



รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

ผลกระทบของวิธีการควบคุมระบบจ่ายน้ำหล่อเย็นลูกรีดใน

กระบวนการรีดละเอียดต่อค่าการใช้พลังงาน

EFFECT OF THE COOLING WATER SUPPLY SYSTEM CONTROLLING
METHODS FOR ROLLERS IN THE FINISHING MILL PROCESS ON ENERGY
CONSUMPTION

ชนิศา หนูสุด

CHANISA NOOSUD

ปริญญาานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

หลักสูตรวิศวกรรมพลังงาน

ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

ปีการศึกษา 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลกระทบของวิธีการควบคุมระบบจ่ายน้ำหล่อเย็นลูกรีดใน

กระบวนการรีดละเอียดต่อค่าการใช้พลังงาน

EFFECT OF THE COOLING WATER SUPPLY SYSTEM CONTROLLING
METHODS FOR ROLLERS IN THE FINISHING MILL PROCESS ON ENERGY
CONSUMPTION



ชนิศา หนูสุด
CHANISA NOOSUD

ปริญญาานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

หลักสูตรวิศวกรรมพลังงาน

ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

ปีการศึกษา 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EFFECT OF THE COOLING WATER SUPPLY SYSTEM CONTROLLING
METHODS FOR ROLLERS IN THE FINISHING MILL PROCESS ON ENERGY
CONSUMPTION



A PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENT
FOR THE DEGREE OF BACHELOR OF ENGINEERING IN ENERGY ENGINEERING

DEPARTMENT OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

PRINCE OF CHUMPHON

2021

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2022

DEPARTMENT OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

PRINCE OF CHUMPHON

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร
ใบรับรองปริญญาานิพนธ์

หัวข้อสหกิจศึกษา ผลกระทบของวิธีการควบคุมระบบจ่ายน้ำหล่อเย็นลูกรีดในกระบวนการรีดละเอียดต่อค่าการใช้พลังงาน

PROJECT TITLE EFFECT OF THE COOLING WATER SUPPLY SYSTEM CONTROLLING METHODS FOR ROLLERS IN THE FINISHING MILL PROCESS ON ENERGY CONSUMPTION

ชื่อนักศึกษา นางสาวชนิศา หนูสุด รหัสประจำตัว 61514005

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมพลังงาน

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.ปัญญา แดงวิไลลักษณ์

วิศวกรที่ปรึกษา นายวีรวิทย์ วงษ์รักษา

คณะกรรมการสอบปริญญาานิพนธ์			ลายมือชื่อ
ผศ.ววรรษชล	วัฒน์	ประธานกรรมการ	
ผศ.ดร.ชมพูนุช	กุลเกตุวงศ์	กรรมการ	
ผศ.ดร.ดิษฐ์พร	ตุ้งไสฐานนท์	กรรมการ	
ผศ.ดร.ปัญญา	แดงวิไลลักษณ์	อาจารย์ที่ปรึกษา	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ 7 เมษายน 2565 เวลา 13.00 – 14.00 น.

สถานที่สอบ ณ ห้องประชุมออนไลน์

ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์รับรองแล้ว



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราโมทย์ กุศล)

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์

วันที่ กรกฎาคม พ.ศ. 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์
ประจำปีการศึกษา 2564

โครงการ ผลกระทบของวิธีการควบคุมระบบจ่ายน้ำหล่อเย็นลูกรีดในกระบวนการรีด
ละเอียดต่อค่าการใช้พลังงาน

ผู้จัดทำ นางสาวชนิศา หนูสุด

รหัสนักศึกษา 61514005

ปฏิบัติงาน บริษัท สหวิริยาสตีล อินดัสตรี จำกัด (มหาชน)

ที่อยู่ หมู่ 7 กลางนา-ยายพลอย 9 ตำบล แม่รำพึง อำเภอบางสะพาน
ประจวบคีรีขันธ์ 77140

วิศวกรที่ปรึกษา นายวิรุวิทย์ วงษ์รักษา



อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผศ.ดร.ปัญญา แดงวิไลลักษณ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสือส่งรายงานสหกิจฉบับสมบูรณ์

เรื่อง ขอส่งรายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

เรียน อาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา สาขาวิชาวิศวกรรมพลังงาน

ข้าพเจ้า นางสาวชนิศา หนูสุด นักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมพลังงาน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร ได้ปฏิบัติงานสหกิจศึกษาระหว่างวันที่ 1 มิถุนายน พ.ศ. 2564 ถึงวันที่ 30 พฤศจิกายน พ.ศ. 2564 ในตำแหน่งนักศึกษาฝึกงานในฝ่ายสาธารณสุขโรคและของไหล ณ บริษัท สหวิริยาสตีล อินดัสตรี จำกัด(มหาชน) และได้รับมอบหมายจากวิศวกรที่ปรึกษาสหกิจและจัดทำโครงการเรื่องผลกระทบของวิธีการควบคุมระบบจ่ายน้ำหล่อเย็นลูกรีดในกระบวนการรีดละเอียดต่อค่าการใช้พลังงาน

บัดนี้ การปฏิบัติงานสหกิจศึกษาได้เสร็จสิ้นลงแล้ว จึงใคร่ขอส่งรายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์ดังกล่าว จำนวน 1 เล่ม เพื่อขอรับคำปรึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

นางสาวชนิศา หนูสุด

นักศึกษาสหกิจศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมพลังงาน

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ผลกระทบของวิธีการควบคุมระบบจ่ายน้ำหล่อเย็นลูกรีดในกระบวนการรีดละเอียดต่อค่าการใช้พลังงาน	
ชื่อนักศึกษา	นางสาวชนิศา หนูสุด	รหัสประจำตัว 61514005
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	
สาขาวิชา	วิศวกรรมพลังงาน	
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.ปัญญา แดงวิไลลักษณ์	
วิศวกรที่ปรึกษา	นายวีรวิทย์ วงษ์รักษา	

บทคัดย่อ

รายงานสหกิจศึกษานี้ นำเสนอการหาแนวทางในการลดการใช้พลังงานของปั้มน้ำแบบ Double Horizontal Centrifugal พิกัดแรงดัน 12 bar ด้วยวิธีการเปิด-ปิดและลดอัตราการจ่ายน้ำในช่วงจังหวะที่ไม่จำเป็น ให้สัมพันธ์กับเงื่อนไขการระบายความร้อนลูกรีดเพื่อควบคุมอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการทำงานในกระบวนการรีดเหล็กแผ่นรีดร้อนชนิดม้วน จากการศึกษาพบว่า เมื่อมีการนำมาตรการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าด้วยการลดการจ่ายน้ำขณะรอขึ้นงานลงเหลือ 20 % สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าลงได้ 694.89 kWh และคิดเป็นค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้า 10,885,733 บาทต่อปี หรือ 33.05 % ต่อปี

คำสำคัญ: แรงดัน, อัตราการจ่ายน้ำ, มาตรการอนุรักษ์พลังงาน

Project Title	Effect of The Cooling Water Supply System Controlling Methods for Rollers in The Finishing Mill Process on Energy Consumption	
Student	Miss. Chanisa Noosud	Student ID 61514005
Degree	Bachelor of Engineering	
Program	Energy Engineering	
Project Advisor	Asst.Prof.Dr. Panya Daungwilailux	
Project Engineer	Mr. Weerawit Wongraksa	

ABSTRACT

This cooperative education report was to present the way for reducing the energy consumption of the double horizontal centrifugal pump with the pressure of 12 bar by turning on-off and decreasing the water discharge rate during the waiting time that related to the condition of the heat transfer of the hot roller to control the proper temperature for rolling the hot rolled steel. The results found that the electrical conservation measures was able to reduce the 20% of the water discharges while the steel waiting. It was able to save electricity about 694.89 kWh and the electricity cost was 10,885,733 baht per year or 33.05 % per year.

Keywords: Pressure, Water discharge, Electrical conservation measures

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.ปัญญา แดงวิไลลักษณ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์รับเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ให้คำปรึกษา แนะนำ และให้การช่วยเหลือในการทำปริญญานิพนธ์ รวมถึงสอนวิธีการทำงานที่ดีทำให้ผู้วิจัยรู้จักพัฒนาตนเองในด้านการทำงานให้ดียิ่งขึ้น

ขอขอบคุณคณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์ที่ให้คำแนะนำและแนวทางในการปรับปรุงปริญญานิพนธ์ให้มีความสมบูรณ์มากขึ้น ขอขอบคุณคณะอาจารย์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกท่าน ที่สั่งสอนวิชาความรู้ ถ่ายทอดประสบการณ์ต่าง ๆ และนำความรู้เหล่านั้นมาใช้ในการทำวิจัยนี้

ขอขอบคุณคุณวีรวิทย์ วงษ์รักษา วิศวกรที่ปรึกษา ที่ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิจัย และให้ความช่วยเหลือตลอดระยะเวลาการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ขอขอบคุณพี่พนักงานทุกคนที่ให้คำแนะนำในการทำงานและให้การต้อนรับเป็นอย่างดี

สำหรับคุณประโยชน์และคุณงามความดีอันใดที่เกิดจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบให้มารดาและบิดาผู้เป็นที่รักและเคารพยิ่ง ที่คอยให้การสนับสนุนพร้อมทั้งมอบโอกาสทางการศึกษาอย่างเต็มที่ ข้าพเจ้าขอกราบพระคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ ที่นี้

ชนิศา หนูสุด

พฤษภาคม 2565

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญรูป	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	2
1.3 สมมติฐานของการศึกษา	2
1.4 ขอบเขตของการศึกษา	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.6 ระยะเวลาดำเนินการ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 เครื่องสูบลม	4
2.2.1 ประเภทและหลักการทำงานของปั๊ม	5
2.2.2 แนวทางการอนุรักษ์พลังงานในปั๊ม	5
2.2 อัตราการไหล (Flow rate)	10
2.3 Variable Speed Drive (VSD)	11
2.4 ทฤษฎีการถ่ายโอนความร้อน	11
2.5.1 การนำความร้อน (Heat Conduction)	12
2.5.2 การพาความร้อน (Heat Convection)	12
2.5.3 การแผ่รังสีความร้อน (Radiation)	13
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	13

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีดำเนินโครงการ	17
3.1 ผลิตภัณฑ์ที่นำมาใช้ทดลองกับโครงการ	17
3.2 ขั้นตอนการดำเนินโครงการ	17
บทที่ 4 ผลและวิจารณ์ผล	22
4.1 ผลการทดลอง	22
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	28
5.1 สรุปผลการทดลอง	28
5.2 ปัญหาที่พบ	28
5.3 ข้อเสนอแนะ	29
เอกสารอ้างอิง	30
ภาคผนวก	32
ภาคผนวก ก ข้อมูลอัตราการไหลและอุณหภูมิ	33
ประวัติผู้จัดทำ	48

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ประเภทและหลักการทำงานของปั๊ม	5
ก.1 ค่ากำหนด flow work roll cooling stand WR1-WR7	34
ก.2 อุณหภูมิ standard ที่กำหนดโดย supplier roll	34
ก.3 อุณหภูมิ work roll โหมดปิดวาล์ว work roll 1 - work roll 7	35
ก.4 อุณหภูมิ work roll โหมดปรับความดันลงเหลือ 7 bar	36
ก.5 อุณหภูมิ work roll โหมดปรับความเร็วรอบลงเหลือ 20%	38
ก.6 อุณหภูมิ work roll โหมดปรับความเร็วรอบลงเหลือ	40
ก.7 Flow เฉลี่ย work roll 1 - work roll 7 แต่ละโหมด	42
ก.8 พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยแต่ละโหมด	43
ก.9 ข้อมูลจำเพาะของปั๊ม	43
ก.10 พลังงานไฟฟ้าที่ใช้รีดโดยปิด Valve Stand WR1 - WR7 ช่วงรอขึ้นงาน	44
ก.11 พลังงานไฟฟ้าที่ใช้รีดโดยปรับความดันลงเหลือ 7 bar ช่วงรอขึ้นงาน	45
ก.12 พลังงานไฟฟ้าที่ใช้รีดโดยปิด Valve Stand WR1 - WR7 ช่วงรอขึ้นงาน โหมดปรับ VSD ลงเหลือ 20%	45
ก.13 พลังงานไฟฟ้าที่ใช้รีดโดยปิด Valve Stand WR1 - WR7 ช่วงรอขึ้นงาน โหมดปรับลด VSD ลงเหลือ 50% 3 ตัว	46

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 การซ่อมบำรุงที่มีผลต่อคุณลักษณะสมบัติ	6
2.2 การเคลือบผิวที่มีผลต่อคุณลักษณะสมบัติของปั้มน้ำ	7
2.3 ผลการลดขนาดของใบพัดต่อคุณลักษณะสมบัติปั้มน้ำ	8
2.4 ผลจากการใช้ปั้มน้ำที่มีขนาดเล็กลง	8
2.5 ประสิทธิภาพของมอเตอร์มาตรฐานและมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง ขนาด 7.5 kW	9
3.1 เหล็กแผ่นที่นำมารีด หรือเรียกว่า slab	17
3.2 กระบวนการผลิตเหล็กแผ่นรีดร้อนชนิดม้วน	18
3.3 โครงสร้างภายนอกเครื่องรีดละเอียด	18
3.4 โครงสร้างภายในเครื่องรีดละเอียด	18
3.5 ระยะเวลาวัดอุณหภูมิลูกรีด	19
3.6 แผนภาพขั้นตอนดำเนินงาน	21
4.1 กราฟแสดงอุณหภูมิ WR1 - WR3 โหมด Valve Stand ช่วงรอขึ้นงาน	22
4.2 กราฟแสดงอุณหภูมิ WR4 - WR7 โหมด Valve Stand ช่วงรอขึ้นงาน	23
4.3 กราฟแสดงอุณหภูมิ WR1 - WR3 โหมดปรับความดันลงเหลือ 7 bar	23
4.4 กราฟแสดงอุณหภูมิ WR4 - WR7 โหมดปรับความดันลงเหลือ 7 bar	24
4.5 กราฟแสดงอุณหภูมิ WR1 - WR3 โหมดปรับ VSD ลงเหลือ 20%	24
4.6 กราฟแสดงอุณหภูมิ WR4 - WR7 โหมดปรับ VSD ลงเหลือ 20%	25
4.7 กราฟแสดงอุณหภูมิ WR1 - WR3 โหมดปรับลด VSD ลงเหลือ 50% 3 ตัว	25
4.8 กราฟแสดงอุณหภูมิ WR4 - WR7 โหมดปรับลด VSD ลงเหลือ 50% 3 ตัว	26
4.9 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้าที่ลดลง เงินที่ประหยัด และอัตราการไหลเฉลี่ยที่ลดลงของแต่ละเงื่อนไข	27

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

พลังงานเป็นปัจจัยหลักในการดำเนินธุรกิจอุตสาหกรรมทุกประเภทและราคาพลังงานก็มีความไม่แน่นอนประกอบกับสถานะเศรษฐกิจที่กำลังถดถอยทำให้ผู้ประกอบการต้องปรับตัวกันอย่างมาก ด้วยเหตุนี้รัฐบาลจึงมีนโยบายส่งเสริมการอนุรักษ์การใช้พลังงาน [1] โดยพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535 ได้กำหนดมาตรการให้โรงงานอุตสาหกรรมต้องมีการดำเนินการอนุรักษ์พลังงาน โดยมีการกำหนดขนาดของโรงงานอุตสาหกรรมตามพระราชกฤษฎีกา ส่งเสริมให้ดำเนินกิจกรรมด้านการอนุรักษ์พลังงาน และ[2] เนื่องด้วยบริษัทสหวิริยา(SSI) เป็นโรงงานอุตสาหกรรมเหล็กที่อยู่ในหมวดโรงงานควบคุมจึงต้องมีการดำเนินการใช้พลังงานให้เหมาะสมตามพระราชกฤษฎีกาเช่นกัน ในมิติด้านพลังงานอุตสาหกรรมประเภทผลิตเหล็กเป็นอุตสาหกรรมที่มีการใช้พลังงานในปริมาณค่อนข้างสูง และมีแนวโน้มที่จะเพิ่มระดับการใช้พลังงานต่อไปตามการขยายตัวของเศรษฐกิจ บริษัทสหวิริยา(SSI) จึงได้จัดทำมาตรฐานระบบการจัดการด้านพลังงาน หรือ ISO50001 ขึ้น เพื่อใช้เป็นกรอบในการบริหารจัดการพลังงานสำหรับโรงงานอุตสาหกรรม โดยมีจุดมุ่งหมายในการลดการใช้พลังงานลงให้ได้มากที่สุด

ปั้มน้ำคือเครื่องมือที่ช่วยในการส่งน้ำที่ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนของหัวปั้มน้ำที่ทำหน้าที่จ่ายน้ำและส่วนของมอเตอร์ โดยในส่วนของมอเตอร์จะทำหน้าที่หมุนให้ตัวปั้มน้ำเคลื่อนที่เพื่อผลักน้ำจากจุดหนึ่งไปอีกจุดหนึ่ง โดยแรงดันและปริมาณน้ำที่ใช้ขึ้นอยู่กับวิธีการออกแบบที่เหมาะสมและเพียงพอต่อการใช้งาน ในระบบการผลิตเหล็กแผ่นรีดร้อนชนิดม้วนของบริษัทสหวิริยา(SSI) ส่วนใหญ่จะใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการทำงานของปั้มน้ำ [3] ซึ่งในการบริหารการใช้น้ำของบริษัทสหวิริยา(SSI) มีการออกแบบโรงงานให้มีการหมุนเวียนน้ำมาใช้ซ้ำได้อย่างต่อเนื่องในสายการผลิตเหล็กแผ่นรีดร้อนชนิดม้วน ในรอบปี 2561 ที่ผ่านมา โรงงานสหวิริยา(SSI) มีปริมาณการใช้น้ำที่ 1.18 MCM ประกอบด้วย 1) สายการผลิตเหล็กแผ่นรีดร้อนชนิดม้วน 0.36 MCM 2) สายการผลิตเหล็กแผ่นรีดร้อนชนิดปรับผิวและเคลือบน้ำมัน 0.08 MCM 3) น้ำเพื่อการสาธารณูปโภค 0.74 MCM ซึ่งการผลิตเหล็กแผ่นรีดร้อนชนิดม้วนในปี 2561 มีอัตราการใช้น้ำอยู่ที่ 0.24 MCM/tonne product ซึ่งแยกกว่าเป้าหมายเล็กน้อยซึ่งอยู่ที่ 0.22 MCM/tonne product เมื่อเทียบกับปี 2560 ซึ่งอยู่ที่ 0.28 MCM/tonne product หรือนำระบบการใช้น้ำในสายการผลิตเหล็กแผ่นรีด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ร้อนชนิดม้วนที่มีการใช้น้ำในปริมาณมากเป็นผลทำให้มีการใช้พลังงานไฟฟ้าที่มากเกินไปจนความจำเป็น โดยสายการผลิตเหล็กแผ่นรีดร้อนชนิดม้วนต้องใช้ปั้มน้ำชนิด Double Horizontal Centrifugal พิกัด 4 bar และ 12 bar โดยใช้ระบบ 12 bar เป็นหลัก และปั้มน้ำ Double Horizontal Centrifugal ระบบ 12 bar นั้น มีการจัดการลดการใช้พลังงานด้วยการติดตั้ง Variable Speed Drive (VSD) หรือ อุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์ไฟฟ้าให้เหมาะสมกับสถานะของโหลตเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของมอเตอร์แล้ว แต่ยังมีพลังงานสิ้นเปลืองขณะช่วงรอขึ้นงานเข้าสู่ลูกรีด โดยการลดน้ำ จะต้องไม่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของเหล็ก ผู้วิจัยจึงได้จัดการลดการใช้น้ำช่วงรอขึ้นงานเข้าสู่ลูกรีด เพื่อให้พลังงานไฟฟ้าช่วงรอขึ้นงานลดลงและคุ้มค่ามากที่สุดในสายการผลิต

จากประเด็นดังกล่าวทางบริษัทสหวิริยา (SSI) จึงมีความจำเป็นที่จะต้องหาแนวทางที่จะส่งเสริมและสนับสนุนให้การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพและเพื่อลดปัญหาการใช้พลังงานเกินความจำเป็น จึงเป็นที่มาของการวิจัยนี้ที่มุ่งเน้นแสวงหาแนวทางหรือมาตรการเพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบยั่งยืน

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

เพื่อทำการเปรียบเทียบวิธีการควบคุมการจ่ายน้ำหล่อเย็นเพื่อระบายความร้อนลูกรีด (work roll)

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1. การควบคุมการจ่ายน้ำเพื่อระบายความร้อนของลูกรีดเหล็กแผ่นจำนวน 7 ชุด ในขั้นตอนรีดละเอียด (Finishing mill) ดำเนินการโดย การควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์ของปั้มน้ำชนิดแรงเหวี่ยงและการเปิดปิดวาล์วจ่ายน้ำ
2. อุณหภูมิพื้นผิวการทำงานของลูกรีดเหล็กจำนวน 7 ชุด กำหนดให้ ลูกรีดชุดที่ 1 – 3 มีค่าไม่เกิน 65 °C และลูกรีดชุดที่ 4 – 7 มีค่าไม่เกิน 45 °C

1.4 สมมติฐานของการศึกษา

1. หากสามารถลดอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าของปั้มน้ำในระหว่างกระบวนการรีดเหล็กโดยไม่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ก็จะทำให้อัตราการใช้พลังงานลดลง

2. หากมีการรีดเหล็กแผ่นรีดร้อนชนิดม้วนเป็นเวลา 24 ชม. แสดงว่าค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าเท่ากันตลอดทั้งกลางวันและกลางคืน

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

สามารถนำแนวคิดและแนวทางในการควบคุมการจ่ายน้ำไปใช้เพื่อการประหยัดพลังงานในกระบวนการรีดละเอียดได้

1.6 ระยะเวลาดำเนินการ

ขั้นตอนและระยะเวลาการดำเนินงานวิจัยโดยเริ่มจาก มิ.ย. 2564 - พ.ย. 2564

ขั้นตอนการทดลอง	ระยะเวลาการดำเนินงาน ปี 2564					
	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.
1. ค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง	←→					
2. ออกแบบการทดลอง	←→					
3. ทำการทดลองและบันทึกผล		←→				
4. ทำการทดลองซ้ำและบันทึกผล				←→		
5. นำข้อมูลการทดลองมาเปรียบเทียบกัน					←→	
6. วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการทดลอง					←→	
7. ทำเล่มปริญาานิพนธ์						←→

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีและความรู้ต่างๆ เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและมีประโยชน์กับการศึกษาการลดพลังงานไฟฟ้าปั๊มน้ำระบบจ่ายตรง 12 bar โดยเริ่มตั้งแต่การศึกษาเกี่ยวกับทฤษฎี ทฤษฎีการถ่ายโอนความร้อน รวมไปถึงเนื้อหารายละเอียดของเครื่องสูบน้ำ อัตราการไหล และ Variable Speed Drive (VSD) ซึ่งเป็นทฤษฎีในกระบวนการผลิตเหล็กเบื้องต้นของบริษัท สหวิริยาสตีล อินดัสตรี จำกัด (มหาชน)

2.1 เครื่องสูบน้ำ (Pump)

เครื่องสูบน้ำ เป็นอุปกรณ์เครื่องกลที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานของของไหลโดยการขนส่งหรือถ่ายเทของเหลวจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งหรือหมุนเวียนของเหลวให้ผสมกันในบริเวณที่จำกัด

กำลังงานที่ของไหลได้รับ (Power ; P_w) คือ พลังงานที่ของไหลได้รับจากเครื่องสูบน้ำต่อหนึ่งหน่วยเวลา มีค่าเท่ากับ

$$P_w = \gamma Q H_p \quad (2.1)$$

เมื่อ P_w คือ กำลังงานของของไหล (Watt)

γ คือ น้ำหนักจำเพาะของของไหล (N/m^3)

Q คือ อัตราการไหล (m^3/s)

H_p คือ พลังงานของของไหลที่ได้รับจากเครื่องสูบน้ำ (m)

เมื่อพิจารณากำลังงานที่แหล่งพลังงานส่งให้กับเครื่องสูบน้ำ (P_p) เพื่อเปลี่ยนเป็นกำลังงานที่ให้กับของไหล จึงมีค่าเท่ากับ

$$\eta_p P_p = (P_w) \quad (2.2)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ η_p คือ ประสิทธิภาพของเครื่องสูบ

2.1.1. ประเภทและหลักการทำงานของปั๊ม สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะดังนี้

2.1.1.1 ปั๊มแบบแรงเหวี่ยง (Centrifugal Pump)

เป็นปั๊มประเภทที่สามารถผลิตเสตน้ำโดยการเพิ่มความเร็วของของน้ำซึ่งได้จากการหมุนของใบพัดไปตามตัวเรือนของปั๊ม อัตราการไหลของน้ำจะแปรผันตามความดันด้านขาออก เช่น End suction pump, In-line pump, Double suction pump, Vertical multistage pump, Horizontal multistage pump, Submersible pumps, Self-priming pumps, Axial-flow pumps และ Regenerative pumps ดังตารางที่ 2.1

2.1.1.2 ปั๊มแบบปริมาตรแทนที่เชิงบวก (Positive Displacement Pump)

เป็นปั๊มประเภทที่ให้น้ำเข้าไปแทนที่อยู่ในปริมาตรในเรือนปั๊มอย่างต่อเนื่อง ซึ่งจะสามารถให้อัตราการไหลของน้ำที่คงที่ ถึงแม้ว่าความดันด้านขาออกจะมีการแปรผัน เช่น Reciprocating pumps, Power pumps, Steam pumps, และ Rotary pumps ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ประเภทและหลักการทำงานของปั๊ม [4]

ประเภทของปั๊ม		จำนวนชั้นและรูปแบบการดูด	ความเร็วรอบจำเพาะ (N_s)	หลักการทำงาน
centrifugal pump	turbine* pump	1 ชั้น (stage) แบบดูดเข้าข้างเดียว	100 - 250	น้ำจะไหลเข้ามาที่ใบพัดในทิศทางเกือบตั้งฉากกับระนาบใบพัดหรือเฉียงเล็กน้อยกับแกนเพลลา ทำให้ได้ static head และ dynamic head จากแรงเหวี่ยงของใบพัด
		หลายชั้น แบบดูดเข้าสองข้าง	120 - 200	
	centrifugal pump	1 ชั้นแบบดูดเข้าข้างเดียว	100 - 450	ไม่มี guide vane จะแปลง dynamic head เป็น static head ด้วย spiral casing เท่านั้น
		1 ชั้นแบบดูดเข้าสองข้าง	120 - 750	
		หลายชั้น	120 - 200	
mixed flow pump			700-1200	มีโครงสร้างที่อยู่ระหว่าง mixed flow pump กับ axial flow pump น้ำจะไหลเข้าไปในใบพัดในทิศทางเฉียงๆ กับแกนเพลลา และไหลออกในแนวเฉียง ปั๊มนี้จะให้ static head และ dynamic head ด้วยแรงเหวี่ยงของใบพัดและแรงสูบ
axial flow pump			1200-2000	น้ำจะไหลเข้าไปในใบพัดตามแกนเพลลา แล้วไหลออกในแนวแกนเพลลาเช่นกัน ซึ่งจะให้ static head และ dynamic head จากแรงสูบของใบพัด

2.1.2. แนวทางการอนุรักษ์พลังงานในปั๊ม

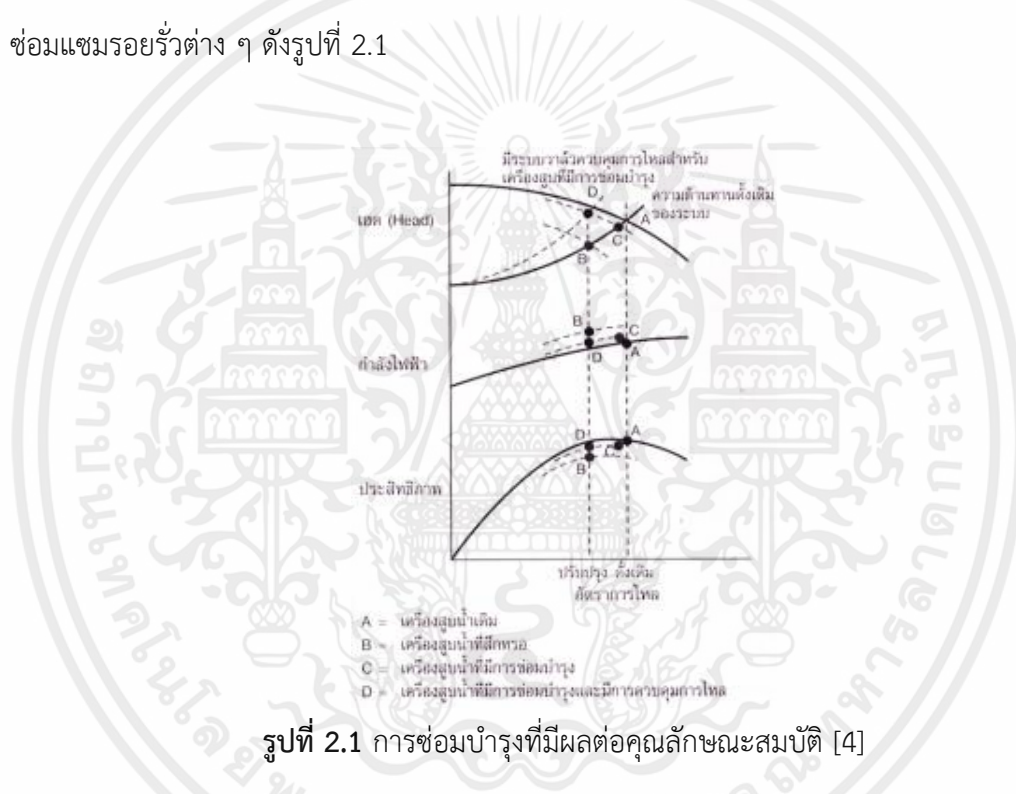
จากการตรวจสอบระบบสูบน้ำและวิเคราะห์จุดที่มีปัญหาประสิทธิภาพและข้อมูลที่ได้ สามารถนำมาจัดกลุ่มได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การบำรุงรักษา
2. การตัดแปลงแก้ไขอุปกรณ์หรือการเดินเครื่อง
3. การจัดการตรวจสอบ

2.1.2.1. การบำรุงรักษา

ปั๊มน้ำที่สึกหรอ อัตราการไหลจะลดลง หากทำการซ่อมบำรุงใหญ่ ควรปรับอัตราการไหลให้ต่ำ ลงจากจุดทำงานเดิมเพื่อให้ได้ผลประโยชน์มากที่สุด ดังแสดงในรูปที่ 1 ดังนั้น จึงควรมีการบำรุงรักษาที่ช่วยส่งเสริมการประหยัด เช่น การทำความสะอาดตัวกรองที่บริเวณ ท่อทางเข้าของปั๊มอย่างสม่ำเสมอ การตรวจสอบวาล์วกันการไหลย้อนกลับอย่างสม่ำเสมอ และการ ซ่อมแซมรอยรั่วต่าง ๆ ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 การซ่อมบำรุงที่มีผลต่อคุณลักษณะสมบัติ [4]

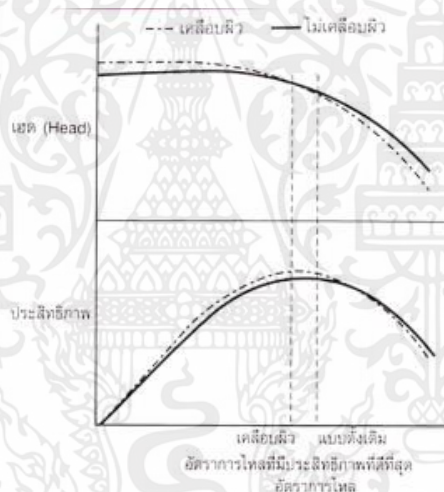
2.1.2.2. การตัดแปลงแก้ไขอุปกรณ์หรือการเดินเครื่อง

2.1.2.2.1. การเคลือบผิวเพื่อลดการเสียดทาน

จุดประสงค์หลักของวิธีนี้เพื่อปรับพื้นผิวให้มีความเรียบมากที่สุด (เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นผิววัสดุเดิม) และเกิดการเสียดทานน้อยที่สุดขณะที่อัตราการไหลของน้ำสูง ซึ่งวิธีนี้จะทำให้ปั๊มมีความดันและอัตราการไหลสูงขึ้น ดังนั้นการเคลือบผิวด้วยวิธีนี้จะทำให้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น ดังรูปที่ 2.2

การเคลือบผิวเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องสูบน้ำมักเคลือบเฉพาะโครงเครื่องสูบน้ำและด้านนอกของใบพัดเพื่อลดความสูญเสียจากการเสียดทาน ประโยชน์ที่ได้รับเพิ่มอย่างมีประสิทธิภาพจากการเคลือบผิว มีดังนี้

1. ปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำทำให้ต้นทุนของการเดินเครื่องลดลง
2. มีความคงทนต่อการกัดกร่อนในชิ้นส่วนที่ได้เคลือบพื้นผิวไว้
3. ยืดอายุการทำงานให้มีประสิทธิภาพสูงและทำให้อายุการใช้งานยาวนานขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับปั้มน้ำที่ไม่ได้เคลือบพื้นผิว

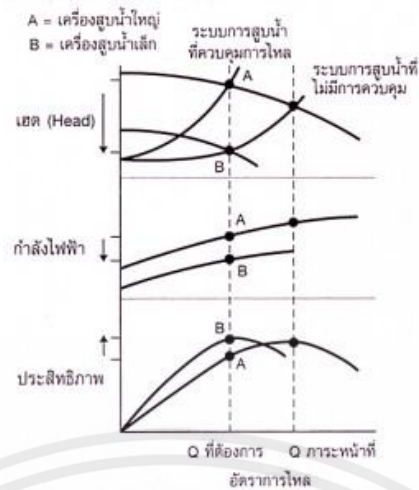


รูปที่ 2.2 การเคลือบผิวที่มีผลต่อคุณลักษณะสมบัติของปั้มน้ำ [4]

2.1.2.2.2. การเปลี่ยนขนาดของใบพัด

การเปลี่ยนขนาดของใบพัดจะช่วยประหยัดพลังงานจากการสูบน้ำได้ เช่น หากปั้มน้ำหรือวาล์วควบคุมการไหลอยู่เสมอ จะทำให้ไม่สามารถทำงานได้ที่ประสิทธิภาพสูงสุด จึงอาจนำใบพัดขนาดเล็กมาใช้เพื่อทำให้อัตราการไหลเท่าเดิมในระดับของความดันต่ำ ทำให้มีการใช้พลังงานลดลง ดังรูปที่ 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

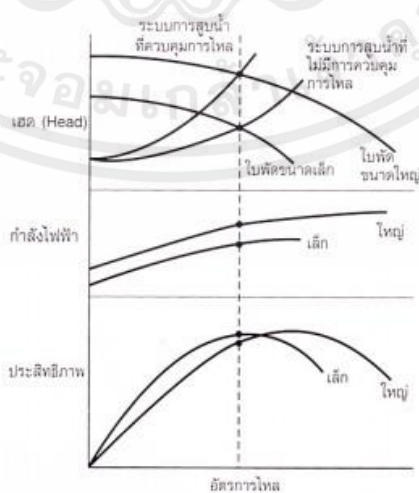


รูปที่ 2.3 ผลการลดขนาดของใบพัดต่อคุณลักษณะสมบัติปั้มน้ำ [4]

2.1.2.2.3. การใช้ปั้มน้ำที่มีขนาดเล็กลง

การใช้ปั้มน้ำที่มีขนาดเล็กลงจะคุ้มค่า ถ้า

1. ปั้มน้ำมีขนาดใหญ่เกินกว่าภาระความต้องการสูงสุดมาก
2. ปั้มน้ำมีประสิทธิภาพน้อยกว่า 80% ณ ระดับของภาระไหลสูงสุด
3. มีการใช้พลังงานสูง นั่นคือ เมื่อปั้มน้ำขนาดใหญ่เดินเครื่องเป็นระยะเวลาานาน ดังรูปที่ 2.4

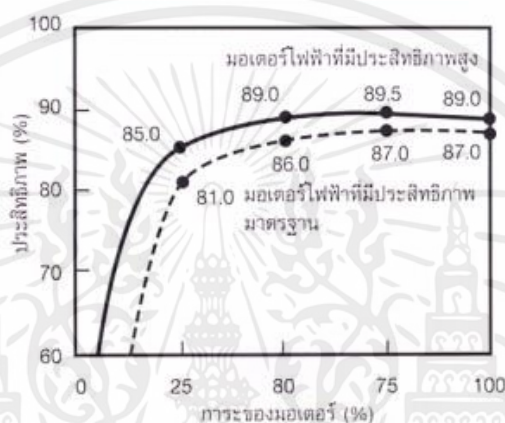


รูปที่ 2.4 ผลจากการใช้ปั้มน้ำที่มีขนาดเล็กลง [4]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2.2.4. การใช้มอเตอร์ไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง

ปกติการขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าจะมีประสิทธิภาพสูงกว่าปั๊มน้ำที่มอเตอร์นั้นขับ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้มอเตอร์ไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (Higher Efficiency Motor : HEMS) ซึ่ง HEMS จะมีประสิทธิภาพสูงกว่ามอเตอร์ไฟฟ้ามาตรฐานทั่ว ๆ ไปประมาณ 3 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้มอเตอร์ไฟฟ้าประสิทธิภาพสูงยังปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลัง (PF) ให้สูงขึ้นด้วย ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 ประสิทธิภาพของมอเตอร์มาตรฐานและมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง ขนาด 7.5 kW [4]

2.1.2.3. การจัดการตรวจสอบ

การตรวจวัดประสิทธิภาพของปั๊มน้ำเป็นเรื่องที่มีความยุ่งยากและข้อจำกัดมากมาย ทำให้โอกาสในการประเมิน ประสิทธิภาพของปั๊มน้ำมีไม่มากนัก จึงมีการพัฒนาเทคนิคทางเทอร์โมไดนามิกส์มาคำนวณหาค่าประสิทธิภาพได้โดยตรงเพียงวัดอุณหภูมิและความดันตกคร่อมปั๊มน้ำ ผลที่ได้สามารถนำไปเปรียบเทียบกับคุณลักษณะสมบัติเครื่องสูบน้ำตามที่คุณผลิตให้รายละเอียดไว้

การติดตามตรวจวัดการทำงานของปั๊มน้ำ จะเป็นประโยชน์อย่างมากถ้าติดตั้งมาตรวัดความดันที่ท่อดูดและท่อส่งของปั๊มน้ำทุกเครื่องและติดตั้งแอมป์มิเตอร์สำหรับมอเตอร์ไฟฟ้า เพื่อให้สามารถวิเคราะห์การทำงานของปั๊มน้ำเมื่อเปรียบเทียบกับคุณลักษณะของปั๊มน้ำ และการคำนวณค่าใช้จ่ายในการเดินปั๊มน้ำ

การติดตามตรวจวัดการทำงานของระบบ สำหรับปั๊มน้ำขนาดใหญ่จะมีความคุ้มค่าที่จะใช้ระบบติดตามบันทึกค่าการใช้งานด้วยคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีความสามารถในการ

ควบคุมการเดินปั๊มน้ำได้อีกด้วย ทำให้เห็นศักยภาพในการ ปรับการเดินปั๊มน้ำให้สอดคล้องกับความต้องการการใช้น้ำ ปัญหาการสูบน้ำเกินความต้องการและการรั่วของน้ำ

2.2 อัตราการไหล (Flow rate)

อัตราการไหล คือ ปริมาตรของของไหลที่เคลื่อนที่ต่อหนึ่งหน่วยเวลา ซึ่งปริมาณการไหลที่กำลังเคลื่อนที่อาจจะแสดงใน 3 รูปแบบ คือ

1. อัตราการไหลโดยปริมาตร (Volume flow rate ; Q) เป็นการไหลของของไหลโดยปริมาตรต่อหนึ่งหน่วยเวลา สมการ

$$Q = AV \quad (2.3)$$

เมื่อ Q คือ อัตราการไหลโดยปริมาตร (m^3/s)

A คือ พื้นที่หน้าตัดซึ่งตั้งฉากกับทิศทางการไหล (m^2)

V คือ ความเร็วในการไหล (m/s)

2. อัตราการไหลโดยน้ำหนัก (Weight flow rate) ซึ่งเป็นการไหลของของไหลโดยน้ำหนักต่อหนึ่งหน่วยเวลา สมการ

$$W = \gamma AV = \gamma Q \quad (2.4)$$

เมื่อ W คือ อัตราการไหลโดยน้ำหนัก (N/s)

γ คือ น้ำหนักจำเพาะของของไหล (N/m^3)

Q คือ อัตราการไหลโดยปริมาตร (m^3/s)

3. อัตราการไหลโดยมวล (Mass flow rate) ซึ่งเป็นการไหลของของไหลโดยมวลต่อหนึ่งหน่วยเวลา สมการ

$$M = \rho AV = \rho Q \quad (2.5)$$

เมื่อ M คือ อัตราการไหลโดยมวล (kg/s)

ρ คือ ความหนาแน่นของของไหล (kg/m^3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Q คือ อัตราการไหลโดยปริมาตร (m^3/s)

2.3 Variable Speed Drive (VSD)

Variable Speed Drive (VSD) หรืออินเวอร์เตอร์ (Inverter) คืออุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์ไฟฟ้าให้เหมาะสมกับสถานะของโหลด เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของมอเตอร์ ใช้เทคโนโลยีแบบ Voltage Vector Control (VVC) ทำให้ประสิทธิภาพการควบคุมไม่มีการสูญเสียพลังงานความร้อนในตัวมอเตอร์ (Derating) และมีอุปกรณ์กำจัดสัญญาณรบกวน (Harmonics Filters)

ข้อดีของ Variable Speed Drive (VSD)

1. สามารถปรับความเร็วรอบมอเตอร์และระบบอัดอากาศมีเสถียรภาพคงที่อยู่ตลอดเวลา ทำให้กระบวนการผลิตมีประสิทธิภาพสูงสุด
2. เพิ่มคุณภาพของชิ้นงานและลดต้นทุนในการผลิต เนื่องจากช่วยประหยัดประหยัดพลังงานและค่าใช้จ่ายด้านพลังงานโดยใช้พลังงานตามความจำเป็นของโหลด
3. การทำงานของเทคโนโลยี Variable Speed Drive (VSD) สามารถปรับแถบ pressure band ได้มากกว่าเครื่องอัดอากาศแบบความเร็วคงที่ (Fixed Speed)
4. เทคโนโลยี Variable Speed Drive (VSD) ทำงานด้วยสถานะแรงดันต่ำขณะที่ยังคงรักษาสภาพแรงดันขณะใช้งาน (WORKING PRESSURE) ให้อยู่ในมาตรฐานขั้นต่ำตามที่ระบบกำหนดได้ โดยสามารถตั้งแรงดันสุทธิให้ต่ำกว่าแรงดันขณะ unload ของเทคโนโลยีความเร็วคงที่ (Fixed Speed) ได้ ซึ่งการปรับลดแรงดันลง 1 บาร์ ในแต่ละครั้งช่วยประหยัดพลังงานได้ 7% อีกทั้งยังสามารถผลิตแรงดันแบบคงที่สม่ำเสมอ สามารถควบคุมการเริ่มหรือหยุดของมอเตอร์ได้ขณะที่มีแรงดันเต็มระบบ ไม่จำเป็นต้องยกเลิกการทำงานหรือรอช่วง unload ช่วยประหยัดเวลาและพลังงานให้ไม่สูญเสียพลังงานไปโดยเปล่าประโยชน์
5. ช่วยลดการสึกหรอของเครื่องจักร ป้องกันการสูญเสียของมอเตอร์ และป้องกันการสูญเสียของมอเตอร์ เนื่องจากลดการกระชากไฟฟ้าตอนเริ่มต้น โดยเฉพาะมอเตอร์ที่มีขนาดใหญ่

2.4 ทฤษฎีการถ่ายโอนความร้อน

พลังงานสามารถถ่ายโอนจากระบบหนึ่งไปอีกระบบหนึ่งได้ เนื่องจากความแตกต่างของอุณหภูมิ จึงเกิดเป็นทฤษฎีการถ่ายโอนความร้อน โดยสามารถเกิดได้ 3 รูปแบบ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การนำความร้อน (Heat Conduction)

การนำความร้อนเป็นการที่พลังงานความร้อนถ่ายเทภายในวัตถุหนึ่งๆ หรือวัตถุสองชิ้นที่สัมผัสกัน โดยที่อะตอมหรือโมเลกุลของตัวกลางได้รับพลังงานความร้อนแล้วเกิดการสั่นสะเทือนทำให้อะตอมหรือโมเลกุลข้างเคียงเกิดการสั่นตามไปด้วย ซึ่งการสั่นจะเกิดขึ้นต่อไปเรื่อย ๆ จนถึงอะตอมหรือโมเลกุลของสารที่อยู่ติดกับตัวกลางนั้น ๆ โดยที่ตัวกลางไม่มีการเคลื่อนที่ การนำความร้อนเกิดขึ้นได้ทั้งในของแข็ง ของเหลว และก๊าซ โดยที่ความสามารถในการนำความร้อนของสารแต่ละชนิดมีความแตกต่าง โดยของแข็งสามารถนำความร้อนได้ดีกว่าของเหลว และของเหลวสามารถนำความร้อนได้ดีกว่าแก๊ส นอกจากนี้สารในสถานะเดียวกันแต่ต่างชนิดกันจะมีสภาพนำความร้อนแตกต่างกัน ซึ่งหากไม่มีวัตถุเป็นตัวกลางหรือสภาพสุญญากาศ จะไม่เกิดการนำความร้อน อัตราการนำความร้อนผ่านตัวกลางขึ้นอยู่กับรูปร่างของตัวกลาง ความหนา และวัสดุของตัวกลาง ตลอดจนคุณสมบัติความแตกต่างของอุณหภูมิในตัวกลาง อัตราของการนำความร้อนผ่านชั้นระนาบเป็นสัดส่วนกับอุณหภูมิความแตกต่างระหว่างชั้นและพื้นที่การถ่ายเทความร้อน แต่สัดส่วนผกผันตามความหนาของชั้น

2. การพาความร้อน (Heat Convection)

การพาความร้อนเป็นการถ่ายเทพลังงานระหว่างพื้นผิวของแข็งและของเหลวหรือก๊าซที่อยู่ติดกันที่กำลังเคลื่อนที่ และเกี่ยวข้องกับผลจากการนำความร้อนและการเคลื่อนที่ของของไหล ยิ่งการเคลื่อนที่ของของไหลเร็วขึ้นกระบวนการพาความร้อนจะมากยิ่งขึ้น ในกรณีที่ไม่มีเคลื่อนที่ของของไหลหรือมีการเคลื่อนที่ของของไหลน้อยมาก การถ่ายเทความร้อนระหว่างพื้นผิวที่เป็นของแข็งและของไหลที่อยู่ติดกันนั้นจะเกิดจากการนำบริสุทธิ์ ซึ่งการมีอยู่ของการเคลื่อนที่จำนวนมากของของไหลช่วยเพิ่มการถ่ายเทความร้อนระหว่างพื้นผิวที่เป็นของแข็งกับของไหล และยังทำให้การกำหนดอัตราการถ่ายเทความร้อนมีความซับซ้อนอีกด้วยกระบวนการถ่ายเทความร้อนที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงเฟสของของไหลจะถูกพิจารณาด้วยการพาความร้อนเนื่องจากการเคลื่อนที่ของของไหลที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการ เช่น การเพิ่มขึ้นของฟองไอร่ะเหยในระหว่างการเดือดหรือการตกของหยดของเหลวระหว่างการควบแน่น แม้จะมีความซับซ้อนของการพาความร้อน แต่อัตราการถ่ายเทความร้อนจากการพาความร้อนจะสังเกตได้ว่าเป็นสัดส่วนกับความแตกต่างของอุณหภูมิ และแสดงได้โดยสะดวกโดยกฎการระบายความร้อนของนิวตัน ดังนี้

$$\dot{Q}_{\text{conv}} = hA_s(T_s - T_\infty) \quad (2.6)$$

เมื่อ \dot{Q}_{conv} คือ สัมประสิทธิ์การพาความร้อนในหน่วย $\frac{\text{W}}{\text{m}^2} \cdot ^\circ\text{C}$ หรือ $\text{Btu}/\text{h} \cdot \text{ft}^2$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A_s คือ พื้นที่ผิวที่มีการถ่ายเทความร้อนแบบพาความร้อน (m^2)

T_s คือ อุณหภูมิพื้นผิว

T_∞ คือ อุณหภูมิของของไหลที่อยู่ห่างจากพื้นผิวพอสมควร ($^{\circ}C$)

3. การแผ่รังสีความร้อน (Radiation)

การแผ่รังสีเป็นพลังงานที่ปล่อยออกมาจากสสารในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าหรือโฟตอน อันเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงในรูปร่างของอิเล็กตรอนของอะตอมหรือโมเลกุล ต่างจากการนำและการพาความร้อน โดยการถ่ายโอนพลังงานโดยการแผ่รังสีไม่จำเป็นต้องมีตัวกลางแทรกแซง ซึ่งการถ่ายเทพลังงานโดยการแผ่รังสีจะเร็วที่สุดที่ความเร็วแสงและไม่มีการลดทอนในสุญญากาศ การแผ่รังสีเป็นปรากฏการณ์เชิงปริมาตร และของแข็ง ของเหลว และก๊าซทั้งหมดปล่อย ดูดซับ หรือส่งรังสีไปยังองศาที่แตกต่างกัน การแผ่รังสีเป็นปรากฏการณ์พื้นผิวสำหรับของแข็งที่ทึบแสง เช่น โลหะ ไม้ และหิน

พื้นผิวในอุดมคติที่แผ่รังสีออกมาด้วยอัตราสูงสุดนี้เรียกว่า วัตถุดำ และรังสีที่ปล่อยออกมาจากวัตถุดำเรียกว่า รังสีวัตถุดำ รังสีที่ปล่อยออกมาจากพื้นผิวจริงทั้งหมดมีค่าน้อยกว่ารังสีที่ปล่อยออกมาจากวัตถุดำที่อุณหภูมิเดียวกัน

การถ่ายเทความร้อนจากการแผ่รังสีไปยังหรือจากพื้นผิวที่ล้อมรอบด้วยก๊าซ เช่น อากาศ เกิดขึ้นขนานกับการนำ หรือการพาความร้อน หากมีการเคลื่อนที่ของก๊าซจำนวนมากระหว่างพื้นผิวกับก๊าซ การถ่ายเทความร้อนจะถูกกำหนดค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนแบบรวม

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

William De Ojeda [5] ได้ทำการวัดความเร็วด้วยเลเซอร์ในปั๊มหอยโข่งแบบก้นหอยคู่และเดี่ยว โดยกำหนดความเร็วจำเพาะมีค่า 0.60, ความเร็วในแนวรัศมีของใบพัดที่ทางออกของใบพัดถูกเปรียบเทียบกับข้อมูลสำหรับปั๊มก้นหอยเดี่ยว อัตราการไหลระหว่าง 40% ของขั้นตอนการออกแบบจนถึงจุดออกแบบ ใบพัดมีความสม่ำเสมอมากกว่าปั๊มก้นหอยเดี่ยว นอกจากนี้ ความแปรผันเฉลี่ยของเส้นรอบวงสำหรับปั๊มก้นหอยคู่มีความสมมาตรมากกว่าปั๊มก้นหอยเดี่ยว สำหรับการวัดทางเรขาคณิตแบบก้นหอยคู่ระบุว่า การไหลเข้าในแนวรัศมี (หมุนเวียน) มีอยู่เฉพาะสำหรับอัตราการไหลที่ต่ำกว่า 60% ของการไหลของการออกแบบ เมื่อเทียบกับ 80% ของการไหลของการออกแบบสำหรับปั๊มก้นหอยเดี่ยว ข้อมูลความเร็วยังใช้เพื่อกำหนดความสูญเสียของก้นหอย ปัจจัยการสิ้น และการมีส่วนร่วมของโมเมนตัมต่อแรงในแนวรัศมีของใบพัด การสูญเสียของก้นหอยถูกหาปริมาณและแสดงให้เห็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เห็นว่าเพิ่มขึ้นสำหรับอัตราการไหลที่ต่ำกว่า 80% ของการไหลของการออกแบบและอยู่ที่ประมาณ 10% ของหัวที่พัฒนาแล้วที่การไหล 40% ประสิทธิภาพในกันหอยคู่เมื่อเทียบกับกันหอยเดี่ยวแสดงให้เห็นประสิทธิภาพที่ลดลงสำหรับการไหลที่สูงกว่า 55% ของการไหลของการออกแบบ ซึ่งเป็นผลมาจากแรงเสียดทานของชั้นขอบที่เพิ่มขึ้น ที่อัตราการไหลต่ำประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้นถูกกำหนดให้ควบคุมพื้นที่หมุนเวียนได้ดีขึ้น ปัจจัยการลื่นมีความสมมาตรรอบกันหอย แต่ต่ำกว่าสำหรับบีบกันหอยเดี่ยวสุดท้าย การสนับสนุนโมเมนตัมต่อไหลในแนวรัศมีของใบพัดทั้งหมดแสดงให้เห็นว่าสูงสุดที่จุดออกแบบ โดยมีส่วนทำให้เกิดแรง 40% ที่พัฒนาขึ้นโดยการกระจายแรงดัน ความสำคัญลดลงที่อัตราการไหลที่ต่ำกว่าและการมีส่วนร่วมที่เล็กน้อยที่ 40% ของขั้นตอนการออกแบบ

ประเสริฐ ฤกษ์เกรียงไกร และคณะ [6] ได้ศึกษาแนวทางการอนุรักษ์พลังงานสำหรับอุตสาหกรรมอาหารขนาดกลางเพื่อเป็นแนวทางให้เจ้าของโรงงานสามารถดำเนินการอนุรักษ์พลังงานได้เองโดยไม่จำเป็นต้องทำการตรวจวิเคราะห์ข้อมูลการใช้พลังงานอย่างละเอียด โดยการศึกษาแนวทางการอนุรักษ์พลังงานใช้การประเมินจากฐานข้อมูลโรงอาหารขนาดกลางจำนวน 478 แห่ง แล้วสรุปแนวทางการอนุรักษ์พลังงานเป็นความสัมพันธ์ในลักษณะของข้อมูลเบื้องต้นของแต่ละโรงงานที่บ่งบอกถึงการประหยัดพลังงานที่ได้แยกตามมาตรการ

Mohammad Abbaspour [7] ได้ศึกษาแบบจำลองที่ใช้ไฟไนต์เอลิเมนต์แบบบูรณาการถูกนำเสนอสำหรับการคาดคะเนพฤติกรรมทางความร้อนในสถานะคงตัวของระบบม้วนฟิล์มและอายุม้วนในการรีดร้อน โมเดลนี้ประกอบด้วยโมเดลไฟไนต์เอลิเมนต์พื้นฐาน ซึ่งรวมอยู่ในขั้นตอนการแก้ปัญหาแบบวนซ้ำเพื่อจัดการกับการพึ่งพาอาศัยกันระหว่างพฤติกรรมทางความร้อนของเครื่องกลของแถบและของม้วนงาน ซึ่งเกิดจากการสัมผัสของแถบม้วนเช่นกัน ด้วยการพึ่งพาอาศัยกันระหว่างพฤติกรรมทางความร้อนและทางกล มีการเปรียบเทียบระหว่างการคาดคะเนและการวัดเพื่อประเมินความถูกต้องของโซลูชัน จากนั้น ผลของพารามิเตอร์กระบวนการต่างๆ ในด้านรายละเอียดของพฤติกรรมทางความร้อนของชิ้นงานและอายุการใช้งานของม้วน จะถูกตรวจสอบผ่านชุดของการจำลองกระบวนการ

นายกิตติศาสตร์ แจ่มเล็ก [8] ได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าในบริษัทอิเล็กทรอนิกส์แห่งหนึ่ง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ พนักงานในสายการผลิตจำนวน 250 คน โดยใช้แบบสอบถามซึ่งแบ่งเป็น 5 ส่วน ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีอายุระหว่าง 26-35 ปี (39.6%) ระยะเวลาในการปฏิบัติงาน 1-5 ปี (45.5%) และเคยได้รับการอบรมด้านการอนุรักษ์พลังงาน (63%) ผลการวิเคราะห์พบว่า ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการอนุรักษ์พลังงานในโรงงาน ที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05 ได้แก่ เพศ อายุระดับการศึกษา ตำแหน่งงาน และการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เข้ารับการอบรม ในบรรดาปัจจัยส่วนบุคคลเหล่านี้หัวข้อที่ควรมีการปรับปรุงมากที่สุดโดยพิจารณาจากความแปรปรวนที่สูงกว่าพฤติกรรมด้านอื่นๆ ได้แก่ ปัจจัยด้านตำแหน่งงานผลการวิจัยถูกนำมาสร้างเป็นแนวทางการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าภายในบริษัทต่อไป

N. F. Garza-Montes-de-Oca [9] ทำการทดลองเหล็กกล้าความเร็วสูงใช้ในการผลิตม้วนงานที่ใช้ในโรงถลุงเหล็กที่ร้อน ความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ความเสื่อโทรมของม้วนงานเป็นสิ่งสำคัญ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านที่เกี่ยวข้องกับการเกิดออกซิเดชันของพื้นผิว เมื่อพิจารณาถึงความสำคัญของคุณภาพพื้นผิวของผลิตภัณฑ์รีดเมื่อสิ้นสุดกระบวนการและความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นโดย พื้นผิวของม้วน ศึกษาพฤติกรรมการออกซิเดชันที่อุณหภูมิสูงของเหล็กกล้าความเร็วสูงเกรดม้วนงานโดยใช้วิธีการวิเมตริกภายใต้สภาวะไอโซเทอร์มอลที่ 550 และ 615 °C ในอากาศแห้งและในส่วนผสมของอากาศแห้งและไอน้ำ ที่อุณหภูมิทั้งสอง มวลที่เพิ่มขึ้นของตัวอย่างที่สัมผัสกับส่วนผสมของอากาศแห้งและไอน้ำนั้นสูงกว่าของตัวอย่างที่สัมผัสกับอากาศแห้งอย่างมาก สำหรับเงื่อนไขการทดลองทั้งหมด กฎอัตราพาราโบล่าอธิบายการเติบโตของออกไซด์ได้ดีกว่า องค์ประกอบของชั้นออกไซด์ได้รับอิทธิพลจากบรรยากาศของสารออกไซด์ เนื่องจากชั้นในไอน้ำที่มีสิ่งแวดล้อมประกอบด้วยนิลเหล็ก-โครเมียม (M3O4) แมกนีไทต์และออกไซด์ ในขณะที่ชั้นในสภาพอากาศแห้งประกอบด้วยนิลเหล็ก-โครเมียม , เฮมาไทต์ และวานาเดียมออกไซด์ มีการกล่าวถึงผลกระทบขององค์ประกอบของบรรยากาศออกซิเดชันต่ออัตราการออกซิเดชันของเหล็กและส่วนประกอบของมาตราส่วนออกไซด์

G. Walmag [10] อธิบายวิธีการปรับสภาพการรีดให้เหมาะสมที่สุด (การหล่อเย็นแบบม้วน การทำความเย็นแบบแถบ) และการใช้คุณสมบัติการม้วนแบบใหม่บนโรงสีแถบร้อนขนาด 2050 มม. ที่ Iscor Vanderbijlpark ช่วยให้ทราบถึงศักยภาพสูงสุดของม้วน HSS จากงานพัฒนาและการศึกษาในห้องปฏิบัติการเกี่ยวกับพฤติกรรมการออกซิเดชัน การปรับปรุงเหล่านี้เป็นประโยชน์ต่อทั้งม้วน Hi-Cr และ HSS การนำ HSS ไปใช้อย่างเต็มรูปแบบในแท่นเย็น F1 ถึง F4 ในช่วงปี 2000 จะช่วยให้ความพร้อมใช้งานของโรงสีเพิ่มขึ้นโดยการกำจัดกลางเปลี่ยนม้วนตรงกลาง และลดภาระงานในร้านม้วน

ชัยอนุชิต หาสูงเนิน [11] ศึกษาการวิเคราะห์การอนุรักษ์พลังงานสำหรับอาคารควบคุม ตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 โดยจะใช้มาตรการเพื่อลดการใช้พลังงานไม่น้อยกว่า 5% โดยจะเก็บข้อมูลจากการใช้พลังงานของอุปกรณ์ภายในอาคารควบคุมและนำมาวิเคราะห์จากที่ได้ทำการวิเคราะห์ผลมีค่ามากกว่าตามที่กำหนดไว้ตามมาตรการด้านการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า สำหรับอาคารควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อนงค์นาถ นาคพนม [12] ได้ศึกษาสถานการณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ของบริษัทผลิตวัตถุดิบอิเล็กทรอนิกส์ เทคโนโลยีการประหยัดพลังงานไฟฟ้าที่มีประสิทธิผล พฤติกรรมการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า และ เสนอแนวทางส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์เพื่อเข้าสู่อุตสาหกรรมสีเขียว โดยทำการสัมภาษณ์ผู้บริหารเกี่ยวกับสถานการณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าภายในบริษัท นโยบาย มาตรการประหยัดพลังงานไฟฟ้า และการขับเคลื่อนการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าสู่อุตสาหกรรมสีเขียว และทำการเก็บแบบสอบถามกับพนักงานของบริษัทผลิตวัตถุดิบอิเล็กทรอนิกส์จำนวน 154 คน และทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ t-test , F-test และ Correlation ในการทดสอบความแตกต่าง และความสัมพันธ์ของข้อมูล ในส่วนการวิเคราะห์แนวทางการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าเพื่อเข้าสู่อุตสาหกรรมสีเขียว

ยุทธนา ขาวมีศรี [13] ศึกษาการประเมินข้อจำกัดของ ISO50001: 2011 ที่มีผลต่อระบบการจัดการพลังงานในอาคารควบคุมใหญ่ โดยจะอธิบายถึงกฎหมายการอนุรักษ์พลังงานและระบบการจัดการแบบแผนของ PDCA และทำการวิเคราะห์การใช้พลังงานของอาคารควบคุมและตรวจสอบว่าเป็นไปตามมาตรการการอนุรักษ์พลังงาน

สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม [14] ได้จัดทำคู่มือแนวทางในการพัฒนาระบบการจัดการพลังงานและดำเนินของโครงการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอย่างยั่งยืน ด้วยระบบการจัดการพลังงานสากล ISO50001: 2011 เพื่อกระตุ้นและสร้างจิตใต้สำนึกให้ผู้ประกอบการภาคอุตสาหกรรมได้เห็นถึงความสำคัญของการจัดการพลังงาน

โครงการผลกระทบของวิธีการควบคุมระบบจ่ายน้ำหล่อเย็นลูกรีดในกระบวนการรีดละเอียดต่อค่าการใช้พลังงานได้ศึกษาถึงการลดพลังงานไฟฟ้าของระบบปั๊มน้ำที่ทำการจ่ายน้ำเพื่อระบายความร้อนให้กับลูกรีดระหว่างช่วงรอชิ้นงานเข้าสู่ลูกรีดในกระบวนการผลิตเหล็กแผ่นรีดร้อน โดยการลดพลังงานไฟฟ้าสามารถทำได้โดยการลดอัตราการไหลของน้ำช่วงรอชิ้นงานด้วยการปรับ VSD ให้เหมาะสม

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีดำเนินโครงการ

ในบทนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนการทดลองลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของปั้มน้ำระบบจ่ายตรง 12 bar โดยวิธีดำเนินการมีลำดับขั้นตอนดำเนินการได้ ดังนี้

3.1 ผลิตรถยนต์ที่นำมาใช้ทดลองกับโครงการ

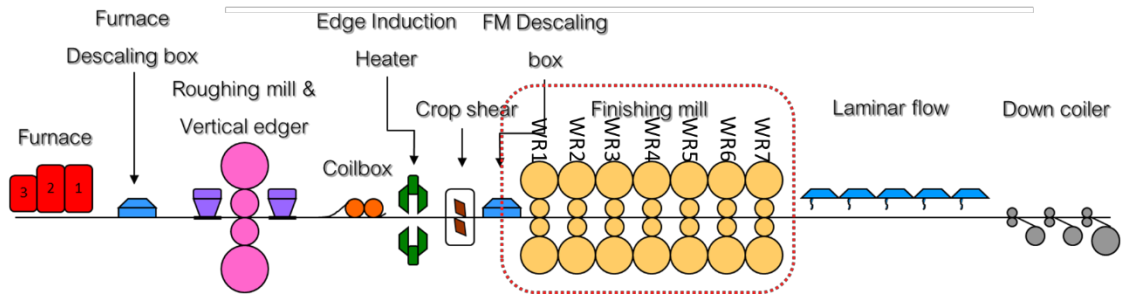


รูปที่ 3.1 เหล็กแผ่นที่นำมารีด หรือเรียกว่า slab

เหล็กแท่งแบน หรือเรียกว่า Slab มีความหนา 160 - 255 mm ความกว้าง 750 - 1,550 mm ความยาว 4,300 - 10,800 mm และหนักแท่งละ 32 tonne โดยเป็นการนำเข้ามาจากประเทศ ออสเตรเลีย บราซิล จีน และรัสเซีย ดังรูปที่ 3.1

3.2 ขั้นตอนการดำเนินโครงการ

1. ศึกษารายละเอียดของปั้มน้ำระบบจ่ายตรง 12 bar และขั้นตอนการรีดละเอียดของกระบวนการผลิตเหล็กแผ่นรีดร้อนชนิดม้วน ดังรูปที่ 3.2

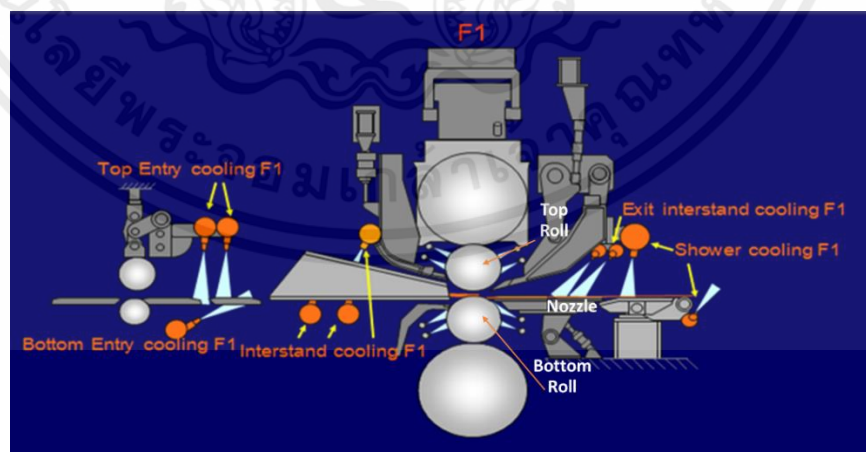


รูปที่ 3.2 กระบวนการผลิตเหล็กแผ่นรีดร้อนชนิดม้วน

2. ศึกษาโครงสร้างภายนอกของเครื่องรีดละเอียด ดังรูปที่ 3.3 และศึกษาโครงสร้างภายในของเครื่องรีดละเอียดเพื่อให้ทราบถึงตำแหน่งหัวจ่ายน้ำที่ช่วยระบายความร้อนให้แก่ลูกรีด ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.3 โครงสร้างภายนอกเครื่องรีดละเอียด



รูปที่ 3.4 โครงสร้างภายในเครื่องรีดละเอียด

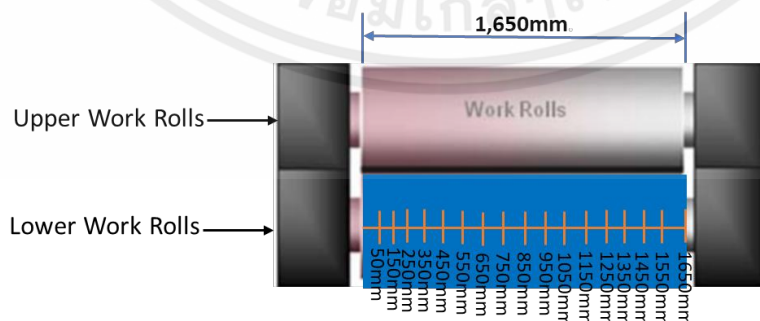
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เก็บข้อมูลการใช้ น้ำในของกระบวนการผลิตเหล็กแผ่นรีดร้อนชนิดม้วน และ คำนวณห้อตราการไหลของน้ำที่สามารถลดลงได้ในแต่ละขั้นตอนกระบวนการรีดละเอียดระหว่างรอ ชิ้นงานเข้าสู่ลูกรีด โดยมีเงื่อนไขว่าการลดอัตราการไหลของน้ำต้องไม่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของ เหล็ก

4. ทดสอบลดอัตราการไหลของน้ำโดยออกคำสั่งอุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์ หรือ VSD ควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ปั้มน้ำ โดยการตั้งค่าอัตราการไหลของน้ำที่ใช้ระบายความร้อน ขณะช่วงรอชิ้นงานเข้าสู่ลูกรีด work roll 1 – work roll 7 ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของบริษัทสทรี รียาสตีล อินดัสตรี จำกัด (มหาชน) ติดตั้งไว้เพื่อควบคุมอัตราการไหลของน้ำที่ระบายความร้อนลูกรีด ทั้ง 7 ตัว ขณะรอชิ้นงานเข้าสู่ลูกรีดแต่ละตัวโดยเฉพาะ โดยมีการกำหนดโหมดที่ใช้เป็นเงื่อนไขในการ ลดอัตราการไหลของน้ำทั้งหมด 4 โหมด คือ โหมดปรับ VSD ลงเหลือ 20% โหมดปิด Valve Stand Work Roll 1 – Work Roll 7 โหมดปรับความดันลงเหลือ 7 bar ช่วงรอชิ้นงาน และโหมดปรับลด VSD ลงเหลือ 50% 3 ตัว

5. เก็บข้อมูลอัตราการไหลของน้ำภายหลังจากการสั่งงานโดยคอมพิวเตอร์ให้ครบทุกโหมด ตั้งแต่ Work Roll 1 – Work Roll 7 ทั้งลูกรีดบนและล่างด้วยเครื่องวัดอุณหภูมิแบบไม่สัมผัส

6. ตรวจสอบอุณหภูมิของลูกรีดทั้ง 7 ตัว ทั้งลูกรีดด้านบนและด้านล่าง ภายหลังจากการทดลองการลด อัตราการไหลของน้ำ อุณหภูมิลูกรีดระยะที่ 50 mm – 1,650 mm โดยเว้นช่วงระยะการวัดช่วงละ 100 mm ตลอดความยาวลูกรีดทั้งลูกรีดด้านบนและตัวล่าง ทั้ง Work Roll 1 - Work Roll 7 ดังรูปที่ 3.5โดยที่หลังการทดสอบทั้ง 4 โหมดแล้ว อุณหภูมิลูกรีดจะต้องไม่สูงกว่าอุณหภูมิที่ Suppler Roll ที่ บริษัทบริษัทสทรีรียาสตีล อินดัสตรี จำกัด (มหาชน) ได้กำหนดไว้ และอุณหภูมิลูกรีดทุกค่าที่วัดได้จะ ไปแสดงค่าในคอมพิวเตอร์ที่ควบคุมโดยพนักงานทั้งหมดเพื่อเก็บ



รูปที่ 3.5 ระยะการวัดอุณหภูมิลูกรีด

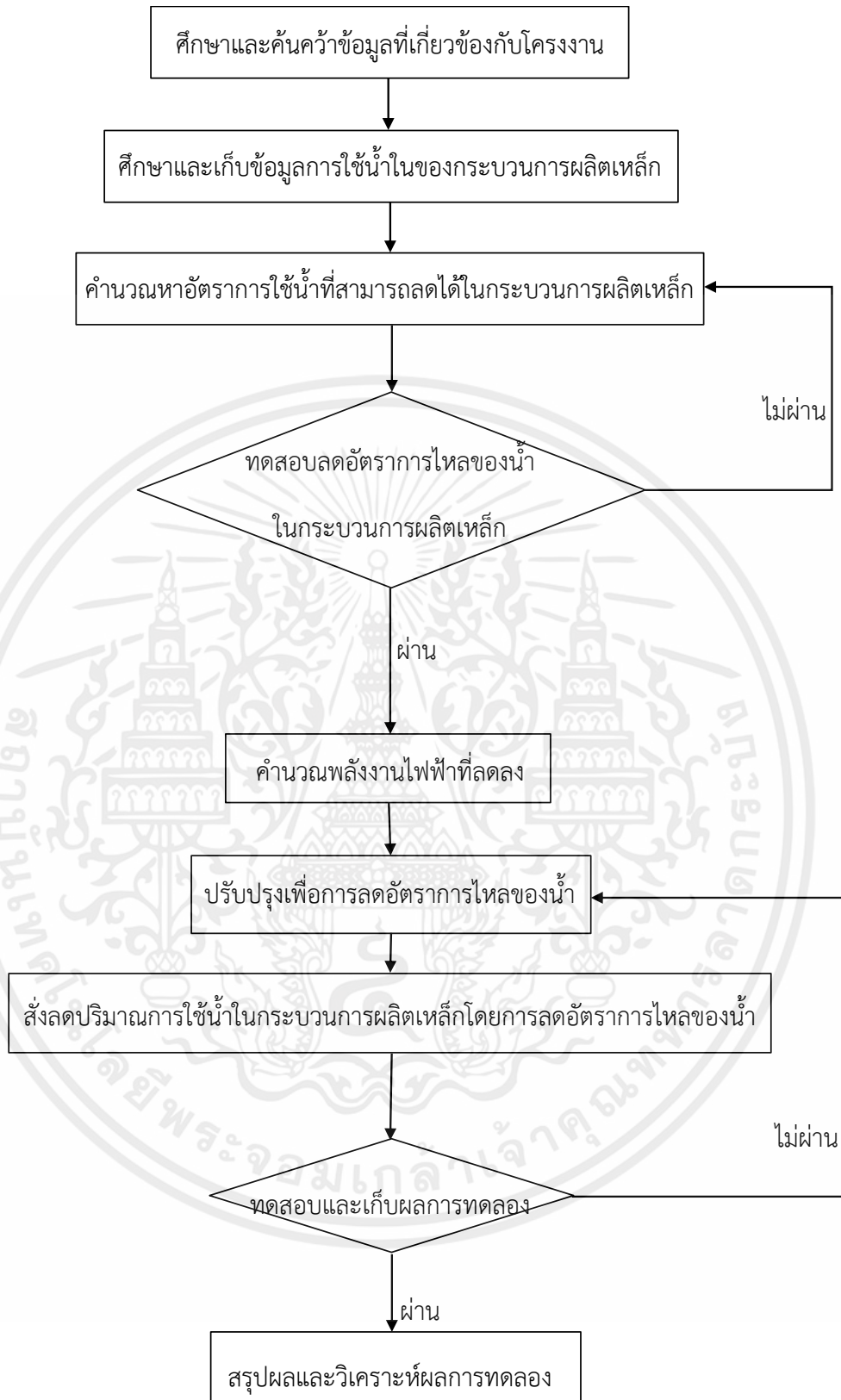
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. หลังการเก็บผลการทดลองการลดอัตราการไหลของน้ำแต่ละโหมตครบแล้วและตรวจสอบอุณหภูมิของลูกรีดหลังการลดอัตราการไหลของน้ำแต่ละโหมตแล้ว จะทราบว่าโหมตใดบ้างที่สามารถใช้ในการลดอัตราการไหลของน้ำได้โดยที่ภายหลังลดอัตราการไหลแล้วอุณหภูมิลูกรีดไม่สูงกว่าอุณหภูมิที่มีการกำหนดไว้ จากนั้นนำผลการทดลองทั้ง 4 โหมตมาวิเคราะห์การลดการใช้พลังงานไฟฟ้า เพื่อหาโหมตที่สามารถลดอัตราการไหลของน้ำได้มากที่สุด และประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้มากที่สุด

8. สรุปผลและวิเคราะห์ผลการทดลอง ดังรูปที่ 3.6



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 แผนภาพขั้นตอนดำเนินงาน

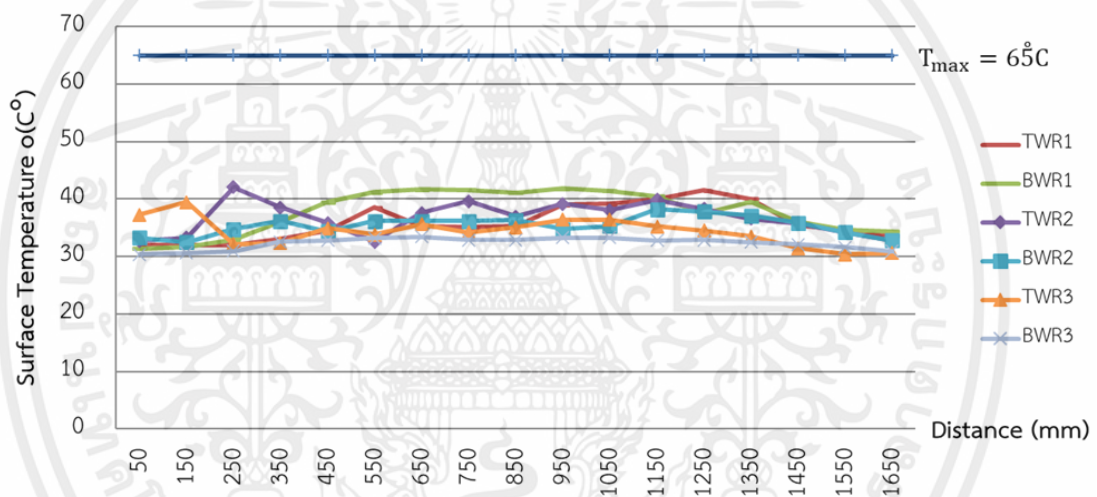
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลและวิจารณ์ผล

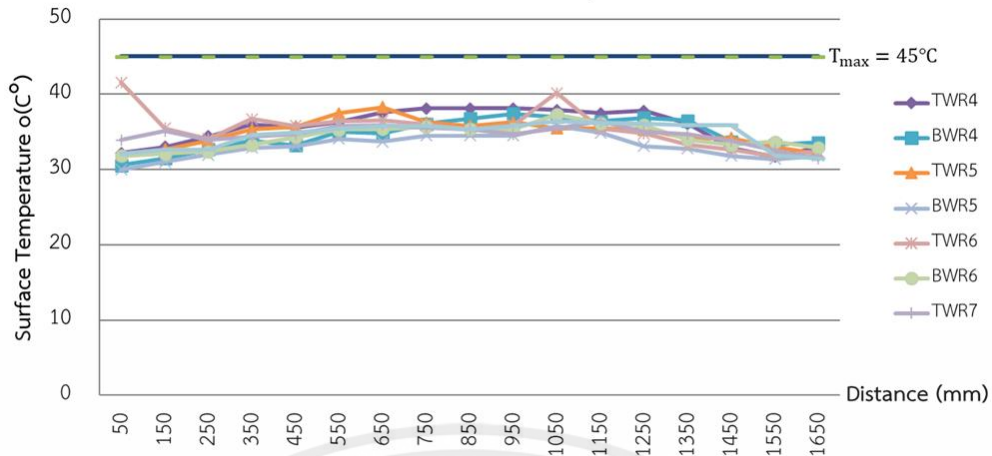
จากการศึกษาทฤษฎีและวิธีดำเนินงานทำให้เกิดการทดลองเพื่อให้ทราบถึงการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบปั๊มน้ำ โดยในบทนี้จะทำการทดลองเพื่อดูว่าได้ผลตามเป้าหมายการคำนวณหรือไม่ จึงได้แสดงผลการทดลองดังต่อไปนี้

4.1 ผลการทดลอง



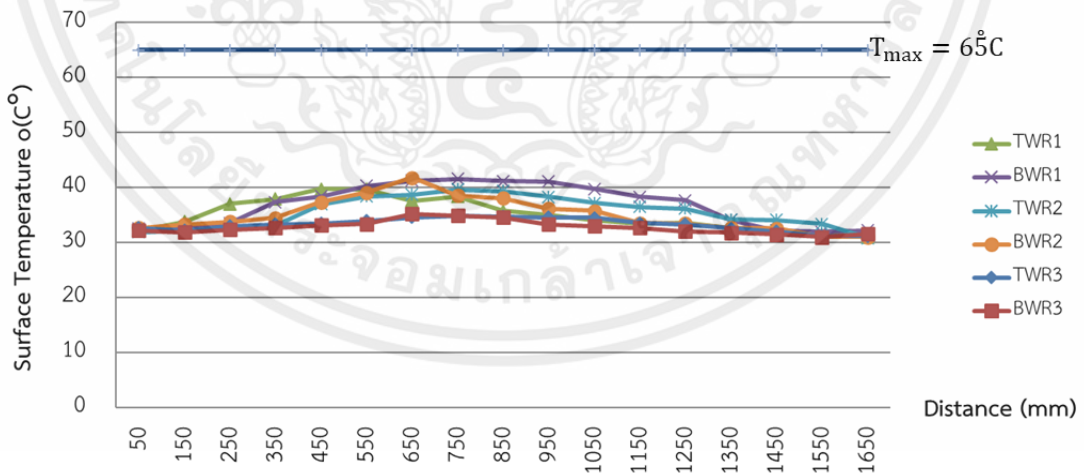
รูปที่ 4.1 กราฟแสดงอุณหภูมิ Work Roll 1 - Work Roll 3 โหมด Valve Stand ช่วงรอขึ้นงาน

จากกราฟที่ 4.1 ได้ทำการวัดอุณหภูมิ Work Roll 1 - Work Roll 3 ภายหลังจากการลดอัตราการไหลของน้ำที่ออกคำสั่งโดยอุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์ หรือ VSD ควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ปั๊มน้ำจากคอมพิวเตอร์โดยใช้โหมด Valve Stand ช่วงรอขึ้นงาน จากการวัดอุณหภูมิลูกรีดตำแหน่งที่ 50 - 1,650 mm ทำให้ทราบว่า อุณหภูมิของลูกรีดไม่มีช่วงใดที่สูงกว่าอุณหภูมิที่ Suppler Roll กำหนด หรือที่อุณหภูมิ $65^{\circ}C$ ดังนั้น โหมด Valve Stand ช่วงรอขึ้นงาน สามารถใช้งานได้กับ Work Roll 1 - Work Roll 3



รูปที่ 4.2 กราฟแสดงอุณหภูมิ Work Roll 4 - Work Roll 7 โหมด Valve Stand ช่วงรอขึ้นงาน

จากกราฟที่ 4.2 ได้ทำการวัดอุณหภูมิ Work Roll 4 - Work Roll 7 ภายหลังจากการลดอัตราการไหลของน้ำที่ออกคำสั่งโดยอุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์ หรือ VSD ควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ปั้มน้ำจากคอมพิวเตอร์โดยใช้โหมด Valve Stand ช่วงรอขึ้นงาน จากการวัดอุณหภูมิลูกรีดตำแหน่งที่ 50 - 1,650 mm ทำให้ทราบว่า อุณหภูมิของลูกรีดไม่มีช่วงใดที่สูงกว่าอุณหภูมิที่ Suppler Roll กำหนด หรือที่อุณหภูมิ 45°C ดังนั้น โหมด Valve Stand ช่วงรอขึ้นงาน สามารถใช้งานได้กับ Work Roll 4 - Work Roll 7

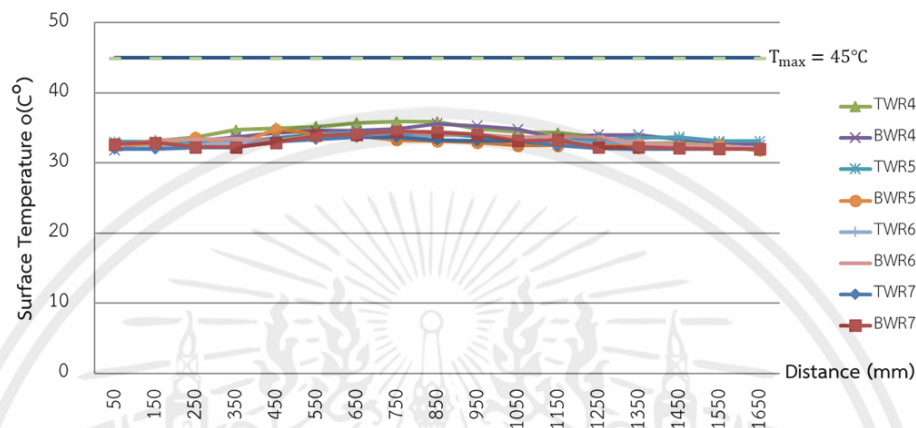


รูปที่ 4.3 กราฟแสดงอุณหภูมิ Work Roll 1 - Work Roll 3 โหมดปรับความดันลงเหลือ 7 bar

จากกราฟที่ 4.3 ได้ทำการวัดอุณหภูมิ Work Roll 3 - Work Roll 3 ภายหลังจากการลดอัตราการไหลของน้ำที่ออกคำสั่งโดยอุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์ หรือ VSD ควบคุม

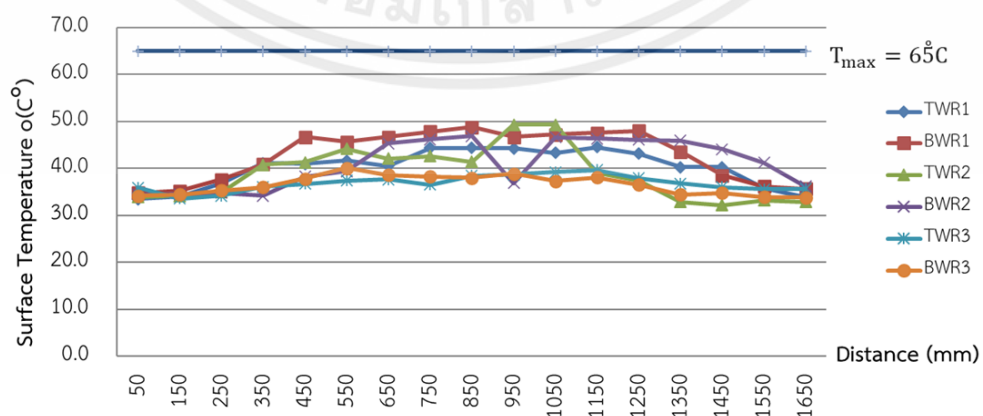
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเร็วรอบของมอเตอร์ปั้มน้ำจากคอมพิวเตอร์โดยใช้โหมดปรับความดันลงเหลือ 7 bar จากการวัดอุณหภูมิลูกรีดตำแหน่งที่ 50 – 1,650 mm ทำให้ทราบว่า อุณหภูมิของลูกรีดไม่มีช่วงใดที่สูงกว่าอุณหภูมิที่ Suppler Roll กำหนด หรือที่อุณหภูมิ 65C ดังนั้น โหมด Valve Stand ช่วงรอขึ้นงาน สามารถใช้งานได้กับ Work Roll 1 - Work Roll 3



รูปที่ 4.4 กราฟแสดงอุณหภูมิ Work Roll 4 - Work Roll 7 โหมดปรับความดันลงเหลือ 7 bar

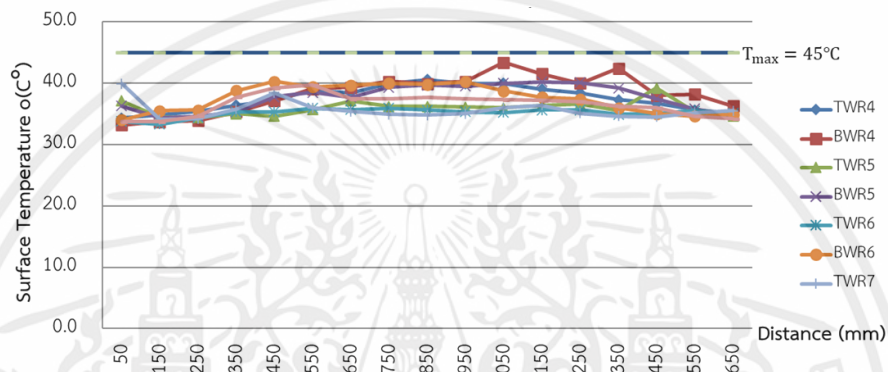
จากกราฟที่ 4.4 ได้ทำการวัดอุณหภูมิ Work Roll 4 - Work Roll 7 ภายหลังจากการลดอัตราการไหลของน้ำที่ออกคำสั่งโดยอุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์ หรือ VSD ควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ปั้มน้ำจากคอมพิวเตอร์โดยใช้โหมดปรับความดันลงเหลือ 7 bar จากการวัดอุณหภูมิลูกรีดตำแหน่งที่ 50 – 1,650 mm ทำให้ทราบว่า อุณหภูมิของลูกรีดไม่มีช่วงใดที่สูงกว่าอุณหภูมิที่ Suppler Roll กำหนด หรือที่อุณหภูมิ 45C ดังนั้น โหมด Valve Stand ช่วงรอขึ้นงาน สามารถใช้งานได้กับ Work Roll 4 - Work Roll 7



รูปที่ 4.5 กราฟแสดงอุณหภูมิ Work Roll 1 - Work Roll 3 โหมดปรับVSDลงเหลือ 20%

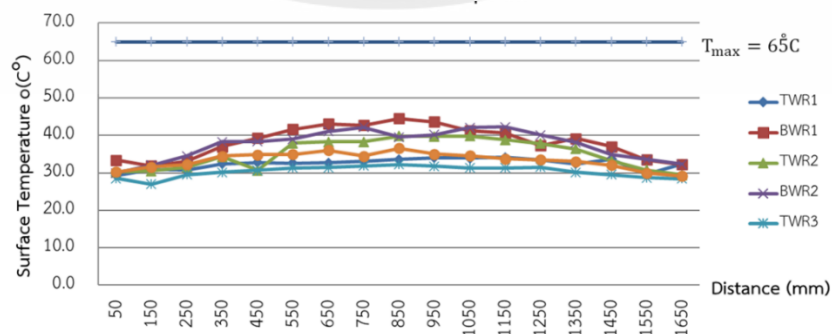
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากกราฟที่ 4.5 ได้ทำการวัดอุณหภูมิ Work Roll 1 - Work Roll 3 ภายหลังจากลดอัตราการไหลของน้ำที่ออกคำสั่งโดยอุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์ หรือ VSD ควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ปั้มน้ำจากคอมพิวเตอร์โดยใช้โหมด Valve Stand ช่วงรอขึ้นงาน จากการวัดอุณหภูมิลูกรีดตำแหน่งที่ 50 – 1,650 mm ทำให้ทราบว่า อุณหภูมิของลูกรีดไม่มีช่วงใดที่สูงกว่าอุณหภูมิที่ Suppler Roll กำหนด หรือที่อุณหภูมิ 65°C ดังนั้น โหมดปรับVSDลงเหลือ 20% ช่วงรอขึ้นงานสามารถใช้งานได้กับ Work Roll 1 - Work Roll 3



รูปที่ 4.6 กราฟแสดงอุณหภูมิ Work Roll 4 - Work Roll 7 โหมดปรับVSDลงเหลือ 20%

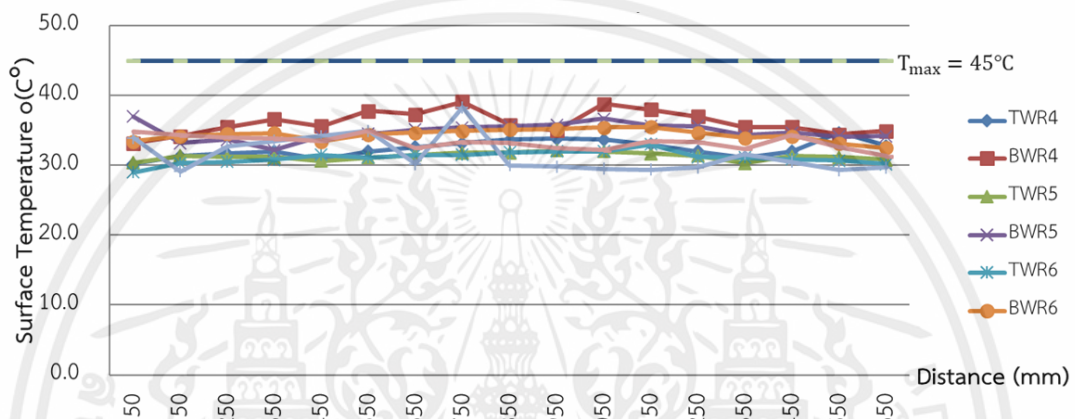
จากกราฟที่ 4.6 ได้ทำการวัดอุณหภูมิ Work Roll 4 - Work Roll 7 ภายหลังจากลดอัตราการไหลของน้ำที่ออกคำสั่งโดยอุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์ หรือ VSD ควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ปั้มน้ำจากคอมพิวเตอร์โดยใช้โหมดปรับความดันลงเหลือ 7 bar จากการวัดอุณหภูมิลูกรีดตำแหน่งที่ 50 – 1,650 mm ทำให้ทราบว่า อุณหภูมิของลูกรีดไม่มีช่วงใดที่สูงกว่าอุณหภูมิที่ Suppler Roll กำหนด หรือที่อุณหภูมิ 45°C ดังนั้น โหมดปรับVSDลงเหลือ 20% ช่วงรอขึ้นงานสามารถใช้งานได้กับ Work Roll 4 - Work Roll 7



รูปที่ 4.7 กราฟแสดงอุณหภูมิ Work Roll 1 - Work Roll 3 โหมดปรับVSDลง 50% 3 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

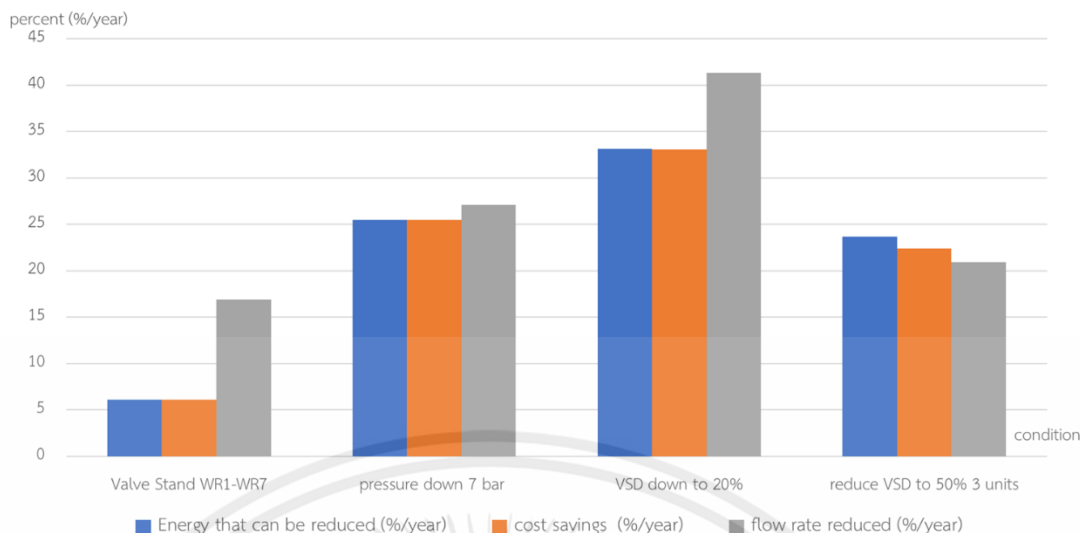
จากกราฟที่ 4.7 ได้ทำการวัดอุณหภูมิ Work Roll 1 - Work Roll 3 ภายหลังจากลดอัตราการไหลของน้ำที่ออกคำสั่งโดยอุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์ หรือ VSD ควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ปั้มน้ำจากคอมพิวเตอร์โดยใช้โหมด Valve Stand ช่วงรอขึ้นงาน จากการวัดอุณหภูมิลูกรีดตำแหน่งที่ 50 – 1,650 mm ทำให้ทราบว่า อุณหภูมิของลูกรีดไม่มีช่วงใดที่สูงกว่าอุณหภูมิที่ Suppler Roll กำหนด หรือที่อุณหภูมิ 65C ดังนั้น โหมดปรับVSDลง 50% 3 ตัว ช่วงรอขึ้นงานสามารถใช้งานได้กับ Work Roll 1 - Work Roll 3



รูปที่ 4.8 กราฟแสดงอุณหภูมิ Work Roll 4 - Work Roll 7 โหมดปรับVSDลง 50% 3 ตัว

จากกราฟที่ 4.8 ได้ทำการวัดอุณหภูมิ Work Roll 4 - Work Roll 7 ภายหลังจากลดอัตราการไหลของน้ำที่ออกคำสั่งโดยอุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์ หรือ VSD ควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ปั้มน้ำจากคอมพิวเตอร์โดยใช้โหมดปรับความดันลงเหลือ 7 bar จากการวัดอุณหภูมิลูกรีดตำแหน่งที่ 50 – 1,650 mm ทำให้ทราบว่า อุณหภูมิของลูกรีดไม่มีช่วงใดที่สูงกว่าอุณหภูมิที่ Suppler Roll กำหนด หรือที่อุณหภูมิ 45C ดังนั้น โหมดปรับVSDลง 50% 3 ตัว ช่วงรอขึ้นงานสามารถใช้งานได้กับ Work Roll 4 - Work Roll 7

จากกราฟที่ 4.1 - 4.8 จะเห็นได้ว่า อุณหภูมิ Work Roll 1 - Work Roll 7 ที่ใช้ในโหมด Valve Stand ช่วงรอขึ้นงาน โหมดปรับความดันลงเหลือ 7 bar โหมดปรับVSDลงเหลือ 20% และโหมดปรับVSDลง 50% 3 ตัว นั้น อุณหภูมิอยู่ภายใต้ค่า standard ที่กำหนดโดย Suppler Roll ทั้งหมด แสดงว่าโหมดต่าง ๆ ทั้ง 4 เจ็อนไซที่นำมาทดลองสามารถใช้งานจริงได้ในการปรับอัตราการไหลของน้ำที่ใช้ในการระบายความร้อนลูกรีดขณะช่วงรอขึ้นงาน



รูปที่ 4.9 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าพลังงานที่ลดลง เงินที่ประหยัด และอัตราการไหลเฉลี่ยที่ลดลงของแต่ละเงื่อนไข

จากกราฟที่ 4.9 จะเห็นได้ว่า โหมดปรับ VSD ลงเหลือ 20% ประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้าและประหยัดเงินได้มากที่สุดที่ประมาณ 33.05% ต่อปี และมีอัตราการไหลลดลงประมาณ 43% ต่อปี รองลงมาคือโหมดโหมดปรับความดันลง 7 bar สามารถประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้าและประหยัดเงินประมาณ 25.49% ต่อปี และมีอัตราการไหลลดลงประมาณ 27% ต่อปี ถัดไปคือโหมดปรับลด VSD ลงเหลือ 50% 3 ตัว ประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้าประมาณ 22.4% ต่อปี ประหยัดเงินประมาณ 21% ต่อปี และมีอัตราการไหลลดลงประมาณ 20.5% ต่อปี และโหมดปิด Valve Stand Work Roll 1 - Work Roll 7 ช่วงรอขึ้นงาน bar สามารถประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้าและประหยัดเงินประมาณ 6.11% ต่อปี และมีอัตราการไหลลดลงประมาณ 17% ต่อปี ตามลำดับ

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

ในบทนี้เป็นการกล่าวถึงบทสรุปของโครงการผลกระทบของวิธีการควบคุมระบบจ่ายน้ำหล่อเย็นลูกรีดในกระบวนการรีดละเอียดต่อค่าการใช้พลังงานซึ่งประกอบไปด้วยปัญหาและอุปสรรคที่พบในขณะดำเนินงาน และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

ผลกระทบของวิธีการควบคุมระบบจ่ายน้ำหล่อเย็นลูกรีดในกระบวนการรีดละเอียดต่อค่าการใช้พลังงาน สามารถทำได้โดยการลดค่า Flow เฉลี่ยช่วงรอขึ้นงานเข้าสู่ลูกรีดในขั้นตอนรีดละเอียดใน Work Roll 1 - Work Roll 7 โดยเมื่อลด Flow ลง จะทำให้ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ช่วงรอขึ้นงานลดลงเช่นกัน โดยการลด Flow เฉลี่ยช่วงรอขึ้นงาน สามารถทำได้โดยการปรับ VSD ควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ปั้มน้ำเพื่อลดอัตราการไหลของน้ำที่ติดตั้งไว้ และจากการทดลองและการคำนวณ โหมดปรับ VSD ลงเหลือ 20% นั้น ช่วยประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้าได้มากที่สุดถึง 10,885,733 บาทต่อปี และพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ใน 1 ชั่วโมงมีค่าน้อยลง 33.05% ต่อปี

5.2 ปัญหาที่พบ

1. จากการเก็บข้อมูล program รีด pipe จำนวน 5 โปรแกรม และ รีด PO จำนวน 5 โปรแกรม พบว่าโปรแกรมที่รีด Pipe จะเป็นลูกรีดที่มีความร้อนสะสมในตัวลูกรีดสูงกว่า โดยอยู่ที่ค่าเฉลี่ย 40°C และมีบางครั้งที่มีค่าอุณหภูมิสูงสุดที่ 50.9°C ใน supplier Villares แสดงถึงการระบายความร้อนให้กับลูกรีดที่ยังคงไม่เพียงพอใน program รีด Pipe จึงแก้ไขโดยให้เพิ่มอัตราการไหล Work Roll cooling ซึ่งยังคงต้องปรึกษากับ supplier ถึง flow ที่เหมาะสม

2. มีข้อมูลที่เป็นความลับของบริษัท เนื่องจากข้อมูลเกี่ยวข้องกับส่วนอื่น ๆ จึงไม่สามารถเปิดเผยข้อ

5.3 ข้อเสนอแนะ

ควรมีการนำระบบ VSD ไปปรับใช้ในระหว่างรอชิ้นงานเข้าสู่กระบวนการรีดเหล็กในขั้นตอนอื่นนอกจากขั้นตอนการรีดละเอียดของระบบปั้มน้ำ เพื่อเป็นการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของปั้มน้ำตามมาตรฐานระบบการจัดการด้านพลังงาน หรือ ISO50001 เพื่อเป็นกรอบในการบริหารจัดการพลังงานสำหรับโรงงานอุตสาหกรรม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- [1] นายโสภณ มณีโชติ. (2550). “**แนวนโยบายด้านการตรวจสอบและรับรองการจัดการพลังงาน สำหรับโรงงานควบคุม และอาคารควบคุม**”. กรุงเทพมหานคร. กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) กระทรวงพลังงาน.
- [2] บริษัท สหวิริยาสตีลอินดัสตรี จำกัด (มหาชน). (2562). “**เกี่ยวกับเอสเอสไอ**”. กรุงเทพมหานคร. เอสเอสไอ (สำนักงานกรุงเทพฯ).
- [3] บริษัท สหวิริยาสตีลอินดัสตรี จำกัด (มหาชน). (2554). “**รายงานความรับผิดชอบต่อสังคม ประจำปี 2554**”. กรุงเทพมหานคร. เอสเอสไอ (สำนักงานกรุงเทพฯ).
- [4] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2547). “**ระบบอัดอากาศ ป้อนน้ำ และพัดลม**”. In ตำราฝึกอบรมผู้รับผิดชอบด้านพลังงานอาวุโส (ผอส.) ด้านความร้อน (pp. 1-1 - 1-72)
- [5] William De Ojeda. (1994). “**Laser Velocimetry Measurements in a Double Volute Centrifugal Pump**”. International Journal of Rotating Machinery 1995, Vol. 1, No. 3-4, pp. 199-214.
- [6] ประเสริฐ ฤกษ์เกรียงไกร. (2551). “**ความสัมพันธ์ของความพึงพอใจในการปฏิบัติตาม มาตรการประหยัดพลังงานกับค่าดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าของหน่วยงานราชการใน ศาลากลางจังหวัดเชียงใหม่**”. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ วารสารวิศวกรรมศาสตร์.
- [7] Mohammad Abbaspour. (2006). “**Work roll thermal expansion control in hot strip mill**”. Applied Mathematical Modelling Volume 32, Issue 12, December 2008, Pages 2652-2669.
- [8] นายกิตติศาสตร์ แจ่มเล็ก. (2559). “**การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าใน บริษัทอิเล็กทรอนิกส์**”. ปริญญาานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- [9] N. F. Garza-Montes-de-Oca. (2011). “**High Temperature Oxidation of a Work Roll Grade High Speed Steel**”. Journal of Iron and Steel Research, International Volume 20, Issue 10, October 2013, Pages 122-129

- [10] G. Walmag. (2002). “Improvement of the work roll performance on the 2050 mm hot strip mill at Iscor Vanderbijlpark”. Rev. Met. Paris, Volume 98, Number 3 (March 2001), pp. 295-304
- [11] ชัยอนุชิต หาสูงเนิน. (2550). “ศึกษการวิเคราะห์การอนุรักษ์พลังงานสำหรับอาคารควบคุมตาม พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535”. กรุงเทพฯ. [25 April 2022]
- [12] อนงค์นาถ นาคพนม. (2563). “แนวทางการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์เพื่อเข้าสู่อุตสาหกรรมสีเขียว”. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.
- [13] ยุทธนา ขาวมีศรี. (2013). “การประเมินข้อกำหนดของ ISO 50001:2011 ที่มีผลต่อระบบการจัดการพลังงานในอาคารควบคุมขนาดใหญ่”. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ วารสารวิศวกรรมศาสตร์.
- [14] สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2560). “เศรษฐกิจพอเพียงหนทางสู่การพัฒนาพลังงานอย่างยั่งยืน” [ออนไลน์]



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ก

ข้อมูลอัตราการไหลและอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก.1 ตารางแสดงค่ากำหนด flow work roll cooling stand WR1 - WR7

ค่ากำหนด flow work roll cooling stand WR1 - WR7	
stand	12 bar แบบ 3 pump
WR1	683.00 (m ³ /hrs.)
WR2	747.00 (m ³ /hrs.)
WR3	835.00 (m ³ /hrs.)
WR4	685.00 (m ³ /hrs.)
WR5	576.00 (m ³ /hrs.)
WR6	474.00 (m ³ /hrs.)
WR7	400.00 (m ³ /hrs.)
Flow total	4,400.00 (m ³ /hrs.)

ตาราง ก.2 ตารางแสดงอุณหภูมิ standard ที่กำหนดโดย supplier roll

Stand	Pos.	Temperature (°C)		
		optimum	MAX	MIN
WR1	T		65	60
	B		65	60
WR2	T		65	60
	B		65	60
WR3	T		65	60
	B		65	60
WR4	T	40	45	40
	B	40	45	40
WR5	T	40	45	40
	B	40	45	40
WR6	T	40	45	40
	B	40	45	40
WR7	T	40	45	40
	B	40	45	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก.3 ตารางแสดงอุณหภูมิ work roll โหมดปิดวาล์ว work roll 1 – work roll 7

Stand	Pos.	อุณหภูมิหลังจากใช้งาน (°C)								
		50	150	250	350	450	550	650	750	850
WR1	T	32	32	32	33.1	34.5	38.5	35.2	35.1	35.3
	B	31.4	31.6	33	36.1	39.5	41.2	41.7	41.6	41.1
WR2	T	32.7	33.3	42.1	38.5	35.9	32.6	37.6	39.6	37
	B	33.3	32.5	34.8	36.2	34.4	36.2	36.2	36.2	36.3
WR3	T	37.3	39.5	32.2	32.3	34.9	33.8	35.6	34.2	35.1
	B	30.4	30.6	30.9	32.6	32.8	33.2	33.4	32.9	32.9
WR4	T	32.2	33	34.4	36	35.6	36.3	37.6	38.1	38.1
	B	30.6	31.5	32.7	33.8	33.2	35	34.8	36.1	36.8
WR5	T	32	32.7	33.8	35.3	35.7	37.5	38.3	36.3	35.8
	B	30	31	32	32.9	33.1	34.1	33.7	34.5	34.5
WR6	T	41.6	35.5	34.1	36.7	35.8	36.4	36.5	36	35.3
	B	31.8	32.1	32.4	33.3	34.3	35.3	35.4	35.7	35.4
WR7	T	33.9	35.1	33.9	34.4	34.7	35.8	35.9	35.6	35.4
	B	32.1	32.7	32.7	34.6	34.9	35.5	35.8	35.8	35.4
Stand	Pos.	อุณหภูมิหลังจากใช้งาน (°C)								
		950	1050	1150	1250	1350	1450	1550	1650	Average
WR1	T	39	39.2	40	41.5	40	35.5	34.7	33.6	35.95
	B	41.8	41.4	40.5	37.4	39.5	36	34.7	34.4	37.82

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก.3 (ต่อ)

Stand	Pos.	อุณหภูมิหลังจากใช้งาน (°C)								
		950	1050	1150	1250	1350	1450	1550	1650	Average
WR2	T	39.2	38.1	39.9	38.3	36.6	35.8	34.2	32.7	36.71
	B	34.8	35.3	38.2	37.8	37.1	35.9	34.2	32.8	35.42
WR3	T	36.45	36.4	35.2	34.5	33.5	31.5	30.4	30.6	34.32
	B	33.3	33.3	32.8	32.9	32.5	32.1	31.6	30.9	32.30
WR4	T	38.1	37.9	37.5	37.8	36.1	32.9	31.7	33	35.66
	B	37.4	37	36.4	36.9	36.5	33.7	33.3	33.6	34.66
WR5	T	36.3	35.5	35.5	35.3	34.2	34.2	33	32.1	34.91
	B	34.5	35.8	34.9	33.1	32.8	31.8	31.4	31.8	33.05
WR6	T	35.9	40.2	35.5	34.8	33.3	32.7	31.8	32.4	35.56
	B	35.4	37.3	36.2	35.9	34	33.3	33.7	32.9	34.38
WR7	T	34.7	35.5	36.4	35	34.7	33.8	32.6	31.4	34.64
	B	35.8	36.4	36.2	36.1	35.9	35.9	31.9	31.5	34.66

ตาราง ก.4 ตารางแสดงอุณหภูมิ work roll โหมดปรับความดันลงเหลือ 7 bar

Stand	Pos.	อุณหภูมิหลังจากใช้งาน (°C)								
		50	150	250	350	450	550	650	750	850
WR1	T	32.2	33.8	37.1	37.9	39.8	39.7	37.6	38.4	35.8
	B	32.5	32.9	33.6	37.4	38.4	40.3	41.3	41.6	41.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก.4 (ต่อ)

Stand	Pos.	อุณหภูมิหลังจากใช้งาน (°C)								
		50	150	250	350	450	550	650	750	850
WR2	T	31.9	32.2	32.7	33.1	37	38.4	38.7	39.7	39.4
	B	32.7	33.3	33.8	34.5	37.4	39.1	41.8	38.6	38.1
WR3	T	32.7	32.2	33	33.3	33.5	34	34.6	34.9	34.8
	B	32.2	31.9	32.4	32.7	33.2	33.4	35.2	34.9	34.6
WR4	T	32.5	33.2	33.7	34.7	35	35.2	35.7	35.9	35.9
	B	31.8	33	33.2	33.7	34.3	34.6	34.6	34.8	35.6
WR5	T	33	33	32.9	32.9	33.6	34.1	34.3	34	34.2
	B	32.5	32.7	33.6	32.6	34.8	34.1	33.9	33.3	33.1
WR6	T	31.9	32.3	32.5	32.9	33.2	33.6	34	33.6	34
	B	32.5	33.3	33.4	33.5	33.3	33.9	34	34.5	34.1
WR7	T	32	32	32.2	32.2	33	33.4	33.7	33.7	33.3
	B	32.7	32.9	32.3	32.3	32.9	33.9	34.1	34.5	34.4
Stand	Pos.	อุณหภูมิหลังจากใช้งาน (°C)								
		950	1050	1150	1250	1350	1450	1550	1650	Average
WR1	T	35.1	34.1	33.4	33.6	32.6	32.4	31.5	31	35.06
	B	41.1	39.8	38.3	37.7	34.1	32.2	32	32.2	36.86
WR2	T	38.3	37.2	36.5	36.2	34.2	34.1	33.4	30.9	35.52
	B	36.2	35.8	33.6	33.5	32.7	32.6	31.1	31	35.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก.4 (ต่อ)

Stand	Pos.	อุณหภูมิหลังจากใช้งาน (°C)								
		950	1050	1150	1250	1350	1450	1550	1650	Average
WR3	T	34.6	34.5	33.6	33.3	32.6	32.1	31.3	31.2	33.31
	B	33.3	33	32.7	32.1	31.8	31.5	31	31.6	32.79
WR4	T	34.8	34.4	34.3	33.7	32.8	32.8	32.4	31.8	34.05
	B	35.3	34.8	33.5	34	34	33.4	32.9	32.6	33.89
WR5	T	33.8	33.3	33.2	33.4	33.6	33.7	33.1	33.1	33.48
	B	32.9	32.5	32.5	32.6	32.8	32.4	32.6	31.8	32.98
WR6	T	34.1	33.6	33	32.9	32.9	32.5	32.4	32.1	33.03
	B	34.1	33.7	33.8	33.7	32.8	32.6	32.4	32	33.39
WR7	T	33.2	33.1	32.5	32.1	32	32	32	32	32.61
	B	34.1	33.2	33.3	32.2	32.3	32.1	32	32	33.01

ตาราง ก.5 ตารางแสดงอุณหภูมิ work roll โหมดปรับความเร็วรอบมอเตอร์ลงเหลือ 20%

Stand	Pos.	อุณหภูมิหลังจากใช้งาน (°C)								
		50	150	250	350	450	550	650	750	850
WR1	T	33.5	34.1	36.8	41.1	41.0	41.7	40.5	44.4	44.4
	B	34.8	35.2	37.7	40.9	46.7	45.7	46.7	47.8	48.8
WR2	T	33.9	34.2	35.0	40.8	41.3	44.2	42.1	42.6	41.4
	B	34.4	34.5	34.8	34.2	38.3	39.4	45.3	46.2	46.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก.5 (ต่อ)

Stand	Pos.	อุณหภูมิหลังจากใช้งาน (°C)								
		50	150	250	350	450	550	650	750	850
WR3	T	35.9	33.6	34.2	36.1	36.7	37.4	37.7	36.5	38.4
	B	34.2	34.4	35.3	36.0	37.8	40.1	38.6	38.3	38.0
WR4	T	34.3	34.8	35.4	36.4	37.2	38.9	38.4	40.0	40.6
	B	33.2	33.7	33.9	35.3	37.1	39.1	39.3	40.3	39.9
WR5	T	37.1	34.5	34.4	35.0	34.6	35.7	37.1	36.2	36.2
	B	36.3	34.4	34.6	35.3	37.8	38.5	37.7	39.3	39.7
WR6	T	33.8	33.3	34.4	35.3	35.3	35.9	35.7	35.9	35.6
	B	34.0	35.5	35.6	38.8	40.3	39.4	39.7	40.0	39.8
WR7	T	39.9	34.1	34.2	35.8	38.4	36.0	35.4	34.9	34.8
	B	33.7	33.7	34.6	37.7	39.2	39.7	37.4	37.5	37.7
Stand	Pos.	อุณหภูมิหลังจากใช้งาน (°C)								
		950	1050	1150	1250	1350	1450	1550	1650	Average
WR1	T	44.3	43.3	44.5	43.1	40.3	40.3	35.8	33.9	40.18
	B	46.7	47.2	47.6	48.0	43.6	38.5	36.2	35.7	42.81
WR2	T	49.3	49.3	39.1	37.3	32.9	32.2	33.2	32.9	38.92
	B	36.9	46.6	46.4	46.1	45.9	44.1	41.2	36.2	41.02
WR3	T	38.7	39.2	39.7	37.9	36.8	36.0	35.6	35.7	36.83
	B	38.9	37.3	38.1	36.5	34.4	34.8	33.9	33.8	36.49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก.5 (ต่อ)

Stand	Pos.	อุณหภูมิหลังจากใช้งาน (°C)								
		950	1050	1150	1250	1350	1450	1550	1650	Average
WR4	T	39.9	40.0	39.0	38.4	37.3	36.7	35.6	35.0	37.52
	B	40.3	43.4	41.5	40.0	42.4	38.0	38.2	36.3	38.35
WR5	T	36.1	36.0	36.4	36.6	35.5	39.2	35.3	34.6	35.91
	B	39.5	40.0	40.2	40.1	39.2	37.5	35.8	34.7	37.68
WR6	T	35.3	35.2	35.6	35.6	34.9	35.0	35.5	35.1	35.14
	B	40.2	38.7	37.7	37.4	36.0	35.0	34.6	34.9	37.51
WR7	T	35.0	36.0	36.4	35.1	34.6	34.5	35.2	35.5	35.64
	B	37.5	37.3	37.2	37.0	36.2	36.0	34.6	34.2	36.54

ตาราง ก.6 ตารางอุณหภูมิ work roll โหมดปรับลดความเร็วรอบมอเตอร์ลงเหลือ 50% 3 ตัว

Stand	Pos.	อุณหภูมิหลังจากใช้งาน (°C)								
		50	150	250	350	450	550	650	750	850
WR1	T	29.3	30.9	30.7	32.4	32.8	32.6	32.7	33.0	33.6
	B	33.4	31.9	33.1	37.0	39.3	41.6	43.1	42.7	44.5
WR2	T	30.1	30.5	31.5	34.3	30.7	37.9	38.3	38.3	39.8
	B	30.0	32.0	34.5	38.3	38.4	39.0	41.1	42.2	39.5
WR3	T	28.5	27.0	29.5	30.1	30.7	31.3	31.4	31.9	32.2
	B	30.2	31.6	32.2	34.5	34.8	34.9	36.0	34.5	36.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก.6 (ต่อ)

Stand	Pos.	อุณหภูมิหลังจากใช้งาน (°C)								
		50	150	250	350	450	550	650	750	850
WR4	T	30.2	31.3	31.7	32.0	30.9	32.0	32.6	33.2	33.7
	B	33.2	34.2	35.5	36.6	35.6	37.8	37.3	39.1	35.8
WR5	T	30.4	31.4	31.2	31.2	30.6	31.1	31.5	31.8	31.8
	B	37.0	33.2	33.7	32.2	34.2	34.5	35.1	35.4	35.6
WR6	T	29.0	30.3	30.5	30.8	31.5	31.1	31.5	31.5	31.9
	B	33.4	34.2	34.5	34.6	33.4	34.4	34.7	34.9	35.1
WR7	T	33.9	29.1	32.7	33.5	34.2	34.9	30.2	38.3	30.0
	B	34.8	34.3	34.0	33.8	33.5	34.9	32.5	33.3	33.2
Stand	Pos.	อุณหภูมิหลังจากใช้งาน (°C)								
		950	1050	1150	1250	1350	1450	1550	1650	Average
WR1	T	34.0	33.9	34.1	33.4	32.4	33.7	29.6	32.3	32.44
	B	43.6	41.3	40.6	37.3	39.2	37.0	33.5	32.2	38.31
WR2	T	39.7	39.8	38.8	37.8	36.4	33.2	30.8	29.4	35.14
	B	40.2	42.1	42.3	40.1	38.1	34.9	33.6	32.3	37.56
WR3	T	31.8	31.3	31.3	31.5	30.1	29.5	28.7	28.4	30.31
	B	35.0	34.6	33.8	33.5	33.0	32.0	30.0	29.1	33.31
WR4	T	33.8	33.7	33.0	32.0	31.1	32.0	34.7	32.8	32.39
	B	35.0	38.8	38.0	37.0	35.5	35.5	34.4	34.9	36.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก.6 (ต่อ)

Stand	Pos.	อุณหภูมิหลังจากใช้งาน (°C)								
		950	1050	1150	1250	1350	1450	1550	1650	Average
WR5	T	32.1	32.0	31.7	31.4	30.3	31.3	31.2	30.8	31.28
	B	35.8	36.7	35.7	35.6	34.3	34.7	34.1	34.2	34.82
WR6	T	32.0	32.0	33.0	31.2	31.1	30.9	30.7	30.2	31.13
	B	35.2	35.4	35.5	34.7	33.9	34.2	33.1	32.5	34.34
WR7	T	29.8	29.5	29.4	29.7	31.6	30.5	29.3	29.7	31.55
	B	32.5	32.2	33.4	33.3	32.4	34.3	32.6	31.3	33.31

ตาราง ก.7 ตารางแสดง Flow เฉลี่ย work roll 1 – work roll 7 แต่ละโหมด

Flow work roll (m ³ /hr.)					
Mode	Standard Flow	Valve Stand work roll 1 – work roll 7	Pressure down 7 bar	20% VSD	reduce VSD to 50% 3 units
WR1	772 m ³ /hr.	560 m ³ /hr.	474 m ³ /hr.	370 m ³ /hr.	532 m ³ /hr.
WR2	700 m ³ /hr.	490 m ³ /hr.	432 m ³ /hr.	367 m ³ /hr.	521 m ³ /hr.
WR3	742 m ³ /hr.	796 m ³ /hr.	699 m ³ /hr.	548 m ³ /hr.	750 m ³ /hr.
WR4	515 m ³ /hr.	458 m ³ /hr.	388 m ³ /hr.	342 m ³ /hr.	397 m ³ /hr.
WR5	523 m ³ /hr.	565 m ³ /hr.	538 m ³ /hr.	305 m ³ /hr.	546 m ³ /hr.
WR6	421 m ³ /hr.	444 m ³ /hr.	383 m ³ /hr.	341 m ³ /hr.	409 m ³ /hr.
WR7	572 m ³ /hr.	462 m ³ /hr.	398 m ³ /hr.	395 m ³ /hr.	440 m ³ /hr.
Total Flow	4,245 m ³ /hr.	3,775 m ³ /hr.	3,312 m ³ /hr.	2,668 m ³ /hr.	3,595 m ³ /hr.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก.8 ตารางแสดงพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยแต่ละโหมด

Average electric power (kWh)	
Standard	2,030 kWh
Valve Stand work roll 1 – work roll 7	1,834 kWh
Pressure down 7 bar	1,252 kWh
20% VSD	1,025 kWh
reduce VSD to 50% 3 units	1,345 kWh

ตาราง ก.9 ตารางข้อมูลจำเพาะของปั๊ม

ลำดับ	ปัจจัยกำหนด	หน่วย	หมายเลขปั๊มน้ำ
			CP004 A
1	ผู้ผลิต / ประเภท / รุ่น		300 DD 72
	หมายเลขเครื่อง (S/N)		
2	อัตราการไหล	m ³ /h	1,925
3	เฮด (Head)	m	132
4	ประเภทของไหล		Water
5	อุณหภูมิของไหล	C	37
6	กำลัง	kW	950
7	ความเร็วรอบปั๊มน้ำ	rpm	1480
8	ประสิทธิภาพที่ระบุไว้	%	83.5
9	การใช้พลังงานเฉพาะ	kW/ m ³ /h	
10	มอเตอร์ ยี่ห้อ		ANSALDO
	อัตรากำลังที่ระบุ	kW	950
	กระแสไหลเต็มพิกัด	Amp	97.8
	ความเร็วที่ระบุไว้	rpm	1480
	แรงดันไฟฟ้าที่ส่งให้	Volts	6600
	ประสิทธิภาพที่ระบุไว้	%	95.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก.9 (ต่อ)

ลำดับ	ปัจจัยกำหนด	หน่วย	หมายเลขปั๊มน้ำ
			CP004 A
	ค่าตัวประกอบกำลังที่ระบุไว้		89
	ความถี่ที่ส่งให้	Hz	50

ตาราง ก.10 ตารางพลังงานไฟฟ้าที่ใช้รีดโดยปิด Valve Stand Work Roll 1 - Work Roll 7 ช่วงรอ
ชิ้นงาน

	พลังงาน ไฟฟ้า เฉลี่ยช่วง รีด (kWh)	Flowเฉลี่ย ช่วงรีด (m ³ /hrs.)	พลังงาน ไฟฟ้าเฉลี่ย ช่วงรอ ชิ้นงาน (kWh)	Flow เฉลี่ยช่วง รอชิ้นงาน (m ³ /hrs.)	เวลาที่ ใช้ช่วง รีด (s)	เวลาที่ใช้ ช่วงรอ ชิ้นงาน (s)	พลังงาน ไฟฟ้าที่ใช้ ใน 1 ชั่วโมง (kWh)
รีดโหมด ประหยัดน้ำ	2,298	5,244	1,834	3,775	2	5	1,973.15
รีดแบบปกติ	2,298	5,244	2,030	4,542	2	6	2,101.62
พลังงานที่ สามารถลด ได้ต่อชั่วโมง							128.47
พลังงานที่ สามารถลด ได้ต่อปี (kWh/Y)							623,082
คิดเป็นเงินที่ ประหยัดได้ (บาท/ปี)							2,012,554

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก.11 ตารางพลังงานไฟฟ้าที่ใช้รีดโดยปรับความดันลงเหลือ 7 bar ช่วงรอขึ้นงาน

	พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยช่วงรีด (kWh)	Flowเฉลี่ยช่วงรีด (m ³ /hrs.)	พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยช่วงรอขึ้นงาน (kWh)	Flowเฉลี่ยช่วงรอขึ้นงาน (m ³ /hrs.)	เวลาที่ใช้ช่วงรีด (s)	เวลาที่ใช้ช่วงรอขึ้นงาน (s)	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ใน 1 ชั่วโมง (kWh)
รีดโหมดประหยัดน้ำ	2,298	5,244	1,252	3,312	2	5	1,565.92
รีดแบบปกติ	2,298	5,244	2,030	4,542	2	6	2,101.62
พลังงานที่สามารถลดได้ต่อชั่วโมง							535.70
พลังงานที่สามารถลดได้ต่อปี (kWh/Y)							2,598,129
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ (บาท/ปี)							8,391,957

ตาราง ก.12 ตารางพลังงานไฟฟ้าที่ใช้รีดโดยปิด Valve Stand Work Roll 1 - Work Roll 7 ช่วงรอขึ้นงานโหมดปรับ VSD ลงเหลือ 20%

	พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยช่วงรีด (kWh)	Flowเฉลี่ยช่วงรีด (m ³ /hrs.)	พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยช่วงรอขึ้นงาน (kWh)	Flowเฉลี่ยช่วงรอขึ้นงาน (m ³ /hrs.)	เวลาที่ใช้ช่วงรีด (s)	เวลาที่ใช้ช่วงรอขึ้นงาน (s)	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ใน 1 ชั่วโมง (kWh)
รีดโหมดประหยัดน้ำ	2,298	5,244	1,025	2,668	2	5	1,406.73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก.12 (ต่อ)

	พลังงานไฟฟ้า เฉลี่ยช่วง รีด (kWh)	Flowเฉลี่ย ช่วงรีด (m ³ /hrs.)	พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย ช่วงรอร ชิ้นงาน (kWh)	Flow เฉลี่ยช่วง รอรชิ้นงาน (m ³ /hrs.)	เวลาที่ ใช้ช่วง รีด (s)	เวลาที่ ใช้ช่วง รอร ชิ้นงาน (s)	พลังงาน ไฟฟ้าที่ใช้ใน 1 ชั่วโมง (kWh)
รีดแบบปกติ	2,298	5,244	2,030	4,542	2	6	2,101.62
พลังงานที่ สามารถลด ได้ต่อชั่วโมง							694.89
พลังงานที่ สามารถลด ได้ต่อปี (kWh/Y)							3,370,196
คิดเป็นเงินที่ ประหยัดได้ (บาท/ปี)							10,885,733

ตาราง ก.13 ตารางพลังงานไฟฟ้าที่ใช้รีดโดยปิด Valve Stand Work Roll 1 - Work Roll 7 ช่วงรอรชิ้นงานโหมดปรับลด VSD ลงเหลือ 50% 3 ตัว

	พลังงานไฟฟ้า เฉลี่ยช่วง รีด (kWh)	Flowเฉลี่ย ช่วงรีด (m ³ /hrs.)	พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย ช่วงรอร ชิ้นงาน (kWh)	Flow เฉลี่ยช่วง รอรชิ้นงาน (m ³ /hrs.)	เวลาที่ ใช้ช่วง รีด (s)	เวลาที่ ใช้ ช่วงรอร ชิ้นงาน (s)	พลังงาน ไฟฟ้าที่ใช้ ใน 1 ชั่วโมง (kWh)
รีดโหมด ประหยัดน้ำ	2,298	5,244	1,345	3,595	2	5	1,630.93
รีดแบบปกติ	2,298	5,244	2,030	4,542	2	6	2,101.62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก.13 (ต่อ)

	พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยช่วงรีด (kWh)	Flowเฉลี่ยช่วงรีด (m ³ /hrs.)	พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยช่วงรอขึ้นงาน (kWh)	Flowเฉลี่ยช่วงรอขึ้นงาน (m ³ /hrs.)	เวลาที่ใช้ช่วงรีด (s)	เวลาที่ใช้ช่วงรอขึ้นงาน (s)	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ใน 1 ชั่วโมง (kWh)
พลังงานที่สามารถลดได้ต่อชั่วโมง							470.69
พลังงานที่สามารถลดได้ต่อปี (kWh/Y)							2,282,829
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ (บาท/ปี)							7,373,539

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน



ชื่อ-นามสกุล นางสาวชนิศา หนูสุด
วัน เดือน ปีเกิด วันที่ 12 พฤษภาคม พ.ศ. 2543
ภูมิลำเนา จังหวัดประจวบคีรีขันธ์
ที่อยู่ 79/1 หมู่ 1 ตำบลพงศ์ประศาสน์ อำเภอ
บางสะพาน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์
E-mail Chanisa.mild@hotmail.com

ประวัติการศึกษา

- สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (วิทย์-คณิต) ปีการศึกษา 2559 จากโรงเรียนบางสะพานวิทยา
- สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมพลังงาน) ปีการศึกษา 2564 จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

ผลงานและกิจกรรม

- ผ่านการฝึกประสบการณ์วิชาชีพหลักสูตรปริญญาตรีสาขา วิศวกรรมพลังงาน ในหน่วยงานด้านสาธารณสุขปโภคและของไหล (UFD) ฝ่ายโรงบำบัดน้ำ (WTP) ณ บริษัท สหวิริยา สตีลอินดัสตรี จำกัด (มหาชน) ปี 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้