

สารบัญ

	หน้า
ใบรับรองโครงการ	ก
บทคัดย่อ	ข
Abstract	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูป	ญ
สารบัญกราฟ	ฉ
ลำดับสัญลักษณ์	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	1
1.3 ขอบข่ายของโครงการ	2
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน	2
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.6 งบประมาณที่ใช้	3
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี	4
2.1 แหล่งน้ำและคุณภาพของน้ำ	4
2.1.1 หลักการทำงานของโรงกรองน้ำด้วยระบบรีเวอร์สออสโมซิส	5
2.2 การออกแบบระบบส่งจ่ายน้ำ	8
2.2.1 ขั้นตอนในการหาขนาดของท่อน้ำ	8
2.2.2 การประมาณการปริมาณน้ำ	9
2.2.3 ความดันและความเร็วของน้ำ	17
2.2.4 ท่อความดัน (Pressure Pipe)	18
2.2.5 กราฟเพื่อคำนวณออกแบบท่อ	19

สารบัญ (ต่อ)

2.2.6 การคำนวณหาค่าสูญเสียพลังงานทั้งหมด	21
2.2.7 ความดันรวมที่เครื่องสูบน้ำต้องการ (Required total pump head)	23
2.2.8 ประสิทธิภาพและกำลังงานของเครื่องสูบน้ำ	23
2.2.9 อุปกรณ์ประกอบระบบท่อ	24
1. เครื่องสูบน้ำ	24
2. ถังอัดความดัน (Pressure Tank)	27
3. ท่อพลาสติก (Plastic Pipes)	29
4. วาล์ว	33
5. เครื่องสูบกัมภ์	46
2.3 การคำนวณด้านเศรษฐศาสตร์	49
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน	50
3.1 วิเคราะห์ปัญหา	50
3.2 การออกแบบระบบส่งจ่ายน้ำ	50
3.2.1 การประมาณการการใช้น้ำ	51
3.2.2 การสำรวจความต้องการน้ำ	51
3.2.3 การประมาณการการใช้น้ำโดยเทียบเป็นหน่วยสุขภัณฑ์	56
3.2.4 การเลือกขนาดท่อ	57
3.2.5 การคำนวณการสูญเสียความดัน	58
3.2.6 การเลือกขนาดเครื่องสูบน้ำ	61
3.2.7 การเลือกใช้ถังเก็บความดัน	61
3.2.8 การออกแบบระบบสูบน้ำและเพิ่มความดันขอน้ำ	62
3.3 การคำนวณทางเศรษฐศาสตร์	63
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน	68
4.1 การวิเคราะห์ปัญหาที่มาของโครงการ	68
4.1.1 ปัญหา	68
4.1.2 แนวทางแก้ไขปัญหา	68

สารบัญ (ต่อ)

4.1.3 เงื่อนไขที่ต้องคำนึงถึง	68
4.2 การออกแบบ	69
4.2.1 หลักการและทฤษฎีในการออกแบบ	69
4.2.2 ขนาดท่อ และความยาวท่อ	69
4.2.3 ความดันที่ต้องการรวมทั้งหมด	70
4.2.4 ขนาดเครื่องสูบน้ำ	70
4.2.5 ขนาดถังอัดความดัน	70
4.2.6 ระบบควบคุมความดันและระดับน้ำ	70
4.3 การพิจารณาด้านเศรษฐศาสตร์	70
บทที่ 5 สรุป วิจัย และข้อเสนอแนะ	71
5.1 สรุป	71
5.3 ข้อเสนอแนะ	71
5.2 วิจัย	71
บรรณานุกรม	72
ภาคผนวก	73
ภาคผนวก ก.	74
ภาคผนวก ข.	80
ภาคผนวก ค.	86
ภาคผนวก ง.	89
ประวัติผู้ดำเนินโครงการ	100

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	3
ตารางที่ 2.1 ค่าหน่วยสุขภัณฑ์ของเครื่องสุขภัณฑ์แต่ละชนิด	11
ตารางที่ 2.2 ค่าอัตราความต้องการน้ำสูงสุดที่น่าจะเป็นไปได้ สำหรับค่าหน่วยสุขภัณฑ์ต่างๆ	14
ตารางที่ 2.3 ค่าตัวคูณสำหรับค่าสุขภัณฑ์ต่างๆ และประเภทของอาคารแต่ละชนิด	16
ตารางที่ 2.4 ระดับความดัน และอัตราการไหลของน้ำที่น้อยที่สุด ที่ยอมรับได้สำหรับเครื่องสุขภัณฑ์	17
ตารางที่ 2.5 ค่าของ C ในสมการ Hazen-Williams	19
ตารางที่ 2.6 ความยาวสมมูลของอุปกรณ์ประกอบต่างๆ ของท่อ	21
ตารางที่ 2.7 ความกดดันน้ำที่ต้องการใช้กับปลั๊วาล์ว	47
ตารางที่ 2.8 ขนาดท่อสำหรับเครื่องสุขภัณฑ์ชนิดต่างๆ	48
ตารางที่ 3.1 แสดงสถานที่ที่ต้องส่งน้ำ	51
ตารางที่ 3.2 แสดงสถานที่และอุปกรณ์ปลายทาง	53
ตารางที่ 3.3 แสดงค่าหน่วยสุขภัณฑ์ในสถานที่ต่างๆ	56
ตารางที่ 3.4 แสดงอัตราความต้องการน้ำสูงสุดในท่อแต่ละช่วง	56
ตารางที่ 3.5 แสดงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อในท่อแต่ละช่วง	57
ตารางที่ 3.6 แสดงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อและความยาวท่อในแต่ละช่วง	58
ตารางที่ 3.7 แสดงค่าจากการคำนวณความยาวสมมูล (Equivalent length)	59
ตารางที่ 3.8 แสดงผลการคำนวณค่าความสูญเสียรวมโดยใช้สมการ Hazen-Williams	59
ตารางที่ 3.9 แสดงค่าความดันที่สูญเสียเมื่อส่งน้ำไปตามท่อถึงสถานที่ต่างๆ	60
ตารางที่ 3.10 แสดงการประมาณราคาวัสดุอุปกรณ์ และค่าแรงติดตั้งท่อในช่วงต่างๆ	63
ตารางที่ 4.1 แสดงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อและความยาวท่อในแต่ละช่วง	69
ตารางที่ ก.1 ผลการตรวจวิเคราะห์น้ำทิ้งจากการครองด้วยระบบรีเวอร์สออสโมซิส	77
ตารางที่ ข.1 ใบเสนอราคากระบบสูบน้ำเพิ่มความดันน้ำ	81
ตารางที่ ข.2 คุณสมบัติของท่อพลาสติกชนิดโพลีเอทิลีน	82
ตารางที่ ข.3 แสดงขนาดและคุณสมบัติของเครื่องสูบน้ำ	85
ตารางที่ ค.1 ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับการจัดซื้อและบำบัดน้ำเสีย	87

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ ค.2 ผลการตรวจวิเคราะห์น้ำเสียที่ส่งไปบำบัด	88
ตารางที่ ง.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำบริโภค	91
ตารางที่ ง.2 มาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาลที่ใช้บริโภค	93



สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 2.1 แสดงปรากฏการณ์ออสโมซิส (Osmosis)	5
รูปที่ 2.2 แสดงปรากฏการณ์รีเวอร์ออสโมซิส (Reverse Osmosis)	5
รูปที่ 2.3 แสดงการทำงานของเครื่องกรองน้ำด้วยระบบรีเวอร์ส ออสโมซิส	6
รูปที่ 2.4 เครื่องสูบน้ำแบบ Reciprocating Pump	25
รูปที่ 2.5 เครื่องสูบน้ำแบบ Rotary Pump	25
รูปที่ 2.6 เครื่องสูบน้ำแบบหอยโข่ง	26
รูปที่ 2.7 ถังอัดความดัน	28
รูปที่ 2.8 การไหลของน้ำผ่านเกทวาล์ว	36
รูปที่ 2.9 เกทวาล์ว	37
รูปที่ 2.10 โกล์บวาล์ว	38
รูปที่ 2.11 การไหลของน้ำผ่านโกล์บวาล์ว	39
รูปที่ 2.12 บอลวาล์ว	40
รูปที่ 2.13 เช็ควาล์วแบบเหวี่ยง	40
รูปที่ 2.14 เช็ควาล์วแบบขก	41
รูปที่ 2.15 วาล์วบังคับกับความกดดัน	42
รูปที่ 2.15 วาล์วระบายความกดดัน	43
รูปที่ 3.1 แสดงแผนที่ที่ตั้งของสถานที่ที่จะต้องส่งจ่ายน้ำไปถึง	52
รูปที่ 3.2 แสดงเส้นทางการเดินท่อไปสู่สถานที่ต่างๆ	54
รูปที่ 3.3 แสดงการเดินเส้นทางการเดินท่อ	55
รูปที่ 3.4 ระบบสูบน้ำและเพิ่มแรงดัน	62

สารบัญกราฟ

	หน้า
กราฟที่ 2.1 แสดงค่าอัตราการไหลในหน่วยสุขภัณฑ์ต่างๆ แบบกระเียด	12
กราฟที่ 2.2 แสดงค่าอัตราการไหลในหน่วยสุขภัณฑ์ต่างๆ	13
กราฟที่ 2.3 กราฟจากสมการของ Hazen – Williams	20
กราฟที่ 3.1 แสดงการใช้น้ำรวมทั้งหมดของโรงงาน	64
กราฟที่ 3.2 ปริมาณการใช้น้ำในกระบวนการกรองด้วยระบบรีเวอร์ส ออสโมซิส	64
กราฟที่ ข.1 กราฟประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำ	84



ลำดับสัญลักษณ์

สัญลักษณ์	ความหมาย	หน่วย
A	พื้นที่หน้าตัดของท่อ	ตารางเมตร
B_x	ตัวคูณจากคุณภาพน้ำ	ไม่มีหน่วย
BOD	ค่าบ่งชี้คุณภาพน้ำ	ส่วนในล้านส่วน
C	ค่าบำบัดน้ำเสีย	บาท
c	ค่าสัมประสิทธิ์ของความขรุขระ	ไม่มีหน่วย
D	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อ	เมตร
FU	หน่วยสุขภัณฑ์	ไม่มีหน่วย
H_t	คัมรวมที่เครื่องสูบน้ำต้องการ	เมตรของน้ำ
h_n	ค่าสูญเสียความดันทั้งหมด	เมตรของน้ำ
h_f	ค่าสูญเสียความดันเนื่องจาก	เมตรของน้ำ
h_d	ความต้านทานเฉพาะแห่งในท่อ	เมตรของน้ำ
h_m	ความต้านทานของอุปกรณ์	เมตรของน้ำ
h_s	ความดันสถิต	เมตรของน้ำ
h_z	การสูญเสียความดันเนื่องจากความสูง	เมตรของน้ำ
L	ความยาวท่อ	เมตร
P_w	เส้นรอบรูปของหน้าตัดท่อ	เมตร
	ความเสียดทานภายในท่อ	
PB	ระยะเวลาคืนทุน	วัน, เดือน, ปี
Q	อัตราไหลของเหลว	ลูกบาศก์เมตร
	เฉพาะที่ของเหลวสัมผัสกับผิวท่อ	ต่อวินาที
R	Hydraulic Radius	ตารางเมตรต่อเมตร
S	ความลาดของเส้น EGL	เมตรต่อเมตร
V	ความเร็ว	เมตรต่อวินาที
V_x	ปริมาณน้ำเสีย	ลูกบาศก์เมตร
x, y	ค่าคงที่ที่ได้รับการวิเคราะห์และทดลอง	ไม่มีหน่วย