

การระบุแนวทางการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว โดยการประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ

ระพี กาญจนะ^{1*}, สุรัตน์ ตรียวนพงศ์² และกิตติพงษ์ กิมะพงศ์³

rapee.k@en.rmutt.ac.th^{1*}, surat.t@en.rmutt.ac.th², kittipong.k@en.rmutt.ac.th³

¹⁻³ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

Received : 28-Aug-2018
Revised : 09-Aug-2020
Accepted : 13-Aug-2020

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยเสี่ยงของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวโดยการประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effect Analysis: FMEA) ขั้นตอนการดำเนินงานเริ่มต้นจากการแบ่งแยกลักษณะข้อบกพร่องและสาเหตุของการเกิดในการเกี่ยวและนวดข้าว หลังจากนั้นแต่ละประเภทข้อบกพร่องถูกนำมาทำการประเมินและหาค่าลำดับความเสี่ยง (Risk Priority Number: RPN) เพื่อเรียงลำดับจากมากไปหาน้อยขึ้นส่วนเครื่องจักรที่อยู่ในกลุ่มที่มีค่าระดับความเสี่ยงสูงถูกนำไปวิเคราะห์หาสาเหตุการเกิดข้อบกพร่อง และกำหนดแนวทางการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ผลการวิเคราะห์พบว่ามียู่ 5 ประเภทความเสี่ยงจัดอยู่ในกลุ่มความเสี่ยงสูง ได้แก่ F21 การสึกหรอบนพื้นผิวของข้อโซ่ F19 การสึกหรอของลูกยางโอริง F14 การสึกหรอบนพื้นผิวของลูกโรลเลอร์ F10 เฟืองสเตอร์สปีกเกิดชำรุด และ F12 ล้อนำชำรุด ซึ่งกลุ่มความเสี่ยงสูงนี้หากเกิดความเสียหายขึ้นจะทำให้เครื่องหยุดทำงาน และส่งผลการปฏิบัติงานในการเกี่ยวนวดข้าวต้องหยุดชะงักเช่นกัน ดังนั้นการจัดทำแนวทางการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันจึงจำเป็นอย่างยิ่ง งานวิจัยนี้จึงได้เสนอแนวทางการบำรุงรักษาเชิงป้องกันโดยแนวทางการบำรุงรักษานั้นเกษตรกรผู้ใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าวสามารถดำเนินการได้ด้วยตนเอง ผลของการบำรุงรักษาเชิงป้องกันด้วยตนเองจะเป็นการยืดอายุการใช้งานของแต่ละชิ้นส่วนและช่วยให้ประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวดีขึ้น

คำสำคัญ: เครื่องเกี่ยวนวดข้าว การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

Identifying Preventive Maintenance Guidelines for Rice Combine Harvester with Application of Failure Mode and Effect Analysis Technique

Rapee Kanchana^{1*}, Surat Triwanapong² and Kittipong Kimapong³
rapee.k@en.rmutt.ac.th^{1*}, surat.t@en.rmutt.ac.th², kittipong.k@en.rmutt.ac.th³

¹⁻³ Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Thanyaburi

Received	: 28-Aug-2018
Revised	: 09-Aug-2020
Accepted	: 13-Aug-2020

Abstract

This research aims to study the risk factors of the rice combine harvester by using failure mode and effect analysis (FMEA) technique. The research methodology began with classifying failure modes and causes during harvesting rice. After that, each type of failure mode was evaluated and calculated a risk priority number (RPN), then, RPN is sorted in descending order. Machine parts belonging to a high risk group were investigated a root cause of failure occurrence and then determined preventive maintenance guidelines. From data analysis, it illustrated that there were five types of risk classified as a high risk group; F21 wear of chain surface, F19 wear of rubber O-ring, F14 wear of ball roller surface, F10 sprocket gear broken and F12 lead wheel broken. This high risk group implied that if some failures occur, the combine harvester can be stopped which caused harvesting operation interruption. As a result, a development of preventive maintenance guidelines was needed. This research provides the self-preventive maintenance guidelines for farmer who used the rice combine harvester which the results of self-preventive maintenance help extending the useful life of each parts and enhancing work efficiency of the rice combine harvester.

Keywords: rice combine harvester, failure mode and effect analysis, preventive maintenance.

1. บทนำ

ความต้องการที่จะเพิ่มผลผลิตภาพในการทำนาข้าวเพื่อก่อให้เกิดปริมาณรายได้ที่เพิ่มขึ้นของชาวนาไทย เป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกษตรกรนำเครื่องจักรกลเกษตรเข้าใช้แทนแรงงานคนในการทำนา การประยุกต์ใช้เครื่องจักรเกษตรในการทำนา เช่น การใช้รถเกี่ยวและนวดข้าวในการเก็บเกี่ยวเมล็ดข้าวเปลือกสามารถทำให้ได้ข้าวเปลือกในระยะเวลาไม่เกิน 10 นาที แต่หากมีการใช้แรงงานในการเกี่ยวข้าวอาจต้องใช้เวลาประมาณ 1-2 สัปดาห์เพื่อให้ได้ข้าวเปลือกที่พร้อมจะนำไปทำการสีเป็นข้าวสารเพื่อบริโภค หรือส่งข้าวเปลือกออกขายเพื่อสร้างรายได้ให้แก่ครอบครัวได้ต่อไป การใช้งานเครื่องเกี่ยวและนวดข้าวในการเก็บเกี่ยวเป็นวิธีการที่สามารถลดระยะเวลาในการเตรียมเมล็ดข้าวสาร ให้ปริมาณการผลิตสูง และสามารถเพิ่มผลผลิตการทำนาให้ได้ในระดับที่พึงพอใจของชาวนา อย่างไรก็ตามเมื่อทำการเกี่ยวและนวดข้าวในระยะเวลาหนึ่ง ชิ้นส่วนเครื่องเกี่ยวและนวดข้าวมักเกิดการชำรุดและเสียหายส่งผลทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องเกี่ยวและนวดข้าวลดลง [1, 2] ด้วยข้อมูลการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตข้าวและการหาวิธีการยืดอายุการใช้งานเครื่องเกี่ยวและนวดข้าวข้างต้น การบำรุงรักษาเชิงป้องกันให้กับชิ้นส่วนเครื่องเกี่ยวและนวดข้าวจึงมีบทบาทความสำคัญอย่างยิ่ง เทคนิคการวิเคราะห์ปัจจัยความเสี่ยงในการใช้งานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effect Analysis: FMEA) ถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์หาสาเหตุของความเสียหาย เพื่อการนำไปสู่การกำหนดแนวทางในการบำรุงรักษาเพื่อให้ประสิทธิภาพในการใช้งานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวดีขึ้นส่งผลให้การเพิ่มผลผลิตภาพ (Productivity) ในการทำนาข้าวต่อไป

การบริหารความเสี่ยง (Risk management) คือกระบวนการจัดการความเสี่ยงเพื่อให้สามารถควบคุมและดำเนินการกับความเสี่ยงได้อย่างมีประสิทธิภาพ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลัก คือ การระบุความเสี่ยง (Risk identification) การประเมินความเสี่ยง

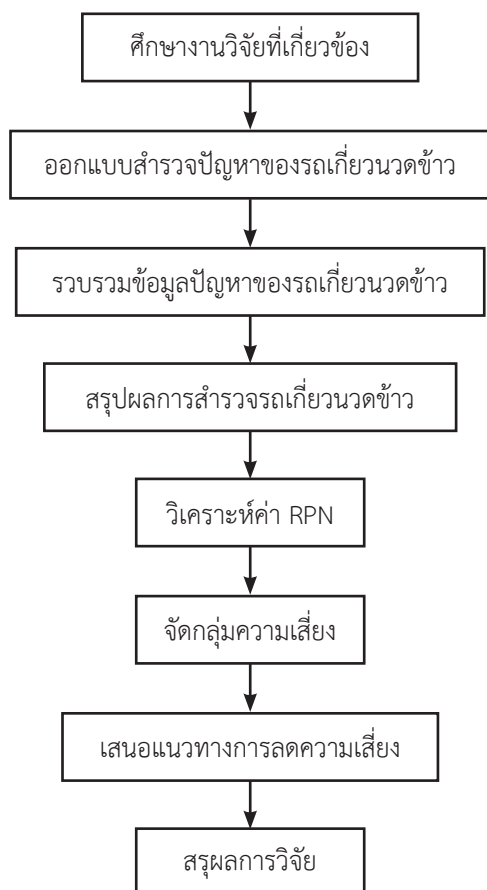
(Risk assessment) การตอบสนองความเสี่ยง (Risk response) และการหาแนวทางการแก้ไขความเสี่ยง (Risk documentation & control) ที่ผ่านมามีการนำการบริหารความเสี่ยงไปใช้ในการบำรุงรักษาสำคัญในการลดข้อผิดพลาดในงานออกแบบทางวิศวกรรม [3] การลดเวลาการสูญเสียในการผลิตคอนกรีต [4] การวิเคราะห์สาเหตุลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบในโรงงานผลิตเพลารถยนต์ [5] การเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องมือในการขนส่ง [6] การปรับปรุงความน่าเชื่อถือของระบบการผลิตและลดเวลาในการผลิตสินค้า [7] การวิเคราะห์และเปรียบเทียบการทำงานของระบบกังหันลม [8] การตรวจสอบหาข้อบกพร่องและการออกแบบสวิตช์ปิด-เปิดเครื่องจักร [9] การวิเคราะห์ความเสี่ยงของกระบวนการไหม้เชิงชีวภาพ MOSAR [10] หรือการประเมินความเสี่ยงของการทำงานท่อไอน้ำ [11] เป็นต้น งานวิจัยเหล่านี้ได้ดำเนินการศึกษาและพัฒนากระบวนการผลิตด้วยการประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบเพื่อจุดประสงค์หลักในการบริหารความเสี่ยงและแสดงการเพิ่มผลผลิตภาพในการผลิตสินค้าหลากหลายชนิดและสามารถนำไปเป็นแนวทางในการบำรุงรักษาเชิงป้องกันได้ การดำเนินการบริหารความเสี่ยงด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบเป็นวิธีการดำเนินการที่มีประสิทธิภาพในการบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่สามารถทำให้ลดการสูญเสีย เพิ่มประสิทธิภาพการผลิต และลดค่าใช้จ่ายในการผลิตได้

งานวิจัยนี้จึงมีจุดประสงค์เพื่อศึกษาปัญหาอุปสรรคและปัจจัยเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นในขั้นตอนการเก็บเกี่ยวข้าวด้วยเครื่องเกี่ยวและนวดข้าว ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจจากกลุ่มเกษตรกรตัวอย่างจะถูกนำไปวิเคราะห์ค่าความเสี่ยง จัดลำดับและจำแนกประเภทของปัจจัยเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นในแต่ละกระบวนการ ซึ่งจะประกอบด้วยความเสี่ยงภายใน และความเสี่ยงที่เกิดขึ้นจากการดำเนินงาน เพื่อจัดเตรียมแผนรองรับกับปัจจัยเสี่ยงประเภทต่าง ๆ และปรับปรุงการผลิตและดูแลเครื่องจักร เพื่อให้ประสิทธิภาพการทำงานดีขึ้น

ส่งผลทำให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพ และพัฒนาเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันให้แก่เกษตรกรต่อไป

2. ขั้นตอนการดำเนินงาน

ขั้นตอนในการดำเนินงานเริ่มต้นจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และทำการศึกษาส่วนประกอบหลักของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว จากนั้นทำการออกแบบแบบสำรวจเพื่อเก็บข้อมูลจากเกษตรกรกลุ่มเป้าหมายผู้ใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าว โดยมีหัวข้อเกี่ยวกับยี่ห้อ รุ่น ขนาดของเครื่องยนต์ และอุปกรณ์ที่เกิดความเสียหายในระหว่างใช้งาน รวมถึงปัญหาอื่น ๆ โดยดำเนินการตามขั้นตอนดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ภาพรวมขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

3. ผลการวิจัย

จากการสำรวจและรวบรวมทั้งหมดจำนวน 30 ชุด จากกำหนดประเภทความเสี่ยงของชิ้นส่วนเครื่องเกี่ยวนวดข้าวได้ 23 ประเภทและแต่ละประเภทความเสี่ยงถูกนำมาหาค่าเฉลี่ยในด้านความรุนแรงของปัญหา (Severity: SEV) ด้านโอกาสในการเกิดปัญหา (Occurrence: OCC) และด้านความสามารถในการตรวจจับ (Detection: DET) จากนั้นวิเคราะห์หาค่า Risk priority number (RPN) ซึ่งค่า $RPN = SEV \times OCC \times DET$ [3] ผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 1

ผลการวิเคราะห์ลักษณะความเสียหาย และผลกระทบดังตารางที่ 1 แสดงค่าระดับคะแนนความเสี่ยง (Risk priority number : RPN) ของทั้ง 23 ประเภทความเสี่ยง และตารางที่ 2 แสดงการเรียงลำดับชิ้นส่วนอุปกรณ์เครื่องเกี่ยวนวดข้าวที่มีค่า RPN เรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ทั้งนี้ในการพิจารณาเพื่อหาแนวทางการจัดการความเสี่ยงเพื่อให้ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวดีขึ้น จะพิจารณาที่ค่า RPN ของชิ้นส่วนอุปกรณ์รถเกี่ยวนวดข้าวที่มีค่า RPN มากกว่า 100 ซึ่งมีอยู่ทั้งสิ้น 19 ชิ้นส่วน ทั้งนี้ในการจัดกลุ่มประเภทความเสี่ยงดังตารางที่ 3 จะพิจารณาจากการแบ่งอันตรายออกเป็น 3 ชั้น โดยกำหนดความกว้างของแต่ละช่วงเท่ากับ 144 ซึ่งมี

$$\begin{aligned} \text{ที่มาจาก } & \frac{(\text{ค่า RPN}_{\text{มาก}} - \text{ค่า RPN}_{\text{น้อย}})}{3} \\ & = \frac{(576 - 144)}{3} = 144 \end{aligned}$$

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ลักษณะความเสียหายและผลกระทบ

การวิเคราะห์ลักษณะความเสียหายและผลกระทบ (FMEA) รถเกี่ยวนาข้าว								
ชิ้นส่วนอุปกรณ์	ลักษณะของความเสียหาย	ผลกระทบจากความเสียหาย	SEV	สาเหตุลักษณะความเสียหาย	OCC	วิธีการควบคุมในปัจจุบัน	DET	RPN
F1 การสึกหรอของหนวดกุ้ง	ปลายแหลม และมีขนาดเล็กลง	ทำให้ขั้วข้าวขึ้นได้ไม่เกลี้ยง	2	เกิดจากการเสียดสีระหว่างหนวดกุ้งกับต้นข้าว	2	ยังไม่มี	9	36
F2 การสึกหรอของล้อไถมรวางข้าว	บุบหลวม	ทำให้เกิดเสียงดัง สั่น และแตกหัก	2	เกิดจากการเสียดสีระหว่างเหล็กกับเหล็ก	2	หยุดสารหล่อลื่น	9	36
F3 การสึกหรอของเกลียวลำเรียงรวงข้าว	ใบเกลียวจะบางและเล็กลง	ทำให้ลำเลียงข้าวไม่เกิดการติดขัด	2	เกิดจากการเสียดสีระหว่างต้นข้าวกับเกลียวลำเลียงข้าว	2	ยังไม่มี	10	40
F4 การสึกหรอของหัวจรวด	ร่องหัวจรวดห่าง ไม่คมตัดต้นข้าว ไม่ขาด	ทำให้ตัดข้าวไม่ขาด	7	เกิดจากการเสียดสีระหว่างใบมีดกับหัวจรวดและต้นข้าว	8	หยุดสารหล่อลื่น	5	280
F5 การสึกหรอของใบมีดตัด	คมของใบมีดจะเล็กลง	ทำให้ตัดข้าวไม่ขาด	7	เกิดจากการเสียดสีระหว่างใบมีดตัดกับต้นข้าว	8	หยุดสารหล่อลื่นลง ไปบนชุดตัด	5	280
F6 การสึกหรอของแกนผลุบไพล์	แหลมสั้น และเล็กลง	ทำให้ต้นข้าวเข้าคอได้ไม่ดีและส่งผลให้ข้าวพันเกลียว	4	เกิดการเสียดสีระหว่างลูกยางกับตัวผลุบไพล์	4	ยังไม่มี	5	80
F7 การสึกหรอของหนามเตย	ปลายแหลม และมีขนาดเล็กลง	ทำให้หนวดข้าวได้ไม่เกลี้ยง	5	เกิดจากการเสียดสีระหว่างต้นข้าวกับหนามเตย	4	ยังไม่มี	9	180
F8 ตะแกรงร่อนเมล็ดข้าว	บาง-แตก	ทำให้ร่อนข้าวไม่สะอาดและทำให้สูญเสียผลผลิต	4	เกิดจากการสั่นสะเทือนของตะแกรง	4	ยังไม่มี	9	144
F9 เกลียวลำเลียงเมล็ดข้าวสับกลับห้องนวดใหม่	ใบลำเลียงเล็กลงจากการสึกหรอ	ลำเลียงเมล็ดข้าวสับไม่สะดวก	6	เกิดการสึกหรอและการเสียดสีของเมล็ดข้าว	7	ซ่อมบำรุงหรือเปลี่ยนเกลียวลำเลียงใหม่	8	336
F10 เพื่องสเตอร์-สปีดเกิตข้าว	ปลายแหลม และบาง	ทำให้บูทโซ่สึกหรอไว	7	เกิดจากการเสียดสีระหว่างบูทกับสเตอร์	8	ยังไม่มี	8	448
F11 ล้อนำข้าว	สันล้อนำจะเล็กลง	ทำให้โซ่พลัดตกจากลูกโรลเลอร์	7	เกิดจากการเสียดสีกันระหว่างล้อนำกับโซ่	8	ยังไม่มี	8	448
F12 ตีนตะขาบข้าว	บาง และโค้งงอ	เดินสั้น เดินไม่เต็ม	2	เหยียบหิน ดอ หรือพื้นไม่เรียบ	2	เดินอย่างระมัดระวัง	7	28
F13 การสึกหรอบนพื้นผิวของลูกโรลเลอร์	สึกหรอร่องลึกและลดขนาด	การเคลื่อนที่ไม่ปกติ	7	เกิดจากการเสียดสีระหว่างโซ่และลูกโรลเลอร์	8	ยังไม่มี	9	504
F14 การสึกหรอของเพลาลูกโรลเลอร์	สึกเป็นร่อง	ทำให้น้ำมันรั่ว	7	ไม่หยุดสารหล่อลื่นหรือหมดอายุการใช้งาน	7	เปลี่ยนถ่ายสารหล่อลื่นบ่อย ๆ	5	245

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ลักษณะความเสียหายและผลกระทบ (ต่อ)

การวิเคราะห์ลักษณะความเสียหายและผลกระทบ (FMEA) รถเกี่ยววนวดข้าว								
ชิ้นส่วนอุปกรณ์	ลักษณะของความเสียหาย	ผลกระทบจากความเสียหาย	SEV	สาเหตุลักษณะความเสียหาย	OCC	วิธีการควบคุมในปัจจุบัน	DET	RPN
F15 การสึกหรอของฝาปิดลูกโรลเลอร์	แตก หรือสึกหรอ	ใส่ซิลิโคนรูปไร้ประสิทธิภาพ	7	เกิดแรงกระแทกในการทำงาน	7	ยังไม่มี	8	392
F16 การสึกหรอของบูท	บางลงไป	บูทแตกขาด	8	ไม่หยุดสารหล่อลื่น หรือหมดอายุการใช้งาน	8	หยุดสารหล่อลื่นเป็นประจำ	5	320
F17 การสึกหรอของซิลิโคนรูป	หน้าสัมผัสจะบางลง	กักเก็บน้ำมันไม่อยู่	8	ไม่หยุดสารหล่อลื่นหรือหมดอายุการใช้งาน	8	หยุดสารหล่อลื่นเป็นประจำ	5	320
F18 การสึกหรอของลูกยางโอริง	แบน และแข็งตัว	กักเก็บน้ำมันไม่อยู่	9	เกิดจากการกดทับ ความร้อนจากน้ำมันและการเสียดสีของซิลิโคนรูป	8	ยังไม่มี	8	576
F19 การสึกหรอของรูใส่แกน เพลา	รูใส่แกนเพลาหลวม	ทำให้ใส่ลูกปืนไม่พอดี	7	ลูกปืนแตก หรือบูทแตก	8	ยังไม่มี	8	448
F20 การสึกหรอบนพื้นผิวของข้อโซ่	บางลงและเป็นคลื่น	ทำให้เดินสั่น	8	เกิดจากการเสียดสีระหว่างผิวโซ่และลูกโรลเลอร์	9	ยังไม่มี	8	576
F21 การสึกหรอของแกนเพลาสลักโซ่	สลักจะเล็กลง	ทำให้โซ่หลวมหรือขาด	6	เกิดจากแรงกระแทกของตัวรถ	6	ใส่จาระบีก่อนประกอบ	5	180
F22 การสึกหรอของบูท	บางลง	ทำให้โซ่หลวมและพลัดตกลูกโรลเลอร์	7	เกิดจากการเสียดสีระหว่างสลักกับบูท	7	ใส่จาระบีก่อนประกอบ	5	245
F23 การสึกหรอของซิล	แบน และ แข็ง	ทำให้เคนเข้าบูทสลักได้ง่าย	8	ความร้อนของโซ่สะสมหรือหมดอายุการใช้งาน	8	ยังไม่มี	5	320

ดังนั้นการแบ่งระดับค่าความเสี่ยงเป็น 3 ระดับ สามารถกำหนดดังนี้

- ค่า RPN มากกว่า 434 จัดอยู่ในกลุ่มความเสี่ยงสูง (High risk: H)
- ค่า RPN ช่วง 289 – 433 จัดอยู่ในกลุ่มความเสี่ยงปานกลาง (Medium risk: M)
- ค่า RPN ช่วง 144 - 288 จัดอยู่ในกลุ่มความเสี่ยงต่ำ (Low risk: L)

โดยที่

ความเสี่ยงสูง (H) คือชิ้นส่วนที่เกิดการเสียหาย ผู้ใช้งานไม่สามารถซ่อมบำรุงเองได้ในทันที จึงทำให้เครื่องเกี่ยววนดข้าวหยุดการใช้งานโดยไม่มีการแจ้งเตือน ทำให้เกิดความเสียหายของเครื่องเกี่ยววนดข้าวและผลผลิต

ความเสี่ยงปานกลาง (M) คือชิ้นส่วนที่เกิดการเสียหายระดับปานกลาง ผู้ใช้รถเกี่ยววนดข้าวสามารถซ่อมบำรุงและใช้งานได้ชั่วคราวโดยไม่ต้องเรียกช่างมาซ่อมบำรุง และสามารถใช้งานต่อไปได้ แต่อาจจะเกิดความเสียหายของเครื่องเกี่ยววนดข้าว และผลผลิต และ

ความเสี่ยงต่ำ (L) คือชิ้นส่วนที่เกิดการเสียหายระดับต่ำสุด แต่ยังมีค่าเกิน 100 ผู้ใช้สามารถซ่อมบำรุงและสามารถใช้งานต่อไปได้ โดยไม่เกิดความเสียหายของผลผลิต

ตารางที่ 2 ค่า RPN ของชิ้นส่วน

ลำดับ	ชิ้นส่วนอุปกรณ์ รถเกี่ยววนดข้าว	ค่า RPN จาก มาก-น้อย
1	F20 การสึกหรอบนพื้นผิวของข้อโซ่	576
2	F18 การสึกหรอของลูกยางโอริง	576
3	F13การสึกหรอบนพื้นผิวของลูกโรลเลอร์	504
4	F10 เฟืองสเตอร์สปีกเกิดชำรุด	448
5	F11ล่อนำชำรุด	448
6	F19การสึกหรอของรูใส่แกน เพลา	448
7	F15 การสึกหรอของฝาปิดลูกโรลเลอร์	392
8	F9 เกลียวลำเลียงเมล็ดข้าวสับกลับห้องนวดใหม่	336
9	F16 การสึกหรอของบุท	320

ตารางที่ 2 ค่า RPN ของชิ้นส่วน (ต่อ)

ลำดับ	ชิ้นส่วนอุปกรณ์ รถเกี่ยววนดข้าว	ค่า RPN จาก มาก-น้อย
10	F17 การสึกหรอของซิลกรูป	320
11	F23 การสึกหรอของซิล	320
12	F4 การสึกหรอของหัวจรวด	280
13	F5 การสึกหรอของใบมีดตัด	280
14	F14 การสึกหรอของเพลาลูกโรลเลอร์	245
15	F22 การสึกหรอของบุท	245
16	F7 การสึกหรอของหนามเตย	180
17	F21 การสึกหรอของแกนเพลาสลักโซ่	180
18	F8 ตะแกรงร่อนเมล็ดข้าว	144
19	F6 การสึกหรอของแกนผลุบโฟล์	80
20	F3 การสึกหรอของเกลียวลำเรียงรวงข้าว	40
21	F1 การสึกหรอของทวนดัก	36
22	F2 การสึกหรอของล้อโน้มรวงข้าว	36
23	F12 ดินตะขาบชำรุด	28

ตารางที่ 3 ค่า RPN ของชิ้นส่วนเรียงลำดับจากมากไปน้อยโดยแบ่งกลุ่มความเสี่ยง

ลำดับ	ชิ้นส่วนอุปกรณ์ รถเกี่ยววนดข้าว	ค่า RPN (มาก-น้อย)	H	M	L
1	F21 การสึกหรอบนพื้นผิวของข้อโซ่	576	H		
2	F19 การสึกหรอของลูกยางโอริง	576	H		
3	F14 การสึกหรอบนพื้นผิวของลูกโรลเลอร์	504	H		
4	F10 เฟืองสเตอร์-สปีกเกิดชำรุด	448	H		
5	F12 ล่อนำชำรุด	448	H		
6	F20 การสึกหรอของรูใส่แกน เพลา	392		M	
7	F16 การสึกหรอของฝาปิดลูกโรลเลอร์	336		M	

ตารางที่ 3 ค่า RPN ของชิ้นส่วนเรียงลำดับจากมากไปน้อยโดยแบ่งกลุ่มความเสี่ยง (ต่อ)

ลำดับ	ชิ้นส่วนอุปกรณ์ รถเกี่ยวนาข้าว	ค่า RPN (มาก-น้อย)	H	M	L
8	F9 เกลียวลำเลียง เมล็ดข้าวสีกกลับ ห้องนวดใหม่	320		M	
9	F17 การสีกหอรของบูท	320		M	
10	F18 การสีกหอรของ ซิลรูป	320		M	
11	F24 การสีกหอรของซิล	280		M	
12	F4 การสีกหอรของ หัวจรวด	280		M	
13	F5 การสีกหอรของ ใบมีดตัด	245		M	
14	F15 การสีกหอรของ เพลลูกโรลเลอร์	245		M	
15	F23 การสีกหอร ของบูท	180			L
16	F7 การสีกหอรของ หนามเตย	180			L
17	F7 การสีกหอรของ หนามเตย	180			L
18	F8 ตะแกรงร่อน เมล็ดข้าว	144			L

การจัดการความเสี่ยงจากการใช้เครื่องเกี่ยวนาข้าว จะพิจารณาเฉพาะกลุ่มความเสี่ยงสูง (H) เนื่องจากจัดว่าเป็นชิ้นส่วนที่เมื่อเกิดการเสียหายแล้วจะส่งต่อการหยุดการใช้งานของเครื่องเกี่ยวข้าว และผู้ใช้งานไม่สามารถซ่อมบำรุงเองได้ในทันที ดังนั้นชิ้นส่วนที่ถูกนำมาศึกษาและวิเคราะห์หาสาเหตุของความเสียหายได้แก่ F21 การสีกหอรบนพื้นผิวของข้อโซ่ F19 การสีกหอรของลูกยางโอริง F14 การสีกหอรบนพื้นผิวของลูกโรลเลอร์ F10 เฟืองสเตอร์สปีกเก็ตชาร์ด และ F12 ล้อนำชาร์ด มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) ปัญหาการสีกหอรบนพื้นผิวของข้อโซ่ ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ปัญหา F21 พื้นผิวของข้อโซ่ชาร์ด

ลักษณะการสีกหอรของพื้นผิวของข้อโซ่ชาร์ด ข้อโซ่จะมีขนาดเล็กเนื่องจากเกิดการเสียดสี เพราะเป็นกระบวนการทำงานของชุดขับเคลื่อนดังรูปที่ 2 วิธีการตรวจสอบสามารถตรวจสอบได้โดยการสังเกตและใช้เครื่องมือวัดตรวจสอบโดยการตรวจสอบที่พื้นผิวของข้อโซ่ว่ามีขนาดเล็กลงไปจากเดิมหรือไม่ หรือการสังเกตโดยเวลาปฏิบัติงานชุดขับเคลื่อนทำงานไม่สะดวกก็สามารถทำให้รู้ได้ว่าข้อโซ่และชุดขับเคลื่อนเกิดการเสียหาย การแก้ไขควรหยุดสารถล่อลื่น และนำข้อโซ่ไปชุบแข็งเพื่อเพิ่มโครงสร้างให้มีความแข็งแรงมากขึ้น

2) ปัญหาการสีกหอรของลูกยางโอริง ดังรูปที่ 3 เกิดการฉีกขาดและเกิดการแข็งตัวของลูกยางโอริงส่งผลทำให้สารถล่อลื่นเร็วและไหลออกจากลูกโรลเลอร์จนหมด ทำให้ชิ้นส่วนอื่นๆ เกิดการเสียหาย วิธีการตรวจสอบสามารถตรวจสอบโดยการสังเกตด้วยตา ถ้าลูกยางโอริงชาร์ดหรือเสียหาย จะมีสารถล่อลื่นไหลออกมาหรือหยดลงบนพื้น การแก้ไขควรเติมสารถล่อลื่นให้มีปริมาณที่เพียงพอกับการใช้งานอยู่เสมอ

3) ปัญหาการสีกหอรบนพื้นผิวของลูกโรลเลอร์ชาร์ด ลักษณะการสีกหอรบนพื้นผิวของลูกโรลเลอร์ชาร์ด ดังรูปที่ 4 เกิดจากการเสียดสีระหว่างโซ่และลูกโรลเลอร์ ซึ่งลูกโรลเลอร์มีการสีกหอรเป็นร่องลึก และพื้นผิวของลูกโรลเลอร์บางลง ปีกลูกโรลเลอร์มีขนาดเล็กลง ถ้ามีขนาดเล็กมากๆ อาจทำให้โซ่หลุด

ตกลงจากลูกโรลเลอร์ได้ และอาจทำให้เกิดความเสียหายต่อเครื่องเกี่ยวมัดข้าวทำให้เดินเครื่องไม่สม่ำเสมอเดินเครื่องไม่สะดวก ส่งผลอาจทำให้เครื่องเกี่ยวมัดข้าวต้องหยุดการใช้งานไปชั่วขณะ วิธีการตรวจสอบสามารถทำได้โดยการสังเกตด้วยตาเปล่าหรือใช้เครื่องมือวัดมาตรวจสอบขนาดพื้นผิวของลูกโรลเลอร์ การแก้ไขควรใช้น้ำมันหล่อลื่นและลูกโรลเลอร์ไปอบชุบแข็งเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของเหล็ก



รูปที่ 3 ปัญหา F19 การสึกหรอของลูกยางโอริง



รูปที่ 4 ปัญหา F14 การสึกหรอบนพื้นผิวของลูกโรลเลอร์

4) ปัญหาเฟืองสเตอร์สปีกเกิดชำรุด ลักษณะเฟืองสเตอร์สปีกเกิดชำรุด ดังรูปที่ 5 ฟันเฟืองมีขนาดเล็กและแหลม ระยะพิทช์ห่างมากขึ้นทำให้การขับเคลื่อนของชุดขับเคลื่อนทำงานได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ ส่งผลให้เครื่องเกี่ยวมัดข้าวเคลื่อนที่ช้าลง วิธีการตรวจสอบสามารถทำได้โดยการสังเกตด้วยตาเปล่า

หากฟันเฟืองสเตอร์สปีกเกิดของเครื่องเกี่ยวมัดข้าวมีลักษณะปลายแหลมและบางแสดงว่ามีการสึกหรอควรทำการซ่อมบำรุงเพื่อไม่ให้เครื่องเกี่ยวมัดข้าวเกิดความเสียหายขณะทำงาน การแก้ไขควรหยุดสารหล่อลื่นควรตั้งศูนย์เฟืองสเตอร์สปีกเกิดให้ตรงและนำเฟืองสเตอร์สปีกเกิดไปอบชุบเพื่อเพิ่มความแข็งแรง



รูปที่ 5 ปัญหา F10 เฟืองสเตอร์สปีกเกิดชำรุด



รูปที่ 6 ปัญหา F12 ล้อนำชำรุด

5) ปัญหาล้อนำชำรุด เกิดจากการเสียดสีกันระหว่างล้อนำกับโซ่บนสันล้อนำทำให้มีขนาดเล็กลงส่งผลให้โซ่หลุดตกรางลูกโรลเลอร์ดังรูปที่ 6 วิธีการตรวจสอบสามารถทำได้โดยการสังเกตด้วยตาเปล่าโดยการสำรวจผิวของล้อนำว่าล้อนำเกิดการสึกหรอผิวของล้อนำเกิดการสึกหรอมากน้อยเพียงใดถ้าเกิด

การสึกหรอมากให้ทำการซ่อมบำรุงทันที การสังเกตดูการเอียงของล้อนำเอียงไปทางทิศทางใดหรือไม่ ถ้าเอียงให้ทำการซ่อมบำรุงทันทีเพราะการเอียงของล้อนำจะทำให้ระบบการทำงานของชุดขับเคลื่อนเกิดการเสียหายไปยังจุดอื่นๆ การแก้ไขควรหยุดสารหล่อลื่น ควรตั้งศูนย์ล้อนำให้ตรง และนำล้อนำไปอบชุบเพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้กับล้อนำ

4. สรุปผลการวิจัย

การประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบเพื่อทำการศึกษาวเคราะห์ชิ้นส่วนหลักกว่ามีลักษณะบกพร่องอะไร ผลกระทบเป็นอย่างไร และแนวโน้มสาเหตุใดที่เป็นไปได้ มาประเมินตัวเลขแสดงลำดับความเสี่ยง แล้วนำชิ้นส่วนหลักที่อยู่ในกลุ่มค่าเสี่ยงสูง ได้แก่ F21 การสึกหรอบนพื้นผิวของข้อโซ่ F19 การสึกหรอของลูกยางโอริง F14 การสึกหรอบนพื้นผิวของลูกโรลเลอร์ F10 เฟืองสเตอร์สปีกเก้ตชำรุด และ F12 ล้อนำชำรุด ซึ่งเป็นกลุ่มชิ้นส่วนที่หากเกิดความเสียหายขึ้นจะทำให้เครื่องหยุดทำงาน และส่งผลการปฏิบัติงานในการเกี่ยวนวดข้าวต้องหยุดชะงัก การจัดทำแนวทางการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันจึงจำเป็นอย่างยิ่ง งานวิจัยนี้จึงได้เสนอแนวทางการบำรุงรักษาเชิงป้องกันโดยแนวทางการบำรุงรักษานั้นเกษตรกรผู้ใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าวสามารถดำเนินการได้ด้วยตนเอง ผลของการบำรุงรักษาจะให้เป็นการยืดอายุการใช้งานของแต่ละชิ้นส่วน และช่วยให้ประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวดีขึ้น

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยประจำปี 2560 จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ขอขอบคุณ คุณอดิศักดิ์ ไสวอมร สำหรับความช่วยเหลือในการแจกแบบสอบถามและติดต่อประสานงานในภาคสนาม

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] Selling a Rice Conbinr Harvester [Internet]. Bangkok: Denchai Karnchang 2018 August- [cited 2018 August 14] Available from: http://densakchai.blogspot.com/2013/02/blog-post_2.html
- [2] Thai Rice [Internet]. Bangkok: Department of Trade Negotiations 2018 August- [cited 2018 August 14] Available from: <http://www.thaifta.com>
- [3] Kaeowongsa S, Phanritdum. The application of FEMA to reduce errors in engineering design of project management. Proceeding of Industrial Engineering Network 2555; 2012 October 17-19; Petchburi, Thailand: 879-85 (In Thai).
- [4] Samrit S, Kengpol A, Talabgaew S. Reduction of downtime loss by using reliability theory based preventive maintenance: a case study of the concrete industry. KRU Research Journal. 2011;16(2):145-58 (In Thai).
- [5] Wongjirattikarn S, Ratanakuakangwan S. Improvement of preventive maintenance planning of an automobile shaft manufacturer by FMEA technique. The Journal of KMUTT. 2013;23(3):643-53 (In Thai).
- [6] Jafari H, Saeidi N, Saffari R. Development of FMEA as effective tool for risks assessment in the iraqi container terminals. World of Sciences Journal. 2013;1: 26-32.

- [7] Rakesh R, Jos BC, Mathew G. FMEA analysis for reducing breakdowns of a sub system in the life care product manufacturing industry. *Inter. J. of Engineering Science and Innovative Technology*. 2013;2: 218-25.
- [8] Shafiee M, Dinmohammadi F. An FMEA based risk assessment approach for wind turbine systems: a comparative study of onshore and offshore. *Energies*. 2014;7:619-42.
- [9] Vinodh S, Aravindraj S, Ravi SN, Yogeshwaran N. Fuzzy assessment of FMEA for rotary switches: a case study. *The TQM Journal*. 2012;24:461-75.
- [10] Thivel PX, Bultel Y, Delpech F. Risk analysis of a biomass combustion process using MOSAR and FMEA methods. *Journal of Hazardous Materials*. 2008;151: 221-31.
- [11] Huadong Y, Zhigang B. Risk evaluation of boiler tube using FMEA. *Proceedings of the 6th International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery*; 2009 August 14-16; Tianjin, China: 81-5.