THAILAND QUALITY CONFERENCE
& The 12th Symposium on TQM-Best Practices in Thailand
12-14 October 2011, Bangkok THAILAND

Reduce Self-Power Consumption of Waste Heat Generator in Cement Plant

SCG CEMENT

Mr.Watcharin Buakham

บริษัทปูนซิเมนต์ไทย (ท่าหลวง) จำกัด โรงงานเขาวง
ชื่อผู้เขียน นายวัชรินทร์ บัวคำ
ตำแหน่ง วิศวกร
ที่อยู่ เลขที่ 28 หมู่ 4 ถนน หน้าพระลาน-บ้านครัว
ต.เขาวง อ.พระพุทธบาท จ.สระบุรี 18120
โทรศัพท์ (036) 218400 ต่อ 2204
โทรสาร (036) 218400 ต่อ 2299
E-Mail watcharb@scg.co.th
Website www.scg.co.th/cement

Content

1. Company Outline
2. Background
3. Task Achieving QC Story Step
4. Conclusion

Company Outline

SCG

- **SCG Chemical**
- **SCG Paper**
- **SCG Cement**
- **SCG Building Materials**
- **SCG Distribution**
- **SCG Investment**

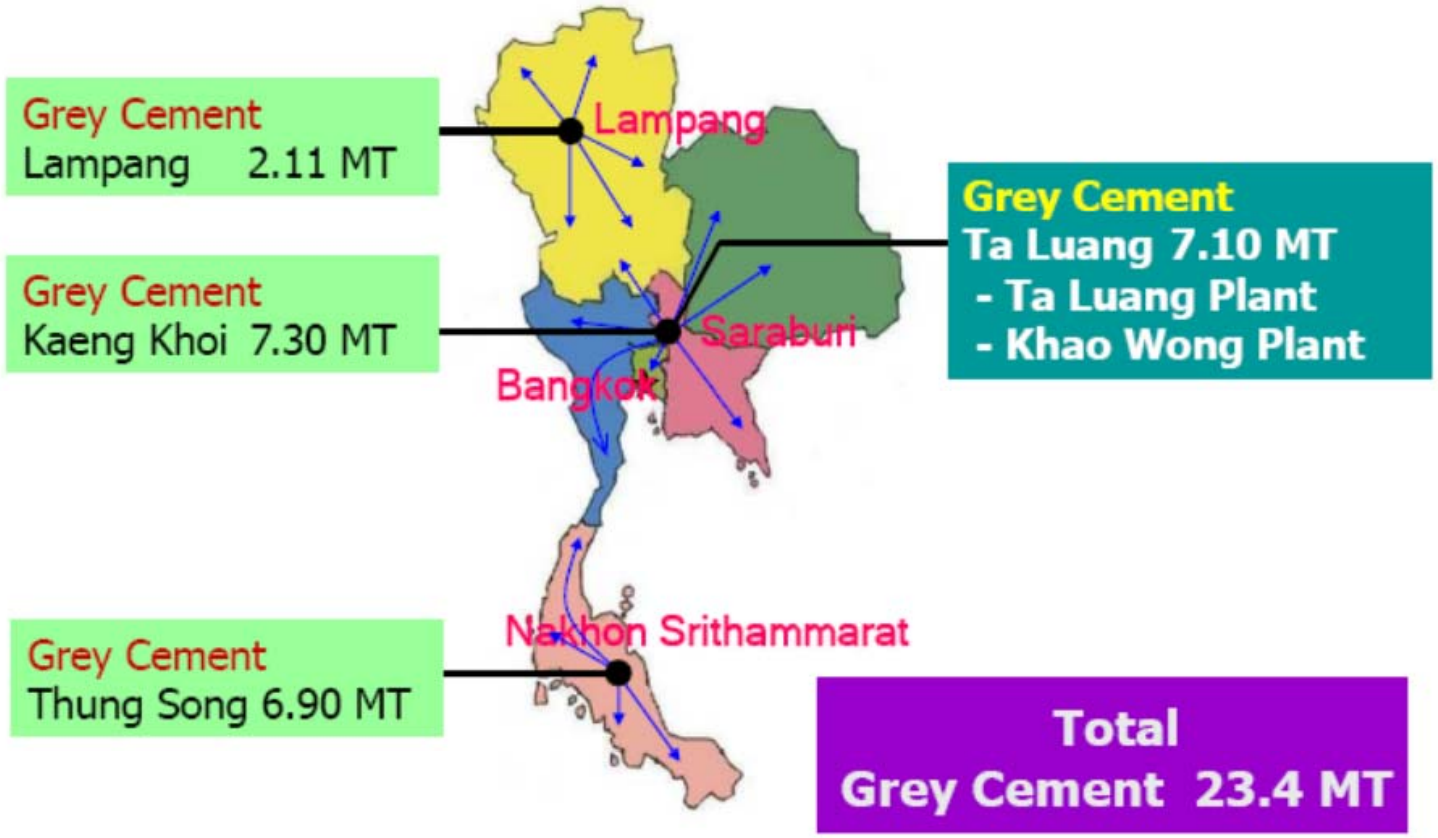
- The Siam Cement (Kaeng Khoi)
- **The Siam Cement (Ta Luang)**
- The Siam Cement (Thung Song)
- The Siam Cement (Lampang)
- The Siam Cement (Cambodia)
- Support Functions

- The Concrete Products and Aggregate- CPAC
- The Siam Mortar - SMC
- The Siam Refractory Industry - SRIC
- SCI Plant Services - SPS
- SCI Research and Innovation - SRI
- The Siam White Cement - SWCC

Set up plant : Year 1991

Company Outline

บริษัทปูนซิเมนต์ไทย (ท่าหลวง) จำกัด เป็นบริษัทลูกในกลุ่มธุรกิจซิเมนต์ของเครือซิเมนต์ไทย หรือ SCG ซึ่งถือว่าเป็นบริษัทผลิตปูนซิเมนต์รายใหญ่ในเขตภาคกลางของไทย



The Siam cement (Ta Luang) Co.,ltd

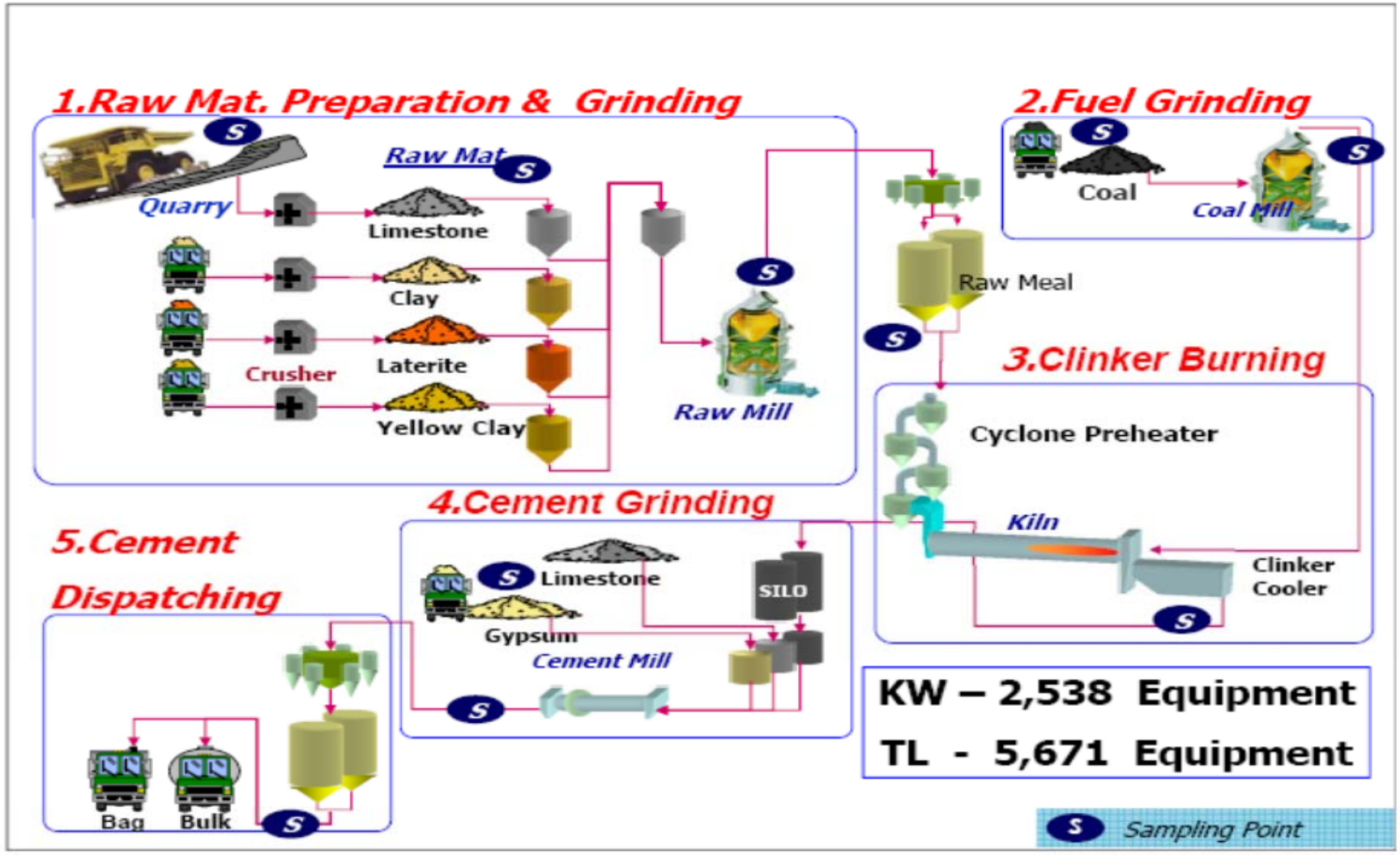
Ta-Luang Plant

START UP : 1946
Kiln : 2 x 4000 T/D
Clinker : 2.6 MT/Y
Cement : 3.0 MT/Y

Khao Wong Plant

START UP : 1992
Kiln : 10,000 T/D
Clinker : 3.3 MT/Y
Cement : 4.0 MT/Y

Company Outline



Product type

Ordinary Portland cement

Cement Type V

Cement Type III

Pozzolan Cement

Oil-well Cement

Pre-cast Cement

Mixed Cement

Application

Ready-Mixed Concrete

Precast, Prestressed Concrete

Precast, Non-prestressed Concrete

Wall Plastering

Bricklaying

วิสัยทัศน์ : เป็นผู้นำในอุตสาหกรรมผลิตปูนซิเมนต์ใน ASEAN

พันธกิจ :

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

วัฒนธรรมองค์กร :

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

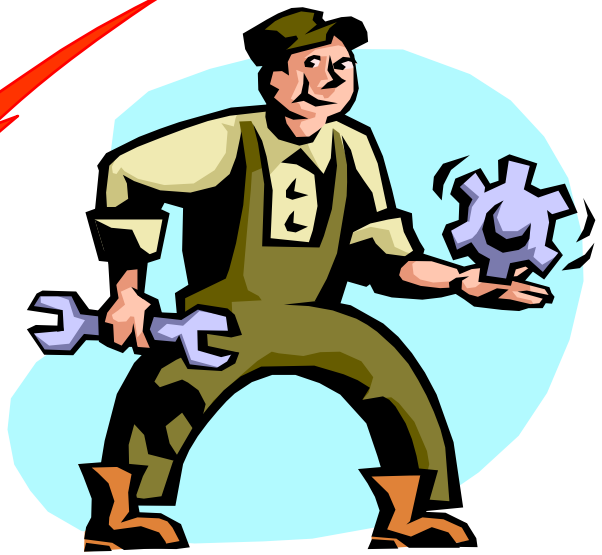
TPM (Total Productive Maintenance)

จุดเด่นของ TPM

ปรับเปลี่ยนทัศนคติในการทำงานได้อย่างดีเยี่ยม

ฉันใช้ คุณต้องเป็นคนซ่อม

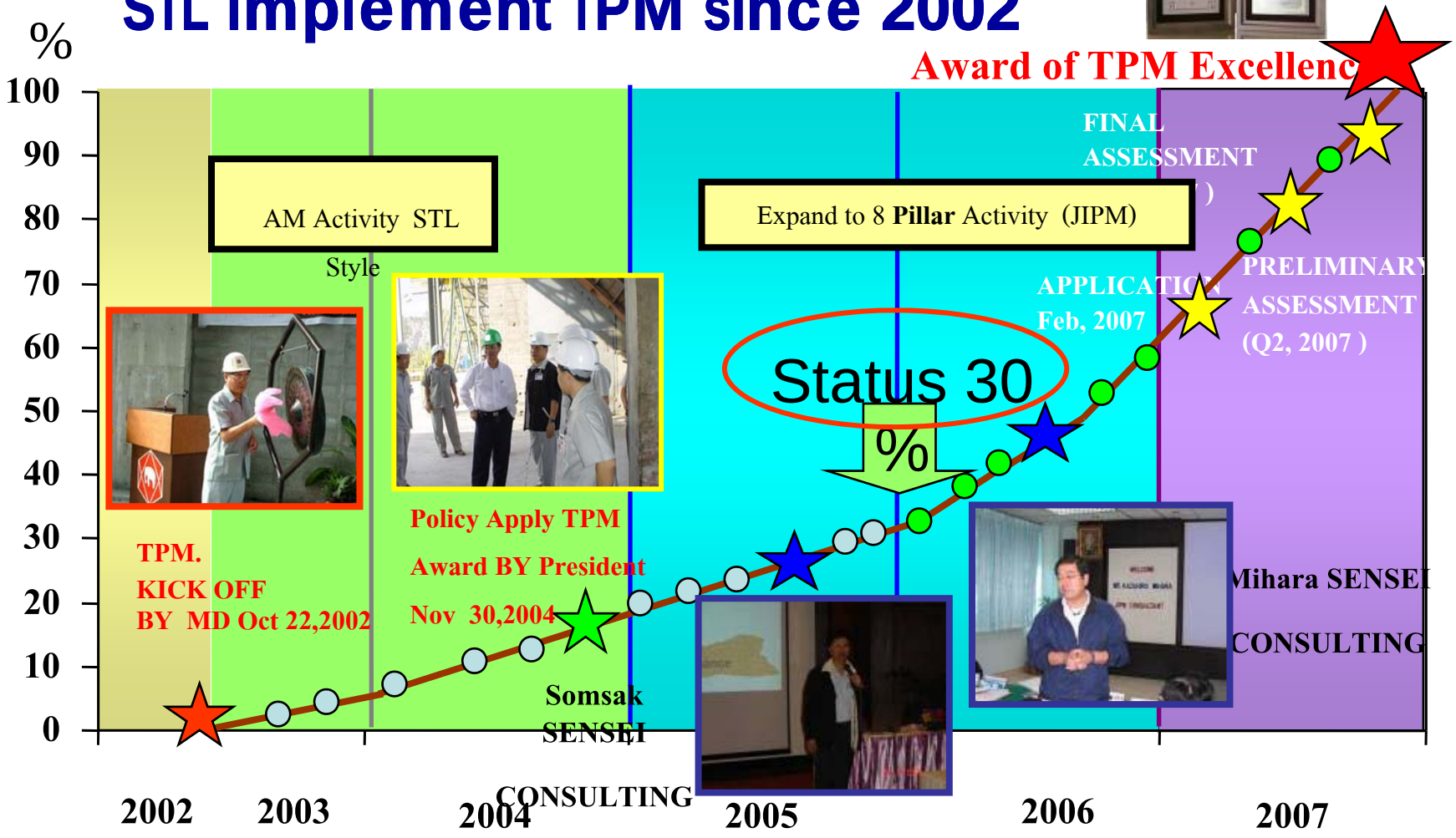
"I run it , You fix it"



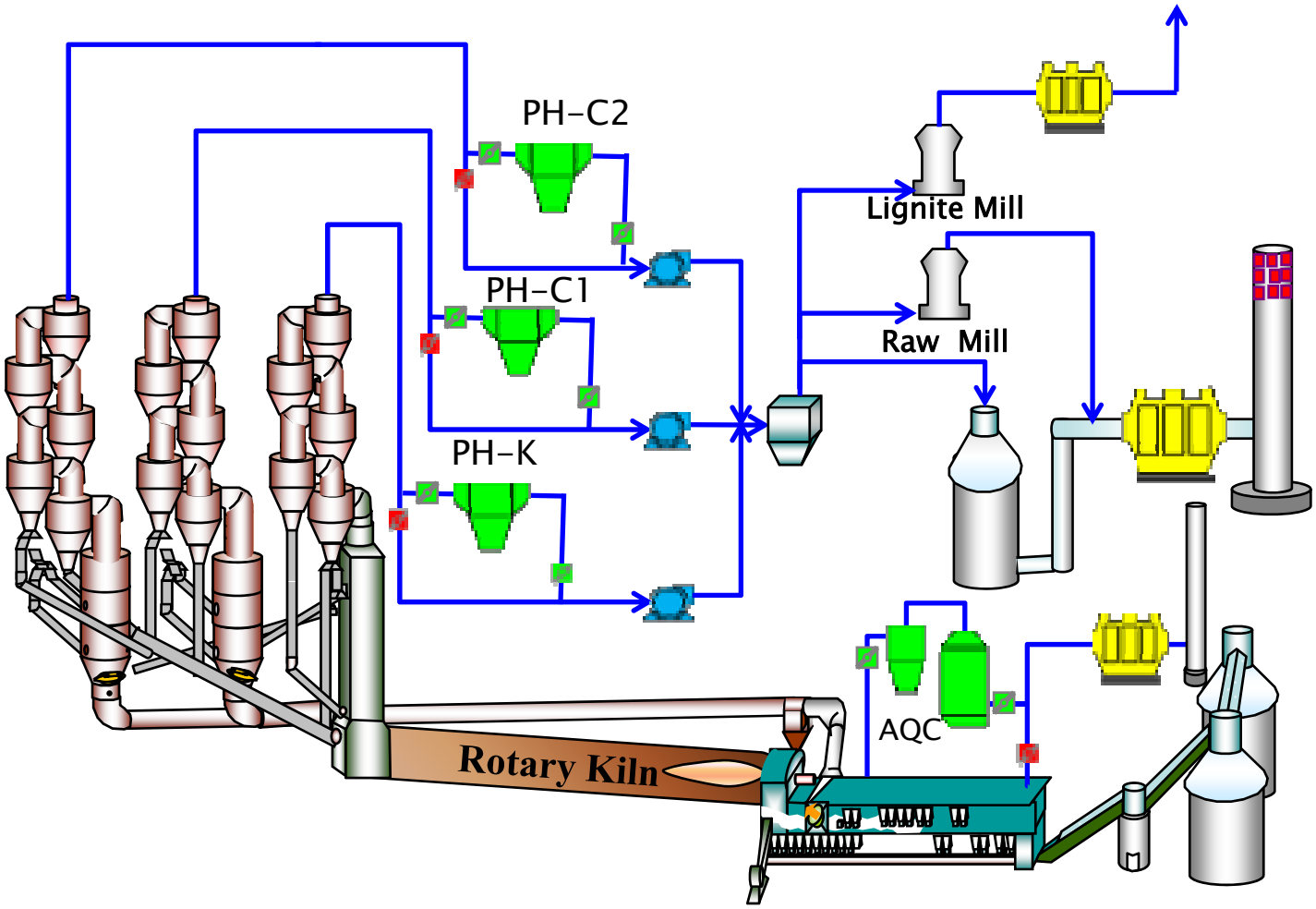
ฉันใช้ ฉันดูแล

"I run it , I fix it"

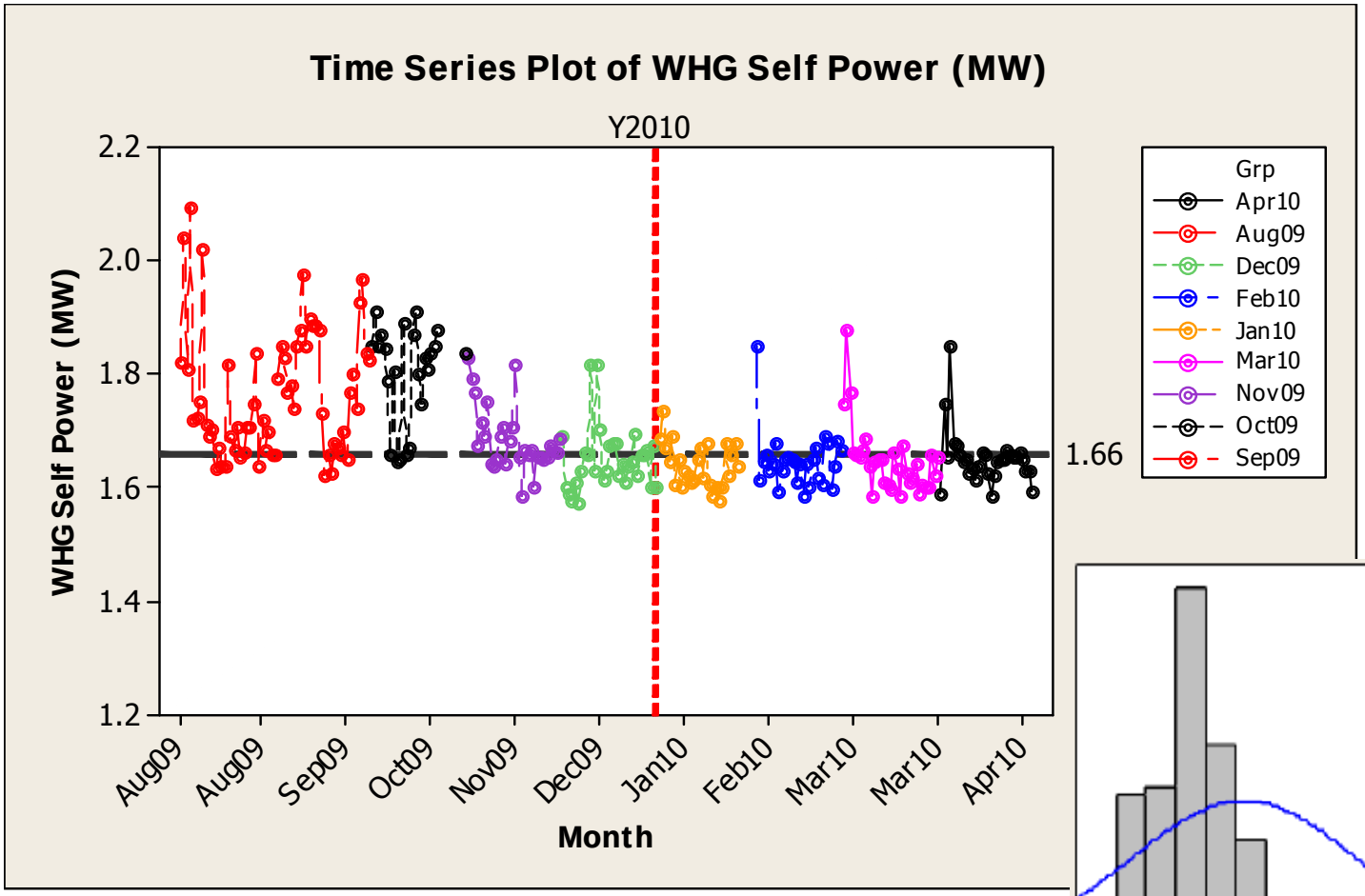
STL implement TPM since 2002



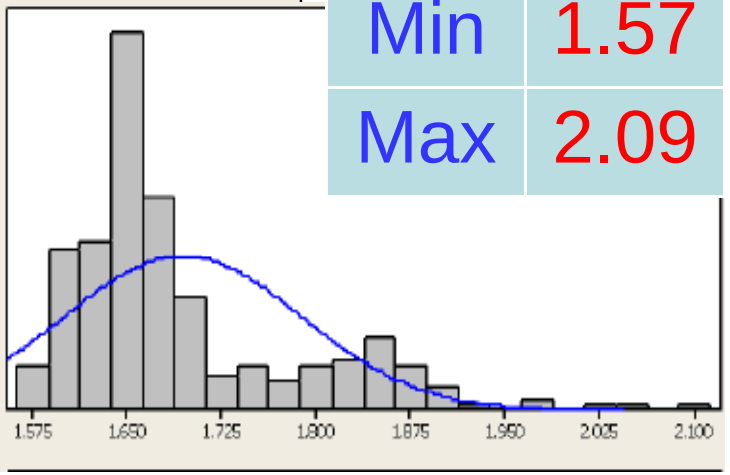
Background



Background



Mean	1.66
N	260
Stdev	0.10
Min	1.57
Max	2.09



Target : WHG Self Power < 1.2 MW

1. ทำความเข้าใจนโยบายของผู้บริหาร

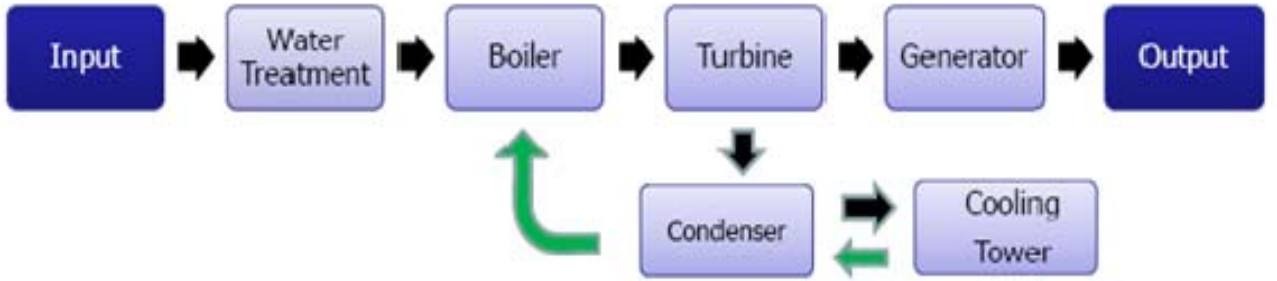
ตามนโยบายเรื่องการลดค่าใช้จ่ายด้านต้นทุนของบริษัทอย่างต่อเนื่องโดยที่ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าเป็นค่าใช้จ่ายหลักของโรงงานปูนซีเมนต์ในช่วงหลายปีที่ผ่านมา เช่น

- โครงการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าหม้อบด
- โครงการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการเผาปูนเม็ด เป็นต้น

ดังนั้นโครงการปรับปรุงเพื่อลดปัญหาการใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับเครื่องจักรภายในระบบ WHG นี้ จึงถือเป็นหนึ่งในนโยบายที่สำคัญของบริษัท

2. กำหนดงานที่จะทำ

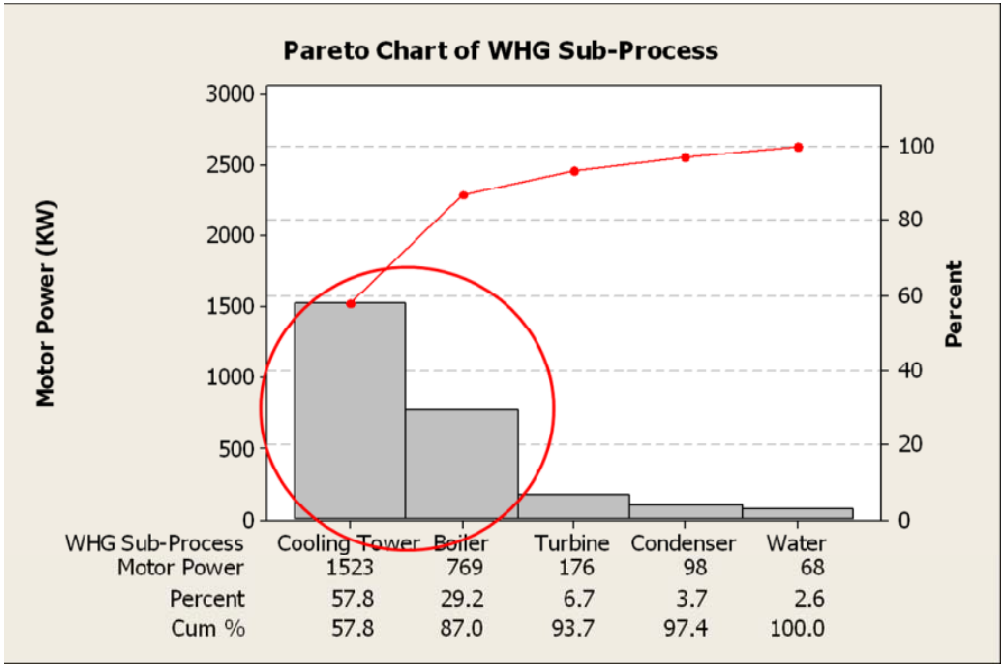
ระบบกระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยลมร้อนที่เหลือทิ้งของบริษัท ประกอบด้วย 6 กระบวนย่อย คือ (1) ชุดบำบัดน้ำ, (2) ชุดแลกเปลี่ยนความร้อนด้วย Boiler, (3) ชุดกังหัน, (4) ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า, (5) ชุดคอนเดนเซอร์ และ (6) ชุดน้ำหล่อเย็น ดังแสดงในรูปที่ 1



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

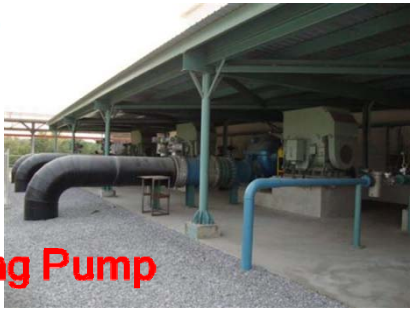
จากการเก็บข้อมูลโดยใช้แผนภูมิ Pareto chart ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับเครื่องจักรในแต่ละกระบวนการ ดังแสดงตามรูปที่ 2 พบว่าที่ชุดน้ำหล่อเย็นมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุด และที่ชุดแลกเปลี่ยนความร้อนด้วย Boiler มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นลำดับรองลงมา



รูปที่ 2 Pareto chart แสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละกระบวนการ

Boiler Circulating Pump

Cooling Fan



Cooling Pump

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

3. พัฒนาวิธีการเพื่อปฏิบัติงาน

จากการศึกษาข้อมูลของทีมงานปรับปรุง พบว่ามีอยู่ 3 แนวทางในการลดการสูญเสียจากความดันในระบบ และการลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละกระบวนการ โดยพิจารณาจากทฤษฎีความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้อง คือ The Affinity Law Theory และอาศักจากความรู้ประสบการณ์การทำงานของทีม สรุปผลการพิจารณาแนวทางที่ดีที่สุด ได้ตามตารางที่ 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

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

4. 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

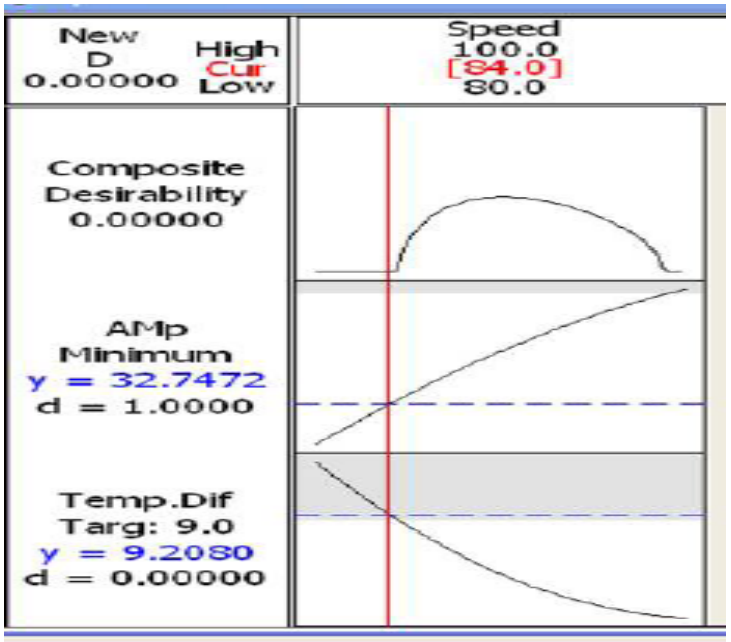
Term	Coef	SE Coef	T	P
Constant	13.3800	1.72671	7.749	0.000
Speed	-0.0847	0.03858	-2.194	0.033
Speed*Speed	0.0004	0.00021	1.945	0.008

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

5. 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

After

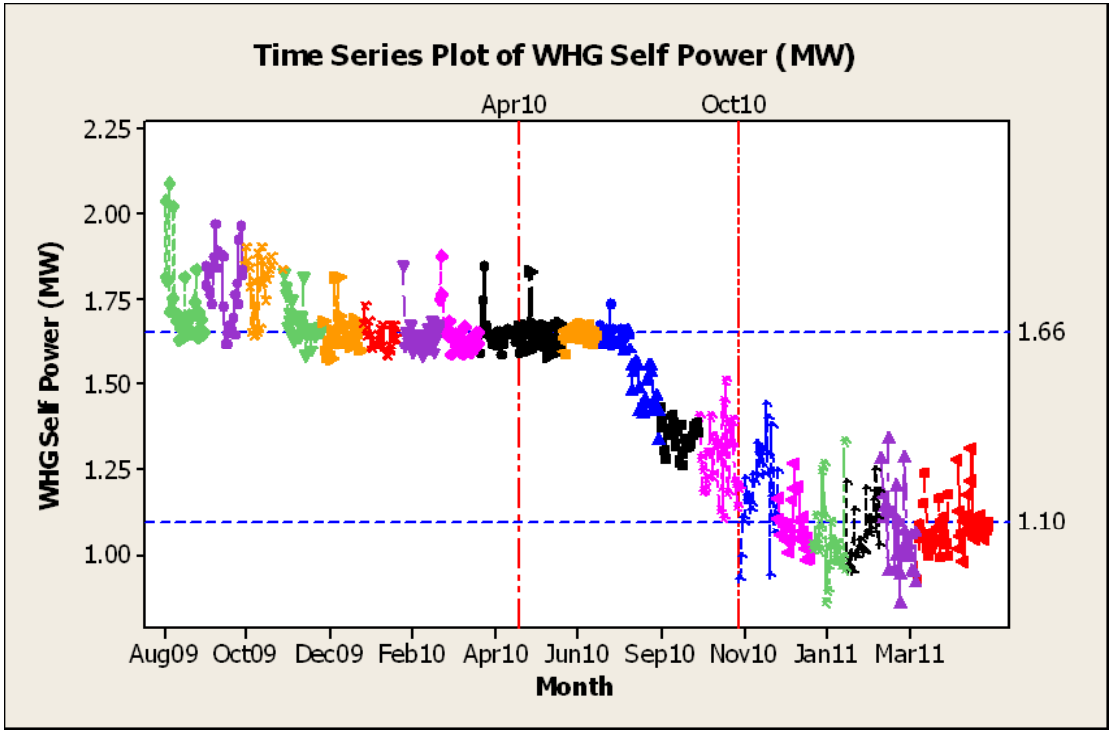
Where	Q'ty	Factor	
		% Speed	% Valve
Cooling Pump	2	84-86	100
Cooling Fan	3	70-72	100
PHC Circulate Pump	1/1	84-86	100
PHK Circulate Pump	1/1	94-96	100

1. Have Pressure Loss in System
2. Temporary Overflow

รูปที่ 5 แสดงการควบคุมปัจจัยที่เปลี่ยนไป เปรียบเทียบระหว่างก่อน และหลังปรับปรุง

6. ตรวจสอบผล

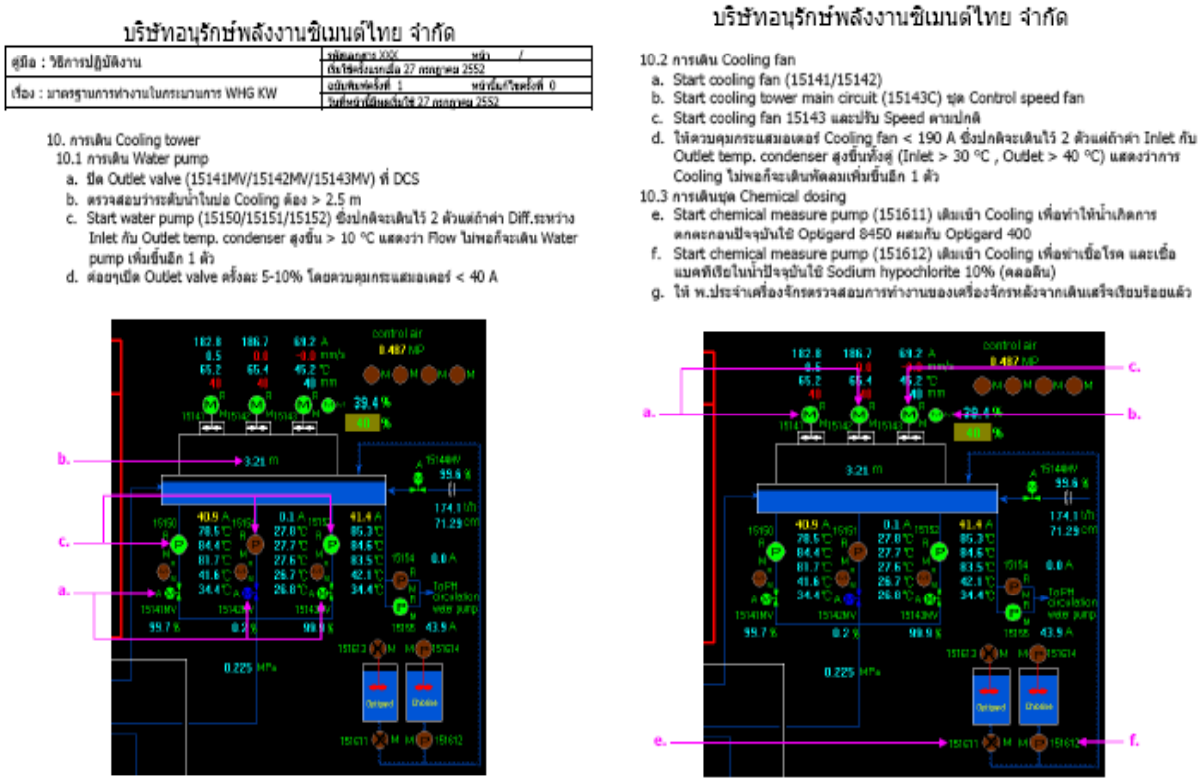
ทั้งนี้จากสรุปผลการปรับปรุงเครื่องจักรที่ผ่านมา และผลจากการปรับค่าการควบคุมพารามิเตอร์ที่ได้รับจากการทดลอง ได้นำมาใช้งานควบคุมเครื่องจักรในแต่ละกระบวนการผลิต WHG ใหม่ เพื่อยืนยันผลลัพธ์ที่ดีที่สุดจากแบบจำลองทางสถิติ พบว่าสามารถแก้ไขปัญหา และลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของกระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้าจากลมร้อนที่เหลือทิ้งของบริษัท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



รูปที่ 6 แสดงผลลัพธ์ที่ได้เปรียบเทียบก่อน และหลังปรับปรุงเครื่องจักร

7. นำสู่มาตราฐานการปฏิบัติงาน

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



รูปที่ 7 แสดง Work Instruction ที่มีการปรับปรุงใหม่

8. แผนงานในอนาคต

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

สรุปจุดที่เป็น "วิธีปฏิบัติที่เป็นแบบอย่างที่ดีเยี่ยม"

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

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

ประสิทธิผล (ควรวัดค่าได้)

- บริษัทสามารถลด Self-Power Consumption จาก 1.66 MW เป็น 1.10 MW ทำให้ลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าลงจากเดิมคิดเป็นเงินประมาณ 7.13 ล้านบาทต่อปี
- ลด Pressure Loss ในระบบ WHG ทำให้สามารถใช้งานเครื่องจักรได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น และยืดอายุการใช้งานเครื่องจักรมากขึ้น จากเดิมกำหนด Overhaul ทุก 3 ปี เป็นใหม่กำหนด Overhaul ทุก 4 ปี เนื่องจากไม่ต้องเดินเครื่องจักรที่ Full Load

Intangible Benefit

- สร้างความเชื่อมั่นในการประยุกต์ใช้งานเครื่องมือทางสถิติ แก้ไขปัญหาเรื้อรังให้แก่ทุกคนในบริษัท
- พัฒนาทักษะ และสร้างความเชื่อมั่นในแนวทางการแก้ไขปรับปรุงงานอย่างเป็นระบบผ่านเครื่องมือ Task Achieving QC Story ให้แก่ทีมงาน

ประโยชน์ที่ได้รับ

- ได้เรียนรู้ถึงประโยชน์ของการนำเทคนิคทางสถิติ เช่น DOE มาใช้ในการออกแบบการทดลอง และวิเคราะห์ผลการทดสอบ ซึ่งจะช่วยทำให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถลดเวลา และจำนวนการทดลองได้อย่างมาก โดยที่ยังได้รับผลการทดลองที่มีประสิทธิผลเหมือนเดิม
- การประยุกต์ใช้เครื่องมือพิเศษ FMEA เพื่อใช้ในการประเมินความเสี่ยงหรือประเมินความเสียหายที่คาดว่าจะเกิดขึ้น และการพิจารณาหาแนวทางป้องกันความเสียหายที่คาดว่าจะเกิดขึ้นอย่างเป็นระบบ ก่อนที่จะลงมือปรับปรุงเครื่องจักรหรือวิธีการทำงาน
- สามารถปรับปรุงลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยลมร้อนเหลือทิ้งได้ตามเป้าหมาย และตอบสนองต่อนโยบายการลดต้นทุนของบริษัท

ปัญหาและอุปสรรค

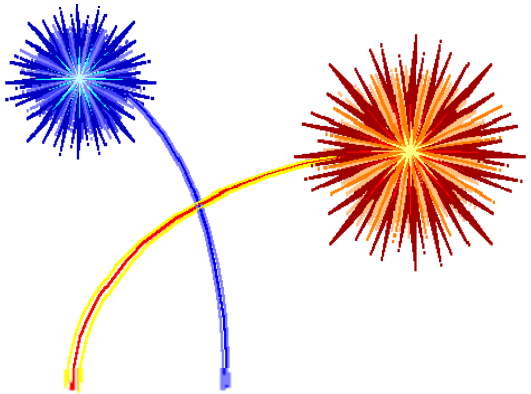
- ผู้ปฏิบัติงานยังไม่มีความเข้าใจ และมีประสบการณ์ในการประยุกต์ใช้เครื่องมือทางสถิติ จึงทำให้ต้องเสียเวลาเรียนรู้ก่อนการทดลองจริง
- ทัศนคติการทำงานแบบเดิมของพนักงานที่ยังไม่เข้าใจในเป้าหมายของบริษัทฯ ในการปรับปรุงเครื่องจักร และวิธีการทำงาน ซึ่งต้องใช้เวลาในการทำความเข้าใจ และปรับเปลี่ยนทัศนคติอย่างมากในช่วงเวลาเริ่มต้น

ปัจจัยแห่งความสำเร็จ

- การได้รับการสนับสนุน และความร่วมมือที่ดีภายในองค์กร ทั้งจากผู้บริหาร และทีมงานที่เกี่ยวข้อง (Cross Function) ภายในบริษัท และศูนย์ส่งเสริมคุณภาพงานของ SCG
- การได้รับการสนับสนุนทั้งด้านการพัฒนาองค์ความรู้ และการให้โอกาสในการพัฒนางาน จากทางผู้บริหารของบริษัท ซึ่งถือเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดการสร้างผลงานที่จะนำไปสู่การพัฒนาอย่างยั่งยืนให้กับอุตสาหกรรมผลิตปูนซิเมนต์
- บริษัทได้มีการคัดเลือกพนักงานที่มีศักยภาพสูง ปีละ 1 คน ส่งเข้าอบรมที่ศูนย์ส่งเสริมฯ ของ SCG เพื่อพัฒนาให้เป็น TQM Expert & Problem Solving Guru ผ่านโครงการ SCG-Operational Excellence โดยเมื่อจบโครงการ นักเรียน 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



Thank you
For your attention