

การปรับปรุงกระบวนการประกอบ ผลิตภัณฑ์ตัวลือคชุดหัวอ่านเพื่อลด ข้อบกพร่องประเภทระยะความสูงของบอล

เพ็ญประภา กล้ากสิการ และ นภัสสวงศ์ โรจนโรวรรณ*

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ ประเทศไทย 10330

Email: penpraphak@nokpct.com, napassavong.o@chula.ac.th*

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ประยุกต์แนวคิดซิกซ์ ซิกม่า เพื่อปรับปรุงกระบวนการประกอบผลิตภัณฑ์ตัวลือคชุดหัวอ่านเพื่อลดข้อบกพร่องประเภทระยะความสูงของบอล โดยมีเป้าหมายคือการลดอัตราของเสียจาก 27,600 DPPM เหลือ 500 DPPM การวิจัยจะใช้ขั้นตอนตามแนวทางของซิกซ์ ซิกม่า ในการปรับปรุงโดยเริ่มจากการนิยามปัญหา (Define) ได้ทำการศึกษาสภาพปัญหา กำหนดเป้าหมายและขอบเขตของการปรับปรุง ต่อมาในระบะการวัดเพื่อกำหนดสาเหตุของปัญหา (Measure) ได้ทำการวิเคราะห์ระบบการวัดทั้งความถูกต้องและแม่นยำของระบบการวัด จากนั้นทำการระดมสมองเพื่อหาปัจจัยนำเข้าที่มีผลต่อระยะความสูงของบอลโดยใช้การวิเคราะห์ลักษณะและผลกระทบ จากนั้นในระบะการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา (Analyze) ได้ทำการออกแบบการทดลองเพื่อหาปัจจัยที่มีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อระยะความสูงของบอล ในระบะการปรับปรุงกระบวนการ (Improve) จะทำการหาระดับของปัจจัยที่เหมาะสมที่ทำให้ได้ค่าตัวแปรตอบสนองดีที่สุด และระบะการควบคุมกระบวนการผลิต (Control) ได้ทดสอบยืนยันผลเป็นระยะเวลา 1 เดือนและจัดทำแผนควบคุมเป็นมาตรฐานในการตรวจติดตามและควบคุมปัจจัยนำเข้าและตัวแปรตอบสนอง หลังจากการปรับปรุงพบว่าจำนวนของเสียลดลงจาก 27,600 DPPM มาอยู่ที่ 100 DPPM หรือจำนวนของเสียลดลงจาก 2.76% เหลือ 0.01% และจากปริมาณการผลิตที่พยากรณ์ไว้ พบว่าจะสามารถลดมูลค่าความสูญเสียรวมได้เท่ากับ 1,508,810 บาทต่อปี

คำสืบค้น

การปรับปรุงกระบวนการประกอบ ซิกซ์ ซิกม่า การลดของเสีย

IMPROVEMENT OF ASSEMBLY PROCESS OF HEAD STACK ASSEMBLY LATCH TO REDUCE BALL HEIGHT DEFECTS

Penprapha Klakasikarn and
Napassavong Rojanarowan*

Industrial Engineering Program,
Faculty of Engineering, Chulalongkorn University,
Bangkok, Thailand 10330
E-mail: penpraphak@nokpct.com, napassavong.o@chula.ac.th*

ABSTRACT

The thesis applies Six Sigma approach for improving assembly process for head stack assembly latch with the aim to decrease the ball height defects that before improvement the process failure was happened 27,600 DPPM must be reduce to 500 DPPM. The thesis follow Six Sigma's main five study stages. Firstly, in the define phase, the problem and objective of the project are identified. Secondly, in the measurement phase, an variable measurement system is assessed for accuracy and precision. Then, the potential cause for the ball height problem are brainstormed by developing Failure Mode and Effects Analysis (FMEA). Next in the Analysis phase, the Design of Experiment (DOE) is applied to test significance of factors affecting the problem. In the Improvement phase, the most suitable factor level that offer the smallest number of defectives. Finally, in the Control phase, it employs the chosen levels in assembly process, a control plan, which applies proper quality tools to monitor and control responses, is additionally organized.

As a result, it is observed that the defective rate is decreased from 2.76% or 27,600 DPPM to 0.01% or 100 DPPM. In addition, according to the production forecast, the improvement can possibly save the company the production cost up to 1,508,810 Baht annually.

KEYWORDS

assembly process improvement, Six Sigma, defective reduction

I. บทนำ

อุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์เป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมที่ต้องควบคุมต้นทุนสินค้าเพื่อการแข่งขัน ในโรงงานกรณีศึกษามีกระบวนการผลิตที่ต้องควบคุมขนาดของชิ้นงาน และพบของเสียในกระบวนการประกอบตัวลิ้นชักหัวอ่านเนื่องจากปัญหาระยะความสูงของบอลเกินจากข้อกำหนดของลูกค้าอยู่ 27,600 DPPM ชิ้นงานดังกล่าวไม่สามารถนำกลับไปทำใหม่ (Rework) ได้ ทำให้เกิดต้นทุนของเสียคิดเป็น 1,342,100 บาทต่อปี จึงควรหาวิธีการปฏิบัติงานที่สามารถลดข้อบกพร่องประเภทระยะความสูงของบอล ผู้วิจัยเล็งเห็นว่าวิธีการซิกซ์ซิกม่า (Six Sigma) สามารถช่วยวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาระยะความสูงของบอลเกินจากข้อกำหนดของลูกค้าได้ เนื่องจากวิธีการของซิกซ์ซิกม่า ได้ใช้หลักการทางสถิติและการทดลองมาช่วยในการระบุสาเหตุที่มีนัยสำคัญต่อปัญหา ทำให้สามารถแก้ปัญหาได้อย่างตรงจุด

II. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การปรับปรุงคุณภาพด้วยซิกซ์ซิกม่า เป็นเครื่องมือที่สำคัญในการบริหารองค์กรให้ไปสู่ประสิทธิภาพระดับโลก โดยซิกซ์ซิกม่า เป็นปรัชญาในการทำธุรกิจที่มุ่งเน้นการกำจัดข้อบกพร่องในกระบวนการ เพื่อให้บรรลุผลตามเป้าหมาย เพื่อการปรับปรุงกระบวนการอย่างต่อเนื่องและสร้างผลกำไรโดยการกำจัดความแปรปรวน เพื่อลดความสูญเสียและเป็นการเพิ่มความพึงพอใจของลูกค้าที่มีต่อคุณภาพ ต้นทุน การส่งมอบ ทั้งในด้านของผลิตภัณฑ์และการบริการ ขั้นตอนของซิกซ์ซิกม่า [1] มีทั้งหมด 5 ขั้นตอน คือ 1) การกำหนดปัญหาที่เกิดขึ้น (Define Phase) ขั้นตอนนี้จะศึกษาความต้องการของลูกค้า และนำความต้องการของลูกค้าที่เป็นปัญหามาจัดระดับความสำคัญและเลือกมาดำเนินการแก้ไขปรับปรุง 2) การวัดเพื่อกำหนดสาเหตุของปัญหา (Measure Phase) ในขั้นตอนนี้จะเริ่มจากการวิเคราะห์ระบบการวัด การเก็บข้อมูลเพื่อแสดงสถานะของกระบวนการก่อนปรับปรุง และเพื่อชี้สาเหตุของปัญหา 3) การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา (Analysis Phase) ขั้นตอนนี้จะนำปัจจัยสาเหตุที่มีความสำคัญมาทดลองและทดสอบนัยสำคัญผ่านวิธีการทางสถิติเชิงอนุมาน เพื่อดูว่าปัจจัยต่างๆ เหล่านี้มีนัยสำคัญกับปัญหาซึ่งจะนำไปดำเนินการปรับปรุงในขั้นตอนต่อไป 4) การปรับปรุงแก้ไขกระบวนการ (Improve Phase) เป็นขั้นตอนการออกแบบและทำการทดลอง เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยนำเข้าและตัวแปรตอบสนองเพื่อหาค่าที่เหมาะสมที่สุดของแต่ละปัจจัยที่จะทำให้ระดับของตัวแปรตอบสนองดีที่สุด 5) การควบคุมคุณภาพหลังการปรับปรุง (Control Phase) ขั้นตอนนี้เป็นการกำหนดวิธีการควบคุมและติดตามปัจจัยนำเข้าและตัวแปรตอบสนอง เพื่อการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง

ผู้วิจัยได้ค้นคว้าผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องอื่นๆ เพื่อศึกษาการนำ ซิกซ์ซิกม่า ไปปฏิบัติ พบว่า Steiner S. และ MacKay J. [2] ได้นำแนวทางซิกซ์ซิกม่า ไปแก้ปัญหาในขั้นตอนของการประกอบ ที่มีสาเหตุมาจากขนาดของชิ้นงานแตกต่างกัน ซึ่งสามารถลดปัญหาความผันแปรของขนาดชิ้นงานลงได้ 0.23 เปอร์เซนต์, Sameer, K. และ Micheal, S. [3] ได้ปรับปรุงคุณภาพและลดต้นทุนจากการลดของเสียในกระบวนการอบด้วยความร้อน Amada Punch ซึ่งสามารถลดจำนวนของเสียลง จาก 1,350 DPPM เหลือ 9 DPPM, Shrivastava et al. [4] ได้ศึกษากระบวนการประกอบเครื่องยนต์ โดยใช้ซิกซ์ซิกม่าเป็นเครื่องมือในการปรับปรุงคุณภาพและลดจำนวนของเสีย ซึ่งผลที่ได้หลังการปรับปรุงสามารถลดจำนวนของเสียจาก 7,243 DPPM เหลือ 687 DPPM., Napassavong R. และ Teeraporn S. [5] ได้ปรับปรุงกระบวนการเพื่อลดแม่แบบแก้วเสียจากรอยขีดในกระบวนการผลิตเลนส์พลาสติก ซึ่งหลังปรับปรุงสามารถลดจำนวนแม่แบบเสียได้ 66.8% และสามารถลดมูลค่าความสูญเสียได้ 2,398,621 บาทต่อปี

III. การดำเนินงานและสภาพปัจจุบันของโรงงาน

กรณีศึกษา

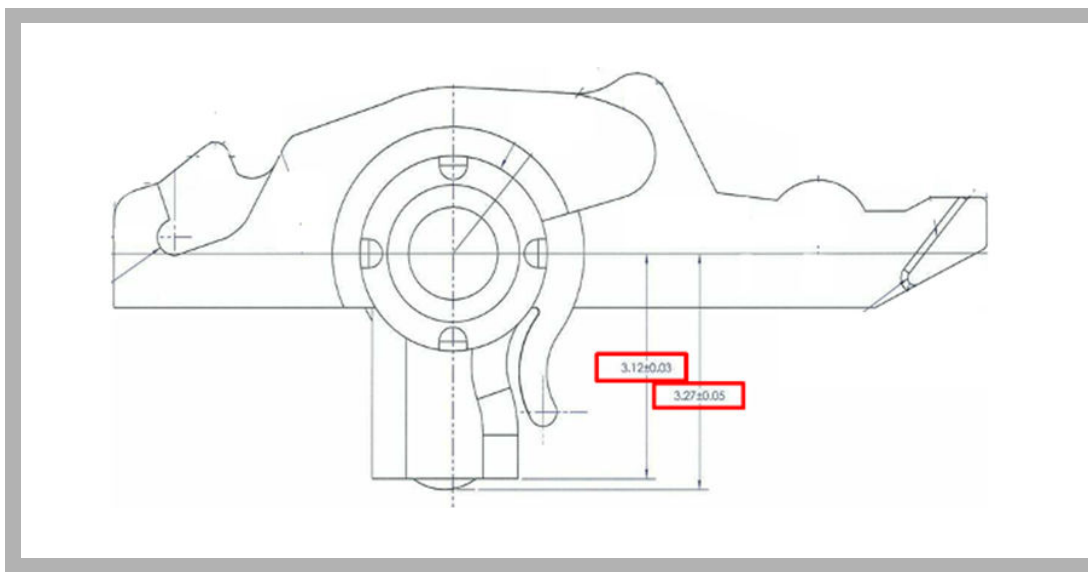
3.1 ข้อมูลทั่วไป

โรงงานกรณีศึกษาลิตรชิ้นส่วนประกอบที่สำคัญในฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ ได้แก่ ฝาปิดฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ (Top Cover), ชิ้นส่วนที่ป้องกันการกระแทกของชุดหัวอ่านเมื่อมอเตอร์หยุดทำงาน (Crash Stop), ชิ้นส่วนที่ล็อกชุดหัวอ่านเมื่อมอเตอร์หยุดทำงาน (Latch), ชิ้นส่วนที่พับหัวอ่าน (Ramp) และชิ้นส่วนป้องกันน้ำสำหรับโทรศัพท์มือถือ (mobile Gasket) กระบวนการผลิตภายในบริษัทเป็นการฉีดขึ้นงานพลาสติกขึ้นรูปตามแม่พิมพ์ฉีด (Mold Injection) ซึ่งต้องการชิ้นงานที่มีความละเอียดและเที่ยงตรงสูง

3.2 ขั้นตอนและผลการดำเนินงาน

3.2.1 การนิยามปัญหา (Define Phase)

จากการศึกษาข้อมูลยอดขายหน่วยผลิตภัณฑ์ในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนมิถุนายน 2553 พบว่าผลิตภัณฑ์ตัวล็อกชุดหัวอ่าน มียอดขายหน่วยปริมาณมากที่สุดคือ 31% และมีต้นทุนความบกพร่องด้านคุณภาพโดยการตรวจซ้ำ (Rescreen) และการทำลายชิ้นงาน ที่บกพร่อง (Scrap) สูงเป็นอันดับหนึ่งด้วย จากการพิจารณาจำนวนของเสียจากกระบวนการผลิตและจำนวนการผลิตต่อเดือนแล้ว พบว่ารุ่น GZ8063V1 เป็นรุ่นที่ผลิตมากที่สุดและเกิดของเสียมากที่สุด โดยผลรวมในช่วงเดือนเมษายนถึงมิถุนายน 2553 มีต้นทุนในการทำลายชิ้นงานสูงถึง 435,527 บาท (เฉลี่ย 145,176 บาท/เดือน) ซึ่งมีสัดส่วนของเสียที่เกิดจากข้อบกพร่องเรื่องระยะความสูงของบอลหลังจากประกอบไม่ตรงตามข้อกำหนดของลูกค้าที่ 3.27 ± 0.05 มิลลิเมตร คิดเป็น 61% ของจำนวนของเสียทั้งหมด โดยข้อบกพร่องจะมีอยู่ 2 ลักษณะ คือระยะความสูงของบอลหลังจากประกอบสูงกว่าข้อกำหนดของลูกค้า และระยะความสูงของบอลหลังจากประกอบต่ำกว่าข้อกำหนดของลูกค้า ซึ่งการวัดระยะความสูงของบอลหลังจากประกอบนั้นสามารถอ้างอิงวิธีการวัดระยะได้ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1

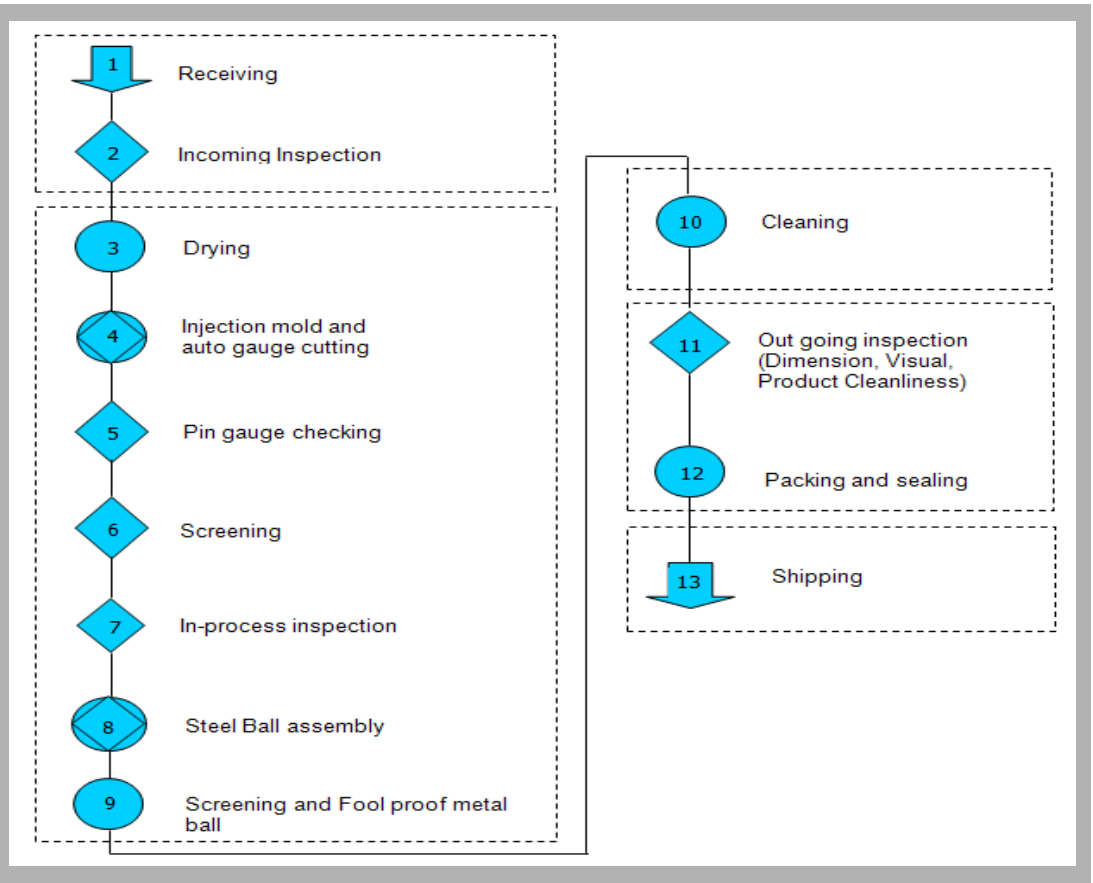
ระยะความสูงของบอล
และปากกระบอก
ขึ้นงาน

ดังนั้นในการศึกษานี้จะปรับปรุงในกระบวนการประกอบบอลเพื่อลดข้อบกพร่องประเภทระยะความสูงของบอล และคาดว่าจะได้วิธีการปฏิบัติงานในกระบวนการประกอบตัวล็อกชุดหัวอ่านที่สามารถลดข้อบกพร่องประเภทระยะความสูงของบอลได้

ขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์ตัวล็อคชุดหัวอ่าน รุ่น GZ8063V1 แสดงดังรูปที่ 2

รูปที่ 2

ขั้นตอนการผลิตตัว
ล็อคชุดหัวอ่านรุ่น
GZ8063V1



3.2.2 การวัดสาเหตุของปัญหา (Measure Phase)

ระยะการวัดเริ่มจากการวิเคราะห์ความแม่นยำของระบบการวัดสำหรับชิ้นงานพลาสติกและชิ้นงานประกอบ ซึ่งแสดงค่า P/T, P/TV ได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1

ผลการวิเคราะห์ความ
แม่นยำของ
กระบวนการ

ประเภทของ ชิ้นงาน	ระยะที่ทำการ วัด (mm.)	% Tolerance (P/T)	% Study Var (P/TV)
พลาสติก	3.12 ± 0.03	0.84%	9.18%
พลาสติก	$1.48 +0/- 0.01$	7.02%	5.89%
ประกอบ	3.27 ± 0.05	0.36%	9.95%

จากผลการวิเคราะห์ความแม่นยำของระบบการวัดเทียบกับเกณฑ์การประเมินระบบการวัด พบว่าค่า P/T และ P/TV มีค่าน้อยกว่า 10% ดังนั้นจึงสามารถยอมรับความสามารถของระบบการวัดนี้ได้ จากนั้นทีมงานร่วมกันวิเคราะห์หาสาเหตุที่อาจจะมีผลต่อปัญหาการเกิดของเสียจากระยะความสูงของบอล โดยใช้การวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ ซึ่งได้ข้อสรุปปัจจัยนำเข้าสำหรับการนำไปทดสอบนัยสำคัญดังตารางที่ 2

ลำดับ	แนวโน้มสาเหตุของปัญหา	ค่า RPN
1	การสึกหรอของฐานรองแท่นวางชิ้นงาน	512
2	การเลื่อนเข้าออกของเครื่องประกอบ	480
3	ระยะกดพินของเครื่องประกอบไม่เหมาะสม	480
4	การประกอบโมลทำให้รูเยื้องศูนย์	392
5	การทดสอบตำแหน่งของชิ้นส่วนโมลหลังจากประกอบ	392

ตารางที่ 2

ปัจจัยนำเข้าเพื่อนำไป
ทดสอบนัยสำคัญและ
ปรับปรุง

3.2.3 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา (Analysis Phase)

ในขั้นตอนนี้จะนำปัจจัยนำเข้าที่สำคัญทั้ง 5 ปัจจัยไปทดสอบว่ามีนัยสำคัญต่อระยะความสูงของบอลหลังประกอบหรือไม่ โดยการออกแบบการทดลองเศษส่วนเชิงแฟคทอเรียลแบบมีจุดศูนย์กลาง (Center point) สำหรับปัจจัยแบบผันแปร รูปแบบการทดลองสำหรับ 5 ปัจจัยคือ 2^{5-1} ซึ่งปัจจัยและระดับปัจจัยในการทดลองแสดงดังตารางที่ 3 จากการสร้างเมทริกซ์ของการทดลองด้วย Minitab จะได้การทดลองทั้งสิ้น 17 การทดลอง มีขนาดตัวอย่างการทดลองละ 70 ตัว

สัญลักษณ์ ของปัจจัย	คำอธิบาย	ชนิดของปัจจัย	ระดับต่ำ (-1)	จุดศูนย์กลาง	ระดับสูง (+1)
A	การสึกหรอของ ฐานรองแท่นวาง ชิ้นงาน	คุณลักษณะ	ผิวไม่เรียบทุก ตำแหน่ง	-	ผิวเรียบทุก ตำแหน่ง
B	การเลื่อนเข้าออก ของเครื่อง ประกอบ	คุณลักษณะ	เครื่อง ประกอบแบบ ชุดพินและ กระบอก บรรจุบอล สามารถ เคลื่อนที่ได้ (แบบเดิม)	-	เครื่อง ประกอบแบบ ชุดพินและ กระบอก บรรจุบอลไม่ สามารถ เคลื่อนที่ได้ (แบบใหม่)
C	ระยะการกดพิน ของเครื่อง ประกอบ	ผันแปร	20 มิลลิเมตร	25 มิลลิเมตร	30 มิลลิเมตร
D	การประกอบ ชิ้นส่วนโมลที่ทำ ให้เกิดรูชิ้นงาน	คุณลักษณะ	รูเยื้อง	-	รูไม่เยื้อง
E	ตรวจสอบ ตำแหน่งของ ชิ้นส่วนโมลที่ทำ ให้เกิดรูชิ้นงาน	คุณลักษณะ	ไม่ได้ ตรวจสอบด้วย สีเสนหลังการ ประกอบโมล	-	ทำการ ตรวจสอบด้วย สีเสนหลังการ ประกอบโมล

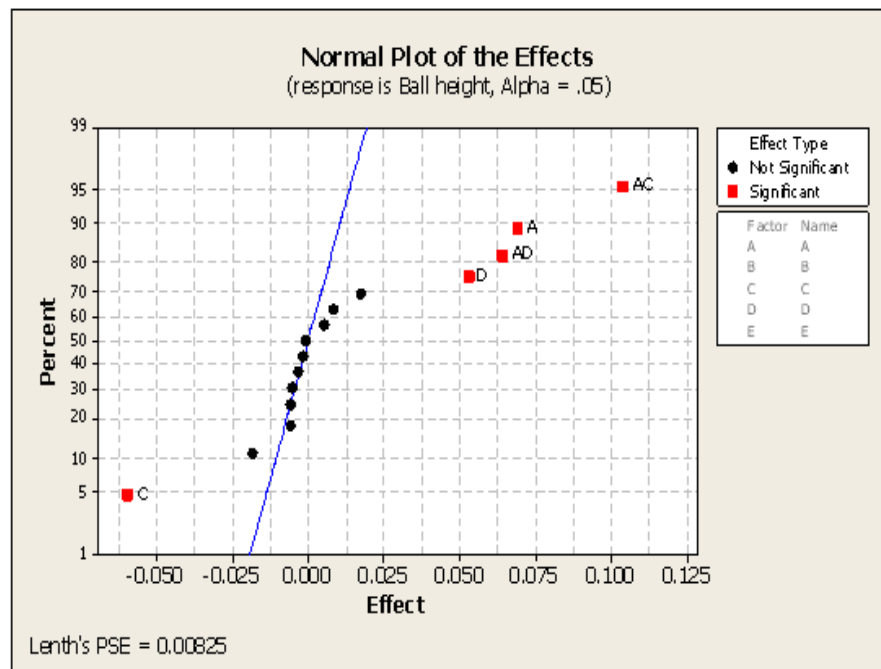
ตารางที่ 3

ปัจจัยและระดับปัจจัย
ในการทดลอง

เมื่อทำการทดลองครบทุกการทดลอง จะทราบผลของปัจจัยหลักและอันตรกิริยาที่มีผลต่อค่าเฉลี่ย ($\bar{y}$) ซึ่งแสดงผลลัพธ์ได้ดังรูปที่ 3-5 ส่วนค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ไม่พบปัจจัยหลักและอันตรกิริยาที่มีผลต่อค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานอย่างมีนัยสำคัญและไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นโค้งระหว่างระยะการกดของพินและระยะความสูงของบอลหลังประกอบ

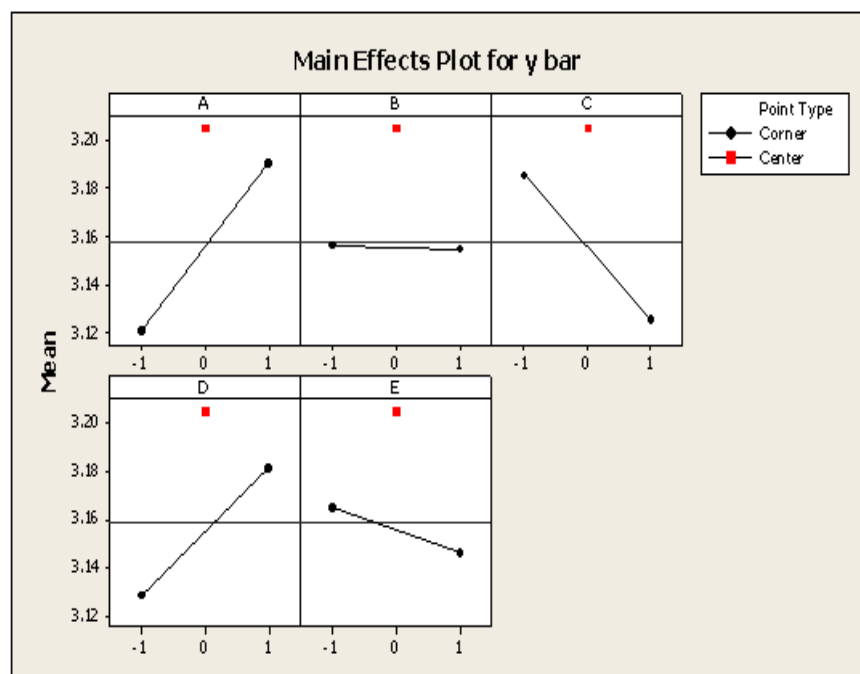
รูปที่ 3

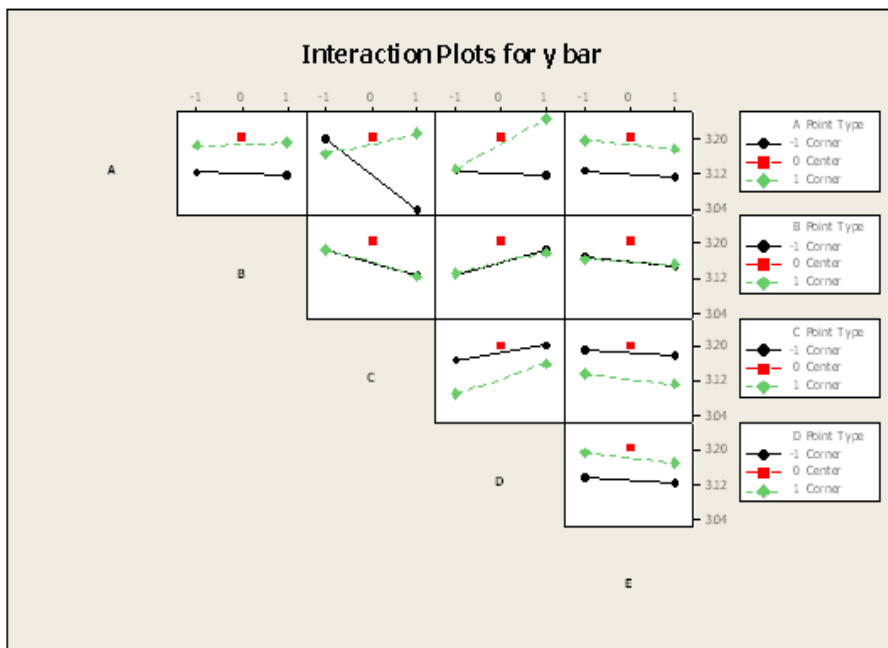
กราฟ Normal plot
ของปัจจัยหลักและ
อันตรกิริยาที่มีผลต่อ
ค่าเฉลี่ย ($\bar{y}$)



รูปที่ 4

ผลของปัจจัยหลักที่มี
ผลต่อค่าเฉลี่ยความสูง
ของบอลหลังจาก
ประกอบ ($\bar{y}$)





รูปที่ 5

ผลของอันตรกิริยาที่มี
ผลต่อค่าเฉลี่ยความสูง
ของบอลหลังจาก
ประกอบ ($\bar{y}$)

ผลจากการวิเคราะห์การออกแบบการทดลองพบว่าที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ปัจจัยที่มีผลต่อตัวแปรตอบสนองหรือระยะความสูงของบอลหลังจากประกอบอย่างมีนัยสำคัญ คือ การสึกหรอของฐานรองแท่นวางชิ้นงาน (ปัจจัย A) ระยะการกดพิน ของเครื่องประกอบ (ปัจจัย C) และการประกอบชิ้นส่วนโมลที่ทำให้เกิดรูของชิ้นงานในขั้นตอนของการประกอบโมล (ปัจจัย D) และมีอันตรกิริยา 2 เทอม คือ

1. อันตรกิริยาระหว่างปัจจัย A กับ C หรืออันตรกิริยาระหว่างการสึกหรอของฐานรองแท่นวางชิ้นงานกับระยะการกดพินของเครื่องประกอบ ซึ่งจากรูป 5 แสดงให้เห็นว่า
 - เมื่อใช้ฐานรองแท่นวางชิ้นงานสึกหรอทำการประกอบบอลและปรับตั้งการกดพินของเครื่องประกอบที่ระยะ 20 มิลลิเมตร จะทำให้ระยะความสูงของบอลมีค่าใกล้เคียง 3.20 มิลลิเมตร และเมื่อปรับตั้งการกดพินของเครื่องประกอบที่ระยะ 30 มิลลิเมตร จะทำให้ระยะความสูงของบอลมีค่าใกล้เคียง 3.04 มิลลิเมตร
 - เมื่อใช้ฐานรองแท่นวางชิ้นงานไม่สึกหรอทำการประกอบบอลและปรับตั้งการกดพินของเครื่องประกอบที่ระยะ 20 มิลลิเมตรจะทำให้ระยะความสูงของบอลมีค่า 3.16 มิลลิเมตร และเมื่อปรับตั้งการกดพินของเครื่องประกอบที่ระยะ 30 มิลลิเมตร จะทำให้ระยะความสูงของบอลมีค่าใกล้เคียง 3.22 มิลลิเมตร
2. อันตรกิริยาระหว่างปัจจัย A กับ D หรืออันตรกิริยาระหว่างการสึกหรอของฐานรองแท่นวางชิ้นงานกับการประกอบชิ้นส่วนโมลที่ทำให้เกิดรูของชิ้นงาน ซึ่งจากรูป 5 แสดงให้เห็นว่า
 - เมื่อใช้ฐานรองแท่นวางชิ้นงานสึกหรอทำการประกอบบอลด้วยชิ้นงานที่มีรูเยื้อง จะทำให้ระยะความสูงของบอลมีค่า 3.12 มิลลิเมตร และเมื่อประกอบบอลด้วยชิ้นงานรูไม่เยื้อง จะทำให้ระยะความสูงของบอลมีค่าใกล้เคียง 3.12 มิลลิเมตร
 - เมื่อใช้ฐานรองแท่นวางชิ้นงานไม่สึกหรอทำการประกอบบอลด้วยชิ้นงานที่มีรูเยื้อง จะทำให้ระยะความสูงของบอลมีค่า 3.12 มิลลิเมตร และเมื่อประกอบบอลด้วยชิ้นงานที่รูไม่เยื้อง จะทำให้ระยะความสูงของบอลมีค่า 3.24 มิลลิเมตร

จากการวิเคราะห์ผลจากโปรแกรมมินิแทปพบว่า มีข้อสังเกตดังนี้

- เมื่อใช้ฐานรองแท่นวางชิ้นงานไม่สึกหรอ (A+) ทำการประกอบบอลด้วยระยะการกดพินที่ 20 มิลลิเมตร (C-) จะทำให้ระยะความสูงของบอลมีค่าต่ำกว่าการประกอบบอลด้วยระยะการกดพินที่ 30 มิลลิเมตร (C+) ซึ่งผลลัพธ์ที่ควรจะเป็นคือ ระยะการกดพินที่ 20 มิลลิเมตร (C-) น่าจะให้ระยะความสูงของบอลมีค่าสูงกว่าการประกอบบอลด้วยระยะการกดพินที่ 30 มิลลิเมตร (C+)
- เมื่อใช้ฐานรองแท่นวางชิ้นงานสึกหรอ (A-) ทำการประกอบบอลด้วยชิ้นงานที่รูเยื้อง (D-) ควรจะให้ระยะความสูงของบอลมีค่าต่ำกว่าการประกอบบอลด้วยชิ้นงานที่รูไม่เยื้อง (D+) แต่ผลลัพธ์จากการมินิแทปให้ค่าระยะความสูงของบอลใกล้เคียงกัน

พิจารณาข้อสังเกตดังกล่าว อาจจะมีปัจจัยอื่นที่มีผลต่อระยะความสูงของบอล เช่น ไม่สามารถควบคุมการสึกหรอของฐานรองแท่นวางชิ้นงาน (ปัจจัย A) ในแต่ละตำแหน่งให้เท่ากันได้ ซึ่งปัจจัยดังกล่าวนี้เป็นข้อจำกัดของการทำการทดลองนี้

3.2.4 การปรับปรุงกระบวนการ (Improve Phase)

จากการวิเคราะห์ผลดังรูปที่ 3 และ 4 และนำผลการทดลองที่ได้ไปวิเคราะห์ด้วยวิธี Stepwise Regression ด้วยโปรแกรม Minitab เพื่อหาสมการถดถอยที่เหมาะสม และหาระดับปัจจัยที่เหมาะสม โดยใช้ฟังก์ชัน Response Optimization ทำให้ทราบระดับปัจจัยนำเข้าที่เหมาะสมดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4

ระดับของปัจจัยนำเข้าที่เหมาะสม

สัญลักษณ์ของปัจจัย	คำอธิบาย	ระดับที่เหมาะสม	
		Coded Unit	Uncoded Unit
A	การสึกหรอของ ฐานรองแท่นวางชิ้นงาน	1	ผิวเรียบ
B	การเลื่อนเข้าออกของเครื่องประกอบ	1	แบบไม่เคลื่อนที่
C	ระยะการกดพินของเครื่องประกอบ	-1	20 มิลลิเมตร
D	การประกอบชิ้นส่วนโมลที่ทำให้เกิดรูชิ้นงาน	1	รูไม่เยื้อง
E	ตรวจสอบตำแหน่งของ ชิ้นส่วน โมลที่ทำให้เกิดรูชิ้นงาน	1	ตรวจสอบ

ผลลัพธ์จะได้ค่าทำนายค่าเฉลี่ย ($\bar{Y}$) เท่ากับ 3.25625 ซึ่งใกล้เคียงกับค่าเป้าหมายคือ 3.27 และค่าทำนายค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) เท่ากับ 0.006893

3.2.5 การติดตามควบคุมกระบวนการผลิต (Control Phase)

ระยะการติดตามควบคุมเป็นการยืนยันระดับที่เหมาะสมของปัจจัยนำเข้า โดยการติดตามและปรับปรุงเป็นระยะเวลา 1 เดือน ที่ระดับปรับตั้งของปัจจัยนำเข้าที่สำคัญตามที่แสดงดังตารางที่ 3 เพื่อตรวจสอบค่าเฉลี่ยและค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน นอกจากนั้นสิ่งที่สำคัญในระยเสนี้คือการจัดทำแผนควบคุม (Control plan) ที่เหมาะสมสำหรับเป็นมาตรฐานในการปฏิบัติงาน โดยเพิ่มการตรวจสอบความพร้อมใช้งานของฐานรองแท่นวางชิ้นงานและทำการแก้ไขโดยการทำให้ผิวสัมผัสบริเวณฐานรองมีผิวหน้าเรียบ เพิ่มการตรวจสอบและปรับตั้งระยะพินกดให้อยู่ที่ระยะ 20 มิลลิเมตร และเพิ่มความถี่ในการตรวจสอบ

ระยะพินทุกๆ 3 ชั่วโมง และการควบคุมและตรวจสอบการประกอบโมลด้วยสีเส้นเพื่อป้องกันปัญหาขึ้นงานเยื้องศูนย์ ซึ่งเป็นการควบคุมกระบวนการประกอบบอลให้พบปัญหาเรื่องความสูงของบอลเกินข้อกำหนดของลูกค้าให้น้อยที่สุดดังแสดงในตารางที่ 5 และผลการปรับปรุงสรุปได้ดังตารางที่ 6

ลำดับ	กระบวนการ	จุดควบคุม	มาตรฐาน	การควบคุม			ผู้รับผิดชอบ	บันทึกคุณภาพ	แผนการแก้ไข
				วิธีการ	เครื่องมือ	ความถี่			
1	ประกอบโมล	การประกอบ insert pin	รูไม่เยื้องศูนย์	IW-PDD-005D	อุปกรณ์สำหรับประกอบโมล	ทุกครั้งที่ทำการประกอบโมล	พนักงานช่างเทคนิคห้องโมล	FIW-PDD-005-001	แจ้งหัวหน้างาน
		การตรวจสอบโมลด้วยลิเซน	รูไม่เยื้องศูนย์	IW-PDD-005D	ลิเซนและกล้อง Microscope 10X	ทุกครั้งที่ประกอบโมลเสร็จ	พนักงานช่างเทคนิคห้องโมล	FIW-PDD-005-001	แจ้งหัวหน้างาน
2	ประกอบบอล	ความเรียบผิวของฐานรองแหวนวางชิ้นงาน	ผิวเรียบทุกตำแหน่ง	-	CMM, เครื่อง Guiding	ทุกสัปดาห์	พนักงานฝ่ายเครื่องมือวัด และพนักงานช่างเทคนิคฝ่ายผลิต	FIW-PDD-019-001	แจ้งหัวหน้างาน
		ระยะ pin กัด	20 mm.	-	Micrometer	ทุก 3 ชม.	พนักงานช่างเทคนิคฝ่ายผลิต	FIW-PDD-019-001	แจ้งหัวหน้างาน

ตารางที่ 5

แผนควบคุมที่
เหมาะสมสำหรับเป็น
มาตรฐานในการ
ปฏิบัติงาน

ระยะ	ค่าเฉลี่ยของระยะความสูงบอล (มม.)	ค่าความเบี่ยงเบนกระบวนการมาตรฐานเฉลี่ย (มม.)	Cpk	Ppk
ค่าเป้าหมาย	3.27	ต่ำที่สุด	1.50	1.50
<u>ก่อนปรับปรุง</u>				
- คาวีตี้ 1	3.29717	0.00608	1.25	1.25
- คาวีตี้ 2	3.29895	0.00590	1.19	1.19
- คาวีตี้ 3	3.28934	0.00758	1.35	1.35
- คาวีตี้ 4	3.28415	0.00788	1.52	1.52
ค่าทำนายจากมินิแทบ	3.25625	0.006893	-	-
<u>หลังปรับปรุง</u>				
- คาวีตี้ 1	3.26638	0.00699	2.21	2.21
- คาวีตี้ 2	3.27220	0.00611	2.61	2.61
- คาวีตี้ 3	3.26830	0.00649	2.48	2.49
- คาวีตี้ 4	3.26913	0.00629	2.60	2.60

ตารางที่ 6

เปรียบเทียบผลของ
ความสามารถของ
กระบวนการก่อนและ
หลังการปรับปรุง

มูลค่าความสูญเสียที่ประหยัดได้จากปัญหาระยะความสูงของบอลเกินจากข้อกำหนดของลูกค้าสามารถคำนวณจากจำนวนของเสียที่ลดลงเปรียบเทียบกับจำนวนของเสียก่อนการปรับปรุง (Base line) พบว่าลดจำนวนการเกิดของเสียลงจาก 2.76% เหลือ 0.01% หรือคิดเป็น 100 ตัวในหนึ่งล้านตัว (PPM) จากการปรับปรุงตั้งแต่เดือนมกราคม 2554 สามารถลดจำนวนการเกิดของเสียได้ 41,565 ชิ้นต่อเดือน หรือคิดเป็นมูลค่าความสูญเสียที่ลดลงเท่ากับ 125,734 บาทต่อเดือน หรือ 1,508,810 บาทต่อปี

IV. สรุปผลงานวิจัย

จากการประยุกต์ใช้เทคนิคซิกม่า เพื่อปรับปรุงกระบวนการประกอบผลิตภัณฑ์ตัวลอคชุดหัวอ่านเพื่อลดข้อบกพร่องประเภทระยะความสูงของบอล โดยดำเนินการตามขั้นตอน DMAIC เพื่อวิเคราะห์หาระดับปัจจัยนำเข้าที่เหมาะสม พบว่าสามารถลดต้นทุนของเสียลงได้ 1,508,810 บาทต่อปี

V. ข้อเสนอแนะ

1. วิธีการในการปรับปรุงกระบวนการประกอบในงานวิจัยนี้สามารถประยุกต์สำหรับสายการผลิตอื่นๆ ที่มีกระบวนการและเครื่องมือในการปฏิบัติงานแบบเดียวกันได้ แต่จะต้องทำการทดสอบปัจจัยนำเข้าระดับเดียวกับวิธีที่นำเสนอในงานวิจัยนี้ก่อน เพื่อยืนยันผลก่อนจะนำไปผลิตจริงต่อไป
2. โรงงานกรณีศึกษาควรติดตั้งเครื่องมือเพื่อช่วยตรวจสอบระยะความสูงของบอล เช่น การติดตั้งระบบเซ็นเซอร์เพื่อทำการวัดระยะความสูงบอลภายในเครื่องประกอบเพื่อตรวจจับชิ้นงานที่เกิดข้อบกพร่องอย่างทันทีทันใด
3. โรงงานกรณีศึกษาควรให้ความรู้เรื่องเครื่องมือคุณภาพให้กับพนักงานมากขึ้น สำหรับเป็นแนวทางในการนำความรู้มาปรับปรุงแก้ไขกระบวนการผลิต เพื่อลดของเสียที่จะเกิดขึ้น

บรรณานุกรม

- [1] R. Does et al. "Comparing Nonmanufacturing with Traditional Application of Six Sigma," *Journal of Quality Engineering*, pp.177-182, 2002.
- [2] S. Steiner and J. MacKay, "Statistical Engineering : A case study," *Journal of Quality progress* No.39, pp. 33-39, Jun. 2006.
- [3] K. Sameer, and S. Micheal, "Reflective practice using DMAIC Six Sigma to systematically improve shop floor production quality and costs," *Journal of Productivity and Performance Management* No.58, pp. 254-273, Aug. 2008.
- [4] R.L. Shrivastava, I.A. Khwaja, and N.D. Tushar, "Engine Assembly Process Quality Improvement using Six Sigma," *Journal of the World Congress on Engineering* No.3 , Jul. 2008.
- [5] R. Napassavong and S. Teeraporn, "Glass-Mold Defective Reduction in Plastic Lenses Manufacturing Process Using Six Sigma Approach," *Journal of Advanced Materials Research* , pp. 156-157, 2011.