# การลดเวลาในการซ่อมชิ้นส่วนเครื่องยนต์อากาศยาน (ชิ้นส่วน FRONT FRAME เครื่องยนต์ J85-GE-21 B/C)

# REDUCING TIME TO REPAIR AN AIRCRAFT ENGINE PART (THE FRONT FRAME PART: J85-GE-21 B/C ENGINE)

ธนภูมิ มณีรังษี[1]
ผศ.ดร.ศุภรัชชัย วรรัตน์[2]

**บทคัดย่อ**

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาหาแนวทางการปรับปรุงลดเวลาสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในการทำงาน ในกระบวนการซ่อมชิ้นส่วนเครื่องยนต์ อากาศยาน (ชิ้นส่วน FRONT FRAME เครื่องยนต์ J85-GE-21 B/C) ที่จากเดิมมีความล่าช้า เนื่องจาก 1.อุปกรณ์ที่ช่วยในการซ่อมที่มีอยู่เดิมนั้นไม่เหมาะสม 2. ขนาดชิ้นงานมีขนาดใหญ่ มีน้ำหนักมาก เคลื่อนย้ายไม่สะดวก เมื่อเกิดความล่าช้าในการซ่อมชิ้นส่วน ทำให้ส่งผลเสียต่อภารกิจของกองทัพอากาศ โดยทางผู้วิจัย เลือกใช้หลักการศึกษาการทำงาน วิเคราะห์ปัญหาด้วยแผนผังแสดงเหตุและผล (แผนผังก้างปลา) ออกแบบอุปกรณ์ช่วยในการทำงาน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการซ่อมแซมชิ้นส่วนเครื่องยนต์ดังกล่าวหลังจากประยุกต์ใช้วิธีแก้ไขปัญหาข้างต้นพบว่า ผลลัพธ์ที่ได้สามารถลดเวลามาตรฐานในการซ่อมชิ้นส่วน FRONT FRAME ของเครื่องยนต์ J85-GE-21 B/C จากเดิม เวลามาตรฐานก่อนปรับปรุง คือ 951.43 นาที หลังทำการปรับปรุง เวลามาตรฐาน คือ 334.31 นาที ซึ่งลดลงไปถึง 617.12 นาที คิดเป็น 64.86 เปอร์เซ็นต์ จากเดิมที่ตั้งเป้าหมายไว้ที่ 30 เปอร์เซ็นต์ สุดท้ายแล้วสามารถทำได้เกินเป้าหมายที่ตั้งไว้ถึง 34.86 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้อุปกรณ์จับยึด ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานกับการซ่อมชิ้นส่วนเครื่องยนต์ชนิดอื่นอีก 2 ชนิด ทำให้สามารถประหยัดงบประมาณของกองทัพอากาศในการจัดซ่อมชิ้นส่วนนี้ลงได้ถึง 99.58 เปอร์เซ็นต์

**คำสำคัญ**: ลดเวลาสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในการทำงาน, หลักการศึกษาการทำงาน, แผนผังแสดงเหตุและผล, เวลามาตรฐาน

---

[1] นักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการทางวิศวกรรม มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

[2] ที่ปรึกษาการศึกษารายบุคคลหลัก

**ABSTRACT**

This research aims to investigate and identify strategies for reducing the wasted time during work. Repairing aircraft engine parts (FRONT FRAME part, J85-GE-21 B/C's engine) was delayed because: 1. The repaired equipment is insufficient 2. The size and weight of the work piece make it difficult to move. When a delay in part repairs adversely affects the Air Force's mission, the researcher Chooses a work-study strategy. Utilize cause-and-effect graphs to analyze issues (Herringbone diagram). Creation of functioning tools to make such engine parts repair processes more effective. After implementing the fix mentioned above, it discovers that the J85-GE-21 B/C standard repair time for FRONT FRAME parts was reduced. Before to the improvement, the standard time was 951.43 minutes; after the improvement, it was 334.31 minutes; which decreased to 617.12 minutes, or 64.86%, from the initial target of 30% up to 34.86%. Additionally, the STG 1 part of the J85-GE-21 B/C engine and the F-100 part of the F-100-PW-220 engine are two more parts used to repair so it can save the Air Force budget up to 99.58% by organizing maintenance for this component.

**Keywords**: Reduce wasted time, Cause-and-effect diagram, Standard time.

## 1. บทนำ

F-5 จัดเป็นอากาศยานขับไล่ หรือเครื่องบินขับไล่ (บ.ขับไล่) สมรรถนะสูงความเร็วเหนือเสียงแบบแรก ที่ได้บรรจุเข้าประจำการในกองทัพอากาศ (ทอ.) ได้ปฏิบัติภารกิจต่าง ๆ ที่อำนวยประโยชน์ให้กับ ทอ.และประเทศชาติมาแล้วมากมาย ดังนั้นเครื่องยนต์ของ บ.F-5 จึงมีความสำคัญ ที่จำเป็นที่จะต้องบำรุงรักษาให้อยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งานอยู่เสมอ โดยเฉพาะโครงสร้างส่วนหน้าสุดของเครื่องยนต์ ที่เรียกว่า FRONT FRAME

FRONT FRAME เป็นส่วนประกอบหลักของชุดโครงสร้าง ของชิ้นส่วนเครื่องยนต์อากาศยาน J85-GE-21 B/C ซึ่งตำแหน่งของชิ้นส่วน FRONT FRAME นั้น จะติดตั้งอยู่บริเวณด้านหน้าของเครื่องยนต์ J85-GE-21 B/C ส่วนประกอบภายในชิ้นงาน แยกเป็นหลายส่วน ได้แก่ ส่วนหน้า มีหน้าที่ ส่งอากาศเข้าชุดอัดอากาศ บังคับการไหลของอากาศไปปะทะกลีบใบหมุนของ ชุดอัดอากาศ STAGES แรก ด้วยทิศทางมุมปะทะที่ถูกต้อง และป้องกันการเกิดน้ำแข็ง (ANTI-ICING) ซึ่งรับอากาศร้อนจากชุดอัดอากาศ นอกจากนี้ด้วยตำแหน่งที่ติดตั้งอยู่บริเวณด้านหน้าของเครื่องยนต์ ทำให้ช่วยป้องกันสิ่งแปลกปลอมขนาดใหญ่ (FOD – Foreign Object Debris) ที่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อเครื่องยนต์ได้อีกด้วย เนื่องจากชิ้นส่วนนี้จะเข้าปะทะกับ FOD ทำให้บริเวณ FRONT FRAME เกิดการชำรุดเสียหายจากการกระแทก หรือชนกับสิ่งแปลกปลอมอยู่

บ่อยครั้ง จำเป็นต้องซ่อมแซม รอยบุบ ชำรุดแตกร้าว และพ่นสีใหม่ ทำให้ชิ้นส่วนเครื่องยนต์อากาศยาน มีประสิทธิภาพในการทำงานที่ดี ส่งผลทำให้อัตราการชำรุดเสียหายน้อยลง

ดังนั้น เครื่องยนต์ J85-GE-21 B/C จึงจำเป็นต้องดูแลรักษาชิ้นส่วนเครื่องยนต์ ตลอดจนการซ่อมบำรุงต้องปฏิบัติตามคู่มือ หรือเอกสารเทคนิคอย่างเคร่งครัด (T.O.) เมื่อครบ ชม.การใช้งานตามกำหนด เครื่องยนต์จะถูกถอดส่งเข้าซ่อมที่ แผนกซ่อมเครื่องยนต์ที่ 1 กองซ่อมเครื่องยนต์ กรมช่างอากาศ เพื่อหาข้อบกพร่องที่เกิดจากการใช้งาน เพื่อทำการปรับปรุงซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพเดิม เมื่อพบข้อบกพร่องจะดำเนินการส่งต่อให้กับ แผนกโรงงาน กองซ่อมเครื่องยนต์ กรมช่างอากาศ ดำเนินการซ่อมแซม แล้วจึงส่งกลับเพื่อประกอบเข้ากับตัวเครื่องยนต์ต่อไป

## 2. วัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัย

1. เพื่อศึกษาปัญหาความล่าช้าที่เกิดขึ้นในกระบวนการ การซ่อมชิ้นส่วนเครื่องยนต์ อากาศยาน (ชิ้นส่วน FRONT FRAME เครื่องยนต์ J85-GE-21 B/C)

2. เพื่อลดเวลาในกระบวนการการซ่อมชิ้นส่วนเครื่องยนต์ อากาศยาน (ชิ้นส่วน FRONT FRAME เครื่องยนต์ J85-GE-21 B/C)

## 3. ขอบเขตของงานวิจัย

ศึกษาปัญหา และวิเคราะห์การดำเนินงาน เพื่อกำหนดแนวทางปรับปรุง ภายในระยะเวลา 6 เดือน โดยมีขั้นตอนการศึกษา ดังต่อไปนี้

1. ศึกษาขั้นตอนและกระบวนการการซ่อมชิ้นส่วนเครื่องยนต์ อากาศยาน ที่ก่อให้เกิดความล่าช้า
2. เก็บข้อมูลทางสถิติ เพื่อมาวิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้เกิดการเสียเวลา
3. สรุปหาปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการการซ่อมชิ้นส่วนเครื่องยนต์ เครื่องบินอากาศยานฯ
4. หาแนวทางปรับปรุงแก้ไขปัญหา และทดลองใช้
5. เปรียบเทียบประเมินผลหลังการปรับปรุง
6. รับรองมาตรฐานอุปกรณ์ เพื่อให้เป็นมาตรฐานในการปฏิบัติงานที่ถูกต้อง
7. สรุปผลการดำเนินงาน และเพิ่มข้อเสนอแนะ

## 4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

สามารถลดเวลาในการซ่อมชิ้นส่วน FRONT FRAME เครื่องยนต์ อากาศยาน J85-GE-21 B/C ลง 30% ภายในระยะเวลา 5 เดือน

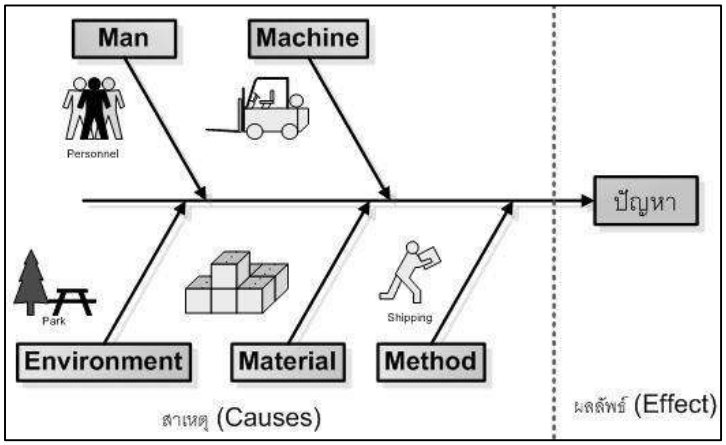
## 5. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 ทฤษฎี

5.1.1 แผนผังแสดงเหตุและผล (Cause and Effect Diagram)

แผนผังแสดงเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) (Chanida, 2557) เรียกอีกชื่อว่า แผนผังก้างปลา (Fish Bone Diagram) ดังแสดงในภาพที่ 1 คือ แผนภาพที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่าง (Effect) สาเหตุ (Causes) ที่ทำให้เกิดผลลัพธ์นั้นๆ ซึ่งอาจมีหลายสาเหตุ จึงต้องมีการแจกแจงสาเหตุต่างๆ ออกมาให้ชัดเจน เพื่อการศึกษาวิเคราะห์ทำความเข้าใจ และการหาแนวทางแก้ปัญหาให้ตรงประเด็น ส่วนใหญ่มักจะใช้หลักการ 4M 1E แบ่งออกเป็น 5 ปัจจัย คือ

1. ผู้ปฏิบัติงาน (Man)
2. เครื่องมือ (Machine)
3. ชิ้นงาน (Material)
4. การดำเนินงาน (Method)
5. สภาพแวดล้อม (Environment)

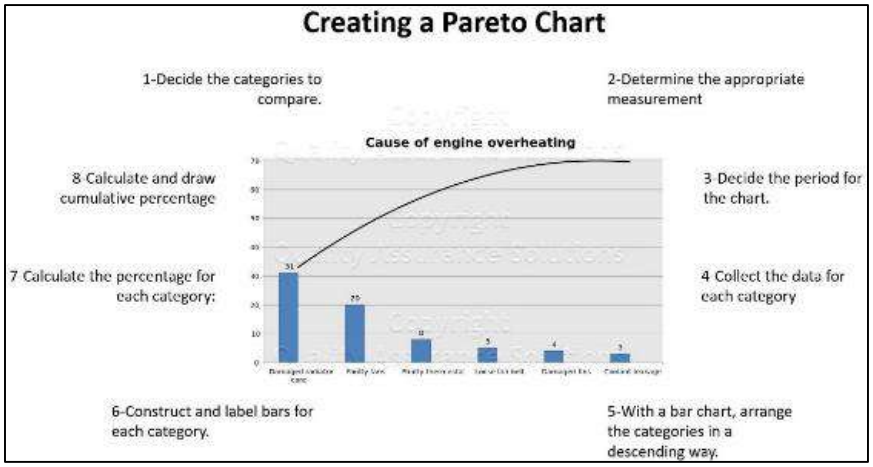



**ภาพที่ 1** ตัวอย่างการเขียนแผนผังแสดงเหตุและผล (แผนผังก้างปลา)

5.1.2 แผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram)

แผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram) (มารวย เพ็งอุดม, 2560) หรือกฎ 80:20 หมายถึง “สาเหตุหลัก 20% ส่งผลทำให้เกิดผลลัพธ์ 80%” (vital few and trivial many) โดยหลักการของพาเรโตจะช่วยชี้ให้เห็นขนาดของปัญหาว่า ปัญหาใดเป็นปัญหาสำคัญที่สุดโดยการเรียงลำดับ จากนั้นนำปัญหาหรือสาเหตุเหล่านั้นมาจัดหมวดหมู่หรือแบ่งแยกประเภท แล้วเรียงลำดับความสำคัญจากน้อยไปหามาก เพื่อแสดงให้เห็นว่าแต่ละปัญหามีอัตราส่วนเท่าใด โดยการแสดงลักษณะกราฟแท่ง จุดสูงสุดของกราฟ คือปัญหาที่เกิดร่วมกันมากที่สุด (Most Common Problem) จึงต้องสนใจแก้ไขในจุดนั้นมากที่สุด เพื่อให้กระบวนการทำงานเกิดการ

เปลี่ยนแปลง และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับหลักการ “ทำน้อยได้มาก” ตัวอย่างการเขียนแผนภูมิพาเรโต ดังแสดงในภาพที่ 2




**ภาพที่ 2** ตัวอย่างการเขียนแผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram)

5.1.3 การศึกษาการทำงาน (Work study)

คือ การศึกษาวิธี (Method Study) และการวัดผลงาน (Work Measurement) (ยศวริศกร, 2559) เพื่อปรับปรุงกระบวนการทำงานให้ดีขึ้น รวมไปถึงการนำเครื่องมือไปประยุกต์ใช้ เพื่อส่งเสริมให้บุคลากรมีประสิทธิภาพในการทำงาน

5.1.4 การจับเวลาโดยตรง (Direct time Study) (Teetut Tresirichod, 2557)

มีขั้นตอนในการศึกษาการทำงานดังนี้

1. การเลือกผู้ปฏิบัติงานที่จะศึกษา

2. การแบ่งขั้นตอนการทำงานออกเป็นงานย่อย สามารถอธิบายและจับเวลาได้ 3. การสังเกต และจับเวลาทำงานในแต่ละขั้นตอน

4. การกำหนดจำนวนครั้งที่ต้องจับเวลา

5.1.5 การประเมินอัตราความเร็วของผู้ปฏิบัติงาน

ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยจะประเมินอัตราการทำงานของผู้ปฏิบัติงานด้วยวิธี "Westinghouse System of Rating” (Salvendy, 2001) พิจารณาจากองค์ประกอบ 4 ด้าน ดังแสดงในภาพที่ 3 คือ

1. ทักษะหรือความชำนาญ (Skill) คือ ความชำนาญในงานที่ทำ

2. ความพยายาม (Effort) คือ ความตั้งใจหรือความใส่ใจในการทำงานนั้นๆ

3. สภาพเงื่อนไขการทำงาน (Condition) คือ สภาพแวดล้อมโดยทั่วไปในการทำงาน

4. ความสม่ำเสมอ (Consistency) คือ การรักษาระดับ จังหวะ ความเร็วในการทำงาน

| Skill | | | Effort | | |
|---|---|---|---|---|---|
| +0.15 | A1 | Superskill | +0.13 | A1 | Excessive |
| +0.13 | A2 | | +0.12 | A2 | |
| +0.11 | B1 | Excellent | +0.10 | B1 | Excellent |
| +0.08 | B2 | | +0.08 | B2 | |
| +0.06 | C1 | Good | +0.05 | C1 | Good |
| +0.03 | C2 | | +0.02 | C2 | |
| 0.00 | D | Average | 0.00 | D | Average |
| -0.05 | E1 | Fair | -0.04 | E1 | Fair |
| -0.10 | E2 | | -0.08 | E2 | |
| -0.16 | F1 | Poor | -0.12 | F1 | Poor |
| -0.22 | F2 | | -0.17 | F2 | |

| Condition | | | Consistency | | |
|---|---|---|---|---|---|
| +0.06 | A | Ideal | +0.04 | A | Perfect |
| +0.04 | B | Excellent | +0.03 | B | Excellent |
| +0.02 | C | Good | +0.01 | C | Good |
| 0.00 | D | Average | 0.00 | D | Average |
| -0.03 | E | Fair | -0.02 | E | Fair |
| -0.07 | F | Poor | -0.04 | F | Poor |

**ภาพที่ 3** การคิดคะแนนประเมินอัตราความเร็วตามวิธีของ Westinghouse System of Rating

5.1.6 การคำนวณหาเวลาปกติ (Normal Time) และเวลามาตรฐาน (Standard time)

ควรเริ่มจากวิเคราะห์งานบันทึกสภาพการทำงานตามปกติของงาน พร้อมกับเลือกผู้ปฏิบัติงานมีความชำนาญหรือคุ้นเคยกับงานเป็นอย่างดี และทำงานนานๆ ด้วยความเร็วที่สม่ำเสมอ จากนั้นจึงคำนวณหาเวลาปกติ (Normal Time) และหาเวลาค่าเผื่อต่างๆ (Allowance Time) หลังจากนั้นจึงนำไปคำนวณการหาค่าเวลามาตรฐานเพื่อใช้ในการวัดผลการทำงานต่อไป สามารถคำนวณโดยใช้สูตร

**เวลาปกติ (NT) = RT x RF**

เมื่อ NT = เวลาปกติ (Normal Time)

RT = เวลาตัวแทนในการทำงานที่ได้จากค่าเฉลี่ย (Representative Time)

RF = ค่าอัตราความเร็วของผู้ปฏิบัติงาน (Rating Factor)

**เวลามาตรฐาน (Std.) = (RT x RF) (1+A)**

เมื่อ A = เวลาเผื่อสำหรับบุคคล = 5% สำหรับอุตสาหกรรมทั่วไป

5.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นริศ สาวะจันทร์ (2561) ศึกษาเรื่องการลดเวลานำในการตรวจผลิตภัณฑ์ก่อนส่งมอบชิ้นส่วนแม่เหล็กในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้หลักการ ECRS ผลการวิจัยพบว่า กิจกรรมที่สามารถทำการปรับปรุงได้ คือกระบวนการตรวจสอบช่องว่างแม่เหล็กและเส้นผ่านศูนย์กลางยาง หลังจากการปรับปรุงโดยการปรับเปลี่ยนวิธีการตรวจสอบและใช้เครื่องมือที่ทันสมัยขึ้น พบว่า ระยะเวลาในการตรวจสอบช่องว่างแม่เหล็กลดลงจาก 7.47 นาทีต่อชิ้นงาน เหลือ 1.32 นาทีต่อชิ้นงาน คิดเป็นร้อยละ 80.30 และระยะเวลาในการตรวจสอบเส้นผ่านศูนย์กลางยางลดลงจาก 2.30 นาทีต่อชิ้นงาน เหลือ 0.20 นาทีต่อชิ้นงาน คิดเป็นร้อยละ 86.67

อุษาวดี อินทร์คล้าย (2555) ได้ประยุกต์ใช้หลักการ PDCA, แผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram) , แผนผังก้างปลา (Fish Bone Diagram) และเทคนิค FMEA (Failure Modes and Effects Analysis) เพื่อลดของเสียในกระบวนการเชื่อมภายในแผนก Welding โดยหลังจากทำการปรับเปลี่ยนกระบวนการแล้วพบว่า การเกิดรอยรั่วเนื่องจากการเชื่อมที่ตำแหน่ง Pipe-L ลดลง ของเดิมรอยรั่วอยู่ที่ 5.1% เหลือ 1.5% ในด้านรอยรั่วมาจากการเชื่อมที่ตำแหน่ง Upper & Lower สามารถลดการเชื่อมรั่วจากเดิม 3.7% ลดลงเหลือ 1.2%

## 6. วิธีดำเนินงานวิจัย

ในการศึกษาเพื่อที่จะแก้ไขปัญหาข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการซ่อมแซมชิ้นส่วนเครื่องยนต์อากาศยาน FRONT FRAME นั้น จำเป็นต้องเข้าใจถึงขั้นตอนต่างๆในกระบวนการ

6.1 กระบวนการซ่อมแซมชิ้นส่วน FRONT FRAME ก่อนทำการปรับปรุง

**ภาพที่ 4** แสดงขั้นตอนการซ่อมแซมชิ้นส่วน FRONT FRAME

จากแผนภาพแสดงขั้นตอน สามารถแยกออกเป็น 4 ขั้นตอนหลักได้ดังนี้

6.1.1 เตรียมงานก่อนการลอกสี หมายงานบริเวณที่มีการชำรุด และทำการซ่อม เช่น พอกเนื้องาน, เจียร์แต่งหน้าพื้นผิว ฯ

6.1.2 ปิดเทปกาว และลอกสี เพื่อป้องกันความเสียหายจากเม็ดพลาสติกบริเวณหน้าแปลน เกลียว รูท่อทาง และ S/N จากนั้น ทำการลอกสีเก่าบนตัวชิ้นงานด้วยเครื่องพ่นเม็ดพลาสติก

6.1.3 พ่นสีรองพื้น และสีจริง ทั่วทั้งตัวชิ้นงาน เพื่อป้องกันการผุกร่อน

6.1.4 ลอกเทปกาว และส่งตรวจ ลอกเทปกาวที่ชิ้นงานหลังการพ่นสี และทำการส่งตรวจความเรียบร้อย ก่อนนำไปใช้งานต่อไป

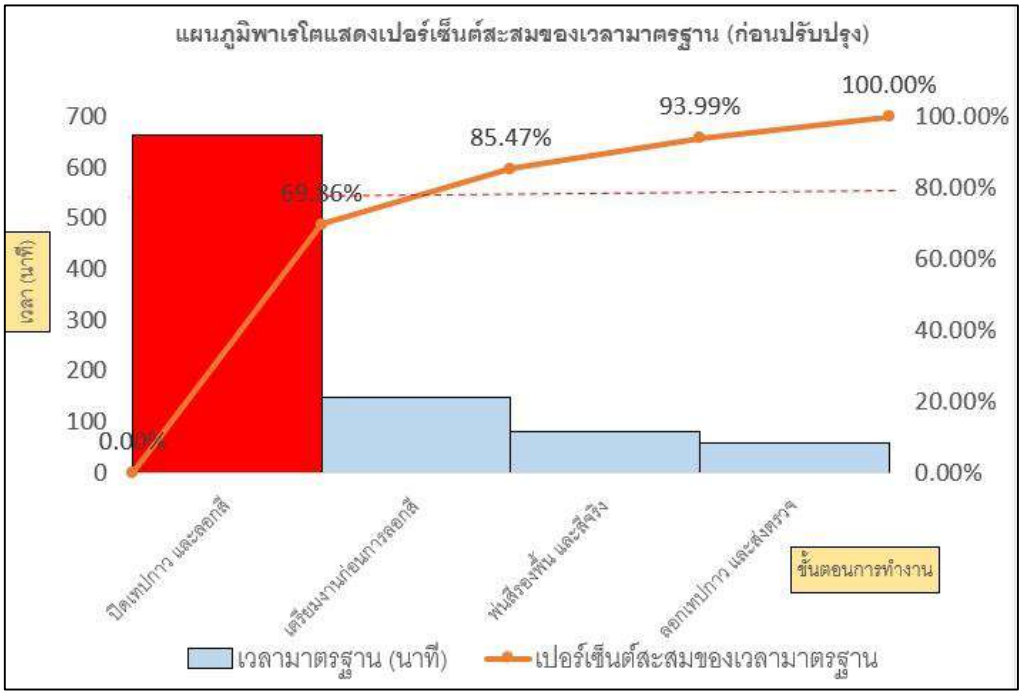
จากขั้นตอนที่กล่าวมาทั้ง 4 ขั้นตอนนั้นพบว่า ขั้นตอนการปิดเทปกาวและลอกสี เป็นขั้นตอนที่ใช้เวลามากที่สุด จึงได้มีการศึกษารายละเอียดเพื่อนำมาวิเคราะห์หาสาเหตุของความล่าช้าต่อไป

6.2 สภาพปัญหาการซ่อมแซม

| ลำดับ | ขั้นตอนการทำงาน | เวลาเฉลี่ย (□□) (นาที) | อัตราความเร็วในการทำงาน | เวลาปกติ (นาที) | ค่าเผื่อในการทำงาน (%) | เวลามาตรฐาน (นาที) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | เตรียมงานก่อนการลอกสี | 128.60 | 1.10 | 141.46 | 1.05 | 148.53 |
| 2 | ปิดเทปกาว และลอกสี | 575.50 | 1.10 | 633.05 | 1.05 | 664.70 |
| 3 | พ่นสีรองพื้น และสีจริง | 70.16 | 1.10 | 77.18 | 1.05 | 81.03 |
| 4 | ลอกเทปกาว และส่งตรวจ | 49.50 | 1.10 | 54.45 | 1.05 | 57.17 |
| **เวลารวม** | | **823.76** | **-** | **906.14** | **-** | **951.43** |

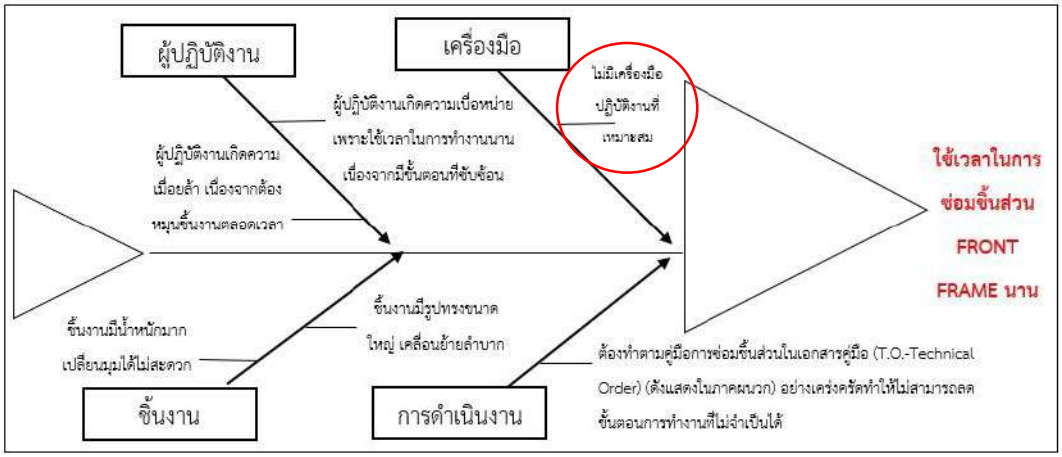
**ภาพที่ 5** ข้อมูลเวลามาตรฐานกระบวนการซ่อมแซมชิ้นส่วน FRONT FRAME ก่อนการปรับปรุง

จากภาพที่ 5 แสดงข้อมูลเวลามาตรฐานกระบวนการซ่อมแซมชิ้นส่วน FRONT FRAME ก่อนการปรับปรุง จากนั้นจึงนำมาทำแผนภูมิพาเรโต เพื่อวิเคราะห์จัดลำดับขั้นตอนที่ควรทำการปรับปรุงมากที่สุด ดังแสดงในภาพที่ 6




**ภาพที่ 6** ข้อมูลอันดับเวลามาตรฐานที่เกิดในกระบวนการซ่อมแซม วิเคราะห์โดยการใช้แผนภูมิพาเรโต

จากแผนภูมิพาเรโตพบว่า ขั้นตอนการปิดเทปกาวและลอกสี เวลามาตรฐานคือ 664.70 นาที คิดเป็น 69.86% ของเวลาทั้งหมด เป็นขั้นตอนที่ควรทำการปรับปรุงมากที่สุด เพื่อให้กระบวนการทำงานเกิดความเปลี่ยนแปลง จากนั้นจึงวิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาความล่าช้า โดยใช้แผนผังก้างปลา (Fishbone Diagram) เพื่อหาวิธีแก้ปัญหาต่อไป ดังแสดงในภาพที่ 7




**ภาพที่ 7** แผนผังก้างปลา (Fishbone Diagram) แสดงสาเหตุของความล่าช้าที่เกิดขึ้นในการทำงาน

จากข้อมูลการวิเคราะห์หาสาเหตุด้วยแผนผังก้างปลา พบว่าสาเหตุหลัก ๆ ที่ส่งผลให้เกิดความล่าช้า สามารถแยกออกเป็น 4 ปัจจัยที่พบปัญหา คือ

6.2.1 ผู้ปฏิบัติงาน (Man) พบปัญหาคือ

- ผู้ปฏิบัติงานเกิดความเบื่อหน่าย เพราะใช้เวลาในการทำงานนาน เนื่องจากมีขั้นตอนที่ซ้ำซ้อน
- ผู้ปฏิบัติงานเกิดความเมื่อยล้า เนื่องจากต้องหมุนชิ้นงานตลอดเวลา

6.2.2 เครื่องมือ (Machine) พบปัญหาคือ

- ไม่มีเครื่องมือปฏิบัติงานที่เหมาะสม ทำให้ไม่สามารถทำการลอกสีและปิดเทปกาวได้อย่างมีประสิทธิภาพ

6.2.3 ชิ้นงาน (Material) พบปัญหาคือ

- ชิ้นงานมีน้ำหนักมากเปลี่ยนมุมได้ไม่สะดวก
- ชิ้นงานมีรูปทรงขนาดใหญ่ เคลื่อนย้ายลำบาก

6.2.4 การดำเนินงาน (Method) พบปัญหาคือ

- ต้องปฏิบัติตามคู่มือการซ่อมชิ้นส่วนในเอกสารคู่มือ (T.O.-Technical Order) อย่างเคร่งครัดทำให้ไม่สามารถลดขั้นตอนการทำงานที่ไม่จำเป็นได้

## 7. ผลการศึกษา

จากการศึกษาพบว่า ปัญหาหลักที่ทำให้กระบวนการซ่อมชิ้นส่วน FRONT FRAME ใช้เวลานานเป็นเพราะ ไม่มีอุปกรณ์ที่เหมาะสมในการซ่อมชิ้นงาน นอกจากนี้ การทำงานยังเป็นการทำอย่างต่อเนื่อง เมื่อผ่านไปหลายชั่วโมง ผู้ปฏิบัติงานจะเกิดความเมื่อยล้า ประสิทธิภาพในการทำงานจะต่ำลง และเป็นผลให้ใช้เวลานานมากขึ้นกว่าเดิม **ทางผู้วิจัยจึงได้คิดค้น ออกแบบอุปกรณ์ที่จะช่วยในการซ่อมชิ้นงาน** เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถทำงานได้สะดวก รวมถึงมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยกำหนดสเปคและฟังก์ชั่นของอุปกรณ์ ดังนี้

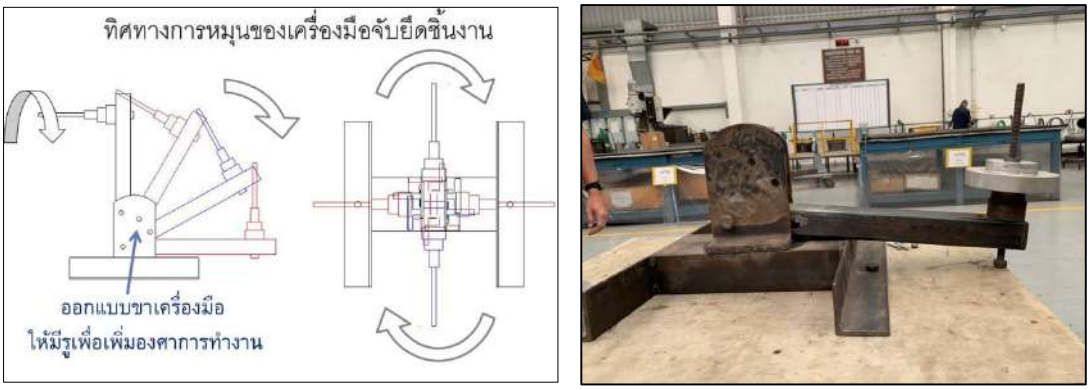
1. ใช้วัสดุที่มีอยู่เดิมภายในแผนกโรงงาน กรมช่างอากาศฯ ซึ่งวัสดุต้องมีความแข็งแรง เพื่อให้รองรับน้ำหนักของชิ้นงานได้ แต่ต้องมีน้ำหนักไม่มากเกินไป เพื่อให้เคลื่อนย้ายสะดวก และสามารถจับยึดชิ้นงานหมุนได้ 360 องศา

2. มีอุปกรณ์ที่ช่วยปิดบริเวณหน้าสัมผัส ในส่วนที่ไม่ต้องการทำสี เพื่อทดแทนขั้นตอนการปิดเทปกาว

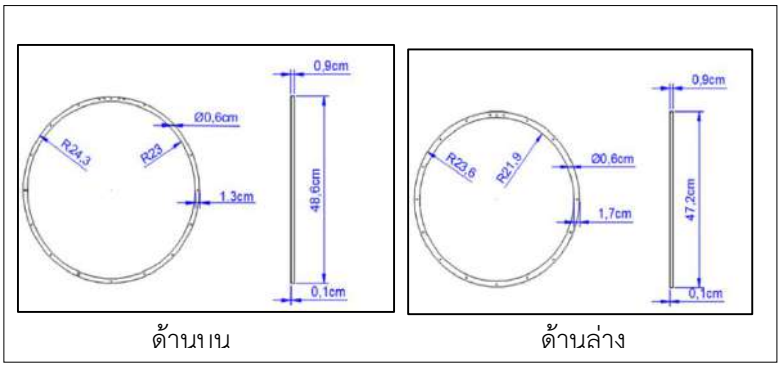
โดยจะแบ่งชิ้นงานออกเป็น 2 ส่วน คือ

1. แขนสำหรับจับยึดชิ้นงาน เพื่อแก้ปัญหาการปรับเปลี่ยนมุมองศา, ปรับเปลี่ยนทิศทางของชิ้นงานที่มีขนาดใหญ่ และมีน้ำหนักมาก ดังแสดงในภาพที่ 8

2. เครื่องมือจับยึดชิ้นงาน บริเวณหน้าแปลนด้านบน และด้านล่างของชิ้นงาน เพื่อแก้ปัญหาในขั้นตอนลอกสี และปิดเทปกาว ดังแสดงในภาพที่ 9




**ภาพที่ 8** แบบภาพฉาย และภาพชิ้นงานจริง อุปกรณ์แขนสำหรับจับยึดชิ้นงาน



**ภาพที่ 9** แบบภายฉาย และภาพชิ้นงานจริง เครื่องมือจับยึดชิ้นงานบริเวณหน้าแปลนด้านบน และหน้าแปลนด้านล่าง

หลังจากการนำเครื่องมือดังกล่าวไปใช้งานจริงพบว่า มีขั้นตอนการทำงานที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม โดยผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบขั้นตอนการทำงานก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง ดังแสดงในภาพที่ 10 ดังนี้

| ขั้นตอนก่อนปรับปรุง (ไม่มีอุปกรณ์) | ขั้นตอนหลังปรับปรุง (มีอุปกรณ์) |
|---|---|
| 1. เตรียมชิ้นงาน มาร์คตำแหน่งบริเวณที่มีการชำรุด และทำการซ่อม เช่น พอกเนื้องาน, เจียร์แต่งหน้าพื้นผิว ฯ โดยค่อยๆยกชิ้นงานไปรอบๆ ให้ครบทุกด้าน | 1. ติดตั้งชิ้นงานบนเครื่องมือจับยึด มาร์คตำแหน่งบริเวณที่มีการชำรุด และทำการซ่อม สามารถหมุนชิ้นงานได้อย่างง่ายดาย |
| 2. ปิดเทปกาวชิ้นงานเพื่อเตรียมการลอกสี และป้องกันความเสียหายจากเม็ดพลาสติกบริเวณหน้าแปลน เกลียว รูท่อทาง และ S/N จากนั้นลอกสีชิ้นงานเก่า โดยใช้มือยกชิ้นงานเอง และค่อยๆยกหมุนไปให้ครบรอบ | 2. ลอกสีชิ้นงาน ขณะที่ชิ้นงานยังอยู่บนเครื่องมือจับยึด สามารถหมุนชิ้นงานได้ 360 องศาอย่างง่ายดาย จากนั้นนำเครื่องมือจับยึดหน้าแปลนบน-ล่าง, แผ่นอุด ยึดเข้ากับตัวชิ้นงานทั้งหมด **ทำให้ไม่ต้องมีขั้นตอนการปิดเทปกาวอีกต่อไป** |
| 3. พ่นเม็ดพลาสติก และพ่นสี โดยใช้มือยกชิ้นงานเอง และค่อยๆยกหมุนไปให้ครบรอบ โดยใช้เฉพาะแรงของผู้ปฏิบัติงานเอง ทำให้ในขั้นตอนนี้ไม่สามารถพ่นสีได้สม่ำเสมอ | 3. ทำการพ่นเม็ดพลาสติก, พ่นสี เมื่อพ่นเสร็จ ผลที่ได้ สามารถพ่นสีได้ทั่วถึงสม่ำเสมอทุกมุม |
| 4.ลอกเทปกาวที่ชิ้นงานหลังการพ่นสี โดยต้องลอกออกให้สะอาด หมดจด เพื่อไม่ให้มีสิ่งสกปรกที่เกิดขึ้นจากคราบกาว เช่น ฝุ่น เม็ดทราย หรือเศษเทปกาวที่หลงเหลือ ติดอยู่บนชิ้นงาน | 4. ถอดเครื่องมือจับยึดอุปกรณ์หน้าแปลนบน-ล่าง และแผ่นอุดออก เพื่อส่งชิ้นงานตรวจสอบและดำเนินการขั้นตอนต่อไป |

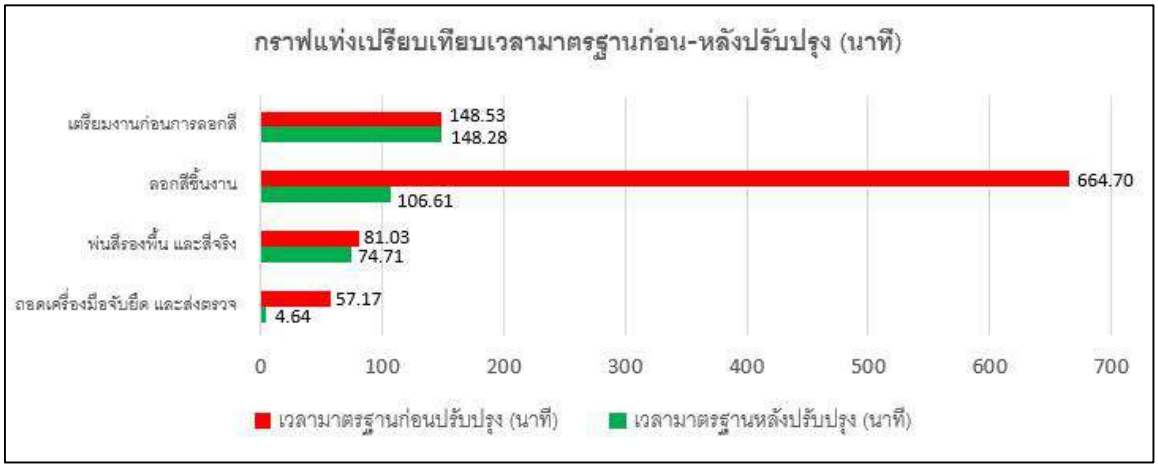
**ภาพที่ 10** ตารางเปรียบเทียบขั้นตอนการทำงาน ก่อนและหลังปรับปรุง

จากการเก็บข้อมูลเวลามาตรฐานกระบวนการซ่อมแซมชิ้นส่วน FRONT FRAME หลังการปรับปรุง พบว่า กระบวนการทำงานมีการเปลี่ยนแปลงไป ทั้งในส่วนของวิธีการ และส่วนของเวลา แม้ในบางขั้นตอนจะไม่แตกต่างจากเดิมมากนัก เนื่องจากเป็นกระบวนการทำงานที่ไม่คงที่ เช่น ขั้นตอนการเตรียมงานก่อนการลอกสี เวลาในการทำงาน จะขึ้นอยู่กับรอยชำรุดของชิ้นงานในแต่ละครั้ง เป็นต้น ข้อมูลเวลามาตรฐานดังแสดงในภาพที่ 11

| ลำดับ | ขั้นตอนการทำงาน | เวลาเฉลี่ย ($\bar{X}$) (นาที) | อัตราความเร็วในการทำงาน | เวลาปกติ (นาที) | ค่าเผื่อในการทำงาน (%) | เวลามาตรฐาน (นาที) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | เตรียมงานก่อนการลอกสี | 99.45 | 1.42 | 141.22 | 1.05 | 148.28 |
| 2 | ลอกสีชิ้นงาน | 71.50 | 1.42 | 101.53 | 1.05 | 106.61 |
| 3 | พ่นสีรองพื้น และสีจริง | 50.16 | 1.42 | 71.22 | 1.05 | 74.78 |
| 4 | ถอดเครื่องมือจับยึดและส่งตรวจ | 3.11 | 1.42 | 4.42 | 1.05 | 4.64 |
| **เวลารวม** | | **224.22** | - | **318.39** | **-** | **334.31** |

**ภาพที่ 11** ข้อมูลเวลามาตรฐานกระบวนการซ่อมแซมชิ้นส่วน FRONT FRAME หลังการปรับปรุง

อย่างไรก็ตามเวลามาตรฐานการทำงานหลังปรับปรุง ลดลงจากก่อนปรับปรุงอย่างเห็นได้ชัด **เวลามาตรฐานรวมที่ได้จากการทำงานย่อยทั้ง 4 ขั้นตอน ก่อนปรับปรุง 951.43 นาที และเวลามาตรฐานรวมหลังปรับปรุง คือ 334.31 นาที ซึ่งลดลงไปถึง 617.12 นาที คิดเป็น 64.86%** ผู้วิจัยจึงได้เปรียบเทียบเวลามาตรฐานรวมของกระบวนการซ่อมชิ้นส่วน FRONT FRAME เครื่องยนต์ J85-GE-21 B/C ก่อน และหลังปรับปรุง ดังแสดงในภาพที่ 12




**ภาพที่ 12** กราฟแท่งเปรียบเทียบเวลามาตรฐานการทำงาน ก่อนและหลังการปรับปรุง

## 8. สรุปผลการวิจัย

ในงานวิจัยนี้ มุ่งเน้นการลดเวลากระบวนการซ่อมแซมชิ้นส่วน FRONT FRAME ผู้วิจัยจึงได้คิดค้นออกแบบอุปกรณ์ช่วยในการทำงาน มีความสามารถในการจับยึดชิ้นงาน ส่งผลให้สามารถลดขั้นตอนการทำงาน ทำให้ผู้ปฏิบัติงานทำงานง่ายขึ้น และมีประสิทธิภาพมากขึ้น จากการคิดค้นอุปกรณ์ดังกล่าว ผลลัพธ์พบว่า เวลามาตรฐานในกระบวนการซ่อมแซมลดลง จากก่อนปรับปรุง คือ 951.43 นาที ต่อ 1 ชิ้นงาน ต่อการทำงาน 1 ครั้ง ลดลงเหลือ 334.31 นาที ต่อ 1 ชิ้นงาน ต่อการทำงาน 1 ครั้ง คิดเป็น 64.86% ซึ่งเกินเป้าหมายที่ตั้งไว้ถึง 34.86%

อีกทั้งยังสามารถสนับสนุนการซ่อมเครื่องยนต์ และมีเครื่องยนต์สำรองให้เสร็จได้ทันต่อความต้องการในภารกิจการบิน อีกทั้งยังสามารถนำอุปกรณ์เครื่องมือจับยึดที่สร้างขึ้นนี้ ไปประยุกต์ใช้งานกับการซ่อมชิ้นส่วนเครื่องยนต์อื่นได้อีก 2 ชนิด ทำให้ประหยัดงบประมาณในการจัดจ้างสร้างขึ้นจากภายนอกหรือซื้อมาใหม่ ได้ถึง 99.58%

## บรรณานุกรม

**ภาษาไทย**


กรมช่างอากาศ. (2564). *T.O. 2J-J85-133-6*. กรมช่างอากาศ กองทัพอากาศ กรุงเทพฯ

กรมช่างอากาศ. (2564). *การซ่อมชิ้นส่วน J85-GE-21 B/C บข.18 ข/ค F-5*. กรมช่างอากาศ กองทัพอากาศ กรุงเทพฯ.

นริศ สาวะจันทร์. (2561). *การลดเวลานำในการตรวจผลิตภัณฑ์ก่อนส่งมอบ.* ปริญญานิพนธ์ศึกษามหาบัณฑิต. วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. กรุงเทพฯ.

มารวย เพ็งอุดม. (2560). เครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิด (7 QC Tools). *ผังพาเรโต (Pareto Diagram).* 4 ธันวาคม 2564. เว็บไซต์ http://www.research-system.siam.edu/images/01Poon/2._มารวย_เพงอดม/บทท_2.pdf

ยศวริศกร รเณศอัครพงษ์. (2559). *การศึกษาการทำงานและลดกำลังคนในไลน์การผลิตน้ำอัดลม.* ปริญญานิพนธ์ศึกษามหาบัณฑิต. ปริญญาบริหารธุรกิจบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีไทย – ญี่ปุ่น. กรุงเทพฯ.

อุษาวดี อินทร์คล้าย. *การลดของเสียในกระบวนการเชื่อมภายในแผนก Welding*. การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ ประจำปี พ.ศ. 2555. มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีมหานคร. กรุงเทพฯ. 2555.

Chanida. (2557). *แผนผังก้างปลา (Fish Bone Diagram)*. 3 ธันวาคม 2564. เว็บไซต์ http://www.research-system.siam.edu/images/IE/Chanida/1.2557/1/6.pdf

Teetut Tresirichod. (2557). *การศึกษาเวลาโดยตรง*. 10 ธันวาคม 2564. เว็บไซต์ https://www.slideshare.net/TeeTre/15-38124697

**ภาษาต่างประเทศ**

Salvendy, G. (Ed.). (2001). *Handbook of industrial engineering: technology and operations management*. John Wiley & Sons.