

การพัฒนาและฟื้นฟูสภาพเครื่องจักรในโรงปฏิบัติงานเครื่องจักรกล THE APPLICATION OF RETROFIT CONCEPT IN MACHINE SHOPS

ชยุตม์ บรรเท็งจิตร¹, สมชาย พรชัยวิวัฒน์² และยุทธชัย บรรเท็งจิตร³

¹อาจารย์, สาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอุตสาหการและโลจิสติกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ วิทยาเขตระยอง, 19 หมู่ 11 ตำบลหนองละลอก

อำเภอบ้านค่าย จังหวัดระยอง 21120, chayut.b@eat.kmutnb.ac.th

²อาจารย์, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 1518 ถ.ประชาชาติ 1 เขตบางซื่อ

กรุงเทพฯ 10800, scc@kmutnb.ac.th

³ผู้อำนวยการหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการงานวิศวกรรม

มหาวิทยาลัยสยาม, 38 ถ.เพชรเกษม เขตภาษีเจริญ กรุงเทพฯ 10160, yuthachai.bun@siam.edu

Chayut Bunternngchit¹, Somchai Pornchaivivat² and Yuthachai Bunternngchit³

¹Lecturer, Division of Industrial and Logistics Engineering Technology, Faculty of Engineering and Technology, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Rayong Campus 19, Moo 11, Nong Lalok, Ban Khai, Rayong 21120, Thailand, chayut.b@eat.kmutnb.ac.th

²Lecturer, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, 1518, Pracharat 1 Rd., Bang-Sue, Bangkok 10800, Thailand, scc@kmutnb.ac.th

³Director of Master Engineering Program in Engineering Management, Siam University, 38, Petchkasem Rd., Phasi Chareon, Bangkok 10160, Thailand, yuthachai.bun@siam.edu

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาเครื่องจักรภายในโรงปฏิบัติงานเครื่องจักรกล 5 แห่ง โรงละ 1 เครื่อง ได้แก่ เครื่องปั๊มไฮดรอลิก เครื่องย่ำลาย เครื่องกัด เครื่องคลายม้วน และเครื่องยิงทราย โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อปรับปรุงผลผลิตภาพในการผลิตของเครื่องจักรเหล่านั้น โดยประยุกต์ใช้หลักการพัฒนาและฟื้นฟูสภาพเครื่องจักร (Machine Retrofitting) และหลักการวิศวกรรมย้อนรอย (Reverse Engineering) จากการศึกษาโดยวิศวกรผู้เชี่ยวชาญ พบว่าเครื่องจักรทั้งหมดควรได้รับการปรับปรุงโดยเพิ่มชิ้นส่วนที่มีความทันสมัยเข้าไปในระบบ หลังจากนั้นจึงทำการวิเคราะห์การตัดสินใจทางเศรษฐศาสตร์ว่าการลงทุนพัฒนาและฟื้นฟูสภาพเครื่องจักรนั้นคุ้มค่าหรือไม่ จากการวิเคราะห์

พบว่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) ของการลงทุนในแต่ละเครื่องจักรเท่ากับ 272,748.41 162,273.75 52,424.52 489,200.05 และ 301,232.09 บาทตามลำดับ อัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return: IRR) ของการลงทุนในแต่ละเครื่องจักรเท่ากับร้อยละ 152.34 47 45.02 107.86 และ 79.49 ตามลำดับ ซึ่งทั้งหมดมีค่ามากกว่าผลตอบแทนขั้นต่ำที่ยอมรับได้ (Minimum Acceptable Rate of Return: MARR) ที่ร้อยละ 7.375 และระยะเวลาคืนทุน (Payback Period) ของการลงทุนในแต่ละเครื่องจักรเท่ากับ 0.65 1.81 1.88 0.9 และ 1.19 ปีตามลำดับ ซึ่งทั้งหมดอยู่ในระยะเวลาที่ผู้บริหารยอมรับได้ จึงสามารถสรุปได้ว่าการลงทุนพัฒนาและฟื้นฟูเครื่องจักรทุกเครื่องมีความคุ้มค่า ขั้นตอนถัดไปคือการพัฒนาและฟื้นฟูสภาพเครื่องจักรตามที่ได้วิเคราะห์ไว้ หลังจากนั้นจึงทำการเปรียบเทียบความสามารถของเครื่องจักรก่อนและหลังการปรับปรุงพบว่าผลิตภาพของเครื่องจักรแต่ละเครื่องนั้นเพิ่มขึ้น

คำสำคัญ: การพัฒนาและฟื้นฟูสภาพเครื่องจักร, วิศวกรรมย้อนรอย, การปรับปรุงผลิตภาพ, การวิเคราะห์การตัดสินใจทางเศรษฐศาสตร์

ABSTRACT

This research studied a machine from five machine shops (one machine for each shop) which are press brake, wire indenting, milling, straightener and sand blasting machine. It was aimed to improve the productivity of those machines by applying retrofit concept along with reverse engineering technique. From the suggestion of expert engineers, all machines were needed to add new technology to their original systems. After that economic decision analysis was made to decide whether retrofitting investment was worthy or not. The analysis showed that Net Present Value (NPV) of each investment in machine was THB 272,748.41, 162,273.75, 52,424.52, 489,200.05 and 301,232.09 respectively. Internal Rate of Return (IRR) of each investment in machine was 152.34%, 47%, 45.02%, 107.86% and 79.49% respectively, which were higher than Minimum Acceptable Rate of Return (MARR) at 7.375%. Payback period of each investment in machine was 0.65, 1.81, 1.88, 0.9 and 1.19 years respectively, which were acceptable by the managers of each factory. Therefore, the investment should be made. The next step was to apply retrofit concept to all machines and then compare the production rate with the original systems. It was found that productivity of each machine had been improved.

KEYWORDS: Machine Retrofitting, Reverse Engineering, Productivity Improvement, Economic Decision Analysis

1. บทนำ

ประเทศไทยมีการพัฒนาอุตสาหกรรมต่อเนื่องมากกว่าครึ่งทศวรรษ ด้วยเหตุนี้จึงมีเครื่องจักรจำนวนมากที่ถูกนำเข้ามายังประเทศไทย โดยในปี 2561 มีการนำเข้าเครื่องจักรคิดเป็นมูลค่ารวมกว่า 1.2 ล้านล้านบาท [1] อย่างไรก็ตาม มีเครื่องจักรจำนวนมากที่ถูกทิ้งไว้ในโรงงานโดยไม่ได้ใช้งานเพราะเครื่องจักรนั้นล้าสมัย หรือมีส่วนใดส่วนหนึ่งเสียหาย เป็นผลทำให้ผลิตภาพลดลง ต้นทุนในการผลิตเพิ่มมากขึ้นจากการทำงานนอกเวลาของพนักงานและการซื้อเครื่องจักรใหม่ จากการสำรวจพบว่ามีเครื่องจักรอย่างน้อย 80,000 เครื่องในประเทศไทยที่สามารถพัฒนาและฟื้นฟูสภาพเพื่อเพิ่มผลิตภาพ กอปรกับการประยุกต์ใช้เทคนิควิศวกรรมย้อนรอย (Reverse Engineering) ผลิตภาพที่เพิ่มขึ้นคิดเป็นมูลค่าประมาณ 1 หมื่นล้านบาท [2]

การพัฒนาและฟื้นฟูสภาพเครื่องจักร (Machine Retrofitting) คือการปรับปรุงเครื่องจักรให้สามารถทำงานได้ดีขึ้นหรือมีผลิตภาพมากขึ้นโดยการติดตั้งชิ้นส่วนเพิ่มเติมจากที่บริษัทผู้ผลิตเดิมได้ออกแบบไว้ หลังจากที่ถูกใช้มาเป็นเวลานาน หรือมีอีกความหมายหนึ่งคือการทำให้ชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์ที่ไม่สามารถทำงานได้ ให้ทำงานได้ดังเดิมตามที่ผู้ผลิตกำหนด โดยการติดตั้ง ซ่อมแซม อุปกรณ์หรือระบบเข้ากับโครงสร้างเดิม [3] การพัฒนาและฟื้นฟูสภาพเครื่องจักรเหมาะที่จะนำไปประยุกต์ใช้กับวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (Small and Medium Enterprises: SMEs) เพราะ SMEs ส่วนใหญ่ไม่สามารถซื้อเครื่องจักรใหม่ที่มีราคาแพงได้ ยิ่งไปกว่านั้น การพัฒนาและฟื้นฟูสภาพเครื่องจักรยังเป็นวิธีการที่เหมาะสมที่จะทำให้วิสาหกิจนั้นเป็นผู้บุกเบิกในอุตสาหกรรม 4.0 ซึ่งเป็นแนวคิดใหม่ของการผลิต [4]

โรงปฏิบัติงานเครื่องจักรกลเป็นโรงงานที่สามารถพบเห็นได้ทั่วไปในแต่ละภูมิภาคของประเทศไทย ปัจจุบันมีโรงปฏิบัติงานเครื่องจักรกลที่เป็น SMEs ประมาณ 40,000 แห่งทั่วประเทศ และมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นในทุกปี [5] จึงนับเป็นกลไกสำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศไทย ทิศทางการเติบโตของธุรกิจนี้กำลังเป็นไปในทางที่ดี เพราะธุรกิจนี้เป็นส่วนหนึ่งของอุตสาหกรรมต้นน้ำที่สนับสนุนการผลิตที่เป็นส่วนสำคัญในการประกอบกิจการเกือบทุกประเภท โดยเฉพาะอุตสาหกรรมหลักในกลุ่ม First S-Curve และ New S-Curve [6] ที่มีการสนับสนุนการลงทุนจากทั้งรัฐบาลและเอกชน อีกทั้งยังมีการเข้ามาลงทุนจากต่างประเทศจากการเปิดเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก (Eastern Economic Corridor: EEC) ที่จะเป็นการส่งเสริมให้ธุรกิจนี้เติบโตมากขึ้นเพื่อตอบสนองความต้องการที่มากขึ้น และตลาดที่ใหญ่ขึ้น [7]

งานวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาและฟื้นฟูสภาพเครื่องจักรยังไม่เป็นที่แพร่หลายนัก จักรและศักดา [8] ทำการเปรียบเทียบการพัฒนาและฟื้นฟูเครื่องเวอร์ติคอลแมชชีนนิ่งเซ็นเตอร์กับการนำเข้าเครื่องจักรใหม่จากต่างประเทศทั้งในกลุ่มราคาสูงและราคาต่ำ พบว่าการลงทุนเพื่อพัฒนาและฟื้นฟูเครื่องจักรเดิมนั้นคุ้มค่ากว่าซื้อใหม่ Bunterngchit C, Pornchaivivat S และ Bunterngchit Y. [9] ทำการพัฒนาและฟื้นฟูสภาพเครื่องจักร 5 เครื่องในโรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ 5 แห่ง พบว่าเมื่อ

ทำการพัฒนาและฟื้นฟูสภาพเครื่องจักรทั้ง 5 เครื่องแล้วผลิตภาพในแต่ละเครื่องเพิ่มขึ้นและการลงทุนนั้นคุ้มค่าตามหลักการวิเคราะห์การตัดสินใจทางเศรษฐศาสตร์

งานวิจัยนี้จึงประยุกต์ใช้เทคนิคการพัฒนาและฟื้นฟูสภาพเครื่องจักร รวมไปถึงวิศวกรรมย้อนรอยเพื่อปรับปรุงผลิตภาพของเครื่องจักรภายในโรงปฏิบัติงานเครื่องจักรกล โดยมีโรงปฏิบัติงานเครื่องจักรกลที่ตอบรับเข้าร่วมจำนวน 5 แห่ง โดยแต่ละแห่งมีเครื่องจักรที่ต้องการพัฒนาและฟื้นฟูสภาพแต่ละ 1 เครื่อง

2. ปัญหาและลักษณะการทำงานของเครื่องจักร

งานวิจัยนี้ทำการศึกษเครื่องจักร 5 เครื่องของโรงปฏิบัติงานเครื่องจักรกล 5 แห่งที่เป็น SMEs ทั้งหมด ปัญหาที่พบซึ่งมาจากการวิเคราะห์ของวิศวกรผู้เชี่ยวชาญที่ถูกว่าจ้างมาดูแลเครื่องจักรของโรงงานแต่ละแห่งเป็นดังนี้

2.1 เครื่องพับระบบไฮดรอลิก (Press Brake Machine)

การทำงานของเครื่องแบบเดิมจะใช้ระบบการพับชิ้นงานแบบป้อนด้วยมือ (Manual Feed) โดยการใช้การร่างแบบชิ้นงาน (Layout) ซึ่งได้คุณภาพที่ไม่ดีคือพับแล้วไม่ตรง ส่งผลให้พนักงานที่ปฏิบัติงานที่จุดนี้ต้องทำงานเป็นประจำ และทำงานได้ช้ามากเพราะต้องร่างแบบที่งานที่ละชิ้น ทำให้เกิดความเมื่อยล้า ทำงานได้ไม่ต่อเนื่อง ส่งผลถึงผลิตภาพที่ลดลง และต้นทุนที่เพิ่มมากขึ้น ภาพด้านหน้าของเครื่องพับไฮดรอลิกแสดงดังรูปที่ 1 (ซ้าย) สาเหตุของปัญหาเกิดจากระบบตั้งระยะที่อยู่ด้านหลังของเครื่องเสีย ไม่สามารถปรับได้ และยังพบว่าสายพานเกิดการหย่อนอยู่บ่อยครั้ง ดังแสดงในรูปที่ 1 (ขวา)



รูปที่ 1 เครื่องพับไฮดรอลิก (ซ้าย) และปัญหาาระบบตั้งระยะเสีย (ขวา)

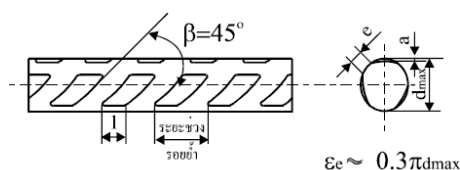
2.2 เครื่องย่ำลาย (Wire Indenting Machine)

เครื่องย่ำลายดังแสดงในรูปที่ 2 ใช้ในกระบวนการผลิตลวดเหล็กแรงดึงสูง หรือลวดเหล็กกล้าสำหรับคอนกรีตอัดแรง ทำหน้าที่ทำลวดลายบนเส้นลวด ก่อนจะนำลวดที่ได้ไปม้วนเก็บ โดยเครื่อง

ย้าลายที่ใช้อยู่เป็นแบบลูกกริดแล้วมีลูกปืนอยู่ในลูกกริด ปัญหาที่พบคือในขณะที่เครื่องย้าลายกำลังทำงานอยู่แล้วลูกปืนที่เป็นตัวกดเส้นลวดแตกกระเด็นออกมาจะทำให้การทำลวดลายไม่เป็นไปตามข้อกำหนดของ มอก. 95-2540 ที่ระบุไว้ตั้งแต่แสดงในรูปที่ 3 [10] ซึ่งทำให้ลวดม้วนดังกล่าวไม่สามารถนำไปใช้งานได้ซึ่งส่งผลทำให้เกิดความสูญเสียที่ควรได้รับการปรับปรุงแก้ไข



รูปที่ 2 เครื่องย้าลาย



เส้นผ่านศูนย์กลางของลวด	ขนาดระบุของรอยย้า		
	ความลึก	ความยาว	ระยะช่วงรอยย้า
	a	l ต่ำสุด	ต่ำสุด
ไม่เกิน 5	0.12 ± 0.05	3.5	5.5
เกิน 5	0.15 ± 0.05	5.0	8.0



เส้นผ่านศูนย์กลางของลวด	ความลึกของรอยย้า มิลลิเมตร	
	ต่ำสุด	สูงสุด
4	0.05	0.20
5	0.05	0.20
7	0.10	0.25
9	0.15	0.25

รูปที่ 3 ขนาดรอยย้าอย่างเฉียง (บน) และขนาดรอยย้าอย่างตรง (ล่าง) ตามมอก. 95-2540

2.3 เครื่องกัด (Milling Machine)

เครื่องกัดเครื่องนี้เป็นเครื่องกัดที่ไม่สามารถใช้งานได้ เพราะมีชิ้นส่วนบางส่วนที่เสียหาย ทางโรงงานจึงห่อพลาสติกและปล่อยทิ้งไว้ไม่ได้ใช้งานดังแสดงในรูปที่ 4 (ซ้าย) จากความต้องการของลูกค้าที่เพิ่มมากขึ้น โรงงานจึงต้องการที่จะให้เครื่องกัดเครื่องนี้กลับมาใช้ได้อีกครั้งหนึ่ง จากการสำรวจพบว่าระบบไฟฟ้าที่ใช้ในการควบคุมและหน้าจอเสียหายดังแสดงในรูปที่ 4 (ขวา)



รูปที่ 4 เครื่องกัดที่ถูกปล่อยทิ้งไว้ (ซ้าย) และหน้าจอที่ไม่สามารถใช้งานได้ (ขวา)

2.4 เครื่องคลายม้วน (Straightener Feeder)

เป็นเครื่องที่ใช้ในการบ่อนเหล็กม้วนและกดให้กลายเป็นเหล็กแผ่นเรียบแบบต่อเนื่องดังแสดงในรูปที่ 5 เพื่อนำไปผลิตชิ้นส่วนโลหะต่อไป จากการสำรวจเครื่องพบว่าเครื่องจักรผลิตชิ้นงานไม่ได้ตามข้อกำหนด และมีค่าความคลาดเคลื่อนสูง ซึ่งส่งผลให้พนักงานต้องแก้ไขงานอยู่บ่อยครั้ง และสิ้นเปลืองวัตถุดิบมาก จึงต้องมีการพัฒนาและฟื้นฟูสภาพเครื่องจักร



รูปที่ 5 เครื่องคลายม้วน

2.5 เครื่องยิงทราย (Sand Blasting Machine)

เครื่องยิงทรายใช้ในกระบวนการเตรียมผิวของโลหะเพื่อกำจัดสิ่งสกปรกต่างๆ โดยเครื่องยิงทรายของโรงงานชำรุดไม่สามารถใช้งานได้ ดังแสดงในรูปที่ 6 โรงงานจึงมีความต้องการที่จะพัฒนา

และฟื้นฟูสภาพของเครื่องยิงทรายนี้เป็นอย่างมาก จากการสำรวจปัญหาของเครื่องยิงทรายพบว่าระบบการทำงานของเครื่องทั้งระบบไฟฟ้าและระบบทางกลอยู่ในสภาพที่ต้องฟื้นฟูทั้งหมด ระบบควบคุมในตู้ควบคุม กะพ้อลำเลียง (Bucket Elevator) ดังแสดงในรูปที่ 7 และเกลียวลำเลียง (Screw Conveyor) ของเครื่องยิงทรายเครื่องนี้ต้องได้รับการฟื้นฟูเช่นเดียวกัน



รูปที่ 6 เครื่องยิงทราย

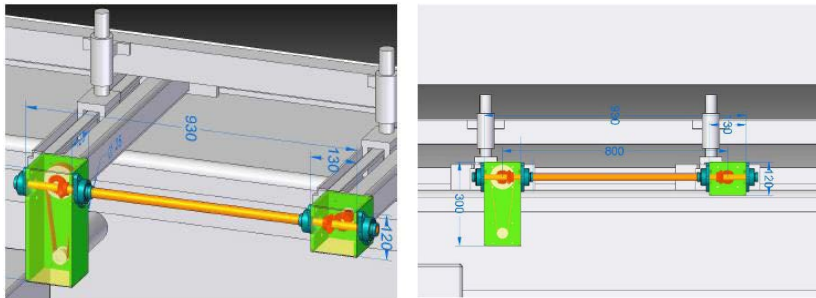


รูปที่ 7 ตู้ควบคุมและกะพ้อลำเลียง

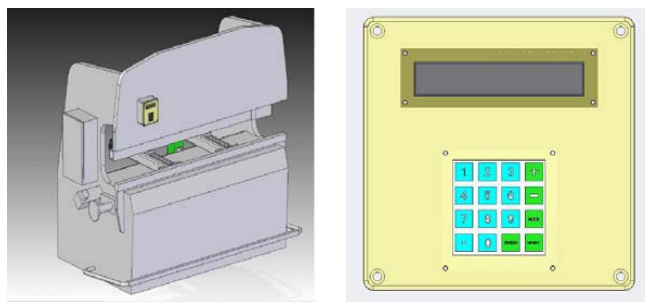
3. แนวทางในการพัฒนาและฟื้นฟูสภาพเครื่องจักร

การพัฒนาและฟื้นฟูสภาพเครื่องจักรทั้ง 5 เครื่อง สามารถทำได้โดยการสำรวจเครื่องจักรแต่ละเครื่องอย่างละเอียด โดยการประยุกต์ใช้เทคนิควิศวกรรมย้อนรอยและการปรึกษาหารือกับวิศวกรอาวุโสของแต่ละโรงงาน หลังจากนั้นจึงหาแนวทางในการพัฒนาและฟื้นฟูสภาพเครื่องจักรนั้น เช่น การติดตั้งส่วนที่มีความทันสมัยให้กับเครื่องจักรเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต

สำหรับเครื่องพบบระบบไฮดรอลิกสามารถพัฒนาเครื่องจักรได้โดยการออกแบบระบบตั้งระยะให้เป็นแบบอัตโนมัติโดยใช้ระบบขับเคลื่อนด้วยเฟืองดังแสดงในรูปที่ 8 และออกแบบอุปกรณ์ควบคุมตัวตั้งระยะท้ายเครื่องดังแสดงในรูปที่ 9

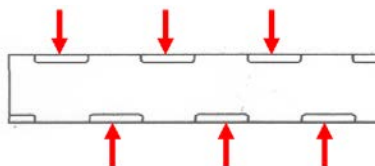


รูปที่ 8 ระบบตั้งระยะที่ใช้ระบบขับเคลื่อนด้วยเฟือง



รูปที่ 9 อุปกรณ์ควบคุมตัวตั้งระยะท้ายเครื่อง

แนวทางในการพัฒนาและฟื้นฟูสภาพของเครื่องย่ำลายทำได้โดยการออกแบบปรับปรุงระบบการทำรอยย่ำ โดยเปลี่ยนจากการใช้ลูกปืนกดเส้นลวดมาเป็นการทำแม่พิมพ์ชุบแข็ง และใช้ระบบเซนเซอร์ตรวจสอบรอยกดดังแสดงในรูปที่ 10 โดยเซนเซอร์ที่ใช้จะเป็นพร็อกซิมีตี้เซนเซอร์ (Proximity Sensor) ในการตรวจจับระดับผิวของโลหะ โดยจะติดตั้งเซนเซอร์ 2 ตัวที่ด้านบนและด้านล่างของโครงสร้างเครื่องจักร



รูปที่ 10 การใช้เซนเซอร์ตรวจสอบรอยกด

ในส่วนของเครื่องกีดนั้น แนวทางการแก้ปัญหาทำได้โดยการสำรวจอุปกรณ์ภายในเครื่องว่ามีชิ้นใดสูญหายหรือชำรุดบ้าง และออกแบบสร้างชิ้นส่วนที่ชำรุดขึ้นมาใหม่ ในส่วนของการสำรวจเครื่องคลายม้วน พบว่าแนวทางในการพัฒนาและฟื้นฟูสภาพของเครื่องคลายม้วนทำได้โดยการ

ติดตั้งระบบอัตโนมัติเช่นระบบ Programmable Logic Controller (PLC) และเปลี่ยนเซอร์โวมอเตอร์ใหม่ และการพัฒนาและปรับปรุงสภาพของเครื่องยิงทรายทำได้โดยการตรวจสอบอุปกรณ์ในตู้ควบคุมทั้งหมด ปรับปรุงระบบหล่อลื่นในตัวลำเลียง และทดสอบมอเตอร์ที่เครื่องมีทั้งหมดโดยทดลองเดินเครื่องแบบไม่มีโหลด

4. การวิเคราะห์การตัดสินใจทางเศรษฐศาสตร์

ขั้นตอนต่อไปของการพัฒนาและฟื้นฟูสภาพเครื่องจักรคือการคำนวณความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์เพื่อใช้ในการตัดสินใจว่าการลงทุนพัฒนาและฟื้นฟูสภาพเครื่องจักรนั้นคุ้มค่าหรือไม่ทำได้โดยการคำนวณมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) อัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return: IRR) และระยะเวลาคืนทุน (Payback Period: PP) โดยที่ NPV และ IRR จะพิจารณามูลค่าของเงินตามกาลเวลา (Time Value of Money) ส่วน PP จะไม่พิจารณา

ในการคำนวณค่า NPV ค่าอัตราคิดลด (Discount Rate: i) ต้องนำมาพิจารณา ในที่นี้จะใช้ค่า i จากอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ขั้นต่ำ สำหรับการให้สินเชื่อซึ่ง (Minimum Leasing Rate: MLR) ที่ร้อยละ 7.375 ต่อปี [11] NPV สามารถคำนวณได้โดยดั่งสมการที่ (1)

$$NPV = \sum \frac{C_n}{(1+i)^n} - C_0 \quad (1)$$

กำหนดให้ i คืออัตราคิดลดที่ร้อยละ 7.375 ต่อปี n คือระยะเวลาของโครงการ C_n คือกระแสเงินสดสุทธิของปีที่ n และ C_0 คือเงินลงทุนเริ่มต้น ผลจากการคำนวณถ้า NPV มีค่ามากกว่าศูนย์การลงทุนนั้นจะคุ้มค่า [12]

ปัจจัยทางเศรษฐศาสตร์ที่ต้องคำนึงถึงต่อมาคือ IRR หรืออัตราผลตอบแทนภายในของโครงการที่ทำให้กระแสเงินสดสุทธิของการลงทุนมีค่าเท่ากับเงินลงทุนเริ่มต้น ซึ่งสามารถคำนวณหาได้ดั่งสมการที่ (2) โดยกำหนดให้ i คือ IRR หลังจากนั้นจึงทำการเปรียบเทียบค่า IRR ที่คำนวณได้กับผลตอบแทนขั้นต่ำที่ยอมรับได้ (Minimum Acceptable Rate of Return: MARR) ซึ่งกำหนดให้มีค่าเท่ากับ MLR ที่ร้อยละ 7.375 ต่อปี ถ้า IRR มีค่ามากกว่า MARR การลงทุนจะคุ้มค่า

$$C_0 = \sum \frac{C_n}{(1+i)^n} \quad (2)$$

PP คือระยะเวลาที่โครงการสามารถทำเงินได้เท่ากับที่ลงทุนไป โดยไม่พิจารณาค่าของเงินตามกาลเวลา สามารถคำนวณได้ดั่งสมการที่ (3) โดยกำหนดให้ A คือกระแสเงินสดรายปี

$$PP = \frac{C_0}{A} \quad (3)$$

กำหนดให้ระยะเวลาของการลงทุนพัฒนาและฟื้นฟูเครื่องจักรเท่ากับ 5 ปี (อายุของเครื่องจักร) เงินลงทุนแรกเริ่มที่คาดการณ์ไว้ถูกคำนวณมาจากราคาของชิ้นส่วน อุปกรณ์ รวมไปถึงค่าแรงที่ต้องใช้ในการปรับปรุงสภาพเครื่องจักรที่ประเมินโดยวิศวกรผู้เชี่ยวชาญและผู้บริหารของโรงงานนั้นๆ ปัจจัยในการตัดสินใจทางเศรษฐศาสตร์ทั้ง NPV, IRR และ PP ถูกคำนวณโดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel ผลในการคำนวณถูกแสดงในตารางที่ 1 ผลการคำนวณแสดงให้เห็นว่าการลงทุนพัฒนาและฟื้นฟูเครื่องจักรของทั้ง 5 เครื่องจักรมีความคุ้มค่า เพราะ NPV ของการลงทุนในทุกเครื่องจักรมีค่ามากกว่าศูนย์ IRR ของการลงทุนในทุกเครื่องจักรมีค่ามากกว่า MARR และ PP ของการลงทุนในทุกเครื่องจักรเป็นที่ยอมรับได้ของผู้บริหารของแต่ละโรงงาน

ตารางที่ 1 ปัจจัยในการตัดสินใจทางเศรษฐศาสตร์ของเครื่องจักร 5 เครื่อง

เครื่องจักร	เงินลงทุนแรกเริ่ม ที่คาดการณ์ไว้ (บาท)	ปัจจัยทางเศรษฐศาสตร์		
		NPV (บาท)	IRR (%)	PP (ปี)
เครื่องปั๊มระบบไฮดรอลิก	52,000	272,748.41	152.34	0.65
เครื่องย่ำลาย	130,000	162,273.57	47	1.81
เครื่องกัด	45,000	52,424.52	45.02	1.88
เครื่องคลายม้วน	140,000	489,200.05	107.86	0.9
เครื่องยิงทราย	125,000	301,232.29	79.49	1.19

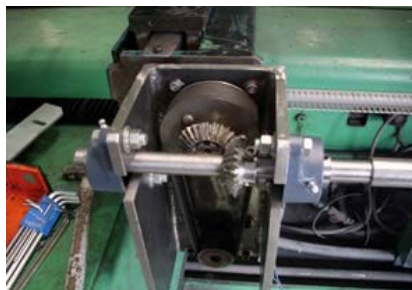
5. ผลการพัฒนาและฟื้นฟูสภาพเครื่องจักร

หลังจากที่ทราบว่าการพัฒนาและฟื้นฟูสภาพเครื่องจักรทั้งหมดนั้นคุ้มค่า ขั้นตอนต่อมาคือการพัฒนาและฟื้นฟูสภาพเครื่องจักรตามที่ได้วางแผนไว้โดยสามารถสรุปของแต่ละเครื่องจักรได้ดังนี้

5.1 เครื่องปั๊มระบบไฮดรอลิก (Press Brake Machine)

การพัฒนาและฟื้นฟูสภาพเครื่องปั๊มระบบไฮดรอลิก เริ่มต้นโดยการถอดอุปกรณ์ของเครื่องจักรทั้งหมด แล้วตรวจสอบความเสียหาย และจัดหาอุปกรณ์ที่ชำรุดหรือหายไป หลังจากนั้นจึงประกอบติดตั้งอุปกรณ์ทั้งหมดและทำสี แล้วจึงติดตั้งระบบตั้งระยะแบบอัตโนมัติ ชุดควบคุมการ

ป้อนชิ้นงาน และระบบควบคุมตัวปรับระยะท้ายเครื่องตามที่ได้ออกแบบไว้ดังแสดงในรูปที่ 11 รูปที่ 12 และรูปที่ 13 ตามลำดับ



รูปที่ 11 การติดตั้งระบบตั้งระยะแบบอัตโนมัติ



รูปที่ 12 ชุดควบคุมการป้อนชิ้นงาน



รูปที่ 13 ชุดควบคุมตัวปรับระยะท้ายเครื่อง

5.2 เครื่องย่ำลาย (Wire Indenting Machine)

หลังจากถอดชิ้นส่วนเพื่อตรวจสอบสภาพและความเสียหายของชิ้นส่วน จัดหา และซ่อมแซม ชิ้นส่วนที่ชำรุดเรียบร้อยแล้ว จึงทำการประกอบชิ้นส่วนและทาสี โดยติดตั้งแม่พิมพ์ชุบแข็งและ

เซนเซอร์ตรวจสอบรอยย้า ดังแสดงในรูปที่ 14 หลังจากนั้นจึงทดสอบเครื่องดังแสดงในรูปที่ 15 พบว่าระบบขับเคลื่อนทำงานได้เป็นปกติ



รูปที่ 14 การติดตั้งแม่พิมพ์ชุบแข็งและเซนเซอร์ตรวจสอบรอยย้า



รูปที่ 15 การทดสอบเครื่องก่อนนำไปใช้งานจริง

5.3 เครื่องกัด (Milling Machine)

จากการสำรวจอุปกรณ์ไฟฟ้า และตัวควบคุมภายในเครื่อง แล้วทำการจัดหาและซ่อมแซมส่วนที่ชำรุดเสียหาย ขั้นตอนต่อมาในการพัฒนาและฟื้นฟูสภาพเครื่องจักรคือการติดตั้งชุดควบคุมและหน้าจอของเครื่องกัดแทนของเดิมที่ชำรุดไปดังแสดงในรูปที่ 16 (ซ้าย) หลังจากนั้นจึงทำการทดสอบเครื่องซึ่งพบว่าสามารถกลับมาใช้งานได้ตามปกติดังแสดงในรูปที่ 16 (ขวา)



รูปที่ 16 การติดตั้งชุดควบคุมและหน้าจอ (ซ้าย) และการทดสอบเครื่อง (ขวา)

5.4 เครื่องคลายม้วน (Straightener Feeder)

การพัฒนาและฟื้นฟูเครื่องคลายม้วนนี้เริ่มต้นจากการทำสี พร้อมทั้งติดตั้ง PLC ดังแสดงในรูปที่ 17 เปลี่ยนชุดเซอร์โวมอเตอร์ใหม่ดังแสดงในรูปที่ 18 เปลี่ยนชุดครอบจอมอนิเตอร์แบบสัมผัสใหม่ ดังแสดงในรูปที่ 19 และปรับปรุงระบบทางกลของเครื่องจักรเพื่อให้ทำงานสะดวกยิ่งขึ้นโดยติดตั้งชุดคลายม้วนเหล็กแผ่น (Uncoiler) ดังแสดงในรูปที่ 20



รูปที่ 17 การทำสีและติดตั้ง PLC



รูปที่ 18 แผงควบคุม (ซ้าย) เซอร์โวมอเตอร์พร้อมชุดขับ (กลางและขวา)



รูปที่ 19 จอมอนิเตอร์แบบสัมผัสชุดใหม่



รูปที่ 20 การปรับปรุงระบบทางกลของเครื่องโดยติดตั้งชุดคลายม้วนเหล็กแผ่น

5.5 เครื่องยิงทราย (Sand Blasting Machine)

การพัฒนาและฟื้นฟูสภาพของเครื่องยิงทรายเริ่มต้นจากการรื้อชิ้นส่วนเพื่อตรวจสอบ และแยกชิ้นส่วนที่เสียและชิ้นส่วนที่ใช้งานได้ดังแสดงในรูปที่ 21 แล้วจึงทำการติดตั้งระบบทางกล ติดตั้งระบบควบคุมไฟฟ้า และติดตั้งซ่อมแซมกะพ้อลำเลียงและเกลียวลำเลียง หลังจากนั้นจึงทำความสะอาดและทำสีใหม่ดังแสดงในรูปที่ 22



รูปที่ 21 การรื้อชิ้นส่วนเพื่อตรวจสอบสภาพการใช้งาน



รูปที่ 22 การทำความสะอาดเครื่องและทำสีใหม่

6. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

หลังจากการพัฒนาและฟื้นฟูสภาพเครื่องจักรทั้ง 5 เครื่องแล้ว จึงทำการเก็บข้อมูลความสามารถของเครื่องจักรเพื่อเปรียบเทียบก่อนและหลังการพัฒนาและฟื้นฟูสภาพ ผลแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบความสามารถของเครื่องจักรก่อนและหลังการปรับปรุง

เครื่องจักร	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
เครื่องปั๊มระบบไฮดรอลิก	ใช้พนักงานควบคุม 2 คน	ใช้พนักงานควบคุม 1 คนและทำงานเร็วขึ้น 1 นาทีต่อรอบ
เครื่องยาลาย	เกิดของเสียคิดเป็นมูลค่า 39,200 บาทต่อปี	ของเสียลดลงเหลือ 7,200 บาทต่อปี
เครื่องกัด	ไม่สามารถใช้งานได้	มีกำลังการผลิต 8 ชิ้นต่อวัน
เครื่องคลายม้วน	ไม่สามารถใช้งานได้	มีกำลังการผลิต 3,500 ชิ้นต่อวัน
เครื่องยิงทราย	ไม่สามารถใช้งานได้	มีกำลังการผลิต 130 ชิ้นต่อวัน

จากตารางที่ 2 จะเห็นว่าเครื่องจักรทุกเครื่องมีผลิตภาพที่เพิ่มมากขึ้น แสดงให้เห็นว่าการพัฒนาและฟื้นฟูสภาพเครื่องจักรสามารถนำไปใช้งานได้จริง และการลงทุนมีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ โรงงานที่มีเครื่องจักรที่เลิกใช้หรือเครื่องจักรที่ชำรุดจนไม่สามารถใช้งานได้ ควรนำหลักการนี้มาประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขัน โดยเฉพาะ SMEs เพราะการลงทุนมีระยะเวลาดำเนินการที่น้อย และมีอัตราผลตอบแทนภายในที่สูง การประยุกต์ใช้หลักการนี้ไม่เพียงแต่ในโรงปฏิบัติงานเครื่องจักรกลเท่านั้น โรงงานประเภทอื่นก็ควรจะนำหลักการนี้ไปประยุกต์ใช้ด้วย เพื่อเพิ่มความสามารถในการผลิตภายในโรงงานของตนเอง และตอบสนองต่อความต้องการที่เพิ่มสูงขึ้นจากการลงทุนในอุตสาหกรรมกลุ่ม First S-Curve และ New S-Curve รวมไปถึง EEC อีกด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนบทความขอขอบคุณผู้จัดการ วิศวกร และเจ้าหน้าที่ภายในโรงงานทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการทำงานวิจัยนี้เป็นอย่างดี รวมไปถึงช่วยเหลือในการเก็บข้อมูล

References

- [1] Thailand Trading Report [Internet]. Top 10 Thailand imported goods in 2018 [updated 2019 Jan 7; cited 2019 Feb 17]. Available from: <http://www2.ops3.moc.go.th>. (In Thai)
- [2] Office of the National Economic and Social Development Board [Internet]. The tenth national economic and social development plan [cited 2019 Feb 17]. Available from: https://www.nesdb.go.th/ewt_news.php?nid=5747&filename=develop_issue. (In Thai).
- [3] Epple S, Jalba CK, Muminovic A, Jung R. Retrofit concept for small safety related stationary machines. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering [Internet]. 2017;200:12035. Available from: <http://dx.doi.org/10.1088/1757-899x/200/1/012035>.
- [4] Lins RG, Guerreiro B, Schmitt R, Sun J, Corazzim M, Silva FR. A novel methodology for retrofitting CNC machines based on the context of industry 4.0. 2017 IEEE International Systems Engineering Symposium (ISSE) [Internet]. IEEE; 2017. Available from: <http://dx.doi.org/10.1109/SysEng.2017.8088293>.
- [5] The Office of SMEs Promotion [Internet]. Number of SMEs by type in 2017 [cited 2019 Feb 17]. Available from: <http://203.154.140.77/sme/Report/View/1189>. (In Thai)
- [6] Kasikorn Research Center. Growing up of Small Machine Shop. K SME Analysis. 2016:1-8. (In Thai)
- [7] Kasikorn Research Center. The Establishment of EEC. K Econ Analysis 2018;24:1-6. (In Thai)
- [8] Chark Tingsabhat and Sakda Keawum. The Comparative Study of the Investments in the Vertical Machining Center. EAU Heritage 2013;2:88-98. (In Thai)
- [9] Bunternngchit C, Pornchaivivat S, Bunternngchit Y. Productivity Improvement by Retrofit Concept in Auto Parts Factories. Proceedings of the 8th International Conference on Industrial Technology and Management; 2019. p. 122-6.
- [10] Thai Industrial Standards Institute. TIS95-2540: Steel wires for prestressed concrete. 1997:1-16. (In Thai)
- [11] Thailand SME Development Bank [internet]. Leasing interest rates and discounts [cited 2019 Feb 17]. Available from: <https://www.smebank.co.th/en/interest-rates/loan-interest-rates-and-discounts#>. (In Thai)
- [12] Eldenburg LG, Brooks A, Oliver J, Vasty G, Wolcott S. Management Accounting. 2nd ed. Milton, QLD: John Wiley and Sons; 2010.

ประวัติผู้เขียนบทความ



ชยุตม์ บรรเทึงจิตร, M.Eng. (Engineering Management), University of Wollongong, Australia, E-mail: chayut.b@eat.kmutnb.ac.th ปัจจุบันดำรงตำแหน่งอาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอุตสาหกรรมและโลจิสติกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ วิทยาเขตระยอง

งานวิจัยที่สนใจ: Industrial Robotics and Automation, Mathematical Modelling Optimization and Simulation, Economic Decision Analysis



สมชาย พรชัยวัฒน์, วท.ม. (สุขศาสตร์อุตสาหกรรมและความปลอดภัย) มหาวิทยาลัยมหิดล และ วศ.ม. (วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ E-mail: scc@kmutnb.ac.th ปัจจุบันดำรงตำแหน่งผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

งานวิจัยที่สนใจ: Safety Engineering, Industrial Laws, Project Management and Productivity Improvement



ยุธชัย บรรเทึงจิตร, Ph.D. (Safety Sciences), University of New South Wales, Australia, E-mail: yuthachai.bun@siam.edu วุฒิวิศวกรสาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ปัจจุบันดำรงตำแหน่งผู้อำนวยการหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิตสาขาการจัดการงานวิศวกรรม มหาวิทยาลัยสยาม และอาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิประจำภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

งานวิจัยที่สนใจ: Quality Engineering, Ergonomics, Operations Management and General Industrial Engineering

Article History:

Received: February 23, 2018

Revised: April 12, 2019

Accepted: April 29, 2019