

การลดและการควบคุมต้นทุนสาธารณูปการ ในอุตสาหกรรมผลิตพีวีซี



นายธนทร์ โกวิทวัฒน์ชัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2542

ISBN 974- 333- 507- 2

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

COST REDUCTION AND CONTROL OF UTILITY IN THE PVC INDUSTRY



Mr. Tanate Kowitwattanachai

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering in Industrial Engineering
Department of Industrial Engineering**


**Faculty of Engineering
Chulalongkorn University**

Academic Year 1999


ISBN 974-333-507-2

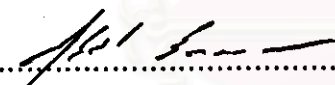
หัวข้อวิทยานิพนธ์ การลดและการควบคุมต้นทุนสาธารณูปการ ในอุตสาหกรรมผลิตพีวีซี
โดย นายธนทร์ โกวิทวัฒน์ชัย
ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน

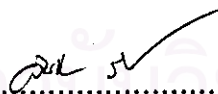
คณะกรรมการศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้
เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

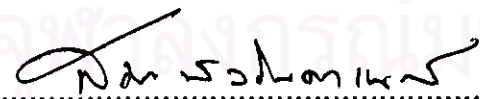
.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร. ธัชชัย สุมิตร)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร. ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. วันชัย วิจิรวนิช)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมชาย พัวจินดาเนตร)

ชเนตร์ ไก่วัฒนชัย : การลดและการควบคุมต้นทุนสาธารณูปการในอุตสาหกรรมผลิตพีวีซี
(COST REDUCTION AND CONTROL OF UTILITY IN THE PVC INDUSTRY) อ.ที่ปรึกษา :
ศศ.สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน, 251 หน้า. ISBN 974- 333- 507- 2.

หน่วยงานผลิตสาธารณูปการเป็นหน่วยงานที่ทำหน้าที่ ส่งปัจจัยพื้นฐานที่จำเป็นต้องใช้ในกระบวนการผลิตพีวีซี ซึ่งได้แก่ น้ำประปา ไอน้ำ ลมความดันสูง น้ำบริสุทธิ์ น้ำหล่อเย็น นอกจากนี้ยังรวมถึงการบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการผลิตพีวีซี โดยบำบัดให้น้ำเสียในโรงงานมีคุณภาพตามมาตรฐานอุตสาหกรรมก่อนปล่อยสู่แหล่งน้ำนอกโรงงาน และมีหน้าที่ควบคุมการส่งจ่ายถึงสาธารณูปการต่างๆ ให้พอเพียงต่อความต้องการของหน่วยผลิตพีวีซี เพื่อให้การผลิตพีวีซี ผลิตได้อย่างต่อเนื่อง เนื่องจากต้นทุนในโรงงานตัวอย่าง ขาดการจัดการเพื่อลดการสูญเสียต่างๆ จึงทำให้ต้นทุนในการผลิตถึงสาธารณูปการต่างๆสูง ดังนั้นการศึกษาวิจัยนี้จึงมีจุดประสงค์เพื่อลดและควบคุมต้นทุนการผลิตสาธารณูปการให้อยู่ในเกณฑ์ต่ำ

ได้มีการลดต้นทุนน้ำมันเตาโดยวิธีการ ลดความดันการผลิตไอน้ำ นำคอนเดนเสทกลับเข้าถังพักน้ำป้อนให้มากที่สุด ติดตั้งระบบระบายน้ำทิ้งอัตโนมัติที่หม้อไอน้ำ จัดทำแผนการทำความสะดวกท่อไฟและหัวฉีดน้ำมัน ควบคุมประสิทธิภาพการเผาไหม้ การลดต้นทุนด้านไฟฟ้าโดยวิธี ลดการรั่วของอากาศอัด ลดชั่วโมงการทำงานของปั๊มน้ำที่ระบบผลิตน้ำหล่อเย็น และระบบบำบัดน้ำเสีย การลดต้นทุนค่าสารเคมีโดยวิธี ลดการสูญเสียน้ำหล่อเย็น ปรับปรุงระบบปรับพีHน้ำเสียที่ระบบผลิตน้ำบริสุทธิ์ การลดต้นทุนค่าจ้างเงินเดือนและค่าซ่อมบำรุงโดยวิธีการปรับปรุง ประสิทธิภาพการทำงานของพนักงาน และการปรับปรุงระบบซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน ผลจากการลดต้นทุน ทำให้ต้นทุนระบบต่างๆ ลดลงดังนี้

ระบบผลิตน้ำหล่อเย็น มีต้นทุนผลิตลดลงจาก 0.67 บาท /ลูกบาศก์เมตรในปี2540 เหลือ 0.65 บาท /ลูกบาศก์เมตร ในปี2542 ระบบผลิตลมอัดความดันสูง มีต้นทุนผลิตลดลงจาก 0.47 บาท /ลูกบาศก์เมตรในปี2540 เหลือ 0.39 บาท /ลูกบาศก์เมตร ในปี2542 ระบบผลิตน้ำบริสุทธิ์มีต้นทุนผลิตลดลงจาก 28.08 บาท /ลูกบาศก์เมตรในปี2540 เหลือ 26.39 บาท /ลูกบาศก์เมตร ในปี2542 ระบบผลิตไอน้ำมีต้นทุน ผลิตลดลงจาก 398.54 บาท /ตันในปี 2540 เหลือ 365.70บาท /ตัน ในปี2542และระบบบำบัดน้ำเสียมีต้นทุนผลิตลดลงจาก 4.0 บาท /ลูกบาศก์เมตรในปี 2540 เหลือ 3.13 บาท /ลูกบาศก์เมตร ในปี2542 นอกจากนี้ยังได้มีการศึกษาถึงวิธีการควบคุมต้นทุนให้อยู่ในระดับต่ำ โดยวิธีการควบคุมการผลิตเชิงสถิติ และการควบคุมด้วยระบบเอกสาร

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม.....ลายมือชื่อนิติศชเนตร์.....ไก่วัฒนชัย.....
สาขาวิชาอุตสาหกรรม.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ปีการศึกษา2542.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

3970675821 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEER

KEY WORD: TANATE KOWITWATTANACHAI: COST REDUCTION AND CONTROL OF UTILITY IN THE
PVC INDUSTRY. THIS IS ADVISOR: ASSIT. PROF. SUTHAS RATANAKUAKANGWAN. 251 pp.
ISBN 974- 333- 507- 2.

Utility section is responsible for providing fundamental plant utilization products necessary for PVC producing plant. Which are industrial water, steam, demineralized water and cooling water. Moreover, utility section is also responsible for the treatment of wastewater released from the PVC producing process. Which must be conformed to Thailand industrial standard before letting out to public water resource. Utility section takes the major role of supplying adequate plant utilization product to support the continuity of PVC producing process.

Because of the lack of proper cost reduction management in designated utility plants. The costs of producing utilization products are relatively high. Therefore, the propose of this research and study is to reduce and control the above costs within the minimum boundary.

The cost of fuel oil has been reduced by means of reducing the pressure of steam produced by steam boilers and bring the most of steam condensate back to reserved water feeding tank, mean while, installing the automatic blowdown system to the steam boilers. In addition to this, the student has established an annual plan for cleaning of fire tubes and fuel oil spray nozzles, steam boiler combustion efficiency control. For the reduction of electrical cost, the leakage of compressed has been sought and eliminated, the working time of cooling water pumps and wasted water pumps has been reduced.

The cost of chemical agents has been reduced by means of reducing the last of cooling water, improvement of wasted water pH adjusting system at the water purification system. The salary of the staffs and the cost of plant maintenance have been reduced by the staffs working capability and the improvement of preventive maintenance system.

As a result, cooling water producing systems has the cost reduced from 0.67 baht/m³ in 1997 to 0.65 baht/m³ in 1999. Compressed air producing systems has the cost reduced from 0.47 baht/m³ in 1997 to 0.39 baht/m³ in 1999. The water demineralizing system has the cost reduced from 28.08 baht/ m³ in 1997 to 26.39 baht/m³ in 1999. The steam producing system has the cost reduced from 398.54 baht/ton of steam in 1997 to 365.7 baht/ton of steam. The wastewater treatment system has the cost reduced from 4 baht/m³ in 1997 to 3.13 baht/m³ in 1999. In addition to these improvements, Document Control and Statistical Process Control have been introduced in order to maintain the cost at minimum level.

ภาควิชา INDUSTRIAL ENGINEERลายมือชื่อนิติศ
สาขาวิชา INDUSTRIALลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 1999ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

กิตติกรรมประกาศ

ในการทำงานวิจัยครั้งนี้ ผู้ทำวิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงสุดต่อ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุทัศน์ รัตนเกือกังวาน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาและคำแนะนำที่มีค่าอย่างสูงสุดต่อผู้วิจัย ตลอดจน ศาสตราจารย์ ดร.ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ ประธานกรรมการ รองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย ธิจิรวนิช และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาย พัวจินดาเนตร กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาตลอดเวลาอันมีค่าในการช่วยเหลือให้คำแนะนำ และข้อคิดเห็นต่างๆ ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ของเนื้อหาการวิจัยด้วยดีตลอดมาจนเสร็จสมบูรณ์

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยต้องขอขอบพระคุณ คุณนิยะดา ถ้ำภาษี ที่ให้ความช่วยเหลือในการจัดพิมพ์งานวิจัย และคอยให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยด้วยดีเสมอมา

นายธนทร์ โกวิทวัฒน์ชัย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ซ
สารบัญภาพ.....	ณ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
1.1 สภาวะของปัญหาและมูลเหตุจูงใจ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	6
1.3 ขอบเขตงานวิจัย.....	6
1.4 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัย.....	6
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	6
1.6 ตำรางานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	7
2 การศึกษากระบวนการผลิตสิ่งสาธารณูปการ.....	16
2.1 รายละเอียดของระบบผลิตลมความดันสูง.....	16
2.2 รายละเอียดของระบบผลิตไอน้ำ.....	24
2.3 รายละเอียดของระบบผลิตน้ำหล่อเย็น.....	35
2.4 รายละเอียดของระบบผลิตน้ำบริสุทธิ์.....	39
2.5 รายละเอียดของระบบบำบัดน้ำเสีย.....	47
3 การศึกษาด้านทุนในการดำเนินการผลิตของหน่วยผลิตสาธารณูปการ.....	55
4 วิธีการลดต้นทุนในหน่วยผลิตสาธารณูปการ.....	68
4.1 วิธีการลดค่าน้ำมันเตา.....	68
4.2 วิธีการลดค่าไฟฟ้า.....	97
4.3 วิธีการลดค่าสารเคมีและน้ำประปา.....	112
4.4 วิธีการลดค่าจ้างเงินเดือน.....	125
4.5 วิธีการลดค่าซ่อมบำรุง.....	131

สารบัญ(ต่อ)

บทที่

5 การดำเนินการลดต้นทุนในหน่วยผลิตสาธารณูปการ.....	134
5.1 การดำเนินการลดค่าน้ำมันเตา.....	134
5.2 การดำเนินการลดค่าไฟฟ้า.....	153
5.3 การดำเนินการลดค่าสารเคมีและน้ำประปา.....	160
5.4 การดำเนินการลดค่าจ้างเงินเดือน.....	168
5.5 การดำเนินการลดค่าซ่อมบำรุง.....	173
6 การควบคุมการผลิต.....	176
7 สรุปและเสนอแนะงานวิจัย.....	205
รายการอ้างอิง.....	208
ภาคผนวก.....	211
ภาคผนวก ก. ความรู้ทั่วไปของขบวนการผลิตพีวีซีของโรงงานตัวอย่าง.....	211
ภาคผนวก ข. การคำนวณหาประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ.....	222
ภาคผนวก ค. การคำนวณหาอัตราการรั่วของอากาศอัด.....	235
ภาคผนวก ง. การศึกษาการทำงาน.....	242
ภาคผนวก จ. เปรียบเทียบต้นทุนการผลิตก่อนและหลังการปรับปรุง.....	247
ภาคผนวก ฉ. ค่าคงที่ใช้คำนวณหาขอบเขตควบคุมเชิงสถิติ.....	250
ประวัติผู้วิจัย.....	251

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1ก. แสดงสัดส่วนต้นทุนการผลิตสาธารณูปโภคต่อค่าใช้จ่ายทั้งหมด	3
2.1 แสดงรายละเอียดของเครื่องจักรกลภายในหน่วยผลิตลมอัดความดันสูงของโรงงานตัวอย่าง.....	23
2.2 ข้อมูลทางเทคนิคของหม้อไอน้ำ.....	34
3.1 ตัวอย่างรายงานต้นทุนการผลิตของหน่วยผลิตน้ำหล่อเย็นจัดทำโดยฝ่ายบัญชี.....	58
3.2 แสดงโครงสร้างต้นทุนของหน่วยผลิตสาธารณูปโภคต่างๆ.....	60
3.3 แสดงต้นทุนการผลิตเปรียบเทียบของปี2539และปี2540.....	64
3.4 แสดงเปอร์เซ็นต์ของต้นทุนผันแปรจำแนกตามประเภทค่าใช้จ่าย.....	66
4.1 แสดงข้อมูลการใช้น้ำมันเตาในการผลิตไอน้ำ2540.....	69
4.2 แสดงข้อมูล%ออกซิเจนในไอเสียก่อนปรับปรุงหม้อไอน้ำ ชุดที่ 1,2,3.....	75
4.3 แสดงประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำชุดที่1,2,3ก่อนปรับปรุง.....	77
4.4 แสดง%ออกซิเจนและ%อากาศส่วนเกินในก๊าซไอเสียที่มีประสิทธิภาพการเผาไหม้ดี.....	78
4.5 สรุปผลการประหยัดพลังงานด้วยการเพิ่มประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ.....	81
4.6 ข้อมูลการผลิตไอน้ำเฉลี่ยต่อเดือนตลอดปี2541.....	82
4.7 ค่าการนำไฟฟ้าของหม้อไอน้ำชุดที่2ตลอดเดือนเมษายน2541.....	83
4.8 สรุปผลการประหยัดพลังงานด้วยการปรับปรุงการระบายน้ำทิ้ง(Blowdown).....	87
4.9 ข้อมูลสำรวจการปล่อยทิ้งคอนเดนเสดจากสตีมแทรป.....	89
4.10 สรุปผลการประหยัดพลังงานด้วยการนำคอนเดนเสดกลับเพิ่ม.....	91
4.11 ค่าความดันควบคุมการผลิตไอน้ำก่อนปรับปรุงเปรียบเทียบกับเป้าหมาย.....	92
4.12 สรุปอัตราการรั่วไหลของลมอัดความดัน.....	100
4.13 สรุปการลดค่าพลังงานไฟฟ้าที่ระบบผลิตลมความดันสูง.....	102
4.14 แสดงจำนวนการเดินปั๊มส่งน้ำหล่อเย็นและพัดลมในสภาวะปกติตลอดปี2540.....	103
4.15 แสดงจำนวนชั่วโมงการทำงานของปั๊มส่งน้ำหล่อเย็นและพัดลมเสริมมากเกินความจำเป็น ปี2540.....	104
4.16 สรุปการลดค่าพลังงานไฟฟ้าที่ระบบน้ำหล่อเย็น.....	105
4.17 แสดงกิโลวัตต์ของเครื่องจักรแต่ละเครื่องและเปอร์เซ็นต์.....	106
4.18 แสดง%อุณหภูมิของบ่อปรับสภาพมีค่าสูงกว่า37°Cตามช่วงเวลาต่างๆตลอดปี2540.....	108
4.19 แสดงช่วงค่าของpHของน้ำเสียออกจากบ่อปรับสภาพ.....	110

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่

4.20	สรุปการลดพลังงานไฟฟ้าที่ระบบบำบัดน้ำเสีย.....	111
4.21	แสดงข้อมูลการใช้สารเคมีในการปรับpHน้ำเสียของหน่วยผลิตน้ำบริสุทธิ์.....	119
4.22	สรุปผลการปรับปรุงระบบปรับpHน้ำเสียของหน่วยผลิตน้ำบริสุทธิ์.....	120
4.23	เปรียบเทียบการใช้วัตถุดิบในระบบกลั่นเทาเวอร์ ชุดที่2 และชุดที่3.....	120
4.24	คุณภาพน้ำหล่อเย็นในระบบกลั่นเทาเวอร์ชุดที่2 และชุดที่3.....	121
4.25	เปรียบเทียบผลที่คาดไว้ของการลดการสูญเสียน้ำหล่อเย็นที่ระบบกลั่นเทาเวอร์ชุดที่2.....	123
4.26	สรุปผลการลดการสูญเสียน้ำหล่อเย็นในท่อส่งน้ำหล่อเย็น.....	124
4.27	สรุปข้อมูลการทุ่มงานก่อนปรับปรุง.....	128
4.28	แสดงประสิทธิภาพที่คาดว่าจะเป็นหลังปรับปรุง.....	128
4.29	สรุปผลการประหยัดค่าแรงงาน.....	131
4.30	สรุปแนวทางการดำเนินการทั้งหมด.....	133
5.1	แผนการดำเนินการเพื่อลดต้นทุนการผลิตสิ่งสาธารณูปการ.....	135
5.2	สรุปบันทึกข้อมูลการทดลองปรับลดความดันการผลิตไอน้ำที่หม้อไอน้ำชุดที่ 1,2,3.....	137
5.3	บันทึกข้อมูลผลการปรับลดความดันการผลิตไอน้ำที่หม้อไอน้ำชุดที่1,2,3 ณ. ปัจจุบัน.....	139
5.4	ข้อมูลปริมาณและอุณหภูมิของน้ำป้อนเข้าหม้อไอน้ำ.....	141
5.5	ผลการทำความสะอาดท่อไฟและหัวฉีดน้ำมันเปรียบเทียบกับระยะเวลา.....	143
5.6	ใบบันทึกการทำงานของหม้อไอน้ำเพื่อตรวจสอบระยะเวลาการทำความสะอาดหัวฉีดน้ำมัน..	144
5.7	แสดงผลการเปรียบเทียบก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง.....	148
5.8	แสดงค่าการนำไฟฟ้าของหม้อไอน้ำก่อนและหลังการปรับปรุงติดตั้งชุดควบคุมการระบายน้ำทิ้งอัตโนมัติ.....	151
5.9	เปรียบเทียบผลก่อนและหลังการติดตั้งชุดควบคุมการระบายอัตโนมัติ	152
5.10	แผนการสำรวจรั้วของอากาศอัดประจำเดือน.....	154
5.11	เปรียบเทียบปริมาณการใช้อากาศอัดต่อผลผลิต.....	154
5.12	เปรียบเทียบชั่วโมงการทำงานของปั๊มส่งน้ำขึ้นหอก่อนและหลังติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ..	156
5.13	เปรียบเทียบผลก่อนและหลังการติดตั้งชุดควบคุมการทำงานด้วยเวลาที่เครื่องเป่าอากาศบ่อปรับสภาพ	157
5.14	แสดงค่าในการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมความคั้น.....	159
5.15	แสดงผลการปรับปรุงเพื่อลดชั่วโมงการทำงานของปั๊มและพัดลม.....	160

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่

5.16	แสดงผลการทดลองหาปริมาณการเป็กระบายน้ำค้างเข้มข้นทิ้งที่เหมาะสม.....	162
5.17	แสดงผลของน้ำประปาและสารเคมีที่มีการใช้ลดทลงถึงปรับปรุง.....	164
5.18	เปรียบเทียบปริมาณการใช้สารเคมีในระบบรับpHน้ำเสียของระบบผลิตน้ำบริสุทธิ์.....	167
5.19	แผนการฝึกอบรมพนักงาน.....	168
5.20	สรุปข้อมูลทีมงานตามเวลาทุ่มถึงปรับปรุง.....	172
5.21	เปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง.....	172
5.22	แสดงจำนวนใบสั่งซ่อมเฉลี่ยต่อเดือนก่อนและหลังดำเนินการ.....	174
5.23	สรุปผลการดำเนินการทั้งหมด.....	175
6.1	ข้อมูลลิตรน้ำมันเตาต่อตันไอน้ำของหม้อไอน้ำชุดที่2.....	189
6.2	ตารางแสดงค่าการใช้ น้ำมันเตาในการผลิตไอน้ำ 1 ตัน ช่วงหลังควบคุม.....	191
6.3	แสดงข้อมูลการนำไฟฟ้าเฉลี่ยต่อเดือนของน้ำในหม้อไอน้ำหลังการใช้กราฟควบคุม.....	192
6.4	แสดง%คอนเดนเสดส่งกลับและอุณหภูมิน้ำป้อนเฉลี่ยต่อเดือนหลังควบคุม.....	194
6.5	ค่าความดันไอน้ำที่ท่อพักไอน้ำประจำเดือนต่างๆหลังควบคุม.....	195
6.6	ตารางบันทึกชั่วโมงการทำงานของหม้อไอน้ำและการทำความสะอาดของหัวฉีดน้ำมัน.....	196
6.7	ตารางบันทึกค่าความดันและอุณหภูมิของน้ำหล่อเย็น.....	198
6.8	แสดงข้อมูลต่ำสุด สูงสุด ของความดันและอุณหภูมิน้ำหล่อเย็นประจำเดือนหลังควบคุม.....	199
6.9	ตารางบันทึกการทำงานของเครื่องเป่าลมและปั้มส่งน้ำขึ้นหอที่บ่อปรับสภาพ.....	200
6.10	แสดงชั่วโมงการทำงานของปั้มส่งน้ำขึ้นหอและเครื่องเป่าอากาศหลังควบคุม.....	200
6.11	แสดงตารางควบคุมการใช้กรดและด่างในการปรับค่าpH ของน้ำทิ้ง.....	201
6.12	แสดงข้อมูลการใช้สารเคมีต่อเดือนในการปรับค่าpHของน้ำทิ้ง.....	202
6.13	ตารางควบคุมการปล่อยน้ำค้างเข้มข้นทิ้งและบันทึกปริมาณการใช้กรดต่อวัน.....	202
6.14	แสดงปริมาณการใช้กรดซัลฟูริกต่อเดือนหลังควบคุม.....	203
6.15	แสดงข้อมูลใบสั่งซ่อมต่อเดือนหลังปรับปรุง.....	204
7.1	แสดงต้นทุนการผลิตก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง.....	207

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1ก. แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยผลิตสาธารณูปการกับหน่วยงานพิธีฯ.....	2
2.ก. แสดงแผนภูมิควบคุม.....	9
2.1 แสดงกระบวนการอัดอากาศ.....	20
2.2 แสดงการกำเนิดไอน้ำภายใต้ความดันบรรยากาศ.....	29
2.3 แสดงลักษณะการหมุนเวียนของน้ำในระบบน้ำหล่อเย็น.....	36
2.4 แสดงประเภทของระบบหล่อเย็นแบบต่างๆ.....	37
2.5 โครงสร้างของเม็คเรซิน.....	39
2.6 โครงสร้างของเรซินSCเมื่ออยู่ในสภาพที่แตกตัว.....	41
2.7 ภาพแสดงความสามารถในการจับอออน.....	43
2.8 แสดงรายละเอียดภายในของตุรน์ที่บรรจุเรซิน.....	43
2.9 การต่อท่อของเครื่องจับอออนโดยใช้เรซิน.....	44
2.10 ระบบผลิตน้ำบริสุทธิ์แบบต่างๆและอออนที่ขจัดได้.....	46
2.11 แผนผังโดยรวมของระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานตัวอย่าง.....	48
2.12 แสดงระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานตัวอย่าง.....	51
4.1 แสดงปริมาณการใช้เชื้อเพลิงน้ำมันเตาปี2540.....	69
4.2 แสดงช่วงประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำประเภทใช้น้ำมันเตาเชื้อเพลิง.....	77
4.3 แสดง%ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำที่สูงขึ้น ทุกๆ 1% ของการลดอากาศส่วนเกิน.....	80
4.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง%ออกซิเจนและ%อากาศส่วนเกินของก๊าซไอเสีย.....	80
4.5 แสดงค่าการนำไฟฟ้าในหม้อไอน้ำชุดที่2ตลอดเดือนเมษายน.....	84
4.6 แสดงการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมการระบายน้ำในหม้อไอน้ำอัด โนมัต.....	85
4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิไอเสียที่ปล่อยไฟกับความหนาของเขม่า.....	95
4.8 แสดงปริมาตรอากาศรั่วที่ขนาดรูต่างๆและความดันต่างๆ.....	101
4.9 แสดงแนวทางในการปรับปรุงโดยการติดตั้งระบบควบคุมอุณหภูมิเพื่อลดปริมาณไฟฟ้า.....	107
4.10 แสดงการใช้สารเคมีในการล้างพื้นฟูประสิทธิภาพเรซิน.....	115
4.11 แสดงระบบปรับpHน้ำเสียที่หน่วยผลิตน้ำบริสุทธิ์ของโรงงานตัวอย่าง.....	116
4.12 แสดงผังแสดงการจัดองค์กรของหน่วยผลิตถึงสาธารณูปการ(โรงงานตัวอย่าง).....	126
5.1 แสดงสถานะการผลิตไอน้ำก่อนปรับและช่วงทดลองปรับลดความดันการผลิตไอน้ำ.....	137
5.2 แสดงสถานะการผลิตไอน้ำช่วงหลังปรับลดความดัน.....	139

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่

5.3	แสดงขั้นตอนการปรับอัตราส่วนอากาศต่อน้ำมัน.....	146
5.4	แสดงใบบันทึกการปรับประสิทธิภาพการเผาไหม้ที่ใช้ควบคุม%ออกซิเจนในจุ่มบิน.....	146
5.5	แสดงอุปกรณ์ควบคุมการ โบลต์คาร์บอน โนมตี.....	150
5.6	แสดงค่าการนำไฟฟ้าของหม้อไอน้ำชุดที่2ก่อนและหลังติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมการระบายทิ้ง	152
5.7	แสดงการปรับปรุงโดยเดินท่อน้ำประปาจ่ายแทนน้ำหล่อเย็นตามจุดต่างๆ.....	164
5.8	แสดงการแบ่งแยกน้ำที่มีสภาพกรด -ด่างออกจากกัน.....	166
6.1	แสดงแผนภูมิควบคุมการผลิต.....	176
6.2	แสดงขั้นตอนและวิธีการควบคุมการผลิต.....	178
6.3	แสดงขั้นตอนการควบคุมการผลิตของ โรงงานตัวอย่าง.....	180
6.4	ใบสั่งงาน.....	182
6.5	แสดงตัวอย่างใบตรวจสอบการทำงานของระบบผลิต.....	183
6.6	แสดงแผนภูมิควบคุม.....	185
6.7	แสดงตัวอย่างการควบคุมการผลิต ไอน้ำเชิงสถิติของ โรงงานตัวอย่าง.....	190
6.8	กราฟบันทึกค่าการนำไฟฟ้าของน้ำในหม้อไอน้ำประจำวัน.....	192
6.9	ตารางบันทึกค่าอุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำป้อนต่อวันและค่า%คอนเดนเสด.....	193
6.10	ตารางแสดงบันทึกค่าความดันไอน้ำที่ท่อพักไอน้ำ.....	194
6.11	กราฟควบคุมอากาศอัดรั่ว.....	197
6.12	กราฟควบคุมปริมาณงานตั้งซ่อมต่อเดือนหลังควบคุม.....	204

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย