

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การศึกษาและพัฒนาเครื่องตัดพลาสติกสำหรับวิสาหกิจผลิตงานป้ายโฆษณา  
ขนาดกลางและขนาดย่อม

STUDY AND DEVELOPMENT OF THE PLASTIC CUTTING MACHINE  
FOR ADVERTISE SMALL AND MEDIUM BUSINESS ENTERPRISES



กพ  
๑๕๓๑๗  
๒๕๔๘

เลขหมู่.....  
เลขทะเบียน.....**63299**  
วัน,เดือน,ปี.....**25 ส.ค. 2549**

b.....**11๕03129**  
i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม  
บัณฑิตวิทยาลัย  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
พ.ศ. ๒๕๔๘

ISBN 974-15-152-4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**STUDY AND DEVELOPMENT OF THE PLASTIC CUTTING MACHINE  
FOR ADVERTISE SMALL AND MEDIUM BUSINESS ENTERPRISES**



**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILMENT  
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF MASTER OF  
SCIENCE IN INDUSTRIAL EDUCATION PROGRAM  
IN INDUSTRIAL DESIGN TECHNOLOGY  
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES  
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF THECHNOLOGY LADKRABANG**

**2005**

**ISBN 974-15-152-4**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**COPYRIGHT 2005**

**SCHOOL OF GRADUATE STUDIES**

**KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิทยานิพนธ์	การศึกษาและพัฒนาเครื่องตัดพลาสติกสำหรับวิสาหกิจผลิตงาน ป้ายโฆษณาขนาดกลางและขนาดย่อม
ชื่อนักศึกษา	ปีตมา สวัสดิ์ถาน
รหัสประจำตัว	46065623
ปริญญา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
พ.ศ.	2548
ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	รองศาสตราจารย์ สถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ
ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นิรัช สุกสังข์

### บทคัดย่อ

การทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและพัฒนาเครื่องตัดพลาสติกสำหรับวิสาหกิจผลิตงานป้ายโฆษณาขนาดกลางและขนาดย่อม, เพื่อเปรียบเทียบความพึงพอใจด้านการใช้งานของเครื่องตัดพลาสติกแบบเดิมกับเครื่องตัดพลาสติกที่พัฒนาขึ้นใหม่ และ เพื่อทดสอบสัดส่วนคุณภาพของแผ่นพลาสติกที่ตัดด้วยเครื่องพัฒนาขึ้นใหม่

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย กลุ่มสมาชิกสมาคมผู้ผลิตงานป้ายโฆษณาใช้ในการศึกษาเครื่องมือที่ใช้ แบบสอบถามแบบสอบถามเกี่ยวกับสภาพการใช้งานและสภาพปัญหา วิเคราะห์โดยการหาค่าร้อยละ ผู้เชี่ยวชาญประเมินประสิทธิภาพทางด้านออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม จำนวน 3 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญประเมินประสิทธิภาพทางด้านวิศวกรรม จำนวน 3 ท่าน เครื่องมือที่ใช้แบบประเมินประสิทธิภาพ วิเคราะห์โดยการใช้สถิติหาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) กลุ่มตัวอย่างพนักงานในบริษัทวิสาหกิจผลิตงานป้ายโฆษณาขนาดกลางและขนาดย่อม เปรียบเทียบความพึงพอใจด้านการใช้งานของเครื่องตัดพลาสติกแบบเดิมกับเครื่องตัดพลาสติกที่พัฒนาขึ้นใหม่ 45 คน เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบสอบถามเปรียบเทียบความพึงพอใจ วิเคราะห์โดยการใช้สถิติ t-test dependent Samples จากนั้นผู้วิจัยนำแผ่นพลาสติกมาตัดด้วยเครื่องที่พัฒนาขึ้นใหม่ พลาสติกขนาด 900 x 1800 mm. จำนวน 9 แผ่น มีความหนา 0.02 mm. จำนวน 3 แผ่น, 0.03 mm. จำนวน 3 แผ่น, 0.04 mm. จำนวน 3 แผ่น โดยให้ผู้ชำนาญการตรวจสอบคุณภาพแผ่นพลาสติก วิเคราะห์โดยการหาค่าร้อยละ

จากผลการวิจัยพบว่า ผู้เชี่ยวชาญประเมินประสิทธิภาพทางด้านออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ผลการประเมินอยู่ในระดับดี ( $\bar{X}=4.37$ ) ผู้เชี่ยวชาญประเมินประสิทธิภาพทางด้านวิศวกรรม ผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X}=4.59$ )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พนักงานวิสาหกิจผลิตงานป้ายโฆษณาขนาดกลางและขนาดย่อม เปรียบเทียบความพึงพอใจด้านการใช้งานของเครื่องตัดพลาสติกแบบเดิม ผลการประเมินอยู่ในระดับปานกลาง ( $\bar{X}=2.66$ ) กับเครื่องตัดพลาสติกที่พัฒนาขึ้นใหม่ผลการประเมินอยู่ในระดับดี ( $\bar{X}=4.23$ )

การตรวจสอบคุณภาพของแผ่นพลาสติกที่นำมาตัดด้วยเครื่องที่พัฒนาขึ้นใหม่ ผลการตรวจสอบ อยู่ในเกณฑ์ 100% ผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ ร้อยละ 97 %



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<b>Thesis Title</b>	Study And Development of The Plastic Cutting Machine for Advertise Small And Medium Business Enterprises
<b>Student</b>	Miss Patthama Sawasdlan
<b>Student ID.</b>	46065623
<b>Degree</b>	Master of Science in Industrial Education
<b>Programme</b>	Industrial Design Technology
<b>Year</b>	2005
<b>Thesis Advisor</b>	Associate Professor. Sataporn D.Na-Chumphae
<b>Thesis Co-Advisor</b>	Associate Professor Dr. Nirat Soodsang

## ABSTRACT

This thesis has purpose for study and develop cutting plastic machine With medium and small Billboard Enterprise, For compare satisfy used of new develop cutting plastic plate machine. Check quality Plastics for Cutting Machine new.

Sample of this research to devide purpose Purpose Advertising & sing producer Association used in machine study. Questionare about used and problem by analyzed average persen (%).Purposes Professional quantity estimate Product Design design section 3 persons. Purposes Professional quantity estimate of engineer design section 3 person. By analyzed mean ( $\bar{x}$ ) standard deviation (SD.). Sample group in SMEs of advertising & sign compare with used new development cutting plate 45 persons. For compare satisfy t – test dependent. Samples size : 900 x 1800 mm. 9 plates 0.20 thickness 3 plates 0.30 mm. Thickness 3 plates 0.40 mm. Test by Professional of quality plastic plate by analyzed average percent (%)

Result of this research was purposed of founding the estimate of industrial design the result was great in both section ( $\bar{x} = 4.37$ ). Purpose of research dimension found the estimate of engineer design was result were Greatest in both section ( $\bar{x} = 4.59$ )

The dependent finding efficiency old and new function . Purpose from research, old function ( $\bar{x} = 2.66$ ) and new ( $\bar{x} = 4.23$ )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Check up quality of plastic plates for new cutting machine were qualify at  
least 100 % standard 97%



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

การทำวิทยานิพนธ์ ครั้งนี้สำเร็จบรรลุวัตถุประสงค์ ได้ด้วยความเมตตาอนุเคราะห์ จากท่าน รองศาสตราจารย์ สถาพร คิบุญมี ณ ชุมแพ ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นิรัช สุกสังข์ ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องให้กำลังใจและติดตามผลการดำเนินงานวิจัยมาโดยตลอด ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณท่าน รองศาสตราจารย์อุคมศักดิ์ สารินทร ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิระศักดิ์ ว่องปรีชา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.อนันต์ วงศ์กระจ่าง ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรชาติ ทินานนท์ ดร.พงษ์พันธุ์ แก้วจินดา อาจารย์ ชีระพงศ์ นพวงศ์ ณ อยุรยา อาจารย์ อารัญ วาณิชกร ผู้ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องทางด้านออกแบบ และ ขอขอบพระคุณท่าน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชีระพล เทพหัสดิน ณ อยุรยา ดร. ผดุงชัย ภูพัฒน์ อาจารย์พรชัย หอสุวรรณศักดิ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำตรวจสอบแก้ไขปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย จนทำให้สำเร็จเรียบร้อยสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกท่าน ที่ให้ความรู้ประสบการณ์ ความเมตตา ความห่วงใย การเอาใจใส่ และให้กำลังใจอยู่เสมอ

ขอขอบพระคุณ เจ้าหน้าที่ และพนักงานที่ปฏิบัติงาน ภายในบริษัท พี.โลโก้ โฆษณา แอนด์ คอนสตรัคชั่น จำกัด ห้างหุ้นส่วนจำกัด ธนบุรีแอดเวอร์ไทซิ่ง และ บริษัท เซเชิล แอนด์ แอชเชอร์ จำกัด ที่ได้ช่วยเหลือ ในการให้ข้อมูล ในส่วนของเครื่องตัดพลาสติก ใ้ให้ข้อเสนอแนะ ที่เป็นประโยชน์ และเป็นแนวทางที่ใช้ประกอบการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณ คุณบิดา และมารดา ผู้ที่เป็นที่เคารพรักยิ่ง รวมทั้งพี่ - น้อง ทุกคน ที่ได้ให้ความรัก ให้กำลังใจ ให้การสนับสนุน และช่วยเหลือทุกด้าน ตลอดมา

คุณประโยชน์อันพึงเกิดขึ้นในภายภาคหน้าจากการทำวิทยานิพนธ์ ครั้งนี้ ผู้ทำวิทยานิพนธ์ ขออุทิศคุณงามความดีทั้งหลายให้แก่ บิดา-มารดา ครู-อาจารย์ ผู้ประสิทธิ์ประสาทวิชาตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน

ปีตลมา สวัสดิ์ถาน

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	III
กิตติกรรมประกาศ.....	V
สารบัญ.....	VI
สารบัญตาราง.....	VIII
สารบัญภาพ.....	X
<b>บทที่ 1 บทนำ.....</b>	<b>1</b>
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	3
1.3 กรอบแนวความคิดที่ใช้ในงานวิจัย.....	3
1.4 ขอบเขตการวิจัย.....	4
1.5 นิยามศัพท์ที่ใช้ในการทำวิจัย.....	7
<b>บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....</b>	<b>10</b>
2.1 โครงสร้างวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม.....	10
2.2 พลาสติก.....	19
2.3 เครื่องตัดพลาสติก.....	36
2.4 ระบบมอเตอร์ไฟฟ้า และมอเตอร์ แบบต่าง.....	44
2.5 การควบคุมคุณภาพ.....	58
2.6 วัสดุที่ใช้ในการผลิต.....	75
2.7 ข้อมูลสัดส่วนของมนุษย์ กับงานออกแบบ.....	79
2.8 จิตวิทยาสีกับการใช้งาน.....	113
2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	118

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	121
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย.....	121
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....	124
3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล .....	134
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล .....	134
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์.....	136
4.1 ผลการพัฒนาเครื่องตัดพลาสติก.....	136
4.2 ผลการเปรียบเทียบความพึงพอใจด้านการใช้งาน.....	144
4.3 ผลการทดสอบสัดส่วนคุณภาพของแผ่นพลาสติก.....	146
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย.....	147
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	147
5.2 อภิปรายผลการวิจัย.....	153
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	155
บรรณานุกรม.....	158
ภาคผนวก .....	159
ภาคผนวก ก .....	163
ภาคผนวก ข .....	193
ภาคผนวก ค.....	202
ประวัติผู้เขียน.....	211

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 การกำหนดมูลค่าของสินทรัพย์แต่ละประเภท.....	11
2.2 การกำหนดจำนวนการจ้างงาน.....	11
2.3 แนะนำคุณลักษณะของใบเลื่อย.....	37
2.4 การเลือกใช้ใบเลื่อย.....	38
2.5 เครื่องเลื่อยสไลด์.....	41
2.6 เครื่องเลื่อยมือดึง.....	42
2.7 แสดงชื่อย่อของมาตรฐานระบบคุณภาพ.....	63
2.8 การแสดงส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย.....	83
2.9 การแสดงตัวเลขขนาดครีมีการเชื่อมในระยะต่าง ๆ.....	85
2.10 ตารางเปรียบเทียบส่วนเฉพาะจุดที่สำคัญ ( ชายไทย ).....	87
2.11 ตารางเปรียบเทียบสัดส่วนเฉพาะจุดสำคัญ ( หญิงไทย ).....	88
2.12 แสดงตัวเลขอัตราส่วนระหว่างมิติของส่วนต่าง ๆ ของร่างกายต่อความสูงยืน และมีติวกฤต.....	89
2.13 การแสดงพัฒนาการทางร่างกายของนักเรียนไทย อายุ 3-24 ปี.....	93
2.14 แสดงการเปรียบเทียบความสามารถระหว่างคนกับเครื่องจักร.....	105
4.1 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผู้เชี่ยวชาญประเมินประสิทธิภาพ ทางด้าน ออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.....	139
4.2 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผู้ตอบแบบประเมินประสิทธิภาพทางด้าน.....	141
4.3 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เปรียบเทียบความพึงพอใจ.....	144
4.4 ผลการวิเคราะห์สัดส่วนคุณภาพของแผ่นพลาสติกที่ตัดด้วยเครื่องพัฒนาขึ้นใหม่.....	146
ก.1 แบบประเมินประสิทธิภาพด้านออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.....	165
ก.2 แบบประเมินประสิทธิภาพด้านวิศวกรรม.....	168
ก.3 แบบความพึงพอใจด้านการใช้งานของเครื่องตัดพลาสติกแบบเดิม.....	172
ก.4 แบบความพึงพอใจด้านการใช้งานของเครื่องตัดพลาสติกที่พัฒนาขึ้นใหม่.....	174
ก.5 แบบตรวจสอบคุณภาพของแผ่นพลาสติก.....	177

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ก.6 แบบตรวจสอบความสอดคล้องของแบบสอบถามตอนที่1.....	179
ก.7 ความสอดคล้องแบบสอบถามตอนที่ 1.....	180
ก.8 ความสอดคล้องแบบสอบถามปัญหาที่เกิดขึ้นในการใช้เครื่องตัดพลาสติก (แบบเดิม).....	181
ก.9 แบบตรวจสอบความสอดคล้องของแบบประเมินประสิทธิภาพด้านวิศวกรรม.....	181
ก.10 ความสอดคล้องแบบประเมินประสิทธิภาพทางวิศวกรรมด้านวิศวกรรมเครื่องกล.....	184
ก.11 ความสอดคล้องแบบประเมินประสิทธิภาพทางวิศวกรรมด้านวิศวกรรมไฟฟ้า.....	184
ก.12 ความสอดคล้องแบบประเมินประสิทธิภาพทางวิศวกรรมด้านวิศวกรรมอุตสาหกรรม.....	185
ก.13 แบบตรวจสอบความสอดคล้องของแบบประเมินประสิทธิภาพด้านออกแบบ ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.....	186
ก.14 ความสอดคล้องแบบประเมินประสิทธิภาพด้านหน้าที่ใช้สอย.....	187
ก.15 ความสอดคล้องแบบประเมินประสิทธิภาพด้านความปลอดภัย.....	187
ก.16 ความสอดคล้องแบบประเมินประสิทธิภาพด้านความสะดวกสบายในการใช้.....	188
ก.17 ความสอดคล้องแบบประเมินประสิทธิภาพด้านความสวยงามน่าใช้.....	188
ก.18 ความสอดคล้องแบบประเมินประสิทธิภาพด้านการซ่อมแซม.....	188
ก.19 แบบตรวจสอบความสอดคล้องของแบบสอบถามเปรียบเทียบความพึงพอใจ ด้านการใช้งาน.....	189
ก.20 ความสอดคล้องด้านหน้าที่ใช้สอย.....	190
ก.21 ความสอดคล้องด้านความปลอดภัย.....	190
ก.22 ความสอดคล้องความสะดวกสบายในการใช้.....	191
ก.23 ความสอดคล้องด้านความสวยงามน่าใช้.....	191
ก.24 ความสอดคล้องด้านการซ่อมแซม.....	192
ก.25 แบบตรวจสอบของแบบตรวจสอบคุณภาพของพลาสติก.....	192

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 ผลิตภัณฑ์พลาสติกเครื่องใช้บนโต๊ะรับประทานอาหาร.....	22
2.2 ตัวอย่างพลาสติก.....	27
2.3 ลักษณะการจัดเก็บ.....	29
2.4 สเปรย์ทำความสะอาดพลาสติก.....	29
2.5 เลื่อยใบจักร.....	37
2.6 สเปรย์ทำความสะอาดใบเลื่อย.....	38
2.7 เครื่องเลื่อยสไลด์ Altendorf TKR45.....	41
2.8 เครื่องเลื่อยมือคิง RADIAL .....	42
2.9 เครื่องเลื่อยวงเดือนใบจักร .....	43
2.10 เครื่องเลื่อยวงเดือน.....	43
2.11 ลักษณะของอินดักชั่นมอเตอร์ 3 เฟส.....	47
2.12 ลักษณะของสเตเตอร์มอเตอร์ 3 เฟส.....	48
2.13 ลักษณะของโรเตอร์ของมอเตอร์ 3 เฟส แบบสไลด์เรดเกจ.....	48
2.14 ลักษณะของฝาครอบ หัว-ท้าย ของมอเตอร์ 3 เฟส.....	48
2.15 ลักษณะของสเตเตอร์ก่อนพันขดลวด.....	49
2.16 ลักษณะการพันขดลวดสเตเตอร์ของมอเตอร์ 3 เฟส.....	49
2.17 ลักษณะขดลวด 3 เฟส ที่พันเสร็จแล้วแสดงในแนวเส้นตรง.....	50
2.18 แท่งที่เหลื่อมแทนขดลวดแต่ละเฟสของรูปที่.....	50
2.19 แสดงการต่อขดลวดเฟส A .....	51
2.20 แสดงการต่อขดลวดเฟส A และ เฟส B .....	51
2.21 แสดงการต่อขดลวดเฟส A เฟส B และ เฟส C .....	51
2.22 แสดงการต่อมอเตอร์ 3 เฟส แบบสลิปริง.....	53
2.23 การต่อมอเตอร์ 3 เฟสแบบวาวด์โรเตอร์ให้หมุนกลับทิศทาง.....	54
2.24 แสดงค่าใช้จ่ายรวมในการควบคุมคุณภาพ.....	60
2.25 ตัวอย่างการนำเครื่องหมายมาตรฐานบังคับมาใช้.....	65
2.26 ตัวอย่างการนำเครื่องหมายมาตรฐานมาใช้.....	65
2.27 ตัวอย่างการนำเครื่องหมายมาตรฐานเฉพาะด้านความปลอดภัยมาใช้.....	66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
2.28 ตัวอย่างการรับรองระบบคุณภาพสินค้า ISO 9000.....	67
2.29 แสดงขั้นตอนในการควบคุมคุณภาพ.....	70
2.30 วงจรคุณภาพด้านอุตสาหกรรม.....	70
2.31 ลักษณะการยอมรับลือตจากวิธีการสุ่มตัวอย่างแต่ละรุ่น.....	74
2.32 แสดงสัดส่วนต่างๆ ของร่างกาย.....	84
2.33 ภาพการแสดงความสัมพันธ์น้ำหนักของ / ระยะความสูงที่ยก.....	84
2.34 แสดงสัดส่วนที่เกี่ยวข้องในการออกแบบบริษัทที่มีการเอื้อมในระยะต่าง ๆ.....	85
2.35 สูตรคำนวณหาความสูงของออคิสต์.....	92
2.36 แผนผังขบวนการออกแบบ.....	98
2.37 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างคนกับเครื่องจักรในระบบการทำงาน.....	102
2.38 ปุ่มกดแสดงส่วนที่สำคัญของการออกแบบ.....	109
2.39 หลักความเคยชินการควบคุมการทำงาน โดยใช้คันโยก.....	111
2.40 พื้นที่ของสื่อแสดงสำหรับพนักงานที่ทำงานควบคุม.....	113
3.1 การแบ่งตัดพลาสติก.....	123
3.2 เครื่องตัดพลาสติก แบบเดิม.....	125
3.3 ปัญหาของเครื่องตัดพลาสติกแบบเดิม.....	126
3.4 แสดงการพับเก็บ.....	127
3.5 ใบเลื่อยปรับระดับ.....	127
3.6 มอเตอร์ 1.5 HP.....	128
3.7 ชุดควบคุมไฟฟ้า.....	128
3.8 แผนการดำเนินการพัฒนา.....	133
ข.1 การดำเนินการศึกษาข้อมูลเครื่องตัดพลาสติกแบบเดิม.....	194
ข.2 ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	195
ข.3 ปรีกษาผู้เชี่ยวชาญทางออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.....	196
ข.4 ปรีกษาผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรม.....	197
ข.5 ผู้เชี่ยวชาญประเมินประสิทธิภาพทางด้านออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.....	198
ข.6 ผู้เชี่ยวชาญประเมินประสิทธิภาพทางด้านวิศวกรรม.....	199

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญญภาพต่อ

ภาพที่	หน้า
ข.7 กลุ่มตัวอย่างประเมินความพึงพอใจด้านการใช้งาน.....	200
ข.8 ผู้ชำนาญการตรวจสอบคุณภาพแผ่นพลาสติกที่ตัดด้วยเครื่องที่พัฒนาขึ้นใหม่ .....	201
ค.1 รูปด้านผลการพัฒนา.....	203
ค.2 รูปด้านผลการพัฒนา.....	204
ค.3 ต้นแบบทดสอบ.....	205



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ และสื่อสารโทรคมนาคมทำให้ข้อมูลข่าวสารเคลื่อนที่อย่างอิสระและมีประสิทธิภาพขึ้น พัฒนาการของเทคโนโลยีการผลิต ทำให้การผลิตสินค้าและบริการมีผลิตภาพ (Productivity) สูงขึ้นการเติบโตขององค์การการค้าโลก (World Trade Organization) หรือ WTO ทำให้การค้าและการแข่งขันระหว่างประเทศทวีความสำคัญและความซับซ้อน เงินทุน วัตถุดิบ และความรู้ สามารถไหลเวียนอย่างคล่องตัว องค์การธุรกิจ แห่งอนาคตจะต้องรู้จักตัวเองและการแข่งขัน โดยที่ธุรกิจที่ต้องการจะแข่งขันและเจริญเติบโตอย่างมั่นคงในอนาคตจะต้องพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง โดยเปรียบเทียบทั้งผลิตภัณฑ์ บริการ และการดำเนินงานในมิติต่างๆ ของตนกับธุรกิจที่มีการดำเนินงานเป็นเลิศ (Best Practice) หรือแม้กระทั่งองค์การที่ดำเนินงานในระดับโลก (World-class Organization) ผ่านกระบวนการ (Benchmarking Process) ซึ่งจะช่วยพัฒนาศักยภาพของธุรกิจอย่างเป็นรูปธรรมและต่อเนื่อง

ปัจจุบัน การทำธุรกิจด้านต่างๆ มีการแข่งขันกันมากขึ้น ผู้ผลิตหันมาใช้สื่อโฆษณาเพื่อเผยแพร่หรือโฆษณาสินค้าในรูปแบบต่างๆ เช่น ในโทรทัศน์ วิทยุ หรือป้ายโฆษณา ซึ่งมีการพัฒนาและแข่งขันกันอย่างต่อเนื่อง (พีรศักดิ์ วรสุทโท ไรศด. 2542:11)

ความเปลี่ยนแปลงของธุรกิจป้ายโฆษณา นั้นเกิดจากปัจจัยหลายอย่าง เช่น

- ประชากรมีจำนวนมากขึ้น มีกำลังแรงงาน จากต่างจังหวัด ย้ายถิ่นฐานเข้าสู่กรุงเทพฯ เป็นศูนย์กลางธุรกิจ

- ความเจริญเติบโตของชุมชนเมือง โดยเฉพาะที่อยู่อาศัยของประชากรมีการกระจายออกสู่เขตชานเมืองอย่างต่อเนื่อง

- การขนส่งมวลชนไม่สามารถรองรับปริมาณของประชากรที่มีจำนวนมาก ประกอบกับเศรษฐกิจมีการขยายตัวเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทำให้ผู้คนที่มีรายได้ทุกระดับต้องพยายามเพื่อเกิดความสะดวกรสบายในการเดินทาง จึงทำให้เกิดปริมาณรถยนต์ส่วนตัวที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว

- เมื่อปริมาณที่เพิ่มขึ้นของรถยนต์การแก้ปัญหาคือการตัดถนนเพิ่มขึ้นถนนต่างๆ จึงเกิดขึ้นมากมายรวมถึงทางพิเศษที่เป็นทางเลือกของผู้ใช้รถ

จากปัจจัยดังกล่าวข้างต้น ธุรกิจป้ายโฆษณาจึงเริ่มขยายตัวมากขึ้นตามลำดับ ปริมาณป้ายโฆษณามีปริมาณมากขึ้น มีความต้องการของสินค้าและบริการต่างๆ หันมาใช้สื่อประเภทนี้มากขึ้น ทำให้เกิดการแข่งขันทางธุรกิจ ในด้านสถานที่ ทำเลที่ตั้ง มีการนำเอาเทคโนโลยีทางการผลิต มานำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เสนอเพื่อเป็นทางเลือกให้กับสินค้าต่าง ๆ และเป็นที่ยอมรับของสินค้าที่มีความต้องการจะประชาสัมพันธผลิตภัณฑ์ ดังนั้นจากภาพที่กล่าวจะเห็นได้ว่า ธุรกิจป้ายโฆษณาเป็นปัจจัยหนึ่งที่เป็นส่วนสำคัญ เป็นจักรกลตัวหนึ่งในหลาย ๆ ตัวที่มีส่วนขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศ ซึ่งได้จากข้อมูลของงบโฆษณาโดยรวมทั้งสิ้นเมื่อเทียบกับอดีตนั้น ในปี 2546 ที่ผ่านมามีอัตราที่เติบโตเพิ่มขึ้นจากปี 2545 กว่า 85 % ในขณะที่ ส่วนแบ่งการตลาดของสื่อต่าง ๆ โดยรวมนั้นจาก 3% ในปี 2545 เพิ่มขึ้นเป็น 4% ของปี 2546 ที่ผ่านมา ซึ่งมีมูลค่าถึง 3.000 ล้านบาท (วินัย ศิลปศิริพร. 2547:9)

เมื่อธุรกิจป้ายโฆษณาเจริญเติบโตขึ้น กระบวนการผลิตก็ต้องให้ทันสมัยรวดเร็ว เพื่อการแข่งขันตอบสนองทันต่อลูกค้าในการสื่อโฆษณา การเลือกวัสดุคุณภาพในการผลิตป้ายโฆษณายิ่งขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของลูกค้าในการเลือกใช้สื่อ งบประมาณในการลงทุน ระยะเวลาที่ใช้ในการแสดงสื่อ หรือการประชาสัมพันธ์ ปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้ส่งผลให้การเลือกใช้วัสดุคุณภาพที่หลากหลายแตกต่างกันออกไป เพื่อความเหมาะสมของงานและเป็นที่ยอมรับทั้งผู้ซื้อและผู้ขาย การทำป้ายโฆษณาวัสดุคุณภาพที่สำคัญในการผลิตป้ายเช่น เหล็ก เพื่อทำโครงสร้าง สติกเกอร์ วนิลิต ป้ายผ้า สังกะสีทำหน้าป้าย พลาสติก

พลาสติกนิยมกันมากในการนำมาทำป้ายโฆษณา โดยเฉพาะการทำป้าย ประเภทตู้ไฟ ในปัจจุบันพลาสติกนับว่าเป็นวัสดุที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายไม่ว่าจะเป็นการนำมาทำสิ่งของเครื่องใช้ อุปกรณ์ต่าง ๆ ชุดตกแต่งบ้าน เครื่องใช้ในครัวเรือน รวมไปถึงเครื่องประดับก็นิยมนำพลาสติกมาทำซึ่งสามารถทำสีได้ตามต้องการ คุณลักษณะของพลาสติกสามารถขึ้นรูปได้ง่ายเมื่อทำชิ้นงานออกมาแล้วไม่ได้คุณภาพก็สามารถนำกลับไปใช้ทำอย่างอื่นได้อีก เพราะเหตุนี้มนุษย์จึงนิยมนำพลาสติกมาใช้กันอย่างแพร่หลายในการผลิตพลาสติกเป็นการหลอมละลายด้วยความร้อนสูงไม่ว่าจะหลอมเพื่อขึ้นรูปชิ้นงานต่าง ๆ หรือเพื่อทำเป็นแผ่นเพื่อสะดวกในการจัดจำหน่ายหรือเพื่อนำไปผลิตขึ้นรูปชิ้นงานต่าง ๆ ได้ แผ่นพลาสติกโดยทั่วไปที่ได้ผลิตขึ้นมีความหนาต่างกันแล้วแต่การนำไปใช้เลือกใช้ได้ตามความเหมาะสม พลาสติกส่วนใหญ่ที่นิยมผลิตขึ้นในการจำหน่าย ในลักษณะเป็นแผ่น เช่น พลาสติกอะคริลิก มีขายทั่วไปตามท้องตลาด เลือกสีตามต้องการ และความหนาได้ตามต้องการ ส่วนขนาดนั้น ในระบบอุตสาหกรรมที่ส่งขายจะมีขนาดเป็นมาตรฐานในการจัดจำหน่าย ซึ่งผู้บริโภคต้องนำมาตัดแบ่งย่อยเองตามขนาดที่ต้องการ พลาสติกที่มีความบางใช้เพียงคัตเตอร์ก็สามารถตัดเป็นชิ้นส่วนได้ตามความต้องการ แต่ถ้าเป็นพลาสติกที่มีความหนาที่ 1.5 mm. ขึ้นไป นั้นต้องใช้อุปกรณ์ช่วยในการตัด เช่น เครื่องตัด

เครื่องตัดพลาสติกนับว่าเป็นสิ่งจำเป็นมาก เพราะสามารถตัดได้ตามขนาดที่ต้องการใช้งาน เครื่องตัดพลาสติกจึงมีบทบาทที่สำคัญในปัจจุบันไม่ว่าจะเป็นอุตสาหกรรมขนาดเล็กจนถึงขนาดใหญ่ ต่างก็ต้องใช้อุปกรณ์หรือเครื่องช่วยในการตัดพลาสติก เพื่อสะดวก และรวดเร็วในการนำพลาสติกไปใช้

ในระบบอุตสาหกรรมมีการใช้พลาสติกกันมาก ในปัจจุบันเครื่องตัดพลาสติกมีขนาดใหญ่ การทำงานของเครื่องตัดพลาสติกไม่ได้เปิดใช้งานทุกวัน ผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะพัฒนาให้สามารถพับเก็บให้ใช้พื้นที่เล็กลง รวมถึงป้อนสวิทซ์ไฟ สายไฟมีลักษณะการจับเก็บที่ไม่ปลอดภัย และในการตัดพลาสติกจะมีเศษพลาสติกเล็กๆ กระเด็นออกมาเนื่องจากใบเลื่อยที่ตัดยังไม่เหมาะสมในการนำมาใช้ รวมถึงการจัดวางมอเตอร์ ที่ยังไม่ถูกสุขลักษณะ เพราะปัจจุบันผู้ผลิตเครื่องตัดพลาสติกในประเทศไทย ผลิตขึ้นโดยไม่ได้คำนึงถึงผู้ใช้ และรูปแบบที่เหมาะสมตามหลักของการออกแบบผลิตภัณฑ์

จากปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยเห็นว่าเครื่องตัดพลาสติกแบบเดิมนั้นยังมีจุดบกพร่องและปัญหาบางประการ ทำให้ใช้งานได้ไม่สมบูรณ์ รวมทั้งมีสิ่งที่จะต้องพัฒนา เพื่อให้ได้เครื่องตัดพลาสติกที่มีประสิทธิภาพที่ดี และมีความเหมาะสมในการใช้งานมากขึ้น ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเกิดความคิดพัฒนาเครื่องตัดพลาสติกขึ้นมาใหม่ โดยได้คำนึง ประสิทธิภาพของเครื่อง และ คุณภาพของพลาสติกที่ตัดด้วยเครื่องที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ เพื่อใช้ในการผลิตงานโฆษณา ซึ่งจะได้เพิ่มประโยชน์สำหรับผู้ใช้เครื่องตัดพลาสติกที่นำไปใช้งานได้โดยมีประสิทธิภาพ

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาและพัฒนาเครื่องตัดพลาสติกสำหรับวิสาหกิจผลิตงานป้ายโฆษณาขนาดกลาง และขนาดย่อม
2. เพื่อเปรียบเทียบความพึงพอใจด้านการใช้งานของเครื่องตัดพลาสติกแบบเดิมกับเครื่องตัดพลาสติกที่พัฒนาขึ้นมาใหม่
3. เพื่อทดสอบสัดส่วนคุณภาพของแผ่นพลาสติกที่ตัดด้วยเครื่องพัฒนาขึ้นมาใหม่

## 1.3 สมมุติฐานการวิจัย

1. เครื่องตัดพลาสติกที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจมากกว่าเครื่องตัดพลาสติกแบบเดิม
2. จำนวนพลาสติกที่ตัดด้วยเครื่องที่พัฒนาขึ้นมาใหม่มีคุณภาพไม่ต่ำกว่า 97 %

## 1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

1.4.1 ในการทำวิจัยเรื่อง การศึกษาและพัฒนาเครื่องตัดพลาสติกสำหรับวิสาหกิจผลิตงานป้ายโฆษณาขนาดกลางและขนาดย่อม ผู้วิจัยได้ใช้หลักในการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ตามกรอบแนวความคิดของ มนตรี ยอดบางเตย (2538 : 72-73) กล่าวว่า หลังจากการเตรียมงานขั้นแรกแล้ว ทำการออกแบบให้เกิดรูปทรงใหม่ ซึ่งมีความสัมพันธ์กับความงามทางด้านศิลปะ การออกแบบเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบผลิตภัณฑ์ต้องคำนึงถึงหลักการดังต่อไปนี้ หน้าที่ใช้สอย ความปลอดภัย ความแข็งแรงของ โครงสร้าง ความสะดวกสบายในการใช้ ราคาพอสมควร สามารถซ่อมแซมได้ง่าย เพื่อให้สอดคล้องกับการแก้ปัญหาของการวิจัยในครั้งนี้ ดังนั้นผู้วิจัยได้เลือกแนวทางในการแก้ปัญหาของการ วิจัย 5 ประการดังนี้

1. หน้าที่ใช้สอย (Function)
2. ความปลอดภัย (Safety)
3. ความสะดวกสบายในการใช้ (Ergonomics)
4. ความสวยงามน่าใช้ (Aesthetic or Sales Appeal)
5. สามารถซ่อมแซมได้ง่าย (Ease of Maintenance)

1.4.2 วริทธิ อิงภากรณ์ และชาญ ถนัดงาน (2540 :13) กล่าวว่า สิ่งสำคัญที่สุดที่จะต้อง คำนึงถึงในการออกแบบเครื่องจักรกล คือ ความแข็งแรง (Strength) เป็นองค์ประกอบหลักในการ กำหนดรูปร่างและขนาดของชิ้นส่วน ความแข็งแรงจึงเป็นข้อพิจารณาในการออกแบบที่สำคัญอย่าง หนึ่ง และสิ่งอื่นๆ อีก เช่น ระบบต่างๆ ของเครื่องจักรกล ผลิตภัณฑ์ โครงสร้าง อุปกรณ์ ความ ปลอดภัย และ ความเหมาะสมการเลือกใช้ชิ้นส่วนที่นำมาประกอบเข้าด้วยกันจะต้องพิจารณา โดย ใช้มาตรฐานภายในประเทศ (มอก.) ซึ่งอาจจะเป็นสิ่งที่ทำให้เกิดกระทบกระเทือนต่อการออกแบบ ชิ้นส่วน หรือเครื่องจักรกล หรือระบบที่ได้ออกแบบมีความเสียหาย ไม่สามารถใช้งานได้ หรือใช้ งานได้ไม่ถึงขีดความสามารถตามที่ออกแบบไว้

1.4.3 คุณภาพของพลาสติกที่ตัดด้วยเครื่องพัฒนาขึ้นใหม่ ผู้วิจัยได้ใช้ กรอบแนวความคิด ของ ยุทธพงษ์ ไกยวรรณ (2547:192) ที่กล่าวว่า การตรวจสอบคุณภาพเป็นการจัดกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อให้ผลผลิตออกมามี เป็นไปตามแบบ มีความประณีต เรียบร้อย สวยงามนำไปใช้ได้อย่างสะดวก และเหมาะสม กิจกรรมดังกล่าวก็คือ การเลือกวัตถุดิบ กิจกรรมในกระบวนการผลิต เพื่อให้ผลผลิต เสียหายน้อยที่สุด และเสียค่าใช้จ่ายในการผลิตที่ต่ำที่สุด โดยยอมรับความเสียหายของผลผลิตที่ 2% ถึง 3.3%

ในการตรวจสอบคุณภาพของพลาสติกที่ตัดด้วยเครื่องพัฒนาขึ้นใหม่ ผู้วิจัยได้ ใช้เกณฑ์ในการตรวจสอบ ตามกรอบแนวคิดของ อุคมวิทย์ กาญจนวงศ์ (2545:66) โดยมีขั้นตอน การตรวจสอบ รอยแตกร้าว หรือรอยบิ่น และการโค้งงอของแผ่นพลาสติก

## 1.5 ขอบเขตการวิจัย

การทำวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาและพัฒนาเครื่องตัดพลาสติกสำหรับวิสาหกิจผลิตงานป้าย โฆษณากลางและขนาดย่อม โดยผู้ทำวิจัยได้กำหนดขอบเขตของการวิจัย มีตัวแปรประชากร กลุ่มตัวอย่างที่จะทำการศึกษาดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 1.5.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

วัตถุประสงค์ข้อที่ 1 เพื่อศึกษาและพัฒนาเครื่องตัดพลาสติกสำหรับวิสาหกิจผลิตงานป้ายโฆษณาขนาดกลางและขนาดย่อม

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 กลุ่มที่ 1

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเพื่อศึกษาคือกลุ่มวิสาหกิจผลิตงานป้ายโฆษณาขนาดกลางและขนาดย่อมที่ใช้เครื่องตัดพลาสติก จำนวน 89 บริษัท

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย การทำวิจัยนี้ได้นำเอากลุ่มตัวอย่างพนักงานทำงานในวิสาหกิจผลิตงานป้ายโฆษณาขนาดกลางและขนาดย่อมที่กลุ่มบริษัทได้เป็นสมาชิกสมาคมผู้ผลิตป้ายโฆษณา มาเป็นแนวทางในการพัฒนาเครื่องตัดพลาสติกดังนี้

1. พนักงาน บริษัท พี. โลโก้ โฆษณา แอนด์ คอนสตรัคชั่น จำกัด
2. พนักงาน ห้างหุ้นส่วนจำกัด ธนบุรีแอดเวอร์ไทซิ่ง
3. พนักงาน บริษัท เฮซิด แอนด์ แอชเชอร์ จำกัด

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 กลุ่มที่ 2

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยคือกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ประเมินประสิทธิภาพทางด้านออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือกลุ่มผู้เชี่ยวชาญประเมินประสิทธิภาพทางด้านออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม จำนวน 3 ท่าน

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 กลุ่มที่ 3

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยคือกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ประเมินประสิทธิภาพเครื่องตัดพลาสติกที่พัฒนาขึ้นใหม่

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือกลุ่มผู้เชี่ยวชาญประเมินประสิทธิภาพเครื่องตัดพลาสติกที่พัฒนาขึ้นใหม่ จำนวน 3 ท่าน

วัตถุประสงค์ข้อที่ 2 เพื่อเปรียบเทียบความพึงพอใจด้านการใช้งานของเครื่องตัดพลาสติกแบบเดิมกับเครื่องตัดพลาสติกที่พัฒนาขึ้นใหม่

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 2

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยคือกลุ่มวิสาหกิจผลิตงานป้ายโฆษณาขนาดกลางและขนาดย่อมที่ใช้เครื่องตัดพลาสติก

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย การวิจัยนี้ได้นำเอากลุ่มตัวอย่าง พนักงานในวิสาหกิจผลิตงานป้ายโฆษณาขนาดกลางและขนาดย่อมที่ได้เป็นสมาชิกสมาคมผู้ผลิตป้ายโฆษณา เพื่อเปรียบเทียบความพึงพอใจด้านการใช้งานของเครื่องตัดพลาสติกแบบเดิมกับเครื่องตัดพลาสติกที่พัฒนาขึ้น เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาใหม่ ผู้วิจัยใช้วิธีการเลือกการสุ่มชั้นตอนเดียว โดยอิงทฤษฎีความน่าจะเป็นใช้วิธีการสุ่มแบบเจาะจง (ยุทธพงษ์ กัวยวรรณ. 2543:81) เพื่อความถูกต้องของข้อมูลเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย โดยพิจารณาจากสมาคมผู้ผลิตงานป้ายโฆษณา วิทยาสถาปัตยกรรมกลางและขนาดย้อมที่ใช้เครื่องตัดพลาสติก มาเป็นกลุ่มตัวอย่างดังนี้

1. พนักงาน บริษัท พี. โลโก้ โฆษณา แอนด์ คอนสตรัคชั่น จำกัด จำนวน 20 คน
2. พนักงาน ห้างหุ้นส่วนจำกัด ธนบุรีแอดเวอร์ไทซิ่ง 10 คน
3. พนักงาน บริษัท เฮเชิล แอนด์ แอชเชอร์ จำกัด 15 คน

วัตถุประสงค์ข้อที่ 3 เพื่อทดสอบคุณภาพพลาสติกที่ตัดด้วยเครื่องพัฒนาขึ้นมาใหม่

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 3 กลุ่มที่ 1

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยคือ พลาสติกที่ตัดด้วยเครื่องพัฒนาขึ้นมาใหม่ ไปตรวจสอบคุณภาพมาตรฐานเพื่อใช้ในการผลิตงานป้ายโฆษณา

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ พลาสติกที่ตัดด้วยเครื่องพัฒนาขึ้นมาใหม่ พลาสติกมีความหนา 0.20 mm. , 0.30 mm. , 0.40 mm. ขนาด 90 x 180 cm. จำนวน 9 แผ่น จากการสุ่มตัวอย่างผู้วิจัยได้ใช้ การเลือกแบบแบ่งกลุ่ม (ยุทธพงษ์ กัวยวรรณ. 2543:81)

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 3 กลุ่มที่ 2

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยคือ ผู้ชำนาญการตรวจสอบคุณภาพของพลาสติกที่ตัดด้วยเครื่องพัฒนาขึ้นมาใหม่

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ ผู้ชำนาญการตรวจสอบคุณภาพของพลาสติกที่ตัดด้วยเครื่องพัฒนาขึ้นมาใหม่ จำนวน 3 คน

### 1.5.2 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัย “ การศึกษาและพัฒนาเครื่องตัดพลาสติกสำหรับวิทยาสถาปัตยกรรมกลางและขนาดย้อม ” ผู้วิจัยได้กำหนดตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยประกอบไปด้วย

1.5.2.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ เครื่องตัดพลาสติกแบบเดิมและเครื่องตัดพลาสติกที่พัฒนาขึ้นมาใหม่

1.5.2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

1. ประสิทธิภาพของเครื่องตัดตัดพลาสติกที่พัฒนาขึ้นมาใหม่
2. ความพึงพอใจด้านการใช้งานของเครื่องตัดตัดพลาสติกที่พัฒนาขึ้นมาใหม่
3. ค่าสัดส่วนมาตรฐานพลาสติกที่ตัดด้วยเครื่องพัฒนาขึ้นมาใหม่

## 1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

1.6.1 เครื่องตัดพลาสติก หมายถึง ระบบการตัดด้วยเลื่อยใบจักร ที่ใช้ในการตัดพลาสติก สำหรับใช้ในการผลิตงานป้ายโฆษณา โดยตัดขนาดได้ที่ 90 cm.

1.6.2 เครื่องตัดพลาสติกแบบเดิม หมายถึง เครื่องตัดพลาสติกระบบการตัดด้วยเลื่อยใบจักร ที่กลุ่มตัวอย่างใช้ในปัจจุบัน

1.6.3 พลาสติก หมายถึง พลาสติกอะคริลิก มีลักษณะเป็นแผ่นสีต่าง ๆ มีความหนาตั้งแต่ 0.20 mm. ถึง 0.40 mm. มีทั้งชนิดแสงผ่านได้และไม่ได้

1.6.4 การพัฒนา หมายถึง การทำสิ่งที่มีอยู่เดิมให้ดีขึ้น ในที่นี้หมายถึง ปรับปรุงเครื่องตัดพลาสติกให้มีประสิทธิภาพที่ดียิ่งขึ้น โดยคำนึงถึงหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม และด้านวิศวกรรม

1.6.5 การออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม หมายถึง การออกแบบให้เกิดรูปทรงใหม่ ซึ่งมีความสัมพันธ์กับความงามทางด้านศิลปะ โดยคำนึงถึงความเหมาะสมทั้ง 5 ด้าน ดังนี้

1. หน้าที่ใช้สอย ต้องออกแบบผลิตภัณฑ์ ให้มีหน้าที่ใช้สอยถูกต้อง ตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ เพื่อสนองความต้องการของผู้อุปโภคและบริโภคน

2. ความปลอดภัย การออกแบบต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้อุปโภค และบริโภคน

3. ความสะดวกสบายในการใช้ ต้องคำนึงถึง สัดส่วนที่เหมาะสมกับการใช้งาน

4. ความสวยงามน่าใช้ ต้องออกแบบให้ผลิตภัณฑ์ มีรูปร่าง ขนาด สี สันสวยงามน่าใช้

5. สามารถซ่อมแซมได้ง่าย โดยเฉพาะอุปกรณ์ต้องซื้อหาได้ง่าย เมื่อเกิดการชำรุดเสียหาย มีอะไหล่ที่สามารถเปลี่ยนใหม่

1.6.6 วิศวกรรม หมายถึง การออกแบบเครื่องตัดพลาสติก โดยคำนึงถึงหลักการทางด้านเครื่องจักรกล ความแข็งแรง (Strength) ซึ่งจัดว่าเป็นองค์ประกอบหลักในการกำหนดรูปร่างและขนาดของชิ้นส่วน และสิ่งอื่นๆ อีก เช่น ระบบต่างๆ ของเครื่องจักรกล ผลิตภัณฑ์ อุปกรณ์ โครงสร้าง ความปลอดภัย และ ชิ้นส่วนของเครื่องจักรกลต่าง ๆ ที่ประกอบเข้าด้วยกันจะต้องพิจารณาให้ใช้มาตรฐานภายในประเทศ (มอก.) เพื่อให้ใช้งานได้ถึงขีดความสามารถตามที่ออกแบบไว้ โดยการออกแบบคำนึงถึง 3 ด้านดังนี้

1. ด้านวิศวกรรมเครื่องกล
2. ด้านวิศวกรรมอุตสาหกรรม
3. ด้านวิศวกรรมไฟฟ้า

1. วิศวกรรมเครื่องกล หมายถึง การเลือกใช้อุปกรณ์ และระบบกลไกต่าง ๆ ที่นำมาประกอบตัวเครื่องตัดพลาสติก เช่น มอเตอร์ พูเลย์ ไบเลื่อย สายพาน รวมถึงการเลือกใช้วัสดุที่นำมาผลิตโครงสร้างของเครื่องตัดพลาสติก

2. วิศวกรรมอุตสาหการ หมายถึง การออกแบบเครื่องตัดพลาสติก โดยคำนึงถึงความเหมาะสมของต้นทุน ในการผลิต วัสดุที่เลือกนำมาประกอบในตัวเครื่อง ต้องสามารถถอดชิ้นส่วน เพื่อมาซ่อมแซมได้ง่าย และสามารถผลิตได้ในระบบอุตสาหกรรม

3. วิศวกรรมไฟฟ้า หมายถึง การเลือกใช้อุปกรณ์เกี่ยวข้องกับระบบไฟฟ้า ที่นำมาใช้ในการประกอบตัวเครื่องตัดพลาสติก ความปลอดภัยเกี่ยวกับระบบไฟฟ้า การเดินสายไฟ ปุ่มสวิตช์ไฟฟ้า ต้องออกแบบให้ปลอดภัยกับผู้ใช้งาน

1.6.7 ประสิทธิภาพ หมายถึง การออกแบบเครื่องตัดพลาสติก ที่คำนึงถึงหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม และด้านวิศวกรรม โดยผู้เชี่ยวชาญ ทางด้านออกแบบผลิตภัณฑ์ และผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรม ทำการทดสอบ และตรวจสอบ เครื่องตัดพลาสติก ที่มีขั้นตอนการพัฒนาและสร้างขึ้นใหม่แล้ว

1.6.8 ความพึงพอใจในการใช้งาน หมายถึง การสอบถามเพื่อหาความพึงพอใจ ทางด้านการใช้งาน ได้แก่กลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 บริษัท ดังนี้ บริษัท พี. โลโก้ โฆษณา แอนด์คอนสตรัคชั่น จำกัด ห้างหุ้นส่วนจำกัด ธนบุรีแอดเวอร์ไทซิ่ง บริษัท เฮเชิด แอนด์ แอชเชอร์ จำกัด ได้ทดลองใช้เครื่องตัดพลาสติกแบบเดิมกับเครื่องตัดพลาสติกที่พัฒนาขึ้นใหม่ เพื่อเปรียบเทียบความพึงพอใจ ด้านการใช้งานของเครื่องตัดพลาสติก (โดยใช้ทฤษฎีด้านออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของ มนตรี ยอดบางเตย 2538:72-73) ดังนี้

1. หน้าที่ใช้สอย ต้องออกแบบผลิตภัณฑ์ ให้มีหน้าที่ใช้สอยถูกต้องตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ เพื่อสนองความต้องการของผู้อุปโภคและบริโภคน

2. ความปลอดภัย การออกแบบต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้อุปโภค และบริโภคน

3. ความสะดวกสบายในการใช้ ต้องคำนึงถึง สัดส่วนที่เหมาะสมกับการใช้งาน

4. ความสวยงามน่าใช้ ต้องออกแบบให้ผลิตภัณฑ์ มีรูปร่าง ขนาด สี สันสวยงามน่าใช้

5. สามารถซ่อมแซมได้ง่าย ต้องออกแบบให้แก้ไขซ่อมแซมได้ง่าย ไม่ยุ่งยากเมื่อใช้งานแล้วเกิดการชำรุดเสียหาย มีอะไหล่เพื่อสามารถเปลี่ยนใหม่

1.6.9 คุณภาพ หมายถึง การนำแผ่นพลาสติกที่ตัดด้วยเครื่องพัฒนาขึ้นใหม่ ได้ผลผลิตออกมาดี เป็นไปตามแบบ มีความประณีต เรียบร้อย สวยงาม นำไปใช้ผลิตงานป้ายโฆษณา ซึ่งแผ่นพลาสติกที่ตัดด้วยเครื่องต้องเสียหายน้อยที่สุด และเสียค่าใช้จ่ายในการผลิตที่ต่ำที่สุด โดยยอมรับความเสียหายของผลผลิตที่ 2% ถึง 3.3%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6.10 การตรวจสอบคุณภาพ หมายถึง การนำพลาสติกที่มีความหนา 0.2 mm. 0.30 mm. 0.4 mm. ขนาด 900 x 1800 mm. จำนวน 9 แผ่น นำมาตัดด้วยด้วยเครื่องพัฒนาขึ้นใหม่ โดยทุกแผ่น ตัดแบ่งย่อยจำนวน 6 แผ่น ซึ่งมีขนาด A = 20 x 180 cm. B = 70 x 90 cm. C = 40 x 90 cm. D = 30 x 45 cm. E = 20 x 45 cm. F = 10 x 45 cm รวมทุกขนาดที่ตัด 54 แผ่น นำมาตรวจสอบ ตามกรอบแนวคิดของ อุดมวิทย์ กาญจนวงศ์ (2545:66) ตรวจสอบจาก รอยแตกร้าวรอยบิ่น และการโค้งงอของแผ่นพลาสติกโดยผู้ชำนาญการทำการตรวจสอบ

1.6.11 ผู้เชี่ยวชาญประเมินประสิทธิภาพ หมายถึง ผู้ที่มีตำแหน่งเป็นอาจารย์ หรือผู้ทรงคุณวุฒิในเฉพาะด้านออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม และ ด้านวิศวกรรม

1.6.12 ผู้ทรงคุณวุฒิ หมายถึง ผู้ที่มีตำแหน่งเป็นอาจารย์ หรือผู้ทรงคุณวุฒิในเฉพาะด้าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1.6.13 ผู้ชำนาญการ หมายถึง ผู้ที่เป็นหัวหน้างานควบคุมผู้ปฏิบัติงานที่ใช้เครื่องตัดพลาสติก หรือ ผู้ที่มีความรู้เกี่ยวกับพลาสติกอะคริลิก เพื่อใช้ในการผลิตงานป้ายโฆษณา และมีประสบการณ์ในการปฏิบัติงานไม่ต่ำกว่า 5 ปี

1.6.14 วิชาศึกษานานกลางและขนาดย่อม หมายถึง ผู้ประกอบการที่ทำธุรกิจเกี่ยวกับผลิตงานป้ายโฆษณาโดยการจัดตั้งบริษัทภายใต้เงื่อนไขของรัฐบาล การจัดตั้งบริษัทเงินทุนอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม (บอย.) ภายใต้พระราชบัญญัติ พ.ศ. 2534 เพื่อสนับสนุนการจัดตั้งมีทรัพย์สินถาวรไม่เกิน 50 ล้านบาท โดยให้สินเชื่อบริหารและระยะยาว

1.6.15 ป้ายโฆษณา หมายถึง การนำสติ๊กเกอร์ มาติดลงบนแผ่นพลาสติก หรือการพันสติ๊กเกอร์ลงบนแผ่นพลาสติกให้เป็นรูปแบบตามที่ต้องการ หรือเป็นสัญลักษณ์ ที่บ่งบอกถึงสิ่งที่ต้องการให้บุคคลอื่นจดจำ หรือรับรู้ เช่น โลโก้ร้านค้า เพื่อการประชาสัมพันธ์ เพื่อให้บุคคลอื่นได้รับรู้ได้อย่างใดอย่างหนึ่ง โดยการถ่ายทอดลงบนแผ่นพลาสติกตามขนาดที่เหมาะสม

1.6.16 การศึกษาความต้องการของผู้ใช้งาน หมายถึง การสอบถามข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง ผู้ใช้งาน เกี่ยวกับ สภาพการใช้งาน และสิ่งที่ต้องการปรับปรุงจากเครื่องตัดพลาสติกแบบเดิมกับผู้ใช้ งาน เพื่อนำข้อมูลมาปรับปรุงเครื่องตัดพลาสติกที่จะพัฒนาขึ้นใหม่ให้ตอบสนองความต้องการ การใช้งาน

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยในเรื่องนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเพื่อเป็นข้อมูล สำหรับออกแบบและพัฒนาเครื่องตัดพลาสติก โดยทำการศึกษาเรื่องที่เกี่ยวข้องในงานวิจัยดังต่อไปนี้

- 2.1 โครงสร้างวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม
- 2.2 พลาสติก
- 2.3 เครื่องตัดพลาสติก
- 2.4 ระบบมอเตอร์ไฟฟ้า และมอเตอร์ แบบต่าง ๆ
- 2.5 การควบคุมคุณภาพ
- 2.6 วัสดุที่ใช้ในการผลิต
- 2.7 ข้อมูลทัศนคติของมนุษย์ กับงานออกแบบ
- 2.8 จิตวิทยาสีกับการใช้งาน
- 2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 โครงสร้างวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม

##### 2.1.1 วิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม

วิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม เป็นวิสาหกิจที่มีความเหมาะสม มีความคล่องตัวในการปรับสภาพให้เข้ากับสถานการณ์ทั่วไปของประเทศอีกทั้งยังเป็นวิสาหกิจที่ใช้เงินทุน ในจำนวนที่ต่ำกว่าวิสาหกิจขนาดใหญ่ และยังช่วยรองรับแรงงานจากภาคเกษตรกรรม เมื่อหมดฤดูกาลเพาะปลูก รวมถึงเป็นแหล่งที่สามารถรองรับแรงงานที่เข้ามาใหม่เป็นการป้องกันการอพยพของแรงงานเข้ามาทำงานทำในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑล ซึ่งช่วยกระจายการกระจุกตัวของโรงงานกิจการวิสาหกิจ ในเขตกรุงเทพฯ และ ปริมณฑล ไปสู่ภูมิภาค ก่อให้เกิดการพัฒนาความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจทั้งในส่วนภูมิภาคและของประเทศ วิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม หรือแปลเป็นภาษาอังกฤษว่า SMEs ย่อมาจาก Small and Medium Enterprises สำหรับความหมายของวิสาหกิจ (Enterprises) ครอบคลุมกิจการ 3 กลุ่มใหญ่ ๆ ได้แก่

1. กิจการการผลิต (Production Sector) ครอบคลุมการผลิตในภาคเกษตรกรรม (Agricultural Processing) ภาคอุตสาหกรรม (Manufacturing) และเหมืองแร่ (Mining)

2. กิจการการค้า (Trading Sector) ครอบคลุมการค้าส่ง (Wholesale) และการค้า

ปลีก (Retail)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3. กิจการบริการ (Service Sector)

ส่วนลักษณะขนาดของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม กำหนดจากมูลค่าชั้นสูงของสินทรัพย์ถาวร สำหรับกิจการแต่ละประเภท ดังนี้

ตารางที่ 2.1 การกำหนดมูลค่าของสินทรัพย์แต่ละประเภท

	ขนาดกลาง	ขนาดย่อม
1. กิจการการผลิต	ไม่เกิน 200 ล้านบาท	ไม่เกิน 50 ล้านบาท
2. กิจการบริการ	ไม่เกิน 200 ล้านบาท	ไม่เกิน 50 ล้านบาท
3. กิจการการค้า		
- ค้าส่ง	ไม่เกิน 100 ล้านบาท	ไม่เกิน 50 ล้านบาท
- ค้าปลีก	ไม่เกิน 60 ล้านบาท	ไม่เกิน 30 ล้านบาท

ส่วนลักษณะขนาดของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม กำหนดจากจำนวนการจ้างงาน สำหรับกิจการแต่ละประเภท ดังนี้

ตารางที่ 2.2 การกำหนดจำนวนการจ้างงาน

	ขนาดกลาง	ขนาดย่อม
1. กิจการการผลิต	ไม่เกิน 200 คน	ไม่เกิน 50 คน
2. กิจการบริการ	ไม่เกิน 200 คน	ไม่เกิน 50 คน
3. กิจการการค้า		
- ค้าส่ง	ไม่เกิน 50 คน	ไม่เกิน 25 คน
- ค้าปลีก	ไม่เกิน 30 คน	ไม่เกิน 15 คน

#### 2.1.2 ความสำคัญของ SMEs ต่อระบบเศรษฐกิจ

จากการรายงานของธนาคารกรุงเทพ ระบุว่าในปี 2541 วิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (Small and Medium Enterprises : SMEs) ซึ่งประกอบด้วย กิจการการผลิต การค้า และธุรกิจบริการ มีจำนวนรวมทั้งสิ้น 311,518 ราย คิดเป็นสัดส่วน 92 % ของวิสาหกิจทั้งหมดในประเทศในจำนวนนี้เป็นวิสาหกิจประเภทการค้า (ค้าส่ง ค้าปลีก ภัตตาคารและ โรงแรม) มากที่สุด 134,171 ราย คิดเป็น 43 % รองลงมาเป็นภาคการผลิต จำนวน 90,122 ราย คิดเป็น 82.9 % และการบริการ จำนวน 87,225

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ราย คิดเป็น 28.7 %

กล่าวโดยสรุป SMEs มีความสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจ คือ

1. ช่วยการสร้างงาน
2. สร้างมูลค่าเพิ่ม
3. สร้างเงินตราต่างประเทศ
4. ช่วยประหยัดเงินตราต่างประเทศ โดยการผลิตเพื่อทดแทนการนำเข้าจากต่างประเทศ
5. เป็นจุดเริ่มต้นในการลงทุน และสร้างเสริมประสบการณ์
6. ช่วยเชื่อมโยงกับกิจกรรมขนาดใหญ่ และภาคการผลิตอื่น ๆ เช่น ภาคเกษตรกรรม
7. เป็นแหล่งพัฒนาทักษะฝีมือ

### 2.1.3 ปัญหาและข้อจำกัดของ SMEs ในภาพรวม

1. ปัญหาด้านการตลาด SMEs ส่วนใหญ่มักตอบสนองความต้องการของตลาดในท้องถิ่น หรือตลาดภายในประเทศ ซึ่งยังขาดความรู้ความสามารถในด้านการตลาดในวงกว้าง โดยเฉพาะตลาดต่างประเทศ ขณะเดียวกันความสะดวกรวดเร็วในการคมนาคมขนส่งตลอดจนการเปิดเสรีทางการค้า ทำให้วิสาหกิจขนาดใหญ่ รวมทั้งสินค้าจากต่างประเทศเข้ามาแข่งขันกับสินค้าในท้องถิ่นหรือในประเทศที่ผลิตโดยกลุ่มวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมมากขึ้น

2. ขาดแคลนเงินทุน SMEs มักประสบปัญหาการขอกู้เงินจากสถาบันการเงิน เพื่อมาลงทุนหรือขยายการลงทุนหรือเป็นเงินทุนหมุนเวียน ทั้งนี้เนื่องจากไม่มีการทำบัญชีอย่างเป็นระบบและขาดหลักทรัพย์ค้ำประกันเงินกู้ทำให้ต้องพึ่งพาเงินกู้นอกระบบ และต้องจ่ายดอกเบี้ยในอัตราที่สูง

3. ปัญหาด้านแรงงาน แรงงานที่ทำงานใน SMEs จะมีปัญหาการเข้าออกสูง กล่าวคือ เมื่อมีฝีมือและมีความชำนาญมากขึ้นก็จะย้ายออกไปทำงานในโรงงานขนาดใหญ่ที่มีระบบและผลตอบแทนที่ดีกว่า จึงทำให้คุณภาพของแรงงานไม่สม่ำเสมอการพัฒนาไม่ต่อเนื่องส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการผลิตและคุณภาพสินค้า

4. ปัญหาข้อจำกัดด้านเทคโนโลยีการผลิต โดยทั่วไป SMEs มักใช้เทคนิคการผลิตไม่ซับซ้อนเนื่องจากการลงทุนต่ำและผู้ประกอบการ/พนักงานขาดความรู้พื้นฐานที่รองรับเทคนิควิชาที่ทันสมัยจึงทำให้ขาดการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ตลอดจนการพัฒนาคุณภาพมาตรฐานที่ดี

5. ข้อจำกัดด้านการจัดการ SMEs มักขาดความรู้ในการจัดการหรือการบริหารที่มีระบบใช้ประสบการณ์จากการเรียนรู้ โดยเรียนถูกเรียนผิดเป็นหลักอาศัยบุคคลในครอบครัวหรือญาติพี่น้องมาช่วยงานการบริหารภายในลักษณะนี้แม้จะมีข้อดีในเรื่องการดูแลที่ทั่วถึง (หากธุรกิจไม่ใหญ่นัก) แต่เมื่อกิจการเริ่มขยายตัวหากไม่ปรับปรุงการบริหารจัดการให้มีระบบก็จะเกิดปัญหาเกิด

## ขึ้นได้

6. ปัญหาการเข้าถึงบริการการส่งเสริมของรัฐ SMEs จำนวนมากเป็นการจัดตั้งกิจการที่มีรูปแบบไม่เป็นทางการ เช่น ผลิตตามบ้านผลิตในลักษณะโรงงานห้องแถวไม่มีการจดทะเบียนโรงงาน ทะเบียนพาณิชย์ หรือทะเบียนการค้าตั้งนั้นกิจการโรงงานเหล่านี้ จึงค่อนข้างปิดตัวเองในการเข้ามาใช้บริการของรัฐ เนื่องจากปฏิบัติไม่ค่อยถูกต้องเกี่ยวกับการเสียภาษี การรักษาสภาพสิ่งแวดล้อม หรือรักษาความปลอดภัยที่กำหนดตามกฎหมาย นอกจากนี้ในเรื่องการส่งเสริมการลงทุนก็เช่นเดียวกัน แม้ว่ารัฐจะได้ลดเงื่อนไขขนาดเงินทุนและการจ้างงาน เพื่อจูงใจให้ SMEs เพียง 8.1 % เท่านั้นที่มีโอกาสได้รับการส่งเสริมการลงทุนจากรัฐ

7. ปัญหาข้อจำกัดด้านบริการส่งเสริมพัฒนาขององค์การภาครัฐและเอกชน การส่งเสริมพัฒนา SMEs ที่ผ่านมาได้ดำเนินการ โดยหน่วยงานของรัฐและเอกชนที่เกี่ยวข้อง เช่น กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุนบริษัทเงินทุนอุตสาหกรรมขนาดย่อมบริษัทเงินทุนอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย หอการค้าไทย สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย ตลอดจนสมาคมการค้าและอุตสาหกรรมต่าง ๆ อย่างไม่รู้จบ เนื่องจากอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อมมีจำนวนมากและกระจายอยู่ทั่วประเทศ ประกอบกับข้อจำกัดของหน่วยงานดังกล่าว เช่น ในเรื่องบุคลากร งบประมาณ จำนวนสำนักงานสาขาภูมิภาคการให้บริการส่งเสริมสนับสนุนด้านต่าง ๆ จึงไม่อาจสนองตอบได้ทั่วถึงและเพียงพอ

8. ปัญหาข้อจำกัดในการรับรู้ข่าวสารข้อมูล เนื่องจากปัญหาและข้อจำกัดต่าง ๆ ข้างต้น SMEs โดยทั่วไปจึงค่อนข้างมีจุดอ่อนในการรับรู้ข่าวสารด้านต่าง ๆ เช่น นโยบายและมาตรการของรัฐ ข้อมูลข่าวสารด้านการตลาด ฯลฯ (วิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม. 2548) [Internet]

### 2.1.4 ผลกระทบต่อ SMEs

จากวิกฤตการณ์ทางเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นตั้งแต่กลางปี 2540 ซึ่งเริ่มจากสถาบันการเงินก่อน จะลุกลามไปสู่ธุรกิจเกือบทุกสาขาทั้งกิจการขนาดใหญ่และขนาดเล็กล้วนได้รับผลกระทบจากเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นด้วยกันทั้งสิ้น วิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (SMEs) โดยเฉพาะภาคอุตสาหกรรมซึ่งเป็นภาคการผลิตที่แท้จริงก็ได้รับผลกระทบจากเศรษฐกิจเช่นเดียวกัน กลุ่ม SMEs ล้วนประสบปัญหาขาดสภาพคล่องจากภาวะเศรษฐกิจตกต่ำทำให้อำนาจซื้อการบริโภคของประชาชนลดน้อยลงเป็นผลให้กิจการ SMEs ต้องชะลอหรือลดการผลิต การจำหน่ายหรือถึงขั้นปิดกิจการไปในที่สุด โดยกลุ่มที่ได้รับผลกระทบมากที่สุดคือ กลุ่ม SMEs ที่เป็นการรับช่วงการผลิตจากกลุ่มอุตสาหกรรมสนับสนุน ซึ่งเป็นอุตสาหกรรมขนาดกลางที่ใช้เทคโนโลยีที่พึ่งพาจากต่างประเทศ เช่น อุตสาหกรรมรถยนต์ เป็นต้น ส่วนกลุ่ม SMEs ที่พึ่งพาตนเองได้และมักจะใช้ภูมิปัญญาไทยเป็นพื้นฐานมาจากครอบครัวจะสามารถดำรงธุรกิจอยู่ได้ เนื่องจากกลุ่มนี้จะไม่มีความคล่องตัวในเรื่องการจัดการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทคนิคการผลิต การจำหน่าย ซึ่งมักจะมีปัญหาในการปรับตัว เพื่อรับมือกับภาวะวิกฤติ เศรษฐกิจได้ดีกว่า กลุ่ม SMEs ที่รับช่วงการผลิตจากบริษัทอุตสาหกรรมขนาดใหญ่และขนาดกลาง แต่อย่างไรก็ตามกลุ่ม SMEs โดยทั่วไปก็ยังได้รับผลกระทบจากอำนาจซื้อและการบริโภคที่น้อยลง ของประชาชน และมีปัญหาคือสภาพคล่องทางการเงิน ที่กระจายไปทั่วระบบเศรษฐกิจ หากภาครัฐ ไม่ยื่นมือเข้าไปช่วยเหลือ ผู้ประกอบการ SMEs เหล่านี้ก็จะทยอยปิดกิจการไปเรื่อย ๆ กระทั่งกลายเป็นปัญหาเรื้อรังทางเศรษฐกิจและส่งผลกระทบต่อปัญหาสังคมในที่สุด

### 2.1.5 ส่งเสริม SMEs กู้เศรษฐกิจชาติ

การพลิกฟื้นเศรษฐกิจของประเทศไทย รวมทั้งแนวทางการพัฒนาต่อไปในอนาคต ควรจะให้ความสำคัญกับ SMEs มากยิ่งขึ้น ซึ่งไม่ได้หมายความว่า กิจการขนาดใหญ่จะไม่ให้การสนับสนุนอีกต่อไป แต่ต้องปรับเปลี่ยนกระบวนการส่งเสริมกิจการให้มีความเชื่อมโยงกันมากขึ้น โดยสร้างความแข็งแกร่งให้ SMEs ซึ่งส่วนใหญ่ยังมีจุดอ่อนโดยการให้ความช่วยเหลือหรือสนับสนุนด้านต่าง ๆ อย่างเป็นระบบและให้เกิดความต่อเนื่องเนื่องจากหากกลุ่มผู้ประกอบการ SMEs มีความแข็งแกร่งสามารถยืนหยัดและแข่งขันกับสินค้าต่างประเทศได้ก็จะกลายเป็นรากฐานสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศไทยต่อไป โดยแนวทางการดำเนินงานเพื่อพัฒนา SMEs อย่างชัดเจนในภาพรวม ดังนี้

1. เพื่อบรรเทาปัญหาของ SMEs ที่กำลังประสบอยู่ในปัจจุบัน และช่วยพยุงกลุ่ม SMEs ให้ดำรงอยู่รอดพ้นจากวิกฤติเศรษฐกิจมีแนวทางดำเนินการ คือ

#### 1.1 ปรับปรุงเพิ่มเติม เสริมแต่งในจุดที่ SMEs มีปัญหา

- เทคโนโลยีการผลิตและการบริหาร
- การตลาด
- การเข้าถึงแหล่งเงินทุน
- การพัฒนาบุคลากร
- การเข้าถึงแหล่งข้อมูล

#### 1.2 สร้างเครือข่ายการปฏิบัติงานของหน่วยงานปฏิบัติการ

#### 1.3 สร้างเครือข่ายการปฏิบัติงานของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ให้สนับสนุนซึ่งกัน

และกัน

- องค์กรภาครัฐ เอกชน ทั้งส่วนกลางและภูมิภาค
- สถาบันอิสระเฉพาะทาง
- สถาบันการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. พัฒนา SMEs ที่ดำเนินการอยู่แล้วให้ขยายตัวเจริญเติบโต และสามารถแข่งขันได้ทั้งในระดับประเทศและระดับโลกโดยมีความสามารถเทียบได้กับวิสาหกิจ SMEs ต่างชาติ และสามารถออกไปแข่งขันในต่างประเทศ มีแนวทางดำเนินการคือ

### 2.1 เน้นความเข้มข้นการพัฒนาไปสู่มาตรฐานสากล

- มาตรฐานคุณภาพสินค้า
- ความรวดเร็วในการส่งมอบสินค้า และการให้บริการ
- มาตรฐานระบบการบริหารการผลิต เช่น ISO 9000 หรือ ISO 14000
- มาตรฐานสุขอนามัย
- การป้องกันสิ่งแวดล้อมและธรรมชาติ
- การคุ้มครองแรงงาน และสิทธิมนุษยชน

2.2 เน้นกลไกการสนับสนุนเงินทุน การร่วมทุน (Venture Capital) และการระดมทุนในตลาดหลักทรัพย์สำหรับSMEs

- เพื่อปรับปรุงผลผลิต (Productivity)
- เพื่อปรับปรุงเทคโนโลยีการผลิตและนวัตกรรม
- เพื่อปรับปรุงระบบการจำหน่ายและบริการให้รวดเร็ว
- เพื่อขยายกิจการ

3. สร้าง SMEs ที่มีอนาคต มีนวัตกรรม หรือเป็นกลุ่ม SMEs ด้านนโยบายการพัฒนาให้เกิดขึ้น และเติบโตอย่างยั่งยืนมีแนวทางดำเนินการคือ

### 3.1 เน้นในเรื่องข้อมูลข่าวสารการลงทุนสาขาที่มีศักยภาพ

### 3.2 เน้นกลไกการส่งเสริมอย่างใกล้ชิดและครบวงจรในลักษณะการบ่มเพาะ

(Incubation) เน้นกลไกสินเชื่อเพื่อการเริ่มต้นกิจการ (Star-up Loans)

### 3.3 เน้นกลุ่มเป้าหมายด้านนโยบาย เช่น

- กลุ่มผู้มีความรู้และประสบการณ์การทำงาน
- กลุ่มผู้จบการศึกษาใหม่ที่มีความสามารถเชิงนวัตกรรม
- กลุ่มราษฎร หรือราษฎรอิสระ ที่จะจัดตั้งหน่วยผลิต หรือธุรกิจชุมชน

(วิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม. 2548) [Internet]

เนื่องจากวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมมีบทบาทสำคัญในการจ้างงาน และเป็นแหล่งรายได้ของประชาชน รัฐบาลจึงได้ดำเนินมาตรการสนับสนุนวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมมาอย่างต่อเนื่อง อาทิเช่น การดำเนินมาตรการการเงินเร่งด่วนเพื่อสนับสนุนวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมในวงเงิน 35,500 ล้านบาทในปี 2542 ผ่านช่องทางของสถาบันการเงินเฉพาะกิจและธนาคารแห่งประเทศไทย และการดำเนินการจัดตั้งตลาดหลักทรัพย์ใหม่สำหรับวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมอย่างไรก็ดี เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการให้การสนับสนุนทางการเงินแก่วิสาหกิจตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์อื่นใดโดยไม่ได้รับอนุญาตถือว่าผิดกฎหมาย

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กล่าวในระยะยาวคณะรัฐมนตรีจึงมีมติให้มีการปรับปรุงโครงสร้างทางการเงินและประสิทธิภาพในการดำเนินงานของสถาบันการเงินเฉพาะกิจที่เกี่ยวข้อง 2 แห่ง คือ บริษัทประกันสินเชื่ออุตสาหกรรมขนาดย่อม และบริษัทเงินทุนอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม รวมทั้งสนับสนุนการจัดตั้งศูนย์ให้คำปรึกษาทางการเงินสำหรับวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมด้วย โดยสรุปสาระสำคัญได้ ดังนี้

### 2.1.6 การปรับปรุงระบบและเพิ่มศักยภาพการค้ำประกันสินเชื่อ

สำหรับวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมเนื่องจากปัญหาสำคัญของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมในการขอสินเชื่อจากสถาบันการเงิน คือ มีหลักทรัพย์ค้ำประกันไม่เพียงพอ จึงได้มีการดำเนินการเพื่อหาทางแก้ไขปัญหาดังกล่าวด้วยการจัดตั้งบริษัทประกันสินเชื่ออุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม (บสย.) ภายใต้พระราชบัญญัติบริษัทประกันสินเชื่ออุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม พ.ศ. 2534 โดย บสย. จะให้บริการค้ำประกันสินเชื่อส่วนที่ขาดหลักประกัน บสย. มีทุนประเดิม 400 ล้านบาท โดยกระทรวงการคลังถือหุ้นร้อยละ 25 และมีผู้ถือหุ้นอื่นที่สำคัญ ได้แก่ ธนาคารออมสิน บริษัทเงินทุนอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย และสมาชิกสมาคมธนาคารไทยในช่วงวิกฤตเศรษฐกิจที่ผ่านมา วิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมต้องการเงินทุนเป็นจำนวนมาก แต่ประสบกับข้อจำกัดในการให้บริการของ บสย. โดยเฉพาะในเรื่องของขอบเขตการให้บริการค้ำประกัน ค่าธรรมเนียมการค้ำประกัน และวิธีการจ่ายเงินชดเชยการค้ำประกันให้แก่สถาบันการเงิน คณะรัฐมนตรีจึงมีมติให้มีการปรับปรุงขอบเขตการดำเนินงาน ประสิทธิภาพ และเสริมสร้างความแข็งแกร่งในการดำเนินงานของ บสย. อย่างเป็นระบบ โดยสรุปดังนี้

1. เพิ่มทุนให้ บสย. จำนวน 4,000 ล้านบาท ในปี 2542 และอีก 4,000 ล้านบาทในปี 2546 ทั้งนี้ การเพิ่มทุนข้างต้นจะช่วยให้ บริษัทประกันสินเชื่ออุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม สามารถปรับปรุงรูปแบบการค้ำประกันใหม่ มีความมั่นคงทางการเงินและสามารถขยายบริการการค้ำประกันได้ถึงประมาณร้อยละ 2 ของสินเชื่อสำหรับวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดกลางและขนาดย่อมรวมทั้งระบบในปี 2551 ทั้งนี้จะมีการทบทวนผลการดำเนินงานของ บริษัทประกันสินเชื่ออุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม ก่อนที่จะเพิ่มทุนในรอบสอง และหากมีการขยายแผนการดำเนินงานสำหรับภายหลังปี 2551 จะมีการพิจารณาความต้องการเพิ่มทุนของ บริษัทประกันสินเชื่ออุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม ต่อไป

2. ขยายขอบเขตการให้บริการของ บสย. โดยขยายขอบเขตการให้บริการจากที่ครอบคลุมวิสาหกิจที่มีมูลค่าสินทรัพย์ถาวรรวมที่ดินไม่เกิน 50 ล้านบาท เป็นไม่เกิน 100 ล้านบาท และขยายวงเงินค้ำประกันจากปัจจุบันไม่เกิน 10 ล้านบาท เป็นไม่เกิน 20 ล้านบาท โดยให้บริการแก่สถาบันการเงินที่ไม่ได้เป็นผู้ถือหุ้นของ บริษัทประกันสินเชื่ออุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ปรับปรุงระบบการค้ำประกันให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นและให้มีต้นทุนทั้งใน ส่วนของ บริษัทประกันสินเชื่ออุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม เองและผู้ใช้บริการต่ำลง โดยเน้นการพัฒนาในระบบภายใน บริษัทประกันสินเชื่ออุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม. ให้ มีประสิทธิภาพในการประเมินความเสี่ยงของลูกค้า รวมทั้งการนำระบบการประเมินความเสี่ยงที่ รวดเร็วมาใช้สำหรับโครงการขนาดเล็ก และเพิ่มความสามารถในการประเมินสินเชื่อโดยอาศัยทั้ง ข้อมูลที่ได้รับจากสถาบันการเงินและจากการหาข้อมูลโดยตรง จากลูกค้าเองด้วย นอกจากนี้ จะแต่งตั้งคณะกรรมการอนุมัติการค้ำประกันสินเชื่อและคณะกรรมการตรวจสอบภายใน เพื่อให้การดำเนินงานของ บริษัทประกันสินเชื่ออุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม มีความโปร่งใสและมีประ สิทธิภาพสูงสุด

4. พิจารณาลดอัตราค่าธรรมเนียมค้ำประกันลงจากร้อยละ 2.00-2.75 ในปัจจุบัน หลงเหลือประมาณร้อยละ 1.75 ของวงเงินค้ำประกันในระยะแรก และจะมีการปรับปรุงค่าธรรมเนียม ที่เหมาะสมในระยะต่อไป โดยจะคำนึงถึงคุณภาพของลูกค้าและคุณภาพการคัดเลือกลูกค้าของ สถาบันการเงินที่ใช้บริการ

5. กำหนดแผนการขยายเครือข่ายที่ชัดเจน โดยจะมีการตั้งศูนย์ภาค 4 แห่ง ภายในปี 2543 และจะปรับปรุงผู้บริหารและบุคลากรให้มีขีดความสามารถในการบริหารจัดการมากยิ่งขึ้น

6. ปรับปรุงเกณฑ์การชดเชยความเสียหายให้รวดเร็วขึ้นจากในปัจจุบัน ซึ่งจะจ่ายเมื่อคดีถึง ที่สุด และมีการบังคับคดียึดอายัดทรัพย์สินที่เป็นหลักประกันครบถ้วนแล้ว เป็นจ่ายเมื่อมีการฟ้อง ร้องดำเนินคดีระหว่างสถาบันการเงินกับผู้กู้ปรับปรุง บริษัทประกันสินเชื่อ อุตสาหกรรม ขนาดกลางและขนาดย่อม ข้างต้นจะทำให้ระบบการค้ำประกันสินเชื่อให้แก่วิสาหกิจขนาดกลาง และขนาดย่อมของ บริษัทประกันสินเชื่ออุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม มีประสิทธิภาพ มากยิ่งขึ้น และจงใจให้สถาบันการเงินและวิสาหกิจที่มีศักยภาพสูงมาใช้บริการเพิ่มขึ้น ส่วน วิสาหกิจเหล่านี้จะสามารถขอสินเชื่อเพื่อการลงทุนหรือขยายกิจการต่อไปได้ และเป็นกำลังสำคัญ ในการพัฒนาเศรษฐกิจต่อไป

### 2.1.7 การปรับโครงสร้างและเพิ่มศักยภาพของบรรษัทเงินทุน

อุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม รัฐบาลได้จัดตั้งบรรษัทเงินทุนอุตสาหกรรม ขนาดย่อม (บอย.) ภายใต้พระราชบัญญัติบรรษัทเงินทุนอุตสาหกรรมขนาดย่อม พ.ศ. 2534 เพื่อ สนับสนุนการจัดตั้ง และขยาย ปรับปรุงกิจการของอุตสาหกรรมขนาดย่อมและธุรกิจส่งออก ซึ่งมี ทรัพย์สินถาวรไม่เกิน 50 ล้านบาท โดยให้สินเชื่อระยะสั้นและระยะยาว รวมทั้งการค้ำประกัน การ ออวัลต์ตัวสัญญาใช้เงินและการรับรองตัวสัญญาใช้เงิน บอย. มีทุนจดทะเบียน 300 ล้านบาท โดย กระทรวงการคลังถือหุ้นร้อยละ 25 และมีผู้ถือหุ้นอื่นประกอบด้วย ธนาคารออมสิน สมาชิกสมาคม

บริษัทเงินทุนหลักทรัพย์ สำนักงานทรัพย์สิน ส่วนพระมหากษัตริย์ บริษัทเงินทุนอุตสาหกรรม แห่งประเทศไทย และ สมาชิกสมาคมธนาคารไทย

รัฐบาลมีนโยบายให้ บริษัทเงินทุนอุตสาหกรรมขนาดย่อม ขยายการสนับสนุนทางการเงิน แก่วิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมให้กว้างขวางยิ่งขึ้น แต่เนื่องจาก บริษัทเงินทุนอุตสาหกรรม ขนาดย่อม ขาดศักยภาพที่เพียงพอในการปล่อยสินเชื่อให้แก่วิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม โดยเฉพาะอย่างยิ่งขาดประสิทธิภาพในการดำเนินงาน และมีข้อจำกัดด้านกฎหมาย คณะรัฐมนตรีจึงมี มติให้มีการปรับปรุงขอบเขตการดำเนินงาน และประสิทธิภาพของ บริษัทเงินทุนอุตสาหกรรม ขนาดย่อม อย่างเป็นระบบ สรุปได้ดังนี้

1. เพิ่มทุนให้ บอย. จำนวน 2,500 ล้านบาท ในปี 2542 และจำนวน 5,000 ล้านบาท ในปี 2546 ทั้งนี้ เพื่อให้ บอย. เพิ่มสัดส่วนการปล่อยสินเชื่อได้เป็นร้อยละ 2 ของสินเชื่อสำหรับวิสาหกิจ ขนาดกลางและขนาดย่อมรวมทั้งระบบภายในปี 2551 ทั้งนี้ จะมีการทบทวนผลการดำเนินงานของ บอย. ก่อนการเพิ่มทุนรอบสอง และหากมีการขยายแผนการดำเนินงานสำหรับภายหลังปี 2551 จะมีการพิจารณาความต้องการเพิ่มทุนของ บอย. ต่อไป

2. ขยายกลุ่มเป้าหมายและการให้บริการของ บอย. โดยให้ครอบคลุมวิสาหกิจขนาดกลาง และขนาดย่อมที่มีทรัพย์สินถาวรรวมมูลค่าที่ดินจากไม่เกิน 50 ล้านบาท เป็นไม่เกิน 100 ล้านบาท และขยายวงเงินปล่อยกู้จากรายละไม่เกิน 25 ล้านบาท เป็นรายละ ไม่เกิน 50 ล้านบาท

3. ปรับปรุงกระบวนการปล่อยสินเชื่อและติดตามผลการดำเนินงาน เพื่อให้ได้สินเชื่อที่มี คุณภาพดีและไม่กลายเป็นหนี้เสียในระยะต่อไป และพัฒนารูปแบบการปล่อยสินเชื่อจากการให้กู้ โดยตรงเพียงอย่างเดียว เป็นให้กู้ผ่านตัวแทน (Agency loan) ด้วย

4. ปรับปรุงโครงสร้างการบริหารงานของ บริษัทเงินทุนอุตสาหกรรมขนาดย่อม และผู้บริหาร รวมทั้งบุคลากรให้มีขีดความสามารถในการบริหารจัดการมากยิ่งขึ้น

5. สร้างเครือข่ายในการให้บริการให้ครอบคลุมพื้นที่ต่างๆทั่วประเทศ โดยในขั้นต้นจะเปิด สาขาให้ครบ 6 แห่ง ภายในปี 2542 และจะเพิ่มให้ครบ 11 แห่ง ในระยะต่อไป

6. จัดให้มีบริการให้คำปรึกษาแก่ลูกค้าซึ่งจะช่วยให้ลูกค้าสามารถปรับปรุงการดำเนินการ และจัดการด้านการเงินได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยจัดตั้งหน่วยงานด้านการบริการให้คำปรึกษาใน ระยะแรก และพัฒนาหน่วยงานดังกล่าวเป็นศูนย์แนะนำการลงทุนและการประกอบการ

7. พิจารณาจัดตั้งหน่วยร่วมลงทุนกับลูกค้าเป้าหมายเพื่อเป็นเครื่องมือเสริม ในการ เข้าไปช่วยเหลือแก่ลูกค้า การปรับปรุง บริษัทเงินทุนอุตสาหกรรมขนาดย่อม ดังกล่าวข้างต้น คาดว่าจะช่วยให้ บริษัทเงินทุนอุตสาหกรรมขนาดย่อม เป็นสถาบันการเงินที่มีบทบาทสำคัญในการให้ ความช่วยเหลือด้านการเงินและบริการให้คำปรึกษาด้านการพัฒนาธุรกิจและระบบการบริหาร จัดการแก่วิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมที่มีศักยภาพให้มีความแข็งแกร่งและสามารถขยายกิจการ และ ไม่ก่อให้เกิดปัญหาหนี้ไม่ก่อให้เกิดรายได้เช่นในปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.1.8 การสนับสนุนการจัดตั้งศูนย์ให้คำปรึกษาทางการเงิน

สำหรับวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม เนื่องจากวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม ในปัจจุบันประสบปัญหาในด้านการเงินที่สำคัญ หลายประการ เช่น ปัญหาด้านการหาแหล่งเงินทุน เพื่อขยายกิจการและลงทุนในโครงการใหม่ การขาดความชำนาญในการบริหารการเงินและจัดทำบัญชี และการปรับปรุงโครงสร้างหนี้ ดังนั้น เพื่อเป็นการช่วยเหลือวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมในการแก้ไขปัญหาข้างต้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านการปรับปรุงโครงสร้างหนี้ จึงเห็นควรสนับสนุนสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย และหอการค้าไทยในการจัดตั้งศูนย์ให้คำปรึกษาทางการเงินสำหรับวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมขึ้น โดยสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย และหอการค้าไทย เป็นผู้ดำเนินการจัดตั้ง โดยมีคณะกรรมการนโยบาย และคณะกรรมการบริหารซึ่ง คณะรัฐมนตรีแต่งตั้ง เป็นผู้กำกับดูแลด้านนโยบายและบริหารศูนย์ต่อไป

ศูนย์ดังกล่าวจะทำหน้าที่ให้คำแนะนำการดำเนินงานธุรกิจ โดยเฉพาะเรื่องการเงินให้แก่วิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม รวมทั้งรวบรวมข้อมูลในเรื่องฐานะการเงินของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมเพื่อประกอบการจัดทำนโยบายที่เกี่ยวข้องทั้งในระดับพื้นที่และระดับประเทศ และทำหน้าที่ประสานงานกับสถาบันการเงินเพื่อช่วยในการปรับปรุงด้านการเงิน โดยจะใช้มหาวิทยาลัยเป็นศูนย์กลางและใช้หอการค้าจังหวัดหรือสภาอุตสาหกรรมจังหวัดเป็นศูนย์กลางจังหวัด การดำเนินงานของศูนย์มีการกำหนดระยะเวลาไว้ 2 ปี ซึ่งคาดว่าจะเริ่มดำเนินการได้ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2542 เป็นต้นไป เพื่อสนับสนุนการดำเนินการของศูนย์ข้างต้น คณะรัฐมนตรีจึงมีมติให้กระทรวงการคลังจัดสรรเงินอุดหนุนเพื่อเป็นค่าใช้จ่ายของศูนย์ฯ ภายในวงเงินไม่เกิน 100 ล้านบาท จากมาตรการ 4 ด้านที่เสนอข้างต้นรัฐบาลเชื่อว่าผลของมาตรการดังกล่าวจะช่วยส่งเสริมและสนับสนุนการลงทุนของภาคเอกชนสนับสนุนการปรับโครงสร้างของระบบเศรษฐกิจและมีส่วนสำคัญในการส่งเสริมให้เศรษฐกิจไทยฟื้นตัวได้อย่างต่อเนื่องและยั่งยืนแม้ว่าการดำเนินการตามมาตรการข้างต้นจะส่งผลให้ภาครัฐสูญเสียรายได้ไปบ้างในระยะแรกแต่เมื่อเศรษฐกิจฟื้นตัวโดยมีการขยายตัวทั้งในด้านการลงทุนการบริโภคการนำเข้าและส่งออกแล้วก็เชื่อว่าจะทำให้รัฐบาลมีรายได้ภาษีอากรเพิ่มขึ้นชดเชยการสูญเสียรายได้ที่เกิดขึ้นในระยะแรก (กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. 2547) [Internet]

## 2.2 พลาสติก

### 2.2.1 ประวัติพลาสติก

กรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกที่เป็นอุตสาหกรรมใหญ่นั้นมีขึ้นเมื่อไม่นานมานี้เอง จากการค้นพบยางแข็ง (Hard Rubber) โดยชาร์ล กู๊ดเยียร์ ในปี ค.ศ. 1839 และมีการพัฒนาเซลลูโลยด์โดย J.W hyatt ประมาณ ค.ศ. 1869 ระยะเวลาที่เองก็เริ่มต้นการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกเป็นเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุตสาหกรรม แต่การพัฒนาผลิตภัณฑ์ในช่วงนี้ยังไม่เจริญก้าวหน้านัก จนกระทั่งปี ค.ศ. 1909 ได้มีการค้นพบวัสดุใหม่ที่สำคัญมากจวบจนถึงปัจจุบันนี้คือ ฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์เรซิน โดย L.H. Backeland และผู้ร่วมงาน ตั้งแต่นั้นมาก็มีการวิจัยมากมายเกี่ยวกับการสังเคราะห์วัสดุชนิดใหม่ ๆ ขึ้น ซึ่งมีคุณสมบัติทางกายภาพที่แตกต่างกัน

### 2.2.1.1 ความหมายคำว่า พลาสติก

ความหมายคำว่าพลาสติกนั้นได้มีผู้ให้ความหมายหลายแง่ด้วยกัน โดยทั่วไปคำว่าพลาสติก หมายถึง วัสดุต่างๆ ที่สามารถขึ้นรูปได้โดยใช้แบบแม่พิมพ์ ในปัจจุบันนี้หมายความรวมถึงกลุ่มการสังเคราะห์วัสดุอินทรีย์ให้กลายเป็นพลาสติก โดยการใช้ความร้อนและความสามารถทำให้มีรูปร่างภายใต้ความกดดัน พลาสติกเหล่านี้ได้มาใช้แทนแก้ว ไม้ และโลหะในการผลิตผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้แล้วพลาสติกสามารถใช้เคลือบและทำเป็นเส้นใยในการประสานงานให้ติดกันได้อย่างดี

พลาสติกคือ สารสังเคราะห์ที่มนุษย์คิดขึ้นมาประกอบด้วยธาตุที่สำคัญได้แก่ ธาตุคาร์บอน ออกซิเจน ไฮโดรเจน ไนโตรเจน คลอรีน สารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์ เป็นต้น อัตราส่วนมากน้อยขึ้นอยู่กับชนิดและประเภทของพลาสติก

สมาคมวิศวกรพลาสติกและสมาคมอุตสาหกรรมพลาสติก ประเทศสหรัฐอเมริกาได้ให้คำจำกัดความของพลาสติกดังนี้ พลาสติก คือวัสดุประกอบด้วยสารหลายอย่าง มีน้ำหนักโมเลกุลสูง คงรูปเมื่อผ่านกรรมวิธีการผลิต ลักษณะอ่อนตัวขณะทำการผลิต ซึ่งโดยมากใช้กรรมวิธีการผลิตด้วยความร้อนหรือแรงอัดหรือใช้ทั้งสองอย่างได้

พลาสติก คือ สารสังเคราะห์พวกโพลีเมอร์ ซึ่งมีคุณสมบัติยืดหยุ่นได้คล้ายพลาสติกต่างชนิดกัน ย่อมประกอบด้วยโพลีเมอร์ต่างกัน โรนาลด์ ดีเบค ให้ความหมายของพลาสติกว่า พลาสติกเป็นสารอินทรีย์ที่เกิดจากโมเลกุลต่างๆ โดยมีการจัดเรียงเป็นระเบียบมารวมกันหรือต่อเนื่องกันเป็นลูกโซ่จนได้โมเลกุลขนาดใหญ่ คุณสมบัติของพลาสติกส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับขนาดของโมเลกุลและการจัดเรียงของอะตอมภายในโมเลกุล

ตามปกติชื่อของพลาสติกแต่ละชนิดมักขึ้นต้นด้วยคำว่า โพลี และตามด้วยชื่อของสารที่มาต่อกันเป็นโพลีเมอร์ เช่น โพลีเอสเตอร์ โพลีเอสเตอร์ โพลีไวนิล โพลียูรีเทน เป็นต้น และบางครั้งในการเรียกชื่อพลาสติกอาจเรียกชื่อทางการค้าหรือชื่อย่อ เช่น พลาสติกชนิดโพลีไวนิลคลอไรด์มีชื่อย่อว่า พีวีซี เป็นต้น ( พิจิต เลียมพิพัฒน์. 2525 : 8-10)

### 2.2.1.2 แหล่งกำเนิดของพลาสติก พลาสติกมีแหล่งกำเนิดจาก 5 แหล่งใหญ่ ๆ คือ

1. ผลิตผลทางการเกษตร เช่น Cellulose Acetate, Shellac, Cellulose Nitrate, Ethyl Cellulose เป็นต้น
2. ผลิตผลจากน้ำมันและถ่านหิน เช่น Nylon, Epoxy, Urea-Formaldehyde,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Meiamine-Fomal-dehyde, Polyester และ Acrylic เป็นต้น

3. ผลิตผลทางการเกษตรและน้ำมัน เช่น Furan เป็นต้น

4. ผลิตผลจากน้ำมันและดินแร่ เช่น Silicone, Polyvinyl Butyral,

Polyvinyl Chloride และ Polyvinyl Alcohol เป็นต้น

5. ผลิตผลจากดินแร่ Calcium-Aluminium Silicate เป็นต้น

### 2.2.1.3 คุณสมบัติทั่วไปของพลาสติก

พลาสติกเป็นวัสดุที่มีความสำคัญและมีบทบาทต่อชีวิตประจำวันของคนเรามากขึ้น เพราะสามารถใช้แทนวัสดุอื่นในการผลิตผลิตภัณฑ์ได้เกือบทั้งหมด และมีคุณสมบัติพิเศษดีเด่นกว่าวัสดุอื่นๆ หลายอย่าง เช่น มีความแข็ง อ่อนนุ่ม ใส เบา ทึบ ยึดตัวได้ เหนียวทนทาน ทนความร้อนต่อการสึกหรอ ทนต่อการกัดกร่อน เป็นฉนวนไฟฟ้า ทนต่อสารเคมี ไม่ติดไฟง่าย หล่อลื่นในตัว กันน้ำ ลอยน้ำได้ และทำเป็นสีต่าง ๆ ได้ พลาสติกมีคุณสมบัติทางโครงสร้างพิเศษที่เรียกว่า High Molecular Weight คือในหนึ่งโมเลกุลมีจำนวนอะตอมมากกว่าสารชนิดอื่นมากมาย จึงทำให้พลาสติกมีคุณสมบัติที่ดีหลายอย่างพร้อมกันในตัว คือ

1. คุณสมบัติทางเคมี เช่น สามารถทนกรด ด่าง และสามารถเคมีอื่น ๆ
2. คุณสมบัติทางกายภาพ เช่น มีความแข็งแรง เหนียว และยืดหยุ่น
3. คุณสมบัติทางไฟฟ้า เช่น เป็นฉนวนไฟฟ้า เป็นต้น

พลาสติกแต่ละชนิดมีคุณสมบัติแตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับอัตราส่วนมากน้อยของธาตุแต่ละชนิด ลักษณะวัสดุพลาสติกที่ใช้ผลิตผลิตภัณฑ์

วัสดุโดยทั่วไปที่นำมาใช้ผลิตมี 3 ลักษณะ ดังนี้

1. ลักษณะเป็นผง (Powder)
2. ลักษณะเป็นเม็ด (Pellet & Granules)
3. ลักษณะเป็นของเหลว (Liquid)

วัสดุพลาสติกมีลักษณะรูปร่างที่แตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับการเลือกใช้เพื่อความเหมาะสมกับกรรมวิธีการผลิตภัณฑ์นั้นๆ ชนิดผงและเม็ดโดยทั่วไปเหมาะสำหรับการผลิตที่ใช้เครื่องจักรที่มีการผลิตเป็นจำนวนมาก ส่วนชนิดเหลวเหมาะสำหรับการผลิตภัณฑ์ใหม่ในอุตสาหกรรมขนาดเล็กหรืออุตสาหกรรมในครอบครัวได้ เช่น การผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกหล่อ ผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาส และการเคลือบรูป เป็นต้น



ภาพที่ 2.1 ผลิตภัณฑ์พลาสติกเครื่องใช้บนโต๊ะรับประทานอาหาร

### 2.2.3 ประโยชน์และขอบเขตการใช้งานของพลาสติก

การใช้วัสดุพลาสติกผลิตภัณฑ์นั้นสามารถทำได้อย่างรวดเร็วและสามารถกำหนดพิถีพิถันความถี่ได้ดี ผิวหน้าของงานที่ผลิตจากพลาสติกมีผิวเรียบ โดยปกติมักใช้แทนวัสดุโลหะเพราะน้ำหนักเบา ทนต่อความชื้น ทนต่อการกัดกร่อน เป็นฉนวน สามารถทำให้โปร่งใสหรือทำให้มีสีตามความต้องการ ป้องกันการสนั้สะเทือน และสามารถผลิตง่ายกว่าวัสดุโลหะในทางการค้าการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกมีมากมายหลายประเภท แต่จะมีความแตกต่างกันด้านคุณสมบัติทางกายภาพ

การใช้พลาสติกก็มีข้อจำกัดเพราะว่าพลาสติกมีความแข็งแรงต่ำ ทนต่อความร้อนได้น้อย รักษาขนาดสัดส่วนได้ดี และราคาสูง ถ้าเปรียบเทียบกับโลหะพลาสติกจะอ่อนกว่า การตัดโค้งได้น้อยกว่าเพราะว่าความเปราะของพลาสติกสูง รับน้ำหนักได้น้อยและมีความเปราะที่อุณหภูมิต่ำ

พลาสติกเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติพิเศษ สามารถนำไปใช้แทนวัสดุธรรมชาติหรือวัสดุสังเคราะห์อย่างอื่นได้ ดังนั้นในวงการอุตสาหกรรม ปัจจุบันพลาสติกจึงมีส่วนเข้าไปร่วมในผลิตภัณฑ์เกือบทุกอย่าง เช่น

1. อุตสาหกรรมเครื่องใช้ในบ้าน
2. อุตสาหกรรมการบรรจุ
3. อุตสาหกรรมไฟฟ้า
4. อุตสาหกรรมเครื่องมือ
5. อุตสาหกรรมรถยนต์
6. อุตสาหกรรมก่อสร้าง
7. อื่น ๆ

### 2.2.4 ประเภทของพลาสติก

ประเภทของพลาสติกแบ่งอย่างกว้าง ๆ ได้ 2 ประเภท คือ

1. พลาสติกคงรูป หรือ เทอร์โมเซตติง (thermosetting)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2. พลาสติกเปลี่ยนรูปหรือเทอร์โมพลาสติก (Thermoplastic)

พลาสติกคงรูป การผลิตภัณฑ์พลาสติกประเภทนี้เพื่อที่จะให้ได้รูปร่างตามที่ต้องการต้องอาศัยความร้อน อาจจะใช้ความดันหรือไม่ใช้ก็ได้ ผลที่ได้ของผลิตภัณฑ์ที่มีความแข็งคงรูปอย่างถาวร กรรมวิธีในตอนแรกจะใช้ความร้อนทำให้อ่อนหรือใช้สารเคมีเฉพาะเติมลงไป และทำให้พลาสติกแข็งโดยการเปลี่ยนแปลงทางเคมีเรียกว่า Polymerization พลาสติกชนิดนี้ไม่สามารถทำให้อ่อนหรือหลอมละลายได้อีก Polymerization เป็นกระบวนการทางเคมี ผลที่ได้จะก่อให้เกิดสารประกอบใหม่ขึ้น ซึ่งมีน้ำหนักโมเลกุลมากขึ้นกว่าสารเริ่มต้น กระบวนการที่ใช้พลาสติกประเภทนี้จะรวมถึงผลิตภัณฑ์ที่ใช้แรงอัดหรือการส่งผ่านแบบแม่พิมพ์การหล่อ การเคลือบผิว และการเชื่อม

พลาสติกประเภทนี้ที่คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีดีมาก คือ ทนความร้อนที่อุณหภูมิสูงได้ดีทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมีเมื่อผ่านการผลิต โดยใช้ความร้อนและแรงอัดแล้วจะนำกลับไปหลอมละลายอีกไม่ได้ โครงสร้างทางเคมีเปลี่ยนไปและมีโมเลกุลไม่เป็นระเบียบ ซึ่งประกอบด้วยอะตอมของ CHON ที่เกาะกันในลักษณะยุ่ง ไม่มีหลักเกณฑ์ การเกาะกันอย่างนี้มีผลทำให้มีเนื้อแข็งถูกความร้อนก็ไม่อ่อนตัว ไม่ละลายในสารละลายใด ๆ ติดไฟยาก พลาสติกเหล่านี้ได้แก่ อีพอกซี ยูรีเทน พีโนลิกและซิลิโคน เป็นต้น (พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์. 2525 : 12-21)

พลาสติกเปลี่ยนรูป เป็นพลาสติกที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีในการหลอมละลายจะไม่แข็งตัวด้วย แต่จะแข็งตัวคงรูปในขณะที่ทำให้เย็นตัว และสามารถนำไปหลอมละลายใช้ใหม่ได้อีก โดยการใช้ความร้อน เปรียบเสมือนน้ำเมื่อนำไปทำเป็นน้ำแข็ง เมื่อถูกความร้อนจะละลายกลายเป็นน้ำอีก และความสามารถนำกลับไปทำน้ำแข็งได้อีก พลาสติกประเภทนี้มักมีโมเลกุลลักษณะยาวเป็นเส้นตรงกล่าวคือ อะตอมของธาตุต่าง ๆ จะเกาะกันในแนวยาว ทำให้มีความแข็งแรงสูง มีความเหนียว เมื่อทำเป็นเส้นด้ายจะไม่ขาดง่ายแต่พลาสติกประเภทนี้ทนอุณหภูมิต่ำไม่ควรใช้งาน ณ อุณหภูมิสูงกว่า 80 องศาเซลเซียส เพราะจะอ่อนตัวมากไม่สามารถรับภาระได้เลย

กรรมวิธีผลิตของพลาสติกเปลี่ยนรูปสามารถผลิตได้โดยการหล่อ การอัดฉีดเข้าแบบแม่พิมพ์ การขึ้นรูปด้วยความร้อน การรีดขึ้นรูปและการเป่าขึ้นรูป เป็นต้น สามารถผลิตภัณฑ์ได้หลายชนิด

### 2.2.5 วัตถุดิบพลาสติก

วัตถุดิบสำหรับการทำสารประกอบพลาสติก ได้จากผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ทางการเกษตรผลิตผลจากน้ำมันถ่านหิน สารอินทรีย์ และสินแร่ รวมทั้งถ่าน แก๊ส บีโตรเลียม หินปูน ซิลิกา และซัลเฟอร์ ในกรรมวิธีการผลิตสารประกอบต่าง ๆ จะถูกเติมสี ตัวละลาย น้ำมันหรือวัสดุหล่อลื่น สารพลาสติกและตัวผสม ตัวอย่างของตัวผสม เช่น ผงไม้ แป้ง เส้นใย โยหิน ผงโลหะ แกรไฟต์ แก้ว ดินเหนียว ซากสัตว์ เป็นต้น ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ที่ใช้ตัวผสม เช่น แก้วสีนามที่บุด้วยพลาสติก ผ้าพลาสติก ก่องบรรจุหีบห่อ หมวกกันน็อก เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.2.6 สารประกอบพลาสติกคงรูป และการใช้ประโยชน์

1. ฟีนอลิก (Phenolics) ยางฟีนอลิกเริ่มแรกได้มีการพัฒนาโดย Dr. Backeland วิธีการของเขาเป็นหลักการหนึ่งของการผลิตของการผลิตสารประกอบพลาสติกคงรูปที่ใช้ในอุตสาหกรรม การสังเคราะห์ยางทำโดยปฏิกิริยาของฟีนอลกับฟอร์มัลดีไฮด์ ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความแข็งแรง มีความแข็งแรงทนทานสามารถขึ้นรูปในแบบแม่พิมพ์ภายใต้เงื่อนไขต่างๆ ได้ วัสดุชนิดนี้คงทนความร้อนและความชื้นได้สูง สามารถผลิตเป็นสีต่าง ๆ ได้หลายสี วัสดุชนิดนี้ใช้การเคลือบผิว ปิดผิวผลิตภัณฑ์ใช้เป็นสารยึดเหนี่ยวโลหะและแก้ว สามารถหล่อเป็นรูปต่างๆ ตามแบบพิมพ์ เช่น ทำปลั๊กไฟฟ้า ฝาขวด ลูกบิดประตู หน้าปิด ตู้วิทยุ และอุปกรณ์ไฟฟ้าหลายชนิด นอกจากนี้สามารถผลิตผลิตภัณฑ์อื่นๆ ได้อีก เช่น ขี้เลื่อย ชันไม้สับ เมื่อใช้กาวนี้เข้าไปผสมสามารถอัดฟอรั่มเป็นแผ่นได้ เป็นต้น

2. อามิโนเรซิน (Amino Resins) ชนิดของอามิโนเรซินที่สำคัญคือ ยูเรีย ฟอร์มัลดีไฮด์ และเมลามีน ฟอร์มัลดีไฮด์ สารประกอบทั้งสองนี้จัดเป็นพลาสติกแบบคงรูป ซึ่งจะแตกต่างกันตามตัวผสม เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติในการใช้งานทางด้านกลไกและไฟฟ้า ลักษณะการไหลตัวที่ดีของเมลามีนทำให้สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ตามแบบแม่พิมพ์ได้ดี เช่นผลิตภัณฑ์ที่ใช้บนโต๊ะอาหาร ส่วนประกอบของรถยนต์ ลูกบิด ประตู เครื่องโถงหมวดไฟฟ้า ส่วนยูเรียเรซินเหมาะสำหรับการอัดและการอัดส่งมีผิวแข็งและเป็นฉนวนได้ดีสามารถทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีต่างๆ ได้ตามต้องการ ผลิตภัณฑ์พลาสติกชนิดนี้จะรวมถึงผลิตภัณฑ์ไฟฟ้าที่ใช้ภายในบ้าน กระดุมเสื้อ เรซินทั้งสองชนิดนี้ได้ใช้กันอย่างแพร่หลายสำหรับการยึดเหนี่ยวไม้หรือกระดาษ ที่น่าสนใจคือ ช่วยเพิ่มความคงทนของผ้าฝ้าย โดยทำให้แห้งและควบคุมการหดตัวของผลิตภัณฑ์ได้ดี

3. โฟแรนเรซิน (Furane Resins) ในกระบวนการผลิตโฟแรนเรซินนี้จะต้องมีการใช้กรดของเกลือทั้งจากฟาร์ม เช่น ซังข้าวโพด ฟางข้าว เปลือกข้าวและเมล็ดฝ้าย ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากสารชนิดนี้จะมีสีที่เข้ม ทนน้ำ และมีคุณสมบัติทางด้านไฟฟ้าที่ดี โฟแรนเรซินใช้เป็นตัวเชื่อม ตัวทำให้แข็งสำหรับปูนยิปซัมและเป็นสารยึดเหนี่ยวสำหรับส่วนประกอบของพื้นและผลิตภัณฑ์แกรไฟท์

4. อีพอกซี (Epoxydes) อีพอกซีเรซินถูกใช้ในการหล่อ การปะติด การทำแบบแม่พิมพ์ อุปกรณ์ไฟฟ้า ส่วนประกอบของสี ใช้เป็นกาว อีพอกซีเรซินมีคุณสมบัติคือ การหดตัวต่ำ ทนต่อสารเคมีได้ดี มีคุณสมบัติด้านไฟฟ้าดี มีความแข็งแรง ทำให้แก้วและโลหะยึดติดกันได้ดี

5. ซิลิโคน (Silicones) ซิลิโคน-เบส โพลีเมอร์แตกต่างกับวัสดุอื่น คือมีเบสอยู่บนคาร์บอนอะตอมซิลิโคนมีคุณสมบัติเหมาะสมหลายประการ สำหรับกลุ่มผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เช่น น้ำมัน กีส เรซิน กาวและส่วนประกอบของยางเป็นต้น คุณสมบัติที่สำคัญของซิลิโคน คือ มีความคงทน ทนอุณหภูมิสูงได้ ไม่รวมตัวกับน้ำ ซิลิโคนเรซินอาจใช้ทำแบบพิมพ์สำหรับการปะติดหรือเคลือบผิว ปะเก็บ ส่วนประกอบของอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยแก้วซิลิโคนถ้าทำให้เป็นของเหลวใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตเห็นไปใช้ประโยชน์ตามการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับการหล่อ และเป็นตัวยึด ถ้าเป็นผงใช้ทำผลิตภัณฑ์โฟม ซิลิโคนมีราคาสูงมากการใช้จึงมีขีดจำกัด ต้องใช้ให้มีประโยชน์สูงสุด ซิลิโคนเรซินเข้าสู่กระบวนการต่างๆ โดยใช้แรงอัดหรืออัดส่ง การรีดและการหล่อ (สุรเดช กำพลสาร. 2540 : 36-44)

## 2.2.8 สารประกอบพลาสติกเปลี่ยนรูปและการใช้ประโยชน์

บรรเลง ศรีนิล (2535: 7) ได้กล่าวไว้ดังต่อไปนี้

1. เซลลูโลซิก (Cellulosic) เซลลูโลซิกคือพลาสติกเปลี่ยนรูป ที่เตรียมจากกรรมวิธีการต่าง ๆ ของฝ้ายและใยไม้ มีความเหนียวมากและสามารถผลิตให้มีสีต่าง ๆ ได้

(1) เซลลูโลสอะซิเตท (Cellulose Acetate) เป็นสารประกอบที่มีคุณสมบัติเชิงกลแข็ง และสามารถทำเป็นรูปแผ่นหรือหล่อให้ได้รูปร่างตามต้องการโดยการอัดฉีด การใช้แรงอัด และการอัดรีดตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ที่ทำจากสารประกอบชนิดนี้ เช่น หีบห่อต่าง ๆ ของเล่นเด็ก ลูกบิด-ประตู โคมไฟส่งสัญญาณ ขนแปรงทาสี ตู้วิทยุและนม เป็นต้น

(2) เซลลูโลสอะซิเตท-บิวไทเรท (Cellulose Acetate Butyrate) คล้าย ๆ กับเซลลูโลสอะซิเตทสารทั้งสองสามารถผลิตให้มีสีได้ตามต้องการ โดยใช้กระบวนการเดียวกันทุกอย่าง เซลลูโลสอะซิเตท-บิวไทเรท มีการดูดซึมความชื้นได้ต่ำ เหนียว มีขนาดคงที่ภายใต้บรรยากาศต่าง ๆ สามารถอัดรีดขึ้นรูปได้ ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ที่ทำจากสารประกอบชนิดนี้เช่น พวงมาลัยฟุตบอล หมวกกันน็อก กรอบแว่นตา อ่างล้างรูป เข็มขัด อุปกรณ์เครื่องเรือน ผ้ายาง กระดุม ม้วนเทป ท่อน้ำ ท่อแก๊ส เป็นต้น

(3) เอทิลเซลลูโลส (Ethyl Cellulose) เป็นอนุพันธ์ของเซลลูโลสที่มีความหนาแน่นต่ำสุด ใช้มากในกระบวนการทำแบบแม่พิมพ์ เพราะมีความคงทน ทนต่อด่าง เป็นต้น

(4) โพลีสไตรีน (Polystyrene) คือวัสดุพลาสติกเปลี่ยนรูปที่นำมาดัดแปลงเฉพาะการอัดฉีดแบบแม่พิมพ์ และการอัดรีด ลักษณะที่สำคัญของสารประกอบชนิดนี้คือ มีความถ่วงจำเพาะต่ำ (1.07) มีสีต่างๆ ตั้งแต่ใสจนทึบ ด้านทานค่อน้ำและสารเคมีหลายชนิด ขนาดคงที่และเป็นฉนวนผลิตภัณฑ์ที่ทำจากวัสดุนี้ เช่น หม้อเบคเตอรี จาน ส่วนประกอบวิทยุ เกล็ด เพ็ชร์ เป็นต้น ผลิตภัณฑ์นี้ใช้วัสดุที่ทำได้โดยการอัดฉีดและการอัดรีดขึ้นรูป

(5) โพลีเอทิลีน (Polyethylene) วัสดุชนิดนี้มีความยืดหยุ่นทั้งอุณหภูมิห้องและต่ำ คุณสมบัติพิเศษกันน้ำและทนสารเคมีต่าง ๆ ได้ดี ทำให้เป็นสีต่าง ๆ ได้ โพลีเอทิลีนลอนน้ำได้ จะมีความหนาแน่นระหว่าง 0.91 ถึง 0.96 พลาสติกชนิดนี้มีราคาถูก กันความชื้นได้ จึงใช้ทำพวกหีบห่อ ถาด สายเคเบิลอุปกรณ์ที่เป็นฉนวน ผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่ทำจากวัสดุชนิดนี้ทำโดยการอัดฉีด การเป่า การรีดให้เป็นแผ่นฟิล์ม และเป็นเส้น ๆ

(6) โพลีโพรพิลีน (Polypropylene) มีคุณสมบัติด้านไฟฟ้าดี กันสะเก็ดร้อน

ทนแรงดึง ทนทานต่อความร้อนและสารเคมี วัสดุนี้ถ้าเป็นโมโนฟิลาเมนต์ของโพลีโพรพิลีนใช้ทำเชือก ตาข่าย ผ้า ผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ที่ทำจากโพลีโพรพิลีน เช่น เครื่องใช้ในโรงพยาบาลและห้องปฏิบัติการ ของเล่น กระเป๋า เครื่องเรือน พิมล์ สำหรับภาชนะบรรจุอาหาร และฉนวนไฟฟ้า โพลีโพรพิลีนสามารถทำได้โดยกระบวนการต่าง ๆ ของพลาสติกเปลี่ยนรูปได้ทั้งหมด

(7) โพลีซัลโฟเนต (Polysulfones) วัสดุชนิดนี้มีคุณสมบัติทางกายภาพที่ทนความร้อนขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์โดยวิธีการต่าง ๆ เช่น การอัดฉีด การรีด การขึ้นรูปด้วยความร้อน การเป่า ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ เช่น เครื่องมือที่ใช้ภายในบ้าน สวิตช์ เฟือง และสิ่งอื่น ๆ ที่ใช้กับงานที่ทนความร้อน โพลีซัลโฟเนตที่รีดเป็นแท่ง มีเส้นผ่านศูนย์กลางสูงถึง 10 นิ้ว ใช้ทำเป็นลวดและสายเคเบิล ที่ทำได้ทั้งโปร่งใสและทึบ

(8) พลาสติกเอบีเอส (ABS Plastic) สารเคมี 3 ชนิดคือ acrylonitrile butadiene และ styrene รวมกันเป็นพลาสติกเอบีเอส ซึ่งเป็นสารประกอบที่มีความแข็ง ยืดหยุ่นได้ และเหนียว ทำให้มีสีต่าง ๆ ได้ และทนความร้อนได้ถึง 220 องศาฟาเรนไฮต์ พลาสติกชนิดนี้ทำได้โดยกระบวนการขึ้นรูปด้วยความร้อน การอัดฉีด การเป่า แบบแม่พิมพ์หมุนและการรีด วัสดุชนิดนี้ใช้ท่อ กิ่งก้านรูป ส่วนประกอบของโทรศัพท์เป็นต้น

(9) โพลีอิมิด (Polyimide) วัสดุชนิดนี้ถูกผลิตขึ้นในรูปของของแข็ง (Polymer SP) เป็นฟิล์มหรือสารละลาย สัมประสิทธิ์ของการยืดทานต่ำ ด้านทนต่อรังสี ตัวอย่างผลิตภัณฑ์พลาสติกชนิดนี้ เช่น กระจกแว่นกันแดด ท่อ หน้าลิ้นปิดเปิด ชิ้นส่วนอุปกรณ์ไฟฟ้า ถ้าสารนี้มีลักษณะเป็นพิมล์เหนียวและแข็ง ใช้ทำส่วนที่เป็นฉนวนของลวดและมอเตอร์ ถ้าเป็นสารละลายใช้ในการเคลือบลวดและฉลากแก้ว

(10) ไนลอน (Nylon) มีการใช้ในแบบแม่พิมพ์และการอัดรีด ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ เช่น แบริ่งเฟืองลิ้นปิดเปิด ท่อ ของใช้ในครัวเรือน พวงหีบห่อ ผ้าและสายร่มชูชีพ เชือก ใต้เขา และขนแปรงทาสี เป็นต้น

(11) อะคริลิก เป็นพลาสติกที่ใสที่สุดชนิดหนึ่ง แข็งแรงพอสมควร เป็นรอยขีดข่วนง่าย (ชนิดพิเศษแข็งแรงมาก) ไม่ควรให้ถูกน้ำมันเบนซินและพวกกรดชนิดเข้มข้น อะคริลิกยังทำเป็นสีต่าง ๆ ได้มีทั้งสี ใส ผ้า และทึบแสง นิยมนำไปทำ ป้ายร้านค้า ป้ายโฆษณา โคมหลังคา กระจกแว่นตา เลนส์ โคมไฟ เฟอร์นิเจอร์ ถาดและถ้วยบรรจุของเหลวชนิดใส ฯลฯ มนตรี ยอดบางเคย (2538:97)

(12) ไวนิล เรซิน (Vinyl Resins) ไวนิล เรซิน ที่รู้จักกันทางการค้าจะรวมถึง โพลีไวนิลคลอไรด์ (Polyvinyl Chloride) โพลีไวนิล บูไทเรต (Polyvinyl Butyrate) และ โพลีไวนิลลิดีน คลอไรด์ (Polyvinylidene Chloride) สารประกอบพลาสติกเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ได้ โดยการอัดฉีด การอัดส่ง การรีดและการเป่า ไวนิล เรซิน เหมาะสำหรับการเคลือบผิว การตัดโค้ง และทำให้เป็นแผ่นแข็งได้ (บรรณเลข ทรนิต. 2535: 7-25 )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. Polyvinyl Butyrate มีความใสและเหนียว ใช้สำหรับเชื่อมต่อกแก้ว ทำเล็อกันฝน เครื่องอุคดั่งเชือเพลึง ทนต่อความชื้น ยึดเหนียวได้ดี คงทนต่อแสง และความร้อน
2. Polyvinyl Chloride ทนต่อตัวทำลยต่าง ๆ ได้สูง และทนไฟ ในทางอุตสาหกรรรมใช้ทำผลิตภัณฑ์ขยงที่ยึดหยุ่นได้ รวมทั้งเล็อกันฝน ภาชนะบรรจุและขวดต่าง ๆ
3. Polyvinylidene Chloride ใช้สำหรับทำ Saran Film และท่อ
4. Cellular Vinyl ทำผลิตภัณฑ์โฟม พุ่น ลิ่งห่อหุ้ม และเบาะ

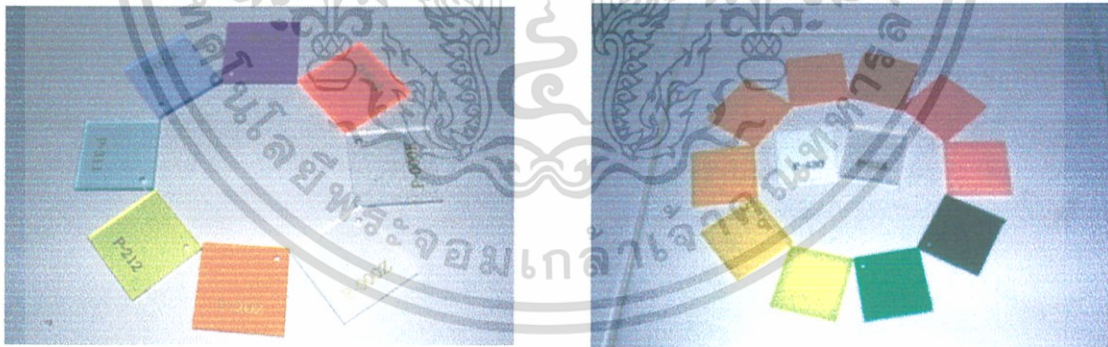
### 2.2.9 พลาสติคอะคริลิก

#### 1. คุณสมบัติของแผ่นอะคริลิก

เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีการผลิตแบบหล่อซึ่งมีคุณสมบัติการมองเห็นที่โดดเด่น มีความหนาตามเกณฑ์มาตรฐานทั้งแผ่น และมีระดับความเครียดต่ำ แผ่นอะคริลิก มีน้ำหนักเบา เป็นเทอร์โมพลาสติกที่มีความทนทานต่อสภาพคินฟ้าอากาศ มันสามารถนำมาแต่ง ขั้รูป ทำเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป ยึดกาว ลึงสี และ ตกแต่งได้ง่าย

(1) ความปลอดภัย แผ่นอะคริลิก ให้ความปลอดภัยมากกว่าการใช้กระจกในงานกระจก เนื่องจากมีความต้านทานต่อการแตกได้มากกว่า

(2) ความใส แผ่นอะคริลิกซึ่งมีความใส ไม่มีสี ยอมให้แสงผ่านได้ 92% (Luminous transmittance) และมีความใสมากกว่ากระจก แผ่นอะคริลิกที่ผ่านขบวนการผลิตได้มาตรฐานจะไม่แตกกลยง



ภาพที่ 2.2 ตัวอย่างพลาสติก

(3) ความทนทานต่อสภาวะคินฟ้าอากาศ แผ่นอะคริลิกสามารถทนทานต่อแสงแดดจ้า ความหนาวเยือกเย็น การเปลี่งนเปลงอุณหภูมิอย่างกระทันหัน ละอองน้ำทะเล เป็นต้น

(4) น้ำหนักเบา แผ่นอะคริลิก มีน้ำหนักเบา โดยมีน้ำหนักเพียงครึ่งหนึ่งของกระจก และมีน้ำหนักเพียง 43% ของอลูมิเนียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารทสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ความแข็ง แผ่นอะคริลิกไม่แข็งเหมือนกับกระจกหรือโลหะอย่างไรก็ตามยังมี ความแข็งมากกว่าพลาสติกใสอื่น ๆ อาทิเช่น acetates, butyrates, polycarbonate, polyester และ SAN

6. ความแข็งแรง และ ความเหนียว(Strength and Stiffness) แผ่นอะคริลิกโดย ปกติจะมีค่าแรงดึงเท่ากับ 10,300 PSI และมีค่าความเหนียวเท่ากับ 535,000 PSI ที่อุณหภูมิ 73 องศา F (23 องศา C)

7. ความทนทานต่อความร้อน แผ่นอะคริลิก สามารถนำมาใช้ได้ที่อุณหภูมิ ระหว่าง -30 องศา F (-34 องศา C ถึง + 88 องศา C) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการใช้งาน แต่มีข้อเสนอแนะ ให้ใช้ที่อุณหภูมิต่อเนื่องสูงไม่เกิน 160 องศา F (71 องศา C) หรือ 190 องศา F (88 องศา C) ของที่ ทำจากแผ่นอะคริลิกไม่ควรนำไปไว้ใกล้กับแหล่งกำเนิดความร้อนสูงเป็นเวลานาน ๆ อาทิเช่น หลอดไฟฟ้าแบบที่มีขั้วใส่วัตต์สูง ๆ ยกเว้นแต่จะมีระบบระบายความร้อนอย่างเพียงพอ

8. การป้องกันการติดไฟ ควรใช้แผ่นอะคริลิกตามข้อกำหนดที่ระบุไว้ในข้อกำหนดการก่อสร้าง และตามลักษณะคุณสมบัติ ที่ผู้ผลิตระบุแจ้งไว้เท่านั้น ข้อมูลการทดสอบ ปฏิบัติการการลุกไหม้ของแผ่นอะคริลิกหนา 3.2 มม. เป็นดังนี้

อุณหภูมิที่สามารถทำให้ติดไฟได้เอง ASTM D-1929 820 องศา F (420 องศา C)

อัตราการเผาไหม้ ASTM D-635 1.20 นิ้วต่อนาที

ปริมาณควันไฟ ASTM D-2843 5.7%

ในขณะที่ข้อมูลเหล่านี้ เป็นข้อมูลที่ได้จากการทดสอบจำนวนเล็กน้อย ในห้องทดลอง การทดสอบ นี้จึงไม่ได้หมายถึงสภาวะการเกิดไฟไหม้ขึ้นจริง ๆ

9. การเก็บรักษา แผ่นอะคริลิก ควรเก็บไว้ในที่ซึ่งสามารถควบคุมสภาวะอากาศ ได้ เพื่อจัดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่รวดเร็ว รวมถึงแสงแดดและน้ำฝน สถานที่เก็บรักษาควร จะ แยกให้ห่างจากที่ซึ่งอาจจะมีไอระเหยของน้ำยาเคมี วัสดุสารละลายต่าง ๆ

การจัดวางแผ่น อะคริลิกที่เหมาะสมที่สุดควรเป็นการจัดเก็บ โดยการตั้งขอบแผ่นขึ้น โดย ให้ทำมุมเอียง 10% จากแนวตั้งทั้งนี้สามารถที่ช่วยลดแรงกดบนวัสดุปิดผิวหน้า การ โค้งงอเนื่อง จากการวางซ้อนทับกัน ลงได้มาก



ภาพที่ 2.3 ลักษณะการวางจัดเก็บ

(10) การทำความสะอาด แผ่นอะคริลิก ควรใช้ทำความสะอาดด้วยน้ำ พร้อมตรวจสอบให้แน่ใจว่าน้ำนั้นสะอาดเพียงพอ ทั้งนี้เพื่อป้องกันสิ่งแปลกปลอมที่อยู่ในน้ำที่อาจจะไปขีดข่วนผิวแผ่นได้ ผ้าถูหรือฟองน้ำที่นุ่ม ผ้าขามวส์หรือกระดาษทิชชูที่สะอาด ควรใช้เป็นวัสดุที่ใช้เช็ดแผ่นได้ แต่ไม่ควรขูดผิวหน้าแผ่นเพราะอาจเกิดรอยได้ สิ่งสกปรกที่ติดอยู่บนผิวแผ่น ซึ่งล้างด้วยน้ำยาซักล้างไม่ออก โดยปกติสามารถล้างออกได้ด้วยน้ำมันก๊าส hexane หรือ aliphatic naphtha

คราบน้ำมันที่ยังคงมีอยู่หลังจากเช็ดด้วยน้ำยา ควรจะล้างออกด้วยน้ำผงซักฟอก โดยทันทีไม่ควรใช้น้ำยาล้างขาว น้ำยาล้างกระจก และน้ำยาประเภท acetone gasoline น้ำมันเบนซิน ทินเนอร์ และน้ำยาครอรีน สามารถ ทำให้แผ่นอะคริลิกเสียหายได้



ภาพที่ 2.4 สเปรย์ทำความสะอาดพลาสติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สเปรย์ทำความสะอาดพลาสติก ไม่มีส่วนผสมของเคมีที่ทำอันตรายต่อพลาสติกเงาทุกชนิด ป้องกัน การเกิดไฟฟ้าสถิตย์ มีคุณสมบัติแห้งเร็ว ไม่ทิ้งรอยขีดข่วน ลดแสงจ้า ป้องกันการเกิดรอย นิ้วมือ และฝุ่นละอองต่างๆ เหมาะสำหรับอุตสาหกรรมกระจก ร้านทำกรอบรูป และป้ายโฆษณา สามารถทำความสะอาด อะคริลิก กระจกเพลกซี่ กระจกโพลีคาร์บอน โครเมียม ฟอรัมไมก้า ไฟเบอร์ กลาส หินอ่อน ฯลฯ

แผ่นอะคริลิก สามารถสะสมไฟฟ้าสถิตย์ซึ่งจะทำให้หุ้มเกาะ การเช็ดผิวแผ่นเบา ๆ ด้วยผ้าแห้งสามารถลดไฟฟ้าสถิตย์ได้ชั่วคราว น้ำยาป้องกันไฟฟ้าสามารถหาซื้อได้จาก ตัวแทนจำหน่าย แผ่นอะคริลิก

(11) ข้อควรระวัง น้ำยาทำความสะอาดและน้ำยาที่ระบุในนี้อาจจะมีคุณสมบัติติดไฟได้ก่อนใช้งาน ผู้ใช้ควรจะศึกษาคุณสมบัติและวิธี ใช้งานอย่างปลอดภัยก่อน ในกรณีนี้ ควรจะขอเอกสารข้อมูลการใช้งานอย่างปลอดภัยจากผู้ผลิตด้วย บริษัท ไทยโพลีอะคริลิก จำกัด (มหาชน). (2543 : 2-5)

## 2 การออกแบบ

คุณสมบัติเชิงกลที่นับว่าเป็นสิ่งสำคัญต่อการนำมาประยุกต์ใช้งานส่วนใหญ่ การออกแบบ ที่เหมาะสมจะมีผลเป็นอย่างยิ่งต่อรูปแบบ คุณภาพ และต้นทุนของผลิตภัณฑ์ ในสภาพที่ ถูกกดทับอย่างต่อเนื่องนั้น แผ่นอะคริลิก ก็เหมือนกับพลาสติกและวัสดุทางวิศวกรรมประเภทอื่นที่ อาจจะค่อย ๆ บิดเบี้ยวไปได้ ซึ่งเรียกว่า Creep เมื่อไม่ถูกกดทับการบิดเบี้ยวส่วนใหญ่ก็ยังไม่หาย แต่ ก็อาจจะดีขึ้นมาบ้างตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ถ้ายังคงมีระดับความเครียดสูงอยู่ตลอดก็อาจจะทำให้เกิดการแตกหักเสียหายขึ้นมาได้ขนาดของแผ่นอะคริลิกอาจจะมีการเปลี่ยนแปลงไปได้ เมื่ออุณหภูมิ เพิ่มขึ้นหรือลดลง และเมื่อมีความชื้นสูง ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวจากความร้อน (coefficient of thermal expansion) ตามที่เคยกล่าวมาก่อนหน้านี้ ควรจะนำมาใช้ในการคำนวณหาการขยายตัวที่ ยอมรับได้ ถ้ามีการใช้แผ่น อะคริลิกยึดมัดไว้อย่างแน่นหนา กับวัสดุผูกมัด (fastener) หรือ ของ ประเภทแก้ว (glazing) เกณฑ์ที่น่าใช้ คือให้มีช่องว่าง  $1/16"$  (1.6 มม.) ต่อความยาวหนึ่งฟุตของแผ่น

ในพื้นที่ที่เป็นทะเลทรายหรือที่มีความร้อนสูง ควรจะเผื่อช่องเพิ่มขึ้นอีก 50% เนื่องจากอุณหภูมิที่สูงกว่าของดวงอาทิตย์ และการขยายตัวเนื่องจากอุณหภูมิบนผิวแผ่นที่สูงกว่าแรงเครียดที่ สะสมขึ้นจากการออกแบบ เช่น มุมที่คม ร่อง เกลียว การบิดตัว การตัด โค้ง อาจเป็นสาเหตุที่ทำให้การ ออกแบบเชิงวิศวกรรมล้มเหลว ที่จะต้องแก้ไขให้มีการกระจายความเครียดกันภายหลัง ซึ่งเป็นสิ่งที่ สำคัญมากที่จะหลีกเลี่ยงความเครียด ไม่ให้เกิดขึ้นเนื่องจากแผ่นอะคริลิกอย่างเช่นแผ่นอะคริลิกจะ แสดงอาการเพียงเล็กน้อย มากก่อนที่จะเสียหายการนำมาใช้งาน และการเก็บรักษา วัสดุปิดผิวหน้า

แผ่นอะคริลิก จะมีวัสดุปิดผิวหน้าเพื่อป้องกันรอยขีดข่วน ระหว่างการขนส่ง และการนำมา

ใช้งาน ซึ่งวัสดุที่นำมาปิดผิวหน้าบนแผ่นอะคริลิก มีอยู่หลายประเภท คือประเภทกระดาษแก้ว และ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตเห็นไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผ่นฟิล์มโพลิเอทรีทีน กระดาษกาว จะเป็นวัสดุที่ป้องกันได้ดีที่สุด โดยเฉพาะในการตัดแต่งแปรรูป ซึ่งสามารถใช้ดินสอ ปากกา วาดรูปแบบ หรือตีแนวเส้น ได้เป็นต้น

อย่างไรก็ตาม สำหรับการขึ้นรูปด้วยความร้อน ควรแกะกระดาษกาวออกเสียก่อน เนื่องจากกระดาษจะแกะออกยากเมื่อถูกความร้อนหรือเมื่อถูกเก็บไว้เป็นระยะเวลาานาน ๆ

### 3. การวาดแบบ

เราสามารถใช้ดินสอหรือปากกาในการวาดแบบหรือวางแนวเส้นตัดลงบนกระดาษ ปิดแผ่นได้เลย แต่ในกรณีที่ต้องการความแม่นยำ อาจวาดลงบนผิวแผ่นโดยตรงโดยกระดาษ เฉพาะในส่วนที่ต้องการ ในกรณีที่จำเป็นต้องขึ้นรูปด้วยความร้อนควรลบรอยที่เกิดจากการใช้ปากกา Marker ออกก่อนเพราะรอยอาจจะละลายเมื่อถูกความร้อนได้ และควรระมัดระวังเสมอว่า การซึมของ น้ำและการขยายตัวจากความร้อนจะทำให้ผิดขนาดจากแบบไปได้

### 4. การเจียร

ในกรณีที่ต้องการแผ่นอะคริลิกรูปจานกลม ให้ตัด โครงอย่างหยาบ ๆ ก่อนใช้ เครื่องกลึงที่มีแกนกลางยึดแต่งรูปควร ใช้สว่านความเร็วสูงที่มีมุมระยะกวาด 0 – 4 องศา และมุมว่าง 5-10 องศา รอบการหมุนในการตัดครั้งสุดท้ายสูงได้ถึง 500 RPM การตัดหยาบควรทำที่สามเร็วต่ำ กว่าอัตราการป้อนย้อนกลับควรจะมีเพียงในการทำให้ชิ้นงานที่ต่อเนื่อง และมีผิวหน้าตามต้องการ ควรจะแต่งขอบด้วยการขัดกระดาษทรายและด้วยการกลึง

### 5. การเจาะ

อุปกรณ์ที่สามารถใช้เจาะได้ แนะนำให้ใช้ดอกสว่านที่เจาะโลหะชนิดมีเกลียวบิด มุมของปลายสว่านขึ้นอยู่กับวิธีการเจาะ เช่น มีฐานหรืออุปกรณ์รองรับด้านล่างของแผ่นที่จะเจาะรู เป็นต้น ขนาดของรูที่จะเจาะขึ้นอยู่กับความหนาของแผ่น ในกรณีที่ต้องการเจาะรูเล็ก ๆ หรือแคบ ๆ อาจจำเป็นต้องใช้ดอกสว่านที่ออกแบบพิเศษ

อุปกรณ์ที่สามารถเจาะได้

1. ดอกสว่านที่เกี่ยวกับงานไม้และดอกสว่านลักษณะปลายเรียบ (ที่ใช้งานตกแต่งรู เหล็กหล่อ) ไม่สามารถใช้เจาะแผ่นอะคริลิกได้

2. อุปกรณ์ที่ใช้ตอกหรือสกัด

วิธีการที่ใช้ในการเจาะแผ่นอะคริลิก มี 2 ลักษณะคือ

1. มีฐานหรืออุปกรณ์รองรับด้านล่างของแผ่น ในขณะที่เจาะ
2. ไม่มีอุปกรณ์รองรับด้านล่างของแผ่น

อุปกรณ์ที่ใช้ในการเจาะแผ่นอะคริลิก ควรใช้ดอกสว่านที่ใช้เจาะงานทองเหลือง หรือ พลาสติกแข็ง โดยมีมุมของดอกสว่านคล้ายๆกับกันหอยอุปกรณ์ที่ใช้เจาะถ้ามีความเร็วสูงๆ ต้องปฏิบัติตามวิธีการดังนี้

การใช้อุปกรณ์เจาะที่มีความเร็วสูง ๆ ในระหว่างการเจาะ ต้องมีการระบายความร้อน อุปกรณ์ตรงรูเจาะด้วยน้ำ หรือน้ำมันและขี้สวานต้องส่งขึ้นมาตลอดเวลา

การเจาะแผ่นที่มีฐานรองรับ ( ส่วนมากเป็นแผ่นบาง) ใช้เจียรปลายดอกสวานให้มีมุมตรง ปลายป้านโดยให้มีด้านตัดสัมผัสกับผิวแผ่น ถ้าใช้ปลายแหลมจะทำให้ตรงของรูเจาะแตกในระหว่างการเจาะการเจาะแผ่นที่ไม่มีฐานรองรับให้ใช้ดอกสวานปลายแหลม

ชนิดของความเร็วของเครื่องเจาะที่ใช้เจาะแผ่นอะคริลิก

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรูที่เจาะ	ความเร็วที่ใช้
1.5 มิลลิเมตร	7000 รอบ / นาที
6 มิลลิเมตร	1800 รอบ / นาที
12 มิลลิเมตร	900 รอบ / นาที

## 6. การขัดเงา

(1) การขัดเงา ควรจะรักษาผิวหน้าเดิมของแผ่นอะคริลิกซึ่งมีความมันสูงเอาไว้ โดยปกติแว็กซ์ขัดสีรถยนต์สามารถใช้กับผ้าอ่อนนุ่ม ก็สามารถลบรอยขีดข่วนเล็กน้อยบนแผ่นอะคริลิกได้ การลงเงาอาจจะต้องใช้การขัด ขัดกระดาษทราย ขัดด้วยหนัง ก่อนและลงเงา ซึ่งจะช่วยให้ผิวด้านหน้าที่มีมันเงาสาเหตุที่ต้องมีการทำหลายขั้นตอนก็เพื่อลดความไม่สม่ำเสมอของผิวหน้าออกไปจนกระทั่งในขั้นตอนสุดท้ายโดยใช้แรงกดให้น้อยที่สุด ควรหลีกเลี่ยงการใช้ความร้อนต่อพลาสติกในทุกขั้นตอน เพื่อไม่ให้เกิดความเครียดขึ้นซึ่งเป็นสาเหตุแตกในเนื้อแผ่นได้ ( Crazing ) ใช้ลมหรือน้ำเพื่อลดความร้อนที่เกิดจากการเสียดสี

(2) การขัดหยาบ (Serapin) ในการเลื่อยทุกครั้ง จะมีรอยตัดหรือรอยเลื่อย และในบางกรณีที่จะมีเศษวัสดุจากการตัดติดบนขอบของแผ่น การขัดขอบชิ้นงานที่ตัดจากแผ่นอะคริลิก จะช่วยลดขอบที่ไม่สม่ำเสมอและเศษขี้เลื่อยที่ติดอยู่กับแผ่น เครื่องขัดอาจจะทำขึ้นจากเครื่องมือโลหะ อาทิเช่น เลื่อยไฟฟ้าแบบใช้งานหนัก (Heavy duty power saw blade ) หรือ ตะไบมือผิวแบน โดยให้เครื่องมือเฉพาะส่วนที่อยู่สูงกว่าขอบออกไป ถ้าเครื่องขัดอยู่ขนานกับรอยการขัดก็ยิ่งจะทำให้เป็นรอยมากขึ้น

(3) การตะไบการตะไบเป็นวิธีการที่ง่ายในการทำให้อบเรียบ ตะไบหน้าแบนเหมาะสมที่สุดสำหรับขอบที่ตรงเสมอกันเป็นแนวฉาก สำหรับขอบรูปทรงอื่น ๆ อาจใช้ตะไบกลม ครึ่งวงกลมหรือสามเหลี่ยม ตามที่เห็นเหมาะสมและให้เครื่องมืออยู่ในตำแหน่งขนานกับผิวที่ขัดตลอดเวลา อย่าให้ฟันตะไบจกกับรอยตัด ทำความสะอาดฟันตะไบบ่อย ๆ ด้วยแปรงลวดละเอียด

(4) การขัดกระดาษทรายให้ระลึกรู้ไว้ว่า การลบรอยบนผิวแผ่น ทำให้เกิดรอยขุ่นขึ้นได้ เครื่องขัดหรือกระดาษทรายหรือกระดาษขัดด้วยมือสามารถช่วยในการลบรอยได้ โดยทั้งสองกรณีให้เริ่มจากการขัดด้วยกระดาษทรายอย่างหยาบ (100 – 200) ตามด้วยที่ละเอียดขึ้นมา

(220) และจบด้วยการใช้กระดาษทรายละเอียด (400 – 600) การเลือกใช้ความหยาบ ไม่ควรจะให้เกิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปเผยแพร่บนสื่อออนไลน์

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รอยใหญ่กว่ารอยที่ต้องการเอาออก ใช้กระดาษทรายขนาด 60,30 และ 15 ไมครอนถ้าต้องการผล  
ลัพท์ที่ดีกว่า ใช้กระดาษที่หยาบที่สุดก่อนเสมอ ในแต่ละขั้นตอน รอยที่มีอยู่ควรจะลดลงอาจใช้  
กระดาษกาวแบบ “แห้ง – หรือ – เปียก” (Wet-or-dry) โดยเฉพาะการขัดกระดาษทรายทุกครั้ง ควร  
ล้างผิวหน้าเพื่อเอาตะกอนต่าง ๆ ออกให้หมดด้วยน้ำเมื่อเปรียบกับกระดาษทราย กระดาษที่ชุบน้ำ  
และผิวที่ทำการขัดควรจะเปียกตลอดเวลาที่ทำการขัดกระดาษทราย สำหรับการขัดกระดาษด้วยมือ  
ให้มีกระดาษทรายเข้ากับมือดีอย่าง ควรเปลี่ยนทิศทางการขัดเป็นระยะ ๆ ขยับไปที่ละ 30 องศา  
เป็นรูปเพชร วิธีการดังกล่าวนี้ มักจะใช้กับเครื่องมือที่ใช้ไฟฟ้าส่วนใหญ่ เครื่องขัดกระดาษทราย  
แบบสายพานหรือแบบสันสะเทือน สามารถนำมาใช้ในการขัดผิวหน้าที่ เรียบ เครื่องขัดแบบสาย  
พานหรือแบบสันสะเทือน สามารถนำมาใช้ในการขัดผิวหน้าที่เรียบ เครื่องขัดแบบจานอาจจะนำมา  
ใช้ในการขัดวัสดุบนขอบของส่วนโค้งออก เครื่องขัดแบบดรัม (หัวกลม) สามารถใช้กับการขัดเซาะ  
ในร่อง เครื่องขัดแบบมือถือใช้ลมหรือมอเตอร์ไฟฟ้า เหมาะสำหรับการขัดในพื้นที่แคบ ๆ หรือแผ่น  
อะคริลิกที่มีขนาดใหญ่ ซึ่งยังไม่พร้อมที่จะนำมาแปรรูปใช้งาน สำหรับเครื่องขัดที่ใช้ไฟฟ้า จะมี  
อันตรายอย่างมากกับแผ่นหากมีการสะสมความร้อนเกิดขึ้น ดังนั้นการใช้ลมหรือน้ำ เพื่อระบาย  
ความร้อนควรกระทำควบคู่กันไป การใช้น้ำกับกระดาษทรายละเอียดก็จะได้ผิวที่ละเอียดและช่วย  
แบ่งงานการขัดด้วยสายพาน โดยทั่วไป ความเร็วของเครื่องขัดกระดาษทรายสำหรับแผ่นอะคริลิก  
ควรจะมีความเร็วต่ำกว่าการขัดไม้หรือโลหะ ถ้ามีการระบายความร้อนที่ดีความเร็วรอบ สามารถ  
ทำงานใช้ได้ถึง 3,000 ฟุตต่อนาที

(5) การขัดด้วยผ้าหนังการขัดแผ่นอะคริลิก ด้วยหนังเป็นวิธีที่ใช้กันอย่าง  
แพร่หลายในการขัดผิวให้ได้ความมันเงาเหมือนแก้ว หลังการขัดกระดาษทรายน้ำ โดยให้นำชิ้นงาน  
ที่ทำความสะอาดแล้วมาผ่านการขัดเงาอีกสองขั้นตอนสุดท้ายวงล้อหนังหมุน (ผ้ามัสลิน หรือผ้า  
สักหลาด Domet) ใช้คู่กับสารขัดเงาที่มีส่วนผสมของชาติ (Rouge) อนุภาคนิยมออกไซด์ ในรูป  
ของซีฟิ่งหรือไข ขั้นตอนสุดท้ายจะใช้การขัดด้วยหนังซึ่งอาจจะแยกกันด้วยแผ่นงานที่มีขนาดเส้นผ่า  
ศูนย์กลางเล็ก กว่าจะมีการใช้เฉพาะไขกับหนังนุ่มนี้เท่านั้นสำหรับการขัดเงาอย่างละเอียด ให้ใช้  
ความเร็วรอบอยู่ที่ระดับ 2,000 ถึง 2,500 ฟุตต่อนาที ในการขัดเงาให้จับชิ้นส่วนขัดกับวงล้อ อย่าใช้  
แรงมากจนเกินไป การใช้แรงมากเกินไปและการขัดชิ้นงานอยู่เพียงส่วนเดียว อาจทำให้เกิดความ  
รื่องซึ่งทำให้พลาสติกใหม่และเสียได้

ข้อควรระวัง : ฝีกให้มีความระมัดระวัง เมื่อขัดเงาผิวแผ่นอะคริลิก ด้วยเครื่อง เวลา  
ใช้วงล้อผ้าหนังอย่าเอามุมของชิ้นงานเข้าในทิศทางที่อาจจะทำให้วงล้อติดหรือ ทำให้ชิ้นงานหลุด  
มือ ซึ่งอาจจะเป็นอันตรายได้ ในบางกรณีการข้ามขั้นตอนการขัดด้วย ผ้าหนัง ไปการขัดขั้นตอนสุดท้าย  
ด้วยผ้าหนัง โดยไม่ลงยาขัดเวลาใด ๆ สามารถทำให้แผ่นอะคริลิกมีความมันเงาสูง

(6) การขัดเงาขอบชิ้นงานในการประกอบชิ้นงานส่วนใหญ่ ขอบของแผ่น  
อะคริลิกจะถูกบ่งไว้ด้วยกรอบหรือช่อง ในกรณีเหล่านี้ ขอบที่เรียบไม่มีริ้วก็ใช้ได้ ในบางกรณี  
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เห็นเหมาะสมและให้เครื่องมืออยู่ในตำแหน่งขนานกับผิวที่ขัดตลอดเวลา อย่าให้ฟันตะไบงัดกับรอยตัด ทำความสะอาดฟันตะไบบ่อย ๆ ด้วยแปรงลวดละเอียด

#### 4. การขัดกระดาษทราย

ให้ระลึกไว้ว่า การลบรอยบนผิวแผ่น ทำให้เกิดรอยขุ่นขึ้นได้เครื่องขัดหรือกระดาษทรายหรือกระดาษขัดด้วยมือสามารถช่วยในการลบรอยได้ โดยทั้งสองกรณีให้เริ่มจากการขัดด้วยกระดาษทรายอย่างหยาบ (100 – 200) ตามด้วยที่ละเอียดขึ้นมา (220) และจบด้วยการใช้กระดาษทรายละเอียด (400 – 600) การเลือกใช้ความหยาบ ไม่ควรจะทำให้เกิดรอยใหญ่กว่ารอยที่ต้องการเอาออก ใช้กระดาษทรายขนาด 60,30 และ 15 ไมครอนถ้าต้องการผลลัพธ์ที่ดีกว่า ใช้กระดาษที่หยาบที่สุดก่อนเสมอ ในแต่ละขั้นตอน รอยที่มีอยู่ควรจะลดลงอาจใช้กระดาษกาบแบบ “แห้ง – หรือ – เปียก” (Wet-or-dry) โดยเฉพาะการขัดกระดาษทรายทุกครั้ง ควรล้างผิวหน้าเพื่อเอาตะกอนต่าง ๆ ออกให้หมดด้วยน้ำเมื่อเปรียบเทียบกับกระดาษทราย กระดาษที่ชุบน้ำและผิวที่ทำการขัดควรจะเปียกตลอดเวลา ที่ทำการขัดกระดาษทราย สำหรับการขัดกระดาษด้วยมือ ให้มัดกระดาษทรายเข้ากับมือถืออย่าง ควรเปลี่ยนทิศทางการขัดเป็นระยะ ๆ ขยับไปที่ละ 30 องศาเป็นรูปเพชร วิธีการดังกล่าวนี้ มักจะใช้กับเครื่องมือที่ใช้ไฟฟ้าส่วนใหญ่ เครื่องขัดกระดาษทรายแบบสายพานหรือแบบสันสะเทือน สามารถนำมาใช้ในการขัดผิวหน้าที่ เรียบ เครื่องขัดแบบสายพานหรือแบบสันสะเทือน สามารถนำมาใช้ในการขัดผิวหน้าที่ เรียบ เครื่องขัดแบบจานอาจจะนำมาใช้ในการขัดวัสดุบนขอบบอละส่วนโค้งออก เครื่องขัดแบบดรัม (หัวกลม) สามารถใช้กับการขัดเจาะในร่อง เครื่องขัดแบบมือถือใช้ลมหรือมอเตอร์ไฟฟ้า เหมาะสำหรับการขัดในพื้นที่แคบ ๆ หรือแผ่นอะคริลิกที่มีขนาดใหญ่ ซึ่งยังไม่พร้อมที่จะนำมาแปรรูปใช้งาน สำหรับเครื่องขัดที่ใช้ไฟฟ้า จะมีอันตรายอย่างมากกับแผ่นหากมีการสะสมความร้อนเกิดขึ้น ดังนั้นการใช้ลมหรือน้ำ เพื่อระบายความร้อนควรกระทำควบคู่กันไป การใช้น้ำกับกระดาษทรายละเอียดก็จะ ได้ผิวที่ละเอียดและช่วยแบ่งงานการขัดด้วยสายพาน โดยทั่วไป ความเร็วของเครื่องขัดกระดาษทรายสำหรับแผ่นอะคริลิกควรจะมีความเร็วต่ำกว่าการขัดไม้หรือโลหะ ถ้ามีการระบายความร้อนที่ดีความเร็วรอบ สามารถทำงานใช้ได้ถึง 3,000 ฟุตต่อนาที

#### 5. การขัดด้วยผ้าหนัง

การขัดแผ่นอะคริลิก ด้วยหนังเป็นวิธีที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในการขัดผิวให้ได้ความมันเงาเหมือนแก้ว หลังการขัดกระดาษทรายน้ำ โดยให้นำชิ้นงานที่ทำความสะอาดแล้วมาผ่านการขัดเงาอีกสองขั้นตอนสุดท้ายวงล้อหนังหมุน (ผ้ามีสลิค หรือผ้าตัดกลาด Domet) ใช้คู่กับสารขัดเงาที่มีส่วนผสมของซาติ (Rouge) อลูมิเนียมออกไซด์ ในรูปของขี้ผึ้งหรือไข ขั้นตอนสุดท้ายจะใช้การขัดด้วยหนังซึ่งอาจจะแยกกันด้วยแผ่นงานที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กกว่าจะมีการใช้เฉพาะไขกับหนังนุ่มนี้เท่านั้นสำหรับการขัดเงาอย่างละเอียด ให้ใช้ความเร็วรอบอยู่ที่ 2,000 ถึง 2,500 ฟุตต่อนาที ในการขัดเงาให้จับชิ้นส่วนขัดกับวงล้อ อย่าใช้แรงมากจนเกินไป การใช้แรงมากเกินไปและการขัดชิ้นงานอยู่เพียงส่วนเดียว อาจทำให้เกิดความร้อนซึ่งทำให้พลาสติกไหม้และเสียได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขอบที่ตกแต่งด้วยเครื่องอย่างดี อย่างเช่นขอบจากการเดินเส้น จะใช้เป็นส่วนหนึ่งในการออกแบบ ตกแต่งให้สวยงามอย่างไรก็ตาม ขอบที่ขัดเงาอย่างนี้อาจจะต้องใช้สำหรับของใช้ในครัวเรือน เครื่องประดับ ของตกแต่งและวางโชว์ การขัด การตะไบ ขัดกระดาษทราย ขัดซีเมนต์และขัดด้วยผ้าหนังตาม ที่กล่าวมาแล้วสามารถใช้ในการทำให้ได้ขอบแผ่นอะคริลิก ขัดเงาที่เรียบร้อยสวยงามได้

### 3. การเคลือบป้องกันไฟฟ้าสถิตย์

ในเวลาใช้งานแผ่นอะคริลิกและชิ้นส่วน จะทำให้มีการสะสมของไฟฟ้าสถิตย์ การสะสมนี้จะทำให้เกิดฝุ่นเกาะ และสะสมมากขึ้นบนผิวแผ่นเมื่อเวลาผ่านไป การสะสมดังกล่าวสามารถขจัดได้โดยการใช้ปืนลมด้านไฟฟ้าสถิตย์ ( Antistatic Air Gun ) การเช็ดผิวด้วยผ้าเปียกน้ำนุ่ม ๆ กับผงซักฟอกและน้ำ ก็สามารถขจัดไฟฟ้าสถิตย์ได้ สเตปป์ที่มีขายสำหรับลดการสะสมของไฟฟ้าสถิตย์สามารถหาซื้อได้จากตัวแทนจำหน่ายแผ่นอะคริลิก อย่างกระทำการดังกล่าวกับผิวหน้าก่อนที่จะตกแต่ง หรือประสานกาวแผ่น อะคริลิก (บริษัท ไทยโพลีอะคริลิก จำกัด (มหาชน). 2543 : 9-11 )

### 7. การขึ้นรูป

(1) การขึ้นรูปโดยไม่ใช้ความร้อนแผ่นอะคริลิก สามารถขึ้นรูปแบบง่าย ๆ ได้โดยไม่ต้องใช้ความร้อน โดยการตัดแผ่นและยึดแบบไว้ด้วยแม่แบบหรือกรอบ แนะนำให้มีรัศมีต่ำสุดเท่ากับ 250 เท่า ของความหนาของแผ่นรัศมีที่น้อยกว่านี้อาจทำให้เกิดความเครียดกับแบบมากเกินไปและเป็นผลให้เกิดสีพื้นของผิวส่วนนอกที่ตั้ง

(2) การขึ้นรูปด้วยความร้อนแผ่นอะคริลิก ถูกทำให้ร้อนก็จะมีอาการอ่อนตัว และมีการอ่อนตัวและมีความยืดหยุ่น เมื่อถึงเวลานี้แผ่นอะคริลิกก็สามารถตัดด้วยความร้อนเป็นรูปร่างต่าง ๆ ได้ โดยใช้แรงเพียงน้อยนิด และเมื่อแผ่นเย็นลง มันจะแข็งตัวและคงสภาพตามที่ตัดไว้เป็นเพราะคุณลักษณะดังกล่าวนี้ที่ทำให้แผ่นอะคริลิกเป็นวัสดุที่เยี่ยมมากในการขึ้นรูปด้วยความร้อน

(3) การขึ้นรูปด้วยสูญญากาศแผ่นอะคริลิกสามารถขึ้นรูปบนหรือภายในแบบพิมพ์ที่ใช้ขึ้นรูปด้วยความร้อน ( Thermoforming Mold ) แบบที่ใช้ทั่ว ๆ ไปได้ เพื่อให้ได้ชิ้นงานที่มีคุณภาพดีที่สุดเป็นจำนวนมาก ๆ ให้พิจารณาแบบพิมพ์ที่ทำจากอลูมิเนียม ซึ่งสามารถควบคุมอุณหภูมิได้ อุณหภูมิที่เหมาะสมของแบบพิมพ์อยู่ที่ 170 องศา – 200 องศา (80 องศา - 90 องศา) ผิวของแบบพิมพ์ควรมีวัสดุรองเพื่อลดรอยที่จะเกิดบนแผ่นให้น้อยที่สุด เมื่อใช้เครื่องจักรอัด โนมัตติที่มีแทนพิมพ์ความร้อนแบบอินฟราเรด ให้ระมัดระวังการใช้งานเช่นเดียวกับเตาอบอินฟราเรด โดยดูจากส่วนที่กล่าวมาแล้วเรื่องเตาอบอินฟราเรดเวลาที่ใช้ในการปล่อยให้แผ่นอะคริลิกเย็นลง ต้องระวังมากกว่าเวลาที่ทำให้ร้อน เวลาที่ถูกต้องขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของแบบพิมพ์ ความหนาของแผ่น อุณหภูมิภายนอกและประเภทของเครื่องระบายอากาศ (ถ้าใช้) การปล่อยให้เย็นลงเป็นเวลาอันนานเกินไปจะทำให้วัสดุหดตัวกลับไปติดกับแบบพิมพ์อีก ทำให้เกิดความเครียดซึ่งอาจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะทำให้ชิ้นส่วนแตกในบริเวณที่ไม่แข็งแรง หรือบริเวณที่เป็นรอย แต่ถ้าไม่ปล่อยให้เย็นลงพอเหมาะในแบบพิมพ์ ก็จะทำให้การขึ้นรูปผิวส่วน เวลาที่เหมาะสมจะได้ออกจากทดลองทำดู ควรจะถอดชิ้นส่วนออกจากแบบพิมพ์ในขณะที่ผิวหน้าของแผ่นมีอุณหภูมิระหว่าง 170-180 องศา F (77-82 องศา C) แล้วจึงนำไปใส่ไว้ในเครื่องแช่เย็นเพื่อทำให้เย็นลง (Cooling Jig) เพื่อให้ทำให้เย็นลงช้า ๆ โดยไม่ผิดรูป การทำให้แผ่นอะคริลิก เย็นลงโดยเร็ว สามารถทำให้แผ่นบิดเบี้ยวได้ (บริษัท ไทยโพลีอะคริลิก จำกัด (มหาชน). 2543:11)

#### 8. การประกอบเข้าด้วยกัน (Joining)

ชิ้นส่วนและแผ่นอะคริลิกสามารถนำมาประกอบเข้าด้วยกันโดยวิธีทางเชิงกล หรือโดยการประสานด้วยกาวหรือน้ำยา

(1) การประกอบเข้าด้วยกันโดยวิธีทางเชิงกล ไม่แนะนำให้ใช้วิธีการประกอบเข้าด้วยกันโดยทางเชิงกลสำหรับการใช้งานที่ต้องรับน้ำหนักมาก เนื่องจากที่เจาะมักจะเป็นส่วนที่แตกหักง่ายจากการที่มีขอบขรุขระ และจากความเครียดที่เกิดขึ้นในระหว่างการเจาะรู อาจจะใช้สกรูในการประกอบชิ้นส่วนแผ่นอะคริลิก สองชิ้นที่เป็นรูปตัว “L” หรือ “U” เข้าด้วยกัน รูยึดสกรูควรจะได้ขนาด และอยู่ในตำแหน่งที่ควรพิจารณาถึงผลจากการขยายตัวจากความร้อนของชิ้นส่วนและสกรู ควรจะต้องให้ความเอาใจใส่ในการขันสกรูและแหวนรองสกรูไม่ให้ขันแน่นจนเกินไป ควรใช้สกรูที่มีหัวสกรูที่มีหัวสกรูหรือใช้แหวนเพื่อหลีกเลี่ยงการรับแรงกดบนพลาสติกที่อาจจะมีมากเกินไป การใช้ครอบโลหะกับการประกอบชิ้นส่วนรูปตัว “U” ช่วยลดปัญหาการขยายตัวจากความร้อนจากการใช้สกรูได้ตามรูปที่แสดง ป้ายหรือแผงของแผ่นอะคริลิก อาจื่อนำมาติดไว้เพื่อทำเป็นแผงหรือผิวหน้าสำหรับการประกอบเข้ากับโลหะ แผ่นอะคริลิกขนาดเล็กซึ่งสามารถใช้สกรูได้ โดยปกติจะถูกขันเข้ากับด้านหลังของป้ายหรือแผง ใช้วัสดุที่มีความหยุ่น ยางหรือแผ่นไม้ก๊อก ในการทำเป็นฉนวนกันระหว่างแผ่นอะคริลิก ไม่ให้สัมผัสโดยตรงกับโลหะ

(2) การประสานการ แผ่นอะคริลิก สามารถนำมาประกอบเข้าด้วยกันได้โดยใช้กาวซีเมนต์ซึ่งมีอยู่หลายชนิด ซึ่งจะช่วยให้มองเห็นรอยประสานได้และมีความคงทน ความแข็งแรงและภาพที่เห็นของรอยต่อขึ้นอยู่กับแบบและความระมัดระวังในการประกอบชิ้นงาน ผิวหน้าที่จะนำมาประสานกาวจะต้องสะอาด ตัดแต่งเรียบร้อย และมีอุณหภูมิตามอุณหภูมิห้อง ไม่ควรใช้แผ่นที่แต่งขอบด้วยเปลวไฟ เมื่อทำการประสานกาวบนผิวหน้าเดิมซึ่งเคยมีการปิดกระดาษหรือฟิล์มให้เช็ดคราบกาวที่ติดอยู่ออกก่อนด้วยน้ำยาที่ผ่านการรับรองให้ใช้งานได้ ความเรียบของขอบที่ตัดจะเป็นตัวพิจารณาว่าควรจะใช้กาวซีเมนต์แบบใดรอยตัดที่หยาบควรจะต้องมีการขัดกระดาษทรายน้ำ หรือแต่งด้วยเครื่องเพื่อให้ได้ขอบที่เรียบ แบน ได้จาก ความแข็งแรงอาจจะได้คุณสมบัติตามหรือมากกว่าวัสดุตั้งเดิมของมัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับกรออกแบบการประกอบและเทคนิคการลงกาวซีเมนต์ที่ใช้แรงเครียดที่เกิดขึ้นในการตัดแต่งอาจจะทำให้สีเพี้ยนจากน้ำยาที่มีอยู่ในกาวซีเมนต์ ปัญหาจากความเครียดสามารถแก้ไขได้ โดยการเผาส่วนที่จะลงกาวซีเมนต์ให้อ่อนนุ่มลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3) น้ำยาคาวซีเมนต์ การใช้ยาคาวซีเมนต์เป็นวิธีที่ง่ายที่สุด สะดวกที่สุด และประหยัดสำหรับการใช้งานนอกบ้านน้ำยาจะช่วยทำให้ผิวที่จะทำการประกอบอ่อนลง และเกิดการเชื่อมประสานที่สมบูรณ์บนรอยต่อ เมื่อน้ำยาแห้งรอยต่อจะแข็งแรงมาก ปฏิบัติการทำงานของน้ำยาจะช้าลงทุกหมุดค่าเมื่อมีความสัมพันธ์สูงอาจจะทำให้รอยต่อชุ่มฉ่ำได้เนื่องจากความชื้น การใช้น้ำยาซีเมนต์แบบผสมโดยปกติจะไม่มีปัญหากับสภาพอากาศ กาวซีเมนต์แบบน้ำยาซึ่งไม่ข้นมาก สามารถซึมเข้าไปเชื่อมในจุดที่ต่อประสานกันได้เป็นอย่างดี อาจจะมีแรงดึงอณู ( Capillary Action ) เกิดขึ้นเฉพาะเมื่อมีช่องว่างระหว่างรอยต่อจาก .001 ถึง .002 พันของนิ้ว

ไม่ควรออกแรงกดมากจนเกินไป เพราะจะทำให้ น้ำยาไม่ซึมเข้าไปในรอยต่อ และทำให้เกิดจุด “ ว้างเปล่า ” ( Clear Sport ) ภายในรอยต่อ โดยทั่วไปแล้วน้ำหนักของแผ่นก็เพียงพอที่จะทำให้ติดกันได้อยู่แล้วในการลงกาวซีเมนต์แผ่นอะคริลิก ให้วางชิ้นส่วนไว้ในรางประกอบ ให้แน่ใจว่ารอยต่ออยู่ในแนวตั้งเพื่อไม่ให้กาวซีเมนต์ไหลออกจากรอยต่อจนหมดลงกาวซีเมนต์อย่างระมัดระวัง ให้แน่ใจว่าไม่มีฟองอากาศเกิดขึ้นในรอยต่อ แนะนำให้ใช้ขวดลง โพลีเอทีลีนแบบพิเศษซึ่งมีเข็มฉีดยาอยู่ ฉีดกาวซีเมนต์จากด้านในของรอยต่อ ไล่ออกมาถึงภายนอกถ้าเป็นไปได้ปล่อยให้แห้งสนิทก่อนนำไปใช้งาน อย่างไรก็ตาม ก่อนที่รอยต่อจะแห้งสนิท แนะนำให้ตรวจเช็คดู

## 2.3 เครื่องตัดพลาสติก

ดิระ เพชรกำบังชัย และคณะ (2359:4) กล่าวว่า ขบวนการตัดพลาสติกนั้น สามารถแบ่งออกได้หลายกระบวนการด้วยกัน โดยการแบ่งชนิดของกรรมวิธีการตัดและการนำไปใช้งานในขั้นตอนต่อไป ทกขบวนการก็มีจุดประสงค์เดียวกันคือ การตัดชิ้นงานออกมาให้เป็นรูปร่างแบบต่าง ๆ เหล่านั้นได้ ขบวนการตัดสำหรับการผลิตชิ้นงานประกอบด้วยการตัดเฉือน และการตัดขาด

### 2.3.1 การตัดด้วยเลื่อยใบจักร

ใช้เลื่อยใบจักรสำหรับตัดแผ่นที่ยาวเป็นการตัดขาด เหมาะสำหรับการตัดในแนวตรงแผ่นเดี่ยวหรือหลายแผ่นในหลายขนาดความหนา การเลือกแบบใบเลื่อยขึ้นอยู่กับความหนาของแผ่น

ตารางที่ 2.3 แนะนำคุณลักษณะของใบเลื่อย

แผ่น Moden Glas ความหนา (นิ้ว)	ความหนาของใบเลื่อย (นิ้ว)	จำนวนซี่ต่อนิ้ว
.040 - .080	1 / 16	2 - 4
.080 - .156	3 / 32	2 - 4
.156 - .375	1 / 8	2 - 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนะนำให้ใช้ใบเลื่อยแบบทั้งสแตนคาร์ไบด์ที่มีปาก(ซี่) แบบที่ใช้ตัดอูมิเนียมในการตัดแผ่นอลูมิเนียม  
 เลื่อยใบจักรเป็นเครื่องมือที่นิยมใช้มากที่สุดในการผลิตแผ่นจำนวนมาก ๆ ที่ต้องตัดในแนวยาว  
 เลื่อยใบใช้บนโต๊ะ (Table Saw) ทั้งแบบติดอยู่กับที่ (Stationary) และแบบพกพาได้ (Travelling) ก็  
 ใช้กันมาก เลื่อยแบบพกพาเหมาะเป็นอย่างยิ่งสำหรับตัดแผ่นที่ไม่มีกระดาษปิดผิวหน้า เนื่องจากชิ้น  
 งานจะไม่เคลื่อนในเวลาตัด ถ้าต้องใช้เลื่อยใบจักรแบบพกพา ชิ้นงานต้องถูกยึดให้มั่นคง ตัวยึดที่จะ  
 ช่วยให้ได้งานที่ประณีตขึ้น



ภาพที่ 2.5 เลื่อยใบจักร

ใบเลื่อยของเลื่อยใบจักรควรจะมี Hollow Ground เพื่อลดความร้อน และป้องกันการติดขัด  
 สลัดขยาย (Expansion Slot) ในขอบของใบเลื่อยที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่กว่า จะช่วยลดการ  
 โค้งงอและการสั่นของใบเลื่อยใบเลื่อยจะต้องมีความคมตลอดเวลาและมีการทำความสะอาดเป็น  
 ประจำ ทุกซี่ควรจะสูงเท่า ๆ กัน และระยะควาระหว่าง 0 องศาถึง 8 องศา ถ้าใบเลื่อยไม่มี Hollow  
 Ground ต้องให้มีช่วงห่างระหว่างซี่ 0.010 – 0.015 นิ้ว ถ้าตัดด้วยเลื่อยแบบใช้บนโต๊ะ (Table Saw)  
 ใบเลื่อยควรจะลอยอยู่บนเหนือแผ่นมากกว่าความหนาที่จะตัดเล็กน้อย จะช่วยให้เศษชิ้นส่วนช่วยทำ  
 ความสะอาดซี่ และลดจำนวนเศษชิ้นส่วนลง ถ้าใบเลื่อยอยู่ห่างจากรอยตัดมากเกินไป อาจจะทำให้มี  
 เศษชิ้นส่วนเกิดขึ้น ใบเลื่อยที่ทำการแยกส่วนจะอยู่หลังใบเลื่อยที่ตัดในแนวตรงและช่วยป้องกัน  
 คลองเลื่อย (Kerf) จากการประสานส่วนที่ตัดแล้ว การป้อนแผ่นอย่างเรียบและสม่ำเสมอจะช่วย  
 ให้ได้ชิ้นงานที่ประณีต ต้องรักษาช่องห่าง (Throat Gap) ไม่ให้กว้างกว่าใบเลื่อยที่ตัด มิเช่นนั้น  
 นั้นอาจเกิดการสั่นทำให้เกิดเศษผง ถ้าเป็นไปได้อาจจะต้องไม่ลอกกระดาษออกจากแผ่นอะคริลิก  
 ในระหว่างการตัด

อุปกรณ์ทำความสะอาดใบมีด ใบเลื่อย คอกตัด คอกส่วน เครื่องไสไม้ไฟฟ้า ฯลฯ เพื่อยืด  
 อายุการใช้งาน ลดการสูญเสียของคาร์ไบด์ เหล็กตัด ไฮสปีด



ภาพที่ 2.6 สเปรย์ทำความสะอาดใบเลื่อย

เมื่อตัดด้วยเลื่อยแบบพกพา ( Traveling Saw ) แนะนำให้ใช้ความเร็ว 75 นิ้วต่อนาที การเลือกใช้ความเร็วขึ้นอยู่กับความสูงของแผ่นที่วางซ้อนกันหรือความหนาของแผ่นและตำแหน่งการจัดวางของซี่ใบเลื่อยให้ดูคำแนะนำที่เคลกกล่าวไว้ก่อนหน้านี้เกี่ยวกับการรับน้ำหนักเศษชิ้นส่วนของซี่ใบเลื่อย

ความเร็วที่แนะนำสำหรับใบเลื่อยจักร คือ 8,000 ถึง 12,000 RPM

การเลือกความเร็ว ( RPM ) ที่เหมาะสมของเลื่อย ให้ดูจากสูตรดังนี้

$$\text{RPM} = 144 \{ 000 / (3.14) d$$

เมื่อ d = เส้นผ่าศูนย์กลางใบเลื่อย ( นิ้ว )

สำหรับใบเลื่อยที่มีความเร็วตายตัวที่ 3,450 RPM แนะนำให้ใช้กับใบเลื่อยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 10" - 12"

### 2.3.2 การตัดด้วยเลื่อย Band saw

การตัดด้วยเลื่อย Band Saw โดยปกติจะใช้กับการตัดที่มีความโค้งกว้าง หรือเพื่อตัดเลาะขอบที่ไม่เรียบร้อย ใบเลื่อยโลหะอ่อนโดยปกติสามารถใช้ได้ดีกับแผ่นอะคริลิก การเลือกความกว้างและความหนาของใบเลื่อยและจำนวนซี่ต่อนิ้ว ขึ้นอยู่กับรัศมีของการตัดและความหนาของการตัด ตารางที่ 1 ข้อมแนะนำในการเลือกใบเลื่อย

### ตารางที่ 2.4 การเลือกใช้ใบเลื่อย

รัศมีที่ทำการตัด ( นิ้ว )	ความกว้างของใบเลื่อย ( นิ้ว )	ความหนาของใบเลื่อย ( นิ้ว )
1 / 2 - 1-1/2	3 / 16 - 3 / 8	0.028
2 - 3	1 / 2 - 5 / 8	0.032
4 - 8	3 / 4	0.032 - 0.035
10 - 20	3 / 4 - 1 - 1 / 2	0.035

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับแผ่นที่หนาไม่เกิน .125 นิ้ว ควรใช้ Band Saw ที่มีความถี่ของซี่ 16 – 20 ซี่ต่อนิ้ว ถ้าหนากว่านี้ให้ใช้ 10-12 ซี่ต่อนิ้ว (บริษัท ไทยโพลีอะคริลิก จำกัด (มหาชน). 2543 :6 )

ที่ระบายอากาศแบบอัดอากาศ (Compressed Air Jet Cooling) ของใบเลื่อยและรอยตัด จะช่วยลดยางและเศษที่เหลือจากการตัดไม่ให้เกาะกันแน่นหลังใบเลื่อย ต้องทำความสะอาดใบเลื่อยเป็นครั้งคราวเพื่อลดการสะสมของยางและเศษจากการตัด

เลื่อยแบบพกพาได้ มีความเร็วรอบสูง เลื่อยแบบใบจักรหรือที่สำหรับเลื่อยไม้อัด เหมาะสำหรับการตกแต่งขอบที่ไม่เข้ารูปของแผ่นอะคริลิก การใช้งานเลื่อยแบบพกพานี้ต้องมีความเอาใจใส่เป็นพิเศษ ต้องแน่ใจว่าชิ้นงานที่จะแต่งขอบถูกยึดไว้อย่างมั่นคงในตำแหน่งตายตัว เพราะถ้าใบเลื่อยที่อืดแล้วจะทำให้ชิ้นงานไม่ได้คุณภาพ

### 2.3.3 การตัดด้วยเลเซอร์

สำหรับการประยุกต์ใช้งานพิเศษ มีการใช้แสงเลเซอร์มาช่วยในการตัดแต่ง การตัดด้วยเลเซอร์จะได้ขอบที่มีความมันเงา เนื่องจากวัสดุจะละลายและระเหยไปในกระบวนการตัด การตัดด้วยเลเซอร์ไม่แนะนำสำหรับฟิล์ม โพลีเอทิลีนเพราะจะทำให้ฟิล์มละลายและยากต่อการแกะออก แบบที่ใช้กระดาษปิดผิวหน้าจะเหมาะสมที่สุดสำหรับการประยุกต์ใช้งานแบบนี้ ที่บริเวณหัวตัดเลเซอร์ควรติดตั้งอุปกรณ์ช่วยระบายอากาศเพื่อเป่าไอระเหยออกไป ความเครียดในเนื้อแผ่นจะเกิดมากตามขอบที่เลเซอร์จะลึกเข้าไป ซึ่งควรที่จะต้องทำการลดความเครียด ถ้ามีน้ำยา หมึก หรือสี มาสัมผัสกับขอบแผ่นก็มีโอกาสก่อให้เกิดแรงเครียดสูงขึ้นได้ เช่นการตัดให้เป็นรูปโค้ง โดยไม่ใช้ความร้อนจะก่อจะทำให้เกิดความเครียดมาก

### 2.3.4 การตัดแต่งแปรรูป

อุปกรณ์ในการตัดแต่งแผ่นอะคริลิก สามารถใช้ได้เช่นเดียวกับ เครื่องมือกลที่เราใช้สำหรับอะลูมิเนียม

ข้อควรพิจารณาในการใช้เครื่องมือตัดแต่งแผ่นอะคริลิก ดังต่อไปนี้คือ

1. ถับเครื่องมือให้คมและไม่มียางเหนียวและเสี้ยน
2. ควรใช้เครื่องมือที่ปลายทำจากทังสเตนคาร์ไบด์ ซึ่งมีความแข็งและสึกหรอยาก
3. ขอบที่ถูกตัดควรจะเป็นรอยตัดที่คม ไม่ใช่รอยตัดป้าน (ไม่คม)
4. ควรจะยึดเครื่องมือที่ใช้ตัดกับแผ่นอะคริลิกให้มั่นคง เพื่อป้องกันไม่ให้มีการ

แตก หรือบิ่น

5. เนื่องจากแผ่นอะคริลิกทนความร้อนได้น้อยกว่าโลหะ ดังนั้นมันอาจจะอ่อนตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. การทำความสะอาดเครื่องมือและวัสดุ ถือเป็นปัจจัยที่สำคัญในการผลิตงานที่คุณภาพให้รักษาความสะอาดพื้นผิวที่ใช้ทำงานและในบริเวณที่ทำงานให้ปราศจากฝุ่นละอองหรือเศษผง ซึ่งอาจจะทำให้ผิวแผ่นเป็นรอยได้

7. ถ้าเป็นไปได้ อย่าแกะกระดาษหรือฟิล์มบนแผ่นอะคริลิคออก เพื่อลดความเสี่ยงจากการถูกทำให้เป็นรอยบนผิวแผ่น

8. ให้ระวังน้ำยาหล่อเย็นบางประเภทซึ่งอาจจะมีสารละลายคลอรีนผสมอยู่ ทำให้แผ่นอะคริลิคเสียหายได้

ในการตรวจสอบคุณภาพของพลาสติกที่ตัดด้วยเครื่อง อูคมวิทย์ กาญจนวงศ์ (2545:66-68) ได้กล่าวไว้ว่า ขั้นตอนการตรวจสอบพลาสติกที่ตัดด้วยเครื่องตรวจสอบจากลักษณะดังนี้

- รอยแตกร้าว หรือรอยบิ่น
- การโค้งงอของแผ่นพลาสติก

ข้อควรระวัง ในการใช้เครื่องมือ ให้สวมอุปกรณ์ป้องกันตามความเหมาะสมเสมอ ปรึกษากับผู้ผลิตเครื่องมือสำหรับรายละเอียดเทคนิคการทำงานของเครื่อง

### 2.3.5 การหักและการตัด

เทคนิคที่ง่ายที่สุดในการตัดแผ่นอะคริลิคในแนวตรง ก็คล้ายกับการตัดกระดาษ โดยวางแผ่นไว้บนพื้นผิวที่เรียบสะอาด ใช้ Scribe โลหะที่คมตัดตามแนวเส้นตรง อาจจะต้องตัดซ้ำหลาย ๆ ครั้ง เพื่อให้ได้ความลึกเพียงพอที่จะแน่ใจว่าสามารถหักแยกออกได้ โดยปกติการตัดลึก 1/16" (1.6 มม.) ก็เพียงพอสำหรับแผ่นที่หนา.160" (4.ม.ม.) และขอแนะนำให้ใช้เลื่อยตัดสำหรับแผ่นที่หนากว่า.160"(4ม.ม.) ให้แน่ใจว่ารอยตัดยาวจากปลายข้างหนึ่ง ไปจรดปลายอีกข้างหนึ่งของแผ่น สำหรับการหักแยกแผ่นอะคริลิคตามรอยตัด ให้วางแผ่นไว้โดยให้รอยตัดอยู่บน และวางให้ห่างจากขอบโต๊ะเล็กน้อย (1/8-1/4) โดยใช้ขอบโต๊ะที่ตรง ให้จับแผ่นอย่างมั่นคง กดแรงลง ไปตรง ๆ ในส่วนที่ไม่มีขอบโต๊ะหนุนอยู่ซึ่งทำให้แผ่นหักออกตามแนว วิธีการหักแบบนี้ไม่แนะนำให้ใช้สำหรับแผ่นที่ยาว หรือแคบ (บริษัท ไทยโพลีอะคริลิค จำกัด (มหาชน). 2543:1-8 )

### 2.3.6 ลักษณะของเครื่องตัดพลาสติก

เครื่องตัดพลาสติกในปัจจุบันเป็นเครื่องที่มีราคาแพง ซึ่งเป็นเครื่องที่นำเข้าจากต่างประเทศมีความเหมาะสมกับการใช้งานในอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ และการทำงานจำกัดขนาดของพลาสติก (บริษัท ไทยวู้ดแม็ท. 2547) [Internet]



ภาพที่ 2.7 เครื่องเลื่อยสไลด์ Altendorf TKR45

ชื่อเครื่อง เครื่องเลื่อยสไลด์ Altendorf TKR45

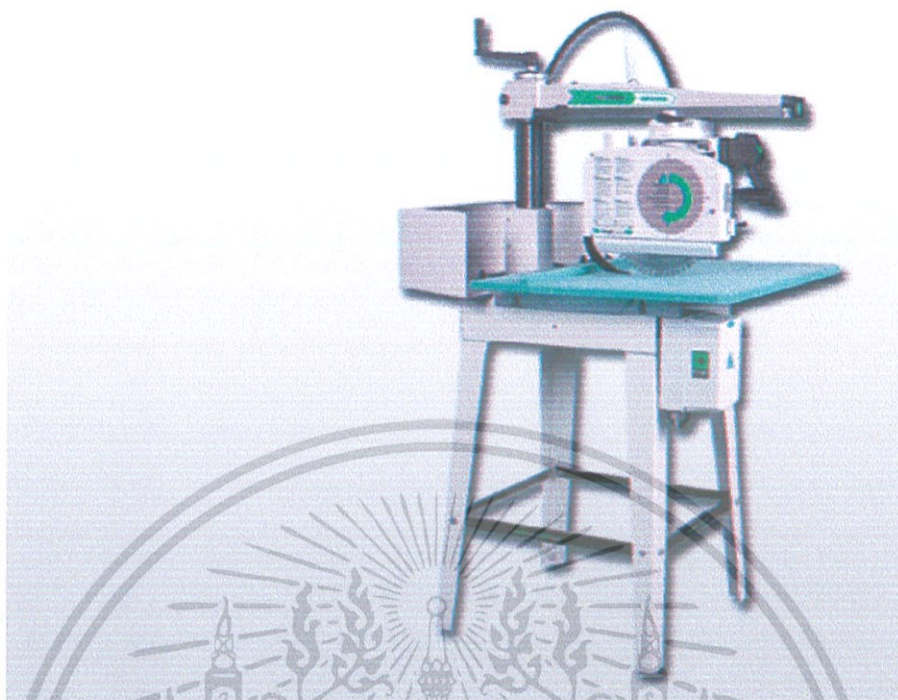
ยี่ห้อ Altendorf รุ่น TKR 45 นำเข้าจากประเทศเยอรมันนี ผลิตในปี ค.ศ. 1980

ราคาขาย 220,000 บาท (ราคายังไม่รวม VAT)

ตารางที่ 2.5 เครื่องเลื่อยสไลด์

มอเตอร์(2 สาย)	5.5 Hp
ความเร็ว	2800 รอบ/นาที
ตัดได้ยาว	1350 มม
ตัดได้กว้าง	800 มม
มีชุดสกรูรีง	3000/4000/5000/6000 rpm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.8 เครื่องเลื่อยมือคิ่ง RADIAL

ชื่อเครื่อง เครื่องเลื่อยมือคิ่ง RADIAL ยี่ห้อ Maggi ( ไฟบ้าน ) รุ่น Professional นำเข้าจาก  
ประเทศอิตาลี ผลิตในปี ค.ศ. ราคาขาย 54,000 บาท (ราคายังไม่รวม VAT)

ตารางที่ 2.6 เครื่องเลื่อยมือคิ่ง

มอเตอร์(2 สาย)	1.5 แรงม้า
ความเร็ว	2800 รอบ/นาที
จำนวนลูกปืน	4 ลูก
ตัดได้หนา	85 มม.
ปรับใบเลื่อยได้สูงจากโต๊ะ	60 มม
ขนาดใบเลื่อย	300 มม.
รูใบเลื่อย	20 มม.
ขนาดโต๊ะ	560x800 มม.
ระยะชัก	460 มม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.9 เครื่องเลื่อยวงเดือนใบจักร

ภาพที่ 2.10 เครื่องเลื่อยวงเดือน

(บริษัท ไทยวู้ดแม็ก. 2547) [Internet]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.4 ระบบมอเตอร์ไฟฟ้า และมอเตอร์ แบบต่าง ๆ

มอเตอร์ คือ เครื่องกลไฟฟ้าที่เป็นพลังงานกล (ศุภชัย ชูรินทร์วงศ์. 2541:11) กฎมือซ้าย เมื่อเหยียดมือซ้าย เส้นแรงแม่เหล็กจะวิ่งเข้าหาฝ่ามือ นิ้วชี้ที่เหยียดออกไปจะแสดงทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้า ส่วนนิ้วหัวแม่มือจะแสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของตัวนำ (มานพ ต้นตระกูลพัฒนจิตต์. 2539:1)

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับแบ่งออกดังนี้

- มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 1 เฟส (A.C. Single Phase Motor)
- มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 2 เฟส (A.C. Two Phase Motor)
- มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 3 เฟส (A.C. Three Phase Motor)

### 2.4.1 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 1 เฟส

มอเตอร์กระแสสลับมีทั้งชนิดที่ใช้กับไฟ 1 เฟส และ 3 เฟส ที่ใช้ใน 1 เฟสจะเป็นชนิดที่ใช้กับเครื่องใช้ภายในบ้าน ส่วนแบบ 3 เฟส จะใช้ในงานอุตสาหกรรมเป็นส่วนใหญ่ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 1 เฟส แบ่งออกเป็น 5 แบบดังนี้

1. สปลิตเฟสมอเตอร์ (Split - phase Motor)
2. คาแพซิเตอร์มอเตอร์ (Capacitor Motor)
3. รีพัลชันไทป์มอเตอร์ (Repulsion - type Motor)
4. ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์ (Universal Motor)
5. เซดเคด โปลมอเตอร์ (Shaded - pole Motor)

มอเตอร์กระแสสลับมีทั้งชนิดที่ใช้กับไฟ 1 เฟส และ 3 ส่วนที่ใช้ใน 1 เฟสจะเป็นชนิดที่ใช้กับเครื่องใช้ภายในบ้าน ส่วนแบบ 3 เฟส จะใช้ในงานอุตสาหกรรมเป็นส่วนใหญ่ มอเตอร์กระแสสลับ 1 เฟส ที่ใช้งานกันทั่วไปมีอยู่ด้วยกัน 5 ชนิดคือ สปลิตเฟสมอเตอร์ (Split Phase Motor) เป็นอินดักชันมอเตอร์ชนิดหนึ่งที่ใช้กับไฟ 1 เฟส ขนาดที่นิยมใช้งานไม่เกิน 4 กิโลวัตต์ ( 1 HP – 746 วัตต์ ) งานที่จะนำไปใช้ส่วนใหญ่จะเป็นงานที่เป็นขนาดกลางลงมา เช่น เครื่องซักผ้า ปั๊มน้ำขนาดเล็ก เป็นต้น

1. โครงสร้างของสปลิตเฟสมอเตอร์ส่วนประกอบที่สำคัญจะประกอบไปด้วย

(1) โรเตอร์ จะประกอบด้วยเหล็กแผ่นบาง ๆ (Laminatted Iron Core)

นำมาอัดซ้อนกันตรงกลางจะเจาะเป็นร่องไว้สำหรับหมุน หรือเพลา (Shaft) โดยจะร้อยทะลุเหล็ก

แผ่นเหล่านี้ รอบ ๆ ผิวของโรเตอร์จะเจาะเป็นร่องตามแนวยาว และจะมีทองแดงหรืออลูมิเนียมฝัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อยู่ในร่องนั้นปลายทองแดงทั้ง 2 ด้าน จะถูกเชื่อมไว้ด้วยแหวนทองแดง หรืออลูมิเนียม เรียกว่า End Ring ซึ่งเรียกโรเตอร์ชนิดนี้ว่า โรเตอร์แบบทรงกระบอก (Squirrel Cage Rotor)

(2) สเตเตอร์ จะเป็นส่วนที่อยู่กับที่ จะประกอบด้วยเหล็กแผ่นต่าง ๆ เช่นเดียวกับ โนเตอร์ จะเซาะร่องและอัดอยู่ภายใน โครงเปลือกนอก (Frame) ของมอเตอร์ ที่ทำด้วยเหล็กหล่อหรือเหล็กเหนียวที่ทำโดยมีร่อง (Slot) ที่เซาะเอาไว้สำหรับพันขดลวด (Winding) ลงไปในร่องนั้นขดลวดที่พันอยู่มีด้วยกัน 2 ชุดคือ

ขดรัน (Running Winding)	จะพันด้วยขดลวดเส้นใหญ่พันอยู่ชั้นใน
ขดสตาร์ท (Starting Winding)	จะพันด้วยขดลวดเส้นเล็กพันทับขดรัน

## 2. มอเตอร์ยูนิเวอร์แซล (Universal Motor)

มอเตอร์แบบนี้บางทีเรียกว่า ซีรีส์มอเตอร์ (Series Motor) สามารถใช้ได้กับไฟฟ้ากระแสสลับและไฟฟ้ากระแสตรงที่แรงดันเท่ากัน ความเร็วเกือบจะเท่ากัน มอเตอร์แบบนี้มีใช้งานอย่างกว้างขวางและมีขนาดเล็ก ๆ เป็นชนิดเศษส่วนแรงแม้า (Fractional Horsepower) มีใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านทั่ว ๆ ไป เช่น เครื่องดูดฝุ่น เครื่องบดอาหาร สว่านไฟฟ้า มอเตอร์จักรเย็บผ้า เป็นต้น

มอเตอร์ยูนิเวอร์แซล ก็คือ ซีรีส์มอเตอร์ดังได้กล่าวแล้ว มีแรงบิดเริ่มเดินสูง ถ้าทำงานโดยไม่ มีโหลดจะหมุนด้วยความเร็วสูงมาก ซึ่งจะเป็นอันตรายต่อมอเตอร์ได้ ดังนั้น มอเตอร์ แบบนี้จึงออกแบบให้หมุนจับอุปกรณ์ที่จะให้ทำงานเสมอ เช่น เครื่องบดอาหาร จะให้มอเตอร์หมุนจับใบมีดอยู่ตลอดเวลา

มอเตอร์แบบนี้มีหลายชนิดด้วยกัน และนิยมใช้กันมากก็คือ ชนิด 2-โพล และมีขนาดตั้งแต่ 1/2000 ถึง 1/3 แรงแม้า

1. ส่วนประกอบ มอเตอร์ แบบนี้จะประกอบด้วย โครงเหล็ก แกนขั้วสนามแม่เหล็ก อาร์มาเจอร์ และฝาปิดหัวท้าย

(1) โครงเหล็ก บางทีเรียกสั้น ๆ ว่าโครง อาจจะทำด้วยแผ่นเหล็กเหนียวม้วนเป็นรูปทรงกระบอก หรืออะลูมิเนียมหล่อหรือเหล็กหล่อและจะต้องมีขนาด โดพอที่จะยึดแกนขั้วสนามแม่เหล็กได้

(2) แกนขั้วสนามแม่เหล็ก ทำด้วยแผ่นเหล็กบางลามิเนทเหมือนกับสเตเตอร์ของมอเตอร์แบบต่างๆ ที่ได้กล่าวมาแล้ว จะอัดติดกับ โครงด้วยหมุดหรือสกรู (Bolt) ที่แกนขั้วสนามแม่

เหล็กนี้เองจะยึดขดลวดสนามแม่เหล็กไว้และลักษณะขดลวดสนามแม่เหล็กสำหรับการต่อให้มอเตอร์กลับทางหมุนนั้น ก็สามารถปฏิบัติได้ง่ายๆ ดังนี้

### 3. มอเตอร์เซ็ดเค็ด โพล (Shaded Pole Motor)

มอเตอร์เซ็ดเค็ด โพล เป็นมอเตอร์ชนิดหนึ่งเฟสอีกแบบหนึ่งมีขนาดเล็ก ๆ ตั้งแต่ 1/100 ถึง 1/20 แรงม้า มักจะนำไปใช้กับงานที่ไม่ต้องการแรงบิดเริ่มเดินสูงนัก เช่น พัดลม เครื่องเป่าลม (Blower) เป็นต้น

การสร้าง Frame ของมอเตอร์เข้า แยกสร้างเป็น 2 แบบคือ แบบหนึ่งทำไว้โปร่งอากาศภายนอกสามารถพัดผ่านเข้าไปถ่ายเทภายในมอเตอร์ได้โดยสะดวก เพื่อลดระดับความร้อนขณะมอเตอร์กำลังใช้งาน อีกแบบหนึ่ง Frame ปิดหมดเกือบจะพูดได้ว่าแทบไม่มีอากาศผ่านเข้าออกได้ ส่วนรูปร่างของมอเตอร์แล้วแต่บริษัทผู้สร้างจะสร้างเป็นรูปทรงแปลก ๆ

ส่วนประกอบภายใน ส่วนที่อยู่ภายในติดกับ Frame มีหลักแผ่นบาง ๆ ยึดไว้เป็นปีกมีร่อง (Slot) สำหรับพันขดลวดเรียกรวมส่วนประกอบภายในด้านติดกับ Frame พร้อมทั้งขดลวดว่า สเตเตอร์ (Stator) ส่วนตัวหมุนมีแกนเหลายาวรองรับด้วยแบริ่งที่ฝากทั้ง 2 ข้างและเป็นส่วนที่สวมติดพู่ลีย์ (Pulley) เพื่อไปหมุนขับกับของที่จะใช้งาน ส่วนที่กล่าวนี้เรียกว่า โรเตอร์ (Rotor)

อินดักชันมอเตอร์สามเฟสหรือมอเตอร์โพลกลับสามเฟสมี 2 แบบด้วยกันคือ แบบสไลด์เรล เกจโรเตอร์ และแบบวาวด์โรเตอร์

#### 2.4.2 อินดักชันมอเตอร์สามเฟส แบบสไลด์เรลเกจโรเตอร์

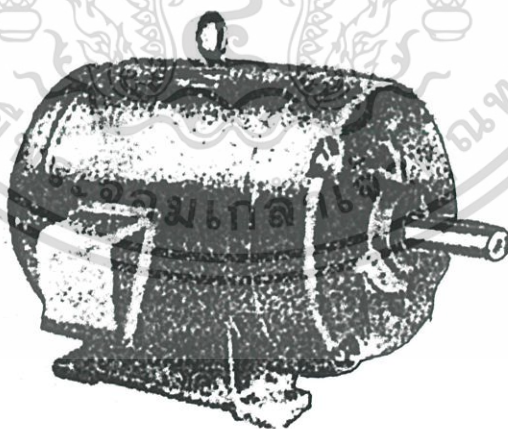
มอเตอร์แบบนี้มีใช้งานกันแพร่หลายที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในงานอุตสาหกรรมโดยปกติแล้วมอเตอร์สามเฟสแบบนี้จะทำงานด้วยความเร็วคงที่ตลอดเวลา

1. ส่วนประกอบ ส่วนประกอบที่สำคัญมีดังนี้คือ สเตเตอร์ โรเตอร์ และฝาครอบ หัวท้าย ซึ่งฝาครอบนี้อาจจัดเข้าเป็นสเตเตอร์ก็ได้ ก่อนอื่นจะกล่าวถึงโรเตอร์เพิ่มเติมอีกดังนี้ แกนโรเตอร์ (Rotor Core) จะทำด้วยแผ่นเหล็กบางลามิเนต ลักษณะกลม เจาะรูด้านนอกโดยรอบเป็นสล๊อท นำมาอัดยึดติดกันให้เป็นแกนรูปทรงกระบอก รูสล๊อทโดยรอบฝังด้วยตัวนำไฟฟ้าซึ่งอาจจะเป็นทองแดงหรือโลหะผสม หรืออะลูมิเนียม ในกรณีที่สล๊อทฝังด้วยแท่งตัวนำ ปลายแต่ละด้านของแท่งตัวนำที่โผล่ออกไปที่ด้านทั้งสองของแกนโรเตอร์จะถูกต่อเชื่อมเข้าด้วยกันด้วยแหวนตัวนำ โดยการเชื่อมให้หลอมละลายติดกัน แต่ก่อนใช้วิธีนี้ ซึ่งมีปัญหาตามมา คือรอยต่ออาจหลอมละลาย หรือแยกจากกัน ด้วยแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางขณะที่มอเตอร์กำลังทำงาน

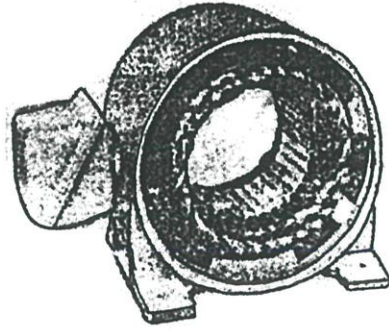
ในปัจจุบันนี้ตัวนำที่บรรจุอยู่ในสล๊อทของโรเตอร์จะใช้วิธีหล่อตัวนำไฟฟ้าซึ่งปกติจะเป็นโลหะผสมหรืออะลูมิเนียมเข้าไปเลย รวมทั้งหล่อแหวนตัวนำเชื่อมตัวนำในสล๊อทแต่ละด้านของโร

เตอร์ด้วยและพร้อมกันนี้ก็หล่อแผ่นครีบริบที่ช่วยในการระบายความร้อนให้ยื่นออกไปทั้งสองข้างพร้อมกันเลย ตัวนำทั้งหมดในสล็อตแหวนตัวนำที่ด้านข้าง และแผ่นครีบริบายความร้อนจะถูกหล่อให้ติดกันทั้งหมดพร้อม ๆ กัน เป็นชิ้นเดียวกันเลย สล็อตจะมีลักษณะเดียวกับแนวแกนทั้งนี้เพื่อป้องกันการจับ (Locking) กันระหว่างฟัน (teeth) ของโรเตอร์และสเตเตอร์ และสล็อตของโรเตอร์จึงใช้สล็อตชนิดปิด (Closed Slot) แต่ถ้าใช้สล็อตชนิดกึ่งปิด (Semiclosed Slot) ปากเปิดน้อย ๆ ของสล็อตจะถูกปิดขณะที่โรเตอร์อยู่ในขบวนการหล่อ และที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งก็คือที่ตัวโรเตอร์จะต้องมีท่อระบายความร้อนด้วย โดยปกติแล้วท่อลมสำหรับระบายความร้อนนี้ จะเจาะให้ทะลุจากปลายด้านหนึ่งถึงปลายอีกด้านหนึ่งของแกนโรเตอร์ และอยู่ระหว่างเพลากับสล็อตโดยรอบ วิธีการหล่อตัวนำลงในสล็อตของโรเตอร์นี้จะไม่เกิดการประหยัดเลย สำหรับการผลิตมอเตอร์ขนาดใหญ่ที่ผลิตครั้งละไม่มากนัก

สำหรับสเตเตอร์จะประกอบด้วยโครงเหล็ก แกนขดลวด โครงเหล็กจะมีสองลักษณะคือลักษณะหนึ่งผิวนอกเรียบ ดังภาพที่ 2.11 และอีกลักษณะหนึ่ง ผิวนอกจะมีครีบริบสำหรับระบายความร้อน โครงเหล็กทั้งสองแบบนี้จะทำด้วยเหล็กหล่อ สำหรับแบบที่ผิวนอกเรียบอาจทำด้วยแผ่นเหล็กเหนียวม้วนให้เป็นรูปทรงกระบอกแล้วเชื่อมให้ติดกันก็ได้ ส่วนด้านนอกจะมีกล่องต่อสายและขาตั้ง

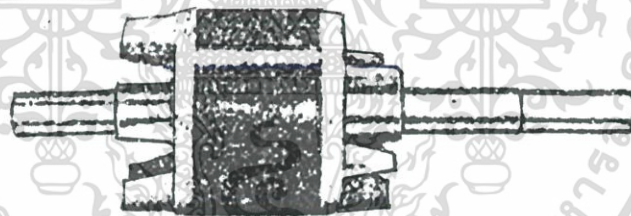


ภาพที่ 2.11 ลักษณะของอินคักชั่นมอเตอร์ 3 เฟส

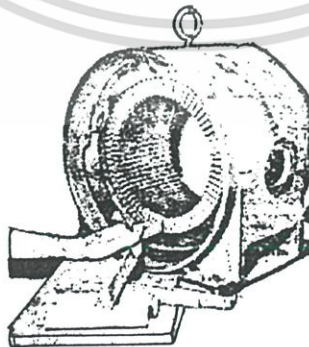


ภาพที่ 2.12 ลักษณะของสเตเตอร์มอเตอร์ 3 เฟส

แกนเหล็กสเตเตอร์หรือแกนขดลวด จะทำด้วยแผ่นเหล็กกลามีเนทเช่นเดียวกับแกนโรเตอร์ โดยตัดตรงกลางแผ่นลามิเนทออก แล้วเจาะด้านในให้เป็นร่องโดยรอบที่ เรียกว่า สล็อต แล้วนำเอาแผ่นลามิเนทของแกนเหล็กสเตเตอร์ดังภาพที่ 2.15 ลักษณะสเตเตอร์ก่อนพันขดลวดดังภาพที่ 2.16 และลักษณะการพันขดลวดสเตเตอร์ดังภาพที่ 2.16 ก. ข. เมื่อพันขดลวดเสร็จเรียบร้อยแล้วจะได้ขดลวดสเตเตอร์และสเตเตอร์ดังภาพที่ 2.17



ภาพที่ 2.13 ลักษณะของโรเตอร์ของมอเตอร์ 3 เฟส แบบสไลด์เรลเกจ

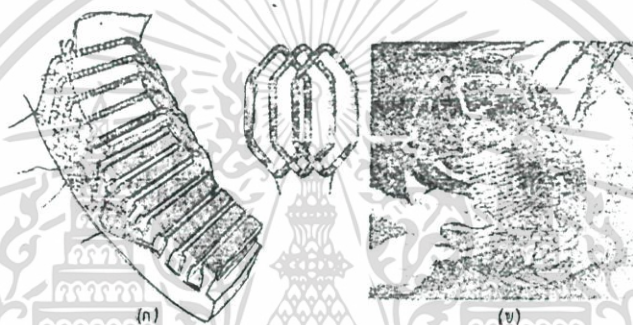


ภาพที่ 2.14 ลักษณะของฝาครอบ หัว-ท้าย ของมอเตอร์ 3 เฟส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.15 ลักษณะของสเตเตอร์ก่อนพันขดลวด



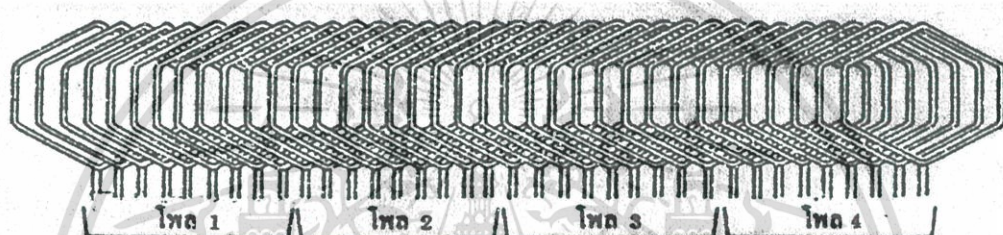
ภาพที่ 2.16 ลักษณะการพันขดลวดสเตเตอร์ของมอเตอร์ 3 เฟส

ฝาครอบหัวท้ายของมอเตอร์จะทำด้วยเหล็กหล่อมีรูตรงกลางสำหรับอัดเบริงรองรับเพลา ให้ติดแน่นทั้งสองข้างที่ฝาครอบนี้จะเจาะให้มีช่องสำหรับการถ่ายเทอากาศด้วยคือเป็นช่องสำหรับให้ลมร้อนออกมาเป็นแบบปลอกหรือสลีฟ (Sleeve Bearing) และแบบบอลด์ ( Ball Bearing ) ส่วนมากใช้แบบรีนึ่งแบบบอลด์ ลักษณะของฝาครอบดังภาพที่ 2.14

2. หลักการทำงาน เมื่อป้อนไฟฟ้าสามเฟสให้กับขดลวดสเตเตอร์ จะมีกระแสไฟไหลในขดเกิดสนามแม่เหล็กขึ้นที่สเตเตอร์ สนามแม่เหล็กที่สเตเตอร์นี้จะขยุบตัวและขยายตัวตามการเปลี่ยนแปลงรูปคลื่นไซน์ของไฟสลับและไปตัดกับขดลวดที่โรเตอร์เกิดการเหนี่ยวนำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าขึ้นที่โรเตอร์ และเกิดสนามแม่เหล็กขึ้นที่โรเตอร์ด้วย หมายความว่า เมื่อป้อนไฟสลับให้กับขดลวดสเตเตอร์ แล้วจะเกิดสนามแม่เหล็กหมุนและสนามแม่เหล็กขึ้นที่โรเตอร์ และให้สนามแม่เหล็กหมุนจากสเตเตอร์ดึงดูดให้สนามแม่เหล็กจากโรเตอร์หมุนตามไปด้วย คือทำให้โรเตอร์หมุนไปทิศทางเดียวกันกับทิศทางการหมุนของสนามแม่เหล็กจากสเตเตอร์ ซึ่งความเร็วของโรเตอร์ที่หมุนไปนี้ จะหมุนด้วยความเร็วที่ต่ำกว่าความเร็วซิงโครนัสเสมอ

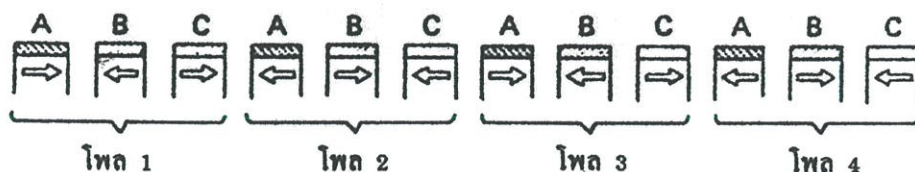
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การต่อมอเตอร์สไลด์รางสามเฟสใช้งาน ได้กล่าวมาแล้วว่ามอเตอร์ สามเฟสนั้นโพลแต่ละโพลจะประกอบด้วยขดลวด 3 ชุด หรือ 3 เฟส คือเฟส 1 เฟส 2 และเฟส 3 หรือ เฟส A เฟส B และ เฟส C การต่อขดลวดมี 2 แบบด้วยกันคือแบบสตาร์หรือวาย ( Y ) และแบบสี่ด้า (  $\Delta$  ) ซึ่งจะได้กล่าวถึงรายละเอียดต่อไป โดยจะเริ่มต้นภายหลังจากการพันขดลวดเสร็จเรียบร้อยแล้ว ขดลวดแต่ละเฟสที่ขั้วแม่เหล็กแต่ละโพลนั้น จะมีปลายสาย 2 เส้นคือต้นกับปลาย แต่ในกรณีภาพที่ 2.17 นี้ ขดลวดหนึ่งเฟสจะมีสามคอยล์ คือ เฟส ( A ) จะมีสามคอยล์ เฟส B จะมีสามคอยล์และเฟส C ก็มีสามคอยล์ ต่อปลายสายแต่ละคอยล์อันดับกันแล้วจะเหลือปลายสายต้นกับปลายเพียงชุดละ 2 เส้นเท่านั้นดังนั้นกรณีมอเตอร์ชนิด 4 ขั้ว



ภาพที่ 2.17 ลักษณะขดลวด 3 เฟส ที่พันเสร็จแล้วแสดงในแนวเส้นตรง

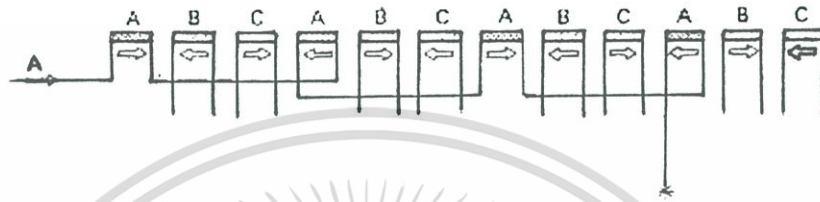
แม่เหล็กนี้จะมีขดลวดเฟส A 4 ชุด ขดลวดเฟส B 4 ชุด ขดลวดเฟส C 4 เมื่อเขียนแท่งสี่เหลี่ยมผืนผ้าแทนขดลวดแต่ละเฟสของภาพที่ 2.17 แล้วจะได้ดังภาพที่ 2.18 พร้อมกันนี้เราก็จะให้ทิศทางของกระแสไฟไหลในแต่ละเฟสที่สร้างสนามแม่เหล็กหมุน มีทิศทางดังภาพที่ 2.18 ด้วยคือถ้าให้กระแสที่ไหลผ่านเฟส A สร้างสนามแม่เหล็กเป็นขั้วเหนือแล้ว กระแสไฟของเฟส B ที่อยู่ใกล้ ๆ ก็จะต้องสร้างสนามแม่เหล็กเป็นขั้วใต้ขึ้นมาสลับกันอย่างนี้เรื่อยไปจนหมดทุกเฟสและทุกโพล



ภาพที่ 2.18 แท่งสี่เหลี่ยมแทนขดลวดแต่ละเฟสของรูปที่ 2.17

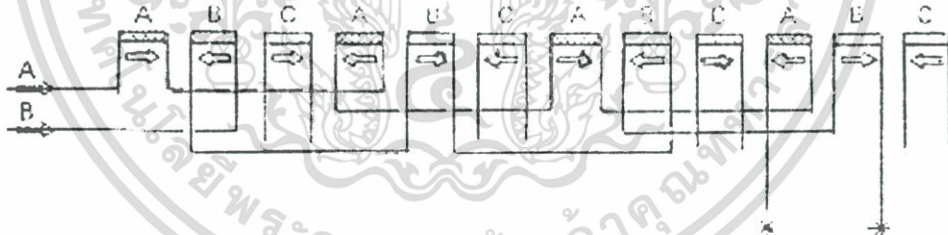
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การต่อขดลวดแต่ละเฟสกระทำดังนี้ คือ เริ่มต้นจากขดลวดเฟส A ต่อสายไฟเข้าที่ต้นของเฟส A ที่โพลที่ 1 ต่อปลายที่ 1 ต่อปลายของเฟส A ที่โพลที่ 1 เข้ากับปลายของเฟส A ที่โพลที่ 2 (ทิศทางของกระแสจะไหลสวนทางกัน) ต่อต้นของเฟส A ที่โพลที่ 2 เข้ากับต้นของเฟส A ที่โพลที่ 3 และต่อปลายของเฟส A ที่โพลที่ 3 เข้ากับปลายของเฟส A ที่โพลที่ 4 ในที่สุดจะเหลือต้นกับปลายของเฟส A เพียง 2 เส้น

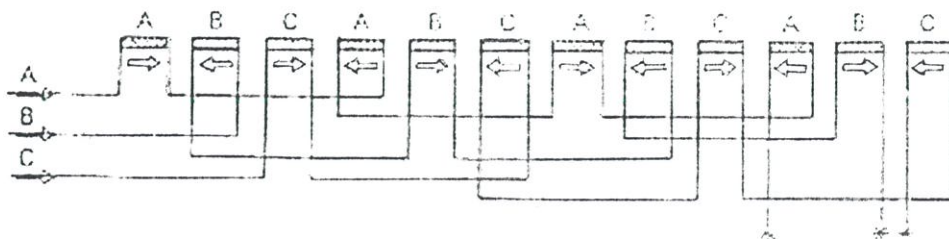


ภาพที่ 2.19 แสดงการต่อขดลวดเฟส A

การต่อขดลวดเฟส B และเฟส C ก็กระทำในลักษณะเดียวกันคือที่เฟส B เริ่มต้นที่เฟส B ของโพลที่ 1 ไปเรื่อยจนถึงโพลที่ 4 จะเหลือปลายสาย 2 เส้นเช่นเดียวกับเฟส A ดังรูปที่ 3.10 และการต่อขดลวดเฟส C ก็เริ่มจากขดลวดเฟส C ที่โพลที่ 1 ไปเรื่อยจนถึงโพลที่ 4 จะเหลือปลายสายเพียง 2 เส้น



ภาพที่ 2.20 แสดงการต่อขดลวดเฟส A และ เฟส B



ภาพที่ 2.21 แสดงการต่อขดลวดเฟส A เฟส B และ เฟส C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การต่อขดลวดมอเตอร์สามเฟสแบบสไลด์เรลเกจใช้งานมี 2 แบบด้วยกันคือ ต่อแบบสตาร์ หรือวาย ( Star or Wye, Y ) และต่อแบบเดลต้า ( Delta ,  $\Delta$  ) เพื่อจะต่อขดลวดให้เป็นแบบสตาร์ นั้นให้ณะเอาปลายของขดลวดเฟส A เฟส B เฟส C มาต่อเข้าด้วยกัน จุดต่อนี้เรียกว่า Star poing และเมื่อเขียนเป็นสตีมเมติกไดแกรมจะได้

สำหรับการต่อขดลวดมอเตอร์สามเฟสแบบเดลตานั้นกระทำได้ดังนี้คือ จากการต่อขดลวดเฟส A เฟส B เฟส C ให้เอาปลายสายของเฟส A ที่โพลที่ 4 ต่อเข้ากับต้นของเฟส B ที่โพลที่ 1 และเอาปลายสายเฟส B ที่โพลที่ 4 ต่อเข้ากับต้นของเฟส C ที่โพลที่ 1 จะได้ขดลวดแบบเดลต้า และเมื่อเขียนรูปให้อยู่ในลักษณะสตีม-เมติกไดอะแกรมการต่อขดลวดมอเตอร์แบบสตาร์ก็เพื่อใช้กับไฟฟ้าแรงดันสูงเช่นแรงดัน 380 โวลท์ เป็นต้น และการต่อขดลวดมอเตอร์แบบเดลต้าก็เพื่อใช้แรงดันต่ำเช่น 220 โวลท์

เมื่อพิจารณาที่หลักต่อสายของมอเตอร์สามเฟสคือถ้าต่อขดลวดแบบสตาร์จะต่อหลักต่อสายและถ้าต่อขดลวดแบบเดลต้าจะต่อหลักต่อสาย

ในการต่อสายมอเตอร์สามเฟสเพื่อให้มอเตอร์หมุนกลับทางนั้นกระทำได้ง่าย ๆ ดังนี้ คือถ้าแต่เดิมต่อปลายสายของขดลวดเฟส A เฟส B และเฟส C เข้ากับแรงดันไฟฟ้า เฟส A เฟส B เฟส C ตามลำดับ มอเตอร์สามเฟสตัวนั้นก็จะมีหมุนไปในทิศทางหนึ่ง เพื่อที่จะกลับทิศทางการหมุนของมอเตอร์ให้สลับปลายสายของขดลวดเฟส A กับเฟส B หรือสลับปลายสายขดลวดเฟส B กับเฟส C หรือสลับปลายสายของขดลวดเฟส A กับเฟส C เพียงคู่ใดคู่เดียว มอเตอร์ก็จะหมุนกลับทางอย่าต่อสลับปลายสายพร้อมกันทั้งสามปลายในเวลาเดียวกัน เพราะจะทำให้มอเตอร์หมุนในทิศทางเดิมอีก การต่อปลายสายมอเตอร์สามเฟสให้หมุนทวนเข็มนาฬิกา ก็ต้องต่อ

#### 2.4.2 อินคักซ์มอเตอร์สามเฟส แบบวาวด์โรเตอร์

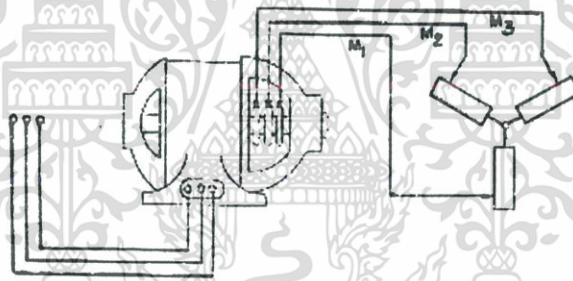
มอเตอร์แบบนี้จะมีการใช้งานเฉพาะบางอย่างเท่านั้น สามารถปรับความเร็วได้ง่ายและสะดวก ซึ่งต่างจากมอเตอร์แบบสไลด์เรลเกจที่ทำงานด้วยความเร็วคงที่เสมอ มอเตอร์แบบนี้ เรียกชื่ออีกอย่างหนึ่งว่า Slip Ring Moter

1. ส่วนประกอบ มอเตอร์แบบนี้มีส่วนประกอบเหมือนกับมอเตอร์แบบสไลด์เรลเกจ คือประกอบด้วย สเตเตอร์โรเตอร์และฝาครอบ สเตเตอร์และฝาครอบจะเหมือนกับมอเตอร์แบบสไลด์เรลเกจทุกประการ แม้แต่การพันขดลวดการต่อขดลวด ดังนั้นจึงจะไม่กล่าวรายละเอียดเพิ่มเติมอีกส่วนที่แตกต่างกันก็คือที่โรเตอร์ สำหรับโรเตอร์ของมอเตอร์ของมอเตอร์แบบวาวด์โรเตอร์นี้จะทำด้วยแผ่นเหล็กลามิเนทเจาะรูสำหรับระบายความร้อนแล้วนำแผ่นลามิเนทแต่ละแผ่นมาอัดเข้าด้วยกันเป็นแกนโรเตอร์เช่นเดียวกับแกนโรเตอร์ของมอเตอร์โรเตอร์ของมอเตอร์แบบสไลด์เรลเกจทุกประการ ที่แตกต่างกันจริง ๆ ก็เฉพาะขดลวดที่พันลงในสลีทโรเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เท่านั้น ขดลวดที่พันลงในสล๊อทโรเตอร์จะพันด้วยเส้นลวดทองแดงกลมหรือแบนซึ่งแล้วแต่จะออกแบบโดยพันให้แต่ละเฟส ห่างกัน 120 องศา ไฟฟ้าและพันให้มีจำนวนโพลเท่ากับจำนวนโพลที่สเตเตอร์ทุกประการด้วยเมื่อพันขดลวดลงในสล๊อทโรเตอร์เสร็จแล้วจะต่อขดลวดเป็นแบบสตาร์ เหลือปลายสายต่อเข้ากับสล๊อปปริงเพียง 3 ปลายเท่านั้น ลักษณะโรเตอร์ที่พันขดลวดเสร็จแล้ว สล๊อปปริงที่ยึดติดอยู่กับเพลลาของโรเตอร์นี้แต่ละตัวจะมีฉนวนรองรับเพื่อไม่ให้ติดต่อกันทางไฟฟ้าที่สล๊อปปริงจะมีแปรงถ่าน (Carbon Brushes) วางสัมผัสอยู่ในช่องแปรงถ่านและมีสปริงกดให้สัมผัสแน่นตลอดเวลาด้วย จากแปรงถ่านนี้จะต่อสายออกไปภายนอกเพื่อต่อเข้ากับความต้านเพื่อควบคุมความเร็วต่อไป

2. หลักการทำงาน เมื่อป้อนแรงดันไฟสลับให้กับขดลวดสเตเตอร์ จะเกิดสนามแม่เหล็กหมุนและมีความเร็วที่เรียกว่าความเร็วซิงโครนัส ความเร็วซิงโครนัสนี้ จะมากหรือน้อยก็ขึ้นอยู่กับจำนวนของโพลของมอเตอร์ สนามแม่เหล็กหมุนจะยุบตัวและของตัวตัดกับขดลวดที่โรเตอร์ ทำให้เกิดแรงเคลื่อนเหนี่ยวนำและกระแสเหนี่ยวนำด้วย กระแสเหนี่ยวนำนี้จะไหลผ่านสล๊อปปริงผ่านความต้านทานภายนอกที่ต่อร่วมกับขดลวดโรเตอร์เพื่อช่วยในการเริ่มเดิน (สตาร์ท) และปรับความเร็ว



ภาพที่ 2.22 แสดงการต่อมอเตอร์ 3 เฟส แบบสล๊อปปริง

ขณะเริ่มเดิน ความต้านทานภายนอกจะต่อแบบสตาร์ท ความต้านทานที่ต่อเข้าไปร่วมกับขดลวดโรเตอร์จะมีผลทำให้แรงบิดต้นดีขึ้น และเป็นผลทำให้อิมพีแดนซ์ของโรเตอร์เพิ่มขึ้นด้วย กระแสโรเตอร์ก็จะลดลงตามไปด้วย แต่กระแสเก็อบจะมีเฟสเดียวกับกับแรงเคลื่อนเหนี่ยวนำและเส้นแรงแม่เหล็กจากขดลวดสเตเตอร์จึงเป็นผลทำให้แรงบิดตอนสตาร์ทสูงขึ้น

เมื่อความเร็วมอเตอร์สูงขึ้นแล้วจึงค่อย ๆ ลดความต้านทานภายนอกออกจากวงจรของขดลวดโรเตอร์ เมื่อลดความต้านทานภายนอกออกหมด สล๊อปปริงจะต่อถึงดวงจรที่จุดต่อสตาร์ท (Star Point) ของความต้านทานภายนอก ขณะนี้มอเตอร์จะหมุนด้วยความเร็วเต็มพิกัด (Rated Spud) ถ้าต้องการปรับความเร็วของมอเตอร์แบบนี้ก็เพิ่มความต้านทานหรือลดความต้านทานภายนอกเข้ากับวงจรขดลวดโรเตอร์ ปกติแล้วจะปรับความเร็วให้ต่ำกว่าความเร็วเต็มพิกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถเริ่มเดินขณะขับโหลดสูง ๆ ได้โดยการเพิ่มความต้านทานเข้าไปในวงจรขดลวดโรเตอร์ แต่จะทำให้เกิดความสูญเสีย เพิ่มขึ้นโรเตอร์ ซึ่งก็เป็นผลอันหนึ่งที่ทำให้ประสิทธิภาพของมอเตอร์ลดลง

3. การต่อมอเตอร์สามเฟสแบบวาวด์โรเตอร์ใช้งาน วิธีการต่อขดลวดสเตเตอร์เริ่มต้นตั้งแต่การต่อกลุ่มคอยล์ (Coil Group) หรือต่อขดลวดแต่ละชุดหรือแต่ละเฟสภายในแต่ละโพล การต่อขดลวดแต่ละเฟสของมอเตอร์ การต่อขดลวดเป็นแบบสตาร์ หรือเดลต้า ทำได้เช่นเดียวกันกับมอเตอร์สามเฟสแบบสไควเรลเกจในการต่อมอเตอร์สามเฟสแบบวาวด์โรเตอร์เข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้าต่อได้

สำหรับการต่อมอเตอร์สามเฟสแบบวาวด์โรเตอร์ให้หมุนกลับทิศทางก็กระทำได้เช่นเดียวกับมอเตอร์สามเฟสแบบสไควเรลเกจ กล่าวคือให้สลับปลายสายที่ต่อเข้ากับขดลวดสเตเตอร์เพียงคู่หนึ่งคู่ใดเท่านั้น ดังรูปที่ 3.21 ในรูปที่ 3.21 ก. เป็นการต่อมอเตอร์ให้หมุนในทิศทางหนึ่ง และรูปที่ 3.21 ข. เป็นการต่อมอเตอร์ให้หมุนในอีกทิศทางหนึ่งซึ่งตรงข้ามแต่ถ้าจะต่อปลายสายที่โรเตอร์ให้สลับกันมอเตอร์จะไม่หยุดกลับทางแต่อย่างใด (ณรงค์ ชอนตะวัน, 2539:81-90)



ก. มอเตอร์จะหมุนในทิศทางหนึ่ง ข. มอเตอร์จะหมุนอีกในทิศทางหนึ่ง

ภาพที่ 2.23 การต่อมอเตอร์ 3 เฟสแบบวาวด์โรเตอร์ให้หมุนกลับทิศทาง

### 2.4.3 การบำรุงรักษามอเตอร์

เพื่อให้มอเตอร์มีอายุการใช้งานนาน และใช้งานได้ดีต้องคอยหมั่นตรวจสอบบำรุงรักษา เป็นระยะเวลาที่จะบำรุงรักษาจะเป็นเดือนหรือเป็นปีขึ้นอยู่กับการใช้งานของมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1. การตรวจสอบบำรุงรักษาในระยะจะปฏิบัติดังนี้

- (1) รักษาภายในและนอกของมอเตอร์ให้สะอาดปราศจากน้ำมันฝุ่นละออง น้ำสำหรับมอเตอร์ที่ตั้งอยู่ในที่ที่มีฝุ่นมาก ต้องถอดออกมาทำความสะอาดเดือนละครั้ง
- (2) ถ้าต้องการให้อายุของมอเตอร์ยาวนาน ควรจะนำมอเตอร์มาชุบน้ำมันวานิชปีละครั้งหรือ 2 ครั้ง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการใช้งานของมอเตอร์
- (3) ส่วนหมุนและคอมมิวเตเตอร์ต้องสะอาด และปราศจากน้ำมันใด ๆ ทั้งสิ้นผิวหน้าจะต้องขึ้นมัน โดยการใช้น้ำมันเช็ดก็เป็นการเพียงพอแล้ว
- (4) แปร่งถ่านจะต้องเคลื่อนที่ขึ้นลงในที่ยึดแปร่งถ่านต้องสัมผัสกับซี่คอมมิวเตเตอร์ได้ดี ปกติต้องมีแรงสปริงดัน 2 - 2.5 ปอนด์ต่อตารางนิ้วเมื่อเปลี่ยนแปลงถ่านใหม่ต้องใช้กระดาษทรายขัดแปร่งให้แปร่งสัมผัสกับซี่คอมมิวเตเตอร์ดี และควรมีอะไหล่สำหรับเปลี่ยนไว้
- (5) ตรวจสอบอุณหภูมิที่อ่านได้จากมอเตอร์จะต้องไม่เกิน 90 องศาเซนติเกรด หรือ 194 องศาฟาเรนไฮต์
- (6) ที่สำคัญที่สุดก็จะต้องตรวจดูว่า คลับลูกปืนสกปรกหรือสึกหรือใช้การไม่ได้ดังนั้นจึงต้องใช้น้ำมันไฮดรอลิกแบบปืนอัด ปกติมอเตอร์ที่ซ่อมใหม่ๆ จะหยอดน้ำมันมาจากโรงงานแล้วแต่เมื่อใช้ไปนานๆ ระยะเวลาที่ต้องหยอดน้ำมันขึ้นอยู่กับการใช้งานของมอเตอร์ถ้าใช้งานหนักแทนที่จะหยอดเดือนละครั้ง ก็อาจหยอดเดือนละ 2 ครั้ง น้ำมันไฮดรอลิกที่หยอดในคลับลูกปืนต้องเป็นชนิดที่ดีและมีคุณภาพสูง

## 2. งานทำแทนรับมอเตอร์

มอเตอร์อาจถูกติดตั้งในสภาพต่าง ๆ กัน เช่น บนพื้นบนเสา กำแพง ที่เครื่องจักร โหลด ฯลฯ ซึ่งสภาพกรณีต่างๆ เหล่านี้ ถ้าสภาพติดตั้งมอเตอร์บนฐานที่ไม่แข็งแรงเพียงพอหรือติดตั้งไม่ดีพอ การสั่นสะเทือนที่เกิดขึ้นจะเป็นสาเหตุทำให้รองถื่น และแปร่งถ่านสึกหรือเร็วกว่ากำหนด หรือเพลาหัก หรือคดได้

(1) ขณะติดตั้งเสาหรือกำแพง จะต้องตรวจสอบความแข็งแรงเสา หรือกำแพงที่จะติดตั้งอย่างละเอียด โดยอาศัยฉากเหล็ก โครงเหล็ก ฯลฯ ที่ไม่ทำให้เกิดบริเวณไม่สมดุลหรือระว่างไม่สกรูยึดหลวมเป็นอันขาด

(2) ติดตั้งบนเครื่องจักร โหลดโดยตรง จะต้องตรวจสอบยืนยันสภาพโครงสร้างและความแข็งแรงของเครื่องจักร โหลดก่อน และจะต้องพิจารณาคำแนะนำยืนยันว่ามอเตอร์จะสามารถทำงานได้ไม่มีข้อบกพร่องจากสภาพความชื้น อุณหภูมิ ฝุ่นละออง การสั่นสะเทือน ฯลฯ แล้วจึงติดตั้งมอเตอร์อย่างแน่นหนา ถ้าพิจารณาแล้วเห็นว่าจะมีผลเสียหายเกิดขึ้นได้จากอิทธิพลของความชื้น อุณหภูมิ ฝุ่นละออง การสั่นสะเทือน ฯลฯ จะต้องแก้ไขให้หมดสิ้นเรียบร้อยก่อน โดยที่จะต้องคำนึงถึงสภาพการใช้งานของเครื่องจักร โหลดเป็นสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3) เมื่อติดตั้งมอเตอร์บนพื้นที่มีฐานไม่แข็งแรงอาจทำให้เกิดเสียงดังและสะเทือนในขณะที่เดินมอเตอร์ใช้งาน ดังนั้นฐานคอนกรีตที่แข็งแรงจึงเหมาะสมกับการติดตั้งมอเตอร์แต่ในกรณีมอเตอร์ขนาดเล็ก ไม่เกิน 2.2 กิโลวัตต์ (3 แรงม้า) อาจใช้ฐานแผ่นไม้หนาๆ ก็เป็นการเพียงพอ ในการทำฐานรับมอเตอร์ยกระดับสูงขึ้นจากพื้นห้องเล็กน้อย ทั้งนี้เพื่อกันมิให้มอเตอร์เปียกน้ำ ฝุ่นเข้าสกปรก ฯลฯ จากพื้นห้อง

(4) การต่อประกันเครื่องจักรโหลด มีอยู่หลายวิธีที่จะสามารถส่งกำลังจากมอเตอร์เข้าสู่เครื่องจักรโหลดใช้งานตามต้องการ สามารถทำได้โดยวิธีส่งกำลังสายพาน การใช้เกียร์ทด การใช้โซ่ หรือการต่อประกับเพลลาเข้าด้วยกันโดยตรง

## 2.4.4 ระบบส่งกำลัง

### 2.4.4.1 เพลลา

เพลลาเป็นส่วนสำคัญที่สุดส่วนหนึ่งของเครื่องจักรกลทุกชนิด เครื่องจักรกลเกือบทุกประเภทมีส่วนหนึ่งที่ใช้ถ่ายทอดการหมุน หรือทั้งการหมุนและกำลัง โดยอาศัยชิ้นส่วนที่สำคัญคือเพลลา รายละเอียดของเพลลาที่ใช้ถ่ายทอดกำลังและลิ้มที่ถ่ายทอดโมเมนต์ที่บิดจากเพลลาเป็นส่วนใหญ่

#### 1. ชนิดของเพลลา

เพลลาถ่ายทอดกำลังอาจจะแบ่งตามชนิดของโหลด Load ได้ดังนี้

(1) เพลลาถ่ายทอดกำลัง Transmission Shafts ชนิดนี้ใช้รับเฉพาะการบิดอย่างเดียว หรืออาจจะรับทั้งการบิดและการดัดผสมกัน กำลังจะถ่ายทอดผ่านเพลลา โดยอาศัยแผ่นประกับต่อเพลลา Coupling เฟือง มู่เก้และสายพาน หรือจานโซ่และโซ่ ฯลฯ

(2) เพลลาต้น Spindle ในการใช้งานทั่วไปใช้รับเฉพาะการบิดเพียงอย่างเดียวต้องการรูปร่างและขนาดที่ถูกต้องจริงๆ แม้ในขณะที่ใช้งาน

(3) เพลลาแกน Axles เพลลาชนิดนี้ใช้ต่ออยู่ระหว่างล้อของรถยนต์ รถบรรทุก รถพ่วง ฯลฯ (บางครั้งเรียกว่า แกน) โดยปกติแล้วเพลลาแบบนี้ไม่ได้ออกแบบไว้ให้หมุน แต่จะได้รับการดัดเพียงอย่างเดียว นอกจากในกรณีที่ถูกออกแบบให้ใช้เป็นเพลลาขับเท่านั้น

นอกจากจะแบ่งเพลลาตามชนิดของโหลดแล้ว อาจจะแบ่งออกตามชนิดของรูปร่างได้อีก คือ เพลลาตรง เพลลาข้อเหวี่ยง ใช้เป็นเพลลาประธานของเครื่องยนต์ลูกสูบ เพลลาอ่อน Flexible Shafts ที่ใช้ถ่ายทอดกำลังน้อยๆ และในทิศทางใดๆ เป็นต้น

#### 2. จุดสำคัญในการออกแบบเพลลา

ในการออกแบบเพลลามีจุดที่ควรพิจารณาดังนี้

(1) ความแข็งแรงของเพลลา ดังได้กล่าวมาแล้วว่าเพลลาที่ถ่ายทอดกำลังจะต้องรับการบิดและการดัด หรือทั้ง Water Wheel หรือเพลลาขับของเรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้ยังจะต้องพิจารณาเรื่องการด้า การกระแทก หรืออิทธิพลของการรวมจุดความเค้น Stress Concentration เนื่องมาจากการเปลี่ยนขนาดเพื่อทำบ่า หรือเมื่อมีการเซาะร่องลิ้ม ดังนั้น เพลาที่จะออกแบบต้องแข็งแรงพอที่จะรับโหลด ดังกล่าวทั้งหมดได้

(2) ความแข็งแรงของเพลานอกจากจะต้องแข็งแรงพอแล้ว ในขณะที่ใช้งานเพลาอาจจะโค้ง หรือบิดเบี้ยวมากอันอาจจะทำให้เกิดผลที่ผลิต โดยเครื่องจักรนั้นๆ ผลิตพลาดไป หรือทำให้การขบกันของฟันเฟืองไม่สนิททำให้เกิดเสียงดัง และสั่นสะเทือน ด้วยเหตุนี้ในการออกแบบเพลาก็ต้องนำเอาความแข็งแรงเข้ามาพิจารณาร่วมกับความแข็งแรงด้วย แต่ทั้งนี้ก็ต้องพิจารณาประกอบด้วยว่าเพลานั้น ๆ ออกแบบขึ้นเพื่อใช้กับงานหรือเครื่องจักรกลชนิดใดด้วย

(3) ความเร็ววิกฤติ ถ้าความเร็วของเพลาลูกถูกเพิ่มขึ้นมากๆ จะพบว่าที่ความเร็วหนึ่งเพลามีความสั่นสะเทือนมากขึ้นอย่างผิดปกติในทันทีทันใด ความเร็วที่เกิดการสั่นสะเทือนมากนี้เรียกว่า "ความเร็ววิกฤติ" อาการเช่นนี้มักจะเกิดกับกังหันที่หมุนด้วยความเร็วสูง เครื่องยนต์สันดาปภายในมอเตอร์ไฟฟ้า เป็นต้น หากเราทิ้งไว้ที่ความเร็วนี้เป็นเวลานานพอเพลาก็อาจเสียหาย ดังนั้นสำหรับชิ้นส่วนที่หมุนด้วยความเร็วสูง จึงต้องระมัดระวังให้ความเร็วใช้งานต่ำกว่าความเร็ววิกฤติเสมอ

(4) การกักคร่อน เปลาของเครื่องจักรกลบางชนิด เช่น เปลาขับของเรือ เปลาของปั๊มที่สัมผัสกับของเหลวที่มีการกักคร่อนหรือเพลาของเครื่องจักรที่มีช่วงที่หยุดใช้เป็นเวลานาน จะต้องเลือกทำด้วยวัสดุที่มีคุณสมบัติต่อต้านกับการกักคร่อนได้ (รวมทั้งเพลาสติกด้วย) การเลือกวัสดุที่ถูกต้องและเหมาะสมจะช่วยยืดอายุการใช้งานของเครื่องจักร และลดเวลาที่ต้องหยุดซ่อมแซมแซมก่อนถึงเวลาอันสมควร

#### 2.4.4.2 คลັบลูกปืนชนิดต่างๆ

คลັบลูกปืนก็คล้ายๆกับเพลาคือ จัดออกแบบต่างๆหลายแบบ ประโยชน์ของคลັบลูกปืนคือ จะให้ความผิดหมุนต่ำมากเมื่อเปรียบเทียบกับความฝืดเลื่อน โหลดทำให้ความร้อนที่เกิดจากการเสียดทานต่ำ คลັบลูกปืนอาจจะแบ่งออกได้เป็น ลูกปืนที่รางนอกหรือรางในสามารถถอดแยกออกจากกันได้ เรียกว่า แบบถอดแยกได้ ส่วนที่แบบถอดออกไม่ได้เรียกว่า แบบถอดแยกไม่ได้หากพิจารณาตามขนาดของรางนอกหรือรางในของคลັบลูกปืน ยังอาจแบ่งได้คร่าวๆอีกครั้งนี้

เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก	มากกว่า 800 (มม.)	ขนาดใหญ่พิเศษ	
เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก	180 - 800 (มม.)	ขนาดใหญ่	
เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก	ไม่เกิน 80 (มม.)	หรือ ขนาดเล็ก	
เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน	10 (มม.)	หรือมากกว่า	ขนาดเล็ก
เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน	เล็กกว่า 10 (มม.)	หรือ	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็ก
เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก	9 (มม.)	หรือมากกว่า	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง
เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก	เล็กกว่า 9 (มม.)	ขนาดเล็กพิเศษ	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.4.5 เครื่องเก็บฝุ่นระยองขนาดเล็ก

การควบคุมฝุ่นระยองจะใช้เครื่องเก็บฝุ่นระยองขนาดเล็ก มีชิ้นส่วนประกอบไม่สลับซับซ้อน ติดตั้งง่าย เป็นเครื่องดูดฝุ่นผงชนิดแห้ง ที่ประกอบด้วยพัดลมดูดอากาศ ซึ่งขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า และต่อท่อเข้าไปยังมอเตอร์ดูดฝุ่นและส่วนเก็บฝุ่นซึ่งเป็นถุงผ้า

ส่วนประกอบของเครื่องเก็บฝุ่นระยอง

1. มอเตอร์ 1/2 แรง ไฟ 220 หรือ 380 โวลต์
2. ใบพัดลม
3. แรงลมดูด
4. ท่อลมเข้า เส้นผ่าศูนย์กลาง 4"
5. ถาดรองฝุ่น
6. ถุงเก็บฝุ่น

## 2.5 การควบคุมคุณภาพ (Quality Control : Q.C)

ยุทธพงษ์ ไกยวรรณ (2547:190) กล่าวว่า โดยทั่วไปสินค้าในตลาดจะมีราคาแปรผันตามคุณภาพสินค้า สินค้าคุณภาพดีย่อมมีราคาสูงกว่าสินค้าคุณภาพไม่ดี คุณภาพของสินค้าในอดีตมีความหลากหลาย และแตกต่างกันมากสินค้าบางอย่างที่จำหน่ายในท้องตลาดขาดคุณภาพ หรือคุณภาพต่ำไม่เหมาะสมกับราคารัฐบาลจึงได้มีการกำหนดมาตรฐานคุณภาพสินค้าขึ้น เพื่อควบคุมคุณลักษณะต่างๆ ของราคาสินค้า เช่น ลักษณะทางกายภาพได้แก่ ขนาด น้ำหนัก สี ฯลฯ ลักษณะทางเคมีได้แก่ ความเป็นกรดเป็นด่างเป็นลักษณะต่างๆ เป็นต้น ปัจจุบันนี้ผลิตภัณฑ์หรือสินค้าบางอย่างบางชนิดจะถูกกำหนดคุณภาพในมาตรฐานอุตสาหกรรม (ม.อ.ก) ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งของการควบคุมคุณภาพสินค้าอุตสาหกรรม

### 2.5.1 ความหมายของการควบคุมคุณภาพ

คำว่า การควบคุมคุณภาพ เป็นการรวมคำสองคำเข้าด้วยกัน คำหนึ่งคือคำว่า การควบคุม ตรงกับคำในภาษาอังกฤษว่า "Control" ส่วนอีกคำหนึ่งคือ คำว่า คุณภาพ ตรงกับคำในภาษาอังกฤษว่า "Quality" ซึ่งคำสองคำนี้มีความหมายดังนี้

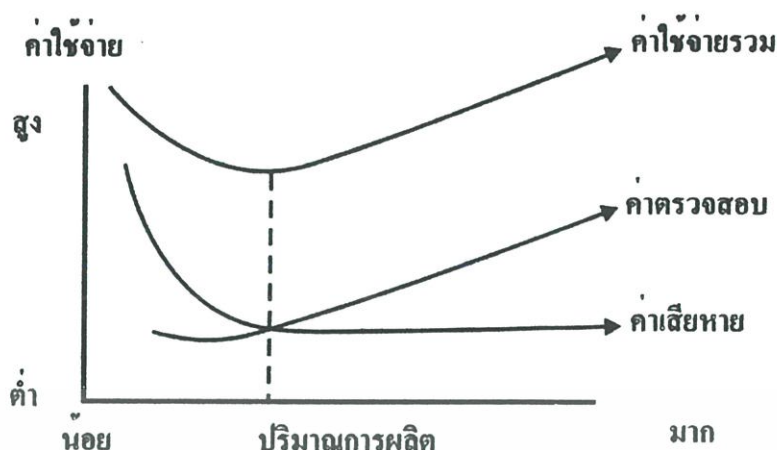
การควบคุม (Control) หมายถึงการบังคับให้กิจกรรมต่างๆ ได้ดำเนินการตามแผนที่วางไว้ (เปรี๊ยะ กิจรัตน์ภร. 2537 : 202) ส่วนคำว่า คุณภาพ (Quality) หมายถึง ผลผลิตที่มีความเหมาะสม ที่จะนำไปใช้ในงาน (Finess For Use) ออกแบบได้ดี (Quality Of Design) และมีรายละเอียดที่เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด (ศูนย์อบรม กฟภ. 2531 : 14) เรียรไชย จิตต์แจ้ง. (2530 : 666) ได้ให้ความหมายของการควบคุมหมายถึง กิจกรรมจำเป็นต่าง ๆ ที่จะต้องกระทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อให้บรรลุเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพและได้ผลตลอดไป นอกจากนี้ วิชัย แหวนเพชร (2536 : 111) ยังได้ให้ความหมายของ คุณภาพไว้ดังนี้ คุณภาพคือผลิตภัณฑ์มีความคงทนมั่นคง มีสภาพดีสามารถใช้และทำงานได้ดีรวมทั้งมีรูปร่างสวยงาม เรียบร้อยกลมกลืน ทำให้นำใช้ด้วย กล่าวโดยสรุปแล้ว คุณภาพหมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบได้เหมาะสมในงานได้ดี กระบวนการผลิตดี มีความคงทน สวยงามเรียบร้อย และมีรายละเอียดเป็นไปตามข้อกำหนดของผู้สั่งซื้อที่กำหนดไว้ นอกจากนี้ยังจะต้องมีความปลอดภัยในการใช้งานด้วย

เมื่อนำคำสองคำมารวมกันคือ การควบคุมและคำว่าคุณภาพก็จะได้ว่า การควบคุมคุณภาพ (Quality Control) วิชัย แหวนเพชร (2534 : 122) ยังได้ให้ความหมายของการควบคุมคุณภาพไว้ว่า เป็นการจัดกิจกรรมต่างๆ ที่จะทำให้ผลผลิตอันได้แก่ สินค้า หรือบริการ มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้งานได้ดี กิจกรรมดังกล่าวนี้ ได้แก่ การควบคุมวัตถุดิบ การออกแบบ และกระบวนการผลิต วินิจ วิริยางกูร (2523 : 213) ยังได้ให้ความหมายการควบคุมคุณภาพไว้ดีกว่า เป็นการจัดการควบคุมวัตถุดิบ และการควบคุมการผลิต เพื่อป้องกันไม่ให้ผลผลิตหรือผลิตภัณฑ์ สำเร็จรูปมีข้อบกพร่องและเกิดการเสียหาย นอกจากนี้ ความหมายของการควบคุมคุณภาพ ที่ให้ไว้ในคู่มือ (MIL-STD) คือ การบริหารงานในด้านของการควบคุมวัตถุดิบ และการควบคุมการผลิต เพื่อป้องกันไม่ให้ผลิตภัณฑ์ที่สำเร็จออกมามีข้อบกพร่องและเสียหายนั่นเอง (เสรี ยูนิพันธ์ และ คณะ 2528 : 12) เปรื่อง กิจรัตน์กร (2537 : 202) ยังได้ให้ความหมาย ของการควบคุมคุณภาพว่าหมายถึง การบังคับให้กิจกรรมต่างๆ ดำเนินการผลิตสินค้าได้มาตรฐาน ตามที่กำหนดคุณลักษณะไว้เช่น การคัดเลือก การควบคุมตรวจสอบวัตถุดิบ การควบคุมรูปแบบการควบคุมคุณลักษณะไว้เช่น การคัดเลือก และการตรวจสอบวัตถุดิบ การควบคุมรูปแบบ การควบคุมกระบวนการผลิต รวมทั้ง การตรวจสอบและทดสอบผลผลิตด้วย

กล่าวโดยสรุปแล้ว การควบคุมคุณภาพหมายถึง การจัดกิจกรรมต่างๆ เพื่อให้ผลผลิตออกมาดีเป็นไปตามแบบ มีความประณีต เรียบร้อย สวยงาม นำไปใช้งานได้ดีสะดวก และ เหมาะสมกับราคา กิจกรรมดังกล่าวคือ กิจกรรมการคัดเลือกวัตถุดิบ กิจกรรมในกระบวนการผลิต เป็นต้น เพื่อให้เกิดความเข้าใจ วิธีการควบคุมคุณภาพ ที่เหมาะสมโดยเสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด โปรดดูภาพประกอบดังนี้



ภาพที่ 2.24 แสดงค่าใช้จ่ายรวมในการควบคุมคุณภาพ

จากภาพประกอบข้างบนจะเห็นว่า การควบคุมคุณภาพที่เกี่ยวข้องกับค่าใช้จ่าย การควบคุมคุณภาพอย่างเข้มข้นหรือมีคุณภาพ 100 % จะทำให้เสียค่าใช้จ่ายสูงมาก และถ้าควบคุมคุณภาพอย่างหละหลวม และปล่อยให้ของไม่ดีผ่านไปยัง่อมจะก่อให้เกิดผลเสียหาย มากภายหลังเช่น ถูกค้าไม่ให้ความเชื่อถือในสินค้า เป็นต้น ฉะนั้นการควบคุมคุณภาพจึงต้องคำนึงถึงวิธีการที่เหมาะสมเพื่อจะให้เสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด

### 2.5.2 ชนิดของคุณภาพ

การจำแนกคุณภาพสามารถจำแนกออกได้เป็น 4 ชนิด

1. คุณภาพที่บ่งบอก (Stated Quality)
2. คุณภาพที่แท้จริง (Real Quality)
3. คุณภาพที่โฆษณา (Advertised Quality)
4. คุณภาพจากประสบการณ์ที่ใช้ (Experienced Quality)

1. คุณภาพที่บ่งกล่าว (Stated Quality) คุณภาพที่บ่งกล่าว หมายถึง คุณภาพที่กำหนดขึ้นระหว่างผู้ซื้อและผู้ขาย ผู้ซื้อ (ลูกค้า) จะเป็นผู้กำหนดว่าอยากได้สินค้าที่มีคุณภาพอย่างนั้น อย่างนี้ คุณภาพนี้อาจจะกำหนดลงไปในสัญญาซื้อขายเพื่อให้ฝ่ายผลิตหรือโรงงานทำหน้าที่ผลิต และให้ได้คุณภาพตามที่กำหนดด้วย หากไม่ได้คุณภาพตามที่กำหนด ผู้ซื้ออาจจะไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์นั้นๆก็ได้

2. คุณภาพที่แท้จริง (Real Quality) คุณภาพที่แท้จริง หมายถึง คุณภาพในตัวผลิตภัณฑ์ ที่เริ่มตั้งแต่ผลิต และนำผลิตภัณฑ์ ไปใช้งาน จนกระทั่งผลิตภัณฑ์หมดอายุลง ระดับคุณภาพแท้จริง จะมีคุณภาพสูงเพียงใดจะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของกระบวนการ เช่น การออกแบบ วัสดุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คิบที่นำมาใช้ และกระบวนการผลิต ในกระบวนการผลิตผู้ผลิตจะต้องทำให้ดีที่สุด เพื่อผลผลิตที่จะออกมาดีแต่หากคุณภาพแท้จริง ออกมาต่ำกว่าคุณภาพที่คาดหวังไว้ผลเสียก็จะตกแก่ผู้ผลิตสินค้าที่ผลิตออกมาก็จะขายไม่ได้ ผู้บริโภคไม่ไว้วางใจสินค้า และเปลี่ยนไปใช้สินค้าลักษณะเดียวกัน ที่เป็นยี่ห้ออื่นๆ

3. คุณภาพที่โฆษณา (Advertised Quality) คุณภาพที่โฆษณา หมายถึง คุณลักษณะต่างๆ ของสินค้าที่ผู้ผลิตเป็นผู้กำหนดเอง เช่น รูปลักษณ์ สรรพคุณ

4. คุณภาพจากประสบการณ์ที่ใช้ (Experienced Quality) คุณภาพจากประสบการณ์ที่ใช้ หมายถึง คุณภาพที่เกิดขึ้นจากประสบการณ์ ของผู้ใช้สินค้าเอง คุณภาพจะดีไม่ใช่อะไรขึ้นอยู่กับผู้ใช้ด้วย หากผู้ใช้สินค้านำสินค้าไปใช้ผลออกมาดี ก็จะทำให้ผู้ใช้บอกกันต่อๆ ไป ฉะนั้นการผลิตสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ ผู้ผลิตจะต้องผลิตให้เป็นไปตามคุณภาพของผู้ใช้ ซึ่งมีหลากหลาย เช่น ผู้ผลิต ผลิตสินค้าประเภทน้ำยาสระผม ผู้ผลิตอาจจะผลิตน้ำยาสระผมหลากหลายรูปแบบให้เลือก ตามลักษณะของเส้นผลของผู้บริโภค

### 2.5.3 ความจำเป็นในการควบคุมคุณภาพ

ในกระบวนการผลิตสินค้าใดๆ ส่วนประกอบที่ถือว่าเป็นหลักสำคัญที่ทำให้เกิดผลผลิตที่ดีก็คือ คน เครื่องจักร และวัตถุดิบ ซึ่งส่วนประกอบทั้ง 3 ประการ จะส่งผลให้ผลผลิตออกมาดี อยู่ในระดับมาตรฐาน น่าเชื่อถือสำหรับผู้บริโภค แต่ในความเป็นจริงในกระบวนการผลิตมักเกิดความผันแปรอยู่เสมอ ตั้งแต่คน เครื่องจักร และวัตถุดิบ ซึ่งการเกิดการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว จะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์เสียที่พอยอมรับไม่ได้ต้องถูกปฏิเสธไป จึงจำเป็นที่จะต้องมีการควบคุมคุณภาพสินค้า ด้วยการควบคุมความแปรผันที่จะเกิดขึ้นกับคน เครื่องจักร และวัตถุดิบ ย่างใน อคติศักดิ์ พงษ์พุดผลศักดิ์ น.ป.ป 14-15

1. คน (Men) เป็นองค์ประกอบหนึ่ง ในการผลิตที่ทำให้เกิดความแปรผันในกระบวนการผลิต ซึ่งความแปรผันของคนนี้ ได้แก่ ความแปรผันเนื่องมาจากการจัดการ และแรงงาน ความแปรผันเกิดจากการจัดการ (Management) นี้เกิดจากการทำงานที่ขาดการวางแผนที่ดี มีการเปลี่ยนแปลงการจัดการอยู่เสมอ ส่วนความแปรผันทางด้านแรงงาน (Worker) ซึ่งเป็นความแปรผันที่เกิดจากแรงงานที่ขาดความรู้ ขาดความชำนาญ เบื่อหน่าย สุขภาพ เป็นต้น ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ขาดคุณภาพ

2. เครื่องจักร (Machine) เป็นส่วนประกอบที่ทำให้เกิดความแปรผันในกระบวนการผลิตได้ เพราะเครื่องจักรที่ใช้ไปนานๆ จะทำให้เกิดการสึกหรอ การทำงานขาดความแม่นยำ ผลผลิตที่ได้ก็ขาดคุณภาพ

3. วัตถุดิบ (Material) เป็นส่วนประกอบของการผลิต กล่าวคือ ถ้าวัตถุดิบขาดคุณภาพผลผลิตได้ก็จะขาดคุณภาพการควบคุมคุณภาพ จึงถือว่าเป็นความจำเป็นของกระบวนการผลิต เพื่อให้ผลผลิตได้มาตรฐานตามต้องการ

#### 2.5.4 ประวัติความเป็นมาของการควบคุมคุณภาพ

ความเป็นมาของการควบคุมคุณภาพ นั้นเป็นที่ถือปฏิบัติกันมานานแล้ว ตั้งแต่มนุษย์นั้นรู้จักการผลิตเป้าหมายของการควบคุมแรกๆ นั้นเน้นในเรื่องกระบวนการผลิต เช่น การผลิตต้องไม่มีสิ่งของเสียหาย มีผลผลิตดี เป็นต้น การผลิตและการควบคุมการผลิต มีความสำคัญมากขึ้นเมื่อมีการผลิตเป็นจำนวนมาก (Mass Production) และผลผลิตในโรงงาน เพราะในขั้นตอนนี้จะมีวัตถุดิบเข้ามามากมายหลายชนิด ดังนั้นการควบคุมคุณภาพต่างๆ จึงเป็นสิ่งจำเป็น (วิชัย แหวนเพชร. 2534 : 112) เมื่อผลผลิตมีจำนวนมากขึ้น เพื่อให้ผู้บริโภค ได้สินค้าหรือบริการที่เป็นมาตรฐานการควบคุมคุณภาพ จึงต้องมีความระมัดระวัง และเพิ่มความแม่นยำ รวดเร็ว และนำวิชาการทางสถิติมาใช้มากขึ้น ในปี ค.ศ. 1924 วอลเทอร์ เอ. ชิวาร์ต ชาวอเมริกัน ได้นำแผนภูมิการควบคุมคุณภาพมาใช้กับบริษัท Bell Telephone Laboratories ต่อมาในปี ค.ศ. 1926 เฮค. เอฟ. คอลด์จ และ เฮค. ซี. โรบิก พนักงานบริษัท Bell Telephone Laboratories ได้นำเอาหลักการทางสถิติสร้างตารางสำหรับส่วนตัวอย่าง ของการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ (วิชัย แหวนเพชร. 2534 : 113) จนกระทั่งสงครามโลกครั้งที่ 2 สหรัฐอเมริกาได้ส่ง ดับบริวค อี. เอมิง ไปช่วยเหลือญี่ปุ่นทางด้านเศรษฐกิจและเขาได้เผยแพร่วิชาการทางด้านควบคุมคุณภาพตามหลักสถิติให้แก่ชาวญี่ปุ่น ที่เรียกว่า “การควบคุมคุณภาพทางสถิติ” (Statistical Quality Control :SQC) (เปรี๊อง กิจรัตน์กร. 2537 : 203) การนำหลักการควบคุมคุณภาพมาหลักการตะวันตกไปเผยแพร่ ในประเทศญี่ปุ่นเองก็ได้พัฒนาการควบคุมคุณภาพของตนเองควบคู่กันไป และนำหลักวิธีทางสถิติไปใช้มากขึ้นพร้อมกันนั้นชาวญี่ปุ่นก็ได้เอาจริงเอาจังกับการควบคุมคุณภาพด้วยความขยันขันแข็ง ทำงานด้วยความละเอียดประณีต ทำงานเป็นทีมและมีการแข่งขันระหว่างกลุ่มทำงาน จึงเกิดกิจกรรมกลุ่มควบคุมคุณภาพ (Quality Control Circle หรือรู้จักกันดีคือ QCC) กิจกรรมนี้จะทำให้ชาวญี่ปุ่นมีความเลิศในเรื่องของการควบคุมสินค้า (Rrhard J.Shconberger) เทคนิคการผลิตแบบญี่ปุ่นแปลจาก Japanese Manufacturing Thehniquies แปลโดย (พิชิต สุขเจริญพงศ์. 2530 : 19) จนกระทั่งปัจจุบันนี้กิจกรรมการควบคุมคุณภาพได้มีการพัฒนาขึ้นไปถึงขั้นที่เรียกว่า “การควบคุมคุณภาพแบบสมบูรณ์” Total Quality Control ที่เรียกย่อๆ ว่า TQC) ในประเทศอังกฤษได้ก่อตั้ง สถาบันมาตรฐานของอังกฤษเป็นสถาบันเอกเทศไม่หวังผลกำไร ตั้งขึ้นมาเพื่อใช้ควบคุมมาตรฐาน การอุตสาหกรรม ได้รับทุนอุดหนุนจากวงการอุตสาหกรรมและจำหน่ายเอกสารสถาบันนี้จะกำหนดมาตรฐานที่เป็นมาตรฐานสถาบัน ถ้าผลิตภัณฑ์อันใดเข้าข่ายตามมาตรฐานของสถาบันนี้ ผู้ผลิตก็จะแสดงให้เห็นหาชนทราบได้ โดยการเขียนเครื่องหมายบนผลิตภัณฑ์นั้น ๆ ในประเทศที่ส่งสินค้าออกจำหน่ายในประเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตรฐานระดับสากลเป็นสิ่งสำคัญยิ่งในการทำงานของเจ้าหน้าที่มาตรฐานสากลได้รับความอุปราคาจาก ISO (International Organization for Standardization)

“ISO” เป็นองค์กรสากลที่ประกอบด้วย สมาชิกที่เป็นมาตรฐานสถาบันแห่งชาติ จากประเทศต่าง ๆ กว่า 100 ประเทศทั่วโลก ก่อตั้งขึ้น ในปี พ.ศ.1987 (พ.ศ.2526) โดยมีภารกิจในการสนับสนุนและพัฒนาการมาตรฐาน และกิจกรรมที่เกี่ยวข้องทั้งนี้ เพื่อสนองต่อการค้าขายแลกเปลี่ยนสินค้าและบริการของนานาชาติทั่วโลกรวมทั้งการพัฒนาคือความร่วมมือในด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี เศรษฐศาสตร์ และภูมิปัญญาของมวลมนุษยชาติ ผลงานที่เห็นเป็นรูปธรรมได้แก่ การกำหนดมาตรฐานต่างๆ ที่เรียกว่า “มาตรฐานสากล” (International Standard) และได้มีบทบาทในการกำหนดมาตรฐานระบบคุณภาพ ISO 9000 ขึ้นเป็นครั้งแรกเมื่อ ค.ศ. 1987 (พ.ศ. 2530) เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์หรือบริการ (บรรจง จันทมาศ. 2539 : 7) ประเทศอุตสาหกรรมส่วนมากจะเป็นสมาชิกของ ISO ซึ่งก่อตั้งหลังสงครามโลกครั้งที่ 2 มีหน้าที่ในการให้คำแนะนำเกี่ยวกับมาตรฐานระดับประเทศของชาติต่างๆ ที่สมาชิก

#### ตารางที่ 2.7 แสดงชื่อย่อของมาตรฐานระบบคุณภาพ

ชื่อประเทศ	ชื่อเรียกย่อ
1. มาตรฐาน ไอ เอส โอ	1. ISO 9000
2. ออสเตรเลีย	2. AS 3900
3. เยอรมัน	3. DIN EN ISO 9000
4. อินเดีย	4. IS 300
5. ไอร์แลนด์	5. ISO 9000
6. สหรัฐอเมริกา	6. ANSI /ASQC Q90
7. ญี่ปุ่น	7. JISZ 9900-1991
8. สิงคโปร์	8. SS 308:1998
9. สวีเดน	9. Ss 9000
10. ฝรั่งเศส	10. NG x 50-121
11. สวิตเซอร์แลนด์	11. SN-ISO<900
12. ไทย	12. DIS/ISO 9000
13. เบลเยียม	13. NBN X 50-002-1
14. นอร์เวย์	14. NS 5801
15. ยูโกสลาเวีย	15. JUS A.A.1.010

(ที่มา :บรรจง จันทมาศ . 2539 : 15)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับประเทศไทยก็เห็นความสำคัญของการควบคุมคุณภาพผลผลิต โดยรัฐบาลได้จัดตั้งสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) สังกัดกระทรวงอุตสาหกรรม เป็นสถาบันมาตรฐานแห่งชาติ ที่จัดตั้งขึ้นตามพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 มีหน้าที่ดำเนินงานด้านมาตรฐานของประเทศ เพื่อความปลอดภัยและเศรษฐกิจของประเทศแล้ว ยังมีหน้าที่ส่งเสริมอุตสาหกรรม เพื่อสนองนโยบายของรัฐบาลตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจ และสังคมแห่งชาติ อีกด้วย

ในปี พ.ศ. 2534 ประเทศไทยได้นำระบบมาตรฐาน ISO 9000 เข้ามาใช้ในประเทศ โดยสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมประกาศดำเนินการให้มีการประกาศใช้เป็นมาตรฐาน อนุกรมมาตรฐาน มอก. 9000 เป็นมาตรฐานระดับชาติ เพื่อให้บริษัท หรือผู้ส่งมอบ และผู้ซื้อนำไปใช้มีสาระสำคัญ มีเนื้อหาและรูปแบบและเช่นเดียวกับอนุกรมมาตรฐาน ISO 9000 ขององค์การมาตรฐานระหว่างประเทศทุกประการ

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) ได้ดำเนินงานด้านการรับรองเพื่อสนองนโยบายของรัฐบาล ตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ดังนี้ (อ้างจาก บรรจง จันทมาศ . 2539 : 13)

1. รับรองคุณภาพผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (Product Certification) โดยการอนุญาตให้แสดงเครื่องหมายกับผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ เป็นไปตามมาตรฐาน
2. รับรองขีดความสามารถของห้องปฏิบัติการ (Laboratory Accreditation) โดยการดำเนินการรับรองห้องปฏิบัติการ ตามหลักเกณฑ์เช่นเดียวกันกับมาตรฐาน ของต่างประเทศ หรือระหว่างประเทศ
3. รับรองระดับคุณภาพ (Quality System Certification) โดยการดำเนินการรับรองระบบคุณภาพ ตามอนุกรมมาตรฐาน มอก. 9000 ซึ่งเป็นมาตรฐานระดับชาติ และมีเนื้อหาตลอดจนรูปแบบ เช่นเดียวกับมาตรฐานขององค์การมาตรฐานระหว่างประเทศ ที่ใช้มาตรฐาน ISO 9000 ต่อไปนี้เป็นตัวอย่างการรับรองคุณภาพผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม และรับรองระบบคุณภาพของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.)

(1) เครื่องหมายมาตรฐานบังคับผลิตภัณฑ์ใดที่กำหนดไว้ว่าเป็นเครื่องหมายบังคับ ผู้ผลิตผู้นำเข้า และผู้จำหน่ายจะต้องผลิต นำเข้า และจำหน่ายเฉพาะผลิตภัณฑ์ที่เป็นไปตามมาตรฐานเท่านั้น โดยมีเครื่องหมายมาตรฐานบังคับแสดง



ภาพที่ 2.25 ตัวอย่าง การนำเครื่องหมายมาตรฐานบังคับมาใช้

(2) เครื่องหมายมาตรฐาน ผู้ผลิตที่ต้องการแสดงเครื่องหมายมาตรฐานที่ผลิตภัณฑ์ จะต้องยื่นคำขอรับใบอนุญาต เมื่อสำนักงานฯ ตรวจสอบโรงงานและผลิตภัณฑ์ว่าสามารถทำได้ตามมาตรฐานแล้วเสมอ ก็จะอนุญาตให้แสดงเครื่องหมายมาตรฐานที่ผลิตภัณฑ์



ภาพที่ 2.26 ตัวอย่างการนำเครื่องหมายมาตรฐานมาใช้

(3) เครื่องหมายเฉพาะด้านความปลอดภัยผลิตภัณฑ์บางชนิดที่ต้องมีความปลอดภัยในการใช้งาน เช่น ผลิตภัณฑ์ไฟฟ้าสำนักงานฯ จะกำหนดมาตรฐานเฉพาะด้านความปลอดภัย หากผู้ผลิตได้รับอนุญาตก็จะแสดงเครื่องหมายมาตรฐานเฉพาะด้านความปลอดภัยที่ผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.27 ตัวอย่างการนำเครื่องหมายมาตรฐานเฉพาะด้านความปลอดภัยมาใช้

เครื่องหมายรับรองคุณภาพ มอก.- ISO 9000 หากองค์กรเป็นผู้หนึ่งที่ได้รับการรับรองระบบคุณภาพของโรงงานภายใต้โอนุกรมมาตรฐานระบบคุณภาพ มอก.- ISO 9000 ย่อมแสดงว่าองค์กรมีระบบการบริหารงานและการดำเนินการเป็นไปตามข้อกำหนดในโอนุกรมมาตรฐานระบบคุณภาพ มอก. - ISO 9000 องค์กรมีสิทธิอย่างเต็มที่ในการแสดงเครื่องหมายรับรองคุณภาพให้เป็นที่ปรากฏไม่ว่าจะเป็นบนหัวกระดาษจดหมายเอกสาร หรือสิ่งพิมพ์ของบริษัท และในการโฆษณาต่างๆ ทั้งนี้ยกเว้นการแสดงเครื่องหมายบนผลิตภัณฑ์และหีบห่อผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ISO-9002

## รายแรก ของไทย

คุณภาพที่ผูกพันในใจ  
วันนี้...คือคุณภาพระดับโลก



ภาพที่ 2.28 ตัวอย่างการรับรองระบบคุณภาพสินค้า ISO 9000

(4) การเลือกแบบสำหรับการรับรองคุณภาพ มอก. – ISO 9000 : ชุดมาตรฐานฉบับนี้ แจกแจงให้ทราบถึงความจำเป็นในการดำเนินการตามนโยบายของการจัดการและการประกันคุณภาพ (Quality Assurance) รวมทั้งบ่งบอกถึงความสัมพันธ์และความแตกต่างระหว่างแนวคิด และข้อกำหนดต่างๆ ในการเลือกใช้มาตรฐาน มอก. – ISO 9001 มอก. – ISO 9002 และ มอก. – ISO 9003 กรณีไม่มีข้อตกลงให้เลือก มอก. – ISO 9004 ส่วนที่มีข้อตกลงเลือก มอก. – ISO 9001 มอก. – ISO 9002 หรือ มอก. – ISO 9003 อันใดอันหนึ่ง เพื่อเป็นการประกันคุณภาพให้กับผู้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มอก. – ISO 9001 ใช้เมื่อส่งมอบ (Supplier) ประกันว่าในขั้นตอนทั้งหลายรวมถึงแต่การ ออกแบบ/พัฒนา การผลิต การติดตั้ง และการบริการ เป็นไปตามกำหนด

มอก. – ISO 9002 ใช้เมื่อผู้ส่งมอบประกันว่า ในขั้นตอนการผลิตและการติดตั้งเป็นไปตาม ข้อกำหนด

มอก. – ISO 9003 ใช้เมื่อผู้ส่งมอบประกันว่า การตรวจสอบ และการทำสอบขั้นสุดท้าย เท่านั้น เป็นไปตามข้อกำหนด

มอก. – ISO 9004 มาตรฐานนี้กำหนดแนวทางกลวิธีการบริหารงาน และองค์ประกอบ บุคคลที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ หรือบริการทุกขั้นตอนในวงจรคุณภาพ นับจากการตรวจสอบหาความต้องการจนถึงทำให้บริโภครู้พอใจ

### 2.5.5 ประโยชน์ของการควบคุมคุณภาพ

การควบคุมคุณภาพ ไม่ได้จำกัดอยู่กับฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งเท่านั้น จะต้องทำเป็นระบบทั้งองค์ การ ตั้งแต่การควบคุมระดับนโยบายการออกแบบผลิตภัณฑ์ให้มีคุณภาพตามที่กำหนด ตลอดจน การควบคุมคุณภาพในการผลิต ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอนคือ 1. การตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบ 2. การควบคุมการผลิตในกระบวนการผลิต 3. การตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ทำสำเร็จรูป แล้วประโยชน์อันเกิดจากการควบคุมคุณภาพที่ วิชัย แหวนเพชร. (2534:144) ได้สรุปได้ดังนี้

1. ลดค่าใช้จ่าย เช่น ลดการทำให้ผลผลิตเสียหาย ลดการทำงานซ้ำซ้อน ลดการ ซ่อมแซมหรือแก้ไขผลผลิตใหม่ ลดค่าใช้จ่ายในการคัดเลือกผลิตภัณฑ์ที่ไม่ดีออกจากกันและลด เวลา เนื่องจากหยุดทำการผลิตได้

2. ลดค่าใช้จ่ายภายนอกในโรงงาน เช่น ค่าโฆษณา ลดการต่อว่าหรือคำตำหนิ จากลูกค้า

3. ทำให้ขายผลผลิตได้ในราคาที่ตั้งไว้ หากผลผลิตไม่มีคุณภาพย่อมไม่ได้รับความ นิยมอาจจะทำให้ลดราคาถึงจะขายได้

4. ทำให้บรรยากาศในการทำงานดีขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้เกิดการพัฒนาคุณภาพต่อไป

5. ทำให้บรรยากาศในการทำงานดีขึ้น เพราะธุรกิจดำเนินไปด้วยดีย่อมส่งผลให้ พนักงานมีกำลังใจมีความภาคภูมิใจ

### 2.5.6 วิธีการควบคุมคุณภาพ

การควบคุมคุณภาพมีวิธีการดังต่อไปนี้

1. ต้องมีเครื่องมือและอุปกรณ์ที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการตรวจสอบเปรียบเทียบกับ มาตรฐานที่กำหนดไว้

2. การควบคุมคุณภาพบางอย่างไม่อาจจะใช้เครื่องมือวัด ดังนั้นอาจต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญ

ตรวจสอบ หรือทดลองใช้และต้องใช้เวลาพอสมควร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ควรมีการตั้งเกณฑ์คุณภาพไว้เป็นหลัก หากผลผลิตไม่ได้เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดก็คือได้ว่าขาดคุณภาพ หรือขาดมาตรฐาน เช่น การกำหนดมาตรฐานของเหล็กเส้น มาตรฐานของขวดบรรจุน้ำดื่ม เป็นต้น

4. เครื่องมือในการตรวจสอบ ต้องมีความเที่ยงตรงอยู่เสมอ

5. ผู้บริหารหรือผู้จัดการฝ่ายผลิต ต้องอธิบายให้ทุกคนช่วยกันดูแลควบคุมให้ทุกกระบวนการผลิตได้มาตรฐาน เช่น ดูแลวัตถุดิบที่นำเข้าสู่กระบวนการผลิต กระบวนการผลิตและผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปให้ได้มาตรฐานตามที่กำหนด

### 2.5.7 ขั้นตอนการควบคุมคุณภาพ

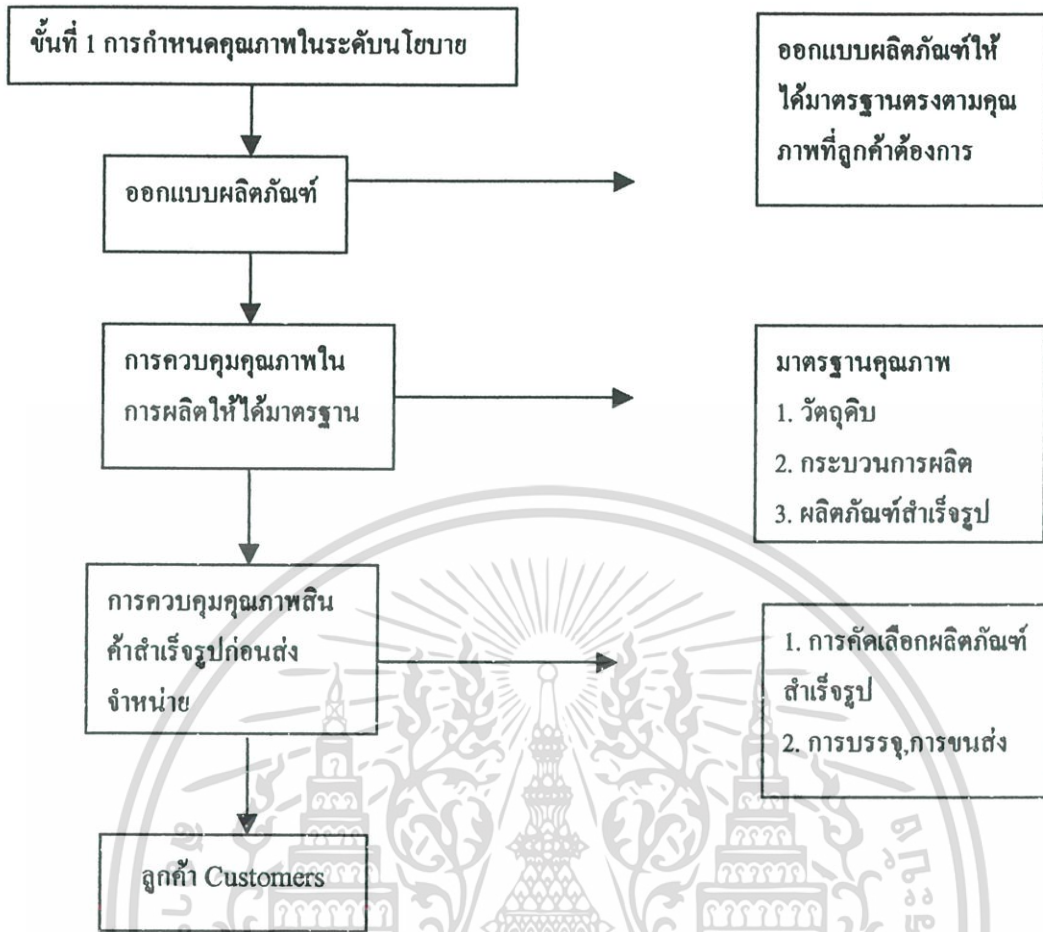
เรื่องคุณภาพของผลผลิตนั้นเป็นเรื่องที่ฝ่ายผลิตต้องคำนึงถึงและให้ความสนใจทั้งนี้เพื่อให้ผลผลิตนั้นออกมามีความเหมาะสมในการใช้งานทั้งผลิตภัณฑ์และบริการ ฉะนั้นในขั้นตอนต่างๆ ของการควบคุมคุณภาพนั้นจึงไม่จำกัดอยู่แต่วิธีการต่างๆ ภายในสถานประกอบการเท่านั้น แต่จะคลุมไปถึงการออกแบบการกำหนดมาตรฐาน การผลิต การตลาด รวมทั้งการบริการลูกค้าอีกด้วย Buffa. (1975 : 70) ได้เสนอแนวทางการควบคุมคุณภาพเป็นขั้นตอน 4 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 : การกำหนดคุณภาพในระดับนโยบายในเรื่องนี้บริษัทหรือผู้บริหารระดับสูงจะต้องประกาศเป็นนโยบายให้ชัดเจนที่เกี่ยวกับคุณภาพ ซึ่งจะนำไปสู่แนวทางการปฏิบัติในสายการผลิตทุกขั้นตอนและนำไปสู่การส่งเสริมการลงทุน ซึ่งจะนำไปสู่แนวทางการ

ขั้นที่ 2 : การออกแบบผลิตภัณฑ์ให้ได้มาตรฐานตามที่กำหนดขึ้น

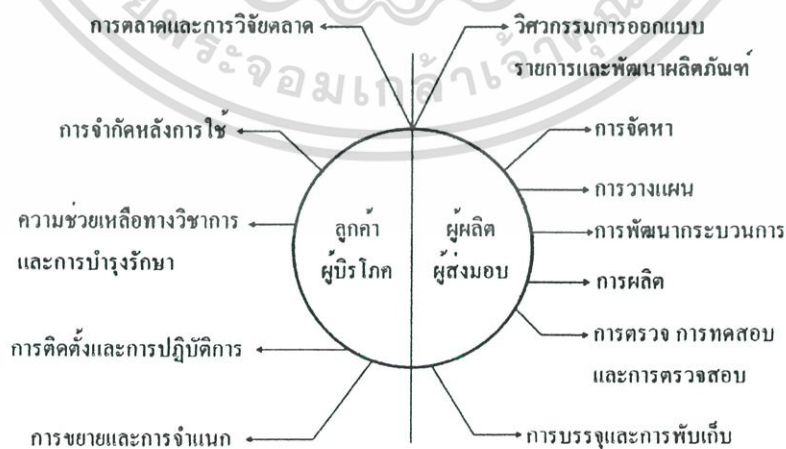
ขั้นที่ 3 : การควบคุมคุณภาพในการผลิต ในขั้นนี้ถือว่าเป็นขั้นดำเนินการต่อจากขั้นที่ 1 และขั้นตอนที่ 2 เมื่อกำหนดนโยบายออกหรือได้รูปแบบที่แน่นอนแล้วก็ดำเนินการผลิตในกระบวนการให้เป็นไปตามแบบกำหนด

ขั้นที่ 4 : การควบคุมคุณภาพสินค้าสำเร็จรูปก่อนส่งจำหน่ายเป็นขั้นตอนหลังจากกระบวนการผลิต การควบคุมขั้นนี้ ก็ต้องระมัดระวัง เช่น การตรวจสอบคุณภาพ (Inspection) การคัดเลือกผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป การบรรจุ การขนส่ง ต่างๆ เป็นต้น เพื่อให้เกิดสินค้าและบริการถึงมือลูกค้าตามเงื่อนไขและข้อกำหนดที่ได้ตกลงกันไว้ ด้วยความพึงพอใจที่สุดของทุกฝ่าย และเพื่อให้เกิดความเข้าใจขั้นตอนการควบคุมคุณภาพ ตามแนวคิดของบัฟฟาขอให้ดูแผนภูมิดังนี้



ภาพที่ 2.29 แสดงขั้นตอนในการควบคุมคุณภาพ

นอกจากนี้ในปัจจุบันยังมีการนำวงจรคุณภาพ มาใช้ในการควบคุมคุณภาพด้านอุตสาหกรรม ดังภาพที่ 2.30



ภาพที่ 2.30 วงจรคุณภาพด้านอุตสาหกรรม

(ที่มา: บรรจง จันทมาส. 2540: 35)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากวงจรคุณภาพที่นำมาใช้ในการควบคุมคุณภาพด้านอุตสาหกรรม การผลิตตามหัวข้อต่างๆ ดังนี้

1. การตลาดและการวิจัยตลาด เป็นการวิเคราะห์ถึงความต้องการของตลาดต่อคุณสมบัติของสินค้าที่ผลิตจำหน่าย
2. วิศวกรรมออกแบบ/ข้อกำหนดรายการและการพัฒนาผลิตภัณฑ์ เป็นการกำหนดรูปแบบผลิตภัณฑ์ หรือบรรจุภัณฑ์ ตลอดจนทั้งการออกแบบทุกอย่างเกี่ยวกับสินค้าที่ผลิตออกจำหน่ายนอกจากนี้ยังเกี่ยวข้องกับวัสดุที่นำมา
3. การจัดหา หมายถึงการจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ หรือ วัตถุดิบที่นำมาใช้ในการผลิตสินค้า
4. การวางแผนการพัฒนาระบวนการ หมายถึง การกำหนดแผนการผลิต ระยะเวลาของการผลิต ตลอดจนทั้งกระบวนการผลิตและการติดตามประเมินผลการผลิต
5. การผลิต (กระบวนการผลิต) เป็นการควบคุมกระบวนการผลิตที่เกี่ยวกับคน เครื่องจักร วิธีการผลิต วัตถุดิบ ตลอดจนทั้งกระบวนการบริหารการผลิต
6. การตรวจการทดสอบและการตรวจสอบ หมายถึง การตรวจสอบคุณภาพสินค้าที่ผลิตออกมาจำหน่ายว่ามีคุณลักษณะเป็นไปตามกำหนดหรือไม่ เช่น คุณสมบัติ ขนาด ความประณีต เป็นต้น
7. การบรรจุและการเก็บ หมายถึง การบรรจุ การเก็บ หลังการผลิต ก่อนที่จะมีการนำส่งลูกค้า หรือส่งตลาด
8. การขายและการจำหน่าย หมายถึง สินค้าที่จำหน่ายสู่ตลาดนี้ต้องมีคุณสมบัติ หรือคุณภาพตามที่ลูกค้าต้องการ
9. การจัดตั้ง และการปฏิบัติการ สินค้าบางอย่างจะต้องมีการนำไปติดตั้งก่อนจึงจะใช้งานได้ เช่น โทรทัศน์ เครื่องทำน้ำร้อน ก่อนใช้ต้องมีการติดตั้งที่ถูกต้องจึงจะทำให้สินค้านั้นได้คุณภาพเป็นที่พอใจของลูกค้า
10. ความช่วยเหลือทางวิชาการ และการบำรุงรักษา เป็นการนำผลการติดตามงานวิจัยการตลาด มาใช้เพื่อพัฒนาสินค้าตัวใหม่ ให้แบ่งปันด้านการตลาดคู่แข่งได้ นอกจากนี้ ขึ้นนี่ยังเป็นขั้นตอนของการติดตามการใช้งานหรือการบริการหลังขายอีกด้วย
11. การกำจัดหลังใช้ หมายถึง การติดตามผลของการทำงานหรือผลหลังผลิต เช่น เรื่องความปลอดภัย และความรับผิดชอบต่อคนงาน สังคม และสิ่งแวดล้อม การผลิตสินค้าบางอย่างทำให้เกิดผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม เช่น อากาศเสีย น้ำเสีย ฉะนั้นการผลิตสินค้าตัวนี้จะต้องได้รับการเอาใจใส่และควบคุมอย่างดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 12. การควบคุมและการตรวจสอบคุณภาพ (Testing For Quality Control And Inspection)

การควบคุมคุณภาพหรือการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์นั้น เสรี ยูนิพันธ์ และคณะ (2528 : 119-121) ได้เสนอแนะเอาไว้ 3 วิธีคือ

1. วิธีตรวจสอบทุกชิ้น (Screening Inspection)
2. วิธีการสุ่มตัวอย่างจากแต่ละรุ่น (Lot By Lot Inspection Or Sampling )
3. วิธีตรวจสอบตามกระบวนการผลิต (Process Inspection)

1. วิธีตรวจสอบทุกชิ้น (Screening Inspection) การตรวจสอบทุกชิ้นเป็นการตรวจสอบสินค้าแบบ 100% (100% Inspection) วิธีนี้เป็นวิธีที่ง่ายและใช้กันทั่วไป เพื่อเป็นการหาข้อเสีย (Defective) จากกระบวนการผลิตแต่ละครั้งก็ยังไม่น่ามั่นใจว่าจะได้ผลิตภัณฑ์ (Product) ที่สมบูรณ์เพราะวิธีการนี้จะทำให้เกิดความเบื่อหน่าย (Monotony) และเป็นเหตุเกิดความเมื่อยล้า (Fatigue) และความตั้งใจ (Attention) ของพนักงานก็ลดลงเรื่อยๆตามลำดับ ในทางปฏิบัติไม่มีผู้ตรวจสอบ (Inspector) วิธีการตรวจสอบทุกชิ้นจะเปลืองเงิน และเปลืองเวลามากงานบางอย่างก็ไม่สามารถจะทำได้ 100% เช่น การตรวจสอบความคมของใบมีดโกน หรือสารเคลือบใบมีดทดสอบได้ก็ต้องใช้กับความร้อนการทดสอบแบบนี้จะทำให้ลายผลิตภัณฑ์ การทดสอบการรับแรงกดของท่อคอนกรีต วิธีการก็คือการสุ่มตัวอย่างทดลอง (Sampling) และวิธีนี้ก็มักนิยมทดสอบในกรณีที่ประกอบเป็นชิ้นงานเสร็จเรียบร้อยแล้ว และลักษณะงานก็กลายเป็นงานประจำของอีกแผนกหนึ่งคือ แผนกควบคุมคุณภาพ

2. วิธีการสุ่มตัวอย่างจากแต่ละรุ่น (Lot By Lot Inspection Or Sampling ) จากสุ่มตัวอย่างจากแต่ละรุ่น เป็นการหลีกเลี่ยงวิธีตรวจสอบแบบ 100 % การผลิตภัณฑ์จำนวนมากๆ รวมกันเป็นกลุ่มก้อนจะเรียกว่ารุ่น (Lot) เช่น วัสดุที่ส่งเข้ามาในโรงงานชิ้นส่วนที่ประกอบเสร็จบางอย่าง หรือผลิตภัณฑ์ที่สมบูรณ์แทนที่การตรวจสอบจะทำการตรวจสอบทุกชิ้น ก็จะเลือกตรวจสอบบางชิ้นส่วนเท่านั้น และจะตัดสินใจยอมรับ (Accept) หรือปฏิเสธ (Reject) ทั้งรุ่น (Lot)

วิธีการตรวจสอบจากการสุ่มตัวอย่างจากทีละรุ่นในการตรวจสอบคุณภาพ จากการสุ่มตัวอย่างจากทีละรุ่น มีวิธีการดำเนินการตามขั้นตอน 4 ขั้นตอน

1. จัดตั้งการตรวจสอบเป็นรุ่น
2. จัดเรียงรุ่นตามประเภทเดียวกัน
3. กำหนดคุณภาพในการยอมรับ
4. เลือกแผนการสุ่มตัวอย่าง

ขั้นที่ 1 จัดตั้งการตรวจสอบเป็นรุ่น (Set Up Inspection Lots) ขนาดของรุ่น (Lot Size) ที่ จะทำการตรวจสอบอาจประกอบด้วยจำนวนตั้งแต่

300 ชิ้นขึ้นไป หากการผลิตได้น้อยกว่า 300 ชิ้นต่อหนึ่งรุ่น ผู้ตรวจสอบก็อาจจะใช้วิธีคอยถึง 2 หรือ 3 รุ่น ก่อนก็ได้ ให้ได้ขนาดรุ่นไม่น้อยกว่า 300 ชิ้น จึงจะเป็นการประหยัด หรือถ้าหากชิ้นงานที่จะตรวจสอบน้อยกว่า 300 ชิ้นผู้ตรวจสอบอาจจะเลือกวิธีการตรวจสอบด้วยวิธีการอื่นๆแทน

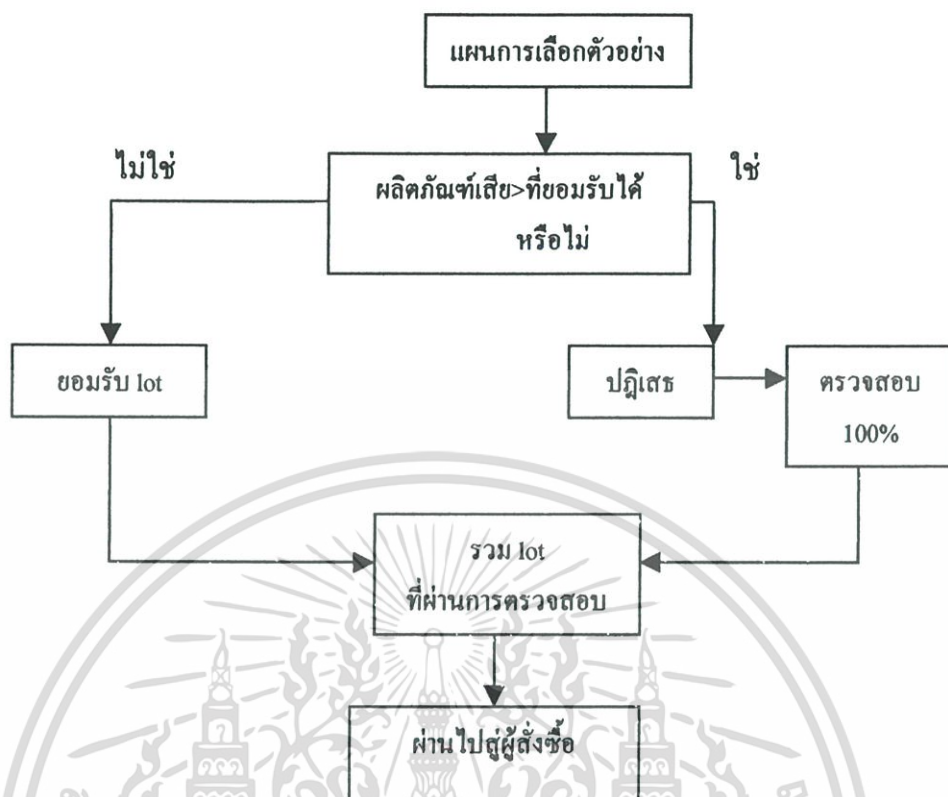
ขั้นที่ 2 จัดเรียงรุ่นตามประเภทเดียวกัน (Arrange For Rational Lots) คำว่า “รุ่นประเภทเดียวกัน” (Rational Lot) หมายถึง หน่วยที่ผลิตออกมาจากแหล่งเดียวกันรุ่นหนึ่งๆ โดยจะต้องเป็นชิ้นงานที่ผลิตจากแบบเดียวกัน ขบวนการเดียวกันวัตถุดิบเดียวกัน แต่ในทางปฏิบัติจะจัดแบ่งรุ่นตามประเภทเดียวกันแต่ก็ควรจะให้ใกล้เคียงกันที่สุดเท่าที่จะทำได้

ขั้นที่ 3 กำหนดระดับคุณภาพในการยอมรับ (Establish An Acceptable Quality Level) ในความเป็นจริงในการผลิตจำนวนมากๆ เป็นการยากที่จะให้สินค้าดีทุกชิ้น 100% เพียงแต่เปอร์เซ็นต์ของเสียอยู่ในขีดที่ผู้ผลิต หรือผู้ซื้อพอใจ ก็ถือว่ายอมรับได้ ดีกว่าที่จะเสียงบประมาณเพิ่มในการตรวจสอบคุณภาพ 100% ทั้งรุ่น การกำหนดระดับคุณภาพในการยอมรับคุณภาพก็คือ เปอร์เซ็นต์ของเสียในรุ่นส่งมา หรือ เปอร์เซ็นต์ของเสียที่ผลิตออกมาในรุ่น (Acceptable Quality Level : AQL) ที่ผู้ซื้อยอมรับได้ เช่น ผู้ผลิต ผลิตสินค้าออกมาให้ลูกค้าจำนวน 100 ชิ้น ลูกค้าหรือผู้สั่งซื้อ ลูกค้าหรือผู้ส่งสินค้า ยอมให้เสียได้จาก 100 ชิ้น จำนวนเท่ากับ A ชิ้น เป็นต้น หากมีของเสียมากกว่า ผู้ส่งอาจจะปฏิเสธการสั่งซื้อได้โดยปกติค่า AQY บริษัทผู้ซื้อจะเป็นผู้กำหนดเอง และค่า AQY จะเป็นส่วนหนึ่งของสัญญาการซื้อขาย (เสรี ยูนิพันธ์ และคณะ 2528 : 122)

ขั้นที่ 4 การเลือกแผนการสุ่มตัวอย่าง (Select A Sample Plan Table) และการเลือกแผนการสุ่มตัวอย่างจะต้องตอบคำถาม ข้อ 1-3 ดังนี้

1. ในหนึ่งรุ่นมีตัวอย่างกี่ชิ้น (Sample Size)
2. จะยอมรับรุ่นเมื่อไหร่ (Acceptance Limit)
3. จะปฏิเสธรุ่นเมื่อไหร่ (Rejection Limit)

แต่อย่างไรก็ตาม ในบางครั้งการตรวจสอบแบบสุ่มตัวอย่าง อย่างเดียวนั้นอาจจะมีโอกาสผิดพลาดได้ นั่นคือ การปฏิเสธรุ่นที่ดี ซึ่งทำให้มีโอกาสปฏิเสธรุ่นมีมากทำให้สูญเสียค่าใช้จ่าย และอาจจะเป็นการขัดใจต่อกัน เพื่อเป็นการถ่วงรอกความผิดพลาดวิธีหนึ่ง อาจจะใช้วิธีการตรวจสอบรุ่น 100 % ขึ้น หากพบว่า มีข้อเสียมากกว่าค่า AQY หมายความว่า ถ้าพบจำนวนของเสียจากตัวอย่าง น้อยกว่าค่าปฏิเสธ ก็ให้ยอมรับรุ่นได้เลย และถ้าพบของเสีย เท่ากับหรือมากกว่าค่าปฏิเสธก็จะทำให้การตรวจสอบ 100 % ดังแผนภูมิ



ภาพที่ 2.31 ลักษณะการยอมรับล็อตจากวิธีการสุ่มตัวอย่างแต่ละรุ่น

3. วิธีการตรวจสอบกระบวนการผลิต (Process Inspection) การตรวจสอบกระบวนการผลิต ผู้ตรวจสอบจะถูกกำกับในของเขตบริเวณที่ 11 เพื่อตรวจเครื่องมือวิธีการผลิต และชิ้นส่วนบางอย่างขาดวัตถุดิบ (Raw Materials) วิธีการตรวจสอบวิธีนี้จะ ได้แก้ไขข้อผิดพลาดทันทีที่พบเห็น เช่น การตรวจสอบในสายการผลิต โดยพนักงานทุกคนที่ทำงานในสายการผลิตทุกจุดเป็นผู้ตรวจสอบไปในตัวด้วย เป็นต้น ข้อจำกัดของการตรวจสอบวิธีนี้ก็คือ ผู้ตรวจไม่สามารถจะตรวจชิ้นงาน หรือ ทุกเครื่องได้ ชิ้นงานบางชิ้นงานจะพลาดการตรวจ หากจะตรวจให้ครบทุกเครื่องได้จะต้องเพิ่มผู้ตรวจมากขึ้น

ราคาสินค้าโดยทั่วไปในท้องตลาด ย่อมจะแปรผันไปตามคุณภาพสินค้า สินค้าคุณภาพดีย่อมมีราคาสูงกว่าสินค้าคุณภาพไม่ดี สินค้าบางอย่างที่มีจำหน่ายในท้องตลาด ขาดคุณภาพคุณภาพต่ำไม่เหมาะสมกับราคา รัฐบาลจึงได้มีการกำหนดมาตรฐานคุณภาพสินค้าขึ้น เพื่อตรวจสอบลักษณะต่างๆ ของสินค้า เช่น น้ำหนัก ขนาด สี ส่วนผสม บรรจุภัณฑ์ เป็นต้น

การควบคุมคุณภาพเป็นการรวมคำสองคำเข้าด้วยกัน คำหนึ่งคือคำว่า การควบคุม (Control) ซึ่งมีความหมายสั้น ๆ ว่า เป็นการบังคับให้กิจกรรมดำเนินไปตามแผนที่วางเอาไว้ ส่วน

อีกคำหนึ่งคือ คำว่า คุณภาพ (Quality) ซึ่งมีความหมายว่า ผลผลิตมีความเหมาะสมกับการนำไปใช้งาน ออกแบบดีและรายละเอียดอื่นๆ เป็นไปตามมาตรฐานกำหนด

ฉะนั้น การควบคุมคุณภาพจึงมีความหมายรวมกันว่า หมายถึง การจัดกิจกรรมต่างเพื่อให้ได้ผลผลิตออกมาดี เป็นไปตามแบบ ประณีต เรียบร้อย สวยงาม และนำไปใช้งานได้ดี สะดวก และเหมาะสมกับราคา การที่จะให้สินค้าออกมามีคุณภาพตามต้องการนั้น ก็จำเป็นที่จะต้องมีการควบคุม การควบคุมคุณภาพนั้น มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

(1) กำหนดคุณภาพของสินค้า เป็นการกำหนดคุณภาพของสินค้าตามที่ต้องการ ของลูกค้าสินค้าที่ผลิตนั้นต้องการให้มีคุณภาพสูงต่ำอย่างไร ซึ่งคุณภาพนี้จะเกี่ยวข้องกับ วัสดุ วิธีการผลิตและราคา ตลอดจนนโยบายของผู้บริหารอีกด้วย

(2) ออกแบบผลิตภัณฑ์ เมื่อมีการกำหนดระดับคุณภาพแล้ว ต่อไปนี้จะเป็นขั้นตอนการออกแบบผลิตภัณฑ์ เพื่อจะนำไปผลิต ผลิตภัณฑ์ให้ได้ตามแบบที่ออกแบบไว้

(3) ควบคุมการผลิต เป็นการควบคุมกรรมวิธีการผลิต ทุกขั้นตอนตั้งแต่ นำวัสดุเข้ากระบวนการผลิต ควบคุมกระบวนการผลิต

(4) ควบคุมสินค้าสำเร็จรูป ขั้นนี้จะเป็นการตรวจสอบ (Inspection) สินค้าสำเร็จรูปที่ผลิตออกมาว่า ได้มาตรฐานหรือไม่ ก่อนจะนำไปสู่ลูกค้าหรือก่อนไปจำหน่าย เมื่อสินค้าได้คุณภาพดีแล้วก็ส่งมอบลูกค้าต่อไป

## 2.6 วัสดุที่ใช้ในการผลิต

ระบบต่างๆ ของเครื่องจักรกล ผลิตภัณฑ์ โครงสร้าง อุปกรณ์ และ ชิ้นส่วนของเครื่องจักรกลต่าง ๆ ที่ประกอบเข้าด้วยกัน จะต้องพิจารณาให้ใช้มาตรฐานภายในประเทศ (มอก.) ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่สุดที่จะต้องคำนึงถึง (วรวิทย์ อิงภากรณ์. 2540 :13)

วัสดุที่ใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แบ่งได้เป็น 2 ประเภทคือ

1. โลหะ แบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ
  - โลหะประเภทเหล็ก (Ferrous Metal)
  - โลหะประเภทไม่ใช่เหล็ก (Non-Ferrous Metal)
2. อโลหะ คือวัสดุที่ไม่ใช่โลหะ สามารถแยกได้ 2 ประเภทคือ
  - สารอินทรีย์ธรรมชาติ (Organics Material From Natural)

กฎในการเลือกใช้วัสดุในการนำวัสดุต่างๆ มาใช้เพื่อผลิตเป็นผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนั้น มีอยู่หลายชนิด ขึ้นอยู่กับการเลือกใช้ที่ถูกต้องและเหมาะสม การเลือกใช้วัสดุมีข้อกำหนดและกฎในการเลือกใช้วัสดุให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ดังนี้

1. Formalbilty ความสามารถที่จะทำให้วัสดุนั้นเป็นงานสำเร็จรูปได้ง่าย
2. Machinability ความสามารถที่จะทำให้วัสดุนั้นสำเร็จรูปได้ ต้องอาศัยเครื่องจักรกล
3. Macanical-Stability คุณสมบัติทางกลไกในขณะที่ใช้งานไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง
4. Electical Behariours คุณสมบัติทางไฟฟ้าต้องเหมาะสมกับงาน
5. Cost ราคาพอสมควร

### 2.6.1 อลูมิเนียม

โลหะพวกอลูมิเนียมมีการนำมาใช้ประโยชน์มากที่สุด คือใช้ในการทำภาชนะบรรจุวัตถุคิบต่าง ๆ อลูมิเนียมที่ใช้ควรจะเป็นชนิดที่ผสมกับโลหะอื่น ๆ ทั้งนี้เพื่อให้มีความแข็งแรงเพียงและทนต่อการกัดกร่อนได้

### 2.6.2 ไม้

ไม้อัด เป็นไม้ที่นิยมใช้มากในระบบอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ มีความแข็งแรงสูง มีน้ำหนักเบา มีความหนาหลายขนาดให้เลือกตามความเหมาะสม ราคาวัสดุเมื่อทำเฟอร์นิเจอร์ต่อ 1 ชิ้นแพงกว่าไม้จริงประมาณ 10 % ถ้าไม้อัดคุณภาพไม่ดี จะมีการหลุดร่อนของชั้นเนื้อไม้ มีทั้งแบบธรรมดาและไม้อัดกั้นน้ำ ชนิดหน้าไม้อัดก็มีหลายอย่างให้เลือก เช่น ยาง-ยาง, ยาง-สัก, สัก-สัก การขึ้นรูปต้องมีไม้โครง

ไม้จริง มีความแข็งแรงทนทานสูง ราคาแล้วแต่ชนิดของไม้ โดยทั่วไปที่นิยมใช้ทำเฟอร์นิเจอร์ ได้แก่ ไม้ยาง ไม้มะปิ่น ไม้ฉำฉา ไม้แดง และไม้สัก มีน้ำหนักมากอาจบดงอได้ตามสภาพอากาศ

โดยทั่ว ๆ ไปแล้ว แผ่นวัสดุที่ใช้ไม้เป็นวัตถุดิบนั้น สามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ โดยการพิจารณาจากวัตถุดิบจากไม้ที่ใช้ในการผลิตว่าจะนำวัตถุดิบนั้นแปรรูปเป็นอะไปในการประกอบเป็นแผ่น ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลุ่มแผ่นวัสดุที่ใช้ไม้ชิ้นเล็กหรือแผ่นไม้แปรรูปเล็ก ๆ มาประสานกัน LAMINATED ประกอบด้วยการนำแผ่นไม้บางซึ่งได้มาจากการลอกหรือผ่านจากไม้ซุงแล้วอัดซ้อนกันเป็นชั้น ๆ จนมีความหนาตามต้องการ ได้แก่

ไม้อัดไ้ระแนง (Ply Wood) นิยมใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องเรือน

แผ่นไม้อัดไ้ระแนง (Block Board) เป็นไม้อัดซึ่งมีไ้เป็นไม้แปรรูปปัจจุบันนิยมในอุตสาหกรรมเครื่องเรือน

แผ่นไม้อัดไ้ไม้ประกบตั้ง (Lamin Board) ลักษณะเช่นเดียวกับแผ่นไม้อัดไ้ระแนง ต่างกันที่ความกว้างของไ้ไม้แปรรูปใช้ทำส่วนที่ต้องรับน้ำหนักมาก

1. กลุ่มแผ่นชิ้นไม้สับอัด (Particle Board) ใช้วัตถุดิบ เช่น ไม้จากปาลิโน (Flax) และจากชานอ้อย (Bagasse) โดยการผ่านกระบวนการของเครื่องจักรสับย่อยออกมาเป็นชิ้นส่วนเล็ก ๆ นำชิ้นส่วนเหล่านั้นไปอบแห้งแล้วคลุกกาวหรือวัตถุประสานอย่างอื่น ๆ ก่อนนำไปปูแผ่นเป็นแผ่นไม้อัดด้วยเครื่องร้อน ทำให้เป็นแผ่นบางตามขนาดที่ต้องการ ได้แก่

แผ่นชิ้นไม้อัด (Wood Chipboard) ใช้ไม้เป็นวัตถุดิบในการผลิต

แผ่นเส้นใยปาลิโน (Flax Board) ทำจากเศษปาลิโนที่เหลือจากโรงงานทอผ้า มีความแข็งแรงน้อยกว่า แผ่นชิ้นไม้อื่น

แผ่นชานอ้อยอัด (Bagasse Board) ทำจากชิ้นส่วนของชานอ้อยที่เหลือจากโรงงานผลิต น้ำตาล

แผ่นเกล็ดไม้อัด (Flax Board) ทำจากไม้ที่ไสหรือผ่านออกเป็นเกล็ดบาง ๆ

แผ่นเกล็ดไม้อัดเรียงชั้น (Oriented Strand-Osb) วัสดุเหมือนกับแผ่นเกล็ดไม้และการเรียงชั้น

2. กลุ่มแผ่นเส้นใยไม้อัด (Fiber Board) คือ แผ่นวัสดุที่ผลิตจากเส้นใยของไม้หรือมัดของเส้นใยไม้ ซึ่งได้มาจากการย่อยไม้สับด้วยขบวนการทางเครื่องที่ใช้ความร้อนสูง ให้เป็นเส้นใย (Fiber) แล้วนำเส้นใยมาเรียงเป็นแผ่นโปร่ง ๆ หลังจากนั้นจึงเข้าเครื่องอัดให้เป็นแผ่นตามขนาด ได้แก่

แผ่นใยไม้อัดแข็ง (Hard Board) ใช้กรรมวิธีเปียก

แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง (Midium Board) ใช้กรรมวิธีเปียกใช้เป่าจนวนป้องกันความร้อนไม่เหมาะกับอุตสาหกรรมเครื่องเรือน

แผ่นเส้นใยไม้อัดชนิดความหนาแน่นปานกลาง MDF (Midium Density Fiber Board) ใช้กรรมวิธีแห้ง ปัจจุบันนิยมใช้กันมากเพราะมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับไม้ธรรมชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป ได้ว่า แผ่นวัสดุที่ใช้เป็นวัตถุดิบนั้น สามารถแบ่งได้มากมายหลายชนิด แต่ในสภาพปัจจุบันวัสดุแผ่นบางชนิดที่มีกรรมวิธีการผลิตที่ยุ่งยากมีราคาแพง มีคุณสมบัติไม่เหมาะสมกับการนำมาใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องเรือน ดังนั้นเพื่อความเหมาะสมกับสภาพการณ์ปัจจุบันสำหรับโครงการนี้ จึงสามารถทำการคัดเลือก วัสดุแผ่นที่จะทำการศึกษาและวิเคราะห์คัดเลือกในการผลิตดังนี้

1. ไม้อัดสลักชั้น
2. แผ่นขึ้นไม้สลักอัด
3. แผ่นขึ้น ไม้อัด
4. แผ่นใยไม้อัดแข็ง
5. แผ่นเส้นใยไม้อัดชนิดความแน่นปานกลาง
6. ไม้อัดบล็อกและแผ่นไม้ประกบลามิเนต

### 2.6.3 ยาง

ยางส่วนใหญ่นิยมใช้ทำสายพานหรือที่สูบน้ำ ส่วนที่เป็นยางนี้ควรจะมีการตรวจสอบบ่อย ๆ และมีการเปลี่ยนก่อนที่จะเกิดการขาด ไม่ควรใช้สายพานที่ทำด้วยผ้าหรือผ้าถักในโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร เพราะมันจะดูดซับน้ำจากอาหารซึ่งยากแก่การล้างทำความสะอาด ต่อมามีการใช้พลาสติกแทนพวกยางและผ้าถัก เนื่องจากคุณสมบัติในการไม่ให้น้ำไหลผ่านและไม่ดูดซับน้ำซึ่งพวกพลาสติกนี้เหมาะสำหรับทำท่อที่ยืดหยุ่นได้

### 2.6.4 เหล็ก ( Steel )

แร่เหล็กพบอยู่มากมายในโลกประกอบกับการถลุงเหล็กก็กระทำได้ไม่ยากนักเครื่องจักรเครื่องมือตบอดจนอุปกรณ์ทางช่างกลต่าง ๆ ส่วนมากทำด้วยเหล็กทั้งเหล็กเส้นและเหล็กกล้า เป็นโลหะที่ใช้งานมากกว่าโลหะอื่นรวมกัน แม้ว่าเหล็กกล้าจะสามารถหล่อลงแบบให้มีรูปร่างต่างๆ ที่สลักซับซ้อนได้โดยตรงก็ตามแต่ ส่วนมากจะหล่อเหล็กกล้าเป็นแท่ง ( Ingot ) ไว้ใช้สำหรับนำไปทำท่อเหล็กเส้น เหล็กแผ่น หรือมีรูปร่างอื่นต่อไป

เหล็กกล้าสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดใหญ่ๆ คือ

1. เหล็กกล้าธรรมดา ( Plain Carbon Steels )
2. เหล็กกล้าผสม ( Alloy Steels )

เหล็กกล้าสามารถแบ่งแยกประเภทได้ตามจำนวนธาตุต่างๆ ที่ผสมอยู่ใน คาร์บอนเป็นธาตุที่สำคัญมากที่สุด เหล็กกล้าชนิดธรรมดา จะมีเนื้อเหล็กและคาร์บอนเป็นธาตุเหล็ก เหล็กกล้าเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดนี้จะแยกหัต เช่น 10xx เลขสองตัวแรกจะหมายถึงเหล็กกล้าชนิดธรรมดา เลขตัวที่ 3 และตัวที่ 4 หมายถึง ส่วนผสมของคาร์บอนคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 1/100 เช่น 1035 Steel หมายถึง เหล็กกล้าที่มีส่วนผสมต่ำและทนแรงดึงสูง เหล็กกล้าที่ใช้ทำชิ้นส่วนเครื่องจักร เหล็กกล้าทำเครื่องมือ เหล็กสแตนเลส เหล็กใช้ทำอุปกรณ์ไฟฟ้า

การทำเส้นลวด เหล็กแผ่น เหล็กเส้น ท่อเหล็ก หรือเหล็กรูปต่างๆ ทำโดยการนำเอาแท่งเหล็กกล้าไปเผาให้ร้อนแล้วนำไปรีด นำไปอัด หรือนำไปดึงให้ได้รูปต่างๆ ตามต้องการแท่งเหล็กกล้านี้จะหล่อไว้ เป็นแท่งๆ น้ำหนักของเหล็กอาจมีตั้งแต่ 300 ปอนด์ถึง 25 ตัน

## 2.7 สัดส่วนของมนุษย์ กับงานออกแบบ

สถาพร คีบุญมี ณ ชุมแพ (2540:33-39) กล่าวว่า ข้อมูลสัดส่วนของมนุษย์ คือ ข้อมูลเกี่ยวกับมิติที่ได้จากการวัดขนาดของที่เว้นว่าง (Space) และมิติเว้นว่าง (Clearance) ที่พอเหมาะซึ่งเกิดจากขนาดร่างกายของมนุษย์ต่อการประกอบกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่ง

ขนาดสัดส่วนของมนุษย์มีความสำคัญและสัมพันธ์โดยตรงต่องานออกแบบทางสถาปัตยกรรม โดยมีมนุษย์มีส่วนเข้าไปเกี่ยวข้องกับสิ่งก่อสร้างหรือผลิตภัณฑ์นั้น ในฐานะของผู้ใช้ จึงจะเห็นได้จากตัวอย่างต่อไปนี้

ออกแบบเครื่องเรือน โต๊ะ ม้านั่ง เตียงนอน ชั้นวางของ เป็นต้น ที่จะให้ความสะดวกสบายแก่ผู้ใช้ จะต้องมีความหรือสัดส่วนที่สัมพันธ์กันอย่างเหมาะสมกับส่วนสัดส่วนของผู้ใช้

การออกแบบสถาปัตยกรรม เช่นเดียวกับการออกแบบเครื่องเรือน ส่วนสัดส่วนและขนาดของผู้ใช้อาคาร มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการพิจารณากำหนดมิติทั้งในแนวตั้งและทางแนวนอนรวมทั้งการกำหนดขนาดของที่ว่างเว้นที่ใช้งานที่พอเหมาะ (Adequate Space) และมิติเว้นว่าง ที่พอเหมาะสำหรับกิจกรรมนั้น ๆ ทั้งนี้รวมถึงการติดตั้ง เครื่องอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ในอาคาร ซึ่งได้แก่เครื่องสุขภัณฑ์ หรืออุปกรณ์ไฟฟ้า เป็นต้นว่า อ่างล้าง ราวตากผ้า สวิตช์ และปลั๊กไฟ เป็นต้น เหล่านี้จะต้องได้รับการติดตั้งในตำแหน่งที่จะก่อให้เกิดความสะดวกสบายแก่ผู้ใช้เช่นกัน

การออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมหนัก เช่นในการออกแบบเครื่องจักรหรือเครื่องกลการกำหนดตำแหน่งของปุ่มบังคับ คันโยกและสวิตช์แผงหน้าปัดจะต้องยกอยู่ในตำแหน่งที่ผู้ใช้สามารถจะใช้ได้สะดวกที่สุดและเคลื่อนไหวส่วนองร่างกายน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเบา เช่นอุตสาหกรรมผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป การศึกษาวิจัยในเรื่องสัดส่วนของผู้ใช้ จะช่วยในการตัดสินใจว่า ควรจะออกแบบและผลิตเสื้อผ้าขนาดใด ออกจำหน่ายบ้าง จึงจะสนองความต้องการของผู้ใช้ทุกขนาด หรือเกือบทุกขนาด

จากตัวอย่างข้างต้น จะเห็นได้ว่า ข้อมูลสัดส่วนของมนุษย์จะเป็นเครื่องมือช่วยในการงานออกแบบเป็นไปอย่างถูกต้อง และได้ผลงานที่มีประสิทธิภาพสูง

ในการทำงานอุตสาหกรรมหรือในชีวิตประจำวันนั้น เราคงเคยประสบปัญหาในการใช้งานอุปกรณ์ เครื่องไม้เครื่องมือ หรือเครื่องใช้ที่ได้รับการออกแบบมาไม่เหมาะสม หรือไม่พอดีกับขนาดสัดส่วนร่างกายของคนเรา เช่น ชั้นวางเครื่องมือที่อยู่สูงเกินที่จะเอื้อมมือไปหยิบของได้สะดวก แก้อีแตงที่เคี้ยวเกินไปซึ่งเวลานั่งแล้วทำให้เรารู้สึกอึดอัดและไม่เอื้อต่อความสบายในขณะนั่งทำงาน อ่างล้างหน้าในห้องสุขาของโรงงานที่อยู่สูงและขนาดเล็กเกินไปหรือเครื่องจักรกลที่ไม่ได้ถูกออกแบบให้มีเนื้อที่เฟื่อมากเพียงพอจนทำให้ไม่มีที่วางได้พอสำหรับการเอื้อมมือหรือมุดตัวเข้าไปซ่อมแซมได้โดยง่าย จากตัวอย่างที่ยกมาเหล่านี้ได้ชี้ให้เห็นถึงปัญหาของการออกแบบที่ไม่ได้เอาปัจจัยมนุษย์ในแง่ของขนาดสัดส่วนร่างกายเข้าไปร่วมในการพิจารณาออกแบบด้วยอย่างเหมาะสมทำให้เกิดปัญหาเรื่องปฏิสัมพันธ์และความสอดคล้องกันระหว่างคนกับเครื่องจักรกล สถานที่ปฏิบัติงาน หรืออุปกรณ์ต่าง ๆ เป็นไปด้วยความไม่ราบรื่นและไม่ได้ผลดีเท่าที่ควรจะเป็น

ดังนั้นวิชาการทางด้านวิศวกรรมมนุษย์ปัจจัยจึงเป็นเครื่องมืออันหนึ่งในการแก้ปัญหาซึ่งมีแนวความคิดหลัก ๆ ที่ว่าการออกแบบสิ่งของเครื่องมือ – เครื่องใช้ สถานที่ทำงานและสิ่งแวดล้อมในการทำงานที่มีมนุษย์เป็นผู้ใช้งานหรือทำงานเกี่ยวข้องกับสิ่งทีกล่าวมานั้นนั้นนอกเหนือไปจากที่ผู้ออกแบบจะต้องคำนึงถึงเรื่องของประโยชน์ใช้สอย ความคงทนถาวรและความสวยงามที่เป็นเงื่อนไขหลักในการออกแบบแล้วยังจะต้องคำนึงถึงการออกแบบหรือการปรับขนาด (dimensions) ของแบบนั้นให้มีขนาดเหมาะสม/เข้ากับขนาดมิติของร่างกาย (Body dimensions) ของผู้ปฏิบัติงานอีกด้วย ทั้งที่เพื่อเพิ่มความสะดวกสบายและประสิทธิภาพในการทำงานให้ดียิ่งขึ้นอีกด้วย

สำหรับฐานข้อมูลหรือข้อมูลเชิงสถิติของขนาดร่างกายมนุษย์นั้นก็ได้มาจากการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายด้วยวิธีการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์และทางสถิติประยุกต์ ซึ่งจะได้นำกล่าวถึงในรายละเอียดต่อไป การศึกษาทางด้านการวัดและใช้ข้อมูลขนาดร่างกายมนุษย์ในงานอุตสาหกรรมนั้นก็เป็นที่มาของแขนงวิชาที่มีความสำคัญของแขนงหนึ่งของวิศวกรรมมนุษย์ปัจจัยอันมีชื่อเรียกว่า การวัดขนาดสัดส่วนร่างกายมนุษย์ในเชิงวิศวกรรมนั่นเอง

## 2.7.1 คำนิยามและความหมายของการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายมนุษย์ในเชิงวิศวกรรม

### ( Engineering Anthropometry )

ก่อนอื่นแล้วเราต้องทำความรู้จักคำว่า “ การวัดขนาดสัดส่วนร่างกายมนุษย์ (Anthropometry ) ” ซึ่งคำว่าแอนโทรโปเมตรีมาจากการประสมคำในภาษากรีกสองคำคือคำว่า Anthro ( human ) กับคำว่า Metrics ( measurement ) วิชานี้เป็นวิชาที่เกี่ยวกับการวัดรูปร่างขนาด และสัดส่วนร่างกายของมนุษย์ในแง่มุมต่าง ๆ ( เช่น ขนาดของรูปร่าง ทรวดทรง ความกว้าง ความสูง ส่วนวงรอบ พิสัยของการเคลื่อนไหวร่างกาย น้ำหนัก ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ฯลฯ ) เพื่อพัฒนามาเป็นข้อมูลมาตรฐานหรือเก็บเอาไว้ใช้เพื่อการเปรียบเทียบหนึ่งในการกล่าวถึงการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายมนุษย์ในครั้งต่อ ๆ ไปในหนังสือเล่มนี้จะขอเรียกทับศัพท์ว่า “ แอนโทรโปเมตรี “ เพื่อความสะดวกและเข้าใจง่าย

วิชาการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายมนุษย์ในเชิงวิศวกรรมมีคำนิยามว่า “ การประยุกต์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์กายภาพในการวัดและเก็บข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายมนุษย์และนำข้อมูลเหล่านี้ไปใช้เพื่อวัตถุประสงค์ของการพัฒนา การแก้ไข การปรับปรุง และการออกแบบทางวิศวกรรมหรือการกำหนดเป็นมาตรฐานต่าง ๆ ในงานวิศวกรรม “ ตัวอย่างอันหนึ่งของการใช้ประโยชน์ของข้อมูลขนาดร่างกายของมนุษย์ในวิชาวิศวกรรมมนุษย์ปัจจัยก็ได้แก่การนำไปเป็นข้อมูลประกอบการศึกษาวิชากลศาสตร์ชีวภาพ ( Biomechanics ) ทั้งในด้านที่มวลร่างกายอยู่ในสภาวะหยุดนิ่ง หรืออยู่ในสภาวะที่เคลื่อนไหว ซึ่งบรรดาข้อมูลของร่างกายจำพวกศูนย์กลางมวล จุดศูนย์กลาง จุดเชื่อมของข้อต่อในร่างกาย ( Body links ) ความกว้าง ความยาว และความหนาของส่วนร่างกายที่ใช้ในการเคลื่อนไหว น้ำหนัก ส่วนสูง ส่วนวงรอบต่าง ๆ ( Circumferences ) และอื่น ๆ นั้น เป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งต่อการศึกษาเรื่องกลศาสตร์ของร่างกายมนุษย์ต่อไป สำหรับวิชากลศาสตร์ชีวภาพนั้นเรากล่าวถึงรายละเอียดในบทที่ 5 ต่อไป

ตัวอย่างของการประยุกต์ข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายมนุษย์ในชีวิตประจำวันที่เห็นภาพได้ชัดเจนตัวอย่างหนึ่งคือ ช่างตัดเสื้อที่ต้องทำการวัดตัวลูกค้าที่มาสั่งตัดเสื้อผ้า หรือตัดชุดต่าง ๆ เพื่อให้ชุดที่ตัดออกมามีความสวยงาม สวมใส่ได้เหมาะสมพอดีกับรูปร่างของลูกค้าแต่ละคน และช่างทำรองเท้าที่ต้องทำการวัดขนาดเท้าของลูกค้า เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการตัดรองเท้าให้มีความเหมาะสมกับรูปเท้า ไม่คับหรือไม่หลวมเกินไป ลูกค้าสวมใส่ได้สบาย สองอาชีพที่ยกตัวอย่างมานั้นก็พอจะเป็นข้อถกคิดใดเป็นอย่างดีว่าในการออกแบบทางอุตสาหกรรมหรือการผลิตอุปกรณ์ช่วยการทำงาน เครื่องไม้เครื่องมือ เครื่องจักรกล และผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่มีมนุษย์ผู้ใช้งานมัน ก็น่าที่จะมีการวัดขนาดร่างกายมนุษย์ และนำข้อมูลเหล่านี้ที่เกี่ยวข้องไปใช้ในงานออกแบบนั้นด้วยเช่นกัน เพื่อให้เกิดความเหมาะสมพอดีระหว่างมนุษย์กับสิ่งเหล่านี้

### 2.7.2 วัตถุประสงค์ของการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายมนุษย์ในเชิงวิศวกรรม

เราพอจะสรุปวัตถุประสงค์หลัก ๆ ของวิชาการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายมนุษย์ ( มนุษย์-มิติ ) นี้ออกได้เป็นข้อ ๆ ดังนี้

1. เพื่อเพิ่มความสะดวกและความปลอดภัยในการทำงาน และเพิ่มความพึงพอใจในงาน ( job satisfaction ) อันจะส่งผลทำให้ประสิทธิภาพของการทำงานนั้นสูงขึ้น
2. เพื่อช่วยป้องกันข้อผิดพลาดจากการทำงาน และป้องกันความปวดเมื่อยและการบาดเจ็บจากการทำงานกับอุปกรณ์ สถานที่ทำงาน และสิ่งแวดล้อมที่ไม่ได้ขนาดเหมาะสมกับขนาดร่างกายของผู้ปฏิบัติงาน
3. เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพ ตำแหน่งและทิศทางต่าง ๆ ของร่างกายมนุษย์ ซึ่งจะต้องเกี่ยวข้องกับการใช้พื้นที่ว่าง ( Space ) การออกแรงกระทำต่อวัตถุและความสัมพันธ์ระหว่างขนาดร่างกายกับขนาดรูปร่างกับขนาดรูปทรงของเครื่องจักร เครื่องมือ สถานการณ์งาน กระบวนการทำงาน และสิ่งแวดล้อมในการทำงาน
4. เพื่อช่วยเป็นฐานข้อมูล ( Database ) ในการออกแบบและการปรับปรุงงาน อุปกรณ์และสิ่งแวดล้อมในการทำงานเพื่อส่งเสริมให้ผู้ปฏิบัติงานมีสุขภาพอนามัยสมบูรณ์ทั้งทางร่างกายและจิตใจ รวมทั้งเสริมสร้างคุณภาพชีวิตในการทำงาน ( Quality Of Work Lite ) ต่อไป

### 2.7.3 การวัดสัดส่วนมาตรฐานและที่มาของข้อมูล

ขนาดร่างกายของมนุษย์ที่จะมีคิเว้นว้างนั้นจะจ้องเป็นขนาดที่สามารถจะนำมาอ้างแทน ( Repreentative ) คนกลุ่มนั้นได้ ขนาดดังกล่าวนี้จะหามาได้โดยการสำรวจด้วยวิธีวัดขนาดจากกลุ่มคนที่มีจำนวนมากพอ แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย ( Mean ) โดยแบ่งแยกเป็นกลุ่มเพศและระดับอายุ

#### 1. ความสูงยืน

ความสูงยืน คือความสูงที่ได้จากการวัดความสูงของตัวอย่างในทำยืนตรงลำตัวอยู่ในแนวคิง สันเท้าชิดกัน ตามองตรงไปในแนวระดับ และไม่สวมรองเท้า ดังนั้นเพื่อที่จะให้เกิดความถูกต้องในการกำหนดขนาดที่จะกล่าวอ้างแทนขนาดของคนไทย ( Adult Thai Male And Female ) จึงจะพิจารณาและถือเอาตัวเลขที่เป็นส่วนเฉลี่ยของความสูงที่อยู่ในช่วงอายุ 20 ถึง 40 ปีซึ่งเป็นช่วงที่มีการเปลี่ยนแปลงในทางพัฒนาของสรีระน้อยมาก

สำหรับผู้ที่อายุสูงกว่า 40 ปีขึ้นไปจะพบว่า แนวโน้มของส่วนสัดส่วนโดยเฉพาะความสูง

จะเริ่มเปลี่ยนแปลงไปในทางเสื่อม ทั้งนี้ เนื่องมาจากการเสีรูปร่างของโครงกระดูกซึ่งเป็นผลทำให้ ความสูงค่อยๆ ลดลง ดังนั้นการออกแบบใด ๆ สำหรับผู้สูงอายุ ควรจะได้รับการทดสอบจากผู้ใช้งาน ได้รับความสะดวกสบายเพียงใด

ในการวัดหาตัวเลขความสูงยื่นในทุกระดับอายุ จะพบว่าตัวเลขที่น่าสนใจอยู่ 3 ค่า คือ

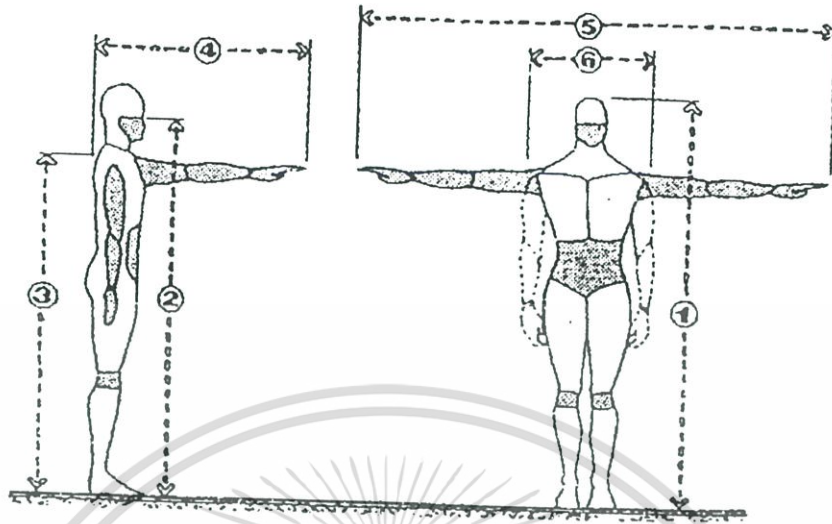
- ค่าความสูงยื่นสูงสุด
- ค่าความสูงยื่นต่ำสุด
- ค่าความสูงยื่นเฉลี่ย

ยกตัวอย่างเช่น ในการวัดความสูงยื่นของผู้ชายไทยที่ระดับอายุ 20 ปี จำนวน 1,422 คน พบว่าความสูงยื่นต่ำสุดที่วัดได้มีค่าเท่ากับ 146 เซนติเมตร ความสูงยื่นสูงสุดที่วัดได้เท่ากับ 185 เซนติเมตร และค่าความสูงเฉลี่ยที่คำนวณได้คือ 166.95 เซนติเมตร

ดังนั้น อาจกล่าวสรุปได้ว่า ในจำนวน 100 % ของผู้ชายไทยที่มีอายุ 20 ปี จะมีความสูงยื่น อยู่ในช่วง 146 ถึง 185 เซนติเมตร หรืออาจกล่าวได้อีกนัยหนึ่งได้ว่า Percentage Range นี้จะเป็น ประโยชน์อย่างมากต่อการออกแบบแนวความคิดใหม่ที่ถือเอา Wide Range Of Body Dimention เป็นหลักพิจารณา

ตารางที่ 2.8 การแสดงส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย

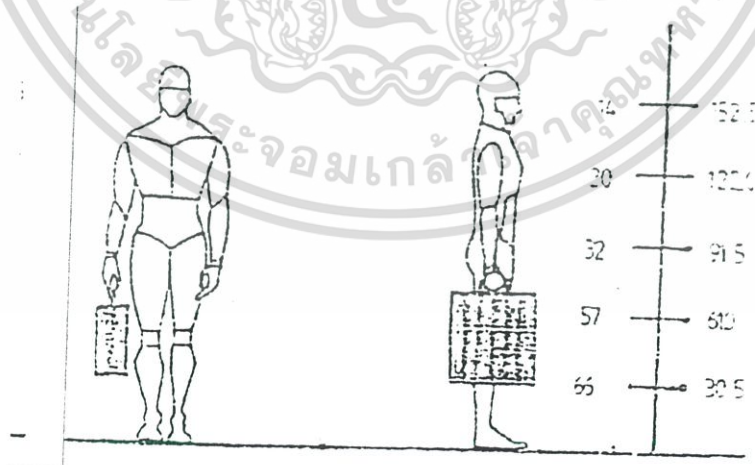
ลำดับ	มิติส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย	ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด
1	ความสูง	148.30	160.60	173.27
2	ความสูงระดับสายตา	138.36	149.63	166.61
3	ความสูงระดับไหล่	122.64	132.81	143.29
4	ความสูงระดับมือ	64.80	70.18	75.71
5	ระยะเอื้อมแขนไปข้างหน้า	72.81	78.85	85.07
6	ความกว้างกางแขน	151.56	164.13	177.08
7	ระยะกว้างระหว่างข้อศอก	38.85	42.07	45.37
8	ความกว้างของไหล่	37.51	41.63	43.83



ภาพที่ 2.32 แสดงสัดส่วนต่างๆ ของร่างกาย

## 2. ความสามารถในการออกแรงยก (Lifting)

สภาพการออกแรงของคนที่เกี่ยวข้องในการออกแบบนี้ การออกแรงยกด้วยมือในลักษณะที่อยู่ในแนวตั้งและอยู่ใกล้กับตัว ซึ่งทั้งน้ำหนักของสิ่งที่จะสามารถออกแรงยกได้จะต้องมีความสัมพันธ์กันในระยะความสูงในการยกนั้น



ภาพที่ 2.33 ภาพการแสดงความสัมพันธ์น้ำหนักของ / ระยะความสูงที่ยก

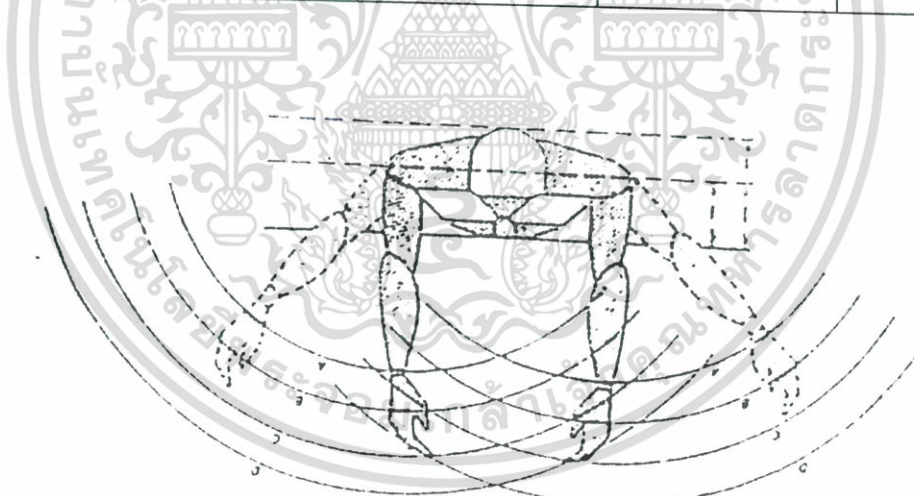
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### การทำงานของมือ ( Functional Anatomy Of Wide )

- กางนิ้วออก
- กระชับ กำหรือจับสิ่งของต่างๆ
- ปล่อนิ้วให้กางออก
- การเคลื่อนที่ของมือในการทำงานสัมพันธ์กับการเคลื่อนที่ของแขน
- การปล่อนิ้วจากการถือ จับ หรือกำสิ่งของต่างๆ

ตารางที่ 2.9 การแสดงตัวเลขขนาดรัศมีการเอื่อมในระยะต่าง ๆ

รัศมีการเอื่อม		ระยะกว้าง		ระยะไกล		ระยะห่าง	ระยะเอื่อมห่างตา	
ชาย	หญิง	ชาย	หญิง	ชาย	หญิง	จากตัวรถ	ชาย	หญิง
600	565	1530	1450	650	500	20	630	480
650	615	1530	1450	651	615	20	630	480
600	565	1530	1450	850	705	20	781	685
650	615	1530	1450	1000	815	20	800	795



ภาพที่ 2.34 แสดงสัดส่วนที่เกี่ยวข้องในการออกแบบรัศมีการเอื่อมในระยะต่าง ๆ

### 3. ลักษณะของการจับถือสิ่งของ

แบ่งการจับสิ่งของในลักษณะที่มี ใช้อุ้งมือเข้าช่วยในการจับสิ่งของ ต่างๆ

#### 1. Power Grip เป็นการจับสิ่งของในลักษณะที่มี ใช้อุ้งมือเข้าช่วย

ในการจับถือสิ่งของต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Precision Grip เป็นการจับสิ่งของที่ใช้เฉพาะปลายนิ้วเท่านั้นผู้มือไม่  
เกี่ยวข้อง

**2.7.4 การแบ่งประเภทของการศึกษาการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายในเชิงวิศวกรรม**  
การแบ่งประเภทหรือชนิดของการศึกษาการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายหรือแอนโทรโปเมตรี  
(Anthropometry) สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. การวัดขนาดสัดส่วนร่างกายในสภาวะที่ร่างกายนิ่งอยู่กับที่ หรือ Staic  
(Physical) Anthropometry

2. การวัดขนาดสัดส่วนร่างกายในสภาวะที่ร่างกายเคลื่อนไหวทำงาน หรือ  
Dynam (Functional) Anthro นอกจากนี้ยังมีตำแหน่งมาตรฐานในการวัดสัดส่วนร่างกายของ  
Pheasan ( 36 ตำแหน่ง) และตำแหน่งมาตรฐานในการวัดสัดส่วนร่างกายของ Kroemer (29 ตำแหน่ง)  
ซึ่งรูปที่แสดงตำแหน่งของการวัดและตารางข้อมูลของตำแหน่งมาตรฐานเหล่านี้ก็ได้นำเสนอเอาไว้  
แล้วในภาพผนวก ก. ของหนังสือเล่มนี้

ถ้าหากตารางข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายคนไทย (ฐานข้อมูล) นั้นค่อนข้างจะมีจำกัดไม่มี  
แพร่หลายเหมือนดังในประเทศแถบทางยุโรปตะวันตกและอเมริกาที่วิทยาการด้านวิศวกรรมมนุษย์  
ปัจจุบันนี้ได้รับการยอมรับและพัฒนาเจริญรุดหน้าไปเป็นอันมาก ในสหรัฐอเมริกาจะมีการปรับปรุง  
ปรุงข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายของประชากรทุก ๆ 10 ปี เหมือนกับหารสำรวจสำมะโนประชากร  
เล่นทีเดียว แต่ในวงการอุตสาหกรรมของไทยเรานั้น ข้อมูลหรือความตื่นตัวทางด้านนี้ยังมีค่อนข้าง  
น้อยอยู่ จึงน่าที่จะมีการพัฒนาข้อมูลสัดส่วนขนาดร่างกายของประชากรไทยให้มีมากขึ้น แพร่  
หลายมากขึ้น ทั้งนี้เพื่อการพัฒนาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ การเพิ่มประสิทธิภาพของการทำงาน  
การเพิ่มผลผลิต ฯลฯ เพื่อให้อุตสาหกรรมของไทยสามารถแข่งขันกับต่างชาติได้ในยุคโลกาภิ  
วัตน์ ( Globalization ) หรือยุค โลกไร้พรมแดน เช่นทุกวันนี้

ข้อมูลสัดส่วนร่างกายที่มีปรากฏอยู่ในเมืองไทยนั้นก็เป็กันแบบเฉพาะบางจุดตำแหน่งเท่าที่  
ต้องการนำเอาข้อมูลเหล่านั้นไปใช้ประโยชน์ในงานเฉพาะด้านเท่านั้น เท่าที่สามารถรวบรวมมา  
ได้ดังนี้ (จากเอกสารการสอนของมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช ชุควิชาเออร์คอนอมิกส์และจิต  
วิทยาในการทำงาน หน่วยที่ 1 – 5)

ก. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สนง. มอก.) โดย รัตนาภรณ์ จึง  
สงวนสิทธิ์ ที่ทำการเก็บข้อมูลในช่วงปี พ.ศ. 2524 – 2528 สุ่มวัดร่างกายคนไทยทั่วประเทศจำนวน  
รวม 16,367 คน ทำการวัดตามมาตรฐาน ISO No. 3635 – 1981 ซึ่งได้มีการนำเสนอข้อมูลจากการ  
วัดครั้งนี้ไว้ ดังแสดงไปตารางที่ 2.10 และ 2.11

ข. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย โดยสมชัย จึงรักเสรี  
ชัยได้เสนอข้อมูลจากการวัดสัดส่วนร่างกายคนไทยไว้ ดังแสดงในตาราง 2.10. ซึ่งเป็นตารางแสดง  
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่ขึ้นต้นการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวเลขมิติของส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย และมิติวิกฤต ( Critical Body Ndimension ) จากตารางนั้น เมื่อก้าวถึงเฉพาะมิติความสูง ผู้ชายไทยจะมีความสูงเฉลี่ย 165 เซนติเมตร โดยประมาณ ส่วนผู้หญิงไทยมีความสูงเฉลี่ย 155 เซนติเมตร โดยประมาณ ดังนั้นความสูงเฉลี่ยโดยประมาณของคนไทย ( ทั้งชายและหญิงรวมกัน ) คือ 160 เซนติเมตร ส่วนมิติอื่น ๆ ก็ดูได้จากตารางที่ 2.12

ตารางที่ 2.10 ตารางเปรียบเทียบส่วนเฉพาะจุดที่สำคัญ ( ชายไทย )

จุดสำคัญ ต่าง ๆ	อายุ 17 - 19 ปี				อายุ 20 - 29 ปี				อายุ 30 - 39 ปี				อายุ 40 - 49 ปี			
	C	N	NE	S	C	N	NE	S	C	N	NE	S	C	N	NE	S
ความสูง (cm)	165.6	163.0	162.7	163.8	164.9	162.0	162.8	163.6	164.7	161.5	162.0	161.8	163.2	160.1	161.4	161.6
รอบอกบน (cm)	83.3	83.0	82.6	82.2	86.1	85.0	85.4	85.4	89.1	86.9	87.4	88.1	90.8	88.0	89.1	88.3
รอบเอว (cm)	66.3	65.8	65.8	65.3	69.9	68.5	68.8	68.2	75.8	72.8	73.3	73.1	79.6	76.1	77.4	75.3
รอบหน้าท้อง (cm)	70.0	69.1	69.1	69.3	73.2	71.2	71.6	71.0	79.1	75.3	76.3	76.0	82.3	78.4	80.0	73.0
รอบสะโพก น้ำหนัก	84.0	83.5	83.3	83.0	85.0	83.3	84.5	84.2	87.6	85.3	85.8	85.5	88.8	86.5	87.9	86.2
(kg)	53.6	52.6	52.8	51.3	55.9	52.6	55.1	53.9	60.0	56.6	57.3	56.2	61.8	57.5	59.7	56.8

ที่มา : เอกสารการสอน มสธ. ชุมวิชาวเออร์คอนอมิกส์และจิตวิทยาในการทำงาน หน่วยที่ 1 – 5 พ.ศ. 2534 หน้า 130  
 หมายเหตุ : C หมายถึง ภาคกลาง, N หมายถึงภาคเหนือ , NE หมายถึงภาคตะวันออกเฉียงเหนือ , S หมายถึงภาคใต้

ตารางที่ 2.11 ตารางเปรียบเทียบสัดส่วนเฉพาะจุดสำคัญ (หญิงไทย)

จุดสำคัญ	อายุ 17 - 19 ปี				อายุ 20 - 29 ปี				อายุ 30 - 39 ปี				อายุ 40 - 49 ปี			
	C	N	NE	S	C	N	NE	S	C	N	NE	S	C	N	NE	S
ความสูง (cm)	154.0	154.5	153.3	153.7	153.7	153.0	153.4	153.1	153.1	152.3	152.8	152.0	153.3	152.7	152.7	155.9
รอบอก (cm)	80.4	79.0	79.6	80.0	80.8	80.5	80.3	80.2	84.6	82.8	83.8	84.3	88.3	85.3	87.9	87.1
รอบอก (cm)	63.5	62.2	64.2	64.0	64.3	64.0	64.4	64.5	69.2	67.0	69.0	69.9	72.9	70.9	73.8	72.8
รอบสะโพก (cm ความสูงอก(cm)	86.9	87.1	87.5	87.6	87.9	89.0	87.9	88.1	91.2	89.0	90.4	91.8	93.5	90.4	93.0	93.4
ความสูงสะโพก (cm)	109.5	110.2	109.4	109.5	108.8	108.5	109.0	108.6	107.5	107.3	107.7	107.4	107.0	107.7	106.0	106.3
ความสูงได้เป้า (cm)	77.4	77.5	77.4	77.9	77.3	76.8	77.1	76.5	71.1	76.3	77.0	75.7	77.3	77.5	76.9	75.8
ความสูงได้เป้า (cm)	71.1	70.9	71.0	70.6	70.6	69.8	70.2	69.0	69.1	69.6	68.6	69.8	69.8	69.8	69.1	60.9

ที่มา : เอกสารการตอน มสธ. ชุควิชาเออร์گونอมิกส์และจิตวิทยาในการทำงาน หน่วยที่ 1-5 พ.ศ. 2534 หน้า 130

หมายเหตุ : C หมายถึง ภาคกลาง, N หมายถึงภาคเหนือ , NE หมายถึงภาคตะวันออกเฉียงเหนือ , S หมายถึงภาคใต้

ข้อมูลจากการวัดขนาดร่างกายในทำนึ่งนั้น จะช่วยให้วิศวกรมนุษย์ปัจจัยหรือนักออกแบบผลิตภัณฑ์สามารถหาคนที่มีความเหมาะสมกับงาน เครื่องจักรกล สถานที่ทำงาน หรือกับอุปกรณ์ที่ใช้ประจำการ (เช่น หมวกนิรภัย หูฟังชนิดครอบทั้งหู หรือถุงมือ ฯลฯ) ได้ถูกต้องและลดปัญหาเรื่องปฏิสัมพันธ์ระหว่างคนกับงานได้เป็นอย่างดี

ตาราง 2.12 แสดงตัวเลขอัตราส่วนระหว่างมิติของส่วนต่างๆ ของร่างกายต่อความสูงยืน และมิติ  
วิกฤต

ลำดับ	มิติของส่วนต่างๆ ของร่างกาย	อัตราส่วน ระหว่างมิติอื่น กับความสูงยืน	ความสูง ต่ำสูง ( cm )	ความสูง เฉลี่ย ( cm )	ความสูง สูงสุด ( cm )
1.	ความสูงยืน ( SH )	1,000	148.30	160.60	173.27
2.	ความสูงระดับสายตา	0.933	138.36	149.83	161.66
3.	ความสูงระดับไหล่	0.827	122.64	132.81	143.29
4.	ความสูงระดับนิ้วมือ	0.437	64.80	70.18	75.71
5.	ความสูงเอื้อมมือขึ้นบน	1.255	186.11	210.55	217.45
6.	ความสูงนั่ง	0.523	77.56	83.99	90.62
7.	ความสูงระดับสายตา	0.460	68.21	73.87	79.70
8.	ความสูงจากระดับที่นั่งถึงระดับ ไหล่	0.354	52.49	56.85	61.33
9.	ความสูงจากที่นั่งถึงข้อศอก	0.143	21.20	22.96	24.77
10.	ความสูงจากที่นั่งถึงคอนบนของ ขาอ่อน	0.082	12.16	13.16	14.20
11.	ความสูงจากพื้นถึงคอนบนของเข่า	0.303	44.93	48.66	52.50
12.	ความสูงจากพื้นถึงขาอ่อนตอนล่าง	0.218	32.32	35.01	37.77
13.	ระยะจากหน้าท้องถึงเข่า	0.223	34.07	35.01	34.43
14.	ระยะจากก้นถึงระดับน่องคอนบน	0.254	37.66	40.79	44.01
15.	ระยะจากก้นถึงเข่า	0.319	48.79	52.83	57.00
16.	ความยาวของขาเหยียดตรง	0.626	92.83	100.53	108.46
17.	ความยาวของที่นั่ง	0.226	33.53	34.29	39.15
18.	ระยะเอื้อมแขนไปข้างหน้า	0.491	72.81	78.85	85.07
19.	ความกว้างกางแขน	1.022	151.56	154.13	177.08
20.	ความกว้างระยะศอก	0.262	38.85	52.07	45.37
21.	ความกว้างของไหล่	0.253	32.51	40.03	41.85

ที่มา : เอกสารการสอน มสธ. ชูติวิชาเออร์گونอมิกส์และจิตวิทยาในการทำงาน หน่วยที่

1 – 5 พ.ศ. 2534 หน้า 130

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.7.5 การวัดขนาดสัดส่วนร่างกายในขณะที่ร่างกายเคลื่อนไหว

เป็นการศึกษาวัดขนาดมิติสัดส่วนร่างกายที่เคลื่อนไหวทำงาน ( Dynamic Body Dimension ) เช่น การประกอบชิ้นส่วน การเอื้อมมือไปหยิบของในกระเบาะ การควบคุมคันบังคับ เป็นต้น วิธีการวัดแบบนี้ค่อนข้างจะยุ่งยากซับซ้อน ไม่ค่อยเป็นที่นิยมกันเพราะมีปัจจัยแทรกซ้อนมาก แม้ว่าข้อมูลที่ได้จากการวัดแบบนี้จะเป็นค่าที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงของการเคลื่อนไหวของร่างกายมนุษย์ ( Actual Human Activity ) มากกว่าข้อมูลที่ได้จากการวัดในท่าหนึ่งก็ตาม ทั้งนี้เพราะว่าการเคลื่อนไหวของปัจเจกบุคคล ( Individual ) นั้นเกิดจากการเคลื่อนไหวทำงานเชิงร่างกายมากกว่าหนึ่งส่วนเกิดขึ้นร่วมกันเสมอ จึงทำให้การวัดขนาดร่างกายไม่มีตำแหน่งที่แน่นอนเป็นมาตรฐานเดียวกัน ตัวอย่างเช่น ระยะของการเอื้อมไปหยิบจับของสิ่งนั้น ไม่ใช่ขึ้นอยู่กับข้อจำกัดของความยาวแขนแต่เพียงอย่างเดียว แต่ยังมีปัจจัยอย่างอื่นมา ประกอบด้วย เช่น การเคลื่อนไหวของหัวไหล่เป็นลักษณะใด การหมุนลำตัวอย่างไร มีการก้มตัวด้วยหรือไม่ การก้มนั้นมากน้อยทำมุมเท่าใด หรือการเคลื่อนไหวของข้อมือและนิ้วมือเป็นอย่างไร ดังนั้นค่าในการวัดระยะดังกล่าวจุดเดียวจึงมีหลายค่ามาก แล้วแต่การกำหนดปัจจัยต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้วเป็นอย่างไร ดังภาพที่ 2.35 ซึ่งเป็นรูปกราฟิกที่แสดงจำลองถึงส่วนต่าง ๆ ของร่างกายที่ทำงานร่วมกันของคนงานขับรถยก ( Forklift ) ในโรงงานแห่งหนึ่ง

การศึกษากการเคลื่อนไหวร่างกายโดยใช้ภาพจะลงลักษณะเช่นนี้มีชื่อเรียกว่า โซมาโตการฟี ( Somatography ) ซึ่งจะศึกษากการเคลื่อนไหวของผู้ปฏิบัติงานทั้ง 3 มุมมอง ( 3 Views ) คือมองจากด้านบน ( Top Views ) ด้านหน้า ( Front Views ) แล้ด้านข้าง ( Side Views ) ไปพร้อม ๆ กันในเวลาเดียวกัน

ด้วยปัญหาความยากลำบากในการวัดมิติขนาดร่างกายขณะเคลื่อนไหวทำงาน จึงได้มีการเสนอแนวคิดที่ให้นำเอาค่าข้อมูลที่ได้จากการวัดขนาดร่างกายขณะอยู่นิ่งมาแปลงเป็นค่าข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายขณะเคลื่อนไหวทำงาน แต่อย่างไรก็ดีก็ยังไม่มียุทธศาสตร์หรือคำนวณที่ถูกต้องแน่นอน แต่ก็มียุทธศาสตร์ที่พยายามกำหนดหลักการที่เหมาะสมในการปรับแปลงค่าข้อมูล อาทิ Kroemer ( 1983 ) ได้เสนอหลักการแปลงค่าไว้ดังต่อไปนี้คือ

- ความสูง ( ความสูงยืน, ความสูงระดับสายตา/ทำยืน, ความสูงระดับไหล่/ทำยืน ความสูงระดับสะโพก / ทำยืน, ) เมื่อแปลงจากข้อมูลจากการวัดแบบสแตติกไปเป็นข้อมูลจากการวัด ไดนามิกจะมีค่าลดลงไปประมาณ 3 เปอร์เซ็นต์
- ความสูงระดับข้อศอก/ทำยืน จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงยังคงเท่าเดิม เว้นแต่ถ้าถ้ามีการทำงานเคลื่อนไหวในลักษณะที่ยกแขนหรือไหล่ ค่าที่ได้จากการแปลงเป็นค่าไดนามิกจะต้องเพิ่มสูงขึ้นไปถึง 5 เปอร์เซ็นต์ เป็นอย่างมากที่สุด

- ความสูงระดับหัวเข่าหรือระดับขาอ่อนด้านล่าง/ทำนั่ง ค่าข้อมูลจะไม่มีเปลี่ยนแปลง ยังเท่าเดิม ยกเว้นถ้ามีผู้ปฏิบัติงานนั้นสวมรองเท้าส้นสูงขณะเคลื่อนไหวทำงาน
- การโน้มตัวเอื้อมไปข้างหน้า ( Forward Reach ) และการโน้มตัวเอื้อมไปทางด้านข้าง ( Lateral Reach ) ถ้าต้องการความสบาย คล่องตัว ค่าข้อมูลที่แปลงมาเป็นค่าของการวัดแบบ ไคนามิกก็ควรจะลดลงไปประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ แต่ถ้าต้องการระยะที่ไกลสุดโดยยึดแขนให้ไปไกลสุด และก้มตัวให้งอมากที่สุดแล้ว ค่าข้อมูลที่แปลงมาก็ควรจะเพิ่มขึ้นประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์

แต่เราพึงระลึกไว้ว่า ตัวอย่างอันนี้เป็นหลักการแปลงค่าโดย คร่าว ๆ เท่านั้น ซึ่งจริง ๆ แล้วเราก็ต้องนำเอาเรื่องของท่าทางการทำงาน ( Posture ) สภาพการทำงาน ฯลฯ มาเกี่ยวข้องในการคำนวณแปลงค่าด้วยจึงจะถูกต้องสมบูรณ์

#### 1. วิธีการวัดสัดส่วนของมนุษย์

Diirer ได้ค้นพบวิธีการวัดสัดส่วนของมนุษย์ ซึ่งเป็นที่ยอมรับและเห็นพ้องต้องกันทั่ว ๆ ไป โดยเขาเริ่มวัดความสูงของร่างกายมนุษย์ และกำหนดส่วนย่อยไว้ดังต่อไปนี้ ( ดูภาพที่ 2.35 ประกอบ )

1/2 ของความสูงทั้งหมด = ครึ่งหนึ่งของร่างกายวัดจากต้นขาหรือขาหนีบขึ้นไปถึงศีรษะส่วนบน

1/4 ของความสูงทั้งหมด = ความยาวของขาวัดจากข้อเท้าถึงหัวเข่าและปลายคางถึงสะดือ

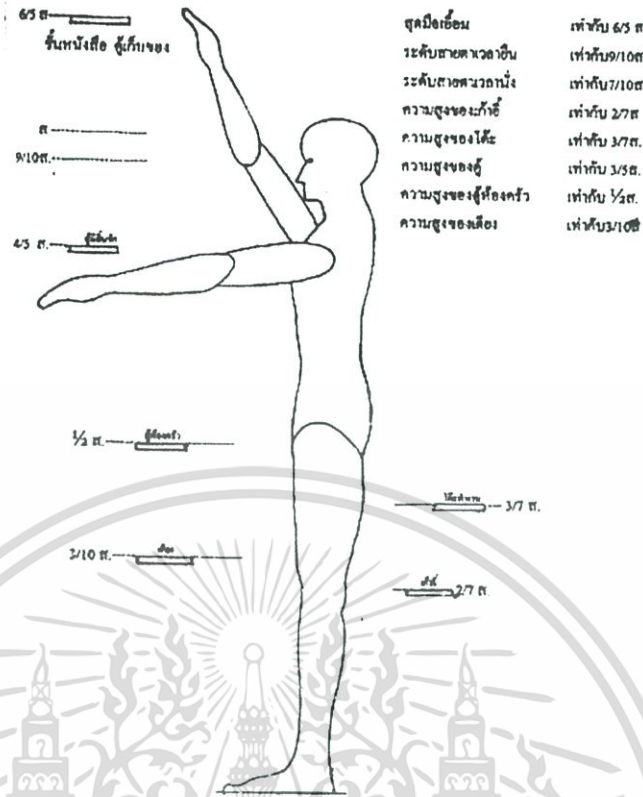
1/6 ของความสูงทั้งหมด = ความยาวของเท้า

1/8 ของความสูงทั้งหมด = ความยาวของศีรษะส่วนบนถึงปลายคางและจากปลายคางถึงราวนม

1/10 ของความสูงทั้งหมด = ความสูงและความกว้างของใบหน้ารวมถึงหูด้วยและความยาวของมือถึงข้อมือ

1/12 ของความสูงทั้งหมด = ความกว้างของใบหน้าวัดจากปลายจมูกส่วนล่างสุดและ ในการแบ่งสัดส่วนของมนุษย์นั้นแบ่งเป็นส่วนย่อยได้ของความสูงทั้งหมดของร่างกาย

ในระยะหลังนักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมัน ได้ช่วยทำการศึกษาพื้นฐานเรื่องนี้ให้มีความชัดเจนขึ้น โดยการวิจัยเปรียบเทียบขนาดสัดส่วนของมนุษย์แต่ก็ยังไม่เป็นที่พอใจมากนัก จนกระทั่งหลังจาก Moessel ทำการตรวจสอบและให้การสนับสนุน



ภาพที่ 2.35 สูตรคำนวณหาความสูงของออดิสส์

ในปี ค.ศ. 1945 Le Modulor ได้วางแผนโครงการศึกษาเรื่องสัดส่วนของมนุษย์ โดยเริ่มวัดความสูงทั้งหมดของมนุษย์เฉลี่ย 1.829 เมตร และวัดความสูงถึงสะดือ 1.130 เมตร เริ่มต้นจากแบ่งส่วนย่อยของร่างกายมนุษย์เหมือนกับ Diirer และ Le Corbusier สถาปนิกชาวฝรั่งเศสได้พัฒนาเรื่องสัดส่วนต่าง ๆ นำไปใช้กับงานการสร้างโดยศึกษาหาค่าเฉลี่ยความสูงทั้งหมด ของผู้ชายชาวยุโรปสูง = 1.75 เมตร หรือขนาดความสูง 5 ฟุต 9 นิ้ว และต่อมาได้มีการเทียบวัดความยาวระบบเมตริกกับระบบอังกฤษ โดยให้ 254 มิลลิเมตร = 10 นิ้ว ด้วยเหตุนี้เพื่อให้มีความสัมพันธ์ในด้านการวัดตามมาตรฐานเหมือนกัน ดังนั้นในปี ค.ศ. 1947 Corbusier ได้กลับมาใช้ความสูงเฉลี่ยของคนตามมาตรฐานชาวอังกฤษที่ได้ทำไว้คือ 1.829 เมตร และได้แบ่งส่วนย่อย ต่าง ๆ ของสัดส่วนร่างกายมนุษย์ไว้เป็นข้อมูลไว้ให้สำหรับคนรุ่นหลังไว้ได้ศึกษาและได้นำเอาไปวิจัยต่อไปในปัจจุบัน

มีข้อนำสังเกตอย่างหนึ่งว่า การศึกษาเรื่องนี้จะยึด ถือเอาความสูงของร่างกายมนุษย์มาก่อน แล้วจึงแบ่งส่วนย่อย ๆ ที่สำคัญลงไปอีกตามที่ต้องการ ศึกษาเพื่อให้เป็นประโยชน์ ในการนำเอาไปใช้ เรื่องสัดส่วนของมนุษย์นั้นแบ่งออกเป็นเพศหญิง เพศชาย ขนาดของเด็ก อายุ และอื่น ๆ สัดส่วนของมนุษย์จะต้องแยกถึงชนชาติด้วยว่า อยู่ทางยุโรป หรือว่าอยู่เอเชีย เพราะสัดส่วนนั้นไม่เท่ากัน ฉะนั้นในการศึกษาเรื่องนี้ เป็นเพียงแนวทางในการศึกษาเรื่องสัดส่วนของมนุษย์ต่อไป เพื่อสามารถจะหาสัดส่วนที่เหมาะสม ในการนำไปใช้กับงานนั้น โดยให้ยึดถือโดยหลักผู้ใช้ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ผู้ใดเห็นข้อผิดพลาดในการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับขนาดสัดส่วนของคนไทยนั้นหากต้องการทราบรายละเอียดข้อเสนอแนะให้ไปหาข้อมูลได้ที่สภาวิจัยแห่งชาติได้ ส่วนตัวอย่างภาพที่อยู่ในหน้าต่อไปนี้นั้นใช้สำหรับเป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาการออกแบบ (อุคมศักดิ์ สาริบุตร. 2540:70-72)

ตารางที่ 2.13 การแสดงพัฒนาการทางร่างกายของนักเรียนไทย อายุ 3-24 ปี

อายุ	ความสูงเป็นเซนติเมตรและนิ้ว				น้ำหนักเป็นกิโลกรัม	
	ชาย		หญิง		ชาย	หญิง
	เซนติเมตร	นิ้ว	เซนติเมตร	นิ้ว		
3	95.00	38.00	95.00	38.00	14.90	14.10
4	98.85	39.54	98.85	39.54	15.30	14.70
5	103.00	41.20	103.00	41.20	16.05	15.50
6	107.40	42.96	107.40	42.96	17.00	16.60
7	111.80	44.72	111.80	44.72	18.30	17.95
8	116.60	46.64	116.60	46.64	19.90	19.69
9	121.20	48.48	121.20	48.48	21.70	21.60
10	125.60	50.24	126.20	50.48	23.60	24.00
11	129.90	51.96	131.50	52.60	25.85	26.75
12	134.30	53.72	137.00	54.80	28.40	30.20
13	139.20	55.60	142.90	57.16	31.40	34.45
14	145.00	58.00	142.90	60.20	36.00	39.50
15	151.60	60.64	150.50	60.64	41.00	42.80
16	157.00	62.80	151.60	60.80	45.58	44.75
17	160.20	64.08	152.00	60.88	49.20	45.85
18	161.80	64.72	152.20	60.88	51.10	46.60
19	162.30	64.92	152.20	60.88	52.80	47.00
20	162.30	64.92	152.20	60.88	58.85	47.30
21	162.30	64.92	152.20	60.88	53.10	47.60
22	162.30	64.92	152.20	60.88	53.30	47.95
23	162.30	64.92	152.20	60.88	53.60	48.20
24	162.30	64.92	152.20	60.88	53.80	48.50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรรมการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่ประโยชน์ทางการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรายงานการวิจัยเรื่อง พัฒนาการกายภาพของรักเรียนไทย อายุ 3-24 ปี ของสมาคมการศึกษาแห่งประเทศไทย

## 2. ความรู้ทางสถิติที่จำเป็นในการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายมนุษย์

จากที่เราทราบมาแล้วว่า วิชาวิศวกรรมมนุษย์ปัจจัยนั้นเป็นพหุศาสตร์ที่นำเอาความรู้ในแขนงวิชาต่าง ๆ มาผสมผสานเข้าด้วยกัน ซึ่งสำหรับในเรื่องของการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายมนุษย์ก็มีขั้นตอนการศึกษาตั้งแต่การวัดขนาดร่างกาย และการเก็บข้อมูลดิบ ( Raw Data ) การนำเสนอข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล รวมทั้งการประเมินผลข้อมูล ซึ่งขั้นตอนเหล่านี้เป็นเรื่องของวิชาสถิติ ( Statistics ) นั่นเอง ดังนั้นก่อนที่จะได้ทราบว่าสถิติมีประโยชน์อย่างไร ในเรื่องของแอนโทรโปเมตรี เราก็ควรจะทำการศึกษาทบทวนความรู้คร่าว ๆ เกี่ยวกับเรื่องสถิติเบื้องต้น สักเล็กน้อยก่อนดังต่อไปนี้

## 3. แนวทางและลำดับขั้นตอนของการออกแบบผลิตภัณฑ์ตามแนวทางวิศวกรรมมนุษย์ปัจจัย

(1) ระบุว่าส่วนของร่างกายส่วนใดที่มีความสำคัญมากที่สุดต่อการออกแบบนั้น เช่น การออกแบบด้ามจับ ( Handle ) ของเครื่องมือกลนั้น ความยาวของมือเป็นส่วนที่สำคัญที่สุดในการออกแบบขนาดของด้ามจับ ดังนั้นเป็นต้น

(2) ระบุกลุ่มเป้าหมายหรือประชากรผู้ที่จะใช้งานสิ่งที่จะออกแบบออกมา เช่น กลุ่มเด็ก กลุ่มผู้หญิง กลุ่มผู้ใช้แรงงาน ฯลฯ

(3) กำหนดว่าในงานออกแบบนั้นจะใช้หลักการใดที่เหมาะสมใน 3 หลักการที่ได้กล่าวไปแล้ว ( ดูหัวข้อที่ 4.8.1 ประกอบ )

(4) พยายามเลือกใช้ฐานข้อมูลหรือตารางค่าที่เหมาะสม ได้มาตรฐาน และครอบคลุมกลุ่มประชากรส่วนใหญ่ให้มากที่สุด

(5) ถ้ามีการสวมใส่เสื้อผ้าชนิดพิเศษ หรืออุปกรณ์ประจำกายต่าง ๆ ในการทำงานกับสิ่งที่ออกแบบ ก็ให้บวกค่าเพื่อเพิ่มไว้กับขนาดมิติต่าง ๆ ของแบบนั้น ๆ ด้วย ( ลักษณะคล้ายกับค่าเผื่อความผิดพลาด + ในการออกแบบเครื่องจักรกล )

(6) สร้างต้นแบบ ( Prototype ) หรือหุ่นจำลองของสิ่งที่ได้รับการออกแบบขึ้นมา แล้วนำไปให้กลุ่มประชากรที่มีขนาดร่างกายใหญ่ที่สุดหรือมีขนาดร่างกายเล็กที่สุดทดสอบใช้ ให้ข้อคิดเห็นติชมต้นแบบ แล้วให้ทำการกรอกตอบแบบสอบถาม ทั้งนี้เพื่อนำไปเป็นข้อมูลประกอบการคิดแปลงแก้ไขข้อบกพร่องของแบบ ทำเช่นนี้จนได้แบบที่คิดว่าดีที่สุด

(7) นำเอาแบบที่ดีที่สุดนั้นไปผลิตใช้งานจริง โดยกำหนดให้เป็นแบบมาตรฐานต่อไป แต่ก็สามารถเปลี่ยนแปลงแบบมาตรฐานได้ทุกเมื่อถ้าหากจำเป็นต้องมีการแก้ไขหรือพบว่ามีข้อบกพร่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.7.6 ขั้นตอนปฏิบัติงานการออกแบบโดยทั่ว ๆ ไป

### 2.7.6.1 การออกแบบโดยทั่วไปแบ่งขั้นตอนปฏิบัติงานได้ 3 ขั้นตอน

1. การใช้ความคิดสร้างสรรค์และใช้ความพยายามในการแยกแยะปัญหาต่าง ๆ เพื่อที่จะหาวิธี แก้ไขปัญหานั้น ๆ
2. นำความรู้ ข้อมูลที่เกี่ยวข้องมาประกอบในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว
3. การถ่ายทอดวิธีแก้ไขหรือคำตอบของปัญหานั้นๆออกเผยแพร่ทำประโยชน์อีกต่อไป

การออกแบบผลิตภัณฑ์ มนตรี ยอดบางเตย ( 2538:72-43 ) กล่าวว่า หลังจากการเตรียมงานขั้นแรกแล้ว นำผลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ ที่กล่าวไว้แล้วข้างต้นมารวมกันเพื่อทำการออกแบบให้เกิดรูปทรงใหม่ ซึ่งมีความสัมพันธ์กับความงามทางด้านศิลปะ การออกแบบผลิตภัณฑ์ต้องคำนึงถึงหลักการดังต่อไปนี้

1. หน้าที่ใช้สอย (Function) คือ ต้องออกแบบผลิตภัณฑ์ให้มีหน้าที่ใช้สอยถูกต้องตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ เพื่อสนองความต้องการของผู้อุปโภคและบริโภครวมทั้ง ตัวอย่าง การออกแบบโต๊ะอาหารกับโต๊ะทำงาน โต๊ะทำงานมีหน้าที่ใช้สอยที่ย่างยากกว่า มีลิ้นชักสำหรับเก็บเอกสารเครื่องใช้ที่จำเป็น ส่วนโต๊ะอาหารนั้นไม่จำเป็นต้องมีที่เก็บเอกสารหรือเครื่องใช้ ระยะการใช้งานก็มีความแตกต่างกัน การทำความสะอาดก็สามารถทำได้สะดวก แต่หากเราจะใช้โต๊ะอาหารมาทำงานก็ได้ เพียงแต่หน้าที่ใช้สอยไม่สมบูรณ์เท่าที่ควร เป็นต้น
2. ความปลอดภัย (Safety) การออกแบบต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้อุปโภคบริโภค เช่น เมื่อใช้ผลิตภัณฑ์แล้วจะไม่เกิดสารมีพิษทำอันตรายแก่ชีวิต ไม่เกิดอันตรายได้ง่าย มีความปลอดภัยสูง เป็นต้น
3. ความแข็งแรง (Construction) หมายถึง ความแข็งแรงของตัวผลิตภัณฑ์ ควรจะเลือกใช้โครงสร้างให้เหมาะสม ให้มีความแข็งแรงทนทาน นอกจากนี้ต้องคำนึงถึงการประหยัดประกอบด้วย
4. ความสะดวกสบายในการใช้ (Ergonomics) คือ ต้องคำนึงถึงสัดส่วน ที่เหมาะสมกับการใช้งาน ขนาด และขีดจำกัดของผู้อุปโภคและบริโภค เช่น เก้าอี้ต้องมีขนาดสัดส่วนที่เหมาะสมกับการใช้งาน นั่งแล้วสบาย มีความนุ่มนวล ถ้าเป็นพวกค้ำมือจับควรจับได้สะดวกสบาย ไม่เมื่อยมือ เป็นต้น Ergonomics เป็นความรู้ใหม่ที่มีความสำคัญมากในการออกแบบอุตสาหกรรม โดยมีจุดมุ่งหมายให้คนเรามีความรู้สึที่ดีและสะดวกสบายในการใช้ผลิตภัณฑ์ใด ๆ ทั้งที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของคนที่ทางจิตวิทยาและสรีรวิทยา ซึ่งแตกต่างกันออกไปบ้าง ตามลักษณะเพศ เผ่าพันธุ์ ภูมิภาค และสังคมแวดล้อม ผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่ผลิตจากประเทศตะวันตก ซึ่งออกแบบโดยใช้มาตรฐานผู้ใช้ของชาวตะวันตก ทั้งทางด้านรูปร่าง ความเคยชิน และความนิยมซึ่งอาจจะใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่เหมาะสมในการใช้ในประเทศแถบเอเชีย ดังเครื่องมือ เครื่องจักรบางชนิดไม่สะดวกในการทำงานเพราะสัดส่วนและความแข็งแรงของคนเอเชียแตกต่างกับคนในประเทศแถบตะวันตก

5. ความสวยงามน่าใช้ (Aesthetics Or Sales Appeal) คือ ต้องออกแบบให้ผลิตภัณฑ์มีรูปร่าง ขนาด สี สัน สวยงามน่าใช้ ชวนให้ซื้อ นอกจากนี้แล้วควรจะช่วยยกระดับเกี่ยวกับรสนิยมในด้านรูปร่าง ขนาด สี สัน แก่ผู้อุปโภคและบริโภคให้ดีขึ้น

6. การซ่อมแซมง่าย (Ease Of Maintenance) คือต้องทำการออกแบบให้สามารถที่แก้ไขและซ่อมแซมได้ง่ายไม่ยุ่งยากเมื่อมีการชำรุดเสียหายเกิดขึ้นคำบำรุงรักษาและการสึกหรอต่ำ

7. วัสดุ (Materials) นักออกแบบควรจะต้องเลือกใช้วัสดุให้ถูกต้องเหมาะสมกับงานว่าผลิตภัณฑ์นั้นใช้ยังสถานที่ใด เช่น ใช้ที่บ้านพักตากอากาศควรจะใช้วัสดุชนิดใดจึงเหมาะสม นอกจากนี้ต้องคำนึงถึงปริมาณของวัสดุด้วยว่ามีมากน้อยเพียงใด หาซื้อได้ยากง่ายหรือไม่ คุณสมบัติด้านต่าง ๆ ที่นำมาผลิตภัณฑ์เหมาะสมหรือไม่ ราคาของวัสดุเหมาะสมกับชนิดหรือประเภทผลิตภัณฑ์หรือไม่ เป็นต้น

2.7.6.2 การต่อต้านการเปลี่ยนแปลงทัศนคติ ในภาวะการปัจจุบัน บุคคลจะต้องเห็นกับการให้ข้อมูลในด้านต่าง ๆ ที่เป็นการจูงใจอยู่ตลอดเวลา ในบางกรณีการจูงใจอาจเป็นการให้ข้อมูลที่ไม่ถูกต้องเช่นการ โฆษณาชวนเชื่อต่าง ๆ หนทางที่จะมีให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทัศนคติไปในทางที่เกิดความเชื่ออย่างไม่มีเหตุผล ก็คือการป้อนข้อมูลที่เป็นความจริงให้แก่ผู้รับข่าวสาร รวมทั้งการให้ข้อมูลแบบตรงไปตรงมา อันจะช่วยสร้างสภาวะคุ้มกันทางจิตใจ การนำหลักนี้มาใช้เรียกว่า “ การเตือนล่วงหน้า “ เพราะความเชื่อบางอย่าง มีมานานและมีมานานจนกระทั่งคนทั่วไปคิดว่าเป็นความจริง เช่นคิดว่าของดีเยี่ยมแพงหรือของนอกดีกว่าของไทยทำเป็นต้น การให้ข้อมูลล่วงหน้าดังกล่าว จะเกิดผลดีในแง่ที่ไม่ทำให้เกิดการสร้างหรือการเปลี่ยนแปลงทัศนคติโดยไร้เหตุผล และทำให้คนที่ไม่ต้องการเปลี่ยนทัศนคติไม่เกิดความรู้สึกว่าเป็นความผิด

คนสามารถเปลี่ยนแปลงทัศนคติได้หลายวิธี และเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงทัศนคติแล้วก็ย่อมไปมีผลกระทบการเปลี่ยนแปลงด้านอารมณ์ ความรู้สึก และพฤติกรรมด้วย

1. ความสนใจ ( Interest ) ความสนใจ คือ แรงผลักดันที่กระตุ้นให้บุคคลแสดงออกด้วยการเลือกกระทำสิ่ง ทำเขาชอบและเป็นสิ่งที่จะทำให้บรรลุจุดมุ่งหมาย ความสนใจเป็นอาการอยากรู้อยากเห็น อาการชอบทำสิ่งหนึ่งสิ่งใด หรือพอใจซาบซึ้งในคุณค่าของสิ่งหนึ่งสิ่งใด

2. ชนิดของความสนใจ ความสนใจแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. ความสนใจภายนอก ( Extrinsic Interest ) เป็นความสนใจที่เกิดจากแรงจูงใจภายนอกที่มากกระทำต่อบุคคล เช่น การชมเชย การให้รางวัล เป็นตัวกระตุ้นให้บุคคลอยากกระทำ

2. ความสนใจภายใน ( Intrinsic Interest ) เป็นความสนใจที่เกิดภายในตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บุคคลในการมุ่งกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใด ให้ประสบความสำเร็จโดยปกติความสนใจจะพัฒนาควบคู่ไป พฤติกรรมของมนุษย์ โดยมีจุดเริ่มต้นมา จากความพอใจ บุคคลจะให้ความสนใจกับสิ่งที่กระทำ แล้วได้รับการสนองตอบ

3. การคิด ( Thinking ) เป็นพฤติกรรมที่เกิดขึ้นในสมองอันเป็นสัญลักษณ์ แทนสิ่งของและเหตุการณ์ต่าง ๆ การคิดแบบมีจุดมุ่งหมาย ( Direct Thinking ) เป็นลักษณะพฤติกรรมทางจิตใจ ซึ่งมีแนวทางอันแน่นอนในเรื่องใดเรื่องหนึ่งได้แก่

(1) การคิดวิเคราะห์วิจารณ์ หรือคิดอย่างมีวิจารณญาณ ( Critical Thinking ) โดยการพิจารณาสถานการณ์ หรือข้อมูลต่าง ๆ ว่ามีข้อเท็จจริงอย่างไร เพียงใดหรือไม่ เป็นการตัดสินใจโดยประเมินจากข้อมูลที่ผ่านมา

(2) การคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ( Creative Thinking ) หมายถึง กระบวนการคิดและการกระทำผลงานใหม่ ๆ ที่มนุษย์คิดและประดิษฐ์ขึ้น อาจจะเป็นสิ่งที่ไม่เคยมีใครทำมาก่อน หรือดัดแปลงจากสิ่งที่มีอยู่แล้วให้เปลี่ยนไปจากเดิม

(3) การคิดแก้ไขปัญหา ( Problem Solving ) เป็นการแก้ไขปัญหา ให้บรรลุเป้าหมาย เริ่มตั้งแต่พบปัญหาจนถึงข้ลงมือแก้ปัญหา และประเมินผล (คารณี พานทอง. 2530 : 60-61)

### 2.7.7 การออกแบบเครื่องจักรกล

การออกแบบเครื่องจักรกลหมายถึง การออกแบบสิ่งต่างๆ ระบบต่างๆ ของเครื่องจักรกล ผลิตภัณฑ์ โครงสร้าง อุปกรณ์ และเครื่องมือต่างๆ สำหรับการออกแบบชิ้นส่วนเครื่องกลส่วนใหญ่แล้วจะใช้หลักทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์วัสดุ (Materials Sciences) วิทยาศาสตร์ทางวิศวกรรมเครื่องกล (Engineering Mechanics Sciences)

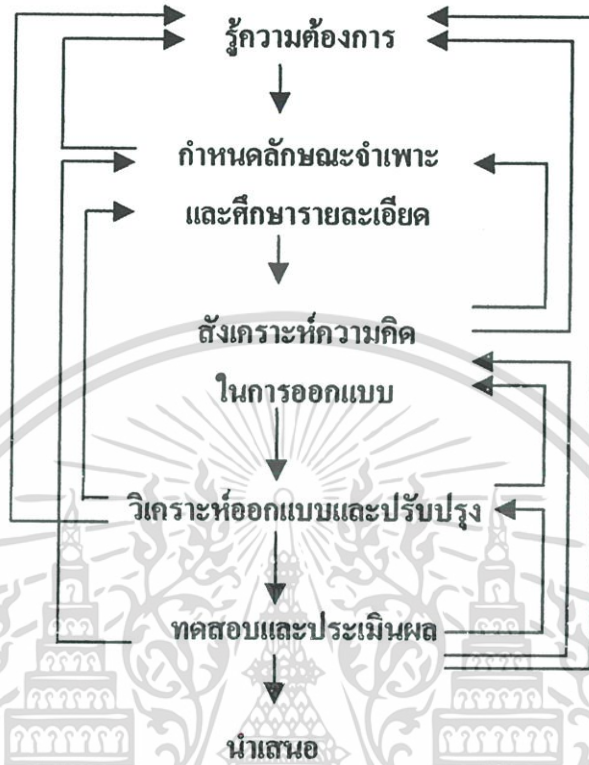
การออกแบบเครื่องจักรกลจะต้องรู้เข้าใจเกี่ยวกับการจัดจำแนกชิ้นส่วนเครื่องจักรกล ต่างๆ ตั้งแต่การคำนวณจากข้อมูลที่ทราบ เช่น งานที่ทำได้ กำลังงานที่ใช้ แล้วคำนวณแรงในแต่ละส่วนตามลำดับหน้าที่ของการทำงานของเครื่อง โดยใช้หลักการของกลศาสตร์ แล้วทำการออกแบบแต่ละชิ้นส่วนเพื่อให้สามารถทำงานได้ ตามหน้าที่โดยไม่พังหรือเสียหาย

เราจำเป็นต้องใช้หลักการของความแข็งแรงของวัสดุมาช่วยแก้ปัญหา ทางวิศวกรรม โดยมีจุดมุ่งหมายที่จะให้ขนาดของชิ้นส่วนเครื่องจักรกลมีความถูกต้องเหมาะสม ในวิธีการนั้นผู้ออกแบบจะต้องทำการวิเคราะห์ความเค้น (Stress) เพื่อตัดสินใจที่จะใช้ชิ้นส่วนต่างๆ สามารถรับความเค้นสูงสุด (Maximum Stress) แต่ละชนิด

2.7.7.1 ลำดับขั้นในการออกแบบการออกแบบเป็นขบวนการที่น่าสนใจมาก จะเริ่มต้นอย่างไร วิศวกรจะเริ่มต้นจากการแสดงความคิดลงไปในกระดาษเปล่าหรือ ต่อไปอะไรจะเกิด

ขึ้น มีองค์ประกอบหรือ ตัวควบคุมที่มีผลต่อการตัดสินใจในการทำอะไรม้าง และสุดท้ายการออกแบบจะสิ้นสุดลงอย่างไร

ขบวนการออกแบบที่สมบูรณ์ตั้งแต่เริ่มจะสำเร็จ



ภาพที่ 2.36 แผนผังขบวนการออกแบบ

1. รับรู้ความต้องการ การออกแบบเริ่มต้นจากวิศวกร ได้รับความต้องการของลูกค้าที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ในด้านการใช้งาน คุณภาพของผลิตภัณฑ์ ความแข็งแรง ทนทาน ที่สูงขึ้นจึงเป็นแรงผลักดันให้มีการออกแบบ พัฒนา ปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขึ้น บางครั้งการรับรู้อาจจะไม่ชัดเจน คลุมเครือ บางสิ่งบางอย่างไม่ถูกต้อง ไม่ชัดเจนทั้งหมด และมีความขัดแย้งกันและมักจะเกิดขึ้นพร้อมๆกันได้เสมอ วิศวกรจึงจำเป็นที่จะต้องใช้ประสบการณ์ความสามารถที่มีอยู่ทำความเข้าใจกับความต้องการ และปัญหานั้นๆให้ถูกต้อง

2. การกำหนดลักษณะจำเพาะและศึกษารายละเอียด รวบรวมรายละเอียดของสิ่งที่ต้องการออกแบบให้มากที่สุด เช่น คุณลักษณะ ขนาด อายุการใช้งาน จำนวนที่ผลิต ราคา และสิ่งที่คาดว่าจะสามารถจะมีการเปลี่ยนแปลงได้บ้างอันเนื่องมาจากการออกแบบ เช่น กรรมวิธีการผลิต การเลือกใช้วัสดุ การแข่งขันกันทางการตลาด

3. สังเคราะห์ความคิดในการออกแบบ หลังจากทำการศึกษารายละเอียดของสิ่งที่ต้องการแล้ว ก็จะเป็นขั้นการสังเคราะห์ความคิดสร้างสรรค์สำหรับการออกแบบ คือการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิเคราะห์และหล่อหลอมความคิดเก่าและใหม่เข้าด้วยกัน จนทำให้เกิดสิ่งใหม่ขึ้น ซึ่งดีกว่า มีคุณค่ากว่า และอำนวยความสะดวกได้มากที่สุด

4. วิเคราะห์ออกแบบ และปรับปรุง เมื่อผ่านขั้นตอนมา 3 ขั้นตอนแล้ว ก็ทำการวิเคราะห์รายละเอียดของสิ่งที่จะออกแบบ ส่วนประกอบ หน้าที่ของแต่ละชิ้นส่วน วิธีการผลิตที่ทำให้เป็นไปได้ในการทำการผลิตจำนวนมาก ความสะดวกรวดเร็ว ต้นทุนต่ำ แล้วจึงทำการออกแบบส่วนประกอบใหญ่ๆ และชิ้นส่วนแต่ละชิ้นส่วนให้มีความสัมพันธ์กันและสามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ ขนาด ลักษณะรูปร่าง ที่เหมาะสม ซึ่งจะย้อนกลับไปพิจารณาให้เป็นไปตามลักษณะจำเพาะ และทำการปรับปรุงเป็นไปตามความต้องการและการใช้งานให้มากที่สุด

5. ทดสอบและประเมิน เมื่อสร้างต้นแบบเสร็จก็ทำการทดลองหรือทดสอบ ซึ่งจะต้องมีการบันทึกข้อมูลต่างๆ ระหว่างการทดสอบและผลการทดสอบด้วย ผลจากการทดสอบอาจทำให้ต้องมีการเปลี่ยนแปลง หรือปรับปรุงการออกแบบเบื้องต้นหรือแบบรายละเอียดบางประการ เมื่อเปลี่ยนแปลงปรับปรุงแล้วก็ต้องทำการทดสอบใหม่ จนกระทั่งสิ่งออกแบบนั้นมีคุณภาพ หรือมีสมรรถนะ สามารถทำงานได้ตามความต้องการ

6. นำเสนอ ขั้นตอนสุดท้ายของการออกแบบ คือการนำเสนองานการออกแบบ ซึ่งจะเป็นสิ่งประดิษฐ์หรือเป็นผลิตภัณฑ์ที่จัดเป็นสินค้าต่อลูกค้า หรือผู้ต้องการใช้ โดยอาศัยสิ่งต่างๆ เช่น รายงาน การพูดประกาศที่ชุมชน สิ่งพิมพ์และอื่นๆ ที่จะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อผู้ออกแบบ

2.7.7.2 ข้อที่ต้องพิจารณาในการออกแบบ สิ่งสำคัญที่สุดที่จะต้องคำนึงถึงในการออกแบบคือ ความแข็งแรง (Strength) ซึ่งจัดว่าเป็น องค์ประกอบหลักในการกำหนดรูปร่างและขนาดของชิ้นส่วน จึงกล่าวได้ว่าความแข็งแรงจึงเป็นข้อพิจารณาในการออกแบบที่สำคัญอย่างหนึ่งและสิ่งอื่นๆ อีกหลายอย่าง ที่จะต้องพิจารณาซึ่งอาจจะเป็นสิ่งที่ทำให้เกิดกระทบกระเทือนต่อการออกแบบชิ้นส่วน หรือเครื่องจักรกล หรือระบบที่ได้ออกแบบมีความเสียหาย ไม่สามารถใช้งานได้ หรือใช้งานได้ไม่ถึงขีดความสามารถตามที่ออกแบบไว้

ข้อพิจารณาในการออกแบบที่ใช้กับอยู่บ่อยๆ ได้แก่

1. ความแข็งแรง
2. ความเชื่อมั่น
3. การพิจารณาที่เกี่ยวกับความร้อน
4. การกัดกร่อน
5. การสึกหรอ
6. ความเสียหาย
7. กระบวนการ
8. ประโยชน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกิจการงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. ราคา
10. ความปลอดภัย
11. น้ำหนัก
12. เสียง
13. รูปร่าง
14. รูปทรง
15. ขนาด
16. ความยืดหยุ่น
17. ความแข็งแรง
18. ฝีมือสำเร็จ
19. การหล่อลื่น
20. การบำรุงรักษา
21. จำนวน

ข้อพิจารณาในการออกแบบดังกล่าวนี้เป็นแนวทางในการกำหนดชนิดวัสดุ ขบวนการทำ และการประกอบชิ้นส่วนในระบบ

**2.7.8 ผลเสียของการออกแบบสิ่งต่าง ๆ ที่ไม่เหมาะสมกับขนาดสัดส่วน**  
การออกแบบสิ่งต่าง ๆ ที่ไม่ถูกต้องและไม่เหมาะสมกับขนาดสัดส่วนร่างกายของผู้ปฏิบัติงานอุตสาหกรรม ซึ่งจะสรุปผลเสียดังกล่าวออกเป็น 2 ด้านดังนี้

1. ผลเสียหรือปัญหาที่เกิดขึ้นในการทำงานของผู้ปฏิบัติงานเมื่อทำงานกับสิ่งไม่ได้ขนาดที่เหมาะสมสอดคล้องกับขนาดของร่างกายในด้านกลศาสตร์ชีวภาพ ได้แก่

- เกิดความเค้นจากท่าทางการทำงานที่ไม่ถูกต้องตามหลักเออร์گونอมิกส์
- เกิดอาการปวดหลังส่วนล่าง ( lower back pain )
- เกิดการออกแรงกล้ามเนื้อที่เกิดพิักัดหรือขีดความสามารถของกล้ามเนื้อ
- สูญเสียการเคลื่อนไหวร่างกายไปโดยเปล่าประโยชน์
- เกิดความไม่สะดวกสบายจากการทำงานด้วยท่าทางการทำงานที่ผิดหรือไม่เหมาะสม
- ฯลฯ

2. ผลเสียหรือปัญหาที่เกิดขึ้นในการทำงานของผู้ปฏิบัติงานเมื่อทำงานกับสิ่งที่ไม่ได้ขนาดที่เหมาะสมสอดคล้องกับขนาดร่างกายในด้านอื่น ๆ ได้แก่

มีอันตรายที่แฝงอยู่ในเครื่องมือจักรกลนั้น ( machine safety hazard ) เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เฉพาะในกรณีฉุกเฉิน เมื่อผู้ปฏิบัติงานจำเป็นต้องใช้เอกสารนี้ การดำเนินการไม่ควรนำใบนี้ไปใช้ซ้ำ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

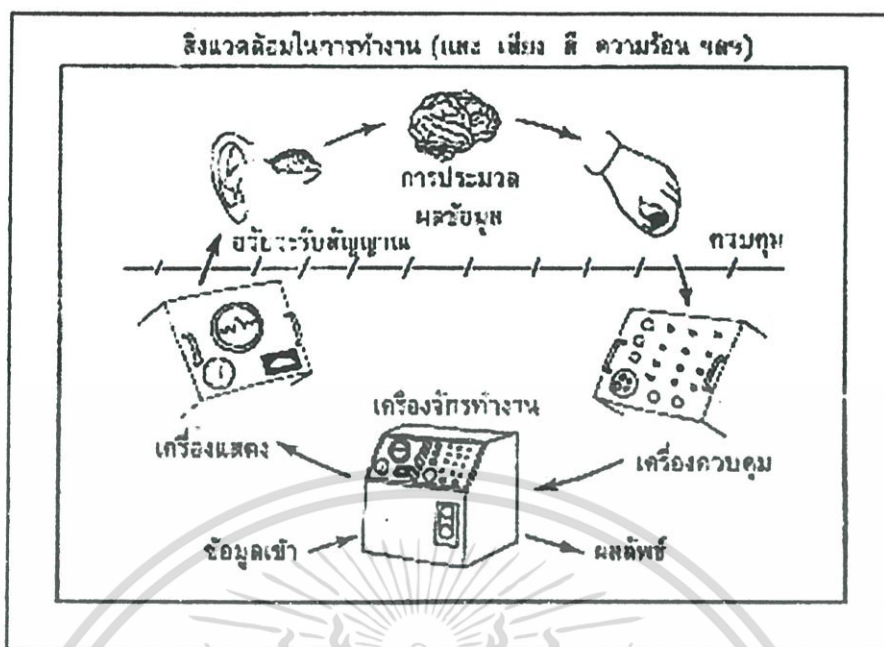
- ทำให้ทัศนวิสัยการมองไม่ดี ไม่ชัดเจน ทำให้เสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุ
- ทำให้ประสิทธิภาพและคุณภาพและคุณภาพในการทำงานลดลงอย่าง  
ค่อนข้างจะเห็นได้ชัดเจน
- ปัญหาทางด้านสุขภาพร่างกายและสุขภาพจิตอื่น ๆ เช่น ความเครียด  
ความเบื่อหน่าย ความซ้ำซากจำเจ เป็นต้น
- ฯลฯ

### 2.7.9 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างคนกับเครื่องจักร

การออกแบบงานอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้หลักการทางจิตวิทยาในการทำงาน และหลักการทางด้านสรีรวิทยาในการทำงาน ทั้งนี้เพื่อต้องการให้ผู้ปฏิบัติงานได้มีความสะดวกสบายในการทำงานรวมทั้งการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานมาพอสมควรแล้วต่อไปนี้เราจะได้อีกถึงองค์ประกอบที่สำคัญอีกด้านหนึ่งของวิชาวิศวกรรมมนุษย์ปัจจัยที่จะได้นำเอามาประยุกต์ใช้ในการออกแบบปรับปรุงสภาพการทำงานเพื่อเพิ่มผลผลิตก็คือ หลักการด้านจิตวิทยาวิศวกรรม (Psychological Engineering) โดยจะมุ่งกล่าวเน้นหนักไปในเรื่องปฏิสัมพันธ์ระหว่างคนกับเครื่องจักรหรือเรื่องของการทำงานที่สอดคล้องกันระหว่างคนกับเครื่องจักรซึ่ง

1. ความหมายของ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างคนกับเครื่องจักร (Human - Machine Interfaces ; HMI) คำว่า “ปฏิสัมพันธ์ (Interface)” เป็นคำศัพท์ที่เราจะพบเห็นได้ทั่วไปในเรื่องที่มักเกี่ยวข้องกับวิทยาการคอมพิวเตอร์หรือวิศวกรรมไฟฟ้าวงจรอิเล็กทรอนิกส์ แต่ในความหมายของปฏิสัมพันธ์ในแนวทางของวิชาเออร์กอนอมีกส์นั้นจะหมายถึงเรื่องเฉพาะที่ว่าด้วยระบบ และความสัมพันธ์กันระหว่างคนกับเครื่องจักรในการทำงาน โดยเครื่องจักรในที่นี้จะหมายความรวมถึงถึงอุปกรณ์ เครื่องมือเครื่องใช้ วิธีการทำงาน และสถานที่ทำงานด้วย

ความสัมพันธ์ดังกล่าวเป็นรูปแบบจินตนาการแบบหนึ่งที่สะท้อนให้เห็นถึงการส่งผ่านแลกเปลี่ยนข้อมูลซึ่งกันและกันระหว่างผู้ปฏิบัติงานกับเครื่องจักร และปฏิสัมพันธ์จะกระทำโดยผ่านเครื่องแสดง (display) ได้แก่ จอภาพ มิเตอร์ แผงหน้าปัด หรือแผงวงจร สื่อแสดงอิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ อันเป็นการส่งผ่านข้อมูลจากเครื่องจักรมาสู่ตัวผู้ปฏิบัติงาน และกระทำผ่านทางอุปกรณ์ควบคุม (Control) (ได้แก่ ปุ่มสวิทช์ คันโยกที่ใช้ควบคุมการทำงานลูกบิดหมุนเลือกตำแหน่ง ฯลฯ) อันเป็นการส่งผ่านข้อมูลจากผู้ปฏิบัติงานย้อนกลับไปสู่ตัวเครื่องจักรดังแสดงในรูปที่ 2.37



ภาพที่ 2.37 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างคนกับเครื่องจักรในระบบการทำงาน

จากภาพที่ 2.37 ได้แสดงแบบจำลองของปฏิสัมพันธ์ระหว่างคนกับเครื่องจักร โดยผู้ที่ปฏิบัติงานจะรับสัญญาณข้อมูลจากจอแสดงของเครื่องจักรผ่านทางอวัยวะรับสัมผัส (อันได้แก่ หู ตา จมูก และผิวหนัง) แล้วส่งผ่านเป็นกระแสประสาทและนำไปแปลผลข้อมูลในสมองส่วนกลาง จนทำให้เกิดการตัดสินใจตอบสนองต่อสัญญาณข้อมูลนั้น โดยผ่านทางการใช้อวัยวะส่วนร่างกายทำการควบคุมเครื่องจักรกลโดยผ่านเครื่องควบคุมปุ่มสวิทช์ หรือผ่านทางคันบังคับ ก็เป็นอันครบวงจรของระบบคน - เครื่องจักรนี้ และวัฏจักรนี้จะดำเนินไปตลอดเวลาที่มีการทำงาน องค์ประกอบทุกส่วนของระบบจะต้องทำหน้าที่ได้อย่างเหมาะสม ไม่ก่อให้เกิดความล่าช้าในการส่งผ่านข้อมูลหรือการใช้คำสั่งควบคุมระบบ ถ้าระบบมีการทำงานครบสมบูรณ์ดีแล้ว ก็จะได้ประสิทธิภาพและความปลอดภัยในการทำงานตามมา แต่อย่างไรก็ตามสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้นั้นต่างมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับขีดความสามารถและข้อจำกัดของผู้ปฏิบัติงานผู้นั้นนอกจากนี้ในทุกกรณีของปฏิสัมพันธ์ระหว่างเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คนกับเครื่องจักรนั้นย่อมจะเกิดขึ้นที่สถานที่ทำงานภายใต้สิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ซึ่งจะมีผลกระทบต่อการทำงานของระบบคน-เครื่องจักรโดยรวมด้วยเช่น ผู้ปฏิบัติงานอาจจะทำงานในสภาพอากาศที่หนาวจัด ร้อนจัด หรือทำงานในบริเวณที่มีเสียงดังมาก (ส่งผลกระทบต่ออาการมองเห็น) ตลอดทั้งภายใต้การจัดระบบการทำงานและการจัดเวลาพักผ่อนที่เหมาะสมหรือไม่อย่างไร ฯลฯ สิ่งเหล่านี้ก็ล้วนแล้วแต่เป็นตัวแปรเกี่ยวข้องที่ต้องคำนึงถึงและต้องทำการปรับปรุง เพื่อช่วยส่งเสริมให้ปฏิสัมพันธ์ระหว่างคน - เครื่องจักรนั้นเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

## 2. ความสำคัญของการศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างคนกับเครื่องจักร

ในอดีตนั้นเครื่องจักรมักจะถูกออกแบบขึ้นมาโดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อใช้เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยการทำงานหรือช่วยผ่อนแรงงานของมนุษย์ โดยการออกแบบมักจะไม่ได้ออกแบบมาให้ถึงความยากง่ายต่อการใช้งานมากนัก ในสมัยแรก ๆ ความเปลี่ยนแปลงและความซับซ้อนทางเทคโนโลยีก็ยังมีไม่มาก ปัญหาเรื่องปฏิสัมพันธ์ระหว่างคนกับเครื่องจักรจึงยังไม่เกิดขึ้น ทั้งนี้เพราะเครื่องจักรยังมีขีดความสามารถจำกัดและเป็นระบบที่ง่าย ๆ ไม่ซับซ้อน และคนงานก็ยังมีขีดความสามารถจำกัดและเป็นระบบที่ง่าย ๆ ไม่ซับซ้อน และคนงานก็ยังสามารถปรับตัวเพื่อชดเชยจุดอ่อนและจุดด้อยของการออกแบบเครื่องจักรเหล่านั้นได้ แต่อย่างไรก็ตามเมื่อมีการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ ๆ เกิดขึ้นมา ทำให้เครื่องจักรเหล่านั้นได้หลายบทบาทมากขึ้น มีประสิทธิภาพสูงขึ้น และระบบมีความสลับซับซ้อนมากขึ้น จุดอ่อนของความสัมพันธ์ขององค์ประกอบในระบบคน - เครื่องจักรก็มีเพิ่มมากขึ้น แต่ทว่าอุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องจักรกลหลายชนิดก็กลับไม่ได้รับการปรับแต่งเพื่อรองรับความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วตามระบบสายการผลิตในปัจจุบันมากเท่าที่ควร ดังนั้นปัญหาใหญ่คือ เรื่องปฏิสัมพันธ์ของคนกับเครื่องจักรจึงทวีความรุนแรงขึ้นจนกลายเป็นปัญหาในการปฏิบัติงานที่สำคัญอีกประการหนึ่งในปัจจุบันนี้

โดยปกติแล้วเราสามารถที่จะปรับตัวให้เข้ากับสภาพการณ์ที่ยากลำบากได้เสมอแต่กระบวนการปรับตัวนี้อาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดความเครียดซึ่งจะมีเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ ตามแต่สภาพการณ์ของการปรับตัวว่าจะมีความสลับซับซ้อนมากน้อยเพียงไร ความเครียดอันนี้เองที่เป็นสาเหตุที่จะก่อให้เกิดความผิดพลาดในการทำงาน (work error) ทำให้ผลผลิตการทำงานลดลง เกิดอาการเจ็บป่วยทางร่างกายและจิตใจ และทำให้คุณภาพชีวิตด้อยลงไป ยิ่งไปกว่านั้นการปรับตัวของมนุษย์เราก็ยังมีขีดจำกัด (limit) ซึ่งในสภาพการณ์บางอย่างการฝืนปฏิบัติงานที่เกินขีดความสามารถของตนเองก็อาจจะเป็นสาเหตุก่อให้เกิดความเสี่ยงอันตรายต่อปัญหาสุขภาพและปัญหาของการเกิดอุบัติเหตุในการทำงานตามมาได้

ดังนั้นการศึกษาดังกล่าวถึงความสัมพันธ์หรือการเกี่ยวข้องกันระหว่างคนกับเครื่องจักรจึงเป็นสิ่งที่มีความจำเป็น เพื่อที่จะให้ระบบทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสบความสำเร็จตามความมุ่งหมาย การที่เรามุ่งแต่จะออกแบบเครื่องจักรให้ดีหรือให้มีประสิทธิภาพสูงเพียงอย่างเดียวมันย่อมเป็นการไม่เพียงพอ เครื่องจักรที่ดีจะต้องใช้งานได้ดีภายใต้ข้อจำกัดขีดความสามารถของคนซึ่งเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น มิใช่เพื่อเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้ควบคุมเครื่องจักรเหล่านั้น นอกจากนี้การออกแบบระบบงานควรมุ่งคำนึงความน่าสนใจในงาน ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับเรื่องความสามารถทางร่างกายของผู้ปฏิบัติงานและเรื่องการพัฒนากระบวนการจัดการเพื่อให้เกิดความพึงพอใจในการปฏิบัติงาน (job satisfaction) ของผู้ปฏิบัติงานอีกด้วย

3. แนวคิดของการออกแบบระบบปฏิสัมพันธ์ระหว่างคนกับเครื่องจักรเนื่องจากคน และเครื่องจักรซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญยิ่งของระบบการทำงาน แต่ลักษณะการส่งผ่านแลกเปลี่ยนข่าวสารข้อมูลนั้นมีคุณสมบัติพื้นฐานที่แตกต่างกันโดยสิ้นเชิงตัวอย่างเช่น เครื่องจักรนั้นมีความรวดเร็ว มีความแม่นยำในการทำงานสูง มีกำลังความสามารถมาก และมีความแน่นอน (Consistency) ในการทำงาน ในขณะที่คนเรานั้นจะทำงานได้ช้ากว่า การทำงานมีโอกาสผิดพลาดมาก เกิดความเหนื่อยล้าอ่อนเพลียได้ง่าย แต่คนมีข้อได้เปรียบตรงที่ว่าสามารถที่จะคิดค้นเปลี่ยนแปลงแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ได้แต่เครื่องจักรกลทำไม่ได้ดังนั้นธรรมชาติของความแตกต่างดังกล่าวจึงเป็นสิ่งสำคัญในการศึกษาเรื่องปฏิสัมพันธ์เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการออกแบบเพื่อให้ได้ระบบปฏิสัมพันธ์ที่มีประสิทธิภาพต่อไป

4. จิตความสามารถและข้อจำกัดของคนและเครื่องจักรในการทำงานการออกแบบเครื่องจักรเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบคน – เครื่องจักร คือการออกแบบให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถทำงานได้ดีที่สุด ผิดพลาดน้อยที่สุด หรือคือการออกแบบโดยคำนึงถึงข้อจำกัดทางด้านความสามารถของผู้ปฏิบัติงานนั้นเพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพดีที่สุดในอย่างไรก็ตาม โดยการมุ่งอาศัยหลักการดังกล่าวอาจเป็นปัญหาใหญ่ต่อนักออกแบบของระบบการทำงานที่มีความสลับซับซ้อนมาก ๆ ทั้งนี้เพราะรูปแบบการส่งผ่านข้อมูลค่อนข้างจะเป็นนามธรรมมากกว่าเป็นรูปธรรม ตัวอย่างเช่น ปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการของโรงไฟฟ้าพลังนิวเคลียร์นั้น จะมีตัวแปรมากมายเข้ามาเกี่ยวข้องในการส่งผ่านหรือแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสาร ไม่ว่าจะเป็นแผงหน้าปัดจำนวนมากมาย และแผงควบคุมขนาดใหญ่โตซึ่งสถานที่ที่มีปริมาณความเป็นนามธรรมมากขึ้นเช่นนี้จะยิ่งส่งผลแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของหลักพื้นฐานในการออกแบบระบบงานเพื่อให้ได้ระบบที่ดีที่สุด โดยเฉพาะในแง่มุมมองของความสัมพันธ์ระหว่างผู้ปฏิบัติงานกับจอภาพเครื่องแสดง และแผงควบคุม รวมทั้งเรื่องของจิตความจำกัดของอวัยวะรับสัมผัสของมนุษย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการสื่อสารเครื่องแสดง จึงควรเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ สามารถที่จะอ่านข้อมูลได้ชัดเจนและรวดเร็ว ได้ข้อมูลข่าวสารครบถ้วนไม่ผิดเพี้ยนจนเกิดความผิดพลาดเสียหายขึ้นมาได้

ดังนั้นในการออกแบบงานก็ควรพิจารณาให้มีความเหมาะสมกับความสามารถของคนกลุ่มใหญ่ที่ทำงานอยู่ในระบบงานเป็นหลัก ดังนั้นระบบคน เครื่องจักรจึงควรต้องประกอบไปด้วยขั้นตอนของปฏิสัมพันธ์ในการทำงาน เพื่อเปรียบเทียบความสามารถระหว่างคนกับเครื่องจักร ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 หลักการดังนี้คือ

- การรับรู้และติดตามสัญญาณข้อมูล (sensing and monitoring)
- การบังคับควบคุม (control)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 2.14 ซึ่งเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความสามารถของคนที่กับเครื่องจักรเอาไว้

ตารางที่ 2.14 แสดงการเปรียบเทียบความสามารถระหว่างคนกับเครื่องจักร

การรับรู้และติดตาม (sensing and monitoring)	
คน	เครื่องจักร
1. สามารถแปลข้อมูลสัญญาณที่ได้รับในสภาพแวดล้อมที่รบกวนการรับสัญญาณได้ เช่น เสียงดัง	1. สามารถรับสัญญาณได้ในสถานะที่ไม่มีกรรบกวนจากสิ่งแวดล้อมเท่านั้น
2. เป็นกลไกที่เลือกได้ และสามารถปรับแต่งสัญญาณที่ได้รับมาได้	2. เป็นกลไกที่แน่นอน จะทำงานตามโปรแกรมที่ได้รับป้อนเข้าไปเท่านั้น
3. มีขีดจำกัดของอวัยวะในการรับข้อมูล เช่น การมองเห็น การได้ยิน และการสัมผัส	3. มีความสามารถดังกล่าวเช่นกัน และอาจมีมากกว่า (ซึ่งราคาในการประดิษฐ์จะมีค่าสูงขึ้นด้วย
4. ความคาดหวัง หรือความคิดเห็นจะขึ้นกับผู้ปฏิบัติ นั้น ๆ ในการ “เห็นสิ่งที่ตนอยากเห็นหรือต้องการเห็น”	4. เครื่องจักร ไม่มีกระบวนการนี้
5. มีความสามารถต่ำในการติดตามเหตุการณ์ที่ไม่ค่อยเกิดขึ้นบ่อย หรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นบ่อย ๆ ในระยะเวลาสั้น ๆ	5. มีความสามารถและมีความน่าเชื่อถือได้ในการติดตามเหตุการณ์ที่ไม่ค่อยเกิดขึ้นหรือที่เกิดขึ้นบ่อย ๆ ในระยะเวลาสั้น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ 2.14 (ต่อ)

การควบคุม (control)	
คน	เครื่องจักร
1. ในลักษณะงานประเภทติดตามสามารถทำงานได้เมื่อการเปลี่ยนแปลงสัญญาณอยู่ภายในช่วง 3 เรเดียน/วินาที เท่านั้น	1. ไม่มีขีดจำกัดในงานติดตาม (tracking task) ดังกล่าว ทำให้ทุกลักษณะ
2. การเคลื่อนไหวส่วนใหญ่จะคาดการณ์ได้ เพราะขึ้นอยู่กับภาวะแรงดึงดูดของโลก	2. ออกแบบให้ทำงานโดยไม่ขึ้นกับภาวะแรงดึงดูดหรือแรงโน้มถ่วงของโลก
3. หน้าที่ในการควบคุมปฏิบัติงานจะได้รับอิทธิพลอย่างมากกับแรงโน้มถ่วงของโลก	3. ไม่ขึ้นกับภาวะหรือแรงโน้มถ่วงของโลก
4. ขึ้นอยู่กับผลทางสภาพร่างกาย การเจ็บป่วย และเมื่อไม่มีแรงจูงใจ	4. ไม่ขึ้นกับสภาวะดังกล่าว
5. มีความแตกต่างกันสูงในหมู่คนด้วยกันเมื่อไม่มีการคัดเลือก หรือการแบ่งประเภทผู้ปฏิบัติงานออกจากกัน	5. เครื่องจักรแต่ละเครื่องมีความแตกต่างกันน้อย
6. ประสิทธิภาพจะลดลงหรือทำงานเป็นเวลานานในงานซ้ำซากจำเจ และเมื่อเกิดอาการชาเป็นเหน็บจากท่าทางการทำงานที่ไม่เปลี่ยนแปลง	6. ภาวะดังกล่าวไม่มีผลต่อการทำงานของเครื่องจักรและสามารถปฏิบัติงานที่ซ้ำซากได้ดีเครื่องจักรบางชนิดอาจมีผลการปฏิบัติงานจำกัดถ้าหากว่ามีการเปลี่ยนตำแหน่งในการติดตั้ง
7. สามารถออกแรงได้น้อย หรือถ้ามีการออกแรงมากจะออกแรงได้ในเวลาสั้น ๆ เท่านั้น	7. สามารถออกแรงได้ในขอบเขตที่ต้องการ

การตอบรับหรือรับข้อมูลของมนุษย์ ก่อนอื่นต้องพยายามทำความเข้าใจว่ามนุษย์ทุกคนที่เกิดมานั้นไม่เหมือนกัน ต่างกันแม้กระทั่งลายนิ้วมือ ดังนั้นการออกแบบเครื่องจักรก็ควรจะให้มีความเหมาะสมกับความสามารถของคนกลุ่มใหญ่เท่าที่จะสามารถทำได้ ดังนั้นข้อมูลที่จะส่งเข้ามายังมนุษย์นั้นอย่างน้อยก็ควรจะไม่ยุ่งยากและสับสนจนเกินที่ประสาทรับรู้ของคนเราทั่ว ๆ ไปจะรับได้ ยกตัวอย่าง เช่น บางครั้งเราจะสังเกตเห็นได้ว่าเครื่องจักรที่เขียนตัวหนังสือกำกับวิธีการใช้เป็นภาษาอังกฤษที่คนงานไทยเราอาจจะไม่เข้าใจก็เกิดปัญหายุ่งยากในการใช้หรือรูปสัญลักษณ์ที่มีความคลุมเครือทำให้ตีความเข้าใจได้ไม่ตรงกันทั้งหมดทุกคนในกลุ่ม สิ่งเหล่านี้ต้องแก้ไขให้เกิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเหมาะสมกับคนที่ปฏิบัติเกี่ยวข้องกับสิ่งนั้นให้ได้ หรือต้องหาทางป้องกันความผิดพลาดและความเสียหายอันเกิดจากการทำงาน

การตอบรับข้อมูลนั้นยังมีอิทธิพลจากสิ่งอื่น ๆ เข้ามาเกี่ยวข้องด้วย เช่น สภาพสิ่งแวดล้อมในการทำงาน เช่น สีต่าง ๆ การสะท้อนแสงที่ทำให้การรับข้อมูลผิดพลาดไป เสียงดัง แรงแต้นสะเทือน สารพิษที่อยู่ในบริเวณที่ทำงาน (ซึ่งอาจจะมีผลทำให้ปฏิกิริยาการตอบรับหรือการตอบสนองของคนงานเป็นไปด้วยความเฉื่อยชา) สภาพความร้อน และปริมาณฝุ่น ละออง เป็นต้น

2.7.9.1 อุปกรณ์ควบคุมในระบบคน – เครื่องจักร (Controls) อุปกรณ์ควบคุมในระบบการทำงานระหว่างคนกับเครื่องจักรนั้นหมายถึงอุปกรณ์อยู่ในรูปแบบต่างๆ เช่น สวิตช์ ปุ่มกด ลูกบิดหมุน คันบังคับ พวงมาลัย หรือแท่นเหยียบซึ่งมนุษย์ใช้อุปกรณ์เหล่านี้สำหรับการส่งผ่านข้อมูลสัญญาณที่ตนต้องการส่งไปเข้าสู่ระบบการทำงานเครื่องจักรกลหรือการทำงานของระบบ

อุปกรณ์ควบคุมนี้มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อประสิทธิภาพและความปลอดภัยในการทำงาน เช่น ถ้าอุปกรณ์ควบคุมได้รับการออกแบบโดยคำนึงถึงลักษณะของงาน รูปร่าง และขนาดที่เหมาะสม ด้วยตำแหน่งหรือสัญลักษณ์ที่เหมาะสมของอุปกรณ์ควบคุมนั้นแล้ว ก็จะช่วยให้การควบคุมระบบทำงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและความปลอดภัยมากขึ้น แต่ในทางตรงกันข้ามถ้าอุปกรณ์ควบคุมที่ได้รับการออกแบบโดยไม่ได้คำนึงถึงหลักเออร์گونอมิกส์ย่อมจะส่งผลให้ผู้ที่คนที่ทำหน้าที่ควบคุมระบบการทำงานผ่านอุปกรณ์ควบคุมนั้นทำงานด้วยความยากลำบากหรือไม่สะดวกสบาย และก่อให้เกิดความผิดพลาดในการทำงานได้ง่าย และประสิทธิภาพของงานก็จะได้รับผลกระทบตามมาอีกด้วยเป็นกฎธรรมชาติ

ลักษณะเฉพาะที่ต้องนำมาพิจารณาในการออกแบบซึ่งมีผลต่อความยากง่าย ความรวดเร็ว และความถูกต้องต่อการใช้งานอุปกรณ์ควบคุมของมนุษย์ มีดังต่อไปนี้คือ

1. ขนาดและรูปแบบของอุปกรณ์ควบคุม
2. ความต้านทางแรงบังคับของอุปกรณ์ควบคุม
3. ทิศทางการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์ควบคุม
4. ปริมาณแรงกายที่ต้องใช้ไปในการเคลื่อนอุปกรณ์ควบคุม
5. จำนวนและตำแหน่งในการจัดวางอุปกรณ์ควบคุมแบบต่าง ๆ
6. สัญลักษณ์ที่ใช้บอกแสดงอุปกรณ์ควบคุม
7. ความเหมาะสมและสอดคล้องสัมพันธ์กันระหว่างอุปกรณ์ควบคุมกับสื่อแสดง
8. หลักความเคยชินของคนที่มิต่ออุปกรณ์ควบคุม

2.7.9.2 รูปแบบของอุปกรณ์ควบคุม (Characteristics of Control) อุปกรณ์ควบคุมที่ใช้ในการทำงานประจำวันนั้น นอกจากจะมีรูปแบบที่แตกต่างกันมากมายดังได้กล่าวไปแล้ว ก็ยังมีความแตกต่างกันในด้านกลไกของการทำงาน โดยเฉพาะในเรื่องของขนาดแรงกายที่ต้องใช้ในการเลื่อนอุปกรณ์ควบคุม (Operating Force) และในเรื่องของความต่อเนื่องของการทำงานควบคุม สำหรับในที่นี้เราแบ่งรูปแบบของอุปกรณ์ควบคุมออกเป็น 2 รูปแบบใหญ่ ๆ โดยอาศัยแรงกายที่ต้องใช้ไปในการเคลื่อนหรือเลื่อนอุปกรณ์ควบคุม ซึ่งจะแบ่งออกได้เป็น

1. อุปกรณ์ควบคุมที่ใช้แรงกายปริมาณน้อย ๆ ในการบังคับเคลื่อนที่ (little manual or finger effort control) ซึ่งยังแบ่งออกได้เป็นชนิดต่าง ๆ อีก 5 ชนิดคือ

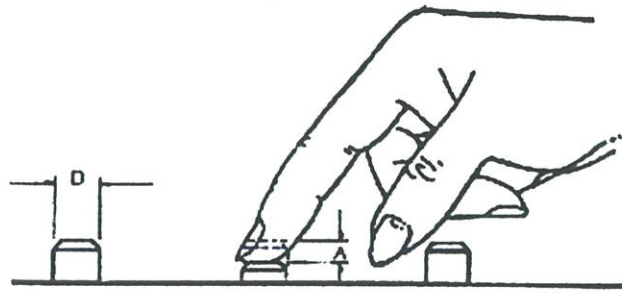
- (1) ปุ่มกด (push-button)
- (2) สวิตช์ปิด – เปิดชนิดบิดขึ้นลง (Toggle Switch Or Rocker Switch)
- (3) ลูกบิดแบบหมุนเลือกตำแหน่ง (Rotary Selector Switch)
- (4) ลูกบิดหรือปุ่มหมุนต่อเนื่อง (Knobs)
- (6) วาล์วเปิด – ปิด (Valves)

2. อุปกรณ์ควบคุมที่ต้องใช้แรงการปริมาณมากในการบังคับเคลื่อนที่ (Muscle Effort Control) อุปกรณ์ควบคุมชนิดนี้ต้องใช้แรงกล้ามเนื้อของแขนหรือขาปริมาณมากในการบังคับควบคุม แบ่งออกได้เป็น 3 ชนิดอีกคือ

- (1) คันโยก (Hand Levers)
- (2) พวงมาลัย (Hand Wheels)
- (3) แท่นบังคับโดยใช้เท้าเหยียบ (Foot Pedals)

### 2.7.9.3 ชนิดของอุปกรณ์ควบคุม (Types Of Controls)

ปุ่มมือกดขึ้นลง (Hand-Push Button) อุปกรณ์ควบคุมชนิดนี้มักจะใช้เพื่อการควบคุมชิ้นส่วนใดส่วนหนึ่งของเครื่องมือหรือเครื่องกลไก ดังแสดงในรูปที่ 12.12 และตารางที่ 12.3 โดยที่ปุ่มหนึ่ง ๆ ก็จะทำหน้าที่ควบคุมการทำงานอย่างใดอย่างหนึ่งเป็นเอกเทศไป เช่น ปุ่มเลือกเครื่องคุ้มครองจากเครื่องจำหน่ายเครื่องดื่มอัตโนมัติ ปุ่มกดเลือกเพลงจากตู้เพลงไฟฟ้าหยอดเหรียญ ฯลฯ



ภาพที่ 2.38 ปุ่มกดแสดงส่วนที่สำคัญของการออกแบบ

#### 2.7.9.4 การออกแบบระบบคน-เครื่องจักรที่เหมาะสม (Design of Proper Man-Machine System)

ระบบควบคุมเครื่องจักร (Control System) เป็นระบบการทำงานที่ประกอบไปด้วยอุปกรณ์ควบคุมและสื่อแสดงผล ซึ่งจะมีการทำงานที่สัมพันธ์กันอย่างเป็นระบบ การออกแบบระบบควบคุมที่ดีมีความเหมาะสมย่อมจะส่งผลต่อประสิทธิภาพในการทำงาน หมายความว่ารูปแบบระบบที่เหมาะสมจะทำให้การทำงานของผู้นปฏิบัติงานสะดวกง่ายดายขึ้น การจัดกลุ่มอุปกรณ์ควบคุมและสื่อแสดงผลที่มีความสัมพันธ์กันควรจะมีการวางรูปแบบที่ดี เพื่อป้องกันความผิดพลาดและความสับสนอันจะเกิดขึ้นมาจากการใช้งานด้วย

#### 2.7.9.5 ความสำคัญในการออกแบบระบบคนควบคุมเครื่องจักรที่เหมาะสม

โดยทั่วไปแล้วอุปกรณ์ควบคุมและสื่อแสดงผลที่ได้ถูกเลือกมาใช้กับงานส่วนใหญ่แล้วไม่ได้มีเพียงชิ้นเดียว แต่จะถูกจัดให้อยู่กันเป็นกลุ่ม เป็นแถว เป็นแนวนอนแห่งระบบควบคุมการทำงาน ดังนั้นการออกแบบแห่งระบบควบคุมให้เหมาะสมนั้นจึงมีความสำคัญมากในแง่มุมมองทางวิศวกรรม มนุษย์ปัจจัย เพราะผลิตภัณฑ์และเครื่องจักรอาจเกิดการเสียหายได้บ่อยครั้งอันเนื่องมาจากเกิดความผิดพลาดของผู้นปฏิบัติงานที่ทำงานกับระบบควบคุม แม้ว่าในบางสถานการณ์ความผิดพลาดจากการควบคุมระบบจะไม่มีผลเสียหายร้ายแรงอะไรมากนัก แต่ในบางครั้งบางโอกาสอาจเป็นความเสียหายร้ายแรงถึงขั้นเสียชีวิตเลยทีเดียว ตัวอย่างเช่น ในระหว่างสงครามโลกครั้งที่ 2 นั้น จากสถิติอุบัติเหตุเครื่องบินตกนั้นพบว่าเกิดจากความสับสน (Substitution error) ในการใช้อุปกรณ์ควบคุมระหว่างอุปกรณ์ควบคุมการกางฐานล้อ (Landing gear) กับ อุปกรณ์ควบคุมปีกเล็กแก้อียง (Flap controls) ซึ่งมีผลทำให้เครื่องบินรบของฝ่ายสัมพันธมิตรตกเกือบ 400 ลำในช่วงระยะเวลาเพียง 20 เดือนกว่า ๆ เท่านั้น ด้วยสาเหตุความสับสนดังกล่าวมิใช่เป็นการตกเนื่องจากการทำยุทธเวหาที่ฝ่ายอักษะแต่อย่างใด เป็นต้น

#### 2.7.9.6 หลักการสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบระบบคนควบคุมเครื่องจักรที่

##### เหมาะสม

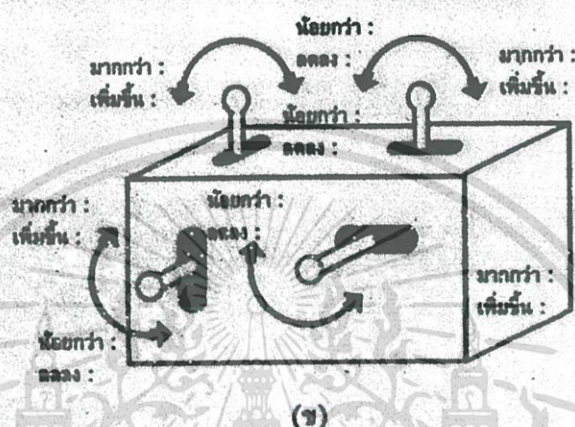
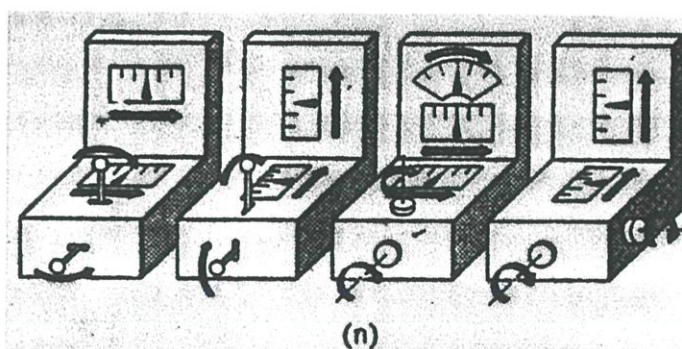
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อเป็นการหลีกเลี่ยงอุบัติเหตุหรือความผิดพลาด (Human error) ที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงานกับระบบควบคุม เราควรคำนึงถึงปัจจัยของการออกแบบหลัก ๆ 3 ประการดังนี้

1. หลักความเคยชินหรือหลักสามัญสำนึก (Population Stereotype) หลักความเคยชินเป็นปัจจัยสำคัญปัจจัยหนึ่งที่ต้องนำมาใช้พิจารณาประกอบการออกแบบระบบควบคุมที่ซึ่งอุปกรณ์มีความสัมพันธ์กับสื่อแสดงผล ซึ่งหลักความเคยชิน (หรือเรื่องที่คนทั่วไปเข้าใจไปในทางเดียวกัน) นั้นเป็นหลักการที่เกิดจากจิตใต้สำนึกของมนุษย์ที่ส่งผลให้มีการตอบสนองหรือแสดงกิริยาอาการในลักษณะที่เป็นสัญชาตญาณรับรู้หรือควบคุมไปโดยอัตโนมัติ หรืออาจมาจากพฤติกรรมการเรียนรู้ของคนในท้องถิ่นนั้นๆ หรือบางงานวิจัยระบุว่าหลักความเคยชินนั้นเป็นกฎของธรรมชาติ และเป็นสิ่งที่ไม่ขัดแย้งกับความรู้สึกรวมของมนุษย์ส่วนใหญ่โดยทั่วไป

ตัวอย่างของสถานะที่แสดงถึงหลักความเคยชินหรือสิ่งที่คนทั่วไป เข้าใจในการทำงานกับอุปกรณ์ควบคุม ได้แก่

- ลูกบิดที่เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้า นั้น ถ้าหมุนไปในทิศทางตามเข็มนาฬิกาเราจะเข้าใจว่าเป็นการเปิดและเพิ่มกระแสไฟฟ้า/สัญญาณ แต่ถ้าหมุนไปในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาจะเป็นการปิดหรือลดปริมาณกระแสไฟฟ้า/สัญญาณ
- พวงมาลัยหรือข้อเหวี่ยง (Crank) ที่ใช้ในการบังคับทิศทางเคลื่อนที่ของเครื่องจักรเครื่องยนต์ ถ้าเราหมุนมันไปในทิศทางตามเข็มนาฬิกา จะเป็นการบังคับให้เครื่องจักรกลเคลื่อนที่ไปทางขวา ถ้าในทิศทางตรงกันข้ามก็จะเป็นการบังคับให้เครื่องจักรกลเคลื่อนที่ไปทางซ้าย
- การเคลื่อนอุปกรณ์ควบคุมชนิดคันโยก สำหรับการเคลื่อนอุปกรณ์ตามแนวนอนนั้น ตามหลักความเคยชินแล้ว การเคลื่อนอุปกรณ์ควบคุมไปทางขวาจะเป็นการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นหรือเพิ่มค่า และการเคลื่อนคันโยกไปทางซ้ายมือจะเป็นการลดพลังงานหรือลดค่าให้มันน้อยลง สำหรับการเคลื่อนคันโยกตามแนวตั้งหรือแนวตั้งนั้น ตามหลักความเคยชินแล้ว การเคลื่อนคันโยกนั้นจะเป็นการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นหรือเพิ่มค่า และการเคลื่อนคันโยกลงมาจะเป็นการลดพลังงานหรือลดค่าให้น้อยลง
- ในการบังคับทิศทางไหลของไอน้ำหรือไอก๊าซ ถึงแม้เป็นที่รู้จักโดยทั่วไปว่าการหมุนวาล์วในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาเป็นการเพิ่มปริมาตรหรืออัตราการไหลของไอ ซึ่งมันขัดกับหลักความเคยชินของคนทั่วไปที่ว่า การหมุนทวนเข็มนาฬิกาส่วนมากแล้วเป็นการลดค่าและการหมุนวาล์วนั้นน่าจะเป็นสิ่งที่คนงานได้เรียนรู้ในภายหลังจนสามารถปฏิบัติงานได้แม้จะขัดกับความเคยชินของตนก็ตาม อย่างไรก็ตามถ้าในกรณีเกิดภาวะฉุกเฉินมีการวิจัยพบว่าจะทำให้มีแนวโน้มที่คนเรามากจะหันกลับไปสู่หลักความเคยชินได้อีก คือ กลับไปหมุนวาล์วตามเข็มนาฬิกาเพื่อที่จะเพิ่มค่าอัตราการไหลของไอ ซึ่งอาจจะทำให้เกิดความเสียหายต่อระบบการทำงานได้อย่างมากก็เป็นได้



ภาพที่ 2.39 หลักความเคยชินการควบคุมการทำงาน โดยใช้คันโยก

การคำนึงถึงหลักความเคยชินในการออกแบบระบบควบคุมนั้นเป็นสิ่งที่สำคัญมาก ถ้าหากมีการละเว้น ละเลย หรือมองข้ามไปก็อาจจะเป็นเหตุให้นำไปสู่ความยุ่งยาก ความสับสนในการปฏิบัติงาน ประสิทธิภาพในการทำงานลดด้วยลง หรือจนกระทั่งนำไปสู่ความสูญเสียหายนะอย่างใหญ่หลวงได้

จากข้อมูลของการทดลองของนักเอร์รกอนอมิกส์หลายท่านนั้น มีการสรุปเป็นหลักการทั่วไปในการจัดอุปกรณ์ควบคุมความหลักความเคยชินเพื่อหลีกเลี่ยงอุบัติเหตุได้ดังนี้

- (1) การควบคุมอุปกรณ์ควบคุมที่จัดวางตามหลักความเคยชินจะใช้เวลาในการเรียนรู้ที่สั้นกว่าการใช้ในการเรียนรู้อุปกรณ์ควบคุมที่ไม่ได้ใช้หลักความเคยชิน
- (2) มีอัตราเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุจากการทำงานควบคุมสูงมากกว่าเมื่ออุปกรณ์ควบคุมมีการออกแบบไม่เป็นไปตามหลักความเคยชิน
- (3) ประสิทธิภาพในการควบคุมอุปกรณ์ควบคุมที่ออกแบบให้ เป็นไปในทิศทางที่ไม่สอดคล้องกับหลักความเคยชินจะลดลงอย่างมากเมื่อผู้ปฏิบัติงานอยู่ในสภาวะที่มีความเครียดทางจิตใจสูง แม้แต่เมื่อต้องควบคุมงานที่มีตรรกะ (Logic) ง่าย ๆ แล้วก็ตาม ดังนั้น ผลลัพธ์ที่ได้จากระบบควบคุมที่ออกแบบมาไม่เหมาะสมจึงดีกว่าระบบที่ได้รับการออกแบบโดยใช้หลักความเคยชินอย่างเห็นได้ชัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(4) อายุของผู้ปฏิบัติงานก็มีผลต่อประสิทธิภาพในการทำงานควบคุมระบบ ผู้ที่มีอายุมากๆ จะมีแนวโน้มที่จะทำงานผิดพลาดกับระบบควบคุมที่ไม่เป็นไปตามหลักความเคยชินได้มากกว่าคนที่อายุน้อย ๆ เมื่อมีการนำเอาระบบควบคุมแบบใหม่ที่ไม่เป็นไปตามหลักความเคยชินมาใช้

(5) การมีระบบที่ไม่ใช้หลักความเคยชินหรือแบบที่ใช้หลักความเคยชินทั้งหมด จะเป็นสิ่งที่ดีกว่าการจัดให้มีอุปกรณ์ควบคุมที่เป็นทั้งใช้หลักความเคยชินและหลักความไม่เคยชินผสมผสานกัน

(6) ในกรณีที่ต้องการปิดระบบทำงานทั้งหมดในภาวะฉุกเฉิน อุปกรณ์ควบคุมทุกชนิดควรจะมีการเคลื่อนที่ในทิศทางเดียวกันทั้งในส่วนของสวิทช์ปิด-เปิด คันบังคับและอุปกรณ์ควบคุมบนแผงหน้าปัดสื่อแสดง

(7) ข้อเสนอแนะเพื่อหลีกเลี่ยงความสับสนในเรื่องทิศทางการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์ควบคุมว่าเป็นไปตามหลักความเคยชินหรือไม่ ในระยะแรกของการออกแบบระบบควบคุมสิ่งที่ควรกระทำก็คือ ควรมีการทดลองจัดรูปแบบการจัดวางอุปกรณ์ควบคุมและสื่อแสดงใหม่เพื่อพิสูจน์ถึงตำแหน่งการควบคุมนั้นว่าเป็นไปตามหลักความเคยชินหรือไม่ และเพื่อช่วยในการพิจารณาคำแนะนำการจัดวางที่เหมาะสมที่สุดก่อนจะนำไปใช้งานจริง

2. ใช้หลักการจัดเป็นกลุ่มอุปกรณ์ควบคุมและสื่อแสดงผล (Coding Methods) ในบางครั้งการออกแบบแผงควบคุมไม่สามารถกระทำให้เป็นไปตามหลักความเคยชินได้ทั้งหมดทั้งนี้เพราะระบบการทำงาน ระบบทางกล ระบบไฟฟ้า ตลอดจนสถานการณ์บางขณะไม่เอื้ออำนวยให้ทำได้ ดังนั้นการจัดเข้ากลุ่มอุปกรณ์ควบคุมและสื่อแสดงในระบบควบคุมจึงเป็นอีกวิธีหนึ่งที่จะทำให้การปฏิบัติงานได้ง่ายขึ้น สะดวกขึ้น ลดความเสี่ยงอันอาจเกิดมาจากความสับสนและลดอัตราความผิดพลาดที่จะทำให้อ่านค่าจากสื่อแสดงผลผิดได้ (สุทธิ ศรีบูรพา. (2540:421-467)

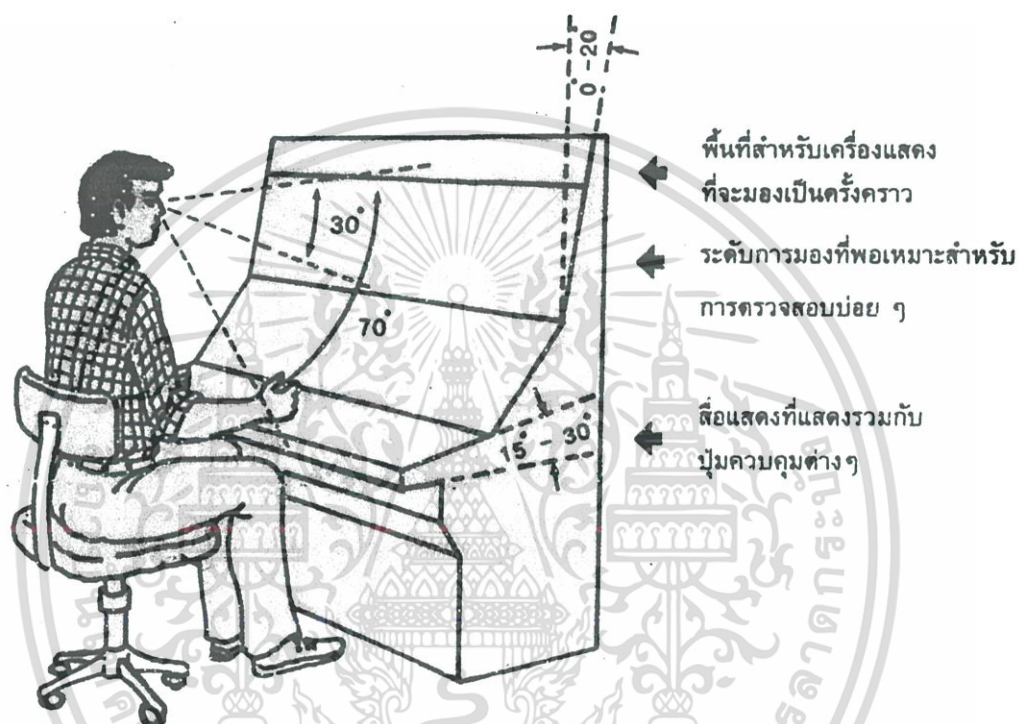
แม้กอร์มิกได้สรุปหลักการต่าง ๆ ที่จะนำมาใช้ในการจัดกลุ่มอุปกรณ์ควบคุมเอาไว้ ดังนี้

1. การจัดกลุ่มตามขนาดของอุปกรณ์ควบคุม (Size Coding)
2. การจัดกลุ่มตามตำแหน่งของอุปกรณ์ควบคุม (Location Coding)
3. การจัดกลุ่มตามรูปร่างของอุปกรณ์ควบคุม (Shape Coding)
4. การจัดกลุ่มตามพื้นผิวหน้าของอุปกรณ์ควบคุม (Texture Coding)
5. การจัดกลุ่มตามสี (Colour Coding)
6. การจัดกลุ่มตามป้ายฉลาก (Label Coding)
7. การจัดกลุ่มตามตามวิธีการใช้ (Operation Coding)

3. ใช้หลักความสะอาดและชัดเจน (Clear And Compatible Principle)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจัดวางอุปกรณ์ควบคุมและสื่อแสดงผลควรให้อยู่ภายในระยะที่สายตามองเห็นได้ชัดเจนและสามารถใช้ส่วนต่างๆ ของร่างกายควบคุมได้สะดวก สถานที่ตั้งที่ดีของแผงหน้าปัดและแผงการควบคุมที่ใช้บ่อยๆ จะมีความสำคัญมาก แผงระบบควบคุมนี้ควรจะจัดวางไว้ในระยะที่พอดีกับแนวสายตา คืออยู่ในแนวที่ต่ำกว่าแนวเส้นสายตาประมาณ 10-30 องศา สำหรับแผงหน้าปัดที่ต้องการมองเห็นอย่างชัดเจน และอยู่ห่างจากสายตาประมาณ 50-70 เซนติเมตร



ภาพที่ 2.40 พื้นที่ของสื่อแสดงสำหรับพนักงานที่ทำงานควบคุม

## 2.8 จิตวิทยาสีกับการใช้งาน

### 2.8.1 การใช้สีเพื่อการออกแบบ

การตกแต่งผิวภายนอกเพื่อเกิดความสวยงามตามลักษณะของสุนทรียภาพ และเพื่อชักจูงใจ การขาย และความชอบนั้น ส่วนใหญ่มีการตกแต่งผลิตภัณฑ์ทุกชนิดด้วยสี การตกแต่งผิวเพื่อการชักนำให้โน้มน้าวให้เกิดผลทั้งการขาย ความสะอาด และความงามทั้งหลายแล้วนอกจากนี้ยังมีประโยชน์คือ เป็นสีกันสนิม กันน้ำ หรือต่อต้านสภาวะการทำลายจากภายนอกสำหรับวัตถุหรือผลิตภัณฑ์นั้นด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่การที่จะตกแต่งสีสำหรับผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดนอกจากผลิตภัณฑ์นั้นจะต้องการความงดงามในแง่ตกแต่งแล้ว สียังเป็นสัญลักษณ์บอกเป้าหมายสำหรับการทำงาน หรือเตือนใจสำหรับผลิตภัณฑ์ในด้านประโยชน์ใช้สอยแต่ละอย่างด้วยโดยมีการกำหนดความหมายของสีจากความรู้สึกและการกำหนดจากมาตรฐานสากล เพื่อบ่งบอกสำหรับผลิตภัณฑ์ใช้งานตามประโยชน์ใช้สอย นอกเหนือจากผลิตภัณฑ์ตกแต่งซึ่งอาจจะใช้สีใด ๆ ก็ได้ตามความต้องการของผู้ออกแบบ และความนิยมของตลาด แต่สำหรับผลิตภัณฑ์เพื่อประโยชน์ใช้สอยรวมถึงเครื่องจักรต่าง ๆ ย่อมต้องมีสัญลักษณ์ของสีบอกมาตรฐานสากลเพื่อความเข้าใจความหมายของส่วนต่าง ๆ ซึ่งอาจจะมีอันตราย หรือเตือนใจไว้เช่น

- เครื่องจักรที่เคลื่อนช้า เช่น เครื่องบรรจุท่อนัก หรือสกรูเตอร์ ควรใช้สีเหลือง หรืออาจจะเป็นสีเหลืองบริเวณส่วนท้าย หรือกันชน และสีเหลืองยังทำให้รู้สึกเบาสะอาด รวมถึงการซ่อมสีก็ทำได้ง่าย หรือยกตัวอย่างรถยนต์นักเรียนตามมาตรฐานสากลนั้นจะใช้กลุ่มสีเหลือง หรือสีแสด

- เครื่องจักรทางไฟฟ้า อาจจะใช้สีถ่วงน้ำหนัก โดยสีภายในเป็นสีแสด เพื่อเตือนถึงอันตราย หรือบริเวณที่มีกระแสไฟฟ้าแรงสูงก็ใช้สีแสดเตือนไว้เช่นกัน สำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการรักษาพยาบาล ถ่วง หรือสิ่งต่าง ๆ ใช้ กากบาทสีเขียวบนพื้นขาว เป็นต้น

สีที่ให้ความรู้สึกจากการมองเห็นแตกต่างกัน อาจกล่าวได้อย่างย่อตามที่ใช้ในทางอุตสาหกรรม ดังนี้คือ

1. ให้ความรู้สึกในเรื่องของขนาด (Size) เป็นที่รู้กันว่าในการมองนั้น สีอ่อน (Light Value) จะทำให้มองเห็นวัตถุมีขนาดใหญ่กว่าสีเข้ม (Dark Value) ก้อนสีเหลี่ยมลูกบาศก์ที่ทาสีขาว จะดูใหญ่กว่าสีเหลี่ยมขนาดเดียวกันทาสีดำ ความรู้สึกนั้นจะเหมือนกันทั้งนั้น ไม่ว่าจะวัตถุรูปร่างอะไร เช่น หมวก เรือ ตะเกียง รองเท้า เพราะฉะนั้นถ้าจะทำให้ ผลิตภัณฑ์ดูใหญ่ต้องใช้สีอ่อน ถ้าจะให้ดูเล็กก็เพิ่มความเข้มเข้าไป เครื่องจักร เครื่องยนต์อาจทำให้มองไม่เห็น ไม่น่าดู น่าเกลียด และไม่แลเห็นชัด โดยใช้สีกลมกลืนไปกับเงา เป็น สีฟ้าเข้มชนิดด้านหรือย่น เพราะสีด้านจะมีเงามากจากการสะท้อนแสง ทำให้ไม่ได้ผลตามความต้องการ

ในกรณีเดียวกันนี้สีอ่อนจะทำให้วัตถุอยู่ใกล้ และสีเข้มจะมองดูไกลและสี Warm & Cool มีอิทธิพลในเรื่องระยะเกี่ยวข้องด้วยเช่นกัน (สี Warm ดูใกล้ สี Cool ดูไกล)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(1) น้ำหนัก สีมักเกี่ยวข้องกับน้ำหนัก Leght Value จะมองดูเบา และ Daek Value จะมองดูหนักในกรณีนี้ Hues จะทำให้เกิดผล สีเย็น (Cool Color) เช่น น้ำเงินอ่อน เขียวอมฟ้า ฟ้าม่วง หรือเหลืองอ่อนทำให้ดูเบาในเรื่องน้ำหนัก

(2) ความแข็งแรง (Strenght) น้ำหนัก และความแข็งแรงจะมีความเกี่ยวข้องกัน และหลักเดียวกัน สี Warm ที่มี Chaoma แรง เช่น แดง แสด เหลืองเข้ม มักจะแสดงให้เห็นถึงถึงความแข็งแรงมากกว่าสีที่เข้มกว่า หรือแก่กว่า (Dark - Grayer Value) แต่สีปนบรอนซ์ (Metalic) และสีน้ำเงินเข้มอมเทาจะทำให้ดูมีความรู้สึกเหมือนเหล็กจึงเห็นเป็นสีที่เหมาะสมสำหรับแสดงถึงความแกร่ง (Strenght) ด้วย

(3) อุณหภูมิ (Temperature) ในกรณีที่จะชี้ให้เห็นถึงอุณหภูมิจะเห็นข้อแตกต่างกันได้ชัดเจนมาก สีแสด แดง เหลืองที่มี Strong Chroma แรง ๆ จะแสดงถึงความร้อน สีน้ำเงินอ่อน เขียวอมฟ้า ฟ้าม่วง และขาว แสดงถึงความเย็น มีบริษัทขายเครื่องคั้มได้ใช้ตู้แช่ขวดน้ำหวาน สีแดงซึ่งมีความผิดพลาดมากในการเลือกสี ข้อยกเว้นสำหรับการใช้สีแดงในกรณีที่พอใช้ได้คือ ให้สีฟ้า) ส่วนมากจะเปล่งสีขาวไปในทาง WARM SIDE โดยการใส่สีเหลือง แดง สีข้างเหลืองอ่อน จัดว่าเป็นสีที่แสดงความสะดวก และสุขลักษณะได้ เพราะว่าเป็นสีที่ใกล้เคียงกับความสะอาด เคาริคที่มีมือถือสีแดงจะขายได้ แต่ผู้เย็นสีแดงจะไม่เคยเห็นว่ามีขาย ร้านขายสินค้าใหญ่ ๆ (Department Store) ได้พบว่า เคาริคที่มีคั้มถือสีน้ำเงินขายไม่ออก แต่เมื่อเปลี่ยนเป็นสีแดงก็ขายได้ สีขาว สีอ่อน (Pale Tints) จะไม่ดูความร้อน สีเข้ม (Dark Shades) จะดู แก้อีสนามชนิดที่เป็นเหล็กที่ทาสีขาวจะเย็นกว่าแก้อีสแดงเมื่อตั้งกลางแดด การทดสอบในกรณีนี้ที่ทำการมานานแล้วคือ คัดผ้า 3 ชิ้น ในขนาดที่เท่ากัน ชนิดเดียวกัน ขาวดำวางบนหิมะกลางแดดเพียง 2-3 นาทีสีดำจะจมลงไป ในหิมะส่วนชิ้นสีขาวจะยังคงอยู่ซึ่งเป็นการทดสอบที่ Benjamin Frankin เป็นผู้คิดคนแรกเมื่อทาสีน้ำเงินในคาเฟ่ที่เรียดคิดเครื่องปรับอากาศทำให้ผู้ที่ทำงานอยู่ต้องใส่เสื้อหนาว แต่เมื่อเปลี่ยนเป็น Warm Color คนงานจะไม่ใส่เสื้อกันหนาวทั้งที่อุณหภูมิเท่ากัน

2. ความสะอาด (Clenliness) สีขาวเป็นสีที่เหมาะสมที่สุด แต่สีขาวมีหลายอย่างด้วยกัน ของแมกนีเซียมที่บริสุทธิ์มีความขาวที่มีค่ามากที่สุด มีค่า 9.7 -9.9 ใน 12 ส่วน ซึ่งเป็นตัวแทนของความขาวอย่างสมบูรณ์แต่ไม่มีสีใดในตลาดจะมีความขาวได้เท่ากับออกไซด์ของแมกนีเซียม ปัญหาของความขาวคือ จะมีอะไรเป็นผลสมทำให้สีขาวมองดูขาวขึ้นไปอีก สีขาวเมื่อถูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผสมให้ไปในทางเป็นสีฟ้า ( Distinct Blue ) สำหรับในวงงานอุตสาหกรรม (ยกเว้นในกรณีที่ต้องการสีของอาหาร เช่น ครีม หรือเนย ส่วนสีฟ้าอ่อน หรือเขียวอ่อน นิยมใช้กับตู้เย็นในปัจจุบันนี้ เพราะมันให้ความรู้สึกเย็น

3. ความภูมิฐาน สง่างาม ( Dignity ) ถ้าต้องการให้ออกมาในลักษณะนี้ ไม่ควรใช้สีร้อนที่มี Chroma แรง นอกจากจะใช้เป็นส่วนประกอบส่วนน้อยสีเทาเป็นสีที่แสดงได้ดีที่สุด ส่วนสีที่จะเลือกใช้ได้คือเทาอมน้ำเงิน เทาอมม่วง เทาอมเขียว และสีแดงค้ำ ( Dark Value Of Red ) รดยนต์สำหรับสภาพสตรีสูงอายุ พ่นสีเทาอมน้ำเงินเข้ม อาจใช้สีส้มตัดเส้นเล็ก ๆ ก็ได้ก็ยังแสดงถึง Dignity

### 2.8.2 จิตวิทยาสี

โดยทั่วไปแล้วการออกแบบผลิตภัณฑ์ใด ๆ ก็ตามจะมองข้ามในเรื่องนี้ไม่ได้เป็นอันขาด เพราะเป็นสิ่งที่จำเป็นมากต่อผลการออกแบบ ความรู้สึกของผู้พบเห็นความสวยงาม นอกจากนี้สามารถเตือนผู้ใช้ให้ระวังในส่วนที่เป็นอันตรายได้อีกด้วย Munsell สามารถแบ่งสีออกเป็น 2 ประเภท คือ สีร้อน และสีเย็น

1. สีร้อน คือสีที่ดูความรู้สึก ( Advancing Color ) มีความรู้สึกสะดุดตา เมื่อมอง โกลเป็นสีที่ให้ความรู้สึกสะดุดตาเมื่อมอง โกลเป็นสีที่ให้ความกระชุ่มกระชวย

2. สีเย็น คือ สีไม่ดึงดูความรู้สึก ไม่สะดุดตา ให้ความรู้สึกสบายตา มองเห็นได้นานาน ๆ โดยไม่ระคายเคือง การเลือกสีกับผลิตภัณฑ์ นอกจากต้องการความสวยงาม สียังมีอิทธิพลในการทำให้เกิดความรู้สึกทางด้านอื่น ซึ่งเป็นผลต่อการใช้ผลิตภัณฑ์อยู่มาก

### 2.8.3 อิทธิพลของสีที่มีต่อความรู้สึก

ต่อไปนี้เป็นลักษณะของสีที่เกี่ยวกับความรู้สึก โดยแบ่งสีออกเป็นสกุลใหญ่ ๆ คือ สีแดง จัดอยู่ในพวกสีร้อน ไม่เพียงแต่ให้ความรู้สึกตื่นเต้น เร้าใจในทางโบราณถือว่าเป็นสีที่เกี่ยวข้องกับอันตราย เป็นสีต้องห้าม การระมัดระวังการใช้พวกสกุลสีแดงสำหรับผลิตภัณฑ์เพียงเล็กน้อย อาจทำให้ผลิตภัณฑ์เด่นขึ้นมาได้ แต่ถ้าใช้มากเกินไปก็จะมีผลทางจิตวิทยาได้เช่นกัน

สีส้ม เป็นสีสด มองเห็นได้ไกล แสดงความรู้สึกเตือนภัยอยู่ตลอดเวลาเมื่อใช้กับผลิตภัณฑ์

เอกสารทำให้เกิดความรู้สึกสะอึด ดูเบาขึ้น ใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สีเหลือง เป็นสีที่อยู่ได้ทั้ง 2 วรรณะ คือสามารถเป็นได้ทั้งสีร้อน และสีเย็น แต่ขึ้นอยู่กับความเข้ม และความแรงของสี มีความสว่าง แต่ถ้ามีความเข้มของสีมากจะทำให้เกิดหงุดหงิดได้ สีเหลืองที่ค่อนข้างไปทางสีส้ม จะคล้ายของเล่นทางวิทยาศาสตร์สมัยใหม่

สีเหลืองเนย (Butter Yellow) ทำให้ผลิตภัณฑ์ดูสว่างขึ้น

สีเหลืองขาว ช่วยในด้านความเย็น แต่อย่างไรก็ตาม สีเหลืองทำให้ดูว่าสกปรกง่าย แต่ถ้าเบรกลีตักเล็กน้อยก็จะทำให้ช่วยได้บ้าง แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้ด้วย

สีม่วง เป็นสีที่อยู่ได้ที่อยู่ได้ทั้ง 2 วรรณะ เช่นกัน โดยทั่วไปให้ความรู้สึกเศร้า ทำให้ง่วงบาง ครั้งอาจแสดงว่าเป็นสีแห่งความเศร้า ลึกลับ แต่สีม่วงก็ยังมีลักษณะของความงาม ทำให้ดูมีค่าได้

สีน้ำเงิน จัดอยู่ในพวกสีเย็น สีน้ำเงินเข้มทำให้ความรู้สึกสงบลึกลับ ทำให้เกิดสมาธิเป็นสีที่บอกถึงความสุภาพ ความหนักแน่น สีน้ำเงินอ่อน เช่นสีน้ำทะเล หรือฟ้า จะมีความสดใส ถ้าอมเขียวเล็กน้อยสามารถให้ความรู้สึกตื่นเต้นได้

สีเขียว ให้ความรู้สึกสดชื่นกระชุ่มกระชวย ใช้ช่วยพักสายตาได้ สีเขียวใบไม้ หรือเขียวเข้ม ใช้ได้ในการเน้นส่วนพื้น หรือฐาน แสดงกับความสงบเยือกเย็นก็ได้

สีน้ำตาล จัดอยู่ในพวกสีอุ่น เป็นสีที่ให้ความรู้สึกแห้งแล้ง ไม่ให้ความพักผ่อน ถ้าใช้โดด ๆ จะทำให้เกิดความรู้สึกสลดหดหู่

สีเทา ให้ความรู้สึกภูมิฐาน เครื่องขริบ สุภาพเรียบร้อย สามารถลดความตึงของสีขาวและความลึกลับของสีดำ สามารถใช้เป็นตัวกลางได้กับทุกสี เพราะสามารถทำให้เกิดความกลมกลืนระหว่างสีอุ่นดูสบายตา

สีดำ โดยปรกติสีดำเป็นสีที่ให้ความรู้สึกหดหู่ แต่ให้ความรู้สึกหนักแน่น มั่นคง การใช้สีดำ สลับขาว ในพื้นที่ร่วมกับสีอื่น จะทำให้เกิดความกระปรี้กระเปร่ามีชีวิตชีวา ถ้าใช้สีดำผลิตภัณฑ์จะแสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรง และไม่สกปรกง่าย

สีขาว ให้ความรู้สึกสะอาดบริสุทธิ์ ถ้าใช้โดดเดียวจะให้ความรู้สึกเย็น สามารถใช้เป็นสีของฐาน หรือส่วนที่อยู่ต่ำกว่า เพื่อบนให้เด่นชัดขึ้น

สีที่กล่าว ๆ แล้วนี้เป็นสีทางด้านความงามที่เราตกแต่งลงบนผิววัสดุ แต่ยังมีสีที่ควรรู้นั้นคือ สีของวัสดุต่าง ๆ ที่ให้ความรู้สึกของมันออกมา เช่นสีของอลูมิเนียม จะออกเป็นสีเทาเงิน ซึ่งแสดง

ให้เห็นถึงคุณลักษณะของตัวมันเอง อันได้แก่ ความอ่อนนุ่ม ความเรียบเบา และไม่เป็นอันตราย เป็นต้น

#### 2.8.4 อิทธิพลของสีที่มีต่อผลิตภัณฑ์

##### 1. ทางด้านขนาด

สีอ่อน ( Light Value ) ทำให้ผลิตภัณฑ์แลดูใหญ่ขึ้น

สีเข้ม ( Dark Value ) ทำให้ผลิตภัณฑ์แลดูเล็กลง

##### 2. ทางด้านน้ำหนัก

สีอ่อน หรือสีร้อน ( Warm Value ) ทำให้ผลิตภัณฑ์ดูเบา

สีเข้ม หรือสีเย็น ( Cool Value ) ทำให้ผลิตภัณฑ์ดูหนัก

##### 3. ทางด้านความแข็งแรง

สีร้อน ทำให้เกิดความรู้สึกว่าแข็งแรงมาก

สีเย็น ทำให้เกิดความรู้สึกแข็งแรงน้อยกว่า

##### 4. ทางด้านความสะอาด

สีขาว เป็นสีที่ให้ความรู้สึกสะอาดที่สุด

สีอ่อน หรือสีงาช้าง ( Looky ) สีเหลืองอ่อน สีฟ้าอ่อน ( Plac Blue ) และ

สีเขียวอ่อน ให้ความรู้สึกนุ่มนวล สะอาดตา ถูกสุขลักษณะ

## 2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สุรเดช กำพลสาร (2540 : บทคัดย่อ) ได้ทำวิจัยเรื่องระบบผู้เชี่ยวชาญสำหรับการเลือกวัสดุพลาสติก ระบบผู้เชี่ยวชาญต้นแบบสำหรับการเลือกพลาสติก (Plasatic) ได้ถูกพัฒนาขึ้น โดยใช้โปรแกรม Smart Element Version 2.0บนทคอมพิวเตอร์แบบส่วนบุคคล ระบบเป็นแบบวิธีการเชิงวัตถุ(Objected Approach) และกลไกการอ้างอิงของฐานกฎทั้งลูกโซ่แบบเดินหน้า (Forward Chaining) และลูกโซ่แบบย้อนกลับ(Backward Chaining) ผู้ใช้จะถูกถามเกี่ยวกับสมบัติสำหรับการผลิตผลิตภัณฑ์สุดท้าย ซึ่ง ได้แก่ สมบัติทางกายภาพ สมบัติทางความร้อน สมบัติด้านสิ่งแวดล้อม สมบัติทางกล สมบัติทางไฟฟ้าและน้ำหนักความสำคัญของสมบัติแต่ละชนิดตามความต้องการของผู้ใช้สำหรับผลิตภัณฑ์สุดท้ายนั้น กระบวนการเลือกจะประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ขั้นตอนแรก คือ การพิสูจน์สมบัติของวัสดุให้ตรงกับกับข้อมูลที่ได้จากผู้ใช้ และคัดเลือกพลาสติกที่ไม่ตรงกับราย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ละเอียดที่ได้จากผู้ใช้ออก ขั้นตอนที่สองของกระบวนการเลือกเป็นการประเมินพลาสติกตามลำดับสมบัติจากการให้น้ำหนักความต้องการของผู้ใช้ แล้วจึงเรียงรายชื่อพลาสติกตามลำดับความสำคัญของสมบัติที่ผู้ใช้กำหนดด้วยทฤษฎี AIM (Alternative Inference Mechanism)

จากข้อมูลเหล่านี้ที่ได้จากผู้ใช้ทำให้กลุ่มพลาสติกที่เหมาะสมสำหรับการผลิตผลิตภัณฑ์นั้นการทำงานของระบบ PLASA I มีส่วนการติดต่อกับผู้ใช้ด้วย เมสส์ไอคอน และช่องอินพุตรับข้อมูล ผู้ใช้สามารถตอบคำถามผ่านช่องอินพุตรับข้อมูลที่มีส่วนของการจัดการถามตอบ ซึ่งคำถามที่ใช้เป็นคำถามที่ผู้ใช้เข้าใจได้ง่าย นอกจากนี้ยังมีส่วนคำอธิบายคำถาม รูปภาพ และข้อมูลเฉพาะของพลาสติกแต่ละชนิดประกอบเพื่อให้ผู้ใช้เข้าใจยิ่งขึ้น ในกรณีที่ไม่มีพบพลาสติกที่ตรงกับความต้องการที่จะผลิตผลิตภัณฑ์ ระบบยังมีส่วนการผ่อนคลายนใจเพื่อให้หาคำตอบที่ตรงกับความต้องการใหม่ที่น้อยลงกว่าเดิม

ดิระ เพชรกำบังชัย, สมพร เพ็ชรยิ้ม, สุภกิจ ขุนทรัพย์ (2539:บทคัดย่อ) ได้ทำวิจัยเรื่องเครื่องตัดพลาสติก ในการออกแบบและสร้างเครื่องตัดพลาสติก เพื่อใช้ในการตัดพลาสติกเส้นให้เป็นท่อนเล็ก ๆ จากเส้นพลาสติกบาง ๆ เครื่องตัดพลาสติกนี้ทำโดยการหมุนของใบมีดตัดทำการตัดใบตัดชนิดนี้ได้จัดไว้เพื่อรองรับ และทำการป้อนวัสดุที่ต้องการตัด การทำงานของใบตัดหมุนจะมีลักษณะการทำงานของลิบ สามารถตัดความยาวของชิ้นพลาสติกที่ตัดได้ จึงสามารถทำงานได้สะดวกด้วยเครื่องมืออันนี้

ส่วนประกอบใหญ่ของเครื่องตัดพลาสติกนี้ประกอบด้วยชิ้นส่วนต่าง ๆ 3 ส่วน คือ หัวตัด (Head Cutter) แขนเลื่อนหัวตัด (Sliding Arm) และฐาน (Base)

เครื่องตัดพลาสติกชิ้นนี้ได้มีการออกแบบเพื่อตัดพลาสติกเส้นหลายชนิด ดังต่อไปนี้ HDPE LLDPE LDPE, PE, PS, NYLON

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางพลาสติก ต้องไม่มากกว่า 3 Mm. สามารถตั้งค่าความยาวของพลาสติก และมีความเร็วในการตัดพลาสติกหลายความเร็ว ดังนั้นการทำงานของเครื่องตัดพลาสติกจะไดผลดี เมื่อใบมีดตัดหมุนสะอาด ไม่มีเศษหรือพลาสติกอื่นตกค้างอยู่ ข้อควรระวัง อย่าทำการตัดพลาสติกเส้นที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเกิน 3 Mm.

พรชัย หอสุวรรณศักดิ์, สุวัฒน์ อุตมะพันธุ์ (2545 : บทคัดย่อ) ได้ทำวิจัยเรื่องการออกแบบและสร้างเครื่องเก็บฝุ่นละอองสำหรับงานขุดกระดาษทรายในโรงฝึกงาน ไม้สาขาวิชาช่างเทคนิค กรมอาชีวศึกษา การวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องมือเก็บฝุ่นละออง สำหรับงานขุดกระดาษทรายในโรงฝึกงาน ไม้ สาขาวิชาช่างเทคนิค กรมอาชีวศึกษา และหาประสิทธิภาพของ

เครื่องเก็บฝุ่นละออง 3 ด้าน คือ ด้านหน้าที่ใช้สอยและความสะดวกสบายในการใช้งาน ด้านรูปทรงความงามและความแข็งแรงของโครงสร้าง ด้านความปลอดภัยและด้านการบำรุงรักษา

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือนักศึกษาสาขาวิชาช่างเทคนิคชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นเมืองกรมอาชีพศึกษา ระดับ ปวช.ปี 1-3 จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลเป็นแบบสอบถาม 3 ตอน วิเคราะห์โดยการหาค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) โดยทำเป็นรายข้อเฉพาะด้านและรวมทุกด้าน โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS ผลการวิจัยพบว่า

1. ความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามเกี่ยวกับเครื่องเก็บฝุ่นละอองสำหรับงานขัดกระดาษทราย ในโรงฝึกงานไม้ สาขาวิชาช่างเทคนิคชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก

ประชา พิจักขณา (2547 : บทคัดย่อ) ได้ทำวิจัยเรื่องการศึกษาและพัฒนาเครื่องขัดกระดาษทราย สำหรับผลิตชิ้นงานไม้ต้นแบบ การวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อเพื่อพัฒนาเครื่องขัดกระดาษทราย สำหรับผลิตชิ้นงานไม้ต้นแบบและเพื่อศึกษาความพึงพอใจในการใช้เครื่องขัดกระดาษทรายสำหรับผลิตชิ้นงานไม้ต้นแบบ 3 ด้าน คือด้านหน้าที่ใช้สอย ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน ด้านความปลอดภัย และด้านการบำรุงรักษา

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือนักศึกษาระดับ ปวช. สาขาวิชาช่างเทคนิคชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ชั้นปีที่ 1 จำนวน 20 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นแบบประเมินรูปแบบ และประเมินความพึงพอใจ ในการใช้งานเครื่องขัดกระดาษทรายสำหรับผลิตชิ้นงานไม้ต้นแบบ 2 ตอน การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ค่าเฉลี่ย และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

จากการวิจัยพบว่า ผลสรุปการพัฒนาเครื่องขัดกระดาษทรายสำหรับผลิตชิ้นงานไม้ต้นแบบ ในส่วนของการขัดใช้มอเตอร์ยูนิตเวอร์แซลมอเตอร์ ขนาด ½ แรงม้า ใช้ไฟฟ้า 220/240 V 8.5 W ส่วนชุดควบคุมไฟใช้สวิทช์แบบกดปิด-เปิด ใช้กับไฟ AC. 220 V การต่อสายไฟภายในใช้ลักษณะแบบขาเสียบ และหุ้มด้วยยาง โครงสร้างใช้เหล็กเป็นวัสดุหลัก

ผลการประเมินรูปแบบขัดกระดาษทราย สำหรับผลิตชิ้นงานไม้ต้นแบบ ในภาพรวมมีความคิดเห็นอยู่ในระดับดี เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ด้านเทคนิคเครื่องกล อยู่ในระดับดีมาก ส่วนด้านการผลิตเฟอร์นิเจอร์และด้านการออกแบบ อยู่ในระดับดี

ผลประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาระดับ ปวช. สาขาวิชาช่างเทคนิคชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ชั้นปีที่ 1 ในภาพรวมมีความพึงพอใจในการใช้งานอยู่ในระดับดี เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ด้านหน้าที่ใช้สอย ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน ด้านความปลอดภัยและการบำรุงรักษา อยู่ในระดับดี

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

ในการศึกษาเครื่องตัดพลาสติก เพื่อนำผลการวิจัยมาเป็นแนวทางในการศึกษาและพัฒนาเครื่องตัดพลาสติก โดยผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนในการวิจัยไว้ ดังนี้

- 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

#### 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ในการวิจัย ผู้วิจัยได้กำหนดกลุ่มประชากร และกลุ่มตัวอย่างแบ่งตามวัตถุประสงค์ไว้ดังนี้

3.1.1 วัตถุประสงค์ข้อที่ 1 เพื่อศึกษาและพัฒนาเครื่องตัดพลาสติกสำหรับวิสาหกิจผลิตงานป้ายโฆษณาขนาดกลางและขนาดย่อม

3.1.1.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 กลุ่มที่ 1

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเพื่อศึกษา คือกลุ่มวิสาหกิจผลิตงานป้ายโฆษณา

ขนาดกลางและขนาดย่อม จำนวน 89 บริษัท

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย การกำหนดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยใช้วิธีการเลือกการสุ่มชั้นตอนเดียว โดยไม่อิงทฤษฎีความน่าจะเป็น ใช้วิธีการสุ่มแบบเจาะจง (ยุทธพงษ์ กัยวรรณ, 2543:81) เพื่อความถูกต้องของข้อมูลเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย โดยได้จากสมาคมผู้ผลิตป้ายโฆษณาที่ใช้เครื่องตัดพลาสติก มาเป็นกลุ่มตัวอย่างดังนี้

1. พนักงาน บริษัท พี. ไลท์ โฆษณา แอนด์ คอนสตรัคชั่น จำกัด
2. พนักงาน ห้างหุ้นส่วนจำกัด ธนบุรีแอดเวอร์ไทซิ่ง
3. พนักงาน บริษัท เฮเชิล แอนด์ แอชเชอร์ จำกัด

3.1.1.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 กลุ่มที่ 2

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยคือกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ประเมินประสิทธิภาพทางด้าน

ออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือกลุ่มผู้เชี่ยวชาญประเมินประสิทธิภาพทางด้าน  
ออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม จำนวน 3 ท่าน

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วีระศักดิ์ ว่องปรีชา  
ภาควิชาออกแบบอุตสาหกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุรชาติ ทินานนท์  
ภาควิชาออกแบบทัศนศิลป์ สาขาออกแบบผลิตภัณฑ์  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
3. อาจารย์ อารัญ วาณิชกร  
ภาควิชาออกแบบทัศนศิลป์ สาขาออกแบบผลิตภัณฑ์  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

### 3.1.1.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 กลุ่มที่ 3

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยคือกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ประเมินประสิทธิภาพเครื่องตัดทาง

ด้านวิศวกรรม

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือกลุ่มผู้เชี่ยวชาญประเมินประสิทธิภาพทางด้าน

วิศวกรรมจำนวน 3 ท่าน

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อนันต์ วงศ์กระจ่าง  
ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
2. ร้อยเอก ดร. พงษ์พันธุ์ แก้วจินดา  
ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์  
โรงเรียนนายเรืออากาศ
3. อาจารย์ วีระพงศ์ นพวงศ์ ณ อยุรยา  
ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

3.1.2 วัตถุประสงค์ข้อที่ 2 เพื่อเปรียบเทียบความพึงพอใจด้านการใช้งานของเครื่องตัด  
พลาสติกแบบเดิมกับเครื่องตัดพลาสติกที่พัฒนาขึ้นใหม่

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 2

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยคือกลุ่มวิสาหกิจผลิตงานป้ายโฆษณาขนาดกลาง

และขนาดย่อมที่ใช้เครื่องตัดพลาสติกจำนวน 89 บริษัท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือพนักงานที่ปฏิบัติงานเกี่ยวข้องกับการใช้เครื่องตัดพลาสติกในการผลิตงานป้ายโฆษณา เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องตัดพลาสติกแบบเดิมกับเครื่องตัดพลาสติกที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ จำนวน 45 คน ผู้วิจัยใช้วิธีการเลือกการสุ่มชั้นตอนเดียวโดยไม่อิงทฤษฎีความน่าจะเป็นใช้วิธีการสุ่มแบบเจาะจง (ยุทธพงษ์ กัยวรรณ. 2543:81) เพื่อความถูกต้องของข้อมูลเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยโดยพิจารณาจากสมาคมผู้ผลิตงานป้ายโฆษณาวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมที่ใช้เครื่องตัดพลาสติก มาเป็นกลุ่มตัวอย่างดังนี้

1. พนักงาน บริษัท พี.ไลท์ โฆษณา แอนด์ คอนสตรัคชั่น จำกัด

จำนวน 20 คน

2. พนักงาน ห้างหุ้นส่วนจำกัด ธนบุรีแอดเวอร์ไทซิ่ง 10 คน

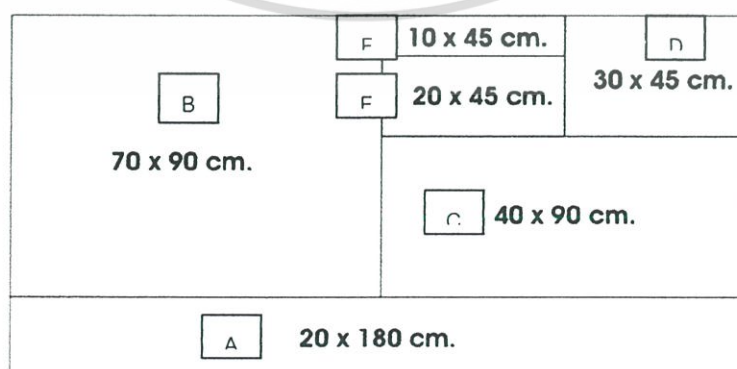
3. พนักงาน บริษัท เฮเซิล แอนด์ แอชเชอร์ จำกัด จำนวน 15 คน

3.1.3 วัตถุประสงค์ข้อที่ 3 เพื่อทดสอบสัดส่วนคุณภาพของแผ่นพลาสติกที่ตัดด้วยเครื่องพัฒนาขึ้นมาใหม่

3.1.3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 3 กลุ่มที่ 1

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยคือ พลาสติกที่ตัดด้วยเครื่องพัฒนาขึ้นมาใหม่ เพื่อใช้ในการผลิตงานป้ายโฆษณา

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ พลาสติกที่ตัดด้วยเครื่องพัฒนาขึ้นมาใหม่ พลาสติกมีความหนา 0.20 mm. จำนวน 3 แผ่น, 0.30 mm. จำนวน 3 แผ่น, 0.40 mm. จำนวน 3 แผ่น ขนาด 900 x 1800 mm. จากการสุ่มตัวอย่างผู้วิจัยได้ใช้ การเลือกแบบแบ่งกลุ่ม ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ของการวิจัย (ยุทธพงษ์ กัยวรรณ. 2543:81) โดยมีขั้นตอนในการแบ่งตัดดังนี้



ภาพที่ 3.1 การแบ่งตัดพลาสติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.1.3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 3 กลุ่มที่ 2

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยคือ ผู้ชำนาญการตรวจสอบคุณภาพของพลาสติกที่ตัดด้วยเครื่องพัฒนาชิ้นใหม่

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ ผู้ที่เป็นหัวหน้างานหรือผู้ที่ควบคุมผู้ปฏิบัติงานที่ใช้เครื่องตัดพลาสติก เป็นผู้ตรวจสอบคุณภาพของพลาสติกที่ตัดด้วยเครื่องพัฒนาชิ้นใหม่ จำนวน 3 คน ดังนี้

#### 1. คุณโสทนต์ ทองเขียว

หัวหน้าช่างฝ่ายผลิต บริษัท พี.ไลท์ โฆษณา แอนด์ คอนสตรัคชัน จำกัด

#### 2. คุณสายัณห์ ธนาไพศาล

กรรมการผู้จัดการ ห้างหุ้นส่วนจำกัด ธนบุรีแอดเวอร์ไทซิ่ง

#### 3. คุณอภิรักษ์ ทิรคานนท์

ผู้จัดการฝ่ายผลิต บริษัท เฮเซล แอนด์ แอชเชอร์ จำกัด

## 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการศึกษาและพัฒนาเครื่องตัดพลาสติก ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือตามวัตถุประสงค์ ที่ใช้ในการวิจัยดังต่อไปนี้

3.2.1 วัตถุประสงค์ข้อที่ 1 เพื่อศึกษาและพัฒนาเครื่องตัดพลาสติกสำหรับวิสาหกิจผลิตงานป้ายโฆษณาขนาดกลางและขนาดย่อม

#### 3.2.1.1 การศึกษาและพัฒนาเครื่องตัดพลาสติก

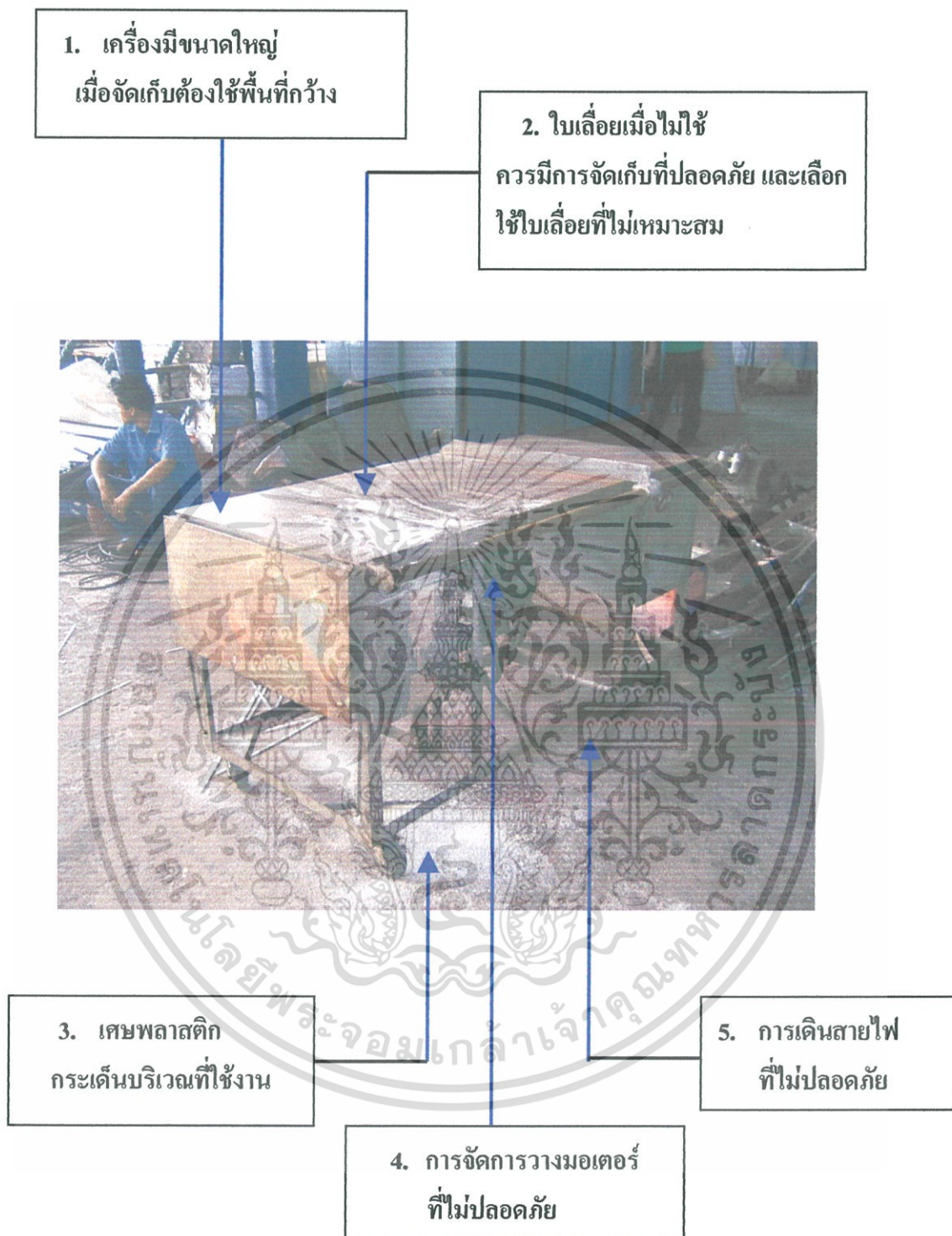
ผู้วิจัยได้ไปศึกษาข้อมูล จากเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องรวมถึงการไปศึกษาตามแหล่งจำหน่ายเครื่องตัดพลาสติก จากนั้นผู้วิจัยได้ดำเนินขั้นตอน ในการพัฒนาเครื่องตัดพลาสติกขั้นตอนในการศึกษาเครื่องตัดพลาสติก โดยผู้วิจัยได้ทำการพิจารณาถึงปัญหาของเครื่องตัดพลาสติก แบบเดิมมีลักษณะดังนี้



ภาพที่ 3.2 เครื่องตัดพลาสติก แบบเดิม

ลักษณะการทำงานของเครื่องตัดพลาสติกแบบเดิม สร้างขึ้นเพื่อเน้นการใช้งานให้ตัดพลาสติกได้ โดยไม่ได้คำนึงถึงหลักการที่ถูกต้องตามหลักการออกแบบ และด้านเครื่องกล ซึ่งมีปัญหาดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

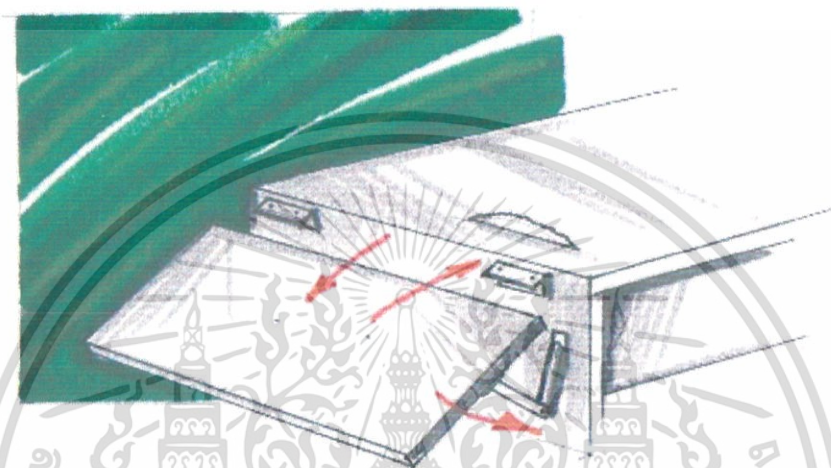


ภาพที่ 3.3 ปัญหาของเครื่องตัดพลาสติกแบบเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

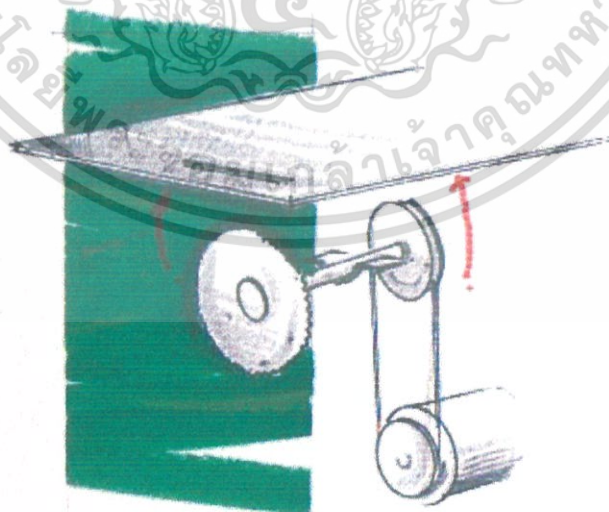
เครื่องตัดพลาสติก แบบเดิมมีขนาดใหญ่ การทำงานของเครื่องตัดพลาสติกไม่ได้เปิดใช้งานตลอดเวลา ดังนั้นเครื่องตัดพลาสติกควรมีที่จับเก็บที่เหมาะสม และ ปลอดภัย ผู้วิจัยจึงนำปัญหาดัง ภาพที่ 3.1 ข้างต้นมาพัฒนาเครื่องตัดพลาสติก โดยผู้วิจัยใช้แบบร่างในการปรึกษาขอคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาดังนี้

1. พัฒนาให้สามารถพับเก็บได้เพื่อให้ใช้พื้นที่เล็กลงและเคลื่อนย้ายได้สะดวก



ภาพที่ 3.4 แสดงการพับเก็บ

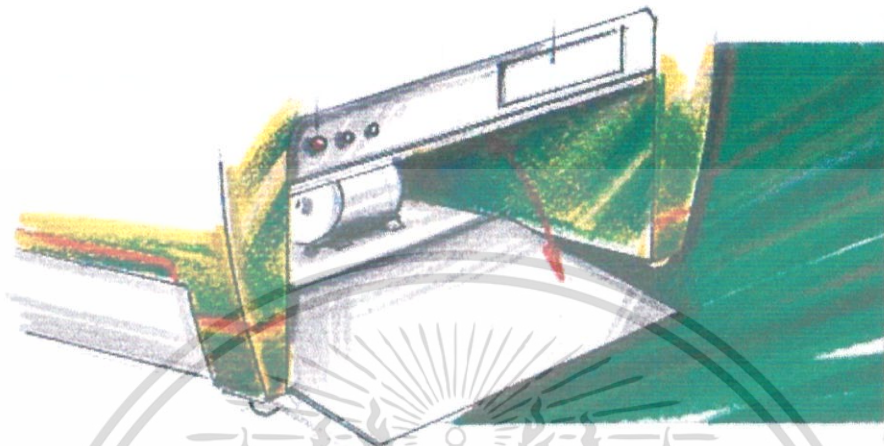
2. ปรับใบเลื่อยมีระดับพอดี และเมื่อไม่ใช้งานควรมีฝาครอบหรือปรับระดับให้ต่ำลง



ภาพที่ 3.5 ใบเลื่อยปรับระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ปรับใบเลื่อยมีระดับพอดี และเมื่อไม่ใช้งานควรมีฝาครอบหรือปรับระดับให้ต่ำลง
4. เลือกใช้ใบเลื่อยที่เหมาะสมกับพลาสติกที่นำมาตัด
5. เลือกใช้มอเตอร์ที่เหมาะสม



ภาพที่ 3.6 มอเตอร์ 1/2 HP

6. จัดวางสายไฟติดตั้งให้ปลอดภัย



ภาพที่ 3.7 ชุดควบคุมไฟฟ้า

7. รูปแบบที่เหมาะสมตามหลักการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อผู้วิจัยมีแนวทางในการพัฒนา แก้ปัญหาในด้านต่าง ๆ เพื่อนำมาปรับปรุงรูปแบบเครื่อง  
ตัดพลาสติกโดยผู้วิจัยได้วางแผนการดำเนินการพัฒนาเครื่องตัดพลาสติกตามขั้นตอน

### 3.2.1.2 การสร้างเครื่องมือ

การสร้างเครื่องมือเพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้ดำเนินการตาม วัตถุประสงค์  
ของการวิจัยมีขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับเครื่องตัดพลาสติกแบบเดิม
2. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
3. แบบสอบถามสภาพการใช้งานเครื่องตัดพลาสติกแบบเดิม และ  
สอบถามความต้องการของผู้ใช้งาน
4. สร้างแบบร่างเพื่อใช้ในการพัฒนารูปแบบ
5. สร้างแบบประเมินประสิทธิภาพด้านออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
6. สร้างแบบประเมินประสิทธิภาพด้านวิศวกรรม
7. สร้างแบบตรวจสอบคุณภาพของแผ่นพลาสติก
8. นำเครื่องมือที่สร้างเสร็จแล้วเสนออาจารย์ผู้ควบคุม เพื่อตรวจสอบ  
แนะนำและปรับปรุงแก้ไข
9. นำเครื่องมือที่สร้างเสร็จแล้วตรวจสอบความเที่ยงตรงเนื้อหาโดย  
ผู้ทรงคุณวุฒิ

### 3.2.1.3 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัยมีดังนี้

1. แบบสอบถามสภาพการใช้งานเครื่องตัดพลาสติกแบบเดิม และสอบถาม  
ถามความต้องการของผู้ใช้งานใช้กับ กลุ่มตัวอย่าง
2. แบบประเมินประสิทธิภาพด้านออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม  
สำหรับ ผู้เชี่ยวชาญประเมินประสิทธิภาพด้านออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม โดยแบ่งออก  
เป็น 2 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 เป็นข้อมูลประเมินประสิทธิภาพด้านออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม  
เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) มี 5 ระดับ ซึ่งดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

- 5 หมายถึงมีประสิทธิภาพระดับมากที่สุด
- 4 หมายถึงมีประสิทธิภาพระดับมาก
- 3 หมายถึงมีประสิทธิภาพระดับปานกลาง
- 2 หมายถึงมีประสิทธิภาพระดับน้อย
- 1 หมายถึงมีประสิทธิภาพระดับต้องปรับปรุง

ตอนที่ 2 แบบสอบถามปลายเปิดและข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับเครื่อง

### ตัดพลาสติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. แบบประเมินประสิทธิภาพภาพด้านวิศวกรรมสำหรับผู้เชี่ยวชาญ ประเมินประสิทธิภาพเครื่องตัดพลาสติกตามมาตรฐาน มอก. โดยแบ่งออกเป็น 2 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 เป็นข้อมูลประเมินประสิทธิภาพด้านวิศวกรรม เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) มี 5 ระดับ ซึ่งดำเนินการตามขั้นตอนนี้

- 5 หมายถึงมีประสิทธิภาพระดับมากที่สุด
- 4 หมายถึงมีประสิทธิภาพระดับมาก
- 3 หมายถึงมีประสิทธิภาพระดับปานกลาง
- 2 หมายถึงมีประสิทธิภาพระดับน้อย
- 1 หมายถึงมีประสิทธิภาพระดับต้องปรับปรุง

ตอนที่ 2 แบบสอบถามปลายเปิดและข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับเครื่องตัดพลาสติก

3.2.2 วัตถุประสงค์ข้อที่ 2 เพื่อเปรียบเทียบความพึงพอใจด้านการใช้งานของเครื่องตัดพลาสติกแบบเดิมกับเครื่องตัดพลาสติกที่พัฒนาขึ้นใหม่

#### 3.2.2.1 การสร้างเครื่องมือ

การสร้างเครื่องมือเพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้ดำเนินการตาม วัตถุประสงค์ของการวิจัยมีขั้นตอนนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. สร้างแบบสอบถามเพื่อเปรียบเทียบความพึงพอใจด้านการใช้งานของเครื่องตัดพลาสติกแบบเดิมกับเครื่องตัดพลาสติกที่พัฒนาขึ้นใหม่
3. นำแบบสอบถามที่สร้างเสร็จแล้วเสนออาจารย์ผู้ควบคุม เพื่อตรวจสอบแนะนำ และปรับปรุงแก้ไข

4. นำแบบสอบถามที่สร้างเสร็จแล้วตรวจสอบความเที่ยงตรงโดยผู้ทรงคุณวุฒิ

#### 3.2.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัยมีดังนี้

แบบสอบถามเพื่อเปรียบเทียบความพึงพอใจด้านการใช้งานของเครื่องตัดพลาสติกแบบเดิมกับเครื่องตัดพลาสติกที่พัฒนาขึ้นใหม่

3.2.3 วัตถุประสงค์ข้อที่ 3 เพื่อทดสอบสัดส่วนคุณภาพของแผ่นพลาสติกที่ตัดด้วยเครื่องพัฒนาขึ้นใหม่

#### 3.2.3.1 การสร้างเครื่องมือ

การสร้างเครื่องมือเพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้ดำเนินการตาม วัตถุประสงค์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของการวิจัยมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นใหม่

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
  2. สร้างแบบตรวจสอบคุณภาพของแผ่นพลาสติกที่ตัดด้วยเครื่องพัฒนา
  3. นำแบบตรวจสอบคุณภาพที่สร้างเสร็จแล้วเสนออาจารย์ผู้ควบคุม
  - เพื่อตรวจสอบ แนะนำและปรับปรุงแก้ไข
  4. นำแบบตรวจสอบคุณภาพ ที่สร้างเสร็จแล้ว ตรวจสอบความเที่ยงตรง
- โดย ผู้ทรงคุณวุฒิ

3.2.3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัยมีดังนี้  
แบบตรวจสอบคุณภาพของแผ่นพลาสติกที่ตัดด้วยเครื่องพัฒนาขั้นใหม่

### 3.2.4 การตรวจสอบเครื่องมือ

1. หลังจากทีผู้วิจัยสร้างเครื่องมือแล้ว ได้นำไปให้อาจารย์ที่ปรึกษา ตรวจสอบความถูกต้อง ของภาษา ความเที่ยงตรงของเนื้อหา ก่อนที่จะนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือ ซึ่งได้คำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษา คือ

รองศาสตราจารย์ สถาพร ศิบุญมี ณ ชุมแพ

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิรัช สุกสังข์

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2. ผู้วิจัยได้นำเครื่องมือที่สร้างแล้วไปตรวจสอบหาค่าความสอดคล้อง IOC จากผู้ทรงคุณวุฒิคือ

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2. ดร. ผดุงชัย ภูพัฒน์

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3. อาจารย์ พรชัย หอสุวรรณศักดิ์

สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล

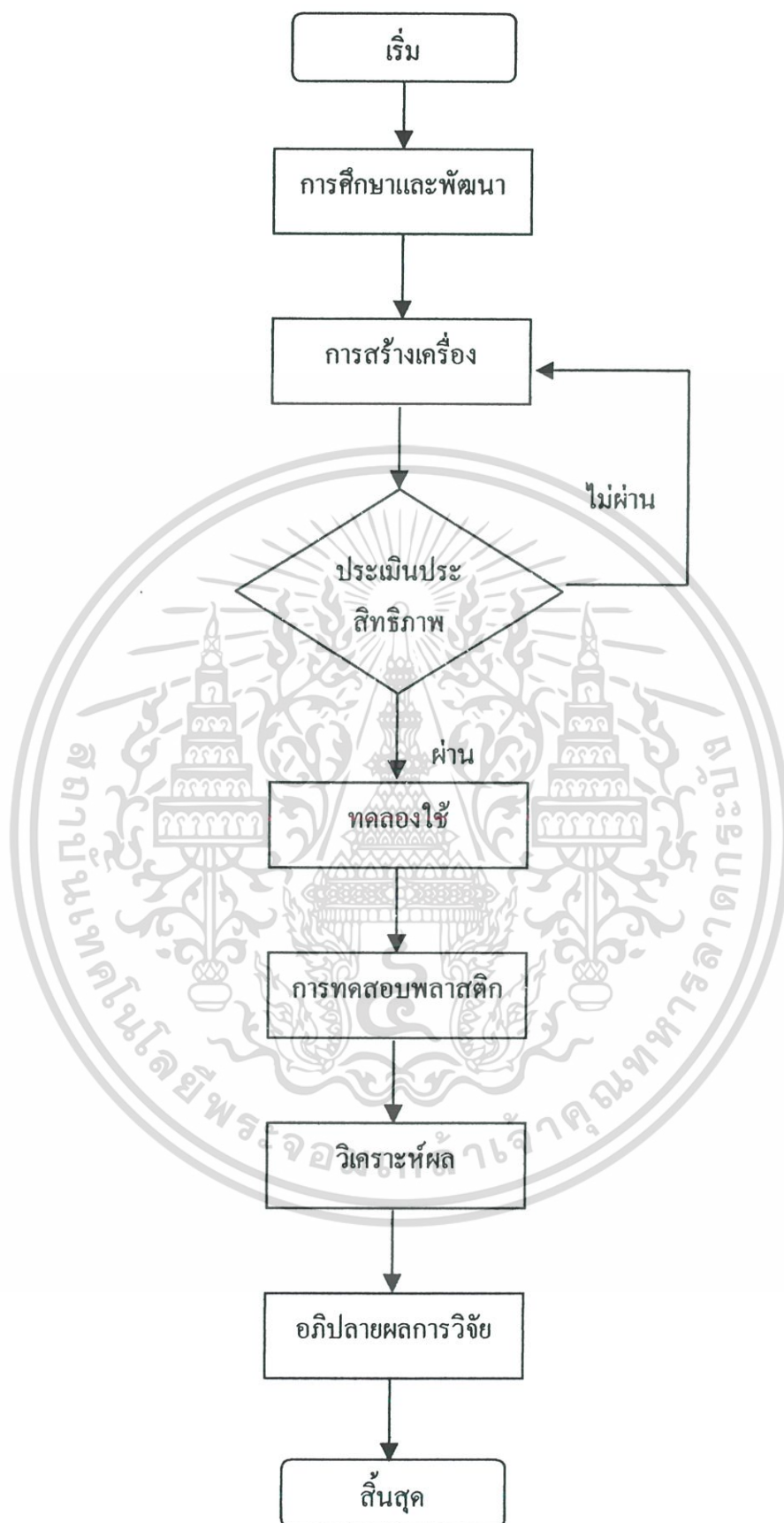
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ผู้วิจัยได้นำเครื่องมือมาแก้ไข เพื่อความสมบูรณ์ถูกต้องแล้วจึงนำไปเก็บข้อมูล

### 3.2.5 ขั้นตอนการพัฒนาผลิตภัณฑ์

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและพัฒนาเครื่องตัดพลาสติก โดยมีขั้นตอนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ดังนี้

1. ทำการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นในการทำวิจัย กฎเกณฑ์และข้อบังคับเบื้องต้นของการออกแบบ การศึกษาและพัฒนาเครื่องตัดพลาสติกจาก กลุ่มวิสาหกิจผลิตงานป้ายโฆษณาขนาดกลางและขนาดย่อม
  2. ทำการศึกษาผลิตภัณฑ์เดิมที่ใช้อยู่ในปัจจุบันและผลิตภัณฑ์ที่ใกล้เคียง
  3. ศึกษาข้อมูลสัดส่วนที่เหมาะสมกับคนไทย และการออกแบบเครื่องจักรที่ถูกต้องเพื่อใช้ในการพัฒนา
  4. การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ การสังเกตจากกลุ่มตัวอย่าง และผู้เชี่ยวชาญในด้านต่างๆ เพื่อใช้สนับสนุนการสร้างและพัฒนาเครื่องตัดพลาสติก
  5. ทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ ผู้เชี่ยวชาญในด้านต่างๆ เพื่อใช้สนับสนุนการสร้างและพัฒนาเครื่องตัดพลาสติก
  6. นำข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากการศึกษามาออกแบบและพัฒนาเครื่องตัดพลาสติกในแบบร่าง (Sketch Design) และนำเสนอพร้อมรับการตรวจจากผู้ทรงคุณวุฒิในด้านต่างๆ แล้วจึงนำมาปรับปรุงแก้ไขจนผ่าน
  7. ระบุแบบและขนาดมิติแบบต่างๆพร้อมเขียนแบบเพื่อการผลิต
  8. สร้างผลิตภัณฑ์ต้นแบบ
  10. นำผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่สร้าง และพัฒนาขึ้นไปประเมินประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ
  11. นำผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่สร้างและพัฒนาขึ้นไปให้กลุ่มตัวอย่างทดลองใช้เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพเครื่องตัดพลาสติกแบบเดิมกับเครื่องตัดพลาสติกที่พัฒนาขึ้นใหม่
  11. นำพลาสติกมาตัดด้วยผลิตภัณฑ์ต้นแบบ เพื่อตรวจสอบคุณภาพพลาสติกโดยผู้เชี่ยวชาญ
  12. นำผลที่ได้จากการประเมินประสิทธิภาพ, การเปรียบเทียบประสิทธิภาพ, การนำพลาสติกตรวจสอบคุณภาพ มาทำการวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติเพื่อสรุปผลการวิจัย
- ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและพัฒนาเครื่องตัดพลาสติกตามแผนดำเนินการพัฒนาตามขั้นตอนดังนี้



ภาพที่ 3.8 แผนดำเนินการพัฒนาเครื่องตัดพลาสติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องตัดพลาสติกแบบเดิม กับกลุ่มตัวอย่าง วิชาทกผลิตงานป้ายโฆษณาขนาดกลางและขนาดย่อม โดยการสอบถาม การสังเกต การจดบันทึก และวิธีดังนี้

1. เก็บจากการสอบถามสภาพปัญหาจากกลุ่มตัวอย่าง และจากผู้เชี่ยวชาญโดยการจดบันทึก
2. เก็บจากแบบสอบถามสภาพการใช้งานเครื่องตัดพลาสติกแบบเดิม และสอบถามความต้องการของผู้ใช้งานจากกลุ่มสมาชิกสมาคมผู้ผลิตป้ายโฆษณา
3. เก็บจากแบบประเมินประสิทธิภาพด้านออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
4. เก็บจากแบบประเมินประสิทธิภาพด้านวิศวกรรม
5. เก็บจากแบบสอบถามเปรียบเทียบประสิทธิภาพเครื่องตัดพลาสติก แบบเดิมกับเครื่องตัดพลาสติกที่พัฒนาขึ้นใหม่
6. เก็บจากแบบตรวจสอบคุณภาพของแผ่นพลาสติกที่ตัดด้วยเครื่องพัฒนาขึ้นใหม่

### 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับเครื่องตัดพลาสติก การวิเคราะห์ข้อมูลจากการพิจารณาสภาพปัญหา และเครื่องตัดพลาสติกแบบเดิม เพื่อเป็นแนวทาง ในการพัฒนาเครื่องตัดพลาสติก

3.4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลหาค่าความสอดคล้อง IOC จากผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน

3.4.3 การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามสภาพการใช้งานเครื่องตัดพลาสติกแบบเดิม และสอบถามความต้องการของผู้ใช้งานจากกลุ่มสมาชิกสมาคมผู้ผลิตป้ายโฆษณาโดยใช้ค่าสถิติ ความถี่ ร้อยละ

3.4.4 การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินประสิทธิภาพด้านออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมโดยผู้เชี่ยวชาญ
2. การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินประสิทธิภาพเครื่องตัดพลาสติกโดยผู้เชี่ยวชาญ

การประเมินได้รับความอนุเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญ ที่แสดงความคิดเห็น ในด้านต่างๆ โดยใช้ค่าสถิติ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในการวิเคราะห์ข้อมูล โดยมีเกณฑ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.50-5.00	หมายถึง	มีประสิทธิภาพในระดับดีมาก
3.50-4.49	หมายถึง	มีประสิทธิภาพในระดับดี
2.50-3.49	หมายถึง	มีประสิทธิภาพในระดับปานกลาง
1.50-2.49	หมายถึง	มีประสิทธิภาพในระดับน้อย
1.00-1.49	หมายถึง	มีประสิทธิภาพในระดับต้องปรับปรุง

ในการวิเคราะห์ข้อมูลครั้งนี้ เป็นประโยชน์อย่างยิ่งเพื่อแสดงให้เห็นประสิทธิภาพด้านต่าง ๆ ชัดเจนขึ้น

3.4.5 การวิเคราะห์ข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างเปรียบเทียบความพึงพอใจเครื่องตัดพลาสติกแบบเดิมกับเครื่องตัดพลาสติกที่พัฒนาขึ้นใหม่ โดยใช้ค่าสถิติ t-test dependent Samples

3.4.6 การวิเคราะห์คุณภาพของพลาสติกที่ตัดด้วยเครื่องพัฒนาขึ้นใหม่ โดยใช้ค่าสถิติ ความถี่ ร้อยละ



## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์

การวิเคราะห์ข้อมูลในการศึกษาและพัฒนาเครื่องตัดพลาสติกสำหรับวิสาหกิจผลิตงานป้ายโฆษณาขนาดกลางและขนาดย่อม วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลไว้ดังนี้

4.1 ผลการพัฒนาเครื่องตัดพลาสติก

4.2 ผลการเปรียบเทียบความพึงพอใจด้านการใช้งานของเครื่องตัดพลาสติกแบบเดิมกับเครื่องตัดพลาสติกที่พัฒนาขึ้นใหม่

4.3 ผลการทดสอบสัดส่วนคุณภาพของแผ่นพลาสติกที่ตัดด้วยเครื่องพัฒนาขึ้นใหม่

#### 4.1 ผลการพัฒนาเครื่องตัดพลาสติก

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลจากเอกสาร คำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และศึกษาสภาพปัญหาการใช้งานของเครื่องแบบเดิม เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบเครื่องตัดพลาสติกดังนี้

##### 4.1.1 ระบบส่งกำลัง และชุดควบคุมไฟ

4.1.1.1 มอเตอร์ ขนาด ½ HP 8,000 RPM 3 เฟส ใช้ไฟฟ้า 240/380 V การวางตำแหน่งมอเตอร์ให้ห่างจากใบเลื่อยเพื่อความปลอดภัยในการทำงาน (สระเชษฐ รุ่งวัฒนพงษ์)

4.1.1.2 มอเตอร์เครื่องดูดฝุ่น ใช้มอเตอร์ขนาด ½ HP พลังขับเคลื่อนดูด 350 mm. /water ใช้ไฟฟ้า 220/240 V 8.5 W

4.1.1.3 เพลา ใช้เหล็กตันกลึงเป็นแท่งกลม เส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5" ยาว 35 cm.

4.1.1.4 ชุดควบคุมไฟ สวิตช์ ปิด-เปิดในการออกแบบจำเป็นต้องมีอุปกรณ์ต่าง ๆ ในการควบคุมการทำงานโดยผู้วิจัยได้เลือกใช้สวิตช์แบบสปริง ตั้ง ON และ OFF มีการจัดวางตำแหน่งให้ใกล้บริเวณที่ผู้ใช้งานทำงาน และสวิตช์เปิดไฟด้านในใช้แบบกด

4.1.1.5 สายไฟ OPVC-JZ 5x2.50 แบบกลม เส้นผ่าศูนย์กลาง 7 mm. สีดำ

4.1.1.6 ใบเลื่อย ใช้เลื่อยใบจักรฟันถี่ 4 ซี่/ นิ้ว ใบเลื่อยมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 10"

##### 4.1.2 ตัวโครงสร้างแบ่งออกเป็นสำคัญดังนี้

1. โครงสร้างภายใน โครงสร้างภายในทั้งหมดเลือกใช้วัสดุเหล็กฉาก 5 cm.หนา 2 mm.ซึ่งง่ายต่อการเชื่อมประกอบ และส่วนประกอบภายในประกอบด้วย

(1) มอเตอร์ขนาด ½ HP ใช้ในการขับใบเลื่อยโดยส่งกำลังไปที่เพลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งอยู่ติดกับฟูล์

(2) มอเตอร์ดูดฝุ่น ขนาด  $\frac{1}{2}$  HP ที่ใช้ในการดูดฝุ่น โดยมีท่อลูมิเนียมผ่าศูนย์กลาง 3 " ซึ่งต่อไปยังถุงเก็บฝุ่น

(3) ถาดรองฝุ่น สังกะสีขึ้นรูป ขนาด 35x50x30 cm.

(4) ถุงเก็บฝุ่นใช้ผ้าขนาด 35x05 cm.

2. วัสดุประกอบภายนอก ผู้วิจัยเลือกใช้ ไม้ MDF เป็นไม้ที่มีความหนาแน่นที่ดี ไม้ผสมทางวิทยาศาสตร์ ปิดด้านข้าง ซึ่งง่ายต่อการผลิตและการเชื่อมในระบบอุตสาหกรรม

(1) ลินชักเก็บอุปกรณ์ ใช้ ไม้ MDF

(2) ช่องเปิดด้านหน้า ใช้พลาสติกหนา 8 mm.

3. ส่วนบนของตัวเครื่องตัดพลาสติกประกอบด้วยส่วนสำคัญดังนี้

(1) ส่วนพื้นด้านบนของตัวเครื่อง เลือกใช้ไม้เนื้อแข็ง ปิดผิวด้วยแผ่น

ฟอร์ไมก้าแบบด้านทนต่อการขีดข่วน

(2) ฉากกันระยษะพลาสติกเพื่อใช้ในการกันระยษะตัดแผ่นพลาสติก เลือกใช้เหล็กกล่องขนาด 1 x 2 นิ้ว เลื่อนด้วยการมีล้อเลื่อนตามรางเลื่อน และการยึดโดยใช้น็อตทางปลาหมุน

ล็อก

(3) รางเลื่อนติดข้าง ใส่วัสดุที่เลือกใช้เป็นลูมิเนียมใช้ในการยึดฉากกัน

ระยษะ

4. ขาเครื่องตัดพลาสติกผู้วิจัยใช้เหล็กฉาก หน้ากว้าง  $1\frac{1}{2}$ " หนา 5 cm.

5. ล้อสำหรับเคลื่อนย้าย ใช้แบบล้อคล้อ เป็นล้อกลมทำด้วยลูมิเนียมหุ้มด้วยยาง

#### 4.1.3 ผลการวิเคราะห์เครื่องตัดพลาสติกจากกลุ่มตัวอย่าง

1. การวิเคราะห์แบบสอบถามจากกลุ่มตัวอย่างตอนที่ 1 มีความเห็นที่สอดคล้องกัน โดยผู้วิจัยได้ใช้สถิติ ความถี่ และ ค่าร้อยละ เป็นเกณฑ์ในการสรุปข้อมูลเพื่อนำมาเป็นแนวทางในการพัฒนาเครื่องตัดพลาสติกให้ตอบสนองความต้องการในการใช้งานมากที่สุดเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อสรุปได้ดังนี้

ข้อที่

(1) พลาสติกที่ใช้บ่อยที่สุดมีความหนาเท่าใด ผลการเลือกความหนาที่

3-4 มิลลิเมตร

(2) ขนาดของพลาสติกที่ใช้บ่อยที่สุดมีขนาดเท่าใด ผลการเลือกขนาด

120 x 240

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3) เครื่องตัดพลาสติกปัจจุบันทำงานมาน้อยเพียงใดต่อวัน ผลการเลือก  
3 ชั่วโมง

(4) ท่านคิดว่าเครื่องตัดพลาสติกควรมี ประโยชน์ใช้สอย อื่นอีกหรือไม่  
นอกเหนือจากการตัดพลาสติก ผลการเลือก ใช้ตัด

(5) ท่านคิดว่าการปรับระดับใบเลื่อยขึ้น ลง ควรปรับลักษณะแบบใดจึง  
จะสะดวกในการใช้งานผลการเลือก ปรับตามความหนาของแผ่นพลาสติก

(6) โครงสร้างของเครื่องตัดพลาสติกควรจะใช้วัสดุประเภทใดจึงจะเหมาะสม  
ผลการเลือกใช้

(7) ท่านคิดว่าเครื่องตัดพลาสติกควรมีที่เก็บฝุ่นละอองอย่างไร ผลการ  
เลือก ให้มีภาชนะรองรับอยู่ด้านล่าง

(8) เครื่องตัดพลาสติกที่ท่านใช้ปัจจุบันมีความสวยงามมาน้อยเพียงใด  
ผลการเลือกต้องปรับปรุง

(9) ท่านคิดว่ารูปทรงพื้นที่การใช้งานควรจะเป็นแบบใดจึงใช้งานได้  
สะดวก ผลการเลือก เป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส

(10) ท่านคิดว่าการจัดวางใบเลื่อยในลักษณะใดต่อไปนี้จะสะดวกในการใช้  
งานมากที่สุด ผลการเลือก โดยให้ใบเลื่อยอยู่ด้านซ้ายมือ

2. ผลการวิเคราะห์ สภาพปัญหาเครื่องตัดพลาสติกแบบเดิมที่กลุ่มตัวอย่างมีปัญหา  
ในการใช้งานพบว่า ความถี่เท่ากับ 3 ได้แก่ โครงสร้างหนัก ยากต่อการเคลื่อนย้าย มีฝุ่นละอองตก  
ค้างบนพื้นที่การใช้งาน สภาพปัญหาที่มีความถี่เท่ากับ 2 ได้แก่ ปุ่มสวิทช์ปิดเปิด ไม่สะดวกต่อการ  
ใช้งาน ฝุ่นละอองติดที่ใบเลื่อยทำให้ตัดชิ้นงานไม่สวยงาม ยากต่อการซ่อมบำรุง สภาพปัญหาที่มี  
ความถี่เท่ากับ 1 ได้แก่ พื้นที่การใช้งานเล็กเกินไป ใบเลื่อยชำรุดบ่อย ชิ้นงานที่ตัดเกิดการสูญเสีย  
ของผิวหน้า เกิดรอยบิ่นของชิ้นงานในขณะที่ตัดพลาสติก และสภาพปัญหาที่ไม่พบ ความถี่เท่ากับ 0  
ได้แก่ มีความสูงที่ไม่สะดวกต่อการใช้งาน หาชื้ออะไหล่เปลี่ยนยากเมื่อมีการชำรุด ความถี่เท่ากับ 0  
คิดเป็น 0%

#### 4.1.4 ผลการวิเคราะห์ด้านการพัฒนาเครื่องตัดพลาสติก

โดยการพัฒนาอีกรอบแนวความคิดของ มนตรี ยอดบางเตย (2538:72-73) กล่าวว่า หลังจาก  
จากการเตรียมงานขั้นแรกแล้ว ทำการออกแบบให้เกิดรูปทรงใหม่ ซึ่งมีความสัมพันธ์กับความงาม  
ทางด้านศิลปะ การออกแบบผลิตภัณฑ์ต้องคำนึงถึงหลักการดังต่อไปนี้

1. หน้าที่ใช้สอย (Function)

2. ความปลอดภัย (Safety)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ความสะดวกสบายในการใช้ ( Ergonomics )
4. ความสวยงามน่าใช้ ( Aesthetic or Sales Appeal )
5. สามารถซ่อมแซมได้ง่าย (Ease of Maintenance)

ผลการประเมินประสิทธิภาพทางด้านออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมโดยผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินจากแบบสอบถามตอนที่ 1 ปรากฏผลการวิเคราะห์ตารางที่ 4.1 ดังนี้

ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผู้เชี่ยวชาญประเมินประสิทธิภาพทางด้านออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (N = 3)

ข้อ	รายการ	$\bar{X}$	SD.	ระดับ ประสิทธิภาพ
1	ด้านหน้าที่ใช้สอย			
	1.1 สามารถตัดพลาสติกได้ไม่เสียรูปทรง	4.33	0.57	ดี
	1.2 มีหน้าที่ใช้สอยในการตัดพลาสติกสำหรับงานป้ายโฆษณา	4.33	0.57	ดี
	1.3 มีความสะดวกในการดูแลรักษาเครื่อง	4.66	0.57	ดีมาก
	1.4 สามารถทำความสะอาดในส่วนต่างๆได้	4.33	0.57	ดี
	1.5 สามารถตัดพลาสติกได้ตามขนาดที่ต้องการ	4.33	0.57	ดี
	รวมค่าเฉลี่ยเฉพาะด้าน	4.39	0.57	ดี
2	ด้านความปลอดภัย			
	2.1 ผู้ใช้มีความปลอดภัยขณะใช้เครื่องตัดพลาสติก	4.33	1.15	ดี
	2.2 ใบเลื่อยเมื่อไม่ใช้งานมีการจัดเก็บที่ปลอดภัย	4.66	0.57	ดีมาก
	2.3 ความปลอดภัยจากระบบไฟฟ้าในขณะที่ทำงาน	4.33	1.15	ดี
	2.4 ความปลอดภัยจากวัสดุที่ใช้ในการผลิตโครงสร้าง	4.33	0.57	ดี
	2.5 ตำแหน่งการจัดวางปุ่มตัดไฟที่สัมพันธ์กับผู้ใช้	4.00	1.00	ดี
	2.6 เครื่องมีความปลอดภัยจากระบบกลไกในการทำงาน	3.66	1.52	ดี
	รวมค่าเฉลี่ยเฉพาะด้าน	4.38	0.99	ดี
3	ด้านความสะดวกสบายในการใช้			
	3.1 เครื่องมีความสูงที่เหมาะสมกับการใช้งาน	5.00	0.00	ดีมาก
	3.2 การจัดวางตำแหน่งของสวิตช์ควบคุมการทำงานมีความสะดวกต่อผู้ใช้งาน	4.66	0.57	ดีมาก
	3.3. ใบเลื่อยสามารถถอดประกอบทำความสะอาดได้ง่าย	4.33	0.57	ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ลำดับ	รายการ	$\bar{X}$	SD.	ระดับ ประสิทธิภาพ
	3.4 สามารถเคลื่อนย้ายเครื่องได้สะดวก	4.33	0.57	ดี
	3.5 ความเหมาะสมของพื้นที่ในการใช้งาน	3.33	1.15	ปานกลาง
	รวมค่าเฉลี่ยเฉพาะด้าน	4.33	0.76	ดี
<b>4</b>	<b>ด้านความสวยงามน่าใช้</b>			
	4.1 เครื่องมีรูปทรงสวยงามน่าใช้	4.00	1.00	ดี
	4.2 เครื่องมีรูปแบบที่ทันสมัย	3.66	0.57	ดี
	4.3 การเลือกใช้สีที่เหมาะสมกับเครื่องตัดพลาสติก	4.33	0.57	ดี
	4.4 การเลือกใช้สีในการตกแต่งเครื่อง	4.00	1.00	ดี
	รวมค่าเฉลี่ยเฉพาะด้าน	3.99	0.93	ดี
<b>5</b>	<b>ด้านการซ่อมแซม</b>			
	5.1 สามารถถอดเปลี่ยนใบเลื่อยเพื่อการซ่อมแซม	5.00	0.00	ดีมาก
	5.2 เครื่องสามารถเปลี่ยนอะไหล่ได้ง่ายเมื่อมีการชำรุด	5.00	0.00	ดีมาก
	5.3 สามารถถอดเปลี่ยนสายพานได้สะดวก	4.33	0.57	ดี
	5.4 ล้อเลื่อนเมื่อมีการชำรุดสามารถถอดเปลี่ยนได้	4.33	0.57	ดี
	5.5 มีป้ายบอกลักษณะการเปลี่ยนอะไหล่หรือซ่อมแซม	4.66	0.57	ดีมาก
	5.6 พื้นที่ด้านบนสำหรับวางตัดพลาสติกสามารถเปลี่ยนได้เมื่อชำรุด	5.00	0.00	ดีมาก
	รวมค่าเฉลี่ยเฉพาะด้าน	4.77	0.28	ดีมาก
	รวมค่าเฉลี่ย	4.37	0.70	ดี

จากตาราง 4.1 พบว่า ผู้เชี่ยวชาญประเมินประสิทธิภาพทางด้านออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมในระดับดี รวมค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.37 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน ด้านที่มีประสิทธิภาพสูงสุด ด้านที่ 5 ด้านการซ่อมแซม โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.77 และเมื่อวิเคราะห์เป็นรายข้อ มีประสิทธิภาพสูงสุด โดยค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 ในด้านที่ 3 ด้านความสะดวกสบายในการใช้ ข้อที่ 3.1 เครื่องมีความสูงที่เหมาะสมกับการใช้งาน ( $\bar{X}=5.00$ ) ในด้านที่ 5 ด้านการซ่อมแซม ข้อที่ 5.1 สามารถถอดเปลี่ยนใบเลื่อยเพื่อการซ่อมแซม ( $\bar{X}=5.00$ ) ข้อที่ 5.2 เครื่องสามารถเปลี่ยนอะไหล่ได้ง่ายเมื่อมีการชำรุด ( $\bar{X}=5.00$ ) ข้อที่ 5.6 พื้นที่ด้านบนสำหรับวางตัดพลาสติกสามารถเปลี่ยนได้เมื่อชำรุด ( $\bar{X}=5.00$ ) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านเรียงตามลำดับด้านที่มีประสิทธิภาพค่าเฉลี่ยสูงสุดดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.1.5 ผลการประเมินประสิทธิภาพทางด้านวิศวกรรม

4.1.5.1 โดยการพัฒนาอีกรอบแนวความคิดของ วริทธิ์ อิงภากรณ์. (2540 :13) กล่าวว่า สิ่งสำคัญที่สุดที่จะต้องคำนึงถึงในการออกแบบเครื่องจักรกล คือ ความแข็งแรง (Strength) เป็นองค์ประกอบหลักในการกำหนดรูปร่างและขนาดของชิ้นส่วน ความแข็งแรงจึงเป็นข้อพิจารณาในการออกแบบที่สำคัญอย่างหนึ่ง และสิ่งอื่นๆ อีก เช่น ระบบต่างๆ ของเครื่องจักรกล ผลึกภัณฑ์ โครงสร้าง อุปกรณ์ ความปลอดภัย และ ชิ้นส่วนของเครื่องจักรกลต่าง ๆ ที่ประกอบเข้าด้วยกันจะต้องพิจารณา ให้ใช้มาตรฐานภายในประเทศ (มอก.) ซึ่งอาจจะเป็นสิ่งที่ทำให้เกิดกระทบกระเทือนต่อการออกแบบชิ้นส่วน หรือเครื่องจักร หรือใช้งานได้ไม่ถึงขีดความสามารถตามที่ออกแบบไว้ เพื่อให้ใช้งานได้ถึงขีดความสามารถตามที่ออกแบบไว้ และการออกแบบตามหลัก ด้านวิศวกรรม เครื่องกล ด้านวิศวกรรมอุตสาหกรรม ด้านวิศวกรรมไฟฟ้า

โดยผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินจากแบบสอบถามตอนที่ 1 ปรากฏผลการวิเคราะห์ตารางที่ 4.2 ดังนี้

ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผู้ตอบแบบประเมินประสิทธิภาพทางด้านวิศวกรรม (N = 3)

ลำดับ	รายการ	$\bar{X}$	SD.	ระดับ ประสิทธิภาพ
1	ด้านวิศวกรรมเครื่องกล			
	1. การเลือกใช้ชนิดของมอเตอร์ที่ไปขับตัวพู่เลย์	4.66	0.57	ดีมาก
	2. การเลือกใช้พู่เลย์ที่ไปขับใบเลื่อยตัดพลาสติก	4.66	0.57	ดีมาก
	3. การจัดวางตำแหน่งของมอเตอร์จัดวางได้เหมาะสม	4.66	0.57	ดีมาก
	4. การจัดวางตำแหน่งมอเตอร์เครื่องดูดฝุ่นจัดวางได้เหมาะสม	4.66	0.57	ดีมาก
	5. การเลือกใช้ชนิดของสายพานที่มีความเหมาะสม	4.66	0.57	ดีมาก
	6. การเลือกใช้ใบเลื่อยที่นำมาตัดพลาสติก	4.33	0.57	ดี
	7. การเลือกใช้อุปกรณ์ที่นำมายึดกับมอเตอร์	4.33	0.57	ดี
	8. การเลือกใช้วัสดุที่นำมาผลิต โครงสร้างของเครื่องตัดพลาสติกสามารถรับแรงสั่นสะเทือนในขณะที่เครื่องทำงาน	3.66	0.57	ดี
	9. การเลือกใช้วัสดุที่นำมาผลิต โครงสร้างสามารถจ่ายต่อการประกอบชิ้นส่วน	4.66	0.57	ดีมาก
	10. เครื่องสามารถถอดอุปกรณ์ต่างๆ นำมาซ่อมแซมได้ง่าย	5.00	0.00	ดีมาก
	11. เครื่องตัดพลาสติกมีระบบระบายความร้อนได้ดี	5.00	0.00	ดีมาก
	รวมค่าเฉลี่ยเฉพาะด้าน	4.57	0.46	ดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

ลำดับ	รายการ	$\bar{X}$	SD.	ระดับ ประสิทธิภาพ
<b>2</b>	<b>ด้านวิศวกรรมไฟฟ้า</b>			
	1. การเลือกใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้า	4.66	0.57	ดีมาก
	2. การจัดเก็บสายไฟในตู้เครื่องมีความเป็นระเบียบเรียบร้อย	4.66	0.57	ดีมาก
	3. ความเหมาะสมในการเลือกใช้อุปกรณ์ควบคุมการทำงานของตู้เครื่อง	4.66	0.57	ดีมาก
	4. ความเหมาะสมในการเลือกชนิดและขนาดของสายไฟในตู้เครื่อง	4.66	0.57	ดีมาก
	5. ความเหมาะสมของอุปกรณ์ในการเชื่อมต่อสายต่างๆ ในตู้เครื่อง	5.00	0.00	ดีมาก
	6. ความเหมาะสมในการออกแบบป้ายบอกวงจรไฟฟ้าในตู้เครื่องเพื่อความสะดวกในการดูแลรักษาและซ่อมแซม	4.66	0.57	ดีมาก
	7. ความเหมาะสมในการเลือกใช้หลอดไฟที่แสดงถึงเครื่องกำลังทำงาน	4.33	0.57	ดี
	8. ความเหมาะสมในการเลือกใช้อุปกรณ์ในการม้วนเก็บสายไฟ	5.00	0.00	ดีมาก
	9. ความเหมาะสมในการมีสายดินเพื่อป้องกันอันตรายจากระบบไฟฟ้า	4.33	0.57	ดี
	10. มอเตอร์ที่ใช้มีขนาดและกำลังที่พอจะสามารถนำไปขับสายพาน	4.66	0.57	ดีมาก
	11. มอเตอร์ที่ใช้มีขนาดและกำลังที่เหมาะสมสำหรับการดูดฝุ่น	5.00	0.00	ดีมาก
	รวมค่าเฉลี่ยเฉพาะด้าน	4.57	0.41	ดีมาก
<b>3</b>	<b>ด้านวิศวกรรมอุตสาหกรรม</b>			
	1. เครื่องมีความเหมาะสมด้านต้นทุนการผลิตในระบบอุตสาหกรรม	4.33	0.57	ดี
	2. การออกแบบเครื่องมีความสะดวกในการใช้งาน	4.33	0.57	ดี
	3. ความเหมาะสมในการเลือกใช้วัสดุ	5.00	0.00	ดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

ลำดับ	รายการ	$\bar{X}$	SD.	ระดับ ประสิทธิภาพ
	4. ความเหมาะสมการเลือกใช้ระบบในการควบคุมการทำงานของตัวเครื่อง	4.66	0.57	ดีมาก
	5. การออกแบบเครื่องสามารถดูแลรักษาได้ง่าย	5.00	0.00	ดีมาก
	6. เครื่องมีความปลอดภัยจากอุปกรณ์ที่นำมาผลิตตัวเครื่อง	4.66	0.57	ดีมาก
	7. เครื่องมีความปลอดภัยจากอุปกรณ์ที่เลือกใช้ควบคุมระบบไฟฟ้าของเครื่อง	4.66	0.57	ดีมาก
	8. การเลือกใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ในตัวเครื่องสามารถหาซื้อได้ง่าย	4.66	0.57	ดีมาก
	9. การเลือกใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ในตัวเครื่องสามารถถอดเปลี่ยนเพื่อการซ่อมแซมได้	5.00	0.00	ดีมาก
	10. รูปแบบของเครื่องสามารถผลิตได้ง่ายในระบบอุตสาหกรรม	4.66	0.57	ดีมาก
	11. ความเหมาะสมของวัสดุที่ทำมาผลิต โครงสร้างมีความแข็งแรงตามอายุการใช้งานจริง	4.33	0.57	ดี
	12. ความเหมาะสมของวัสดุที่ทำมาผลิต โครงสร้างสามารถรับแรงสั่นสะเทือนของมอเตอร์	4.33	0.57	ดี
	รวมค่าเฉลี่ยเฉพาะด้าน	4.63	0.42	ดีมาก
	รวมค่าเฉลี่ย	4.59	0.48	ดีมาก

จากตาราง 4.2 พบว่า ผู้เชี่ยวชาญประเมินประสิทธิภาพทางด้านวิศวกรรม มีประสิทธิภาพในระดับดีมาก รวมค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.59 เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 จากตารางเรียงตามลำดับด้านที่ประสิทธิภาพสูงสุด ด้านวิศวกรรมอุตสาหกรรม ( $\bar{X} = 4.63$ ) ด้านวิศวกรรมเครื่องกล ( $\bar{X} = 4.57$ ) ด้านวิศวกรรมไฟฟ้า ( $\bar{X} = 4.57$ ) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อเรียงตามด้านที่มีประสิทธิภาพสูงสุด

## 4.2 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความพึงพอใจด้านการใช้งานของเครื่องตัดพลาสติกแบบเดิมกับเครื่องตัดพลาสติกที่พัฒนาขึ้นใหม่

ตารางที่ 4.3 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เปรียบเทียบความพึงพอใจด้านการใช้งานของเครื่องตัดพลาสติกแบบเดิมกับเครื่องตัดพลาสติกที่พัฒนาขึ้นใหม่ (N= 45)

ข้อ	รายการ	เครื่องใหม่		เครื่องเดิม		t	Sig
		$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$	SD		
<b>1</b>	<b>ด้านหน้าที่ใช้สอย</b>						
	1.1 สามารถตัดพลาสติกได้ไม่เสียรูปทรง	4.28	0.78	3.02	0.56	8.61	.000*
	1.2 มีหน้าที่ใช้สอยในการตัดพลาสติกสำหรับงานป้ายโฆษณา	4.17	0.71	4.00	0.00	1.66	.103
	1.3 มีความสะดวกในการดูแลรักษาเครื่อง	4.26	0.53	2.97	0.39	12.44	.000*
	1.4 สามารถทำความสะอาดในส่วนต่างๆ ได้	4.04	0.79	2.73	1.03	6.23	.000*
	1.5 สามารถตัดพลาสติกได้ตามขนาดที่ต้องการ	4.55	0.54	3.33	1.06	6.60	.000*
	รวมค่าเฉลี่ยเฉพาะด้าน	4.26	0.67	3.21	0.60	7.10	0.02*
<b>2</b>	<b>ด้านความปลอดภัย</b>						
	2.1 ผู้ใช้มีความปลอดภัยขณะใช้เครื่องตัดพลาสติก	3.57	0.76	2.08	0.76	11.37	.000*
	2.2 ใบเลื่อยเมื่อไม่ใช้งานมีการจัดเก็บที่ปลอดภัย	3.77	0.76	2.08	0.76	11.37	.000*
	2.3 ความปลอดภัยจากระบบไฟฟ้าในขณะที่ทำงาน	4.40	0.53	2.64	0.85	11.47	.000*
	2.4 ความปลอดภัยจากวัสดุที่ใช้ในการผลิตโครงสร้าง	4.40	0.53	2.11	0.77	12.24	.000*
	2.5 ตำแหน่งการจัดวางปุ่มตัดไฟที่สัมพันธ์กับผู้ใช้	4.13	0.72	2.42	0.65	12.47	.000*
	2.6 เครื่องมีความปลอดภัยจากระบบกลไกในการทำงาน	3.73	0.61	2.42	0.65	10.37	.000*
	รวมค่าเฉลี่ยเฉพาะด้าน	4.33	0.57	2.29	0.74	11.54	.000*
<b>3</b>	<b>ความสะดวกสบายในการใช้</b>						
	3.1 เครื่องมีความสูงที่เหมาะสมกับการใช้งาน	4.13	0.72	3.22	0.76	5.64	.000*
	3.2 การจัดวางตำแหน่งของสวิทช์ควบคุมการทำงานมีความสะดวกต่อผู้ใช้งาน	4.28	0.66	2.86	0.84	8.38	.000*
	3.3. ใบเลื่อยสามารถถอดประกอบทำความสะอาดได้ง่าย	4.15	0.70	2.97	0.83	8.43	.000*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

ข้อ	รายการ	เครื่องใหม่		เครื่องเดิม		t	Sig
		$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$	SD		
	3.4 สามารถเคลื่อนย้ายเครื่องได้สะดวก	4.17	0.57	2.88	0.95	8.34	.000*
	3.5 ความเหมาะสมของพื้นที่ในการใช้งาน	4.04	0.67	2.73	0.57	9.77	.000*
	รวมค่าเฉลี่ยเฉพาะด้าน	4.15	0.66	2.93	0.79	8.12	.000*
<b>4</b>	<b>ด้านความสวยงามน่าใช้</b>						
	4.1 เครื่องมีรูปทรงสวยงามน่าใช้	4.35	0.74	2.24	0.52	15.15	.000*
	4.2 เครื่องมีรูปแบบที่ทันสมัย	4.22	0.73	2.0	0.63	16.52	.000*
	4.3 การเลือกใช้สีที่เหมาะสมกับเครื่องตัดพลาสติก	4.06	0.80	2.37	0.64	10.26	.000*
	4.4 การเลือกใช้สีในการตกแต่งเครื่อง	3.97	0.65	2.35	0.71	10.57	.000*
	รวมค่าเฉลี่ยเฉพาะด้าน	4.15	0.73	2.24	0.62	13.12	.000*
<b>5</b>	<b>ด้านการซ่อมแซม</b>						
	5.1 สามารถถอดเปลี่ยนใบเลื่อยเพื่อการซ่อมแซม	4.28	0.72	3.00	0.95	7.10	.000*
	5.2 เครื่องสามารถเปลี่ยนอะไหล่ได้ง่ายเมื่อมีการชำรุด	4.08	0.90	2.91	0.76	6.23	.000*
	5.3 สามารถถอดเปลี่ยนสายพานได้สะดวก	4.26	0.83	2.95	0.87	6.70	.000*
	5.4 ล้อเดินเมื่อมีการชำรุดสามารถถอดเปลี่ยนได้	4.28	0.62	2.84	0.92	7.84	.000*
	5.5 มีป้ายบอกลักษณะการเปลี่ยนอะไหล่หรือซ่อมแซม	4.37	0.61	1.91	0.63	17.10	.000*
	5.6 พื้นที่ด้านบนสำหรับวางตัดพลาสติกสามารถเปลี่ยนได้เมื่อชำรุด	4.40	0.53	2.18	0.84	12.56	.000*
	รวมค่าเฉลี่ยเฉพาะด้าน	4.27	0.72	2.63	0.82	9.58	.000*
	รวมค่าเฉลี่ย	4.23	0.69	2.66	0.71	9.89	.000*

\* $P < 0.05$  แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากตารางที่ 4.5 พบว่าผลวิเคราะห์การเปรียบเทียบความพึงพอใจด้านการใช้งานของเครื่องตัดพลาสติกแบบเดิมกับเครื่องตัดพลาสติกที่พัฒนาขึ้นใหม่ โดยกลุ่มตัวอย่างจากตาราง Sig. (2-Tailed) ค่าความน่าจะเป็นในการยอมรับสมมุติฐานเท่ากับ 0.00 มีค่าน้อยกว่าค่านัยสำคัญที่ตั้งไว้ในระดับ 0.05 แสดงว่า เครื่องตัดพลาสติกที่พัฒนาขึ้นใหม่ มีความพึงพอใจมากกว่าเครื่องตัดพลาสติกแบบเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

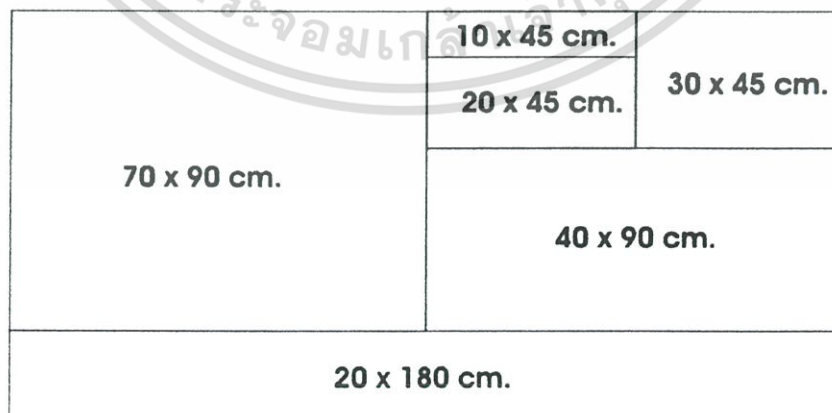
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.3 ผลการทดสอบสัดส่วนคุณภาพของแผ่นพลาสติกที่ตัดด้วยเครื่องพัฒนาขึ้นใหม่

ตารางที่ 4.8 ผลการวิเคราะห์สัดส่วนคุณภาพของแผ่นพลาสติกที่ตัดด้วยเครื่องพัฒนาขึ้นใหม่

ขนาด	ผลการตรวจสอบพลาสติก					
	ความหนาที่ 2 mm		ความหนาที่ 3 mm		ความหนาที่ 4 mm	
	ความถี่	ร้อยละ	ความถี่	ร้อยละ	ความถี่	ร้อยละ
A = 20 x 180 cm.	3	100	3	100	3	100
B = 70 x 90 cm.	3	100	3	100	3	100
C = 40 x 90 cm.	3	100	3	100	3	100
D = 30 x 45 cm.	3	98.14	3	100	3	100
E = 20 x 45 cm.	3	100	3	100	3	100
F = 10 x 45 cm.	3	100	3	100	3	100
ค่าเฉลี่ยรวม	3	99.6	3	100	3	100

ผลการวิเคราะห์พบว่าความคิดเห็นของผู้ชำนาญการในการตรวจสอบคุณภาพของแผ่นพลาสติก โดยภาพรวมความหนาที่ 2 mm อยู่ในเกณฑ์ที่ 99.6% ร้อยละ 0.4 ไม่ผ่านเกณฑ์ในการตรวจสอบจากผู้ชำนาญการ 1 ท่าน ขนาด 30 x 45 cm. มีรอยบิ่นขนาด 0.3 mm. ความหนาที่ 3 mm อยู่ในเกณฑ์ที่ 100% ความหนาที่ 4 mm อยู่ในเกณฑ์ที่ 100% สามารถใช้งานได้ในการผลิตงานป้ายโฆษณา สรุปได้ว่า ผลการทดสอบสัดส่วนคุณภาพของแผ่นพลาสติกตัดด้วยเครื่องที่พัฒนาขึ้นใหม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ที่ 97%



ภาพที่ 4.1 ลักษณะการแบ่งตัดพลาสติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การพัฒนาเครื่องตัดพลาสติกที่ใช้ในระบบอุตสาหกรรมขนาดย่อม ในบทนี้เนื้อหาสรุปผลการวิจัย วัตถุประสงค์ของการวิจัย ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง เพื่อที่ใช้ในการวิจัย การวิเคราะห์ข้อมูล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ โดยประกอบด้วยข้อเสนอแนะ เพื่อนำผลการวิจัยไปใช้ในครั้งต่อไป ดังนี้

#### 5.1 สรุปผลการวิจัย

#### 5.2 อภิปรายผลการวิจัย

#### 5.3 ข้อเสนอแนะ

### 5.1 สรุปผลการวิจัย

วัตถุประสงค์ของการวิจัยโดยผลของการวิจัยสามารถตอบสนองวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

5.1.1 วัตถุประสงค์ข้อที่ 1 เพื่อศึกษาและพัฒนาเครื่องตัดพลาสติกสำหรับวิสาหกิจผลิตงานป้ายโฆษณาขนาดกลางและขนาดย่อม

5.1.1.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 กลุ่มที่ 1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเพื่อศึกษา คือกลุ่มวิสาหกิจผลิตงานป้ายโฆษณาขนาดกลางและขนาดย่อม จำนวน 89 บริษัท

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย การทำวิจัยนี้ได้นำเอากลุ่มตัวอย่างพนักงานวิสาหกิจผลิตงานป้ายโฆษณาขนาดกลางและขนาดย่อมที่ได้เป็นสมาชิกสมาคมผู้ผลิตป้ายโฆษณา มาเป็นแนวทางในการพัฒนาเครื่องตัดพลาสติกดังนี้

1. พนักงานบริษัท พี.ไลท์ โฆษณา แอนด์ คอนสตรัคชั่น จำกัด
2. พนักงานห้างหุ้นส่วนจำกัด ธนบุรีแอดเวอร์ไทซิ่ง
3. พนักงานบริษัท เฮเชิล แอนด์ แอชเชอร์ จำกัด

5.1.1.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 กลุ่มที่ 2 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยคือกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ประเมินประสิทธิภาพทางด้านออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือกลุ่มผู้เชี่ยวชาญประเมินประสิทธิภาพทางด้าน

ออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.1.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 กลุ่มที่ 3 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยคือกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ประเมินประสิทธิภาพด้านวิศวกรรม กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือกลุ่มผู้เชี่ยวชาญประเมินประสิทธิภาพด้านวิศวกรรมโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน

5.1.2 วัตถุประสงค์ข้อที่ 2 เพื่อเปรียบเทียบความพึงพอใจด้านการใช้งานของเครื่องตัดพลาสติกแบบเดิมกับเครื่องตัดพลาสติกที่พัฒนาขึ้นมาใหม่

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 2

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยคือกลุ่มวิสาหกิจผลิตงานป้ายโฆษณาขนาดกลาง และขนาดย่อมที่ได้เป็นสมาชิกสมาคมผู้ผลิตป้ายโฆษณา จำนวน 89 บริษัท

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย การวิจัยนี้ได้นำเอากลุ่มตัวอย่าง พนักงานวิสาหกิจผลิตงานป้ายโฆษณาขนาดกลางและขนาดย่อมที่ได้เป็นสมาชิกสมาคมผู้ผลิตป้ายโฆษณา เพื่อเปรียบเทียบความพึงพอใจด้านการใช้งานของเครื่องตัดพลาสติกแบบเดิมกับเครื่องตัดพลาสติกที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ จำนวน 45 คน

1. พนักงานบริษัท พี. โลโก้ โฆษณา แอนด์ คอนสตรัคชั่น จำกัด จำนวน 20 คน
2. พนักงานห้างหุ้นส่วนจำกัด ธนบุรีแควเตอร์ไทซิ่ง จำกัด จำนวน 10 คน
3. พนักงานบริษัท เฮเช็ด แอนด์ แอชเชอร์ จำกัด จำนวน 15 คน

5.1.3 วัตถุประสงค์ข้อที่ 3 เพื่อทดสอบคุณภาพพลาสติกที่ตัดด้วยเครื่องพัฒนาขึ้นมาใหม่

5.1.3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 3 กลุ่มที่ 1

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยคือ พลาสติกที่ตัดด้วยเครื่องพัฒนาขึ้นมาใหม่ เพื่อใช้ในการผลิตงานป้ายโฆษณา

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ พลาสติกที่ตัดด้วยเครื่องพัฒนาขึ้นมาใหม่ พลาสติกมีความหนา 0.20 mm. , 0.30 mm. , 0.40 mm. ขนาด 90 x 180 cm. จำนวน 9 แผ่น ตามกรอบแนวคิดของ อุคมิวิทย์ กาญจนวงศ์ (2545:66) โดยมีขั้นตอนการตรวจสอบ ดังนี้

1. รอยแตกร้าว หรือรอยบิ่น
2. การโค้งงอของแผ่นพลาสติก

การตรวจสอบจากผู้ชำนาญการ ตามกรอบแนวคิดของ ยุทธพงษ์ ไกยวรรณ (2547:192) โดยยอมรับความเสียหายของผลผลิตที่ 2% ถึง 3.3%

5.1.3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 3 กลุ่มที่ 2

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยคือ ผู้ชำนาญการตรวจสอบคุณภาพของพลาสติกที่ตัดด้วยเครื่องพัฒนาขึ้นมาใหม่

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือผู้ที่ เป็นหัวหน้างานหรือผู้ที่ควบคุมผู้ปฏิบัติงานที่ใช้ เครื่องตัดพลาสติก เป็นผู้ตรวจสอบคุณภาพของพลาสติกที่ตัดด้วยเครื่องพัฒนาขึ้นใหม่จำนวน 3 คน

### 5.1.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการศึกษาและพัฒนาเครื่องตัดพลาสติก ผู้วิจัย ได้ใช้เครื่องมือตามวัตถุประสงค์ ที่ใช้ในการวิจัยดังต่อไปนี้

#### 5.1.2.1 วัตถุประสงค์ข้อที่ 1 เพื่อศึกษาและพัฒนาเครื่องตัดพลาสติกสำหรับ วิชาหกิจผลิตงานปาย โฆษณาขนาดกลางและขนาดย่อม

##### 1. การศึกษาและพัฒนาเครื่องตัดพลาสติก

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยผู้วิจัยได้ไปศึกษาข้อมูล จากเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่ เกี่ยวข้องรวมถึงการไปศึกษาเครื่องตัดพลาสติกแบบเดิม จากการสอบถาม การสังเกต โดยการจด บันทึกลง และ ศึกษาตามแหล่งจำหน่ายเครื่องตัดพลาสติก จากนั้นผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ใน การพัฒนาเครื่องตัดพลาสติกโดยผู้วิจัยได้ทำการพิจารณาถึงปัญหาของเครื่องตัดพลาสติก แบบเดิม เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนา ผู้วิจัยใช้แบบร่างในการปรึกษาขอคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญทางด้าน ออกแบบผลิตภัณฑ์ และ ผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรม จากนั้นผู้วิจัยจึงดำเนินการสร้างเครื่องตัด พลาสติก

##### 2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัยมีดังนี้

(1) แบบสอบถามเพื่อศึกษาความต้องการ และสภาพปัญหาเครื่อง ตัดพลาสติก ใช้กับกลุ่มตัวอย่าง แบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 แบบสอบถามสภาพการใช้เครื่องตัดพลาสติกแบบเดิม และ ศึกษาความต้องการของผู้ใช้ แบบสอบถามเป็นแบบ ไล่เครื่องหมาย / หน้าข้อที่ตรงกับ ความเป็นจริง

ตอนที่ 2 แบบสอบถามสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในการใช้เครื่องตัดพลาสติก แบบเดิม แบบสอบถามเป็นแบบ ไล่เครื่องหมาย / หน้าข้อที่พบปัญหาในการใช้งานซึ่งตอบได้มาก กว่า 1 ข้อ

(2) แบบประเมินประสิทธิภาพด้านออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สำหรับ ผู้เชี่ยวชาญประเมินประสิทธิภาพด้านออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม โดยแบ่งออกเป็น 2 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 เป็นข้อมูลประเมินประสิทธิภาพด้านออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) มี 5 ระดับดังนี้

5	หมายถึง	มีประสิทธิภาพระดับมากที่สุด
4	หมายถึง	มีประสิทธิภาพระดับมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- |   |         |                                |
|---|---------|--------------------------------|
| 3 | หมายถึง | มีประสิทธิภาพระดับปานกลาง      |
| 2 | หมายถึง | มีประสิทธิภาพระดับน้อย         |
| 1 | หมายถึง | มีประสิทธิภาพระดับต้องปรับปรุง |

ตอนที่ 2 แบบสอบถามปลายเปิดและข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับเครื่องตัดพลาสติก

3. แบบประเมินประสิทธิภาพภาพด้านวิศวกรรมสำหรับผู้เชี่ยวชาญ ประเมินประสิทธิภาพเครื่องตัดพลาสติกโดยแบ่งออกเป็น 2 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 เป็นข้อมูลประเมินประสิทธิภาพด้านวิศวกรรม เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) มี 5 ระดับดังนี้

- |   |         |                                |
|---|---------|--------------------------------|
| 5 | หมายถึง | มีประสิทธิภาพระดับมากที่สุด    |
| 4 | หมายถึง | มีประสิทธิภาพระดับมาก          |
| 3 | หมายถึง | มีประสิทธิภาพระดับปานกลาง      |
| 2 | หมายถึง | มีประสิทธิภาพระดับน้อย         |
| 1 | หมายถึง | มีประสิทธิภาพระดับต้องปรับปรุง |

ตอนที่ 2 แบบสอบถามปลายเปิดและข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับเครื่องตัดพลาสติก

5.1.2.2 วัตถุประสงค์ข้อที่ 2 เพื่อเปรียบเทียบความพึงพอใจด้านการใช้งานของเครื่องตัดพลาสติกแบบเดิมกับเครื่องตัดพลาสติกที่พัฒนาขึ้นใหม่

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสอบถามเพื่อเปรียบเทียบความพึงพอใจด้านการใช้งานของเครื่องตัดพลาสติกแบบเดิมกับเครื่องตัดพลาสติกที่พัฒนาขึ้นใหม่ ใช้มาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) มี 5 ระดับดังนี้

- |   |         |                              |
|---|---------|------------------------------|
| 5 | หมายถึง | มีความพึงพอใจระดับมากที่สุด  |
| 4 | หมายถึง | มีความพึงพอใจระดับมาก        |
| 3 | หมายถึง | ความพึงพอใจระดับปานกลาง      |
| 2 | หมายถึง | มีความพึงพอใจระดับน้อย       |
| 1 | หมายถึง | มีความพึงพอใจระดับน้อยที่สุด |

5.1.2.3 วัตถุประสงค์ข้อที่ 3 เพื่อทดสอบคุณภาพพลาสติกที่ตัดด้วยเครื่องพัฒนาขึ้นใหม่

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบตรวจสอบคุณภาพของแผ่นพลาสติกที่ตัดด้วยเครื่องพัฒนาขึ้นใหม่ โดยการตรวจสอบแผ่นพลาสติก จากผู้ชำนาญการ เกณฑ์ที่ใช้ ผ่าน ไม่ผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 5.1.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำหน้าที่ขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากคณะครุศาสตร์ ศึกษาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถึงหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อขออนุญาตในการเก็บข้อมูล และเพื่อเปรียบเทียบความพึงพอใจด้านการใช้งานเครื่องตัดพลาสติกแบบเดิมกับเครื่องตัดพลาสติกที่พัฒนาขึ้นใหม่ รวมถึงทำหน้าที่เขียนเชิญผู้เชี่ยวชาญทางด้านออกแบบผลิตภัณฑ์ และ ผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรม เพื่อขอคำปรึกษาในด้านต่าง ๆ จากนั้นผู้วิจัยทำหน้าที่เขียนเชิญผู้เชี่ยวชาญประเมินประสิทธิภาพทางด้านออกแบบผลิตภัณฑ์ และ ผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรม และทำหน้าที่เชิญผู้ชำนาญการตรวจสอบคุณภาพแผ่นพลาสติกที่ตัดด้วยเครื่องที่พัฒนาขึ้นใหม่ ในการเก็บข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยมีขั้นตอนในการดำเนินการเก็บดังนี้

- 5.1.3.1 เก็บจากการสอบถามสภาพปัญหาจากกลุ่มตัวอย่าง และจากผู้เชี่ยวชาญ โดยการจดบันทึก
- 5.1.3.2 เก็บจากแบบสอบถามเกี่ยวกับเครื่องตัดพลาสติกจากกลุ่มสมาชิกสมาคมผู้ผลิตป้ายโฆษณา
- 5.1.3.3 เก็บจากแบบประเมิน ประสิทธิภาพด้านออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
- 5.1.3.4 เก็บจากแบบประเมินประสิทธิภาพด้านวิศวกรรม
- 5.1.3.5 เก็บจากแบบสอบถามเปรียบเทียบความพึงพอใจ เครื่องตัดพลาสติก แบบเดิมกับเครื่องตัดพลาสติกที่พัฒนาขึ้นใหม่
- 5.1.3.6 เก็บจากแบบตรวจสอบคุณภาพ ของแผ่นพลาสติกที่ตัดด้วยเครื่องพัฒนาขึ้นใหม่

### 5.1.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

- 5.1.4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลจากเอกสาร และงานวิจัยเกี่ยวกับเครื่องตัดพลาสติกการวิเคราะห์ข้อมูลจากการพิจารณาสภาพปัญหา และเครื่องตัดพลาสติกแบบเดิม เพื่อเป็นแนวทาง ในการพัฒนาเครื่องตัดพลาสติก
- 5.1.4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลหาค่าความสอดคล้อง IOC จากผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน
- 5.1.4.3 การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถาม จากกลุ่มสมาชิกสมาคมผู้ผลิตป้ายโฆษณาโดยใช้ค่าสถิติ ความถี่ ร้อยละ
- 5.1.4.4 การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินดังนี้
  1. การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินประสิทธิภาพด้านออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมโดยผู้เชี่ยวชาญ
  2. การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินประสิทธิภาพเครื่องตัดพลาสติกโดย

ผู้เชี่ยวชาญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประเมินได้รับความอนุเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญ ที่แสดงความคิดเห็น ในด้านต่าง ๆ โดยใช้ค่าสถิติ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในการวิเคราะห์ข้อมูล โดยมีเกณฑ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ ดังนี้

4.50-5.00	หมายถึง	มีประสิทธิภาพในระดับดีมาก
3.50-4.49	หมายถึง	มีประสิทธิภาพในระดับดี
2.50-3.49	หมายถึง	มีประสิทธิภาพในระดับปานกลาง
1.50-2.49	หมายถึง	มีประสิทธิภาพในระดับน้อย
1.00-1.49	หมายถึง	มีประสิทธิภาพในระดับต้องปรับปรุง

ในการวิเคราะห์ข้อมูลครั้งนี้ เป็นประโยชน์อย่างยิ่งเพื่อแสดงให้เห็นประสิทธิภาพด้านต่าง ๆ ชัดเจนขึ้น

5.1.4.5 การวิเคราะห์ข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง เปรียบเทียบความพึงพอใจเครื่องตัดพลาสติก แบบเดิมกับเครื่องตัดพลาสติกที่พัฒนาขึ้นใหม่ โดยใช้ค่าสถิติ T-test dependent Samples

5.1.4.6 การวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพของพลาสติก ที่ตัดด้วยเครื่องพัฒนาขึ้นใหม่ โดยใช้ค่าสถิติ ความถี่ ร้อยละ

### 5.1.5 ผลการวิจัย

ผลสรุปของการวิจัย ได้สรุปผล ไว้ดังนี้

5.1.5.1 การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถาม จากกลุ่มสมาชิกสมาคมผู้ผลิตป้ายโฆษณา

ตอนที่ 1 แบบสอบถามสภาพการใช้งานเครื่องตัดพลาสติกแบบเดิม และสอบถามความต้องการของผู้ใช้งาน

ตอนที่ 2 สภาพปัญหาเครื่องตัดพลาสติกแบบเดิมที่กลุ่มตัวอย่างมีปัญหาที่พบเหมือนกัน ในข้อที่ 2 โครงสร้างหนัก ยากต่อการเคลื่อนย้าย ข้อที่ 6 มีฝุ่นละอองตกค้างบนพื้นที่การใช้งาน ความถี่เท่ากับ 3 คิดเป็น 100% และในข้อที่ 7 มีความสูงที่ไม่สะดวกต่อการใช้งาน ข้อที่ 9 หาระยะไกลเปลี่ยนยากเมื่อมีการชำรุด ไม่เป็นปัญหา ความถี่เท่ากับ 0 คิดเป็น 0%

5.1.5.2 การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินประสิทธิภาพด้านออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมโดยผู้เชี่ยวชาญ อยู่ในเกณฑ์ที่ดี  $\bar{X} = 4.42$

2. การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินประสิทธิภาพเครื่องตัดพลาสติกโดยผู้เชี่ยวชาญ อยู่ในเกณฑ์ที่ดีมาก  $\bar{X} = 4.57$

5.1.5.3 การวิเคราะห์ข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง เปรียบเทียบความพึงพอใจเครื่องตัดพลาสติก แบบเดิมกับเครื่องตัดพลาสติกที่พัฒนาขึ้นใหม่ กลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจเครื่องตัดพลาสติกที่พัฒนาขึ้นใหม่ มากกว่าเครื่องตัดพลาสติกแบบเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

5.1.5.4 การวิเคราะห์ข้อมูลการตรวจสอบคุณภาพของพลาสติก โดยผู้ชำนาญการตรวจสอบพลาสติกที่ตัดด้วยเครื่องพัฒนาขึ้นใหม่ ผลการทดสอบสัดส่วนคุณภาพของแผ่นพลาสติกตัดด้วยเครื่องที่พัฒนาขึ้นใหม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ ที่ 97% ความหนาที่ 2 mm อยู่ในเกณฑ์ที่ 99.6% ความหนาที่ 3 mm อยู่ในเกณฑ์ที่ 100% ความหนาที่ 4 mm อยู่ในเกณฑ์ที่ 100%

## 5.2 อภิปรายผลการวิจัย

การอภิปรายผลการวิจัยเรื่องการศึกษาและพัฒนาเครื่องตัดพลาสติกสำหรับวิสาหกิจผลิตงานป้ายโฆษณาขนาดกลางและขนาดย่อม ผู้วิจัยได้นำประเด็นที่สำคัญของการวิจัย สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

### 5.2.1 ประสิทธิภาพเครื่องตัดพลาสติกที่พัฒนาขึ้นใหม่

ผู้เชี่ยวชาญทางด้านออกแบบผลิตภัณฑ์ประเมินประสิทธิภาพเครื่องตัดพลาสติกที่พัฒนาขึ้นใหม่ในภาพรวมอยู่ในระดับประสิทธิภาพที่ดี ทั้งนี้เป็นเพราะผลิตภัณฑ์มีหน้าที่ใช้สอยในการตัดพลาสติกเพื่อใช้ในการผลิตงานป้ายโฆษณา ที่คำนึงถึงความปลอดภัย ความสะดวกสบายในการใช้ ความสวยงาม และสามารถซ่อมแซมหาซื้ออะไหล่มาเปลี่ยนได้ง่าย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย และกรอบแนวคิดดังนี้

มนตรี ยอดบางเตย. (2538:72-73) กล่าวว่า หลังจากการเตรียมงานขั้นแรกแล้ว ทำการออกแบบให้เกิดรูปทรงใหม่ ซึ่งมีความสัมพันธ์กับความงามทางด้านศิลปะ การออกแบบผลิตภัณฑ์ต้องคำนึงถึงหลักการดังต่อไปนี้

- (1) หน้าที่ใช้สอย ต้องออกแบบผลิตภัณฑ์ ให้มีหน้าที่ใช้สอยถูกต้อง ตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ เพื่อสนองความต้องการของผู้อุปโภคและบริโภค
- (2) ความปลอดภัย การออกแบบต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้อุปโภค และบริโภค
- (3) ความสะดวกสบายในการใช้ ต้องคำนึงถึง สัดส่วนที่เหมาะสมกับการใช้งาน
- (4) ความสวยงามน่าใช้ ต้องออกแบบให้ผลิตภัณฑ์ มีรูปร่าง ขนาด สี สัน สวยงามน่าใช้
- (5) สามารถซ่อมแซมได้ง่าย โดยเฉพาะอุปกรณ์ต้องซื้อหาได้ง่าย เมื่อเกิดการชำรุดเสียหาย มีอะไหล่เพื่อสามารถเปลี่ยนใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประชา พิจักขณา ได้ทำวิจัยเรื่องการพัฒนาเครื่องจักรกระดาษทรายสำหรับผลิตชิ้นงานต้นแบบพบว่า การออกแบบเครื่องมีหน้าที่ใช้สอยสำหรับสำหรับผลิตชิ้นงานต้นแบบอยู่ในระดับที่ดี ตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ มีสัดส่วนที่เหมาะสม สะดวกสบายในการใช้งาน และมีความปลอดภัย

ผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรมประเมินประสิทธิภาพเครื่องตัดพลาสติกที่พัฒนาขึ้นใหม่ในภาพรวมอยู่ในระดับประสิทธิภาพดีมาก ทั้งนี้เป็นเพราะผลิตภัณฑ์สามารถตอบสนองวัตถุประสงค์ได้ดี ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการพัฒนาเครื่องพลาสติกคำนึงถึงหลักการออกแบบเครื่องจักรกล องค์ประกอบหลัก ในการกำหนดรูปร่าง ขนาดสัดส่วน ความแข็งแรง โครงสร้าง ความปลอดภัย และใช้วัสดุที่นำมาผลิตตามมาตรฐานที่ใช้ภายในประเทศ (มอก.) ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎี และกรอบแนวคิดของ

วริทธิ์ อิงภากรณ์ และชาญ ถนังงาน (2540 :13) กล่าวว่า สิ่งสำคัญที่สุดที่จะต้องคำนึงถึงในการออกแบบเครื่องจักรกล คือ ความแข็งแรง (Strength) เป็นองค์ประกอบหลักในการกำหนดรูปร่างและขนาดของชิ้นส่วน ความแข็งแรงจึงเป็นข้อพิจารณาในการออกแบบที่สำคัญอย่างหนึ่งและสิ่งอื่นๆ อีก เช่น ระบบต่างๆ ของเครื่องจักรกล ผลิตภัณฑ์ โครงสร้าง อุปกรณ์ ความปลอดภัย และ ความเหมาะสมการเลือกใช้ชิ้นส่วนที่นำมาประกอบเข้าด้วยกันจะต้องพิจารณา โดยใช้มาตรฐานภายในประเทศ (มอก.) ซึ่งอาจจะเป็นสิ่งที่ทำให้เกิดกระทบกระเทือนต่อการออกแบบชิ้นส่วน เครื่องจักรกล หรือระบบที่ได้ออกแบบมีความเสียหาย ไม่สามารถใช้งานได้ หรือใช้งานได้ไม่ถึงขีดความสามารถตามที่ออกแบบไว้

สุทธิ ศรีบูรพา (2540 : 421) กล่าวว่าองค์ประกอบที่สำคัญอีกด้านหนึ่งของ เออร์คอนอมิกส์ : วิศวกรรมมนุษย์ได้นำหลักการมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบปรับปรุงสภาพการทำงาน เพื่อเพิ่มผลผลิตได้แก่หลักการด้านจิตวิทยาวิศวกรรม ( Psychological Engineering ) โดยจะมุ่งกล่าวเน้นหนักไปในเรื่องของปฏิสัมพันธ์ระหว่างคนกับเครื่องจักรหรือเรื่องของการทำงานที่สอดคล้องกันระหว่างคนกับเครื่องจักร เพื่อที่จะทำให้ระบบการทำงานมีประสิทธิภาพ และประสบความสำเร็จตามจุดมุ่งหมาย

### 5.2.3 ความพึงพอใจเครื่องตัดพลาสติก

ความพึงพอใจเครื่องตัดพลาสติกแบบเดิมของกลุ่มผู้ใช้ในภาพรวม มีระดับความพึงพอใจปานกลาง และ กลุ่มผู้ใช้มีความพึงพอใจเครื่องตัดพลาสติกที่พัฒนาขึ้นใหม่ ในระดับดี เมื่อเปรียบเทียบความพึงพอใจเครื่องตัดพลาสติกแบบเดิมกับเครื่องตัดพลาสติกที่พัฒนาขึ้นใหม่พบว่าผู้ใช้มีความพึงพอใจเครื่องตัดพลาสติกที่พัฒนาขึ้นใหม่มากกว่าเครื่องตัดพลาสติกแบบเดิมทั้งนี้เพราะเครื่องตัดพลาสติกที่พัฒนาขึ้นใหม่ มีความสวยงามน่าใช้ สามารถซ่อมแซมได้ง่ายสะดวกสบายในการใช้งานมีความปลอดภัยในการใช้เครื่อง และสามารถตัดพลาสติกเพื่อใช้ในการผลิตงานป้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โฆษณาได้เป็นอย่างดี ซึ่งสอดคล้องกับกรอบแนวคิดของ มนตรี ยอดบางเตย ตามหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์

อุตสาหกรรม และผลงานวิจัยของ

สุรเดช กำพลสาร ได้ศึกษาเรื่อง ระบบผู้เชี่ยวชาญต้นแบบสำหรับการเลือกพลาสติก พบว่า การศึกษาข้อมูลความต้องการของกลุ่มผู้ใช้ทำให้ผู้ออกแบบสามารถตัดสินใจได้ว่า กลุ่มผู้มีความต้องการอะไร โดยกระบวนการตัดสินใจของผู้ออกแบบ ได้เลือกลำดับความต้องการที่เหมือนกันไว้ และตัดส่วนที่ไม่เลือกออก จากนั้นเรียงลำดับความสำคัญทำให้การออกแบบ เรื่อง ระบบผู้เชี่ยวชาญต้นแบบสำหรับการเลือกพลาสติก หาคำตอบให้กับกลุ่มผู้ใช้ได้เป็นอย่างดี

#### 5.2.4 การทดสอบที่นำแผ่นพลาสติกมาตัดด้วยเครื่องที่พัฒนาขึ้นใหม่

ผลการตรวจสอบคุณภาพของแผ่นพลาสติกสามารถนำมาผลิตงานป้ายโฆษณาได้ ไม่เสียคุณภาพแผ่นเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ ทั้งนี้เป็นเพราะเครื่องตัดพลาสติกที่พัฒนาขึ้นใหม่ มีประสิทธิภาพในการใช้งานที่ดีสามารถตอบสนองวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้ ซึ่งเอง

ยุทธพงษ์ ไกยวรรณ สอดคล้องกับทฤษฎี คุณภาพที่แท้จริง (Real Quality) หมายถึง คุณภาพในตัวผลิตภัณฑ์ ที่เริ่มตั้งแต่ผลิต และนำผลิตภัณฑ์ ไปใช้งาน จนกระทั่งผลิตภัณฑ์หมดอายุลง ระดับคุณภาพที่แท้จริง จะมีคุณภาพสูงเพียงใดจะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของกระบวนการ เช่น การออกแบบ วัตถุดิบที่นำมาใช้ และกระบวนการผลิต ในกระบวนการผลิตผู้ผลิตจะต้องทำให้ดีที่สุด เพื่อผลผลิตที่จะออกมาดีแต่หากคุณภาพแท้จริง ออกมาต่ำกว่าคุณภาพที่คาดหวังไว้ผลเสียก็จะตกแก่ผู้ผลิตสินค้าที่ผลิตออกมาก็จะขายไม่ได้ ผู้บริโภคไม่ไว้วางใจสินค้า และเปลี่ยนไปใช้สินค้าลักษณะเดียวกัน ที่เป็นยี่ห้ออื่นๆ

ส่วนประกอบที่ถือว่าเป็นหลักสำคัญที่ทำให้เกิดผลผลิตที่ดีก็คือ คน เครื่องจักร และวัตถุดิบ ซึ่งส่วนประกอบทั้ง 3 ประการ จะส่งผลให้ผลผลิตออกมาดี อยู่ในระดับมาตรฐาน น่าเชื่อถือ สำหรับผู้บริโภค แต่ในความเป็นจริงในกระบวนการผลิตมักจะมีเกิดความผันแปรอยู่เสมอ ตั้งแต่คน เครื่องจักร และวัตถุดิบ ซึ่งการเกิดการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว จะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์เสียที่พอยอมรับไม่ได้ต้องถูกปฏิเสธไป จึงจำเป็นที่จะต้องมีการควบคุมคุณภาพสินค้า ด้วยการควบคุมความแปรผันที่จะเกิดขึ้นกับคน เครื่องจักร และวัตถุดิบ อ้างใน อภิศักดิ์ พงษ์พุฒผลศักดิ์ ม.ป.ป 14-15

### 5.3 ข้อเสนอแนะ

#### 5.3.1 ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

จากผลของการวิจัยสามารถนำไปเป็นข้อเสนอแนะและนำไปใช้ดังนี้

1. สามารถนำเครื่องตัดพลาสติกเป็น โตะปฏิบัติงานตัดสติ๊กเกอร์ได้

2. สามารถตัดพลาสติกที่มีความหนาถึง 7 mm. ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้ในงานวิจัยเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. พลาสติกที่มีขนาด 130 x 240 cm. สามารถนำมาตัดได้

### 5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการทำวิจัยต่อไป

1. เพิ่มปุ่มสวิทช์ตัดไฟฉุกเฉินให้มีขนาดใหญ่ขึ้นเพื่อการใช้งานที่สะดวก
2. รูปทรงเครื่องออกแบบให้มีลักษณะที่แตกต่างจากเครื่องเดิม ให้ทันสมัยมากขึ้น
3. เครื่องตัดพลาสติกสามารถพัฒนาให้เป็นเครื่องตัดกระดาษถูกฟูก็ได้ ทั้งนี้ควรศึกษาเรื่องระบบส่งกำลังในตัวเครื่อง
4. สามารถพัฒนาให้เป็นเครื่องตัดไม้ได้ ทั้งนี้เพราะลักษณะการทำงานของเครื่องเหมือนกับเครื่องตัดพลาสติก ต่างกันในส่วนของมอเตอร์ ถ้าใช้ในการตัดไม้ต้องใช้มอเตอร์ แรงม้าและความเร็วรอบมากกว่าเครื่องตัดพลาสติก เพื่อให้มี ประสิทธิภาพที่ดีควรมีการทดลอง และการคำนวณที่ดี
5. ควรศึกษาเรื่องการตัดพลาสติกลักษณะ มุม  $45^{\circ}$  เพื่อต่อเข้ามาใช้ในการผลิตป้ายที่หลากหลาย หรือใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ได้



## บรรณานุกรม

กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. 2547. โครงสร้างวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม. [Online].

กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม: <http://www.smethai.net/ar/machine/Detail.asp>

ณรงค์ ขอนตะวัน. 2539. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดบุ๊คเซ็น.

คารณี พานทอง. 2530. ทฤษฎีการจูงใจ. กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนแสลงจันทร์การพิมพ์

ถิระ เพชรกำบังชัยและคณะ. 2539. “เครื่องตัดพลาสติก” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์เครื่องกล,

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าพระนครเหนือ.

ธีรชัย สุวิวัฒน์ธนกุล. 2532. โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่อง อุปกรณ์ตัด โฟม

สำหรับทำหุ่นจำลอง. วิทยานิพนธ์ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร

ลาดกระบัง.

ธุรกิจอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม. 2848. นิยาม SMEs. [Online]. กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม.

<http://www.ismed.or.th/intro-ismed/quoteaion.php>

บุญญศักดิ์ ใจจงจิต. 2532. มอเตอร์ไฟฟ้า. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร

ลาดกระบัง.

บริษัท ไทยโพลีอะคริลิก จำกัด (มหาชน). 2543. สัมมนาวิชาการด้านอะคริลิก.

กรุงเทพมหานคร : จัดทำ บริษัท ไทยโพลีอะคริลิก จำกัด (มหาชน).

ประชา พิจักขณา. 2547. การพัฒนาเครื่องขัดกระดาษทรายสำหรับงานไม้ต้นแบบ.

สารนิพนธ์ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

พรชัย หอสุวรรณศักดิ์และสุวัฒน์ อุดมะพันธุ์. 2545. การออกแบบและสร้างเครื่อง

เก็บฝุ่นละอองสำหรับงานขัดกระดาษทรายในโรงฝึกงานไม้สาขาวิชาช่างเทคนิค

กรมอาชีวศึกษา. สารนิพนธ์ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร

ลาดกระบัง.

พีรศักดิ์ วรสุนทรโรสถ. 2542. วัสดุยเท้าช้าง. กรุงเทพฯ : พีระเซลแอนเซอร์วิสต์

มนตรี ยอดบางเตย. 2538. ออกแบบผลิตภัณฑ์. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

ยุทธพงษ์ ไกยวรรณ. 2547. พื้นฐานการบริหารและระบบการผลิตในงานอุตสาหกรรม.

กรุงเทพฯ : พิมพ์ดี.

ยุทธพงษ์ ไกยวรรณ. 2543. พื้นฐานการวิจัย. กรุงเทพฯ : สุวีวิทยาสาส์น.

วีรชัย ศิลปศิริพร. 2547. OHM. กรุงเทพฯ : ภูไทภูมิ.

สถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ. 2540. การออกแบบอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ : งานตำราและ

เอกสารการพิมพ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สมาคมผู้ผลิตป้ายโฆษณา. 2547. ปีที่ 2 ฉบับที่ 9. กรุงเทพฯ : ภูเก็ต.

สุรเดช กำพลสาร. 2540. “ระบบผู้เชี่ยวชาญสำหรับการเลือกวัสดุพลาสติก” วิทยา

นิพนธ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุทธิ ศรีบุรภา. 2540. เอกอนอมิกส์ วิศวกรรมมนุษย์ปัจจัย. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

วรวิทย์ อิงภากร. ชาญ ถนัดงาน. 2540. การออกแบบเครื่องกล. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

ศุภชัย ชูรินทร์วงศ์. 2541. ระบบมอเตอร์ไฟฟ้า. กรุงเทพฯ : ภูเก็ต.

อุคมศักดิ์ สารินุตร. 2540. ออกแบบเฟอร์นิเจอร์. กรุงเทพฯ : งานตำราและ

เอกสารการพิมพ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า

เจ้าคุณทหารลาดกระบัง.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ก.1 แบบประเมินเพื่อการวิจัย

### แบบประเมินเพื่อการวิจัย

#### เรื่อง

การศึกษาและพัฒนาเครื่องตัดพลาสติกสำหรับวิสาหกิจผลิตงานป้ายโฆษณาขนาดกลาง  
และขนาดย่อม

#### แบบสอบถามความต้องการผู้ใช้งาน

การทำแบบประเมินชุดนี้ เป็นแบบสอบถามความต้องการผู้ใช้งานและปัญหาที่เกิดขึ้นของ  
เครื่องตัดพลาสติกของกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นการศึกษาวิจัยในระดับ ปริญญาโท  
หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการผลิตอุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัย ขอความอนุเคราะห์จากท่าน เพื่อตอบแบบสอบถามให้ครบทุกข้อ  
และถูกต้องตามความเป็นจริง และผู้วิจัยจะนำข้อมูลมาเป็นแนวทางในการพัฒนา ในการออกแบบ  
เครื่องตัดพลาสติก ให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด

คำชี้แจง แบบประเมินแบ่งออกเป็น 2 ตอนประกอบด้วย

ตอนที่ 1 แบบสอบถามความต้องการผู้ใช้งาน

ตอนที่ 2 เป็นข้อคำถามเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้นในการใช้เครื่องตัดพลาสติกของกลุ่มตัว

อย่าง

ผู้วิจัย ขอขอบคุณทุกท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการตอบแบบสอบถาม มา ณ ที่นี้ด้วย

ปัทมา สวัสดิ์ถาน

สาขาเทคโนโลยีการผลิตอุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่หรือใช้  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 1 แบบสอบถามสภาพการใช้งานเครื่องตัดพลาสติกแบบเดิม และสอบถามความต้องการ

- พลาสติกที่ใช้บ่อยที่สุดมีความหนาเท่าใด ( มิลลิเมตร)
 

2-3       3-4       5-6       7 มิลลิเมตรขึ้นไป
- ขนาดของพลาสติกที่ใช้บ่อยที่สุดมีขนาดเท่าใด (เซนติเมตร)
 

60 x 60       60 x 120       90 x 180       120 x 240
- เครื่องตัดพลาสติกปัจจุบันทำงานมากน้อยเพียงใดต่อวัน
 

1 ชม.       2 ชม.       3 ชม.       4 ชม.
- ท่านคิดว่าเครื่องตัดพลาสติกควรมี Function อื่นอีกหรือไม่ นอกเหนือจากการตัดพลาสติก
 

ตัดโฟม       ตัดกระดาษ       ตัดไม้       ตัดเหล็ก
- ท่านคิดว่าการปรับระดับใบเลื่อยขึ้น ลง ควรปรับลักษณะแบบใดจึงจะสะดวกในการใช้งาน
 

ปรับขึ้นลง โดยการปรับระดับเอง       ปรับ โดยการมีที่ล็อคตามมาตรฐานความหนาพลาสติก

ปรับแบบใช้ระบบอัตโนมัติ       ปรับระดับตั้งไว้เป็นมาตรฐาน
- โครงสร้างของเครื่องตัดพลาสติกควรจะใช้วัสดุประเภทใดจึงจะเหมาะสม
 


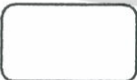

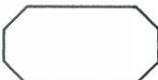
ไม้เนื้อแข็ง       ไม้ผสมทางวิทยาศาสตร์

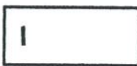



ไม้ทางวิทยาศาสตร์มีความหนาแน่นที่ดี       เหล็ก
- ท่านคิดว่าเครื่องตัดพลาสติกควรมีที่เก็บฝุ่นละอองอย่างไร
 

ใช้แรงลมของมอเตอร์ดูดฝุ่นละออง       มีภาชนะรองรับฝุ่นละอองอยู่ด้านล่าง

ใช้แรงลมเป่าจากด้านบนลงด้านล่าง       ใช้เครื่องดูดฝุ่นหลังการใช้งาน
- เครื่องตัดพลาสติกที่ท่านใช้ปัจจุบันมีความสวยงามมากน้อยเพียงใด
 

สวยงามดีมาก       สวยงามมาก       สวยงามน้อย      ต้อง  บปรุง
- ท่านคิดว่ารูปทรงพื้นที่การใช้งานควรจะเป็นแบบใดจึงใช้งานได้สะดวก
 

                     
- ท่านคิดว่าการจัดวางใบเลื่อยในลักษณะใดต่อไปนี้สะดวกในการใช้งานมากที่สุด
 

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## แบบประเมินเพื่อการวิจัย

### เรื่อง

การศึกษาและพัฒนาเครื่องตัดพลาสติกสำหรับวิสาหกิจผลิตงานป้ายโฆษณาขนาดกลาง  
และขนาดย่อม

### แบบประเมินประสิทธิภาพด้านออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

การทำแบบประเมินชุดนี้ เพื่อประเมินประสิทธิภาพด้านออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม  
ซึ่งเป็นการศึกษาวิจัยในระดับ ปริญญาโท

หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัย ใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่าน เพื่อตอบแบบประเมินให้ครบทุกข้อ  
และถูกต้องตามความเป็นจริง และผู้วิจัยจะนำข้อมูลมาเป็นแนวทางในการพัฒนา ในการออกแบบ  
เครื่องตัดพลาสติก ให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด

คำชี้แจง แบบประเมินแบ่งออกเป็น 2 ตอนประกอบด้วย

ตอนที่ 1 เป็นข้อมูลประเมินประสิทธิภาพด้านออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ตอนที่ 2 เป็นข้อเสนอแนะเพิ่มเติมของผู้ตอบแบบประเมิน

ผู้วิจัย ขอขอบคุณทุกท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการตอบแบบประเมิน มา ณ ที่นี้ด้วย

ปัทมา สวัสดิ์ลาน

สาขาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตอนที่ 1** เป็นข้อมูลประเมินประสิทธิภาพด้านออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมโดยผู้เชี่ยวชาญ  
**คำชี้แจง** โปรดใช้เครื่องหมาย / ลงในช่องระดับความคิดเห็น ผู้วิจัยได้กำหนดค่าไว้ 5 ระดับ ดังนี้

5	คะแนน หมายถึง	มีประสิทธิภาพในระดับดีมาก
4	คะแนน หมายถึง	มีประสิทธิภาพในระดับดี
3	คะแนน หมายถึง	มีประสิทธิภาพในระดับปานกลาง
2	คะแนน หมายถึง	มีประสิทธิภาพในระดับน้อย
1	คะแนน หมายถึง	มีประสิทธิภาพในระดับต้องปรับปรุง

**ตารางที่ ก.1** แบบประเมินประสิทธิภาพด้านออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ลำดับที่	รายละเอียด	ระดับประสิทธิภาพ				
		5	4	3	2	1
1.	ด้านหน้าที่ใช้สอย					
	1.1 สามารถตัดพลาสติกได้ไม่เสียรูปทรง					
	1.2 มีหน้าที่ใช้สอยในการตัดพลาสติกสำหรับงานป้ายโฆษณา					
	1.3 มีความสะดวกในการดูแลรักษาเครื่อง					
	1.4 สามารถทำความสะอาดในส่วนต่างๆ ได้					
	1.5 สามารถตัดพลาสติกได้ตามขนาดที่ต้องการ					
2.	ด้านความปลอดภัย					
	2.1 ผู้ใช้มีความปลอดภัยขณะใช้เครื่องตัดพลาสติก					
	2.2 ใบเลื่อยเมื่อไม่ใช้งานมีการจัดเก็บที่ปลอดภัย					
	2.3 ความปลอดภัยจากระบบไฟฟ้าในขณะที่ทำงาน					
	2.4 ความปลอดภัยจากวัสดุที่ใช้ในการผลิตโครงสร้าง					
	2.5 ตำแหน่งการจัดวางปุ่มตัดไฟที่สัมพันธ์กับผู้ใช้					
2.6 เครื่องมีความปลอดภัยจากระบบกลไกในการทำงาน						
3.	ความสะดวกสบายในการใช้					
	3.1 เครื่องมีความสูงที่เหมาะสมกับการใช้งาน					
	3.2 การจัดวางตำแหน่งของสวิทช์ควบคุมการทำงานมีความสะดวกต่อผู้ใช้งาน					
	3.3 ใบเลื่อยสามารถถอดประกอบทำความสะอาดได้ง่าย					
	3.4 สามารถเคลื่อนย้ายเครื่องได้สะดวก					
3.5 ความเหมาะสมของพื้นที่ในการใช้งาน						

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ ก.1 (ต่อ)

ลำดับที่	รายละเอียด	ระดับประสิทธิภาพ				
		5	4	3	2	1
4.	ด้านความสวยงามน่าใช้					
	4.1 เครื่องมีรูปทรงสวยงามน่าใช้					
	4.2 เครื่องมีรูปแบบที่ทันสมัย					
	4.3 การเลือกใช้สีที่เหมาะสมกับเครื่องตัดพลาสติก					
	4.4 การเลือกใช้สีในการตกแต่งเครื่อง					
5.	สามารถซ่อมแซมได้ง่าย					
	5.1 สามารถถอดเปลี่ยนใบเลื่อยเพื่อการซ่อมแซม					
	5.2 เครื่องสามารถเปลี่ยนอะไหล่ได้ง่ายเมื่อมีการชำรุด					
	5.3 สามารถถอดเปลี่ยนสายพานได้สะดวก					
	5.4 ถ้อยเลื่อนเมื่อมีการชำรุดสามารถถอดเปลี่ยนได้					
	5.5 มีป้ายบอกลักษณะการเปลี่ยนอะไหล่หรือซ่อมแซม					
	5.6 พื้นที่ด้านบนสำหรับวางตัดพลาสติกสามารถเปลี่ยนได้เมื่อชำรุด					

ตอนที่ 2 เป็นข้อเสนอแนะเพิ่มเติมของผู้ประเมิน

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม.....

.....

.....

.....

.....

## แบบประเมินเพื่อการวิจัย

### เรื่อง

การศึกษาและพัฒนาเครื่องตัดพลาสติกสำหรับวิสาหกิจผลิตงานป้ายโฆษณาขนาดกลาง  
และขนาดย่อม

### แบบประเมินประสิทธิภาพเครื่องตัดพลาสติกทางวิศวกรรม

การทำแบบประเมินชุดนี้ เพื่อประเมินประสิทธิภาพเครื่องตัดพลาสติก ซึ่งเป็นการศึกษาวิจัย  
ในระดับ ปริญญาโท

หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัย ไกร์ขอความอนุเคราะห์จากท่าน เพื่อตอบแบบประเมินให้ครบทุกข้อ  
และถูกต้องตามความเป็นจริง และผู้วิจัยจะนำข้อมูลมาเป็นแนวทางในการพัฒนา ในการออกแบบ  
เครื่องตัดพลาสติก ให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด

คำชี้แจง ตอนที่ 1 แบบประเมินประสิทธิภาพเครื่องตัดพลาสติกทางวิศวกรรมแบ่งออกเป็น 3 ด้าน  
ประกอบด้วย

1. ด้านวิศวกรรมเครื่องกล
2. ด้านวิศวกรรมไฟฟ้า
3. ด้านวิศวกรรมอุตสาหการ

ตอนที่ 2 เป็นข้อเสนอแนะเพิ่มเติมของผู้ตอบแบบประเมิน

ผู้วิจัย ขอขอบคุณทุกท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการตอบแบบประเมิน มา ณ ที่นี้ด้วย

ปัตตมา สวัสดิ์ถาน

สาขาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตอนที่ 1** เป็นข้อมูลประเมินประสิทธิภาพของเครื่องตัดพลาสติกทางวิศวกรรมโดยผู้เชี่ยวชาญ

คำชี้แจง โปรดใช้เครื่องหมาย / ลงในช่องระดับความคิดเห็น ผู้วิจัยได้กำหนดค่าไว้ 5 ระดับ ดังนี้

- |   |               |                                  |
|---|---------------|----------------------------------|
| 5 | คะแนน หมายถึง | มีประสิทธิภาพในระดับดีมาก        |
| 4 | คะแนน หมายถึง | มีประสิทธิภาพในระดับดี           |
| 3 | คะแนน หมายถึง | มีประสิทธิภาพในระดับปานกลาง      |
| 2 | คะแนน หมายถึง | มีประสิทธิภาพในระดับน้อย         |
| 1 | คะแนน หมายถึง | มีประสิทธิภาพในระดับต้องปรับปรุง |

**ตารางที่ ก.2** แบบประเมินประสิทธิภาพด้านวิศวกรรม

ลำดับที่	รายละเอียด	ระดับประสิทธิภาพ				
		5	4	3	2	1
1.	<b>ด้านวิศวกรรมเครื่องกล</b>					
	1. การเลือกใช้นิคมของมอเตอร์ที่ไปจับตัวพู่เล่ย์					
	2. การเลือกใช้พู่เล่ย์ที่ไปจับใบเลื่อยตัดพลาสติก					
	3. การจัดวางตำแหน่งของมอเตอร์จัดวางได้เหมาะสม					
	4. การจัดวางตำแหน่งมอเตอร์เครื่องดูดฝุ่นจัดวางได้เหมาะสม					
	5. การเลือกใช้นิคมของสายพานที่มีความเหมาะสม					
	6. การเลือกใช้ใบเลื่อยที่นำมาตัดพลาสติก					
	7. การเลือกใช้อุปกรณ์ที่นำมายึดกับมอเตอร์					
	8. การเลือกใช้วัสดุที่นำมาผลิต โครงสร้างของเครื่องตัดพลาสติก สามารถรับแรงสั่นสะเทือนในขณะที่เครื่องทำงาน					
	9. การเลือกใช้วัสดุที่นำมาผลิต โครงสร้างสามารถง่ายต่อการประกอบชิ้นส่วน					
	10. เครื่องสามารถถอดอุปกรณ์ต่างๆนำมาซ่อมแซมได้ง่าย					
	11. เครื่องตัดพลาสติกมีระบบระบายความร้อนได้ดี					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ ก.2 (ต่อ)

ลำดับที่	รายละเอียด	ระดับประสิทธิภาพ				
		5	4	3	2	1
2.	ด้านวิศวกรรมไฟฟ้า					
	1. การเลือกใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้า					
	2. การจัดเก็บสายไฟในตัวเครื่องมีความเป็นระเบียบเรียบร้อย					
	3. ความเหมาะสมในการเลือกใช้อุปกรณ์ควบคุมการทำงานของตัวเครื่อง					
	4. ความเหมาะสมในการเลือกชนิดและขนาดของสายไฟในตัวเครื่อง					
	5. ความเหมาะสมของอุปกรณ์ในการเชื่อมต่อสายต่าง ๆ ในตัวเครื่อง					
	6. ความเหมาะสมในการออกแบบป้ายบอกรายการไฟฟ้าในตัวเครื่อง เพื่อความสะดวกในการดูแลรักษาและซ่อมแซม					
	7. ความเหมาะสมในการเลือกใช้หลอดไฟที่แสดงถึงเครื่องกำลังทำงาน					
	8. ความเหมาะสมในการเลือกใช้อุปกรณ์ในการม้วนเก็บสายไฟ					
	9. ความเหมาะสมในการมีสายดินเพื่อป้องกันอันตรายระบบไฟฟ้า					
	10. มอเตอร์ที่ใช้มีขนาดและกำลังที่พอจะสามารถนำไปขับสายพาน					
	11. มอเตอร์ที่ใช้มีขนาดและกำลังที่เหมาะสมสำหรับการดูดฝุ่น					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ ก.2 (ต่อ)

ลำดับที่	รายละเอียด	ระดับประสิทธิภาพ				
		5	4	3	2	1
3.	ด้านวิศวกรรม					
	1. เครื่องมีความเหมาะสมด้านต้นทุนการผลิตในระบบอุตสาหกรรม					
	2. การออกแบบเครื่องมีความสะดวกในการใช้งาน					
	3. ความเหมาะสมในการเลือกใช้วัสดุ					
	4. ความเหมาะสมการเลือกใช้ระบบในการควบคุมการทำงานของตัวเครื่อง					
	5. การออกแบบเครื่องสามารถดูแลรักษาได้ง่าย					
	6. เครื่องมีความปลอดภัยจากอุปกรณ์ที่นำมาผลิตตัวเครื่อง					
	7. เครื่องมีความปลอดภัยจากอุปกรณ์ที่เลือกใช้ควบคุมระบบไฟฟ้าของเครื่อง					
	8. การเลือกใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ในตัวเครื่องสามารถหาซื้อได้ง่าย					
	9. การเลือกใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ในตัวเครื่องสามารถถอดเปลี่ยนเพื่อการซ่อมแซมได้					
	10. รูปแบบของเครื่องสามารถผลิตได้ง่ายในระบบอุตสาหกรรม					
	11. ความเหมาะสมของวัสดุที่ทำมาผลิตโครงสร้างมีความแข็งแรงตามอายุการใช้งานจริง					
	12. ความเหมาะสมของวัสดุที่ทำมาผลิตโครงสร้างสามารถรับแรงสั่นสะเทือนของมอเตอร์					

ตอนที่ 2 เป็นข้อเสนอแนะเพิ่มเติมของผู้ประเมิน

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม.....  
 .....  
 .....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แบบประเมินเพื่อการวิจัย

### เรื่อง

การศึกษาและพัฒนาเครื่องตัดพลาสติกสำหรับวิสาหกิจผลิตงานป้ายโฆษณาขนาดกลาง  
และขนาดย่อม

แบบสอบถามเปรียบเทียบความพึงพอใจด้านการใช้งานของเครื่องตัดพลาสติกแบบเดิมกับ

### เครื่องตัด

พลาสติกที่พัฒนาขึ้นใหม่

การทำแบบประเมินชุดนี้ เพื่อเปรียบเทียบความพึงพอใจด้านการใช้งาน ซึ่งเป็นการศึกษา  
วิจัยในระดับ ปริญญาโท

หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัย ใ้ขอความอนุเคราะห์จากท่าน เพื่อตอบแบบสอบถามให้ครบทุกข้อ  
และถูกต้องตามความเป็นจริง และผู้วิจัยจะนำข้อมูลมาเป็นแนวทางในการพัฒนา ในการออกแบบ  
เครื่องตัดพลาสติก ให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด

คำชี้แจง แบบสอบถามแบ่งออกเป็น 2 ตอนประกอบด้วย

1. เป็นข้อมูลสอบถามความพึงพอใจด้านการใช้งานของเครื่องตัดพลาสติกแบบเดิม
2. เป็นข้อมูลสอบถามความพึงพอใจด้านการใช้งานของเครื่องตัดพลาสติกที่พัฒนาขึ้นใหม่

ผู้วิจัย ขอขอบคุณทุกท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการตอบแบบสอบถาม มา ณ ที่นี้ด้วย

ปัทมา สวัสดิ์ถาน

สาขาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ผู้อื่นนำข้อมูลไปเผยแพร่  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตอนที่ 1** เป็นข้อมูลสอบถามความพึงพอใจด้านการใช้งานของเครื่องตัดพลาสติกแบบเดิม  
**คำชี้แจง** โปรดใช้เครื่องหมาย / ลงในช่องระดับความคิดเห็น ผู้วิจัยได้กำหนดค่าไว้ 5 ระดับ ดังนี้

- |   |               |                                |
|---|---------------|--------------------------------|
| 5 | คะแนน หมายถึง | มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด  |
| 4 | คะแนน หมายถึง | มีความพึงพอใจในระดับมาก        |
| 3 | คะแนน หมายถึง | มีความพึงพอใจในระดับปานกลาง    |
| 2 | คะแนน หมายถึง | มีความพึงพอใจในระดับน้อย       |
| 1 | คะแนน หมายถึง | มีความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด |

**ตารางที่ ก.3** แบบความพึงพอใจด้านการใช้งานของเครื่องตัดพลาสติกแบบเดิม

ลำดับที่	รายละเอียด	ระดับความพึงพอใจ				
		5	4	3	2	1
1.	<b>ด้านหน้าที่ใช้สอย</b>					
	1.1 สามารถตัดพลาสติกได้ไม่เสียรูปทรง					
	1.2 มีหน้าที่ใช้สอยในการตัดพลาสติกสำหรับงานป่าไผ่					
	1.3 มีความสะดวกในการดูแลรักษาเครื่อง					
	1.4 สามารถทำความสะอาดในส่วนต่างๆ ได้					
	1.5 สามารถตัดพลาสติกได้ตามขนาดที่ต้องการ					
2.	<b>ด้านความปลอดภัย</b>					
	2.1 ผู้ใช้มีความปลอดภัยขณะใช้เครื่องตัดพลาสติก					
	2.2 ปลอดภัยเมื่อไม่ใช้งานมีการจัดเก็บที่ปลอดภัย					
	2.3 ความปลอดภัยจากระบบไฟฟ้าในขณะที่ทำงาน					
	2.4 ความปลอดภัยจากวัสดุที่ใช้ในการผลิตโครงสร้าง					
	2.5 ตำแหน่งการจัดวางปุ่มตัดไฟที่สัมพันธ์กับผู้ใช้					
	2.6 เครื่องมีความปลอดภัยจากระบบกลไกในการทำงาน					
3.	<b>ความสะดวกสบายในการใช้</b>					
	3.1 เครื่องมีความสูงที่เหมาะสมกับการใช้งาน					
	3.2 การจัดวางตำแหน่งของสวิตช์ควบคุมการทำงานมีความสะดวกต่อผู้ใช้งาน					
	3.3. ปลอดภัยสามารถถอดประกอบทำความสะอาดได้ง่าย					
	3.4 สามารถเคลื่อนย้ายเครื่องได้สะดวก					
	3.5 ความเหมาะสมของพื้นที่ในการใช้งาน					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ ก.3 (ต่อ)

ลำดับที่	รายละเอียด	ระดับความพึงพอใจ				
		5	4	3	2	1
4.	ด้านความสวยงามน่าใช้					
	4.1 เครื่องมีรูปทรงสวยงามน่าใช้					
	4.2 เครื่องมีรูปแบบที่ทันสมัย					
	4.3 การเลือกใช้สีที่เหมาะสมกับเครื่องตัดพลาสติก					
	4.4 การเลือกใช้สีในการตกแต่งเครื่อง					
5.	สามารถซ่อมแซมได้ง่าย					
	5.1 สามารถถอดเปลี่ยนใบเลื่อยเพื่อการซ่อมแซม					
	5.2 เครื่องสามารถเปลี่ยนอะไหล่ได้ง่ายเมื่อมีการชำรุด					
	5.3 สามารถถอดเปลี่ยนสายพานได้สะดวก					
	5.4 ล้อเลื่อนเมื่อมีการชำรุดสามารถถอดเปลี่ยนได้					
	5.5 มีป้ายบอกลักษณะการเปลี่ยนอะไหล่หรือซ่อมแซม					
	5.6 พื้นที่ด้านบนสำหรับวางตัดพลาสติกสามารถเปลี่ยนได้เมื่อชำรุด					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 2 เป็นข้อมูลสอบถามความพึงพอใจด้านการใช้งานของเครื่องตัดพลาสติกที่พัฒนาขึ้นใหม่  
คำชี้แจง โปรดใช้เครื่องหมาย / ลงในช่องระดับความคิดเห็น ผู้วิจัยได้กำหนดค่าไว้ 5 ระดับ ดังนี้

- |   |               |                                |
|---|---------------|--------------------------------|
| 5 | คะแนน หมายถึง | มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด  |
| 4 | คะแนน หมายถึง | มีความพึงพอใจในระดับมาก        |
| 3 | คะแนน หมายถึง | มีความพึงพอใจในระดับปานกลาง    |
| 2 | คะแนน หมายถึง | มีความพึงพอใจในระดับน้อย       |
| 1 | คะแนน หมายถึง | มีความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด |

ตารางที่ ก.4 แบบความพึงพอใจด้านการใช้งานของเครื่องตัดพลาสติกที่พัฒนาขึ้นใหม่

ลำดับที่	รายละเอียด	ระดับความพึงพอใจ				
		5	4	3	2	1
1.	ด้านหน้าที่ใช้สอย					
	1.1 สามารถตัดพลาสติกได้ไม่เสียรูปทรง					
	1.2 มีหน้าที่ใช้สอยในการตัดพลาสติกสำหรับงานป่าไผ่					
	1.3 มีความสะดวกในการดูแลรักษาเครื่อง					
	1.4 สามารถทำความสะอาดในส่วนต่างๆ ได้					
	1.5 สามารถตัดพลาสติกได้ตามขนาดที่ต้องการ					
2.	ด้านความปลอดภัย					
	2.1 ผู้ใช้มีความปลอดภัยขณะใช้เครื่องตัดพลาสติก					
	2.2 ปลอดภัยเมื่อไม่ใช้งานมีการจัดเก็บที่ปลอดภัย					
	2.3 ความปลอดภัยจากระบบไฟฟ้าในขณะที่ทำงาน					
	2.4 ความปลอดภัยจากวัสดุที่ใช้ในการผลิตโครงสร้าง					
	2.5 ตำแหน่งการจัดวางปุ่มตัดไฟที่สัมพันธ์กับผู้ใช้					
	2.6 เครื่องมีความปลอดภัยจากระบบกลไกในการทำงาน					
3.	ความสะดวกสบายในการใช้					
	3.1 เครื่องมีความสูงที่เหมาะสมกับการใช้งาน					
	3.2 การจัดวางตำแหน่งของสวิทช์ควบคุมการทำงานมีความสะดวกต่อผู้ใช้งาน					
	3.3 ปลอดภัยสามารถถอดประกอบทำความสะอาดได้ง่าย					
	3.5 สามารถเคลื่อนย้ายเครื่องได้สะดวก					
	3.5 ความเหมาะสมของพื้นที่ในการใช้งาน					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญตาเห็นนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ ก.4 (ต่อ)

ลำดับที่	รายละเอียด	ระดับความพึงพอใจ				
		5	4	3	2	1
4.	ด้านความสวยงามน่าใช้					
	4.1 เครื่องมีรูปทรงสวยงามน่าใช้					
	4.2 เครื่องมีรูปแบบที่ทันสมัย					
	4.3 การเลือกใช้สีที่เหมาะสมกับเครื่องตัดพลาสติก					
	4.4 การเลือกใช้สีในการตกแต่งเครื่อง					
5.	สามารถซ่อมแซมได้ง่าย					
	5.1 สามารถถอดเปลี่ยนใบเลื่อยเพื่อการซ่อมแซม					
	5.2 เครื่องสามารถเปลี่ยนอะไหล่ได้ง่ายเมื่อมีการชำรุด					
	5.3 สามารถถอดเปลี่ยนสายพานได้สะดวก					
	5.4 ล้อเลื่อนเมื่อมีการชำรุดสามารถถอดเปลี่ยนได้					
	5.5 มีป้ายบอกลักษณะการเปลี่ยนอะไหล่หรือซ่อมแซม					
	5.6 พื้นที่ด้านบนสำหรับวางตัดพลาสติกสามารถเปลี่ยนได้เมื่อชำรุด					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบตรวจสอบคุณภาพของพลาสติก เพื่อการวิจัย**  
**เรื่อง**  
**การศึกษาและพัฒนาเครื่องตัดพลาสติกสำหรับวิสาหกิจผลิตงานป้ายโฆษณาขนาดกลาง**  
**และขนาดย่อม**

**แบบตรวจสอบคุณภาพพลาสติก**

การทำแบบตรวจสอบชุดนี้ เพื่อตรวจสอบคุณภาพของพลาสติกที่ตัดด้วยเครื่องตัดพลาสติกที่พัฒนาขึ้นใหม่ ซึ่งเป็นการศึกษางานวิจัยในระดับปริญญาโท

หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม  
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

การศึกษานี้ครั้งนี้ผู้วิจัย ขอความอนุเคราะห์จากท่าน เพื่อตรวจสอบคุณภาพของพลาสติกตามความเป็นจริง เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ผล

**คำชี้แจง** เป็นข้อมูลตรวจสอบพลาสติกที่ตัดด้วยเครื่องตัดพลาสติกที่พัฒนาขึ้นใหม่

ผู้วิจัย ขอขอบคุณทุกท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบคุณภาพของพลาสติกมา ณ  
 ที่นี้ด้วย

ปีตมา สวัสดิ์ล้าน

สาขาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 1 แบบตรวจสอบคุณภาพของแผ่นพลาสติกที่ตัดด้วยเครื่องตัดพลาสติกที่พัฒนาขึ้นใหม่โดยผู้ชำนาญการ

คำชี้แจง การตรวจสอบคุณภาพของพลาสติกที่ตัดด้วยเครื่องตัดพลาสติกที่พัฒนาขึ้นใหม่โดยตรวจสอบจาก

1. รอยบิ่นและรอยแตกร้าว
2. การโค้งงอของแผ่นพลาสติก

ตารางที่ ก.5 แบบตรวจสอบคุณภาพของแผ่นพลาสติก

ขนาด	ผลการตรวจสอบพลาสติกหนา					
	จุดที่ 1		จุดที่ 2		จุดที่ 3	
	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน
A = 20 x 180 cm.						
B = 70 x 90 cm.						
C = 40 x 90 cm.						
D = 30 x 45 cm.						
E = 20 x 45 cm.						
F = 10 x 45 cm.						

<b>70 x 90 cm.</b>	<b>10 x 45 cm.</b>	<b>30 x 45 cm.</b>
	<b>20 x 45 cm.</b>	
<b>40 x 90 cm.</b>		
<b>20 x 180 cm.</b>		

ภาพที่ ก.1 ลักษณะการแบ่งตัดแผ่นพลาสติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ก.2 ผลการวิเคราะห์ IOC

นำแบบสอบถาม แบบประเมินประสิทธิภาพด้านวิศวกรรม, ด้านออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แบบสอบถามเปรียบเทียบความพึงพอใจด้านการใช้งาน และแบบตรวจสอบคุณภาพของพลาสติกที่พัฒนาขึ้น ทำการวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามแต่ละข้อให้ตรงกับจุดประสงค์ (IOC) จากผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2. ดร. ผดุงชัย ภูพัฒน์  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
3. อาจารย์พรชัย หอสุวรรณศักดิ์  
สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม  
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตอุเทนถวาย

### ก.2.1 แบบตรวจสอบแบบสอบถามความต้องการ

ค่าชี้แจง จงกาเครื่องหมาย / ในช่อง +1 ถ้าแน่ใจว่าข้อความเป็นตัวแทนลักษณะเฉพาะของข้อคำถามนั้นๆ กาเครื่องหมาย / ในช่อง 0 ถ้าไม่แน่ใจ และ กาเครื่องหมาย / -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามไม่เป็นตัวแทนลักษณะเฉพาะของคำถามที่จะศึกษาความต้องการ



ตารางที่ ก.6 (ต่อ) .

ข้อที่	หัวข้อคำถาม	คะแนนการพิจารณา		
		+1	0	-1
9	รูปทรงพื้นที่การใช้งานควรเป็นแบบใดจึงใช้งานได้สะดวก <input type="radio"/> <input type="checkbox"/> <input type="radio"/> <input type="checkbox"/> <input type="radio"/> <input type="checkbox"/> <input type="radio"/> <input type="checkbox"/>			
10	การจัดวางใบเลื่อยในลักษณะใดต่อไปนี้จะสะดวกในการใช้งานมากที่สุด <input type="radio"/> <input type="checkbox"/> <input type="radio"/> <input type="checkbox"/> <input type="radio"/> <input type="checkbox"/> <input type="radio"/> <input type="checkbox"/>			

ตารางที่ ก.7 ความสอดคล้องแบบสอบถามตอนที่ 1

ข้อคำถาม (ข้อที่)	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			รวมคะแนน	IOC	ผลการประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	1	1	1	3	1.00	มีความเที่ยงตรง
2	1	1	1	3	1.00	มีความเที่ยงตรง
3	0	1	1	2	0.66	มีความเที่ยงตรง
4	0	1	1	2	0.66	มีความเที่ยงตรง
5	1	0	1	2	0.66	มีความเที่ยงตรง
6	0	1	1	2	0.66	มีความเที่ยงตรง
7	1	1	1	3	1.00	มีความเที่ยงตรง
8	1	-1	1	1	0.33	ไม่มีความเที่ยงตรง
9	1	1	1	3	1.00	มีความเที่ยงตรง
10	1	1	1	3	1.00	มีความเที่ยงตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.8 ความสอดคล้องแบบสอบถามปัญหาที่เกิดขึ้นในการใช้เครื่องตัดพลาสติก (แบบเดิม)

ข้อคำถาม (ข้อที่)	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			รวมคะแนน	IOC	ผลการประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	1	1	1	3	1.00	มีความเที่ยงตรง
2	0	1	1	2	0.66	มีความเที่ยงตรง
3	0	1	1	2	0.66	มีความเที่ยงตรง
4	1	1	1	3	1.00	มีความเที่ยงตรง
5	0	1	1	2	0.66	มีความเที่ยงตรง
6	1	1	1	3	1.00	มีความเที่ยงตรง
7	1	1	1	3	1.00	มีความเที่ยงตรง
8	1	1	1	3	1.00	มีความเที่ยงตรง
9	0	1	1	2	0.66	มีความเที่ยงตรง
10	1	1	1	3	1.00	มีความเที่ยงตรง
11	1	1	1	3	1.00	มีความเที่ยงตรง

### ก.2.2 แบบประเมินประสิทธิภาพเครื่องตัดพลาสติกทางวิศวกรรม

**คำชี้แจง** จงกาเครื่องหมาย / ในช่อง +1 ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามเป็นตัวแทนลักษณะเฉพาะของการประเมิน  
กาเครื่องหมาย / ในช่อง 0 ถ้าไม่แน่ใจ และ กาเครื่องหมาย / -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อ  
คำถามไม่เป็นตัวแทนลักษณะเฉพาะของข้อคำถามการประเมิน

ตารางที่ ก.9 แบบตรวจสอบความสอดคล้องของแบบประเมินประสิทธิภาพด้านวิศวกรรม

ลำดับ	รายละเอียด	คะแนนการพิจารณา		
		+1	0	-1
1.	<b>ด้านวิศวกรรมเครื่องกล</b>			
	1. การเลือกใช้ชนิดของมอเตอร์ที่ไปจับตัวพู่เล็ย			
	2. การเลือกใช้พู่เล็ยที่ไปจับใบเลื่อยตัดพลาสติก			
	3. การจัดวางตำแหน่งของมอเตอร์จัดวางได้เหมาะสม			
	4. การเลือกใช้ชนิดของสายพานที่มีความเหมาะสม			
	5. การเลือกใช้ใบเลื่อยที่นำมาตัดพลาสติก			
	6. การเลือกใช้อุปกรณ์ที่นำมายึดกับมอเตอร์			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.9 (ต่อ)

ลำดับ	รายละเอียด	คะแนนการพิจารณา		
		+1	0	-1
	7. การเลือกใช้วัสดุที่นำมาผลิต โครงสร้างของเครื่องตัดพลาสติก สามารถรับแรงสั่นสะเทือนในขณะที่เครื่องทำงาน			
	8. การเลือกใช้วัสดุที่นำมาผลิต โครงสร้างสามารถง่ายต่อการประกอบ ชิ้นส่วน			
	9. เครื่องสามารถถอดอุปกรณ์ต่าง ๆ นำมาซ่อมแซมได้ง่าย			
	10. เครื่องตัดพลาสติกมีระบบระบายความร้อนได้ดี			
2.	<b>ด้านวิศวกรรมไฟฟ้า</b>			
	1. การเลือกใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้า			
	2. การจัดเก็บสายไฟในตัวเครื่องมีความเป็นระเบียบเรียบร้อย			
	3. ความเหมาะสมในการเลือกใช้อุปกรณ์ควบคุมการทำงานของตัวเครื่อง			
	4. ความเหมาะสมในการเลือกชนิดและขนาดของสายไฟในตัวเครื่อง			
	5. ความเหมาะสมของอุปกรณ์ในการเชื่อมต่อสายต่าง ๆ ในตัวเครื่อง			
	6. ความเหมาะสมในการออกแบบป้ายบอกวงจรไฟฟ้าในตัวเครื่อง เพื่อความสะดวกในการดูแลรักษาและซ่อมแซม			
	7. ความเหมาะสมในการเลือกใช้หลอดไฟที่แสดงถึงเครื่องกำลังทำงาน			
	8. ความเหมาะสมในการเลือกใช้อุปกรณ์ในการม้วนเก็บสายไฟ			
	9. ความเหมาะสมในการมีสายดินเพื่อป้องกันอันตรายระบบไฟฟ้า			
	10. มอเตอร์ที่ใช้มีขนาดและกำลังที่พอจะสามารถนำไปจับสายพาน			
	11. มอเตอร์ที่ใช้มีขนาดและกำลังที่เหมาะสมสำหรับการดูดฝุ่น			
3	<b>ด้านวิศวกรรมอุตสาหกรรม</b>			
	1. เครื่องมีความเหมาะสมด้านต้นทุนการผลิตในระบบอุตสาหกรรม			
	2. การออกแบบเครื่องมีความสะดวกในการใช้งาน			
	3. ความเหมาะสมในการเลือกใช้วัสดุ			
	4. ความเหมาะสมการเลือกใช้ระบบในการควบคุมการทำงานของตัวเครื่อง			
	5. การออกแบบเครื่องสามารถดูแลรักษาได้ง่าย			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ ก.9 (ต่อ)

ลำดับ	รายละเอียด	คะแนนการพิจารณา		
		+1	0	-1
	6. การออกแบบเครื่องสามารถใช้งานได้ง่าย			
	7. เครื่องมีความปลอดภัยจากอุปกรณ์ที่นำมาผลิตตัวเครื่อง			
	9. เครื่องสามารถถอดอุปกรณ์นำมาซ่อมแซมได้ง่าย			
	10. การเลือกใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ในตัวเครื่องสามารถหาซื้อได้ง่าย			
	11. การเลือกใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ในตัวเครื่องสามารถถอดเปลี่ยนเพื่อการซ่อมแซมได้			
	12. รูปแบบของเครื่องสามารถผลิตได้ง่ายในระบบอุตสาหกรรม			
	13. ความเหมาะสมของวัสดุที่ทำมาผลิต โครงสร้างมีความแข็งแรงตามอายุการใช้งานจริง			
	14. ความเหมาะสมของวัสดุที่ทำมาผลิต โครงสร้างสามารถรับแรงสั่นสะเทือนของมอเตอร์			
	15. ความเหมาะสมของวัสดุที่ทำมาผลิต โครงสร้างสามารถรับแรงสั่นสะเทือนใบมีด			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ ก.10** ความสอดคล้องแบบประเมินประสิทธิภาพทางวิศวกรรมด้านวิศวกรรมเครื่องกล

ข้อคำถาม (ข้อที่)	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			รวมคะแนน	IOC	ผลการประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
<b>ด้านวิศวกรรมเครื่องกล</b>						
1	1	1	1	3	1.00	มีความเที่ยงตรง
2	1	1	1	3	1.00	มีความเที่ยงตรง
3	1	1	1	3	1.00	มีความเที่ยงตรง
4	1	1	1	3	1.00	มีความเที่ยงตรง
5	1	1	1	3	1.00	มีความเที่ยงตรง
6	0	1	1	2	0.66	มีความเที่ยงตรง
7	1	1	1	3	1.00	มีความเที่ยงตรง
8	0	1	1	2	0.66	มีความเที่ยงตรง
9	1	1	1	3	1.00	มีความเที่ยงตรง
10	1	1	1	3	1.00	มีความเที่ยงตรง

**ตารางที่ ก.11** ความสอดคล้องแบบประเมินประสิทธิภาพทางวิศวกรรมด้านวิศวกรรมไฟฟ้า

ข้อคำถาม (ข้อที่)	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			รวมคะแนน	IOC	ผลการประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
<b>ด้านวิศวกรรมไฟฟ้า</b>						
1	1	1	1	3	1.00	มีความเที่ยงตรง
2	1	1	1	3	1.00	มีความเที่ยงตรง
3	1	1	1	3	1.00	มีความเที่ยงตรง
4	1	1	1	3	1.00	มีความเที่ยงตรง
5	1	1	1	3	1.00	มีความเที่ยงตรง
6	1	1	1	3	1.00	มีความเที่ยงตรง
7	1	1	1	3	1.00	มีความเที่ยงตรง
8	1	1	1	3	1.00	มีความเที่ยงตรง
9	1	1	1	3	1.00	มีความเที่ยงตรง
10	1	1	0	2	0.66	มีความเที่ยงตรง
11	1	1	0	2	0.66	มีความเที่ยงตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.12 ความสอดคล้องแบบประเมินประสิทธิภาพทางวิศวกรรมด้านวิศวกรรมอุตสาหกรรม

ข้อคำถาม (ข้อที่)	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			รวมคะแนน	IOC	ผลการประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
ด้านวิศวกรรมอุตสาหกรรม						
1	1	1	1	3	1.00	มีความเที่ยงตรง
2	1	1	1	3	1.00	มีความเที่ยงตรง
3	0	1	1	2	0.66	มีความเที่ยงตรง
4	1	1	1	3	1.00	มีความเที่ยงตรง
5	1	1	1	3	1.00	มีความเที่ยงตรง
6	-1	1	0	0	0	ไม่มีความเที่ยงตรง
7	-1	1	1	1	0.33	ไม่มีความเที่ยงตรง
8	1	1	1	3	1.00	มีความเที่ยงตรง
9	1	1	1	3	1.00	มีความเที่ยงตรง
10	-1	1	0	0	0	ไม่มีความเที่ยงตรง
11	-1	1	0	0	0	ไม่มีความเที่ยงตรง
12	1	1	1	3	1.00	มีความเที่ยงตรง
13	1	1	0	2	0.66	มีความเที่ยงตรง
14	1	1	1	3	1.00	มีความเที่ยงตรง
15	0	1	0	1	0.33	ไม่มีความเที่ยงตรง

### ก.2.3 แบบตรวจสอบแบบประเมินประสิทธิภาพด้านออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

**คำชี้แจง** จงกาเครื่องหมาย / ในช่อง +1 ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามเป็นตัวแทนลักษณะเฉพาะของการประเมิน  
กาเครื่องหมาย / ในช่อง 0 ถ้าไม่แน่ใจ และ กาเครื่องหมาย / -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามไม่เป็นตัวแทนลักษณะเฉพาะของข้อคำถามการประเมิน

ตารางที่ ก.13 แบบตรวจสอบความสอดคล้องของแบบประเมินประสิทธิภาพด้านออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ลำดับ	รายละเอียด	คะแนนการพิจารณา		
		+1	0	-1
<b>1.</b>	<b>ด้านหน้าที่ใช้สอย</b>			
	1.1 สามารถตัดพลาสติกได้ไม่เสียรูปทรง			
	1.2 มีหน้าที่ใช้สอยในการตัดพลาสติกสำหรับงานป้ายโฆษณา			
	1.3 มีความสะดวกในการดูแลรักษาเครื่อง			
	1.4 สามารถทำความสะอาดในส่วนต่างๆ ได้			
	1.5 สามารถตัดพลาสติกได้ตามขนาดที่ต้องการ			
<b>2.</b>	<b>ด้านความปลอดภัย</b>			
	2.1 ผู้ใช้มีความปลอดภัยขณะใช้เครื่องตัดพลาสติก			
	2.2 ใบเลื่อยเมื่อไม่ใช้งานมีการจัดเก็บที่ปลอดภัย			
	2.3 ความปลอดภัยจากระบบไฟฟ้าในขณะที่ทำงาน			
	2.4 ความปลอดภัยจากวัสดุที่ใช้ในการผลิต โครงสร้าง			
	2.5 ตำแหน่งการจัดวางปุ่มตัดไฟที่สัมพันธ์กับผู้ใช้			
	2.6 เครื่องมีความปลอดภัยจากระบบกลไกในการทำงาน			
<b>3.</b>	<b>ความสะดวกสบายในการใช้</b>			
	3.1 เครื่องมีความสูงที่เหมาะสมกับการใช้งาน			
	3.2 การจัดวางตำแหน่งของสวิทช์ควบคุมการทำงานมีความสะดวกต่อผู้ใช้งาน			
	3.3. ใบเลื่อยสามารถถอดประกอบทำความสะอาดได้ง่าย			
	3.5 สามารถเคลื่อนย้ายเครื่องได้สะดวก			
	3.5 ความเหมาะสมของพื้นที่ในการใช้งาน			
<b>4</b>	<b>ด้านความสวยงามน่าใช้</b>			
	4.1 เครื่องมีรูปทรงสวยงามน่าใช้			
	4.2 เครื่องมีรูปแบบที่ทันสมัย			
	4.3 เครื่องมีความสวยงามน่าใช้			
	4.4 การเลือกใช้สีที่เหมาะสมกับเครื่องตัดพลาสติก			
	4.5 การเลือกใช้สีในการตกแต่งเครื่อง			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.13 (ต่อ)

ลำดับ	รายละเอียด	คะแนนการพิจารณา		
		+1	0	-1
5	ด้านการซ่อมแซม			
	5.1 สามารถถอดเปลี่ยนใบเลื่อยเพื่อการซ่อมแซม			
	5.2 เครื่องสามารถเปลี่ยนอะไหล่ได้ง่ายเมื่อมีการชำรุด			
	5.3 สามารถถอดเปลี่ยนสายพานได้สะดวก			
	5.4 ถ้อยเดือนเมื่อมีการชำรุดสามารถถอดเปลี่ยนได้			
	5.5 มีป้ายบอกลักษณะการเปลี่ยนอะไหล่หรือซ่อมแซม			
	5.6 พื้นที่ด้านบนสำหรับวางตัดพลาสติกสามารถเปลี่ยนได้เมื่อชำรุด			

ตารางที่ ก.14 ความสอดคล้องแบบประเมินประสิทธิภาพด้านหน้าที่ใช้สอย

ข้อคำถาม (ข้อที่)	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			รวมคะแนน	IOC	ผลการประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1. ด้านหน้าที่ใช้สอย						
1.1	1	1	1	3	1.00	มีความเที่ยงตรง
1.2	1	1	1	3	1.00	มีความเที่ยงตรง
1.3	1	1	0	2	0.66	มีความเที่ยงตรง
1.4	1	1	0	2	0.66	มีความเที่ยงตรง
1.5	1	1	1	3	1.00	มีความเที่ยงตรง

ตารางที่ ก.15 ความสอดคล้องแบบประเมินประสิทธิภาพด้านความปลอดภัย

ข้อคำถาม (ข้อที่)	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			รวมคะแนน	IOC	ผลการประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
2. ด้านความปลอดภัย						
2.1	1	1	1	3	1.00	มีความเที่ยงตรง
2.2	0	1	1	2	0.66	มีความเที่ยงตรง
2.3	1	1	1	3	1.00	มีความเที่ยงตรง
2.4	1	1	1	3	1.00	มีความเที่ยงตรง
2.5	0	1	1	2	1.00	มีความเที่ยงตรง
2.6	1	1	1	3	1.00	มีความเที่ยงตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ ก.16 ความสอดคล้องแบบประเมินประสิทธิภาพด้านความสะดวกสบายในการใช้**

ข้อคำถาม (ข้อที่)	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			รวมคะแนน	IOC	ผลการประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
<b>3. ด้านความสะดวกสบายในการใช้</b>						
3.1	1	1	1	3	1.00	มีความเที่ยงตรง
3.2	1	1	1	3	1.00	มีความเที่ยงตรง
3.3	1	1	1	3	1.00	มีความเที่ยงตรง
3.4	1	1	1	3	1.00	มีความเที่ยงตรง
3.5	1	1	1	3	1.00	มีความเที่ยงตรง

**ตารางที่ ก.17 ความสอดคล้องแบบประเมินประสิทธิภาพด้านความสวยงามน่าใช้**

ข้อคำถาม (ข้อที่)	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			รวมคะแนน	IOC	ผลการประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
<b>4. ด้านความสวยงามน่าใช้</b>						
4.1	1	1	1	3	1.00	มีความเที่ยงตรง
4.2	1	1	1	3	1.00	มีความเที่ยงตรง
4.3	1	1	1	3	1.00	มีความเที่ยงตรง
4.4	1	1	1	3	1.00	มีความเที่ยงตรง
4.5	1	1	1	3	1.00	มีความเที่ยงตรง

**ตารางที่ ก.18 ความสอดคล้องแบบประเมินประสิทธิภาพด้านการซ่อมแซม**

ข้อคำถาม (ข้อที่)	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			รวมคะแนน	IOC	ผลการประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
<b>5. ด้านการซ่อมแซม</b>						
5.1	1	1	1	3	1.00	มีความเที่ยงตรง
5.2	1	1	1	3	1.00	มีความเที่ยงตรง
5.3	1	1	1	3	1.00	มีความเที่ยงตรง
5.4	1	1	1	3	1.00	มีความเที่ยงตรง
5.5	1	1	1	3	1.00	มีความเที่ยงตรง
5.6	1	1	1	3	1.00	มีความเที่ยงตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ก.2.4 แบบตรวจสอบแบบสอบถามเปรียบเทียบความพึงพอใจด้านการใช้งาน**  
**คำชี้แจง** จงกาเครื่องหมาย / ในช่อง +1 ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามเป็นตัวแทนลักษณะเฉพาะของข้อคำถาม  
 กาเครื่องหมาย / ในช่อง 0 ถ้าไม่แน่ใจ และ กาเครื่องหมาย / -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถาม  
 ไม่เป็นตัวแทนลักษณะเฉพาะของข้อคำถาม

**ตารางที่ ก.19 แบบตรวจสอบความสอดคล้องของแบบสอบถามเปรียบเทียบความพึงพอใจ**  
**ด้านการใช้งาน**

ลำดับ	รายละเอียด	คะแนนการพิจารณา		
		+1	0	-1
<b>1.</b>	<b>ด้านหน้าที่ใช้สอย</b>			
	1.1 สามารถตัดพลาสติกได้ไม่เสียรูปทรง			
	1.2 มีหน้าที่ใช้สอยในการตัดพลาสติกสำหรับงานป้ายโฆษณา			
	1.3 มีความสะดวกในการดูแลรักษาเครื่อง			
	1.4 สามารถทำความสะอาดในส่วนต่างๆ ได้			
	1.5 สามารถตัดพลาสติกได้ตามขนาดที่ต้องการ			
<b>2.</b>	<b>ด้านความปลอดภัย</b>			
	2.1 ผู้ใช้มีความปลอดภัยขณะใช้เครื่องตัดพลาสติก			
	2.2 ใบเลื่อยเมื่อไม่ใช้งานมีการจัดเก็บที่ปลอดภัย			
	2.3 ความปลอดภัยจากระบบไฟฟ้าในขณะที่ทำงาน			
	2.4 ความปลอดภัยจากวัสดุที่ใช้ในการผลิต โครงสร้าง			
	2.5 ตำแหน่งการจัดวางปุ่มตัดไฟที่สัมพันธ์กับผู้ใช้			
	2.6 เครื่องมีความปลอดภัยจากระบบกลไกในการทำงาน			
<b>3</b>	<b>ความสะดวกสบายในการใช้</b>			
	3.1 เครื่องมีความสูงที่เหมาะสมกับการใช้งาน			
	3.2 การจัดวางตำแหน่งของสวิทช์ควบคุมการทำงานมีความสะดวกต่อผู้ใช้งาน			
	3.3. ใบเลื่อยสามารถถอดประกอบทำความสะอาดได้ง่าย			
	3.4 สามารถเคลื่อนย้ายเครื่องได้สะดวก			
	3.5 ความเหมาะสมของพื้นที่ในการใช้งาน			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ ก.19 (ต่อ)

ลำดับ	รายละเอียด	คะแนนการพิจารณา		
		+1	0	-1
4	ด้านความสวยงามน่าใช้			
	4.1 เครื่องมีรูปทรงสวยงามน่าใช้			
	4.2 เครื่องมีรูปแบบที่ทันสมัย			
	4.3 เครื่องมีความสวยงามน่าใช้			
	4.4 การเลือกใช้สีที่เหมาะสมกับเครื่องตัดพลาสติก			
	4.5 การเลือกใช้สีในการตกแต่งเครื่อง			
5	ด้านการซ่อมแซม			
	5.1 สามารถถอดเปลี่ยนใบเลื่อยเพื่อการซ่อมแซม			
	5.2 เครื่องสามารถเปลี่ยนอะไหล่ได้ง่ายเมื่อมีการชำรุด			
	5.3 สามารถถอดเปลี่ยนสายพานได้สะดวก			
	5.4 ล้อเลื่อนเมื่อมีการชำรุดสามารถถอดเปลี่ยนได้			
	5.5 มีป้ายบอกลักษณะการเปลี่ยนอะไหล่หรือซ่อมแซม			
	5.6 พื้นที่ด้านบนสำหรับวางตัดพลาสติกสามารถเปลี่ยนได้เมื่อชำรุด			
	5.6 พื้นที่ด้านบนสำหรับวางตัดพลาสติกสามารถเปลี่ยนได้เมื่อชำรุด			

## ตารางที่ ก.20 ความสอดคล้องด้านหน้าที่ใช้สอย

ข้อความ (ข้อที่)	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			รวมคะแนน	IOC	ผลการประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1. ด้านหน้าที่ใช้สอย						
1.1	1	1	1	3	1.00	มีความเที่ยงตรง
1.2	1	1	1	3	1.00	มีความเที่ยงตรง
1.3	1	1	0	2	0.66	มีความเที่ยงตรง
1.4	1	1	0	2	0.66	มีความเที่ยงตรง
1.5	1	1	1	3	1.00	มีความเที่ยงตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.21 ความสอดคล้องด้านความปลอดภัย

ข้อคำถาม (ข้อที่)	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			รวมคะแนน	IOC	ผลการประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
<b>2. ด้านความปลอดภัย</b>						
2.1	1	1	1	3	1.00	มีความเที่ยงตรง
2.2	0	1	1	2	0.66	มีความเที่ยงตรง
2.3	1	1	1	3	1.00	มีความเที่ยงตรง
2.4	1	1	1	3	1.00	มีความเที่ยงตรง
2.5	0	1	1	2	1.00	มีความเที่ยงตรง
2.6	1	1	1	3	1.00	มีความเที่ยงตรง

ตารางที่ ก.22 ความสอดคล้องความสะดวกสบายในการใช้

ข้อคำถาม (ข้อที่)	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			รวมคะแนน	IOC	ผลการประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
<b>3. ความสะดวกสบายในการใช้</b>						
3.1	1	1	1	3	1.00	มีความเที่ยงตรง
3.2	1	1	1	3	1.00	มีความเที่ยงตรง
3.3	1	1	1	3	1.00	มีความเที่ยงตรง
3.4	1	1	1	3	1.00	มีความเที่ยงตรง
3.5	1	1	1	3	1.00	มีความเที่ยงตรง

ตารางที่ ก.23 ความสอดคล้องด้านความสวยงามน่าใช้

ข้อคำถาม (ข้อที่)	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			รวมคะแนน	IOC	ผลการประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
<b>4. ด้านความสวยงามน่าใช้</b>						
4.1	1	1	1	3	1.00	มีความเที่ยงตรง
4.2	1	1	1	3	1.00	มีความเที่ยงตรง
4.3	1	1	1	3	1.00	มีความเที่ยงตรง
4.4	1	1	1	3	1.00	มีความเที่ยงตรง
4.5	1	1	1	3	1.00	มีความเที่ยงตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ตารางที่ ก.24 ความสอดคล้องด้านการซ่อมแซม

ข้อคำถาม (ข้อที่)	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			รวมคะแนน	IOC	ผลการประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
<b>5. ด้านการซ่อมแซม</b>						
5.1	1	1	1	3	1.00	มีความเที่ยงตรง
5.2	1	1	1	3	1.00	มีความเที่ยงตรง
5.3	1	1	1	3	1.00	มีความเที่ยงตรง
5.4	1	1	1	3	1.00	มีความเที่ยงตรง
5.5	1	1	1	3	1.00	มีความเที่ยงตรง
5.6	1	1	1	3	1.00	มีความเที่ยงตรง

#### ก.2.5 แบบตรวจสอบคุณภาพของพลาสติก

**คำชี้แจง** การตรวจสอบคุณภาพของพลาสติกที่ตัดด้วยเครื่องตัดพลาสติกที่พัฒนาขึ้นใหม่โดยตรวจสอบจาก

1. รอยบิ่นและรอยแตกร้าว
2. การโค้งงอของแผ่นพลาสติก

### ตารางที่ ก.25 แบบตรวจสอบของแบบตรวจสอบคุณภาพของพลาสติก

ขนาด	ผลการตรวจสอบพลาสติก					
	จุดที่ 1		จุดที่ 2		จุดที่ 3	
	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน
A = 20 x 180 cm.						
B = 70 x 90 cm.						
C = 40 x 90 cm.						
D = 30 x 45 cm.						
E = 20 x 45 cm.						
F = 10 x 45 cm.						

ผลการตรวจสอบผู้ทรงคุณวุฒิมีความเห็นที่สอดคล้องกันสามารถนำไปใช้ในการทำวิจัยได้ เพื่อตรวจสอบคุณภาพของพลาสติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ข.1 การดำเนินการศึกษาข้อมูลเครื่องตัดพลาสติกแบบเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



อาจารย์พรชัย หอสุวรรณศักดิ์  
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สาขาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม



ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชีระพล เทพหัสติน ณ อยุธยา  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ภาพที่ ข.2 ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วีระศักดิ์ ว่องปรีชา  
สาขาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุรชาติ ทินานนท์ และอาจารย์อารัญ วาณิชกร  
สาขาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร



ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุรชาติ ทินานนท์  
สาขาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร  
ภาพที่ ข.3 ปรัชญาผู้เชี่ยวชาญทางออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อนันต์ วงศ์กระจ่าง  
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี



อาจารย์ระนอง นพวงศ์ ณ อยุธยา  
คณะวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

#### ภาพที่ ข.4 ปรีกษาผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วีระศักดิ์ ว่องปรีชา  
สาขาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุรชาติ ทินานนท์ และอาจารย์อรรณู วาณิชกร  
สาขาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร

ภาพที่ ข.5 ผู้เชี่ยวชาญประเมินประสิทธิภาพทางด้านออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม  
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปเผยแพร่บนสื่อออนไลน์  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อนันต์ วงศ์กระจ่าง  
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

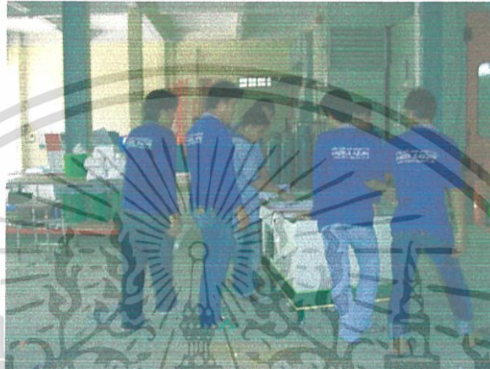


อาจารย์ธนะพงศ์ นพวงศ์ ณ อยุรยา  
คณะวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี



ร้อยเอก ดร. พงษ์พันธุ์ แก้วจินดา  
โรงเรียนนายเรืออากาศ  
ภาพที่ ข.6 ผู้เชี่ยวชาญประเมินประสิทธิภาพทางด้านวิศวกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ข.7 กลุ่มตัวอย่างประเมินความพึงพอใจด้านการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



คุณโสทนธ์ ทองเจียว  
บริษัท พี.ไลท์ โฆษณา แอนด์ คอนสตรัคชัน จำกัด



คุณสายัณห์ ธนาไพศาล  
ห้างหุ้นส่วนจำกัด ธนบุรี แอควอร์ไทซิ่ง

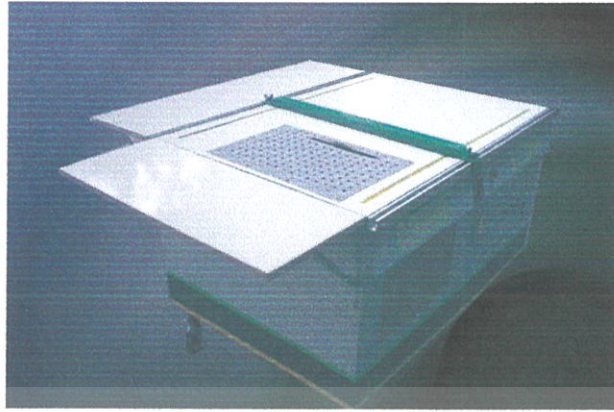


คุณอภิรักษ์ ทิรคานนท์  
บริษัท เฮเชิต แอนด์ แอชเชอร์ จำกัด

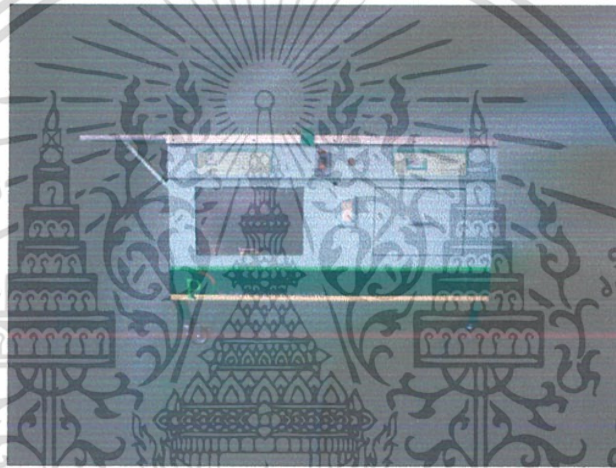
ภาพที่ ข.8 ผู้ชำนาญการตรวจสอบคุณภาพแผ่นพลาสติกที่ตัดด้วยเครื่องที่พัฒนาขึ้นใหม่  
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



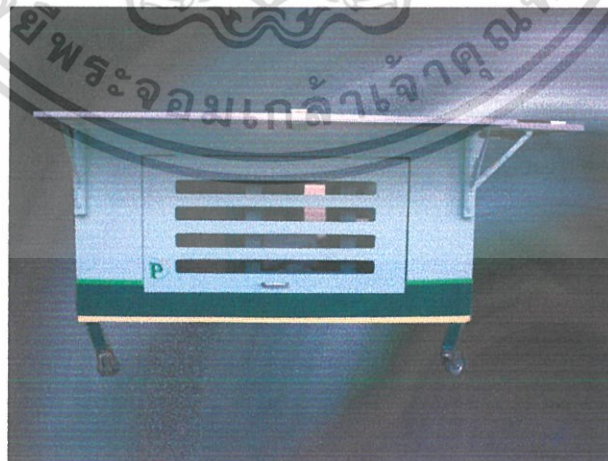
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Top View



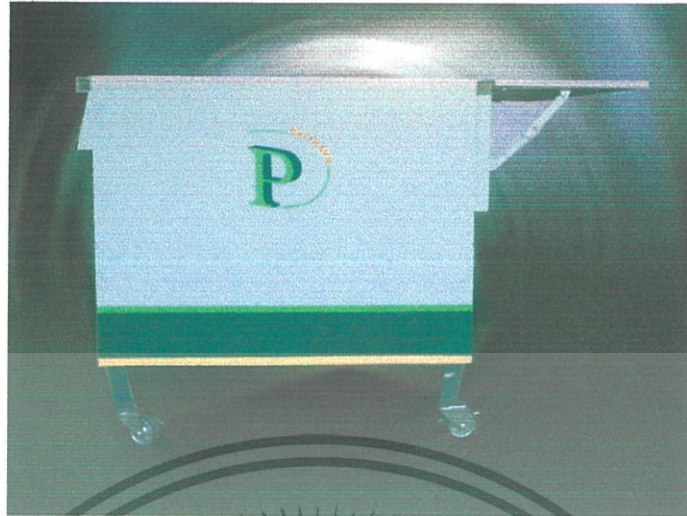
Front View



Back View

### ภาพที่ ค.1 รูปด้านผลการพัฒนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



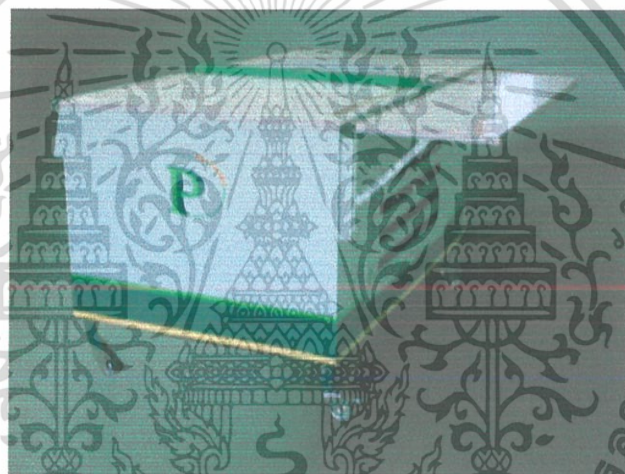
Left Side View



Right Side View

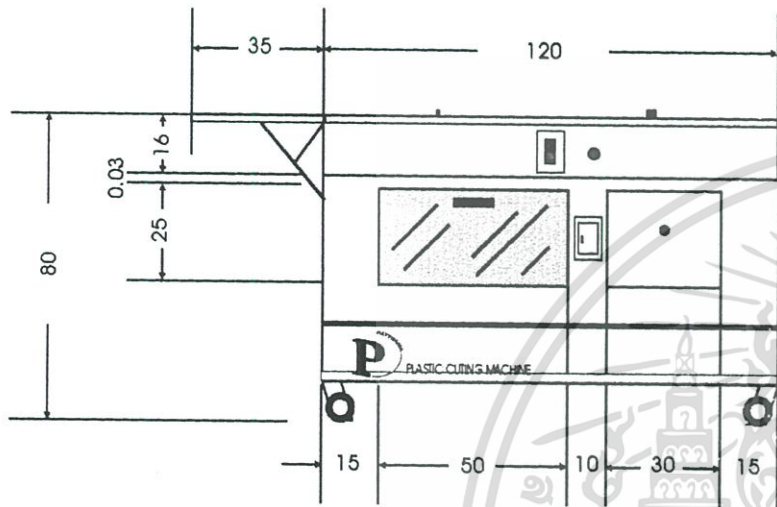
ภาพที่ ค.2 รูปด้านผลการพัฒนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

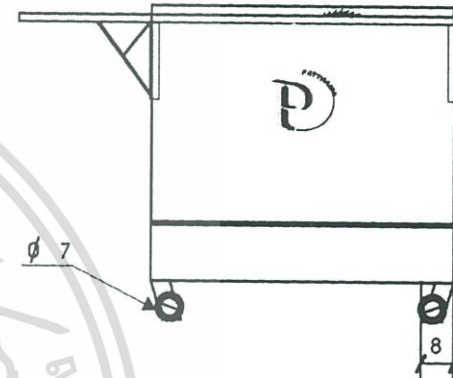


ภาพที่ ก.3 ต้นแบบทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

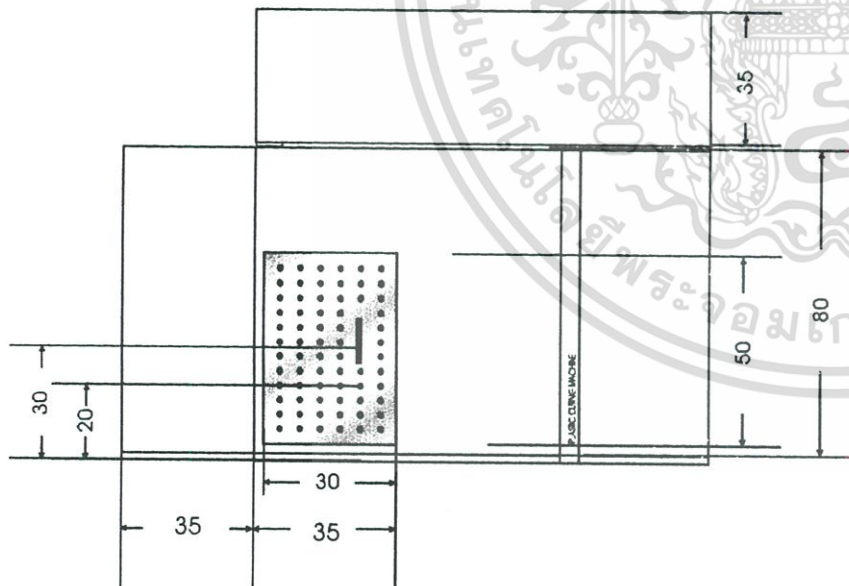


**FRONT VIEW**



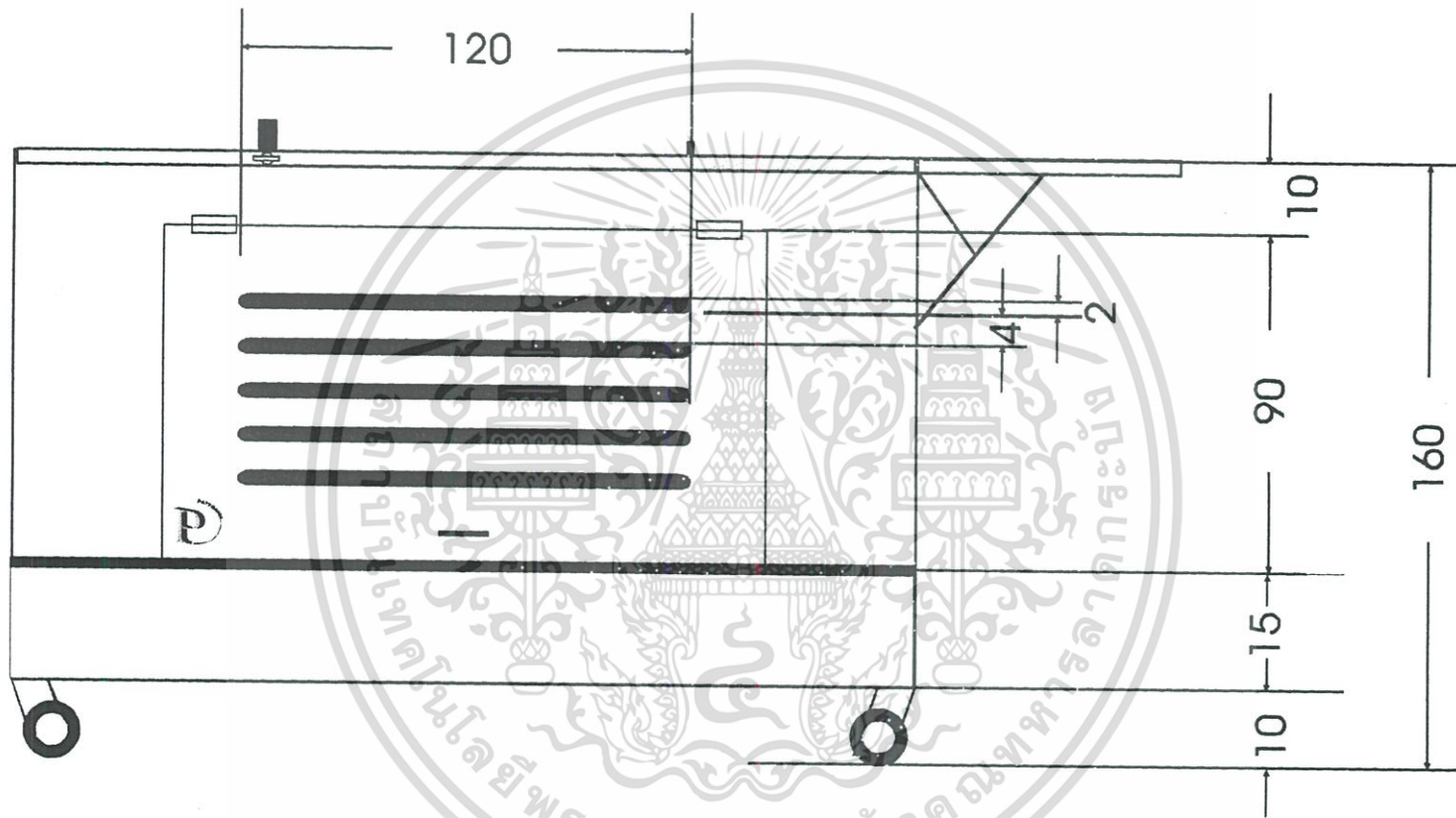
**SIDE VIEW**

Scale 1:20 unit of cm.



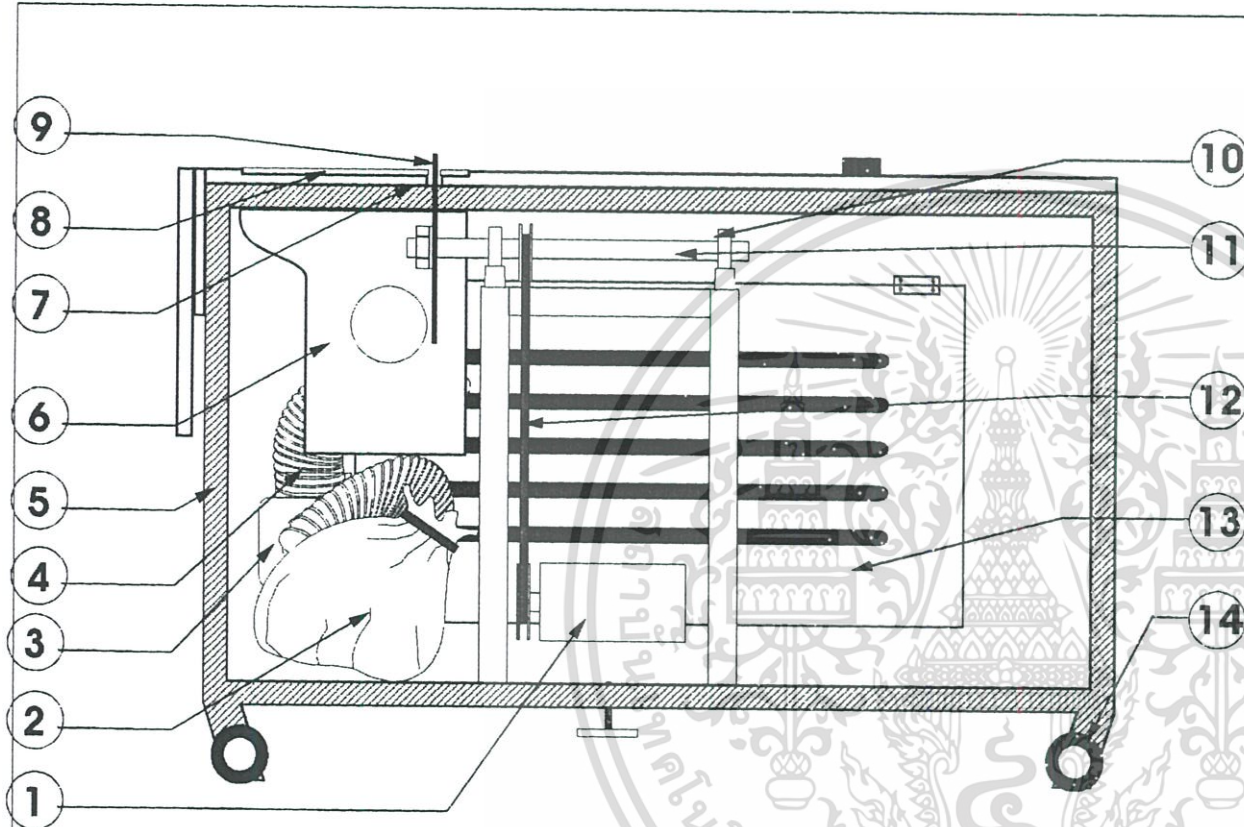
**TOP VIEW**

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	
สาขาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม	
นักศึกษา รหัส 46065623	ปัตถมา สวัสดิ์दान
ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	รศ.สถาพร ตีบุญมี ณ ชุมแพ
ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม	ผศ.ดร. นิรัช สุดสังข์



**BACK VIEW**

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	
สาขาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม	
นักศึกษา รหัส 46065623	ปัตถมา สวัสดิ์दान
ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	รศ.สถาพร ดิบุญมี ณ ชุมแพ
ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม	ผศ.ดร. นิรัช สุตสังข์

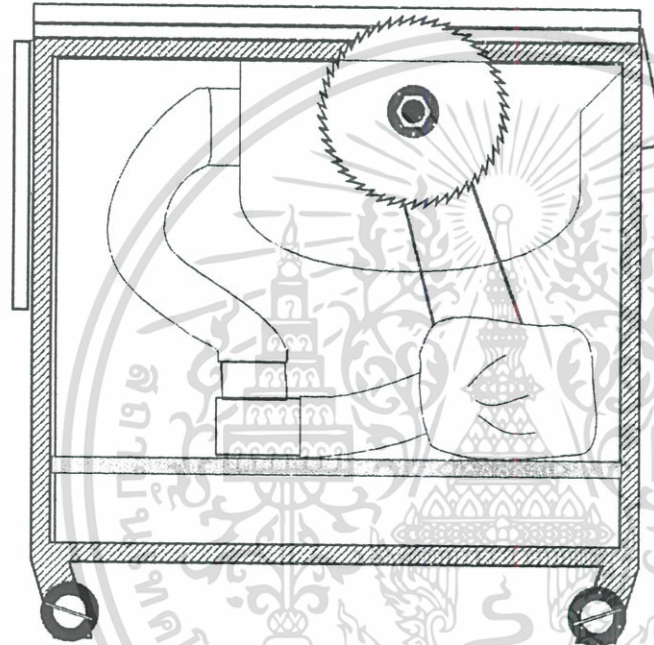


14.	ล้อเลื่อน	มอก.	4 อัน
13.	แผ่นช่องระบายอากาศ	MDF.	1 อัน
12.	สายพาน	มอก.	1 เส้น
11.	แกนเพลา	เหล็ก	1 ชุด
10.	ฟูล์วีย์	มอก.	2 ชุด
9.	เลื่อยใบจักร	มอก.	1 ใบ
8.	แผ่นสแตนเลสเจาะรู	สแตนเลส 2mm.	1 แผ่น
7.	TOP MDF.	MDF.	1 แผ่น
6.	กดองรองฟุ้ง	ตั้งกะติ	1 กดอง
5.	โครงเหล็ก	เหล็กฉาก	3 เส้น
4.	ท่อลม	อลูมิเนียม	3 เมตร
3.	ถุงเก็บฟุ้ง	ผ้า	1 ชิ้น
2.	มอเตอร์เครื่องดูดฟุ้ง	มอก.	1 เครื่อง
1.	มอเตอร์	มอก.	1 เครื่อง
NO.	รายการ	วัสดุ	จำนวน
<b>รายการประกอบแบบ</b>			

**FRONT SECTION**

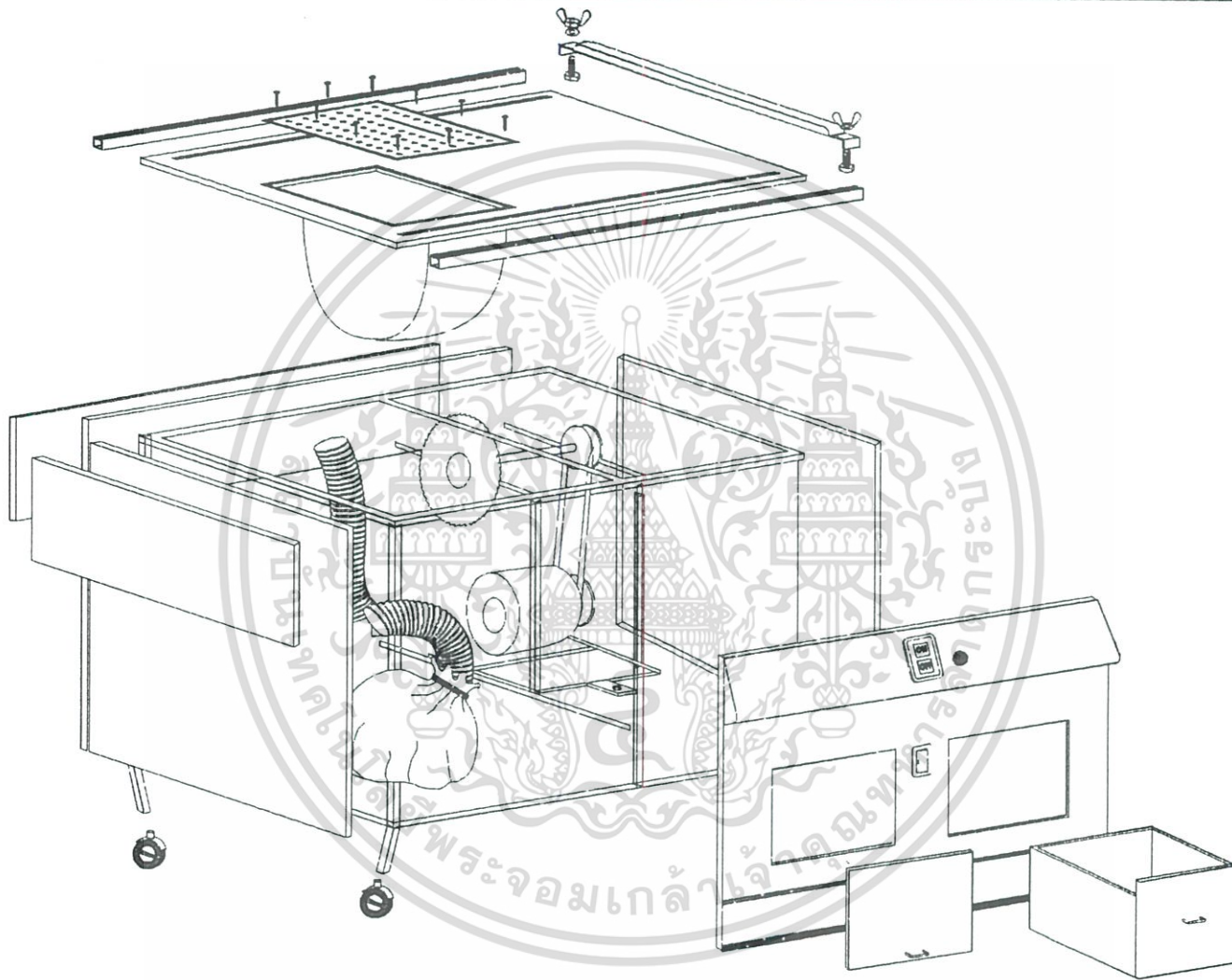
Scale 1:10 unit of cm.

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	
สาขาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม	
นักศึกษา รหัส 46065623	บัณฑิตมา สวัสดิ์दान
ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	รศ.สถาพร ตีบุญมี ณ ชุมแพ
ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม	ผศ.ดร. นิรัช สุดสังข์



**SIDE SECTION**

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	
สาขาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม	
นักศึกษา รหัส 46065623	ปัตถมา สวัสดิ์दान
ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	รศ.สถาพร ตีบุญมี ณ ชุมแพ
ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม	ผศ.ดร. นิรัช สุดสังข์



## **ASSEMBLY**

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สาขาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

นักศึกษา รหัส 46065623

ปัทมา สวัสดิ์ฉาน

ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

รศ.สถาพร ตีบุญมี ณ ชุมแพ

ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

ผศ.ดร. นิรัช สุตสังข์

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – สกุล	นางสาวปัทมา สวัสดิ์ถาน
วัน เดือน ปี เกิด	28 พฤษภาคม 2517
สถานที่เกิด	จังหวัด สระบุรี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	สนธยาอพาร์ทเมนต์ 185/2 หมู่ 4 ซอยรามอินทรา 19 แขวงอนุสาวรีย์ เขตบางเขน กรุงเทพฯ 10220
สถานที่ทำงาน	บริษัท พี. ไลท์ โฆษณา แอนด์ คอนสตรัคชั่น จำกัด
ตำแหน่ง	ผู้ช่วยหัวหน้าแผนกกราฟฟิก
ประวัติการศึกษา	ปีการศึกษา 2542 สำเร็จการศึกษาหลักสูตรศิลปศาสตรบัณฑิต สถาบันราชภัฏเพชรบุรีวิทยาลัยสงฆ์ในพระบรมราชูปถัมภ์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้