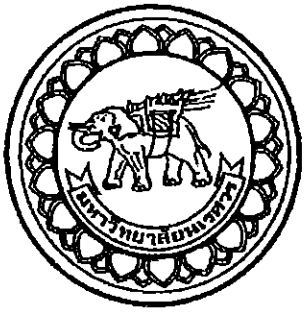


การศึกษาประสิทธิภาพของระบบผลิตน้ำประปาของโรงประปา เขาสมอแคลง จังหวัดพิษณุโลก

THE STUDY OF WATER SUPPLY SYSTEM EFFICIENCY OF WATER TREETMERT PLANT IN KAOSMALLKLAENG UNIT, PHITSANULOK PROVINCE

นายภวภูรินทร์ สุวรรณรงค์ รหัสนิสิต 50381192

นางสาวภานุมาศ ลิมประเสริฐ รหัสนิสิต 50382656

นางสาวปรนันท์ ยอดประทุม รหัสนิสิต 50382335

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ 28 มิ.ย. 2554
เลขทะเบียน 1551061/2
เลขเรียกหนังสือ ส.
มหาวิทยาลัยนเรศวร ว.2111 2553

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2553

ใบรับรองโครงงานวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

หัวข้อโครงงาน	: การศึกษาประสิทธิภาพของระบบผลิตน้ำประปาของโรงประปาเขาสมอแคลง จังหวัดพิษณุโลก
ผู้ดำเนินงาน	: นายภวภูรินทร์ สุวรรณรงค์ รหัสนิสิต 50381192
	นางสาวภานุมาศ ลิมประเสริฐ รหัสนิสิต 50382656
	นางสาวปรนันท์ ยอดประทุม รหัสนิสิต 50382335
ที่ปรึกษาโครงงาน	: อาจารย์อำพล เตโชวาณิชย์
สาขาวิชา	: วิศกรรมสิ่งแวดล้อม
ภาควิชา	: วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
ปีการศึกษา	: 2553

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติโครงงานวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

.....ประธานกรรมการ
(อาจารย์อำพล เตโชวาณิชย์)

.....กรรมการ
(อาจารย์วรางลักษณ์ ซ่อนกลิ่น)

.....กรรมการ
(อาจารย์ชัยวัฒน์ โพธิ์ทอง)

หัวข้อโครงงาน	: การศึกษาประสิทธิภาพของระบบผลิตน้ำประปาของโรงประปาเขาสมอแคลง จังหวัดพิษณุโลก
ผู้ดำเนินงาน	: นายภวภูรินทร์ สุวรรณรงค์ รหัสนิสิต 50381192 นางสาวภานุมาศ ลิมประเสริฐ รหัสนิสิต 50382656 นางสาวปรนันท์ ยอดประทุม รหัสนิสิต 50382335
ที่ปรึกษาโครงงาน	: อาจารย์อำพล เตโชวาณิชย์
สาขาวิชา	: วิศกรรมสิ่งแวดล้อม
ภาควิชา	: วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
ปีการศึกษา	: 2553

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการศึกษาประสิทธิภาพระบบผลิตน้ำประปาของโรงประปาเขาสมอแคลง ตำบลเขาสมอแคลง อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก วิเคราะห์คุณภาพน้ำดิบและน้ำประปาโดยเก็บตัวอย่างน้ำ จำนวนทั้งหมด 4 จุด โดยเก็บตัวอย่างน้ำ 6 ครั้ง ในระยะเวลา 2 สัปดาห์ต่อหนึ่งครั้ง เป็นระยะเวลาทั้งหมด 3 เดือน วิเคราะห์พารามิเตอร์ อุณหภูมิ พีเอช ดีโอ ความขุ่น เหล็ก บีโอดี ซัลเฟต คลอไรด์ ของแข็งทั้งหมด ของแข็งแขวนลอย ไนไตรท์ ไนเตรทและความกระด้าง

จากการศึกษาพบว่า น้ำประปามีคุณภาพน้ำส่วนใหญ่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค ระบบผลิตน้ำประปามีประสิทธิภาพในการบำบัด ของแข็งแขวนลอย ของแข็งทั้งหมด ความกระด้างและเหล็กได้เท่ากับ 95%, 44.11% , 14.05% และ 32.81% ตามลำดับ อีกทั้งระบบยังสามารถรองรับอัตราการใช้น้ำในปัจจุบันได้ดี

Project Title	: The study of water supply system efficiency of water Treetmert plant in Kaosmallklaeng unit , Phitsanulok province		
Author	: Mr. Phawaphurin	suwannarong	Code 50381192
	Miss.Panumart	limprasurt	Code 50382656
	Miss. Poranun	Yodpratum	Code 50382335
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 treatment system of regional waterworks authority Kaosmallklaeng unit Phitsanulok province by sampling raw water and treated water 2 times a month for 3 month. Then parameters such as pH , turbidity, suspended solids, total solids, Nitrite, Nitrate, BOD , Sulfate, Chloride were analyzed .

It was found that most characteristics of water supply met the provincial waterwork standard . The treatment system was able to efficiently treat Suspended solids, Totalsolids Asperity andIron at 95%, 44.11%, 14.05% and 32.81% respectively. It could also fully function at the present water use rate.

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้จัดทำโครงงานขอขอบคุณอาจารย์อำพล เตโชวาณิชย์ ที่ปรึกษาโครงงานเป็นอย่างยิ่ง กรรมการโครงงาน อาจารย์ชัยวัฒน์ โพธิ์ทอง อาจารย์วรางค์ลักษณ์ ซ่อนกลิ่น และ นางวิชญา อิ่มกระจ่าง ที่ให้ความช่วยเหลือและที่ได้ให้คำปรึกษา แนะนำวิธีการแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่พบระหว่างการศึกษาและจัดทำโครงงาน จนโครงงานสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

คณะผู้จัดทำโครงงานขอขอบพระคุณบุคลากรของ การประปาส่วนภูมิภาคเขาสมอแคลง จังหวัดพิษณุโลก ที่ให้ความอนุเคราะห์ด้านข้อมูล และให้คำแนะนำจนโครงงานสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

คณะผู้จัดทำ

นายภวภูรินทร์ สุวรรณรงค์

นางสาวภานุมาศ ลิมประเสริฐ

นางสาวปรนันท์ ยอดประทุม

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญานิพนธ์.....ก
บทคัดย่อภาษาไทย.....ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....ค
กิตติกรรมประกาศ.....ง
สารบัญ.....จ
สารบัญตาราง.....ช
สารบัญรูป.....ฌ

บทที่ 1 บทนำ.....1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน.....1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน.....1
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....1
1.4 ขอบเขตการทำโครงงาน.....2
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....2
1.6 แผนการดำเนินงาน.....2
1.7 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงงาน.....3

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี.....4
2.1 ส่วนประกอบของระบบประปาชุมชน.....4
2.2 แหล่งน้ำดิบ.....4
2.3 ระบบผลิตน้ำประปาและการคาดการณ์น้ำประปาในอนาคต.....5
2.4 ระบบขนส่งน้ำ.....8
2.5 แหล่งน้ำดิบสำหรับผลิตน้ำประปา.....9
2.6 ปริมาณน้ำดิบสำหรับผลิตน้ำประปา.....21
2.7 ลักษณะสมบัติและมาตรฐานน้ำ.....29
2.8 คุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ.....31
2.9 มาตรฐานคุณภาพน้ำสะอาด คุณภาพน้ำทิ้ง และคุณภาพแหล่งน้ำ.....37
2.10 ถังกรองช้า (Slow Sand Filter) 42

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.11 แอรเรเตอร์แบบถาด (Tray Aerator) 43
2.12 การฆ่าเชื้อ.....45
2.13 กระบวนการผลิตน้ำประปาสำหรับน้ำใต้ดิน.....48

บทที่ 3 วิธีดำเนินโครงงาน.....49
3.1 ศึกษาระบบการผลิตน้ำประปา.....49
3.2 ดำเนินการเก็บน้ำตัวอย่าง.....49
3.3 วิธีเก็บตัวอย่างน้ำ.....49
3.4 วิธีวิเคราะห์และเครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์.....54

บทที่ 4 วิเคราะห์ผลการทดลอง.....55
4.1 ศึกษาระบบผลิตน้ำประปาส่วนภูมิภาคตำบลเขาสมอแคลง อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก.....55
4.2 ศึกษาคุณภาพของน้ำประปาที่ผ่านกระบวนการบำบัด.....59
4.3 ศึกษาประสิทธิภาพของระบบผลิตน้ำประปา ตำบลเขาสมอแคลง อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก.....76

บทที่ 5 สรุปคุณภาพน้ำประปา.....79
5.1 สรุปคุณภาพน้ำประปา.....81
5.2 ประสิทธิภาพการบำบัด.....83
5.3 ข้อเสนอแนะ.....82

บรรณานุกรม.....83

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

บทที่ 1

1.1 แผนการศึกษาโครงงาน.....2

บทที่ 2

2.1 การกระจายของปริมาณน้ำของแหล่งต่าง ๆ บนโลก.....9

2.2 คุณลักษณะของน้ำใต้ดินและน้ำผิวดิน.....10

2.3 อัตราการใช้น้ำส่วนบุคคลในบางประเทศ.....23

2.4 ประเภทของการใช้ อัตราการใช้ และค่าเปอร์เซ็นต์ ของการผลิตน้ำประปา.....24

2.5 ความมุ่งหมายของการใช้น้ำ.....24

2.6 อัตราการใช้น้ำในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้.....25

2.7 ผลสำรวจโรงงานอุตสาหกรรม 34 ประเภทในสหรัฐอเมริกา.....26

2.8 อัตราการใช้น้ำของโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ.....26

2.9 อัตราการใช้น้ำเพื่อการค้า , อุตสาหกรรม , และการเกษตร.....28

2.10 อัตราใช้น้ำเพื่อสาธารณประโยชน์.....29

2.11 เกณฑ์การออกแบบถังกรองช้า.....42

บทที่ 3

3.1 วันที่เก็บน้ำตัวอย่าง.....49

3.2 พารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์.....53

3.3 วิธีวิเคราะห์และเครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์.....54

บทที่ 4

4.1 แสดงค่าอุณหภูมิ.....59

4.2 แสดงค่าพีเอช.....61

4.3 แสดงค่าความขุ่น.....63

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4.4 แสดงค่าบีโอดี.....64

4.5 แสดงค่าคลอไรด์.....65

4.6 แสดงค่าออกซิเนละลายน้ำ.....67

4.7 แสดงค่าของแข็งแขวนลอย 69

4.8 แสดงค่าของแข็งทั้งหมด.....70

4.9 แสดงค่าไนไตรท์-ไนโตรเจน 72

4.10 แสดงค่าความกระด้าง.....73

4.11 แสดงค่าไนเตรท –ไนโตรเจนของน้ำตัวอย่าง.....72

4.12 แสดงค่าเหล็ก.....75

4.15 แสดงจำนวนผู้ใช้น้ำจากการประปาส่วนภูมิภาคบ้านเขาสมอแคลงและปริมาณน้ำที่ผลิตสุทธิ 76

4.16 แสดงอัตราการใช้น้ำประชากรในพื้นที่จ่ายน้ำ.....76

บทที่ 5

5.1 แสดงค่าเฉลี่ยของน้ำประปาเทียบกับมาตรฐานของการประปาส่วนภูมิภาค.....79

5.2 ผลน้ำประปาแต่ละครั้งเมื่อเทียบกับมาตรฐานน้ำประปา.....80

5.3 แสดงประสิทธิภาพการบำบัด.....81

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

บทที่ 2

2.1 ระบบประปาบาดา.....5

2.2 แหล่งน้ำดิบสำหรับผลิตน้ำประปาที่ได้จากน้ำฝน.....11

2.3 การแบ่งชั้นน้ำใต้ดิน.....12

2.4 แหล่งน้ำใต้ดินประเภทต่าง ๆ.....14

บทที่ 3

3.1 จุดที่ 1 เก็บตัวอย่างน้ำที่เครื่องสูบน้ำ.....51

3.2 จุดที่ 2 เก็บตัวอย่างน้ำที่ผ่านถาดไปรยกรอง.....51

3.3 จุดที่ 3 เก็บตัวอย่างน้ำที่ผ่านถังกรองทราย.....52

3.4 จุดที่ 4 เก็บตัวอย่างน้ำประปาที่เครื่องสูบจ่ายน้ำ.....52

บทที่ 4

4.1 เก็บตัวอย่างน้ำที่เครื่องสูบน้ำบาดาล.....55

4.2 แสดง Tray aerator.....56

4.3 แสดงถังทรายกรองเร็ว.....56

4.4 แสดงถังน้ำใส.....57

4.8 แสดงถังเก็บน้ำประปา.....57

4.9 แสดงปั๊มสูบน้ำขึ้นถังน้ำสูง.....58

4.10 แสดงถังน้ำสูง.....58

4.11 กราฟแสดงค่าอุณหภูมิ.....60

4.12 กราฟแสดงค่าพีเอช.....62

4.13 กราฟแสดงค่าความขุ่นของน้ำที่ผ่านถังตกตะกอนและน้ำประปา.....63

4.14 กราฟแสดงค่าของบีโดี.....65

4.15 กราฟแสดงค่าคลอไรด์.....66

4.16 กราฟแสดงค่า DO.....68

4.17 กราฟแสดงของแข็งแขวนลอย.....69

4.18 กราฟแสดงค่าของแข็งทั้งหมด.....71

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.19 กราฟแสดงค่าไนเตรท–ไนโตรเจน....72

4.20 กราฟแสดงค่าความกระด้าง....74

4.21 กราฟแสดงค่าเหล็ก....75

4.22 กราฟแสดงค่าความกระด้าง....73

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงงาน

น้ำ เป็นปัจจัย 4 ที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในการดำรงชีวิตของมนุษย์ในการอุปโภคและบริโภคในกิจกรรมต่างๆ ดังนั้นจึงเกิดความต้องการน้ำจำนวนมากในแต่ละวัน ซึ่งทางการประปาบ้านสมอแคลงต้องดำเนินการผลิตน้ำประปาให้เพียงพอต่อความต้องการของคนในชุมชน และในการผลิตน้ำประปานั้นจะต้องมีการควบคุมคุณภาพน้ำให้ได้ตามมาตรฐานที่กำหนดไว้โดยองค์กรที่เกี่ยวข้อง เช่น มาตรฐานน้ำประปาการประปาส่วนภูมิภาค เพื่อให้ผู้ที่ใช้น้ำในการอุปโภคและบริโภคน้ำในกิจกรรมต่างๆนั้นปลอดภัย จึงต้องมีการตรวจสอบคุณภาพน้ำประปาเพื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานที่ได้กำหนดไว้ ตลอดจนตรวจสอบคุณภาพน้ำที่ผ่านออกมาจากกระบวนการผลิตแต่ละขั้นตอนเพื่อเป็นประโยชน์แก่ผู้ใช้น้ำต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 ตรวจสอบคุณภาพน้ำประปาที่ออกมาจากกระบวนการผลิตของโรงประปาเขาสมอแคลง

1.2.2 เพื่อตรวจสอบคุณภาพน้ำที่ผ่านแต่ละกระบวนการผลิตน้ำประปาของโรงประปาเขาสมอแคลง

1.2.3 เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพน้ำประปาของโรงประปาเขาสมอแคลงกับมาตรฐานน้ำประปา

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 ทราบคุณภาพน้ำประปาที่ออกมาจากกระบวนการผลิตน้ำประปาของโรงผลิตน้ำประปาสมอแคลง

1.3.2 ทราบคุณภาพน้ำที่ผ่านแต่ละกระบวนการผลิตน้ำของโรงประปาเขาสมอแคลง

1.3.3 สามารถนำข้อมูลไปใช้แก้ไขปรับปรุงในกระบวนการผลิตต่างๆ จากโรงประปาเขาสมอแคลง

1.4 ขอบเขตของโครงงาน

ทำการวิเคราะห์น้ำในกระบวนการผลิตน้ำประปาของโรงประปาเขาสมอแคลง จำนวน 4 จุด คือ

1. น้ำก่อนเข้าถาดกรองเติมอากาศ
2. น้ำที่ผ่านถาดกรองเติมอากาศ
3. น้ำที่ผ่านถังทรายกรอง
4. น้ำประปาหน้าปั๊มสูบจ่าย

ซึ่งจะมีการตรวจคุณภาพน้ำอันได้แก่ อุณหภูมิ พีเอช ดีโอ ความขุ่น เหล็ก บีโอดี ซัลเฟต คลอไรด์ ของแข็งทั้งหมด ของแข็งแขวนลอย ไนไตรท์ ไนเตรทและความกระด้าง

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. เก็บข้อมูลโรงผลิตน้ำประปาสมอแคลง
2. เก็บน้ำและทำการวิเคราะห์
3. วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง
4. จัดทำรูปเล่มรายงาน

1.6 แผนการดำเนินงานตลอดโครงงาน

1.1 แผนการศึกษาโครงงาน

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.
ศึกษาข้อมูล	▬					
ทำรายงานฉบับโครงร่าง		▬	▬			
เก็บข้อมูลและวิเคราะห์น้ำเสีย			▬	▬	▬	▬
วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล					▬	▬
ปรับปรุงและแก้ไขรายงาน				▬	▬	▬
ทำรูปเล่มโครงงาน						▬

1.7 งบประมาณที่ใช้ในการทดลอง

ค่าวัสดุอุปกรณ์และสารเคมีในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ	1,500	บาท
ค่าวัสดุอุปกรณ์งานสำนักงาน	1,500	บาท
รวม	3,000	บาท

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎีเบื้องต้น

ในการดำรงชีวิตของคนและสัตว์ย่อมขึ้นอยู่กับอาหารและน้ำเป็นปัจจัยสำคัญ ปัจจุบันน้ำสะอาดตามธรรมชาติหาได้ค่อนข้างยาก สำหรับชุมชนใหญ่จำเป็นต้องใช้น้ำประปา เป็นการนำน้ำดิบที่ได้มาจากแหล่งน้ำ ลำคลอง อ่างเก็บน้ำ หรือ บ่อบาดาลมาทำให้สะอาดและปราศจากโรคภัยอันตรายต่อผู้บริโภคและส่งให้ถึงมือผู้อุปโภคบริโภค สิ่งเจือปนต่างๆที่มีอยู่ในน้ำจะต้องแยกหรือกำจัดออกไปให้เหลือน้อยกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ด้วยระบบน้ำประปา

2.1 ส่วนประกอบของระบบประปาชุมชน

โดยทั่วไประบบประปาชุมชนประกอบด้วยแหล่งน้ำ ระบบทำความสะอาดน้ำหรือเรียกสั้น ๆ ว่า โรงประปา ระบบขนส่งและแจกจ่ายน้ำ

ในบรรดาส่วนประกอบทั้งสามประเภทของระบบประปา วิศวกรทั่วไปมักจะเห็นว่าระบบทำความสะอาดน้ำ (Water Treatment Plant System) เป็นส่วนที่สำคัญที่สุดในการผลิตประปา ความเข้าใจเช่นนี้อาจเป็นความจริงเหมือนกันในบางกรณี แต่ทั้งนี้ต้องตระหนักไว้ด้วยว่า ทั้งแหล่งน้ำและระบบขนส่งและแจกจ่ายน้ำก็มีความสำคัญต่อการผลิตน้ำประปาที่มีคุณภาพดีเช่นกัน ในการออกแบบระบบประปา วิศวกรต้องพิจารณาถึงแหล่งน้ำและระบบขนส่ง/แจกจ่ายน้ำไปพร้อม ๆ กับระบบทำความสะอาดน้ำ จึงจะสามารถผลิตน้ำประปาที่สะอาดได้ในราคาที่ประหยัดที่สุด ยกตัวอย่าง เช่น การเลือกแหล่งน้ำดิบที่มีคุณภาพสูงและอยู่ไม่ไกล สามารถลดความจำเป็นในการทำความสะอาดน้ำได้มากและประหยัดค่าขนส่งน้ำ ระบบขนส่ง/แจกจ่ายน้ำต้องออกแบบและก่อสร้างให้สามารถรักษาปริมาณและคุณภาพของน้ำประปา (ที่ผ่านการทำความสะอาดแล้ว) จนกระทั่งไปถึงมือผู้รับบริการ

2.2 แหล่งน้ำดิบ

วิธีทำให้มั่นใจที่สุดว่าจะได้รับน้ำประปาที่มีคุณภาพสูง คือ เลือกแหล่งน้ำดิบที่มีความสกปรกหรือมลทินน้อยที่สุด วิธีดังกล่าวนี้ทำให้สามารถผลิตน้ำประปาได้ในระดาประหยัดที่สุดเสมอ ด้วยเหตุนี้น้ำบาดาลจึงสมควรได้รับการพิจารณาเพื่อใช้เป็นแหล่งน้ำดิบก่อนน้ำผิวดิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับกรณีของระบบประปาขนาดเล็ก ทั้งนี้เพราะน้ำบาดาลที่มีคุณภาพดีเป็นแหล่งน้ำดิบที่เสียค่าใช้จ่ายในการทำความสะอาดน้อยที่สุด นอกจากนี้ ยังประหยัดในการควบคุม บำรุงรักษาและติดตามดูแลอีกด้วย อย่างไรก็ตาม การพัฒนาน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ต้องกระทำให้ถูกต้องเพื่อป้องกันการแปดเปื้อนและเพื่อให้ได้ผลมากที่สุด

2.3 ระบบผลิตน้ำประปาและการคาดการณ์น้ำประปาในอนาคต

ความจำเป็นของระบบผลิตน้ำประปานี้ ขึ้นอยู่กับคุณภาพของน้ำดิบและของน้ำประปาที่ต้องการ น้ำดิบจากแหล่งอาจจะต้องทำความสะอาดหลายกระบวนการ แต่บางแหล่งอาจต้องการเฉพาะการฆ่าเชื้อโรคด้วยคลอรีน ซึ่งเป็นความต้องการขั้นต่ำสุดของการผลิตน้ำประปา

2.3.1 กระบวนการทำความสะอาดน้ำประปา

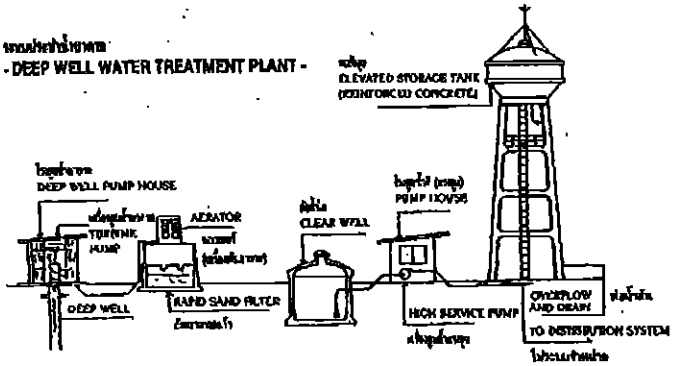
อาจแบ่งออกอย่างง่ายได้ 3 ประเภท คือ

2.3.1.1 ประเภทที่กำจัดสารแขวนลอย ได้แก่กระบวนการโคแอกกูเลชั่น (Coagulation) กระบวนการตกตะกอน (Sedimentation) และกระบวนการกรองน้ำ (Filtration)

2.3.1.2 ประเภทที่กำจัดสารละลาย ได้แก่กระบวนการตกผลึก (Precipition) กระบวนการดูดติดผิว (Adsorption) กระบวนการแลกเปลี่ยนไอออน (Ion Exchange) กระบวนการเมมเบรน (Membrane Process)

2.3.1.3 ประเภทฆ่าเชื้อโรค

ระบบประปาส่วนใหญ่ต้องการแต่เพียงการกำจัดสารแขวนลอย ซึ่งส่วนประกอบสำคัญของระบบมักได้แก่ ถังกวนเร็ว ถังกวนช้า ถังตกตะกอน และถังกรอง น้ำที่ผ่านถังกรองแล้วจะมีความใสและสะอาด แต่จำเป็นต้องนำมาเติมคลอรีนเพื่อฆ่าเชื้อโรคเสียก่อน กระบวนการฆ่าเชื้อโรคด้วยคลอรีนหรือสารอื่นถือเป็นกระบวนการที่ต้องมีเสมอ ไม่ว่าการทำความสะอาดน้ำประปาจะเป็นแบบใดก็ตาม ในกรณีน้ำดิบมีสารสะลายต่าง ๆ สูงเกินไป เช่น ความกระด้าง เหล็ก เป็นต้น ทำให้มีความจำเป็นต้องกำจัดออกจากน้ำ หลักการในการกำจัดสารละลายมักมี 2 ขั้นตอนคือ ขั้นแรกทำให้สารละลายเกิดการตกผลึกเป็นสารแขวนลอย ขั้นที่สองเป็นการกำจัดสารแขวนลอยด้วยวิธีที่กล่าวข้างต้น ตัวอย่างในการทำให้สารละลายตกผลึก คือ การเติมปูนขาวเพื่อให้ความกระด้างซึ่งอยู่ในรูปของ Ca^{+2} และ Mg^{+2} ตกผลึกเป็น $CaCO_3$ และ $Mg(OH)_2$ หรือการเติมคลอรีนเพื่อให้เหล็กตกผลึก เป็นต้น การกำจัดสารละลายออกจากน้ำอาจใช้กระบวนการอื่นก็ได้ เช่น กระบวนการแลกเปลี่ยนไอออน กระบวนการดูดติดผิว หรือกระบวนการที่อาศัยแผ่นเมมเบรน (Membrane Process) กระบวนการเหล่านี้ เป็นการกำจัดสารละลายออกจากน้ำโดยตรง ต้องกำจัดสารแขวนลอยนี้ก่อนเข้าเมมเบรน



รูปที่ 2.1 ระบบประปาบาดาล

ในปัจจุบัน ความเจริญก้าวหน้าทางอุตสาหกรรมมีผลทั้งทางตรงและทางอ้อม ทำให้การทำความสะอาดน้ำประปาขุ่นยากเพิ่มขึ้นมาก ทั้งนี้เพราะแหล่งน้ำดิบมีโอกาสแปดเปื้อนของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม รวมทั้งผลิตภัณฑ์จากโรงงานอุตสาหกรรม เช่น ปุ๋ย ยาฆ่าแมลง ฯลฯ ทำให้น้ำดิบมีโลหะหนักชนิดต่าง ๆ ตลอดจนสารอินทรีย์เคมีหลายชนิดปะปนอยู่ และสร้างปัญหาในการกำจัดออกจากน้ำประปา เนื่องจากน้ำผิวดินได้รับผลกระทบจากกรณีนี้มากกว่าน้ำบาดาล การใช้น้ำผิวดินเป็นแหล่งน้ำดิบสำหรับผลิตน้ำประปา จึงควรพิจารณาถึงปัญหาดังกล่าวด้วย

ในกรณีที่น้ำดิบมีโลหะต่าง ๆ ปะปน การกำจัดมิใช่เป็นเรื่องง่าย เนื่องจากกระบวนการทำความสะอาดน้ำแบบธรรมดาไม่สามารถใช้ได้ผล ดังนั้น วิธีที่ดีคือพิจารณาหาน้ำดิบใหม่มาใช้แทน หรือผสมกันจนความเข้มข้นของโลหะหนักเจือจางถึงขั้นไม่อันตราย โดยปกติ โลหะหนักต่าง ๆ มักมีความเข้มข้นไม่สูงจนถึงระดับที่เป็นพิษ โลหะหนักที่พบในน้ำบาดาลมักเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ แต่ถ้าพบในน้ำผิวดินมักมาจากของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม อย่างไรก็ตาม การกัดกร่อนท่อน้ำอาจทำให้มีโลหะบางชนิด เช่น ตะกั่ว แคดเมียม สังกะสี ละลายอยู่ในน้ำประปาได้

นอกจากโลหะแล้ว สารอินทรีย์ก็เป็นอีกปัญหาหนึ่งในน้ำดิบและน้ำประปา ในประเทศสหรัฐอเมริกาปรากฏว่ามีการพบสารอินทรีย์เคมีมากกว่า 700 ชนิดในน้ำประปาที่ใช้ดื่ม ในจำนวนนี้ยาฆ่าแมลง 6 ชนิดที่ใช้กันมากในประเทศนั้น คือ Endrine , Lindane , Methoxychlor , Toxaphane , 2 , 4D และ 2 , 4 , 5TP (Silvex) สำหรับประเทศไทย แม้ว่ายังไม่มีข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณและชนิดของสารอินทรีย์เคมีในน้ำประปา แต่ก็ไม่ยากที่จะคาดคะเนว่าน้ำประปามีสารดังกล่าวหรือไม่เมื่อพิจารณาถึงวิธีและระดับการใช้ยาฆ่าแมลงของเกษตรไทย การเติมคลอรีนให้กับน้ำดิบก็อาจทำให้เกิดสารอินทรีย์เคมีได้ ทั้งนี้เพราะนักวิจัยได้พบว่าปฏิกิริยาระหว่างคลอรีนกับกรดฮิวมิคซึ่งเกิดจากการย่อยสลายตามธรรมชาติของใบไม้ใบหญ้าและซากพืช ทำให้เกิดสารประกอบไตรฮาโลมีเทน (Trihalomethane) เช่น คลอโรฟอร์ม (Chloroform) ซึ่งถือว่าเป็นต้นเหตุอย่างหนึ่งของโรคมะเร็ง การกำจัดสารอินทรีย์เคมีอาจกระทำได้โดยใช้กระบวนการดูดติดผิวแอกติเวเต็ดคาร์บอน (Activited Carbon) ซึ่งอาจเป็นแบบเกร็ด (GAC) หรือแบบผง (PAC)

ขนาดของระบบทำความสะอาดน้ำมักบอกในหน่วยลบ.เมตรต่อวัน ควรให้สามารถผลิตน้ำประปาได้มากกว่าความต้องการน้ำสูงสุดต่อวัน (Maximum Daily Water Demand) ระบบมักมีขนาดเป็นเลขลงตัว เช่น 250,000 ลบ.เมตร/วัน เป็นต้น

การออกแบบระบบทำความสะอาดน้ำ มีจุดมุ่งหมายให้สามารถใช้งานได้หลายปีตามความจำเป็นในการขยายระบบทำความสะอาดน้ำ จะเกิดขึ้นเมื่อมีความต้องการน้ำสูงสุดของวันมีค่าใกล้เคียงกับอัตราการผลิตของระบบทำความสะอาดน้ำ ควรเตรียมล่วงหน้าอย่างน้อย 5 ปี เพื่อใช้ในการสำรวจทางวิศวกรรมตลอดจนการออกแบบ การหาแหล่งเงินกู้ และการก่อสร้าง

2.3.2 การทำนายอัตราความต้องการน้ำในอนาคต

ถือว่าเป็นหลักเบื้องต้นในการกำหนดขนาดของระบบทำความสะอาดน้ำ ในการศึกษาเพื่อทำนายอัตราความต้องการน้ำต้องพิจารณาถึงปัจจัยหลายประการ เช่น จำนวนประชากร อัตราการเติบโตของอุตสาหกรรมและพาณิชยกรรม แนวโน้มของการใช้น้ำ การขยายตัวของพื้นที่บริการ โครงการประปามักวางแผนล่วงหน้าเป็นเวลา 25 ปี หรือมากกว่า บันทึกแสดงอัตราความต้องการน้ำและอัตราที่เพิ่มขึ้นในอดีตจะมีประโยชน์อย่างมากในการทำนายความต้องการในอนาคต ในทางปฏิบัติควรใช้วิธีต่าง ๆ ในการทำนายความต้องการใช้น้ำในอนาคต การวิเคราะห์ผลในขั้นสุดท้ายจะเป็นการตัดสินใจเลือกข้อมูลที่ดีที่สุดเพื่อใช้ในการออกแบบ

เมื่อทำนายได้อัตราความต้องการใช้น้ำเมื่อทำนายได้อัตราความต้องการใช้น้ำแล้ว แผนการขั้นต่อไปในการออกแบบต้องตัดสินใจว่าจะสร้างระบบทำความสะอาดน้ำทั้งหมดพร้อมกันเลยทีเดียว หรือสร้างเป็นระยะ ๆ ปัจจัยที่ควรพิจารณาเพื่อการตัดสินใจได้แก่

2.3.2.1 อายุของการใช้งานของส่วนประกอบต่าง ๆ ของระบบ

2.3.2.2 ความสะดวกในการขยายระบบ

2.3.2.3 อัตราการขยายตัวของพื้นที่บริการ

2.3.2.4 อัตราดอกเบี้ยของเงินกู้

2.3.2.5 สมรรถนะของระบบทำความสะอาดน้ำในระยะแรกของโครงการ

อย่างไรก็ตามแนวทางปฏิบัติที่นิยม คือออกแบบและสร้างส่วนของระบบซึ่งไม่ประหยัดและไม่สะดวกในการสั่งซื้อทีหลังให้เสร็จเรียบร้อยเสียก่อน จากนั้นจึงสร้างส่วนที่เหลือตามความจำเป็นในอนาคต สิ่งที่ควรสร้างให้เสร็จเลยในระยะแรก คือ สถานีสูบและจ่ายสารเคมี (เป็นอาคารเดียวกัน) ถังกรองและถังอื่น ๆ อาจสร้างเฉพาะเท่าที่จำเป็นก่อนและค่อยสร้างเพิ่มเติมทีละระยะในภายหลัง

ในการออกแบบและคำนวณระบบทำความสะอาดน้ำประปา ควรคิดเผื่อเป็นการสำรองไว้ด้วย การคิดขนาดสำรองอาจทำพร้อม ๆ กับการคำนวณขนาดของระบบทำความสะอาดน้ำด้วยวิธีใดวิธีหนึ่ง ดังนี้

2.3.3 การคิดขนาดสำรอง

2.3.3.1 โดยการใช้เกณฑ์คำนวณออกแบบที่มีการเสี่ยงน้อยที่สุด (Conservation Design Criteria)

2.3.3.2 โดยการคำนวณออกแบบธรรมดาและเพิ่มจำนวนหน่วยของส่วนต่าง ๆเป็นกำลังสำรอง

โดยปกติ ควรออกแบบให้มีถังตกตะกอน ถังกรอง ถังกวนเร็ว และถังกวนช้าเผื่อไว้อย่างละ 1 ถังเป็นอย่างน้อย ส่วนประกอบใดของระบบที่มีความสำคัญมากก็ควรมีสำรองไว้ เช่น การสำรองเครื่องป้อนโคแอกกูแลนท์ไว้สำหรับใช้ในกรณีที่มีน้ำขุ่นผิดปกติ หรือการสำรองเครื่องป้อนคลอรีนและเครื่องสูบน้ำเป็นต้น เครื่องป้อนสารป้องกันกัดกร่อนท่ออาจไม่จำเป็น

2.4 ระบบขนส่งน้ำ

ระบบท่อขนส่งน้ำ มีน้ำที่นำน้ำดิบจากแหล่งน้ำดิบมายังระบบทำความสะอาดน้ำประปา (Water Treatment Plant) และนำน้ำประปาจากระบบทำความสะอาดไปยังชุมชนซึ่งเป็นผู้รับบริการน้ำประปา ระบบท่อขนส่งน้ำจะยาวหรือสั้นเพียงใดจึงขึ้นอยู่กับตำแหน่งของแหล่งน้ำดิบ และวิธีขนส่งน้ำว่าเป็นแบบไหลเองตามธรรมชาติหรือไหลด้วยเครื่องสูบน้ำ ท่อขนส่งน้ำอาจใช้แบบรางเปิด (Open Channel) หรือแบบท่อปิดภายใต้แรงดัน (Pressure Pipe) ทั้งนี้แล้วแต่สภาพภูมิประเทศและวัสดุที่มีไว้สร้างท่อ ท่อเหล่านี้อาจวางไปตามแนวเดียวกับเส้น Hydraulic Grade line (HGL) ดังเช่นในกรณีของคลองส่งน้ำหรือรางเปิดที่วางบนพื้นดิน อย่างไรก็ตาม ท่อขนส่งอาจไม่อยู่ในแนวเส้น Hydraulic Grade line ก็ได้ เช่น กรณีของท่อปิดที่อยู่ใต้แรงดัน

ปัจจัยในการกำหนดขนาดและรูปร่างของท่อขนส่งน้ำ ได้แก่ปัจจัยทางชลศาสตร์ทางโครงสร้างและทางเศรษฐกิจ โดยปกติอัตราเร็วของการไหลของน้ำภายในท่อมักอยู่ระหว่างประมาณ 1 – 1.7 เมตร/วินาที ดังนั้น เมื่อรู้อัตราไหลของน้ำก็จะสามารถคำนวณหาพื้นที่หน้าตัดและเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อได้ เนื่องจากความต้องการน้ำมีความแปรปรวนสูงมาก ท่อจึงต้องมีขนาดใหญ่มากเพื่อให้สามารถขนส่งน้ำได้ทันตลอดเวลา โดยปกติความต้องการน้ำสูงสุดมักเกิดขึ้นเพียงในช่วงสั้น การใช้ประโยชน์จากท่อขนาดใหญ่มากจึงทำได้ไม่เต็มที่ และไม่เป็นการประหยัดวิธีแก้ไขสามารถกระทำได้โดยสร้างอ่างเก็บน้ำสำรอง (Service or Distributing Reservior) ซึ่งทำหน้าที่สำรองน้ำเมื่อเกิดไฟไหม้หรือเมื่อต้องการซ่อมแซมท่อ เป็นต้น เมื่อมีการใช้อ่างเก็บน้ำสำรองท่อขนส่งน้ำอาจมีขนาดใหญ่เพียงแค่สำหรับสนองความต้องการน้ำสูงสุดของวัน (Maximum Daily Rate) ซึ่งมีค่าประมาณร้อยละ 150 ของความต้องการน้ำเฉลี่ยประจำวัน (Average Daily Rate) โดยปกติอ่างเก็บน้ำสำรองมักมีความจุเท่ากับปริมาตรน้ำที่ต้องการใช้ในแต่ละวัน อ่างเก็บน้ำสำรองเป็นแบบถังหอสูง (Elevated Tank) หรือ Standpipe หรืออ่างแบบธรรมดาที่สร้างบนที่สูง ควรมีฝาปิดมิดชิดเพื่อรักษาความสะอาดของน้ำ ระบบประปาขนาดใหญ่อาจมีอ่างเก็บน้ำมากกว่า 1 ใบ

2.4.1 ระบบแจกจ่ายน้ำ (Distributing System)

ท่อขนส่งน้ำมายังชุมชนจะมีระบบท่ออีกชุดหนึ่งทำหน้าที่จากจ่ายน้ำไปยังผู้รับบริการที่อาศัยอยู่ในชุมชนนั้น ๆ ท่อแจกจ่ายน้ำมักมีขนาดเล็กกว่าท่อขนส่งน้ำมาก ในกรณีที่มีอ่างเก็บน้ำสำรอง (Service or Distributing Resorvior) การแจกจ่ายน้ำประปาจะเริ่มต้นจากอ่างเก็บน้ำนี้ ท่อแจกจ่ายน้ำควรมีแรงดันไม่ต่ำกว่า 40 และ 60-75 ปอนด์/ตร.นิ้ว สำหรับบริเวณที่พักอาศัยและย่านธุรกิจในปัจจุบัน ก๊อกดับเพลิงไม่จำเป็นต้องมีแรงดันสูงเป็นพิเศษ ทั้งนี้เนื่องจากสามารถเพิ่มแรงดันได้โดยใช้เครื่องสูบน้ำของรถดับเพลิง ข้อกำหนดของระบบท่อแจกจ่ายน้ำ ได้แก่ ความต้องการน้ำเพื่อใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ และสำรองไว้เพื่อดับไฟ ท่อควรมีขนาดใหญ่เพียงพอที่จะให้น้ำได้แม้ในขณะที่มีความต้องการน้ำพร้อมกันทุกด้าน (Coincident

Draft) เทศบาลเมืองบางแห่งกำหนดให้ใช้ท่อแจกจ่ายน้ำที่มีขนาด 6 นิ้วเป็นอย่างน้อย และให้อัตราเร็วของการไหลอยู่ในช่วง 0.6-1.2 เมตร/วินาที

2.5 แหล่งน้ำดิบสำหรับผลิตน้ำประปา

นักวิทยาศาสตร์ได้ประมาณไว้ว่า น้ำทั้งหมดบนโลกมีปริมาณประมาณ 1.36×10^{21} ลิตร และกระจายอยู่ตามแหล่งน้ำสำคัญ 4 แห่ง ดังรายละเอียดแสดงในตารางที่ 2.1 ในบรรดาน้ำทั้งหมดนี้มีเพียงประมาณร้อยละ 0.64 เท่านั้น ที่มนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ได้ใช้โดยตรง น้ำส่วนนี้เป็นน้ำจืดซึ่งได้แก่ น้ำผิวดินที่ปรากฏอยู่ตามแม่น้ำ ลำคลอง และทะเลสาบ น้ำใต้ดิน และน้ำในบรรยากาศ

ตารางที่ 2.1 การกระจายของปริมาณน้ำของแหล่งต่าง ๆ บนโลก*

ประเภทแหล่งน้ำ	แหล่งน้ำ	ปริมาตรน้ำ (10^{15} ลิตร)	ปริมาณคิดเป็นร้อยละของน้ำทั้งหมด
1. แหล่งน้ำผิวดิน	ทะเลสาบน้ำจืด	125	0.0090
	แม่น้ำ , ลำธาร	1	0.0001
	รวม	126	0.0091
2. น้ำในบรรยากาศ		13	0.0010
3. แหล่งน้ำใต้ดิน	บ่อตื้น	4,237	0.3200
	บ่อดาดาล	4,170	0.3100
	รวม	8,407	0.6300
4. แหล่งน้ำเค็ม	ภูเขาและธารน้ำแข็ง	29,000	21,500
	มหาสมุทรและทะเล	1,320,000	972,000
	ทะเลสาบน้ำเค็ม	104	0.0080
	รวม	1,349,104	993,580
รวมทั้งหมด		1.36×10^{21}	100%

*ชัยยุทธ ขันธปราบ 2521 ธรรมชาติวิทยา หน่วยที่สาม "โลกของเรา" โครงการศึกษาทั่วไป จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

น้ำผิวดินที่เป็นน้ำจืดมีอยู่เป็นจำนวนน้อยมากเพียงร้อยละประมาณ 0.01 เท่านั้นเมื่อเทียบกับปริมาณน้ำทั้งหมด แหล่งน้ำใต้ดินมีปริมาณสูงกว่ามากคิดเป็นร้อยละ 0.63 ของปริมาณน้ำทั้งหมดของโลก น้ำที่ปรากฏอยู่ในแหล่งน้ำต่าง ๆ จะมีการถ่ายเทหมุนเวียนกันไปมาเสมอตลอดเวลา ปรากฏการณ์ดังกล่าวเป็นไปโดยธรรมชาติและมีชื่อเรียกว่า "วัฏจักรทางน้ำ" สิ่งที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์นี้ขึ้นก็คืออิทธิพลและ

แรงขับดันจากพลังงานต่าง ๆ ที่โลกได้รับ พลังงานเหล่านี้ได้แก่ พลังงานจากดวงอาทิตย์ แรงโน้มถ่วงของโลก แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางของโลก และการคายน้ำของพืช แสงอาทิตย์สามารถทำให้น้ำบางส่วนจากส่วนต่าง ๆ ระเหยกลายเป็นไอและควบแน่นกลายเป็นเมฆและในที่สุดก็ตกลงมาเป็นฝน กลับคืนไปสะสมตัวตามแหล่งน้ำผิวดินต่าง ๆ บางส่วนจะซึมลงไปเก็บกักอยู่ใต้ดินกลายเป็นแหล่งน้ำใต้ดิน น้ำที่อยู่บนที่สูงจะไหลไปยังบริเวณที่ต่ำกว่าเสมอไม่ว่าจะเป็นน้ำผิวดินหรือน้ำใต้ดินก็ตาม และในที่สุดก็ไปสะสมตัวอยู่ในทะเลมหาสมุทร อย่างไรก็ดีน้ำบางส่วนจากพื้นดินถูกพืชดูดซึมเข้าไปใช้ในการสังเคราะห์แสงและเจริญเติบโต แล้วบางส่วนพืชจะคายออกทางใบและลำต้นกลายเป็นไอน้ำในบรรยากาศ น้ำจะหมุนเวียนจากแหล่งหนึ่งไปยังอีกแหล่งหนึ่ง จนในที่สุดกลับมายังแหล่งเดิมได้อีก เป็นเช่นนี้เรื่อยไปในธรรมชาติ

น้ำเป็นปัจจัยของสิ่งมีชีวิต กล่าวคือเป็นทั้งองค์ประกอบที่สำคัญของสิ่งมีชีวิตและเป็นเครื่องค้ำจุนชีวิต ตลอดจนประโยชน์ในด้านต่าง ๆ แต่น้ำที่มนุษย์จะนำไปใช้ประโยชน์ได้มักต้องเป็นน้ำที่ค่อนข้างบริสุทธิ์ ด้วยเหตุนี้แม้ว่าน้ำทะเลจะมีประมาณมากมายก็ตาม โอกาสในการนำไปใช้กลับมีไม่มากเพราะน้ำทะเลไม่มีความบริสุทธิ์เพียงพอนั่นเอง ขีดจำกัดดังกล่าวทำให้มีเพียงแหล่งน้ำผิวดินและน้ำใต้ดินที่เป็นน้ำจืดเท่านั้น ที่มนุษย์สามารถใช้ประโยชน์ได้อย่างเต็มที่

แหล่งน้ำดิบสำหรับผลิตประปามี 2 ประเภท คือ น้ำผิวดินและน้ำบาดาล น้ำฝนโดยตรงไม่อาจนับเป็นแหล่งน้ำดิบที่เชื่อถือได้ เนื่องจากปัญหาในเรื่องการเก็บกักไว้ใช้ยามต้องการ

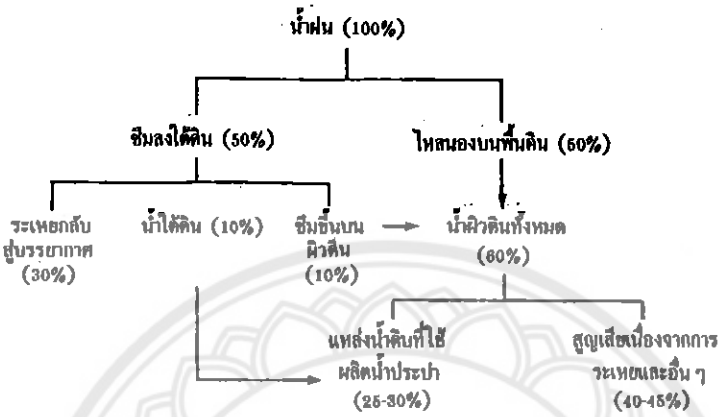
จากข้อมูลในปี 2521 ปรากฏว่าน้ำประปาที่ใช้ในเขตกรุงเทพมหานคร นนทบุรีและสมุทรปราการมีประมาณวันละ 1.2 ล้านลูกบาศก์เมตร ส่วนใหญ่ของน้ำผิวดินดิน (ประมาณ 70%) สำหรับผลิตประปาได้มาจากน้ำผิวดินและอีกประมาณ 30% ได้มาจากน้ำใต้ดิน

ตารางที่ 2.2 คุณลักษณะของน้ำใต้ดินและน้ำผิวดิน

น้ำใต้ดิน	น้ำผิวดิน
มีสารประกอบทั่วไปไม่เปลี่ยนแปลง	มีสารประกอบที่อาจแตกต่างกันได้
มีความขุ่นน้อย	มีความขุ่นมาก
มีแร่ธาตุต่างๆ มากกว่า	มีแร่ธาตุต่างๆ น้อยกว่า
มีสีน้อยกว่า	มีสีมากกว่า
จุลชีพมีน้อย	จุลชีพมีมาก
มีความเข้มของออกซิเจนละลายต่ำมาก	มีความเข้มของออกซิเจนละลายสูงกว่า
มีความกระด้างมากกว่า	มีความกระด้างน้อยกว่า
อาจพบ H_2S , Fe , Mn ได้	มีกลิ่นและรส
	อาจพบสารพิษได้

2.5.1 น้ำฝน

น้ำฝนจัดเป็นแหล่งน้ำที่สำคัญที่สุดของสิ่งมีชีวิตทุกอย่าง น้ำฝนที่ตกลงมาไม่ว่าจะอยู่ผิวดินหรือซึมลงไปใต้ดิน ย่อมนำกลับมาใช้เป็นแหล่งผลิตน้ำประปาได้ อย่างไรก็ตามปริมานน้ำฝนที่สามารถนำมาใช้ผลิตน้ำประปานั้นมีน้อย ทั้งนี้เนื่องจากมีการสูญเสียน้ำฝนเกิดขึ้นได้หลายทาง ดังแสดงในภาพที่ 2.1



รูปที่ 2.2 แหล่งน้ำดิบสำหรับผลิตน้ำประปาที่ได้จากน้ำฝน

2.5.2 น้ำผิวดิน

น้ำผิวดินหมายถึงส่วนของน้ำฝนที่ตกลงสู่พื้นดินแล้วลงที่ต่ำตามลำธาร ห้วย หนอง คลอง และแม่น้ำ น้ำผิวดินนี้รวมไปถึงน้ำที่ไหลจากใต้ดินเข้ามาสมทบด้วย (ดูรูปที่ 2.1) ดังจะเห็นได้จากลำธารหรือลำห้วยที่มีน้ำไหลตลอดปีไม่ว่าจะมีฝนตกหรือไม่ จำนวนน้ำที่ไหลในลำห้วยหรือลำน้ำในระหว่างฤดูเรียกว่า Dry Weather Flow (D.W.F.) น้ำนี้เป็นน้ำที่สะสมไว้ใต้ดินและซึมขึ้นมาตลอดเวลาที่ฝนไม่ตก

ปริมาณน้ำผิวดินที่เกิดจากฝนนั้นจะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับปัจจัย 2 ประการคือ

2.5.2.1 ความเข้ม ความถี่ และระยะเวลาที่ฝนตก

2.5.2.2 ลักษณะและขอบเขตของพื้นที่รองรับน้ำฝน

2.5.3 น้ำใต้ดิน

น้ำฝนที่ตกลงมายังพื้นดินบางส่วนจะถูกพืชดูดไว้ บางส่วนไหลลงสู่แม่น้ำลำธารหรือทะเลเป็นน้ำผิวดิน และบางส่วนไหลซึมลงไปใต้ดินจะซึมผ่านชั้นต่างๆ ของดินจนถึงชั้นดินซึ่งน้ำซึมผ่านไม่ได้ (Impervious Strata) น้ำที่ขังอยู่บนชั้นดินนี้เรียกว่าน้ำใต้ดิน

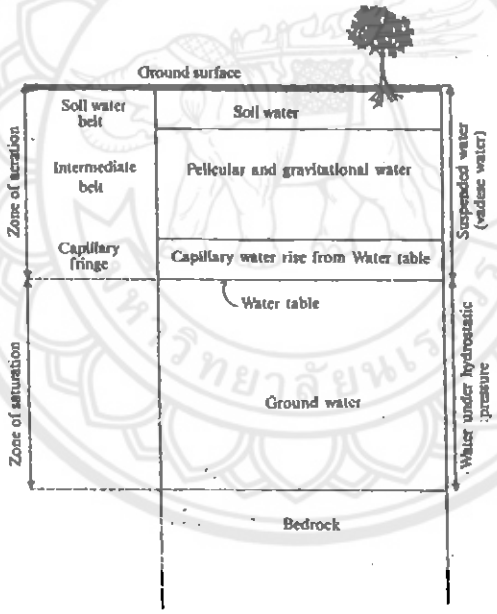
โดยทั่วไปแล้วจะพิจารณานำน้ำชั้นนี้มาใช้ในการบริโภคเมื่อท้องถิ่นนั้นเป็นท้องถิ่นที่กันดารน้ำบนผิวดิน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะสภาพอากาศไม่อำนวยหรือผิวดินไม่สามารถกักเก็บไว้ได้ หรือน้ำผิวดินที่มีอยู่

แล้วมีปริมาณไม่พอเพียงต่อความต้องการของประชากรในท้องถิ่นนั้น ในกรณีเช่นนี้ น้ำใต้ดินจึงเป็นแหล่งน้ำที่ต้องพิจารณาเป็นอันดับถัดไปจากแหล่งน้ำผิวดิน น้ำใต้ดินนั้นบางทีอยู่ตื้นบางแห่งอยู่ลึก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะภูมิประเทศและสภาพอากาศ

สำหรับด้านปริมาณนั้นหากว่าขุดหรือเจาะบ่อลงไปให้ลึก ถึงระดับน้ำในชั้นน้ำเรียกว่า น้ำบาดาลในที่กักขัง (Confined Ground Water) ก็สามารถมีน้ำใช้ได้ตลอดทั้งปี นอกจากบ่อที่ขุดหรือเจาะลงไปนั้นพบน้ำในชั้นบาดาลปลอม (Perched Water) ซึ่งเป็นน้ำที่ขังอยู่ในชั้นหินที่อยู่ในดินของโซนสัมผัสอากาศหรือเพียงแต่เจาะหรือขุดลงไปถึงชั้นน้ำที่มีระดับใต้ดินตื้นๆ อาจจะไม่สามารถทำให้มีปริมาณน้ำใช้ได้ตลอดทั้งปี

2.5.3.1 การแบ่งแยกประเภทของน้ำใต้ดิน

น้ำใต้ดินดังกล่าวข้างต้นนั้น สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 โซนใหญ่ๆ (ดูรูปที่ 2.2) ดังนี้



รูปที่ 2.3 การแบ่งชั้นน้ำใต้ดิน

1) โซนสัมผัสอากาศ (Zone of Aeration)

มีอาณาเขตตั้งแต่ผิวดินจนถึงระดับน้ำใต้ดิน (Water table) สามารถแบ่งย่อยโซนนี้ได้อีก 3 ชั้น ได้แก่

ก. ชั้นดินอุ้มน้ำ (Belt of soil moisture) ชั้นนี้จะมีน้ำที่ซึมอยู่ในดิน มีความลึกเท่าที่รากไม้หยั่งลงไปถึง เป็นชั้นเก็บน้ำสำหรับการเกษตร

ข. ชั้นกลาง (Intermediate belt) น้ำชั้นนี้ไหลผ่านมาจากชั้นดินอุ้มน้ำ บริเวณนี้รากไม้หยั่งไม่ถึง

ค. ชั้นแรงดึงดูดอณู (Capillary fringe) น้ำไหลผ่านมาจากชั้นกลาง น้ำบางส่วนถูกดูดเก็บไว้ระหว่างอณูของหิน ด้วยแรง capillary

2) โซนอิ่มตัวด้วยน้ำ

ก. น้ำโซนนี้เป็นน้ำที่เหลือจากการถูกเก็บกักจากชั้นทั้งสามข้างต้น มักประกอบด้วยชั้นกรวดทราย หรือหินที่เป็นรูพรุนน้ำซึมได้ หรือที่ว่าง ช่องว่าง รอยแตกในหิน น้ำที่ถูกเก็บในโซนอิ่มตัวด้วยน้ำ เรียกว่าน้ำบาดาล ส่วนรอยต่อระหว่างชั้นแรงดึงดูดอณูกับโซนอิ่มตัวด้วยน้ำ เรียกว่า ระดับน้ำใต้ดิน

ข. ชั้นน้ำบาดาลจะถูกรองรับด้วยหินเนื้อแน่น (Bedrock) ไม่ยอมให้น้ำไหลซึมลงไปด้านล่างได้อีก ชั้นหินกักเก็บน้ำที่สามารถจ่ายน้ำได้ปริมาณมากเพียงพอในการใช้สอยเรียกว่าชั้นหินอุ้มน้ำ (Aquifer) ส่วนใหญ่จะประกอบด้วย กรวด ทราย เป็นหลัก

2.5.3.2 การไหลของน้ำบาดาล เกิดจาก 3 สาเหตุ ได้แก่

1.) เนื่องจากระดับน้ำใต้ดินไม่ได้วางตัวอยู่ในแนวระดับ ความลาดเอียงก่อให้เกิดความชัน เป็นเหตุให้น้ำบาดาลไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก

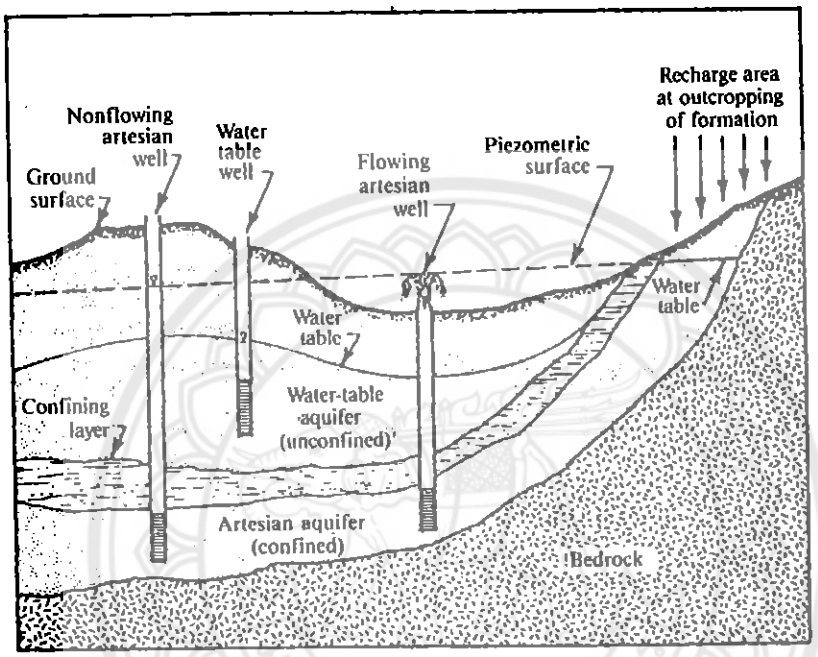
2.) เนื่องจากชั้นหินอุ้มน้ำจะวางตัวอยู่ระหว่างหินเนื้อแน่น ทำให้เกิดแรงดันอันเนื่องจากน้ำหนักของชั้นหินเนื้อแน่น ทำให้น้ำบาดาลไหลจากความดันสูงไปหาความดันต่ำ

3.) เนื่องจากการขุดบ่อและสูบน้ำบาดาล ทำให้ความดันในชั้นน้ำบริเวณนั้นลดต่ำลง น้ำบาดาลจึงไหลเข้าบ่อได้

2.5.3.3 น้ำบาดาล สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ น้ำบาดาลปราศจากความดัน (Unconfined or free ground water) และน้ำบาดาลในที่กักขัง (Confined ground water)

1.) น้ำบาดาลปราศจากความดัน เป็นน้ำที่ถูกเก็บในโซนอิ่มตัวด้วยน้ำ มีระดับผิวบนอยู่ที่ระดับน้ำใต้ดิน การไหลเป็นไปตามความสูงต่ำของระดับน้ำใต้ดิน ภายใต้แรงดึงดูดของโลก น้ำประเภทนี้ไม่อยู่ภายใต้อิทธิพลความกดดันใดๆ ทั้งสิ้น ระดับน้ำใต้ดินจะช่วยชี้บอกระดับน้ำในแหล่งน้ำบาดาล ความลึกที่ควรเจาะบ่อ

2.) น้ำบาดาลในที่กักขัง อยู่ในชั้นหินอุ้มน้ำซึ่งวางตัวระหว่างชั้นหินเนื้อแน่นทำหน้าที่คล้ายผนังท่อ น้ำบาดาลชนิดนี้จะอยู่ภายใต้ความกดดัน การไหลของน้ำมาจากความดันเพียงอย่างเดียว บริเวณที่ชั้นน้ำเหล่านี้โผล่ขึ้นสู่ผิวดิน เรียกว่า ปากทางน้ำเข้าน้ำฝนหรือน้ำจากแม่น้ำสามารถไหลเข้าชั้นน้ำนี้ได้โดยตรง หรือในกรณีโผล่เข้าหาชั้นน้ำบาดาลปราศจากความกดดัน ก็จะได้รับน้ำเพิ่มเช่นเดียวกัน ฉะนั้น เมื่อเจาะบ่อน้ำบาดาลชนิดนี้จะได้แรงดันน้ำสูงเท่ากับระดับปากทางน้ำเข้า



รูปที่ 2.4 แหล่งน้ำใต้ดินประเภทต่าง ๆ

ประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์ ของชั้นหินอุ้มน้ำที่ได้มีการพัฒนานำน้ำบาดาลมาใช้แล้วนั้นประกอบด้วยหินร่วน (Unconsolidated Rocks) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นชั้นกรวด ทราย หินอุ้มน้ำประเภทนี้ พอจะแบ่งแยกตามลักษณะการปรากฏตัวอยู่ในธรรมชาติได้ 4 พวก คือ กรวดทรายตามลำน้ำ กรวดทรายในร่องน้ำเก่าๆ กรวดทรายในทุ่งราบ กรวดทรายในหุบเขา

2.5.3.4 ชั้นหินอุ้มน้ำ

1.) กรวดทรายตามลำน้ำ ประกอบด้วยชั้นกรวดทรายรองรับท้องแม่น้ำ และกรวดทรายในที่ลุ่มน้ำหลาก(Flood Plains) ในบริเวณข้างเคียงลำน้ำ น้ำบาดาลที่เจาะในบริเวณนี้มักจะได้ปริมาณน้ำมาก เนื่องจากน้ำในแม่น้ำลำธารย่อมมีโอกาสไหลซึมเข้าในบ่อ

2.) กรวดทรายในร่องน้ำเก่าๆ กรวดทรายประเภทนี้ถูกทับถมอยู่ใต้ดินไม่มีโอกาสเป็นร่องน้ำอีกต่อไปมักจะให้น้ำน้อยกว่าประเภทแรกถึงแม้จะมีคุณสมบัติอื่น ๆ เหมือนกัน ทั้งนี้เพราะขาดน้ำไหลเพิ่มเติม

3.) กรวดทรายในทุ่งราบ ทุ่งราบกว้างใหญ่บางแห่งมีชั้นกรวดทรายต่าง ๆ มีอาณาเขตกว้างขวาง ทำให้เกิดแหล่งผลิตน้ำบาดาลมหึมา ทุ่งราบที่มีชั้นกรวดทรายบาง ๆ เป็นหย่อม ๆ เป็นแหล่งผลิตน้ำบาดาลที่มีน้ำน้อย

4.) กรวดทรายในหุบเขาบางแห่งมีกรวดทรายสะสมอยู่ลึกและหนา กรวดทรายส่วนมากได้จากการผุพังและทับถมของเศษหินจากภูเขา ปริมาณน้ำที่ได้จากแหล่งน้ำประเภทนี้จึงอยู่กับคุณสมบัติการเรียงและวางตัวของกรวดทรายและเศษหิน หากกรวดทรายเรียงตัวมีช่องว่างโต ๆ ไม่มีดินหรือทรายละเอียดเข้าไปอุดในช่องว่างก็มีโอกาสที่จะจ่ายน้ำได้มาก แต่ถ้ามีช่องว่างเล็กเนื่องจากมีกรวดทรายขนาดต่าง ๆ ผสมกันก็มีโอกาสจ่ายน้ำได้น้อย

2.5.3.5 ชนิดน้ำบาดาลและหินอุ้มน้ำ

ได้กล่าวข้างต้นแล้วว่า หินอุ้มน้ำจะมีคุณสมบัติสำคัญที่สุด คือ ความพรุนสามารถให้น้ำไหลผ่านได้ ในบางกรณีภายในชั้นน้ำจะมีทั้งหินเนื้อพรุนและไม่พรุน ทำให้น้ำบาดาลที่กักเก็บอยู่ภายในมีลักษณะแตกต่างกัน และเป็นเหตุให้เกิดการแบ่งแยกน้ำและหินอุ้มน้ำออกเป็นหลายประเภท หลักใหญ่ในการแบ่งแยกมักถือเอาความแตกต่างในลักษณะการปรากฏตัวของน้ำบาดาลในชั้นหินและการไหลลงของน้ำบาดาลเป็นหลัก

การไหลของน้ำบาดาลมีสาเหตุ 3 ประการ ดังนี้

1.) ระดับน้ำในดิน (Water Table) ไม่ได้วางตัวอยู่ในแนวระดับ ความลาดเอียงเป็นเหตุให้น้ำบาดาลไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก เหมือนที่ปรากฏให้เห็นจากการไหลของแม่น้ำและลำธาร

2.) การวางตัวของชั้นหินอุ้มน้ำซึ่งอยู่ในระหว่างชั้นหินเนื้อแน่น ปรากฏการณ์ชนิดนี้เปรียบได้กับท่อน้ำซึ่งมีทางน้ำไหลได้ทางเดียว คือไหลจากปลายท่อด้านสูงลงสู่ปลายท่อด้านต่ำเพราะความกดดันที่ปลายท่อทั้งสองไม่เท่ากัน ในกรณีน้ำบาดาลที่อยู่ในชั้นหินอุ้มน้ำซึ่งวางตัวอยู่ในระหว่างหินเนื้อแน่นนั้น

แนวการไหลก็เป็นไปในทำนองเดียวกัน แต่แรงดันอันเป็นเหตุให้เกิดการไหลนั้น เกิดเนื่องจากน้ำหนักของชั้นหินเนื้อแน่นที่กดทับอยู่ กับน้ำหนักของน้ำในชั้นเดียวกันแต่อยู่ที่ระดับสูงกว่า

3.) การขุดน้ำบาดาลแล้วสูบน้ำออก การสูบน้ำออก (Pumpage) จะมีผลให้ความกดดันในชั้นน้ำตรงที่ขุดบ่อลดต่ำลง ทำให้ระดับน้ำบาดาลรอบ ๆ บ่อลดลง ทำให้น้ำบาดาลไหลเข้าบ่อโดยตรง

อนึ่ง จุดหมายปลายทางที่น้ำบาดาลไหลออกอาจเป็นแม่น้ำลำธารหรือทะเล หรือไหลภายใต้ความดันออกเป็นน้ำพุ ทั้งหมดนี้เป็นการไหลออกไปโดยธรรมชาติ (Natural Discharge) ส่วนการไหลออกเนื่องจากการสูบน้ำในบ่อน้ำบาดาลนั้นเรียกว่า การไหลออกโดยแรงดัน (Artificial Discharge) อย่างไรก็ดี ปรากฏการณ์ทางธรรมชาตินิได้มีเพียงแต่น้ำบาดาลไหลออกเพียงอย่างเดียว แต่ยังให้ได้รับเพิ่มเติมอยู่ตลอดเวลาด้วย ปริมาณน้ำที่ไหลเพิ่มเติมลงสู่แหล่งน้ำบาดาลอาจได้โดยการเพิ่มเติมโดยตรงจากธรรมชาติ (Natural Recharge) เช่น จากฝนหรือแม่น้ำลำธาร และโดยการเพิ่มเติมจากการสร้างของมนุษย์ (Artificial Recharge) เช่น การขุดร่อง ดู หรือบ่อ แล้วอัดน้ำขับดันให้ลงไปเก็บในชั้นหินอุ้มน้ำโดยตรง การที่น้ำบาดาลไหลออกและเพิ่มเข้าโดยธรรมชาตินั้นปรากฏว่าแหล่งน้ำจะมีปริมาณน้ำเท่าเดิมอยู่ตลอดเวลา ทำให้เกิดภาวะ สมดุล (Equilibrium) แต่ถ้าเกิดการไหลออกหรือเพิ่มเข้าเพราะแรงดันปะปนอยู่ด้วย ความสมดุลนี้จะสูญหายไปเป็นเหตุให้น้ำลดลง มักจะเกิดในประเทศที่แห้งแล้ง ไม่มีฝน และได้น้ำจากแหล่งน้ำบาดาลแต่อย่างเดียว

2.5.3.6 น้ำบาดาลปราศจากความกดดัน

เป็นน้ำที่ถูกกักเก็บอยู่ในโซนอิ่มตัวด้วยน้ำมีระดับผิวบนอยู่ที่ระดับน้ำใต้ดิน (Water Table) การไหลเป็นไปตามความสูงต่ำของระดับน้ำใต้ดินภายใต้แรงดึงดูดของโลก น้ำประเภทนี้ไม่ขึ้นอยู่กับอิทธิพลของความกดดันใด ๆ ทั้งสิ้น ชั้นหินอุ้มน้ำประเภทนี้จึงเป็นชั้นหินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ ถัดลงมาจากชั้นแรงดูดอนุมีชื่อเรียกว่าหินอุ้มน้ำอิสระ (Unconfined Aquifer) ชั้นหินแบบนี้น้ำสามารถซึมผ่านได้ ประกอบด้วยดินทรายและกรวดอยู่ตอนบน ส่วนชั้นล่างเป็นดินเหนียวหรือหินซึ่งน้ำไหลผ่านไม่ได้ (Impervious Layer) บทบาทและความสำคัญของน้ำและหินอุ้มน้ำประเภทนี้อยู่ที่ระดับน้ำใต้ดิน เนื่องจากสาเหตุดังนี้

ก. ระดับน้ำใต้ดินจะช่วยชี้บอกระดับน้ำในแหล่งน้ำบาดาล รวมทั้งบอกปริมาณในที่เก็บ ความลึกที่ควรจะเจาะบ่อน้ำบาดาล

ข. ความลาดเอียงของระดับน้ำใต้ดิน จะบอกอัตราการไหลของน้ำและความซึมได้ (Permeability) ของชั้นหินอุ้มน้ำ กล่าวคือความลาดเอียงจะแปรผันโดยตรงกับความเร็วของการไหลของน้ำ และแปรผันเป็นส่วนกลับของการซึมได้

ค. ระดับความลึกของระดับน้ำใต้ดินจากผิวดิน มีส่วนสัมพันธ์กับลักษณะประภูมิประเทศโดยประมาณ กล่าวคือ ในที่สูงระดับน้ำใต้ดินจะอยู่ลึก ส่วนในที่ต่ำระดับน้ำใต้ดินจะอยู่ตื้น ในพื้นที่ราบเรียบซึ่งไม่มีร่องน้ำระดับน้ำใต้ดินอาจจะขึ้นมาอยู่ใกล้ๆ ผิวดิน

ง. ถ้าแนวระดับน้ำใต้ดินไหลตัดผ่านแนวลาดชันของผิวดินหรือฝั่งแม่น้ำ น้ำบาดาลจะไหลออกไปสู่พื้นดินโดยตรง ทำให้เกิดหล่ม ลำธาร ทะเลสาบ น้ำซับ หรือน้ำพุ แม่น้ำลำธารที่ได้จากน้ำบาดาลโดยตรง และมีน้ำไหลตลอดปีนี้มีชื่อเรียกว่า Effluent Stream น้ำพุและน้ำซับซึ่งได้จากน้ำบาดาลประเภทนี้เรียกว่า Effluent Spring และ Seepage ตามลำดับ ในทางตรงกันข้าม ถ้าระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึกกว่าท้องแม่น้ำลำธาร น้ำจากแม่น้ำลำธารบางส่วนจะไหลลงสู่แหล่งบาดาลด้วยแรงโน้มถ่วง ลำธารชนิดนี้เรียกว่า Influent Stream

จ. การเปลี่ยนแปลงขึ้นลงของระดับน้ำใต้ดิน (Fluctuation of Water level) เป็นเครื่องชี้บอกถึงการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำในแหล่งเก็บ กล่าวคือถ้าระดับน้ำใต้ดินสูงขึ้นแสดงว่าปริมาณน้ำบาดาลเพิ่มขึ้น อาจจะเนื่องมาจากได้มีการไหลเพิ่มเติมจากที่อื่น หรือได้เพิ่มเติมจากน้ำฝน แต่ถ้าระดับน้ำลดลงก็แสดงว่าปริมาณน้ำบาดาลลดน้อยลง อาจจะเนื่องมาจากการสูบน้ำมาใช้มากเกินปริมาณที่มาเติม (Overdraft) หรือเนื่องจากการสูญหายของน้ำโดยการระเหยเป็นไอ เช่น ในฤดูร้อนซึ่งมีโอกาสระเหยเป็นไอได้มาก

ฉ. หินแข็งมีรอยแตกร้าวมาก หรือมีโพรงมาก แต่รอยแตกหรือโพรงเหล่านี้ไม่ได้ต่อเนื่องกัน จะมีระดับน้ำใต้ดินระดับเดียวกันหรือหลายระดับก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่ถูกถ่ายเทออกหรือเพิ่มเข้าในแต่ละรอยแตกร้าวหรือแต่ละโพรง

ช. แผนที่ความลึกของระดับน้ำใต้ดิน (Water Table Map) จะแสดงให้เห็นความลึกของระดับน้ำบาดาล และนำสู่การพิจารณาหาทิศทางและอัตราการไหลของน้ำบาดาล การคำนวณหาปริมาณในแหล่งเก็บปริมาณน้ำที่ไหลออกสู่แม่น้ำลำธารหรือได้รับจากแม่น้ำลำธาร ปริมาณการเปลี่ยนแปลงความเร็วของการไหลและการหาความซึมได้ของชั้นหิน

2.5.3.7 น้ำบาดาลในที่กักขัง

เป็นน้ำที่ถูกกักเก็บอยู่ในชั้นหินอุ้มน้ำซึ่งวางตัวอยู่ระหว่างชั้นหินเนื้อแน่นซึ่งทำหน้าที่ที่คล้ายผนังท่อน้ำดังกล่าวข้างต้น น้ำชนิดนี้จะอยู่ภายใต้ความดัน เนื่องจากน้ำหนักของหินที่กดทับและน้ำหนักของน้ำใต้ชั้นหินเดียวกันแต่อยู่ต่างระดับ (Hydrostatic Pressure) การไหลของน้ำชนิดนี้มีสาเหตุเนื่องมาจากความดันแต่อย่างเดียว ชั้นหินอุ้มน้ำชนิดนี้เรียกว่า "หินอุ้มน้ำกักขัง" และเรียกหินเนื้อแน่นที่กดทับและรองรับว่า "หินกักกัน" (Confined Rock) การปรากฏตัวของหินอุ้มน้ำกักขังนี้อาจจะอยู่ใต้หินอิสระ (Unconfined Aquifer) แต่ถูกกักคั่นกลางด้วยชั้นหินกักกัน หรืออาจจะอยู่ใกล้ผิวดินถ้าหากในบริเวณนั้น ๆ ไม่มีชั้นประเภทปราศจากความกดดัน จำนวนชั้นหินอุ้มน้ำกักขังที่ปรากฏในธรรมชาติอาจจะมีมากกว่า 1 ชั้น แต่ละชั้นถูกคั่นกลางด้วยหินกักกันและน้ำในแต่ละชั้นไม่มีส่วนเกี่ยวเนื่องกัน การวางตัวของหินอุ้มน้ำประเภทนี้อาจจะเป็นได้ทั้งแนวราบและเอียง แต่ส่วนมากมักจะวางตัวแบบหลัง ฉะนั้นจึงปรากฏว่าชั้นน้ำที่เอียงนี้อาจจะโผล่ขึ้นให้เห็นที่ผิวดินเชิงเขา ริมเขา ยอดเขา หรือแม้แต่โผล่เข้าหาชั้นหินอุ้มน้ำประเภทอิสระ ทั้งนี้แล้วแต่โครงสร้างทางธรณีวิทยาของชั้นหิน บริเวณที่ชั้นน้ำเหล่านี้โผล่ขึ้นสู่ผิวดิน เรียกว่าปากทางน้ำเข้า (Intake Area) เพราะน้ำฝนหรือน้ำจากแม่น้ำลำธารมีโอกาสไหลลงสู่ชั้นน้ำ (Recharge) โดยตรง ส่วนในกรณีที่โผล่เข้าหาชั้นน้ำอิสระก็ได้รับน้ำเพิ่มเติมเช่นเดียวกัน

น้ำบาดาลประเภทนี้ถูกกักเก็บอยู่ภายใต้ความดัน ฉะนั้นเมื่อเจาะหรือขุดบ่อน้ำลงไปถึงชั้นน้ำประเภทนี้แรงดันจะดันให้ระดับน้ำขึ้นมาอยู่เหนือระดับผิวชั้นหินอุ้มน้ำ ความสูงของระดับน้ำที่ขึ้นมาตามทฤษฎีจะสูงเท่าระดับน้ำในชั้นเดียวกันซึ่งอยู่บริเวณปากทางน้ำเข้า แต่โดยปกติมักมีความต้านทานของหินต่อการไหลของน้ำ (Friction Loss) ทำให้ความสูงของน้ำในบ่อต่ำกว่าระดับทางทฤษฎีเล็กน้อย ฉะนั้น ถ้าบริเวณปากทางเข้ามีระดับความสูงน้อยระดับน้ำในบ่อก็จะสูงกว่าระดับชั้นในบ่อน้อย แต่ถ้าปากทางน้ำเข้าอยู่บนภูเขาและบริเวณบ่อขุดหรือเจาะอยู่ในที่ราบหรือหุบเขา ระดับน้ำในบ่อก็จะสูงขึ้นเกือบเท่ากับความสูงของภูเขา ในกรณีนี้ น้ำจากบ่อจะไหลขึ้นพ้นผิวดินกลายเป็นน้ำพุที่เรียกว่า "บ่อพุบาดาล" (Flowing Well) ผิวระดับน้ำในบ่อเจาะในชั้นหินอุ้มน้ำกักขังไม่ว่าจะอยู่เหนือผิวดินหรือต่ำกว่าผิวดิน เรียกว่า "ผิวเขตความดัน" (Pressure Surface or Peizometric Surface) การเปลี่ยนแปลงขึ้นลงของปริมาณของน้ำในชั้นนี้เหมือนน้ำบาดาลประเภทแรกแต่มีสาเหตุเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงความดัน

2.5.3.8 น้ำบาดาลปลอม (Perched Water)

นอกจากน้ำบาดาลที่กล่าวถึงทั้งสองชนิดแล้ว ยังมีอีกประเภทหนึ่งซึ่งไม่ถือเป็นน้ำบาดาล แต่มีพฤติการณ์การกำเนิดเหมือนน้ำบาดาล กล่าวคือ เมื่อฝนตกและน้ำไหลซึมลงไปใต้ดินสู่โซนสัมผัสอากาศ ถ้าในโซนนี้มีหินเนื้อแน่นน้ำซึมไม่ได้ เช่น ดินเหนียวหรือหินดินดานไปลอยโค้งงอเป็นแอ่งเก็บน้ำอยู่ตอนใดตอนหนึ่งน้ำที่ซึมลงไปส่วนหนึ่งจะลงสู่ชั้นน้ำบาดาลดังกล่าวข้างต้น แต่อีกส่วนหนึ่งอาจจะลอยสู่และถูกกักเก็บอยู่ในแอ่งนี้

น้ำที่เก็บอยู่ในแอ่งเล็ก ๆ นี้เรียกว่า "น้ำบาดาลปลอม" (Perched Water) เพราะเป็นเหตุให้เกิดการเข้าใจผิดบ่อย ๆ ว่าเป็นชั้นน้ำบาดาลที่แท้จริง เมื่อขุดบ่อลงไปครั้งแรกจะสูบตักน้ำได้มาก นานเข้าน้ำก็หมด และน้ำประเภทนี้ก็มีระดับน้ำใต้ดินเหมือนกันแต่เรียกว่าระดับน้ำปลอม

2.5.4 น้ำบาดาลบริเวณกรุงเทพฯ และจังหวัดใกล้เคียง

กรุงเทพมหานครและจังหวัดใกล้เคียงเป็นส่วนหนึ่งของแอ่งน้ำเจ้าพระยาตอนใต้ ซึ่งเป็นที่ราบลุ่มภาคกลางนับตั้งแต่นครสวรรค์ลงมาจนกระทั่งถึงปากแม่น้ำ น้ำบาดาลในเขตกรุงเทพฯ เกิดอยู่ในชั้นกรวดทรายซึ่งวางตัวเป็นชั้น ๆ แต่ละชั้นแบ่งแยกจากกันด้วยชั้นดินเหนียว ชั้นกรวดทรายที่ให้น้ำจืดจะอยู่ใต้ดินลึกลงไปมากกว่า 150 เมตร ส่วนชั้นกรวดทรายที่อยู่ตื้นจะให้น้ำกร่อยหรือน้ำเค็ม จากการวิเคราะห์และสำรวจทางธรณีวิทยาเชื่อว่าการสะสมและทับถมของชั้นกรวดทรายที่ให้น้ำจืดเหล่านี้อาจเกิดอยู่บนบก แต่ต่อมาแผ่นดินถูกน้ำทะเลท่วมและได้เกิดการสะสมและทับถมของกรวดทรายและกรวดทรายปนดินเหนียวขึ้นในทะเล ชั้นกรวดทรายนี้วางอยู่บนชั้นเดิมโดยมีดินเหนียวกั้นอยู่ ภายหลังอีกไม่นานแผ่นดินถูกยกตัวหรืออาจเป็นเพราะว่าน้ำทะเลถอยออกไปยังระดับที่เป็นอยู่ปัจจุบัน ชั้นทรายและกรวดซึ่งเดิมอยู่ในทะเลจึงดูดเอาความเค็มไว้จนถึงปัจจุบัน ด้วยเหตุนี้ชั้นกรวดทรายที่อยู่ลึกจึงมีน้ำจืดสะสมอยู่ แต่ชั้นที่อยู่ตื้นมีน้ำกร่อยหรือน้ำเค็ม แต่น้ำเค็มไม่สามารถซึมลงไปได้เนื่องจากมีชั้นดินเหนียวหนาถึง 10-20 เมตรกั้นไว้ น้ำบาดาลทุกบ่อในกรุงเทพฯจะต้องเจาะทะลุชั้นดินเหนียวชั้นนี้จึงจะได้น้ำจืด

จากการสำรวจทางธรณีวิทยา ปรากฏว่าชั้นน้ำบาดาลในเขตกรุงเทพฯ รวมทั้งนนทบุรี, ธนบุรี, และสมุทรปราการ มีหลายชั้นซึ่งมีปริมาณและคุณภาพแตกต่างกันและสามารถแบ่งได้ดังนี้

2.5.4.1 ชั้นน้ำในกรุงเทพฯ

ชั้นน้ำในกรุงเทพฯ เป็นชั้นบนสุดที่มีความสุขประมาณ 75 เมตร น้ำใต้ดินที่ได้จะมีคุณภาพต่ำทำให้ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ลักษณะของดินในชั้นนี้สามารถแบ่งตามความลึกได้ ดังนี้

ระดับ 15-20 เมตร (จากผิวดิน) เป็นดินเหนียวสีคล้ำ ร่วนและเละ อมน้ำเค็มจัด จึงเรียกว่า ดินเหนียวน้ำเค็ม (Marine Clay)

ระดับ 20-30 เมตร (จากผิวดิน) เป็นดินเหนียวสีน้ำตาลเหลืองและน้ำตาลปนเทา เนื้อแน่นและอมน้ำเค็ม ดินชนิดนี้เรียกว่า ดินเหนียวกรุงเทพฯ

ระดับ 30-40 เมตร (จากผิวดิน) เป็นดินเหนียวสีเทาสลับชั้นกรวดหรือชั้นทราย สีน้ำตาลปนเทา แต่ละชั้นหนาไม่น้อยกว่า 3-5 เมตร ตอนล่างสุดเป็นกรวดทรายซึ่งวางอยู่บนชั้นดินเหนียวหนาไม่น้อยกว่า 10 เมตร ชั้นดินเหนียวนี้กั้นแหล่งน้ำบาดาลตอนล่าง

ชั้นบาดาลบนสุดของกรุงเทพฯ ถือว่าเริ่มต้นที่ระดับ 30-40 เมตร จนถึงระดับที่ 75 เมตร ปริมาณน้ำมากแต่มีรสเค็มจัด จึงนำไปใช้ไม่ได้ มีข้อน่าสังเกตว่าในแถบพระนคร-ธนบุรี ตอนใต้ บริเวณตั้งแต่อำเภอราษฎร์บูรณะ พระโขนงลงไปทางใต้ จะมีชั้นน้ำกร่อยแทรกอยู่ในชั้นน้ำเค็มดังที่กล่าวที่ระดับตั้งแต่ประมาณ 60-75 เมตร แต่ไม่มีชั้นน้ำกร่อยในเขตพระนครตอนเหนือ

2.5.4.2 ชั้นน้ำพระประแดง

ชั้นดินนี้นับตั้งแต่ชั้นดินเหนียวซึ่งหนาไม่น้อยกว่า 10 เมตร จนถึงระดับ 120-135 เมตร เป็นชั้นกรวดผสมทรายสีขาว ซึ่งเข้าใจว่าเป็นชั้นล่างสุด ของตะกอนที่สะสมและทับถมในน้ำทะเล เพราะเจาะพบเปลือกหอยและไม้ที่กำลังกลายเป็นหินพีท (Peat) ชั้นนี้ถือว่าเป็นชั้นน้ำบาดาลที่ 2 ของกรุงเทพฯ ปริมาณน้ำมีมาก เพราะเกือบเรียกได้ว่าเป็นชั้นที่หนาที่สุดของกรุงเทพฯ แต่เป็นน้ำกร่อยหรือค่อนข้างเค็มจึงไม่มีใครขุดไปใช้ อย่างไรก็ตาม มีข้อยกเว้นอยู่ในพระนคร-ธนบุรีตอนใต้ นับจากแนวอำเภอราษฎร์บูรณะ พระโขนง บางนา จนถึงบางปู และป้อมพระจุลฯ ซึ่งจะมีน้ำจืดแทรกอยู่ในชั้นนี้ด้วยที่ความลึกประมาณ 85-100 เมตร ถือเป็นชั้นน้ำจืดชั้นเดียวในเขตพระประแดง

2.5.4.3 น้ำชั้นนครหลวง

น้ำชั้นนครหลวงเริ่มจากชั้นน้ำพระป่าแดงจนถึงระดับ 200-230 เมตร ประกอบด้วยชั้นทรายและชั้นกรวดสลับอยู่กับชั้นดินเหนียว ความหนาของแต่ละชั้นอยู่ในช่วง 10-20 เมตร ชั้นดินเหนียวมีความหนาประมาณ 7 เมตร แต่อาจปกคลุมเนื้อที่ไปไกล น้ำบาดาลอยู่ในชั้นกรวดและชั้นทรายซึ่งกั้นกลางด้วยชั้นดินเหนียวถือเป็นชั้นน้ำบาดาลชั้นที่ 3 และเป็นชั้นที่มีการเจาะบ่อบาดาลมากที่สุด ความลึกเฉลี่ยของบ่อบาดาลประมาณ 170-200 เมตร น้ำที่ได้มีคุณภาพดีและให้ปริมาณสูงถึง 100 ลบ.เมตร/ชม. ในปัจจุบันน้ำทะเลกำลังซึมเข้าชั้นน้ำนครหลวงเพิ่มมากขึ้นตลอดเวลา เนื่องจากมีการสูบน้ำบาดาลไปใช้มากเกินไป

2.5.4.4 ชั้นน้ำนนทบุรี

ชั้นนี้มีความลึกตั้งแต่ 215-250 เมตร ให้น้ำที่มีคุณภาพดีมาก และมีปริมาณมากถึง 200-350 ลบ. เมตร/ชม. โรงงานอุตสาหกรรมและชุมชนต่าง ๆ ในท้องที่อำเภอบางเขนและอำเภอบางกะปิ ได้น้ำบาดาลจากชั้นน้ำนี้

2.5.4.5 ชั้นน้ำปากน้ำ

เป็นน้ำจืดที่ระดับ 600 เมตร ลักษณะทั่วไปเป็นกรวดทรายที่มีความหนามากและมีชั้นดินเหนียวหนากั้นระหว่างชั้นน้ำนนทบุรีและชั้นนี้ ปริมาณน้ำที่สูบได้สูงกว่า 40-50 ลบ.เมตร/ชม. และเป็นน้ำที่มีคุณภาพดี ลักษณะเด่นคือมีอุณหภูมิสูงถึง 43 องศาเซลเซียส ชั้นน้ำปากน้ำเป็นแหล่งบาดาลที่ลึกที่สุดเท่าที่มีการขุดเจาะกันในเขตกรุงเทพฯ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) ได้ดำเนินการขุดที่โรงจักรพระนครใต้ซึ่งอยู่ในเขตสมุทรปราการ (ปากน้ำ)

เท่าที่มีการสำรวจกันในปัจจุบัน บ่อบาดาลในเขตนครหลวงมีไม่น้อยกว่า 7000 บ่อ เครื่องสูบที่ใช้มีขนาดตั้งแต่ 2 นิ้วไปจนถึง 18 นิ้ว สูบน้ำได้ตั้งแต่ 105 ลบ.เมตร/ชม. จนถึง 400 ลบ.เมตร/ชม.

2.6 ปริมาณน้ำดิบสำหรับผลิตน้ำประปา

แหล่งน้ำดิบสำหรับผลิตน้ำประปา ต้องมีปริมาณน้ำเพียงพอกับการต้องการของผู้บริโภคตลอดเวลา ดังนั้นก่อนที่จะทำการเลือกแหล่งน้ำดิบ วิศวกรจำเป็นต้องทราบเสียก่อนว่า ความต้องการน้ำในแต่ละวันอยู่ในระดับเท่าใดจึงจะเพียงพอ

2.6.1 อัตราการใช้น้ำส่วนบุคคล

โดยทั่วไป อัตราการใช้น้ำส่วนบุคคลคิดอยู่ในหน่วย ลิตรต่อคนต่อวัน อัตราการใช้น้ำในแต่ละชุมชนอาจเปลี่ยนแปลงได้มาก และขึ้นอยู่กับปัจจัยดังต่อไปนี้

2.6.1.1 ขนาดของชุมชน ขนาดของชุมชนปกติแล้วเป็นผลในทางอ้อมในการที่จะเพิ่มอัตราการบริโภคน้ำให้สูงขึ้น อย่างไรก็ตาม หากมีชุมชนใหญ่แล้วปริมาณน้ำที่ถูกน้ำไปใช้ประโยชน์จะมีปริมาณมากด้วย

2.6.1.2 จำนวนโรงงานอุตสาหกรรมที่มีอยู่ในชุมชนนั้น หากในชุมชนใดมีโรงงานอุตสาหกรรมมากปริมาณน้ำที่ถูกนำไปใช้ประโยชน์จะมาก ทั้งนี้เนื่องจากโรงงานอุตสาหกรรมมักต้องการใช้น้ำเป็นปริมาณมากในกรรมวิธีต่างๆ

2.6.1.3 คุณภาพของน้ำ หากน้ำมีคุณภาพดีและเป็นที่นิยมของประชาชน อัตราการใช้น้ำจะเพิ่มขึ้น เพราะประชาชนต้องการใช้น้ำที่มีความปลอดภัยมากกว่าน้ำที่ก่อให้เกิดโทษ หากน้ำนั้นมีสมบัติทางเคมีที่ไม่ได้มาตรฐาน เช่น น้ำที่มีสารเคมีเจือปนอยู่มาก หรือมีความกระด้างสูงแล้วหม้อน้ำหรือท่อน้ำก็อาจชำรุดได้ง่าย เมื่อเป็นเช่นนี้ ปริมาณการใช้น้ำก็จะลดลง ในทางตรงกันข้าม หากน้ำมีคุณภาพดีปริมาณการใช้น้ำก็จะเพิ่มมากขึ้น

2.6.1.4 ค่าน้ำประปา เมื่อน้ำมีราคาถูกการใช้น้ำก็ย่อมมีมาก

2.6.1.5 สภาพอากาศ สภาพอากาศนี้มีอิทธิพลต่อการใช้น้ำมาก ในเขตหนาวประชาชนจะใช้น้ำน้อยตรงกันข้ามกับในเขตร้อนจะมีปริมาณการใช้น้ำสูง หรืออาจเป็นช่วงหนึ่งของฤดูกาลหรือของวัน อัตราการใช้น้ำจะแตกต่างกันออกไป เช่น ในฤดูร้อนอัตราการใช้น้ำจะสูงมากเพราะใช้สำหรับอาบ และนำไปรดพืชผัก ผลไม้ ตลอดจนปริมาณที่นำมาใช้ดื่มก็จะสูงขึ้นเช่นเดียวกัน

2.6.1.6 สภาพความเป็นอยู่และอาชีพของประชาชน อัตราการใช้น้ำของประชาชนย่อมเปลี่ยนแปลง และแตกต่างกันออกไปตามลักษณะการดำรงชีพและอาชีพ ประชาชนในชนบทมีอาชีพทางด้านเลี้ยงสัตว์และเกษตรกรรมจะใช้น้ำไม่มากนัก ทั้งนี้เพราะประชาชนที่อาศัยอยู่ในชนบทมักจะอาศัยน้ำที่หาได้ตามท้องถิ่นมาใช้สำหรับอาบและใช้ในกิจกรรมอื่น ต่างกับประชาชนที่อาศัยอยู่ในชุมชนหนาแน่นเช่นในเมือง จะมีปริมาณการใช้น้ำสูงกว่า

นอกจากนี้ อัตราการใช้น้ำขึ้นอยู่กับแรงดันของระบบจ่ายน้ำ ระบบบริหารและจัดการของประปา และความสะดวกในการดำเนินกิจกรรมประปาส่วนบุคคล จากปัจจัยต่างๆ ที่กล่าวมาแล้ว อัตราการใช้น้ำของชุมชนย่อมแตกต่างกันได้เสมอ ประเทศที่มีการพัฒนาสูงย่อมใช้น้ำมากกว่าประเทศที่กำลังพัฒนาหรือด้อยพัฒนา

ตารางที่ 2.3 อัตราการใช้น้ำส่วนบุคคลในบางประเทศ

ประเทศ	อัตราการใช้น้ำ(ลิตร/คน/วัน)
อังกฤษ	135-225
สหรัฐอเมริกา	300-900
อิตาลี (โรม)	1000-1600
ประเทศไทย (กรุงเทพฯ)	200
อินเดีย	50-450

2.6.2 ประเภทของการใช้น้ำ

การใช้น้ำประปา อาจแยกออกได้เป็น 4 ประเภท ดังนี้

2.6.2.1 การใช้น้ำภายในครัวเรือน

2.6.2.2 การใช้น้ำเพื่อการค้าและอุตสาหกรรม

2.6.2.3 การใช้น้ำเพื่อสาธารณประโยชน์

2.6.2.4 การใช้น้ำที่ไม่ได้ตั้งใจ

ความต้องการน้ำประเภทต่างๆ ของชุมชนย่อมเปลี่ยนแปลงไปได้อย่างกว้างขวางและขึ้นอยู่กับลักษณะและสิ่งแวดล้อมของชุมชน รวมทั้งปัจจัยอื่นๆ อีกด้วย ตารางที่ 2.4 เป็นตัวอย่างแสดงความต้องการน้ำประเภทต่างๆ ของชุมชนในสหรัฐอเมริกา

ตารางที่ 2.4 ประเภทของการใช้ อัตราการใช้ และค่าเปอร์เซ็นต์ ของการผลิตน้ำประปา

ประเภทการใช้	อัตราการใช้น้ำ(ลิตร/คน/วัน)	% ของการผลิตทั้งหมด
ที่พักอาศัย	140	31
การค้า – อุตสาหกรรม	166	38
สาธารณะ	49	11
สูญเสีย	95	20
รวม	450	100

2.6.2.1 การใช้น้ำในครัวเรือน

การใช้น้ำในกลุ่มนี้ มีหลายวัตถุประสงค์ด้วยกัน เช่น การดื่ม การอาบ การซักล้าง การครัว การทำความสะอาด การกำจัดสิ่งปฏิกูล ฯลฯ อัตราการใช้น้ำของอาคารที่พักอาศัยมักจะไม่ค่อยแน่นอนนัก ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องอื่นๆ อีกหลายอย่าง เช่น ชนิด และความหนาแน่นของชุมชน ฐานะทางเศรษฐกิจ นิสัยและความเป็นอยู่ สภาวะด้านการสุขาภิบาล และบริการของการประปา เป็นต้น สิ่งเหล่านี้จะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของอัตราการใช้น้ำได้อย่างมาก จากการสำรวจพบว่า อัตราการใช้น้ำของอาคารที่พักอาศัยโดยทั่วไปจะอยู่ระหว่างประมาณ 40 – 230 ลิตรต่อคนต่อวัน

ตารางที่2.5 ความมุ่งหมายของการใช้น้ำ

การใช้น้ำ	ร้อยละ
ใช้ในห้องส้วม	41
ใช้เพื่ออาบ	37
ใช้เพื่อการครัว	6
ใช้เพื่อการดื่ม	5
ใช้เพื่อซักผ้า	4
ใช้ทำความสะอาดทั่วๆไป	3
รดน้ำต้นไม้	2
ล้างรถ	1
	100

องค์กรอนามัยโลก (WHO) ได้เคยจัดการสำรวจอัตราการใช้น้ำของพลเมืองในแถบตะวันออกเฉียงใต้ของทวีปเอเชียไว้เป็นค่าอัตราเฉลี่ยโดยประมาณ ดังนี้ คือ

ตารางที่ 2.6 อัตราการใช้น้ำในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

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

สำหรับสำหรับประเทศไทย อัตราที่ใช้สำหรับการคำนวณเพื่อผลิตน้ำประปา การประปาภูมิภาคใช้อัตราเฉลี่ยประมาณ 120 ลิตรต่อคนต่อวัน และการประปานครหลวงใช้อัตราเฉลี่ยประมาณ 200 ลิตรต่อคนต่อวัน ส่วนในประเทศที่พัฒนาแล้วทั้งในยุโรปและอเมริกา โดยเฉพาะตามนครใหญ่ๆจะสูงกว่า 200 ลิตรต่อคนต่อวัน ทั้งนี้เนื่องจากลักษณะของการใช้เครื่องสุขภัณฑ์ ที่นิยมติดตั้งในอาคารที่พักอาศัยมีลักษณะที่ต้องการใช้น้ำในปริมาณมากกว่า

โดยปกติแล้วปริมาณการใช้น้ำสำหรับอาคารที่พักอาศัยจะมีปริมาตรใช้น้ำสำหรับอาคารที่พักอาศัยจะมีปริมาตรไม่น้อยกว่า 30 % ของปริมาณน้ำประปาที่ผลิตได้ทั้งหมด

155106/2
ส.
ว21117
2552

2.6.2.2 การใช้น้ำเพื่อการค้าและอุตสาหกรรม

การใช้น้ำประปาในประเภทนี้จำเป็นต้องพิจารณาถึงขนาดและชนิดของกิจกรรมนั้นๆ การประกอบธุรกิจการค้าและสำนักงานมีปริมาณการใช้น้ำไม่มากนัก คือคนละ 20 – 60 ลิตรต่อวัน ปริมานน้ำใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมขึ้นอยู่กับประเภทของผลิตภัณฑ์ ดังในตารางที่ 2.7 ในบางครั้งความต้องการน้ำสำหรับธุรกิจการค้าและอุตสาหกรรมอาจคิดต่อจำนวนพื้นที่หรือหน่วยอื่นก็ได้ดังในตาราง 2.8 สำหรับในชุมชนที่มีการพัฒนาทางอุตสาหกรรมอย่างกว้างขวาง ปริมาณน้ำใช้ในอุตสาหกรรมอาจมีสัดส่วนสูงกว่าปริมาณน้ำในในครัวเรือนเป็นอย่างมาก ยกตัวอย่างในประเทศอังกฤษ ร้อยละ 85 ของน้ำที่มีอยู่ถูกใช้ไปในกิจการอุตสาหกรรมเพียงร้อยละ 15 ใช้สำหรับในครัวเรือน การใช้น้ำในอุตสาหกรรมส่วนใหญ่มักเป็นไปเพื่อการระบายความร้อน จากการสำรวจโรงงานอุตสาหกรรม 34 ประเภทในสหรัฐอเมริกา ปรากฏผลการใช้น้ำ ดังนี้

ตารางที่ 2.7 ผลสำรวจโรงงานอุตสาหกรรม 34 ประเภทในสหรัฐอเมริกา

กิจกรรมที่ใช้	ร้อยละ (%)
น้ำใช้ในการผลิตโดยตรง	28.3%
น้ำใช้ในการปรับอากาศ	3.2%
น้ำใช้ในการระบายความร้อนของเครื่องจักร	12.1%
น้ำใช้ในการระบายความร้อนอื่นๆ และในการควบแน่น	51.6%
น้ำเลี้ยงหม้อน้ำ , ชำระล้าง , อื่นๆ	4.8%

ตารางที่2.8 อัตราการใช้น้ำของโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ

ประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม	วัตถุดิบหรือผลิตภัณฑ์	ปริมาณน้ำที่ต้องการ (ลบ.เมตรต่อตัน)
โรงงานเบียร์	ข้าวมอลท์	20 – 30
โรงงานผลไม้กระป๋อง	ผลไม้	12 -15
โรงงานผักกระป๋อง	ผัก	6
โรงงานเนื้อกระป๋อง	เนื้อ	70
โรงงานปลากระป๋อง	ปลา	20
โรงงานฆ่าสัตว์ (เนื้อ: วัว , สุกร)		5 – 15
โรงงานฆ่าไก่		10- 20
โรงงานฟอกหนัง	เครื่องหนัง	20-140
โรงงานผลิตกระดาษ		
เยื่อกระดาษ	เยื่อกระดาษ	300
กระดาษทำกล่อง	กระดาษ	40
กระดาษพิเศษ	กระดาษ	500
โรงงานทอผ้า		
ผ้าฝ้าย	ผ้า	15-200
ผ้าใยสังเคราะห์	ผ้า	400-1000

โรงงานผลิตภัณฑ์เคมี	ผลิตภัณฑ์เคมี	200 - 1000
โรงงานกลั่นน้ำมัน	น้ำมัน	0.1 – 40
โรงงานเหล็กกล้า	เหล็ก	6 – 300
โรงงานเหล็กม้วน	เหล็ก	400
โรงงานอะลูมิเนียม	อะลูมิเนียม	1300

2.6.2.3 การใช้น้ำเพื่อการสาธารณประโยชน์และดับเพลิง

การใช้น้ำประเภทนี้เป็นการใช้เพื่อกิจกรรมสาธารณประโยชน์ด้านต่างๆ เช่น การล้างถนน รดน้ำสนามหญ้า สวนดอกไม้ สวนหย่อมและสวนสาธารณะ ใช้เพื่อเป็นน้ำพุ ป้องกันสาธารณภัย ฯลฯ อัตราการใช้น้ำประปาประเภทนี้เปลี่ยนแปลงไปตามลักษณะและขนาดของชุมชน ความหนาแน่น ชนิดและจำนวนของระบบสาธารณูปโภคที่มีอยู่ในชุมชนนั้น เกณฑ์เฉลี่ยที่อาจถือเป็นค่าโดยประมาณสำหรับการคำนวณ คือ 40 – 80 ลิตรต่อคนต่อวัน สำหรับปริมาณน้ำประปาเพื่อป้องกันอัคคีภัยมีค่าไม่แน่นอน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของอัคคีภัยที่เกิดขึ้นและระยะเวลาที่ใช้ในการดับเพลิงแต่ละครั้ง โดยปกติจะต้องพิจารณาเกี่ยวกับขนาดและอัตราการสูบน้ำของรถดับเพลิงที่มีอยู่ในท้องถิ่นนั้นๆด้วย

ตารางที่2.9 อัตราการใช้น้ำเพื่อการค้า , อุตสาหกรรม , และการเกษตร

	อัตราการใช้น้ำ(ลิตร/คน/วัน)
โรงงานที่มีห้องน้ำและห้องส้วม	48
โรงงานที่ไม่มีห้องน้ำและห้องส้วม	30
โรงงาน (รวมน้ำซักผ้า)	
-ขนาดไม่เกิน 100 เตียง	340
-ขนาดเกินกว่า 100 เตียง	455
แพทย์และพยาบาล	135
โรงแรม	180
สำนักงาน	45
โรงภาพยนตร์และโรงมโหรสพ	15
โรงเรียนไป – กลับ	45
โรงเรียนกิน – นอน	135
ห้องพักที่เป็นชุด (อพาร์ตเมนต์)	8 -16
อุตสาหกรรมและการค้า (ทั่วไป)	12
โรงเลี้ยงสัตว์	
ม้า	45
วัว	60 -80
หมู	4 – 20
ไก่	0.1
แพะและแกะ	5– 15

2.6.2.3.1 การใช้น้ำเพื่องานสาธารณะประโยชน์

ข้อมูลด้านนี้มีการสำรวจค่อนข้างน้อย มีดังนี้

ตารางที่ 2.10 อัตราใช้น้ำเพื่อสาธารณะประโยชน์

	อัตราการใช้น้ำ
สวนสาธารณะ	1.5 ลิตร/ตร.เมตร-วัน
น้ำล้างถนน	1-1.5 ลิตร/ตร.เมตร-วัน
น้ำล้างท่อ	4.5 ลิตร/เมตร-วัน
น้ำรดต้นไม้ข้างถนน	28150 ลิตร/กม.-วัน
สวนเอกชนภายในบ้าน	1.7 ลิตร/ตร.เมตร-วัน

2.7 ลักษณะสมบัติและมาตรฐานน้ำ

"น้ำ" เป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ แต่น้ำที่มนุษย์สามารถนำไปใช้ในการอุปโภคและบริโภคได้ ควรมีความสะอาดและบริสุทธิ์อย่างพอเพียง ข้อนี้ทำให้การหาแหล่งน้ำธรรมชาติที่เหมาะสมมิใช่เรื่องง่าย ทั้งนี้เพราะน้ำในธรรมชาติย่อมมีสิ่งต่าง ๆ ละลายหรือปะปนอยู่มากมาย สามารถมองเห็นและมองไม่เห็นด้วยตาเปล่า สิ่งเจือปนเหล่านี้อาจมีประโยชน์หรือให้โทษต่อผู้บริโภคก็ได้ ด้วยเหตุนี้การทำความสะอาดน้ำก่อนใช้จึงมักเป็นเรื่องที่มักจะหลีกเลี่ยงไม่ได้ ความจำเป็นในการทำความสะอาดน้ำมักแตกต่างกัน และขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการใช้น้ำและลักษณะสมบัติของน้ำดิบ น้ำดิบที่มีความสกปรกมากย่อมต้องทำความสะอาดมากกว่าน้ำดิบที่สกปรกน้อย ส่วนวัตถุประสงค์ของการใช้น้ำอาจจำแนกเป็น 2 ประเภทใหญ่คือ การใช้น้ำในชีวิตประจำวัน (Domestic Uses) และการใช้น้ำเพื่อกิจการอุตสาหกรรม (Industrial Uses) โดยปกติ กิจการอุตสาหกรรมมักต้องการใช้น้ำที่สะอาดยิ่งกว่าน้ำที่ใช้ในชีวิตประจำวัน

2.7.1 ลักษณะสมบัติของน้ำดิบตามธรรมชาติ

มลทินหรือสิ่งเจือปนในน้ำมีมากมายหลายชนิด แต่สิ่งหนึ่งที่เป็นลักษณะร่วมกันของน้ำดิบที่ใช้ผลิตน้ำประปาคือ สิ่งเจือปนมักมีความเข้มข้นต่ำมากเมื่อเปรียบเทียบกับความเข้มข้นของมลทินในสารประกอบอื่น ๆ ตัวอย่างเช่น น้ำดิบมักมีสารละลายน้ำ (TDS) ไม่เกิน 500 มก./ล. หรือ 0.05%

ในทางตรงกันข้าม สารประกอบโซดาไฟซึ่งใช้ในห้องปฏิบัติการ และถือว่ามีความบริสุทธิ์สูงยังมีมลทินถึง 1% อย่างไรก็ตามในทางวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ความเข้มข้นที่ถือว่าต่ำดังกล่าวมักยังต่ำไม่พอ เนื่องจากสามารถก่อปัญหาต่าง ๆ ได้ตัวอย่างเช่น ถ้าน้ำดิบมีเหล็กละลายอยู่สูงเกินกว่า 0.3 มก./ล. ปัญหาเรื่องน้ำแดงหรือท่ออุดตันจะเกิดขึ้น จึงต้องมีการกำจัดเหล็กออกจากน้ำจนเหลือในระดับที่ไม่ก่อปัญหา โรงงานที่ผลิตยาต้องการน้ำที่สะอาดและบริสุทธิ์มากจนกระทั่งการวิเคราะห์แบบธรรมดา ไม่สามารถวัดสารละลายน้ำต่าง ๆ ได้เลย

2.7.2 ลักษณะสมบัติของน้ำบาดาล

น้ำบาดาลมักมีความขุ่นต่ำ ปราศจากสีและสารอินทรีย์ ปริมาณของแข็งละลายน้ำ (TDS) อาจสูงหรือต่ำก็ได้ ทั้งนี้แล้วแต่น้ำสัมผัสกับแหล่งเกลือแร่หรือไม่ แหล่งน้ำบาดาลบางแห่งมีปริมาณสารละลายต่ำมาก แต่อาจสูงมากในแหล่งอื่น (ดูตารางที่ 5.2) น้ำบาดาลมักไม่มีออกซิเจนละลายน้ำ แต่อาจมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงมาก ทั้งนี้เนื่องจากเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันใต้ดิน ทำให้ใช้ออกซิเจนและผลิตคาร์บอนไดออกไซด์ เหล็กและแมงกานีสพบได้ง่ายในน้ำใต้ดินซึ่งอิ่มตัวด้วยคาร์บอนไดออกไซด์ เมื่อสูบน้ำบาดาลขึ้นมาสัมผัสกับอากาศ เหล็กและแมงกานีสจะทำปฏิกิริยาออกซิเดชันกับออกซิเจนในอากาศ ทำให้เกิดตกผลึกสีแดง ๆ เหลือง ๆ หรือสีคล้ำ การตกผลึกอาจเกิดขึ้นรวดเร็วมากถ้าพีเอชของน้ำสูงเพียงพอ ทำให้น้ำบาดาลที่ใสมากเมื่อแรกสูบขึ้นมากลายเป็นน้ำขุ่นได้ภายใน 10 นาที กรณีเช่นนี้เกิดขึ้นได้บ่อยกับน้ำบาดาลในบริเวณปากน้ำ จังหวัดสมุทรปราการ น้ำที่มีเหล็กและแมงกานีสสูงมักมีกลิ่นคาวที่ดมสังเกตได้ไม่ยาก น้ำที่มีคาร์บอนไดออกไซด์สูงมักมีพีเอชต่ำ

น้ำจากภูเขาต่าง ๆ อาจถือได้ว่าเป็นน้ำใต้ดินที่ซึมออกมาบนผิวดินและไหลนองลงมาสู่ที่ต่ำ น้ำชนิดนี้มักมีเกลือแร่ต่ำมากจึงเป็นน้ำที่มีความบริสุทธิ์สูง (ดูตารางที่ 5.3) ตัวอย่างของน้ำจากภูเขา ได้แก่ น้ำตกต่าง ๆ อย่างไรก็ดี ลักษณะสมบัติน้ำอาจเปลี่ยนแปลงได้เมื่อไหลผ่านชั้นแร่ธาตุและละลายเอาเกลือแร่ต่าง ๆ ติดมากับน้ำด้วย

2.7.3 ลักษณะสมบัติของน้ำผิวดิน

น้ำผิวดิน หมายถึงน้ำจากแม่น้ำลำคลอง ทะเลสาบ อ่างเก็บน้ำ หนองและบึง เนื่องจากน้ำผิวดินมักมีแหล่งกำเนิดมาจากน้ำใต้ดิน ดังนั้นลักษณะสมบัติของน้ำจึงขึ้นอยู่กับแหล่งเดิมไม่มากก็น้อย การไหลนองบนพื้นดินทำให้น้ำผิวดินได้รับความสกปรกจากสิ่งแวดล้อมในรูปแบบต่าง ๆ น้ำผิวดินอาจมีความขุ่นและสารอินทรีย์ในระดับที่สูงมาก ปริมาณเกลือแร่น้ำอาจสูงหรือต่ำก็ได้ นอกจากนี้ น้ำยังชะล้างสารพิษ

ต่าง ๆจากบริเวณเกษตรกรรม สารพิษเหล่านี้ได้แก่ โลหะหนัก ไนเตรต ฟอสเฟต ยาฆ่าแมลง ฯลฯ มากับน้ำผิวดิน เหล็กและแมงกานีสมักมีปริมาณต่ำในน้ำผิวดิน ทั้งนี้เนื่องจากมีการตกผลึกของเหล็กและแมงกานีสเกิดขึ้นในขณะที่น้ำไหลนองบนพื้นดิน

อ่างเก็บน้ำหรือทะเลสาบมักตั้งอยู่ในบริเวณที่ต่ำ ซึ่งเป็นที่สะสมน้ำผิวดินจากแหล่งต่าง ๆ การที่น้ำถูกขังอยู่นิ่งเป็นเวลานาน จึงเกิดปฏิกิริยาทั้งทางกายภาพ เคมี และชีวเคมีตลอดทั้งชั้นน้ำ ตะกอนแขวนลอยตกตะกอนและจมลงสู่ก้นอ่าง สาหร่ายเซลล์เดียว หรือจุลินทรีย์สามารถเจริญเติบโตได้เนื่องจากมักมีอาหารสมบูรณ์อยู่ในน้ำ การหมักแบบไร้ออกซิเจนเกิดขึ้นที่ก้นอ่างและอาจก่อผลเสียต่าง ๆ เช่น ทำให้เหล็กและแมงกานีสละลายคืนสู่น้ำ นอกจากนี้ความลึกของอ่างเก็บน้ำทำให้เกิดการแบ่งชั้นน้ำตามระดับอุณหภูมิซึ่งแตกต่างกันและทำให้เกิดการพลิกตัว (turnover) ของน้ำ เป็นผลให้น้ำชั้นล่างเคลื่อนที่ขึ้นด้านบน และน้ำชั้นบนจมตัวลงด้านล่าง น้ำชั้นนี้มักมีความขุ่นต่ำ อาจมีสีและกลิ่นซึ่งเกิดจากการเน่าเปื่อยของสารอินทรีย์หรือสาหร่าย พีเอชสูง ปริมาณเกลือแร่ละลายน้ำอาจสูงหรือต่ำก็ได้ โดยปกติ น้ำชั้นบนมักไม่มีเหล็กหรือแมงกานีส แต่อาจพบได้สูงที่บริเวณก้นอ่าง การพลิกตัวของชั้นน้ำอาจทำให้เหล็กและแมงกานีสเคลื่อนที่ขึ้นข้างบน การวางท่อสูบน้ำดิบจากอ่างเก็บน้ำไปผลิตประปาจึงต้องคำนึงถึงระดับของปากท่อดูดให้เหมาะสมด้วย

2.8 คุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ

คุณภาพน้ำเป็นสภาพของน้ำที่ปรากฏให้ทราบว่า น้ำมีลักษณะเหมาะแก่การนำไปใช้อุปโภคบริโภคหรือใช้ในกิจกรรมอื่น ๆ ได้หรือไม่ คุณภาพน้ำบางตัวสามารถบอกได้ด้วยวิธีง่าย ๆ โดยใช้ประสาทสัมผัสการมองเห็นหรือการสัมผัสได้ เช่น สี ความขุ่น กลิ่น แต่สารบางอย่างไม่สามารถตรวจสอบด้วยวิธีง่าย ๆ ได้ เช่น เชื้อโรค สารพิษต่าง ๆ ที่ละลายอยู่ในน้ำ

2.8.1 คุณภาพน้ำทางกายภาพ (Physical Quality)

เป็นลักษณะของสิ่งเจือปนในน้ำที่รับรู้ได้ด้วยประสาทสัมผัสทั้งห้าคุณสมบัติเหล่านี้ ได้แก่

2.8.1.1 ความขุ่น (Tubidity) ประกอบด้วยตะกอนแขวนลอย ดินละเอียด อินทรีย์สาร อนินทรีย์สาร แพลงตอน และจุลินทรีย์ เกิดปัญหาความน่าดื่มน่าใช้

2.8.1.2 สี (Color) เกิดจากการหมักหมมทับถมของพืชใบไม้ เศษวัสดุ อินทรีย์ต่าง ๆ และอาจเกิดจากการปนเปื้อนจากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ ได้แก่น้ำทิ้งจากบ้านเรือนและอุตสาหกรรม

2.8.1.3 กลิ่น (Odor) เกิดจากจุลินทรีย์บางชนิด เช่น สาหร่าย หรือเกิดจากการย่อยสลายอินทรีย์สารในน้ำในภาวะขาดออกซิเจนทำให้เกิดแก๊สไข่เน่า (H_2S) หรือเกิดจากการปนเปื้อนจากน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม ทำให้น้ำไม่น่าดื่มน่าใช้

2.8.1.4 รสชาติ (Taste) เกิดจากการละลายน้ำของเกลืออนินทรีย์ เช่น เกลือทองแดง เหล็ก โพแทสเซียม โซเดียม หรือสังกะสี

2.8.1.5 อุณหภูมิ (Temperature) เปลี่ยนแปลงตามธรรมชาติเนื่องจากสภาพอากาศแต่บางโอกาสเกิดจากน้ำทิ้งในกิจกรรมต่าง ๆ จากมนุษย์หรือจากโรงงานอุตสาหกรรม ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยที่สิ่งมีชีวิตในน้ำอาจตายในกรณีที่อุณหภูมิของน้ำทิ้งสูงเกินไป และยังมีผลให้การละลายของออกซิเจนในน้ำลดลงอีกด้วย ตามประกาศของกระทรวงอุตสาหกรรม ยอมให้อุณหภูมิของน้ำที่ปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะได้ไม่เกิน 40 °C

2.8.2 คุณภาพน้ำทางเคมี (Chemical Quality)

มาจากแร่ธาตุ สารต่าง ๆ ที่ละลายเจือปนอยู่ในน้ำ เป็นลักษณะความสกปรกในน้ำที่ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาได้ แร่ธาตุและสารที่ละลายจะทำให้คุณสมบัติของน้ำตามธรรมชาติเปลี่ยนแปลงไป ถ้ามีปริมาณมากเกินไปจะเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำและอาจสะสมอยู่ในห่วงโซ่อาหารได้ สารต่างๆมีดังต่อไปนี้

2.8.2.1 พีเอช (pH)

พีเอช เป็นค่าที่แสดงปริมาณความเข้มข้นของอนุภาคไฮโดรเจน [H^+] ในน้ำ แสดงถึงความเป็นกรดหรือด่างของสารละลาย น้ำทิ้งที่มีสมบัติเป็นกรดจะมีค่าพีเอชน้อยกว่า 7 เป็นด่างจะมีค่าพีเอชมากกว่า 7 และเป็นกลางจะมีพีเอชเท่ากับ 7 ค่าพีเอชของน้ำทิ้งมีความสำคัญในการบำบัด ซึ่งจำเป็นต้องควบคุมค่าพีเอชของน้ำทิ้งให้คงที่หรือควบคุมให้อยู่ในช่วงที่จำกัดไว้

2.8.2.2 ความกระด้างของน้ำ (Hardness)

เมื่อทำปฏิกิริยากับสบู่แล้วเกิดฟองได้ยาก สาเหตุของความกระด้างเกิดจากเกลือไบคาร์บอเนต (HCO^-) ซัลเฟต (SO_4^-) คลอไรด์ (Cl^-) และไนเตรท (NO_3^-) รวมตัวกับธาตุต่าง ๆ ได้แก่ แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) แบ่งความกระด้างเป็นกระด้างชั่วคราวกับกระด้างถาวร

2.8.2.3 ความเป็นด่างของน้ำ (Alkalinity)

ปริมาณกรดเข้มข้นที่ทำให้น้ำเป็นกลาง เกิดจากเกลือคาร์บอเนต ไบคาร์บอเนตและไฮดรอกไซด์ของธาตุต่าง ๆ ไม่เกี่ยวข้องต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์โดยตรงเพียงแต่ทำให้รสชาติของน้ำไม่น่าบริโภค ความเป็นด่างจะทำหน้าที่เป็นตัวคุมพีเอชของน้ำ และความมีฤทธิ์กัดกร่อนของน้ำ

2.8.2.4 ความเป็นกรดของน้ำ (Acidity)

ปริมาณความเข้มข้นของด่างที่ต้องการจะทำให้น้ำเป็นกลาง ความเป็นกรดของน้ำอาจเกิดจากกรดแร่ (Strong mineral acid) กรดกำมะถัน (Sulfuric acid) กรดไนตริก (nitric acid) ฯลฯ หรือเกิดจากกรดอ่อน (Weak acid) เช่น กรดคาร์บอนิค (Carbonic acid) กรดอะซิติค (acetic acid) ฯลฯ หรือเกิดจากเกลือต่าง ๆ เช่น เฟอร์รัสซัสเฟต (ferrous sulfate) อลูมินัมซัลเฟต (aluminum sulfate) ฯลฯ น้ำที่มีพีเอชต่ำกว่า 8.5 จะมีค่าความเป็นกรด โดยธรรมชาติน้ำจะมีความเป็นกรดเพราะมีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ละลายอยู่ในน้ำจากแหล่งน้ำผิวดินและน้ำใต้ดิน

2.8.2.5 เหล็กและแมงกานีส (Iron and Manganese)

ธาตุเหล็กโดยทั่วไปอยู่ในน้ำในรูปสารไม่ละลายน้ำ (Insoluble form) ในรูปเฟอริกออกไซด์ (Ferric oxide Fe_2O_3) ในดินบางแห่งจะมีเฟอรัสคาร์บอเนต ซึ่งละลายน้ำได้เล็กน้อย เหล็กละลายน้ำได้ดีที่พีเอชต่ำกว่า 3.5

เหล็กและแมงกานีสที่อยู่ในน้ำตามธรรมชาติแล้วไม่เป็นอันตรายต่อการบริโภค ถ้ามีเหล็กมากกว่า 1-2 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำจะมีรสหวานปนขม (Bitter sweet) ถ้าอยู่ในรูปของสารไม่ละลายน้ำทำให้น้ำมีสีและขุ่นทำให้ไม่น่าใช้

ถ้าน้ำมีเหล็กและแมงกานีสนำไปซักเสื้อผ้าจะทำให้เกิดรอยด่างบนเสื้อผ้าและจะทำให้เครื่องสุขภัณฑ์หรือเครื่องใช้ต่าง ๆ มีคราบสีน้ำตาลแดงหรือดำ

2.8.2.6 คลอไรด์ (Chloride)

คลอไรด์ที่ละลายอยู่ในน้ำจะมีปริมาณความเข้มข้นแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับพื้นดินหรือชั้นดินน้ำ ธรรมชาติรับคลอไรด์จากหลายทาง อาจมาจากสิ่งปฏิกูลโดยเฉพาะน้ำปัสสาวะจะมีปริมาณคลอไรด์สูง ปฏิกูลของมนุษย์มีคลอไรด์ประมาณ 16 กรัม/คน/วัน

2.8.2.7 ฟลูออไรด์ (Fluoride)

น้ำธรรมชาติมักไม่มีฟลูออไรด์ละลายอยู่ แต่มีความสำคัญต่อสุขภาพฟัน ฟลูออไรด์มากกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตรจะทำให้เกิดฟันเป็นคราบ (Dental fluorosis) ถ้ามีฟลูออไรด์น้อยเกินไปทำให้เกิดโรคฟันเปราะ (Dental carries) ขนาดที่เหมาะสมในน้ำดื่มคือ 1 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.8.2.8 ตะกั่ว (Lead)

ตามธรรมชาติจะไม่มีตะกั่ว มักจะเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์และการอุตสาหกรรม ท่อไอเสียของเครื่องยนต์ การใช้สีผสมตะกั่ว การใช้ยาฆ่าแมลงในการเกษตร เครื่องสำอาง ฯลฯ แม้จะมีสารตะกั่วละลายอยู่ไม่มากนักก็คงจะเป็นอันตรายต่อการบริโภคน้ำได้เพราะตะกั่วมีฤทธิ์สะสม ในน้ำไม่ควรเกิน 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร การสะสมกลายเป็นโรคพิษของตะกั่ว บั่นทอนสมองและระบบประสาท

2.8.2.9 ทองแดง (Copper)

ทองแดงในน้ำเกิดจากมนุษย์และโรงงานอุตสาหกรรมหรือเกิดจากการใช้สารจุนสี ($CuSO_4$) ในการทำลายสาหร่ายทองแดงมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตทุกชนิด โดยเฉพาะมนุษย์ ต้องการบริโภคจากอาหารเฉลี่ยวันละประมาณ 2 มิลลิกรัม ถ้าขาดทองแดงจะทำให้เป็นโรคโลหิตจางได้ ถ้ามีปริมาณแม้เพียง 0.25 – 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตรเป็นพิษต่อปลา ถ้ามี 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตรจะทำให้ภาชนะกระเบื้องเคลือบเป็นคราบรอยด่าง ในน้ำดื่มมี 1 – 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตรจะทำให้น้ำมีรสขม

2.8.2.10 สังกะสี (Zinc)

ในน้ำผิวดินมักจะมีสังกะสีละลายอยู่ไม่เกิน 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร สังกะสีละลายน้ำได้จาก ท่อน้ำหรือภาชนะที่ทำด้วยเหล็กอาบสังกะสี ยางรถยนต์ ฯลฯ

ถ้าร่างกายขาดธาตุสังกะสีจะเกิดโรคแคระแกรน (Dwarfism) ในน้ำมีสังกะสีประมาณ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือมากกว่านี้จะทำให้ผิวน้ำเกิดเป็นคราบน้ำมัน ถ้ามี 5 มิลลิกรัมต่อลิตร อาจทำให้น้ำมีรสชาติขม 25 – 40 มิลลิกรัมต่อลิตร อาจทำให้เกิดอาการคลื่นไส้อาเจียน

2.8.2.11 ไนไตรต์ (Nitrite)

ในน้ำธรรมชาติที่ไม่ได้ปนเปื้อนสิ่งสกปรกนั้นจะไม่มีไนไตรต์ละลายอยู่ ไนไตรต์เกิดจากปฏิกิริยาชีวเคมีของจุลินทรีย์ในการออกซิเดชั่นแอมโมเนียก่อนที่จะกลายเป็นไนเตรต

น้ำมีไนไตรต์ละลายอยู่แสดงว่าน้ำได้รับการปนเปื้อนจากสิ่งสกปรกที่มีอินทรียสารเป็นองค์ประกอบ ไม่ควรให้มีในน้ำดื่มเกินกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร เพราะจะทำให้เกิดโรค blue babies ในเด็กทารก ทำให้ผิวหนังเป็นสีเขียว (น้ำเงิน) เนื่องจากเลือดขาดออกซิเจนทำให้ถึงตายได้ มักเกิดในเด็กทารกที่มีอายุต่ำกว่า 3 เดือนเป็นส่วนใหญ่

2.8.2.12 ไนเตรต (Nitrate)

มีอยู่ในน้ำธรรมชาติในปริมาณที่น้อย น้ำมีไนเตรตอาจถูกเปลี่ยนกลับไปเป็นไนไตรต์ได้ในสภาวะที่ไม่มีอากาศหรือออกซิเจนในน้ำ

ไนเตรตละลายอยู่ในน้ำนอกจากเป็นภาวะบ่งชี้ว่าน้ำอาจได้รับการปนเปื้อนจากสิ่งสกปรก ทำให้เกิดโรคในเด็กทารกได้เช่นเดียวกับการที่น้ำมีไนไตรต์ เพราะสามารถเปลี่ยนรูปกันได้ ถ้าในน้ำมีไนเตรตละลายอยู่ปริมาณมากอาจทำให้เกิดการเจริญเติบโตของพืชน้ำได้ดีโดยเฉพาะพวกสาหร่าย

2.8.2.13 แก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ (Hydrogen Sulfide)

มักพบในน้ำใต้ดินโดยธรรมชาติซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาการย่อยสลายสารอินทรีย์ของจุลินทรีย์ในสภาวะขาดอากาศแล้วละลายน้ำในขณะที่น้ำไหลผ่านไปในชั้นของดิน สังเกตได้จากน้ำมีกลิ่นไข่เน่า ในน้ำดื่มไม่ควรมีมากกว่า 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร ถ้ามีประมาณ 70 มิลลิกรัมต่อลิตรจะทำให้เกิดความระคายเคืองต่อเยื่อบุต่าง ๆ ของร่างกาย ถ้ามีประมาณ 700 มิลลิกรัมต่อลิตรจะมีความเป็นพิษสูง เกิดการกัดกร่อนภาชนะหรือท่อน้ำ ทำให้เสื้อผ้าและเครื่องสุขภัณฑ์ต่าง ๆ มีคราบสีดำ

2.8.2.14 สารหนู (Arsenic)

สารหนูอาจเกิดในน้ำตามธรรมชาติเนื่องจากการไหลของน้ำผ่านชั้นดินหรือหินที่มีสารหนู หรือเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ ได้แก่ การใช้ยาฆ่าศัตรูพืช หรือสัตว์ หรือปุ๋ย หรือผงซักฟอกที่มีสารหนูเป็นองค์ประกอบ

สารหนูเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตมีส่วนเกี่ยวข้องกับการทำให้เกิดมะเร็งผิวหนัง น้ำดื่มไม่ควรมีสารหนูละลายอยู่มากกว่า 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.8.2.15 ไตรฮาโลมีเธน (Trihalomethanes,THMs)

ไตรฮาโลมีเธนเกิดจากการทำปฏิกิริยาระหว่างคลอรีนหรือพวกฮาโลเจนอื่น ๆ กับกรดฮิวมิคและฟุลวิคหรือสารที่เกิดจากการย่อยสลายอินทรีย์สารอื่น ๆ ไตรฮาโลมีเธนนี้รวมถึงคลอโรฟอร์ม (Chloroform) โบรโมฟอร์ม (Bromoform) และไดคลอโรไอโอมีเธน (Dichloroiodomethane)

การที่น้ำดื่มมีไตรฮาโลมีเธนอาจทำให้เกิดมะเร็ง มาตรฐานน้ำดื่มให้มีค่า THMs ไม่เกิน 100 ไมโครกรัมต่อลิตร

2.8.3 คุณภาพน้ำทางชีวภาพ (Biological Quality)

คุณลักษณะด้านนี้พิจารณาจุลินทรีย์ (Micro-organisms) ที่อาศัยอยู่ในน้ำ จุลินทรีย์ที่สำคัญ ได้แก่ แบคทีเรีย ไวรัส รา โปรโตซัว โรติเฟอร์ ครัสเตเชียน สาหร่าย น้ำที่มีจุลินทรีย์มากจะเกิดมลพิษที่มีผลกับสุขภาพได้โดยตรง อาจก่อให้เกิดโรคระบาดที่มีน้ำเป็นสื่อได้โดยเฉพาะอย่างยิ่งโรคระบบทางเดินอาหารที่สำคัญมักเกิดจากเชื้อแบคทีเรียที่ก่อโรค (Pathogens) ปนเปื้อนอยู่ในอาหารและน้ำ แล้วทำให้เกิดโรคต่าง ๆ เช่น อหิวาตกโรค ไทฟอยด์ พาราไทฟอยด์ บิด ชนิดมีตัว ไวรัสตับอักเสบ เป็นต้น

จุลินทรีย์ที่อยู่ในน้ำมีทั้งจุลินทรีย์ที่ไม่ทำให้เกิดโรค และจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค ดังนี้

2.8.3.1 จุลินทรีย์ที่ไม่ทำให้เกิดโรค (Nonpathogenic microorganism) ได้แก่ พวกแบคทีเรีย โปรโตซัว สาหร่าย หรือราบางชนิด ซึ่งนอกจากจะไม่ทำให้เกิดโรคแล้วยังมีส่วนช่วยในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำ สำหรับน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคมักไม่ต้องการให้มีจุลินทรีย์อยู่เลยหรือให้มีจำนวนน้อยมาก

2.8.3.2 จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค (Pathogenic microorganism) มีมากมายหลายชนิดมีทั้งชนิดที่ก่อให้เกิดอาการของโรคอย่างรุนแรงถึงตายได้ ไปจนถึงเพียงแค่มีอาการเจ็บป่วยเล็กน้อย ได้แก่ ไวรัส

แบคทีเรีย โปรโตซัว และหนอนพยาธิ เชื้อโรคสามารถดำรงชีวิตอยู่ในน้ำได้เป็นเวลานานอาจจะหลายชั่วโมง หลายเดือน หรือหลายปีขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย ได้แก่ ลักษณะของเซลล์ เช่น เป็นเซลล์ปกติ สปอร์ หรือไข่ ฯลฯ ถ้าอยู่ในรูปของสปอร์จะคงอยู่ในน้ำได้ทนทาน หรือขึ้นกับสิ่งแวดล้อมที่เชื้อโรคอาศัยอยู่ เช่น อุณหภูมิ ความชื้น อาหารถ้าอยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสม อาจจะเพิ่มจำนวนมากขึ้นจนอาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพได้

2.8.3.3 ไวรัส (Virus) เป็นจุลินทรีย์ที่มีขนาดเล็กมากที่สุดไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ต้องใช้กล้องจุลทรรศน์ที่มีกำลังขยายพิเศษ ไวรัสที่อาจพบแพร่กระจายในน้ำ ได้แก่ไวรัสที่ทำให้เกิดโรคตับอักเสบชนิด เอ (Infectious hepatitis type A) หรือไวรัสที่ทำให้เกิดอาการท้องร่วงอย่างรุนแรงในเด็ก (Gastroenteritis Viral) เป็นต้น

2.8.3.4 แบคทีเรีย (Bacteria) เป็นจุลินทรีย์ที่มีขนาดใหญ่กว่าไวรัสสามารถใช้กล้องจุลทรรศน์ธรรมดาขนาดกำลังขยาย 100 เท่ามองเห็นได้ มีเซลล์เดียว ใช้อาหารในรูปของสารละลาย พบได้ทุกหนทุกแห่งโดยเฉพาะที่ ๆ มีสิ่งแวดล้อมเอื้ออำนวย เช่น มีความชื้นและอาหาร

แบคทีเรียมีรูปร่างเป็น 3 แบบ คือรูปร่างกลม (spherical) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.5-1.0 ไมครอน รูปร่างเป็นแท่ง (cylindrical หรือ rod) ความกว้างประมาณ 0.5-1.0 ไมครอน ความยาวประมาณ 1.5-3.0 ไมครอน และมีรูปร่างเป็นเกลียว (spiral) ขนาดความกว้างประมาณ 0.5-5.0 ไมครอน ความยาวประมาณ 6.0-15.0 ไมครอน

2.9 มาตรฐานคุณภาพน้ำสะอาด คุณภาพน้ำทิ้ง และคุณภาพแหล่งน้ำ

มาตรฐานคุณภาพน้ำ แบ่งออกเป็น 3 ประเภทคือ

2.9.1 มาตรฐานน้ำสะอาด

น้ำสะอาดและปลอดภัย หมายถึงน้ำที่มีลักษณะดังต่อไปนี้

2.9.1.1 ปราศจากเชื้อซึ่งอาจทำให้เกิดโรคที่น้ำเป็นสื่อ

2.9.1.2 ไม่มีสารพิษเจือปน

2.9.1.3 หากมีสารหรือแร่ธาตุบางอย่างปนอยู่จะต้องไม่เกินมาตรฐานที่กำหนดไว้ ดังนั้น จึงกล่าวได้ว่า น้ำสะอาดและปลอดภัยอาจมีสิ่งเจือปนอยู่ได้บ้าง แต่สิ่งเจือปนนั้นต้องไม่ใช่เชื้อโรค หรือสารพิษ และสิ่งเจือปนอย่างอื่นที่ยอมให้มีอยู่ได้บ้างนั้นจะต้องมีปริมาณไม่เกินกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ น้ำจากแหล่งใดก็ตามที่คุณภาพไม่ได้มาตรฐานตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ จะเรียกน้ำนั้นว่า "น้ำสกปรก" ส่วนน้ำที่ปราศจากสิ่งเจือปนใด ๆ เราจะเรียกว่า น้ำบริสุทธิ์ มาตรฐานน้ำสะอาด โดยทั่วไปมีเกณฑ์พิจารณาคุณภาพน้ำตามวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้สอยได้อย่างกว้าง ๆ 3 ประเภทคือ เพื่อการดื่ม การเกษตร การอุตสาหกรรม แต่ในที่นี้จะกล่าวแต่เฉพาะคุณภาพน้ำเพื่อการดื่มที่เกี่ยวข้องโดยตรงต่อสุขภาพอนามัย

เนื่องจากในน้ำอาจมีสิ่งเจือปนอยู่ได้หลายชนิด สิ่งเจือปนเหล่านี้ เป็นสาเหตุให้คุณภาพของน้ำเปลี่ยนแปลงไป และอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของผู้บริโภคได้ ดังนั้น จึงเป็นการจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการกำหนดมาตรฐานน้ำดื่มหรือน้ำสะอาดขึ้น เพื่อจะได้ใช้เป็นหลักในการตัดสินว่าน้ำนั้นสะอาดได้มาตรฐานที่กำหนดหรือไม่ การกำหนดมาตรฐานดังกล่าว ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้ด้วย เช่น ถ้านำไปใช้เป็นตัวทำละลายสารเคมี เพื่อทำการวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ หรือนำไปใช้ในทางกิจการทางการแพทย์ก็ต้องใช้น้ำบริสุทธิ์ แต่ถ้านำไปใช้เพื่อการดื่มปกติ ก็ไม่จำเป็นต้องใช้น้ำบริสุทธิ์ แต่ก็ต้องควบคุมชนิดและปริมาณของสารเคมีบางอย่างซึ่งเป็นอันตราย หรืออาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพให้อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด รวมทั้งต้องควบคุมให้ปราศจากเชื้อซึ่งอาจทำให้เกิดโรคที่เกิดจากน้ำเป็นสื่อด้วย การกำหนดรายละเอียดในมาตรฐานน้ำดื่มว่าจะยอมให้มีสิ่งเจือปนชนิดไหนอยู่ได้เท่าไหร่นั้นอยู่บนหลักที่ว่าสิ่งเจือปนนั้น จะต้องอยู่ในขีดจำกัดที่สามารถรับรองได้ว่าจะไม่ก่อให้เกิดอันตราย หรือบั่นทอนสุขภาพอนามัยของมนุษย์ โดยหลักการนี้มาตรฐานน้ำดื่มจึงอาจถูกกำหนดขึ้นได้หลายแบบ และแบบที่จะกล่าวถึงเป็นเกณฑ์มาตรฐานน้ำดื่มของประเทศไทย

เกณฑ์ของน้ำดื่มที่เหมาะสมสำหรับคนไทย หรือสำหรับประเทศไทยที่ใช้ ๆ กันอยู่ตามหน่วยงานต่าง ๆ เช่น ของการประปานครหลวง กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข ล้วนแต่อิงจากมาตรฐานของต่างประเทศทั้งนั้น ซึ่งอาจจะอิงจากมาตรฐานของสหรัฐอเมริกา หรือขององค์การอนามัยโลก เป็นต้น ดังนั้น เกณฑ์ของคุณภาพน้ำบางตัวอาจจะสูงเกินไปสำหรับคนไทยก็ได้

2.9.2 เกณฑ์ของน้ำดื่ม (การประปานครหลวง)

2.9.2.1 สารบางตัวที่เกี่ยวกับคุณสมบัติของน้ำดื่ม ซึ่งไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของเรามากนัก แต่ถ้ามีมากเกินที่กำหนดไว้ก็จะทำให้น้ำไม่น่าดื่ม คือ

กลิ่นและรส (Odour and tastes)	ไม่เป็นที่รังเกียจ
สี (Color)	20 หน่วย
ความขุ่น (Turbidity)	5 หน่วย
พี่เอช	6.8 – 8.2
ความกระด้าง (Hardness)	300 ส่วนในล้านส่วน
เหล็ก (Iron)	0.5 ส่วนในล้านส่วน
แมงกานีส (Manganeses	0.3 ส่วนในล้านส่วน
ซัลเฟต (Sulphate)	250 ส่วนในล้านส่วน
คลอไรด์ (Chloride)	250 ส่วนในล้านส่วน

2.9.2.2 สารจำพวกที่เกี่ยวกับสุขภาพ ถ้ามีมากเกินกำหนดอาจทำให้เกิดโรคได้ คือ

ฟลูออไรด์ (Fluoride)	1.2 ส่วนในล้านส่วน
ไนเตรท (Nitrate)	1.5 ส่วนในล้านส่วน
ไนไตรท์ (Nitrite)	ต้องไม่มีอยู่เลยหรือมีน้อยกว่า 0.001 ส่วนในล้านส่วน

2.9.2.3 แบคทีเรียที่อาจจะทำให้เกิดโรคต่อมนุษย์ได้ ยอมให้มีได้ ดังนี้

- น้ำสะอาด โคไลฟอร์มแบคทีเรีย ค่า MPN น้อยกว่า 2.2 ต่อน้ำ 100 ซีซี หรือไม่มีเลย
- น้ำที่ไม่สะอาดจะมีโคไลฟอร์มแบคทีเรีย ค่า MPN มากกว่า 10 ต่อน้ำ 100 ซีซี
- สำหรับน้ำประปาจะต้องมีโคไลฟอร์มแบคทีเรีย ค่า MPN น้อยกว่า 2.2 ต่อน้ำ 100 ซีซี

2.9.3 มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้ง (Effluent Standard)

เป็นเกณฑ์กำหนดเพื่อมิให้แหล่งกำเนิดน้ำเสียหรือน้ำทิ้งต่าง ๆ ได้แก่ บ้านเรือน สถานที่ทำการ โรงงานอุตสาหกรรม ฯลฯ ปล่อยน้ำเสียหรือ น้ำทิ้ง ที่มีความสกปรกมาก จนทำให้แหล่งรับน้ำ เกิดปัญหาคุณภาพมาตรฐานน้ำทิ้ง มีความสำคัญต่อการจัดการน้ำสะอาดมาก เพื่อไม่ให้เกิดการกระทบต่อสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ เช่น พื้นดิน แหล่งน้ำ ฯลฯ ซึ่งมีการปล่อยน้ำทิ้งลงไป รวมทั้งการนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วนี้กลับมาใช้ใหม่ (Reuse) พารามิเตอร์ที่ใช้ในการกำหนดคุณภาพน้ำทิ้งที่สำคัญ ได้แก่

- ออกซิเจนละลายน้ำ (DO, dissolved oxygen)
- ของแข็งแขวนลอย (Suspended solids)
- Coliform bacterias
- Fecal coliform bacterias
- สารเคมีเป็นพิษต่าง ๆ (Toxic chemical)
- สารอาหาร (nutrient) และสารอินทรีย์ต่าง ๆ เป็นต้น

สำหรับมาตรฐานน้ำทิ้งของประเทศไทยมีอยู่ 4 ประการ

- มาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม
- มาตรฐานน้ำทิ้งลงบ่อบาดาล
- มาตรฐานและวิธีการตรวจสอบคุณภาพน้ำทิ้งจากอาคาร
- มาตรฐานการควบคุมการเปลี่ยนน้ำทิ้งจากกิจกรรมต่าง ๆ

2.9.4 มาตรฐานแหล่งน้ำ (Stream Standard)

เกณฑ์ที่ใช้รักษาคุณภาพของแหล่งน้ำ โดยทั่วไปแล้วคำนึงถึงการไม่ทำให้แหล่งน้ำเกิดเหตุเดือดร้อนรำคาญ เป็นที่น่ารังเกียจ เช่น ไม่ให้มีกลิ่นเหม็น ไม่ให้มีสิ่งสกปรกต่าง ๆ ลอยอยู่ที่ผิวน้ำ เพื่ออนุรักษ์แหล่งน้ำใช้เพื่อประโยชน์ต่าง ๆ ได้แก่การบริโภค, อุปโภค ฯลฯ

สำหรับประเทศไทย ได้มีการกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ใช้ตามประกาศของสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมฯ พ.ศ. 2535 ได้มีการแบ่งแหล่งน้ำผิวดินที่มิใช่ทะเล ไว้เป็น 5 ประเภท ดังนี้

ประเภทที่ 1 แหล่งน้ำที่มีสภาพตามธรรมชาติโดยปราศจากน้ำทิ้ง จากกิจกรรมทุกประเภท **ใช้ประโยชน์ในการ**

- อุปโภค/บริโภค โดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติก่อน
- ขยายพันธุ์ตามธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตระดับต่ำจุน
- อนุรักษ์ระบบนิเวศวิทยาของแหล่งน้ำ

ประเภทที่ 2 แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภทและสามารถเป็นประโยชน์ เพื่อ

- อุปโภค/บริโภค ต้องผ่านขบวนการฆ่าเชื้อตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน
- อนุรักษ์สัตว์น้ำ
- ประมง
- การว่ายน้ำและกีฬาทางน้ำ

ประเภทที่ 3 แหล่งน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท สามารถใช้เป็นประโยชน์

- อุปโภค/บริโภคฆ่าเชื้อ และปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน
- เกษตร

ประเภทที่ 4 แหล่งน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

- การอุปโภค/บริโภค ฆ่าเชื้อและต้องปรับปรุงคุณภาพน้ำเป็นพิเศษ
- การคมนาคม

ประเภทที่ 5 แหล่งน้ำธรรมชาติ น้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภทใช้ประโยชน์ ในการคมนาคม

2.10 ถังกรองช้า (Slow Sand Filter)

ในกรณีน้ำที่มีความขุ่นต่ำ การกรองน้ำด้วยอัตราต่ำ สามารถกำจัดความขุ่นได้โดยไม่ต้องใช้สารเคมีช่วยในการรวมตะกอน เพื่อให้เกิดฟล้อก (Floc) และไม่ต้องใช้ถังตกตะกอนเพื่อกำจัดความขุ่นและฟล้อกดังกล่าว ทำให้ระบบผลิตน้ำประปาเป็นแบบที่มีอุปกรณ์ไฟฟ้าหรือเครื่องกลน้อยที่สุดหรือไม่มีเลย ทำให้สามารถกรองน้ำโดยไม่ต้องใช้ไฟฟ้า จึงเหมาะสมใช้ในชนบท ถังกรองช้ามีอัตราการกรองประมาณ 0.13 – 0.42 ม.^{3}/ม.^{2} – ชั่วโมง

ในปัจจุบันถังกรองทรายแบบกรองช้ามีที่ใช้จำกัดเพราะต้องการเนื้อที่มาก ถังกรองเร็วจึงเป็นที่นิยมมากกว่า อย่างไรก็ดีในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำครั้งนี้เป็นการวิเคราะห์น้ำที่มาจากถังกรองช้า การควบคุมถังกรองช้าสามารถกระทำได้ง่ายโดยไม่ต้องการผู้ที่มีความรู้พิเศษและไม่ต้องใช้ไฟฟ้า แต่มีข้อเสียในการทำความสะอาดทรายกรองสำหรับการกรองช้าต้องทำการลอกหน้าทรายออกแล้วนำไปทำความสะอาด ซึ่งทำให้เกิดความยุ่งยากและเปลืองแรงงาน

ตารางที่2.11 เกณฑ์การออกแบบถังกรองช้า

เกณฑ์ออกแบบ	ค่าออกแบบ
ความหนาของชั้นกรอง :	
ชั้นทราย, ม. (ชั้นบน)	0.6 – 1.2
ชั้นกรวด, ม. (ชั้นล่าง)	0.3
ระดับน้ำเหนือชั้นทราย, ม.	0.9 – 1.6
อัตรากรองน้ำ, ม.^{3}/(ม.^{2} ชม.)	0.13 – 0.6
ค่าสูญเสียความดันที่ควรหยุดทำงานเพื่อการล้างชั้นกรอง, ม.	1.0
ระยะเวลาที่เครื่องกรองทำงานก่อนที่จะหยุดทำงาน, วัน	2 – 180
การล้างชั้นกรองกระทำด้วยการตักผิวชั้นทรายออกหนา, ซม.	5 - 10

ที่มา : เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์, 2549

2.11 แอรเรเตอร์แบบถาด (Tray Aerator)

แอเรเตอร์แบบถาดคล้ายกับแบบโปรยน้ำ แต่ใช้เนื้อที่น้อยกว่ามาก ทั้งนี้เพราะสามารถเพิ่มเวลาสัมผัสและพื้นที่สัมผัสโดยการโปรยน้ำให้ไหลผ่านชั้นตัวกลางซึ่งวางอยู่ในถาดหลายๆชั้น วัสดุที่ใช้เป็นตัวกลางมีหลายชนิด เช่น ถ่านโค้ก (Coke) ถ่านไม้ ถ่านกระดูก หินก่อสร้าง ฯลฯ ถ่านโค้กเป็นตัวกลางที่นิยมใช้มากที่สุด เพราะนอกจากจะให้ผลดีทางกายภาพแล้วยังให้ผลดีทางเคมี เช่น กรณีของการกำจัดเหล็กและแมงกานีสออกจากน้ำบาดาล ผลึกของ MnO_2 ที่เกิดขึ้นจากการทำแอเรชันและเกาะติดบนผิวถ่านโค้กจะเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในการสร้างผลึกให้กับเหล็กและแมงกานีสซึ่งละลายน้ำ ทำให้นิยมใช้แอเรเตอร์แบบถาดในการกำจัดเหล็กและแมงกานีส นอกจากนี้ยังนิยมใช้ในการกำจัด CO_2 ออกจากน้ำบาดาล (ในกรณีนี้จึงเรียกว่า ดีแอเรเตอร์ มากกว่า แต่คนทั่วไปก็ยังนิยมเรียกว่า แอเรเตอร์) สำหรับในชนบทของประเทศไทยแอเรเตอร์แบบถาดเป็นที่นิยมในการกำจัด CO_2 และเหล็กรวมทั้งแมงกานีสมากกว่าแอเรเตอร์แบบอื่นๆ

ข้อแนะนำสำหรับการออกแบบ

จำนวนถาดไม่ต่ำกว่า 3 – 5 ถาด

ระยะห่างของถาด 0.30 – 0.75 เมตร

พื้นที่ของถาดประมาณ 0.55 -1.8 ตร.ม./1,000 ลบ.ม.ต่อวัน

2.11 ถังกรองน้ำ

ในการผลิตน้ำประปา ถังกรองเป็นส่วนประกอบที่มีความสำคัญที่ขาดไม่ได้ของระบบประปา ในกรณีที่น้ำดิบมีความขุ่นไม่สูง ระบบประปาอาจใช้เฉพาะถังกรองเพียงอย่างเดียว ดังเช่นกรณีของระบบถังกรองช้า ในกรณีที่น้ำดิบมีความขุ่นสูงเกิน 20 – 50 NTU ระบบประปาจำเป็นต้องมีการลดความขุ่น โดยใช้กระบวนการโคแอกเลชัน และตกตะกอน จากนั้นจึงทำการกรองน้ำ เพื่อกำจัดความขุ่นที่ยังเหลืออยู่

ประเภทของถังกรองน้ำ

2.11.1 เครื่องกรองทรายแบบกรองช้า (Slow Sand Filter)

กรณีน้ำที่มีความขุ่นต่ำ การกรองน้ำด้วยอัตราต่ำสามารถกำจัดความขุ่นได้โดยไม่ต้องใช้สารเคมีช่วยในการรวมตะกอน เพื่อให้เป็นฟล้อค (Floc) และไม่ต้องใช้ถังตกตะกอนเพื่อกำจัดความขุ่น และฟล้อคดังกล่าว ทำให้ระบบผลิตน้ำประปาเป็นแบบที่มีอุปกรณ์ไฟฟ้าหรือเครื่องกลน้อยที่สุดหรือไม่มีเลย ทำให้สามารถกรองน้ำได้โดยไม่ต้องใช้ไฟฟ้า จึงเหมาะสมใช้ในชนบท ถังกรองช้ามีอัตราการกรองประมาณ 0.13 – 0.42 ม.^{3}/ม.^{2}- ชั่วโมง

ในปัจจุบัน ถังกรองทรายแบบกรองช้ามีที่ใช้จำกัด เพราะต้องการเนื้อที่มาก ถังกรองเร็วจึงเป็นที่นิยมมากกว่า อย่างไรก็ดี ในหมู่บ้านที่อยู่ห่างไกลจากความเจริญและไม่มีเครื่องอำนวยความสะดวกต่างๆ ราคาที่ดินต่ำ ทำให้ถังกรองช้า มีความเหมาะสมมากกว่าแบบอื่นประกอบกับการควบคุมถังกรองช้าสามารถ

กระทำได้ง่ายโดยไม่ต้องการผู้ที่มีความรู้พิเศษและไม่ต้องใช้ไฟฟ้า แต่มีข้อเสียในการทำความสะอาดทราย กรองสำหรับการกรองช้าต้องทำการลอกหน้าทรายออกแล้วนำไปทำความสะอาดซึ่งทำให้ความยุ่งยากและเปลืองแรงงาน

2.11.2 เครื่องกรองทรายแบบกรองเร็ว (Rapid Sand Filter)

ถังกรองเร็วสามารถกรองน้ำได้ในอัตราที่สูงกว่าถังกรองช้าหลายสิบเท่า ถังกรองเร็วมีอัตราการกรองประมาณ 5- 7.5 ม.^{3}/ม.^{2}- ชั่วโมง การทำความสะอาดถังกรองเร็วสามารถกระทำได้โดยไม่ต้องนำทรายไปล้างข้างนอก เหมือนในกรณีของถังกรองช้า วิธีล้างถังกรองเร็วกระทำโดยปล่อยให้น้ำไหลย้อนทิศทางกรอง กล่าวคือ ให้น้ำสะอาดไหลจากข้างล่างขึ้นข้างบน ชั้นกรองจะขยายตัวทำให้เกิดมีช่องว่างเพิ่มขึ้น ความขุ่นที่จับอยู่ภายในสามารถหลุดออกไปกับน้ำสะอาด การล้างย้อนนี้จะได้ผลดียิ่งขึ้น ถ้ามีการช่วยให้เม็ดทรายเสียดสีกัน เพื่อขจัดเอาความสกปรกที่จับอยู่บนผิวทรายให้หลุดออกไป วิธีการช่วยให้ขัดสีเพื่อให้การล้างย้อน (Backwash) ถังกรองได้ผลดีขึ้นได้แก่ การฉีดลมหรือน้ำที่มีแรงดันสูงไปกระทบกับผิวของชั้นทรายที่กำลังขยายตัวหรือใช้เครื่องกวน เป็นต้น

2.11.3 สารกรองน้ำ

สารกรองน้ำที่นิยมใช้ในปัจจุบันมี 2 ชนิด คือ ทราย (ความถ่วงจำเพาะประมาณ 2.65) และถ่านแอนทราไซท์ (ความถ่วงจำเพาะประมาณ 1.5)

การบอกขนาดและความสม่ำเสมอของขนาดของวัสดุกรอง อาจกระทำได้โดยใช้พารามิเตอร์ที่เรียกว่า ขนาดสัมฤทธิ์ (Effective Size) และสัมประสิทธิ์ความสม่ำเสมอ (Uniformity Coefficient) ตามลำดับ ถ้าให้ D 10% แทนขนาดสัมฤทธิ์ หมายความว่า 10% ของสารกรองมีขนาดเล็ก D 10% ส่วนสัมประสิทธิ์ความสม่ำเสมอ เป็นอัตราส่วนระหว่าง D 60% ต่อ D 10% กรณีถังกรองช้าทรายกรองที่ใช้มีขนาดสัมฤทธิ์ประมาณ 0.25 – 0.35 มิลลิเมตร สัมประสิทธิ์ความสม่ำเสมอมีค่าประมาณ 2 – 3 ความหนาชั้นทรายประมาณ 1 – 1.2 เมตร และสำหรับถังกรองเร็ว ทรายกรองมีขนาดสัมฤทธิ์ 0.45 – 0.6 มิลลิเมตร และสัมประสิทธิ์ความสม่ำเสมอมีค่า 1.65 ชั้นทรายมีความหนาประมาณ 0.8 เมตร

2.11.4 การล้างถังกรองเร็ว

การล้างถังกรองเร็วสามารถกระทำได้โดยไม่ต้องเคลื่อนย้ายทรายออกจากถังกรองการปล่อยน้ำให้ไหลเข้าทางตอนล่างของถังและผ่านชั้นกรวดและทราย ด้วยอัตราไหลที่สูงประมาณ 0.6 – 0.74 ม.^{3}/ม.^{2}/นาที อัตราไหลเช่นนี้ทำให้ชั้นกรองขยายตัวและทำให้สิ่งสกปรกต่างๆที่ติดอยู่ในชั้นกรองหลุดหนีออกไปได้ น้ำที่ไหลพ้นผิวบนของชั้นกรองจะล้นเข้าไปในรางรับน้ำทิ้ง (Wash Water Troughs) ซึ่งทำหน้าที่นำน้ำสกปรกไปยังที่เก็บน้ำล้าง (Wash Waste Gullet) เพื่อส่งออกจากเครื่องกรองต่อไป เนื่องจากการใช้น้ำล้างถัง

กรองเพียงอย่างเดียวมักไม่ได้ผลเต็มที่เพราะชั้นกรองขยายตัวมักไม่ได้เสียดสีกันมาก ทำให้สิ่งสกปรกที่เกาะติดผิวไม่สามารถหลุดไปได้ จึงต้องมีการกระทำบางอย่าง เพื่อช่วยให้เกิดการเสียดสีระหว่างเม็ดทรายในระหว่างที่ชั้นทรายกำลังขยายตัว วิธีล้างถังกรองที่มีประสิทธิภาพ คือ ต้องกวนที่ผิวชั้นกรอง (Surface Wash) ประกอบกับการล้างด้วยน้ำแบบล้างย้อน ทั้งนี้เพื่อให้มีการขัดสีของเม็ดสารกรองเกิดขึ้น

อุปกรณ์ที่ใช้ช่วยประกอบการล้างเครื่องกรองแบบล้างย้อน มีหลายชนิด ดังนี้

- เครื่องล้างผิวหน้าชั้นกรองแบบหมุน (Rotating Arm Type)
- เครื่องล้างผิวหน้าชั้นกรองแบบอยู่กับที่ (Fixed Type)
- เครื่องล้างชั้นกรองด้วยลม (Air Scouring Type) ซึ่งจะประกอบด้วยระบบท่อลมที่วางอยู่เหนือชั้นกรวดพอดี ลมจะถูกส่งเข้ามาตามท่อประธานที่อยู่ในแนวดิ่งและผ่ายระบบท่อจ่ายลมให้กับชั้นกรอง โดยปกติจะเป่าลมให้ชั้นทรายขยายตัวเป็นเวลาหลายนาทีก่อนที่จะทำการล้างย้อยตามปกติ

2.12 การฆ่าเชื้อ

2.12.1 กระบวนการฆ่าเชื้อ

แหล่งกำเนิดแหล่งน้ำเสียชุมชนส่วนใหญ่มักมาจากน้ำทิ้งของบ้านเรือนเป็นหลัก ซึ่งประกอบด้วยน้ำทิ้งจากครัว การชำระร่างกายและส้วม จึงทำให้เชื้อโรคซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมปนเปื้อนมากับน้ำทิ้งด้วย ซึ่งโดยปกติเมื่อเชื้อโรคถูกระบายเข้าสู่สิ่งแวดล้อม เชื้อโรคบางส่วนถูกทำลายโดยสภาวะแวดล้อมต่างๆอยู่แล้ว เช่น ความร้อน แสงแดด และการล่าโดยจุลินทรีย์ชนิดอื่นๆลๆ ในกรณีที่มีการรวบรวมน้ำเสียและปรับปรุงคุณภาพน้ำก่อนระบายทิ้ง พบว่าการบำบัดขั้นสองด้วยกระบวนการชีวภาพที่มีความสามารถในการกำจัดเชื้อโรคเช่นกัน และถ้ากระบวนการดังกล่าวสามารถกำจัดเชื้อโรคได้ดีหรือทำให้น้ำทิ้งมีปริมาณเชื้อโรคต่ำ ก็ไม่จำเป็นต้องมีกระบวนการฆ่าเชื้ออีกแต่อาจยกเว้นในบางกรณี เช่น การเกิดโรคระบาด

การฆ่าเชื้อมีจุดประสงค์เพื่อทำลายหรือยับยั้งการขยายพันธุ์ของจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค(ซึ่งมี 3 กลุ่มหลัก ได้แก่ แบคทีเรีย ไวรัส และ amoebic cysts) แต่ไม่ได้ทำลายจุลินทรีย์ทั้งหมดที่มีในน้ำเสีย ซึ่งจะแตกต่างกับการไปทำให้ปลอดเชื้อ(sterilization) ที่มีจุดมุ่งหมายต้องทำลายจุลินทรีย์ทั้งหมด การฆ่าเชื้อที่ใช้ในกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำมีหลายวิธี เช่น การฆ่าเชื้อด้วยคลอรีนหรือสารประกอบสาร

คลอรีน การฆ่าเชื้อด้วยรังสียูวี การฆ่าเชื้อด้วยโอโซน เป็นต้น แต่ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะการฆ่าเชื้อด้วยคลอรีนเท่านั้น เนื่องจากเป็นวิธีที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในประเทศไทย

โดยปกติชนิดของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคในคนมีจำนวนมาก ดังนั้นถ้าตรวจหาชนิดและปริมาณของจุลินทรีย์เหล่านั้นทั้งหมดจะทำให้มีค่าใช้จ่ายสูงมาก ในทางปฏิบัติจึงทำการตรวจหาเพียงจุลินทรีย์ที่สามารถเป็นตัวบ่งชี้เท่านั้น เช่น โคลิฟอร์มทั้งหมด ฟีคัลโคลิฟอร์ม E. coli หรือ Streptococcus เป็นต้น ซึ่งเป็นกลุ่มที่พบได้ในลำไส้หรืออุจจาระของคนและสัตว์เลือดอุ่น และโดยส่วนใหญ่จะหาปริมาณเชื้อโรคในรูปของจำนวนโคโลนีของเชื้อโรคต่อน้ำ 100 มิลลิลิตร

2.12.2 การฆ่าเชื้อด้วยคลอรีน

การฆ่าเชื้อด้วยคลอรีนเป็นวิธีที่ใช้แพร่หลายที่สุดในกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำ สารประกอบคลอรีนที่นำมาใช้มีหลายรูปแบบ ได้แก่ คลอรีนก๊าซหรือเหลว แคลเซียมไฮโปคลอไรด์[$Ca(OCl)_2$] โซเดียมไฮโปคลอไรต์(NaOCl) และคลอรีนไดออกไซด์(ClO_2)

2.12.3 คุณสมบัติของคลอรีน

ในกรณีที่เป็นก๊าซคลอรีน ที่สภาวะปกติจะมีสีเหลืองอมเขียว หนักกว่าอากาศประมาณ 2.5 เท่า ถ้าเป็นคลอรีนเหลวจะหนักกว่าน้ำประมาณ 1.5 เท่า คลอรีนที่จำหน่ายในท้องตลาดจะอยู่ในรูปคลอรีนเหลวบรรจุในถังเหล็ก การนำก๊าซคลอรีนมาใช้ในกระบวนการฆ่าเชื้อมักเตรียมเป็นสารละลายหรือนำก๊าซคลอรีนมาละลายน้ำก่อนนำมาใช้งาน เมื่อก๊าซคลอรีนละลายน้ำจะเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสและแตกตัว(ในสภาวะสมดุล)ได้ในรูปต่างๆ ได้แก่ คลอรีน กรดไฮโปคลอรัส (HOCl)และไอออนไฮโปคลอไรต์ (OCl^-) ดังสมการ 1 และ 2 สัดส่วนของสารประกอบในแต่ละตัวดังกล่าวขึ้นอยู่กับค่าพีเอชของน้ำเป็นหลัก กล่าวคือ ถ้ามีพีเอชในช่วง 2 – 6 สารประกอบคลอรีนส่วนใหญ่มักอยู่ในรูปของกรดไฮโปคลอรัส ถ้ามีพีเอชน้อยกว่า 2 สารประกอบคลอรีนส่วนใหญ่อยู่ในรูปของคลอรีน และถ้าค่าพีเอชสูงกว่า 7.8 สารประกอบคลอรีนส่วนใหญ่อยู่ในรูปของไอออนไฮโปคลอไรต์ แต่เมื่อน้ำมีพีเอชสูงกว่า 8.5 จะแตกตัวให้ไอออนไฮโปคลอไรต์เกือบหมด

สารไฮโปคลอไรต์ที่ใช้ในการฆ่าเชื้อในกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำมี 2 ชนิดคือ โซเดียมไฮโปคลอไรต์และแคลเซียมไฮโปคลอไรต์ โดยที่โซเดียมไฮโปคลอไรต์มักอยู่ในรูปสารละลายที่มีสีขาวอมเหลืองและมีความเข้มข้นของคลอรีนประมาณร้อยละ 12 ถึง 15 สารชนิดนี้มีสภาพเป็นด่างแก่ที่มีฤทธิ์กัด

กร่อน ดังนั้นวัสดุที่นำใช้ควรทนต่อสภาพดังกล่าวด้วย เช่น ยาง แก้ว พีวีซี เป็นต้น ส่วนแคลเซียมไฮโปคลอไรต์มักอยู่ในรูปผงหรือเกล็ดสีขาวอมเหลืองและมีความเข้มข้นของคลอรีนประมาณร้อยละ 65 ถึง 75 ซึ่งปกติก่อนใช้งานมักเตรียมให้อยู่ในรูปของสารละลายก่อน โดยส่วนใหญ่มักเตรียมให้มีความเข้มข้นไม่เกินร้อยละ 3 ซึ่งสารละลายดังกล่าวมีสภาพเป็นด่างที่มีฤทธิ์กัดกร่อนเช่นกันดังนั้นวัสดุที่ใช้จึงต้องทนต่อสภาพดังกล่าวได้ดีอีกด้วย สารประกอบคลอรีนที่อยู่ในรูปแคลเซียมไฮโปคลอไรต์และโซเดียมไฮโปคลอไรต์ เมื่อละลายน้ำจะแตกตัวเป็นกรดไฮโปคลอรัสและสารประกอบไฮดรอกไซด์ดังสมการที่ 3 และ 4 ส่วนกรดไฮโปคลอรัสที่เกิดขึ้นจะแตกตัวเป็นไอออนไฮโปคลอไรต์ต่อไปเช่นเดียวกับสมการที่ 2 โดยปกติคลอรีนในรูปของกรดไฮโปคลอรัสและไอออนโปคลอไรต์เรียกว่า "คลอรีนอิสระ"(free available chlorine, FAC) ซึ่งมีความสามารถในการฆ่าเชื้อสูง โดยเฉพาะสารประกอบคลอรีนในรูปกรดไฮโปคลอรัสมีความสามารถในการฆ่าเชื้อสูงที่สุด(สูงกว่าไอออนไฮโปคลอไรต์(OCI) 40 – 80 เท่า)

$$Cl_2 + H_2O \leftrightarrow HOCl + H^+ + Cl \quad (1)$$

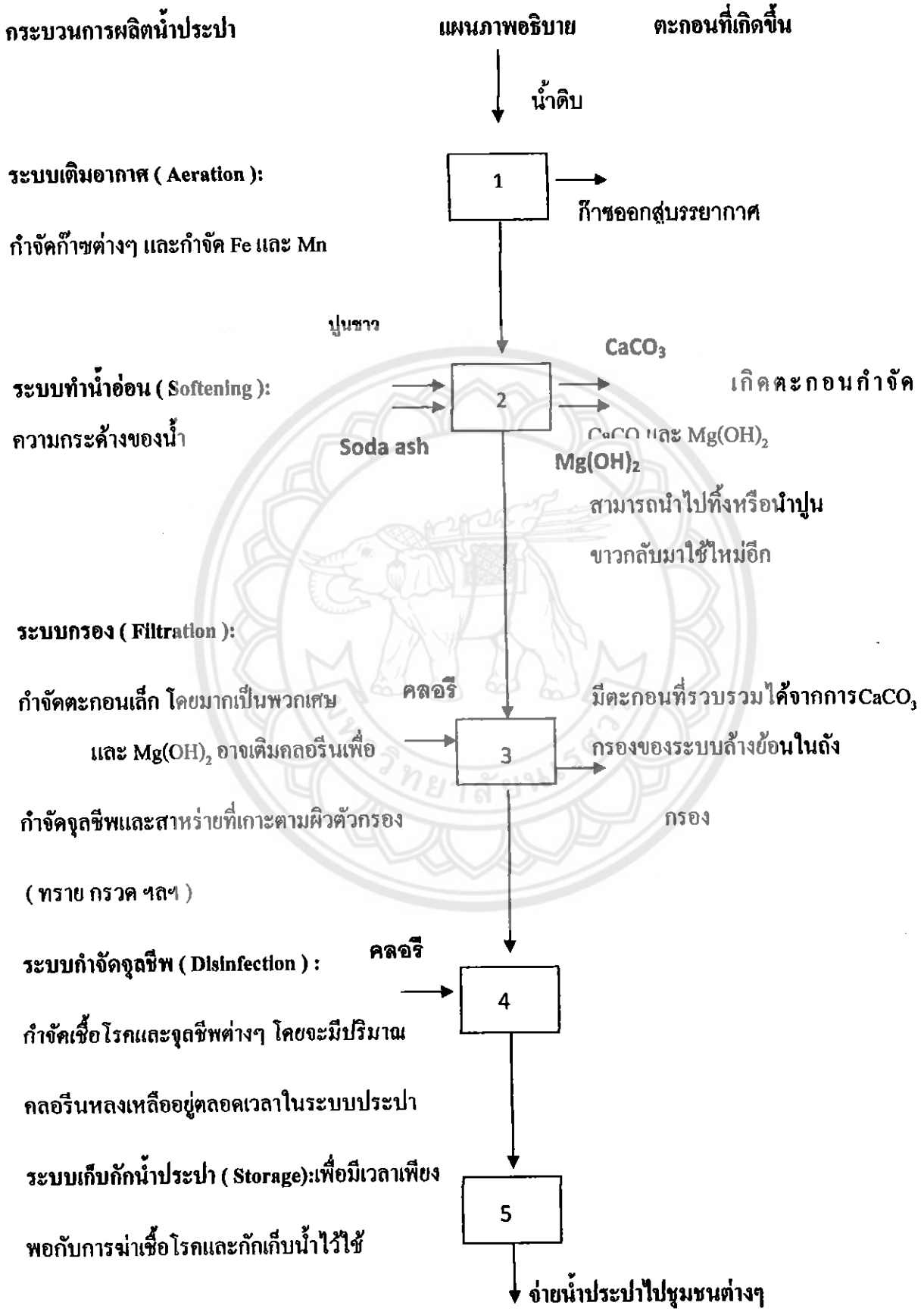
$$HOCl \leftrightarrow H^+ + OCl \quad (2)$$

$$NaOCL + H_2O \rightarrow HOCl + Na^+(OH) \quad (3)$$

$$Ca(OCl)_2 + 2H_2O \rightarrow 2HOCl + Ca^{+2}(OH)_2 \quad (4)$$

การใช้ก๊าซคลอรีนในการฆ่าเชื้อมีความแตกต่างกับการใช้สารประกอบไฮโปคลอไรต์บ้างในกรณีกล่าวคือ การใช้ก๊าซคลอรีนจะทำให้น้ำมีพีเอชลดลง ส่วนการใช้สารประกอบไฮโปคลอไรต์จะทำให้น้ำมีพีเอชสูงขึ้น ดังนั้นถ้าในน้ำมีสภาพด่างต่ำ การใช้ก๊าซคลอรีนจะมีประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อสูงกว่าสารประกอบไฮโปคลอไรต์(เมื่อปริมาณคลอรีนเท่ากัน)

2.13 กระบวนการผลิตน้ำประปาสำหรับน้ำใต้ดิน



บทที่ 3

วิธีการดำเนินงาน

3.1 ศึกษาระบบการผลิตน้ำประปา

การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับระบบการผลิตน้ำประปา ลักษณะการทำงาน ของการประปาเขาสมอแคลง

3.2 ดำเนินการเก็บน้ำตัวอย่าง

ทำการทดลองโดยเก็บตัวอย่างน้ำที่ผ่านกระบวนการผลิตน้ำประปาของเขาสมอแคลงจำนวนทั้งหมด 4 จุด โดยเก็บตัวอย่างน้ำ 6 ครั้ง ในระยะเวลา 2 สัปดาห์ต่อหนึ่งครั้ง เป็นระยะเวลาทั้งหมด 3 เดือน ตามวันเวลาดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 วันที่เก็บน้ำตัวอย่าง

ครั้งที่เก็บ	วันที่
1	10/11/2553
2	25/11/2553
3	09/12/2553
4	23/12/2553
5	06/01/2554
6	20/01/2554

3.3 วิธีเก็บตัวอย่างน้ำ

เก็บตัวอย่างน้ำประปาโดยใช้ขวดพลาสติกขนาด 1.5 ลิตร จำนวนจุดละ 3 ขวด เพื่อนำไปทดสอบ ซึ่งจะต้องล้างถังเก็บน้ำและขวดเก็บน้ำ โดยใช้น้ำตัวอย่าง ณ จุดเก็บล้างก่อนอย่างน้อย 1 ครั้ง ก่อนที่จะเก็บน้ำตัวอย่างจริง หลังจากเก็บน้ำตัวอย่างใส่ขวดที่เตรียมไว้ แล้วปิดฝาให้แน่น จากนั้นล้างภายนอกขวดตัวอย่างด้วยน้ำให้สะอาดแล้วปิดฉลากแสดงจุดเก็บให้เรียบร้อย

3.2.1 อุปกรณ์ที่ใช้เก็บน้ำตัวอย่าง

1. ขวดพลาสติกขนาด 1.5 ลิตร

2. เครื่องวัด พีเอช

3. เครื่องวัด ดีโอ

4. เทอร์โมมิเตอร์

3.2.2 เก็บตัวอย่างน้ำทั้งหมด 4 จุด ได้แก่

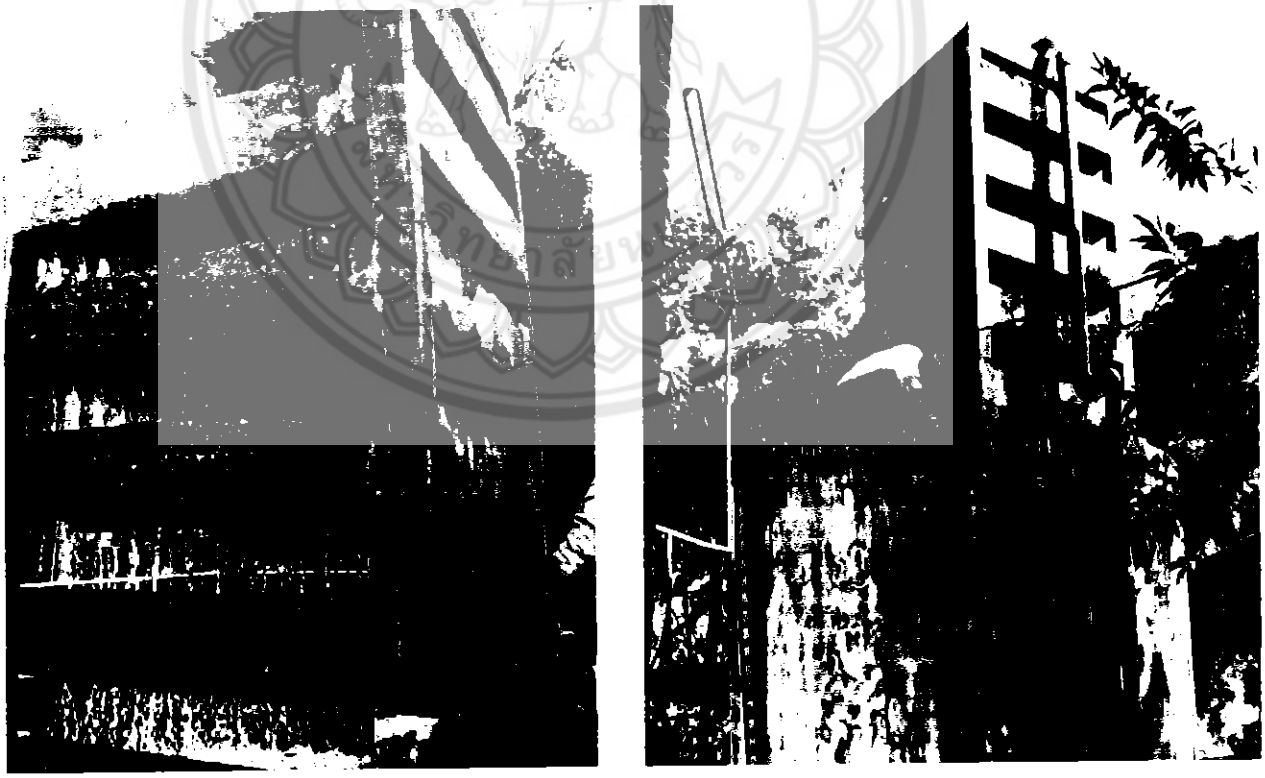
จุดที่ 1 เก็บตัวอย่างน้ำที่เครื่องสูบน้ำบาดาล

จุดที่ 2 เก็บตัวอย่างน้ำที่ผ่านถาดโปรยกรอง

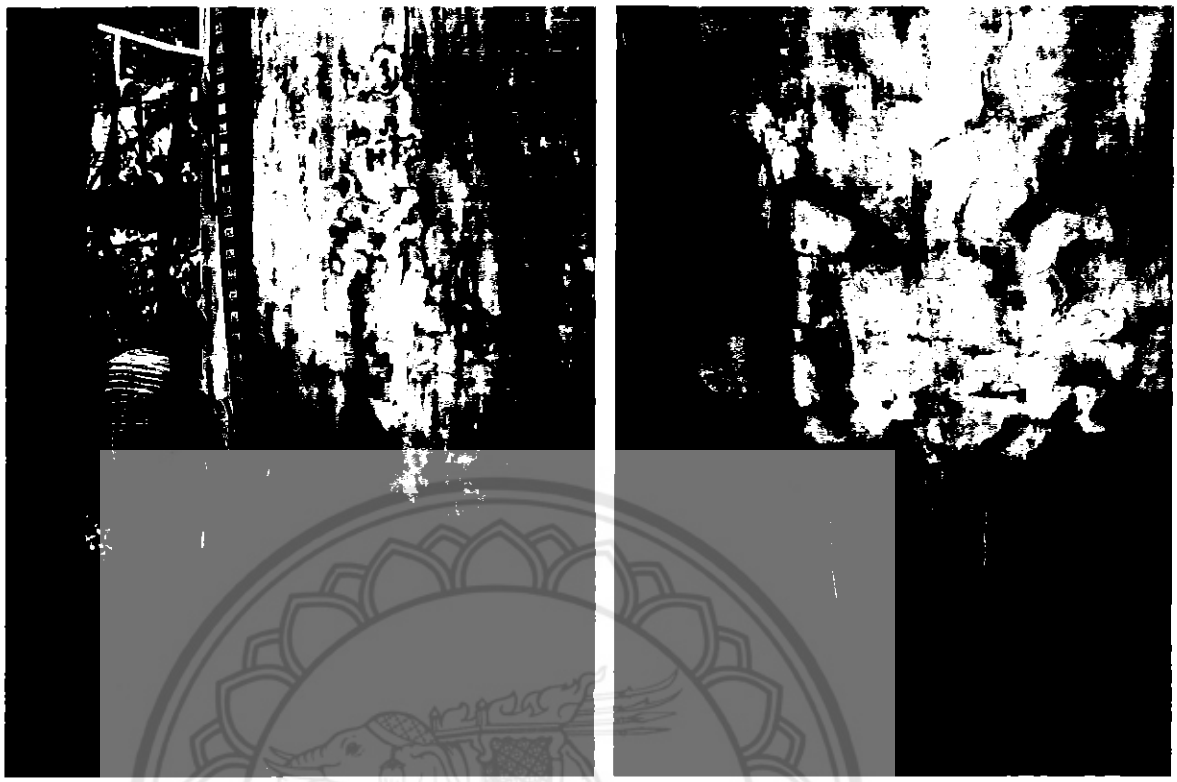
จุดที่ 3 เก็บตัวอย่างน้ำที่ผ่านถังกรองทราย

จุดที่ 4 เก็บตัวอย่างน้ำประปาที่เครื่องสูบน้ำ

รูปที่ 3.1 จุดที่ 1 เก็บตัวอย่างน้ำที่เครื่องสูบน้ำ



รูปที่ 3.2 จุดที่ 2 เก็บตัวอย่างน้ำที่ฝานถาดโปรยกรอง



รูปที่ 3.3 จุดที่ 3 เก็บตัวอย่างน้ำที่ผ่านถังกรองทราย

รูปที่ 3.4 จุดที่ 4 เก็บตัวอย่างน้ำประปาที่เครื่องสูบจ่ายน้ำ

ตารางที่ 3.2 พารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์

พารามิเตอร์	จุดเก็บน้ำตัวอย่าง			
	น้ำก่อนเข้าถาดกรองเติมอากาศ	น้ำที่ผ่านถาดกรองเติมอากาศ	เก็บตัวอย่างน้ำที่ผ่านถังกรองทราย	เก็บตัวอย่างน้ำประปาที่ปั๊ม
อุณหภูมิ	✓	✓	✓	✓
pH	✓	✓	✓	✓
DO	✓	✓	✓	✓
ความขุ่น	✓	✓	✓	✓
เหล็ก	✓	✓	✓	✓
บีโอดี	✓	-	-	✓
ซัลเฟต	✓	✓	✓	✓
คลอไรด์	✓	✓	✓	✓
ของแข็งทั้งหมด	✓	✓	✓	✓
ของแข็งแขวนลอย	✓	✓	✓	✓
ไนไตรท์	✓	✓	✓	✓
ไนเตรท	✓	✓	✓	✓
ความกระด้าง	✓	✓	✓	✓

3.4 วิธีวิเคราะห์และเครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์

ตารางที่ 3.3 วิธีวิเคราะห์และเครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์

พารามิเตอร์	วิธีวิเคราะห์	เครื่องมือที่ใช้
1. อุณหภูมิ	Thermometer	Thermometer
2. พีเอช	Electrometric Method	pH meter
3. ออกซิเจนละลายน้ำ	เครื่องมือวัด	เมมเบรนอิเลคโตรด
4. ความขุ่น	Nephelometric method	Spectrophotometer
5. เหล็ก	Atomic absorption spectrophotometer	Vis- spectrophotometer
6. บีโอดี	Azide modification	ตู้อบ 20°C
7. ซัลเฟต	เครื่องกวนผสมสารเคมีด้วยแม่เหล็ก	Vis- spectrophotometer
8. คลอไรด์	ไตรเตรท	บิวเรต
9. ของแข็งทั้งหมด	อบแห้งที่ 103-105° c	อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Water bath)
10.ของแข็งแขวนลอย	อบแห้งที่ 103-105° c	กรวยบุคเนอร์ ,เครื่องสูญญากาศ
11. ไนไตรท	Colorimetric analysis	Vis- spectrophotometer
12 ไนเตรท	Colorimetric analysis	Vis- spectrophotometer
13 ความกระด้าง	ไตรเตรท	บิวเรต

บทที่ 4

วิเคราะห์ผลการทดลอง

4.1 ศึกษาระบบผลิตน้ำประปาส่วนภูมิภาคตำบลเขาสมอแคลง อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก

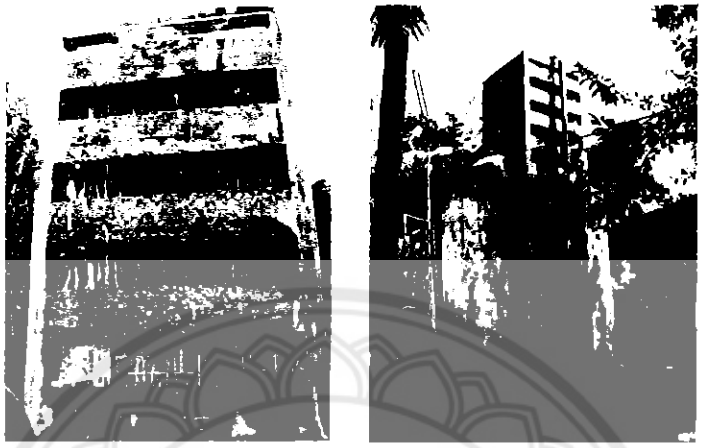
1.สถานีสูบน้ำ

สถานีสูบน้ำ ภายในประกอบด้วย ระบบท่อ และเครื่องสูบน้ำบาดาล ระยะเวลาการทำงานของเครื่องสูบน้ำประมาณ 17-18 ชั่วโมง สูบไปยังระบบผลิตน้ำประปา

รูปที่ 4.1 เก็บตัวอย่างน้ำที่เครื่องสูบน้ำบาดาล

2. ถาดโปรยกรอง (Tray aerator)

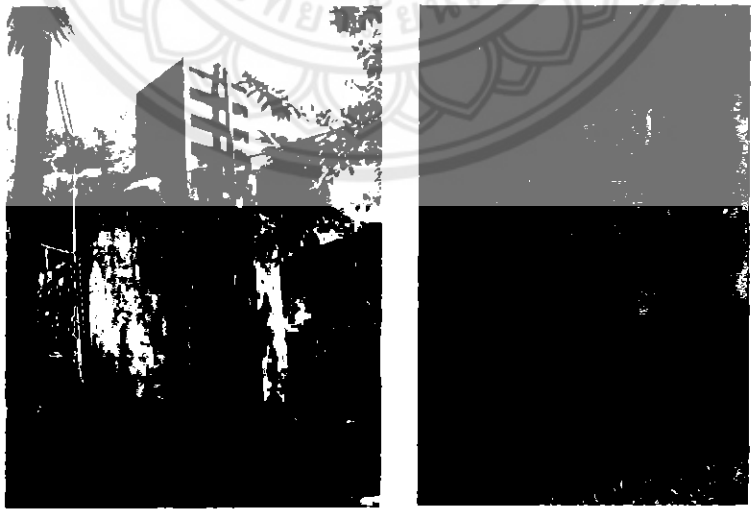
Tray aeratorมี 2 ชุดขนานกันสลับกันทำงาน แต่ละชุดมีจำนวน5ถาดกรองขนาดกว้างXยาวเท่ากับ 1.4X1.4เมตร ใช้ถ่านเป็นAdsorbentวางอยู่บนถาด ระยะเวลาการทำงานของระบบประมาณ 17-18 ชั่วโมง



รูปที่ 4.2 แสดง Tray aerator

3.ถังทรายกรองเร็ว

ถังทรายกรองเร็ว ขนาด 20 ลูกบาศก์เมตร มี 2 ชุดขนานกัน สลับกันทำงาน ระยะเวลาการทำงาน ของระบบประมาณ 17-18 ชั่วโมง



รูปที่ 4.3 แสดงถังทรายกรองเร็ว

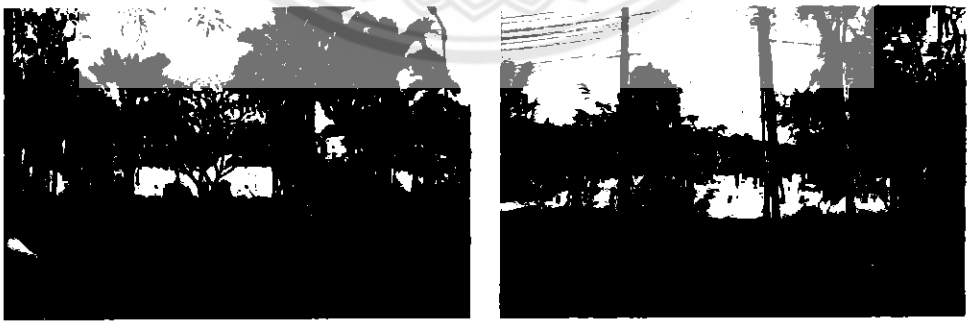
4.ถังน้ำใส

ถังน้ำใส ขนาด 20 ลูกบาศก์เมตร จำนวน 1 ถัง เก็บน้ำที่ผ่านการเติมอากาศในถังโปรยกรองก่อนที่จะส่งต่อไปยังถังเก็บน้ำประปาต่อไป

รูปที่ 4.4 แสดงถังน้ำใส

5.ถังเก็บน้ำประปา

ถังเก็บน้ำประปา ขนาดความกว้างXยาวXสูง เท่ากับ 10X14X2 เมตร ตามลำดับ ความลึกน้ำในถังประมาณ 3.5 เมตร รองรับน้ำจากถังน้ำใสก่อนส่งขึ้นถังเก็บน้ำสูงและรอการสูบจ่ายเป็นน้ำประปาต่อไป

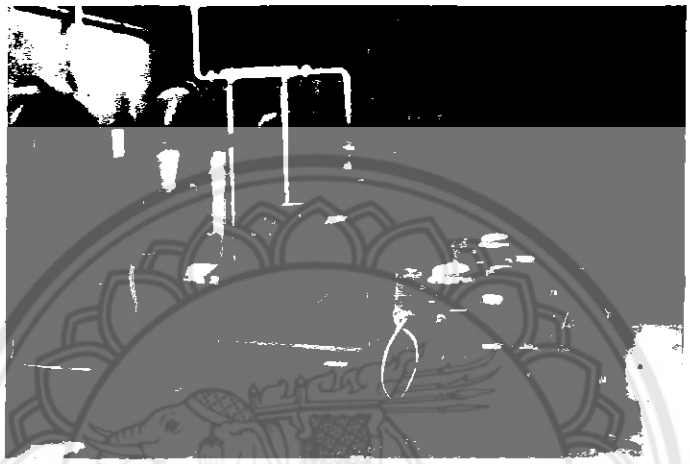


รูปที่ 4.8 แสดงถังเก็บน้ำประปา

6.ปั๊มสูบน้ำขึ้นถังน้ำสูงและแจกจ่าย

ปั๊มสูบน้ำขึ้นถังสูงเป็นแบบหอยโข่ง จำนวน 3 เครื่อง สูบน้ำดิบแจกจ่ายชุมชนและขึ้นถังสูงโดยระยะเวลาการทำงานของเครื่องสูบน้ำประมาณ 17-18 ชั่วโมง สลับหมุนเวียนกันใช้ตามลำดับ

น้ำประปาที่ได้มีการผันน้ำประปาจากโรงประปาหัวรอเพื่อให้มีปริมาณน้ำประปาที่เพียงพอต่อการบริการ



รูปที่ 4.9 แสดงปั๊มสูบน้ำขึ้นถังน้ำสูง

7.ถังน้ำสูง

ถังน้ำสูงจะรับน้ำจากถังเก็บน้ำประปาขึ้นมาแล้วปล่อยน้ำเพื่อแจกจ่ายให้กับบ้านเรือนที่พักอาศัยที่อยู่ในพื้นที่ให้บริการ

รูปที่ 4.10 แสดงถังน้ำสูง

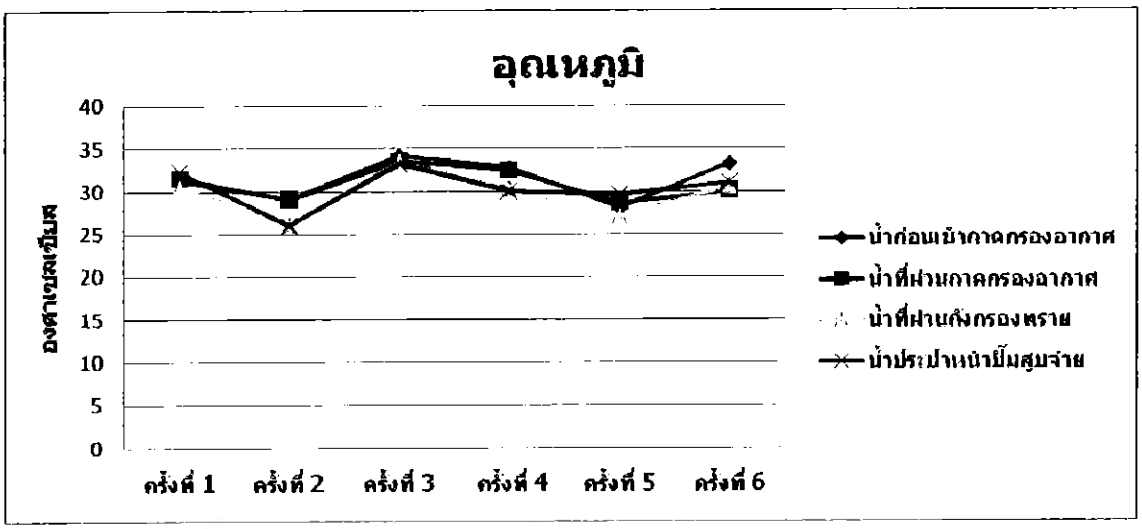
4.2 ศึกษาคุณภาพของน้ำประปาที่ผ่านกระบวนการบำบัด

จากการเก็บตัวอย่างน้ำมาทดลองและวิเคราะห์ จะแสดงผลในรูปของกราฟและวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

4.2.1 อุณหภูมิ

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าอุณหภูมิ

จุดเก็บ / วันที่เก็บ	10/11/2553	24/11/2553	8/12/2553	12/1/2554	26/1/2554	9/2/2554	ค่าเฉลี่ย
น้ำดิบ	31.2	29	34.1	32.7	28	33.2	31.4
น้ำที่ผ่าน TRAY AERATOR	31.5	29	33.5	32.4	28.6	30	30.8
น้ำที่ผ่านถังกรองทราย	30.4	26	33.5	30.3	27	30.6	29.6
น้ำประปาหน้าเครื่องสูบน้ำ	32.3	26	33.2	30.0	29.6	31	30.4



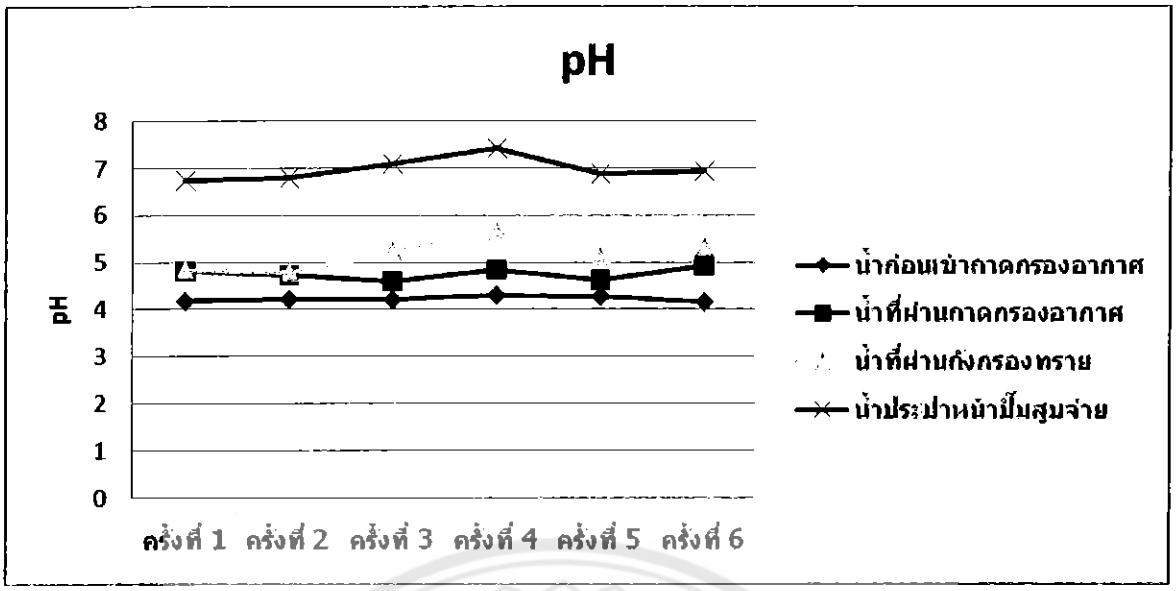
รูปที่ 4.11 กราฟแสดงค่าอุณหภูมิ

จากผลการวิเคราะห์น้ำ ค่าอุณหภูมิของน้ำอยู่ระหว่าง 25 – 33.6 °C มีค่าเฉลี่ย น้ำดิบ , น้ำที่ผ่าน TRAY AERATOR , น้ำที่ผ่านถังกรองทราย , น้ำประปาหน้าปั๊มสูบจ่ายน้ำ เท่ากับ 31.37 , 30.83 , 29.63 , และ 30.35 ตามลำดับ

4.2.2 พีเอช

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าพีเอช

จุดเก็บ / วันที่เก็บ	10/11/2553	24/11/2553	8/12/2553	12/1/2554	26/1/2554	9/2/2554	ค่าเฉลี่ย
น้ำดิบ	4.17	4.21	4.20	4.30	4.27	4.15	4.22
น้ำน้ำที่ผ่าน TRAY AERATOR	4.18	4.73	4.60	4.85	4.63	4.92	4.76
น้ำที่ผ่านถังกรองทราย	4.85	4.80	5.23	5.64	5.10	5.33	5.16
น้ำประปาหน้าเครื่องสูบน้ำ	6.74	6.80	7.10	7.42	6.81	6.93	6.98



รูปที่ 4.12 กราฟแสดงค่าพีเอช

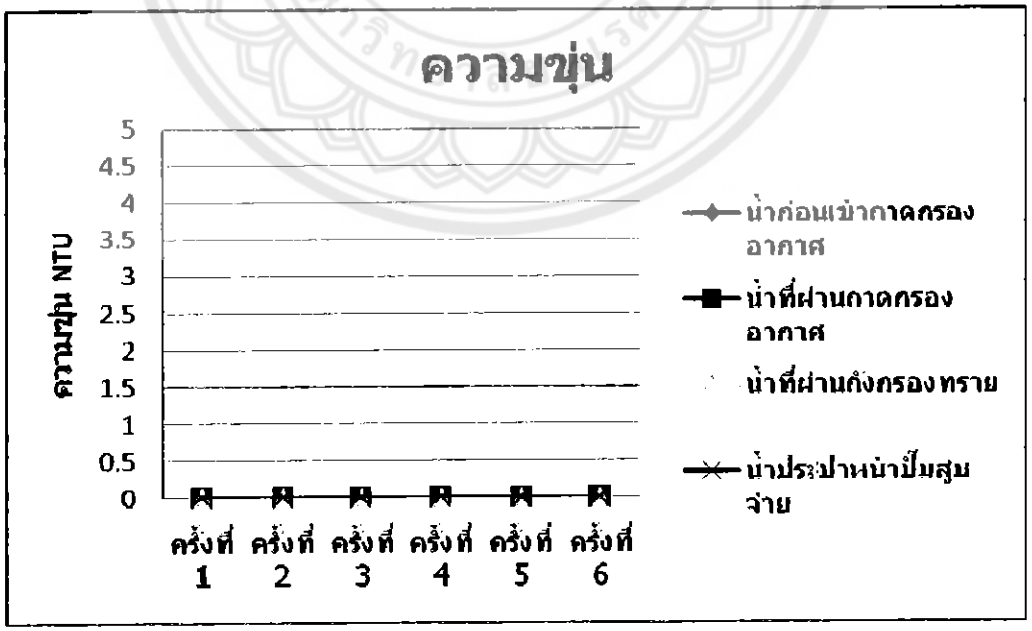
พีเอช คือการวัดค่าความเข้มข้นของไฮโดรเจนอิออน หรือการวัดถึงความสามารถของกรดหรือด่างที่มีปฏิกิริยากับน้ำแล้วแตกตัวให้ไฮโดรเจนอิออน น้ำบริสุทธิ์จะมีค่าพีเอชเป็น 7 ปกติน้ำตามธรรมชาติจะมีค่าพีเอชอยู่ระหว่าง 6.0-8.5

จากผลการทดลอง พีเอชของน้ำตัวอย่างที่วัดได้มีค่าอยู่ระหว่างช่วง 4.15 - 7.42 พีเอชของน้ำประปาที่ระบบผลิตได้มีค่าอยู่ระหว่าง 6.74- 7.42 ซึ่งจะเห็นว่าน้ำมีค่าเฉลี่ยพีเอชเพิ่มขึ้นจากน้ำดิบ (4.22) จนถึงน้ำประปา (6.98) เป็นผลมาจากได้มีการนำน้ำประปาจากการประปาหัวรอมาผสมกับน้ำประปาเขาสมอแคลง จึงอาจทำให้พีเอชเพิ่มขึ้น อยู่ในช่วงเกณฑ์มาตรฐานของการประปาส่วนภูมิภาค (6.5-8.5)

4.2.3 ความขุ่น

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าความขุ่น

จุดเก็บ / วันที่เก็บ	10/11/2553	24/11/2553	8/12/2553	12/1/2554	26/1/2554	9/2/2554	ค่าเฉลี่ย
น้ำดิบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
น้ำที่ผ่าน TRAY AERATOR	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
น้ำที่ผ่านถังกรองทราย	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
น้ำประปาหน้าเครื่องสูบน้ำ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ



รูปที่ 4.13 กราฟแสดงค่าความขุ่นของน้ำที่ผ่านถังดกตะกอนและน้ำประปา

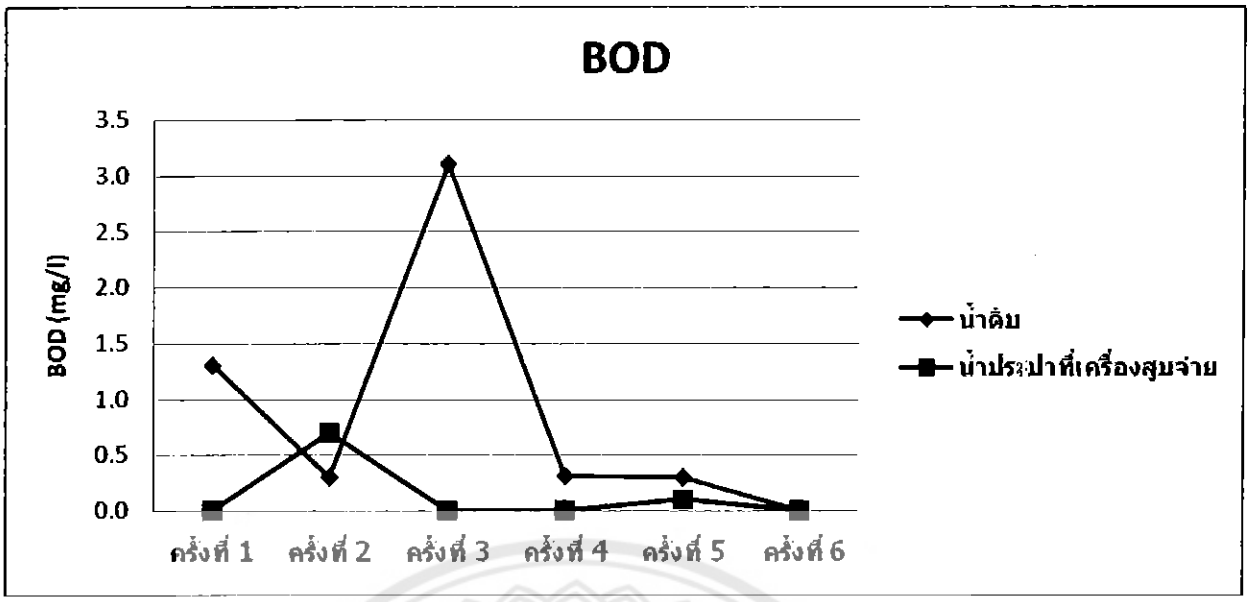
ความขุ่น เกิดขึ้นเนื่องจากมีสารแขวนลอยอยู่ในน้ำ เช่น ดินโคลน ทรายละเอียด และสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก จำพวกสาหร่ายเซลล์เดียว แพลงก์ตอน มักใช้เป็นตัววัดประสิทธิภาพของกระบวนการบำบัดน้ำ เช่น การกรอง การตกตะกอน

จากผลการทดลองตรวจไม่พบความขุ่นในน้ำประปา ซึ่งค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคกำหนดไว้ที่ 5 NTU แสดงว่าน้ำประปามีค่าผ่านมาตรฐานทุกครั้ง

4.2.4 บีโอดี

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าบีโอดี

จุดเก็บ / วันที่เก็บ	10/11/2553	24/11/2553	8/12/2553	12/1/2554	26/1/2554	9/2/2554	ค่าเฉลี่ย
น้ำดิบ	1.30	0.30	3.10	0.310	0.30	0	0.89
น้ำประปาหน้าเครื่องสูบน้ำ	0	0.70	0	0	0.10	0	0.13



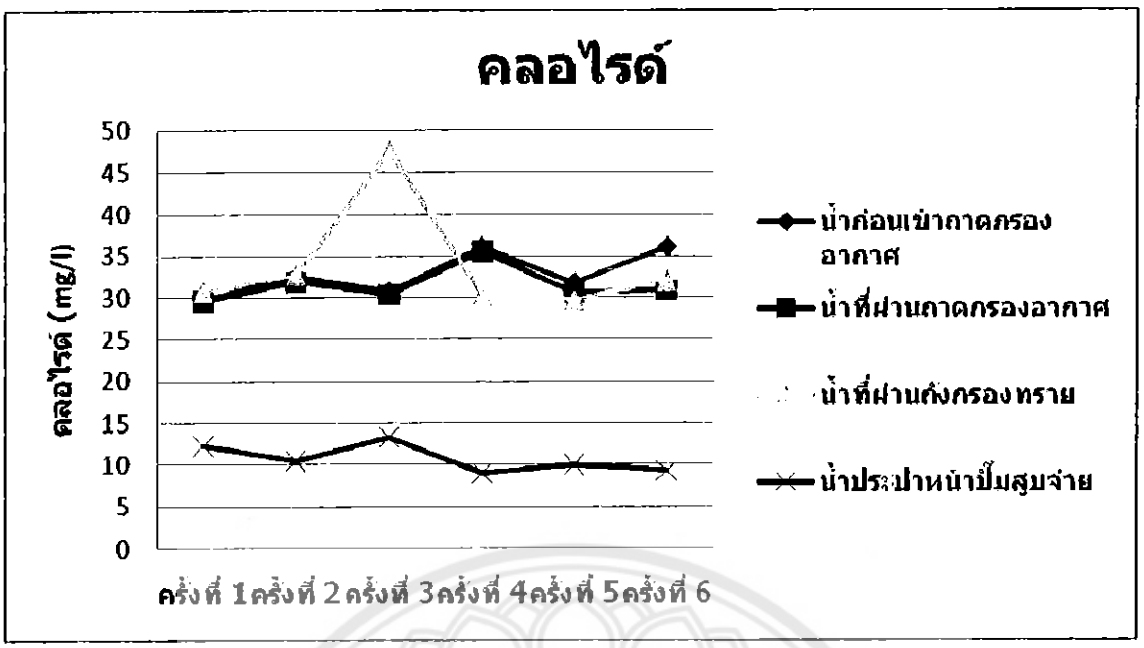
รูปที่ 4.14 กราฟแสดงค่าของบีโอดี

จากการทดลองค่าเฉลี่ยบีโอดีน้ำดิบและน้ำประปาลดลงจาก 0.89มก./ล. เป็น 0.13 มก./ล.

4.2.5 คลอไรด์

ตารางที่ 4.5 แสดงค่าคลอไรด์

จุดเก็บ / วันที่เก็บ	10/11/2553	24/11/2553	8/12/2553	12/1/2554	26/1/2554	9/2/2554	ค่าเฉลี่ย
น้ำดิบ	29.783	32.255	30.784	36.039	31.785	36.040	32.828
น้ำที่ผ่าน TRAY AERATOR	29.255	31.785	30.283	35.255	30.255	30.784	31.410
น้ำที่ผ่านถังกรองทราย	30.784	32.786	47.552	30.283	29.783	32.035	33.871
น้ำประปาหน้าเครื่องสูบน้ำ	12.264	10.512	13.265	9.010	10.011	9.560	10.720



รูปที่ 4.15 กราฟแสดงค่าคลอไรด์

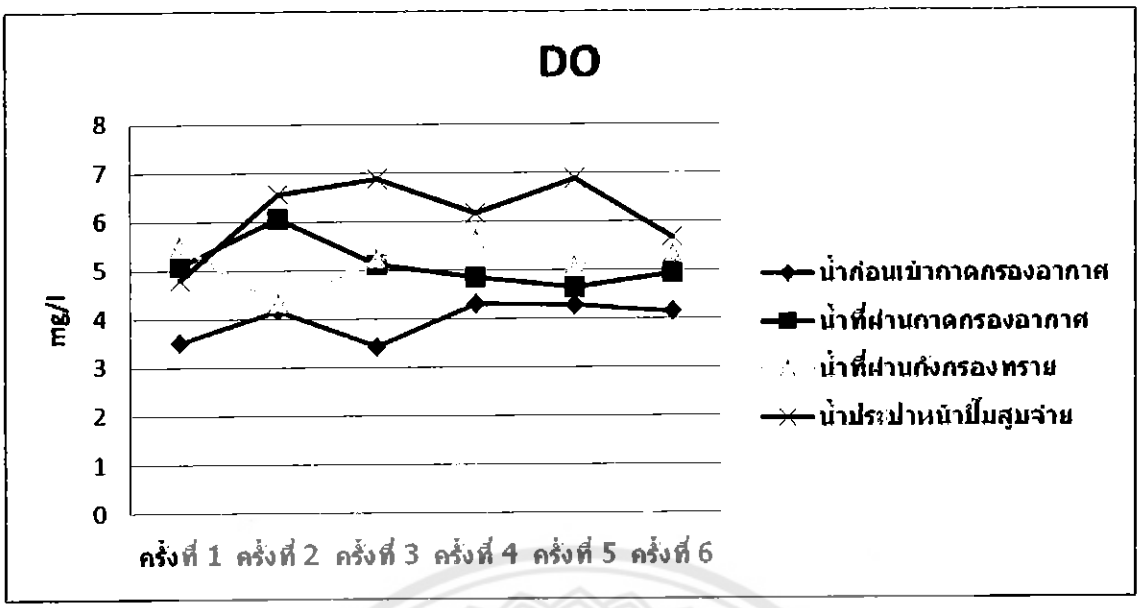
คลอไรด์เป็นสารอนินทรีย์ที่พบได้ในน้ำผิวดินและน้ำเสียในปริมาณที่ไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของเกลือในน้ำ ปกติน้ำเสียจะมีคลอไรด์มากกว่าน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติ

จากการทดลองค่าเฉลี่ยของคลอไรด์ของน้ำดิบ น้ำที่ผ่าน Tray aerator และน้ำที่ผ่านถังกรองทราย มีค่าเท่ากับ 32.828 , 31.410 และ 33.871 มก./ล ตามลำดับ ซึ่งถือได้ว่าค่าใกล้เคียงกันมาก แต่เมื่อผ่านกระบวนการทั้งสามขั้นตอนกลายเป็นน้ำประปาแล้วค่าลดลงเหลือเพียง 10.720 มก./ล ซึ่งมีค่าผ่านเกณฑ์มาตรฐานการประปาส่วนภูมิภาคที่กำหนดไว้ไม่เกิน 250 มก./ล

4.2.6 ออกซิเนละลายน้ำ (DO)

ตารางที่ 4.6 แสดงค่าออกซิเนละลายน้ำ

จุดเก็บ / วันที่เก็บ	10/11/2553	24/11/2553	8/12/2553	12/1/2554	26/1/2554	9/2/2554	ค่าเฉลี่ย
น้ำดิบ	3.52	4.17	3.43	4.30	4.27	4.15	3.98
น้ำที่ผ่าน TRAY AERATOR	5.07	6.06	5.11	4.85	4.63	4.92	5.11
น้ำที่ผ่านถังกรองทราย	5.50	4.32	5.23	5.64	5.10	5.33	5.19
น้ำประปาหน้าเครื่องสูบน้ำ	4.80	6.57	6.88	6.16	6.87	5.68	6.16



รูปที่ 4.16 กราฟแสดงค่า DO

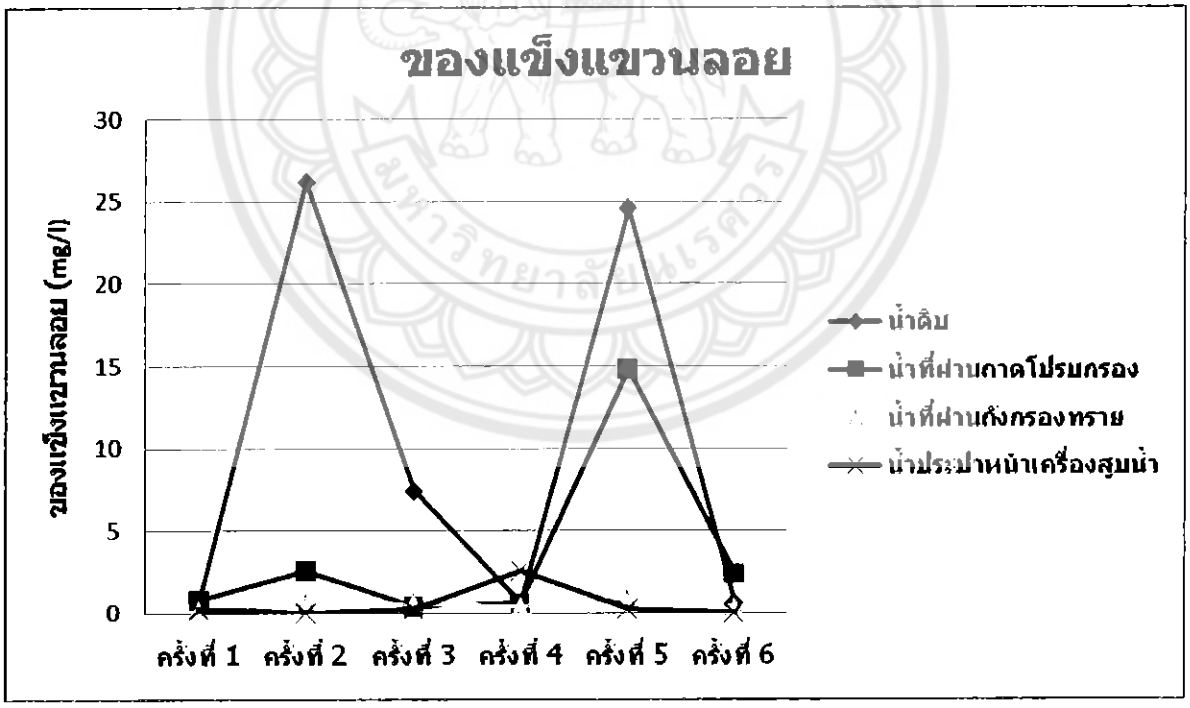
DO คือออกซิเจนละลายน้ำ สิ่งมีชีวิตในน้ำสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้โดยอาศัยก๊าซออกซิเจนที่ละลายน้ำซึ่งได้มาจากการสังเคราะห์แสงของพืชและจากอากาศ ทั้งนี้การละลายน้ำของออกซิเจนขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและความเข้มข้นของเกลือแร่ในน้ำที่ความดันหนึ่งๆ

จากการทดลองค่าเฉลี่ยออกซิเจนละลายน้ำของน้ำดิบ , น้ำที่ผ่าน Tray aerator , น้ำที่ผ่านถังกรองทรายและน้ำประปาหน้าปั๊มสูบจ่ายน้ำมีค่าเท่ากับ 3.97 , 5.10 , 5.18 และ 6.16 มก./ล ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีค่าเพิ่มขึ้นตามลำดับ อาจเกิดจากการเติมอากาศที่ Tray aerator

4.2.7 ของแข็งแขวนลอย

ตารางที่ 4.7 แสดงค่าของแข็งแขวนลอย

วันที่ / จุดเก็บที่	10/11/2553	24/11/2553	8/12/2553	12/01/2554	26/01/2554	9/02/2554	ค่าเฉลี่ย
น้ำดิบ	0.60	26.20	7.40	0.60	24.60	0.60	10.00
น้ำที่ผ่าน TRAY AERATOR	0.80	2.60	0.40	0.60	14.80	2.40	3.60
น้ำที่ผ่านถังกรองทราย	0.20	0.60	0.60	0.40	0.80	0.40	0.50
น้ำประปาหน้าเครื่องสูบน้ำ	0.20	0	0.20	2.60	0.20	0	0.53



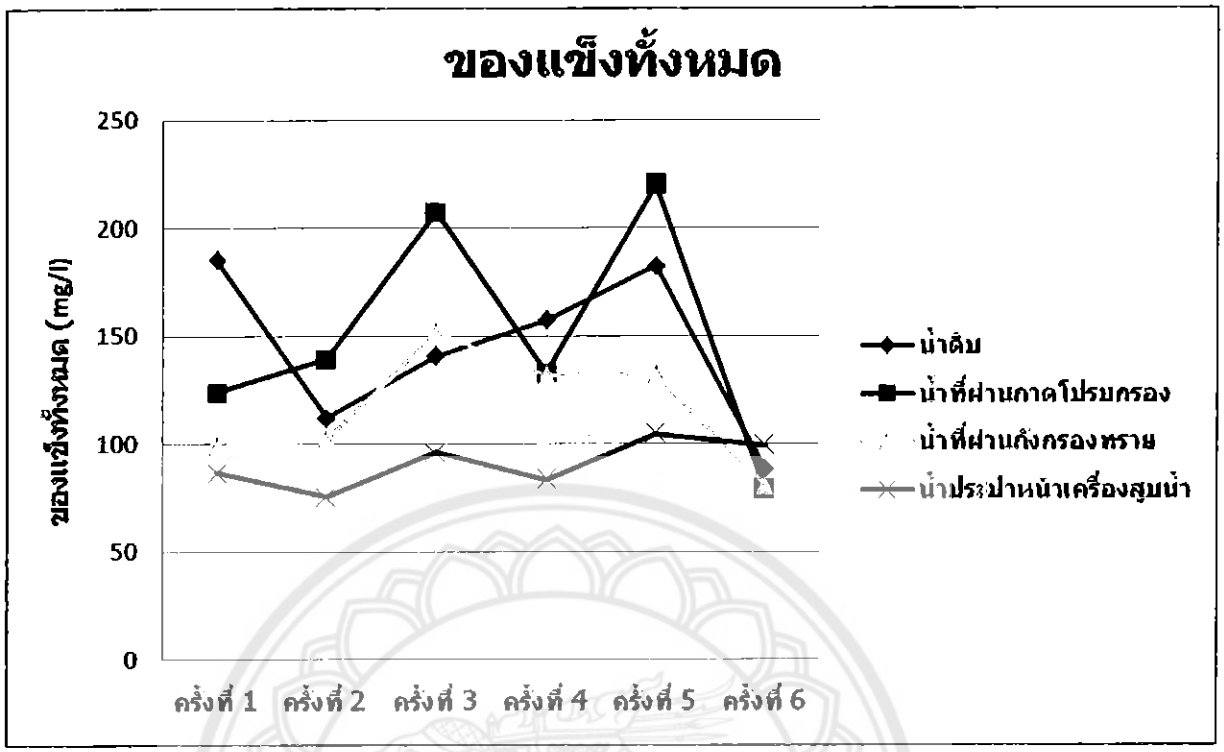
รูปที่4.17 กราฟแสดงของแข็งแขวนลอย

จากผลการทดลองค่าของแข็งแขวนลอยในน้ำดิบเฉลี่ยมีค่า 10 มก./ล. เมื่อผ่านการบำบัดเป็นน้ำประปาจะลดเหลือเฉลี่ย 0 มก. /ล. (ตรวจสอบไม่พบ) ประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งแขวนลอย 95%

4.2.9 ของแข็งทั้งหมด

ตารางที่ 4.8 แสดงค่าของแข็งทั้งหมด

วันที่ / จุดเก็บที่	10/11/2553	24/11/2553	8/12/2553	12/01/2554	26/01/2554	9/02/2554	ค่าเฉลี่ย
น้ำดิบ	185.33	112.00	140.67	157.33	182.67	88.00	144.33
น้ำที่ผ่าน TRAY AERATOR	124.00	139.33	207.33	132.67	220.00	78.67	150.33
น้ำที่ผ่านถังกรองทราย	98.67	102.00	151.33	132.00	132.00	80.67	116.11
น้ำประปาหน้าเครื่องสูบน้ำ	86.67	75.33	96.00	83.33	104.67	99.33	90.89



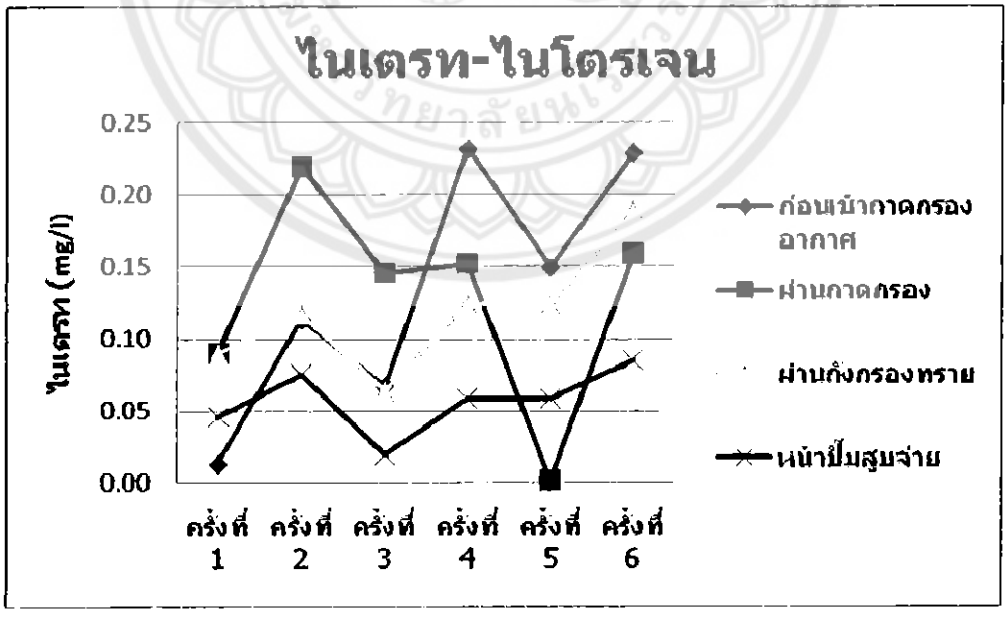
รูปที่ 4.18 กราฟแสดงค่าของแข็งทั้งหมด

จากผลการทดลอง น้ำที่ผ่านการบำบัดในแต่ระบบมักจะมีค่าของแข็งทั้งหมดลดลง น้ำประปามีของแข็งทั้งหมดอยู่ระหว่าง 0.072-0.104 มก./ล. ซึ่งมีค่าน้อย ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคที่ค่าไม่เกิน 600 มก./ล. ประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งทั้งหมด 44.11%

4.2.9 ไนเตรท-ไนโตรเจน

ตารางที่ 4.9 แสดงค่าไนเตรท-ไนโตรเจน

วันที่ จุดเก็บที่	10/11/2553	24/11/2553	8/12/2553	12/01/2554	26/01/2554	9/02/2554	ค่าเฉลี่ย
น้ำดิบ	0.002	0.002	0.003	0.008	0.001	0.005	0.002
น้ำที่ผ่าน TRAY AERETOR	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
น้ำที่ผ่านถังกรองทราย	0.002	0.002	0.003	0.001	0.002	0.002	0.002
น้ำประปาหน้าเครื่องสูบน้ำ	0.004	0.003	0.003	0.004	0.003	0.003	0.003



รูปที่ 4.19 กราฟแสดงค่าไนเตรท–ไนโตรเจน

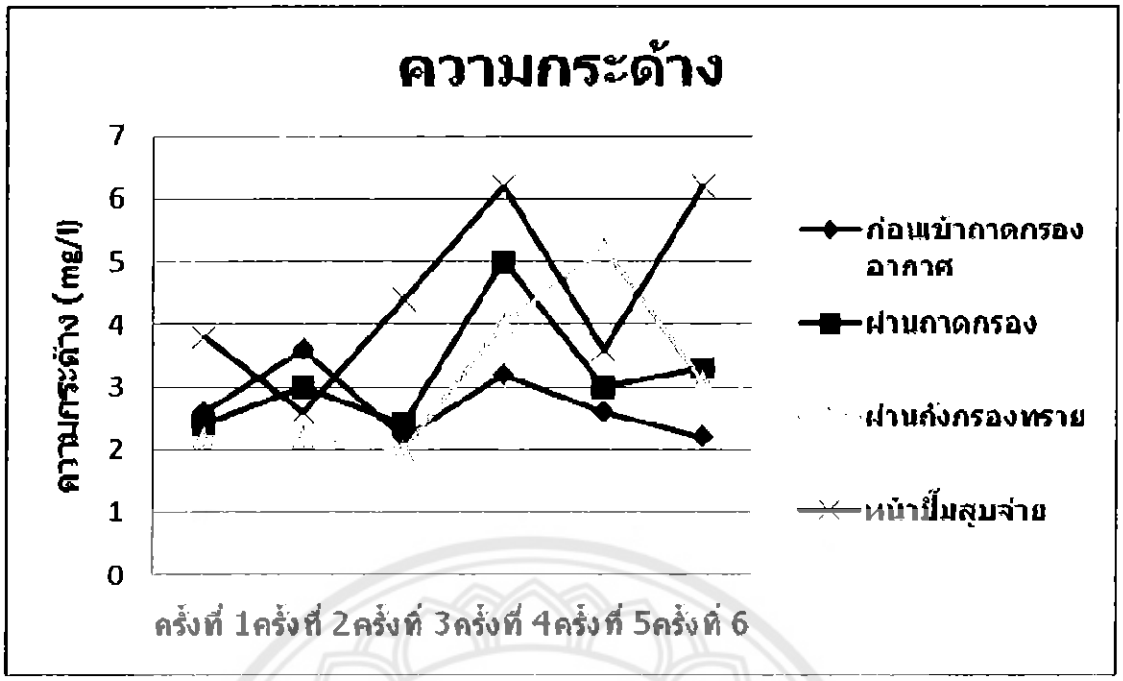
จากการทดลองค่าไนเตรท ที่ได้ในการเก็บตัวอย่างน้ำในแต่ละครั้ง มีค่าใกล้เคียงกันมีค่าอยู่ประมาณ 0.001-0.002 มก.ลิตรซึ่งถือว่าน้อยมาก จนแทบจะไม่มีนัยสำคัญ

จากผลการทดลองเห็นได้ว่าค่าไนเตรทในน้ำประปาอยู่ระหว่าง 0.003-0.004 มก./ล. ซึ่งผ่านมาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคซึ่งกำหนดไว้ที่ 11.3 มก. /ล

4.2.10 ความกระด้าง

ตารางที่ 4.10 แสดงค่าความกระด้าง

วันที่ / จุดเก็บที่	10/11/2553	24/11/2553	8/12/2553	12/01/2554	26/01/2554	9/02/2554	ค่าเฉลี่ย
น้ำดิบ	2.6	3.6	2.2	3.2	2.6	2.2	2.7
น้ำน้ำที่ผ่าน TRAY AERATOR	2.4	3	2.4	5	3	3.3	3.2
น้ำน้ำที่ผ่านถังกรองทราย	2.2	2.2	2	4	5.2	3.1	3.1
น้ำประปาหน้าเครื่องสูบน้ำ	3.8	2.6	4.4	6.2	3.6	6.2	4.5



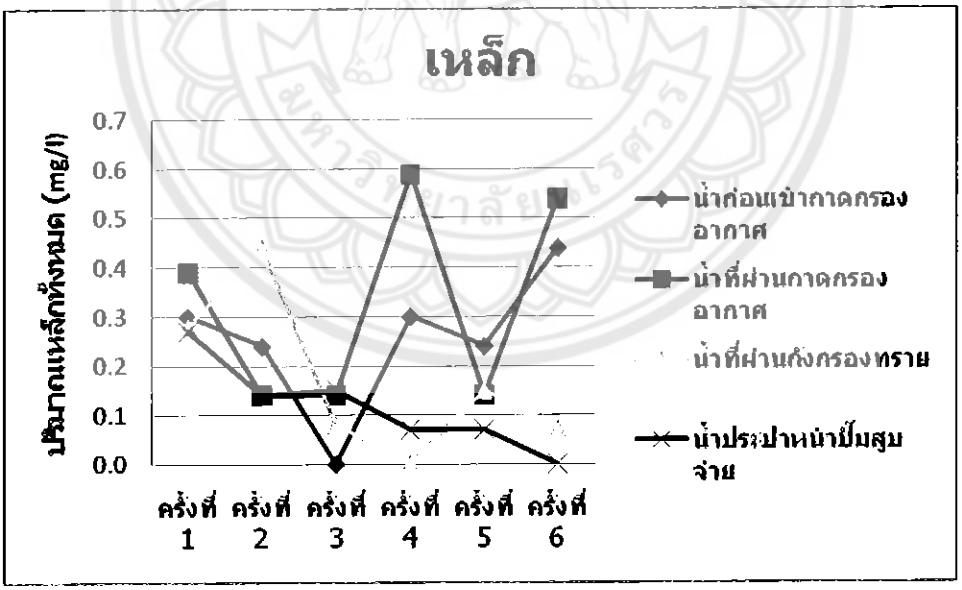
รูปที่ 4.20 กราฟแสดงค่าความกระด้าง

จากการทดลอง น้ำดิบมีค่าแนวโน้มของความกระด้างที่เพิ่มขึ้น น้ำประปาที่ผลิตได้จัดว่า เป็นน้ำอ่อนมีค่าน้อยกว่า ปริมาณความกระด้างของน้ำระหว่าง 2.6 – 6.2 (mg/l as$CaCO_3$) ซึ่งได้ตามมาตรฐานการประปาของภูมิภาคที่ไม่เกิน 300 mg/l as $CaCo_3$

4.2.11 เหล็ก (Fe)

ตารางที่ 4.12 แสดงค่าเหล็ก

วันที่ / จุดเก็บที่	10/11/2553	24/11/2553	8/12/2553	12/01/2554	26/01/2554	9/02/2554	ค่าเฉลี่ย
น้ำดิบ	0.30	0.24	0	0.30	0.24	0.44	0.25
น้ำที่ผ่าน TRAY AERATOR	0.39	0.14	0.14	0.59	0.14	0.54	0.32
น้ำที่ผ่านถังกรองทราย	0.28	0.44	0.08	0	0.15	0.07	0.17
น้ำประปาหน้าเครื่องสูบน้ำ	0.27	0.14	0.15	0.07	0.07	0	0.12



รูปที่ 4.21 กราฟแสดงค่าเหล็ก

จากการทดลอง จากน้ำดิบจนถึงน้ำประปามีค่าเฉลี่ยเหล็กในน้ำ จาก 0.25 มก./ล. ลดเหลือ 0.12 มก./ล. ปริมาณเหล็กละลายน้ำในประปาไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานน้ำประปาส่วนภูมิภาค คือ 0.3 มก./ล. ประสิทธิภาพการบำบัด 32.81%

4.3 ศึกษาประสิทธิภาพของระบบผลิตน้ำประปา ตำบลเขาสมอแคลง อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก

4.3.1 ประสิทธิภาพในปัจจุบัน

ตารางที่ 4.15 แสดงจำนวนผู้ใช้น้ำจากการประปาส่วนภูมิภาคบ้านเขาสมอแคลงและปริมาณน้ำที่ผลิตสุทธิ

เดือนที่เก็บข้อมูล	จำนวนผู้ใช้น้ำ (ราย)	ปริมาณน้ำผลิตสุทธิ (ลบ.ม./เดือน)
พฤศจิกายน 2553	1,793	65,787
ธันวาคม 2553	1,799	64,104
มกราคม 2554	1,834	61,682
กุมภาพันธ์ 2554	1,856	60,795

ปริมาณน้ำผลิตสุทธิเฉลี่ย (ลบ.ม.) = 63,092 ลบ.ม. /เดือน

อัตราการใช้น้ำ

ตารางที่ 4.16 แสดงอัตราการใช้น้ำประชากรในพื้นที่จ่ายน้ำ

เดือนที่เก็บข้อมูล	จำนวนผู้ใช้น้ำ (ราย)	ปริมาณน้ำผลิตสุทธิ (ลิตร)	อัตราการใช้น้ำ (ลิตรต่อรายต่อวัน)
พฤศจิกายน 2553	1,793	65,787,000	40.76
ธันวาคม 2553	1,799	64,104,000	38.32
มกราคม 2554	1,834	61,682,000	36.16
กุมภาพันธ์ 2554	1,856	60,795,000	38.99

ตัวอย่างการคำนวณอัตราการใช้น้ำเดือนธันวาคม 2553

$$\text{อัตราการใช้(ลิตร/ราย-วัน)} = \frac{\text{ปริมาณการใช้น้ำ(ลิตร/เดือน)}}{\text{จำนวนผู้ใช้น้ำ(ราย) X จำนวนวัน}}$$

$$= \frac{64,104,000}{1,799 \text{ X } 30}$$

$$= 1,187.77 \text{ ลิตร/ราย-วัน}$$

ฉะนั้น ในเดือนธันวาคม 2553 มีอัตราการใช้น้ำ 1,187.77 ลิตร/ราย-วัน

ถังกรองทราย

ถังกรองแบ่งเป็น 2 ถัง

ปริมาตรถังกรองแต่ละถัง = 3.617 เมตร

อัตราการกรองน้ำ $= \frac{Q}{A}$

$$= \frac{63,092 \text{ ลบ.ม./เดือน}}{9.45 \text{ ตร.ม.} \times 30}$$

$$= 0.31 \text{ ลบ.ม. /ตร.ม.- ชม.}$$

อัตราการกรองน้ำอยู่ที่ 4 – 6 ลบ.ม. /ตร.ม.- ชม. แสดงว่าอัตราการกรองน้ำต่ำกว่าคำแนะนำ

(อ.เกรียงศักดิ์ , 2549)

ถาดโปรยกรอง

มีจำนวนถาดทั้งหมด = 5 ถาด

ระยะระหว่างถาด = $\frac{\text{ความสูง (เมตร)}}{\text{จำนวนถาด (ชั้น)}}$

= $\frac{1.90 \text{ เมตร}}{5 \text{ ชั้น}}$

= 0.38 เมตร

เทียบเกณฑ์ระหว่างชั้น 0.3 – 0.75 เมตร จะเห็นได้ว่า ระยะระหว่างถาดผ่านมาตร**ฐานการออกแบบถาดโปร**ยกรอง

Hydraulic loading = CO (litre / min) / A (m^2)

= $\frac{(63,092 \times 1000) / (30 \times 24 \times 60) \text{ (litre / min)}}{(1.4 \times 1.4) (m^2)}$

= 745.13 $l / min - m^2$

เทียบเกณฑ์ Hydraulic loading ที่ 40 – 200 $l / min - m^2$ จะเห็นได้ว่ามีค่าเกินมาต**รฐานที่กำหนดไว้ตามคำแนะนำ**

บทที่ 5

สรุป

5.1 สรุปคุณภาพน้ำประปา

จากคุณภาพน้ำตัวอย่างของระบบผลิตน้ำประปา ของการประปาส่วนภูมิภาคบ้านเขาสมอแคลง จังหวัดพิษณุโลก ซึ่งสามารถสรุปผลการทดลองได้ดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 แสดงค่าเฉลี่ยของน้ำประปาเทียบกับมาตรฐานของการประปาส่วนภูมิภาค

พารามิเตอร์	น้ำประปา	มาตรฐานน้ำประปา*	เทียบเกณฑ์มาตรฐาน
1. พีเอช	6.98	6.5-8.5	ผ่าน
2. ความขุ่น (NTU)	ตรวจไม่พบ	5	ผ่าน
3. ไนเตรท (mg/l as N)	0.003	11.29	ผ่าน
4. ไนไตรท์ (mg/l)	0.002	3	ผ่าน
5. คลอไรด์ (mg/l)	10.720	250	ผ่าน
6. ของแข็งทั้งหมด(mg/l)	90.89	600	ผ่าน
7. ความกระด้าง	4.47	300	ผ่าน

*อ้างอิงจาก มาตรฐานน้ำประปาตามมาตรฐานการประปาส่วนภูมิภาค

ตารางที่ 5.2 ผลน้ำประปาแต่ละครั้งเมื่อเทียบกับมาตรฐานน้ำประปา

พารามิเตอร์	10/11/2553	24/11/2553	8/11/2553	12/1/2554	26/1/2554	9/2/2554
1. พีเอช	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
2.ความขุ่น (NTU)	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
3. ไนเตรท (mg/l)	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
4. ไนไตรท์ (mg/l)	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
5. คลอไรด์ (mg/l)	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
6. ของแข็งทั้งหมด (mg/l)	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
7. ความกระด้าง	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน

จากตารางจะเห็นว่าค่าน้ำประปาแต่ละครั้งทุกพารามิเตอร์เมื่อเทียบกับมาตรฐานของน้ำประปานั้นผ่านเกณฑ์ทั้งหมด

5.2 ประสิทธิภาพการบำบัด

ตารางที่ 5.3 แสดงประสิทธิภาพการบำบัด

พารามิเตอร์	น้ำดิบ	น้ำที่ออกจากถังกรองทราย	ประสิทธิภาพการบำบัด(%)
1. ความขุ่น (NTU)	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	-
2. ของแข็งแขวนลอย(mg/l)	10.00	0.50	95
3. ของแข็งทั้งหมด(mg/l)	144.33	80.67	44.11
4. ความกระด้าง	2.733	3.117	14.05
5. เหล็ก	0.253	0.170	32.81

จากผลการทดลองระบบผลิตน้ำประปามีประสิทธิภาพในการบำบัดของแข็งแขวนลอย ของแข็งทั้งหมด ความกระด้างได้ร้อยละ 95 , 44.11 , 14.05 , 32.81ตามลำดับ

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการเก็บและวิเคราะห์น้ำเปรียบเทียบตลอดทั้งปี
2. อาจวิเคราะห์พารามิเตอร์เพิ่มเติม เช่น โคลิฟอร์ม หรือ โลหะหนัก
3. ควรตรวจวัดอัตราการผลิตน้ำที่แท้จริงของการประปาเขาสมอแคลง และตรวจสอบปริมาณน้ำประปาจากการประปาหัวรอ ที่สูบมาสมทบ
4. ควรจัดตารางแผนการตรวจสอบเครื่องมืออุปกรณ์ในระบบ และการเปลี่ยนถ่านในถาดโปรยกรอง รวมถึงการล้างย้อนชั้นกรองในถังกรอง
5. ควรทำแผนผังระบบท่อจ่ายน้ำประปา เพื่อดูขอบเขตการจ่ายน้ำ และประเมินจำนวนประชากรผู้รับบริการที่แท้จริง

มหาวิทยาลัยนเรศวร

บรรณานุกรม

(1) มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์. (2538). วิศวกรรมประปา เล่ม1 . กรุงเทพมหานคร : จุฬาลงกรณ์

(2) ()มหาวิทยาลัย ชัยวัฒน์ โพธิ์ทอง. (2552). วิศวกรรมประปา จ.พิษณุโลก : มหาวิทยาลัยนเรศวร

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน

ชื่อ นายภวภูรินทร์ สุวรรณรงค์

ภูมิลำเนา 20 ม. 10 ต.เข็กน้อย อ.เขาค้อ จ.เพชรบูรณ์ 67280

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนแคมป์วิทยา
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: vuugfunjao@hotmail.com

ชื่อ นางสาวภานุมาศ ลิมประเสริฐ

ภูมิลำเนา 34/7 ถนนหมื่องหลวง ต. ในเวียง อ. เมือง จ. แพร่

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนพิริยาลัย ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

E-mail: juburu_bamboo@hotmail.com

ชื่อ นางสาวปรมันท์ ยอดประทุม

ภูมิลำเนา 179 ม. 1 ต.ขุนยวม อ.ขุนยวม จ.แม่ฮ่องสอน

ประวัติการศึกษา

- จบมัธยมศึกษาจากโรงเรียนขุนยวมวิทยา
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: cracyblue@hotmail.com