9

ลดป-หาความผันแปรของน้ำหนักบรรจุในกระบวนการบรรจุถุงเม็ดพลาสติก

บริษัท ไทยโพลิเอททิลีน จำกัด

ชื่อผู้เขียน นายสุรศักดิ์ เลิศศิริมงคลสุข
วิศวกร
ที่อยู่ 10 ถ.ไอ-หนึ่ง นิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด อ.เมือง จ.ระยอง 21150
โทรศัพท์ 038-683-393-7
โทรสาร 075-538111
Email surasale@scg.co.th
Website www.scg.co.th/chemicals

สรุปจุดที่เป็น "วิธีปฏิบัติที่เป็นแบบอย่างที่ดีเยี่ยม"

เทคนิคการลดความผันแปรของน้ำหนักบรรจุถุงในกระบวนการบรรจุเม็ดพลาสติก โดยการประยุกต์ใช้เครื่องมือคุณภาพชั้นสูง อาทิเช่น การวิเคราะห์ PM Analysis การวิเคราะห์ความถดถอย Multi-vari Chart และการออกแบบการทดลอง Taguchi L-18 และเครื่องมือทางสถิติอื่นๆ ผสมผสานกันใน QC Story

ประสิทธิผล

สามารถลดความผันแปร (SD) ของกระบวนการบรรจุผลิตภัณฑ์ลงได้ 50% ซึ่งสามารถลดค่าใช้จ่ายที่เกิดจากน้ำหนักบรรจุเกินมาตรฐานได้ ประมาณ 50%

บทสรุปผู้บริหาร

ในกระบวนการผลิตเม็ดพลาสติกของบริษัท ไทยโพลิเอททิลีน มีกระบวนการหลัก คือ กระบวนการผลิตเม็ดพลาสติก และกระบวนการบรรจุผลิตภัณฑ์ลงถุง และด้วยขีดความสามารถที่จำกัดของเครื่องจักรทำให้เกิดความผันแปรของน้ำหนักที่บรรจุ ซึ่งทำให้บริษัทต้องเผื่อน้ำหนักบรรจุเฉลี่ยให้มากกว่าค่ามาตรฐานเพื่อป้องกันปัญหาน้ำหนักผลิตภัณฑ์ต่ำกว่าค่าเกณฑ์มาตรฐานที่ลูกค้ากำหนดไว้ อย่างไรก็ตามยังคงมีปัญหาน้ำหนักบรรจุตก spec อันเนื่องมาจากความผันแปรที่สูงอยู่นั่นเอง ทางบริษัทจึงมีแนวคิดว่าหากสามารถลดความผันแปรของน้ำหนักบรรจุได้ก็จะสามารถลดปัญหาน้ำหนักบรรจุตก spec ต่ำกว่าค่ามาตรฐาน อีกทั้งยังสามารถช่วยลดน้ำหนักบรรจุเผื่อซึ่งจะสามารถลดค่าใช้จ่ายให้กับบริษัทได้

จากการที่บริษัทได้มีการนำระบบ TPM (Total Productive Management) มาใช้ในการบริหารเพื่อมุ่งสู่การเป็นบริษัทที่เป็น Operational Excellence ไม่ว่าจะเป็นทางด้าน Quality / Cost / Delivery / Safety / Moral & Environment โดยภายใต้การบริหารงานของเสา Focus Improvement ได้มีนโยบายที่ชัดเจนในเรื่องของการปรับปรุงและพัฒนาอย่างต่อเนื่องในด้านคุณภาพและการลดต้นทุนการผลิต ซึ่ง project นี้ได้ถูกจดทะเบียนเพื่อทำการปรับปรุงเพื่อตอบสนองต่อนโยบายของเสา Focus Improvement

ในอดีต Project นี้ได้ถูกลงทะเบียนเป็น project ของกลุ่มพนักงานปฏิบัติการ (FI small group) ซึ่งได้ใช้ simple tool (7 QC Tools) ในการแก้ปัญหาแต่ไม่สามารถบรรลุเป้าหมายที่ต้องการได้ บริษัทจึงได้มอบหมาย ให้เป็น project engineer ซึ่งได้มีการประยุกต์ใช้เครื่องมือคุณภาพชั้นสูงเข้ามาใช้ในการแก้ปัญหา

โดยที่ผ่านมากระบวนการบรรจุผลิตภัณฑ์เม็ดพลาสติกได้พบปัญหาน้ำหนักบรรจุมีความผันแปรสูง ทำให้ต้องทำการเผื่อน้ำหนักบรรจุ และจากความผันแปรของการบรรจุที่สูงทำให้มีผลิตภัณฑ์บางถุงที่มีน้ำหนักบรรจุต่ำกว่ามาตรฐานที่กำหนด โดยผลิตภัณฑ์ที่ตกข้อกำหนด (spec) เหล่านี้อาจจะหลุดไปถึงมือลูกค้าซึ่งจะทำให้เกิดความไม่พึงพอใจได้ อีกทั้งน้ำหนักบรรจุที่ต้องทำการเผื่อยังทำให้เกิดต้นทุนการผลิตที่สูงขึ้นอีกประมาณปีละประมาณ 4 ล้านบาท

ดังนั้นในปี 2009 บริษัทได้นำปัญหานี้ลงทะเบียนเป็น project เพื่อทำการปรับปรุง ซึ่งมีวัตถุประสงค์ที่ต้องการจะลดความผันแปรของน้ำหนักบรรจุ และลดน้ำหนักในการบรรจุเผื่อให้น้อยลง โดยได้ตั้งเป้าหมายในการปรับปรุงเพื่อลดความผันแปรของน้ำหนักบรรจุผลิตภัณฑ์จาก 0.08% ให้เหลือ 0.04% (ลดปัญหาลง 50%)

โดยในการแก้ปัญหาความผันแปรของน้ำหนักบรรจุสูงได้นำเครื่องมือคุณภาพขั้นสูงเข้ามาช่วยในการวิเคราะห์และแก้ปัญหา อาทิเช่น ได้นำ multi-vari chart มาช่วยในการสำรวจหาแหล่งที่มาของความผันแปรซึ่งพบว่าความผันแปรของน้ำหนักบรรจุเกิดขึ้นจากเครื่องบรรจุ 2 เครื่องที่บรรจุน้ำหนักได้ไม่เท่ากัน มีการนำ MSA (Measurement system analysis) มาช่วยในการวิเคราะห์ความสามารถของเครื่องชั่งว่ามีความแม่ยำในการอ่านค่าน้ำหนักหรือไม่ มีการนำ regression มาช่วยในการศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย (factor) : ค่าความหนาแน่น (bulk density) ของเม็ดพลาสติก และน้ำหนักของถุงที่ใช้ในการบรรจุ ว่าส่งผลต่อน้ำหนักบรรจุหรือไม่ และในการแก้ปัญหาได้มีการนำ PM Analysis มาช่วยในการวิเคราะห์หาสภาวะ (condition) การทำงานของเครื่องจักรที่ผิดปกติ เพื่อทำการฟื้นฟูเครื่องจักรให้กลับคืนสู่สภาพปกติ ซึ่งพบว่ามีบาง ชิ้นส่วนของเครื่องจักรที่ทำงานแรงผิดปกติทำให้เครื่องบรรจุเกิดการสั่น ทำให้ค่าน้ำหนักที่ชั่งมีความผันแปรสูง อีกทั้งได้นำ Design of Experiment (DOE) Taguchi L-18 มาช่วยในการออกแบบการทดลองเพื่อแก้ปัญหาเครื่องบรรจุ 2 เครื่องที่บรรจุน้ำหนักได้ไม่เท่ากัน และปัญหาความผันแปรของน้ำหนักบรรจุสูง โดยได้ทำการศึกษาปัจจัยทั้งหมด 8 ตัวแปรที่คาดว่าจะมีผลต่อน้ำหนักการบรรจุ โดยหลังทำการทดลองทำให้ได้สภาวะที่เหมาะสมของแต่ละตัวแปร ซึ่งทำให้เครื่องบรรจุ 2 เครื่องสามารถบรรจุได้น้ำหนักที่เท่ากัน และความผันแปรของน้ำหนักในการบรรจุก็ลดน้อยลง

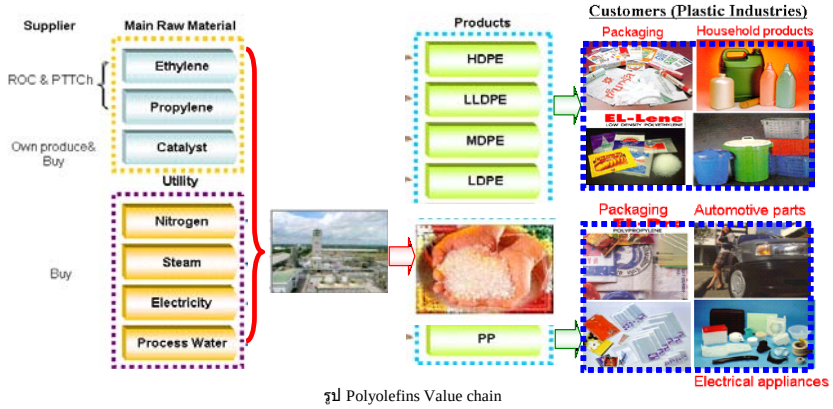
ผลหลังทำการปรับปรุงพบว่าความผันแปรของน้ำหนักบรรจุลดลงจาก 0.08% เหลือเพียง 0.04% ทำให้สามารถลดค่าเผื่อของน้ำหนักบรรจุลงได้ ซึ่งบรรลุตามวัตถุประสงค์และเป้าหมายที่ต้องการ และทำให้ไม่มีถุงบรรจุผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำหนักต่ำกว่าค่ามาตรฐานที่ลูกค้ากำหนด อีกทั้งยังสามารถลดต้นทุนการผลิตอันเนื่องจากการเผื่อน้ำหนักการบรรจุลงได้ คิดเป็นเงินประมาณ 2 ล้านบาท

หลังจากดำเนินการแก้ไขปัญหาแล้วเสร็จ ได้มีการจัดทำให้เป็นมาตรฐาน โดยกำหนดสภาวะการทำงานต่างๆ ของเครื่องจักรลงในใบตรวจสอบ (Inspection check sheet) และให้มีการทำการควบคุมด้วยการมองเห็น (visual control) ติดไว้ที่หน้างานเพื่อให้ง่ายต่อการตรวจสอบเมื่อเกิดความผิดปรกติ

ประวัติองค์กร

บริษัท ไทยโพลิเอททิลีน จำกัด (TPE) อยู่ภายใต้การบริหารของบริษัท เอสซีจี โพลิโอเลฟินส์ จำกัด (SCGPolyolefins Co, Ltd) ซึ่งอยู่ในกลุ่มธุรกิจ เอสซีจีเคมิคอลส์ (SCGChemical) โดยเป็น 1 ใน 6 กลุ่มธุรกิจหลักของเครือซิเมนต์ไทย (SCG)

บริษัท TPE เป็นผู้ผลิตเม็ดพลาสติกประเภท โพลิเอททิลีน (PE) และโพลิโพรไพลีน (PP) ซึ่งใช้เป็นวัตถุดิบตั้งต้นที่นำไปทำผลิตภัณฑ์และเครื่องใช้ต่างๆ อาทิเช่น บรรจุภัณฑ์ อุปกรณ์เครื่องใช้ภายในบ้าน ฉนวนสายไฟ ท่อ อุปกรณ์ภายในรถยนต์ และอื่นๆ อีกมาย



รูป Polyolefins Value chain

TPE ได้ก่อตั้งขึ้นในปี พ.ศ. 2532 ซึ่งบริษัทตั้งอยู่ในนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด จังหวัดระยอง โดยปัจจุบันมีกำลังการผลิตเม็ดพลาสติกอยู่ที่ 1.1 ล้านตันในปี 2009 โดยในปี 2010 คาดว่าจะมีกำลังการผลิตเพิ่มขึ้นเป็น 1.8 ล้านตัน โดยผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้มีการส่งออกต่างประเทศ 50% และขายในประเทศ 50% ซึ่งมีลูกค้าอยู่ในประเทศต่างๆ ทั่วโลก

TPE ได้รับรางวัลและประกาศนียบัตรรับรองในด้านต่างๆ มากมาย อาทิเช่น ISO 9001, ISO 14000, TIS/OHSHA 18001, ISO 17025 รวมถึงได้รับรางวัล Deming Application Prize ในปี 2004 และรางวัล TPM Excellent 1st Category ในปี 2007 โดยบริษัท TPE มีความมุ่งมั่นที่จะพัฒนาศักยภาพในด้านต่างๆเพื่อมุ่งสู่การเป็นองค์กรที่เป็นเลิศในด้านการผลิต (Operational Excellence)

TPE ได้รับรางวัลอย่างต่อเนื่องตามตารางด้านล่าง

Year	Award
2009	- Outstanding Award for Safety, Occupational Health and Working Environment 5 th - Good governance award (Green star) 2nd continuously achievement - EIA Monitoring Award from Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning at PP#1, PP#2 - National QCC Award "Big-C " & " 3R " - Thailand Quality Prize (Silver)–Small group activity namely "Big-C"& "FAKE" - Thailand Quality Week (Bronze) - Automation Kaizen (REPCO&CPD) - Support and develop small group activity continuously in National QCC 23rd Award ISO 9001 : 2008
2008	- National QCC Award "Kid Mai Tam Mai " QA &" Power blown " Blow film - Best Practice through Cross Functional Team from management level - "National Occupational Safety and Health award" - Certification of labor Safety and Healthy - Achieve ISO17025 Surveillance & Extending scope : Quality Management System of Testing Lab, especially for pipe testing - Achieve the pipe international certification :
2007	- Thailand Corporate Excellence Awards 5 excellence's categories from Thailand Management Association (TMA). - National occupational safety and Health award from Ministry of Labor and Social Welfare (3 Years continuously) - National QCC Award "Iyara group" from The Association of QC Headquarters of Thailand - TPM Excellence Award 1st Category Awards
2006	- -Golden Prize in ICQCC 2006 in Bali-Indonesia (Arawan group) - Thailand Quality Prize (Gold)–Small group activity namely "Rao ja sarng Dek" - National occupational safety and Health award in the year 2006
2005	- Thailand Quality Prize (Gold)–Small group activity namely "BIG C" - Safety Awards-Excellence safety workplace
2004	- Deming Application Prize - National QCC Award from Association of QC Headquarters (Small group activity namely " Kochasarn")

วิสัยทัศน์

จากวิสัยทัศน์ของบริษัทไทยโพลิเอททิลีนที่จะเป็นผู้ผลิตเม็ดพลาสติก ในระดับชั้นนำของธุรกิจ โดยการพัฒนาขีดความสามารถในเชิงธุรกิจทั้งด้านการเพิ่มคุณค่าของผลิตภัณฑ์และการบริการเพื่อสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้า การพัฒนาคุณภาพของสินค้า และ ต้นทุนของการผลิตที่แข่งขันได้ รวมถึงความรับผิดชอบต่อสังคม

พันธกิจ

เพิ่มกำลังการผลิตโดยขยายขนาดธุรกิจเพื่อรองรับความต้องการของลูกค้าอย่างเต็มความสามารถ (Enlarge economy scale)

สร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์และการบริการ และทำงานร่วมกันอย่างสร้างสรรค์ เพื่อบรรลุเป้าหมายเดียวกัน (Enrich value creation, synergy)

ใช้ความสามารถและประโยชน์จากทรัพยากรอย่างคุ้มค่า เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานขององค์กร (Enable capability & strength utilization)

พัฒนาความรู้ และจัดการความรู้ รวมถึงปลูกฝังวัฒธรรมที่ดีให้กับพนักงานในองค์กร เพื่อการเจริญเติบโตอย่างยั่งยืน (Embed knowledge and culture for future growth)

ค่านิยมและวัฒนธรรม

ซึ่งจากวิสัยทัศน์ของบริษัท เราเชื่อมั่นในคุณค่าและศักยภาพของพนักงาน โดยพนักงานของเราจะยึดมั่นและปฏิบัติตามอุดมการณ์ 4 คือตั้งมั่นในความเป็นธรรม มุ่งมั่นในความเป็นเลิศ เชื่อมั่นในคุณค่าของคน ถือมั่นในความรับผิดชอบต่อสังคม รวมไปถึงการสร้างวัฒนธรรมที่แสดงให้เห็นถึงการรับฟังด้วยความตั้งใจ (Open) ร่วมกับกล้าท้าทายตัวเอง กล้าทำจริง ประเมินความเสี่ยง กล้าตัดสินใจ (Challenge)

ซึ่งทั้งหลายเหล่านี้ถือว่าพนักงานเราเป็น SCG People ซึ่งจะมีการสืบทอดจากรุ่นสู่รุ่น บ่งบอกถึงความเชื่อ ทัศนคติ และแสดงออกมาเป็นวิธีคิด วิธีการทำงาน ที่ทำให้ SCG เป็นผู้นำในภูมิภาคได้อย่างยั่งยืน

บทนำ (Introduction)

บริษัท TPE เป็นบริษัทในกลุ่ม SCG Chemicals ซึ่งเป็นผู้ผลิตเม็ดพลาสติกรายใหญ่ในจังหวัดระยอง ได้มีการนำระบบ TPM (Total Productive Management) มาใช้ในการบริหารเพื่อมุ่งสู่การเป็นองค์กรที่เป็นเลิศในด้านการผลิต (Operational Excellence) และตั้งเป้าจะต้องได้รับรางวัล TPM Special Award ในปี 2010

โดยจาก Loss Tree ของเสา Focus Improvement (KK) ในปี 2009 พบว่ายังคงมีความสูญเสีย (Loss) ในส่วนของต้นทุนด้านวัตถุดิบ (Raw Material Cost) อยู่ ซึ่งเป็นปัญหาในเรื่องกระบวนการบรรจุถุงมีความผันแปรสูงทำให้ต้องมีการเติมน้ำหนักบรรจุเผื่อ

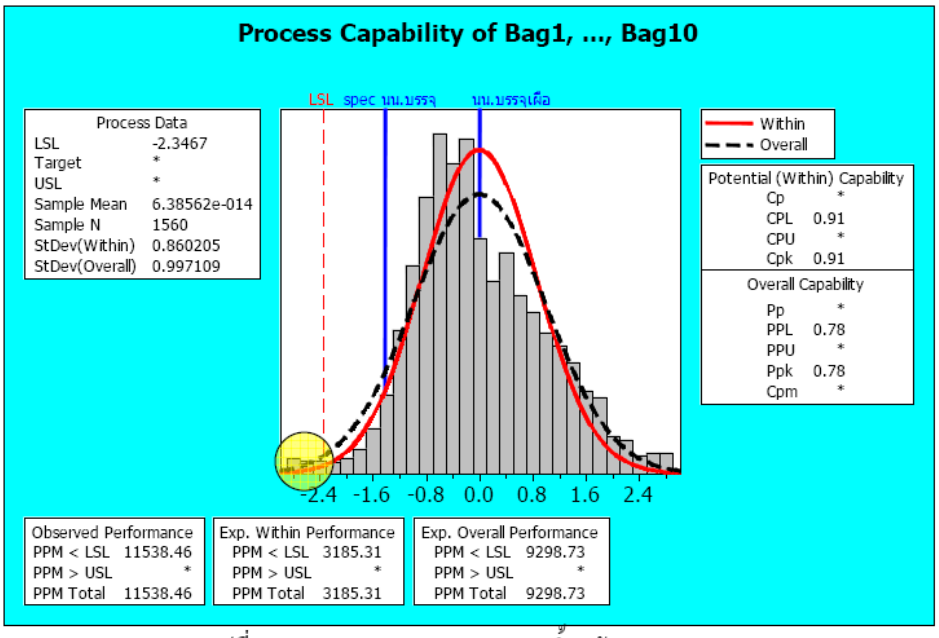
ในการแก้ปัญหานี้บริษัทได้นำแนวทาง 7 Steps Problem Solving (QC Story) มาผสมผสานกับเทคนิคและเครื่องมือทางสถิติชั้นสูงมาช่วยในการดำเนินการทำกิจกรรมในครั้งนี้ด้วย

1. การคัดเลือกหัวข้อปัญหา (Problem Selecting)

จาก Loss Tree พบว่าปัญหา Raw Material Cost Loss ที่เกิดจากการบรรจุน้ำหนักถุงเผื่อ อันเนื่องมาจากกระบวนการบรรจุถุงมีความผันแปรสูงมีความสูญเสียคิดเป็นเงินมากถึงประมาณ 4 ล้านบาท และจากการที่น้ำหนักบรรจุมีความผันแปรสูงก็อาจทำให้มีน้ำหนักบรรจุถุงที่ต่ำกว่าค่ามาตรฐาน (spec) หลุดไปถึงลูกค้า ซึ่งจะทำให้เกิดความไม่พึงพอใจได้ ทางกลุ่มจึงได้เลือกปัญหานี้เพื่อนำมาดำเนินการแก้ไข

จากกราฟ Process Capability จะพบว่ากระบวนการบรรจุถุงมีความผันแปรค่อนข้างสูง ซึ่งเป็นเหตุให้ต้องมีการเผื่อน้ำหนักบรรจุขึ้นอีก (1.4 Z scroe) ทำให้เกิด Raw material loss อีกทั้งยังพบปัญหาว่ามีบางถุงน้ำหนักต่ำกว่าค่ามาตรฐาน (คิดเป็น ~ 1%) ซึ่งจะต้องทำการนำไปบรรจุใหม่ (rework) แต่หากถุงบรรจุที่น้ำหนักต่ำกว่าค่ามาตรฐานหลุดไปถึงลูกค้าก็จะทำให้เกิดความไม่พึงพอใจได้

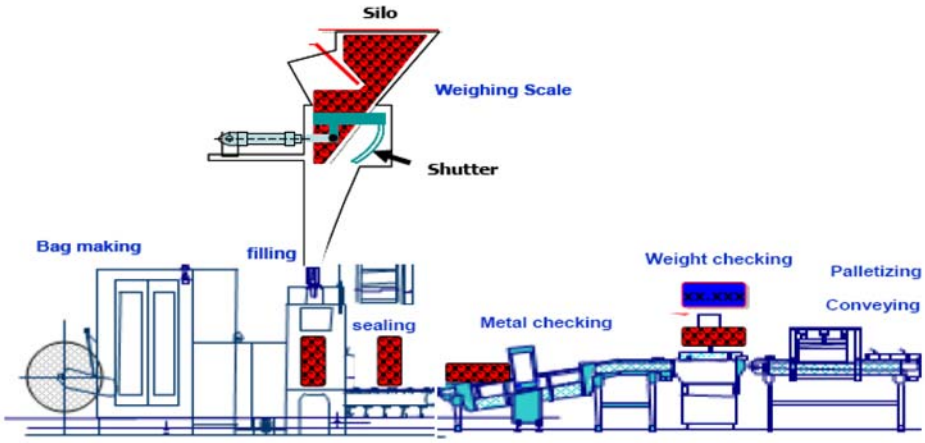
แนวทางในการแก้ปัญหาหากต้องการลดการเผื่อน้ำหนักบรรจุลง (ลด Raw material loss) จะต้องทำการลดความผันแปรในกระบวนการบรรจุลงก่อน ไม่เช่นนั้นก็จะเกิดของเสีย (น้ำหนักบรรจุถุงต่ำกว่าค่ามาตฐานจำนวนมาก) จึงเป็นที่มาของการแก้ปัญหาในเรื่องนี้ "การลดความผันแปรของน้ำหนักบรรจุในกระบวนการบรรจุถุงเม็ดพลาสติก"



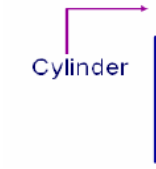
รูปที่ 1 ภาพแสดง Process Capability น้ำหนักบรรจุถุง

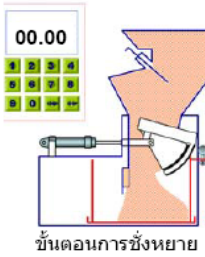
การสำรวจสภาพปัจจุบัน (Observation)

กระบวนการบรรจุเม็ดพลาสติกลงถุงมีขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักรโดยสังเขป ดังนี้ คือ เม็ดที่เก็บอยู่ใน Silo จะไหลลงสู่เครื่องชั่งตวงน้ำหนัก (Weight Scale) โดยมีด้วยกัน 2 เครื่อง A และ B ซึ่งจะสลับกันทำงาน แต่ละเครื่องชั่งตวงน้ำหนัก (Weight Scale) จะมี shutter 2 ชุด ที่จะคอยเปิดปิดเพื่อควบคุมอัตราการไหลของเม็ดโดยในช่วงแรก shutter ทั้งคู่จะเปิดและปล่อยให้เม็ดไหลอย่างรวดเร็ว เรียกขั้นตอนนี้ว่า การชั่งหยาบ และเมื่อน้ำหนักเม็ดได้ค่าใกล้เคียงกับน้ำหนักบรรจุ shutter ก็จะทำการปิดลง 1 ตัวเพื่อให้เม็ดไหลช้าลง เรียกขั้นตอนนี้ว่า การชั่งละเอียด หลังจากชั่งน้ำหนักได้ครบตามที่กำหนด shutter ก็จะถูกปิดลงทั้งหมด เม็ดพลาสติกที่ชั่งตวงได้ตามน้ำหนักก็จะถูกปล่อยลงสู่ถุงบรรจุ จากนั้นเครื่องจะทำการปิดผนึก (seal) ปากถุงและสายพาน (Conveyer) จะลำเลียงส่งถุงบรรจุต่อไปยังเครื่องชั่งน้ำหนัก (Weight Checking) ซึ่งจะทำหน้าที่ในการตรวจสอบน้ำหนักบรรจุ หากน้ำหนักบรรจุได้มากกว่าหรือเท่ากับค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ก็จะถูกส่งไปจัดเก็บลงพาเลต (pallet) เพื่อจัดส่งให้ลูกค้าต่อไป แต่หากน้ำหนักได้น้อยกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดก็จะต้องนำมาทำการบรรจุใหม่



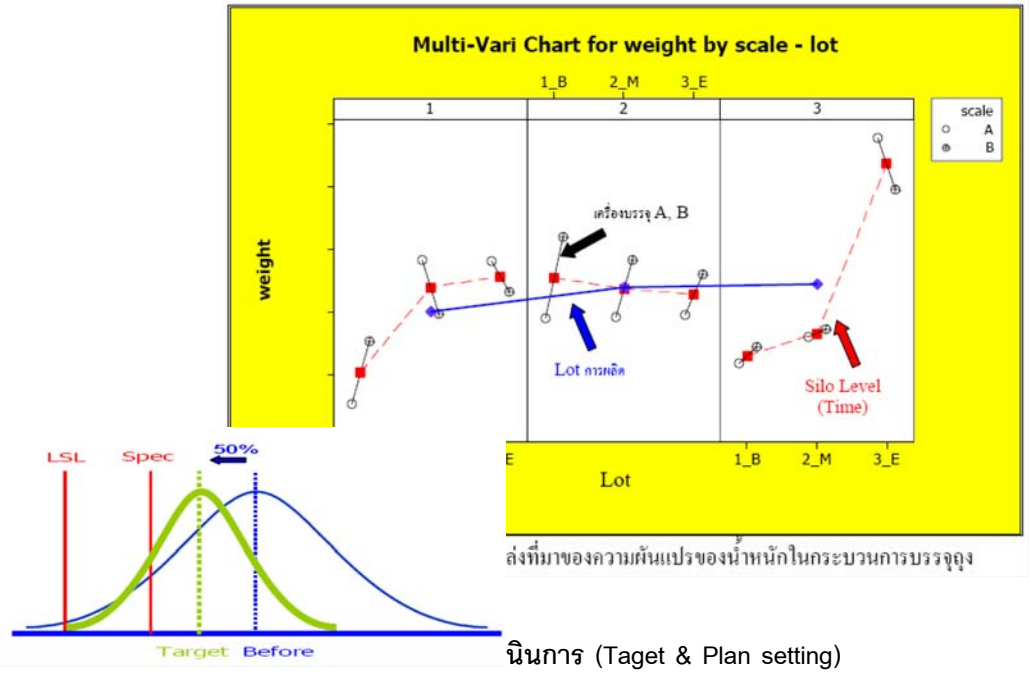
รูปที่ 2 แสดงกระบวนการบรรจุเม็ดพลาสติกลงถุง





รูปที่ 3 แสดงอุปกรณ์ที่

จากปัญหาความผันแปรของน้ำหนักในกระบวนการบรรจุถุงสูงได้ทำการเก็บข้อมูลแยกตาม เครื่องบรรจุ, แยกตามระดับของใน Silo (Level Silo) และแยกตาม Lot การผลิต เพื่อสำรวจหาแหล่งที่ทำให้เกิดความผันแปร และจากการใช้เครื่องมือทางสถิติที่เรียกว่า Multi-Vari Chart มาช่วยในการวิเคราะห์ความผันแปรของข้อมูล พบว่าที่มาของความผันแปรเกิดจากเครื่องชั่งตวงน้ำหนัก (weight scale A,B) ซึ่งให้ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักที่บรรจุแตกต่างกัน และความผันแปรของน้ำหนักบรรจุเปลี่ยนไปตามคาบเวลา (Level Silo) แต่ไม่ขึ้นกับ Lot การผลิต



ล่งที่มาของความผันแปรของน้ำหนักในกระบวนการบรรจุถุง

นินการ (Taget & Plan setting)

วัตถุประสงค์ในการแก้ปัญหาเพื่อต้องการลดน้ำหนักบรรจุเผื่อ โดยการลดความผันแปรของน้ำหนักบรรจุในกระบวนการบรรจุเม็ดพลาสติก

เป้าหมาย ต้องการลดน้ำหนักในการบรรจุเผื่อลงครึ่งหนึ่ง (50%) โดยต้องลดความผันแปรของน้ำหนักบรรจุลงเพื่อไม่ให้เกิดของเสีย (Process Capability > 1.00)

รูปที่ 5 แสดงเป้าหมายการแก้ไขปัญหา (ลดความผันแปรในการบรรจุเพื่อลดน้ำหนักเผื่อลง 50%)

ในการแก้ปัญหาได้มีการวางแผนการดำเนินงานดังนี้

4. Analysis

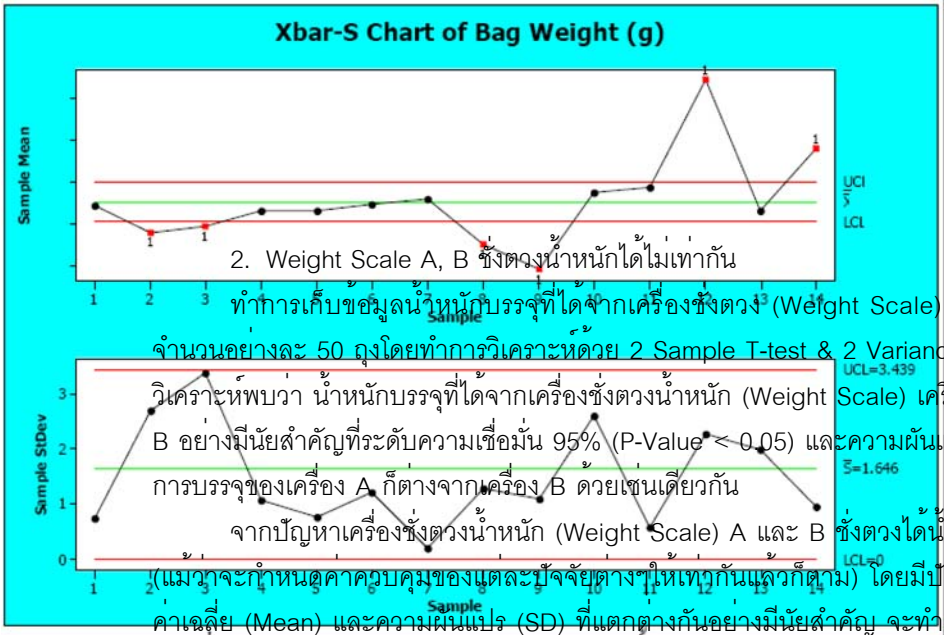
ได้ทำการวิเคราะห์หาสาเหตุที่เป็นไปได้ทั้งหมดที่จะทำให้กระบวนการบรรจุเม็ดพลาสติกเกิดความผันแปรโดยใช้เครื่องมือ Why-Why Analysis มาช่วยในการวิเคราะห์

รูปที่ 6 แสดงการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาโดยใช้ Why-Why Analysis

จากการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาด้วย Why-Why Analysis พบสาเหตุความผันแปรของน้ำหนักบรรจุถุงเกิดจากสาเหตุดังนี้

1. ถุงเปล่าแต่ละใบที่ใช้ในการบรรจุมีน้ำหนักไม่เท่ากัน

ทำการพิสูจน์โดยนำถุงเปล่า 5 ใบ (subgroup size n=5) ที่ได้มาจากม้วนเดียวกันมาทำการ ชั่งน้ำหนัก โดยทำการเก็บข้อมูลจำนวน 14 ม้วน พบว่าน้ำหนักถุงเปล่าที่มาจากม้วนเดียวกัน จะมีน้ำหนักใกล้เคียงกัน แต่ถุงที่มาจากคนละม้วนจะมีน้ำหนักไม่เท่ากัน



รูปที่ 7 แสดง Control Chart (Xbar-R Chart) ของน้ำหนักถุงเปล่า

2. Weight Scale A, B ชั่งตวงน้ำหนักได้ไม่เท่ากัน

ทำการเก็บข้อมูลน้ำหนักบรรจุที่ได้จากเครื่องชั่งตวง (Weight Scale) A เทียบกับ B จำนวนอย่างละ 50 ถุงโดยทำการวิเคราะห์ด้วย 2 Sample T-test & 2 Variance Test ผลการวิเคราะห์พบว่า น้ำหนักบรรจุที่ได้จากเครื่องชั่งตวงน้ำหนัก (Weight Scale) เครื่อง A ต่างจาก B อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P-Value < 0.05) และความผันแปร (Variation) การบรรจุของเครื่อง A ก็ต่างจากเครื่อง B ด้วยเช่นเดียวกัน

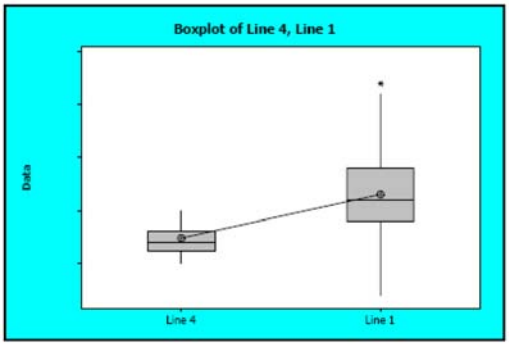
จากปัญหาเครื่องชั่งตวงน้ำหนัก (Weight Scale) A และ B ชั่งตวงได้น้ำหนักไม่เท่ากัน (แม้ว่าจะกำหนดค่าควบคุมของแต่ละปัจจัยต่างๆให้เท่ากันแล้วก็ตาม) โดยมีปัญหาทั้งในด้านค่าเฉลี่ย (Mean) และความผันแปร (SD) ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ จะทำการปรับปรุงต่อโดยการทำ DOE (Design of Experiment) เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมของแต่ละปัจจัย (Optimal Condition) ต่อไป

3. Shutter ใช้เวลาในการปิดไม่เท่ากันในแต่ละครั้ง

เนื่องจากการใน Line การผลิต (Line #1) นี้ Shutter ของ Weight Scale จะใช้ระบบลม (Cylinder) ในการเปิดปิด ทำให้เวลาในการเปิดปิดแต่ละครั้งไม่เท่ากัน

รูปที่ 9 แสดงภา

ซึ่งหากเทียบกับ Line #4 ที่ระบบการเปิดปิด Shutter จะใช้ Steping Motor ซึ่งจะควบคุมเวลาในการเปิดปิดในแต่ละครั้งได้แม่นยำกว่า ทำให้ความผันแปรของน้ำหนักบรรจุของ Line #4 น้อยกว่า Line #1 ดังแสดงให้เห็นจากผลการวิเคราะห์ด้านล่าง



Two-Sample T-Test and CI: Line 4, Line 1

Two-sample T for Line 4 vs Line 1

	N	Mean	StDev	SE Mean
Line 4	160	25.81197	0.08697	0.00855
Line 1	700	25.0324	0.2196	0.00872

Difference = mu (Line 4) - mu (Line 1)
Estimate for difference: -0.020382
95% upper bound for difference: -0.018873
T-Test of difference = 0 (vs <): T-Value = -22.24
P-Value = 0.000 DF = 711

Test for Equal Variances: Line 4, Line 1

95% Bonferroni confidence intervals for standard deviations

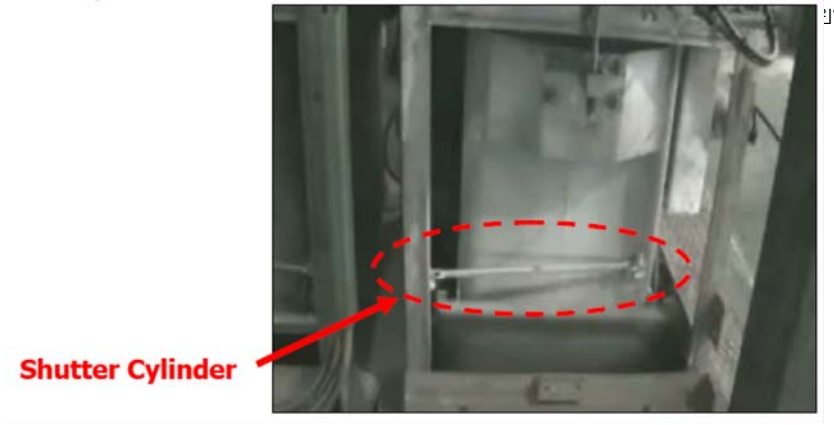
	N	Lower	StDev	Upper
Line 4	160	0.0061926	0.0069734	0.0079695
Line 1	700	0.0182674	0.0193644	0.0205962

F-Test (Normal Distribution)
Test statistic = 0.13, p-value = 0.000

รูปที่ 10 แสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความผันแปรของน้ำหนักบรรจุ Line#1 เทียบกับ Line #4

4. Weight Scale เปิดปิดแรงในช่วงปล่อยเม็ดลงถุง

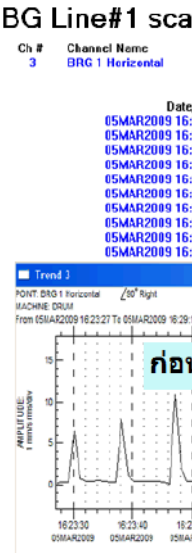
จากการสำรวจที่หน้างาน (3 Gen) พบว่าเครื่องชั่งตวงน้ำหนัก (Weight Scale) A ในจังหวะการปล่อยเม็ดลงถุงบรรจุ ชุดเปิดปิด (Shutter Cylinder) จะมีการเปิดปิดค่อนข้างแรงเมื่อเทียบกับเครื่องชั่งตวงน้ำหนัก B ซึ่งอาจจะมีผลต่อความแม่นยำในการตวงชั่งน้ำหนัก จึงทำการยืนยันโดยการวัดค่าความสั่นสะเทือน (Vibration) เทียบกันระหว่างเครื่อง A กับเครื่อง



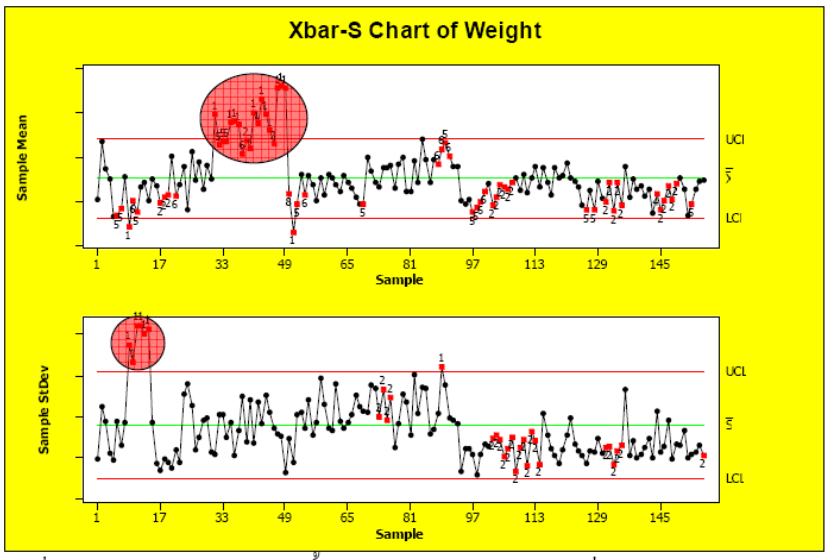
ยบกับเครื่อง B

5. ไม่มีเม็ดพลาสติกสะสม (stock) ใน Hopper Silo

ในการชั่งตวงน้ำหนัก เม็ดพลาสติกจาก Hopper Silo จะไหลลงเครื่องชั่งตวง (Weight Scale) ด้วยแรงโน้มถ่วง (Gravity flow) แต่หากเม็ดพลาสติกสะสมใน Hopper หมดหรือขาดช่วง เม็ดจะไหลลงเครื่องชั่งตวงน้ำหนักด้วยแรงดันลม (Transfer Pressure) ที่ใช้ในการส่งเม็ดจากโรงงานผลิต (Plant) มายัง Hopper ซึ่งจะทำให้ความผันแปรของน้ำหนักในการบรรจุในช่วงเวลาดังกล่าวสูง และน้ำหนักของการบรรจุก็จะมากผิดปกติ



รูปที่ 11 แสดงชุด cy



รูปที่ 12 Control Chart แสดงปัญหาน้ำหนักบรรจุ Out of Control ช่วงที่ stock เม็ดใน Hopper หมด

การดำเนินการแก้ไขป้-หา (Countermeasure)

จากสาเหตุทั้งหมดที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วย Why-Why Analysis ที่ทำให้เกิดความผันแปรของน้ำหนักบรรจุสูงทางกลุ่มได้ดำเนินการแก้ไขดังตารางด้านล่าง

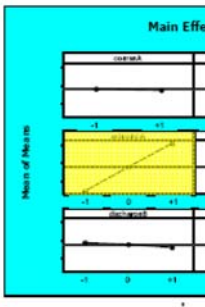
Root cause	(Countermeasure/Action)
1. น้ำหนักบรรจุจากเครื่องชั่งตวงน้ำหนัก A ต่างจาก B	1. หาสภาวะที่เหมาะสมของตัวแปรของเครื่องชั่ง A และ B โดยวิธีออกแบบการทดลอง (DOE)
2. เครื่องชั่งตวงน้ำหนักเปิดปิดแรงขณะปล่อยเม็ดลงถุง	2. จัดทำการบำรุงรักษาเครื่องชั่งเพื่อให้กลับคืนสู่สภาพปกติ และกำหนดแรงดันลมที่เหมะสม
3. ถุงเปล่าแต่ละใบมีน้ำหนักแตกต่างกัน	3. กำหนดมาตรฐานการชดเชยน้ำหนักถุงเมื่อน้ำหนักถุงหนักผิดปรกติ (พิจารณาจากความหนาถุงที่หนาผิดปรกติ
4. เวลาในการเปิดปิด shutter แต่ละครั้งไม่เท่ากัน	4. เปลี่ยนระบบการเปิดปิด shutter จากระบบ air cylinder เป็น stepping motor
5. ไม่มีเม็ดสะสมใน hopper (เม็ดใน hopper อยู่ในระดับต่ำ)	5. จัดทำ program interlock ให้เครื่องบรรจุหยุดทำงานกรณีที่เม็ดสะสมใน hopper อยู่ในระดับต่ำ

1. น้ำหนักบรรจุ Weight Scale A ? B

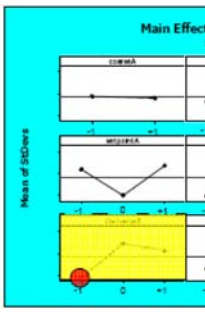
ทำการศึกษาตัวแปร (Factors) ที่มีผลต่อการชั่งตวงน้ำหนักของเครื่องชั่งตวงน้ำหนัก (Weight Scale) A และ B เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสม (Optimal Condition Setting) โดยวิธีการออกแบบการทดลอง Design of Experiment (DOE)

เนื่องจากจำนวนตัวแปรที่มีผลต่อปัญหานี้มีจำนวน 8 ตัว จึงออกแบบการทดลองโดยใช้ DOE Taguchi L-18

จากการวิเคราะห์ผลด้วย DOE พบว่าตัวแปรหลัก (Main Factor) ที่ส่งผลต่อค่าเฉลี่ย (Mean) ของน้ำหนัก คือค่า Set Point A และ B ส่วนตัวแปรหลักที่ส่งผลต่อความผันแปร (Variation) คือ ค่า Discharge A และ B



รูปที่ 1



รูปที่ 14 แสดงตัวแ

และจากการวิเคราะห์ด้วย DOE จะได้สภาวะที่เหมาะสม (Optimal Condition Setting) ของแต่ละตัวแปร ที่จะทำให้น้ำหนักจาก Weight Scale A = B และเกิดความผันแปรของน้ำหนักบรรจุน้อยที่สุด

Response Surface Regression: weightA versus coarseA, fineA, dischargeA, ...

The analysis was done using coded units.

Estimated Regression Coefficients for weightA

Term	Coef	SE Coef	T	P
Constant	25.0010	0.001730	14454.100	0.000
coarseA	-0.0012	0.000535	-2.235	0.026
fineA	0.0017	0.000655	2.578	0.010
dischargeA	0.0023	0.000635	3.645	0.000
setpointA	0.0399	0.000655	60.911	0.000
coarseB	0.0029	0.000655	4.424	0.000
fineB	-0.0019	0.000655	-2.864	0.004
dischargeB	-0.0039	0.000635	-6.170	0.000
setpointB	-0.0022	0.000655	-3.342	0.001
coarseB*coarseB	0.0088	0.001574	5.587	0.000
fineB*fineB	0.0029	0.001176	2.447	0.015
setpointB*setpointB	0.0049	0.001134	4.318	0.000
coarseA*fineA	0.0016	0.000655	2.387	0.018

S = 0.0101417 PRESS = 0.0384152
R-Sq = 91.76% R-Sq(pred) = 91.13% R-Sq(adj) = 91.47%

Response Surface Regression: weightB versus setpointA, fineB, dischargeB, ...

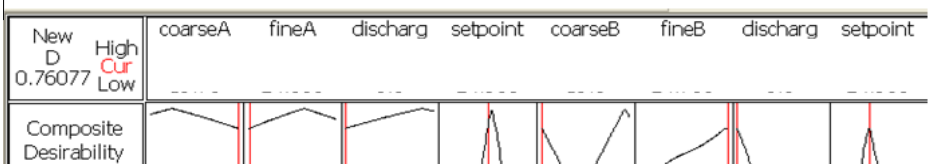
The analysis was done using coded units.

Estimated Regression Coefficients for weightB

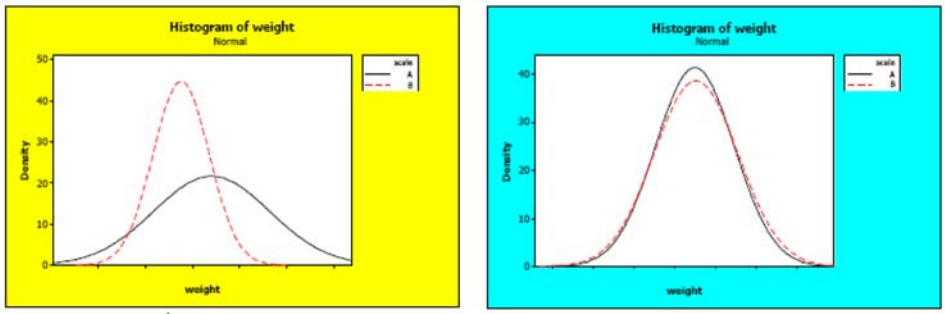
Term	Coef	SE Coef	T	P
Constant	25.0111	0.006174	4051.090	0.000
setpointA	0.0074	0.003383	2.192	0.029
fineB	-0.0059	0.003365	-1.757	0.080
dischargeB	-0.0015	0.003383	-0.450	0.653
setpointB	0.0449	0.003383	13.278	0.000
dischargeB*dischargeB	0.0131	0.007394	1.768	0.078

S = 0.0524065 PRESS = 1.01433
R-Sq = 34.60% R-Sq(pred) = 31.77% R-Sq(adj) = 33.68%

รูปที่ 15 แสดงตัวแปร (Factor) ที่มีผลต่อ Weight Scale A และ B



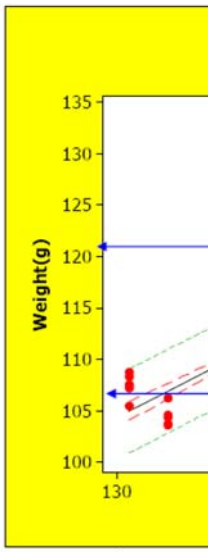
เมื่อนำสภาวะที่ได้จากผลการวิเคราะห์ ของแต่ละตัวแปร ป้อนค่าเข้าไปใน Weight Scale A และ B พบว่าน้ำหนักบรรจุถุงจากเครื่อง A และ B จะมีใกล้เคียงกันมากขึ้น อีกทั้งความผันแปรของน้ำหนักบรรจุก็มีค่าลดลงอีกด้วย



รูปที่ 17 แสดงผลก่อน และหลังการปรับปรุง ปัญหา Weight Scale A ≠ B

2. ถุงเปล่าที่ใช้ในการบรรจุแต่ละใบน้ำหนักไม่เท่ากัน

จากการทำ Regression พบว่าความหนาถุงมีผลต่อน้ำหนักของถุงเปล่า ดังนั้นในการเปลี่ยน Lot ม้วมถุงทุกครั้งก่อนเริ่มต้นการผลิต จึงกำหนดให้ทำการวัดความหนาถุงหากมีความหนาบางของถุงเกินค่าที่กำหนด ให้ทำการ Tare น้ำหนักถุงเปล่าที่เครื่องชั่งก่อนการบรรจุเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความผันแปรของน้ำหนักบรรจุ อันเนื่องมาจากความผันแปรของน้ำหนักของถุงเปล่า



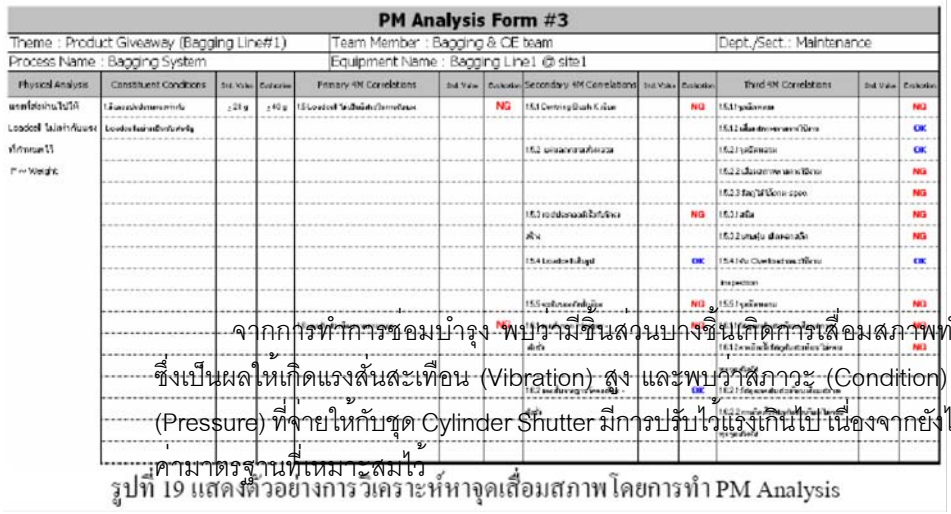
รูปที่ 18 Regres

3. Shutter เปิดปิดในแต่ละครั้งไม่เท่ากัน

เนื่องจากการแก้ปัญหาที่สาเหตุนี้จะต้องทำการปรับแต่ง (Modify) เครื่องจักรที่ชุด Shutter ซึ่งต้องมีการเปลี่ยนระบบเปิดปิด จากระบบกระบอกสูบ (Cylinder) ซึ่งใช้ลม ไปเป็นระบบ Stepping motor ซึ่งใช้ไฟฟ้า ดังนั้นจึงต้องศึกษาเรื่องความคุ้มทุน และความเป็นไปได้ในการปรับแต่งเสียก่อนที่จะดำเนินการ

4. Weight Scale เปิดปิดแรงช่วงปล่อยเม็ดลงถุง

จากที่พบปัญหาชุด Shutter Cylinder ที่ใช้ในการเปิดปิดเพื่อปล่อยเม็ดพลาสติกลงถุงของเครื่องชั่งตวงน้ำหนัก (Weight Scale) A มีการทำงานที่แรงกว่า B โดยดูจากแรงสั่นสะเทือน (vibration) ของ Weight Scale A ที่สูงกว่า B นั้น ได้ทำการแก้ไขโดยทำ PM Analysis เพื่อวิเคราะห์หาชิ้นส่วนของอุปกรณ์ที่มีการทำงานที่บกพร่อง หรือถูกปรับสภาวะ (Condition) ไว้ไม่เหมาะสม



PM Analysis Form #3

Theme : Product Giveaway (Bagging Line#1)	Team Member : Bagging & QE team	Dept./Sect.: Maintenance
Process Name : Bagging System	Equipment Name : Bagging Line1 @ site1	

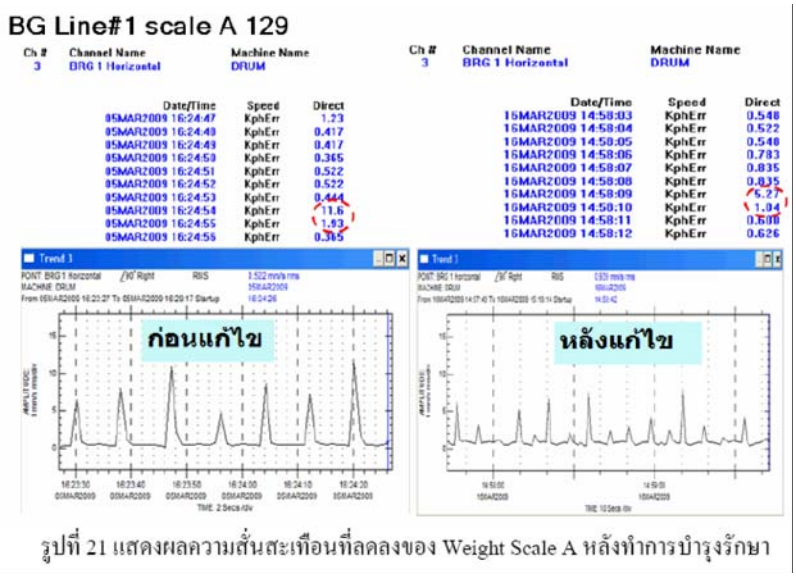
Physical Analysis	Constituent Conditions	Std. Value	Evaluation	Primary 4M Correlations	Std. Value	Evaluation	Secondary 4M Correlations	Std. Value	Evaluation	Third 4M Correlations	Std. Value	Evaluation
						NG			NG			NG
												OK
												OK
												NG
												NG
									NG			NG
												NG
									OK			OK
									NG			NG
												NG
									OK			

รูปที่ 19 แสดงตัวอย่างการวิเคราะห์หาจุดเสื่อมสภาพโดยการทำ PM Analysis

จากการทำการซ่อมบำรุง พบว่ามีชิ้นส่วนบางชิ้นเกิดการเสื่อมสภาพทำให้เสียดสีกัน ซึ่งเป็นผลให้เกิดแรงสั่นสะเทือน (Vibration) สูง และพบว่าสภาวะ (Condition) ของแรงดันลม (Pressure) ที่จ่ายให้กับชุด Cylinder Shutter มีการปรับไว้แรงเกินไป เนื่องจากยังไม่มีการกำหนดค่ามาตรฐานที่เหมาะสมไว้

ซึ่งหลังการทำ PM Analysis ก็สามารถกำหนดแผนการบำรุงรักษา (PM) เครื่องจักร และมาตรฐานสภาวะการทำงานของเครื่องจักรได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

โดยหลังจากทำการบำรุงรักษาฟื้นฟูสภาพเครื่องจักร และอุปกรณ์ให้กลับคืนสู่สภาพปกติ และกำหนดสภาวะที่เหมาะสมให้กับเครื่องจักร พบว่าปัญหาความสั่นสะเทือน (Vibration) ของเครื่องชั่งตวง (Weight Scale) A มีค่าลดลงใกล้เคียงกับ B



รูปที่ 21 แสดงผลความสั่นสะเทือนที่ลดลงของ Weight Scale A หลังทำการบำรุงรักษา

รูปที่ 20 แสดง Char

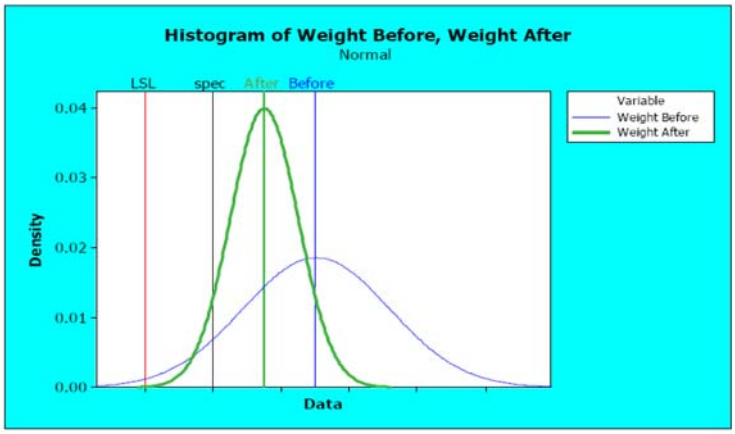
5. ไม่มีเม็ดพลาสติกสะสม (Stock) ใน Hopper Silo

ทำการแก้ไขโดยเขียนโปรแกรมป้องกัน (Program interlocks) เพื่อสั่งให้เครื่องชั่งตวง (Weight Scale) หยุดการทำงานในกรณีที่ไม่มี stock เม็ดพลาสติกใน Hopper

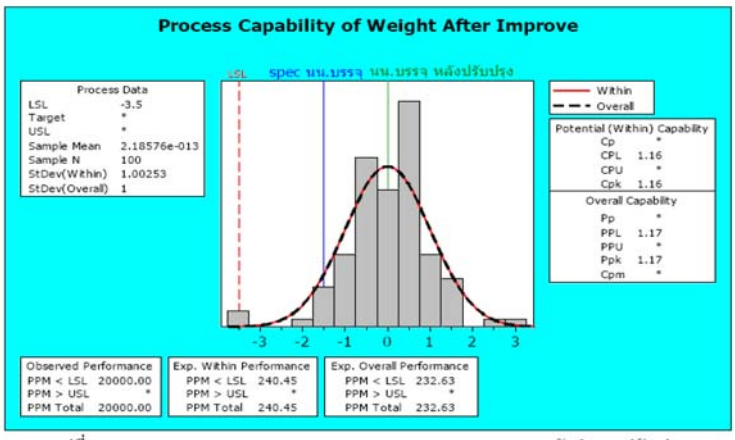
6. ตรวจสอบผลการแก้ไข (Check Result)

หลังจากดำเนินการแก้ไขทั้ง 4 สาเหตุเป็นที่เรียบร้อยแล้วได้ทำเก็บข้อมูลน้ำหนักบรรจุถุง พบว่าค่าเฉลี่ยน้ำหนักบรรจุ และความผันแปรของน้ำหนักบรรจุมีค่าลดลง ทำให้สามารถลดน้ำหนักบรรจุเฉลี่ยลดลง 50% ซึ่งได้ตามเป้าหมาย (Target) ที่ตั้งไว้

และเมื่อทำการตรวจสอบความสามารถของกระบวนการบรรจุถุง (Process Capabilty) พบว่ามีค่า Ppk = 1.17 ซึ่งมากกว่าเป้าหมายที่ตั้งไว้ (Ppk > 1) และของเสียที่เกิดจากน้ำหนักบรรจุถุงต่ำกว่าค่ามาตรฐาน ก็มีจำนวนลดลงจากเดิม ~1% เหลือเพียง ~ 200 ppm (0.02%)



รูปที่ 22 แสดงค่าเฉลี่ย และความผันแปรของน้ำหนักบรรจุถุงก่อนและหลังการปรับปรุง



รูปที่ 23 แสดง Process Capability (Ppk) ของกระบวนการบรรจุถุงหลังทำการปรับปรุง

7. การกำหนดมาตรฐาน (Standardization)

หลังจากดำเนินการปรับปรุง และแก้ไขปัญหาความผันแปรของน้ำหนักบรรจุถุงสูงเป็นที่เรียบร้อยแล้ว จึงได้จัดทำมาตรฐานการทำงานต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นมาตรฐานการ กำหนดสภาวะการทำงานของเครื่องจักร เช่น สภาวะของค่าตัวแปรต่างๆ ที่ตู้ควบคุม และแรงดันลมที่เหมาะสมที่ใช้ควบคุมความเร็วในการเปิดปิด (speed shutter) มาตรฐานการบำรุงรักษาเครื่องจักร มาตรฐานการปฏิบัติงานในการ ชดเชย (Tare) เครื่องชั่ง (weight checking) กรณีถุงเปล่ามีน้ำหนักผิดปรกติ รวมถึงการทำการควบคุมด้วยการมองเห็น (Visual Control) ที่หน้างานเพื่อให้ง่ายต่อการตรวจสอบเมื่อเกิดความผิดปรกติ

ผลประโยชน์ที่ได้รับ (Benefit)

- ผลทางตรง (Tangible Benefit)

สามารถลดความผันแปรของน้ำหนักบรรจุถุงสูงลงได้ ทำให้สามารถลดต้นทุนในเรื่องความสูญเสียทางด้านวัตถุดิบ (Raw Material Loss) ที่เกิดจากการที่ต้องบรรจุน้ำหนักเผื่อลงได้ 50% คิดเป็นมูลค่าความสูญเสียที่ลดได้ (Cost Saving) ~ 2 ล้านบาท

- ผลทางอ้อม (Intangible Benefit)

กลุ่มได้รับการพัฒนาทักษะในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบมากขึ้น โดยผ่านแนวทาง 7 Step QC Story และเทคนิคการแก้ปัญหาโดยการประยุกต์ใช้เครื่องมือทางสถิติต่างๆ

ปัญหา อุปสรรค และแนวทางแก้ไข

1. เนื่องจากปัญหาดังกล่าวเป็นปัญหาที่มีความยากและซับซ้อน ซึ่งต้องใช้เครื่องมือทางสถิติชั้นสูงในการแก้ไขปัญหา และพนักงานยังมีความรู้ไม่เพียงพอ ผู้บริหารของบริษัท TPE ได้ให้ความสำคัญโดยการจัดให้มีอาจารย์ที่ปรึกษาจากศูนย์ส่งเสริมคุณภาพงาน ซึ่งเป็นหน่วยงานกลางของ SCG เข้ามาให้คำปรึกษาในการแก้ไขปัญหาแก่กลุ่ม

2. ปัญหาดังกล่าวเป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับหลายๆ หน่วยงาน ทั้งหน่วยงานผลิต ซ่อมบำรุง และ QM ทำให้ต้องใช้เวลาในช่วงแรกๆ เพื่อทำความเข้าใจปัญหาและกำหนดวัตถุประสงค์ในการแก้ปัญหาให้ตรงกัน โดยการกำหนดตัววัดประสิทธิภาพ และกำหนดเป้าหมายให้ชัดเจน

ปัจจัยแห่งความสำเร็จและความยั่งยืน

1. ทางผู้บริหาร TPE ได้จัดให้มีการกำหนดหลักสูตรการเรียนการสอนวิชาสถิติเบื้องต้นและสถิติชั้นสูง เพื่อจัดสอนให้กับพนักงานที่เป็นพนักงานปฏิบัติการ และวิศวกรเพื่อเพิ่มความรู้ความสามารถ และมีการผลักดันให้มีการใช้เทคนิคทางสถิติที่แพร่หลายทั่วทั้งองค์กรโดยผ่านทางกิจกรรม TPM

2. บริษัท TPE ได้มีการทำกิจกรรม TPM และกำหนดให้มีการจัดตั้งกลุ่ม QCC เพื่อทำการปรับปรุงปัญหาภายในหน่วยงาน และกำหนดให้มีการแก้ปัญหาอย่างน้อย 2 เรื่อง/กลุ่ม/ปี โดยพยายามผลักดันให้ใช้แนวทางของ 7 Steps QC Story ในการแก้ปัญหา และจัดให้มีที่อาจารย์ที่ปรึกษาที่มาจากศูนย์ส่งเสริมคุณภาพงานเข้ามาให้คำปรึกษาเป็นประจำทุกเดือน

3. บริษัทได้มี คัดเลือกพนักงานที่มีศักยภาพสูง ปีละประมาณ 1 คน ส่งเข้าอบรมที่ศูนย์ส่งเสริมฯ เพื่อพัฒนาให้เป็น TQM Expert & Problem Solving Guru ผ่านโครงการ SCG-Operational Excellence เมื่อจบโครงการ นักเรียน OE จะกลายเป็น Internal Consultant รวมถึง Change Agent ที่จะช่วยสนับสนุนและผลักดันการใช้ TQM และเทคนิคทางสถิติต่อไป

เอกสารอ้างอิง

จรัล ทรัพย์เสรี (2551) ซิกส์ซิกม่าแบบผสมผสานเพื่อการปรับปรุงคุณภาพของกระบวนการในอุตสาหกรรมการผลิต ดุษฎีนิพนธ์: มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

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