

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ (ภาษาไทย)	ก
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ)	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูปภาพ	ซ
คำนิยามศัพท์	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 สถานที่เก็บข้อมูล	1
1.2 ความสำคัญและที่มาของโครงการทางวิศวกรรมโยธา	1
1.3 วัตถุประสงค์ของโครงการทางวิศวกรรมโยธา	1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.5 ขอบเขตของโครงการ	3
1.6 ขั้นตอนการดำเนินงานโครงการ	4
1.7 แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ	4
1.8 งบประมาณในการทำโครงการ	5
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี	6
2.1 คุณสมบัติและมาตรฐานของน้ำดื่มที่ใช้	6
2.1.1 กลิ่นและรสของน้ำ (Odour and Test)	7
2.1.2 สี (Color)	8
2.1.3 ความขุ่น (Turbidity)	9
2.1.4 อุณหภูมิ (Temperature)	10
2.2 การฆ่าเชื้อ (Disinfection)	11
2.2.1 ประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อโรคในน้ำประปา	12
2.2.2 วิธีฆ่าเชื้อโรคในน้ำประปา	12
2.3 ระบบคลอรีน	15

สารบัญ (ต่อ)

2.3.1 คลอรีนและสารประกอบคลอรีนต่าง ๆ ที่ใช้ฆ่าเชื้อโรคในน้ำประปา	16
2.3.1.1 ก๊าซคลอรีน	17
2.3.1.2 ปูนคลอรีน (Chlorinate Lime)	19
2.3.1.3 แคลเซียมไฮโปคลอไรต์ ($\text{Ca}(\text{OCl})_2$)	19
2.3.1.4 โซเดียมไฮโปคลอไรต์ (NaOCl)	19
2.3.1.5 ก๊าซคลอรีนไดออกไซด์	22
2.3.2 ข้อพิจารณาในการทำคลอรีนชัน	22
2.3.2.1 ปฏิกริยาของคลอรีนในน้ำ	22
2.3.2.2 ความเข้มข้นของคลอรีน	27
2.3.2.3 พีเอช	28
2.3.2.4 เวลาสัมผัส	29
2.3.2.5 ความขุ่นของน้ำ	31
2.3.3 Breakpoint Chlorination (Super Chlorination)	31
2.3.4 การลดคลอรีน (Dechlorination)	34
2.4 จุดประสงค์ของการเติมคลอรีนในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน	35
2.4.1 การเติมคลอรีนก่อนการบำบัด (Prechlorination)	35
2.4.2 การเติมคลอรีนภายหลัง (Postchlorination)	35
2.5 ระบบน้ำประปาของมหาวิทยาลัยนครสวรรค์	35
2.5.1 ระบบการผลิตน้ำประปาของมหาวิทยาลัยนครสวรรค์	36
2.5.2 ระบบการจ่ายน้ำประปา	36
2.5.3 อัตราการผลิตน้ำประปา	39
2.5.4 ระบบการผลิตและการกรองน้ำประปา	39
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการโครงการ	41
3.1 การตรวจสอบค่าความเป็นกรด - ด่าง	43
3.2 การตรวจสอบปริมาณคลอรีนตกค้าง	44
บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิเคราะห์ผล	46
4.1 ปริมาณคลอรีนตกค้างในระบบท่อน้ำประปาของมหาวิทยาลัยนครสวรรค์	46

สารบัญ (ต่อ)

4.2 ค่า pH ของน้ำประปาในระบบท่อน้ำประปาของมหาวิทยาลัยนเรศวร	46
4.3 เปรียบเทียบปริมาณคลอรีนที่ใช้ในการผลิตน้ำประปากับข้อมูล ที่ได้จากกองแผนงานของมหาวิทยาลัยนเรศวร	47
4.4 วิจารณ์ระบบการเติมคลอรีนของระบบการผลิตน้ำประปา ของมหาวิทยาลัยนเรศวร	47
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย	49
5.1 สรุปผลการวิจัย	49
5.2 ข้อเสนอแนะ	50
บรรณานุกรม	51
ภาคผนวก ก ผังแสดงท่อเมนประปาเข้าอาคารต่าง ๆ	52
ภาคผนวก ข ผลการทดลอง	67
ภาคผนวก ค มาตรฐานต่าง ๆ ของน้ำประปา	83
ภาคผนวก ง รูปประกอบระบบโครงข่ายน้ำประปาของมหาวิทยาลัยนเรศวร	90
ประวัติผู้เขียน	98

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 2.1 ประสิทธิภาพของกระบวนการปรับปรุงคุณภาพ วิธีการต่าง ๆ	14
ตารางที่ 2.2 คุณสมบัติและการใช้งานของสารคลอรีน ไฮโซน และ H_2O_2	16
ตารางที่ ข.1 - ข.15 แสดงผลการทดลอง	68 - 82
ตารางที่ ค.1 มาตรฐานน้ำดื่มของกระทรวงอุตสาหกรรม (มอก.)	84
ตารางที่ ค.2 มาตรฐานน้ำดื่มของการประปานครหลวง	88

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
รูปที่ 1.1 ระบบโครงข่ายน้ำประปาของมหาวิทยาลัยนเรศวร	2
รูปที่ 2.1 วิธีการเติมก๊าซคลอรีนให้กับน้ำ	18
รูปที่ 2.2 ตัวอย่างการติดตั้งอุปกรณ์ป้อนสารไฮโปคลอไรต์ให้กับน้ำผิวดิน	20
รูปที่ 2.3 ตัวอย่างการติดตั้งอุปกรณ์ป้อนสารไฮโปคลอไรต์ให้กับน้ำใต้ดิน	21
รูปที่ 2.4 การกระจาย HOCl และ OCl ⁻ ในน้ำที่มี pH ต่าง ๆ	24
รูปที่ 2.5 ความสัมพันธ์ระหว่าง pH และสารประกอบคลอรีนชนิดต่าง ๆ	25
รูปที่ 2.6 การเปรียบเทียบอำนาจในการฆ่าเชื้อโรคระหว่างคลอรีนรวม และคลอรีนอิสระ	26
รูปที่ 2.7 ความสำคัญของ pH และเวลาสัมผัสในการฆ่าเชื้อโรคของคลอรีน ในรูปแบบต่าง ๆ	28
รูปที่ 2.8 วิธีผสมคลอรีนรูปแบบต่าง ๆ	29
รูปที่ 2.9 ถังสัมผัสคลอรีน	30
รูปที่ 2.10 กราฟของการเติมคลอรีนแบบ Breakpoint Chlorination	32
รูปที่ 2.11 การเปลี่ยนแปลงของคลอรีนและแอมโมเนียในระหว่างการทำ Breakpoint Chlorination	33
รูปที่ 2.12 ขั้นตอนการผลิตน้ำประปาของมหาวิทยาลัยนเรศวร	37
รูปที่ 3.1 แสดงชุดเครื่องมือทดสอบภาคสนาม (Dou Test)	42
รูปที่ 3.2 แสดงการตรวจวัดค่า pH	43
รูปที่ 3.3 แสดงการตรวจวัดค่าคลอรีนตกค้าง	44
รูปที่ ก.1 ผังแสดงท่อเมนเข้าอาคารมีงษ์ขวัญ	53
รูปที่ ก.2 ผังแสดงท่อเมนเข้าอาคารคณะเกษตรศาสตร์	54
รูปที่ ก.3 ผังแสดงท่อเมนเข้าอาคารเรียนรวม (คณะศึกษาศาสตร์, คณะมนุษยศาสตร์)	55
รูปที่ ก.4 ผังแสดงท่อเมนเข้าอาคารคณะวิทยาศาสตร์	56
รูปที่ ก.5 ผังแสดงท่อเมนเข้าอาคารคณะวิศวกรรมศาสตร์	57
รูปที่ ก.6 ผังแสดงท่อเมนเข้ากลุ่มอาคารวิทยาศาสตร์	58

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
รูปที่ ก.7	59
รูปที่ ก.8	60
รูปที่ ก.9	61
รูปที่ ก.10	62
รูปที่ ก.11	63
รูปที่ ก.12	64
รูปที่ ก.13	65
รูปที่ ก.14	66
รูปที่ ง.1	91
รูปที่ ง.2	91
รูปที่ ง.3	92
รูปที่ ง.4	92
รูปที่ ง.5	93
รูปที่ ง.6	93
รูปที่ ง.7	94
รูปที่ ง.8	94
รูปที่ ง.9	95
รูปที่ ง.10	95
รูปที่ ง.11	96
รูปที่ ง.12	96
รูปที่ ง.13	97
รูปที่ ง.14	97

นิยามศัพท์

Tannic acid	กรดที่ได้จากเปลือกต้นโอ๊ก และ ฝาง
Collidal	การปะทะกัน หรือ ชนกัน
Negative charge	ประจุไฟฟ้าลบ
Trivalent metallicion	จำนวนอะตอมที่มี 3 อะตอม ก่อพันธะอยู่เคียงข้าง เหมือนโลหะ
Standard Unit	หน่วยมาตรฐาน สีของน้ำ โดยการเทียบสีกับ 1 มิลลิกรัมของ สารโปแตสเซียมคลอโรแพลทตินเนท ผสม กับ สารละลายมาตรฐานโคบอลต์คลอไรด์
Silt	ตะกอน เช่นทรายหรือโคลนตมที่น้ำพัดพามา
Optical effect	ผลกระทบที่ช่วยในการมองเห็น ที่เกี่ยวกับตา
JTU	Jackson Turbidity Unit หน่วยความขุ่นที่ Jackson กำหนดขึ้นโดย 1 หน่วย มี ค่า เท่ากับ 1 ppm as SiO ₂ หรือ 1 mg/l of Silica
Disinfection	การฆ่าเชื้อโรค
Sterilization	การทำให้ปราศจากเชื้อโรค การฆ่าเชื้อ
Disinfectant	สารทำลายเชื้อโรค
Ultraviolet	แสงอัลตราไวโอเล็ต มีความถี่สูงกว่าแสงธรรมดา มอง ด้วยตาเปล่าไม่เห็น
Coagulation	การทำให้เกิดการรวมตัวกัน การทำให้จับเป็นก้อน
% available chlorine	เปอร์เซ็นต์ของสารคลอรีนที่สามารถใช้ได้ในการออกซิ ไดซ์
Chlorine Demand	ความต้องการสารคลอรีนเพื่อทำปฏิกิริยาและฆ่าเชื้อ ของน้ำโดยไม่เหลือตกค้าง
Oxidise	การทำให้เกิดปฏิกิริยาการรวมกับออกซิเจน
ppm	part per millian 1 ส่วนในล้านส่วน

นียมศัพท์ (ต่อ)

Silica

ซิลิกา เป็นธาตุโลหะชนิดหนึ่ง ลักษณะเป็นของแข็ง
สัญลักษณ์ Si

HTH

High Test Hypochloride

ผงแคลเซียมไฮโปคลอไรด์