การวางผังโรงงาน
กรณีศึกษาโรงหล่อพระพุทธรูป จังหวัดพิษณุโลก

PLANT LAYOUT

A CASE STUDY OF BUDDHA IMAGE CASTING FACTORY,

PHITSANULOK PROVINCE.

นายเกรียงไกร ปัทมพงศ์พร รหัส 52360065

นายภาณุพงศ์ คำผาด รหัส 52360492

วันที่ลง 23 มี.ค. 57

เลขทะเบียน 1654172

เลขเรียกหนังสือ ว.ส.

ว767 ก 2555

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2555

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน	การวางผังผังโรงงาน กรณีศึกษาโรงงานหล่อพระพุทธรูป จังหวัดพิษณุโลก	
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายเกรียงไกร ปัทมพงศ์พร	52360065
	นายภาณุพงศ์ คำผาด	52360492
ที่ปรึกษาโครงงาน	อาจารย์วิสาข์ เจ่าสกุล	
สาขาวิชา	วิศวกรรรมอุตสาหการ	
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ	
ปีการศึกษา	2555	

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

.....ที่ปรึกษาโครงงาน
(อาจารย์วิสาข์ เจ่าสกุล)

.....กรรมการ
(ดร. ภาณุ บูรณจารุกร)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ศิษฎา สิมารักษ์)

ชื่อหัวข้อโครงงาน	การออกแบบผังโรงงาน กรณีศึกษาโรงงานหล่อพระพุทธรูป จังหวัดพิษณุโลก	
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายเกรียงไกร ปัทมพงศ์พร	52360065
	นายภาณุพงศ์ คำผาด	52360492
ที่ปรึกษาโครงงาน	อาจารย์วิสาข์ เจ่าสกุล	
สาขาวิชา	วิศวกรรรมอุตสาหการ	
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ	
ปีการศึกษา	2555	

.....

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการศึกษาและออกแบบผังโรงงานประสบปัญหาอุทกภัย เพื่อปรับปรุง และฟื้นฟูโรงงานให้สามารถประกอบกิจการได้ดังเดิม และมีผลผลิตเพิ่มขึ้น ซึ่งได้จากการลดระยะทางและลดเวลาในการขนย้ายวัตถุดิบให้น้อยลงด้วยการออกแบบผังโรงงานใหม่ โดยใช้การวางผังโรงงานตามรูปแบบการวางแผนผังโรงงานอย่างมีระบบ (Systematic Layout Planning : SLP) และเขียนแผนภาพจำลองด้วยโปรแกรม Microsoft Visio 2010, AutoCAD 2007 และ Google Sketchup

จากการศึกษาข้อมูลของโรงงานทำให้ทราบว่าโรงงานมีการผลิตผลิตภัณฑ์ตามคำสั่งของลูกค้า แต่ผลิตภัณฑ์ที่โรงงานผลิตเป็นประจำประกอบด้วย พระปัดมัน และพระปิดทอง ขนาด 3 นิ้ว 5 นิ้ว และ 9 นิ้ว ทางผู้จัดทำโครงงานได้เข้าไปศึกษากระบวนการไหลของกระบวนการผลิต และใช้เหตุผลกำหนดความสัมพันธ์ของการไหลโดยนำข้อมูลเชิงปริมาณมาแปลงเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาจัดวางผังโรงงานใหม่ให้สอดคล้องกับการไหล ทั้งนี้ทางผู้จัดทำได้ปรับปรุงในด้านจัดสรรคนงาน มีการสลับตำแหน่งคนงาน เพิ่มลดคนงานให้เหมาะสมกับงานที่ทำ ทำให้ผลผลิตของกระบวนการเพิ่มขึ้น ในด้านการวางผังโรงงานผู้จัดทำได้จัดทำแบบโรงงานจำลองโดยใช้โปรแกรม AutoCAD 2007 และ Google Sketchup นำมาจัดวางผังโรงงานให้เหมาะสมตามหลักวิชาการวางผังโรงงาน

ผลจากการดำเนินโครงงานทำให้พบว่าสามารถลดระยะทางระหว่างสถานีงานได้ทั้งหมด 64 เมตร ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 17.23 ของระยะทางระหว่างสถานีงานทั้งหมด และสามารถเพิ่มผลผลิตเฉลี่ยรวมทุกชนิดผลิตภัณฑ์ได้ 27.5 องค์ต่อวันในทางทฤษฎี ทั้งนี้ยังได้ให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะแก่โรงงานในด้าน การจัดเรียงสถานีงาน การจัดสรรคนงาน การใช้พื้นที่สูญเปล่า และคำแนะนำเกี่ยวกับแผนกรับ-ส่งวัสดุ ถ้าหากโรงงานได้ปรับแต่งผังโรงงานตามโครงงานนี้แล้ว จะทำให้ได้ผลใกล้เคียงกับทฤษฎีในโครงงานเล่มนี้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความกรุณาช่วยเหลืออย่างดียิ่งของอาจารย์วิสาข์ เจ่าสกุล อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานที่ได้ให้คำแนะนำ แนวคิด ตลอดจนแก้ไขปัญหาข้อบกพร่องต่างๆ มาโดยตลอดจนโครงงานเล่มนี้เสร็จสมบูรณ์ จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์ศิษฎา สิมารักษ์ ที่ให้คำปรึกษาที่มีค่ายิ่งเกี่ยวกับการวางแผนผังโรงงาน และให้การสนับสนุนท่านอาจารย์วิสาข์ เจ่าสกุล

ขอขอบคุณคุณพัชราภรณ์ วัฒนกุลชัย เจ้าของสถานประกอบการที่ให้ความช่วยเหลือ และสนับสนุนตลอดการดำเนินโครงงาน รวมทั้งหัวหน้างานทุกคนของโรงงานที่ให้คำแนะนำ และข้อคิดเห็นต่างๆ ของการทำงานมาโดยตลอด

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณทุกๆ ท่านที่ได้สนับหนุนการทำงาน และให้กำลังใจแก่คณะผู้ดำเนินโครงงานเสมอมา กระทั่งการดำเนินโครงงานครั้งนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี และความดีอันเกิดจากการดำเนินโครงงานครั้งนี้ คณะผู้ดำเนินโครงงานขอมอบแด่บิดา มารดา ครู อาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านคณะผู้ดำเนินโครงงานมีความซาบซึ้งในความกรุณาอันดียิ่งจากทุกท่านที่ได้กล่าวนามมา และขอกราบขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

คณะผู้ดำเนินโครงงานวิศวกรรม
นายเกรียงไกร ปัทมพงศ์พร
นายภาณุพงศ์ คำผาด

กันยายน 2556

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญานิพนธ์ ก
บทคัดย่อ ข
กิตติกรรมประกาศ ค
สารบัญ ง
สารบัญตาราง ฉ
สารบัญรูป ช
สารบัญสัญลักษณ์ ฌ

บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของโครงงาน 1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 1
1.3 เกณฑ์ชี้วัดผลงาน (Outputs) 1
1.4 เกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ (Outcomes) 1
1.5 ขอบเขตการดำเนินโครงงาน 1
1.6 สถานที่ในการดำเนินโครงงาน 1
1.7 ระยะเวลาในการดำเนินโครงงาน 1
1.8 ขั้นตอน และแผนการดำเนินโครงงาน 2

บทที่ 2 หลักการ และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 3
2.1 ความสำคัญพื้นฐานของการวางผังโรงงาน 3
2.2 การวางผังโรงงานขั้นต้น 4
2.3 การวางผังโรงงานอย่างละเอียด 8
2.4 ประโยชน์ของการวางผังโรงงาน 11
2.5 ระบบของการวางผังโรงงาน 12
2.6 ปัญหาของการจัดการวางผังโรงงาน 16
2.7 ขั้นตอนการออกแบบผังโรงงาน 17
2.8 เครื่องมือวิเคราะห์ความสัมพันธ์ 21
2.9 การศึกษาเวลา 24
2.10 อัตราการทำงาน 25

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.11 การจัดสมดุลสายผลิต 26

บทที่ 3 วิธีการดำเนินโครงงาน 31
3.1 การเก็บข้อมูลของโรงงาน 32
3.2 การวิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บรวบรวมเพื่อนำไปออกแบบผังโรงงาน 32
3.3 การจัดสรรเนื้อที่โรงงาน 33
3.4 การออกแบบผังโรงงานใหม่ 33
3.5 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของผังโรงงานเก่า และผังโรงงานใหม่ 33
3.6 การดำเนินการตามผังที่ผู้ประกอบการเลือก 34
3.7 การทำการติดตามผลการดำเนินงาน 34
3.8 การสรุปผลดำเนินงาน และจัดทำข้อเสนอแนะ 34
3.9 การจัดทำรูปเล่มโครงงาน 34

บทที่ 4 ผลการวิจัยดำเนินงาน 35
4.1 ข้อมูลเบื้องต้น 35
4.2 การวิเคราะห์การไหล 52
4.3 การจัดสรรพื้นที่ในโรงงาน 67
4.4 การวางผังโรงงาน 86
4.5 ดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพ 100

บทที่ 5 สรุปผลดำเนินงาน 102
5.1 สรุปการวางผังโรงงาน 102
5.2 การวางผังโรงงาน 104
5.3 ข้อเสนอแนะ 105
ภาคผนวก 106
เอกสารอ้างอิง

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 ขั้นตอน และแผนการดำเนินโครงงาน 2

4.1 แสดงรายการชิ้นส่วนสำหรับผลิตภัณฑ์พระพุทธชินราชปัดมัน 36

4.2 แสดงรายการชิ้นส่วนสำหรับผลิตภัณฑ์พระพุทธชินราชปิดทอง 36

4.3 แสดงเวลาของการผลิตพระปัดมัน 3 นิ้ว 46

4.4 แสดงเวลาของการผลิตพระปัดมัน 5 นิ้ว 47

4.5 แสดงเวลาของการผลิตพระปัดมัน 9 นิ้ว 48

4.6 แสดงเวลาของการผลิตพระปิดทอง 3 นิ้ว 49

4.7 แสดงเวลาของการผลิตพระปิดทอง 5 นิ้ว 50

4.8 แสดงเวลาของการผลิตพระปิดทอง 9 นิ้ว 51

4.9 การแปลงข้อมูลจาก Multi Product Process Chart อยู่ในรูป From To Chart 52

4.10 From To Chart แสดงจำนวนการไหลของชิ้นงานของผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 ชนิด 53

4.11 From To Chart แสดงระยะทางระหว่างสถานีงานในโรงานก่อนปรับปรุง 54

4.12 แสดงความสัมพันธ์เชิงปริมาณเป็นเชิงคุณภาพ 56

4.13 แสดงการให้เหตุผลการจัดวางสถานีงานเชิงคุณภาพ 59

4.14 แสดงระดับความสัมพันธ์ของแต่ละสถานีงาน 64

4.15 พื้นที่ของสถานีงานในสายการผลิต 86

4.16 แสดงการวิเคราะห์จำนวนคนที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์พระปัดมัน 3 นิ้ว 87

4.17 แสดงการวิเคราะห์จำนวนคนที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์พระปัดมัน 5 นิ้ว 89

4.18 แสดงการวิเคราะห์จำนวนคนที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์พระปัดมัน 9 นิ้ว 90

4.19 แสดงการวิเคราะห์จำนวนคนที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์พระปิดทอง 3 นิ้ว 91

4.20 แสดงการวิเคราะห์จำนวนคนที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์พระปิดทอง 5 นิ้ว 92

4.21 แสดงการวิเคราะห์จำนวนคนที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์พระปิดทอง 9 นิ้ว 93

4.22 From To Chart แสดงระยะทางระหว่างสถานีงานในโรงานก่อนปรับปรุง 93

4.23 แสดงการเปรียบเทียบกำลังการผลิตระหว่างกำลังผลิตปัจจุบันกับกำลังผลิตที่ได้จัดสมดุลแล้ว 94

5.1 แสดงระยะทางก่อนปรับปรุง และหลังปรับปรุงแล้ว 102

5.2 แสดงการเปรียบเทียบรายงานผลการผลิตระหว่างก่อนปรับปรุง และหลังปรับปรุงผังโรงงานแล้วของพระปัดมัน 102

5.3 แสดงการเปรียบเทียบรายงานผลการผลิตระหว่างก่อนปรับปรุง และหลังปรับปรุงผังโรงงานแล้วของพระปัดมัน 103

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 แผนภูมิการไหลของผ่าน	10
2.2 แผนภูมิไหล ไป – กลับ	11
2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างชนิด และปริมาณที่ผลิต	13
2.4 การจัดวางผังตามชนิดเครื่องจักร	13
2.5 การจัดวางผังผสมขั้นตอนการผลิต	15
2.6 กุญแจ PQRST เพื่อการแก้ไขปัญหาการวางแผนผังโรงงาน	19
2.7 การแสดงการเลือกชนิดของผังโรงงาน	20
2.8 แสดงการเลือกเครื่องมือขนถ่ายลำเลียงแต่ละประเภท	20
2.9 แสดงความสัมพันธ์ (Relationship Chart)	23
2.10 อัตราการให้ Rating ของคน	26
2.11 แสดงรอบของเวลา	27
2.12 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ลำดับก่อนหลังของการผลิต	28
2.13 แสดงการเกิดสภาวะคอขวดของงาน	30
2.14 แสดงการแบ่งงานย่อย	30
3.1 แสดงขั้นตอนการดำเนินโครงงาน	31
4.1 พระปัดมัน	35
4.2 พระปิดทอง	35
4.3 Product Tree พระปัดมัน	37
4.4 Product Tree พระปิดทอง	37
4.5 Operation Process Chart ของผลิตภัณฑ์พระปัดมัน 3 นิ้ว (นาที)	39
4.6 Operation Process Chart ของผลิตภัณฑ์พระปัดมัน 5 นิ้ว (นาที)	40
4.7 Operation Process Chart ของผลิตภัณฑ์พระปัดมัน 9 นิ้ว (นาที)	41
4.8 Operation Process Chart ของผลิตภัณฑ์พระปิดทอง 3 นิ้ว (นาที)	42
4.9 Operation Process Chart ของผลิตภัณฑ์พระปิดทอง 5 นิ้ว (นาที)	43
4.10 Operation Process Chart ของผลิตภัณฑ์พระปิดทอง 9 นิ้ว (นาที)	44
4.11 แสดงความสัมพันธ์โดย Relationship Chart	63
4.12 แผนภาพความสัมพันธ์ของแต่ละสถานีงาน	66
4.13 แผนผังแสดงพื้นที่ภายในโรงงาน	68
4.14 แผนผังแสดงตำแหน่งสถานีงานก่อนปรับปรุง	69
4.15 แผนผังแสดงการไหลของพระปัดมันก่อนปรับปรุง	70

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.16 แผนผังแสดงการไหลของพระปิดทองก่อนปรับปรุง 71
4.17 พื้นที่เก็บวัตถุดิบ 1 (สถานีงาน 1) 72
4.18 พื้นที่เก็บวัตถุดิบ 1 (สถานีงาน 1) (ต่อ) 73
4.19 พื้นที่เก็บวัตถุดิบ 2 (สถานีงาน 2) 74
4.20 พื้นที่เก็บวัตถุดิบ 2 (สถานีงาน 2) (ต่อ) 75
4.21 พื้นที่สถานีงานกรอกหุ่นขี้ผึ้ง 76
4.22 พื้นที่สถานีงานแต่งหุ่นขี้ผึ้ง 76
4.23 พื้นที่สถานีงานเข้าปูนเคียนลวด 77
4.24 พื้นที่สถานีงานสุมหุ่น 78
4.25 พื้นที่สถานีงานเททอง 79
4.26 พื้นที่สถานีงานทุบหุ่น 80
4.27 พื้นที่สถานีงานขัดทองเหลือง 80
4.28 พื้นที่สถานีงานแต่งทองเหลือง 81
4.29 พื้นที่สถานีงานตรวจสอบคุณภาพ 81
4.30 พื้นที่สถานีงานตีแปรง 82
4.31 พื้นที่สถานีงานขึ้นเงา 82
4.32 พื้นที่สถานีงานโป้วสี 83
4.33 พื้นที่สถานีงานปิดทอง 83
4.34 พื้นที่สถานีงานทาสี/ปรับกระจก 84
4.35 พื้นที่สถานีงานบรรจุภัณฑ์ 84
4.36 พื้นที่เก็บผลิตภัณฑ์ 85
4.37 แผนผังแสดงตำแหน่งสถานีงานหลังปรับปรุง 95
4.38 แผนผังแสดงการไหลของพระปัดมันหลังปรับปรุง 96
4.39 แผนผังแสดงการไหลของพระปิดทองหลังปรับปรุง 97
4.40 แผนผังโรงงาน 3D 102
4.41 กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างกำลังการผลิตเดิมกับกำลังการผลิตที่ปรับปรุงแล้ว 112

สารบัญสัญลักษณ์และอักษรย่อ

= การตรวจสอบ (Inspection)

= การขนส่ง (Transportation)

= การหยุดชั่วขณะ (Delay)

= การเก็บรักษา (Storage)

= กิจกรรมผสม (Multiple Operation)

EGAT = Electricity Generation Authority of Thailand

MTM = Method Time Measurement

OPC = Operation Process Chart

MPPC = Multi Product Process Chart

= เส้น 4 เส้น แทนความสัมพันธ์ระดับ A

= เส้น 3 เส้น แทนความสัมพันธ์ระดับ E

= เส้น 2 เส้น แทนความสัมพันธ์ระดับ I

 = เส้น 1 เส้น แทนความสัมพันธ์ระดับ O

 = เส้นประเส้นแทนความสัมพันธ์ระดับ X

สารบัญสัญลักษณ์และอักษรย่อ

= การตรวจสอบ (Inspection)

= การขนส่ง (Transportation)

= การหยุดชั่วขณะ (Delay)

= การเก็บรักษา (Storage)

= กิจกรรมผสม (Multiple Operation)

EGAT = Electricity Generation Authority of Thailand

MTM = Method Time Measurement

OPC = Operation Process Chart

MPPC = Multi Product Process Chart

= เส้น 4 เส้น แทนความสัมพันธ์ระดับ A

= เส้น 3 เส้น แทนความสัมพันธ์ระดับ E

= เส้น 2 เส้น แทนความสัมพันธ์ระดับ I

 = เส้น 1 เส้น แทนความสัมพันธ์ระดับ O

 = เส้นประเส้นแทนความสัมพันธ์ระดับ X

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของโครงงาน

เนื่องจากโรงงานได้ประสบปัญหาจากอุทกภัยครั้งใหญ่ทำให้เครื่องจักร และสภาพอาคารสิ่งก่อสร้างเสียหายจนไม่สามารถที่จะประกอบกิจการต่อได้ ดังนั้นทางคณะผู้จัดทำจึงสนใจที่จะเข้าไปเสนอการจัดวางแผนผังโรงงาน และสายการผลิตให้กับโรงงานใหม่ เพื่อปรับปรุง และฟื้นฟูให้สามารถกลับมาประกอบกิจการใหม่อีกครั้งหนึ่งได้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อวางผังโรงงานใหม่ให้เอื้อต่อกระบวนการผลิต และง่ายต่อการควบคุม

1.2.2 เพื่อลดการรอคอยของงานระหว่างการผลิต และจัดสมดุลให้กับสายการผลิต

1.3 เกณฑ์ชี้วัดผลงาน (Outputs)

1.3.1 แผนผังโรงงานใหม่ที่ลดระยะทางในการขนถ่ายวัสดุระหว่างสถานีงาน

1.3.2 แผนผังโรงงานใหม่ที่ลดเวลารอคอยของงานระหว่างผลิต

1.4 เกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ (Outcomes)

1.4.1 ลดระยะทางได้ร้อยละ 10 ของระยะทางในการขนถ่ายวัสดุระหว่างสถานีงานทั้งหมด

1.4.2 ผลผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 5 ของกำลังการผลิตต่อวัน

1.5 ขอบเขตการดำเนินโครงงาน

1.5.1 ทำการศึกษาทั้งกระบวนการ

1.5.2 ทำการศึกษาเฉพาะพระพุทธรูปพระพุทธชินราชขนาด 3, 5 และ 9 นิ้ว

1.6 สถานที่ในการดำเนินโครงงาน

โรงหล่อพระพุทธรูปในจังหวัดพิษณุโลก

1.7 ระยะเวลาในการดำเนินโครงงาน

มิถุนายน 2555 – ธันวาคม 2555

1.8 ขั้นตอน และแผนการดำเนินโครงงาน

ตารางที่ 1.1 แสดงขั้นตอน และแผนการดำเนินโครงงาน

การดำเนินโครงงาน	ช่วงเวลา						
	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1.8.1 สำรวจสภาพเบื้องต้นของโรงงานหลังจากที่โดนน้ำท่วม	■						
1.8.2 ศึกษาการเขียนแผนผังโรงงาน		■					
1.8.3 เก็บข้อมูลเพื่อนำมาเขียนแผนผังโรงงานเก่าก่อนน้ำท่วม			■	■	■		
1.8.4 วิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ เพื่อเขียนแผนผังโรงงานใหม่ และเสนอผังโรงงานใหม่ให้กับเจ้าของโรงงาน				■	■		
1.8.5 วิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างผังโรงงานเก่า และผังโรงงานใหม่ที่เจ้าของโรงงานได้เลือก						■	
1.8.6 รวบรวมข้อมูลเพื่อจัดทำรูปเล่มโครงงาน						■	■

บทที่ 2
หลักการ และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความสำคัญพื้นฐานของการวางผังโรงงาน (Fundamentals of Layout Planning)

หลายคนกล่าว "ทำไมต้องมีการวางแผนสำหรับวางผังโรงงาน" หากมองสิ่งใกล้ๆ ตัวจะพบว่า การจัดเฟอร์นิเจอร์ภายในบ้านนั้นสามารถหาตำแหน่งที่เจ้าของบ้านพอใจได้ไม่ยาก โดยการเคลื่อนย้ายไปจุดต่างๆ ได้ตามความพอใจ ซึ่งปีหนึ่งๆ อาจเปลี่ยนตำแหน่งเฟอร์นิเจอร์กี่ครั้งก็ได้โดยที่ไม่ค่อยมีผลกระทบต่อการเป็นอยู่ แต่ทั้งนี้ การจัดหาตำแหน่งใหม่ก็คำนึงถึงความสวยงาม และความสะดวกเป็นหลัก เฟอร์นิเจอร์ทุกชิ้นมีอิสระต่อกัน มีน้ำหนักไม่มาก จึงสามารถเคลื่อนย้ายได้ง่าย แต่เมื่อกลับมามองด้านการจัดตำแหน่งของเครื่องจักรในโรงงานอุตสาหกรรมแล้ว หากจัดวางตำแหน่งเครื่องจักร และอุปกรณ์ไม่เหมาะสมในเชิงปฏิบัติ ผลที่จะตามมาก็คือเกิดการสูญเสียเวลาการทำงานเครื่องจักรว่างงานมาก คนงานเกิดความสับสนในการทำงาน อันเป็นเหตุให้ผลผลิตออกมาล่าช้า และต้นทุนการผลิตสูง ทำให้โรงงานประสบปัญหาในการทำงาน หากจะทำการวางผังโรงงานใหม่ก็จะต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น การเคลื่อนย้ายก็จะทำได้ยาก เพราะเครื่องจักรแต่ละเครื่องมีน้ำหนักมาก และมีความสัมพันธ์ ดังนั้น การเคลื่อนย้ายที่ไม่มีหลักการนั้นย่อมหาตำแหน่งที่เหมาะสมได้ยาก

ปัญหาเกี่ยวกับการออกแบบโรงงานนั้นค่อนข้างจะกว้างมาก และยากลำบากในอันที่จะให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์อย่างแท้จริง ทั้งนี้เนื่องจากมีตัวการอยู่มากมายด้วยกันที่ไม่สามารถควบคุมได้แน่นอนเข้ามาเกี่ยวข้องอยู่ด้วย การออกแบบโรงงาน (Plant Design) จะหมายถึงพฤติกรรม และกิจกรรมทั้งหมดที่เข้ามามีส่วนร่วมกันแล้ว ทำให้โรงงานที่ได้รับการออกแบบแล้วสามารถยืนหยัดอยู่ได้คือ สามารถผลิต และทำผลกำไรให้กับโรงงานได้นั่นเอง การออกแบบความต้องการของตลาดเพื่อวางแผนการผลิต การจัดวางสิ่งอำนวยความสะดวก เครื่องจักร เครื่องมือ อุปกรณ์ บุคลากร แบบโรงงาน และอื่นๆ การจัดวางผังโรงงานถือว่าเป็นหน้าที่หลักที่สำคัญอันหนึ่งในการออกแบบโรงงาน เพราะจะมีผลต่อต้นทุนการผลิตโดยตรง การจัดวางเครื่องจักร วัสดุ บุคลากร สำนักงาน และกิจกรรมต่างๆ ซึ่งจำเป็นที่จะทำให้เกิดสินค้า และบริการตามที่ต้องการกิจกรรมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบโรงงาน

การออกแบบผังโรงงานที่ดีจะต้องทำให้เกิดการเคลื่อนย้ายสิ่งของต่างๆ เท่าที่จำเป็นจะรวดเร็ว ทำให้ลดค่าใช้จ่ายต่างๆ ลงได้ เป็นต้นว่าการขนส่ง และการขนถ่ายลำเลียง และมีการใช้ทรัพยากรทุกอย่างไม่ว่าจะเป็นคนเครื่องจักรต่างๆ วัสดุเนื้อที่ และเวลาได้อย่างมีประสิทธิผลนั้นคือให้เกิดความสูญเปล่าให้น้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ การออกแบบผังโรงงานจึงเป็นวิธีที่ใช้ลดต้นทุนการผลิต และเพิ่มผลผลิตโดยไม่ต้องใช้ความพยายามมากนัก เพราะผังโรงงานที่ดีจะเป็นส่วนที่จะผลักดันให้มีการใช้ทรัพยากรอย่างเต็มที่นั่นเอง สำหรับผลดีที่เกิดจากการมีผังโรงงานนั้นมีมากมายด้วยกัน นับตั้งแต่ผลดี

ต่อคน ต้นทุนจากค่าแรงงาน ต้นทุนการผลิตอื่นๆ รอบการผลิต การควบคุมการผลิต การควบคุม แนะนำ และการลงทุน

อย่างไรก็ตามหากได้ทำการวางแผนเกี่ยวกับการจัดตำแหน่งเครื่องจักรก่อนที่จะทำการติดตั้ง สามารถป้องกันความสูญเสียดังกล่าวได้ การวางแผนอาจใช้เวลาไม่นานนัก การเคลื่อนตำแหน่งเครื่องจักรบนงานกระดาษ สำหรับวางแผนย่อมง่ายกว่า และประหยัดกว่าการย้ายเครื่องจักรในโรงงานจริง และยังสามารถหาตำแหน่งเครื่องจักรที่เหมาะสมได้อย่างมีประสิทธิภาพ และใช้เวลาน้อยกว่า สิ่งเหล่านี้คือเหตุผลว่าทำไมจึงต้องมีการวางแผนผังโรงงาน

ผังโรงงานที่ได้รับการออกแบบ และยอมรับกันว่าดีนั้น จะดีเฉพาะเวลาขณะนั้นที่ผลิตสินค้านั้นๆ เท่านั้นมิใช่ว่าจะเป็นผังโรงงานดีที่ตลอดไปเพราะว่าเมื่อเวลาผ่านไปจะมีการเปลี่ยนแปลงของทรัพยากร และผลิตภัณฑ์ที่จะต้องผลิตตามความต้องการของตลาดผังโรงงานที่ดีสำหรับผลิตภัณฑ์หนึ่งอาจจะไม่ดีสำหรับผลิตภัณฑ์หนึ่งได้ ผังโรงงานจึงต้องมีการเปลี่ยนแปลงไปตามผลิตภัณฑ์ที่จะผลิต ผังโรงงานที่ออกแบบได้ดีจึงต้องไวต่อการปรับตัวเมื่อการการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น โดยไม่ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายมาก และเป็นอุปสรรคต่อการผลิตที่กำลังดำเนินอยู่

2.2 การวางผังโรงงานขั้นต้น

การวางผังโรงงานขั้นต้นจะต้องพิจารณาถึงการขนย้ายวัสดุ และพื้นที่บริเวณทั้งภายใน และภายนอกโรงงานอุตสาหกรรม สำหรับบริเวณภายนอกจะต้องกำหนดบริเวณที่ตั้งของโรงงาน สนามหญ้า ถนน ที่จอดรถ สถานที่พักผ่อนหย่อนใจ โกดังเก็บของหน่วยบริการอื่นๆ และหน่วยขนส่งตลอดจนสิ่งอำนวยความสะดวกอื่นๆ ส่วนสำหรับพื้นที่บริเวณภายในโรงงานก็จะต้องรู้ว่าจะแบ่งส่วนงานอย่างไร ติดตั้งเครื่องมือบริเวณใด ส่วนไหนของตัวอาคารโรงงานจะทำอะไร การไหลเวียนของชิ้นงานเป็นอย่างไร ซึ่งการวางผังโรงงานในขั้นต้นนี้ จะมีข้อที่ต้องพิจารณาอยู่ 2 ประการ คือ

2.2.1 การขนย้ายวัสดุ (Material Handling)

การวางผังโรงงานจะต้องพยายามหาวิธีที่จะทำให้การขนย้ายวัสดุ (Material Handling) เป็นไปอย่างสะดวกที่สุด และการขนย้ายวัสดุที่ดีจะต้องให้เป็นเส้นตรงสายการผลิตไม่ย้อนเส้นทางเดิม ปัจจุบันมีการประดิษฐ์เครื่องมือใหม่ๆ สำหรับใช้ในการขนย้ายวัสดุ ในการวางผังการขนย้ายวัสดุ ผู้รับผิดชอบจะต้องรู้ว่าทางโรงงาน จะเลือกเครื่องมือที่ใช้ในการขนย้ายวัสดุแบบใด และในอนาคตจะนำเครื่องมือแบบใดเข้ามาใช้ในการขนย้ายวัสดุ การวางผังเส้นทางการขนย้ายวัสดุ จะต้องวางผังให้สอดคล้องกับเครื่องมือ เครื่องจักร ในการขนย้ายวัสดุที่จะมาใช้ด้วย เช่น ลักษณะเครื่องขนย้าย ขนาดความกว้าง ความสูง ทิศทาง การเคลื่อนที่ ซึ่งลักษณะเครื่องมือ เครื่องจักรที่นำมาใช้ในการขนย้ายนั้นมีด้วยกันหลายอย่าง คือ

2.2.1.1 ขนย้ายวัสดุเป็นหน่วย (A Unit Load System)

การขนย้ายวัสดุเป็นหน่วย หรือเป็นชุดสำหรับงานที่เส้นทางขนย้ายเปลี่ยนแปลงไปเรื่อยๆ หรือเส้นทางขนย้ายวัสดุมีขนาดกว้างใหญ่พอ เครื่องมือที่นิยมใช้ขนย้ายวัสดุแบบเป็นหน่วย คือ รถยก (Forklift Truck) การขนย้ายวัสดุโดยใช้รถยก (Forklift Truck) จะเป็นการขนย้ายที่ไม่ไกลเกินไป เช่น อาจขนย้ายวัสดุจากโรงเก็บไปยังแผนกต่างๆ ภายในโรงงาน แต่ถ้าเป็นการขนย้ายระยะทางไกลๆ ส่วนมากจะใช้รถบรรทุก รถไฟ รถพ่วง ถ้าหากเป็นการขนย้ายไปต่างประเทศก็จะใช้เรือขนส่งสินค้า หรือเครื่องบินลำเลียง

2.2.1.2 การขนย้ายโดยใช้สายพานลำเลียง (Conveyor System)

การขนย้ายวัสดุ โดยใช้สายพานลำเลียง เป็นการขนย้ายชนิดหนึ่งที่นิยมกันมากก็เนื่องจากการขนย้ายแบบนี้เป็นการขนย้ายได้มาก และขนย้ายวัดสุเกือบตลอดเวลา โดยการขนย้ายแบบใช้สายพานลำเลียงนี้จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงเส้นทางลำเลียง เช่น การลำเลียงกระป๋องอาหารที่บรรจุสำเร็จเรียบร้อย การลำเลียงดิน หรือถ่านหินลิกไนต์ในเหมืองแร่แม่เมาะของการไฟฟ้าฝ่ายผลิต (EGAT : Electricity Generation Authority of Thailand)

2.2.1.3 การขนย้ายวัสดุแบบแขวน (Overhead Handling Equipment)

การขนย้ายวัสดุแบบแขวน (Overhead Handling Equipment) เป็นการขนย้ายวัสดุวิธีหนึ่งที่ใช้วิธีการขนย้ายวัสดุแบบธรรมดา ทำได้ไม่สะดวกเนื่องจากพื้นที่โรงงานไม่เพียงพอ หรือวัสดุที่ขนย้ายมีขนาดใหญ่จะเป็นการลำบากมาก หรือทำไม่ได้ หากจะใช้วิธีการขนย้ายธรรมดา จึงจะต้องใช้วิธีขนย้ายวัสดุแบบแขวน (Overhead Handling Equipment) เช่น การลำเลียงโครงข้างตัวถังรถบัสโดยสารของโรงงานประกอบรถบัสบริษัทที่ผลิตแห่งหนึ่งขึ้นประกอบ การลำเลียงตู้บรรจุหีบห่อ (Containers) จากเรือบรรทุกขึ้นฝั่ง เป็นต้น ตัวอย่างเครื่องมือขนย้ายแบบนี้ ได้แก่ ปั้นจั่นแขวนแบบต่างๆ เป็นต้น

2.2.2 การเลือกใช้เครื่องมือขนย้ายวัสดุ

การเลือกใช้เครื่องมือขนย้ายวัสดุในอุตสาหกรรมการผลิต ค่าใช้จ่ายทางอ้อมมีผลต่อค่าใช้จ่ายทั้งหมดของการผลิต ค่าใช้จ่ายในการขนย้ายวัสดุเป็นค่าใช้จ่ายที่สำคัญมากอย่างหนึ่ง ดังนั้นเราจะเลือกเครื่องมือขนย้ายวัสดุแบบใด จะต้องพิจารณาและยึดหลักปฏิบัติดังนี้ (อ้างจาก ฉลวย ธีระ-เผ่าพงษ์ และอุทัยวรรณ สุวคันธกุล, 2536 : 113) คือ

2.2.2.1 เครื่องมือดังกล่าวจะต้องทำให้ค่าใช้จ่ายในการขนย้ายวัสดุต่ำสุด (Save Cost Transport)

2.2.2.2 เวลาในการขนย้ายวัสดุลดลง (Save Time)

2.2.2.3 ทำให้การขนส่งเป็นไปด้วยความรวดเร็ว (Rapid Transport)

2.2.2.4 บริเวณโรงงานใช้ประโยชน์ด้านต่างๆ ได้มากขึ้น

2.2.2.5 ทำการขนย้ายได้ง่าย และมีประสิทธิภาพมากขึ้น (Easy Transport)

2.2.2.6 ลดความเสียหายอันเนื่องมาจากการขนย้าย (Reduce Defect of Transportation)

2.2.2.7 การขนย้ายมีความปลอดภัยต่อผู้ที่เกี่ยวข้องในการขนย้ายสูง (Safety)

2.2.2.8 เครื่องมือขนย้ายวัสดุนอกจากจะคำนึงถึงหลักการต่างๆ ดังกล่าวแล้ว เรายังจะต้องคำนึงถึงลักษณะของเครื่องมือที่ออกแบบมาด้วย ซึ่งฉลวย ธีระเผ่าพงษ์ และอุทัยวรรณ สุวคันธกุล (2536 : 113) ได้เสนอเอาไว้ ดังนี้

ก. ชานชลารับส่งของในโรงงานกว้างขวาง และสูงต่ำแค่ไหน

ข. ความสูงของประตูโรงงาน เป็นอย่างไร

ค. ความสูงของเพดานโรงงาน

ง. ความแข็งแรงของตัวอาคารโรงงาน

จ. การใช้กระแสไฟฟ้า

ฉ. ลักษณะผังภายในโรงงาน

2.2.3 การกำหนดพื้นที่ภายในโรงงาน (Area Setting)

การกำหนดพื้นที่เป็นสิ่งที่จำเป็นมากในการจัดวางผังโรงงาน เพราะต้องมีการจัดแบ่งเนื้อที่ให้เหมาะสม และเอื้อต่อการทำงาน

2.2.3.1 การกำหนดพื้นที่ให้หน่วยการผลิตแต่ละหน่วย

การกำหนดพื้นที่ให้หน่วยการผลิตแต่ละหน่วยจะต้องพิจารณาถึงพื้นที่สำหรับการติดตั้งเครื่องจักร จำนวนเครื่องจักร ทางเดิน หน่วยซ่อมบำรุง หน่วยบริการที่เก็บวัตถุดิบ สินค้าระหว่างผลิตเสร็จแล้ว รวมทั้งพื้นที่สำหรับการติดตั้งสิ่งอำนวยความสะดวกด้วย

2.2.3.2 การกำหนดพื้นที่เป็นทางเดินภายในโรงงาน (Plant Footpath)

มีความสำคัญมาก เนื่องจากพนักงานใช้ทางเดินเป็นเส้นทางการขนส่งวัสดุ การจัดทางเดินมีผลต่อประสิทธิภาพของโรงงาน ทั้งนี้เพราะการจัดพื้นทางเดินจะมีผลต่อเวลาในการขนย้ายวัสดุ ชั่วโมงใช้งานของเครื่องขนย้ายวัสดุ วัยของคนงาน ความปลอดภัยภายในโรงงาน และการเคลื่อนที่ของวัสดุ การกำหนดพื้นที่ไว้สำหรับเป็นทางเดิน จะทำให้เรามีพื้นที่ที่สามารถใช้ในการผลิตน้อยลง แต่ก็เป็นสิ่งที่จะต้องทำถ้าหากลดพื้นที่ที่ใช้เป็นทางเดินภายในลงจะทำให้เกิดปัญหาในการขนย้ายวัสดุ เพราะวัสดุบางอย่างเมื่อบรรจุกล่องแล้ว อาจจะทำให้ไม่สะดวกในการขนย้าย และจะเสียเวลามากในการเคลื่อนย้ายเส้นทางเดินแคบๆ แต่ถ้าใช้พื้นที่เป็นทางเดินมากเกินไปก็จะเสียพื้นที่ที่ใช้ทำงาน และเมื่อมีทางเดินกว้างบางทีอาจจะปรับเป็นที่เก็บของได้ด้วย ประกอบทางเดินแบ่งออกเป็น 2 แบบคือ ก. ทางเดินหลัก ข. ทางเดินในแผนก

ก. ทางเดินหลัก คือ ทางเดินระหว่างแผนกต่างๆ และทางเดินเข้า-ออกจากโรงงานทุกโรงงานควรจะจัดพื้นที่ไว้เป็นทางเดินหลัก เพื่อสะดวกในการดำเนินงานภายในองค์กร โดยคำนึงถึงความคล่องในการเดินเข้า-ออกของพนักงาน สะดวกในการเคลื่อนย้ายวัสดุจากแผนกหนึ่งไป

ยังแผนกหนึ่ง และง่ายต่อการติดตามประเมินผลตรวจการทำงานของฝ่ายบริหาร ทางเดินหลักในโรงงาน ฉลวย ธีระเผ่าพงษ์ และอุทัยวรรณ สุวคันธกุล (2530 : 121) ได้เสนอแนะเอาไว้ว่าควรให้อยู่ตรงกลาง โรงงานระหว่างแผนก และการจัดทางเดินหลักนั้น ควรจะจัดให้มีการหักมุมน้อยที่สุด ทางเดินในแผนกจะแคบกว่าทางเดินหลัก ทางเดินนี้จะอยู่ด้านข้างของเครื่องจักร หรือข้างบริเวณทำงาน ทางเดินในแผนกก็จะต่อเชื่อมกับทางเดินหลัก

ก.1 ข้อมูลที่จำเป็นในการพิจารณา กำหนดบริเวณทางเดิน และความกว้างของทางเดินมีดังนี้ คือ

ก.1.1 ระบบการขนย้ายวัสดุเป็นอย่างไร

ก.1.2 เครื่องจักรที่ใช้ในการขนย้ายวัสดุ และรัศมีการทำงานเป็นอย่างไร

ก.1.3 ชนิดของวัสดุที่จะใช้ขนย้าย

ก.1.4 จำนวนวัสดุที่จะใช้ขนย้ายในแต่ละครั้ง

ก.1.5 การขนย้ายจะขนย้ายแบบใด จะเป็นแบบทางเดียว หรือแบบสวนทางกัน

ก.1.6 จำนวนเที่ยวของการขนย้าย มากน้อยอย่างไรในแต่ละวัน

ก.1.7 ลักษณะการเคลื่อนที่ของวัสดุ แนวตั้ง แนวนอน เป็นต้น

2.2.3.3 การคำนวณหาเนื้อที่

การคำนวณหาเนื้อที่ที่ต้องการ โดยทั่วไปแล้วพยายามคำนวณหาให้ได้อย่างถูกต้องโดยการแยกออกเป็นกิจกรรมต่างๆ หรือพื้นที่ย่อยของพื้นที่หลัก หรือโดยการรวมเนื้อที่แต่ละกิจกรรมมารวมเป็นพื้นที่ทั้งหมด

ในขั้นตอนแรกต้องกำหนดจำนวนของพื้นที่หลักสำหรับแต่ละเนื้อที่ย่อยๆ หารด้วยจำนวนเนื้อที่ย่อยๆ แล้วรวมกับเนื้อที่สำรองพิเศษสำหรับเผื่อให้กับเนื้อที่ย่อยๆ เหล่านี้ การคำนวณหาพื้นที่ของโรงงานอุตสาหกรรมได้รวบรวมไว้ เครื่องจักร และอุปกรณ์แต่ละเครื่องจะเขียนรายการลงไปพร้อมกับมีพื้นที่ที่ต้องการกำหนดลงไปด้วย นอกจากนั้นก็ยังต้องคำนึงถึงพื้นที่ทำงานของคนคุมเครื่อง และพื้นที่สำหรับการบำรุงรักษา และพื้นที่สำหรับวางวัสดุสำหรับป้อนให้เครื่องจักรแต่ละเครื่องทำงาน แล้วรวมพื้นที่เหล่านั้นทั้งหมดคิดเป็นพื้นที่รวมของเครื่องจักรแต่ละเครื่อง หรืออุปกรณ์แต่ละชุด

การคำนวณหาจำนวนเครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ต้องการสำหรับแต่ละโครงการ และอายุการใช้งานของแต่ละชิ้นส่วน จำนวนชิ้นส่วนที่ใช้ต่อปี หรือต่อช่วงเวลา โดยต้องเผื่อเวลาสำหรับการหยุด การเอาเศษวัสดุออก หรืออื่นๆ ทำนองนี้ ซึ่งเราจำเป็นต้องทราบมาก่อน จำนวนเครื่องจักรที่ต้องการคำนวณได้ในสมการ 2.1 ดังนี้

$$\text{จำนวนเครื่องจักรที่ต้องการ} = \frac{\text{(จำนวนชิ้นต่อชั่วโมงของผลผลิตทั้งหมด)}}{\text{(จำนวนชิ้น/ชั่วโมง/เครื่องจักร)}}$$

$$= \frac{\text{(เวลา/ชิ้น/เครื่องจักร)}}{\text{(เวลา/ชิ้น ของจำนวนผลผลิตทั้งหมด)}} \qquad (2.1)$$

ในความเป็นจริงแล้วในการหาเนื้อที่ที่ต้องการสำหรับแต่ละโรงงาน จะต้องคำนวณอัตราการผลิต (Production Rate) เสียก่อน เมื่อทราบจำนวนว่าต้องผลิตในอัตราเท่าใดแล้ว ทำให้ทราบว่าต้องการจำนวนเครื่องจักร อุปกรณ์จำนวนเท่าไร และต้องการกำลังคนเท่าไร นอกจากนี้ยังมีการศึกษาข้อจำกัดของโรงงาน เช่น สภาพแวดล้อม ภาวะทางการเงิน ฯลฯ

2.3 การวางผังโรงงานอย่างละเอียด

หลังจากการวางผังโรงงานขั้นต้นแล้ว ต่อไปก็จะเป็นการวางผังโรงงานอย่างละเอียดในการวางผังโรงงานอย่างละเอียด ผู้วางแผนจะต้องกำหนดบริเวณสำหรับติดตั้งเครื่องจักร โต๊ะทำงาน ชั้นวางเครื่อง ที่เก็บอุปกรณ์ช่วยในการผลิต ตลอดทั้งจะต้องกำหนดบริเวณที่จะใช้เป็นทางเดินภายในโรงงานด้วยหลักการวางผังโรงงานอย่างละเอียด การวางผังโรงงานอย่างละเอียด มีหลักการเช่นเดียวกับการวางผังโรงงานขั้นต้น เว้นแต่ในการวางผังโรงงานอย่างละเอียด เรามุ่งถึงการวางผังในบริเวณย่อยๆ หรือในแผนกแต่ละแผนกนั้นเท่านั้น การวางผังโรงงานขั้นต้นผู้วางผังต้องวางผังก่อนลำดับแรก เพื่อกำหนดกรอบขอบเขตภายในโรงงานทั้งหมดอย่างคร่าวๆ ก่อน ต่อไปก็จะกำหนดลงไปในรายละเอียดว่าในแต่ละแผนกนั้น จะติดตั้งเครื่องจักรตรงไหน ทางเดินภายในแผนกจะผ่านตรงไหน กว้างใหญ่แค่ไหน ซึ่งทั้งหมดที่กล่าวมานี้เป็นการวางผังในแผนก หรือวางผังอย่างละเอียด

2.3.1 เทคนิคการวางผังอย่างละเอียด

เทคนิคในการวางผังที่นิยมใช้กัน 3 วิธีการ ดังนี้

2.3.1.1 วิธีการวาดรูป และแบบแปลนโรงงาน (Drawing)

รูปวาด หรือเขียนแบบแปลนโรงงานเหมาะที่จะนำมาใช้กับวางผังโรงงานแบบจัดตามกระบวนการผลิต (Process Layout) ซึ่งในการผลิตแบบนี้มักจะต้องใช้เครื่องจักรเครื่องมือจำเป็นจำนวนมาก และบริเวณที่ผลิตจะต้องมีพื้นที่กว้างขวางเพียงพอ การวางผังโรงงานโดยใช้วิธีการวาดรูป หรือเขียนแบบแปลนโรงงานใช้ได้ดีกับการกำหนดพื้นที่สำหรับวิธีการวางผังโรงงานโดยใช้วิธีวาดรูป หรือเขียนแบบแปลนนั้น เริ่มแรกผู้วางผังจะต้องเตรียมผัง ซึ่งวาดตามาตราส่วน และกำหนดว่าจะวางเครื่องจักรต่างๆ ในบริเวณใดจนครบทุกเครื่องของแต่ละแผนก จากนั้นก็นำไปปรึกษากับบุคคลที่เกี่ยวข้องให้ได้ข้อคิดเห็น ข้อเสนอแนะ แล้วนำกลับมาร่างผังโรงงานใหม่อีกครั้งหนึ่ง เท่านั้นก็จะทำให้ได้ผังโรงงานที่ดีได้การใช้รูปวาด หรือเขียนแบบแปลนโรงงาน เพื่อช่วยในการวางผังโรงงาน

นั้น เป็นวิธีเบื้องต้นที่นิยมมากที่สุด หากต้องการให้เห็นภาพชัดเจนขึ้นอาจจะสร้างรูปหุ่นจำลอง (Models) ตามขึ้นมาได้ ในบางครั้งการวางผังโรงงานโดยใช้รูปวาด หรือเขียนแบบแปลนเป็นเพียงวิธีเดียวเท่านั้นที่จะทำได้

2.3.1.2 วิธีการสร้างแผ่นภาพจำลอง (Templates)

วิธีการสร้างแผ่นภาพจำลองผู้สร้างแผ่นภาพจำลอง ตัดแผ่นกระดาษแข็ง และให้ดีมองเห็นชัดเจน ควรเป็นกระดาษแข็งสีแทนเครื่องจักร แต่ละเครื่องควรเป็นเครื่องละสี ตัดแล้วนำไปวางลงบนแผนกระดาษแข็งที่เป็นพื้นโรงงาน ซึ่งถูกย่อมาตราส่วนให้เล็กลงแล้ว การหาตำแหน่ง และระยะห่างของเครื่องจักร ก็ให้วัดจากแผ่นภาพจำลองได้เลย เพราะย่อมาตราส่วนไว้แล้ว

2.3.1.3 วิธีสร้างรูปหุ่นจำลอง (Models)

การวางแผนผังโรงงานอุตสาหกรรมของทุกประเทศในปัจจุบัน นิยมใช้วิธีการสร้างหุ่นจำลองในการวางแผนผังโรงงาน เพราะสะดวกในการเคลื่อนย้ายรูปหุ่นจำลองเครื่องมือ และเครื่องจักรต่างๆ เมื่อต้องการปรับปรุง หรือเปลี่ยนแปลงผังโรงงานใหม่รูปหุ่นจำลองนิยมทำด้วยไม้ ซึ่งทาสีต่างกัน และลดขนาดลงมาตราส่วน (Scale) นำไปวางลงบนแผ่นพื้นรูปโรงงานตามที่ลดสัดส่วนตามมาตราส่วนเหมือนกัน หลังจากที่มีการวางผังปรับปรุงผังโรงงานใหม่ สิ่งที่ผู้วางต้องดำเนินการขั้นต่อไปก็คือ จัดทำแผนภูมิการไหลของกระบวนกาผลิต (Process Flow Chart) ของสายการผลิต การใช้แผนภูมิแสดงการไหลของกระบวนการผลิตจะมีการบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการผลิตไว้เป็นรูปลักษณ์การใช้สัญลักษณ์แทนการเขียนเป็นลายลักษณ์อักษร กำหนดสัญลักษณ์จะทำให้เข้าใจกระบวนการผลิตได้ง่ายขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีการผลิตที่ต้องมีการประกอบชิ้นส่วนต่างๆ เป็นขั้นตอนตามลำดับของสายการผลิต

ก. แผนภูมิแสดงการไหลของกระบวนการผลิต (Flow Process Chart) แสดงให้เห็นถึงขั้นตอน และกรรมวิธีการผลิตโดยใช้สัญลักษณ์แทนกิจกรรมต่างๆ ในกระบวนการผลิต สัญลักษณ์การไหลของกระบวนการผลิตดังกล่าว สมาคมวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (American Society of Mechanical Engineers) เป็นผู้กำหนดขึ้นมาด้วยกัน 6 ลักษณะ ดังนี้

ก.1 การดำเนินงาน (Operation) ใช้เมื่อมีการเปลี่ยนสภาพวัสดุในการเปลี่ยนแปลงสภาพ อาจจะเป็นการเปลี่ยนรูป เปลี่ยนคุณสมบัติทางเคมี หรือเป็นการประกอบวัสดุเข้ากับชิ้นส่วนอื่นๆ หรือถอดวัสดุออกจากชิ้นส่วนอื่นๆ การเตรียมวัสดุเพื่อการขนส่ง เพื่อการตรวจสอบ หรือเพื่อการเก็บรักษา ทั้งหมดนับเป็นการดำเนินงานอย่างหนึ่ง นอกจากนี้การดำเนินงานยังรวมถึงการรับส่งข้อมูลข่าวสาร การวางแผนการวิเคราะห์คำนวณค่าต่างๆ อีกด้วย

ก.2 การตรวจสอบ (Inspection) เป็นการพิจารณาถึงคุณสมบัติว่าเป็นไปตามมาตรฐานหรือไม่ ทั้งลักษณะรูปร่างทั้งกายภาพ (Physical) และทางเคมี (Chemical) ตลอดทั้งจำนวน หรือปริมาณว่าเป็นไปตามกำหนดหรือไม่

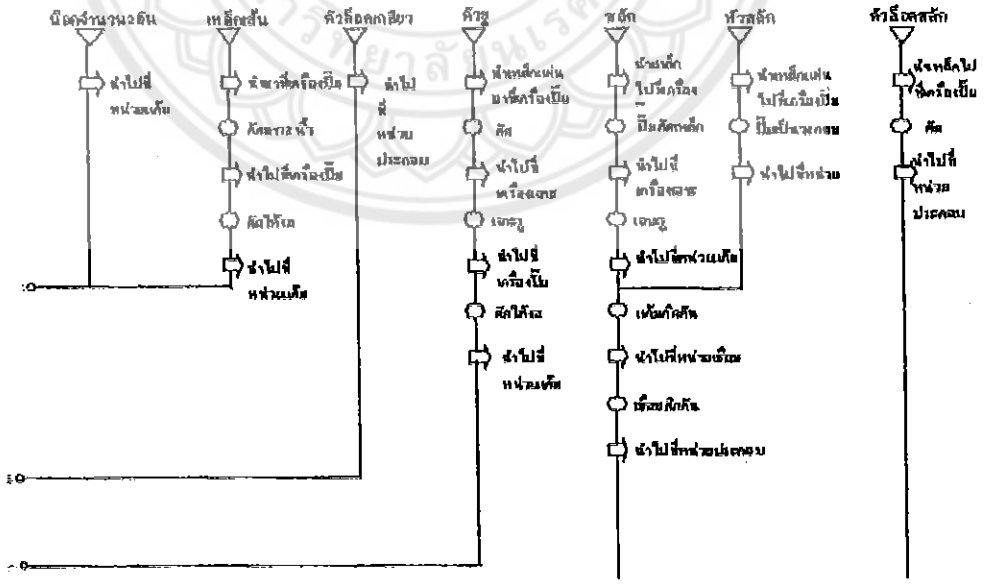
ก.3 การขนส่ง (Transportation) เป็นช่วงของการขนย้ายชิ้นงานผลิตจากหน่วยผลิตหนึ่ง ไปยังหน่วยผลิตอีกหน่วยถัดไป เพื่อดำเนินการผลิตในขั้นตอนต่อไป ทั้งนี้จะไม่นับการขนย้ายภายในหน่วยผลิต

ก.4 การหยุดชั่วขณะ (Delay) เป็นการเสียเวลาในการผลิต หรือการหยุดชั่วขณะ เพื่อรอเรียงลำดับก่อนหลัง หรือรอเพื่อให้หน่วยผลิตที่อยู่ถัดไปว่าง จึงจะส่งเข้าหน่วยผลิตต่อไป

ก.5 การเก็บรักษา (Storage) การเก็บรักษาในความหมายนี้คือ การเก็บวัสดุใดๆ สำหรับกระบวนการผลิต หรือเก็บผลิตภัณฑ์สำเร็จ เพื่อรอเวลาที่จะนำออกไปใช้งาน

ก.6 กิจกรรมผสม (Multiple Operation) หรือการรวมกิจกรรม (Combined Activities) เมื่อมีกิจกรรมหลายๆ กิจกรรมทำร่วมกัน จะใช้สัญลักษณ์วงกลมภายในสี่เหลี่ยม ซึ่งการทำกิจกรรมผสมนี้ อาจจะทำโดยพนักงานคนเดียว หรือหลายคนก็ได้ วงกลมในหมายถึง การดำเนินงาน และวงกลมภายนอกหมายถึงการตรวจสอบคุณภาพไปพร้อมๆ กัน ณ หน่วยผลิตนั้น

แผนภูมิการไหลเหมาะสมสำหรับการศึกษาชนิดของงานผลิตที่มีไม่มาก แต่ปริมาณของแต่ละชนิดที่ผลิตนั้นมาก ทั้งนี้เนื่องจากการศึกษาผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดต้องอาศัยแผนภูมิการไหลอย่างละ 1 แบบฟอร์ม ถ้ามีชนิดของผลิตภัณฑ์มากก็จะต้องอาศัยแบบฟอร์มแผนภูมิการไหลมากแบบฟอร์มด้วยกัน ซึ่งเป็นการไม่สะดวกในทางปฏิบัติ แผนภูมิการไหลที่ใช้กันนั้นแสดงดังรูปที่ 2.1 ดังนี้



รูปที่ 2.1 แผนภูมิการไหลของผ่าน

ที่มา : อุกฤษณ์ อุทะโก และสุรชัย ลำสันเทียะ, ปริญญานิพนธ์ในหัวข้อ การออกแบบวางผังโรงงานและการขนถ่ายวัสดุ โรงงานเกษตรบ้านกร่าง จังหวัดพิษณุโลก (2545) มหาวิทยาลัยนเรศวร

ข. แผนภูมิการไหลไปกลับ (From to Chart) เป็นแผนภูมิที่ใช้ในการบันทึกเมื่อมีการไหล หรือการเคลื่อนย้ายอย่างมากของสิ่งต่างๆ ที่เกิดขึ้นในหน่วยงาน ดังแสดงในรูปที่ 2.2 ตัวเลขในตารางเป็นตัวเลขซึ่งแสดงถึงความหนาแน่นของการไหลระหว่างหน่วยงาน หรือกิจกรรมซึ่งอาจมีหน่วยเป็น น้ำหนัก ปริมาตร จำนวนเที่ยว และจำนวนของการขนย้ายต่อหน่วยเวลาก็ได้ ค่าที่อยู่เหนือเส้นทแยงมุมนั้นแสดงถึงความหนาแน่นของการไหลกลับ จากแผนภูมินี้ทำให้เราทราบถึงความสัมพันธ์ขอคู่กิจกรรมต่างๆ ว่าความสัมพันธ์ระหว่างแผนก หรือคู่กิจกรรมต่างๆ มีมากน้อยแค่ไหน โดยถือเอาความหนาแน่นของการไหลทั้งหมดที่เกิดขึ้นระหว่างแผนกเป็นเกณฑ์

From-To	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1											30					
2				5					35		20					
3						5										
4					10	5										
5						10										
6							30									
7														5	20	
8									10							
9								20								
10																
11												10				
12			5	10	10	10	5			10						
13						30										
14																5
15																20
16																

รูปที่ 2.2 แผนภูมิการไหลไป – กลับ

ที่มา : อุกฤษณ์ อุทะโก และสุรชัย ลำสันเทียะ, ปริญญานิพนธ์ในหัวข้อ การออกแบบวางผังโรงงานและการขนถ่ายวัสดุ โรงงานเกษตรบ้านกร่าง จังหวัดพิษณุโลก (2545) มหาวิทยาลัยนเรศวร

2.4 ประโยชน์ของการวางผังโรงงาน (Benefit of Plant Layout)

ประโยชน์ของการวางผังโรงงานก็คือ การเพิ่มผลผลิตของโรงงาน และช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายในกระบวนการผลิต ธีรวุฒิ บุณยโสภณ และวีรพงษ์ เฉลิมจิระรัตน์ (2532 : 31) ได้เสนอแนะว่านอกจากจะเป็นการเพิ่มผลผลิตแล้ว ยังเกี่ยวกับการจัดเตรียม หรือจัดวางเครื่องจักรกล วัตถุดิบ และอุปกรณ์ช่วยในการผลิตต่างๆ ในโรงงาน เพื่อให้ผลตอบแทนสูงสุด โดยจะต้องสอดคล้องกับความต้องการและความพอใจของคนงานด้วย นอกจากประโยชน์ที่ได้จากการวางผังโรงงานดังกล่าวแล้ว การวางผังโรงงานยังเอื้อประโยชน์ต่อระบบการผลิต ดังนี้

2.4.1 ทำให้เกิดความสมดุลในกระบวนการผลิต เพราะจะช่วยแบ่งปริมาณงานให้แต่ละหน่วยผลิตได้เท่าเทียมกัน วัสดุจึงไหลไปในกระบวนการผลิตอย่างสม่ำเสมอไม่เกิดการหยุดรอในกระบวนการผลิต

2.4.2 ช่วยให้เกิดความปลอดภัยในการทำงานโดยจัดให้แสงสว่างเพียงพอ ทางเดินกว้างพอสมควร มีระบบความปลอดภัยในการทำงาน

2.4.3 ใช้แรงงานอย่างมีประสิทธิภาพ การวางผังโรงงานจะช่วยทำให้คนงานทำงานในหน่วยผลิตอย่างประสิทธิภาพ ไม่ต้องเสียเวลาในการเดินไปมาในการทำงานในหน่วยผลิต

2.4.4 ช่วยให้ใช้พื้นที่ในโรงงานให้ได้ประโยชน์อย่างเต็มที่ พื้นที่ในโรงงานมีจำกัดจะต้องจัดวางระบบให้ใช้พื้นที่ในระบบการผลิตในโรงงานให้มีประสิทธิภาพ และคุ้มค่าที่สุด

2.4.5 ช่วยให้มองเห็นการปรับเปลี่ยนพื้นที่ในอนาคต การวางผังโรงงานจะต้องกะประมาณ และคาดการณ์ล่วงหน้าในการเตรียมพื้นสำหรับการปรับเปลี่ยน หรือการติดเครื่องจักร เครื่องกล หรืออุปกรณ์ที่ช่วยในการผลิต

2.4.6 ลดเวลาในการขนย้ายให้สั้นสุดในการผลิตสินค้าต่างๆ การไหลของวัตถุดิบตั้งแต่เริ่มแรกกรผลิตเข้าสู่กระบวนการผลิต จนกระทั่งสำเร็จออกมาเป็นสินค้า หรือผลิตภัณฑ์ การขนย้ายวัตถุดิบระหว่างผลิตจะลงทุนมาก ดังนั้นจะต้องจัดวางผังโรงงานให้การขนย้ายวัตถุดิบแต่ละหน่วยผลิต หรือภายในหน่วยผลิตให้สั้นสุด

2.4.7 ทำให้คนงานมีสุขจิตที่ดี การวางผังโรงงานที่ถูกแบบ จะช่วยทำให้บรรยากาศในการทำงานดีขึ้น คนงานมีความรู้สึกพอใจในการทำงานของตน เช่น ห้องน้ำ ห้องสมุด ห้องพักผ่อน ความสะอาด ความเป็นระเบียบตลอดทั้งสิ่งแวดล้อมภายนอกโรงงาน จะต้องจัดให้เหมาะสม

2.4.8 ช่วยลดสิ่งรบกวนต่างๆ จากกระบวนการผลิต กระบวนการผลิตในหน่วยผลิตบางครั้งจะทำให้เกิดฝุ่น ควัน เศษโลหะ เสียง หรืออื่นๆ หากวางผังเอาไว้ดีแล้วจะสามารถขจัดปัญหาดังกล่าวได้

2.5 ระบบของการวางผังโรงงาน

การที่จะวางแผนการจัดวางผังโรงงานให้ได้ผังโรงงานที่ดีนั้น จะต้องทราบเสียก่อนว่าผังโรงงานนั้นมีกี่ชนิด และแต่ละชนิดมีลักษณะอย่างไร เหมาะที่จะใช้เมื่อไหร่ เหมาะกับการผลิตงานประเภทไหน โดยทั่วไปผังโรงงานอาจจำแนกออกเป็น 4 ชนิด แต่โรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่ในปัจจุบันมักจะจัดวางผังชนิดที่คละกันไปด้วยจุดมุ่งหมายเพื่อให้ได้ประโยชน์จากการดำเนินการผลิตสูงสุด การจัดวางผังชนิดใดที่เด่นชัดสำหรับโรงงานหนึ่งๆ เราก็มักจะเรียกว่าเป็นการจัดแบบนั้นๆ แต่ก็มีการจัดชนิดอื่นมาสอดแทรกอยู่ด้วย การจัดวางผังโรงงานเป็นแบบไหนแบบนั้นขึ้นอยู่กับธรรมชาติ และลักษณะของการผลิต หน่วยงานการผลิต และหน่วยงานการจัดผังโรงงานสามารถจำแนกออกได้ดังนี้

2.5.1 การวางผังโรงงานแบบตามกระบวนการผลิต (Process Layout)

2.5.2 การวางผังโรงงานตามชนิดของผลิตภัณฑ์ (Product Layout)

2.5.3 การวางผังโรงงานแบบชิ้นงานอยู่กับที่ (Fixed Position Layout)

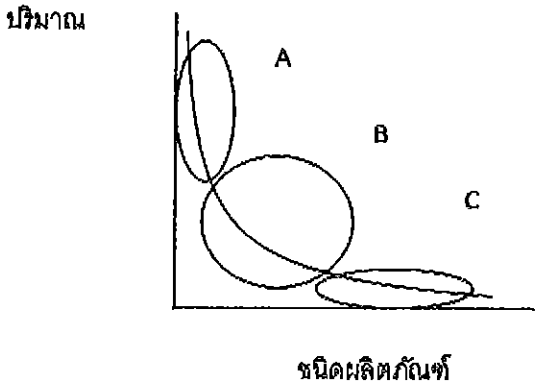
2.5.4 การวางผังโรงงานแบบผสม (Mixed Layout)

ในการตัดสินใจเลือกชนิดของผังโรงงานจะต้องอาศัยผลจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างชนิด และปริมาณที่จะผลิต ดังแสดงในรูปที่ 2.3 เป็นเครื่องมือช่วย

A แสดงให้เห็นถึงความจำเป็นที่จะต้องจัดผังโรงงานขั้นตอนการผลิตเนื่องจากมีงานไม่มากชนิด แต่ความต้องการในแต่ละชนิดมีมาก

B เป็นการจัดวางผังผสมระหว่างการจัดวางผังตามขั้นการผลิต และการจัดวางผังตามชนิดเครื่องจักร เพื่อให้ได้ประโยชน์จากการผลิตสูงสุด ในกรณีที่ไม่สามารถแยกได้โดยเด็ดขาด

C จะต้องจัดวางผังตามชนิดของเครื่องจักร ในกรณีที่ต้องผลิตงานมากชนิดด้วยกัน แต่ผลิตชนิดละไม่มาก



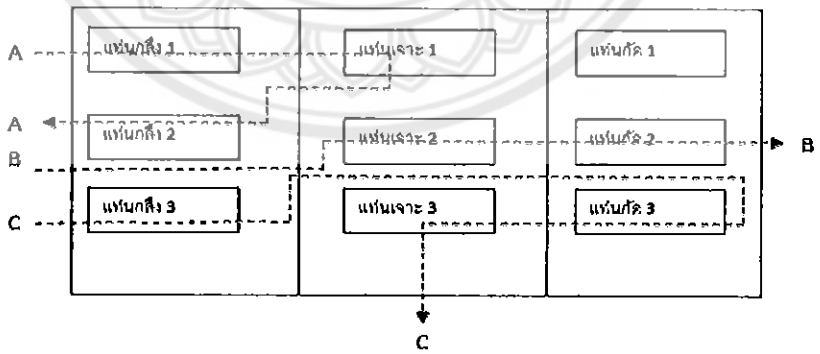
รูปที่ 2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างชนิด และปริมาณที่ผลิต

ที่มา : อุกฤษณ์ อุทะโก และสุรชัย ลำสันเทียะ, ปริญญานิพนธ์ในหัวข้อ การออกแบบวางผังโรงงานและการขนถ่ายวัสดุ โรงงานเกษตรบ้านกร่าง จังหวัดพิษณุโลก (2545) มหาวิทยาลัยนเรศวร

การจัดวางผังโรงงานแบบต่างๆ ที่กล่าวข้างต้นมีรายละเอียดดังนี้

2.5.1 การวางผังโรงงานแบบตามกระบวนการผลิต (Process Layout)

สำหรับงานที่ผลิตสินค้าแต่ละแบบต้องใช้ชิ้นส่วนต่างๆ มากมาย การวางผังแบบตามกระบวนการผลิต จะเป็นการรวมเอาเครื่องจักรที่มีลักษณะการใช้งานเหมือนกันเข้าไว้ในพื้นที่ส่วนเดียวกันของโรงงาน การวางผังการผลิตแบบนี้เหมาะกับการผลิตที่ทราบจำนวนแน่นอน หรืองานเป็นหน่วยๆ ที่ทราบปริมาณการผลิตที่แน่นอน (อรนุช จรูญโรจน์, 2530 : 55) และการผลิตสินค้าแต่ละชนิดมีกรรมวิธีการผลิตที่คล้ายคลึงกัน แสดงในรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 การจัดวางผังตามชนิดเครื่องจักร

ที่มา : อุกฤษณ์ อุทะโก และสุรชัย ลำสันเทียะ, ปริญญานิพนธ์ในหัวข้อ การออกแบบวางผังโรงงานและการขนถ่ายวัสดุ โรงงานเกษตรบ้านกร่าง จังหวัดพิษณุโลก (2545) มหาวิทยาลัยนเรศวร

2.5.1.1 ข้อดีของผังโรงงานแบบตามกระบวนการผลิต

ก. จำนวนเงินลงทุนในการซื้อเครื่องจักรเครื่องมือต่ำ

ข. เครื่องจักรมีชั่วโมงใช้งานสูง โดยเฉพาะในกรณีที่การผลิตสินค้าแต่ละชนิดมีจำนวนไม่มากนัก เนื่องจากโรงงานสามารถจัดตารางการผลิตให้กับเครื่องจักรแต่ละเครื่องได้

ค. ถ้าเครื่องจักรใดเครื่องจักรหนึ่งไม่ทำงานก็ยังดำเนินการผลิตต่อไปได้ หรืออาจจะใช้เครื่องจักรทดแทนการทำงานกันได้

ง. ถ้ามีการออกแบบผลิตภัณฑ์ใหม่อาจจะต้องซื้อ หรือปรับปรุงเครื่องจักรใหม่เพียงเครื่องหนึ่งสองเครื่องเท่าที่จำเป็นเท่านั้น

จ. ในการขยายกิจการ ค่าใช้จ่ายในการขยายโรงงานจะถูกกว่าเนื่องจากอาจไม่มีความจำเป็นที่จะต้องเพิ่มสายการผลิตใหม่ทั้งสาย

2.5.1.2 ข้อจำกัดของผังโรงงานแบบตามกระบวนการผลิต

ก. การขนถ่ายวัสดุจะยุ่งยากมากกว่า เพราะจัดเป็นแผนกๆ งาน และอาจจะมีปัญหาในเส้นทางการขนย้าย จากแผนกหนึ่งไปยังแผนกหนึ่งจะเสียเวลามาก และลงทุนสูง

ข. การสั่งการ และการประสานงานไม่ค่อยสัมพันธ์ ตลอดทั้งความคล่องของคนงาน และประสิทธิภาพของเครื่องจักรแต่ละแผนกแตกต่างกันทำให้เกิดผลิตภัณฑ์กึ่งสำเร็จคั่งค้าง ณ จุดปฏิบัติมาก ซึ่งบางจุดปฏิบัติงานอาจจะขาด

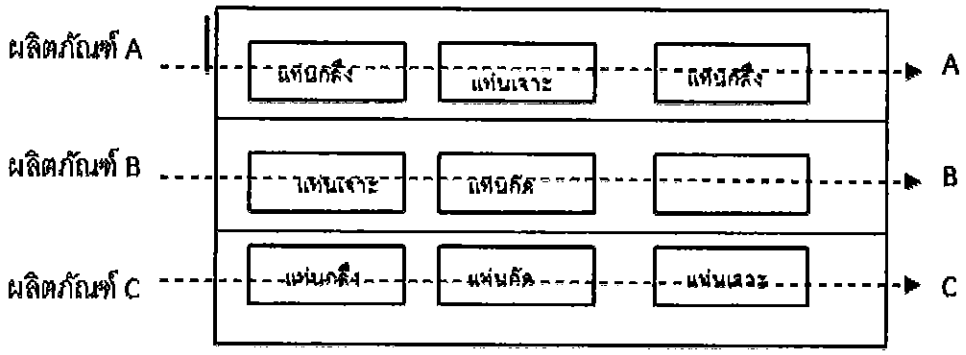
ค. ใช้พื้นที่โรงงานมากกว่า

ง. จะต้องใช้เวลาในการอบรมฝึกหัดพนักงานใหม่ทุกครั้ง ที่มีการเปลี่ยนรูปแบบผลิตภัณฑ์ หรือได้เครื่องจักรเข้ามาใหม่

2.5.2 การวางผังโรงงานตามชนิดของผลิตภัณฑ์ (Product Layout)

เป็นการจัดผลิตให้เรียงตามลำดับขั้นตอนการผลิตของผลิตภัณฑ์ การจัดผังโรงงานแบบนี้ บางทีเรียกว่าเป็นการจัดแบบเป็นแถว (Line Layout) (เดชา ทิพยมาศ, 2536 : 123) โรงงานแบบนี้จะเป็นการผลิตสินค้าชนิดเดียว หรือสินค้าหลายชนิดที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน การดำเนินการผลิตมักจะเป็นการผลิตแบบต่อเนื่อง เช่น การผลิตอาหารกระป๋อง ผลไม้กระป๋อง เบียร์ การผลิตผลิตภัณฑ์ประเภทแก้ว และอื่นๆ ซึ่งการดำเนินการเช่นนี้ จะทำให้การจัดเครื่องจักรเครื่องมือทำได้อย่างไม่ยุ่งยาก ผู้วางผังโรงงานสามารถกำหนดขั้นตอนการผลิต เพื่อให้การผลิตดำเนินการไปได้โดยที่ไม่มีการขนย้ายสินค้าย้อนทางเดิน (ฉลวย ธีระเผ่าพงษ์ และอุทัยวรรณ สุวคันธกุล, 2532 : 58)

ในการวางผังโรงงาน แบบตามชนิดของผลิตภัณฑ์ วิธีการ คือ เราจัดเรียงเครื่องจักรให้เรียงกันไปตามขั้นตอนการผลิต โดยเริ่มจากวัตถุดิบไปถึงกระบวนการผลิตแต่ละหน่วยการผลิต จนสำเร็จเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จดังแสดงในรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 การจัดวางผังผสมขั้นตอนการผลิต

ที่มา : อุกฤษณ์ อุทะโก และสุรชัย ลำสันเทียะ, ปริญญานิพนธ์ในหัวข้อ การออกแบบวางผังโรงงาน และการขนถ่ายวัสดุ โรงงานเกษตรบ้านกร่าง จังหวัดพิษณุโลก (2545) มหาวิทยาลัยนเรศวร

2.5.2.1 **ข้อดีของการวางผังโรงงานแบบตามชนิดผลิตภัณฑ์**

ก. การควบคุมการจัดตารางผลิตทำได้ง่ายเนื่องจากเรารู้ขั้นตอนการผลิตที่แน่นอน

ข. การขนย้ายวัสดุทำได้ในระยะเวลาสั้นๆ เนื่องจากระยะระหว่างจุดปฏิบัติการต่างๆ นั้น และไม่มีการขนย้ายวัตถุดิบย้อนทางเดิน

ค. พื้นที่โรงงานใช้ทำประโยชน์ได้มากกว่า

ง. ในการผลิตเป็นจำนวนมากๆ อัตราการใช้เครื่องจักรจะดีขึ้น และเครื่องจักรได้ทำงานอย่างเต็มที่

จ. ผลิตภัณฑ์กึ่งสำเร็จที่คั่งค้าง ณ จุดปฏิบัติงานต่างๆ จะมีน้อยลง

ฉ. เวลาที่เสียไปในการติดตั้งเครื่องจักรจะลดลง

ช. ไม่จำเป็นต้องอบรม หรือให้ความรู้พนักงานบ่อยๆ

ซ. ต้นทุนการผลิตต่อชิ้นจะถูกลง

ฌ. การไหลของชิ้นงานผลิตจะเร็วขึ้น

ญ. การควบคุมงานผลิตจัดได้เป็นระบบมากกว่า

2.5.2.2 **ข้อจำกัดของการจัดผังโรงงานตามชนิดผลิตภัณฑ์**

ก. จำนวนเงินทุนในการซื้อเครื่องมือเครื่องจักรสูง

ข. การหยุดการผลิตของเครื่องจักรในหน่วยผลิตหน่วยใดหน่วยหนึ่ง กระบวนการผลิตจะหยุดทั้งระบบการผลิต

ค. ยอดผลิตจะสูง และสม่ำเสมอ เพราะเครื่องจักร ผลิตชิ้นงานตลอดเวลา หากยอดขายลดลง จะส่งผลต่อระบบเงินทุนหมุนเวียนเป็นอย่างมาก

ง. เป็นเรื่องลำบากมาก หากจะแยกเครื่องจักรในระบบผลิตที่เป็นปัญหาออกจากกระบวนการผลิต

จ. การเปลี่ยนแปลงผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจะส่งผลต่อการปรับเปลี่ยนเครื่องมือเครื่องจักร ซึ่งการปรับเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ที่ผลิตแต่ละครั้ง ก็จะปรับเปลี่ยนทั้งสายการผลิต

อย่างไรก็ตาม การวางผังโรงงานทั้งสองแบบ คือ การวางผังการผลิตตามกระบวนการผลิต (Process Layout) และการวางผังการผลิตแบบตามชนิดผลิตภัณฑ์ (Product Layout) ต่างก็มีข้อดีและข้อจำกัดแตกต่าง

2.5.3 การวางผังโรงงานแบบชิ้นงานอยู่กับที่ (Fixed Position Layout)

การวางผังโรงงานอีกแบบหนึ่ง คือ การวางผังโรงงานแบบชิ้นงานอยู่กับที่ (Fixed Position Layout) ซึ่งเป็นที่ใช้กันไม่ค่อยมากนัก ส่วนมากจะเป็นการวางผังเพื่อผลิตชิ้นงานที่มีขนาดใหญ่ เช่น การต่อเรือ (Ship Construction) เครื่องบิน (Aircraft) เป็นต้น จะเป็นการลำบากมากหากจะเคลื่อนย้ายชิ้นงานเข้าสู่กระบวนการผลิต วิธีการที่จะทำให้การผลิตมีความสะดวกมากขึ้น ก็โดยการเคลื่อนย้ายเครื่องจักร เครื่องมืออุปกรณ์ ตลอดทั้งแรงงานเข้าหาชิ้นงานที่จะทำการผลิต (Norman Gaither, 1994 : 304)

2.5.4 การวางผังโรงงานแบบผสม (Mixed Layout)

ปัจจุบันโรงงานส่วนใหญ่จะใช้ระบบการวางผังโรงงานแบบผสม คือ ในแผนกซ่อมบำรุง (Maintenance Engineer) แผนกงานหล่องานเชื่อมทำแบบหล่อ (Mole Maintenance) จะวางผังเป็นแบบตามกระบวนการผลิต (Process Layout) ส่วนแผนกผลิตชิ้นงาน หรือหล่อชิ้นงานจะใช้วิธีการวางผังโรงงานแบบตามชนิดของผลิตภัณฑ์ (Product Layout) ส่วนแผนกผลิตชิ้นงาน หรือหล่อชิ้นงานจะใช้วิธีการวางผังโรงงานแบบตามชนิดของผลิตภัณฑ์ (Product Layout)

2.6 ปัญหาของการจัดวางผังโรงงาน

การจัดวางผังโรงงานถือกันว่ามีความสำคัญมาก และมีผลอย่างมากต่อการผลิต ปัญหาของการจัดวางผังโรงงานจึงเป็นปัญหาที่จะมองข้ามเสียมิได้ ทุกคนที่เกี่ยวข้องกับการผลิตทั้งทางตรง และทางอ้อม ต่างก็มีความเกี่ยวข้องกับผังโรงงานแทบทั้งสิ้น ซึ่งไม่ใช่ปัญหาของหน่วยงานใดหน่วยงานหนึ่ง โดยเฉพาะปัญหาของการจัดวางผังโรงงานจะเกิดขึ้น และต้องดำเนินการจัดวางผังในโอกาสต่อไปนี้คือ

2.6.1 การจัดวางผังโรงงานเมื่อมีการสร้างโรงงานใหม่

การจัดวางผังโรงงานมีความสำคัญ และจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับโรงงานใหม่ ไม่ว่าจะเป็นโรงงานใหญ่ หรือโรงงานเล็กก็ตาม ถ้าต้องการให้มีการผลิตที่มีประสิทธิภาพ การจัดวางผังโรงงานสำหรับโรงงานใหม่นั้นจะมีความคล่องตัว และง่ายกว่าโรงงานเก่า ทั้งนี้เพราะข้อจำกัดต่างๆ นี้มีน้อยกว่า การออกแบบผังโรงงานจะเริ่มตั้งแต่การเก็บข้อมูลต่างๆ ที่ใช้จำเป็นต้องใช้ในการจัดวางผัง เช่น

ชนิดของสินค้า และปริมาณที่จะผลิตทั้งในปัจจุบัน และอนาคต จากนั้นก็ทำการวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ ว่าถ้าต้องการให้ได้ผังโรงงานที่จะผลิตสินค้าให้ได้ตามต้องการ จะต้องมีเครื่องจักร อุปกรณ์ และสิ่งอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตถูกจัดวางในตำแหน่งที่ตั้งใดจึงจะเหมาะสมที่สุด

2.6.2 ดรรชนีบอกถึงความจำเป็นของการเปลี่ยนแปลงผังโรงงานเก่า

ดรรชนีที่บ่งบอกถึงความจำเป็นที่จะต้องศึกษาผังโรงงานเก่าที่มีอยู่ก็ คือ

2.6.2.1 อาคารไม่เหมาะสมกับความต้องการ

2.6.2.2 ไม่ได้มีการใช้ระบบสายการผลิตเมื่อควรใช้

2.6.2.3 การออกแบบผลิตภัณฑ์ และการผลิตได้เปลี่ยนไป

2.6.2.4 การแนะนำเครื่องจักรใหม่เข้ามาโดยไม่ได้ดูถึงความสัมพันธ์ของที่มีอยู่ก่อน

2.6.2.5 ความล่าช้า และเวลาสูญเปล่าที่อธิบายไม่ได้

2.6.2.6 การควบคุมในบางหน่วย

2.6.2.7 ผลผลิตตกต่ำในบางหน่วย

2.6.2.8 สภาวะที่จอแจในโรงงาน

2.6.2.9 ใช้คนงานมากไปในการขนย้ายสิ่งของ

2.6.2.10 มีคอขวดเกิดขึ้นในระบบการผลิต

2.6.2.11 มีการขนย้ายสิ่งของย้อยกลับไปย้อยกลับมา

2.6.2.12 มีสิ่งของกองอยู่ทั่วโรงงานมากเกินไป

2.6.2.13 การไหลของสิ่งของมีอุปสรรคบ่อย

2.6.2.14 การจ่ายเงินล่าบากมาก

2.6.2.15 เนื้อที่ทางสูงใช้ประโยชน์ไม่เต็มที่

2.6.2.16 เครื่องจักร อุปกรณ์ และคนงานมีเวลาว่างมากไป

2.6.2.17 การจัดเก็บสิ่งของไม่เป็นระเบียบ

2.6.2.18 ใช้เวลาในการผลิตมากเกินไป

2.6.2.19 เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณการผลิต

2.6.2.20 เกิดอุบัติเหตุบ่อยในโรงงาน

2.6.2.21 เมื่อเครื่องจักรล้าสมัย

2.6.2.22 เมื่อมีการขยาย หรือลดหน่วยงาน

2.7 ขั้นตอนในการออกแบบผังโรงงาน

การออกแบบผังโรงงานควรที่จะได้มีการปฏิบัติอย่างมีระเบียบเป็นขั้นตอนเพื่อหลีกเลี่ยงความสับสน และควรที่จะได้มีการวิเคราะห์ข้อมูลในทุกแง่ทุกมุม เพื่อที่จะให้ได้ผังโรงงานที่ดีจริงๆ ออกมา สำหรับขั้นตอนที่ควรแก่ปฏิบัติมีดังนี้

2.7.1 การเก็บข้อมูลพื้นฐาน

ข้อมูลนั้นนับได้ว่ามีความสำคัญอย่างยิ่งสำหรับการวางแผนการแก้ไขปัญหาทุกด้านของฝ่ายจัดการ ถ้าปราศจากข้อมูลเสียแล้ว การแก้ไขปัญหาต่างๆ ให้สำเร็จลุล่วงไปก็คงเป็นไปได้ยาก การออกแบบผังโรงงานก็เช่นเดียวกัน จะต้องมีข้อมูลที่มากพอถึงชนิด และขนาดของหน่วยงาน การเก็บข้อมูลจะเก็บความต้องการของหน่วยงาน สำหรับขั้นตอนการผลิต สิ่งสนับสนุนการผลิต และเวลาที่ใช้ในการผลิต พร้อมทั้งเหตุผลต่างๆ ข้อมูลหลักเป็นภาษาอังกฤษ ไว้ที่ลูกกุญแจไขปัญหา คือ P, Q, R, S และ T ในที่นี้ได้นำกุญแจไขปัญหานี้มาแสดงไว้ในรูปที่ 2.6 และอธิบายรายละเอียดเพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ถูกต้อง จะได้นำเอาข้อมูลมาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้

2.7.1.1 อักษร P แทนด้วยชนิดสินค้า หรือผลิตภัณฑ์ คือจะต้องทราบว่าจะต้องทำการผลิตสินค้าอะไรทั้งในปัจจุบัน อนาคตอันใกล้ และไกล จะต้องมีการวางแผนล่วงหน้าทั้งระยะสั้น และระยะยาว ชนิดของสินค้า และผลิตภัณฑ์ ในที่นี้หมายถึง โมเดล รุ่น แบบ เลขที่ชิ้นส่วน และกลุ่มสินค้า หรือวัสดุ จะเห็นได้ว่าชนิดของสินค้า เราไม่ได้หมายถึงสินค้าสำเร็จรูปเพียงอย่างเดียว แต่เราหมายถึงทุกชิ้นส่วนที่มีการผลิตที่แตกต่างกัน ฉะนั้นการเก็บข้อมูลของการผลิตแต่ละชิ้นส่วนมาวิเคราะห์จึงมีความจำเป็น

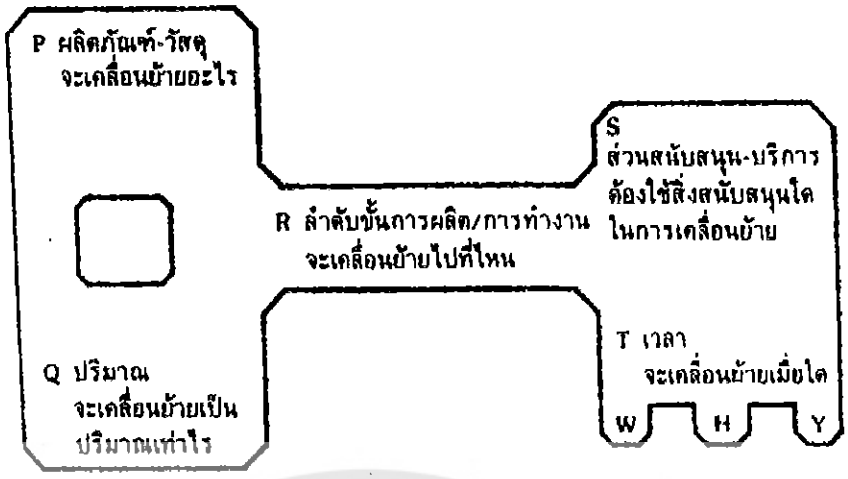
2.7.1.2 อักษร Q หมายถึง ปริมาณของแต่ผลิตภัณฑ์ หรือสินค้าแต่ละชนิด สิ่งที่จะต้องคำนึงถึงสำหรับปริมาณการผลิตก็คือ ของเสียที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการผลิต และความต้องการของตลาดที่มีการเปลี่ยนแปลง อาจจะเปลี่ยนตามฤดูกาล เปลี่ยนไปเพราะเปลี่ยนการออกแบบใหม่

2.7.1.3 อักษร R หมายถึง ลำดับขั้นตอนการผลิตจะมีการผลิตขั้นตอนไหนก่อนหน้าหลังตามลำดับ ขั้นตอนการผลิตนั้นได้มาจากการออกแบบการผลิตที่ดีนั้น นั้นก็หมายความว่าเราจะต้องวิเคราะห์ และออกแบบการผลิตเสียก่อนว่า ชิ้นใดควรผลิตอย่างไร และขั้นตอนการผลิตใดควรทำหน้าหลังจากนั้นก็จะได้ลำดับขั้นการผลิตที่ประหยัดอันเป็นปัจจัยหนึ่งในการบังคับผังโรงงาน

2.7.1.4 อักษร S หมายถึง ส่วนสนับสนุนการผลิต ซึ่งเป็นส่วนที่ขาดเสียมิได้ เพื่อให้การผลิตเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ส่วนสนับสนุนการผลิตบางส่วนมีความสำคัญมากจะขาดเสียมิได้ แต่บางส่วนก็มีความสำคัญน้อย ถ้าไม่มีก็ไม่มีผลกระทบกระเทือนมากนัก ตัวอย่างของส่วนสนับสนุนต่างๆ เช่น ที่รับส่งของ โกดังเก็บของ หน่วยจัดหาเครื่องมือ หน่วยซ่อมบำรุงรักษา ดังนั้นจึงควรให้ความสนใจด้วย

2.7.1.5 อักษร T หมายถึงเวลาในการผลิตแต่ละขั้นตอนใช้เวลามากไหม และจะผลิตเมื่อไรผลิตบ่อยไหม T จะมีความสำคัญโดยตรงกับ P, Q, R และ S เพราะทำให้สามารถกำหนดคน เครื่องจักร และขนาดเนื้อที่ได้

นอกจากอักษร 5 ตัวดังกล่าวแล้ว ยังมีอักษรที่เขี้ยวกุญแจ คือ WHY อักษร 3 ตัวนี้ มีไว้เพื่อแก้ไขปัญหาให้ลุล่วงไปได้จริงๆ เพราะจากการถาม และตอบด้วยเหตุผลนี้เอง จะทำให้ผู้ออกแบบผังโรงงานมองปัญหาได้ง่าย และชัดเจนยิ่งขึ้น นอกจากนี้เหตุผลต่างๆ ที่คิดขึ้นได้ ยังสามารถที่จะเป็นเพียงเศษกระดาษถ้าผู้มีอำนาจไม่เห็นชอบด้วย



รูปที่ 2.6 กุญแจ PQRST เพื่อการแก้ไขปัญหาการวางแผนผังโรงงาน

ที่มา : อุกฤษณ์ อุทะโก และสุรชัย ลำสันเทียะ, ปริญญานิพนธ์ในหัวข้อ การออกแบบวางผังโรงงาน และการขนถ่ายวัสดุ โรงงานเกษตรบ้านกร่าง จังหวัดพิษณุโลก (2545) มหาวิทยาลัยนเรศวร

2.7.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่เราเก็บมาได้นี้เมื่อเรานำมาวิเคราะห์เบื้องต้นจะทำให้เราทราบสิ่งต่อไปนี้ คือ

2.7.2.1 ข้อมูลของ P, Q และ R จะทำให้เราทราบลักษณะของการไหลระหว่างหน่วยงานว่าเป็นอย่างไร และจากการวิเคราะห์การไหล จะทำให้ทราบความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยงานได้

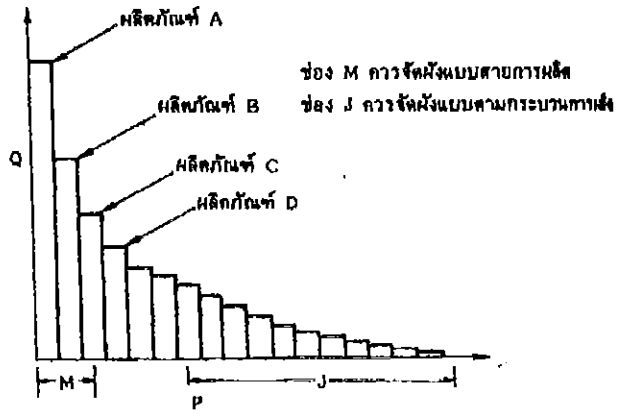
2.7.2.2 ข้อมูลของ P, Q และ S จะทำให้เกิดความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยผลิต และหน่วยสนับสนุน และหน่วยสนับสนุนด้วยกันเอง สำหรับการวิเคราะห์ความสัมพันธ์จะกล่าวในส่วนต่อไป

2.7.2.3 ข้อมูล R และ T จะเป็นตัวกำหนดชนิด และจำนวนเครื่องจักร เครื่องมือที่ต้องการจะใช้ทำให้สามารถประมาณการพื้นที่ของหน่วยผลิตได้

2.7.2.4 ข้อมูล S จะทำให้ทราบถึงส่วนสนับสนุนการผลิตที่จำเป็นจะต้องมี และพื้นที่สำหรับส่วนสนับสนุนการผลิตทั้งหมดที่ต้องการได้

2.7.2.5 ข้อมูล P และ Q มาวิเคราะห์ความสัมพันธ์จากแผนภูมิ P-Q จะทำให้ทราบสิ่งต่อไปนี้

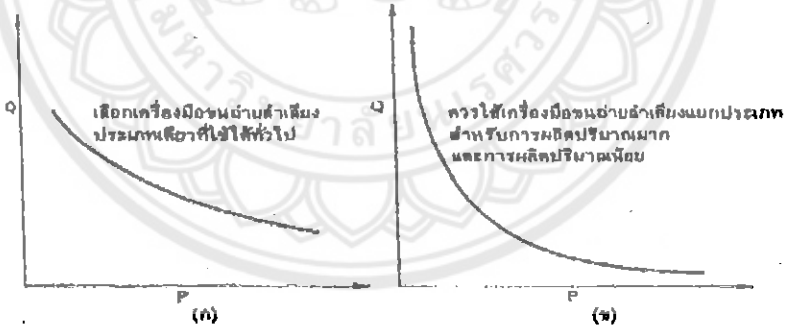
ก. ผังโรงงานส่วนใดควรจัดเป็นผังโรงงานแบบใด เช่น สายการผลิต แบบจัดตามประเภทของเครื่องจักร หรือแบบผสมผสาน รูปที่ 2.7 แสดงให้เห็นถึงแนวทางในการเลือกชนิดของผังโรงงานว่าเมื่อข้อมูล P และ Q อยู่ในสถานนะใดควรเลือกผังโรงงานแบบใด



รูปที่ 2.7 การแสดงการเลือกชนิดของผังโรงงาน

ที่มา : อุกฤษณ์ อุทะโก และสุรชัย ลำสันเทียะ, ปริญญานิพนธ์ในหัวข้อ การออกแบบวางผังโรงงานและการขนถ่ายวัสดุ โรงงานเกษตรบ้านกร่าง จังหวัดพิษณุโลก (2545) มหาวิทยาลัยนเรศวร

ข. ควรเลือกเครื่องมือการขนถ่ายประเภทใด เลือกประเภทเดียวแบบใช้ได้ทั่วไปหรือเลือกเป็น 2 ประเภทใช้กับงานผลิตที่เป็นปริมาณมากๆ ที่มีการจัดผังโรงงานเป็นแบบสายการผลิต และอีกประเภทหนึ่งใช้กับงานผลิตไม่มากที่มีการจัดผังโรงงานแบบตามประเภทของเครื่องจักรแสดงดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 แสดงการเลือกเครื่องมือขนถ่ายลำเลียงแต่ลำประเภท

ที่มา : อุกฤษณ์ อุทะโก และสุรชัย ลำสันเทียะ, ปริญญานิพนธ์ในหัวข้อ การออกแบบวางผังโรงงานและการขนถ่ายวัสดุ โรงงานเกษตรบ้านกร่าง จังหวัดพิษณุโลก (2545) มหาวิทยาลัยนเรศวร

ค. ควรใช้แผนภูมิใดในการวิเคราะห์การไหลของ P, Q และ R ซึ่งได้กล่าวมาแล้ว จะเห็นว่าในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของ P และ Q ทำให้เราทราบประเภทของผังโรงงานที่เราควรใช้ เราสามารถเลือกกระบวนการผลิตได้ เลือกชนิด และจำนวนเครื่องจักรได้ประมาณจำนวนคนได้ ผลสุท้ายคือเราสามารถประมาณขนาดพื้นที่ที่ต้องการได้ นอกจากนี้ถ้าวิเคราะห์ P และ Q ของโรงงานเก่าก็ยังบอกได้อีกว่าควรจะมีการเปลี่ยนผังโรงงานหรือไม่

2.7.3 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์เป้าหมายหลักคือ เพื่อหาตำแหน่งที่ตั้งของหน่วยงานต่างๆ ที่เหมาะสม ฉะนั้นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์จึงถือได้ว่าเป็นหัวใจของการออกแบบผังโรงงาน ได้กล่าวมาแล้วว่าโรงงานจะประกอบไปด้วย 2 หน่วยใหญ่ๆ ด้วยกันคือ หน่วยการผลิต และหน่วยสนับสนุนการผลิต ความแตกต่างของข้อมูล สำหรับการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ก็ คือ การไหลของวัสดุสิ่งของนั้นก็คือหน่วยผลิตโดยทั่วไปจะมีการไหลของวัสดุอย่างเห็นได้เด่นชัด

2.7.4 การวิเคราะห์ความต้องการเนื้อที่ของหน่วยงาน และกิจกรรม

พื้นที่ของโรงงานนั้นมีทั้งพื้นที่สำหรับหน่วยผลิต และหน่วยสนับสนุนการผลิต โดยจะต้องคำนึงถึงความต้องการในอนาคตด้วย โดยปกติพื้นที่สำหรับหน่วยผลิตนั้นหาได้ค่อนข้างแน่นอน เพราะเครื่องที่ต้องการซึ่งได้จากการคำนวณ จะเป็นตัวเลขกำหนดขนาดเนื้อที่ค่อนข้างแน่นอน

2.7.5 การประเมินเพื่อเลือกแผนผัง

การออกแบบแผนผังโรงงานทั้ง 2 ขั้นตอน คือ การออกแบบผังขั้นต้น และการออกแบบผังอย่างละเอียดนั้น เราต้องพยายามออกแบบให้ได้หลายผังเพื่อประเมินเปรียบเทียบจะได้ว่าผังโรงงานไหนดีกว่ากัน ถ้ามีการออกแบบเพียงผังโรงงานเดียวก็จะไม่มีทางทราบเลยว่า เป็นผังโรงงานที่ดีหรือไม่อย่างไร ทั้งนี้การเปรียบเทียบทำได้โดยดูจากระยะทางในการขนถ่าย หรือข้อมูลต่างๆ ในผังโรงงานว่าผังโรงงานใดมีระยะทางน้อยกว่า หรือสอดคล้องกับข้อจำกัดมากกว่า

2.8 เครื่องมือวิเคราะห์ความสัมพันธ์

เครื่องมือวิเคราะห์ความสัมพันธ์ คือ สิ่งที่ช่วยให้การไหลของวัสดุ มีการไหลของวัสดุอย่างเห็นได้เด่นชัด

2.8.1 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยงาน

การหาความสัมพันธ์ของกิจกรรม หรือหน่วยงานต่างๆ โดยการอาศัยวิธีวิเคราะห์การไหลของสิ่งต่างๆ ในโรงงาน เพื่อดูว่าหน่วยงานใดควรจะอยู่ที่ใดในโรงงานแล้วทำให้เกิดการไหลอย่างต่อเนื่อง และสั้นที่สุด ซึ่งถ้าว่ากันโดยความจริงแล้วการวิเคราะห์เพียงการไหลอย่างเดียวนั้นไม่เป็นเป็นการเพียงพอสำหรับการหาความสัมพันธ์ของกิจกรรม หรือหน่วยงานในโรงงาน ทั้งนี้เนื่องจากว่าในโรงงานนอกจากจะมีหน่วยผลิตแล้วยังมีหน่วยซึ่งมีหน้าที่สนับสนุนหน่วยผลิตเพื่อให้เกิดผลผลิตที่ดีที่สุด หน่วยสนับสนุนการผลิตบางหน่วยถึงแม้จะไม่มีการไหลของสิ่งของเกิดขึ้น แต่ความจำเป็นที่ต้องอยู่ใกล้กับหน่วยผลิตมากกว่าหน่วยสนับสนุนอื่น เช่น สำนักงาน หน่วยจัดหาเครื่องมือ หน่วยซ่อมบำรุงรักษา เป็นต้น นอกจากความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยสนับสนุนด้วยกันก็จะไม่มีการไหลของสิ่งของ

ที่เห็นเด่นชัดฉะนั้นเราไม่สามารถที่จะนำเอาการวิเคราะห์การไหลมาใช้ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยสนับสนุนด้วยกันได้

สำหรับเหตุผลที่ว่าการคิดการไหลของสิ่งของภายในโรงงานเพียงอย่างเดียวไม่เป็นการพอเพียงสำหรับการหาความสัมพันธ์เพื่อการจัดวางผังโรงงานนั้น พอจะสรุปได้ดังนี้ คือ

2.8.1.1 หน่วยงานสนับสนุนการผลิตบางหน่วยควรจะอยู่ใกล้กับหน่วยผลิตบางหน่วย เพราะมีความสัมพันธ์ เช่น หน่วยซ่อมบำรุง หน่วยจัดหาเครื่องมือ ที่อยู่ของหัวหน้างาน ห้องน้ำ ห้องเก็บของ ซึ่งต่างก็เป็นหน่วยหนึ่งที่อยู่ในผังโรงงาน

2.8.1.2 มีบ่อยครั้งที่มีการไหลของสิ่งของไม่เป็นสิ่งที่สำคัญนัก เช่น โรงงานอิเล็กทรอนิกส์และเพชรพลอยบางแห่ง จะมีการขนถ่ายลำเลียงสิ่งของเพียงไม่กี่กิโลกรัมต่อวันเท่านั้น

2.8.1.3 สำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวกับการบริการเพียงอย่างเดียว เช่น สำนักงาน โรงซ่อม ธนาคารที่มีการไหลของสิ่งของที่ไม่เห็นเด่นชัด และไม่แน่นอน (การเคลื่อนย้ายของคน และงานกระดาษ) แต่มีความจำเป็นที่จะต้องอยู่ใกล้ชิดกันระหว่างบางหน่วยงาน และความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยงานอื่นๆ ก็มีเช่นเดียวกัน

การวิเคราะห์การไหลของวัสดุนั้นสามารถเรียกอีกอย่างว่าการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงปริมาณเช่น จำนวนเที่ยว ปริมาณของวัสดุ และระยะทางการขนย้ายซึ่งการออกแบบวางผัง โรงงานนั้นไม่สามารถวิเคราะห์เชิงปริมาณอย่างเดียว ได้ดังนั้นจึงต้องวิเคราะห์ความสัมพันธ์นอกเหนือจากการไหลของวัสดุด้วย หรือเรียกการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับการไหลของวัสดุว่าการวิเคราะห์เชิงคุณภาพ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงคุณภาพนั้นมีความจำเป็นเพราะบางกิจกรรมหรือหน่วยงานไม่ได้ เป็นส่วนหนึ่งของการไหล

การไหลของวัสดุไม่ได้เป็นสิ่งสำคัญของอุตสาหกรรมทุกประเภท บางหน่วยงานการไหลของวัสดุไม่ชัดเจน และไม่แน่นอน ปัจจัยบางอย่างอาจต้องคำนึงถึงมากกว่าการไหลของวัสดุ หน่วยงานต่างๆ ในโรงงานไม่ได้ทำหน้าที่ผลิตเพียงอย่างเดียว โดยสามารถแบ่งหน่วยงานต่างๆ ได้ดังนี้ หน่วยงานผลิต คือหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการขนย้าย และเปลี่ยนแปลงวัสดุในขนาดรูปร่างและคุณสมบัติซึ่งจะเกี่ยวข้องกับการผลิตโดยตรงหน่วยงานบริการ และสนับสนุน เช่น หน่วยงานควบคุมคุณภาพ หน่วยซ่อมบำรุง ห้องเก็บเครื่องมือ

การจำแนกระดับความสัมพันธ์ โดยกำหนดความสัมพันธ์เป็น 6 ระดับ

ก. A = มีความจำเป็นยิ่งยวดที่ต้องอยู่ใกล้กัน (Absolutely Necessary)

ข. E = มีความสำคัญมากที่ต้องอยู่ใกล้กัน (Especially Important)

ค. I = มีความสำคัญมากเมื่อต้องอยู่ใกล้กัน (Important)

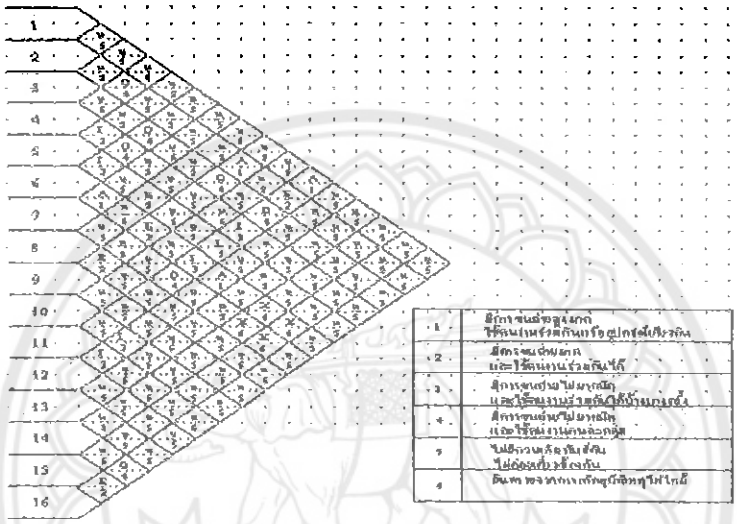
ง. O = มีความสัมพันธ์กันธรรมดา (Ordinary)

จ. U = ไม่มีความสัมพันธ์กันเลย (Unimportant)

ฉ. X = อยู่ใกล้กันไม่ได้เลย (Undesirable Closeness)

หมายเหตุ : การให้คะแนนระดับความสัมพันธ์ ผู้จัดทำ ให้ระดับความสัมพันธ์เองโดยใช้การไหล

เป็นแนวทางการให้ระดับความสัมพันธ์ และขอความคิดเห็นจากบุคคลที่เกี่ยวข้องตัดสินใจร่วมกันระหว่างผู้รับผิดชอบในบริเวณต่างๆ เหตุผลสำหรับระดับความสัมพันธ์ต่างๆ ที่ให้โดยที่ให้เหตุผลในการให้คะแนนระดับความสัมพันธ์นั้นคำนึงถึงลำดับขั้นการไหลของงาน/วัสดุ ใช้เครื่องมือบันทึกพื้นที่คนเส้นทางร่วมกันความถี่ในการติดต่องาน และลักษณะการทำงานคล้ายกันมีสิ่งที่ทำให้ไม่อาจอยู่ใกล้กัน เช่น ปัจจัยทางด้าน Safety ที่เกี่ยวกับการขนถ่ายวัสดุ การเขียนตารางความสัมพันธ์ (Relationship Chart) แสดงดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 แสดงความสัมพันธ์ (Relationship Chart)

ที่มา : อุกฤษณ์ อุทะโก และสุรชัย ลำสันเทียะ, ปริญญานิพนธ์ในหัวข้อ การออกแบบวางผังโรงงานและการขนถ่ายวัสดุ โรงงานเกษตรบ้านกร่าง จังหวัดพิษณุโลก (2545) มหาวิทยาลัยนเรศวร

2.8.2 การจัดวางสถานีงานตามความสัมพันธ์

การเขียนแผนภูมิความสัมพันธ์ผู้วางแผนเริ่มต้นด้วยการเขียนความสัมพันธ์ของคู่กิจกรรมที่มีความสัมพันธ์ระดับ A ก่อนซึ่งมองเห็นได้ชัดเจนจากคู่กิจกรรมที่ระบายสีแดงในแผนภูมิความสัมพันธ์ (Relationship Chart) ประการสำคัญก็คือ สัญลักษณ์ที่ใช้แทนกิจกรรมทุกกิจกรรมและตัวเลขที่เขียนภายในสัญลักษณ์ต้องตรงกับลำดับที่ของกิจกรรมในแผนภูมิความสัมพันธ์ จะต้องนำมาเขียนลงในแผนภาพความสัมพันธ์ (Relationship Diagram) หลังจากนั้นก็จะเชื่อมโยงระหว่างกิจกรรมคู่นั้นด้วยเส้น 4 เส้น จำนวนเส้นที่เชื่อมโยงนั้นจะขึ้นอยู่กับระดับความสัมพันธ์ของกิจกรรมคู่ต่างๆ

หลังจากที่ได้เขียนแผนภาพความสัมพันธ์ระดับ A หมดแล้ว ซึ่งโดยทั่วไปนั้น จะเขียนเส้นโยงระหว่างคู่กิจกรรมต่างๆ ที่มีความสัมพันธ์กันทั้งหมดกิจกรรมคู่ใดที่ไม่มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันในความสัมพันธ์ระดับ A ก็ให้เขียนแยกต่างหาก ต่อไปก็เขียนความสัมพันธ์ระกับ E โดยเชื่อมโยงด้วย

เส้น 3 เส้น และนำมาโยงสัมพันธ์กับกิจกรรมที่มีความสัมพันธ์ A ซึ่งสามารถหมุนไปรับทิศทางของกิจกรรมต่างๆ โดยแปรไปตามความสัมพันธ์ของกิจกรรมนั้น แต่ต้องไม่ลืมว่ากิจกรรมชนิดต่างๆ จะต้องใช้สัญลักษณ์ และตัวเลขที่แสดงภายใน ตรงกับแผนภูมิความสัมพันธ์ (Relationship Chart) ด้วย

ในขณะที่กำลังเขียนแผนภาพความสัมพันธ์ (Relationship Chart) อยู่นั้น แผนภาพที่เขียนจะต้องมีการจัดเปลี่ยนตำแหน่งอยู่ตลอดเนื่องจากว่า รูปแบบของการเขียน แผนภาพนั้นเป็นแบบไม่แน่นอน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์กับกิจกรรมอื่นๆ ส่วนระยะระหว่างกิจกรรมที่มีความสัมพันธ์ต่างๆ นั้น ระยะห่างระหว่างคู่กิจกรรม ที่โยงด้วยเส้นความสัมพันธ์ระดับ A (เชื่อมโยง 4 เส้น)

เมื่อเขียนความสัมพันธ์ของคู่กิจกรรม E ทั้งหมดแล้ว ก็จะเขียนกิจกรรม ที่มีความสัมพันธ์ระดับ I ทำนองเดียวกันกับการเขียนแผนภาพซึ่งได้เพิ่มกิจกรรมที่มีความสัมพันธ์ เริ่มจากความสัมพันธ์ระดับ A เพิ่มความสัมพันธ์ ระดับ E และระดับ I แผนภาพก็จะจัดเปลี่ยนตำแหน่งทิศทางของกิจกรรมไปเรื่อยๆ โดยการปรับปรุงให้ดีขึ้น จากนั้นก็เริ่มเขียนความสัมพันธ์ระดับ I ด้วยวิธีการที่เหมือนกันโดยมีระยะห่างระหว่างคู่กิจกรรมยิ่งมีความสัมพันธ์กันน้อยก็ยิ่งอยู่ห่างกัน สำหรับกิจกรรมที่มีความสัมพันธ์ระดับ X และ XX จะใช้ซิกแซ็กแทน หมายความว่ากิจกรรมคู่นั้นจะต้องให้อยู่ไกลจากกัน

ผู้วางแผนอาจจะต้องเขียนแผนภาพประมาณ 6-8 แผนภาพ พร้อมกับทำการปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้นจนเป็นที่พอใจ การพิจารณาแผนภาพความสัมพันธ์ว่าสมบูรณ์หรือไม่นั้น ต้องเขียนลงในกรอบพื้นที่ที่จะติดตั้งกิจกรรมต่างๆ และการจัดแผนภาพให้ได้ดีที่สุดตามเงื่อนไขที่ต้องการนั้นจะเห็นว่ากิจกรรมที่เชื่อมโยงด้วยเส้นจำนวน 4 เส้น จะเป็นคู่กิจกรรมที่อยู่ใกล้ที่สุด และกิจกรรมที่เชื่อมโยงด้วยเส้นซิกแซ็กจะอยู่ไกลที่สุด

เพื่อความมั่นใจสำหรับการเขียนความสัมพันธ์ ควรจะมีการตรวจสอบกิจกรรมทั้งหมดและรวมถึงระดับความสัมพันธ์ของกิจกรรมคู่ต่างๆ ด้วย สุดท้ายจะได้แผนภาพต่อกัน และก่อนที่จะทำการปรับปรุงควรพิจารณาองค์ประกอบที่สำคัญประกอบด้วย เช่น ระบบขนถ่ายวัสดุ ระบบการเก็บพัสดุ เป็นต้น

2.9 การศึกษาเวลา (Time Study)

การศึกษาเวลาคือการหาเวลาที่เป็นมาตรฐานในการทำงาน ใช้ในการวัดผลงานเป็นเวลาที่ทำงานได้ ผลของการศึกษาเวลาคือ เราได้เวลามาตรฐาน (Standard Time)

2.9.1 ประโยชน์ของการศึกษาเวลา

2.9.1.1 เพื่อใช้หา กำหนดการ และการวางแผน การทำงาน/การผลิต

2.9.1.2 ใช้หาค่าใช้จ่ายมาตรฐาน และช่วยประมาณงบใช้จ่าย

2.9.1.3 ใช้หาราคาผลิตภัณฑ์ก่อนลงมือผลิต

2.9.1.4 ใช้หาประสิทธิภาพการทำงานของคน – เครื่องจักร

2.9.1.5 ใช้เวลาเป็นข้อมูลในการสมดุลสายการผลิต

2.9.1.6 หาเวลามาตรฐานที่ใช้เป็นตัวฐานในการจ่ายค่าตอบแทน

2.9.1.7 หาเวลามาตรฐานที่ใช้เป็นตัวฐานในการจ่ายค่าตอบแทน

2.9.2 วิธีการศึกษาเวลา

การศึกษาเวลาสามารถแบ่งได้ 4 วิธีการใหญ่

2.9.2.1 การศึกษาเวลาโดยตรง คือ การศึกษาเวลาที่ใช้การจับเวลาพนักงานที่มีการเลือกไว้แล้ว มาทำการจับเวลา โดย นาฬิกา ทั้งนี้ต้องมีการคำนวณจำนวนครั้งในการจับเวลา แล้วจึงนำมาหาเวลาทำงานปกติ (Normal Time) เวลามาตรฐานต่อไป

2.9.2.2 การสุ่มงาน (Work Sampling) เป็นการศึกษาเวลาเพื่อให้ได้เวลามาตรฐานจากการสุ่มจับเวลาการทำงานจริงของพนักงานในสายการผลิต ต้องใช้เวลาการศึกษานานเป็นเวลาหลายสัปดาห์

2.9.2.3 การศึกษาเวลา จากข้อมูลเวลามาตรฐาน และสูตร (Standard Data and Formulas) เป็นการศึกษาเวลาที่ใช้ข้อมูลเวลาที่จัดทำเป็นมาตรฐานของโรงงานนั้น รวมทั้งการคำนวณหาเวลาจากสูตรสำเร็จ เช่น สูตรมาตรฐานในการคำนวณเวลาการกลึง สูตรที่โรงงานคิดขึ้นเองเป็นต้น

2.9.2.4 การศึกษาเวลาโดยระบบการหาเวลาก่อนล่วงหน้า หรือการสังเคราะห์เวลา (Predetermined-Time System or Synthesis Time) เป็นการศึกษาเวลาล่วงหน้าก่อนที่งานจะเกิดขึ้นจริง หรือการสังเคราะห์เวลา โดยใช้ระบบการหาเวลาชนิดต่างๆ เช่น MTM ระบบ Work Factor

2.10 อัตราการทำงาน (Rating)

อัตราการทำงาน คือ ตัวปรับ/Factor (ตัวคูณ) ค่าของเวลาจริงให้เป็น เวลาปกติ (Normal Time) การกำหนดอัตราการทำงานของพนักงาน มีความสามารถในการทำงานแตกต่างกัน (ทำงานเร็ว/ช้า) เมื่อไปจับเวลาอาจได้ค่าไม่แท้จริง

2.10.1 ระบบ SKILL & EFFORT

ระบบ SKILL & EFFORT คิดค้นโดย Charles E. Bedaux คือ การคิด Rating ให้คะแนน/แต้ม (Point) โดย 60 คะแนน เทียบเท่าสมรรถภาพมาตรฐาน (Standard Performance) ดังนั้น คนทำงานปกติมีค่า Rating = 60 Bs ต่อชม. ถ้าทำงานเก่ง/เร็ว อาจจะมี Rating = 70 – 80 Bs ต่อชม. อาจจะได้ค่าแรงเพิ่มขึ้น

2.10.2 ระบบ WestingHouse System of Rating

ระบบ WestingHouse System of Rating ประกอบด้วย SKILL, EFFORT, CONDITION, CONSISTENCY มีการประเมินเป็นเกรด A ถึง F

		SKILLS			
A1	Super Skill	+ 0.15	D	Average	0.00
A2		+ 0.13	E1	Fair	- 0.05
B1	Exellent	+ 0.11	E2		- 0.10
B2		+ 0.08	F1	Poor	- 0.16
C1	Good	+ 0.06	F2		- 0.22
C2		+ 0.03			
		EFFORT			
A1	Super Skill	+ 0.13	D	Average	0.00
A2		+ 0.12	E1	Fair	- 0.04
B1	Exellent	+ 0.10	E2		- 0.08
B2		+ 0.08	F1	Poor	- 0.12
C1	Good	+ 0.05	F2		- 0.17
C2		+ 0.02			

รูปที่ 2.10 อัตราการให้ Rating ของคน

ที่มา : http://www.pteonline.org/img-lib/staff/file/komson_000822.pdf

2.11 การจัดสมดุลสายผลิต (Line Balancing)

การจัดสมดุลสายผลิต คือ กลุ่มของกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการใช้ทรัพยากรต่างๆ เช่น วัตถุดิบ แรงงาน เครื่องจักร เป็นต้น เพื่อผลิตหรือสร้างผลิตภัณฑ์ และบริการต่างๆ

2.11.1 การทำสมดุลสายการผลิต

กรณีของ Product Layout ถ้ากระบวนการผลิตนั้นเป็นการประกอบผลิตภัณฑ์จากชิ้นส่วนย่อยๆ ออกมาเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปที่ต้องการ มักจะเรียกว่าสายการประกอบ (Assembly Line) ลักษณะของการจัดสายการประกอบจะทำการแบ่งงานออกเป็นงานย่อย (Element tasks) แต่เนื่องจากเวลาของแต่ละงานย่อยนั้นมีค่าไม่เท่ากัน ถ้าทำการจัดทรัพยากร 1 ชุด ต่อ 1 งานย่อย อาจจะทำให้สายการผลิตนั้นเกิดเวลาว่าง (Idle Time) โดยไม่จำเป็น ถ้าเวลาของแต่ละงานย่อยแตกต่างกันมากจะทำให้เกิดปัญหาตามมาหลายประการ เช่น

2.11.1.1 เกิดการรอ หรือเวลาว่าง เกิดสภาวะคอขวด (Bottleneck)

2.11.1.2 อรรถประโยชน์ของคน และเครื่องจักรต่ำลง

2.11.1.3 เกิดอุปสรรคจากสภาพบริเวณการทำงานไม่ดี

2.11.1.4 ทำให้เกิดอุบัติเหตุ

2.11.2 หลักการของการจัดสมดุลสายการผลิต

2.11.2.1 กลุ่มงานย่อยให้เป็นสถานีทำงาน (Work Station)

2.11.2.2 พยายามทำให้เวลาสถานีทำงานนั้นเท่ากัน หรือใกล้เคียงกันมากที่สุด

2.11.2.3 คำนึงถึงข้อจำกัดในด้านของลำดับก่อนหลังของงานย่อย (Precedence) ความแตกต่างของอุปกรณ์ หรือเครื่องจักรในการทำงานย่อย

2.11.2.4 สามารถผลิตได้ตามเป้าหมาย ตามรอบเวลา (Cycle Time)

ก. รอบเวลา (Cycle Time) ของสายการผลิต หมายถึง เวลาที่จะมีผลผลิตออกมาจากสายการผลิต 1 ชิ้น ตัวอย่าง เช่น รอบเวลา คือ 2 นาที หมายความว่าสายการผลิตจะมีผลผลิตออกมาทุกๆ 2 นาที

รูปที่ 2.11 แสดงรอบของเวลา

ที่มา : webstaff.kmutt.ac.th/~pochamarn.man/document/LB53.ppt

รอบเวลาสั้นที่สุดที่เป็นไปได้ (Minimum Cycle Time) คือ 1.0 นาที

รอบเวลามากที่สุดที่เป็นไปได้(Maximum Cycle Time) คือ 2.5 นาที

ทั้ง 2 ค่านี้จะเป็นสิ่งกำหนดผลผลิตของสายการผลิต

สมมุติว่าสายการผลิตนี้ทำงาน 8 ชั่วโมง/วัน

รอบเวลาเป็น 1.0 นาทีจะได้ ผลผลิตเท่ากับ 480 ชิ้น/วัน

รอบเวลาเป็น 2.5 นาทีจะได้ ผลผลิตเท่ากับ 182 ชิ้น/วัน

ดังนั้นการสมดุลสายการผลิตสามารถทำให้ผลผลิตที่เกิดขึ้นได้ระหว่าง 192 ชิ้น/วัน กับ 480 ชิ้น/วัน

$$\text{ผลผลิต} = \frac{\text{เวลาในการทำงานต่อวัน (Operating Time/Day)}}{\text{รอบเวลา } (Cycle\ Time)} \qquad (2.2)$$

ดังนั้น ในทางกลับกันถ้าทราบถึงผลิตผลที่ต้องการต่อวัน ก็จะสามารถหารอบเวลาเป้าหมายในการจัดสมดุลสายการผลิตได้

$$\text{รอบเวลา} = \frac{\text{เวลาในการทำงานต่อวัน (Operating Time/Day)}}{\text{ผลิตผลที่ต้องการต่อวัน}} \qquad (2.3)$$

ถ้ารอบเวลาที่คำนวณได้นั้นไม่ได้อยู่ในช่วงของรอบเวลาที่สั้นที่สุดกับรอบเวลาที่มากที่สุดแสดงว่าผลผลิตที่ต้องการต่อวันจะต้องถูกกำหนดใหม่

สมมุติว่าจากตัวอย่างต้องการผลิตผล 480 ชิ้น/วัน จะได้ว่า รอบเวลาเท่ากับ 1 นาที/ชิ้น (480 นาทีต่อวัน/480 ชิ้นต่อวัน) หมายความว่า จะต้องทำการสมดุลสายการผลิตหรือจัดสถานีงานโดยให้เวลารวมของงานย่อยที่จะจัดสถานีงานมีค่าไม่เกินรอบเวลา 1 นาที/ชิ้น จำนวนของสถานีทำงานที่น้อยที่สุดตามทฤษฎี N_{min} จะได้ตามความสัมพันธ์

$$N_{min} = \frac{\text{เวลารวมของงานย่อยทั้งหมด (นาที/ชิ้น)}}{\text{รอบเวลา (นาที/ชิ้น/สถานีงาน)}} \qquad (2.4)$$

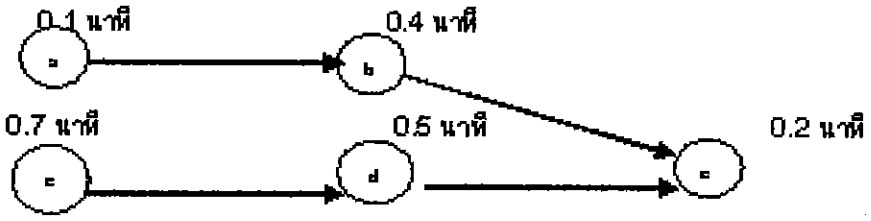
สมมุติว่าผลิตผลที่ต้องการคือ 480 ชิ้น/วัน ที่จะส่งผลให้เกิดรอบเวลา 1 นาที/ชิ้น จะได้ว่า

$$N_{min} = \frac{2.5 \text{ นาที/ชิ้น}}{1 \text{ นาที/ชิ้น/สถานีงาน}} = 2.5 \text{ สถานีทำงาน}$$

เนื่องจาก 2.5 สถานีทำงานเป็นไปไม่ได้ดังนั้นจำนวนสถานีทำงานที่น้อยที่สุดที่เป็นไปได้คือ 3 สถานี

การจัดสมดุลสายการผลิตนั้นจะสามารถจัดกลุ่มงานย่อยมากกว่าหรือเท่ากับ 3 สถานีก็ได้ขึ้นกับว่า จะสามารถจัดกลุ่มงานย่อยได้ดีมากน้อยเพียงใดโดยอาศัยเทคนิคต่างๆ เข้าช่วยเพื่อให้การจัดนั้นสะดวกรวดเร็วยิ่งขึ้นซึ่งจะได้กล่าวต่อไป

ข้อจำกัดที่จำเป็นต้องพิจารณาในการจัดสมดุลสายการผลิต คือ ลำดับก่อนหลังของงานย่อยในการผลิต ซึ่งสามารถทำให้เห็นความสัมพันธ์ที่ง่ายขึ้นโดยการวาด แผนภาพความสัมพันธ์ลำดับก่อนหลังของการผลิต (Precedence Diagram) มีจุดประสงค์เพื่อแสดงความสัมพันธ์ของงานย่อยตามลำดับก่อนหลังโดยเริ่มต้นจากงานย่อยทางด้านซ้าย ไปสิ้นสุดงานย่อยทางด้านขวา



รูปที่ 2.12 แผนภาพความสัมพันธ์ลำดับก่อนหลังของการผลิต

ที่มา : webstaff.kmutt.ac.th/~pochamarn.man/document/LB53.ppt

หลังจากที่ทำการจัดสมดุลสายการผลิตโดยใช้เทคนิคต่างๆ แล้ว สามารถเลือกคำตอบที่ดีที่สุดได้โดยดูจากค่าประสิทธิภาพ (Efficiency) ของสายการผลิต หรือร้อยละของเวลาว่าง (Percentage of Idle Time or Balance Delay)

$$\text{ประสิทธิภาพ} = \frac{\text{ผลรวมของเวลางานย่อยทั้งหมด}}{\text{จำนวนสถานีทำงานจริง} \times \text{รอบเวลาที่ใช้จริง}} \qquad (2.5)$$

2.11.3 เทคนิคพื้นฐานที่ใช้ในการทำสมดุลสายการผลิต

เทคนิคจะใช้สมมุติฐานว่าเวลางานย่อยมีค่าคงที่ และเวลาที่ต้องใช้สำหรับทำงานย่อยใดๆ ด้วยกันจะ เท่ากับผลบวกของเวลาที่ต้องใช้สำหรับทำงานย่อยในแต่ละงาน มีด้วยกันทั้งหมด 3 วิธี ดังนี้

2.11.3.1 วิธีการเลือกเวลามากที่สุดก่อน (Largest Candidate Rule)

ก. จัดงานย่อยให้สถานีทำงานแรกโดยเลือกงานย่อยที่มีเวลาสูงสุดก่อน ซึ่งต้องไม่ขัดกับข้อจำกัดของลำดับการทำงาน (ดูจากแผนภาพความสัมพันธ์ลำดับก่อนหลัง) และไม่ทำให้เวลาทำงานของสถานีทำงาน(ผลรวมของเวลางานย่อย) สูงกว่ารอบเวลาเป้าหมาย

ข. เมื่อจัดงานย่อยลงในสถานีทำงานแรกเรียบร้อย เริ่มจัดงานย่อยลงสถานีทำงานต่อๆ ไปตามขั้นตอน ก. จนสามารถเลือกงานย่อยได้หมด

2.11.3.2 วิธีเรียงตำแหน่งน้ำหนัก (Ranked Positional Weight Method)

ก. ทำการหาค่าตำแหน่งน้ำหนักของทุกๆ งานย่อย

ข. PW = ผลรวมของเวลางานย่อยนั้นกับงานย่อยอื่นๆ ทั้งหมดที่ต้องที่ทำต่อเนื่องจากงานย่อยนั้น

ค. ทำการจัดงานย่อยให้สถานีทำงานโดยเลือกงานย่อยที่มีค่าตำแหน่งน้ำหนักมากที่สุดก่อน

2.11.3.3 วิธีของคิลบริดจ์และเวสเตอร์ (Kilbridge and Wester's Method)

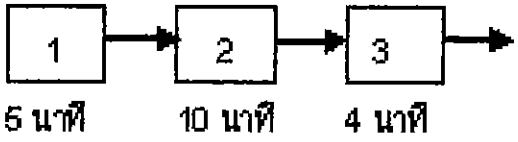
ก. เขียนแผนภาพแสดงลำดับก่อนหลังของงานโดยใช้การกำหนดคอลัมน์

ข. เรียงงานย่อยตามคอลัมน์ สำหรับงานย่อยที่อยู่ได้มากกว่า 1 คอลัมน์ ให้บอกคอลัมน์ที่อยู่ได้ทั้งหมดด้วย

ค. จัดงานย่อยให้สถานีงานโดยเริ่มจากงานย่อยใน คอลัมน์ 1 จัดตามลำดับของคอลัมน์

2.11.4 การแก้ปัญหาสมดุลสายการผลิตวิธีการอื่นๆ

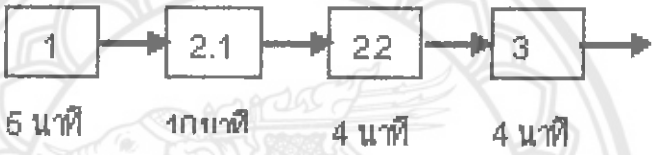
2.11.4.1 แบ่งงานย่อยเพิ่มขึ้นเพื่อเพิ่มความแตกต่างของเวลา ตัวอย่างเช่น



รูปที่ 2.13 แสดงการเกิดสภาวะคอขวดของงาน

ที่มา : webstaff.kmutt.ac.th/~pochamarn.man/document/LB53.ppt

จะเห็นได้ว่างานย่อยที่ 2 เกิดสภาวะคอขวด จึงทำการแบ่งงานย่อยที่ 2 ให้เป็นงาน 2.1, 2.2 จะทำให้ความแตกต่างของเวลางานย่อยลดลง หรือเวลาว่างของสายการผลิตลดลง



รูปที่ 2.14 แสดงการแบ่งงานย่อย

ที่มา : webstaff.kmutt.ac.th/~pochamarn.man/document/LB53.ppt

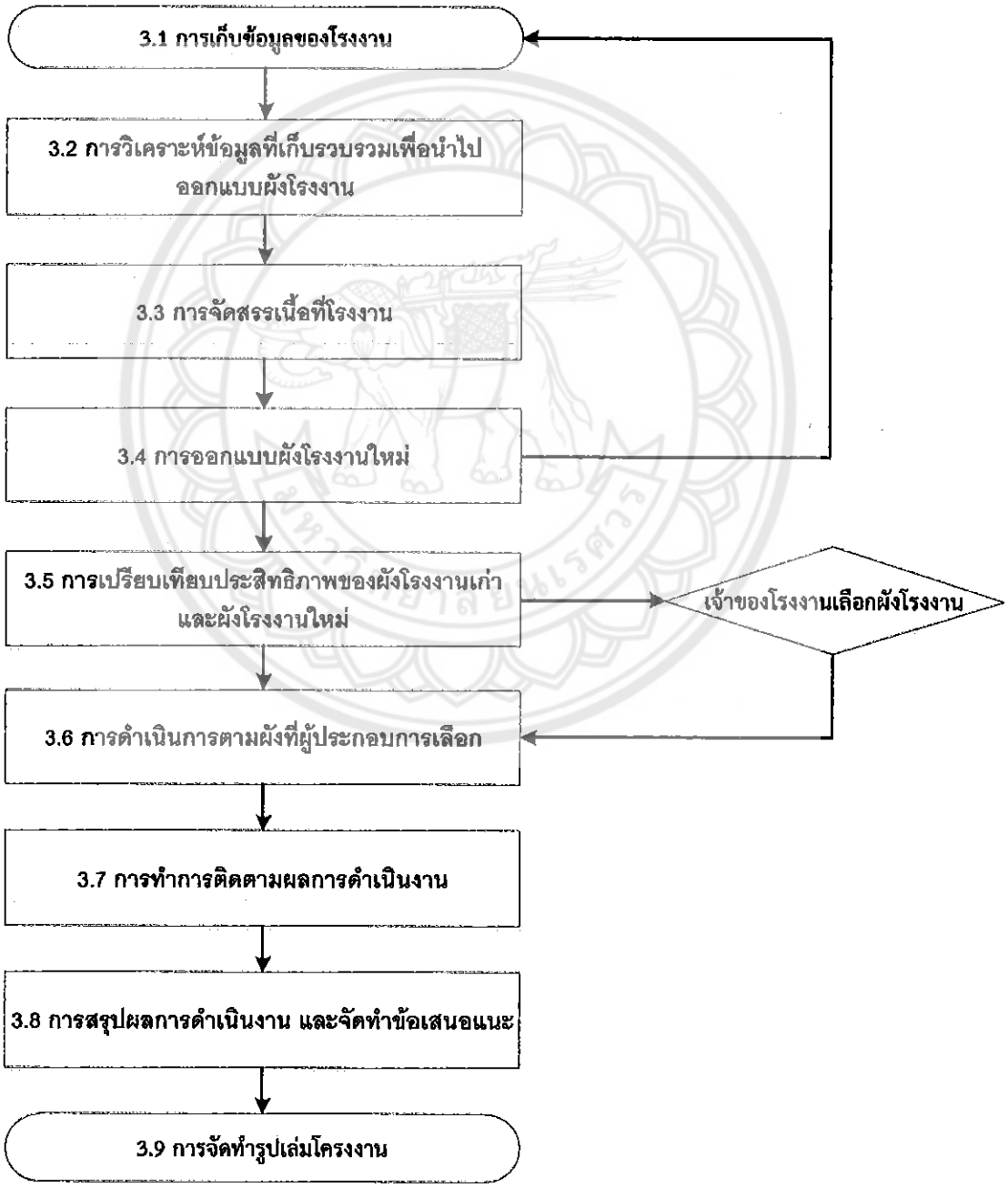
2.11.4.2 ทำการปรับความเร็ว หรือเวลาการเดินทางระหว่างงานให้เหมาะสม เช่น ปรับระยะทาง ปรับความเร็วสายพาน เป็นต้น

2.11.4.3 จัดเป็นการทำงานคู่ขนาน

2.11.4.4 ใช้หลักการศึกษางาน (Work Study) และการศึกษาการเคลื่อนไหว (Motion Study) มาช่วยลดเวลาในการทำงานของสถานีที่เกิดสภาวะคอขวด เช่น การใช้อุปกรณ์ จิ๊ก และฟิกเจอร์ (Jig & Fixture) ปรับปรุงสถานที่ทำงานใหม่ เป็นต้น

บทที่ 3
วิธีการดำเนินโครงงาน

การออกแบบผังโรงงานเป็นการนำทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ คือ มีการวิเคราะห์ปัญหา และวางแผนอย่างมีแบบแผนในการหาความสัมพันธ์ของปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการผลิต เพื่อให้การออกแบบสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้วิเคราะห์มา สำหรับการวิจัยนี้เป็นการวิจัยทางเชิงปริมาณ และคุณภาพ โดยแบ่งวิธีการดำเนินโครงงานไว้ใน รูปที่ 3.1 ดังนี้



รูปที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการดำเนินโครงงาน

3.1 การเก็บข้อมูลของโรงงาน

ข้อมูลที่ต้องเก็บรวบรวมเพื่อนำมาวิเคราะห์ ได้แก่

3.1.1 ตัวของผลิตภัณฑ์ เก็บข้อมูลโดยเข้าไปสอบถามชนิดผลิตภัณฑ์ และขนาดของผลิตภัณฑ์จากเจ้าของโรงงาน และพนักงานหน้างานของแต่ละงาน เพื่อนำมาเขียนโครงสร้าง, ใบรายการวัสดุ (BOM)

3.1.2 ปริมาณการผลิต เก็บข้อมูลปริมาณที่ผลิตของแต่ละผลิตภัณฑ์หรือสินค้าแต่ละชนิด และของเสียจากการผลิต ซึ่งจะทำควบคู่ไปกับการเก็บข้อมูลของตัวผลิตภัณฑ์

3.1.3 ขั้นตอนการผลิต รวบรวมข้อมูลการผลิตของขนาดผลิตภัณฑ์โดยใช้แผนภูมิการผลิต (Operation Process Chart)

3.1.4 เวลาในการผลิต เก็บบันทึกเวลาการทำงานลงในกระดาษบันทึก เพื่อหากำลังผลิตต่อ 1 วัน ซึ่งจะนำมาหาจำนวนเครื่องจักรที่ต้องใช้ในแผนผังใหม่

3.1.5 ตำแหน่งของเครื่องจักร แสดงด้วยแผนภาพตำแหน่งจัดวางเครื่องจักรก่อนถูกอุทกภัย ซึ่งสอบถามจากพนักงานที่ประจำเครื่องจักรต่างๆ เพื่อให้นำไปเปรียบเทียบกับแผนผังโรงงานใหม่ที่ทำขึ้น

3.1.6 สังเกตุที่เก็บวัตถุดิบ และที่เก็บเครื่องมือว่ามีการจัดวางของวัตถุดิบ และอุปกรณ์เพื่อสะดวกต่อการใช้งานหรือไม่ ซึ่งก็คือส่วนสนับสนุนการผลิตนั่นเอง

3.1.7 ระยะทางระหว่างสถานีงาน ต้องทราบแน่ชัดว่าแต่ละสถานีงาน หรือแต่ละเครื่องจักรนั้นมีระยะทางห่างกันเท่าไร ซึ่งจะทำควบคู่ไปกับการเขียนตำแหน่งของเครื่องจักรต่างๆ โดยใช้ตลับเมตรเป็นตัววัด

3.2 การวิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บรวบรวมเพื่อนำไปออกแบบผังโรงงาน

สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลนั้นจำทำการนำทฤษฎี และหลักการออกแบบวางผังโรงงานมาเป็นพื้นฐาน และวิธีในการวิเคราะห์ ผังโรงงานที่ทำการวิจัยนี้ได้ทำการพิจารณาออกแบบผังโรงงานให้เป็นการออกแบบตามกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ โดยจะสามารถนำเครื่องมือต่างๆ มาทำกรวิเคราะห์ โดยแบ่งการวิเคราะห์ดังนี้

3.2.1 วิเคราะห์ตัวของผลิตภัณฑ์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ คือ Operation Process Chart และใบรายการวัสดุ (BOM)

3.2.2 วิเคราะห์การไหล

เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ คือ From to Chart และ Multi Product Process Chart

3.2.3 วิเคราะห์ความสัมพันธ์

เมื่อวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือขั้นต้นแล้ว นำข้อมูลที่วิเคราะห์ความสัมพันธ์มาเขียนโดยใช้เครื่องมือ Relationship Chart และ Relationship Diagram เพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสถานีงาน

3.3 การจัดสรรเนื้อที่โรงงาน

การคำนวณหาเนื้อที่ของโรงงาน เพื่อหาพื้นที่จัดวางเครื่องจักร และจำนวนพนักงานที่ต้องการในการผลิต ซึ่งทำได้โดยหาพื้นที่ของเครื่องจักรแต่ละชนิดโดยการวัดขนาดของเครื่องจักรรวมกับพื้นที่ในการทำงานของพนักงาน จากนั้นวาดรูปพื้นที่การทำงานของเครื่องจักรรวมทั้งเนื้อที่ในสถานีงาน

3.4 การออกแบบผังโรงงานใหม่

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดด้วยเครื่องมือต่างๆ แล้วนำข้อมูลมาพิจารณาความเป็นไปได้ในการวางผังโรงงานใหม่ นอกจากคำนึงการไหลของผลิตภัณฑ์ และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ยังไม่เพียงพอจำเป็นต้องทำตามขั้นตอนดังนี้

3.4.1 นำแผนภาพความสัมพันธ์มาวางผังอย่างคร่าวๆ

3.4.2 นำพื้นที่ และจำนวนพนักงานที่หาได้มาวางในผังโรงงาน และจัดสรรพื้นที่

3.5 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของผังโรงงานเก่า และผังโรงงานใหม่

นำผลการวิเคราะห์มาทำการพิจารณาถึงขอบเขตความเป็นไปได้ในการปรับปรุงผังโรงงานใหม่ แล้วนำมาทำการวัดประสิทธิภาพเปรียบเทียบกับผังโรงงานแบบปัจจุบัน ซึ่งจะใช้เกณฑ์ในการเปรียบเทียบหลังจากการปรับปรุงแล้ว ดังนี้

3.5.1 ระยะในการเดินทางระหว่างหน่วยงานของกระบวนการจะต้องลดลง ซึ่งจะใช้ผลรวมระยะทางในการขนถ่ายระหว่างสถานีงานจากแผนภูมิจาก – ไป แล้วทำการคำนวณร้อยละของการลดลงของระยะทาง

3.5.2 งานระหว่างผลิตจะต้องมีการรอคอยลดลง ทำให้มีการไหลผ่านของวัสดุเร็วขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้ผลผลิตต่อวัน เพิ่มมากขึ้น

ทั้งนี้จะต้องทำการแสดงข้อมูลของผังโรงงานปัจจุบันเปรียบเทียบกับผังโรงงานใหม่ พร้อมกับวิเคราะห์ข้อดี – ข้อเสียของแต่ละผัง ให้เห็นข้อแตกต่างได้อย่างชัดเจน เพื่อเสนอเป็นทางเลือกให้กับผู้ประกอบการ

3.6 การดำเนินการตามผังที่ผู้ประกอบการเลือก

เมื่อทางผู้ประกอบการได้เลือกผังที่ดีที่สุดแล้ว ก็ดำเนินการวางเครื่องจักร และจัดสถานีงานตามที่ได้วางไว้

3.7 การทำการติดตามผลการดำเนินงาน

หลังจากที่ได้วางผังโรงงานเรียบร้อยแล้วต้องคอยติดตามดูผลว่าได้ตามเป้าหมายที่ตั้งไว้หรือไม่ โดยการวิเคราะห์ผลวัดประสิทธิภาพของผังใหม่เทียบกับผังเดิม โดยใช้เกณฑ์การเปรียบเทียบ คือ ระยะในการเดินระหว่างสถานีงาน หรือหน่วยงานจะต้องลดลง ซึ่งจะใช้ผลรวมระยะทางในการเดินทางของผลิตภัณฑ์ แล้วคำนวณการลดลงของระยะทาง และกำลังการผลิตต่อวัน จะต้องเพิ่มขึ้น โดยคิดออกมาเป็นร้อยละ

3.8 การสรุปผลการดำเนินงาน และจัดทำข้อเสนอแนะ

สรุปผลการทดลองการใช้ผังโรงงานใหม่ รวมทั้งข้อเสนอแนะเกี่ยวกับผังโรงงานให้กับทางเจ้าของโรงงาน เพื่อให้ทางโรงงานได้นำไปใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงครั้งต่อไป

3.9 การจัดทำรูปเล่มโครงงาน

นำข้อมูลทั้งหมดที่ได้ทำการศึกษามาจัดทำเป็นรูปเล่ม เพื่อเป็นเอกสารอ้างอิง และศึกษาค้นคว้าต่อไป

บทที่ 4
ผลการวิจัยดำเนินงาน

4.1 ข้อมูลเบื้องต้น

การเก็บข้อมูลต่างๆ จากโรงงาน ซึ่งเป็นข้อมูลปัจจุบันที่ทางโรงงานใช้ปฏิบัติเป็นประจำอยู่แล้ว ประกอบด้วย

4.1.1 ข้อมูลผลิตภัณฑ์ (P : Product)

ผลิตภัณฑ์หลักที่ทางโรงงานได้ผลิตแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ พระปัดมัน และพระปิดทอง ดังรูป 4.1 และรูปที่ 4.2 ตามลำดับ

รูปที่ 4.1 พระปัดมัน

รูปที่ 4.2 พระปิดทอง

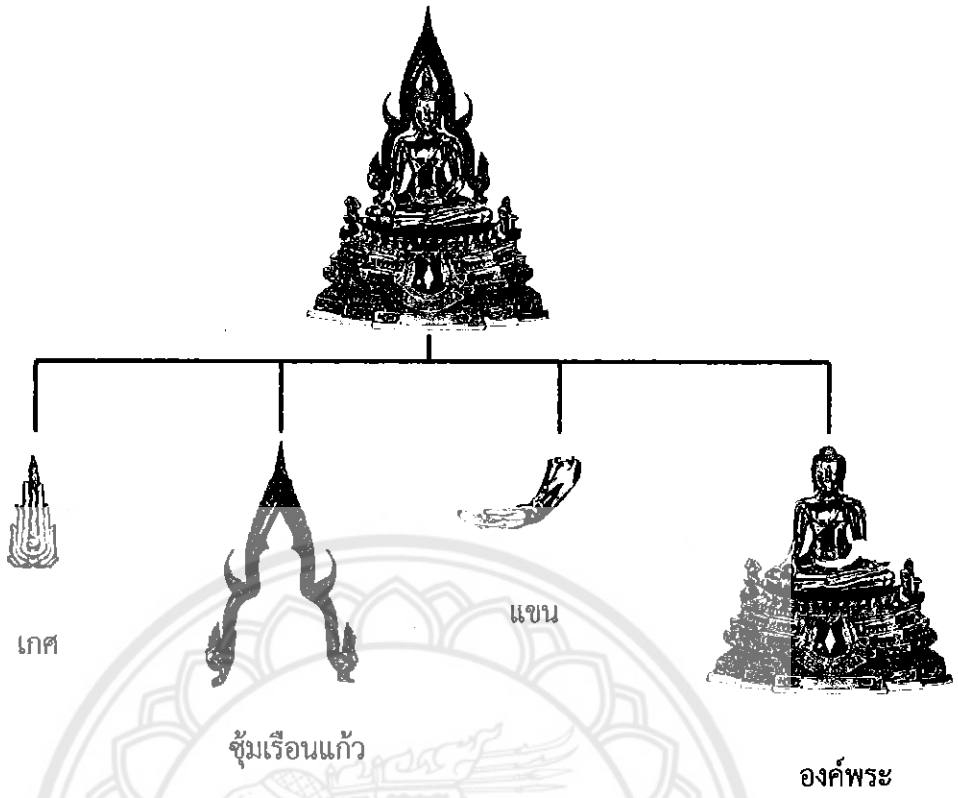
การแสดงถึงชิ้นส่วนชนิดต่างๆ ของผลิตภัณฑ์พระพุทธชินราช ซึ่งแสดงตามรายการชิ้นส่วนการผลิต (Bill Of Material) ดังตารางที่ 4.1 และตารางที่ 4.2 และรูปแสดงโครงสร้างผลิตภัณฑ์พระปัดมัน และพระปิดทอง แสดงดังรูปที่ 4.3 และรูปที่ 4.4 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.1 แสดงรายการชิ้นส่วนสำหรับผลิตภัณฑ์พระพุทธชินราชปัดมัน

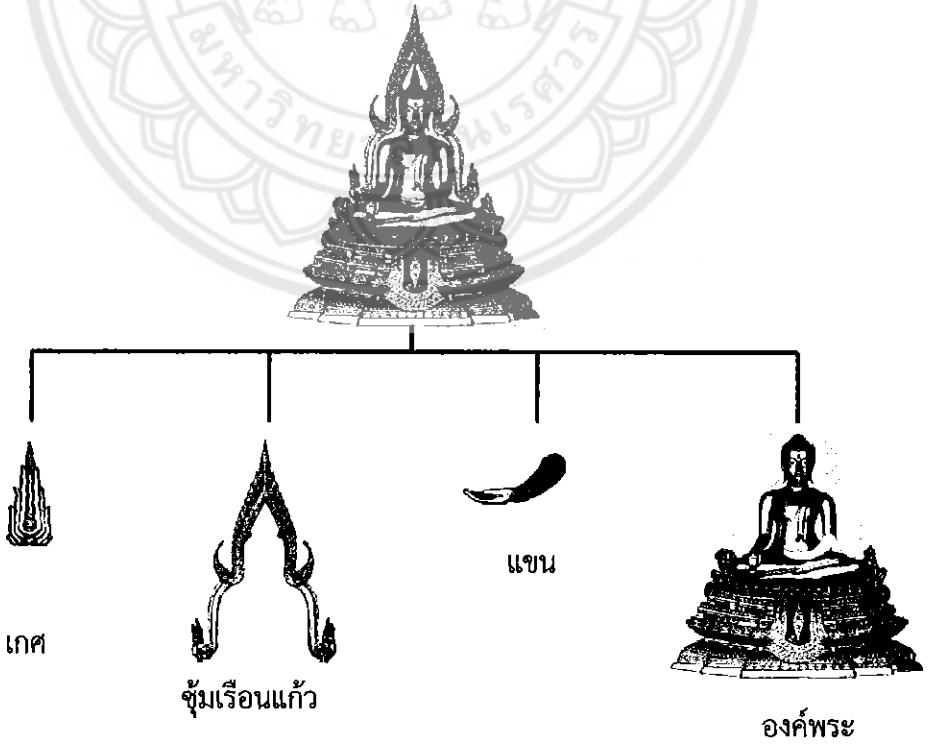
ชิ้นส่วน	จำนวนชิ้น	ที่มา		วัตถุดิบ	สถานที่เก็บ
		สั่งซื้อ	ทำเอง		
1.เกศ	1		/	ขี้ผึ้ง ทองเหลือง	คลังวัสดุ 1 คลังวัสดุ 2
2.แขน	1		/	ขี้ผึ้ง ทองเหลือง	คลังวัสดุ 1 คลังวัสดุ 2
3.องค์พระ	1		/	ขี้ผึ้ง ทองเหลือง	คลังวัสดุ 1 คลังวัสดุ 2
4.ซุ้มเรือนแก้ว	1		/	ขี้ผึ้ง ทองเหลือง	คลังวัสดุ 1 คลังวัสดุ 2

ตารางที่ 4.2 แสดงรายการชิ้นส่วนสำหรับผลิตภัณฑ์พระพุทธชินราชปิดทอง

ชิ้นส่วน	จำนวนชิ้น	ที่มา		วัตถุดิบ	สถานที่เก็บ
		สั่งซื้อ	ทำเอง		
1.เกตุ	1		/	ขี้ผึ้ง ทองเหลือง	คลังวัสดุ 1 คลังวัสดุ 2
2.แขน	1		/	ขี้ผึ้ง ทองเหลือง	คลังวัสดุ 1 คลังวัสดุ 2
3.องค์พระ	1		/	ขี้ผึ้ง ทองเหลือง	คลังวัสดุ 1 คลังวัสดุ 2
4.ซุ้มเรือนแก้ว	1		/	ขี้ผึ้ง ทองเหลือง	คลังวัสดุ 1 คลังวัสดุ 2



รูปที่ 4.3 Product Tree พระปัดมัน



รูปที่ 4.4 Product Tree พระปิดทอง

4.1.2 ข้อมูลปริมาณ (Q : Quantity)

จากการพิจารณาการปรับปรุงผลิตภัณฑ์หลักของโรงงานทั้ง 2 ชนิด ทำให้ทราบว่าการผลิตของโรงงานไม่แน่นอน ซึ่งขึ้นอยู่กับฤดูกาล แต่มีปริมาณการผลิตต่อวันได้ ดังนี้

4.1.2.1 พระปัดมัน 3 นิ้ว ผลิตปริมาณ 20 ชิ้นต่อวัน

4.1.2.2 พระปัดมัน 5 นิ้ว ผลิตปริมาณ 14 ชิ้นต่อวัน

4.1.2.3 พระปัดมัน 9 นิ้ว ผลิตปริมาณ 11 ชิ้นต่อวัน

4.1.2.4 พระปิดทอง 3 นิ้ว ผลิตปริมาณ 11 ชิ้นต่อวัน

4.1.2.5 พระปิดทอง 5 นิ้ว ผลิตปริมาณ 8 ชิ้นต่อวัน

4.1.2.6 พระปิดทอง 9 นิ้ว ผลิตปริมาณ 5 ชิ้นต่อวัน

4.1.3 ข้อมูลกระบวนการผลิต (R : Routing)

วิเคราะห์ข้อมูลการผลิตโดยใช้ Operation Process Chart (OPC)

4.1.3.1 Operation Process Chart ของผลิตภัณฑ์พระปัดมัน 3 นิ้ว แสดงดังรูปที่ 4.5

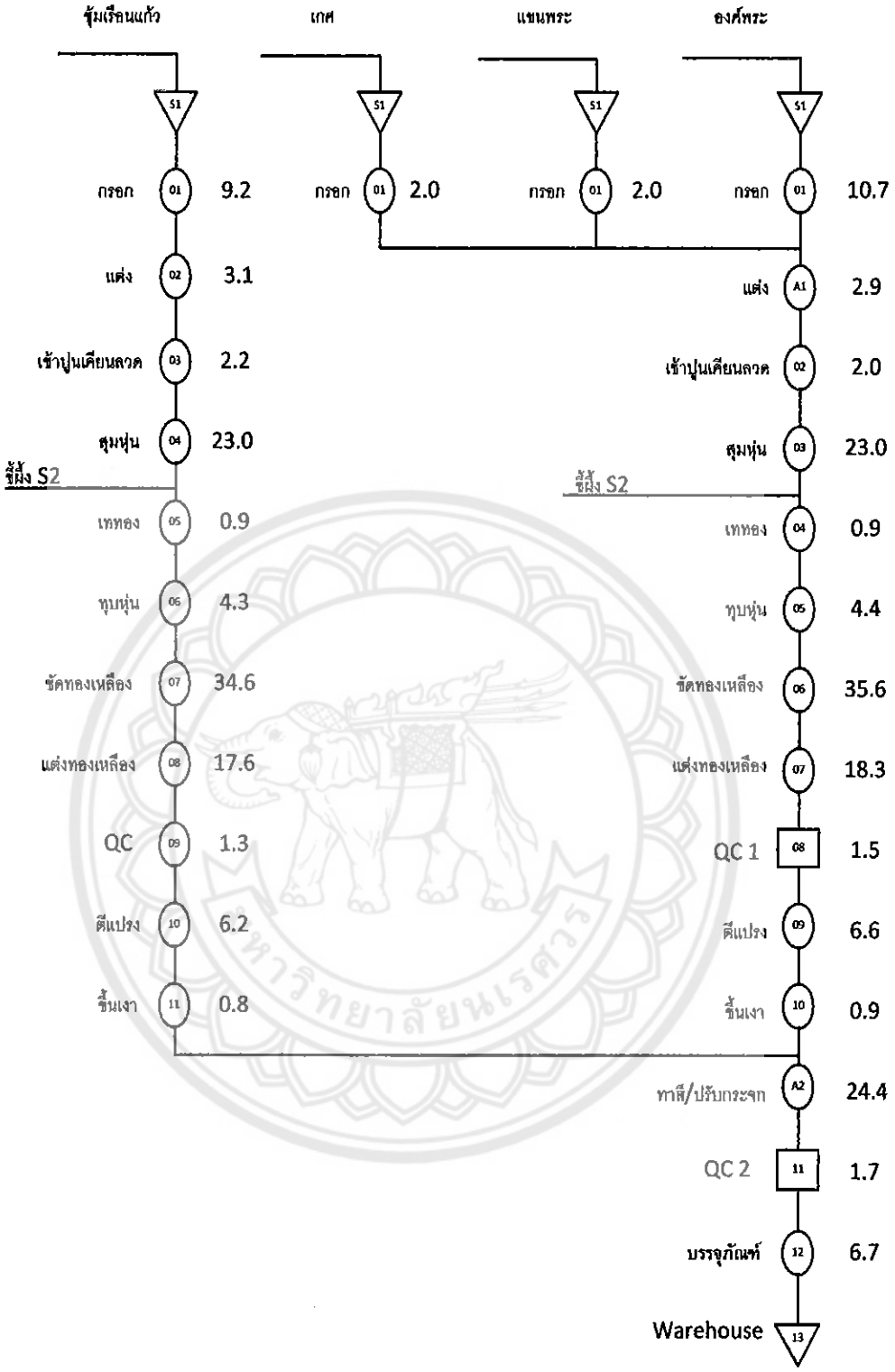
4.1.3.2 Operation Process Chart ของผลิตภัณฑ์พระปัดมัน 5 นิ้ว แสดงดังรูปที่ 4.6

4.1.3.3 Operation Process Chart ของผลิตภัณฑ์พระปัดมัน 9 นิ้ว แสดงดังรูปที่ 4.7

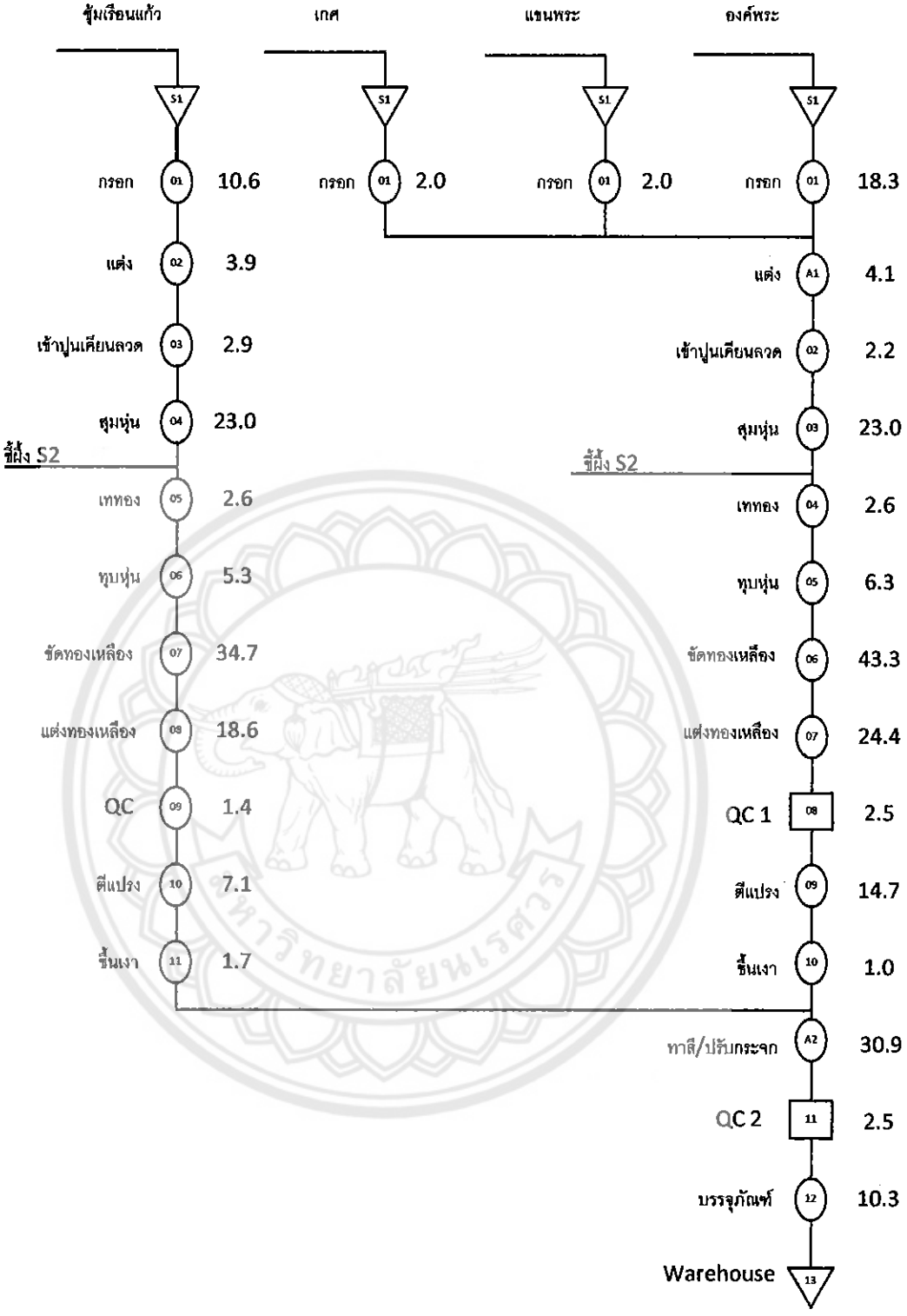
4.1.3.4 Operation Process Chart ของผลิตภัณฑ์พระปิดทอง 3 นิ้ว แสดงดังรูปที่ 4.8

4.1.3.5 Operation Process Chart ของผลิตภัณฑ์พระปิดทอง 5 นิ้ว แสดงดังรูปที่ 4.9

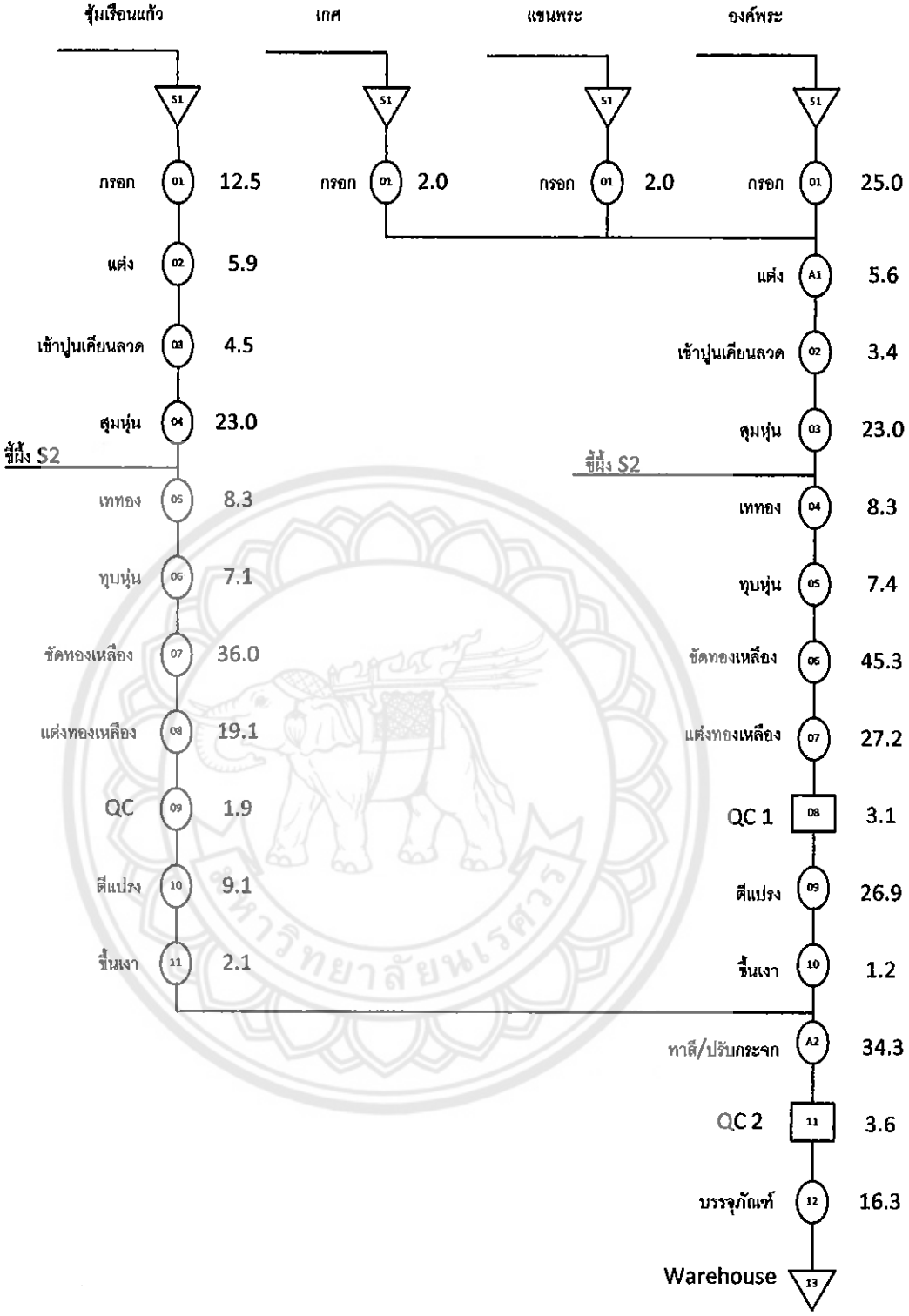
4.1.3.6 Operation Process Chart ของผลิตภัณฑ์พระปิดทอง 9 นิ้ว แสดงดังรูปที่ 4.10



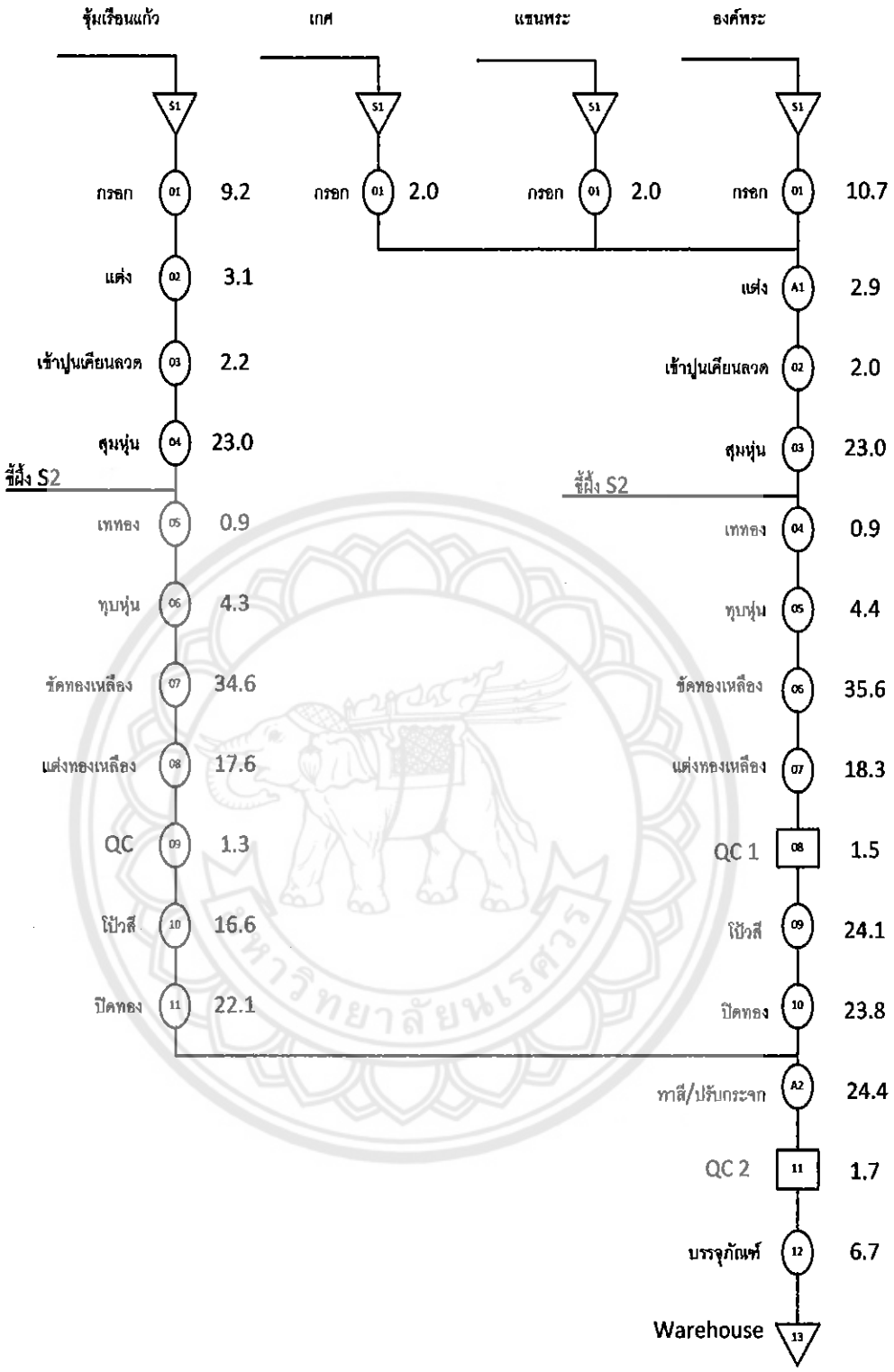
รูปที่ 4.5 Operation Process Chart ของผลิตภัณฑ์พระปัดมัน 3 นิ้ว (นาที)



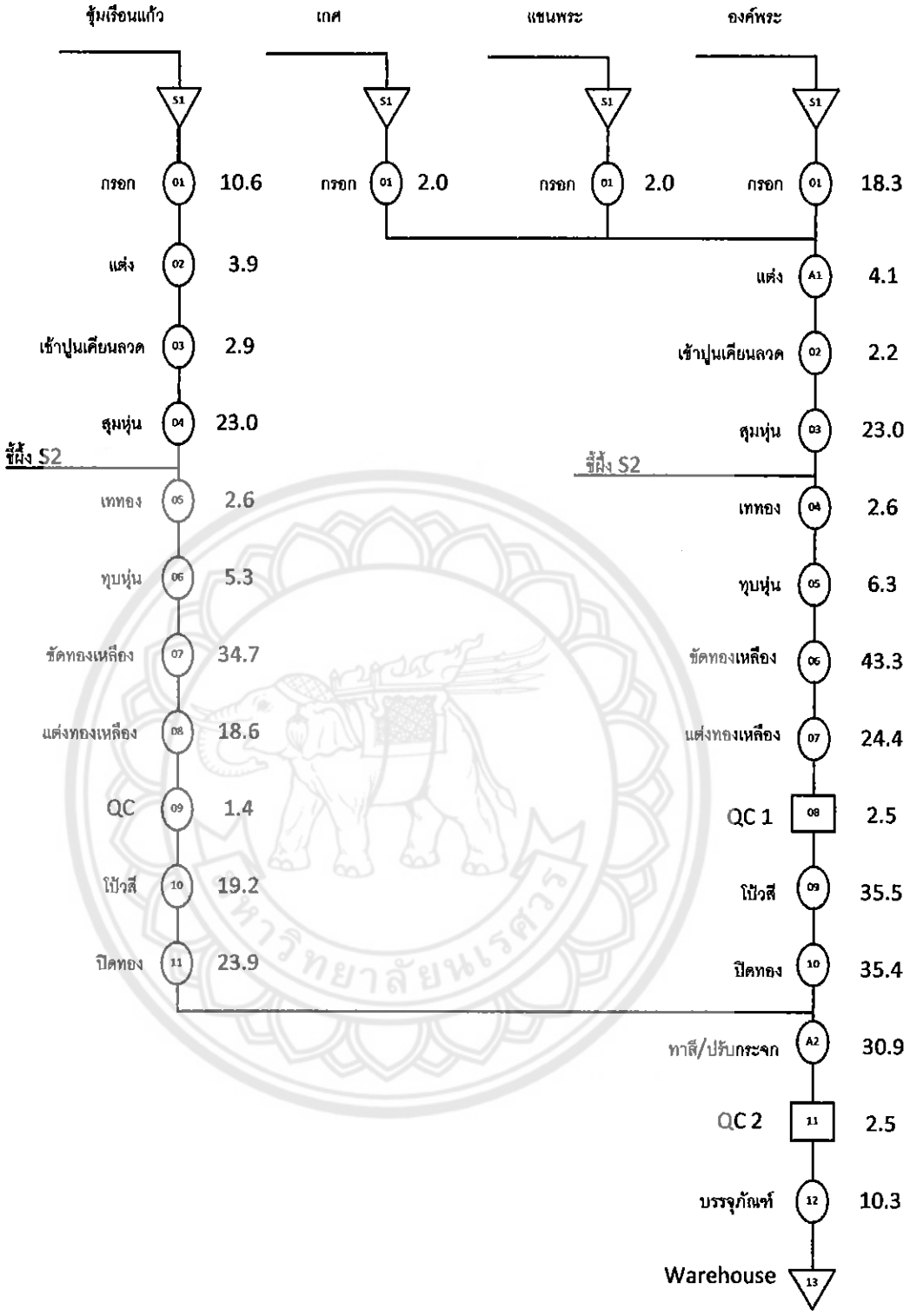
รูปที่ 4.6 Operation Process Chart ของผลิตภัณฑ์พระปัดมัน 5 นิ้ว (นาที)



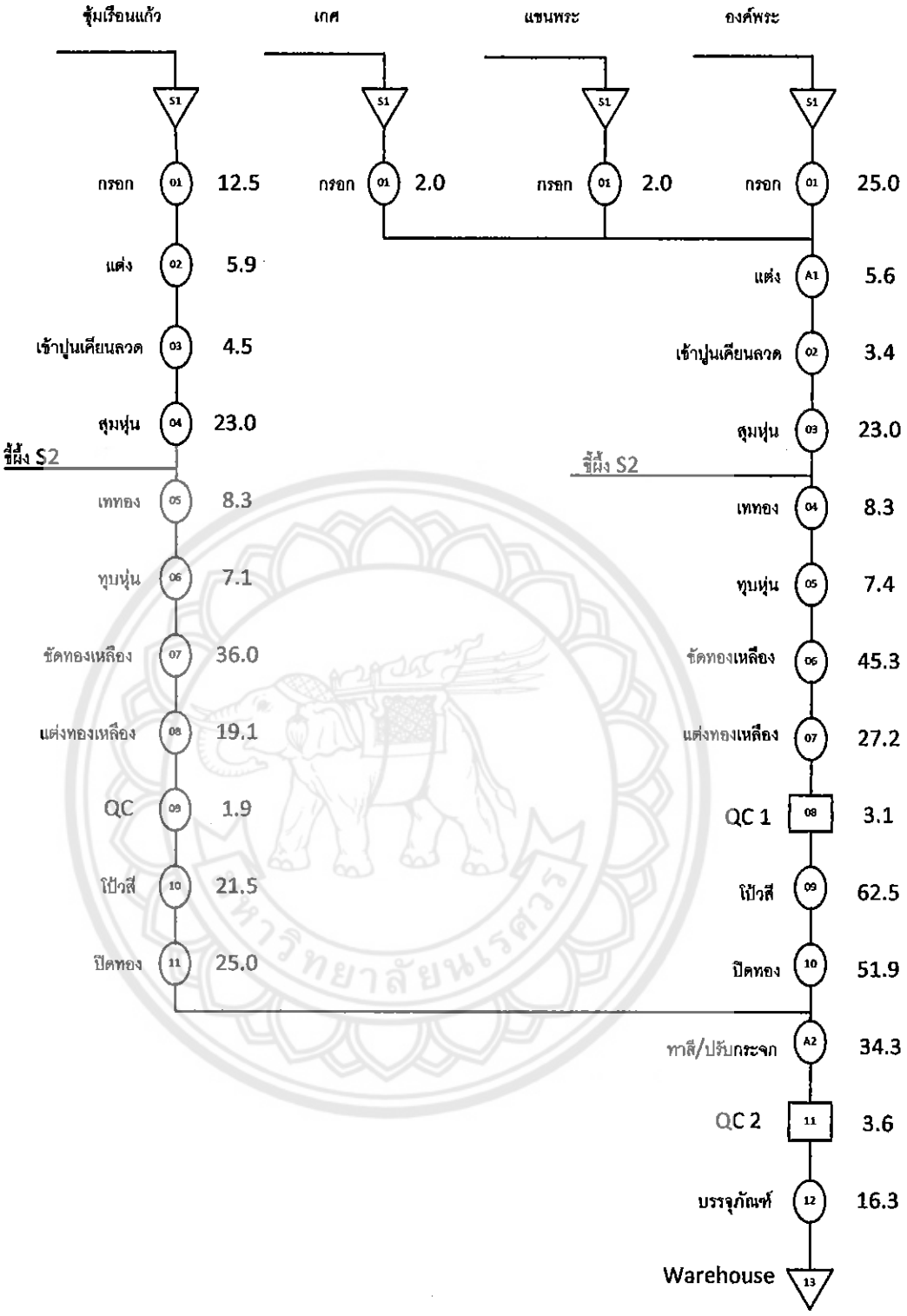
รูปที่ 4.7 Operation Process Chart ของผลิตภัณฑ์พระปัดมัน 9 นิ้ว (นาที)



รูปที่ 4.8 Operation Process Chart ของผลิตภัณฑ์พระปิดทอง 3 นิ้ว (นาที)



รูปที่ 4.9 Operation Process Chart ของผลิตภัณฑ์พระปิดทอง 5 นิ้ว (นาที)



รูปที่ 4.10 Operation Process Chart ของผลิตภัณฑ์พระปิดทอง 9 นิ้ว (นาที)

4.1.4 ข้อมูลหน่วยสนับสนุนการผลิต (S : Support)

เป็นส่วนที่ประกอบไปด้วยเครื่องจักร และอุปกรณ์ต่างๆ ที่ช่วยในการผลิตผลิตภัณฑ์ให้เป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งได้แก่

4.1.4.1 เตาหลอมทองเหลือง 1 เตา

4.1.4.2 เตาสุมหุ่นพระขนาดใหญ่ 1 เตา

4.1.4.3 เตาสุมหุ่นพระขนาดเล็ก 1 เตา

4.1.4.4 เครื่องเจียระไน 15 เครื่อง

4.1.4.5 เครื่องตีแปรง 4 เครื่อง

4.1.4.6 เตาหลอมขี้ผึ้ง

4.1.4.7 พิมพ์พระ

4.1.4.8 เครื่องมือการกรอก

4.1.4.9 ลวด

4.1.4.10 ตะปู

4.1.4.11 ที่เทน้ำโลหะ

4.1.5 ข้อมูลเวลาในการผลิต (T : Time)

เป็นส่วนที่แสดงถึงเวลาในการผลิตในแต่ละขั้นตอนการผลิตพระพุทธรูปประเภทพระปัดมันและพระปิดทอง ได้จากการจับเวลาโดยตรง ดังตารางที่ 4.3 - 4.8 จากการจับเวลาโดยตรงทางทีมงานวิจัยได้คำนวณหาจำนวนการจับเวลาที่เหมาะสมของแต่ละขั้นตอนตามทฤษฎีไว้ดังแสดงตามตารางที่ ผ-1 - ผ-6 แต่ในทางปฏิบัติเพื่อความสะดวกรวดเร็วในการปรับปรุงสายการผลิตนี้เนื่องจากสายการผลิตมีการผลิตตามใบสั่งของลูกค้าทางทีมวิจัยจึงใช้จำนวนครั้งในการจับเวลาโดยตรง 10 ครั้ง

ตารางที่ 4.3 แสดงเวลาของการผลิตพระปัดมัน 3 นิ้ว

ขั้นตอนที่	ขั้นตอนการผลิต	Select Time (นาที)	Rating Factor	Allowance	เวลามาตรฐาน (นาที)
1	กรอกหุ่นขี้ผึ้ง	20.8	1.00	0.15	23.9
2	แต่งหุ่นขี้ผึ้ง	5.2	1.00	0.15	6.0
3	เข้าปูนเคียนลวด	3.7	1.00	0.15	4.2
4	สุมหุ่น*	20.0	1.00	0.15	23.0
5	เททอง	1.6	1.00	0.15	1.8
6	ทุบหุ่น	7.6	1.00	0.15	8.7
7	ขัดทองเหลือง	61.0	1.00	0.15	70.2
8	แต่งทองเหลือง	31.2	1.00	0.15	35.9
9	QC 1	2.4	1.00	0.15	2.8
10	ตีแปรง	11.1	1.00	0.15	12.8
11	ขึ้นเงา	1.5	1.00	0.15	1.7
12	โป้วสี	-	-	-	-
13	ปิดทอง	-	-	-	-
14	ทาสี/ปรับกระจก	21.2	1.00	0.15	24.4
15	QC 2	1.5	1.00	0.15	1.7
16	บรรจุภัณฑ์	5.8	1.00	0.15	6.7
รวม		194.6			223.8

แสดงวิธีคำนวณ

การกรอกหุ่นขี้ผึ้ง เวลาปกติ = Select Time x Rating Factor **(4.1)**

= 20.8 x 1.00 = 20.8

เวลามาตรฐาน = เวลาปกติ x (1+ Allowance) **(4.2)**

= 20.8 x (1+0.15) = 23.9

หมายเหตุ

การกำหนดค่า Rating Factor และ Allowance จะกำหนดตามค่าของทีมงานวิจัย กล่าวคือ ค่า Rating Factor จะใช้การตั้งความเร็วระดับปกติของงานได้ค่า 1.00 ส่วนค่า Allowance ใช้ค่าความเผื่อร้อยละ 15 ของเวลาทำงาน

*ขั้นตอนการสุมหุ่นนั้นเป็นกิจกรรมที่ทำในเวลากลางคืน ซึ่งใช้เวลา 10 ชม. ดังนั้นจึงไม่นำเวลามารวมในขั้นตอนการผลิต แต่จะนำเวลาที่ใช้ในการลำเลียงพระเข้าเตาสุมหุ่นมาคิดแทน

ตารางที่ 4.4 แสดงเวลาของการผลิตพระปัดมัน 5 นิ้ว

ขั้นตอนที่	ขั้นตอนการผลิต	Select Time (นาที)	Rating Factor	Allowance	เวลามาตรฐาน (นาที)
1	กรอกหุ่นขี้ผึ้ง	28.6	1.00	0.15	32.9
2	แต่งหุ่นขี้ผึ้ง	7.0	1.00	0.15	8.0
3	เข้าปูนเคียนลวด	4.4	1.00	0.15	5.1
4	สุมหุ่น*	20.0	1.00	0.15	23.0
5	เททอง	4.5	1.00	0.15	5.2
6	ทุบหุ่น	10.1	1.00	0.15	11.6
7	ขัดทองเหลือง	67.8	1.00	0.15	78.0
8	แต่งทองเหลือง	37.4	1.00	0.15	43.0
9	QC 1	3.4	1.00	0.15	3.9
10	ตีแปรง	19.0	1.00	0.15	21.8
11	ขึ้นเงา	2.3	1.00	0.15	2.7
12	โป้วสี	-	-	-	-
13	ปิดทอง	-	-	-	-
14	ทาสี/ปรับกระจก	26.9	1.00	0.15	30.9
15	QC 2	2.2	1.00	0.15	2.5
16	บรรจุภัณฑ์	9.0	1.00	0.15	10.3
รวม		242.5			278.9

หมายเหตุ

*ขั้นตอนการสุมหุ่นนั้นเป็นกิจกรรมที่ทำในเวลากลางคืน ซึ่งใช้เวลา 10 ชม. ดังนั้นจึงไม่นำเวลามารวมในขั้นตอนการผลิต แต่จะนำเวลาที่ใช้ในการลำเลียงพระเข้าเตาสุมหุ่นมาคิดแทน

ตารางที่ 4.5 แสดงเวลาของการผลิตพระปัดมัน 9 นิ้ว

ขั้นตอนที่	ขั้นตอนการผลิต	Select Time (นาที)	Rating Factor	Allowance	เวลามาตรฐาน (นาที)
1	กรอกหุ่นขี้ผึ้ง	36.1	1.00	0.15	41.5
2	แต่งหุ่นขี้ผึ้ง	10.0	1.00	0.15	11.5
3	เข้าปูนเคียนลวด	6.9	1.00	0.15	7.9
4	สุมหุ่น*	20.0	1.00	0.15	23.0
5	เททอง	14.4	1.00	0.15	16.6
6	ทุบหุ่น	12.6	1.00	0.15	14.5
7	ขัดทองเหลือง	70.7	1.00	0.15	81.3
8	แต่งทองเหลือง	40.3	1.00	0.15	46.3
9	QC 1	4.3	1.00	0.15	5.0
10	ตีแปรง	31.3	1.00	0.15	36.0
11	ขึ้นเงา	2.9	1.00	0.15	3.3
12	โป้วสี	-	-	-	-
13	ปิดทอง	-	-	-	-
14	ทาสี/ปรับกระจก	29.8	1.00	0.15	34.3
15	QC 2	3.1	1.00	0.15	3.6
16	บรรจุภัณฑ์	14.2	1.00	0.15	16.3
รวม		296.6			341.1

หมายเหตุ

*ขั้นตอนการสุมหุ่นนั้นเป็นกิจกรรมที่ทำในเวลากลางคืน ซึ่งใช้เวลา 10 ชม. ดังนั้นจึงไม่นำเวลามารวมในขั้นตอนการผลิต แต่จะนำเวลาที่ใช้ในการลำเลียงพระเข้าเตาสุมหุ่นมาคิดแทน

ตารางที่ 4.6 แสดงเวลาของการผลิตพระปิดทอง 3 นิ้ว

ขั้นตอนที่	ขั้นตอนการผลิต	Select Time (นาที)	Rating Factor	Allowance	เวลามาตรฐาน (นาที)
1	กรอกหุ่นขี้ผึ้ง	20.8	1.00	0.15	23.9
2	แต่งหุ่นขี้ผึ้ง	5.2	1.00	0.15	6.0
3	เข้าปูนเคียนลวด	3.7	1.00	0.15	4.2
4	สุมหุ่น*	20.0	1.00	0.15	23.0
5	เททอง	1.6	1.00	0.15	1.8
6	ทุบหุ่น	7.6	1.00	0.15	8.7
7	ขัดทองเหลือง	61.0	1.00	0.15	70.2
8	แต่งทองเหลือง	31.2	1.00	0.15	35.9
9	QC 1	2.4	1.00	0.15	2.8
10	ตีแปรง	-	-	-	-
11	ขึ้นเงา	-	-	-	-
12	โป้วสี	35.5	1.00	0.15	40.7
13	ปิดทอง	39.9	1.00	0.15	45.9
14	ทาสี/ปรับกระจก	21.2	1.00	0.15	24.4
15	QC 2	1.5	1.00	0.15	1.7
16	บรรจุภัณฑ์	5.8	1.00	0.15	6.7
รวม		257.3			295.9

หมายเหตุ

*ขั้นตอนการสุมหุ่นนั้นเป็นกิจกรรมที่ทำในเวลากลางคืน ซึ่งใช้เวลา 10 ชม. ดังนั้นจึงไม่นำเวลามารวมในขั้นตอนการผลิต แต่จะนำเวลาที่ใช้ในการลำเลียงพระเข้าเตาสุมหุ่นมาคิดแทน

ตารางที่ 4.7 แสดงเวลาของการผลิตพระปิดทอง 5 นิ้ว

ขั้นตอนที่	ขั้นตอนการผลิต	Select Time (นาที)	Rating Factor	Allowance	เวลามาตรฐาน (นาที)
1	กรอกหุ่นขี้ผึ้ง	28.6	1.00	0.15	32.9
2	แต่งหุ่นขี้ผึ้ง	7.0	1.00	0.15	8.0
3	เข้าปูนเคียนลวด	4.4	1.00	0.15	5.1
4	สุมหุ่น*	20.0	1.00	0.15	23.0
5	เททอง	4.5	1.00	0.15	5.2
6	ทุบหุ่น	10.1	1.00	0.15	11.6
7	ขัดทองเหลือง	67.8	1.00	0.15	78.0
8	แต่งทองเหลือง	37.4	1.00	0.15	43.0
9	QC 1	3.4	1.00	0.15	3.9
10	ตีแปรง	-	-	-	-
11	ขึ้นเงา	-	-	-	-
12	โป้วสี	47.6	1.00	0.15	54.7
13	ปิดทอง	51.6	1.00	0.15	59.3
14	ทาสี/ปรับกระจก	26.9	1.00	0.15	30.9
15	QC 2	2.2	1.00	0.15	2.5
16	บรรจุภัณฑ์	9.0	1.00	0.15	10.3
รวม		320.3			368.4

หมายเหตุ

*ขั้นตอนการสุมหุ่นนั้นเป็นกิจกรรมที่ทำในเวลากลางคืน ซึ่งใช้เวลา 10 ชม. ดังนั้นจึงไม่นำเวลามารวมในขั้นตอนการผลิต แต่จะนำเวลาที่ใช้ในการลำเลียงพระเข้าเตาสุมหุ่นมาคิดแทน

ตารางที่ 4.8 แสดงเวลาของการผลิตพระปิดทอง 9 นิ้ว

ขั้นตอนที่	ขั้นตอนการผลิต	Select Time (นาที)	Rating Factor	Allowance	เวลามาตรฐาน (นาที)
1	กรอกหุ่นขี้ผึ้ง	36.1	1.00	0.15	41.5
2	แต่งหุ่นขี้ผึ้ง	10.0	1.00	0.15	11.5
3	เข้าปูนเคียนลวด	6.9	1.00	0.15	7.9
4	สุมหุ่น*	20.0	1.00	0.15	23.0
5	เททอง	14.4	1.00	0.15	16.6
6	ทุบหุ่น	12.6	1.00	0.15	14.5
7	ขัดทองเหลือง	70.7	1.00	0.15	81.3
8	แต่งทองเหลือง	40.3	1.00	0.15	46.3
9	QC 1	4.3	1.00	0.15	5.0
10	ตีแปรง	-	-	-	-
11	ขึ้นเงา	-	-	-	-
12	โป้วสี	73.0	1.00	0.15	84.0
13	ปิดทอง	66.9	1.00	0.15	76.9
14	ทาสี/ปรับกระจก	29.8	1.00	0.15	34.3
15	QC 2	3.1	1.00	0.15	3.6
16	บรรจุภัณฑ์	14.2	1.00	0.15	16.3
รวม		402.3			462.7

หมายเหตุ

*ขั้นตอนการสุมหุ่นนั้นเป็นกิจกรรมที่ทำในเวลากลางคืน ซึ่งใช้เวลา 10 ชม. ดังนั้นจึงไม่นำเวลามารวมในขั้นตอนการผลิต แต่จะนำเวลาที่ใช้ในการลำเลียงพระเข้าเตาสุมหุ่นมาคิดแทน

4.2 การวิเคราะห์การไหล

จากการเก็บข้อมูลเบื้องต้นแล้วนำข้อมูลมาวิเคราหะการไหลเพื่อการวางผังโรงงาน ดังนี้

4.2.1 นำข้อมูลจาก OPERATION PROCESS CHART มาแปลงให้อยู่ในรูป FROM TO CHART

ตารางที่ 4.9 การแปลงข้อมูลจาก OPERATION PROCESS CHART อยู่ในรูป FROM TO CHART

กิจกรรม	ความเข้ม	กิจกรรม	ความเข้ม
1-3	24	11-12	6
3-4	24	12-13	6
2-7	12	11-14	6
4-5	12	14-15	6
5-6	12	13-16	6
6-7	12	15-16	6
7-8	12	16-11	6
8-9	12	11-17	6
9-10	12	17-18	6
10-11	6		

ตารางที่ 4.10 From To Chart แสดงจำนวนการไหลของชิ้นงานของผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 ชนิด

From / to	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1			24															
2							12											
3				24														
4					12													
5						12												
6							12											
7								12										
8									12									
9										12								
10											12							
11												6		6			6	
12													6					
13																6		
14															6			
15																6		
16											6							
17																		6
18																		

หมายเหตุ

1. พื้นที่เก็บวัตถุดิบ 1 (S1)
2. พื้นที่เก็บวัตถุดิบ 2 (S2)
3. กรอกหุ่นขี้ผึ้ง
4. แต่งหุ่นขี้ผึ้ง
5. เข้าปูนเคียนลวด
6. สุมหุ่น
7. เททอง
8. ทุบหุ่น
9. ขัดทองเหลือง
10. แต่งทองเหลือง
11. QC
12. ตีแปรง
13. ขึ้นเงา
14. โป๊วสี
15. ปิดทอง
16. ทาสี/ปรับกระจก
17. บรรจุหีบห่อ
18. พื้นที่เก็บผลิตภัณฑ์ (Warehouse)

ตารางที่ 4.11 From To Chart แสดงระยะทางระหว่างสถานีงานในโรงงานก่อนปรับปรุง

From / to	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1			23.61															
2							15.11											
3				4.67														
4					4.95													
5						24.22												
6							10.5											
7								36.02										
8									27.02									
9										20.08								
10											37.06							
11												56.39		22.72			31.01	
12													7.26					
13																57.89		
14															3.48			
15																5.11		
16											31.01							
17																		10.27
18																		

หมายเหตุ

1. พื้นที่เก็บวัตถุดิบ 1 (S1)
2. พื้นที่เก็บวัตถุดิบ 2 (S2)
3. กรอกหุ่นขี้ผึ้ง
4. แต่งหุ่นขี้ผึ้ง
5. เข้าปูนเคียนลวด
6. สุมหุ่น
7. เททอง
8. ทุบหุ่น
9. ขัดทองเหลือง
10. แต่งทองเหลือง
11. QC
12. ตีแปรง
13. ขึ้นเงา
14. โป๊วสี
15. ปิดทอง
16. ทาสี/ปรับกระจก
17. บรรจุหีบห่อ
18. พื้นที่เก็บผลิตภัณฑ์ (Warehouse)

4.2.2 แปลงข้อมูลเชิงปริมาณเป็นเชิงคุณภาพ

นำข้อมูลจาก FROM TO CHART ซึ่งเป็นข้อมูลเชิงปริมาณมาแปลงให้เป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ แสดงดังตารางที่ 4.12-4.13 โดยมีเกณฑ์ดังนี้

4.2.2.1 กำหนดค่าความเข้มจาก FROM TO CHART เป็นคะแนน โดยให้ค่าความเข้ม 24, 12 และ 6 มีค่าคะแนนความสัมพันธ์เท่ากับ 3, 2 และ 1 ตามลำดับ

4.2.2.2 ใช้อุปกรณ์หรือสิ่งอำนวยความสะดวกร่วมกัน คือ มีการใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ต่างๆ ภายในสถานีงาน หรือสิ่งอำนวยความสะดวกร่วมกัน เช่น เตาไฟ เตาหลอมขี้ผึ้ง สี เป็นต้น โดยให้คะแนนความสัมพันธ์เท่ากับ 1 คะแนน

4.2.2.3 มีความจำเป็นและมีความสะดวกในการติดต่อ คือ จำเป็นต้องติดต่อกัน เช่น สถานีงานสุมหุ่นและสถานีงานเททอง จำเป็นต้องอาศัยพื้นที่ที่สะดวกและเหมาะสมในการขนถ่าย เนื่องจากเป็นงานใหญ่และมีปริมาณมาก โดยให้คะแนนความสัมพันธ์เท่ากับ 1 คะแนน

4.2.2.4 ใช้ทักษะการทำงานและงานมีลักษณะคล้ายกัน คือ มีการทำงานที่ใช้ทักษะหรือลักษณะของงานคล้ายคลึงกัน เช่น สถานีขัดทองเหลืองกับสถานีแต่งทองเหลืองเป็นสถานีที่ใช้ทักษะการทำงานเหมือนกัน เมื่อสถานีงานใดสถานีงานหนึ่งว่างก็สามารถมาช่วยกันทำงานได้ เนื่องจากสถานีงานทั้งสองใช้ทักษะการทำงานคล้ายกัน โดยให้คะแนนความสัมพันธ์เท่ากับ 1 คะแนน

4.2.2.5 ไม่ควรอยู่ใกล้กัน อันตรายต่อคน และทรัพย์สิน เช่น อันตรายจากอัคคีภัย โดยให้คะแนนความสัมพันธ์เท่ากับ -1 คะแนน

4.2.2.6 เกณฑ์การให้คะแนนตามคะแนนที่ได้ ดังนี้

ก. 6-5 คะแนน = Code A

ข. 4 คะแนน = Code E

ค. 3 คะแนน = Code I

ง. 2-1 คะแนน = Code O

จ. 0 คะแนน = Code U

ฉ. -1 คะแนน = Code X

จากตารางที่ 4.12-4.13 นำไปเขียนเป็น Relationship Chart แสดงดังรูปที่ 4.11 จาก Relationship Chart รูปที่ 4.11 นำมาเขียนเป็นตารางแสดงระดับความสัมพันธ์ของแต่ละสถานีงาน แสดงดังตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.12 แสดงความสัมพันธ์เชิงปริมาณเป็นเชิงคุณภาพ

ลำดับ	สถานี	ความเข้ม	กำหนดค่าความเข้มจาก From To Chart	ใช้อุปกรณ์หรือสิ่งอำนวยความสะดวกร่วมกัน	มีความจำเป็นและมีความสะดวกในการติดต่อ	ใช้ทักษะการทำงานและงานมีลักษณะคล้ายกัน	ไม่ควรอยู่ใกล้กัน อันตรายต่อคน และทรัพย์สิน	รวม	Code
1	1-3	24	3		1	1		5	A
2	3-4	24	3	1	1	1		6	
3	2-7	12	2	1	1	1		5	
4	4-5	12	2	1	1			4	E
5	5-6	12	2	1	1			4	
6	6-7	12	2		1	1		4	
7	7-8	12	2		1			3	I
8	8-9	12	2		1			3	
9	9-10	12	2		1			3	
10	10-11	6	1		1			2	O
11	11-12	6	1		1			2	

ตารางที่ 4.12 แสดงความสัมพันธ์เชิงปริมาณเป็นเชิงคุณภาพ (ต่อ)

ลำดับ	สถานี	ความเข้ม	กำหนดค่าความเข้มจาก From To Chart	ใช้อุปกรณ์หรือสิ่งอำนวยความสะดวกร่วมกัน	มีความจำเป็นและมีความสะดวกในการติดต่อ	ใช้ทักษะการทำงานและงานมีลักษณะคล้ายกัน	ไม่ควรอยู่ใกล้กัน อันตรายต่อคน และทรัพย์สิน	รวม	Code
12	12-13	6	1		1			2	O
13	11-14	6	1					1	
14	14-15	6	1		1			2	
15	13-16	6	1					1	
16	15-16	6	1		1			2	
17	16-11	6	1					1	
18	11-17	6	1					1	
19	17-18	6	1		1			2	
20	ที่เหลือทั้งหมด	-						0	U
21	3-16	-					-1	-1	X
22	4-16	-					-1	-1	

ตารางที่ 4.12 แสดงความสัมพันธ์เชิงปริมาณเป็นเชิงคุณภาพ (ต่อ)

ลำดับ	สถานี	ความเข้ม	กำหนดค่าความเข้มจาก From To Chart	ใช้อุปกรณ์หรือสิ่งอำนวยความสะดวกร่วมกัน	มีความเป็นและมีความสะดวกในการติดต่อ	ใช้ทักษะการทำงานและงานมีลักษณะคล้ายกัน	ไม่ควรอยู่ใกล้กัน อันตรายต่อคน และทรัพย์สิน	รวม	Code
23	7-16	-					-1	-1	X
24	10-16	-					-1	-1	

ตารางที่ 4.13 การให้เหตุผลการจัดวางสถานีงานเชิงคุณภาพ

ลำดับ	สถานี	ความสัมพันธ์	สาเหตุ
1	1-3	A	เป็นการนำวัตถุดิบจากคลังวัตถุดิบ (สถานีงานที่ 1) เข้าสู่กระบวนการซึ่งคลังวัตถุดิบจะไม่มีพนักงานประจำ จึงใช้พนักงานจากสถานีกรอกหุ่นขี้ผึ้ง (สถานีงานที่ 3) จึงควรตั้งสถานีงานไว้ใกล้กัน และมีการขนถ่ายสูงเพราะเป็นกระบวนการเริ่มต้น
2	2-7	A	เป็นการนำวัตถุดิบจากคลังทองเหลือง (สถานีงานที่ 2) เข้าสู่กระบวนการ ซึ่งคลังทองเหลืองจะไม่มีพนักงานประจำ จึงใช้พนักงานจากสถานีเททอง (สถานีที่ 7) จึงควรตั้งสถานีงานไว้ใกล้กัน เพื่อความสะดวกในการทำงาน และมีการขนถ่ายสูงเพราะเป็นกระบวนการเริ่มต้น
3	3-4	A	กระบวนการกรอกหุ่นขี้ผึ้ง (สถานีงานที่ 3) และกระบวนการแต่งหุ่นขี้ผึ้ง (สถานีงานที่ 4) เป็นกระบวนการที่ต่อกัน พนักงานมีทักษะการทำงานคล้ายกัน และลักษณะงานเป็นการใช้ความร้อนจากเตาไฟ จึงควรอยู่ใกล้กัน
4	4-5	E	กระบวนการเข้าปูนเคียดลวด (สถานีงานที่ 5) เป็นกระบวนการต่อจากกระบวนการแต่งหุ่นขี้ผึ้ง (สถานีงานที่ 4) ต้องอาศัยความสะดวกในการขนย้าย เนื่องจากการเข้าปูนต้องอาศัยพื้นที่ ที่ขนถ่ายสะดวก จึงควรอยู่ต่อจากกระบวนการแต่งหุ่นขี้ผึ้ง เพราะมีพื้นที่สะดวกต่อการขนถ่าย
5	5-6	E	กระบวนการสุมหุ่น (สถานีงานที่ 6) เป็นกระบวนการต่อจากกระบวนการเข้าปูนเคียดลวด (สถานีงานที่ 5) มีการขนถ่ายปานกลาง และต้องอาศัยความสะดวก เพราะเส้นทางระหว่าง 2 สถานีงานนี้จะเป็นลักษณะเส้นทางที่ค่อนข้างกว้าง เนื่องจากผลิตภัณฑ์จากกระบวนการเข้าปูนมีน้ำหนักมาก ต้องอาศัยอุปกรณ์ช่วยขนถ่าย เช่น รถเข็น
6	6-7	E	กระบวนการเททอง (สถานีงานที่ 7) เป็นกระบวนการต่อจากกระบวนการสุมหุ่น (สถานีงานที่ 6) ในกระบวนการนี้จะใช้พื้นที่เดียวกันกับกระบวนการสุมหุ่น เนื่องจากเป็นงานที่ใช้แก๊ส มีการขนถ่ายปานกลาง และขนถ่ายเป็นชุด เมื่อเสร็จกระบวนการเททองจะมีเวลารอคอยทองแห้ง

ตารางที่ 4.13 การให้เหตุผลการจัดวางสถานีงานเชิงคุณภาพ (ต่อ)

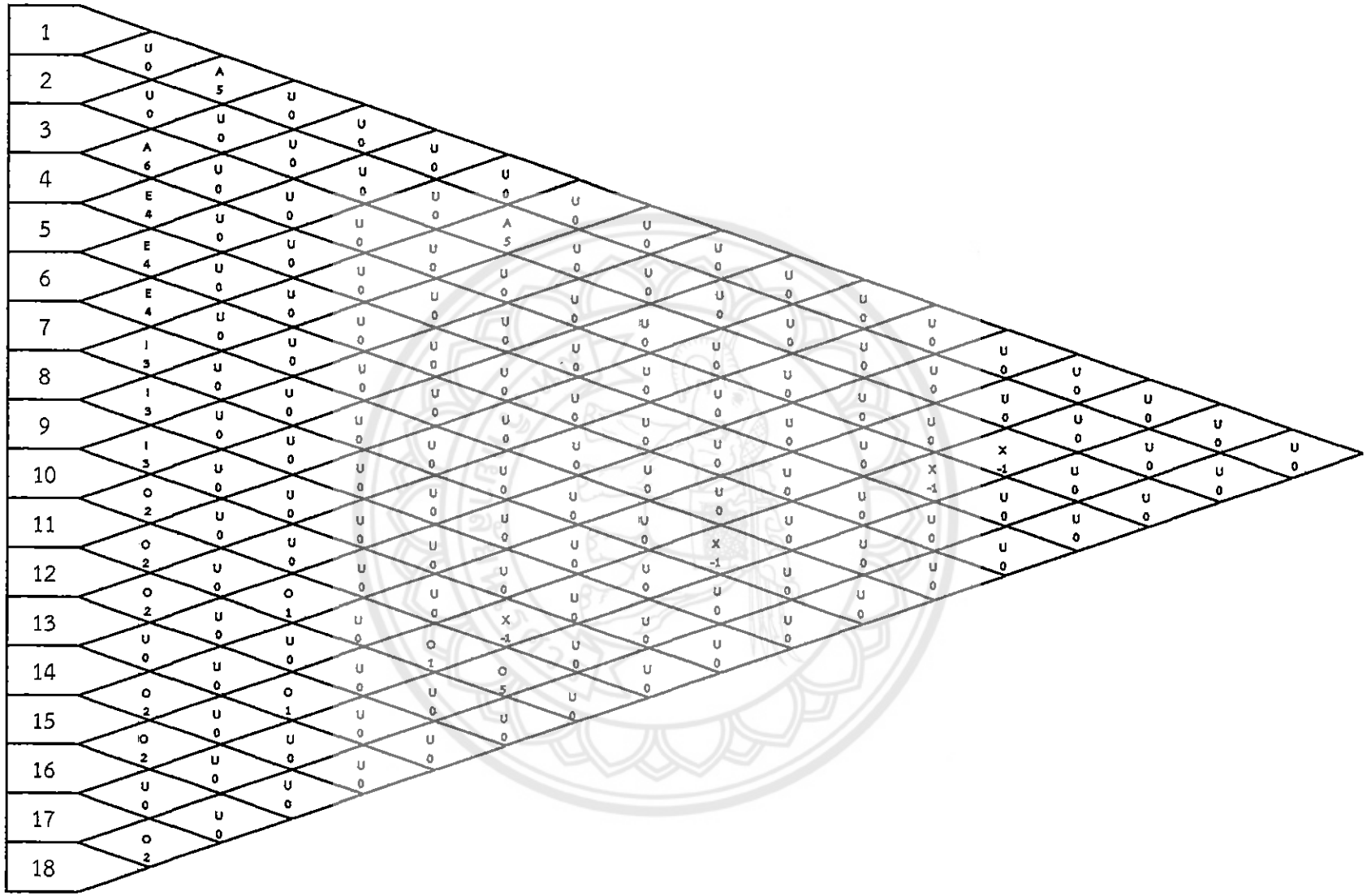
ลำดับ	สถานี	ความสัมพันธ์	สาเหตุ
7	7-8	I	กระบวนการทุบหุ่น (สถานีงานที่ 8) เป็นกระบวนการต่อจากกระบวนการเทองทอง (สถานีงานที่ 7) มีการขนถ่ายปานกลาง ลักษณะการทำงานว่องไว สถานีงานจึงอยู่ไกลเมื่อขนถ่าย แต่ใกล้กับสถานีงานขัดทองเหลือง (สถานีงานที่ 9) ซึ่งเป็นกระบวนการต่อจากการทุบหุ่น
8	8-9	I	กระบวนการขัดทองเหลือง (สถานีงานที่ 9) เป็นกระบวนการต่อจากกระบวนการทุบหุ่น (สถานีงานที่ 8) มีการขนถ่ายปานกลาง ใช้คนขนถ่ายผลิตภัณฑ์ร่วมกันกับกระบวนการทุบหุ่นในบางครั้ง
9	9-10	I	กระบวนการแต่งทองเหลือง (สถานีงานที่ 10) เป็นกระบวนการต่อจากกระบวนการขัดทองเหลือง (สถานีงานที่ 9) มีลักษณะงานคล้ายกัน ใช้ทักษะการทำงานเดียวกัน สามารถสลับหน้าที่กันหรือทำงานทดแทนกันได้ระหว่าง 2 กระบวนการนี้
10	10-11	O	กระบวนการ QC (สถานีงานที่ 11) เป็นกระบวนการต่อจากกระบวนการแต่งทองเหลือ (สถานีงานที่ 10) และเป็นจุดแยกประเภทผลิตภัณฑ์ระหว่างพระปิดทอง และพระปัดมัน จึงเป็นที่พักของผลิตภัณฑ์ที่รอแยกประเภท จึงควรอยู่ใกล้กับกระบวนการแต่งทองเหลือง
11	11-12	O	(พระปัดมัน) กระบวนการตีแปรง (สถานีงานที่ 12) เป็นกระบวนการต่อจากกระบวนการ QC (สถานีงานที่ 11) ซึ่งแยกประเภทมา สำหรับพระปัดมันจะถูกส่งมากระบวนการตีแปรงมีการขนถ่ายน้อย และสถานีงานมีเครื่องจักรตั้งอยู่กับที่ ยากต่อการเคลื่อนย้าย
12	12-13	O	(พระปัดมัน) กระบวนการขึ้นเงา (สถานีงานที่ 13) เป็นกระบวนการต่อจากกระบวนการตีแปรง (สถานีงานที่ 12) กระบวนการขึ้นเงาใช้พื้นที่ไม่มาก และควรอยู่ใกล้กับกระบวนการตีแปรง เนื่องจากการขึ้นเงาควรทำทันทีเมื่อตีแปลงเสร็จ

ตารางที่ 4.13 การให้เหตุผลการจัดวางสถานีงานเชิงคุณภาพ (ต่อ)

ลำดับ	สถานี	ความสัมพันธ์	สาเหตุ
13	11-14	O	(พระปิดทอง) กระบวนการโป้วสี (สถานีงานที่ 14) เป็นกระบวนการต่อเนื่องจากกระบวนการ QC (สถานีงานที่ 11) ซึ่งแยกประเภทมา สำหรับพระปิดทองจะถูกส่งมากระบวนการโป้วสีมีการขนถ่ายน้อย และมีพื้นที่จำกัด โดยต้องเป็นพื้นที่ที่สามารถระบายอากาศได้ดี เพราะมีการพ่นสี
14	14-15	O	(พระปิดทอง) กระบวนการปิดทอง (สถานีงานที่ 15) เป็นกระบวนการต่อจากกระบวนการโป้วสี (สถานีงานที่ 14) เป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกัน มีการขนถ่ายน้อย และควรอยู่ใกล้กับกระบวนการทาสี/ปรับกระจก เนื่องจากอยู่ในช่วงท้ายกระบวนการสถานีงานจึงตั้งอยู่ใกล้กัน
15	13-16	O	(พระปัดมัน) กระบวนการทาสี/ปรับกระจก (สถานีงานที่ 16) เป็นกระบวนการต่อจากกระบวนการขึ้นเงา (สถานีที่ 13) มีการขนถ่ายน้อย
16	15-16	O	(พระปิดทอง) กระบวนการทาสี/ปรับกระจก (สถานีงานที่ 16) เป็นกระบวนการต่อจากกระบวนการปิดทอง (สถานีงานที่ 15) มีการขนถ่ายน้อย
17	16-11	O	กระบวนการ QC ครั้งที่ 2 (สถานีงานที่ 11) เป็นกระบวนการต่อจากกระบวนการทาสี/ปรับกระจก (สถานีงานที่ 16) ทั้งสองผลิตภัณฑ์ก่อนส่งไปกระบวนการบรรจุภัณฑ์ (สถานีงานที่ 17) กระบวนการ QC ทั้งสองครั้งจะใช้สถานีงานเดิม (สถานีงานที่ 11)
18	11-17	O	กระบวนการบรรจุภัณฑ์ (สถานีงานที่ 17) เป็นกระบวนการต่อจากกระบวนการ QC ครั้งที่สอง (สถานีงานที่ 11) การวางสถานีงานไว้จุดนี้เพื่อให้ง่าย และสะดวกต่อการขนไปเก็บไว้ที่ Warehouse

ตารางที่ 4.13 การให้เหตุผลการจัดวางสถานีงานเชิงคุณภาพ (ต่อ)

ลำดับ	สถานี	ความสัมพันธ์	สาเหตุ
19	17-18	O	Warehouse (สถานีงานที่ 18) เป็นกระบวนการสุดท้ายซึ่งต่อจากกระบวนการบรรจุภัณฑ์ (สถานีที่ 17) สถานีงานของ Warehouse เป็นโกดังเก็บผลิตภัณฑ์ที่สมบูรณ์แล้ว จึงต้องอยู่ในที่ที่ปลอดภัย และสะดวกต่อการขนย้าย
20	ที่เหลือทั้งหมด	U	ไม่มีความสัมพันธ์กัน
21	3-16	X	กระบวนการกรอกหุ่นขี้ผึ้ง (สถานีงานที่ 3) เป็นกระบวนการที่ใช้ความร้อนจากเตาไฟ จำเป็นต้องอยู่ห่างจากกระบวนการทาสี (สถานีงานที่ 16) เนื่องจากส่วนผสมของสี และสีที่ใช้ทาผลิตภัณฑ์สามารถติดไฟได้
22	4-16	X	กระบวนการแต่งหุ่น (สถานีงานที่ 4) เป็นกระบวนการที่ใช้ความร้อนจากเตาไฟ จำเป็นต้องอยู่ห่างจากกระบวนการทาสี (สถานีงานที่ 16) เนื่องจากส่วนผสมของสี และสีที่ใช้ทาผลิตภัณฑ์สามารถติดไฟได้
23	7-16	X	กระบวนการเททอง (สถานีงานที่ 7) เป็นกระบวนการที่ใช้ความร้อนจากเตาไฟ จำเป็นต้องอยู่ห่างจากกระบวนการทาสี (สถานีงานที่ 16) เนื่องจากส่วนผสมของสี และสีที่ใช้ทาผลิตภัณฑ์สามารถติดไฟได้
24	10-16	X	กระบวนการแต่งทองเหลือง (สถานีงานที่ 10) เป็นกระบวนการที่ก่อให้เกิดประกายไฟ จำเป็นต้องอยู่ห่างจากกระบวนการทาสี (สถานีงานที่ 16) เนื่องจากส่วนผสมของสี และสีที่ใช้ทาผลิตภัณฑ์สามารถติดไฟได้



รูปที่ 4.11 แสดงความสัมพันธ์โดย Relationship Chart

ตารางที่ 4.14 แสดงระดับความสัมพันธ์ของแต่ละสถานีงาน

ระดับความสัมพันธ์	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	3	7	1, 4	3			2		
E				5	4, 6	5, 7	6		
I							8	7, 9	8, 10
O									
U	2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18	1, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18	2, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18	1, 2, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18	1, 2, 3, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18	1, 2, 3, 4, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18	1, 3, 4, 5, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18	1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17
x			16	16			16		

ตารางที่ 4.14 แสดงระดับความสัมพันธ์ของแต่ละสถานีงาน (ต่อ)

ระดับความสัมพันธ์	10	11	12	13	14	15	16	17	18
A									
E									
I	9								
O	11	10, 12, 14, 16, 17	11, 13	12, 16	11, 15	14, 16	11, 13, 15	11, 18	17
U	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 17, 18	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 13, 15, 18	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 14, 15, 16, 17, 18	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 14, 15, 17, 18	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 16, 17, 18	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 17, 18	1, 2, 5, 6, 8, 9, 12, 14, 17, 18	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16
x	16						3, 4, 7, 10		

4.2.3 แผนภาพความสัมพันธ์

นำข้อมูลเชิงปริมาณที่ทำการแปลงเป็นเชิงคุณภาพแล้วมาจัดให้อยู่ในรูปตารางเพื่อง่ายต่อการเขียนแผนภาพความสัมพันธ์ของกิจกรรม แสดงดังตารางที่ 4.14 จากนั้นนำตารางมาเขียนแผนภาพความสัมพันธ์ของแต่ละสถานีงานโดยมีสัญลักษณ์ที่ใช้แทนในแผนภาพดังนี้

4.2.3.1. เส้น 4 เส้น แทนความสัมพันธ์ระดับ A ||||

4.2.3.2. เส้น 3 เส้น แทนความสัมพันธ์ระดับ E |||

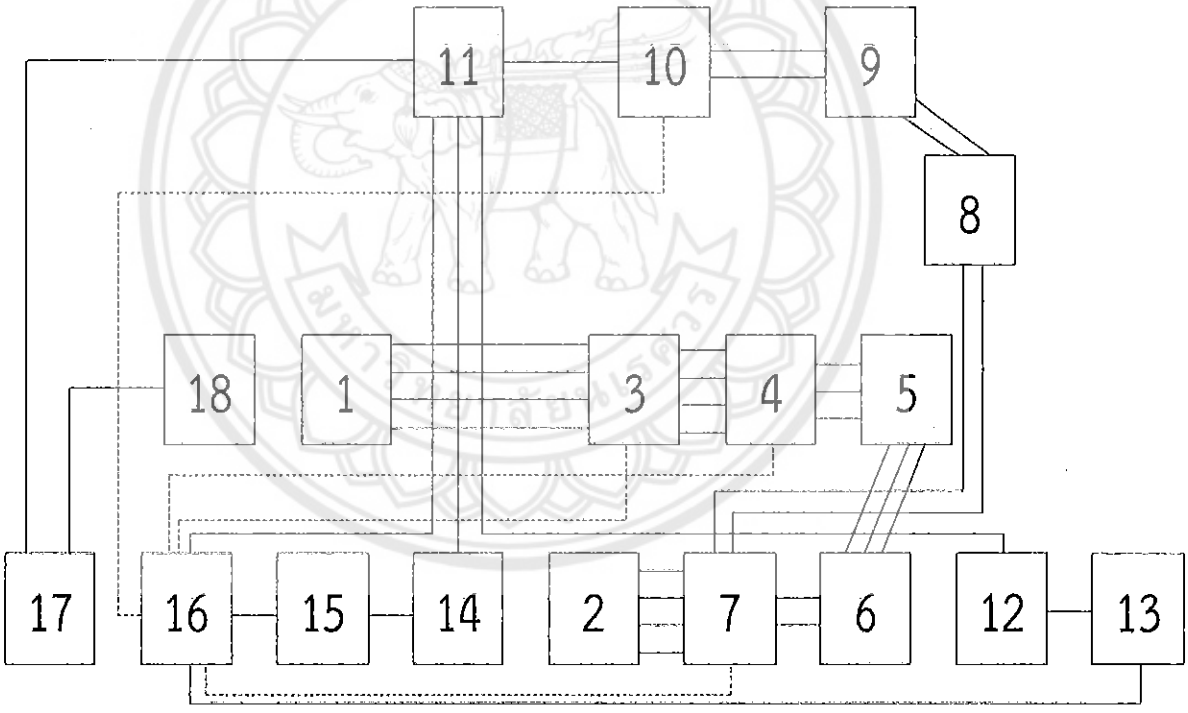
4.2.3.3. เส้น 2 เส้น แทนความสัมพันธ์ระดับ I ||

4.2.3.4. เส้น 1 เส้น แทนความสัมพันธ์ระดับ O |

4.2.3.5. ไม่มีเส้นแทนความสัมพันธ์ระดับ U

4.2.3.6. เส้นประเส้นแทนความสัมพันธ์ระดับ X ¦

และเขียนแผนภาพความสัมพันธ์ของกิจกรรม หรือสถานีงานต่างๆ แสดงดังรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.12 แผนภาพความสัมพันธ์ของแต่ละสถานีงาน

4.3 การจัดสรรพื้นที่ในโรงงาน

การคำนวณหาจำนวนเครื่องจักรที่จำเป็นต่อปริมาณการผลิตจากข้อมูลเวลามาตรฐานของเครื่องจักรแต่ละชนิด สามารถนำมาคำนวณหาจำนวนเครื่องที่จำเป็นต่อปริมาณผลิตได้ แต่นอกจากหน่วยงานทางด้านเครื่องจักรแล้ว ยังมีหน่วยงานทางด้านวัสดุที่จำเป็นต้องทราบพื้นที่ในการทำงาน เพื่อสามารถนำไปวางผังโรงงานใหม่ได้โดยจะแสดงตามลำดับที่ได้จัดไว้ในข้างต้น

4.3.1 แผนผังแสดงพื้นที่ภายในโรงงาน แสดงดังรูปที่ 4.13

4.3.2 แผนผังแสดงตำแหน่งสถานีงานก่อนปรับปรุง การไหลของพระปัดมัน และพระปิดทองก่อนปรับปรุง แสดงดังรูปที่ 4.14 - 4.16 ตามลำดับ

4.3.3 พื้นที่เก็บวัตถุดิบ 1 เป็นหน่วยงานที่ทำการเก็บวัสดุประเภทพิมพ์พระ และขี้ผึ้ง โดยใช้พื้นที่ แสดงดังรูปที่ 4.17 และรูปที่ 4.18

4.3.4 พื้นที่เก็บวัตถุดิบ 2 เป็นหน่วยงานที่ทำการเก็บวัตถุดิบทองเหลือง และอุปกรณ์เครื่องมือต่างๆ แสดงดังรูปที่ 4.19 และรูปที่ 4.20

4.3.5 พื้นที่สถานีงานกรอกหุ่นขี้ผึ้ง แสดงดังรูปที่ 4.21

4.3.6 พื้นที่สถานีงานแต่งหุ่นขี้ผึ้ง แสดงดังรูปที่ 4.22

4.3.7 พื้นที่สถานีงานเข้าปูนเคียนลวด แสดงดังรูปที่ 4.23

4.3.8 พื้นที่สถานีงานสุมหุ่น แสดงดังรูปที่ 4.24

4.3.9 พื้นที่สถานีงานเททอง แสดงดังรูปที่ 4.25

4.3.10 พื้นที่สถานีงานทุบหุ่น แสดงดังรูปที่ 4.26

4.3.11 พื้นที่สถานีงานขัดทองเหลือง แสดงดังรูปที่ 4.27

4.3.12 พื้นที่สถานีงานแต่งทองเหลือง แสดงดังรูปที่ 4.28

4.3.13 พื้นที่สถานีงานตรวจสอบคุณภาพ แสดงดังรูปที่ 4.29

4.3.14 พื้นที่สถานีงานตีแปรง แสดงดังรูปที่ 4.30

4.3.15 พื้นที่สถานีงานขึ้นเงา แสดงดังรูปที่ 4.31

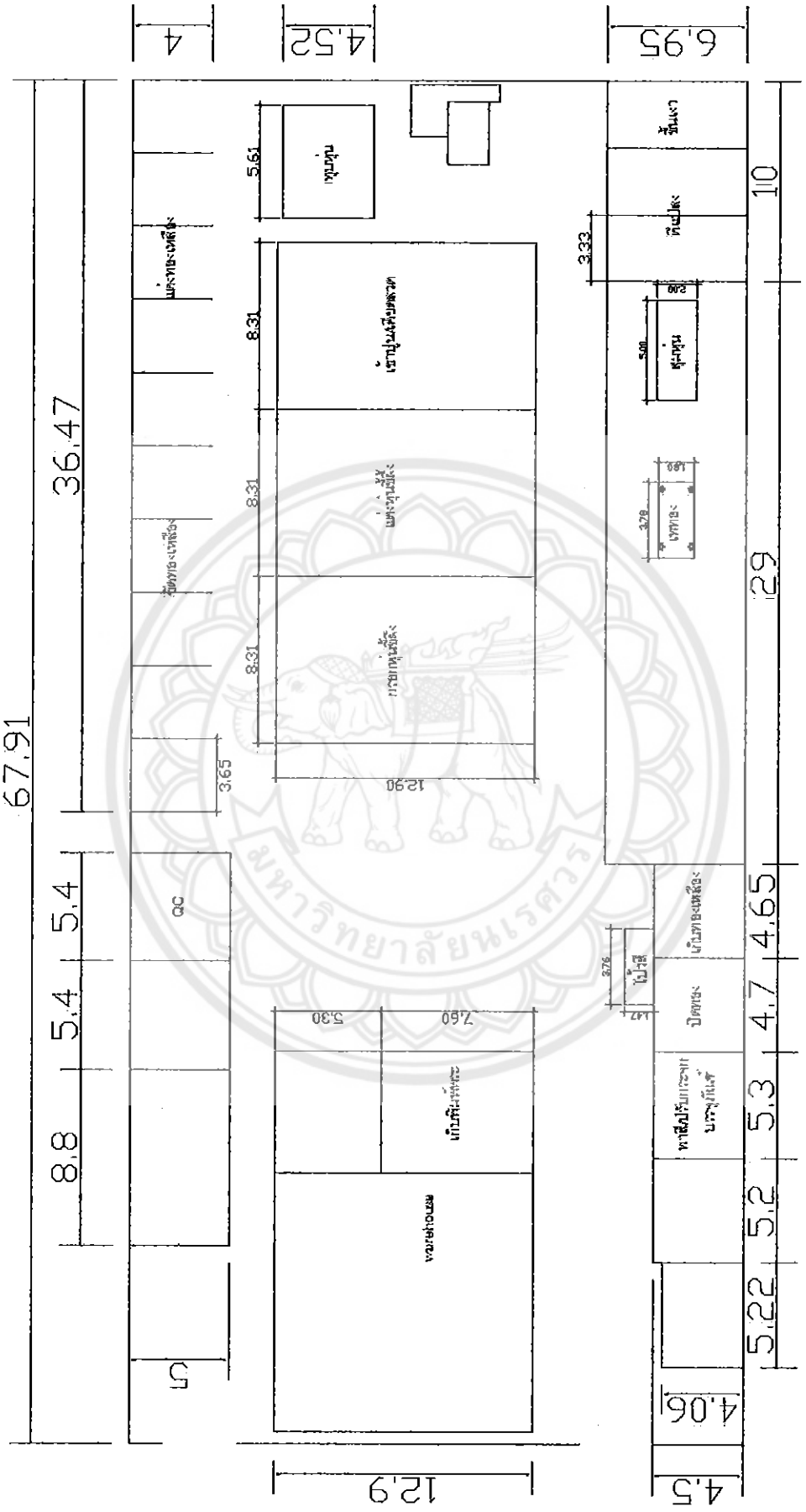
4.3.16 พื้นที่สถานีงานโป้วสี แสดงดังรูปที่ 4.32

4.3.17 พื้นที่สถานีงานปิดทอง แสดงดังรูปที่ 4.33

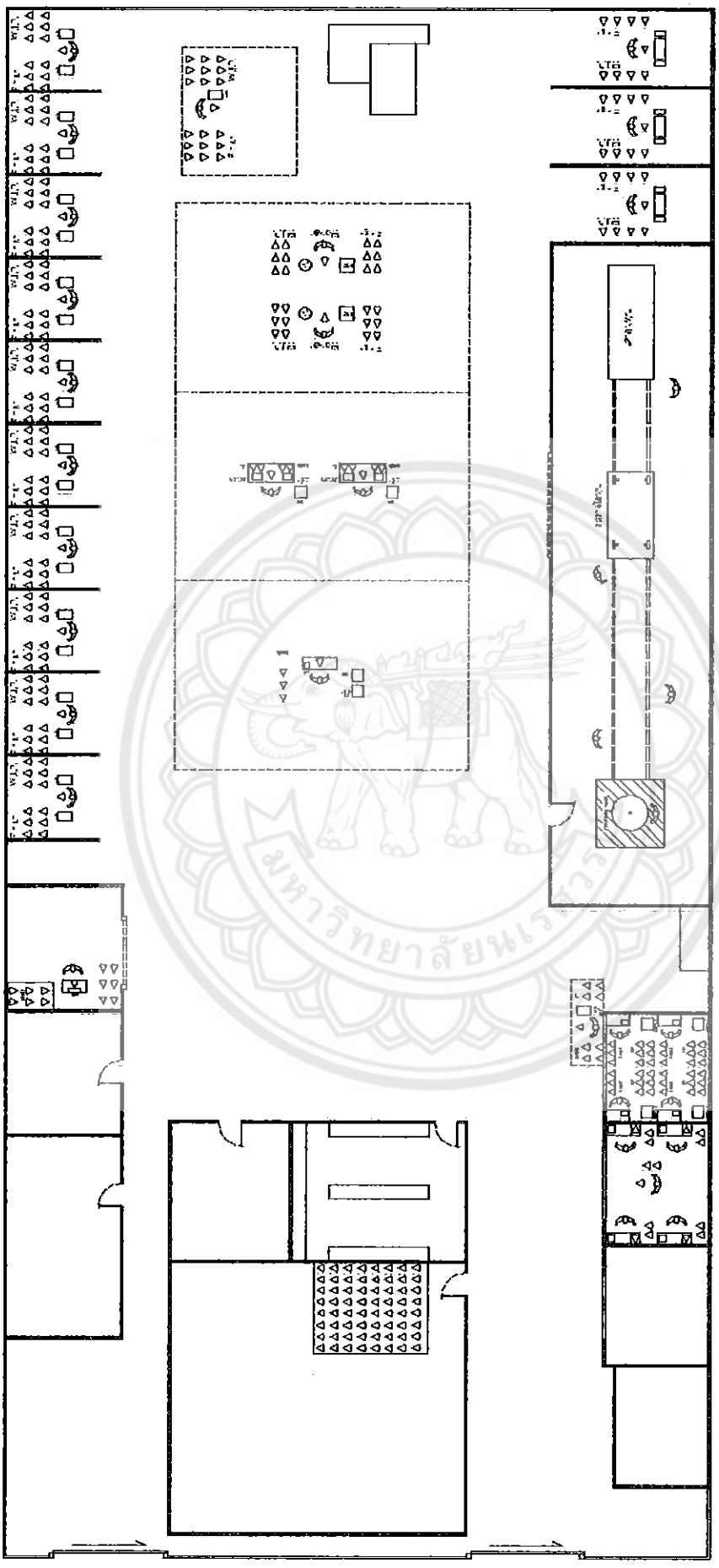
4.3.18 พื้นที่สถานีงานทาสี/ปรับกระจก แสดงดังรูปที่ 4.34

4.3.19 พื้นที่สถานีงานบรรจุภัณฑ์ แสดงดังรูปที่ 4.35

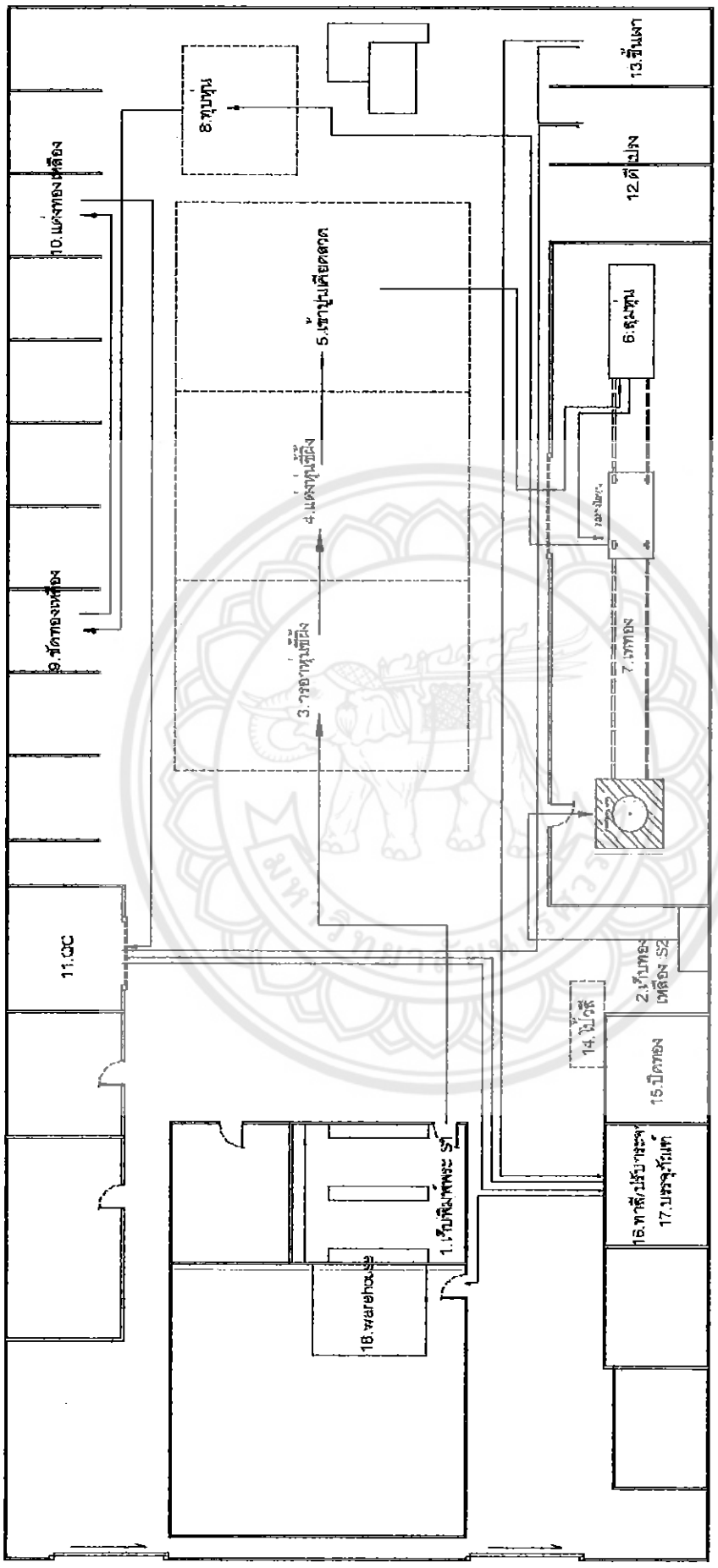
4.3.20 พื้นที่เก็บผลิตภัณฑ์ แสดงดังรูปที่ 4.36



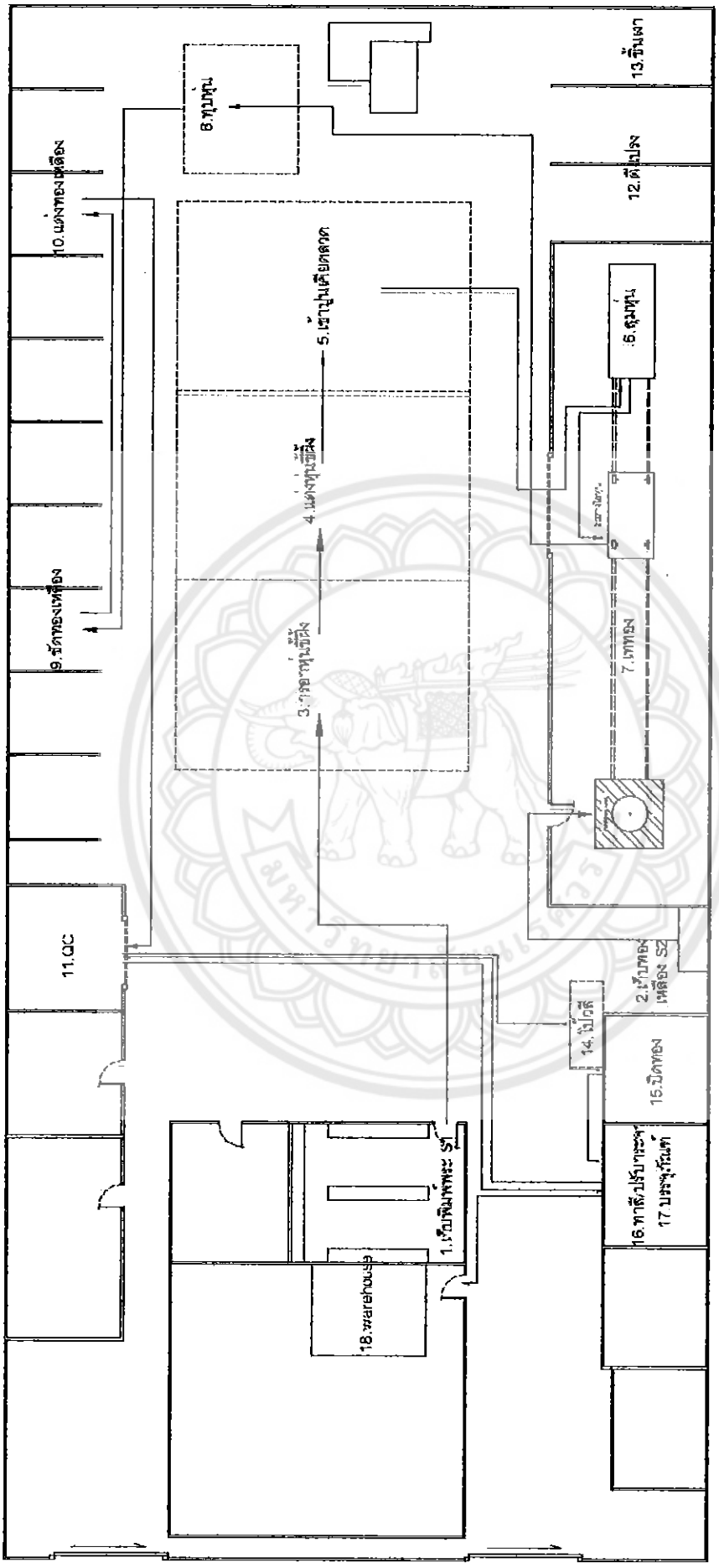
รูปที่ 4.13 แผนผังแสดงพื้นที่ภายในโรงงาน



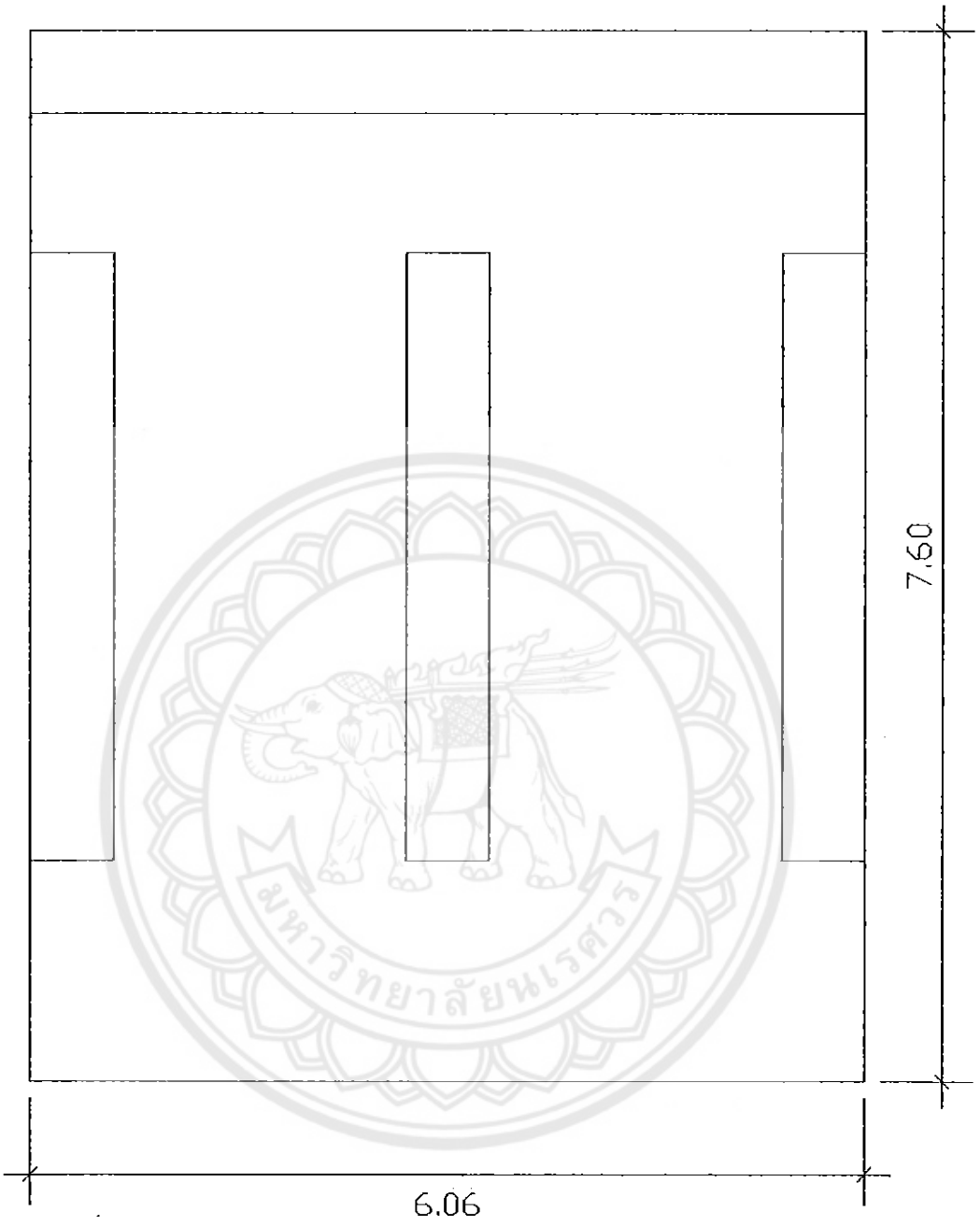
รูปที่ 4.14 แผนผังแสดงตำแหน่งสถานีงานก่อนปรับปรุง



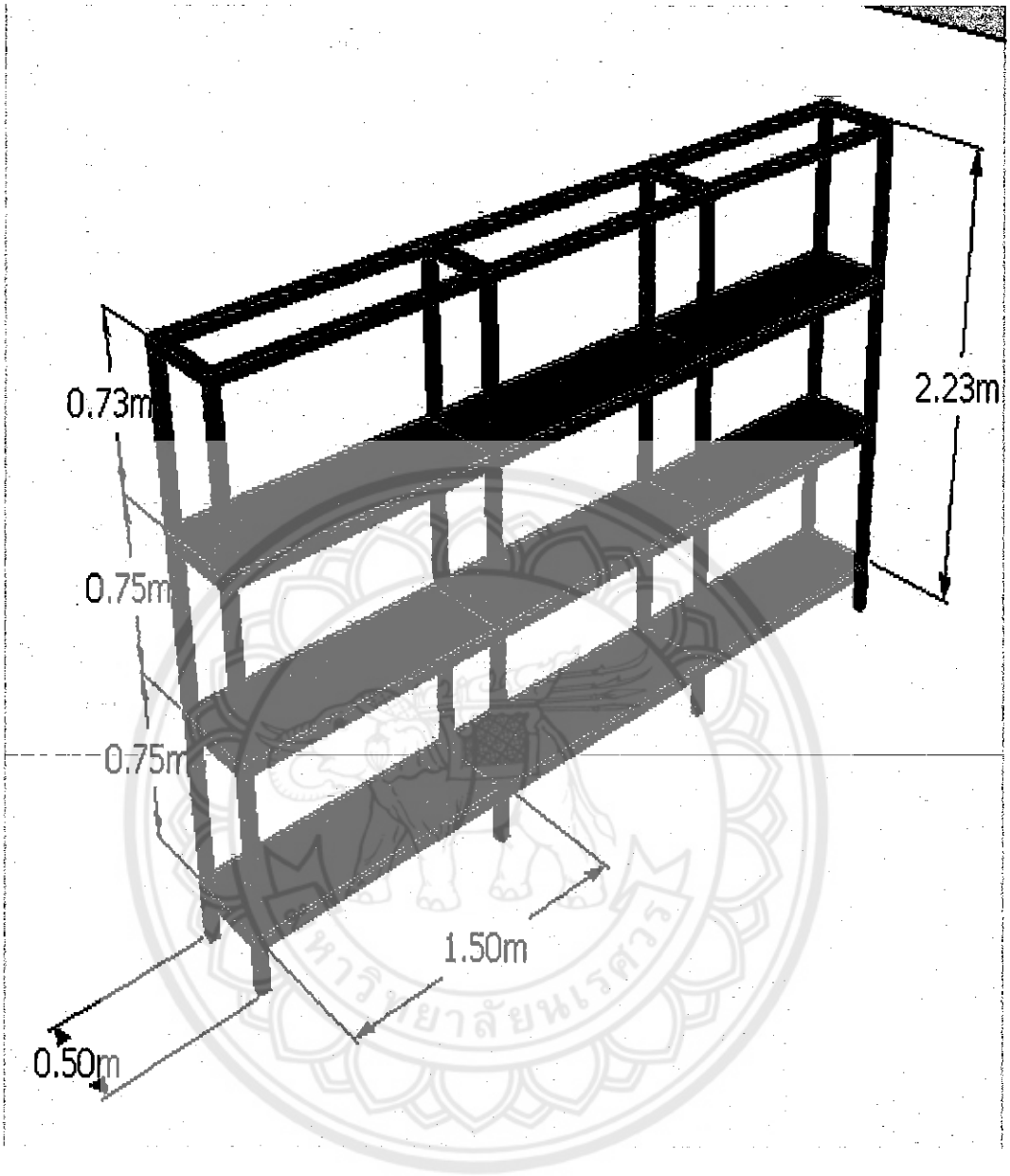
รูปที่ 4.15 แผนผังแสดงการไหลของพระบัดมัดก่อนปรับปรุง



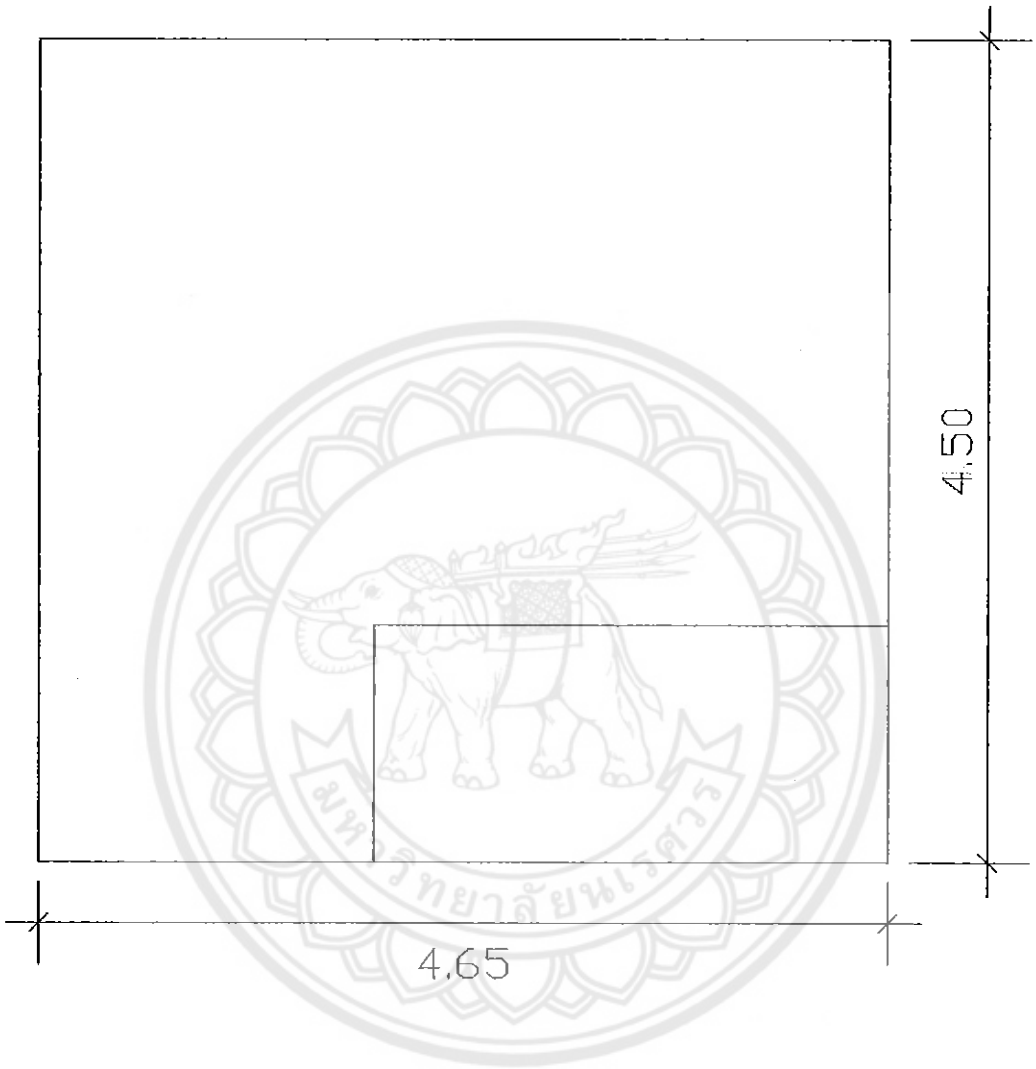
รูปที่ 4.16 แผนผังแสดงการไหลของพระปิดทองก่อนปรับปรุง



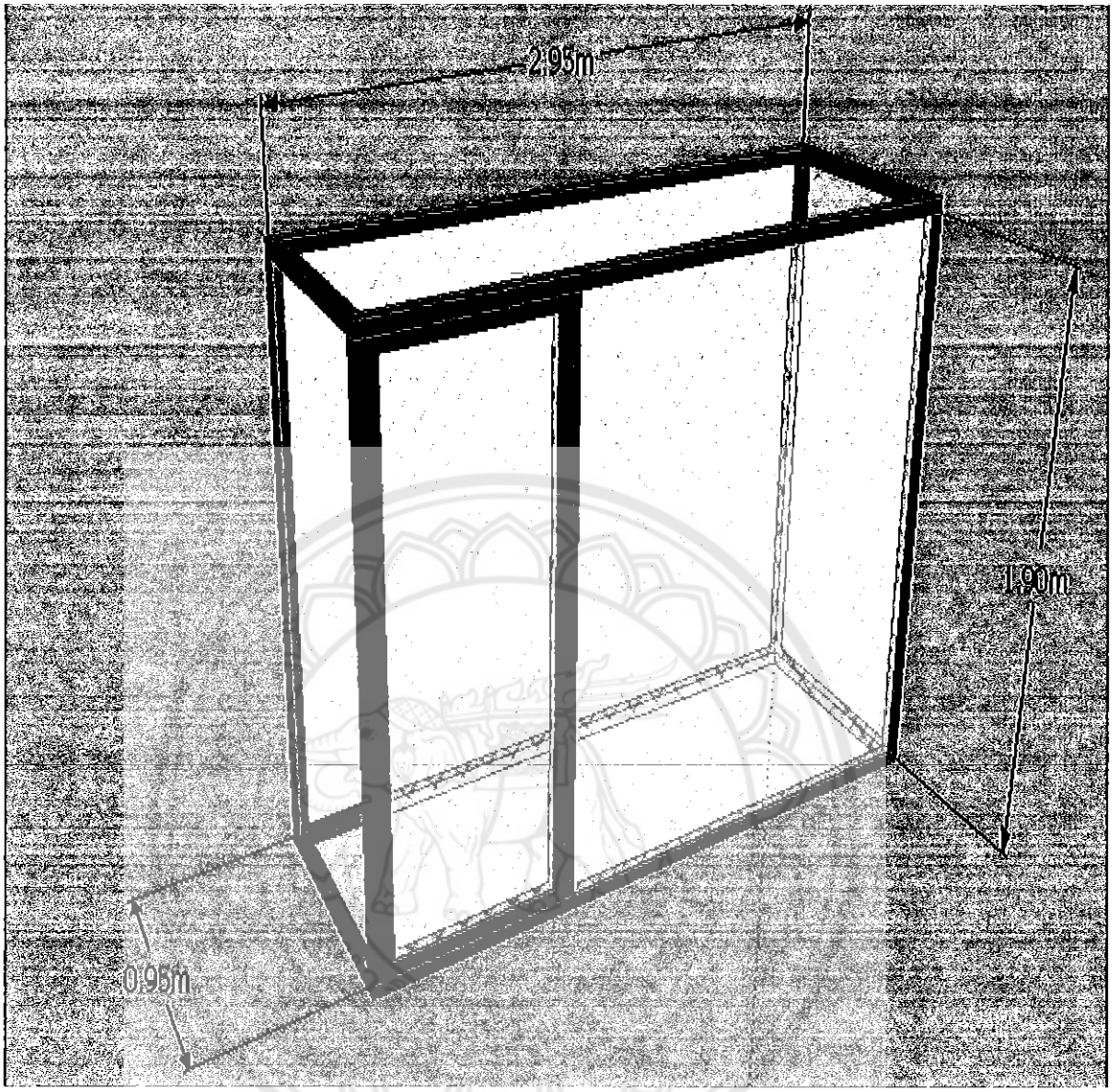
รูปที่ 4.17 พื้นที่เก็บวัตถุดิบ 1 (สถานีงาน 1)



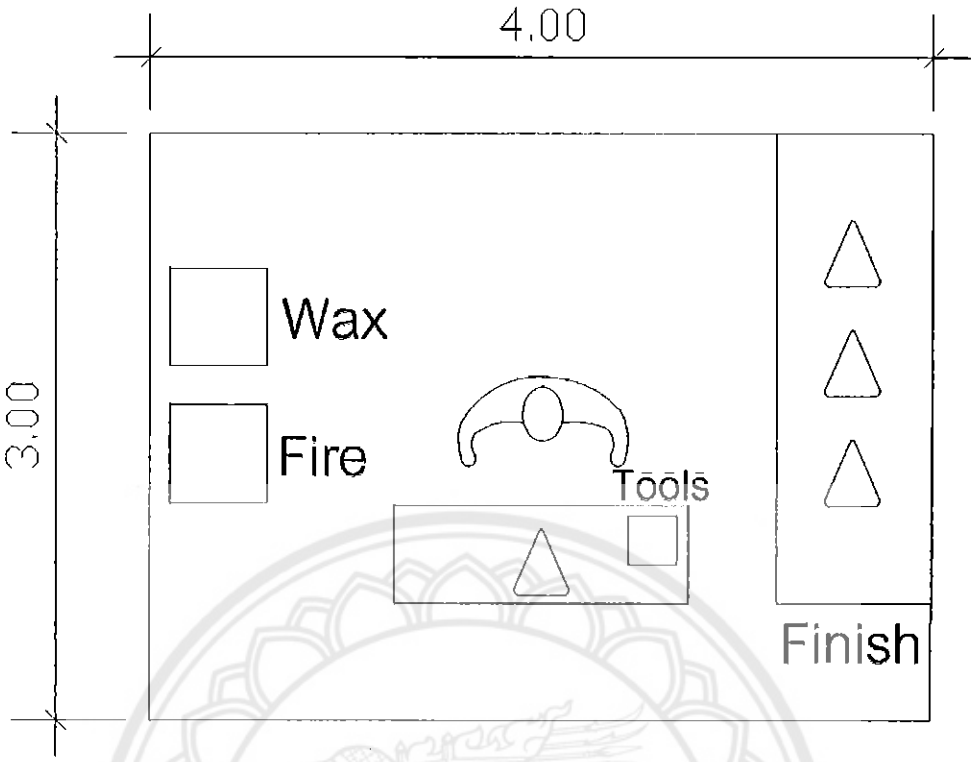
รูปที่ 4.18 พื้นที่เก็บวัตถุดิบ 1 (สถานีงาน 1) (ต่อ)



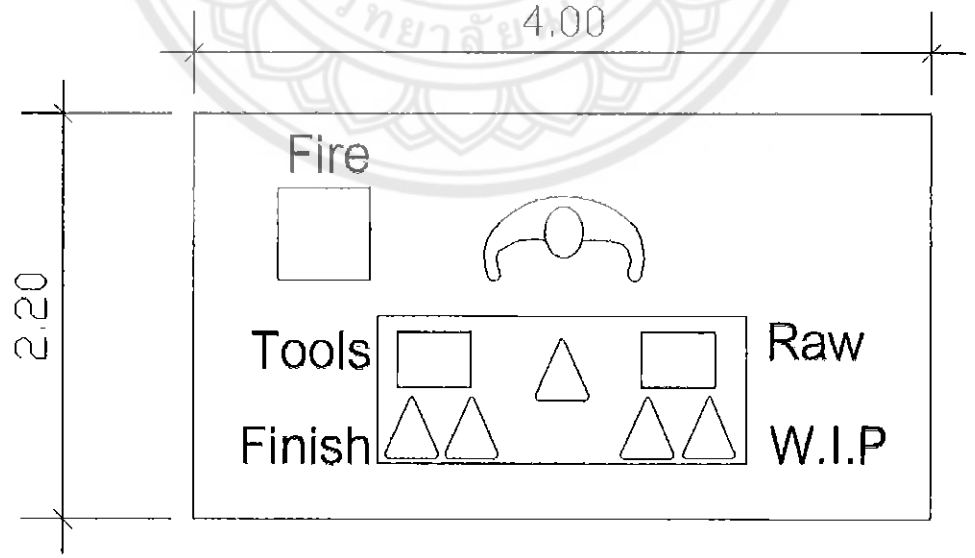
รูปที่ 4.19 พื้นที่เก็บวัตถุดิบ 2 (สถานีงาน 2)



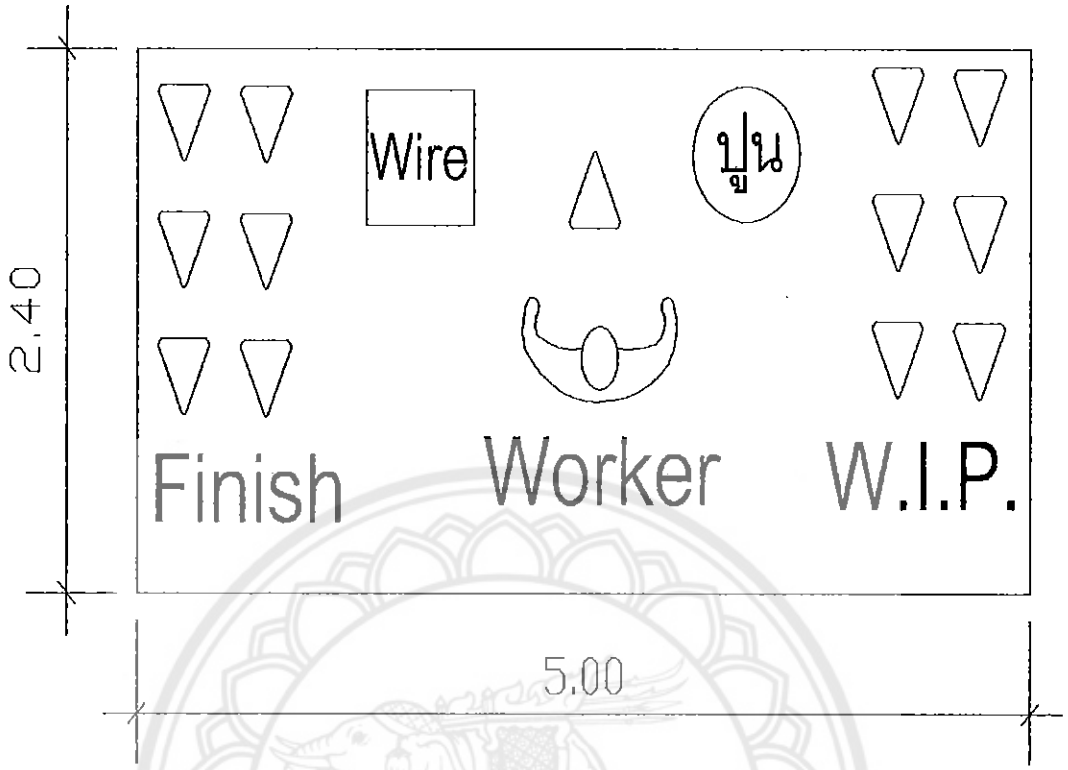
รูปที่ 4.20 พื้นที่เก็บวัตถุดิบ 2 (สถานีงาน 2) (ต่อ)



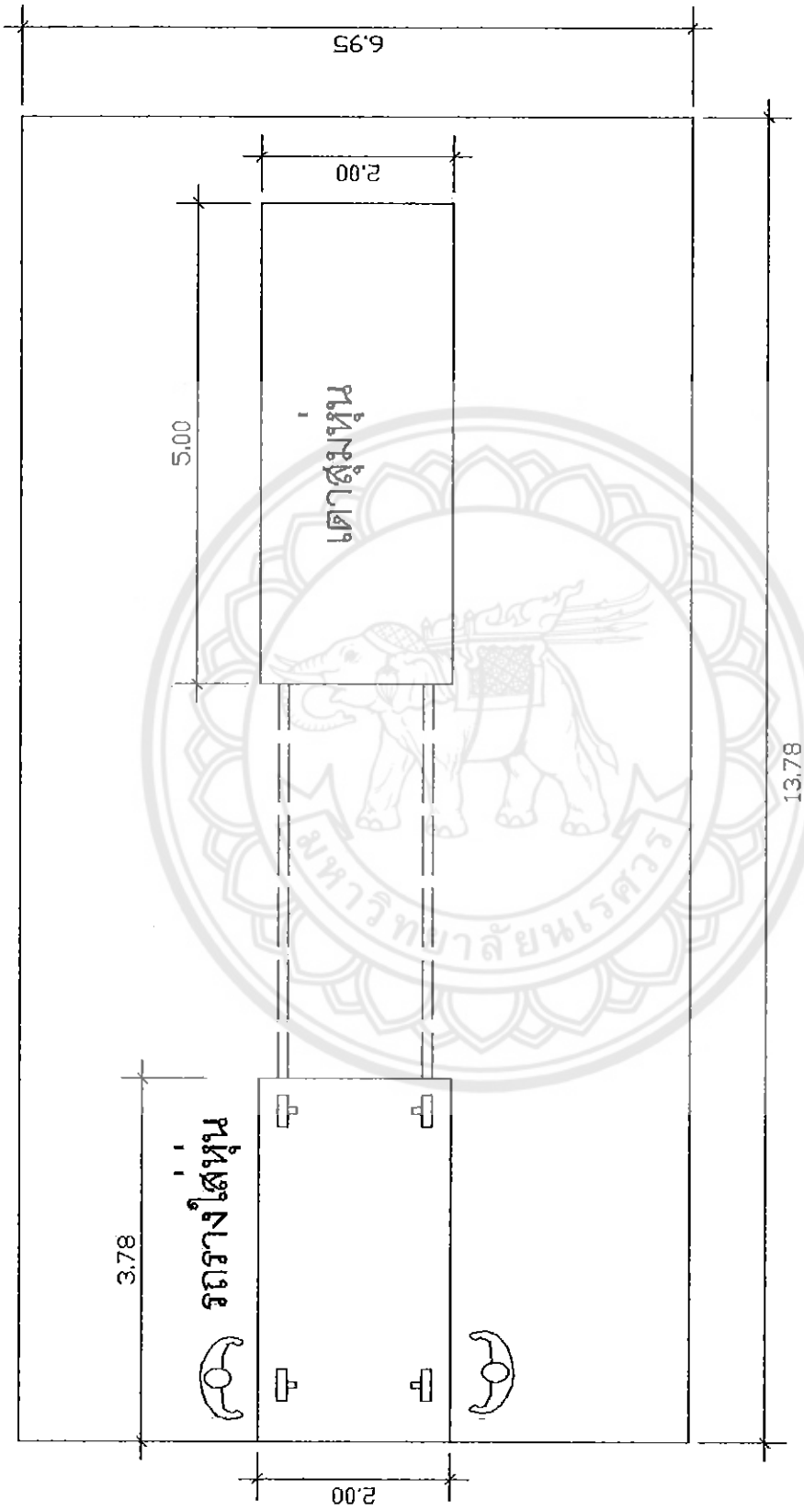
รูปที่ 4.21 พื้นที่สถานีงานกรอกหุ่นขี้ผึ้ง



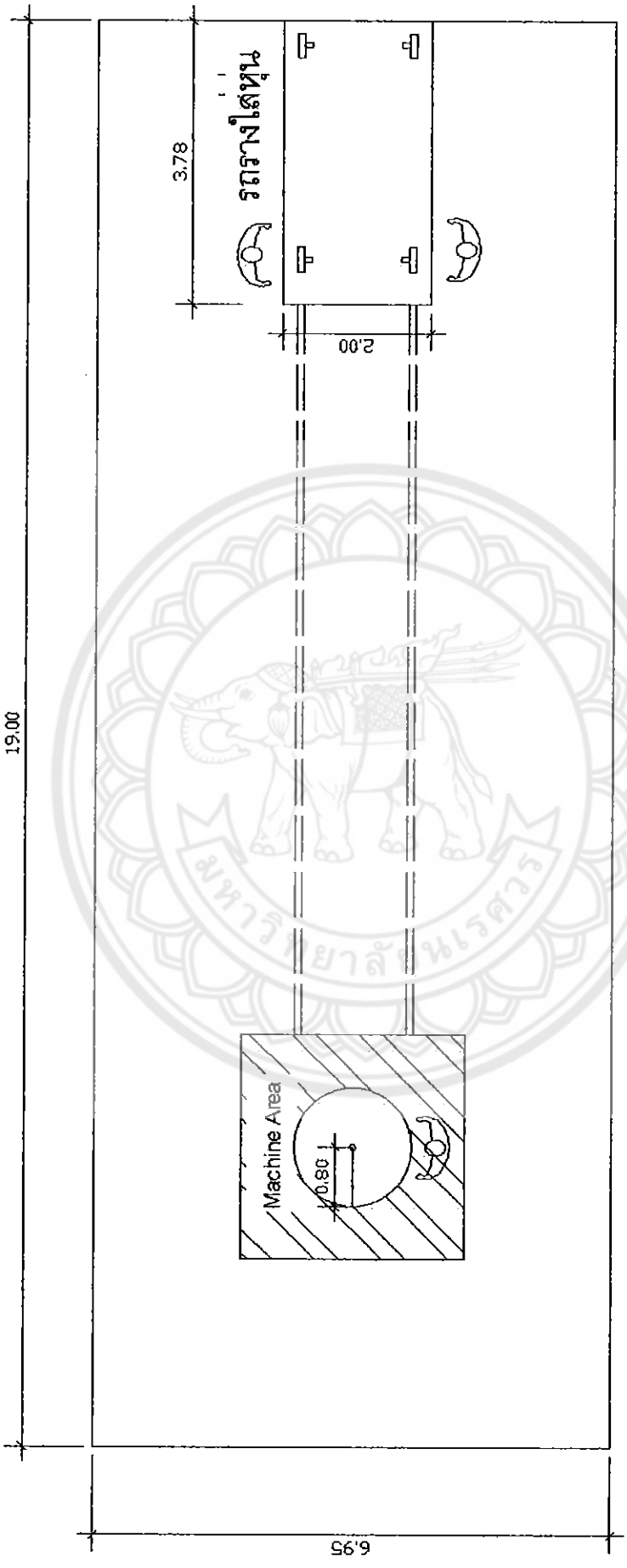
รูปที่ 4.22 พื้นที่สถานีงานแต่งหุ่นขี้ผึ้ง



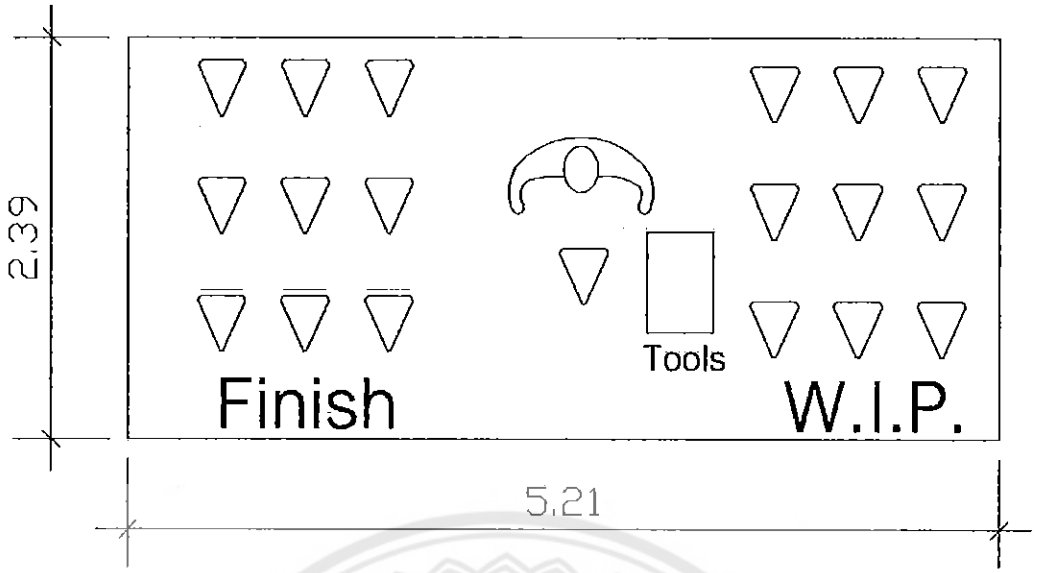
รูปที่ 4.23 พื้นที่สถานีงานเข้าปูนเคียนลวด



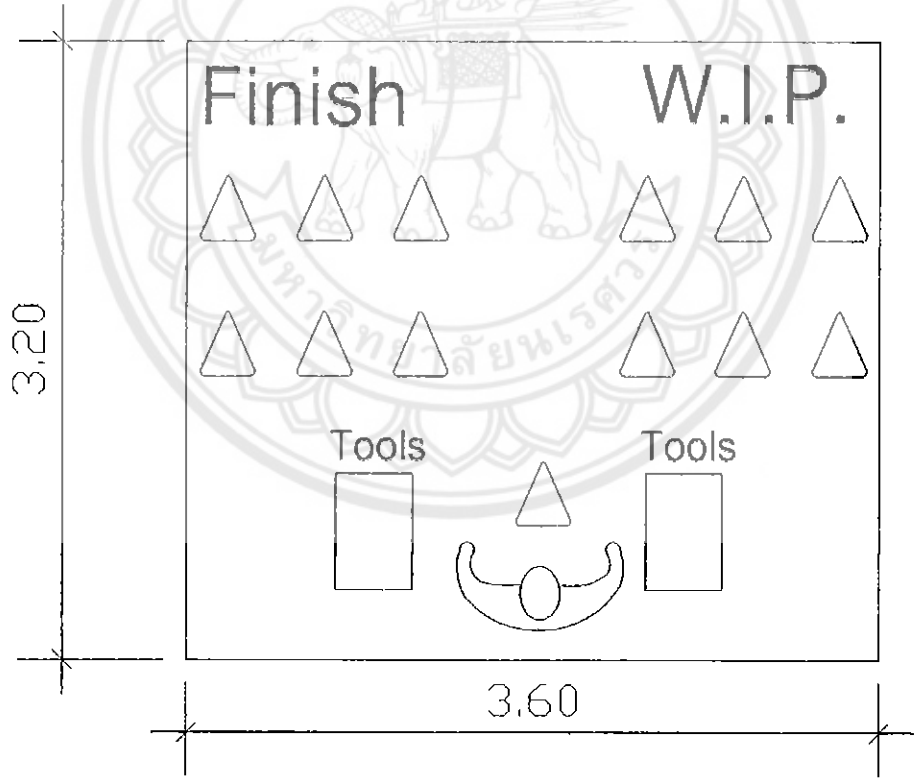
รูปที่ 4.24 พื้นที่สถานีงานเสริมหุ่น



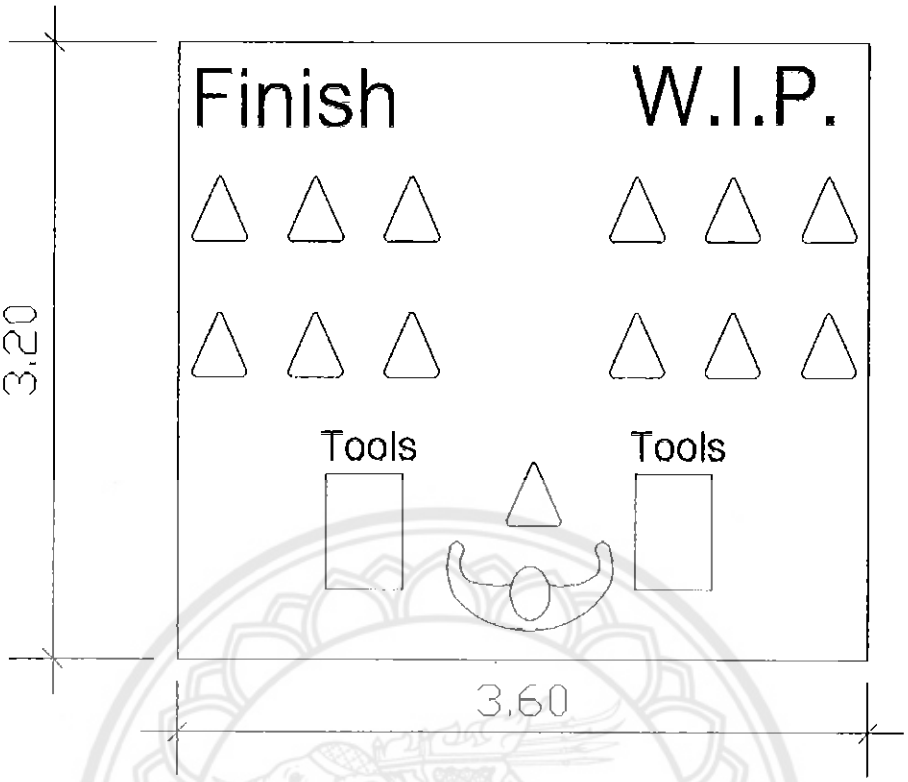
รูปที่ 4.25 พื้นที่สถานีงานแกะทอง



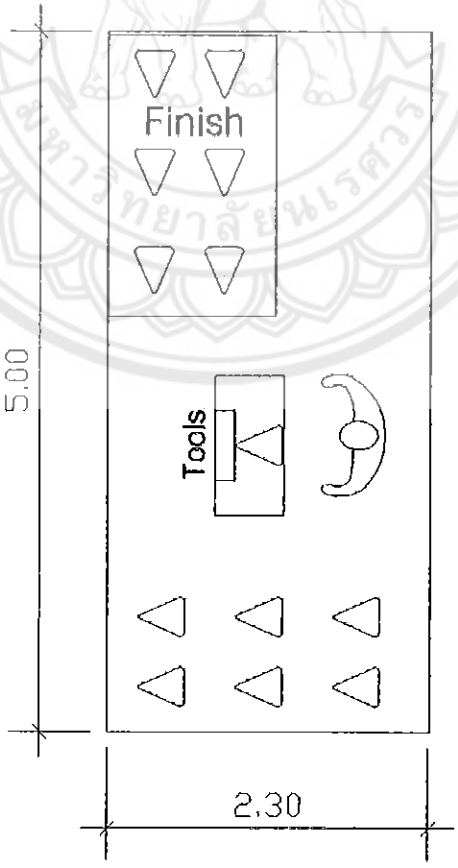
รูปที่ 4.26 พื้นที่สถานีงานทุบหุ่น



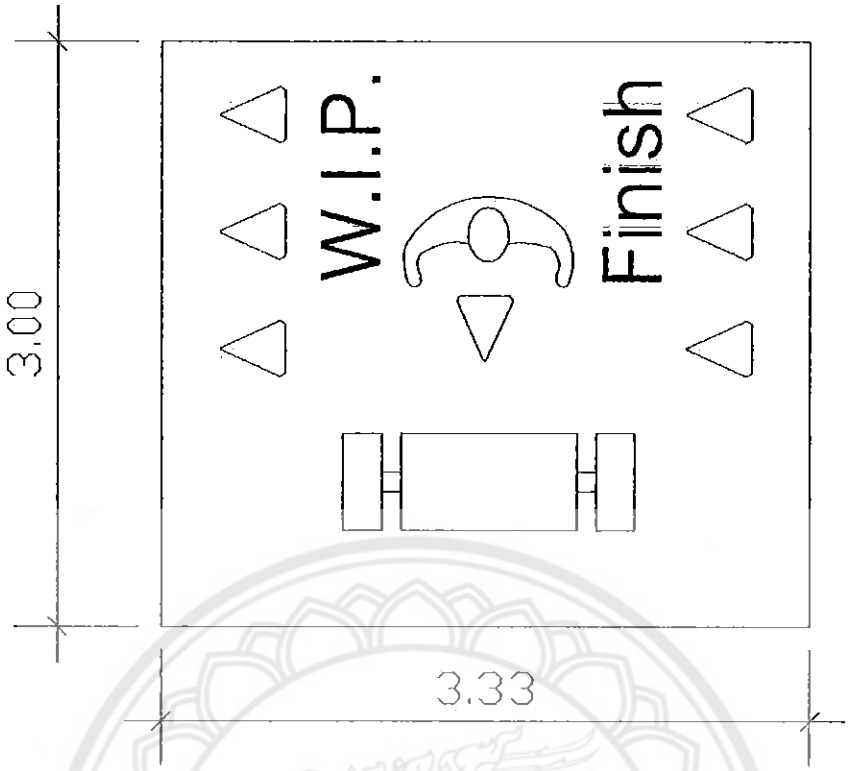
รูปที่ 4.27 พื้นที่สถานีงานขัดทองเหลือง



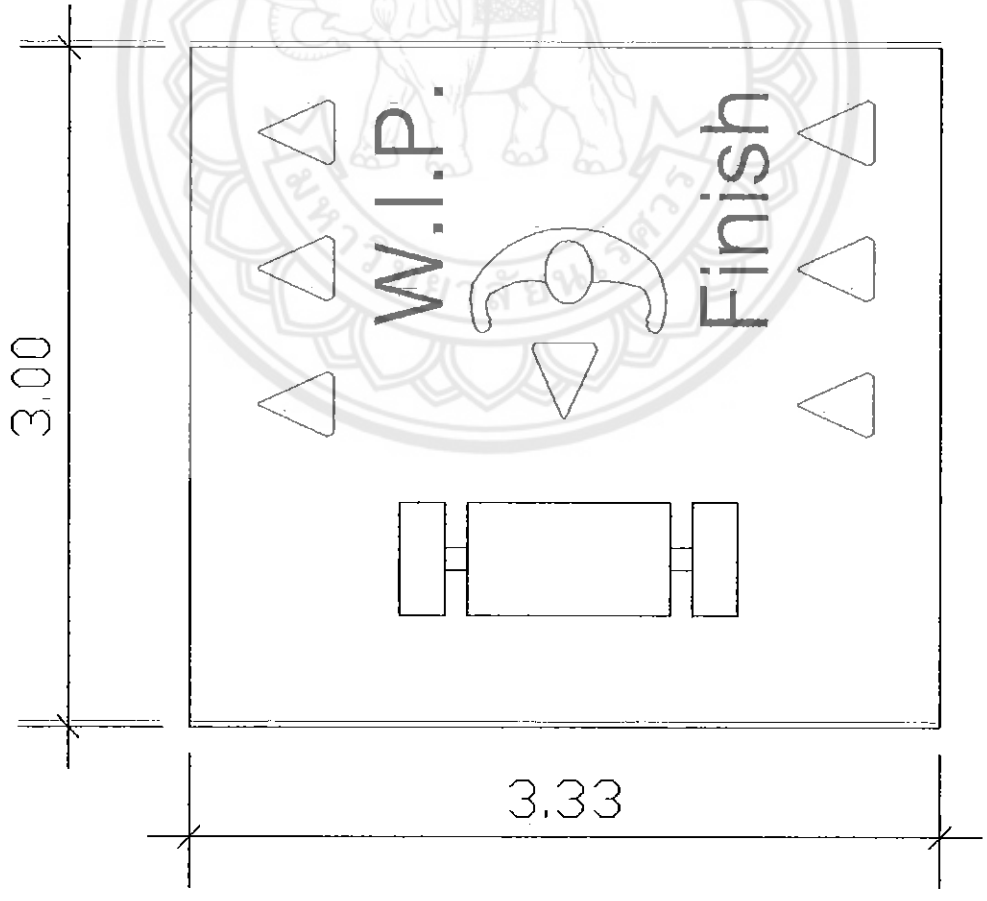
รูปที่ 4.28 พื้นที่สถานีงานแต่งทองเหลือง



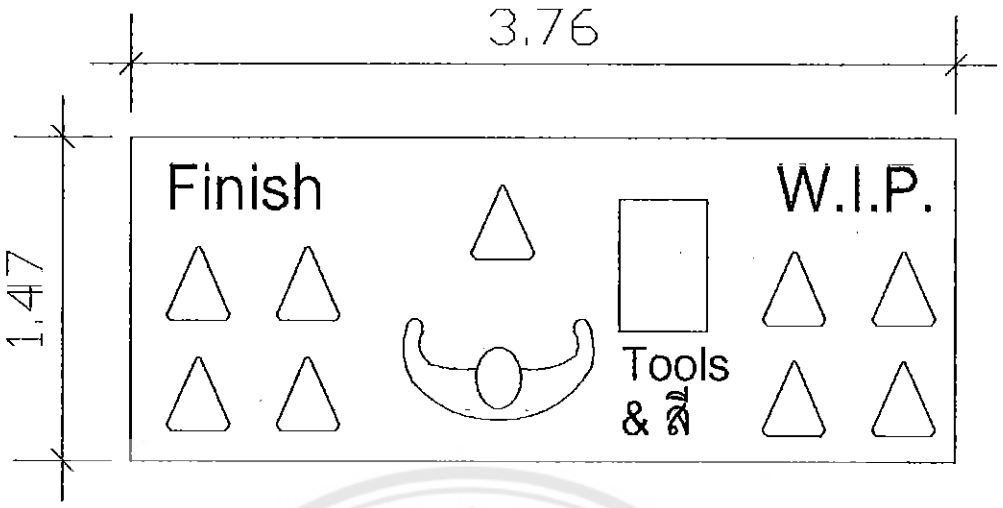
รูปที่ 4.29 พื้นที่สถานีงานตรวจสอบคุณภาพ



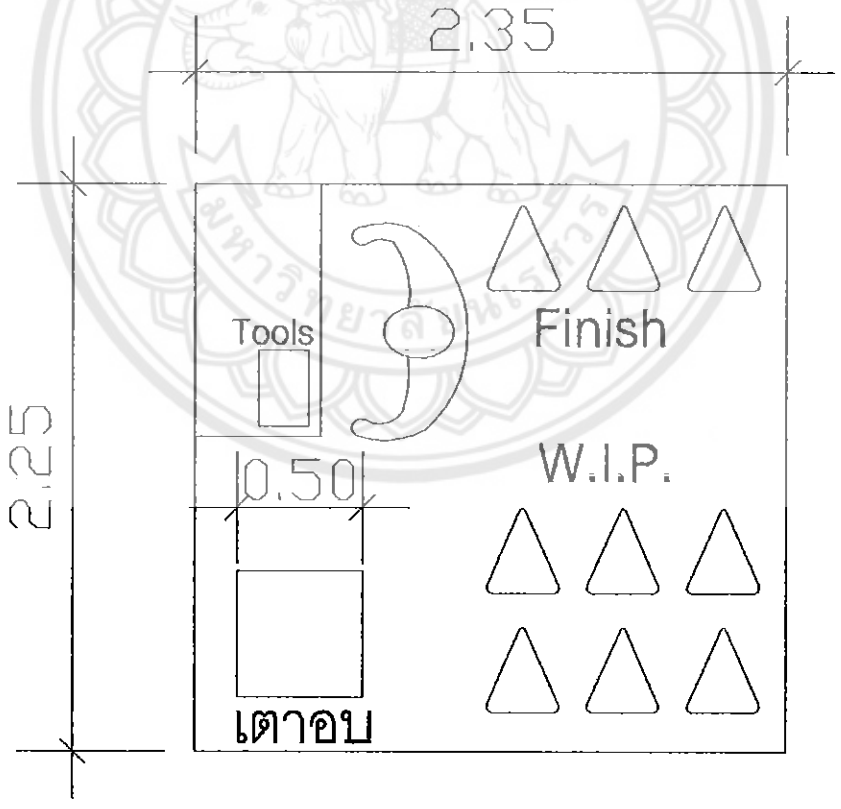
รูปที่ 4.30 พื้นที่สถานีงานตีแปรง



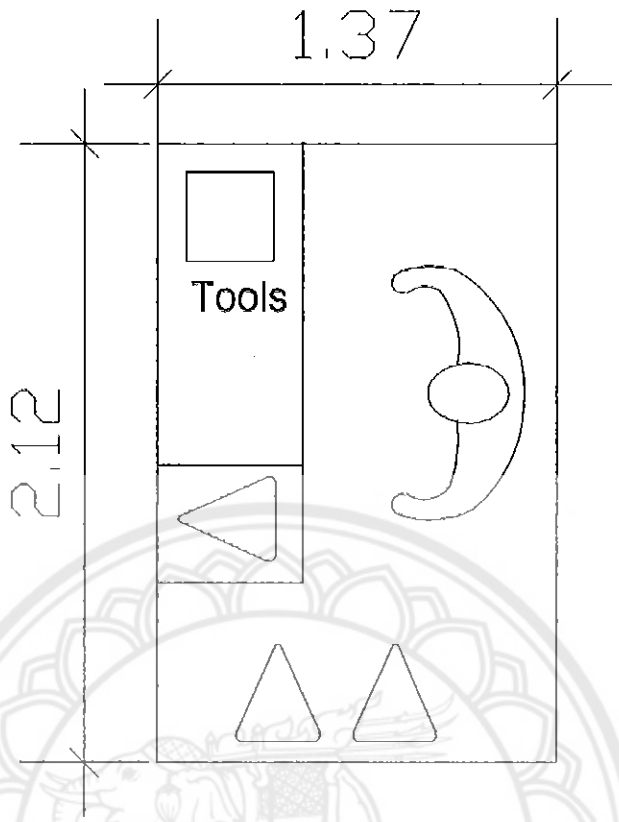
รูปที่ 4.31 พื้นที่สถานีงานขึ้นเงา



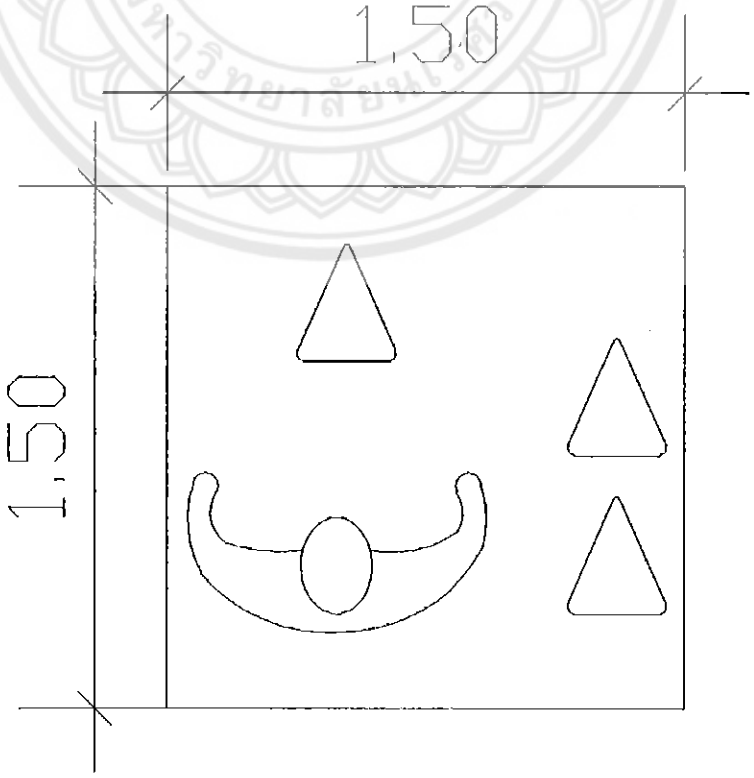
รูปที่ 4.32 พื้นที่สถานีงานโป้วสี



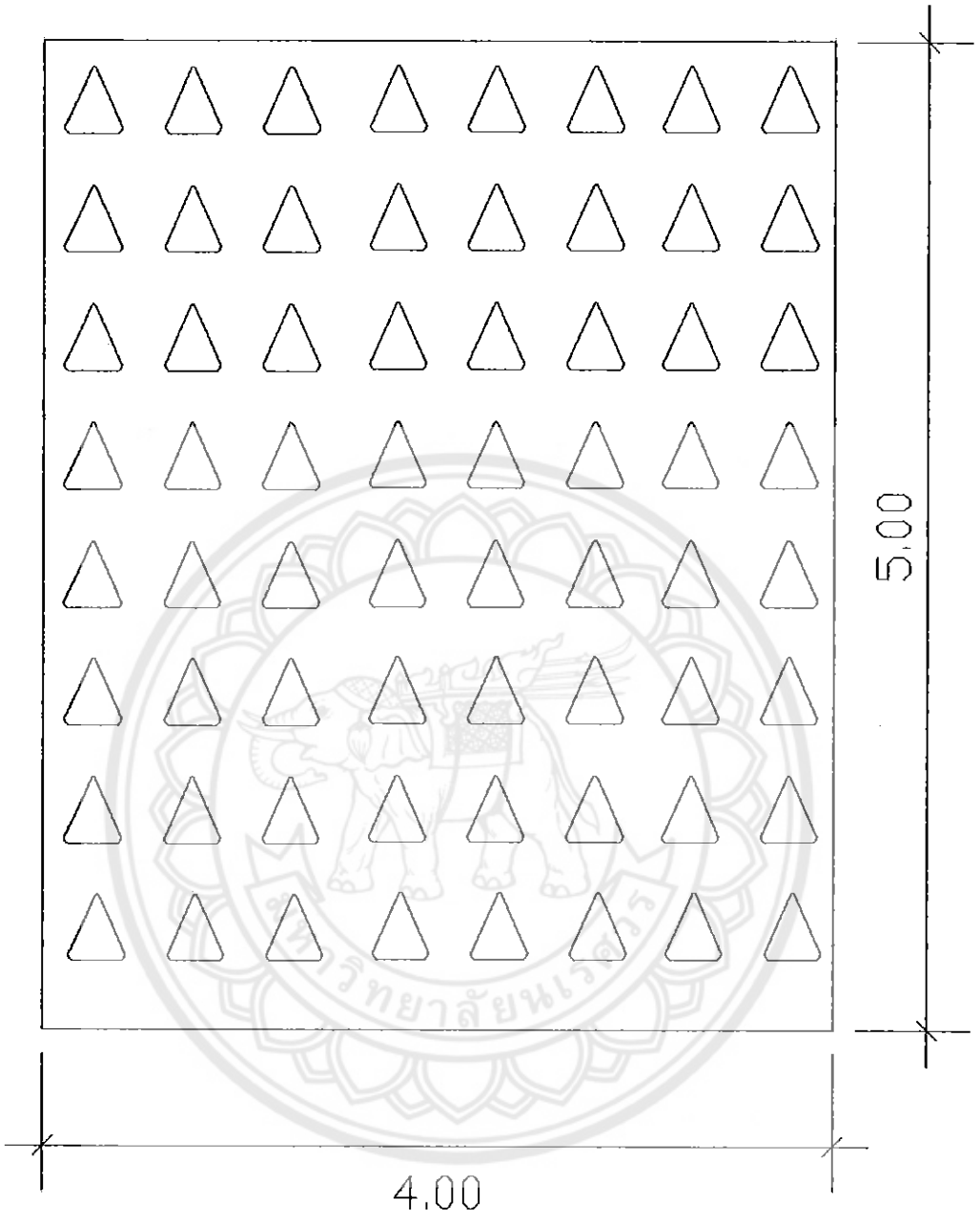
รูปที่ 4.33 พื้นที่สถานีงานปิดทอง



รูปที่ 4.34 พื้นที่สถานีงานทาสี/ปรับกระจก



รูปที่ 4.35 พื้นที่สถานีงานบรรจุภัณฑ์



รูปที่ 4.36 พื้นที่เก็บผลิตภัณฑ์ (WAREHOUSE)

4.4 การวางผังโรงงาน

ก่อนการวางผังโรงงานควรมีการวางผังโรงงานอย่างคร่าวๆ ก่อน เพื่อดูลักษณะเส้นทางการไหลของชิ้นงานระหว่างสถานีงานต่างๆ เพราะจะทำให้การวางผังโรงงานมีความเหมาะสมยิ่งขึ้น โดยนำข้อมูลเดิมที่ได้จากการวิเคราะห์รวมถึงพื้นที่เดิมของสถานีงาน ซึ่งผังโรงงานเดิมได้แสดงไปข้างต้นในรูปที่ 4.13 และการแสดงพื้นที่สถานีงาน แสดงดังตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.15 พื้นที่ของสถานีงานในสายการผลิต

สถานีงาน	พื้นที่ (ตารางเมตร)
1 .เก็บพิมพ์พระ S1	46.06
2. เก็บทองเหลือง S2	10.00
3. กรอกหุ่นขี้ผึ้ง	107.20
4. แต่งหุ่นขี้ผึ้ง	107.20
5. เข้าปูนเคียนลวด	107.20
6. สุมหุ่น	95.77
7. เททอง	132.05
8. ทุบหุ่น	25.36
9. ขัดทองเหลือง	72.94
10. แต่งทองเหลือง	72.94
11. QC	27.00
12. ตีแปรง	46.29
13. ขึ้นเงา	23.14
14. โป้วสี	5.53
15. ปิดทอง	21.15
16. ทาสี/ปรับกระจก	23.85
17. บรรจุภัณฑ์	23.40
18. พื้นที่เก็บผลิตภัณฑ์ (WAREHOUSE)	20.00

4.4.1 การคำนวณหาจำนวนคนต่อกระบวนการ

การคำนวณหาจำนวนคนที่จำเป็นต่อปริมาณการผลิตจากข้อมูลเวลามาตรฐานของแต่ละชนิด สามารถนำมาคำนวณหาคนให้เหมาะสมกับกำลังผลิตของโรงงาน แสดงดังตารางที่ 4.16 และตารางที่ 4.21

ตารางที่ 4.16 แสดงการวิเคราะห์จำนวนคนที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์พระปัดมัน 3 นิ้ว

สถานีงาน	เวลามาตรฐาน (นาที/องค์)	จำนวนคนปัจจุบัน	กำลังผลิตปัจจุบัน (องค์/วัน)	จำนวนคนหลังปรับปรุง	กำลังผลิตหลังปรับปรุง (องค์/วัน)
1. กรอกหุ่นขี้ผึ้ง	23.9	1	20.1	3	60.3
2. แต่งหุ่นขี้ผึ้ง	6.0	2	160.0	1	80.0
3. เข้าปูนเคียนลวด	4.2	2	228.6	1	114.3
4. สุมหุ่น	23.0	2	41.8	3	62.7
5. เททอง	1.8	3	800.1	1	266.7
6. ทุบหุ่น	8.7	1	55.2	1	55.2
7. ขัดทองเหลือง	70.2	5	34.0	8	54.4
8. แต่งทองเหลือง	35.9	5	67.0	4	53.6
9. QC 1	2.8	0.5	85.7	0.5	85.7
10. ตีแปรง	12.8	2	75.0	2	75.0
11. ขึ้นเงา	1.7	1	282.4	1	282.4
12. โป้วสี	-	-	-	-	-
13. ปิดทอง	-	-	-	-	-
14. ทาสี/ปรับกระจก	24.4	4	78.8	3	59.1
15. QC 2	1.7	0.5	141.2	0.5	141.2
16. บรรจุภัณฑ์	6.7	1	71.6	1	71.6
รวม	223.8	30		30	

หมายเหตุ 1. ในสถานีงาน QC1 และ QC2 มีจำนวนคนเป็น 0.5 คน เนื่องจากเป็นสถานีเดียวกัน และใช้พนักงานคนเดียวกันในการทำงาน

2. สถานีงานที่มีคนทำงาน 1 คน ไม่สามารถแบ่งไปช่วยสถานีงานใด

ดังนั้นจากตารางจะได้กำลังผลิตปัจจุบัน คือ 20.1 องค์/วัน และกำลังผลิตหลังปรับปรุง คือ 53.6 องค์/วัน

แสดงวิธีคำนวณ

$$\text{กำลังผลิตต่อวันของสถานีงาน} = \frac{\text{เวลาการทำงานปกติ}}{\text{เวลาแต่ละสถานีงาน}} \times \text{จำนวนคนในสถานีงาน} \qquad (4.3)$$

$$\text{ตัวอย่าง (สถานีงานกรอกแต่งหุ่นขี้ผึ้ง)} = \frac{480}{6} \times 2 = 160 \text{ องค์/วัน}$$

ตารางที่ 4.16 แสดงการวิเคราะห์จำนวนคนที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์พระปัดมัน 3 นิ้ว (ต่อ)

ขั้นตอน	จำนวนคนปัจจุบัน	กำลังผลิตปัจจุบัน (องค์/วัน)	จำนวนคนหลังปรับปรุง	กำลังผลิตหลังปรับปรุง (องค์/วัน)
1. เททองกำลังผลิตมากสุด	3	800.1	1	266.7
ย้ายคนไปกรอกหุ่นขี้ผึ้งกำลังผลิตน้อยสุด	1	20.1	3	60.3
2. เข้าปูนเคียนลวดกำลังผลิตมากสุด	2	228.6	1	114.3
ย้ายคนไปขัดทองเหลืองกำลังผลิตน้อยสุด	5	34.0	6	40.8
3. แต่งหุ่นขี้ผึ้งกำลังผลิตมากสุด	2	160.0	1	80.0
ย้ายคนไปขัดทองเหลืองกำลังผลิตน้อยสุด	6	40.8	7	47.6
4. ทาสี/ปรับกระจกกำลังผลิตมากสุด	4	78.8	3	59.1
ย้ายคนไปสุมหุ่นกำลังผลิตน้อยสุด	2	41.8	3	62.7
5. ตีแปรงกำลังผลิตมากสุดแต่ไม่สามารถย้ายคนไปช่วยสถานีงานใดได้ เพราะถ้าลดคนลงจะทำให้กำลังผลิตลดลงเป็นน้อยสุด	-	-	-	-
6. แต่งทองเหลืองกำลังผลิตมากสุด	5	67.0	4	53.6
ย้ายคนไปขัดทองเหลืองกำลังผลิตน้อยสุด	7	47.6	8	54.4
7. ไม่มีสถานีงานใดสามารถย้ายคนไปช่วยสถานีอื่นได้แล้ว เพราะเมื่อย้ายไปจะทำให้กำลังผลิตของผลิตภัณฑ์ลดลง	-	-	-	-

หมายเหตุ 1. ในสถานีงาน QC1 และ QC2 มีจำนวนคนเป็น 0.5 คน เนื่องจากเป็นสถานีเดียวกัน และใช้พนักงานคนเดียวกันในการทำงาน

2. สถานีงานที่มีคนทำงาน 1 คน ไม่สามารถแบ่งไปช่วยสถานีงานใด

ตารางที่ 4.17 แสดงการวิเคราะห์จำนวนคนที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์พระปัดมัน 5 นิ้ว

สถานีงาน	เวลามาตรฐาน (นาที/องค์)	จำนวนคนปัจจุบัน	กำลังผลิตปัจจุบัน (องค์/วัน)	จำนวนคนหลังปรับปรุง	กำลังผลิตหลังปรับปรุง (องค์/วัน)
1. กรอกหุ่นขี้ผึ้ง	32.9	1	14.6	3	43.8
2. แต่งหุ่นขี้ผึ้ง	8.0	2	120.0	1	60.0
3. เข้าปูนเคียนลวด	5.1	2	188.2	1	94.1
4. สุมหุ่น	23.0	2	41.8	3	62.7
5. เททอง	5.2	3	276.9	1	93.3
6. ทุบหุ่น	11.6	1	41.4	2	82.8
7. ขัดทองเหลือง	78.0	5	31.0	7	43.4
8. แต่งทองเหลือง	43.0	5	56.0	4	44.8
9. QC 1	3.9	0.5	61.55	0.5	61.55
10. ตีแปรง	21.8	2	44.0	2	44.0
11. ขึ้นเงา	2.7	1	177.8	1	177.8
12. โป้วสี	-	-	-	-	-
13. ปิดทอง	-	-	-	-	-
14. ทาสี/ปรับกระจก	30.9	4	62.0	3	46.5
15. QC 2	2.5	0.5	96.0	0.5	96.0
16. บรรจุภัณฑ์	10.3	1	46.6	1	46.6
รวม	278.9	32		32	

หมายเหตุ 1. ในสถานีงาน QC1 และ QC2 มีจำนวนคนเป็น 0.5 คน เนื่องจากเป็นสถานีเดียวกัน และใช้พนักงานคนเดียวกันในการทำงาน

2. สถานีงานที่มีคนทำงาน 1 คน ไม่สามารถแบ่งไปช่วยสถานีงานใด

ดังนั้นจากตารางจะได้กำลังผลิตปัจจุบัน คือ 14.6 องค์/วัน และกำลังผลิตหลังปรับปรุง คือ 43.4 องค์/วัน

ตารางที่ 4.18 แสดงการวิเคราะห์จำนวนคนที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์พระปัดมัน 9 นิ้ว

สถานีงาน	เวลามาตรฐาน (นาที/องค์)	จำนวนคนปัจจุบัน	กำลังผลิตปัจจุบัน (องค์/วัน)	จำนวนคนหลังปรับปรุง	กำลังผลิตหลังปรับปรุง (องค์/วัน)
1. กรอกหุ่นขี้ผึ้ง	41.5	1	11.6	3	34.8
2. แต่งหุ่นขี้ผึ้ง	11.5	2	83.4	1	41.7
3. เข้าปูนเคียนลวด	7.9	2	121.6	1	60.8
4. สุมหุ่น	23.0	2	41.8	2	41.8
5. เททอง	16.6	3	86.7	2	57.8
6. ทุบหุ่น	14.5	1	33.1	1	33.1
7. ขัดทองเหลือง	81.3	5	29.5	6	35.4
8. แต่งทองเหลือง	46.3	5	52.0	4	41.6
9. QC 1	5.0	0.5	48.0	0.5	48.0
10. ตีแปรง	36.0	2	26.6	3	39.9
11. ขึ้นเงา	3.3	1	145.5	1	145.5
12. โป้วสี	-	-	-	-	-
13. ปิดทอง	-	-	-	-	-
14. ทาสี/ปรับกระจก	34.3	4	56.0	3	42.0
15. QC 2	3.6	0.5	66.65	0.5	66.65
16. บรรจุภัณฑ์	16.3	1	29.4	2	58.8
รวม	341.1	32		32	

หมายเหตุ 1. ในสถานีงาน QC1 และ QC2 มีจำนวนคนเป็น 0.5 คน เนื่องจากเป็นสถานีเดียวกัน และใช้พนักงานคนเดียวกันในการทำงาน

2. สถานีงานที่มีคนทำงาน 1 คน ไม่สามารถแบ่งไปช่วยสถานีงานใด

ดังนั้นจากตารางจะได้กำลังผลิตปัจจุบัน คือ 11.6 องค์/วัน และกำลังผลิตหลังปรับปรุง คือ 33.1 องค์/วัน

ตารางที่ 4.19 แสดงการวิเคราะห์จำนวนคนที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์พระปิดทอง 3 นิ้ว

สถานีงาน	เวลามาตรฐาน (นาที/องค์)	จำนวนคนปัจจุบัน	กำลังผลิตปัจจุบัน (องค์/วัน)	จำนวนคนหลังปรับปรุง	กำลังผลิตหลังปรับปรุง (องค์/วัน)
1. กรอกหุ่นขี้ผึ้ง	23.9	1	20.1	3	60.3
2. แต่งหุ่นขี้ผึ้ง	6.0	2	160.0	1	80.0
3. เข้าปูนเคียนลวด	4.2	2	228.6	1	114.3
4. สุมหุ่น	23.0	2	41.8	2	41.8
5. เททอง	1.8	3	800.1	1	266.7
6. ทุบหุ่น	8.7	1	55.2	1	55.2
7. ขัดทองเหลือง	70.2	5	34.0	6	40.8
8. แต่งทองเหลือง	35.9	5	67.0	4	53.6
9. QC 1	2.8	0.5	85.7	0.5	85.7
10. ตีแปรง	-	-	-	-	-
11. ขึ้นเงา	-	-	-	-	-
12. โป้วสี	40.7	1	11.8	4	47.2
13. ปิดทอง	45.9	4	42.0	4	42.0
14. ทาสี/ปรับกระจก	24.4	4	78.8	3	59.1
15. QC 2	1.7	0.5	141.2	0.5	141.2
16. บรรจุภัณฑ์	6.7	1	71.6	1	71.6
รวม	295.9	32		32	

หมายเหตุ 1. ในสถานีงาน QC1 และ QC2 มีจำนวนคนเป็น 0.5 คน เนื่องจากเป็นสถานีเดียวกัน และใช้พนักงานคนเดียวกันในการทำงาน

2. สถานีงานที่มีคนทำงาน 1 คน ไม่สามารถแบ่งไปช่วยสถานีงานใด

ดังนั้นจากตารางจะได้กำลังผลิตปัจจุบัน คือ 11.8 องค์/วัน และกำลังผลิตหลังปรับปรุง คือ 40.8 องค์/วัน

ตารางที่ 4.20 แสดงการวิเคราะห์จำนวนคนที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์พระปิดทอง 5 นิ้ว

สถานีงาน	เวลามาตรฐาน (นาที/องค์)	จำนวนคนปัจจุบัน	กำลังผลิตปัจจุบัน (องค์/วัน)	จำนวนคนหลังปรับปรุง	กำลังผลิตหลังปรับปรุง (องค์/วัน)
1. กรอกหุ่นขี้ผึ้ง	32.9	1	14.6	3	43.8
2. แต่งหุ่นขี้ผึ้ง	8.0	2	120.0	1	60.0
3. เข้าปูนเคียนลวด	5.1	2	188.2	1	94.1
4. สุมหุ่น	23.0	2	41.8	2	41.8
5. เททอง	5.2	3	276.9	1	92.3
6. ทุบหุ่น	11.6	1	41.4	1	41.4
7. ขัดทองเหลือง	78.0	5	31.0	6	37.2
8. แต่งทองเหลือง	43.0	5	56.0	4	44.8
9. QC 1	3.9	0.5	61.55	0.5	61.55
10. ตีแปรง	-	-	-	-	-
11. ขึ้นเงา	-	-	-	-	-
12. โป๊วสี	54.7	1	8.8	4	35.2
13. ปิดทอง	59.3	4	32.4	4	32.4
14. ทาสี/ปรับกระจก	30.9	4	62.0	3	46.5
15. QC 2	2.5	0.5	96.0	0.5	96.0
16. บรรจุภัณฑ์	10.3	1	46.6	1	46.6
รวม	368.4	32		32	

หมายเหตุ 1. ในสถานีงาน QC1 และ QC2 มีจำนวนคนเป็น 0.5 คน เนื่องจากเป็นสถานีเดียวกัน และใช้พนักงานคนเดียวกันในการทำงาน

2. สถานีงานที่มีคนทำงาน 1 คน ไม่สามารถแบ่งไปช่วยสถานีงานใด

ดังนั้นจากตารางจะได้กำลังผลิตปัจจุบัน คือ 8.8 องค์/วัน และกำลังผลิตหลังปรับปรุง คือ 32.4 องค์/วัน

ตารางที่ 4.21 แสดงการวิเคราะห์จำนวนคนที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์พระปิดทอง 9 นิ้ว

สถานีงาน	เวลามาตรฐาน (นาที/องค์)	จำนวนคนปัจจุบัน	กำลังผลิตปัจจุบัน (องค์/วัน)	จำนวนคนหลังปรับปรุง	กำลังผลิตหลังปรับปรุง (องค์/วัน)
1. กรอกหุ่นขี้ผึ้ง	41.5	1	11.6	3	34.8
2. แต่งหุ่นขี้ผึ้ง	11.5	2	83.4	1	41.7
3. เข้าปูนเคียนลวด	7.9	2	121.6	1	60.8
4. สุมหุ่น	23.0	2	41.8	2	41.8
5. เททอง	16.6	3	86.7	1	28.9
6. ทุบหุ่น	14.5	1	33.1	1	33.1
7. ขัดทองเหลือง	81.3	5	29.5	5	29.5
8. แต่งทองเหลือง	46.3	5	52.0	3	31.2
9. QC 1	5.0	0.5	48.0	0.5	48.0
10. ตีแปรง	-	-	-	-	-
11. ขึ้นเงา	-	-	-	-	-
12. โป้วสี	84.0	1	5.7	5	28.5
13. ปิดทอง	76.9	4	24.8	5	31.0
14. ทาสี/ปรับกระจก	34.3	4	56.0	3	42.0
15. QC 2	3.6	0.5	66.65	0.5	66.65
16. บรรจุภัณฑ์	16.3	1	29.4	1	29.4
รวม	462.7	32		32	

หมายเหตุ 1. ในสถานีงาน QC1 และ QC2 มีจำนวนคนเป็น 0.5 คน เนื่องจากเป็นสถานีเดียวกัน และใช้พนักงานคนเดียวกันในการทำงาน

2. สถานีงานที่มีคนทำงาน 1 คน ไม่สามารถแบ่งไปช่วยสถานีงานใด

ดังนั้นจากตารางจะได้กำลังผลิตปัจจุบัน คือ 5.7 องค์/วัน และกำลังผลิตหลังปรับปรุง คือ 28.5 องค์/วัน

4.4.2 การวางผังโรงงานใหม่

จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ศึกษาถึงสภาพของผังโรงงานเดิม จึงได้ออกแบบตำแหน่งสถานีงานใหม่ เส้นทางการไหลของผังใหม่ แสดงดังรูปที่ 4.37 – 4.40 และ FROM TO CHART ระยะทางระหว่างสถานีงานของผังใหม่ แสดงดังตารางที่ 4.22

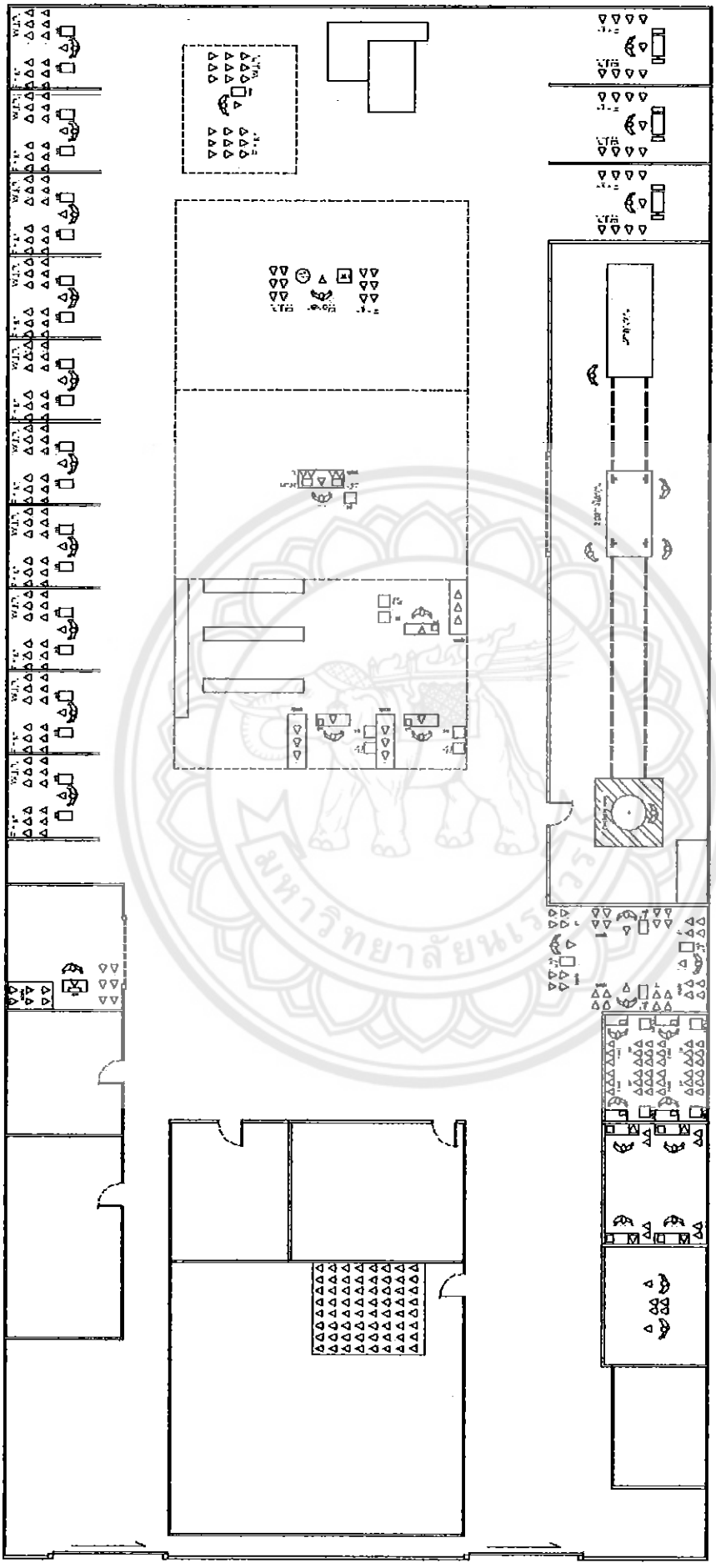
จากการเก็บข้อมูลต่างๆ จากโรงงานแล้วนำมาวิเคราะห์สำหรับการวางผังโรงงานใหม่ ซึ่งได้จัดวางตำแหน่งต่างๆ ของสถานีงาน จุดประสงค์ก็เพื่อต้องการให้ได้รูปแบบการจัดวางสถานีงานต่างๆ ที่เหมาะสม ทำให้การทำงานสะดวก และมีความปลอดภัย โดยได้จัดสถานีต่างๆ ดังนี้

4.4.2.1 เกิดความสะดวกในการขนถ่ายวัตถุดิบจากคลังเก็บไปยังสถานีประกอบ

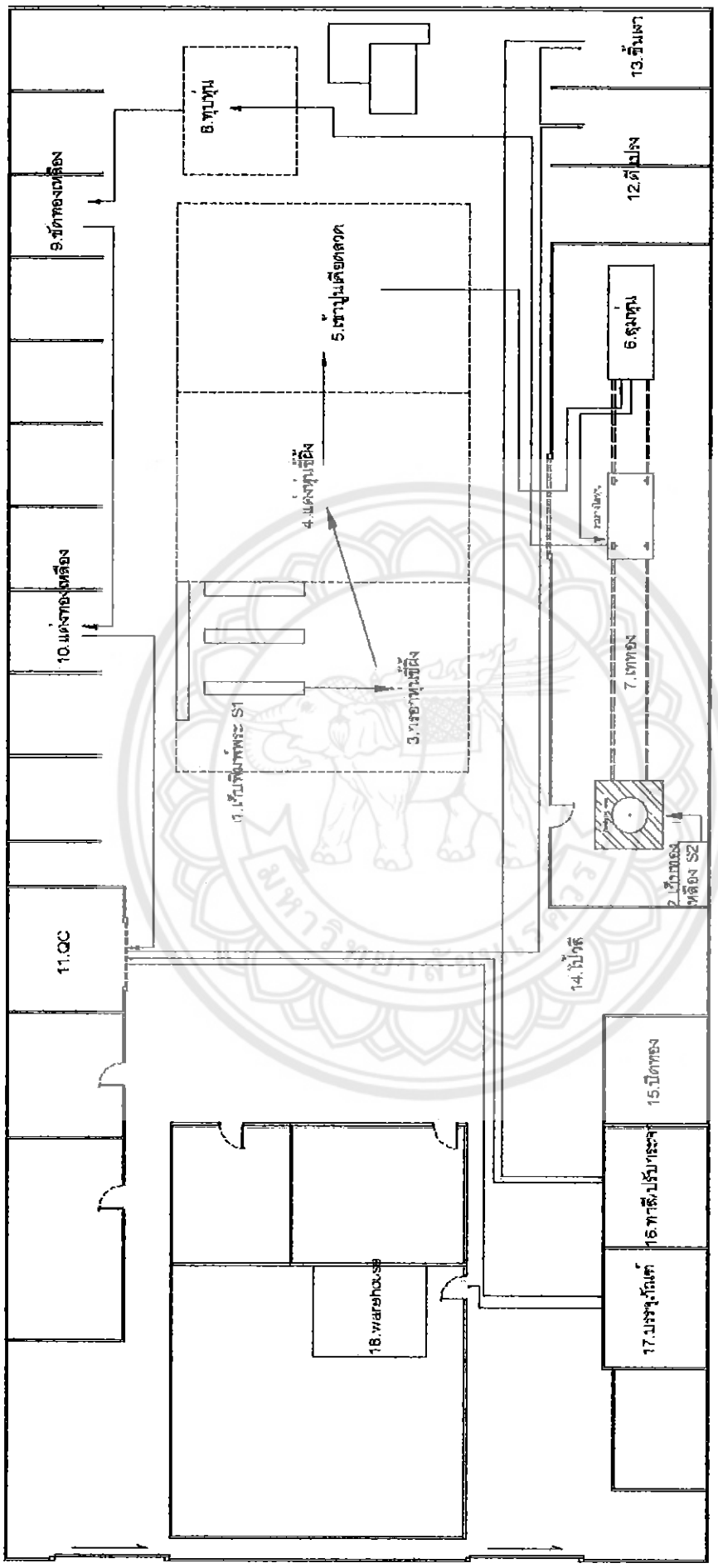
4.4.2.2 สถานีงานขัดทองเหลืองถูกย้ายสลับกับสถานีงานแต่งทองเหลืองเพื่อลดระยะทางของการขนถ่ายลง

4.4.2.3 ย้ายที่เก็บทองเหลืองให้อยู่ในสถานีเททอง เพื่อเพิ่มความสะดวกในการทำงานและลดการเคลื่อนที่ที่ไม่จำเป็น

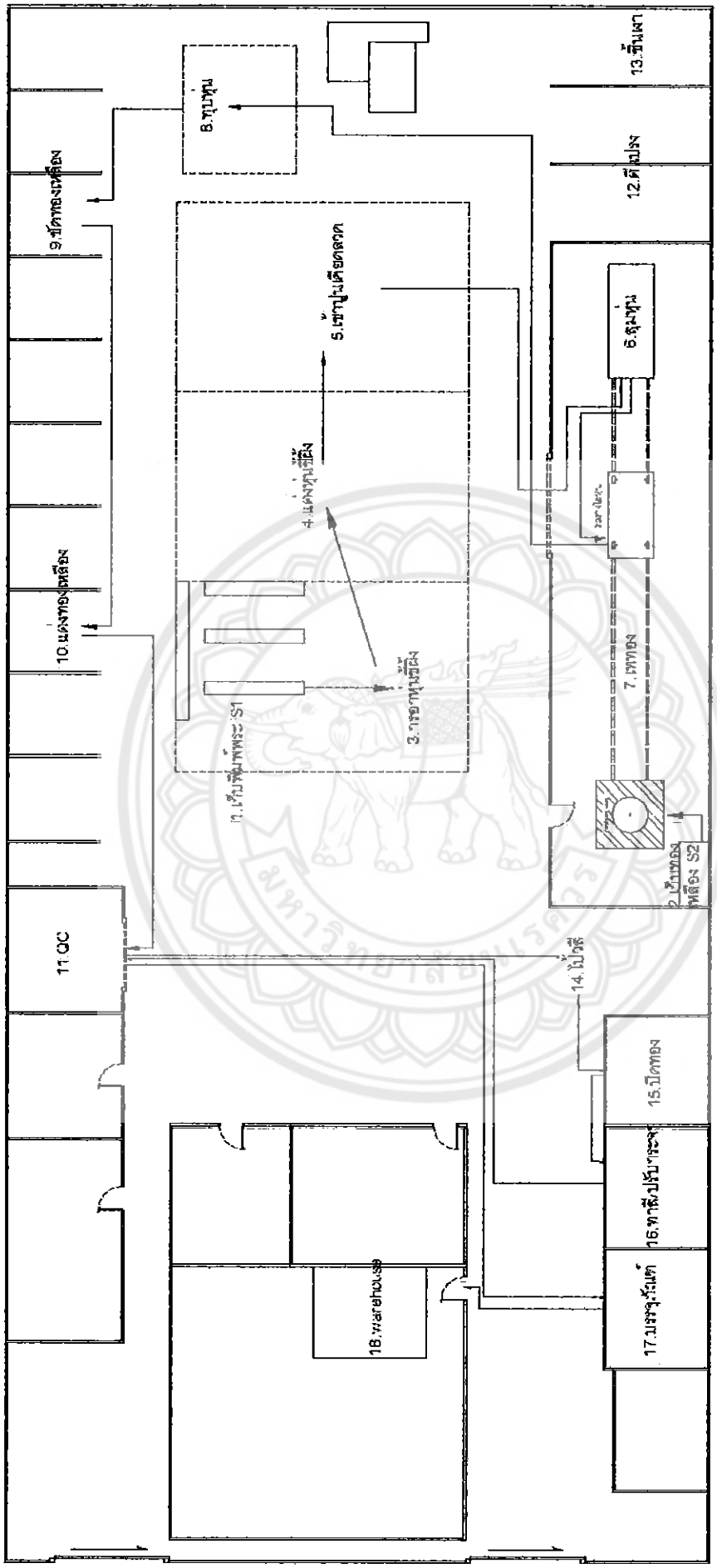
4.4.2.4 จัดสมดุลของแต่ละสถานีงานเพื่อลดคอขวด ทำให้การไหลของชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ดีขึ้น



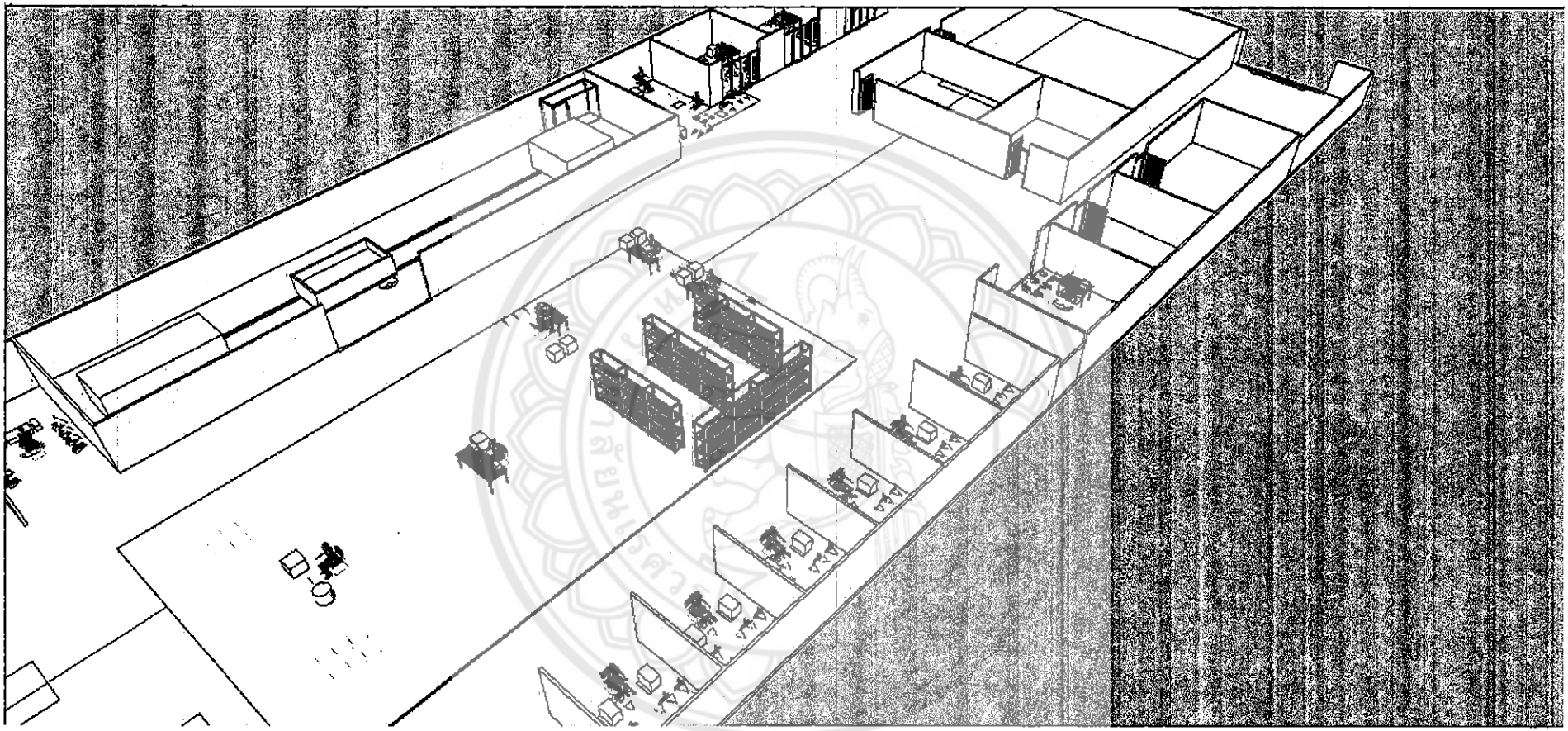
รูปที่ 4.37 แผนผังแสดงตำแหน่งสถานีงานหลังปรับปรุง



รูปที่ 4.38 แผนผังแสดงการไหลของพระปิดมันหลังปรับปรุง



รูปที่ 4.39 แผนผังแสดงการไหลของพระพิมพทองหลังปรับปรุง



รูปที่ 4.40 แผนผังโรงงาน 3D

ตารางที่ 4.22 From To Chart แสดงระยะทางระหว่างสถานีงานในโรงงานหลังปรับปรุง

From / to	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1			4.05															
2							2.83											
3				7.38														
4					4.95													
5						24.22												
6							10.5											
7								36.02										
8									8.25									
9										20.08								
10											11.95							
11												56.39		19.27			35.74	
12													7.26					
13																57.89		
14															4.52			
15																5.11		
16											31.01							
17																		7.14
18																		

หมายเหตุ

1. พื้นที่เก็บวัตถุดิบ 1 (S1)
2. พื้นที่เก็บวัตถุดิบ 2 (S2)
3. กรอกหุ่นขี้ผึ้ง
4. แต่งหุ่นขี้ผึ้ง
5. เข้าปูนเคียนลวด
6. สุมหุ่น
7. เททอง
8. ทุบหุ่น
9. ขัดทองเหลือง
10. แต่งทองเหลือง
11. QC
12. ดีแปรง
13. ขึ้นเงา
14. โป้วสี
15. ปิดทอง
16. ทาสี/ปรับกระจก
17. บรรจุหีบห่อ
18. พื้นที่เก็บผลิตภัณฑ์ (Warehouse)

4.5 ดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพ

ประสิทธิภาพของผังโรงงานที่ทำการออกแบบใหม่นี้ มีเกณฑ์การเปรียบเทียบทั้งในด้านคุณภาพและปริมาณ ซึ่งในด้านคุณภาพนั้นจะทำการเปรียบเทียบจากแผนภาพการไหลของกระบวนการในการผลิตผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด จะทำให้เห็นถึงการไหลเป็นไปอย่างต่อเนื่อง และมีการไหลย้อนกลับเส้นทางเดิม ลดน้อยลง ในส่วนของประสิทธิภาพเชิงปริมาณ จะเปรียบเทียบจากระยะทางในการเดินทางในกระบวนการผลิต ผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 ชนิด มีค่าลดลงจากผังโรงงานเดิม แสดงระยะทางในการขนถ่ายลำเลียงของกระบวนการผลิต ผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 ชนิด ของผังโรงงานแบบเดิม แสดงดังตารางที่ 4.11 เปรียบเทียบกับ ตารางที่ 4.22 ซึ่งแสดงระยะทางในการขนถ่ายลำเลียงของกระบวนการผลิต ผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 ชนิด ของผังโรงงานใหม่ จะสรุปการเปรียบเทียบได้ดังนี้

4.5.1 ระยะทางในการขนถ่ายลำเลียงของกระบวนการผลิต

4.5.1.1 ระยะทางในการขนถ่ายลำเลียงของผังโรงงานเดิมเท่ากับ 428.38 เมตร

4.5.1.2 ระยะทางในการขนถ่ายลำเลียงของผังโรงงานใหม่เท่ากับ 354.56 เมตร

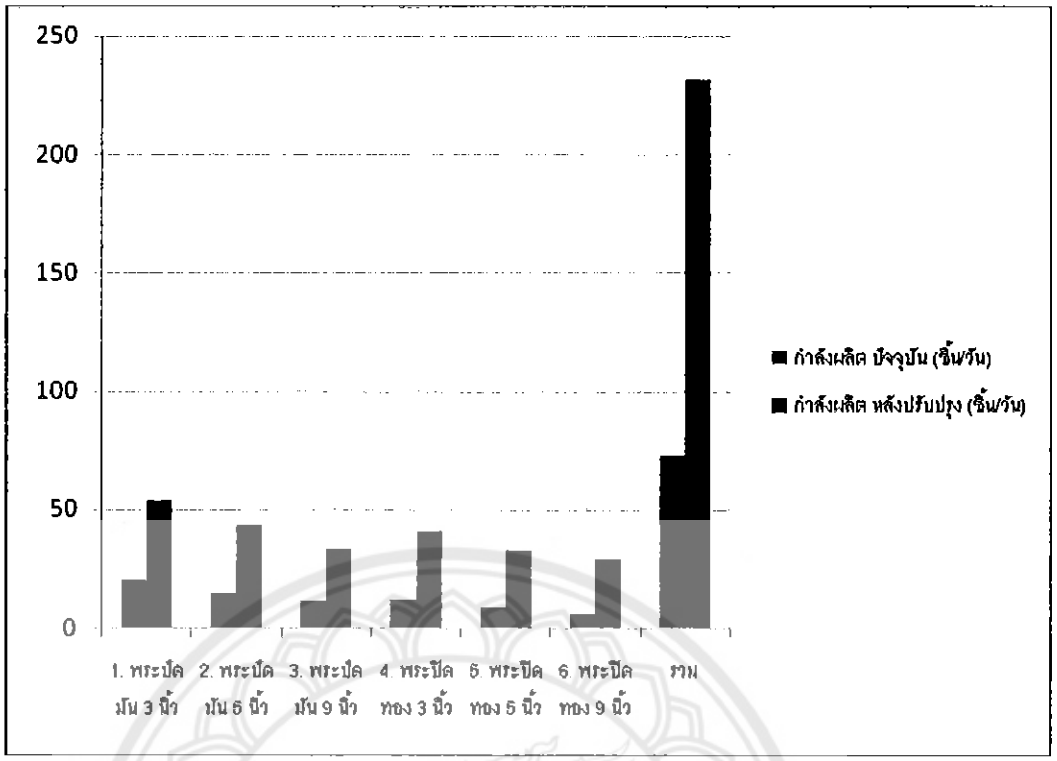
ดังนั้น ระยะทางในการขนถ่ายลำเลียงของกระบวนการผลิต ของผังโรงงานปรับปรุงใหม่ลดลงร้อยละ 17.23

4.5.2 การคำนวณหาประสิทธิภาพของอัตราการผลิต

จากตารางที่ 4.16 – 4.21 ซึ่งแสดงเวลาการผลิต กำลังผลิต และการจัดสมดุลของแต่ละสถานีงาน ทำให้สามารถนำมาคิดอัตราการผลิตต่อวัน ได้ดังตารางที่ 4.23 และรูปที่ 4.41

ตารางที่ 4.23 แสดงการเปรียบเทียบกำลังการผลิตระหว่างกำลังผลิตปัจจุบันกับกำลังผลิตที่ได้จัดสมดุลแล้ว

ผลิตภัณฑ์	กำลังผลิต	
	ปัจจุบัน (ชิ้น/วัน)	หลังปรับปรุง (ชิ้น/วัน)
1. พระปัดมัน 3 นิ้ว	20.1	53.6
2. พระปัดมัน 5 นิ้ว	14.6	43.4
3. พระปัดมัน 9 นิ้ว	11.6	33.1
4. พระปิดทอง 3 นิ้ว	11.8	40.8
5. พระปิดทอง 5 นิ้ว	8.8	32.4
6. พระปิดทอง 9 นิ้ว	5.7	28.5
รวม	72.6	231.8



รูปที่ 4.41 กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างกำลังการผลิตเดิม กับกำลังผลิตที่ปรับปรุงแล้ว

บทที่ 5
สรุปผลการดำเนินงาน

5.1 สรุปการวางผังโรงงาน

การเปรียบเทียบระยะทางที่ใช้ในการเคลื่อนที่ระหว่างระยะทางก่อนการปรับปรุง และหลังปรับปรุงผังโรงงานแล้ว แสดงดังตารางที่ 5.1 และการเปรียบเทียบผลผลิตที่ได้ระหว่างผลผลิตก่อนปรับปรุง และหลังปรับปรุงผังโรงงานแล้ว แสดงดังตารางที่ 5.2 และตารางที่ 5.3

ตารางที่ 5.1 แสดงระยะทางก่อนปรับปรุง และหลังปรับปรุง

ลำดับที่	ผลิตภัณฑ์	ระยะทางก่อนปรับปรุง (เมตร)	ระยะทางหลังการปรับปรุง (เมตร)
1	พระพุทธชินราชขนาด 3,5,9 นิ้ว	428.38	354.56

5.1.1 สรุปการลดระยะทางระหว่างสถานีงาน

จากตาราง 5.1 สามารถเปรียบเทียบระยะทางที่ลดลงได้ดังนี้ ระยะทางระหว่างสถานีงานลดลง 64 เมตร คิดเป็นร้อยละ 17.23 ของระยะทางระหว่างสถานีงานทั้งหมด

ตารางที่ 5.2 แสดงการเปรียบเทียบผลการผลิตระหว่างก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง (พระปัดมัน)

รายงานผลการผลิตประจำวัน		
ผลิตภัณฑ์ พระพุทธชินราช		พนักงาน 30 คน
ประเภท ปัดมัน		เวลาการทำงาน 8 ชม/คน
ขนาดพระ	ก่อนปรับปรุง (องค์)	หลังปรับปรุง (องค์)
3 นิ้ว	20	53
5 นิ้ว	14	43
9 นิ้ว	11	33

ตารางที่ 5.3 แสดงการเปรียบเทียบผลการผลิตระหว่างก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง (พระปิดทอง)

รายงานผลการผลิตประจำวัน		
ผลิตภัณฑ์ พระพุทธชินราช		พนักงาน 32 คน
ประเภท ปิดทอง		เวลาการทำงาน 8 ชม/คน
ขนาดพระ	ก่อนปรับปรุง (องค์)	หลังปรับปรุง (องค์)
3 นิ้ว	11	33
5 นิ้ว	8	40
9 นิ้ว	5	32

5.1.2 สรุปการเพิ่มผลผลิต

จากตารางที่ 5.2 และตารางที่ 5.3 สามารถเปรียบเทียบผลผลิตที่เพิ่มขึ้นได้ ดังนี้

5.1.2.1 ผลิตภัณฑ์พระปัดมัน 3 นิ้ว การผลิตต่อวัน เพิ่มขึ้นเฉลี่ย 33 องค์ คิดเป็นร้อยละ 265.00 ของกำลังผลิตต่อวันของผลิตภัณฑ์พระปัดมัน 3 นิ้ว

5.1.2.2 ผลิตภัณฑ์พระปัดมัน 5 นิ้ว การผลิตต่อวัน เพิ่มขึ้นเฉลี่ย 29 องค์ คิดเป็นร้อยละ 307.14 ของกำลังผลิตต่อวันของผลิตภัณฑ์พระปัดมัน 5 นิ้ว

5.1.2.3 ผลิตภัณฑ์พระปัดมัน 9 นิ้ว การผลิตต่อวัน เพิ่มขึ้นเฉลี่ย 22 องค์ คิดเป็นร้อยละ 300.00 ของกำลังผลิตต่อวันของผลิตภัณฑ์พระปัดมัน 9 นิ้ว

5.1.2.4 ผลิตภัณฑ์พระปิดทอง 3 นิ้ว การผลิตต่อวัน เพิ่มขึ้นเฉลี่ย 22 องค์ คิดเป็นร้อยละ 300.00 ของกำลังผลิตต่อวันของผลิตภัณฑ์พระปิดทอง 3 นิ้ว

5.1.2.5 ผลิตภัณฑ์พระปิดทอง 5 นิ้ว การผลิตต่อวัน เพิ่มขึ้นเฉลี่ย 32 องค์ คิดเป็นร้อยละ 500.00 ของกำลังผลิตต่อวันของผลิตภัณฑ์พระปิดทอง 5 นิ้ว

5.1.2.6 ผลิตภัณฑ์พระปิดทอง 9 นิ้ว การผลิตต่อวัน เพิ่มขึ้นเฉลี่ย 27 องค์ คิดเป็นร้อยละ 640.00 ของกำลังผลิตต่อวันของผลิตภัณฑ์พระปิดทอง 9 นิ้ว

5.2 การวางผังโรงงาน

เปรียบเทียบสภาพทั่วไปของผังโรงงานก่อนปรับปรุง และผังโรงงานหลังปรับปรุง

5.2.1 ผังโรงงานแบบเก่า

5.2.1.1 ตำแหน่งสถานีงานบางสถานีงานมีการจัดวางที่ไม่เหมาะสม ทำให้เกิดการเคลื่อนย้ายผลิตภัณฑ์ที่ทำเสร็จในแต่ละกระบวนการ ต้องมีการเคลื่อนย้ายไปในระยะทางที่ไกล

5.2.1.2 มีงานรอคอยระหว่างการผลิตอยู่ในสายการผลิตเป็นจำนวนมาก

5.2.1.3 พนักงานมีการเคลื่อนย้ายผลิตภัณฑ์จากสถานีงานหนึ่งไปยังสถานีงานหนึ่งบ่อย

5.2.1.4 ควบคุมการผลิตยาก มีปริมาณการผลิตไม่แน่นอน

5.2.2 ผังโรงงานแบบใหม่

5.2.2.1 มีการจัดวางสถานีงานได้อย่างเป็นระเบียบ เป็นสัดส่วนตามลำดับขั้นตอนการทำงาน

5.2.2.2 มีจัดสมดุลให้แต่ละสถานีงานมีเวลาการผลิตใกล้เคียงกัน

5.2.2.3 สามารถลดงานรอคอยระหว่างการผลิตได้

5.2.2.4 สามารถมองเห็นเส้นทางการไหลของชิ้นงานได้ชัดเจนมากขึ้น

5.2.2.5 สามารถเพิ่มผลผลิต และลดระยะทางจากผังโรงงานเดิมได้มากขึ้น

5.2.2.6 สามารถควบคุมปริมาณการผลิต และมีปริมาณการผลิตที่แน่นอน

5.2.3 การให้คำแนะนำต่างๆ กับทางโรงงาน

5.2.3.1 ให้คำแนะนำเกี่ยวกับโครงสร้างของโรงงาน ได้แก่ โครงสร้างด้านข้างของโรงงานต้องเป็นวัสดุที่โปรงเพื่อระบายอากาศ โครงสร้าง หรือวัสดุที่นำมาทำหลังคาควรมีลักษณะโปร่งแสงเพื่อเพิ่มความสว่างในการทำงาน ให้คำแนะนำเกี่ยวกับปัญหาที่จะเกิดเนื่องจากการก่อสร้าง และแนวทางป้องกันเมื่อเกิดอุทกภัย

5.2.3.2 ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการจัดเรียงสถานีต่างๆ ได้แก่ ใช้การวางผังโรงงานอย่างถูกต้องจัดวางสถานีงานเพื่อการทำงานเป็นไปได้โดยสะดวก รวดเร็ว และลดระยะทางการขนถ่ายลงร้อยละ 17.30 ของระยะทางระหว่างสถานีงานทั้งหมด การจัดสมดุลการผลิตของแต่ละสถานีงานสามารถลดงานรอคอยระหว่างการผลิต และทำให้เพิ่มผลผลิตได้เกินร้อยละ 5 ของกำลังการผลิตต่อวัน

5.2.3.3 ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการจัดวางแผนกรับ-ส่ง ได้แก่ ตำแหน่งการเข้าออกของโรงงานควรจะเอื้ออำนวยในการรับส่งของจากรถบรรทุกวัสดุ สถานที่เก็บวัสดุควรสะดวกต่อการขนย้าย

5.2.3.4 ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการจัดสรรคนงาน ได้แก่ คำนวณคนต่อกระบวนการผลิตให้เหมาะสมกับแต่ละสถานีงาน แนะนำเกี่ยวกับการจัดสรรคนงาน เช่น การแบ่งหน้าที่ของคนงาน ระยะเวลาในการทำงานของคนงาน

5.3 ข้อเสนอแนะ

ผังโรงงานที่ออกแบบให้กับโรงหล่อพระพุทธรูป นี้ได้ออกแบบให้สามารถใช้ได้กับผลิตภัณฑ์แบบอื่นด้วย เช่น พระต่างๆ ตามคำสั่งลูกค้าที่มาเป็นพิเศษ เนื่องจากขั้นตอนการผลิตหลักๆ จะยังเหมือนเดิม ดังนั้นผังที่ปรับปรุงใหม่นี้ จะสามารถรองรับกับผลิตภัณฑ์ที่ถูกสั่งมาเป็นพิเศษได้ โดยการปรับเปลี่ยนความเหมาะสมของคนงานในแต่ละสถานีได้ง่าย และควรมีการทำกิจกรรม 5ส. ทุกครั้งเมื่อเลิกงาน เพื่อให้เมื่อมาทำงานในครั้งต่อไปง่ายต่อการเตรียมตัว

ภาคผนวก

ข้อมูลโรงหล่อพระพุทธรูป จังหวัดพิษณุโลก

ตารางที่ ผ.1 การจับเวลาโดยตรงพระปัดมัน 3 นิ้ว

ประเภทพระ : ปัดมัน **ขนาด :** 3 นิ้ว

NO.	Process	Times (Sec.)										Avg/องค์ (sec)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	กรอกหุ่นขี้ผึ้ง	520.84	576.42	539.83	557.03	534.01	561.87	565.25	591.99	589.11	529.45	556.58
2	แต่งหุ่นขี้ผึ้ง	167.42	177.61	177.86	129.63	156.01	136.93	175.80	149.46	125.90	134.97	153.16
3	เข้าปูนเคียนลวด	93.21	97.23	118.31	101.88	111.10	103.32	107.20	114.17	104.84	92.73	104.40
4	สุมหุ่น	10 ชม./445 องค์										1200.00
5	เททอง	45 นาที/223 องค์										48.43
6	ทุบหุ่น	253.27	236.17	215.45	254.04	212.27	207.86	203.58	228.93	243.31	247.64	230.25
7	ขัดทองเหลือง	1865.43	1851.41	1872.46	1819.30	1853.80	1854.68	1919.03	1850.94	1856.05	1837.71	1858.08
8	แต่งทองเหลือง	1010.01	921.33	1038.59	924.42	935.93	946.09	914.40	913.89	955.56	1009.98	957.02
9	QC 1	77.01	76.44	83.46	84.45	88.30	86.11	70.89	73.38	89.40	76.42	80.59
10	ตีแปรง	386.10	359.86	326.03	371.35	308.76	301.28	373.53	314.74	357.76	340.40	343.98
11	ขึ้นเงา	40.90	46.87	45.93	52.27	52.55	49.85	50.13	54.97	46.75	43.45	48.37
12	โป๊วสี	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	ปิดทอง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	ทาสี/ปรับกระจก	1334.02	1249.48	1268.14	1270.73	1242.23	1267.35	1228.01	1270.02	1317.90	1267.43	1271.53
15	QC 2	106.14	101.05	106.32	77.54	71.37	108.40	81.34	73.35	92.56	92.62	91.07
16	บรรจุภัณฑ์	343.14	341.94	346.75	311.92	394.65	338.36	374.65	380.16	329.19	316.41	347.72

ตารางที่ ผ.2 การจับเวลาโดยตรงพระปัดมัน 5 นิ้ว

ประเภทพระ : ปัดมัน **ขนาด :** 5 นิ้ว

NO.	Process	Times (Sec.)										Avg/องค์ (sec)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	กรอกหุ่นขี้ผึ้ง	1010.15	956.62	931.81	957.39	990.46	928.43	956.56	926.35	957.56	914.41	952.97
2	แต่งหุ่นขี้ผึ้ง	201.89	204.82	226.01	234.55	205.45	186.12	204.45	211.18	212.30	258.38	214.52
3	เข้าปูนเคียนลวด	133.57	103.04	112.26	132.47	103.57	103.43	105.99	126.56	129.79	113.10	116.38
4	สุมหุ่น	10 ชม./160 องค์										1200.00
5	เททอง	45 นาที/80 องค์										135.00
6	ทุบหุ่น	324.30	322.03	313.35	342.75	309.27	340.71	329.02	314.90	344.52	326.26	326.71
7	ขัดทองเหลือง	2145.07	2230.78	2258.39	2176.38	2327.47	2235.68	2323.87	2286.11	2329.77	2291.14	2260.47
8	แต่งทองเหลือง	1254.16	1205.51	1330.48	1299.38	1210.82	1242.04	1241.62	1319.38	1321.53	1292.43	1271.74
9	QC 1	166.54	105.31	101.46	102.81	132.79	159.69	144.53	130.40	156.68	112.47	131.27
10	ตีแปรง	710.91	700.17	734.84	830.90	810.32	791.34	747.94	779.94	818.14	732.66	765.72
11	ขึ้นเงา	43.45	50.29	48.67	52.90	48.07	43.95	54.93	51.18	58.56	46.18	49.82
12	โป้วสี	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	ปิดทอง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	ทาสี/ปรับกระจก	1655.58	1526.68	1663.29	1637.36	1640.25	1619.63	1500.77	1689.10	1665.13	1505.71	1610.35
15	QC 2	148.13	129.80	145.69	126.27	114.78	133.68	134.95	148.65	130.77	114.12	132.68
16	บรรจุภัณฑ์	541.27	539.05	562.53	539.00	516.21	505.90	521.02	574.11	532.04	518.18	534.93

ตารางที่ ผ.3 การจับเวลาโดยตรงพระปัดมัน 9 นิ้ว

ประเภทพระ : ปัดมัน **ขนาด :** 9 นิ้ว

NO.	Process	Times (Sec.)										Avg/องค์ (sec)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	กรอกหุ่นขี้ผึ้ง	1348.44	1307.57	1228.25	1366.01	1313.38	1252.59	1228.31	1396.70	1223.21	1372.24	1303.67
2	แต่งหุ่นขี้ผึ้ง	318.14	255.79	296.04	267.15	323.03	278.84	309.02	317.47	262.61	310.53	293.86
3	เข้าปูนเคียนลวด	195.98	172.74	178.50	186.33	172.06	178.30	166.88	181.84	165.74	174.46	177.28
4	สุมหุ่น	10 ชม./50 องค์										1200.00
5	เททอง	45 นาที/25 องค์										432.00
6	ทุบหุ่น	423.69	380.12	411.11	366.09	374.88	405.02	412.29	358.57	361.34	385.99	387.91
7	ขัดทองเหลือง	2461.87	2296.97	2416.92	2264.62	2481.71	2338.52	2339.81	2263.60	2333.65	2459.53	2365.72
8	แต่งทองเหลือง	1473.03	1388.77	1363.11	1375.52	1401.53	1487.84	1483.97	1381.39	1383.21	1450.07	1418.84
9	QC 1	170.24	144.81	146.58	174.41	152.30	170.95	146.24	197.62	160.20	178.95	164.23
10	ตีแปรง	1445.73	1369.87	1439.25	1333.69	1341.16	1479.76	1394.46	1417.43	1401.29	1404.10	1402.67
11	ขึ้นเงา	60.54	60.53	56.55	65.61	65.09	59.01	66.29	61.24	68.11	69.00	63.20
12	โป้วสี	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	ปิดทอง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	ทาสี/ปรับกระจก	1857.31	1726.98	1809.27	1846.31	1803.02	1759.47	1821.32	1775.26	1733.01	1740.02	1787.20
15	QC 2	201.88	176.79	177.65	188.57	196.94	192.95	179.82	171.87	196.06	170.53	185.31
16	บรรจุภัณฑ์	813.04	845.98	885.24	815.67	842.90	877.95	894.98	879.40	809.34	814.06	847.86

ตารางที่ ผ.4 การจับเวลาโดยตรงพระปิดทอง 3 นิ้ว

ประเภทพระ : ปิดทอง **ขนาด :** 3 นิ้ว

NO.	Process	Times (Sec.)										Avg/องค์ (sec)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	กรอกหุ่นขี้ผึ้ง	520.84	576.42	539.83	557.03	534.01	561.87	565.25	591.99	589.11	529.45	556.58
2	แต่งหุ่นขี้ผึ้ง	167.42	177.61	177.86	129.63	156.01	136.93	175.80	149.46	125.90	134.97	153.16
3	เข้าปูนเคียนลวด	93.21	97.23	118.31	101.88	111.10	103.32	107.20	114.17	104.84	92.73	104.40
4	สุมหุ่น	10 ชม./445 องค์										1200.00
5	เททอง	45 นาที/223 องค์										48.43
6	ทุบหุ่น	253.27	236.17	215.45	254.04	212.27	207.86	203.58	228.93	243.31	247.64	230.25
7	ขัดทองเหลือง	1865.43	1851.41	1872.46	1819.30	1853.80	1854.68	1919.03	1850.94	1856.05	1837.71	1858.08
8	แต่งทองเหลือง	1010.01	921.33	1038.59	924.42	935.93	946.09	914.40	913.89	955.56	1009.98	957.02
11	QC 1	77.01	76.44	83.46	84.45	88.30	86.11	70.89	73.38	89.40	76.42	80.59
9	ตีแปรง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	ขึ้นเงา	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	โป้วสี	1225.24	1284.39	1238.13	1236.57	1268.13	1293.58	1281.84	1232.86	1227.09	1282.57	1257.04
13	ปิดทอง	1261.28	1202.35	1249.89	1218.94	1275.16	1215.62	1272.75	1205.25	1251.37	1257.87	1241.05
14	ทาสี/ปรับกระจก	1334.02	1249.48	1268.14	1270.73	1242.23	1267.35	1228.01	1270.02	1317.90	1267.43	1271.53
15	QC 2	106.14	101.05	106.32	77.54	71.37	108.40	81.34	73.35	92.56	92.62	91.07
16	บรรจุภัณฑ์	343.14	341.94	346.75	311.92	394.65	338.36	374.65	380.16	329.19	316.41	347.72

ตารางที่ ผ.5 การจับเวลาโดยตรงพระปิดทอง 5 นิ้ว

ประเภทพระ : ปิดทอง **ขนาด :** 5 นิ้ว

NO.	Process	Times (Sec.)										Avg/องค์ (sec)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	กรอกหุ่นขี้ผึ้ง	1010.15	956.62	931.81	957.39	990.46	928.43	956.56	926.35	957.56	914.41	952.97
2	แต่งหุ่นขี้ผึ้ง	201.89	204.82	226.01	234.55	205.45	186.12	204.45	211.18	212.30	258.38	214.52
3	เข้าปูนเคียนลวด	133.57	103.04	112.26	132.47	103.57	103.43	105.99	126.56	129.79	113.10	116.38
4	สุมหุ่น	10 ชม./160 องค์										1200.00
5	เททอง	45 นาที/80 องค์										135.00
6	ทุบหุ่น	324.30	322.03	313.35	342.75	309.27	340.71	329.02	314.90	344.52	326.26	326.71
7	ขัดทองเหลือง	2145.07	2230.78	2258.39	2176.38	2327.47	2235.68	2323.87	2286.11	2329.77	2291.14	2260.47
8	แต่งทองเหลือง	1254.16	1205.51	1330.48	1299.38	1210.82	1242.04	1241.62	1319.38	1321.53	1292.43	1271.74
9	QC 1	166.54	105.31	101.46	102.81	132.79	159.69	144.53	130.40	156.68	112.47	131.27
10	ตีแปรง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	ขึ้นเงา	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	โป้วสี	1808.54	1892.84	1871.72	1800.84	1864.42	1840.74	1870.84	1832.86	1871.61	1883.79	1853.82
13	ปิดทอง	1820.33	1873.11	1899.56	1819.20	1835.49	1815.48	1883.37	1820.65	1884.38	1834.27	1848.58
14	ทาสี/ปรับกระจก	1655.58	1526.68	1663.29	1637.36	1640.25	1619.63	1500.77	1689.10	1665.13	1505.71	1610.35
15	QC 2	148.13	129.80	145.69	126.27	114.78	133.68	134.95	148.65	130.77	114.12	132.68
16	บรรจุภัณฑ์	541.27	539.05	562.53	539.00	516.21	505.90	521.02	574.11	532.04	518.18	534.93

ตารางที่ ผ.6 การจับเวลาโดยตรงพระปิดทอง 9 นิ้ว

ประเภทพระ : ปิดทอง **ขนาด :** 9 นิ้ว

NO.	Process	Times (Sec.)										Avg/องค์ (sec)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	กรอกหุ่นขี้ผึ้ง	1348.44	1307.57	1228.25	1366.01	1313.38	1252.59	1228.31	1396.70	1223.21	1372.24	1303.67
2	แต่งหุ่นขี้ผึ้ง	318.14	255.79	296.04	267.15	323.03	278.84	309.02	317.47	262.61	310.53	293.86
3	เข้าปูนเคียนลวด	195.98	172.74	178.50	186.33	172.06	178.30	166.88	181.84	165.74	174.46	177.28
4	สุมหุ่น	10 ชม./50 องค์										1200.00
5	เททอง	45 นาที/25 องค์										432.00
6	ทุบหุ่น	423.69	380.12	411.11	366.09	374.88	405.02	412.29	358.57	361.34	385.99	387.91
7	ขัดทองเหลือง	2461.87	2296.97	2416.92	2264.62	2481.71	2338.52	2339.81	2263.60	2333.65	2459.53	2365.72
8	แต่งทองเหลือง	1473.03	1388.77	1363.11	1375.52	1401.53	1487.84	1483.97	1381.39	1383.21	1450.07	1418.84
9	QC 1	170.24	144.81	146.58	174.41	152.30	170.95	146.24	197.62	160.20	178.95	164.23
10	ตีแปรง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	ขึ้นเงา	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	โป้วสี	3216.95	3287.43	3239.32	3256.74	3276.70	3281.05	3238.82	3270.87	3262.55	3284.28	3261.47
13	ปิดทอง	2715.60	2797.46	2663.72	2747.12	2631.67	2686.58	2705.39	2646.83	2779.94	2728.38	2710.27
14	ทาสี/ปรับกระจก	1857.31	1726.98	1809.27	1846.31	1803.02	1759.47	1821.32	1775.26	1733.01	1740.02	1787.20
15	QC 2	201.88	176.79	177.65	188.57	196.94	192.95	179.82	171.87	196.06	170.53	185.31
16	บรรจุภัณฑ์	813.04	845.98	885.24	815.67	842.90	877.95	894.98	879.40	809.34	814.06	847.86

ตารางที่ ผ.7 การจับเวลาโดยตรงชุ้มเรือนแก้ว 3 นิ้ว

ประเภทพระ : ชุ้มเรือนแก้ว **ขนาด :** 3 นิ้ว

NO.	Process	Times (Sec.)										Avg/เรือน (sec)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	กรอกหุ่นขี้ผึ้ง	465.39	525.49	459.64	514.54	484.33	508.38	464.25	459.85	461.83	480.83	482.45
2	แต่งหุ่นขี้ผึ้ง	152.80	147.98	170.29	176.05	184.96	181.25	145.08	134.92	174.39	139.04	160.68
3	เข้าปูนเคียนลวด	111.55	107.46	111.24	92.25	118.68	136.86	138.44	99.60	116.33	107.27	113.97
4	สุมหุ่น	10 ชม./445 เรือน										1200.00
5	เททอง	45 นาที/223 เรือน										48.43
6	ทุบหุ่น	211.39	220.81	245.77	234.12	243.75	244.91	206.51	229.36	217.52	214.76	226.89
7	ขัดทองเหลือง	1830.81	1835.33	1822.56	1768.59	1823.92	1817.29	1839.90	1783.57	1708.95	1802.44	1803.34
8	แต่งทองเหลือง	946.57	929.47	927.32	947.74	915.41	859.14	870.02	903.97	948.22	943.03	919.09
9	QC 1	67.32	63.42	62.29	64.63	72.49	71.66	76.52	71.43	60.50	69.82	68.01
10	ตีแปรง	337.32	310.24	329.53	328.40	319.94	315.13	341.35	323.77	311.86	314.75	323.23
11	ขึ้นเงา	46.09	49.78	48.62	41.62	45.73	48.61	39.72	35.48	34.52	40.66	43.08
12	โป้วสี	878.28	863.24	981.60	973.91	956.08	814.62	850.95	847.90	902.17	856.01	892.48
13	ปิดทอง	1107.16	1154.49	1162.68	1154.74	1184.14	1143.53	1177.42	1143.19	1115.10	1198.62	1154.11

ตารางที่ ผ.8 การจับเวลาโดยตรงซุ้มเรือนแก้ว 5 นิ้ว

ประเภทพระ : ซุ้มเรือนแก้ว **ขนาด :** 5 นิ้ว

NO.	Process	Times (Sec.)										Avg/เรือน (sec)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	กรอกหุ่นขี้ผึ้ง	562.34	538.41	559.89	507.99	531.79	575.00	570.04	549.14	597.81	528.64	552.11
2	แต่งหุ่นขี้ผึ้ง	160.99	175.18	216.92	225.59	243.97	168.65	227.74	195.89	198.92	206.86	202.07
3	เข้าปูนเคียนลวด	167.11	162.07	127.97	121.11	146.78	166.06	165.25	168.59	163.84	124.78	151.36
4	สุมหุ่น	10 ชม./160 เรือน										1200.00
5	เททอง	45 นาที/80 เรือน										135.00
6	ทุบหุ่น	254.90	293.59	273.74	263.29	294.89	293.98	280.24	254.18	262.48	273.87	274.52
7	ขัดทองเหลือง	1798.48	1808.98	1864.00	1758.19	1863.71	1811.53	1814.14	1796.54	1750.93	1830.50	1809.70
8	แต่งทองเหลือง	986.00	985.10	966.32	960.51	916.02	973.63	955.22	984.55	976.81	982.33	968.65
9	QC 1	75.89	95.39	66.52	79.01	71.65	83.27	62.92	81.81	63.54	64.81	74.48
10	ตีแปรง	382.84	354.68	353.72	350.15	350.28	366.76	357.05	399.89	382.85	384.38	368.26
11	ขึ้นเงา	68.66	110.08	67.74	106.23	78.42	105.21	101.56	109.72	69.64	88.49	90.58
12	โป้วสี	915.03	1049.91	1072.00	1097.28	1028.24	1072.11	917.02	935.83	941.52	1007.42	1003.64
13	ปิดทอง	1226.20	1274.17	1143.01	1246.33	1218.02	1292.60	1294.11	1186.87	1283.05	1280.51	1244.49

ตารางที่ ผ.9 การจับเวลาโดยตรงชุ้มเรือนแก้ว 9 นิ้ว

ประเภทพระ : ชุ้มเรือนแก้ว **ขนาด :** 9 นิ้ว

NO.	Process	Times (Sec.)										Avg/เรือน (sec)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	กรอกหุ่นขี้ผึ้ง	622.21	677.55	637.61	665.90	606.52	626.76	648.10	653.14	686.28	689.15	651.32
2	แต่งหุ่นขี้ผึ้ง	332.17	314.02	301.47	266.50	305.79	345.98	329.83	267.19	346.16	287.24	309.64
3	เข้าปูนเคียนลวด	223.36	233.16	231.41	222.62	222.95	240.13	248.98	254.54	242.39	229.20	234.87
4	สุมหุ่น	10 ชม./50 เรือน										1200.00
5	เททอง	45 นาที/25 เรือน										432.00
6	ทุบหุ่น	358.55	361.67	362.91	394.02	397.15	356.47	360.08	377.85	376.42	383.94	372.91
7	ขัดทองเหลือง	1858.86	1864.41	1866.14	1933.25	1901.61	1943.37	1934.24	1859.45	1805.16	1835.42	1880.19
8	แต่งทองเหลือง	1006.27	1038.49	980.40	1018.19	1023.90	965.09	1004.79	951.12	970.08	1013.10	997.14
9	QC 1	89.01	88.45	96.86	81.27	90.48	112.37	121.63	104.32	93.32	104.67	98.24
10	ตีแปรง	498.23	457.74	463.93	494.59	479.28	469.76	450.17	466.72	496.73	485.01	476.22
11	ขึ้นเงา	72.89	147.98	121.08	127.03	72.34	69.60	157.37	106.20	106.96	94.41	107.59
12	โป้วสี	1188.08	1107.89	1144.21	1175.04	1043.06	1036.63	1124.75	1198.82	1192.00	1022.72	1123.32
13	ปิดทอง	1309.66	1346.63	1294.12	1203.62	1355.04	1332.75	1338.24	1258.09	1211.42	1386.47	1303.60

เอกสารอ้างอิง

คมสัน จิระภัทรศิลป. Industrual Work Study. สืบค้นเมื่อ 20 สิงหาคม 2555, จาก http://www.pteonline.org/img-lib/staff/file/komson_000822.pdf

ฉลวย ธีระเผ่าพงษ์ และอุทัยวรรณ สุวคันธกุล. (2532). **การวางแผนโรงงานอุตสาหกรรม.** กรุงเทพฯ : ภาควิชาพื้นฐานอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันราชภัฏพระนคร.

ชัยนันท์ ศรีสุภินนท์. **การออกแบบผังโรงงาน.** พิมพ์ครั้งที่ 2 มหาสารคาม : ช่างกลโรงงานวิทยาลัยเทคนิคมหาสารคาม.

ณรงค์ นันทวรรณะ และคณะ. (2536). **การบริหารงานอุตสาหกรรม.** กรุงเทพฯ : หจก.สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์.

ณัฏฐพันธ์ เขจรนันทน์, (2542). **การจัดการผลิตและการดำเนินงาน.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เดชา ทิพยมาศ. (2536). **การบำรุงรักษาโรงงาน.** พิมพ์ครั้งที่ 2 มหาสารคาม : ช่างกลโรงงานวิทยาลัยเทคนิคมหาสารคาม.

ธีรวุฒิ บุญยโสภณ และวีรพงษ์ เฉลิมจิระวัฒน์. (2522). **พื้นฐานการบริหารงานอุตสาหกรรม.** กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ.

พิชิต สุขเจริญพงษ์. (2533). **การจัดการวิศวกรรมการผลิต.** กรุงเทพฯ : บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่นจำกัด.

ยุทธ ก้ยวรรณ์. (2543). **การบริหารการผลิต.** กรุงเทพฯ : ศูนย์สื่อเสริม กรุงเทพฯ.

สิริพันธุ์ อุ่นที หนึ่ง อ่ำยิ้ม และอุษณี มณีนุตร์. (2547). **หัวข้อโครงงานวิจัย : การปรับปรุงผังโรงงานแผนกผลิตชุดว่ายน้ำส่งออกต่างประเทศ กรณีศึกษา บริษัท แชมป์เอช จำกัด.** พิษณุโลก : สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

สุรศักดิ์ นานานุกุล. (2517). **การบริหารงานผลิต.** กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช

อุกฤษณ์ อุทะโก และสุรชัย ลำสันเทียะ. (2545). **หัวข้อโครงงานวิจัย : การออกแบบวางผังโรงงานและการขนถ่ายวัสดุ โรงงานเกษตรบ้านกร่าง จังหวัดพิษณุโลก.** พิษณุโลก : สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน

ชื่อ นายเกรียงไกร ปัทมพงศ์พร

ภูมิลำเนา 96/2 ถ. สายเอเชีย ต. แม่สอด อ. แม่สอด จ. ตาก

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนสรรพวิทยาคม จ. ตาก
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 5 สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: kpattamapongpohn@gmail.com

ชื่อ นายภาณุพงศ์ คำผาด

ภูมิลำเนา 409 ถ.ไฮเวย์ลำปาง – งาว ต. สวนดอก อ.เมือง จ. ลำปาง

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนลำปางกัลยาณี จ. ลำปาง
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 5 สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: paizabzab@hotmail.com