

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูป	ณ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำให้โครงการ	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	1
1.4 ขอบเขตการศึกษา	1
1.5 ตารางการทำการวิจัย	2
1.6 งบประมาณที่ใช้ในการทดลอง	2
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี	
2.1 ส่วนประกอบของระบบประปา	3
2.2 แหล่งน้ำดิบ	3
2.2.1 น้ำฝน	4
2.2.2 น้ำผิวดิน	5
2.2.3 น้ำใต้ดิน	12
2.3 ลักษณะคุณสมบัติของน้ำประปา	14
2.3.1 คุณสมบัติทางด้านกายภาพ หรือฟิสิกส์ (Physical Characteristics)	14
2.3.2 คุณสมบัติทางด้านเคมี (Chemical Characteristics)	16
2.3.3 คุณสมบัติทางด้านชีวภาพ (Biological Characteristics)	20
2.4 ระบบผลิตน้ำประปา	23
2.4.1 การตกตะกอน	23

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.4.2 การกรองน้ำ	29
2.4.3 การฆ่าเชื้อโรค	40
2.5 กระบวนการกำจัดสลัดจ์	47
2.5.1 การทำสลัดจ์เข้มข้น (Thickening)	47
2.5.2 บ่อดักแคะ (Lagoons)	47
2.5.3 ถานทรายตากแดด (Sand-drying beds)	48
2.5.4 การหมุนเหวี่ยง (Centrifuging)	49
2.5.5 การกรองแบบสูญญากาศ (Vacuum filtration)	49
2.5.6 การรีดกรองด้วยสายพาน (Belt filter press)	50
2.5.7 การอัดกรองด้วยแผ่น (Plate pressure filters)	50
2.5.8 การทิ้งกากสลัดจ์ (Ultimate disposal)	51
2.6 ระบบจ่ายน้ำประปา	52
2.6.1 วิธีการจ่ายน้ำประปา	52
2.6.2 ระบบจ่ายน้ำประปา	53
2.6.3 ดึงเก็บกักน้ำประปา	54
2.7 อัตราการใช้น้ำของประชากร	56
2.7.1 อัตราการใช้น้ำส่วนบุคคล	56
2.7.2 ประเภทของการใช้น้ำ	57
2.7.3 อายุการใช้งานของระบบประปา	60
2.8 การคาดการณ์จำนวนประชากร	61
2.8.1 การทำนายประชากรระยะสั้น	61
2.8.2 การทำนายประชากรระยะยาว	62
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน	
3.1 เก็บตัวอย่าง	64
3.2 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ	67
3.3 ศึกษากระบวนการผลิตน้ำประปาของโรงผลิตน้ำประปาภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร	68
3.4 เก็บข้อมูลการใช้น้ำประปาภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร	68

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 วิเคราะห์ผลการทดลอง	
4.1 ศึกษากระบวนการผลิตน้ำประปamahวิทยาลัยนเรศวร	69
4.2 ศึกษาคุณภาพของน้ำประปา	83
4.3 ศึกษาประสิทธิภาพของระบบผลิตน้ำประปamahวิทยาลัยนเรศวร	99
บทที่ 5 สรุป	
5.1 สรุปคุณภาพน้ำตัวอย่าง	109
5.2 ประสิทธิภาพการบำบัด	110
5.3 จารืเทศ	111
5.4 ระบบผลิตน้ำประปาในปัจจุบันและอนาคต	112
5.5 ข้อเสนอแนะ	112
บรรณานุกรม	113
ภาคผนวก	
ประวัติผู้ดำเนินโครงการ	114
	115

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
บทที่ 1	
ตารางแผนการดำเนินงาน	2
บทที่ 2	
ตารางที่ 2.1 คุณภาพน้ำผิวดินทั่วไปในประเทศไทย	6
ตารางที่ 2.2 มาตรฐานคุณภาพน้ำดิบขององค์การอนามัยโลก	10
ตารางที่ 2.3 มาตรฐานน้ำประปาตามมาตรฐานการประปาฯ	21
ตารางที่ 2.4 เกณฑ์ออกแบบถังผสมเร็ว	24
ตารางที่ 2.5 เกณฑ์ออกแบบถังกวนช้าแบบใช้แผ่นกวน	25
ตารางที่ 2.6 เกณฑ์ออกแบบถังกวนช้าแบบใช้แผ่นกั้นขวางวางสลับกัน	26
ตารางที่ 2.7 เกณฑ์ออกแบบถังตกตะกอนรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า	27
ตารางที่ 2.8 เกณฑ์ออกแบบถังตกตะกอนรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสหรือรูปทรงกลม	28
ตารางที่ 2.9 เกณฑ์ออกแบบถังตกตะกอนแบบท่อหรือแผ่นเอียง	29
ตารางที่ 2.10 เกณฑ์ออกแบบถังแบบ Reactor-Clarifier	29
ตารางที่ 2.11 ขนาดของอนุภาคและวัตถุต่างๆ ที่กรองได้	30
ตารางที่ 2.12 เกณฑ์การออกแบบเครื่องกรองช้า (Slow Sand Filter)	33
ตารางที่ 2.13 เกณฑ์การออกแบบเครื่องกรองเร็ว (Rapid Sand Filter)	35
ตารางที่ 2.14 เกณฑ์ออกแบบเครื่องกรองใช้ความดัน (Pressure Filter)	36
ตารางที่ 2.15 คุณสมบัติและการใช้งานของคลอรีน โอโซน และ H_2O_2	42
ตารางที่ 2.16 ประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อโรคของผงปูนคลอรีน	45
ตารางที่ 2.17 ความเข้มข้นของคลอรีนที่ควรได้รับจากแต่ละวิธี	51
ตารางที่ 2.18 อัตราการใช้ส่วนผสมปูนคลอรีนในประเทศ	57
ตารางที่ 2.19 ประเภทของการใช้ อัตราการใช้ และค่าเปอร์เซ็นต์ ของการผลิตน้ำประปา	58
บทที่ 3	
ตารางที่ 3.1 วันที่เก็บน้ำตัวอย่าง	64
ตารางที่ 3.2 พารามิเตอร์และวิธีการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ	67
ตารางที่ 3.3 จุดเก็บตัวอย่างน้ำและพารามิเตอร์ที่ตรวจวัดในกระบวนการผลิตประปา ภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร	67

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
บทที่ 4	
ตารางที่ 4.1 แสดงค่าพีเอชของน้ำตัวอย่าง	83
ตารางที่ 4.2 แสดงค่าสภาพการนำไฟฟ้าของน้ำตัวอย่าง	85
ตารางที่ 4.3 แสดงค่าความขุ่นของน้ำตัวอย่าง	86
ตารางที่ 4.4 แสดงค่าของแข็งแขวนลอยของน้ำตัวอย่าง	87
ตารางที่ 4.5 แสดงค่าของแข็งทั้งหมดของน้ำตัวอย่าง	88
ตารางที่ 4.6 แสดงค่าของแข็งละลายน้ำของน้ำตัวอย่าง	90
ตารางที่ 4.7 แสดงค่าบีโอดีของน้ำตัวอย่าง	91
ตารางที่ 4.8 แสดงค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดของน้ำตัวอย่าง	92
ตารางที่ 4.9 แสดงค่าความขุ่นจากการทดลองจาร์เทสครั้งที่ 1 (09/11/51)	93
ตารางที่ 4.10 แสดงค่าความขุ่นจากการทดลองจาร์เทสครั้งที่ 2 (23/11/51)	94
ตารางที่ 4.11 แสดงค่าความขุ่นจากการทดลองจาร์เทสครั้งที่ 3 (02/12/51)	95
ตารางที่ 4.12 แสดงค่าความขุ่นจากการทดลองจาร์เทสครั้งที่ 4 (15/12/51)	96
ตารางที่ 4.13 แสดงค่าความขุ่นจากการทดลองจาร์เทสครั้งที่ 5 (09/01/52)	97
ตารางที่ 4.14 แสดงค่าความขุ่นจากการทดลองจาร์เทสครั้งที่ 6 (21/01/52)	98
ตารางที่ 4.15 แสดงอัตราไหลในการสูบน้ำประจำวันทำงานและวันหยุด	99
ตารางที่ 4.16 แสดงจำนวนนิสิตและบุคลากรมหาวิทยาลัยนเรศวร	100
ตารางที่ 4.17 แสดงอัตราการใช้ให้นิสิตและบุคลากรมหาวิทยาลัยนเรศวร	100
ตารางที่ 4.18 แสดงปริมาตรของถังน้ำใส	104
บทที่ 5	
ตารางที่ 5.1 แสดงค่าเฉลี่ยของแหล่งน้ำดิบเทียบกับมาตรฐานของน้ำผิวดินและน้ำดิบ	109
ตารางที่ 5.2 แสดงค่าเฉลี่ยของผลการทดลองเทียบกับมาตรฐานของน้ำประปา	110
ตารางที่ 5.3 แสดงประสิทธิภาพการบำบัด	110
ตารางที่ 5.4 แสดงค่าเฉลี่ยความขุ่นที่ความเข้มข้นต่างๆ	111

สารบัญรูป

รูป	หน้า
บทที่ 2	
รูปที่ 2.1 แหล่งน้ำดิบสำหรับผลิตน้ำประปาที่ได้จากน้ำฝน	4
รูปที่ 2.2 การแบ่งเขตชั้นน้ำและประเภทของน้ำใต้ดินในเขตต่าง ๆ	12
รูปที่ 2.3 ถังกรองช้า	33
รูปที่ 2.4 ถังกรองเร็ว	34
รูปที่ 2.5 ถังกรองภายใต้ความดัน	36
รูปที่ 2.6 ถังทำให้ตะกอนเข้มข้นแบบ Gravity Thickener	47
รูปที่ 2.7 ลานทรายตากแดด (Sand-drying beds)	48
รูปที่ 2.8 เครื่อง Solid Bowl Centrifuge	49
รูปที่ 2.9 เครื่องกรองแบบสุญญากาศ (Vacuum filtration)	49
รูปที่ 2.10 เครื่องรีดกรองด้วยสายพาน (Belt filter press)	50
รูปที่ 2.11 เครื่องอัดกรองด้วยแผ่น (Plate pressure filters)	51
รูปที่ 2.12 ระบบแจกจ่ายน้ำประปาด้วยวิธีแรงโน้มถ่วงของโลกแบบใช้หอสูง	52
รูปที่ 2.13 ระบบแจกจ่ายน้ำประปาด้วยวิธีสูบจ่ายน้ำโดยตรงแบบใช้เครื่องสูบ	53
รูปที่ 2.14 ระบบแจกจ่ายน้ำประปาด้วยวิธีสูบจ่ายน้ำร่วมกันกับหอถังสูง	53
รูปที่ 2.15 รายละเอียดของถังน้ำบนพื้นดิน	54
รูปที่ 2.16 รายละเอียดของหอถังสูง	55
รูปที่ 2.17 กราฟระหว่าง $\ln[(100 - P)/P]$ กับ t	63
บทที่ 3	
รูปที่ 3.1 แหล่งน้ำดิบ	64
รูปที่ 3.2 น้ำเข้าถังตกตะกอน	65
รูปที่ 3.3 น้ำออกถังตกตะกอน	65
รูปที่ 3.4 น้ำในถังน้ำใส	66
รูปที่ 3.5 น้ำปลายท่อบริเวณหน้าลานสมเด็จ	66
บทที่ 4	
รูปที่ 4.1 แสดงเครื่องสูบน้ำแรงต่ำ	69
รูปที่ 4.2 แสดงเครื่องผลิตคลอรีนไดออกไซด์	70

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ 4.3 แสดงเครื่องเตรียมสารโพลีอิเล็กโตรไลต์	70
รูปที่ 4.4 แสดงชุดเครื่องจ่ายสารเคมี	72
รูปที่ 4.5 แสดงท่อทวนเร็ว	72
รูปที่ 4.6 แสดงเครื่องสูบน้ำแรงสูง	73
รูปที่ 4.7 แสดงอุปกรณ์ชุดเตรียมสารเคมี	73
รูปที่ 4.8 แสดงถังจ่ายสารเคมี	74
รูปที่ 4.9 แสดงเครื่องวัดอัตราการไหล	75
รูปที่ 4.10 แสดงถังกวนผสมและตกตะกอน	75
รูปที่ 4.11 แสดงด้านบนของถังกวนผสมและตกตะกอน	76
รูปที่ 4.12 แสดงภาพตัดของถังกวนผสมและตกตะกอน	76
รูปที่ 4.13 แสดงถังกรองน้ำแบบล้างย้อนอัตโนมัติ	77
รูปที่ 4.14 แสดงด้านบนของถังกรองน้ำแบบล้างย้อนอัตโนมัติ	77
รูปที่ 4.15 แสดงภาพตัดของถังกรองน้ำแบบล้างย้อนอัตโนมัติ	78
รูปที่ 4.16 แสดงชุดวัดและควบคุมค่า pH/คลอรีนไดออกไซด์	79
รูปที่ 4.17 แสดงถังเก็บน้ำใส	79
รูปที่ 4.18 แสดงด้านบนของถังเก็บน้ำใส	80
รูปที่ 4.19 แสดงภาพตัดของถังเก็บน้ำใส	81
รูปที่ 4.20 แสดงหอถังสูง	81
รูปที่ 4.21 แสดงสระพักตะกอน	82
รูปที่ 4.22 แสดงด้านบนของสระพักตะกอน	82
รูปที่ 4.23 แสดงภาพตัดของสระพักตะกอน	83
รูปที่ 4.24 กราฟแสดงค่าพีเอช	84
รูปที่ 4.25 กราฟแสดงค่าสภาพการนำไฟฟ้า	85
รูปที่ 4.26 กราฟแสดงค่าความขุ่น	86
รูปที่ 4.27 กราฟแสดงค่าของแข็งแขวนลอย	88
รูปที่ 4.28 กราฟแสดงค่าของแข็งทั้งหมด	89
รูปที่ 4.29 กราฟแสดงค่าของแข็งละลายน้ำ	90

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ 4.30 กราฟแสดงค่าบีโอดี	91
รูปที่ 4.31 กราฟแสดงค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด	92
รูปที่ 4.32 กราฟแสดงค่าความขุ่นจากการทดลองจาร์เทสครั้งที่ 1 (09/11/51)	93
รูปที่ 4.33 กราฟแสดงค่าความขุ่นจากการทดลองจาร์เทสครั้งที่ 2 (23/11/51)	94
รูปที่ 4.34 กราฟแสดงค่าความขุ่นจากการทดลองจาร์เทสครั้งที่ 3 (02/12/51)	95
รูปที่ 4.35 กราฟแสดงค่าความขุ่นจากการทดลองจาร์เทสครั้งที่ 4 (15/12/51)	96
รูปที่ 4.36 กราฟแสดงค่าความขุ่นจากการทดลองจาร์เทสครั้งที่ 5 (09/01/52)	97
รูปที่ 4.37 กราฟแสดงค่าความขุ่นจากการทดลองจาร์เทสครั้งที่ 6 (21/01/52)	98
รูปที่ 4.38 กราฟแสดงอัตราไหลในการสูบน้ำ	99
รูปที่ 4.39 กราฟแสดงจำนวนนิสิตและบุคลากรมหาวิทยาลัยนเรศวร	100
รูปที่ 4.40 กราฟแสดงปริมาณรดน้ำใส	105
รูปที่ 4.41 กราฟแสดงแนวโน้มจำนวนนิสิตและบุคลากรมหาวิทยาลัยนเรศวรใน อนาคต(ปี พ.ศ.2557)	106
บทที่ 5	
รูปที่ 5.1 กราฟแสดงค่าความขุ่นเฉลี่ยจากการทดลองจาร์เทส	111