7

การป้องกันการเกิดปัญหาคราบดำ (Sulfur Staining) บนประตูห้องน้ำพีวีซี

บริษัท นวพลาสติกอุตสาหกรรม จำกัด

ชื่อผู้เขียน	นายโฆสิต หนูฤทธิ์
ตำแหน่ง	ผู้จัดการส่วนผลิต Profiles
ที่อยู่	130 หมู่ 3 ตำบลหนองละลอก อำเภอบ้านค่าย จังหวัดระยอง 21120
โทรศัพท์	+66 3889 2190 โทรสาร +66 3889 2200
	Email kositn@scg.co.th Website www.nawaplastic.com

สรุปจุดที่เป็นวิธีปฏิบัติของ Best Practices

1) การประยุกต์ใช้ลำดับวิธีการไปสู่จุดหมายแบบ Task Achieving QC Story ของ Dr. Kano ซึ่งทำให้สามารถหลุดออกจากกรอบความคิดเดิม ด้วยวิธีการใหม่ ที่ต้องอาศัยการวิเคราะห์เปรียบเทียบทางเลือก (Alternative Methods) และการประเมินความเสี่ยงพร้อมทั้งเตรียมมาตรการป้องกันปัญหาไว้ล่วงหน้า (Risk Assessment and Risk Avoiding Activities)
2) การประยุกต์ใช้เทคนิคทางด้านสถิติขั้นสูง เรื่อง การออกแบบการทดลอง หรือ Design of Experiment: DOE เพื่อใช้ในการจัดการกับปัญหาที่มีปัจจัย (Factors) เกี่ยวข้องจำนวนมาก ขณะที่ต้องการได้ผลลัพธ์ (Response) ที่เหมาะสมที่สุดในหลายๆ ด้านพร้อมกัน ทั้งเรื่องคุณภาพและต้นทุน

ประสิทธิผลที่วัดได้ และประโยชน์ที่ได้รับ

1) สามารถป้องกันการเกิดปัญหาคราบดำ (Sulfur Staining) บนประตูห้องน้ำพีวีซี ได้อย่างสิ้นเชิง โดยลดระดับการเกิดคราบดำจาก Level_4 (Dark) ลงสู่ Level_1 (No Stain) ในขณะที่สามารถปรับคุณภาพด้านอื่นๆ ให้ผ่านตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมบานประตูพีวีซี (มอก.1013-2533) ได้สำเร็จ โดยที่ยังสามารถรักษาต้นทุนไว้ใกล้เคียงเดิม
2) สามารถหาวิธีแก้ปัญหาให้กับลูกค้าได้ โดยไม่ต้องเพิ่มราคาขาย ซึ่งเป็นข้อได้เปรียบในการแข่งขัน และช่วยสร้างภาพลักษณ์ของตราสินค้าให้มีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น จนส่งผลให้มียอดขายที่เพิ่มขึ้นกว่าเท่าตัวในไตรมาศถัดมา

บทสรุปของผู้บริหาร

ประตูห้องน้ำพีวีซี จัดเป็นสินค้าในกลุ่มวัสดุก่อสร้างที่มีใช้งานอยู่ทั่วไป ทั้งในบ้านและที่อยู่อาศัยประเภทต่างๆ ที่มีช่วงราคาตั้งแต่ระดับล่างถึงระดับกลาง โดยปัจจุบันมีสินค้าให้เลือกซื้อหลากหลายยี่ห้อ จากผู้ผลิตจำนวนมากทั้งในและต่างประเทศ จึงเกิดการแข่งขันที่รุนแรงในด้านราคา และทำให้ผู้ผลิตแต่ละรายต้องพยายามหาทางลดต้นทุนสินค้าเพื่อให้สามารถที่จะแข่งขันได้ ซึ่งส่งผลให้ความสนใจต่อด้านคุณภาพของผู้ผลิตลดน้อยลงเรื่อยๆ ในขณะที่สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ได้สร้างข้อกำหนดและเกณฑ์คุณภาพของสินค้าดังกล่าวไว้ชัดเจน แต่กลับพบว่ามีผู้ผลิตเพียงไม่กี่รายที่ผ่านการรับรอง ทั้งนี้เนื่องจากการพัฒนาเพื่อให้ผ่านคุณสมบัติที่สำคัญคือความทนแรงกระแทก และความทนต่อสารเคมีจะมีผลกระทบอย่างรุนแรงต่อต้นทุน ซึ่งอาจทำให้ความสามารถในการแข่งขันในตลาดนี้ลดน้อยลง

การเกิดคราบดำบนประตูห้องน้ำพีวีซี เป็นปัญหาหนึ่งที่ลูกค้าอาจพบได้หลังจากซื้อสินค้าและติดตั้งใช้งานไปแล้วระยะหนึ่ง ซึ่งจะมีโอกาสและความรุนแรงที่มากขึ้น เมื่อห้องน้ำผ่านการใช้งานที่นานขึ้น โดยคราบดำดังกล่าวจะแตกต่างจากคราบสกปรกทั่วไปที่ผู้ใช้งานสามารถล้างหรือเช็ดออกได้ง่ายด้วยน้ำยาทำความสะอาด แต่ปัญหานี้เป็นปฏิกิริยาเคมีที่เกิดจากก๊าซไข่เน่า หรือไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) ทำปฏิกิริยากับสารที่มีองค์ประกอบของ Lead (Pb) ในสูตรผสมทั่วไปที่นิยมใช้ในการผลิตชิ้นส่วนประตูห้องน้ำพีวีซี โดยก๊าซไข่เน่าจะเกิดจากการย่อยสลายสิ่งปฏิกูลในถังบำบัด ซึ่งมีโอกาสรั่วย้อนกลับเข้ามาในห้องน้ำได้ โดยเฉพาะห้องน้ำที่ผ่านการใช้งานมาแล้วระยะหนึ่ง และเกิดรอยแตกราวของพื้นปูหรือกระเบื้อง รวมถึงชุดดักกลิ่นที่อาจเสื่อมสภาพลง

ผู้ผลิตประตูห้องน้ำพีวีซีส่วนใหญ่ ต่างเคยประสบกับปัญหาข้อร้องเรียนจากลูกค้าในเรื่องการเกิดคราบดำมาแล้ว โดยมีบางรายได้พยายามหาวิธีแก้ไขหรือป้องกันปัญหาดังกล่าว ซึ่งส่วนใหญ่จะเลือกใช้วิธีการเคลือบบานประตูด้วยสารเคมีชนิดใสเพื่อป้องกันการเกิดปฏิกิริยาเคมี แต่หากจะป้องกันปฏิกิริยาเคมีให้สมบูรณ์ด้วยวิธีการนี้ อาจจะต้องเคลือบผิวหลายชั้น หรือใช้สารเคมีชนิดพิเศษ ซึ่งย่อมส่งผลต่อต้นทุนที่เพิ่มขึ้นอย่างมากด้วยเช่นกัน นอกจากนี้วิธีการเคลือบส่วนใหญ่จะใช้ตัวทำละลาย (Solvent) ที่อาจก่อให้เกิดมลภาวะในกระบวนการผลิตเพิ่มขึ้น และจากการศึกษาทดลองพบว่าผิวเคลือบดังกล่าวก็ยังมีโอกาสที่จะหลุดร่อนบางลงเรื่อยๆ จากการเช็ดล้างทำความสะอาดตามอายุการใช้งานที่นานขึ้น ซึ่งแสดงให้เห็นว่าวิธีการดังกล่าวอาจจะไม่สามารถป้องกันปัญหานี้ได้ตลอดไป

ผู้บริหารของบริษัทได้เล็งเห็นว่าสินค้าประตูห้องน้ำพีวีซีมีตลาดขนาดใหญ่ และปัญหาดังกล่าวเป็นเรื่องที่ท้าทายต่อผู้ผลิต หากสามารถหาวิธีแก้ปัญหานี้ได้อย่างเด็ดขาด และผ่านการรับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ด้วยต้นทุนที่ไม่สูงจากเดิมมาก ก็ย่อมสร้างความแตกต่างด้านคุณภาพ ที่จะทำให้เกิดความได้เปรียบในการแข่งขันอย่างชัดเจน จึงได้ให้ตั้งทีมงานร่วม (Cross Functional Team) ขึ้นมาศึกษาเพื่อจะแก้ปัญหานี้อย่างจริงจัง และให้ยกระดับขึ้นเป็น Operational Excellent Project

การแก้ปัญหานี้อาจจะต้องใช้วิธีการใหม่ เพื่อให้หลุดออกจากกรอบความคิดเดิมๆ ทีมงานจึงได้เลือกใช้ลำดับวิธีการไปสู่จุดหมายแบบ Task Achieving QC Story ของ Dr. Kano โดยเริ่มตั้งแต่การทำความเข้าใจกับนโยบายของผู้บริหาร แล้วศึกษาปรากฏการณ์ของปัญหาอย่างละเอียด ทั้งจากความรู้ของทีมงานที่เป็น Intrinsic Knowledge รวมไปถึงการหาข้อมูลเพิ่มเติมจาก PVC Handbook และสร้างการทดลองในห้องปฏิบัติการเพื่อยืนยันปรากฏการณ์ จนสามารถอธิบายปัญหาและกำหนดเป็นหัวข้องานที่ชัดเจน

ขั้นตอนต่อมาทีมงานได้คิดหาแนวทางที่จะจัดการกับปัญหา โดยร่วมกันเสนอทางเลือกที่เป็นไปได้ (List up the Alternative Methods) แล้ววิเคราะห์เปรียบเทียบข้อดีข้อเสีย ซึ่งพบว่าวิธีการเปลี่ยนประเภทสารกันไหม้ (Heat Stabilizer) ในสูตรการผลิต จากเดิมที่เป็น Pb-base ไปเป็น CaZn-base อาจจะเป็นทางออกที่ดีที่สุด เพราะเป็นการกำจัดองค์ประกอบของปฏิกิริยาเคมีที่จะนำไปสู่ปัญหาการเกิดคราบดำที่ต้นเหตุอย่างแท้จริง แต่การเปลี่ยนไปสู่วิธีการใหม่นี้ย่อมจะมีความเสี่ยงอยู่มากมาย ทั้งต่อกระบวนการผลิต ต่อคุณภาพด้านอื่นของสินค้า รวมไปถึงต้นทุนที่อาจสูงขึ้นค่อนข้างมาก เนื่องจากสารกันไหม้ประเภท CaZn-base จะมีราคาที่สูงกว่า แต่ทนความร้อนได้น้อยกว่า จึงจำเป็นต้องเพิ่มสัดส่วนการใช้ที่มากขึ้น ดังนั้นทีมงานจึงได้ร่วมกันประเมินความเสี่ยงในทุกๆ ด้าน เพื่อเตรียมมาตรการป้องกันปัญหาไว้ล่วงหน้า (Risk Assessment and Risk Avoiding Activities) แต่พบว่าการจะจัดการกับปัญหาที่มีปัจจัย (Factor หรือ X) ที่เกี่ยวข้องจำนวนมาก ทั้งในส่วนที่เป็นวัตถุดิบในสูตรการผลิต และพารามิเตอร์ในการผลิต ขณะที่มีความต้องการผลลัพธ์ (Response หรือ Y) ที่เหมาะสมที่สุดในหลายๆ ด้านพร้อมกัน ได้แก่ ระดับการเกิดคราบดำน้อยที่สุด (Y1) ความทนแรงกระแทกสูงกว่าเกณฑ์กำหนดของ มอก. (Y2) และต้นทุนที่ต่ำสุด (Y3) ซึ่งการแก้ปัญหาด้วยเครื่องมือพื้นฐานอาจมีโอกาสประสบความสำเร็จได้ยาก ดังนั้นทีมงานจึงได้ตัดสินใจเลือกเครื่องมือทางสถิติขั้นสูงเรื่องการออกแบบการทดลอง (Design of Experiment: DOE) มาใช้เพื่อการแก้ปัญหานี้

การเลือกใช้ DOE ประเภท Special Screening Design เช่นในกรณีนี้ คือ Plackett-Burman L12 เพื่อจัดการกับปัญหาที่มีปัจจัย Xs เกี่ยวข้องจำนวนมาก ถือเป็นเทคนิคที่สำคัญ และเพื่อให้ทีมงานได้เห็นถึงภาพความสัมพันธ์โดยรวมของตัวแปรทั้งหมดที่เป็น Xs และ Ys จึงได้มีการนำเอาเทคนิคการสร้างแผนภาพ Path Diagram มาใช้ร่วมด้วย นอกจากนี้เพื่อให้การวิเคราะห์ผลของ DOE เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ทีมงานยังได้ร่วมกันออกแบบวิธีการวัดผล (Measurement System) ของค่า Ys บางค่า เพื่อเปลี่ยนผลวัดจากเดิมที่เป็นแบบ “ผ่าน/ ไม่ผ่าน” ไปเป็นวิธีการวัดแบบใหม่ที่สามารถอ่านค่าเป็นตัวเลขได้

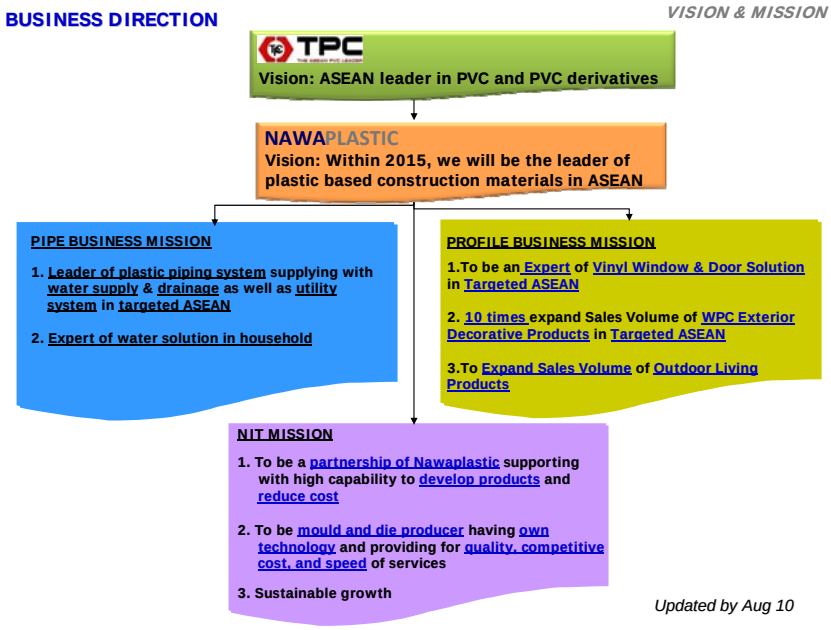
จากการออกแบบ DOE ที่มีปัจจัย Xs จำนวน 11 Factors ด้วยการทดลองที่ประหยัดเพียง 12 การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ ทำให้สามารถคัดกรอง Factors ให้เหลือเฉพาะที่มีนัยสำคัญ (Significant Factors) และสามารถสร้าง Model ในการหาค่า Setting ที่เหมาะสม แล้วนำค่า Setting ที่เป็น Optimal Solution ไปทดลองซ้ำ ด้วยการผลิตแบบ Trial Lot ที่มีจำนวนมากพอ จึงทำให้สามารถยืนยันผลที่ได้ ว่าเป็นไปตามเป้าหมายที่ต้องการ นั่นคือ สามารถพัฒนาสูตรผลิตที่ป้องกันการเกิดคราบดำได้โดยสิ้นเชิง พร้อมกับความทนการกระแทก และคุณสมบัติด้านอื่นๆ ที่ยังผ่านเกณฑ์กำหนดของ มอก. ทุกรายการ ขณะเดียวกันก็สามารถรักษาระดับต้นทุนไว้ได้ใกล้เคียงเดิม

ด้วยความสำเร็จข้างต้นตามที่ได้กล่าวมาแล้ว ทำให้บริษัทสามารถขอการรับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมบานประตูพีวีซี (มอก.1013-2533) ได้อย่างแท้จริง ซึ่งการแก้ปัญหาได้โดยไม่ต้องเพิ่มราคาขาย ยังทำให้ลูกค้าเกิดความพอใจและเพิ่มความเชื่อมั่นต่อตราสินค้าที่ดียิ่งขึ้น จนส่งผลให้บริษัทมียอดขายในกลุ่มสินค้าดังกล่าวเพิ่มขึ้นกว่าเท่าตัวในไตรมาศถัดมา

วิสัยทัศน์และพันธกิจ

บริษัท นวพลาสติกอุตสาหกรรม จำกัด เป็นผู้นำในอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ไวนิล (Vinyl) ของอาเซียน เริ่มดำเนินธุรกิจในปี พ.ศ. 2513 ปัจจุบันถือหุ้นโดยบริษัท ไทยพลาสติกและเคมีภัณฑ์ จำกัด (มหาชน) หรือ TPC ซึ่งเป็นบริษัทหนึ่งในเครือซิเมนต์ไทย หรือ SCG ที่เป็นกลุ่มบริษัทชั้นนำที่ใหญ่และทันสมัย เป็นที่ยอมรับทั้งในประเทศและต่างประเทศ

บริษัทได้มีการกำหนดวิสัยทัศน์ (Vision) พันธกิจ (Mission) และได้จัดทำนโยบายประจำปีตามหลักการของ Policy Deployment ที่สอดคล้องกับนโยบายของบริษัทแม่ ซึ่งถือเป็นกลไกสำคัญที่ใช้ขับเคลื่อนธุรกิจและช่วยส่งเสริมให้เกิดการเติบโตแบบยั่งยืน



รูปที่ 1: วิสัยทัศน์ (Vision) และพันธกิจ (Mission) ขององค์กร

ปรัชญาในการดำเนินธุรกิจ

บริษัทมุ่งสู่ความเป็นเลิศในฐานะองค์กรชั้นแนวหน้าแห่งการสร้างสรรค์นวัตกรรม ทั้งด้านผลิตภัณฑ์และการบริการอย่างมืออาชีพ ด้วยสำนึกรับผิดชอบต่อส่วนร่วม ยึดมั่นในคุณธรรม ซื่อสัตย์โปร่งใส หล่อหลอมศักยภาพของบุคลากรผู้เชี่ยวชาญ เข้าเป็นหนึ่งเดียวกันกับเทคโนโลยีอันทันสมัยและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เพื่อมอบความสุขและความพึงพอใจให้แก่ลูกค้า คู่ค้า ตลอดจนสังคมโดยรวม

วัฒนธรรมองค์กร

เพื่อตอบสนองต่อวิสัยทัศน์ พันธกิจ และปรัชญาในการดำเนินธุรกิจ บริษัทจึงมุ่งมั่นที่จะสร้างและส่งเสริมค่านิยมและความเชื่อของพนักงานทุกคน ทุกระดับในองค์กร ให้สอดคล้องไปในทิศทางเดียวกัน จนกลายเป็นวัฒนธรรมองค์กรที่เรียกกันโดยย่อว่า ISTEP ซึ่งประกอบด้วย

I คือ Innovation สรรค์สร้างสิ่งใหม่

S คือ Service mind ใส่ใจบริการ

T คือ Team Spirit ทีมงานร่วมมือ

E คือ Entrepreneur ดั่งคือเจ้าของ

P คือ Participation พี่น้องร่วมกัน

โครงสร้างขององค์กร

นวพลาสติก **NAWA**PLASTIC ประกอบด้วย 3 บริษัท ที่ดำเนินธุรกิจอย่างสอดคล้องกัน ได้แก่ บริษัท นวพลาสติกอุตสาหกรรม (สระบุรี) จำกัด, บริษัท นวพลาสติกอุตสาหกรรม จำกัด และ บริษัท นวอินเตอร์เทค จำกัด จากจุดเริ่มต้น นวพลาสติก มุ่งมั่น ทุ่มเทพัฒนาศักยภาพ จนก้าวสู่การเป็นองค์กรชั้นนำในการผลิตสินค้าและบริการในธุรกิจพลาสติกอย่างครบวงจร โดยทุกบริษัทมีจุดมุ่งหมายเดียวกัน คือ มุ่งสร้างสรรค์นวัตกรรมของสินค้าและบริการที่มีคุณภาพอย่างมีจิตสำนึกต่อสิ่งแวดล้อมและสังคม เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคอย่างไม่หยุดนิ่งและเพื่อก้าวขึ้นสู่การเป็นผู้นำตลาดในธุรกิจผลิตภัณฑ์ไวนิลในอาเซียน และธุรกิจแม่พิมพ์ในประเทศไทย

โครงสร้างของธุรกิจ

ผลิตภัณฑ์และบริการที่สำคัญของบริษัท อาจแบ่งออกเป็น 3 ธุรกิจ ดังนี้

1) ธุรกิจท่อ

บริษัท นวพลาสติกอุตสาหกรรม (สระบุรี) จำกัด ผู้ผลิตและจัดจำหน่ายสินค้าท่อและข้อต่อ PVC ภายใต้แบรนด์ตราช้าง ยึดถือแนวคิดในการพัฒนาสินค้าและบริการ ให้มีคุณภาพ มีความหลากหลายครบครัน รองรับการใช้งานแต่ละประเภท เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค รวมถึงรองรับการเติบโตของอุตสาหกรรมก่อสร้าง เช่น ท่อสำหรับงานประปา, ท่อสำหรับงานระบายน้ำ, ท่อชนิดต่อด้วยแหวนยาง, ท่อส่งน้ำในงานเกษตร, ท่อร้อยสายไฟฟ้าสายโทรศัพท์, อุปกรณ์พีวีซีอื่นๆ ที่ใช้กับระบบท่อ ฯลฯ ทั้งนี้ก้าวต่อไปของ "ท่อตราช้าง" คือ การมุ่งสู่ความเป็นผู้นำตลาดท่อพลาสติกในประเทศเป้าหมายในกลุ่มอาเซียน ด้วยศักยภาพที่เหนือกว่า ทั้งด้านสินค้า ที่ใส่ใจตั้งแต่วัตถุดิบ ตลอดจนกระบวนการผลิตจนได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ และด้านการบริการที่ใส่ใจทั้งการบริการก่อนและหลังการขาย พร้อมกำลังการผลิตที่เพียงพอต่อความต้องการของตลาดและการขนส่งที่ทั่วถึง

2) ธุรกิจผลิตภัณฑ์ก่อสร้างและตกแต่ง

บริษัท นวพลาสติกอุตสาหกรรม จำกัด ผลิตและจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์วัสดุก่อสร้างและตกแต่งจากไวนิล (Vinyl) ภายใต้แบรนด์ WINDSOR เช่น ระบบประตู-หน้าต่าง ระบบพื้นไวนิลและไม้เทียมเพื่อการตกแต่ง ผลิตภัณฑ์ Outdoor Living และผลิตภัณฑ์ก่อสร้างเพื่อการตกแต่งอีกนานาชนิด เช่น ระบบฝ้าชายคาไวนิล ระบบรางน้ำฝนไวนิล ซึ่งเป็นวัสดุที่เป็นที่นิยมในยุโรปและสหรัฐอเมริกา เป็นวัสดุสำหรับใช้งานภายนอกทดแทนวัสดุธรรมชาติ นำมาพัฒนาให้มีคุณภาพและประโยชน์ใช้สอยที่เหมาะกับสภาพภูมิอากาศและการใช้งานที่เป็นลักษณะเฉพาะของเมืองไทย มีคุณสมบัติทั้งในเรื่องความทนทาน การกันเสียง กันความร้อน ประหยัดพลังงานและสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ บริษัททุ่มเทพัฒนาบุคลากรให้

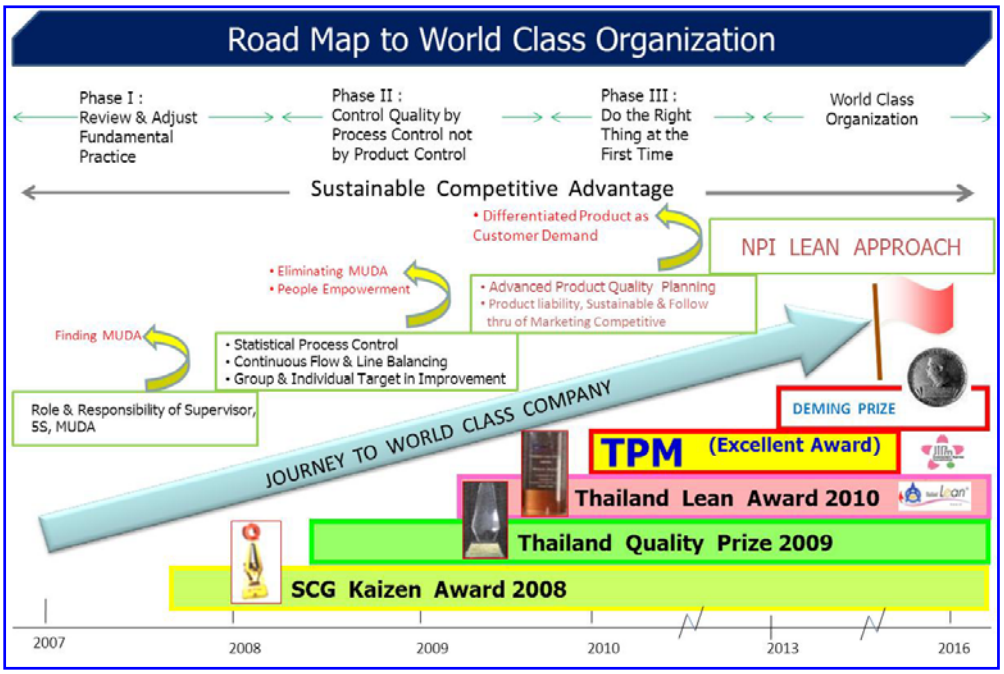
มีความรู้ ความเข้าใจ สามารถให้คำแนะนำและบริการลูกค้าเสมือนเพื่อนที่วางใจได้ และมุ่งมั่นที่จะรักษาคุณภาพการบริการที่ดี ด้วยทุกขั้นตอนของการบริการที่เหนือมาตรฐาน ให้คำปรึกษา ประเมินราคา ประสานงานเตรียมความพร้อมงานก่อสร้าง ประกอบ ติดตั้ง และบริการหลังการขาย

3) ธุรกิจแม่พิมพ์

บริษัท นวอินเตอร์เทค จำกัด รับออกแบบและผลิตแม่พิมพ์สำหรับงานฉีด งานรีดพลาสติก แม่พิมพ์ตีขึ้นรูปโลหะ รวมทั้งอุปกรณ์โลหะและชิ้นส่วนเครื่องจักรอุตสาหกรรม ด้วยซอฟท์แวร์และเครื่องจักรอันทันสมัย อาทิ ส่วนประกอบรถยนต์ รางน้ำฝน ท่อพีวีซี เป็นต้น นอกจากนี้บริษัท ยังได้มีการพัฒนาบุคลากรอย่างต่อเนื่อง โดยมีผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีแม่พิมพ์จากญี่ปุ่นมาให้คำปรึกษาและส่งบุคลากรไปศึกษางานจากบริษัท คูโบต้า ประเทศญี่ปุ่น ทำให้สามารถผลิตแม่พิมพ์ที่มีคุณภาพและเป็นไปตามความต้องการของลูกค้า

รางวัลและการรับรอง

บริษัทได้รับการรับรองตามมาตรฐาน ISO9001:2008 ซึ่งเป็นมาตรฐานฉบับใหม่ที่มุ่งเน้นลูกค้าและสะท้อนถึงการพัฒนาระบบคุณภาพจากมาตรฐานฉบับเดิม นอกจากนี้บริษัทยังส่งเสริมกิจกรรมปรับปรุงงานของพนักงานทุกระดับ เพราะเชื่อว่าจะเป็นพื้นฐานสำคัญของการพัฒนาอย่างต่อเนื่องและยั่งยืน ซึ่งเป็นไปตาม Road Map to World Class Organization ที่ผู้บริหารได้วางไว้ ดังแสดงในรูปที่ 2 ทำให้เกิดผลงานจำนวนมากที่สามารถคว้ารางวัลจากทั้งเวทีภายในเครือซิเมนต์ไทย และเวทีภายนอก ซึ่งเป็นความภาคภูมิใจอย่างยิ่งของทั้งตัวพนักงานและบริษัท



รูปที่ 2: Road Map to World Class Organization

รูปที่ 3: รางวัลและความภาคภูมิใจของพนักงาน

ที่มาและความสำคัญของปัญหา

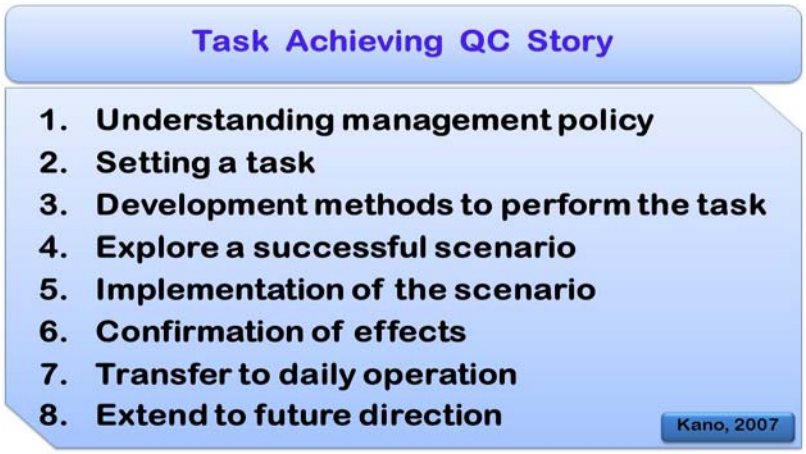
ประตูห้องน้ำพีวีซี เป็นสินค้าในกลุ่มธุรกิจผลิตภัณฑ์ก่อสร้างและตกแต่งของบริษัท ซึ่งมีการผลิตและขายมาเป็นเวลาหลายปี โดยตลาดของสินค้ากลุ่มนี้จะเป็นบ้านและที่อยู่อาศัยประเภทต่างๆ ที่มีช่วงราคาตั้งแต่ระดับล่างถึงระดับกลาง ปัจจุบันมีสินค้าให้เลือกซื้อหลากหลายยี่ห้อ จากผู้ผลิตจำนวนมากทั้งในและต่างประเทศ จึงเกิดการแข่งขันที่รุนแรงในด้านราคา ทำให้ผู้ผลิตแต่ละรายต้องพยายามหาทางลดต้นทุนสินค้าเพื่อให้สามารถที่จะแข่งขันได้ ส่งผลให้ความสนใจต่อด้านคุณภาพของผู้ผลิตลดน้อยลงเรื่อยๆ ในขณะที่สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ได้สร้างข้อกำหนดและเกณฑ์คุณภาพของสินค้าดังกล่าวไว้ชัดเจน แต่กลับพบว่ามีผู้ผลิตเพียงไม่กี่รายที่ผ่านการรับรอง ทั้งนี้เนื่องจากการพัฒนาเพื่อให้ผ่านคุณสมบัติที่สำคัญคือความทนแรงกระแทก และความทนต่อสารเคมีจะมีผลกระทบอย่างรุนแรงต่อต้นทุน ซึ่งอาจทำให้ความสามารถในการแข่งขันในตลาดนี้ลดน้อยลง

การเกิดคราบดำบนประตูห้องน้ำพีวีซี เป็นปัญหาหนึ่งที่บริษัทเคยได้รับข้อร้องเรียนจากลูกค้ามาหลายครั้ง แม้จะคิดเป็นสัดส่วนที่น้อยมากเมื่อเทียบกับปริมาณสินค้าที่ขายไปทั้งหมด แต่ก็มีผลกระทบกับความเชื่อมั่นต่อตราสินค้าไม่น้อย ซึ่งปัญหาที่เจอจะมีลักษณะของความรุนแรงที่แตกต่างกันไป บางกรณีที่มีอาการเล็กน้อยก็สามารถจะเช็คออกด้วยน้ำยาเคมีที่ใช้ทำความสะอาดได้ แต่บางกรณีที่ค่อนข้างรุนแรงจนไม่สามารถเช็คออกได้ก็จะต้องเปลี่ยนสินค้าให้กับลูกค้า นอกจากนี้พบว่าบางกรณียังมีการเกิดซ้ำหลังจากแก้ไขไปแล้ว จนจำเป็นจะต้องใช้วิธีการเคลือบผิวเพื่อป้องกันการเกิดปัญหาซ้ำซ้อน ซึ่งการแก้ปัญหาในอดีตด้วยวิธีดังที่กล่าวมาล้วนเป็นการแก้ไขเฉพาะหน้า

รูปที่ 4: ตัวอย่างการเกิดปัญหาคราบดำบนประตูห้องน้ำพีวีซี

เมื่อได้ศึกษาเปรียบเทียบกับสินค้าของคู่แข่งหลายรายในตลาด ก็พบว่าส่วนใหญ่ประสบปัญหาในลักษณะเดียวกัน และมีบางรายที่ได้พยายามหาวิธีป้องกันปัญหาดังกล่าว ด้วยการเพิ่มกระบวนการเคลือบบานประตูด้วยสารเคมีชนิดใสเพื่อลดโอกาสที่เกิดปัญหานี้ และที่ผ่านมาบริษัทก็ได้พยายามทดลองใช้กระบวนการดังกล่าวด้วยเช่นกัน แต่พบว่าเทคนิคการเคลือบที่จะให้ความคงทนส่วนใหญ่จะใช้ตัวทำละลาย (Solvent) ซึ่งเป็นสารที่อาจก่อให้เกิดมลภาวะในกระบวนการผลิตอย่างมาก หากจะสร้างเป็นระบบที่ปราศจากมลพิษก็จะต้องใช้เงินลงทุนค่อนข้างสูง แต่อย่างไรก็ตามสารเคลือบก็ย่อมมีอายุที่จำกัด และมีโอกาสที่จะหลุดร่อนบางลงเรื่อยๆ จากการเช็ดล้างทำความสะอาดตามอายุการใช้งานที่นานขึ้น นั่นก็แสดงว่าวิธีการดังกล่าวอาจจะไม่สามารถป้องกันปัญหานี้ได้ตลอดไป

การจะแก้ปัญหานี้ให้เด็ดขาดอาจจะต้องใช้วิธีการใหม่ ที่หลุดออกจากกรอบความคิดเดิมๆ บริษัทจึงได้เลือกใช้ลำดับวิธีการไปสู่จุดหมายแบบ Task Achieving QC Story ของ Dr. Kano ซึ่งแบ่งเป็น 8 ขั้นตอน ดังแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 5: ลำดับวิธีการไปสู่จุดหมายแบบ Task Achieving QC Story

1) Understanding Management Policy

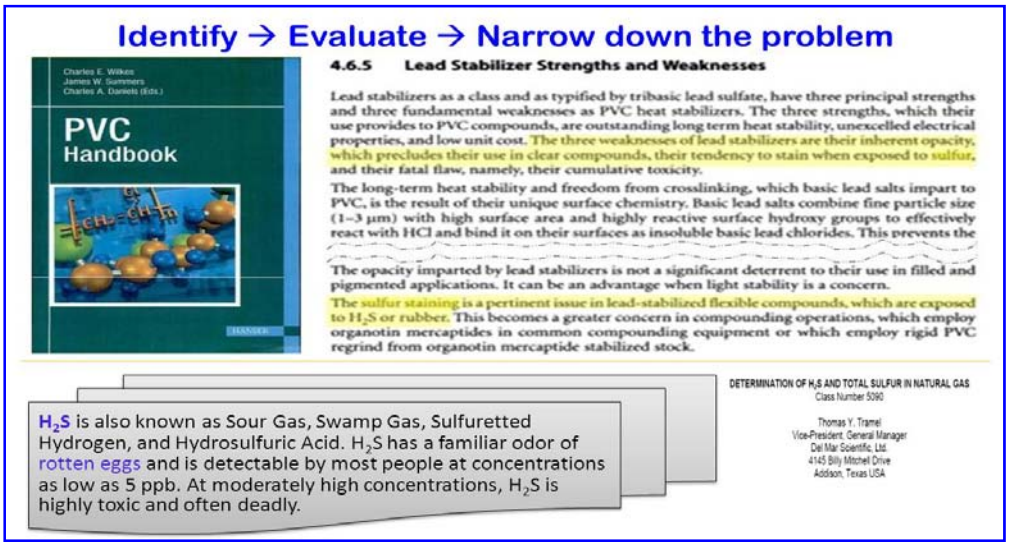
ผู้บริหารของบริษัทได้เล็งเห็นว่าสินค้าประตูห้องน้ำพีวีซีมีตลาดขนาดใหญ่ และปัญหาดังกล่าวเป็นเรื่องที่ท้าทายต่อผู้ผลิต หากสามารถหาวิธีแก้ปัญหานี้ได้อย่างเด็ดขาด และผ่านการรับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ด้วยต้นทุนที่ไม่สูงจากเดิมมาก ก็ย่อมสร้างความแตกต่างด้านคุณภาพ ที่จะทำให้เกิดความได้เปรียบในการแข่งขันอย่างชัดเจน จึงให้ตั้งทีมงานร่วม (Cross Functional Team) ขึ้นมาศึกษาเพื่อจะแก้ปัญหานี้อย่างจริงจัง และได้ยกระดับขึ้นเป็น Operational Excellent Project (OE Project) โดยมีเป้าหมายที่จะขอรับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมบานประตูพีวีซี (มอก.1013-2533) ให้ได้อย่างแท้จริงภายในปี 2553 ด้วยต้นทุนที่ยังสามารถแข่งขันได้

2) Set up a Task

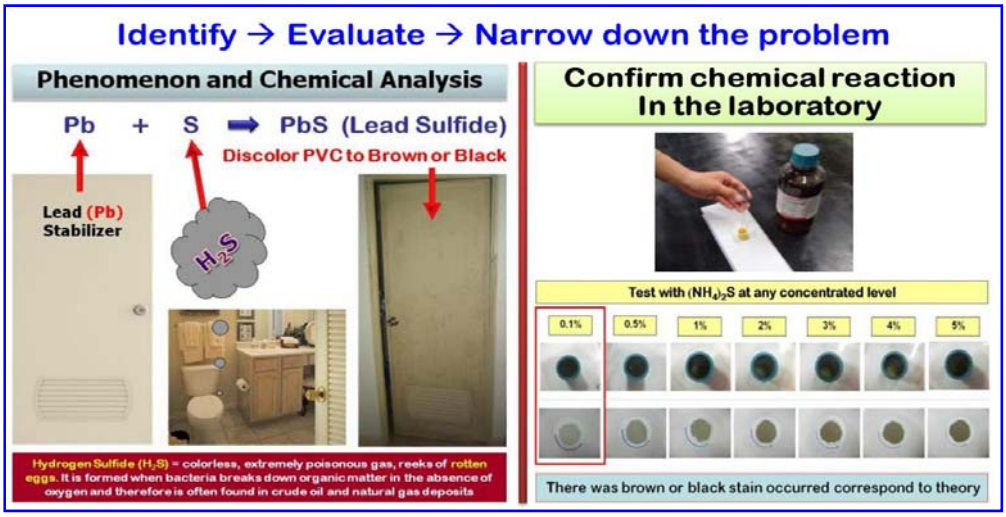
การศึกษาอย่างละเอียดในเชิงทฤษฎีจากหนังสือ PVC Handbook (Charles, James & Charles, 2005) และการทำความเข้าใจถึงที่มาของข้อกำหนดและวิธีการทดสอบต่างๆ ที่กำหนดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมบานประตูพีวีซี (มอก.1013-2533) รวมถึงการค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมจากแหล่งอื่นๆ ทำให้ทีมงานเข้าใจปรากฏการณ์ของปัญหาการเกิดคราบดำบนประตูห้องน้ำพีวีซีได้ชัดเจน ว่าแท้ที่จริงแล้วปัญหาดังกล่าวเป็นปฏิกิริยาเคมีที่เรียกว่า “Sulfur Staining” ซึ่งเป็นการทำปฏิกิริยาระหว่าง Sulfur (S) ที่มาในรูปของก๊าซไข่เน่า หรือไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) กับ Lead (Pb) ซึ่งเป็นองค์ประกอบทางเคมีของสารกันไหม้ (Heat Stabilizer) ที่นิยมใช้เป็นส่วนผสมในสูตรการผลิตชิ้นส่วนประตูห้องน้ำพีวีซี โดยผลลัพธ์ของปฏิกิริยาเคมีจะทำให้เกิด Lead Sulfide (PbS) ซึ่งเป็นสารประกอบที่มีสีน้ำตาลเข้มหรือสีดำอยู่บนผิวของพีวีซี โดยระดับความเข้มของสีจะขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารประกอบดังกล่าว

ก๊าซไข่เน่าเป็นก๊าซที่เกิดตามธรรมชาติจากการย่อยสลายสิ่งปฏิกูลในถังบำบัด ซึ่งมีโอกาสที่จะรั่วย้อนกลับเข้ามาในห้องน้ำได้ โดยเฉพาะกับห้องน้ำที่มีการก่อสร้างและการติดตั้งอุปกรณ์สุขภัณฑ์ที่ไม่ได้ตามมาตรฐาน หรือห้องน้ำที่ผ่านการใช้งานมาแล้วระยะหนึ่ง ซึ่งจะเกิดรอยแตกร้าวของพื้นปูนหรือกระเบื้อง รวมถึงชุดดักกลิ่นที่อาจเสื่อมสภาพลง

เพื่อจะยืนยันความสอดคล้องของปัญหาที่เกิดขึ้นกับข้อมูลเชิงทฤษฎี ทีมงานจึงทดลองในห้องปฏิบัติการ ซึ่งผลที่ได้มีความถูกต้องตรงกันดังแสดงในรูปที่ 7

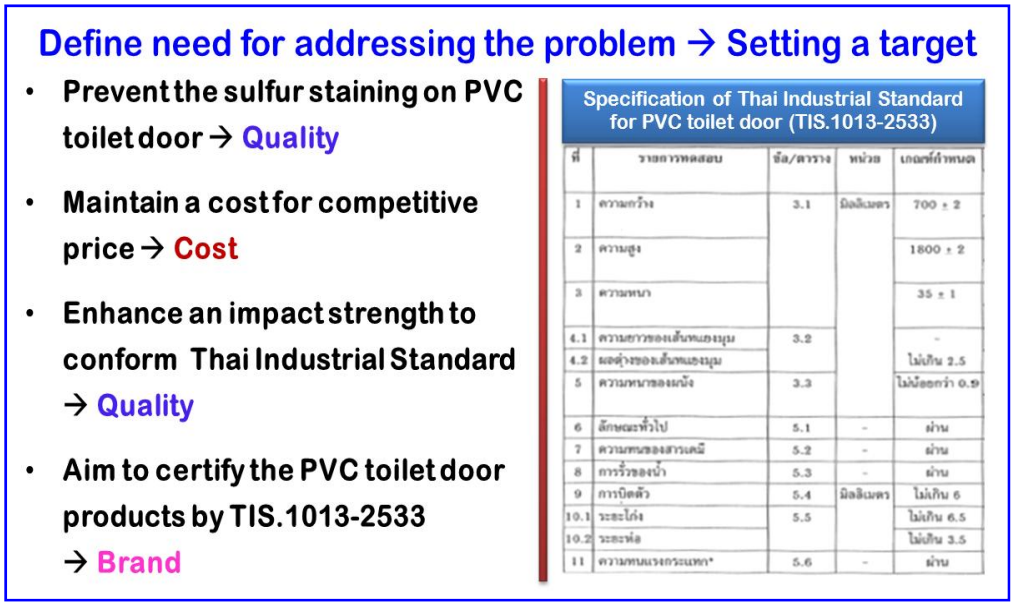


รูปที่ 6: การศึกษาทำความเข้าใจกับปัญหาในเชิงทฤษฎี



รูปที่ 7: การทดลองเพื่อยืนยันปัญหาในห้องปฏิบัติการ

เมื่อได้เข้าใจปัญหาอย่างถูกต้อง รวมทั้งทราบถึงความต้องการของลูกค้าและผู้บริหารของบริษัท ทำให้ทีมงานสามารถกำหนดขอบเขตของงานและเป้าหมายได้ชัดเจนขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 8



รูปที่ 8: การกำหนดขอบเขตของงานและเป้าหมาย

3) Develop Methods to Perform the Task

เพื่อหาวิธีที่จะจัดการกับปัญหาคราบดำให้ได้อย่างเด็ดขาด ทีมงานทั้งหมดได้ร่วมกันเสนอทางเลือกที่เป็นไปได้ (List up the Alternative Methods) แล้ววิเคราะห์เปรียบเทียบข้อดีข้อเสีย เพื่อจะคัดเลือกทางเลือกที่ดีที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1: การเสนอทางเลือกที่เป็นไปได้ (List up the Alternative Methods)

Task	Method	Pro	Con
To prevent sulfur staining on PVC toilet door	1. coat surface with chemical by UV curing process	- get a shining surface - not modify PVC compound formula	- Only high grade of chemical or double coating with normal grade can protect against the reaction, so its cost is high - can't prevent for a lifetime when it peel off after use and wipe - UV coating process emit air pollution - high investment
Task	Method	Pro	Con

	2. change PVC heat stabilizer from Pb to Sn base	- perfect prevention because of acting on root cause (prohibit chemical reaction)	- Sn base will react with existing Pb base stabilizer of other products to be staining - must separate plant form lead base - high investment
	3. change PVC heat stabilizer from Pb to CaZn base	- perfect prevention because of acting on root cause (prohibit chemical reaction) - not react to existing lead stabilizer - not separate a plant	- higher cost comparing to Pb base stabilizer

จากการเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของทั้ง 3 ทางเลือก จึงพบว่าทางเลือกที่ 3 คือการเปลี่ยนประเภทสารกันไหม้ (Heat Stabilizer) ในสูตรการผลิต จากเดิมที่เป็น Pb-base ไปเป็น CaZn-base น่าจะเป็นทางเลือกที่ดีที่สุด เพราะเป็นการกำจัดองค์ประกอบของปฏิกิริยาเคมีที่จะนำไปสู่ปัญหาการเกิดคราบดำที่ต้นเหตุอย่างแท้จริง และวิธีการนี้จะไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อการผลิตของสินค้าอื่นๆ ที่ยังต้องใช้สูตรการผลิตที่เป็น Pb-base เนื่องจากสารทั้งสองชนิดไม่มีปฏิกิริยาต่อกัน

การจะเปลี่ยนไปสู่วิธีการใหม่นี้ ย่อมมีความเสี่ยงอยู่มากมาย ทั้งต่อกระบวนการผลิต ต่อคุณภาพด้านอื่นของสินค้า รวมไปถึงต้นทุนที่อาจสูงขึ้นค่อนข้างมาก เนื่องจากสารกันไหม้ประเภท CaZn-base จะมีราคาที่สูงกว่า แต่ทนความร้อนได้น้อยกว่า จึงจำเป็นต้องเพิ่มสัดส่วนการใช้ที่มากขึ้น ดังนั้นทีมงานจึงได้ร่วมกันประเมินความเสี่ยงในทุกๆ ด้าน เพื่อเตรียมมาตรการป้องกันปัญหาไว้ล่วงหน้า (Risk Assessment and Risk Avoiding Activities) ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2: การประเมินความเสี่ยงและการเตรียมมาตรการป้องกันไว้ล่วงหน้า

Task	Selected Method	Risk assessment	Risk avoiding activity
To prevent sulfur staining on PVC toilet door	change PVC heat stabilizer from Pb to CaZn base	1. contamination of lead from other formula at common process (weighing-mixing-extrusion-recycling)	- separate area and machine of weighing and mixing process - set standard of work for cleaning of other common machine - set QA process to check contamination of compound and final products
Task	Selected Method	Risk assessment	Risk avoiding activity
		2. compound cost will increase (CaZn more expensive and require higher dose than Pb base stabilizer)	- compensate the cost by increasing more filler ($CaCO_3$)
		3. increasing more $CaCO_3$ (item 2.) will drop impact strength property	- use DOE to optimize its cost and impact strength property
		4. changing a formula will affect to process parameter → not easy to find out new setting	- use DOE to find out the optimal setting to achieve cost and quality target.

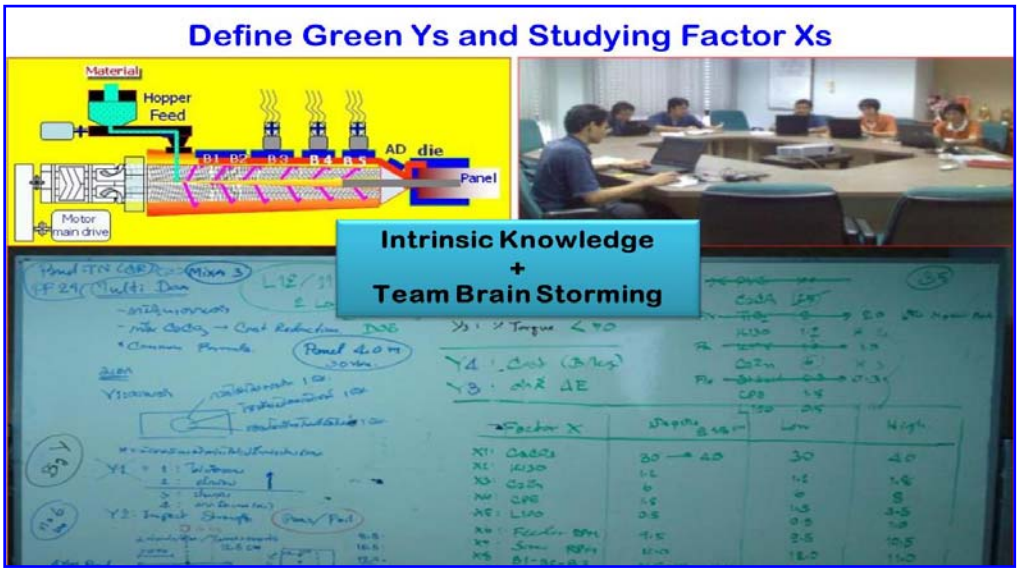
แม้ว่าตามทฤษฎีการเปลี่ยนสารกันไหม้จาก Pb-base เป็น CaZn-base จะสามารถแก้ปัญหาคราบดำได้ แต่จากการประเมินความเสี่ยงตามตารางข้างบน พบว่าวิธีการนี้จะทำให้ต้นทุนสูงขึ้นค่อนข้างมาก จนอาจเป็นอุปสรรคในการแข่งขันได้ และหากเราจะชดเชยต้นทุนที่สูงขึ้นด้วยการเติมสาร Filler เช่น $CaCO_3$ ที่ราคาถูกให้มากขึ้น ก็มีความเสี่ยงที่จะทำให้คุณสมบัติด้านความทนแรงกระแทกลดต่ำลง จนอาจไม่ผ่านเกณฑ์กำหนดของ มอก. ได้ นอกจากนี้การเปลี่ยนโครงสร้างของสูตรผลิต ยังอาจกระทบต่อการควบคุมกระบวนการที่จะเกิดความยุ่งยากเพราะจะต้องหาค่า Setting ที่เหมาะสมใหม่

จะเห็นได้ว่าการจัดการกับปัญหาที่มีปัจจัย (Factors) เกี่ยวข้องจำนวนมาก ทั้งในส่วนที่เป็นวัตถุดิบในสูตรผลิต และพารามิเตอร์ในการผลิต ขณะที่มีความต้องการได้ผลลัพธ์ (Response) ที่เหมาะสมที่สุดในหลายๆ ด้านพร้อมกัน จึงไม่ใช่เรื่องง่ายที่จะบรรลุเป้าหมายได้ด้วยการใช้เครื่องมือแบบพื้นฐาน หรือใช้วิธีการ Trade off แบบเดิมๆ ดังนั้นทีมงานจึงตัดสินใจเลือกเครื่องมือทางสถิติขั้นสูงเรื่องการออกแบบการทดลอง (Design of Experiment มาใช้ในการแก้ปัญหานี้

4) Explore a Successful Scenario

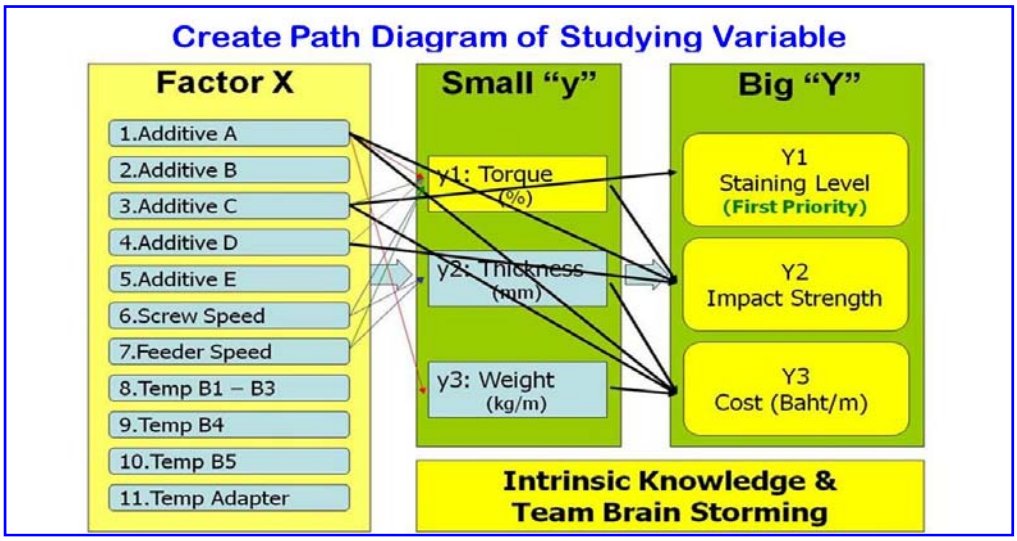
การออกแบบการทดลอง (Design of Experiment) หรือ DOE มีหลายประเภท สำหรับกรณีนี้ได้เลือกใช้ DOE ประเภทคัดกรองปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลลัพธ์ (Special Screening Design) แบบ Plackett-Burman L12 เพื่อจัดการกับปัญหาที่มีปัจจัย (Factors ซึ่งต่อไปอาจจะเรียกว่า Xs) เกี่ยวข้องอยู่จำนวนมาก โดย DOE แบบ Plackett-Burman L12 สามารถใช้ออกแบบการทดลองที่ 2 Levels และเลือกใช้ปัจจัยได้มากถึง 11 Factors ด้วยการทดลองที่ประหยัดเพียง 12 การทดลอง

ก่อนจะเริ่มทำ DOE ทีมงานได้ร่วมกันกำหนดความต้องการผลลัพธ์ (Responses ซึ่งต่อไปอาจจะเรียกว่า Ys) และเลือกปัจจัย Xs ที่อาจจะส่งผลต่อ Ys โดยในขั้นตอนนี้จะต้องใช้วิธี Brain Storming เพื่อจะรวบรวม Intrinsic Knowledge ของทีมงานทั้งหมด มาใช้ในการออกแบบการทดลองที่ดี ซึ่งจะมีผลอย่างยิ่งต่อความสำเร็จในการแก้ปัญหาลักษณะนี้ ดังแสดงในรูปที่ 9



รูปที่ 9: การ Brain Storming เพื่อกำหนด Responses (Ys) และเลือก Factors (Xs)

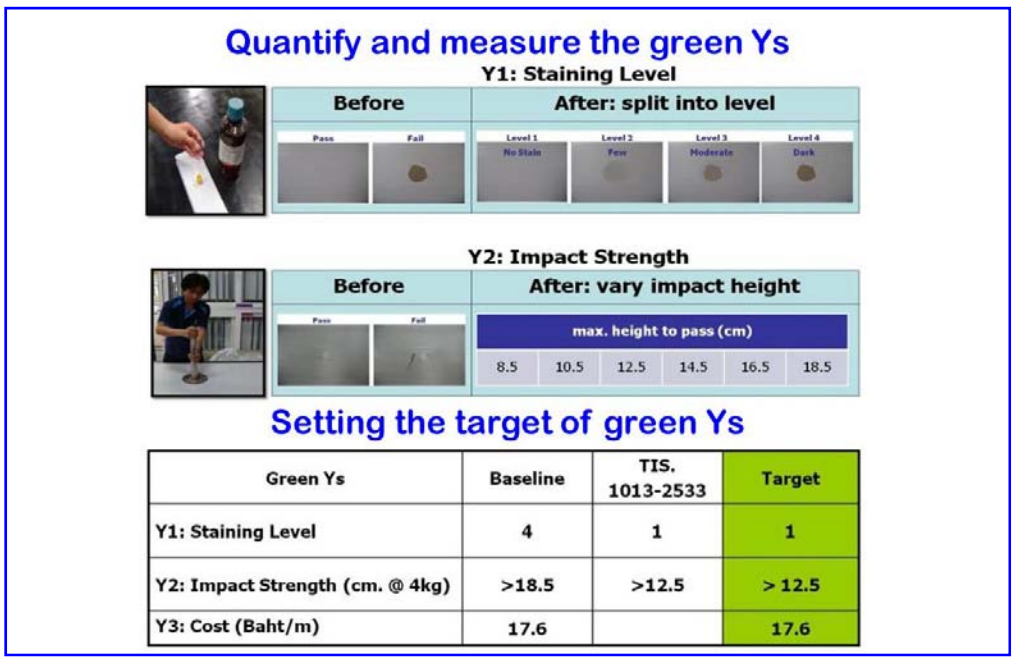
เพื่อจะสร้างภาพความสัมพันธ์โดยรวมของทั้งตัวแปร Ys และ Xs จากข้อมูลที่ได้มาจาก Intrinsic Knowledge จึงได้นำเอาเทคนิคการสร้างแผนภาพ Path Diagram มาใช้ ดังแสดงในรูปที่ 10



รูปที่ 10: แผนภาพ Path Diagram แสดงความสัมพันธ์โดยรวมของตัวแปร Ys และ Xs

นอกจากนี้เพื่อให้การวิเคราะห์ผลของ DOE เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ทีมงานยังได้ร่วมกันออกแบบวิธีการวัดผล (Measurement System) ของค่า Ys บางตัวใหม่ เพื่อจะเปลี่ยนผลการวัดจากเดิมที่มาตรฐาน มอก. ได้กำหนดไว้เป็นแบบ "ผ่าน/ ไม่ผ่าน" หรือ "Pass/ Fail" ไปเป็นวิธีการวัดที่จะสามารถวัดค่าเป็นตัวเลขได้ ซึ่งถือเป็นเทคนิคที่สำคัญในการทำ DOE โดยใช้วิธีแบ่งระดับความเข้มของสีสำหรับ Y1: Staining Level และใช้วิธีเปลี่ยนความสูงสำหรับ Y2: Impact Strength

จากนั้นจึงได้เริ่มศึกษาสภาพปัจจุบันโดยการสุ่มเก็บตัวอย่างสินค้าที่ผลิตด้วยระบบเดิมตามจำนวนที่กำหนด และนำมาทดสอบเพื่อประเมินค่า Responses หรือ Ys ด้วยวิธีการวัดผลที่ออกแบบขึ้นใหม่ ซึ่งทำให้ทราบคุณสมบัติปัจจุบัน (Baseline) เทียบกับค่ามาตรฐานของ มอก. และเห็นช่องว่างในการปรับปรุง (Gap) จนทำให้สามารถกำหนดเป้าหมาย (Target) ของ Response หรือ Ys แต่ละตัวได้ ดังแสดงในรูปที่ 11



Green Ys	Baseline	TIS. 1013-2533	Target
Y1: Staining Level	4	1	1
Y2: Impact Strength (cm. @ 4kg)	>18.5	>12.5	> 12.5
Y3: Cost (Baht/m)	17.6		17.6

รูปที่ 11: เทคนิคการออกแบบวิธีวัดผล และการกำหนดเป้าหมายของ Response หรือ Ys

5) Implementation of the Scenario

หลังจากได้เลือก Factors หรือ Xs ที่สนใจทั้ง 11 ตัว ทีมงานจึงต้องร่วมกันกำหนดค่าที่จะทดลองของแต่ละ Xs โดยแบ่งเป็น 2 ระดับ คือ Level: Low และ Level: High ซึ่งต้องอาศัย Intrinsic Knowledge ของทีมเป็นอย่างมาก เพื่อให้การทดลองครอบคลุมขอบเขตที่จะศึกษามากที่สุด และหลีกเลี่ยงจุดเสี่ยงที่จะเกิดอันตรายทั้งต่อคนและเครื่องจักร จากนั้นจึงนำ Factors และค่า Low/ High ไปสร้างตาราง DOE แบบ Plackett-Burman L12 โดยแนะนำให้ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ เช่น Minitab ช่วยในการออกแบบเนื่องจากเป็นขั้นตอนที่ซ้ำซ้อน ซึ่งจะได้ตารางดังแสดงในรูปที่ 12

Plackett-Burman L12 DOE for 11 factors with 2 levels

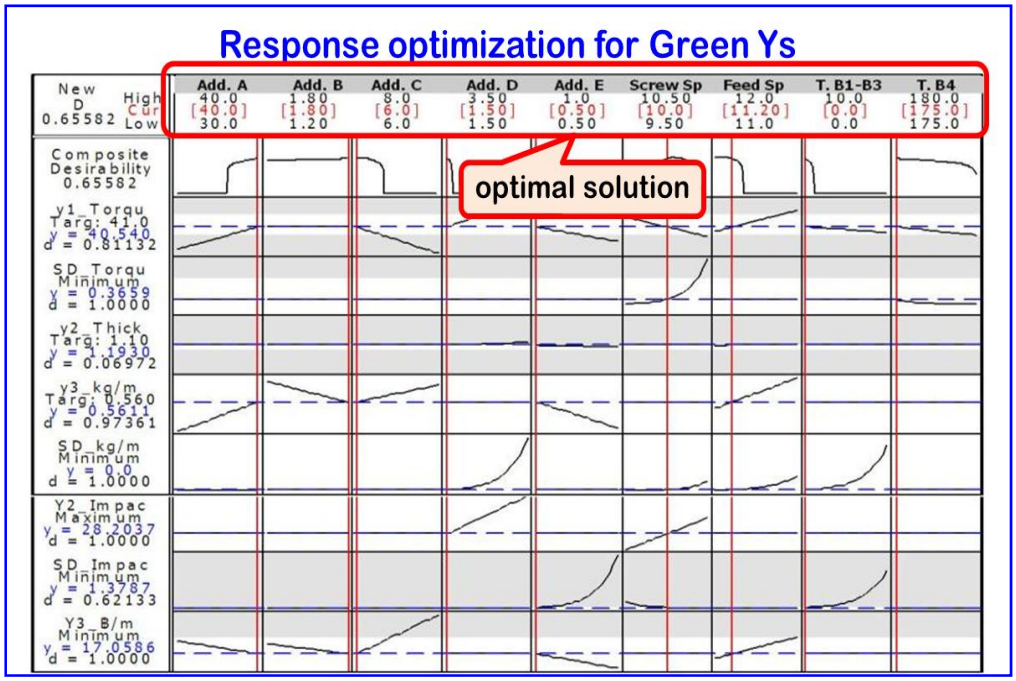
Worksheet ***

→	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11
	Add. A	Add. B	Add. C	Add. D	Add. E	Screw Sp	Feed Sp	T. B1-B3	T. B4	T. B5	T. Ad
1	30	1.2	6	1.5	0.5	9.5	11	0	175	170	185
2	40	1.2	8	1.5	0.5	9.5	12	10	180	170	190
3	40	1.8	6	3.5	0.5	9.5	11	10	180	175	185
4	30	1.8	8	1.5	1.0	9.5	11	0	180	175	190
5	30	1.8	6	1.5	0.5	10.5	12	10	175	175	190
6	40	1.2	8	3.5	0.5	10.5	11	0	175	175	190
7	30	1.2	8	3.5	1.0	9.5	12	10	175	175	185
8	30	1.2	6	3.5	1.0	10.5	11	10	180	170	190
9	30	1.8	8	3.5	0.5	10.5	12	0	180	170	185
10	40	1.8	8	1.5	1.0	10.5	11	10	175	170	185
11	40	1.8	6	3.5	1.0	9.5	12	0	175	170	190
12	40	1.2	6	1.5	1.0	10.5	12	0	180	175	185

รูปที่ 12: ตารางออกแบบการทดลอง DOE: Plackett-Burman L12

จากนั้นจึงนำค่า Setting ของแต่ละ Factors ตามตาราง DOE ข้างต้น ไปทดลองผลิตสินค้าตามลำดับจนครบทั้ง 12 การทดลอง โดยระหว่างการทดลองแต่ละครั้งจะสุ่มเก็บตัวอย่างชิ้นงานแบบ Systematic Sampling พร้อมทั้งบันทึกค่า Actual Parameter ของกระบวนการผลิต แล้วจึงนำตัวอย่างทั้งหมดที่ได้ไปทดสอบและวัดผลค่า Response หรือ Ys แต่ละตัว ด้วยวิธีการที่ได้ออกแบบไว้แล้วตามรูปที่ 11 เมื่อได้ข้อมูลจากการทดลองครบถ้วนแล้ว จึงนำข้อมูลเหล่านั้นไปวิเคราะห์ทางสถิติทั้งการทำ Analyze Factorial Design (Y-hat model) เพื่อวิเคราะห์ผลของ Factors หรือ Xs ที่มีต่อค่า Mean ของ Ys แต่ละตัว และทำ Analyze Variability (S-hat model) เพื่อวิเคราะห์ผลของ Factors หรือ Xs ที่มีต่อค่า Standard Deviation ของ Ys แต่ละตัวด้วย ซึ่งการวิเคราะห์ผลของ DOE เป็นขั้นตอนที่ซับซ้อน จึงแนะนำให้ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ เช่น Minitab เข้าช่วย

แม้ว่า Plackett-Burman L12 จะเป็น Screening Design DOE ที่นิยมใช้สำหรับการคัดกรองปัจจัยที่มีนัยสำคัญทางสถิติ (Significant Factors) ออกจากกลุ่มปัจจัยจำนวนมากที่เราสนใจ และโดยทั่วไปจะต้องนำ Significant Factors เหล่านั้นไปทำ Modeling Design DOE อีกครั้ง ก่อนจะหา Optimize Solution แต่เนื่องจากกรณีของปัญหานี้มีเป้าหมายแค่ต้องการจะหา Minimize/ Maximize Solution สำหรับ Responses หรือ Ys แต่ละตัว ดังนั้นการใช้ Plackett-Burman L12 DOE พร้อมกับเทคนิคพิเศษในการวิเคราะห์ จึงเพียงพอที่จะทำ Process Optimization เพื่อจะหาจุด Setting ของแต่ละ Factors หรือ Xs ที่จะให้ได้ผลลัพธ์ Ys ตามเป้าหมายที่ต้องการ ด้วยการใช้ Response Optimizer ดังแสดงในรูปที่ 13

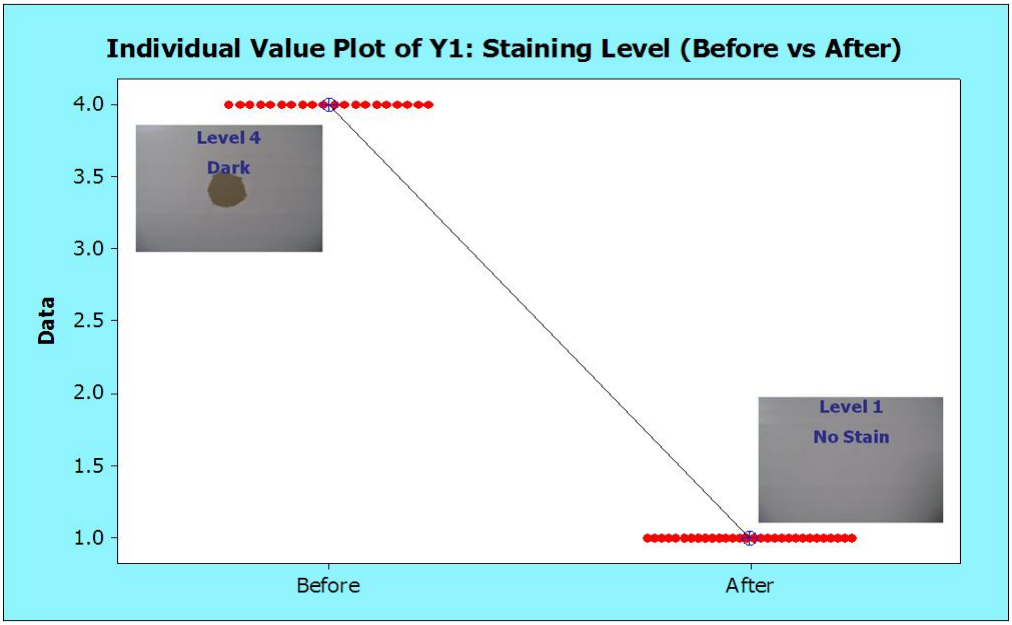


รูปที่ 13: การวิเคราะห์หา Optimal Solution ด้วย Response Optimizer

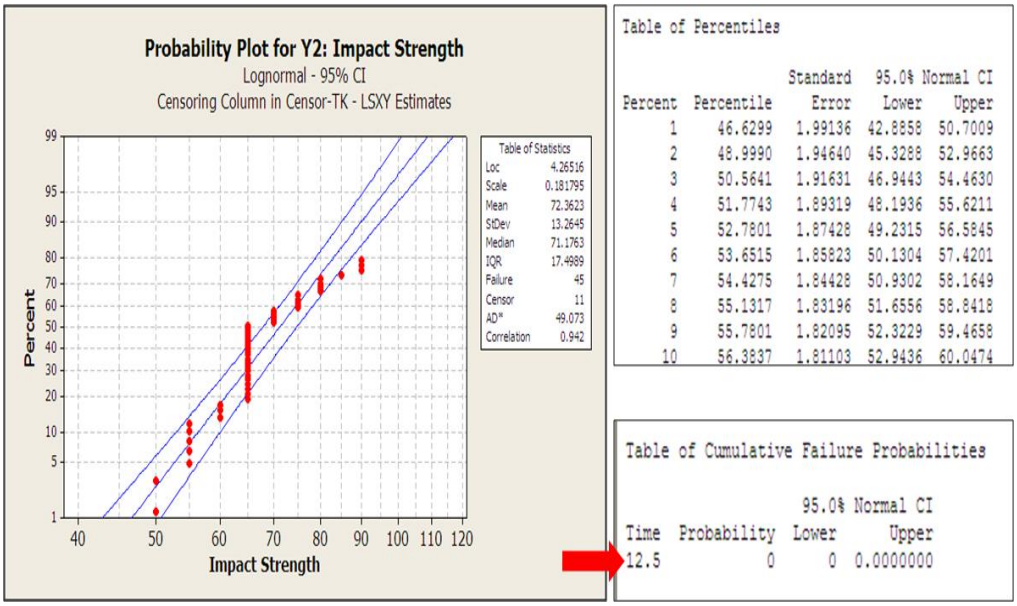
6) Confirmation of Effects

เมื่อได้ค่า Setting ที่เหมาะสมของแต่ละ Factors หรือ Xs จาก Optimal Solution จึงนำไปทดลองซ้ำด้วยการผลิตแบบ Trial Lot ที่มีจำนวนมากพอ เพื่อจะยืนยันผลว่าเป็นไปตามเป้าหมายที่ต้องการหรือไม่ ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้เป็นที่น่าพอใจอย่างยิ่ง นั่นคือ

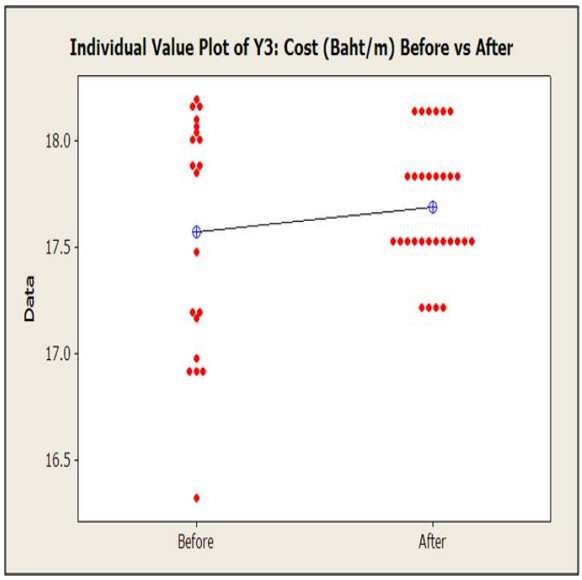
- Y1: Staining Level อยู่ที่ระดับ Level-1 หรือ ไม่เกิดคราบดำ ดังแสดงผลเปรียบเทียบในรูปที่ 14
- Y2: Impact Strength ใช้การวิเคราะห์ผลด้วย Reliability Function Analysis ดังแสดงในรูปที่ 15 พบว่ามีโอกาสที่น้อยกว่า 0.00% ที่สินค้าจะไม่ผ่านเกณฑ์ตามมาตรฐาน มอก. ที่กำหนดให้ทดสอบด้วยการทิ้งน้ำหนัก 4 กิโลกรัม จากความสูง 12.5 เซนติเมตร
- Y3: Cost (Baht/meter) ได้วิเคราะห์เปรียบเทียบผลด้วยวิธีการทางสถิติ พบว่าต้นทุนสินค้าไม่ได้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ หรือ ยังคงใกล้เคียงเดิม ดังแสดงในรูปที่ 16



รูปที่ 14: การทดสอบเปรียบเทียบระดับการเกิดคราบดำ (Y1: Staining Level)



รูปที่ 15: การวิเคราะห์ผล Y2: Impact Strength ด้วยวิธี Reliability Function Analysis



Test for Equal Variances: Before, After

95% Bonferroni confidence intervals for SD.

	N	Lower	StDev	Upper
Before	20	0.416856	0.568986	0.881529
After	30	0.230994	0.299260	0.420925

F-Test (Normal Distribution)
Test statistic = 3.61, p-value = 0.002

Two-Sample T-Test and CI: Before, After

Two-sample T for Before vs After

	N	Mean	StDev	SE Mean
Before	20	17.573	0.569	0.13
After	30	17.692	0.299	0.055

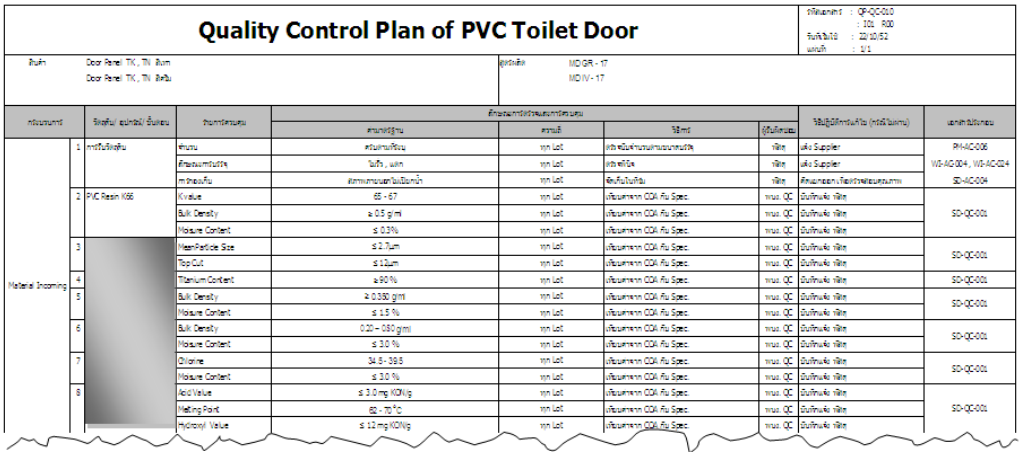
Difference = mu (Before) - mu (After)
Estimate for difference: -0.119
95% CI for difference: (-0.403, 0.166)
T-Test of difference = 0 (vs not =):
T-Value= -0.86 P-Value= 0.399 DF= 26

รูปที่ 16: การวิเคราะห์เปรียบเทียบต้นทุนสินค้า Y3: Cost (Baht/meter) ด้วยวิธีการทางสถิติ

จากผลลัพธ์ที่กล่าวมาแล้ว จึงสรุปได้ว่าการพัฒนาสูตรผลิตใหม่สามารถป้องกันการเกิดคราบดำได้โดยสิ้นเชิง พร้อมกับความทนการกระแทก และคุณสมบัติด้านอื่นๆ ที่ยังคงผ่านเกณฑ์กำหนดของ มอก. ทุกรายการ ขณะเดียวกันก็สามารถรักษาต้นทุนไว้ได้ใกล้เคียงเดิม

7) Transfer to Daily Operation

เพื่อให้แน่ใจว่าค่า Process Parameters และ Condition ที่เหมาะสมจาก QC Story นี้ จะถูกนำไปใช้ในการควบคุมกระบวนการตามหลัก Daily Management อย่างจริงจัง จึงได้นำข้อมูลต่างๆ มาสร้างเป็น Quality Control Plan สำหรับการผลิตสินค้าประตูห้องน้ำพีวีซี ดังแสดงในรูปที่ 17



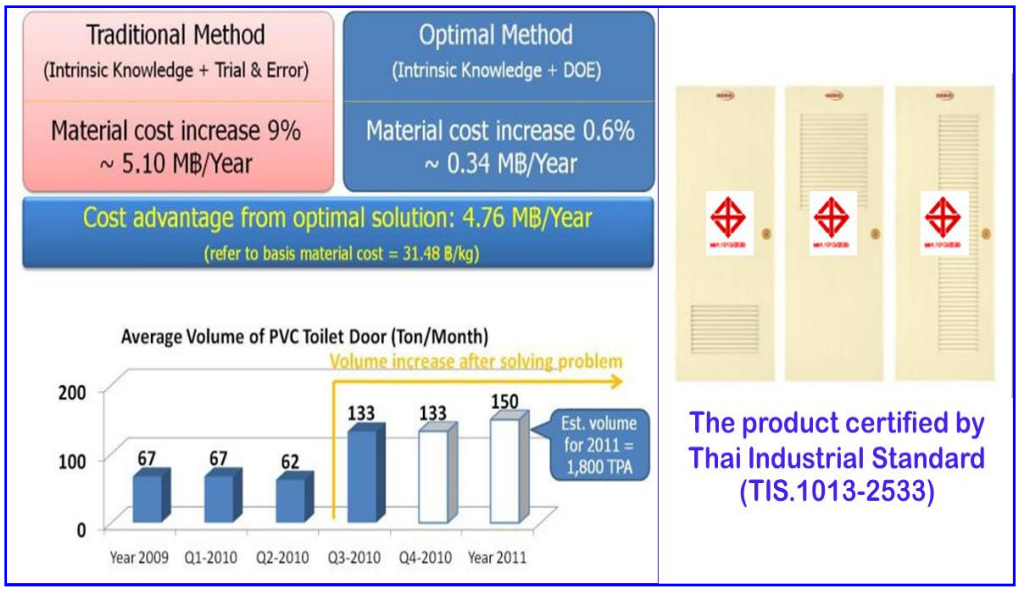
Quality Control Plan of PVC Toilet Door

กระบวนการ		รายการควบคุม	ค่ามาตรฐาน	ความถี่	วิธีการ	ผู้รับผิดชอบ	วิธีปฏิบัติการแก้ไข (กรณีไม่ผ่าน)	เอกสารปฏิบัติงาน
Material Incoming	1	การรับรองผู้ขาย	ตามบัญชีรายชื่อ	ทุก Lot	ตรวจสอบเอกสารรับรองผู้ขาย	จัดซื้อ	แจ้ง Supplier	PM-AC-006
		ลักษณะภายนอก	ไม่มีรู , แตก	ทุก Lot	ตรวจด้วยตา	จัดซื้อ	แจ้ง Supplier	WI-AC-004 , WI-AC-014
		การปนเปื้อน	ห้ามการปนเปื้อนโดยเด็ดขาด	ทุก Lot	ตรวจสอบด้วยตาเปล่า	จัดซื้อ	ทำการคัดกรองใหม่	SD-AC-004
	2	PVC Resin K66	K-value	65 - 67	ทุก Lot	เปรียบเทียบจาก COA กับ Spec.	หน่วย QC	ปฏิเสธล็อต จัดซื้อ	SD-QC-001
			Bulk Density	≥ 0.5 g/ml	ทุก Lot	เปรียบเทียบจาก COA กับ Spec.	หน่วย QC	ปฏิเสธล็อต จัดซื้อ	
			Moisure Content	≤ 0.3%	ทุก Lot	เปรียบเทียบจาก COA กับ Spec.	หน่วย QC	ปฏิเสธล็อต จัดซื้อ	
	3		Mean Particle Size	≤ 2.7um	ทุก Lot	เปรียบเทียบจาก COA กับ Spec.	หน่วย QC	ปฏิเสธล็อต จัดซื้อ	SD-QC-001
			Top Cut	≤ 12um	ทุก Lot	เปรียบเทียบจาก COA กับ Spec.	หน่วย QC	ปฏิเสธล็อต จัดซื้อ	
	4		Titanium Content	≥ 90 %	ทุก Lot	เปรียบเทียบจาก COA กับ Spec.	หน่วย QC	ปฏิเสธล็อต จัดซื้อ	SD-QC-001
	5		Bulk Density	≥ 0.350 g/ml	ทุก Lot	เปรียบเทียบจาก COA กับ Spec.	หน่วย QC	ปฏิเสธล็อต จัดซื้อ	SD-QC-001
			Moisure Content	≤ 1.5 %	ทุก Lot	เปรียบเทียบจาก COA กับ Spec.	หน่วย QC	ปฏิเสธล็อต จัดซื้อ	
	6		Bulk Density	0.20 – 0.60 g/ml	ทุก Lot	เปรียบเทียบจาก COA กับ Spec.	หน่วย QC	ปฏิเสธล็อต จัดซื้อ	SD-QC-001
			Moisure Content	≤ 3.0 %	ทุก Lot	เปรียบเทียบจาก COA กับ Spec.	หน่วย QC	ปฏิเสธล็อต จัดซื้อ	
	7		Chlorine	34.5 - 39.5	ทุก Lot	เปรียบเทียบจาก COA กับ Spec.	หน่วย QC	ปฏิเสธล็อต จัดซื้อ	SD-QC-001
			Moisure Content	≤ 3.0 %	ทุก Lot	เปรียบเทียบจาก COA กับ Spec.	หน่วย QC	ปฏิเสธล็อต จัดซื้อ	
	8		Acid Value	≤ 3.0 mg KOH/g	ทุก Lot	เปรียบเทียบจาก COA กับ Spec.	หน่วย QC	ปฏิเสธล็อต จัดซื้อ	SD-QC-001
			Melting Point	82 - 72 °C	ทุก Lot	เปรียบเทียบจาก COA กับ Spec.	หน่วย QC	ปฏิเสธล็อต จัดซื้อ	
			Hydroxyl Value	≤ 12 mg KOH/g	ทุก Lot	เปรียบเทียบจาก COA กับ Spec.	หน่วย QC	ปฏิเสธล็อต จัดซื้อ	

รูปที่ 17: ผัง Quality Control Plan สำหรับปฏิบัติงานตามหลัก Daily Management

8) Extend to Future Direction

ด้วยความสำเร็จข้างต้นดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ทำให้บริษัทสามารถขอการรับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมบานประตูพีวีซี (มอก.1013-2533) ได้อย่างแท้จริง ซึ่งผลจากการแก้ปัญหาให้กับลูกค้าได้โดยไม่ต้องเพิ่มต้นทุนและราคาขาย ถือเป็นการสร้างข้อได้เปรียบในการแข่งขัน และยังช่วยยกระดับภาพลักษณ์ของตราสินค้าให้มีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น จนส่งผลให้มียอดขายที่เพิ่มขึ้นกว่าเท่าตัวในไตรมาศถัดมา ดังแสดงในรูปที่ 18



รูปที่ 18: ประสิทธิผลที่วัดได้และประโยชน์ที่ได้รับ

บริษัทได้นำประสบการณ์และความสำเร็จจากเรื่องนี้ไปขยายผลต่อกับกลุ่มสินค้าอื่นๆ ที่มีความเสี่ยงในลักษณะคล้ายๆ กัน เพื่อจะป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาคราบดำขึ้นในอนาคต ได้แก่ สินค้าในกลุ่มรางน้ำฝนไวนิล ฝ้าชายคาไวนิล และราวระเบียงไวนิล เป็นต้น

ปัญหาอุปสรรคและแนวทางในการแก้ไข

1) การแก้ปัญหาลักษณะนี้จะต้องใช้ความรู้เชิงทฤษฎีอย่างมาก ในการหาทางเลือกที่เป็นไปได้ และการประเมินความเสี่ยง รวมถึงการเตรียมมาตรการป้องกันไว้ล่วงหน้า ถ้าหากมีข้อมูลและความรู้ที่ไม่เพียงพอ อาจจะเกิดความผิดพลาด หรือความล่าช้าในการตัดสินใจได้
   - แนวทางแก้ไข: ศึกษาหาความรู้เชิงทฤษฎีจากหนังสือ PVC Handbook รวมทั้งแหล่งข้อมูลอื่นๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งจาก Internet และนำเทคนิค Brain Storming มาใช้ในการรวบรวม Intrinsic Knowledge ของทีมงานที่มีอยู่หลากหลายด้าน
2) วิธีการวัดผล (Measurement System) แบบเดิม ที่แสดงผลวัดเป็น “ผ่าน/ ไม่ผ่าน” หรือ “Pass/ Fail” ให้คุณภาพของข้อมูลที่น้อย และนำไปวิเคราะห์ทางสถิติได้ยาก
   - แนวทางแก้ไข: ออกแบบวิธีการวัดผล (Measurement System) ของค่า Ys บางตัวใหม่ เพื่อจะเปลี่ยนผลการวัดให้เป็นตัวเลข ซึ่งจะให้คุณภาพของข้อมูลที่มากขึ้น และสามารถนำไปใช้วิเคราะห์ทางสถิติได้ดียิ่งขึ้นด้วย

ปัจจัยแห่งความสำเร็จและความยั่งยืน

1) Team Spirit: ทีมงานร่วมมือ เป็นหนึ่งในวัฒนธรรมองค์กร “ISTEP” ของนวพลาสติก ซึ่งมีส่วนช่วยส่งเสริมต่อการทำงานแบบ Cross Functional Management ทำให้การแก้ปัญหาในลักษณะที่ต้องทำร่วมกันหลายหน่วยงานมีโอกาสประสบความสำเร็จได้ง่ายขึ้น
2) โครงการพัฒนาทักษะ TQM “Operational Excellence” หรือ OE ของเครือซิเมนต์ไทย ที่มุ่งพัฒนาทักษะด้านการแก้ปัญหาด้วยเครื่องมือทางสถิติขั้นสูง ช่วยทำให้ผู้เขียนซึ่งสำเร็จการศึกษาจากโครงการนี้ และมีคุณสมบัติเทียบเท่ากับ Black Belt ของหลักสูตร Six Sigma ในระดับสากล สามารถนำความรู้และเทคนิคต่างๆ ที่ได้รับ มาใช้ในการพัฒนาวิธีการและทีมงานให้แก้ปัญหาที่มีซับซ้อนมากขึ้นได้ นอกจากนี้โครงการดังกล่าวยังได้ส่งเสริมให้ผู้เขียนได้พัฒนาต่อยอดความรู้ความชำนาญไปถึงระดับ Master Black Belt เพื่อจะเป็นผู้นำการเปลี่ยนแปลง (Changing Agent) ที่สำคัญให้กับองค์กรได้มีการพัฒนาอย่างยั่งยืนต่อไป

เอกสารอ้างอิง

Sabseree, S., Thueakthong, & V., Sukchareonpong, P., (2008), ***Fusion Six Sigma: methodology and case studies***, The 6th ANQ Congress 2008 Bangkok.

Sabseree, S., (2009), ***Fusion Six Sigma for Quality Improvement of Processes in Manufacturing Industry***, Unpublished doctoral dissertation, Suan Sunandha Rajabhat University, Thailand.

Bhote, K. R., Bhote, K. A., (2000): ***World Class Quality: Using Design of Experiments to Make It Happen, 2nd ed.***, AMACOM, New York.

Charles E. Wilkes, James W. Summers, Charles Daniels, (2005): ***PVC Handbook***, Carl Hanser Verlag, Munich.

Schmidt, S. R., & Launsby, R.G. (1998). ***Understand industrial designed experiment.*** Colorado Springs, CO: Air Academy Press & Associates.

Thomas Y. Tramel, ***Determination of H2S and Total Sulfur in Natural Gas***, Del Mar Scientific Ltd, Texas.

Yang, K., & Trewn, J., B. (2004). ***Multivariate statistical methods in quality management.*** New York: McGraw-Hill.