# รายงานปฏิบัติงานสหกิจศึกษา
# ศึกษากระบวนการผลิตน้ำประปา
# กรณีศึกษา โรงผลิตน้ำมหาสวัสดิ์
# Study the Production Process of Tap Water
# Case Study Maha Sawat Water Plant


โดย

นาย ภัทรพงษ์ กัลยาณวุฒิ 5804100020


รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชาสหกิจศึกษา

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563

| | |
|---|---|
| **หัวข้อโครงงาน** | ศึกษากระบวนการผลิตน้ำประปากรณีศึกษา<br>โรงผลิตน้ำมหาสวัสดิ์<br>Study the Production Process of Tap Water<br>Case Study Maha Sawat Water Plant |
| **รายชื่อผู้จัดทำ** | นาย ภัทรพงษ์ กัลป์ยาณวุฒิ 5804100020 |
| **ภาควิชา** | วิศวกรรมเครื่องกล |
| **อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน** | อาจารย์ ดร.ชาญชัย วิรุณฤทธิชัย |

อนุมัติให้โครงงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชาสหกิจศึกษา ประจำภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2563

คณะกรรมการการตรวจสอบโครงงาน

.....อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน

(อาจารย์ ดร.ชาญชัย วิรุณฤทธิชัย)

.....พนักงานที่ปรึกษา

(คุณชัยวัฒน์ ชมสุวรรณ์)

.....กรรมการกลาง

( อาจารย์ สมบัติ หิรัญวรรณพงษ์ )

.....ผู้ช่วยอธิการบดีและผู้อำนวยการสำนักสหกิจศึกษา

(ผศ.ดร.มารุจ ลิมปะวัฒนะ)

# จดหมายนำส่งรายงาน

วันที่ 26 กุมภาพันธ์ 2565

เรื่อง ขอส่งรายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

เรียน อาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

อาจารย์ ดร.ชาญชัย วิรุณฤทธิชัย

ตามที่ผู้จัดทำ นาย ภัทรพงษ์ กัลยาณวุฒิ นักศึกษาของภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม ได้เข้าปฏิบัติงานในโครงการสหกิจศึกษาระหว่างวันที่ 13 มการาคม 2563 ถึง วันที่ 13 มีนาคม 2563 ในแผนกตำแหน่งวิศวกรตรวจสอบ ( QC Engineer ) ณ โรงผลิตน้ำมหาสวัสดิ์

โดยได้รับมอบหมายงานจากทางแผนกฝ่ายผลิตน้ำประปาให้ทำหน้าที่ทำหน้าที่ตรวจสอบการทำงานของขั้นตอนการผลิตน้ำประปา เพื่อให้เกิดความเข้าใจในขั้นตอนการผลิน้ำประปา อย่างมีประสิทธิภาพและได้มาตรฐาน

บัดนี้การปฏิบัติงานสหกิจศึกษาได้สิ้นสุดลงแล้วข้าพเจ้าจึงขอส่งรายงานดังกล่าวมาพร้อมกันนี้ จำนวน 1 เล่มเพื่อขอรับคำปรึกษา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(นาย ภัทรพงษ์ กัลยาณวุฒิ)

# กิตติกรรมประกาศ

การที่ข้าพเจ้าได้เข้ามาปฏิบัติงานสหกิจศึกษากับทาง โรงผลิตน้ำมหาสวัสดิ์ ในส่วนของขั้นตอนการผลิตน้ำประปา ตั้งแต่วันที่ 13 มกราคม 2563 - วันที่ 13 มีนาคม 2563 ส่งผลให้ข้าพเจ้าได้รับความรู้และประสบการณ์ต่างๆ ที่มีค่ามากมาย สำหรับรายงานปฏิบัติงานสหกิจศึกษาฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดีจากความร่วมมือและการสนับสนุนจากหลายฝ่ายดังนี้

1. คุคุณชัยวัฒน์ ชมสุวรรณ์ ตำแหน่งวิศวกร
2. อาจารย์ ดร.ชาญชัย วิรุณฤทธิชัย อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน

และบุคคลท่านอื่นที่ไม่ได้กล่าวมา ที่ได้ให้คำแนะนำช่วยเหลือในการจัดทำโครงงาน

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการให้ข้อมูล เป็นที่ปรึกษาและช่วยเหลือต่าง ๆ ในการทำรายงานฉบับนี้ให้สมบูรณ์ ตลอดจนให้การดูแลและให้ความเข้าใจกับชีวิตของการทำงานจริง ซึ่งคณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

นาย ภัทรพงษ์ กัลยาณวุฒิ

26 กุมภาพันธ์ 2565

| | |
|---|---|
| Title | : The Production Process of Tap Water<br>Case Study of Maha Sawat Water Plant |
| By | : Mr. Patharapong Kanlayanawoot 5804100020 |
| Advisor | : Dr. Chanchai Wiroonritichai |
| Degree | : Bachelor of Engineering |
| Department | : Mechanical Engineering |
| Faculty | : Engineering |
| Semester/Academic year | : 2/2020 |

## Abstract

This project presented the process of producing tap water, which was studied during the work under the cooperative education project with the Audit Engineer Department of Maha Sawat water plant. The objective was to study the process of producing tap water such as the process of pumping water from the raw water source sedimentation stage, filtration stage, water quality inspection, disinfection procedure, water quality control procedures, and metering procedure.

The results of the study revealed the process of producing tap water from the start of the water pumping process to the water distribution process to the water users in house. The first stage of tap water production is the process of pumping raw water from the Mae Klong River. The next step is to bring raw water through the process of improving raw water quality by adding alum and lime. Subsequently, the water enters the sedimentation stage where the water is left to settle in the sedimentation tank. When the water has settled into a large sediment, the water will go through a filtration process to filter the small sediment to make it clearer. When the water is clear, it goes to a disinfection process by releasing chlorine gas in the amount of 0.6 mg per 1 liter of water and is called tap water. The tap water will be sent through the water quality control process to verify that it meets scientific criteria. Once the water supply has been verified to meet scientific standards, it will enter the process of being pumped for water users to consume. The Metropolitan Waterworks Authority, Maha Sawat Water Plant can produce approximately 1,600,000 cubic meters of water per day.

**Keywords**: Tap Water Production Process, Filtration Process, Metering Process

Approved by

.....

| | |
|---|---|
| ชื่อโครงการ | : ศึกษากระบวนการผลิตน้ำประปา กรณีศึกษา โรงผลิตน้ำมหาสวัสดิ์ |
| จัดทำโดย | : นาย ภัทรพงษ์ กัลยาณวุฒิ 5804100020 |
| อาจารย์ที่ปรึกษา | : อาจารย์ ดร.ชาญชัย วิรุณฤทธิชัย |
| ระดับการศึกษา | : ปริญญาตรี |
| ภาควิชา | : วิศวกรรมเครื่องกล |
| คณะ | : วิศวกรรมศาตร์ |
| ภาคการเรียน/ปีการศึกษา | : 2/2563 |

## บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการนำเสนอเกี่ยวกับขั้นตอนการผลิตน้ำประปา ซึ่งได้ทำการศึกษาในระหว่างปฏิบัติงานตามโครงการสหกิจศึกษากับทางแผนกวิศวกรตรวจสอบ ของโรงผลิตน้ำมหาสวัสดิ์ เพื่อศึกษาขั้นตอนการผลิตน้ำประปา เช่น ขั้นตอนสูบน้ำจากแหล่งน้ำดิบ ขั้นตอนตกตะกอน ขั้นตอนกรอง ขั้นตอนตรวจสอบคุณภาพน้ำ ขั้นตอนฆ่าเชื้อโรค ขั้นตอนควบคุมคุณภาพน้ำประปา และขั้นตอนสูบจ่าย

ผลการศึกษาทำให้ทราบขั้นตอนการผลิตน้ำประปา ตั้งแต่เริ่มขั้นตอนการสูบน้ำไปจนถึงขั้นตอนการจ่ายน้ำไปสู่ผู้ใช้น้ำตามบ้านเรือนหรือสถานที่ต่าง ๆ ขั้นตอนแรกของการผลิตน้ำประปาคือขั้นตอนสูบน้ำดิบโดยสูบน้ำดิบจากแม่น้ำแม่กลอง ขั้นตอนต่อมาจะนำน้ำดิบมาผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบโดยใส่สารส้มและปูนขาว ต่อมาน้ำจะเข้าสู่ขั้นตอนตกตะกอนโดยน้ำจะถูกทิ้งไว้ให้ตกตะกอนในถังตกตะกอน เมื่อน้ำได้ตกตะกอนที่มีขนาดใหญ่น้ำจะเข้าสู่กระบวนการกรองเพื่อกรองตะกอนขนาดเล็กมาในน้ำเพื่อให้น้ำมีความใสขึ้น เมื่อน้ำมีความใสจึงนำมาสู่กระบวนการฆ่าเชื้อโรคโดยการปล่อยแก๊สคลอรีนในปริมาณ 0.6 มิลลิกรัมต่อน้ำ 1 ลิตร น้ำที่ได้รับการผสมแก๊สคลอรีนแล้วจึงเรียกว่าน้ำประปา น้ำประปาที่ได้จะถูกส่งไปขั้นตอนการควบคุมคุณภาพน้ำประปาเพื่อตรวจสอบให้ได้เกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์ เมื่อน้ำประปาที่ถูกตรวจสอบได้มาตรฐานตามเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์แล้วจะเข้าสู่ขั้นตอนการสูบจ่ายน้ำให้ผู้ใช้น้ำได้อุปโภคและบริโภค การประปานครหลวงโรงผลิตน้ำมหาสวัสดิ์สามารถผลิตน้ำได้วันละประมาณ 1,600,000 ลูกบาศก์เมตร

**คำสำคัญ** : ขั้นตอนการผลิตน้ำประปา,ขั้นตอนกรอง,ขั้นตอนการสูบจ่าย

| ผู้ตรวจ |
|---|
| ..... |

# สารบัญ


หน้า

จดหมายนำส่งรายงาน ก

กิตติกรรมประกาศ ข

บทคัดย่อ ค

Abstract ง

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ 1

1.3 ขอบเขตของโครงงาน 1

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ 1

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การทบทวนเอกสารและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 2

บทที่ 3 รายละเอียดการปฏิบัติงาน

3.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ 35

3.2 ลักษณะการประกอบการ ผลิตภัณฑ์การให้บริการหลักขององค์กร 35

3.3 รูปแบบการจัดการองค์การและการบริหารงานขององค์กร 36

3.4 ตำแหน่งและลักษณะงานที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย 36

3.5 ชื่อและตำแหน่งงานของพนักงานที่ปรึกษา 37

3.6 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน 37

3.7 ขั้นตอนและวิธีดำเนินงาน 37

3.8 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ 39

บทที่ 4 ผลการปฏิบัติงานตามโครงงาน

4.1 ผลการวิเคราะห์ 40

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลโครงงาน 47

5.2 สรุปผลการปฏิบัติงานสหกิศึกษา 47

บรรณานุกรม 50

# สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก. รูปภาพขณะปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ..... 52

ภาคผนวก ข. โปสเตอร์ ..... 56

ภาคผนวก ค. บทความทางวิชาการ ..... 58

# สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 จำนวนเครื่องสูบที่ต้องการใช้ ..... 5
ตารางที่ 2.2 ข้อดี-ข้อเสียของถังทรายกรองเร็ว ..... 14
ตารางที่ 2.3 เกณฑ์แนะนำการออกแบบถังทรายกรองเร็ว ..... 14
ตารางที่ 2.4 วิธีปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบเบื้องต้นสำหรับระบบทรายกรองช้า ..... 16
ตารางที่ 2.5 เกณฑ์แนะนำในการออกแบบถังทรายกรองช้า ..... 16
ตารางที่ 2.6 ข้อดีข้อเสียของถังทรายกรองช้า ..... 17
ตารางที่ 2.7 ข้อเปรียบเทียบระหว่างถังทรายกรองเร็วและถังทรายกรองช้า ..... 18
ตารางที่ 4.1 แสดงข้อมูลเครื่องสูบน้ำแรงสูง ฝ่ายโรงงานผลิตน้ำมหาสวัสดิ์ ..... 46

# สารบัญรูปภาพ

หน้า


รูปที่ 2.1 ขั้นตอนการผลิตน้ำประปา ..... 2
รูปที่ 2.2 การสูญเสียน้ำฝน ..... 4
รูปที่ 2.3 ชั้นน้ำใต้ผิวดิน ..... 5
รูปที่ 2.4 Centrifugal Pump ..... 6
รูปที่ 2.5 Rotary Pump ..... 7
รูปที่ 2.6 ลักษณะของสารปนเปื้อน ..... 8
รูปที่ 2.7 ส่วนประกอบถังตกตะกอน ..... 9
รูปที่ 2.8 ถังทรายกรองเร็ว ..... 10
รูปที่ 2.9 ถังทรายกรองเร็ว ..... 10
รูปที่ 2.10 ลักษณะทั่วไปของถังทรายกอง ..... 10
รูปที่ 2.11 ชั้นระบายน้ำแบบท่อก้างปลา ..... 11
รูปที่ 2.12 การล้างย้อนถังทรายกรองเร็ว ..... 12
รูปที่ 2.13 ระบบผลิตน้ำประปาด้วยระบบทรายกรองช้า ..... 15
รูปที่ 2.14 ลักษณะทั่วไปของถังทรายกรองช้า ..... 15
รูปที่ 2.15 การจ่ายน้ำโดยใช้เครื่องสูบน้ำและหอถังสูง ..... 22
รูปที่ 2.16 รูปแบบของระบบท่อจ่ายน้ำ ..... 23
รูปที่ 2.17 ลักษณะของเครื่องสูบน้ำแบบเซนตริฟิวกอลและตัวอย่างใบพัด ..... 24
รูปที่ 2.18 เครื่องสูบน้ำแบบเซนตริฟิวกอล ..... 24
รูปที่ 2.19 เครื่องสูบน้ำแบบโรตารี ..... 25
รูปที่ 2.20 ท่อพีวีซี ..... 26
รูปที่ 2.21 ท่อพีวีซี ..... 26
รูปที่ 2.22 ท่อ HDPE ..... 27
รูปที่ 2.23 ท่อ HDPE ..... 27
รูปที่ 2.24 ท่อ PB ..... 27
รูปที่ 2.25 ท่อซีเมนต์ใยหิน ..... 28
รูปที่ 2.26 ท่อเหล็กเหนียว ..... 28
รูปที่ 2.27 ท่อเหล็กหล่อ ..... 29

รูปที่ 2.28 ท่อคอนกรีต ..... 29
รูปที่ 2.29 เกตวาล์ว ..... 30
รูปที่ 2.30 วาล์วปีกผีเสื้อ ..... 30
รูปที่ 2.31 โกลบวาล์ว ..... 31
รูปที่ 2.32 บอลล์วาล์ว ..... 31
รูปที่ 2.33 วาล์วกันกลับ ..... 31
รูปที่ 2.34 ตัวอย่างการติดตั้งอุปกรณ์ท่อในตำแหน่งที่ถูกต้อง ..... 32
รูปที่ 2.35 วาล์วระบายแรงดัน ..... 32
รูปที่ 2.36 ถังลดแรงดัน ..... 32
รูปที่ 3.1 แผนที่โรงผลิตน้ำมหาสวัสดิ์ ..... 35
รูปที่ 3.2 แผนผังองค์กร ..... 36
รูปที่ 4.1 ขั้นตอนการผลิตน้ำประปา ..... 40
รูปที่ 4.2 สถานีสูบน้ำ ..... 41
รูปที่ 4.3 บ่อปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบ ..... 41
รูปที่ 4.4 ถังตกตะกอน ..... 42
รูปที่ 4.5 ถังกรอง ..... 42
รูปที่ 4.6 เครื่องจ่ายคลอรีนในการประปา ..... 43
รูปที่ 4.7 การทดสอบคุณภาพน้ำประปา ..... 43
รูปที่ 4.7 การทดสอบคุณภาพน้ำประปา ..... 43
รูปที่ 4. 8 ระบบสูบจ่ายน้ำประปา ..... 44
รูปที่ 4.9 ปั๊มในระบบสูบจ่ายน้ำประปา ..... 44
รูปที่ 4.10 มอเตอร์สูบจ่ายน้ำประปา ..... 45
รูปที่ 4.11 หอถังสูง ..... 46

# บทที่1

# บทนำ

## 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

น้ำเป็นทรัพยากรที่สำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์เป็นอย่างมาก เนื่องจากมนุษย์ต้องใช้น้ำเพื่ออุปโภคและบริโภคในแต่ละวัน ตัวอย่างการใช้น้ำในชีวิตประจำวันของมนุษย์ เช่น การอุปโภค การเกษตรกรรม การปศุสัตว์ รวมไปถึงด้านอุตสาหกรรมต่าง ๆ ในอดีตมนุษย์ได้ใช้น้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติเพื่อมาอุปโภคและบริโภคในแต่ละวัน แหล่งน้ำธรรมชาติที่มนุษย์ได้นำมาใช้มาจากแหล่งน้ำ 2 ประเภท คือ แหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำใต้ดิน โดยแหล่งน้ำผิวดินเป็นน้ำที่มีการกักเก็บตามธรรมชาติบนผิวดิน ได้แก่ แม่น้ำ ลำคลอง และทะเลสาบ ส่วนแหล่งน้ำใต้ดินเป็นน้ำที่เกิดอยู่ใต้ผิวดิน ได้แก่ น้ำในดิน และน้ำบาดาล ในปัจจุบันได้พบว่าแหล่งน้ำตามธรรมชาติที่กล่าวมาข้างต้นนั้นมีสิ่งแปลกปลอมหรือสารเจือปนที่มากับน้ำ การประปาจึงได้มีการนำน้ำจากแหล่งธรรมชาติมาผ่านกระบวนการการผลิตน้ำประปาเพื่อให้ได้น้ำที่สะอาดเพื่อให้ประชาชนได้นำไปอุปโภคและบริโภค กระบวนการผลิตน้ำประปานั้นมีกระบวนทั้งหมด 7 ขั้นตอน โดยแต่ละขั้นตอนก็จะทำหน้าที่ต่างกันเพื่อให้ได้น้ำสะอาดและมีคุณภาพ ตัวอย่างเช่น การสูบน้ำ การตกตะกอน การกรอง และการฆ่าเชื้อโรค เป็นต้น จากตัวอย่างขั้นตอนในกระบวนการผลิตที่กล่าวมาข้างต้น จะสื่อให้เห็นถึงอุปกรณ์ที่สำคัญของแต่ละขั้นตอนด้วย เช่น เครื่องสูบน้ำ ถังตกตะกอน และสารคลอรีน เป็นต้น

## 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อศึกษากระบวนการผลิตน้ำประปา

## 1.3 ขอบเขตของโครงงาน

ศึกษากระบวนการผลิตน้ำประปา ขั้นตอนระบบสูบน้ำและท่อ ที่โรงงานผลิตน้ำมหาสวัสดิ์การประปานครหลวง

## 1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ

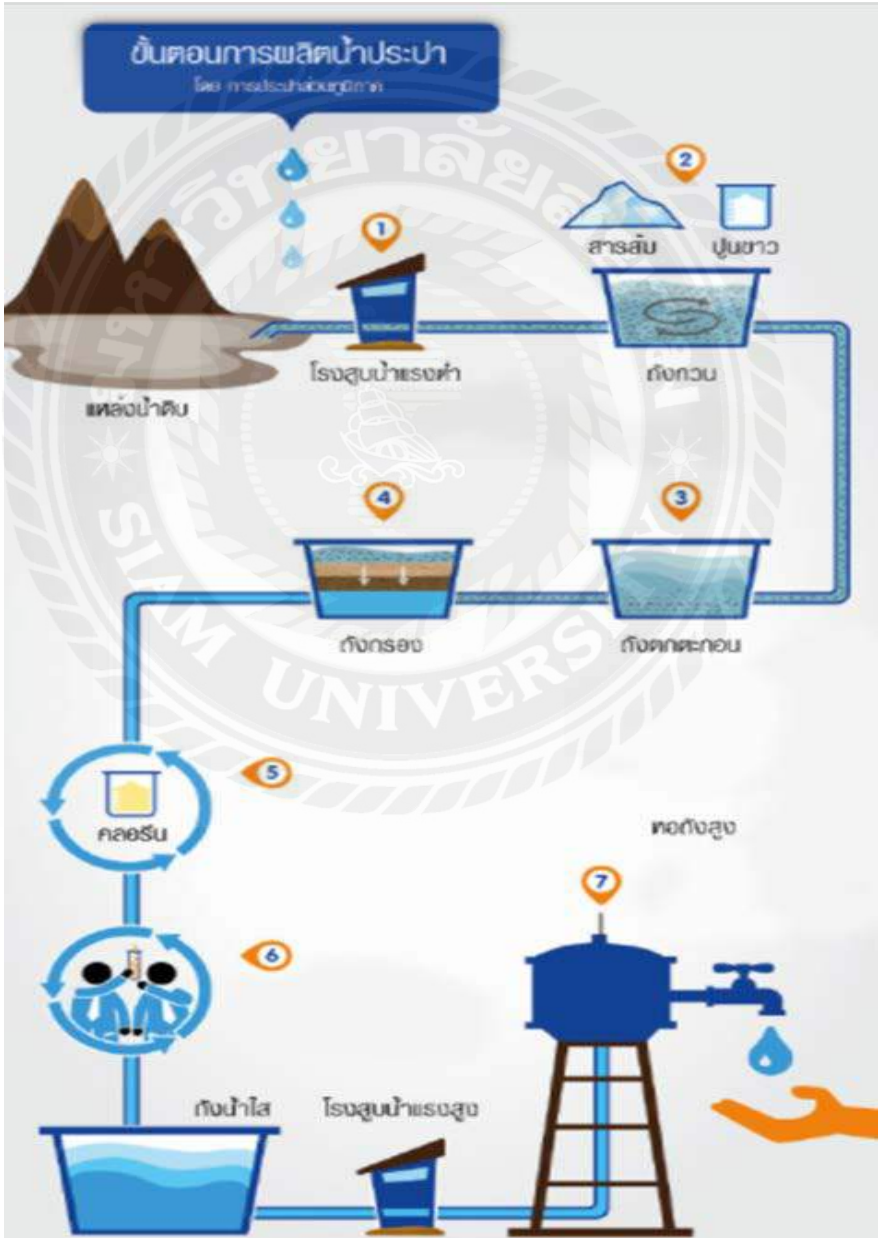
1.4.1 เข้าใจกระบวนการผลิตน้ำประปา

# บทที่ 2

# การทบทวนเอกสารและหลักการที่เกี่ยวข้อง

## 2.1 เอกสารทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

ระบบผลิตน้ำประปา (Portable Water Plant) เป็นการนำน้ำผิวดินหรือน้ำดิบเข้าสู่กระบวนการผลิตเพื่อให้ได้น้ำประปา ซึ่งน้ำที่ได้จะนำไปใช้เพื่อการอุปโภคบริโภค เกษตรกรรม และอุตสาหกรรมบางประเภทที่ไม่ต้องใช้น้ำที่มีคุณภาพสูง ขั้นตอนการผลิตน้ำประปา สามารถอธิบายได้ตามภาพดังนี้




รูปที่ 2.1 ขั้นตอนการผลิตน้ำประปา

ขั้นตอนการผลิตน้ำประปา

1. สูบน้ำผิวดินหรือน้ำดิบจากแหล่งน้ำธรรมชาติหรือแหล่งน้ำอื่นที่จัดหาหรือจัดเตรียมไว้ ซึ่งน้ำดังกล่าวจะมีความขุ่นและมีสารละลายต่าง ๆ รวมถึงโลหะหนักเจือปนอยู่

2. ปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบโดยการใส่สารส้มหรือปูนขาวลงไป ในน้ำ เพื่อช่วยให้เกิดการตกตะกอนและปรับค่าความเป็น กรด-ด่างของน้ำดิบ

3. การตกตะกอนโดยน้ำที่ผสมสารส้มหรือปูนขาวแล้วจะไหลเข้าสู่ถังตกตะกอน เพื่อให้ตะกอนที่มีขนาดเล็กรวมตัวกันเป็นตะกอนขนาดใหญ่และตกลงสู่ก้นถังจนได้น้ำที่มีความใสสะอาด

4. กรองเพื่อกำจัดตะกอนหรือสิ่งปนเปื้อนที่มีขนาดเล็กมากอีกครั้ง โดยการกรองด้วยทรายกรอง กรวดกรอง เพื่อให้ได้น้ำที่มีความใสสะอาดอย่างแท้จริง

5. ฆ่าเชื้อโดยการใส่คลอรีนในอัตราส่วนที่พอเหมาะและ ไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อร่างกาย แล้วนำไปเก็บไว้ในถังน้ำใสเพื่อรอการสูบจ่าย

6. ตรวจสอบและควบคุมคุณภาพน้ำประปาที่ผลิตได้

7. ปล่อยน้ำจากหอถังสูงหรือสูบอัดน้ำเข้าไปในระบบท่อจ่ายน้ำเพื่อเพิ่มแรงดันน้ำ

1.แหล่งน้ำดิบ

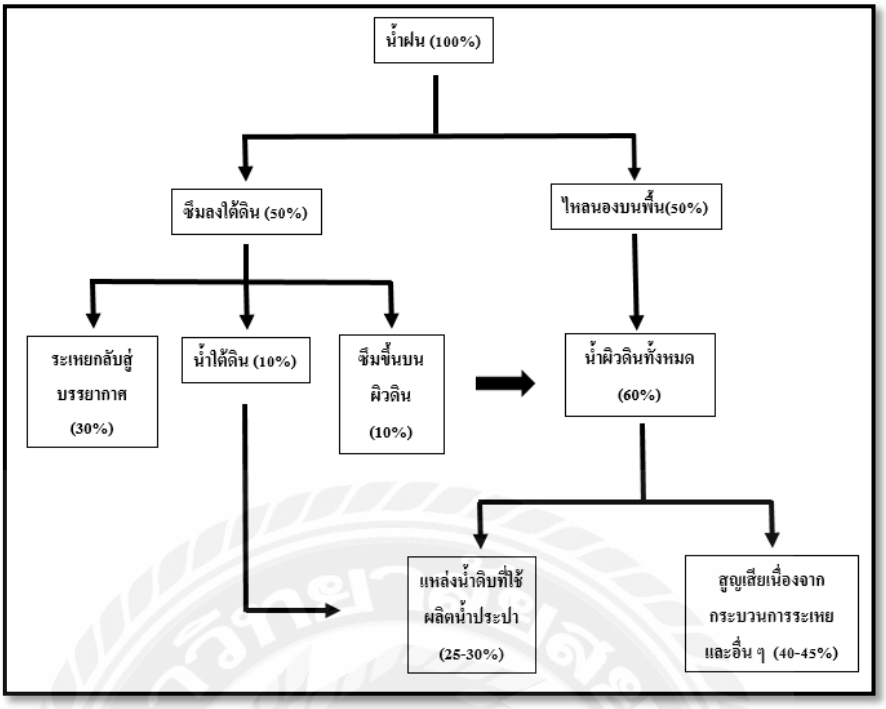
แหล่งน้ำดิบสำหรับผลิตน้ำประปามี 2 ประเภท คือ น้ำผิวดิน และน้ำบาดาล น้ำฝนโดยตรงไม่อาจนับเป็นแหล่งน้ำดิบที่เชื่อถือได้ เนื่องจากมีปัญหาในเรื่องการเก็บกักไว้ใช้ยามต้องการ น้ำฝนถือเป็นแหล่งน้ำที่สำคัญที่สุดของสิ่งมีชีวิต น้ำฝนที่ตกลงมาไม่ว่าจะอยู่บนผิวดินหรือซึมลงไปใต้ดินย่อมนำมาใช้ผลิตน้ำประปาได้ อย่างไรก็ตามจำนวนน้ำฝนที่สามารถนำมาใช้ผลิตน้ำประปานั้นมีปริมาณต่ำ ทั้งนี้เนื่องจากมีการสูญเสียน้ำฝนเกิดขึ้นได้หลายทาง ดังที่แสดงในรูปภาพที่ 2.2

1.1.น้ำผิวดิน

หมายถึงส่วนของน้ำฝนที่ตกลงสู่พื้นดินแล้วไหลลงที่ต่ำตาม ลำธาร ห้วย ลำคลอง และแม่น้ำ น้ำผิวดินนี้หมายถึงน้ำที่ไหลล้นจากใต้ดินเข้ามาสมทบด้วย ดังนนั้นจะเห็นได้ว่าลำธารหรือลำห้วยมีน้ำไหลอยู่ตลอดปี แม้ว่าฤดูกาลนั้นจะไม่มีฝน ปริมาณน้ำที่ไหลในลำธารหรือลำห้วยในระหว่างฤดูแล้งเรียกว่า Dry Weather Flow (D.W.F) น้ำนี้เป็นน้ำที่สะสมไว้และซึมขึ้นมาตลอดเวลาที่ฝนไม่ตก ปริมาณน้ำผิวดินที่เกิดจากฝนตกนั้นจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัย 2 ประการ คือ

1.1.1.ความเข้า ความถี่ และระยะเวลาที่ฝนตก

1.1.2.ลักษณะและขอบเขตของพื้นที่รองรับน้ำฝน (Catchment Area)



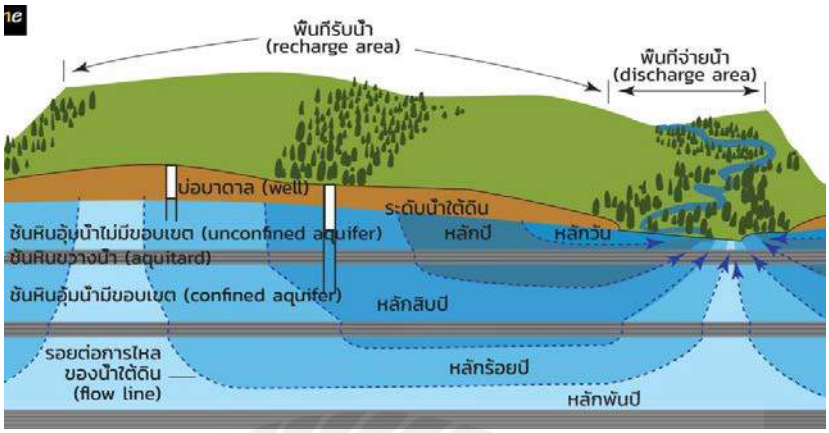

รูปที่ 2.1 การสูญเสียน้ำฝน

1.2.น้ำใต้ดิน

น้ำฝนที่ตกลงมายังพื้นดินบางส่วนจะถูกพืชดูดไว้ บางส่วนไหลลงสู่แม่น้ำลำธารหรือทะเลเป็นน้ำผิวดิน และบางส่วนไหลซึมลงไปใต้ดินจะซึมผ่านชั้นต่าง ๆ ของดินจนถึงชั้นดินซึ่งน้ำซึมผ่านไม่ได้ (Impervious Strata) น้ำที่ขังอยู่บนชั้นดินที่เรียกว่า น้ำใต้ดิน โดยทั่วไปแล้วการที่จะพิจารณานำน้ำชั้นนี้มาใช้ในการบริโภคสำหรับประชาชนนั้น ก็ต่อเมื่อท้องถิ่นนั้นเป็นท้องถิ่นที่กันดารน้ำบนผิวดิน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะดินฟ้าอากาศไม่อำนวยหรือผิวดินไม่สามารถกักเก็บน้ำไว้ได้ หรือน้ำผิวดินที่มีอยู่แล้วมีปริมาณไม่พอเพียงกับความต้องการของประชาชนในท้องถิ่นนั้น ในกรณีเช่นนี้น้ำใต้ดินจึงเป็นแหล่งน้ำที่จะต้องพิจารณาเป็นอันดับถัดไปจากแหล่งน้ำผิวดิน น้ำใต้ดินดั้งบางที่ก็อยู่ตื้น บางแห่งก็อยู่ลึก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะภูมิประเทศและดินฟ้าอากาศ กล่าวคือ ในท้องที่แถบทะเลทรายบางครั้งขุดหรือเจาะลงไปก็ไม่สามารถจะพบน้ำได้เลยแต่ในทางตรงกันข้ามในท้องที่ที่มีฝนตกชุก เมื่อขุดหรือเจาะบ่อลงไปในระยะไม่ลึกนักก็สามารถที่จะพบน้ำได้ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระดับน้ำใต้ดิน(Water Table) ในแถบนั้นจะตื้นหรือลึก

สำหรับด้านปริมาณนั้น ถ้ากากว่าขุดหรือเจาะบ่อลงไปให้ลึก ถึงระดับน้ำในชั้นน้ำที่เรียกว่าน้ำบาดาลในที่กักขัง(Confined Ground Water) จริง ๆแล้วก็สามารถมีน้ำใช้ได้ตลอดปี นอกเสีย

จากว่าบ่อที่ขุดหรือเจาะลงไปนั้นพบน้ำในชั้นน้ำบาดาลปลอม (Perched Water) ซึ่งเป็นน้ำที่ขังอยู่ในชั้นหินที่อยู่ในดินของโซนสัมผัสสามารถทำให้มีปริมาณน้ำใช้ได้ตลอดปีก้ได้




รูปที่ 2.3 ชั้นน้ำใต้ดิน

2. ระบบสูบน้ำดิบ

คือ เครื่องสูบน้ำสูบน้ำดิบเพื่อส่งต่อไปยังโรงผลิตประปา โดยเครื่องสูบน้ำที่นำมาใช้จะต้องมีลักษณะดังที่แสดงในตาราง 2.1

| สมรรถนะ | จำนวนเครื่องสูบ |
|---|---|
| สำหรับน้ำดิบ<br>ไม่เกิน 2,000 ลบ.ม/วัน<br>2,500 – 10,000 ลบ.ม/วัน<br>มากกว่า 9,000 ลบ.ม/วัน | <br>1 เครื่อง<br>2 เครื่อง<br>3 หรือมากกว่า |

ตารางที่ 2.1 จำนวนเครื่องสูบน้ำที่ต้องการใช้

**ข้อมูลระบบสูบน้ำ** (Pumping System) ในระบบประปาจะมีขั้นตอนที่สำคัญที่ต้องใช้เครื่องสูบน้ำอยู่ 2 ขั้นตอน คือ การสูบน้ำจากแหล่งน้ำดิบมายังระบบผลิตน้ำประปา เรียกเครื่องสูบน้ำชุดนี้ว่า เครื่องสูบน้ำแรงดันต่ำ (Low Lift Pump) ขั้นตอนต่อมาจะเป็นการสูบน้ำประปาจากถังเก็บน้ำใส (ที่อยู่ในระบบผลิตน้ำประปา) เพื่อส่งน้ำเข้าสู่ระบบจ่ายน้ำหรือพื้นที่ให้บริการ เรียกเครื่องสูบชุดนี้ว่า เครื่องสูบน้ำแรงสูง (High Lift Pump) ในระบบน้ำเสียจะต้องใช้สถานีสูบน้ำเพื่อยกระดับสถานีสูบน้ำ (Pumping Station) สูบระบายกากตะกอน เป็นต้น ส่วนในระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำและ

บำบัดน้ำเสียจะมีการใช้เครื่องสูบน้ำสำหรับควบคุมปริมาณการเติมสารเคมีในกระบวนการต่าง ๆ ด้วย

2.1 ชนิดของเครื่องสูบน้ำ (Types of Pomp) เครื่องสูบน้ำทำหน้าที่ในการเพิ่มพลังงานน้ำให้แก่น้ำ เพื่อให้น้ำไหลจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งได้ เครื่องสูบน้ำที่ใช้กันมากในงานวิศวกรรมประปาและสุขาภิบาล คือ เครื่องสูบน้ำแบบเซนตริฟิวกอล (Centrifugal) และเครื่องสูบน้ำแบบโรตาลี (Rotary)

2.1.1 เครื่องสูบน้ำแบบเซนตริฟิวกอลทำงานโดยอาศัยการหมุนของใบพัด (Impeller) ทำให้เกิดแรงเหวี่ยงหนีจุดศูนย์กลาง (Centrifugal Force) ผลักดันให้น้ำเคลื่อนที่ออกไปทางด้านดูด (Suction Opening) อยู่ที่ศูนย์กลางใบพัด เมื่อน้ำถูกดูดเข้ามาในเรือนปั๊มจะถูกผลักออกไปด้วยครีบใบพัดและแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง ออกไปสู่ด้านจ่าย (Discharge Opening) เพื่อต่อเข้ากับท่อส่งน้ำ

รูป 2.4 Centrifugal Pump

เครื่องสูบน้ำแบบเซนตริฟิวกอลสามารถแบ่งออกเป็นประเภทต่าง ๆ ได้อีก เช่น แบ่งตามทิศทางการไหล และแบ่งตามลักษณะของใบพัด เป็นต้น ตัวอย่างของเครื่องสูบน้ำชนิดนี้คือเครื่องสูบน้ำแบบหอยโข่ง เครื่องสูบน้ำแบบเทอร์ไบน์ สำหรับการใช้งานโดยทั่วไปคือสูบส่งน้ำในปริมาณมาก สูบน้ำที่แรงดันสูง ๆ และสูบน้ำเพื่อยกระดับน้ำทั้งในงานประปาและน้ำเสีย งานดับเพลิง งานระบายน้ำและป้องกันน้ำท่วม เป็นต้น

2.1.2 เครื่องสูบน้ำแบบโรตารีทำงานโดยอาศัยการหมุนรอบจุดศูนย์กลางของเครื่องมือที่ทีช่องว่างให้น้ำไหลเข้าทางด้านดูดและถูกปล่อยออกทางด้านจ่าย การหมุนของโรเตอร์ (Rotor) จะทำให้เกิดการแทนที่ที่เป็นการเพิ่มปริมาตรของน้ำให้ทางด้านจ่าย เครื่องสูบน้ำชนิดนี้จะเรียกชื่อตามลักษณะของชิ้นส่วนที่หมุนเพื่อให้เกิดการแทนที่ของเหลว เช่น ปั๊มโรตารีแบบ

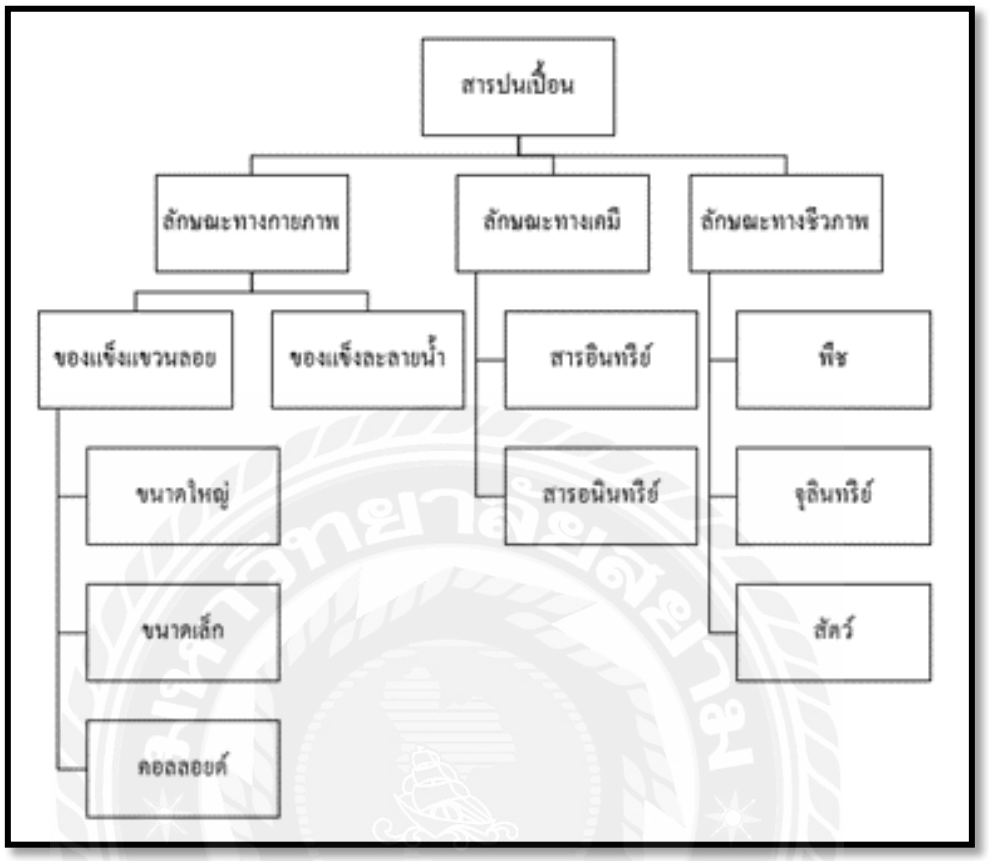
เฟือง ปั๊มโรตารีแบบครีบ ปั๊มโรตารีแบบเกลียว เป็นต้น เครื่องสูบน้ำประเภทนี้ใช้สำหรับส่งน้ำหรือสารเคมีในปริมาณน้อย ๆ ที่ต้องการควบคุมปริมาณในการสูบค่อนข้างแม่นยำ

รูป 2.5 Rotary Pump

3. ปรับคุณภาพน้ำดิบ

เป้าหมายหลักของการปรับปรุงคุณภาพน้ำเพื่อผลิตน้ำประปาคือ การแยก (Separation) สารปนเปื้อนต่าง ๆ ที่ไม่ต้องการออกจากน้ำ เพื่อให้น้ำที่ผ่านกระบวนการแล้วมีคุณสมบัติที่เหมาะสมกับการใช้งาน ในบางกรณีการปรับปรุงคุณภาพน้ำอาจหมายถึง การเติม (Addition) สิ่งที่ขาดลงไปในน้ำเพื่อให้น้ำมีคุณสมบัติที่ดีขึ้น เช่น การเติมฟลูออไรด์ลงไปในน้ำประปาชุมชน เพื่อเพิ่มการป้องกันฟันผุ การเติมปูนขาวเพื่อปรับค่า pH ของน้ำ เป็นต้น

โดยทั่วไปแล้วลักษณะของสารปนเปื้อนในน้ำตามธรรมชาติจะแบ่งออกได้เป็น 3 ลักษณะ ดังแสดงในรูปที่ 2.4



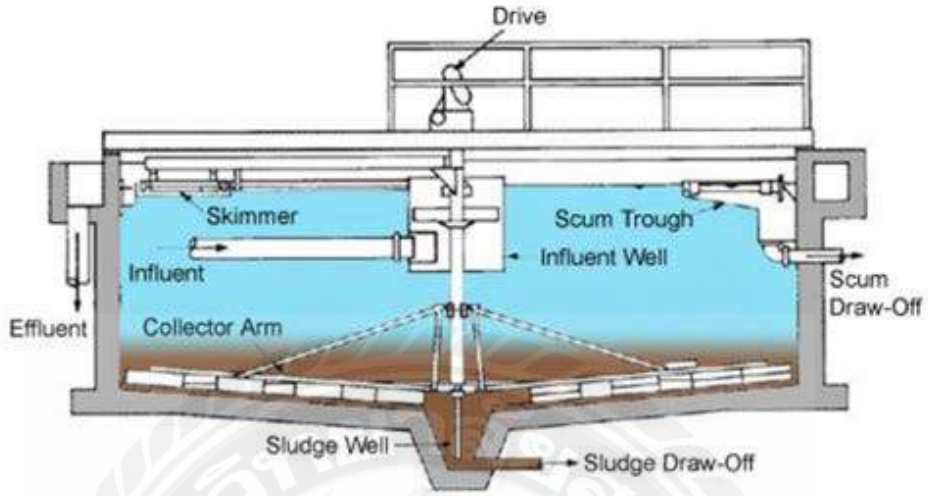

รูปที่ 2.6 ลักษณะของสารปนเปื้อน

เนื่องจากสารปนเปื้อนแต่ละลักษณะมีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน ดังนั้นวิธีการที่ใช้ในการปรับปรุงคุณภาพจึงแตกต่างกันออกไป กระบวนการที่เหมาะสมในการแยกสารปนเปื้อนออกจากน้ำสามารถแบ่งได้ตามลักษณะของสารปนเปื้อน ได้แก่กระบวนการทางกายภาพ กระบวนการทางเคมี กระบวนการทางชีวภาพ

4.การตกตะกอน (Sedimentation)

การตกตะกอนเป็นแยกตะกอนที่มีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักพอที่จะตกตะกอนได้เองตามแรงโน้มถ่วงของโลกให้แยกออกจากน้ำ จะทำให้ได้น้ำใสและตะกอนเหลวแยกออกจากกัน ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำเพื่อการประปาและการบำบัดน้ำเสียมีศัพท์อีก 2 คำที่มีความหมายใกล้เคียงกัน คือ (1) การทำให้ใส (Clarification) มีวัตถุประสงค์หลักในการทำให้เกิดการตกตะกอนเพื่อแยกสารแขวนลอยออกจากน้ำเพื่อให้ได้น้ำใสออกมา (2) การทำให้ตะกอนแน่นขึ้น (Thickening) เป็นการ

ทำให้ตะกอนที่ตกอยู่ที่ก้นถังมีความเข้มข้นหรือมีความหนาแน่นมากขึ้นเพื่อแยกตะกอนออกไปจำกัดได้ง่ายขึ้น ตะกอนที่ตกอยู่ที่ก้นถังที่ถูกระบายออกจากถังเรียกว่า Sludge ส่วนตะกอนที่แขวนลอยที่ผิวน้ำหรือเป็นฝ้าจับตัวกันอยู่ที่ผิวน้ำเรียกว่า Scum




รูปที่ 2.7 ส่วนประกอบถังตกตะกอน

องค์ประกอบหลักของถังตกตะกอน ได้แก่ ส่วนรับน้ำเข้า (Inlet Zone) ส่วนที่เกิดการตกตะกอน (Setting Zone) ส่วนระบายน้ำออก (Outlet Zone) และส่วนสะสมของตะกอน (Sludge Zone)

5.การกรอง (Filtration)

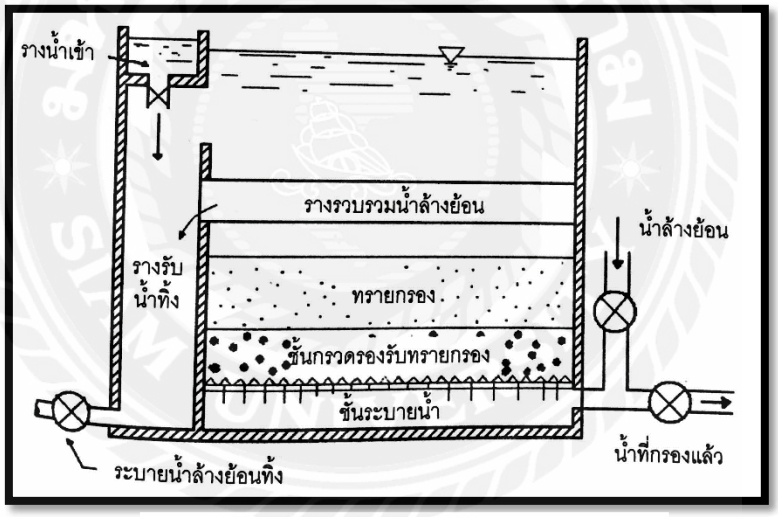
การกรองเป็นการแยกสารปนเปื้อนขนาดเล็กที่แขวนลอยอยู่ในน้ำออกจากน้ำ โดยการให้น้ำไหลผ่านไปตามช่องว่างของตัวกลางพรุน (Porous Media) เช่น ทราย หรือถ่าน กลไกในการกรองที่เกิดขึ้นอาจจะเป็นกลไกทางกายภาพ เคมี หรือชีวภาพก็ได้ ขึ้นอยู่กับการออกแบบและการควบคุมระบบการกรอง ในระบบผลิตน้ำประปานิยมใช้ถึงกรอง 2 แบบคือ ระบบทรายกรองเร็วและระบบทรายกรองช้า อย่างไรก็ตามยังมีระบบการกรองแบบอื่น ๆ ที่มีความเหมาะสมในการใช้งานที่แตกต่างกันไป เช่น เครื่องกรองแบบใช้ไดอะตอมไมต์สำหรับสระว่ายน้ำหรือระบบขนาดเล็ก เครื่องกรองแบบใช้แท่งกรองที่ใช้ตามบ้านเป็นต้น

5.1 ระบบทรายกรองเร็ว (Rapid Sand Filtration) มีลักษณะสำคัญคือ สามารถกรองน้ำได้ในอัตราสูง (ประมาณ 1.2-1.5 ลิตร/วินาที/ตารางเมตร) จึงใช้พื้นที่ในการก่อสร้างถังน้อย เพื่อไม่ให้ถังกรองอุดตันเร็วเกินไป น้ำมีจะเข้าสู่ถังกรองจะต้องผ่านกระบวนการขั้นต้นมาก่อนได้แก่

การสร้างแกนตะกอน การรวมตะกอน และการตกตะกอน (ยกเว้นระบบการกรองโดยตรง) ความขุ่นของน้ำที่เข้าถังกรองเร็วควรต่ำกว่า 10 NTU ขนาดเม็ดของเม็ดทรายกรองจะมีขนาดใหญ่กว่าทรายสำหรับกรองช้า นอกจากนั้นด้วยอัตราการกรองที่สูงการอุดตันของชั้นกรองจะเกิดขึ้นเร็วกว่าระบบถังกรองช้าจึงต้องมีการทำความสะอาดถังกรองบ่อย ซึ่งทำได้โดยการปล่อยให้น้ำไหลย้อนกลับทิศทางเพื่อล้างตะกอนความขุ่นออกจากถัง

รูปที่ 2.8 ถังทรายกรองเร็ว

รูปที่ 2.9 ถังทรายกรองเร็ว




รูปที่ 2.10 ลักษณะทั่วไปของถังทรายกอง

องค์ประกอบที่สำคัญของถังทรายกองเร็ว ได้แก่ ทรายกรอง ชั้นกรวดหรือหินรองรับทรายกรอง ชั้นระบายน้ำ ทางน้ำเข้าถัง ระบบน้ำล้างทิ้ง ระบบล้างย้อน และระบบควบคุมการกรอง มีรายละเอียดดังนี้

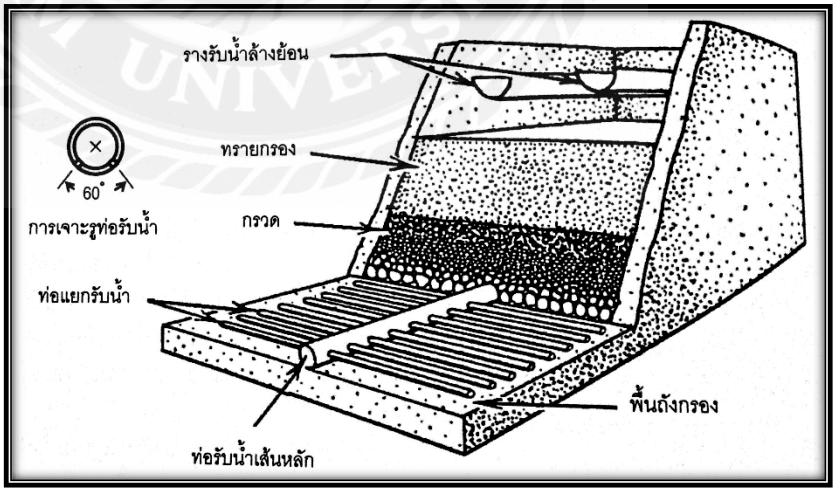
5.1.1 ทรายกรอง (Filter Sand) เป็นตัวกลางที่ทำหน้าที่หลักในการกรองน้ำโดยจับดักตะกอนและสารปนเปื้อนที่ยังหลงเหลืออยู่ในน้ำ และให้น้ำได้ไหลผ่านไปตามช่องว่างระหว่างเม็ด7ทราย (Void) ขนาดของทรายกรองที่ใช้จะมีขนาด

ประสิทธิผล 0.4-0.7 มิลลิเมตร และค่าสัมประสิทธิ์ของความสม่ำเสมอน้อยกว่า 1.7 ใช้ความหนาของชั้นทรายในถังกรอง 0.6-0.75 เมตร คุณสมบัติของสารกรองมรอิทธิพลต่อการกรอง โดยประสิทธิภาพของถังกรองเพิ่มขึ้นตามขนาดของสารกรองที่ลดลงหรือขนาดของช่องว่างที่เล็กลง และประสิทธิภาพของถังกรองเพิ่มขึ้นตามความหนาที่เพิ่มขึ้นของชั้นกรอง

5.1.2 กรวดรองรับชั้นทราย (Supporting Gravel) กรวดหรือหินถูกนำมาใช้เป็นวัสดุรองรับทรายกรองเพื่อป้องกันเม็ดทรายเล็ดรอดออกไปกับน้ำ รวมทั้งช่วยให้ไหลผ่านออกไปอบ่างสม่ำเสมอ กรวดหรือหินจะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 15-25 มิลลิเมตร โดยจะเรียงจากขนาดเม็ดเล็ดไปหาใหญ่จากชั้นบนลงล่าง

5.1.3 ชั้นระบายน้ำ (Underdrain system) เป็นส่วนประกอบที่อยู่ล่างสุดของถังกรอง ทำหน้าที่หลักคือ รองรับน้ำหนักจากชั้นทรายกรองและชั้นกรวด รวบรวมน้ำที่ผ่านการกรองแล้วเพื่อส่งไปถังเก็บน้ำใส และกระจายน้ำล้างย้อนขึ้นไปยังชั้นกรองอย่างสม่ำเสมอ ลักษณะของชั้นระบายน้ำมี 2 แบบคือ แบบก้างปลา และแบบพื้นรับน้ำ

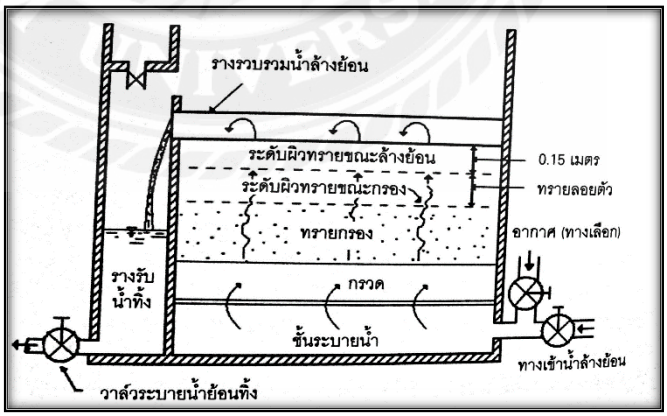
5.1.3.1 ชั้นระบายน้ำแบบท่อก้างปลา (Perforated Pipe Lateral) มีลักษณะเป็นท่อประกอบด้วยท่อรับน้ำเส้นหลัก สะหรับรวบรวมน้ำจากท่อแยกหลาย ๆ ท่อที่เชื่อมออกไปเหมือนก้างปลา โดยในท่อแยกแต่ละเส้นจะมีรูรับน้ำที่เจาะไว้ให้น้ำที่ผ่านการกรองแล้วไหลเข้ามา




รูปที่ 2.11 ชั้นระบายน้ำแบบท่อก้างปลา

5.1.3.2 ชั้นระบายน้ำแบบพื้นรับน้ำ (Filter Floor) มีลักษณะเป็นพื้นที่มีช่องเปิดหรือรูพรุนให้น้ำที่ผ่านการกรองแล้วไหลผ่านลงมา และไหลรวมไปยังถังเก็บน้ำใส

5.1.4 ระบบล้างย้อน (Backward System) คือ การล้างตะกอนแขวนลอยที่สะสมในชั้นกรองออกไป ระบบต้องการทำล้างชั้นกรองเมื่อ ค่าศักย์อุทกสูญเสียที่เกิดขึ้นในถังมีค่าถึงจุดออกแบบไว้ น้ำที่กรองออกมามีความขุ่นถึงค่าที่กำหนดไว้ และถึงกำหนดเวลาที่ต้องล้าง การทำความสะอาดถังทรายกรองเร็วจะใช้วิธี การล้างย้อน ทำได้โดยการปล่อยน้ำไหลย้อนกลับกับทิศทางการกรองน้ำด้วยการปล่อยน้ำสะอาด ให้ไหลจากข้างล่างขึ้นข้างบนผ่านชั้นกรวด ชั้นทรายขึ้นมา แรงดันน้ำจะทำให้สารกรองถูกดันขึ้นให้ลอยตัวทำให้มีช่องว่างมากขึ้น ความขุ่นที่จับอยู่ภายในซึ่งมีน้ำหนักเบากว่าทรายจะหลุดออกไปพร้อมกับน้ำที่ล้าง การล้างย้อนจะได้ผลดีถ้ามีระบบช่วยเพิ่มการขัดสีระหว่างเม็ดทรายกรอง เพื่อให้ตะกอนขุ่นหลุดออกไปได้หมด โดยทั่วไปจะใช้วิธีการฉีดพ่นด้วยน้ำหรือลมไปกระทบที่ผิวหน้าของทรายที่กำลังขยายตัว จะทำให้ล้างชั้นทรายได้สะอาดขึ้น ข้อพึงระวังในการล้างกรองคือ หากแรงดันน้ำที่ใช้ในการล้างย้อนไม่สูงพอทำให้การล้างย้อนทำได้ไม่ดี ตะกอนความขุ่นจะค่อย ๆ สะสมในชั้นทรายและจับตัวกับเม็ดทรายกรองกลายเป็นก้อนเหนียวซึ่งล้างออกได้ยาก ทำให้สูญเสียประสิทธิภาพในการกรองน้ำและอาจต้องเปลี่ยนทรายใหม่




รูปที่ 2.12 การล้างย้อนถังทรายกรองเร็ว

5.1.5 ระบบควบคุมการกรอง (Flow control system) มีหน้าที่ควบคุมอัตราการกรองน้ำและกระจายน้ำให้กับถังกรองแต่ละตัวที่ต่อขนานกัน เพื่อป้องกันไม่ให้อัตราการกรองน้ำเกิดการเปลี่ยนแปลงจนทำให้เกิดผลเสียต่อการกรองน้ำ เช่น กรองเร็วเกินไปทำให้น้ำที่ได้มีความขุ่น ชั้นกรองแห้ง เป็นต้น อุปกรณ์ที่ใช้เป็นประตูน้ำหรือวาล์วที่ติดไว้ที่ทางน้ำออกจากถังกรอง หรือใช้ระบบอัตโนมัติ เช่น วาล์วลูกลอย มาตรวัดอัตราการไหล และวาล์วควบคุม โดยการติดตั้งลูกลอยที่ทางน้ำเข้าและส่งสัญญาณควบคุมไปยังวาล์วที่ตัดตั้งที่ทางน้ำออก เป็นต้น

5.1.6 การเลือกใช้สารกรอง (Filter Media Selection) สารกรองที่ใช้ในการกรองน้ำประปาโดยทั่วไปจะเป็นทราย และถ่านแอนทราไซต์ ในระบบทรายกรองเร็วจะมีการออกแบบให้มีการจัดเรียงชั้นของสารกรองแบบต่าง ๆ ดังนี้

5.1.6.1 แบบชั้นกรองเดียว (Single Media) จะใช้ทรายขนาดเฉลี่ยประมาณ 0.5 มิลลิเมตร ความหนาของชั้นประมาณ 0.6-0.75 เมตร

5.1.6.2 แบบสองชั้นกรอง (Dual Media) เพื่อเป็นการแก้ปัญหาการอุดตันเร็วของการใช้ชั้นทรายกรองขนาดเดียว จึงได้นำสารกรองที่มีขนาดเม็ดโตกว่าแต่มีน้ำหนักเบากว่ามาใช้ร่วมกัน ซึ่งจะแก้ปัญหาการเรียงตัวของชั้นกรองหลังจากการล้างย้อนได้

5.1.6.3 แบบสามชั้นกรองหรือแบบผสม (Mixed Media) เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการกรองอาจเลือกใช้วัสดุกรอง 3 หรือมากกว่า โดยชั้นล่างสุดจะเป็นวัสดุเม็ดละเอียดแต่มีความถ่วงจำเพาะสูง เช่น ทรายกาเนต ความถ่วงจำเพาะ 3.8 ขนาดเม็ด 0.3 มิลลิเมตร ชั้นกลางจะเป็นทราย ที่มีความถ่วงจำเพาะ 2.65 ขนาดเม็ด 0.5 มิลลิเมตร ชั้นบนสุดเป็นวัสดุเม็ดหยาบแต่มีความถ่วงจำเพาะต่ำ เช่น ถ่านแอนทราไซต์ ความถ่วงจำเพาะ 1.5 ขนาดเม็ด 1.0 มิลลิเมตร การใช้วัสดุกรองทั้งสามชนิดจะเกิดการผสมและเรียงตัวกันใหม่ ทำให้ช่องว่างระหว่างอนุภาคของสารกรองมีขนาดใหญ่สุดที่ผิวบนและค่อย ๆ เล็กลงจนถึงชั้นล่างสุด

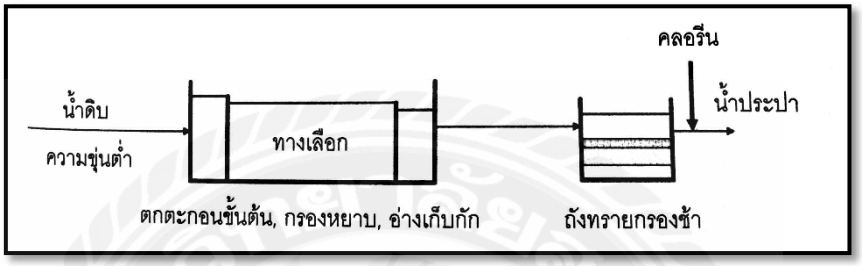
ตารางที่ 2.2 ข้อดี-ข้อเสียของถังทรายกรองเร็ว

| ข้อดี | ข้อเสีย |
|---|---|
| - ใช้พื้นที่น้อยกว่าถังทรายกรองช้า<br>- ไม่ต้องอาศัยจุลชีพในการทำความสะอาดน้ำ จึงไม่เสียเวลาในการปรับสภาพตอนเริ่มต้น<br>- มีความหยืดหยุ่นในการปรับอัตราการกรองให้สอดคล้องกับคุณภาพน้ำดิบได้ง่าย<br>- มีประสิทธิภาพในการกำจัดสีได้ดี<br>- ใช้ปริมาณของทรายกรองน้อยกว่า<br>- การล้างทรายกรองใช้เวลาน้อย<br>- ค่าลงทุนก่อสร้างขั้นแรกต่ำ | - สิ้นเปลืองสารเคมี (สารส้ม) ในการสร้างแกนตะกอนเพื่อกำจัดความขุ่น<br>- มีตะกอนเกิดขึ้นมากและกำจัดยาก<br>- ผู้ดูแลระบบต้องมีทักษะและความรู้ในการควบคุมถังทรายกรองและระบบทั้งหมด<br>- ต้องใช้น้ำล้างย้อนในปริมาณมากกว่าระบบทรายกรองช้า<br>- ค่าเฮดสูญเสียในถังกรองมีค่าสูง |

ตารางที่ 2.3 เกณฑ์แนะนำการออกแบบถังทรายกรองเร็ว

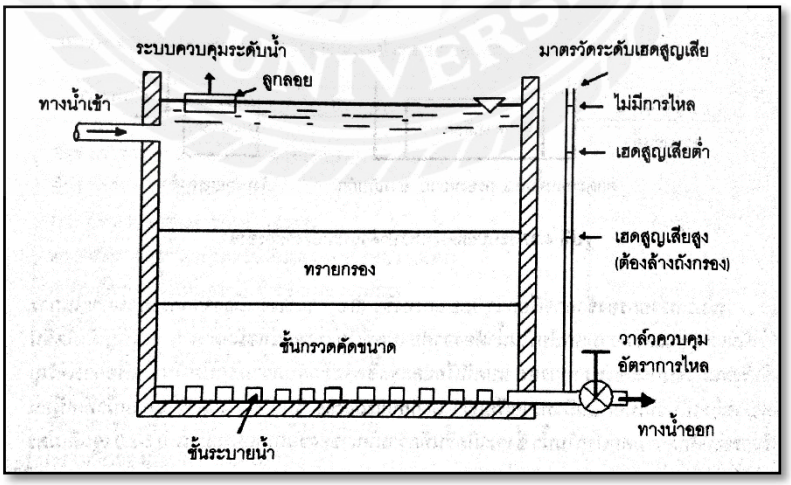
| องค์ประกอบที่ออกแบบ | ค่าที่ใช้ออกแบบ |
|---|---|
| อัตราการกรอง (ลิตร/วินาที/ตารางมตร) | 1.3-4.0 |
| อัตราการกรอง (เมตร/ชั่วโมง) | 5-15 |
| ความหนาของชั้นสารกรอง (เมตร) | 0.45-0.75 |
| ความหนาของชั้นกรวดหรือหินรองรับชั้นกรอง (เมตร) | 0.3-0.5 |
| ความลึกของน้ำเหนือระดับผิวชั้นกรอง (เมตร) | 0.9-1.5 |
| ขนาดประสิทธิภาพของสารกรอง (มิลลิเมตร) | 0.5-0.6 |
| สัมประสิทธิ์ของความสม่ำเสมอของสารกรอง | 1.3-1.7 |
| ระยะเวลาเดินระบบ (ชั่วโมง) | 12-72 |
| อัตราการล้างย้อน (ลิตร/วินาที/ตารางเมตร) | 6-16 |
| ความลึกของถังกรอง (เมตร) | 1.8-2.4 |
| จำนวนถังกรองที่ต้องมี | อย่างน้อย 2 ถัง |

5.2 ระบบทรายกรองช้า (Slow Sand Filtration) เป็นการกรองน้ำที่ใช้อัตราการกรองต่ำ (0.03-0.07 ลิตร/วินาที/ตารางเมตร) โดยมีอัตราการกรองน้ำต่ำกว่าถังกรองเร็วประมาณ 20-50 เท่า จึงใช้พื้นที่มากกว่าในการก่อสร้างถัง ขนาดของเม็ดทรายกรองที่ใช้จะเล็กกว่าทรายสำหรับการกรองเร็ว หากน้ำดิบมีความขุ่นต่ำ สามารถนำมากรองได้โดยไม่จำเป็นต้องผ่านกระบวนการรวมตะกอนใช้สารเคมีในการกำจัดความขุ่นมาก่อน (ในรูปที่ 2.11) สภาวะที่เหมาะสมสำหรับการเลือกใช้ระบบทรายกรองช้า คือ ใช้น้ำดิบที่มีการปนเปื้อนในระดับต่ำถึงปานกลาง มีความขุ่นต่ำปกติควรต่ำกว่า 10 NTU แต่ไม่ควรเกิน 50 NTU




รูปที่ 2.13 ระบบผลิตน้ำประปาด้วยระบบทรายกรองช้า

ลักษณะของถังทรายกรองช้า ประกอบด้วยทางน้ำเข้า ชั้นทรายกรอง ชั้นกรวด ชั้นระบายน้ำ ทางน้ำออก ระบบควบคุมระดับน้ำในถัง และระบบควบคุมอัตราการกรอง นอกจากนั้นอาจจะมีระบบหมุนเวียนน้ำเข้าสู่ถังกรอง สำหรับการหมุนเวียนน้ำในช่วงการปรับสภาพของถังกรอง และการสร้างชั้นเมือกจุลลินทรีย์บนผิวทรายกรอง




รูปที่ 2.14 ลักษณะทั่วไปของถังทรายกรองช้า

ระบบทรายกรองช้าเหมาะกับน้ำดิบที่มีความขุ่นต่ำ หากน้ำดิบมีความขุ่นสูงเป็นบางครั้ง อาจจำเป็นต้องมีการปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบเบื้องต้น (Pretreatment) ด้วยเช่น การตกตะกอนขั้นต้นในบ่อหรือคลองส่งน้ำดิบ การเก็บกักน้ำในอ่างเพื่อให้เกิดการตกตะกอน การกรองหยาบด้วยทรายหยาบหรือกรวดกรอง เป็นต้น กระบวนการขั้นต้นดังกล่าวมีจุดมุ่งหมายหลักในการลดตะกอนทรายตะกอนแขวนลอย และความขุ่นในน้ำด้วยวิธีการที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อนซึ่งมีผลดีในการควบคุมความสม่ำเสมอของคุณภาพน้ำดิบที่จะเข้าสู่ถังกรองและในกรณีที่ใช้วิธีการเก็บกักน้ำในอ่างนอกจากจะช่วยทำให้คุณภาพน้ำดิบดีขึ้นแล้ว ยังเป็นการกักเก็บน้ำดิบสำรองอีกทางหนึ่งด้วย การเลือกใช้วิธีปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบเบื้องต้นสำหรับระบบทรายกรองช้า อาจพิจารณาจากระดับความขุ่นของน้ำดิบดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.4 วิธีปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบเบื้องต้นสำหรับระบบทรายกรองช้า

| ระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเบื้องต้น | ความขุ่น (NTU) |
|---|---|
| การตกตะกอนขั้นต้นในบ่อ (Plain Sedimentation) | 20-100 |
| การเก็บกักน้ำในอ่าง (Storage Basin) | มากกว่า 1,000 |
| การกรองหยาบด้วยทรายหรือกรวด (Roughing Filtration) | 20-150 |

ตารางที่ 2.5 เกณฑ์แนะนำในการออกแบบถังทรายกรองช้า

| องค์ประกอบที่ออกแบบ | ค่าที่ใช้ออกแบบ |
|---|---|
| อัตราการกรอง (เมตร/ชั่วโมง) | 0.1-0.2 |
| อัตราการกรอง (ลิตร/วินาที/ตารางเมตร) | 0.035-0.070 |
| ความหนาของชั้นทรายกรอง (เมตร) | 1.0-1.4 |
| ขนาดพื้นที่ของถังกรอง (ตารางเมตร) | 10-100 |
| ความลึกของน้ำเหนือระดับผิวชั้นกรอง (เมตร) | 1.0-1.5 |
| ความหนาของชั้นกรวดและชั้นระบายน้ำ (เมตร) | 0.3-0.5 |
| ขนาดประสิทธิผลของสารกรอง (มิลลิเมตร) | 0.15-0.35 |
| สัมประสิทธิ์ของความสม่ำเสมอของสารกรอง | 1.5-3.0 |
| ความสูงของถังกรอง รวมระยะขอบถัง (เมตร) | 2.7-3.6 |
| จำนวนถังกรองที่ต้องมี | อย่างน้อย 2 ถัง |

ตารางที่ 2.6 ข้อดีข้อเสียของถังทรายกรองช้า

| ข้อดี | ข้อเสีย |
|---|---|
| - ไม่ต้องมีกระบวนการสร้างแกนตะกอน (ยกเว้นในบางกรณีอาจมีการตกตะกอนขั้นต้น)<br>- ไม่สิ้นเปลืองสารเคมีในการจำกัดความขุ่น<br>- มีประสิทธิภาพในการกำจัดแบคทีเรียสูง<br>- ตะกอนที่เกิดขึ้นมีปริมาณน้อยและกำจัดได้ง่าย<br>- ใช้น้ำในการทำความสะอาดทรายกรองน้อยกว่าระบบทรายกรองเร็ว<br>- มีระยะเวลาในการใช้งานในแต่ละระบบยาวนาน<br>- การออกแบบและการก่อสร้างไม่ยุ่งยากซับซ้อน ใช้ท่อและอุปกรณ์ท่อไม่มาก<br>- ค่าดำเนินการและดูแลรักษาต่ำ ใช้พลังงานเดินเครื่องน้อยกว่าระบบถังกรองเร็ว<br>- ไม่จำเป็นต้องมีผ๔ดูแลระบบที่มีทักษะสูงสามารถใช้แรงงานในท้องถิ่นได้<br>- ค่าเฮดสูญเสียในถังกรองมีค่าต่ำกว่าในถังกรองเร็ว | - ใช้พื้นที่ในการก่อสร้างถังกรองมากกว่าถังกรองเร็ว<br>- ค่าลงทุนก่อสร้างครั้งแรกสูง เพราะถังมีขนาดใหญ่ ใช้ทรายกรองปริมาณมาก<br>- ประสิทธิภาพในการกำจัดสีต่ำ<br>- การกำจัดความขุ่นอาจลดลงถ้าความขุ่นของน้ำดิบเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วหรือขุ่นมากเกินไป<br>- ต้องอาศัยจุลชีพในการทำความสะอาดน้ำ จึงต้องเสียเวลาในการปรับสภาพตอนเริ่มต้น<br>- อาจมีปัญหาการเกิดสาหร่ายในถังกรองได้ง่าย ถ้ามีแสงแดดและสารอาหารในน้ำดิบเพียงพอ<br>- ใช้เวลาในการทำความสะอาดมาก ถ้าถังกรองมีพื้นที่กว้างมาก |

ตารางที่ 2.7 ข้อเปรียบเทียบระหว่างถังทรายกรองเร็วและถังทรายกรองช้า

| คุณลักษณะ | ระบบทรายกรองเร็ว | ระบบทรายกรองช้า |
|---|---|---|
| อัตราการกรอง | 5-21 เมตร/ชั่วโมง | 0.1-0.2 ถึง 0.4 เมตร/ชั่วโมง |
| พื้นที่ถังกรอง | เล็ก (40-400 ตารางเมตร) | ใหญ่ (2,000 เมตร) |
| ความหนาของชั้นกรวดและทรายกรอง | กรวด 0.3-0.45 เมตร<br>ทรายกรอง 0.6-0.7 เมตร | กรวด 0.3 เมตร<br>ทรายกรอง 0.9-1.1 เมตร |
| ขนาดเม็ดทรายกรอง | $E \geq 0.55$ และ $UC \leq 1.5$ | $E \geq 0.55$ และ $UC \leq 1.5$ |
| การกระจายขนาดของเม็ดทรายในถังกรอง | แยกชั้น เม็ดเล็กอยู่บนสุด เม็ดหยาบอยู่ชั้นล่าง | ไม่แยกชั้น (เนื่องจากใช้ทรายขนาดเดียว) |
| ค่าเฮดสูญเสีย | ตั้งแต่ 0.30 ถึง 2.40 เมตร | ตั้งแต่ 0.06 ถึง 1.20 เมตร |
| ระยะเวลาใช้งานได้รอบละ | 12-72 ชั่วโมง | 20-60 วัน |
| ความลึกของการกรองที่เกิดขึ้น | ลึกลงไปในชั้นกรอง | เกิดขึ้นที่ผิวหน้าทรายกรอง |
| วิธีทำความสะอาด | ล้างย้อนภายในถัง | ขูดลอกผิวหน้าทรายกรองออก |
| ปริมาณน้ำที่ใช้ล้างทรายกรอง | ร้อยละ 1-6 ของน้ำที่กรองได้ | ร้อยละ 0.6-0.6 ของน้ำที่กรองได้ |
| การปรับปรุงน้ำดิบก่อนเข้าถังกรอง | สร้างแกนตะกอน รวมตะกอน และตกตะกอน | ไม่ต้อง ถ้าน้ำดิบใความขุ่นต่ำ (ปกติ < 10 NTU) |
| ค่าก่อสร้าง | ค่อนข้างสูง | ค่อนข้างต่ำ |
| ค่าใช้จ่ายในการเดินระบบ | ค่อนข้างสูง | ค่อนข้างต่ำ |

6.การฆ่าเชื้อโรค (Disinfection) และการเติมสารเคมี (Chemical Feeding)

การฆ่าเชื้อโรค คือ กระบวนการขั้นสุดท้ายในการผลิตประปา ได้แก่การฆ่าเชื้อโรคในน้ำ ซึ่งมี 2 วิธี คือ Disinfection และ Sterilization Disinfection หมายถึงการฆ่าจุลินทรีย์ซึ่งเป็นต้นเหตุของโรคต่าง ๆ ส่วน Sterilization นั้นหมายถึงการทำลายจุลินทรีย์ทุกชนิดที่อยู่ในน้ำ น้ำประปาควรผ่านการฆ่าเชื้อโรคด้วยวิธี Disinfection เป็นอย่างน้อย การทำ Sterilization ให้กับน้ำประปานั้น ไม่เป็นที่นิยมเนื่องจากต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงมากจนเป็นไปไม่ได้ ในทางปฏิบัติระบบประปาทั้งหลายจึงทำการฆ่าเชื้อโรคในน้ำด้วยวิธี Disinfectionทั้งสิ้น สารที่ใช้ชื้อโรคเรียกว่า Disinfectant ได้แก่ ก๊าซคลอรีน หรือ สารประกอบคลอรีนอื่น ๆโอโซน โปแตสเซียม-เปอร์แมงกาเนต เงิน และอื่น ๆ

นอกจากนี้ การฆ่าเชื้อโรคด้วยความร้อนและแสงอัลตราไว้โอเลต(UV) ก็จัดอยู่ในแบบ Disinfection ด้วย

คลอรีนเป็นสารฆ่าเชื้อโรคที่มีอำนาจออกซิไดชิง (Oxidizing Power) สูงมาก ทำให้สามารถหยุดการเจริญเติบโตของแบคที่เรียส่วนใหญ่ได้ โอโซนและแสงอัลตราไว้โอเลต (UV) มีราคาแพงกว่าจึงไม่เป็นที่นิยมเท่าคลอรีน อย่างไรก็ตาม สารทั้งสองชนิดหลังนี้มีข้อดีซึ่งคลอรีนไม่อาจทำได้ คือ สามารถทำลายไวรัสได้ด้วยเหตุนี้ การฆ่าเชื้อโรคในน้ำด้วยคลอรีนให้ได้ผลดีควรใช้ร่วมกับแสงอัลตราไวโอเลตด้วย การใช้โอโซนอย่างเดียว ก็ให้ผลดีในการทำลายเชื้อโรค แต่จะต้องสิ้นเปลืองสูง และมีความยุ่งยากในการควบคุม

6.1 การฆ่าเชื้อโรคด้วยคลอรีน (Chlorination) เป็นวิธีที่ใช้กันมานานและยังเป็นที่นิยมในปัจจุบัน คลอรีนเป็นสารเคมีที่ออกฤทธิ์ออกซิไดส์รุนแรง ทำปฏิกิริยากับธาตุและสารประกอบอื่น ๆ ได้ดี มีฤทธิ์ในการกัดกร่อนสูงใช้ในการฆ่าเชื้อโรคในการผลิตน้ำประปา คลอรีนมีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อโรคสูง มีฤทธิ์คงตัวในน้ำได้นาน หาซื้อได้ไม่ยาก และราคาไม่แพง ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของคลอรีนในการฆ่าเชื้อโรคในน้ำ ได้แก่ ความเข้มข้นของคลอรีน ระยะเวลาสัมผัสระหว่างคลอรีนกับน้ำ ค่า pH ของน้ำ ความขุ่นของน้ำ คลอรีนที่นิยมใช้ในการผลิตน้ำประปาได้แก่ ก๊าซคลอรีน สารประกอบไฮโปคลอไรด์ และคลอรีนไดออกไซด์

6.2 การฆ่าเชื้อโรคด้วยแก๊สโอโซน (Ozonation) โอโซนเป็นแก๊สที่มีความหนาแน่นมากกว่าอากาศ มีการออกซิไดส์สูงมากและมีลิทธิ์กัดกร่อนที่รุนแรง ใช้เป็นสารฆ่าเชื้อโรคในน้ำได้ กลไกการฆ่าเชื้อโรคในน้ำของโอโซนเกิดขึ้นโดยโอโซนจะทะลุทะลวงผ่านผนังเซลล์ของเชื้อโรคเข้าไปและทำปฏิกิริยาเคมี โดยโอโซนจะออกซิไดส์องค์ประกอบภายในเซลล์ เช่น เอนไซม์ โปรตีน ดีเอ็นเอ และอาร์เอ็นเอที่อยู่ภายในเซลล์ ซึ่งจะทำให้เซลล์เชื้อโรคแตกสลายไป ปริมาณโอโซนที่ใช้ฆ่าเชื้อโรคในน้ำประมาณ 1-6 กิโลกรัม/น้ำ 1,000 ลูกบาศก์เมตร ข้อดีของการใช้โอโซนคือนอกจากจะฆ่าเชื้อโรคได้แล้ว ยังมีประสิทธิภาพในการทำลายกลิ่น รส และสีในน้ำได้ดี สามารถฆ่าไวรัสได้ดีกว่าคลอรีน และทำลายสปอร์ของแบคทีเรียได้ ข้อเสียคือมีราคาแพง ต้องใช้ไฟฟ้าในการผลิตโอโซน ต้องมีการบำรุงรักษาเครื่องมืออย่างดี และมีระบบไฟฟ้าสำรองกรณีไฟฟ้าดับ โอโวนเป็นแก๊สพิษถ้าสูดดมเข้าไปในปริมาณในเข้มข้นอาจตายได้ ข้อด้อยที่สำคัญคือโอโซนไม่มีประสิทธิภาพหลงเหลือในการฆ่าเชื้อโรคหรือคงตัวอยู่ในน้ำ ทำให้ไม่เหมาะที่จะใช้ในการฆ่าเชื้อโรคในระบบท่อส่งน้ำและจำเป็นต้องมี

การเติมคลอรีนหลังจากการใช้โอโซน เพื่อให้มีการฆ่าเชื้อโรคในระบบท่อแจกจ่ายน้ำได้

6.3 การฆ่าเชื้อโรคด้วยแสงอัลตาไวโอเลต (Ultraviolet Light Disinfection) แสงอัลตราไวโอเลตมีความยาวคลื่นตั้งแต่ 2,000-9,000 ช่วงความยาวคลื่นที่ใช้ในการฆ่าเชื้อโรคในน้ำได้ดีที่สุดจะอยู่ระหว่าง 2,000-2,950 อังสตรอม การผลิตแสงอัลตราไวโอเลตจะใช้หลอดอัลตราไวโอเลตที่ผู้ขายผลิตขึ้นมาเพื่อใช้ในการฆ่าเชื้อโรคโดยเฉพาะ ข้อดีของการใช้แสงอัลตราไวโอเลตในการฆ่าเชื้อโรคคือไม่ทำให้เกิดกลิ่นรส และสารตกค้างในน้ำ สามาถฆ่าไวรัสและสปอร์ของแบคทีเรียได้ดีเช่นเดียวกับโอโซน ข้อเสียคือจะใช้ฆ่าเชื้อโรคได้เฉพาะน้ำที่ใสหรือผ่านกระบวนการกำจัดความขุ่นแล้วเท่านั้น เนื่องจากความขุ่นอาจปิดบังการสัมผัสระหว่างแสงอัลตราไวโอเลตกับเชื้อโรคในน้ำ

6.4 การเติมสารเคมี (Chemical Feeding) สิ่งที่สำคัญที่สุดในการเติมสารเคมีเข้าไปในน้ำสำหรับกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำคือการควบคุมปริมาณสารเคมีที่เติมลงไปให้ได้ปริมาณที่ถูกต้องแม่นยำตามความต้องการได้ตลอดเวลา โดยสารเคมีที่เติมจะต้องเป็นอัตราส่วนกับปริมาณน้ำที่ไหลเข้ามาในระบบ ซึ่งต้องมีการควบคุมและอาจต้องปรับเปลี่ยนอัตราการเติมให้สัมพันธ์กับปริมาณน้ำอยู่ตลอดเวลา นอกจากนั้นต้องพิจารณาถึงความปลอดภัยด้วย เนื่องจากสารเคมีหลายชนิดมีฤทธิ์กัดกร่อนสูงและเป็นพิษ โดยปกติจะใช้เครื่องมือช่วยในการเติมสารเคมีที่ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ หรือควบคุมด้วยมือก็ได้ ลักษณะของสารเคมีที่เติมลงไปในน้ำจะมี 3 แบบคือ

6.4.1 การเติมสารละลาย (Solution Feeding) วิธีการเติมสารเคมีในรูปของสารละลายมีความสะดวกและประหยัด เหมาะสำหรับระบบขนาดเล็ก การทำให้สารเคมีที่เป็นเกล็ดหรือเป็นผงให้อยู่ในรูปของสารละลายก่อนเติมเข้าสู่ระบบจะช่วยลดปัญหาเรื่องฝุ่นได้ และการทำให้สารเคมีที่ดูดความชื้นและจับตัวเป็นก้อนเหนียวได้ง่ายให้อยู่ในรูปของสารละลายจะสะดวกกว่าการเติมในลักษณะแห้ง

6.4.2 การเติมสารเคมีแห้ง (Dry Feeding) การเติมสารเคมีที่เป็นของแข็งซึ่งมีลักษณะเป็นผงหรือเกล็ด โดยทั่วไปจะถูกทำให้เป็นสารละลายก่อน

6.4.3 การเติมในลักษณะของแก๊ส (Gas Feeding) การเติมในลักษณะแก๊ส เช่น คลอรีนแก๊สในการฆ่าเชื้อโรค เติมแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ใน

กระบวนการกำจัดความกระด้าง ต้องใช้อุปกรณ์ในการเติมโดยการละลายแก๊สในน้ำก่อนที่จะฉีดหรืออัดน้ำเข้าสู่ระบบ

7.ระบบจ่ายน้ำ (Water Distribution System)

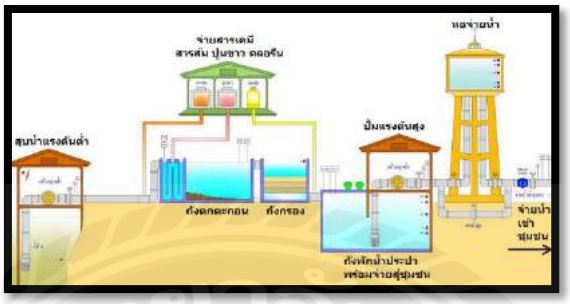
ระบบจ่ายน้ำจะทำหน้าที่ในการแจกจ่ายน้ำไปยังผู้รับบริการ ถ้าระบบผลิตน้ำประปาอยู่ใกล้กับพื้นที่ให้บริการ สามารถส่งน้ำเข้าสู่ระบบท่อแจกจ่ายน้ำได้โดยตรง ส่วนกรณีที่ระบบผลิตน้ำประปาอยู่ไกลจากพื้นที่บริการจะต้องมีท่อส่งน้ำเข้ามาในพื้นที่ก่อน และอาจจำเป็นต้องมีถังเก็บน้ำสำรองเพื่อรักษาสมดุลของการจ่ายน้ำ และถือว่าระบบการจ่ายน้ำประปาเริ่มจากจุดนี้เป็นต้นไป ข้อพิจารณาในการออกแบบระบบจ่ายน้ำประปาที่สำคัญคือ ความเร็วในการไหลที่เหมาะสมจะอยู่ระหว่าง 0.6-1.2 เมตร/วินาที ขนาดที่ใช้ในการออกแบบเป็นอัตราการไหลสูงสุดในรอบวันบวกกับปริมาณน้ำสำรองเพื่อการดับเพลิง และระบบจ่ายน้ำจะต้องสามารถจ่ายน้ำให้มีแรงดันไม่ต่ำกว่าปกติ

วิธีการจ่ายน้ำประปา (Methods of Water Distribution) วิธีการจ่ายน้ำประปาเข้าสู่ระบบแจกจ่ายน้ำจะขึ้นอยู่กับความแตกต่างของระดับที่ตั้งถังเก็บน้ำประปาและระดับเฉลี่ยของพื้นที่ให้บริการจ่ายน้ำ และขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่จ่ายเข้าสู่ระบบและความผันแปรของการใช้น้ำในแต่ละช่วงเวลา วิธีการจ่ายน้ำที่สำคัญมีดังนี้

7.1 การจ่ายน้ำโดยอาศัยแรงโน้มถ่วง (Gravity Distribution) วิธีนี้เหมาะกับพื้นที่ที่มีระดับสูง-ต่ำ โดยพื้นที่ให้บริการอยู่ต่ำกว่าถังจ่ายน้ำประปาที่บริเวณพื้นสูง เป็นการใช้ประโยชน์จากความแตกต่างของระดับพื้นที่ตั้งของถังจ่ายน้ำและชุมชน วิธีนี้จะประหยัดและดูแลรักษาง่าย ในบางกรณีหากค่าเฮดของน้ำสูงเกินไป อาจจะเป็นต้องมีถังลดแรงดันของน้ำเพื่อป้องกันความเสียหายต่อระบบท่อจ่ายน้ำ

7.2 การจ่ายน้ำโดยใช้เครื่องสูบน้ำและหอถังสูง (Pump with Storage Distribution) การจ่ายน้ำวิธีนี้จะใช้เครื่องสูบน้ำช่วยในการเพิ่มค่าเฮดของน้ำให้ไหลเข้าสู่ระบบท่อจ่ายน้ำในพื้นที่ให้บริการ โดยในขณะที่มีการใช้น้ำต่ำกว่าอัตราการสูบจ่าย น้ำส่วนหนึ่งจะถูกส่งขึ้นไปเก็บสำรองไว้ที่หอถังสูง หรือหอสูง ในช่วงที่มีการใช้น้ำสูงกว่าอัตราการสูบจ่าย น้ำในหอถังสูงจะไหลลงมาช่วยเสริมการจ่ายน้ำเข้าสู่ระบบท่อจ่ายน้ำด้วยอีกทางหนึ่งร่วมกับการทำงานของเครื่องสูบน้ำ

ข้อดีของการจ่ายน้ำวิธีนี้คือ สามารถจ่ายน้ำต่อไปในช่วงเวลาหนึ่งถึงแม้ว่าระบบประปาหรือเครื่องสูบน้ำหยุดทำงาน หอถังสูงจะเก็บน้ำสำรองแล้วยังทำหน้าที่เสมือนถังควบคุมแรงดันในระบบท่อจ่ายน้ำให้มีความคงที่ตลอดเวลา วิธีจ่ายน้ำวิธีนี้พบเห็นได้ทั่วไปตั้งแต่ระบบขนาดประปาขนาดใหญ่จนถึงระบบประปาขนาดเล็กตามหมู่บ้าน




รูปที่ 2.15 การจ่ายน้ำโดยใช้เครื่องสูบน้ำและหอถังสูง

7.3 การจ่ายน้ำโดยใช้เครื่องสูบน้ำโดยตรง (Pump without Storage Distribution) วิธีจ่ายน้ำโดยใช้เครื่องสูบน้ำโดยตรงจะต้องใช้เครื่องสูบน้ำทำหน้าที่เพิ่มแรงดันของน้ำและสูบจ่ายน้ำเข้าสู่ระบบท่อจ่ายน้ำโดยไม่มีถังรักษาแรงดันน้ำ ถ้าเครื่องสูบน้ำหยุดทำงานพื้นที่ประปาจะไม่มีน้ำประปาใช้ แรงดันของน้ำในระบบท่อจ่ายน้ำจะผันแปรไปตามอัตราการใช้น้ำ ซึ่งสามารถใช้ในการควบคุมระบบการทำงานของเครื่องสูบน้ำได้ โดยใช่ช่วงที่มีอัตราการใช้น้ำต่ำ ๆ จะมีเครื่องสูบน้ำทำงานเป็นบางเครื่อง หากอัตราการใช้น้ำสูงขึ้นแรงดันน้ำในระบบท่อน้ำจ่ายจะลดลง เครื่องสูบน้ำก็จะทำงานพร้อมกันหลายเครื่องเพื่อรักษาแรงดันของน้ำให้ได้ตามที่กำหนดไว้ การจ่ายน้ำด้วยวิธีนี้เหมาะกับระบบประปาขนาดใหญ่ที่มีการใช้น้ำค่อนข้างสม่ำเสมออย่างต่อเนื่องตลอดเวลา เพราะการจ่ายน้ำระบบนี้มีค่าลงทุนและค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาสูงกว่าการจ่ายน้ำแบบอื่น

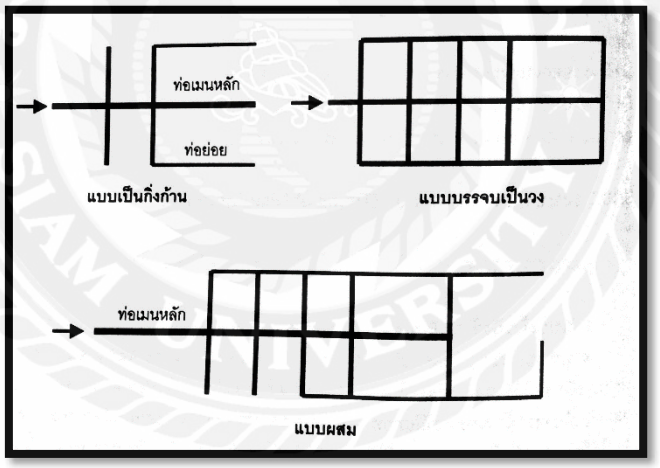
ระบบท่อจ่ายน้ำประปา (Type of Distribution System) รูปแบบระบบท่อจ่ายน้ำโดยทั่วไปมี 3 ลักษณะ

7.3.1 แบบกิ่งก้าน (Branching System) ลักษณะของระบบท่อแบบเป็นกิ่งก้านจะเป็นการต่อท่อแบบแยกเป็นเส้นแขนงออกไปจากท่อเมนหลัก ทำให้ท่อย่อยแต่ละเส้นเป็นท่อปลายตัน ซึ่งอาจทำให้เกิดปัญหาคุณภาพน้ำได้ เนื่องจากน้ำในท่ออาจมีสภาพหยุดนิ่งเป็นเวลานาน นอกจากนั้นอาจมีความไม่สะดวกในกรณีที่มีท่อแตกหรือมีการซ่อมแซมท่อ จะทำให้ผู้ที่อยู่ด้านท้าย

น้ำไม่มีน้ำใช้ ระบบท่อแบบนี้เหมาะหับชุมชนที่อยู่ไกลจากท่อเมนหรือมีอาคารบ้านเรือนตั้งอยู่อย่างกระจัดกระจาย

7.3.2 แบบบรรจบเป็นวง (Loop or Grid System) การต่อท่อจ่ายน้ำแบบบรรจบเป็นวงต่อเนื่องกันไปหรือซ้อนกันออกไป ขึ้นอยู่กับลักษณะของพื้นที่ให้บริการ วิธีนี้จะแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นกับวิธีการต่อแบบกิ่งก้านได้ คือ สามารถจ่ายน้ำได้ถึงแม้จะมีท่อแตกในจุดใดจุดหนึ่ง และน้ำในระบบท่อสามารถหมุนเวียนได้ตลอดเวลา ข้อเสียของการต่อท่อแบบนี้คือมีค่าลงทุนสูงเนื่องจากต้องมีการติดตั้งประตูน้ำและอุปกรณ์ท่อเป็นจำนวนมาก ระบบท่อแบบนี้เหมาะกับชุมชนขนาดใหญ่ที่มีบ้านเรือนหนาแน่นต่อเนื่องทั้งพื้นที่

7.3.3 แบบผสม (Combined System) การต่อท่อจ่ายน้ำแบบผสมเป็นการนำข้อดีของการต่อท่อแบบกิ่งก้านและแบบบรรจบเป็นวงมาใช้ โดยชุมชนใจกลางเมืองอาจใช้วิธีการต่อท่อแบบบรรจบเป็นวง ส่งนพื้นที่รอบนอกออกไปที่ยังไม่ได้รับการพัฒนาอย่างเต็มที่ อาจใช้วิธีการต่อท่อแบบกิ่งก้านออกไปได้ ทำให้สามารถเลือกวิธีการวางท่อจ่ายน้ำให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ในแต่ละส่วนได้ ซึ่งจะช่วยลดค่าลงทุนก่อสร้างและมีความสะดวกในการให้บริการ



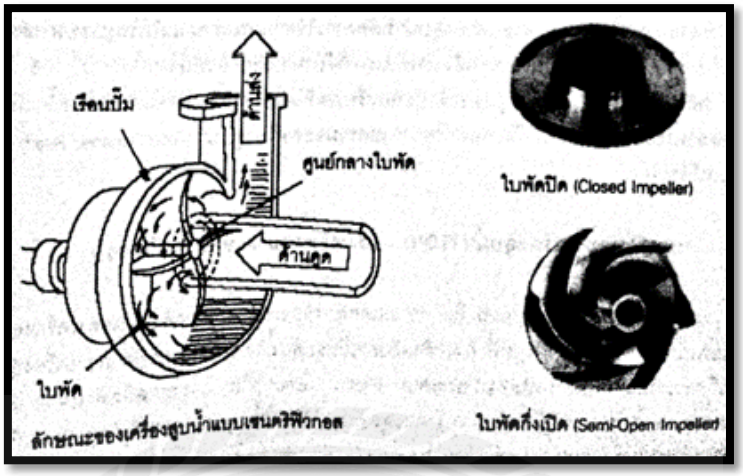

รูปที่ 2.16 รูปแบบของระบบท่อจ่ายน้ำ

วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้

1.เครื่องสูบน้ำ (Pump) เครื่องสูบน้ำทำหน้าที่ในการเพิ่มพลังงานให้แก่น้ำ เพื่อให้น้ำไหลจากจุดหนึ่งไปยังจุดหนึ่งได้ เครื่องสูบน้ำที่ใช้กันมากในงานวิศวกรรมประปา คือ เครื่องสูบน้ำแบบเซนตริฟิวกอล (Centrifugal) และเครื่องสูบน้ำแบบโรตารี (Rotary)

เครื่องสูบน้ำแบบเซนตริฟิวกอลทำงานโดยอาศัยการหมุนของใบพัด (Impeller) ทำให้เกิดแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง (Centrifugal Force) ผลักดันให้น้ำเคลื่อนที่ออกไป ทางด้านดูด (Suction

Opening) อยู่ที่ศูนย์กลางใบพัด เมื่อน้ำถูกดูดเข้ามาในเรือนปั๊มจะถูกผลักออกไปด้วยครีบใบพัดและแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง ออกไปสู่ด้านจ่าย (Discharge Opening) เพื่อต่อเข้ากับท่อส่งน้ำ




รูปที่ 2.17 ลักษณะของเครื่องสูบน้ำแบบเซนตริฟิวกอลและตัวอย่างใบพัด

เครื่องสูบน้ำแบบเซนตริฟิวกอลสามารถแบ่งออกเป็นประเภทต่าง ๆ ได้อีก เช่น แบ่งตามทิศทางการไหล และแบ่งตามลักษณะของใบพัด เป็นต้น ตัวอย่างของเครื่องสูบน้ำชนิดนี้คือเครื่องสูบน้ำแบบหอยโข่ง เครื่องสูบน้ำแบบเทอร์ไบน์ สำหรับการใช้งานโดยทั่วไปคือสูบส่งน้ำในปริมาณมาก สูบส่งน้ำที่แรงดันสูงๆและสูบเพื่อยกระดับน้ำทั้งในงานประปาและน้ำเสีย งานดับเพลิง งานระบายน้ำและป้องกันน้ำท่วม เป็นต้น

รูปที่ 2.18 เครื่องสูบน้ำแบบเซนตริฟิวกอล

เครื่องสูบน้ำแบบโรตารีทำงานโดยอาศัยการหมุนรอบจุดศูนย์กลางของเครื่องมือที่มีช่องว่างให้น้ำไหลเข้าทางด้านดูดและถูกปล่อยออกทางด้านจ่าย การหมุนของโรเตอร์ (Rotor) จะทำ

ให้เกิดการแทนที่ที่เป็นการเพิ่มปริมาตรของน้ำ (Positive Displacement ให้ทางด้านจ่าย เครื่องสูบน้ำชนิดนี้จะเรียกชื่อตามลักษณะของชิ้นส่วนที่หมุนเพื่อให้เกิดการแทนที่ของเหลว เช่น ปั๊มโรตารีแบบเฟือง (Gear Pump) ปั๊มโรตารีแบบครีบ (Vane Pump) ปั๊มโรตารีแบบเกลียว (Screw Pump) เป็นต้น เครื่องสูบน้ำประเภทนี้ใช้สำหรับส่งน้ำหรือสารเคมีในปริมาณน้อย ๆ ที่ต้องการควบคุมปริมาณในการสูบค่อนข้างแม่นยำ

รูปที่ 2.19 เครื่องสูบน้ำแบบโรตารี

2.วัสดุท่อ (Pipe Materials)

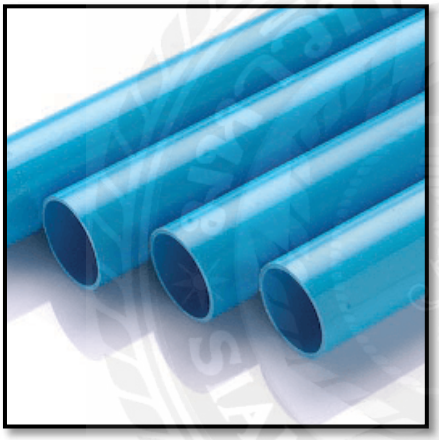
วัสดุที่ใช้ในการผลิตท่อส่งน้ำหรือท่อระบายน้ำมีหลายชนิด ซึ่งมีคุณสมบัติเฉพาะตัวและความเหมาะสมในการเลือกใช้งานที่แตกต่างกันออกไป คุณลักษณะที่ดีของท่อที่เลือกใช้จะประกอบด้วย

- มีอายุการใช้านยาวนาน
- มีความคงทนต่อการเสียดสีของวัตถุที่ไหลปนมากับน้ำ
- มีความคงทนต่อการกัดกร่อนของสารปนเปื้อนหรือสารเคมีในน้ำ และการกัดกร่อนจากภายนอกท่อ
- มีความคงทนต่อสภาพแวดล้อมในบริเวณนั้น ๆเช่น แสงแดด อุณหภูมิ
- รอยต่อของท่อมีความคงทนแข็งแรง งายต่อการติดตั้งและการซ่อมแซม

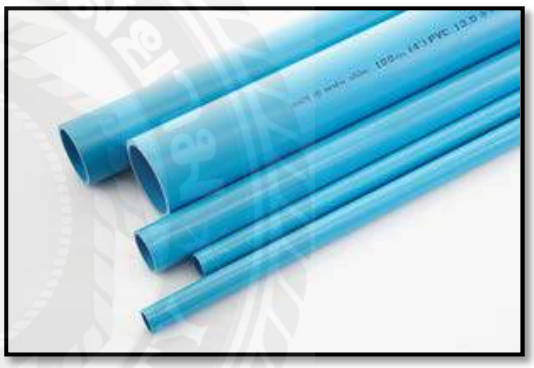
- มีความแข็งแรงพอที่จะรับน้ำหนักดินกลบทับและน้ำหนักรถที่วิ่งผ่านได้อย่างปลอดภัย
- มีความคุ้มค่าในการใช้งานและความเป็นไปได้ในการลงทุน เช่น การเลือกท่อที่ราคาสูงจะต้องใช้งานได้นานกว่า

ชนิดของท่อ (Types of Pipe)

2.1 ท่อพีวีซี คือ ท่อที่ทำขึ้นจากโพลิไวนิลคลอไรด์ โดยไม่ผสมพลาสติกไซเซอร์ โดยในปัจจุบันท่อชนิดนี้เป็นที่นิยมอย่างมากในวงการก่อสร้าง เพราะด้วยคุณสมบัติที่ดีหลายอย่างไม่ว่าจะเป็น คุณสมบัติที่มีความเหนียวยืดหยุ่นตัวได้ดี ทนต่อแรงดันน้ำ ทนต่อการกัดกร่อน ไม่เป็นฉนวนนำไฟฟ้าเพราะไม่เป็นตัวนำไฟฟ้า เป็นวัสดุไม่ติดไฟ น้ำหนักเบาอีกทั้งยังราคาถูกอีกด้วย ท่อ PVC จึงถูกนำมาใช้ในงานหลาย ๆ ระบบ เช่น ระบบประปา ระบบงานร้อยสายไฟฟ้า ระบบงานระบายน้ำทางการเกษตรและอุตสาหกรรม



รูปที่ 2.20 ท่อพีวีซี



รูปที่ 2.21 ท่อพีวีซี

2.2 ท่อเอชดีพีอี (High Density Polyethylene Pipe ; HDPE) คือท่อที่มีลักษณะงอ ดัดโค้งได้ สามารถคดเคี้ยวไปมาตาม ลักษณะของตัวอาคาร มีสีดำ ปัจจุบันนิยมใช้ในงานการอุตสาหกรรม ระบบประปา รวมไปถึงก่อสร้างต่าง ๆ อีกทั้งยังมีคุณสมบัติ ที่โดดเด่นมากมาย เป็นอีกหนึ่งทางเลือก ในการใช้งานที่คนส่วนใหญ่ ทั้งบุคคลทั่วไปและผู้รับเหมา ไปจนถึง เจ้าของอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ งานเกษตรกรรม งานราชการปัจจุบันก็ใช้ท่อHDPE เป็นหลักในระบบงานประปา ด้วยคุณสมบัติของท่อHDPE , ท่อPE ดัดโค้งงอได้ ทนรังสียูวี ไม่มีสารเคมี มีความหนา ไม่แตกเปราะได้ง่าย เหมือนท่อPVC จึงได้รับความนิยมเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ขนาดและ ความหนาของท่อ HDPE มีหลายขนาดตามการใช้งาน โดยสีเส้นคาดข้างท่อ เป็นตัวบอกลักษณะการใช้งานง่ายๆ เช่น ท่อ HDPEคาด

ฟ้า เป็นการใช้งานในระบบประปา (ท่อน้ำ) ,ท่อ HDPEคาดส้ม เป็นการใช้งานระบบไฟฟ้า (ร้อยสายไฟ ),ท่อ HDPEดำล้วน เป็นการใช้งานใน ระบบประปาทั่ว ๆไป งานเกษตร งานเอกชน

รูปที่ 2.22 ท่อ HDPE

รูปที่ 2.23 ท่อ HDPE

2.3 ท่อพีบี (Polybutylene Pipe ; PB) ท่อโพลิบิวทิลีนใช้สำหรับเป็นท่อน้ำดื่ม การใช้งานของ ท่อพีบี (PB) จะคล้ายกับท่อพีอี (PE) คือ ใช้งานในงานท่อประปา ลำเลียงน้ำดื่มน้ำใช้ ท่อเดินใต้น้ำ งานชลประทาน งานด้านอุตสาหกรรม และงานด้านเคมีภัณฑ์ เป็นต้น ซึ่งคุณสมบัติเฉพาะของท่อพีบี (PB) สามารถทนอุณหภูมิ -40 ถึง 48 องศาเซลเซียส มีความทนทานต่อแรงดันสูงถึง 200 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ทนทานต่อแรงกระแทกและสารเคมี ทั้งยังมีอายุการใช้งานยาวนานกว่า 50 ปี

รูปที่ 2.24 ท่อ PB

2.4 ท่อซีเมนต์ใยหิน (Asbestos Cement Pipe; AC) ท่อซีเมนต์ใยหินนิยมเรียกว่า ท่อเอซี เป็นท่อที่ทำจากปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ โดยผสมกับแร่ใยหิน (Asbestos) ซึ่งเป็นกลุ่มแร่ซิลิเกตเพื่อช่วยเสริมความแข็งแรงของท่อ ข้อดีของท่อซีเมนต์ใยหินคือเป็นท่อไม่มีตะเข็บ ทนการกัดกร่อน มีความคงทนต่อไฟและความร้อน ไม่นำไฟฟ้า ไม่เป็นสนิม น้ำหนักเบา ข้อเสียของท่อชนิดนี้คือมี

ความเปราะแตกง่าย จึงใช้เป็นท่อที่ต้องฝังใต้ดินเสมอ ในพื้นที่ชายทะเลอาจใช้เป็นท่อซีเมนต์ใยหิน ที่ผลิตจากปูนซีเมนต์ประเภท 5 เพื่อลดปัญหาจากซัลเฟต

รูปที่ 2.25 ท่อซีเมนต์ใยหิน

2.5ท่อเหล็กเหนียว (Steel Pipe) ท่อเหล็กเหนียวเป็นท่อที่ผลิตจากเหล็กกล้าความแข็งแรงขึ้นอยู่กับความหนาและคุณสมบัติของเหล็กที่ใช้ ใช้เป็นท่อรับแรงดันสูงมีหลายชนิดและมาตรฐานให้เลือกใช้ตามลักษณะงาน ใช้เป็นท่อส่งน้ำ ท่อเหล็กโครงสร้าง ท่อขนส่งแก๊ส ห่อน้ำมัน เป็นต้น เนื่องจากมีราคาแพง ในงานประปาจึงมักใช้เฉพาะในบริเวณที่ต้องวางท่ออยู่เหนือผิวดิน หรือบริเวณที่ต้องรับแรงกดทับจากภายนอกสูง ๆ ในกรณีที่ใช้เป็นท่อในงานประปาจะนิยมใช้เป็นท่อเหล็กอาบสังกะสี (Galvanized Steel Pipe) เพื่อลดปัญหาการผุกร่อนเป็นสนิม

รูปที่ 2.26 ท่อเหล็กเหนียว

2.6 ท่อเหล็กหล่อ (Cast Iron Pipe) ท่อเหล็กหล่อเป็นท่อเหล็กที่หล่อขึ้นรูปมาจากแบบแบ่งชนิดตามปริมาณคาร์บอนที่ผสมทำให้มีคุณสมบัติแตกต่างกันออกไป เพื่อให้สามารถเลือกใช้งานได้ตามความต้องการ ข้อดีของท่อเหล็กหล่อคือมีความแข็งแรงทนทาน แต่มีน้ำหนักมาก รับแรงดันได้น้อยเมื่อเปรียบเทียบกับท่อเหล็กเหนียว นิยมใช้เป็นท่อที่ไม่ต้องรับแรงดัน เช่น ท่อระบายน้ำ

โสโครก ท่อระบายน้ำฝนในระบบระบายน้ำในอาคาร ท่อระบายน้ำทางดิ่ง ลักษณะของข้อต่อจะเป็นแบบปากระฆังสำหรับสวมต่อกับท่อปลายเรียบและใช้วิธีอุดรอยต่อด้วยวัสดุยาแนวเช่นเชือกป่านปิดทับด้วยตะกั่วหลอม เป็นต้น

รูปที่ 2.27 ท่อเหล็กหล่อ

2.7 ท่อคอนกรีต (Concrete Pipe) ท่อคอนกรีตมีวัตถุประสงค์ในการใช้งานที่ต้องทนแรงกด แรงอัดได้สูง ส่งน้ำได้ในปริมาณมาก ๆ แต่ไม่ทนการกัดกร่อน อาจใช้วางตามถนน ทางเท้าหรือผ่านเส้นทางการจราจรท่อคอนกรีตมีทั้งชนิดที่ใช้เป็นท่อระบายน้ำโดยไม่ต้องใช้รับแรงดัน ในกรณีที่ใช้เป็นท่อระบายน้ำอาจผลิตเป็นท่อคอนกรีตเสริมเหล็กธรรมดาข้อต่อเป็นลิ้นรางสำหรับสวมแล้วยาด้วยปูนทรายโดยรอบ ในกรณีที่ใช้เป็นท่อรับแรงดันอาจใช้ท่อคอนกรีตอัดแรง และลักษณะของข้อต่อจะเป็นแบบปากระฆังสำหรับสวมมีแหวนยางรอง

รูปที่ 2.28 ท่อคอนกรีต

3.วาล์วและอุปกรณ์ท่อในระบบท่อจ่ายน้ำ (Valve and Piping Components)

ในระบบท่อส่งหรือจ่ายน้ำจำเป็นต้องมีการติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จำเป็นเพื่อใช้ในการควบคุมบังคับการไหลของน้ำ เพื่อความสะดวกในการซ่อมแซมบำรุงรักษา รวมทั้งทำให้อายุการใช้งานของระบบท่อยาวนานขึ้นอุปกรณ์ห่อที่สำคัญได้แก่วาวล์วประเภทต่าง ๆ ดังนี้

3.1 เกตวาล์ว (Gate Valve) เกตวาล์วเป็นประตูน้ำที่ใช้งานทั่ว ๆ ไป มีลิ้นสำหรับเลื่อนขึ้นลงในทิศทางที่ตั้งจากกับทิศทางของการไหล เป็นวาล์วที่ใช้เพื่อควบคุมการปิดหรือเปิดน้ำ ไม่นิยมใช้เพื่อควบคุมอัตราการไหลด้วยการปิด-เปิดเพียงบางส่วน

3.2 วาล์วปีกผีเสื้อ (Butterfly Valve)วาล์วปีกผีเสื้อเป็นวาล์วที่มีจานหมุนรอบแก่นอยู่ภายใน วาล์วเปิดเต็มที่เมื่อจานอยู่ในทิศทางเดียวกับทิศทางการไหลของน้ำ และปิดสนิทเมื่อจานหมุนตั้งฉากกับทิศทางการไหลและจานสัมผัสกับบ่ารองลิ้น ใช้ปิด-เปิด และใช้เพื่อควบคุมอัตราการไหลของน้ำในท่อ

รูปที่ 2.29 เกตวาล์ว

รูปที่ 2.30 วาล์วปีกผีเสื้อ

3.3 โกลบวาล์ว (Globe Valve) โกลบวาล์วเป็นวาล์วที่มีลิ้นปิด-เปิดเป็นจานหรือลูกอุดควบคุมโดยก้านให้ลิ้นเคลื่อนที่ขึ้น-ลงตั้งฉากกับรองลิ้นที่เป็นวงแหวน โดยทิศทางการไหลอาจตั้งฉากหรือทำมุมกับทิศทางการไหลเข้าออกจากวาล์ว เป็นลิ้นปีด-เปิด เป็นวาล์วที่ใช้ในการควบคุมอัตราการไหล

3.4 บอลล์วาล์ว (Ball Valve) บอลล์วาล์วเป็นวาล์วที่มีลูกทรงกลมเจาะรูตรงกลางทำหน้าที่เป็นลิ้นปิด-เปิด ควบคุมโดยการหมุนนเพื่อปรับทิศทางของรูของลูกทรงกลม วาล์วเปิดเต็มที่เมื่อรูของลูกทรงกลมอยู่ในแนวเดียวกับทิศทางการไหล และปิดสนิทเมื่อรูของลูกทรงกลมตั้งจากกับทิศทางการไหล นิยมใช้ในการควบคุมปริมาณการไหลและความดันในระบบท่อ ขนาดโตสุดของบอลล์วาล์วไม่เกิน 100 มิลลิเมตร

3.5 วาล์วกันกลับ (Check Valve)วาล์วกันกลับเป็นวาล์วที่ให้น้ำไหลผ่านได้ในทิศทางเดียว โดยภายในเรือนวาล์วจะมีลิ้นปิด-เปิดที่ทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้น้ำไหลย้อนกลับ ลิ้นภายในมีทั้งแบบบานกระดกปิด-เปิด แบบควบคุมด้วยสปริงส่วนใหญ่จะติดตั้งที่ท่อด้านจ่ายเพื่อป้องกันน้ำย้อนกลับมาที่เครื่องสูบน้ำ

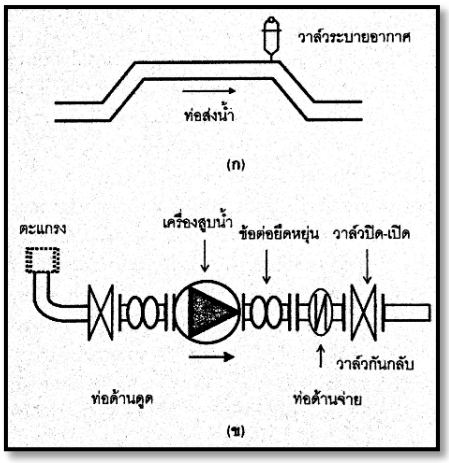
รูปที่ 2.31 โกลบวาล์ว

รูปที่ 2.32 บอลล์วาล์ว

รูปที่ 2.33 วาล์วกันกลับ

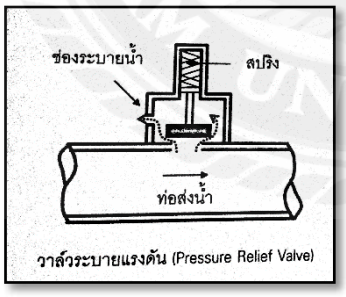
3.6 วาล์วระบายอากาศ (Air Release Valve) วาล์วระบายอากาศเป็นวาล์วที่มีลูกลอยอยู่ภายใน เมื่อมีอากาศเข้ามาสะสมภายในวาล์วลูกลอยจะลดระดับลงเพื่อเปิดช่องระบายอากาศออก เมื่ออากาศถูกระบายออกไป ลูกลอยจะถูกดันขึ้นและช่องระบายอากาศจะถูกปิด วาล์วระบายอากาศมีความสำคัญมากในการลดการสูญเสียพลังงานในการไหลภายในท่อ

เนื่องจากในระบบท่อส่งน้ำมักจะมีอากาศปนมาด้วยเมื่อฟองอากาศแยกตัวออกมาจะสะสมกันอยู่ในบริเวณที่แนวท่อโค้งขึ้น หรือจุดสูงสุดของท่อ โพรงอากาศจะทำให้พื้นที่หน้าตัดการไหลลดลงและเกิดการสูญเสียพลังงานในการไหล่อย่างมาก และทำให้ความดันในระบบท่อแปรปรวน ควรติดตั้งวาล์วระบายอากาศบนหลังท่อทุก ๆ จุดในบริเวณที่ท่อส่งน้ำโค้งขึ้นและควรติดตั้งทุก ๆ ระยะ 0.5 ถึง 1:0 กิโลเมตรในแนวห่อที่มีความลาด

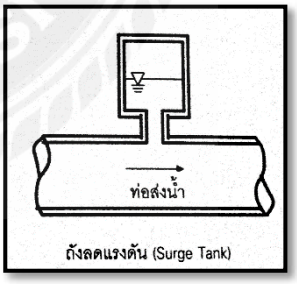



รูปที่ 2.34 ตัวอย่างการติดตั้งอุปกรณ์ท่อในตำแหน่งที่ถูกต้อง
ก.การติดตั้งวาล์วระบายอากาศ ข.การติดตั้งวาล์วในระบบสูบน้ำ

4. ถังอากาศและถังลดแรงดัน (Air Chamber and Surge Tank) ถังอากาศและถังลดแรงดันเป็นอุปกรณ์เพื่อความปลอดภัยเช่นเดียวกับวาล์วระบายแรงดันทำหน้าที่ป้องกันความเสียหายที่จะเกิดกับท่อจากวอเตอร์แฮมเมอร์ โดยมีลักษณะเป็นถังต่อเข้ากับหลังท่อ ถ้าเป็นถังปิดบรรจุอากาศจะเรียกว่า Air Chamber อากาศในถัง ซึ่งยืดหดตัวได้ดีกว่าน้ำะทำหน้าที่ผ่อนแรงดันที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว มักใช้ต่อเข้ากับระบบขนาดเล็ก ส่วนถังลดแรงดันหรือ Surge Tank. จะใช้กับระบบขนาดใหญ่ซึ่งมีทั้งแบบถังปิดและถังเปิด ถ้าเป็นถังเปิดการลดแรงตันในท่อจะเกิดขึ้นโดยการไหลของน้ำเข้าไปในถังซึ่งต้องมีความสูงมากพอที่น้ำจะไม่ล้นออก




รูปที่ 2.35 วาล์วระบายแรงดัน




รูปที่ 2.36 ถังลดแรงดัน

**2.2 บทความที่เกี่ยวข้อง**

2.2.1การศึกษากระบวนการผลิตและคุณภาพน้ำประปาในพื้นที่ตำบลธาร ปราสาท อำเภอโนนสูง จังหวัดนครราชสีมา

(ชื่อผู้แต่งนายเชาว์ ตะสันเทียะ.(2561). การศึกษากระบวนการผลิตและคุณภาพน้ำประปาในพื้นที่ตำบลธาร ปราสาท อำเภอโนนสูง จังหวัดนครราชสีมา)

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการผลิตและน้ำดิบและน้ำที่ผลิตได้จากระบบประปาหมู่บ้านในพื้นที่ตำบลธารปราสาท อำเภอโนนสูง จังหวัดนครราชสีมา ได้แก่ หมู่ที่ 5 หมู่ที่ 7 และ หมู่ที่ 10 ประเมินกระบวนการผลิตน้ำประปาโดยสำรวจและสัมภาษณ์ผู้ดูแลระบบ ศึกษาคุณภาพน้ำผิวดินและน้ำประปาโดยเก็บตัวอย่างในแต่ละขั้นตอนการผลิตน้ำประปาเพื่อตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำผิวดินและน้ำประปาที่ผ่านระบบกรอง ถังน้ำใส หอสูง และน้ำในระบบท่อจ่าย รวมถึงขั้นตอนการเติมสารเคมีหรือคลอรีนเพื่อฆ่าเชื้อโรคและแบคทีเรียตามเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำประปากรมอนามัย พ.ศ.2553 พารามิเตอร์ที่ใช้ในการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำผิวดินประกอบด้วย อุณหภูมิ กรด-ด่าง และ ดีโอ ของกรมควบคุมมลพิษ พารามิเตอร์การตรวจวัดคุณภาพน้ำประปา ได้แก่ อุณหภูมิ สี ความขุ่น กรด-ด่าง แบคทีเรียโคลิฟอร์มและปริมาณคลอรีนอิสระเทียบกับเกณฑ์คุณภาพน้ำประปาดื่มได้ปี พ.ศ. 2553 กรมอนามัย ผลการศึกษาพบว่าน้ำประปาทั้ง 3 หมู่บ้านมีค่าอุณหภูมิ ความขุ่น สี และค่าความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน มีปริมาณคลอรีนคงเหลือต่ำกว่า 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งไม่เป็นตามเกณฑ์มาตรฐาน การประเมินคุณภาพระบบประปาหมู่บ้าน พบว่าระบบประปาทั้ง 3 หมู่บ้านมีผลการประเมินในระดับพอใช้ หมู่ที่ 5 มีค่าคะแนนร้อยละ 59 หมู่ที่ 7 มีค่าคะแนนร้อยละ 56 และหมู่ 10 มีค่าคะแนนร้อยละ 71

2.2.2 การติดตามคุณภาพน้ำในระบบผลิตน้ำประปา กรณีศึกษาเทศบาลตำบลน้ำคำ จังหวัดศรีสะเกษ

(ชื่อผู้แต่งจิตรกร อยู่หนูพะเนาว์. การติดตามคุณภาพน้ำในระบบผลิตน้ำประปา กรณีศึกษาเทศบาลตำบลน้ำคำ จังหวัดศรีสะเกษ)

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำประปาที่ได้จากระบบประปาแบบผิวดิและปริมาณสารส้มที่เหมาะสมสำหรับเติมลงถังตกตะกอน ช่วงระยะเวลาการศึกษา คือ มกราคม ถึง มีนาคม พ.ศ. 2555 โดยแหล่งน้ำดิบที่ใช้ในการผลิตมาจากกุดเรือ จังหวัดศรีสะเกษ มีคุณลักษณะของน้ำดิบ คือ ค่าความเป็นกรด - ด่าง 6.94 ความขุ่น 12.2 NTU ของแข็งละลายน้ำ 106 มิลลิกรัมต่อลิตร ของแข็งแขวนถอย 8.33 มิลลิกรัมต่อลิตร ความกระด้าง 25.35 มิลลิกรัมต่อลิตรแมงกานีส 0.038 มิลลิกรัมต่อลิตร เหล็ก 0.694 มิลลิกรัมต่อลิตร และไม่พบแบทีเรียชนิดฟีคอลโคลิฟอร์ม ผลการศึกษาคุณภาพน้ำที่ผ่านระบบประปาแบบผิวดินพบว่า มีค่าความเป็นกรด-ด่าง 5.64 ความขุ่น 10.19 NTU ของแข็งแขวนถอย 7.3 มิลลิกรัมต่อลิตร และเหล็ก 0.243 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยค่าความเป็นกรด-ด้างอยู่ในเกณฑ์ต่ำกว่ามาตรฐานเล็กน้อยอาจเนื่องมาจากปริมาณสารส้มที่เติมลงในระบบและค่าความขุ่นสูงเกินมาตรฐานอางเกิดจากการปนเปื้อนในระบบท่อส่ง ส่วนการทดสอบหาปริมาณสารส้มที่เหมาะสมสำหรับเติมลงในถังตกตะกอนพบว่าควรใช้สารส้มปริมาณ 20 มิลลิกรัมต่อน้ำ 1ลิตร ซึ่งจะให้ค่าความเป็นกรด - ด่างของน้ำเป็น 6.38 และความขุ่น

# บทที่3

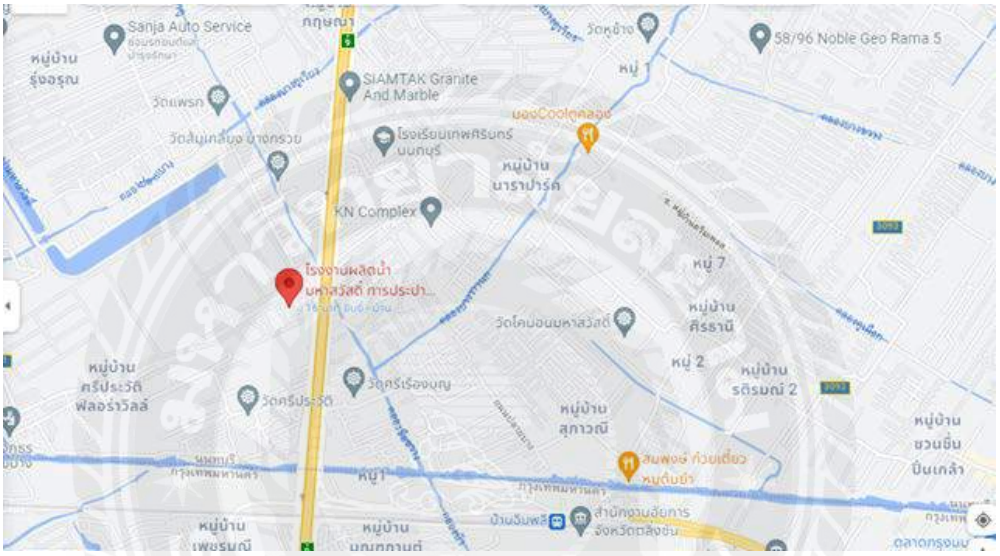
# รายละเอียดปฏิบัติงาน

## 3.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ

ชื่อบริษัท : โรงผลิตน้ำมหาสวัสดิ์

ตั้งอยู่เลขที่ : 170 หมู่ 2 ถนนกาญจนาภิเษก ตำบลปลายบาง อำเภอบางกรวย จังหวัดนนทบุรี 11130

เบอร์โทรศัพท์ : 02-831-4400

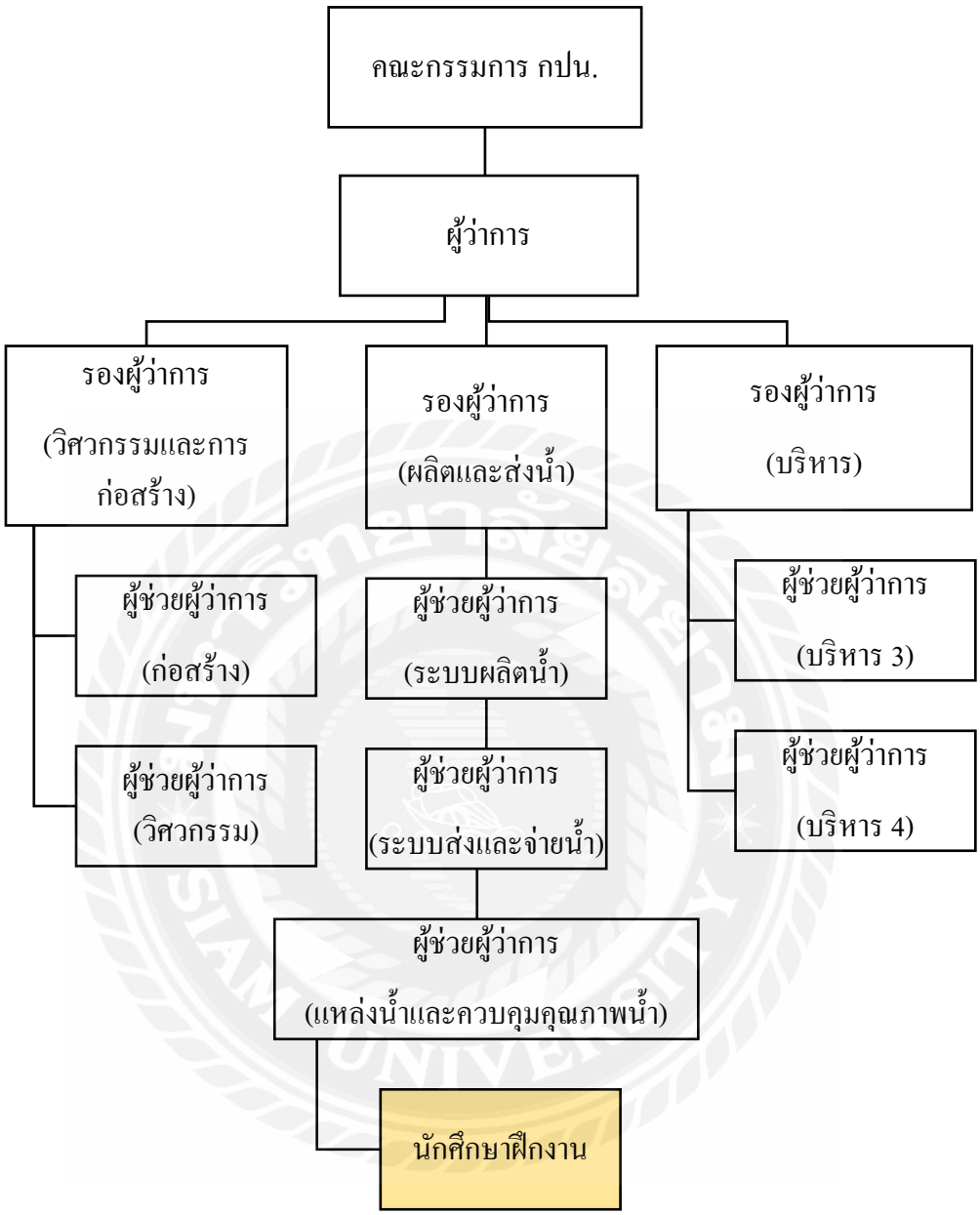



รูป 3.1 แผนที่โรงผลิตน้ำมหาสวัสดิ์

## 3.2 ลักษณะการประกอบการ ผลิตภัณฑ์การให้บริการหลักขององค์กร

โรงผลิตน้ำมหาสวัสดิ์ ทำงานเกี่ยวกับการผลิตน้ำประปาเพื่อแจกจ่ายไปยังบ้านเรือนประชาชน องค์กรต่าง ๆ หรือภาคอุตสาหกรรม

**3.3 รูปแบบการจัดองค์การและการบริหารงานขององค์กร**




รูป 3.2 แผนผังองค์กร

**3.4 ตำแหน่งและลักษณะงานที่ได้รับมอบหมาย**

ตำแหน่งวิศวกรตรวจสอบ ( QC Engineer ) ทำหน้าที่ตรวจสอบการทำงานของขั้นตอนการผลิตน้ำประปา

**3.5 ชื่อและตำแหน่งของพนักงานที่ปรึกษา**

คุณชัยวัฒน์ ชมสุวรรณ์ ตำแหน่งวิศวกร

**3.6 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน**

วันที่ 13 มกราคม 2563 ถึง 13 มีนาคม 2563

**3.7 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน**

**3.7.1. ตั้งหัวข้อของโครงงาน** โดยปรึกษากับพี่เลี้ยงและอาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตั้งหัวข้อของโครงงานเรื่องการผลิตน้ำประปา

**3.7.2. รวบรวมข้อมูลและศึกษาข้อมูลของโครงงาน**

**ข้อมูลโรงผลิตน้ำประปามหาสวัสดิ์** โรงงานผลิตน้ำมหาสวัสดิ์ เป็นโรงงานผลิตน้ำแห่งที่ 4 ของการประปานครหลวง ตั้งอยู่ริมถนนวงแหวนรอบนอก ติดคลองมหาสวัสดิ์ บริเวณ ต. ปลายบาง อ.บางกรวย จ.นนทบุรี โดยสมเด็จพระบรมโอรสาธิราชฯ สยามมกุฎราชกุมาร ได้เสด็จเป็นองค์ประธานประกอบพิธีวางศิลาฤกษ์ เมื่อวันที่ 26 มกราคม 2537 สามารถให้บริการในพื้นที่หลักทางฝั่งตะวันตกของแม่น้ำเจ้าพระยา ได้แก่ ถนนกาญจนาภิเษก (วงแหวนรอบนอก) ตั้งแต่อำเภอบางบัวทอง ไทรน้อย บางใหญ่ บางกรวย นนทบุรี เขตตลิ่งชัน ภาษีเจริญ หนองแขม บางขุนเทียนซึ่งเดิมประสบปัญหาขาดแคลนน้ำ จะมีน้ำประปาใช้อย่างเพียงพอ

**ข้อมูลขั้นตอนการผลิตน้ำ** เป็นการนำน้ำผิวดินหรือน้ำดิบเข้าสู่กระบวนการผลิตเพื่อให้ได้น้ำประปา ซึ่งน้ำที่ได้จะนำไปใช้เพื่อการอุปโภคบริโภค เกษตรกรรม และอุตสาหกรรมบางประเภทที่ไม่ต้องใช้น้ำที่มีคุณภาพสูง ขั้นตอนการผลิตน้ำประปา

ขั้นตอนการผลิตน้ำประปา

1. สูบน้ำผิวดินหรือน้ำดิบจากแหล่งน้ำธรรมชาติหรือแหล่งน้ำอื่นที่จัดหาหรือจัดเตรียมไว้ ซึ่งน้ำดังกล่าวจะมีความขุ่นและมีสารละลายต่าง ๆ รวมถึงโลหะหนักเจือปนอยู่ โดยโรงผลิตน้ำประปามหาสวัสดิ์ใช้น้ำดิบจากแม่น้ำแม่กลอง บริเวณเหนือเขื่อนแม่กลอง ส่งผ่านคลองประปาตะวันตกระยะ 2 และ ระยะ 1 จนถึงโรงงานผลิตน้ำมหาสวัสดิ์ ระยะทางประมาณ 107 กิโลเมตร

2. ปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบโดยการใส่สารส้มหรือปูนขาวลงไป ในน้ำ เพื่อช่วยให้เกิดการตกตะกอนและปรับค่าความเป็น กรด-ด่างของน้ำดิบ

3. การตกตะกอนโดยน้ำที่ผสมสารส้มหรือปูนขาวแล้วจะไหลเข้าสู่ถังตกตะกอน เพื่อให้ตะกอนที่มีขนาดเล็กรวมตัวกันเป็นตะกอนขนาดใหญ่และตกลงสู่ก้นถังจนได้น้ำที่มีความใสสะอาด

4. กรองเพื่อกำจัดตะกอนหรือสิ่งปนเปื้อนที่มีขนาดเล็กมากอีกครั้ง โดยการกรองด้วยทราย กรอง กรวดกรอง เพื่อให้ได้น้ำที่มีความใสสะอาดอย่างแท้จริง

5. ฆ่าเชื้อโดยการใส่คลอรีนในอัตราส่วนที่พอเหมาะและ ไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อร่างกาย แล้วนำไปเก็บไว้ในถังน้ำใสเพื่อรอการสูบจ่าย

6. ตรวจสอบและควบคุมคุณภาพน้ำประปาที่ผลิตได้

7. ปล่อยน้ำจากหอถังสูงหรือสูบอัดน้ำเข้าไปในระบบท่อจ่ายน้ำเพื่อเพิ่มแรงดันน้ำ โดยมีเขตพื้นที่จ่ายน้ำที่สามารถให้บริการในพื้นที่หลักทางฝั่งตะวันตกของแม่น้ำเจ้าพระยา ได้แก่ ถนน กาญจนาภิเษก (วงแหวนรอบนอก) ตั้งแต่อำเภอบางบัวทอง ไทรน้อย บางใหญ่ บางกรวย นนทบุรี เขตตลิ่งชัน ภาษีเจริญ หนองแขม บางขุนเทียน

**3.7.5 เริ่มเขียนโครงงาน เมื่อรวบรวมเอกสารและรูปภาพเพียงพอกับการจัดทำโครงงานก็เริ่มจัดทำโครงงาน**

**3.7.6 ตรวจสอบโครงงาน โดยส่งโครงงานให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้อง**

**3.7.7 นำข้อมูลที่ได้มาทำการจัดทำโครงงานเรื่อง การผลิตน้ำประปา ให้เสร็จสมบูรณ์**

| ขั้นตอนดำเนินงาน | มิถุนายน | กรกฎาคม | สิงหาคม | กันยายน |
|---|---|---|---|---|
| ตั้งหัวข้อโครงงาน | ⟷ | | | |
| รวบรวมข้อมูลของโครงงาน | ⟷ | ⟷ | | |
| ลงมือปฏิบัติงาน | | ⟷ | ⟷ | ⟷ |
| เริ่มเขียนโครงงาน | | ⟷ | ⟷ | ⟷ |
| ตรวจสอบโครงงาน | | | ⟷ | ⟷ |

**3.8 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้**

3.8.1 อุปกรณ์ด้านฮาร์ดแวร์

-Notebook acer รุ่น Aspire F 15

3.8.2 อุปกรณ์ด้านซอฟต์แวร์

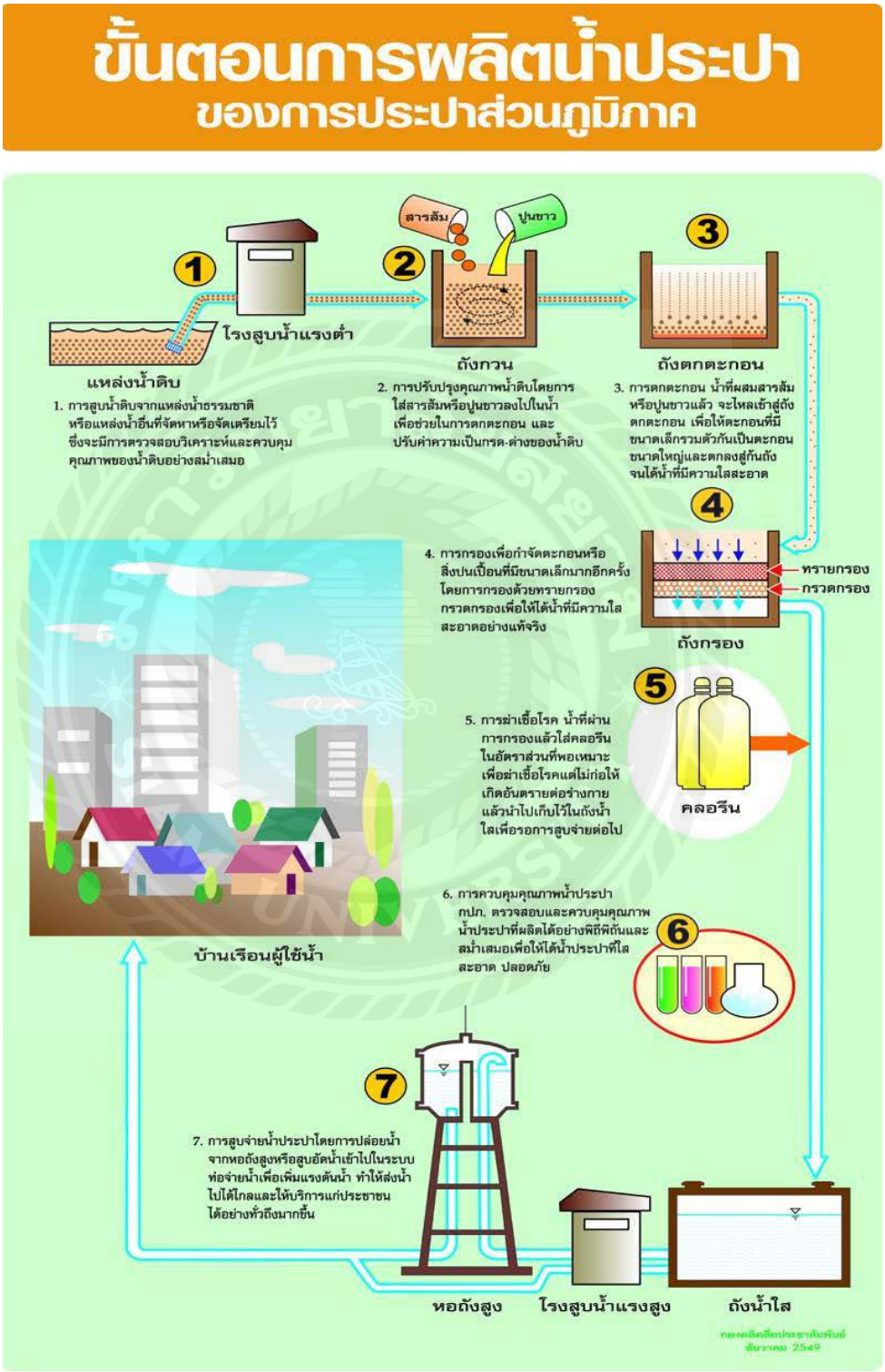
- โปรแกรม MS Word 2016

- โปรแกรม MS Power Point 2016

-

# บทที่ 4
# ผลการปฏิบัติงาน

## 4. ผลการปฏิบัติงาน




รูปที่ 4.1 ขั้นตอนการผลิตน้ำประปา

**4.1 การสูบน้ำดิบจากแหล่งธรรมชาติ**

การผลิตน้ำประปา เริ่มจากโรงสูบน้ำแรงต่ำทำการสูบน้ำดิบจากแหล่งน้ำธรรมชาติ เพื่อลำเลียงเข้าสู่ระบบผลิต โดยที่โรงผลิตน้ำมหาสวัสดิ์ได้ใช้น้ำดิบจากแม่น้ำแม่กลอง บริเวณเหนือเขื่อนแม่กลอง ส่งผ่านคลองประปาตะวันตกจนถึงโรงงานผลิตน้ำมหาสวัสดิ์ ระยะทางประมาณ 107 กิโลเมตรง น้ำดิบที่สามารถนำมาผลิตน้ำประปาได้นั้นต้องเป็นน้ำที่ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส ไม่มีสิ่งสกปรกโสโครกปนเปื้อนเกินกว่าที่กำหนด ซึ่งได้ผ่านการวิเคราะห์ตรวจสอบจากนักวิทยาศาสตร์แล้วว่าสามารถนำมาใช้ผลิตเป็นน้ำประปาได้ และต้องมีปริมาณมากเพียงพอที่จะนำมาผลิตน้ำประปาได้อย่างต่อเนื่อง

รูป 4.2 สถานีสูบน้ำ

**4.2 การปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบ**

น้ำดิบที่สูบเข้ามาแล้ว จะถูกผสมด้วยสารเคมี เช่น สารส้มและปูนขาว เพื่อทำการปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบ สารละลายสารส้มจะช่วยให้มีการตกตะกอนได้ดียิ่งขึ้น และสารละลายปูนขาวจะช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของตะไคร่น้ำหรือสาหร่ายในน้ำ หรือบางครั้งจะมีการเติมคลอรีน เพื่อทำการฆ่าเชื้อโรคที่อาจปะปนมากับน้ำในชั้นต้นนี้ก่อน ปริมาณสารส้มที่ใช้ปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบจะอยู่ที่ 2-10 มิลลิกรัมต่อลิตร

รูป 4.3 บ่อปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบ

**4.3 การตกตะกอน**

ขั้นตอนนี้จะปล่อยน้ำที่ผสมสารส้มและปูนขาวแล้ว ที่ทำให้เกิดการหมุนวนเวียนเพื่อให้น้ำกับสารเคมีรวมตัวกันจะช่วยให้มีการจับตัวของตะกอนได้ดียิ่งขึ้น และจะนำน้ำเหล่านั้นให้เข้าสู่ถังตะกอนที่มีขนาดใหญ่ เพื่อทำให้เกิดน้ำนิ่ง ตะกอนที่มีขนาดใหญ่น้ำหนักมาก จะตกลงสู่ก้นถัง และถูกดูดทิ้ง น้ำใสด้านบนจะไหลตามรางรับน้ำเข้าสู่ขั้นตอนต่อไป โดยที่ถังตกตะกอนจะมีขนาดทั่วไปไม่เกิน 30 เมตร ความลึกของถังอยู่ระหว่าง 2-4.5 เมตร โดยทั่วไปนิยมใช้ความลึก 3 เมตร

รูป 4.4 ถังตกตะกอน

**4.4 การกรอง**

ในการกรองจะใช้ทรายหยาบและทรายละเอียดเพื่อการกรองตะกอนขนาดเล็กมากในน้ำและให้มีความใสสะอาดมากขึ้น ซึ่งในขั้นตอนนี้น้ำที่ผ่านการกรองจะมีความใสมากแต่จะมีความขุ่นหลงเหลืออยู่ประมาณ 0.2-2.0 หน่วยความขุ่น และทรายกรองจะมีการล้างทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอเพื่อให้การกรองมีประสิทธิภาพ

รูป 4.5 ถังกรอง

**4.5 การฆ่าเชื้อโรค**

น้ำที่ผ่านการกรองมาแล้วจะมีความใส แต่อาจจะมีเชื้อโรคเจือปนมากับน้ำ ฉะนั้นจึงจะต้องทำการฆ่าเชื้อโรค โดยใช้แก๊สคลอรีน ซึ่งแก๊สคลอรีนนี้สามารถฆ่าเชื้อโรคได้เป็นอย่างดี จะมีท่อของแก๊สคลอรีนปล่อยคลอรีนในปริมาณ 0.6 มิลลิกรัมต่อลิตรเพื่อฆ่าเชื้อโรคครั้งสุดท้ายก่อนสูบจ่ายน้ำ น้ำที่ได้รับการผสมแก๊สคลอรีนแล้ว เรียกกันว่า "น้ำประปา" สามารถนำมาใช้เพื่อการอุปโภคบริโภคได้ และจะทำการจัดเก็บไว้ในถังขนาดใหญ่ เรียกว่า ถังน้ำใส เพื่อจัดการบริการต่อไป

รูป 4.6 เครื่องจ่ายคลอรีนในการประปา

**4.6 การควบคุมคุณภาพน้ำประปา**

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่สำคัญ เพราะน้ำประปาที่ทำการผลิตมาแล้วนั้น จะต้องวิเคราะห์ตรวจสอบอีกครั้งจากนักวิทยาศาสตร์ และการตรวจสอบนี้จะดำเนินการอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้ได้น้ำประปาที่สะอาด ปลอดภัย สำหรับการอุปโภคบริโภค การตรวจสอบคุณภาพน้ำจะใช้วิธีจาร์เทส ซึ่งวิธีนี้เป็นวิธีที่วัดความขุ่นของน้ำและคุณสมบัติอื่น ๆ (ที่มา https://web.mwa.co.th/ )

รูป 4.7 การทดสอบคุณภาพน้ำประปา

การทดลองจาร์เทส เป็นวิธีควบคุมโคแอกกูเลชั่น ได้ดีวิธีหนึ่ง ซึ่งเป็นวิธีทดสอบโดยใช้บีกเกอร์ประกอบกับเครื่องมือทดสอบเป็นเครื่องกวนมรใบพัดปรับความเร็วรอบได้ ในการทดลองแต่ละครั้งจะเลือกชนิดของสารเคมี และกำหนดสภาวะต่าง ๆ ซึ่งได้แก่ ปริมาตรของตัวอย่างน้ำ ความเร็วรอบและระยะเวลาในการกวนน้ำ ระยะเวลาในการตกตะกอน จากนั้นจึงทดลองโดยการเติมสารเคมีในปริมาณต่าง ๆ ลงบีกเกอร์ในแต่ละใบ ค่า pH อาจรักษาให้คงที่ หรือแปรเปลี่ยนแล้วแต่จุดประสงค์ของการทำจาร์เทส

**4.7 การสูบจ่าย**

การประปานครหลวง โรงงานผลิตน้ำมหาสวัสดิ์ ติดตั้งปั๊มน้ำแรงดันสูงและมีขนาดอัตราการไหล 18,000 ลูกบาศก์เมตร /ชั่วโมง จำนวน 3 ชุด และติดตั้งมอเตอร์ไฟฟ้าสำหรับปั๊มน้ำแรงดันสูงแรงเคลื่อนไฟฟ้า 6,600 โวลต์ พิกัดมอเตอร์ 2,050 กิโลวัตต์ จำนวน 2 ชุด แรงเคลื่อนไฟฟ้า 3,300 โวลต์ พิกัดมอเตอร์ 2,200 กิโลวัตต์ จำนวน 1 ชุด ชั่วโมงการทำงาน 24 ชั่วโมงต่อวัน โดยน้ำประปาที่จะมาขั้นการสูบจ่ายจะถูกเก็บไว้ที่ถังเก็บน้ำใสก่อนจะถูกส่งต่อมายังโรงสูบน้ำแรงดันสูง ที่โรงผลิตน้ำมหาสวัสดิ์มีถังเก็บน้ำใสขนาด 120,000 ลูกบาศก์เมตร จำนวน 4 ถัง การประปานครหลวงโรงงานผลิตน้ำมหาสวัสดิ์สามารถผลิตน้ำได้วันละประมาณ 1,600,000 ลูกบาศก์เมตร

(ที่มา https://web.mwa.co.th/ )

รูป 4.8 ระบบสูบจ่ายน้ำประปา

รูป 4.9 ปั๊มในระบบสูบจ่ายน้ำประปา

รูป 4.10 มอเตอร์สูบจ่ายน้ำประปา

ตารางที่ 4.1 แสดงข้อมูลเครื่องสูบน้ำแรงสูง ฝ่ายโรงงานผลิตน้ำมหาสวัสดิ์

| Tag No. | Equipments | Model/Type | Supplier | Country | Capacity | Head | Remark |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Transmission Pump 1 | DV-L | Kubota | JAPAN | 300 ตร.ม/ นาที | 32 เมตร | ABB: 2050 กิโลวัตต์ (Ph3/6600v/50Hz) |
| 2 | Transmission Pump 2 | DV-L | Kubota | JAPAN | 300 ตร.ม/ นาที | 32 เมตร | ABB: 2050 กิโลวัตต์ (Ph3/6600v/50Hz) |
| 3 | Transmission Pump 3 | 1,200×1,100 CDM | Ebara | JAPAN | 300 ตร.ม/ นาที | 35 เมตร | ABB: 2200 กิโลวัตต์ (Ph3/3300v/50Hz) |

น้ำประปาที่ผลิตมาแล้วนั้น จะต้องให้บริการถึงบ้านเรือนของผู้ใช้น้ำโดยส่งผ่านไปตามเส้นท่อ ดังนั้นการสูบจ่ายจึงมีความจำเป็น ด้วยการส่งจากหอถังสูงที่สามารถบริการได้ในพื้นที่ใกล้เคียง และในพื้นที่ที่ไกลออกไปหรือมีความสูงมากจำเป็นต้องใช้เครื่องอัดแรงดันน้ำ เพื่อให้น้ำประปาสามารถบริการได้อย่างทั่วถึง

รูป 4.11 หอถังสูง

# บทที่5

# สรุปผลและข้อเสนอแนะ

## 5.1 สรุปผลโครงงานและผลปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

5.1.1 สรุปผลของโครงงาน

จากการที่ได้ศึกษาหัวข้อเรื่องการผลิตน้ำประปา (Tap Water Production) กับทาง โรงผลิตน้ำมหาสวัสดิ์ ทำให้ทราบขั้นตอนการผลิตน้ำประปา ตั้งแต่เริ่มขั้นตอนการสูบน้ำไปจนถึงขั้นตอนการจ่ายน้ำไปสู่ผู้ใช้น้ำ รวมไปถึงการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ทั้งนี้ยังทำให้ทราบถึงการแก้ปัญหาในทางปฏิบัติของผู้ใช้น้ำ ซึ่งสามารถนำเอาความรู้ที่กล่าวมานี้ไปใช้ในการทำงาน ซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

5.1.2 ข้อจำกัดหรือปัญหาของโครงงาน

ถ้าเกิดปัญหาทางด้านการใช้น้ำประปาตามบ้านเรือน น้ำประปามีการไหลอ่อน ส่งผลให้ผู้ใช้น้ำมีน้ำไม่เพียงพอต่อการใช้งาน

5.1.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางแก้ไขปัญหา

เมื่อเกิดกตุการณ์ที่น้ำประปาไหลอ่อนให้แก้ปัญหาโดยการติดตั้งถังเก็บน้ำสำรอง เพื่อให้น้ำที่ถูกจ่ายมาจากการประปาน้ำมาเก็บไว้ในถังเก็บน้ำสำรอง เมื่อมีน้ำอยู่ในถังเก็บน้ำสำรองแล้วก็สามารถใช้น้ำได้ตามความต้องการ

5.1.4 ข้อดีของการปฏิบัติสหกิจศึกษา

การที่ข้าพเจ้าได้ออกไปปฏิบัติสหกิจศึกษาทำให้ข้าพเจ้าได้มีความรู้ในด้านต่าง ๆ เช่น ขั้นตอนการผลิตน้ำประปา การทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ทั้งนี้ยังรวมถึงการที่ข้าพเจ้าได้ไปปฏิบัติหน้าที่ในการควบคุมระบบในแต่ละขั้นตอน หน้าที่ที่ข้าพเจ้าได้รับมอบหมายแสดงให้เห็นถึงหน้าที่และความรับผิดชอบในการทำงานของวิศวกร

5.1.5 ปัญหาที่พบของการปฏิบัติสหกิจศึกษา

ในการที่ข้าพเจ้าได้ไปปฏิบัติสหกิจศึกษาทำให้ได้พบกับปัญหาค่อนข้างมากในการปฏิบัติ เนื่องจากข้าพเจ้าขาดความรู้ ความสามารถ และประสบการณ์ในการทำงาน ส่งผลให้การทำงานเป็นไปค่อนข้างลำบาก

5.1.6 ข้อเสนอแนะ

จากปัญหาที่พบทำให้ข้าพเจ้าตระหนักถึงการหาความรู้ในด้านการทำงาน เพื่อมาเพิ่มทักษะ ประสบการณ์ เพราะฉะนั้นข้าพเจ้าต้องหาความรู้จากพนักงานที่ปรึกษา และศึกษาด้วยตนเอง เพื่อมาเพิ่มความรู้ความสามารถและนำสิ่งที่ได้มาพัฒนาตนเองให้มีทักษะในการทำงานในอนาคต

# บรรณานุกรม

ทวีศักดิ์ วังไพศาล. (2554). *วิศวกรรมการประปา*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

บริษัท คชา (ไทยแลนด์) จำกัด. (2565). *ข้อมูลท่อ*. เข้าถึงได้จาก www.kachathailand.com

บริษัท ไฮโดรเท็ค จำกัด (มหาชน). (2564). *ระบบผลิตน้ำ*. เข้าถึงได้จาก https://www.hydrotek.co.th

มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์. (2538). *วิศวกรรมการประปา เล่ม 1*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์. (2538). *วิศวกรรมการประปา เล่ม 2*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

โรงผลิตน้ำมหาสวัสดิ์. (2565). *ข้อมูลโรงผลิตน้ำประปา*. เข้าถึงได้จาก https://web.mwa.co.th/

สถาบันพลังงานเพื่ออุตสาหากรรม สภาอุตสาหกรรมประเทศไทย. (2565). *ข้อมูลการติดตั้งขนาดปั๊มของการประปา*. เข้าถึงได้จาก http://e-lib.dede.go.th/

อุดร จารุรัตน์ และ จารุรัตน์ วรนิสรากุล. (2537). *วิศวกรรมการประปา*. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

# ภาคผนวก

# ภาคผนวก ก.

# รูปภาพขณะปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

รูปที่ 1 สถานีสูบน้ำ

รูปที่ 2 ถังเก็บสารส้ม

รูปที่ 3 บ่อกรองน้ำ

รูปที่ 4 บ่อน้ำใส

รูปที่ 5 ขั้นตอนตรวจสอบ

# ภาคผนวก ข.

# โปสเตอร์

# ศึกษากระบวนการผลิตน้ำประปา กรณีศึกษา โรงผลิตน้ำมหาสวัสดิ์

**Study the production process of tap waterCase Study Maha Sawat Water Plant**

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม
นาย ภัทรพงษ์ กัลยาณวุฒิ 5804100020
อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.ชาญชัย วิรุณฤทธิชัย
พนักงานที่ปรึกษา คุณ ชัยวัฒน์ ชมสุวรรณ์
สถานประกอบการ โรงผลิตน้ำมหาสวัสดิ์

**บทคัดย่อ**

โครงงานนี้นำเสนอเกี่ยวกับขั้นตอนการผลิตน้ำประปา ซึ่งได้ทำการศึกษาในระหว่างปฏิบัติงานตามโครงการสหกิจศึกษากับทางแผนกวิศวกรตรวจสอบของโรงผลิตน้ำมหาสวัสดิ์ เกี่ยวกับขั้นตอนการผลิตน้ำประปา เช่น ขั้นตอนสูบน้ำจากแหล่งน้ำดิบ ขั้นตอนตกตะกอน ขั้นตอนกรอง ขั้นตอนตรวจสอบคุณภาพน้ำ และขั้นตอนสูบจ่าย เป็นต้น

จากการศึกษาจากโครงงานนี้ทำให้ได้รู้ถึงวิธีการขั้นตอนต่าง ๆ ในการผลิตน้ำประปา กว่าที่จะกลายมาเป็นน้ำประปาให้ประชาชนได้อุปโภค บริโภค นั้น ต้องผ่านแต่ละขั้นตอนมาหลายอย่างเพื่อให้ผลผลิตเป็นน้ำประปาที่ได้ประสิทธิภาพ

**วัตถุประสงค์ของโครงงาน**

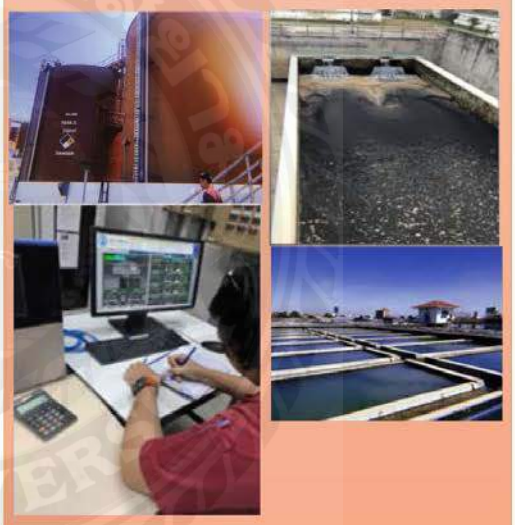
1. เพื่อศึกษากระบวนการผลิตน้ำประปา

**ประโยชน์ที่ได้รับ**

1.เข้าใจกระบวนการผลิตน้ำประปา

**ผลการปฏิบัติงานตามโครงงาน**

ในทางปฏิบัติงานของข้าพเจ้าได้ทำหน้าที่เป็นตำแหน่งวิศวกรตรวจสอบ ( QC Engineer ) ทำหน้าที่ตรวจสอบการทำงานของขั้นตอนการผลิตน้ำประปา



**สรุปผล**

จากการที่ได้ศึกษาหัวข้อเรื่องการผลิตน้ำประปา (Tap Water Production) กับทาง โรงผลิตน้ำมหาสวัสดิ์ ทำให้ทราบขั้นตอนการผลิตน้ำประปา ตั้งแต่เริ่มขั้นตอนการสูบน้ำไปจนถึงขั้นตอนการจ่ายน้ำไปสู่ผู้ใช้น้ำ รวมไปถึงการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ทั้งนี้ยังทำให้ทราบถึงการแก้ปัญหาในทางปฏิบัติของผู้ใช้น้ำ ซึ่งสามารถนำเอาความรู้ที่กล่าวมานี้ไปใช้ในการทำงานซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

# ภาคผนวก ค.

# บทความทางวิชาการ

# ศึกษากระบวนการผลิตน้ำประปา
# กรณีศึกษา โรงผลิตน้ำมหาสวัสดิ์

## Study the production process of tap water

## Case Study Maha Sawat Water Plant

ภัทรพงษ์ กัลยาณวุฒิ [1] ชาญชัย วิรุณฤทธิชัย [2] ชาณิดา พิทยานนท์[3]

[1,2]ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยสยาม, กรุงเทพมหานคร

E-mail : Patharapong.kan@siam.edu , Chanchai@siam.edu, Sombat2501@gmail.com

Patharapong Kanlayanawut[1] Chanchai Wiroonritichai[2] Sombat Hiranwannapong[3]

[1,2]Bachelor of Engineering (Mechanical Engineering), Faculty of Engineering, Siam University, Bangkok

E-mail: Patharapong.kan@siam.edu , Chanchai@siam.edu, Sombat2501@gmail.com

**บทคัดย่อ**

โครงงานนนี้นำเสนอเกี่ยวกับขั้นตอนการผลิตน้ำประปา ซึ่งได้ทำการศึกษาในระหว่างปฏิบัติงานตามโครงการสหกิจศึกษากับทางแผนกวิศวกรตรวจสอบ ของโรงผลิตน้ำมหาสวัสดิ์ เกี่ยวกับขั้นตอนการผลิตน้ำประปา เช่น ขั้นตอนสูบน้ำจากแหล่งน้ำดิบ ขั้นตอนตกตะกอน ขั้นตอนกรอง ขั้นตอนตรวจสอบคุฯภาพน้ำ และขั้นตอนสูบจ่าย เป็นต้น

จากการศึกษาจากโครงงานนี้ทำให้ได้รู้ถึงวิธีการขั้นตอนต่าง ๆ ในการผลิตน้ำประปา กว่าที่จะกลายมาเป็นน้ำประปาให้ประชาชนได้อุปโภคบริโภค นั้น ต้องผ่านแต่ละขั้นตอนมาหลายอย่างเพื่อได้ผลผลิตเป็นน้ำประปาที่ได้ประสิทธิภาพ

**Abstract**

This project presents the process of producing tap water. Which was studied during the work under the cooperative education project with the Audit Engineer Department of Mahasawat. Water plant about water production processes such as the process of pumping water from raw water sources sedimentation stage, filtration process, water quality inspection process and the metering process, etc.

From the study of this project, we can learn the different methods of producing tap water. To become a tap water for people to consume, it has to go through several steps in order to produce an efficient tap water.

**วัตถุประสงค์ของโครงงาน**

1. เพื่อศึกษากระบวนการผลิตน้ำประปา

**ขอบเขต**

ศึกษากระบวนการผลิตน้ำประปา ขั้นตอนระบบสูบน้ำและท่อ ที่โรงงานผลิตน้ำมหาสวัสดิ์ การประปานครหลวง

**ประโยชน์ที่ได้รับ**

1. เข้าใจกระบวนการผลิตน้ำประปา

**ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน**

1. การสูบน้ำดิบจากแหล่งธรรมชาติ

รูป 1 สถานีสูบน้ำ

2. การปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบ

รูป 2 บ่อปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบ

3.การตกตะกอน

รูป 3 ถังตกตะกอน

4.การกรอง

รูป 4 ถังกรอง

5.การฆ่าเชื้อโรค

รูป 5 เครื่องจ่ายคลอรีน

6.การควบคุมคุณภาพน้ำประปา

รูป 6 การทดสอบคุณภาพน้ำประปา

7.การสูบจ่าย

รูป 7 ระบบสูบจ่ายน้ำประปา

**สรุปผล**

จากการที่ได้ศึกษาหัวข้อเรื่องการผลิตน้ำประปา (Tap Water Production) กับทาง โรงผลิตน้ำมหาสวัสดิ์ ทำให้ทราบขั้นตอนการผลิตน้ำประปา ตั้งแต่เริ่มขั้นตอนการสูบน้ำไปจนถึงขั้นตอนการจ่ายน้ำไปสู่ผู้ใช้น้ำ รวมไปถึงการทำงาน

ของอุปกรณ์ต่าง ๆ ทั้งนี้ยังทำให้ทราบถึงการแก้ปัญหาในทางปฏิบัติของผู้ใช้น้ำ ซึ่งสามารถนำเอาความรู้ที่กล่าวมานี้ไปใช้ในการทำงานซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

การที่ข้าพเจ้าได้ออกไปปฏิบัติสหกิจศึกษาทำให้ข้าพเจ้าได้มีความรู้ในด้านต่าง ๆ เช่น ขั้นตอนการผลิตน้ำประปา การทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ทั้งนี้ยังรวมถึงการที่ข้าพเจ้าได้ไปปฏิบัติหน้าที่ในการควบคุมระบบในแต่ละขั้นตอน หน้าที่ที่ข้าพเจ้าได้รับมอบหมายแสดงให้เห็นถึงหน้าที่และความรับผิดชอบในการทำงานของวิศวกร

**กิตติกรรมประกาศ**

การที่ข้าพเจ้าได้เข้ามาปฏิบัติงานสหกิจศึกษากับทาง โรงผลิตน้ำมหาสวัสดิ์ ในส่วนของขั้นตอนการผลิตน้ำประปา ตั้งแต่วันที่ 13 มกราคม 2563 - วันที่ 13 มีนาคม 2563 ส่งผลให้ข้าพเจ้าได้รับความรู้และประสบการณ์ต่าง ๆ ที่มีค่ามากมาย สำหรับรายงานปฏิบัติงานสหกิจศึกษาฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดีจากความร่วมมือและการสนับสนุนจากหลายฝ่าย

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการให้ข้อมูล เป็นที่ปรึกษาและช่วยเหลือต่าง ๆ ในการทำรายงานฉบับนี้ให้สมบูรณ์ ตลอดจนให้การดูแลและให้ความเข้าใจกับชีวิตของการทำงานจริง ซึ่งคณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

**เอกสารอ้างอิง**

บริษัท ไฮโดรเท็ค จำกัด (มหาชน). ระบบผลิตน้ำ. [ระบบออนไลน์]. https://www.hydrotek.co.th. ( สืบค้นเมื่อวันที่ 20 ตุลาคม 2564 )

โรงผลิตน้ำมหาสวัสดิ์.ข้อมูลโรงผลิตน้ำประปา. [ระบบออนไลน์]. https://web.mwa.co.th/

( สืบค้นเมื่อวันที่ 10 มกราคม 2565)

บริษัท คชา (ไทยแลนด์) จำกัด.ข้อมูลท่อ. [ระบบออนไลน์]. www.kachathailand.com

( สืบค้นเมื่อวันที่ 10 มกราคม 2565)

สถาบันพลังงานเพื่ออุตสาหากรรม สภาอุตสาหกรรมประเทศไทย.ข้อมูลการติดตั้งขนาดปั๊มของการประปา. [ระบบออนไลน์]. http://e-lib.dede.go.th/ ( สืบค้นเมื่อวันที่ 12 กุมภาพันธ์ 2565)

# ประวัติผู้จัดทำ

ประวัติส่วนตัว

| | |
|---|---|
| ชื่อ-นามสกุล | นาย ภัทรพงษ์ กัลยาณวุฒิ |
| ที่อยู่ | 11 เพรชเกษม 22 แขวงปากคลอง เขตภาษีเจริญ กรุงเทพมหานคร 10160 |
| เบอร์โทรศัพท์ | 090-226-4165 |
| E-mail | patharapong.kan@siam.edu |
| วุฒิการศึกษา | ปริญญาตรี มหาวิทยาลัยสยาม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมเครื่องกล |
| | ปวช. เทคโนสยาม |
| | มัธยมต้น โรงเรียนเสสะเวทวิทยา |