

การลดเวลาสูญเสียในการผลิต โดยวิธีการบำรุงรักษาเชิงป้องกันบนพื้นฐาน ทฤษฎีความน่าเชื่อถือ กรณีศึกษาอุตสาหกรรมคอนกรีต

Reduction of Downtime Loss by Using Reliability Theory Based Preventive Maintenance: A Case Study of the Concrete Industry

สมศักดิ์ สัมฤทธิ์ (Somsak Samrit)¹ * อรรถกร เก่งพล (Athakorn Kengpol)²

สมภพ ตลับแก้ว (Sompaoap Talabgaew)³

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดเวลาสูญเสียที่เกิดจากความเสียหายของเครื่องจักรอย่างกะทันหันในระหว่างทำการผลิตอันเนื่องมาจากแผนการบำรุงรักษาที่ไม่เหมาะสม โดยวิธีการดำเนินงานเป็นการประยุกต์ใช้หลักการวิศวกรรมความน่าเชื่อถือมาคำนวณรอบการเปลี่ยนทดแทนชิ้นส่วนอุปกรณ์ และกำหนดเป็นแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันให้กับเครื่องจักร จากผลการดำเนินการวิจัยพบว่า แผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันบนพื้นฐานทฤษฎีความน่าเชื่อถือสามารถลดเวลาสูญเสียลงจากเดิม 865.33 นาที/เดือน เหลือเพียง 301.67 นาที/เดือน และสามารถเพิ่มความพร้อมในการใช้งานให้กับเครื่องจักรเพิ่มขึ้นจากเดิม 88.48 เปอร์เซ็นต์ เพิ่มขึ้นเป็น 95.82 เปอร์เซ็นต์

Abstract

The purpose of this research was to reduce downtime loss because of immediate machine breakdown in the process. This problem is caused from an inappropriate preventive maintenance plan. The research methodology applies reliability engineering theory for analyzing the replacement period which can improve the preventive maintenance plan. According to the result, a preventive maintenance plan based on the reliability theory results in downtime loss because of breakdown in concrete mixer machines reduced from 865.33 minutes / month to 301.67 minutes / month and the availability rate can be increased from 88.48 percent to 95.82 percent.

คำสำคัญ: การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน วิศวกรรมความน่าเชื่อถือ และการเปลี่ยนทดแทน

Keywords: Preventive Maintenance, Reliability Engineering and Replacement

¹ นักศึกษาระดับปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

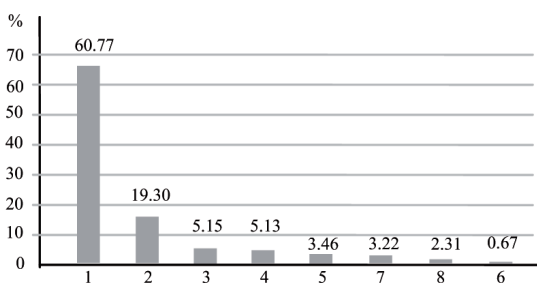
² รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

³ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

* corresponding author, e-mail: tui_kmitnb@hotmail.com

บทนำ

ธุรกิจที่ดำเนินการทางด้านการผลิตย่อมปฏิเสธไม่ได้ว่าเครื่องจักรเป็นหนึ่งในปัจจัยทางด้านการผลิตที่สำคัญที่มีส่วนช่วยในการผลิตสินค้าให้ได้ตรงตามความต้องการของลูกค้าอย่างถูกต้องและรวดเร็ว ดังนั้น การบำรุงรักษาเครื่องจักรให้มีความพร้อมในการใช้งานอยู่ตลอดเวลาจึงเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องดำเนินการควบคู่กับการผลิตเป็นอย่างยิ่ง แต่ปัญหาหลักประการหนึ่งที่สำคัญต่องานด้านการบำรุงรักษาเครื่องจักรคือ การไม่สามารถคาดการณ์ได้ว่าเครื่องจักร หรือส่วนประกอบต่างๆ จะมีอายุการใช้งานได้นานเท่าไรถึงจะเสื่อมสภาพ ดังนั้นผู้ปฏิบัติงานจึงแก้ปัญหานี้โดยทำการเปลี่ยนทดแทนหรือซ่อมแซมชิ้นส่วนต่างๆ ตามช่วงเวลาที่กำหนดไว้ในคู่มือการใช้งานของเครื่องจักร (สมภพ, 2550) แต่เมื่อเครื่องจักรหรือส่วนประกอบต่างๆ ถูกใช้งานมาเป็นเวลานาน แผนการบำรุงรักษาตามคู่มืออาจไม่ส่งผลต่อการทำงานของเครื่องจักรได้อย่างมีประสิทธิภาพ และยังอาจส่งผลต่อความเสียหายของเครื่องจักรตามมาอีกด้วย เช่นเดียวกับโรงงานในอุตสาหกรรมคอนกรีตที่เป็นกรณีศึกษานี้ เป็นโรงงานที่มีการดำเนินการบำรุงรักษาเครื่องจักรอยู่ในปัจจุบันแต่จากการสำรวจข้อมูลเบื้องต้นพบว่ายังขาดการวางแผนที่ชัดเจน (เนื่องจากเครื่องจักรส่วนมากถูกใช้งานตั้งแต่ปี 2521) จึงทำให้การบำรุงรักษาในปัจจุบันไม่ค่อยได้ผลเท่าที่ควร ซึ่งสามารถสังเกตได้จากกรณีที่เครื่องจักรเกิดความเสียหายอย่างกะทันหันในระหว่างทำการผลิต โดยเวลาสูญเสียของเครื่องจักรได้แสดงไว้ในแผนรูปที่ 1 ดังนี้



รูปที่ 1. เวลาสูญเสียของเครื่องจักร
ในสายการผลิตคอนกรีต (ก.ค.50-มิ.ย.51)

รายการเครื่องจักร ในสายการผลิต	เวลาที่เครื่องจักร เกิดความเสียหาย
1. เครื่องผสมคอนกรีต No.1	10,384 นาที
2. เครื่องผสมคอนกรีต No.2	3,298 นาที
3. เครื่องตึงลวด No.1	880 นาที
4. เครื่องตึงลวด No.2	876 นาที
5. เครื่องตึงลวด No.3	591 นาที
6. เครื่องตึงลวด No.4	141 นาที
7. เครื่องตึงลวด No.5	550 นาที
8. เครื่องตัดลวด	395 นาที

สำหรับข้อมูลเวลาสูญเสียเนื่องจากเครื่องจักรเกิดความเสียหายดังรูปที่ 1 พบว่าเครื่องผสมคอนกรีต No.1 เกิดเวลาสูญเสียมากที่สุดหรือคิดเป็น 60.77 เปอร์เซ็นต์ของเวลาสูญเสียจากเครื่องจักรในสายการผลิตทั้งหมด ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงเลือกเครื่องผสมคอนกรีต No.1 เพื่อใช้เป็นกรณีศึกษาสำหรับการแก้ปัญหาเวลาสูญเสียจากความเสียหายของเครื่องจักรให้มีจำนวนลดลง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการแก้ปัญหาพบว่า มีงานวิจัยที่มุ่งเน้นที่จะแก้ปัญหาในเรื่องนี้ โดยใช้วิธีต่างๆ กัน ซึ่งงานวิจัยที่ศึกษามีดังนี้ กาญจนนา(2550) ได้ใช้เทคนิคการวิเคราะห์คุณลักษณะความเสียหายและผลกระทบ (Failure Mode and Effects Analysis: FMEA) ในการเลือกชิ้นส่วนที่ส่งผลกระทบต่อความเสียหายของเครื่องจักรกล และใช้วิธีการบำรุงรักษาเชิงป้องกันโดยกำหนดรอบการบำรุงรักษาจากคู่มือการใช้งานของเครื่องจักรซึ่งพบว่า สามารถลดเวลาสูญเสียลงได้ (กาญจนนา, 2550) ต่อมาสรณยา (2551) ได้ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ FMEA ในการเลือกชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่สำคัญของเครื่องบรรจุเปียร์เพื่อนำมาวางแผนการบำรุงรักษาและใช้วิธีการบำรุงรักษาเชิงป้องกันโดยกำหนดรอบการบำรุงรักษาจากเทคนิคการหาค่าเฉลี่ยระหว่างความเสียหายของเครื่องจักร (Mean Time Between

Failure: MTBF) ซึ่งเทคนิคดังกล่าวนี้สามารถทำให้แผนการบำรุงรักษา มีความเหมาะสมกับสภาพการใช้งาน และทำให้เวลาสูญเสียลดลงได้ (สรณัญญา, 2551) นอกจากงานวิจัยที่ใช้เทคนิคการบำรุงรักษา เชิงป้องกันเพียงอย่างเดียวแล้ว พบว่ามีงานวิจัยที่ใช้หลักการวิศวกรรมความน่าเชื่อถือร่วมกับเทคนิคการบำรุงรักษาในการแก้ปัญหา ได้แก่ Kardon and Fredendall (2002) ได้พัฒนาตัวแบบทางคณิตศาสตร์สำหรับกำหนดนโยบายในการบำรุงรักษาเชิงป้องกันให้กับเครื่องจักรที่ได้รับความเสียหายภายใต้ระบบที่ขึ้นส่วนอุปกรณ์เชื่อมต่อกับแบบอนุกรมโดยพิจารณาจากค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงเวลาที่ได้ทำการบำรุงรักษาเครื่องจักรซึ่งจะทำให้ผู้บริหารสามารถกำหนดนโยบายได้อย่างเหมาะสม (Kardon and Fredendall, 2002) Duarte et al (2006) ได้นำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาทางงานบำรุงรักษาสำหรับขึ้นส่วนอุปกรณ์ในระบบที่ต่อกันแบบอนุกรมโดยใช้ตัวแบบฟังก์ชันอัตราการพัง (Hazard Rate Function) เพื่อหาความเหมาะสมระหว่างระยะเวลาการบำรุงรักษาเชิงป้องกันกับค่าใช้จ่ายต่ำที่สุด ซึ่งเทคนิคนี้สามารถใช้กำหนดแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของแต่ละชิ้นส่วนในระบบอนุกรมได้อย่างเหมาะสม (Duarte et al, 2006) ประภาส และธนกรณ์ (2552) ได้ใช้เทคนิคการดำเนินการบำรุงรักษาเชิงป้องกันแบบการเปลี่ยนชิ้นส่วนตามกำหนดการคงที่ที่เหมาะสม (Optimal Block Replacement Policy) โดยการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของอายุการใช้งานของเบรจันกระแทงชำรุดด้วยการกระจายแบบไวบูลล์ (Weibull Distribution) ซึ่งเทคนิคนี้จะช่วยให้วิศวกรซ่อมบำรุงสามารถตัดสินใจได้ว่าสามารถเปลี่ยนชิ้นส่วนตามระยะเวลาใช้งานที่เหมาะสมได้เมื่อใด (ประภาส และธนกรณ์, 2552)

ดังนั้นงานวิจัยฉบับนี้ผู้วิจัยได้นำเสนอการวางแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันภายใต้เงื่อนไขการลดเวลาความเสียหายให้น้อยที่สุดด้วยเทคนิควิศวกรรมความน่าเชื่อถือ โดยรูปแบบการพัฒนาวิธีการบำรุงรักษาให้เหมาะสมกับเครื่องจักรด้วยวิธีวิศวกรรม ความน่าเชื่อถือเริ่มจากกำหนดเกณฑ์ในการเลือกชิ้นส่วนหรือเครื่องจักรวิกฤติ

จากนั้นทำการรวบรวมข้อมูลความเสียหายในอดีตของเครื่องจักรเพื่อนำมาวิเคราะห์หาการกระจายความเสียหาย ลำดับต่อไปทำการสร้างแบบจำลองความน่าเชื่อถือ (Reliability Model) ที่เหมาะสมกับพฤติกรรมความเสียหายของเครื่องจักร และในลำดับสุดท้ายทำการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ที่สอดคล้องกับพฤติกรรม ความเสียหายของเครื่องจักรเพื่อนำไปกำหนดวิธีการบำรุงรักษาที่เหมาะสม (สมภพ, 2553) ให้กับเครื่องจักรของโรงงานกรณีศึกษา

วิธีการวิจัย

จากที่กล่าวไว้ในบทนำทำให้พบว่า แผนการบำรุงรักษาที่ไม่เหมาะสมส่งผลให้เครื่องผสมคอนกรีต No.1 เกิดเวลาสูญเสียเนื่องจากความเสียหายอย่างกะทันหัน ในระหว่างทำการผลิตมากที่สุด ดังนั้นเพื่อลดการสูญเสียเวลาดังกล่าวผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการปรับปรุงแผนการบำรุงรักษาให้มีความเหมาะสมกับสภาพการใช้งานในปัจจุบัน โดยวิธีการวิจัยได้แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนหลัก ซึ่งสามารถอธิบายรายละเอียดได้ดังต่อไปนี้

1. จัดลำดับความสำคัญชิ้นส่วนอุปกรณ์

ในขั้นตอนแรกเป็นการแบ่งชิ้นส่วนอุปกรณ์ของเครื่องผสมคอนกรีต No.1 ออกเป็นกลุ่มย่อย เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพิจารณาเลือกชิ้นส่วนที่ควรได้รับการบำรุงรักษาเป็นลำดับต้นๆ โดยการจัดกลุ่มลำดับความสำคัญได้ใช้วิธีการค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก (Weighted Average) จากปัจจัยทั้งหมด 4 ด้าน คือ

1. ความมากน้อยในการใช้งาน
2. ราคา
3. ระยะเวลาในการซ่อมแซม/เปลี่ยนทดแทน และ
4. ผลกระทบต่อชิ้นส่วนอุปกรณ์อื่น

มาจัดกลุ่มตามลำดับความสำคัญซึ่งแบ่งได้เป็น 1. ความสำคัญลำดับ A (ได้รับการเอาใจใส่ในบำรุงรักษาเป็นอย่างดี) 2. ความสำคัญลำดับ B (ได้รับการเอาใจใส่ในบำรุงรักษาพอสมควร) และ 3. ความสำคัญลำดับ C (ได้รับการเอาใจใส่ในบำรุงรักษาไม่มาก) (ศิริรัตน์, 2537)

ซึ่งการคำนวณค่าเฉลี่ยขึ้นส่วนอุปกรณ์ที่สำคัญ (Critical Component: CC) สามารถแสดงได้ดังสมการที่ 1 ดังนี้

$$CC = \frac{\sum_{n=1}^4 w_n x_n}{\sum_{n=1}^4 w_n} \quad (1)$$

โดยที่

w_n
 x_n

คือ ผลคูณเชิงน้ำหนักของปัจจัย x_n
คือ คะแนนของปัจจัยที่ n

ซึ่งการกำหนดค่าตัวแปรผลคูณเชิงน้ำหนักของปัจจัย x_n (w_n) และคะแนนของปัจจัยที่ n (x_n) จะถูกกำหนดโดยทีมงานของโรงงานกรณีศึกษา โดยผลลัพธ์ของค่าเฉลี่ยขึ้นส่วนอุปกรณ์ที่สำคัญจากสมการที่ 1 สามารถทำการจัดกลุ่มลำดับความสำคัญให้กับขึ้นส่วนอุปกรณ์โดยพิจารณาจากเกณฑ์การแบ่งกลุ่มลำดับความสำคัญในตารางที่ 1 ดังนี้

ตารางที่ 1. เกณฑ์การแบ่งกลุ่มลำดับความสำคัญของขึ้นส่วนอุปกรณ์ (ศิริรัตน์, 2537)

ลำดับความสำคัญ	ลักษณะการดำเนินการบำรุงรักษา	คะแนนค่าเฉลี่ยความสำคัญ
ความสำคัญลำดับ A	- ได้รับการเอาใจใส่ในการบำรุงรักษาเป็นอย่างดี (สำคัญมาก)	≥ 2.75
ความสำคัญลำดับ B	- ได้รับการเอาใจใส่ในการบำรุงรักษาพอสมควร (สำคัญปานกลาง)	2.01-2.74
ความสำคัญลำดับ C	- ได้รับการเอาใจใส่ในการบำรุงรักษาไม่มาก (สำคัญน้อย)	≤ 2.00

สำหรับขึ้นส่วนอุปกรณ์เครื่องผสมคอนกรีต No.1 ของโรงงานกรณีศึกษาที่เลือกพิจารณาแก้ไขปัญหาค่าการสูญเสียเวลา สามารถแบ่งตามระบบการทำงานของเครื่องจักรออกได้เป็น 10 ระบบ และคิดเป็นจำนวนขึ้น

ส่วนอุปกรณ์ทั้งสิ้น 69 ชิ้นส่วน โดยเมื่อทำการคำนวณค่าเฉลี่ยขึ้นส่วนอุปกรณ์ที่สำคัญจากขึ้นส่วนเครื่องผสมคอนกรีตดังกล่าว สามารถแสดงผลพร้อมในการจัดกลุ่มตามลำดับความสำคัญได้ในตารางที่ 2 ดังนี้

ตารางที่ 2. ลำดับความสำคัญของขึ้นส่วนอุปกรณ์เครื่องผสมคอนกรีต

ระบบการทำงาน	จำนวนชิ้นส่วนในลำดับ (ชิ้น)		
	A	B	C
1. ระบบผสมคอนกรีต	6	1	1
2. ระบบกะพ้อดาซัง-ทราย	5	1	-
3. ระบบกว้านหิน-ทราย	4	4	1
4. ระบบปูนซีเมนต์	3	1	-
5. ระบบน้ำและน้ำยาผสมคอนกรีต	4	2	-
6. ระบบสั่น	-	4	-
7. ระบบไฮดรอลิกส์	4	2	3
8. ระบบนิวเมติก	1	4	4
9. ระบบไฟฟ้า	5	7	-
10. ระบบหล่อลื่น	-	-	2
รวม	32	26	11

2. วิเคราะห์คุณลักษณะความเสียหายและผลกระทบ (Failure Mode and Effects Analysis: FMEA)

ขั้นตอนที่ 2 เป็นการวิเคราะห์ FMEA ของขึ้นส่วนอุปกรณ์เครื่องผสมคอนกรีต No.1 เพื่อให้ทราบถึงสาเหตุที่นำไปสู่ความเสียหายทั้งหมดที่เกิดขึ้นกับขึ้นส่วนอุปกรณ์เนื่องจากการทำงาน รวมถึงวิเคราะห์ผลกระทบที่คาดว่าจะเกิดจากความเสียหายของขึ้นส่วนอุปกรณ์นั้นๆ

โดยหลักการ FMEA จะมีการระบุถึงระดับคะแนนของแต่ละปัญหาซึ่งอยู่ในรูปแบบตัวเลขลำดับความเสี่ยง (Risk Priority Number: RPN) ที่คำนวณได้จากสมการที่ 2 ดังนี้

$$RPN = SEV \times OCC \times DET \quad (2)$$

โดยที่

SEV (Severity) คือ ผลกระทบความรุนแรง
OCC (Occurrence) คือ โอกาสเกิดความผิดพลาด
DET (Detection) คือ โอกาสที่จะตรวจจับ

ซึ่งการกำหนดค่าตัวแปรผลกระทบความรุนแรง (SEV) โอกาสเกิดความผิดพลาด (OCC) และโอกาสที่จะตรวจจับ (DET) ได้ประเมินจากเกณฑ์ของ Chrysler et al. (1995) ดังแสดงในตารางที่ 3 โดยผู้ปฏิบัติงานได้เป็นผู้ทำการประเมิน สำหรับขั้นตอนการวิเคราะห์ FMEA ผู้วิจัยเลือกชิ้นส่วนอุปกรณ์เครื่องผสมคอนกรีต No.1 ที่มีความสำคัญลำดับ A (ตารางที่ 2) มาทำการวิเคราะห์เป็นอันดับแรกเนื่องจากเป็นชิ้นส่วนที่ต้องได้รับการเอาใจใส่ในการบำรุงรักษาเป็นอย่างดี (สำคัญมาก) เพราะฉะนั้นชิ้นส่วนที่ต้องได้รับการวิเคราะห์จึงมีจำนวนทั้งสิ้น 32 ชิ้น จาก 8 ระบบการทำงาน จากจำนวนชิ้นส่วนอุปกรณ์

ตารางที่ 3. เกณฑ์คะแนนที่ใช้กำหนดค่า SEV, OCC และ DET (Chrysler และคณะ (1995))

ลำดับ คะแนน	เกณฑ์การตัดสินใจ		
	SEV	OCC	DET
10	มีผลกระทบที่มากต่อพนักงานหรือโรงงานและไม่มีการเตือนล่วงหน้า	$R(t) < 1\%$ (MTBF ประมาณ 10% ของเวลาที่กำหนด)	ไม่สามารถตรวจพบได้
9	มีผลกระทบที่มากต่อพนักงานหรือโรงงานและไม่มีการเตือนล่วงหน้า	$R(t) = 5\%$ (MTBF ประมาณ 30% ของเวลาที่กำหนด)	ตรวจพบโดยการสุ่มเท่านั้น
8	มีผลให้เครื่องจักรหยุดงานมากกว่า 8 ชั่วโมง	$R(t) = 20\%$ (MTBF ประมาณ 60% ของเวลาที่กำหนด)	ตรวจโดยใช้สายตาเท่านั้น
7	มีผลให้เครื่องจักรหยุดงานระหว่าง 4 ถึง 8 ชั่วโมง	$R(t) = 37\%$ (MTBF เท่ากับเวลาที่กำหนด)	ตรวจโดยใช้สายตาซ้ำถึง 2 ครั้ง
6	มีผลให้เครื่องจักรหยุดงานระหว่าง 1 ถึง 4 ชั่วโมง	$R(t) = 60\%$ (MTBF มากกว่าเวลาที่กำหนดไว้ 2 เท่า)	ตรวจโดยใช้แผนภูมิเช่น SPC
5	มีผลให้เครื่องจักรหยุดงานระหว่าง 30 นาที ถึง 1 ชั่วโมง	$R(t) = 78\%$ (MTBF มากกว่าเวลาที่กำหนดไว้ 4 เท่า)	ตรวจโดยใช้เครื่องมือวัด เช่น Go/No Go ตรวจ 100%
4	มีผลให้เครื่องจักรหยุดงานระหว่าง 10 นาที ถึง 30 นาที	$R(t) = 85\%$ (MTBF มากกว่าเวลาที่กำหนดไว้ 6 เท่า)	การใช้เกจตรวจชิ้นงานปรับตั้งและชิ้นงานชิ้นแรกของการผลิต
3	มีผลให้เครื่องจักรหยุดงานน้อยกว่า 10 นาที	$R(t) = 90\%$ (MTBF มากกว่าเวลาที่กำหนดไว้ 10 เท่า)	มีเกณฑ์การยอมรับหลายขั้นโดยไม่ยอมรับชิ้นส่วนที่ผิดปกติ
2	ค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญไม่อยู่ในพิสัยที่กำหนด แต่ควรแก้ไขในขณะที่เครื่องจักรทำงาน	$R(t) = 95\%$ (MTBF มากกว่าเวลาที่กำหนดไว้ 20 เท่า)	มีการใช้เกจอัตโนมัติและมีการหยุดโดยอัตโนมัติ โดยไม่ส่งผ่านชิ้นงานที่ผิดปกติ
1	ค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญอยู่ในพิสัยที่กำหนด และการแก้ไขปรับปรุงสามารถทำได้ในช่วงเวลาบำรุงรักษาตามปกติ	$R(t) = 98\%$ (MTBF มากกว่าเวลาที่กำหนดไว้ 50 เท่า)	ไม่มีชิ้นส่วนที่ผิดปกติ เพราะว่ามีระบบการป้องกันความผิดพลาด

ตารางที่ 4. ตัวอย่างการวิเคราะห์ความเสียหายและผลกระทบ (FMEA) ของชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่สำคัญในระดับ A ของระบบกะป้อตาซังหิน-ทราย

การวิเคราะห์คุณลักษณะความเสียหายและผลกระทบ (FMEA)							
เครื่องจักร: เครื่องผสมคอนกรีต No.1		วิเคราะห์โดย: วิศวกรและรองผู้จัดการแผนซ่อมสร้าง					
ระบบการทำงาน: ระบบกะป้อตาซังหิน-ทราย		ผู้ทบทวน: วิศวกรแผนกซ่อมสร้าง					
ฉบับ: 1/1		ผู้อนุมัติ: ผู้จัดการแผนกซ่อมสร้าง					
วันที่		วันที่					
ชิ้นส่วนอุปกรณ์	คุณลักษณะของความเสียหาย	ผลกระทบจากความเสียหาย	SEV	สาเหตุของคุณลักษณะความเสียหาย	OCC	วิธีการควบคุมในปัจจุบัน	DET RPN
1. มอเตอร์เกียร์กะป้อตาซังหิน-ทราย	- มีกลิ่นไหม้เมื่อมอเตอร์เกียร์กะป้อตาซังหิน-ทรายทำงาน	- มอเตอร์เกียร์กะป้อตาซังหิน-ทรายไม่ทำงาน ส่งผลทำให้ไม่สามารถลำเลียงกะป้อตาซังหิน-ทรายขึ้นที่เครื่องผสมคอนกรีต	7	- คอล์เบรกมอเตอร์เกียร์กะป้อตาซังหิน-ทรายใหม่	3	- ใช้พัดลมระบายความร้อน	5 105
2. รากกะพ้อตาซังหิน-ทราย	- ปีกรากกะป้อตาซังหิน-ทรายชำรุด	- กะป้อตาซังหิน-ทรายตกค้าง ส่งผลทำให้ไม่สามารถลำเลียงกะป้อตาซังหิน-ทรายขึ้นที่เครื่องผสมคอนกรีต	1	- ล้อกะป้อตาซังหิน-ทรายกระทบกับรากเวลาเคลื่อนที่ขึ้นลง	4	- เสริมแกนเหล็ก	8 32
3. กะป้อตาซังหิน-ทราย	- มีเสียงดังผิดปกติเมื่อกะป้อตาซังหิน-ทรายเคลื่อนที่ขึ้นลง	- กะป้อตาซังหิน-ทรายตกค้าง ส่งผลทำให้ไม่สามารถลำเลียงกะป้อตาซังหิน-ทรายขึ้นที่เครื่องผสมคอนกรีต	6	- ลูกปืนล้อกะป้อตาซังหิน-ทรายแตก	4	- ตรวจสอบด้วยสายตา	7 168
4. รอกกะป้อตาซังหิน-ทราย	- มีเสียงดังผิดปกติเมื่อกะป้อตาซังหิน-ทรายเคลื่อนที่ขึ้นลง	- รอกกะป้อตาซังหิน-ทรายไม่หมุน (หมุนไม่สะดวก) ส่งผลทำให้การลำเลียงกะป้อตาซังหิน-ทรายติดขัด	6	- ลูกปืนรอกกะป้อตาซังหิน-ทรายแตก	3	- ตรวจสอบด้วยสายตา	7 126
5. สลิงกะป้อตาซังหิน-ทราย	- สลิงกะป้อตาซังหิน-ทรายแตก	- สลิงกะป้อตาซังหิน-ทรายขาด ส่งผลทำให้กะป้อตาซังหิน-ทรายร่วงลงกระทบกับช่องหิน-ทรายและไม่สามารถผสมคอนกรีต	9	- สลิงรับแรงกะป้อตาซังหิน-ทรายเวลาเคลื่อนที่ขึ้นลง	6	- ตรวจสอบด้วยสายตา	7 378

ดังกล่าวเมื่อทำการวิเคราะห์ FMEA (โดยได้แสดงตัวอย่างการวิเคราะห์ในส่วนของระบบกะพ้อตาซัง หิน-ทราย ดังตารางที่ 4) และเลือกพิจารณาปัญหาที่ทำให้เกิดความ

เสียหายกับการทำงานของเครื่องผสมคอนกรีต No.1 ในระดับสูง (RPN มากกว่า 100 คะแนน) สามารถแสดงผลพรีในการวิเคราะห์ FMEA ได้ในตารางที่ 5 ดังนี้

ตารางที่ 5. คะแนน RPN ของชิ้นส่วนอุปกรณ์เครื่องผสมคอนกรีต No.1

ชิ้นส่วนอุปกรณ์	สาเหตุของคุณลักษณะความเสียหาย	RPN
1. มอเตอร์เกียร์ผสมคอนกรีต	- เกิดจากชุดเฟืองขับในห้องเกียร์แตก	378
2. แผ่นไวนิลรอบนอกเครื่องผสมคอนกรีต	- เกิดจากการเสียดสีระหว่างแผ่นไวนิลรอบนอกกับส่วนผสมขณะทำการผสมคอนกรีต	168
3. แผ่นไวนิลรอบในเครื่องผสมคอนกรีต	- เกิดจากการเสียดสีระหว่างแผ่นไวนิลรอบในกับส่วนผสมขณะทำการผสมคอนกรีต	168
4. แผ่นพื้นไวนิลเครื่องผสมคอนกรีต	- เกิดจากการเสียดสีระหว่างแผ่นพื้นไวนิลกับส่วนผสมขณะทำการผสมคอนกรีต	196
5. มอเตอร์เกียร์กะพ้อตาซัง หิน-ทราย	- เกิดจากคอลลีเบรกมอเตอร์เกียร์กะพ้อตาซังหิน-ทราย ใหม่	105
6. กะพ้อตาซังหิน-ทราย	- เกิดจากลูกปืนล้อกะพ้อตาซังหิน-ทราย แตก	168
7. รอกกะพ้อตาซังหิน-ทราย	- เกิดจากลูกปืนรอกกะพ้อตาซังหิน-ทราย แตก	126
8. สลิงกะพ้อตาซังหิน-ทราย	- เกิดจากการรับแรงกะพ้อตาซังหิน-ทราย เวลาเคลื่อนที่ขึ้นลง	378

3. ประเมินรอบการเปลี่ยนทดแทน ชิ้นส่วนอุปกรณ์

จากขั้นตอนการวิเคราะห์ FMEA และพิจารณาค่า RPN (ตารางที่ 5) พบว่า ชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่ส่งผลต่อการทำงานของเครื่องผสมคอนกรีต No.1 เมื่อชิ้นส่วนดังกล่าวเกิดความเสียหายมีจำนวนทั้งสิ้น 8 ชิ้น โดยสาเหตุของคุณลักษณะความเสียหายที่ทำให้เกิดปัญหาจากการวิเคราะห์ FMEA สามารถนำมากำหนดเป็นวิธีการป้องกันได้โดยการกำหนดรอบการบำรุงรักษาที่เหมาะสม เพื่อป้องกันมิให้ชิ้นส่วนสำคัญเหล่านั้นเกิดความเสียหายอย่างกะทันหันในระหว่างการทำงาน ดังนั้นในขั้นตอนนี้จะเป็นการประยุกต์ใช้หลักการวิศวกรรมความน่าเชื่อถือ (Reliability Engineering) ในการประเมินรอบการเปลี่ยนทดแทนให้กับชิ้นส่วนอุปกรณ์ทั้ง 8 ชิ้น เพื่อ

ใช้กำหนดเป็นแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันให้กับเครื่องผสมคอนกรีต No.1 โดยมีวิธีการดำเนินการดังนี้

3.1 วิเคราะห์รูปแบบการกระจายตัวข้อมูลรอบความเสียหาย (Time To Failure: TTF) ของชิ้นส่วนอุปกรณ์

ลำดับแรกเป็นการวิเคราะห์รูปแบบการกระจายตัวข้อมูลรอบความเสียหาย (TTF) ของชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่สำคัญโดยข้อมูลดังกล่าวได้แสดงไว้ดังตารางที่ 6 และในขั้นตอนนี้ได้ยกตัวอย่างชิ้นส่วนอุปกรณ์ของมอเตอร์เกียร์กะพ้อตาซังหิน-ทราย มาใช้ในการอธิบายวิธีการวิเคราะห์ (เลือกใช้ข้อมูลรอบความเสียหายของคอลลีเบรกมอเตอร์เกียร์กะพ้อตาซังหิน-ทราย ในตารางที่ 6) ซึ่งการวิเคราะห์ได้ดำเนินการโดยการสร้างกราฟความน่าจะเป็น

ตารางที่ 6. รอบความเสียหาย (TTF) ของชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่สำคัญ (หน่วย: รอบ)

ชิ้นส่วน	ลำดับที่	จำนวนรอบ	ชิ้นส่วน	ลำดับที่	จำนวนรอบ
1. ชุดเพื่องขับในห้องเกียร์มอเตอร์เกียร์ผสมคอนกรีต	1	3,278	6. ลูกปืนล้อกะพ้อตาข้างหิน-ทราย	1	7,840
	2	3,700		2	8,003
	3	6,720		3	8,695
	4	9,600		4	9,509
	5	14,271		5	9,746
2. แผ่นไลเนอร์รอบนอกเครื่องผสมคอนกรีต	1	14,097		6	9,758
	2	17,077		7	9,985
	3	17,628		8	10,003
	4	18,996		9	10,772
	5	19,143		10	10,924
	6	19,617		11	11,020
	7	19,987		12	11,088
	8	20,204	7. ลูกปืนรอกกะพ้อตาข้างหิน-ทราย	1	24,425
3. แผ่นไลเนอร์รอบในเครื่องผสมคอนกรีต	1	10,348		2	30,676
	2	15,226		3	36,912
	3	16,479		4	37,231
	4	17,446		5	37,513
	5	17,992		6	39,049
	6	18,418	8. สลิงกะพ้อตาข้างหิน-ทราย	1	3,849
	7	18,838		2	3,951
	8	19,052		3	4,453
4. แผ่นพื้นไลเนอร์เครื่องผสมคอนกรีต	1	28,960		4	4,677
	2	31,472		5	4,796
	3	33,067		6	4,987
	4	34,310		7	5,431
	5	34,881		8	5,602
	6	35,092		9	5,724
5. คอส์เบรกรมอเตอร์เกียร์กะพ้อตาข้างหิน-ทราย	1	30,200		10	5,791
	2	32,238		11	5,876
	3	32,658		12	6,055
	4	34,572		13	6,485
	5	34,872		14	6,549
	6	35,378		15	6,568
	7	40,700		16	6,665
				17	6,932
				18	7,336
				19	7,476
				20	8,023
				21	9,379

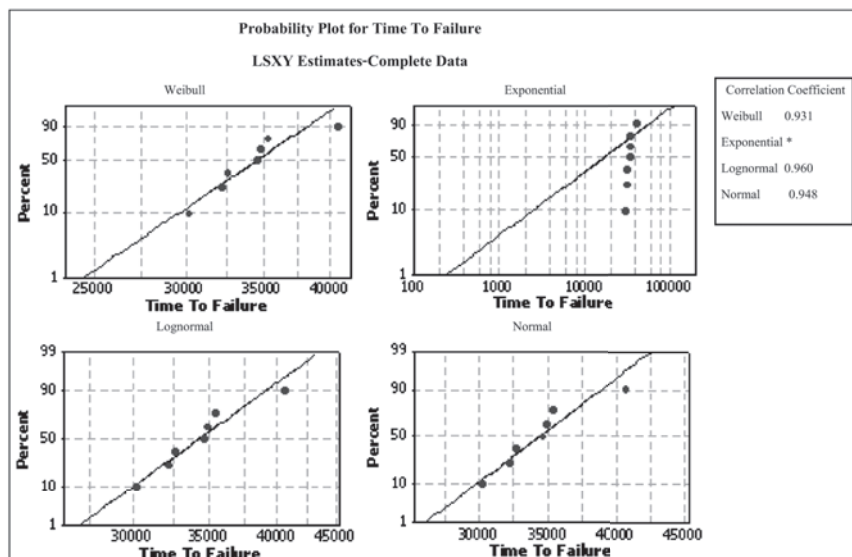
(Probability Plotting) ด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด (Least Square Method) และพิจารณาความสัมพันธ์ของข้อมูลในแต่ละรูปแบบการแจกแจงจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient) ซึ่งถ้าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่ามากที่สุดที่เข้าใกล้ 1 แสดงว่าข้อมูลดังกล่าว สนิทกับรูปแบบการแจกแจงนั้นมาก (จรัส, 2550)

จากข้อมูลรอบความเสียหายของ คอลย์เบรกมอเตอร์เกียร์กะพ้อตาซังหิน-ทราย เมื่อทำการสร้างกราฟความน่าจะเป็นดังรูปที่ 2 และพิจารณาความสัมพันธ์ของข้อมูลกับรูปแบบการแจกแจง พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่มีค่ามากที่สุดที่เข้าใกล้ 1 คือ รูปแบบการแจกแจงล็อกปกติ (Lognormal Distribution) ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่า ข้อมูลรอบความเสียหายของชิ้นส่วนคอลย์เบรกมอเตอร์เกียร์กะพ้อตาซังหิน-ทราย มีความสนิทกับรูป

แบบการแจกแจงล็อกปกติมากที่สุดเมื่อเทียบกับรูปแบบการแจกแจงอีกทั้ง 3 รูปแบบ

3.2 ทดสอบสารูปสนิทธิ (Goodness of Fit Test) ของข้อมูลรอบความเสียหาย

ขั้นตอนนี้เป็นการดำเนินการเพื่อยืนยันรูปแบบการแจกแจงข้อมูลรอบ ความเสียหายของชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่ได้จากการสร้างกราฟความน่าจะเป็น ด้วยวิธีการทดสอบภาวะสารูปสนิทธิ (Goodness of Fit Test) ซึ่งเป็นกระบวนการทางสถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐานเพื่อยอมรับหรือปฏิเสธการแจกแจงที่แสดงถึงลักษณะของข้อมูลประชากรที่สนใจ โดยสถิติที่ใช้ในการทดสอบภาวะสารูปสนิทธิสามารถแบ่งได้ตามแต่ละรูปแบบของการแจกแจงในตารางที่ 7 (Ebeling, 1997) ดังนี้



รูปที่ 2. กราฟความน่าจะเป็นของรอบความเสียหายชิ้นส่วนคอลย์เบรกมอเตอร์เกียร์กะพ้อตาซังหิน-ทราย

ตารางที่ 7. วิธีการทดสอบภาวะสารูปสนิทธิในแต่ละการแจกแจง

การแจกแจง	สถิติที่ใช้ทดสอบ
Exponential	Bartlett's Test
Normal/Lognormal	Kolmogorov-Smirnov Test
Weibull	Mann's Test

จากตัวอย่างข้อมูลรอบความเสียหายของชิ้นส่วน
คอยล์เบรกมอเตอร์เกียร์กะพ้อตาซังหิน-ทราย ที่ได้ทำการ
สร้างกราฟความน่าจะเป็นทำให้ทราบว่ารายละเอียดใน
เบื้องต้นว่า ข้อมูลมีความสนิทกับรูปแบบการแจกแจงล็อก
ปกติ ดังนั้น เพื่อยืนยันผลการแจกแจงดังกล่าว ผู้วิจัยจึง
ทำการทดสอบภาวะสารูปสนิติดังด้วยวิธี Kolmogorov
Smirnov Test (ดังตารางที่ 7) โดยมีสมมติฐานของการ
วิจัย คือ

- H_0 : ข้อมูลรอบความเสียหายของชิ้นส่วนคอยล์
เบรกมอเตอร์เกียร์กะพ้อตาซัง หิน-ทราย
เป็นการแจกแจงล็อกปกติ
- H_1 : ข้อมูลรอบความเสียหายของชิ้นส่วนคอยล์
เบรกมอเตอร์เกียร์กะพ้อตาซัง หิน-ทราย
ไม่เป็นการแจกแจงล็อกปกติ

จากผลการทดสอบภาวะสารูปสนิติดี พบว่า ค่า
 $K\text{-Statistic} < K\text{-Critical}$ ดังนั้น จึงไม่สามารถปฏิเสธ
สมมติฐานหลัก (H_0) หรืออาจกล่าวได้ว่า ข้อมูลรอบความ
เสียหายของชิ้นส่วนคอยล์เบรกมอเตอร์เกียร์กะพ้อตาซัง
หิน-ทราย เป็นการแจกแจงล็อกปกติอย่างมีนัยสำคัญทาง
สถิติ ($p < 0.05$)

3.3 หาค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน (Standard Deviation) ข้อมูลรอบความ เสียหายของชิ้นส่วนอุปกรณ์

จากขั้นตอนการทดสอบภาวะสารูปสนิติดีเพื่อยืนยันรูปแบบการแจกแจงในทางสถิติลำดับต่อไปเป็น
ขั้นตอน ในการหาค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าเบี่ยงเบน

มาตรฐาน (Standard Deviation) ของข้อมูลรอบความ
เสียหายชิ้นส่วนอุปกรณ์ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการคำนวณ
รอบการเปลี่ยนทดแทนโดยสมการในการคำนวณสามารถ
แบ่งได้ตามแต่ละรูปแบบของการแจกแจงในตารางที่ 8
(Lewis (1996) และ Ebeling (1997)) ดังนี้

สำหรับชิ้นส่วนคอยล์เบรกมอเตอร์เกียร์กะพ้อตาซัง
หิน-ทราย มีรูปแบบการแจกแจงแบบล็อกปกติ ดังนั้น การ
หาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสามารถคำนวณได้
จากสมการรูปแบบการแจกแจงล็อกปกติดังตารางที่ 8
โดยที่ตัวแปร (พารามิเตอร์ที่แสดงตำแหน่งของฟังก์ชัน
(Location Parameter)) และตัวแปร (พารามิเตอร์ที่
แสดงขนาดของฟังก์ชัน (Scale Parameter)) หาได้จาก
การประมวลผลด้วยโปรแกรมทางสถิติ ซึ่งมีค่าเท่ากับ
10.40 รอบ และ 0.08 รอบ ตามลำดับ เพราะฉะนั้น ค่า
เฉลี่ยและค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลรอบความ
เสียหายของชิ้นส่วนคอยล์เบรกมอเตอร์เกียร์กะพ้อตาซัง
หิน-ทราย จึงมีค่าเท่ากับ 32,991.33 รอบ และ 2,618.74
รอบ ตามลำดับ

3.4 คำนวณรอบการเปลี่ยนทดแทนชิ้นส่วน อุปกรณ์ที่เหมาะสม

ขั้นตอนนี้เป็นการหารอบการเปลี่ยนทดแทนชิ้น
ส่วนอุปกรณ์ เพื่อใช้กำหนดเป็นแผนการบำรุงรักษาเชิง
ป้องกันให้กับชิ้นส่วนอุปกรณ์ของเครื่องผสมคอนกรีต
No.1 โดยพิจารณาจากการลดเวลาความเสียหายให้
น้อยที่สุด (Downtime Minimization) ซึ่งการหารอบ
การเปลี่ยนทดแทนชิ้นส่วนอุปกรณ์จะเป็นการพิจารณา

ตารางที่ 8. การหาค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ในแต่ละการแจกแจง

การแจกแจง	ค่าเฉลี่ย ($E(X)$)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($\sqrt{V(X)}$)
Exponential	θ	θ
Normal	μ	σ
Lognormal	$\exp(\mu + 0.5\sigma^2)$	$\sqrt{\exp(2\mu + \sigma^2) [\exp(\sigma^2) - 1]}$
Weibull	$\theta \left[\Gamma\left(1 + \frac{1}{\beta}\right) \right]$	$\sqrt{\theta^2 \left[\Gamma\left(1 + \frac{2}{\beta}\right) - \left(\Gamma\left(1 + \frac{1}{\beta}\right) \right)^2 \right]}$

เวลาสูญเสียที่เกิดจากการหยุดงานเมื่อขึ้นส่วนอุปกรณ์
เกิดความเสียหายร่วมกับเวลาสูญเสียที่ต้องเข้าไปดำเนินการ
ซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันขึ้นส่วนอุปกรณ์ โดยการ
เกิดเวลาสูญเสียทั้ง 2 รูปแบบ สามารถอธิบายได้ว่า ถ้า
ขึ้นส่วนอุปกรณ์ได้รับการบำรุงรักษาเป็นอย่างดี (ความถี่
ในการบำรุงรักษามาก) จะส่งผลให้เกิดเวลาสูญเสียที่ต้อง
เข้าไปดำเนินการบำรุงรักษาเป็นจำนวนมาก และถ้าขึ้น
ส่วนอุปกรณ์ขาดการบำรุงรักษาที่เหมาะสม ก็จะส่งผล
ให้เกิดเวลาสูญเสียเนื่องจากขึ้นส่วนอุปกรณ์เกิดความ
เสียหายเป็นจำนวนมากเช่นกัน ดังนั้น รอบการเปลี่ยน
ทดแทนขึ้นส่วนอุปกรณ์ที่เหมาะสมจึงไม่ควรทำการ
เปลี่ยนทดแทนบ่อยเกินไป และไม่ควรปล่อยให้ขึ้นส่วน
อุปกรณ์เกิดความเสียหายจึงค่อยทำการเปลี่ยนทดแทน
โดยรูปแบบสมการที่ใช้สำหรับคำนวณรอบการเปลี่ยน
ทดแทนขึ้นส่วนอุปกรณ์สามารถแสดงได้ดังสมการที่ 3
(สมภพ, 2550) ดังนี้

$$D(t_p) = T_p + T_F M(t_p) / T_p + t_p \quad (3)$$

ซึ่ง

$$M(t_p) = \sum_{i=0}^{t_p-1} [1 + M(t_p - i - 1)] \int_i^{i+1} f(t) dt \quad (4)$$

และ

$$\int_i^{i+1} f(t) dt = \Pr \left(Z \leq \frac{(i+1) - E(X)}{\sqrt{V(X)}} \right) - \Pr \left(Z \leq \frac{i - E(X)}{\sqrt{V(X)}} \right) \quad (5)$$

โดยที่

- $D(t_p)$ คือ เวลาหยุดงานจากความเสียหาย
ทั้งหมดต่อรอบเวลาการบำรุงรักษา
เชิงป้องกัน
- $M(t_p)$ คือ จำนวนรอบที่ต้องหยุดงานเนื่องจาก
ขึ้นส่วนอุปกรณ์เกิดความเสียหาย
ในช่วง $(0, t_p]$

- T_p คือ เวลาหยุดงานในการบำรุงรักษาเชิง
ป้องกันขึ้นส่วนอุปกรณ์
- T_F คือ เวลาหยุดงานในการเปลี่ยนขึ้นส่วน
อุปกรณ์ที่ได้รับความเสียหาย
- t_p คือ รอบเวลาการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน
ขึ้นส่วนอุปกรณ์
- $f(t)$ คือ ฟังก์ชันความเสียหายของขึ้นส่วน
อุปกรณ์

สำหรับตัวแปร $T_F M(t_p)$ ในสมการที่ 3 จะเป็นการ
คำนวณหาเวลาหยุดงานเนื่องจากการเกิดความเสียหาย
ในแต่ละรอบการทำงานของขึ้นส่วนอุปกรณ์ โดยที่ค่า
 $M(t_p)$ (สมการที่ 4) สามารถหาได้จากผลรวมของการหยุด
งานเนื่องจากการเกิดความเสียหายคูณกับฟังก์ชัน ความ
เสียหายสะสมของขึ้นส่วนอุปกรณ์ (สมการที่ 5)

จากรูปแบบสมการทั้งหมดที่ใช้ในการคำนวณ
รอบการเปลี่ยนทดแทนขึ้นส่วนอุปกรณ์ สามารถทำการ
หาผลลัพธ์รอบการเปลี่ยนทดแทนขึ้นส่วนคอยล์เบรก
มอเตอร์เกียร์กะพ้อตาซังหิน-ทราย ได้ด้วยการใช้
โปรแกรมทางคณิตศาสตร์ซึ่งจะประมวลผลโดยการ
ป้อนข้อมูลค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของรอบ
ความเสียหาย พร้อมทั้งข้อมูลเวลาหยุดงานในการบำรุง
รักษาเชิงป้องกัน และเวลาหยุดงานในการเปลี่ยนขึ้นส่วน
อุปกรณ์ที่ได้รับความเสียหายเข้าสู่โปรแกรมซึ่งหลังจาก
ทำการประมวลผล พบว่าผลลัพธ์ของรอบ การเปลี่ยน
ทดแทนขึ้นส่วนคอยล์เบรกมอเตอร์เกียร์กะพ้อตาซัง
หิน-ทราย มีค่าเท่ากับ 27,635 รอบ ซึ่งหมายความว่า
การบำรุงรักษาเชิงป้องกันมอเตอร์เกียร์กะพ้อตาซังหิน-
ทรายที่เหมาะสม มีวิธีการโดยทำการเปลี่ยนทดแทนขึ้น
ส่วนคอยล์เบรกมอเตอร์เกียร์กะพ้อตาซังหิน-ทราย ใน
ทุกๆ 27,635 รอบ และจากผลลัพธ์ดังกล่าว ผู้วิจัยได้
นำไปปรับปรุงแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่ใช้อยู่ใน
ปัจจุบันพร้อมทั้งนำไปใช้งานจริงและทำการเก็บรวบรวม
ข้อมูลเวลาสูญเสียที่เครื่องผสมคอนกรีต No.1 เกิดความ
เสียหาย เพื่อนำไปใช้เปรียบเทียบผลการดำเนินการก่อน
และหลังการปรับปรุง โดยสามารถสรุปผลการดำเนินการ
วิจัยได้ดังนี้

สรุปผลการวิจัย

ปัญหาเวลาสูญเสียที่เกิดจากความเสียหายของเครื่องจักรอย่างกะทันหันในระหว่างทำการผลิตอันเนื่องมาจากแผนการบำรุงรักษาที่ไม่เหมาะสมนั้น ผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขแผนการบำรุงรักษาดังกล่าว โดยเลือกชิ้นส่วนอุปกรณ์ของเครื่องผสมคอนกรีต No.1 ที่มีค่า RPN มากกว่า 100 คะแนน มาทำการแก้ไขรอบการเปลี่ยนทดแทนให้เหมาะสมกับสภาพการใช้งานจริงในปัจจุบัน ซึ่งสามารถแสดงผลลัพธ์รอบการเปลี่ยนทดแทนที่ได้จากการประยุกต์ใช้หลักการวิศวกรรมความน่าเชื่อถือเปรียบเทียบกับแผนการบำรุงรักษาแบบเดิม (ก่อนการปรับปรุง) ได้ในตารางที่ 9 ดังนี้

จากผลลัพธ์รอบการเปลี่ยนทดแทนในตารางที่ 9 (คอลัมน์การเปลี่ยนทดแทนหลังจากปรับปรุง) ผู้วิจัยได้นำมาปรับปรุงแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน และนำไปใช้กับเครื่องผสมคอนกรีต No.1 (ก.ค.52-ธ.ค.52) พร้อมทั้งเก็บรวบรวมข้อมูลเวลาเสียหายเพื่อทำการเปรียบเทียบกับแผนการบำรุงรักษาก่อนการปรับปรุง (ก.ค.50-มิ.ย. 51) ซึ่งสามารถสรุปผลการวิจัยได้ว่า เครื่องผสมคอนกรีต No.1 มีจำนวนเวลาที่เครื่องเกิดความเสียหายลดลงจากเดิม 865.33 นาที/เดือน เหลือเพียง 301.67 นาที/เดือน และมีความพร้อมในการใช้งานเพิ่มขึ้นจากเดิม 88.48 เปอร์เซ็นต์ เพิ่มเป็น 95.82 เปอร์เซ็นต์ เพราะฉะนั้น งาน

ตารางที่ 9. ผลลัพธ์รอบการเปลี่ยนทดแทนชิ้นส่วนอุปกรณ์ก่อนและหลังการปรับปรุง

ชิ้นส่วนอุปกรณ์	ชิ้นส่วนที่ต้องได้รับการเปลี่ยนทดแทน	การเปลี่ยนทดแทน		
		ก่อนการปรับปรุง จากประสบการณ์ผู้วางแผน		หลังการปรับปรุง จากหลักการความน่าเชื่อถือ
		หน่วย: เดือน	เทียบเป็น: รอบ	หน่วย: รอบ
1. มอเตอร์เกียร์ผสมคอนกรีต	- ชุดเฟืองขับในท้องเกียร์	-	-	8,264
2. แผ่นไลเนอร์รอบนอกเครื่องผสมคอนกรีต	- แผ่นไลเนอร์รอบนอก	3	15,000	14,276
3. แผ่นไลเนอร์รอบในเครื่องผสมคอนกรีต	- แผ่นไลเนอร์รอบใน	3	15,000	12,162
4. แผ่นพื้นไลเนอร์เครื่องผสมคอนกรีต	- แผ่นพื้นไลเนอร์	6	30,000	26,968
5. มอเตอร์เกียร์กะพ้อดาซังหิน-ทราย	- คอลย์เบรก	6	30,000	27,635
6. กะพ้อดาซังหิน-ทราย	- ลูกปืนล้อกะพ้อ	3	15,000	7,634
7. รอกกะพ้อดาซัง-ทราย	- ลูกปืนรอกกะพ้อ	6	30,000	25,102
8. สลิงกะพ้อดาซังหินทราย	- สลิงกะพ้อ	1	5,000	3,488

หมายเหตุ: ชุดเฟืองขับในท้องเกียร์มีการเปลี่ยนวัสดุชนิดใหม่จึงไม่นำข้อมูลก่อนการปรับปรุงมาแสดง

วิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันโดยใช้หลักการวิศวกรรมความน่าเชื่อถือสามารถใช้งานได้เหมาะสมกับสภาพการทำงานจริงในปัจจุบันมากกว่าการใช้ประสบการณ์ของผู้วางแผนโดยตรง เนื่องจากหลักการวิศวกรรมความน่าเชื่อถือได้มี การนำข้อมูลความเสียหายในอดีตมาใช้ในการคำนวณเพื่อกำหนดเป็นรอบ การเปลี่ยนทดแทนจึงทำให้แผนการบำรุงรักษาที่ได้มีความใกล้เคียงกับลักษณะการทำงานของเครื่องจักรยิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะ

สำหรับอุตสาหกรรมที่ใช้เครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่มีราคาสูง ควรทำการพิจารณาทางด้านต้นทุนการบำรุงรักษา เช่น ต้นทุนการซ่อมแซม ต้นทุนการเผื่อะวังการเกิดความเสียหาย หรือต้นทุนการเปลี่ยนทดแทนชิ้นส่วนอุปกรณ์ เป็นต้น ร่วมกับตัวแบบในการคำนวณรอบ การเปลี่ยนทดแทน เพื่อให้ได้รอบการเปลี่ยนทดแทนที่เหมาะสมกับการนำไปใช้กำหนดเป็นนโยบายในการวางแผนการบำรุงรักษาต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากสำนักงานสนับสนุนการวิจัย ทุนมหาบัณฑิต สกว. สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ภายใต้โครงการเชื่อมโยงภาคการผลิตกับงานวิจัยทุน สกว.-อุตสาหกรรม ประจำปี 2551 สัญญาเลขที่ MRG-WI515E070

เอกสารอ้างอิง

- กาญจนา จิตรจุน. 2550. การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยการบำรุงรักษามบนพื้นฐานของความน่าเชื่อถือ กรณีศึกษา โรงงานผลิตชิ้นส่วนเครื่องจักรกล. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- จรัล ทรัพย์เสรี. 2550. เทคนิคการวิเคราะห์ Reliability Data. For Quality Magazine [ออนไลน์]. [อ้างเมื่อ 1 มิถุนายน 2553]. เข้าถึงได้จาก: http://www.tpa.or.th/publuser/pdfFileDownloadS/F113_p64-66.pdf
- ประภาส ศุภศิริสัตยากุล และธนกรณ์ เน้นหนา. 2552. การออกแบบการบำรุงรักษาตามกำหนดการคงที่ที่เหมาะสมสำหรับอุปกรณ์ที่มีการกระจายช่วงอายุการใช้งานจนกระทั่งชำรุดเป็นแบบการกระจายไวบูลล์. การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 21-22 ตุลาคม 2552.
- ศิริรัตน์ ศิลปพิพัฒน์. 2537. การออกแบบแผนงานบำรุงรักษา สำหรับอุตสาหกรรมคอนกรีตผสมเสร็จแบบหลายโรงผสม. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สรณัญญา ศิลอาสน์. 2551. การเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องจักรโดยระบบบำรุงรักษาเชิงป้องกัน กรณีศึกษา: โรงงานอุตสาหกรรมผลิตเครื่องดื่ม. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

- สมภพ ตลับแก้ว. 2550. **ความน่าเชื่อถือของระบบและ การบำรุงรักษา**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ศูนย์ผลิตตำราเรียนสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- 2553. การกำหนดกลยุทธ์การบำรุงรักษา เครื่องจักรให้เหมาะสมกับสภาพการใช้งานจริง. **วารสารพระจอมเกล้าพระนครเหนือ**. ฉบับที่ 1 ม.ค.-เม.ย.: 168-172.
- Chrysler Corporation, Ford Motor Company and General Motors Corporation. 1995. **Potential Failure Mode and Effects Analysis (FMEA): Reference Manual**. [n.p.]: DaimlerChrysler Corporation, Ford Motor Company and General Motors Corporation.
- Ebeling, C.E. 1997. **An introduction to reliability and maintainability engineering**. New York: McGraw-Hill.
- Duarte, J.A.C., Craveiro, J.T.A. and Trigo, T.P. 2006. "Optimization of the preventive maintenance plan of a series components system." **Journal of Pressure Vessels and Piping**. Vol. 83: 244-248.
- Kardon, B., and Fredendall, L.D. 2002. "Incorporating overall probability of system failure into a preventive maintenance model for a serial system." **Journal of Quality in Maintenance Engineering**. Vol.8: 331: 345.
- Lewis, E.E. 1996. **Introduction to reliability engineering**. 2nd ed. New York: Wiley.