

การปรับปรุงประสิทธิภาพสายการผลิตโดยใช้ระบบลูกกลิ้ง ตามแรงโน้มถ่วง

EFFICIENCY IMPROVEMENT OF PRODUCTION LINE USING GRAVITY ROLLER SYSTEM

ผดุงศิลป์ พิทักษ์, อรวรรณ พรรณบัวหลวง, ก้าวหน้า จงวัฒนารักษ์, โกสินทร์ชัย แผ้วไธสง

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยปทุมธานี

140 หมู่ 4 ถนนติวานนท์ ตำบลบ้านกลาง อำเภอเมืองปทุมธานี ปทุมธานี 12000

Phadungsilp Phitak, Orawan Panbualuang, Kaona Jongwuttanruk, Kosinchai Pawthaisong

Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering and Technology, Pathumthani University,

140 Moo 4, Tiwanon Road, Baan Klang, Muang District, Pathumthani 12000

E-mail: kosinchai.kmutnb@gmail.com

บทคัดย่อ

การผลิตแผงวงจรแบบยืดหยุ่นในปัจจุบันประสบปัญหาเวลาสูญเสียเปล่าในกระบวนการเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ฟิกเจอร์และค่าจ้างที่เพิ่มขึ้น โดยผู้ปฏิบัติงานใช้รถบรรทุกแพลตฟอร์มเพื่อถ่ายโอนอุปกรณ์ฟิกเจอร์เดินทางเป็นระยะทาง 2.6 กิโลเมตรต่อวัน ซึ่งเกิดเวลาสูญเสียเปล่า งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของการผลิตแผงวงจรแบบยืดหยุ่นโดยใช้หลักการ ECRS และออกแบบลูกกลิ้งลำเลียงตามแรงโน้มถ่วง เนื่องจากผู้วิจัยต้องการความรู้เกี่ยวกับกระบวนการออกแบบเครื่องจักร ดังนั้น ได้มีการนำหลักการทางวิศวกรรมย้อนกลับไปใช้ในการค้นหาความรู้ด้านการออกแบบ จากการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการในการออกแบบและสร้างลูกกลิ้งลำเลียงตามแรงโน้มถ่วงพิจารณาจากการวิเคราะห์จุดคุ้มทุน ผลการวิจัยพบว่าการออกแบบและสร้างเครื่องมีความเหมาะสมสามารถคืนทุนได้ภายใน 4.5 เดือน สามารถเพิ่มผลิตภาพจาก 0.23 เป็น 0.46 (แผ่น/บาท) เมื่อพิจารณาต้นทุนการจัดเรียงอุปกรณ์ฟิกเจอร์ลดลงจาก 4.44 เหลือเพียง 2.17 (บาท/แผ่น)

คำสำคัญ: ระบบลูกกลิ้งตามแรงโน้มถ่วง ECRS วิศวกรรมย้อนกลับ

Abstract

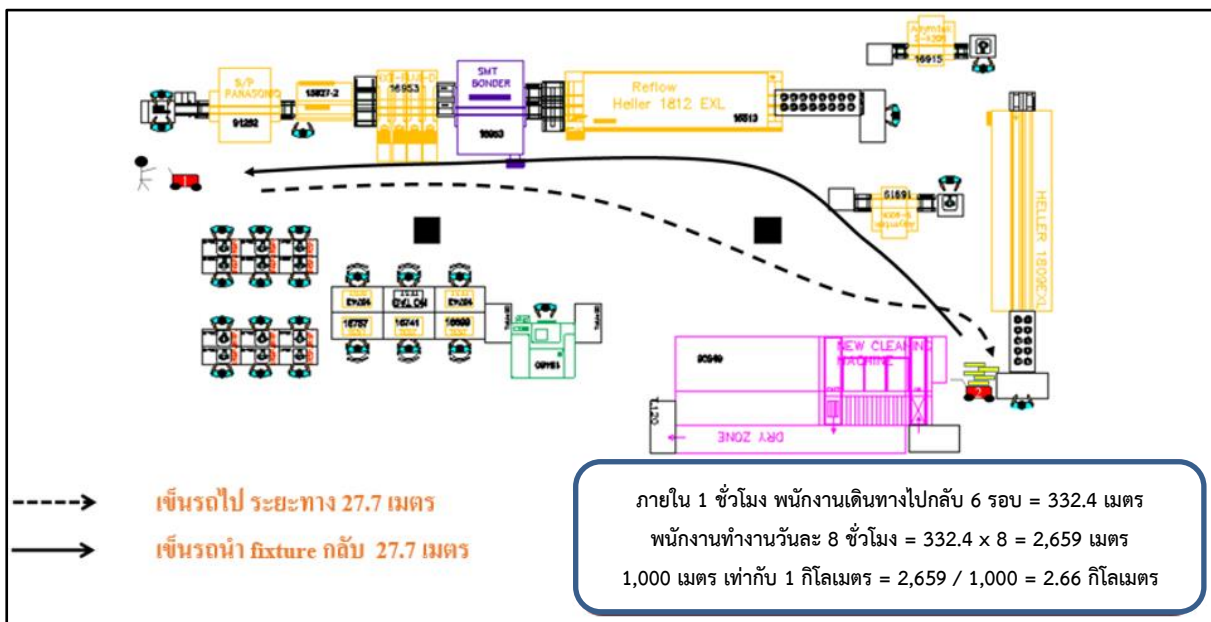
Current flexible printed circuit board manufacturing faces idle time problem in the fixture equipment movement process and wage which trend increases. By operator using platform truck to transfer the fixture equipment travels to be distance 2.6 kilometers per day, which occur the idle time. This research aims to improve efficiency of the flexible printed circuit board manufacturing was used an ECRS principle and design of gravity roller conveyor. Due to researcher needed knowledge about machine design process, thus, reverse engineering principle was used to find design knowledge. From a project feasibility study of design and creation of gravity roller conveyor was considered from breakeven point analysis. The results showed that the design and construction of the machine were appropriate, it could pay back within 4.5 months, it can be increased productivity from 0.2255 to 0.4606 (sheet / Baht), when considered cost of arranged of a fixture equipment was reduced from 4.44 to 2.17 (Baht / sheet).

Keywords: Gravity roller system, ECRS, Reverse Engineering

1. บทนำ

ปัจจุบันอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์มีการแข่งขันที่สูงขึ้น โดยบริษัทผู้ผลิตฮาร์ดดิสก์จะเลือกซื้อผลิตภัณฑ์จากผู้ส่งมอบที่มีความความน่าเชื่อถือเพื่อป้องกันความเสี่ยงจากการจัดส่งล่าช้า โดยทุกไตรมาสมีการประเมินผลผู้ส่งมอบเพื่อเปรียบเทียบในการจัดลำดับผู้ส่งมอบ โดยมีเกณฑ์การประเมินประกอบไปด้วย คุณภาพ ราคา การจัดส่ง การบริการและเทคโนโลยีการผลิต ซึ่งให้ความสำคัญในเรื่องของคุณภาพมากที่สุด โดยปัจจุบันบริษัทกรณีศึกษาดังกล่าวประสบปัญหาด้านความสูญเสียเปลืองเวลา รอคอยในขั้นตอนการผลิตแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ โดยพนักงาน 2 คนจะทำหน้าที่จัดเรียงอุปกรณ์ฟิวเจอร์ เมื่อฟิวเจอร์หมดพนักงานอีกคนจะต้องเดินทางไปหยิบอุปกรณ์ฟิวเจอร์ที่ท้ายสายการผลิต โดยเดินทางไปและกลับทั้งวันคิดเป็นระยะทางทั้งหมด 2.6 กิโลเมตร ใช้เวลา 10 นาที ซึ่งขั้นตอนดังกล่าวสามารถแสดงดังรูปที่ 1 ทำให้พนักงานเกิดความเมื่อยล้าในการปฏิบัติงาน เนื่องจากปัจจุบันรัฐบาลได้มีนโยบายเกี่ยวกับไทยแลนด์ 4.0 คือการนำเครื่องจักรและระบบอัตโนมัติมาใช้งานแทนแรงงานคนซึ่งมีแนวโน้มค่าแรงที่เพิ่มสูงขึ้น เพื่อให้บริษัทต่าง ๆ เหล่านี้สามารถเพิ่มผลิตภาพและสามารถแข่งขันได้

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของการผลิตแผงวงจรแบบยืดหยุ่นโดยใช้หลักการ ECRS และ ลูกกลิ้งลำเลียงตามแรงโน้มถ่วง เพื่อลดเวลาที่สูญเสียเปลืองจากการรอคอย ความเมื่อยล้าจากการปฏิบัติงาน และค่าแรงพนักงานที่มีแนวโน้มสูงขึ้น สำหรับระบบลูกกลิ้งลำเลียงตามแรงโน้มถ่วงที่ติดตั้งทางบริษัทผู้ผลิตไม่ได้ถ่ายทอดองค์ความรู้เกี่ยวกับการออกแบบและการสร้าง ดังนั้นทางผู้วิจัย จึงนำหลักการทางวิศวกรรมย้อนกลับไปใช้ในการค้นหาความรู้ด้านการออกแบบและสร้างต่อไป



รูปที่ 1 กระบวนการผลิตแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ (ผดุงศิลป์ พิทักษ์, 2018)

หลักการ ECRS

ECRS เป็นวิธีการหนึ่งที่มีประสิทธิภาพในการปรับปรุงกระบวนการ ECRS แสดงถึงแนวคิดหลักสี่ข้อดังนี้ [1, 2]:

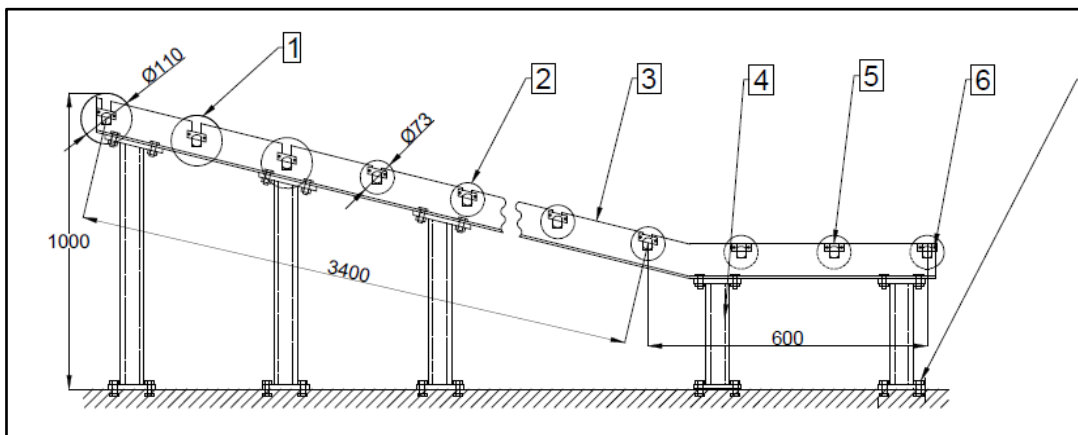
- E: ขจัดความสูญเสียที่พบในกระบวนการผลิต เช่นเวลารอการเคลื่อนไหวและขั้นตอนการทำงานที่ไม่จำเป็น
- C: รวมขั้นตอนการทำงานที่ไม่จำเป็นเพื่อลดจำนวนขั้นตอนการทำงานและเวลาในการประมวลผลทั้งหมด
- R: การจัดลำดับงานใหม่ให้เหมาะสมในการทำงานเพื่อลดขั้นตอนการทำงานและเวลาในการประมวลผลทั้งหมด

- S: ทำให้ง่ายขึ้นหรือเสนอวิธีการที่ง่ายกว่าในการทำงานหรือแนะนำอุปกรณ์ใหม่ ๆ เช่น อุปกรณ์จับยึด พิกเจอร์ และเครื่องมือสนับสนุน หรือการปรับเปลี่ยนเครื่องจักร เพื่อสนับสนุนผู้ปฏิบัติงาน

ECRS เป็นเทคนิคทั่วไปในการศึกษาเรื่องการเคลื่อนที่ ดังนั้น เมื่อกระบวนการใด ๆ เผชิญกับสภาพการทำงานที่ไม่มีประสิทธิภาพที่เกี่ยวข้องเพื่อการทำงานของมนุษย์ ECRS ได้รับการพิจารณาเป็นอันดับแรกและให้ผลลัพธ์ที่มีประสิทธิภาพหลังจากการใช้งาน เมื่อ ECRS ได้รับการแนะนำเพื่อปรับปรุงกระบวนการใด ๆ ผลลัพธ์คือการลดเวลาในการประมวลผลและเสนอขั้นตอนการทำงานที่มีประสิทธิภาพซึ่งสามารถลดการเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็นและเวลาที่รอคอย การปรับปรุงจาก ECRS มีผลต่อการลดลงของเวลาที่รอคอยเนื่องจากขั้นตอนการขนย้ายอุปกรณ์พิกเจอร์ถูกตัดออกและถูกแทนที่ด้วยระบบลูกกลิ้งลำเลียงตามแรงโน้มถ่วง นอกจากนี้ ยังสามารถลดพนักงาน 1 คนในขั้นตอนการขนย้าย ตัวอย่างงานวิจัยที่ใช้ ECRS สามารถพบได้ใน [3, 4]

ระบบลูกกลิ้งตามแรงโน้มถ่วง

ระบบลำเลียงในแรงโน้มถ่วง หรืออุปกรณ์ขับเคลื่อนที่ใช้กันโดยทั่วไปสำหรับการเคลื่อนย้ายมวลหรือสัมภาระอย่างต่อเนื่องหรือต่อเนื่องสม่ำเสมอ จากจุดหนึ่งผ่านเส้นทางที่กำหนด ซึ่งหน้าที่หลักคือการลำเลียงวัสดุโดยช่วยในการเคลื่อนย้ายชิ้นส่วน/ส่วนประกอบของอุปกรณ์บางอย่าง อุปกรณ์โดยรวมไม่ซับซ้อน ระบบลำเลียงลูกกลิ้งรองรับประเภทของสัมภาระในชุดของลูกกลิ้งติดตั้งบนดรัมลูกปืน ที่วางอยู่ในระยะห่างคงที่บนกรอบด้านข้างทั้งสองด้านซึ่งถูกยึดบนแท่นหรือขาตั้งในช่วงที่แน่นอน ลูกกลิ้งลำเลียงช่วยบรรทุกสัมภาระได้อย่างน้อยหนึ่งก้อน เช่น แท่ง แผ่น ท่อ แท่งยาว ก่อ่ง ลัง ฯลฯ ระยะห่างของลูกกลิ้งขึ้นอยู่กับขนาดของสัมภาระที่จะขนย้าย ดังนั้นสัมภาระจะถูกขนย้ายจะต้องใช้ลูกกลิ้งอย่างน้อย 2 ลูกในระยะเวลาใด ๆ ดังรูปที่ 2 แสดงสายพานลำเลียงที่ไม่ใช้กำลังคน ซึ่งระบบลำเลียงดังกล่าวถูกออกแบบมาใช้ในการลำเลียงกล่องไม้ [5, 6]



รูปที่ 2 ระบบลูกกลิ้งตามแรงโน้มถ่วง (Shekhor Mondol, 2017)

วิศวกรรมย้อนกลับ

วิศวกรรมย้อนกลับถูกกำหนดเป็นวิธีการที่แตกต่างอย่างมาก เป้าหมายของวิศวกรรมย้อนกลับคือการใช้ส่วนที่เกี่ยวข้องทางกายภาพเพื่อรวบรวมความรู้ที่สมบูรณ์เกี่ยวกับส่วนหนึ่ง ซึ่งจะช่วยให้สามารถทำซ้ำได้ ความรู้นี้สามารถเป็นได้จากลักษณะทั่วไปและมีมิติทางกายภาพต่อวิธีการทำงานและคุณสมบัติของวัสดุ ในวิศวกรรมการผลิต 'วิศวกรรมย้อนกลับ' หมายถึงขั้นตอน

วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยธนบุรี (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี) ปีที่ 2 ฉบับที่ 2 เดือนกรกฎาคม – ธันวาคม 2561

การสร้างข้อมูลการออกแบบทางวิศวกรรมจากส่วนที่มี การสร้างใหม่หรือคัดลอกส่วนมีอยู่ที่ได้มาโดยคอมพิวเตอร์ช่วย ออกแบบ (Computer Aided Design: CAD) ของส่วนที่มี ซึ่งหลักการดังกล่าวนำไปใช้ในการออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักร [7]

2. ขั้นตอนเตรียม (Preparation)

2.1 การวิเคราะห์กระบวนการผลิตโดยใช้ทฤษฎี ECRS

จากการใช้ทฤษฎี ECRS ในการวิเคราะห์ได้ผลดังนี้

E: การจัดเวลาที่สูญเสียเปล่าในขั้นตอนการเดินของพนักงาน ลดคนจากเดิม 2 คน เหลือเพียง 1 คน

C: การรวมขั้นตอนการขนย้ายฟีกเจอร์กับจัดเรียงเข้าไว้ด้วยกัน

R: การจัดลำดับงานใหม่ให้เหมาะสมในการทำงานโดยใช้อุปกรณ์ลูกกลิ้งลำเลียงตามแรงโน้มถ่วง

S: ช่วยให้พนักงานทำงานง่ายขึ้น ไม่ต้องเสียเวลาขนย้ายอุปกรณ์ฟีกเจอร์ โดยพนักงานจะทำหน้าที่จัดเรียงฟีกเจอร์ เพียงอย่างเดียวเท่านั้น

2.2 ขั้นตอนการออกแบบ ระบบลูกกลิ้งตามแรงโน้มถ่วง

สำหรับขั้นตอนการออกแบบโดยใช้หลักการของวิศวกรรมย้อนกลับ พิจารณาจากแบบเครื่องจักรของทาง บริษัทผู้ผลิต โดยวัดขนาดความกว้าง ความยาว ความสูง วัสดุที่ใช้และข้อกำหนดต่าง ๆ จากนั้นนำข้อมูลต่าง ๆ เหล่านี้มาใช้ สำหรับการออกแบบโดยอ้างอิงงานวิจัยของ [5, 7]

2.2.1 การออกแบบโครงสร้าง

บริษัทกรณีสึกขามีพื้นที่จำกัดทำให้ความสูงไม่เกิน 300 เซนติเมตร และมีระยะทาง 30,550 เซนติเมตร

การคำนวณ แรงเสียดทาน

มุมเอียง ต่ำสุด β ของสายพานตามแรงโน้มถ่วง

ระยะห่างล้อลูกกลิ้ง (Pitch) = 40 mm

ความยาวทั้งหมดของรางลูกกลิ้ง 30.55 m = 30,550 cm

ลูกกลิ้งลำเลียงจำนวน $30,550 / 40 = 763$ ลูก

$$\begin{aligned} \text{ปริมาตรของวงล้อ 30 OD} &= \frac{\pi}{4} \times h \times (D_1^2 - D_2^2) \\ &= \frac{\pi}{4} \times 25 \times (30^2 - 29^2) \\ &= 1158.462291 \text{ mm}^3 = 1.158462291 \text{ cm}^3 \end{aligned} \quad (1)$$

น้ำหนักส่วนหมุนของความหนาแน่นของลูกกลิ้งพลาสติกโพลีโพรพิลีน \times ปริมาตร

$$= 7.54139 \text{ g/cm}^3 \times 1.158462291 \text{ cm}^3$$

$$= 8.737 \text{ g} = 0.008737 \text{ kg}$$

$$\tan \beta = (2k / D) + \left[\{1 + (wn' / G)\} \times (\mu d / D) \right] + \left\{ q \times (Z_0 n w v^2 / g L G) \right\} \quad (2)$$

กำหนดให้

k = สัมประสิทธิ์ความเสียดทานกลิ้ง (อลูมิเนียม - พลาสติกพีพี) เท่ากับ = 2 mm

D = เส้นผ่านศูนย์กลางลูกกลิ้ง เท่ากับ 30 mm

w = น้ำหนัก ของชิ้นส่วนหมุน เท่ากับ 8.737 g = 0.008737 kg

$n' = 16$ ลูก

วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยธนบุรี (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี) ปีที่ 2 ฉบับที่ 2 เดือนกรกฎาคม – ธันวาคม 2561

G = กำลังรับน้ำหนักรวม เท่ากับ 0.621 kg

μ = สัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน เท่ากับ 0.2

d = เส้นผ่านศูนย์กลางเพลลา เท่ากับ 3.5 mm

q = เป็นตัวประกอบของค่าระหว่าง 0.8 ถึง 0.9 เนื่องจากไม่ใช้มวลชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่ของลูกกลิ้งทั้งหมดที่อยู่บนเส้นรอบวงและไม่เคลื่อนด้วยความเร็ว $V = 1$ (สมมุติ)

Z_0 = จำนวนของภาระที่เคลื่อนที่ไปพร้อมกัน = 1

n = จำนวนลูกกลิ้งที่รองรับมีสองด้าน = $763 \times 2 = 1,526$ ลูก (ของจริง 1,510 ลูก)

v = ความเร็วเชิงเส้นของโหลต 0.2 m/s

g = เร่งโดยแรงโน้มถ่วง 9.81 m/s²

L = ความยาวทั้งหมด 30 m

จากสมการที่ (2) สามารถคำนวณดังนี้

$$\begin{aligned}\tan \beta &= (2k / D) + \left[\{1 + (wn' / G)\} \times (\mu d / D) \right] + \left\{ q \times (Z_0 n w v^2 / g L G) \right\} \\ &= (2 \times 2 / 30) + \left[\{1 + (0.008737 \times 16 / 0.621)\} \times (0.2 \times 3.5 / 30) \right] + \left\{ 1 \times (1 \times 1510 \times 0.008737 \times 0.2^2 / 9.81 \times 30 \times 0.61) \right\} \\ &= (0.13333) + [0.02858] + \{0.00294\}\end{aligned}$$

$$\tan \beta = 0.164755$$

$$\beta = \tan^{-1}(0.164755)$$

$$\beta = 9.35^\circ \approx 10^\circ$$

คำนวณความเร็วของล้อลูกกลิ้งได้ดังนี้

$$V = \frac{\pi D n}{60} \quad (3)$$

กำหนดให้ V = ความเร็วเชิงเส้น 0.2 m/s

D = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางล้อลูกกลิ้ง

n = ความเร็วเชิงมุม rpm

จากสมการที่ (3) สามารถคำนวณความเร็วเชิงมุมได้ดังนี้

$$\begin{aligned}\text{ความเร็วเชิงเส้น} \quad V &= \frac{\pi D n}{60} \\ n &= \frac{60 \times 0.2}{\pi \times 3.5} \\ &= 10.76 \text{ rpm}\end{aligned}$$

2.2.2 การคำนวณกระบอกนิวมติกส์ ในการยกน้ำหนัก

กระบอกนิวมติกส์ (\emptyset) Bove Size = 25 mm (0.025 m)

Fixture & Cover = 0.621 kg ชุด Support 4.291 kg (4.291 + 0.621) = 4.91 kg

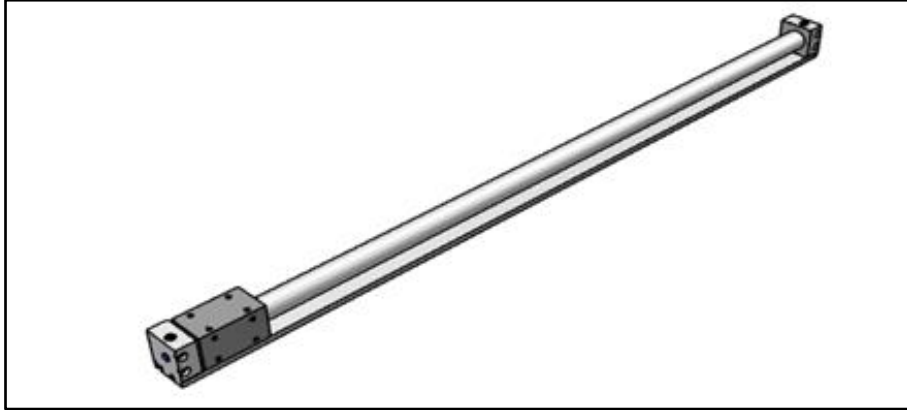
สามารถคำนวณค่าความดันของกระบอกสูบได้ ดังนี้

$$P = \frac{F}{A} = \frac{W}{A} = \frac{mg}{A} \quad (4)$$

วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยธนบุรี (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี) ปีที่ 2 ฉบับที่ 2 เดือนกรกฎาคม - ธันวาคม 2561
 จากสมการที่ 4 สามารถคำนวณหาค่าความดันของกระบอกสูบนิวเมติกส์ได้ดังนี้

$$= 4.91(9.81) / \pi \frac{d^2}{4} = 4.91(9.81) / \pi \frac{0.025^2}{4}$$

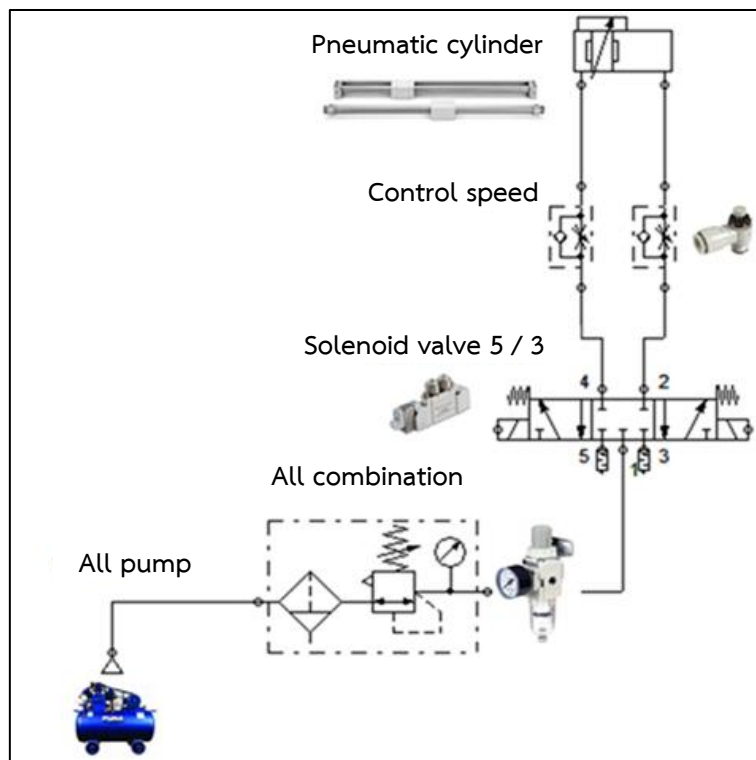
$$= 98125.21 N / m^2 = \frac{98125.21 \times 1}{1 \times 10^5} = 0.981 Pa$$



รูปที่ 3 กระบอกสูบนิวเมติกส์ที่ใช้คำนวณ (ผดุงศิลป์ พิทักษ์, 2018)

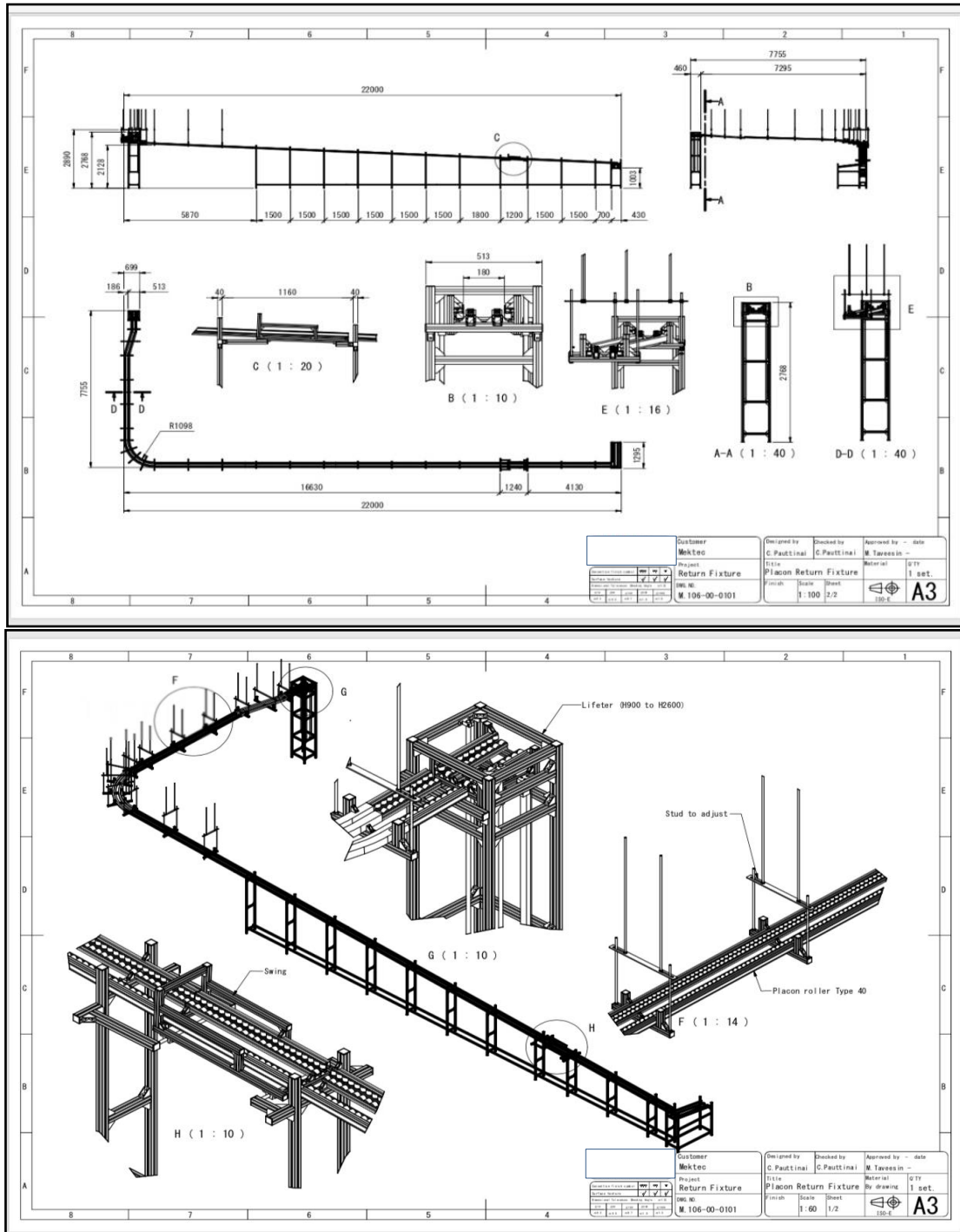
2.2.3 การออกแบบระบบวงจรการทำงานนิวเมติกส์

Pneumatic cylinder เป็นอุปกรณ์ในชุดการทำงานลูกกลิ้งลำเลียงตามแรงโน้มถ่วง



รูปที่ 4 อุปกรณ์การทำงานต่าง ๆ ของระบบนิวเมติกส์ (ผดุงศิลป์ พิทักษ์, 2018)

2.2.4 การออกแบบโครงสร้างระบบลูกกลิ้งลำเลียงตามแรงโน้มถ่วง



รูปที่ 5 แบบโครงสร้างโดยใช้โปรแกรม Auto CAD (ผดุงศิลป์ พิทักษ์, 2018)

2.3 รายการอุปกรณ์ และงบประมาณที่ใช้ในการปรับปรุงสายการผลิตโดยใช้ระบบลูกกลิ้งลำเลียงตามแรงโน้มถ่วง จากการออกแบบสามารถสรุปจำนวนอุปกรณ์ที่ใช้และงบประมาณที่ใช้ในการดำเนินการดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 รายการอุปกรณ์ และงบประมาณที่ใช้ในการติดตั้งระบบลูกกลิ้งตามแรงโน้มถ่วง

รายการที่	รายละเอียด	จำนวน	ราคาต่อหน่วย/ บาท
1	Ling Placon Roller Return fixture (ESD-Type) Size : W230xWf150xL*8.500*Ro500*25.600*1000x H2.100 To. 900 mm -Aluminum Structure : 30x30 SUS - Placon Roller : EF-2046C (Placon Type 40) ESD * มี line Placon 90 องศายาว 1 m *ที่ระยะความยาว *8500 * Ro 500**3600 mm แขนวนเพดานและ มี Cover ใต้ Line ที่ระยะความยาว *30.000 mm ตั้งพื้นไม่มี cover ใต้ Line	1.00	138,000
2	Line Placon Roller Lifter Return Fixture (ESD -Type) Size : W230x Wf150 xL500x H1 600 To 2100 mm -Aluminum Structure : 30x30 SUS -Placon Roller : Ef -20046C (Placon Type 40) ESD -Air Cylinder SMC Bore Size 25 Stroke 1500 mm Equipumnt -Acrylic Cove line 3	1.00	74,000
	ราคารวม	จำนวนเงิน ภาษี 7 % ทั้งหมด	212,000 .00 14,840.00 226,840.00

2.4 คำนวณระยะเวลาคืนทุน

สามารถคำนวณระยะเวลาคืนทุนของการลงทุนสร้างอุปกรณ์ลำเลียง ลูกกลิ้งตามแรงโน้มถ่วงได้ดังนี้

$$\text{จุดคุ้มทุน} = \frac{X_1}{X_2} \quad (5)$$

X_1 = ราคาติดตั้งรางลูกกลิ้งชุดลำเลียง 226,840 บาท

X_2 = ค่าแรงพนักงาน 1 คน 25,000 บาท / เดือน ทำงานแบบกะ 2 กะ = 50,000 บาท/เดือน

$$\text{จุดคุ้มทุน} = \frac{X_1}{X_2} = \frac{226,840 \text{ บาท}}{50,000 \text{ บาท/เดือน}} = 4.5 \text{ เดือน}$$

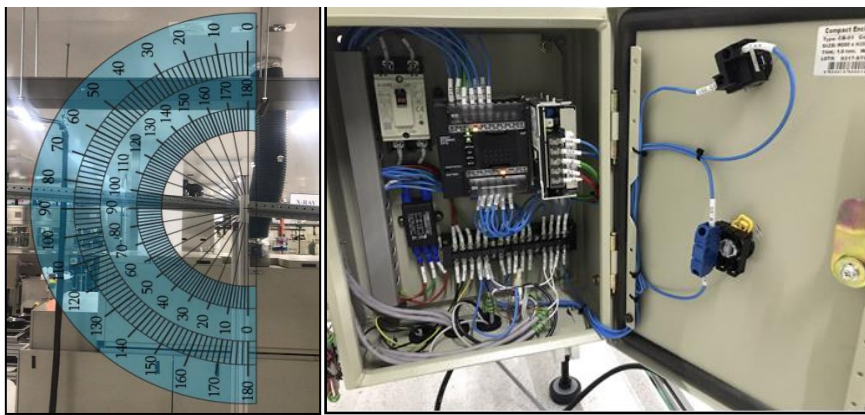
สรุป ดังนั้นการนำระบบลูกกลิ้งลำเลียงตามแรงโน้มถ่วงมาใช้แทนแรงงานคน จึงมีความคุ้มค่าน่าลงทุน

2.5 ขั้นตอนการสร้างระบบลูกกลิ้งตามแรงโน้มถ่วง



รูปที่ 6 การติดตั้งโครงสร้าง (ผดุงศิลป์ พิทักษ์, 2018)

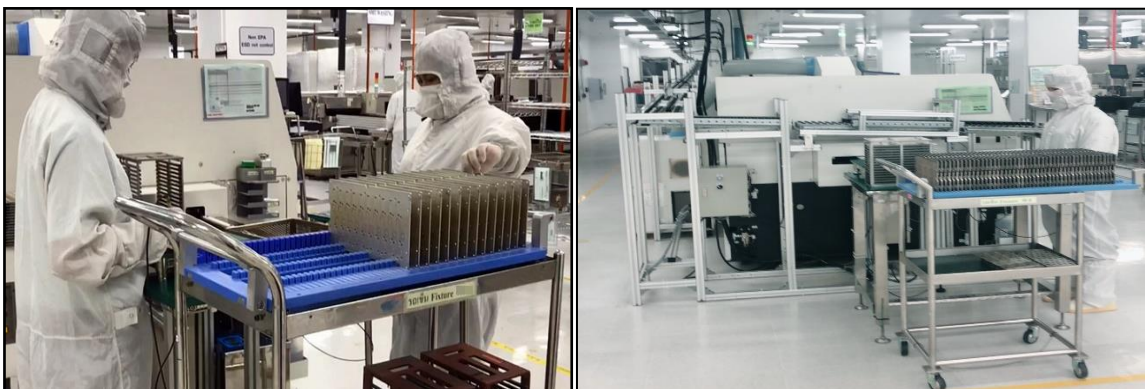
หมายเหตุ: ระยะเวลาคืนทุนของเครื่องจักรจะต้องน้อยกว่าอายุการใช้งานของเครื่องจักร (5 ปี)



รูปที่ 7 การปรับมุมโครงสร้างให้ได้ตามแบบ และการต่อชุดควบคุมระบบนิวเมติกส์ (ผดุงศิลป์ พิทักษ์, 2018)

3. การทดลอง

หลังจากการนำระบบลูกกลิ้งลำเลียงตามแรงโน้มถ่วงมาใช้ในขั้นตอนการส่งฟีกเจอร์มายังจุดเริ่มต้น พบว่าสามารถลดความเมื่อยล้าในการขนย้ายแล้ว ยังสามารถลดจำนวนพนักงาน 1 คน ในแต่ละกะการทำงานซึ่งสามารถแสดงดังรูปที่ 8 นอกจากนี้ได้ทดสอบระบบรางลูกกลิ้งตามแรงโน้มถ่วง เพื่อเปรียบเทียบเวลาก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงด้วยแผนภูมิการไหล พบว่ามีความแตกต่างจากเดิมใช้เวลา 3,650 วินาที (50.83 นาที) ลดลงเหลือ 2,450 วินาที (40.83 นาที) ดังตารางที่ 2



รูปที่ 8 ซ้ายกระบวนการผลิตก่อนปรับปรุงและขวาคือกระบวนการผลิตหลังปรับปรุง (ผดุงศิลป์ พิทักษ์, 2018)

วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยธนบุรี (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี) ปีที่ 2 ฉบับที่ 2 เดือนกรกฎาคม – ธันวาคม 2561

จากการเปรียบเทียบผลผลิตภาพ (Productivity) ของต้นทุนการจัดเรียงอุปกรณ์ฟีกเจอร์ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$\text{Productivity}_{(before)} = \frac{\text{Output}}{\text{Input}} = \frac{470 \text{ (แผ่น/วัน)}}{1,042 \times 2 \text{ (บาท/วัน)}} = 0.23 \text{ (แผ่น/บาท) หรือ } 4.44 \text{ (บาท/แผ่น)}$$

$$\text{Productivity}_{(after)} = \frac{\text{Output}}{\text{Input}} = \frac{480 \text{ (แผ่น/วัน)}}{1,042 \text{ (บาท/วัน)}} = 0.46 \text{ (แผ่น/บาท) หรือ } 2.17 \text{ (บาท/แผ่น)}$$

ผลจากการเปรียบเทียบผลผลิตภาพพบว่า สามารถเพิ่มผลผลิตภาพจาก 0.23 (แผ่น/บาท) เป็น 0.46 (แผ่น/บาท) หรือหากพิจารณาประเด็นของการลดต้นทุนพบว่า สามารถลดต้นทุนการจัดเรียงอุปกรณ์ฟีกเจอร์จาก 4.44 (บาท/แผ่น) เหลือเพียง 2.17 (บาท/แผ่น)

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง

คำอธิบาย	Qty	ระยะทาง (เมตร)	เวลา วินาที	สัญลักษณ์				เวลา วินาที	สัญลักษณ์				
	24												
1.พนักงาน Load job		0	60	●	→	□		60	●	→	□		
2.งานวิ่งเข้าเครื่องที่ 1 PANASONIC		1.5	30	●	→	□		30	●	→	□		
3. เครื่องที่ 1 วางตัวงาน/MC PANASONIC		1	30	●	→	□		30	●	→	□		
4. งานวิ่งเข้าเครื่อง MC Accessories		0.8	30	●	→	□		30	●	→	□		
5. เครื่องที่ 2 วางตัวงาน MC Accessories		1	60	●	→	□		60	●	→	□		
6. งานวิ่งเข้าเครื่องที่ MC3 NXT-FUJI-D		1.5	30	●	→	□		30	●	→	□		
7. งานวิ่งเข้าเครื่องที่ MC3 NXT-FUJI-D		1	50	●	→	□		50	●	→	□		
8. งานวิ่งเข้าเครื่องที่ 4 SMT BONDER		0.8	30	●	→	□		30	●	→	□		
9. เครื่องที่ 4 ทำงาน SMT BONDER		1	120	●	→	□		120	●	→	□		
10. งานวิ่งเข้าเครื่อง Reflow Heller 1812 EXL		0.8	30	●	→	□		30	●	→	□		
11. เครื่อง 5 ทำงาน Reflow Heller 1812 EXL		3.5	600	●	→	□		600	●	→	□		
12. ผ่าน Colling พัดลมระบายความร้อน		3	240	●	→	□		240	●	→	□		
13. รอกเครื่องที่ 5 ถัดงาน		0.8	120	●	→	□		120	●	→	□		
14. งานเข้าเครื่อง Azymite		0.8	30	●	→	□		30	●	→	□		
15. งานเข้าเครื่อง Azymite ทำงาน		1	120	●	→	□		120	●	→	□		
16. ตรวจสอบการฉีด Epoxy		0.8	120	●	→	□		120	●	→	□		
17. งานวิ่งเข้าเครื่องที่ 7 ทำงาน Reflow		0.8	30	●	→	□		30	●	→	□		
18. เครื่องที่ 7 ทำงาน Reflow อบ Epoxy		5	600	●	→	□		600	●	→	□		
19. ผ่าน Colling พัดลมระบายความร้อน		2	120	●	→	□		120	●	→	□		
20. รอส่ง Fixture กลับจุดเริ่มต้น		27.7	1200	●	→	□		0	●	→	□		
รวม		27.7	3650					2450					

4. สรุปผลการทดลองและอภิปราย

สำหรับการปรับปรุงประสิทธิภาพสายการผลิตกระบวนการผลิตแผงจอร์อิเล็กทรอนิกส์ สามารถลดความเมื่อยล้าจากการขนย้าย เวลารอคอย นอกจากนี้ยังสามารถลดจำนวนพนักงานได้ 1 คน โดยผลจากการเปรียบเทียบผลผลิตภาพพบว่าสามารถเพิ่มผลผลิตภาพจาก 0.23 (แผ่น/บาท) เป็น 0.46 (แผ่น/บาท) หรือหากพิจารณาประเด็นของการลดต้นทุนพบว่าสามารถลดต้นทุนการจัดเรียงอุปกรณ์ฟีกเจอร์จาก 4.44 (บาท/แผ่น) เหลือเพียง 2.17 (บาท/แผ่น) สำหรับองค์ความรู้ที่ได้จากการทำวิศวกรรมย้อนกลับ ควรนำไปใช้ในการออกแบบระบบลูกกลิ้งตามแรงโน้มถ่วงเพื่อใช้ในการลำเลียงสายการผลิตอื่น ๆ หรือใช้ในการขนย้ายชิ้นงานประเภทอื่น ๆ

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงเป็นอย่างดีด้วยความช่วยเหลือของว่าที่ร้อยตรีสรวิศิษฐ์ พันธุ์หงษ์ และนายธนายุทธ ทองเป่า รวมทั้่มมหาวิทยาลัยปทุมธานีที่ให้การสนับสนุนด้านสถานที่และงบประมาณในการค้นคว้าวิจัย

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] C. Kasemset, P. Pinmanee and P. Umarin, “Application of ECRS and Simulation Techniques in Bottleneck Identification and Improvement: A Paper Package Factory”, Proceedings of the Asia Pacific Industrial Engineering & Management Systems Conference 2014, October 2014.
- [2] K. Wajanawichakon¹ and C. Srimitee, “ECRS’s Principles for a Drinking Water Production Plant”, International Organization of Scientific Research (IOSR), Vol. 2(5), pp. 956-960, 2012.
- [3] D. Sindhuja, N. Mohandas Gandhi, P. Madhumathi, “Redesigning of Horn Assembly Line Using Ecrs Principles”, International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT) Volume 1, Issue 3, 2012.
- [4] C. Kasemset, C. Boonmee and P. Khuntaporn, “Application of MFCA and ECRS in Waste Reduction: A Case Study of Electronic Parts Factory”, Proceedings of the 2016 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management 2016, March, 2016.
- [5] S. Shekhor Mondol, “Gravity Roller Conveyor Design”, Department of mechanical Engineering heritage Institute of Technology.[https:// www.tesemchgatc.net/Publication/ 317032679](https://www.tesemchgatc.net/Publication/317032679), pp. 1-12, 2017.
- [6] D.K. Nannaware, R.R. Kharde, “Design and Optimization of Roller Conveyor System”, International Journal of Scientific & Engineering Research, Volume 5, Issue 7.
- [7] D. G. Barai, S.S. Shete, and L.P. Raut, “Design and Development of a Component by Reverse Engineering”, International Journal of Research in Engineering and Technology, Volume 4, Issue 5, pp. 539-546, 2015.
- [8] The value of k, rolling friction factor, is taken 0.0012m from this webpage:
http://www.roymech.co.uk/Useful_Tables/Tribology/co_of_frict.htm
- [9] Kinetic coefficient of friction, μ , is taken to be 0.5: <http://www.tribologyabc.com/abc/cof.htm>