

การจัดสมดุลสายการผลิตกระบวนการประกอบโครงอลูมิเนียม

กรณีศึกษา: บริษัทตัวอย่าง

A Line Balancing of the Aluminium Frame Assembly Processes

Case Study: A Sample Company

วรินทร์ เกียรตินุกูล*

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

E-mail: kwarin@mut.ac.th, warin_keaitnukul@hotmail.com*

Warin Keaitnukul *

Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Mahanakorn University

E-mail: kwarin@mut.ac.th, warin_keaitnukul@hotmail.com *

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดสมดุลสายการผลิตโครงอลูมิเนียมในบริษัทกรณีศึกษา(บริษัทตัวอย่าง) เพื่อให้สามารถส่งสินค้าให้ลูกค้าได้ทันตามกำหนด จากการวิเคราะห์สาเหตุด้วยผังก้างปลา พบว่าอุปกรณ์จับยึดในสถานีงาน CNC (สถานีงานที่ 3) ไม่เหมาะสมทำให้ใช้เวลาปรับตั้งเครื่องนาน และ การคัดแยกที่ใช้เวลานานในกระบวนการประกอบ ด้วยเหตุนี้การออกแบบตัวจับยึดใหม่ที่เหมาะสมจะช่วยลดเวลาการทำงานในกระบวนการ CNC นอกจากนี้ได้ทำการออกแบบรถเข็นช่วยลำเลียงและคัดแยกประเภทโครงอลูมิเนียมแต่ละชนิด ช่วยให้การดำเนินงานในกระบวนการลดความล่าช้าลง โดยนำแนวคิดจากหลักการ ECRS เพื่อช่วยลดเวลาสูญเสียในการทำงาน ส่งผลให้เวลาในกระบวนการผลิตมีความสมดุลมากขึ้น และเวลาในการผลิตต่ำกว่า อัตราความต้องการของลูกค้า หลังปรับปรุง พบว่าจำนวนสถานีงานลดลง จาก 6 เหลือ 4 สถานีงาน ประสิทธิภาพสายการผลิตเพิ่มขึ้นจาก 46.45% เป็น 84.38% ความแปรปรวนของภาระงานลดลง จาก 235.23 นาที เหลือ 41.72 นาที ลดลง 82.26% ความเท่าเทียมกันในการกระจายงานลดลงจาก 70.17 เป็น 16.08

คำหลัก: การจัดสมดุลสายการผลิต, การวิเคราะห์สาเหตุด้วยผังก้างปลา, หลักการ ECRS

Abstract

The objective of this research is to balance the assembly line of aluminium structure for the case study company (A Sample Company) in order to be able to produce on time as customers' demand. In this study, the findings revealed that the reasons of the delay causing from the holders of CNC workstation (station 3) were not in good condition, these holders took time for setting as well as the assembly workstation took time to sort out the spare parts before assembling. For these reasons, the improvement of this process had been performed by designing new holders of aluminium wire in order to decrease the time in CNC process. Moreover, the trolley had been designed in order to sort out aluminium wire in the assembly process, then transferring into assembly workstation as well as balance of production line was designed in order to reduce bottleneck problem of CNC station and assembly workstation. In addition, ECRS principle was designed in order to decrease unnecessary working process. The results of improvement show that number of work station was reduced from 6 to 4 stations, line efficiency increased from 46.45% to 84.38%, the variance of duty was

decreased from 235.23 minutes to 41.72 minutes, the equivalence of distribution of duty was reduced from 70.17 to 16.08.

Keywords: Line Balancing, Cause and Effect Analysis by fish bone Diagram

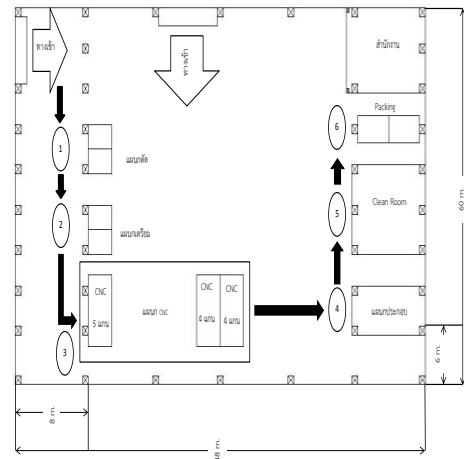
1. บทนำ

บริษัทตัวอย่าง เป็นบริษัทผู้ผลิตโครงอลูมิเนียมสำหรับอาคารสูง มีกระบวนการในการประกอบโครงอลูมิเนียม เริ่มจากการนำเส้นอลูมิเนียมมาเตรียมเพื่อเข้าสู่กระบวนการทำงาน โดยผ่านกระบวนการตัดการบาก และเข้าสู่กระบวนการ CNC เพื่อเจาะเส้นอลูมิเนียมตามแบบ จากนั้นจะเข้าสู่กระบวนการประกอบ ซึ่งเป็นกระบวนการที่ซับซ้อนและต้องใช้ความแม่นยำ เพราะลายของเส้นอลูมิเนียมมีความหลากหลาย ทำให้เกิดการผิดพลาดในการหยิบประกอบได้ง่าย จากนั้นส่งต่อไปที่กระบวนการประกอบกระจกและยิงซิลิโคน (silicone) ยึดกระจกติดกับโครงอลูมิเนียม แล้วนำไปทำการบรรจุชิ้นงานเตรียมส่งไปติดตั้งให้กับลูกค้า โดยขั้นตอนกระบวนการประกอบแสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ขั้นตอนการประกอบโครงอลูมิเนียมสำหรับอาคารสูง

แผนภูมิการไหล (Flow Diagram) ของกระบวนการประกอบโครงอลูมิเนียมแสดงดัง รูปที่ 2



รูปที่ 2. แผนภูมิการไหล (Flow Diagram) ของกระบวนการ

จากการศึกษาและเก็บข้อมูลในส่วนของสายการประกอบบริษัทกรณีศึกษา พบปัญหาด้านสมดุลการผลิต เนื่องจาก

สถานที่ 3 พนักงานใช้อุปกรณ์ในการทำงานที่ไม่เหมาะสมจึงทำให้เกิดความล่าช้า

สถานที่ 4 ซึ่งมีเส้นอลูมิเนียมที่แตกต่างกันที่ใช้ในการประกอบจึงต้องมีการคัดแยกเส้นอลูมิเนียม จึงเกิดความล่าช้าและการจัดตำแหน่งงานไม่เหมาะสม จึงทำการปรับปรุงเพื่อลดเวลาในสถานีดังกล่าวทำการแก้ไขโดย การออกแบบอุปกรณ์จับยึด และออกแบบเบรตเงิน โดยมีแนวคิดจากหลักการ ECRS เพื่อช่วยลดเวลาการทำงานในกระบวนการ ส่งผลให้เวลาในกระบวนการผลิตมีความสมดุลมากขึ้น และเวลาในการผลิตต่ำกว่า อัตราความต้องการของลูกค้า (Takt Time)

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การศึกษาเวลา (Time Study) [1] [2]

การหาเวลาที่เป็นมาตรฐานในการทำงานใช้ในการวัดผลงานเป็นเวลาที่ทำงานได้ โดยที่ผลของการศึกษาเวลา คือ การได้เวลามาตรฐาน (Standard Time) หมายถึง ค่าเวลาของงานโดยพนักงานซึ่งได้รับการฝึกฝนงานนั้นมาเป็นอย่างดี ทำงานนั้นภายใต้

เงื่อนไขการทำงานปกติด้วยอัตราความเร็วมาตรฐาน การศึกษาเวลาแบ่งออกเป็น 2 ประเภท

1. การศึกษาเวลาโดยตรง (Direct Time Study) คือ การศึกษาเวลาที่ใช้การจับเวลาพนักงานที่มีการเลือกไว้แล้ว มาทำการจับเวลาโดยนาฬิกาจับเวลา ทั้งนี้ต้องมีการคำนวณจำนวนครั้งในการจับเวลา แล้วจึงนำมาหาเวลาทำงานปกติ (Normal Time) และ เวลามาตรฐานต่อไป

2. การสุ่มงาน (Sampling) เป็นการศึกษาเวลาเพื่อให้ได้เวลามาตรฐานจากการสุ่มจับเวลาการทำงานจริงของพนักงานในสายการผลิตนั้นๆ

สมการหาเวลามาตรฐานแสดงดังสมการที่ 1.

$$\text{Std.Time} = \text{NT} + (\text{ } \times \text{NT}) \quad (1)$$

โดยที่ Std.Time (Std.T.) = เวลามาตรฐาน

Normal Time (NT) = เวลาปกติ

%AF = %ค่าเผื่อต่างๆ

2.2 แผนภูมิการไหล (Flow process Charts)

แผนภูมิแสดงการไหลเป็นแผนภูมิชนิดหนึ่งที่มีการใช้มากที่สุด แผนภูมินี้ใช้วิเคราะห์ขั้นตอนการไหล(Flow) ของวัตถุดิบ ชิ้นส่วน พนักงาน และอุปกรณ์ ที่เคลื่อนไปในกระบวนการพร้อมกับกิจกรรมต่างๆ ที่เกิดขึ้น โดยแสดงเป็นสัญลักษณ์ และคำบรรยายประกอบลงในแผนภูมิมาตรฐาน

2.3 แผนผังก้างปลา

แผนผังก้างปลา หรือ แผนผังสาเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) แผนผังสาเหตุและผล เป็นแผนผังที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหา กับสาเหตุทั้งหมดที่เป็นไปได้ที่อาจก่อให้เกิดปัญหานั้น

2.4 การจัดสมดุลสายการผลิต

เทคนิคที่ใช้ในการวางผังผลิตภัณฑ์ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อลดเวลาว่างลงไปได้ สามารถทำได้โดยใช้เทคนิคการจัดสมดุลสายการผลิต ซึ่งเป็นเทคนิคที่เกี่ยวข้องกับการเลือกรวมงานเข้าด้วยกัน เพื่อให้สามารถปฏิบัติงานที่แต่ละสถานีได้ ดังนั้นงานเหล่านี้จะถูกทำตามสถานีต่างๆ ตามความเหมาะสม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ใช้แรงงาน และอุปกรณ์ต่างๆต่ำที่สุด หรืออาจกล่าวได้ว่าวัตถุประสงค์ คือ ทำให้จำนวนสถานีทำงาน หรือคนงานต่ำสุด ตามรอบเวลาการผลิตที่กำหนดให้ ทำให้รอบเวลาการผลิตต่ำสุด

หลักของการจัดสมดุลสายการผลิตมีดังนี้

1. กลุ่มงานย่อยให้เป็นสถานีทำงาน (Work Station)
2. พยายามทำให้เวลาสถานีทำงานนั้นเท่ากันหรือใกล้เคียงกันมากที่สุด
3. ดำเนินถึงข้อจำกัดในด้านของลำดับก่อนหลังของงานย่อย (Precedence)
4. สามารถผลิตได้ตามเป้าหมายตามรอบเวลา (Cycle Time)

รอบเวลาการทำงาน (Cycle Time) หมายถึง เวลาที่จะมีผลผลิตออกมาจากสายการผลิต 1 ชิ้น

$$\text{ผลผลิต} = \frac{\text{เวลาในการทำงานต่อวัน}}{\text{รอบเวลาการทำงาน}} \quad (2)$$

ดังนั้นถ้าทราบถึงผลผลิตที่ต้องการต่อวันก็จะสามารถหารอบเวลาเป้าหมายในการจัดสมดุลสายการผลิต

$$\text{รอบเวลาเป้าหมาย} = \frac{\text{เวลาในการทำงานต่อวัน}}{\text{ผลผลิตที่ต้องการต่อวัน}} \quad (3)$$

หมายความว่า จะต้องทำการจัดสมดุลสายการผลิต หรือจัดสถานีงาน โดยให้เวลารวมของงานย่อยที่จะจัดสถานีงานมีค่าไม่เกินรอบเวลา

อัตราความต้องการของลูกค้า (Takt Time)

$$= \frac{\text{เวลาทั้งหมดที่ทำงานต่อเดือน}}{\text{ความต้องการของลูกค้าต่อเดือน}} \quad (4)$$

อัตราความต้องการของลูกค้า จะเป็นตัวกำหนดเวลาที่ใช้ในการผลิตสินค้าซึ่งเป็นความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ทำงาน และความต้องการของลูกค้า

2.5 การลดความสูญเสีย ด้วยหลักการ ECRS [3]

ความสูญเสีย 7 ประการเป็นสิ่งที่ไม่มีควมจำเป็น และไม่ได้ก่อให้เกิดประโยชน์แก่บริษัท ดังนั้นทุกบริษัทจะทำการลดความสูญเสียเหล่านั้นลง การลดความสูญเสีย นอกจากจะเป็นการปรับปรุงการผลิต และสามารถเพิ่มผลผลิตแล้ว ยังเป็นการลดต้นทุนที่เกิดขึ้นในบริษัทอีกด้วย หลักการ ECRS เป็นหลักการที่ประกอบด้วย การกำจัด (Eliminate) การรวมกัน (Combine) การจัดใหม่ (Rearrange) และการทำให้ง่าย (Simplify) ซึ่งเป็นหลักการง่าย ๆ ที่สามารถใช้ใน

การเริ่มต้นลดความสูญเปล่า หรือ MUDA ลงได้เป็นอย่างดี

2.6 ตัวชี้วัดประสิทธิภาพของสมดุลสายการผลิต

การจัดสมดุลสายการผลิตมีตัวชี้วัดประสิทธิภาพที่สำคัญ เช่น ประสิทธิภาพสายงานการผลิต (Efficiency of line) ความแปรปรวนของภาระงานและความเท่าเทียมกันในการกระจายงาน (Smoothness Index) ดังสมการที่ (5) (6) และ (7) ตามลำดับ สมการประสิทธิภาพความสมดุล

$$E = \frac{\sum_{i=1}^N T_i \times 100}{N \times C} \quad (5)$$

โดยที่ E คือ ประสิทธิภาพสายงานการผลิต (Efficiency of line)

C คือ รอบเวลาการทำงาน (Cycle Time)

N คือ จำนวนสถานีงาน (Number of worker)

T_i คือ เวลาทำงานของแต่ละสถานี i

$$WV = \frac{\sum_{i=1}^n (T_i \times (\frac{W}{n}))^2}{n} \quad (6)$$

โดยที่ WV = ความแปรปรวนของภาระงาน

n = จำนวนสถานีงานที่น้อยที่สุด
เป็นจำนวนเต็ม

W = เวลารวมทั้งกระบวนการ (Total Processing Time)

T_i = เวลาทำงานของแต่ละสถานี i

Smoothness Index เป็นตัวชี้วัดความเท่าเทียมกันในการกระจายงานให้กับสถานีต่าง ๆ

$$SX = \sqrt{\sum_{i=1}^n (C_t - T_i)^2} \quad (7)$$

โดยที่ SX = ดัชนีความเท่าเทียมกันในการกระจายงาน (Smoothness Index)

C_t = รอบเวลาการทำงาน (Cycle Time)

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การจัดสมดุลสายการผลิต เป็นเทคนิคการจัดกระบวนการทำงานให้สามารถทำการผลิตสินค้าส่ง

ให้กับลูกค้าได้ทันเวลา โดยมักจะไม่ทำการจัดสมดุลสายการผลิตในทันที เช่น งานวิจัย [4] ทำการลดรอบเวลาการผลิตชิ้นส่วนบ้านสำเร็จรูปคอนกรีต โดยดำเนินการวิเคราะห์หัตถ์รายการผลิต และขั้นตอนการผลิตที่ทำให้เกิดความล่าช้า ด้วยวิธีการศึกษาการทำงาน ก่อนจะปรับสมดุลสายการผลิต งานวิจัย[5]ทำการลดเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักร และเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานก่อน โดยกรณีศึกษาเป็นโรงงานผลิตกล่องกระดาษโดยใช้เทคนิค การปรับตั้งเครื่องจักรภายในเลขหลักเดียว Single-Minute Exchange of Die (SMED) ร่วมกับแนวทาง ECRS ช่วยลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักร นอกจากนี้ยังมีงานวิจัย [6] [7] [8] ที่บริษัทประสบปัญหาส่งสินค้าให้กับลูกค้าไม่ทันตามกำหนด เนื่องจากกระบวนการทำงานไม่เหมาะสม เกิดกระบวนการที่เป็นคอขวดและขาดอุปกรณ์ช่วยในการทำงานที่เหมาะสม งานวิจัย [6] ได้ทำการปรับปรุงขั้นตอนการติดแอนดรอยด์ เวสเตอร์และสร้างแบบจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรมอารีนา ช่วยการจำลองเพื่อหาแนวทางการทำงานที่ดีที่สุด งานวิจัย [8] ทำการปรับปรุงกระบวนการประกอบชุดจ๊อบยัดที่นั่งของรถยนต์ โดยการออกแบบอุปกรณ์ยัด ผลการวิจัย พบว่าสามารถลดรอบเวลาการผลิตไม่ให้เกิดจังหวะความต้องการของลูกค้า ประสิทธิภาพสายการผลิตสูงขึ้น

3. การดำเนินการปรับสมดุลสายการผลิต

3.1 ศึกษาข้อมูลด้านเวลา และเวลามาตรฐาน

3.1.1 การคำนวณหาค่าเวลาเฉลี่ย และ

รอบการจับเวลาที่เหมาะสมในขั้นตอนย่อยแสดงดังตารางที่ 3.1 และเวลามาตรฐาน ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 1. บันทึกเวลาการประกอบโครงอลูมิเนียม

สถานีงาน	ลำดับ	งานย่อย	เวลาโดย(นาท)					รวม (นาท)	ค่าเฉลี่ย (X)	พิสัย (R)	R/X	n
หน่วยตัด	1	ย้ายเครื่องตัด	2.34	2.40	2.28	2.46	2.22	22.94	2.29	0.30	0.13	3
	2	นำชิ้นอลูมิเนียมขึ้นคัต	2.16	2.40	2.24	2.28	2.16	24.73	2.47	0.09	0.03	2
	3	ส่งชิ้นอลูมิเนียมไปสถานีงานต่อไป	2.46	2.48	2.46	2.49	2.45	10.46	1.04	0.06	0.05	2
หน่วยบาก	4	นำชิ้นอลูมิเนียมเตรียมบาก	1.08	1.03	1.02	1.04	1.08	33.09	3.30	0.06	0.01	2
	5	นำชิ้นอลูมิเนียมขึ้นบาก	3.28	3.31	3.29	3.33	3.34	20.46	2.04	0.09	0.04	2
	6	ส่งชิ้นอลูมิเนียมไปสถานีงานต่อไป	3.29	3.30	3.34	3.32	3.29	11.23	1.12	0.04	0.03	2
หน่วย CNC	7	จัดชิ้นอลูมิเนียม	2.10	2.02	2.04	2.06	2.06	59.70	5.97	1.40	0.23	10
	8	นำชิ้นอลูมิเนียมเข้าเครื่อง CNC	2.01	2.02	2.04	2.01	2.10	11.56	1.15	0.03	0.02	2
	9	พริกรูตามเครื่อง CNC ให้ทำงาน	1.14	1.13	1.10	1.12	1.14	312.33	31.23	0.15	0	2
	10	นำชิ้นอลูมิเนียมที่เสร็จออกไปขึ้น	1.11	1.10	1.14	1.12	1.13	1.79	0.17	0.04	0.23	10

สถานีงาน	ลำดับ	งานย่อย	เวลาโดย(นาท)					รวม (นาท)	ค่าเฉลี่ย (X)	พิสัย (R)	R/X	n
หน่วยประกอบ	11	พริกรูตามเส้นอลูมิเนียมที่เชื่อมจากหน่วย CNC ขาวาว	3.45	3.20	3.25	3.17	3.34	32.47	3.24	0.34	0.10	2
	12	ทำการประกอบเส้นอลูมิเนียม	3.11	3.13	3.12	3.32	3.38	267.71	26.77	1.40	0.05	2
	13	เตรียมจะประกอบชิ้นเข้าโครงอลูมิเนียม	26.10	27.20	27.50	26.45	26.50	19.98	1.98	0.49	0.24	10
	14	ส่งกระดาษและโครงอลูมิเนียมไปห้องทำความสะอาด	2.07	2.00	2.03	2.01	2.02	0.12	0.11	0.12	0.13	0.11
หน่วยทำความสะอาด	15	ย้ายโครงอลูมิเนียมขึ้นโต๊ะ	0.12	0.11	0.12	0.13	0.11	0.11	0.11	0.02	0.18	6
	16	ทำความสะอาด	0.11	0.12	0.11	0.13	0.12	56.96	5.69	1.20	0.21	8
	17	ใช้การวัด (micrometer) ตรวจสอบชิ้นโครงอลูมิเนียม	5.45	5.43	5.43	5.56	5.30	103.48	10.34	0.35	0.03	2
	18	ส่งโครงสำเร็จรูปไปหน่วย Packing	10.20	10.32	10.21	10.20	10.33	1.1	0.11	0.02	0.18	6
หน่วย Packing	19	บรรจุโครงอลูมิเนียมเตรียมส่ง	0.10	0.11	0.12	0.12	0.11	56.52	5.65	1.34	0.23	10
			5.24	6.58	5.33	5.51	5.30					

ตารางที่ 2. เวลามาตรฐานการทำงานกระบวนการประกอบโครงอลูมิเนียมสำหรับอาคารสูง

งานย่อย	เวลาเฉลี่ย (นาท)	ค่าปรับความเร็ว	เวลาปกติ (นาท)	ค่าเผื่อเวลาลดหย่อน	เวลามาตรฐาน (นาท)
1. หน่วยตัด	5.8	1.11	6.48	1.15	7.40
2. หน่วยบาก	6.46	1.05	6.78	1.15	7.80
3. หน่วย CNC	38.52	1.02	39.29	1.15	45.18
4. หน่วยประกอบ	32.10	1.02	32.74	1.15	37.65
5. ทำความสะอาด	16.21	1.11	17.99	1.15	20.68
6. หน่วย Packing	5.65	1.11	6.27	1.15	7.21

3.2 การคำนวณอัตราความต้องการของลูกค้า

อัตราความต้องการของลูกค้า (Takt Time)

$$= \frac{\text{เวลาผลิตที่มีอยู่ทั้งหมด/หน่วยเวลา}}{\text{อัตราการผลิตที่ต้องการ/หน่วยเวลา}} \quad (8)$$

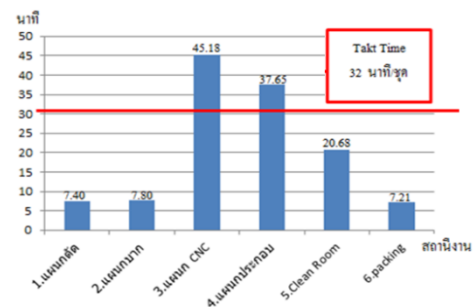
- เวลาที่ใช้ในการผลิตต่อหนึ่งวัน = 8 ชั่วโมง

- ปริมาณความต้องการของลูกค้าในหนึ่งวัน=15ชิ้น

ดังนั้น อัตราความต้องการของลูกค้า (Takt Time)

$$= \frac{8 \times 60}{15} = 32 \text{ นาทีต่อชุด}$$

ทำการเปรียบเทียบเวลามาตรฐานในการทำงานกับอัตราความต้องการของลูกค้าดังรูปที่ 3. พบว่าสถานีงานที่ 3 และ สถานีงานที่ 4 มีเวลามาตรฐานสูงกว่าอัตราความต้องการของลูกค้า จึงทำการปรับปรุงเพื่อลดเวลาในสถานีงานดังกล่าว



รูปที่ 3. กราฟเปรียบเทียบเวลามาตรฐานในการทำงานกับอัตราความต้องการของลูกค้า (ก่อนปรับปรุง)

จำนวนสถานีงานที่น้อยที่สุดตามทฤษฎี

$$\text{จำนวนสถานีงาน} = \frac{\text{เวลาผลิตรวมต่อหนึ่งหน่วย}}{\text{รอบเวลาผลิต}} \quad (9)$$

จำนวนสถานีงานที่น้อยที่สุด = 125.92 / 32

$$= 3.94 \text{ สถานีงาน} \approx 4 \text{ สถานีงาน}$$

คำนวณประสิทธิภาพสายการผลิต จากสมการที่ 5.

$$\text{ประสิทธิภาพการผลิต} = \frac{125.92}{(45.18 \times 6)} \times 100 = 46.45\%$$

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของภาระงานและความเท่าเทียมกันในการกระจายงานให้กับสถานี เพื่อพิจารณาความสม่ำเสมอและความแปรปรวนของงานในแต่ละสถานีแสดงข้อมูลดังตารางที่ 3. และ 4

ตารางที่ 3. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของภาระงาน (ก่อนปรับปรุง)

สถานี	เวลาทำงาน (T_i)	$(T_i - \frac{W}{n})^2$	ความแปรปรวนของภาระงาน (WV)
1	7.40	184.41	235.23
2	7.80	173.71	
3	45.18	585.64	
4	37.65	277.89	
5	20.68	0.09	
6	7.21	189.61	

ตารางที่ 4. การวิเคราะห์ความเท่าเทียมกันในการกระจายงานให้กับสถานีงาน (ก่อนปรับปรุง)

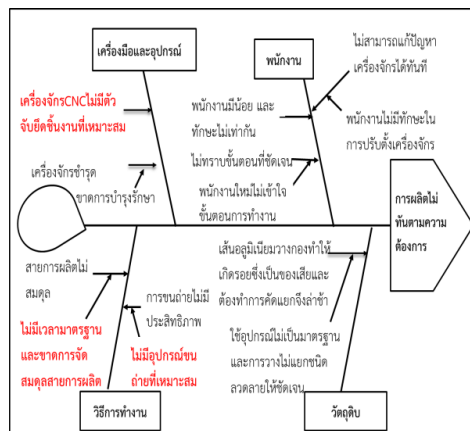
สถานี	เวลาทำงาน (T_i)	$(C_t - T_i)^2$	ความเท่าเทียมในการกระจายงาน (SX)
1	7.40	1427.33	70.17
2	7.80	1397.26	
3	45.18	0	
4	37.65	56.70	
5	20.68	600.25	
6	7.21	1441.72	

3.3 การวิเคราะห์สาเหตุ

จากการศึกษาและเก็บข้อมูลในส่วนของสายการประกอบโครงอลูมิเนียมของบริษัทกรณีศึกษา ประสบปัญหาด้านสมดุลสายการผลิต เนื่องจาก

สถานีที่ 3 พนักงานใช้อุปกรณ์ในการทำงานที่ไม่เหมาะสมจึงทำให้เกิดความล่าช้า

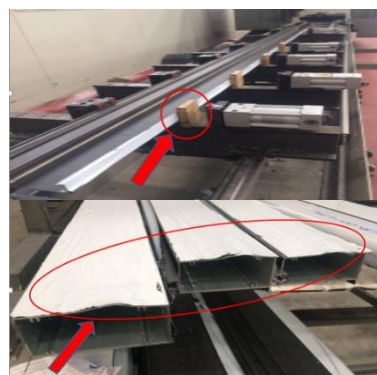
สถานีที่ 4 ซึ่งมีเส้นลูนีเนียมที่แตกต่างกันที่ใช้ในการประกอบจึงต้องมีการคัดแยกเส้นลูนีเนียม จึงเกิดความล่าช้าและการจัดตำแหน่งงานไม่เหมาะสม โดยการวิเคราะห์สาเหตุของความล่าช้าสามารถแสดงในแผนภูมิแกงปลา ดังรูป 4.



รูปที่ 4. การวิเคราะห์สาเหตุของความล่าช้าด้วยแผนภูมิแกงปลา

โดยสามารถแยกปัญหาและสาเหตุของปัญหาแต่ละสถานีงานได้ดังนี้

ปัญหาที่ 1 ที่เกิดขึ้นในสถานีที่ 3 ในส่วนของเครื่อง CNC : การจับยึดชิ้นงานโดยการใช้อุปกรณ์จับยึดชั่วคราว ที่ไม่เหมาะสมทำให้ชิ้นงานหลุดจากรางเครื่อง CNC ระหว่างการทำงานเพราะการจับยึดไม่แน่น แสดงดังรูปที่ 5. และปัญหาตัวจับยึดชิ้นงานจับชิ้นงานไม่แน่นมีโอกาสที่จะทำให้เส้นลูนีเนียมที่หลุดจากรางเครื่อง CNC กระแทกโดนอุปกรณ์ที่ปฏิบัติงานเกิดความเสียหาย



รูปที่ 5. อุปกรณ์จับยึดชั่วคราวและความเสียหายจากการกระแทก

ปัญหาที่ 2 เกิดขึ้นในสถานีที่ 4 ไม่มีการคัดแยกเส้นลูนีเนียมที่เหมาะสม เนื่องจากเส้นลูนีเนียมที่กองรวมกันโดยไม่มีการคัดแยก แต่ละเส้นมีความแตกต่างของรูปแบบ ทำให้เกิดปัญหาการนำเส้นลูนีเนียมไปใช้ในการประกอบผิด แสดงดังรูปที่ 6.



รูปที่ 6. การคัดแยกเส้นโครงอลูมิเนียมที่ไม่เหมาะสม

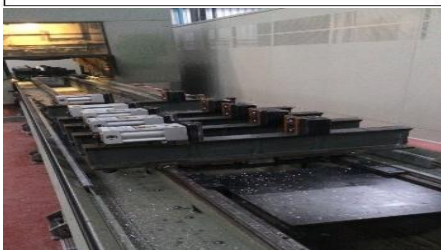
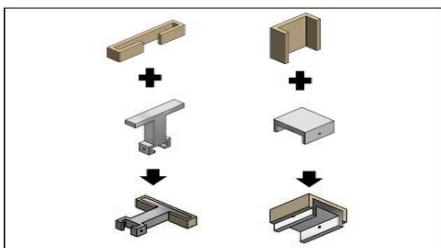
3.4 กระบวนการปรับปรุงการทำงาน

ทำการออกแบบอุปกรณ์จับยึด และออกแบบรถเข็น โดยมีแนวคิดจากหลักการ ECRS เพื่อช่วยลดเวลาการทำงานในกระบวนการดังนี้

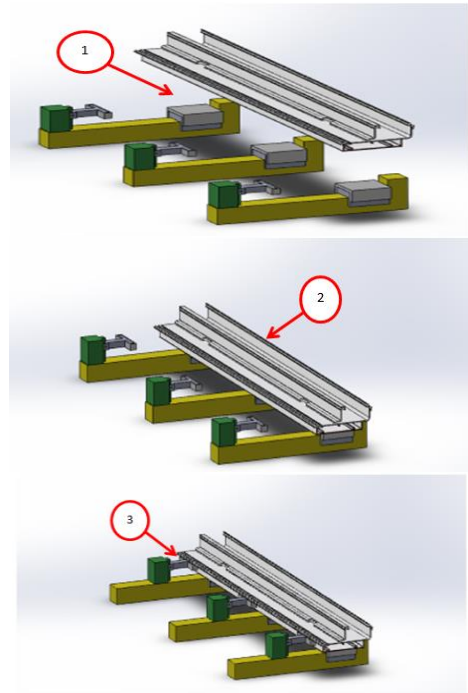
Eliminate = ขจัดขั้นตอนในการทำงานที่ไม่จำเป็น เช่น การเดินไปหยิบเส้นอลูมิเนียมในระยะไกล ควรมีรถเข็นใส่เส้นอลูมิเนียมเพื่อนำมาประกอบ

Simplify = การทำงานให้ง่ายขึ้น เช่น การออกแบบรถเข็นใส่ชิ้นงาน และการทำ Fixture ในการจับยึดชิ้นงาน

การออกแบบ Fixture จับยึดชิ้นงาน โดยการติดตั้งตัวรองและตัวจับยึดเส้นอลูมิเนียมและลักษณะการวางของชิ้นงาน มีชิ้นส่วนประกอบหลัก 2 ส่วน แสดงดังรูปที่ 7. และอธิบายการใช้งาน Fixture จับยึดชิ้นงาน ดังรูปที่ 8.



รูปที่ 7. ชิ้นส่วนประกอบ Fixture จับยึดชิ้นงาน



รูปที่ 8. การใช้งาน Fixture จับยึดชิ้นงาน

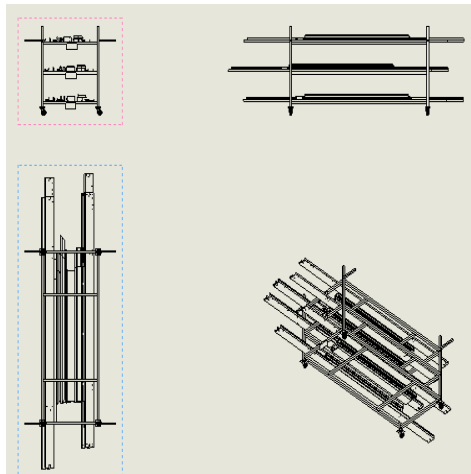
หมายเลข 1 เป็นการติดตั้งตัวรองเพื่อปรับความสูงเส้นอลูมิเนียม จะติดตั้งไว้กับรางของเครื่อง CNC

หมายเลข 2 การวางเส้นอลูมิเนียมเตรียมเข้าเครื่อง CNC จะวางไว้บนตัวรองเส้นอลูมิเนียมเพื่อปรับความสูงให้ง่ายต่อการจับยึด

หมายเลข 3 การทำงานของตัวจับยึดชิ้นงาน ตัวจับยึดจะติดตั้งอยู่กับกระบอกลูกสูบโดยการดันเข้าไปจับชิ้นงานให้มีความแน่นมากขึ้นเพื่อให้ชิ้นงานหลุดระหว่างการทำงาน

การออกแบบรถเข็น เพื่อช่วยแก้ไขปัญหาการคัดแยกเส้นอลูมิเนียมในสถานีงานที่ 4 โดยออกแบบให้รถเข็นมีการแบ่งชั้นวาง เพื่อสะดวกต่อการคัดแยกอลูมิเนียมที่นำมาประกอบในสถานีประกอบ โดยเส้นอลูมิเนียมจะถูกจัดเป็นชุด 1 ชุดจะประกอบไปด้วยเส้นอลูมิเนียมทั้งหมด 6 เส้นมีรูปแบบที่แตกต่างกัน ถ้าไม่มีการคัดแยกก่อนส่งเข้าไปยังสถานีประกอบ จะทำให้การประกอบใช้เวลาในการทำงานนานเนื่องจากพนักงานจะเกิดความสับสนในการค้นหาวัดดูติบ เพราะรูปร่างของโครงอลูมิเนียมแต่ละเส้นจะมีรูปร่างไม่เหมือนกัน ดังนั้นหากสามารถแยกเป็นชุดแล้วใส่มา

ในรถเข็น ชุดละ 1 คัน จะช่วยลดระยะเวลาการทำงาน
ของแผนกประกอบลงได้เป็นอย่างมาก โดยรูปร่าง
รถเข็นที่ทำการออกแบบแสดงดังรูปที่ 9.



รูปที่ 9. การออกแบบรถเข็นใช้งาน

4. ผลการดำเนินการ

4.1 ผลการจัดสมดุลสายการผลิตของโรงงาน

หลังจากดำเนินการจัดทำอุปกรณ์ช่วยจับยึด
ชิ้นงาน โดยการขึ้นรูปซูเปอร์รีน ตามแบบและทดลอง
จับยึดชิ้นงานเพื่อขึ้นรูป แสดงดังรูปที่ 10.



รูปที่ 10. อุปกรณ์จับยึดที่ใช้กับเครื่อง CNC

หลังจากดำเนินการจัดทำรถเข็นใช้งาน โดย
การแบ่งช่องเพื่อแยกประเภทของวัตถุดิบ โดย
กำหนดให้รถเข็น 1 คัน บรรจุวัตถุดิบสำหรับการผลิต

1 ชุด เพื่อลดความผิดพลาดในการค้นหาวัตถุดิบ
แสดงการใช้งานดังรูปที่ 11.



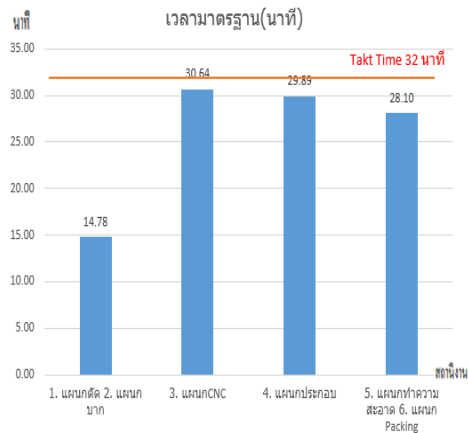
รูปที่ 11. การสร้างรถเข็นเพื่อช่วยจัดกลุ่มสินค้าก่อนเข้าสู่
กระบวนการประกอบ

จากการสร้างอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน และ
รถเข็นใช้งาน ส่งผลให้เวลาในกระบวนการ CNC และ
กระบวนการประกอบ มีเวลามาตรฐานในการทำงาน
ลดลง โดยเวลามาตรฐานหลังการปรับปรุงแสดงดัง
ตารางที่ 5.

ตารางที่ 5. ตารางแสดงเวลามาตรฐานหลังการปรับปรุง

งานย่อย	เวลา เฉลี่ย (นาที)	ค่าปรับ ความ เร็ว	เวลา ปกติ (นาที)	ค่า เผื่อ	เวลา มาตรฐาน (นาที)
1. แผนกตัด	12.24	1.05	12.85	1.15	14.78
2. แผนกบาก					
3. แผนก CNC	26.12	1.02	26.64	1.15	30.64
4. แผนก ประกอบ	25.48	1.02	25.99	1.15	29.89
5. แผนกทำ ความสะอาด	22.01	1.11	24.43	1.15	28.10
6. แผนก Packing					

จากตารางเวลามาตรฐานหลังการปรับปรุง
แสดงให้เห็นว่าเวลาในกระบวนการผลิตมีความสมดุล
มากขึ้น และเวลาในการผลิตต่ำกว่า Takt time แสดง
ดังรูปที่ 12.



รูปที่ 12. เวลามาตรฐานการทำงานหลังปรับปรุงประสิทธิภาพสายการผลิต (หลังปรับปรุง)

$$= \frac{\text{เวลาทำงานของสถานีงานทั้งหมด}}{(\text{รอบเวลา} \times \text{จำนวนสถานีงาน})} \times 100$$

$$= \frac{103.41}{(30.64 \times 6)} \times 100 = 84.38 \%$$

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของภาระงานและความเท่าเทียมกันในการกระจายงาน หลังปรับปรุง แสดงข้อมูลดัง ตารางที่ 6. และ ตารางที่ 7.

ตารางที่ 6. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของภาระงาน (หลังปรับปรุง)

สถานี	เวลาทำงาน (T_i)	$\left(T_i - \left(\frac{W}{n}\right)\right)^2$	ความแปรปรวนของภาระงาน (WV)
1+2	14.78	122.54	41.72
3	30.64	22.94	
4	29.89	16.32	
5+6	28.10	5.06	

ตารางที่ 7. การวิเคราะห์ความเท่าเทียมกันในการกระจายงานให้กับสถานี (หลังปรับปรุง)

สถานี	เวลาทำงาน (T_i)	$(C_i - T_i)^2$	ความเท่าเทียมในการกระจายงาน (SX)
1+2	14.78	251.54	16.08
3	30.64	0	
4	29.89	0.56	
5+6	28.10	6.45	

5. สรุป

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

เวลาในกระบวนการผลิตมีความสมดุลมากขึ้น และเวลาในการผลิตต่ำกว่า Takt time รอบเวลาในการผลิตก่อนปรับปรุง 45.18 นาที รอบเวลาในการผลิตหลังปรับปรุง 30.64 นาที ลดลง 32.18% จำนวนสถานีงานลดลง จาก 6 สถานีงาน เหลือ 4 สถานีงาน ประสิทธิภาพการผลิตเพิ่มขึ้นจาก 46.45% เป็น 84.38% ความแปรปรวนของภาระงานลดลง จาก 235.23 นาที เหลือ 41.72 นาที ลดลง 82.26% ความเท่าเทียมกันในการกระจายงาน ลดลงจาก 70.17 เป็น 16.08 ตารางสรุปผลการดำเนินการปรับปรุง และดัชนีชี้วัด แสดงข้อมูลดังตารางที่ 8.

ตารางที่ 8. สรุปผลการดำเนินการปรับปรุงและดัชนีชี้วัด

ผลการปรับปรุง	ก่อน	หลัง	ผลต่าง	%ลดลง
1.รอบเวลาในการผลิต (นาที)	45.18	30.64	14.54	32.18
2. จำนวนสถานีงาน (สถานี)	6	4	2	33.33
3. ประสิทธิภาพการผลิต	46.45	84.38	37.93	เพิ่มขึ้น 37.93%
4. ความแปรปรวนของภาระงาน	235.23	41.72	193.51	82.26
5. ความเท่าเทียมกันในการกระจาย	70.17	16.08	54.09	77.08

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

รูปร่างของเส้นลูนีมีแตกต่างกันมาก ทำให้อุปกรณ์จับยึดที่ออกแบบไม่สามารถใช้ร่วมกันได้ทุกรุ่น บางรุ่นยังคงประสบปัญหาการใช้อุปกรณ์เสริมที่ไม่มาตรฐานอยู่บ้าง แนวทางการแก้ไขทำการขยายผลโดยการสร้างอุปกรณ์จับยึดเพิ่มเติม สำหรับรูปร่างที่ใช้ไม่ได้ แต่ฐานรองที่บริเวณแท่นเครื่องไม่ประสบปัญหาเนื่องจากส่วนใหญ่เส้นลูนีมีจะมีฐานเรียบ

5.3 ข้อเสนอแนะ

ในการควบคุมกระบวนการที่1และ2เข้าด้วยกัน แต่ยังมีเวลาว่างมากพอที่จะสามารถมอบหมายให้หน่วยงานดังกล่าวไปช่วยงานหน่วยงานอื่นได้ในกรณีฉุกเฉินและควรมีการจัดทำมาตรฐานการติดตั้งที่เป็นมาตรฐาน และ แผนการบำรุงรักษา เนื่องจากเวลาใน

การผลิตค่อนข้างใกล้เคียงกับ Takt time ทำให้อาจ
ประสบปัญหาผลิตไม่ทันหากเครื่องจักรมีปัญหา

เอกสารอ้างอิง

- [1] รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม. การศึกษา
อุตสาหกรรม (Work Study). กรุงเทพฯ:
สำนักพิมพ์ ท็อป; 2550.
- [2] วันชัย ธิจิรวณิช. การศึกษาการทำงาน หลักการ
และกรณีศึกษา. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่ง
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2551.
- [3] ดวงรัตน์ ชีวปัญญาโรจน์ และ ศุภศักดิ์ พงษ์
อนันต์. ความสูญเสีย 7 ประการ. พิมพ์ครั้งที่ 2.
กรุงเทพฯ: สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ; 2544.
- [4] ดุชนี สีมานจร และ คณะ. การลดรอบเวลาการ
ผลิตชิ้นส่วนบ้านสำเร็จรูปคอนกรีต. การประชุม
วิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม ประจำปี
พ.ศ.2551; 20 - 22 ตุลาคม พ.ศ. 2551; โรงแรม
B.P. Samila Beach Hotel & Resort. สงขลา;
2551. หน้า 205-210.
- [5] วรินทร์ เกียรตินุกูล และ พรเทพ แก้วเชื้อ. การ
ลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักร กรณีศึกษา
เครื่องจักรผลิตกล่องกระดาษ มิตรชุบิชิ ชัมมิต
100. การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรม
อุตสาหกรรมประจำปี พ.ศ.2553; 13-15 ตุลาคม
พ.ศ. 2553; โรงแรมสุนีย์แกรนด์โฮเต็ลแอนด์คอน
เวนชั่นเซ็นเตอร์. อุบลราชธานี; 2553.
- [6] พรเทพ แก้วเชื้อ และ วรินทร์ เกียรตินุกูล. การ
เพิ่มประสิทธิภาพจ้งชั้นบล็อก กรณีศึกษา:
บริษัท เอบีซี จำกัด. การประชุมวิชาการ
ระดับชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล
ครั้งที่ 7. ประจำปี พ.ศ. 2558. หน้า 276-285.
- [7] นันทชัย กานตานันทะ และ นพลักษณ์ ชัยอมร
ทรัพย์. การเพิ่มผลผลิตภาพสายการประกอบ
ตู้ควบคุม เอเอ็ม อาร์. วารสารข่ายงานวิศวกรรม
อุตสาหกรรมไทย. ปีที่ 1 ฉบับที่ 1 มกราคม-
มิถุนายน 2558; 1-6.
- [8] ยุทธณรงค์ จงจันทร์ และ คณะ. การปรับปรุง
กระบวนการประกอบชุดจับยึดที่นั่งของรถยนต์
โดยใช้หลักการสมดุลสายการผลิต. วารสาร
ข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหกรรมไทย. ปีที่ 3 ฉบับที่ 2
กรกฎาคม-ธันวาคม 2560; 37-46.