

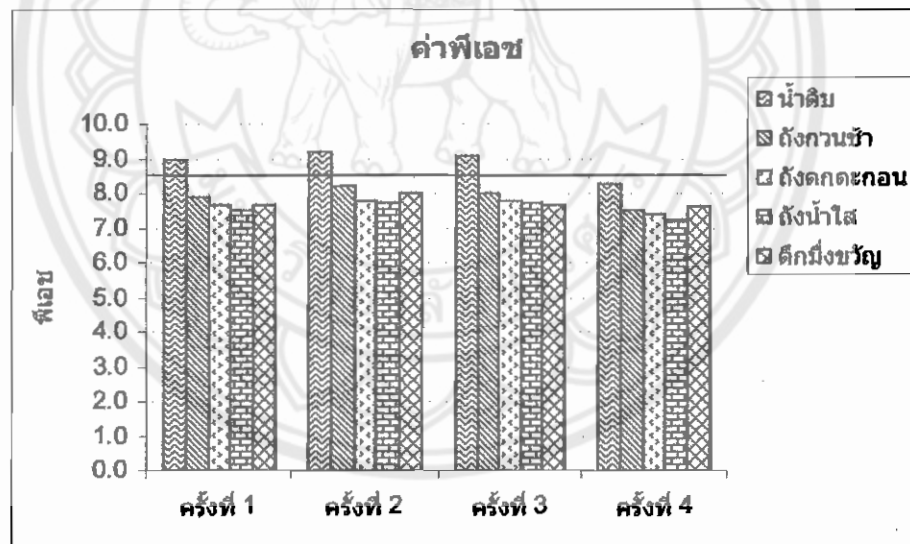
บทที่ 4

วิเคราะห์ผลการทดลอง

4.1 ศึกษาคุณภาพของน้ำประปาตั้งแต่ออกจากโรงประปาจนถึงผู้ใช้

จากการทดลองวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำที่เก็บมาจาก โรงผลิตน้ำประปามหาวิทยาลัยนเรศวร และแหล่งน้ำดิบ ที่จะแสดงผลในรูปของกราฟและวิเคราะห์ ดังต่อไปนี้

พีเอช

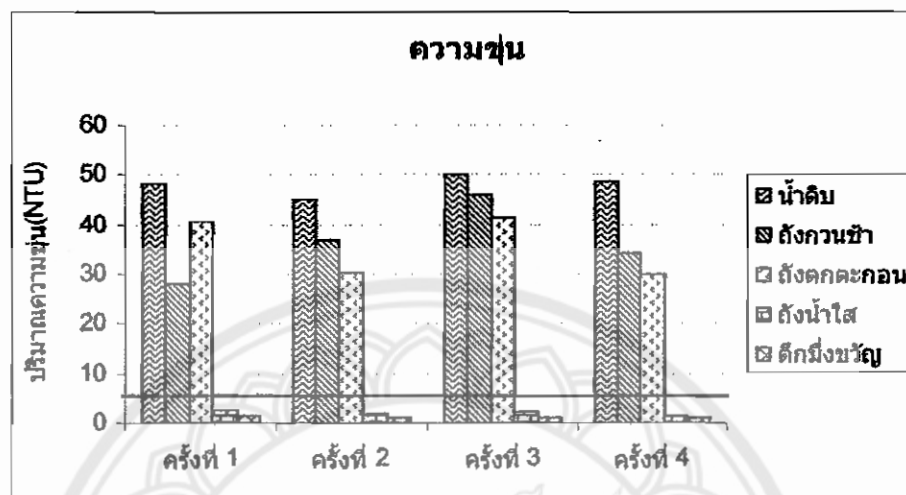


มาตรฐานน้ำบริโภค

รูปที่ 4.1 กราฟแสดงค่าพีเอช

จากกราฟจะเห็นได้ว่าค่าพีเอช ของน้ำดิบมีค่าอยู่ในช่วง 8.3 – 9.2 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.9 ถังกวนช้ามีค่าอยู่ในช่วง 7.5 – 8.2 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.9 ส่วนในถังตกตะกอน ถังน้ำใส และตึกมั่งขวัญ มีค่าอยู่ในช่วง 7.3 – 8.0 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.7 , 7.6 และ 7.7 ตามลำดับ

ความขุ่น



มาตรฐานน้ำบริโภค

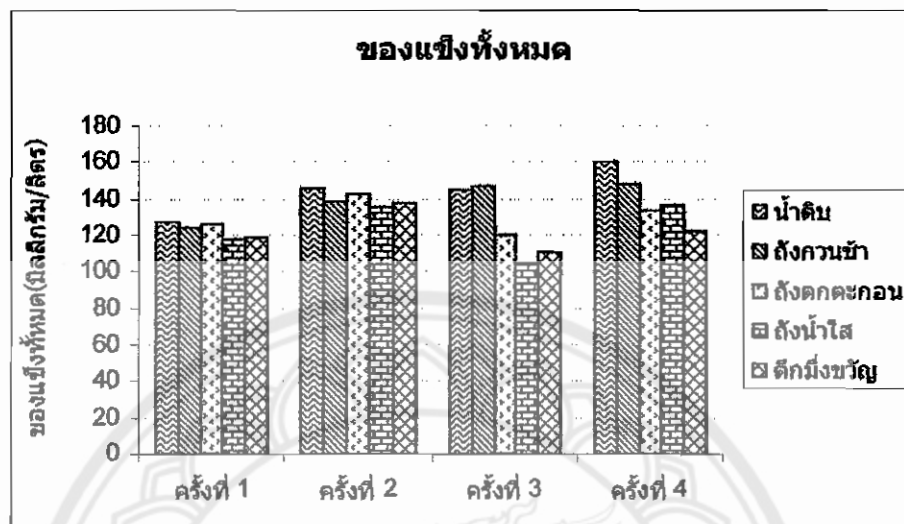
รูปที่ 4.2 กราฟแสดงค่าความขุ่น

ตารางที่ 4.1 แสดงประสิทธิภาพการบำบัดความขุ่น

พารามิเตอร์	ประสิทธิภาพการบำบัด (%)				
	น้ำดิบ	ถังกวนช้า	ถังตกตะกอน	ถังน้ำใส	ตึกมั่งขวัญ
ความขุ่น	-	24.7	26.1	95.6	97.5

จากกราฟจะเห็นได้ว่าความขุ่นจะมีแนวโน้มที่ลดลงเรื่อยๆ เนื่องจากการผ่านกระบวนการตกตะกอนและการกรอง ดังจะเห็นได้จากค่าความขุ่นในจุดของถังน้ำใสและตึกมั่งขวัญที่มีความขุ่นน้อยมาก มีค่าอยู่ระหว่าง 1.02 – 2.70 NTU ส่วนในน้ำดิบ ถังกวนช้า และถังตกตะกอน มีความขุ่นมาก มีค่าอยู่ระหว่าง 30.17 – 50.21 NTU

ของแข็งทั้งหมด



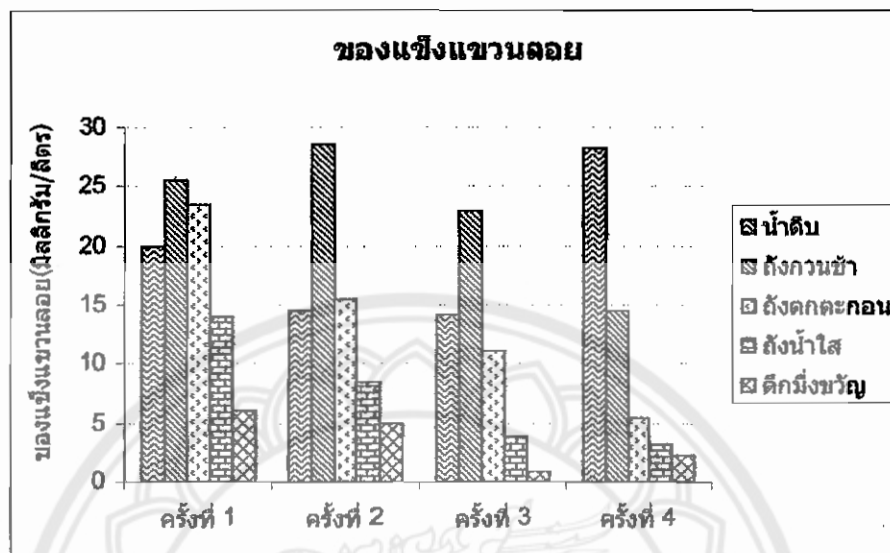
รูปที่ 4.3 กราฟแสดงค่าของแข็งทั้งหมด

ตารางที่ 4.2 แสดงประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งทั้งหมด

พารามิเตอร์	ประสิทธิภาพการบำบัด (%)				
	น้ำดิบ	ถึงกวนช้า	ถึงตกตะกอน	ถึงน้ำใส	ตีกมึงขวัญ
ของแข็งทั้งหมด	-	3.5	9.8	14.3	15.3

จากกราฟจะเห็นได้ว่าค่าของแข็งทั้งหมดจะลดลงเรื่อยๆ เมื่อน้ำผ่านกระบวนการตะกอนและการกรอง ดังจะเห็นได้จากค่าของแข็งทั้งหมดของน้ำดิบ และถึงกวนช้าจะมีค่าสูง เนื่องจากของแข็งยังไม่ตกตะกอนแยกออกจากน้ำ ส่วนของถึงตกตะกอน ถึงน้ำใส และตีกมึงขวัญมีค่าที่ลดลง เพราะของแข็งจะตกตะกอนและถูกคัดกรองเอาไว้ ประสิทธิภาพการบำบัดโดยรวมต่ำ เนื่องจากระบบจะบำบัดของแข็งแขวนลอยเป็นหลัก

ของแข็งแขวนลอย



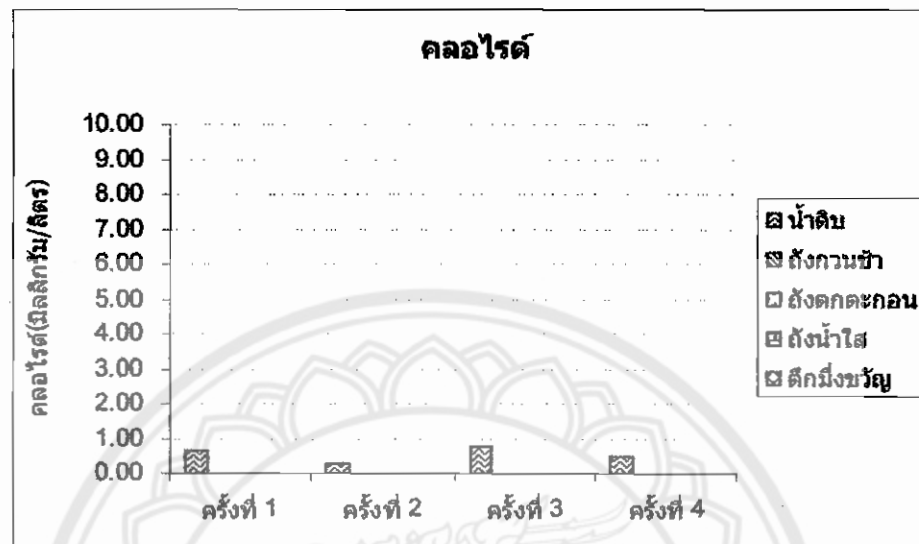
รูปที่ 4.4 กราฟแสดงค่าของแข็งแขวนลอย

ตารางที่ 4.3 แสดงประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งแขวนลอย

พารามิเตอร์	ประสิทธิภาพการบำบัด (%)				
	น้ำดิบ	ถึงกวนช้า	ถึงตกตะกอน	ถึงน้ำใส	ดึกมึงขวัญ
ของแข็งแขวนลอย	-	-19.3	27.6	61.5	81.8

จากกราฟจะเห็นว่าของแข็งแขวนลอยในน้ำดิบ ถึงกวนช้า ถึงตกตะกอน มีของแข็งแขวนลอยสูง ในครั้งที่ 1-3 ปริมาณของแข็งแขวนลอยที่มีมาก เกิดจากตะกอนที่ติดอยู่ด้านข้างถึงหลอดออกมาผสมน้ำ ส่วนในถึงน้ำใส ดึกมึงขวัญ จะมีของแข็งแขวนลอยอยู่น้อย เพราะน้ำถูกกรองซึ่งการกรองสามารถกรองของแข็งแขวนลอยได้

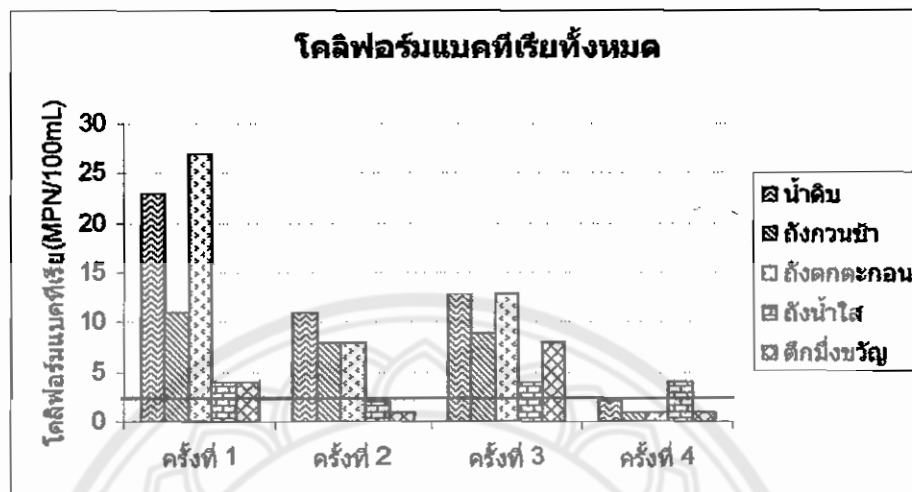
กลอไรด์



รูปที่ 4.5 กราฟแสดงค่ากลอไรด์

จากกราฟจะเห็นได้ว่ามีเพียงในน้ำดิบเท่านั้นที่มีกลอไรด์ผสมอยู่ แต่ก็มียูเพียงน้อยมาก

โคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด



มาตรฐานน้ำบริโภค

รูปที่ 4.6 กราฟแสดงค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด

ตารางที่ 4.4 แสดงประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งแขวนลอย

พารามิเตอร์	ประสิทธิภาพการบำบัด (%)				
	น้ำดิบ	ถึงกวนช้า	ถึงตกตะกอน	ถึงน้ำใส	ตีกลิ้งขวัญ
โคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด	-	40.7	0.0	71.5	71.5

จากกราฟจะเห็นได้ว่า ในน้ำดิบ ถึงกวนช้า ถึงตกตะกอน มีปริมาณแบคทีเรียมาก ส่วนใน ถึงน้ำใส จะมีปริมาณแบคทีเรียอยู่น้อยมาก เพราะมีการเติมคลอรีนลงไปเพื่อฆ่าแบคทีเรีย

4.2 ศึกษากระบวนการผลิตน้ำประปาของโรงผลิตน้ำประปาในมหาวิทยาลัยนเรศวร

กระบวนการผลิตน้ำประปาภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร

กระบวนการผลิตน้ำประปาของมหาวิทยาลัยนเรศวรเริ่มจากการสูบน้ำดิบจากอ่างเก็บน้ำขนาดความจุ 300,000 ลูกบาศก์เมตร โดยใช้เครื่องสูบน้ำขนาด 50 แรงม้าจำนวน 2 เครื่อง สูบน้ำดิบเข้าสู่กระบวนการผลิตน้ำประปา ซึ่งประกอบด้วย การกวนเร็ว การกวนช้า การตกตะกอน การกรอง และการฆ่าเชื้อโรค ก่อนเข้าสู่ถังน้ำใส ขนาด 560 ลูกบาศก์เมตร และเข้าสู่ระบบจ่ายน้ำต่อไป ในปัจจุบันโรงประปาจะผลิตน้ำประปา 7 รอบ เป็นปริมาณน้ำทั้งหมด 1960 ลบ.ม./วัน ขั้นตอนดังกล่าวจะแสดงดังนี้

1. อ่างเก็บน้ำ

อ่างเก็บน้ำมีขนาดความจุ 300,000 ลูกบาศก์เมตร โดยสร้างขึ้นเพื่อใช้ในการกักเก็บน้ำไว้ใช้ในกระบวนการผลิตน้ำประปาโดยอ่างเก็บน้ำนี้จะรับน้ำดิบทั้งที่ได้จากน้ำฝน และน้ำที่สูบจากคลองชลประทานไหลผ่านตามท่อปึกและคลองส่งน้ำดิบ ก่อนไหลสู่อ่างเก็บน้ำ



รูปที่ 4.7 คลองส่งน้ำประปา



รูปที่ 4.8 อ่างเก็บน้ำบริเวณโรงผลิตน้ำประปา 2

2. บ่อหินกรอง (Intake Crib)

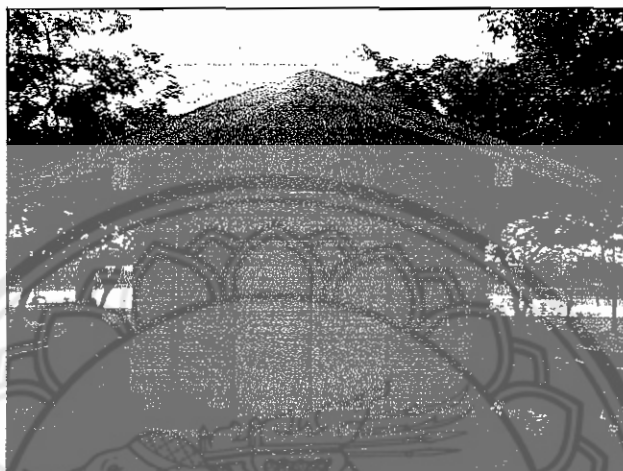
ในบ่อหินกรองนี้มีชั้นหินขนาดต่างๆช่วยในการกรองน้ำดิบจากอ่างเก็บน้ำ โดยในชั้นแรก น้ำดิบจะไหลผ่านชั้นหินซึ่งฝังอยู่ใต้ดิน ก่อนจะถูกสูบเข้าสู่กระบวนการผลิตต่อไป



รูปที่ 4.9 บ่อหินกรอง

3. สถานีสูบน้ำดิบ (Raw Water Pump House)

สถานีสูบน้ำจากอ่างเก็บน้ำ ประกอบด้วย เครื่องสูบน้ำขนาด 500 แรงม้า จำนวน 2 ตัว โดยมีอัตราการผลิต 5,000 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง



รูปที่ 4.10 สถานีสูบน้ำดิบ

4. การสร้างตะกอน (Coagulation) ในถังกวนเร็ว

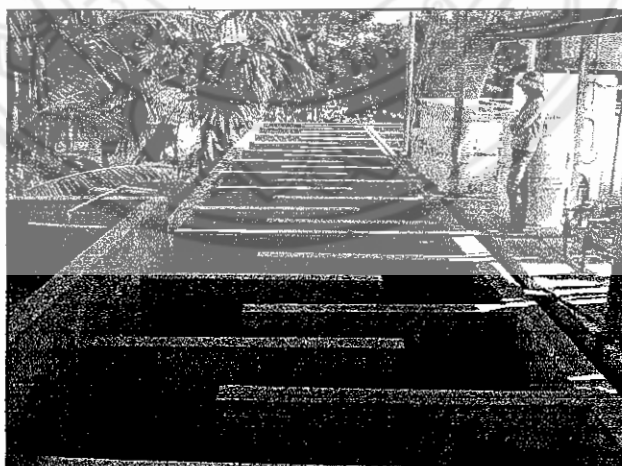
เมื่อน้ำดิบผ่านการปรับปรุงคุณภาพแล้ว ขั้นตอนน้ำดิบจะถูกสูบขึ้นมาเข้าสู่ถังกวนเร็วเพื่อให้เกิดการสร้างตะกอน สารที่ใช้คือสารส้ม ซึ่งการผลิตน้ำ 1 รอบ จะใช้อัตราสารส้ม 13 กิโลกรัม ต่อน้ำ 1400 ลิตร ซึ่งน้ำจะถูกผสมเข้ากับสารส้มโดยเครื่องกวนที่มีกำลังมอเตอร์ขนาด 1,430 วัตต์ ต่อมาในการกวนเร็ว หลังจากนั้นน้ำสารส้มก็ถูกจ่ายด้วยเครื่องสูบน้ำไปผสมกับน้ำดิบทั้งหมดที่ถูกสูบขึ้นมา



รูปที่ 4.11 ถึงกวณเร็ว

5. การรวมตัวของตะกอน (Flocculation) ในถึงกวณช้า

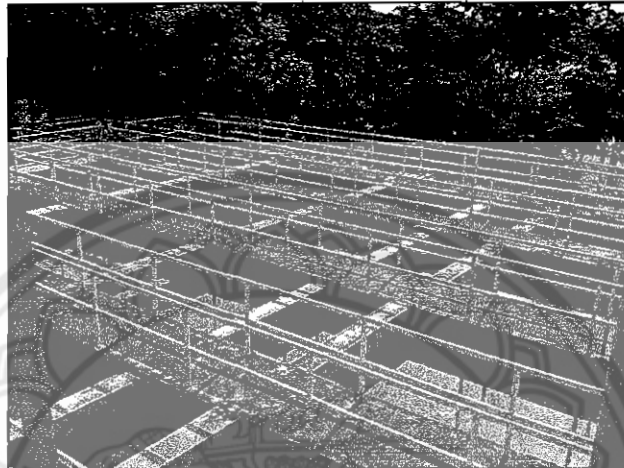
เมื่อสารเคมีกับน้ำผสมกันดีแล้ว ขั้นตอนต่อมา น้ำที่ไหลออกจากถึงกวณเร็วสู่ถึงกวณช้าซึ่งมีลักษณะเป็นแบบแผ่นกั้นขวางสลับกันทำให้น้ำไหลสลับไปมา ส่งผลให้ความปั่นป่วนของน้ำค่อยๆ ลดลงจากคั้นถึงไปยังท้ายถัง เพื่อไม่ให้ตะกอนที่มีขนาดใหญ่ขึ้นเกิดการแตกตัวก่อนเข้าสู่ถึงกวณ



รูปที่ 4.12 ถึงกวณช้า

6. การตกตะกอน (Sedimentation)

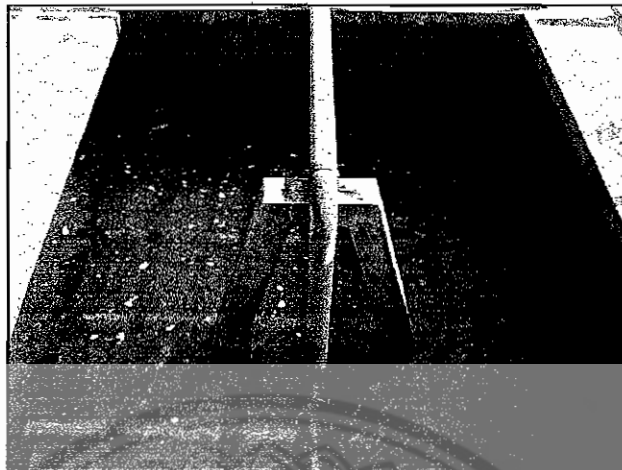
ในโรงประปาของมหาวิทยาลัยนเรศวร ใช้ถังตกตะกอนแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า แบบไหลในแนวนอน มีขนาด 3.73 x 21.63 เมตร จำนวน 4 ถัง ค่อยนานกัน



รูปที่ 4.13 ถังตกตะกอน

7. การกรองน้ำ (Filtration)

ระบบกรองน้ำของกระบวนการผลิตน้ำประปาในมหาวิทยาลัยนเรศวรจะใช้ทรายเม็ดหยาบเบอร์ 1 และ Anthracite เป็นหลักในการดักสารแขวนลอย โดยจะใช้ชั้นทรายหนา 1.5 เมตร และชั้นของ Anthracite หนา 1 เมตร ทำหน้าที่ดักตะกอนแขวนลอยต่างๆ ออกจากน้ำที่ไหลจากถังตกตะกอน ตามปกติโรงผลิตน้ำประปาของมหาวิทยาลัยนเรศวร ทำการล้างถังตกตะกอน 1 เดือน ต่อ 1 ครั้ง แต่จะทำการล้างสารกรองในชั้นกรองทุกวันในช่วงเช้า โดยจะฉีดน้ำล้างชั้นกรองครั้งละ 5-10 นาที



รูปที่ 4.14 ถังกรอง

8. การฆ่าเชื้อโรค (Disinfection)

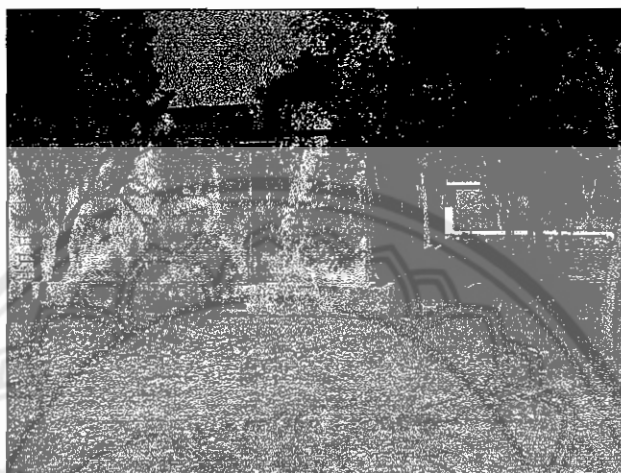
การฆ่าเชื้อโรคในระบบการผลิตน้ำประปาภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร จะใช้คลอรีนในการฆ่าเชื้อโรคในน้ำประปา ซึ่งการเตรียมสารละลายคลอรีน จะใช้สารแคลเซียมไฮโปคลอไรด์ ปริมาณ 2 กิโลกรัม ค่อน้ำ 1400 ลิตร ซึ่งจะใช้กับการผลิตน้ำ 1 รอบ



รูปที่ 4.15 ถังน้ำคลอรีน

9. ถังน้ำใส (Clear Well)

วัสดุที่ใช้ในการทำถังเป็นถังคอนกรีตเสริมเหล็ก ขนาดความกว้าง 5 เมตร ยาว 11.2 เมตร ลึก 2.5 เมตร จำนวน 4 ถัง มีความจุสูงสุดรวมทั้งหมด 560 ลูกบาศก์เมตร



รูปที่ 4.16 ถังน้ำใส

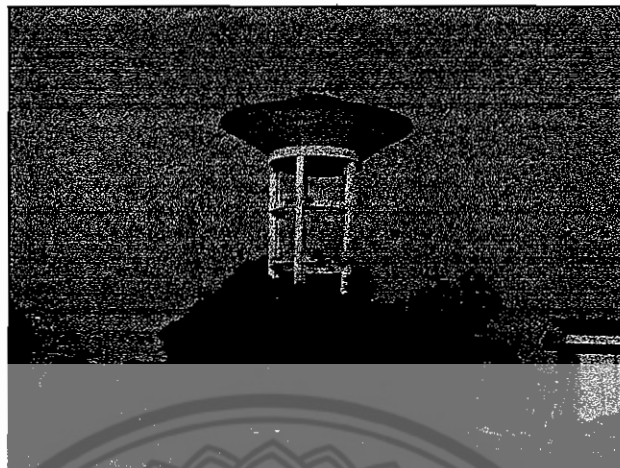
10. ระบบการจ่ายน้ำประปา

ระบบการจ่ายน้ำ ดำเนินการโดยจ่ายน้ำไปตามท่อด้วยระบบควบคุมอัตโนมัติ เครื่องจ่ายน้ำด้วยไฟฟ้า ขนาด 50 แรงม้า จำนวน 2 เครื่อง ด้วยอัตรา 5,000 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง โดยจ่ายตรงไปตามอาคารต่างๆ อีกส่วนหนึ่งจ่ายตรงหอสูงบริเวณโรงผลิตน้ำประปา 1 ขนาดความจุ 150 ลูกบาศก์เมตร

เมื่อจ่ายน้ำประปาผ่านไปยังท่อส่งน้ำประปาขนาดต่างๆ ไปยังหน่วยงานผู้ใช้น้ำประปา ภายในมหาวิทยาลัยใน 2 ลักษณะดังนี้

1.ระบบการจ่ายตรง ให้กับหน่วยงานผู้ใช้น้ำ ผู้ใช้น้ำได้โดยตรงจากท่อส่งน้ำของมหาวิทยาลัยซึ่งส่วนใหญ่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

2.ระบบการจ่ายลงบ่อพักน้ำ เนื่องจากความต้องการสำรองน้ำไว้ใช้ หรือระบบการจ่ายตรงไม่สามารถส่งน้ำประปาให้กับหน่วยงานผู้ใช้น้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น อาคารที่มีความสูงหลายๆชั้น จำเป็นต้องมีบ่อพักน้ำ แล้วใช้เครื่องปั๊มน้ำความดันสูง สูบจ่ายน้ำประปาส่งไปยังหน่วยงานผู้ใช้อีกทอดหนึ่ง



รูปที่ 4.17 หอสูงบริเวณโรงผลิตน้ำประปา 1

11. การตรวจสอบความจุของระบบการผลิตน้ำประปา

11.1 ดังกวนช้า

โดยที่ อัตราการไหล = 1960 ลบ.ม./วัน

กำหนด เวลาพักน้ำ 30 นาที (มาตรฐานการออกแบบ 20-50 นาที, : มั่นสิน
ต้นทุลเวศน์, 2542)

$$\begin{aligned} \text{ปริมาณถึง} \quad V &= Q \times t \\ &= \frac{1960}{(24 \times 60)} \times 30 = 40.83 \text{ ลบ.ม.} \end{aligned}$$

ดังนั้น ปริมาตรของถังกวนช้าที่คำนวณได้ เท่ากับ 40.83 ลบ.ม. มีค่าน้อยกว่า
ปริมาตรของถังจริง ซึ่งมีค่าเท่ากับ 70 ลบ.ม. ถือว่าถังกวนช้ายังมีความพอเพียงอยู่

11.2 ตรวจสอบถังตกตะกอน

โดยที่ อัตราการไหล = 1960 ลบ.ม./วัน กว้าง $\times$ ยาว = 3.73×21.63 ม. จำนวน 4 ถัง

ค่าที่ยอมให้ $Q / \text{พื้นที่แนวตั้งที่ยอมให้} < 0.91 \text{ ม./นาท}$

$$\begin{aligned} \frac{1960}{4 \times 3.73 \times 3} &= 43.79 \text{ ม./วัน} \\ &= 0.03 \text{ ม./นาท} \end{aligned}$$

ดังนั้น ค่า $(Q / \text{พื้นที่แนวตั้ง})$ เท่ากับ 0.03 ม./นาท ซึ่งค่าน้อยกว่า 0.91 ม./นาท
ถือว่าถังตกตะกอนยังมีความพอเพียงอยู่

11.3 ตรวจสอบถึงกรองแบบกรองเร็ว

โดยที่ อัตราการไหล = 1960 ลบ.ม./วัน กว้าง×ยาว = 3.73×4 ม.

(ถึงกรองแบบกรองเร็วอัตรากรองน้ำเท่ากับ 4–6 ม.³/(ม.² ชม),; วารงคณา
สังสิทธิ์สวัสดิ์ , 2545)

จากสูตร

$$Q = VA$$

$$V = \frac{1960}{4 \times (3.73 \times 4.00)} = 32.8 \text{ ม./วัน}$$

$$= 1.37 \text{ ม./ชม.}$$

ดังนั้น ความเร็วของถึงกรองแบบกรองเร็วที่คำนวณได้ เท่ากับ 1.37 ม./ชม. ไม่
เกินค่าที่ยอมรับให้ ถือว่าถึงกรองแบบกรองเร็วยังมีความพอเพียงอยู่

4.3 ศึกษาความเหมาะสมของท่อที่ใช้ส่งน้ำประปาภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร

จากการศึกษาการผลิตน้ำประปาของโรงผลิตน้ำประปาภายในมหาวิทยาลัยนเรศวรปัจจุบัน
มีการผลิตน้ำ 1960 ลบ.ม./วัน เพื่อแจกจ่ายไปทั่วมหาวิทยาลัย ซึ่งมหาวิทยาลัยมีจำนวนบุคลากร
และนิสิตเท่ากับ 25,124 คน ดังนั้นค่าการใช้น้ำต่อวันจะมีค่าเท่ากับ 78 ลิตร/คน/วัน(โดยที่ไม่ได้
แยกคิดจำนวนนิสิตและบุคลากรที่อยู่หอภายในมหาวิทยาลัย) เมื่อนำค่าที่ได้ไปเทียบกับปริมาณ
ความต้องการน้ำต่อวัน ตามประเภทอาคารที่เป็นโรงเรียนมีซึ่งค่าเท่ากับ 50–80 ลิตร/คน/วัน จะ
สรุปได้ว่าการผลิตน้ำประปาของโรงผลิตน้ำประปาภายในมหาวิทยาลัยนเรศวรปัจจุบันมีการผลิตที่
ยังพอเพียงกับการใช้

เมื่อมีการตรวจสอบความพอเพียงของการผลิตน้ำประปาของโรงผลิตน้ำประปาภายใน
มหาวิทยาลัยนเรศวรปัจจุบันแล้ว ก็ควรมีการตรวจสอบความขนาดของท่อที่ใช้ส่งน้ำประปาด้วย
โดยคำนวณตรวจสอบดังนี้

1. ตรวจสอบขนาดท่อส่งน้ำจากความเร็วของน้ำภายในท่อ

โดยที่ อัตราการไหล = 1960 ลบ.ม./วัน ขนาดท่อเท่ากับ 12 นิ้ว

จากสูตร

$$Q = VA$$

$$V = \frac{1960}{\left(\frac{\pi(0.3)^2}{4}\right)} = 27728.3 \text{ ม./วัน}$$

$$= 0.32 \text{ ม./วินาที}$$

ดังนั้น ความเร็วภายในท่อที่คำนวณมีค่าเท่ากับ 0.32 ม./วินาที ซึ่งมีค่าไม่เกิน 3 ม./วินาที (วิธี อิงการณ, 2526) จึงถือว่าขนาดของท่อยังมีความพอเพียงอยู่

2. คำนวณขนาดท่อที่เหมาะสม

โดยที่ อัตราการไหล = 1960 ลบ.ม./วัน ความเร็วเท่ากับ 1.5 ม./วินาที (ความเร็วที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 1.2-2.4 ม./วินาที, วิธี อิงการณ, 2526)

จากสูตร

$$Q = VA$$

$$A = \frac{1960}{(24 \times 60 \times 60)} \times \frac{1}{(1.5)}$$

$$= 0.015 \text{ ตร.ม.}$$

จากสูตร

$$A = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$d^2 = \frac{(0.015)4}{\pi}$$

$$d = 0.138 \text{ ม.} = 138 \text{ มม. ใช้ 15 ซม. } (\phi 6 \text{ นิ้ว})$$

ดังนั้น ขนาดท่อที่เหมาะสมจะเท่ากับ 15 ซม. ($\phi 6$ นิ้ว)