การสร้างฟิกซ์เจอร์เพื่อลดเวลาการผลิตโครงรถเกี่ยวนวดข้าว
กรณีศึกษา โรงงานผลิตรถเกี่ยวนวดข้าว

FIXTURE OF COMBINE HARVESTER BODY PART FOR REDUCING PRODUCTION TIME : A CASE STUDY IN COMBINE HARVESTER FACTORY

นายวุฒิพงศ์ สาแสน รหัส 54362081

นางสาวจารุมาศ อิ่นคำ รหัส 54365655

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2557

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน	การสร้างฟิกซ์เจอร์เพื่อลดเวลาการผลิตโครงรถเกี่ยวนวดข้าว กรณีศึกษา โรงงานผลิตรถเกี่ยวนวดข้าว
ผู้ดำเนินโครงการ	นายวุฒิพงศ์ สาแสน รหัส 54362081
	นางสาวจารุมาศ อิ่นคำ รหัส 54365655
ที่ปรึกษาโครงงาน	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศิษฎา สิมารักษ์
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
ปีการศึกษา	2557

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

.....ที่ปรึกษาโครงงาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ศิษฎา สิมารักษ์)

.....กรรมการ
(ดร.โพธิ์งาม สมกุล)

.....กรรมการ
(อาจารย์เสาวลักษณ์ ตองกลิ่น)

ชื่อหัวข้อโครงงาน	การสร้างฟิกซ์เจอร์เพื่อลดเวลาการผลิตโครงรถเกี่ยวนวดข้าว กรณีศึกษา โรงงานผลิตรถเกี่ยวนวดข้าว
ผู้ดำเนินโครงการ	นายวุฒิพงศ์ สาแสน รหัส 54362081 นางสาวจารุมาศ อิ่นคำ รหัส 54365655
ที่ปรึกษาโครงงาน	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศิษฎา สิมารักษ์
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
ปีการศึกษา	2557

.....

บทคัดย่อ

โครงงานนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา ออกแบบ และสร้างฟิกซ์เจอร์สำหรับโครงรถเกี่ยวนวดข้าวเพื่อช่วยให้พนักงานสามารถทำงานได้ง่ายมากขึ้น และรวดเร็วมากขึ้น จากการทำงานเดิมพนักงานต้องใช้มือในการประคองชิ้นงาน และขีดเส้นกำหนดตำแหน่งการวางชิ้นงาน ทำให้พนักงานเสียเวลาไปกับการปรับระยะให้ได้ตามขนาดที่โรงงานกำหนด หลังจากนั้นได้ทำการออกแบบและสร้างฟิกซ์เจอร์การประกอบโครงรถเกี่ยวนวดข้าว โดยคำนึงการใช้งาน ค่าความคลาดเคลื่อนการกำหนดตำแหน่ง การจับยึดชิ้นงาน และทำการทดลองใช้ฟิกซ์เจอร์มาช่วยในการประกอบโครงรถเกี่ยวนวดข้าว

การนำฟิกซ์เจอร์มาใช้ในการประกอบโครงรถเกี่ยวนวดข้าวจะใช้เวลาปกติในการประกอบลดลงเท่ากับ 38.8 นาที หรือร้อยละ 56 และค่าความคลาดเคลื่อนหลังจากใช้งานฟิกซ์เจอร์ยังอยู่ในเกณฑ์ที่โรงงานกำหนด ฟิกซ์เจอร์ที่สร้างขึ้นมานั้นสามารถช่วยลดเวลาการทำงานได้จริงและมีคุณภาพตามที่โรงงานกำหนด อีกทั้งยังช่วยลดขั้นตอนในการประกอบโครงรถเกี่ยวนวดข้าวแบบเดิมได้

Project title	Fixture of combine harvester body part for reducing production time : a case study in combine harvester factory
Name	Mr. Wuttipong Sasan ID 54362081
	Miss Jarumas Inkham ID 54365655
Project advisor	Asst.Prof. Sisda Simarak
Major	Industrial Engineering
Department	Industrial Engineering
Academic year	2014

.....

Abstract

This project aimed to study, design and build the fixture of combine harvester to allow employees to work more easily and quickly. The study old method employees must use your handle to workpiece and underlines the position for place the workpiece, allowing employees to spend time periodic adjustment to the size of the factory standard. After that design and build combine harvester fixture by taking into operation working, tolerances, placements clamping and trial use fixture for assistant combine harvester.

Implementing fixtures used to assemble the combine harvester it takes to operating time average reduction of 38.8 minutes or 56 percent, and the error after used the fixture to still satisfactorily at the factory standard. So the fixture is constructed, it can reduce the time to actually work and the quality of the factory. It also reduces the operation steps for original combine harvester.

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานสร้างฟิกซ์เจอร์เพื่อช่วยลดเวลาในการผลิตโครงรถเกี่ยวนวดข้าว ที่จัดทำขึ้นนี้สำเร็จลุล่วงไปได้นี้ต้องขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ศิษฎา สิมารักษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานที่คอยติดตามให้คำปรึกษา และให้คำแนะนำทุกๆ เรื่องในการจัดทำโครงงานนี้ และขอขอบคุณทางโรงงานที่อนุญาตให้ทางคณะผู้ดำเนินโครงงานได้เข้าทำโครงงานนี้

นอกจากนี้ต้องขอบพระคุณอาจารย์ และบุคลากรของภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการทุกท่านที่ค่อยให้คำแนะนำ ตักเตือน จนสำเร็จลุล่วงมาเป็นปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณบิดา มารดาที่ได้สนับสนุน และให้กำลังใจในการทำงาน จนทำให้คณะผู้ดำเนินโครงงานประสบความสำเร็จในการศึกษานี้

คณะผู้ดำเนินโครงงาน
นายวุฒิพงษ์ สาแสน
นางสาวจารุมาศ อิ่นคำ
เมษายน 2558

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญานิพนธ์ ..... ก
บทคัดย่อ ..... ข
บทคัดย่อ (Abstract) ..... ค
กิตติกรรมประกาศ ..... ง
สารบัญ ..... จ
สารบัญตาราง ..... ฌ
สารบัญรูป ..... ญ

บทที่ 1 บทนำ 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 การศึกษาเวลาทางตรง 3
2.1.1 การทำความเข้าใจกับงานที่จะศึกษา 3
2.1.2 การจับเวลาในแต่ละงานย่อย 3
2.1.3 การคำนวณหารอบในการจับเวลา 4
2.1.4 การให้อัตราเร็วของพนักงาน 5
2.1.5 การคำนวณหาเวลาปกติ (Normal Time) 7
2.1.6 การกำหนดเวลาเผื่อ 7
2.1.7 การหาเวลามาตรฐาน 7
2.2 การพัฒนาขั้นเริ่มแรกของการออกแบบจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ 8
2.2.1 การวิเคราะห์ก่อนการออกแบบ 8
2.2.2 ขนาดรูปร่างทั้งหมดของชิ้นส่วน 8

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.2.3 ชนิดของเครื่องจักรในการทำงาน 9
2.2.4 ระดับความต้องการความละเอียดถูกต้อง 10
2.2.5 จำนวนชิ้นงานที่จะทำ 10
2.2.6 ผิวหน้าของการกำหนดตำแหน่งและการจับยึด 11
2.3 การออกแบบเกี่ยวข้องกับมนุษย์ 11
2.3.1 ความสามารถของมนุษย์ 11
2.3.2 การออกแบบที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัย 12
2.4 การทำงานที่เตรียมการมาก่อน 12
2.5 การพัฒนาและเลือกใช้การทำเครื่องมือ 12
2.6 หลักการวางตำแหน่งงาน 12
2.6.1 หลักการวางตำแหน่งแบบ 6 จุด 12
2.6.2 การวางสลักกำหนดตำแหน่ง 13
2.6.3 หลักการวางตำแหน่งแบบขั้นบันได 14
2.6.4 หลักการใช้อุปกรณ์วางตำแหน่งงาน 14
2.7 ข้อผิดพลาดในการวางตำแหน่งงาน 15
2.8 หลักการของการยึดจับชิ้นงาน 16
2.8.1 ตัวจับยึดชิ้นงาน 16
2.8.2 กฎเกณฑ์ขั้นพื้นฐานของการจับยึด 16
2.9 ชนิดของตัวยึดจับชิ้นงาน 16
2.9.1 ตัวยึดแบบแผ่น 17
2.9.2 ตัวยึดจับแบบใช้สกรู 17
2.9.3 ตัวยึดจับแบบสวิง 18
2.9.4 ตัวยึดจับชิ้นงานแบบใช้ลูกเบี้ยว 18
2.9.5 ตัวยึดจับชิ้นงานแบบลิ่ม 20
2.9.6 ตัวยึดจับชิ้นงานแบบใช้กำลัง 21
2.9.7 การยึดจับงานครั้งละหลายๆ ชิ้น 22

บทที่ 3 วิธีการดำเนินโครงงาน 23
3.1 ศึกษาขั้นตอนในการขึ้นโครงรถเกี่ยวนวดข้าว 24
3.2 วิเคราะห์ข้อมูลก่อนการออกแบบ 24

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.3 ออกแบบฟิกซ์เจอร์ 24
3.3.1 ขนาดทั้งหมดของชิ้นส่วน 24
3.3.2 เครื่องมือที่มีส่วนเกี่ยวข้อง 24
3.3.3 ระดับความต้องการความละเอียดที่ถูกต้องในการออกแบบ 24
3.3.4 ออกแบบตัวกำหนดตำแหน่งชิ้นงาน 24
3.3.5 ออกแบบตัวยึดจับชิ้นงาน 24
3.4 สร้างฟิกซ์เจอร์ทดลองใช้ 25
3.5 ปรับปรุงแก้ไขฟิกซ์เจอร์ 25
3.6 วัดผลงาน 25
3.7 สรุปผลและจัดทำรูปเล่มโครงงาน 25

บทที่ 4 ผลการดำเนินโครงงาน 26
4.1 ศึกษาขั้นตอนในการขึ้นโครงรถเกี่ยวนวดข้าว 26
4.1.1 ขั้นตอนในการขึ้นโครงรถเกี่ยวนวดข้าว 26
4.1.2 เวลาในการขึ้นโครงรถเกี่ยวนวดข้าว 32
4.1.3 แผนภูมิการปฏิบัติงาน 36
4.2 วิเคราะห์ข้อมูลก่อนการออกแบบ 37
4.2.1 ขั้นตอนการทำงานเดิมที่ส่งผลให้เกิดความล้าช้า 37
4.2.2 สรุปผลการวิเคราะห์ก่อนการออกแบบ 38
4.3 การออกแบบฟิกซ์เจอร์ 39
4.3.1 ขนาดทั้งหมดของชิ้นส่วน 40
4.3.2 เครื่องมือที่มีส่วนเกี่ยวข้องในกระบวนการ 42
4.3.3 ระดับความต้องการความละเอียดที่ถูกต้องในการออกแบบ 42
4.3.4 ออกแบบตัวกำหนดตำแหน่งชิ้นงาน 43
4.3.5 ออกแบบตัวยึดจับ 44
4.4 สร้างฟิกซ์เจอร์และทดลองใช้ 46
4.4.1 สร้างฐานของฟิกซ์เจอร์โครงรถเกี่ยวนวดข้าว หรือตัวกำหนดตำแหน่ง 46
4.4.2 สร้างตัวกำหนดตำแหน่งการวางของชิ้นงาน 48
4.4.3 นำตัวจับยึดชิ้นงานไปติดกับฐานฟิกซ์เจอร์ หรือตัวกำหนดตำแหน่ง 50
4.4.4 เชื่อมแผ่นเหล็กดามป้องกันการเคลื่อนของตัวจับยึดชิ้นงาน 52

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.4.5 เชื่อมแคลมป์นก (Toggle Clamp) ติดกับฐานของฟิกซ์เจอร์ หรือตัวกำหนดตำแหน่งชิ้นงาน 54
4.4.6 ทำการพ่นสีฟิกซ์เจอร์โครงรถเกี่ยวนวดข้าว 55
4.4.7 ฟิกซ์เจอร์โครงรถเกี่ยวนวดข้าว 56
4.4.8 ทดลองใช้ฟิกซ์เจอร์ในการประกอบโครงรถเกี่ยวนวดข้าว 56
4.5 ปรับปรุงแก้ไขฟิกซ์เจอร์ 67
4.5.1 ปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างที่สร้างฟิกซ์เจอร์ 67
4.5.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นในการทดลองใช้ฟิกซ์เจอร์ 72
4.6 วัดผลการใช้งานฟิกซ์เจอร์ 73
4.6.1 ประสิทธิภาพการทำงานหลังใช้ฟิกซ์เจอร์ 74
4.6.2 เวลาปกติหลังใช้ฟิกซ์เจอร์ 74
4.6.3 คุณภาพของตัวฟิกซ์เจอร์และการใช้งาน 76

บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ 78
5.1 บทสรุป 78
5.2 ข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนา 80

เอกสารอ้างอิง 82

ประวัติคณะผู้จัดทำโครงงาน 83

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 ขั้นตอนและแผนการดำเนินโครงงาน 2

2.1 แสดงค่าตัวประกอบของความเชื่อมั่นที่นิยมใช้ 5

2.2 แสดงการให้อัตราความเร็วของระบบ Westinghouse System of Rating 6

4.1 เวลาในการขึ้นโครงรถเกี่ยวนวดข้าว 32

4.2 วัดเวลาการประกอบโครงรถเกี่ยวนวดข้าวที่ฟิกซ์เจอร์ช่วยในการประกอบ 73

4.3 ขั้นตอนที่ลดลงจากขั้นตอนการประกอบเดิม 75

4.4 ค่าความคลาดเคลื่อนของชิ้นงาน 77

5.1 เวลาในการขึ้นโครงรถเกี่ยวนวดข้าวก่อน และหลังใช้ฟิกซ์เจอร์ 78

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 การแจกแจงปกติ 4
2.2 ตัวอย่างชิ้นงาน 9
2.3 เครื่องที่ใช้ได้ทั้งการเจาะและกัด 9
2.4 ตัวอย่างระดับความถูกต้องของชิ้นงาน 10
2.5 ทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุ 12 ทิศทาง 13
2.6 การวางตำแหน่งชิ้นงาน 13
2.7 การวางและกดชิ้นงานบนตัวรองแบบขั้นบันได 14
2.8 แสดงการวางตำแหน่งในแนวรัศมี 14
2.9 เฉือนชิ้นงานไม่เที่ยงตรง 15
2.10 ลักษณะการวางงานที่มุมไม่ได้ฉาก 15
2.11 การทำงานของการยึดชิ้นงานระบบคานงัด 17
2.12 การใช้เกลียวยึดจับชิ้นงานทางอ้อม 17
2.13 ตัวยึดจับแบบสวิง (Swinging Arm) 18
2.14 การทำงานของลูกเบี้ยวแบบส่งแรงโดยตรง 19
2.15 ลูกเบี้ยวแบบแผ่นเยื้องศูนย์ 19
2.16 ลูกเบี้ยวแบบแผ่นสไปรัล 20
2.17 ลิ่มแบบยึดตัวเอง 20
2.18 ลิ่มแบบรูปกรวย 21
2.19 ตัวจับยึดแบบใช้กำลัง 22
4.1 โครงรถเกี่ยวนวดข้าว 26
4.2 วางฐานบนรางเลื่อน 27
4.3 ติดตั้งแผงซ้ายบนฐาน 27
4.4 ทำการจับฉากตั้งศูนย์ เชื่อมแผงข้างซ้ายติดกับฐาน และเชื่อมเหล็กดามไว้ 28
4.5 ติดตั้งแผงด้านขวา 28
4.6 ทำการจับฉากตั้งศูนย์ เชื่อมแผงข้างขวาติดกับฐาน และเชื่อมเหล็กดามไว้ 29
4.7 กำหนดตำแหน่งโดยใช้เหล็กฉาก 29
4.8 ติดฐานลองคาน และคานบนแผงข้างทั้งสอง 30
4.9 วัดระยะ และปรับระยะระหว่างแผงทั้งสองข้าง 30

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.10 นำชิ้นส่วนที่ไม่ใช้ออก 31
4.11 แผนภูมิแสดงเวลาการทำงาน 36
4.12 การกำหนดตำแหน่งชิ้นงานของพนักงาน 37
4.13 ขั้นตอนการจับฉากของพนักงาน 38
4.14 ชิ้นงานแผงข้างทั้งสองของโครงรถเกี่ยว 39
4.15 ขนาดของชิ้นส่วนทั้งหมด 40
4.16 ขนาดของฐาน 40
4.17 แบบแผงข้างซ้าย 41
4.18 แบบแผงข้างขวา 41
4.19 คีมล็อค 42
4.20 ค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ในการออกแบบฟิกซ์เจอร์ (หน่วยมิลลิเมตร) 43
4.21 ตัวกำหนดตำแหน่งกันความคลาดเคลื่อน 43
4.22 ตัวจับยึดชิ้นงาน (หน่วยมิลลิเมตร) 44
4.23 ตัวจับยึดชิ้นงาน 45
4.24 แคลมป์นก (Toggle Clamp) 45
4.25 แคลมป์นกช่วยจับให้ฟิกซ์เจอร์ตังฉากกับฐานของฟิกซ์เจอร์ 46
4.26 การประกอบฐานฟิกซ์เจอร์ 46
4.27 ทำการสร้างฐานของฟิกซ์เจอร์โครงรถเกี่ยวนวดข้าว 47
4.28 ฐานของฟิกซ์เจอร์โครงรถเกี่ยวนวดข้าว 47
4.29 การประกอบตัวจับยึดชิ้นงาน 48
4.30 สร้างตัวกำหนดตำแหน่งการวางของชิ้นงาน 49
4.31 ทำการเชื่อมเป็นระยะๆ 49
4.32 แบบวาดทำการเชื่อมเป็นระยะๆ 50
4.33 ประกอบตัวจับยึดติดกับฐานฟิกซ์เจอร์ 51
4.34 เชื่อมบูทติดกับฐานของฟิกเจอร์ 51
4.35 แบบวาดเชื่อมบูทติดกับฐานของฟิกเจอร์ 52
4.36 เชื่อมเหล็กแผ่นดามตัวจับยึดชิ้นงาน 52

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.37 แบบวาดเชื่อมเหล็กแผ่นดามตัวจับยึดชิ้นงาน 53
4.38 เชื่อมเหล็กแผ่นตัดมุมหัวท้ายดามตัวจับยึดชิ้นงาน 53
4.39 แบบวาดเชื่อมเหล็กแผ่นตัดมุมหัวท้ายดามตัวจับยึดชิ้นงาน 54
4.40 เชื่อมแคลมป์นกติดกับฐานฟิกซ์เจอร์ หรือตัวกำหนดตำแหน่งชิ้นงาน 54
4.41 แบบวาดเชื่อมแคลมป์นกติดกับฐานฟิกซ์เจอร์ 55
4.42 ทำการพ่นสีฟิกซ์เจอร์ 55
4.43 ฟิกซ์เจอร์โครงรถเกี่ยวนวดข้าว 56
4.44 ยกฐานชิ้นงานวางบนฐานฟิกซ์เจอร์ 57
4.45 แบบวาดยกฐานชิ้นงานวางบนฐานฟิกซ์เจอร์ 57
4.46 ประกอบแผงข้างซ้าย 58
4.47 แบบวาดประกอบแผงข้างซ้าย 58
4.48 ประกอบแผงข้างขวา 59
4.49 แบบวาดประกอบแผงข้างขวา 59
4.50 แต้มมุมในเสาของแผงข้างติดกับฐานชิ้นงาน 60
4.51 แบบวาดแต้มมุมในเสาของแผงข้างติดกับฐานชิ้นงาน (ขีดสีแดง) 60
4.52 ใช้คีมล็อคเหล็กฉากรองคานติดกับแผงข้าง 61
4.53 แบบวาดใช้คีมล็อคเหล็กฉากรองคานติดกับแผงข้าง 61
4.54 เชื่อมคานยึดระหว่างแผงข้างทั้งสอง 62
4.55 แบบวาดเชื่อมคานยึดระหว่างแผงข้างทั้งสอง 62
4.56 นำเหล็กรองคานออก 63
4.57 แบบวาดนำเหล็กรองคานออก 63
4.58 ปลดล็อคฟิกซ์เจอร์ออก 64
4.59 แบบวาดปลดล็อคฟิกซ์เจอร์ออก 64
4.60 เชื่อมเสาของแผงข้างอีกรอบ 65
4.61 แบบวาดเชื่อมเสาของแผงข้างอีกรอบ 65
4.62 ยกชิ้นงานไปยังสถานีถัดไป 66
4.63 แบบวาดยกชิ้นงานไปยังสถานีถัดไป 66
4.64 เหล็กเกิดการโก่งตัวหลังการเชื่อม 67
4.65 เชื่อมเป็นแนว และใช้คีมล็อคชิ้นงานกับเหล็กฉากไว้ 68
4.66 ชิ้นงานหลังปรับปรุง 68

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.67 บูทแบบกลึงตายตัว 69

4.68 บูทแบบร้อยเพลา 69

4.69 เหล็กแผ่นมีความโก่ง และบาง 70

4.70 ปรับปรุงแก้ไขโดยใช้เหล็กฉากหนา 6 มิลลิเมตร 70

4.71 ฐานของฟิกซ์เจอร์ก่อนการปรับปรุง 71

4.72 ฐานของฟิกซ์เจอร์หลังการปรับปรุง 71

4.73 พนักงานต้องแรงมากๆ ในการเคลื่อนย้าย 72

4.74 ระยะห่างของตัวจับยึดชิ้นงาน 77

5.1 ความบางของตัวจับยึดชิ้นงาน 80

5.2 ตัวจับยึดชิ้นงานกีดขวางทางเดิน 81

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน

โรงงานผลิตรถเกี่ยวนวดข้าวมีขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วนรถจากสถานีงานย่อย แล้วนำมาประกอบเข้าด้วยกัน ซึ่งสถานีงานที่ 1 คือ การขึ้นแผงข้างของโครงรถเชื่อมติดกับฐานรถมีความยากลำบากในการทำงาน ขาดอุปกรณ์ช่วยจับยึดชิ้นงานทำให้ใช้เวลาในการทำงานของกระบวนการนี้นานกว่าที่ควร ดังนั้น หากมีการทำให้ขั้นตอนการทำงานมีความง่ายขึ้นโดยออกแบบอุปกรณ์ช่วยจับยึด และกำหนดตำแหน่งชิ้นงานเข้ามาช่วยให้พนักงานสามารถทำงานได้สะดวกมากยิ่งขึ้น และช่วยลดระยะเวลาในกระบวนการผลิตลงได้

จิ๊ก (อุปกรณ์กำหนดตำแหน่งของชิ้นงาน) ฟิกซ์เจอร์ (อุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน) เป็นเครื่องมือสำหรับงานในอุตสาหกรรม ซึ่งถูกนำมาใช้ช่วยเพิ่มผลผลิต และช่วยให้ชิ้นงานมีความเที่ยงตรงเหมือนกันทุกๆ ชิ้น ความสัมพันธ์และตำแหน่งที่ถูกต้องระหว่างจิ๊กและฟิกซ์เจอร์กับชิ้นงาน ช่วยให้การทำงานมีความง่ายมากยิ่งขึ้น จิ๊กและฟิกซ์เจอร์ถูกออกแบบมาเพื่อทำการจับยึด รองรับและกำหนดตำแหน่งชิ้นงานทุกๆ ชิ้น เพื่อให้แน่ใจว่าการประกอบ ตกแต่ง หรือเจาะรูจะได้ตามรายละเอียดที่กำหนดมาทุกประการ

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

สร้างฟิกซ์เจอร์โครงรถเกี่ยวนวดข้าวเพื่อช่วยลดระยะเวลาการผลิต

1.3 เกณฑ์ชี้วัดผลงาน (Output)

ฟิกซ์เจอร์โครงรถเกี่ยวนวดข้าว

1.4 เกณฑ์วัดผลสำเร็จ (Outcome)

สามารถลดเวลา ขั้นตอน และได้คุณภาพตามมาตรฐานในการประกอบโครงรถเกี่ยวข้าวไม่ต่ำกว่าร้อยละ 5

1.5 ขอบเขตในการดำเนินโครงงาน

ทำการศึกษาสภาพปัญหาในงานประกอบรถเกี่ยวนวดข้าว และจัดทำฟิกซ์เจอร์ช่วยการประกอบรถเกี่ยวนวดข้าว

1.6 สถานที่ในการดำเนินโครงงาน

โรงงานผลิตรถเกี่ยวนวดข้าว จ. พิษณุโลก

1.7 ระยะเวลาในการดำเนินโครงงาน

ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2557 ถึง เดือนเมษายน พ.ศ. 2558

1.8 ขั้นตอนและแผนการดำเนินโครงงาน

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนและแผนการดำเนินโครงงาน

ลำดับ	การดำเนินงานโครงงาน	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	วิเคราะห์ข้อมูลก่อนการออกแบบ	↔	↔							
1.8.3	เก็บข้อมูลการผลิตเบื้องต้น		↔	↔						
1.8.4	ศึกษาแนวทางการสร้างฟิกซ์เจอร์จากกระบวนการ			↔	↔					
1.8.5	ปรับปรุงและออกแบบฟิกซ์เจอร์			↔	↔	↔				
1.8.6	สร้างฟิกซ์เจอร์ต้นแบบ					↔	↔			
1.8.7	ทดลองการทำงานของฟิกซ์เจอร์						↔	↔		
1.8.8	ปรับปรุงแก้ไขฟิกซ์เจอร์							↔	↔	
1.8.9	ทำการทดลองซ้ำและสรุป								↔	
1.8.10	ทำการวัดผลงาน									↔
1.8.11	สรุปผลโครงงานฉบับสมบูรณ์									↔

บทที่2
หลักการและทฤษฎีเบื้องต้น

2.1 การศึกษาเวลาทางตรง (Direct Time Study)

การศึกษาเวลาทางตรงหมายถึง การหาค่าเวลาที่จำเป็นกับการปฏิบัติงาน โดยการเก็บข้อมูลเวลาที่ใช้ในการทำงานจริง และประยุกต์ใช้หลักสถิติ เพื่อทำให้แน่ใจได้ว่า ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาจะมีความน่าเชื่อถือ และถูกต้องแม่นยำ โดยการศึกษาเวลาทางตรง มีขั้นตอน ดังนี้

2.1.1 การทำความเข้าใจกับงานที่จะศึกษา

ในส่วนของเนื้องานที่จะศึกษา ผู้ศึกษาเวลาควรจะแน่ใจว่าการศึกษาเวลานี้ ตั้งอยู่บนพื้นฐานของวิธีการปฏิบัติงานมาตรฐาน และได้เตรียมการให้สภาพแวดล้อมในการทำงาน รวมทั้งเครื่องมืออุปกรณ์ที่จำเป็นต่อการทำงานอยู่ในสภาพดี เป็นไปตามสภาวะการทำงานที่ผู้ปฏิบัติงานพึงได้รับโดยปกติก่อนที่จะการศึกษาเวลาทางตรง ควรทำการศึกษาวิธีการปฏิบัติงานนั้นๆ ให้เข้าใจอย่างถ่องแท้เสียก่อน โดยคำนึงถึงขั้นตอนที่สำคัญ ดังนี้

2.1.1.1 เก็บข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะงานที่จะทำการศึกษา และรายละเอียดของผังพื้นที่ที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานนั้น

2.1.1.2 แบ่งงานที่จะศึกษาออกเป็นขั้นตอนย่อยๆ หรืองานย่อย

2.1.1.3 ให้คำจำกัดความของงานย่อยนั้นๆ อย่างครบถ้วน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการกำหนดจุดเริ่ม และจุดสิ้นสุดของงาน

2.1.2 การจับเวลาในแต่ละงานย่อย

เมื่อแบ่งเป็นงานย่อยได้แล้ว ก็เริ่มจับเวลาของแต่ละงานย่อย การจับเวลาที่นิยมใช้มี 2 แบบ ดังนี้

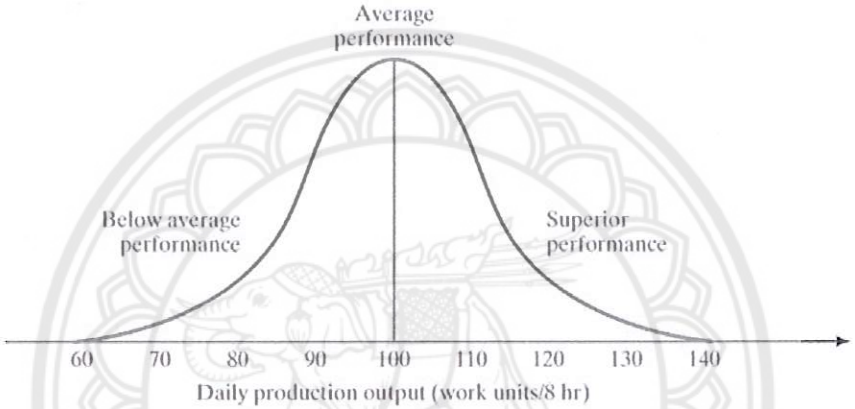
2.1.2.1 การจับเวลาการทำงานแบบต่อเนื่อง (Continuous Timing) เป็นการปล่อยให้นาฬิกาเดินไปเรื่อยๆ แล้ว อ่านค่าเมื่อสิ้นสุดงานย่อยของแต่ละงาน เวลาที่บันทึกนี้จะต่อเนื่องกันไปเรื่อยๆ เป็นเวลาสะสม เวลาแต่ละงานย่อยหาได้จากนำเวลาสะสมมาลบกัน

2.1.2.2 การจับเวลาแบบเข็มดีดกลับ (Repetitive Timing) เป็นการจับเวลาของแต่ละงานย่อย เมื่อสิ้นสุด และอ่านค่างานย่อยเสร็จ ก็เริ่มเข็มนาฬิกาให้ไปตั้งต้นใหม่ที่ 0 ทำให้ได้ค่าเวลาที่ใช้จริงของแต่ละงานย่อยเลย โดยไม่ต้องทำการหักลบภายหลัง

2.1.3 การคำนวณหารอบในการจับเวลา

การบันทึกเวลาถือได้ว่าเป็นกระบวนการเก็บตัวอย่างทางสถิติ ยิ่งจำนวนครั้งที่จับเวลามากขึ้นเท่าไร ยิ่งมีความเชื่อถือมากยิ่งขึ้น ถ้าเวลางานย่อยมีความผันแปรมากก็ยิ่งต้องจับเวลาหลายๆ ครั้ง เพื่อที่จะได้ผลที่แม่นยำ ปัญหาจึงมีอยู่ถ้าต้องการระดับความน่าเชื่อถือได้ หรือความแม่นยำที่ต้องการ ควรจะจับเวลาทั้งหมดกี่ครั้ง

ในการทำงานแต่ละงานย่อยของคนงาน จะใช้เวลาไม่เท่ากันทุกครั้ง ในการทำงานมากครั้งถือว่าข้อมูลมีการกระจายแบบปกติ ถ้าเวลาในการทำงานมีค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน แสดงดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 การแจกแจงปกติ

ที่มา : www.sajeesirikrai.com/images/.../9_Direct%20Time%20Study_2012.pdf (สืบค้นเมื่อวันที่ 18 ตุลาคม 2557)

สูตรสำหรับใช้ในการคำนวณหาจำนวนครั้งในการจับเวลา ดังสมการที่ 2.1

$$n = \left[\frac{\frac{k}{s}\sqrt{n'\sum x_i^2-(\sum x_i)^2}}{\sum x_i}\right]^2 \qquad (2.1)$$

เมื่อ n' คือ จำนวนครั้งในการจับเวลาตัวอย่าง

n คือ จำนวนครั้งที่ต้องจับเวลา

s คือ ความคลาดเคลื่อน

x_i คือ ค่าที่ได้จากการจับเวลาในแต่ละครั้ง

k คือ ตัวประกอบของระดับวัดความเชื่อมั่น

ตารางที่ 2.1 แสดงค่าตัวประกอบของความเชื่อมั่นที่นิยมใช้

ระดับความเชื่อมั่น (ร้อยละ)	ค่า k
68.3	1
95.5	2
99.5	3

ที่มา : www.sajeesirikrai.com/images/.../9_Direct%20Time%20Study_2012.pdf. (สืบค้นเมื่อวันที่ 18 ตุลาคม 2557)

2.1.4 การให้อัตราเร็วของพนักงาน

การให้อัตราเร็วของพนักงาน เป็นการเปรียบเทียบอัตราเร็วของผู้ถูกจับเวลา กับอัตราความเร็วของการทำงานในระดับปกติ โดยใช้ความรู้สึก ของผู้ทำการประเมิน ระบบการให้อัตราความเร็วที่นิยมใช้ คือ Westinghouse system of rating ซึ่งใช้ปัจจัย 4 อย่างในการพิจารณา ดังนี้

2.1.4.1 ความชำนาญ (Skill) = ความสมารถในการปฏิบัติตามวิธีที่ให้อย่างคล่องแคล่ว

2.1.4.2 ความพยายาม (Effort) = การแสดงความปรารถนาที่จะทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ

2.1.4.3 ความสม่ำเสมอ (Consistency) = การปฏิบัติงานด้วยอัตราคงที่ของงาน

2.1.4.3 เงื่อนไข (Condition) = สิ่งที่มีผลต่อผู้ปฏิบัติงาน และผู้ไม่ได้ปฏิบัติงาน เช่น วัสดุ เครื่องจักร สภาพแวดล้อม

แต่ละปัจจัยในการให้อัตราความเร็วแบ่งย่อย แสดงดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 แสดงการให้อัตราความเร็วของระบบ Westinghouse system of rating

ความชำนาญ (Skill)			ความพยายาม (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	
เงื่อนไข (Condition)			ความสม่ำเสมอ (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

ตัวอย่างการให้ค่าอัตราความเร็ว (Rating) วิธี Westinghouse system

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 หรือร้อยละ 115

2.1.5 การคำนวณหาเวลาปกติ (Normal Time)

การคำนวณหาค่าเวลาปกติของแต่ละงานย่อย สามารถคำนวณหาเวลาปกติ ดังสมการที่ 2.2

$$NT = \text{Selected Time} \times \text{Rating Factor} \qquad (2.2)$$

เมื่อ NT = เวลาปกติ

Selected Time = เวลาเฉลี่ยของงานย่อย

Rating Factor = ค่าอัตราความสามารถการทำงานของพนักงาน

ที่มา : http://ir.rmuti.ac.th/xmlui/bitstream/handle/123456789/260/7.
(สืบค้นเมื่อวันที่ 29 ตุลาคม 2557)

2.1.6 การกำหนดเวลาเผื่อ

การคำนวณเวลาปกติจากการใช้เวลาเลือก เมื่อปรับด้วยค่าองค์ประกอบการประเมินจะยังถือเป็นเวลามาตรฐานไม่ได้ "เวลาเผื่อ" จึงเป็นเวลาที่เพิ่มให้จากเวลาปกติของคนงานที่เหมาะสมเพื่อ

2.1.6.1 เวลาเผื่อกิจส่วนตัว (Personal Allowance) เช่น เข้าห้องน้ำ ล้างมือ ดื่มน้ำ ฯลฯ จะถูกกำหนดให้มาก หรือน้อยขึ้นอยู่กับลักษณะความหนักเบาของงาน ระยะเวลาการทำงาน เงื่อนไขการทำงาน ฯลฯ เวลาเผื่อสำหรับกิจส่วนตัวอาจจะสูงกว่าร้อยละ 5 ของเวลาปกติ

2.1.6.2 เวลาเผื่อความเมื่อยล้า (Fatigue Allowance) เวลาเผื่อสำหรับความเมื่อยล้าจำเป็นสำหรับงานที่มีเงื่อนไขการทำงานที่จะสร้างความเมื่อยล้าในทำงานได้มาก เช่น งานหนัก สภาพแวดล้อมการทำงานไม่ดี มีความเครียดในการทำงาน ระยะเวลาในการทำงาน ฯลฯ คนจำเป็นต้องพักเมื่อรู้สึกว่า ทำงานเกิดความเมื่อยล้า ปัญหาก็คือ ควรให้เวลาสำหรับการพักผ่อนเป็นเวลามากน้อยเท่าใด ซึ่งเวลาพักผ่อนนี้จะแปรผันไปตามสุขภาพ เพศ และวัยของคนงานรวมทั้งลักษณะของงานที่ทำ ปัจจุบันไม่มีเกณฑ์ใดๆ ในการกำหนดเวลาที่เหมาะสมสาหรับการพักผ่อน แต่โดยทั่วไปที่นิยมใช้กันคือ ให้พักได้ 10 ถึง 15 นาที ในช่วงเช้า และช่วงบ่ายของการทำงาน

2.1.7 การหาเวลามาตรฐาน

เมื่อมีการจับเวลาบันทึกข้อมูลเวลาตามจำนวนวัฏจักรให้ได้ระดับความเชื่อมั่น และระดับความผิดพลาดที่ต้องการแล้ว เราสามารถหาเวลาเลือก ซึ่งจะใช้ค่าเฉลี่ยหรือค่าฐานนิยมของข้อมูลเวลา จากนั้นจะปรับค่าองค์ประกอบการประเมิน ทำให้ได้ค่าเวลาปกติ เมื่อปรับค่าเวลาเผื่อจะได้เป็นเวลามาตรฐาน การกำหนดหาเวลามาตรฐานจากค่าเวลาปกติปรับค่าเวลาเผื่อ ดังสมการที่ 2.3 และ 2.4

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

$$\text{เวลามาตรฐาน} = \text{เวลาปกติ} \times \frac{100}{100 - \text{ร้อยละเวลาเผื่อ}} \quad (2.4)$$

ที่มา : http://ir.rmuti.ac.th/xmlui/bitstream/handle/123456789/260/7.
(สืบค้นเมื่อวันที่ 29 ตุลาคม 2557)

2.2 การพัฒนาขั้นเริ่มแรกของการออกแบบจิ๊กและฟิกซ์เจอร์

จิ๊กเป็นเครื่องมือพิเศษที่สร้างขึ้นมา เพื่อช่วยในการกำหนดตำแหน่งจับยึดชิ้นงาน และยังเป็นตัวนำทางของเครื่องตัด (Cutting Tools) โดยปกติแล้วจะมีปลอกนำทาง ซึ่งอัดติดแน่นอยู่เสมอ ปลอกนำทางนี้จะทำด้วยเหล็กพิเศษที่ผ่านการชุบแข็งตัวมาแล้ว และจะเป็นตัวที่ใช้สำหรับนำทางในการเจาะรูของดอกสว่าน หรือนำทางเครื่องตัดอื่นๆ

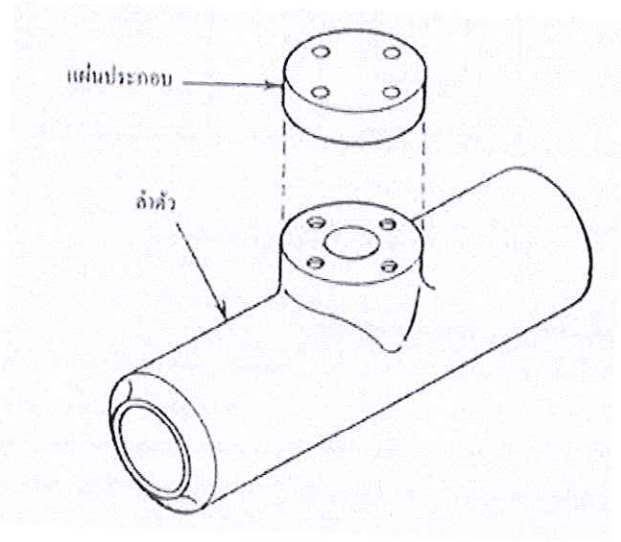
ฟิกซ์เจอร์เป็นเครื่องมือสำหรับการผลิตที่ใช้ในการกำหนดตำแหน่ง ยึดจับ และรองรับชิ้นงานให้อยู่คงที่ในขณะเครื่องจักรกำลังทำงานอยู่ ฟิกซ์เจอร์จะถูกออกแบบให้จับยึดชิ้นงานได้แปรเปลี่ยนไปตามการทำงานแบบต่างๆ

2.2.1 การวิเคราะห์ก่อนการออกแบบ

ความคิดของการออกแบบจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ทั้งหมด จะเริ่มต้นมาจากจินตนาการของนักออกแบบจิ๊กและฟิกซ์เจอร์การวางแผนงาน และการค้นคว้าวิจัยก็จะได้มาจากการเปลี่ยนแปลงความคิดเหล่านั้นมาสู่การปฏิบัติให้เป็นรูปร่างต่อไป ขั้นต้นของการออกแบบจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ คือ การพิจารณาข้อมูลความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับทั้งหมด

2.2.2 ขนาดรูปร่างทั้งหมดของชิ้นส่วน

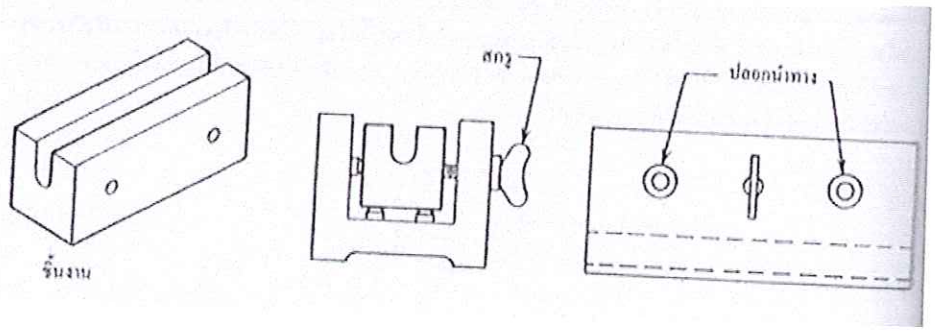
นักออกแบบจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ จะต้องพิจารณาขนาดและรูปร่างของชิ้นงานว่าเป็นอย่างไร และจะทำจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ให้สัมพันธ์เหมาะสมกับชิ้นงานอย่างไร ดังตัวอย่างต่อไปนี้ แสดงดังรูปที่ 2.2 รูปร่างของชิ้นงานระหว่างลำตัว และแผ่นประกอบ ซึ่งมีรูตรงกันต้องนำมาประกบเข้าด้วยกัน จิ๊กที่จะต้องใช้สำหรับแผ่นประกอบซึ่งมีรูโตกว่าจิ๊กที่จะต้องใช้สำหรับลำตัว (เพราะที่ลำตัวจะต้องทำเกลียว) จิ๊กที่ใช้ฝาประกอบก็ คือ จิ๊กแบบเทมเพลท ส่วนที่ใช้กับลำตัว คือ จิ๊กแบบตั้งโต๊ะ



รูปที่ 2.2 ตัวอย่างชิ้นงาน
ที่มา : การออกแบบจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ (วชิระ มีทอง, 2553)

2.2.3 ชนิดของเครื่องจักรในการทำงาน

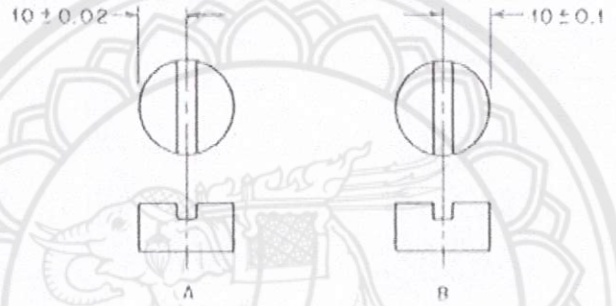
เครื่องจักรที่ใช้ในการทำงานจะเป็นตัวกำหนดว่าควรจะทำจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ขึ้นมาในลักษณะใด จิ๊กและฟิกซ์เจอร์สามารถที่จะถูกสร้างขึ้นมา เพื่อใช้กับการทำงานหลายๆ อย่างได้ เช่น จิ๊กเจาะรู และฟิกซ์เจอร์เครื่องกัด เป็นต้น แสดงดังรูปที่ 2.3 ซึ่งสามารถใช้กับเครื่องเจาะ และเครื่องกัดได้ทั้งสองอย่าง แต่ตามปกติแล้วจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ที่ใช้ในการผลิตที่มีอัตราการผลิตสูงมากๆ จะถูกทำขึ้นมาให้ใช้ได้กับการทำงานเพียงหนึ่งอย่างเท่านั้น การทำงานของเครื่องจักรก็เช่นเดียวกัน คือ จะต้องพิจารณาด้วยว่าจะต้องสร้างจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ให้แข็งแรงอย่างไร ตัวอย่างเช่น ฟิกซ์เจอร์เครื่องกัดจะต้องถูกสร้างให้แข็งแรงมากกว่าฟิกซ์เจอร์ทำร่องลิ่ม หรือจิ๊กเจาะรูที่เจาะรูขนาดใหญ่ต้องสร้างให้แข็งแรงมากกว่าจิ๊กเจาะรูที่เจาะรูขนาดเล็ก เป็นต้น ถ้าเพิ่มแรงในการตัดให้มากขึ้นก็จะต้องสร้างจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ให้มีความแข็งแรง และมั่นคงเพิ่มขึ้นด้วย



รูปที่ 2.3 เครื่องที่ใช้ได้ทั้งการเจาะและกัด
ที่มา : การออกแบบจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ (วชิระ มีทอง, 2553)

2.2.4 ระดับความต้องการความละเอียดถูกต้อง

ความละเอียดถูกต้องมีผลกระทบต่อการออกแบบ คือ ปกติที่มีผลต่อความเที่ยงตรงของจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ คือ ความผิดพลาดที่ยอมรับได้ (Tool Tolerance) ตามกฎทั่วๆ ไปความผิดพลาดที่ยอมรับได้ของเครื่องมือจะเท่ากับ ร้อยละ 20 ถึง 50 ของความผิดพลาดที่ยอมรับได้ของชิ้นงาน ระดับความต้องการความละเอียดถูกต้องก็พิจารณาความผิดพลาดที่ยอมรับได้ แสดงดังรูปที่ 2.4 ในตำแหน่ง A แสดงชิ้นงานที่ต้องการทำร่อง (Slot) ให้มีค่าผิดพลาด ± 0.02 มิลลิเมตร ของขนาดรัศมี 10 มิลลิเมตร คือ มีความผิดพลาดที่ยอมรับได้มากกว่าชิ้นงานที่ แสดงดังรูปที่ 2.4 ในตำแหน่ง B ซึ่งมีค่าความผิดพลาดถึง ± 0.1 มิลลิเมตร ดังนั้น ในการทำจิ๊กและฟิกซ์เจอร์สำหรับชิ้นงานชิ้นแรกจึงต้องมีความละเอียดมากกว่า สำหรับชิ้นงานที่สองอย่างมาก



รูปที่ 2.4 ตัวอย่างระดับความถูกต้องของชิ้นงาน
ที่มา : การออกแบบจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ (วชิระ มีทอง, 2553)

2.2.5 จำนวนชิ้นงานที่จะทำ

จำนวนชิ้นงานที่จะทำขึ้นมานั้นจะเป็นตัวกำหนดโดยตรงว่าจะสร้างจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ให้ดีอย่างไร ตัวอย่างเช่น ต้องการผลิตชิ้นงาน 1,500 ชิ้น โดยใช้จิ๊ก ดังนั้น จิ๊กที่ถูกสร้างขึ้นมานี้จะต้องมีราคาที่ไม่สูงมากเกินไปกว่าราคาต้นทุนที่จะผลิตชิ้นงานโดยทำให้เป็นแบบง่ายๆ มีราคาถูกที่สุดเท่าที่จะทำได้ แต่ถ้าการผลิตนั้นต้องผลิตชิ้นงานถึง 150,000 ชิ้น โดยใช้จิ๊กแบบเดียวกัน จิ๊กที่จะใช้สำหรับการผลิตนี้จะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการทำสูงขึ้น เพราะจะต้องถูกสร้างให้มีความทนทานสูง และความละเอียดถูกต้องเป็นพิเศษ เพราะจะต้องผลิตชิ้นงานถึง 150,000 ชิ้น อีกทั้งบางชิ้นจะต้องถูกออกแบบให้สามารถถอดเปลี่ยนได้เมื่อเกิดการสึกหรอในระหว่างการใช้งาน เช่น ปลอกนำทาง (Bushing) ตัวจับยึด (Clamp) และตัวกำหนดตำแหน่ง (Locators) เป็นต้น

2.2.6 ผิวหน้าของการกำหนดตำแหน่งและการจับยึด

แบบวาดเส้น (Drawing) ของชิ้นงานต้องถูกศึกษาอย่างดี เพื่อที่จะหาส่วนผิวหน้าที่ดีที่สุดที่จะทำการกำหนดตำแหน่ง และยึดจับชิ้นงาน ซึ่งจะพิจารณาเรียงตามลำดับความสำคัญ ดังนี้

2.2.6.1 รูของชิ้นงาน

2.2.6.2 ผิวหน้าสองด้านที่ผ่านการตกแต่งมาแล้ว และทำมุมตั้งฉากกัน

2.2.6.3 ผิวหน้าหนึ่งด้านที่ผ่านการตกแต่งมาแล้วกับผิวหน้าอีกด้านหนึ่งที่ยังไม่ตกแต่งและทำมุมตั้งฉากกัน

2.2.6.4 ผิวหน้าสองด้านที่ยังไม่ได้ตกแต่ง และทำมุมฉากกัน ความต้องการของผิวหน้าสำหรับการกำหนดตำแหน่ง คือ จะต้องสามารถกำหนดตำแหน่งได้อย่างถูกต้องเที่ยงตรงไม่ว่าจะเปลี่ยนชิ้นงานไปมากชิ้นแล้วก็ตาม

สำหรับผิวหน้าที่ถูกจับยึดจะต้องมีความแข็งแรงมั่นคง สามารถรับแรงยึดจับได้ โดยไม่เกิดการบิดโค้ง และถ้าการยึดจับนี้สามารถที่ทำให้ชิ้นงานเกิดการแอ่นโค้งได้ควรจะมีการวางตัวรองรับไว้ด้วยเพื่อป้องกันการบิดโค้งไม่ให้เกิดขึ้น

2.3 การออกแบบเกี่ยวข้องกับมนุษย์

ก่อนที่จะคิดทำการออกแบบในขั้นตอนสุดท้าย นักออกแบบจิ๊กและฟิกซ์เจอร์จะต้องพิจารณาถึงปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวกับคน ซึ่งจะสัมพันธ์กับการทำงานของจิ๊กและฟิกซ์เจอร์นั้นๆ ผู้คุมเครื่องตั้งเครื่องและตรวจสอบจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ ทั้งหมดนี้ จะเกี่ยวข้องกับการออกแบบ และการทำงานของจิ๊กและฟิกซ์เจอร์รายละเอียด ดังนี้

2.3.1 ความสามารถของมนุษย์

ความสามารถของคนเรานี้มักจะไม่มีขีดจำกัดเป็นส่วนมาก แต่อย่างไรก็ตามนักออกแบบจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ ก็ต้องคำนึงถึงขีดจำกัดความสามารถของมนุษย์อยู่เสมอ ในการออกแบบจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ ตามรายการต่อไปนี้ก็เป็นจุดที่จะต้องจำไว้เสมอ เมื่อจะทำการออกแบบจิ๊กและฟิกซ์เจอร์

2.3.1.1 การทำงานของจิ๊กและฟิกซ์เจอร์เป็นแบบราบเรียบ และเป็นจังหวะใช่หรือไม่

2.3.1.2 มือทั้งสองสามารถถูกใช้งานในเวลาเดียวกันได้หรือไม่

2.3.1.3 มือทั้งสองสามารถเริ่ม และหยุดพร้อมกันใช่หรือไม่

2.3.1.4 มีความจำเป็นเพียงเล็กน้อยในการเคลื่อนไหว เพื่อให้เกิดความเมื่อยล้าน้อยที่สุดใช่หรือไม่

2.3.1.5 สามารถใช้เท้าแทนมือ หรือแขนที่เกิดการเมื่อยล้าได้หรือไม่

2.3.1.6 การควบคุมทั้งหมด และการยึดจับจะติดตั้งอยู่ในที่ที่ง่ายต่อการเข้าถึงของผู้ควบคุมหรือไม่

2.3.1.7 การควบคุมทั้งหมด และการยึดจับให้ความสะดวกต่อผู้ควบคุมในการใช้หรือไม่

2.3.2 การออกแบบที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัย

ในการออกแบบจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ เมื่อไรก็ตามสิ่งแรกที่จะต้องพิจารณาก่อนเสมอ คือ เรื่องของความปลอดภัยจะไม่มีประโยชน์เลยสำหรับการทำงานอย่างรวดเร็ว หรือประหยัดเงินได้มาก ถ้าการทำงานไม่มีความปลอดภัย ความปลอดภัยในการทำงานจะต้องถูกวางแผนไว้ในทุกๆ จุดของการออกแบบ สำหรับรายละเอียดต่อไปนี้เป็นสิ่งที่ควรพิจารณาในระหว่างๆ ขั้นตอนของการออกแบบ เพื่อเป็นการประกันว่า จิ๊กและฟิกซ์เจอร์มีความปลอดภัยในการทำงานอย่างสมบูรณ์

2.4 การทำงานที่เตรียมการมาก่อน

สำหรับหัวข้อนี้จะใกล้เคียงกันมากกับลำดับขั้นการทำงาน (Sequence of Operation) นักออกแบบจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ จะต้องรู้ว่าการทำงานอะไรจะต้องทำเป็นลำดับก่อนหลัง ในระหว่างการออกแบบ ในที่นี้ตัวกำหนดตำแหน่งและตัวยึดจับ สามารถที่จะถูกกำหนดว่าอยู่ตำแหน่งใดทำให้เป็นผลดีต่อการที่จะทำการตกแต่งผิวหน้าให้ถูกต้อง ซึ่งสิ่งนี้ มีความสำคัญเมื่อมีผู้ร่วมรายการออกแบบหลายคนทำการออกแบบสำหรับชิ้นงานชิ้นเดียวกัน

2.5 การพัฒนาและเลือกใช้การทำเครื่องมือ

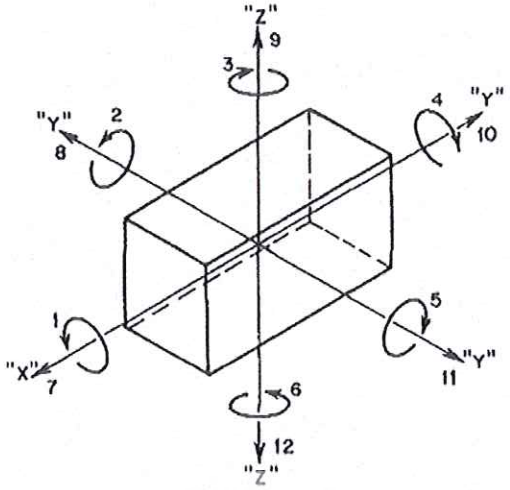
ปัญหาทุกอย่างของการออกแบบจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ ส่วนมากมักจะไม่มีขีดจำกัดว่า จะสามารถแก้ไขให้สำเร็จลุล่วงไปได้ นักออกแบบจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ จะต้องหาวิธีการใดวิธีการหนึ่งซึ่งเร็วที่สุด ประหยัดที่สุด และมีความถูกต้องเที่ยงตรงที่สุด เมื่อมีการพัฒนาปรับปรุง และเลือกใช้วิธีการทำเครื่องมือนักออกแบบจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ ก็ยังคงต้องคิดถึงความเร็ว ความเที่ยงตรงและความประหยัดอยู่ตลอดเวลา มีบ่อยครั้งที่ในการออกแบบจะเลือกใช้การทำงานที่รวมความคิดเข้าด้วยกัน ซึ่งจะให้ผลดีมากกว่าที่จะกำหนดให้มีการทำงานมีเพียงวิธีการเดียวเท่านั้น

2.6 หลักการวางตำแหน่งงาน

ในการออกแบบอุปกรณ์นำเจาะ และจับชิ้นงาน การวางตำแหน่งเป็นสิ่งที่สำคัญวิธีที่จะวางตำแหน่งให้งานอยู่ในสภาพพร้อมทำงานอย่างเที่ยงตรงมีหลักการอยู่หลายวิธี ซึ่งทำให้งานไม่เคลื่อนที่ หนี หมุน หรือกระดก ขณะเครื่องมือทำงานกับชิ้นงานแต่ละวิธีจะอาศัยแนวแกนทั้ง 3 คือ แกน X แกน Y และแกน Z ไม่ให้เคลื่อนที่ ดังนี้

2.6.1 หลักการวางตำแหน่งแบบ 6 จุด

วัตถุที่ไม่ถูกบังคับการเคลื่อนที่ จะมีอิสระในการเคลื่อนที่ไปในตำแหน่งต่างๆ โดยสรุปวัตถุนั้นจะมีการเคลื่อนที่ได้ทั้งหมด 12 ทิศทางใน 3 แนวแกน คือ แกน X แกน Y และแกน Z แสดงดังรูปที่ 2.5

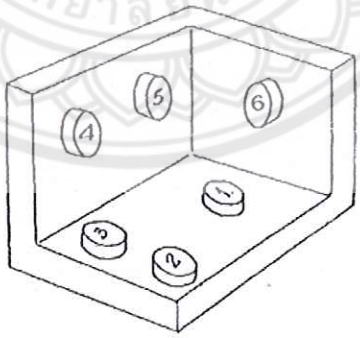


รูปที่ 2.5 ทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุ 12 ทิศทาง

ที่มา : search.4shared-china.com/q/CCAD/1/ออกแบบอุปกรณ์นำเจาะและจับยึด?suggested (สืบค้นเมื่อวันที่ 18 ตุลาคม 2557)

2.6.2 การวางสลักกำหนดตำแหน่ง

การวางสลักกำหนดตำแหน่งเป็นแบบ 3-2-1 หรือการกำหนดตำแหน่ง 6 จุด เป็นการกำหนดตำแหน่งที่เหมาะสมกับชิ้นงานที่มีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมด้านเท่า หรือสี่เหลี่ยมผืนผ้า แสดงดังรูปที่ 2.6

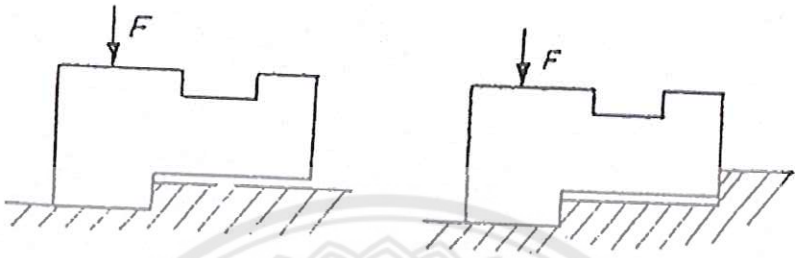


รูปที่ 2.6 การวางตำแหน่งชิ้นงาน

ที่มา : search.4shared-china.com/q/CCAD/1/ออกแบบอุปกรณ์นำเจาะและจับยึด?suggested (สืบค้นเมื่อวันที่ 18 ตุลาคม 2557)

2.6.3 หลักการวางตำแหน่งแบบขั้นบันได

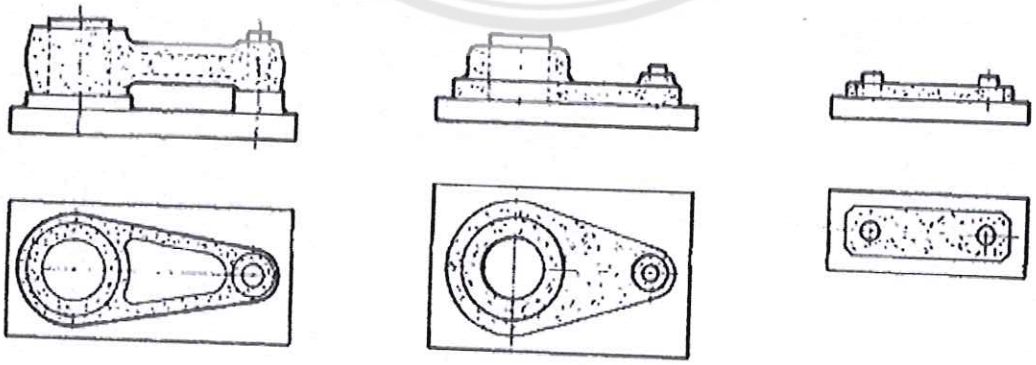
เนื่องจากการปาดผิวมีแรงตัด แรงป้อนมักกระทำที่ชิ้นงานในเวลาเดียวกัน โดยมีทิศทางที่กระทำต่างกัน จึงจำเป็นต้องมีแรงกดยึดชิ้นงาน ในการออกแบบควรหลีกเลี่ยงการบังคับชิ้นงานหลายๆ ด้านที่เกินความจำเป็น เพราะจะทำให้ชิ้นงานวางอยู่ในตำแหน่งที่ไม่ถูกต้องตามที่ต้องการ เนื่องจากชิ้นงานแต่ละชิ้นมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน และขนาดที่ไม่เท่ากัน แสดงดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 การวางและกดชิ้นงานบนตัวรองแบบขั้นบันได
ที่มา : search.4shared-china.com/q/CCAD/1/ออกแบบอุปกรณ์นำเจาะและจับยึด?suggested (สืบค้นเมื่อวันที่ 18 ตุลาคม 2557)

2.6.4 หลักการใช้อุปกรณ์วางตำแหน่งงาน

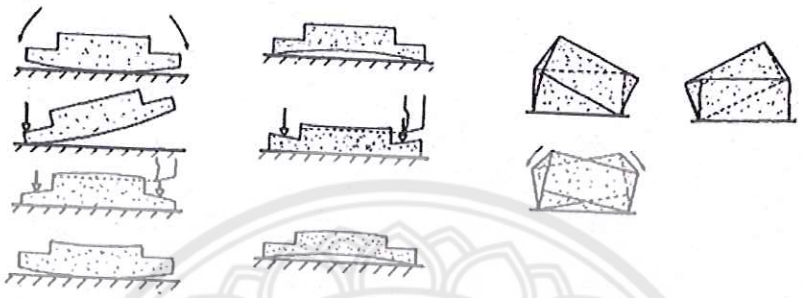
ชิ้นงานที่มีรู 2 รู การวางตำแหน่งงานจะใช้อุปกรณ์วางตำแหน่งในแนวรัศมี (Radial Locator) มีสลักที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับขนาดของรู เพื่อให้สวมกับรูที่ชิ้นงานได้พอดี แสดงดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 แสดงการวางตำแหน่งในแนวรัศมี
ที่มา : search.4shared-china.com/q/CCAD/1/ออกแบบอุปกรณ์นำเจาะและจับยึด?suggested (สืบค้นเมื่อวันที่ 18 ตุลาคม 2557)

2.7 ข้อผิดพลาดในการวางตำแหน่งงาน

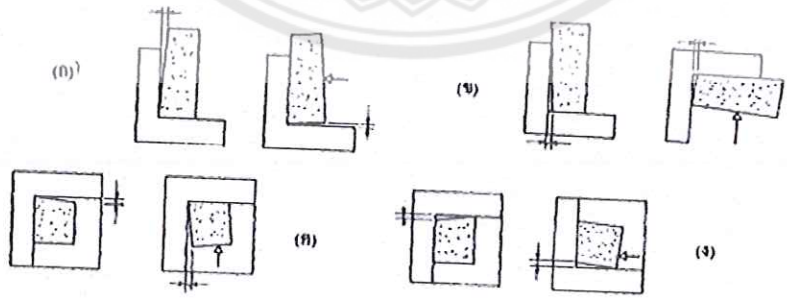
ข้อผิดพลาดส่วนใหญ่มักเกิดขึ้น เนื่องจากรูปทรงเรขาคณิต เช่น โค้งนูน (Convex) เว้า (Concave) บิด (Twist) และงานไม่ได้ฉาก (Angular) การกำหนดตำแหน่งในการวางชิ้นงานทำได้ยาก ถ้าไม่มีตัวรองรับที่เหมาะสม หรือการกดจับชิ้นงานไม่แน่น ชิ้นงานอาจบิดงอ หรือดีดตัวทำให้การตัด แสดงดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 เฉือนชิ้นงานไม่เที่ยงตรง

ที่มา : search.4shared-china.com/q/CCAD/1/ออกแบบอุปกรณ์นำเจาะและจับยึด?suggested (สืบค้นเมื่อวันที่ 18 ตุลาคม 2557)

การวางตำแหน่งงานผิวไม่เรียบ ชิ้นงานผลิตที่เฉือนกัดมาก่อนที่จะวางตำแหน่งเป็นมุมไม่ได้ฉาก การวางตำแหน่งงานเมื่อถูกแรงกดดัน หรือบังคับจะทำให้ชิ้นงานผลิตถูกวางตำแหน่งไม่ถูกลักษณะที่ต้องการไป แสดงดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 ลักษณะการวางงานที่มุมไม่ได้ฉาก

ที่มา : search.4shared-china.com/q/CCAD/1/ออกแบบอุปกรณ์นำเจาะและจับยึด?suggested (สืบค้นเมื่อวันที่ 18 ตุลาคม 2557)

2.8 หลักการของการยึดจับชิ้นงาน

2.8.1 ตัวจับยึดชิ้นงาน

ตัวจับยึดชิ้นงานนี้ จะถูกนำมาใช้สำหรับอธิบายถึงส่วนของจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ ที่ทำหน้าที่ในการยึดจับชิ้นงานไม่ว่าจะเป็นแบบแผ่นยึด ตัวจับ และแบบหนีบยึดจับชิ้นงานให้ติดแน่นอยู่กับจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ให้อยู่ในตำแหน่งที่ต้องการเที่ยงตรง และอยู่ในตำแหน่งที่สามารถต่อต้านแรงที่เกิดจากการตัดของเครื่องมือตัดที่กระทำต่อชิ้นงานได้ ตัวจับยึดชิ้นงานจะคล้ายกันกับตัวกำหนดตำแหน่ง คือ จะต้องทำให้การใส่ชิ้นงานเข้า หรือถอดชิ้นงานออกจากจิ๊กและฟิกซ์เจอร์เป็นไปอย่างรวดเร็ว

2.8.2 กฎเกณฑ์ขั้นพื้นฐานของการจับยึด

การทำงานของปากกา หรือตัวจับชิ้นงานในการที่จะยึดชิ้นงานให้ติดแน่นกับจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ ในระหว่างที่เครื่องจักรกำลังทำงานอยู่จะต้องเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและมั่นคง เพื่อให้ได้ผลงานออกมาอย่างดีและถูกต้อง ดังนี้

2.8.2.1 ตำแหน่งของปากกา หรือตัวจับยึดชิ้นงาน ตัวจับยึดชิ้นงานต้องสัมผัสกับชิ้นงานตรงจุดที่ชิ้นงานมีความแข็งแกร่งที่สุดเสมอไป ทั้งนี้เพื่อป้องกันไม่ให้แรงที่เกิดจากการจับยึดนั้นไปทำให้ชิ้นงานเกิดการแอ่นโค้ง หรือทำให้ชิ้นงานเสียหายชิ้นงานจะต้องถูกรองรับไว้ด้วย

2.8.2.2 แรงจากเครื่องมือตัด แรงแบบนี้เป็นแรงที่เกิดจากการตัดชิ้นงานของเครื่องตัด แรงในการตัดส่วนมากจะเป็นแบบทิศทางกดลง และถูกต้านโดยฐานของจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ นอกจากแรงบิดที่เกิดขึ้นก็จะทำให้ชิ้นงานที่ถูกตัด หรือถูกเจาะหมุนรอบแกนของดอกสว่านได้ การออกแบบให้ได้ผลดีจะต้องสามารถใช้แรงที่เกิดจากการตัดมาเป็นประโยชน์ด้วย

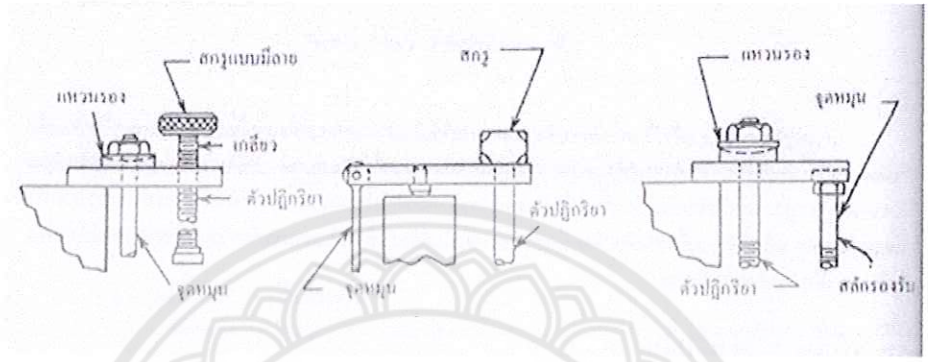
2.8.2.3 แรงในการจับยึดชิ้นงาน แรงในการจับยึดชิ้นงานนี้ เป็นแรงที่จำเป็นต้องมีเพื่อสำหรับยึดจับชิ้นงานให้อยู่นิ่งตรงตำแหน่งที่กำหนดไว้ในระหว่างที่เครื่องจักรกำลังทำงาน และแรงนี้จะถูกต่อต้านโดยตัวกำหนดตำแหน่ง (Locators) การยึดจับชิ้นงานจะช่วยป้องกันไม่ให้ชิ้นงานเคลื่อนที่ออกจากตำแหน่งเดิม หรือถูกดึงออกจากจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ในระหว่างที่ชิ้นงานถูกกระทำอยู่

2.9 ชนิดของตัวยึดจับชิ้นงาน

วิธีการจับยึดชิ้นงานในจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ มีอยู่หลายวิธีการด้วยกัน นักออกแบบเครื่องมือจะเลือกใช้ตัวยึดจับชิ้นงานชนิดนั้นก็จะต้องพิจารณาดูจากรูปร่าง และขนาดของชิ้นงาน เลือกตัวจับยึดชิ้นงานที่มีลักษณะธรรมดาที่สุด ใช้งานได้ง่ายที่สุด และมีประสิทธิภาพสูงสุด ต่อไปนี้เป็นตัวจับยึดชิ้นงานแบบต่างๆ

2.9.1 ตัวยึดแบบแผ่น

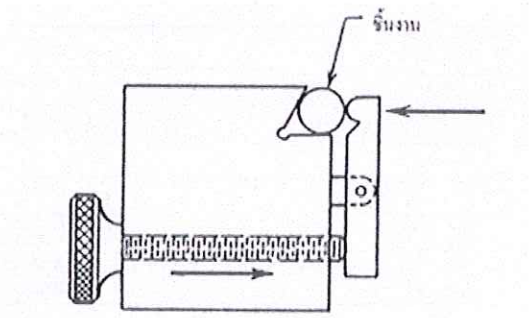
ตัวยึดแบบแผ่น เป็นตัวจับยึดชิ้นงานที่ธรรมดาที่สุดที่ใช้กับจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ หลักการทำงานเบื้องต้นของตัวยึดจับชิ้นงานเป็นแบบเดียวกับระบบคานงัด ตัวยึดแบบแผ่นสามารถที่จะถูกนำมาใช้งานโดยการใช้แรงคน หรือใช้สิ่งประดิษฐ์อย่างอื่นช่วยส่งกำลัง ในการยึดจับชิ้นงานของตัวยึดแบบแผ่น จะถูกพิจารณาจากขนาดของเกลียวที่ใช้กับตัวยึดแบบแผ่น แสดงดังรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 การทำงานของการยึดชิ้นงานระบบคานงัด
ที่มา : การออกแบบจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ (วชิระ มีทอง, 2553)

2.9.2 ตัวยึดจับแบบใช้สกรู

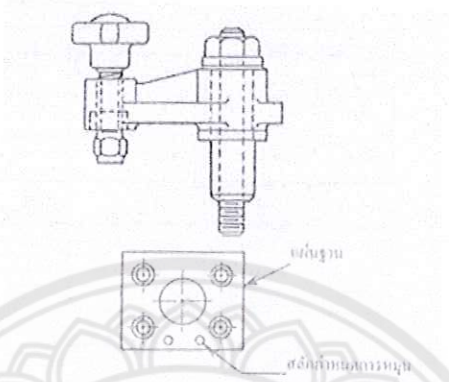
ตัวยึดจับแบบใช้สกรู เป็นตัวจับชิ้นงานซึ่งเป็นที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง นักออกแบบจิ๊กและฟิกซ์เจอร์สามารถนำไปใช้เป็นประโยชน์ได้อย่างมากโดยลดความยุ่งยากในการออกแบบค่าใช้จ่าย และใช้ได้หลายกรณี แต่ตัวยึดแบบใช้สกรูนี้ก็มีข้อเสียอย่างหนึ่ง คือ ในการใช้งานด้วยตัวยึดแบบใช้สกรูจะทำงานได้ช้ากว่าตัวยึดจับแบบอื่นๆ สำหรับพื้นฐานของตัวยึดจับแบบนี้ จะใช้แรงจากเกลียวในการยึดจับชิ้นงานให้อยู่ตามตำแหน่งของมัน ซึ่งอาจจะกระทำโดยตรง หรือกระทำคู่กับตัวยึดจับชิ้นงานแบบอื่น แสดงดังรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.12 การใช้เกลียวยึดจับชิ้นงานทางอ้อม
ที่มา : การออกแบบจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ (วชิระ มีทอง, 2553)

2.9.3 ตัวยึดจับแบบสวิง

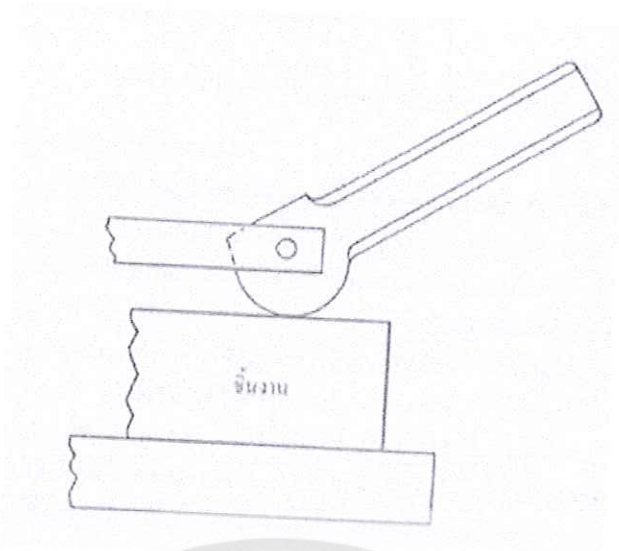
เป็นตัวยึดจับชิ้นงานแบบที่ใช้การทำงานร่วมกัน ระหว่างตัวยึดจับชิ้นงานแบบสกรูกับแขนสำหรับหมุน (Swinging Arm) ซึ่งหมุนอยู่บนเดือย (Stud) โดยแรงที่ยึดติดชิ้นงานจะกระทำโดยสกรู และมีการกระทำในที่ต่างๆ ที่ต้องการได้อย่างรวดเร็วก็ได้ การใช้แขนหมุน แสดงดังรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 ตัวยึดจับแบบสวิง
ที่มา : การออกแบบจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ (วชิระ มีทอง, 2553)

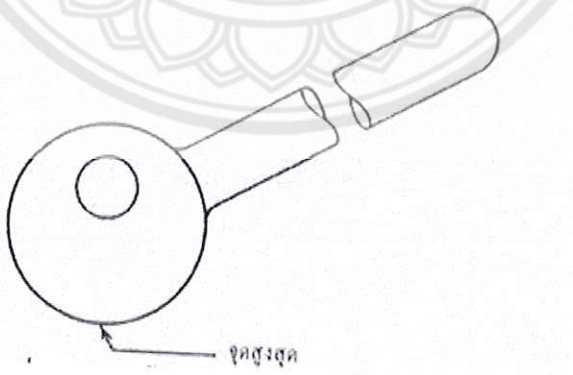
2.9.4 ตัวยึดจับชิ้นงานแบบใช้ลูกเบี้ยว

ตัวยึดจับชิ้นงานแบบลูกเบี้ยว จะถูกนำมาใช้งานในกรณีที่ต้องการความรวดเร็ว มีประสิทธิภาพ และยึดจับชิ้นงานแบบธรรมดาๆ แสดงดังรูปที่ 2.14 จะแสดงโครงสร้าง และหลักการทำงานของลูกเบี้ยวที่ยึดจับชิ้นงาน และการใช้งานของลูกเบี้ยวจะถูกจำกัดให้ใช้ได้กับงานบางอย่างเท่านั้น ตัวจับยึดแบบลูกเบี้ยวซึ่งส่งแรงกดโดยตรงไปยังชิ้นงาน จะไม่ถูกนำไปใช้งานที่มีการสั่นสะเทือนอย่างมาก เพราะการสั่นสะเทือนอย่างแรงอาจจะทำให้ตัวจับชิ้นงานเลื่อนหลุดไปได้ ซึ่งจะเป็นอันตรายอย่างมาก นอกจากนี้จะต้องระมัดระวังเวลาที่จะใช้ตัวยึดจับชิ้นงานแบบลูกเบี้ยวที่กดลงโดยตรงกับชิ้นงาน เนื่องจากอาจจะทำให้ชิ้นงานเลื่อน หรือเคลื่อนที่ไปจากตำแหน่งเดิมได้ การทำงานของลูกเบี้ยวในการจับยึดชิ้นงานของจิ๊กและฟิกซ์เจอร์นี้ จะมีการใช้ลูกเบี้ยวอยู่ 3 แบบด้วยกัน ดังนี้



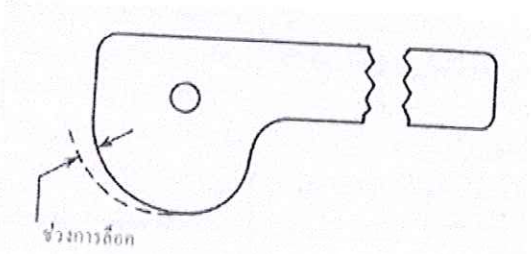
รูปที่ 2.14 การทำงานของลูกเบี้ยวแบบส่งแรงโดยตรง
ที่มา : การออกแบบจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ (วชิระ มีทอง, 2553)

2.9.4.1 ลูกเบี้ยวแบบเยื้องศูนย์ เป็นลูกเบี้ยวแบบที่ทำได้ง่ายที่สุด และสามารถที่จะทำงานได้หลายทิศทางจากจุดศูนย์กลางของลูกเบี้ยวเองการทำงานของลูกเบี้ยวแบบนี้ คือ ลูกเบี้ยวจะทำการล็อค หรือทำการยึดชิ้นงานให้แน่น การใช้งานของลูกเบี้ยวแบบเยื้องศูนย์นี้ก็มีข้อจำกัด คือ จะทำให้การยึดชิ้นงานให้แน่นเต็มที่นั้น มีช่วงการยึดแน่นน้อยมาก ถ้าลูกเบี้ยวเคลื่อนที่ไม่ถึงจุดสูงสุดแล้ว อาจจะเลื่อนหลุดได้ แสดงดังรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15 ลูกเบี้ยวแบบแผ่นเยื้องศูนย์
ที่มา : การออกแบบจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ (วชิระ มีทอง, 2553)

2.9.4.2 ลูกเบี้ยวแบบแผ่นสไปรัล เป็นลูกเบี้ยวแบบที่นิยมใช้กันมากที่สุดในจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ ซึ่งในท้องตลาดก็มีการทำลูกเบี้ยวแบบสไปรัลออกมาขายมากกว่าแบบเยื้องศูนย์ เนื่องจากว่าลูกเบี้ยวแบบสไปรัลนี้ จะมีสมบัติยึดจับชิ้นงานได้ดีกว่า และมีพื้นที่หรือช่วงในการยึดจับชิ้นงานได้มากกว่านี้ แสดงดังรูปที่ 2.16

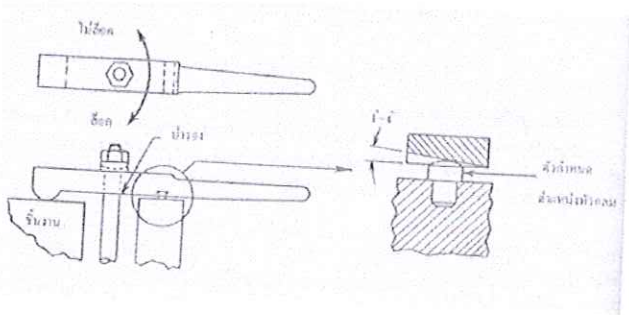


รูปที่ 2.16 ลูกเบี้ยวแบบแผ่นสไปรัล
ที่มา : การออกแบบจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ (วชิระ มีทอง, 2553)

2.9.5 ตัวยึดจับชิ้นงานแบบลิ่ม

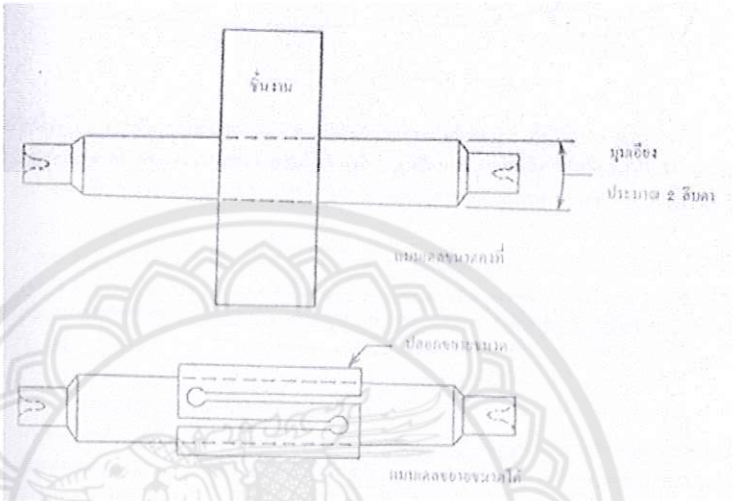
การใช้ตัวยึดจับชิ้นงานแบบลิ่ม เป็นการนำหลักการมาจากการใช้ผิวเอียงยึดชิ้นงานให้แน่นคล้ายๆ กับการใช้ลูกเบี้ยว สำหรับตัวยึดจับชิ้นงานแบบใช้ลิ่มที่พบอยู่ทั่วๆ ไปนี้ จะมีอยู่ 2 แบบ คือ แบบลิ่มแผ่นเรียบ (Flat Wedge) และแบบลิ่มรูปกรวย (Conical Wedge) ดังนี้

2.9.5.1 ลิ่มแบบแผ่นเรียบ ลิ่มแบบแผ่นเรียบนี้จะยึดชิ้นงานให้ติดแน่น โดยการใช้การกระทำที่เกี่ยวข้องระหว่างลิ่มนี้ ส่วนหนึ่งของจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ ลิ่มที่ใช้จะมีมุมเอียงเล็กน้อยประมาณ 1-4 องศา ปกติแล้วลิ่มแบบนี้จะทำการยึดจับชิ้นงานได้ด้วยตัวเองโดยไม่ต้องสร้างอะไรเพิ่มเติม แต่สำหรับลิ่มที่มีมุมขนาดใหญ่ หรือลิ่มที่ยึดชิ้นงานไม่ได้ด้วยตัวเองจะถูกนำไปใช้งาน เมื่อมีการเคลื่อนที่ในระยะทางที่มากกว่า และเนื่องจากลิ่มแบบนี้ ไม่สามารถจะยึดงานด้วยตัวของมันเองได้ ดังนั้น จึงต้องใช้ลูกเบี้ยว หรือสกรูช่วยยึดด้วย แสดงดังรูปที่ 2.17



รูปที่ 2.17 ลิ่มแบบยึดด้วยตัวเอง
ที่มา : การออกแบบจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ (วชิระ มีทอง, 2553)

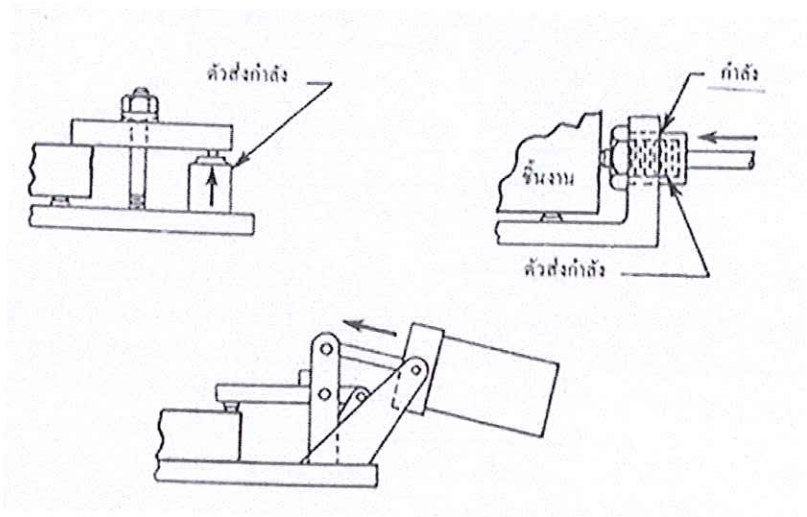
2.9.5.2 ลิ่มรูปกรวย หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า แมนเดล (Mandrel) ลิ่มแบบรูปกรวยจะถูกนำมาใช้กับชิ้นงานที่มีรูปเพื่อที่อัด หรือใส่แมนเดลเข้าไป แมนเดลจะมีอยู่ 2 แบบ คือ แบบที่ขยายขนาดได้ และแบบที่มีขนาดแน่นอน สำหรับแมนเดลที่มีขนาดแน่นอนนั้นจะใช้ได้กับชิ้นงานเพียงขนาดเดียวเท่านั้น ส่วนแมนเดลที่ขยายได้นั้นจะใช้ได้กับชิ้นงานที่มีขนาดอยู่ในที่กำหนดช่วงหนึ่งๆ ที่มีความฟิตเดียวกัน แสดงดังรูปที่ 2.18



รูปที่ 2.18 ลิ่มแบบรูปกรวย
ที่มา : การออกแบบจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ (วชิระ มีทอง, 2553)

2.9.6 ตัวยึดจับชิ้นงานแบบใช้กำลัง

ตัวยึดจับชิ้นงานแบบนี้ ได้ถูกดัดแปลงมาจากตัวยึดจับชิ้นงานแบบที่ใช้การทำงานจากลมโดยเปลี่ยนมาใช้การทำงานด้วยกำลังอย่างอื่นแทน เช่น ใช้ไฮโดรลิค (Hydraulic Power) กำลังลม (Pneumatic Power) หรือตัวเพิ่มกำลังโดยใช้อากาศ และไฮโดรลิค (Air to Hydraulic Booster) เป็นต้น ระบบที่ใช้เหล่านี้จะถูกพิจารณาโดยชนิดของกำลังที่สามารถให้ประโยชน์ได้ดี สำหรับระบบที่ใช้ตัวเพิ่มกำลังโดยใช้อากาศ และไฮโดรลิคจะถูกนำมาใช้งานมากที่สุด แบบต่างๆ ของตัวยึดจับชิ้นงาน โดยใช้กำลังจะแสดงให้เห็น สำหรับการใช้ตัวยึดจับชิ้นงานแบบใช้กำลังมีข้อดี คือ ทำให้สามารถควบคุมแรงในการยึดจับชิ้นงานได้ดี และมีการสึกหรอของชิ้นส่วนที่มีการเคลื่อนที่ของตัวยึดจับชิ้นงานน้อยมาก และในการทำงานเป็นไซเคิล (Cycles) จะทำได้อย่างรวดเร็ว ส่วนข้อเสียคือ ราคาจะสูงมาก แต่ก็คุ้มค่ากับการใช้เพิ่มงาน เพราะจะมีผลผลิตเพิ่มมากขึ้น อีกทั้งประสิทธิภาพก็สูงขึ้นด้วย แสดงดังรูปที่ 2.19



รูปที่ 2.19 ตัวจับยึดแบบใช้กำลัง
ที่มา : การออกแบบจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ (วชิระ มีทอง, 2553)

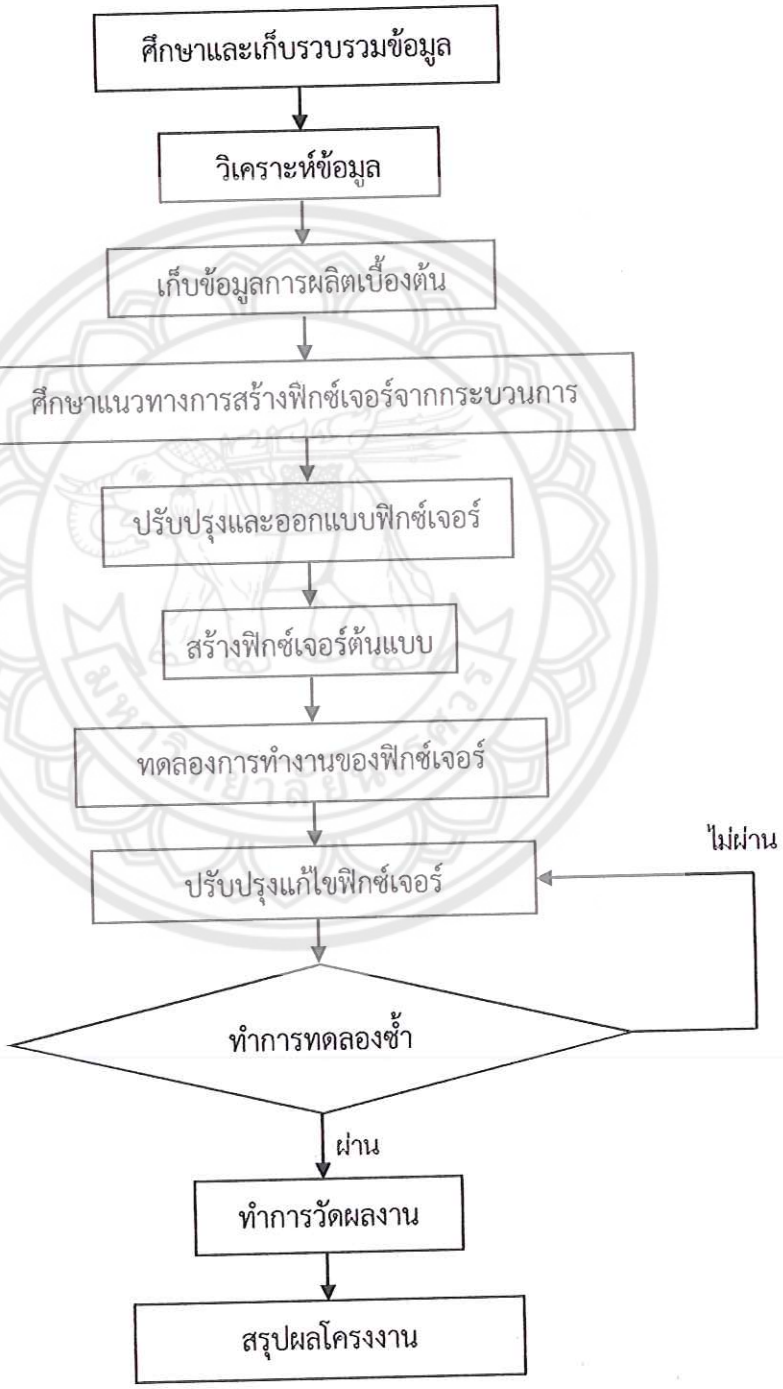
2.9.7 การยึดจับงานครั้งละหลายๆ ชิ้น

มีการทำงานหลายอย่างที่มีความจำเป็น จะต้องกระทำต่อชิ้นงานในขณะเดียวกันมากกว่า 1 ชิ้นขึ้นไป ดังนั้น นักออกแบบจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ จึงจำเป็นจะต้องรู้วิธีการออกแบบตัวยึดจับชิ้นงานที่สามารถยึดจับชิ้นงานได้หลายๆ ชิ้นในครั้งเดียว ในการออกแบบตัวยึดจับชิ้นงานที่ต้องยึดจับชิ้นงานมากกว่า 1 ชิ้น ในคราวเดียวกัน จำเป็นต้องอาศัยจินตนาการพอสมควร ก่อนอื่นก็ต้องใช้ความคิดและกฎเบื้องต้นของการยึดจับชิ้นงานเพียงชิ้นเดียว นักออกแบบจิ๊กและฟิกซ์เจอร์สามารถที่จะออกแบบตัวยึดจับชิ้นงานที่สามารถยึดจับชิ้นงานในจำนวนเท่าใดก็ได้ จุดสำคัญที่นักออกแบบจะต้องจำไว้ คือ ตรงที่จับยึดชิ้นงานที่กระทำต่อชิ้นงาน จะต้องกระทำต่อชิ้นงานด้วยแรงที่เท่ากันทุกๆ ชิ้น และตัวจับยึดชิ้นงานจะต้องมีการทำงานเพียงหนึ่งครั้ง หรือทำการล็อคเพียงครั้งเดียว ตัวจับยึดชิ้นงานที่ไม่สามารถกระทำให้มีแรงกระทำต่อชิ้นงานทุกชิ้นเท่าๆ กัน จะทำให้ชิ้นงานเกิดการเสียหายในระหว่างการทำงาน และจะเป็นอันตรายอย่างมาก ถ้าชิ้นงานหลุดออกมาจากตัวจับยึดชิ้นงานในระหว่างที่อยู่ในช่วงของการทำงานที่เครื่องจักรกำลังดำเนินเครื่องอยู่

บทที่ 3

วิธีการดำเนินโครงงาน

ในการดำเนินโครงงานการสร้างฟิกซ์เจอร์เพื่อลดเวลาการผลิตโครงรถเกี่ยวนวดข้าวนี้ สามารถแสดงขั้นตอนการดำเนินโครงการ แสดงดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ผังงานแสดงขั้นตอนการดำเนินโครงงาน

3.1 ศึกษาขั้นตอนในการขึ้นโครงรถเกี่ยวนวดข้าว

ทำการศึกษาขั้นตอนการผลิตโดยการจับเวลาโดยตรง โดยดูจากการปฏิบัติงานของพนักงาน และการถ่าย VDO เพื่อช่วยให้เข้าใจถึงขั้นตอนการผลิต และวิธีการทำงานของอุปกรณ์จับชิ้นงาน เพื่อหาเวลามาตรฐานของการทำงาน วิเคราะห์ระยะเวลาที่ใช้ในการทำงานมากที่สุด และมีความยากลำบากอย่างไร

3.2 วิเคราะห์ข้อมูลก่อนการออกแบบ

วิเคราะห์ข้อมูลก่อนการออกแบบฟิกซ์เจอร์ให้มีความสัมพันธ์กับลำดับขั้นตอนการทำงาน และความยากง่ายในการประกอบเข้า-ถอดออกจากฟิกซ์เจอร์

3.3 ออกแบบฟิกซ์เจอร์

ทำการออกแบบฟิกซ์เจอร์ในขั้นตอนนี้จะทำการออกแบบฟิกซ์เจอร์ของโครงรถเกี่ยว เพื่อช่วยให้การทำงานง่ายขึ้นต่อการประกอบ โดยการออกแบบชิ้นงานจะทำตามลำดับ ดังนี้

3.3.1 ขนาดทั้งหมดของชิ้นส่วน

ศึกษาชิ้นส่วนทั้งหมดในกระบวนการ เพื่อทราบถึงขนาดของชิ้นส่วนต่างๆ เพื่อที่จะนำมาวิเคราะห์ขนาดของฟิกซ์เจอร์ให้สัมพันธ์กับชิ้นงาน

3.3.2 เครื่องมือที่มีส่วนเกี่ยวข้อง

ศึกษาขีดจำกัดของเครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการ เพื่อเป็นตัวกำหนดลักษณะการวางตำแหน่ง และการใช้งานของฟิกซ์เจอร์

3.3.3 ระดับความต้องการความละเอียดที่ถูกต้องในการออกแบบ

ค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ของฟิกซ์เจอร์จะเท่ากับร้อยละ 20 ถึง 50 ของความคลาดเคลื่อนที่ยอมได้ของชิ้นงาน

3.3.4 ออกแบบตัวกำหนดตำแหน่งชิ้นงาน

เพื่อเป็นการกำหนดตำแหน่ง และตัวกำหนดตำแหน่งระยะชิ้นงานให้เป็นไปตามแบบของชิ้นงาน

3.3.5 ออกแบบตัวยึดจับชิ้นงาน

เมื่อชิ้นงานถูกวางในตำแหน่งที่เหมาะสมแล้ว ก็จะต้องทำการออกแบบการจับยึดชิ้นงาน เพื่อไม่ให้ชิ้นงานนั้นเคลื่อนที่ไปจากตำแหน่งที่ต้องการ

3.4 สร้างฟิกซ์เจอร์และทดลองใช้

ทำการสร้างฟิกซ์เจอร์ ให้เป็นไปตามขนาดที่ได้ออกแบบไว้แล้วในข้อ 3.2 และทำการทดลองใช้ฟิกซ์เจอร์ที่สร้างเสร็จแล้ว นำมาให้พนักงานทดลองใช้กับชิ้นงาน เพื่อให้เกิดความชำนาญในการใช้งานฟิกซ์เจอร์การนำฟิกซ์เจอร์เข้ามาช่วยในการทำงานนั้นสามารถช่วยลดเวลาการทำงานและปฏิบัติงานง่ายขึ้น

3.5 ปรับปรุงแก้ไขฟิกซ์เจอร์

สอบถามข้อเสนอแนะจากพนักงานผู้ใช้และวิเคราะห์จากการทำงาน เพื่อที่จะทำการปรับปรุงจุดบกพร่องของฟิกซ์เจอร์

3.6 ทำการวัดผลงาน

ทำการวัดผลงานโดยการเปรียบเทียบเวลามาตรฐานของการทำงานหลังการนำฟิกซ์เจอร์มาช่วยในการทำงาน ว่าสามารถลดเวลาในการทำงาน และสามารถทำงานได้ง่ายกว่า ก่อนที่จะนำฟิกซ์เจอร์มาช่วยในการทำงาน

3.7 สรุปผลการดำเนินโครงงาน

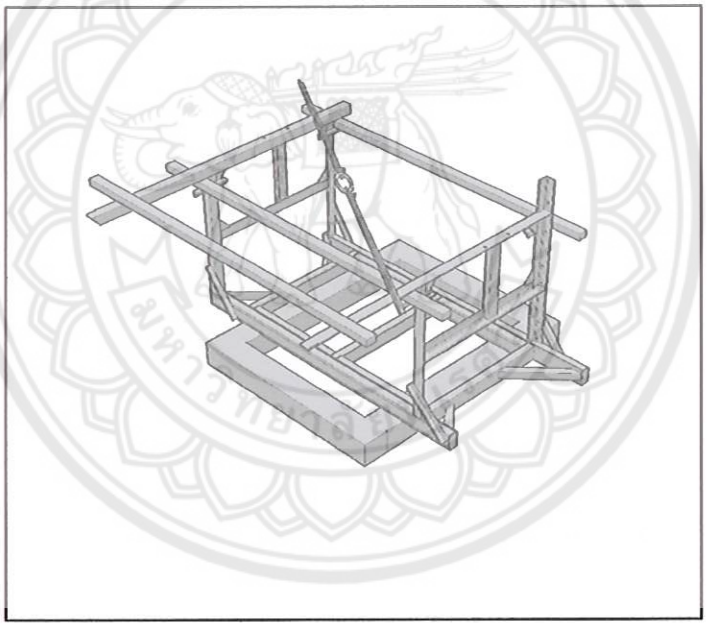
บทที่ 4
ผลการการดำเนินโครงงาน

4.1 ศึกษาขั้นตอนในการขึ้นโครงรถเกี่ยวนวดข้าว

ในขั้นตอนของการขั้นโครงรถเกี่ยวนั้น จะทำการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการจับเวลาโดยตรงและการถ่าย VDO เพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลในการวิเคราะห์ปัญหาต่างๆ และเพื่อให้ทราบถึงขั้นตอนในการขึ้นโครงรถเกี่ยวนวดข้าว ดังนี้

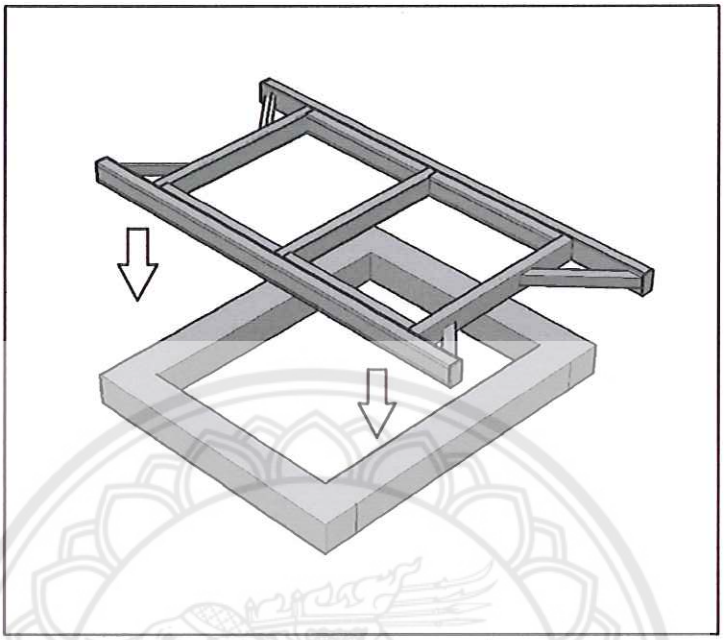
4.1.1 ขั้นตอนในการขึ้นโครงรถเกี่ยวนวดข้าว

ขั้นตอนการขึ้นโครงรถเกี่ยวนวดข้าวก่อนจะมีการนำฟิกซ์เจอร์มาใช้งาน พนักงานต้องใช้มือและกำหนดชิ้นส่วนต่างๆ ด้วยตัวเอง เพื่อประกอบให้ได้ตามผลิตภัณฑ์ แสดงดังรูปที่ 4.1



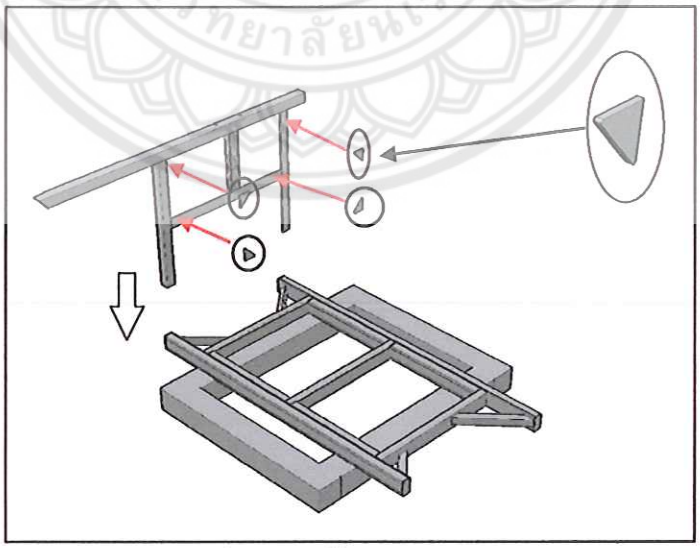
รูปที่ 4.1 โครงรถเกี่ยวนวดข้าว

4.1.1.1 ยกฐานขึ้นวางบนรางเลื่อน ตั้งให้ได้ระดับน้ำ และวัดระบุตำแหน่ง จากนั้นเชื่อมเหล็กดามติดกับฐานและรางเลื่อน ทำการเจียรฐานบริเวณที่เป็นรอยเชื่อมให้เรียบ แสดงดังรูปที่ 4.2



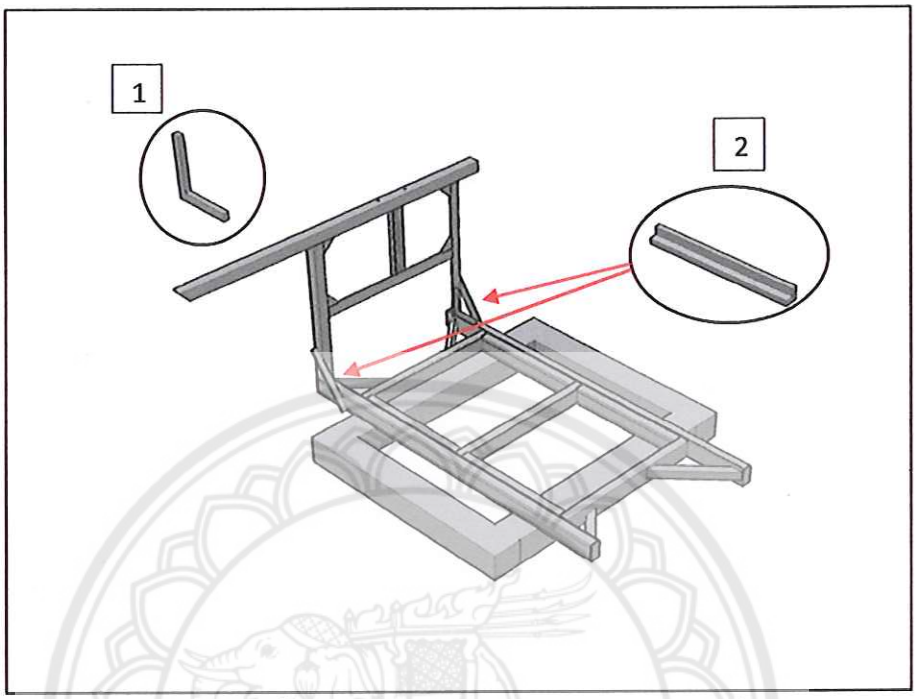
รูปที่ 4.2 วางฐานบนรางเลื่อน

4.1.1.2 เชื่อมแผ่นเพลทตัดเป็นรูปสามเหลี่ยมไว้ทั้งสี่มุมภายในของแผงข้างขวา และติดตั้งแผงข้างซ้าย แสดงดังรูปที่ 4.3



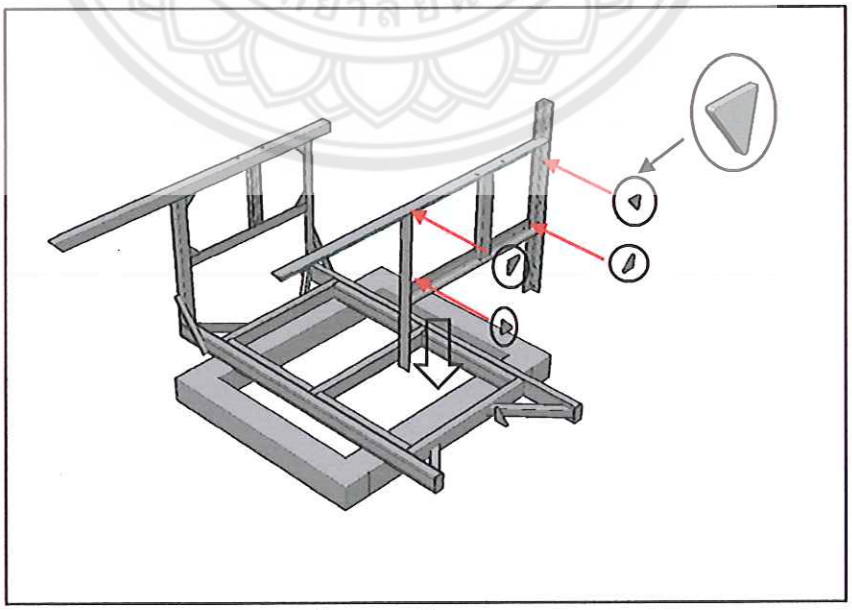
รูปที่ 4.3 ติดตั้งแผงซ้ายบนฐาน

4.1.1.3 ทำการจับฉากตั้งศูนย์ (หมายเลข 1) เชื่อมแผงข้างขวาติดฐาน และเชื่อมเหล็กดามไว้ (หมายเลข 2) โดยใช้เหล็กฉากในการวัด แสดงดังรูปที่ 4.4



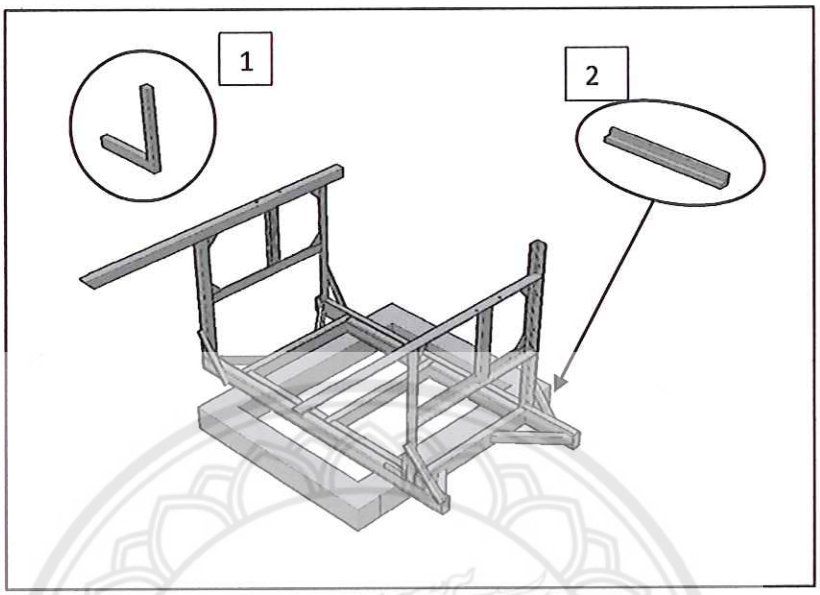
รูปที่ 4.4 ทำการจับฉากตั้งศูนย์ เชื่อมแผงข้างซ้ายติดกับฐาน และเชื่อมเหล็กดามไว้

4.1.1.4 เชื่อมแผ่นเพลทตัดเป็นรูปสามเหลี่ยมไว้ทั้งสี่มุมภายในของแผงข้างซ้าย และติดตั้งแผงข้างขวา แสดงดังรูปที่ 4.5



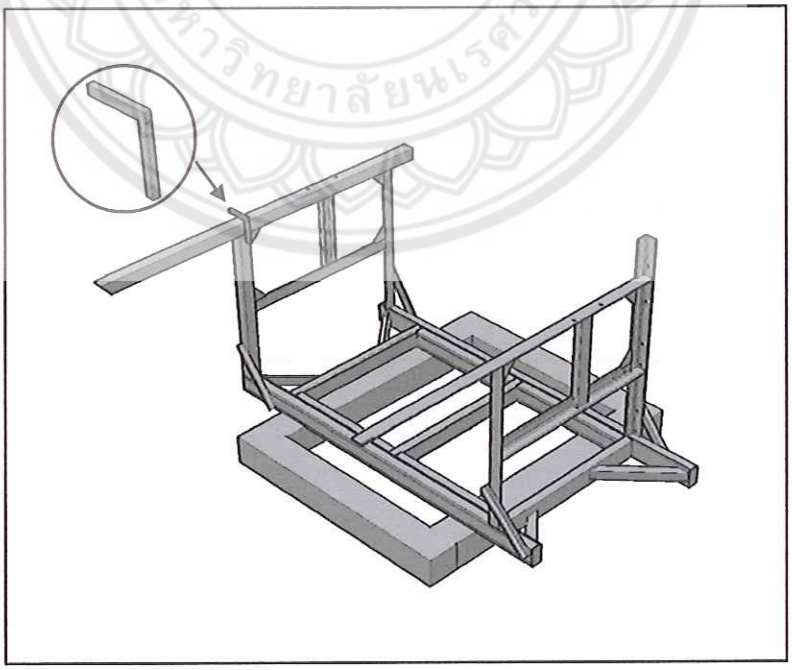
รูปที่ 4.5 ติดตั้งแผงด้านขวา

4.1.1.5 ทำการจับฉากตั้งศูนย์ (หมายเลข 1) เชื่อมแผงข้างซ้ายติดฐาน และเชื่อมเหล็กดามไว้ (หมายเลข 2) โดยใช้เหล็กฉากในการวัด แสดงดังรูปที่ 4.6



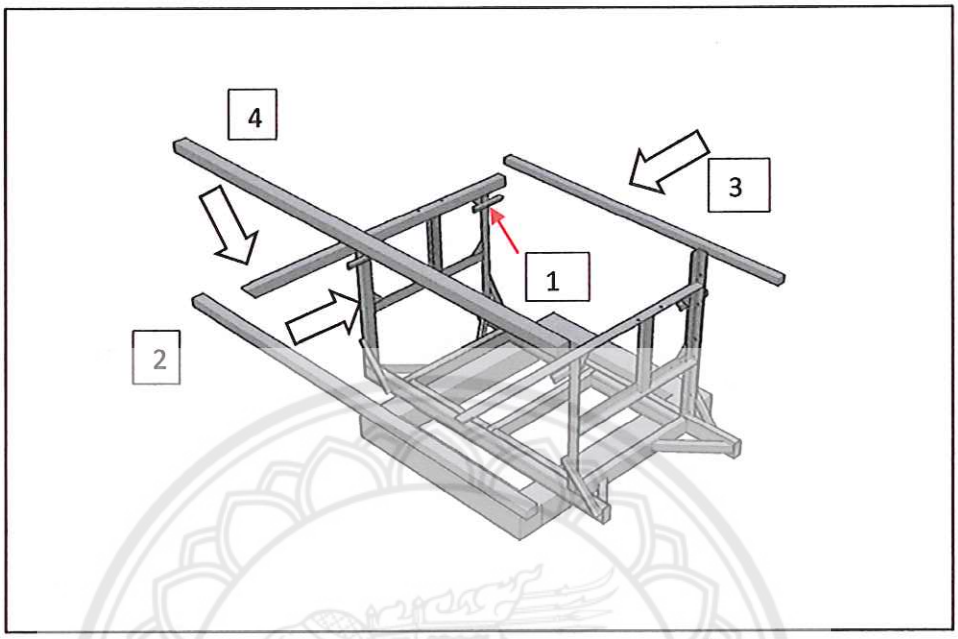
รูปที่ 4.6 ทำการจับฉากตั้งศูนย์ เชื่อมแผงข้างขวาติดกับฐาน และเชื่อมเหล็กดามไว้

4.1.1.6 วัดระยะของแผงข้างทั้งสองเพื่อระบุตำแหน่งในการการวางชิ้นส่วนถัดไป แสดงดังรูปที่ 4.7



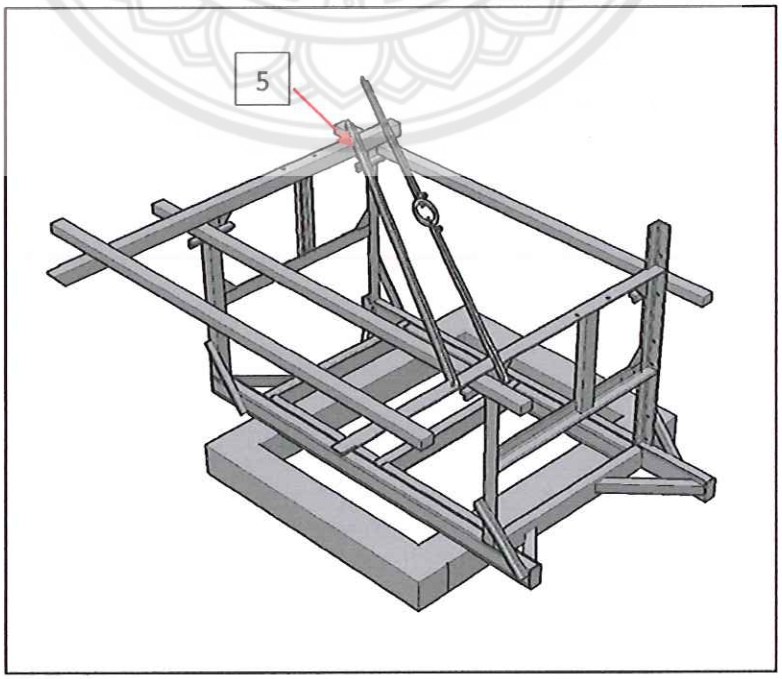
รูปที่ 4.7 กำหนดตำแหน่งโดยใช้เหล็กฉาก

4.1.1.7 ใช้คีมล็อคเหล็กฉากรองคานติดไว้กับแผงข้างทั้งสองข้างจากนั้นทำการติดตั้งและเชื่อมคาน (หมายเลข 2, 3 และ 4) ติดไว้กับแผงข้างซ้าย แสดงดังรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 ติดฐานรองคาน และคานบนแผงข้างทั้งสอง

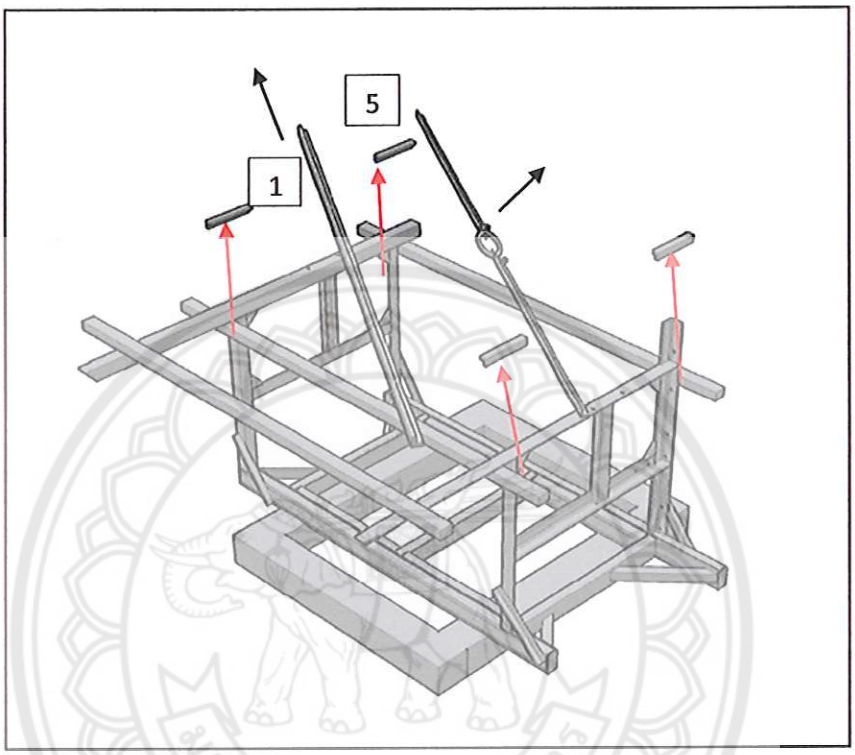
4.1.1.8 ทำการเชื่อมคาน (หมายเลข 5) ติดด้านบนของแผงข้างซ้าย และใช้คีมล็อคคาน (หมายเลข 4) ติดกับแผงข้างขวา จากนั้นทำการวัดระยะ และปรับระยะห่างระหว่างแผงข้างทั้งสองข้าง โดยใช้สเตย์ปรับระยะ แสดงดังรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 วัดระยะและปรับระยะระหว่างแผงทั้งสองข้าง

*สเตย์ คือ อุปกรณ์ถูกดัดแปลงขึ้นมาเพื่อนำมาช่วยในการปรับระยะของการขึ้นโครงรถ เพื่อให้โครงรถมีความสมดุล และได้ระยะตามที่กำหนดไว้

4.1.1.9 นำเหล็กฉากที่ล็อคไว้ในขั้นตอนที่ 4.1.1.7 (หมายเลข 1) สเตย์และคาน (หมายเลข 5) ในขั้นตอนที่ 4.1.1.8 ออกก่อนที่จะส่งต่อไปยังสถานีที่ 2 แสดงดังรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 นำชิ้นส่วนที่ไม่ใช้ออก

จากการเก็บข้อมูลขั้นตอนการประกอบดังกล่าว พบว่า พนักงานต้องมีการวัด และยึดจับชิ้นงานในสภาพที่ยากลำบาก ทำให้การทำงานล่าช้า ขาดอุปกรณ์ในการช่วยจับยึดชิ้นงานจึงต้องมีการปรับระยะต่างๆ อยู่เสมอ

4.1.2 เวลาในการขึ้นโครงรถเกี่ยวนวดข้าว

การจับเวลาโดยตรง เป็นการเก็บข้อมูลเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงานของแต่ละชิ้นก่อนที่จะมีการนำฟิกซ์เจอร์เข้ามาช่วยในการปฏิบัติงาน ความละเอียดในการจับเวลาเท่ากับ 1 ส่วน 100 แสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 เวลาในการขึ้นโครงรถเกี่ยวนวดข้าว

ลำดับที่	รายละเอียด	เวลา(นาที)								
		1	2	3	4	5	6	7	8	เฉลี่ย
1	ยกฐานขึ้นวางบนรางเลื่อน ตั้งให้ได้ระดับน้ำ และวัดระบุตำแหน่ง จากนั้นเชื่อมเหล็กดามติดกับฐานและรางเลื่อน ทำการเจียรฐานบริเวณที่เป็นรอยเชื่อมให้เรียบ	6.87	7.42	7.13	7.70	7.84	7.54	7.72	6.96	7.39
2	เชื่อมแผ่นเพลทที่ตัดเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากไว้ทั้งสี่มุมภายในของแผงข้างขวาและติดตั้งแผงข้างขวา	5.12	4.81	4.55	4.46	4.98	5.23	5.18	5.06	4.92
3	ทำการจับฉากตั้งศูนย์เชื่อมแผงข้างขวาติดกับฐานและเชื่อมเหล็กดามไว้	3.45	5.17	5.87	6.15	3.85	3.98	5.98	6.72	5.58
4	เชื่อมแผ่นเพลทที่ตัดเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากไว้ทั้งสี่มุมภายในของแผงข้างซ้ายและติดตั้งแผงข้างซ้าย	4.35	5.00	4.76	4.40	4.19	5.53	4.65	5.95	5.06

ตารางที่ 4.1 (ต่อ) เวลาในการขึ้นโครงรถเกี่ยวนวดข้าว

ลำดับที่	รายละเอียด	เวลา(นาที)								
		1	2	3	4	5	6	7	8	เฉลี่ย
5	ทำการจับฉากตั้งศูนย์เชื่อมแผงข้างซ้ายติดกับฐาน และเชื่อมเหล็กดามไว้	6.23	6.98	6.12	6.18	5.71	6.55	5.96	6.84	6.32
6	วัดระยะของแผงข้างทั้งสองเพื่อระบุตำแหน่งในการการวางชิ้นส่วนถัดไป	2.18	2.37	2.22	2.16	2.45	2.57	2.11	2.40	2.31
7	ใช้คีมล็อคเหล็กฉากรองคานติดไว้กับแผงข้างทั้งสองข้าง จากนั้นนำคานมาวางบนเหล็กฉาก และเชื่อมติดไว้กับแผงซ้าย	4.01	3.42	3.61	3.90	3.58	3.84	4.17	3.66	3.78
8	วัดระยะและปรับระยะระหว่างแผงทั้งสองข้างโดยใช้สเตร และเชื่อมคานที่ใส่ไว้ในขั้นตอนที่ 7 กับแผงข้างขวาเพื่อยึดระยะห่างที่ปรับระหว่างแผงข้างทั้งสอง	22.85	24.58	23.17	20.32	23.46	23.14	22.83	23.27	22.95
	รวม	57.42	60.7	57.83	55.27	58.56	59.83	58.60	59.53	58.46

4.1.2.1 จำนวนครั้งในการจับเวลาเพื่อให้ได้ความเชื่อมั่น และค่าความคลาดเคลื่อนในการจับเวลาเพื่อให้ได้เวลาเป็นมาตรฐาน สามารถคำนวณดังสมการที่ 2.1

จากการจับเพิ่มอีก 8 ครั้ง หาจำนวนครั้งที่ต้องจับเวลาจะได้

กำหนดระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95.5 (k = 2)

ความคลาดเคลื่อนร้อยละ 5 (s = 0.05)

จากการจับเวลาเบื้องต้น 8 ครั้ง (n'=8) ดังตารางที่ 4.1

$$n = \left[\frac{\frac{k}{s}\sqrt{n'\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x}\right]^2$$

	n'	k	s	$\sum x$	$(\sum x_i)^2$	$\sum x_i^2$	n
Element 1	8	2	0.05	59.18	3502.2724	438.7374	3.48
Element 2	8	2	0.05	39.39	1551.5721	194.5339	4.85
Element 3	8	2	0.05	46.94	2203.3636	276.4926	6.23
Element 4	8	2	0.05	39.21	1537.4241	193.1025	7.68
Element 5	8	2	0.05	50.57	2557.3249	320.9939	6.65
Element 6	8	2	0.05	18.46	340.7716	42.7828	6.99
Element 7	8	2	0.05	30.19	911.4361	114.3651	6.12
Element 8	8	2	0.05	183.62	33716.3044	4224.5832	3.81

เมื่อแทนค่าในสมการที่ 4.1 จะได้ n = 7.68 หรือประมาณ 8 ในงานย่อยที่ 4 แสดงว่าจำนวนครั้งที่จับเวลามานั้นเพียงพอแล้ว

4.1.2.2 หาประสิทธิภาพในการทำงาน (Rating Factor) คือ การให้อัตราเร็วของพนักงานเป็นการเปรียบเทียบอัตราเร็วของผู้ถูกจับเวลา และอัตราความเร็วของการทำงานในระดับปกติ โดยใช้ความรู้สึกของผู้ทำการประเมิน

จากการประเมินของวิศวกรจะได้ค่าดังนี้

ความชำนาญ : C2 = +0.03

ความพยายาม : B2 = +0.08

ความสม่ำเสมอ : C = +0.01

เงื่อนไข : E = -0.03

รวม = +0.09

นำค่าที่ได้ไปรวมกับ 1 จะได้ประสิทธิภาพในการทำงาน = 1.09 หรือร้อยละ 109

พนักงานใช้เวลาในการทำงานเฉลี่ย 58.46 นาที

4.1.2.3 การคำนวณหาค่าเวลาปกติของแต่ละงานย่อย สามารถคำนวณหาเวลาปกติได้จากสมการที่ 2.2

NT = Selected Time × Rating Factor

= 58.46 × 1.09

= 63.73 นาที

4.1.2.4 การกำหนดค่าเผื่อ คือ เวลาปกติซึ่งคนงานที่ชำนาญด้วยความเร็วปกติ แต่การทำงานทุกอย่างต้องมีการพักผ่อน หรือเกิดเหตุล่าช้า ดังนั้น จึงต้องมีเวลาเผื่อไว้

เวลาเผื่อสำหรับบุคคล โดยทั่วไปแล้วจะอยู่ระหว่างร้อยละ 4.5 ถึงร้อยละ 6.5 แต่ในอุตสาหกรรมทั่วไปกำหนดไว้ที่ร้อยละ 5 ของเวลาทำงานทั้งหมด

ประชุมก่อนเข้างาน 15 นาที/วัน

เวลาการทำงานจริง = (15/480) × 100

= ร้อยละ 3

4.1.2.5 การคำนวณหาเวลามาตรฐาน คือ การนำเวลาปกติของการทำงานมารวมกับค่าเผื่อของการทำงานคำนวณหาเวลามาตรฐานได้ดังสมการที่ 2.3

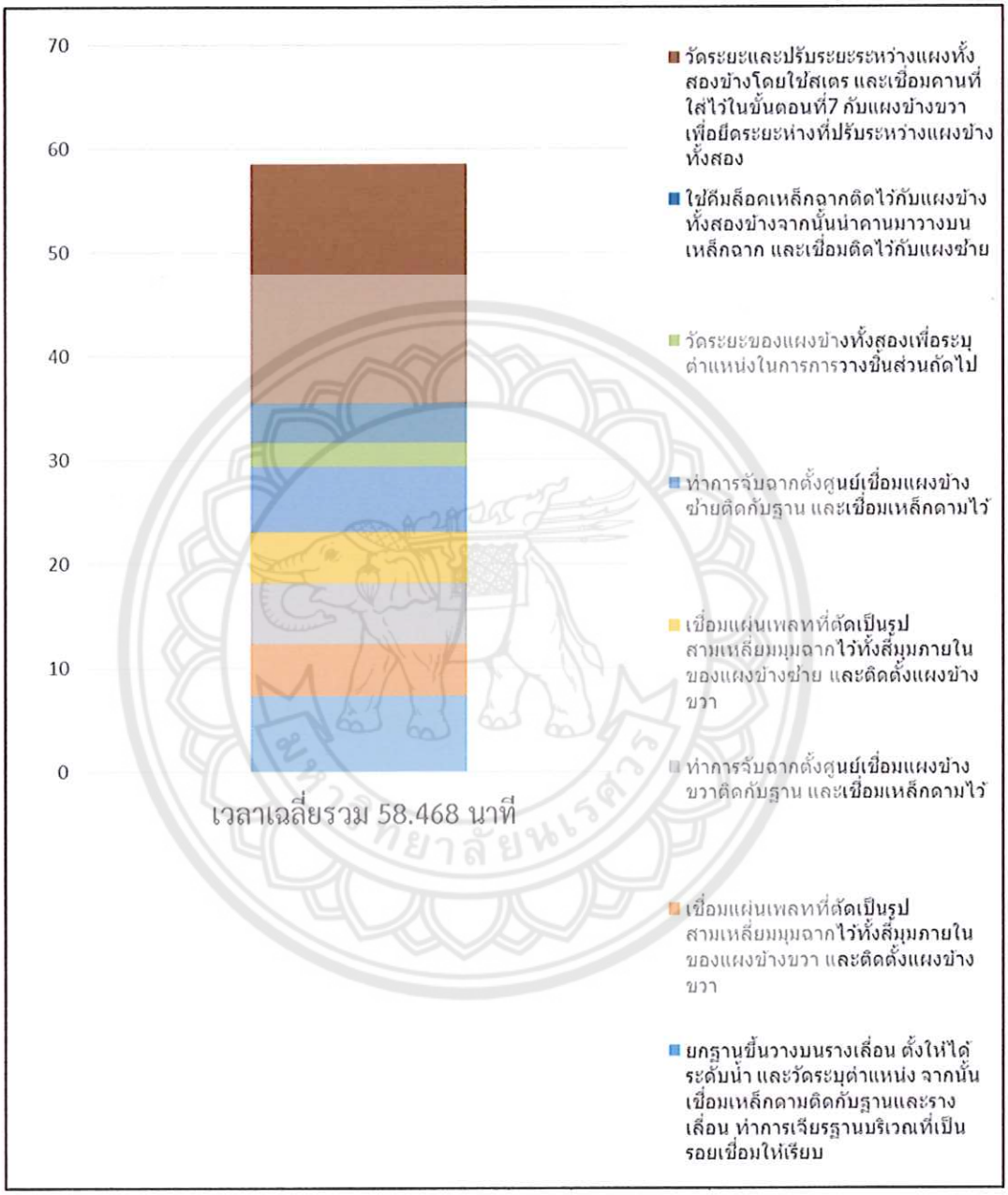
เวลามาตรฐาน = เวลาปกติ + (เวลาปกติ x ร้อยละเวลาเผื่อ)

= 63.73 + (63.73 x ((5+3)/100))

= 68.83 นาที

4.1.3 แผนภูมิการปฏิบัติงาน

แผนภูมิการปฏิบัติงานแสดงให้เห็นถึงเวลาการทำงานโดยรวม และขั้นตอนการทำงานที่ใช้เวลามากที่สุดที่ควรปรับปรุง แสดงดังรูปที่ 4.11



รูปที่ 4.11 แผนภูมิแสดงเวลาการทำงาน

จากแผนภูมิการปฏิบัติงาน พบว่า การปรับระยะต่างๆ ในการขึ้นโครงรถเกี่ยวนวดข้าวเป็นขั้นตอนที่ใช้เวลาในการทำงานมาก เพราะพนักงานต้องกำหนดระยะการวางตำแหน่งชิ้นงานต่างๆ ด้วยตัวเอง ทำให้ระยะต่างๆ คลาดเคลื่อนไปจากที่กำหนดจึงจำเป็นต้องมีอุปกรณ์เข้ามาช่วยให้การทำงานนั้นง่ายขึ้น

4.2 วิเคราะห์ข้อมูลก่อนการออกแบบ

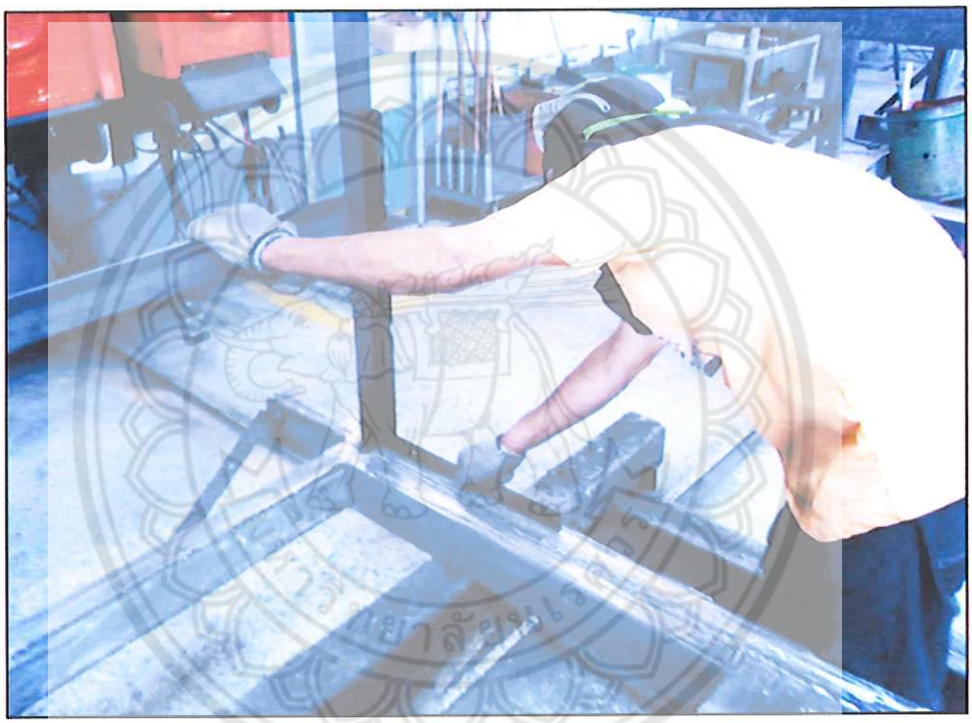
การวิเคราะห์ข้อมูลก่อนการออกแบบนี้จะชี้ให้เห็นถึงปัญหาที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการทำงาน โดยที่จะสามารถหาแนวทางการออกแบบฟิกซ์เจอร์ เพื่อช่วยให้ขั้นตอนการทำงานที่ล่าช้า หรือขั้นตอนในการทำงานที่ควรปรับปรุงให้เร็วขึ้น ดังนี้

4.2.1 ขั้นตอนการทำงานเดิมที่ส่งผลให้เกิดความล้าช้า

4.2.1.1 ขั้นตอนการวัดเพื่อกำหนดตำแหน่งชิ้นงาน ในการประกอบของพนักงานในขั้นตอนที่ 1 ต้องใช้ตลับเมตรวัดประมาณ 8 จุด ใช้ไม้บรรทัดฉากขีดเส้นประมาณ 6 จุด และในขั้นตอนที่ 6 ใช้ไม้บรรทัดฉากขีดเส้นประมาณ 4 จุด เพื่อกำหนดตำแหน่งของชิ้นงาน เนื่องจากตัวชิ้นงานมีขนาดใหญ่ ส่งผลให้พนักงานเสียเวลาไปกับการเดินไปขีดเส้นตามจุดต่างๆ และในการวัดอาจส่งผลให้เกิดความคลาดเคลื่อนได้ ส่งผลทำให้งานมีความล้าช้า และส่งผลไปยังขั้นตอนที่ 8 คือ ขั้นตอนในการปรับระยะระหว่างแผงข้างทั้งสอง ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ใช้เวลาในการประกอบมากที่สุด ดังนั้น จึงจำเป็นต้องมีฟิกซ์เจอร์เข้ามาช่วยในการกำหนดตำแหน่งของชิ้นงาน เพื่อลดขั้นตอนในการวัด และขีดเส้นกำหนดตำแหน่งของพนักงาน แสดงดังรูปที่ 4.12

รูปที่ 4.12 การกำหนดตำแหน่งชิ้นงานของพนักงาน

4.2.1.2 ขั้นตอนการจับฉากในขั้นตอนที่ 3 ต้องทำการจับฉาก 2 จุด และในขั้นตอนที่ 5 ต้องทำการจับฉาก 2 จุด โดยที่พนักงานจะใช้มือข้างหนึ่งจับแผงข้าง และมืออีกข้างหนึ่งจับไม้บรรทัดฉากวัดแผงข้างให้ตั้งฉากกับฐานของชิ้นงาน ส่งผลทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนเมื่อพนักงานทำการเชื่อมแผงข้างของโครงรถเกี่ยวติดกับฐาน เพราะมือที่ใช้จับแผงข้างอาจจะเกิดการเคลื่อนที่ไปมา และขาดอุปกรณ์ช่วยจับยึดแผงข้างให้ตั้งฉากกับฐาน ส่งผลกระทบต่อขั้นตอนที่ 8 คือ ขั้นตอนการปรับระยะแผงข้างทั้งสองให้เป็นไปตามมาตรฐานที่โรงงานกำหนด โดยจะใช้เวลาในการปรับระยะของแผงข้างนานขึ้น ดังนั้น จึงจำเป็นต้องมีฟิกซ์เจอร์ช่วยจับยึดแผงข้างทั้งสองให้ตั้งฉากกับฐานของชิ้นงาน เพื่อลดขั้นตอนที่ 3 และขั้นตอนที่ 5 แสดงดังรูปที่ 4.13



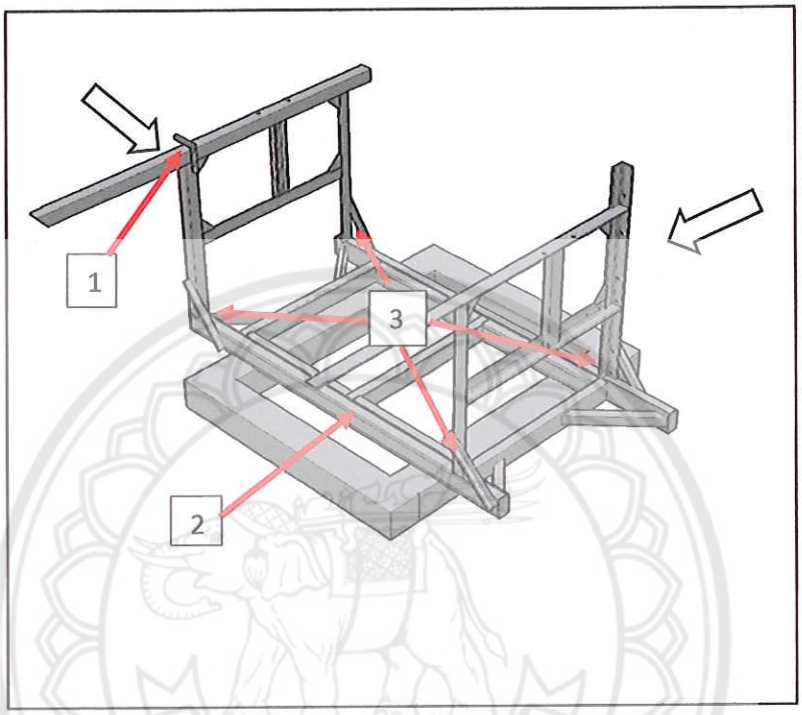
รูปที่ 4.13 ขั้นตอนการจับฉากของพนักงาน

4.2.2 สรุปผลการวิเคราะห์ก่อนการออกแบบ

จากวิเคราะห์ขั้นตอนก่อนการออกแบบดังกล่าวมานั้น หากมีฟิกซ์เจอร์ช่วยจับยึดชิ้นงาน กำหนดองศาตั้งฉากของแผงข้างกับฐาน และกำหนดตำแหน่งการวางของชิ้นงาน ก็จะสามารถลดเวลาการปรับระยะของแผงข้างทั้งสองลงได้ จุดที่ควรมีการจับยึดบริเวณฐาน และเสาของแผงข้างทั้งสองในขั้นตอนที่ 2 และขั้นตอนที่ 4 ที่ควรมีการจับยึดตรงนี้ เพราะบริเวณฐานและแผงข้างทั้งสองเมื่อประกอบแล้ว มีการเอียงไม่เป็นมุมฉาก และใช้เวลาในการปรับระยะระหว่างแผงข้างทั้งสองนาน

4.3 การออกแบบฟิกซ์เจอร์

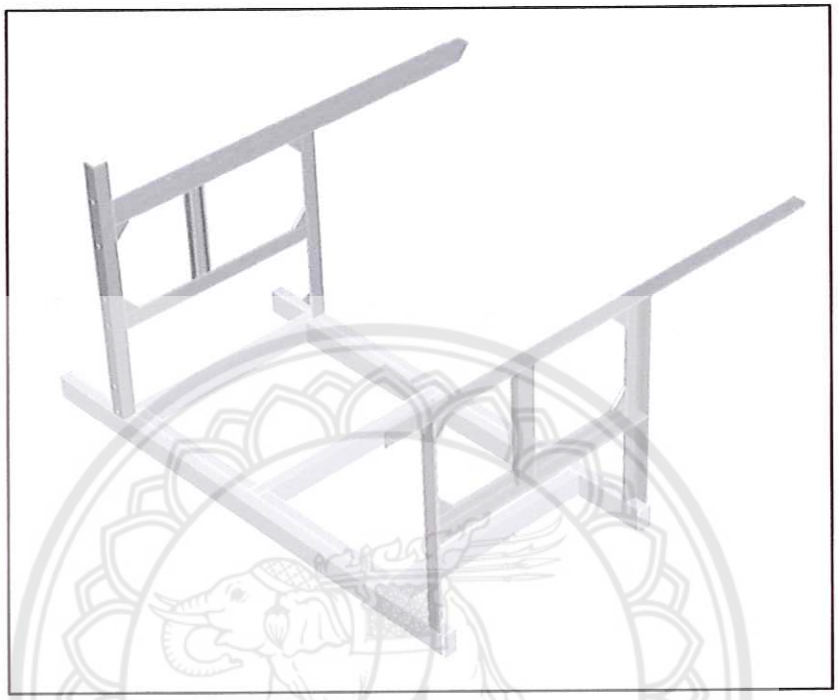
จากหัวข้อ 4.2 ที่ต้องมีการวัดระยะที่ฐานของชิ้นงานและแผงข้าง (หมายเลข 1 และ 2) และมีการจับฉากบริเวณเสาของแผงข้างและฐาน 4 จุด (หมายเลข 3) เนื่องจากตัวของโครงรถเกี่ยวมีแผงข้างที่เท่ากันทั้งสองด้าน จึงสามารถออกแบบฟิกซ์เจอร์ช่วยจับยึดได้ทั้ง 2 ข้าง แสดงดังรูปที่ 4.14



รูปที่ 4.14 ชิ้นงานแผงข้างทั้งสองของโครงรถเกี่ยว

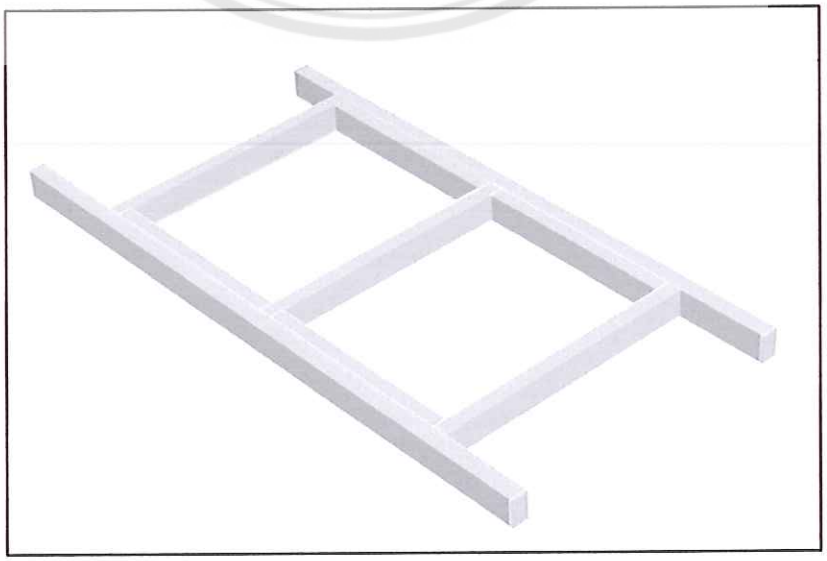
4.3.1 ขนาดทั้งหมดของชิ้นส่วน

ศึกษาชิ้นส่วนทั้งหมดในกระบวนการขึ้นโครงรถเกี่ยว เพื่อให้ทราบถึงขนาดของชิ้นส่วนต่างๆ และนำมาวิเคราะห์ขาของฟิกซ์เจอร์ แสดงดังรูปที่ 4.15



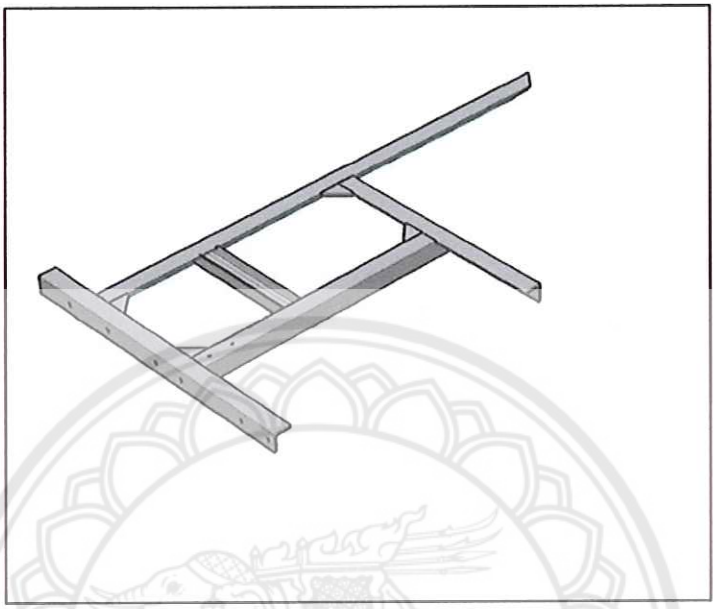
รูปที่ 4.15 ขนาดของชิ้นส่วนทั้งหมด

4.3.1.1 ศึกษาแบบฐานโครงรถเกี่ยวตัวฐานของโครงรถเกี่ยวเป็นส่วนสำคัญที่ต้องทราบถึงขนาด และตำแหน่งในการวางแผงข้างทั้งสอง เพื่อที่จะสามารถนำมาออกแบบฟิกซ์เจอร์กำหนดตำแหน่งตัวจับยึด และตำแหน่งการวางชิ้นส่วนของโครงรถเกี่ยว แสดงดังรูปที่ 4.16



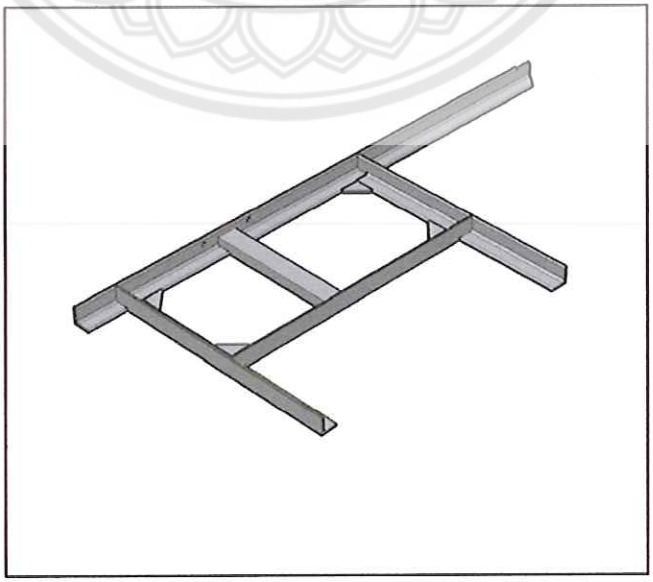
รูปที่ 4.16 ขนาดของฐาน

4.3.1.2 ศึกษาแบบแผงข้างซ้าย เพื่อทราบขนาดของเสาของแผงข้างซ้าย เพื่อช่วยในการออกแบบฟิกซ์เจอร์ และตัวกำหนดตำแหน่งของในการวางของแผงข้างซ้ายให้ได้มุมฉาก และระยะห่างระหว่างแผงข้างทั้งสอง แสดงดังรูปที่ 4.17



รูปที่ 4.17 แบบแผงข้างซ้าย

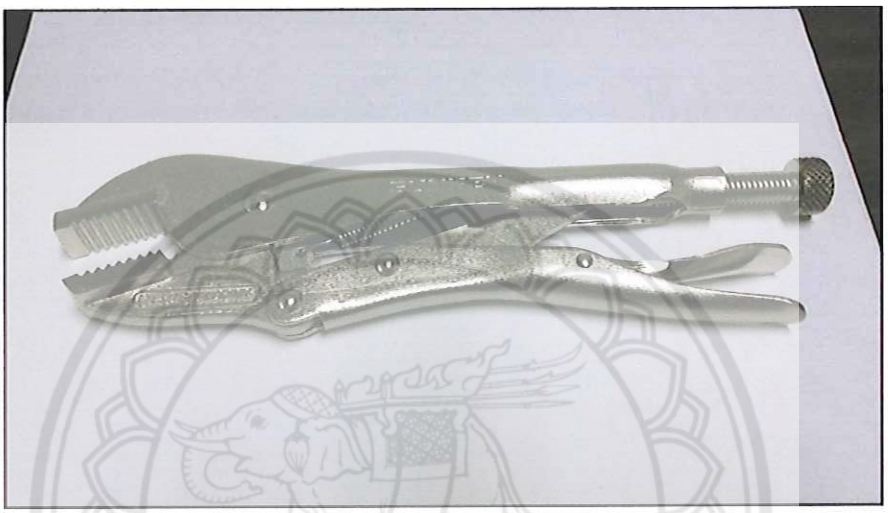
4.3.1.3 ศึกษาแบบแผงข้างขวา เพื่อทราบขนาดของเสาของแผงข้างขวา เพื่อช่วยในการออกแบบฟิกซ์เจอร์ และตัวกำหนดตำแหน่งของในการวางของแผงข้างขวาให้ได้มุมฉาก และระยะห่างระหว่างแผงข้างทั้งสอง แสดงดังรูปที่ 4.18



รูปที่ 4.18 แบบแผงข้างขวา

4.3.2 เครื่องมือที่มีส่วนเกี่ยวข้องในกระบวนการ

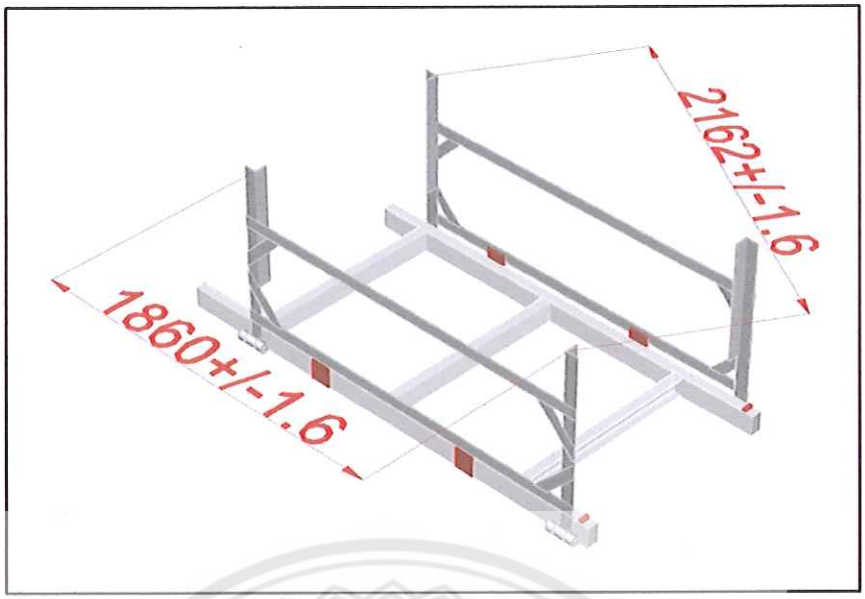
เครื่องมือที่มีส่วนเกี่ยวข้องในกระบวนการประกอบโครงรถเกี่ยวนวดข้าว คือ คีมล็อค จะใช้ล็อคบริเวณเสาของแผงข้าง และล็อคเหล็กฉากรองคานติดกับเสาของแผงข้าง เพื่อจับยึดชิ้นงานระหว่างชิ้นงานและฟิกซ์เจอร์ ซึ่งคีมล็อคที่ใช้งานนี้เป็นคีมล็อคปากตรง มีขนาด 10 นิ้ว และใช้สำหรับจับน็อต หรือโลหะเพื่อป้องกันการหมุน โดยปากปรับขยายให้กว้างได้ และล็อคให้แน่น แสดงดังรูปที่ 4.19



รูปที่ 4.19 คีมล็อค

4.3.3 ระดับความต้องการความละเอียดที่ถูกต้องในการออกแบบ

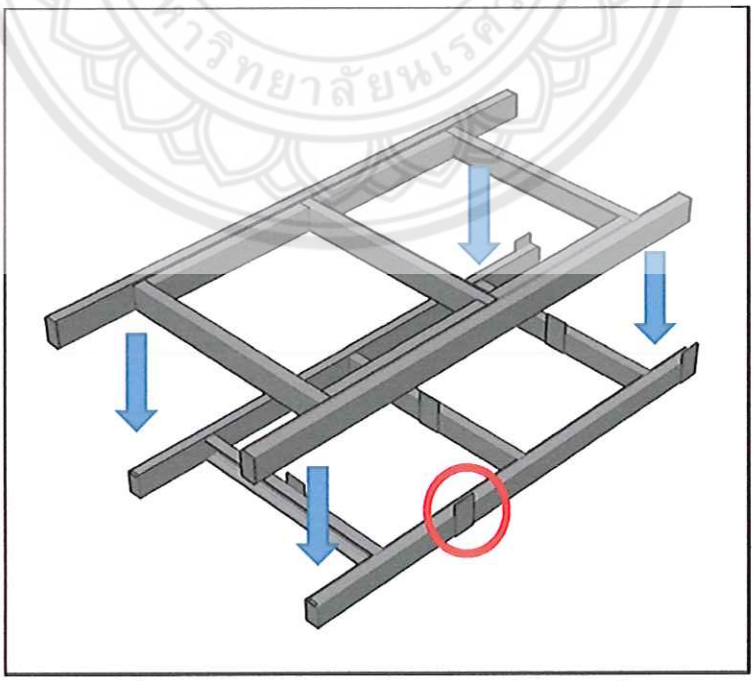
ระดับความต้องการความละเอียดที่ยอมรับได้ในการออกแบบฟิกซ์เจอร์ ต้องลดลงมาจากค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ของฟิกซ์เจอร์ร้อยละ 20 ถึง 50 หมายความว่า ทางโรงงานยอมรับค่าความคลาดเคลื่อนของระยะห่างตัวจับยึดชิ้นงานได้ 1,860 ± 2 มิลลิเมตร และเส้นทแยงมุมของตัวจับยึดชิ้นงาน 2,162 ± 2 มิลลิเมตร ทำให้ในขั้นตอนการสร้างฟิกซ์เจอร์ค่าความคลาดเคลื่อนของระยะห่างตัวจับยึดชิ้นงาน เมื่อตัวฟิกซ์เจอร์เสร็จสมบูรณ์จะต้องอยู่ในช่วง 1,860 ± 1.6 มิลลิเมตร หรือเท่ากับ 1,858.4 ถึง 1,861.6 มิลลิเมตร และเส้นทแยงมุมจะต้องอยู่ในช่วง 2,162 ± 1.6 มิลลิเมตร หรือเท่ากับ 2,160.4 ถึง 2,163.6 มิลลิเมตร ในกรณีที่ลดลงมาอย่างน้อยที่สุดร้อยละ 20 จากค่าความคลาดเคลื่อนเดิม ± 2 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 4.20



รูปที่ 4.20 ค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ในการออกแบบฟิกซ์เจอร์ (หน่วย**มิลลิเมตร)**

4.3.4 ออกแบบตัวกำหนดตำแหน่งชิ้นงาน

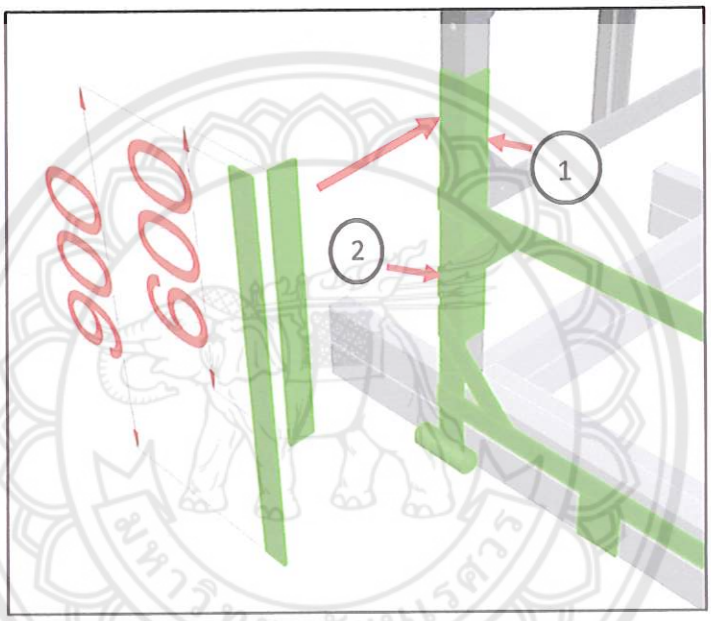
เนื่องจากการวางฐานโครงรถเกี่ยวลงบนฟิกซ์เจอร์นั้นต้องมี**ตัวล็อค** (Stopper) **เพื่อกำหน**ดตำแหน่งกันความคลาดเคลื่อนของตำแหน่งชิ้นงานต่างๆ ที่จะนำมา**ประกอบในขั้นตอนถัดไป ซึ่งถ้า**การวางฐานโครงรถเกี่ยวเกิดความคลาดเคลื่อนบนตำแหน่งของฟิกซ์เจอร์ **ส่งผลให้การวางแผงข้างทั้ง**สองไม่ตรงตามตำแหน่งที่โรงงานกำหนด แสดงดังรูปที่ 4.21



รูปที่ 4.21 ตัวกำหนดตำแหน่งกันความคลาดเคลื่อน

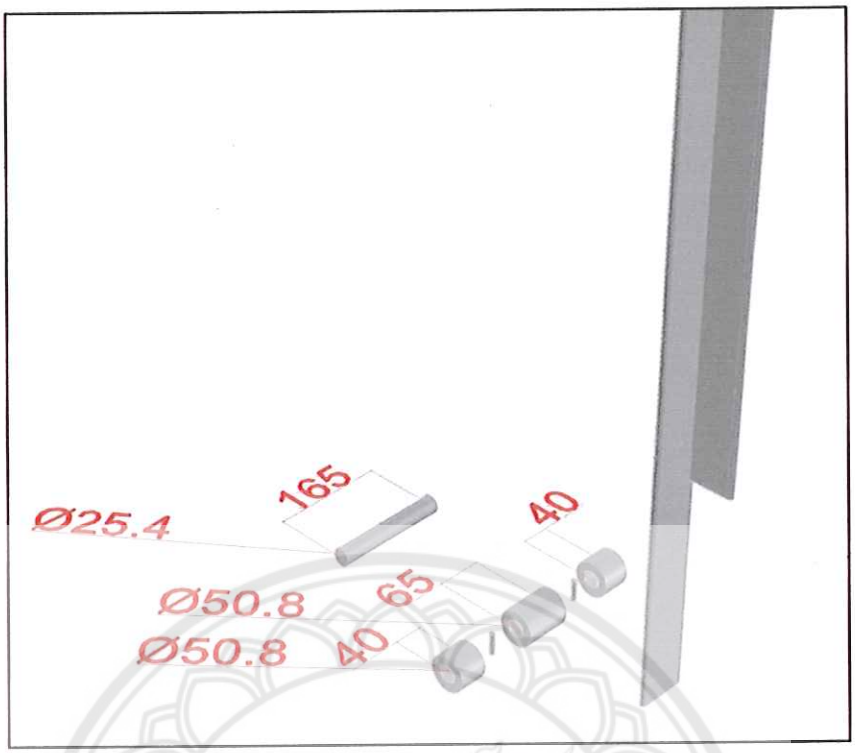
4.3.5 ออกแบบตัวยึดจับ

4.3.5.1 ตัวจับยึดแผงข้างให้ตั้งฉากกับฐาน จะใช้เหล็กแบน หน้ากว้าง 65 มิลลิเมตร ยาว 600 มิลลิเมตร และหนา 6 มิลลิเมตร เชื่อมติดกับเหล็กแบน หน้ากว้าง 65 มิลลิเมตร ยาว 900 มิลลิเมตร และหนา 6 มิลลิเมตร ให้เป็นมุมฉาก โดยตัวจับยึดชิ้นงานจะตั้งฉากอยู่กับฐานเมื่อนำชิ้นงานมาประกอบแล้วใช้คีมล็อคยึดชิ้นงานเข้ากับตัวจับยึดด้านเหล็กยาว 600 มิลลิเมตรที่จุดที่ 1 และจุดที่ 2 จะทำให้แผงข้างตั้งฉากอยู่กับฐานโดยไม่ต้องทำการจับฉาก และช่วยกำหนดตำแหน่งการวางชิ้นงาน ดังนั้นจะช่วยลดขั้นตอนที่ 3 และขั้นตอนที่ 5 แสดงดังรูปที่ 4.22



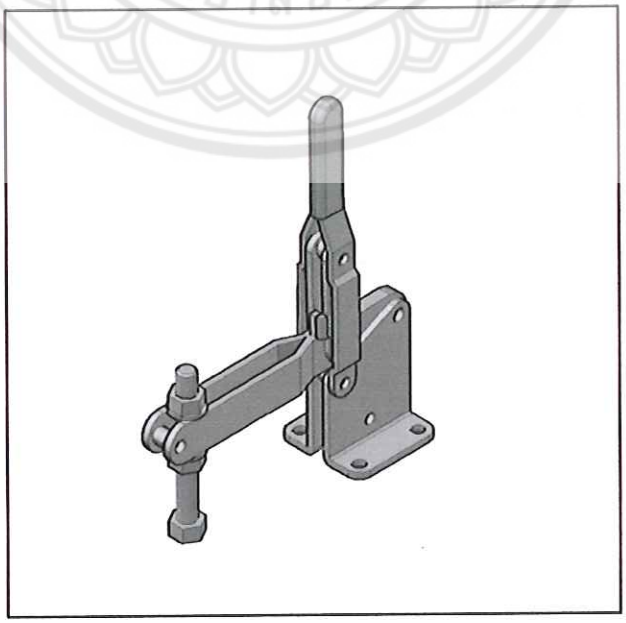
รูปที่ 4.22 ตัวจับยึดชิ้นงาน (มิลลิเมตร)

4.3.5.2 ตัวจับยึดชิ้นงานจะเชื่อมติดอยู่กับบูท ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50.8 มิลลิเมตร ยาว 65 มิลลิเมตร ร้อยด้วยเพลาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25.4 มิลลิเมตร ยาว 165 มิลลิเมตร โดยมีบูท 2 ตัว ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50.8 มิลลิเมตร ยาว 40 มิลลิเมตร ประกบอยู่ทั้ง 2 ฝั่ง ที่เชื่อมติดตายตัวอยู่กับฐานฟิกซ์เจอร์เพื่อที่จะให้ตัวจับยึดชิ้นงานสามารถพับลงมาได้ เพราะเมื่อเสร็จกระบวนการ การพับตัวจับยึดชิ้นงานลงมาจะทำให้ไม่ต้องยกโครงรถเกี่ยวนวดข้าวขึ้นมาสูง เพื่อที่จะเคลื่อนย้ายขึ้นรางเลื่อน ช่วยลดระยะเวลาในการเคลื่อนย้าย แสดงดังรูปที่ 4.23

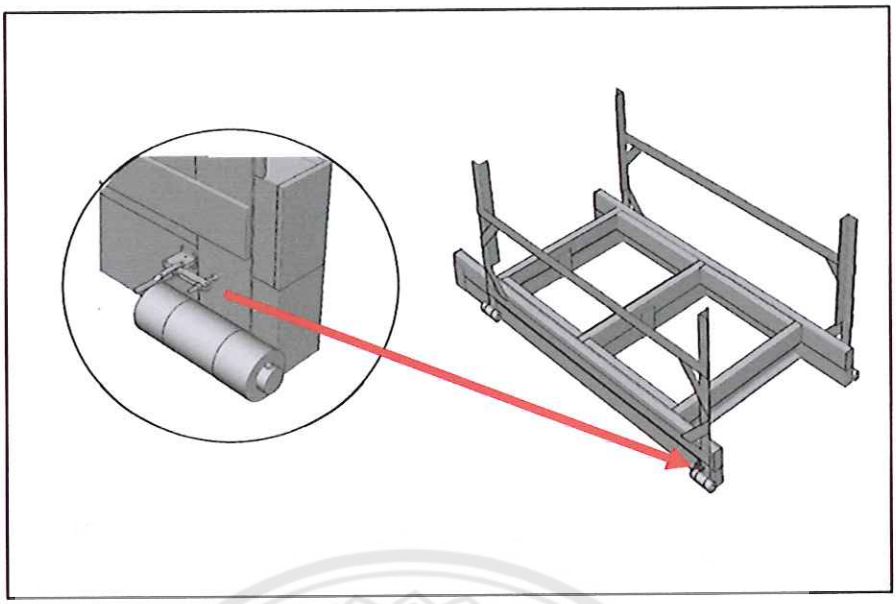


รูปที่ 4.23 ตัวจับยึดชิ้นงาน

4.3.5.3 ตัวจับยึดชิ้นงานเมื่อพับขึ้นมาจะไม่สามารถทรงตัวอยู่ในมุมตั้งฉากเองได้ จึงต้องมีตัวช่วยจับยึดที่แข็งแรงให้ตัวจับยึดชิ้นงานตั้งฉากกับตัวฐาน จึงใช้แคลมป์นกเข้ามาช่วยจับยึดให้ตัวจับยึดชิ้นงานตั้งฉากกับฐานก่อนนำชิ้นงานเข้ามาประกอบ ซึ่งแคลมป์นกมีความแข็งแรง และมีความรวดเร็วในการใช้งาน แสดงดังรูปที่ 4.24 และ 4.25



รูปที่ 4.24 แคลมป์นก (Toggle Clamp)



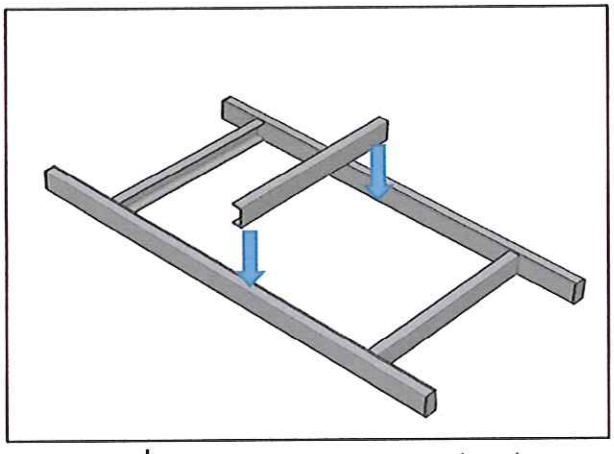
รูปที่ 4.25 แคลมป์นกช่วยจับให้ฟิกซ์เจอร์ตั้งฉากกับฐานของฟิกซ์เจอร์

4.4 สร้างฟิกซ์เจอร์และทดลองใช้

เมื่อทำการออกแบบ และเขียนแบบระบุขนาดชิ้นส่วนต่างๆ ของฟิกซ์เจอร์แล้ว ทำการสร้างชิ้นส่วนของฟิกซ์เจอร์ให้ได้ขนาดตามที่กำหนดครบทุกชิ้นส่วนก่อนจะนำชิ้นส่วนฟิกซ์เจอร์มาประกอบบนโครงรถเกี่ยวนวดข้าวที่ผ่านการปรับระยะต่างๆ ที่ได้ขนาดมาตรฐานตามที่โรงงานกำหนด แล้วทำการทำทดลองใช้งาน

4.4.1 สร้างฐานของฟิกซ์เจอร์โครงรถเกี่ยวนวดข้าว หรือตัวกำหนดตำแหน่ง

สร้างฐานของฟิกซ์เจอร์โครงรถเกี่ยวนวดข้าว หรือตัวกำหนดตำแหน่งให้เหมือนกับฐานของชิ้นงานทุกประการ เพียงแต่เพิ่มตัวกำหนดตำแหน่ง (Stopper) เพื่อกำหนดตำแหน่งของฐานชิ้นงาน ดังรูปที่ 4.26, 4.27 และ 4.28



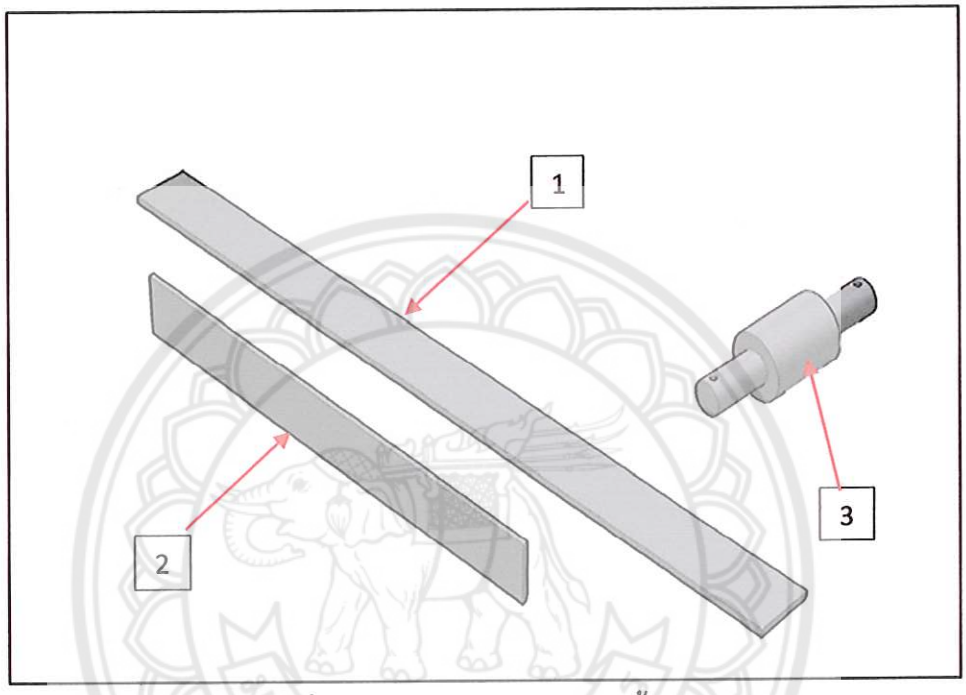
รูปที่ 4.26 การประกอบฐานฟิกซ์เจอร์

รูปที่ 4.27 ทำการสร้างฐานฟิกซ์เจอร์โครงรถเกี่ยวนวดข้าว

รูปที่ 4.28 ฐานของฟิกซ์เจอร์โครงรถเกี่ยวนวดข้าว

4.4.2 สร้างตัวกำหนดตำแหน่งการวางของชิ้นงาน

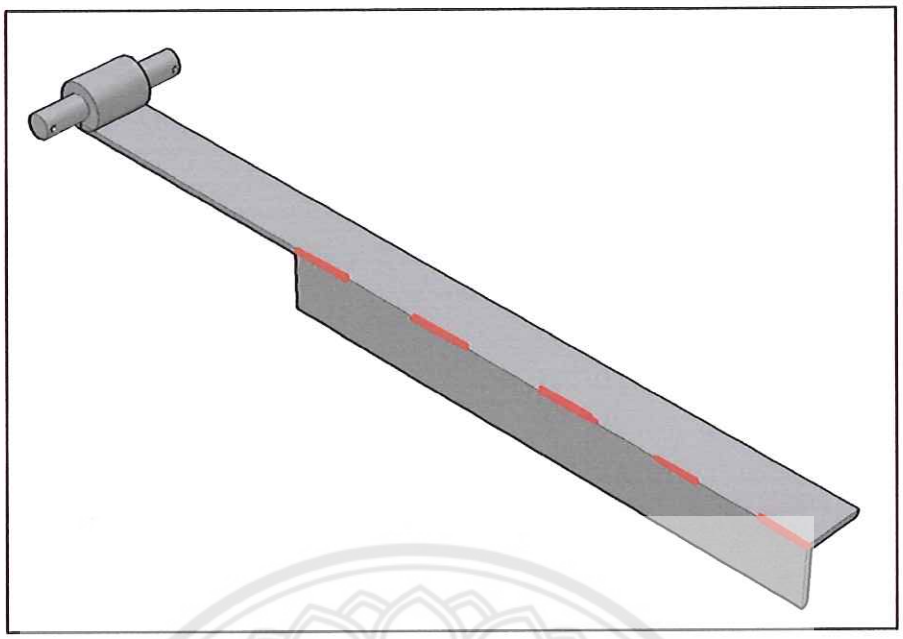
สร้างตัวกำหนดตำแหน่งการวางของชิ้นงานทั้งหมด 4 ตัว โดยการใช้เหล็กแบน (หมายเลข 1) เจียรปลายแล้วเชื่อมติดกับบูท (หมายเลข 3) หรือตัวจับยึดชิ้นงาน จากนั้นนำมาประกอบกับเหล็กแบน (หมายเลข 2) ให้เป็นมุมฉาก แล้วเชื่อมเป็นระยะๆ เพื่อให้เหล็กไม่โก่งตัว แสดงดังรูปที่ 4.29, 4.30, 4.31 และ 4.32



รูปที่ 4.29 การประกอบตัวจับยึดชิ้นงาน

รูปที่ 4.30 สร้างตัวกำหนดตำแหน่งการวางของชิ้นงาน

รูปที่ 4.31 ทำการเชื่อมเป็นระยะๆ



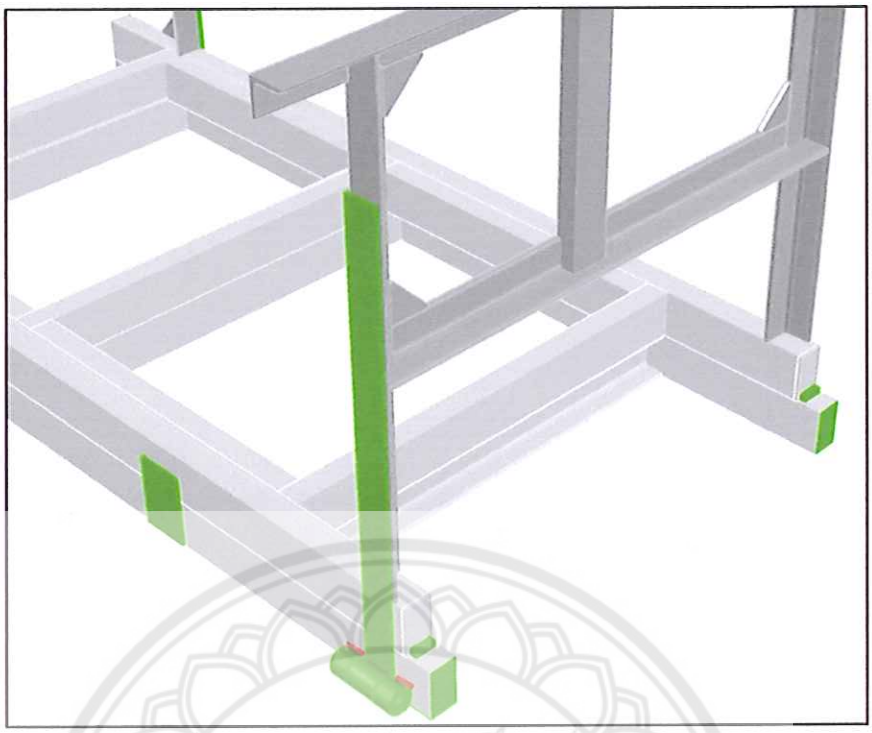
รูปที่ 4.32 แบบวาดทำการเชื่อมเป็นระยะๆ

4.4.3 นำตัวจับยึดชิ้นงานไปเชื่อมติดกับฐานฟิกซ์เจอร์หรือตัวกำหนดตำแหน่ง

ติดตั้งตัวจับยึดชิ้นงานเข้ากับฐานฟิกซ์เจอร์ด้วยบูท โดยสร้างชิ้นงานจริงขึ้นบนฐานฟิกซ์เจอร์ก่อน เพื่อกำหนดตำแหน่งการติดตั้งตัวจับยึด จากนั้นเชื่อมบูท 2 ตัว ที่ประกบกับบูทที่เชื่อมติดกับตัวจับยึดชิ้นงาน ในขั้นตอนนี้เพื่อจะลดการเคลื่อนตัวของตัวจับยึดชิ้นงานบูท และเพลาจะต้องสวมกันแบบอัดแน่น และหน้าสัมผัสบูทที่ติดกันจะต้องเรียบสนิท ก่อนทำการเชื่อมบูท 2 ตัว ที่ประกบด้านข้างบูทของตัวจับยึดชิ้นงานจะต้องบีบบูททั้ง 3 ตัว ใส่สนิทกันมากที่สุด เพื่อไม่ให้เกิดระยะห่างระหว่างบูททั้ง 3 ตัว ไม่เช่นนั้นจะทำให้ตัวจับยึดชิ้นงานและเพลาเคลื่อนตัวได้ แสดงดังรูปที่ 4.33, 4.34 และ 4.35

รูปที่ 4.33 ประกอบตัวจับยึดติดกับฐานฟิกซ์เจอร์

รูปที่ 4.34 เชื่อมบูทติดกับฐานของฟิกซ์เจอร์

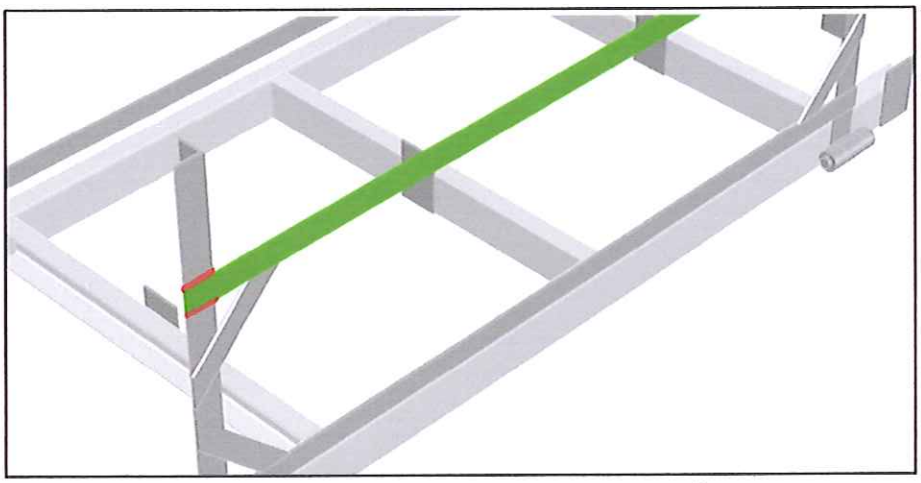


รูปที่ 4.35 แบบวาดเชื่อมบูทติดกับฐานของฟิกซ์เจอร์

4.4.4 เชื่อมแผ่นเหล็กดามป้องกันการเคลื่อนของตัวจับยึดชิ้นงาน

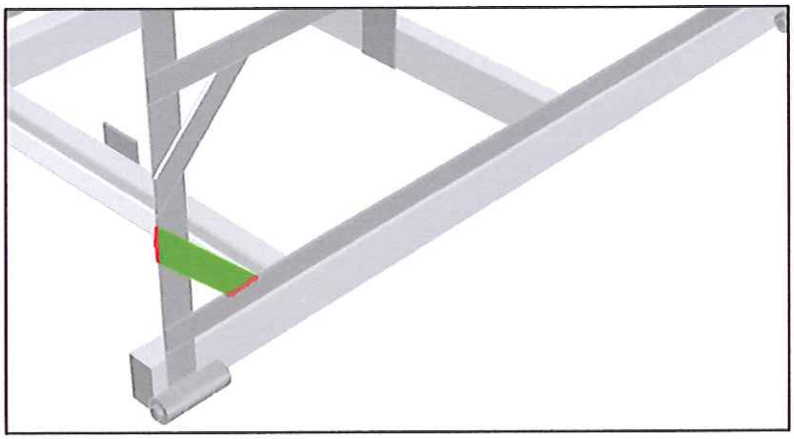
เชื่อมแผ่นเหล็ก (หมายเลข 1) ดามด้านบนสุด และด้านล่างของตัวจับยึดชิ้นงานจากนั้นนำเหล็กแผ่นตัดปลาย 45 องศา (หมายเลข 2) ดามอีกรอบ เพื่อไม่ให้ตัวจับยึดชิ้นงานเป็นอิสระต่อกันและป้องกันการเคลื่อนที่ไปมาของตัวจับยึดชิ้นงาน แสดงดังรูปที่ 4.36, 4.37, 4.38 และ 4.39

รูปที่ 4.36 เชื่อมเหล็กแผ่นดามตัวจับยึดชิ้นงาน



รูปที่ 4.37 แบบวาดเชื่อมเหล็กแผ่นดามตัวจับยึดชิ้นงาน

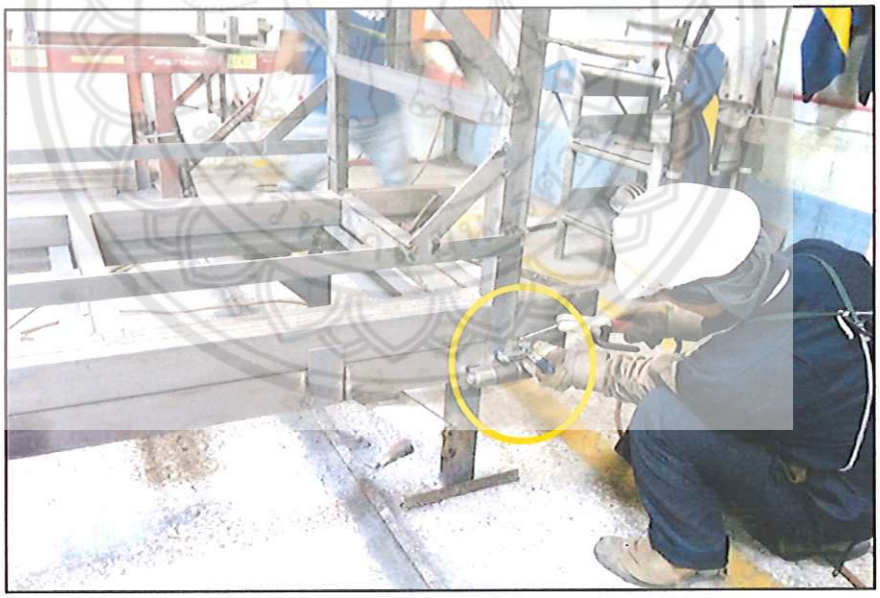
รูปที่ 4.38 เชื่อมเหล็กแผ่นตัดมุมหัวท้ายดามตัวจับยึดชิ้นงาน



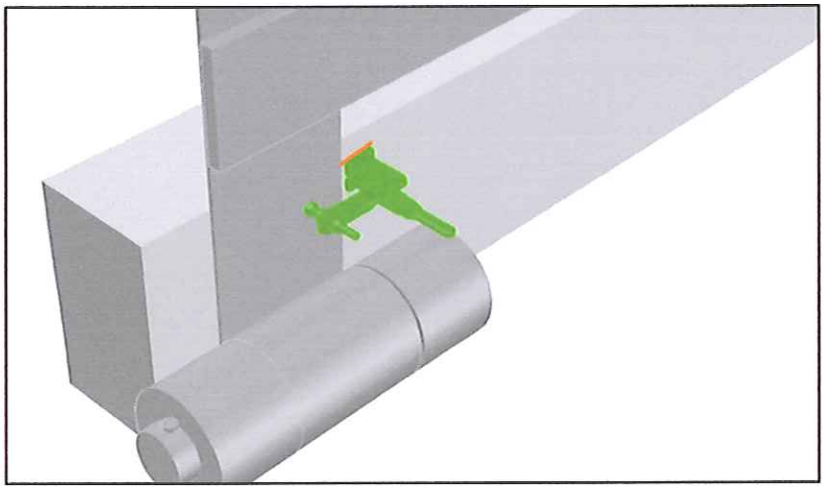
รูปที่ 4.39 แบบวาดเชื่อมเหล็กแผ่นตัดมุมหัวท้ายดามตัวจับยึดชิ้นงาน

4.4.5 เชื่อมแคลมป์นก (Toggle Clamp) ติดกับฐานของฟิกซ์เจอร์ หรือตัวกำหนดตำแหน่งชิ้นงาน

เชื่อมแคลมป์นกติดกับฐานของฟิกซ์เจอร์ หรือตัวกำหนดตำแหน่งชิ้นงานทั้ง 4 ตัว ที่มีการติดตั้งตัวจับยึดชิ้นงาน เพื่อล็อคตัวจับยึดชิ้นงานให้ตั้งฉากกับฐานของฟิกซ์เจอร์ หรือตัวกำหนดตำแหน่งชิ้นงานทุกตัว แสดงดังรูปที่ 4.40 และ 4.41



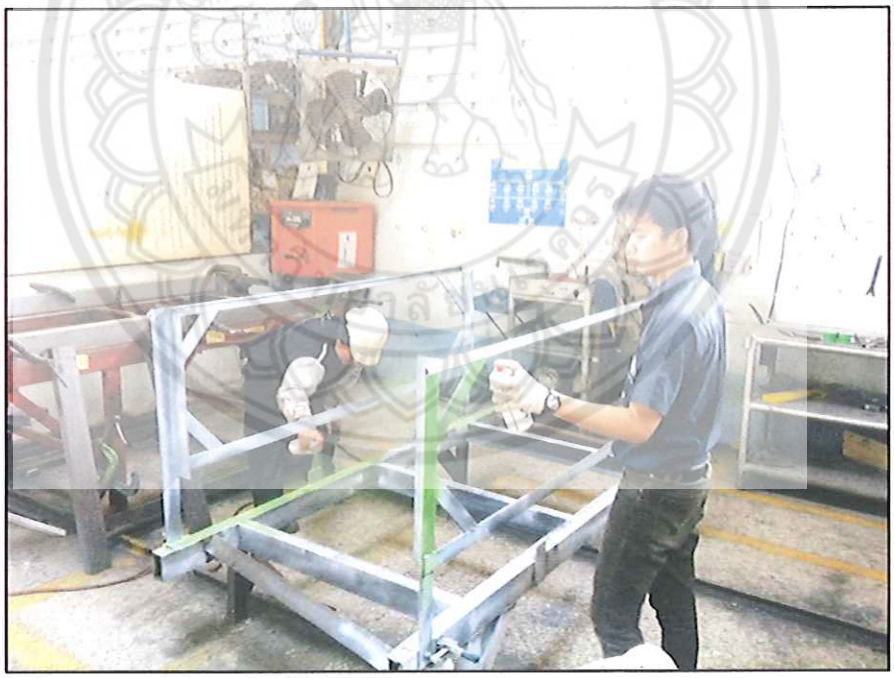
รูปที่ 4.40 เชื่อมแคลมป์นกติดกับฐานฟิกซ์เจอร์ หรือตัวกำหนดตำแหน่งชิ้นงาน



รูปที่ 4.41 แบบวาดเชื่อมแคลมป์นกติดกับฐานฟิกซ์เจอร์

4.4.6 ทำการพ่นสีฟิกซ์เจอร์โครงรถเกี่ยวนวดข้าว

ทำการพ่นสีฟิกซ์เจอร์ เพื่อแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างระหว่างชิ้นงาน และฟิกซ์เจอร์ ในขณะทำการประกอบโครงรถเกี่ยวนวดข้าว แสดงดังรูปที่ 4.42



รูปที่ 4.42 ทำการพ่นสีฟิกซ์เจอร์

4.4.7 ฟิกซ์เจอร์โครงรถเกี่ยวนวดข้าว

ฟิกซ์เจอร์โครงรถเกี่ยวนวดข้าวเป็นฟิกซ์เจอร์ช่วยจับยึดในการขึ้นโครงของรถเกี่ยวนวดข้าว และยังช่วยจับยึดให้แผงข้างทั้งสองตั้งฉาก ทำงานได้รวดเร็วกว่าเดิม อีกทั้งยังช่วยลดขั้นตอนการประกอบโครงรถเกี่ยวนวดข้าวอีกด้วย แสดงดังรูปที่ 4.43

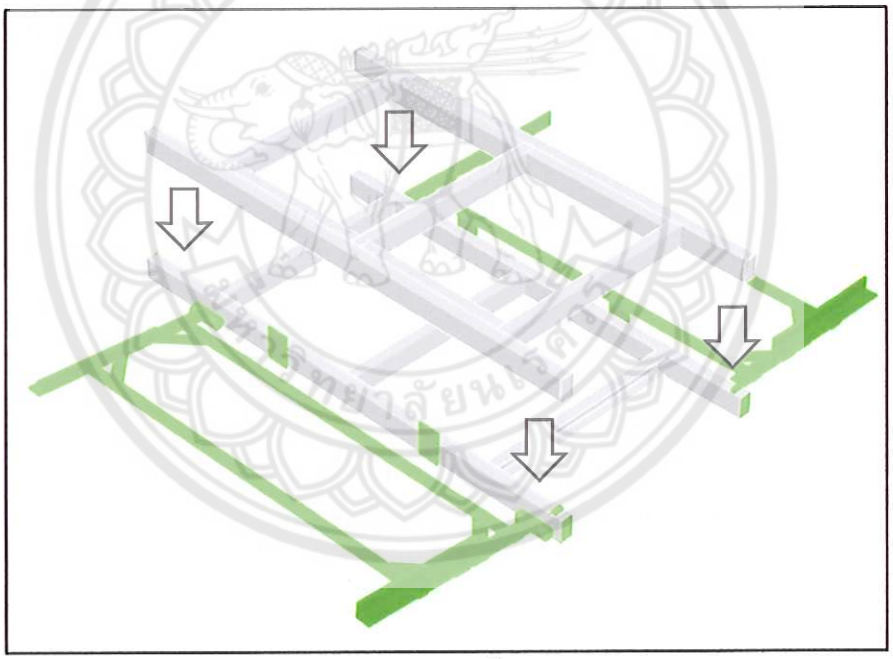
รูปที่ 4.43 ฟิกซ์เจอร์โครงรถเกี่ยวนวดข้าว

4.4.8 ทดลองใช้ฟิกซ์เจอร์ในการประกอบโครงรถเกี่ยวนวดข้าว

ทดลองใช้ฟิกซ์เจอร์ที่สร้างเสร็จแล้วนำมาให้พนักงานทดลองใช้กับชิ้นงานตามขั้นตอนเดิม เพื่อให้เกิดความชำนาญในการใช้ฟิกซ์เจอร์ และฟิกซ์เจอร์ที่สร้างเสร็จแล้วนั้นสามารถช่วยให้พนักงานปฏิบัติงานง่ายขึ้น ได้ระยะตามที่กำหนด และเวลาการทำงานลดลง ตามขั้นตอนดังนี้

4.4.8.1 ยกฐานชิ้นงานวางบนฐานฟิกซ์เจอร์โดยใช้รอกยกฐานของชิ้นงาน แสดงดังรูปที่ 4.44 และ 4.45

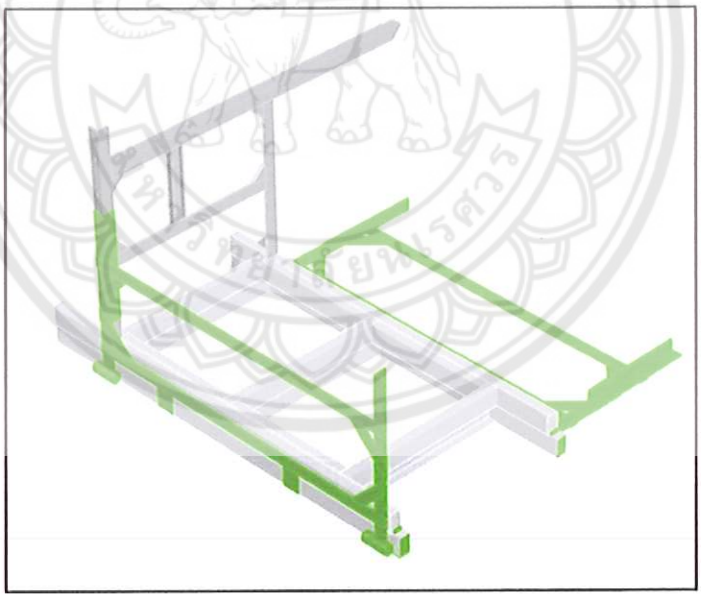
รูปที่ 4.44 ยกฐานชิ้นงานวางบนฐานฟิกซ์เจอร์



รูปที่ 4.45 แบบวาดยกฐานชิ้นงานวางบนฐานฟิกซ์เจอร์

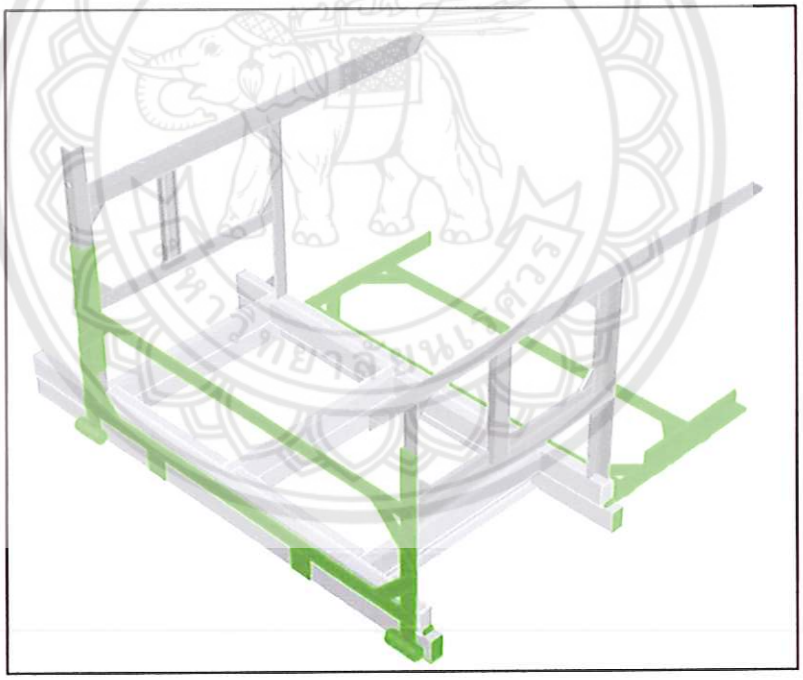
4.4.8.2 ประกอบแผงข้างซ้ายและแผงข้างขวา โดยใช้รอกในการยกแผงข้างมาวางบนฟิกซ์เจอร์ และใช้คีมล็อคจับยึดระหว่างแผงข้างทั้งสองกับฟิกซ์เจอร์ แสดงดังรูปที่ 4.46, 4.47, 4.48 และ 4.49

รูปที่ 4.46 ประกอบแผงข้างซ้าย



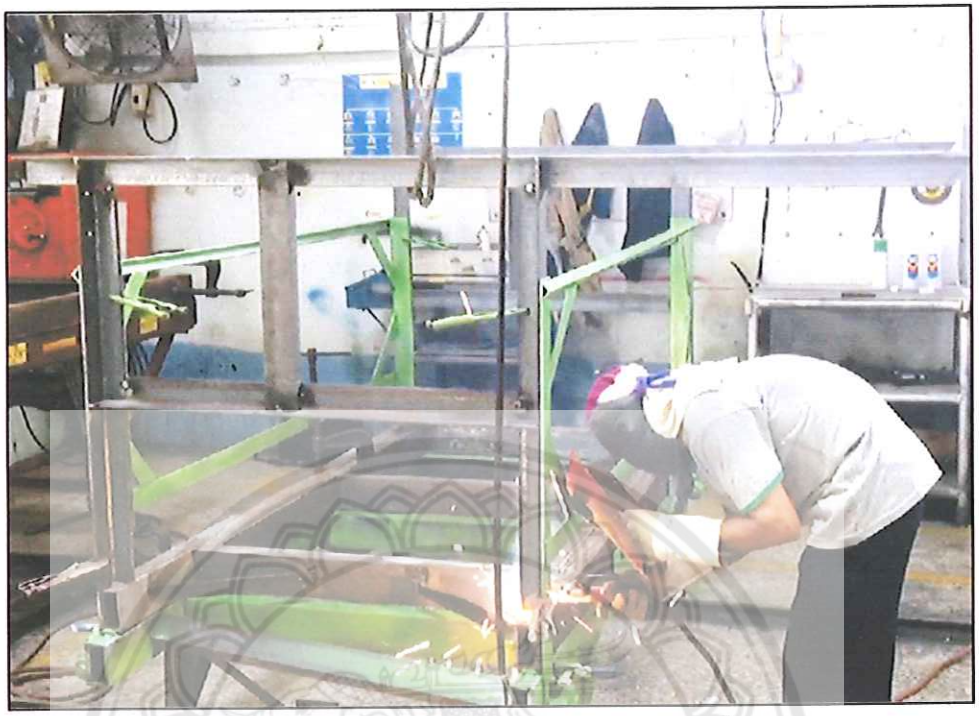
รูปที่ 4.47 แบบวาดประกอบแผงข้างซ้าย

รูปที่ 4.48 ประกอบแผงข้างขวา

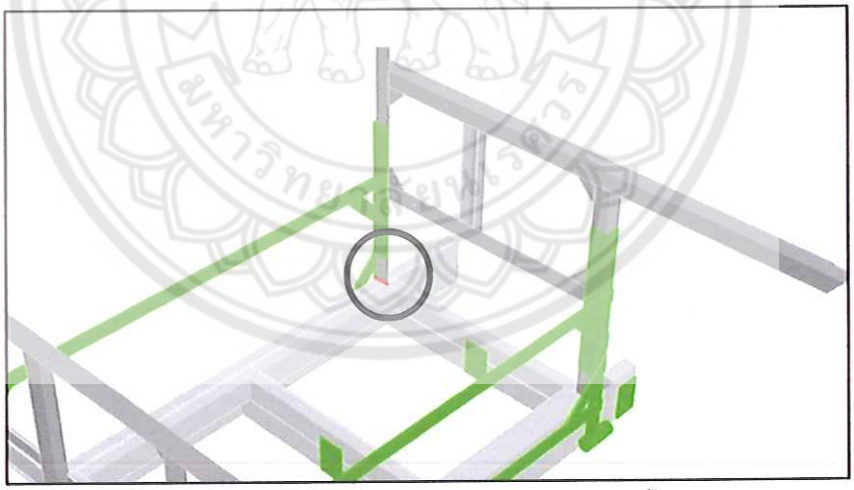


รูปที่ 4.49 แบบวาดประกอบแผงข้างขวา

4.4.8.3 แต้มมุมเสาของแผงข้างทั้งสองติดกับฐานชิ้นงาน แสดงดังรูปที่ 4.50 และ 4.51



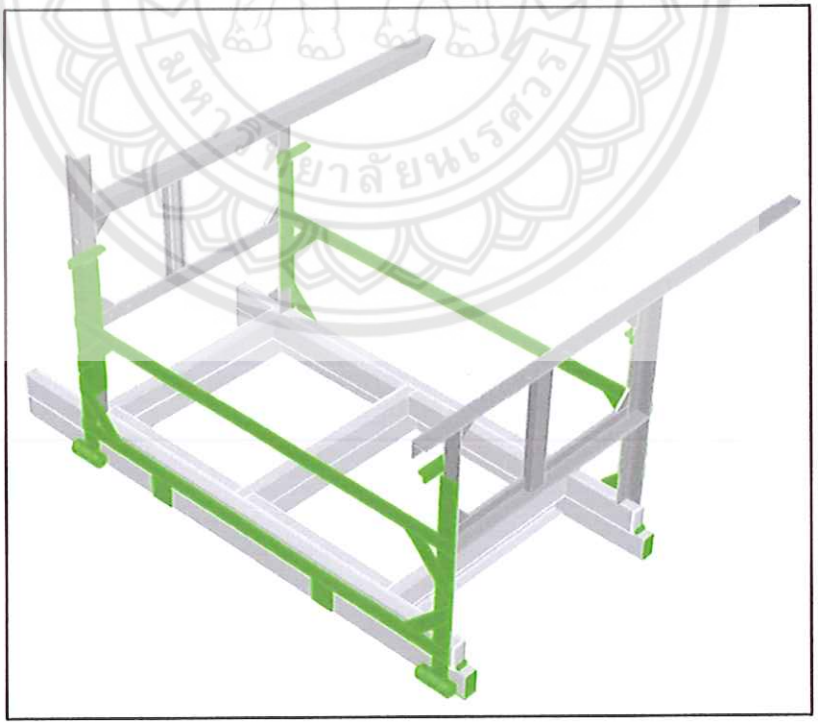
รูปที่ 4.50 แต้มมุมในเสาของแผงข้างติดกับฐานชิ้นงาน



รูปที่ 4.51 แบบวาดแต้มมุมในเสาของแผงข้างติดกับฐานชิ้นงาน (ขีดสีแดง)

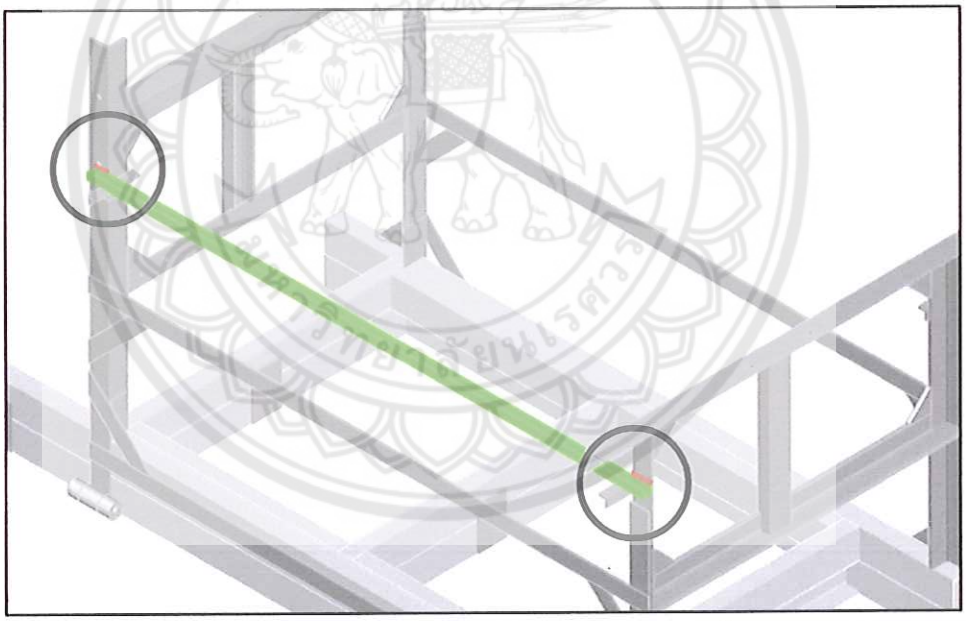
4.4.8.4 ใช้คีมล็อคเหล็กฉากรองคาน (หมายเลข 1) ติดกับแผงข้างทั้งสอง จากนั้นเชื่อมคานยึดระหว่างแผงข้างทั้งสอง แสดงดังรูปที่ 4.52, 4.53, 4.54 และ 4.55

รูปที่ 4.52 ใช้คีมล็อคเหล็กฉากรองคานติดกับแผงข้าง



รูปที่ 4.53 แบบวาดใช้คีมล็อคเหล็กฉากรองคานติดกับแผงข้าง

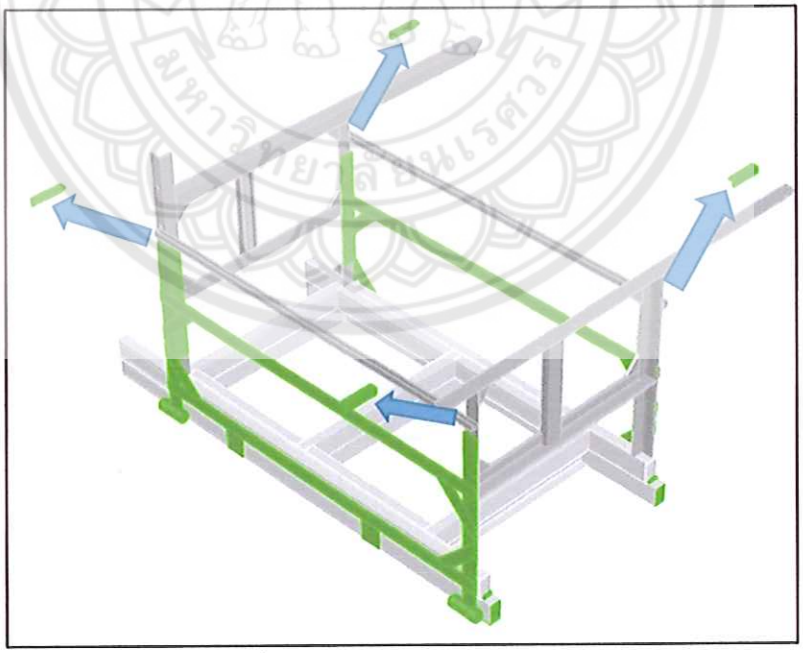
รูปที่ 4.54 เชื่อมคานยึดระหว่างแผงข้างทั้งสอง



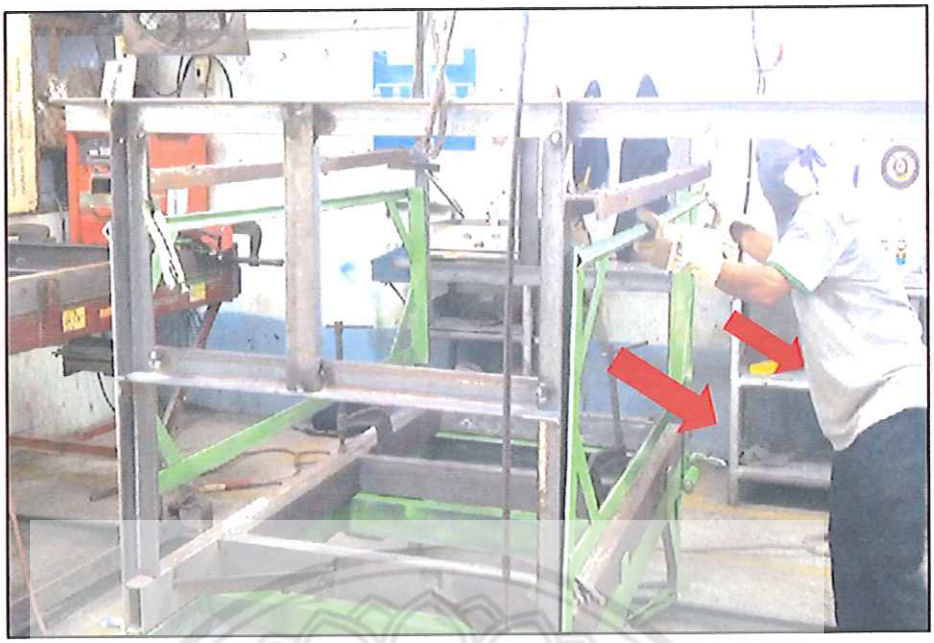
รูปที่ 4.55 แบบวาดเชื่อมคานยึดระหว่างแผงข้างทั้งสอง

4.4.8.5 นำเหล็กฉากรองคาน (จุดที่ลูกศรชี้) และปลดล็อคฟิกซ์เจอร์ออก จากนั้นเชื่อมเสาของแผงข้างทั้งสองอีกรอบ แสดงดังรูปที่ 4.56, 4.57, 4.58, 4.59, 4.60 และ 4.61

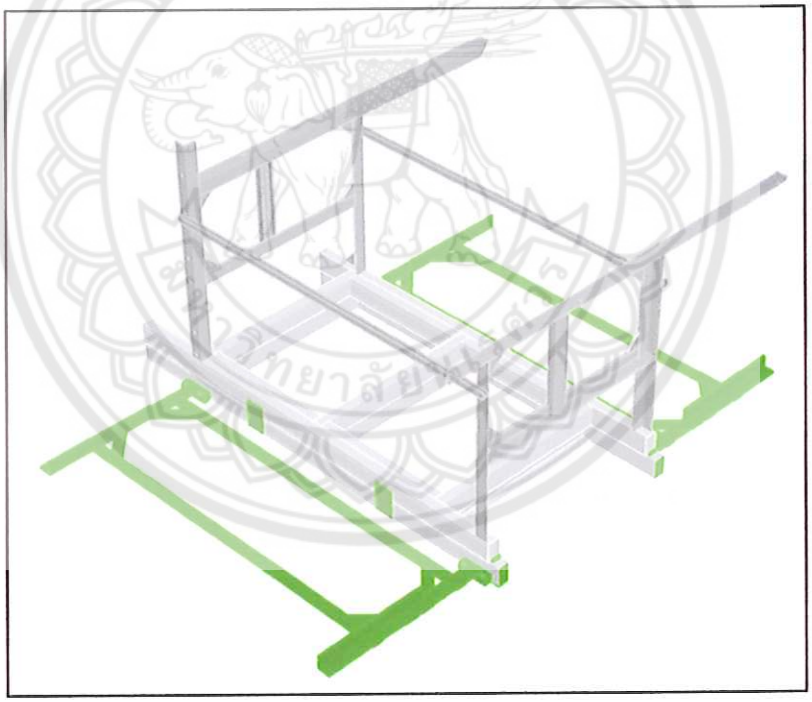
รูปที่ 4.56 นำเหล็กรองคานออก



รูปที่ 4.57 แบบวาดนำเหล็กรองคานออก

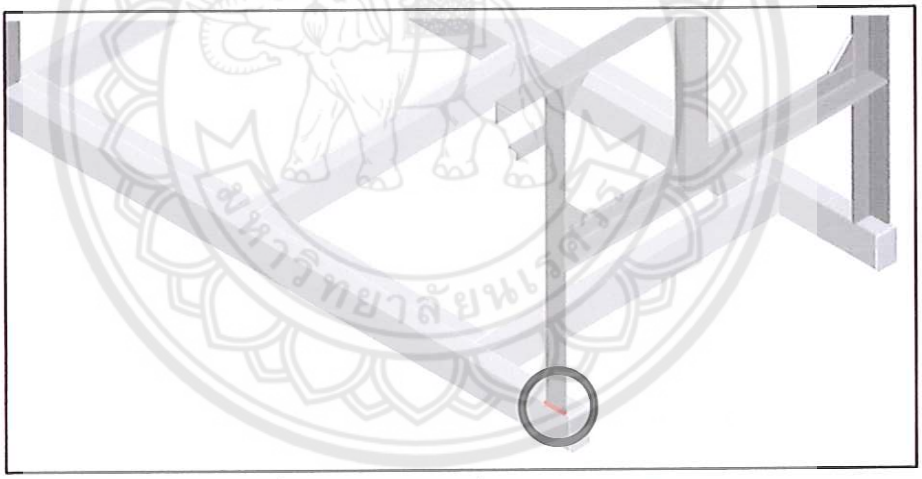


รูปที่ 4.58 ปลดล็อคฟิกซ์เจอร์ออก



รูปที่ 4.59 แบบวาดปลดล็อคฟิกซ์เจอร์ออก

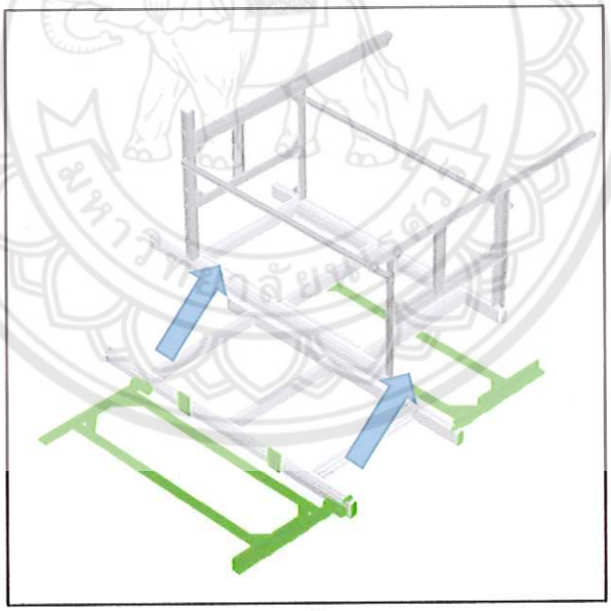
รูปที่ 4.60 เชื่อมเสาของแผงข้างอีกรอบ



รูปที่ 4.61 แบบวาดเชื่อมเสาของแผงข้างอีกรอบ

4.4.8.6 ยกชิ้นงานออกจากฟิกซ์เจอร์ไปยังสถานีถัดไป แสดงดังรูปที่ 4.62 และ 4.63

รูปที่ 4.62 ยกชิ้นงานไปยังสถานีถัดไป



รูปที่ 4.63 แบบวาดยกชิ้นงานไปยังสถานีถัดไป

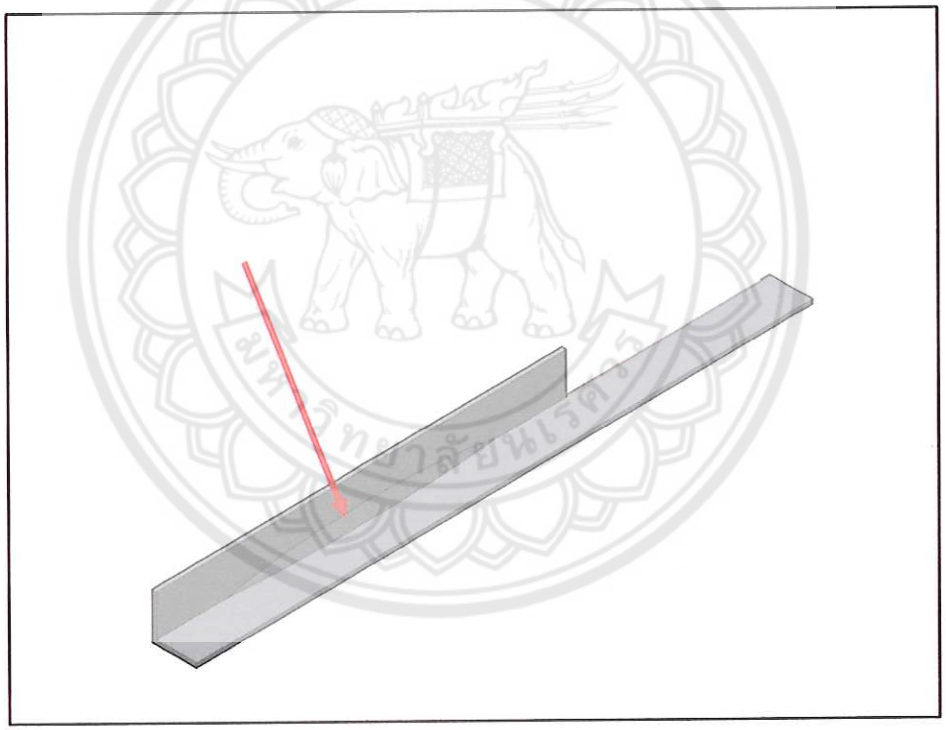
จากการทดลองใช้ฟิกซ์เจอร์ดังกล่าว พนักงานปฏิบัติงานได้ง่ายขึ้น รวดเร็ว และช่วยลดขั้นตอนที่ 1 ในส่วนของการวัดระดับน้ำ การวัดระยะในการกำหนดตำแหน่ง ลดขั้นตอนที่ 3 ขั้นตอนที่ 5 ขั้นตอนที่ 6 และขั้นตอนที่ 8 เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงานหลังจากที่ทดลองใช้ฟิกซ์เจอร์ เท่ากับ 25.77 นาที ซึ่งลดเวลาจากการทำงานที่ยังไม่มีฟิกซ์เจอร์มาใช้ลงมาร้อยละ 56 ซึ่งเปรียบเทียบจากเวลาทำงานเฉลี่ย

4.5 ปรับปรุงแก้ไขฟิกซ์เจอร์

ทำการปรับปรุงแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างที่สร้างฟิกซ์เจอร์ และการทดลองใช้เพื่อตรวจสอบว่าก่อนที่จะประกอบเป็นฟิกซ์เจอร์ ชิ้นส่วนแต่ละชิ้นมีปัญหาหรือไม่เป็นไปตามข้อกำหนดในการสร้างฟิกซ์เจอร์ และส่งผลต่อการประกอบโครงรถเกี่ยวนวดข้าว โดยสอบถามข้อเสนอแนะจากพนักงานผู้ใช้ หัวหน้าช่าง และวิศวกร

4.5.1 ปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างที่สร้างฟิกซ์เจอร์

4.5.1.1 เหล็กที่ใช้ประกอบตัวกำหนดตำแหน่งการวางชิ้นงานเกิดการโก่งตัว และไม่ได้มุมฉาก ทำการปรับปรุงแก้ไขโดยเปลี่ยนแนวการเชื่อมจากเดิมที่เชื่อมเป็นแนวยาวเปลี่ยนเป็นเชื่อมเป็นระยะประมาณ 1 นิ้ว เพื่อลดการโก่งตัวของเหล็ก และคีมล็อกตัวกำหนดตำแหน่งการวางกับเหล็กที่เป็นมุมฉาก แสดงดังรูปที่ 4.64, 4.65 และ 4.66



รูปที่ 4.64 เหล็กเกิดการโก่งตัวหลังการเชื่อม

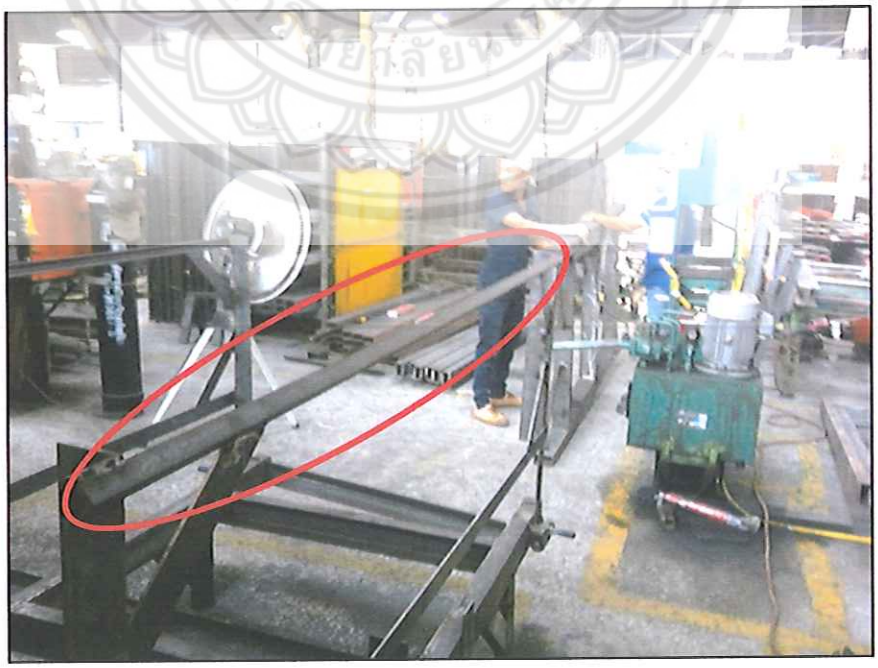
4.5.1.2 บูทหรือยึดจับชิ้นงานเป็นแบบกลึงตายตัว เมื่อกลึงแล้วเกิดคลาดเคลื่อนของชิ้นงาน ส่งผลให้เกิดการคลอน ยึดจับไม่แน่นส่งผลให้ตัวกำหนดตำแหน่งการวางโยก ทางหัวหน้าช่างจึงแนะนำให้ใช้เป็นบูทแบบร้อยเพลาใส่บูท เพราะบูทแบบนี้ยึดจับแน่นกว่าแบบแรก แสดงดังรูปที่ 4.67 และ 4.68

รูปที่ 4.67 บูทแบบกลึงตายตัว

รูปที่ 4.68 บูทแบบร้อยเพลา

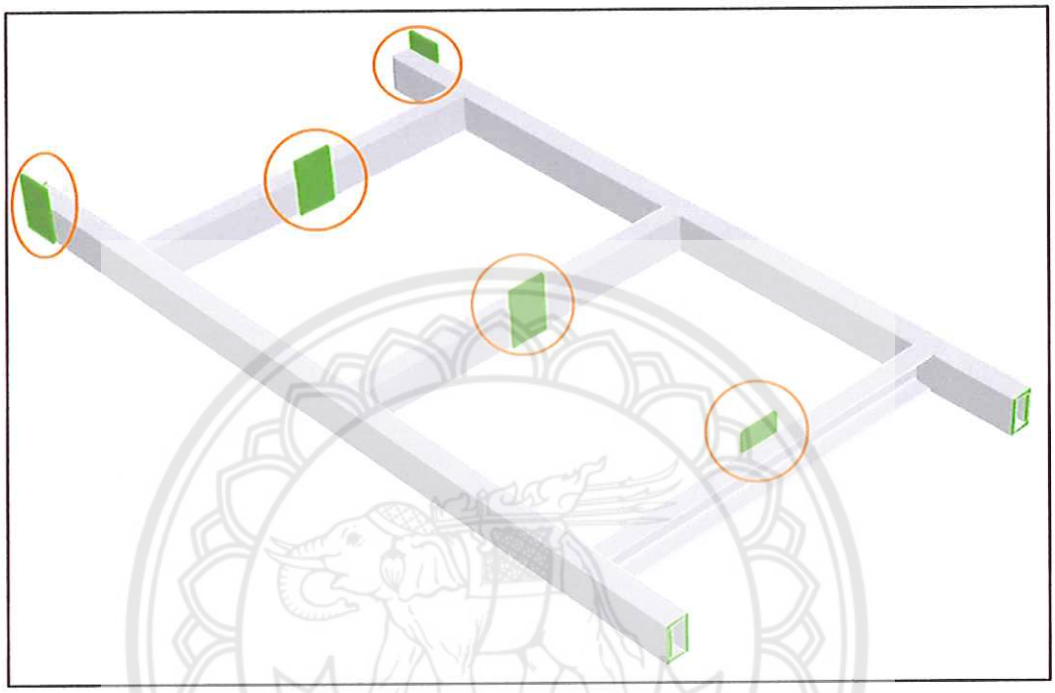
4.5.1.3 เหล็กแผ่นดามตัวกำหนดตำแหน่งการวางมีการโก่งตัว เมื่อดามแล้วไม่แข็งแรง ส่งผลให้ไม่รับน้ำหนังตัวกำหนดตำแหน่งการวาง และเกิดการโยก ทำการปรับปรุงแก้ไขโดยเปลี่ยนเหล็กแบนที่ใช้ดามด้านบนเป็นเหล็กฉากหนา 6 มิลลิเมตร เพื่อรองรับน้ำหนักของตัวกำหนดตำแหน่งการวาง แสดงดังรูปที่ 4.69 และ 4.70

รูปที่ 4.69 เหล็กแผ่นมีความโก่ง และบาง

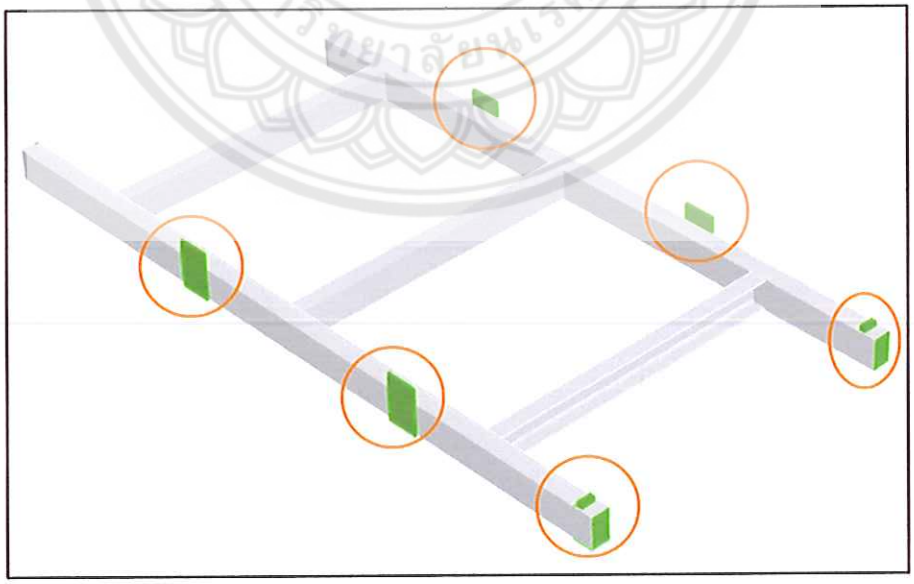


รูปที่ 4.70 ปรับปรุงแก้ไขโดยใช้เหล็กฉากหนา 6 มิลลิเมตร

4.5.3.4 ตัวกำหนดตำแหน่งชิ้นงานก่อนการปรับปรุงทำให้ขั้นตอนการวางฐานรถเกี่ยวนวดข้าวลงบนฟิกซ์เจอร์ และขั้นตอนของการยกออกเป็นไปด้วยความยากลำบากเนื่องจากหลังการวางฐานของรถเกี่ยวลงบนฟิกซ์เจอร์แล้วทำให้เกิดการสวมแบบอัดแน่นยากต่อการยกออกจึงทำการเปลี่ยนจุดติดตั้งตัวกำหนดตำแหน่งชิ้นงานใหม่ทั้งหมด แสดงดังรูป 4.71 และ 4.72



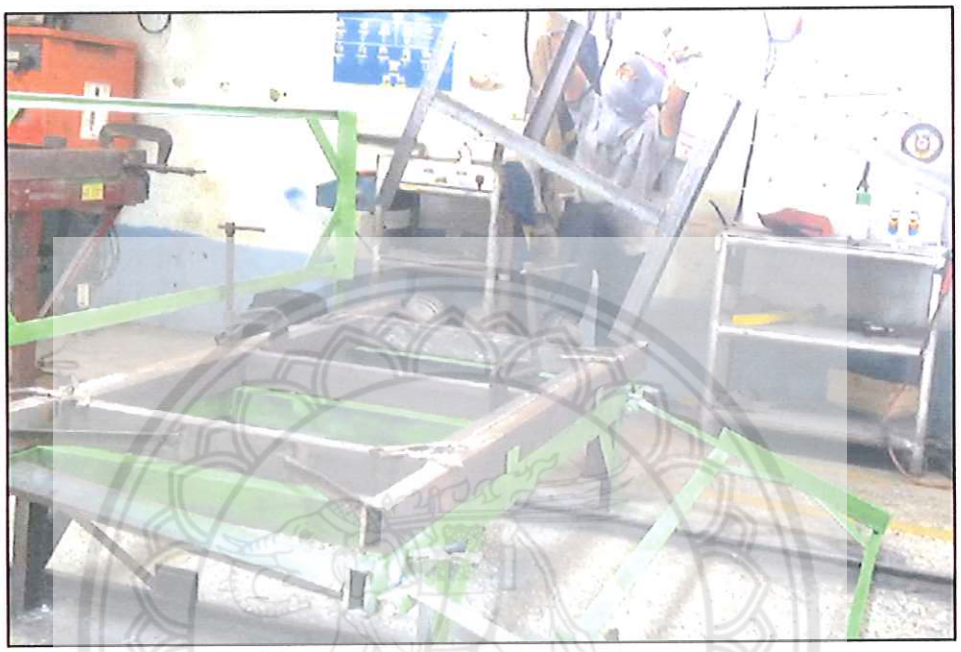
รูปที่ 4.71 ฐานของฟิกซ์เจอร์ก่อนการปรับปรุง



รูปที่ 4.72 ฐานของฟิกซ์เจอร์หลังการปรับปรุง

4.5.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นในการทดลองใช้ฟิกซ์เจอร์

ปัญหาที่เกิดขึ้นในการทดลอง คือ ชิ้นงานบางส่วนที่นำมาประกอบนั้น มีการโก่งตัว มีขนาดใหญ่ และหนัก ส่งผลให้ใช้เวลาในการจับยึดชิ้นงานกับฟิกซ์เจอร์นาน และใช้เวลาเคลื่อนที่นาน เพราะรอกที่ใช้ในการยกชิ้นงานมายังฟิกซ์เจอร์นั้นบริเวณรางของรอกมีความฝืด แสดงดังรูปที่ 4.73



รูปที่ 4.73 พนักงานต้องใช้แรงมากๆ ในการเคลื่อนย้าย

4.6 วัดผลการใช้งานฟิกซ์เจอร์

ทำการวัดผลหลังจากการปรับปรุงแก้ไขฟิกซ์เจอร์ โดยนำเวลาหลังจากนำฟิกซ์เจอร์เข้ามาใช้ในการปฏิบัติงานเปรียบเทียบกับเวลาการทำงานเดิม ซึ่งการเปรียบเทียบนี้ทำให้ทราบว่าฟิกซ์เจอร์ที่ได้ออกแบบ และทำการสร้างขึ้นมานั้น สามารถที่จะช่วยลดเวลาการทำงาน และลดขั้นตอนการทำงานที่เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่ แสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 เวลาการประกอบโครงรถเกี่ยวนวดข้าวหลังฟิกซ์เจอร์ช่วยในการประกอบ

ลำดับที่	รายละเอียด	เวลา (นาที)								
		1	2	3	4	5	6	7	8	เฉลี่ย
1	ยกฐานชิ้นงานวางบนฐานฟิกซ์เจอร์โดยใช้รอกยกฐานของชิ้นงาน	3.44	5.41	3.51	4.23	5.12	4.67	4.35	5.02	4.47
2	ประกอบแผงข้างซ้ายและแผงข้างขวาโดยใช้รอกในการยกแผงข้างมาวางบนฟิกซ์เจอร์ และใช้คีมล็อคจับยึดระหว่างแผงข้างทั้งสองกับฟิกซ์เจอร์	8.41	9.46	9.57	8.89	8.62	9.13	8.56	9.25	8.98
3	แต้มมุมเสาของแผงข้างทั้งสองติดกับฐานชิ้นงาน	1.29	1.32	1.35	1.28	1.30	1.27	1.38	1.33	1.30
4	ใช้คีมล็อคเหล็กฉากรองคานติดกับแผงข้างทั้งสอง จากนั้นเชื่อมคานยึดระหว่างแผงข้างทั้งสอง	5.40	5.10	4.59	5.26	4.81	5.12	4.93	5.08	5.03

ตารางที่ 4.2 (ต่อ) เวลาการประกอบโครงรถเกี่ยวนวดข้าวหลังฟิกซ์เจอร์ช่วยในการประกอบ

ลำดับที่	รายละเอียด	เวลา (นาที)								
		1	2	3	4	5	6	7	8	เฉลี่ย
5	นำเหล็กฉากรองคานและปลดล็อคฟิกซ์เจอร์ออกจากนั้นเชื่อมเสาของแผงข้างทั้งสองอีกรอบ	2.53	2.10	2.15	2.34	2.22	2.41	2.18	2.27	2.23
6	ยกชิ้นงานออกจากฟิกซ์เจอร์ไปยังสถานีถัดไป	4.35	3.50	3.82	4.23	4.17	3.96	4.32	3.97	4.04
	รวม	25.4	26.9	25.00	26.30	26.20	26.6	25.7	26.9	26.12

4.6.1 ประสิทธิภาพในการทำงานหลังใช้ฟิกซ์เจอร์

หาประสิทธิภาพในการทำงาน (Rating Factor) คือ การให้อัตราเร็วของพนักงานเป็นการเปรียบเทียบอัตราเร็วของผู้ถูกจับเวลากับอัตราความเร็วของการทำงานในระดับปกติ โดยใช้ความรู้สึกของผู้ทำการประเมิน

จากการประเมินของวิศวกรจะได้ค่าดังนี้

ความชำนาญ : B1 = 0.08

ความพยายาม : C1 = 0.05

ความสม่ำเสมอ : C = 0.01

เงื่อนไข : D = 0.00

รวม = +0.15

นำค่าที่ได้ไปรวมกับ 1 จะได้ประสิทธิภาพในการทำงาน = 1.15 หรือร้อยละ 115

พนักงานใช้เวลาในการทำงานเฉลี่ย 26.12 นาที

4.6.2 เวลาปกติหลังใช้ฟิกซ์เจอร์

การคำนวณหาค่าเวลาปกติของแต่ละงานย่อย สามารถคำนวณหาเวลาปกติได้จากสมการที่ 2.2

$$NT = \text{Selected Time} \times \text{Rating Factor}$$

$$= 26.12 \times 1.15$$

$$= 30.03 \text{ นาที}$$

จากการทดลอง พบว่า เมื่อนำฟิกซ์เจอร์เข้ามาช่วยในการประกอบโครงรถเกี่ยวนวดข้าวนี้ ส่งผลให้ใช้เวลาในการประกอบลดลงจากเดิม และยังช่วยลดขั้นตอนที่ 3 ขั้นตอนที่ 5 ขั้นตอนที่ 6 ขั้นตอนที่ 8 และรวมขั้นตอนที่ 2 และขั้นตอนที่ 4 เป็นขั้นตอนเดียวกัน จากขั้นตอนการประกอบแบบเดิมโดยที่ไม่ได้ใช้ฟิกซ์เจอร์ แสดงดังตารางที่ 4.3 และชิ้นงานยังได้คุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนด เมื่อนำเวลาการประกอบชิ้นงานก่อนใช้ฟิกซ์เจอร์เปรียบเทียบกับเวลาการประกอบหลังใช้ฟิกซ์เจอร์ พบว่าหลังจากนำฟิกซ์เจอร์มาใช้ในการประกอบโครงรถเกี่ยวนวดข้าวใช้เวลาในการประกอบเฉลี่ยลดลงเท่ากับ 32.62 นาที หรือร้อยละ 55 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างเวลาปกติก่อนใช้ฟิกซ์เจอร์ และเวลาปกติหลังใช้ฟิกซ์เจอร์เวลาลดลงเท่ากับ 38.8 นาที หรือร้อยละ 56 ในการประกอบประกอบโครงรถเกี่ยวนวดข้าวต้องใช้รอกในการยกชิ้นส่วนต่างไปประกอบบนฟิกซ์เจอร์ แต่รอกมีความฝืด ต้องใช้แรงในการเคลื่อนย้ายชิ้นส่วนต่างๆ ที่นำมาประกอบโครงรถเกี่ยว จึงทำให้เวลาในแต่ละครั้งแตกต่างกัน แต่ก็ยังสามารถลดเวลาในการประกอบโครงรถเกี่ยวนวดข้าวลดลง

ตารางที่ 4.3 ขั้นตอนที่ลดลงจากขั้นตอนการประกอบเดิม

ลำดับที่	รายละเอียด	
	ก่อนใช้ฟิกซ์เจอร์	หลังใช้ฟิกซ์เจอร์
1	ยกฐานขึ้นวางบนรางเลื่อนตั้งให้ได้ระดับน้ำ และวัดระบุตำแหน่ง จากนั้นเชื่อมเหล็กดามติดกับฐานและรางเลื่อน ทำการเจียรฐานบริเวณที่เป็นรอยเชื่อมให้เรียบ	ลดการตั้งระดับน้ำและการวัดระบุตำแหน่ง เพราะมีฟิกซ์เจอร์กำหนดตำแหน่ง
2	เชื่อมแผ่นเพลทที่ตัดเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากไว้ทั้งสี่มุมภายในของแผงข้างขวา และติดตั้งแผงข้างขวา	รวมขั้นตอนที่ 2 และขั้นตอนที่ 4 เป็นขั้นตอนเดียวกัน
3	ทำการจับฉากตั้งศูนย์เชื่อมแผงข้างขวาติดกับฐาน และเชื่อมเหล็กดามไว้	ไม่ต้องทำขั้นตอนนี้ เพราะมีฟิกซ์เจอร์ช่วยในการจับยึดชิ้นงาน และกำหนดตำแหน่งชิ้นงาน
4	เชื่อมแผ่นเพลทที่ตัดเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากไว้ทั้งสี่มุมภายในของแผงข้างซ้าย และติดตั้งแผงข้างซ้าย	รวมขั้นตอนที่ 2 และขั้นตอนที่ 4 เป็นขั้นตอนเดียวกัน
5	ทำการจับฉากตั้งศูนย์เชื่อมแผงข้างซ้ายติดกับฐาน และเชื่อมเหล็กดามไว้	ไม่ต้องทำขั้นตอนนี้ เพราะมีฟิกซ์เจอร์ช่วยในการจับยึดชิ้นงาน และกำหนดตำแหน่งชิ้นงาน

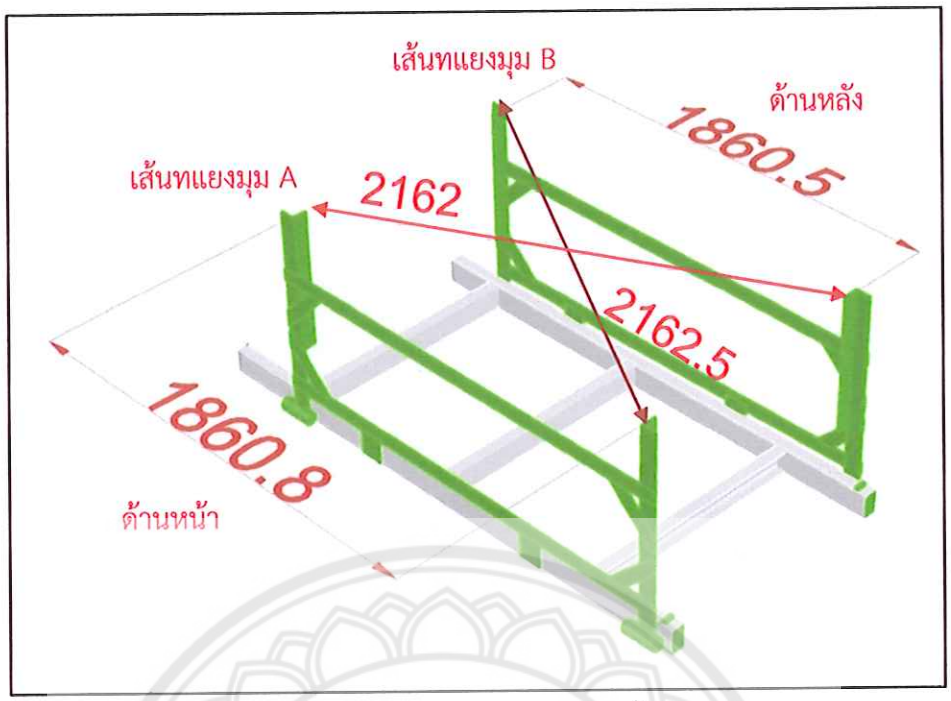
ตารางที่ 4.3 (ต่อ) ขั้นตอนที่ลดลงจากขั้นตอนการประกอบเดิม

ลำดับที่	รายละเอียด	
	ก่อนใช้ฟิกซ์เจอร์	หลังใช้ฟิกซ์เจอร์
5	ทำการจับฉากตั้งศูนย์เชื่อมแผงข้างซ้ายติดกับฐาน และเชื่อมเหล็กดามไว้	ไม่ต้องทำขั้นตอนนี้ เพราะมีฟิกซ์เจอร์ช่วยในการจับยึดชิ้นงาน และกำหนดตำแหน่งชิ้นงาน
6	วัดระยะของแผงข้างทั้งสองเพื่อระบุตำแหน่งในการการวางชิ้นส่วนถัดไป	ไม่ต้องทำขั้นตอนนี้ เพราะมีฟิกซ์เจอร์ช่วยในการจับยึดชิ้นงาน และกำหนดตำแหน่งชิ้นงาน
7	ใช้คีมล็อคเหล็กฉากติดไว้กับแผงข้างทั้งสองข้างจากนั้นนำคานมาวางบนเหล็กฉาก และเชื่อมติดไว้กับแผงซ้าย	
8	วัดระยะและปรับระยะระหว่างแผงทั้งสองข้างโดยใช้สเตย์ และเชื่อมคานที่ใส่ไว้ในขั้นตอนที่ 7 กับแผงข้างขวาเพื่อยึดระยะห่างที่ปรับระหว่างแผงข้างทั้งสอง	ไม่ต้องทำขั้นตอนนี้ เพราะมีฟิกซ์เจอร์ช่วยในการจับยึดชิ้นงาน และกำหนดตำแหน่งชิ้นงาน
รวม	58.46	26.12

หมายเหตุ เวลาในตารางเป็นเวลารวมเฉลี่ย (Average Time) ในการประกอบโครงรถเกี่ยวนวดข้าว

4.6.3 คุณภาพของตัวฟิกซ์เจอร์และการใช้งาน

หลังจากขั้นตอนการสร้างฟิกซ์เจอร์จะทำการวัดระยะห่างของของตัวจับยึดชิ้นงานและเส้นทแยงมุมของตัวจับยึดชิ้นงานเพื่อหาค่าความเคลื่อนที่ยอมรับได้ในการออกแบบซึ่งค่าที่ได้ของระยะห่างตัวจับยึดชิ้นงานจะต้องอยู่ในช่วง 1,858.4 ถึง 1,861.6 มิลลิเมตร และเส้นทแยงมุมของตัวจับยึดชิ้นงานจะต้องอยู่ในช่วง 2,160.4 ถึง 2,163.6 มิลลิเมตร ถึงจะยอมรับการสร้างฟิกซ์เจอร์ตัวนี้ ซึ่งค่าที่ได้หลังจากวัดระยะห่างของแผงข้างด้านหน้าเท่ากับ 1,860.8 มิลลิเมตร ด้านหลังเท่ากับ 1,860.5 มิลลิเมตร เส้นทแยงมุม A เท่ากับ 2,162 มิลลิเมตร เส้นทแยงมุม B เท่ากับ 2,162.5 มิลลิเมตร อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ แสดงดังรูปที่ 4.74



รูปที่ 4.74 ระยะห่างของตัวจับยึดชิ้นงาน

หลังใช้งานฟิกซ์เจอร์จะทำการวัดระยะของแผงทั้งสองข้าง และแนวทแยงเพื่อเก็บข้อมูลค่าความคลาดเคลื่อนของชิ้นงานโดยค่ามาตรฐานโรงงานยอมให้ระยะห่างแผงข้างทั้งสองคลาดเคลื่อนได้เท่ากับ 1,860 ± 2 มิลลิเมตร และเส้นทแยงมุมเท่ากับ 2,162 ± 2 มิลลิเมตร ซึ่งหลักจากการใช้งานฟิกซ์เจอร์ค่าที่วัดได้ของระยะห่างแผงข้างต้องอยู่ในช่วง 1,858 ถึง 1,862 มิลลิเมตร และเส้นทแยงมุมจะต้องอยู่ในช่วง 2,160 ถึง 2,164 มิลลิเมตร ถึงจะยอมรับคุณภาพในการใช้งานฟิกซ์เจอร์ เมื่อเปรียบเทียบค่าที่ทำการวัดพบว่าค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของระยะห่างแผงข้างด้านหน้าเท่ากับ 1,860.5 มิลลิเมตร ด้านหลังเท่ากับ 1,860.5 มิลลิเมตร ทแยงมุม A เท่ากับ 2,162.1 มิลลิเมตร ทแยงมุม B เท่ากับ 2,161.9 มิลลิเมตร อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด แสดงดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ค่าความคลาดเคลื่อนของชิ้นงาน

ตำแหน่ง	ลำดับรถ						
	1	2	3	4	5	6	เฉลี่ย
ด้านหน้า	1,861.0	1,860.5	1,860.0	1,861.0	1,859.0	1,861.5	1,860.5
ด้านหลัง	1,859.0	1,861.0	1,861.0	1,861.5	1,860.5	1,860.0	1,860.5
ทแยงมุม A	2,160.8	2,162.5	2,162.0	2,163.0	2,163.0	2,161.0	2,162.1
ทแยงมุม B	2,161.0	2,161.5	2,162.5	2,162.5	2,163.5	2,160.5	2,161.9

บทที่ 5
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 บทสรุป

จากการศึกษาการประกอบชิ้นงานก่อนนำฟิกซ์เจอร์มาใช้งาน และการวิเคราะห์ข้อมูลก่อนการออกแบบ แสดงให้เห็นว่าขั้นตอนที่ 3 และ 5 พนักงานต้องจับฉากทั้งหมด 4 จุด ซึ่งพนักงานมีความยากลำบากในการประกอบชิ้นงานเพราะมือหนึ่งของพนักงานต้องจับแผงข้างอีกมือหนึ่งจับไม้บรรทัดฉากวัดให้แผงข้างตั้งฉากกับฐานซึ่งอาจทำให้แผงข้างทั้งสองไม่ได้ระยะ และในขั้นตอนที่ 1 และ 6 พนักงานต้องวัดระยะขีดเส้นกำหนดแหน่งทั้งหมด 10 จุด ทำให้ใช้เวลานาน และอาจทำให้การกำหนดตำแหน่งเกิดความคลาดเคลื่อน ส่งผลให้ขั้นตอนที่ 8 ใช้เวลาในการปรับระยะระหว่างแผงข้างทั้งสองนาน ดังนั้นจึงทำการออกแบบฟิกซ์เจอร์ช่วยประกอบชิ้นงาน โดยทำการออกแบบตัวกำหนดตำแหน่ง และตัวยึดจับของฟิกซ์เจอร์ จากนั้นทำการสร้างฟิกซ์เจอร์ตามที่ออกแบบ และทดลองใช้งาน ปรากฏว่า หลังจากใช้ฟิกซ์เจอร์เข้ามาช่วยในการประกอบโครงรถเกี่ยวนวดข้าวแล้วนั้น สามารถลดเวลาการทำงาน ลดขั้นตอนการจับฉากของขั้นตอนที่ 3 และ 5 และลดขั้นตอนการวัดระยะขีดเส้นกำหนดตำแหน่งของขั้นตอนที่ 1 และ 6 ลงได้ทั้งหมด แต่การใช้ฟิกซ์เจอร์นี้ก็มีขั้นตอนเพิ่มขึ้นมา คือ ขั้นตอนการใช้คีมล็อคจับยึดระหว่างชิ้นงานและฟิกซ์เจอร์แสดงในในขั้นตอนที่ 2 และเพิ่มขั้นตอนการยกชิ้นงานที่ประกอบเสร็จแล้ว ไปยังสถานีถัดไป แสดงดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 เวลาในการขึ้นโครงรถเกี่ยวนวดข้าวก่อน และหลังใช้ฟิกซ์เจอร์

ลำดับที่	รายละเอียด	
	ก่อนใช้ฟิกซ์เจอร์	หลังใช้ฟิกซ์เจอร์
1	ยกฐานขึ้นวางบนรางเลื่อน ตั้งให้ได้ระดับน้ำ และวัดระบุตำแหน่ง จากนั้นเชื่อมเหล็กดามติดกับฐานและรางเลื่อน ทำการเจียรฐานบริเวณที่เป็นรอยเชื่อมให้เรียบ	ยกฐานชิ้นงานวางบนฐานฟิกซ์เจอร์โดยใช้รอกยกฐานของชิ้นงาน
2	เชื่อมแผ่นเพลทที่ตัดเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากไว้ทั้งสี่มุมภายในของแผงข้างขวา และติดตั้งแผงข้างขวา	ประกอบแผงข้างซ้ายและแผงข้างขวาโดยใช้รอกในการยกแผงข้างมาวางบนฟิกซ์เจอร์ และใช้คีมล็อคจับยึดระหว่างแผงข้างทั้งสองกับฟิกซ์เจอร์
3	ทำการจับฉากตั้งศูนย์เชื่อมแผงข้างขวาติดกับฐาน และเชื่อมเหล็กดามไว้	

ตารางที่ 5.1 (ต่อ) เวลาในการขึ้นโครงรถเกี่ยวนวดข้าวก่อน และหลังใช้ฟิกซ์เจอร์

ลำดับที่	รายละเอียด	
	ก่อนใช้ฟิกซ์เจอร์	หลังใช้ฟิกซ์เจอร์
4		แต้มมุมเสาของแผงข้างทั้งสองติดกับฐานชิ้นงาน
5	เชื่อมแผ่นเพลทที่ตัดเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากไว้ทั้งสี่มุมภายในของแผงข้างซ้าย และติดตั้งแผงข้างขวา	
6	ทำการจับฉากตั้งศูนย์เชื่อมแผงข้างซ้ายติดกับฐาน และเชื่อมเหล็กดามไว้	
7	วัดระยะของแผงข้างทั้งสองเพื่อระบุตำแหน่งในการการวางชิ้นส่วนถัดไป	
8	ใช้คีมล็อคเหล็กฉากติดไว้กับแผงข้างทั้งสองข้างจากนั้นนำคานมาวางบนเหล็กฉาก และเชื่อมติดไว้กับแผงซ้าย	ใช้คีมล็อคเหล็กฉากรองคาน ติดกับแผงข้างทั้งสอง จากนั้นเชื่อมคานยึดระหว่างแผงข้างทั้งสอง
9	วัดระยะและปรับระยะระหว่างแผงทั้งสองข้างโดยใช้สเตย์ และเชื่อมคานที่ใส่ไว้ในขั้นตอนที่ 7 กับแผงข้างขวาเพื่อยึดระยะห่างที่ปรับระหว่างแผงข้างทั้งสอง	
10		นำเหล็กฉากรองคาน และปลดล็อคฟิกซ์เจอร์ออก จากนั้นเชื่อมเสาของแผงข้างทั้งสองอีกรอบ
11		ยกชิ้นงานออกจากฟิกซ์เจอร์ไปยังสถานีถัดไป
เวลารวม	58.46	26.12

<u>หมายเหตุ</u> เวลาในตาราง คือ เวลาเฉลี่ยในการประกอบโครงรถเกี่ยวนวดข้าว

เมื่อนำเวลาการประกอบชิ้นงานก่อนใช้ฟิกซ์เจอร์เปรียบเทียบกับเวลาการประกอบหลังใช้ฟิกซ์เจอร์ พบว่าหลังจากนำฟิกซ์เจอร์มาใช้ในการประกอบโครงรถเกี่ยวนวดข้าวใช้เวลาในการประกอบลดลงเท่ากับ 32.62 นาที หรือร้อยละ 55 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างเวลาปกติก่อนใช้ฟิกซ์เจอร์ และเวลาปกติหลังใช้ฟิกซ์เจอร์เวลาลดลงเท่ากับ 38.8 นาที หรือร้อยละ 56 จากการตั้งจุดประสงค์ของโครงการไว้ คือ การลดเวลาการทำงานของพนักงานอย่างน้อยร้อยละ 5 ของการทำงานปกติ และเมื่อทำการเปรียบเทียบเวลาการทำงาน ก่อน-หลัง การใช้ฟิกซ์เจอร์นั้น

แสดงให้เห็นว่า ฟิกซ์เจอร์ ที่สร้างขึ้นมานั้น สามารถลดเวลาการทำงานของพนักงานลงไปได้ร้อยละ 56 ของการทำงานปกติตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้

ค่าความคลาดเคลื่อนหลังการใช้งานจะเป็นตัววัดคุณภาพของตัวฟิกซ์เจอร์ทำให้จะต้องมีความละเอียดในขั้นตอนการสร้างฟิกซ์เจอร์ และพบว่าค่าความคลาดเคลื่อนหลังใช้งานฟิกซ์เจอร์ที่วัดได้อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดทำให้ทราบว่าฟิกซ์เจอร์ตัวนี้มีคุณภาพในการทำงานตามที่กำหนด

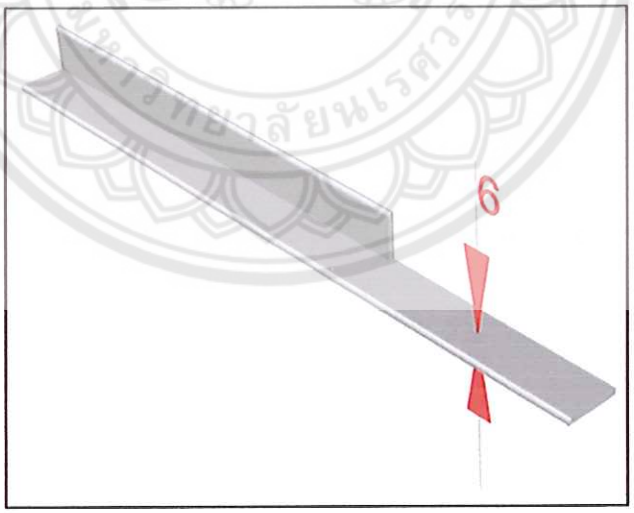
5.2 ข้อเสนอแนะ และแนวทางการพัฒนา

5.2.1 ควรตรวจเช็คฟิกซ์เจอร์อย่างสม่ำเสมอ เพื่อตรวจสอบดูว่ามีการบิดเบี้ยวไปจากระยะเดิมหรือไม่เพราะฟิกซ์เจอร์อาจจะเกิดการเสื่อมสภาพจากความร้อนของการเชื่อมเมื่อใช้ไปเป็นเวลานาน

5.2.2 เพื่อให้ได้ประโยชน์สูงสุดของการใช้งานฟิกซ์เจอร์ ควรมีการสร้างฟิกซ์เจอร์เข้ามาเพิ่มตามสถานีงานต่างๆ ที่พนักงานยังขาดอุปกรณ์ช่วยเหลือการทำงาน หรือสถานีงานที่เป็นคอขวด

5.2.3 เนื่องจากรุ่นของรถเกี่ยวนวดข้าวนั้นมีหลายรุ่น จึงมีขนาดของตัวฐานและระยะแผงข้างที่ไม่เท่ากัน ผู้จัดทำโครงการได้เลือกทำฟิกซ์เจอร์ที่สามารถงานได้แค่รุ่นที่มีการผลิตสูงสุด ทางโรงงานควรมีการปรับปรุงฟิกซ์เจอร์ให้สามารถใช้งานได้กับทุกรุ่นของโครงรถเกี่ยวในอนาคต

5.2.4 เนื่องจากขนาดเหล็กของตัวจับยึดชิ้นงานมีความบางเพียง 6 มิลลิเมตร ยังขาดความแข็งแรงอาจจะเกิดความเสียหายได้ในอนาคตควรมีการเชื่อมเหล็กเสริมความแข็งแรงด้านหลังตัวจับยึดชิ้นงาน แสดงดังรูป 5.1



รูปที่ 5.1 ความบางของตัวจับยึดชิ้นงาน

5.2.5 ควรตรวจบูทอย่างสม่ำเสมอว่ามีการเคลื่อนตัวของบูทที่ทำการเชื่อมติดกับฐานไว้หรือไม่เพราะการเคลื่อนตัวของบูทจะทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนของตัวจับยึดชิ้นงาน

5.2.6 ความสูงของขาฟิกซ์เจอร์ยังต่ำเกินไปทำให้พนักงานยังต้องก้มทำงานในบางขั้นตอนควรเพิ่มความสูงของขาฟิกซ์เจอร์ขึ้นอีกในระดับหนึ่ง

5.2.7 การพับตัวจับยึดชิ้นงานลงมาส่งผลให้กีดขวางทางเดินของพนักงาน ควรเพิ่มพื้นที่การทำงาน หรือลดความสูงของตัวจับยึดชิ้นงาน แสดงดังรูป 5.2

รูปที่ 5.2 ตัวจับยึดชิ้นงานกีดขวางทางเดิน

5.2.8 ฐานของฟิกซ์เจอร์สร้างตามแบบของฐานรถเกี่ยวนวดข้าวทำให้มีน้ำหนักมากเกินไปในอนาคตการสร้างฟิกซ์เจอร์ตัวใหม่อาจปรับขนาดเหล็กของฐานลงมาเพื่อให้มีน้ำหนักเบาลง ง่ายต่อการเคลื่อนย้าย หรือ ปรับปรุงแก้ไขฟิกซ์เจอร์

เอกสารอ้างอิง

ณัธพงษ์ กุลโม้ นักศึกษา TID3R. **หลักการจับยึดชิ้นงาน.** สืบค้นเมื่อ 18 ตุลาคม 2557 จาก https://sites.google.com/site/nuttapong125890/1/bth-thi.

วชิระ มีทอง. (2553). **การพัฒนาขั้นเริ่มแรกของการออกแบบ.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ ส.ส.ส. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

วชิระ มีทอง. (2553). **หลักของการจับยึดชิ้นงาน.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ ส.ส.ส. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

วันชัย ริจิรวนิช (2548 : 376-378). **การศึกษาเวลา.** สืบค้นเมื่อวันที่ 29 ตุลาคม 2557 จาก http://ir.rmuti.ac.th/xmlui/bitstream/handle/123456789/260/7.

ศจี ศิริไกร. การศึกษาเวลาทางตรง. สืบค้นเมื่อ 18 ตุลาคม 2557, จาก www.sajeesirikrai.com/images/.../9_Direct%20Time%20Study_2012.pdf.

ประวัติคณะนิสิตผู้จัดทำโครงงาน

ชื่อ นายวุฒิพงษ์ สาแสน

ภูมิลำเนา 1/34 หมู่ 3 ต.หนองกลับ อ.หนองบัว จ.นครสวรรค์ 60110

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมจากโรงเรียนหนองบัว จ.นครสวรรค์
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: hasmeyou_nuy@hotmail.com

ชื่อ นางสาวจารุมาศ อิ่นคำ

ภูมิลำเนา 236 หมู่ 3 ต.ทุ่งผาสุก อ.เชียงคำ จ.พะยา 56110

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนเชียงคำวิทยาคม
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: yinglovely_za@windowslive.com