

การเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการไม่สับย่อยมันสำปะหลัง
โรงงานผลิตแป้งมัน จังหวัดกำแพงเพชร

**IMPROVEMENT BLADE CHOPPED FOR REDUCE LOSSES IN
CHOPPING CASSAVA PROCESS KAMPHAENG PHET STARCH
FACTORY**

ชยันต์ คำบรรลือ¹ ปรียานุช เมฆฉาย^{2*} อุกฤษฏ์ ธนทรัพย์ทวี³ ธงชัย เบ็ญจลักษ์⁴ และ
ธันย์นรี พรไพโรเพชร⁵

^{1,2*,3,4}อาจารย์, สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล
ล้านนา ตาก, 41/1 ถนนพหลโยธิน ตำบลไม้งาม อำเภอเมืองตาก จังหวัดตาก 63000,

¹Chayai1976@gmail.com, ^{2*}Priyanuch.me50@gmail.com, ³t.ukrit@edu.rmutl.ac.th,
⁴Benjurlux@rmutl.ac.th

⁵อาจารย์, สาขาสังคมศาสตร์ คณะบริหารธุรกิจและศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล
ล้านนา ตาก, 41/1 ถนนพหลโยธิน ตำบลไม้งาม อำเภอเมืองตาก จังหวัดตาก 63000,
Pordee28@windowslive.com

Chayan Khambunlue¹, Priyanuch Mekchay^{2*}, Ukrit Thanasuptawee³, Thongchai Benjurlux⁴
and Thannari Pronpriech⁵

^{1,2*,3,4}Lecturer, Department of Industrial Engineering, Rajamangala University of Technology
Lanna Tak, 41/1 Moo 7 Paholayothin Road, Tambon Mai Ngam, Amphur Muang, Tak,
Thailand 63000

¹Chayai1976@gmail.com, ^{2*}Priyanuch.me50@gmail.com, ³t.ukrit@edu.rmutl.ac.th,
⁴Benjurlux@rmutl.ac.th

⁵Lecturer, Department of Society and Humanities, Rajamangala University of Technology
Lanna Tak, 41/1 Moo 7 Paholayothin Road, Tambon Mai Ngam, Amphur Muang, Tak,
Thailand 63000, Pordee28@windowslive.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการปรับปรุงรูปแบบใบไม่มันสำปะหลัง เพื่อลดการสูญเสีย ยึดอายุการ
ใช้งานของใบไม่ ในกระบวนการสับย่อยมันสำปะหลัง โรงงานแป้งมันกำแพงเพชร โดยประยุกต์ใช้

เครื่องมือคุณภาพ QC 7tools ในการหาสาเหตุของอายุการใช้งานของใบมีดที่สั้น โดย การดำเนินงานทำการศึกษารูปแบบใบมีดมันสำปะหลัง ที่ระยะห่างระหว่างฟันของใบมีดต่างกัน คือ 8 16 24 และ 32 มม. ทำจากวัสดุเหล็กกล้าไร้สนิม SUS304 เพื่อยืดอายุการใช้งานของใบมีด มันสำปะหลัง ผลจากการดำเนินงานวิจัยพบว่า รูปแบบใบมีดที่มีระยะห่างระหว่างฟันมีดที่ 32 มม. มีอายุการใช้งานสูงสุด 77.5 ชั่วโมง เมื่อเปรียบเทียบกับรูปแบบใบมีดแบบเดิม 48 ชั่วโมง เพิ่มขึ้น 29.5 ชั่วโมง หรือคิดเป็น 61.46% และสามารถลดต้นทุนการสูญเสียของใบมีดลงจากเดิม 60,000 บาทต่อเดือน ลดลงเหลือ 43,107 บาทต่อเดือน สามารถลดต้นทุนการสูญเสียใบมีดลง 16,893 บาทต่อเดือนต่อเครื่อง

คำสำคัญ: แป้งมัน, การลดการสูญเสีย, เครื่องมือคุณภาพ 7 ประการ

ABSTRACT

The purpose of this research was improvement shape blade chopping cassava to reduce losses and increase life time of blade chopped in production process chopping cassava of Kamphaeng Phet starch factory by apply QC 7 tools for find respond of short life time of blade chopped. There are difference distance between of teeth blade and there are equal 8 16 24 and 32 mm made from stainless steel SUS430 for increase life time of blade chopped. The result of the study distance between teeth of blade chopped at 32 mm is life time more than 77.5 hours by compare original shape blade is 48 hours increase 29.5 hours or representing 61.46 percent and that is reduce costs of bland chopped from 60,000 baht per month reduce to 43,107 baht per month that can be reduce costs of bland chopped 16,893 baht per month per 1 machine.

KEYWORDS: Starch, Reducing losses, QC 7tools

1. บทนำ

ประเทศไทยถือได้ว่าเป็นประเทศอุตสาหกรรมเกษตร มีการเพาะปลูกมันสำปะหลังอย่างมาก ซึ่งในปี 2565 ประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังมากถึง 10,861,975 ไร่ [1] และยังมี การนำไปผลิตเป็นแป้งมัน มีมูลค่าการส่งออกมากถึง 71,870.68 ล้านบาท (ช่วงเดือน ม.ค.-พ.ค.) [2] โรงงานผลิตแป้งมันกำแพงเพชร เป็นโรงงานหนึ่งซึ่งรับซื้อผลผลิตมันสำปะหลังจากเกษตรกรกร นำมาแปรรูปผลิตเป็นแป้งมัน มีกำลังการผลิต 200 ตันต่อวัน วัตถุดิบที่รับซื้อจากเกษตรกรผู้ปลูกมัน มักจะมีสิ่งเจือปน เช่น หิน ทราาย หรือเหง้ามัน ซึ่งในกระบวนการผลิตมีขั้นตอนกระบวนการแยก สิ่งเจือปน โดยใช้ระบบลูกกลิ้งแยกและระบบล้างทำความสะอาด แต่ในส่วนการแยกเหง้ามันออก

จากวัตถุดิบนั้นใช้คนในการคัดแยกจากสายพานการผลิต ส่งผลให้มีเหง้ามันปะปนเข้าไปในกระบวนการผลิต ซึ่งเหง้ามันนี้ส่งผลต่ออายุการใช้งานของไบโอมัลบอยมันส์สำหรับปะหลังสั้นลง ก่อให้เกิดต้นทุนการผลิตที่สูงขึ้น

จากปัญหาดังกล่าว คณะวิจัยจึงมีแนวคิดในการลดการสูญเสียในกระบวนการผลิตแป้งมันสำหรับปะหลังโดยการศึกษารูปแบบไบโอมัลบอยมันส์สำหรับปะหลังที่เหมาะสม เพื่อยืดอายุการใช้งานในกระบวนการผลิตแป้งมัน

2. วัตถุประสงค์

- 2.1 เพื่อลดการสูญเสียในกระบวนการผลิตแป้งมันสำหรับปะหลัง
- 2.2 เพื่อปรับปรุงรูปแบบพื้นไบโอมัลบอยมันส์สำหรับปะหลังให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น
- 2.3 เพื่อลดต้นทุนกระบวนการผลิตแป้งมันสำหรับปะหลัง

3. ขอบเขตการวิจัย

- 3.1 ศึกษาอิทธิพลของระยะห่างระหว่างพื้นของไบโอมันสำหรับปะหลัง ที่ 8 12 24 และ 32 มม.
- 3.2 วัสดุไบโอมัลบอยมันส์ทำจากวัสดุ สแตนเลส SUS 304
- 3.3 เก็บข้อมูลและทดลอง ณ โรงงานผลิตแป้งมัน จังหวัดกำแพงเพชร

4. วิธีการดำเนินงานวิจัย

4.1 ศึกษาสภาพทั่วไป

จากการศึกษาสภาพทั่วไปของ โรงงานผลิตแป้งมันกำแพงเพชร มีกำลังการผลิต 200 ตันต่อวัน รับซื้อผลผลิตจากเกษตรกร โดยให้ราคาตามค่าเปอร์เซ็นต์แป้งที่วัดได้ แต่ผลผลิตที่รับซื้อมายังมีคุณภาพไม่สูงมากนัก เกษตรกรมีการนำมันสำหรับปะหลังที่ปลูกข้ามปีซึ่งมีเปอร์เซ็นต์แป้งต่ำแต่น้ำหนักมากมาขายให้กับโรงงาน หรือมันสำหรับปะหลังสายพันธุ์อื่นที่มี เปอร์เซ็นต์แป้งน้อยแต่น้ำหนักมากเข้ามาปะปน ส่งขายให้กับโรงงาน (เช่น พันธุ์เกร็ดมังกร) อีกทั้งมีเศษหิน เศษดิน เหง้ามันสำหรับปะหลังจำนวนมาก ส่งผลต่อการควบคุมกระบวนการผลิตทำได้ยากและก่อให้เกิดการสูญเสียในกระบวนการผลิตแป้งมัน

4.2 ศึกษาเก็บข้อมูลกระบวนการผลิตแป้งมันสำหรับปะหลัง

ในการศึกษาเก็บข้อมูลกระบวนการผลิตแป้งมันสำหรับปะหลัง สามารถสรุปขั้นตอนกระบวนการผลิตแป้งมัน ดังรายละเอียดต่อไปนี้ [3]

- 1) พนักงานบังคับรถตักป้อนวัตถุดิบเข้าสายการผลิตการส่งผ่านสายพานลำเลียงไปยัง

เครื่องร่อน ระหว่างลำเลียงมันสำปะหลังบนสายพานลำเลียง พนักงานจะทำการแยกเหง้ามันและหินออกจากสายตา ลำเลียงด้วยสายพานส่งผ่านไปยังเครื่องร่อน

2) เครื่องร่อน (Peeler) ทำการแยกสิ่งสกปรกต่างๆ เศษดิน หินออกและลำเลียงส่งไปยังระบบล้างทำความสะอาด

3) ระบบทำความสะอาดมันสำปะหลัง ล้างเศษดินหิน และลำเลียงส่งไปยังเครื่องโม

4) เครื่องโม (Rasper) ทำการสับย่อยมันสำปะหลังให้ละเอียด และลำเลียงส่งผ่านท่อไปยังพัก

5) บั้มทำการดูดมันสำปะหลังที่ผ่านการบดสับย่อยและผสมกับน้ำจากถังพัก ลำเลียงส่งผ่านท่อไปยังเครื่องแยกกากแนวตั้ง (Extractor Vertical) และแนวนอน (Extractor Horizontal) และลำเลียงส่งผ่านท่อไปยังถังพักต่อไป

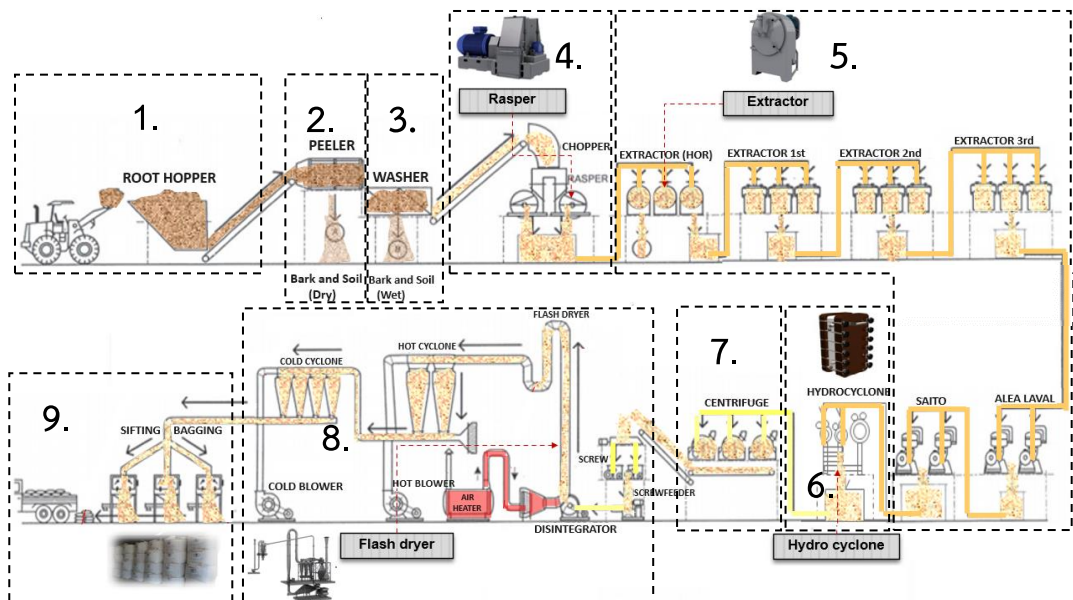
6) น้ำแป้งลำเลียงส่งผ่านท่อไปที่ เครื่อง Hydrocyclone ทำการแยกโปรตีนออกจากน้ำแป้ง และลำเลียงน้ำแป้งส่งต่อไปยังเครื่องสลัดแห้ง

7) เครื่องสลัดแห้ง (Centrifuge) ทำการแยกน้ำออกจากน้ำแป้ง และลำเลียงส่งแป้งหมดไปยังชุดท่อลมร้อนด้วยสายพานลำเลียง

8) แป้งหมดลำเลียงส่งผ่านชุดท่อลมร้อน (Hot cyclone) ท่อลมเย็น (Cold cyclone) และลำเลียงส่งต่อไปยังแผนกบรรจุ

9) แผนกบรรจุทำการบรรจุแป้งและนำไปจัดเก็บ

จากขั้นตอนกระบวนการผลิตแป้งมัน โรงงานแป้งมันจังหวัดกำแพงเพชร แสดงดังรูปที่ 1 และรูปที่ 2



รูปที่ 1 ขั้นตอนการผลิตแป้งมัน



รูปที่ 2 แผนภูมิกระบวนการผลิตแป้งมัน

4.3 ปัญหาที่พบในกระบวนการผลิต

กระบวนการผลิตแป้งมันมีประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นมากมายหลากหลายสาเหตุ ดังเช่น ใน การศึกษาวิจัยของ Banjaprayoonsak [4] ได้ศึกษาแนวทางการลดต้นทุนการผลิตแป้งมันสำปะหลัง ของบริษัท สยามโปรดัคส์ (1994) จำกัด สาขาภาพสินธุ์ ด้วยการฝึกอบรมให้พนักงานตระหนักถึง การปฏิบัติงานอย่างมีประสิทธิภาพและการเพิ่มค่าแรง สามารถประหยัดต้นทุนได้วันละ 658.77 บาท/วัน และจากการศึกษาวิจัยของ Moolla [5] ได้ทำการศึกษา การเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการ ผลิตแป้งมันสำปะหลัง ด้วยการเพิ่มประสิทธิภาพการเปลี่ยนใบไม้ จากเดิม 5 ครั้งต่อเดือน เปลี่ยนเป็น 8 ครั้งต่อเดือน สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตได้ ร้อยละ 7.35 และ Khambunlue and Klaikein [6] ได้ทำการศึกษา การลดการสูญเสียในกระบวนการผลิตแป้งมัน โรงงาน เอ โดยใช้ แผนภูมิควบคุม (Control chart) ในการควบคุมคุณภาพ มาตรฐานค่าความชื้นแป้ง และใช้ ใบตรวจสอบ (Check sheet) ในการลดการสูญเสียกระบวนการบรรจุแป้งเกิน ซึ่งสามารถลด การสูญเสียจากค่าความชื้นแป้งเกินมาตรฐาน จากเดิม 520 กระสอบ (46 วัน) ลดลงเหลือ 50 กระสอบ (42 วัน) คิดเป็นการสูญเสียที่ลดลง 83.33% และปรับปรุงกระบวนการบรรจุแป้ง สามารถ ลดการสูญเสียจากการบรรจุแป้งน้ำหนักเกิน จากเดิม 496 กิโลกรัมต่อวัน ลดลงเหลือ 299 กิโลกรัม ต่อวัน คิดเป็นการสูญเสียที่ลดลง 39.71% ซึ่งจากการศึกษาเก็บข้อมูลกระบวนการผลิตแป้งมัน สำปะหลัง โรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลังจังหวัดกำแพงเพชร พบว่าใบไม้ที่ใช้ในการสับย่อยมัน สำปะหลัง มีอายุการใช้งานสั้น เกิดการสึกหรอ ดังรูปที่ 3 คณะวิจัยจึงมีแนวคิดในการเพิ่ม ประสิทธิภาพยืดอายุการใช้งานใบไม้มันสำปะหลัง

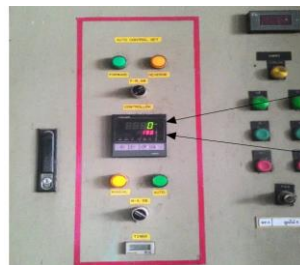


รูปที่ 3 ใบไม้มันสำปะหลังที่เกิดการสึกหรอ

จากกระบวนการผลิตแป้งมัน ในรูปที่ 1 และ 2 ขั้นตอนที่ 4 กระบวนการโม่มันสำปะหลัง โดยใช้เครื่องมือสับย่อย (Rasper) ซึ่งมีเครื่องมือ จำนวน 5 เครื่อง ใช้สำหรับการโม่สับย่อยมันสำปะหลัง จำนวน 4 เครื่องและเป็นเครื่องสำรอง 1 เครื่อง สำหรับกรณีหยุดเครื่องเมื่อมีเปลี่ยนใบไม้ที่มี การสึกหรอ โดยในการเปลี่ยนใบไม้สับย่อยมันสำปะหลังนี้ พนักงานควบคุมเครื่องจะทำการเปลี่ยน ใบไม้ เมื่อเครื่องมือสับย่อยมีการะโหลดสูงถึง 190 แอมป์ ดังรูปที่ 4 เนื่องจากในกรณีที่มีการะโหลด เกินที่กำหนด (190 แอมป์) จะส่งผลต่อคุณภาพของแป้งในกระบวนการผลิต ซึ่งในปัจจุบันใบไม้ สับย่อยมันสำปะหลังมีอายุการใช้งานประมาณ 48 ชั่วโมง และในการเปลี่ยนใบไม้จะดำเนินการ เปลี่ยนทั้งหมดจำนวน 100 ใบต่อครั้งต่อเครื่อง



เครื่องโม่สับย่อย (Rasper)



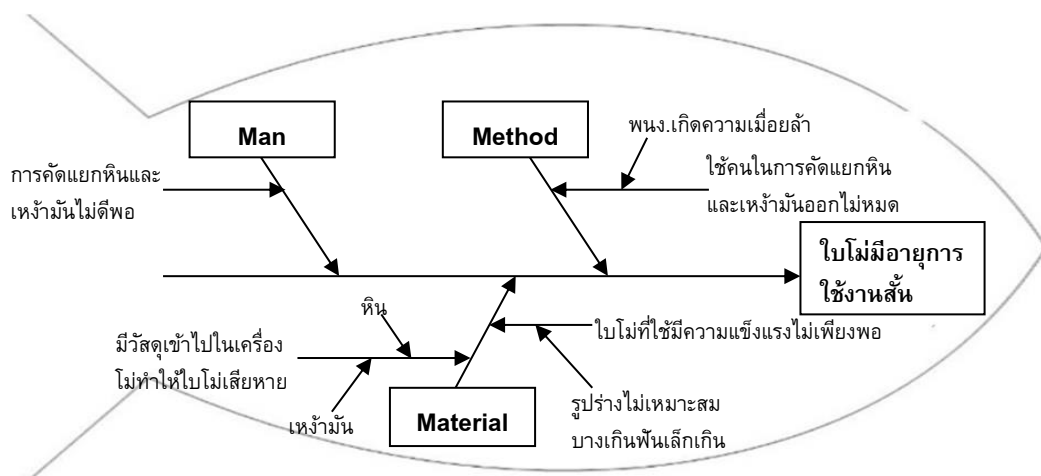
มอนิเตอร์แสดงผลภาระโหลด

มอนิเตอร์แสดงโหลดขณะ
เครื่องทำงานค่าโหลดสูงสุดที่กำหนด
190 แอมป์

รูปที่ 4 เครื่องโม่สับย่อย (Rasper) และมอนิเตอร์แสดงผลภาระโหลดเครื่องไม่ทำงาน

4.4 วิเคราะห์หาสาเหตุ

จากประเด็นปัญหาที่พบ คณะวิจัยนำเครื่องมือคุณภาพ QC 7tools ดังเช่น การศึกษาวิจัยของ Sunseang [7] การลดของเสียในกระบวนการฉีดพลาสติก และ Woarawichai et al [8] ได้ทำการปรับปรุงวิธีการทำงานในการตอกก่อนอินเสิร์ตสำหรับชิ้นส่วนชุดเฟืองเกียร์: กรณีศึกษาในบริษัทฉีดขึ้นรูปอะลูมิเนียม โดยประยุกต์ใช้แผนผังกังปลาในการวิเคราะห์ปัญหา ซึ่งคณะวิจัยประยุกต์ใช้เครื่องมือคุณภาพ QC 7tools คือ แผนผังกังปลาในการวิเคราะห์สาเหตุและหาแนวทางการแก้ปัญหาอายุการใช้งานของใบไม้ที่สั้น



รูปที่ 5 แผนผังกังปลา การวิเคราะห์หาสาเหตุของ ใบไม้มีอายุการใช้งานสั้น

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์หาสาเหตุและแนวทางการแก้ปัญหา

ปัญหา	สาเหตุ	วิธีการแก้ไข
1. คน (Man)	1. พนักงานคัดแยกสิ่งเจือปน บนสายพานลำเลียงมีความเมื่อยล้าส่งผลให้เหง้ามันหลุดเข้าสู่กระบวนการผลิต	1. จัดเวลาพักเบรกให้พนักงาน
2. วัตถุดิบ (Material)	1. วัตถุดิบในการผลิตมีเหง้ามันปะปนเข้ามา ซึ่ง เหง้ามันมีความแข็งมากทำให้ใบโม่เสียหาย 2. วัสดุที่ใช้ทำใบโม่มีความแข็งแรงต่ำ	1. เพิ่มพนักงานในการคัดแยกเหง้ามัน 2. ออกแบบใบโม่ให้มีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น
3. วิธีการ (Method)	1. ใช้คนในการคัดแยกเหง้ามันและสิ่งเจือปน 2. เครื่องโม่ใช้ใบโม่ในการบดมันซึ่งมีความแข็งแรงต่ำ (บาง)	1. เพิ่มจำนวนคนในการคัดแยกเหง้ามัน 2. ออกแบบใบโม่ให้มีความแข็งแรงมากขึ้น สำหรับย่อยบดเหง้ามัน

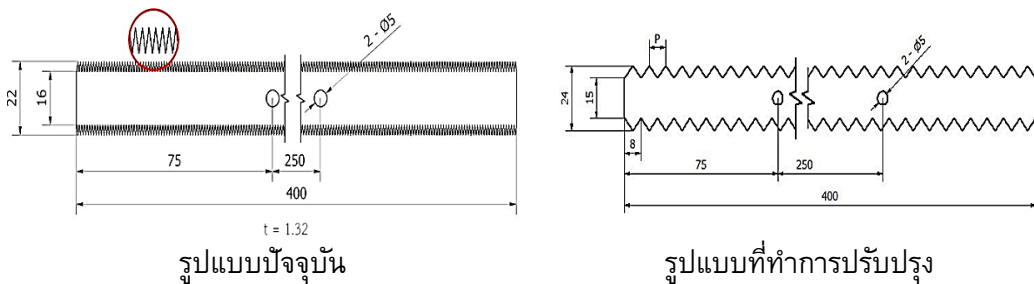
จากปัญหาการวิเคราะห์ปัญหาด้วยแผนผังก้างปลา พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่ออายุการใช้งานของใบโม่มีสาเหตุหลัก คือ คน (Man) พนักงานคัดแยกเหง้ามันเกิดความเมื่อยล้า ส่งผลให้มีเหง้ามันบางส่วนหลุดรอดเข้าสู่กระบวนการผลิต วัตถุดิบ (Material) เหง้ามันสำหรับที่หลุดเข้ามาในกระบวนการผลิต การคัดแยกออกได้ยาก วัสดุที่ใช้ทำใบโม่ และปัจจัยที่มีผลอีกตัว คือ วิธีการ (Method) การคัดแยกใช้คนในการคัดแยก จำนวนคนในการคัดแยกไม่เพียงพอ ซึ่งปัจจัยเหล่านี้ส่งผลให้อายุการใช้งานของใบโม่มีสาเหตุหลักสั้นลง อีกทั้งส่งผลกระทบต่อค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการเปลี่ยนใบโม่มีสาเหตุหลัก จากข้อมูลปัจจุบัน โรงงานมีเครื่องโม่จำนวน 5 เครื่อง ใช้งาน 4 เครื่อง สำรอง 1 เครื่อง (ในกรณีเปลี่ยนใบโม่) และเครื่องโม่สับย่อยมันสำหรับ 1 เครื่องใช้ใบโม่มีสาเหตุหลักจำนวน 100 ใบ (ราคาใบละ 40 บาท) โดยอายุการใช้งานของใบโม่มีสาเหตุหลัก มีอายุการใช้งาน 48 ชั่วโมง (ใบโม่มีการใช้งาน 2 ด้าน ด้านละ 24 ชม.) เปลี่ยน 1 ครั้ง คิดเป็นต้นทุนค่าใบโม่ 4,000 บาท หรือ 60,000 บาทต่อเดือนต่อหนึ่งเครื่องโม่

คณะวิจัยจึงมีแนวคิดในการศึกษาปรับปรุงรูปแบบใบโม่มีสาเหตุหลัก เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและยืดอายุการใช้งานของใบโม่เดิมมีอายุการใช้งานเพิ่มขึ้น

4.5 การปรับปรุงกระบวนการผลิต

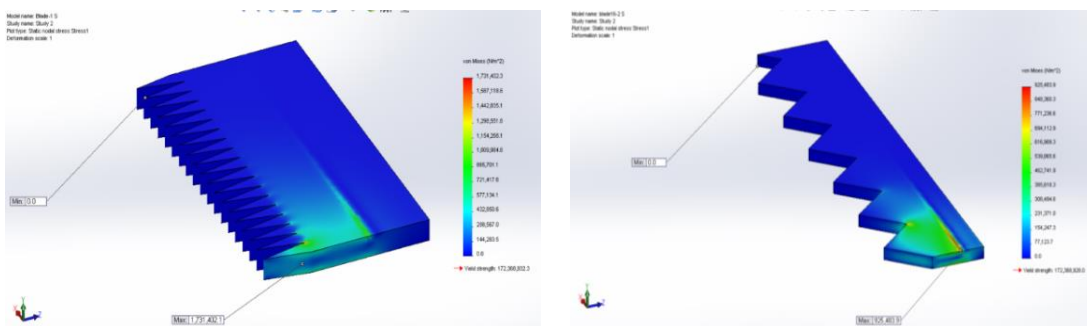
จากการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาด้วยแผนผังก้างปลา อายุการใช้งานใบโม่มีสาเหตุมาจากใบโม่มีความแข็งแรงต่ำ ประกอบกับในกระบวนการผลิตไม่สามารถกำจัดเหง้ามันได้ทั้งหมด ส่งผลให้เหง้ามันที่หลุดเข้าสู่เครื่องโม่ ทำให้ใบโม่เกิดความเสียหาย คณะวิจัยทำการปรับปรุง

รูปแบบใบไม้มันสำปะหลัง โดยออกแบบรูปแบบใบไม้ให้มีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น ติดตั้งเพื่อใช้สำหรับ สับย่อยเหง้ามันที่หลุดรอดเข้ามาในเครื่องโม่สับย่อย ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ใบไม้เกิดการสึกหรอ อายุการใช้งานสั้น โดยทำการปรับปรุงรูปร่างของฟันของใบไม้ ให้มีระยะห่างของฟันเพิ่มขึ้นหนึ่งเท่า คือ จากใบไม้รูปแบบเดิม 4 มม. เป็น 8 มม. และความหนาของใบไม้เพิ่มขึ้นจากเดิม 1.32 มม. เป็น 2 มม. ดังรูปที่ 6 โดยศึกษาจำลองแบบไฟไนต์เอลิเมนต์เพื่อวิเคราะห์ผลเปรียบเทียบค่าความเค้นที่เกิดขึ้นกับใบไม้ ดังรูปที่ 7



รูปที่ 6 ลักษณะใบไม้ที่ใช้อยู่ปัจจุบัน และใบไม้ที่ทำการปรับปรุง

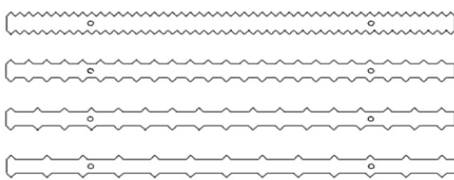
ในการศึกษาความแข็งแรงของใบไม้ด้วยการวิเคราะห์ผลด้วยวิธีทางไฟไนต์เอลิเมนต์นั้น จากงานวิจัยของ Lomchangkum et al [9] ได้ทำการศึกษาคูณสมบัติทางกลของหัวมันสำปะหลัง ซึ่งผลการศึกษาคุณสมบัติทางกลของเหง้ามันสำปะหลังมีค่าความต้านทานความเค้นเฉือนสูงสุดคือ $1,860 \text{ N/m}^2$ ซึ่งนำมากำหนดค่าความเค้นเฉือนที่กระทำกับฟันของใบไม้ และกำหนดค่าวัสดุใบไม้ คือ SUS304 มีความเค้นคราก (Yield Strength) $172,368,932 \text{ N/m}^2$ ซึ่งผลการวิเคราะห์ความแข็งแรงด้วยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ของใบไม้แบบเดิมและใบไม้ที่ทำการปรับปรุง ดังรูปที่ 7



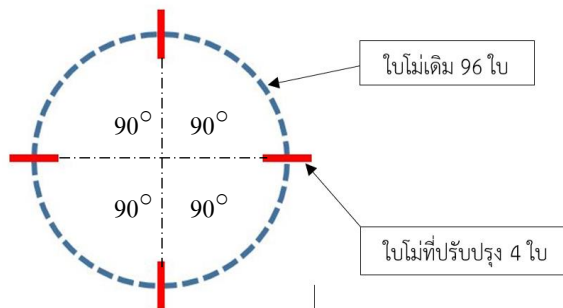
รูปที่ 7 การวิเคราะห์ความแข็งแรงของใบไม้ ก่อนและหลังปรับปรุงด้วยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์

จากผลการวิเคราะห์ความแข็งแรงของใบไม้ด้วยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ ใบไม้รูปแบบเดิมโดยกำหนดค่าความเค้นเฉือนสูงสุดที่กระทำกับใบไม้ คือ $1,860 \text{ N/m}^2$ ส่งผลให้เกิดค่าความเค้นที่ใบไม้ $1,731,402 \text{ N/m}^2$ ซึ่งจากการออกแบบปรับปรุงรูปแบบพื้นของใบไม้มันสำปะหลัง สามารถลดความเค้นที่เกิดขึ้นลดลงเหลือ $925,463 \text{ N/m}^2$ ลดลง $805,939 \text{ N/m}^2$ หรือคิดเป็นความเค้นที่เกิดขึ้นกับพื้นของใบไม้ที่ลดลง 46.54%

จากการระดมสมองร่วมกับสถานประกอบการนั้น ปัจจัยหนึ่งที่สำคัญที่มีผลต่ออายุการใช้งานของใบไม้ คือ ช่องว่างระหว่างพื้นของใบไม้ ซึ่งจากการที่เหง้ามันหลุดรอดเข้าไปในเครื่องสับย่อยและเหง้ามันเกิดการติดอยู่ที่ใบไม้ ทำให้ใบไม้รับภาระโหดโดยตรง ส่งผลต่ออายุการใช้งาน คณะวิจัยมีแนวคิดในการศึกษาอิทธิพลของระยะห่างระหว่างพื้นของใบไม้ เพื่อให้เหง้ามันที่ถูกสับย่อยสามารถหลุดไหลผ่านช่องว่างระหว่างพื้นของใบไม้ ลดภาระโหดที่เกิดกับใบไม้ โดยทำการปรับปรุงรูปแบบพื้นของใบไม้ให้มีระยะห่างเพิ่มขึ้น ซึ่งพื้นของใบไม้รูปแบบเดิมมีขนาด 4 มม. โดยคณะวิจัยทำการเพิ่มระยะห่างของพื้นขึ้นครั้งละหนึ่งเท่า คือ 8 16 24 และ 32 มม. ดังรูปที่ 8 แทรกเข้ากับใบไม้มันสำปะหลังเดิม เพื่อศึกษาหาระยะห่างระหว่างพื้นไม้ที่ดีที่สุด และในการติดตั้งใบไม้ทั้งหมดจำนวน 100 ใบ ทำการติดตั้งใบไม้ใบไม้รูปแบบเดิม จำนวน 96 ใบ และติดตั้งใบไม้รูปแบบที่ปรับปรุง จำนวน 4 ใบ ดังรูปที่ 9 เพื่อให้เครื่องสับย่อยขณะทำงานหมุนสับย่อยอยู่ในสภาวะสมดุลไม่เกิดการเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง ซึ่งอาจส่งผลให้เครื่องสับย่อยเกิดการเสียหาย อีกทั้งเพื่อให้ส่งผลต่อผลกระทบต่อนักคุณภาพมันสำปะหลังที่ถูกสับย่อย



รูปที่ 8 ใบไม้ที่ทำการออกแบบให้มีระยะห่างระหว่างพื้นไม้ 8 16 24 และ 32 มม.



รูปที่ 9 การติดตั้งใบไม้จำนวนทั้งหมด 100 ใบ

4.6 สถิติในการศึกษาวิจัย

การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way) โดยทดสอบสมมติฐานของปัจจัยหลักและผลกระทบจากความสัมพันธ์ร่วมของปัจจัยว่ามีอิทธิพลต่อค่าผลตอบแทนหรือไม่ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยกำหนดสมมติฐานระยะห่างระหว่างฟันของใบไม้ที่แตกต่างกัน จะมีผลกระทบต่ออายุการใช้งานหรือไม่ จากข้อมูลผลการทดลองเปรียบเทียบค่าระยะห่างระหว่างฟันของใบไม้ที่ส่งผลอายุการใช้งาน จากใบไม้ทั้งหมด 4 รูปแบบ มีความแตกต่างกันหรือไม่ ซึ่งผู้วิจัยเลือกใช้ One-way ANOVA [10] ในการเปรียบเทียบอายุการใช้งานของใบไม้

สมมติฐานงานวิจัย

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$$

H_1 : มีอย่างน้อย 1 μ ที่แตกต่างจากค่าอื่น

การวิเคราะห์ผลทางสถิติของระยะห่างระหว่างฟันใบไม้ที่ใช้งาน 4 รูปแบบ จะมีผลกระทบต่ออายุการใช้งาน ได้ตั้งสมมติฐานไว้ดังนี้

H_0 : ระยะห่างระหว่างฟันใบไม้ 4 รูปแบบ ไม่มีผลต่ออายุการใช้งานของใบไม้

H_1 : ระยะห่างระหว่างฟันใบไม้ 4 รูปแบบ มีผลต่ออายุการใช้งานของใบไม้

5. ผลการดำเนินงาน

5.1 ผลการทดลองปรับปรุงลักษณะรูปร่างของใบไม้

ผลการดำเนินงานปรับปรุงลักษณะรูปร่างของใบไม้ที่มีระยะห่างของฟัน 8 16 24 และ 32 มม. เพื่อยืดอายุการใช้งานใบไม้ ซึ่งผลทดสอบแสดงให้เห็นว่าเมื่อระยะห่างของใบไม้เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้อายุการใช้งานใบไม้เพิ่มมากขึ้น ซึ่งผลทดลองแสดงดังตารางที่ 2

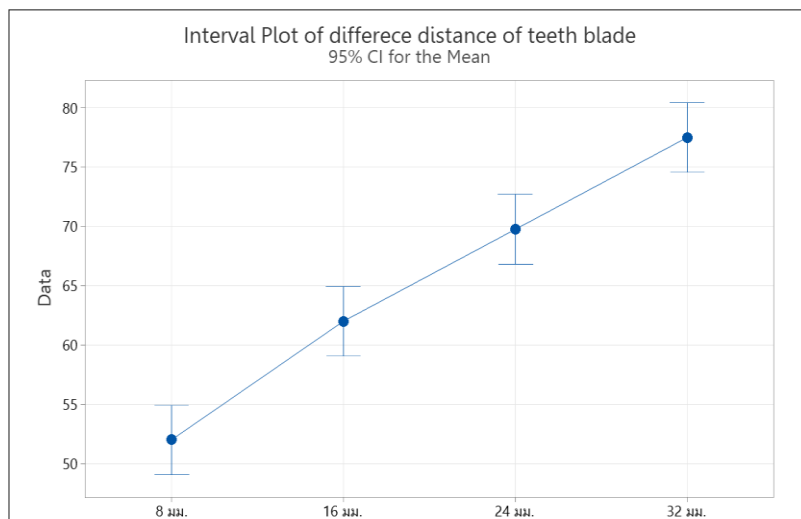
ตารางที่ 2 ผลการทดลองใช้งานใบไม้ที่ระยะห่างของใบไม้ที่แตกต่างกัน [หน่วย : ชั่วโมง]

ครั้งที่	อายุการใช้งานใบไม้ (ชม.)			
	8 มม.	16 มม.	24 มม.	32 มม.
1	50	60	69	78
2	56	67	71	75
3	53	60	72	78
4	49	61	67	79
Average	52	62	69.75	77.5
SD	3.16	3.37	2.22	1.73
Pooled StDev = 2.70416				

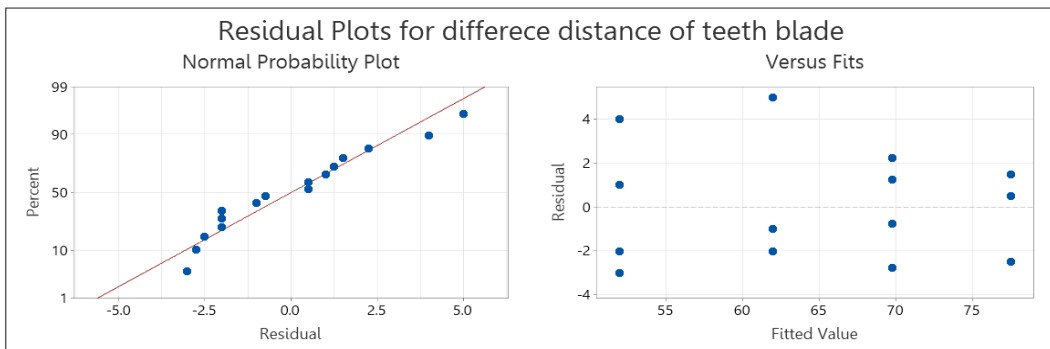
ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอายุการใช้งานใบมี

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Factor	3	1425.69	475.229	64.99	0.00
Error	12	87.75	7.313		
Total	15	1513.44			
R-sq = 94.20% R-sq(adj) = 92.75% R-sq(pred) = 89.69%					

จากผลการทดลองดังตารางที่ 2 อายุการใช้งานใบมีจากการใช้ใบมีที่มีระยะห่างของฟันที่แตกต่างกันถูกวิเคราะห์ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนซึ่งได้ผลดังตารางที่ 3 ซึ่งพบว่าค่า P-value ที่คำนวณได้มีค่าเท่ากับ 0.000 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 จึงปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) แสดงให้เห็นว่าระยะห่างระหว่างฟันของใบมีส่งผลต่ออายุการใช้งานของใบมีอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งจาก รูปที่ 10 พบว่าเมื่อเพิ่มระยะห่างระหว่างฟันระหว่างช่วง 8 มม. ถึง 32 มม. จะส่งผลให้อายุการใช้งานใบมีสูงขึ้นตามลำดับ โดยที่ใบมีที่มีระยะห่างระหว่างฟันที่ 32 มม. มีอายุการใช้งานนานที่สุด



รูปที่ 10 การเปรียบเทียบอายุการใช้งานของใบมีและระยะห่างระหว่างฟันของใบมี



รูปที่ 11 ส่วนตกค้าง (Residual) ของข้อมูลสำหรับอายุการใช้งานไบโม

จากรูปที่ 11 การตรวจสอบการกระจายแบบแจกแจงปกติ (Normal Probability Plot) แสดงให้เห็นว่าส่วนตกค้างจากผลการทดลองค่าอายุการใช้งานไบโม ไม่แสดงสิ่งผิดปกติให้เห็น ซึ่งเห็นว่าข้อมูลส่วนตกค้างของผลตอบมีการกระจายตัวแบบปกติ จุดของส่วนตกค้างบนกราฟเรียงตัวกันมีแนวโน้มเป็นเส้นตรง ปกติ ในขณะที่ Versus Fits จุดกระจายตัวเท่า ๆ กันรอบค่า 0 และ Versus Order มีการกระจายตัวโดยไม่มีรูปแบบใด ๆ แสดงว่าข้อมูลเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นทางสถิติ

5.2 มูลค่าการสูญเสียที่ลดลง

มูลค่าการสูญเสียในกระบวนการโมสับย่อยมันสำปะหลัง จากเดิม การใช้ไบโมรูปแบบเดิมในกระบวนการโมสับย่อยมันสำปะหลัง ใช้ไบโมทั้งหมด 100 ใบ (ราคาใบละ 40 บาท) หลังปรับปรุงกระบวนการโมสับย่อยมันสำปะหลัง โดยการเปลี่ยนไบโม จำนวน 4 ใบ (ราคาใบละ 200 บาท) เป็นรูปแบบที่ทำการปรับปรุง (ระยะห่างระหว่างฟัน 32 มม.) ใ้ร่วมกับไบโมแบบเดิม จำนวน 96 ใบ สามารถลดต้นทุนการสูญเสีย คิดเป็นมูลค่า 16,863 บาทต่อเดือน ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบอายุการใช้งานไบโมเดิมกับอายุการใช้งานไบโมที่ทำการออกแบบ (32 มม.)

อายุการใช้งานไบโม (ชม.)		
ไบโมแบบเดิม	ไบโมแบบใหม่ (32 มม.)	อายุการใช้งานเพิ่มขึ้น
48	77.50	29.5 (61.46%)

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบต้นทุนใบไม้ก่อนและหลังปรับปรุง

รายละเอียด	ต้นทุนใบไม้ต่อครั้ง (100 ใบ)	อายุการใช้งาน	ต้นทุน/เดือน (24 ชม. x 30 วัน)
ก่อนปรับปรุง	100 ใบ x 40 บาท = 4,000 บาท	48 ชม.	60,000 บาท
หลังปรับปรุง	(96 ใบ x 40 บาท)+(4 ใบ x 200 บาท) = 4,640 บาท	77.5 ชม.	43,107 บาท
ต้นทุนที่ลดลง			16,863 บาท

6. สรุปผลการวิจัย

ผลการดำเนินงานวิจัยสามารถลดการสูญเสียในกระบวนการผลิตแป้งมัน โดยใบไม้ที่มีระยะห่างระหว่างพินไม้ที่ 32 มม. มีอายุการใช้งานสูงสุด 77.5 ชั่วโมง เมื่อเปรียบเทียบกับรูปแบบใบไม้แบบเดิม 48 ชั่วโมง สามารถเพิ่มขึ้นอายุการใช้งาน 29.5 ชั่วโมง หรือคิดเป็นอายุการใช้งานที่เพิ่มขึ้น 61.46% และสามารถลดต้นทุนการสูญเสียของใบไม้ลงจากเดิม 60,000 บาทต่อเดือน ลดลงเหลือ 43,107 บาทต่อเดือน สามารถลดต้นทุนการสูญเสียใบไม้ลง 16,893 บาทต่อเดือนต่อเครื่อง

7. ข้อเสนอแนะ

แนวทางการวิจัยในอนาคต ควรมีการศึกษาจำนวนของใบไม้สำหรับสับย่อยแห้งมัน ติดตั้งจำนวนเพิ่มขึ้นเป็น จำนวน 6 ใบ 8 ใบ และ 16 ใบ ที่มีผลต่ออายุการใช้งานใบไม้ทั้งหมด และควรนำหลักการ Image Processing เข้ามาประยุกต์ใช้ในการคัดแยกแห้งมันเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการคัดแยกแห้งมัน

References

- [1] Office of agricultural economics. Cassava cultivation information [Internet]. 2022 [cited 2022 Jul 18]. Available from: <https://www.oae.go.th/assets/portals/1/fileups/prcaidata/files/%E0%B8%84%E0%B8%A3%E0%B8%B1%E0%B8%A7%E0%B9%80%E0%B8%A3%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%99%2065.pdf>. (In Thai)
- [2] Thai cassava products factory association. Export value tapioca starch 2022 [Internet]. 2022 [cited 2022 Jul 18]. Available from: https://www.ditp.go.th /contents_attach/789552 /789552.pdf. (In Thai)
- [3] Cassava starch production process [Internet]. 2022 [cited 2022 Jul 18]. Available from: <http://www.thailandtapiocastarch.net /technology-detail/4/3/> (In Thai)

- [4] Banjaprayoonsak L. The cost reduction in tapioca starch processing of Siam produce (1994) Co., Ltd: case study in Kalasin branch. [Master of business administration college of graduate study in management]. Khon Kaen, Thailand: Khon Kaen University; 2018. (In Thai)
- [5] Moolla P. Increasing efficiency of the tapioca starch production process using clean technology concept: a case study of J. Charoen Marketing Company Limited. Industrial Technology Lampang Rajabhat University Journal 2019;12(1):40-53. (In Thai)
- [6] Khambunlue C, Klaiklain N. Loss reduction in the tapioca starch production process: a case study of a factory. The 6th Rajamangala Manufacturing and Management Technology Conference; 2021 Sep 1-3; Prachuap Khiri Khan, Thailand. p. 82-8. (In Thai)
- [7] Sunseang T. Waste reduction in injection process case study: black dot [Master of Engineering Management]. Bangkok, Thailand: Dhurakij Pundit University; 2014. (In Thai)
- [8] Woarawichai C, Wirotrattanaphaphisan K, Thanasuptawee U, Wongkhao A. Method improvement in punch insert for part case gear: a case study in an aluminium die casting company. Kasem Bundit Engineering Journal 2024;14(1):31-47. (In Thai)
- [9] Lomchangkum C, Junsiri C, Kudajan S, Laloon K. A study on the mechanical characteristics of cassava tuber cutter. International Journal of Agricultural Technology 2020;16(1):63-76. (In Thai)
- [10] Jairtalawanich S. Design and development a sliced bamboo-shoots cutter. Kasem Bundit Engineering Journal 2021;11(3):38-55. (In Thai)

ประวัติผู้เขียนบทความ



ชยันต์ คำบรรลือ อาจารย์ประจำหลักสูตรคณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขา
วิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก
โทรศัพท์ 055-515900 Email: Chayaii1976@gmail.com
งานวิจัยที่สนใจ: Productivity Improvement and Tool and Die Design



ปริยานุช เหมฉาย อาจารย์ประจำหลักสูตรคณะวิศวกรรมศาสตร์
สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก
โทรศัพท์ 055-515900 Email: priyanuch.me50@gmail.com
งานวิจัยที่สนใจ: Productivity Improvement and Safety Engineering



อุกฤษฏ์ ธนทรัพย์ทวี อาจารย์ประจำหลักสูตรคณะวิศวกรรมศาสตร์
สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก
โทรศัพท์ 055-515900 Email: t.ukrit@edu.rmutl.ac.th
งานวิจัยที่สนใจ: Productivity Improvement and Design of Experiments



ธงชัย เบ็ญจลักษณ์ อาจารย์ประจำหลักสูตรคณะวิศวกรรมศาสตร์
สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก
โทรศัพท์ 055-515900 Email: Benjurlux@rmutl.ac.th
งานวิจัยที่สนใจ: Productivity Improvement and Preventive Maintenance



ธัญญ์นรี พรไพโรเพชร อาจารย์ประจำหลักสูตรบริหารธุรกิจและ
ศิลปศาสตร์ สาขาสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ตาก โทรศัพท์ 055-515900 Email: Pordee28@windowslive.com
งานวิจัยที่สนใจ: Cost Budget and Products Designed

Article History:

Received: May 31, 2024

Revised: August 12, 2024

Accepted: August 15, 2024