

การสร้างเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์  
ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก

ปริญญานิพนธ์  
ของ  
สมมาตร วิชชุเศวต

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา  
พฤษภาคม 2545  
ลิขสิทธิ์เป็นของ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

๖๘๖.๖๓๑๒

๙ ๖๖๖ ๖

๖.๖

การสร้างเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์  
ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก

บทคัดย่อ

ของ

สมมาตร วิชชุเศวต

๔ ส.ย. ๒๕๔๕

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา

พฤษภาคม ๒๕๔๕

๒ ๒๖/๑๙๘

สมมาตร วิชชุเตวาด. (2545). *การสร้างเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก*. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (อุตสาหกรรมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพฑูรย์ โพธิ์สาร, ดร.อุปวิทย์ สุวคันธกุล.

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองมีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างและศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก ทำการประเมินสมรรถนะของเครื่องพิมพ์โดยให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ทดลองใช้และประเมินผลในแบบประเมินสมรรถนะที่ออกแบบสร้างขึ้น และทำการทดสอบประสิทธิภาพโดยการพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนกลุ่มประชากรบรรจุภัณฑ์เพื่อทำการทดสอบประสิทธิภาพด้านจำนวนของงานพิมพ์กับกลุ่มตัวอย่างของบรรจุภัณฑ์ ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติกหลายชั้นแบบประกบ 2 กลุ่ม จำนวนกลุ่มละ 140 ซอง รวมทั้งสิ้น 280 ซอง และทำการสุ่มตัวอย่าง แบบมีระบบ (systematic random sampling) จากซองที่ผ่านการทดสอบประสิทธิภาพด้านจำนวนของงานพิมพ์ จำนวนกลุ่มตัวอย่างละ 35 ซอง รวมทั้งสิ้น 70 ซอง ไปทดสอบประสิทธิภาพด้านคุณภาพ การวิเคราะห์ข้อมูลจากการประเมิน และการวัดทดสอบต่าง ๆ ในแบบบันทึกโดยหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัย พบว่า เครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติกที่สร้างขึ้นมีสมรรถนะอยู่ในระดับดีมากและมีประสิทธิภาพผ่านเกณฑ์ที่กำหนดทุกด้าน คือ ด้านความคมชัด การพิมพ์ตรงตำแหน่งที่กำหนด จำนวนงานที่พิมพ์ได้ใน 1 นาที และจำนวนชิ้นงานพิมพ์ที่เป็นของเสียต่อจำนวนงานพิมพ์รวม

A CONSTRUCT OF DESCRIPTIVE LABEL ROTARY LETTER PRESS  
FOR PACKAGING USING PLASTIC FILM

AN ABSTRACT  
BY  
SOMMATRA WICH-CHUSAWET

Presented in partial fulfillment of the requirements  
for the Master of Education degree in industrial education  
at Srinakharinwirot University

May 2002

Sommatra Wich-chusawet. (2002). *A construct of descriptive label rotary letter press for packaging using plastic film*. Master thesis, M.Ed. (Industrial Education). Bangkok : Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee : Assist. Prof. Dr.Paitoon Pothisaan, Dr.Upawit Suwakantagul.

This research was a study which there were objectives for the construction and studying efficiency of the descriptive label rotary letter press for packaging using plastic film. The efficiency of the machine was measured from five specialists by using it and assessing it in the assessment forms which were specially built. The producibility of the machine was studied from two hundred and eighty populations of packagings which were equally divided into two groups. Then the systemic random sampling method was used to pick up the thirty five packagings from each group. The total seventy printed packagings were studied in quality of printing by using the densitometer and vernier caliper. The statistics used were arithmetic mean and standard deviation.

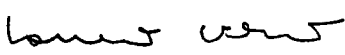
The result of this research showed the high efficiency of the machine in printing work and was proved to reach in every objectives which were the clearness of printed matters, the right position of printing in exact area, the producibility of printed matters per one minute and the amount of the failures in printing from the total populations.

ปริญญานิพนธ์  
เรื่อง

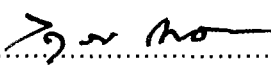
การสร้างเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์  
ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก

ของ  
นายสมมาตร วิชชุเสวต

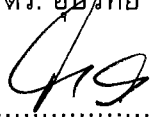
ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา  
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

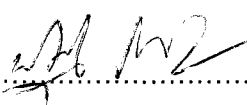
  
..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
(รองศาสตราจารย์ ดร. นภาพร หะวานนท์)  
วันที่ 8 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2545

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

  
..... ประธาน  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ไพฑูรย์ โพธิสาร)

  
..... กรรมการ  
(อาจารย์ ดร. อุปัทย์ สุคันธกุล)

  
..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม  
(อาจารย์ ดร. ไพรัช วงศ์ยุทธไกร)

  
..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม  
(อาจารย์ สดใจ เห่งสีไพร)

## ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จได้ด้วยความกรุณาของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพฑูรย์ โพธิ์สาร ประธานกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ และอาจารย์ ดร. อุปวิทย์ สุวคันธกุล กรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำในการศึกษาค้นคว้า ตลอดจนการแก้ไขปรับปรุง สำนวนภาษาในการเขียนเป็นอย่างดี และขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.ไพรัช วงศ์ยุทธไกร อาจารย์สุดใจ เหง้าสีไพร กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติมในการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์ ซึ่งได้ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ในการเขียนปริญญานิพนธ์

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.วรรณ สนั่นพานิชกุล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนันท์ ศลโกสุม และอาจารย์ ดร.ไพศาล สมประกิจ ที่ให้ความกรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบแบบประเมินสมรรถนะและให้คำแนะนำเพิ่มเติมในการวิจัย

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ผกามาศ พงษ์แก้ว รองศาสตราจารย์สุณี ภูสีม่วง คุณบุญฤทธิ์ กิจเจริญโรจน์ คุณสมศรี สายบริสุทธิ์ คุณปัทมา สุนทรสารทูล ที่ให้ความกรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบประเมินสมรรถนะและให้ข้อเสนอเพิ่มเติมในการวิจัย

ขอขอบพระคุณ บริษัท ศิริปัญญา จำกัด และบริษัท ฝ่าจิบ จำกัด (มหาชน) ที่ให้ความอนุเคราะห์วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ ตลอดจนบุคลากรที่ใช้ทดสอบประสิทธิภาพในการวิจัย

ขอขอบคุณ อาจารย์สัมพันธ์ เย็นสำราญและคุณสุภารัตน์ ฮาตระกูล ที่ให้การสนับสนุนและความช่วยเหลือในการวิจัย

สมมาตร วิชชุเสวต

## สารบัญ

| บทที่                                             | หน้า |
|---------------------------------------------------|------|
| 1 บทนำ .....                                      | 1    |
| ภูมิหลัง .....                                    | 1    |
| ความมุ่งหมายของการวิจัย .....                     | 3    |
| ความสำคัญของการวิจัย .....                        | 3    |
| ขอบเขตของการวิจัย .....                           | 4    |
| นิยามศัพท์เฉพาะ .....                             | 5    |
| กรอบแนวคิดการวิจัย .....                          | 6    |
| สมมติฐานการวิจัย .....                            | 6    |
| 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....            | 7    |
| เทคโนโลยีการพิมพ์ .....                           | 7    |
| ระบบการพิมพ์ .....                                | 8    |
| แม่พิมพ์ .....                                    | 11   |
| หมึกพิมพ์ .....                                   | 12   |
| ชนิดของหมึกพิมพ์ .....                            | 16   |
| บรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก .....            | 19   |
| ฟิล์มพลาสติกที่นำมาผลิตเป็นบรรจุภัณฑ์ .....       | 23   |
| ฟิล์มพลาสติกในงานพิมพ์ .....                      | 25   |
| การสร้างเครื่องพิมพ์ .....                        | 27   |
| ส่วนประกอบและชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเครื่องพิมพ์ ..... | 28   |
| ชิ้นส่วนเกี่ยวกับการขับเคลื่อน .....              | 30   |
| ชิ้นส่วนเกี่ยวกับการควบคุมจังหวะ .....            | 41   |
| การประเมินสมรรถนะ .....                           | 41   |
| การทดสอบประสิทธิภาพ .....                         | 52   |
| การตรวจสอบคุณภาพงานพิมพ์ .....                    | 53   |
| งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....                       | 57   |
| 3 วิธีดำเนินการวิจัย .....                        | 59   |
| การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง .....             | 59   |
| การสร้างเครื่องมือในการวิจัย .....                | 60   |
| การทดสอบประสิทธิภาพการพิมพ์ .....                 | 65   |
| การวิเคราะห์ข้อมูล .....                          | 66   |

## สารบัญ (ต่อ)

| บทที่                                                                                                                                                   | หน้า |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....                                                                                                                            | 68   |
| การประเมินสมรรถนะของเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์<br>ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก .....                                              | 68   |
| การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้า<br>บนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก .....                                            | 68   |
| 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ .....                                                                                                                  | 76   |
| ความมุ่งหมายของการวิจัย .....                                                                                                                           | 76   |
| ความสำคัญของการวิจัย .....                                                                                                                              | 76   |
| สมมุติฐานการวิจัย .....                                                                                                                                 | 76   |
| การดำเนินการวิจัย .....                                                                                                                                 | 76   |
| สรุปผลการวิจัย .....                                                                                                                                    | 78   |
| อภิปรายผล.....                                                                                                                                          | 78   |
| บรรณานุกรม.....                                                                                                                                         | 81   |
| ภาคผนวก .....                                                                                                                                           | 84   |
| ภาคผนวก ก แบบแปลนแสดงโครงสร้าง ส่วนประกอบ และรายละเอียดต่าง ๆ ของเครื่องพิมพ์<br>แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก ..... | 85   |
| ภาคผนวก ข ภาพแสดงการสร้างและทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดง<br>รายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก.....                    | 99   |
| ภาคผนวก ค แบบประเมินสมรรถนะเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้า<br>บนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก.....                                        | 106  |
| ภาคผนวก ง แบบบันทึกข้อมูลการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดง<br>รายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก.....                    | 110  |
| ภาคผนวก จ รายนามผู้เชี่ยวชาญ .....                                                                                                                      | 116  |
| ภาคผนวก ฉ สำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์เชิญผู้เชี่ยวชาญ และขอใช้<br>เครื่องวัดค่าความดำ.....                                                             | 119  |
| ประวัติย่อผู้วิจัย .....                                                                                                                                | 128  |

## บัญชีตาราง

| ตาราง                                                                                                                                                 | หน้า |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับสมรรถนะของเครื่องพิมพ์แถบข้อความ<br>แสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก จำนวน 4 ด้าน ..... | 69   |
| 2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อเครื่องพิมพ์แถบข้อความ<br>แสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก.....                | 70   |
| 3 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและการเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดคุณภาพ<br>ของงานพิมพ์ 2 คุณลักษณะจากการทดสอบแถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้า.....      | 72   |
| 4 การเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดของจำนวนของงานพิมพ์ 2 คุณลักษณะจากการทดสอบ<br>การพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้า .....                            | 74   |
| 5 แสดงผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้า<br>บนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก .....                              | 75   |

## บัญชีภาพประกอบ

| ภาพประกอบ                                                                            | หน้า |
|--------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1 กรอบแนวความคิดการวิจัย .....                                                       | 6    |
| 2 การพิมพ์ระบบแม่พิมพ์หุ่น .....                                                     | 8    |
| 3 การพิมพ์ระบบแม่พิมพ์ร่องลึก .....                                                  | 9    |
| 4 การพิมพ์ระบบแม่พิมพ์พื้นราบ .....                                                  | 9    |
| 5 การพิมพ์ระบบแม่พิมพ์ฉลุ .....                                                      | 10   |
| 6 ลักษณะการพิมพ์แบบโมแม่พิมพ์กับโมกดพิมพ์ .....                                      | 19   |
| 7 วิธีเป่าฟิล์มพลาสติก .....                                                         | 20   |
| 8 วิธีหล่อฟิล์มพลาสติก .....                                                         | 20   |
| 9 การประกบแบบเปียก .....                                                             | 21   |
| 10 การประกบแบบแห้ง .....                                                             | 22   |
| 11 การประกบแบบอัดรีด .....                                                           | 22   |
| 12 ขั้นตอนการออกแบบ .....                                                            | 27   |
| 13 ฐานของเครื่องพิมพ์ .....                                                          | 29   |
| 14 กรอบข้างทั้งสองด้าน .....                                                         | 30   |
| 15 แสดงรูปร่างลักษณะของเพลลา .....                                                   | 31   |
| 16 การยึดตัวลิ้มส่งกำลัง .....                                                       | 33   |
| 17 แบบฟอร์มลิ้มตาม DIN 6885 .....                                                    | 33   |
| 18 การกำหนดขนาดลิ้ม และปฏิกริยาของแรง .....                                          | 34   |
| 19 เฟืองฟันตรงและเฟืองสะพาน .....                                                    | 37   |
| 20 การเรียกชื่อส่วนของฟันเฟือง .....                                                 | 37   |
| 21 อัตราทดมากกว่า 1 .....                                                            | 39   |
| 22 อัตราทدن้อยกว่า 1 .....                                                           | 39   |
| 23 รายละเอียดสายพานลือก .....                                                        | 40   |
| 24 สานพานลือกที่มีรูปตัดของฟันเป็นรูปครึ่งวงกลมขนาดโตบนสายพาน และขนาดเล็กบนล้อขับ .. | 41   |
| 25 ลูกเบี้ยวแผ่นกับลูกตามกลิ้ง ผิวรอบและร่องของลูกเบี้ยว .....                       | 42   |
| 26 ลูกเบี้ยวทรงกระบอก .....                                                          | 42   |
| 27 ชนิดของลูกตาม .....                                                               | 43   |
| 28 ลูกเบี้ยวเขาร่อง .....                                                            | 43   |
| 29 ผังการเคลื่อนที่ของลูกเบี้ยวทรงกระบอก .....                                       | 44   |
| 30 ปลายสปริงขดรับแรงกด .....                                                         | 46   |
| 31 สปริงขดแบบตึงและขอชนิดต่าง ๆ .....                                                | 46   |
| 32 สปริงขดแบบบิด .....                                                               | 47   |
| 33 สปริงแผ่น .....                                                                   | 47   |
| 34 การป้องกันกระดาษที่ละแผ่น .....                                                   | 48   |

## บัญชีภาพประกอบ (ต่อ)

| ภาพประกอบ                                                                               | หน้า |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 35 การป้อนกระดาษแบบซ้อนเหลื่อม.....                                                     | 48   |
| 36 ล้อพากระดาษ.....                                                                     | 49   |
| 37 ชุดกันกระดาษซ้อน.....                                                                | 49   |
| 38 สายพานพากระดาษ.....                                                                  | 50   |
| 39 ล้อยางพากระดาษ.....                                                                  | 50   |
| 40 พื้นที่เม็ดสกรีนต่าง ๆ ของภาพฮาล์ฟโทน.....                                           | 53   |
| 41 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาของชั้นหมึกพิมพ์กับค่าความดำ .....                 | 54   |
| 42 ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย .....                                                     | 60   |
| 43 ภาพเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก .... | 86   |
| 44 ภาพแสดงขนาดของเครื่องด้านหน้า-ด้านข้าง-ด้านบน .....                                  | 87   |
| 45 ภาพฝาครอบเครื่องด้านบน .....                                                         | 88   |
| 46 ภาพแผ่นรองป้อนพิมพ์.....                                                             | 89   |
| 47 ภาพฝาครอบเครื่องด้านล่าง .....                                                       | 90   |
| 48 ภาพฐานเครื่อง.....                                                                   | 91   |
| 49 ภาพกลไกการทำงาน .....                                                                | 92   |
| 50 ภาพอุปกรณ์จัดเก็บชิ้นงานพิมพ์.....                                                   | 93   |
| 51 ภาพโมแม่พิมพ์โรตารี.....                                                             | 94   |
| 52 ภาพโครงสร้างแกนกลางโมแม่พิมพ์โรตารี .....                                            | 95   |
| 53 ภาพแหวนล็อกตัวแม่พิมพ์ยางโพลิเมอร์.....                                              | 96   |
| 54 ภาพวงจรควบคุมการทำงาน .....                                                          | 97   |
| 55 ภาพวงจรภาคจ่ายกำลังไฟฟ้า .....                                                       | 98   |
| 56 การประกอบอุปกรณ์ และส่วนต่าง ๆ ของเครื่องฯ .....                                     | 100  |
| 57 เครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก .....   | 100  |
| 58 โมแม่พิมพ์โรตารีที่ออกแบบสร้าง.....                                                  | 101  |
| 59 การประกอบแม่พิมพ์โพลิเมอร์เข้ากับโมแม่พิมพ์โรตารี.....                               | 101  |
| 60 การทดลองพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้า .....                                    | 102  |
| 61 การทดลองด้านจำนวนงานพิมพ์.....                                                       | 102  |
| 62 การจัดทำหมายเลขตัวอย่างของกลุ่มตัวอย่างที่ 1.....                                    | 103  |
| 63 การจัดทำหมายเลขตัวอย่างของกลุ่มตัวอย่างที่ 2.....                                    | 103  |
| 64 เครื่องมือวัดความดำ (densito meter).....                                             | 104  |
| 65 การวัดค่าความดำ (densities) ของแถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าจากตัวอย่างทดลอง.....   | 104  |
| 66 การวัดทดสอบตำแหน่งของการพิมพ์จากตัวอย่างของกลุ่มตัวอย่างที่ 1.....                   | 105  |
| 67 การวัดทดสอบตำแหน่งของการพิมพ์จากตัวอย่างของกลุ่มตัวอย่างที่ 2.....                   | 105  |

## บทที่ 1

### บทนำ

#### ภูมิหลัง

การบรรจุภัณฑ์ (packaging) เป็นกระบวนการสำคัญที่ช่วยให้ธุรกิจการค้าขายต่าง ๆ ประสบความสำเร็จและถูกจัดให้เป็นส่วนหนึ่งของส่วนประสมการตลาด (marketing mix) สมัยใหม่ เพราะในปัจจุบันการแข่งขันทางการตลาดมีสูงมาก ตัวผลิตภัณฑ์สินค้าเองก็ไม่สามารถคิดค้นหรือพัฒนาให้ดีขึ้นกว่าเดิมได้มากนัก และลักษณะของตัวสินค้าที่เปลี่ยนเป็นสินค้าสะดวกซื้อ มีการนำเอากลยุทธ์ทางการพัฒนาตัวบรรจุภัณฑ์ (package) มาใช้ เพื่อช่วยกระตุ้นให้ผู้บริโภคตัดสินใจซื้อสินค้าด้วยตัวของสินค้าเองในรูปลักษณะของพนักงานขายเงียบ (silent salesman) แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงบรรจุภัณฑ์ ในลักษณะนี้จะเกิดขึ้นก่อนกับสินค้าประเภทผลิตภัณฑ์อาหาร (ดำรงศักดิ์ ชัยสนิท และก่อเกียรติ วิริยะกิจพัฒนา. 2537 : 1-9) หีบห่อหรือบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารที่ผลิตจากวัสดุจำพวกฟิล์มพลาสติก นับว่าถุงหรือซองเป็นรูปแบบที่ใช้กันอย่างแพร่หลายที่สุด (มยุรี ภาคลำเจียก และอมรรัตน์ สวัสดิ์หัต. 2533 : 27) จากการสำรวจในปี พ.ศ. 2525 – 2529 พบว่าถุงหรือซองมีการผลิตมากที่สุดเฉลี่ยร้อยละ 64 ของการผลิตบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากวัสดุพลาสติกทั้งหมด (สุภาภรณ์ สุขประเสริฐ และสุวิมล ลาภานันท์. 2531 : 8) ปัจจัยสำคัญที่ทำให้วัสดุจำพวกพลาสติกมีบทบาทในการบรรจุภัณฑ์มากขึ้น คือ การเปลี่ยนแปลงของสังคมและประชากร ความสะดวกสบาย และคุณสมบัติที่ดีของวัสดุพลาสติก (ปุ่น คงเจริญเกียรติ. 2539 : 2) ถุงหรือซองพลาสติกที่ใช้บรรจุสินค้ามีอยู่ 2 ประเภท ได้แก่ ถุงการค้า (commercial bag) หมายถึง ถุงที่ใช้ทำหน้าที่เป็นภาชนะบรรจุสำหรับผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ โดยเป็นส่วนหนึ่งของสินค้าที่จำหน่ายในเชิงการค้า และถุงอุปโภค (consumer bag) หมายถึง ถุงที่ผู้ซื้อนำมาใช้ในครอบครัวหรือในกิจการของตน (มยุรี ภาคลำเจียก และอมรรัตน์ สวัสดิ์หัต. 2533 : 31)

การนำถุงหรือซองบรรจุภัณฑ์พลาสติกมาใช้ในการบรรจุอาหารต้องแสดงข้อมูลรายละเอียดต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์อาหารนั้นบนบรรจุภัณฑ์ ที่ใช้บรรจุหรือห่อหุ้มเรียกว่า ป้ายหรือฉลาก (label) แสดงสินค้ามี 3 ประเภท ได้แก่ ป้ายแสดงตราสินค้า (brand label) หมายถึง ตราสินค้าที่ติดกับตัวสินค้าหรือบรรจุภัณฑ์สินค้า ป้ายแสดงคุณภาพสินค้า (grade label) หมายถึง ป้ายที่แสดงถึงคุณภาพสินค้าด้วยตัวอักษร ส่วนหรือคุณภาพ และป้ายแสดงรายละเอียดของสินค้า (descriptive label) หมายถึง ป้ายที่แสดงข้อมูลเกี่ยวกับสินค้า ด้านการใช้ ปริมาณ ราคา ผู้ผลิต เป็นต้น (ศิริวรรณ เสรีรัตน์และคณะ. 2529 : 274) ตามระเบียบข้อบังคับของพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522 กำหนดให้ผู้ผลิตสินค้าจะต้องแสดงข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวกับสินค้าอาหาร เช่น ชื่อสินค้า บริษัทผู้ผลิต ส่วนผสม น้ำหนัก วันที่ผลิต วันหมดอายุสินค้า และรายละเอียดที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ (ดารณี หมู่จรรพณ์. 2541 : [2]6-12) และพระราชบัญญัติคุ้มครองผู้บริโภค (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2541 ที่กำหนดให้ฉลากของสินค้าที่ควบคุมฉลากจะต้องระบุข้อความ รูปรอยประดิษฐ์หรือภาพตามความเหมาะสมหรือแล้วแต่กรณี และข้อความนั้นต้องตรงต่อความเป็นจริง ไม่ก่อให้เกิดความเข้าใจผิดเกี่ยวกับสาระสำคัญของสินค้า นั้น โดยมีการกำหนดให้แสดงข้อมูลต่าง ๆ บนฉลากของสินค้าที่ควบคุมฉลาก ได้แก่ ชื่อประเภทหรือชนิดของสินค้า ชื่อหรือเครื่องหมายการค้า สถานที่ตั้งของผู้ผลิตหรือจัดจำหน่าย ขนาดปริมาณหรือปริมาตร วิธีใช้ คำเตือน (ถ้ามี) วันที่ผลิตหรือวันหมดอายุและราคา การแสดงรูปรอยประดิษฐ์หรือภาพดังกล่าวสามารถแสดงลงบนส่วนหนึ่งส่วนใดของตัวสินค้าหรือที่ภาชนะบรรจุหรือหีบห่อที่บรรจุสินค้านั้นได้ แต่เมื่อรวมการแสดง

ฉลากไว้ทุกแห่งแล้วต้องสามารถเห็นได้ชัดเจน (ลักษณะของฉลากควบคุม. 2541) สินค้าที่ต้องควบคุมฉลากตามที่กฎหมายกำหนด ได้แก่ ผลิตภัณฑ์อาหารและยา

การพิมพ์ฉลากของสินค้าที่ควบคุมฉลากตามที่กฎหมายกำหนดบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก ต้องทำการพิมพ์ 2 ครั้ง ในการพิมพ์ครั้งแรกข้อมูลของฉลากแสดงสินค้าที่ใช้ในการพิมพ์มีการกำหนดไว้ล่วงหน้า เช่น เครื่องหมายการค้า (trade mark) ชื่อตราสินค้า (brand name) หรือโลโก้ (logo) ของสินค้าและตัวอักษรบรรยายสรรพคุณต่าง ๆ ของตัวสินค้า (ตำราศักดิ์ ชัยสนธิ และก่อเกียรติ วิริยะกิจพัฒนา. 2537 : 48-49) ขั้นตอนการพิมพ์บนฟิล์มพลาสติกนั้นจะทำการพิมพ์บริเวณผิวด้านในของฟิล์มชั้นนอกสุด ทั้งนี้เพื่อให้เกิดความสวยงามและป้องกันการลอกหลุดของงานพิมพ์ (อมรรัตน์ สวัสดิ์ทิต, มยุรี ภาคลำเจียก และสุเทพ โลหะเจริญ. 2536 : 7) หลังจากผ่านขั้นตอนการพิมพ์ (press) ตามการออกแบบเรียบร้อยแล้ว ก็จะนำฟิล์มพลาสติกนั้นมาสู่ขั้นตอนการประกบ (lamination) กับฟิล์มหรือวัสดุอื่น ๆ ผลิตเป็นฟิล์มพลาสติกหลายชั้นก่อนนำไปผลิตเป็นถุงหรือซองพลาสติกตามต้องการ (มยุรี ภาคลำเจียก และอมรรัตน์ สวัสดิ์ทิต. 2533 : 6-7) และการพิมพ์แถบข้อความหลังจากนำมาผลิตเป็นถุงหรือซองแล้ว เป็นการพิมพ์ข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อให้ครบตามที่กฎหมายกำหนด เนื่องจากในการพิมพ์ครั้งแรกไม่สามารถกระทำได้เพราะยังไม่ข้อมูลหรือกำหนดได้ถูกต้องจนกระทั่งถึงเวลาผลิต เช่น วันที่ผลิต วันที่หมดอายุสินค้า ครั้งที่ผลิต เป็นต้น (กาญจนา ทูมมานนท์. 2538 : 5) สำหรับผู้ผลิตรายเล็กที่มีสินค้าหลากหลาย การพิมพ์ข้อความที่เป็นข้อมูลแสดงก่อนการผลิตสินค้าจะมีความเสี่ยงต่อการบรรจุสินค้าผิดกล่องแล้ว ยังเสี่ยงต่อการจัดจำหน่ายอีกด้วย มีการแก้ไขปัญหาดังกล่าว โดยการพิมพ์ข้อมูลแสดงนั้นบนฉลากกระดาษก่อนนำมาปิดทับบนบรรจุภัณฑ์ จุดสุดท้ายของการผลิตสินค้า (ปริญญา ขำสาร. 2539 : 25) ทำให้มีต้นทุนการผลิตเพิ่มขึ้นจากวัสดุและขั้นตอนที่เพิ่มขึ้น มีการแก้ไขปัญหาด้านต้นทุนที่เพิ่มขึ้นโดยใช้วิธีการต่าง ๆ เช่น การเขียนข้อความของฉลากลงบนบรรจุภัณฑ์พลาสติกดังกล่าวโดยตรง มีข้อดี คือ ง่ายและประหยัด มีข้อเสีย คือ ไม่สวยงามและไม่ได้มาตรฐาน การใช้เครื่องมือพิมพ์แบบง่าย ๆ ใช้แรงกดด้วยมือ (manual stamping) มีข้อดี คือ ลงทุนเครื่องจักรไม่สูง มีข้อเสีย คือ ปริมาณงานพิมพ์ไม่มากนักและความชัดเจนปานกลาง นอกจากนี้ยังมีการใช้เครื่องสัมผัสทางกล (mechanical stamping) แบบต่าง ๆ ได้แก่ เครื่องพิมพ์แบบแม่พิมพ์ร้อน (hot printer) มีข้อดี คือ พิมพ์ได้สวยงาม ชัดเจน มีข้อเสีย คือ ต้นทุนต่อหน่วยสูง เครื่องพิมพ์แบบลูกหมึกพิมพ์ร้อน (hot roll printer) มีข้อดี คือ ต้นทุนต่อหน่วยต่ำกว่าแบบแม่พิมพ์ร้อน มีข้อเสีย คือ ความชัดเจนปานกลาง และเครื่องพิมพ์นิวแมติกสแตมป์ปั๊ม (pneumatic stamping) มีข้อดี คือ ต้นทุนต่อหน่วยต่ำกว่าแบบลูกหมึกพิมพ์ร้อน มีข้อเสีย คือ ความชัดเจนปานกลาง จำนวนงานพิมพ์ไม่มากนัก และเครื่องพิมพ์แถบข้อความแบบป้อนแผ่นใช้แม่พิมพ์โลหะโรตารีที่ใช้กับงานจำพวกกล่องกระดาษ และป้ายแสดงข้อมูลกระดาษมาใช้พิมพ์บรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก มีข้อดี คือ ทำให้ได้ปริมาณงานพิมพ์มากขึ้นกว่าเครื่องจักรแบบอื่น ๆ ส่วนข้อเสีย คือ เครื่องจักรมีราคาแพง งานพิมพ์ชัดเจนปานกลาง บรรจุภัณฑ์เสียหายเนื่องจากบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติกที่ใช้มีคุณสมบัติของชั้นโครงสร้างของฟิล์มที่นำมาผลิต แตกต่างกัน ทำให้ไม่สามารถทนแรงกดที่คงที่ของแม่พิมพ์โรตารีที่เป็นโลหะ ตัวพิมพ์มีราคาสูง และมีแบบพิมพ์ไม่มาก และเครื่องพิมพ์แบบไม่สัมผัส (non contact coder) ได้แก่ เครื่องพิมพ์ระบบหมึกพ่น (ink jet printer) และเครื่องพิมพ์ระบบเลเซอร์ (laser coder) ซึ่งเครื่องพิมพ์ทั้งสองระบบมีข้อดี คือ มีความคมชัดดี เปลี่ยนข้อมูลการพิมพ์ง่าย แต่มีข้อเสีย คือ ต้องใช้เงินลงทุนค่าเครื่องพิมพ์สูงมาก (ยงยุทธ รัตนประภาส. 2541 : [2]74 -82) นอกจากนี้เครื่องจักรดังกล่าวส่วนใหญ่ยังต้องสั่งนำเข้าจากต่างประเทศอีกด้วยซึ่งสอดคล้องกับรายงานการวิเคราะห์อุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์ไทย (ประเภทผู้ผลิตเครื่องจักร-อุปกรณ์-วัตถุดิบ) พ.ศ. 2538 พบว่าอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์ใน

ประเทศไทยมีมูลค่ากว่า 110,000 ล้านบาท มีมูลค่าของเครื่องจักร-อุปกรณ์ และวัตถุดิบประมาณ 11,000 ล้านบาท หรือร้อยละ 10 จากจำนวนผู้ประกอบการบรรจุภัณฑ์กว่า 2,000 แห่ง ในขณะที่มีผู้ผลิตเครื่องจักร-อุปกรณ์ และวัตถุดิบประมาณ 80 ราย และในจำนวนนี้มีผู้ผลิตเครื่องพิมพ์และแม่พิมพ์เพียง 20 รายเท่านั้น (สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย, 2540)

จากสภาพปัญหาดังกล่าว การวิจัยสร้างเครื่องพิมพ์ที่สามารถพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติกที่มีรายละเอียดของตัวพิมพ์ไม่มาก เช่น ตัวเลขหรือตัวอักษรแบบต่าง ๆ โลโก้และรูปแบบสัญลักษณ์ตามที่ต้องการ ลงบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติกจำพวกถุงหรือซองได้โดยตรง ไม่ต้องใช้วัสดุสิ้นเปลืองอื่นอีก และใช้หมึกพิมพ์ชนิดกันน้ำไม่ลอกหลุดง่าย มีจำหน่ายแพร่หลาย ทำให้มีต้นทุนในการผลิตต่อหน่วยต่ำ สามารถพิมพ์ขึ้นงานได้อย่างรวดเร็ว และไม่ทำให้บรรจุภัณฑ์ดังกล่าวเกิดความเสียหายในขั้นตอนการพิมพ์ โดยนำรูปแบบระบบการพิมพ์ของเครื่องพิมพ์แบบป้อนแผ่นที่ใช้ตัวพิมพ์โรตารีโลหะ (rotary letter press) ที่ใช้พิมพ์วัสดุประเภทกระดาษมาพัฒนาปรับปรุงและสร้างในส่วนของโมตัวพิมพ์โรตารีให้สามารถใช้ตัวพิมพ์ประเภทยางโพลิเมอร์ ที่มีรูปแบบตัวพิมพ์หลากหลายตามความต้องการ มีประสิทธิภาพในการพิมพ์ที่ดี พิมพ์ได้รวดเร็วไม่ทำให้เกิดความเสียหายในระหว่างขั้นตอนการพิมพ์และมีราคาตัวพิมพ์ไม่สูง ดังนั้นการสร้างเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติกสำหรับการพิมพ์บรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติกเพื่อใช้ในโรงงานผลิตผลิตภัณฑ์อาหารและยา จะช่วยแก้ไขปัญหาด้านความชัดเจนของแถบข้อความและแสดงรายละเอียดสินค้าและบรรจุภัณฑ์ที่เป็นของเสียในขั้นตอนการพิมพ์ ความสะดวกรวดเร็วในการทำงาน และประหยัดงบประมาณในอุตสาหกรรมการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารและยาภายในประเทศและยังเป็นประโยชน์ต่อผู้บริโภคที่จะได้รับข้อมูลจากแถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าที่ถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์

### ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อสร้างเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก
2. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก

### ความสำคัญของการวิจัย

1. ได้เครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก 1 เครื่อง เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบและพัฒนาใช้ในโรงงานผลิตผลิตภัณฑ์อาหารและยา รวมถึงอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง
2. เครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติกสามารถลดปัญหาความไม่ชัดเจนของแถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าและบรรจุภัณฑ์ที่เป็นของเสียในขั้นตอนการพิมพ์ให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น

## ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการสร้างเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติกด้วยการพัฒนาออกแบบและสร้างแม่พิมพ์พื้นหมุนโรตารี (cylinder rotary letter press) ให้สามารถใช้งานได้กับตัวพิมพ์ยางโพลิเมอร์ จากนั้นนำเครื่องพิมพ์ไปทำการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่อง โดยการพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าลงบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก และนำบรรจุภัณฑ์ที่ได้รับการพิมพ์ไปทดสอบหาคุณภาพของการพิมพ์ เพื่อให้การวิจัยบรรลุตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้ได้กำหนดขอบเขตในการวิจัย ดังนี้

### 1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรเป็นบรรจุภัณฑ์ประเภทถุง (bag) หรือซอง (pouch) และซองขนาดเล็ก (sachet) ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติกหลายชั้นแบบประกบโดยมีโครงสร้างของชั้นวัสดุ คือ โอปีพี (oriented polypropylene : opp) เอ็มอีที (metallized : met) และ ซีพีพี (cast polypropylene : cpp) มีลักษณะโปร่งแสง ผิวหน้าเป็นมันวาว และด้านในเป็นสีบรอนสเงิน สำหรับใช้ในการบรรจุภัณฑ์ ที่ได้รับการพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าด้วยเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก จำนวน 2 ขนาด รวม 280 ซอง ดังนี้

1.1.1 ซองบรรจุภัณฑ์ ขนาด 81 x 100 มิลลิเมตร จำนวน 140 ซอง

1.1.2 ซองบรรจุภัณฑ์ ขนาด 60 x 80 มิลลิเมตร จำนวน 140 ซอง

1.2 กลุ่มตัวอย่าง กำหนดกลุ่มตัวอย่างทดลองแบบเจาะจงคือซองบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติกหลายชั้นแบบประกบ ทำการสุ่มตัวอย่างแบบมีระบบ (systematic random sampling) โดยใช้ลำดับการพิมพ์ 4 ชั้นงาน พิมพ์ชัก 1 ตัวอย่าง กับซองบรรจุภัณฑ์ที่ได้รับการพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าด้วยเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติกจำนวน 2 ขนาด รวม 70 ซอง ดังนี้

1.2.1 ซองบรรจุภัณฑ์ ขนาด 81 x 100 มิลลิเมตร จำนวน 35 ซอง

1.2.2 ซองบรรจุภัณฑ์ ขนาด 60 x 80 มิลลิเมตร จำนวน 35 ซอง

2. เครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติกเป็นเครื่องพิมพ์บรรจุภัณฑ์ที่ทำงานด้วยพลังงานไฟฟ้าแรงเคลื่อน 220 โวลต์ ลักษณะเครื่องใช้งานแบบตั้งโต๊ะมีขนาดกระทัดรัดเหมาะกับการทำงานในบริเวณที่มีพื้นที่จำกัดได้ดี สามารถพิมพ์บรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติกได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีระบบการทำงานและอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังนี้

2.1 ระบบการพิมพ์พื้นหมุนโรตารี (rotary letter press) แบบตัวพิมพ์ยางโพลิเมอร์ที่ใช้หมึกเป็นการพิมพ์แบบต่อเนื่องบนงานพิมพ์โดยไม่หยุดรอ สามารถปรับตำแหน่งของการพิมพ์ทางด้านความกว้างของบรรจุภัณฑ์ระหว่าง 10 – 140 มิลลิเมตร และด้านความยาว 10 – 250 มิลลิเมตร โดยการปรับเลื่อนแม่พิมพ์และระบบหน่วยเวลาการพิมพ์ด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์

2.2 ระบบการป้อนพิมพ์แบบแผ่นที่มีอุปกรณ์ในการจัดเรียงป้อนชิ้นงานพิมพ์ครั้งละ 1 แผ่น โดยไม่มีส่วนใดซ้อนทับกันในระหว่างพิมพ์และสามารถปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมกับความหนาของบรรจุภัณฑ์ระหว่าง 0.3 – 3.0 มิลลิเมตร ซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์ป้องกันวัสดุเกินและสายพานลำเลียง

2.3 อุปกรณ์จัดเก็บชิ้นงานพิมพ์ที่สามารถจัดเรียงชิ้นงานพิมพ์ที่ได้ทำการพิมพ์แล้วให้เป็นระเบียบสามารถปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมกับบรรจุภัณฑ์ทางด้านความกว้างและความยาวได้

3. ตัวแปรที่ศึกษา คือ ประสิทธิภาพของการพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้า ซึ่งประกอบด้วย

3.1 คุณภาพของงานพิมพ์

3.2 จำนวนงานพิมพ์

### นิยามศัพท์เฉพาะ

ประสิทธิภาพของเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก หมายถึง คุณภาพของงานพิมพ์และจำนวนงานพิมพ์จากการพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าที่เป็นแถบข้อความต่าง ๆ ซึ่งแสดงรายละเอียดสินค้าที่ได้รับการพิมพ์ด้วยหมึกสีดำโดยเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก ดังนี้

1. คุณภาพของงานพิมพ์ ประกอบด้วย 2 คุณลักษณะ คือ

1.1 ความคมชัด หมายถึง แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าที่ได้รับการพิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติกที่มีค่าความดำ (densities) คงที่สม่ำเสมอตามมาตรฐานการพิมพ์ เว็บออฟ (specification for web offset publications : swop) ในข้อกำหนดของการพิมพ์จริงของค่าความดำพื้นตายที่มีขอบเขตการยอมรับอยู่ที่  $\pm 0.14$  โดยการใช้เครื่องมือวัดความดำของสี (densitometer)

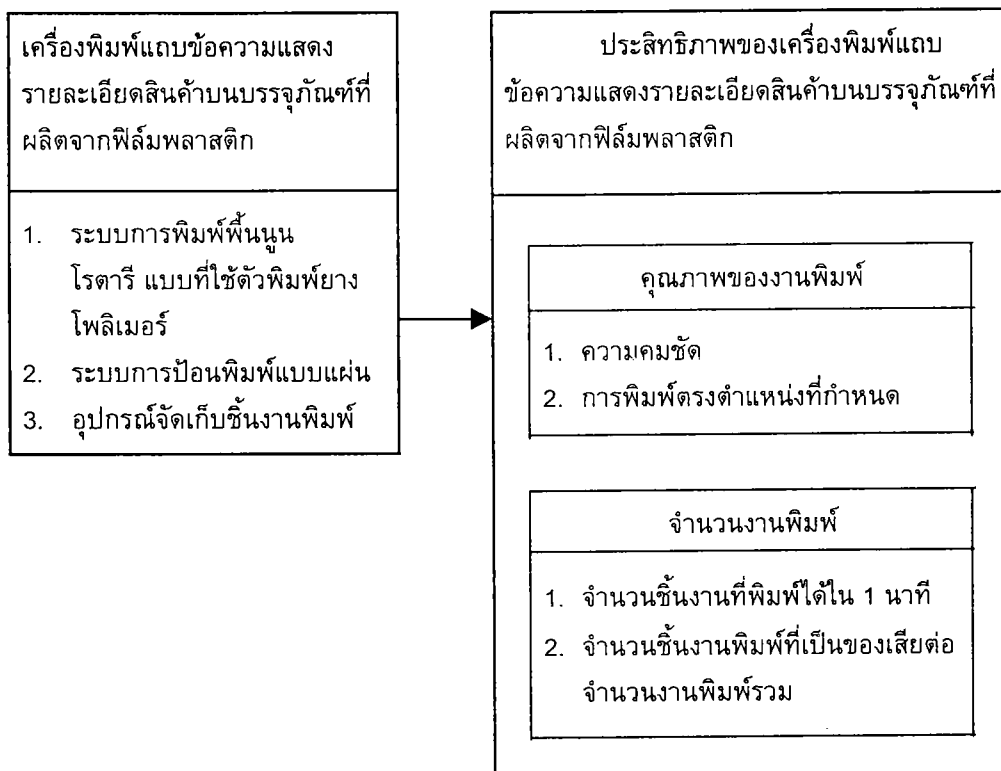
1.2 การพิมพ์ตรงตำแหน่งที่กำหนด หมายถึง ตำแหน่งของการพิมพ์บนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติกที่พิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าด้วยเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติกจะต้องตรงกับตำแหน่งที่กำหนดไว้ โดยยอมให้มีค่าผิดพลาดไม่เกิน 3 มิลลิเมตร ต่อ 1 ชิ้นงานพิมพ์ ด้วยการวัดเปรียบเทียบกับ เวอร์เนีย คาลิเปอร์ (vernier caliper)

2. จำนวนงานพิมพ์ ประกอบด้วย 2 คุณลักษณะ คือ

2.1 จำนวนชิ้นงานที่พิมพ์ได้ใน 1 นาที หมายถึง ปริมาณของจำนวนงานที่พิมพ์ที่เครื่องทำการพิมพ์ได้ในช่วงระยะเวลา 1 นาทีต้องไม่น้อยกว่า 70 ชิ้นงาน

2.2 จำนวนชิ้นงานพิมพ์ที่เป็นของเสียต่อชิ้นงานพิมพ์รวม หมายถึง ปริมาณของจำนวนชิ้นงานที่ทำการพิมพ์แล้วเกิดการชำรุดเสียหายไม่สามารถบรรจุสินค้าได้ คือ มีรอยฉีกขาดหรือทะลุ ทำให้อากาศสามารถผ่านเข้าออกได้ ต้องมีจำนวนไม่เกินร้อยละ 2 ของจำนวนชิ้นงานพิมพ์รวมทั้งหมด

### กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

### สมมติฐานการวิจัย

1. คุณภาพของงานพิมพ์ด้านความคมชัดจากการพิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติกผ่านเกณฑ์
2. คุณภาพของงานพิมพ์ด้านการพิมพ์ตรงตำแหน่งจากการพิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติกผ่านเกณฑ์
3. จำนวนงานพิมพ์ด้านจำนวนชิ้นงานพิมพ์ที่พิมพ์ได้ใน 1 นาทีจากการพิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติกผ่านเกณฑ์
4. จำนวนงานพิมพ์ด้านจำนวนชิ้นงานพิมพ์ที่เป็นของเสียต่อจำนวนงานพิมพ์รวมจากการพิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติกผ่านเกณฑ์

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยการสร้างเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติกได้มีการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและนำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. เทคโนโลยีการพิมพ์
2. บรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก
3. การสร้างเครื่องพิมพ์
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### เทคโนโลยีการพิมพ์

คำว่า “การพิมพ์” มีผู้ให้คำจำกัดความไว้มากหลายทัศนะ เล็ชชีเน (Lechene. 1974 : 1051) ได้แสดงความหมายของการพิมพ์ไว้ว่า “เป็นวิธีการใช้แรงกดให้หมึกติด เป็นข้อความหรือภาพ บนพื้นผิวของสิ่งที่ต้องการพิมพ์” ซึ่งความหมายของการพิมพ์ในทัศนะนี้จะเน้นเฉพาะการพิมพ์ที่ต้องอาศัยแรงกดเท่านั้น แต่ในขอบข่ายการพิมพ์ปัจจุบันบางระบบไม่จำเป็นต้องอาศัยแรงกดเลยก็ได้

มิลส์ (Mills. 1968 : 590) ได้ให้ความหมายของการพิมพ์อย่างกว้าง ๆ ว่า “หมายถึงกรรมวิธีใด ๆ ในการจำลองภาพ หรือสำเนาภาพ หรือจากต้นฉบับในลักษณะสองมิติ แบบราบ ทั้งนี้รวมถึงการพิมพ์ผ้า การพิมพ์กระดาษปิดฝาผนัง และการอัดรูป”

กำธร สติกรกุล (2515 : 177) กล่าวว่า “การพิมพ์ คือ การจำลองต้นฉบับอันหนึ่งจะเป็นภาพหรือตัวหนังสือก็ตามออกเป็นจำนวนมาก ๆ เหมือนกัน บนวัสดุที่เป็นพื้นแบน หรือใกล้เคียงกับพื้นแบนด้วยการใช้เครื่องมือกล”

พระราชบัญญัติการพิมพ์ พุทธศักราช 2484 ซึ่งใช้อยู่ในปัจจุบันได้ให้คำจำกัดความของคำว่า “พิมพ์” ไว้ว่า “ทำให้เป็นตัวหนังสือ หรือรูปรอยใด ๆ โดยการกดหรือการใช้พิมพ์หิน เครื่องกล วิธีเคมี หรือวิธีอื่นใดอันอาจให้เกิดเป็นสิ่งพิมพ์ขึ้นหลายสำเนา” (วัลลภ สวัสดิวัลลภ. 2527 : 81)

จากความหมายของการพิมพ์ที่ยกมานี้จะเห็นว่าขอบข่ายของงานพิมพ์เป็นประดิษฐ์การซึ่งมุ่งหมายที่จะจำลองภาพต้นฉบับ ได้แก่ ภาพวาด (art work) ภาพถ่าย (photography) ตัวอักษร (letter) ให้เกิดเป็นชิ้นงานที่มีลักษณะเหมือนภาพต้นฉบับในปริมาณมาก ๆ บนพื้นผิววัสดุหลาย ๆ ชนิด ซึ่งจะพบการพิมพ์ที่ปรากฏในอุปกรณ์ในการดำรงชีวิต (ทองเดิม เสมรสุด. 2517 : 54) ได้แก่ บรรจุภัณฑ์ (packaging) นานาชนิด เครื่องนุ่งห่ม และใช้สอย ทั้งผ้า และพลาสติก ที่ปรากฏผลผลิตจากการพิมพ์ เครื่องใช้ในบ้านที่พิมพ์โดยวัตถุนานาชนิด ทั้งเหล็ก และสารผสม จนถึงการผลิตเพื่อเป็นสื่อแจ้ง ข่าวสาร ความรู้ ความบันเทิง การโฆษณา และประชาสัมพันธ์

## ระบบการพิมพ์

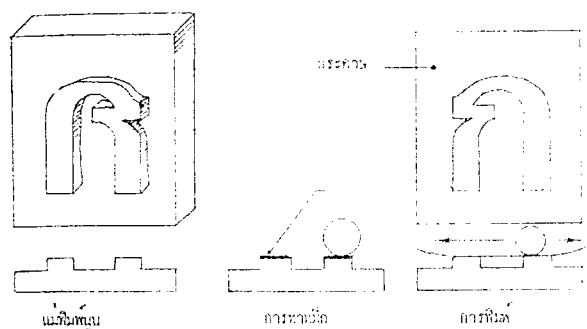
การพิมพ์ที่ปรากฏอยู่โดยทั่วไปนั้น สามารถที่จะจำแนกตามกระบวนการของการพิมพ์ได้เป็น 4 ระบบ ดังนี้

1. การพิมพ์ระบบแม่พิมพ์นูน (relief printing)
2. การพิมพ์ระบบแม่พิมพ์ร่องลึก (intaglio printing)
3. การพิมพ์ระบบแม่พิมพ์พื้นราบ (paleographic printing)
4. การพิมพ์ระบบแม่พิมพ์ฉลุ (serigraphy printing)

การเปรียบเทียบระบบการพิมพ์กับการพิมพ์เชิงศิลปะ และการพิมพ์เชิงอุตสาหกรรม (ศิริพงศ์ พยอมแย้ม. 2529 : 25) ได้ดังนี้

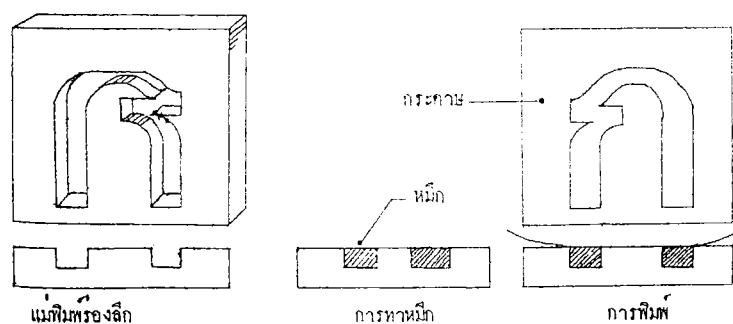
| ระบบการพิมพ์                            | การพิมพ์เชิงศิลปะ              | การพิมพ์เชิงอุตสาหกรรม |
|-----------------------------------------|--------------------------------|------------------------|
| แม่พิมพ์นูน (relief printing)           | ภาพแกะไม้ (wood cut)           | letter press           |
| แม่พิมพ์ร่องลึก (intaglio printing)     | พิมพ์โลหะ (engraving, etching) | gravure                |
| แม่พิมพ์พื้นราบ (paleographic printing) | พิมพ์หิน (lithography)         | off set                |
| แม่พิมพ์ฉลุ (serigraphy printing)       | พิมพ์ฉากไหม (silk screen)      | silk screen            |

1. การพิมพ์ระบบแม่พิมพ์นูน หลักของการพิมพ์ในระบบนี้ เกิดขึ้นจากกระบวนการสร้างแม่พิมพ์ให้มีระดับแตกต่างกัน ระหว่างตัวภาพ กับพื้นแม่พิมพ์ โดยให้ตัวภาพมีความสูงกว่าพื้น เมื่อทาหรือกลิ้งหมึกพิมพ์บนแม่พิมพ์หมึกจะติดเฉพาะผิวภาพส่วนที่นูนขึ้นมาเท่านั้น และเมื่อนำชิ้นงาน (กระดาษ ผ้า ฯลฯ) มาวางสัมผัสกับแม่พิมพ์ หมึกพิมพ์จากผิวภาพก็จะถ่ายทอดมาติดบนชิ้นงาน เกิดเป็นงานพิมพ์ตามที่ต้องการ ในการสร้างภาพบนแม่พิมพ์จำเป็นต้องให้ภาพหรือตัวอักษรมีลักษณะเป็นด้านกลับ (reverse) ซึ่งจะถ่ายทอดให้ภาพบนชิ้นงานพิมพ์มีลักษณะเป็นด้านตรง ดังแสดงในภาพประกอบ 2 (ศิริพงศ์ พยอมแย้ม. 2529 : 17)



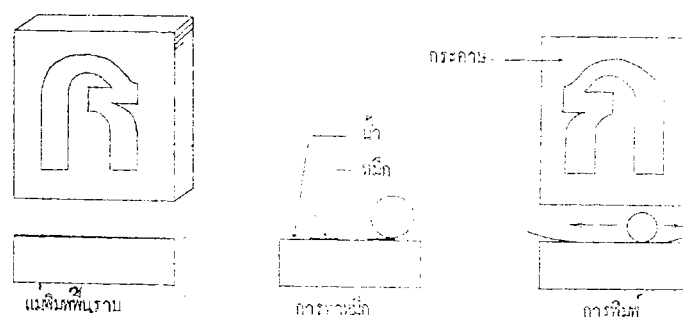
ภาพประกอบ 2 การพิมพ์ระบบแม่พิมพ์นูน

2. การพิมพ์ในระบบแม่พิมพ์ร่องลึก หลักการของการพิมพ์ในระบบนี้ กระบวนการสร้างแม่พิมพ์จะมีลักษณะตรงข้ามกับระบบแม่พิมพ์นูน กล่าวคือ ส่วนที่เป็นตัวภาพหรือตัวหนังสือแทนที่จะสูงขึ้นกว่าพื้นกลับจะมีระดับซึ่งลึกลงไป ในการพิมพ์เมื่อทาหมึกพิมพ์ลงบนแม่พิมพ์ หมึกพิมพ์จะขังอยู่ในร่องลึกซึ่งเป็นตัวภาพส่วนที่เป็นพื้นจะไม่มีหมึกพิมพ์ติดอยู่ เมื่อนำกระดาษมาวางทาบบนแม่พิมพ์ กระดาษก็จะจับหมึกเฉพาะส่วนที่เป็นตัวภาพ หรือตัวอักษรขึ้นมาเท่านั้น ดังแสดงในภาพประกอบ 3 (ศิริพงศ์ พยอมแย้ม. 2529 : 17)



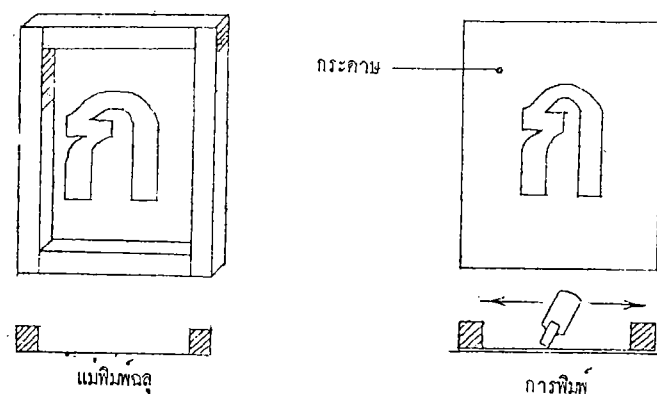
ภาพประกอบ 3 การพิมพ์ระบบแม่พิมพ์ร่องลึก

3. การพิมพ์ในระบบแม่พิมพ์พื้นราบ มีหลักการพิมพ์ซึ่งแตกต่างจากการพิมพ์ทั้งสองระบบ โดยแม่พิมพ์จะมีระดับเสมอหรือเท่ากันหมดทั้งตัวภาพและพื้นแต่บริเวณตัวภาพจะมีลักษณะเป็นไขซึ่งน้ำไม่สามารถเกาะติดอยู่ได้ เมื่อเอาน้ำทาบริเวณแม่พิมพ์ น้ำก็จะติดเฉพาะบริเวณที่เป็นพื้นเท่านั้น หลังจากที่ได้นำหมึกพิมพ์ทาหรือกลีบบนแม่พิมพ์ หมึกพิมพ์จะติดเฉพาะบริเวณตัวภาพ แต่จะไม่ติดที่พื้น เนื่องจากหมึกพิมพ์มีลักษณะเป็นไข จึงไม่สามารถอยู่บนน้ำได้ และเมื่อนำกระดาษพิมพ์วางทาบบนแม่พิมพ์หมึกพิมพ์จากบริเวณตัวภาพของแม่พิมพ์ก็จะถ่ายทอดขึ้นมาติดบนกระดาษ ดังแสดงในภาพประกอบ 4 (ศิริพงศ์ พยอมแย้ม. 2529 : 18)



ภาพประกอบ 4 การพิมพ์ระบบแม่พิมพ์พื้นราบ

4. การพิมพ์ระบบแม่พิมพ์ฉลุ การพิมพ์ในระบบนี้จะมีกระบวนการพิมพ์ และการสร้างแม่พิมพ์ที่แตกต่างจากการพิมพ์ทั้ง 3 ระบบที่ผ่านมาค่อนข้างมาก โดยการใช้แม่พิมพ์จากวัสดุที่มีลักษณะเป็นฉาก (screen) บาง ๆ และหมึกพิมพ์สามารถผ่านทะลุได้ เช่น การใช้ผ้าในล่อนนำมาซึ่งกับกรอบ (frame) จากนั้นจะใช้วัสดุที่บดสำหรับปิดกั้นบนฉากนั้น โดยเปิดช่องว่างเฉพาะบริเวณที่ต้องการให้เกิดภาพหรือตัวหนังสือ เมื่อนำหมึกพิมพ์ปาดลงไปบนฉาก สีของหมึกพิมพ์จะทะลุฉากลงไปติดกับชิ้นงาน ซึ่งอาจเป็นกระดาษ โลหะ แก้ว พลาสติก ผ้า ฯลฯ เฉพาะส่วนที่เป็นรูปภาพหรือตัวอักษรอย่างงดงาม ดังแสดงในภาพประกอบ 5 (ศิริพงศ์ พยอมแย้ม. 2529 : 19)



ภาพประกอบ 5 การพิมพ์ระบบแม่พิมพ์ฉลุ

#### ระบบการพิมพ์ด้วยแสง

การพิมพ์ในระบบนี้ไม่ได้รับการยอมรับว่าเป็นการพิมพ์ที่เป็นระบบมาตรฐานเช่นระบบพิมพ์อื่น ๆ ทั้งนี้เนื่องจากการพิมพ์ไม่ได้เกิดจากการที่หมึกพิมพ์ถ่ายทอดจากแม่พิมพ์ไปสู่ชิ้นงานโดยตรงแต่เป็นการทำปฏิกิริยาระหว่างแสงกับน้ำยาเคมีบนชิ้นงาน ทำให้สามารถผลิตงานพิมพ์ได้น้อยชิ้น ถ้าจะผลิตเป็นจำนวนมากก็จะเสียเวลาและมีราคาแพง คุณภาพของงานไม่สู้คงทน แต่ถ้าเป็นการผลิตจำนวนน้อยก็จะเป็นวิธีที่สะดวกมาก สำหรับการพิมพ์ในระบบนี้ได้แก่

1. การอัดขยายรูปถ่าย (contact & enlarge printing) เกิดจากการสร้างภาพบนฟิล์มเนกาตีฟ (negative film) โดยแสงที่สะท้อนจากวัตถุผ่านเลนส์ของกล้องถ่ายรูปมาทำปฏิกิริยากับน้ำยาไวแสงที่ฉาบบนผิวฟิล์ม ทำให้ได้ภาพในลักษณะตรงข้ามกับธรรมชาติและความเป็นจริง

2. เครื่องถ่ายภาพเอกสาร สามารถให้ภาพลายเส้นที่ใกล้เคียงกับภาพต้นฉบับในเวลาอันรวดเร็ว และราคาไม่แพง หลักการทำงานของเครื่องถ่ายภาพเอกสารซึ่งเป็นที่นิยม คือ การถ่ายด้วยไฟฟ้าสถิต วิธีนี้จะวางต้นฉบับตัวจริงบนกระจกจอภาพ เมื่อกดปุ่มทำการพิมพ์หลอดสร้างไฟฟ้าสถิตจะทำงาน ทำให้บริเวณที่เป็นภาพบนกระดาษพิมพ์เกิดไฟฟ้าขัดตรงข้ามกับผงหมึก จึงดูดผงหมึกให้วิ่งเข้ามาติดบริเวณนั้นและปรากฏเป็นภาพขึ้น แต่ผงหมึกนั้นสามารถลบออก หรือหลุดได้ จึงต้องนำมาผ่านเครื่องทำความร้อน เพื่อให้ผงหมึกละลายติดแน่นถาวร บนกระดาษ

3. การถ่ายพิมพ์เขียว (blue print) นิยมใช้ในการพิมพ์แบบงานก่อสร้าง (งานเขียนแบบ) โดยต้นฉบับจะเขียนบนกระดาษโปร่งแสง แล้วนำไปวางทับบนกระดาษอาบนํ้ายาพิมพ์เขียว และเปิดให้แสงผ่าน แสงจะทำปฏิกิริยากับน้ำยา เมื่อนำกระดาษไปทานํ้ายาเคมีจะเกิดเป็นภาพสีน้ำเงินขึ้น

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้หลักการพิมพ์ระบบแม่พิมพ์พื้นปูนมาใช้ในการสร้างเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก เนื่องจากสามารถนำมาใช้กับตัวพิมพ์พื้นปูนแบบยางโพลิเมอร์ได้ รายละเอียดของงานพิมพ์ไม่มากนัก ความเร็วในการพิมพ์ปานกลาง ทำให้ได้งานพิมพ์ตามต้องการ

หลักการพื้นฐานของการพิมพ์ในการผลิตสิ่งพิมพ์หรือในกระบวนการพิมพ์ที่ทำให้ภาพปรากฏบนวัสดุพิมพ์ได้อาศัยองค์ประกอบสำคัญดังนี้

1. แม่พิมพ์
2. หมึกพิมพ์
3. การกดพิมพ์

**1. แม่พิมพ์** การสื่อสารของมนุษยชาติในอดีตหลายพันปีได้ใช้ลักษณะท่าทางแสดง ความหมาย แลกเปลี่ยนความเข้าใจระหว่างกัน มีการพัฒนาปรับเปลี่ยนเป็นคำพูดสื่อสารระยะใกล้ และสื่อสารจาก สัญญาณควันไฟ จนกระทั่งได้พัฒนาให้เกิดอักษรภาพและตัวหนังสือ เพื่อให้การสื่อสารขยายขอบเขตออกไป ไม่จำกัดอยู่ในระหว่างบุคคลหรือกลุ่มย่อยมีการประดิษฐ์คิดค้นการถ่ายทอดตัวหนังสือด้วยวิธีที่ดีกว่าการ คัดลอกด้วยลายมือที่มีความล่าช้าและเกิดความผิดพลาดบกพร่องจากต้นฉบับ

ตัวพิมพ์และสัดส่วนของตัวอักษร

ตัวพิมพ์ (type) หมายถึง ตัวพิมพ์ที่ทำขึ้นทางกายภาพ ไม่ว่าจะเกิดขึ้นจากการปั้น การแกะ การหล่อ การถ่ายภาพและจากอิเล็กทรอนิกส์หรือเลเซอร์ เป็นปัจจัยให้เกิดภาพตัวอักษรและข้อความเพื่อการ ผลิตสิ่งพิมพ์ ตัวพิมพ์และการพิมพ์ เป็นปัจจัยที่เอื้ออำนวยระหว่างกันให้เกิดสิ่งพิมพ์ที่เป็นสื่อการอ่าน ดังนั้น การนำตัวพิมพ์มาใช้ในการพิมพ์ ต้องผ่านกระบวนการเรียงพิมพ์ (typesetting) เพื่อให้เกิดประโยคที่สื่อสารได้ ก่อนนำไปทำการพิมพ์

ตัวพิมพ์ แบ่งเป็นกลุ่มหลัก 2 กลุ่ม โดยถือการเรียงพิมพ์เป็นเกณฑ์ การแบ่ง คือ ตัวพิมพ์พวก ร้อน (hot type; hotmetal; cast metal) และตัวพิมพ์พวกเย็น (cold type)

1. ตัวพิมพ์พวกร้อน หมายถึง ตัวพิมพ์ที่เกิดจากการหล่อโลหะ ใช้วิธีการเรียงพิมพ์ด้วยมือ จากตัวโลหะที่หล่อสำเร็จแล้วด้วยมือ และการเรียงพิมพ์ด้วยเครื่องที่หล่อตัวพิมพ์ยางที่ละตัวหรือที่ละบรรทัด
2. ตัวพิมพ์พวกเย็น หมายถึง ตัวพิมพ์ที่มีได้เกิดจากการหล่อโลหะ เช่น การเรียงพิมพ์ด้วย พิมพ์ดีด และการเรียงพิมพ์ด้วยการใช้แสง (photo-mechanical; phototype-setting)

ลักษณะของตัวพิมพ์ร้อน คือ เป็นตัวหล่อโลหะ มีลักษณะเป็น 3 มิติ ประกอบด้วยลำตัว (body) ที่มีความสูง ความกว้าง และความลึก โดยมีหน้าสัมผัสอยู่ส่วนบนสุด เป็นพยัญชนะ สระหรือวรรณยุกต์ใน ลักษณะตัวกลับเหมือนภาพในกระจกเงา หน้าสัมผัสนี้ยกสูงจากฐานหรือบ่าตัวพิมพ์ เป็นบริเวณรับหมึกที่ก่อให้เกิดภาพเมื่อนำไปกดพิมพ์ จึงเรียกหน้าสัมผัสนี้ว่า บริเวณภาพ (image area) และผิวของฐานหรือบ่าที่รับ ตัวหนังสือที่อยู่ต่ำลงไปไม่สามารถรับหมึกพิมพ์และสัมผัสกระดาษได้เรียกว่า บริเวณไร้ภาพ (non-image area)

ในการพิมพ์ระบบเฟล็กโซกราฟี ซึ่งเป็นการพิมพ์ระบบการพิมพ์พื้นปูนที่ได้รับการพัฒนามาจาก การพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรสส์ โดยการนำเอาแม่พิมพ์ที่ผลิตจากวัสดุประเภทยางโพลิเมอร์แทนวัสดุประเภท โลหะ ซึ่งมีความยืดหยุ่นตัวได้มากกว่า ทำให้สามารถพิมพ์บนวัสดุอ่อนตัวประเภทฟิล์มพลาสติกได้เป็น อย่างดี วัสดุที่ใช้ผลิตเป็นแม่พิมพ์มี 2 ประเภท คือ

1. แม่พิมพ์ที่ผลิตจากยาง ยางที่ใช้อาจเป็นยางธรรมชาติ หรือยางสังเคราะห์ที่มีคุณสมบัติทนต่อแรงฉีกขาด และการขีดข่วน กรรมวิธีการผลิตแม่พิมพ์โดยใช้ตัดด้วยมือ การแกะ หรือการหลอม โดยจะต้องทำแบบหล่อโลหะด้วยการกัดกรัดให้เป็นแบบพิมพ์ตามต้องการ แล้วจึงนำยางมาหลอมลงในแบบโลหะเป็นแม่พิมพ์ตามต้องการ

2. แม่พิมพ์ที่ผลิตจากโฟโตโพลิเมอร์ เป็นแม่พิมพ์ที่ได้รับความนิยมมาก สามารถผลิตได้หลายรูปแบบโดยไม่ต้องทำแบบหล่อโลหะ กรรมวิธีการผลิต คือ นำวัสดุประเภทสารโพลิเมอร์หรือพลาสติกไวแสง ที่ทำปฏิกิริยากับรังสีอัลตราไวโอเลตแล้วเกิดการแข็งตัว มาฉายรังสีผ่านฟิล์มเนกาทีฟที่เป็นแบบพิมพ์ เมื่อได้รับการฉายรังสีจนเกิดการแข็งตัวเป็นแม่พิมพ์แล้วก็นำไปชะล้างบริเวณที่ไม่ได้โดยรังสีออกไปด้วยผงซักฟอกและน้ำ ก็จะได้แม่พิมพ์ตามแบบนำไปใช้พิมพ์ตามต้องการ

2. หมึกพิมพ์ หมึกพิมพ์ประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก 3 ส่วน คือ ผงสี (pigment) ตัวพาหมึก (ink vehicle) และตัวปรับหมึก (supplementary additives) สัดส่วนขององค์ประกอบหมึกพิมพ์เหล่านี้จะมีผลต่อสูตรหมึกและคุณสมบัติของหมึกพิมพ์สูตรต่าง ๆ ที่ผลิตขึ้น

2.1 ผงสี คือ ส่วนที่ให้สีของหมึกพิมพ์และเป็นองค์ประกอบส่วนที่เป็นของแข็งของหมึกพิมพ์ มีลักษณะเป็นอนุภาคขนาดเล็กมากมีหน่วยวัดเป็นไมครอน แขนงลอยกระจายอยู่ในตัวพาหมึก ผงสีมีคุณสมบัติแขวนลอยได้ในน้ำ และแขวนลอยในน้ำมัน การผลิตผงสีเริ่มจากผงสีที่มีลักษณะเป็นก้อน แล้วทำให้มีขนาดเล็กลงเป็นผง

ผงสีมีผลต่อคุณสมบัติที่สำคัญของหมึกพิมพ์ คือ ความเหนียว (tack) ความหนืด (viscosity) และการไหล (flow) ของหมึกพิมพ์ และเป็นตัวกำหนดให้หมึกพิมพ์มีลักษณะโปร่งใสหรือทึบแสง ความทนทานต่อแสง ต่อความร้อน หรือต่อน้ำ การจำแนกชนิดของผงสี แบ่งเป็นผงสีอินทรีย์และผงสีอนินทรีย์ ที่ผงสีอินทรีย์มีธาตุคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ ที่ผงสีอนินทรีย์จะไม่มีธาตุคาร์บอน และสามารถจำแนกผงสีได้ 3 กลุ่ม ตามสีที่มองเห็นดังนี้คือ ผงสีดำ (black pigment) ผงสีขาว (white pigment) และผงสีอื่น (color pigment)

2.1.1 ผงสีดำ ผงสีดำมีความสำคัญเป็นอย่างมากเพราะเป็นสีที่ใช้กันแพร่หลายที่สุดใน การพิมพ์หนังสือพิมพ์ นิตยสาร หนังสืออื่น และสิ่งพิมพ์ทั่วไป ผงสีดำเป็นผงสีอินทรีย์ผลิตจากการเผาไหม้ของก๊าซธรรมชาติกับน้ำมันและผงถ่าน หมึกพิมพ์สีดำที่ทั่วไปผลิตจากผงถ่านสีดำ (carbon black) มีราคาถูก

2.1.2 ผงสีขาว ผงสีขาวใช้ประโยชน์ในการลดความเข้มของหมึกพิมพ์สีอื่น ให้จางลง มี 2 ชนิด คือ ผงสีขาวชนิดโปร่งใส และผงสีขาวชนิดทึบแสง ผงสีขาวชนิดโปร่งใสใช้ทำหมึกสีขาวประเภทที่เมื่อพิมพ์ทับแล้วยังคงต้องการให้มองเห็นสีของหมึกที่อยู่ข้างใต้ สำหรับผงสีขาวชนิดทึบแสงนิยมใช้ในการทำหมึกสีขาวประเภทที่เมื่อพิมพ์ทับสีอื่น ๆ ที่พิมพ์ไปแล้ว ไม่ต้องการให้มีการมองเห็นสีของหมึกที่อยู่ข้างใต้ ผงสีขาวมาก ได้แก่ ไททาเนียมไดออกไซด์ (titanium dioxide) เป็นผงสีขาวชนิดทึบแสง

2.1.3 ผงสีอื่น ผงสีอื่นมี 2 ชนิด คือ ผงสีอินทรีย์และผงสีอนินทรีย์ หมึกพิมพ์ต่าง ๆ ในปัจจุบันนิยมทำจากผงสีอินทรีย์มากกว่าผงสีอนินทรีย์ เนื่องจากข้อดี คือ ผงสีอินทรีย์มีขนาดของอนุภาคผงสีที่ค่อนข้างเล็ก ให้ความเข้มและความสดใสของสีมากกว่า มีโทนสีให้เลือกมาก ให้ความโปร่งใสของสี ซึ่งมีความสำคัญมากในการพิมพ์สอดสี เป็นต้น ผงสีอินทรีย์เป็นสารประกอบของโลหะนิยมใช้กันมาก่อนผงสีอนินทรีย์ ผงสีชนิดนี้ทนต่อแสงสว่างและทนต่อเคมีภัณฑ์ต่าง ๆ ได้ดี มีความเข้มของสีต่ำ ต้องใช้ในปริมาณมากเพื่อชดเชยให้ได้ความเข้มของสีตามที่ต้องการ มีข้อเสีย คือ การที่เป็นสารประกอบพวกโลหะ อนุภาคของ

ผงสีจึงแข็ง บดให้ละเอียดได้ยาก ถ้าบดไม่ละเอียด มีผลชุด่วนแม่พิมพ์ ทำให้แม่พิมพ์สึกเร็วและยังมีโลหะบางชนิดที่เป็นองค์ประกอบในผงสีอินทรีย์มีความเป็นพิษ เช่น ตะกั่วและปรอท เป็นต้น

2.2 ตัวพาหมึก (ink vehicle) ตัวพาหมึก คือ ส่วนที่เป็นของเหลวของหมึกพิมพ์ ทำหน้าที่เป็นตัวกลางสำหรับการแขวนลอยของผงสีและเป็นตัวพิมพ์พาผงสีให้เคลื่อนที่ไปได้ระหว่างกระบวนการพิมพ์และเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นของแข็งโดยการแห้งตัวติดกับผิววัสดุพิมพ์ ตัวพาหมึกเป็นตัวควบคุมคุณสมบัติที่สำคัญของหมึกพิมพ์ คือ ความเหนียว ความหนืด การไหล และการแห้งตัว

ตัวพาหมึกมักทำมาจากน้ำมันผสมกับเรซินหรือทำมาจากตัวทำละลายผสมกับเรซิน ที่ทำมาจากน้ำมันผสมเรซิน เรียกว่า หมึกน้ำมัน (oil-based ink) ได้แก่ หมึกน้ำมันนิยมใช้น้ำมันชักแห้ง (drying oil) เป็นตัวพาหมึกมากที่สุด ตัวพาหมึกในหมึกน้ำมันมาเรียกรวม ๆ ว่า น้ำมันวานิช หมึกพิมพ์ที่ทำจากตัวทำละลายผสมกับเรซินเรียกว่า หมึกตัวทำละลาย (solvent-based ink) ได้แก่ หมึกพิมพ์เฟล็กโซกราฟีและหมึกพิมพ์กราวัวร์ ได้มีการส่งเสริมให้ใช้น้ำทำหน้าที่เป็นตัวพาหมึกแทนตัวทำละลายบางตัวในการผลิตหมึกพิมพ์เฟล็กโซกราฟี เรียกว่า หมึกน้ำ (water-based ink) องค์ประกอบที่สำคัญ 3 ชนิดของตัวพาหมึก คือ

2.2.1 น้ำมันชักแห้ง ส่วนใหญ่เป็นผลิตภัณฑ์ได้มาจากธรรมชาติ ได้แก่ น้ำมันลินซิด (linseed oil) น้ำมันทัง (tung oil) และน้ำมันมะพร้าว (parinari oil) เป็นต้น มักใช้ในการผลิตหมึกพิมพ์ออฟเซตและหมึกพิมพ์เลตเตอร์เพรสส์ น้ำมันชักแห้งเป็นน้ำมันที่มีกลิ่น ไม่เหมาะที่จะใช้ทำหมึกพิมพ์สำหรับการพิมพ์บรรจุภัณฑ์ใส่อาหาร กระดาษห่อสบู่ หรือบรรจุภัณฑ์สำหรับเครื่องสำอาง โครงสร้างน้ำมันชักแห้งมีกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัว ทำให้หมึกแห้งตัวโดยการออกซิเดชันและโพลิเมอร์ไรเซชัน การใช้น้ำมันชักแห้งเพียงอย่างเดียวเป็นตัวพาหมึกอาจใช้เวลานานเป็นสัปดาห์กว่าจะแห้ง เพื่อเร่งอัตราการแห้งตัวของหมึกพิมพ์ ในสูตรหมึกจึงต้องมีการเติมปรับหมึกประเภททำแห้งเข้าไปด้วย

2.2.2 ตัวทำละลาย เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่ได้จากน้ำมันปิโตรเลียม ทำหน้าที่ละลายเรซินและช่วยให้องค์ประกอบต่าง ๆ ในหมึกพิมพ์เข้ากันเป็นเนื้อเดียว หมึกพิมพ์เฟล็กโซกราฟีและหมึกพิมพ์กราวัวร์ใช้ตัวทำละลายในการผลิตหมึกมากกว่าหมึกพิมพ์ออฟเซตและเลตเตอร์เพรสส์ คือ มีปริมาณตัวทำละลายประมาณร้อยละ 70 หมึกจึงเหลว หมึกพิมพ์ออฟเซตประกอบด้วยตัวทำละลายประมาณร้อยละ 35 – 45 และหมึกพิมพ์เลตเตอร์เพรสส์ประมาณร้อยละ 40 - 50

2.2.3 เรซิน เรซินทำหน้าที่เป็นตัวยึดผงสี (binder) ให้ติดกับผิววัสดุพิมพ์มี 2 ชนิด คือ เป็นสารที่ผลิตจากธรรมชาติ เรซินที่ใช้อาจเป็นสารที่ได้จากธรรมชาติ เช่น ยางสน หรือเป็นสารสังเคราะห์ มีลักษณะที่เป็นของแข็งและของเหลว ปัจจุบันไม่นิยมใช้เรซินที่ได้จากธรรมชาติมาผสมกับน้ำมันชักแห้งเพื่อทำน้ำมันวานิช หรือมาละลายให้เป็นตัวทำละลาย เนื่องจากเรซินจากธรรมชาติมีคุณสมบัติที่ไม่คงที่เมื่อเทียบกับเรซินสังเคราะห์ เป็นผลให้หมึกพิมพ์ที่ผลิตได้มีคุณสมบัติไม่แน่นอน ในกระบวนการแห้งตัวแบบการระเหยของตัวทำละลายและการดูดซึมของตัวทำละลายโดยวัสดุพิมพ์ เรซินมีผลต่อความมันวาวและความหยุ่นตัวของหมึกพิมพ์

2.3 ตัวปรับหมึก หมายถึง สารอื่นที่นำมาเติมผสมในน้ำหมึกเพื่อให้คุณสมบัติของหมึกพิมพ์อันได้แก่ สี ความมันวาว ความเหนียว ความหนืด อัตราการแห้งตัวของหมึก ความละเอียดของหมึกพิมพ์ดีขึ้น สารปรับแต่งคุณสมบัติหมึกมีหลายชนิด ได้แก่ สารทำแห้ง สารปรับหมึก และแว็กซ์ เป็นต้น

2.3.1 สารทำแห้ง (drier) ทำหน้าที่เร่งปฏิกิริยาการแห้งของหมึกพิมพ์ โดยกระบวนการออกซิเดชันและโพลิเมอร์ไรเซชัน สารทำแห้งเป็นสารประกอบของโลหะ มี 3 ชนิด คือ โคบอลต์ แมงกานีส และตะกั่ว โดยสารประกอบโคบอลต์จะมีประสิทธิภาพสูงสุด มีราคาแพง ผลเสีย คือ ผสมน้อยไปจะไม่มีผลเร่ง

การผสมแห้ง ผสมมากไปจะทำให้แห้งช้าลงและทำปฏิกิริยากับสารเคมีในน้ำยาฟาว์นเทนทำให้หมึกเลอะบริเวณไร้ภาพเรียกว่า เกิดสกัม

2.3.2 สารปรับสีหมึก (extender) ทำหน้าที่ปรับสีหมึกให้อ่อนลง ช่วยเพิ่มเนื้อหมึกทำให้ประหยัดปริมาณผงสีอื่น ต้นทุนการผลิตหมึกจึงต่ำลง ช่วยลดความเหนียวและปรับการไหลของหมึกพิมพ์ สารปรับสีหมึกเป็นสารประกอบเกลือแร่สีขาว ได้แก่ อะลูมินาไฮเดรต (alumina hydrate) แคลเซียมคาร์บอเนต (calcium carbonate) และไททาเนียมไดออกไซด์ (titanium dioxide) ใช้มากในหมึกพิมพ์ออฟเซตและหมึกเลตเตอร์เพรสส์

2.3.3 แวกซ์ (wax) เป็นองค์ประกอบหนึ่งที่สำคัญในสูตรหมึกพิมพ์ มักใช้ในสูตรหมึกพิมพ์บรรจุภัณฑ์บางชนิด เพื่อเพิ่มความทนทานต่อการถูหรือเสียดสีอันเนื่องมาจากการเคลื่อนย้ายบรรจุภัณฑ์

#### คุณสมบัติการแห้งตัวของหมึกพิมพ์

คุณสมบัติของหมึกพิมพ์ที่มีความสำคัญต่อคุณภาพงานพิมพ์ คือ ประสิทธิภาพในการแห้งตัวของหมึกพิมพ์ หมึกพิมพ์ที่ดี คือ ต้องไม่แห้งตัวบนเครื่องพิมพ์ และต้องแห้งตัวอย่างรวดเร็วบนวัสดุพิมพ์ เมื่อแห้งสนิทแล้วมีลักษณะเป็นแผ่นฟิล์มบาง ๆ เคลือบอยู่บนผิววัสดุพิมพ์ หมึกพิมพ์ที่ใช้กับเครื่องพิมพ์ที่วิ่งด้วยความเร็วสูง ต้องมีประสิทธิภาพแห้งตัวได้เร็วเป็นพิเศษ

กระบวนการแห้งตัวของหมึกพิมพ์แบ่งได้ 2 ระยะ คือ

1. ระยะที่หมึกพิมพ์หมาดตัว (ink film setting) หมายถึง ระยะที่หมึกเพิ่งถูกถ่ายโอนลงบนผิววัสดุพิมพ์ สภาพของหมึกพิมพ์ตอนนี้อยู่ไม่แห้งสนิท มีลักษณะที่เรียกว่า เจล (gel) หมึกในระยะนี้ยังเปียกเลอะได้ง่าย

2. ระยะที่หมึกพิมพ์แข็งและแห้งตัว (ink film hardening) หมายถึง หมึกในสภาพของเจลที่เปลี่ยนจากผิวฟิล์มที่แข็งเป็นแห้งสนิทใช้เวลานานหลายชั่วโมง

วิธีการแห้งตัวของหมึกพิมพ์ หมายถึง การอาศัยกระบวนการเปลี่ยนแปลงทั้งทางกายภาพและทางเคมีของหมึกพิมพ์ แบ่งได้ 5 วิธี ดังนี้

1. การดูดซับตัวพาหมึกโดยวัสดุพิมพ์ (penetration and adsorption) หมายถึง วิธีการแห้งตัวของหมึกโดยแทรกซึมและถูกดูดซับไว้โดยวัสดุพิมพ์ ในขณะที่ผงสียังคงตกค้างอยู่บนผิววัสดุพิมพ์และถูกยึดให้เกาะกับผิววัสดุพิมพ์ด้วยตัวยึด คือ เรซิน ผิวหมึกพิมพ์ที่แห้งด้วยวิธีนี้มีความทนทานต่อการถู หมึกจึงเลอะง่าย โดยเฉพาะเมื่อพิมพ์บนวัสดุพิมพ์ที่มีความพรุนสูงซึ่งดูดซับของเหลวได้ดี ตัวอย่างเช่น หมึกดำที่พิมพ์บนกระดาษหนังสือพิมพ์หรือกระดาษปรู๊ฟ มักจะเลอะติดมือผู้อ่านหนังสือพิมพ์ได้ง่าย

2. การระเหยของตัวทำละลาย (evaporation) หมายถึง วิธีการแห้งตัวของหมึกโดยการระเหยของตัวพาหมึกเหลือผงสีและตัวยึดเคลือบอยู่บนผิววัสดุพิมพ์ หมึกพิมพ์ที่มีวิธีการแห้งตัวแบบนี้ ได้แก่ หมึกพิมพ์เฟล็กโซกราฟี และหมึกพิมพ์กราวัวร์ในเครื่องพิมพ์ที่มีความเร็วสูงจะใช้หน่วยทำแห้ง (heatset unit) ช่วยเร่งการระเหยของตัวพาหมึก ให้เร็วขึ้น

3. การออกซิเดชันและโพลิเมอร์ไรเซชัน (oxidation และ polymerization) หมายถึง การแห้งตัวของหมึกที่มีตัวพาหมึกเป็นสารจำพวกน้ำมันชักแห้งเกิดจากการทำปฏิกิริยาเคมี 2 แบบ คือ

3.1 ปฏิกิริยาออกซิเดชัน หมายถึง ก๊าซออกซิเจนในอากาศเข้าไปทำปฏิกิริยากับน้ำมันชักแห้ง

3.2 ปฏิกริยาโพลิเมอร์ไรเซชัน เป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน คือ มีการสร้างเป็นโมเลกุลที่มีขนาดใหญ่ขึ้น เกิดเป็นฟิล์มของหมึกพิมพ์ที่แข็งตัวและแห้งอย่างรวดเร็ว เช่น หมึกพิมพ์ประเภทหมึกแห้งเร็ว (quickset ink) ที่แห้งตัวได้ในอุณหภูมิห้อง โดยไม่ต้องอาศัยความร้อนเป็นตัวช่วย เพราะเป็นการแห้งตัวด้วยวิธีออกซิเดชัน และโพลิเมอร์ไรเซชันควบคู่ไปกับวิธีดูดซับตัวพาหมึกโดยวัสดุพิมพ์

3. การแห้งตัวของหมึกพิมพ์แบบฉับพลันหรือแบบเคียวริง (curing) โดยไม่มีการหมักตัว โดยการใช้รังสีชักนำให้เกิดการแข็งตัวของหมึกด้วยการเกิดปฏิกิริยาเคมีแบบโพลิเมอร์ไรเซชัน รังสีที่นิยมใช้ได้แก่ รังสีอัลตราไวโอเลต หรือรังสียูวี (ultraviolet radiation : uv) และลำแสงอิเล็กตรอน (electron beam : eb) การแห้งตัวของหมึกพิมพ์แบบฉับพลันเป็นวิธีที่ได้รับความนิยมและมีการพัฒนาเร็วมาก เนื่องจากเป็น การแห้งตัวแบบที่มีประสิทธิภาพสูงสุดเมื่อเทียบกับวิธีอื่น ๆ นอกจากนี้ยังมีผลด้านสภาพแวดล้อม คือ ช่วยลดมลพิษในอากาศเพราะปราศจากการระเหยของตัวทำละลายอย่างไรก็ตามค่าใช้จ่ายในการผลิตและการติดตั้งหน่วยทำแห้งมีราคาค่อนข้างสูง

4. การแห้งตัวฉับพลันโดยรังสีอัลตราไวโอเลต (ultraviolet curing) หมายถึง ทำให้การเติมสารที่ไวต่อรังสียูวี และใช้พลังงานจากรังสีไปทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีแบบโพลิเมอร์ไรเซชัน

5. การแห้งตัวแบบฉับพลันโดยใช้ลำแสงอิเล็กตรอน (eb curing) หมายถึง การเติมสารที่ไวหรือมีปฏิกิริยาเมื่อใช้ลำแสงอิเล็กตรอนทำให้โมเลกุลของหมึกเกิดความสั่นสะเทือนโดยตรง โมเลกุลมีการแตกตัวเป็นผลให้เกิดการโพลิเมอร์ไรเซชัน ทำให้หมึกแข็งตัวและแห้งได้ทันที อย่างไรก็ตามต้นทุนการผลิตหมึกมีราคาสูงกว่าหมึกที่แห้งโดยรังสียูวี แต่หน่วยทำแห้งที่ใช้ลำแสงอิเล็กตรอนมีขนาดใหญ่ การติดตั้งยุ่งยากและมีราคาแพง

คุณสมบัติทางกระแสวิยของหมึกพิมพ์ ได้แก่ การไหล ความหนืด และความเหนียว

1. การไหล การไหลของหมึกพิมพ์มีความสำคัญต่อคุณภาพงานพิมพ์ ในขณะที่หมึกอยู่ระหว่างการถ่ายโอนบนเครื่องพิมพ์ จำเป็นต้องมีการไหลที่พอเหมาะปัญหาที่พบมี 2 ลักษณะ คือ ถ้าหมึกข้น หนืด และเหนียวเกินไป จะทำให้แม่พิมพ์และวัสดุพิมพ์ได้รับหมึกน้อย ภาพพิมพ์มีหมึกติดไปสม่่าเสมอ หมึกเหลวเกินไปการถ่ายโอนหมึกจะเกิดปัญหาหมึกจะไปกองอยู่บนไมหรือวัสดุพิมพ์

2. ความหนืด หมายถึง ความสามารถของวัตถุใด ๆ ในการต้านทานต่อการไหลของอนุภาคของวัตถุนั้น ขึ้นกับสัดส่วนของผงสีกับตัวพาหมึก โดยทั่วไปหมึกที่มีผงสีในเปอร์เซ็นต์สูง มักจะหนืดมาก นอกจากนี้ความหนืดของหมึกขึ้นกับชนิดของน้ำมันวานิชที่ตัวพาหมึก และความเร็วของเครื่องพิมพ์

ความหนืดของหมึกพิมพ์จะเปลี่ยนแปลงได้ตามอุณหภูมิห้อง เมื่ออุณหภูมิลดลง หมึกจะหนืดมากขึ้น และไหลช้า อุณหภูมิที่สูงขึ้นหมึกหนืดน้อยลงและไหลเร็วขึ้น การเพิ่มความเร็วของเครื่องพิมพ์ทำให้หมึกน้อยลงและไหลเร็วขึ้น และควรรักษาความเร็วของเครื่องพิมพ์ให้คงที่ ดังนั้น การรักษาอุณหภูมิห้องให้คงที่และเหมาะสมจึงมีความสำคัญต่อคุณภาพงานพิมพ์ นอกจากนี้ความหนืดของหมึกพิมพ์ยังขึ้นกับความเร็วของเครื่องพิมพ์ด้วย การเพิ่มความเร็วของเครื่องพิมพ์จะทำให้หมึกหนืดน้อยลงและไหลเร็วขึ้น

3. ความเหนียวของหมึกพิมพ์ หมายถึง แรงยึดหรือแรงดึงดูดระหว่างอนุภาคในหมึกพิมพ์ (ink cohesion) หมึกที่มีความเหนียวสูงกว่าแรงยึดระหว่างอนุภาคของหมึกพิมพ์กับกระดาษ (ink-paper adhesion) จะมีผลให้หมึกที่ผ่านเข้าไปในระหว่างไมหรือลูกกลิ้งจะไม่เกิดการแยกตัวที่ชั้นของหมึกเมื่อหมึกเคลื่อนตัวออกมาขณะที่ไมทั้งสองหมุนแยกออกจากกันแต่การแยกตัวจะเกิดขึ้นระหว่างผิวหมึกกับกระดาษเป็นผลให้หมึกดึงผิวกระดาษให้หลุดติดมาด้วย เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า การถอนผิวกระดาษ (picking) ค่าความเหนียวของหมึกพิมพ์พบว่ามีค่าสำคัญในการพิมพ์เปียก (wet-on-wet printing) และการพิมพ์หลายสี

(multicolor printing) ซึ่งเป็นการพิมพ์หมึกสีหนึ่งทับลงบนชั้นของหมึกอีกสีหนึ่งซึ่งได้พิมพ์ไปก่อน แต่หมึกยังเปียกอยู่การพิมพ์แบบนี้จำเป็นต้องมีการลำดับค่าความเหนียวของหมึกพิมพ์ควบคู่ไปกับลำดับการพิมพ์หมึกสีใดก่อนหลังให้ถูกต้อง ตัวอย่างเช่น การพิมพ์หมึกสีสี่ ตามลำดับ คือ ดำ (black) น้ำเงินเขียว (cyan) ม่วงแดง (magenta) เหลือง (yellow) ค่าความเหนียวของหมึกต้องเรียกลำดับจากมากไปน้อยดังนี้ หมึกดำ หมึกน้ำเงินเขียว หมึกม่วงแดง และหมึกเหลือง เหตุผล คือ หากหมึกดำที่ถูกพิมพ์ลงบนผิวกระดาษก่อนมีความเหนียวต่ำกว่าหมึกน้ำเงินเขียวซึ่งเป็นหมึกที่พิมพ์ทับลงบนหมึกดำหมึกน้ำเงินเขียวจะดึงเอาผิวฟิล์มของหมึกดำหลุดติดมาด้วย

#### ชนิดของหมึกพิมพ์

ในอุตสาหกรรมการพิมพ์ การใช้หมึกพิมพ์ในการพิมพ์ต้องมีคุณสมบัติที่เหมาะสมกับระบบการพิมพ์วัสดุพิมพ์ และประโยชน์ใช้สอยของสิ่งพิมพ์ การแบ่งชนิดของหมึกพิมพ์ สามารถแบ่งได้ตามคุณลักษณะทางกายภาพ ดังนี้

1. หมึกข้น (paste ink) คือ หมึกที่มีลักษณะข้น หนืด และเหนียวคล้ายแป้งเปียก ผลิตโดยการผสมและบดผงสีผสมในน้ำมันวานิชที่มีความข้นและความหนืดระดับต่างกัน ตัวอย่างของหมึกข้นในระบบการพิมพ์ได้แก่ หมึกพิมพ์ออฟเซต หมึกพิมพ์เลตเตอร์เพรสส์และหมึกพิมพ์ฉลุลายผ้า

1.1 หมึกพิมพ์ออฟเซต ประกอบด้วยผงสีแขวนลอยในน้ำมันวานิชที่มีน้ำมันชักแห้งเป็นองค์ประกอบหลักหมึกพิมพ์ออฟเซตจึงมักแห้งโดยการออกซิเดชันและโพลิเมอร์ไรเซชันมีปริมาณผงสีสูงเนื่องจากในกระบวนการพิมพ์ให้ชั้นของหมึกพิมพ์บนวัสดุพิมพ์ที่บางมาก คือ หนาประมาณ 1-2 ไมครอน ดังนั้นในสูตรการผลิตหมึก จำเป็นต้องใส่ผงสีในปริมาณมากเพื่อรักษาความเข้มของสีให้ได้ระดับที่ต้องการและเป็นสาเหตุทำให้หมึกพิมพ์ประเภทนี้มีความหนืดค่อนข้างสูง และควรมีความหนืดลดลง เมื่อมีการคนจากพายหมึก หรือเมื่อได้รับแรงบดจากลูกกลิ้งหมึก หมึกจึงจะไหลได้ ระบบลูกหมึกของเครื่องพิมพ์ออฟเซตนอกจากจะช่วยเกลี่ยหมึกให้กระจายทั่วถึงและให้ผิวหมึกที่เรียบแล้ว ยังช่วยทำให้หมึกมีการไหลและถ่ายโอนได้ดีขึ้นอีกด้วย หมึกพิมพ์ออฟเซตจะต้องมีความทนทานต่อน้ำสูง (water tolerance) คือ สามารถรวมกับน้ำบางส่วนโดยอยู่ในสภาพของอิมัลชันแบบที่น้ำมันถูกล้อมรอบด้วยน้ำ (water in oil emulsion)

1.2 หมึกพิมพ์เลตเตอร์เพรสส์ มีลักษณะและคุณสมบัติ คือ หมึกมีลักษณะข้น หนืด และเหนียวแห้งโดยการออกซิเดชันและโพลิเมอร์ไรเซชัน ปัญหาสำคัญที่มีการใช้การพิมพ์ระบบนี้น้อยลงอยู่ที่กระบวนการทำแม่พิมพ์ซึ่งใช้เวลามากในการทำและให้คุณภาพการพิมพ์ที่ไม่ดี หมึกพิมพ์เลตเตอร์เพรสส์มีราคาค่อนข้างถูกเมื่อเทียบกับหมึกพิมพ์ออฟเซตและเลือกใช้ตัวพาหมึกได้มากชนิดกว่า เพราะไม่ต้องคำนึงถึงเรื่องน้ำเหมือนหมึกพิมพ์ออฟเซต ข้อแตกต่างระหว่างหมึกพิมพ์เลตเตอร์เพรสส์กับหมึกพิมพ์ออฟเซต ได้แก่

1.2.1 ปริมาณผงสี ในสูตรหมึกจะมีเปอร์เซ็นต์น้อยกว่าหมึกพิมพ์ออฟเซต เนื่องจากกระบวนการพิมพ์เลตเตอร์เพรสส์เมื่อพิมพ์แล้วให้ชั้นของหมึกพิมพ์บนวัสดุพิมพ์หนากว่าที่ได้จากการพิมพ์ออฟเซตประมาณ 2 เท่า คือ หนาประมาณ 2-5 ไมครอน

1.2.2 การผลิตหมึกพิมพ์เลตเตอร์เพรสส์ ไม่จำเป็นต้องระมัดระวังเกี่ยวกับเรื่องของน้ำเหมือนกับหมึกพิมพ์ออฟเซต

1.2.3 มีความหนืดและความเหนียวน้อยกว่าหมึกพิมพ์ออฟเซต

1.3 หมึกพิมพ์ฉลุลายผ้า ก่อนใช้ต้องมีการเติมสารปรับสภาพความหนืดที่พอเหมาะเพื่อทำให้หมึกข้นน้อยลงโดยมีความหนืดต่ำพอที่จะทำให้หมึกไหลผ่านรูสกรีนลงไปพิมพ์บนวัสดุพิมพ์ได้

ลักษณะของหมึกพิมพ์ละลายผ้า คือ ควรเป็นหมึกสี เพราะหมึกที่ขาวจะทำให้เกิดการยึดตัวของหมึกเป็นเส้นยาวในขณะที่มีการยกกรอบสกรีนขึ้น ทำให้ภาพที่พิมพ์ได้เลอะและไม่คมชัด หมึกสีจะไหลผ่านรูสกรีนได้ง่ายกว่า ทำให้ได้ภาพพิมพ์ที่คมชัด

หมึกพิมพ์ละลายผ้าแห้งตัวโดยการระเหยของตัวทำละลาย โดยการใช้ตัวทำละลายสำหรับสูตรหมึกพิมพ์ละลายผ้า มีข้อจำกัดในการเลือกใช้ดังนี้ คือ ตัวทำละลายต้องไม่มีผลทำให้ยางที่ปิดหมึกเสื่อมสภาพหรือแตกร้าว และต้องไม่ละลายสารที่ทำหน้าที่อุดช่องเปิดของผ้าสกรีนชั้นหมึกพิมพ์ที่ได้รับจากระบบการพิมพ์ละลายผ้า มีความหนาระหว่าง 32-64 ไมครอน เมื่อพิมพ์แล้วต้องวางวัสดุพิมพ์แต่ละแผ่นบนชั้นตาก ไม่ควรวางซ้อนกัน ในเครื่องพิมพ์ละลายผ้าอัตโนมัติจะมีการติดตั้งหน่วยทำแห้งเพื่อเร่งอัตราการแห้งตัวของหมึก

2. หมึกเหลว (fluid ink หรือ liquid ink) คือ หมึกที่มีสถานะเป็นของเหลว ไหลได้ดีกว่าหมึกข้น มีความหนืดต่ำมาก ผลิตรูปภาพได้การเตรียมในระบบปิดที่ไม่มีการสูญเสียตัวทำละลายโดยระเหย การที่หมึกพิมพ์พวกนี้มีความหนืดต่ำ ทำให้อนุภาคของผงสีมีแนวโน้มจะไม่คงตัว มีการรวมตัวกันและมีขนาดใหญ่ขึ้น ทำให้ตกตะกอนได้ง่าย ดังนั้นการเตรียมหมึกเหลวควรเตรียมให้มีความหนืดสูงกว่าความหนืดของหมึกที่จะใช้ในการพิมพ์จริง ต้องผสมตัวทำละลายลงในหมึกก่อนพิมพ์ เพื่อปรับให้ได้ค่าความหนืดที่เหมาะสมตามคำแนะนำของโรงงานผลิตหมึกพิมพ์นั้น ตัวอย่างของหมึกเหลว ได้แก่ หมึกพิมพ์เฟล็กโซกราฟีและหมึกพิมพ์กราวัวร์

2.1 หมึกพิมพ์เฟล็กโซกราฟี หรือที่นิยมเรียกกันว่า “หมึกพิมพ์เฟล็กโซ” ประกอบด้วยผงสีแขวนลอยอยู่ในตัวพาหมึกที่ประกอบด้วยตัวทำละลายและเรซิน โดยเรซินที่ใช้มีมากกว่าหนึ่งชนิดและละลายอยู่ในตัวทำละลาย เรซินที่ใช้ต้องเลือกที่มีคุณสมบัติเหมาะกับวัสดุพิมพ์เพราะต้องทำหน้าที่เป็นตัวยึดผงสีให้ติดแน่นกับผิวหน้าวัสดุพิมพ์ ตัวทำละลายเป็นสารประเภทที่ระเหยได้รวดเร็ว เพราะหมึกพิมพ์เฟล็กโซกราฟีแห้งโดยการระเหยของตัวทำละลาย ตัวทำละลายที่ใช้มีให้เลือกที่ประสิทธิภาพของการระเหยต่าง ๆ กันในสูตรหมึกพิมพ์เฟล็กโซกราฟีมีปริมาณตัวทำละลายอยู่ประมาณ 70-75 เปอร์เซ็นต์ และยังมีการเติมตัวหมึกจำพวกพลาสติไซเซอร์ (plasticizer) และแว็กซ์ เพื่อทำหน้าที่ปรับหมึกพิมพ์ให้มีคุณสมบัติหยุ่นตัวมากขึ้น

2.2 หมึกพิมพ์กราวัวร์ เป็นหมึกเหลว เพราะต้องไหลไปในบ่อซึ่งหมึกขนาดเล็ก ๆ จำนวนมากบนผิวแม่พิมพ์ได้ การที่หมึกเหลวช่วยให้หมึกถ่ายโอนไปที่กระดาษอย่างสม่ำเสมอ ชั้นหมึกพิมพ์ที่ได้บนวัสดุพิมพ์ค่อนข้างหนากว่าชั้นหมึกที่ได้จากการพิมพ์ออฟเซตและเลตเตอร์เพรสส์แต่บางกว่าชั้นของหมึกพิมพ์ละลายผ้า

หมึกพิมพ์กราวัวร์เป็นหมึกที่แห้งโดยการระเหยของตัวทำละลาย การเลือกใช้ตัวทำละลายค่อนข้างมีทางเลือกมากกว่าหมึกพิมพ์เฟล็กโซกราฟี เนื่องจากเครื่องพิมพ์กราวัวร์ไม่มีส่วนของโมที่เป็นยางที่จะเสื่อมสภาพได้ในตัวทำละลาย

การพิมพ์กราวัวร์ใช้กับงานพิมพ์ที่มีจำนวนพิมพ์สูง เพราะแม่พิมพ์กราวัวร์ทำได้ยาก ใช้เวลาและมีราคาแพง ดังนั้นอนุภาคผงสีในหมึกพิมพ์ต้องถูกบดให้ละเอียดมาก และไม่มีเหลี่ยมคม เพื่อไม่ทำให้แม่พิมพ์เป็นรอยขีดข่วนหรือสึกกร่อน

หมึกพิมพ์กราวัวร์แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ตามลักษณะการใช้งาน คือ หมึกที่ใช้ในการพิมพ์ทั่วไป และหมึกที่ใช้ในการพิมพ์บรรจุภัณฑ์ หรืออาจแบ่งตามชนิดของตัวทำละลายที่ใช้ก็ได้ เช่น หมึกกราวัวร์แบบดับเบิลยู (type w) มีน้ำกับแอลกอฮอล์เป็นตัวทำละลาย หมึกกราวัวร์แบบอี (type e) มีเอทานอลเป็นตัวทำละลาย

3. การกดพิมพ์ การทำให้เกิดภาพพิมพ์ลงบนวัสดุพิมพ์ ต้องอาศัยแม่พิมพ์ หมึกพิมพ์ วัสดุพิมพ์ และเครื่องพิมพ์ในขั้นตอนการพิมพ์ต้องใช้แรงกดหรือการกดพิมพ์ ลักษณะการกดพิมพ์มีหลายแบบ ขึ้นกับลักษณะของแม่พิมพ์ เครื่องพิมพ์ และความเร็วในการพิมพ์ ดังนั้นการกดพิมพ์ในลักษณะต่าง ๆ มีผลต่อความคมชัดและรายละเอียดของภาพพิมพ์ หลักการของการกดพิมพ์แบ่งเป็น 3 ลักษณะ ดังนี้

### 3.1 การกดพิมพ์แนวราบกับแนวราบ แบ่งเป็น 2 แบบ ดังนี้

3.1.1 แนวราบตามแนวนอน ลักษณะการกดพิมพ์แบบแนวราบตามแนวนอนพบในเครื่องพิมพ์ในยุคแรก ๆ ตัวอย่างเช่น เครื่องพิมพ์เลตเตอร์เพรสส์หรือเครื่องพิมพ์หิน ลักษณะของการวางแม่พิมพ์วางในแนวนอนและที่กดพิมพ์แบบแนวราบตามแนวนอนมีความเร็วในการพิมพ์ช้ามาก คุณภาพทางการพิมพ์ไม่ดี

3.1.2 แนวราบตามแนวตั้ง ลักษณะการกดพิมพ์แบบแนวราบตามแนวตั้งพบในเครื่องพิมพ์แท่นยืนหรือเครื่องพิมพ์เพลทเทน (platen press) กระบวนการพิมพ์เลตเตอร์เพรสส์แบบโยกด้วยมือแบบที่ขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้าต้องป้อนกระดาษด้วยมือ และแบบที่พัฒนาความเร็วขึ้นด้วยการขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้าและป้อนกระดาษอัตโนมัติ การวางแม่พิมพ์จะวางในแนวตั้ง ที่กดพิมพ์จะเคลื่อนเข้าหาแม่พิมพ์ตามแนวตั้งด้วยความเร็วในการพิมพ์ช้ามาก คุณภาพการพิมพ์ปานกลาง

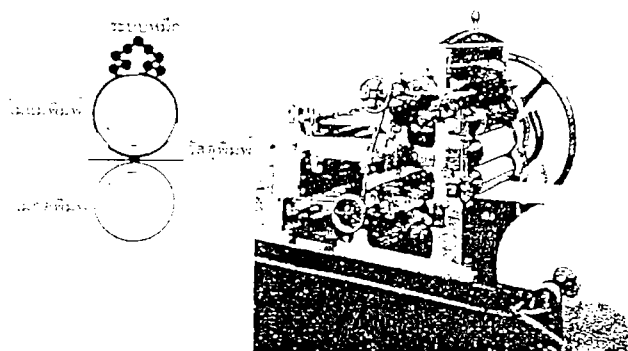
### 3.2 การกดพิมพ์แนวราบกับโม

ส่วนมากการกดพิมพ์แนวราบกับโมเป็นลักษณะการกดพิมพ์ที่พบในเครื่องพิมพ์เลตเตอร์เพรสส์ทั้งชนิดป้อนมือและอัตโนมัติที่เรียกว่า เครื่องพิมพ์โมเดียว (cylinder press) สามารถพิมพ์งานพิมพ์ที่มีขนาดใหญ่ขึ้นและมีความเร็วในการพิมพ์สูงขึ้น การวางแม่พิมพ์จะมีลักษณะเป็นแนวราบตามนอนและมีที่กดพิมพ์เป็นโมทรงกระบอก ความเร็วในการพิมพ์ช้า คุณภาพการพิมพ์ปานกลาง

### 3.3 การกดพิมพ์แบบโมกับโม

ลักษณะการกดพิมพ์ประเภทนี้ยังแบ่งออกได้อีก 2 แบบ ดังนี้

3.3.1 การกดพิมพ์แบบโมแม่พิมพ์กับโมกดพิมพ์ ลักษณะการกดพิมพ์แบบนี้พบในเครื่องพิมพ์โรตารี (rotary press) ซึ่งเป็นการพิมพ์แบบป้อนม้วนด้วยเครื่องพิมพ์ที่มีความเร็วสูง ดังแสดงในภาพประกอบ 6 (โอวาท นิตินันท์ประกาศ. 2530 : 30) ในระบบการพิมพ์เลตเตอร์เพรสส์ แม่พิมพ์ที่ใช้อาจจะทำจากพอลิเมอร์หรือดัดแบบโค้งด้วยตะกั่ว มีแรงกดพิมพ์ที่เกิดจากโมกดพิมพ์ นอกจากนี้ยังพบการกดพิมพ์แบบนี้ในเครื่องพิมพ์อินทาลโยและเครื่องพิมพ์กราวัวร์



ภาพประกอบ 6 ลักษณะการกดพิมพ์แบบแม่พิมพ์กับลูกพิมพ์

3.3.2 การกดพิมพ์แบบแม่พิมพ์ผ่านโมยางกับลูกพิมพ์ ลักษณะการกดพิมพ์แบบนี้ มักจะพบในเครื่องพิมพ์ออฟเซตทั้งชนิดป้อนแผ่นและป้อนม้วน แม่พิมพ์จะถูกติดรอบแม่พิมพ์ แล้วแม่พิมพ์จะถ่ายโอนหมึกไปให้ยาง เมื่อผ่านวัสดุพิมพ์เข้าทำการพิมพ์ หมึกพิมพ์บนโมยางจะถูกถ่ายโอนลงบนวัสดุพิมพ์ โดยอาศัยแรงกดของลูกพิมพ์

### บรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก

บรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก หมายถึง บรรจุภัณฑ์ประเภทถุงหรือซองที่ใช้ในการบรรจุผลิตภัณฑ์อาหารที่ผลิตขึ้นจากวัสดุประเภทฟิล์มพลาสติก มี 2 ชนิด คือ

1. ฟิล์มพลาสติกชั้นเดียว
2. ฟิล์มพลาสติกหลายชั้น

ถุงพลาสติกในความหมายตรงกับภาษาอังกฤษ สามารถอธิบายได้ คือ

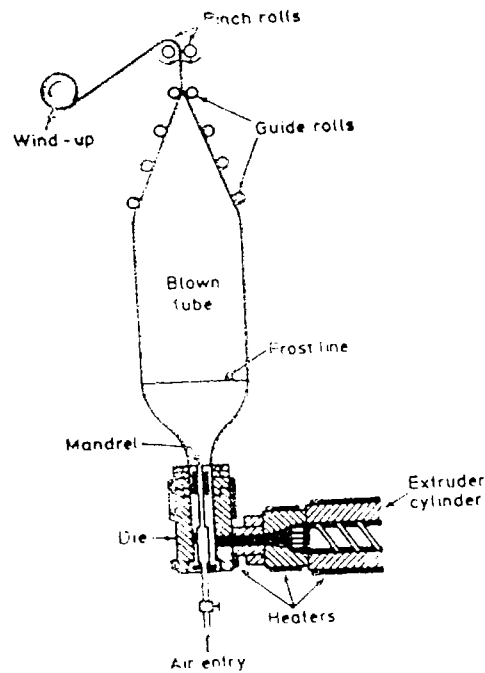
ถุง (bag) หมายถึง ถุงที่มีรอยปิดผนึกที่ปลาย 2 ด้าน

ซอง (pouch) หมายถึง ถุงที่มีรอยปิดผนึกทั้ง 4 ด้าน

ถุงที่มีขนาดเล็ก (sachet) หมายถึง ถุงที่นิยมใช้บรรจุเครื่องหอมและเครื่องสำอาง

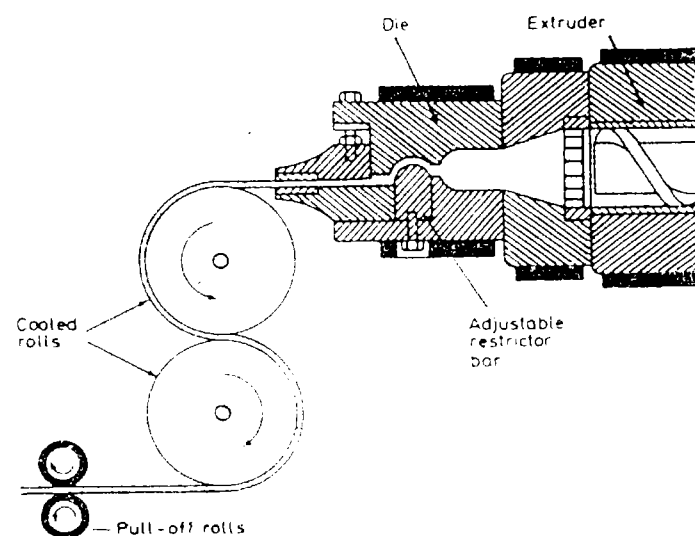
การผลิตฟิล์มพลาสติกชั้นเดียว สามารถกระทำได้ 2 วิธี คือ

1. วิธีเป่า (blow extrusion) วิธีเป่ามีกรรมวิธี โดยเม็ดพลาสติกจะถูกรีดผ่านเกลียวขับ (extruder) พร้อมทั้งให้ความร้อนเพื่อทำให้เม็ดพลาสติกหลอมละลาย พลาสติกที่ละลายจะถูกขับผ่านหัวตาย (die head) ที่ร้อน แล้วเป่าออกมาเป็นท่อให้ได้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางและความหนาตามต้องการ จากนั้นทำให้ท่อพลาสติกเย็นตัวลง ใช้ลูกกลิ้งรีดทับท่อพลาสติกให้แบนราบแล้วม้วนเก็บ เพื่อนำไปตัดเป็นแผ่นฟิล์มหรือใช้ผลิตเป็นถุงต่อไป ดังแสดงในภาพประกอบ 7 (มยุรี ภาคลำเจียก และอมรรัตน์ สวัสดิ์ทิต. 2533 : 5)



ภาพประกอบ 7 วิธีเป่าฟิล์มพลาสติก

2. วิธีหล่อ (cast extrusion-die extrusion) วิธีการหล่อมักมีกรรมวิธีการผลิตโดยเม็ดพลาสติกจะถูกรีดผ่านเกลียวขับพร้อมให้ความร้อน เพื่อให้พลาสติกหลอมละลาย พลาสติกเหลวจะถูกขับผ่านหัวตายให้ไหลออกมาบนลูกกลิ้งทรงกระบอกที่ขัดมันและเป็น เพื่อให้พลาสติกเกิดการแข็งตัวเป็นแผ่นฟิล์ม จากนั้นม้วนเก็บเพื่อนำไปใช้งานต่อไป ดังแสดงในภาพประกอบ 8 (มยุรี ภาคสำเจียก และอมรรัตน์ สวัสดิ์ทัด. 2533 : 6)



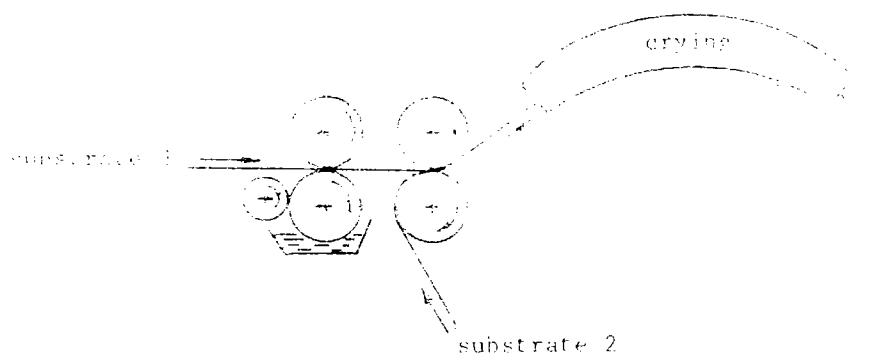
ภาพประกอบ 8 วิธีหล่อฟิล์มพลาสติก

ฟิล์มพลาสติกที่ผลิตโดยวิธีทั้งสองมีข้อดีข้อเสียต่างกัน คือ ฟิล์มพลาสติกที่ผลิตโดยวิธีเป่าจะเหมาะกับการนำไปผลิตเป็นถุงเพราะไม่ต้องมีตะเข็บข้าง ให้คุณสมบัติทางกลและความแข็งแรงที่สม่ำเสมอทั้งในทิศทางตามแนวนอนและขวาง เครื่องมีผลผลิตที่ได้สูงกว่า ส่วนฟิล์มที่ผลิตโดยวิธีหล่อจะมีความใสที่ดีมาก หากเป็นฟิล์มที่มีความกว้างไม่มากจะให้ความหนาของฟิล์มที่สม่ำเสมอกว่าวิธีเป่าคือมีความคลาดเคลื่อนน้อยกว่าร้อยละ 2 ในขณะที่ฟิล์มแบบเป่ามักมีความคลาดเคลื่อนของความหนาประมาณร้อยละ 10

การผลิตฟิล์มพลาสติกหลายชั้น สามารถแบ่งได้ 2 วิธี คือ

1. การประกบ (lamination) เป็นกรรมวิธีในการประกบฟิล์มพลาสติกต่างชนิดกันหรือระหว่างฟิล์มพลาสติกกับวัสดุอื่น เช่น กระดาษหรือแผ่นเปลวอลูมิเนียมนำมาประกบเข้าด้วยกัน เป็นต้น ซึ่งวิธีในการประกบมี 3 วิธี คือ

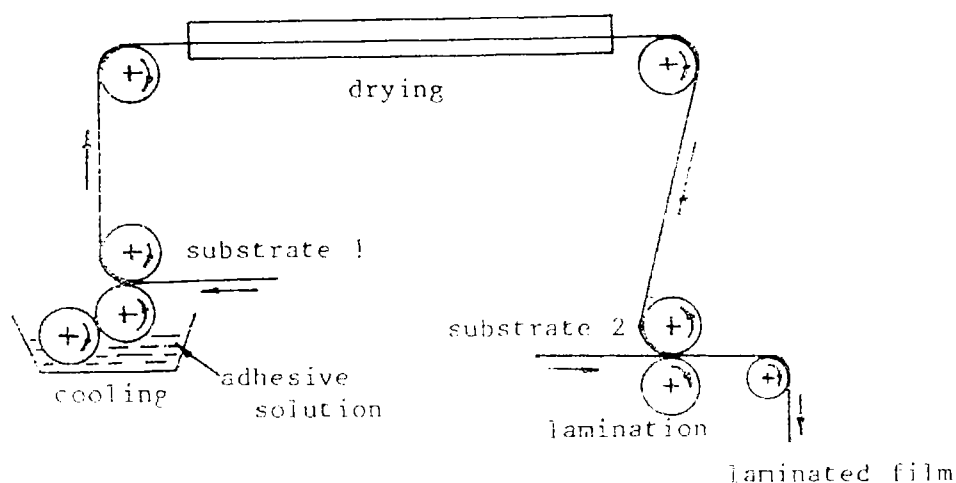
1.1 การประกบแบบเปียก (wet lamination) เป็นกรรมวิธีในการประกบฟิล์มโดยการใช้กาวทาบนผิวของวัสดุที่เป็นรูปพรุนแล้วนำมาประกบติดกับอีกวัสดุหนึ่ง จากนั้นทำให้แห้งโดยการนำไปผ่านหน่วยอบ (dryer unit) ให้ความร้อนจะไล่ให้น้ำในกาวให้ระเหยออกไป วิธีนี้เหมาะกับการประกบระหว่างกระดาษกับแผ่นเปลวอลูมิเนียมและระหว่างกระดาษกับฟิล์มพลาสติก คือ ต้องมีวัสดุชนิดหนึ่งเป็นรูปพรุนเสมอ เช่น กระดาษ ส่วนกาวที่ใช้เป็นชนิดที่มีน้ำเป็นตัวทำละลาย (water base) และต้องไม่เป็นเทอร์โมพลาสติก ดังแสดงในภาพประกอบ 9 (มยุรี ภาคลำเจียก และอมรรัตน์ สวัสดิ์ทิต. 2533 : 7)



ภาพประกอบ 9 การประกบแบบเปียก

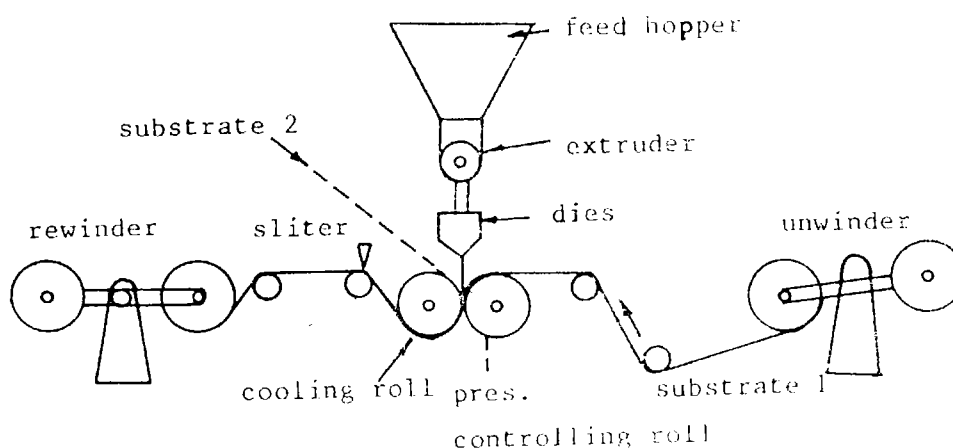
1.2 การประกบแห้ง (dry lamination) เป็นกรรมวิธีในการประกบฟิล์มพลาสติกที่ใช้กาวซึ่งมีตัวทำละลายเป็นส่วนประกอบ ทาที่บริเวณผิวของวัสดุชนิดหนึ่ง แล้วนำไปผ่านหน่วยอบ (dryer unit) เพื่อให้ตัวทำละลายระเหยออกไป จากนั้นจึงนำไปประกบกับอีกวัสดุหนึ่งให้ติดกัน วิธีนี้เหมาะกับการประกบระหว่างฟิล์มพลาสติกต่างชนิดกันที่ใช้เรซินสังเคราะห์ เช่น โพลียูรีเทน เป็นต้น ดังแสดงในภาพประกอบ 10 (มยุรี ภาคลำเจียก และอมรรัตน์ สวัสดิ์ทิต. 2533 : 7)

h 15/10/20 8.3



ภาพประกอบ 10 การประกบแบบแห้ง

1.3 การประกบแบบอัดรีด (extrusion lamination) เป็นกรรมวิธีการประกบฟิล์มพลาสติกชนิดหนึ่งลงในฟิล์มพลาสติกอีกชนิดหนึ่ง ในขณะที่ถูกอัดรีดออกจากหัวดายของเกลียวขับเคลื่อนแล้วทำให้เย็นลงอย่างรวดเร็ว วิธีนี้ไม่ต้องใช้กาวเลยการติดแน่นของผิวหน้าระหว่างฟิล์มพลาสติกทั้งสองชนิดเกิดจากการยึดเหนี่ยวของกลุ่มที่มีขั้วไฟฟ้า (polar group) ของพลาสติกทั้งสอง การทำให้ฟิล์มพลาสติกมีขั้วไฟฟ้าทำได้โดยการควบคุมระบบออกซิเดชัน (oxidation) หรือการใช้สารเคมีที่ผิวหน้าของฟิล์มพลาสติกก่อนการประกบ วิธีนี้จะนิยมใช้ระหว่างฟิล์มพลาสติกต่างชนิดกันและเหมาะสมกับการนำไปใช้บรรจุอาหาร เนื่องจากไม่มีปัญหาการเปลี่ยนแปลงปลอมของกาว ดังแสดงในภาพประกอบ 11 (มยุรี ภาคลำเจียก และอมรรัตน์ สวัสดิ์ทิต. 2533 : 8)



ภาพประกอบ 11 การประกบแบบอัดรีด

1.4 การรีดร่วม (co-extrusion) เป็นการผลิตฟิล์มพลาสติกหลายชั้นที่อาจเป็นชนิดเดียวกันหรือต่างชนิดกันโดยใช้เกลียวขับมากกว่าสองเครื่อง พลาสติกเหลวที่ไหลผ่านหัวตายแต่ละหัวออกมาประกบติดกันโดยเทคนิคพิเศษวิธีนี้เป็นเทคโนโลยีสมัยใหม่ซึ่งเกี่ยวข้องกับวิทยาการด้านกระแสวิทยา (rheology) เสถียรภาพทางความร้อน (thermal stability) และพฤติกรรมระหว่างผิวสัมผัส (behavior at interface) ส่วนเครื่องจักรที่ใช้มักประกอบด้วยเครื่องควบคุมที่ใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ เพื่อให้ฟิล์มที่ได้มีโครงสร้างและคุณสมบัติตามต้องการ ในปัจจุบันฟิล์มพลาสติกหลายชั้นซึ่งผลิตโดยวิธีการรีดร่วมกำลังได้รับความนิยมสูงและเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านบรรจุภัณฑ์อาหาร เพราะสามารถนำพลาสติกที่มีคุณสมบัติในด้านต่าง ๆ กันมาใช้ร่วมกันโดยมีการยึดระหว่างชั้นได้ดี จนกระทั่งสามารถพัฒนาโครงสร้างของฟิล์มพลาสติกที่ผลิตจากการรีดร่วมได้ถึง 11 ชั้น

#### ฟิล์มพลาสติกที่นำมาผลิตเป็นบรรจุภัณฑ์

1. ฟิล์มโพลิเอทิลีน ฟิล์มพลาสติกที่ใช้สำหรับการหีบห่อ พีโอ (polyethylene : pe) เป็นพลาสติกที่มีการใช้ในปริมาณมากที่สุดและมีขอบเขตที่กว้างขวาง ผลิตภัณฑ์อาหารและผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมต่าง ๆ เนื่องจากมีชนิดและชั้นคุณภาพหลายระดับ ชนิดของ พีโอ นิยมแบ่งตามความหนาแน่นดังนี้

- 1.1 เอชดีพีโอ (hdpe) มีความหนาแน่น 0.941-0.959 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร
- 1.2 เอ็มดีพีโอ (mdpe) มีความหนาแน่น 0.926-0.940 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร
- 1.3 แอลดีพีโอ (ldpe) มีความหนาแน่น 0.910-0.925 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร
- 1.4 แอลแอลพีโอ (llpe) มีความหนาแน่น 0.910-0.925 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร

คุณสมบัติของฟิล์มโพลิเอทิลีน คือ โปร่งแสงและมีความใสของเนื้อฟิล์ม มีความเหนียว ยืดหยุ่นสูง ทนต่อสารเคมีจำพวกกรด ต่าง ป้องกันการซึมผ่านของก๊าซและไขมันได้ดี ปิดผนึกด้วยความร้อนได้ดีในอุณหภูมิ 122 – 125 องศาเซลเซียส มีความปลอดภัย สามารถใช้กับอาหารและยาได้

การใช้งานฟิล์มพลาสติก พีโอ ชนิด แอลดีพีโอ (ldpe) และ แอลแอลพีโอ (llpe) ใกล้เคียงกัน คือ ใช้ผลิตเป็นถุงบรรจุอาหาร ถุงหิ้วเพื่อการค้าปลีก ถุงสำหรับบรรจุสินค้าหนัก ถุงชั้นในของถุงกระดาษหรือกระสอบพลาสติก ถุงบรรจุสินค้าอุตสาหกรรมทั่วไป การใช้ร่วมกับวัสดุอื่น เช่น พลาสติกต่างชนิดกัน เพื่อเสริมคุณสมบัติในการใช้งานให้เหมาะสม เช่น ถุงบรรจุอาหารว่าง ขนมขบเคี้ยว เป็นต้น

2. ฟิล์มโพรพิลีน เป็นพลาสติกที่มีโครงสร้างอยู่ในกลุ่มของโพลิโอเลฟิน (polyolefin) เช่นเดียวกับ พีโอ คุณสมบัติและการใช้งานของฟิล์ม พีโอ จึงใกล้เคียงกับฟิล์ม พีโอ ในกระบวนการผลิตฟิล์ม พีโอ โดยวิธีเป่า นิยมทำให้โมเลกุลจัดเรียงตัว (orientation) กันทั้งสองทิศทาง คือ ในแนวนานเครื่องและขวางเครื่อง จึงเรียกฟิล์มนี้ว่า บีโอพีพี หรือ โอพีพี (biaxial orientation polypropylene : bopp หรือ oriented polypropylene : opp) ส่วน พีโอ ที่ผลิตโดยกรรมวิธีหล่อจะเรียกว่าโพลิโพรพิลีน ชนิดหล่อ (cast polypropylene) หรือ ซีพีพี

คุณสมบัติของฟิล์มโพรพิลีน คือ โปร่งแสง ผิวหน้าเป็นมันวาว มีความเหนียว ทนทานต่อกรด และด่าง ป้องกันการซึมผ่านของไขมัน และไอน้ำได้ดี ทนทานต่อการพับ การขีดข่วน มีความคงรูป มีความปลอดภัยสามารถใช้กับอาหารและยาได้

การใช้งานฟิล์ม ซีพีพี มีการนำไปใช้ผลิตเป็นถุงบรรจุอาหารสำเร็จรูป ถุงบรรจุเสื้อผ้าสำเร็จรูป เป็นต้น ส่วนฟิล์ม โอพีพี นิยมใช้ห่อแทนกระดาษและกลาสซิ่ง (glassine) เพื่อใช้ห่อหรือทำเป็นฉลากของลูกกวาด ถุงบรรจุมันฝรั่ง หรืออาหารอื่น ที่ต้องการความทึบแสง

3. ฟิล์มโพลิไวนิลคลอไรด์ เป็นพลาสติกชนิดหนึ่งในกลุ่มไวนิล (vinyl) ซึ่งมีการใช้อย่างกว้างขวางในกรณีที่ต้องการให้ฟิล์มคุณสมบัติยืดหยุ่นและอ่อนตัวจะต้องเติมสารพลาสติกไซเซอร์ในปริมาณที่มากกว่า

ร้อยละ 25 ลงไปด้วยในกระบวนการผลิต เนื่องจาก พีวีซี มีลักษณะแตกต่างไปจากพลาสติกชนิดอื่น ๆ คือใช้ผสมกับสารเติมแต่ง (additive) ได้มากมาย จึงทำให้สามารถปรับฟิล์ม พีวีซี ให้มีคุณสมบัติต่าง ๆ ตามต้องการได้ แต่ต้องคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อการใช้งาน เช่น ฟิล์มที่ใช้กับการบรรจุอาหารจำเป็นต้องระมัดระวังเป็นพิเศษไม่ให้สารเติมแต่งหลุดออกมาปนเปื้อนกับอาหารที่บรรจุอยู่ซึ่งจะเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค

คุณสมบัติของฟิล์มโพลิไวนิลคลอไรด์ คือ โปร่งแสง ไม่มีฝ้าขุ่นมัว มีความเหนียวสูง ทนต่อสารเคมี กรดและด่าง ป้องกันการซึมผ่านของไขมันได้ดี ปิดผนึกด้วยความร้อนได้ดีในช่วงอุณหภูมิ 120-175 องศาเซลเซียส ฟิล์มโพลิไวนิลคลอไรด์ใช้ผลิตเป็นถุงบรรจุผลิตผลสด ฟิล์มห่อสำหรับหุ้มวัตถุดิบ และผลิตเป็นฟิล์มยืดสำหรับห่อวัตถุดิบผลไม้สด

4. ฟิล์มโพลิสไตรีน พีเอส เป็นพลาสติกชนิดหนึ่งในกลุ่มของสไตรีน (styrene) ซึ่งนิยมใช้กันมากชนิดหนึ่ง มีลักษณะเด่นในด้านความใส ความสามารถในการพิมพ์ และยังใช้กับเครื่องจักรที่ต้องการความเร็วสูงในการผลิตได้ ในกระบวนการผลิตฟิล์ม พีเอส เราสามารถดึงให้โมเลกุลจัดเรียงตัวไปในทิศทางเดียวกันได้ เช่นเดียวกับฟิล์ม พีพี และเรียกว่า โอพีเอส (oriented polystyrene : ops) เม็ดพลาสติก พีเอส แบ่งได้เป็น 2 ชั้นคุณภาพ คือ ชนิดธรรมดาซึ่งใช้งานทั่วไป (general purpose ps หรือ gpps) และชนิดทนการกระแทกได้สูง (high impact ps หรือ hips) เนื่องจากเม็ด พีเอส ทั้งสองชนิดจะไม่มีสารพลาสติกไซเซอร์และน้ำมันเกาะติดอยู่เลย จึงทำให้ฟิล์มที่ได้มีความใสเป็นพิเศษกว่าฟิล์มชนิดอื่น และสามารถให้คุณสมบัตินี้ให้เป็นประโยชน์ในการหีบห่อสินค้าได้

คุณสมบัติของฟิล์มโพลิสไตรีน คือ โปร่งใส มีความมันวาว มีความเหนียวอยู่ในเกณฑ์ดี มีความทนทานต่อสารเคมี กรดและด่าง ป้องกันไขมันซึมผ่านได้ดี คงรูป ปิดผนึกด้วยความร้อนในช่วงอุณหภูมิ 135-175 องศาเซลเซียส ฟิล์มโพลิสไตรีน ใช้ผลิตบรรจุภัณฑ์สำหรับห่อหรือทำถุงบรรจุผลิตผลสด ใช้เป็นวัสดุสำหรับเคลือบโอของอลูมิเนียม (metallizing) เมื่อผลิตเป็นถุงบรรจุอาหารสำเร็จรูป

5. ฟิล์มโพลีนเอไนด์ พีเอส หรือ ไนลอน ซึ่งมีหลายชนิดและเรียกตามจำนวนอะตอมของคาร์บอนในสารตั้งต้น เช่น ไนลอน 6 ไนลอน 11 เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติพิเศษต่าง ๆ กันไปอีก โดยการใช้สารเติมแต่งในระหว่างการทำปฏิกิริยาโพลิเมอร์ไรเซชัน ในกระบวนการผลิตสามารถใช้วิธีรีดและวิธีเป่า

คุณสมบัติของฟิล์มโพลีนเอไนด์ คือ โปร่งใส มีความเหนียวสูง คงรูป ทนทานการขัดสีสูง ทนต่อสารเคมีกรดและด่าง ปิดผนึกด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 130-180 องศาเซลเซียส ฟิล์มโพลีนเอไนด์ต้องใช้ร่วมกับฟิล์มพลาสติกหรือวัสดุอื่นในการผลิตบรรจุภัณฑ์สำหรับบรรจุอาหารและอุปกรณ์ทางการแพทย์

6. ฟิล์มโพลิไวนิลิดีนคลอไรด์ พลาสติก พีวีดีซี ทางการค้ามีชื่อเรียกว่า ซาราน (saran) มีความหนาแน่นประมาณ 1.7 กรัม ต่อ ลูกบาศก์เซนติเมตร สามารถแบ่งเป็นชั้นคุณภาพที่ใช้เคลือบในรูปของลาเท็กซ์ และชั้นคุณภาพที่ใช้ผลิตเป็นฟิล์มมีคุณสมบัติเด่นในด้านความสามารถในการป้องกันการซึมผ่านของไอน้ำและก๊าซดีแต่ก็มีราคาสูงจึงมีการใช้ไม่แพร่หลายมากนัก

คุณสมบัติของฟิล์มโพลิไวนิลิดีนคลอไรด์ คือ โปร่งแสง เป็นมันวาว มีความเหนียวสูง ทนต่อแรงกระแทกและต้านแรงดึงได้ดี ทนต่อสารเคมี จำพวกกรดแต่ไม่ทนต่อสารจำพวกด่าง ป้องกันการซึมผ่านของไขมันได้ดี ปิดผนึกด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 120-150 องศาเซลเซียส มีความปลอดภัย ใช้กับอาหารและยาได้ ฟิล์มโพลิไวนิลิดีนคลอไรด์ใช้ผลิตบรรจุภัณฑ์สำหรับอาหารที่ต้องนำไปผ่านกระบวนการอื่นก่อนบริโภค เช่น ถุงบรรจุอาหารที่ต้องอุ่นให้ร้อนในตู้อบไมโครเวฟ

7. พลาสติกโพลิเอทิลีนเทอร์ฟทาเลต พีโอที เป็นพลาสติกในกลุ่มโพลิเอสเตอร์เพราะมีกลุ่มของเอสเตอร์ตั้งแต่สองกลุ่มขึ้นไปได้มาจากปฏิกิริยาของเอทิลีนไกลคอลและไดเมทิลเทอร์ฟทาเลต พลาสติก พีโอที ที่นิยมใช้มักผ่านกระบวนการจัดเรียงโมเลกุลทั้งสองทิศทางแล้ว เนื่องจากมีความใสสามารถป้องกันไอน้ำ ก๊าซ และทันทานต่อสารเคมีได้ดีกว่าพลาสติก พีโอที ธรรมดา

คุณสมบัติของพลาสติกโพลิเอทิลีนเทอร์ฟทาเลต คือ โปร่งใส มีความเหนียวสูง ทนต่อแรงกระแทก และต้านแรงดึงได้ดี ทนต่อสารเคมี กรด แต่ไม่ทนต่อสารเคมีจำพวกด่าง ป้องกันการซึมผ่านของไขมันและก๊าซได้ดี ปิดผนึกด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 220-230 องศาเซลเซียส มีความปลอดภัยใช้กับอาหารและยาได้ พลาสติกโพลิเอทิลีนเทอร์ฟทาเลต ใช้ผลิตบรรจุภัณฑ์สำหรับบรรจุอาหารประเภทเนื้อที่สุกแล้ว เนยแข็งและอาหารแช่แข็งใช้ร่วมกับฟิล์มชนิดอื่น เพื่อผลิตถุงบรรจุอาหาร ขนมอบเคี้ยว

8. พลาสติกไอโอโนเมอร์ พลาสติกไอโอโนเมอร์ในทางการค้ามีชื่อว่า เซอร์ลีน (surlyn) ฟิล์มชนิดนี้ไม่นิยมใช้เดี่ยว ๆ แต่จะใช้ร่วมกับพลาสติกอื่น โดยทำหน้าที่เป็นวัสดุช่วยการปิดผนึกด้วยความร้อน อีกทั้งช่วยป้องกันการซึมผ่านของไขมันและน้ำมัน

คุณสมบัติของพลาสติกไอโอโนเมอร์ คือ โปร่งใส มีความเหนียวสูง ต้านทานต่อการทิ่มทะลุได้สูง ทนต่อสารเคมีกรดและด่าง ป้องกันการซึมผ่านของไอน้ำและไขมันได้ดี ปิดผนึกด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 115-200 องศาเซลเซียส มีความปลอดภัย สามารถใช้กับอาหารและยาได้ พลาสติกไอโอโนเมอร์ ใช้ผลิตบรรจุภัณฑ์สำหรับห่ออาหารประเภทเนื้อที่สุกแล้ว เนยแข็งและถุงบรรจุอาหาร ขนมอบเคี้ยว

9. พลาสติกไวนิลแอลกอฮอล์ อีวีโอเอช เป็นพลาสติกที่ค่อนข้างใหม่ในวงการอุตสาหกรรม หีบห่อแต่มีแนวโน้มการใช้ที่เพิ่มมากขึ้นเนื่องจากคุณสมบัติเด่นหลายประการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้เป็นชั้นที่ทำหน้าที่สกัดกั้นก๊าซและกลิ่นในฟิล์มหลายชั้นที่ผลิตโดยกรรมวิธีประกบและรีดร่วม

คุณสมบัติของพลาสติกไวนิลแอลกอฮอล์ คือ โปร่งใสเป็นมันวาว คงรูป มีความเหนียวสูง ดูดซึมน้ำได้ สามารถเก็บรักษากลิ่นและรสชาติของผลิตภัณฑ์ได้ดี ทนต่อรังสีอัลตราไวโอเลต และรังสีอื่นได้ดี สามารถนำกลับมาใช้ได้ใหม่อีกครั้ง ในการใช้ฟิล์มพลาสติกไวนิลแอลกอฮอล์ มีความปลอดภัยสามารถใช้กับอาหารและยาได้ และใช้ผลิตบรรจุภัณฑ์สำหรับบรรจุอาหารต้องใช้ร่วมกับฟิล์มพลาสติกหรือวัสดุอื่นเพื่อบรรจุอาหารว่างที่ต้องการเก็บรักษาไว้นาน ๆ

### ฟิล์มพลาสติกในงานพิมพ์

ฟิล์มพลาสติกที่นิยมใช้กันมากในงานพิมพ์บรรจุภัณฑ์แบบอ่อนมากที่สุด 3 ประเภทแรกได้แก่ เซลลูโลส หรือเซลโลเฟน (cellulose / cellophane) โพลีโพรไพลีน (polypropylene : pp) และโพลิเอทิลีน (polythylene : pe) ตามลำดับ

1. เซลลูโลส หรือ เซลโลเฟน (cellulose / cellophane) ฟิล์มพลาสติกเซลลูโลส เป็นวัสดุที่จัดอยู่ในเกรดเดียวกับกระดาษ ทำจากเยื่อเซลลูโลสบริสุทธิ์ตัวฟิล์มที่ใช้กันจะกำหนดน้ำหนักที่ 30 40 และ 60 กรัมต่อตารางเมตร มีความหนา 0.0009 0.0011 และ 0.0016 นิ้ว ตามลำดับ

ข้อดีและข้อจำกัดในทางการพิมพ์

1.1 สามารถพิมพ์งานความเร็วสูงได้ถึง 600 ฟุตต่อนาที มีคุณสมบัติต้านทานต่อการฉีกขาดไม่ดี และต้องระวังไม่ให้มีรอยแตกเกิดขึ้นที่แผ่นฟิล์มเพราะทำให้เกิดการฉีกขาดง่ายขึ้น

1.2 ตัวฟิล์มมีคุณสมบัติยึดตัวน้อย จึงทำให้ปัญหาการพิมพ์เลื่อมไม่สามารถใช้กับเครื่องพิมพ์เก่าได้แต่ต้องระวังความชื้นและอุณหภูมิ เพราะถ้ามีมากเกินไป อาจทำให้ฟิล์มยึดหดตัวได้ง่าย

1.3 การใช้ลมร้อนหรือรังสีความร้อน ในระหว่างการทำหมึกให้แห้งต้องระมัดระวังเป็นพิเศษ เพราะอาจทำให้สูญเสียความชื้น เกิดการกระด้าง เปราะ แก่ไขโดยมีการให้ความชื้นแก่ฟิล์ม (reconditioning)

2. ฟิล์มพลาสติกโพลีโพรไพลีน (polypropylene : pp) เป็นพลาสติกที่ใช้กันมากในสินค้าประเภทอาหารและเป็นพลาสติกที่ให้ผลผลิตสูง (high yield) ในขั้นตอนการผลิต จึงทำให้มีราคาถูก การพิมพ์ฟิล์มพลาสติกโพลีโพรไพลีน ต้องการปรับผิวเสียก่อนเพื่อให้เกิดแรงยึดผิวที่ดีกับหมึกพิมพ์พบว่าการปรับผิวของโอพีพี จะลดลงเรื่อย ๆ หลังจาก 24 ชั่วโมง ดังนั้นควรทำการปรับผิวให้ค่าพลังงานผิวมีระดับสูงกว่าปกติ ถ้าพิมพ์ด้วยระบบเฟล็กโซควรจะปรับผิวให้มีปริมาณมากกว่าการพิมพ์ระบบกราวัร์

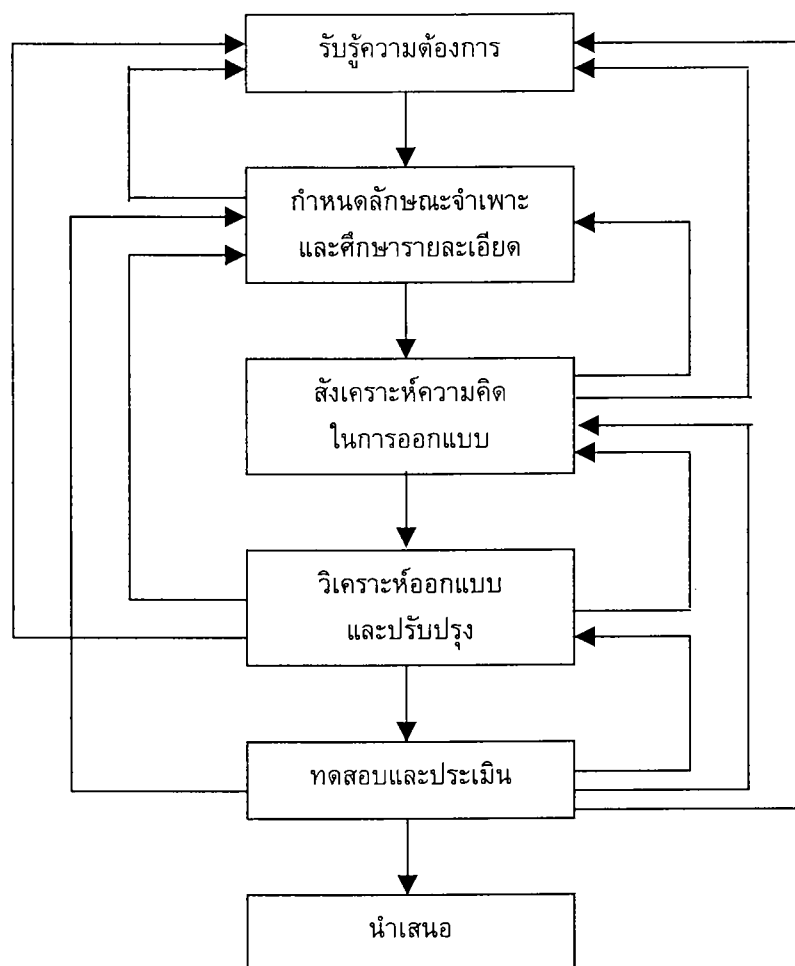
3. ฟิล์มพลาสติกโพลีเอทิลีน (polyethylene : pe) คือ ฟิล์มที่มีความหนาแน่น (density) ของฟิล์มที่ได้แตกต่างกันระหว่างตั้งแต่ค่าต่ำ (low density) 0.914 ถึงค่าสูง (high density) 0.960 เนื่องจาก กรรมวิธีที่ผลิตฟิล์มที่ได้นี้มีผลทำให้คุณสมบัติต่างกัน เช่น ความแข็งตึง ความทึบแสง ความแข็งแรง ความสามารถในการทนอุณหภูมิสูงและอุณหภูมิในการฉีกขาด แตกต่างกันตามไปด้วยการพิมพ์ฟิล์มพลาสติกโพลีเอทิลีน ต้องการปรับผิวเพื่อให้หมึกพิมพ์สามารถยึดเกาะติดกับผิวได้ดีส่วนใหญ่ใช้วิธีชาร์จประจุ (corona discharge) ปัญหาที่พบในการพิมพ์ คือ การปรับผิวมากเกินไปจะพบปัญหาความชื้นจากอาหารที่ถูกบรรจุทำให้หมึกหลุดออกจากผิวฟิล์มในขณะที่เปียกได้ การแก้ปัญหา คือ ต้องระมัดระวังไม่ให้ระดับการปรับผิวมากเกินไป และฟิล์มประเภทนี้ความหนาแน่นต่ำมักจะมีคุณสมบัติยึดตัวง่ายทำให้การพิมพ์มักมีปัญหาเสมอ

4. ฟิล์มโพลีเอสเตอร์ (polyester) ฟิล์มโพลีเอสเตอร์ที่ใช้กันมากที่สุดในงานบรรจุภัณฑ์คือ พีโอที (polyethylene terephthalate) ใช้วิธี oriented แบบเดียวกับ โอพีพี เพื่อให้มีความเหนียวและแข็งแรงเพื่อใช้กับอุปกรณ์บรรจุความเร็วสูง และทนอุณหภูมิสูง เช่น ในเตาไมโครเวฟ หรือแช่น้ำร้อน เหมาะที่จะนำไปใช้พิมพ์ โดยไม่เกิดปัญหาการพิมพ์เลื่อม แต่มีราคาแพงกว่า พีโอ และ พีพี

5. ฟิล์มโพลีอะไมด์ (polyamide) ฟิล์มโพลีอะไมด์ มีชื่อทางการค้าว่า ไนลอน (nylon) ใช้มากในการบรรจุอาหารแช่แข็ง หรือทำเป็นถุงสุญญากาศ เพราะเกิดรอยร้าวหรือฉีกขาดได้ยากอาจมีปัญหาพิมพ์เลื่อมได้เนื่องจากการยึดตัวของไนลอน ต้องแก้ปัญหาโดยการควบคุมการปรับผิวเช่นกัน (อรัญ หาญสืบสาย. 2540 : 27-30)

## การสร้างเครื่องพิมพ์

การสร้างเครื่องพิมพ์ให้เหมาะสมตรงตามลักษณะการใช้งานที่ดี ผู้วิจัยได้ศึกษาขั้นตอนการออกแบบที่สมบูรณ์ตั้งแต่เริ่มต้นจนสำเร็จ มีขั้นตอนในการสร้างงานดังภาพประกอบ 12 (อนันต์ วงศ์กระจ่าง, 2533 : 2)



ภาพประกอบ 12 ขั้นตอนการออกแบบ

1. รับรู้ความต้องการ การออกแบบจะเริ่มต้นจากวิศวกร ได้รับรู้ความต้องการของลูกค้าเกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ในด้านการใช้งาน คุณภาพของผลิตภัณฑ์ ความแข็งแรง ทนทานที่สูงขึ้นเป็นแรงผลักดันให้การออกแบบพัฒนา ปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ การรับรู้อาจไม่ชัดเจน กลุ่มเครือ มีความขัดแย้งกันเกิดขึ้นได้เสมอ จำเป็นที่จะต้องใช้ประสบการณ์ทำความเข้าใจกับความต้องการและปัญหาให้ถูกต้อง
2. กำหนดลักษณะจำเพาะและศึกษารายละเอียด รวบรวมรายละเอียดของสิ่งที่ต้องการมาออกแบบ เช่น คุณลักษณะ ขนาด อายุการใช้งาน จำนวนที่ผลิต ราคาและสิ่งที่คาดว่าจะสามารถจะมีการเปลี่ยนแปลง เช่น กรรมวิธีการผลิต การเลือกใช้วัสดุ การแข่งขันทางการตลาด แล้วทำการศึกษารายละเอียด วิธีการเลือกใช้วัสดุ วิธีการผลิต ต้องมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะเพื่อความสำเร็จ

3. การออกแบบ หลังการศึกษารายละเอียดของสิ่งออกแบบแล้ว ก็สังเคราะห์ความคิดสร้างสรรค์สำหรับการออกแบบ คือ การวิเคราะห์ความคิดเก่าและใหม่ จนทำให้เกิดสิ่งใหม่ขึ้น และอำนวยความสะดวกได้มากที่สุด

4. วิเคราะห์ออกแบบ และปรับปรุง ทำการวิเคราะห์รายละเอียดของสิ่งที่ออกแบบ ส่วนประกอบหน้าที่ของแต่ละชิ้นส่วน แล้วทำการออกแบบส่วนประกอบใหญ่ ๆ และชิ้นส่วนแต่ละชิ้นให้มีความสัมพันธ์กัน และสามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ ขนาดและลักษณะรูปร่างที่เหมาะสม และทำการปรับปรุงให้เป็นไปตามความต้องการและการใช้งานให้มากที่สุด

ขั้นตอนการออกแบบแบ่งออกเป็น ออกแบบเบื้องต้น และการออกแบบรายละเอียด คือ การกำหนดรายละเอียด ขนาดจริงของชิ้นส่วน ส่วนประกอบต่าง ๆ ที่ต้องผลิตขึ้นเอง ที่เป็นชิ้นส่วนมาตรฐาน (standard part) แสดงรายละเอียดและขนาดของชิ้นส่วนด้วยแบบ (drawing) มีทั้งแบบแยกชิ้น (detailed drawing) และแบบประกอบ (assembly drawing) จากนั้นก็สร้างต้นแบบตามรายละเอียดที่ได้ออกแบบขึ้น

5. ทดสอบและประเมิน เมื่อสร้างต้นแบบเสร็จก็ทำการทดสอบหรือทดลอง ต้องมีการบันทึกข้อมูลระหว่างการทดสอบและผลการทดสอบ ผลจากการทดสอบทำให้ต้องมีการเปลี่ยนแปลง ปรับปรุงการออกแบบตามแผนผังขั้นตอนการออกแบบเมื่อเปลี่ยนแปลง และทำการทดสอบใหม่ จนสิ่งออกแบบนั้นมีคุณภาพหรือสมรรถนะ สามารถทำงานได้ตามความต้องการ

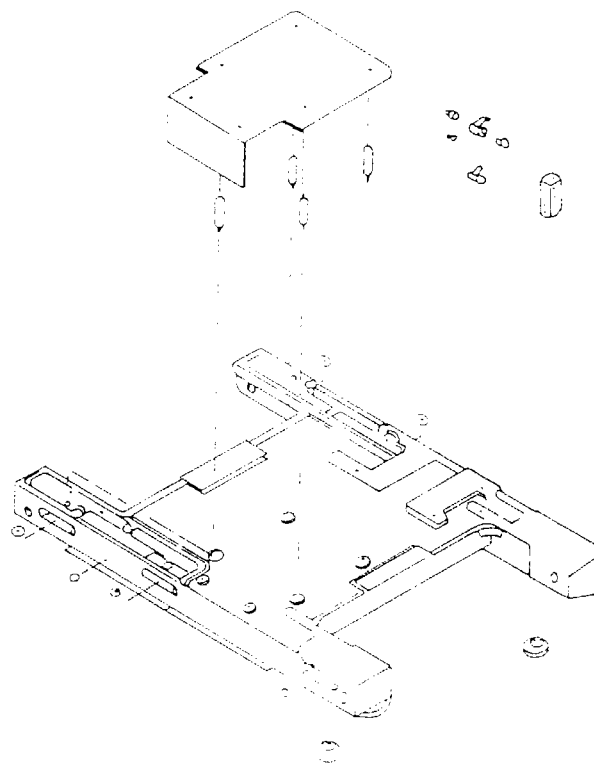
6. นำเสนอ ขั้นตอนสุดท้ายของการออกแบบ คือ การนำเสนอผลงานการออกแบบ ซึ่งจะเป็นสิ่งประดิษฐ์หรือเป็นผลิตภัณฑ์ที่จัดเป็นสินค้าต่อลูกค้า หรือผู้ต้องการใช้ โดยอาศัยสื่อต่าง ๆ เช่น รายงาน (report) การพูดประกาศ สิ่งพิมพ์ ที่จะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อผู้ออกแบบ

### ส่วนประกอบและชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเครื่องพิมพ์

ชิ้นส่วนหลักของเครื่องพิมพ์

เครื่องพิมพ์ประกอบด้วยชิ้นส่วนต่าง ๆ ชิ้นส่วนหลักที่สำคัญมีอยู่ 4 อย่าง คือ ฐานเครื่องพิมพ์ (bed) กรอบข้าง (frame) โม (cylinder) และฝาครอบเครื่อง (frame cover)

1. ฐานเครื่องพิมพ์ มีลักษณะเป็นกรอบโลหะ ผลิตโดยวิธีการตัดเชื่อมหรือหล่อเป็นกรอบที่เป็นฐานจะมีขนาดพอเหมาะกับขนาดของกรอบข้าง มีรูสำหรับใช้สลักเกลียวจับยึดกรอบข้างและอุปกรณ์อื่น เช่น ฐานมอเตอร์ เป็นต้น ฐานเหล็กที่ใช้ทำเป็นฐานของเครื่องต้องมีน้ำหนักขนาดที่สามารถรับแรงของอุปกรณ์ต่าง ๆ ของเครื่องพิมพ์ได้เพื่อให้สามารถวางบนพื้นเรียบได้อย่างมั่นคงและที่ปลายด้านล่างของฐานทั้งสองด้านมีสกรูรองสำหรับปรับตั้งระดับของเครื่องพิมพ์ ดังแสดงในภาพประกอบ 13 (วิทยา วัฒนชัยวิทย. 2538 : 75)

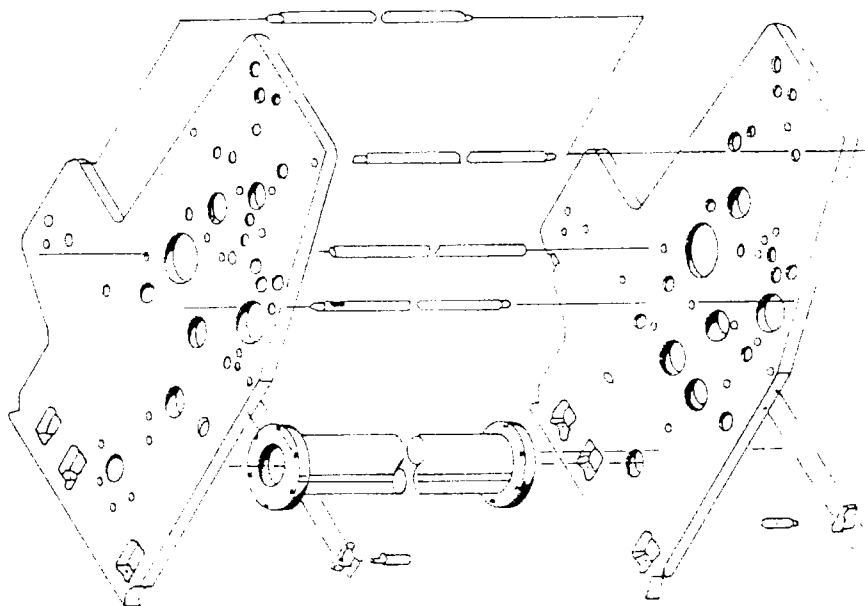


ภาพประกอบ 13 ฐานของเครื่องพิมพ์

2. กรอบข้าง ของเครื่องพิมพ์ผลิตจากโลหะหล่อที่นำมาใส่ให้เรียบ บนผิวของกรอบจะมีรูกลวงขนาดต่าง ๆ กัน เพื่อใช้สำหรับการสวมอัดอุปกรณ์ชิ้นส่วนอื่นให้ยึดติดอยู่กับกรอบข้าง เช่น เฟลาโมต่าง ๆ เฟลาขับเคลื่อน เฟลาแกนของลูกกลิ้งหมึกและลูกกลิ้งน้ำ เป็นต้น ดังภาพประกอบ 14 (วิทยา วัฒนชัยวิทย์. 2538 : 76)

กรอบข้างของเครื่องพิมพ์มีอยู่ 2 ด้าน คือ ด้านขับเคลื่อน (drive side) ทำหน้าที่ติดอุปกรณ์สำหรับการขับเคลื่อน เช่น เฟืองต่าง ๆ และจะอยู่ด้านเดียวกันกับมอเตอร์ขับเคลื่อน มอเตอร์บีบลม เป็นต้น และด้านปฏิบัติการ (operation side) อยู่ด้านตรงข้ามกับด้านขับเคลื่อน มีหน้าที่ติดอุปกรณ์สำหรับปฏิบัติงาน เช่น แผงควบคุมสวิตซ์การทำงานต่าง ๆ เป็นต้น

สำหรับกรอบข้างที่วางบนฐานของเครื่องพิมพ์ ถูกยึดแน่นด้วยสลักเกลียวและลิ้มแบบต่าง ๆ โดยมีแกนเฟลาขนาดต่าง ๆ ทำหน้าที่ยึดให้แน่นกันและมีความมั่นคง ทำให้เครื่องพิมพ์สามารถประกอบกันอย่างแข็งแรง



ภาพประกอบ 14 กรอบข้างทั้งสองด้าน

3. โม เครื่องพิมพ์ประกอบด้วยโม (cylinder) จำนวน 3 โม มีหน้าที่ในการถ่ายทอดภาพลงบนวัสดุพิมพ์ ได้แก่ โมแม่พิมพ์ โมยาง และโมกดพิมพ์ โมทั้งสามยึดติดอยู่กับกรอบข้าง

4. ฝาครอบเครื่อง ผลิตจากโลหะแผ่นตามกระบวนการพับขึ้นรูป บางจุดอาจจะมีรอยต่อเป็นตะเข็บรอยพับเดียวหรือต่อด้วยหมุดย้ำ ฝาครอบเครื่องทำหน้าที่ช่วยครอบกรอบข้างและส่วนอื่น และช่วยให้เครื่องนั้นมีความเรียบร้อยสวยงาม ทำให้ผู้ปฏิบัติงานปลอดภัยจากการที่อวัยวะบางส่วนอาจจะถูกดึงเข้าไปในเครื่องได้ ฝาครอบเครื่องควรถอดออกและประกอบได้ง่ายเพื่อช่วยอำนวยความสะดวกในการดูแลบำรุงรักษาและทำการหล่อลื่น

#### ชิ้นส่วนเกี่ยวกับการขับเคลื่อน

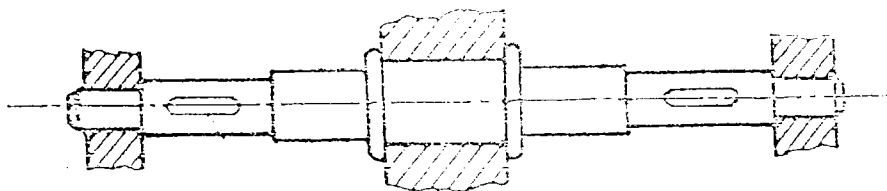
เครื่องพิมพ์สามารถทำการขับเคลื่อนให้ชิ้นส่วนต่าง ๆ หมุนตัวเคลื่อนไหวยาว และทำงานเป็นไปตามจังหวะทางกลได้ ต้องมีชิ้นส่วนและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องประกอบกันเพื่อช่วยในการขับเคลื่อน ทำหน้าที่เกี่ยวกับการรับส่งและถ่ายทอดกำลังที่ได้จากเครื่องกำเนิดกำลัง เช่น มอเตอร์หรือเครื่องกำเนิดต้นกำลังอื่น ชิ้นส่วนเกี่ยวกับการขับเคลื่อนมีดังนี้

1. เฟลา
2. ลี้ม
3. ร่องเฟลา หรือดัลบลูกปืน
4. เฟือง
5. สายพาน

1. เฟลา เป็นชิ้นส่วนที่หมุนหรือไม่หมุน ซึ่งลักษณะทั่ว ๆ ไป จะมีหน้าตัดกลม บนเฟลามีส่วนอื่น ๆ ประกอบอยู่ เช่น เฟือง ล้อสายพาน มุเล่ ข้อเหวี่ยง จานโซ่ และชิ้นส่วนสำหรับการส่งกำลังอื่น ๆ เฟลาอาจจะต้องรองรับภาระต่าง ๆ ได้แก่ ภาระแรงดัด (bending loads) ภาระแรงดึง (tension loads) ภาระแรงอัด (compression loads) หรือ ภาระแรงบิด (torsional loads) ซึ่งภาระเหล่านี้อาจจะกระทำเพียงอย่างเดียว หรือกระทำพร้อม ๆ กันในขณะเดียวกัน ในการออกแบบเฟลาสิ่งสำคัญที่จะต้องพิจารณา คือ ความแข็งแรงสถิตย และความแข็งแรงทางต้านความล้า และเฟลาอันหนึ่งอาจจะอยู่ภายใต้ความเค้นที่คงที่ ความเค้นแบบสลับในเวลาเดียวกันได้

ในการออกแบบเฟลาจะต้องรักษาระยะโค้งของเฟลาให้อยู่ในขอบเขตที่กำหนด ในการให้ขนาดเฟลานั้นจะพิจารณาถึงระยะโค้งก่อน แล้วจึงทำการวิเคราะห์ความเค้นที่เกิดขึ้น เหตุผลก็เพราะว่า ถ้าเฟลาที่ทำมามีความแข็งแรงพอที่จะไม่ให้เกิดระยะโค้งมากแล้ว ความเค้นที่เกิดขึ้นก็จะอยู่ในช่วงที่มีความปลอดภัย แต่ก็ไม่ได้หมายความว่าผู้ออกแบบจะสมมติว่ามีความปลอดภัยแล้วเสมอไป ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำการคำนวณตรวจสอบ เพื่อให้รู้ว่าการออกแบบนั้นมีความถูกต้องอยู่ในขอบเขตที่ยอมรับได้จริง ๆ

เฟลาเป็นชิ้นส่วนเครื่องมือกล ที่มีความสำคัญของระบบการส่งผ่านกำลัง กำลังที่ส่งผ่านเฟลาอยู่ในรูปของโมเมนต์ แรงบิด (torque) ในการส่งผ่านกำลังระหว่างเฟลาหนึ่งไปอีกเฟลาหนึ่ง จำเป็นต้องอาศัยตัวกลาง เช่น เฟือง โซ่ สายพาน ฯลฯ ดังนั้นจึงเกิดแรงเนื่องจากการขบกันของเฟือง แรงเนื่องจากแรงจุดของโซ่ หรือแรงดึงของสายพานมากระทำต่อเฟลาอันเป็นผลให้เกิดโมเมนต์ดัด (bending moments) ขึ้นบนเฟลาและบางกรณีอาจมีแรงกระทำตามแนวแกนของเฟลาด้วย ดังนั้นขณะที่เฟลาทำหน้าที่ส่งผ่านกำลัง เฟลาจะรับทั้งโมเมนต์บิดและโมเมนต์ดัดพร้อม ๆ กัน ดังแสดงในภาพประกอบ 15 (บรรเลง ศรีนิล และกิตติ นิงสานนท์. 2530 : 156)



ภาพประกอบ 15 แสดงรูปร่างลักษณะของเฟลา

โดยปกติทั่วไป รูปหน้าตัดของเฟลาจะเป็นวงกลม ขนาดไม่เท่ากัน แต่จะตกมาเป็นชั้น ๆ บางตำแหน่งจะมีร่องลิ้น เพื่อใช้ในการติดตั้งมุเล่ เฟือง แบร้ง หรือชิ้นส่วนอื่น ๆ เฟลาที่ใช้โดยทั่วไปจะมีทั้งเฟลากว และเฟลาดัน

สำหรับวัสดุที่ใช้ทำส่วนใหญ่จะเป็นเหล็กเหนียว เช่น เอสที 50 (st 50) เอสที 60 (st 60) หรือ เอสที 70 (st 70) ในกรณีที่ต้องการความแข็งแรงสูง ๆ และคงทนต่อการใช้งานมาก ๆ อาจใช้พวกเหล็กผสม (alloy steel)

การออกแบบคำนวณหาขนาดของเพลลา

ในการออกแบบหาขนาดของเพลลา จะต้องพิจารณาถึงสิ่งเหล่านี้ คือ

1. กำลังงานและภาระที่ใช้เพลลาส่งกำลัง
2. ความเค้นที่เกิดขึ้นกับเพลลา รวมทั้งรูปร่าง ขนาด วัสดุ และผิวงานสำเร็จ ซึ่งจะเป็นสาเหตุในการเกิดแรงรวม (stress concentration) ขึ้น ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ของเพลลา
3. ความแกร่ง หมายถึง ความคงทนต่อการแอ่นตัวหรือการบิดไปของเพลลา เมื่อได้รับภาระ
4. ความเร็ววิกฤต (critical speed) หมายถึง การสั่นตัวของเพลลา อันเป็นผลเนื่องมาจากการแอ่นตัว

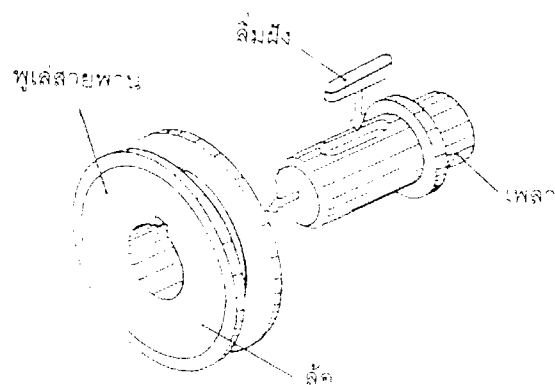
ในการออกแบบขนาดของเพลลาสำหรับงานปกติทั่วไป จะพิจารณาเฉพาะกำลังงาน ภาระ และคำนวณตรวจความเค้นที่เกิดขึ้นกับเพลลา เพื่อให้ได้ค่าความปลอดภัยเพียงพอ สำหรับงานพิเศษในบางกรณี จึงจะพิจารณาถึงความแกร่ง และความเร็ววิกฤต

ขนาดระบุของเพลลาตามมาตรฐาน (วิธีหี อังภากรณ์ และชาญ ญัตงาน. 2522 : 230) เป็นดังนี้

| ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเป็น mm |    |     |     |     |
|-----------------------------|----|-----|-----|-----|
| 6                           | 25 | 70  | 130 | 240 |
| 7                           | 30 | 75  | 140 | 260 |
| 8                           | 35 | 80  | 150 | 280 |
| 9                           | 40 | 85  | 160 | 300 |
| 10                          | 45 | 90  | 170 | 320 |
| 12                          | 50 | 95  | 180 | 340 |
| 14                          | 55 | 100 | 190 | 360 |
| 18                          | 60 | 110 | 200 | 380 |
| 20                          | 65 | 120 | 220 |     |

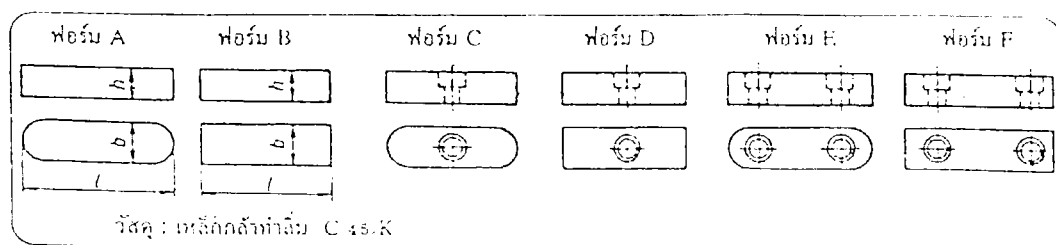
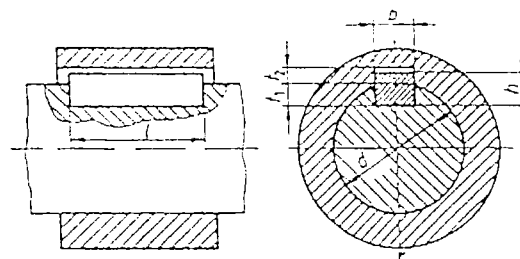
เพื่อให้เพลลามีมาตรฐานเหมือนกัน องค์การมาตรฐานระหว่างประเทศจึงได้กำหนดมาตรฐานของเพลลาซึ่งเป็นขนาดระบุ (nominal size) ใน ISO/R 775-1969 เอาไว้สำหรับให้ผู้ออกแบบเลือกใช้ทั้งนี้เพื่อให้สามารถหาซื้อได้ทั่วไปนอกจากนี้ยังเป็นขนาดที่สอดคล้องกับขนาดของแบริ่งที่ใช้รองรับเพลลาด้วย

2. ลิ้ม หน้าทีของลิ้ม คือ เป็นชิ้นส่วนที่ป้องกันการหมุนหรือการเคลื่อนที่สัมพันธ์ของเพลลา กับ ชิ้นส่วนอื่น ๆ ที่ยึดอยู่กับเพลลา เช่น เฟือง ล้อสายพาน เป็นต้น ดังแสดงในภาพประกอบ 16 (มานพ ตันตระกูล และคนอื่น ๆ. 2536 : 188) นอกจากนี้ลิ้มยังทำหน้าที่ป้องกันมิให้ชิ้นส่วนอื่นที่ยึดเพลลาเกิด การเสียหาย เนื่องจากการส่งกำลังหรือการหมุนไม่ราบเรียบ เช่น มีแรงกระตุก หรือกำลังส่งมากเกินไปกำหนด กล่าวคือเมื่อเกิดกรณีเช่นนี้ ลิ้มจะต้องเสียหายก่อน เช่น อาจโค่นหักแตก หรือเนืองขาด ก่อนชิ้นส่วนอื่นจะ แตกหักเสียหาย ซึ่งก็หมายถึงวัสดุที่ใช้ทำลิ้มหรือขนาดดอกลิ้มที่ออกแบบจะต้องมีความแข็งแรงต่ำกว่า ชิ้นงานส่วนอื่น

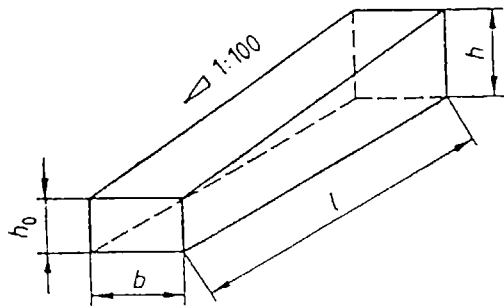


ภาพประกอบ 16 การยึดด้วยสลึงส่งกำลัง

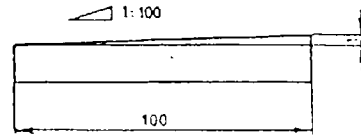
ในกรณีที่ล้อหรือเพลารับภาระมากเกินไป สลึงนี้จะเลื่อนไปสัมผัสร่องด้านข้างและรับภาระเฉือนเพิ่มขึ้นจากการที่ตอกอัดสลึงส่งกำลังเข้าไปในร่องสลึงอัดแน่นให้แน่นนั้น แรงอัดดันให้ล้อและเพลานี้จากกัน มีผลให้เกิดการขยับเคลื่อนศูนย์แกนเพลาดังแสดงในภาพประกอบ 17 และ 18 (มานพ ตันตระกูล และคนอื่น ๆ. 2540 : 2, 189)



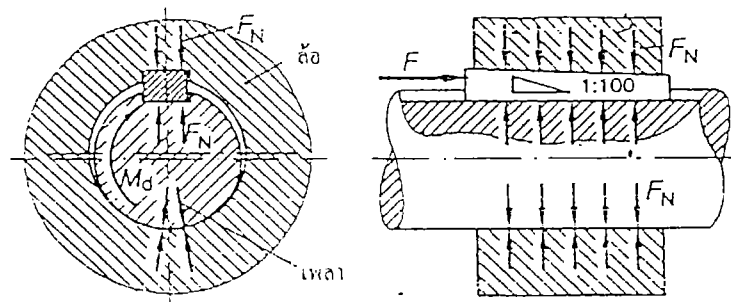
ภาพประกอบ 17 แบบฟอร์มสลึงตาม DIN 6885



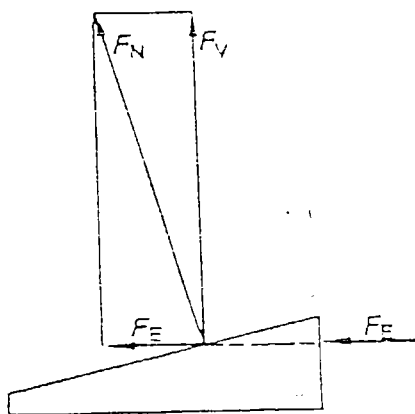
ก การกำหนดขนาดของลิ้ม



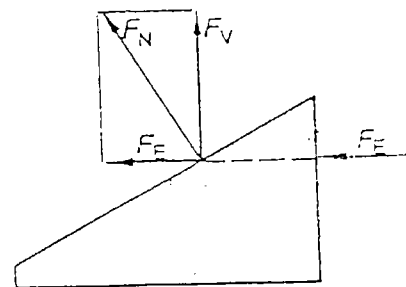
ข ความหมายของอัตราลด 1 : 100



ค ปฏิริยาของแรงในขณะยึดด้วยลิ้มส่งกำลัง



ง ปฏิริยาของแรง เมื่อลิ้มมีความลาดน้อย



จ ปฏิริยาของแรง เมื่อลิ้มมีความลาดมาก

ภาพประกอบ 18 การกำหนดขนาดลิ้ม และปฏิริยาของแรง

3. ร่องเพลลาหรือตลับลูกปืน ให้สำหรับร่องเพลลา โครงสร้างของแบริ่งประกอบด้วยแหวนนอก แหวนในและมัลลูกปืนเป็นตัวลดความเสียดทานลักษณะเป็นลูกทรงกลมหรือทรงกระบอก ลูกปืนจะวิ่งอยู่บนทางวิ่งของแหวนนอกและแหวนใน โดยมีกรงบังค้ำระยะห่างระหว่างลูกปืนแต่ละลูก ความเสียดทานที่เกิดขึ้นกับแบริ่งลูกปืนจะเป็นแบบโรลลิงฟริคชัน (rolling friction) จึงมีความเสียดทานน้อยกว่าแบริ่งปลอกประมาณร้อยละ 25-50 ทำให้กำลังงานสูญเสียไปเนื่องจากความเสียดทานน้อย นอกจากนี้การเยื้องศูนย์ของเพลลาและตัวแบริ่งมีน้อยเนื่องจากมีระยะคลอนน้อย การบำรุงรักษาและการหล่อลื่นทำได้ง่าย การผลิตแบริ่งลูกปืนจะเป็นมาตรฐานเหมือน ๆ กัน ดังนั้นการถอดเปลี่ยนอะไหล่จึงทำได้ทุกเวลาและสถานที่

สำหรับข้อเสียของแบริ่งลูกปืน ก็คือ ทนต่อแรงกระแทกไม่ดี ขณะใช้งานจะมีเสียงดังกว่าแบริ่งปลอก และยังจำเป็นต้องมีชิ้นส่วนไว้ใช้ยึดจับตัวแบริ่ง การถอดประกอบจึงยุ่งยาก

การแบ่งชนิดของแบริ่งลูกปืนอาจแบ่งตามลักษณะของการรับแรงแบริ่งที่ใช้รับแรงในแนวรัศมี เรียกว่า แบริ่งรับแรงแนวรัศมี (radial bearing) ใช้รับแรงในแนวแกน เรียกว่า แบริ่งรับแรงแนวแกน (axial bearing) หรือแบริ่งรับแรงรุน (thrust bearing) บางชนิดอาจใช้รับแรงในแนวรัศมี และในแนวแกนพร้อมกันก็ได้

องค์ประกอบอื่นที่มีผลกระทบต่อการใช้งานของแบริ่ง

อายุการใช้งานประเมินของแบริ่งลูกกลิ้ง ขึ้นอยู่กับสภาพการประยุกต์ใช้งาน เช่น การหล่อลื่นที่เหมาะสม การเยื้องแนวมีน้อยที่สุด และการพิจารณาถึงระยะเผื่อ ระหว่างแบริ่งกับเพลลา ฟังระลึกไว้เสมอว่าอายุการใช้งานของแบริ่งจะเพิ่มขึ้นเป็นอย่างมาก หากว่าระบบการหล่อลื่นแบริ่งอยู่ในขั้นดีมาก

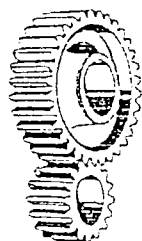
อายุการใช้งานของแบริ่ง (บรรเลง ศรีนิล และกิตติ นิงสานนท์. 2530 : 137) เป็นดังนี้

| ลักษณะงาน                        | จำนวนชั่วโมง | ลักษณะงาน                 | จำนวนชั่วโมง |
|----------------------------------|--------------|---------------------------|--------------|
| อุปกรณ์ไฟฟ้าในบ้าน               | 1000-2000    | แบริ่งเพลลาเรือ           | 80000        |
| พัดลมขนาดเล็ก                    | 2000-4000    | แบริ่งเฟืองส่งกำลังในเรือ | 20000-30000  |
| มอเตอร์ขนาดเล็กถึง 4kw           | 8000-10000   | แบริ่งเครื่องกลการเกษตร   | 3000-6000    |
| มอเตอร์ขนาดกลาง                  | 10000-15000  | เครื่องยกของเล็ก          | 5000-10000   |
| มอเตอร์ขนาดใหญ่ติดตั้งอยู่กับที่ | 20000-30000  | ชุดเฟืองทด                | 8000-15000   |
| มอเตอร์ขนาดใหญ่                  | 50000 ขึ้นไป | ชุดเฟืองเครื่องมือกล      | 20000        |
| มอเตอร์ขนาดเล็ก                  | 600-1200     | เครื่องช่วยงานผลิต        | 7500-15000   |
| รถยนต์ รถบรรทุกเล็ก              | 1500-2500    | เครื่องรีดขนาดใหญ่        | 8000-10000   |
| รถบรรทุก รถบัส                   | 2000-5000    | เครื่องเลื่อย             | 1000-15000   |
| เพลารถรางขนวัสดุ                 | 5000         | เครื่องเจาะหิน (ในเหมือง) | 4000-10000   |
| เพลารถรางโดยสาร                  | 2000-5000    | พัดลมขนาดใหญ่ ๆ           | 40000-50000  |
| เพลารถไฟโดยสาร                   | 25000        | รอกสำหรับงานหนัก          | 40000-60000  |
| เพลารถไฟขนส่งสินค้า              | 35000        | เครื่องทำกระดาษ           | 50000-80000  |
| ตัวรถจักร                        | 20000-4000   |                           | หรือมากกว่า  |
| งานสร้างเรือ                     | 3000-5000    | เครื่องย่อยหิน            | 20000-30000  |
| เรือกลไฟใช้ใบจักร                | 15000-25000  | เครื่องทำอิฐ              | 20000-30000  |

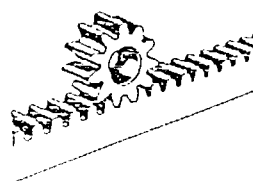
ค่าความเร็วคงที่ของลูกปืนชนิดต่าง ๆ (บรรเลง ศรีนิล และกิตติ นิงสานนท์. 2530 : 239) เป็นดังนี้

|                                                            | ชนิดของลูกปืน                                                                   | n รอบ / นาที                         |
|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| แบริ่งเม็ดกลมร่องลึก<br>(deep groove ball bearing)         | แถวเดียว<br>แถวเดียว (มีแผ่นกันรั่ว)<br>สองแถว                                  | 500000<br>360000<br>300000           |
| แบริ่งเม็ดกลมสัมผัสเชิงมุม<br>(angular contact bearing)    | (แหวนใดแหวนหนึ่งมีปากข้างเดียว)<br>แถวเดียว<br>แถวเดียว ประกอบเป็นคู่<br>สองแถว | 500000<br>500000<br>400000<br>360000 |
| แบริ่งเม็ดกลมปรับแนวได้เอง<br>(self aligning ball bearing) | (แหวนใดกว้าง)                                                                   | 500000<br>250000                     |
| แบริ่งเม็ดทรงกระบอก<br>(cylindied roller bearing)          | แถวเดียว<br>สองแถว                                                              | 500000<br>300000                     |
| แบริ่งเม็ดเข็ม<br>(needle bearing)                         | แถวเดียว<br>สองแถว                                                              | 200000<br>300000                     |
| แบริ่งเม็ดเรียว<br>(taper roller bearing)                  |                                                                                 | 220000                               |
| แบริ่งปรับแนวได้เอง<br>(self aligning roller bearing)      | อนุกรมที่ 213<br>อนุกรมที่ 222, 223<br>อื่น ๆ                                   | 220000<br>320000<br>250000           |

4. เฟือง ใช้ทำหน้าที่ถ่ายเทโมเมนต์หมุนระหว่างเพลา 2 เพลา ที่มีระยะห่างระหว่างแกนเพลาที่สั้น โดยถ่ายเทในรูปแบบของแรง หมายความว่า ไม่มีการสูญเสียจากการสั่นเหมือนสายพาน จึงมีอัตราทดที่คงที่ เฟืองเหมาะสมกับการหมุนรอบต่ำไปจนรอบสูง ๆ ซึ่งขึ้นอยู่กับว่าเป็นเฟืองขนาดใด ตามแต่ตำแหน่งของเฟือง เพลาที่วางไว้ประกบกันจะมีการเรียกชื่อเฟือง เมื่อเพลาขนานกันก็จะให้เฟืองขบด้านข้าง แต่ถ้าจะให้เฟืองขบกันโดยมีแนวเพลาตัดกันจะใช้เฟืองดอกจอก และถ้าให้เพลาไขว้กันก็จะใช้เฟืองตัวหนอน



ก เฟืองฟันตรง



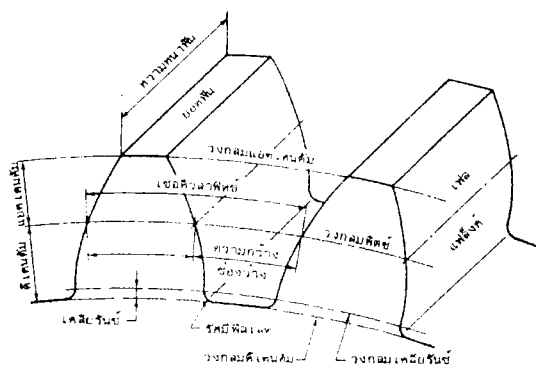
ข เฟืองสะพาน

ภาพประกอบ 19 เฟืองฟันตรงและเฟืองสะพาน

ในการให้เฟืองตรงขบเฟืองสะพานสามารถขับให้เฟืองสะพานเคลื่อนที่ไปในแนวเส้นตรงได้หรือในทางตรงกัน หากให้เฟืองสะพานเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงก็จะขับเฟืองตรงให้หมุนในแนววงกลมได้ เพื่อป้องกันการสึกหรอสูงของด้านข้างเฟือง ความร้อนและการเกิดเสียงดังระหว่างการขบกันของฟันเฟือง จึงควรให้ด้านข้างของฟันสัมผัสกันในลักษณะกลิ้งจากกัน การให้คู่ฟันขบสัมผัสได้ดีนั้นจะต้องมีการออกแบบให้ด้านข้างของฟันเฟืองมีรูปร่างทางเรขาคณิตเป็นเส้นโค้งที่เหมาะสม

4.1 เฟืองตรง (spur gear) เป็นชิ้นส่วนเครื่องจักรกลชนิดหนึ่งที่พบอยู่ในเครื่องจักรกลทั่วไป โดยใช้ทำหน้าที่ส่งกำลังและการหมุนจากเพลานึงไปยังอีกเพลานึงที่ขนานกัน ส่วนมากเฟืองขับ (driving gear) จะมีขนาดเล็กกว่าเฟืองตาม (driven gear) และมีชื่อเรียกเป็นพิเศษว่า ฟิเนียน (pinion) ส่วนเฟืองใหญ่เรียกว่าเฟือง แต่การใช้งานบางโอกาสยังใช้เฟืองใหญ่เป็นเฟืองขับก็ได้ เนื่องจากว่าเฟืองที่ผลิตและใช้กันอยู่ในปัจจุบันนี้ยังคงใช้ระบบหน่วยอังกฤษเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งจำเป็นต้องการเปลี่ยนเฟืองของเครื่องจักรกลที่ชำรุดเสียหาย ฉะนั้นเฟืองในระบบหน่วยอังกฤษก็ยังคงจะต้องผลิตออกมาอีกเป็นเวลานาน ดังนั้นจึงจะกล่าวถึงการออกแบบหรือการเลือกขนาดเฟือง ทั้งในระบบหน่วยอังกฤษ และในระบบหน่วยเอสไอ (SI) คละกันไป

ในการให้คำจำกัดความเรียกชื่อส่วนต่าง ๆ ของเฟือง ให้พิจารณาภาพประกอบ 20 (วริทธิ์ อึ้งภากรณ์ และชาญ ถนัดงาน. 2521 : 21-22)



ภาพประกอบ 20 การเรียกชื่อส่วนของฟันเฟือง

วงกลมพิตช์ (pitch circle) เป็นมิติหลักในการเรียกขนาดของเฟือง โดยบอกขนาดของเฟืองด้วยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางพิตช์ (pitch diameter) ในทางทฤษฎีแล้วเฟืองคู่ที่ขบกันจะต้องมีเส้นสัมผัสกัน ณ วงกลมพิตช์

เซอร์คูลาร์พิตช์ (circular pitch) เป็นระยะที่วัดบนวงกลมพิตช์ จากจุดหนึ่งบนฟันเฟืองไปยังอีกจุดหนึ่ง ณ ตำแหน่งเดียวกันบนฟันถัดไป จะเห็นได้ว่าระยะนี้มีค่าเท่ากับผลรวมของความกว้างฟันและความกว้างช่องว่างระหว่างฟัน

โมดูล (module) เป็นอัตราส่วนระหว่างขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางพิตช์กับจำนวนฟันบนเฟือง หน่วยที่ใช้วัดโมดูล คือ มิลลิเมตร โมดูลนี้เป็นดัชนีสำหรับบอกขนาดของฟันเฟืองในระบบหน่วยเอสไอ

ไดอะเมตริคัลพิตช์ (diametral pitch) เป็นอัตราส่วนระหว่างจำนวนฟันบนเฟืองกับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางพิตช์ ฉะนั้น จึงเป็นส่วนกลับของโมดูล ไดอะเมตริคัลพิตช์นี้เป็นดัชนี สำหรับบอกขนาดของฟันเฟืองในระบบหน่วยอังกฤษ ซึ่งกำลังได้รับการเปลี่ยนแปลงให้เป็นระบบหน่วยเอสไอยูอยู่ ดังนั้นความยาวของเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์จึงใช้บอกเป็นนิ้ว

แอดเดนดัม (addendum) หรือช่วงสูงบน เป็นระยะที่วัดในแนวรัศมีระหว่างยอดฟัน (topland) ถึงวงกลมพิตช์

ดีเดนดัม (dedendum) หรือช่วงสูงล่างเป็นระยะที่วัดในแนวรัศมีระหว่างโคนฟัน (bottom land) ถึงวงกลมพิตช์ ฉะนั้นความสูงของฟันเฟือง คือ ผลรวมระหว่าง เอ กับ บี

เคลียร์นซ์ (clearance) ในการที่เฟืองสองอันขบกัน ดีเดนดัมของเฟืองหนึ่งต้องมีค่ามากกว่าแอดเดนดัมของอีกเฟืองหนึ่ง เพื่อที่จะไม่ให้เกิดการขัดกันขึ้น ผลต่างระหว่างค่าดีเดนดัมและแอดเดนดัมนี้เรียกว่า เคลียร์นซ์ ซี

แบ็คแลช (backlash) คือ ผลต่างระหว่างความกว้างช่องว่างระหว่างฟันเฟืองหนึ่งกับความกว้างของฟันเฟืองอันหนึ่งที่ขบกัน โดยวัดตามแนวเส้นวงกลมพิตช์ ฉะนั้นในการขับด้วยเฟืองที่มีแบ็คแลช เฟืองขับจะสามารถหมุนไปได้เป็นมุมเล็กน้อยก่อนที่เฟืองตามจะหมุนไป แบ็คแลชนี้จำเป็นจะต้องมีอยู่เสมอ ทั้งนี้เพื่อให้มีช่องว่างสำหรับน้ำมันหล่อลื่น และเพื่อให้เฟืองสามารถขยายตัวได้เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ตลอดจนมีเผื่อเอาไว้สำหรับความผิดพลาดในการตัดรูปร่างของฟันเฟือง

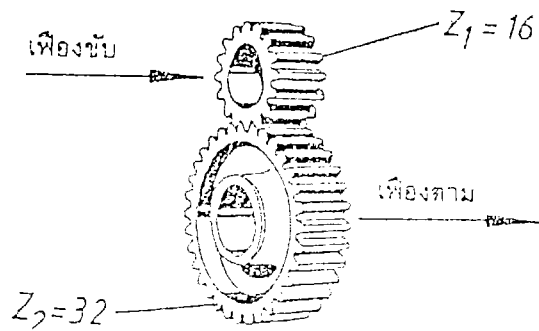
ความหนาของฟัน (face width) คือ ความหนาของฟันเฟืองวัดในทิศทางเดียวกับแนวแกนของเฟือง ซึ่งในที่นี้จะเรียกว่าความหนาเฟือง

แฟล็งก์ (flank) คือ ผิวทางด้านข้างของฟันเฟือง ซึ่งอยู่ในระหว่างวงกลมพิตช์กับวงกลมดีเดนดัม

อัตราทด (velocity ratio) คือ อัตราส่วนระหว่างความเร็วเชิงมุมของเฟืองขับต่อความเร็วเชิงมุมของเฟืองตาม ถ้าให้ 1 และ 2 แทนเฟืองขับและเฟืองตาม ตามลำดับ

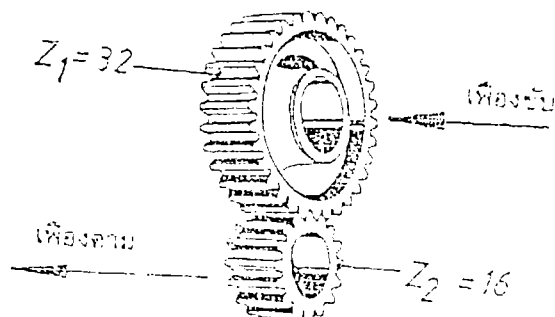
อัตราทดเฟืองตรง หมายถึง เฟืองขับหมุนรอบตัวก็รอบทำให้เฟืองตามหมุนครบ 1 รอบที่มีผลขับเคลื่อนเพลงานตามความเร็วรอบและแรงที่เหมาะสม ถ้าอัตราทดมากกว่า  $1(I > 1)$  เฟืองขับมี 16 ฟัน เฟืองตามมี 32 ฟัน เฟืองตัวเล็กขับเฟืองตัวใหญ่ เฟืองตัวเล็กหมุน 2 รอบ เฟืองตัวใหญ่หมุนรอบ 1 รอบ อัตราทดคิดจากจำนวนฟันเฟืองตาม 32 ฟันหารด้วยจำนวนฟันเฟืองขับ ดังแสดงในภาพประกอบ 21 (อำพล ชี้อตรง. 2536 : 219)

$$\frac{Z}{1} = 2 \quad \text{จะได้อัตรา} \quad \text{ทดเฟือง} \quad I = \frac{Z_2}{Z_1}$$



ภาพประกอบ 21 อัตราทดมากกว่า 1

อัตราทดน้อยกว่า 1 ( $i < 1$ ) ในทำนองเดียวกันกับอัตราทดมากกว่า 1 แต่เฟืองใหญ่เป็นเฟืองขับ อัตราทดจึงคิดเป็น  $1 = \frac{Z_1}{Z_2} = \frac{16}{32} = 0.5$  อัตราทดน้อยกว่า 1 เช่นนี้ หมายถึง เฟืองขับหมุนเพียง 0.5 รอบ (ครึ่งรอบ) เฟืองตามหมุน 1 รอบ ดังภาพประกอบ 22 (อำพล ชื่อดร. 2536 : 223)

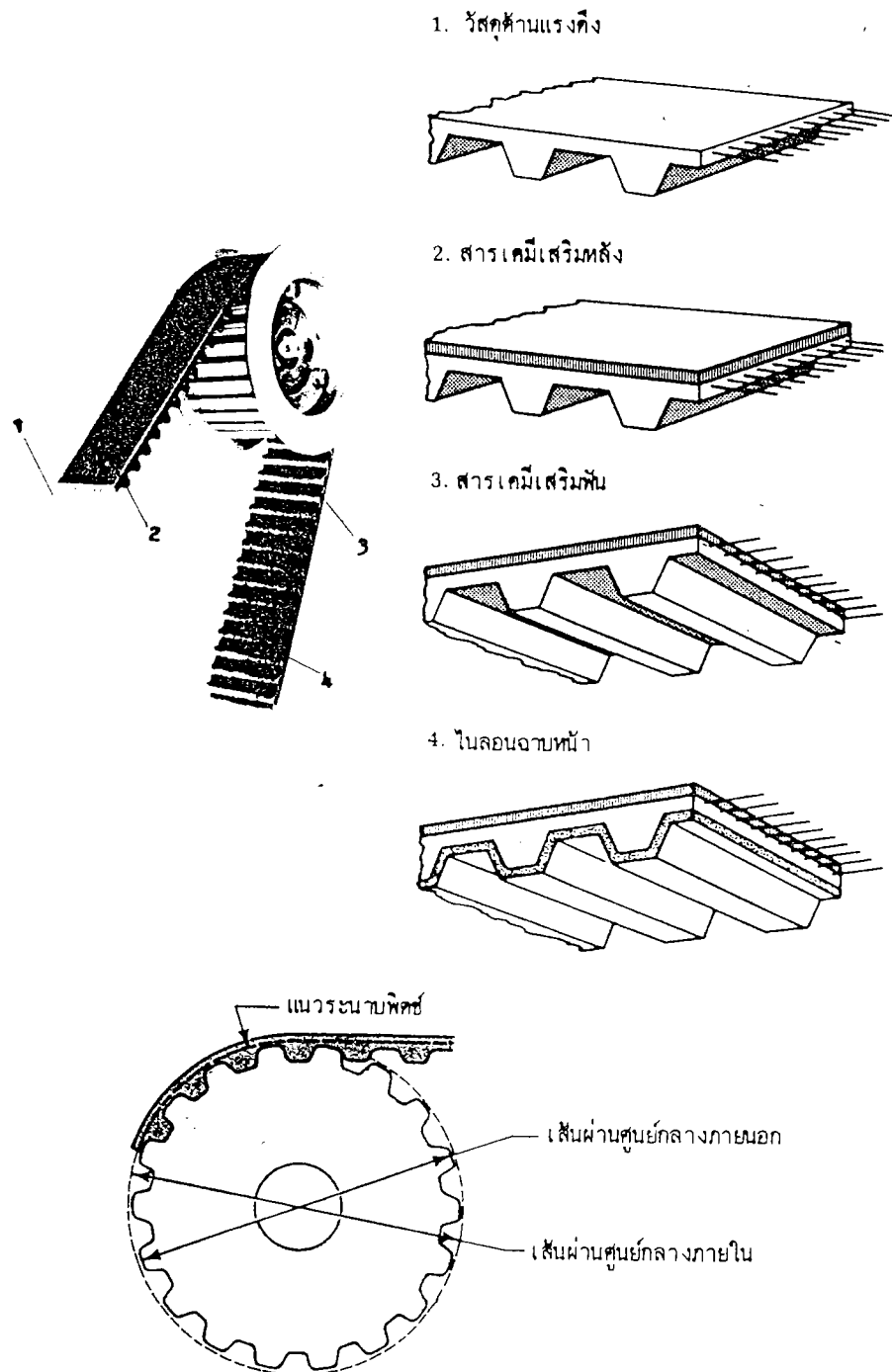


ภาพประกอบ 22 อัตราทดน้อยกว่า 1

การเกิดอัตราทดจากความเร็วยรอบ เป็นการคิดอัตราทออีกวิธีหนึ่งคิดจากความเร็วยรอบที่เฟืองหมุน ถ้าตัวเล็กหมุน 500 รอบต่อนาที เฟืองตัวใหญ่หมุน 250 รอบต่อนาที อัตราทดจะได้ 2 เช่นเดียวกันกับที่กล่าวแล้วโดยคิดดังนี้  $1 = \frac{n_1}{n_2} = \frac{500}{250} = 2$  รอบต่อนาที

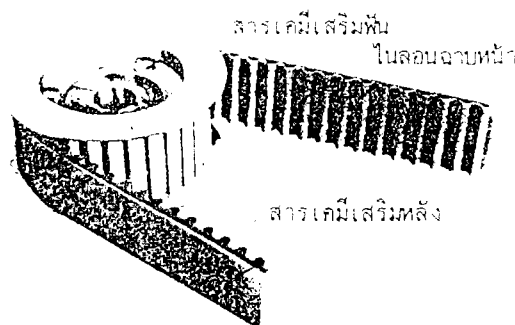
5. สายพาน การส่งกำลังโดยสายพานเป็นการส่งกำลังแบบอ่อนตัวได้ (flexibelts) ซึ่งมีข้อดีและข้อเสียหลายประการเมื่อเปรียบเทียบกับ การส่งกำลังโดยใช้เฟือง ข้อดีคือ มีราคาถูกและใช้งานง่าย รับแรงกระตุกและการสั่นสะเทือนได้ดี ขณะใช้งานไม่มีเสียงดัง เหมาะสำหรับการส่งกำลังระหว่างเพลลาที่อยู่ห่างกันมาก ๆ และค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาค่า เป็นต้น แต่ก็มีข้อเสีย คือ อัตราทดไม่แน่นอนนักเนื่องมาจากการสลิป (slip) และการครีพ (creep) ของสายพาน และต้องมีการปรับระยะห่างระหว่างเพลลาหรือปรับแรงตึงในสายพานระหว่างใช้งาน

5.1 สายพานลีด (timing belts หรือ toothed belt) จะแก้ปัญหาในเรื่องการสลิปและการครีพ เป็นการเสริมความแข็งแรงภายใน ลักษณะโดยทั่วไปทั้งสายพานและล้อสายพาน ดังแสดงในภาพประกอบ 23 (กิตติ อินทรานนท์. 2529 : 230)



ภาพประกอบ 23 รายละเอียดสายพานลีด

แรงกดดันระหว่างสายพานลีดกับล้อสายพานมีมาก เนื่องจาก การสัมผัสระหว่างสายพานกับล้อ ลีดกันอยู่อย่างน้อย 6 ร่อง การชำรุดจะเกิดขึ้น เนื่องจากแรงเฉือนไถ่ ๆ กับฐานของฟันของสายพาน ได้มีความพยายามที่จะทำให้สายพานลีดมีความสามารถถ่ายทอดกำลังได้มากขึ้น โดยการออกแบบให้มีฟันของสายพานโตขึ้น และฟันเป็นรูปครึ่งวงกลม ในขณะที่ล้อสายพานจะมีร่องที่ตื้น ดังแสดงในภาพประกอบ 24 (กิตติ อินทรานนท์. 2529 : 231)



ภาพประกอบ 24 สายพานลีดที่มีรูปตัดของฟันเป็นรูปครึ่งวงกลมขนาดโตบนสายพานและขนาดเล็กบนล้อขับ

เนื่องจาก การมีน้ำหนักที่เบา สายพานลีดอาจใช้งานที่ต้องใช้ความเร็วสูงมากกว่าสายพานลีดได้ ซึ่งอาจสูงถึง 4900 เมตรต่อนาที นอกจากนั้นสายพานประเภทนี้ ยังต้องการแรงดึงเมื่อเริ่มหมุนน้อย ไม่ต้องการการหล่อลื่น หรือบำรุงรักษา ไม่มีเสียงดังมาก และมีอายุการใช้งานที่นานกว่า ข้อเสียมีอยู่เพียงเล็กน้อย กล่าวคือมีความสามารถในการรับแรงกระแทกได้เพียงเล็กน้อย แต่ก็ยังดีกว่า โซ่ (chain) ในปัจจุบันสายพานนี้ อาจใช้งานได้ระหว่างอุณหภูมิ -54 ถึง 121 องศาเซลเซียส เท่านั้น เนื่องจากวัสดุที่ใช้ทำส่วนใหญ่จัดอยู่ในพวกยาง

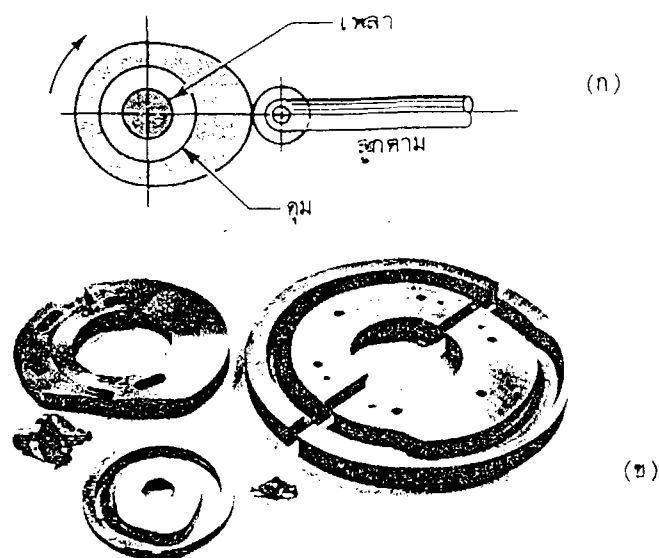
#### ชิ้นส่วนเกี่ยวกับการควบคุมจังหวะ

ชิ้นส่วนเกี่ยวกับการควบคุมจังหวะ หมายถึง ชิ้นส่วนที่ทำหน้าที่ในการควบคุมจังหวะการทำงานของเครื่องจักรที่ต้องการเปลี่ยนแปลงการส่งกำลังจากการหมุนให้ชิ้นส่วนของเครื่องจักรสามารถควบคุมการทำงานให้เป็นการแกว่งไปมา เคลื่อนไหวกลับไปมา กระดกหน้าหลังไปมา หรือการเคลื่อนไหวเชิงมุม ชิ้นส่วนที่เหมาะสมสำหรับการควบคุมจังหวะ มีดังนี้

1. ลูกเบี้ยว
2. สปริง

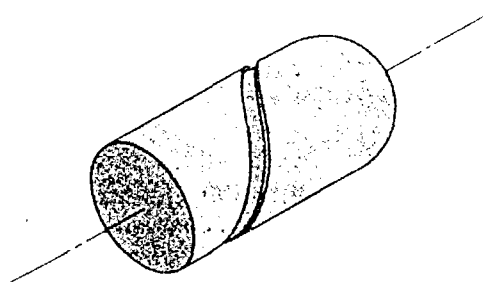
1. ลูกเบี้ยว แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ ลูกเบี้ยวแผ่น และลูกเบี้ยวทรงกระบอก

1.1 ลูกเบี้ยวแผ่น (plate cam) เป็นรูปโลหะแผ่นซึ่งมีเส้นรอบรูปเป็นลูกเบี้ยว หรืออาจมีเส้นรอบรูปเป็นรูปทรงกระบอก แต่วางกลมตรงกลาง (hub) เป็นรูปเบี้ยว ดังนั้นเมื่อลูกเบี้ยวแผ่นหมุนรอบแกน ซึ่งตั้งฉากกับระนาบของแผ่นจะทำให้เกิดการเคลื่อนไหวของลูกตามในแนวรัศมีของลูกเบี้ยว ดังแสดงในภาพประกอบ 25 (กิตติ อินทรานนท์. 2529 : 265)



ภาพประกอบ 25 ก) ลูกเบี้ยวแผ่นกับลูกตามกลิ้ง ข) ผิวรอบและร่องของลูกเบี้ยว

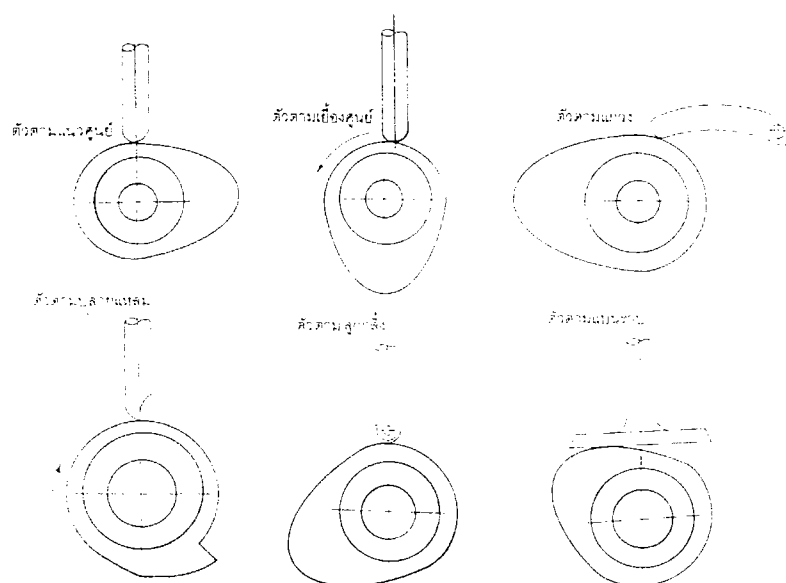
1.2 ลูกเบี้ยวทรงกระบอก (cylindrical cam) ประกอบไปด้วยวัตถุทรงกระบอกที่หมุนรอบแกนของมันเอง โดยที่ปลายด้านใดด้านหนึ่งกลิ้งให้มีรูปตามต้องการที่จะให้มีการเคลื่อนไหว ของลูกตามหรือ จะทำการเจาะร่องก็ได้ ดังแสดงในภาพประกอบ 26 (กิตติ อินทรานนท์. 2529 : 266)



ภาพประกอบ 26 ลูกเบี้ยวทรงกระบอก

ทั้งลูกเบี้ยวแผ่นและลูกเบี้ยวทรงกระบอกที่ประยุกต์ที่ใช้งานอย่างกว้างขวางมาก เนื่องจากเป็นกลไกที่มีประสิทธิภาพสูง ลูกเบี้ยวทั้งสองประเภทอาจใช้ในงานที่มีแกนหมุนแกนเดียว หรือหลายแกนได้ ลูกตามของลูกเบี้ยวแผ่น อาจอยู่ในแนวรัศมี ซึ่งแนวศูนย์กลางของลูกตาม อาจติดกับแกนหมุนของลูกเบี้ยวได้ หรือเยื้องกัน (offset) หรือแกว่งขึ้นลง (swinging)

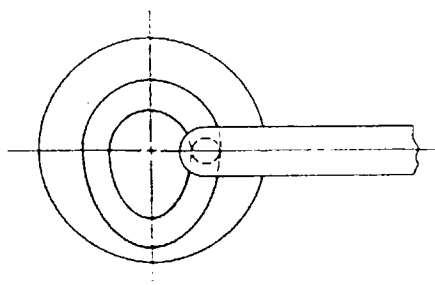
ความไวของลูกตาม ลูกตามแต่ละประเภทจะมีความไวที่แตกต่างกันในการตอบสนอง ลักษณะผิว (contour) ของลูกเบี้ยว ลูกตามปลายแหลมมีความไวสูงสุด ถัดมาคือปลายกลม และสุดท้ายคือปลายแบน ดังนั้น ผิวของลูกเบี้ยวควรจะออกแบบให้เข้ากับลักษณะของลูกตาม เพื่อให้ได้การเคลื่อนไหวตามต้องการ ซึ่งจะได้จากลูกตามเท่านั้น ดังแสดงในภาพประกอบ 27 (กิตติ อินทรานนท์. 2529 : 267)



ภาพประกอบ 27 ชนิดของลูกตาม

ลูกเบี้ยวที่ควบคุมการเคลื่อนไหวของลูกตาม (constrained motion cam)

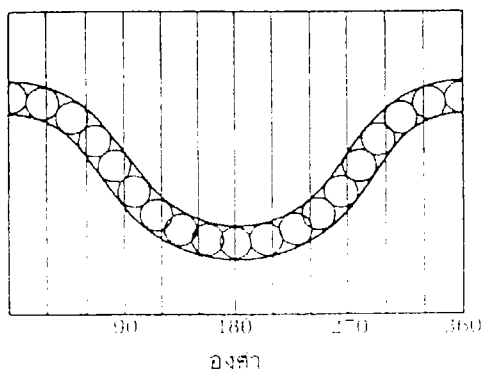
ลูกเบี้ยวประเภทนี้ คือ ลูกเบี้ยวเจาะร่อง (grooved plate cam) ซึ่งเป็นแผ่นโลหะกลม และมีร่องซึ่งถูกเจาะกัด (milled) ด้านข้างด้วยความลึกที่พอดี และมีความกว้างโตกว่าเส้นผ่าศูนย์กลางของลูกตามเพียงเล็กน้อย เส้นทางเดินของลูกตามก็คือ เส้นแบ่งกึ่งกลางของร่องหรือเส้นพิตช์ (pitchline) ของร่อง ดังแสดงในภาพประกอบ 28 (กิตติ อินทรานนท์. 2529 : 267)



ภาพประกอบ 28 ลูกเบี้ยวเจาะร่อง

เนื่องจากร่องจะต้องมีขนาดโตกว่า ลูกตามเล็กน้อย จึงอาจทำให้มีการโยกคลอน (backlash) ในระหว่างการเคลื่อนที่ได้ หากว่าระบบการเคลื่อนที่จะยอมให้มีการโยกคลอนไม่ได้ ควรต้องใช้ระบบลูกเบี้ยวตาม

ลูกเบี้ยวทรงกระบอก (cylindrical cam) ซึ่งมีร่องเจาะบนผิวทรงกระบอกโดยรอบเพื่อให้เป็นทางเดินของลูกตาม การเคลื่อนที่ของลูกตามในลูกเบี้ยวทรงกระบอก เส้นโค้งการเคลื่อนที่ก็คือ เส้นพิตช์ของร่องนั่นเอง ลูกเบี้ยวประเภทนี้มีข้อเสียเช่นเดียวกับลูกเบี้ยวเจาะร่อง ก็คือ อาจมีการโยกคลอนในระหว่างการเคลื่อนที่ของลูกตามได้ ดังแสดงในภาพประกอบ 29 (กิตติ อินทรานนท์. 2529 : 280)



ภาพประกอบ 29 ผังการเคลื่อนที่ของลูกเบี้ยวทรงระบอก

2. สปริง (spring) เป็นชิ้นส่วนที่มีความยืดหยุ่นซึ่งมีใช้อยู่ในเครื่องจักรกลทั่วไป ถึงแม้ว่าชิ้นส่วนอื่น ๆ ของเครื่องจักรกลจะมีคุณสมบัติในการยืดหยุ่นเหมือนกัน แต่สปริงจะมีการยืดหยุ่นมากกว่า สปริงอาจจะมีรูปร่างต่างกันและทำจากวัสดุหลายชนิด แม้แต่ของไหล เช่น อากาศ ก๊าซ และของเหลว ก็สามารถนำมาใช้ทำหน้าที่เป็นสปริงได้ สปริงอาจจะทำหน้าที่ได้หลายประเภทดังนี้

ใช้เป็นแหล่งพลังงานให้กับกลไกต่าง ๆ งานประเภทนี้ได้ใช้กันมาตั้งแต่ดั้งเดิมและก็ยังคงจะมีใช้กันมากต่อไปอีก เช่น ลานนาฬิกา กล้องถ่ายรูป และอุปกรณ์ต่าง ๆ

ใช้วัดแรง เช่น ตาชั่งสปริง ไดนาโมมิเตอร์ และอุปกรณ์ต่าง ๆ

ใช้ทำหน้าที่เป็นชิ้นส่วนเครื่องจักรกลกลับคืนสู่ตำแหน่งเดิม เช่น ตัวตามลูกเบี้ยว (cam followers)

ใช้ส่งแรงจากชิ้นส่วนหนึ่งไปยังอีกชิ้นส่วนหนึ่ง เช่น สปริงแผ่นคลัตช์ คัปปลิง เป็นต้น

#### วัสดุสำหรับทำลวดสปริง

ส่วนมากจะเป็นไปในรูปของการเก็บพลังงานเอาไว้ในตัวสปริงความเค้นที่เกิดขึ้นในสปริงขณะใช้รับแรงจะมีค่าสูงมาก ดังนั้นจึงต้องนำวัสดุที่มีความแข็งแรงสูงมาใช้ทำสปริง โดยทั่วไปเหล็กสำหรับใช้ทำสปริงจะเป็นเหล็กที่มีคาร์บอนสูงกว่า 0.5% แล้วผ่านกรรมวิธีทางความร้อนเพื่อให้มีความยืดหยุ่นสูง เนื่องจากความสามารถในการยืดหยุ่นเป็นคุณสมบัติที่สำคัญของสปริงทั้งนี้เพื่อให้สปริงมีการยืดหดได้มากนั่นเอง นอกจากนี้แล้วยังมีวัสดุประเภทโลหะผสม เหล็กกล้าไร้สนิม และอื่น ๆ ที่ต้องใช้กับงานเป็นพิเศษ เพื่อป้องกันการกัดกร่อนหรือทนทานต่ออุณหภูมิสูง ๆ ขนาดของลวดสปริง สำหรับวัสดุบางชนิดเป็นขนาดที่หาซื้อได้ทั่วไป

1. ฮาร์ด ดรอน ไวร์ (hard-drawn wire : ASTM A227) เป็นวัสดุที่มีราคาถูกที่สุด มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 0.50 mm จนถึง 16 mm ขดขณะเย็นได้ มีคาร์บอนผสมอยู่ระหว่าง 0.45% ถึง 0.75% คุณภาพผิวต่ำกว่าวัสดุชนิดอื่น ดังนั้นไม่ควรใช้กับชิ้นงานที่ต้องการอายุการทำงานยาวนานมาก และในชิ้นงานที่ต้องการความแม่นยำในการทำงานมาก อุณหภูมิขณะใช้งานไม่ควรสูงกว่า 120 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่า 0 องศาเซลเซียส

2. มิวสิค ไวร์ (music wire : ASTM A228) ทำโดยวิธี ฮาร์ด ดรอน (hard drawn) แต่ใช้เหล็กกล้าที่มีคุณภาพสูง คุณภาพผิวดีเป็นพิเศษ มีคาร์บอนผสมอยู่ระหว่าง 0.70% ถึง 1.00% ขดขณะเย็นได้ ลวด

ชนิดนี้เป็นลวดที่มีการใช้กันมากที่สุดในจำพวกสปริงขนาดเล็ก มีความแข็งแรงสูง และสามารถทนแรงที่กระทำซ้ำกันได้ดีมาก มีขนาด เส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 0.10 mm จนถึง 6.35 mm แต่มิให้นำไปใช้งานในที่ซึ่งอุณหภูมิสูงกว่า 120 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่า 0 องศาเซลเซียส

3. ออยล์ เทมเพ็ด ไวร์ (oil-tempered wire : ASTM A229) ผลิตโดยวิธีรีดเย็น แล้วจึงชุบแข็งและอบเหนียว (tempered) มีคาร์บอนผสมอยู่ระหว่าง 0.55% ถึง 0.75% มักใช้วิธีชุบแข็งแล้วอบคลายความเค้นที่อุณหภูมิประมาณ 230 องศาเซลเซียส ผิวไม่ลู่จะดีนักแต่ก็ดีกว่า ฮาร์ด ดรอน ไวร์ ลวดสปริงชนิดนี้ก็มีใช้กันแพร่หลายทั่วไป เพราะราคาถูกกว่า มิวสิค ไวร์ มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 0.50 mm จนถึง 16 mm แต่ถ้าสามารถหาขนาดซึ่งใหญ่หรือเล็กกว่านี้ได้ อุณหภูมิที่ใช้งานอยู่ระหว่าง 0 องศาเซลเซียส ถึง 180 องศาเซลเซียส

4. วาล์ว สปริง คอวลิตี คาร์บอน สตีล (valve spring quality carbon steel : ASTM 230) เป็น ออยล์ เทมเพ็ด ไวร์ ที่มีคุณภาพสูงสุด มีคาร์บอนผสมอยู่ระหว่าง 0.60% ถึง 0.75% มีผิวดีเป็นพิเศษ เทียบเท่า music wire จึงเหมาะสำหรับใช้กับงานที่อาจจะเสียหายเนื่องจากความล้า มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 1.50 mm ถึง 6.25 mm

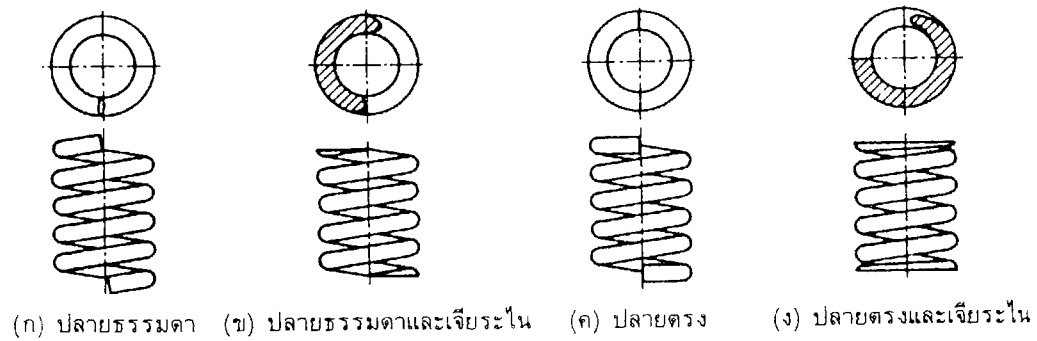
5. โคร วาเนเดียม สตีล (chrome vanadium steel : ASTM 231) เป็นโลหะผสมที่นิยมใช้กันมากเมื่อโลหะอื่น ๆ ไม่สามารถที่จะทนความเค้นสูง ๆ ได้ เหมาะสำหรับรับแรงที่กระทำซ้ำกันเป็นอย่างดี รับแรงกระแทกได้ดีมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 0.50 mm จนถึง 12.50 mm มักใช้ทำสปริงสำหรับวาล์วเครื่องยนต์ของเครื่องบิน ใช้ได้ที่อุณหภูมิสูงถึง 230 องศาเซลเซียส

6. โคร ซิลิคอน สตีล (chrome silicon steel : ASTM A401) เป็นโลหะผสมที่สามารถรับแรงได้สูง และมีคุณสมบัติในการรับแรงกระแทกได้ดี ใช้งานได้ที่อุณหภูมิสูงประมาณ 250 องศาเซลเซียส มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 0.80 mm จนถึง 12 mm

7. สแตนเลส สตีล (stainless steel : chrome nickel ASTM A313 หรือ AISI 302) เป็นโลหะที่มีราคาแพง รับแรงได้สูง และสามารถทนต่อการกัดกร่อนได้ดี เหมาะสำหรับรับแรงกระแทก มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 0.20 mm จนถึง 12.50 mm ในการผลิตจะใช้วิธีรีดเย็นแล้วคลายความเค้นที่อุณหภูมิสูง

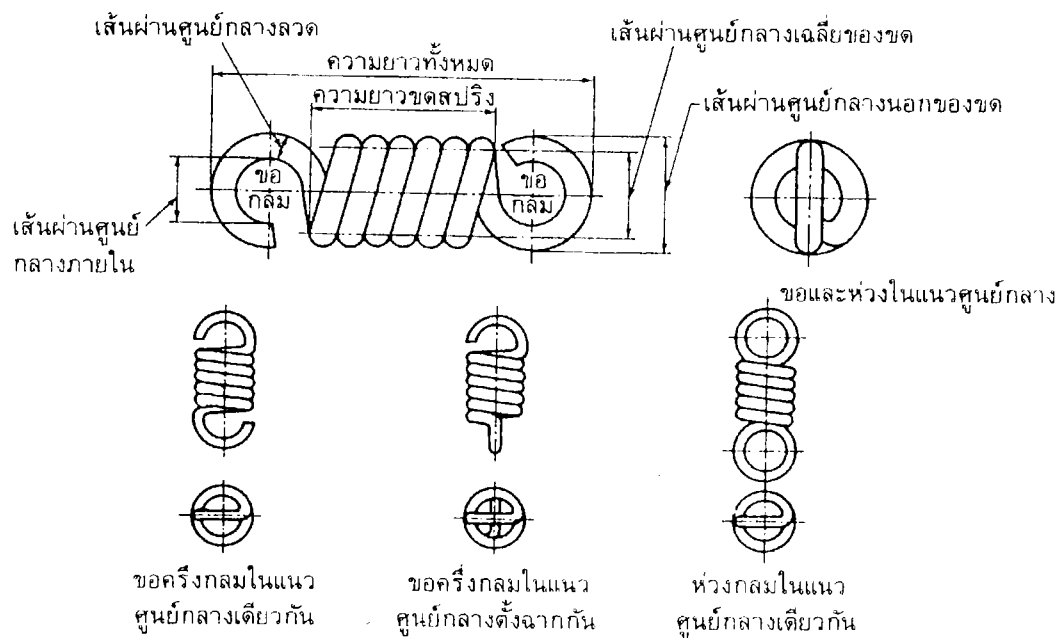
## 2.1 สปริงชุด

สปริงชุดรับแรงกดที่ใช้งานอยู่ทั่ว ๆ ไป จะมีปลายทั้งสองโดยปกติแล้วต้องการให้ปลายสปริงสัมผัสกับสิ่งที่สปริงกดอยู่ให้มากที่สุด ในบางกรณีสปริงตั้งอยู่ในช่องซึ่งมีพื้นที่กวดที่เรียบแบน ดังนั้นจึงนิยมตัดปลายสปริงชนิดนี้ให้เรียบเป็นฐานตั้ง ดังแสดงในภาพประกอบ 30 (วิธี อิงภากรณ์ และชาญ อดินาน. 2522 : 264)



ภาพประกอบ 30 ปลายสปริงขดรับแรงกด

2.2 สปริงขดแบบดึง (tension spring) มีใช้งานอยู่ไม่น้อยกว่าสปริงขดแบบกด เช่น สปริงสำหรับตาชั่ง เพื่อให้สปริงขดรับแรงดึงได้ตอนปลายทั้งสองข้างของสปริงจึงมักทำเป็นขอ หรือห่วงเพื่อใช้เกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการให้ออกแรงดึง ปลายทั้งสองของสปริงขดแบบดึงจะดูได้จากภาพประกอบ 31 (วิธีอ้างอิงภากรณ์ และชาญ ถนัดงาน. 2522 : 281)

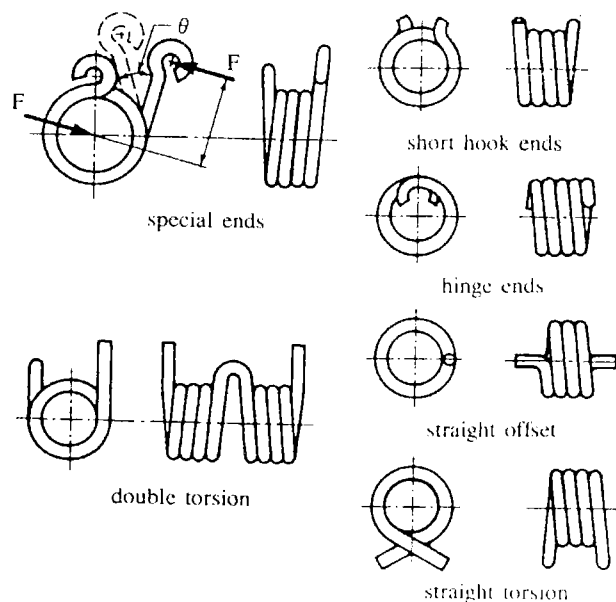


ภาพประกอบ 31 สปริงขดแบบดึงและขอชนิดต่าง ๆ

ในบางครั้งสปริงชนิดแบบดึงจะผลิตออกมาให้ขดอัดกันแน่นด้วยแรงจำนวนหนึ่ง เรียกว่า แรงตึงขั้นต้น (initial tension) ซึ่งหมายถึงแรงที่ใช้ดึงสปริงจนกระทั่งถึงจุดที่ขดจะแยกออกจากกัน ยังไม่มีการยืด

### 2.3 สปริงชนิดแบบบิด

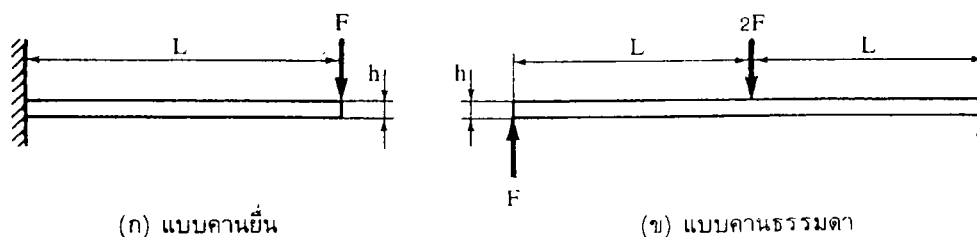
สปริงชนิดแบบบิด (helical torsion spring) ใช้รับแรงบิดรอบแกนของสปริง เช่น สปริงที่สตาร์ทเตอร์ (starter) ของรถยนต์ สปริงที่บานประตู เป็นต้น สปริงชนิดแบบบิดลักษณะต่าง ๆ จะเห็นได้ว่าความเค้นในสปริงส่วนใหญ่จะเป็นความเค้นดัด ซึ่งแตกต่างกับสปริงชนิดแบบกดหรือแบบดึง ซึ่งความเค้นส่วนใหญ่ที่เกิดขึ้นเป็นความเค้นเฉือน ดังแสดงในภาพประกอบ 32 (วริทธิ์ อึ้งภากรณ์ และชาญ ถนัดงาน. 2522 : 285)



ภาพประกอบ 32 สปริงชนิดแบบบิด

### 2.4 สปริงแผ่น

สปริง (leaf spring) อาจเป็นลักษณะของคานยื่น (cantilever) หรือคานธรรมดา ดังแสดงในภาพประกอบ 33 (วริทธิ์ อึ้งภากรณ์ และชาญ ถนัดงาน. 2522 : 288)

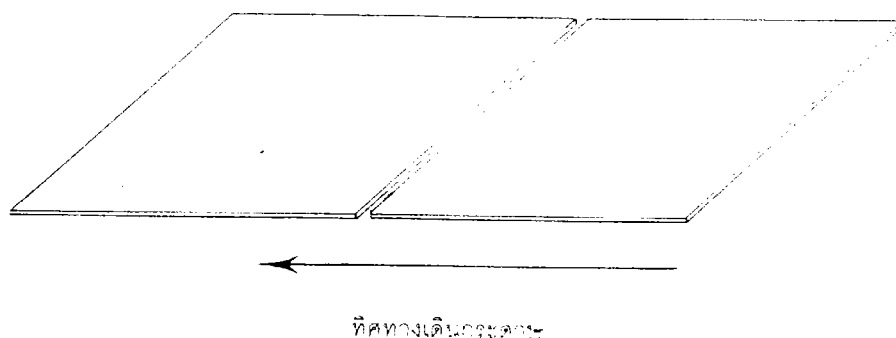


ภาพประกอบ 33 สปริงแผ่น

เครื่องพิมพ์นอกจากจะมีอุปกรณ์ที่นำมาประกอบขึ้นเป็นกลไกและตัวเครื่องแล้วยังมีชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์บางอย่างที่ทำหน้าที่ช่วยให้เครื่องพิมพ์สามารถทำงานได้ตามลักษณะที่กำหนดไว้ ดังนี้

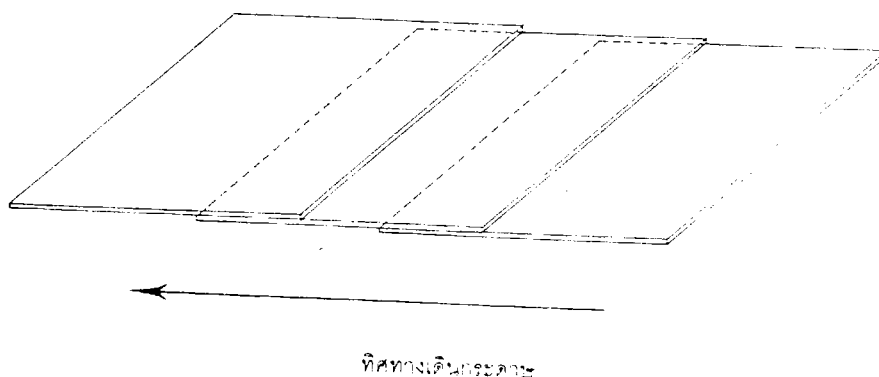
หน่วยป้อนกระดาษ หมายถึง หน่วยที่ทำหน้าที่ป้อนกระดาษเข้าเครื่องพิมพ์ได้ ตั้งเรียบ สม่่าเสมอ ไม่ติดขัดหรือทำให้เครื่องพิมพ์หยุดบ่อย มีอุปกรณ์ที่สามารถเปลี่ยนได้เพื่อให้เหมาะกับความต้องการของกระดาษ หน่วยป้อนกระดาษสามารถแบ่งได้ตามลักษณะของการป้อนกระดาษได้ดังต่อไปนี้

1. หน่วยป้อนกระดาษที่ละแผ่น (sheet feeder) หมายถึง หน่วยที่ทำการป้อนกระดาษทีละแผ่น ไม่ซ้อนกันความเร็วไม่ได้มาก ไม่เกิน 6,000 รอบพิมพ์ต่อชั่วโมง ดังแสดงในภาพประกอบ 34 (วิชัย พยัคฆ์โส. 2537 : 242)



ภาพประกอบ 34 การป้อนกระดาษทีละแผ่น

2. หน่วยป้อนกระดาษแบบซ้อนเหลื่อม (ream feeder) หมายถึง หน่วยที่ทำการป้อนกระดาษอย่างต่อเนื่องและซ้อนเหลื่อมเรื่อย ๆ สามารถส่งกระดาษได้เรียบและเข้าจากได้นิ่มนวลกว่าแบบป้อนครั้งละแผ่น ความเร็วของเครื่องพิมพ์มากกว่า 6,000 รอบพิมพ์ต่อชั่วโมง ดังแสดงในภาพประกอบ 35 (วิชัย พยัคฆ์โส. 2537 : 253)

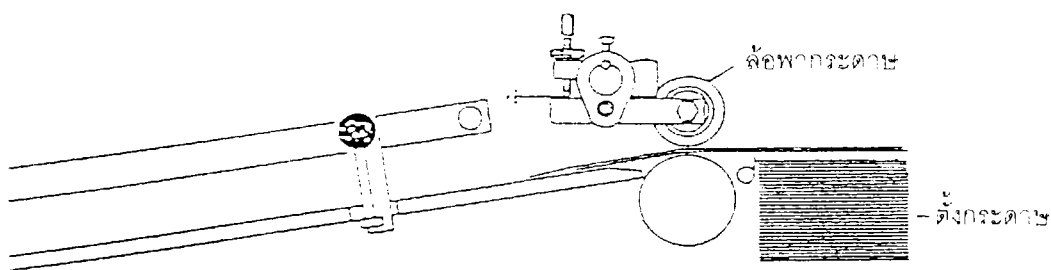


ภาพประกอบ 35 การป้อนกระดาษแบบซ้อนเหลื่อม

หน่วยพากระดาษ หมายถึง หน่วยที่ทำหน้าที่รับกระดาษจากหน่วยป้อนกระดาษ เพื่อส่งต่อไปยังหน่วยกำกับฉากเครื่องพิมพ์ออฟเซตสีเดียว ชนิดป้อนเข้าทำการพิมพ์ที่ละแผ่น บางเครื่องไม่มีอุปกรณ์ชุดนี้จากหน่วยป้อนกระดาษสู่หน่วยกำกับฉากโดยตรง

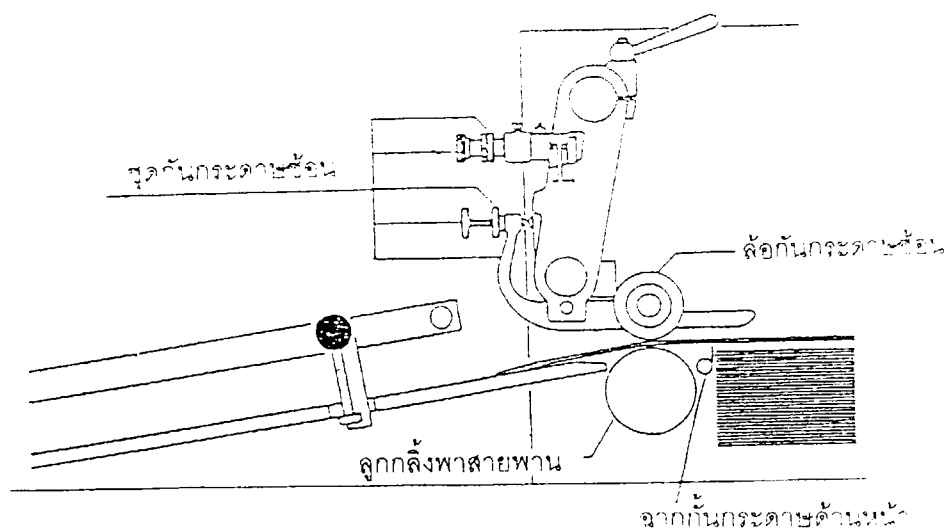
ดังนั้น หน่วยป้อนกระดาษที่ละแผ่น และหน่วยพากระดาษมีอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ประกอบขึ้นเพื่อป้อนชิ้นงานพิมพ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังต่อไปนี้

1. ลูกกลิ้งหรือล้อพากระดาษ (forward wheel) หมายถึง ล้อที่ผลิตด้วยโลหะหุ้มด้วยยาง โดยอยู่ระหว่างชุดกันกระดาษซ้อน สามารถปรับเลื่อนตามความเหมาะสมของขนาดกระดาษที่ป้อนเข้าทำการพิมพ์ สามารถปรับให้มีแรงกดทับกระดาษหนักหรือเบาได้ตามความหนาของกระดาษที่ป้อนเข้าทำการพิมพ์ ดังแสดงในภาพประกอบ 36 (วิชัย พยัคฆโส. 2537 : 254)



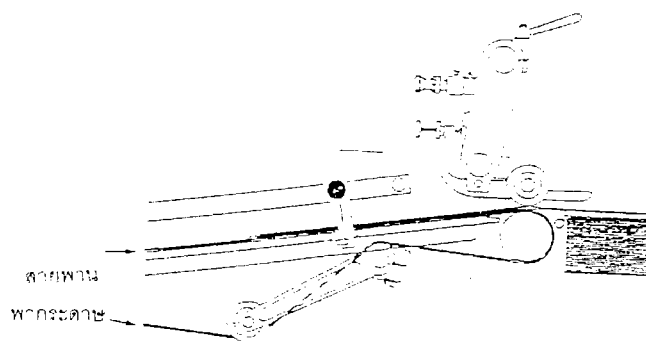
ภาพประกอบ 36 ล้อพากระดาษ

2. ชุดกันกระดาษซ้อน (sheet caliper) หมายถึง อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ ป้องกันไม่ให้กระดาษมากกว่า 1 แผ่น ซ้อนกันเมื่อป้อนกระดาษเข้าทำการพิมพ์ ดังแสดงในภาพประกอบ 37 (วิชัย พยัคฆโส. 2537 : 255)



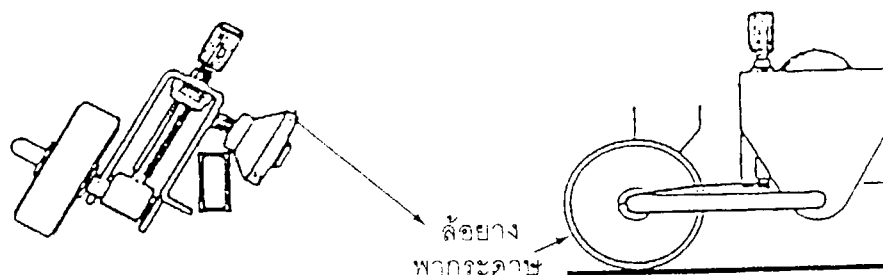
ภาพประกอบ 37 ชุดกันกระดาษซ้อน

3. สายพานพากระดาษ (tape) หมายถึง สายพานที่ทำหน้าที่พากระดาษเข้าไปทำการพิมพ์ในหน่วยพิมพ์ได้โดยไม่ติดขัด และต่อเนื่องกันตลอดระยะเวลาพากระดาษเข้าทำการพิมพ์นั้น ดังแสดงในภาพประกอบ 38 (วิชัย พยัคฆโส. 2537 : 255)



ภาพประกอบ 38 สายพานพากระดาษ

4. ล้อยางพากระดาษ (hold down roll) หมายถึง ล้อยางที่ผลิตด้วยพลาสติกหรือโลหะหุ้มด้วยยาง ติดตั้งเป็นคู่ในแนวนานกับโมพิมพ์ ล้อยางพากระดาษถูกติดตั้งให้มีแรงกดบนกระดาษพอเหมาะกับความหนาของกระดาษ ดังแสดงในภาพประกอบ 39 (วิชัย พยัคฆโส. 2537 : 256)



ภาพประกอบ 39 ล้อยางพากระดาษ

#### หน่วยกำกับฉาก

หน่วยกำกับฉาก หมายถึง หน่วยที่ทำหน้าที่จัดตำแหน่งของกระดาษทุกแผ่นให้ได้ตำแหน่งที่แน่นอนเท่ากันก่อนเข้าทำการพิมพ์ ดังนั้นต้องปรับอุปกรณ์ต่าง ๆ ของหน่วยนี้ ให้เหมาะสมกับความหนาและขนาดของกระดาษที่ป้อนเข้าทำการพิมพ์ หน่วยกำกับฉากประกอบด้วยอุปกรณ์ ดังต่อไปนี้

1. ฉากข้าง (side guide) หมายถึง ฉากที่ทำหน้าที่ดึงหรือผลักกระดาษให้ขนานหรือเท่ากันเพื่อให้เครื่องพิมพ์ได้แนวขนานกับวัสดุพิมพ์ทุกแผ่น

2. ฉากหน้า (front guide) หมายถึง หน่วยที่หน้าที่จัดตำแหน่งด้านหน้า ของกระดาษที่เข้าทำการพิมพ์ให้เครื่องสามารถพิมพ์ได้ตำแหน่งการพิมพ์ ในเครื่องพิมพ์บางรุ่น ออกแบบติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับวัตถุแบบตาไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์

### หน่วยรองรับกระดาด

1. หน่วยรองรับกระดาด หมายถึง หน่วยที่รองรับกระดาดหรือวัสดุที่ผ่านการพิมพ์ให้จัดเรียงอยู่ในระเบียบมีลักษณะของการรองรับกระดาด ดังนี้

1.1 หน่วยรองรับกระดาดแบบสูง หมายถึง หน่วยรองรับกระดาดที่มีลักษณะของการจัดเรียงให้กระดาดซ้อนกันสูงขึ้นส่งผลให้รองรับปริมาณกระดาดได้ค่อนข้างมาก

1.2 หน่วยรองรับกระดาดแบบต่ำ หมายถึง หน่วยรองรับกระดาดที่ได้ปริมาณน้อยกว่าแบบสูง เหมาะกับเครื่องพิมพ์ขนาดเล็กและทำงานด้วยความเร็วต่ำ

2. หน่วยรองรับกระดาดมีอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังนี้

2.1 กระดานรองรับกระดาด ทำหน้าที่รองรับวัสดุพิมพ์ในแนวนานกับพื้นดิน

2.2 ฉากตบกระดาดซ้ายขวา ทำหน้าที่ตบวัสดุพิมพ์ให้ทางด้านข้างซ้ายและขวาเรียงตั้งตรง

2.3 ฉากตบกระดาดหน้าหลัง ทำหน้าที่ตบวัสดุพิมพ์ให้ทางด้านหน้าด้านหลังเรียงตั้งตรงเสมอกัน

### การประเมินสมรรถนะ

สมรรถนะ (สะ-มัด-ทะ-นะ) หมายถึง กำลังความสามารถ ความเชี่ยวชาญ (พจนานุกรมไทย. 2538)

การประเมินสมรรถนะของสิ่งประดิษฐ์ต้นแบบ จะต้องทำการทดลองหรือทดสอบการทำงานของสิ่งประดิษฐ์นั้นและยังต้องมีการจดบันทึกข้อมูลต่าง ๆ ของการทดสอบเอาไว้เพื่อนำไปพัฒนาปรับปรุงแก้ไขในส่วนคุณลักษณะจำเพาะของสิ่งประดิษฐ์ให้มีคุณภาพหรือสมรรถนะที่สามารถทำงานนั้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ (อนันต์ วงศ์กระจ่าง. 2533 : 2-3)

อุดมศักดิ์ ธีรฤกษ์ (2540) ได้ทำการวิจัยเรื่องการสร้างเครื่องฉีดพลาสติกในแนวตั้งแบบคันโยก มีการออกแบบและสร้างแบบประเมินสมรรถนะของเครื่องในขั้นตอนการประเมินสมรรถนะ โดยกำหนดให้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตรวจและแก้ไขเพิ่มเติมในขั้นตอนท้าย แบบประเมินสมรรถนะดังกล่าวสามารถจัดกลุ่มรายสมรรถนะได้ 5 ด้าน ดังนี้

1. ลักษณะทางกายภาพ
2. ลักษณะการใช้งาน
3. ลักษณะการบำรุงรักษา
4. สมรรถนะของการฉีดพลาสติก
5. ความเหมาะสมด้านการนำไปใช้

ในรายละเอียดของรายลักษณะย่อยสมรรถนะแต่ละด้านได้กำหนดให้มีรายละเอียดครอบคลุมคุณลักษณะจำเพาะของเครื่องฉีดพลาสติกในแนวตั้ง แบบคันโยกที่สร้างขึ้น เพื่อนำผลการวิจัยมาวิเคราะห์และสรุปผลของการวิจัย

ดังนั้นในการประเมินสมรรถนะของเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก จะอาศัยแบบประเมินสมรรถนะที่ได้ออกแบบและสร้างขึ้น โดยกำหนดให้ครอบคลุมคุณลักษณะจำเพาะของเครื่องตามจุดมุ่งหมายที่ได้กำหนดไว้และเพื่อส่งผลให้มีประสิทธิภาพของการพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก จึงได้กำหนดรายสมรรถนะของการประเมิน 4 ด้าน ดังนี้

1. ลักษณะทางกายภาพ
2. ลักษณะการใช้งาน
3. ลักษณะการบำรุงรักษา
4. ลักษณะความปลอดภัย

ในรายละเอียดแต่ละด้านทั้งหมดกำหนดให้มีผู้เชี่ยวชาญทางด้านการพิมพ์เป็นผู้ตรวจแก้ไขเพิ่มเติม เพื่อให้มีรายละเอียดครอบคลุมคุณลักษณะจำเพาะของการนำไปใช้พิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก

#### การทดสอบประสิทธิภาพ

ประสิทธิภาพ (ประ-สิด-ทิ-พาบ) หมายถึง ความคล่องแคล่วในการปฏิบัติงานให้สำเร็จ (พจนานุกรม ไทย. 2538)

ในการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติกที่มีหลักการทำงานแบบเหมารวมเบ็ดเสร็จตั้งแต่การป้อนพิมพ์ การพิมพ์ การจัดเรียง วัสดุพิมพ์ เป็นต้น

ดังนั้นการหาประสิทธิภาพของเครื่องจักรแบบเหมารวม (batch) หรือลดสามารถกระทำได้จาก สมการการหาประสิทธิภาพเครื่องจักรของสถาบันการบำรุงรักษาโรงงานแห่งญี่ปุ่น (Japan Institute of Plant Maintenance : JIPM. 2541 : 169-208) ดังนี้

ประสิทธิภาพเครื่องจักร = อัตราการเดินเครื่อง x อัตราสมรรถนะ x อัตราผลิตภัณท์คุณภาพ

ประสิทธิภาพเครื่องจักร หมายถึง ความสามารถในการผลิตงานให้มีคุณภาพและปริมาณตาม ต้องการในระยะเวลาที่รวดเร็วหรือน้อยที่สุด

อัตราการเดินเครื่อง หมายถึง ผลต่างของเวลาที่เครื่องจักรผลิตสินค้ากับเวลาที่เครื่องหยุดหารด้วย เวลาที่เครื่องผลิตสินค้า ในการทดสอบเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติกครั้งนี้จะใช้อัตราการเดินเครื่องร้อยละ 100 (เวลา 1 นาที) โดยไม่มีเวลาเครื่องหยุด

อัตราสมรรถนะ หมายถึง ผลคูณของรอบเวลาที่เครื่องผลิตสินค้าได้ 1 ชิ้นงานกับจำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้หารด้วยเวลาที่ปฏิบัติงาน ในการทดสอบเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติกครั้งนี้ กำหนดให้มีรอบเวลามาตรฐาน คือ 70 ชิ้นงานต่อ 1 นาที (0.014 วินาที ต่อ 1 ชิ้นงาน)

อัตราผลิตภัณท์คุณภาพ หมายถึง ผลต่างของจำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้กับจำนวนชิ้นงานที่ชำรุดหารด้วยจำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้ ในการทดสอบเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติกครั้งนี้ จะต้องกำหนดคุณลักษณะของคุณภาพของงานพิมพ์ เพื่อนำไปใช้ในการตัดสินเกี่ยวกับจำนวนชิ้นงานที่มีคุณภาพและจำนวนชิ้นงานที่ชำรุด

ดังนั้นในการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติกครั้งนี้ ได้กำหนดข้อมูลต่าง ๆ ที่จะนำไปใช้ในการหาประสิทธิภาพ คือ

1. คุณภาพของงานพิมพ์
2. จำนวนของงานพิมพ์

## การตรวจสอบคุณภาพงานพิมพ์

การควบคุมคุณภาพงานพิมพ์ของสิ่งพิมพ์ระบบพิมพ์พื้นนูน หมายถึง มาตรการต่าง ๆ ที่ใช้สำหรับการควบคุมคุณภาพประเภทงานของการพิมพ์ 2 ประเภท คือ งานพิมพ์หนังสือ แบบพิมพ์ หรือภาพลายเส้นและงานพิมพ์ภาพสกรีน ฮาล์ฟโทน (อุดม ควรผดุง และคณะ. 2533 : 352)

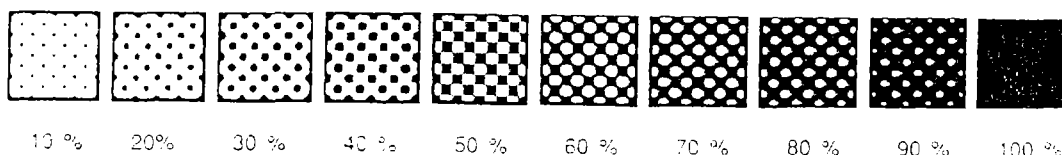
การควบคุมคุณภาพของภาพลายเส้นต้องคำนึงถึงองค์ประกอบดังนี้

1. ความสามารถในการอ่านออกได้และถูกต้องตามแบบพิมพ์
2. ความสม่ำเสมอ
3. ความคมชัดหรือค่าเปรียบเทียบ
4. ความสมดุลของการจัดหน้า และความสวยงาม

สำหรับงานพิมพ์ที่มีค่าความเปรียบต่างสูง หมายถึง งานพิมพ์ที่ภาพลายเส้นหรือภาพพื้นตายมีความดำหรือความเข้มสูงที่สุด ในขณะที่สกรีน มีอัตราการบวมตัวน้อยที่สุด ซึ่งเป็นงานพิมพ์ที่มีค่าความเปรียบต่าง หรือความคมชัดสูงที่สุด

และการพิมพ์ภาพลายเส้นทั้งหมด เช่น หนังสือเรียน การ์ดเชิญ และนามบัตร สามารถปล่อยหมึกพิมพ์ได้มากกว่างานพิมพ์ที่มีภาพสกรีนอยู่ในส่วนประกอบของงานพิมพ์ เพราะเนื่องจากการปล่อยหมึกพิมพ์มากจะช่วยให้ความหนาของชั้นหมึกพิมพ์มากขึ้น ส่งผลให้ความเข้ม หรือความดำสูงขึ้น และยังไมก่อให้เกิดผลเสียต่อภาพ เนื่องจากไม่มีส่วนที่เป็นเม็ดสกรีนอยู่เลย

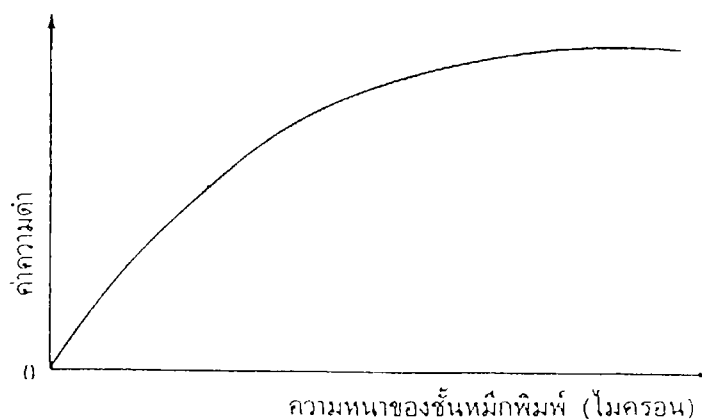
การบวมตัวของเม็ดสกรีน จะเกิดมากในบริเวณที่มีเม็ดสกรีนช่วงประมาณ 40-60% ของภาพซึ่งจะมีผลกับบริเวณภาพที่มีความเข้มปานกลาง (mid tone) และการบวมตัวของเม็ดสกรีนจะค่อย ๆ เกิดขึ้นน้อยลงในช่วงต่ำกว่า 40% ลงมาและช่วงที่สูงกว่า 60% ดังภาพประกอบ 40 (เฉลิม คิตชัย และธีระ ตั้งวิชาชาญ. 2537 : 224) ดังนั้นในการวัดหาอัตราการบวมตัวของเม็ดสกรีนจึงนิยมวัดที่สกรีน 40% เนื่องจากมีอัตราการบวมที่สูงและมีผลต่อคุณภาพงานพิมพ์ (คณะกรรมการกลุ่มผลิตเอกสารการฝึกปฏิบัติรายวิชาความรู้เฉพาะวิชาชีพการพิมพ์ 3. 2539 : 92-101)



ภาพประกอบ 40 พื้นที่เม็ดสกรีนต่าง ๆ ของภาพฮาล์ฟโทน

ค่าความเข้มสูงสุดของภาพลายเส้น หมายถึง ค่าความเข้มหรือความดำที่มีปรากฏในงานพิมพ์ที่เป็นภาพลายเส้นหรือภาพพื้นทึบ ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อค่าความเข้มมีดังนี้

1. ความหนาของชั้นหมึกพิมพ์ ความหนาของชั้นหมึกพิมพ์มากขึ้น ค่าความเข้มที่วัดได้ก็จะมีค่ามากขึ้นไปด้วย อย่างไรก็ตามเมื่อความหนาของชั้นหมึกพิมพ์มากถึงระดับหนึ่งแล้ว การเพิ่มความหนาของชั้นหมึกพิมพ์ก็并不会ทำให้ความดำเพิ่มขึ้นแต่อย่างใด ดังภาพประกอบ 41 (คณะกรรมการกลุ่มผลิตรายวิชาความรู้ เฉพาะวิชาชีพการพิมพ์ 3. 2539 : 15)



ภาพประกอบ 41 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาของชั้นหมึกพิมพ์กับค่าความดำ

2. ความดำของหมึกพิมพ์ หมึกพิมพ์ของแต่ละบริษัทอาจให้ความดำไม่เท่ากันเมื่อพิมพ์ด้วยความหนาของหมึกพิมพ์ที่เท่ากัน ดังนั้น ค่าความดำที่วัดได้เมื่อพิมพ์ด้วยความหนาเท่ากันอาจไม่เท่ากันได้

3. ชนิดของวัสดุพิมพ์ ความเข้มสูงสุดของหมึกชนิดหนึ่งบนกระดาษต่างชนิดกันจะมีไม่เท่ากัน เช่น หมึกพิมพ์สีดำที่พิมพ์ลงบนกระดาษอาร์ตอาจมีความเข้มสูงถึง 1.80 ขณะที่เมื่อไปพิมพ์บนกระดาษปอนด์และกระดาษหนังสือพิมพ์หรือกระดาษปรู๊ฟ อาจมีความเข้มสูงสุดเพียง 1.50 และ 1.20 ตามลำดับ คุณสมบัติที่สำคัญของวัสดุพิมพ์ที่ส่งผลต่อค่าความเข้มสูงสุดได้แก่ ความเรียบและความมันวาวของผิววัสดุพิมพ์ วัสดุพิมพ์ที่มีผิวเรียบจะให้ค่าความเข้มสูงดีกว่าวัสดุพิมพ์ผิวหยาบและวัสดุพิมพ์ที่มีความมันวาวจะให้ค่าความเข้มสูงดีกว่าวัสดุพิมพ์ผิวด้าน

เครื่องวัดความเข้มหรือความดำ

เครื่องวัดความเข้มหรือความดำ เดนซิโตมิเตอร์ (densitometer) คือ เครื่องมือที่ใช้วัดความเข้มหรือความดำของหมึกพิมพ์ ความดำฟิล์ม ขนาดของเม็ดสกรีน การบวมของสกรีนและอื่น ๆ

สูตรในการคำนวณหาค่าความดำของเดนซิโตมิเตอร์แบบสะท้อนแสง มีดังนี้

$$D = \log 1/R$$

D คือ ค่าความดำ (density)

R คือ ค่าการสะท้อนแสง (reflectance)

ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การสะท้อนแสงกับค่าความดำ (คณะกรรมการกลุ่มผลิตรายวิชา  
ความรู้เฉพาะวิชาชีพการพิมพ์ 3. 2539 : 65) เป็นดังนี้

| การสะท้อนแสง | ค่าความดำ |
|--------------|-----------|
| 100 %        | 0.0 D     |
| 10 %         | 1.0 D     |
| 1 %          | 2.0 D     |
| 0.1 %        | 3.0 D     |
| 0.01 %       | 4.0 D     |

ในประเทศอเมริกามีการกำหนดมาตรฐานการพิมพ์มีชื่อว่า ชว็อพ (specification for offset publications : swop) ในปี พ.ศ. 2518 ซึ่งในข้อกำหนดการพิมพ์จริงได้ระบุถึงค่าความดำพื้นตายบนสิ่งพิมพ์ ต้องมีค่าขอบเขตในการยอมรับที่ไม่เกิน  $\pm 0.14$  โดยการใช้เครื่องมือวัดค่าความดำและนอกจากนี้ยังมี มาตรฐาน ISO 12647-2 สำหรับการพิมพ์ออฟเซต 4 สี ข้อกำหนดเกี่ยวกับการวัดค่าความดำ หรือความเข้ม พื้นตายในการพิมพ์ 4 สี บนกระดาษ ชนิดต่าง ๆ ตามมาตรฐาน ISO ระบุมี 3 ค่า คือ DIN E reflection densities (มาตรฐาน DIN 16536-2 : 1995) ISO status trelection (มาตรฐาน ISO 5-3 : 1995) และ ISO visual reflection (มาตรฐาน ISO 5-3 : 1995) จากมาตรฐานดังที่ได้กล่าวมาทั้งสิ้นมีข้อกำหนดใกล้เคียงสอดคล้องกันกับมาตรฐานนานาชาติ (international standard) ISO 12647-2 ในข้อกำหนดค่าความดำพื้นตายในการพิมพ์ 4 สีบนกระดาษชนิดต่าง ๆ

ข้อกำหนดค่าความดำพื้นตายในการพิมพ์ 4 สี บนกระดาษชนิดต่าง ๆ (อรรถ หาญสืบสาย. 2542 : 101) เป็นดังนี้

| ชนิดของกระดาษ                     | 1         | 2         | 3         | 4         | 5         |
|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| DIN E reflection densities        |           |           |           |           |           |
| C                                 | 1.52/1.66 | 1.38/1.54 | 1.35/1.57 | 1.00/1.10 | 1.03/1.15 |
| M                                 | 1.47/1.61 | 1.33/1.49 | 1.37/1.47 | 0.90/1.05 | 0.96/1.14 |
| Y                                 | 1.41/1.55 | 1.26/1.34 | 1.30/1.44 | 0.88/1.06 | 0.98/1.16 |
| ISO status T reflection densities |           |           |           |           |           |
| C                                 | 1.52/1.66 | 1.38/1.54 | 1.35/1.57 | 1.00/1.10 | 1.03/1.15 |
| M                                 | 1.47/1.61 | 1.38/1.49 | 1.37/1.47 | 0.90/1.05 | 0.96/1.14 |
| Y                                 | 1.06/1.16 | 0.96/1.09 | 1.00/1.08 | 0.73/0.91 | 0.73/0.97 |
| ISO visual reflection densities   |           |           |           |           |           |
| K                                 | 1.62/1.95 | 1.48/1.84 | 1.57/1.89 | 1.10/1.35 | 1.10/1.37 |

การตรวจสอบความถูกต้องตามแบบที่กำหนด

ในการแสดงข้อมูลรายละเอียดสีบนบรรจุภัณฑ์ตามที่กฎหมายกำหนดและได้ให้มาตรฐานทั่วไปสำหรับการแสดงฉลากของอาหารบรรจุหีบห่อ (มอก. 1698-2541) ผู้ผลิตส่วนใหญ่จะพิมพ์ข้อความแสดงรายละเอียดสีที่ยังไม่ครบถ้วนลงในบริเวณของหีบห่อที่ผู้บริโภคสามารถสังเกตเห็นได้อย่างชัดเจน เช่น บริเวณด้านล่างมุมขวาหรือซ้ายของตัวหีบห่อด้านหน้า และในบางรายอาจมีการพิมพ์ข้อความเพื่อที่จะระบุตำแหน่งของข้อมูลที่ยังไม่ได้ทำการพิมพ์นั้น เช่น วันที่ผลิตและหมดอายุ เป็นต้น

ดังนั้นในการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสีบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติกจะต้องตรวจสอบคุณภาพของงานพิมพ์ ด้านการพิมพ์ตรงตำแหน่งที่กำหนดของการพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสีบนบรรจุภัณฑ์กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบ

การตรวจสอบจำนวนงานพิมพ์

เพื่อให้อัตราสมรรถนะและอัตราผลิตภัณฑ์คุณภาพจากสมการการหาประสิทธิภาพเครื่องจักร (JIPM. 2541 : 169-208) ดังนั้น จึงกำหนดให้มีการทดสอบด้านจำนวนงานพิมพ์ ดังนี้

1. จำนวนชิ้นงานพิมพ์ที่เครื่องพิมพ์ได้ในระยะเวลา 1 นาที โดยการแยกใช้วิธีการจับเวลาในการพิมพ์และการนับจำนวนชิ้นงานกลุ่มตัวอย่างที่พิมพ์เสร็จเรียบร้อยแล้ว

2. จำนวนชิ้นงานพิมพ์ที่เกิดชำรุดเสียหายในขั้นตอนของการพิมพ์ โดยการตรวจสอบจากการสังเกตรอยฉีกขาดหรือทะลุทำให้อากาศทั้งภายในและภายนอกบรรจุภัณฑ์สามารถผ่านเข้าออกได้ของบรรจุภัณฑ์กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

ดังนั้นในการศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติกด้านคุณภาพของงานพิมพ์ของแถบข้อความแสดงรายละเอียด ซึ่งมีลักษณะของภาพพิมพ์แบบลายเส้น หรือภาพพื้นที่จะใช้การตรวจวัดคุณภาพของงานพิมพ์ดังนี้

1. คุณภาพความคมชัด สามารถวัดได้จากค่าความดำพื้นตายที่มีค่าขอบเขตในการยอมรับที่  $\pm 0.14$  ของแถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าที่พิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก ด้วยเครื่องมือวัดค่าความดำ

2. การพิมพ์ตรงตำแหน่งที่กำหนด (ความถูกต้องตามแบบที่กำหนด) สามารถวัดได้จากตำแหน่งของแถบข้อมูลที่เครื่องพิมพ์กับตำแหน่งพิมพ์ที่กำหนด

และด้านจำนวนงานพิมพ์จะใช้การตรวจวัดจำนวนงานพิมพ์ ดังนี้

1. จำนวนชิ้นงานพิมพ์ที่เครื่องพิมพ์สามารถพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าในระยะเวลา 1 นาที

2. จำนวนชิ้นงานพิมพ์ที่ทำการพิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์แล้วเกิดชำรุดเสียหายไม่สามารถนำมาใช้บรรจุภัณฑ์ได้ต่อจำนวนงานพิมพ์รวม

## งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

โชดก ประเทืองวิทย์ (2542 : 58) ได้ศึกษาวิจัยเรื่องการสร้างเครื่องพิมพ์เขียวระบบแอมโมเนียแบบประหยัด ในขั้นตอนการทดสอบคุณภาพความคมชัดของเครื่องผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือวัดความดำหรือความเข้มเป็นอุปกรณ์วัดทดสอบและหาประสิทธิภาพของเครื่องถ่ายพิมพ์เขียวระบบแอมโมเนียแบบประหยัด

รังสรรค์ เลื่อมสำราญ (2543 : 4) ได้ศึกษาวิจัยเรื่องออกแบบเครื่องพิมพ์สกรีน 4 สี เพื่อนำมาใช้ในการเรียนการสอน โดยการออกแบบสร้างให้มีต้นทุนต่ำกว่าเครื่องที่มีจำหน่ายทั่วไป อาศัยรูปแบบโครงสร้างจากเครื่องพิมพ์สกรีน เสือยัด หลายสีที่ผลิตภายในประเทศและต่างประเทศ นำมาพัฒนาปรับปรุงให้เหมาะสม ผลของการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องอยู่ในเกณฑ์ดี

มุกดา สวัสดิ์วงศ์ไชย (2543 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่องคุณภาพตัวพิมพ์อักษรไทยจากเครื่องพิมพ์อิเล็กทรอนิกส์โพโตกราฟฟีและเครื่องพิมพ์พ่นหมึก ในขั้นตอนการประเมินคุณภาพตัวอักษรกำหนดให้ผู้ประกอบการอาชีพงานก่อนพิมพ์จำนวน 20 คน ตอบแบบสอบถามและการใช้เครื่องไมโครเดนซิโตมิเตอร์เพื่อเปรียบเทียบวิธีการประเมินด้วยอุปกรณ์และการประเมินด้วยสายตา พบว่า ในส่วนของความกว้างตัวอักษรและหัวตัวอักษรทั้ง 2 วิธีได้ผลสอดคล้องกัน

ชานาญ เจริญทรัพย์ (2543 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่องการสร้างแบบจำลองค่ากระด่ำกระด้างของสิ่งพิมพ์ที่สัมพันธ์กับการรับรู้ของมนุษย์ ในขั้นตอนการทดสอบการรับรู้กำหนดให้ช่างพิมพ์ 20 คน และลูกค้า 20 คน เพื่อเปรียบเทียบผล พบว่า การรับรู้กระด่ำกระด้างต่างกันไปตามประสบการณ์ของมนุษย์ในแต่ละกลุ่ม โดยในกลุ่มช่างพิมพ์รับรู้ความแตกต่างของกระด่ำกระด้างได้ดีกว่ากลุ่มลูกค้า ในขณะที่กลุ่มลูกค้ารับรู้ความแตกต่างของกระด่ำกระด้างเมื่อเปลี่ยนสภาวะการส่องสว่างได้ดีกว่ากลุ่มช่างพิมพ์

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยพบว่ายังไม่มีการวิจัยเรื่องการสร้างเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติกแต่มีเพียงงานวิจัยบางเรื่องที่เกี่ยวข้องในบางประเด็น เช่น งานวิจัยของโชคก ประเทืองทิพย์ ได้กล่าวถึงการใช้เครื่องมือวัดความเข้มหรือความดำของสีเป็นองค์ประกอบสำคัญในการวัดทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องถ่ายภาพพิมพ์เขียวระบบแอมโมเนียแบบประหยัดและงานวิจัยของ รังสรรค์ เลื่อมสำราญ ได้ออกแบบสร้าง เครื่องพิมพ์สกรีน 4 สี โดยการออกแบบให้มีต้นทุนต่ำและอาศัยรูปแบบโครงสร้างจากเครื่องพิมพ์สกรีน เสื่อยึด หลายสีที่ผลิตภายในประเทศและต่างประเทศมาทำการพัฒนา ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการสร้างเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก โดยอาศัยรูปแบบระบบการพิมพ์ของเครื่องพิมพ์แบบป้อนแผ่น และการสร้างชุดโมแม่พิมพ์โรตารีสำหรับตัวพิมพ์ยางโพลิเมอร์ เพื่อใช้แก้ไขปัญหาความคมชัดของแถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าและบรรจุภัณฑ์เป็นของเสียในขั้นตอนการพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้า ในอุตสาหกรรมอาหารและยา

### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการวิจัย

การสร้างเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก มีการดำเนินการวิจัยตามหัวข้อต่อไปนี้

1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือในการวิจัย
3. การทดสอบประสิทธิภาพการพิมพ์
4. การวิเคราะห์ข้อมูล

#### การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ บรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติกประเภทถุง (bag) หรือซอง (pouch) และซองขนาดเล็ก (sachet) ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติกสำหรับใช้ในการบรรจุภัณฑ์ที่ได้รับการพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าด้วยเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก

กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้วิจัยได้กำหนดกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงเพื่อใช้ในการทดสอบหาประสิทธิภาพของเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก ได้แก่ ซองบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติกหลายชั้นแบบประกบโดยมีโครงสร้างของชั้นวัสดุคือ โอฟีฟ (oriented polypropylene : opp) เอ็มอีที (metallized : met) และ ซีพีพี (cast polypropylene : cpp) มีลักษณะโปร่งแสง ผิวหน้าเป็นมันวาว และมีพื้นภาพเป็นสีบรอนสเงิน มีขนาดของซองจำนวน 2 ขนาด รวม 280 ซอง ดังนี้

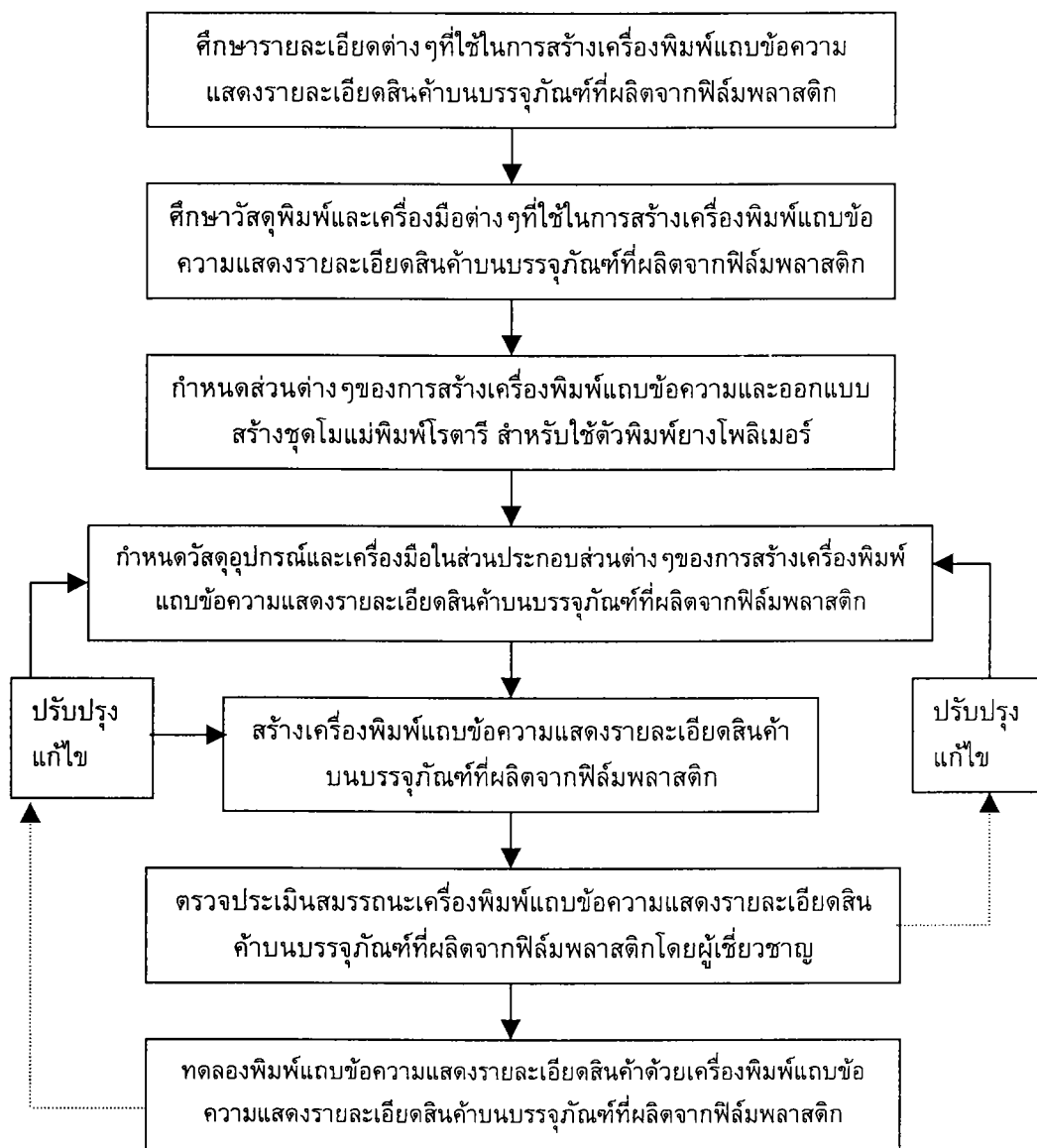
1. ซองบรรจุภัณฑ์ ขนาด 81x100 มิลลิเมตร จำนวน 140 ซอง
2. ซองบรรจุภัณฑ์ ขนาด 60x80 มิลลิเมตร จำนวน 140 ซอง

โดยนำซองบรรจุภัณฑ์ 2 ชนิด มาแยกชนิดทำการทดลองพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าด้วยเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก เพื่อเก็บบันทึกข้อมูลในการทดสอบหาประสิทธิภาพด้านจำนวนงานพิมพ์และการทำสุ่มตัวอย่างแบบมีระบบ (systematic random sampling ) โดยใช้ลำดับการพิมพ์ 4 ชั้นงานพิมพ์ชัก 1 ตัวอย่าง เพื่อนำไปทดสอบหาประสิทธิภาพด้านจำนวนงานพิมพ์ได้จำนวนกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

3. ซองบรรจุภัณฑ์ ขนาด 81x100 มิลลิเมตร จำนวน 35 ซอง
4. ซองบรรจุภัณฑ์ ขนาด 60x80 มิลลิเมตร จำนวน 35 ซอง

## การสร้างเครื่องมือในการวิจัย

สรุปขั้นตอนการสร้างเครื่องมือในการวิจัย ดังนี้



ภาพประกอบ 42 ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย

รายละเอียดการดำเนินงานแต่ละขั้นตอน มีดังนี้

1. ศึกษารายละเอียดต่าง ๆ ที่ใช้ในการสร้างเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก มีรายละเอียดดังนี้

1.1 ศึกษาค้นคว้าทฤษฎีและหลักการจากเอกสารตำราและงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก

1.2 ศึกษาส่วนประกอบของชุดโมแม่พิมพ์ โรตารีที่ใช้ตัวพิมพ์แบบยางโพลีเมอร์

1.3 ศึกษาคุณสมบัติของส่วนประกอบต่างๆ ของชุดควบคุม การทำงานของเครื่อง เพื่อนำมาประยุกต์ใช้กับเครื่องให้สมบูรณ์

2. ศึกษาวัสดุพิมพ์ และเครื่องมือต่างๆที่ใช้ในการสร้างเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติกดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.1 วัสดุอุปกรณ์ ที่ใช้ในการสร้างเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก มีรายละเอียดดังนี้

- 2.1.1 ลูกปืนและบุช
- 2.1.2 มอเตอร์ไฟฟ้า
- 2.1.3 ล้อสายพาน
- 2.1.4 สายพาน
- 2.1.5 น็อตและสกรู
- 2.1.6 เฟือง
- 2.1.7 เพลา
- 2.1.8 สแตนเลส
- 2.1.9 โซลินอยไฟฟ้า
- 2.1.10 หม้อแปลงไฟฟ้า
- 2.1.11 ไดโอด
- 2.1.12 ตัวเก็บประจุไฟฟ้า
- 2.1.13 รีเลย์
- 2.1.14 ชุดหน่วงเวลา
- 2.1.15 ยาง
- 2.1.16 สายไฟฟ้า
- 2.1.17 สวิตช์
- 2.1.18 ชุดแสดงผลจำนวน
- 2.1.19 สปริง

2.2 เครื่องมือเครื่องใช้ในการสร้างเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก มีรายละเอียดดังนี้

- 2.2.1 เครื่องเจาะสว่านไฟฟ้า
- 2.2.2 เครื่องเจียร์
- 2.2.3 เลื่อยตัดเหล็ก
- 2.2.4 เครื่องพับโลหะแผ่น
- 2.2.5 ปากกาจับงาน
- 2.2.6 เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์
- 2.2.7 ประแจ
- 2.2.8 ไขควง
- 2.2.9 มิเตอร์
- 2.2.10 หัวแรงไฟฟ้าและตะกั่วบัดกรี

## 2.2.11 ตะไบ

## 2.2.12 อุปกรณ์ตัดไฟเกลียว

3. กำหนดส่วนต่างๆของการสร้างเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก และออกแบบสร้างชุดโมแม่พิมพ์โรตารีสำหรับใช้ตัวพิมพ์ยางโพลิเมอร์

## 3.1 กำหนด ตัวเครื่องพิมพ์แถบข้อความที่มีระบบการทำงาน ดังนี้

## 3.1.1 ระบบการพิมพ์แบบป้อนแผ่น (ภาคผนวก ก)

## 3.2 ออกแบบโมแม่พิมพ์โรตารีสำหรับใช้ตัวพิมพ์ยางโพลิเมอร์ (ภาคผนวก ก)

3.3 ออกแบบชุดควบคุมระบบการทำงานของเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก (ภาคผนวก ก)

4. กำหนดวัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือในส่วนประกอบส่วนต่างๆของการสร้างเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก

## 4.1 วัสดุอุปกรณ์สำเร็จรูปที่ใช้ในการสร้าง

## 4.1.1 ลูกปืนเบอร์ 6901 ZE จำนวน 4 คู่

## 4.1.2 ลูกปืนเบอร์ 6000 ZC 3 จำนวน 4 คู่

## 4.1.3 สายพานลำเลียงขนาด 15 x 6 x 120 มิลลิเมตร 1 เส้น

## 4.1.4 สายพานส่งกำลังแบบฟันเฟือง (time belt) เบอร์ 140 x L 1 เส้น

## 4.1.5 ลูกยางวง ขนาด 11.5 x 6 x เส้นรอบวงด้านใน 30 มิลลิเมตร

## 4.1.6 เฟลาขนาด Ø 10 มิลลิเมตร ยาว 150 มิลลิเมตร 5 อัน

## 4.1.7 เฟลาขนาด Ø 12 มิลลิเมตร ยาว 150 มิลลิเมตร 1 อัน

## 4.1.8 เฟลาขนาด Ø 6 มิลลิเมตร ยาว 100 มิลลิเมตร 1 อัน

## 4.1.9 เฟลายึดเครื่องขนาด Ø 16 มิลลิเมตร ยาว 100 มิลลิเมตร 1 อัน

## 4.1.10 มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 90 วัตต์ 220 โวลต์ 1 ตัว

## 4.1.11 เฟืองเหล็ก 25 ฟัน ขนาด Ø สวมเฟลา 10 มิลลิเมตร 1 ตัว

## 4.1.12 เฟืองเหล็ก 48 ฟัน ขนาด Ø สวมเฟลา 10 มิลลิเมตร 1 ตัว

## 4.1.13 เฟืองเหล็ก 38 ฟัน ขนาด Ø สวมเฟลา 12 มิลลิเมตร 1 ตัว

## 4.1.14 เฟืองเหล็ก 20 ฟัน ขนาด Ø สวมเฟลา 10 มิลลิเมตร 1 ตัว

## 4.1.15 เฟืองเหล็ก 30 ฟัน ขนาด Ø สวมเฟลา 10 มิลลิเมตร 1 ตัว

## 4.1.16 เฟืองเหล็ก 34 ฟัน ขนาด Ø สวมเฟลา 10 มิลลิเมตร 1 ตัว

## 4.1.17 เฟืองเหล็ก 25 ฟัน ขนาด Ø สวมเฟลา 12 มิลลิเมตร 1 ตัว

## 4.1.18 เฟืองเหล็ก 25 ฟัน ขนาด Ø สวมเฟลา 10 มิลลิเมตร 1 ตัว

## 4.1.19 เฟือง 2 ชั้น ขนาด 20 x 32 ฟัน ขนาด Ø สวมเฟลา 10 มิลลิเมตร 1 ตัว

## 4.1.20 เฟือง 2 ชั้น ขนาด 25 x 36 ฟัน ขนาด Ø สวมเฟลา 12 มิลลิเมตร 1 ตัว

## 4.1.21 เฟือง 2 ชั้น ขนาด 20 x 50 ฟัน ขนาด Ø สวมเฟลา 10 มิลลิเมตร 1 ตัว

## 4.1.22 เฟือง 2 ชั้น ขนาด 26 x 55 ฟัน ขนาด Ø สวมเฟลา 12 มิลลิเมตร 1 ตัว

## 4.1.23 ล้อสายพานส่งกำลัง ชนิดใช้สายพาน ฟันเฟือง ขนาดฟัน 52 ฟัน 1 ตัว

## 4.1.24 เฟลาฟันเฟืองรอบเฟลา 20 ฟัน ขนาด 12 มิลลิเมตร จำนวน 1 ตัว

## 4.1.25 โซลินอยไฟฟ้า กระแสตรง 24 โวลต์ 1 ตัว

- 4.1.26 โซลิตสเตรีเลย์ 24 โวลต์ 1 ตัว
- 4.1.27 อุปกรณ์หน่วยเวลา โอเมรอน รุ่น H3CR –A8 24 โวลต์ 1 ตัว
- 4.1.28 อุปกรณ์หน่วยเวลา โอเมรอน รุ่น H3y 24 โวลต์ 1 ตัว
- 4.1.29 อุปกรณ์แสดงจำนวนตัวเลข 6 หลักใช้กระแสไฟฟ้าสลับ 220 โวลต์ 1 ตัว
- 4.1.30 หม้อแปลงไฟฟ้า ขนาด 220 โวลต์ 2 แอมแปร์ 1 ตัว
- 4.1.31 ไดโอดขนาด 2 แอมแปร์ 8 ตัว
- 4.1.32 ตัวเก็บประจุไฟฟ้าขนาด 3,500 ไมโครฟารัด 2 ตัว
- 4.1.33 สวิตช์ปิด – เปิดเครื่อง 1 ตัว
- 4.1.34 สวิตช์ติดหน้าปัท กดทำงาน 1 ตัว
- 4.1.35 ปลั๊กไฟฟ้า ชนิด 220 โวลต์
- 4.1.36 สายไฟเดินวงจรควบคุมขนาด 0.75 ตารางมิลลิเมตร 15 เมตร
- 4.1.37 สปริงแบบดึงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร 4 เส้น
- 4.1.38 กรอบข้างตัวเครื่อง 2 แผ่น
- 4.1.39 ชุดระบบบังคับหมุน 1 รอบต่อการทำงาน 1 ครั้ง
- 4.1.40 ลูกยางจับงานป้อนพิมพ์ 4 ลูก
- 4.1.41 ชุดจ่ายหมึกพิมพ์พร้อมลูกขับหมึกพิมพ์ 1 ชุด
- 4.1.42 ชุดตรวจจับทำงานด้วยลำแสง โอเมรอน รุ่น E3XR – CE4 1 ชุด
- 4.2 วัสดุอุปกรณ์ที่สร้างตามแบบ
  - 4.2.1 โมแม่พิมพ์โรตารี
  - 4.2.2 กล้องและฐานสแตนด์เลส 1 ชุด
- 4.3 เครื่องมือที่ใช้ในการประกอบสร้างเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก
  - 4.3.1 สว่านไฟฟ้าแบบแท่นและแบบมือจับ ใช้ทำการเจาะ
  - 4.3.2 เครื่องเจียร์ไฟฟ้าใช้ในการตกแต่งผิวเรียบ
  - 4.3.3 เลื่อยตัดเหล็ก ใช้ตัดชิ้นงานให้ได้ตามขนาด
  - 4.3.4 ปากกาจับชิ้นงานใช้จับยึดชิ้นงาน
  - 4.3.5 ประแจ ใช้ขัน สกรู และน็อตให้แน่น
  - 4.3.6 ไขควง ใช้ขันสกรู น็อตให้แน่น
  - 4.3.7 เวอร์เนียร์คาลิเปอร์ ใช้วัดตรวจสอบความยาว
  - 4.3.8 มิเตอร์ใช้วัดตรวจสอบ วงจรและกระแสไฟฟ้า
  - 4.3.9 หัวแรงไฟฟ้า และตะกั่วบัดกรีใช้ต่อวงจรไฟฟ้า
  - 4.3.10 ตะไบปรับแต่งผิวชิ้นงาน
  - 4.3.11 ชุดด้าฟเกลียว ขนาด 3, 4, 5 , 6 มิลลิเมตรใช้สร้างเกลียว
  - 4.3.12 คีบใช้ตัดจับและย้ำให้แน่น

5. สร้างเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก เพื่อให้การวิจัยครั้งนี้ได้ดำเนินการสร้างส่วนประกอบ ต่างมีลักษณะ ดังนี้

5.1 ทำการสร้างโครงสร้างเครื่องพิมพ์แบบป้อนแผ่น ของเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก

5.2 ทำการสร้างโมแม่พิมพ์โรตารี สำหรับใช้ตัวพิมพ์ยางโพลิเมอร์ของเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก

5.3 ทำการสร้างชุดควบคุมระบบการทำงานของเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก

5.4 กำหนดระยะเวลาและสถานที่ ที่ใช้ในการสร้างเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก

5.4.1 ระยะเวลาที่ใช้ในการสร้างเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติกเริ่มตั้งแต่วันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2544 ถึงวันที่ 30 มกราคม พ.ศ. 2545

5.4.2 สถานที่ที่ใช้การสร้างเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก ผู้วิจัยได้ใช้บ้านเลขที่ 21 /20 หมู่ 4 แขวงหนองบอน เขตประเวศ กรุงเทพฯ

6. ตรวจสอบประเมินสมรรถนะ เครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ ผลิตจากฟิล์มพลาสติก โดยผู้เชี่ยวชาญ มีรายละเอียดดังนี้

6.1 สร้างแบบประเมินสมรรถนะที่มีรายละเอียดต่างๆ ดังนี้

6.1.1 ลักษณะทางกายภาพ

6.1.2 ลักษณะการใช้งาน

6.1.3 ลักษณะการบำรุงรักษา

6.1.4 ความเหมาะสมในการนำไปใช้งาน

6.2 แบบประเมินความคิดเห็นเรื่องสมรรถนะโดยการใช้มาตราส่วนประมาณค่า (rating scale) กำหนดค่าคะแนนเป็น 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคอร์ท (พวงรัตน์ ทวีรัตน์ : 2538 :117) มีรายละเอียด ดังนี้

6.2.1 ระดับ 5 หมายถึงผลการประเมินในระดับดีมาก

6.2.2 ระดับ 4 หมายถึงผลการประเมินในระดับดี

6.2.3 ระดับ 3 หมายถึงผลการประเมินในระดับพอใช้

6.2.4 ระดับ 2 หมายถึงผลการประเมินในระดับต้องปรับปรุง

6.2.5 ระดับ 1 หมายถึงผลการประเมินในระดับใช้ไม่ได้

6.3 การตรวจแบบประเมินมีวิธีดำเนินการดังต่อไปนี้

6.3.1 นำแบบประเมินเสนอต่ออาจารย์ผู้ควบคุมปริญญาโทเพื่อตรวจความถูกต้อง และปรับปรุงแก้ไขเบื้องต้น

6.3.2 นำแบบประเมินเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 คน (ภาคผนวก จ) โดยกำหนดคุณสมบัติของผู้เชี่ยวชาญ คุณวุฒิไม่ต่ำกว่าระดับปริญญาเอก สาขาวิศวกรรมเครื่องกล หรือสาขาอุตสาหกรรมศึกษา หรือ สาขาอุตสาหกรรม หรือสาขาที่เกี่ยวข้องและมีประสบการณ์ในการทำงานที่เกี่ยวข้องไม่น้อยกว่า 10 ปี เพื่อตรวจ ความถูกต้องของแบบประเมินอีกครั้ง

6.3.3 นำแบบประเมินเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 คน (ภาคผนวก จ) โดยกำหนดคุณสมบัติของผู้เชี่ยวชาญ คุณวุฒิไม่ต่ำกว่าระดับปริญญาโท สาขาวิศวกรรมเครื่องกล หรือ สาขาอุตสาหกรรมศึกษา หรือสาขาที่เกี่ยวข้อง และมีประสบการณ์ในการทำงานที่เกี่ยวข้องไม่น้อยกว่า 5 ปี เพื่อทดสอบใช้เครื่องพิมพ์ เพื่อตรวจประเมินสมรรถนะและแสดงความคิดเห็นต่อเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก (ภาคผนวก ค)

7. ทดลองพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติกที่บ้านเลขที่ 21/20 หมู่ 4 สุขุมวิท 103 แขวงหนองบอน เขตประเวศ กรุงเทพฯ มีรายละเอียดตามเกณฑ์ข้อกำหนดของการสร้างเครื่อง

### การทดสอบประสิทธิภาพการพิมพ์

ทำการสอบประสิทธิภาพการพิมพ์ของเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก มีดังนี้

#### 1. การทดลองการพิมพ์บรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก

1.1 กำหนดข้อมูลการพิมพ์ เช่น วันที่ผลิต รหัสสินค้า แล้วนำไปใช้ในการคัดเลือกตัวพิมพ์ยางโพลิเมอร์ขนาด 3 มิลลิเมตร

1.2 ประกอบตัวพิมพ์ยางโพลิเมอร์เข้ากับโมแม่พิมพ์โรตารีของเครื่องพิมพ์ แล้วนำไปติดตั้งบนเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก พร้อมกับติดตั้งชุดป้อนหมึกพิมพ์ให้เรียบร้อย

1.3 ปรับตำแหน่งการพิมพ์บนบรรจุภัณฑ์ที่นำมาทดสอบ โดยการเลื่อนโมแม่พิมพ์โรตารี เพื่อให้ได้ตำแหน่งการพิมพ์ในแนวกว้างของบรรจุภัณฑ์ที่กำหนดและการปรับหน่วงระยะเวลาการพิมพ์ เพื่อให้ได้ตำแหน่งการพิมพ์ในแนวความยาวของบรรจุภัณฑ์ที่กำหนด

1.4 ทำการทดลองพิมพ์โดยนำบรรจุภัณฑ์ที่กำหนดมาป้อนพิมพ์แบบแยกแต่ละประเภท จดบันทึกค่าเวลาที่ใช้ในการพิมพ์ของของแต่ละประเภททุกครั้งลงในตารางบันทึกข้อมูล

1.5 ทำการตรวจสอบบรรจุภัณฑ์ที่ผ่านการทดลองพิมพ์เบื้องต้น เพื่อตรวจสอบหาความเสียหายภายนอกของบรรจุภัณฑ์ ที่เกิดจากการพิมพ์ จดบันทึกจำนวนชิ้นงานชำรุดเสียหายของแต่ละประเภทลงในตารางบันทึกข้อมูล

1.6 จัดแยกประเภทบรรจุภัณฑ์พร้อมกำหนดเลขหมายที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบมีระบบไปทำการทดสอบประสิทธิภาพทางด้านคุณภาพของการพิมพ์ต่อไป

1.7 ทำการทดลองพิมพ์ให้ครบจำนวนตามกลุ่มตัวอย่าง และจดบันทึกค่าต่างๆ ลงในตารางบันทึกข้อมูล

#### 2. การทดสอบประสิทธิภาพทางด้านคุณภาพของงานพิมพ์มีดังต่อไปนี้

2.1 การทดสอบคุณภาพของงานพิมพ์ด้านความคมชัด มีขั้นตอนดังนี้ นำกลุ่มตัวอย่างที่ได้มาทำการวัดทดสอบค่าความเข้มของงานพิมพ์กับพื้นของวัสดุพิมพ์ (พื้นภาพ) ด้วยเครื่องวัดความเข้ม (densitometer) จดบันทึกค่าความเข้มที่ได้ทุกครั้งลงในตารางบันทึกข้อมูล

2.2 การทดสอบคุณภาพของงานพิมพ์ด้านตำแหน่งการพิมพ์ข้อมูลฉลากที่กำหนด มีขั้นตอนดังนี้ นำกลุ่มตัวอย่างที่ได้มาทำการวัดตำแหน่งการพิมพ์ที่กำหนดด้วยเวอร์เนียคาลิเปอร์ มีหน่วยวัดเป็นมิลลิเมตร จดบันทึกค่าตำแหน่งการพิมพ์ที่ได้ทุกครั้งลงในตารางบันทึกข้อมูล

2.3 การทดสอบประสิทธิภาพทางด้านคุณภาพของงานพิมพ์ที่ใช้เครื่องมือและสถานที่ของบริษัท ฟ้าจิบ จำกัด (มหาชน) เลขที่ 135/3 หมู่ 5 ถนนรังสิต – นครนายก ตำบลประชาธิปัตย์ อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี

3. การทดสอบประสิทธิภาพทางด้านจำนวนงานพิมพ์ มีดังต่อไปนี้

3.1 การทดสอบจำนวนงานพิมพ์ที่เครื่องพิมพ์สามารถทำการพิมพ์ได้ จำนวนชิ้นงานพิมพ์ในระยะเวลา 1 นาที มีขั้นตอนการทดสอบรวมอยู่ในขั้นตอนการทดลองพิมพ์ โดยใช้การจับเวลาด้วยนาฬิกาจับเวลาร่วมกับการนับจำนวนชิ้นงานพิมพ์ที่ได้ และจดบันทึกค่าลงในตารางบันทึกข้อมูล

3.2 การทดสอบจำนวนงานพิมพ์ที่เครื่องพิมพ์ทำการพิมพ์แล้วเป็นของเสียต่อจำนวนชิ้นงานพิมพ์รวม มีขั้นตอนการทดสอบรวมอยู่ในขั้นตอนการทดลองพิมพ์ โดยใช้การตรวจสอบชิ้นงานที่เป็นของเสียกับจำนวนชิ้นงานพิมพ์ที่พิมพ์รวมทั้งสิ้น และจดบันทึกค่าลงในตารางบันทึกข้อมูล

### การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลจะดำเนินการดังต่อไปนี้

1. การหาค่าเฉลี่ย (mean)

$$\text{สูตร} \quad \bar{X} = \frac{X}{N}$$

เมื่อ  $\bar{X}$  คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต  
 $X$  คือ ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด  
 $N$  คือ จำนวนของกลุ่มตัวอย่าง

2. การหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation)

$$\text{สูตร} \quad SD = \sqrt{\frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ  $SD$  คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่างประชากร  
 $X$  คือ ข้อมูลแต่ละจำนวน  
 $N$  คือ จำนวนของกลุ่มตัวอย่าง

3. การวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบประสิทธิภาพด้านคุณภาพงานพิมพ์ 2 คุณลักษณะดังนี้

3.1 การวิเคราะห์คุณภาพด้านความคมชัด นำค่าเฉลี่ยข้อมูลที่ได้จากตารางแสดงข้อมูลการทดสอบคุณภาพความคมชัดเปรียบเทียบกับค่าความต่ำพื้นตายที่มีขอบเขตยอมรับได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด

3.2 การวิเคราะห์คุณภาพของตำแหน่งการพิมพ์ นำค่าเฉลี่ยข้อมูลที่ได้จากตารางแสดงข้อมูลการทดสอบคุณภาพของตำแหน่งการพิมพ์ เปรียบเทียบกับค่าที่กำหนด คือมีค่าผิดพลาดไม่เกิน 3 มิลลิเมตร ต่อ 1 ชิ้นงานพิมพ์

#### 4. การวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบประสิทธิภาพด้านจำนวนงานพิมพ์ 2 คุณลักษณะ ดังนี้

4.1 การวิเคราะห์จำนวนชิ้นงานพิมพ์ที่เครื่องสามารถพิมพ์ได้ในเวลา 1 นาที นำค่าเฉลี่ยข้อมูลที่ได้จากตารางแสดงข้อมูลการทดสอบจำนวนชิ้นงานที่เครื่องสามารถพิมพ์ได้ในเวลา 1 นาที กับค่าที่กำหนด คือ ไม่น้อยกว่า 70 ชิ้นงาน

4.2 การวิเคราะห์จำนวนชิ้นงานที่เป็นของเสียโดยนำค่าเฉลี่ยข้อมูลที่ได้จากตาราง แสดงข้อมูลของการทดสอบจำนวนชิ้นงานที่พิมพ์แล้วชำรุดเสียหายไม่สามารถบรรจุสินค้าได้กับค่าที่กำหนด คือ ต้องมีจำนวนไม่เกินร้อยละ 2 ของจำนวนชิ้นงานพิมพ์รวม

#### 5. เกณฑ์กำหนดในการแปลความหมายข้อมูลทางด้านสมรรถนะ

| คะแนนเฉลี่ยระหว่าง | แปลความ      |
|--------------------|--------------|
| 4.50 – 5.00        | ดีมาก        |
| 3.50 – 4.49        | ดี           |
| 2.50 – 3.49        | พอใช้        |
| 1.50 – 2.49        | ต้องปรับปรุง |
| 1.00 – 1.49        | ใช้ไม่ได้    |

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การสร้างเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติกได้นำเสนอการวิจัย ดังนี้

1. การประเมินสมรรถนะของเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก จำนวน 4 ด้าน คือลักษณะทางกายภาพ ลักษณะการใช้งาน ลักษณะการบำรุงรักษา และความปลอดภัยในการนำไปใช้งาน

2. การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก จากบรรจุภัณฑ์ที่ได้รับการพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดทางด้านคุณภาพของงานพิมพ์ 2 คุณลักษณะ คือความคมชัด และการพิมพ์ตรงตำแหน่งที่กำหนด ทางด้านจำนวนของงานพิมพ์ 2 คุณลักษณะ คือจำนวนชิ้นงานพิมพ์ที่พิมพ์ได้ในเวลา 1 นาที และจำนวนชิ้นงานพิมพ์ที่เป็นของเสียต่อชิ้นงานพิมพ์รวม ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูล และแสดงรายละเอียดต่างๆของผลการวิเคราะห์ ดังนี้

#### การประเมินสมรรถนะของเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก

การประเมินสมรรถนะของเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก ผลการวิเคราะห์สมรรถนะของเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก แสดงในตาราง 1 ดังนี้

ตาราง 1 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับสมรรถนะของเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียด  
สินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก จำนวน 4 ด้าน

| สมรรถนะด้าน              | รายละเอียด                                                         | $\bar{X}$ | SD   | ระดับ |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------|-----------|------|-------|
| ลักษณะทางกายภาพ          | 1. ออกแบบได้เหมาะสมกับงานพิมพ์บรรจุภัณฑ์                           | 4.80      | 0.45 | ดีมาก |
|                          | 2. ความแข็งแรงของเครื่อง                                           | 5.00      | 0.00 | ดีมาก |
|                          | 3. ความเหมาะสมการจัดวางตำแหน่งของอุปกรณ์                           | 4.60      | 0.55 | ดีมาก |
|                          | 4. ขนาดและรูปร่างเหมาะสมสวยงาม                                     | 4.60      | 0.55 | ดีมาก |
|                          | 5. ความสะดวกในการถอดประกอบ                                         | 4.40      | 0.55 | ดี    |
|                          | รวม                                                                | 4.68      | 0.42 | ดีมาก |
| ลักษณะการใช้งาน          | 6. ขั้นตอนการปฏิบัติงานไม่ยุ่งยาก                                  | 5.00      | 0.00 | ดีมาก |
|                          | 7. เวลาที่ใช้ในขั้นตอนการพิมพ์เหมาะสม                              | 5.00      | 0.00 | ดีมาก |
|                          | 8. การใช้งานเหมาะสมกับพื้นที่ไม่มาก                                | 5.00      | 0.00 | ดีมาก |
|                          | 9. สามารถปรับเครื่องพิมพ์เหมาะสมกับขนาดบรรจุภัณฑ์                  | 5.00      | 0.00 | ดีมาก |
|                          | 10. สามารถตรวจสอบจำนวนที่เครื่องพิมพ์ได้ในขณะทำงาน                 | 4.60      | 0.55 | ดีมาก |
|                          | รวม                                                                | 4.92      | 0.11 | ดีมาก |
| ลักษณะการบำรุงรักษา      | 11. จัดหาอะไหล่ซ่อมบำรุงได้ง่าย                                    | 4.80      | 0.45 | ดีมาก |
|                          | 12. การตรวจสอบสภาพบกพร่องของเครื่องได้ง่าย                         | 4.20      | 0.45 | ดี    |
|                          | 13. ทำความสะอาดเครื่องได้สะดวก                                     | 4.40      | 0.55 | ดี    |
|                          | 14. การถอดประกอบ และเปลี่ยนชิ้นส่วนของเครื่องได้ง่าย               | 4.60      | 0.55 | ดีมาก |
|                          | รวม                                                                | 4.50      | 0.50 | ดีมาก |
| ลักษณะความปลอดภัย        | 15. มีอุปกรณ์ป้องกันการกระเด็น เปราะเปื้อนของหมึกพิมพ์             | 4.60      | 0.55 | ดีมาก |
|                          | 16. มีระบบป้องกันอันตรายจากการทำงาน                                | 4.40      | 0.55 | ดี    |
|                          | 17. วัสดุที่ใช้สร้างเครื่องมือปลอดภัยสนิมซึ่งอาจปนเปื้อนบรรจุภัณฑ์ | 5.00      | 0.00 | ดีมาก |
|                          | 18. มีอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร                                   | 4.80      | 0.45 | ดีมาก |
|                          | รวม                                                                | 4.70      | 0.39 | ดีมาก |
| สมรรถนะโดยรวมทั้ง 4 ด้าน |                                                                    | 4.70      | 0.36 | ดีมาก |

จากตาราง 1 เป็นการประเมินผลของผู้เชี่ยวชาญ 5 คน พบว่าสมรรถนะของเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติกในด้านลักษณะทางกายภาพอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.68$ ) เมื่อพิจารณาเป็นรายลักษณะพบว่าเรื่องความสะดวกในการถอดประกอบอยู่ในระดับดี ( $\bar{X} = 4.40$ ) นอกนั้นอยู่ในระดับ ดีมาก ( $\bar{X} = 4.60 - 5.00$ ) ในด้านลักษณะการใช้งานอยู่ในระดับ ดีมาก ( $\bar{X} = 4.92$ ) เมื่อพิจารณาเป็นรายลักษณะการใช้งานพบว่าทุกเรื่องอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.60 - 5.00$ ) ในด้านลักษณะการบำรุงรักษาพบว่าเรื่องการจัดหาอะไหล่ซ่อมบำรุงได้ง่ายและเรื่องการถอดประกอบ และเปลี่ยนชิ้นส่วนของเครื่องทำได้ง่ายอยู่ในระดับ ดีมาก ( $\bar{X} = 4.80 - 4.60$ ) นอกจากนั้นอยู่ในระดับดี ( $\bar{X} = 4.40 - 4.20$ ) ในด้านลักษณะความปลอดภัยพบว่าอยู่ในระดับ ดีมาก ( $\bar{X} = 4.70$ ) เมื่อพิจารณาเป็นรายลักษณะพบว่าเรื่องมีระบบป้องกันอันตรายจากการทำงานอยู่ในระดับ ดี ( $\bar{X} = 4.40$ ) นอกจากนั้นอยู่ในระดับ ดีมาก ( $\bar{X} = 4.60 - 5.00$ ) เมื่อพิจารณาสมรรถนะโดยรวมของเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก พบว่าอยู่ในระดับ ดีมาก ( $\bar{X} = 4.70$ ) และรายละเอียดในด้านต่างๆทั้งหมดอยู่ในระดับ ดีมาก ( $\bar{X} = 4.50 - 4.92$ )

สำหรับข้อมูลจากคำถามปลายเปิด เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญ แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระเกี่ยวกับสมรรถนะของเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก ผู้วิจัยได้รวบรวมแนวความคิด และข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญนำเสนอในตาราง ดังนี้

ตาราง 2 ความคิดเห็น และข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก

| ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ                                                                                                                  | จำนวนผู้เชี่ยวชาญที่แสดงความคิดเห็น |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| ด้านลักษณะทางกายภาพ                                                                                                                       |                                     |
| 1. ควรมีสเกลเป็นตัวเลขบอกความหนาของชั้นงานพิมพ์ในส่วนการปรับตั้งระยะป้อนกระดาษ และระยะกดพิมพ์เพื่อเพิ่มความสะดวกในการใช้งาน               | 2                                   |
| 2. เสียงของเครื่องดัง                                                                                                                     | 1                                   |
| ด้านลักษณะการใช้งาน                                                                                                                       |                                     |
| 1. ควรมีตัวกดบรรจุภัณฑ์เพิ่มเติมตรงส่วนป้อนงานพิมพ์เพื่อช่วยให้การป้อนเที่ยงตรง และต่อเนื่องมากขึ้นในกรณีชั้นงานพิมพ์มีน้ำหนักเบา         | 1                                   |
| 2. ควรเพิ่มอุปกรณ์หรือวัสดุที่สามารถเติมน้ำหมึกได้โดยไม่ต้องหยุดพักเครื่อง                                                                | 2                                   |
| ด้านการบำรุงรักษา                                                                                                                         |                                     |
| 1. ระบบเครื่องพิมพ์แบบกลไก (mechanic) เป็นหลัก และมีโครงสร้างไม่ซับซ้อนแบบเดียวกับที่สร้างขึ้นในงานวิจัยนี้ ส่วนใหญ่จะดูแลรักษาง่าย ทนทาน | 3                                   |

ตาราง 2 (ต่อ)

| ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ                                                                                                                                                                                          | จำนวนผู้เชี่ยวชาญที่แสดงความคิดเห็น |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| ด้านความปลอดภัย                                                                                                                                                                                                   |                                     |
| 1. ควรเพิ่มสายดินและตัวปลั๊กเสียบให้มีระบบกราวด์สายดินเพื่อป้องกันไฟรั่ว ไฟดูด กับผู้ปฏิบัติงานอื่น ๆ                                                                                                             | 1                                   |
| 1. เป็นเครื่องพิมพ์ที่มีหลักการผสมผสานระหว่างเลเซอร์เพอร์สและเฟล็กโซกราฟีโดยดึงจุดดีของแต่ละระบบเข้าด้วยกัน เชื่อว่าจะสามารถพิมพ์บนวัสดุอื่น ๆ ที่ไม่ใช่กระดาษได้ดี โดยเฉพาะวัสดุที่ไม่ดูดซึมหมึก เช่น ฟิล์มพอยส์ | 1                                   |

### การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก

ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติกทางด้านคุณภาพของงานพิมพ์ 2 คุณลักษณะ คือด้านความคมชัด และการพิมพ์ตรงตำแหน่งที่กำหนด ทางด้านงานพิมพ์ 2 ลักษณะ คือจำนวนชิ้นงานพิมพ์ที่พิมพ์ได้ในเวลา 1 นาที และจำนวนชิ้นงานพิมพ์ที่เป็นของเสียต่อชิ้นงานพิมพ์รวม มีดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติกทางด้านคุณภาพของงานพิมพ์ 2 คุณลักษณะ คือด้านความคมชัด และการพิมพ์ตรงตำแหน่งที่กำหนด แสดงในตาราง 3 ดังนี้

ตาราง 3 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดคุณภาพของงานพิมพ์ 2  
คุณลักษณะจากการทดสอบแถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้า

| กลุ่มที่/<br>ตัวอย่างที่ | วัดความเข้มครั้งที่ 1 | วัดความเข้มครั้งที่ 2 | ค่าเฉลี่ย | ค่าขอบเขตความต่ำจากการทดสอบเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด    | ตำแหน่งของการพิมพ์จากการทดสอบ (มม.) | เปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด 60 มม.±ไม่เกิน 3 มม. |
|--------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------|
| 1/1                      | 1.59                  | 1.53                  | 1.56      | 1.65 – 1.54 = $\pm 0.11$ *<br>(เกณฑ์ที่กำหนด $\pm 0.14$ ) | 61.5                                | +1.5                                             |
| 1/2                      | 1.52                  | 1.60                  | 1.56      |                                                           | 62.0*                               | +2.0                                             |
| 1/3                      | 1.55                  | 1.66                  | 1.61      |                                                           | 61.0                                | +1.0                                             |
| 1/4                      | 1.57                  | 1.62                  | 1.60      |                                                           | 60.5                                | +0.5                                             |
| 1/5                      | 1.56                  | 1.53                  | 1.55      |                                                           | 59.5                                | -0.5                                             |
| 1/6                      | 1.66                  | 1.5                   | 1.63      |                                                           | 60.5                                | +0.5                                             |
| 1/7                      | 1.54                  | 1.57                  | 1.56      |                                                           | 61.5                                | +1.5                                             |
| 1/8                      | 1.56                  | 1.65                  | 1.61      |                                                           | 60.0                                | 0.0                                              |
| 1/9                      | 1.56                  | 1.58                  | 1.57      |                                                           | 61.5                                | +1.5                                             |
| 1/10                     | 1.61                  | 1.64                  | 1.63      |                                                           | 61.0                                | +1.0                                             |
| 1/11                     | 1.52                  | 1.61                  | 1.57      |                                                           | 59.5                                | -0.5                                             |
| 1/12                     | 1.56                  | 1.5                   | 1.56      |                                                           | 61.5                                | +1.5                                             |
| 1/13                     | 1.60                  | 1.65                  | 1.63      |                                                           | 61.0                                | +1.0                                             |
| 1/14                     | 1.52                  | 1.59                  | 1.56      |                                                           | 60.0                                | 0.0                                              |
| 1/15                     | 1.65                  | 1.61                  | 1.63      |                                                           | 61.5                                | +1.5                                             |
| 1/16                     | 1.65                  | 1.54                  | 1.60      |                                                           | 60.7                                | +0.7                                             |
| 1/17                     | 1.57                  | 1.60                  | 1.59      |                                                           | 62.0                                | +2.0                                             |
| 1/18                     | 1.63                  | 1.66                  | 1.65*     |                                                           | 59.7                                | -0.3                                             |
| 1/19                     | 1.66                  | 1.57                  | 1.62      |                                                           | 61.0                                | +1.0                                             |
| 1/20                     | 1.65                  | 1.60                  | 1.63      |                                                           | 61.0                                | +1.0                                             |
| 1/21                     | 1.62                  | 1.66                  | 1.64      |                                                           | 60.5                                | +0.5                                             |
| 1/22                     | 1.60                  | 1.55                  | 1.58      |                                                           | 60.0                                | 0.0                                              |
| 1/23                     | 1.61                  | 1.57                  | 1.59      |                                                           | 60.0                                | 0.0                                              |
| 1/24                     | 1.56                  | 1.60                  | 1.58      |                                                           | 60.0                                | 0.0                                              |
| 1/25                     | 1.59                  | 1.59                  | 1.59      |                                                           | 59.5                                | -0.5                                             |
| 1/26                     | 1.62                  | 1.54                  | 1.58      |                                                           | 60.7                                | +0.7                                             |
| 1/27                     | 1.66                  | 1.61                  | 1.64      |                                                           | 61.0                                | +1.0                                             |
| 1/28                     | 1.56                  | 1.52                  | 1.54*     |                                                           | 60.0                                | 0.0                                              |
| 1/29                     | 1.52                  | 1.60                  | 1.56      |                                                           | 61.5                                | +1.5                                             |
| 1/30                     | 1.61                  | 1.55                  | 1.58      |                                                           | 60.5                                | +0.5                                             |
| 1/31                     | 1.66                  | 1.61                  | 1.64      |                                                           | 59.5                                | -0.5                                             |
| 1/32                     | 1.55                  | 1.52                  | 1.54*     |                                                           | 60.0                                | 0.0                                              |
| 1/33                     | 1.60                  | 1.57                  | 1.59      |                                                           | 61.0                                | +1.0                                             |
| 1/34                     | 1.52                  | 1.65                  | 1.59      |                                                           | 59.0*                               | -1.0                                             |
| 1/35                     | 1.61                  | 1.56                  | 1.59      |                                                           | 60.5                                | +0.5                                             |
| ค่าเฉลี่ยรวม             |                       |                       | 1.62      |                                                           | 60.58                               | +0.69                                            |
| SD                       |                       |                       | 0.04      |                                                           | 1.71                                |                                                  |

ตาราง 3 (ต่อ)

| กลุ่มที่/<br>ตัวอย่างที่ | วัดความเข้ม<br>ครั้งที่ 1 | วัดความเข้ม<br>ครั้งที่ 2 | ค่าเฉลี่ย | ค่าขอบเขตความต่ำจากการ<br>ทดสอบเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่<br>กำหนด | ตำแหน่งของการ<br>พิมพ์จากการ<br>ทดสอบ(มม.) | เปรียบเทียบเกณฑ์ที่<br>กำหนด 60มม.±ไม่<br>เกิน 3มม. |
|--------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| 2/1                      | 1.90                      | 1.89                      | 1.90      | $1.96 - 1.84 = \pm 0.12 *$<br>(เกณฑ์ที่กำหนด $\pm 0.14$ )      | 49.4                                       | -0.6                                                |
| 2/2                      | 1.96                      | 1.84                      | 1.90      |                                                                | 49.0                                       | -1.0                                                |
| 2/3                      | 1.85                      | 1.96                      | 1.91      |                                                                | 50.0                                       | 0.0                                                 |
| 2/4                      | 1.82                      | 1.89                      | 1.86      |                                                                | 51.0                                       | +1.0                                                |
| 2/5                      | 1.89                      | 1.82                      | 1.86      |                                                                | 49.0                                       | -1.0                                                |
| 2/6                      | 1.96                      | 1.85                      | 1.91      |                                                                | 50.5                                       | +0.5                                                |
| 2/7                      | 1.84                      | 1.90                      | 1.87      |                                                                | 51.0*                                      | +1.0                                                |
| 2/8                      | 1.93                      | 1.96                      | 1.93      |                                                                | 49.5                                       | -0.5                                                |
| 2/9                      | 1.89                      | 1.96                      | 1.93      |                                                                | 50.0                                       | 0.0                                                 |
| 2/10                     | 1.96                      | 1.89                      | 1.93      |                                                                | 50.5                                       | +0.5                                                |
| 2/11                     | 1.89                      | 1.85                      | 1.87      |                                                                | 49.5                                       | -0.5                                                |
| 2/12                     | 1.88                      | 1.90                      | 1.89      |                                                                | 51.0*                                      | +1.0                                                |
| 2/13                     | 1.96                      | 1.87                      | 1.92      |                                                                | 48.7*                                      | -1.3                                                |
| 2/14                     | 1.85                      | 1.93                      | 1.89      |                                                                | 50.5                                       | +0.5                                                |
| 2/15                     | 1.90                      | 1.96                      | 1.93      |                                                                | 50.0                                       | 0.0                                                 |
| 2/16                     | 1.64                      | 1.90                      | 1.92      |                                                                | 49.5                                       | -0.5                                                |
| 2/17                     | 1.93                      | 1.89                      | 1.91      |                                                                | 49.7                                       | -0.3                                                |
| 2/18                     | 1.87                      | 1.90                      | 1.89      |                                                                | 51.0*                                      | +1.0                                                |
| 2/19                     | 1.92                      | 1.94                      | 1.93      |                                                                | 79.5                                       | -0.5                                                |
| 2/20                     | 1.89                      | 1.87                      | 1.88      |                                                                | 49.0                                       | -1.0                                                |
| 2/21                     | 1.88                      | 1.95                      | 1.92      |                                                                | 50.5                                       | +0.5                                                |
| 2/22                     | 1.94                      | 1.87                      | 1.91      |                                                                | 50.0                                       | 0.0                                                 |
| 2/23                     | 1.84                      | 1.90                      | 1.87      |                                                                | 49.5                                       | -0.5                                                |
| 2/24                     | 1.83                      | 1.85                      | 1.84*     |                                                                | 50.5                                       | +0.5                                                |
| 2/25                     | 1.96                      | 1.96                      | 1.96*     |                                                                | 50.5                                       | +0.5                                                |
| 2/26                     | 1.85                      | 1.89                      | 1.87      |                                                                | 50.5                                       | +0.5                                                |
| 2/27                     | 1.87                      | 1.95                      | 1.91      |                                                                | 49.5                                       | -0.5                                                |
| 2/28                     | 1.81                      | 1.87                      | 1.84      |                                                                | 49.5                                       | -0.5                                                |
| 2/29                     | 1.85                      | 1.90                      | 1.88      |                                                                | 50.0                                       | 0.0                                                 |
| 2/30                     | 1.85                      | 1.96                      | 1.91      |                                                                | 50.7                                       | +0.7                                                |
| 2/31                     | 1.90                      | 1.90                      | 1.90      |                                                                | 50.0                                       | 0.0                                                 |
| 2/32                     | 1.87                      | 1.94                      | 1.91      |                                                                | 50.5                                       | +0.5                                                |
| 2/33                     | 1.95                      | 1.85                      | 1.90      |                                                                | 50.7                                       | -0.5                                                |
| 2/34                     | 1.96                      | 1.84                      | 1.90      |                                                                | 50.0                                       | +0.5                                                |
| 2/35                     | 1.82                      | 1.88                      | 1.85      |                                                                | 49.5                                       | -0.5                                                |
| ค่าเฉลี่ย                |                           |                           | 1.90      |                                                                | 49.62                                      | $\pm 0.54$                                          |
| SD                       |                           |                           | 0.03      |                                                                | 1.06                                       |                                                     |

จากตาราง 3 พบว่าคุณภาพของงานพิมพ์ของแถบข้อความที่แสดงรายละเอียดสินค้าด้านความคมชัด ของกลุ่มตัวอย่างของบรรจุภัณฑ์ที่ 1. มีค่าขอบเขตของค่าความดำพื้นตาย ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดคือ มีค่าขอบเขตของค่าความดำพื้นตาย  $\pm 0.11$  และมีค่าเฉลี่ยรวม  $\bar{X} = 1.62$  เมื่อพิจารณาเป็นรายของบรรจุภัณฑ์พบว่าแถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนของบรรจุภัณฑ์ตัวอย่าง ที่ 1/18 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 1.65 และตัวอย่างที่ 1/32 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด 1.54 และในกลุ่มตัวอย่างของบรรจุภัณฑ์ที่ 2. มีค่าขอบเขตของค่าความดำพื้นตาย ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดคือ มีค่าขอบเขตของค่าความดำพื้นตาย  $\pm 0.12$  และมีค่าเฉลี่ยรวม  $\bar{X} = 1.90$  เมื่อพิจารณาเป็นรายของบรรจุภัณฑ์พบว่าแถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนของบรรจุภัณฑ์ตัวอย่างที่ 2/25 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 1.96 และตัวอย่างที่ 2/28 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด 1.84

ด้านการพิมพ์ตรงตำแหน่งที่กำหนดของแถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าจากกลุ่มตัวอย่างของบรรจุภัณฑ์ที่ 1. พบว่ามีข้อผิดพลาดของตำแหน่งของการพิมพ์ ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดคือมีค่าผิดพลาดเฉลี่ย  $\bar{X} = \pm 0.69$  เมื่อพิจารณาเป็นรายการของบรรจุภัณฑ์พบว่า ของบรรจุภัณฑ์ตัวอย่างที่ 1/2 และ 1/17 มีค่าผิดพลาดมากที่สุด +2 และของบรรจุภัณฑ์ตัวอย่างที่ 1/18 มีค่าผิดพลาดน้อยที่สุด -0.3 และไม่พบของบรรจุภัณฑ์ตัวอย่างใดที่มีค่าผิดพลาดมากกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และในกลุ่มตัวอย่างของบรรจุภัณฑ์ที่ 2 พบว่ามีค่าผิดพลาดของตำแหน่งของการพิมพ์ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดคือมีค่าผิดพลาดเฉลี่ย  $\bar{X} = \pm 0.54$  เมื่อพิจารณาเป็นรายการของบรรจุภัณฑ์พบว่า ของบรรจุภัณฑ์ตัวอย่างที่ 2/13 มีค่าผิดพลาดมากที่สุด -1.3 และของบรรจุภัณฑ์ตัวอย่างที่ 2/17 มีค่าผิดพลาดน้อยที่สุด -0.3

2. ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติกทางด้านจำนวนงานพิมพ์ 2 คุณลักษณะคือจำนวนชิ้นงานพิมพ์ 2 คุณลักษณะคือจำนวนชิ้นงานพิมพ์ที่พิมพ์ได้ในเวลา 1 นาที และจำนวนชิ้นงานพิมพ์ที่เป็นของเสียต่อชิ้นงานพิมพ์รวมแสดงในตาราง 4 ดังนี้

ตาราง 4 การเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดของจำนวนของงานพิมพ์ 2 คุณลักษณะ จากการทดสอบการพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้า

| กลุ่มที่ / จำนวน | จำนวนที่พิมพ์ได้ | เวลาที่ใช้ | เปรียบเทียบเกณฑ์ที่กำหนดให้ 70 ของต่อ 1 นาที | จำนวนของเสีย | เปรียบเทียบเกณฑ์ที่กำหนดจำนวนของเสียไม่เกิน 2% |
|------------------|------------------|------------|----------------------------------------------|--------------|------------------------------------------------|
| 1/140            | 140              | 1.20       | 116.66                                       | 0            | 0%                                             |
| 2/140            | 140              | 1.25       | 112.00                                       | 0            | 0%                                             |

จากตาราง 4 พบว่า จำนวนของงานพิมพ์ของเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติกทางด้านจำนวนชิ้นงานพิมพ์ที่พิมพ์ได้ใน 1 นาที ของกลุ่มตัวอย่างของบรรจุภัณฑ์ที่ 1 และ 2 ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด คือมีจำนวนชิ้นงานพิมพ์ที่พิมพ์ได้ 116.66 ของ ต่อ 1 นาที และ 112.00 ของต่อนาที ตามลำดับ และพบว่า ทางด้านจำนวนชิ้นงานพิมพ์ที่เป็นของเสียต่อชิ้นงานพิมพ์รวมของกลุ่มตัวอย่างของบรรจุภัณฑ์ที่ 1 และ 2 ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด คือไม่มีชิ้นงานพิมพ์ที่เป็นของเสียเลย

ตาราง 5 แสดงผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก

| ประสิทธิภาพ          |                                                    |               |                  | $\bar{X}$   | เปรียบเทียบเกณฑ์ที่กำหนด      |
|----------------------|----------------------------------------------------|---------------|------------------|-------------|-------------------------------|
| หัวข้อของการทดสอบ    | คุณลักษณะ                                          | กลุ่มตัวอย่าง | ผลการทดสอบที่ได้ |             |                               |
| 1. คุณภาพของงานพิมพ์ | ความคมชัด                                          | กลุ่มที่ 1    | 0.11             | 0.115       | ผ่านเกณฑ์ (0.14)              |
|                      |                                                    | กลุ่มที่ 2    | 0.12             |             |                               |
|                      | การพิมพ์ตรงตำแหน่งที่กำหนด                         | กลุ่มที่ 1    | $\pm 0.69$       | $\pm 0.615$ | ผ่านเกณฑ์ ( $\pm 3.00$ )      |
|                      |                                                    | กลุ่มที่ 2    | $\pm 0.54$       |             |                               |
| 2. จำนวนงานพิมพ์     | จำนวนงานพิมพ์ที่พิมพ์ได้ใน 1 นาที                  | กลุ่มที่ 1    | 116.66           | 114.33      | ผ่านเกณฑ์ (ไม่น้อยกว่า 70.00) |
|                      |                                                    | กลุ่มที่ 2    | 112.00           |             |                               |
|                      | จำนวนงานพิมพ์ที่เป็นของเสียต่อจำนวนชิ้นงานพิมพ์รวม | กลุ่มที่ 1    | 0.00             | 0.00        | ผ่านเกณฑ์ (ไม่เกิน 2%)        |
|                      |                                                    | กลุ่มที่ 2    | 0.00             |             |                               |

จากตาราง 5 พบว่าประสิทธิภาพของเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก มีคุณภาพของงานพิมพ์และจำนวนของงานพิมพ์ ตามรายคุณลักษณะของประสิทธิภาพผ่านเกณฑ์ที่กำหนดทั้งหมด เมื่อพิจารณาเป็นรายคุณลักษณะ พบว่าความคมชัดมีค่าเฉลี่ย  $\bar{X} = 0.115$  การพิมพ์ ตรงตำแหน่งที่กำหนดมีค่าเฉลี่ย  $\bar{X} = \pm 0.615$  จำนวนพิมพ์ที่พิมพ์ได้ใน 1 นาทีมีค่าเฉลี่ย  $\bar{X} = 114.33$  และจำนวนงานพิมพ์ที่เป็นของเสียต่อจำนวนชิ้นงานพิมพ์รวมมีค่าเฉลี่ย  $\bar{X} = 0.00$

## บทที่ 5

### สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การสร้างเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก เพื่อประเมินสมรรถนะ และการศึกษาประสิทธิภาพ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามหัวข้อ ดังต่อไปนี้

#### ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อสร้างเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก
2. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก

#### ความสำคัญของการวิจัย

1. ได้เครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก 1 เครื่อง เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบ และพัฒนาใช้ในโรงงานผลิตภัณฑ์อาหารและยา รวมถึงอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง
2. เครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก สามารถลดปัญหาความไม่ชัดเจนของแถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ และจำนวนบรรจุภัณฑ์ที่เป็นของเสียในขั้นตอนการพิมพ์ให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น

#### สมมุติฐานการวิจัย

1. คุณภาพของงานพิมพ์ด้านความคมชัดจากการพิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติกผ่านเกณฑ์
2. คุณภาพของงานพิมพ์ด้านการพิมพ์ตรงตำแหน่งที่กำหนดจากการพิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติกผ่านเกณฑ์
3. จำนวนงานพิมพ์ด้านจำนวนชิ้นงานพิมพ์ที่พิมพ์ได้ใน 1 นาทีจากการพิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติกผ่านเกณฑ์
4. จำนวนงานพิมพ์ด้านจำนวนชิ้นงานพิมพ์ที่เป็นของเสียต่อจำนวนงานพิมพ์รวมจากการพิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติกผ่านเกณฑ์

#### การดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้แบ่งขั้นตอนการวิจัยออกเป็น 8 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษารายละเอียดต่างๆที่ใช้ในการสร้างเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติกจากนั้นค้นคว้าทฤษฎีและหลักการจากตำรา และงานวิจัยต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการสร้างเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก และชุดโมแม่พิมพ์โรตารีที่สามารถใช้ตัวพิมพ์แบบยางโพลิเมอร์

ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาอุปกรณ์ และเครื่องมือต่างๆ ที่ใช้ในการสร้างเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก

ขั้นตอนที่ 3 กำหนดส่วนต่างๆ ของการสร้างเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก และออกแบบชุดโมแม่พิมพ์โรตารี

ขั้นตอนที่ 4 กำหนดวัสดุอุปกรณ์ และเครื่องมือในส่วนประกอบส่วนต่างๆ ของการสร้างเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก และชุดโมแม่พิมพ์โรตารี

ขั้นตอนที่ 5 ดำเนินการสร้างเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก และนำมาประกอบเข้าด้วยกันเป็นต้นแบบ และทำการทดสอบเครื่องเพื่อปรับปรุงส่วนต่างๆ โดยเฉพาะการทำงานของระบบกลไกต่างๆ ที่ต้องมีความสัมพันธ์กัน

ขั้นตอนที่ 6 ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจประเมินเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก จำนวนทั้งสิ้น 5 คน ซึ่งได้ทำการประเมินสมรรถนะ 4 ด้าน ดังนี้

1. ลักษณะทางกายภาพ
2. ลักษณะการใช้งาน
3. ลักษณะการบำรุงรักษา
4. ลักษณะความปลอดภัย

ขั้นตอนที่ 7 ดำเนินการทดลองการพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดของสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก โดยมี กลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม จำนวนกลุ่มตัวอย่างละ 140 ซอง รวมจำนวนตัวอย่างทั้งสิ้น 280 ซอง

ขั้นตอนที่ 8 ทดสอบประสิทธิภาพการพิมพ์ของเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก จากกลุ่มตัวอย่างบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก ที่ได้รับการพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าแล้ว นำมาทำการทดสอบประสิทธิภาพ ดังนี้

1. คุณภาพงานพิมพ์ ประกอบด้วย 2 คุณลักษณะ คือ
  - 1.1 ความคมชัด
  - 1.2 การพิมพ์ตรงตำแหน่งที่กำหนด
2. จำนวนการพิมพ์ ประกอบด้วย 2 คุณลักษณะ คือ
  - 2.1 จำนวนชิ้นงานพิมพ์ได้ใน 1 นาที
  - 2.2 จำนวนชิ้นงานพิมพ์ที่เป็นของเสียต่อชิ้นงานรวม

## สรุปผลการวิจัย

ลักษณะทางกายภาพ พบว่า อยู่ในเกณฑ์ดีมาก ( $\bar{X} = 4.68$ ) โดยมีรายละเอียดทางกายภาพอยู่ในเกณฑ์ดีมาก คือ ความแข็งแรงของเครื่อง ออกแบบเครื่องได้เหมาะสมกับงานพิมพ์บรรจุภัณฑ์ ความเหมาะสมในการจัดวางตำแหน่งของอุปกรณ์ต่าง ๆ และขนาดและรูปร่างเหมาะสมสวยงาม ( $\bar{X} = 4.60-5.00$ ) และอยู่ในเกณฑ์ดีคือความสะดวกในการถอดประกอบ ( $\bar{X} = 4.40$ )

ลักษณะการใช้งาน พบว่า อยู่ในเกณฑ์ดีมาก ( $\bar{X} = 4.92$ ) โดยมีรายละเอียดการใช้งานที่อยู่ในเกณฑ์ดีมากทั้งหมด คือ ขั้นตอนการปฏิบัติงานไม่ยุ่งยาก เวลาที่ใช้ในขั้นตอนการพิมพ์เหมาะสม การใช้งานเหมาะสมกับบริเวณที่มีพื้นที่ไม่มาก สามารถปรับเครื่องพิมพ์ให้เหมาะสมกับขนาดของบรรจุภัณฑ์ และสามารถตรวจสอบจำนวนงานที่เครื่องพิมพ์ได้ในขณะทำงาน ( $\bar{X} = 4.60-5.00$ )

ลักษณะการบำรุงรักษา พบว่า อยู่ในเกณฑ์ดีมาก ( $\bar{X} = 4.50$ ) โดยมีรายละเอียดการบำรุงรักษาที่อยู่ในเกณฑ์ดีมาก คือ การจัดหาอะไหล่ ซ่อมบำรุงได้ง่าย การถอดประกอบและเปลี่ยนชิ้นส่วนของเครื่องทำได้ง่าย ( $\bar{X} = 4.60-4.80$ ) และอยู่ในเกณฑ์ดี คือ ทำความสะอาดเครื่องได้สะดวก ตรวจสอบสภาพบกพร่องของเครื่องได้ง่าย ( $\bar{X} = 4.20-4.40$ )

ลักษณะความปลอดภัย พบว่า อยู่ในเกณฑ์ดีมาก ( $\bar{X} = 4.70$ ) โดยมีรายละเอียดความปลอดภัยที่อยู่ในเกณฑ์ดีมาก คือ วัสดุที่ใช้สร้างเครื่องปลอดภัย ซึ่งอาจปนเปื้อนบรรจุภัณฑ์ มีอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร มีอุปกรณ์ป้องกันการกระเด็นเปื้อนของหมึกพิมพ์ ( $\bar{X} = 4.60-5.00$ ) และอยู่ในเกณฑ์ดี คือ มีระบบป้องกันอันตรายจากการทำงาน ( $\bar{X} = 4.40$ )

สมรรถนะของเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก พบว่าอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.70$ )

ผลการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติกปรากฏดังนี้

การทดสอบคุณภาพของงานพิมพ์ พบว่า ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด คือ ด้านความคมชัด ( $\bar{X} = 0.115$ ) และด้านการพิมพ์ตรงตำแหน่งที่กำหนด ( $\bar{X} = \pm 0.615$ )

การทดสอบจำนวนงานพิมพ์ พบว่า ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด คือ จำนวนงานพิมพ์ที่พิมพ์ได้ใน 1 นาที ( $\bar{X} = 114.33$ ) และ จำนวนงานพิมพ์ที่เป็นของเสียต่อจำนวนชิ้นงานพิมพ์รวม ( $\bar{X} = 0.00$ )

ดังนั้น ประสิทธิภาพของเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ทั้งหมดและสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

## อภิปรายผล

จากการสร้างเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก นำมาอภิปรายผลดังนี้

1. การสร้างเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติกและนำไปประเมินสมรรถนะผลการวิเคราะห์ พบว่า ลักษณะทางกายภาพ มีความแข็งแรงของเครื่องที่มีวัสดุอุปกรณ์ส่วนใหญ่เป็นโลหะ สามารถใช้งานได้ ทนทาน เนื่องจากใช้ระบบขับเคลื่อนแบบเฟืองโลหะเป็นกลไกออกแบบเครื่องได้เหมาะสมกับงานพิมพ์บรรจุภัณฑ์ที่มีความหลากหลายทั้งทางด้านขนาดของบรรจุภัณฑ์ และความหนา ความเหมาะสมในการจัดวางตำแหน่งของอุปกรณ์ต่าง ๆ ถูกกำหนดให้สามารถควบคุมปรับตั้งโดยผู้ใช้งานเพียงคนเดียวในการใช้งาน ขนาดและรูปร่างเหมาะสมสวยงามมีความกะทัดรัด

เหมาะสมระหว่างตัวเครื่องและส่วนที่ใช้ในงานพิมพ์ และความสะดวกในการถอดประกอบอุปกรณ์ต่าง ๆ ในขั้นตอนการทำงานและหลังเสร็จงาน ซึ่งลักษณะทางกายภาพโดยรวมทั้งหมดสอดคล้องกับเอกสารของ บรรณ เลง ศรีนิล และกิตติ นิสานนท์ เกี่ยวกับการคำนวณและออกแบบชิ้นส่วนเครื่องกล (2530) ในด้านการออกแบบเครื่องกล นอกจากความเป็นไปได้ในเชิงวิศวกรรม ความสะดวกในการนำไปใช้งานและยังต้องคำนึงถึงความแข็งแรงทนทานด้าน

ลักษณะการใช้งาน พบว่า ขั้นตอนการปฏิบัติงานไม่ยุ่งยาก เนื่องจากสามารถจัดเตรียมอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้เครื่องทำงานได้ในเวลาไม่นาน เวลาที่ใช้ในขั้นตอนการพิมพ์เหมาะสม เครื่องพิมพ์สามารถพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ได้อย่างรวดเร็ว การใช้งานเหมาะสมกับบริเวณที่มีพื้นที่ไม่มากเนื่องจากเครื่องพิมพ์มีขนาดเล็ก กะทัดรัด สามารถปรับเครื่องพิมพ์ให้เหมาะสมกับขนาดของบรรจุภัณฑ์ซึ่งมีหลายชนิดและขนาดในการใช้งานจริงตามโรงงานอุตสาหกรรมอาหารและยา และสามารถตรวจสอบจำนวนงานพิมพ์ที่เครื่องได้ในขณะทำงาน เพราะมีอุปกรณ์ตรวจนับชิ้นงานติดตั้งอยู่ในบริเวณที่ผู้ใช้เครื่องสามารถตรวจสอบได้เอง ซึ่งลักษณะการใช้งานรวมทั้งหมดสอดคล้องกับเอกสารของ อริญ หาญสืบสาย เกี่ยวกับความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีการพิมพ์ (2542) ด้านการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีเครื่องพิมพ์ที่ต้องปรับปรุงให้เหมาะสมกับโลกธุรกิจที่ต้องการความเร็ว คุณภาพสูง ง่ายในการปฏิบัติงาน และประหยัดต้นทุนให้มากที่สุด

ลักษณะการบำรุงรักษา พบว่า จัดหาอะไหล่ซ่อมบำรุงได้ง่าย เนื่องจากวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ สามารถจัดหา และสร้างขึ้นได้ภายในประเทศ การถอดประกอบ และเปลี่ยนชิ้นส่วนของเครื่องทำได้ง่ายเพราะชิ้นส่วนต่าง ๆ ที่นำมาออกแบบใช้งานเป็นแบบสวม อัดแน่น และประกอบยึดด้วยเกลียวน๊อต ทำความสะอาดเครื่องได้สะดวก สามารถเช็ดถูได้สะดวกรวดเร็ว เพราะมีส่วนประกอบเครื่องเป็นโลหะปลอดสนิม การตรวจสอบสภาพบกพร่องของเครื่องได้ง่าย เนื่องจากเครื่องทำงานด้วยระบบกลไกใช้เพียงขั้วในการทำงานสามารถตรวจสอบสภาพบกพร่องได้จากการมองเห็นหรือเสียงที่ดังผิดปกติ และยังมีปุ่มกดทดสอบให้เครื่องพิมพ์ทำงานในกรณีไม่ได้ป้อนชิ้นงานพิมพ์เอาไว้ตรวจสอบการทำงานของเครื่องด้วย ซึ่งลักษณะการบำรุงรักษาโดยรวมสอดคล้องกับเอกสารของ มานพ ดันตระบัณฑิตย์ เกี่ยวกับเทคนิคการบำรุงรักษาเครื่องจักรกลในโรงงาน (2540) ด้านการออกแบบชิ้นส่วนหรือเครื่องจักรกลให้ใช้งานได้ดี ประกอบแรกจะต้องออกแบบให้สามารถแก้ไขปัญหามกพร่องของเครื่องจักรนั้นได้หลายรูปแบบ และมีขั้นตอนการปฏิบัติงานน้อย

ลักษณะความปลอดภัย พบว่า วัสดุที่ใช้สร้างเครื่องปลอดสนิมที่อาจปนเปื้อนบรรจุภัณฑ์และอาจปนเปื้อนไปยังสินค้าที่บรรจุอยู่ภายในได้ จึงได้มีการออกแบบให้เครื่องใช้วัสดุจำพวกโลหะปลอดสนิม เช่น เหลือปลอดสนิม แผ่นสแตนเลส และอลูมิเนียมอัลลอยด์ มีอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร เพื่อป้องกันอุปกรณ์ เช่น มอเตอร์ไฟฟ้า และอุปกรณ์ควบคุมอื่น ๆ เสียหาย มีอุปกรณ์ป้องกันการกระเด็น เปราะเปื้อนของหมึกพิมพ์ ซึ่งอาจจะสัมผัสถูกผู้ปฏิบัติงานได้ ทำให้อาจได้รับอันตรายจากสารเคมีที่มีผลสมอยู่ในหมึกพิมพ์ได้ และมีระบบป้องกันอันตรายจากการทำงาน มีสวิทช์ปิดเปิด ควบคุมให้เครื่องหยุดได้ในกรณีเกิดเหตุฉุกเฉินและสามารถปิดเครื่องได้เองของผู้ปฏิบัติงาน มีแผ่นเหล็กป้องกันไม่ให้นิ้วมือของผู้ปฏิบัติงานเข้าไปในบริเวณส่วนที่อาจเป็นอันตรายได้ ซึ่งสอดคล้องกับเอกสารของ วิฑูรย์ สิมะโชคคดี เกี่ยวกับ วิศวกรรมความปลอดภัย (2536) ด้านการป้องกันอันตรายจากเครื่องจักรกลที่ใช้อุปกรณ์ป้องกัน (guard) เพื่อป้องกันไม่ให้ผู้ปฏิบัติงานสัมผัสกับส่วนที่เครื่องไหว และมีลักษณะงานที่เป็นอันตรายของเครื่องจักร

2. การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก พบว่า แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าที่ได้รับการพิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก มีคุณภาพของงานพิมพ์ 2 คุณลักษณะ คือ คุณลักษณะด้านความคมชัด ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด และคุณลักษณะด้านการพิมพ์ตรงตำแหน่งที่กำหนด ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด และมีจำนวนงานพิมพ์ 2 คุณลักษณะ คือ จำนวนงานพิมพ์ที่พิมพ์ได้ใน 1 นาที ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด และจำนวนงานพิมพ์ที่เป็นของเสียต่อจำนวนชิ้นงานพิมพ์รวม ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่า การสร้างเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก ในการวิจัยครั้งนี้มีประสิทธิภาพ เนื่องจากการใช้แม่พิมพ์โรตารีแบบใช้แม่พิมพ์ยางโพลีเมอร์ ที่สามารถแก้ไขปัญหาด้านความคมชัดของการพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดของสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติกแล้ว ยังคงรักษาคุณลักษณะด้านการพิมพ์ตรงตำแหน่งที่กำหนด และคุณลักษณะด้านจำนวนงานพิมพ์ที่พิมพ์ได้ใน 1 นาที ไว้เป็นอย่างดี ส่งผลให้คุณลักษณะด้านการพิมพ์ที่เป็นของเสียต่อจำนวนชิ้นงานพิมพ์รวม มีประสิทธิภาพขึ้นด้วย สอดคล้องกับเอกสารของ อุดม ควรผดุง และคณะ เกี่ยวกับระบบการพิมพ์หุ่น และพื้นราบ (2533) ด้านแม่พิมพ์ที่ใช้ในวิธีการพิมพ์แบบโรตารีเลตเตอร์เพรสส์ แม่พิมพ์ที่ทำจากยางโพลีเมอร์มีความยืดหยุ่นในการพิมพ์ดีกว่าโลหะ สามารถพิมพ์ได้โดยใช้แรงกดพิมพ์น้อย มีความคล่องตัวสามารถพิมพ์ลงบนวัสดุที่มีความกว้างไม่มากได้ และมีความประหยัด เนื่องจากแม่พิมพ์มีราคาถูก

### ข้อเสนอแนะ

ผลจากการวิจัย หากจะมีการนำเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก ไปใช้ขยายผลในการพิมพ์หรือพัฒนาใหม่ เพื่อให้เครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติกสามารถทำการพิมพ์ได้อย่างสะดวกและง่ายต่อผู้ปฏิบัติงานรวมทั้งอาจเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องจักรเพิ่มเติมในส่วนต่าง ๆ ของเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก ดังนี้

1. ควรมีสเกลบอกตัวเลขความหนาในส่วนการปรับตั้งอุปกรณ์ป้องกันกระดาษเกิน และอุปกรณ์ปรับระยะกดพิมพ์ เพื่อเพิ่มความสะดวกให้กับผู้ปฏิบัติงาน
2. ควรเพิ่มอุปกรณ์หรือวัสดุที่สามารถป้อนหรือเติมน้ำหมึกในส่วนของลูกขับหมึกพิมพ์ได้โดยอัตโนมัติ ไม่ต้องหยุดเครื่อง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพด้านจำนวนงานพิมพ์มากขึ้น
3. ควรเพิ่มอุปกรณ์หรือวัสดุที่สามารถกดและเพิ่มน้ำหนักให้บรรจุภัณฑ์ในส่วนการป้อนงานพิมพ์ เพื่อเพิ่มความเที่ยงตรงและต่อเนื่องมากขึ้นในการป้อนงานพิมพ์ ทำให้เพิ่มประสิทธิภาพด้านจำนวนงานพิมพ์มากขึ้น

### ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

เมื่อได้ทำการพัฒนาเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติกขึ้นใหม่แล้ว ควรทำการทดสอบหาประสิทธิภาพของเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก กับบรรจุภัณฑ์ที่มีขนาดใหญ่ขึ้นและการทดสอบหาคุณภาพของงานพิมพ์ที่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด กับอายุการใช้งานของแม่พิมพ์ยางโพลีเมอร์ชนิดต่าง ๆ

บรรณานุกรม

## บรรณานุกรม

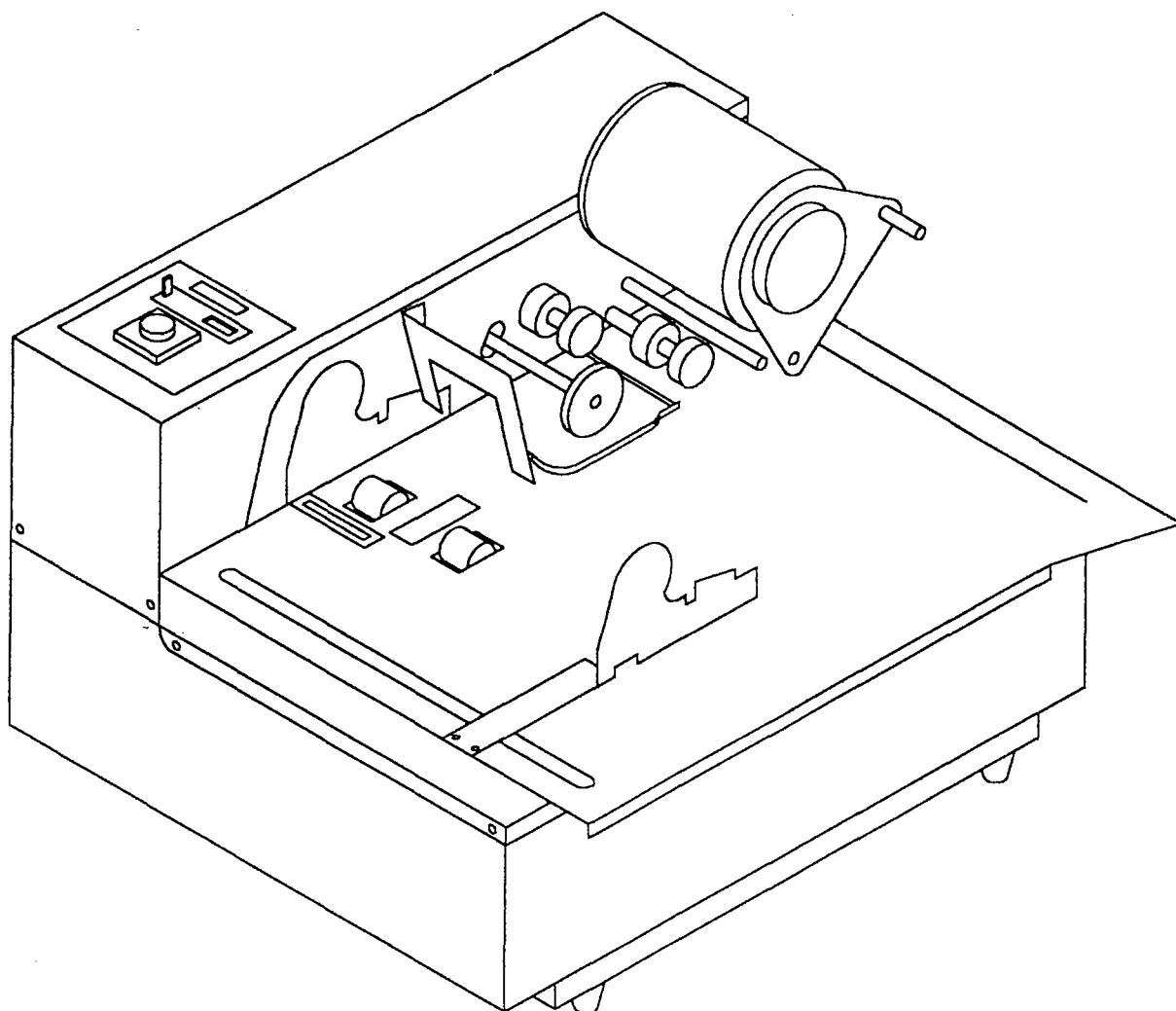
- กิตติ อินทรานนท์. (2539). *การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องกลสำหรับช่างอุตสาหกรรม*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ยูไนเต็ทบุ๊คส์.
- กาญจนา ทูมมานนท์. (2538, กรกฎาคม - กันยายน). "ฉลาก," ใน *การบรรจุภัณฑ์*. 4(3) : 5.
- ชานาญ เจริญทรัพย์. (2543). *การสร้างแบบจำลองค่ากระด้างของสิ่งพิมพ์ที่สัมพันธ์กับการรับรู้ของมนุษย์*. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (เทคโนโลยีทางภาพ). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- โชคก ประเทืองทิพย์. (2542). *การสร้างเครื่องถ่ายภาพพิมพ์เขียวระบบแอมโมเนียแบบประหยัด*. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (อุตสาหกรรมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- ดารณี หมูขจรพันธ์. (2541). *รายงานการสัมมนาเรื่องบรรจุภัณฑ์อาหาร*. กรุงเทพฯ : ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทยสำนักพิมพ์.
- ดำรงศักดิ์ ชัยสนิทและก่อเกียรติ วิริยะกิจพัฒนา. (2537). *การบรรจุภัณฑ์*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์สยามเดชั่นเนอร์รี่พลายส์.
- บรรเลง ศรีนิล และกิตติ นิงสานนท์. (2530). *การคำนวณและออกแบบชิ้นส่วนเครื่องกล*. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ปริญญา ขำสาธ. (2539, เมษายน – มิถุนายน). "เทคโนโลยีการพิมพ์และการติดฉลากแบบใหม่," ใน *การบรรจุภัณฑ์*. 4(3) : 25.
- ปุ่น คงเจริญเกียรติ. (2539). *รายงานการสัมมนาเรื่องบรรจุภัณฑ์พลาสติกในทศวรรษหน้า*. กรุงเทพฯ. ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทยสำนักพิมพ์.
- มยุรี ภาคลำเจียก และอมรรัตน์ สวัสดิ์ทิต. (2533). *เอกสารวิชาการ เรื่อง คู่มือการใช้พลาสติกเพื่อการหีบห่อ*. กรุงเทพฯ. ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทยสำนักพิมพ์.
- มุกดา สวัสดิ์วงศ์ไชย. (2543). *คุณภาพตัวพิมพ์อักษรไทยจากเครื่องพิมพ์อิเล็กทรอนิกส์และเครื่องพิมพ์พ่นหมึก*. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (เทคโนโลยีทางภาพ). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- รังสรรค์ เลื่อมสำราญ. (2543). *การสร้างเครื่องพิมพ์สกรีน 4 สี*. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (เทคโนโลยีทางการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. อัดสำเนา.
- วริทธิ์ อึ้งภากรณ์. (2536). *การออกแบบเครื่องจักรกล*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : นวัตกรรมพิมพ์.
- วริทธิ์ อึ้งภากรณ์ และชาญ ทัศนงาน. (2541). *การออกแบบเครื่องจักรกล เล่ม 1*. พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพฯ : บริษัท เอช.เอ็น.กรุ๊ป จำกัด.
- วิชัย พยัคฆโส, มานิตย์ กมลสุวรรณและจันทนา ตั้งเสรี. (2533). "การเข้าเล่มและการแปรรูปหลังการพิมพ์," ใน *เอกสารการสอนรายวิชาเทคโนโลยีการพิมพ์*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. 598 – 599.
- วิฑูรย์ สิมะโชคดี. (2536). *วิศวกรรมความปลอดภัย*. กรุงเทพฯ. สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์.

- ศิริพงศ์ พยอมแย้ม. (2536). *การพิมพ์เบื้องต้น*. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ นครปฐม.
- ศิริวรรณ เสรีรัตน์ และคนอื่น ๆ. (2539). *การบริหารการตลาดยุคใหม่*. กรุงเทพฯ. โรงพิมพ์วิสิทธิ์พัฒนา.
- สุภาภรณ์ สุขประเสริฐ และสุวิมล ลาภานันท์. (2534). *รายงานการศึกษาเรื่องอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์พลาสติกในประเทศไทย*. กรุงเทพฯ : บริษัทเงินทุนอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. กระทรวงอุตสาหกรรม. (มอก 1698 – 2541) : 3 – 10. อัดสำเนา.
- หุทัย สุขยิ่ง. (2533). *รายงานการศึกษาเรื่องอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์ในประเทศไทย*. กรุงเทพฯ. บริษัทเงินทุนอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย.
- อนันต์ วงศ์กระจ่าง. (2533). *การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องกล*. ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล กรุงเทพฯ. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.
- อมรรัตน์ สวัสดิ์ทัต, มยุรี ภาคลำเจียก และสุเทพ โลหะจรรยา. (2536). *รายงานการวิจัยเรื่องการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ขายปลีกสำหรับปลาปรุงรสเพื่อการส่งออก*. กรุงเทพฯ : ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย.
- อมรรัตน์ สวัสดิ์ทัต. (2538, ตุลาคม - ธันวาคม). "การพิมพ์บรรจุภัณฑ์," ใน *การบรรจุภัณฑ์*. 4(1) : 5.
- อรัญ หาญสืบสาย. (2542). *ความก้าวหน้า...เทคโนโลยีการพิมพ์*. กรุงเทพฯ : สุกรการพิมพ์.
- อรัญ หาญสืบสาย. (2539, พฤศจิกายน – ธันวาคม). "ฟิล์มพลาสติกในงานพิมพ์," ใน *การพิมพ์และบรรจุภัณฑ์*. 8(40) : 29-30.
- อรัญ หาญสืบสาย. (2540, พฤศจิกายน – ธันวาคม). "พลาสติกในงานพิมพ์," ใน *การพิมพ์และบรรจุภัณฑ์*. 8(40) : 27.
- อรัญ หาญสืบสาย. (2541, กรกฎาคม – สิงหาคม). "วิเคราะห์แนวโน้มการแปลงเทคโนโลยีการพิมพ์," ใน *การพิมพ์และบรรจุภัณฑ์*. 10(50) : 5.
- อุดม ควรรณดุจ, และคนอื่น ๆ. (2533). *ระบบการพิมพ์พื้นนูนและพื้นราบ*, ใน *เอกสารการสอนรายวิชาเทคโนโลยีการพิมพ์*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. 338-343.
- อุดมศักดิ์ ธีญะรักษ์. (2540). *การสร้างเครื่องฉีดพลาสติกในแนวตั้งแบบคันโยก*. ปรินท์นิพนธ์ กศ.ม. (อุตสาหกรรมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อำพล ชื่อดรง. (2536). *ชิ้นส่วนเครื่องกล*. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.
- โอวาท นิตินันท์ประกาศ, และคนอื่น ๆ. (2530). "การเลือกใช้ระบบพิมพ์," ใน *การพิมพ์ทั่วไป*. หน้า 168. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- Japan Institute of Plant Maintenance. (1996). *คู่มือศัพท์ TPM*. บัณฑิต ประดิษฐานุวงศ์ แปล สมศักดิ์ มาอุทธรณ์ เรียบเรียง. กรุงเทพฯ. มกราคม 2541.

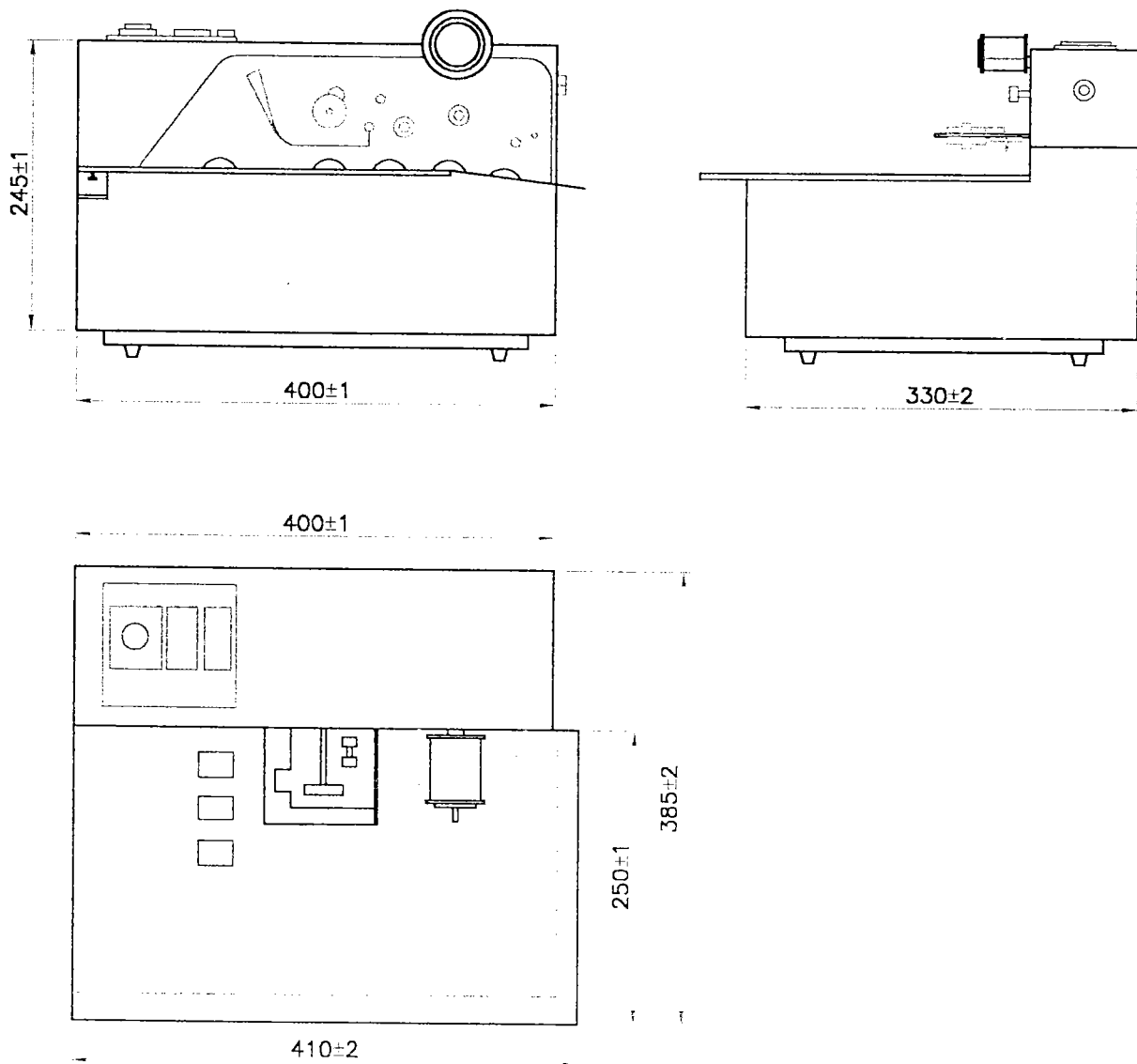
ภาคผนวก

## ภาคผนวก ก

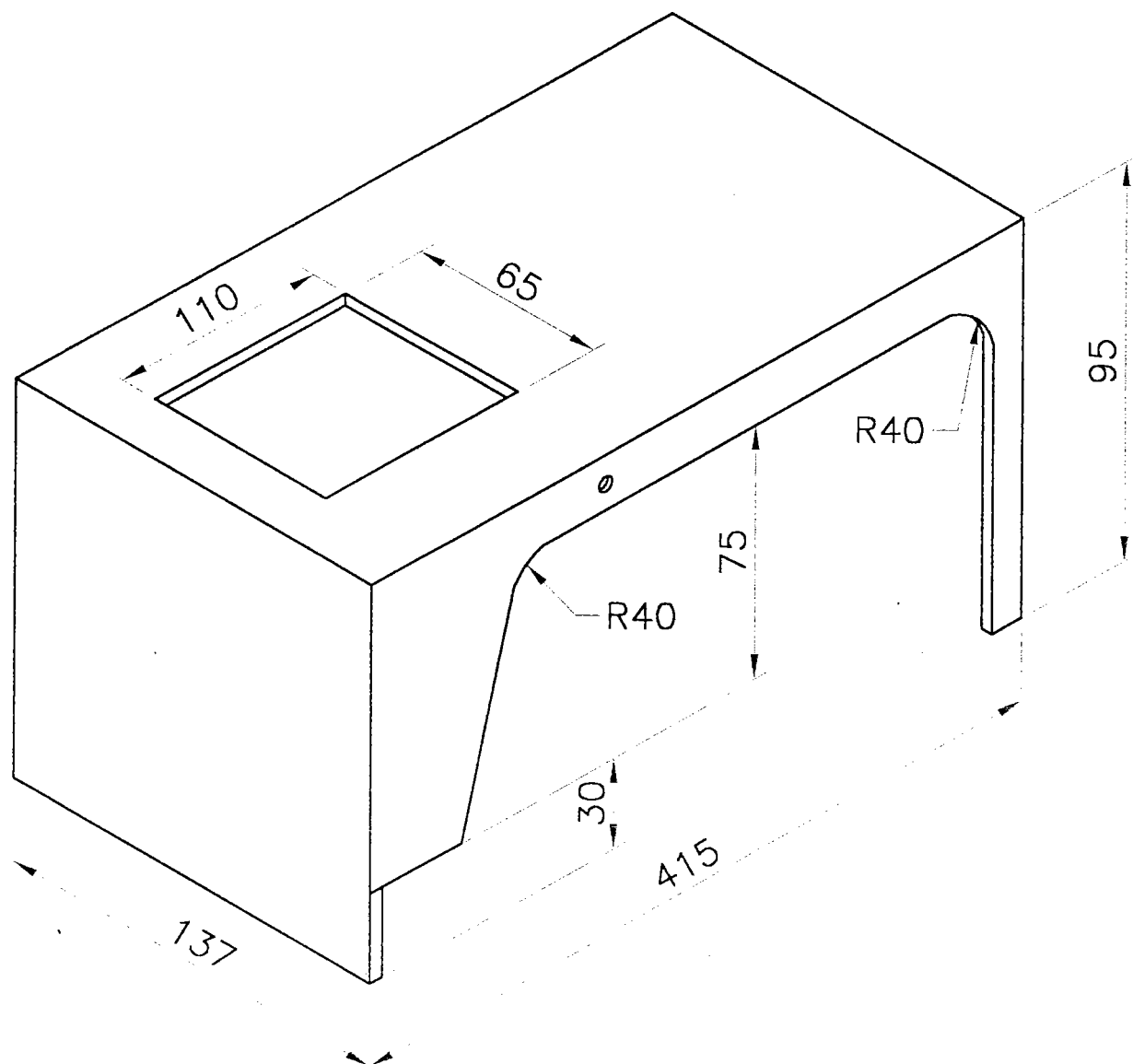
แบบแปลนแสดงโครงสร้าง ส่วนประกอบ และรายละเอียดต่าง ๆ ของ  
เครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก



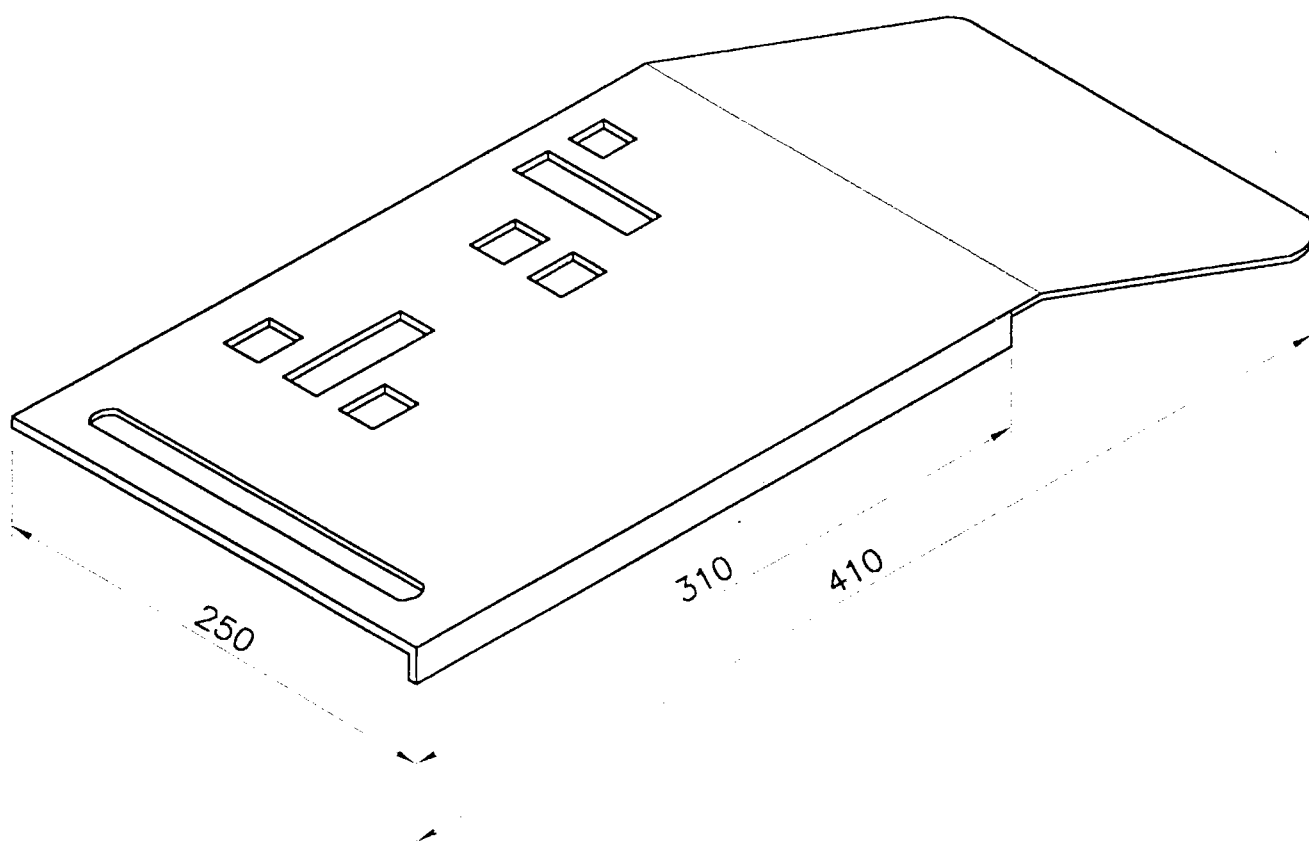
ภาพประกอบ 43 ภาพเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าแบบบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก



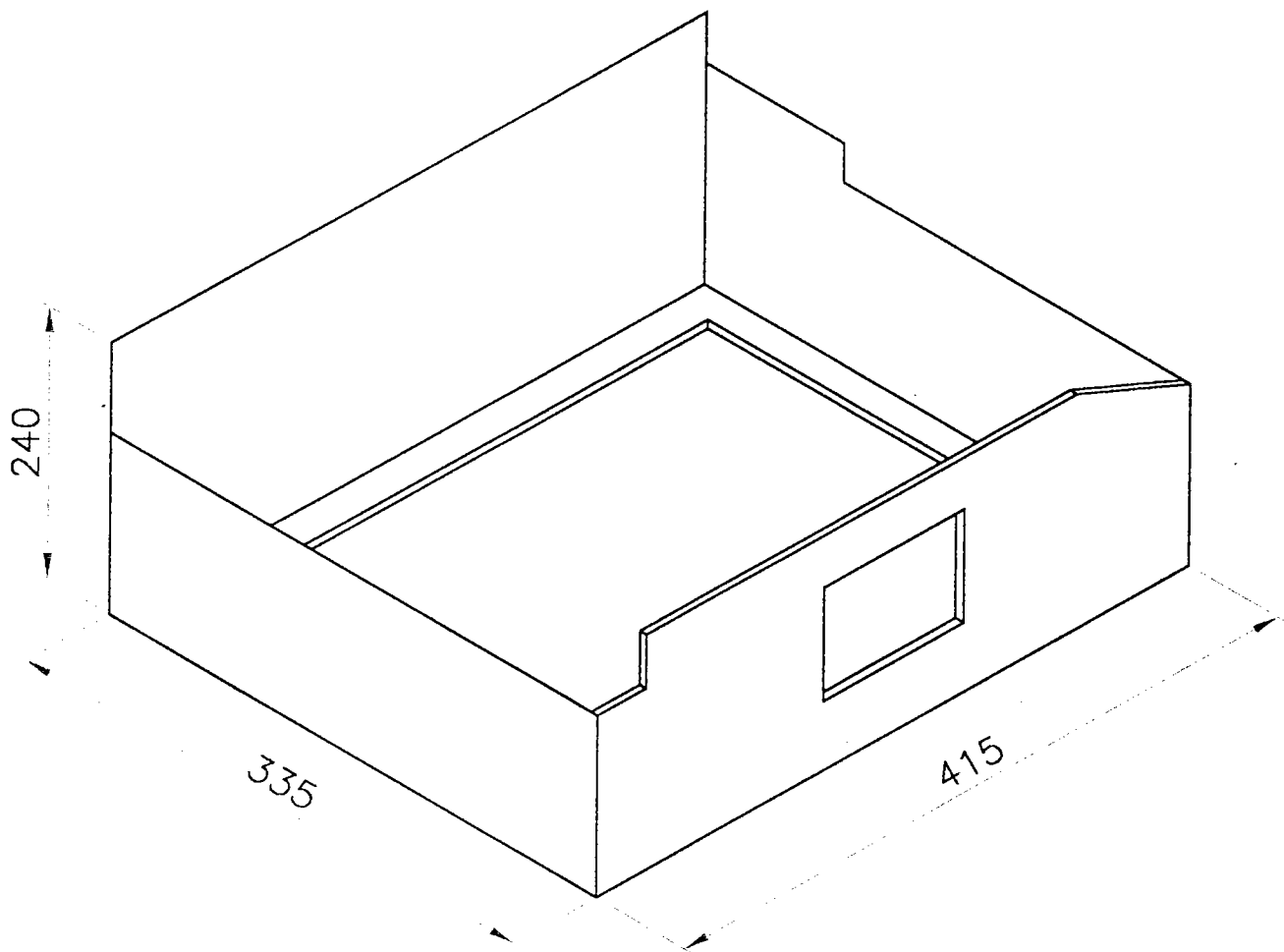
ภาพประกอบ 44 ภาพแสดงขนาดของเครื่องด้านหน้า-ด้านข้าง-ด้านบน



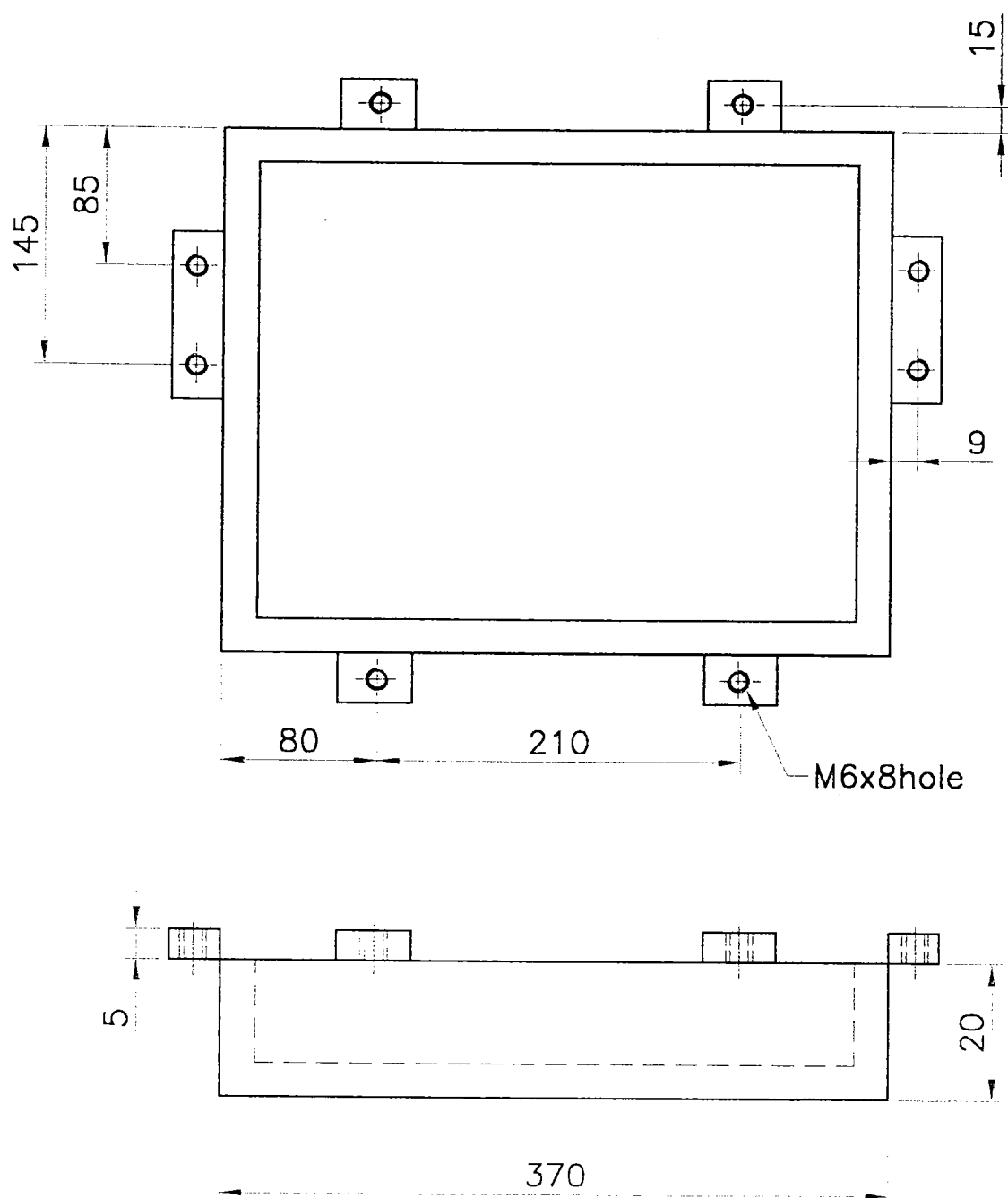
ภาพประกอบ 45 ภาพฝาครอบเครื่องด้านบน



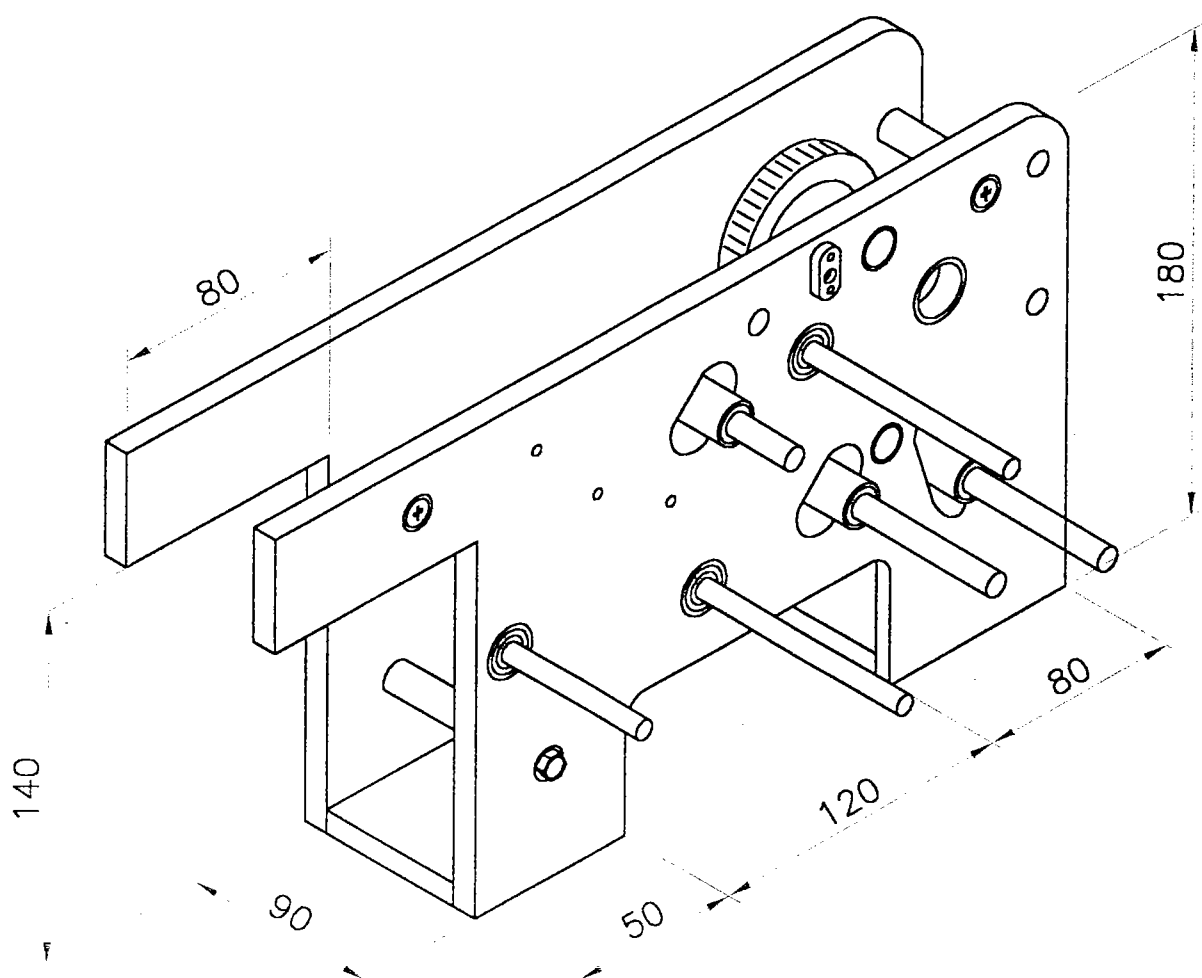
ภาพประกอบ 46 ภาพแผ่นรองป้อนพิมพ์



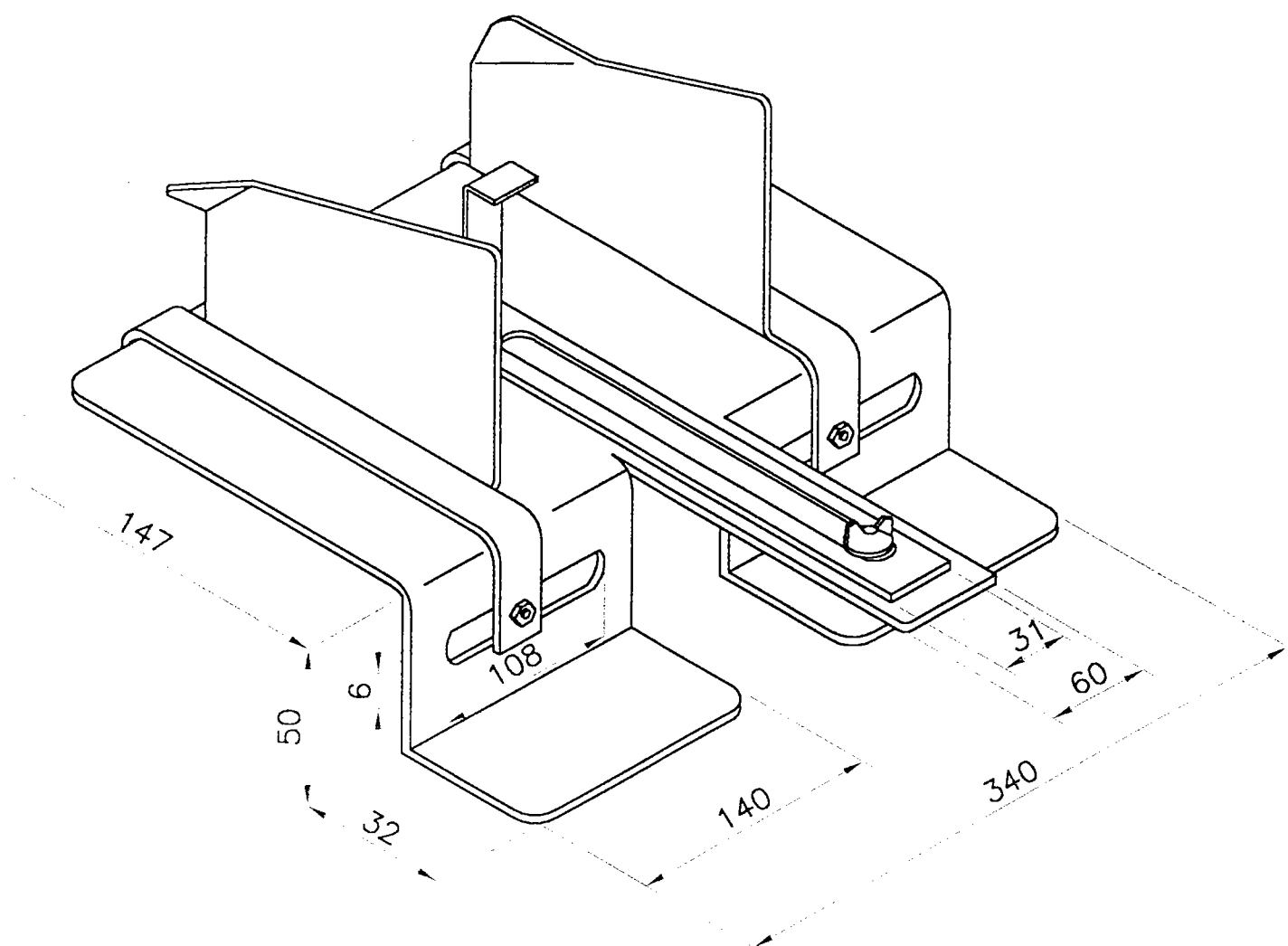
ภาพประกอบ 47 ภาพฝาดกรอบเครื่องด้านล่าง



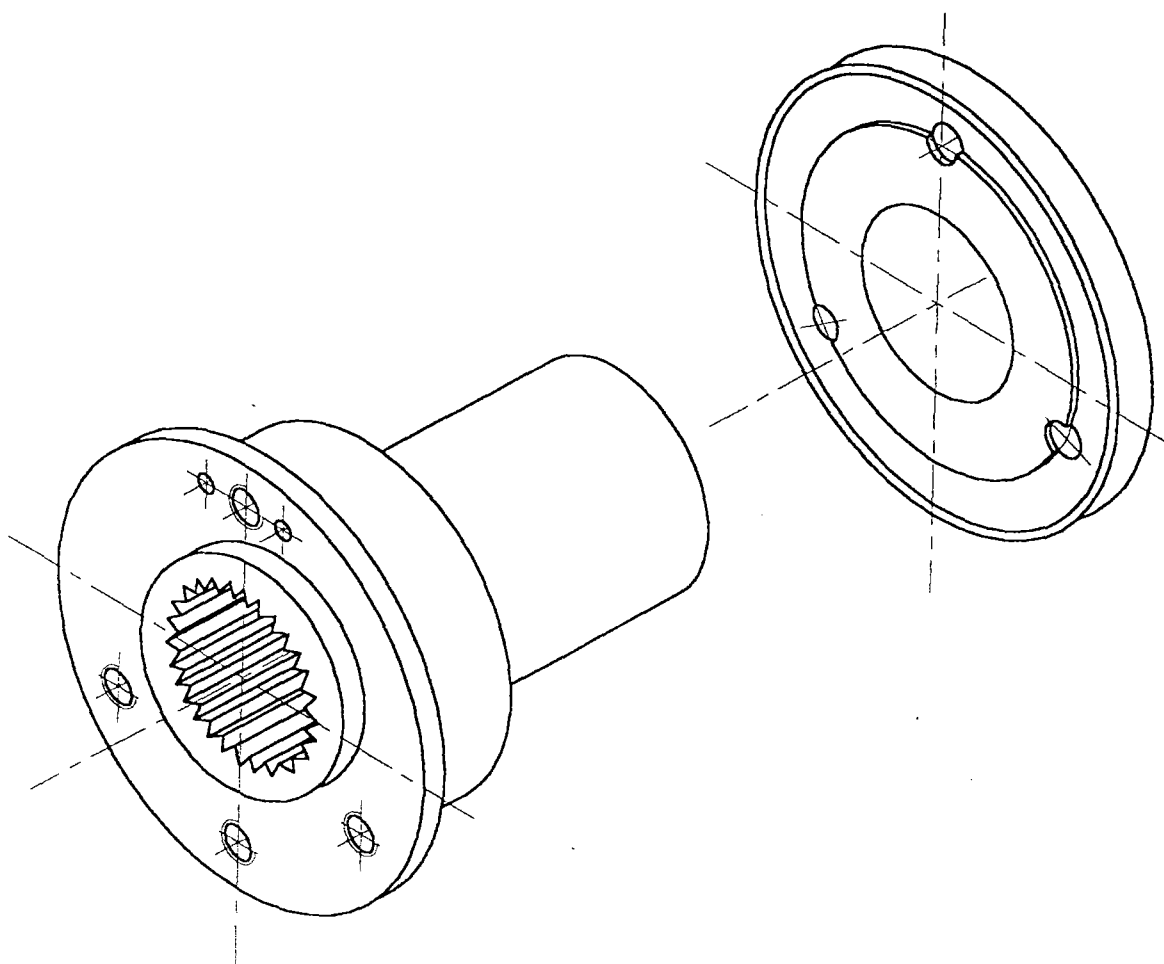
ภาพประกอบ 48 ภาพฐานเครื่อง



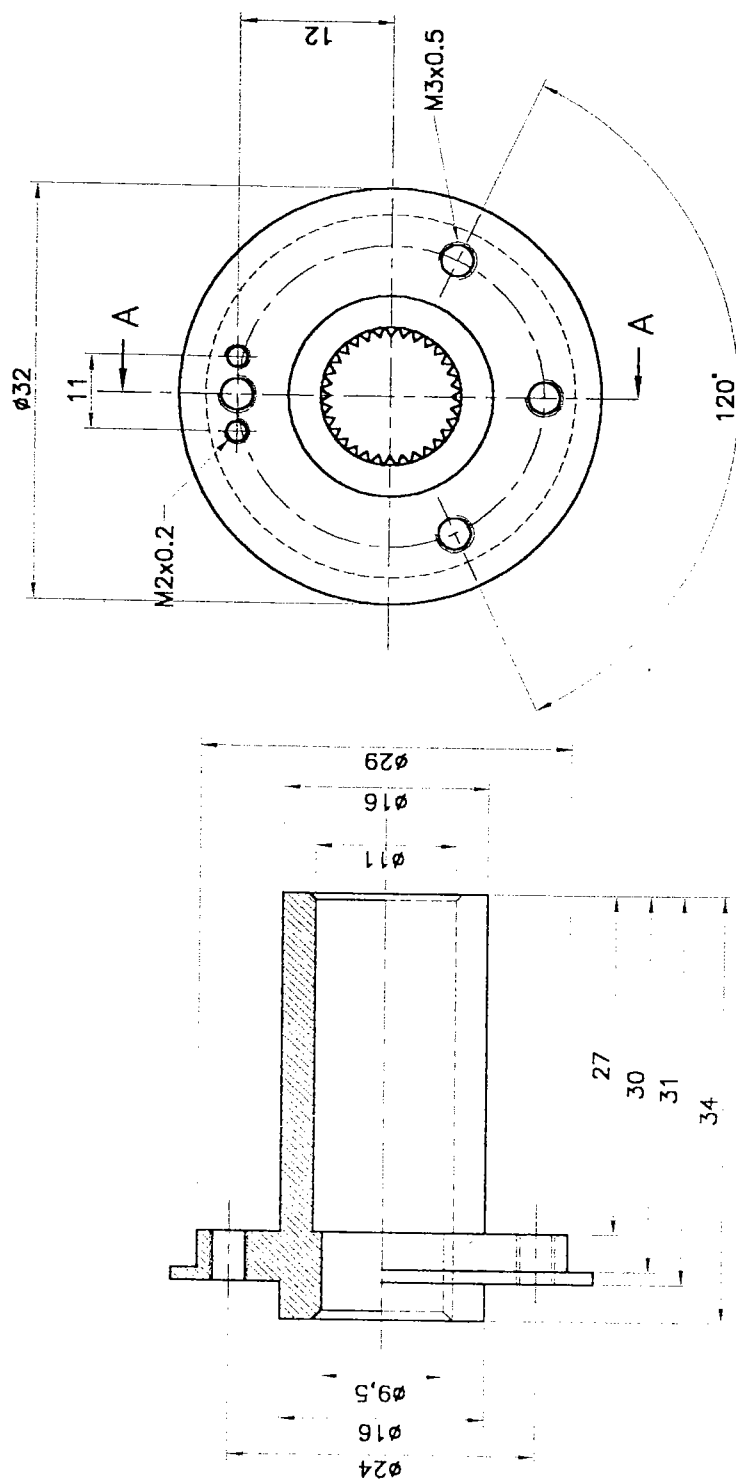
ภาพประกอบ 49 ภาพกลไกการทำงาน



ภาพประกอบ 50 ภาพอุปกรณ์จัดเก็บชิ้นงานพิมพ์

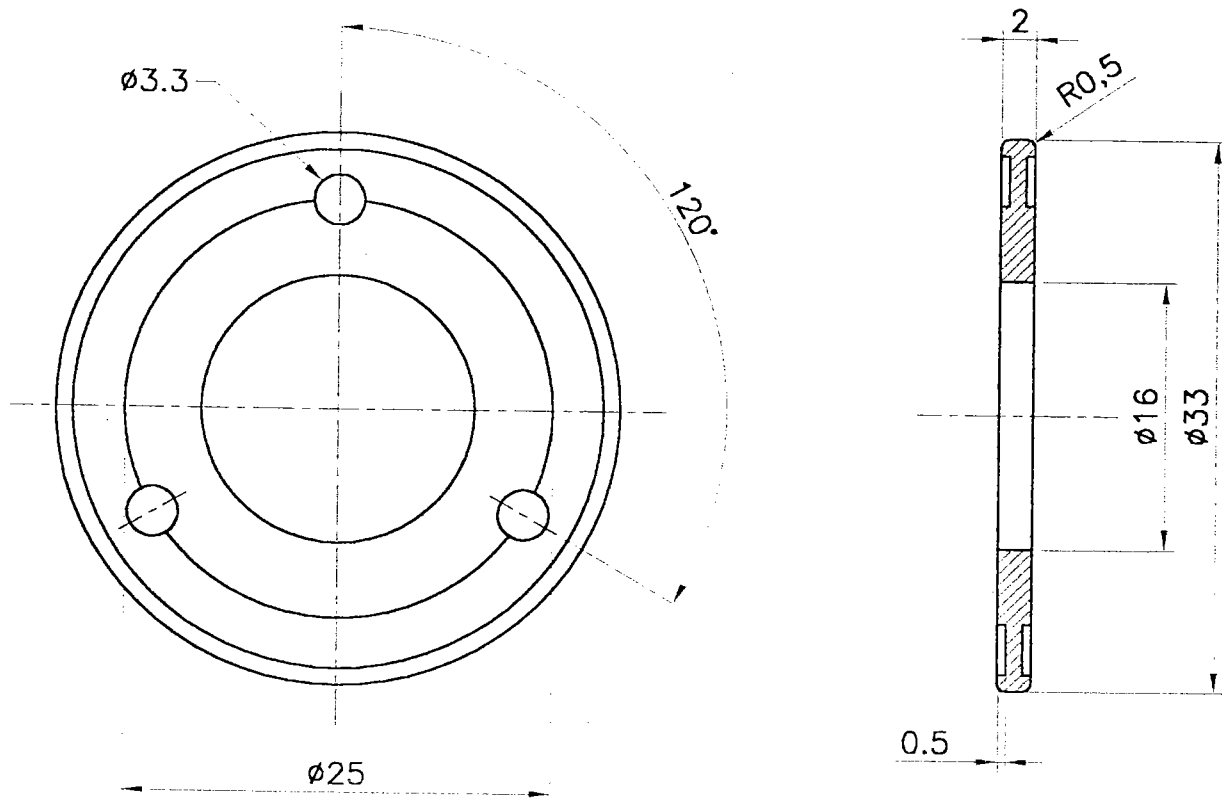


ภาพประกอบ 51 ภาพโมแม่พิมพ์โรตารี

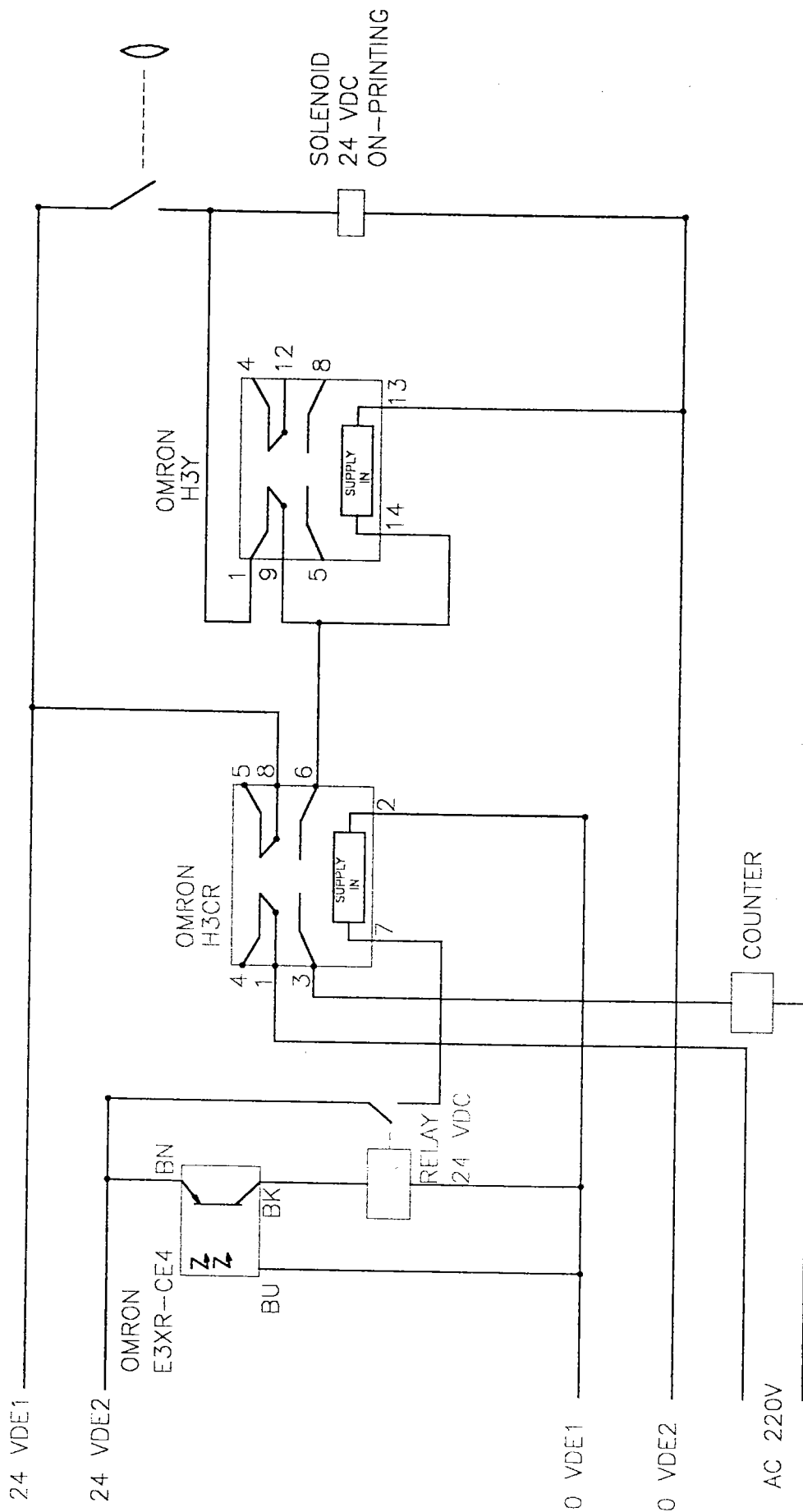


SECTION A-A

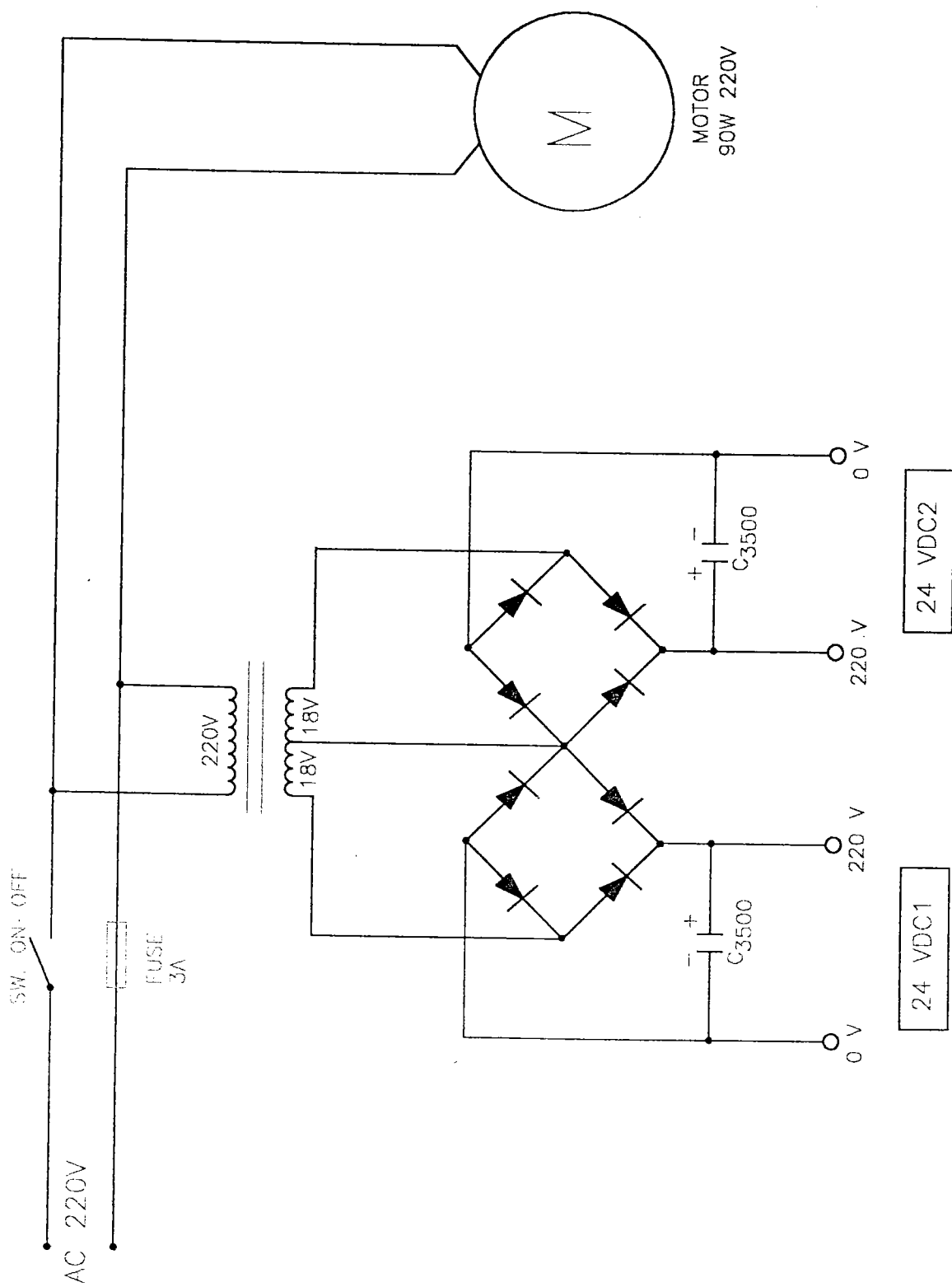
ภาพประกอบ 52 ภาพโครงสร้างแกนกลางโมเมเพิ่มฟโรตารี



ภาพประกอบ 53 ภาพแหวนล็อกตัวแม่พิมพ์ยางโพลีเมอร์



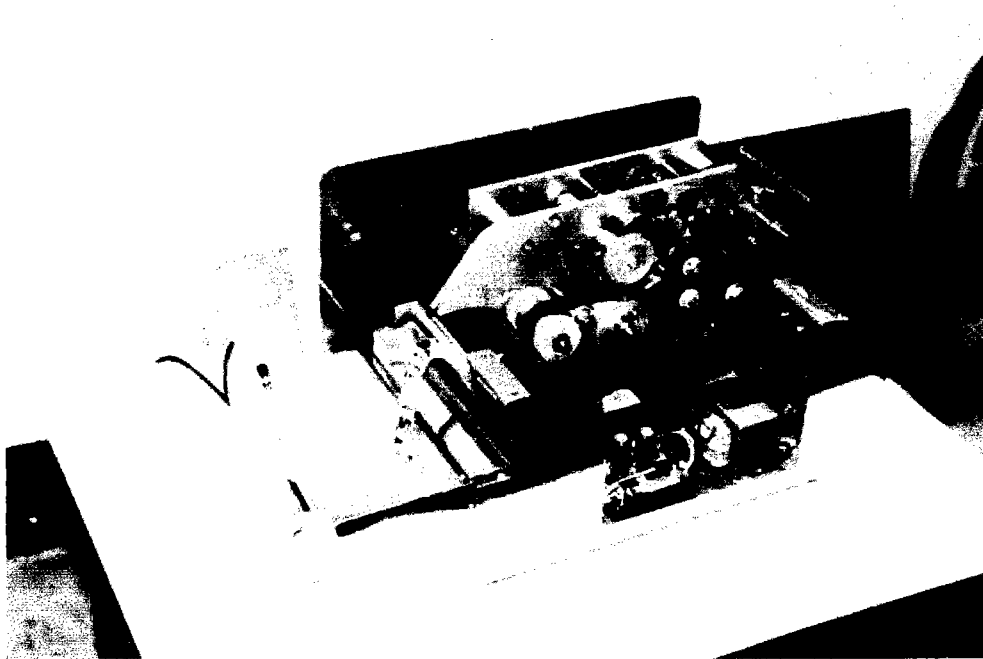
ภาพประกอบ 54 ภาพวงจรควบคุมการทำงาน



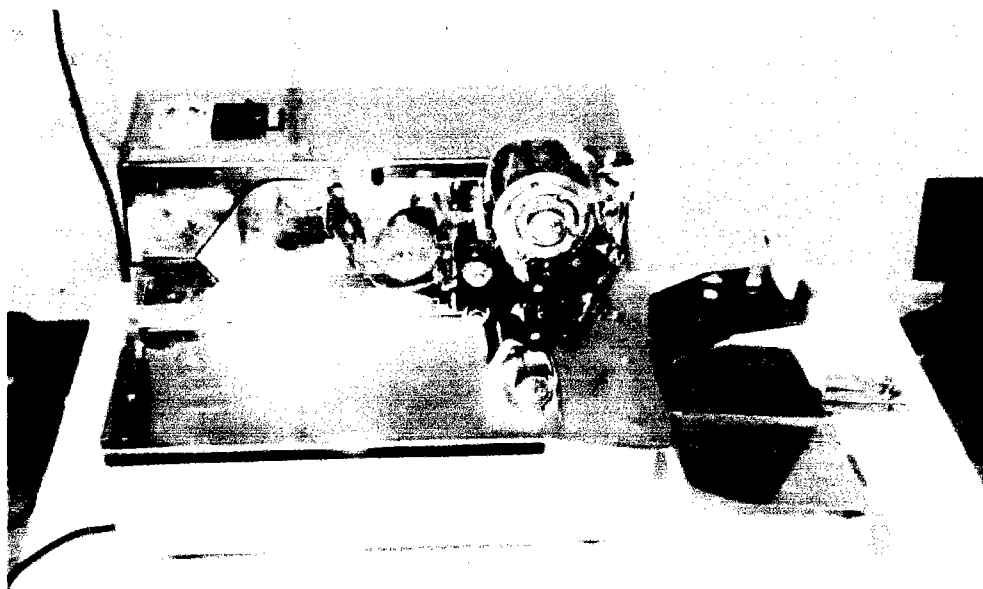
ภาพประกอบ 55 ภาพวงจรจ่ายกำลังไฟฟ้า

## ภาคผนวก ข

ภาพแสดงการสร้าง และทดสอบประสิทธิภาพ ของ  
เครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก



ภาพประกอบ 56 การประกอบอุปกรณ์ และส่วนต่าง ๆ ของเครื่องฯ



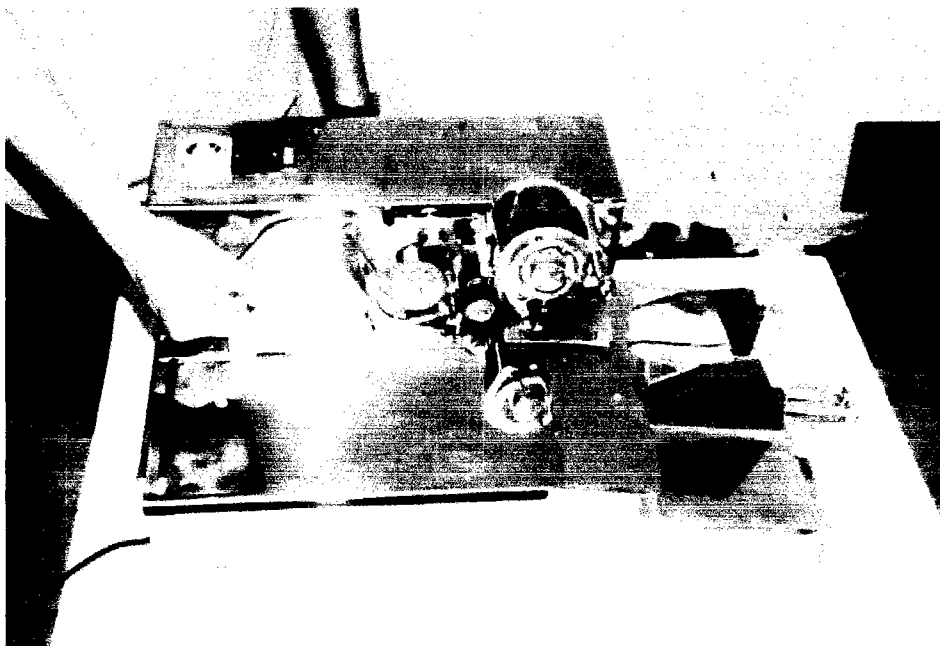
ภาพประกอบ 57 เครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก



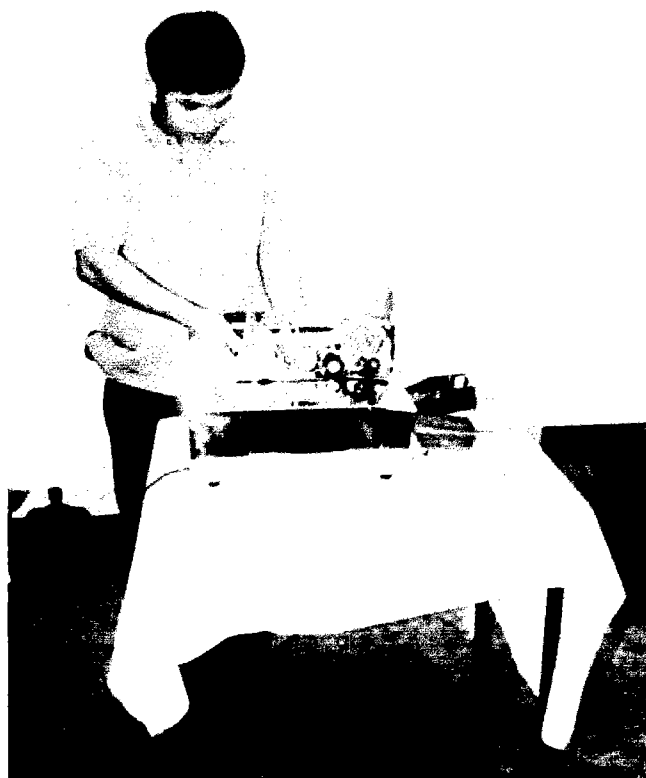
ภาพประกอบ 58 โมแม่พิมพ์โรตารีที่ออกแบบสร้าง



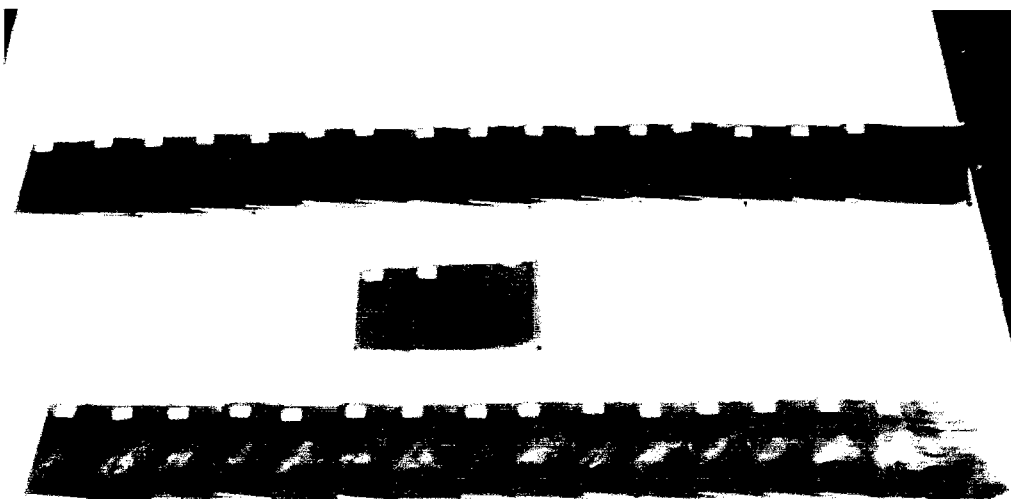
ภาพประกอบ 59 การประกอบแม่พิมพ์โพลิเมอร์เข้ากับโมแม่พิมพ์โรตารี



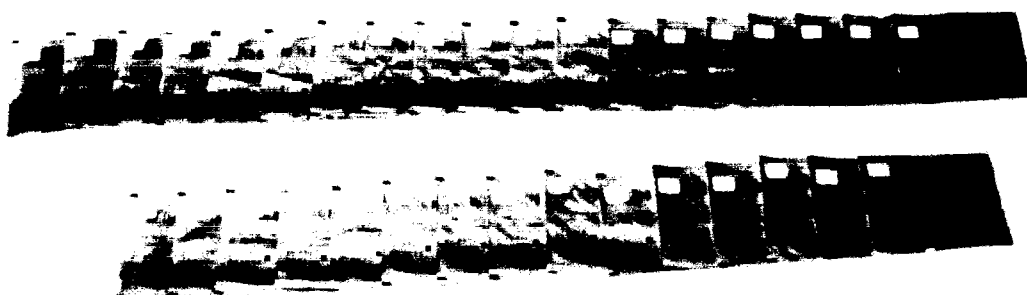
ภาพประกอบ 60 การทดลองพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้า



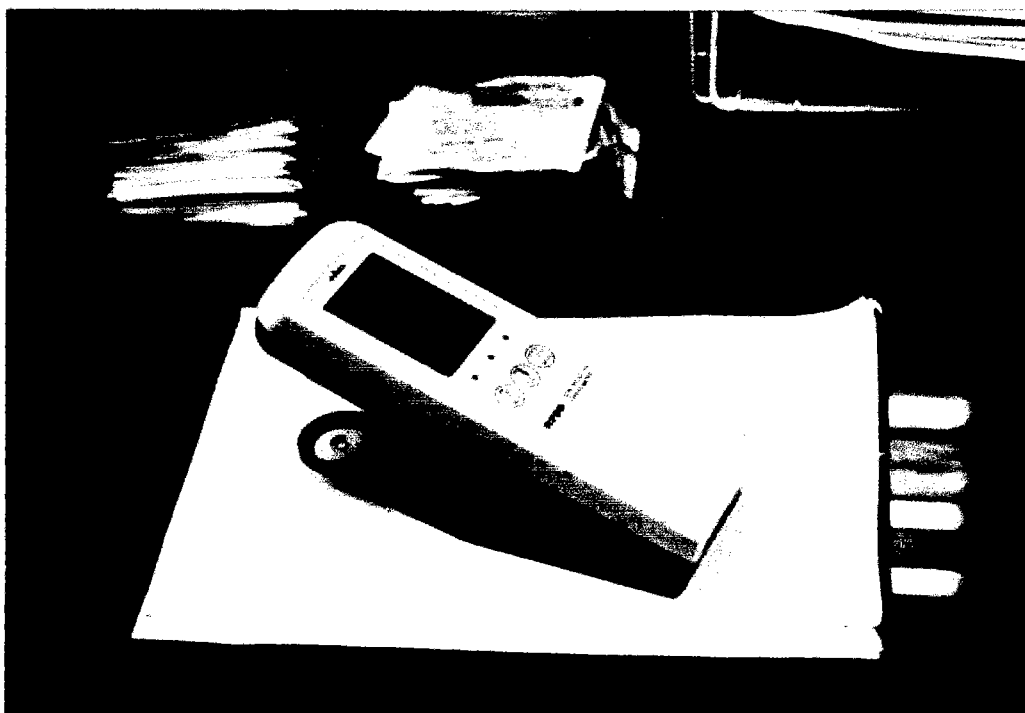
ภาพประกอบ 61 การทดลองด้านจำนวนงานพิมพ์



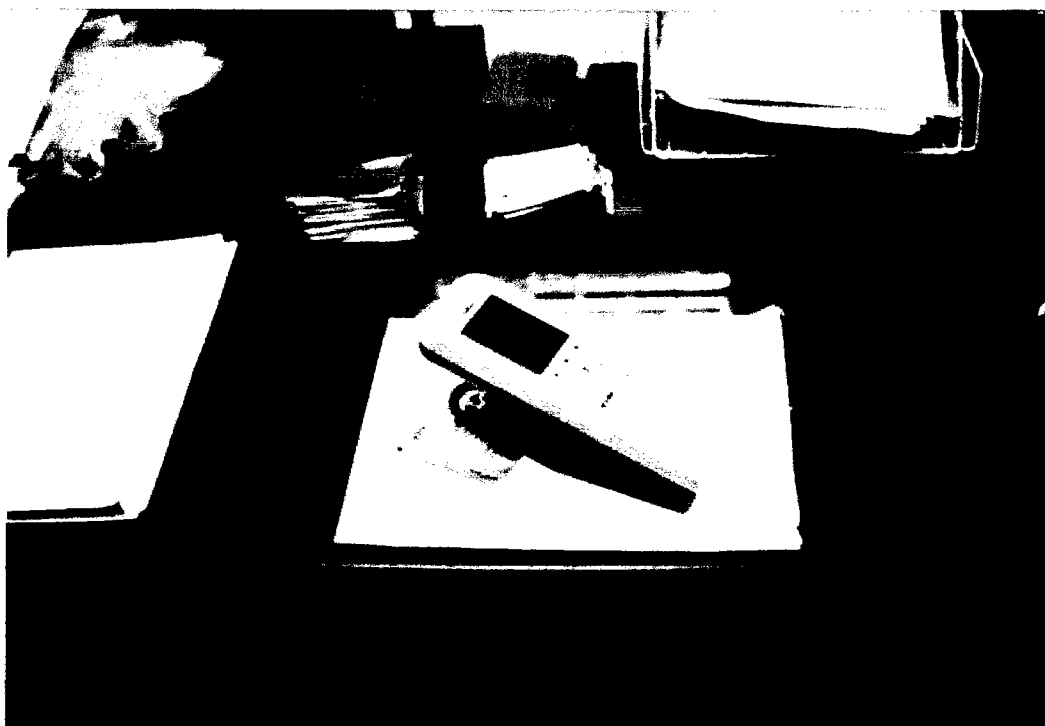
ภาพประกอบ 62 การจัดทำหมายเลขตัวอย่างของกลุ่มตัวอย่างที่ 1



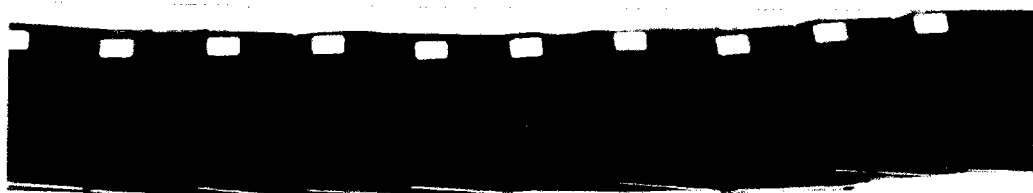
ภาพประกอบ 63 การจัดทำหมายเลขตัวอย่างของกลุ่มตัวอย่างที่ 2



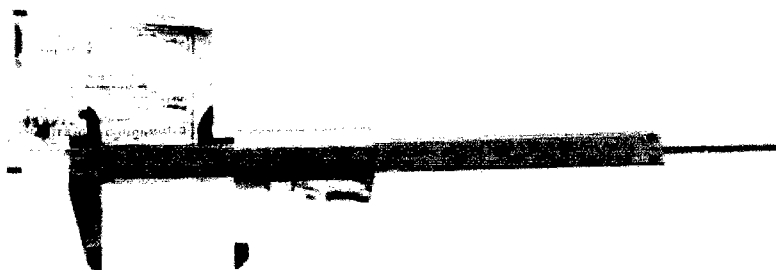
ภาพประกอบ 64 เครื่องมือวัดความดำ (densito meter)



ภาพประกอบ 65 การวัดค่าความดำ (densities) ของแถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าจากตัวอย่างทดลอง



ภาพประกอบ 66 การวัดทดสอบตำแหน่งของการพิมพ์จากตัวอย่างของกลุ่มตัวอย่างที่ 1



ภาพประกอบ 67 การวัดทดสอบตำแหน่งของการพิมพ์จากตัวอย่างของกลุ่มตัวอย่างที่ 2

**ภาคผนวก ค**

**แบบประเมินสมรรถนะ**

**เครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์จากฟิล์มพลาสติก**

## แบบประเมินสมรรถนะเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก

แบบประเมินสมรรถนะชุดนี้ เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ เกี่ยวกับความเหมาะสมของเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก ในด้านลักษณะทางกายภาพ ลักษณะการใช้งาน ลักษณะการบำรุงรักษา และความปลอดภัยในการนำไปใช้งาน

คำชี้แจง แบบประเมินสมรรถนะชุดนี้ แบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก 4 ด้าน ดังนี้

- 3.1 ลักษณะทางกายภาพ
- 3.2 ลักษณะการใช้งาน
- 3.3 ลักษณะการบำรุงรักษา
- 3.4 ความปลอดภัยในการนำไปใช้งาน

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

**ตอนที่ 1** ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก 4 ด้าน

คำชี้แจง กรุณาเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ ตามความคิดเห็นของท่าน หลังจากการทดลองใช้เครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก

| ข้อที่ | รายละเอียดในการตรวจประเมิน                               | ดีมาก | ดี | พอใช้ | ควรปรับปรุง | ใช้ไม่ได้ |
|--------|----------------------------------------------------------|-------|----|-------|-------------|-----------|
|        | <b>ลักษณะทางกายภาพ</b>                                   |       |    |       |             |           |
| 1      | ออกแบบเครื่องได้เหมาะสมกับงานพิมพ์บรรจุภัณฑ์             |       |    |       |             |           |
| 2      | ความแข็งแรงของเครื่อง                                    |       |    |       |             |           |
| 3      | ความเหมาะสมในการจัดวางตำแหน่งของอุปกรณ์ต่าง ๆ            |       |    |       |             |           |
| 4      | ขนาดและรูปร่างเหมาะสมสวยงาม                              |       |    |       |             |           |
| 5      | ความสะดวกในการถอดประกอบ                                  |       |    |       |             |           |
|        | <b>ลักษณะการใช้งาน</b>                                   |       |    |       |             |           |
| 6      | ขั้นตอนการปฏิบัติงานไม่ยุ่งยาก                           |       |    |       |             |           |
| 7      | เวลาที่ใช้ในขั้นตอนการพิมพ์เหมาะสม                       |       |    |       |             |           |
| 8      | การใช้งานเหมาะสมกับบริเวณที่มีพื้นที่ไม่มาก              |       |    |       |             |           |
| 9      | สามารถปรับเครื่องพิมพ์ให้เหมาะสมกับขนาดของบรรจุภัณฑ์     |       |    |       |             |           |
| 10     | สามารถตรวจสอบจำนวนงานที่เครื่องพิมพ์ได้ในขณะทำงาน        |       |    |       |             |           |
|        | <b>ลักษณะการบำรุงรักษา</b>                               |       |    |       |             |           |
| 11     | จัดหาอะไหล่ซ่อมบำรุงได้ง่าย                              |       |    |       |             |           |
| 12     | การตรวจสอบสภาพบกพร่องของเครื่องได้ง่าย                   |       |    |       |             |           |
| 13     | ทำความสะอาดเครื่องได้สะดวก                               |       |    |       |             |           |
| 14     | การถอดประกอบและเปลี่ยนชิ้นส่วนของเครื่องทำได้ง่าย        |       |    |       |             |           |
|        | <b>ลักษณะความปลอดภัย</b>                                 |       |    |       |             |           |
| 15     | มีอุปกรณ์ป้องกันการกระเด็น เปราะเปื้อนของหมึกพิมพ์       |       |    |       |             |           |
| 16     | มีระบบป้องกันอันตรายจากการทำงาน                          |       |    |       |             |           |
| 17     | วัสดุที่ใช้สร้างเครื่อง ปลอดภัยซึ่งอาจปนเปื้อนบรรจุภัณฑ์ |       |    |       |             |           |
| 18     | มีอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร                             |       |    |       |             |           |

## ตอนที่ 2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติมของผู้เชี่ยวชาญ

**คำชี้แจง** กรุณาเขียนข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก ในด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. ด้านลักษณะทางกายภาพ.....

.....

.....

.....

2. ด้านลักษณะการใช้งาน.....

.....

.....

.....

3. ด้านลักษณะการบำรุงรักษา.....

.....

.....

.....

4. ด้านความปลอดภัยในการนำไปใช้งาน.....

.....

.....

.....

อื่น ๆ.....

.....

.....

.....

## ภาคผนวก ง

แบบบันทึกข้อมูลการทดสอบประสิทธิภาพ ของ  
เครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก

แบบบันทึกข้อมูลการทดสอบคุณภาพการพิมพ์ ด้านความคมชัด กลุ่มตัวอย่างที่ 1

| กลุ่มที่ /<br>ตัวอย่างที่ | วัดความเข้มครั้งที่ 1 | วัดความเข้มครั้งที่ 2 | ค่าเฉลี่ย | ค่าขอบเขตความดำ<br>พื้นตายที่วัดได้<br>(ค่าสูงสุด-ค่าต่ำสุด) | เปรียบเทียบเกณฑ์ค่า<br>ขอบเขตความดำพื้นตาย<br>ที่ยอมรับได้ |
|---------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------|--------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| 1/1                       |                       |                       |           |                                                              |                                                            |
| 1/2                       |                       |                       |           |                                                              |                                                            |
| 1/3                       |                       |                       |           |                                                              |                                                            |
| 1/4                       |                       |                       |           |                                                              |                                                            |
| 1/5                       |                       |                       |           |                                                              |                                                            |
| 1/6                       |                       |                       |           |                                                              |                                                            |
| 1/7                       |                       |                       |           |                                                              |                                                            |
| 1/8                       |                       |                       |           |                                                              |                                                            |
| 1/9                       |                       |                       |           |                                                              |                                                            |
| 1/10                      |                       |                       |           |                                                              |                                                            |
| 1/11                      |                       |                       |           |                                                              |                                                            |
| 1/12                      |                       |                       |           |                                                              |                                                            |
| 1/13                      |                       |                       |           |                                                              |                                                            |
| 1/14                      |                       |                       |           |                                                              |                                                            |
| 1/15                      |                       |                       |           |                                                              |                                                            |
| 1/16                      |                       |                       |           |                                                              |                                                            |
| 1/17                      |                       |                       |           |                                                              |                                                            |
| 1/18                      |                       |                       |           |                                                              |                                                            |
| 1/19                      |                       |                       |           |                                                              |                                                            |
| 1/20                      |                       |                       |           |                                                              |                                                            |
| 1/21                      |                       |                       |           |                                                              |                                                            |
| 1/22                      |                       |                       |           |                                                              |                                                            |
| 1/23                      |                       |                       |           |                                                              |                                                            |
| 1/24                      |                       |                       |           |                                                              |                                                            |
| 1/25                      |                       |                       |           |                                                              |                                                            |
| 1/26                      |                       |                       |           |                                                              |                                                            |
| 1/27                      |                       |                       |           |                                                              |                                                            |
| 1/28                      |                       |                       |           |                                                              |                                                            |
| 1/29                      |                       |                       |           |                                                              |                                                            |
| 1/30                      |                       |                       |           |                                                              |                                                            |
| 1/31                      |                       |                       |           |                                                              |                                                            |
| 1/32                      |                       |                       |           |                                                              |                                                            |
| 1/33                      |                       |                       |           |                                                              |                                                            |
| 1/34                      |                       |                       |           |                                                              |                                                            |
| 1/35                      |                       |                       |           |                                                              |                                                            |
| ค่าเฉลี่ยรวม              |                       |                       |           |                                                              |                                                            |

แบบบันทึกข้อมูลการทดสอบคุณภาพการพิมพ์ ด้านความคมชัด กลุ่มตัวอย่างที่ 2

| กลุ่มที่ /<br>ตัวอย่างที่ | วัดความเข้มครั้งที่ 1 | วัดความเข้มครั้งที่ 2 | ค่าเฉลี่ย | ค่าขอบเขตความดำ<br>พื้นที่วัดได้<br>(ค่าสูงสุด-ค่าต่ำสุด) | เปรียบเทียบเกณฑ์ค่า<br>ขอบเขตความดำพื้นที่วัดได้<br>ที่ยอมรับได้ |
|---------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| 2/1                       |                       |                       |           |                                                           |                                                                  |
| 2/2                       |                       |                       |           |                                                           |                                                                  |
| 2/3                       |                       |                       |           |                                                           |                                                                  |
| 2/4                       |                       |                       |           |                                                           |                                                                  |
| 2/5                       |                       |                       |           |                                                           |                                                                  |
| 2/6                       |                       |                       |           |                                                           |                                                                  |
| 2/7                       |                       |                       |           |                                                           |                                                                  |
| 2/8                       |                       |                       |           |                                                           |                                                                  |
| 2/9                       |                       |                       |           |                                                           |                                                                  |
| 2/10                      |                       |                       |           |                                                           |                                                                  |
| 2/11                      |                       |                       |           |                                                           |                                                                  |
| 2/12                      |                       |                       |           |                                                           |                                                                  |
| 2/13                      |                       |                       |           |                                                           |                                                                  |
| 2/14                      |                       |                       |           |                                                           |                                                                  |
| 2/15                      |                       |                       |           |                                                           |                                                                  |
| 2/16                      |                       |                       |           |                                                           |                                                                  |
| 2/17                      |                       |                       |           |                                                           |                                                                  |
| 2/18                      |                       |                       |           |                                                           |                                                                  |
| 2/19                      |                       |                       |           |                                                           |                                                                  |
| 2/20                      |                       |                       |           |                                                           |                                                                  |
| 2/21                      |                       |                       |           |                                                           |                                                                  |
| 2/22                      |                       |                       |           |                                                           |                                                                  |
| 2/23                      |                       |                       |           |                                                           |                                                                  |
| 2/24                      |                       |                       |           |                                                           |                                                                  |
| 2/25                      |                       |                       |           |                                                           |                                                                  |
| 2/26                      |                       |                       |           |                                                           |                                                                  |
| 2/27                      |                       |                       |           |                                                           |                                                                  |
| 2/28                      |                       |                       |           |                                                           |                                                                  |
| 2/29                      |                       |                       |           |                                                           |                                                                  |
| 2/30                      |                       |                       |           |                                                           |                                                                  |
| 2/31                      |                       |                       |           |                                                           |                                                                  |
| 2/32                      |                       |                       |           |                                                           |                                                                  |
| 2/33                      |                       |                       |           |                                                           |                                                                  |
| 2/34                      |                       |                       |           |                                                           |                                                                  |
| 2/35                      |                       |                       |           |                                                           |                                                                  |
| ค่าเฉลี่ยรวม              |                       |                       |           |                                                           |                                                                  |

แบบบันทึกข้อมูลการทดสอบคุณภาพการพิมพ์ด้านการพิมพ์ตรงตำแหน่ง กลุ่มตัวอย่างที่ 1

| กลุ่มที่ / ตัวอย่างที่ | ตำแหน่งที่กำหนดให้ | ตำแหน่งที่พิมพ์ได้ | เปรียบเทียบเกณฑ์ที่กำหนด $\pm 3$ มิลลิเมตร |
|------------------------|--------------------|--------------------|--------------------------------------------|
| 1/1                    |                    |                    |                                            |
| 1/2                    |                    |                    |                                            |
| 1/3                    |                    |                    |                                            |
| 1/4                    |                    |                    |                                            |
| 1/5                    |                    |                    |                                            |
| 1/6                    |                    |                    |                                            |
| 1/7                    |                    |                    |                                            |
| 1/8                    |                    |                    |                                            |
| 1/9                    |                    |                    |                                            |
| 1/10                   |                    |                    |                                            |
| 1/11                   |                    |                    |                                            |
| 1/12                   |                    |                    |                                            |
| 1/13                   |                    |                    |                                            |
| 1/14                   |                    |                    |                                            |
| 1/15                   |                    |                    |                                            |
| 1/16                   |                    |                    |                                            |
| 1/17                   |                    |                    |                                            |
| 1/18                   |                    |                    |                                            |
| 1/19                   |                    |                    |                                            |
| 1/20                   |                    |                    |                                            |
| 1/21                   |                    |                    |                                            |
| 1/22                   |                    |                    |                                            |
| 1/23                   |                    |                    |                                            |
| 1/24                   |                    |                    |                                            |
| 1/25                   |                    |                    |                                            |
| 1/26                   |                    |                    |                                            |
| 1/27                   |                    |                    |                                            |
| 1/28                   |                    |                    |                                            |
| 1/29                   |                    |                    |                                            |
| 1/30                   |                    |                    |                                            |
| 1/31                   |                    |                    |                                            |
| 1/32                   |                    |                    |                                            |
| 1/33                   |                    |                    |                                            |
| 1/34                   |                    |                    |                                            |
| 1/35                   |                    |                    |                                            |
| ค่าเฉลี่ยรวม           |                    |                    |                                            |

แบบบันทึกข้อมูลการทดสอบคุณภาพการพิมพ์ด้านการพิมพ์ตรงตำแหน่ง กลุ่มตัวอย่างที่ 2

| กลุ่มที่ / ตัวอย่างที่ | ตำแหน่งที่กำหนดให้ | ตำแหน่งที่พิมพ์ได้ | เปรียบเทียบเกณฑ์ที่กำหนด $\pm 3$ มิลลิเมตร |
|------------------------|--------------------|--------------------|--------------------------------------------|
| 2/1                    |                    |                    |                                            |
| 2/2                    |                    |                    |                                            |
| 2/3                    |                    |                    |                                            |
| 2/4                    |                    |                    |                                            |
| 2/5                    |                    |                    |                                            |
| 2/6                    |                    |                    |                                            |
| 2/7                    |                    |                    |                                            |
| 2/8                    |                    |                    |                                            |
| 2/9                    |                    |                    |                                            |
| 2/10                   |                    |                    |                                            |
| 2/11                   |                    |                    |                                            |
| 2/12                   |                    |                    |                                            |
| 2/13                   |                    |                    |                                            |
| 2/14                   |                    |                    |                                            |
| 2/15                   |                    |                    |                                            |
| 2/16                   |                    |                    |                                            |
| 2/17                   |                    |                    |                                            |
| 2/18                   |                    |                    |                                            |
| 2/19                   |                    |                    |                                            |
| 2/20                   |                    |                    |                                            |
| 2/21                   |                    |                    |                                            |
| 2/22                   |                    |                    |                                            |
| 2/23                   |                    |                    |                                            |
| 2/24                   |                    |                    |                                            |
| 2/25                   |                    |                    |                                            |
| 2/26                   |                    |                    |                                            |
| 2/27                   |                    |                    |                                            |
| 2/28                   |                    |                    |                                            |
| 2/29                   |                    |                    |                                            |
| 2/30                   |                    |                    |                                            |
| 2/31                   |                    |                    |                                            |
| 2/32                   |                    |                    |                                            |
| 2/33                   |                    |                    |                                            |
| 2/34                   |                    |                    |                                            |
| 2/35                   |                    |                    |                                            |
| ค่าเฉลี่ยรวม           |                    |                    |                                            |

แบบบันทึกข้อมูลการทดสอบจำนวนงานพิมพ์ ด้านจำนวนงานพิมพ์ที่พิมพ์ได้ใน 1 นาที

| กลุ่มที่ / จำนวน | จำนวนที่เครื่องพิมพ์ได้ | เวลาที่ใช้ | ค่าเฉลี่ย | เปรียบเทียบเกณฑ์ที่กำหนด 70 ชอง / นาที |
|------------------|-------------------------|------------|-----------|----------------------------------------|
| 1/140            |                         |            |           |                                        |
| 2/140            |                         |            |           |                                        |
| รวม              |                         |            |           |                                        |

แบบบันทึกข้อมูลการทดสอบจำนวนงานพิมพ์ที่เป็นของเสียต่อชิ้นงานพิมพ์รวม

| กลุ่มที่ / จำนวน | จำนวนที่พิมพ์ได้ | ชำรุดเสียหาย | เปอร์เซ็นต์ของเสีย | เปรียบเทียบเกณฑ์ที่กำหนด 70 ชอง / นาที |
|------------------|------------------|--------------|--------------------|----------------------------------------|
| 1/140            |                  |              |                    |                                        |
| 2/140            |                  |              |                    |                                        |
| รวม              |                  |              |                    |                                        |

ภาคผนวก จ  
รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญทางด้านการตรวจสอบแบบประเมินสมรรถนะเกี่ยวกับการสร้างเครื่องพิมพ์  
แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก

1. รองศาสตราจารย์ ดร.วรรณ สนั่นพานิชกุล  
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนันท์ ศลโกสม  
สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
3. อาจารย์ ดร.ไพศาล สมประกิจ  
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหานคร

รายนามผู้เชี่ยวชาญทางด้านการตรวจประเมินสมรรถนะเกี่ยวกับการสร้างเครื่องพิมพ์แถบข้อความ  
แสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก

1. รองศาสตราจารย์ผกามาศ พจณกุลแก้ว  
ผู้อำนวยการศูนย์ฝึกอบรมเทคโนโลยีการพิมพ์แห่งชาติ
2. รองศาสตราจารย์สุณี ภูสีม่วง  
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมราช
3. คุณบุญฤทธิ์ กิจเจริญโรจน์  
ผู้จัดการโรงงาน บริษัท ศิริบัญชา จำกัด
4. คุณสมศรี สายบริสุทธิ์  
ผู้ช่วยผู้จัดการโรงงาน บริษัท เอส แอนด์ ซี สแน็ค จำกัด
5. คุณปัทมา สุนทรสารทูล  
ผู้ช่วยผู้จัดการโรงงาน บริษัท สก๊อตอินดัสเตรียล (ประเทศไทย) จำกัด

ภาคผนวก จ

สำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์เชิญผู้เชี่ยวชาญ และขอใช้เครื่องมือวัดค่าความต่ำ

ที่ ทม 1012/ 0441



บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๖ กุมภาพันธ์ 2545

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมิน

เนื่องด้วย นายสมมาตร วิชชุเสวต นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การสร้างเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไพฑูรย์ โพธิ์สาร และ อาจารย์อุปวิทย์ สุวคันทรกุล เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย ขอเรียนเชิญ รองศาสตราจารย์วรรณฯ สนั่นพานิชกุล เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบประเมินสมรรถนะเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นายสมมาตร วิชชุเสวต ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์นภาพร หะวานนท์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 664-1000 ต่อ 5726, 5644

โทรสาร. 258-4119



## บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ    บัณฑิตวิทยาลัย มศว โทร. 5726,5644

ที่ ทม 1012/154

วันที่ ๕ กุมภาพันธ์ 2545

เรื่อง    ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน    ผู้อำนวยการสำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา

เนื่องด้วย นายสมมาตร วิชชุเสวต นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การสร้างเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไพฑูรย์ โพธิสาร และ อาจารย์อุปวิทย์ สุวกันทรกุล เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในกรณีนี้ บัณฑิตวิทยาลัย ขอเรียนเชิญ ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุนันท์ สลโกสุม เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบประเมินสมรรถนะเครื่องพิมพ์ แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นายสมมาตร วิชชุเสวต ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้ด้วย

(รองศาสตราจารย์นภาพร หะวานนท์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ที่ ทบ 1012/ 0๙๙๖



บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๒ กุมภาพันธ์ 2545

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คณะบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมิน

เนื่องด้วย นายสมมาตร วิชชุเสวต นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การสร้างเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไพฑูรย์ โพธิ์สาร และ อาจารย์อุปวิทย์ สุวคันทรกุล เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย ขอเรียนเชิญ อาจารย์ไพศาล สมประกิจ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบประเมินสมรรถนะเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นายสมมาตร วิชชุเสวต ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์นภาพร หะวานนท์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 664-1000 ต่อ 5726, 5644

โทรสาร. 258-4119

ที่ ทม 1012/1656



บัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ  
สุมนวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๔๘ กุมภาพันธ์ 2545

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เนื่องด้วย นายสมมาตร วิชชุเสวต นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การสร้างเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไพฑูรย์ โพธิ์สาร และ อาจารย์อุปวิทย์ สุวกันทรกุล เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ รองศาสตราจารย์ศกามาศ พงษ์แก้ว ผู้อำนวยการศูนย์ฝึกอบรมเทคโนโลยีการพิมพ์แห่งชาติ และ รองศาสตราจารย์สุณี ภูสิมวง เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจประเมินสมรรถนะเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นายสมมาตร วิชชุเสวต ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์นภภรณ์ หะวานนท์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 664-1000 ต่อ 5726, 5644

โทรสาร. 258-4119

ที่ ทม 1012/ 1657



บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๒๔ กุมภาพันธ์ 2545

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน รองกรรมการผู้จัดการ บริษัท ศิริปัญญา จำกัด

เนื่องด้วย นายสมมาตร วิชชุเสวต นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การสร้างเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไพฑูรย์ โพธิสาร และ อาจารย์อุปวิทย์ สุวคันธกุล เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ นายบุญฤทธิ์ กิจเจริญโรจน์ ผู้จัดการโรงงาน เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจประเมิน สมรรถนะเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้บุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นายสมมาตร วิชชุเสวต ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์นภาพร หะวานนท์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 664-1000 ต่อ 5726, 5644

โทรสาร. 258-4119

ที่ ทม 1012/1654



บัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ  
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๒๔ กุมภาพันธ์ 2545

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้จัดการโรงงาน บริษัท เอส แอนด์ ซี สเตนส์ จำกัด

เนื่องด้วย นายสมมาตร วิชชุเสวต นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การสร้างเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไพฑูรย์ โพธิ์สาร และ อาจารย์อุปวิทย์ สุวคันทรกุล เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ นางสาวศรี สายบริสุทธิ์ ผู้ช่วยผู้จัดการโรงงาน เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบสมรรถนะเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้บุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นายสมมาตร วิชชุเสวต ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์นภภรณ์ หะวานนท์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 664-1000 ต่อ 5726, 5644

โทรสาร. 258-4119

ที่ ทม 1012/1659



บัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ  
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๒๘ กุมภาพันธ์ 2545

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้จัดการโรงงาน บริษัท สก็อตอินคัสเตรียล (ประเทศไทย) จำกัด

เนื่องด้วย นายสมมาตร วิชชุเสวต นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์เรื่อง “การสร้างเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไพฑูรย์ โพธิสาร และ อาจารย์อุปวิทย์ สุวคันธกุล เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ นางปัทมา สุนทรสารทูล ผู้ช่วยผู้จัดการโรงงาน เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจประเมินสมรรถนะเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้บุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นายสมมาตร วิชชุเสวต ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์นภกรณ์ หะวานนท์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 664-1000 ต่อ 5726, 5644

โทรสาร. 258-4119

ที่ ทม 1012/1540



บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๑๗ กุมภาพันธ์ 2545

เรื่อง ขอความร่วมมือเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงงาน บริษัท ฝาจีบ จำกัด (มหาชน)

เนื่องด้วย นายสมมาตร วิชชุเสวต นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์เรื่อง “การสร้างเครื่องพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากฟิล์มพลาสติก” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไพฑูรย์ โพธิสาร และ อาจารย์อุปวิทย์ สุวคันทรกุล เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย โดยขออนุญาตใช้สถานที่ และขอใช้เครื่องมือวัดความดำ (densitometer) ยี่ห้อ IHARA รุ่น R720 และบุคลากรผู้ควบคุม เพื่อวัดค่าความดำจากกลุ่มตัวอย่างบรรจุภัณฑ์ที่ได้รับการพิมพ์แถบข้อความแสดงรายละเอียดสินค้า ในระหว่างเดือนมีนาคม 2545

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ นายสมมาตร วิชชุเสวต ได้ใช้เครื่องมืออุปกรณ์ดังกล่าว ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์นภกรณ์ หะวานนท์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 664-1000 ต่อ 5726, 5644

โทรสาร. 258-4119

ประวัติย่อผู้วิจัย

## ประวัติผู้วิจัย

|                                |                                                                                            |
|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| ชื่อ ชื่อสกุล                  | นายสมมาตร วิชชุเศวต                                                                        |
| วัน เดือน ปีเกิด               | 17 เดือนมิถุนายน พุทธศักราช 2509                                                           |
| สถานที่เกิด                    | เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร                                                                   |
| สถานที่อยู่ปัจจุบัน            | 21 / 20 หมู่ที่ 4 ซอยสุขุมวิท 103 ถนนสุขุมวิท แขวงหนองบอน<br>เขตประเวศ กรุงเทพมหานคร 10260 |
| ตำแหน่งหน้าที่การงานในปัจจุบัน | ประกอบธุรกิจส่วนตัว                                                                        |
| สถานที่ทำงานปัจจุบัน           | 21 / 20 หมู่ที่ 4 ซอยสุขุมวิท 103 ถนนสุขุมวิท แขวงหนองบอน<br>เขตประเวศ กรุงเทพมหานคร 10260 |
| ประวัติการศึกษา                |                                                                                            |
| พ.ศ. 2528                      | ปวช. วิทยุและโทรคมนาคม จากเทคนิคไทยสุริยะ<br>กรุงเทพมหานคร                                 |
| พ.ศ. 2530                      | ปวส. อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม จากเซนต์จอห์นเทคนิคกรุงเทพ<br>กรุงเทพมหานคร                  |
| พ.ศ. 2538                      | วท.บ. เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ จากสถาบันราชภัฏพระนคร<br>กรุงเทพมหานคร                       |
| พ.ศ. 2545                      | กศ.ม. อุตสาหกรรมศึกษา จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ<br>กรุงเทพมหานคร                       |