# การสร้างฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อมถังน้ำมันรถเกี่ยวนวดข้าว เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพงานเชื่อม กรณีศึกษา : โรงงานผลิตรถเกี่ยวนวดข้าว

# THE FIXTURE HELP TO WELDING THE OIL TANK TO IMPROVE THE WELDING PERFORMANCE : A CASE STUDY COMBINE HARVESTER PLANT


นายจิรวัฒน์ จันทร์มาก รหัส 57361036

นายธนกร อินทวี รหัส 57361142


ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2560

# ใบรับรองปริญญานิพนธ์

**ชื่อหัวข้อโครงงาน** การสร้างฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อมถังน้ำมันรถเกี่ยวนวดข้าว เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพงานเชื่อม กรณีศึกษา : โรงงานผลิตรถเกี่ยวนวดข้าว

**ผู้ดำเนินโครงงาน** นายจิรวัฒน์ จันทร์มาก รหัส 57361036

นายธนกร อินทวี รหัส 57361142

**ที่ปรึกษาโครงงาน** ผู้ช่วยศาสตราจารย์เสาวลักษณ์ ตองกลิ่น

**สาขาวิชา** วิศวกรรมอุตสาหการ

**ภาควิชา** วิศวกรรมอุตสาหการ

**ปีการศึกษา** 2560

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

.....ที่ปรึกษาโครงงาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เสาวลักษณ์ ตองกลิ่น)

.....กรรมการ
(อาจารย์เกตุชนา บุญฤทธิ์)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.กวิน สนธิเพิ่มพูน)

| | |
|---|---|
| **ชื่อหัวข้อโครงงาน** | การสร้างฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อมถังน้ำมันรถเกี่ยวนวดข้าว เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพงานเชื่อม กรณีศึกษา : โรงงานผลิตรถเกี่ยวนวดข้าว |
| **ผู้ดำเนินโครงงาน** | นายจิรวัฒน์ จันทร์มาก รหัส 57361036 |
| | นายธนกร อินทวี รหัส 57361142 |
| **ที่ปรึกษาโครงงาน** | ผู้ช่วยศาสตราจารย์เสาวลักษณ์ ตองกลิ่น |
| **สาขาวิชา** | วิศวกรรมอุตสาหการ |
| **ภาควิชา** | วิศวกรรมอุตสาหการ |
| **ปีการศึกษา** | 2560 |

.....


## บทคัดย่อ

โครงงานนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา ออกแบบและสร้างฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อมถังน้ำมันรถเกี่ยวนวดข้าว ที่สามารถใช้งานกับถังน้ำมันได้ 3 ชนิดคือ ถังน้ำมันโซล่า ถังน้ำมันปั๊มเดิน และถังน้ำมันไฮดรอลิค เพื่อช่วยให้พนักงานสามารถทำงานได้สะดวกมากขึ้น และรวดเร็วมากขึ้น หลังจากผู้จัดทำโครงงานได้ไปศึกษาการทำงานดังกล่าว จึงทำการออกแบบ และสร้างฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อมถังน้ำมันรถเกี่ยวนวดข้าว โดยใช้หลักของการยศาตร์เข้ามาช่วยในการออกแบบ

การสร้างฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อมถังน้ำมันรถเกี่ยวนวดข้าวนี้สามารถช่วยให้พนักงานไม่ต้องเชื่อมถังน้ำมันกับพื้น สามารถเปลี่ยนมาทำงานบนฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อมแทน โดยที่ฟิกซ์เจอร์นี้สามารถช่วยในเรื่องจับยึดชิ้นงาน สามารถปรับระดับได้ตามขนาดของถังแต่ละชนิด และยังมีรางเลื่อนที่สามารถวางมือเพื่อนำทางในการเชื่อม เมื่อนำมาใช้งาน พบว่า สามารถลดการรั่วของถังน้ำมันได้ร้อยละ 100 ต่อสัปดาห์ หรือ ไม่พบการรั่วของถังน้ำมันเกิดขึ้นเลย และยังสามารถลดเวลาในการเชื่อมถังน้ำมันรถเกี่ยวนวดข้าวทั้ง 3 ชนิด โดยถังน้ำมันโซ่ล่าสามารถลดเวลาในการเชื่อมได้ 0.40 นาที หรือ ร้อยละ 11.14 ถังน้ำมันปั๊มเดินสามารถลดเวลาในการเชื่อมได้ 0.36 นาที หรือ ร้อยละ 10.58 และถังน้ำมัน ไฮดรอลิคสามารถลดเวลาในการเชื่อมได้ 0.34 นาที หรือ ร้อยละ 10.69

| | |
|---|---|
| **Project title** | THE FIXTURE HELP TO WELDING THE OIL TANK TO IMPROVE THE WELDING PERFORMANCE : A CASE STUDY COMBINE HARVESTER PLANT |
| **Name** | Mr. Jirawat Janmak ID. 57361036 |
| | Mr.Thanakorn Inthawee ID. 57361142 |
| **Project advisor** | Asst.Prof.Saowalak Tongklin |
| **Major** | Industrial Engineering |
| **Department** | Industrial Engineering |
| **Academic year** | 2017 |

.....


## Abstract

The objectives of this research were to study knowledge of Designing and construction of auxiliary fixture to link oil tankers. It can be used with 3 types of fuel tank were Solar fuel tank, Fuel pump operated tank and Hydraulic tank to help personnel can work more easily and faster. So we are going to design and make an construction of auxiliary fixture to link fuel tankers by using formality of Ergonomics to help in this design.

Making an fixture construction of auxiliary to link fuel tankers can help personnel do not work to connect the tank to the floor. They can work on an fixture construction of auxiliary to link fuel tankers instead to connect the tank to the floor. This fixture can help with gripping work piece. It can adjust level according to the size of each tank. There are also sliding rails that can be placed to guide the welding. When we try it out we found that it can be reduce the leakage of the fuel tank 100 percents or no fuel leakage occurred. And it can help reducing the time to combine the three types of fuel tankers. Solar fuel tank can reducing the time is 0.40 minutes or 11.14 percents, Fuel pump operated tank can reducing the time is 0.36 or 10.58 percents and Hydraulic tank can reducing the time is 0.34 minutes or 10.69 percents.

# กิตติกรรมประกาศ

โครงงานการสร้างฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อมถังน้ำมันรถเกี่ยวนวดข้าว เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพงานเชื่อม ที่จัดทำขึ้นนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ดีนี้ต้องขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์เสาวลักษณ์ ตองกลิ่น อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานที่คอยติดตามและให้คำปรึกษาที่ดีเสมอมาในการจัดทำโครงงานนี้ และขอขอบคุณโรงงาน คณะผู้บริหาร พนักงาน ที่อนุญาตและคอยช่วยเหลือให้ทางผู้ดำเนินโครงงานได้เข้ามาทำโครงงานนี้

นอกจากนี้ต้องขอบพระคุณอาจารย์ และบุคลากรของภาควิชาวิศวกรรมอุสาหการทุกท่านที่คอยให้คำแนะนำ ตักเตือน จนสำเร็จลุล่วงมาเป็นปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

ผู้ดำเนินโครงงาน
นายจิรวัฒน์ จันทร์มาก
นายธนกร อินทวี
พฤษภาคม 2561

# สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญานิพนธ์ ..... ก
บทคัดย่อภาษาไทย ..... ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ (Abstract) ..... ค
กิตติกรรมประกาศ ..... ง
สารบัญ ..... จ
สารบัญตาราง ..... ซ
สารบัญรูป ..... ฌ

บทที่ 1 บทนำใบรับรองปริญญานิพนธ์ ..... 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน ..... 1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน ..... 1
1.3 เกณฑ์ชี้วัดผลงาน ..... 1
1.4 เกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ ..... 1
1.5 ขอบเขตการดำเนินโครงงาน ..... 1
1.6 สถานที่ในการดำเนินโครงงาน ..... 2
1.7 ระยะเวลาในการดำเนินโครงงาน ..... 2
1.8 ขั้นตอนและแผนการดำเนินโครงงาน ..... 2

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีเบื้องต้น ..... 3
2.1 ทฤษฎีการเชื่อมโลหะ ..... 3
2.1.1 การเชื่อมโลหะ ..... 3
2.1.2 ปัจจัยสำคัญ 5 ประการของการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อม ..... 4
2.2 การวางแผนการทำงาน ..... 7
2.3 การพัฒนาและการเลือกวิธีการในการออกแบบ ..... 7
2.4 การยศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการทำงาน ..... 8
2.4.1 ความสำคัญของการยศาสตร์ ..... 8
2.4.2 หลักการของการยศาสตร์ ..... 8
2.5 หลักการวางตำแหน่งงาน ..... 9

# สารบัญ (ต่อ)

หน้า


2.6 หลักการจับยึดชิ้นงาน....10
2.7 การออกแบบรางเลื่อน....10
2.7.1 ท่าทางการทำงาน....11
2.7.2 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อท่าทางการทำงานของคน....11
2.7.3 พื้นที่ทำงานนั่งในแนวราบ....11
2.8 การศึกษาเวลาทางตรง....12
2.8.1 การทำความเข้าใจเกี่ยวกับงานที่ศึกษา....12
2.8.2 การจับเวลาในแต่ละงานย่อย....12
2.8.3 การให้อัตราความเร็วของพนักงาน....13
2.8.4 การคำนวณหาเวลาปกติ....15
2.8.5การกำหนดค่าเผื่อ....15
2.8.6 การหาเวลามาตรฐาน....16

บทที่ 3 วิธีดำเนินโครงงาน....17
3.1 การศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูล....18
3.2 การวิเคราะห์ข้อมูล....18
3.3 การออกแบบฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อม....18
3.3.1 ชนิดและขนาดของชิ้นส่วน....18
3.3.2 การออกแบบการวางตำแหน่งชิ้นงาน....18
3.3.3 การออกแบบการจับยึดชิ้นงาน....18
3.3.4 การออกแบบรางเลื่อน....18
3.3.5 การออกแบบโครงฟิกซ์เจอร์การเชื่อม....19
3.4 การสร้างฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อม....19
3.5 การตรวจสอบ....19
3.6 การทดลองใช้ฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อม....19
3.7 การวัดผลการทำงาน....19
3.8 สรุปผลการดำเนินโครงงาน....19

# สารบัญ (ต่อ)

หน้า


บทที่ 4 ผลการดำเนินโครงงาน ..... 20
4.1 การศึกษาขั้นตอนและวิธีการในการผลิตถังน้ำมันรถเกี่ยวนวดข้าว ..... 20
4.1.1 ขั้นตอนการผลิตถังน้ำมันรถเกี่ยวนวดข้าว ..... 20
4.1.2 ข้อมูลการรั่วของถังน้ำมัน ..... 22
4.1.3 เวลาที่ใช้ในการเชื่อมถังน้ำมันรถเกี่ยวนวดข้าว ..... 23
4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลก่อนการออกแบบ ..... 23
4.2.1 ขั้นตอนการเชื่อมแท็กถังน้ำมันรถเกี่ยวนวดข้าว ..... 24
4.2.2 ขั้นตอนการเชื่อมถังน้ำมันรถเกี่ยวนวดข้าวเป็นแนวยาว ..... 24
4.3 การออกแบบฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อมถังน้ำมันรถเกี่ยวนวดข้าว ..... 24
4.4 การสร้างฟิกซ์เจอร์และทดลองใช้ ..... 27
4.5 การทดลองฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อม ..... 30
4.6 การวัดผลการทำงาน ..... 30

บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ ..... 33
5.1 บทสรุป ..... 33
5.2 ข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนา ..... 33

เอกสารอ้างอิง ..... 34

ภาคผนวก ก แบบ Drawing ฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อมถังน้ำมันรถเกี่ยวนวดข้าว ..... 35
ภาคผนวก ข การคำนวณหาเวลามาตรฐานในการใช้ฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อมถังน้ำมัน
รถเกี่ยวนวดข้าว ..... 40

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน ..... 47

# สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า
1.1 ขั้นตอนและแผนการดำเนินโครงงาน ..... 2
2.1 แสดงการให้อัตราความเร็วของระบบ Westinghouse System of Rating ..... 14
4.1 ข้อมูลการรั่วของถังน้ำมันก่อนใช้ฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อมทั้ง 3 ชนิด ..... 22
4.2 เวลาที่ใช้ในการเชื่อมถังน้ำมันรถเกี่ยวนวดข้าวก่อนใช้ฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อมทั้ง 3 ชนิด ..... 23
4.3 ข้อมูลการรั่วของถังน้ำมันหลังใช้ฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อมทั้ง 3 ชนิด ..... 30
4.4 เวลาที่ใช้ในการเชื่อมถังน้ำมันรถเกี่ยวนวดข้าวหลังใช้ฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อมชนิด 3 ชนิด ..... 31
4.5 แสดงการเปรียบเทียบลักษณะท่าทางการทำงานของพนักงานก่อนใช้ฟิกซ์เจอร์และหลังใช้ฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อม ..... 31
4.6 แสดงการเปรียบเทียบเวลาก่อนใช้และหลังใช้ฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อมถังน้ำมันรถเกี่ยวนวดข้าวทั้ง 3 ชนิด ..... 32

# สารบัญรูป


รูปที่ หน้า

2.1 การเปรียบเทียบความแตกต่างของแนวเชื่อมเมื่อกระแสไฟต่างกัน ..... 4

2.2 ลักษณะการเกิด Undercut ..... 4

2.3 ลักษณะการเกิด Overlap ..... 5

2.4 แนว A ระยะอาร์คยาวมาก แนว B ระยะอาร์คสั้นมาก แนว C ระยะอาร์คถูกต้อง ..... 5

2.5 ลักษณะมุมลวดเชื่อมที่ถูกต้อง ..... 6

2.6 การเปรียบเทียบแนวเชื่อมตัวอย่าง (Bead examples) ..... 7

2.7 พื้นที่ทำงานปกติ และพื้นที่ทำงานสูงสุดที่เกิดจากการกวาดมือ ..... 12

3.1 ผังแสดงขั้นตอนการดำเนินโครงงาน ..... 17

4.1 การวัดระยะและกำหนดตำแหน่งแผ่นเหล็ก ..... 20

4.2 การนำแผ่นเหล็กที่ได้จากการวัดระยะเข้าเครื่องดัดเหล็ก ..... 21

4.3 การเชื่อมแท็กถังน้ำมัน ..... 21

4.4 การเชื่อมถังน้ำมันรถเกี่ยวนวดข้าวเป็นแนวยาว ..... 22

4.5 การใช้ขาหนีบชิ้นงานก่อนเชื่อมแท็กชิ้นงาน ..... 24

4.6 ฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อมถังน้ำมันรถเกี่ยวนวดข้าว ..... 25

4.7 โครงฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อมถังนี้มันรถเกี่ยวนวดข้าว ..... 26

4.8 ตัววางชิ้นงานและตัวจับยึดชิ้นงาน ..... 26

4.9 รางเลื่อนที่ใช้ในการวางมือ ..... 27

4.10 ฐานรองรับชิ้นส่วนต่างๆ ของฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อม ..... 27

4.11 ตัวกำหนดตำแหน่งในการเชื่อม ..... 28

4.12 ตัววางชิ้นงานที่ติดตัวจับยึดแล้ว ..... 28

4.13 รางเลื่อนช่วยในการวางมือ ..... 29

4.15 ฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อมที่ประกอบเสร็จแล้ว ..... 29

# บทที่ 1
# บทนำ

## 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน

ในปัจจุบันโรงงานผลิตรถเกี่ยวนวดข้าว มีกระบวนการผลิตหลายกระบวนการ โดยใช้แรงงานคนในการผลิตเป็นหลัก จากที่ผู้ดำเนินโครงงานได้เข้าไปสำรวจและศึกษาสภาพปัญหาในโรงงาน พบว่า ในกระบวนการเชื่อม มีสถานีงานย่อยหนึ่ง คือ สถานีงานเชื่อมถังน้ำมันรถเกี่ยวนวดข้าว ผลิตถังน้ำมันสัปดาห์ละ 15 ถัง เกิดปัญหาถังน้ำมันมีรูรั่วจากแนวเชื่อม จึงจำเป็นต้องนำถังน้ำมันที่รั่วกลับมาแก้แนวเชื่อมใหม่ สาเหตุที่ถังน้ำมันมีรูรั่วจากแนวเชื่อมเกิดจากแนวเชื่อมที่เชื่อมไม่ตรง อันเนื่องมาจากความเมื่อยล้าจากการเชื่อมที่นาน ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนของแนวเชื่อม เพราะว่าแนวเชื่อมของถังน้ำมันมีลักษณะที่ตรงเป็นแนวยาว อีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ถังน้ำมันมีรูรั่วเกิดจากแนวเชื่อมที่ไม่ต่อเนื่องกัน หรือ รอยต่อจากการเชื่อม จากสาเหตุดังกล่าวสามารถแบ่งเป็น 2 ปัจจัย อย่างแรกคือ การเปลี่ยนลวดเชื่อม ซึ่งเป็นความจำเป็นที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ และอีกปัจจัยหนึ่งก็คือ เกิดจากรอยต่อระหว่างแนวเชื่อมที่พนักงานหยุดพัก เนื่องจากความเมื่อยล้า

ดังนั้นหากมีการทำฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อมถังน้ำมันรถเกี่ยวนวดข้าว ก็จะทำให้แนวการเชื่อมเกิดความต่อเนื่องเป็นแนวยาวตรงมากขึ้น ลดความเมื่อยล้า ลดการรั่วของถังน้ำมัน และเป็นการลดเวลาในการเชื่อมถังน้ำมันรถเกี่ยวนวดข้าว

## 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

เพื่อสร้างฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อมถังน้ำมันรถเกี่ยวนวดข้าว

## 1.3 เกณฑ์ชี้วัดผลงาน (Output)

ฟิกซ์เจอร์ที่ช่วยในการเชื่อมถังน้ำมันรถเกี่ยวนวดข้าวได้ 3 ชนิด

## 1.4 เกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ (Outcomes)

1.4.1 ลดจำนวนของถังน้ำมันที่รั่วทั้งหมด ไม่เกินร้อยละ 7 ต่อสัปดาห์

1.4.2 ลดเวลาในการเชื่อมถังน้ำมันรถเกี่ยวนวดข้าวแต่ละชนิด ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 10

## 1.5 ขอบเขตในการดำเนินโครงงาน

1.5.1 ทำการศึกษาสภาพปัญหาในงานเชื่อมถังน้ำมันรถเกี่ยวนวดข้าว และจัดทำฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อมถังน้ำมันรถเกี่ยวนวดข้าว

1.5.2 ชนิดและขนาดถังน้ำมัน

1.5.2.1 ถังน้ำมันโซล่า ขนาด 320x630x525 มิลลิเมตร

1.5.2.2 ถังน้ำมันปั๊มเดิน ขนาด 350x640x350 มิลลิเมตร

1.5.2.3 ถังน้ำมันไฮดรอลิก ขนาด 270x540x270 มิลลิเมตร

1.5.3 ศึกษาการเชื่อมถังน้ำมันรถเกี่ยวนวดข้าว ด้วยวิธีการเชื่อมไฟฟ้าแบบลวดเชื่อม

## 1.6 สถานที่ในการดำเนินโครงงาน

โรงงานผลิตรถเกี่ยวนวดข้าว จ.พิษณุโลก

## 1.7 ระยะเวลาในการดำเนินโครงงาน

ตั้งแต่เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2560 ถึง เมษายน พ.ศ. 2561

## 1.8 ขั้นตอนและแผนการดำเนินโครงงาน

**ตารางที่ 1.1** ขั้นตอนและแผนการดำเนินโครงงาน

| ลำดับ | การดำเนินโครงงาน | ช่วงเวลา | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ส.ค. | ก.ย. | ต.ค. | พ.ย. | ธ.ค. | ม.ค. | ก.พ. | มี.ค. | เม.ย. |
| 1.8.1 | ศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูล | ← | → | | | | | | | |
| 1.8.2 | วิเคราะห์ข้อมูล | ← | → | | | | | | | |
| 1.8.3 | เก็บข้อมูลการผลิตเบื้องต้น | | ← | → | | | | | | |
| 1.8.4 | ศึกษาแนวทางการสร้างฟิกซ์เจอร์ | | | ← | → | | | | | |
| 1.8.5 | ออกแบบฟิกซ์เจอร์ | | | ← | → | | | | | |
| 1.8.6 | สร้างฟิกซ์เจอร์ต้นแบบ | | | | ← | → | | | | |
| 1.8.7 | ตรวจสอบ | | | | | ← | → | | | |
| 1.8.8 | ทดลองการทำงานของฟิกซ์เจอร์ | | | | | | ← | → | | |
| 1.8.9 | ทำการวัดผลการทำงาน | | | | | | | | ← | → |
| 1.8.10 | สรุปผลการดำเนินโครงงาน | | | | | | | | ← | → |

# บทที่ 2
# หลักการและทฤษฎีเบื้องต้น

## 2.1 ทฤษฎีการเชื่อมโลหะ

### 2.1.1 การเชื่อมโลหะ (Welding)

การเชื่อมโลหะ (Welding) หมายถึง การต่อโลหะ 2 ชิ้นให้ติดกันโดยการให้ความร้อนแก่โลหะจนหลอมละลายติดเป็นเนื้อเดียวกัน หรือ โดยการเติมลวดเชื่อมเป็นตัวประสานก็ได้กรรมวิธีในการเชื่อมโลหะที่เป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายโดยทั่วไปมีดังต่อไปนี้

2.1.1.1 การเชื่อมแก๊ส (Gas Welding) เป็นการเชื่อมซึ่งจัดอยู่ในประเภทงานเชื่อมหลอมเหลววิธีหนึ่งแหล่งความร้อนที่ใช้กับชิ้นงานเกิดจากการเผาไหม้ระหว่างแก๊สอะเซทิลีนซึ่งเป็นแก๊สเชื้อเพลิงและแก๊สออกซิเจนอุณหภูมิจากการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ให้ความร้อนสูง 3,200 องศาเซลเซียส และจะไม่มีเขม่าหรือควัน

2.1.1.2 การเชื่อมไฟฟ้า (Arc Welding) การเชื่อมไฟฟ้า หรือ เรียกว่าการเชื่อมโลหะโดยวิธีการเชื่อมอาร์ค (Arc) ความร้อนที่มาใช้ในการเชื่อมเกิดจากประกายอาร์คระหว่างชิ้นงานและลวดเชื่อมซึ่งหลอมละลายลวดเชื่อมจะทำหน้าที่ป้อนเนื้อโลหะให้แก่แนวเชื่อม

2.1.13 การเชื่อมอัด (Press Welding หรือ Non Fusion Welding) เป็นการประสานโลหะ 2 ชิ้นให้ติดกัน โดยใช้ความร้อนกับชิ้นงานในบริเวณที่จะทำการเชื่อม จากนั้นใช้แรงอัดส่วนที่หลอมละลายจนกระทั่งชิ้นงานติดกันเป็นจุด หรือ เกิดแนวความร้อนที่ใช้ได้จากความต้านทานไฟฟ้า เช่น การเชื่อมจุด (Spot Welding)

2.1.1.4 การเชื่อม TIG (Tungsten Inert Gas Welding) เป็นกรรมวิธีการเชื่อมโลหะยโดยใช้ความร้อนที่เกิดจากการอาร์คระหว่างลวดทังสเตนกับชิ้นงานเชื่อม โดยมีแก๊สเฉื่อยปกคลุมบริเวณเชื่อมและบ่อหลอมละลายเพื่อไม่ให้บรรยากาศภายนอกเข้ามาทำปฏิกิริยาบริเวณดังกล่าว

2.1.1.5 งานเชื่อม MIG (Metal Inert Gas Welding) เป็นขบวนการเชื่อมที่ได้รับความร้อนจากอาร์คระหว่างลวดเชื่อมกับชิ้นงาน ลวดเชื่อมที่ใช้เป็นลวดเชื่อมเปลือยที่ส่งป้อนอย่างต่อเนื่องไปยังบริเวณอาร์คและทำหน้าที่เป็นโลหะเติมลงยังบ่อหลอมละลาย บริเวณบ่อหลอมละลายปกคลุมไว้ด้วยแก๊สเฉื่อยเพื่อไม่ให้เกิดการรวมตัวกับอากาศ

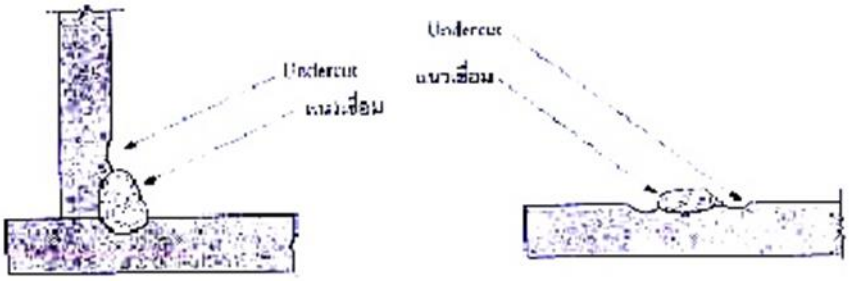
2.1.1.6 งานเชื่อมใต้ฟลักซ์ (Submerged Arc Welding) เป็นขบวนการเชื่อมไฟฟ้าที่ได้รับความร้อนจากการอาร์คระหว่างลวดเชื่อมเปลือยกับงานเชื่อม โดยมีฟลักซ์ชนิดเม็ด (Granular Flux) ปกคลุมบริเวณอาร์ค และฟลักซ์ส่วนที่อยู่ใกล้กับเนื้อเชื่อมจะหลอมละลายปกคลุมเนื้อเชื่อมเพื่อป้องกันอากาศภายนอกทำปฏิกิริยากับแนวเชื่อมส่วนฟลักซ์ที่อยู่ห่างจากเนื้อเชื่อมจะไม่หลอมละลายและสามารถนำมาใช้ได้อีก

**2.1.2 ปัจจัยสำคัญ 5 ประการของการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อม**

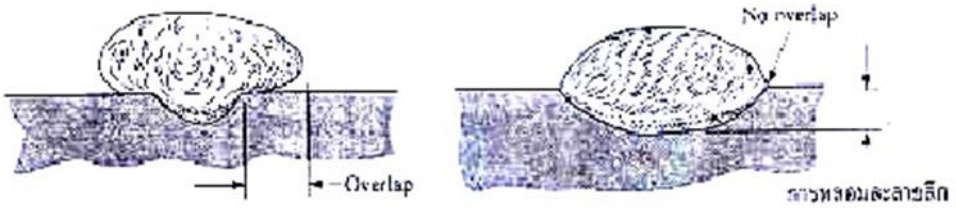
2.1.2.1 การเลือกลวดเชื่อม (Correct Electrode) การเลือกลวดเชื่อมก่อนการเชื่อมถือเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งช่างเชื่อมต้องศึกษาหลักการเลือกลวดเชื่อมให้เหมาะสมกับงานที่นำมาเชื่อม ซึ่งมีหัวข้อที่ต้องนำมาพิจารณาประกอบ คือ คุณสมบัติทางกลและส่วนผสมของชิ้นงานลักษณะรอยต่อตำแหน่งท่าเชื่อม และกระแสไฟที่ใช้เชื่อม โดยเฉพาะจะต้องศึกษาให้เข้าใจถึงหลักการแบ่งลวดเชื่อมระบบมาตรฐานต่างๆด้วย เพื่อที่จะสามารถพิจารณาเลือกมาใช้ให้เหมาะสมกับงานได้

2.1.2.2 การเลือกและปรับแต่งกระแสไฟ (Correct Current) กระแสไฟที่ใช้ในการเชื่อมช่างเชื่อมจะต้องเลือกและปรับ โดยคำนึงถึงตั้งแต่ชนิดของกระแสไฟที่ใช้เป็นกระแสไฟสลับ หรือ กระแสไฟตรงเป็นชนิดขั้ว DCRP หรือ DCSP การปรับกระแสสูงต่ำอย่างไร ซึ่งในการปรับกระแสนี้ขึ้นอยู่กับขนาดลักษณะงาน และชนิดของลวดเชื่อมโดยดูได้จากคู่มือ หรือ ข้างกล่องของลวดเชื่อมที่เราเลือกมาใช้การปรับกระแสไฟสูงเกินไปจะทำให้บ่อหลอมละลายกว้างไม่สม่ำเสมอควบคุมยาก ดังรูปที่ 2.1 ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดรอยแหว่งที่ขอบแนวเชื่อม เรียกว่า Undercut ดังรูปที่ 2.2 และถ้าปรับกระแสไฟฟ้าต่ำเกินไปก็จะทำให้เกิดรอยนูน คือ โลหะลวดเชื่อมไม่หลอมละลายเป็นเนื้อเดียวกันกับชิ้นงานจะเกิดในบริเวณขอบของแนวเชื่อมเช่นกัน เรียกว่า Overlap ดังรูปที่ 2.3

**รูปที่ 2.1** การเปรียบเทียบความแตกต่างของแนวเชื่อมเมื่อกระแสไฟต่างกัน
ที่มา : ประภาส เกตุไทย 2545 : 92

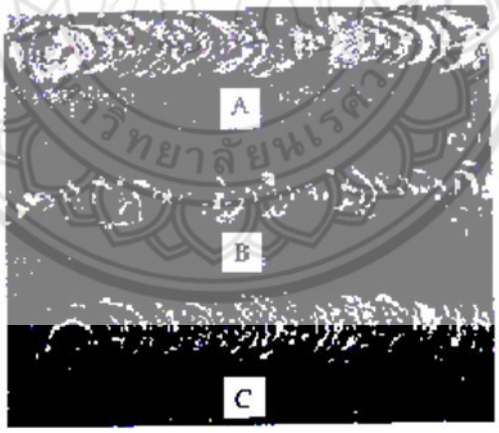



**รูปที่ 2.2** ลักษณะการเกิด Undercut
ที่มา : ประภาส เกตุไทย 2545 : 92



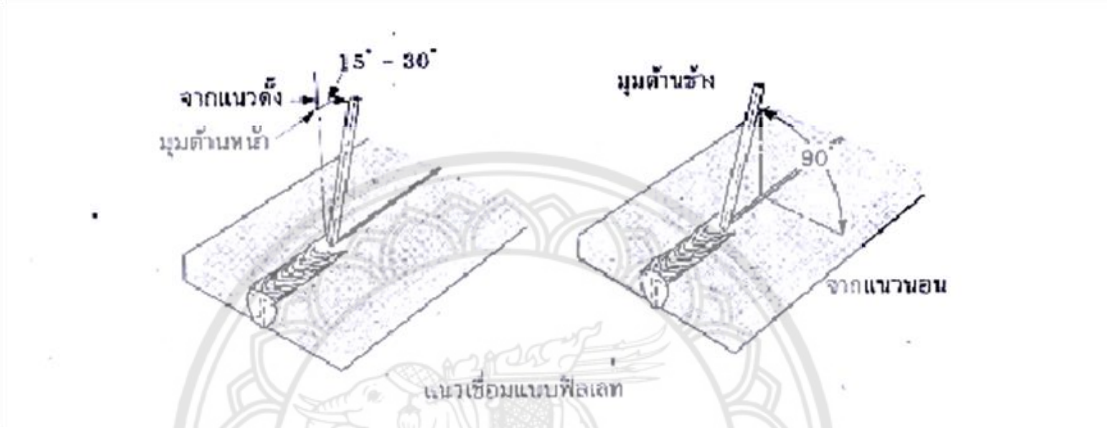

**รูปที่ 2.3** ลักษณะการเกิด Overlap
ที่มา : ประภาส เกตุไทย 2545 : 92

2.1.2.3 ระยะอาร์ค หรือ แรงเคลื่อน (Correct Arc Length or Voltage) แรงเคลื่อนจะขึ้นอยู่กับระยะอาร์ค ถ้าระยะอาร์คยาว หรือ ห่างเพิ่มขึ้นแรงเคลื่อนก็จะเพิ่มขึ้นตาม และถ้าระยะอาร์คสั้นลงแรงเคลื่อนที่ก็จะลดลงด้วยระยะอาร์คหมายถึง ระยะห่างของการอาร์คถ้ามากเกินไปจะทำให้แนวเชื่อมกว้างไม่เรียบร้อยและมีเม็ดโลหะกระเด็นติดที่ขอบของแนวเชื่อมจำนวนมากและการซึมลึกน้อยส่วนระยะห่างของการอาร์คสั้นเกินไปจะได้แนวเชื่อมที่ไม่สม่ำเสมอไม่เรียบร้อยปลายลวดเชื่อมติดชิ้นงานได้ง่ายการหลอมละลาย หรือ การซึมลึกน้อยรอยเชื่อมแคบและนูน ดังรูปที่ 2.4 อย่างไรก็ตามระยะอาร์คสั้นๆก็ยังเหมาะกับการเชื่อมในตำแหน่งท่าตั้งและท่าเหนือศีรษะ เพราะจะทำให้น้ำโลหะเชื่อมไม่ย้อยลงขณะเชื่อม



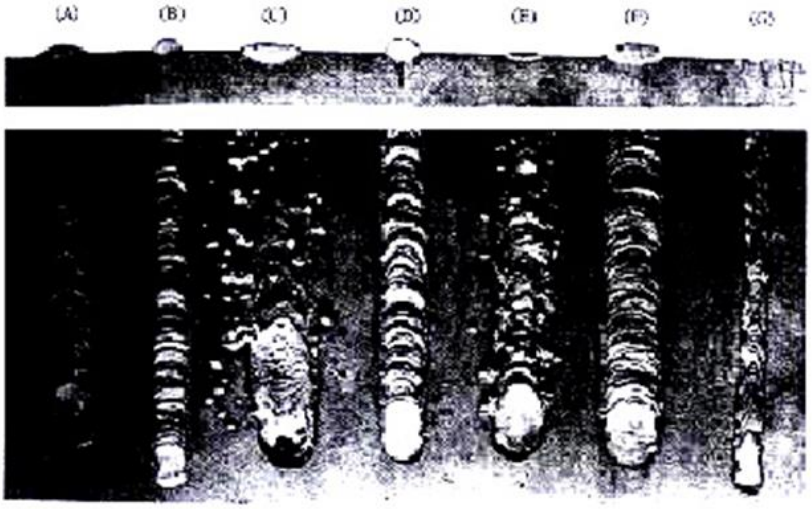

**รูปที่ 2.4** แนว A ระยะอาร์คยาวมาก แนว B ระยะอาร์คสั้นมาก แนว C ระยะอาร์คถูกต้อง
ที่มา : ประภาส เกตุไทย 2545 : 93

2.1.2.4 มุมลวดเชื่อม (Correct Electrode Angle) มุมของลวดเชื่อมก็เป็นปัจจัยสำคัญ ถ้ามุมลวดเชื่อมไม่ถูก แนวเชื่อมที่ออกมาก็ไม่ดี คือ ถ้าทำมุมของลวดเชื่อมกับแผ่นงานน้อยเกินไปก็จะทำให้แนวเชื่อมแบนกว้างการซึมลึกไม่ดี แต่ถ้าลวดเชื่อมทำมุมกับแผ่นงานมากเกินไปแนวเชื่อมที่ได้จะเล็กเชื่อมได้ยากการซึมลึกก็ไม่ดีเช่นกัน ฉะนั้นช่างเชื่อมจะต้องทำมุมของลวดเชื่อมกับชิ้นงานให้ถูกต้อง การเชื่อมรอยต่อมุมฉากซึ่งได้แนวเชื่อมแบบฟิลเลทเป็นการต่อแบบตัวที หรือ รอยต่อเกยตามมุมลวดเชื่อมจะเปลี่ยนไปไม่เหมือนการเชื่อมต่อชนท่าราบจะเห็นได้ว่าลักษณะของมุมลวดเชื่อมขึ้นอยู่กับลักษณะรอยต่อ และตำแหน่งท่าเชื่อมของชิ้นงาน ซึ่งลักษณะมุมลวดเชื่อมที่ถูกต้องดังรูปที่ 2.5




**รูปที่ 2.5** ลักษณะมุมลวดเชื่อมที่ถูกต้อง
ที่มา : ประภาส เกตุไทย 2545 : 94

2.1.2.5 ความเร็วในการเดินลวดเชื่อม (Correct Travel Speed) การเดินลวดเชื่อมขณะทำการเชื่อมต้องเป็นไปอย่างสม่ำเสมอถูกต้อง ถ้าเดินเร็วเกินไปจะได้แนวเชื่อมที่เล็กเกินไปการซึมลึกน้อยความแข็งแรงที่ได้จากการเชื่อมน้อย แต่ถ้าเดินลวดเชื่อมช้าเกินไปจะได้แนวเชื่อมใหญ่โลหะเชื่อมไปกองอยู่มาก ทำให้สิ้นเปลืองและเสียเวลาในการเชื่อม ซึ่งการเชื่อมที่ได้ผลดีจึงควรพยายามเดินลวดเชื่อมให้สม่ำเสมอตลอดแนว ดังรูปที่ 2.6




**รูปที่ 2.6** การเปรียบเทียบแนวเชื่อมตัวอย่าง (Bead examples) แนว A กระแสไฟระยะอาร์คและการเดินลวดเชื่อมปกติ (Current Voltage andSpeed Normal) แนว B กระแสไฟต่ำมาก (Current Too Law) แนว C กระแสไฟสูงมาก (Current Too High) แนว D ระยะอาร์คสั้นมาก (Voltage Too Low) แนว E ระยะอาร์คยาวมาก (Voltage Too High) แนว F ความเร็วในการเดินลวดต่ำ (Speed Too Slow) แนว G ความเร็วในการเดินลวดสูง (Speed Too Fast)

ที่มา : ประภาส เกตุไทย 2545 : 95

## 2.2 การวางแผนการทำงาน

ในการวางแผนการทำงานนั้นก่อนที่จะเริ่มทำงาน จะต้องมีการวางแผนการทำงานล่วงหน้า ต้องรู้ว่าการทำงานอะไรจะต้องทำเป็นลำดับก่อนหลัง ในระหว่างการออกแบบตัวกำหนดตำแหน่งและตัวจับยึดสามารถที่จะถูกกำหนดว่าอยู่ตำแหน่งใด ทำให้เป็นผลดีต่อการทำงาน เพื่อที่จะให้การทำงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสิ่งนี้มีความสำคัญเมื่อมีผู้ร่วมรายการออกแบบหลายคนทำการออกแบบสำหรับชิ้นงานชิ้นเดียวกัน

## 2.3 การพัฒนาและการเลือกวิธีการในการออกแบบ

ปัญหาทุกอย่างของการออกแบบ ส่วนมากจะไม่มีขีดจำกัด จะสามารถแก้ไขให้สำเร็จลุล่วงไปได้ นักออกแบบจะต้องหาวิธีการใดวิธีการหนึ่ง ซึ่งเร็วที่สุดประหยัดที่สุด และมีความถูกต้องเที่ยงตรงที่สุด เมื่อมีการพัฒนา การปรับปรุงการออกแบบ แล้วต้องเลือกใช้วิธีการใดวิธีหนึ่ง โดยต้องคำนึงถึงความเร็ว ความประหยัด และความเที่ยงตรงอยู่ตลอดเวลา มีบ่อยครั้งที่ในการออกแบบจะเลือกใช้การทำงานที่รวมกับความคิดเข้าด้วยกัน ซึ่งจะให้ผลดีมากกว่าที่จะกำหนดให้มีการทำงานเพียงวิธีการเดียวเท่านั้น

## 2.4 การยศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการทำงาน

### 2.4.1 ความสำคัญของการยศาสตร์

เนื่องจากความแตกต่างของแต่ละบุคคลทั้งด้านร่างกาย จิตใจ อารมณ์ สังคมและสติปัญญา ซึ่งไม่สามารถกำหนดให้เป็นไปตามความต้องการได้ แม้ว่าปัจจุบันจะมีความเจริญก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีมากเพียงใด การที่บุคคลจะทำงาน หรือ ทำกิจกรรมใดที่ต้องอาศัยอุปกรณ์เครื่องมือ เพื่อช่วยอำนวยความสะดวกก็จะต้องคำนึงถึงความเหมาะสมกับการใช้งาน เพื่อมิให้เกิดผลกระทบที่ก่อให้เกิดปัญหาต่อสุขภาพร่างกายในแต่ละด้าน หรือ มีความเสี่ยงต่ออันตรายน้อยที่สุด ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการพยายามปรับคนให้เข้ากับงานที่ทำนั้นเป็นลักษณะภาวะจำยอม เพราะการลงทุนทางด้านวัสดุ หรือ เครื่องจักรกลได้เกิดขึ้นมาก่อนแล้ว โดยมิได้คำนึงถึงความสะดวกสบายของคนที่ทำงานเลย ซึ่งอาจก่อให้เกิดความผิดพลาด หรือ อุบัติเหตุ ความเมื่อยล้า ความเสื่อมถอยของสุขภาพ และส่งผลกระทบโดยตรงต่อประสิทธิภาพของการผลิต ทั้งทางด้านปริมาณ และคุณภาพ

### 2.4.2 หลักการของการยศาสตร์ (Ergonomics)

การยศาสตร์เป็นเรื่องระหว่างคนกับเครื่องจักร และเครื่องมืออุปกรณ์อำนวยความสะดวกในการทำงานที่มีองค์ประกอบทั้งลักษณะท่าทางในการทำงาน และขนาดโครงสร้างร่างกายของคน นักออกแบบจะต้องใช้หลักการต่างๆของการยศาสตร์เข้ามาช่วยในการออกแบบ เพื่อให้อุปกรณ์ที่นักออกแบบ มีความสัมพันธ์กันระหว่างคนกับอุปกรณ์ มีความถูกต้อง และไม่เกิดข้อผิดพลาด โดยจะอาศัยหลักการดังต่อไปนี้

2.4.2.1 ลักษณะท่าทางในการทำงาน ในการทำงานโดยทั่วไปนั้นร่างกายของคนที่ทำงานจำเป็นจะต้องอยู่ในลักษณะท่าทางที่มั่นคงและสบายไม่ขัด หรือ ฝืนไปในทิศทางที่ไม่ปกติ โดยเฉพาะขณะที่มีการออกแรง ดังนั้นหากมีการคำนึงถึงการรักษาท่าทางของการเคลื่อนไหวในการทำงานให้มีมาตรฐานที่ดีได้ก็จะช่วยลดการเกิดอุบัติเหตุและอันตรายจากการทำงานลงได้ ซึ่งความสำคัญของลักษณะท่าทางที่เหมาะสมกับการทำงานในแต่ละลักษณะงานได้แก่

ก. การยืนทำงานบนพื้นที่มีความคงที่และมั่นคง ย่อมทำให้การออกแรงในการทำงานเป็นไปอย่างเหมาะสมสะดวก และมีประสิทธิภาพ ในทางตรงกันข้ามหากการทำงานต้องยืนอยู่บนพื้นที่ไม่มีความมั่นคง ทำให้คนทำงานต้องกังวลกับการยืนและต้องพยายามรักษาสมดุลของร่างกายอยู่ตลอดเวลาจะทำให้สูญเสียพลังงานของร่างกายไปโดยไม่จำเป็น และยังเป็นสาเหตุของการเกิดความผิดพลาด หรือ ประสิทธิภาพของการทำงานลดลงได้

ข. ลักษณะท่าทางการทำงานที่มีความเหมาะสมจะช่วยให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล โดยการใช้น้ำหนักของร่างกายเป็นหลักในการออกแรง คือ วิธีการที่ร่างกายมีที่พิงในขณะออกแรง

ค. ลักษณะท่าทางการทำงานของร่างกายที่ดีนั้นต้องไม่ก่อให้เกิดการขัดขวางกระบวนการทำงานของอวัยวะต่างๆของร่างกาย เช่น ระบบไหลเวียนโลหิต ระบบหายใจ หรือ ระบบการย่อยอาหาร

ง. ลักษณะท่าทางการทำงานของร่างกายที่ดี และเหมาะสมนั้นจะต้องช่วยให้มีการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างร่างกายและสิ่งแวดล้อมในการทำงานอย่างเหมาะสม โดยมีการขับเหงื่อที่เหมาะสมกับความหนักของงาน หรือ ความร้อนที่เกิดจากงาน

จ. ลักษณะท่าทางการทำงานจะต้องสัมพันธ์กับการมองเห็นของสายตา นั่นคือท่าทางการทำงานที่มั่นคง จะต้องให้มีการมองเห็นของสายตาในระดับราบ เพื่อลดการเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อคอและหลังส่วนใหญ่ท่าทางการทำงานนั้นมักถูกกำหนดโดยขนาดและข้อจำกัดของเครื่องจักร บริเวณของสถานที่ จุดควบคุมต่างๆ เป็นต้น

2.4.2.2 ขนาดโครงสร้างร่างกายของคน การออกแบบงานและสถานที่ทำงานจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องพิจารณาถึงขนาด และลักษณะโครงสร้างร่างกายของคนเข้ามาประกอบ เนื่องจากความแตกต่างกันของบุคคลในแต่ละเชื้อชาติ เพื่อให้การทำงานนั้นเพิ่มประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น การออกแบบงาน และบริเวณสถานที่ทำงานที่ดีมีความเหมาะสมย่อมทำให้ผู้ปฏิบัติงานทำงานด้วยความรู้สึกสะดวกสบายปราศจากความเครียดและความเค้นทั้งหลาย

## 2.5 หลักการวางตำแหน่งงาน

ในการออกแบบอุปกรณ์การวางตำแหน่งเป็นสิ่งที่สำคัญ วิธีการวางตำแหน่งให้งานอยู่ในสภาพพร้อมทำงานอย่างเที่ยงตรงมีหลักการอยู่หลายวิธี ซึ่งทำให้ชิ้นงานไม่เคลื่อนที่ หมุน หรือกระดกขณะเครื่องมือทำงานกับชิ้นงาน ซึ่งแต่ละวิธีจะอาศัยแนวแกนทั้ง 3 แกน คือ แกน X แกน Y แกน Z เพื่อไม่ให้ชิ้นงานเคลื่อนที่ ดังต่อไปนี้

2.5.1 การกำหนดตำแหน่งชิ้นงาน

ชิ้นงานต่างๆ ที่ถูกทำขึ้นมามีรูปร่างและขนาดที่แตกต่างกันออกไป นักออกแบบจิ๊กหรือฟิกซ์เจอร์จึงต้องมีความสามารถหาตำแหน่งของการวางชิ้นงานให้เที่ยงตรงมากที่สุด และต้องพิจารณาว่าด้วยการทำงานที่จะกระทำต่อชิ้นงานนั้นๆ ซึ่งในกรณีนี้นักออกแบบจะต้องรู้จักชนิดต่างๆ ของตัวกำหนดตำแหน่งตลอดทั้งประโยชน์ของตัวกำหนดตำแหน่ง

2.5.1.1 การกำหนดตำแหน่งจากผิวหน้าเรียบ จะถูกแบ่งออกเป็นลักษณะใหญ่ 3 อย่าง คือ ตัวรองรับแบบมั่นคง ตัวรองรับแบบปรับได้ และตัวรองรับแบบเสมอภาค สำหรับตัวกำหนดตำแหน่งเหล่านี้จะใช้กับชิ้นงานที่วางลงมาในแนวดิ่ง

ก. ตัวรองรับแบบมั่นคง เป็นตัวรองรับแบบที่ใช้งานได้ง่ายที่สุด และตัวรองรับแบบนี้สามารถที่จะตกแต่ง หรือ ทำขึ้นมาจากตัวจิ๊ก หรือ ฟิกซ์เจอร์ได้เลย

ข. ตัวรองรับแบบปรับได้ เป็นตัวรองรับที่ถูกนำมาใช้เมื่อผิวหน้าของชิ้นงานหยาบหรือไม่เท่ากัน เช่น ชิ้นงานที่ผ่านการหล่อมาแล้ว ตัวรองรับแบบปรับได้นี้จะมีอยู่หลายแบบเช่นกัน สำหรับแบบที่ใช้กันมาก คือ แบบที่ใช้เกลียว แบบที่ใช้สปริง และแบบดันด้านข้าง สำหรับแบบที่เกลียวนั้นเป็นแบบที่ทำได้ง่ายที่สุด

ค. ตัวรองรับแบบเสมอภาค มีลักษณะคล้ายกับตัวรองรับแบบปรับได้ โดยที่การทำงานของตัวรองรับทั้ง 2 ตัวจะสัมพันธ์และติดต่อถึงกัน เช่น ถ้าตัวรองรับตัวแรกถูกกดลงจะทำให้ตัวรองรับอีกตัวหนึ่งถูกดันขึ้นไปให้สัมผัสกับชิ้นงานพอดี ซึ่งจากลักษณะอันนี้จึงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับผิวหน้างานหล่อที่มีลักษณะต่างกันและมีระดับที่แตกต่างกันด้วย

## 2.6 หลักการจับยึดชิ้นงาน

2.6.1 พื้นฐานของการจับยึดชิ้นงานการจับยึดชิ้นงานพร้อมกำหนดตำแหน่งสามารถเทียบได้กับปากกาจับชิ้นงานมี 3 ส่วนดังต่อไปนี้

2.6.1.1 ตัวบังคับตำแหน่ง (Locator) โดยปกติเป็นการทำให้ชิ้นงานอยู่กับที่ของอุปกรณ์จับงาน เนื่องจากวัตถุประสงค์ของตัวบังคับตำแหน่ง คือ การจำกัดการเคลื่อนไหวของชิ้นงาน

2.6.1.2 ตัวจับยึดชิ้นงาน (Clamp) เป็นส่วนที่เคลื่อนไหวได้ของอุปกรณ์จับงาน เนื่องจากวัตถุประสงค์ของตัวจับยึดชิ้นงาน คือ การเตรียมงานโดยใช้แรงในการจับยึด

2.6.1.3 แท่นรองรับชิ้นงาน (Support) แบบคงที่ หรือ แบบปรับได้จะเป็นส่วนหนึ่งของอุปกรณ์จับ วัตถุประสงค์ของแท่นรองรับชิ้นงานก็คือ การป้องกันไม่ให้ชิ้นงานโก่งภายใต้การกระทำของแรงที่ใช้ในการตัด หรือ จับยึดชิ้นงาน

2.6.2 การออกแบบและพิจารณา ควรจะใช้การจับยึดที่ง่ายอำนวยความสะดวกในการปลดเข้าออกและรวดเร็ว พิจารณาขนาดส่วนประกอบ กำลังตัด อัตราการผลิต อุปกรณ์จับยึดต้องมีแรงเฉือนน้อย แรงจับยึดไม่ควรทำให้เกิดความเสียหายแก่ชิ้นงาน และต้องไม่รบกวนการปลดชิ้นงานเข้าออก

2.6.3 ความเสียหายบางส่วน การหนีบมากเกินไปจะทำให้เปลี่ยนรูปแบบยืดหยุ่นในระหว่างเจาะรูเป็นวงกลมที่สมบูรณ์ แต่หากแรงหนีบห่างจากชิ้นงานจะทำให้รูปทรงเดิมและรูอาจมีขนาดขาดหรือเกิน

2.6.4 แคลมป์ และการกำหนดตำแหน่งแรงจากเครื่องมือจะทำให้ชิ้นงานเคลื่อนที่ไปจากตัวกำหนดตำแหน่งแคลมป์จะต้านตัวกำหนดตำแหน่ง

## 2.7 การออกแบบรางเลื่อน

ในการอกแบบรางเลื่อน รางเลื่อนจะเป็นตัวช่วยในการกำหนดทิศทางการและการวางมือในการเชื่อม เพื่อลดการเกร็งของข้อมือ ทำให้แนวเชื่อมเกิดความต่อเนื่องเป็นแนวยาว โดยจะใช้หลักการยศาสตร์เข้ามาช่วยในการออกแบบ เพื่อให้อุปกรณ์มีความสัมพันธ์กับการทำงาน ดังต่อไปนี้

**2.7.1 ท่าทางการทำงาน (Work Posture)**

2.7.1.1 ท่าทางการทำงานที่ดีจะช่วยให้การออกแรงกล้ามเนื้อเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

2.7.1.2 ท่าทางการทำงานที่ดีจะช่วยประหยัดพลังงาน ลดการสูญเสียพลังงานโดยไม่จำเป็น

2.7.1.3 ท่าทางการทำงานที่ดีจะช่วยให้ระบบการมองเห็นดีขึ้น และมีผลต่อการลดความเค้นของกล้ามเนื้อคอและหลัง

2.7.1.4 ท่าทางการทำงานที่ดีจะช่วยให้การแลกเปลี่ยนถ่ายเทความร้อนระหว่างร่างกายกับสิ่งแวดล้อมเป็นไปอย่างเหมาะสม

**2.7.2 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อท่าทางการทำงานของคน**

2.7.2.1 การจัดผังของสถานที่ปฏิบัติงาน (Workstation Layout) เช่น ความสูงของสถานีงาน การจัดวางตำแหน่งของเครื่องมือและวัสดุ ชิ้นงาน ฯลฯ

2.7.2.2 คุณภาพของการออกแบบเครื่องไม้เครื่องมือที่ใช้ประกอบการปฏิบัติงาน

2.7.2.3 วิธีการทำงาน

2.7.2.4 พฤติกรรมการทำงานของตัวผู้ปฏิบัติงาน

2.7.2.5 ลักษณะการใช้สายตา ในการทำงาน

2.7.2.6 ปริมาณของการออกแรงกายทำงาน

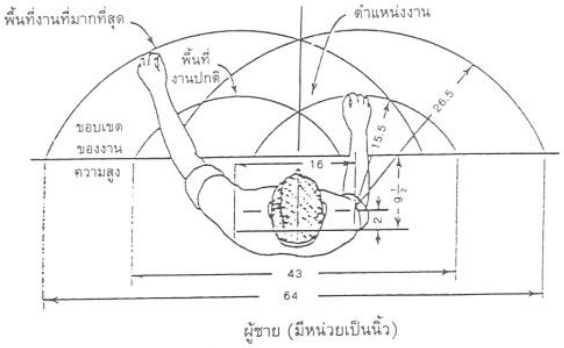
2.7.2.7 ข้อมูลทางด้านสัดส่วนขนาดกาย หรือ แอนโธรโปเมตรีของตัวผู้ปฏิบัติงาน

**2.7.3 พื้นที่ทำงานนั่งในแนวราบ (Horizontal Work Area)**

พื้นที่ผิวการทำงานนั่งในแนวราบ (Work Surface Area) พื้นที่ทำงาน แนวราบนี้ยังสามารถแบ่งย่อยออกได้อีก 2 ประเภท คือ

2.7.3.1 พื้นที่ทำงานปกติ (Normal Working Area) เป็นพื้นที่ทำงานที่ ผู้ปฏิบัติงานกวาดมือและแขนท่อนล่างทั้งสองข้างเป็นรูปครึ่งวงกลม 2 วงทับกันโดยมีจุดหมุนอยู่ที่ข้อศอก และสามารถที่จะหยิบจับวัสดุที่วางอยู่บนพื้นผิวงานได้โดยง่ายและสะดวก พื้นที่ทำงานปกตินี้ จะเป็นระยะซึ่งเทียบได้คร่าวๆ ว่าเท่ากับระยะจากปลายมือถึงข้อศอก

2.7.3.2 พื้นที่ทำงานสูงสุด (Maximum Working Area) หรือ ระยะเอื้อมมากที่สุด เป็นพื้นที่ทำงานที่ผู้ปฏิบัติงานเหยียดแขนทั้งสองข้างกวาดเป็นรูปครึ่งวงกลมสองวงทับเกยกันบางส่วน โดยมีหัวไหล่เป็นจุดหมุนบนพื้นผิวทำงาน พื้นที่ทำงานสูงสุดนี้จะเป็นระยะซึ่งเทียบคร่าว ๆ ได้เท่ากับระยะจากปลายนิ้วมือถึงหัวไหล ดังรูปที่ 2.7




**รูปที่ 2.7** พื้นที่ทำงานปกติ และพื้นที่ทำงานสูงสุดที่เกิดจากการกวาดมือ
ที่มา : http://e-book.ram.edu/e-book/h/HA233/chapter3.pdf
(สืบค้นเมื่อ 6 ตุลาคม 2560)

## 2.8 การศึกษาเวลาทางตรง

การศึกษาเวลาทางตรง หมายถึง การหาค่าเวลาที่จำเป็นกับการปฏิบัติงาน โดยการเก็บข้อมูลเวลาที่ใช้ในการทำงานจริง และประยุกต์ใช้หลักสถิติ เพื่อทำให้แน่ใจได้ว่า ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาจะมีความน่าเชื่อถือและถูกต้องแม่นยำ โดยการศึกษาเวลาทางตรง มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

### 2.8.1 การทำความเข้าใจเกี่ยวกับงานที่ศึกษา

ในส่วนเนื้องานที่จะศึกษา ผู้ศึกษาเวลาควรแน่ใจว่าการศึกษาเวลานี้ ตั้งอยู่บนพื้นฐานของวิธีการปฏิบัติงานมาตรฐาน และได้เตรียมการให้สภาพแวดล้อมในการทำ รวมทั้งเครื่องมืออุปกรณ์ที่จำเป็นต่อการทำงานอยู่ในสภาพดี เป็นไปตามสภาวะการทำงานที่ผู้ปฏิบัติงานพึงได้รับ โดยปกติก่อนที่จะศึกษาเวลาทางตรง ควรทำการศึกษาวิธีการปฏิบัติงานนั้นๆ ให้เข้าใจ โดยคำนึงถึงขั้นตอนที่สำคัญ ดังต่อไปนี้

2.8.1.1 เก็บข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะงานที่จะทำการศึกษา และรายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงาน

2.8.1.2 แบ่งงานที่จะศึกษาออกเป็นขั้นตอนย่อยๆ หรืองานย่อย

2.8.1.3 ให้คำจำกัดความของงานย่อยนั้นๆ อย่างครบถ้วน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการกำหนดจุดเริ่มและจุดสิ้นสุดของงาน

### 2.8.2 การจับเวลาในแต่ละงานย่อย

เมื่อแบ่งงานย่อยได้แล้ว ผู้ศึกษาจะต้องมีอุปกรณ์การจับเวลาที่เที่ยงตรง และเหมาะสมกับลักษณะของงานนั้น ในการบันทึกข้อมูล นาฬิกาจับเวลาที่ใช้ควรเป็นแบบทศนิยมของนาที หรือทศนิยมของชั่วโมง การจับเวลาอาจกระทำได้ 2 วิธี ดังต่อไปนี้

2.8.2.1 การจับเวลาแบบต่อเนื่อง คือ การจับเวลาแบบติดต่อกัน โดยไม่หยุดนาฬิกา นั่นคือ เมื่อเริ่มกดนาฬิกาจับเวลาแล้วจะนับเวลาของกิจกรรมไปอย่างต่อเนื่อง ผู้ศึกษาต้องทำการบันทึกตัวเลขซึ่งบอกเวลาของงานย่อย ต่อกันไปเรื่อยๆ เมื่อเสร็จสิ้นการจับเวลาแล้วจึงมาคำนวณเวลาย่อยต่างๆ ของเวลางานย่อยที่แท้จริงจะได้จากเวลาเริ่มต้นของงานย่อยถัดไปลบออกด้วยเวลาเริ่มต้นของมัน

2.8.2.2 การจับเวลาแบบย้อนกลับ คือ การจับเวลาของแต่ละงานย่อยโดยเริ่มจับใหม่ทุกครั้ง วิธีนี้มีประโยชน์ตรงที่ว่าผู้ศึกษาเวลาสามารถนำมาคำนวณได้ทันทีโดยไม่ต้องเสียเวลามาหักลบออกแบบวิธีแรก และสามารถหักความล่าช้า หรือ จังหวะงานที่ผิดพลาดออกมาได้ ไม่ว่าจะใช้วิธีการใดในการบันทึกเวลา ข้อควรระวัง คือ การบันทึกข้อมูลอย่างละเอียดถี่ถ้วนตามความเป็นจริง การกดนาฬิกาที่ถูกต้องตามงานย่อย ที่สำคัญควรบันทึกเหตุการณ์ที่ผิดปกติในระหว่างการทำงาน เพื่อตัดออกเพื่อลดความผิดพลาดในการคำนวณ หรือ พิจารณาเป็นค่าเผื่อความล่าช้าที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ต่อไป

**2.8.3 การให้อัตราความเร็วของพนักงาน**

การให้อัตราความเร็วของพนักงาน เป็นการเปรียบเทียบอัตราเร็วของผู้ถูกจับเวลากับอัตราความเร็วของการทำงานในระดับปกติ โดยใช้ความรู้สึก ของผู้ทำการประเมิน ระบบการให้อัตราเร็ว ความเร็วที่นิยมใช้ คือ Westinghouse System of Rating ซึ่งใช้ปัจจัย 4 อย่างในการพิจารณา ดังต่อไปนี้

2.8.4.1 ความชำนาญ (Skill) ความสามารถในการปฏิบัติตามวิธีที่ให้อย่าคล่องแคล่ว

2.8.4.2 ความพยายาม (Effort) การแสดงความปรารถนาที่จะทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ

2.8.4.3 ความสม่ำเสมอ (Consistency) การปฏิบัติงานด้วยอัตราคงที่ของงาน

2.8.4.4 เงื่อนไข (Condition) สิ่งที่มีผลต่อผู้ปฏิบัติงานและผู้ไม่ปฏิบัติงาน เช่น วัสดุ เครื่องจักร สภาพแวดล้อมแต่ละปัจจัยมีอัตราความเร็วแบ่งย่อย ดังตารางที่ 2.2

**ตารางที่ 2.2** แสดงการให้อัตราความเร็วของระบบ Westinghouse System of Rating

| **Skill** | | | **Effort** | | |
|---|---|---|---|---|---|
| +0.15 | A1 | Super skill | +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 | |
| **Conditions** | | | **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 |

ตัวอย่าง การให้ค่าอัตราความเร็ว (Rating) วิธี Westinghouse System of Rating

ความชำนาญ : B2 = +0.08

ความพยายาม : C1 = +0.05

เงื่อนไข : C = +0.02

ความสม่ำเสมอ : D = 0.00

รวม = +0.15

นำค่า+0.15 ไปรวมกับ 1 จะได้อัตราความเร็ว = 1.15 หรือ ร้อยละ 115

**2.8.4 การคำนวณหาเวลาปกติ (Normal Time)**

การคำนวณหาค่าเวลาปกติของแต่ละงานย่อย สามารถคำนวณหาเวลาปกติดังสมการที่ 2.2

$$NT = Selected\ Time \times Rating\ Factor \quad \textbf{(2.2)}$$

เมื่อ NT คือ เวลาปกติ

Selected Time คือ เวลาเฉลี่ยของงานย่อย

Rating Factor คือ ค่าอัตราความสามารถการทำงานของพนักงาน

**2.8.5 การกำหนดค่าเผื่อ**

เนื่องจากเวลาปกติที่หามาได้เป็นเวลาการทำงานเพียงอย่างเดียว แต่การทำงานทุกอย่างไม่ใช่จะทำโดยไม่มีการหยุดพักผ่อน หรือเกิดเหตุล่าช้าเลย ดังนั้นจึงต้องมีเวลาเผื่อไว้ให้ สำหรับกรณีต่างๆ ซึ่งสมเหตุสมผล พนักงานจำเป็นต้องมีเวลาสำหรับทำกิจส่วนตัวสำหรับการพักเหนื่อย พิจารณาต่างหากจากส่วนของการให้ค่าปรับอัตราความเร็วในการทำงาน ค่าเผื่อเหล่านี้แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังต่อไปนี้

2.8.6.1 เวลาเผื่อสำหรับบุคคล เป็นเวลาเผื่อเพื่อให้พนักงานทำกิจส่วนตัว เช่น ไปห้องน้ำ ล้างมือ ดื่มน้ำ ยืดเส้นยืดสาย เป็นต้น เวลาเผื่อส่วนบุคคลนี้แม้ว่าจะแตกต่างกันสำหรับงานต่างๆ โดยขึ้นกับสภาพแวดล้อม และชนิดของงาน โดยทั่วไปแล้วจะอยู่ระหว่าง 4.5% - 6.5%

2.8.6.2 เวลาเผื่อสำหรับความเครียด เป็นเวลาเผื่อสำหรับความเมื่อยล้า ซึ่งโดยหลักการแล้วไม่ว่างานหนัก หรือ งานเบาย่อมต้องมีความเหนื่อยล้าเกิดขึ้นทั้งสิ้น ทั้งนี้อาจเกิดจากความยากในการทำงาน ท่าทางในการทำงาน ความน่าเบื่อหน่าย ความซ้ำซากจำเจ จำเป็นต้องพักเมื่อรู้สึกว่าทำงานเกิดความเมื่อยล้า ปัญหาก็คือ ควรให้เวลาสำหรับการพักผ่อนเป็นเวลาน้อยมากเท่าใด ซึ่งเวลาพักผ่อนนี้จะแปรผันไปตามสุขภาพ เพศ และวัยของคนงานรวมทั้งลักษณะของงานที่ทำ ปัจจุบันไม่มีเกณฑ์ใดๆ ในการกำหนดเวลาที่เหมาะสมสำหรับการพักผ่อน แต่โดยทั่วไปที่นิยมใช้กันคือ ให้พักได้ 10 ถึง 15 นาทีในช่วงเช้า และช่วงบ่ายของการทำงาน

2.8.6.3 เวลาเผื่อสำหรับความล่าช้า ซึ่งความล่าช้าอาจเกิดได้ในหลากหลายรูปแบบทั้งแบบหลีกเลี่ยงได้และแบบหลีกเลี่ยงไม่ได้ ถ้าเป็นความล่าช้าที่หลีกเลี่ยงได้ หรือ เพราะเกิดจากการจงใจกระทำก็จะไม่ถูกนำมาคิดในการคำนวณเวลามาตรฐาน แต่ถ้าเป็นความล่าช้าซึ่งหลีกเลี่ยงไม่ได้ก็จะถูกนำมาคิดในการหาเวลามาตรฐาน

**2.8.6 การหาเวลามาตรฐาน**

เมื่อมีการจับเวลาบันทึกข้อมูลเวลาตามจำนวนวัฏจักรให้ได้ระดับความเชื่อมั่น และระดับความผิดพลาดที่ต้องการแล้ว เราสามารถหาเวลาเลือก ซึ่งจะใช้ค่าเฉลี่ย หรือ ค่าฐานนิยมของข้อมูลเวลา จากนั้นจะปรับค่าองค์ประกอบการประเมิน ทำให้ได้ค่าเวลาปกติ เมื่อปรับค่าเวลาเผื่อจะได้เป็นเวลามาตรฐาน การกำหนดหาเวลามาตรฐานจากค่าเวลาปกติปรับค่าเวลาเผื่อ ดังสมการที่ 2.3 และ 2.4

เวลามาตรฐาน = เวลาปกติ + (เวลาปกติ x ร้อยละเวลาเผื่อ) **(2.3)**

เวลามาตรฐาน = เวลาปกติ x 100/(100-ร้อยละเวลาเผื่อ) **(2.4)**

# บทที่ 3
# วิธีดำเนินโครงงาน

ในการดำเนินโครงงานการสร้างฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อมถังน้ำมันรถเกี่ยวนวดข้าว สามารถแสดงขั้นตอนการดำเนินโครงงาน ดังรูปที่ 3.1

**รูปที่ 3.1** ผังแสดงขั้นตอนการดำเนินโครงงาน

## 3.1 การศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1.1 ทำการศึกษาขั้นตอนการทำงาน วิธีการเชื่อม ท่าทางในการทำงานของพนักงาน และถ่าย VDO การปฏิบัติงานของพนักงาน เพื่อช่วยให้เข้าใจถึงขั้นตอนการทำงานมากขึ้น

3.1.2 จับเวลาการปฏิบัติงานของพนักงาน โดยใช้นาฬิกาจับเวลา เพื่อที่คำนวณหาเวลามาตรฐานในการผลิตถังแต่ละชนิด

## 3.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลการออกแบบฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อมถังน้ำมันรถเกี่ยวนวดข้าว ให้มีความสัมพันธ์กับวิธีการทำงาน การกำหนดระยะ และการวางมือในการเชื่อมถังน้ำมันรถเกี่ยวนวดข้าว

## 3.3 การออกแบบฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อม

ทำการออกแบบฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อมถังน้ำมันรถเกี่ยวนวดข้าว เพื่อช่วยให้การเชื่อมง่ายขึ้น และลดการรั่วของถังน้ำมัน โดยการออกแบบฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อมจะทำตามลำดับดังนี้

### 3.3.1 ชนิดและขนาดของชิ้นส่วน

ศึกษาชิ้นส่วนทั้งหมดในงานเชื่อม เพื่อทราบถึงขนาดของชิ้นส่วนต่างๆ และนำมาวิเคราะห์ขนาดของฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อมถังน้ำมันรถเกี่ยวนวดข้าวให้สัมพันธ์กับชิ้นงาน

### 3.3.2 การออกแบบการวางตำแหน่งชิ้นงาน

การออกแบบการวางตำแหน่งชิ้นงาน เพื่อเป็นการกำหนดตัวรองรับ และตัวกำหนดตำแหน่งระยะชิ้นงานให้เป็นไปตามแบบของชิ้นงาน

### 3.3.3 การออกแบบการจับยึดชิ้นงาน

การออกแบบการจับยึดชิ้นงาน เมื่อชิ้นงานถูกวางในตำแหน่งที่เหมาะสมแล้ว จะต้องทำการออกแบบการยึดจับชิ้นงาน เพื่อไม่ให้ชิ้นงานนั้นเคลื่อนที่ผิดไปจากตำแหน่งที่ต้องการ

### 3.3.4 การออกแบบรางเลื่อน

การออกแบบรางเลื่อน เพื่อเป็นตัวช่วยในการกำหนดทิศทางการ และการวางมือในการเชื่อม ทำให้พนักงานทำงานได้สะดวกมากขึ้น

**3.3.5 การออกแบบโครงฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อม**

การออกแบบโครงฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อม จะถูกออกแบบเพื่อรองรับตัววางตำแหน่งชิ้นงาน ตัวยึดจับชิ้นงาน และรางเลื่อนในการวางมือ เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งาน และเพื่อความมั่นคงแข็งแรงในการใช้งาน โดยจะใช้หลักการยศาสตร์เข้ามาช่วยในการออกแบบ ดังนี้

3.3.4.1 ท่าทางการทำงาน (Work Posture)

3.3.4.2 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อท่าทางการทำงานของคน

3.3.4.3 พื้นที่ทำงานนั่งในแนวราบ (Horizontal Work Area)

## 3.4 การสร้างฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อม

ทำการสร้างฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อมถังน้ำมันรถเกี่ยวนวดข้าว ให้เป็นไปตามขนาดที่ออกแบบไว้ในข้อ 3.3

## 3.5 การตรวจสอบ

ตรวจสอบฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อมที่สร้างเสร็จแล้วว่าตรงกับที่ออกแบบไว้หรือไม่

## 3.6 การทดลองการทำงานของฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อม

ทำการทดลองใช้ฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อมที่สร้างเสร็จแล้ว โดยนำมาให้พนักงานตรวจสอบและทดลองใช้งานกับชิ้นงาน เพื่อให้รู้ขั้นตอนการใช้งาน และให้เกิดความชำนาญในการใช้ฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อมถังน้ำมันรถเกี่ยวนวดข้าวที่ได้สร้างขึ้นมา

## 3.7 การวัดผลการทำงาน

ทำการวัดผลการทำงานโดยการเปรียบเทียบข้อมูลการรั่วของถังน้ำมันแต่ละชนิด ระหว่างก่อนฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อม และหลังใช้ฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อม เพื่อดูว่าฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อมสามารถลดการรั่วของถังน้ำมันได้หรือไม่ และเปรียบเทียบโดยการจับเวลาการทำงานของถังน้ำมันแต่ละชนิด ระหว่างเวลาการทำงานที่ใช้ฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อมกับเวลาการทำงานที่ไม่ใช้ฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อม เพื่อดูว่าฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อมสามารถลดเวลาการทำงานเป็นไปตามเป้าหมายได้หรือไม่

## 3.8 สรุปผลการดำเนินโครงงาน

ทำการสรุปผลการดำเนินโครงงาน เมื่อมีการสร้างฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อมถังน้ำมันรถเกี่ยวนวดข้าว ก็จะทำให้แนวการเชื่อมเกิดความต่อเนื่องเป็นแนวยาวตรงมากขึ้น ลดความเมื่อยล้า ลดการรั่วของถังน้ำมัน และเป็นการลดเวลาในการเชื่อมถังน้ำมันรถเกี่ยวนวดข้าว

# บทที่ 4
# ผลการดำเนินโครงงาน

## 4.1 การศึกษาขั้นตอนและวิธีการในการผลิตถังน้ำมันรถเกี่ยวนวดข้าว

ในการศึกษาขั้นตอนและวิธีการในการผลิตถังน้ำมันรถเกี่ยวนวดข้าวนั้น เราต้องศึกษาวิธีการทำงาน และขั้นตอนการเชื่อมถังน้ำมัน เพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลในการวิเคราะห์ปัญหาต่างๆ และทำการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยการถ่ายวีดีโอและจับเวลาโดยตรง เพื่อให้ทราบถึงเวลาที่ใช้ในการผลิตถังน้ำมัน โดยมีขั้นตอนการผลิตถังน้ำมัน ดังต่อไปนี้

### 4.1.1 ขั้นตอนการผลิตถังน้ำมันรถเกี่ยวนวดข้าว

ในขั้นตอนการเชื่อมถังน้ำมันรถเกี่ยวนวดข้าวก่อนใช้ฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อมถังน้ำมันรถเกี่ยวนวดข้าว พนักงานมีขั้นตอนและวิธีการผลิตถังน้ำมัน ดังต่อไปนี้

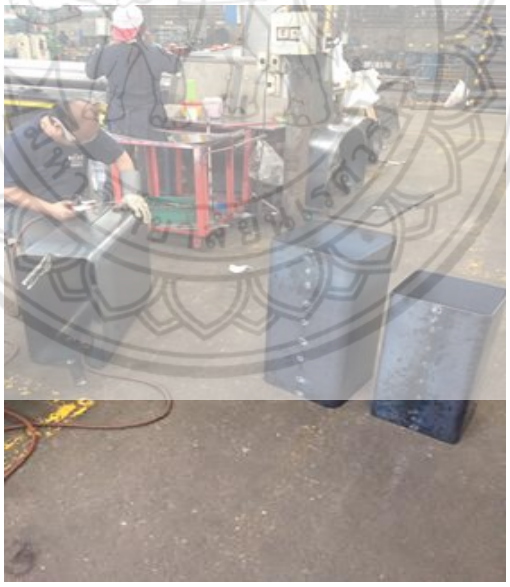
4.1.1.1 นำแผ่นเหล็กไปวัดระยะและกำหนดตำแหน่ง เพื่อดัดงอแผ่นเหล็กให้เป็นรูปทรงถังน้ำมันให้ได้ตามขนาดของถังน้ำมันที่กำหนดไว้ ดังรูปที่ 4.1

**รูปที่ 4.1** การวัดระยะและกำหนดตำแหน่งแผ่นเหล็ก

4.1.1.2 นำแผ่นเหล็กที่ได้จากการวัดระยะเข้าเครื่องดัดเหล็กเพื่อดัดให้เป็นรูปทรงถังน้ำมัน ดังรูปที่ 4.2

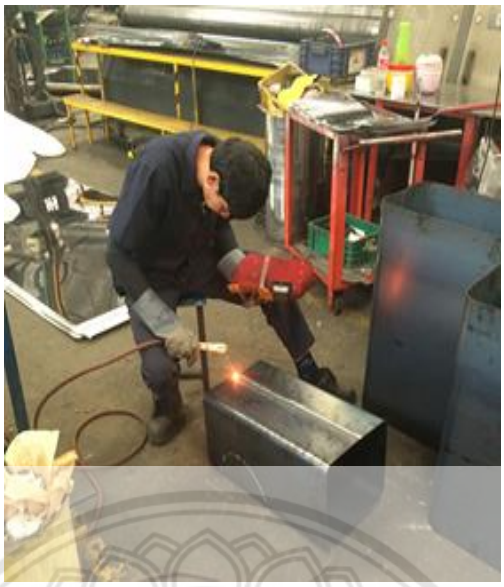
**รูปที่ 4.2** การนำแผ่นเหล็กที่ได้จากการวัดระยะเข้าเครื่องดัดเหล็ก

4.1.1.3 เชื่อมแท็กถังน้ำมันเป็นจุดๆ เพื่อให้ถังน้ำมันติดกันก่อนเชื่อมเป็นแนวยาว ดังรูปที่ 4.3



**รูปที่ 4.3** การเชื่อมแท็กถังน้ำมัน

4.1.1.4 เชื่อมถังน้ำมันเป็นแนวยาว ดังรูปที่ 4.4



**รูปที่ 4.4** การเชื่อมถังน้ำมันรถเกี่ยวนวดข้าวเป็นแนวยาว

จากการเก็บข้อมูลขั้นตอนการผลิตถังน้ำมันรถเกี่ยวนวดข้าว พบว่า ถังน้ำมันมีรูรั่วอันเนื่องมาจากการเกร็งข้อมือในการเชื่อมเป็นเวลานานและมีการจับยึดชิ้นงานในสภาพที่ยากลำบาก ขาดฟิกซ์เจอร์ในการจับยึดชิ้นงานทำให้การทำงานล่าช้าอยู่ตลอดเวลา

**4.1.2 ข้อมูลการรั่วของถังน้ำมัน**

ในการเก็บข้อมูลการรั่วของถังน้ำมัน จะเก็บข้อมูลในเดือนสิงหาคม พ.ศ 2560 เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ โดยเก็บข้อมูลการรั่วของถังน้ำมันทั้ง 3 ชนิด ซึ่งใน 1 สัปดาห์มีการเชื่อมถังน้ำมันทั้งหมด 15 ถังแบ่งเป็นชนิดละ 5 ถัง ดังตารางที่ 4.1

**ตารางที่ 4.1** ข้อมูลการรั่วของถังน้ำมันก่อนใช้ฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อม

| ชนิด | จำนวนถังน้ำมันที่รั่ว (ถัง/สัปดาห์) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | สัปดาห์ที่ 1 | สัปดาห์ที่ 2 | สัปดาห์ที่ 3 | สัปดาห์ที่ 4 |
| ถังน้ำมันโซล่า | 2 | 0 | 1 | 0 |
| ถังน้ำมันปั๊มเดิน | 1 | 0 | 0 | 1 |
| ถังน้ำมันไฮดรอลิค | 0 | 0 | 0 | 1 |
| เฉลี่ยร้อยละ | 20 | 0 | 6.66 | 13.33 |

จากตารางที่ 4.1 ข้อมูลการรั่วของถังน้ำมัน สามารถวิเคราะห์สาเหตุที่ทำให้ถังน้ำมันรั่วได้ 2 สาเหตุ คือ เกิดจากแนวเชื่อมที่ไม่ต่อเนื่อง และเกิดจากแนวเชื่อมที่พนักงานเชื่อมไม่ตรง

**4.1.3 เวลาที่ใช้ในการเชื่อมถังน้ำมันรถเกี่ยวนวดข้าว**

การจับเวลาโดยตรง เป็นการเก็บข้อมูลเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงานของพนักงานในการเชื่อมถังน้ำมันรถเกี่ยวนวดข้าว ก่อนที่จะมีฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อมถังน้ำมันรถเกี่ยวนวดข้าวเข้ามาช่วยในการปฏิบัติงาน ความละเอียดในการจับเวลาเท่ากับ 1 ส่วน 100 โดยเวลาที่ใช้ในการเชื่อมถังน้ำมันรถเกี่ยวนวดข้าวทั้ง 3 ชนิด ดังตารางที่ 4.2

**ตารางที่ 4.2** เวลาที่ใช้ในการเชื่อมถังน้ำมันรถเกี่ยวนวดข้าวก่อนใช้ฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อมทั้ง 3 ชนิด

| ลำดับที่ | ชนิดถังน้ำมัน | รายละเอียด | เวลา (นาที) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | เฉลี่ย |
| 1 | ถังน้ำมันโซล่า | เชื่อมถังน้ำมันเป็นแนวยาว | 3.78 | 3.45 | 3.50 | 3.60 | 3.62 | 3.59 |
| 2 | ถังน้ำมันปั๊มเดิน | เชื่อมถังน้ำมันเป็นแนวยาว | 3.36 | 3.48 | 3.54 | 3.30 | 3.32 | 3.40 |
| 3 | ถังน้ำมันไฮดรอลิค | เชื่อมถังน้ำมันเป็นแนวยาว | 3.18 | 3.11 | 3.25 | 3.14 | 3.22 | 3.18 |

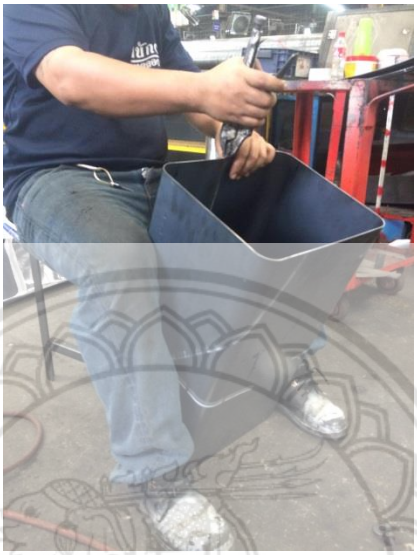
จากตารางที่ 4.2 จะเห็นได้ว่าถังน้ำมันโซล่า ใช้เวลาในการเชื่อมเฉลี่ย 3.59 นาที ถังน้ำมันปั๊มเดิน ใช้เวลาในการเชื่อมเฉลี่ย 3.40 นาที และถังน้ำมันไฮดรอลิค ใช้เวลาในการเชื่อมเฉลี่ย 3.18 นาที

## 4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลก่อนการออกแบบ

การวิเคราะห์ข้อมูลก่อนการออกแบบชี้ให้เห็นถึงปัญหาที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการทำงาน โดยสามารถหาแนวทางการออกแบบเครื่องมือ และฟิกซ์เจอร์ช่วยที่ใช้ช่วยในการทำงาน เพื่อให้ขั้นตอนการทำงานที่ล่าช้า หรือขั้นตอนในการทำงานที่ควรปรับปรุงให้เร็วและดีขึ้น ซึ่งขั้นตอนการทำงานที่ส่งผลให้เกิดความล่าช้ามี ดังต่อไปนี้

**4.2.1 ขั้นตอนการเชื่อมแท็กถังน้ำมันรถเกี่ยวนวดข้าว**

ในขั้นตอนการเชื่อมแท็กถังน้ำมันรถเกี่ยวนวดข้าว พนักงานต้องใช้ขาทั้ง 2 ข้างของพนักงานหนีบถังน้ำมันก่อนการเชื่อมแท็ก เนื่องจากถังน้ำมันแต่ละชนิดมีขนาดไม่เท่ากัน ส่งผลให้พนักงานเกิดความเมื่อยล้าจากการทำงาน และการทำงานที่ไม่เหมาะสม ทำให้การทำงานล่าช้ากว่าที่ควร จึงจำเป็นต้องมีตัวช่วยในการจับยึดชิ้นงาน เพื่อให้ง่ายต่อการทำงานของพนักงาน ดังรูปที่ 4.5



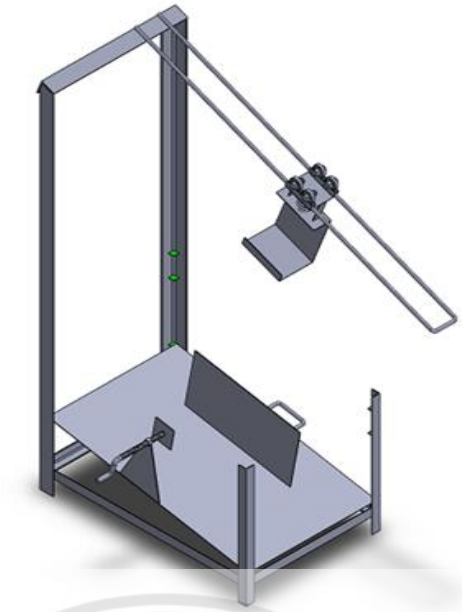
**รูปที่ 4.5** การใช้ขาหนีบชิ้นงานก่อนเชื่อมแท็กชิ้นงาน

**4.2.2 ขั้นตอนการเชื่อมถังน้ำมันรถเกี่ยวนวดข้าวเป็นแนวยาว**

ในขั้นตอนการเชื่อมถังน้ำมันรถเกี่ยวนวดข้าวเป็นแนวยาว ดังรูปที่ 4.4 พนักงานต้องเกร็งข้อมือในการเชื่อมถังน้ำมันเป็นเวลานาน ทำให้แนวเชื่อมที่เกิดจากการเกร็งข้อมือไม่ตรงเป็นสาเหตุให้ถังน้ำมันมีรูรั่ว ถ้าหากมีการทำฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อมถังน้ำมันรถเกี่ยวนวดข้าว สามารถลดความเมื่อยล้าจากการทำงานของพนักงานได้ และช่วยให้พนักงานทำงานได้สะดวกสบายมากขึ้น

## 4.3 การออกแบบฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อมถังน้ำมันรถเกี่ยวนวดข้าว

ในการออกแบบฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อมถังน้ำมันรถเกี่ยวนวดข้าวนั้น เราต้องศึกษาขนาดของถังน้ำมันแต่ละชนิด เพื่อที่นำมาวิเคราะห์การออกแบบฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อม และทำการออกแบบโครงสร้างฟิกซ์เจอร์ขึ้นมา เพื่อเป็นฟิกซ์เจอร์ต้นแบบในการทำงาน โดยฟิกซ์เจอร์ที่เราออกแบบนั้นจะต้องมีความสัมพันธ์กับลักษณะท่าทางในการทำงานของพนักงาน โดยใช้หลักของการยศาสตร์เข้ามาช่วยในการออกแบบ เพื่อให้พนักงานทำงานได้สะดวกสบายขึ้น แบบโครงสร้างของฟิกซ์เจอร์ที่เราออกแบบ ดังรูปที่ 4.6



**รูปที่ 4.6** ฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อมถังน้ำมันรถเกี่ยวนวดข้าว

4.3.1 ออกแบบโครงฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อม ในการออกแบบโครงฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อมจะมีการนำหลักการทางด้านการยศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการออกแบบโดยใช้ข้อมูลเกี่ยวกับการนั่งและการยืนในการปฏิบัติงาน เพื่อให้พนักงานทำงานได้สะดวกสบายมากขึ้น ดังรูปที่ 4.7 โดยหลักในการออกแบบ ดังต่อไปนี้

4.3.1.1 ปรับระดับความสูงของงานให้เหมาะสมกับขนาดร่างกายของผู้ปฏิบัติงาน โดยใช้ความสูงระดับข้อศอกเป็นหลัก

4.3.1.2 จัดสภาพงานที่ต้องทำอยู่เสมอให้อยู่ในระดับที่หยิบจับได้ง่าย สะดวกและเหมาะสม

4.3.1.3 หันชิ้นงานเข้าหาตัว

4.3.1.4 ให้ร่างกายอยู่ใกล้ชิ้นงาน

4.3.1.5 จัดพื้นที่ทำงานให้กว้างพอ สำหรับการเปลี่ยนอิริยาบถระหว่างปฏิบัติงาน

4.3.1.6 ควรใช้พื้นผิวงานที่มีความลาดเอียงเพื่อลดการโก้งโค้งทำงาน และเพื่อช่วยให้ปฏิบัติงานสะดวกยิ่งขึ้นขณะนั่งหรือยืน

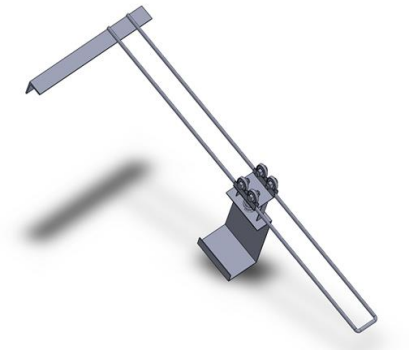
โดยตัวโครงสร้างฟิกซ์เจอร์จะเป็นฐานรองรับรางเลื่อนที่ใช้ในการวางมือ ตัววางชิ้นงานและตัวจับยึดชิ้นงาน ซึ่งรางเลื่อนที่ใช้ในการวางมือ จะมีลักษณะเป็นรางเลื่อนที่ใช้สำหรับวางมือที่เคลื่อนที่ตามแนวการเชื่อม เพื่อลดความเมื่อยล้าของพนักงาน และเพื่อเป็นตัวช่วยนำทางในการเชื่อม โดยฐานรองรับโครงสร้างฟิกซ์ตัววางชิ้นงานและตัวจับยึดชิ้นงาน สามารถปรับระดับได้ 3 ระดับตามขนาดของถังน้ำมันแต่ละชนิด เพื่อให้พนักงานทำงานในตำแหน่งเดียวกัน ซึ่งตัววางชิ้นงานและตัวจับยึดชิ้นจะวางในลักษณะลาดเอียง เพื่อให้ชิ้นงานกับสายตาของพนักงานมองเห็นตำแหน่งการเชื่อมได้ง่ายขึ้น

**รูปที่ 4.7** โครงฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อม

4.3.2 ออกแบบตัววางชิ้นงานและตัวจับยึดชิ้นงาน เนื่องจากชนิดของถังน้ำมันมี 3 รุ่น แล้วแต่ละรุ่นมีขนาดไม่เท่ากัน และจากการศึกษาการเชื่อมของพนักงาน จะเชื่อมถังน้ำมันทีละรุ่น ซึ่งได้ทำการออกแบบตัวจับยึดที่ปรับระดับได้ 3 ระดับ เพื่อที่สามารถล็อคชิ้นงานได้ในแต่ละรุ่น ดังรูปที่ 4.8

**รูปที่ 4.8** ตัววางชิ้นงานและตัวจับยึดชิ้นงาน

4.3.3 ออกแบบรางเลื่อน ในการออกแบบรางเลื่อนสังเกตจากลักษณะท่าทางการทำงานเดิมของพนักงาน เพื่อที่นำมาวิเคราะห์การออกแบบรางเลื่อน โดยรางเลื่อนที่ออกแบบต้องมีความเหมาะสมกับลักษณะท่าทางการทำงานของพนักงาน ซึ่งจากเดิมพนักงานจะใช้ ดังรูปที่ 4.9

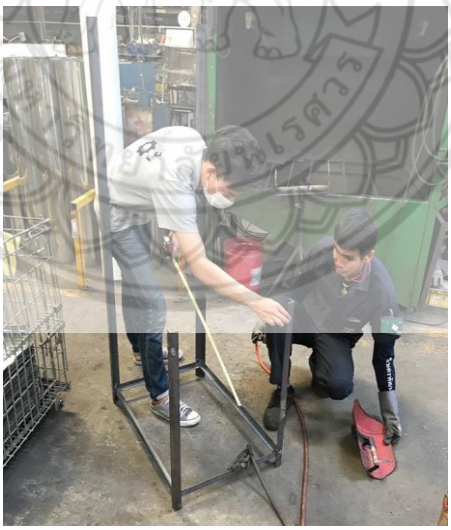


**รูปที่ 4.9** รางเลื่อนที่ใช้ในการวางมือ

## 4.4 การสร้างฟิกซ์เจอร์และทดลองใช้

เมื่อทำการออกแบบและเขียนแบบ ขนาดของฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อมแล้ว ทำการสร้างชิ้นส่วนของฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อม ให้ได้ขนาดตามที่กำหนดทุกชิ้นส่วนก่อนจะนำชิ้นส่วนต่างๆ มาประกอบกันให้ได้เป็นฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อม และปรับระยะต่างๆให้ได้ตามสัดส่วนที่ออกแบบไว้ แล้วทำการทดลองใช้งาน ตามขั้นตอนต่อไปนี้

4.4.1 สร้างโครงฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อม เพื่อเป็นฐานรองรับชิ้นส่วนต่างๆ ในการประกอบฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อม ดังรูปที่ 4.10

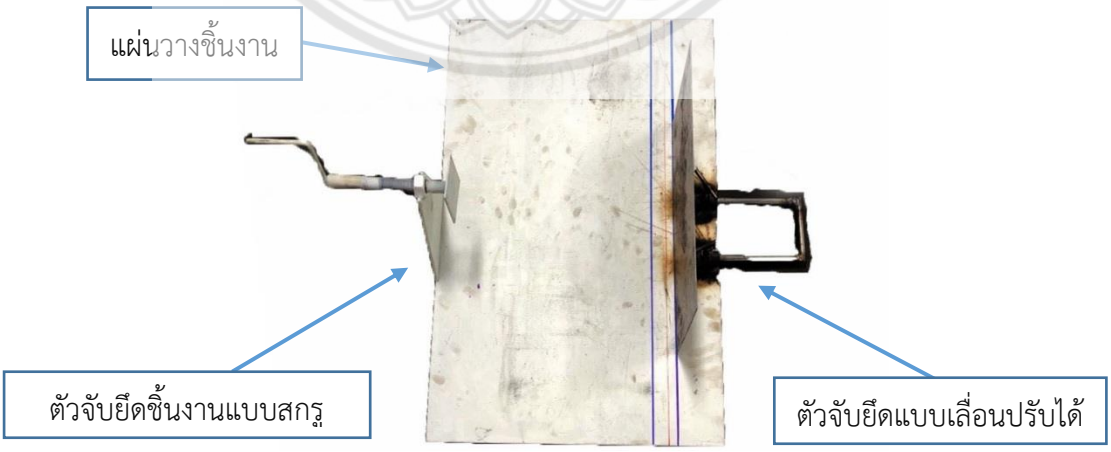


**รูปที่ 4.10** ฐานรองรับชิ้นส่วนต่างๆ ของฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อม

4.4.2 สร้างตัววางชิ้นงานและตัวกำหนดตำแหน่งในการเชื่อม ในการสร้างตัววางชิ้นงานจะใช้แผ่นเหล็กเป็นฐานในการวาง ส่วนตัวกำหนดตำแหน่งจะกำหนดตำแหน่งการวางเป็น 3 ระดับ เนื่องจากชิ้นงานมี 3 ชนิด โดยมีระยะที่สูงที่สุดเป็นตำแหน่งในการเชื่อมชิ้นงาน ซึ่งตัวกำหนดตำแหน่งทำมุม 10 องศากับแนวระนาบ เพื่อให้การเชื่อมชิ้นงานง่ายมากขึ้น ดังรูปที่ 4.11

**รูปที่ 4.11** ตัวกำหนดตำแหน่งในการเชื่อม

4.4.3 สร้างตัวจับยึดชิ้นงาน ในการจับยึดชิ้นงานด้านซ้ายเป็นตัวจับยึดชิ้นงานแบบสกรู และด้านขวาตัวจับยึดแบบเลื่อนปรับได้ เพื่อบีบชิ้นงานเข้าหากัน ซึ่งตัวจับยึดทั้ง 2 แบบจะติดกับแผ่นวางชิ้นงาน ดังรูปที่ 4.13




**รูปที่ 4.12** ตัววางชิ้นงานที่ติดตัวจับยึดแล้ว

4.4.4 สร้างรางเลื่อนในการวางมือ เพื่อช่วยลดความเมื่อยล้าจากการเกร็งข้อมือในการเชื่อม โดยใช้เหล็กเส้นเป็นแกนสำหรับเลื่อนและมีที่วางมือในการเชื่อม เพื่อลดความเมื่อยล้า และเป็นตัวกำหนดตำแหน่งการเชื่อม ดังรูปที่ 4.14

**รูปที่ 4.13** รางเลื่อนที่ใช้ในการวางมือ

4.4.5 ประกอบชิ้นส่วนฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อม ในการประกอบชิ้นส่วนฟิกซ์เจอร์ในการเชื่อมนั้นนำรางเลื่อน และตัววางชิ้นงานมาประกอบกับโครงฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อม เพื่อให้ได้ตามแบบที่กำหนดไว้ ดังรูปที่ 4.15

**รูปที่ 4.14** ฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อมที่ประกอบเสร็จแล้ว

## 4.5 การทดลองใช้ฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อม

ทำการทดลองใช้ฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อม หลังจากสร้างฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อม โดยนำมาให้พนักงานทดลองใช้กับชิ้นงานจริง เพื่อให้เกิดการชำนาญในการใช้ฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อม โดยมีขั้นตอนการทดลอง ดังต่อไปนี้

4.6.1 ปรับตั้งระดับแผ่นวางชิ้นงานตามขนาดถังน้ำมันที่เราต้องการเชื่อม

4.6.2 นำถังน้ำมันที่ต้องการเชื่อมวางบนแผ่นวางชิ้นงาน

4.6.3 ปรับระดับขนาดถังที่ต้องการวาง และหมุนตัวจับยึดชิ้นงาน

4.6.4 ใช้คีมล็อคหนีบบริเวณรอยต่อระหว่างถังน้ำมันและทำการเชื่อมแท็ก

4.6.5 เชื่อมถังน้ำมันเป็นแนวยาว โดยนำข้อมือวางบนรางเลื่อน

4.6.6 คลายตัวจับยึดชิ้นงานแล้วยกชิ้นงานออก

## 4.6 การวัดผลการทำงาน

ทำการวัดผลหลังจากทดลองใช้ฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อมในเดือนมีนาคม พ.ศ 2561 โดยการเปรียบเทียบข้อมูลการรั่วของถังน้ำมันระหว่างก่อนใช้ฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อม ดังตารางที่ 4.1 และหลังใช้ฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อม ดังตารางที่ 4.3 เปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการเชื่อมถังน้ำมันรถเกี่ยวนวดข้าวระหว่างก่อนใช้ ฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อมทั้ง 3 ชนิด ดังตารางที่ 4.2 และหลังใช้ฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อมทั้ง 3 ชนิด ดังตาราง ที่ 4.4 และเปรียบเทียบลักษณะท่าทางการทำงานของพนักงานก่อนใช้ฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อม และหลังใช้ฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อม ดังตารางที่ 4.5

**ตารางที่ 4.3** แสดงข้อมูลการรั่วของถังน้ำมันทุกชนิด หลังใช้ฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อม

| ชนิด | จำนวนถังน้ำมันที่รั่ว (ถัง/สัปดาห์) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | สัปดาห์ที่ 1 | สัปดาห์ที่ 2 | สัปดาห์ที่ 3 | สัปดาห์ที่ 4 |
| ถังน้ำมันโซล่า | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ถังน้ำมันปั๊มเดิน | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ถังน้ำมันไฮดรอลิค | 0 | 0 | 0 | 0 |
| เฉลี่ยร้อยละ | 0 | 0 | 0 | 0 |

**ตารางที่ 4.4** เวลาที่ใช้ในการเชื่อมถังน้ำมันรถเกี่ยวนวดข้าว หลังใช้ฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อมทั้ง 3 ชนิด

| ลำดับที่ | ชนิดถังน้ำมัน | รายละเอียด | เวลา (นาที) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | เฉลี่ย |
| 1 | ถังน้ำมันโซล่า | เชื่อมถังน้ำมันเป็นแนวยาว | 3.25 | 3.23 | 3.12 | 3.20 | 3.15 | 3.19 |
| 2 | ถังน้ำมันปั๊มเดิน | เชื่อมถังน้ำมันเป็นแนวยาว | 3.11 | 3.07 | 3.01 | 3.02 | 2.98 | 3.04 |
| 3 | ถังน้ำมันไฮดรอลิค | เชื่อมถังน้ำมันเป็นแนวยาว | 2.89 | 2.85 | 2.84 | 2.80 | 2.82 | 2.84 |

**หมายเหตุ** : ข้อมูลในตารางที่ 4.4 นำมากจากข้อมูลในตาราง ข.1 ข.2 และ ข.3

**ตารางที่ 4.5** แสดงการเปรียบเทียบลักษณะท่าทางการทำงานของพนักงานก่อนใช้และหลังใช้ฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อม

| ลำดับ | ก่อนใช้ฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อม | หลังใช้ฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อม |
|---|---|---|
| 1 | พนักงานต้องเชื่อมถังน้ำมันกับพื้น | พนักงานสามารถทำงานบนฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อมได้เลย |
| 2 | พนักงานต้องใช้ขาในการหนีบถังน้ำมันเพื่อเชื่อมแท็ก | พนักงานสามารถใช้ตัวจับยึดชิ้นงานในการเชื่อมแท็กได้ |
| 3 | พนักงานต้องใช้ข้อมือวางบนขาในการเชื่อมถังน้ำมัน | พนักงานสามารถวางข้อมือบนรางเลื่อนเพื่อใช้ช่วยในการเชื่อม |

จากการทดลองพบว่า เมื่อมีการนำฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อมเข้ามาใช้ในการเชื่อมถังน้ำมันรถเกี่ยวนวดข้าว สามารถลดจำนวนของถังน้ำมันที่รั่วได้ คิดเป็นร้อยละ 100 ต่อสัปดาห์ หรือไม่พบการรั่วของถังน้ำมันเกิดขึ้นเลย อีกทั้งพนักงานสามารถทำงานในท่าทางที่สะดวกมากขึ้น และไม่ต้องเสียเวลาในการซ่อมถังน้ำมันที่รั่วอีกด้วย และเมื่อนำเวลาในการเชื่อมถังน้ำมันรถเกี่ยวนวดข้าวมาเปรียบเทียบเวลาก่อนใช้และเวลาหลังใช้ฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อม ดังตารางที่ 4.6

**ตารางที่ 4.6** แสดงการเปรียบเทียบเวลาก่อนใช้และหลังใช้ฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อมถังน้ำมันรถเกี่ยวนวดข้าวทั้ง 3 ชนิด

| ลำดับ | ชนิดถังน้ำมัน | เวลาก่อนใช้ฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อม (นาที) | เวลาหลังใช้ฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อม (นาที) | เวลาที่ลดได้ (นาที) | คิดเป็นร้อยละ |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | ถังน้ำมันโซล่า | 3.59 | 3.19 | 0.40 | 11.14 |
| 2 | ถังน้ำมันปั๊มเดิน | 3.40 | 3.04 | 0.36 | 10.58 |
| 3 | ถังน้ำมันไฮดรอลิค | 3.18 | 2.84 | 0.34 | 10.69 |

จากตารางที่ 4.6 พบว่าหลังจากมีการนำฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อมมาใช้ สามารถลดเวลาในการเชื่อมถังน้ำมันรถเกี่ยวนวดข้าวแต่ละรุ่นดังนี้ ถังน้ำมันโซล่า สามารถลดเวลาในการเชื่อมเฉลี่ย 0.40 นาที หรือ ร้อยละ 11.14 ถังน้ำมันปั๊มเดิน สามารถลดเวลาในการเชื่อมเฉลี่ย 0.36 นาที หรือ ร้อยละ 10.58 และถังน้ำมันไฮดรอลิค สามารถลดเวลาในการเชื่อมเฉลี่ย 0.34 นาที หรือ ร้อยละ 10.69

# บทที่ 5
# สรุปและข้อเสนอแนะ

## 5.1 บทสรุป

5.1.1 ฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อมถังน้ำมันรถเกี่ยวนวดข้าว ที่สามารถใช้งานกับถังน้ำมันได้ 3 ชนิด คือ ถังน้ำมันโซล่า ถังน้ำมันปั๊มเดิน และถังน้ำมันไฮดรอลิก โดยฟิกซ์เจอร์ที่สร้างขึ้นมานี้สามารถช่วยในเรื่องการจับยึดชิ้นงาน สามารถปรับระดับได้ตามขนาดของถังแต่ละชนิด และยังมีรางเลื่อนที่สามารถวางมือ เพื่อใช้ช่วยในการเชื่อมถังน้ำมันรถเกี่ยวนวดข้าว และให้พนักงานทำงานได้สะดวกมากขึ้น

5.1.2 ลดจำนวนถังน้ำมันที่รั่วทั้ง 3 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 100 ต่อสัปดาห์ หรือ ไม่พบการรั่วของถังน้ำมันเกิดขึ้นเลย

5.1.3 ลดเวลาในการเชื่อมถังน้ำมันโซล่าเฉลี่ย 0.40 นาที หรือ ร้อยละ 11.14 ลดเวลาในการเชื่อมถังน้ำมันปั๊มเดินเฉลี่ย 0.36 นาที หรือ ร้อยละ 10.58 และลดเวลาในการเชื่อมถังน้ำมันไฮดรอลิคเฉลี่ย 0.34 นาที หรือ ร้อยละ 10.69

## 5.2 ข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนา

5.2.1 วิธีการใช้งานฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อม

5.2.1.1 ปรับตั้งระดับแผ่นวางชิ้นงานตามขนาดถังน้ำมันที่เราต้องการเชื่อม

5.2.1.2 นำถังน้ำมันที่ต้องการเชื่อมวางบนแผ่นวางชิ้นงาน

5.2.1.3 ปรับระดับตัวจับยึดที่ต้องการวางถังน้ำมัน และหมุนตัวจับยึดชิ้นงาน

5.2.1.4 ใช้คีมล็อคหนีบบริเวณรอยต่อระหว่างถังน้ำมัน และทำการเชื่อมแท็ก

5.2.1.5 เชื่อมถังน้ำมันเป็นแนวยาว โดยนำข้อมือวางบนรางเลื่อน

5.2.1.6 คลายตัวจับยึดชิ้นงานแล้วยกชิ้นงานออก

5.2.2 ควรตรวจเช็คฟิกซ์เจอร์ช่วยเกี่ยวนวดข้าวอย่างสม่ำเสมอ เพื่อตรวจสอบดูว่ามีการบิดเบี้ยวไปจากเดิมหรือไม่ เพราะฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อมอาจจะเกิดการเสื่อมสภาพเมื่อใช้เป็นเวลานาน

5.2.3 สามารถพัฒนาต่อเป็นแบบเครื่องเชื่อมอัตโนมัติได้ หากโรงงานมีการเปลี่ยนการเชื่อมถังน้ำมันจากเชื่อมไฟฟ้า มาใช้การเชื่อมแบบคาร์บอนแทน

5.2.4 เก้าอี้ในการทำงานของพนักงานมีน้ำหนักมาก มีผลต่อการเคลื่อนย้ายในการทำงานของพนักงาน ควรจัดทำเก้าอี้ที่มีล้อเพื่อให้สะดวกในการเคลื่อนย้าย หรือเหมาะกับการทำงานของพนักงาน

# เอกสารอ้างอิง

กิตติ อินทรานนท์. **การยศาสตร์(Ergonomics).** สืบค้นเมื่อ 20 ตุลาคม 2560, จาก http://e-book.ram.edu/e-book/h/HA233/chapter3.pdf

ประภาส เกตุไทย 2545. **การเชื่อมโลหะ.** สืบค้นเมื่อ 16 ตุลาคม 2560, จาก https://www.scribd.com/doc/97177637

วชิระ มีทอง. **การออกแบบจิ๊กและฟิกซ์เจอร์.** สืบค้นเมื่อ 24 ตุลาคม 2560, จาก https://sites.google.com/site/nuttapong125890/1/bth-thi-2

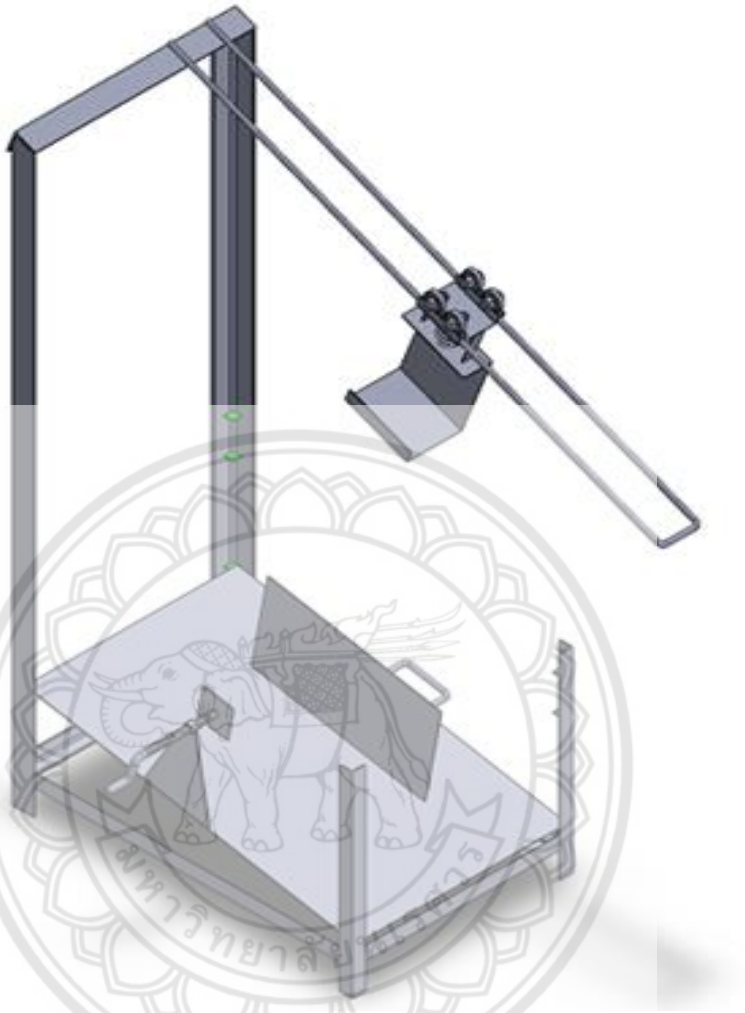
ศจี ศิริไกร. **การศึกษาเวลาทางตรง.** สืบค้นเมื่อ 24 ตุลาคม 2560, จาก www.sajeesirikrai.com/images/.../9_Direct%20Time%20Study_2012.pdf

ไม่ปรากฏนามผู้แต่ง. **การคำนวณหาเวลามาตรฐาน** สืบค้นเมื่อ 24 ตุลาคม 2560, จาก http://ir.rmuti.ac.th/xmlui/bitstream/handle123465789/260/7

# ภาคผนวก ก

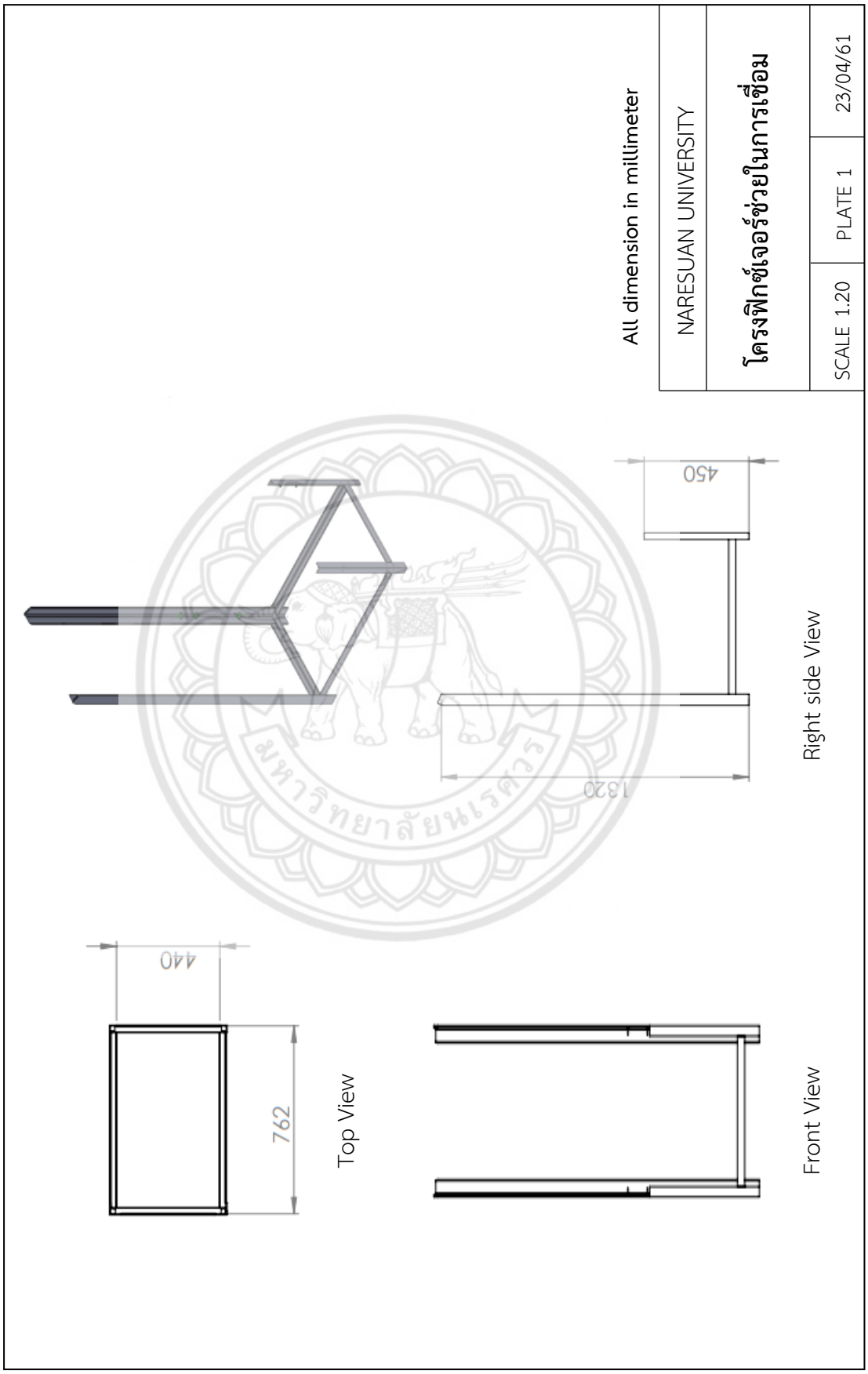
## แบบ Drawing ฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อมถังน้ำมันรถเกี่ยวนวดข้าว

## ก. แบบ 3D โครงสร้างฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อมถังน้ำมันรถเกี่ยวนวดข้าว

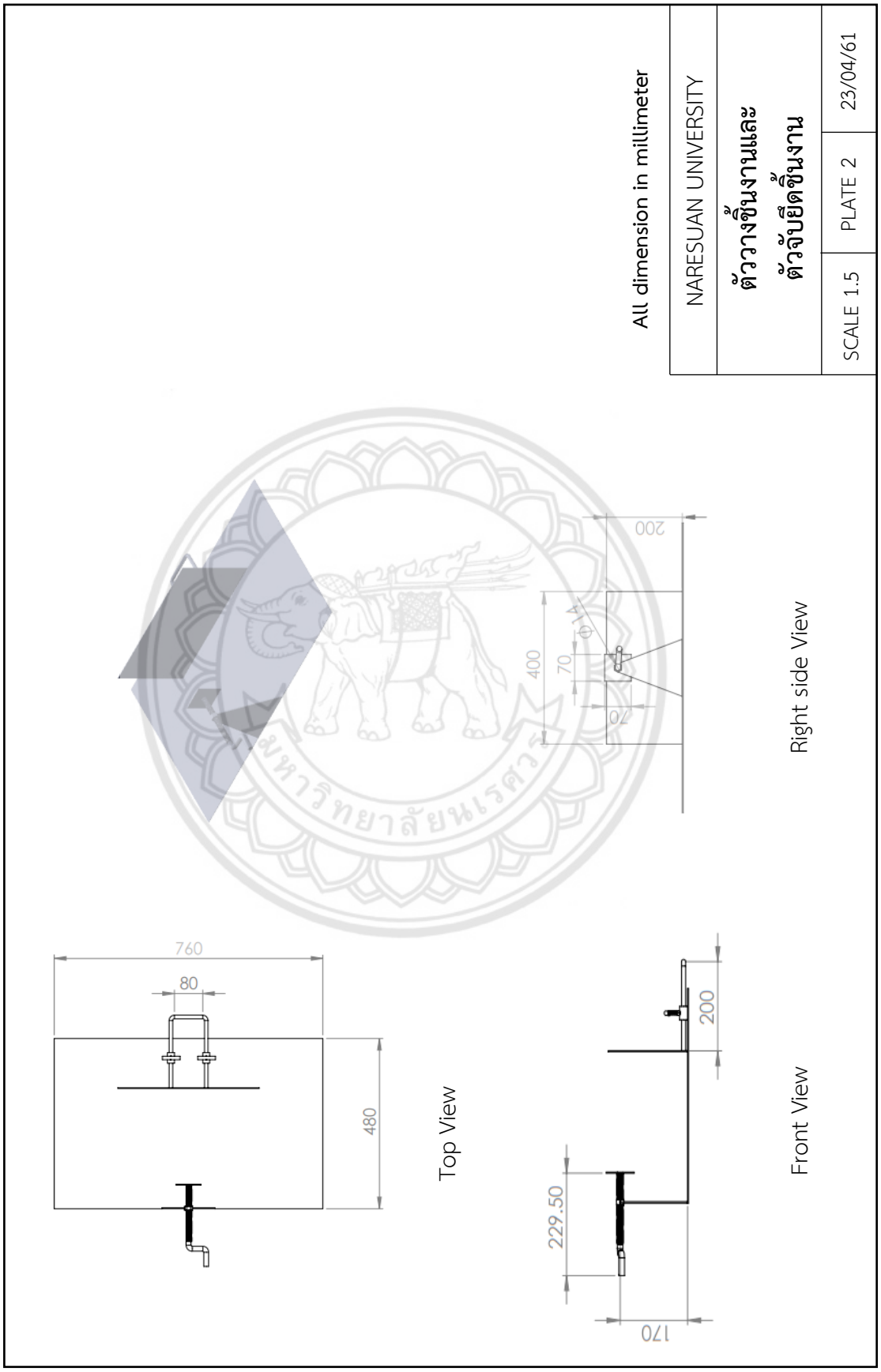


**รูปที่ ก** โครงสร้างฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อมถังน้ำมันรถเกี่ยวนวดข้าว

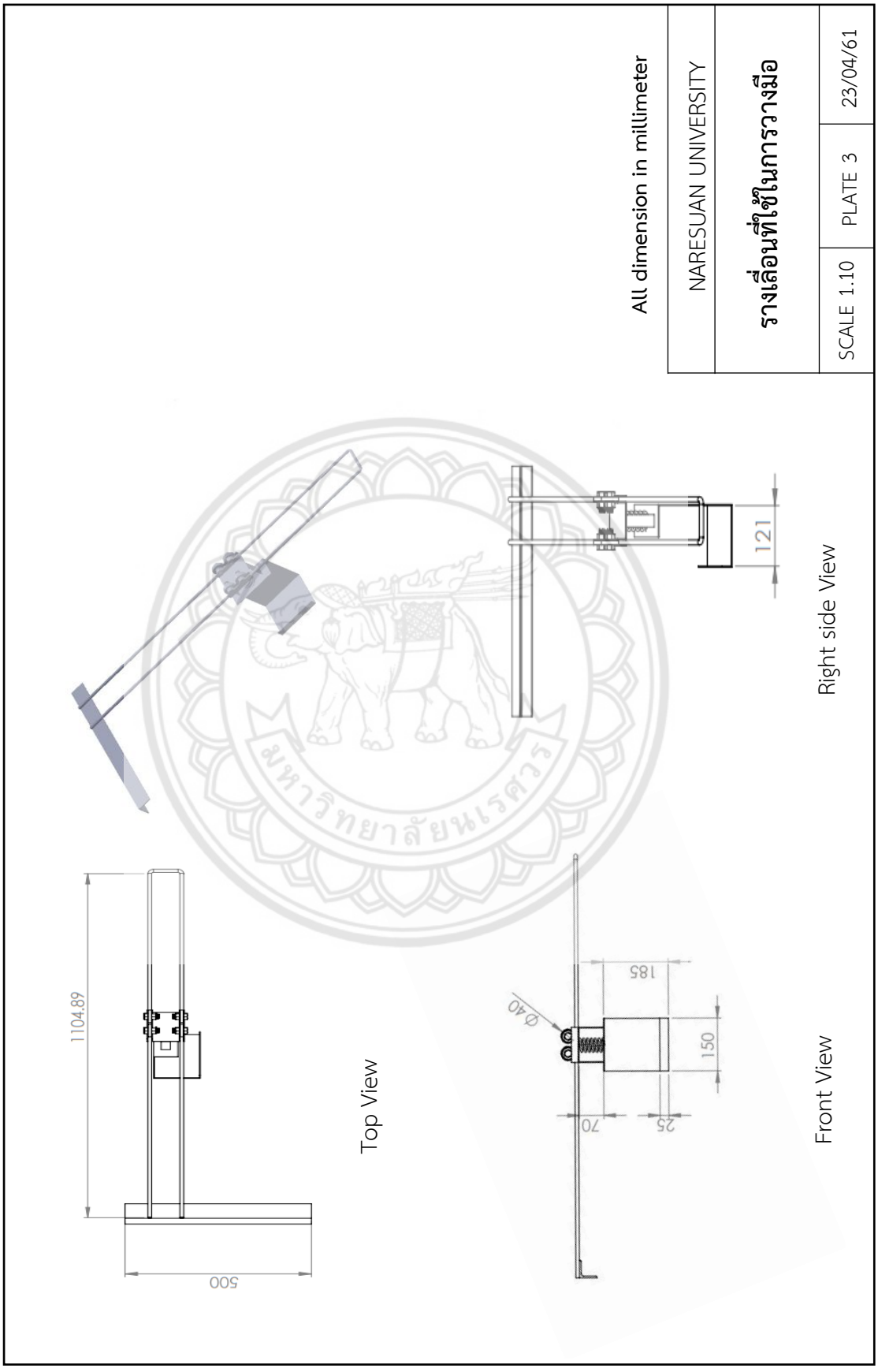
## ก.1 แบบ Drawing โครงฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อม



## ก.2 แบบ Drawing ตัววางชิ้นงานและตัวจับยึดชิ้นงาน



## ก.3 แบบ Drawing รางเลื่อน



# ภาคผนวก ข

## การคำนวณหาเวลามาตรฐานในการใช้ฟิกซ์เจอร์ช่วย ในการเชื่อมถังน้ำมันรถเกี่ยวนวดข้าว

## ข. การคำนวณหาเวลามาตรฐานในการใช้ฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อมถังน้ำมันรถเกี่ยวนวดข้าว

การจับเวลาโดยตรงเป็นการเก็บข้อมูลเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงานของพนักงานในการเชื่อมถังน้ำมันรถเกี่ยวนวดข้าวก่อนที่จะมีฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อมถังน้ำมันรถเกี่ยวนวดข้าว เข้ามาช่วยในการปฏิบัติงาน ความละเอียดในการจับเวลาเท่ากับ 1 ส่วน 100 โดยเวลาที่ใช้ในการเชื่อมถังน้ำมันรถเกี่ยวนวดข้าวทั้ง 3 ชนิด ดังตารางที่ ข.1, ข.2 และ ข.4 ตามลำดับ

### ข.1 เวลาที่ใช้ในการเชื่อมถังน้ำมันรถเกี่ยวนวดข้าว ชนิดถังน้ำมันโซล่า

**ตารางที่ ข.1** เวลาที่ใช้ในการเชื่อมถังน้ำมันรถเกี่ยวนวดข้าวหลังใช้ฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อม ชนิดถังน้ำมันโซล่า

| ลำดับที่ | รายละเอียด | เวลา (นาที) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | เฉลี่ย |
| 1 | ปรับตั้งระดับแผ่นวางชิ้นงานตามขนาดถังน้ำมันที่เราต้องการเชื่อม | 0.23 | 0.27 | 0.37 | 0.33 | 0.32 | 0.30 |
| 2 | นำถังน้ำมันที่ต้องการเชื่อมวางบนแผ่นวางชิ้นงาน | 0.25 | 0.27 | 0.37 | 0.32 | 0.35 | 0.31 |
| 3 | ปรับระดับตัวจับยึดที่ต้องการวางถังน้ำมัน และหมุนตัวจับยึดชิ้นงาน | 0.43 | 0.45 | 0.40 | 0.40 | 0.33 | 0.40 |
| 4 | ใช้คีมล็อกหนีบบริเวณรอยต่อระหว่างถังน้ำมัน และทำการเชื่อมแท็ก | 1.53 | 1.48 | 1.57 | 1.73 | 1.53 | 1.57 |
| 5 | เชื่อมถังน้ำมันเป็นแนวยาว โดยนำข้อมือวางบนรางเลื่อน | 3.25 | 3.23 | 3.12 | 3.20 | 3.15 | 3.19 |
| 6 | คลายตัวจับยึดชิ้นงานแล้วยกชิ้นงานออก | 0.23 | 0.27 | 0.33 | 0.33 | 0.37 | 0.31 |
| | รวม | 5.92 | 5.97 | 6.16 | 6.31 | 6.05 | 6.08 |

ข.1.1 หาประสิทธิภาพในการทำงาน (Rating Factor) คือ การให้อัตราเร็วของพนักงานเป็นการเปรียบเทียบอัตราเร็วของผู้ถูกจับเวลา และอัตราความเร็วของการทำงานในระดับปกติ โดยใช้ความรู้สึกของผู้ทำการประเมิน

จากการประเมินของวิศวกรจะได้ค่า ดังนี้

ความชำนาญ : C2 = +0.03

ความพยายาม : B2 = +0.08

ความสม่ำเสมอ : C = +0.01

เงื่อนไข : E = -0.03

รวม = +0.09

นำค่าที่ได้ไปรวมกับ 1 จะได้ประสิทธิภาพในการทำงาน = 1.09 หรือ ร้อยละ 109

พนักงานใช้เวลาในการทำงานเฉลี่ย 6.08 นาที

ข.1.2 การคำนวณหาค่าเวลาปกติของแต่ละงานย่อย สามารถคำนวณหาเวลาปกติได้จากสมการที่ 2.2

NT = Selected Time x Rating Factor

= 6.08 x 1.09

= 6.62 นาที

ข.1.3 การกำหนดค่าเผื่อ คือ เวลาปกติซึ่งคนงานที่ชำนาญด้วยความเร็วปกติ แต่การทำงานทุกอย่างต้องมีการพักผ่อนหรือเกิดเหตุล่าช้า ดังนั้น จึงต้องมีเวลาเผื่อไว้

เวลาเผื่อสำหรับบุคคล โดยทั่วไปแล้วจะอยู่ระหว่างร้อยละ 4.5 ถึงร้อยละ 6.5 แต่ในอุตสาหกรรมทั่งไปกำหนดไว้ที่ร้อยละ 5 ของเวลาทำงานทั้งหมด

ประชุมก่อนเข้างาน 15 นาที/วัน

เวลาทำงานจริง = (15/480) x 100

= ร้อยละ 3

ข.1.4 การคำนวณหาเวลามาตรฐาน คือ การนำเวลาปกติของการทำงานมารวมกับค่าเผื่อของการทำงานคำนวณหาเวลามาตรฐานได้ ดังสมการที่ 2.3

เวลามาตรฐาน = เวลาปกติ + (เวลาปกติ x ร้อยละเวลาเผื่อ)

= 6.62 + (6.62 x ((5+3)/100))

= 7.61 นาที

**ข.2 เวลาที่ใช้ในการเชื่อมถังน้ำมันรถเกี่ยวนวดข้าว ชนิดถังน้ำมันปั๊มเดิน**

**ตารางที่ ข.2** เวลาที่ใช้ในการเชื่อมถังน้ำมันรถเกี่ยวนวดข้าวหลังใช้ฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อมชนิดถังน้ำมันปั๊มเดิน

| ลำดับที่ | รายละเอียด | เวลา (นาที) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | เฉลี่ย |
| 1 | ปรับตั้งระดับแผ่นวางชิ้นงานตามขนาดถังน้ำมันที่เราต้องการเชื่อม | 0.20 | 0.25 | 0.35 | 0.33 | 0.30 | 0.29 |
| 2 | นำถังน้ำมันที่ต้องการเชื่อมวางบนแผ่นวางชิ้นงาน | 0.25 | 0.25 | 0.35 | 0.33 | 0.32 | 0.3 |
| 3 | ปรับระดับตัวจับยึดที่ต้องการวางถังน้ำมัน และหมุนตัวจับยึดชิ้นงาน | 0.45 | 0.40 | 0.37 | 0.35 | 0.35 | 0.38 |
| 4 | ใช้คีมล็อกหนีบบริเวณรอยต่อระหว่างถังน้ำมันและทำการเชื่อมแท็ก | 1.57 | 1.48 | 1.48 | 1.67 | 1.57 | 1.55 |
| 5 | เชื่อมถังน้ำมันเป็นแนวยาว โดยนำข้อมือวางบนรางเลื่อน | 3.11 | 3.07 | 3.01 | 3.02 | 2.98 | 3.04 |
| 6 | คลายตัวจับยึดชิ้นงานแล้วยกชิ้นงานออก | 0.27 | 0.27 | 0.23 | 0.32 | 0.33 | 0.28 |
| | รวม | 5.85 | 5.72 | 5.79 | 6.02 | 5.85 | 5.84 |

ข.2.1 หาประสิทธิภาพในการทำงาน (Rating Factor) คือ การให้อัตราเร็วของพนักงานเป็นการเปรียบเทียบอัตราเร็วของผู้ถูกจับเวลา และอัตราความเร็วของการทำงานในระดับปกติ โดยใช้ความรู้สึกของผู้ทำการประเมิน

จากการประเมินของวิศวกรจะได้ค่า ดังนี้

ความชำนาญ : C2 = +0.03

ความพยายาม : B2 = +0.08

ความสม่ำเสมอ : C = +0.01

เงื่อนไข : E = -0.03

รวม = +0.09

นำค่าที่ได้ไปรวมกับ 1 จะได้ประสิทธิภาพในการทำงาน = 1.09 หรือ ร้อยละ 109 พนักงานใช้เวลาในการทำงานเฉลี่ย 5.84 นาที

ข.2.2 การคำนวณหาค่าเวลาปกติของแต่ละงานย่อย สามารถคำนวณหาเวลาปกติได้จากสมการที่ 2.2

NT = Selected Time x Rating Factor

= 5.84 x 1.09

= 6.36 นาที

ข.2.3 การกำหนดค่าเผื่อ คือ เวลาปกติซึ่งคนงานที่ชำนาญด้วยความเร็วปกติ แต่การทำงานทุกอย่างต้องมีการพักผ่อน หรือเกิดเหตุล่าช้า ดังนั้น จึงต้องมีเวลาเผื่อไว้

เวลาเผื่อสำหรับบุคคล โดยทั่วไปแล้วจะอยู่ระหว่างร้อยละ 4.5 ถึงร้อยละ 6.5 แต่ในอุตสาหกรรมทั่งไปกำหนดไว้ที่ร้อยละ 5 ของเวลาทำงานทั้งหมด

ประชุมก่อนเข้างาน 15 นาที/วัน

เวลาทำงานจริง = (15/480) x 100

= ร้อยละ 3

ข.2.4 การคำนวณหาเวลามาตรฐาน คือ การนำเวลาปกติของการทำงานมารวมกับค่าเผื่อของการทำงานคำนวณหาเวลามาตรฐานได้ ดังสมการที่ 2.3

เวลามาตรฐาน = เวลาปกติ + (เวลาปกติ x ร้อยละเวลาเผื่อ)

= 6.36 + (6.36 x ((5 x3)/100))

= 7.31 นาที

**ข.3 เวลาที่ใช้ในการเชื่อมถังน้ำมันรถเกี่ยวนวดข้าว ชนิดถังน้ำมันไฮดรอลิค**

**ตารางที่ ข.3** เวลาที่ใช้ในการเชื่อมถังน้ำมันรถเกี่ยวนวดข้าวหลังใช้ฟิกซ์เจอร์ช่วยในการเชื่อม ชนิดถังน้ำมันไฮดรอลิก

| ลำดับที่ | รายละเอียด | เวลา (นาที) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | เฉลี่ย |
| 1 | ปรับตั้งระดับแผ่นวางชิ้นงานตามขนาดถังน้ำมันที่เราต้องการเชื่อม | 0.23 | 0.22 | 0.20 | 0.32 | 0.27 | 0.25 |
| 2 | นำถังน้ำมันที่ต้องการเชื่อมวางบนแผ่นวางชิ้นงาน | 0.23 | 0.25 | 0.32 | 0.27 | 0.32 | 0.28 |
| 3 | ปรับระดับตัวจับยึดที่ต้องการวางถังน้ำมัน และหมุนตัวจับยึดชิ้นงาน | 0.45 | 0.37 | 0.35 | 0.33 | 0.35 | 0.37 |
| 4 | ใช้คีมล็อกหนีบบริเวณรอยต่อระหว่างถังน้ำมันและทำการเชื่อมแท็ก | 1.45 | 1.33 | 1.37 | 1.35 | 1.43 | 1.39 |
| 5 | เชื่อมถังน้ำมันเป็นแนวยาว โดยนำข้อมือวางบนรางเลื่อน | 2.89 | 2.85 | 2.84 | 2.80 | 2.82 | 2.84 |
| 6 | คลายตัวจับยึดชิ้นงานแล้วยกชิ้นงานออก | 0.32 | 0.27 | 0.23 | 0.27 | 0.23 | 0.26 |
| | รวม | 5.57 | 5.29 | 5.31 | 5.34 | 5.42 | 5.39 |

ข.3.1 หาประสิทธิภาพในการทำงาน (Rating Factor) คือ การให้อัตราเร็วของพนักงานเป็นการเปรียบเทียบอัตราเร็วของผู้ถูกจับเวลา และอัตราความเร็วของการทำงานในระดับปกติ โดยใช้ความรู้สึกของผู้ทำการประเมิน

จากการประเมินของวิศวกรจะได้ ค่าดังนี้

ความชำนาญ : C2 = +0.03

ความพยายาม : B2 = +0.08

ความสม่ำเสมอ : C = +0.01

เงื่อนไข : E = -0.03

รวม = +0.09

นำค่าที่ได้ไปรวมกับ 1 จะได้ประสิทธิภาพในการทำงาน = 1.09 หรือ ร้อยละ 109 พนักงานใช้เวลาในการทำงานเฉลี่ย 5.39 นาที

ข.3.2 การคำนวณหาค่าเวลาปกติของแต่ละงานย่อย สามารถคำนวณหาเวลาปกติได้จากสมการที่ 2.2

NT = Selected Time x Rating Factor

= 5.39 x 1.09

= 5.87 นาที

ข.3.3 การกำหนดค่าเผื่อ คือ เวลาปกติซึ่งคนงานที่ชำนาญด้วยความเร็วปกติ แต่การทำงานทุกอย่างต้องมีการพักผ่อน หรือเกิดเหตุล่าช้า ดังนั้น จึงต้องมีเวลาเผื่อไว้

เวลาเผื่อสำหรับบุคคล โดยทั่วไปแล้วจะอยู่ระหว่างร้อยละ 4.5 ถึงร้อยละ 6.5 แต่ในอุตสาหกรรมทั่งไปกำหนดไว้ที่ร้อยละ 5 ของเวลาทำงานทั้งหมด

ประชุมก่อนเข้างาน 15 นาที/วัน

เวลาทำงานจริง = (15/480) x 100

= ร้อยละ 3

ข.3.4 การคำนวณหาเวลามาตรฐาน คือ การนำเวลาปกติของการทำงานมารวมกับค่าเผื่อของการทำงานคำนวณหาเวลามาตรฐานได้ ดังสมการที่ 2.3

เวลามาตรฐาน = เวลาปกติ + (เวลาปกติ x ร้อยละเวลาเผื่อ)

= 5.87 + ( 5.87 x ((5 X 3)/100))

= 6.75 นาที