10

การลด Self-Power Consumption ของ Waste Heat Generator Plant โรงงานเขาวง

บริษัท ปูนซิเมนต์ไทย (ท่าหลวง) จำกัด

ชื่อผู้เขียน นายวัชรินทร์ บัวคำ
ตำแหน่ง วิศวกร
ที่อยู่ เลขที่ 28 หมู่ 4 ถนน หน้าพระลาน-บ้านครัว ตำบล เขาวง อำเภอ พระพุทธบาท จังหวัดสระบุรี 18120
โทรศัพท์ (036) 218400 ต่อ 2204 โทรสาร (036) 218400 ต่อ 2299
E-Mail watcharb@scg.co.th Website www.scg.co.th/cement

สรุปจุดที่เป็น "วิธีปฏิบัติที่เป็นแบบอย่างที่ดีเยี่ยม"

1) การประยุกต์ใช้ลำดับวิธีการแก้ไขปัญหาโดยใช้ Task Achieving QC Story ซึ่งมีการวิเคราะห์ข้อมูลแบบเปรียบเทียบทางเลือกการแก้ไขปัญหา (Alternative Method) และการประเมินความเสี่ยง พร้อมมาตรการป้องกันปัญหาไว้ล่วงหน้าโดยใช้เทคนิค FMEA - Failure Mode and Effects Analysis

2) การประยุกต์ใช้เทคนิคการออกแบบการทดลอง DOE-Design of Experiment เพื่อใช้ในการหาความ สัมพันธ์ของปัจจัย (Factor) และเพื่อหาจุดควบคุมกระบวนการที่เหมาะสมที่สุดในหลายๆ ด้านพร้อมกัน ทั้งในเรื่องคุณภาพ ประสิทธิภาพเครื่องจักร และลด Loss ของบริษัท ซึ่งเป็นการผสมผสานระหว่างการใช้ Intrinsic Knowledge ร่วมกับเครื่องมือด้านคุณภาพ

ประสิทธิผล (ควรวัดค่าได้)

1) บริษัทสามารถลด Self-Power Consumption จาก 1.66 MW เป็น 1.10 MW ทำให้ลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าลงจากเดิมคิดเป็นเงินประมาณ 7.13 ล้านบาทต่อปี

2) ลด Pressure Loss ในระบบ WHG ทำให้สามารถใช้งานเครื่องจักรได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น และยืดอายุการใช้งานเครื่องจักรมากขึ้น จากเดิมกำหนด Overhaul ทุก 3 ปี เป็นใหม่กำหนด Overhaul ทุก 4 ปี เนื่องจากไม่ต้องเดินเครื่องจักรที่ Full Load

บทสรุปผู้บริหาร

จากการที่บริษัทได้มีการนำระบบ TPM (Total Productive Management) มาใช้เป็นแกนหลักในการบริหารงาน เพื่อมุ่งสู่การเป็นบริษัทที่เป็น Operational Excellence ไม่ว่าจะเป็นทางด้าน Quality, Cost, Delivery, Safety, Moral & Environment ซึ่งปัจจุบันบริษัทได้บรรลุเป้าหมายได้รับรางวัล Excellent Award ในปี 2007 และรางวัล Consistency Award ในปี 2010 ที่ผ่านมา โดยบริษัทได้ตั้งเป้าหมายในการบรรลุรางวัลระดับ Special Award ต่อไปในปี 2013 ซึ่งหลังจากการทำ Loss Tree ภายใต้การบริหารงานของเสา Focus Improvement ได้มีนโยบายที่ชัดเจนในเรื่องของการปรับปรุงและพัฒนาอย่างต่อเนื่องในด้านคุณภาพ การลดต้นทุนการผลิต และสิ่งแวดล้อม โดยพบว่าบริษัทยังคงมี Loss ส่วนหนึ่งจากลมร้อนที่เหลือทิ้งจากกระบวนการเผาปูนซิเมนต์ ซึ่งปล่อยทิ้งผ่านปล่อง โดยไม่สามารถนำกลับมาใช้เป็นประโยชน์ได้

หลังจากนั้นบริษัทฯ ได้ร่วมกับบริษัทอนุรักษ์พลังงานซิเมนต์ไทยในกลุ่มซิเมนต์ โดยได้รับการอนุมัติโครงการติดตั้งเครื่องจักร WHG - Waste Heat Generator ซึ่งเป็นโครงการที่ใช้เทคโนโลยีการนำลมร้อนที่เหลือทิ้งจากกระบวนการเผาปูนซิเมนต์มาแลกเปลี่ยนความร้อนผ่าน Boiler ซึ่งจะได้เป็นไอน้ำร้อนยิ่งยวด (Superheated Steam) มาปั่น Turbine และ Generator เพื่อผลิตเป็นกระแสไฟฟ้าจ่ายย้อนกลับมาใช้งานเครื่องจักรภายในบริษัท ซึ่งถือว่าเป็นโครงการขนาดใหญ่และเป็นโครงการที่สำคัญในการลด Loss ของบริษัท รวมทั้งเป็นโครงการด้านสิ่งแวดล้อมที่ช่วยส่งเสริมการลดโลกร้อนด้วย

หลังจากบริษัทฯได้ติดตั้ง และเริ่มใช้งานเครื่องจักร WHG มาสักระยะหนึ่ง ตั้งแต่เดือน ส.ค. 2552 พบว่าบริษัทสามารถลดปริมาณพลังงานไฟฟ้าได้อยู่ในระดับที่น่าพอใจ โดยสามารถลดค่าไฟฟ้าของบริษัทได้ประมาณ 30% จากเดิม แต่บริษัทพบว่ายังคงมี Loss ส่วนหนึ่ง คือ Loss จาก Self-Power Consumption ซึ่งเป็นปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากการใช้งานของเครื่องจักรใน Department ของ WHG เอง โดยยังมีค่าอยู่ในระดับที่สูง เมื่อเทียบกับบริษัทฯ อื่นในกลุ่มซิเมนต์ที่ติดตั้งโครงการแบบเดียวกันนี้ ซึ่งถ้าลด Self-Power Consumption ส่วนนี้ได้ จะทำให้บริษัทลดภาระค่าไฟฟ้าได้เพิ่มขึ้นจากสภาพการใช้งานปัจจุบันอีกส่วนหนึ่ง

จากปัญหาดังกล่าว ทางบริษัทได้เล็งเห็นความสำคัญ จึงได้ตั้งทีมงานร่วม Cross Functional Team ขึ้นมาเพื่อศึกษาแนวทาง และลด Loss ส่วนนี้ต่อไป โดยทีมงานได้เลือกใช้ลำดับวิธีการแก้ไขปัญหา เพื่อไปสู่จุดหมายแบบ Task Achieving QC Story โดยเริ่มตั้งแต่การทำความเข้าใจกับนโยบายของผู้บริหาร และศึกษาปรากฏการณ์ของปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างละเอียด ทั้งจากความรู้ของทีมงานที่เป็น Intrinsic Knowledge รวมไปถึงการหาข้อมูลเพิ่มเติมจาก Engineering Theory ที่เกี่ยวข้อง และสร้างการทดลองในห้องปฏิบัติการเพื่อยืนยันปรากฏการณ์ จนสามารถอธิบายปัญหาและกำหนดเป็นหัวข้องานที่ชัดเจน

ขั้นตอนต่อมาทีมงานได้คิดหาแนวทางที่จะจัดการกับปัญหา โดยร่วมกันเสนอทางเลือกที่เป็นไปได้ (List Up the Alternative Methods) แล้วทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบข้อดีข้อเสีย ซึ่งพบว่าวิธีการติดตั้ง VSD - Variable Speed Drive สำหรับควบคุมการใช้งานเครื่องจักรขนาดใหญ่ประเภท Pump และ Fan น่าจะเป็นทางออกที่ดีที่สุด ในการลดค่า Self-Power Consumption เพราะจะทำให้ Operator สามารถควบคุมกระบวนการได้ง่ายขึ้น และส่งผลให้กระบวนการมีประสิทธิภาพ และเสถียรภาพเพิ่มขึ้นจากสภาพปัจจุบัน

แต่การปรับปรุง และปรับเปลี่ยนไปควบคุมกระบวนการแบบใหม่นี้ย่อมจะมีความเสี่ยงเกิดขึ้น ทั้งต่อกระบวนการผลิต ประสิทธิภาพการใช้งาน และผลกระทบที่มีผลต่อเครื่องจักรเดิม ทีมงานจึงได้ร่วมกันประเมินความเสี่ยงในทุกๆ ด้าน เพื่อเตรียมมาตรการป้องกันปัญหาไว้ล่วงหน้าโดยใช้เทคนิค FMEA - Failure Mode and Effects Analysis ซึ่งทีมพบว่ามีจุดที่ต้องพิจารณา 2 ประเด็นหลัก คือ ส่วนของมอเตอร์ขับ Pump และ Fan ซึ่งขดลวดภายในจะมีอุณหภูมิที่สูงขึ้น และปัญหาการสึกหรอ Oil Seal ของ Pump ที่เพิ่มขึ้น โดยทางทีมได้พิจารณาเตรียมมาตรการเพื่อป้องกันปัญหาส่วนนี้ไว้ล่วงหน้าต่อไป

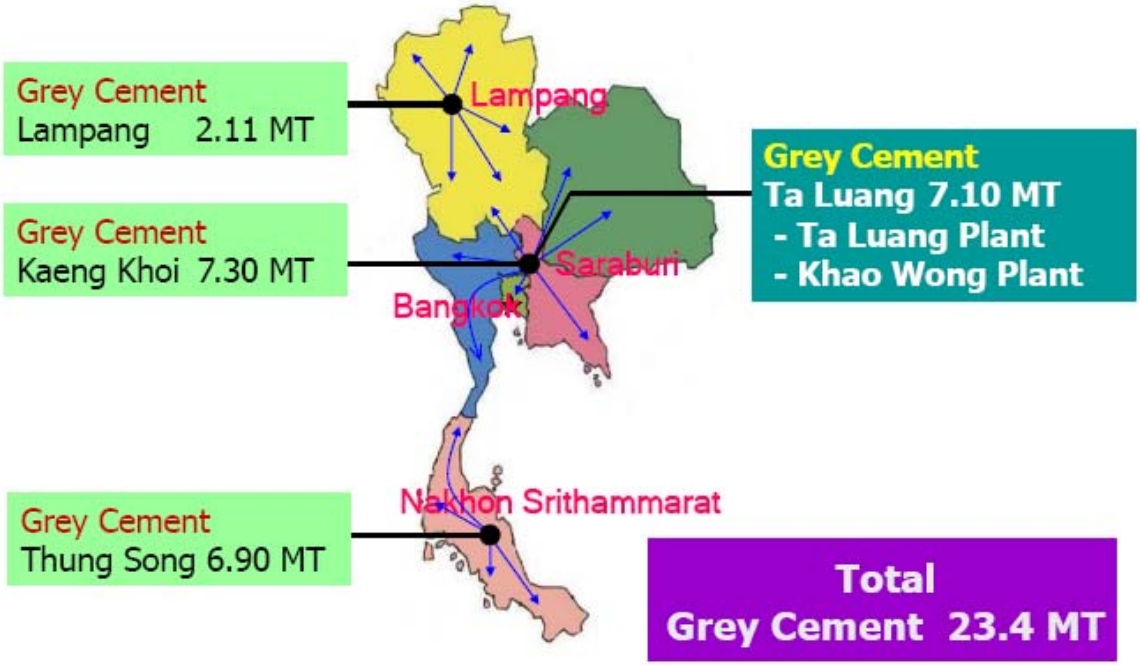
ในส่วนของการควบคุมกระบวนการขั้นต้นนั้น ทางทีมได้อาศัยความรู้ประสบการณ์ร่วมกับ 7 QC Tools แต่พบว่ายังไม่สามารถบรรลุเป้าหมายในการลดค่า Self-Power Consumption จากค่าเฉลี่ยเดิมที่ 1.66 MW ให้มีค่าต่ำกว่า 1.20 MW ได้ ทีมงานจึงได้ศึกษา และพิจารณาเลือกเครื่องมือทางสถิติขั้นสูงเรื่องการออกแบบการทดลอง DOE – Design of Experiment มาใช้เพื่อแก้ไขปัญหานี้ ซึ่งเป็นเทคนิคที่สำคัญ เพื่อหาความสัมพันธ์โดยรวมของปัจจัยตัวแปร Xs และ Ys ทำให้ทีมงานสามารถสร้าง Model ในการหาค่า Setting ปัจจัยที่เหมาะสม เพื่อให้ได้ผลลัพธ์หรือ Response ที่ต้องการในหลายๆ ด้านพร้อมกัน ซึ่งหลังจากได้นำค่า Setting ที่ได้จาก Optimized Solution ไปใช้งาน โดยสามารถยืนยันผลลัพธ์ที่ได้ว่าเป็นไปตามที่ต้องการ คือ ระบบสามารถลด Self-Power Consumption ลงน้อยกว่า 1.20 MW และระบบยังควบคุมค่า Parameter การเดินเครื่องจักรได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สรุปผลหลังจากการปรับปรุงของทีมงานพบว่า ประสิทธิภาพและเสถียรภาพของการเดินเครื่องจักร WHG โดยรวมเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ระบบ WHG มีค่า Self-Power Consumption โดยเฉลี่ยลดลง โดยไม่พบปัญหาการเกิด Pressure Loss ในระบบอีก ทีมงานจึงได้ร่วมกันจัดทำให้เป็นมาตรฐาน โดยกำหนดสภาวะของกระบวนเดินเครื่องจักร WHG ใหม่ในเอกสารวิธีการปฏิบัติงานของหน่วยงาน

ด้วยความสำเร็จดังกล่าวข้างต้น หลังจากทีมได้ควบคุมกระบวนการได้ตามมาตรฐานใหม่ที่กำหนดขึ้น ซึ่งบริษัทสามารถลดค่า Self-Power Consumption ของ WHG ลงจากเดิมเฉลี่ย 1.66 MW เป็น 1.10 MW ซึ่งส่งผลดีต่อบริษัทสามารถลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าลงจากเดิมคิดเป็นเงิน 7.13 ล้านบาทต่อปี และสามารถลด Pressure Loss ในกระบวนการ WHG ได้ ทำให้สามารถใช้งานเครื่องจักรได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น และยืดอายุการใช้งานเครื่องจักรได้นานขึ้น เนื่องจากไม่ต้องเดินเครื่องจักรที่ Full Load

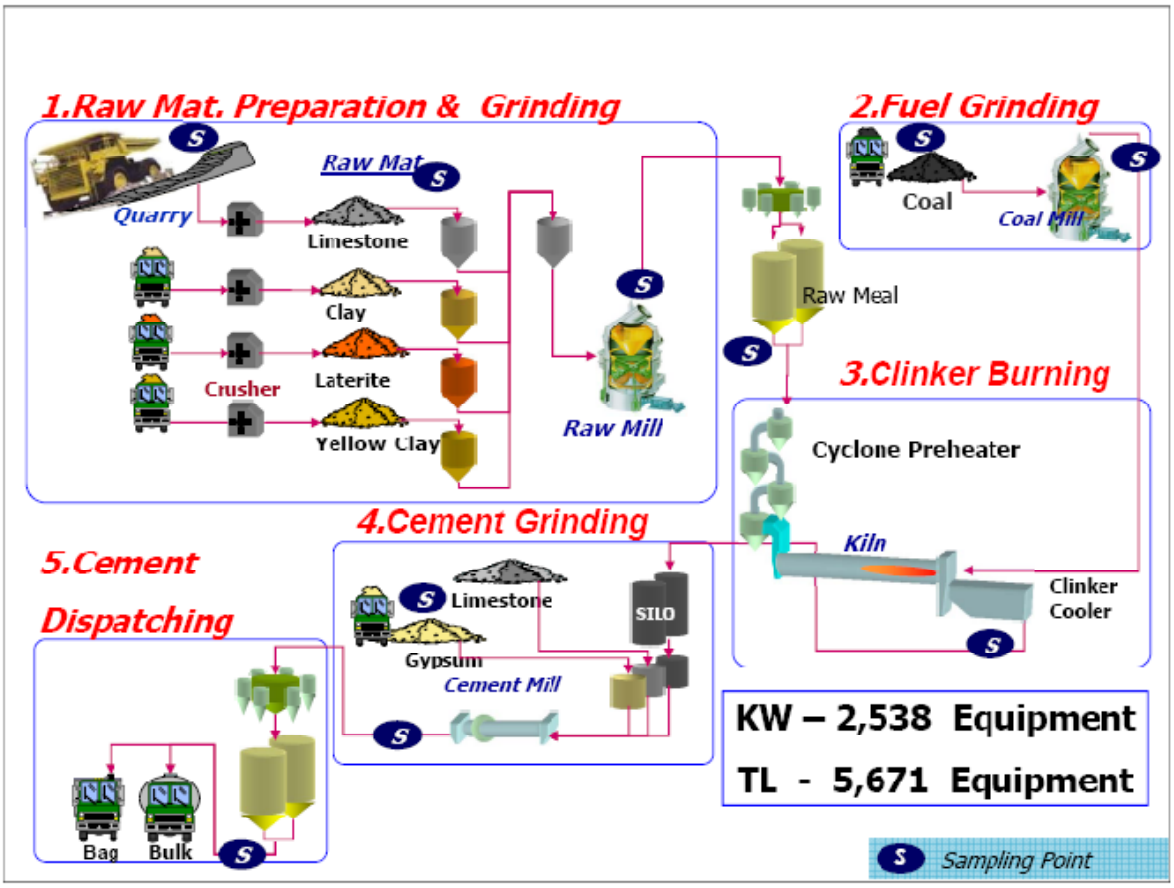
ประวัติองค์กร

บริษัทปูนซิเมนต์ไทย (ท่าหลวง) จำกัด เป็นบริษัทลูกในกลุ่มธุรกิจซิเมนต์ของเครือซิเมนต์ไทยหรือ SCG ซึ่งถือว่าเป็นบริษัทผลิตปูนซิเมนต์รายใหญ่ในเขตภาคกลางของไทย



บริษัทปูนซิเมนต์ไทยท่าหลวง จำกัด ประกอบด้วย 2 โรงงานปูนซิเมนต์ ซึ่งตั้งอยู่ห่างกันประมาณ 17 กิโลเมตร คือ โรงงานท่าหลวงซึ่งเป็นโรงงานผลิตปูนซิเมนต์แห่งแรกในประเทศไทย ก่อตั้งเมื่อปี คศ. 1946 โดยมีหม้อเผาปูนซิเมนต์ขนาด 4,000 ตันต่อวัน จำนวน 2 หม้อเผา และโรงงานเขาวงซึ่งเป็นโรงงานผลิตปูนซิเมนต์ที่มีหม้อเผาขนาดใหญ่ที่สุดในโลก โดยมีหม้อเผาปูนซิเมนต์ขนาด 10,000 ตันต่อวัน จำนวน 1 หม้อเผา ทำให้บริษัทฯ มีกำลังผลิตปูนซิเมนต์รวมได้ 7.10 ล้านตันต่อปี

กระบวนการผลิตปูนซิเมนต์ ประกอบด้วย 5 กระบวนการหลัก คือ 1. กระบวนการเตรียมและบดวัตถุดิบ 2. กระบวนการบดเชื้อเพลิง 3. กระบวนการเผาปูน 4. กระบวนการบดปูนซิเมนต์ และ 5. กระบวนการห่อบรรจุปูนซิเมนต์ โดยที่สัดส่วนวัตถุดิบหลัก 70% มาจากหินปูนจากเหมืองหิน, เชื้อเพลิงที่ใช้เป็นหลัก คือ Lignite, Coal และชีวมวล เพื่อลดการปล่อย CO2



โดยบริษัทมีสินค้าหลากหลายประเภทเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าในกลุ่มอุตสาหกรรมงานวัสดุก่อสร้าง เช่น (OPC) Ordinary Portland Cement (ตราช้าง), Mixed Cement (ตราเสือ,ตราแรด) และปูนสำหรับงานเฉพาะกลุ่ม Pozzolan Cement, Oil Well Cement และ Pre-cast Cement

วิสัยทัศน์ : เป็นผู้นำในอุตสาหกรรมผลิตปูนซิเมนต์ใน ASEAN

พันธกิจ :

- สร้างวัฒนธรรมความปลอดภัย เพื่อมุ่งสู่ “อุบัติเหตุเป็นศูนย์” อย่างยั่งยืน
- อนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ ลดผลกะรทบต่อสิ่งแวดล้อม ตลอดจนยกระดับความพึงพอใจของชุมชนอย่างต่อเนื่อง
- ปรับปรุงคุณภาพของสินค้าและบริการ ให้เหนือกว่าคู่แข่งในทุกๆด้าน
- พัฒนาทักษะความสามารถ รวมถึงส่งเสริมคุณภาพชีวิตของพนักงานทุกคน

วัฒนธรรมองค์กร :

- อุดมการณ์ 4 : ตั้งมั่นในความเป็นธรรม, มุ่งมั่นในความเป็นเลิศ, เชื่อมั่นในคุณค่าของคน และถือมั่นในความรับผิดชอบต่อสังคม
- การรับฟังด้วยความตั้งใจ (Open) + กล้าท้าทายตัวเอง กล้าทำจริง ประเมินความเสี่ยง กล้าตัดสินใจ (Challenge)

ในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ ประมาณ 90% ของพลังงานทั้งหมด ถูกใช้เป็นพลังงานความร้อนในกระบวนการเผาปูนเม็ด โดยที่ปริมาณความร้อนมากกว่า 35% ของปริมาณความร้อนทั้งหมดที่ใช้ในกระบวนการเผาปูนเม็ดถูกปล่อยออกมาเป็นลมร้อนทิ้งไปกับสภาพแวดล้อมโดยไม่ได้นำมาใช้งาน ดังนั้นการบริหารจัดการพลังงานความร้อนเหลือทิ้งส่วนนี้ที่ดี และการจัดการปัญหามลพิษด้านความร้อนในบริษัทเป็นเรื่องที่สำคัญ โครงการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าด้วยลมร้อนที่เหลือทิ้งจากกระบวนการผลิต จึงถูกติดตั้งขึ้น เพื่อใช้บริหารจัดการปริมาณลมร้อนที่เหลือทิ้งให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด

WHG : Waste Heat Generator เป็นเทคโนโลยีการนำลมร้อนที่เหลือทิ้งจากกระบวนการเผาปูนซิเมนต์มาแลกเปลี่ยนความร้อนผ่าน Boiler ในการต้มน้ำเพื่อเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นไอน้ำร้อนยิ่งยวด (Superheated Stream) ภายใต้ความดันไอ เพื่อหมุนกังหันและเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยส่วนของไอน้ำที่เย็นจะถูกควบแน่นกลับเป็นของเหลวใน Condenser และถูกป้อนกลับไปแลกเปลี่ยนความร้อนที่ Boiler อีกครั้ง

บริษัทฯ ได้เริ่มโครงการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าด้วยลมร้อนที่เหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตตั้งแต่ปี 2009 ประกอบด้วยกังหันและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่มีกำลังการผลิตไฟฟ้ารวม 16.60 MW แต่หลังจากเดินใช้งานเครื่องจักรในระยะแรก บริษัทฯ พบปัญหาการใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับเครื่องจักรภายในระบบ WHG (Self-Power Consumption) มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าค่อนข้างสูงที่ 1.66 MW ซึ่งมีปริมาณสูงเมื่อเทียบกับระบบ WHG ของโรงงานปูนซิเมนต์อื่นๆ ที่มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าอยู่ที่ 1.20 MW

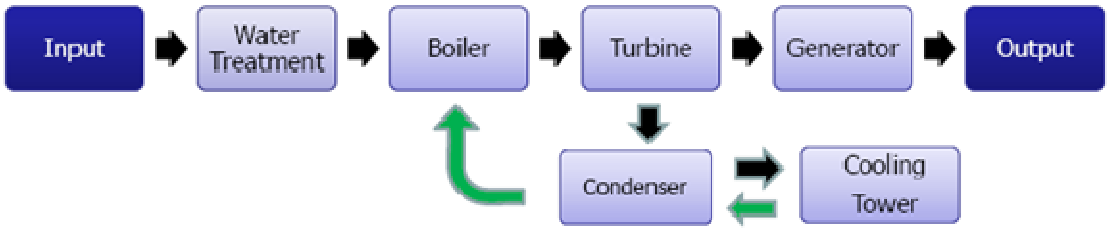
งานปรับปรุงแก้ไขปัญหาเรื่องนี้จึงได้ถูกกำหนดขึ้น เพื่อลดปัญหาการใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับเครื่องจักรภายในระบบ WHG ซึ่งเป็นปัญหาที่มีผลกระทบโดยตรงต่อค่าใช้จ่ายด้านต้นทุนรวมของบริษัทฯ ในระยะที่ผ่านมาปัญหาเรื่องนี้ทีมได้นำมาวิเคราะห์ และสุ่มทดลองแก้ไขผ่านเครื่องมือด้านสถิติอย่างง่าย แต่ไม่สามารถบรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้ได้ ทั้งนี้เพื่อให้การแก้ไขปัญหาเรื่องนี้บรรลุผลอย่างมีประสิทธิภาพกระบวนการวิเคราะห์ปัญหาอย่างเป็นระบบ และการประยุกต์ใช้เครื่องมือพิเศษด้านการควบคุมคุณภาพจึงถูกนำมาใช้งานเพื่อหาแนวทางแก้ไขปัญหาที่ดีที่สุด

ทำความเข้าใจนโยบายของผู้บริหาร

ตามนโยบายของบริษัทฯ ในเรื่องการลดค่าใช้จ่ายด้านต้นทุนของบริษัทอย่างต่อเนื่อง โดยที่ค่าใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นค่าใช้จ่ายหลักของโรงงานปูนซีเมนต์ ซึ่งหลายปีที่ผ่านมา เพื่อลดค่าใช้จ่ายพลังงานงานไฟฟ้าส่วนนี้ หลายโครงการจึงถูกริเริ่มงขึ้น เช่น โครงการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าหม้อบด, โครงการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการเผาปูนเม็ด เป็นต้น ดังนั้นโครงการปรับปรุงเพื่อลดปัญหาการใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับเครื่องจักรภายในระบบ WHG นี้ จึงถือเป็นหนึ่งในนโยบายที่สำคัญของบริษัท

กำหนดงานที่จะทำ

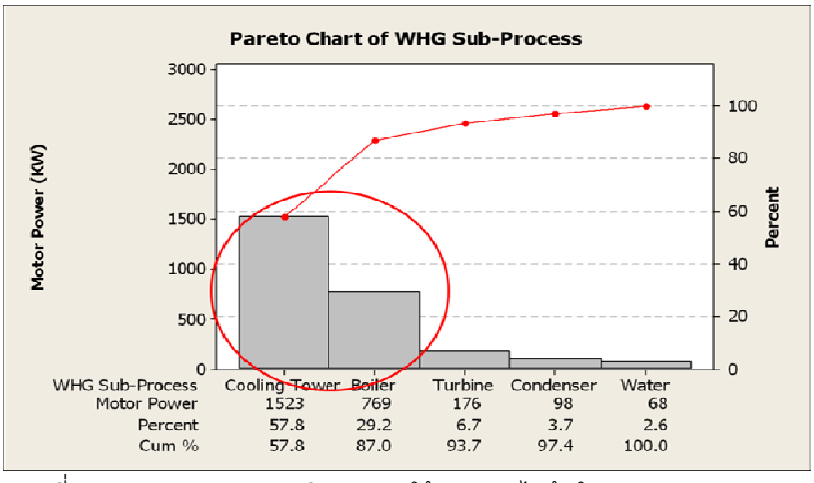
ระบบกระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยลมร้อนที่เหลือทิ้งของบริษัท ประกอบด้วย 6 กระบวนย่อย คือ (1) ชุดบำบัดน้ำ, (2) ชุดแลกเปลี่ยนความร้อนด้วย Boiler, (3) ชุดกังหัน, (4) ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า, (5) ชุดคอนเดนเซอร์ และ (6) ชุดน้ำหล่อเย็น ดังแสดงในรูปที่ 1



Input	WT	Boiler	Turbine	Generator	Condenser	CT	Output
Waste Gas	Raw Water	Waste Heat	Steam	Rotating Energy	Used Steam	Cooling Fan	Electric Power
Raw Water	Chemical Dosing Pump	Clean Water	Inching	DC Exciter	Condensate Pump	Cooling Pump	
		Boiler Feed Pump	Lubrication Oil				

รูปที่ 1 แสดงกระบวนการย่อยของเครื่องจักร WHG

จากการเก็บข้อมูลโดยใช้แผนภูมิ Pareto chart ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับเครื่องจักรในแต่ละกระบวนการ ดังแสดงตามรูปที่ 2 พบว่าที่ชุดน้ำหล่อเย็นมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุด และที่ชุดแลกเปลี่ยนความร้อนด้วย Boiler มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นลำดับรองลงมา



รูปที่ 2 Pareto chart แสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละกระบวนการ

หลังจากนั้นทีมงานปรับปรุงได้ทำการศึกษาปัญหาในแต่ละกระบวนการให้แคบลงมากขึ้น และพบว่าที่กระบวนการน้ำหล่อเย็นมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าส่วนใหญ่ที่ Cooling Pump ขนาด 355 KW จำนวน 2 Unit และที่ชุดพัดลมระบายความร้อน ขนาด 132 KW จำนวน 3 Unit โดยที่สำหรับกระบวนการแลกเปลี่ยนความร้อนด้วย Boiler มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าส่วนใหญ่ที่ PHC-Circulate Pump ขนาด 90 KW จำนวน 2 Unit และที่ PHK-Circulate Pump ขนาด 55 KW จำนวน 2 Unit

ทั้งนี้เพื่อเป็นการศึกษาปัญหานี้ได้อย่างชัดเจนมากขึ้น ทีมจึงได้สรุปปัญหานี้จากสภาพการใช้งานในปัจจุบัน ได้ตามตารางที่ 1 เพื่อใช้แสดงความสัมพันธ์ของปัจจัยที่ใช้ในการควบคุมแต่ละเครื่องจักร (Control Factor) ซึ่งก็คือ %Speed

และ %Valve Open และค่าควบคุมกระบวนการ (Process Monitoring) ในปัจจุบัน ซึ่งพบว่าแต่ละเครื่องจักรจะถูกควบคุมไม่ให้เปิด %Valve Open ได้ 100% ทำให้เกิดผลกระทบการสูญเสียความดันในระบบ (Pressure Loss) เกิดขึ้น

ตารางที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ของปัจจัยในแต่ละเครื่องจักร และค่าควบคุมกระบวนการปัจจุบัน

Where	Q'ty	Control Factor		Process Monitoring
		% Speed	% Valve	
Cooling Pump	3	100	30-50	Diff. Temperature of Condenser ~ 8.8 - 9.2 C
Cooling Fan	3	100	70-80	Inlet Temperature of Condenser ~ 31.8 – 32.2 C
PHC Circulate Pump	1(1)	100	30-40	Water Flow > 450 t/h
PHK Circulate Pump	1(1)	100	30-40	Water Flow > 350 t/h

เ

เพื่อให้งานปรับปรุงเรื่องนี้สามารถบรรลุตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ จำเป็นต้องมีการปรับปรุงเพื่อลดการสูญเสียความดันในแต่ละกระบวนการ หรือการพัฒนาวิธีการควบคุมกระบวนการใหม่ๆ เพื่อลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละกระบวนการ ซึ่งมีผลทำให้กระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยลมร้อนที่เหลือทิ้งลดพลังงานไฟฟ้าลงได้จาก 1.66 MW เป็น 1.20 MW โดยไม่มีผลกระทบต่อเครื่องจักร และกระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้าของบริษัท

พัฒนาวิธีการเพื่อปฏิบัติงาน

จากการศึกษาข้อมูลของทีมงานปรับปรุง พบว่ามีอยู่ 3 แนวทางในการลดการสูญเสียจากความดันในระบบ และการลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละกระบวนการ โดยพิจารณาจากทฤษฎีความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้อง คือ The Affinity Law Theory และอาศัยจากความรู้ประสบการณ์การทำงานของทีม สามารถสรุปผลการพิจารณาแนวทางที่ดีที่สุดได้ตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงแนวทางในการปรับปรุง และข้อพิจารณาเลือกแนวทาง

Alternative Method	Investment Cost	Maintenance Cost	Optimize Process	Easy to Control	Process Output
% Balance	25	25	30	20	
Damper/Valve Control	5	3	3	3	3.50
Mechanical Speed Change	3	3	4	4	3.50
VSDs Control	3	4	5	5	**4.25**

Scale : 1-Poor, 2-Relatively Low, 3-Moderate, 4-Relatively High, 5-High

จากสรุปผลพิจารณาเลือกแนวทางตามตารางข้างต้น สรุปว่าแนวทางที่ดีที่สุด คือ การเปลี่ยนวิธีการควบคุมปัจจัย %Speed ของแต่ละเครื่องจักรโดยใช้อุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบ แบบ VSDs Control ซึ่งเป็นแนวทางที่ต้องมีการปรับปรุงเครื่องจักร และการควบคุมกระบวนการใหม่จากเดิมที่ใช้งานในปัจจุบัน โดยที่การประเมินความเสี่ยง หรือประเมินความเสียหายที่คาดว่าจะเกิดขึ้น และการพิจารณาหาแนวทางป้องกันความเสียหายที่คาดว่าจะเกิดขึ้นอย่างเป็นระบบผ่านเครื่องมือพิเศษที่เรียกว่า FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) จึงถูกนำมาประยุกต์ใช้งานก่อนที่จะเริ่มปรับปรุงเครื่องจักร

FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) คือ เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ผลกระทบ (Effect) จากลักษณะข้อบกพร่อง (Failure Mode) ที่อาจเกิดขึ้นกับผลิตภัณฑ์หรือชิ้นส่วนเครื่องจักร โดยการวิเคราะห์หาสาเหตรากเหง้า (Root Cause) เพื่อหาแนวทางป้องกันแก้ไข ซึ่งมีแนวคิดในการ Prevention by Prediction

สรุปข้อสำคัญของ FMEA จึงเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ก่อนล่วงหน้า หรือก่อนเหตุการณ์เกิดขึ้นเสมอ เพื่อหาแนวทางในการขจัดสาเหตุ หรือลดโอกาสที่จะเกิดข้อบกพร่องกับผลิตภัณฑ์หรือชิ้นส่วนเครื่องจักรในอนาคตออกไป เช่น FMEA เชิงกระบวนการ หรือ Process FMEA ต้องวิเคราะห์ก่อนกระบวนการผลิตจะเกิดขึ้น ไม่ใช่ดำเนินการระหว่างกำลังผลิต หรือผลิตเสร็จแล้ว โดยสรุปข้อมูลการวิเคราะห์สำหรับโครงกานนี้ ได้ตามตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงการประยุกต์ใช้งาน FMEA สำหรับการเปลี่ยนวิธีการควบคุมแบบใหม่

Task	Selected Method	Risk assessment	Risk avoiding activity
To reduce the self-power consumption of majority power consumption of WHG process	change the control factor from valve control to VSDs control	1. High temperature of stator winding at cooling pump motor, cooling fan motor , PHC circulate pump motor and PHK circulate pump motor	- install the winding temperature sensor to monitor the trend of stator winding - inspect and overhaul all motor before changing to VSDs control - set the new overhaul period of motor from 5 years to 3 years
		2. Leakage of oil seal at cooling fan gear	- set to inspect the oil seal every year - set to change the new oil seal every 2 year

สำรวจหาวิธีการเพื่อให้งานสำเร็จ

จากเป้าหมายของโครงการปรับปรุง คือ การลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละกระบวนการของกระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้าจาก 1.66 MW เป็น 1.20 MW นั้น โดยวิธีการปรับปรุงก่อนหน้านี้จะใช้การทดลองแบบลองผิดลองถูก (Trial and Error) ผ่านกระบวนการบริหารควบคุมด้านคุณภาพแบบง่าย เนื่องจากวิธีการที่ผ่านมาดังกล่าว ไม่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการให้เป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนดได้ แนวทางการแก้ไขปัญหา และการทดลองกระบวนการผ่านเครื่องมือบริหารคุณภาพพิเศษที่เรียกว่า DOE (Design of Experiment) จึงถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาดังกล่าว ซึ่งในกรณีปัญหานี้จะมีการศึกษาใน 2 ปัจจัย และแต่ละปัจจัยมี 2 ระดับ โดยแต่ละปัจจัยที่มีศักยภาพ (XS) ถูกระบุจากความรู้ประสบการณ์การควบคุมเครื่องจักรของทีมงาน

ขอยกตัวอย่างสำหรับการควบคุมเครื่องจักร Cooling Pump

- 2 Factor : (1) %Speed ของมอเตอร์ และ (2) %Valve Open ของแต่ละเครื่องจักร
- 1 Response : (1) ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ใช้งานของ Cooling Pump
- 1 Process Monitoring : (1) ความแตกต่างของอุณหภูมิก่อนเข้าและออกคอนเดนเซอร์ ~ 9 ^{0}C

ทั้งนี้จากการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้เครื่องมือ DOE และเพื่อยืนยันความสัมพันธ์ของสมการกำลังสองของ %Speed ของมอเตอร์ และผลกระทบต่อปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ใช้งานของมอเตอร์ ซึ่งจะมีผลกระทบเช่นเดียวกับปัจจัยอื่น ๆ ดังนั้นการออกแบบการทดลองแบบ CCD - The Central Composite Design จึงถูกนำมาประยุกต์ใช้งานสำหรับกรณีปัญหานี้ ซึ่งสามารถสรุปผลการทดลองได้ว่า %Speed ของมอเตอร์ในรูปของสมการกำลังสองมีผลกระทบต่อปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ใช้งานของมอเตอร์อย่างมีนัยสำคัญ โดยสรุปข้อมูลแบบจำลองทางสถิติ ได้ดังรูปที่ 3

Response Surface Regression: Amp versus Speed

The analysis was done using uncoded units.

Estimated Regression Coefficients for Amp

Term	Coef	SE Coef	T	P
Constant	13.3800	1.72671	7.749	0.000
Speed	-0.0847	0.03858	-2.194	0.033
Speed*Speed	0.0004	0.00021	1.945	0.008

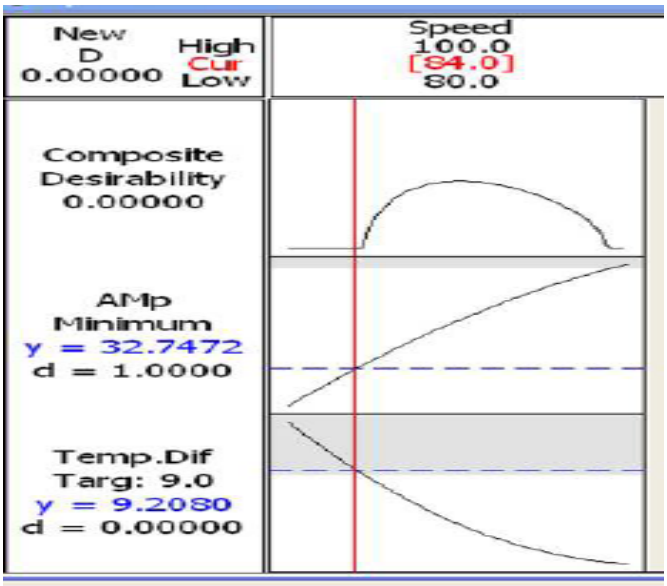
S = 0.0742098 PRESS = 0.292918
R-Sq = 64.94% R-Sq(pred) = 52.01% R-Sq(adj) = 60.04%

รูปที่ 3 แสดงข้อมูล และสมการที่ได้จากการทดลอง DOE

ทั้งนี้ในส่วนของการทดลองสำหรับมอเตอร์พัดลมระบายความร้อน, มอเตอร์ชุด PHC-Circulate Pump และที่มอเตอร์ชุด PHK-Circulate Pump สามารถประยุกต์ใช้เครื่องมือ DOE และแนวทางการทดลอง ซึ่งสามารถสรุปผลการทดลองได้เช่นเดียวกันกับมอเตอร์ชุด Cooling Pump ตามตัวอย่างข้างต้น

ปฏิบัติตามแผนงาน

หลังจากวิเคราะห์ และสรุปผลข้อมูลที่ได้จากการทดลอง DOE ในแต่ละกระบวนการ และมีการประยุกต์ใช้งานเครื่องมือพิเศษที่เรียกว่า Response Optimizer ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการปรับพารามิเตอร์ในแต่กระบวนการ เพื่อดูผลการตอบสนองของกระบวนการ ดังแสดงในรูปที่ 4 โดยที่สามารถสรุปผลการทดลองได้ว่า ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของมอเตอร์ชุด Cooling Pump จะขึ้นอยู่กับสมการกำลังสอง %Speed ของมอเตอร์เท่านั้น โดยที่ควบคุม % Valve Open ไว้ที่ 100% ซึ่งมีผลทำให้สามารถลดการสูญเสียแรงดันในกระบวนการลงได้เป็นอย่างดี



รูปที่ 4 แสดงผลการประยุกต์ใช้งาน Response Optimizer ที่ชุด Cooling Pump

ทั้งนี้สามารถสรุปผลการกำหนดค่าของแต่ละปัจจัยสำหรับการควบคุมแต่ละกระบวนการ เปรียบเทียบก่อน และหลังปรับปรุงได้ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด แสดงได้ตามรูปที่ 5

Before

Where	Q'ty	Factor	
		% Speed	% Valve
Cooling Pump	3	100	30-50
Cooling Fan	3	100	70-80
PHC Circulate Pump	1/1	100	30-40
PHK Circulate Pump	1/1	100	30-40

1. Have Pressure Loss in System
2. Temporary Overflow

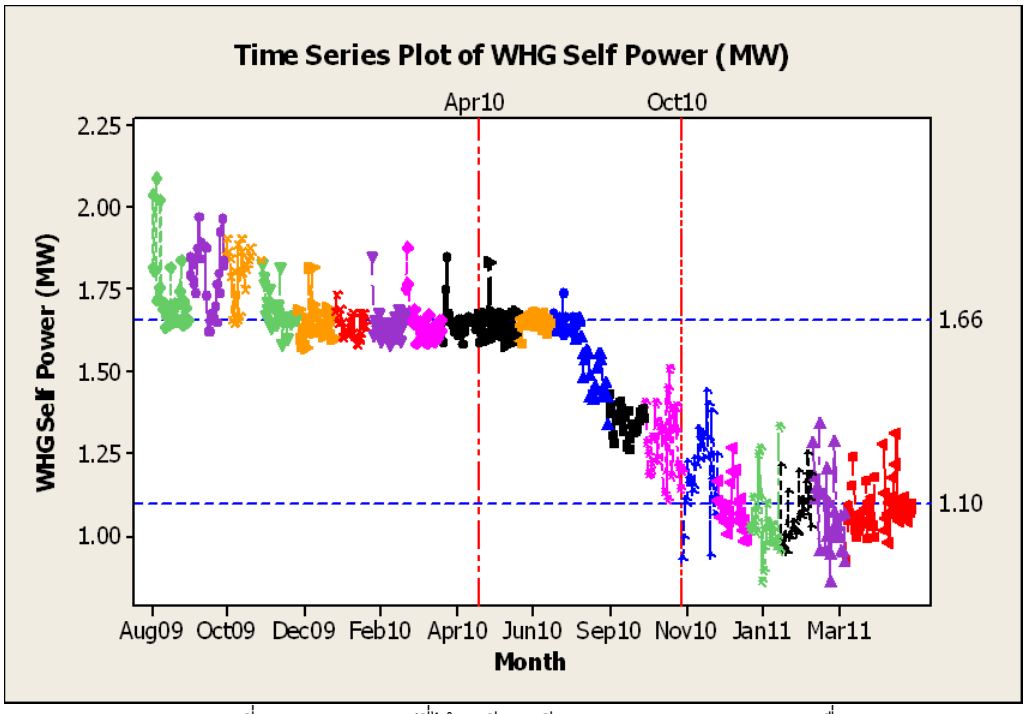
After

Where	Q'ty	Factor	
		% Speed	% Valve
Cooling Pump	2	84-86	100
Cooling Fan	3	70-72	100
PHC Circulate Pump	1/1	84-86	100
PHK Circulate Pump	1/1	94-96	100

รูปที่ 5 แสดงการควบคุมปัจจัยที่เปลี่ยนไป เปรียบเทียบระหว่างก่อน และหลังปรับปรุง

ตรวจสอบผล

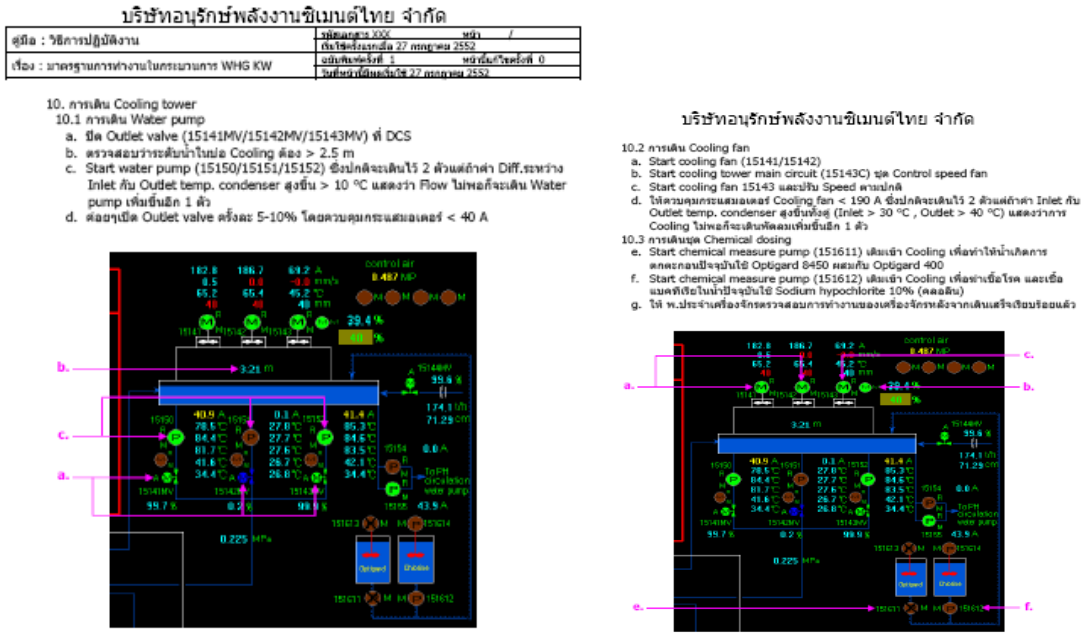
ทั้งนี้จากสรุปผลการปรับปรุงเครื่องจักรที่ผ่านมา และผลจากการปรับค่าการควบคุมพารามิเตอร์ที่ได้รับจากการทดลอง ได้นำมาใช้งานควบคุมเครื่องจักรในแต่ละกระบวนการผลิต WHG ใหม่ เพื่อยืนยันผลลัพธ์ที่ดีที่สุดจากแบบจำลองทางสถิติ พบว่าสามารถแก้ไขปัญหา และลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของกระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้าจากลมร้อนที่เหลือทิ้งของบริษัท ได้ตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ จาก 1.66 MW เป็น 1.10 MW แสดงได้ตามรูปที่ 6



รูปที่ 6 แสดงผลลัพธ์ที่ได้ เปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุงเครื่องจักร

นำสู่มาตราฐานการปฏิบัติงาน

เพื่อให้เกิดความมั่นใจในการใช้งานควบคุมในแต่ละกระบวนการ ทีมปรับปรุงได้มีการกำหนด และจัดทำมาตรฐานขึ้นใหม่ เพื่อเพิ่มความเข้าใจในการควบคุมเครื่องจักรมากขึ้น โดยมีการระบุเพิ่มเติมการควบคุม %Speed ของมอเตอร์ และ %Valve Open ของมอเตอร์ที่มีการปรับปรุงใหม่ ดังแสดงตามรูปที่ 7



รูปที่ 7 แสดง Work Instruction ที่มีการปรับปรุงใหม่

แผนงานในอนาคต

จากความสำเร็จดังที่กล่าวมานี้ ทีมงานจะพิจารณาปรับปรุงโปรแกรมในระบบควบคุมเครื่องจักร เพื่อควบคุมการกำหนดค่าพารามิเตอร์ในแต่ละกระบวนการเพิ่มเติมผ่านโปรแกรม PID Tuning เพื่อให้ระบบสามารถปรับกระบวนการได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น นอกจากนี้ทีมยังได้มีการพิจารณาขยายผลแนวทางการแก้ไขปัญหานี้ไปยังปัญหาอื่นๆ ในบริษัท เช่น ปัญหาการเพิ่ม % สัดส่วน Admixture ใน Mixed Cement เป็นต้น

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ได้เรียนรู้ถึงประโยชน์ของการนำเทคนิคทางสถิติ เช่น DOE มาใช้ในการออกแบบการทดลอง และวิเคราะห์ผลการทดสอบ ซึ่งจะช่วยทำให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถลดเวลา และจำนวนการทดลองได้อย่างมาก โดยที่ยังได้รับผลการทดลองที่มีประสิทธิผลเหมือนเดิม

2. การประยุกต์ใช้เครื่องมือพิเศษ FMEA เพื่อใช้ในการประเมินความเสี่ยง หรือประเมินความเสียหายที่คาดว่าจะเกิดขึ้น และการพิจารณาหาแนวทางป้องกันความเสียหายที่คาดว่าจะเกิดขึ้นอย่างเป็นระบบ ก่อนที่จะลงมือปรับปรุงเครื่องจักรหรือวิธีการทำงาน

3. สามารถปรับปรุงลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยลมร้อนเหลือทิ้งได้ตามเป้าหมาย และตอบสนองต่อนโยบายการลดต้นทุนของบริษัท

Intangible Benefit

1. สร้างความเชื่อมั่นในการประยุกต์ใช้งานเครื่องมือทางสถิติ แก้ไขปัญหาเรื้อรังให้แก่ทุกคนในบริษัท

2. พัฒนาทักษะ และสร้างความเชื่อมั่นในแนวทางการแก้ไขปรับปรุงงานอย่างเป็นระบบผ่านเครื่องมือ Task Achieving QC Story ให้แก่ทีมงาน

ปัญหาและอุปสรรค

1. ผู้ปฏิบัติงานยังไม่มีความเข้าใจ และมีประสบการณ์ในการประยุกต์ใช้เครื่องมือทางสถิติ จึงทำให้ต้องเสียเวลาเรียนรู้ก่อนการทดลองจริง โดยในช่วงเริ่มโครงการ ได้มีการจัดอบรมและ Workshop ให้กับผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องเพื่อให้เข้าใจ และทราบไปในแนวทางเดียวกัน

2. ทัศนคติการทำงานแบบเดิมของพนักงานที่ยังไม่เข้าใจในเป้าหมายของบริษัทฯ ในการปรับปรุงเครื่องจักรและวิธีการทำงาน ซึ่งต้องใช้เวลาในการทำความเข้าใจ และปรับเปลี่ยนทัศนคติอย่างมากในช่วงเวลาเริ่มต้น โดยในช่วงเริ่มโครงการ ได้มีการจัด Workshop ให้กับผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้เข้าใจ และทราบไปในแนวทางเดียวกัน

ปัจจัยแห่งความสำเร็จ

1. การได้รับการสนับสนุน และความร่วมมือที่ดีภายในองค์กร ทั้งจากผู้บริหาร และทีมงานที่เกี่ยวข้อง (Cross Function) ภายในบริษัท และศูนย์ส่งเสริมคุณภาพงานของ SCG

2. การได้รับการสนับสนุนทั้งด้านการพัฒนาองค์ความรู้ และการให้โอกาสในการพัฒนางาน จากทางผู้บริหารของบริษัท ซึ่งถือเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดการสร้างผลงานที่จะนำไปสู่การพัฒนาอย่างยั่งยืนให้กับอุตสาหกรรมผลิตปูนซิเมนต์

3. บริษัทได้มีการคัดเลือกพนักงานที่มีศักยภาพสูง ปีละ 1 คน ส่งเข้าอบรมที่ศูนย์ส่งเสริมฯ ของ SCG เพื่อพัฒนาให้เป็น TQM Expert & Problem Solving Guru ผ่านโครงการ SCG-Operational Excellence โดยเมื่อจบโครงการนักเรียน OE จะเป็น Internal Consult รวมถึง Change Agent ที่จะช่วยสนับสนุน และผลักดันการใช้ TQM และเทคนิคทางสถิติของบริษัทต่อไป

เอกสารอ้างอิง

จรัล ทรัพย์เสรี (2551) ซิกส์ซิกม่าแบบผสมผสาน เพื่อการปรับปรุงคุณภาพของกระบวนการในอุตสาหกรรมการผลิต ดุษฎีนิพนธ์ : มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

Bhote. K. R., & Bhote, K.A. (2000). World class quality : Using design of experiments to make it happen. New York : AMACOM

Quality Associates International's History of FMEA

บันทึก