

การพัฒนาฐานความรู้สำหรับกระบวนการรีดพลาสติกแผ่นและการขึ้นรูปพร้อมด้วยสุญญากาศ

ของอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติก



นาย คุมพล ล้อตระกานนท์

สถาบันวิทยบริการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต


สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2549

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

THE DEVELOPMENT OF KNOWLEDGE BASE FOR CALENDERING AND VACUUM FORMING
OF PLASTIC PRODUCT INDUSTRY



Mr. Kumpol Lortraganont

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering Program in Industrial Engineering

Department of Industrial Engineering

Faculty of Engineering

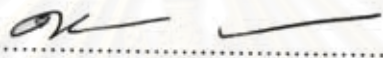
Chulalongkorn University

Academic Year 2006


Copyright of Chulalongkorn University

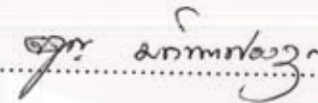
หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาฐานความรู้สำหรับกระบวนการรีดพลาสติกแผ่น และการขึ้นรูปพร้อมด้วยสูญญากาศ
โดย	นาย คุมพล ล้อตระกานนท์
สาขาวิชา	สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ จรุง มหิธาพองกุล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้
เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต


..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.ติเรก ลาวัณย์ศิริ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย)


..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ จรุง มหิธาพองกุล)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ จันทนา จันทโร)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ จิรพัฒน์ เสงประเสริฐวงศ์)

คุณพล ล้อตระกานนท์ : การพัฒนาระบบฐานความรู้สำหรับกระบวนการรีดพลาสติกแผ่นและกระบวนการขึ้นรูปพร้อมด้วยสูญญากาศ (THE DEVELOPMENT OF KNOWLEDGE BASE SYSTEM FOR CALENDERING AND VACUUM FORMING) อ.ที่ปรึกษา : รศ.จตุร มหิตรา พองกุล, 204 หน้า.

งานวิจัยนี้เป็นการสร้างระบบฐานความรู้ เพื่อเป็นแหล่งข้อมูลเกี่ยวกับระบบการผลิตของอุตสาหกรรมพลาสติกที่โรงงานส่วนใหญ่จะเป็นโรงงานขนาดเล็กที่มักจะขาดความรู้ในกระบวนการผลิต ซึ่งฐานความรู้นี้จะเน้นที่กระบวนการรีดพลาสติกแผ่น (Calendering) และการขึ้นรูปพร้อมด้วยสูญญากาศ (Vacuum forming) เนื่องจากเป็นอุตสาหกรรมการขึ้นรูปพลาสติกที่เชื่อมโยงกัน จากการผลิตพลาสติกแผ่นในกระบวนการรีดพลาสติกแผ่นเพื่อนำไปส่งขึ้นรูปต่อในกระบวนการขึ้นรูปพร้อมด้วยสูญญากาศ เพื่อผลิตเป็นบรรจุภัณฑ์หรือชิ้นส่วนพลาสติกต่างๆ

ซึ่งฐานความรู้นี้จะรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่างๆโดยแบ่งเป็นข้อมูลภาคปฏิบัติซึ่งจะได้มาจากการเก็บข้อมูลในโรงงานพลาสติก และ ข้อมูลภาคทฤษฎีจากแหล่งข้อมูลต่างๆเช่นความรู้ทั่วไปจากอินเทอร์เน็ต, เอกสารความรู้, หนังสือ และงานวิจัย โดยในฐานความรู้จะสามารถแสดงความรู้และค้นหาความรู้ตามความต้องการของผู้ใช้ได้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่ www.fromc2v.com

ในส่วนของการประเมินระบบฐานความรู้นี้จะประเมินจากแบบสอบถามความคิดเห็นในการใช้งานระบบฐานความรู้ ซึ่งผลประเมินระบบฐานความรู้เป็นดังนี้คือ กลุ่มของบุคคลทั่วไปจะมีระดับความพึงพอใจในส่วนของความถูกต้องของเนื้อหาที่ร้อยละ 87.23 ความสะดวกในการใช้งานที่ร้อยละ 87.66 สามารถนำไปเป็นแนวทางแก้ปัญหาได้ที่ร้อยละ 88.51 และมีค่าเฉลี่ยของระดับความพึงพอใจโดยรวมจากทั้ง 25 หัวข้อที่ทำการประเมินเป็น 4.301 จาก 5 หรือ ร้อยละ 86.02 โดยผู้ตอบแบบสอบถามจะแนะนำฐานความรู้นี้ให้ผู้อื่นถึงร้อยละ 91.45 และในส่วนของการประเมินกลุ่มของบุคคลในอุตสาหกรรมพลาสติกพบว่ามีความพึงพอใจในส่วนของความถูกต้องของเนื้อหาที่ร้อยละ 71.58 ความสะดวกในการใช้งานที่ร้อยละ 83.16 สามารถนำไปเป็นแนวทางแก้ปัญหาได้ที่ร้อยละ 82.11และมีค่าเฉลี่ยของระดับความพึงพอใจโดยรวมเป็น 3.903 จาก 5 หรือร้อยละ 78.05 โดยผู้ตอบแบบสอบถามจะแนะนำฐานความรู้นี้ให้ผู้อื่นถึงร้อยละ 94.74 ซึ่งถือว่าอยู่ในระดับดี

ภาควิชา.....วิศวกรรมอุตสาหกรรม.....ลายมือชื่อนิติศ.....คุณพล ล้อตระกานนท์
สาขาวิชา.....วิศวกรรมอุตสาหกรรม.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....จตุร มหิตรา
ปีการศึกษา.....2549.....

4770617521 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEY WORD : KNOWLEDGE BASE/CALENDERING/VACUUMFORMING

KUMPOL LORTRAGANONT: THE DEVELOPMENT OF KNOWLEDGE BASE SYSTEM FOR CALENDERING AND VACUUM FORMING. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. CHAROON MAHITTAFONGKUL, Ph.D, 204 pp.

Research is making of knowledge base system. For being the resource information of production system in plastic industry that the most is small sized factory, lack of knowledge in processing. The knowledge base is emphasize in and Vacuum Forming Process, which is connected to Industry of plastic production. Before the Vacuum Forming, is to Calendering Process to make packaging or plastic parts.

The knowledge base is to gathering data from anywhere like Practical part, which is to collecting data in plastic factories and Theory part ,which is to collecting from other information such as Internet, Knowledge documents, Books and Researches. The knowledge base can be shown and searching by user at www.fromc2v.com

The evaluation of knowledge base system is analyzing from questionnaire in knowledge system which results show that opinion from viewer. General users' level of satisfaction from content's correction are 87.23 %, convenient in the usability are 87.66 which can be use as solution for the problems at the rate 88.51 % Also, there is evaluated satisfaction average from 25 topics which is 4.301 from 5 or 86.02 % In addition, the questionnaire answerer will initiate other people into this knowledge base system at the rate 91.45 . For plastic industry, users' level of satisfaction from content's correction are 71.58 %, convenient in the usability are 83.16 which can be use as solution for the problems at the rate 82.11 % users' average satisfaction is 3.903 from 5 or 78.05% In addition, the questionnaire answerer will initiate other people into this knowledge base system at the rate 94.74 so this opinion tell good and satisfaction in general and problem knowledge together.

Department : INDUSTRIAL ENGINEERING... Student's Signature : *Charoon Mahittafongkul*

Field of Study : INDUSTRIAL ENGINEERING... Advisor's Signature : *Charoon H.*

Academic Year :2006.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความสามารถจาก รศ. จรูญ มหิตธาพองกุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ.ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย ประธานกรรมการ รศ. จิรพัฒน์ เงามประเสริฐวงศ์ และ รศ.จันทนา จันทโร กรรมการ ที่ให้คำปรึกษาดูแลชี้แนะ ให้คำแนะนำแนวทาง และข้อคิดเห็นด้วยความเมตตาแก่ผู้วิจัยตลอดการดำเนินการวิจัย อันทำให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้ มีคุณค่า และสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอขอบคุณบริษัทต่าง ๆ ที่ได้ให้ความร่วมมือ และให้ความอนุเคราะห์ด้านข้อมูลในการทำวิจัย รวมทั้งพนักงาน ผู้บริหาร และเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องทุกท่าน ที่ได้สละเวลาตอบแบบสอบถาม และให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์แก่ผู้วิจัย

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่เป็นอย่างสูงที่เป็นที่ปรึกษา และสนับสนุนส่งเสริมด้านการศึกษา ตลอดจนความช่วยเหลือ ให้กำลังใจทุก ๆ ด้านมาโดยตลอด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง	ฌ
สารบัญภาพ	ญ
บทที่	
1. บทนำ	1
1.1 ภูมิหลังกรณีศึกษา.....	1
1.2 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	2
1.3 หลักการและแนวคิดของงานวิจัย.....	5
1.4 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	5
1.5 ขอบเขตของการวิจัย	6
1.6 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย.....	5
1.7 ผลลัพธ์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	9
1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	10
2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	11
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	11
3. วิธีดำเนินการวิจัย.....	42
3.1 ที่มาและเนื้อหาของฐานความรู้	42
3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลความรู้เกี่ยวกับปัญหา สาเหตุ และแนวทางแก้ไขปัญหา.....	53
3.3 การแบ่งหมวดหมู่เนื้อหาของฐานความรู้	57
3.4 การออกแบบฐานความรู้.....	62
3.5 การสร้างระบบฐานความรู้.....	63
3.6 ส่วนเชื่อมโยง (Link) กับเว็บไซต์ความรู้ที่เกี่ยวข้อง.....	72
3.7 รูปแบบของข้อมูลที่แสดงในฐานความรู้.....	72
4. ผลดำเนินการวิจัย.....	71

	หน้า
4.1 การใช้งานฐานความรู้.....	75
4.2 การทำงานในส่วนของคุณรู้ต่างๆตามหมวดหมู่และการค้นหาความรู้.....	76
4.3 การทำงานในส่วนของคุณ Web board.....	82
4.4 รูปแบบการใช้งานของคุณ Web board.....	84
4.5 การทำงานในส่วนของคุณการเพิ่ม/ลบ/แก้ไขข้อมูลของคุณฐานความรู้.....	89
4.6 การประเมินการใช้งานฐานความรู้.....	93
4.7 ผลการประเมินการใช้งานฐานความรู้.....	93
4.8 ผลการประเมินความพึงพอใจของคุณฐานความรู้ระหว่างโรงงานขนาดย่อมกับโรงงาน ขนาดกลางและขนาดใหญ่.....	102
5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	105
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	105
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	112
5.3 อุปสรรคและข้อจำกัด.....	113
5.4 ประโยชน์ที่ได้จากการใช้งานฐานความรู้.....	113
รายการอ้างอิง.....	115
ภาคผนวก.....	117
ภาคผนวก ก.....	118
ภาคผนวก ข.....	122
ภาคผนวก ค.....	126
ภาคผนวก ง.....	146
ภาคผนวก จ.....	203
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	204

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1.1 มูลค่าการส่งออกผลิตภัณฑ์พลาสติกประเภทต่างๆ.....	2
1.2 ขนาดของโรงงานพลาสติกแต่ละประเภทโดยพิจารณาจากทุนจดทะเบียน.....	3
1.3 มูลค่าการนำเข้าผลิตภัณฑ์พลาสติกประเภทต่างๆ.....	4
2.1 ชนิดของเครื่องจักรที่เหมาะสมกับคุณสมบัติของพลาสติก.....	12
2.2 ชนิดของกรรมวิธีผสมที่เหมาะสมกับคุณสมบัติของพลาสติก.....	13
2.3 ส่วนผสมของ PVC ที่ใช้ผลิตแผ่นฟิล์ม.....	18
2.4 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวให้ความร้อนชนิดต่าง ๆ.....	24
2.5 เปรียบเทียบคุณสมบัติการขึ้นรูปของพลาสติกบางชนิด.....	24
3.1 แสดงความสามารถในการเข้าถึงข้อมูลของผู้ใช้งาน.....	70
4.1 จำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามแยกตามสถานภาพ.....	93
4.2 จำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามแยกตามวุฒิการศึกษา.....	94
4.3 จำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามแยกตามสถานภาพและวุฒิการศึกษา.....	94
4.4 ร้อยละของระดับความคิดเห็นในส่วนของเนื้อหาของบุคคลทั่วไป.....	95
4.5 ร้อยละของระดับความคิดเห็นในส่วนของตัวอักษร ภาพและวิดีโอของบุคคลทั่วไป.....	96
4.6 ร้อยละของระดับความคิดเห็นในส่วนของฐานความรู้ของบุคคลทั่วไป.....	97
4.7 ร้อยละของระดับความคิดเห็นในส่วนของเนื้อหาของบุคคลในอุตสาหกรรมพลาสติก..	98
4.8 ร้อยละของระดับความคิดเห็นส่วนของตัวอักษร ภาพและวิดีโอของบุคคลใน อุตสาหกรรมพลาสติก.....	99
4.9 ร้อยละของระดับความคิดเห็นในส่วนของฐานความรู้ของบุคคลใน อุตสาหกรรมพลาสติก.....	100
4.10 ความพึงพอใจในการใช้งานฐานความรู้ในส่วนของเนื้อหาระหว่างโรงงานขนาดย่อม กับโรงงานขนาดกลางและขนาดใหญ่.....	103
4.11 ความพึงพอใจในการใช้งานฐานความรู้ในส่วนของตัวอักษร ภาพและวิดีโอระหว่าง โรงงานขนาดย่อมกับโรงงานขนาดกลางและขนาดใหญ่.....	103
4.12 ความพึงพอใจในการใช้งานฐานความรู้ในส่วนของฐานความรู้ระหว่างโรงงานขนาด ย่อมกับโรงงานขนาดกลางและขนาดใหญ่.....	104

สารบัญภาพ

ภาพประกอบ	หน้า
1.1 รายละเอียดหัวข้อของขอบเขตที่ทำการศึกษา 1.....	7
1.2 รายละเอียดหัวข้อของขอบเขตที่ทำการศึกษา 2.....	8
2.1 การจัดระเบียบลูกกรีดแบบ I, L, F และ Z.....	15
2.2 เครื่องรีด (calender).....	16
2.3 การปรับขนาดเซกการโก่งตัวของลูกกรีด.....	17
2.4 การไหลของพลาสติกในทิศทางกรีด.....	18
2.5 สะพานรีดแผ่นฟิล์มในการผลิตฟิล์ม PVC อ่อน.....	20
2.6 แสดงขั้นตอนการขึ้นรูปรีดด้วยสูญญากาศ.....	22
2.7 ม้วนพลาสติก.....	25
2.8 การขึ้นรูป.....	25
2.9 พลาสติกที่ขึ้นรูปแล้ว นำมาเรียงซ้อนกัน.....	26
2.10 การตัดแบ่ง.....	26
2.11 พลาสติกที่ตัดแบ่งเรียบร้อยแล้ว.....	26
2.12 รอกการบรรจุ.....	27
2.13 บรรจุภัณฑ์ที่เป็นห่อเรียบร้อยแล้ว.....	27
2.14 แสดงโครงสร้างของการแสดงฐานข้อมูลโดยใช้เฟรม.....	29
2.15 แสดงลักษณะการเชื่อมโยงระหว่างเงื่อนไข และสมมติฐาน.....	31
2.16 โครงสร้างโดยรวมของไมโครซอฟต์แวร์ Access.....	33
2.17 ภาคแสดงระดับของระบบปฏิบัติการ.....	34
2.18 โครงสร้างแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่จัดเก็บในไมโครซอฟต์แวร์Access.....	34
2.19 ตัวอย่างการรับข้อมูลภายนอกของไมโครซอฟต์แวร์Access.....	35
2.20 ตัวอย่างการค้นหาข้อมูลจากฐานข้อมูล.....	35
2.21 ตัวอย่างการสร้างรายงานจากฐานข้อมูล.....	36
2.22 ตัวอย่างการจัดการความเรียบร้อยของข้อมูล.....	36
2.23 ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมเพื่อสร้างแอปพลิเคชัน.....	37
3.1 รูปเครื่องจักรในโรงงานขนาด Micro (รูปซ้าย) และขนาด Small (รูปขวา).....	42
3.2 รูปเครื่องจักรในโรงงานขนาด Medium (รูปซ้าย) และขนาด Large (รูปขวา).....	43

ภาพประกอบ	หน้า
3.3 ตัวอย่างการเติมสารต่อต้านจุลินทรีย์ลงไปในฟิล์มพลาสติกโดยตรง.....	49
3.4 แสดงรูปแบบปัญหาขั้นต้นของปัญหาความเข้มของสีเปลี่ยน.....	53
3.5 แสดงการวิเคราะห์ปัญหาขั้นต้นด้วยผังก้างปลา.....	54
3.6 แสดงการแบ่งความรู้ตามหมวดต่างๆ.....	61
3.7 แสดงถึงแบบจำลองการทำงานของเบื้องต้นของระบบฐานความรู้.....	62
3.8 แสดงโครงสร้างเบื้องต้นของฐานความรู้.....	63
3.9 แสดงการออกแบบระบบให้มีการแบ่งประเภทของปัญหา.....	64
3.10 แสดงการออกแบบระบบให้มีการค้นหาด้วย Key word.....	65
3.11 ตัวอย่างการเพิ่มรหัสเข้าไปในหัวข้อความรู้เพื่อให้สามารถค้นหาได้ง่ายขึ้น.....	66
3.12 แสดงการเพิ่มส่วนของการค้นหาด้วย Search Engine.....	67
3.13 แสดงการเพิ่มระบบ Web board เข้าไปในส่วนของการเพิ่มลบแก้ไขข้อมูล.....	68
3.14 แสดงส่วนของตรวจสอบการเข้ามาของความรู้ในหมวดของการแจ้งเพิ่ม/ลบ/แก้ไข..	69
3.15 แสดงการแก้ไขข้อมูล Access ใน Web server.....	71
3.16 แสดงลักษณะข้อมูลในรูปแบบเอกสาร.....	73
3.17 แสดงลักษณะข้อมูลในรูปแบบภาพ.....	73
3.18 แสดงลักษณะข้อมูลในรูปแบบวิดีโอ.....	74
4.1 แสดง Web page แรกเข้าก่อนเข้าฐานความรู้.....	75
4.2 แสดงหน้าหลักของฐานความรู้.....	76
4.3 แสดงการค้นหาตามหมวดหมู่.....	77
4.4 แสดงการค้นหาตามหมวดหมู่ในประเภทการผลิตที่สนใจ.....	77
4.5 แสดงการค้นหาด้วย Key word ในหมวดหมู่ที่สนใจ.....	78
4.6 แสดงการใช้ Key word ในการค้นหาที่ผิดหมวดหรือไม่มีข้อมูลความรู้.....	78
4.7 แสดงการแสดงรหัสความรู้ในส่วนต่างๆ.....	79
4.8 แสดงการค้นหาความรู้ด้วยรหัสความรู้.....	80
4.9 แสดงส่วนของการค้นหาความรู้นอกฐานความรู้ด้วย Search engine	80
4.10 แสดงส่วนของ Web link ของฐานความรู้.....	81
4.11 แสดงปุ่มการเชื่อมต่อไปยัง Web board ของฐานความรู้.....	81

ภาพประกอบ	หน้า
4.12 แสดง Web page ของ Web board ของฐานความรู้.....	82
4.13 แสดงส่วนประกอบ ในหมวดของ Webboard ของฐานความรู้.....	83
4.14 แสดงหน้าจอสมัครสมาชิก Web board ของฐานความรู้.....	84
4.15 แสดงหน้าจอ Login เข้า Web board.....	85
4.16 ตัวอย่างความรู้ที่ถูกโพสมาใน Web board.....	86
4.17 แสดงให้เห็นถึงหมวดแจ้งเพิ่มลบ/แก้ไขฐานความรู้ที่ถูกซ่อนไว้.....	87
4.18 แสดงตัวอย่างระดับของผู้ใช้ประเภท User เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือของข้อมูล.....	88
4.19 แสดงหน้าจอ Login เข้า Web server.....	89
4.20 แสดงหน้าจอการทำงานเกี่ยวกับการจัดการความรู้.....	90
4.21 แสดงหน้าจอ Login เข้าไปแก้ไขฐานข้อมูล.....	90
4.22 รูปแบบฐานข้อมูลประเภทที่แสดงข้อมูลบน Web site.....	91
4.23 แสดงฐานข้อมูลประเภทที่เก็บข้อมูลไว้สำหรับการ Down load.....	92
4.24 แสดงส่วนของข้อมูล Link ที่จะระบุไฟล์ข้อมูลที่ต้องการ Download.....	93
5.1 แสดงขอบเขตของเนื้อหาที่ทำการศึกษาในกระบวนการผลิต.....	106
5.2 แสดงโครงสร้างของฐานความรู้ที่แบ่งตามหมวดหมู่.....	108
5.3 แสดงการประเมินแบบสอบถามของบุคคลในอุตสาหกรรมพลาสติก.....	110

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ภูมิหลังกรณีศึกษา

อุตสาหกรรมพลาสติกได้เริ่มเกิดขึ้นในประเทศไทยในปีพ.ศ.2495 โดยในระยะแรกจะเป็นอุตสาหกรรมประเภทผลิตภัณฑ์พลาสติกชนิดต่างๆเพื่อลดการนำเข้า โดยวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตจะเป็นเม็ดพลาสติกชนิดต่างๆเช่น PE ,PP ,PVC, ABS จะมาจากการนำเข้าทั้งหมด จนกระทั่งรัฐบาลได้เริ่มโครงการปิโตรเคมีแห่งชาติขึ้นมาโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดการนำเข้าเม็ดพลาสติก จึงทำให้เกิดอุตสาหกรรมอีกประเภทคืออุตสาหกรรมผลิตเม็ดพลาสติกทำให้อุตสาหกรรมพลาสติกในไทยครบวงจรมากขึ้น ส่งผลให้มีการขยายตัวของอุตสาหกรรมแปรรูปพลาสติกอีกมากมายเช่น อุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนพลาสติก ท่อ กระจอบ และอื่นๆ

อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติกของไทยมีกระบวนการขึ้นรูปที่หลากหลาย เช่น การฉีดเข้าแบบ (Injection molding), การอัดรีด (Extrusion), การเป่า (Blow molding) กระบวนการขึ้นรูปอื่นด้วยสูญญากาศ (Vacuum forming)หรือรีดแผ่นพลาสติก (Calendering) ผลิตภัณฑ์พลาสติกที่ได้มีหลายประเภท เช่น บรรจุภัณฑ์ ของใช้ในครัวเรือน ซึ่งสามารถส่งตรงสู่ตลาดผู้บริโภคได้ทันที ส่วนที่ผลิตเป็นชิ้นส่วนพลาสติกจะถูกส่งต่อไปใช้หรือนำไปประกอบในอุตสาหกรรมต่อเนื่องที่มีอยู่หลากหลาย เช่น อุตสาหกรรมเครื่องไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรมยานยนต์ อุตสาหกรรมรองเท้า อุตสาหกรรมวัสดุก่อสร้าง ฯลฯ และในด้านอุตสาหกรรมผลิตเม็ดพลาสติก ที่นอกจากจะผลิตเม็ดพลาสติกแล้วก็อาจนำเม็ดพลาสติกไปผ่านกระบวนการขึ้นกลาง เช่น การผสมสารเติมแต่ง (Additives) โดยกระบวนการ Compounding หรือนำไปผ่านกระบวนการผสมเพื่อทำ Polymer Blends หรือ Polymer Alloys เพื่อเพิ่มมูลค่าและยกระดับการใช้งานของเม็ดพลาสติก ส่วนอุตสาหกรรมสนับสนุนสำหรับการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์พลาสติก ได้แก่ อุตสาหกรรมเครื่องจักรสำหรับการขึ้นรูปพลาสติก และอุตสาหกรรม Mold & Die film/sheet

ในปัจจุบันประเทศไทยจัดเป็นประเทศที่มีการส่งออกผลิตภัณฑ์จากพลาสติกเป็นปริมาณสูงสุดในภูมิภาคอาเซียน เนื่องจากมีการผลิตที่ครบวงจรและมีสินค้าที่หลากหลาย ทำให้อุตสาหกรรมพลาสติกมีความน่าสนใจในการลงทุน เพราะยังมีโอกาสการเติบโตได้อีกมาก

1.2 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติก เป็นอุตสาหกรรมหนึ่งที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนาเศรษฐกิจไทย เพราะเป็นอุตสาหกรรมที่สร้างรายได้เข้าประเทศปีละหลายหมื่นล้านบาทดังแสดงในตารางที่ 1.1 อีกทั้งยังช่วยลดการนำเข้าผลิตภัณฑ์และชิ้นส่วนพลาสติกจากต่างประเทศและด้วยความสามารถผลิตชิ้นส่วนพลาสติกได้เองในประเทศและมีโรงงานเป็นจำนวนมาก ถึง 4,227 โรงที่กระจายอยู่ในทั่วประเทศ จะเป็นส่วนช่วยลดค่าขนส่งและราคาของวัตถุดิบของกลุ่มอุตสาหกรรมอื่นๆในประเทศเช่น อุตสาหกรรมเครื่องไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรมยานยนต์ อุตสาหกรรมรองเท้า อุตสาหกรรมวัสดุท่อก่อสร้าง ฯลฯ ทำให้ต้นทุนของวัตถุดิบ มีมูลค่าลดลง ส่งผลให้อุตสาหกรรมเหล่านี้สามารถแข่งขันกับต่างประเทศได้

ตารางที่ 1.1 มูลค่าการส่งออกผลิตภัณฑ์พลาสติกประเภทต่างๆ

ผลิตภัณฑ์ (ล้านเหรียญสหรัฐฯ)	2545	2546	ครั้งปีแรกปี		ครั้งปีแรกปี 2547	
			2546	2547	สัดส่วน	เติบโต
ถุงและกระสอบพลาสติก	263	385	213	156	22%	-27%
แผ่นฟิล์ม พอยล์และแถบ	277	345	157	210	30%	34%
เครื่องแต่งกายและของใช้ประกอบ	17	34	14	16	2%	19%
กล่องหีบที่ทำด้วยพลาสติก	18	21	10	12	2%	18%
เครื่องใช้สำนักงานที่ทำด้วยพลาสติก	27	33	21	11	2%	-49%
หลอดและท่อพลาสติก	21	27	12	16	2%	28%
พลาสติกปูพื้นและผนัง	36	39	19	18	3%	-7%
เครื่องใช้บนโต๊ะอาหาร	61	63	31	33	5%	8%
ผลิตภัณฑ์พลาสติกอื่นๆ	337	344	165	226	32%	37%
รวมทั้งสิ้น	1,057	1,301	642	698	100%	9%

ที่มา : www.kelive.com

แต่เนื่องจากโรงงานผลิตภัณฑ์พลาสติกส่วนใหญ่ในประเทศเกินครึ่งจะเป็นโรงงานขนาดเล็กที่มีทุนจดทะเบียนต่ำกว่า 8 ล้านบาทดังในตารางที่ 1.2 ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นกิจการในครอบครัว ทำให้ขาดความรู้ทางเทคโนโลยีพลาสติก กระบวนการผลิต วิธีการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในการผลิต

ตารางที่ 1.2 ขนาดของโรงงานพลาสติกแต่ละประเภทโดยพิจารณาจากทุนจดทะเบียน

ผลิตภัณฑ์พลาสติก	จำนวนโรงงานแบ่งตามเงินลงทุน International Labor Organization					
	Micro	Small	Medium	Large	Unknown	รวม
บรรจุภัณฑ์	137	970	463	141	61	1772
เครื่องไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์	14	77	56	23	7	177
ชิ้นส่วนยานยนต์	4	36	17	8	1	66
เครื่องใช้ในบ้าน-ครัว	80	423	149	36	28	716
วัสดุชิ้นส่วนก่อสร้าง	17	76	56	31	7	187
ของเล่นกีฬา	39	106	46	13	5	209
ชิ้นส่วนรถเก๋ง	15	114	45	5	1	180
เส้นใยสังเคราะห์	-	1	2	22	-	25
เม็ดพลาสติก	8	146	48	10	44	216
อื่นๆ	65	335	163	77	41	216
รวม	379	2284	1045	366	155	4229
Mold & Die	6	62	34	9	5	116

หมายเหตุ Micro คือโรงงานที่มีทุนจดทะเบียนน้อยกว่า 500,000 บาท

 Small คือโรงงานที่มีทุนจดทะเบียนระหว่าง 500,000-8,000,000 บาท

Medium คือโรงงานที่มีทุนจดทะเบียนระหว่าง 8,000,000-50,000,000บาท

Large คือโรงงานที่มีทุนจดทะเบียนมากกว่า 50,000,000 บาท

ที่มา : กรมโรงงานอุตสาหกรรม

ตารางที่ 1.3 มูลค่าการนำเข้าผลิตภัณฑ์พลาสติกประเภทต่างๆ

ผลิตภัณฑ์ (ล้านเหรียญสหรัฐฯ)	2545	2546	ครั้งปีแรกปี		ครั้งปีแรกปี 2547	
			2546	2547	สัดส่วน	เติบโต
ถุงและกระสอบพลาสติก	151	185	89	119	12%	33%
หลอดและท่อพลาสติก	49	67	35	39	4%	14%
เครื่องใช้และเครื่องตกแต่ง ในบ้าน	16	30	14	18	2%	32%
แผ่นฟิล์ม พอยล์และแถบ พลาสติก	505	<u>586</u>	291	333	35%	15%
ผลิตภัณฑ์พลาสติกอื่นๆ	753	792	386	453	47%	17%
รวมทั้งสิ้น	1,473	1,659	815	962	100%	18%

โดยถ้าพิจารณาจากปริมาณการนำเข้าพลาสติกในตารางที่ 1.3 พบว่าผลิตภัณฑ์ประเภทแผ่นฟิล์มมีปริมาณการนำเข้าสูงถึง 586 ล้านเหรียญสหรัฐฯ ซึ่งถือว่าเป็นปริมาณที่สูง จึงควรส่งเสริมให้มีการผลิตในประเทศมากขึ้น อีกทั้งกระบวนการถัดไปในการแปรรูปแผ่นฟิล์มให้เป็นผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่จะเป็นกระบวนการขึ้นรูปพร้อมด้วยสุญญากาศเพื่อผลิตเป็นผลิตภัณฑ์พลาสติกอื่นๆ ที่มีโรงงานรองรับเป็นจำนวนมาก จึงมีความสมควรอย่างยิ่งที่จะจัดทำฐานความรู้ที่รวบรวมความรู้จากแหล่งต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นกรณีศึกษาจากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติก หนังสือ งานวิจัย และอินเทอร์เน็ต เป็นต้น เกี่ยวกับ กระบวนการรีดพลาสติกแผ่นและการขึ้นรูปพร้อมด้วยสุญญากาศที่เป็นกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์พลาสติก โดยจะเผยแพร่ทางอินเทอร์เน็ตแก่บุคคลทั่วไปที่สนใจ เพื่อเป็นแหล่งสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการผลิต และปัญหาในการผลิตต่างๆ เพื่อส่งเสริมให้เกิดผู้ผลิตรายย่อย และการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตในกลุ่มผู้ผลิตเดิม

1.3 หลักการและแนวคิดของงานวิจัย

การพัฒนาฐานความรู้ (Knowledge Based) ด้านกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมประเภทแผ่นฟิล์มและผลิตภัณฑ์พลาสติกจากการขึ้นรูปรีดร้อน ของอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติก โดยจะเป็นการดำเนินการศึกษาระบบการผลิต และรวบรวมปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบการผลิตของอุตสาหกรรม รวมถึงความรู้ วิธีการแก้ปัญหา ประสบการณ์ของบุคลากรที่มีอยู่ และองค์ความรู้ทั้งหลายที่บุคลากรในอุตสาหกรรมนี้มี สำหรับการแก้ปัญหาในระบบการผลิต

จากนั้นจึงนำองค์ความรู้ที่ได้พัฒนาเป็นฐานความรู้ (Knowledge Based) และเผยแพร่ทางอินเทอร์เน็ต เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการศึกษา การแก้ปัญหา และการปรับปรุงกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมประเภทแผ่นฟิล์ม, ผลิตภัณฑ์พลาสติกจากการขึ้นรูปรีดร้อนด้วยสุญญากาศ สำหรับโรงงานอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติก และบุคคลทั่วไปที่สนใจเกี่ยวกับกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมประเภทแผ่นฟิล์มและผลิตภัณฑ์พลาสติกจากการขึ้นรูปรีดร้อน

1.4 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษา และรวบรวมความรู้ ปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบการผลิตพลาสติกแผ่นและกระบวนการขึ้นรูปรีดร้อนด้วยสุญญากาศ รวมทั้งวิธีการแก้ไขปัญหาระบบการผลิตพลาสติกแผ่นและกระบวนการขึ้นรูปรีดร้อนด้วยสุญญากาศ
2. ส่งเสริมให้เกิดผู้ผลิตรายย่อยและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตในกลุ่มของ อุตสาหกรรมพลาสติก ประเภทกระบวนการรีดพลาสติกแผ่นและการขึ้นรูปรีดร้อนด้วยสุญญากาศ
3. นำความรู้ที่ได้มาจัดทำฐานความรู้ (Knowledge Based) สำหรับกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมประเภทแผ่นฟิล์มและผลิตภัณฑ์พลาสติกจากการขึ้นรูปรีดร้อนด้วยสุญญากาศ และเผยแพร่ทางอินเทอร์เน็ต โดยผ่านเซิร์ฟเวอร์ ของกระทรวงพลังงาน

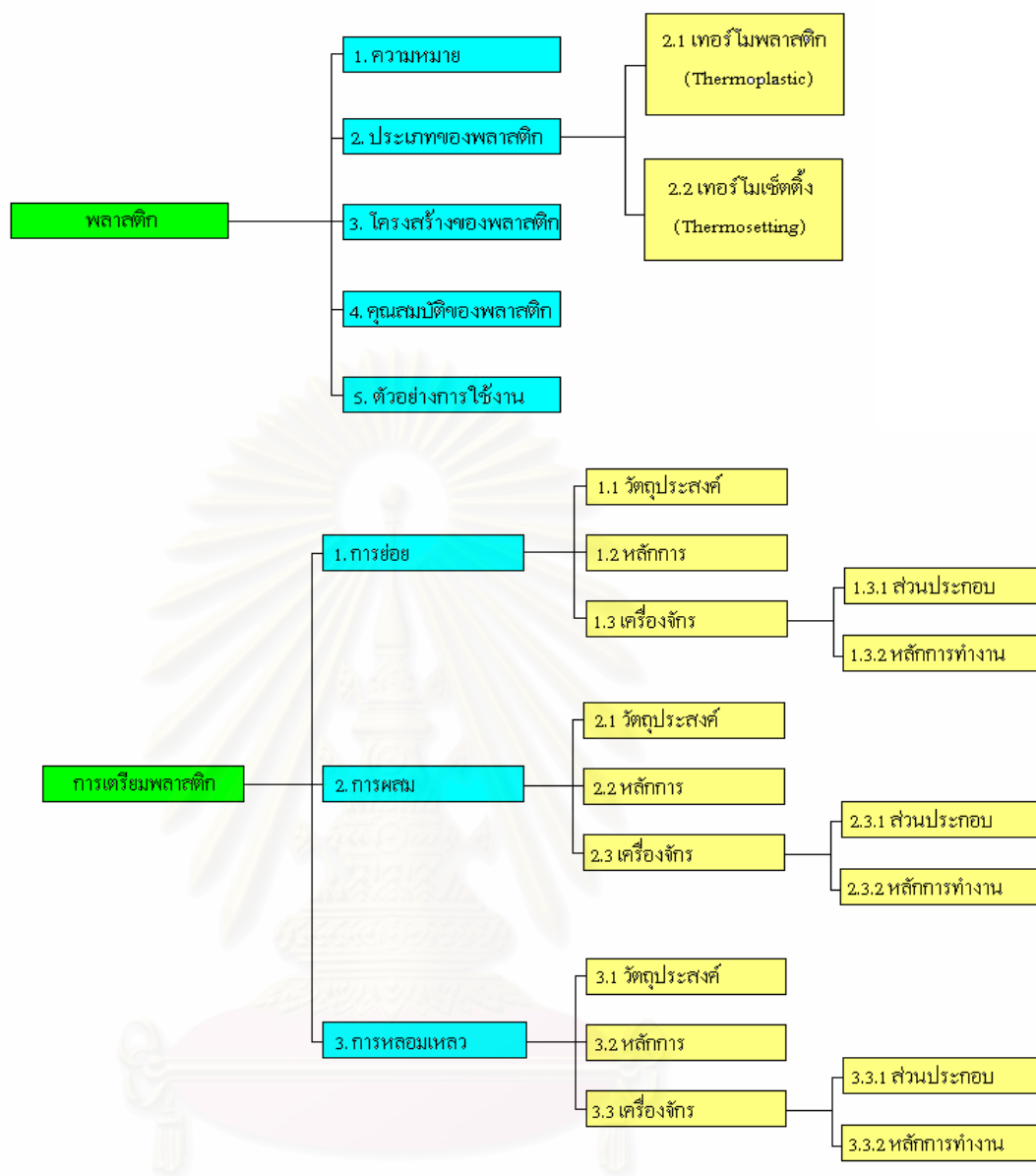
1.5 ขอบเขตของการวิจัย

1. กระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติกที่สนใจทำการศึกษา ซึ่งจะดำเนินการศึกษา 2 กระบวนการคือ การรีดพลาสติกแผ่น(Calendering)และการขึ้นรูปรีดร้อนด้วยสุญญากาศ(Vacuum Forming)

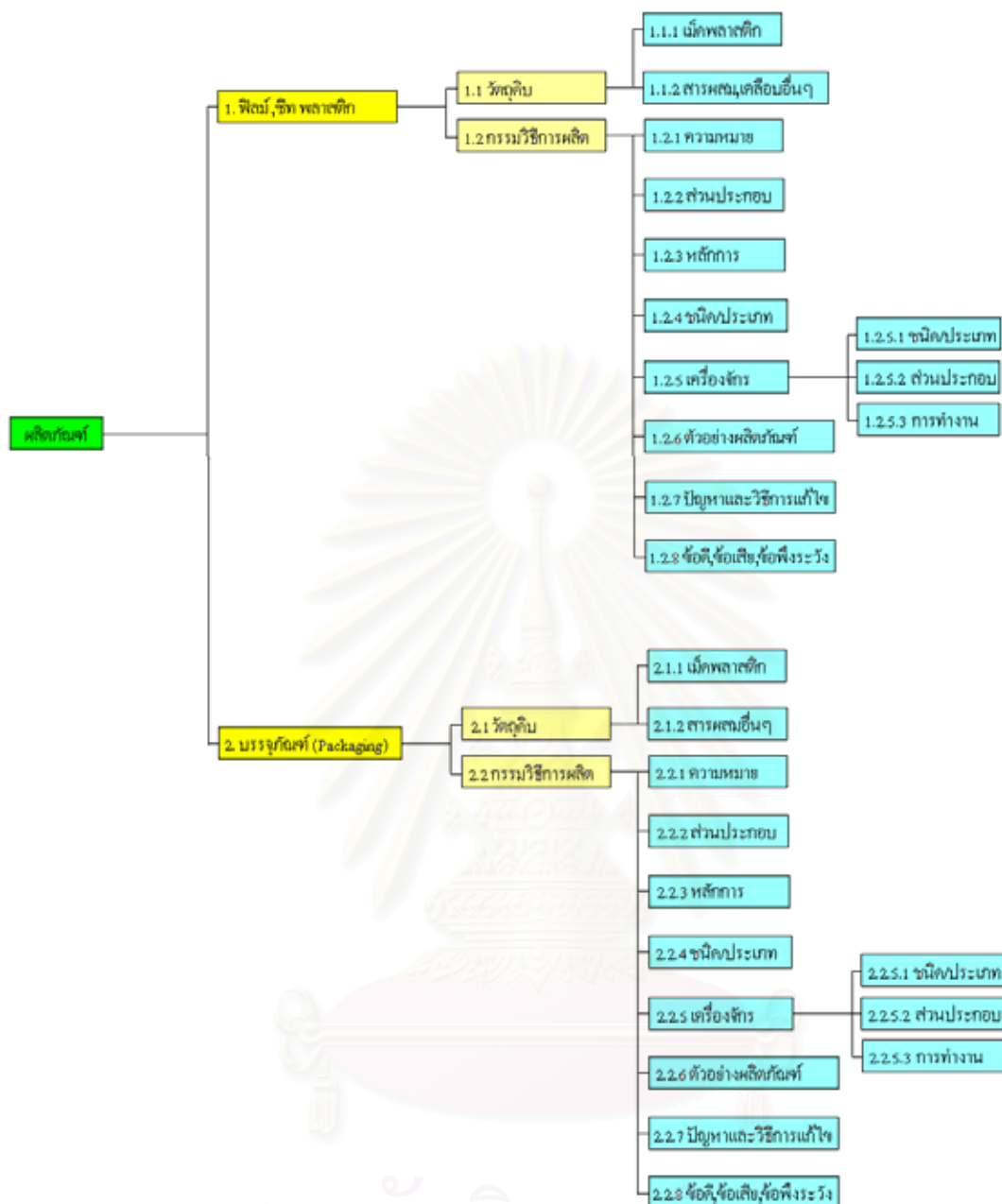
2. รวบรวม และจัดทำฐานความรู้โดยอาศัยข้อมูลจาก
 - แหล่งข้อมูลภาคสนามจาก 4 โรงงานตามขนาดของโรงงานคือ Micro, Small, Medium, Large (แบ่งขนาดตามทุนจดทะเบียน)
 - ทฤษฎี และความรู้ทั่วไปจากอินเทอร์เน็ต, เอกสารความรู้, หนังสือ และงานวิจัย
 - ปัญหา และวิธีการแก้ไขที่มีอยู่ในอินเทอร์เน็ต, เอกสารความรู้, หนังสือ และงานวิจัย
3. ผลการรวบรวม และสำรวจข้อมูลจะถือเป็นข้อมูลขั้นต้นของฐานความรู้สำหรับกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมประเภทแผ่นฟิล์มและผลิตภัณฑ์พลาสติกจากการขึ้นรูปร้อนด้วยสูญญากาศ โดยจะนำไปทดสอบ ทดตั้งใช้งานในโรงงานอุตสาหกรรม 4 โรงงานตามขนาดของโรงงานคือ Micro, Small, Medium, Large (แบ่งขนาดตามทุนจดทะเบียน) เพื่อประเมินความถูกต้องของฐานความรู้ เป็นการเพิ่มความเชื่อมั่นในฐานความรู้ และนำไปสู่การขยายผลในระยะต่อไป



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 1.1 รายละเอียดหัวข้อของขอบเขตที่ทำการศึกษา 1



รูปที่ 1.2 รายละเอียดหัวข้อของขอบเขตที่ทำการศึกษา 2

1.6 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

1. ศึกษากระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมประเภทแผ่นฟิล์มและผลิตภัณฑ์พลาสติกจากการขึ้นรูปร้อนด้วยสูญญากาศ ได้แก่ การรีดพลาสติกแผ่น(Calendering)และการขึ้นรูปร้อนด้วยสูญญากาศ(Vacuum Forming)ของโรงงานตัวอย่าง
2. สัมภาษณ์ และรวบรวมข้อมูลของกระบวนการผลิต ปัญหาที่พบ และวิธีการแก้ไข ปัญหาจากโรงงานตัวอย่าง
3. รวบรวมผลงานวิชาการ เอกสารงานวิจัย หนังสือ ตำรา และเอกสารความรู้ที่เกี่ยวข้องจากแหล่งต่างๆ
4. วิเคราะห์ และสังเคราะห์ความรู้ที่ได้ เพื่อจัดทำโครงสร้างฐานความรู้ ทดสอบติดตั้งใช้งานฐานความรู้ที่จัดทำในโรงงานอุตสาหกรรมพลาสติก และเผยแพร่ทางอินเทอร์เน็ต โดยผ่านเซิร์ฟเวอร์ของกระทรวงพลังงาน
5. ทำแบบสอบถามเพื่อประเมินผลความพึงพอใจในการใช้งาน
6. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ
7. จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

1.7 ผลลัพธ์ที่คาดว่าจะได้รับ

ฐานความรู้ (Knowledge Based) ตั้งต้นสำหรับกระบวนการผลิต ทั้งเทคนิค ปัญหาและวิธีการแก้ไขปัญหาสำหรับสำหรับกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมประเภทแผ่นฟิล์มและผลิตภัณฑ์พลาสติกจากการขึ้นรูปร้อนด้วยสูญญากาศ

- ค้นหากระบวนการผลิต ปัญหาในกระบวนการผลิต และแนวทาง/วิธีการแก้ไขปัญหาตามฐานความรู้ข้างต้นได้
- การค้นหาจะสามารถค้นหาในลักษณะ Web based (On-line)
- ฐานความรู้นี้จะติดตั้งใช้งานให้แก่ผู้สนใจที่เว็บไซต์ www.fromc2v.com

1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เป็นแหล่งความรู้ในการศึกษาเกี่ยวกับสำหรับกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมประเภทแผ่นฟิล์มและผลิตภัณฑ์พลาสติกจากการขึ้นรูปรีดด้วยสูญญากาศ สำหรับผู้ประกอบการ นักลงทุน นักวิจัย หรือบุคคลทั่วไปที่สนใจ
2. เป็นเครื่องมือช่วยในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมประเภทแผ่นฟิล์มและผลิตภัณฑ์พลาสติกจากการขึ้นรูปรีดด้วยสูญญากาศ
3. เป็นการเพิ่มศักยภาพในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของอุตสาหกรรมพลาสติก
4. ส่งเสริมให้เกิดผู้ผลิตรายย่อยในอุตสาหกรรมพลาสติกประเภทกระบวนการรีดพลาสติกแผ่นและการขึ้นรูปรีดด้วยสูญญากาศ
5. สามารถใช้เป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้กับอุตสาหกรรมประเภทอื่นได้
6. สามารถนำฐานความรู้ไปพัฒนาต่อในรูปแบบของระบบเชี่ยวชาญ



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดและทฤษฎี

ทฤษฎีเบื้องต้นเกี่ยวกับพลาสติก

พลาสติกเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติเด่นหลายประการ เช่น มีความแข็งแรงในตัว ทำให้ยืดหยุ่นได้ มีความเหนียว ทนทานต่อความร้อน ทนต่อการสึกหรอ ทนต่อการกัดกร่อนของกรดและด่าง เป็นฉนวนไฟฟ้า เป็นวัสดุไม่ติดไฟ มีผิวมันลื่น ทึบน้ำ น้ำหนักเบา ปรับเป็นสีต่างๆ ได้ พลาสติกหรือโพลิเมอร์เป็นสารสังเคราะห์ที่ได้จากปฏิกิริยาเคมีของสารอินทรีย์ เป็นสารประกอบของธาตุไฮโดรคาร์บอนซึ่งเกิดจากน้ำมันปิโตรเลียมและก๊าซธรรมชาติ ซึ่งส่วนใหญ่จะประกอบด้วยคาร์บอน (C) และไฮโดรเจน (H) เป็นหลัก โดยนอกจากนี้ยังมีส่วนประกอบของ ออกซิเจน(O)และไนโตรเจน (N)และมีพลาสติกบางชนิดที่มีส่วนประกอบของ กำมะถัน (S) คลอรีน (CL) ฟลูออรีน (F) และซิลิกอน (Si) อยู่ด้วย

แหล่งกำเนิดของพลาสติก

1. จากผลิตผลทางน้ำมันและถ่านหิน (Petroleum & Coal) เช่น อีพ็อกซี ไนลอน อะครีลิก โพลีเอสเตอร์ โพลีเอทีลีน ยูเรียฟอว์มาดีไฮด์ เป็นต้น
2. จากผลิตผลทางน้ำมันและสินแร่ (Petroleum & mineral) เช่น ซิลิโคน โพลีไวนิลแอลกอฮอล์ โพลีไวนิลคลอไรด์ โพลีไวนิลบิวไทเรต เป็นต้น
3. จากผลิตผลทางการเกษตร (Agriculture) เช่น เซลลูโลสไนเตรต เซลลูโลสอะซีเตต เซลแล็ก เอทิลเซลลูโลส บิวไทเรต เป็นต้น
4. จากผลิตผลทางการเกษตรและน้ำมัน (Agricualar & Petroleum) เช่น ฟูเรน เป็นต้น
5. จากผลิตผลทางสินแร่ (Mineral) เช่น แคลเซียม-อลูมิเนียมซิลิเคต เป็นต้น

โพลิเมอร์ (Polymers) เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่มีโมเลกุลยาวและมีน้ำหนักโมเลกุลสูงมาก ซึ่งโมเลกุลสูงมาก ซึ่งโมเลกุล เหล่านี้จะประกอบด้วยหน่วยที่ซ้ำๆ กันเป็นจำนวนมาก เรียกว่า โมโนเมอร์ (Monomer) มาต่อกันด้วยพันธะเคมี (Chemical bond) ซึ่งสารโมโนเมอร์นี้จะเป็นสารเริ่มต้นของการสังเคราะห์โพลิเมอร์ โพลิเมอร์โดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือโพลิเมอร์จากธรรมชาติ เช่น ฝ้าย หนังสัตว์ ขนสัตว์ ยางธรรมชาติ ไม้ กับอีกชนิดหนึ่งคือโพลิเมอร์สังเคราะห์ ซึ่งก็

ประเภทของพลาสติกและผลิตภัณฑ์

พลาสติกที่ใช้ในชีวิตประจำวันสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

- **เทอร์โมพลาสติก** (Thermoplastic) เป็นพลาสติกที่อ่อนตัวเมื่อถูกความร้อน และแข็งตัวเมื่อเย็นลง พลาสติกประเภทนี้สามารถนำมาหลอมและขึ้นรูปใหม่ได้อีก เช่น โพลีเอทิลีน พอลิโพรไพลีน พอลิสไตรีน

- **เทอร์โมเซตติง พลาสติก** (Thermosetting plastic) เป็นพลาสติกที่มีรูปทรงถาวร ทนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ และปฏิกิริยาทางเคมีได้ดี แต่เมื่อนำไปขึ้นรูปแล้ว พลาสติกประเภทนี้ จะไม่สามารถนำไปหลอมเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ เช่น เมลามีน พอลิยูรีเทน

การเตรียมพลาสติกเพื่อนำเข้ากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์

- **การย่อย** หมายถึงการลดขนาดของพลาสติกแข็งโดยวิธีกล ซึ่งในการย่อยจะทำให้ได้พลาสติกที่มีขนาดเล็กตามที่ต้องการ เหตุผลที่จำเป็นต้องย่อยมีหลายอย่างเช่น เพื่อเพิ่มพื้นที่ในการสัมผัสเพื่อทำการผสม ทำให้อบแห้งได้ดี บ้อนเข้าเครื่องได้อย่างสม่ำเสมอ หลอมละลายได้เร็ว เป็นต้น เครื่องย่อยพลาสติกมีหลายชนิดตามความเหมาะสมของชนิดพลาสติกตามตารางที่ 2.1 ตัวอย่างเครื่องย่อยที่ควรรู้จักคือ เครื่องรีดย่อย โม่ตี โม่กวน โม่ตัด โม่แท่งตี และโม่รีด

เครื่องรีดย่อยจะใช้สำหรับการย่อยพลาสติกแข็งเปราะได้เท่านั้น สำหรับการย่อยจะต้องใช้โม่บดในการที่จะเลือกใช้โม่ชนิดใดขึ้นอยู่กับว่าต้องการความละเอียดหรือความสม่ำเสมอของเม็ดพลาสติกขนาดไหน

ตารางที่ 2.1 ชนิดของเครื่องจักรที่เหมาะสมกับคุณสมบัติของพลาสติก

สภาพของพลาสติก	ประเภทเครื่องจักร			
	เครื่องรีดย่อย	โม่ตี	โม่ตัด	โม่แท่งตี
เปราะ	เหมาะสม	เหมาะสม		เหมาะสม
เหนียว			เหมาะสม	เหมาะสม
Elastic			เหมาะสม	
เหมาะสำหรับ	PS,PF	PS,PF,PMMA	PVC,PE,PP,PA	PVC,PE,PF

- **การผสม** คือการนำเอาวัสดุต่างชนิดมารวมกัน ละเล็ยให้เข้ากันโดยการให้วัสดุเคลื่อนที่ คลุกเคล้ากันจนได้สภาพการผสมที่ต้องการ โดยการหมุนใบกวนในถังเปิดหรือปิดจะทำให้เกิดการ กระแทกและเสียดสีกัน เมื่อถึงระยะเวลาหนึ่งจะผสมเข้ากันดี ซึ่งจะมีเครื่องผสมแบบต่างๆที่ เหมาะสมกับชนิดและขนาดของพลาสติกตามตารางที่ ในการผลิตพลาสติกเหลวหรือเหนียว เช่น PVCเหลว จะต้องใช้เครื่องกวน โดยปกติแล้วเครื่องผสมแบบนี้จะเป็นถังกระบอก และใบพัดกวนที่ ยกขึ้นลงได้ในแนวตั้ง ซึ่งถังนี้อาจจะเป็น2ชั้นใช้สำหรับให้ความร้อน หรือหล่อเย็นได้ตามต้องการ บางครั้งมีความจำเป็นที่ต้องผสมพลาสติกเหลวที่มีความหนืดสูง ที่ยอมให้มีอากาศผสมได้อยู่ เล็กน้อย จะต้องมีการดูดอากาศออก แบบนี้จะต้องเป็นเครื่องผสมแบบปิดที่มีเกจวัดความดันและ ข้อต่อสำหรับปั๊มสุญญากาศติดเอาไว้ซึ่งสามารถหากรรมวิธีที่เหมาะสมได้จากตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ชนิดของกรรมวิธีผสมที่เหมาะสมกับคุณสมบัติของพลาสติก

สภาพของวัสดุ	กรรมวิธีของเครื่องผสม						
	ทำงานไม่ต่อเนื่อง						ต่อเนื่อง
	ถังกวน	ถังหมุน กว้าง	ใบผสม	เป่าฟุ้ง กระจาย	นวดผสม	รีดผสม	
ผง	สารเติม	วัตถุดิบ สารเติม	วัตถุดิบ สารเติม	วัตถุดิบ สารเติม	วัตถุดิบ สารเติม	วัตถุดิบ สารเติม	วัตถุดิบ สารเติม
เหนียวหนืด มาก			วัตถุดิบ		วัตถุดิบ สารเติม	วัตถุดิบ สารเติม	วัตถุดิบ สารเติม
หนืดน้อย	วัตถุดิบ สารเติม		สารเติม	สารเติม	วัตถุดิบ สารเติม	สารเติม	สารเติม
เหมาะสำหรับ	PVC- Paste UP	PS,PE,PP, PMMA	PVCแข็ง และอ่อน	PVCแข็ง และอ่อน	PVC	PE, PVC	เทอร์โม พลาสติก ทั้งหมด

- **การหลอมเหลว** ในการทำให้พลาสติกเหลวผงพลาสติกที่ผสมไว้แล้วจะถูกหลอมเหลว และผสมให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกันโดยปกติจะใช้ในการผลิตแผ่นบางโดยการรีดแผ่ โดยเครื่องจักรที่ ใช้ในการหลอมเหลวมีดังนี้

เครื่องนวด (kneader) ประกอบด้วยเรือนทรงกระบอกวางอยู่ในแนวนอน และมีใบนวดรูป ตัว z สองใบหมุนสวนทางกันอยู่ภายในเครื่องนวดภายใน ใบจะประกอบพอดี้อยู่ภายใน แ่ง กระทั่งจะกดพลาสติกซึ่งอยู่ในปล่องช่วงบนซึ่งสามารถให้ความร้อนได้ การเอาพลาสติกออก

เครื่องรีดผสม จะใช้ต่อเมื่อต้องการผสมอย่างเดี่ยว และต้องใช้คนควบคุมการทำงานตลอดเวลา การรีดจะเกิดขึ้นภายในร่องรีดของลูกรีดร้อนสองลูกซึ่งมีแกนขนาน มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระหว่าง300-500มิลลิเมตร และความยาว 800-1,500 มิลลิเมตร หมุนสวนทางกันด้วยความเร็วแตกต่างกันเล็กน้อย เพื่อให้การผสมดียิ่งขึ้นจะต้องมีคนคอยปาดส่วนของพลาสติกที่วิ่งออกทางด้านข้างให้เข้าไปอยู่ตรงกลางของลูกรีดร้อนเสมอ สำหรับการผสม PVC คุณภาพสูงแล้วยังไม่มีเครื่องใดดีกว่าเครื่องรีดผสมแบบนี้

- **การทำพลาสติกเม็ด** การผลิตพลาสติกเม็ดใช้วิธีการแตกต่างกัน2วิธีการคือ การทำเม็ดร้อน(Hot granulating)กับการทำเม็ดเย็น(Cold granulating)

การทำเม็ดร้อน ทำได้โดยการเอาหัวใดหลายรูมาติดไว้หน้าเครื่อง เพื่อให้พลาสติกเหลวไหลผ่านออกมาจากรู และจะมีเม็ดหมูนอยู่ด้านหน้าเพื่อหมุนตัดให้เป็นเม็ดสั้นๆรอบๆ หัวฉีด และเม็ดจะมีเรือนหุ้มเพื่อหล่อเย็นเม็ดพลาสติกโดยการเป่าลมเย็น หรือมีวงแหวนน้ำหล่อเย็นอยู่เพื่อรับเม็ดพลาสติก สำหรับพลาสติกที่ตัดได้ง่ายเช่น LDPE ก็จะไม่ปล่อยให้ตกลงน้ำ เสร็จแล้วจึงนำเม็ดพลาสติกไปอบแห้งหรือไล่น้ำออกแล้วจึงนำไปเก็บไว้ในไซโล

เนื่องจากเม็ดพลาสติกที่ตกลงมาใหม่ๆยังร้อนอยู่จะฟอร์มตัวเป็นเม็ดกลมหรือเม็ดรีได้ ในการผลิตเม็ดพลาสติกรูปทรงกระบอก จะทำได้โดยการปล่อยให้พลาสติกที่ผ่านรูหลายๆรูออกมานั้น ผ่านไปยังอ่างน้ำทำให้เย็นเสียก่อน แล้วใช้เรื่องดึงไปผ่านเครื่องตัดเม็ด คือไปผ่านมีดหมุนตัดซึ่งมีความยาวประมาณ2-3มิลลิเมตร กรรมวิธีนี้เรียกว่าการทำเม็ดเย็น (Cold granulating)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

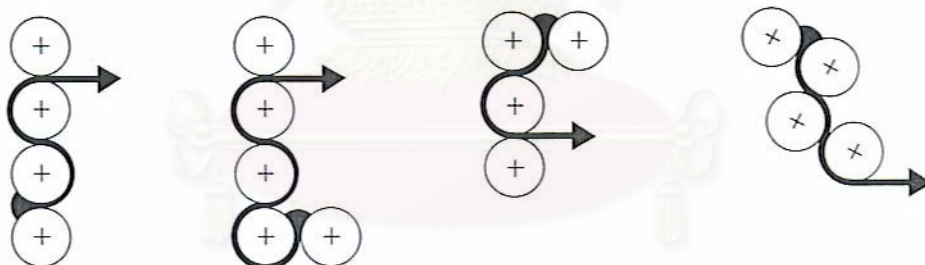
กระบวนการรีดพลาสติกแผ่น (Calendering)

งานรีด (Calendering) ในงานพลาสติก หมายถึง งานขึ้นรูป Thermoplastic โดยให้พลาสติกไหลผ่านลูกรีดสองตัว หรือมากกว่าจนได้แผ่นพลาสติกยาวต่อเนื่องกันไม่รู้จบ

งานรีดมีบทบาทเป็นพิเศษในการผลิตแผ่นฟิล์ม PVC เนื่องจากแผ่นฟิล์ม PVC มีคุณสมบัติที่ดีในการใช้เป็นวัสดุห่อหุ้ม นอกจากนั้นแล้วยังสามารถทำเป็นแผ่นแข็ง หรือ อ่อนที่เหมาะสมสำหรับใช้ในสำนักงาน หรือใช้เป็นวัสดุตกแต่งต่าง ๆ โดยปกติจะใช้ ลูกรีดออกเป็นแบบ I, L, F และ Z (ดังรูปที่ 2.1)

ในการเลือกการจัดลูกรีดแบบไหนนั้น ขึ้นอยู่กับตัวประกอบหลายอย่าง เช่น แบบ L มีข้อดีอยู่ตรงที่ตำแหน่งเติมผงพลาสติกอยู่ข้างล่าง ทำให้เติมวัสดุได้ง่ายและสะดวกกว่า ส่วนใหญ่จะใช้สำหรับการผลิตแผ่น PVC แข็ง ข้อเสียของลูกรีดแบบ L ก็คือ เมื่อใช้ผลิตแผ่น PVC อ่อน จะมีไอของสารทำให้อ่อน (Softener) ระเหยไปติดด้านหลังของลูกรีด ทำให้คุณภาพของแผ่นพลาสติกไม่ดีเท่าที่ควร ด้วยเหตุนี้ การผลิตแผ่น PVC อ่อน จึงนิยมใช้แบบ Z สำหรับแบบ I นั้นไม่ค่อยนิยม ใช้ในการอุตสาหกรรมพลาสติกมากนัก เนื่องจากบ่อนพลาสติกเข้าได้ยาก

ความหนาของแผ่นฟิล์มพลาสติกจะอยู่ราว ๆ 30 ถึง 800 μm ยกเว้นกระเบื้องยางปูพื้นที่ใช้ในการรีดพิเศษให้มีความหนามากกว่านี้



รูปที่ 2.1 การจัดระเบียบลูกรีดแบบ I, L, F และ Z

-ผงพลาสติกที่ใช้ในงานรีด ตามหลักการแล้ว Thermoplastic ทุกชนิดที่มีช่วงของเหลวเหนียว (Pasty) กว้างและความหนืดสูงพอเพียงจะใช้งานรีดได้ทั้งนั้น แต่โดยทั่ว ๆ ไปจะใช้เฉพาะพลาสติกที่จะกล่าวถึงต่อไปนี้เท่านั้น คือ

PVC ที่ผสมและไม่ผสม Softener

Copolymer ของ PVC

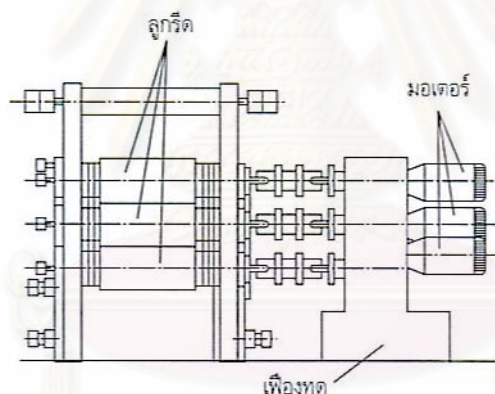
Polystyrene แบบเหนียว และ ABS

Celluloseester และ Polyolefins

ในกลุ่มของ Polyolefins นั้น แผ่นฟิล์ม Polyisobutylene มีบทบาทมากในงานก่อสร้าง ส่วน Polyethylene นั้น เดิมที่ไม่สามารถจะรีดเป็นแผ่นโดยวิธี Calendering ได้ แต่หลังจากได้ค้นคว้าตัวผสมที่เหมาะสมได้ จึงสามารถรีดได้ แต่ถ้าจะทำเป็นแผ่นโดยวิธี Extrusion นั้นจะง่ายกว่าและไม่มีปัญหาเลย

พลาสติกที่ใช้ในงานรีดมากที่สุด ได้แก่ PVC แข็งและอ่อน รวมทั้ง Copolymer ของ PVC ทั้งนี้เป็นเพราะว่า PVC มีคุณสมบัติเหลวเหนียวมากกว่าพลาสติกอื่น ๆ ทั้งหมดเมื่อหลอมละลาย แผ่นฟิล์ม PVC ผลิตโดยวิธีนี้จะประหยัดกว่าวิธีอื่น ๆ ด้วย

- **โครงสร้างของเครื่องรีด** ในการที่ใช้ลูกรีดวางขนานกัน มีกรอบบังคับและให้หมุนอยู่ใน Roller Bearing จะทำให้ได้การหมุนที่ตรงศูนย์และมั่นคง ระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งจะต้องปรับตั้งได้อย่างละเอียด ที่หัวเพลลาของลูกกลิ้งด้านหนึ่ง จะมีหัวต่อสำหรับให้สารให้ความร้อนเข้าไปในลูกกลิ้งได้ และอีกด้านหนึ่งจะต่ออยู่กับเพลลาขับที่ต่อมาจากเฟืองทด ลูกรีดทุกตัวจะมีมอเตอร์กระแสตรงที่ปรับความเร็วรอบได้ทุกความเร็ว และมอเตอร์ต่อตรงอยู่กับเฟืองทด ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 เครื่องรีด (Calender)

ลูกรีดจะต้องรับแรงรีดสูง ซึ่งจะต้องมีความแข็งแรงและทนการเสียดทานจากพลาสติกได้ดี จึงต้องใช้เหล็กพิเศษหล่อหุ้ม หรือใช้เหล็กชุบแข็งด้วยเปลวไฟ ความแข็งของผิวจะต้องอยู่ระหว่าง 500 ถึง 550 HB

ผิวของลูกรีดจะต้องเจียรระไนเรียบให้มีความลึกของความขรุขระประมาณ $0.1\mu\text{m}$ หรือใช้วิธีขัดเรียบ (Polishing) จนมีความลึกของความขรุขระของผิวถึง $0.01\mu\text{m}$ ถ้ามีการกัดกร่อนทางเคมี เช่น ในส่วนผสมของ PVC ชนิดพิเศษ อาจต้องใช้เหล็กชุบโครเมียมแข็ง (Hard chromed) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลูกรีดมีถึง 800 mm และยาวจนถึง 2,500 mm

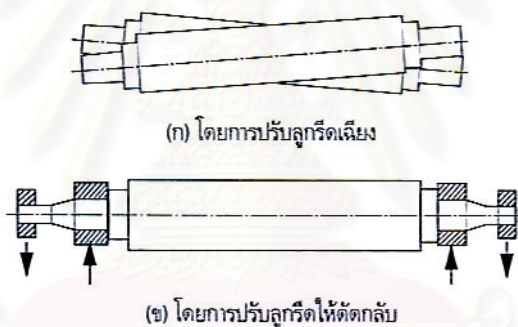
ในระหว่างการทำงานรีดจะมีแรงกระทำที่ร่องรีดมาก ซึ่งทำให้ลูกรีดโก่งจะมีผลทำให้ความหนาของแผ่นพลาสติกไม่สม่ำเสมอ จนอาจจะเกินพิคคของขนาดที่กำหนดไว้ได้

การหลีกเลี่ยงไม่ให้ความหนาแตกต่างกันมากเนื่องจากลูกรีดโก่งทำได้หลายวิธี เช่น การปรับให้ลูกกึ่งเฉียง หรือโดยการปรับลูกกึ่งให้ตัดกลับ ดังแสดงไว้ในรูปที่ 2.3

การปรับลูกกึ่งให้เฉียง ในปัจจุบันนิยมตั้งแนวแกนของลูกรีดก่อนลูกสุดท้าย ให้เบี่ยงไปจากแนวของลูกรีดอื่น ๆ เล็กน้อย โดยวิธีนี้จะทำให้ได้ระยะห่างระหว่างลูกรีดตรงปลายกว้างกว่าตรงกลาง

การตัดลูกรีดจะกระทำที่ลูกรีดลูกสุดท้ายซึ่งทำได้โดยการให้แรงดันจากไฮดรอลิก กระทำที่เบรคปลายเพลลาที่ต่อยื่นออกไป

วิธีการทั้งสองที่กล่าวมานี้ยังไม่พอเพียง ซึ่งจะต้องมีวิธีการแก้ไขอื่น ๆ ช่วยอีก เช่น โดยการเจียรในลูกรีดชุดสุดท้ายทั้งสองลูกในสภาพพร้อม ซึ่งจะทำได้พิคค Tolerance ต่ำกว่า 5 μm



รูปที่ 2.3 การปรับขนาดเซกการโก่งตัวของลูกรีด

- **โครงสร้างของสะพานรีดและกรรมวิธีรีด** ดังที่กล่าวถึงนิยามในตอนต้นว่า การรีดหมายถึง กรรมวิธีขึ้นรูป โดยเครื่องรีดจะทำหน้าที่ขึ้นรูป และรับหน้าที่ในการหลอมเหลวพลาสติกเพียงเล็กน้อยเท่านั้น เครื่องรีดเป็นเครื่องที่มีราคาแพง ซึ่งจะไม่คุ้มถ้าจะต้องให้ทำหน้าที่หลอมพลาสติกไปด้วยในตัว ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีเครื่องอื่น ๆ ในการเตรียมพลาสติกเข้ามาประกอบด้วย เพื่อให้สามารถผลิตแผ่นพลาสติกที่ยาวไม่รู้จบได้ โดยปกติการขึ้นรูป PVC โดยการรีดจะหลอมพลาสติกไปด้วยในตัว

การผลิตแผ่นฟิล์ม PVC จะมีกรรมวิธีอยู่สองขั้นตอนคือ

1. การเตรียมพลาสติกพร้อมการหลอมพลาสติกล่วงหน้า
2. การขึ้นรูปเป็นแผ่นฟิล์ม

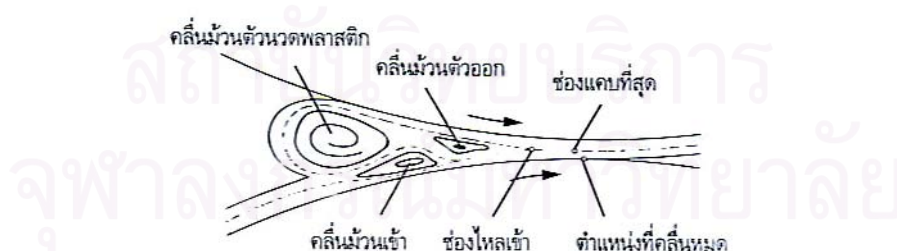
ในขั้นแรกของสะพานรีด จะมีผงพลาสติกแข็งที่มีส่วนผสมที่เหมาะสมอยู่ ดังตัวอย่างต่อไปนี้เป็นส่วนผสมของ PVC แข็งและอ่อน

ตารางที่ 2.3 ส่วนผสมของ PVC ที่ใช้ผลิตแผ่นฟิล์ม

ส่วนผสม	PVC แข็ง	PVC อ่อน
PVC-S หรือ -E	100 ส่วน	100 ส่วน
softener	-	50 ส่วน
stabilisor	2 ส่วน	1.5 ส่วน
สารนำร่อง	1.5 ส่วน	0.5 ส่วน
สี	2 ส่วน	2 ส่วน

ผงพลาสติกผสมที่มาจากเครื่องผสมจะส่งต่อไปเข้าเครื่องหลอมเหลวและทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน (Homogenized melt) ในการนี้อาจใช้เครื่องที่ทำงานต่อเนื่องหรือทำงานเป็นจังหวะก็ได้ ส่วนใหญ่จะตั้งไว้ต่อเนื่องกัน

เครื่องหลอมพลาสติกแบบไม่ต่อเนื่องได้แก่ เครื่องนวดภายใน (Inner kneader) และเครื่องรีดผสมจะเป็นการดีกว่าถ้าใช้เครื่องหลอมพลาสติกทำงานต่อเนื่อง ซึ่งจะทำให้สารพลาสติกที่หลอมเข้าเป็นเนื้อเดียวกันแล้วยังมีสภาพการหลอมเหลวคงที่ คือ มีอุณหภูมิและสภาวะเหลวที่ต้องการ จะทำให้ได้แผ่นฟิล์มที่มีคุณภาพดีและได้ผลผลิตที่สม่ำเสมอ



รูปที่ 2.4 การไหลของพลาสติกในทิศทางการรีด

เครื่องเตรียมพลาสติกทำงานต่อเนื่อง คือ เครื่อง Extruder ซึ่งจะทำให้พลาสติกผสมเข้ากันเป็นเนื้อเดียวกันดีเป็นพิเศษ ทั้งนี้เพราะเกลียวหนอนจะทำหน้าที่นวดและผสมพลาสติกในช่วงผสมของเกลียวหนอน

จากการหลอมพลาสติกล่วงหน้า ส่วนใหญ่จะส่งผ่านสายพานลำเลียงไปยังเครื่องรีดผสม ลูกรีดผสมนอกจากจะทำหน้าที่นวดให้เป็นเนื้อเดียวกันแล้ว ยังช่วยไล่ก๊าซซึ่งแทรกอยู่ในเนื้อพลาสติกออกได้อีกด้วย ช่วงรีดจะไม่ตั้งให้ขนานกัน ทั้งนี้เพื่อให้พลาสติกเหลวที่เติมเข้าไปเคลื่อนจากปลายข้างหนึ่งไปยังอีกข้างหนึ่งของลูกกลิ้ง ณ ตำแหน่งนี้จะมีเม็ดหมุนปาดออกเป็นแถบ และส่งออกไปเข้าเครื่องรีดแผ่น การส่งเข้าจะใช้สายพานลำเลียงส่งเข้าอย่างสม่ำเสมอ ปริมาณพลาสติกจะต้องกะให้พอดีที่เครื่องรีดแผ่นจะรีดได้ มิฉะนั้นจะทำให้ผิวบางส่วนของพลาสติกเหลวเย็นลง ทำให้คุณภาพของแผ่นฟิล์มลดลง

ที่สายพานส่งพลาสติกเข้าเครื่องรีด ควรจะมีเครื่องค้นหาโลหะเอาไว้ด้วย ทั้งนี้เพราะถ้ามีเศษโลหะหลงเข้าไป จะทำให้ผิวของลูกรีดเสียได้ ส่วนใหญ่จะใช้เกลียวหนอนอัดที่มีตะแกรงกรอง (Strainer) อยู่ข้างหน้า ติดตั้งไว้ระหว่างเครื่องรีดผสมและเครื่องรีดแผ่นฟิล์ม มีหน้าที่กรองเศษผงเหล็กของแข็งอื่น ๆ ที่อาจจะหลงติดมากับพลาสติกเหลว

พลาสติกเหลวที่เข้ามายังลูกรีดแผ่น ก่อนอื่นจะเกิดคลื่นของการหมุนตัวก่อนวิ่งผ่านลูกรีด เนื่องจากการนวดของลูกรีด ดังรูปที่ 2.4 คลื่นของการหมุนตัวซึ่งเกิดจากคลื่นหลาย ๆ คลื่นซ้อนกัน และแพร่ตัวออกทางด้านข้างของลูกรีด เพื่อป้องกันไม่ให้พลาสติกเลยออกมาออกลูกกลิ้ง จะต้องแผ่นป้องกันด้านข้างเอาไว้ด้วย

พลาสติกจะโอบติดกับลูกกลิ้งลูกหนึ่งหลังจากผ่านช่องรีดออกไป จนกว่าจะเข้าช่องรีดช่องต่อไป โดยจะมีการนวดเกิดขึ้นที่หน้าลูกรีดทุกชุดเสมอ โดยเมื่อแผ่นฟิล์มผ่านออกจากช่องรีดสุดท้ายแล้วก็จะมีเครื่องดึงแผ่นฟิล์มออก เพื่อให้แน่ใจว่าการส่งทอดแผ่นฟิล์มผ่านลูกรีดแต่ละชุดได้อย่างสม่ำเสมอ จึงปรับให้ลูกกลิ้งชุดหลัง ๆ มีความเร็วสูงกว่าชุดหน้า ๆ เล็กน้อยเสมอ

การรักษาอุณหภูมิให้คงที่ตามความยาวและผิวของลูกรีดมีความจำเป็นมาก ทั้งนี้เพราะอุณหภูมิแตกต่างกันมากย่อมหมายถึง ความแตกต่างของเส้นผ่านศูนย์กลางของลูกกลิ้งมากด้วยการให้ความร้อนจะใช้ความร้อนความดันสูงผ่านเข้าไปในรูน้ำซึ่งห่างจากผิวของลูกรีดประมาณ 50 mm

- การผลิตแผ่นฟิล์ม PVC แข็ง แบ่งตามกรรมวิธีการผลิตได้ 2 ลักษณะคือ แบบใช้อุณหภูมิสูง (HT) และแบบอุณหภูมิต่ำ (NT) แล้วอบความร้อนภายหลัง

สำหรับกรรมวิธีอุณหภูมิสูง (HT) จะใช้อุณหภูมิค่อนข้างสูง คือ ประมาณ 180 °C ถึง 220 °C พลาสติกเหลวขณะนี้จะมีความหนืดต่ำ จนทำให้คลื่นนวดก่อนหน้าลูกรีดมีวนตัวลง

เนื่องจากใช้อุณหภูมิสูง สำหรับ PVC จึงจำเป็นต้องมีการป้องกันการสลายตัวเมื่ออุณหภูมิสูง (Heat stabilisor)

สำหรับกรรมวิธีอุณหภูมิปกติ (NT) หรือ Normal temperature process เป็นกรรมวิธีผลิตฟิล์ม PVC แข็งที่อุณหภูมิต่ำ คือ ประมาณ 160°C ถึง 180°C โดยการรีด หลังจากนั้นจะต้องใช้อบความร้อนอีกครั้งหนึ่ง ฟิล์มพลาสติกที่นำมาจากลูกรีดแรก ๆ ที่ยังหลอมละลายไม่ดี จะได้รับความร้อนโดยเร็วจากลูกรีดความร้อนสูงที่อยู่ถัดมา ซึ่งจะร้อนจนถึงจุดที่ต้องการในระยะเวลาอันสั้น ทำให้ฟิล์มพลาสติกละลายเป็นเนื้อเดียวกันและมีคุณสมบัติทางกลดีขึ้นกว่าแผ่นฟิล์ม PVC แข็งแบบอื่น ๆ โดยนิยมใช้กรรมวิธีอุณหภูมิปกติต่อเมื่อต้องการแผ่นฟิล์มที่มีความแข็งแรงสูง ส่วนอุณหภูมิที่ใช้ในการผลิตแผ่นฟิล์ม PVC อ่อน จะอยู่ระหว่าง 150°C ถึง 190°C

หลังจากที่เอาฟิล์มออกจากลูกรีดชุดสุดท้ายแล้ว สามารถจะเลือกโปรแกรม อุณหภูมิ และความเร็วในการดึงยืดในช่วง Thermoplastic การยืดออกในช่วง Thermoelastic อัตราการยืดตัวของ PVC แข็งแบบไม่ได้ยืดจะอยู่ประมาณ 1 : 2 และที่ซึ่งจะมีประมาณ 1 : 4 สำหรับ PVC อ่อนจะยืดซึ่งถึง 1 : 3.5

เราสามารถจะทำการกดขึ้นลายฟิล์มด้วยลูกกลิ้งกดขึ้นลายเย็นกับลูกกลิ้งรองรับซึ่งกระทำด้วยยางในช่วง Thermoplastic ได้ หลังจากนั้นก็นำแผ่นฟิล์มให้โอบไปกับลูกกลิ้งหล่อเย็นที่อุณหภูมิ 25°C ด้วยมุมโอบโต ๆ เพื่อให้เย็นลง ขอบของแผ่นฟิล์มจะถูกตัดออกเพื่อนำไปเข้าเครื่องรีดผสมใหม่ ที่ลูกรีดชุดสุดท้ายจะมีเครื่องมือวัดความหนาเอาไว้เพื่อตรวจสอบความหนาและปรับช่องรีดของลูกรีดชุดสุดท้าย

ที่ปลายของสะพานเครื่องรีด (ดังรูปที่ 2.5) แผ่นฟิล์มจะถูกม้วนด้วยความเร็วคงที่ โดยใช้ระบบเฟืองพิเศษแบบมีตัวปรับโมเมนต์หมุนกับมอเตอร์แบบควบคุมความเร็วได้ ความเร็วในการม้วนแผ่นฟิล์ม PVC แข็งใช้ประมาณ 40 ถึง 60 เมตร/นาที และ PVC อ่อนใช้ประมาณ 80 ถึง 100 เมตร/นาที

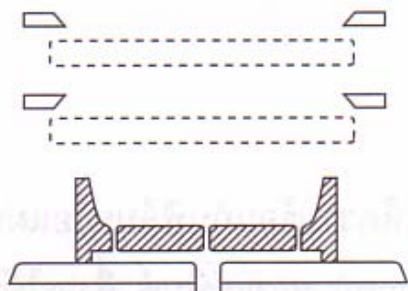
เนื่องจากต้องการความละเอียดสูงในการผลิตแผ่นฟิล์มและขั้นตอนของกรรมวิธีต่าง ๆ ตั้งแต่การเตรียมพลาสติกไปจนถึงการม้วนแผ่นพลาสติกมีมากมาย จึงจำเป็นต้องมีอุปกรณ์ไฟฟ้าควบคุมและปรับขนาดต่าง ๆ และต้องใช้บุคลากรที่มีความรู้ในเรื่องนี้เป็นอย่างดีมาคอยดูแล



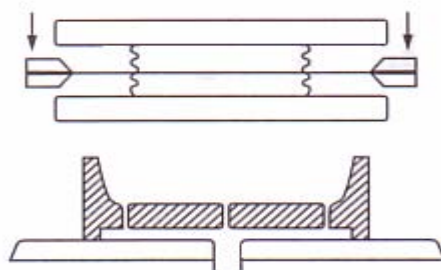
รูปที่ 2.5 สะพานรีดแผ่นฟิล์มในการผลิตฟิล์ม PVC อ่อน

กระบวนการขึ้นรูปร้อนด้วยสุญญากาศ (Vacuum Forming)

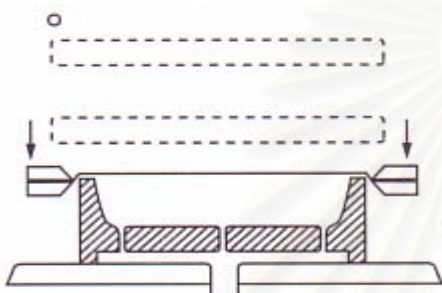
- **หลักการขึ้นรูปร้อน** การขึ้นรูปร้อนฟิล์มหรือแผ่นพลาสติกกระทำโดยการให้ความร้อนกับฟิล์มหรือแผ่นพลาสติกจนถึงอุณหภูมิอ่อนตัว แล้วใช้แรงบังคับให้แนบกับหลุมแบบ (Cavity) ของแม่พิมพ์ ซึ่งจะได้รูปทรงของชิ้นงานตามหลุมที่ต้องการ แรงบังคับอาจเป็นเชิงกล เช่น ใช้แท่งกดหรือแม่พิมพ์กดขึ้นรูปหรือโดยใช้กำลังส่ง ซึ่งอาจเป็นสุญญากาศหรือใช้ลมอัด หลังจากนั้นจะต้องรีบทำให้เย็นตัว เพื่อให้สามารถผลิตชิ้นงานได้อย่างรวดเร็ว
- **วัสดุที่ใช้ในงานขึ้นรูป** โดยหลักการแล้วแผ่นเทอร์โมพลาสติกทุกชนิดสามารถนำมาขึ้นรูปร้อนได้ทั้งหมด ชิ้นงานที่ผลิตด้วยกรรมวิธีนี้มีทั้งชิ้นงานขนาดเล็ก เช่น กล่องและภาชนะใส่อาหาร และชิ้นงานขนาดใหญ่ เช่น เวิร์บเล็ก ผงบ้าน ผงกรูตู้เย็น อ่างอาบน้ำ เป็นต้น ข้อสำคัญสำหรับชิ้นงานขนาดใหญ่ก็จะต้องมีฟิล์มหรือแผ่นพลาสติกขนาดใหญ่ ซึ่งสามารถผลิตได้โดยวิธีอัดรีด (Extrusion) และวิธีใช้ลูกรีด (Calendering)
- **กรรมวิธีขึ้นรูปร้อน** เทคนิคขึ้นรูปร้อนเทอร์โมพลาสติกแผ่นมีหลายกรรมวิธี กรรมวิธีหลักๆ ประกอบด้วย การขึ้นรูปด้วยสุญญากาศ (Vacuum forming) การขึ้นรูปโดยใช้ความดัน (Pressure forming) และการขึ้นรูปโดยแบบประกบ (Matched mold forming) แต่จากนี้จะกล่าวถึงแต่วิธีประกอบด้วยการขึ้นรูปด้วยสุญญากาศเท่านั้น
- **การขึ้นรูปโดยสุญญากาศ (Vacuum Forming)** เป็นการขึ้นรูปแผ่นเทอร์โมพลาสติกโดยใช้สุญญากาศดูดแผ่นพลาสติกที่ถูกทำให้ร้อนจนถึงจุดอ่อนตัวแนบกับแม่พิมพ์ ใช้สำหรับชิ้นงานก้นตื้นขนาดอัตราส่วนความลึกต่อขนาดเล็กสุดของหน้าตัดที่กำหนดไม่เกิน 1:1 และไม่มีขอบหรือมุมคม ในขั้นแรกแผ่นพลาสติกจะถูกยึดไว้ด้วยกรอบโดยรอบ และใช้ความร้อนให้ฮีตเตอร์จนถึงอุณหภูมิทำงาน ต่อไปจะนำแผ่นพลาสติกไปวางทาบกับขอบของแม่พิมพ์ ในการวางทาบจะต้องให้แนบสนิท ไม่มีการรั่วของอากาศระหว่างแผ่นพลาสติกกับแม่พิมพ์ หลังจากนั้นจะทำการดูดสุญญากาศในแม่พิมพ์ให้ความดันบรรยากาศภายนอก (1 bar) กดแผ่นพลาสติกให้แนบกับแม่พิมพ์ เมื่อชิ้นงานเย็นตัวคงรูปแล้วจึงนำออกจากแม่พิมพ์ไปตัดขอบเป็นชิ้นงานสำเร็จต่อไปดังรูปที่ 2.6



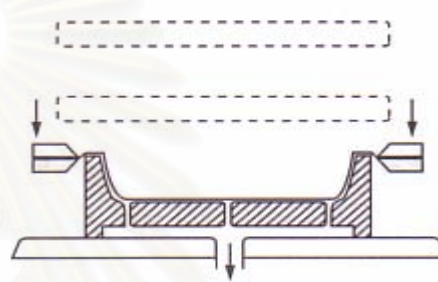
1. นำแม่พิมพ์ตัวเมียวางบนแท่น
กรอบยึดแผ่นพลาสติกเปิด-heaterยังว่าง



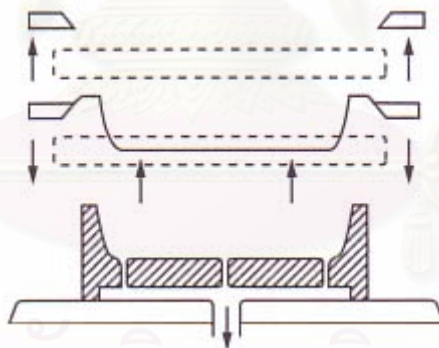
2. ยึดแผ่นพลาสติกด้วยกรอบ-heaterให้ความร้อน



3. เบี่ยง heater ออก-เลื่อนกรอบยึดแผ่นพลาสติก
ลงให้แนบสนิทกับแม่พิมพ์



4. ดูดสูญญากาศให้แนบกับแม่พิมพ์ - ทำความเย็น



5. นำชิ้นงานออก - ควบคุมจักรการทำงาน/อุปกรณ์พร้อมทำงานชิ้นต่อไป

รูปที่ 2.6 แสดงขั้นตอนการขึ้นรูปร้อนด้วยสูญญากาศ

- การให้ความร้อนของกระบวนการขึ้นรูปร้อน

กระบวนการให้ความร้อนมี 3 วิธี คือ การนำความร้อน วิธีนี้เหมาะกับชิ้นงานที่มีลักษณะบางโดยนำพลาสติกไปไว้ที่แผ่นให้ความร้อน ปัญหาที่เกิดขึ้น คือ พลาสติกจะติดอยู่ที่ผิวของแผ่นให้ความร้อนนั้น จึงทำให้เกิดข้อบกพร่องในเรื่องพื้นผิว อีกวิธีหนึ่ง คือ การพาความร้อน

วิธีนี้ประหยัดไฟฟ้าแต่วงจรการทำงานยาว จึงมีปัญหาในเรื่องของการเสียดสภาพของวัสดุ เหมาะสำหรับชิ้นงานที่มีลักษณะหนา (มากกว่า 1 นิ้ว หรือ 2.54 เซนติเมตร) ส่วนวิธีที่นิยมใช้กันมากในทางอุตสาหกรรม คือ การแผ่รังสี ซึ่งมีหลายรูปแบบ ดังจะได้กล่าวถึงรายละเอียดต่อไป

การให้ความร้อนโดยการแผ่รังสีอินฟราเรดเป็นที่นิยมใช้กันมาก แบ่งออกได้เป็น

- ท่อโลหะ (Metal tube) มีชื่อเรียกเฉพาะว่า “คาล-รอด” (Cal-Rod®) มีลักษณะเป็นแถบหรือแท่งให้ความร้อน มีความคงทนสูง ราคาต่ำ และทำความสะอาดได้ง่าย แต่มีปัญหาในเรื่องความสม่ำเสมอในการให้ความร้อน เนื่องจากความเข้มทางความร้อนจะลดลงไปตามเวลาต้องการตัวสะท้อน ควบคุมได้ยากมาก และแยกเป็นบริเวณได้ลำบาก

- ลวดนิโครม (Ni/Cr resistance wire) จะอาศัยรังสีอินฟราเรดแผ่กระจายไปตามเวลานิยมใช้กับการขึ้นรูปร้อน และการขึ้นรูปโดยการหมุน ข้อเสีย คือ ประสิทธิภาพจะค่อย ๆ ลดลงในตอนปลายชีวิต จึงต้องมีการปรับเปลี่ยนจำนวนเวลาให้เหมาะสม

- ตะเกียงอินฟราเรด (IR lamp) จัดเป็นอีกรูปแบบหนึ่งของการให้ความร้อน โดยอาศัย แสงอินฟราเรดจากตะเกียง ช่วยในการขึ้นรูปของชิ้นงาน แต่ไม่เป็นที่นิยมใช้

- แผงอินฟราเรดที่ได้จากการยิงด้วยก๊าซ (Gas fired IR panels) วิธีนี้เป็นการอาศัยความร้อนที่ได้จากการเผาก๊าซ (Gas burner) ช่วยในการพา (Convection) ความร้อนมาที่แผงอินฟราเรดซึ่งจะเกิดการแผ่รังสีต่อไปยังแผ่นซีทพลาสติก การที่ต้องอาศัยความร้อนจากการเผาก๊าซก่อนแทนที่จะเผาโดยตรง เพราะพลาสติกจะไหม้ก่อนที่จะขึ้นรูปได้

- แผงเซรามิกส์ (Ceramic panels) วิธีนี้อาศัยวัสดุเซรามิกส์ เป็นตัวนำความร้อนแล้วส่งผ่านให้แก่ลวดนิโครม ซึ่งจะแผ่รังสีอินฟราเรดให้แก่ แผ่นซีทพลาสติก ความร้อนที่ได้จากวัสดุเซรามิกส์สม่ำเสมอ และมีประสิทธิภาพมาก ถ้าลวดนิโครมมีขนาดเล็กจะช่วยให้ความต้านทานในการส่งผ่านพลังงานไฟฟ้าสูงทำให้พลังงานหรือรังสีอินฟราเรดมากขึ้นด้วย นิยมใช้กับแผ่นซีทที่ยืดหยุ่น (Flex sheet) มีความคงทน แบ่งบริเวณได้ดี ค่าใช้จ่ายต่ำ และควบคุมอุณหภูมิได้ดี แต่ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งสูง และเวลาตอบสนองต่ออุณหภูมิเฉลี่ยค่อนข้างต่ำ

- แผงควอทซ์ (Quartz panels) วิธีนี้อาศัยวัสดุควอทซ์เป็นตัวนำความร้อนและแผ่รังสีอินฟราเรดให้แก่แผ่นซีทพลาสติก นิยมใช้กับแผ่นซีทที่ยืดหยุ่น (Flex sheet) รับความร้อนได้เร็ว มีการแบ่งบริเวณดีมากแล้วแต่มีช่วงกว้าง แต่ข้อเสีย คือ เปราะและเจาะเป็นรูได้

จากชนิดของตัวให้ความร้อนที่กล่าวมา พอนำมาเปรียบเทียบถึงประสิทธิภาพและประสิทธิผลในกระบวนการรวมถึงประโยชน์และข้อเสีย ได้ในตารางที่ 2.4 และตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.4 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวให้ความร้อนชนิดต่าง ๆ

ชนิดของตัวให้ความร้อน	ประสิทธิภาพ(เปอร์เซ็นต์)		อายุเฉลี่ย (ชั่วโมง)	ประสิทธิภาพตอนปลายอายุการใช้งาน (เปอร์เซ็นต์)	ราคา (ดอลลาร์)
	ใหม่	ใช้แล้ว 6 เดือน			
ลวดนิโครม	16-18	8-10	1,500	1.1-1.3	ราคาต่ำสุด
ท่อโลหะ	42	21	3,000	1.9	↓
แผงเซรามิกส์	62	55	12,000-	31-36	
แผงควอทซ์	55	48	8,000-10,000	33-36	↓
แผงอินฟราเรดที่ได้จากการยิงด้วยก๊าซ	40-45	25	5,000-6,000	11-12	
					ราคาแพงสุด

ตารางที่ 2.5 เปรียบเทียบอุณหภูมิการขึ้นรูปของพลาสติกบางชนิด

วัสดุพลาสติก 1	อุณหภูมิตั้งไว้ °F (°C)	ขีดจำกัดของอุณหภูมิต่ำสุด °F (°C)	ช่วงการขึ้นรูปปกติ °F (°C)	ขีดจำกัดของอุณหภูมิสูงสุด °F (°C)
HDPE	180 (82)	260 (127)	295 (146)	360 (182)
ABS	185 (85)	260 (127)	295 (146)	360 (182)
Acrylic	185 (85)	300 (149)	350 (177)	380 (193)
PC	280 (138)	335 (168)	375 (191)	400 (204)

ในปัจจุบันพบว่าอุปกรณ์ให้ความร้อน ยังมีอีกหลายชนิด ได้แก่ แบบแผงไฟฟ้า ให้ความร้อนที่เสถียร มีทั้งเป็นแบบผ้า ควอทซ์ โลหะและเซรามิกส์ ติดตั้งได้ง่ายแต่ ข้อเสีย คือ มีขนาดใหญ่ และราคาซ่อมเดิมมีราคาสูง แบบก๊าซที่มีตัวเร่ง พบว่าความร้อนที่ได้สม่ำเสมอ ค่าใช้จ่ายในการทำ ตั้งแต่ขนาดใหญ่ การแบ่งบริเวณทำได้ยาก การตอบสนองต่ออุณหภูมิต่ำมาก และค่าใช้จ่ายในการติดตั้งสูงมาก แบบก๊าซที่ไม่มีตัวเร่ง พบว่าแหล่งพลังงานไม่แพง และมีความคงทนสูง แต่ ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งสูง ระดับของพลังงานเพิ่มขึ้น สามารถทำให้ติดไฟได้และมีขีดจำกัดกับพวกที่มีขนาดของแผ่นซีทหนา และ แบบแฮโลเจน เป็นแบบที่ให้ความร้อนเป็นจังหวะ รับความร้อนได้เร็วที่สุด แบ่งเป็นบริเวณได้ดี และธาตุที่ใช้มีขนาดเล็กมาก แต่ว่าเปราะ ราคาแพงมากและ ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งสูง

- ตัวอย่างการผลิตผลิตภัณฑ์ด้วยวิธีการขึ้นรูปร้อนด้วยสูญญากาศ

โดยมีขั้นตอนในการผลิต 3 ขั้นตอนคือ 1.ขั้นตอนการขึ้นรูปพลาสติก 2.ขั้นตอนการตัดแบ่ง และ 3.ขั้นตอนการจัดเก็บบรรจุ

1. ขั้นตอนการขึ้นรูปพลาสติก วัตถุดิบในขั้นตอนนี้จะเป็นพลาสติกแผ่น ที่มีขนาดหน้ากว้างตามต้องการ (ของผู้สั่งผลิต) และมีความยาวประมาณ 200-400 เมตร และจะอยู่ในรูปของม้วนพลาสติกดังรูปที่ 2.7 พลาสติกที่ใช้ก็เช่น PVC PP PS PET มีความหนาตั้งแต่ 15 ถึง 0.60 มิลลิเมตร การเลือกใช้ชนิดและความหนา อยู่ที่ขึ้นงาน ความต้องการความแข็งแรง และวัตถุประสงค์การนำไปใช้งาน



รูปที่ 2.7 ม้วนพลาสติก

วัตถุดิบนี้จะนำเข้าสู่เครื่องขึ้นรูปพลาสติกสูญญากาศ ทำการฟอร์ม (Forming) ด้วยความร้อนตั้งแต่ระดับ 200 - 350 องศา กับพลาสติกแผ่น ที่เข้าสู่เครื่องในแต่ละเฟรม (Frame) เมื่อพลาสติกได้ความร้อน ในระดับหนึ่งที่จะสามารถขึ้นรูปได้ จึงทำการขึ้นรูปด้วยสูญญากาศ (Vacuum) ดึงให้พลาสติก แนบติดกับแบบ (Mold) ที่ต้องการ ดังรูปที่ 2.8 จนเป็นรูปร่าง และระบายความร้อน รอการเซตตัว (Setting) ของพลาสติก ก่อนจะถอดแบบ และนำออกจากเครื่อง



รูปที่ 2.8 การขึ้นรูป



รูปที่ 2.9 พลาสติกที่ขึ้นรูปแล้ว นำมาเรียงซ้อนกัน

2. ขั้นตอนการตัดแบ่ง พลาสติกที่ทำการขึ้นรูปจากเครื่องขึ้นรูปสูญญากาศแล้ว จะได้เป็นแผ่น (Frame) ขนาดใหญ่ ซึ่งจะประกอบไปด้วยชิ้นงานหลายๆชิ้นดังรูปที่ 2.9 (อยู่ที่การจัดวาง) ซึ่งยังไม่สามารถนำไปใช้งานได้ ต้องทำการตัดแบ่งให้เป็นรูปร่างที่ต้องการก่อน ด้วยเครื่องปั๊มไฮดรอลิก ตัดด้วยแบบมีด ที่มีความแข็งแรงสูง ตัดพลาสติกทีละชุด (1-10 แผ่น)ดังรูปที่ 2.10 เมื่อตัดเรียบร้อยแล้วจะได้บรรจุภัณฑ์ที่เป็นชิ้นเรียบร้อยแล้ว ดังรูปที่ 2.11



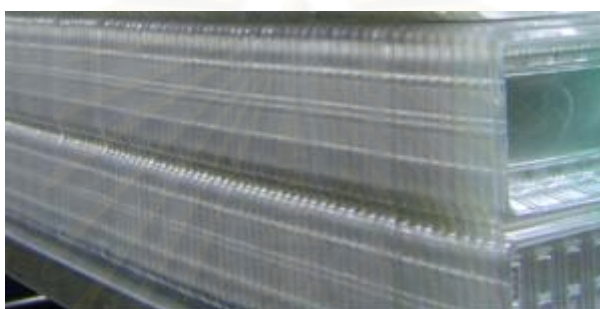
รูปที่ 2.10 การตัดแบ่ง



รูปที่ 2.11 พลาสติกที่ตัดแบ่งเรียบร้อยแล้ว

ก่อนขั้นตอนต่อไป อาจจะนำบรรจุภัณฑ์ที่ได้ ไปพิมพ์สี บนบรรจุภัณฑ์ (เช่นพิมพ์โลโก้ สัญลักษณ์) หรือขั้นตอนการ Blister Pack / Slide Pack ตามที่ลูกค้าต้องการ เพื่อให้เกิดความสวยงาม การใช้งานในรูปแบบที่ต้องการ และเป็นเอกลักษณ์ของสินค้าที่ลูกค้าต้องการ

3. ขั้นตอนการจัดเก็บบรรจุ เมื่อได้บรรจุภัณฑ์เป็นใบเรียบร้อยแล้วดังรูปที่ 2.12 ก็จะทำกรบรรจุเป็นห่อ ห่อหุ้มด้วยพลาสติก/ถุงพลาสติกขนาดใหญ่ PE หรือบรรจุภัณฑ์กระดาษ ดังรูปที่ 2.13 เพื่อเตรียมจัดส่งให้กับลูกค้าต่อไป



รูปที่ 2.12 การบรรจุ



รูปที่ 2.13 บรรจุภัณฑ์ที่เป็นห่อเรียบร้อยแล้ว

ทฤษฎีเกี่ยวกับฐานความรู้

ความรู้ นับว่าเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้บุคคลหรือองค์กรประสบความสำเร็จในระยะยาว และในอนาคตนี้ความรู้จะทวีความสำคัญมากยิ่งขึ้น แต่ละองค์กรจำเป็นต้องมีกระบวนการเพื่อให้มีความสามารถในการเรียนรู้ได้เร็วกว่าคู่แข่ง และการจัดโครงสร้างการจัดการความรู้ให้มีประสิทธิภาพเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อที่จะได้สามารถ นำความรู้ที่เหมาะสมมาใช้ในเวลาที่ต้องการ นอกจากนี้ฐานความรู้ยังช่วยให้องค์กรปรับขนาดขององค์กรให้เหมาะสมได้ เพราะในส่วนขององค์กร

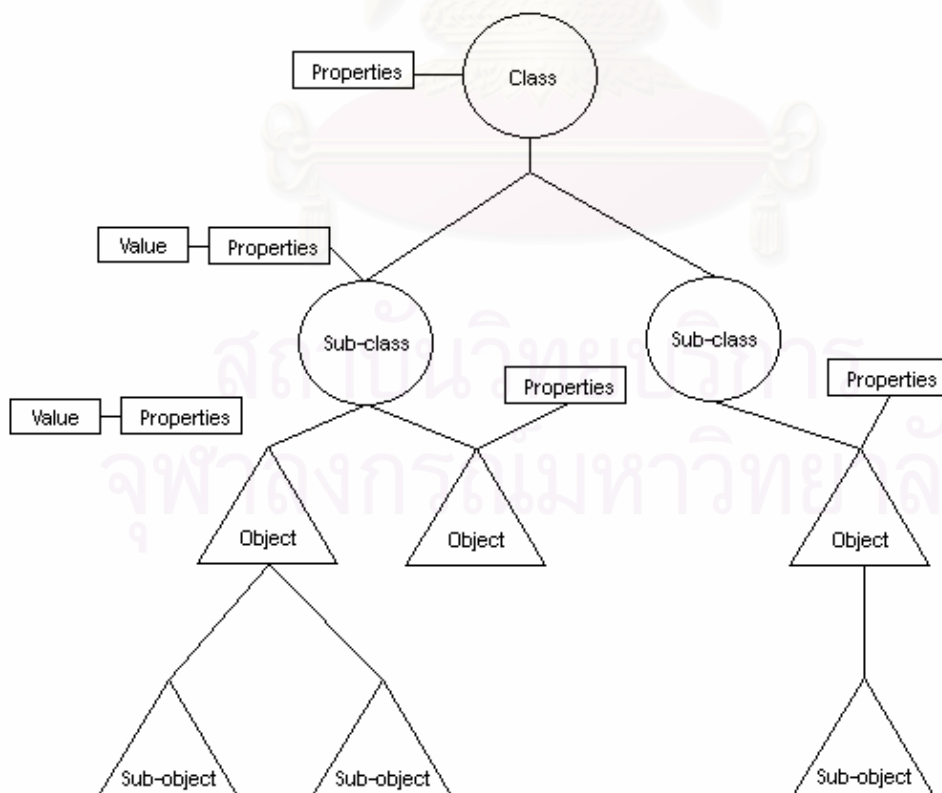
เมื่อจะกล่าวถึงความรู้แล้วมักจะได้ยินคำว่า Knowledge Based System (KBS) และ Knowledge Management (KM) ในส่วนของ KBS นั้นเป็นส่วนหนึ่งของระบบฐานความรู้ ซึ่งนับว่าเป็นศาสตร์สาขาหนึ่งในปัญญาประดิษฐ์สำหรับ KM นั้นเป็นเรื่องของการจัดการความรู้ ซึ่งกล่าวได้ว่ามีขอบเขตที่กว้างมากกว่าการจัดการข้อมูล (Data Management) การจัดการสารสนเทศ (Information Management) หรือแม้แต่การจัดการระบบ (Systems Management) การที่จะประสบความสำเร็จในเรื่องของการจัดการความรู้นั้นไม่ได้ขึ้นอยู่กับเทคโนโลยีสารสนเทศ หรือระบบคอมพิวเตอร์เท่านั้น ยังขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นเช่นรูปแบบขององค์กร สังคม พฤติกรรม และยักรวมถึงวัฒนธรรมด้วยแต่อย่างไรก็ตามเทคโนโลยีสารสนเทศได้มีส่วนช่วยในการสรุปรวบรวมและเข้าถึงแหล่งความรู้และแหล่งข้อมูลได้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น การจัดการความรู้ไม่ใช่เป็นเพียงแค่เรื่องราวของบริษัทหรือร้านค้าที่ประกอบการค้าอิเล็กทรอนิกส์เท่านั้น ยังเกี่ยวข้องและรวมถึงหน่วยงานที่ไม่แสวงกำไรและองค์กรสาธารณะอีกด้วย

ระบบฐานความรู้ ระบบฐานความรู้ (KBS) นั้นคอมพิวเตอร์สามารถรับความรู้ต่างๆจากภายนอก ซึ่งสามารถเก็บและเรียกใช้ความรู้ผ่านโปรแกรม โดยใช้หลักของกระบวนการที่ที่เหตุมีผลสำหรับการแก้ปัญหาในเรื่องราวที่สนใจที่เรียกว่าโดเมน (Domain) ในส่วนของ (KBS) นี้ประกอบไปด้วย 3 ส่วนด้วยกันคือ

1 ฐานความรู้ ส่วนนี้เปรียบเสมือนกับข้อมูลในซอฟต์แวร์ธรรมดาหรือฐานข้อมูล ในระบบสารสนเทศเป็นส่วนที่เก็บรวบรวมความรู้ทุกประเภทไม่ว่าจะเป็นข้อมูลจริงของปัญหา และความรู้ของผู้เชี่ยวชาญที่ได้จากประสบการณ์ ซึ่งจะแบ่งออกได้เป็นส่วนของฐานข้อมูล (Data base) และส่วนของฐานกฎ (Rule base) โดยมีรูปแบบการแสดงฐานข้อมูล เป็นโครงข่ายออบเจกต์ (Object network) ภายในโครงข่ายออบเจกต์นั้น แต่ละออบเจกต์จะมีเชื่อมโยงกัน และมักมีการถ่ายทอดคุณสมบัติ (Inheritance) ภายในโครงข่ายด้วย ทำให้การประมวลผลมีความสะดวกมากขึ้น

นอกจากชนิดของความรู้ที่อยู่ในระบบฐานกฎ จะต่างกับโปรแกรมแบบธรรมดา (Conventional program) แล้ว สถาปัตยกรรมของระบบ ยังมีลักษณะพิเศษต่างออกไป ในโปรแกรมแบบธรรมดานั้น ส่วนการควบคุมโปรแกรม จะปะปนอยู่ในส่วนที่เป็นความรู้สำหรับในระบบฐานกฎ ส่วนการควบคุมโปรแกรมจะอยู่แยกออกไปต่างหาก ไม่ปะปนกับส่วนที่เป็นความรู้ ทำให้การบรรจุความรู้ลงในระบบ และการแก้ไขตัดแปลง ทำได้ง่าย ระบบผู้เชี่ยวชาญเป็น

ในส่วนของฐานข้อมูล จะแสดงโครงสร้างของการแสดงความรู้โดยใช้เฟรม ซึ่งเป็นรูปแบบการแสดงความรู้ที่เสนอขึ้นโดย มินสกี (Minsky) ในปี ค.ศ. 1974 เพื่อเป็นโครงสร้างในการสร้างแบบจำลองของความรู้ของกระบวนการเรียนรู้ของมนุษย์ เฟรมเป็นการแสดงความรู้แบบโครงสร้างแบบหนึ่ง ในเฟรมจะมีการบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับสภาพ เหตุการณ์ วัตถุ หรือความคิด และการบันทึกความสัมพันธ์ ต่างระดับระหว่างสิ่งต่างๆ ดังรูปที่ 2.14

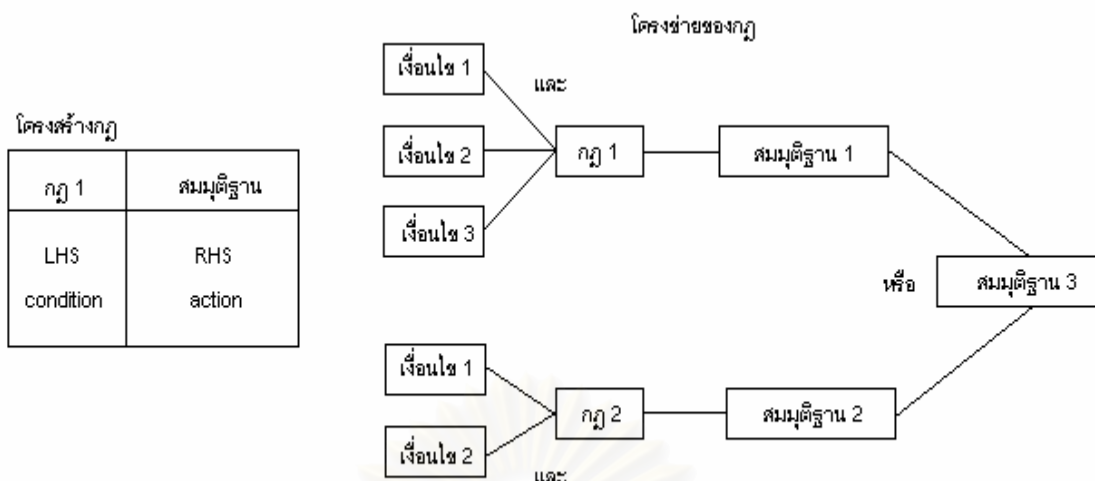


รูปที่ 2.14 แสดงโครงสร้างของการแสดงฐานข้อมูลโดยใช้เฟรม

โดยโครงสร้างของความรู้จะแบ่งเป็นระดับตั้งแต่ คลาส (Class) คลาสย่อย (Sub-class) ออบเจกต์ (Object) และออบเจกต์ย่อย (Sub-object) ทำให้สามารถคัดลอกกลุ่มรหัสคำสั่งได้ (Inheritance) เพื่อประหยัดเนื้อที่ในการเก็บความรู้คือ สามารถคัดลอกกลุ่มรหัสคำสั่งเช่น ลักษณะ (Properties) และคุณค่า (Value) จากคลาส มายังคลาสย่อย และออบเจกต์ ได้แก่ ดิฟอลท์ (Default) แต่ไม่สามารถถ่ายทอดคุณสมบัติและค่าได้โดยการตั้งค่าใหม่ โครงข่ายออบเจกต์สามารถแสดงความรู้ได้หลายประเภทนับตั้งแต่ความรู้ที่เป็นความจริง จนถึงความรู้ที่เป็นแบบขั้นตอน หรือ กระบวนการ ความยืดหยุ่นในการอนุมาน ในระบบโครงข่ายออบเจกต์ไม่มีการกำหนดวิธีการอนุมานอย่างตายตัว ดังนั้นผู้ออกแบบระบบจึงสามารถเลือกวิธีการอนุมานให้เหมาะสมกับลักษณะ และสภาพของปัญหาได้ ข้อเสียของการแสดงความรู้แบบโครงข่ายออบเจกต์ คือ ปัญหาในการจัดความรู้ เนื่องจากโครงข่ายออบเจกต์เป็นการแสดงความรู้แบบโครงข่ายที่มีความยืดหยุ่นเข้ากับความรู้ได้หลายประเภท ทำให้การตรวจสอบความถูกต้อง และการปราศจากความขัดแย้งของความรู้เป็นไปได้ยาก ปัญหาการสร้างแบบจำลอง การที่ไม่มีการกำหนดวิธีการอนุมานแบบตายตัว ทำให้ระบบโครงข่ายออบเจกต์ มีความยืดหยุ่นในการใช้กับปัญหาประเภทต่างๆ แต่ในอีกแง่หนึ่งก็เป็นการเพิ่มภาระแก่ผู้ใช้ด้วยในการที่จะต้องตัดสินใจเลือกวิธีการอนุมาน ในส่วนของฐานกฎนั้นมีรูปแบบเป็นตรรกศาสตร์ ดังนี้

IF < condition < THEN < hypothesis > THEN DO < action > ELSE DO < action >
 สำหรับใน 1 สมมติฐาน จะประกอบด้วย หลายๆเงื่อนไข และหลายๆการกระทำ ซึ่งชนิดข้อมูลของสมมติฐานจะเป็นแบบบูลีน (Boolean) กล่าวคือ จะมีค่าเป็น “ Unknown ” เมื่อยังไม่ได้ทำการหาค่า จะเป็น “ True ” เมื่อการหาค่าทุกเงื่อนไขในกฎเป็นจริงทั้งหมด จะเป็น “ Not know ” เมื่อไม่มีการใส่ค่าให้กับเงื่อนไขใดๆ และจะเป็น “ False ” เมื่อมีเพียงเงื่อนไขหนึ่งข้อที่เป็นเท็จหรืออีกนัยหนึ่งก็คือ การทำงานภายในกฎนั้นจะเชื่อมแต่ละเงื่อนไข ด้วย “ AND ” ในทางตรรกศาสตร์

ส่วนการทำงานระหว่างสมมติฐานจะเชื่อมแต่ละสมมติฐานด้วย “ OR ” ในทางตรรกศาสตร์ นั่นคือมีเพียง 1 สมมติฐานที่เป็นจริง ก็สามารถทำให้สมมติฐานถัดไปทำงานได้



รูปที่ 2.15 แสดงลักษณะการเชื่อมโยงระหว่างเงื่อนไข และสมมติฐาน

เทอมเงื่อนไขเป็นส่วนหนึ่งของข้อมูล, เหตุการณ์, สมมติฐาน หรือเป้าหมายที่มาจากฐานข้อมูล เทอมการกระทำเป็นส่วนข้อมูลใหม่ หรือข้อมูลเดิมที่มีการปรับปรุงเข้าไปในส่วนของฐานข้อมูล ภายในกฎจะเป็นฟังก์ชันการทำงานของข้อมูลที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหา ซึ่งจะมีการกระทำ ก็ต่อเมื่อทุกเงื่อนไขเป็นจริงทั้งหมด สำหรับลักษณะการเชื่อมโยงการทำงานระหว่างฐานข้อมูลและฐานกฎแสดงดังรูปที่ 2.15

การเลือกกฎ โดยหลังจากทำการเปรียบเทียบ (Matching) เงื่อนไขต่างๆ แล้ว อาจจะได้กฎหลายกฎที่มีเงื่อนไขพร้อม ดังนั้นจึงจำเป็นต้องเลือกกฎใดกฎหนึ่งขึ้น วิธีการเลือกกฎ อาจจะทำได้หลายวิธีดังนี้

1. เลือกโดย กฎที่ใช้สำหรับกฎ คือกฎที่มีความรู้ที่เป็นไปตามกฎ (Meta-rules)
2. ลำดับความสำคัญถูกจัดโดยกฎที่ส่วนซ้ายมีรายละเอียดหรือข้อความมากที่สุด ทั้งนี้ก็เพราะกฎเช่นนี้ อาจจะทำให้ข้อสรุป (RHS) ที่แม่นยำกว่า
3. ลำดับความสำคัญสูงสุดให้แก่กฎที่เพิ่งถูกอนุมาน หรือถูกใช้
4. จัดลำดับความสำคัญให้กับกฎที่มีข้อสรุป (ส่วนขวา) ที่มีข้อสรุปมาก
5. ถ้ากฎสามารถให้ความสำคัญ (น้ำหนัก) ได้ ก็จะใช้กฎที่มีน้ำหนักมากที่สุดขึ้นมา ก่อน

2. การอนุมานเป็นวิธีการหาเหตุผลเมื่อกฎมีการทำงาน สามารถแบ่งตามทิศทางของการอนุมานได้เป็น 2 วิธี คือ

1. การอนุมานแบบไปข้างหน้า (Forward chaining or knowcess) เป็นกระบวนการหนึ่งในการควบคุมทิศทางการอนุมานในฐานความรู้ที่เป็นแบบกฎ การอนุมานแบบนี้จะเริ่มต้นการพิสูจน์เงื่อนไขที่อยู่หลัง IF ว่าถูกหรือไม่ ก่อนที่จะบอกได้ว่าข้อสรุปที่อยู่หลัง THEN เป็นจริงหรือไม่ หรืออีกนัยหนึ่งเป็นการแก้ปัญหาโดยการหาเหตุผลจากข้อมูล ไปสู่ส่วนที่เป็นเป้าหมาย
2. การอนุมานแบบไปข้างหลัง (Backward chaining or suggest) เป็นกระบวนการหนึ่งในการควบคุมทิศทางการอนุมานในฐานความรู้ที่เป็นแบบกฎ การอนุมานแบบนี้จะเริ่มต้นการหาค่าของเป้าหมาย (Goal) โดยการพิสูจน์ค่าสรุปของส่วนที่อยู่ข้างหลัง THEN ที่อยู่หลัง IF หรืออีกนัยหนึ่งเป็นการแก้ปัญหาโดยการหาเหตุผลจากเป้าหมาย ย้อนกลับไปตรวจสอบจากเงื่อนไขของ IF

แบ่งตามความเป็นโมโนโทนิก ได้เป็น 2 วิธีคือ

1. การหาเหตุผลแบบโมโนโทนิก (Monotonic Reasoning) เป็นระบบการหาเหตุผล ที่อยู่บนพื้นฐานที่ว่า เมื่อความจริงใดๆ ที่ได้รับการพิจารณา แล้วความจริงนั้นๆ จะไม่สามารถเปลี่ยนแปลงไปได้ ตลอดของการหาเหตุผลครั้งนั้น หรืออาจกล่าวได้ว่า จำนวนความจริงที่ได้รับการพิสูจน์แล้วว่าถูกต้อง ณ เวลาหนึ่งๆ จะมีค่าของความน่าเชื่อถือ เพิ่มขึ้นอยู่เสมอ และจะไม่ลดลง
2. การหาเหตุผลแบบนอนโมโนโทนิก (Nonmonotonic Reasoning) การหาเหตุผลแบบนี้จะตรงข้ามกับ การหาเหตุผลแบบ โมโนโทนิก คือความจริงที่ได้รับการสรุปมาก่อนหน้าแล้วสามารถถูกตรวจสอบแก้ไขได้ ความจริงนั้นอาจไม่เป็นความจริงไปตลอดช่วงของการอนุมานก็ได้

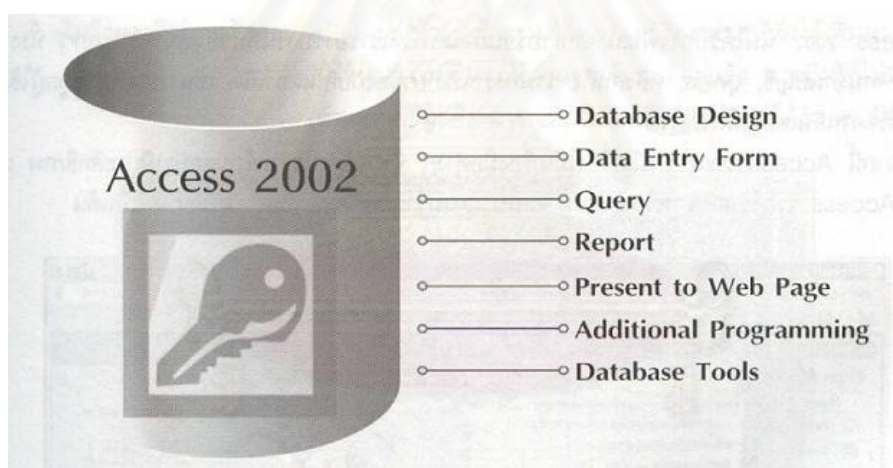
3. ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ เป็นส่วนที่ช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าใจการแก้ปัญหาได้ง่ายขึ้น และทำให้โปรแกรมมีความน่าสนใจมากขึ้น ซึ่งจะเชื่อมโยงกับส่วนฐานความรู้ได้ด้วยการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาสคริปต์ (Script language) โดยแสดงในรูปของหน้าต่างการทำงานแต่ละขั้นตอน แบ่งเป็น 4 ส่วนใหญ่ๆ คือ

1. ส่วนเริ่มต้น (Initialization) เป็นส่วนเริ่มเข้าสู่หน้าต่างการทำงาน
2. ส่วนเริ่มคำถาม (Question) เป็นส่วนที่ใช้ถามคำถามแก่ผู้ใช้
3. ส่วนการรับข้อมูล (From-type Input) จะรับข้อมูลจากผู้ใช้ เพื่อนำไปใช้ในการอนุมาน
4. ส่วนตอบรับการทำงานผู้ใช้ (User Request) หลังจากที่ผู้ใช้มีการใส่ข้อมูลแล้ว เพื่อให้มีการทำงานขั้นต่อไป

ลักษณะของการเชื่อมโยงส่วนของฐานความรู้ (โครงข่ายออบเจกต์ และ ฐานกฎ) กับส่วนที่ใช้ติดต่อกับผู้ใช้ ในการติดต่อกับผู้ใช้ผ่านทางกราฟฟิคนั้น ระบบจะมุ่งความสนใจในการหาเหตุผล กับการแสดงค่าของข้อมูล เพื่อตัดลีนค่าของข้อมูลที่สัมพันธ์กับเหตุผล ถ้าข้อมูลไม่เพียงพอระบบจะถามข้อมูลจากผู้ใช้ โดยเป็นการอินเตอร์เฟสกับผู้ใช้ผ่านทางกราฟฟิค กราฟฟิคดังกล่าวจะอำนวยความสะดวกในการใช้ประโยชน์จากฐานความรู้และรวมกลุ่มที่มีหน้าที่สัมพันธ์กันเข้าด้วยกัน ผู้ใช้สามารถติดต่อกับฐานความรู้ผ่านทางกราฟฟิค และระบบส่งผลลัพธ์ มาให้ผู้ใช้ผ่านทางกราฟฟิคเช่นเดียวกัน

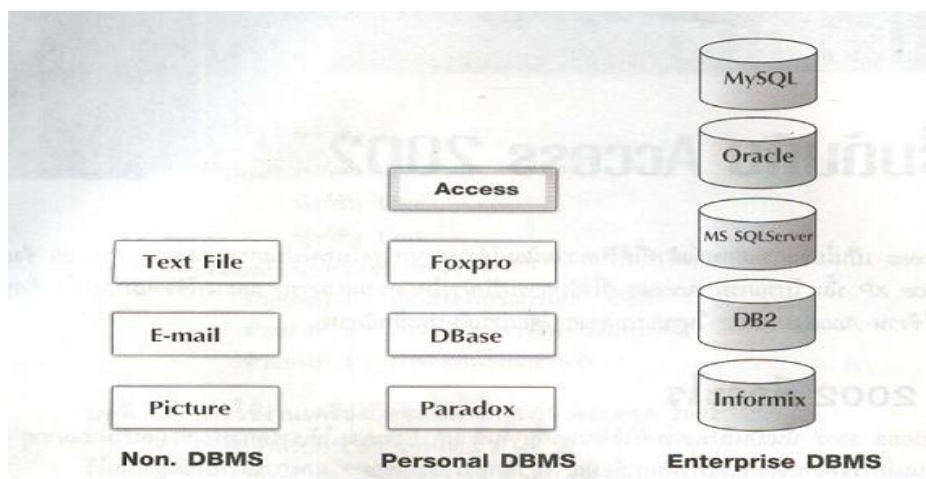
รายละเอียดและหลักการประยุกต์ใช้ภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการสร้างโปรแกรมฐานข้อมูล

- ระบบการจัดการฐานข้อมูล Access เป็นโปรแกรมที่ใช้จัดการฐานข้อมูล ซึ่งช่วยให้เราจัดการกับข้อมูลปริมาณมาก ๆ ได้อย่างง่ายดาย ทั้งในแง่การจัดการเก็บข้อมูล การค้นหาข้อมูล การจัดทำรายงานข้อมูล และการสำรองข้อมูลไว้



รูปที่ 2.16 โครงสร้างโดยรวมของไมโครซอฟท์ Access

Access นั้นเป็นโปรแกรมประเภทที่เรียกว่า ระบบการจัดการฐานข้อมูล (DBMS : Database Management System) ซึ่ง Access นั้นจะเป็นระบบการจัดการฐานข้อมูลในคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ส่วนระบบจัดการฐานข้อมูลขนาดใหญ่ที่ต้องมีคอมพิวเตอร์ทำงานโดยเฉพาะ(ที่เรียกว่า เซิร์ฟเวอร์) ซึ่งรองรับการใช้งานที่มีผู้ใช้งานหลายคน

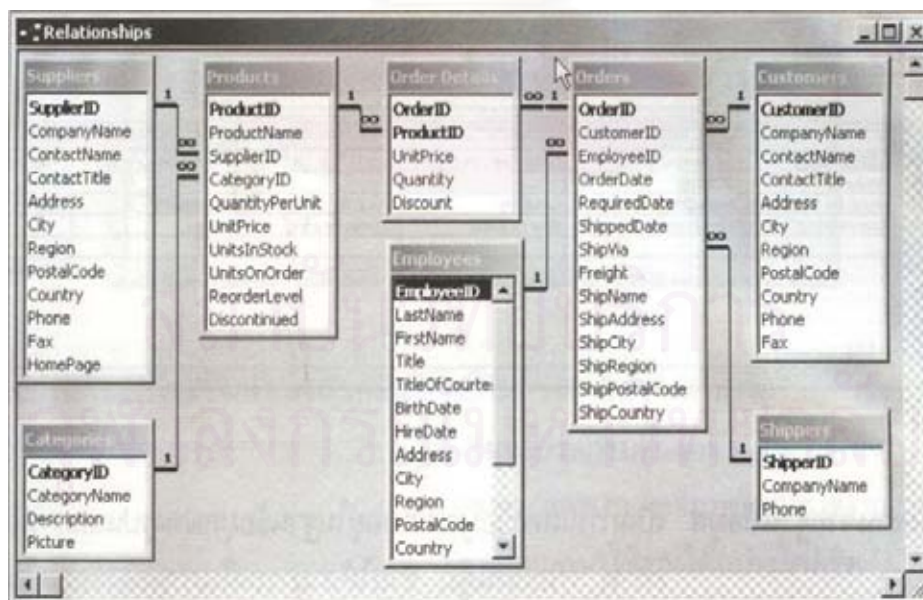


รูปที่ 2.17 ภาคแสดงระดับของระบบปฏิบัติการ

- ความสามารถของ Access

จากการที่เรานำคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยทำงานต่าง ๆ ซึ่งจะช่วยลดความซ้ำซ้อนและลดเวลาในการทำงานให้น้อยลงนั้น งานที่พบบ่อยที่สุดก็คือ งานที่เกี่ยวข้องกับข้อมูล (Data) โดยจะต้องสร้างระบบฐานข้อมูลมาเพื่อจัดการกับข้อมูลที่มีปริมาณมาก ซึ่ง Access ก็เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการจัดการฐานข้อมูลดังนี้

- สร้างฐานข้อมูล ประกอบด้วยการออกแบบฐานข้อมูล การสร้างตาราง และความสัมพันธ์



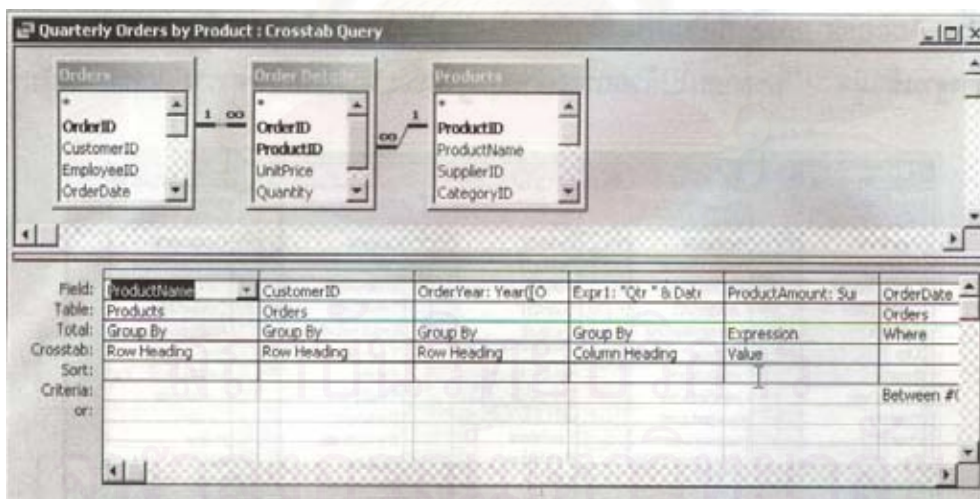
รูปที่ 2.18 โครงสร้างแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้เก็บในไมโครซอฟท์ Access

- เติมข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูล เป็นการนำข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูลด้วยวิธีการต่างๆ ซึ่งได้เพิ่มความสะดวกให้กับผู้ใช้งาน ทั้งที่ที่มีความรู้ด้านฐานข้อมูลดีอยู่แล้ว รวมถึงผู้ที่ไม่มีความรู้พื้นฐานด้านฐานข้อมูลก็สามารถเพิ่มข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูลได้ง่ายเช่นกัน



รูปที่ 2.19 ตัวอย่างการรับข้อมูลภายนอกของไมโครซอฟท์Access

- ค้นหาข้อมูลจากฐานข้อมูล เป็นการเรียกค้นข้อมูลที่สนใจ โดยสามารถกำหนดเงื่อนไข หรือมุมมอง ของข้อมูลที่ต้องการ ทำให้สามารถถล่นกรอง และคิดสรเฉพาะข้อมูลที่ต้องการได้เป็นอย่างดี รวมถึงสามารถวิเคราะห์ข้อมูลเหล่านั้นได้ด้วย



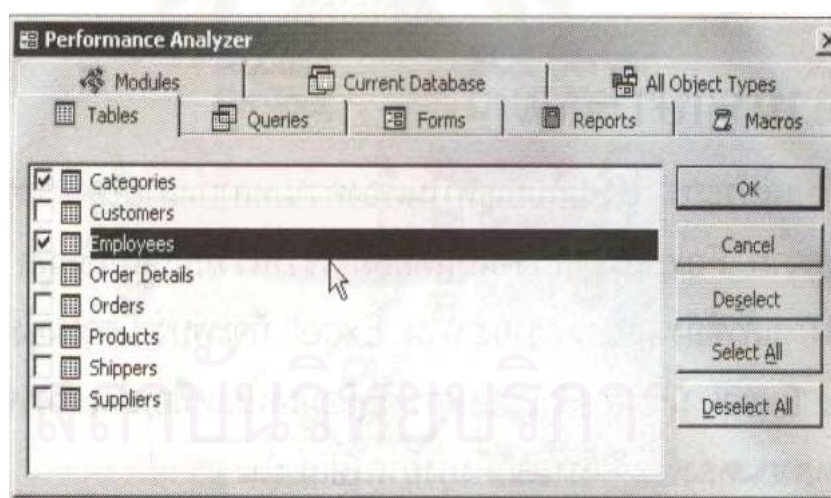
รูปที่ 2.20 ตัวอย่างการค้นหาข้อมูลจากฐานข้อมูล

- สร้างรายงานจากฐานข้อมูล เป็นการแสดงข้อมูลที่เก็บอยู่ในฐานข้อมูลผ่านรูปแบบนำเสนอต่าง ๆ ทั้งตาราง กราฟ หรือแผนภูมิ ช่วยให้สามารถเห็นภาพของข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งช่วยได้มากในงานด้านการวิเคราะห์ข้อมูล โดยเฉพาะด้านงานบริหาร

Sale Amount	Order ID	Company Name	Counter
\$11,188	10417	Simons bistro	1
\$10,496	10479	Rattlesnake Canyon Grocery	2
\$10,192	10540	QUICK Stop	3
\$10,165	10691	QUICK Stop	4
\$9,921	10515	QUICK Stop	5
\$9,195	10424	Mère Paillardé	6
\$8,823	10514	Ernst Handel	7
\$6,635	10776	Ernst Handel	8
\$6,475	10607	Save-a-lot Markets	9
\$6,375	10612	Save-a-lot Markets	10

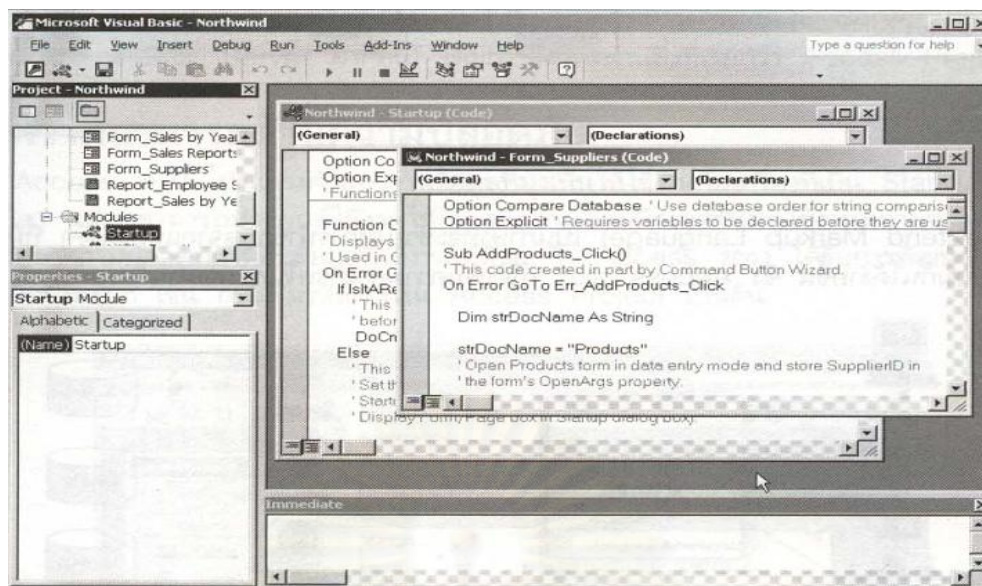
รูปที่ 2.21 ตัวอย่างการสร้างรายงานจากฐานข้อมูล

- จัดการความเรียบร้อยของข้อมูล เป็นการจัดการข้อมูลภายในฐานข้อมูลให้เกิดระเบียบเรียบร้อย ข้อมูลครบถ้วน และถูกต้อง ตลอดจนมีการจัดเก็บที่เหมาะสมโดยใช้พื้นที่เก็บข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ แม้ว่าจะมีข้อมูลเพิ่มมากขึ้น หรือลดลงเพียงใดก็ตาม



รูปที่ 2.22 ตัวอย่างการจัดการความเรียบร้อยของข้อมูล

- เขียนโปรแกรมเพื่อสร้างแอปพลิเคชัน เป็นการขยายความสามารถให้ผู้ใช้งานฐานข้อมูล ให้สามารถเขียนโปรแกรมขึ้นมาช่วยในการทำงาน เพื่อเพิ่มความสะดวกรวดสบาย และเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งาน โดยสามารถนำข้อมูลจากฐานข้อมูลมาใช้งานได้อย่างใกล้ชิด



รูปที่ 2.23 ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมเพื่อสร้างแอปพลิเคชัน

- รูปแบบการประยุกต์ใช้งาน Access

เราสามารถนำมันไปใช้งานในด้านที่เกี่ยวข้องในรูปแบบต่าง ๆ ดังนี้
สร้างฐานข้อมูล และเรียกใช้งานเอง

เป็นแบบเบื้องต้นที่นิยมใช้กัน โดยเริ่มจากการออกแบบฐานข้อมูลที่ต้องการ แล้วใช้ Access สร้างฐานข้อมูลนั้น จากนั้นก็สามารถสร้างส่วนที่รับข้อมูล(Form) และส่วนที่ช่วยค้นหาข้อมูล(Query) รวมทั้งส่วนที่นำเสนอรายงานข้อมูล(Report) จากฐานข้อมูลได้ด้วย แต่ถ้าหากต้องการนำข้อมูลไปใช้งานร่วมกับอินเทอร์เน็ตก็สามารถทำงานผ่าน Data Access Pages นอกจากนี้ยังมีเครื่องมืออื่น ๆ ที่ช่วยอำนวยความสะดวกอีก เช่น

- การสำรองข้อมูลจากฐานข้อมูล
- การนำเสนอข้อมูลจากฐานข้อมูล ชนิดอื่น เข้ามาใช้งาน
- การนำข้อมูลจาก Access ออกไปสู่โปรแกรมอื่น ๆ

การทดลองสร้างและทดสอบฐานข้อมูลก่อนนำไปใช้งานจริง

เป็นการใช้งาน Access ในการสร้างฐานข้อมูลขึ้นมา ก่อนนั้นเป็นการทดลองเชื่อมข้อมูลต่าง ๆ และทดสอบการใช้งานข้อมูลรูปแบบต่าง ๆ ทั้งการเรียกค้น , การทำรายงาน, การวิเคราะห์ข้อมูล จนแน่ใจว่าฐานข้อมูลที่ได้ทดลองสร้างนั้นทำงานได้อย่างถูกต้องจึงจะนำไปทดสอบเพื่อใช้งานจริง กับระบบการจัดการ

การสร้างฐานข้อมูลเพื่อใช้งานกับเครื่องมือเขียนโปรแกรมอื่น

เป็นการใช้งาน Access เพื่อสร้างฐานข้อมูลเปล่า ๆ แล้วเติมข้อมูลบางส่วนเข้าไป จากนั้นจะเขียนโปรแกรมเพื่อสร้าง แอปพลิเคชัน ที่มีการใช้งานข้อมูลดังกล่าว ซึ่งเครื่องมือเขียนโปรแกรมที่นิยมใช้งานกับ Access มีหลายตัว เช่น VisualBasic ,Delphi , Visual Foxpro เป็นต้น โดยจะมีการใช้คำสั่งต่างๆในการเรียกใช้งานฐานข้อมูลที่สร้างจาก Access ซึ่งเป็นที่นิยมมากซึ่งในปัจจุบันเว็บแอปพลิเคชันทั่วไปจะใช้งาน Access ด้วยการผ่าน ภาษา Asp

ภาษา ASP (Active Server Pages)

ASP หรือ Active Server Pages เป็นโปรแกรมตีความภาษา (Interpreter) ที่ใช้ในการตีความ Web page ที่เขียนขึ้นมาโดยใช้ไวยากรณ์ของภาษา VBscript ที่มาจากโครงสร้างมาจากภาษา Visual Basic เพื่อสร้าง Web page ที่เป็นผลลัพธ์ขึ้นมา จากนั้นก็จะส่งไปให้ Web server เพื่อที่จะให้ Web server ส่งต่อไปยัง Browser อีกที เนื่องจาก ASP จะต้องทำงานโดยการร้องขอของ Web server ดังนั้นจึงจะต้องมีโปรแกรม ASP ติดตั้งที่ Web server ด้วย โดยที่ปัจจุบัน เมื่อพูดถึง ASP มักจะหมายถึงเป็น ASP ที่ทำงานในวินโดว Xp หรือ วินโดว 95 ,98 (ใช้กับธุรกิจหรืองานที่ปริมาณการติดต่อไม่มากนัก หรือใช้ในการทดสอบเพื่อการพัฒนาจะไปสู่ระบบใหญ่ต่อไป)

ASP เป็นผลิตภัณฑ์ของไมโครซอฟท์ ปัจจุบัน ASP จะถูกใส่เข้าไปในโปรแกรมที่เป็น Web server ของไมโครซอฟท์ ดังนั้นไม่จำเป็นต้องทำการติดตั้งโปรแกรม ASP อีก กล่าวคือสามารถเรียกใช้ได้เลย โดยที่ หากเป็น

- วินโดว 95 หรือ 98 โปรแกรม Web server ที่มี ASP ในตัวคือ PWS4 (Personal Web server) มีมาให้พร้อมในแผ่น CD Window98 setup ใน directory ชื่อ Add-ons
- วินโดว Xp โปรแกรม Web server ที่มี ASP ในตัวคือ IIS4 (Internet Information Server)

- การทำงานของ ASP

การเขียน Web page ให้เป็น .asp ไม่จำเป็นต้องใช้โปรแกรมอะไรเพิ่มเติม หรือหากจะใช้อีกก็ให้ติดตั้งโปรแกรมช่วยเช่น Visual Interdev เป็นต้น โดย asp คือ ไฟล์ข้อความธรรมดาทั่วไป ซึ่งสามารถที่ใช้โปรแกรมเขียนไฟล์ข้อความต่างๆไป เช่น Notepad หรือ Microsoft word ในการเขียน .asp การบันทึกก็ให้บันทึกเป็น นามสกุล .asp ดังนี้ เช่นหากจะบันทึกเป็น page1.asp ก็ให้ใช้ เครื่องหมาย " (double quote) ที่ด้านหน้าของชื่อและนามสกุลโดยจะมีรูปแบบดังนี้เป็น "page1.asp" เพื่อบังคับให้ Notepad บันทึกเป็นชื่อ page1.asp มิฉะนั้นจะถูกบันทึกเป็น page1.asp.txt ซึ่งจะไม่สามารถใช้งานได้

การเขียน ASP script จะทำโดยการฝัง ส่วนที่เป็น script ลงไปใน Web page กล่าวคือ หากไม่มีการฝัง ASP script เลย Web page นั้นก็คือ Web pageธรรมดาทั่วไปนั่นเอง การตีความ โดย ASP ก็จะทำการตีความไล่ลงไปจากต้นไฟล์ไปที่ละบรรทัด บรรทัดไหนมีส่วนของ ASP script อยู่ก็จะทำการตีความก่อนแล้วทยอยส่งผลลัพธ์ออกมาเรื่อยๆ หากเกิดข้อผิดพลาดที่รุนแรงก็จะหยุดการทำงาน ส่วนที่เป็น ASP script จะขึ้นต้นหรือเปิดด้วย tag โดยใช้เครื่องหมาย <% และลงท้ายหรือปิดด้วย %> ตัวอย่างของการเขียน ASP script เช่นหากเราต้องการแสดงวัน-เวลา ปัจจุบัน ก็จะใช้ ฟังก์ชัน now ก็เขียนดังนี้

วัน-เวลา ขณะนี้คือ

```
<%=now%>
```

โดยที่บรรทัดที่ 1 ก็ จะแสดงข้อความตามปกติ แต่บรรทัดที่ 2 จะมีการนำค่า วัน-เวลา ปัจจุบัน ผลลัพธ์ก็จะเป็นดังนี้

วัน-เวลา ขณะนี้คือ 9/3/2550 15:09:59

ทฤษฎีเกี่ยวกับแบบสอบถาม

กระบวนการในการสร้างแบบสอบถาม การสร้างแบบสอบถามเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างยิ่ง ในการทำงานวิจัย เพราะแบบสอบถามคือเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล เพื่อทำการประเมินผล ต่าง ถ้ามีแบบสอบถามที่ดีก็เสมือนมีเครื่องมือที่ดีในการเก็บข้อมูลซึ่งจะช่วยส่งผลให้เกิดความสำเร็จในการทำวิจัย

- กำหนดสิ่งที่ต้องการจะทราบในแบบสอบถาม

การสร้างแบบสอบถามต้องพิจารณาวัตถุประสงค์ของการทำวิจัยโดยละเอียด การกำหนด วัตถุประสงค์ที่ชัดเจนมีความสำคัญเกี่ยวข้องกับขั้นตอนอื่นๆ ของกระบวนการวิจัยอย่างมาก

หลังจากที่นักวิจัยได้พิจารณาวัตถุประสงค์ตลอดจนสมมติฐานของการวิจัยแล้ว นักวิจัยก็ ควรจะตัดสินใจว่าจะมีตัวแปรอะไรบ้างที่ต้องการจะวัด เช่น เพศ อายุ รายได้ ระดับ การศึกษา ฯลฯ ของกลุ่มตัวอย่าง

1. ตัดสินใจเลือกประเภทของแบบสอบถามและวิธีการดำเนินงาน

สิ่งที่นักวิจัยจะต้องตัดสินใจในขั้นตอนพื้นฐานของการสร้างแบบสอบถาม มีดังนี้

- อะไรคือข้อมูลพื้นฐานที่ต้องการ
- ทำอย่างไรจึงจะได้ข้อมูลที่ต้องการ

- ควรใช้คำถามที่เป็นทางการหรือไม่เป็นทางการ
- ควรเปิดเผยวัตถุประสงค์ของการวิจัยหรือไม่
- จะดำเนินการส่งแบบสอบถามโดยวิธีใดจึงจะได้คำตอบที่ต้องการ

2. กำหนดหัวข้อหรือเนื้อหาของคำถาม

หัวข้อหรือเนื้อหาของคำถามจะถูกกำหนดโดยวัตถุประสงค์และสมมติฐานในการวิจัย สิ่งที่ต้องตระหนักในการตั้งคำถามก็คือ คำถามนั้นจำเป็นหรือไม่ บางครั้งนักวิจัยอาจจะตั้งคำถามที่ไม่มีประโยชน์ต่อวัตถุประสงค์ของการวิจัย เช่นเป็นคำถามที่ไม่มีผลต่อหัวข้องานวิจัย

3. ตัดสินใจเรื่องรูปแบบของคำถามที่ต้องการ

การตั้งคำถามในแบบสอบถามมีอยู่หลายรูปแบบ ทั่วไปแล้วสามารถแบ่งได้ 2 รูปแบบคือ

- การตั้งคำถามแบบปิด (Closed-response questions)

การตั้งคำถามแบบปิดสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ประเภทแรกคือการตั้งคำถามให้ผู้ตอบเลือกตอบตามระดับความรู้สึกมากน้อย การตั้งคำถามแบบปิดประเภทที่สองคือ ผู้วิจัยกำหนดคำตอบมาให้เรียบร้อย ผู้ตอบเพียงแต่เขียนเครื่องหมายลงในช่องที่ตรงกับความเป็นจริงหรือความเห็นของตนมากที่สุด

การตั้งคำถามลักษณะปิดแบบนี้จะช่วยให้ผู้ตอบสามารถตอบคำถามได้สะดวกขึ้นเพราะไม่ต้องเสียเวลาในการคิดคำตอบ ข้อสำคัญก็คือนักวิจัยต้องมีวิจรรย์ญาณ ที่จะสร้างคำถามและคำตอบที่มีความหมาย

- การตั้งคำถามแบบเปิด (Open-ended questions)

สำหรับการตั้งคำถามแบบเปิดนั้นคือ การตั้งคำถามให้ผู้ตอบมีเสรีภาพที่จะตอบอะไรก็ได้ โดยที่นักวิจัยไม่ได้กำหนดคำตอบไว้ล่วงหน้าเพื่อให้การตอบคำถามเป็นไปอย่างอิสระ

สิ่งที่ควรระวังไว้เสมอในการสร้างแบบสอบถามก็คือ คำถามที่ถามนั้นต้องใช้ประโยคที่สั้นง่าย กระชับรัด อ่านแล้วเข้าใจ ไม่ก่อให้เกิดการแปลความหมายได้หลายอย่าง คำถามที่ไม่ชัดเจนหรือคลุมเครือจะทำให้ผู้ตอบอ่านคำถามแล้วไม่เข้าใจ และอาจจะตอบผิดพลาดไม่ตรงกับวัตถุประสงค์ของคำถามนั้น คำถามที่ดีควรมีประเด็นเดียว ไม่ควรตั้งคำถามหลายประเด็นไว้ในประโยคเดียวกัน

4. กำหนดลำดับของคำถามตัดสินใจเรื่องรูปแบบหรือลักษณะทางกายภาพของแบบสอบถาม

เทคนิคที่อาจจะนำมาใช้ในการเรียงลำดับคำถามมีอยู่หลายเทคนิค ดังต่อไปนี้

- เทคนิคที่เรียกว่า Funnel approach นั้นคือการถามคำถามกว้างๆก่อนแล้วจึงค่อยๆบีบประเด็นให้แคบลง
- เริ่มต้นคำถามที่ง่ายและน่าสนใจก่อน การเริ่มต้นด้วยคำถามที่ง่ายและน่าสนใจจะทำให้ผู้ตอบเกิดความเต็มใจที่จะตอบมากกว่าการเริ่มต้นด้วยคำถามที่ยาก น่าเบื่อ หรือซับซ้อน
- ออกแบบคำถามที่ลักษณะหลายคำตอบให้สามารถแยกแยะเป็นคำถามย่อยๆ คำถามบางคำถามจะสามารถตอบได้มากกว่า 1 คำตอบ และผู้วิจัยก็ต้องการทราบรายละเอียดในแต่ละคำตอบ ทำให้ต้องมีการถามแยกเป็นส่วนๆ
- ถามคำถามที่เป็นเนื้อหาหลักก่อนเนื้อหารอง
- คำถามที่ละเอียดอ่อนหรือคำถามที่ Sensitive ควรเก็บไว้ในตอนท้ายของแบบสอบถาม

5. ตัดสินใจเรื่องรูปแบบหรือลักษณะทางกายภาพของแบบสอบถาม

รูปแบบหรือลักษณะทางกายภาพของแบบสอบถามเป็นเรื่องสำคัญที่นักวิจัยไม่อาจมองข้ามไปได้ ทุกสิ่งทุกอย่างที่ประกอบขึ้นเป็นแบบสอบถาม เช่นขนาดของกระดาษพิมพ์ คุณภาพของกระดาษ ตัวอักษรที่พิมพ์

6. ตรวจสอบขั้นตอนที่ 1-7 และปรับปรุงแก้ไขที่จำเป็น

การตรวจสอบแบบสอบถามตั้งแต่ขั้นที่ 1 ถึงขั้นที่ 7 เป็นเรื่องที่ต้องทำเป็นปกติ นักวิจัยควรมีผู้ช่วยประเมินความถูกต้องเรียบร้อยของแบบสอบถาม

7. ทดสอบแบบสอบถามและปรับปรุงใหม่ถ้าจำเป็น

วิธีการทดสอบแบบสอบถามอาจจะทดลองทดสอบกับบุคคลใกล้ชิดๆ ประมาณ 10-50 คน วัตถุประสงค์ก็คือนักวิจัยต้องการตรวจสอบความถูกต้องของแบบสอบถาม คำถามข้อใดที่ใช้ประโยคไม่ชัดเจน คลุมเครือ ผู้ตอบไม่เข้าใจคำถามโดยทันที หรือไม่แน่ใจว่าคำถามนี้ต้องการถามอะไร

บทที่ 3

วิธิดำเนินการวิจัย

3.1 ที่มาและเนื้อหาของฐานความรู้

ในส่วนนี้จะกล่าวถึงรายการของข้อมูลของกระบวนการรีดพลาสติกแผ่น (Calendering) และกระบวนการขึ้นรูปรีนด้วยสุญญากาศ (Vacuum Forming) ที่ได้มาจากการค้นคว้าจากสถาบันต่างๆเหล่านี้

1. แหล่งข้อมูลภาคสนามจาก 4 โรงงานตามขนาดของโรงงานคือ Micro, Small, Medium, Large (แบ่งขนาดตามทุนจดทะเบียน) โดยมีรายละเอียดของโรงงานดังนี้

- ขนาด Micro ทุนจดทะเบียน 450,000 บาท มีการขึ้นรูปด้วยกระบวนการขึ้นรูปรีนด้วยสุญญากาศ ลักษณะของสินค้าที่ทำการผลิต จะเป็นพวกฝาแก้วพลาสติก และพลาสติกห่อสินค้าเช่น พลาสติกใสห่อแฮนด์มอเตอร์ไซด์ เป็นต้น

- ขนาด Small ทุนจดทะเบียน 7,000,000 บาท มีการขึ้นรูปด้วยกระบวนการขึ้นรูปรีนด้วยสุญญากาศ ลักษณะของสินค้าที่ทำการผลิต จะเป็นพวกบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในการห่อหุ้มอาหารแบบใช้แล้วทิ้ง โดยผลิตตามความต้องการของลูกค้า



รูปที่ 3.1 รูปเครื่องจักรในโรงงานขนาด Micro (รูปซ้าย) และขนาด Small (รูปขวา)

- ขนาด Medium ทุนจดทะเบียน 30,000,000 บาท มีการขึ้นรูปด้วยกระบวนการรีดพลาสติกแผ่นเพื่อผลิตเป็นแผ่นซีท PS สำหรับเป็นวัตถุดิบในกระบวนการขึ้นรูปพร้อมด้วยสูญญากาศ โดยผลิตภัณฑ์หลักคือ แก้วน้ำพลาสติกที่ใช้แล้วทิ้ง ฝาแก้วน้ำพลาสติก และ ถาดหลุมของโยเกิร์ต

- ขนาด Large ทุนจดทะเบียน 960,000,000 บาท มีการขึ้นรูปด้วยกระบวนการรีดพลาสติกแผ่นเพื่อผลิตเป็นแผ่นฟิล์ม PET (ประเภทแผ่นฟิล์มบาง) ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลากหลายเช่นการนำไปทำบรรจุภัณฑ์ต่าง ๆ หรือการนำไปใช้ในอุปกรณ์ไฟฟ้า และในภาคอุตสาหกรรม



รูปที่ 3.2 รูปเครื่องจักรในโรงงานขนาด Medium (รูปซ้าย) และขนาด Large (รูปขวา)

2. ศูนย์วิจัยพลาสติก คณะวิศวกรรมศาสตร์ วิชาเอกวิศวกรรมพลาสติก มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี
3. ข้อมูลเกี่ยวกับอุตสาหกรรมพลาสติก จาก สมาคม อุตสาหกรรมพลาสติกไทย (Thai Plastic Industries Association)
4. ทฤษฎี, ความรู้, ปัญหา และวิธีการแก้ไขทั่วไปจากอินเทอร์เน็ต, เอกสารความรู้, หนังสือ และงานวิจัย

โดยเมื่อสรุปรวมความรู้ต่างๆแล้วสามารถแบ่งเป็นหัวข้อความรู้หลักตามเนื้อหาได้ดังนี้

3.1.1 ความรู้เรื่องพลาสติกและอุตสาหกรรมพลาสติก

เป็นเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับความรู้เบื้องต้นของพลาสติก เช่นการแบ่งชนิดของพลาสติกสารประกอบต่างๆ แหล่งที่มาของพลาสติกตั้งแต่ อุตสาหกรรมต้นน้ำของ

พลาสติกชนิดต่างๆที่มีข้อมูลในส่วนของการผลิตและการนำไปใช้งานได้แก่

- โพลีเอททีลีน (Polyethylene PE)
- โพลีโพรพิลีน (Polypropylene)
- แผ่นฟิล์มโอพีพี (Oriented polypropylene , OPP)
- โพลีไวนิลคลอไรด์ (Poly (vinyl chloride), PVC)
- โพลีสไตรีน (Polystyrene , PS)
- อะคริโลไนไตร์-บิวตะไดอิน – สไตรีนเรซิน (Acrylonitrile butadiene resin, ABS resin)
- เส้นใยอะคริลิก (Acrylic fiber)
- สไตรีน บิวตะไดอิน รับเบอร์ (Styrene Butadiene Rubber , SBR)
- โพลีเอสเตอร์ (Polyester)
- ไนลอน (Nylon)
- เมลามีน (Malamine)
- โพลีเมทิล เมธาไครเลต (Polymethyl methacrylate, PMMA)
- โพลียูรีเทน (Polyurethane , PU)
- เอทิลีน ไวนิล อะซิเตท โคโพลีเมอร์ (Ethylene Vinyl Acetate. Copolymer)
- โพลีไวนิล อะซิเตท (Poly (vinyl acetate), PVAC)
- โพลีไวนิล แอลกอฮอล์ (Poly (vinyl alcohol) , PVA)

3.1.2 พลาสติกวิศวกรรม (Engineering Plastic)

เป็นการอธิบายรายละเอียดเบื้องต้น นิยาม ความหมาย เกี่ยวกับพลาสติกวิศวกรรม ตัวอย่างของพลาสติกวิศวกรรม ตัวอย่างการเสริมการเสริมใยแก้วกับพลาสติก เกณฑ์การพิจารณาเข้าสู่พลาสติกวิศวกรรม

3.1.3 อักษรย่อของพลาสติกที่ควรทราบ

ในเนื้อหาจะแสดงอักษรย่อของพลาสติกที่เป็นตัวอักษรภาษาอังกฤษ เช่น PE คือ Polyethylene ซึ่งมีความจำเป็นที่ต้องทราบเนื่องจากการแสดงราคา ค่าเม็ดพลาสติก หรือในข้อความข่าววิชาการต่างๆ มักจะใช้เป็นตัวย่อเพื่อลดความยาวของชื่อตัวย่อที่แสดงค่อนข้างจะครบถ้วนเนื่องจากมีรายการแสดงถึง 104 ชนิด ในส่วนของความถูกต้องก็สามารถเชื่อถือได้เพราะอ้างอิงมาจากสมาคมอุตสาหกรรมrjki9bd

3.1.4 สารเติมแต่งในพลาสติก

เป็นการอธิบายถึงสารที่เพิ่มเข้าไปในเนื้อพลาสติกเพื่อให้มีคุณสมบัติในการใช้งานมากขึ้นเช่น เปลี่ยนสีของพลาสติก ป้องกันการเสื่อมสภาพเพื่อให้มีอายุการใช้งานนานขึ้น หรือ หน่วงต่อการติดไฟ เพื่อให้ง่ายต่อการจัดเก็บ ซึ่งในเนื้อหานี้จะจำแนกประเภทของสารเติมแต่งในพลาสติกออกตามหน้าที่ได้แก่ ฟิลเลอร์ (Filler) สารสี (Colourant) พลาสติกไซเซอร์ (Plasticizer) สารหน่วงการติดไฟ (Flame retarders) สารหล่อลื่น (Lubricant) สารป้องกันการเสื่อมสภาพ (Anti-ageing additives) และ อื่นๆ

3.1.5 การเตรียมพลาสติก

เนื้อหานี้เป็นการกล่าวถึง การเตรียมพลาสติกก่อนการเข้ากระบวนการขึ้นรูป อันได้แก่การย่อย การผสม การหลอมเหลว และ การทำพลาสติกเม็ด ซึ่งแต่ละวิธีการก็มีความสำคัญในกระบวนการขึ้นรูปที่แตกต่างกัน เช่น การย่อยนั้นจะช่วยเพิ่มพื้นที่ของเม็ดพลาสติกในการสัมผัสเพื่อทำการผสม ทำให้อบแห้งได้ดี ป้อนเข้าเครื่องได้อย่างสม่ำเสมอ หลอมละลายได้เร็ว เป็นต้น

3.1.6 กระบวนการรีดพลาสติกแผ่น (Calendering)

เป็นการอธิบายนิยาม และความหมายของกระบวนการรีดพลาสติกแผ่นโดยมีเนื้อหาทั้งในด้านลูกรีด โครงสร้างของเครื่องรีด การทำงานที่เกี่ยวข้องกับ เครื่อง Extruderที่เป็นตัวหลอมวัสดุดิบขั้นต้น รายละเอียดเกี่ยวกับวัตถุดิบโดยเฉพาะ PVC และ

3.1.7 การทำงานของ Extruder

จะเป็นเนื้อหาในส่วนของ Extruder ที่มีลักษณะขึ้นรูปขึ้นต้นก่อนที่จะส่งพลาสติกเข้ากระบวนการรีดพลาสติกแผ่นด้วยกระบวนการขึ้นรูปแบบ Extrusion ซึ่งเริ่มอธิบายตั้งแต่ नियาม ความหมาย และรูปแบบการขึ้นรูปด้วยกระบวนการ Extrusion ชนิด, อุณหภูมิทำงาน, ดัชนีการไหลของเม็ดพลาสติกที่เหมาะสมสำหรับนำมาผลิตเป็นฟิล์ม ตัวอย่างการใช้งานของพลาสติกที่นำมาขึ้นรูปด้วยกระบวนการ Extrusion และการเตรียมวัตถุดิบก่อนเข้ากระบวนการผลิต เช่นการผสมเม็ดรีไซเคิลเพื่อลดต้นทุนการผลิต

3.1.8 อุปกรณ์เสริมของเครื่องรีดพลาสติกแผ่น

ในกระบวนการรีดพลาสติกแผ่นบางกระบวนการผลิต อาจจะต้องมีขั้นตอนเพิ่มเติมเช่น หน่วยสตรีปเปอร์ที่จะช่วยควบคุมอุณหภูมิได้จึงทำให้ มีความเสถียรต่อขนาด และช่วยให้ฟิล์มยืดออกได้ดี หรือหน่วยการพิมพ์ลายบน ที่จะช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ด้วยการพิมพ์ลายต่างๆ ลงบนแผ่นพลาสติก

3.1.9 อุปกรณ์ของเครื่อง Extruder

เป็นการอธิบายถึงส่วนประกอบต่างๆของเครื่อง Extruder เช่น ชนิดและประเภทของเกลียวหนอน กระบอกใส่สกรู มอเตอร์ที่ให้กำลังแก่เกลียวหนอน แถบความร้อน ระบบการให้ความร้อนภายในกระบอก กรวยเติมพลาสติก ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะช่วยให้สามารถเข้าใจกระบวนการทำงานของ Extruder มากขึ้น และจะช่วยให้สามารถตัดสินใจในการเลือกอุปกรณ์ประเภทต่างๆให้เหมาะสมกับกระบวนการผลิตยิ่งขึ้น ตัวอย่างเช่น ประเภทของวัสดุของกระบอกใส่สกรูที่มีอยู่หลายชนิด หนึ่งในนั้นคือ AISI 4340 ที่เป็นเหล็กอัลลอยด์ผสมกับโลหะนิกเกิลและโมลิบดีนัมเป็นวัสดุที่ความร้อนซึมผ่านได้ดี มีความทนทานเหมาะสำหรับสกรูที่มีเฟืองเป็นร่องลึกหรือสกรูที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางขนาดเล็ก หรือ ข้อมูลเกี่ยวกับอัตราการไหลของเนื้อพลาสติกที่เหมาะสมกับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเกลียวหนอน ที่จะช่วยในการยืดอายุการใช้งานของเกลียวหนอนให้มากขึ้น

3.1.10 เครื่องมือสำหรับผลิตพลาสติกแผ่น

เป็นที่ทราบกันว่า พลาสติกหลอมที่ไหลออกจากกระบอกสกรู (Barrel) ของเครื่อง Extruder มีลักษณะเป็นแท่งทรงกระบอก แต่ในการผลิตพลาสติกแผ่น มีความจำเป็นที่จะต้องให้เกิดการกระจายของท่อทรงกระบอก ออกเป็นแผ่นบางเป็นช่วงกว้าง ดังนั้นจึงต้องมีเครื่องมือในการการเปลี่ยนรูปของพลาสติกให้เป็นรูปร่างที่ต้องการ ซึ่งในที่นี้ก็คือ ดาย โดยในเนื้อหานี้จะกล่าวถึงดายที่นิยมใช้ในการผลิตพลาสติกแผ่น 2 ชนิดคือ ดายไม้แขวนเสื้อ และดายรูปตัว T

3.1.11 อุปกรณ์ประกอบหลังการ Extrusion

เนื้อหาในส่วนนี้จะกล่าวถึงอุปกรณ์ต่างๆที่จะมีบทบาทหลังจากการขึ้นรูปเบื้องต้นด้วยกระบวนการ Extrusion เช่น อุปกรณ์ปรับขนาดที่จะช่วยรักษาพื้นที่หน้าตัดของแผ่นพลาสติกให้คงที่ก่อนที่จะส่งผ่านไปกระบวนการอื่นเช่น กระบวนการรีดพลาสติกแผ่น อุปกรณ์ดึงขึ้นงานที่จะช่วยดึงขึ้นงานให้มีอัตราเร็วเท่ากับการไหลของพลาสติกหรือเครื่องตัด/ม้วนในกระบวนการขึ้นปลาย

3.1.12 ปัญหาที่พบในกระบวนการ Extrusion

จะกล่าวถึงปัญหาต่างๆในกระบวนการ Extrusion เช่น การสึกกร่อน ความไม่เสถียรของตัวเครื่อง ผลผลิตต่ำ หรือ ความไม่สม่ำเสมอของผลิตภัณฑ์ ซึ่งปัญหาที่พบในกระบวนการอัดรีดส่วนใหญ่จะแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับวัสดุและปัญหาที่เกี่ยวข้องกับตัวเครื่อง นอกจากนี้ยังมีปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในกระบวนการ Extrusion เช่น ไม่มีผลผลิต ปัญหาเรื่องความหนาแน่นของฟิล์ม

3.1.13 ตัวอย่างการแก้ปัญหาพลาสติกเหี่ยวเป็นลอนในกระบวนการผลิต

เนื้อหาส่วนนี้ได้นำมาจาก “ การลดของเสียผ้าเหี่ยวเป็นลอนในกระบวนการผลิต ” ของนายสุเมธ กาฬภักดี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี เนื่องจากมีลักษณะการผลิตในเนื้อหาจะเป็นกระบวนการผลิตแบบ Calendering ฟิล์มพลาสติกโดยตรง ซึ่งตัวเนื้อหาจะอธิบายถึงกระบวนการผลิตและแนวทางการแก้ไขโดยละเอียด ซึ่งจะเป็นข้อมูลที่มีประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจหรือทำงานในกระบวนการ Calendering โดยเนื้อหาได้มีการวิเคราะห์ปัญหาของการเกิดผ้าเหี่ยวเป็นลอน โดยใช้ทั้งผังก้างปลา และวิธี Why-Why Analysis จนสามารถวิเคราะห์สรุปเหตุปัจจัย 3 อย่างที่สำคัญของปัญหา คือ อุณหภูมิของลูกรีดชุดคาร์เลนเดอร์ ลูกรีด Take off และลูกรีด

3.1.14 ผังก้างปลาการแก้ปัญหาพลาสติกเขียวเป็นลอนในกระบวนการผลิต

แสดงการวิเคราะห์ปัญหาของกระบวนการรีดพลาสติกแผ่น โดยใช้ผังก้างปลาซึ่งเป็นแผนผังที่ใช้แสดงความสัมพันธ์อย่างเป็นระบบระหว่างหลายๆสาเหตุที่อาจเป็นไปได้ที่ส่งผลกระทบต่อให้เกิดปัญหาหนึ่งปัญหา โดยส่วนมากจะกำหนดปัจจัยของปัญหาจากหลักการ 4M 1E อันได้แก่ Man , Machine , Material } Method และ Environment [วันรัตน์ จันทิก, 17 เครื่องมือนักคิด, 2547] ปัญหาของกระบวนการผลิตในที่นี้คือ แผ่นฟิล์มเขียวเป็นลอน โดยปัญหาหลักๆจะเกิดจากอุณหภูมิและอัตราการดึงยืดในหน่วยการผลิตที่ต่างกัน

3.1.15 การวิเคราะห์ปัญหาพลาสติกเขียวเป็นลอนในกระบวนการผลิตด้วยวิธี Why-Why Analysis

แสดงการวิเคราะห์ปัญหาของกระบวนการรีดพลาสติกแผ่น โดยใช้วิธี Why-Why Analysis ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์สาเหตุจากรากเหง้าของปัญหาโดยจะเริ่มที่ปัญหาในที่นี้คือพลาสติกเขียวเป็นลอน ย้อนกลับไปหาต้นเหตุ ด้วยคำถามว่าทำไมย้อนกลับไปจนกระทั่งไปถึงต้นเหตุ

3.1.16 ตารางแสดงการแก้ไขปัญหาพลาสติกเขียวเป็นลอนด้วยการปรับอุณหภูมิและอัตราการดึงที่เหมาะสม

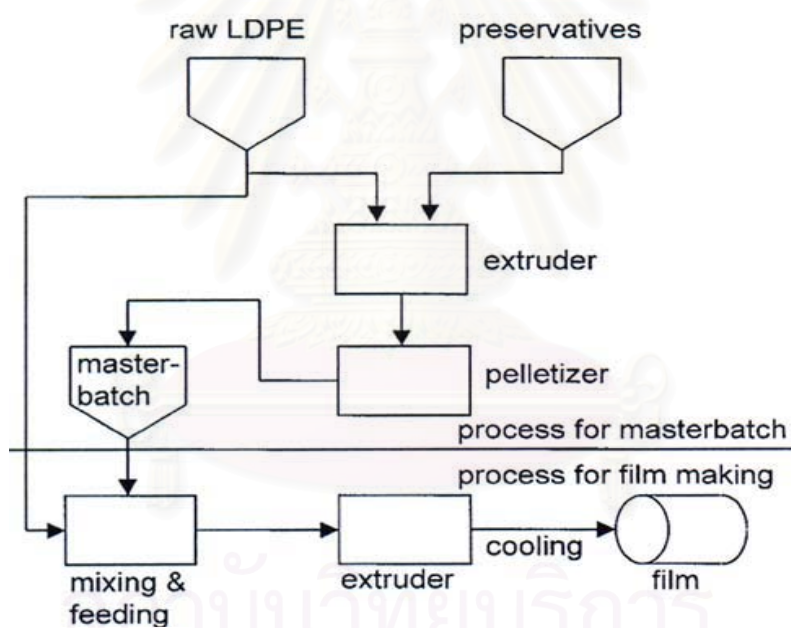
เป็นตารางที่รวบรวมข้อมูลเรื่องอัตราการดึงและอุณหภูมิของการรีดพลาสติกแผ่นจากหนังสือต่างๆโดยแสดง ความสัมพันธ์ของอัตราการดึงและอุณหภูมิ เกี่ยวกับปัญหาที่เกี่ยวข้อง เช่นกฎข้อสำคัญในงานรีดพลาสติกแผ่นคือ ต้องใช้อุณหภูมิการผลิตสูงที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้เพื่อลดการติดลูกรีดของแผ่นฟิล์มและเพิ่มอัตราการสลายตัวของวัตุดิบ เป็นต้น

3.1.17 ข้อมูลการเดินทางพีวีซีที่เหมาะสม

เนื้อหาจะเกี่ยวกับการปรับตั้งและขั้นตอนก่อนเริ่มกระบวนการผลิตพีวีซีจนถึงการหยุดผลิต เนื่องจากพีวีซีเป็นพลาสติกที่ละเอียดอ่อน การใช้อุณหภูมิและการปรับอุณหภูมิใช้งาน ต้องระวังเป็นอย่างมาก อุณหภูมิที่ถูกต้องนั้นขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของ

3.1.18 การเพิ่มคุณสมบัติของฟิล์มสำหรับบรรจุภัณฑ์

เป็นบทความวิชาการ ของ อาจารย์ภาณุวัฒน์ สรรพกุล อาจารย์ภาควิชาเทคโนโลยีการบรรจุ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เกี่ยวกับการเพิ่มคุณสมบัติของฟิล์มสำหรับบรรจุภัณฑ์ในรูปแบบต่างๆ เช่น ฟิล์มเคลือบต่อต้านจุลินทรีย์ ฟิล์มดูดซับต่อต้านจุลินทรีย์ ฟิล์มเกาะติดต่อต้านจุลินทรีย์ ซึ่งจะเป็นแนวทางที่สำคัญในการเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ ของการผลิตพลาสติกแผ่น และการขึ้นรูปพร้อมด้วยสุญญากาศ เพื่อให้สามารถผลิตบรรจุภัณฑ์ที่มีความปลอดภัยของอาหาร เพิ่มอายุการเก็บรักษา และการเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม



รูปที่ 3.3 ตัวอย่างการเติมสารต่อต้านจุลินทรีย์ลงไปในฟิล์มพลาสติกโดยตรง

3.1.19 ข้อมูลเบื้องต้นของการผลิตฟิล์มหลายชั้นโดยใช้ T-Die

เทคโนโลยีการอัดรีดฟิล์มหลายชั้น โดยใช้ระบบ T-Die ในปัจจุบันจะสามารถผลิตเป็นแบบแผ่นบางหรือฟิล์มได้ 3 ชั้น ซึ่งเป็นความรู้ที่น่าสนใจในกระบวนการผลิต พลาสติกแผ่นเนื่องจากสามารถเลือกพลาสติกที่ต่างชนิดกัน มาประกบทับกันได้ ข้อดีของวิธีนี้คือสามารถรวมคุณสมบัติที่ดีของพลาสติกชนิดนั้นๆมาใช้ร่วมกันได้ เช่นการผลิตฟิล์ม 2 ชั้น

3.1.20 กระบวนการขึ้นรูปรี้อนด้วยสุญญากาศ

เป็นเนื้อหาที่เกี่ยวกับนิยามและหลักการขึ้นรูปรี้อนด้วยสุญญากาศ ข้อดีข้อเสียของการขึ้นรูปรี้อนด้วยสุญญากาศ องค์ประกอบของเครื่องจักร ตัวอย่างและการแบ่งประเภทของผลิตภัณฑ์ตามลักษณะชิ้นงาน ขั้นตอนการขึ้นรูปจากกระบวนการผลิตจริง โดยแสดงผ่านภาพและ ไฟล์วิดีโอ ซึ่งจะช่วยให้เข้าใจกระบวนการผลิตได้ง่ายขึ้น

3.1.21 อุปกรณ์ต่างๆของกระบวนการขึ้นรูปรี้อน

จะแสดงประเภทของเครื่องจักรขึ้นรูปรี้อนด้วยสุญญากาศเช่น แบบขั้นตอนเดียว สองขั้นตอน หรือแบบต่อเนื่อง ซึ่งจะมีแผนภาพแสดงการทำงานเพื่อให้เข้าใจง่าย มีข้อมูลเกี่ยวกับประเภทของวัสดุที่นำมาทำเป็นแม่พิมพ์ ชนิดของการให้ความร้อน เช่น ท่อโลหะ ลวดนิโครม แผงเซรามิก ข้อมูลเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายเช่น อายุการใช้งาน ราคา และประสิทธิภาพ และในที่สุดท้ายคือข้อมูลเกี่ยวกับความร้อนที่เหมาะสมสำหรับการผลิตพลาสติกแต่ละชนิด เช่น อุณหภูมิแม่พิมพ์ อุณหภูมิขั้นต่ำในการขึ้นรูป เป็นต้น

3.1.22 แม่พิมพ์ชนิดต่างๆในกระบวนการขึ้นรูปรี้อน

เนื้อหาในส่วนนี้จะเป็นการอธิบายหลักการทำงานของแม่พิมพ์ ที่จะขึ้นรูปพลาสติกแผ่น ให้เป็นชิ้นงานที่ต้องการ ซึ่งมีรูปแบบการขึ้นรูปที่หลากหลาย เช่น การดึงขึ้นรูปด้วยการใช้อุปกรณ์ช่วย การขึ้นรูปด้วยแม่พิมพ์ใบคั่ว การขึ้นรูปด้วยแม่พิมพ์แกนหยาย อีกทั้งมีการอธิบายขั้นตอนการขึ้นรูปอย่างละเอียด เพื่อส่งเสริมให้สามารถออกแบบแม่พิมพ์เองได้เนื่องจากตัวแม่พิมพ์งานขึ้นรูปรี้อนด้วยสุญญากาศ สามารถผลิตขึ้นได้จากวัสดุที่หลากหลาย ตั้งแต่วัสดุที่สามารถทำได้ง่าย เช่น ไม้ ปูน เรซิน หรือวัสดุที่ผลิตได้ยากเช่น โลหะ เป็นต้น

3.1.23 फिल्मชนิดต่างๆที่ได้จากการ Extrusion

เป็น फिल्मชนิดต่างๆ ที่ได้มาจากกระบวนการ Extrusion โดยในเนื้อหาจะมีรายละเอียด ทั้งในด้าน การอธิบายโครงสร้าง การใช้งานหรือการผลิต เพื่อประกอบการ

3.1.24 พลาสติกในกระบวนการขึ้นรูปร้อน

จะกล่าวถึงพลาสติกที่นิยมใช้ในกระบวนการขึ้นรูปร้อนด้วยสูญญากาศ อันได้แก่ พอลิไธรีน พลาสติกอคริลิก พอลิไวนิลคลอไรด์ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นเทอร์โมพลาสติกในกลุ่มที่ไม่มีผลึก (Amorphous thermoplastics) เนื่องจากพลาสติกในกลุ่มนี้ มีช่วงอุณหภูมิของการแปรรูป กว้างจึงทำให้มีความสะดวกในการแปรรูป

3.1.25 การบ่งชนิดตามความหนาของพลาสติก

เป็นการจำแนกชนิดของแผ่นพลาสติกโดยเน้นการแยกชนิดด้วยความหนา ของแผ่นพลาสติก ซึ่งจะแยกออกได้เป็น 4 ชนิด ได้แก่แผ่นซีทพลาสติกขนาดบาง , แผ่นซีทพลาสติกขนาดหนา,ฟิล์มพลาสติก และแผ่นฟิล์มพลาสติกบางเฉียบ และมีข้อมูลในส่วนของการเปรียบเทียบ ลักษณะเฉพาะต่างๆระหว่าง แผ่นซีทพลาสติกขนาดบางเปรียบเทียบกับแผ่นซีทพลาสติกขนาดหนา

3.1.26 สมบัติของฟิล์มพลาสติกที่ควรทราบ

เป็นข้อมูลสำคัญที่ควรทราบเนื่องจาก ความรู้เรื่องคุณสมบัติของฟิล์มพลาสติก จะช่วยให้เราทราบความแตกต่างระหว่างฟิล์มพลาสติกเพื่อการบรรจุหีบห่อผลิตภัณฑ์ หรือเป็นบรรจุภัณฑ์ กับวัสดุเพื่อการหีบห่อประเภทอื่นๆ เช่น กระดาษ ไม้ และจะช่วยให้เข้าใจขอบเขตพิດกการใช้งานของฟิล์มแต่ละชนิด โดยในเนื้อหากล่าวถึงคุณสมบัติที่สำคัญ เช่น สมบัติด้านความแข็งแรง (STRENGTH PROPERTY) สมบัติการสกัดกัน (IMPERMEABILITY) ความใสความโปร่งแสง (TRANSPARENCY) และ สมบัติอื่นๆ (OTHER PROPERTIES)

3.1.27 ตัวอย่างการแก้ปัญหาขึ้นรูปร้อนพลาสติก(ผาด้านในตู้เย็น)ในกระบวนการผลิต

เนื้อหาในส่วนนี้ได้นำมาจาก “ การปรับปรุงผลิตภาพของกระบวนการขึ้นรูปพลาสติกโดยความร้อนในการผลิตตู้เย็น ” ของ นาย มังกร ขจรเดชะ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เนื่องจากมีลักษณะการผลิตในเนื้อหาจะเป็นกระบวนการผลิตแบบ ขึ้นรูปร้อนด้วยสูญญากาศ โดยตรง ซึ่งตัวเนื้อหาจะอธิบายถึงกระบวนการผลิตและแนวทางการแก้ไขโดยละเอียด ซึ่งจะเป็นข้อมูลที่มีประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจหรือทำงานในกระบวนการ ขึ้น

3.1.28 ผังก้างปลาการแก้ปัญหาขึ้นรูปร้อนพลาสติก(ผาด้านในตู้เย็น)ในการผลิต

เป็นผังก้างปลาที่มุ่งสาเหตุไปที่ ปัญหาผลิตภาพในกระบวนการขึ้นรูปร้อน ของกระบวนการผลิตผาด้านในของตู้เย็น ซึ่งมีสาเหตุมาจากหลายตัวแปรเช่น จากตัวพนักงาน เครื่องจักรที่ใช้งาน หรือวัตถุดิบ

3.1.29 ตัวอย่างการแก้ไขปัญหาของแม่พิมพ์ในกระบวนการขึ้นรูปร้อน

เป็นตัวอย่างการแก้ไขปัญหาของแม่พิมพ์ ของกันสาด,ดักแมลง ที่ติดกับกระจกข้างรถยนต์ โดยแม่พิมพ์เดิมเป็นวัสดุที่ทำจากเรซิน ซึ่งค่อนข้างจะมีปัญหามากเนื่องจากเมื่อผลิตไป 30-50 ชิ้นก็ต้องทำการซ่อมแม่พิมพ์ใหม่ ซึ่งจะเสียทั้งเวลา และค่าใช้จ่ายในการซ่อม อีกทั้งผลิตภัณท์ที่ได้ก็มีของเสียเป็นจำนวนมาก ในเนื้อหานี้จึงได้ทดลองเปลี่ยนวัสดุของแม่พิมพ์ ในที่นี้คือ อลูมิเนียมอัลลอย ซึ่งก็ได้ผลเป็นที่น่าพอใจมาก

3.1.30 ตารางแสดงอัตราส่วนการตั้งที่แท้จริงของวัสดุที่มีรูปร่างต่าง ๆ กัน

การคำนวณอัตราส่วนการตั้งที่แท้จริงเป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลอย่างมากต่อการขึ้นรูปร้อนด้วยสูญญากาศ เนื่องจากถ้าคำนวณอัตราการตั้งไม่เหมาะสม อาจทำให้การขึ้นรูปด้วยกระบวนการขึ้นรูปร้อนด้วยสูญญากาศ ขึ้นรูปได้ยาก หรืออาจได้ชิ้นงานเสียมาก ในเนื้อหานี้จะมีรูปทรงต่างๆ ที่นิยมทำการขึ้นรูป พร้อมสูตรคำนวณพื้นที่ผิว เพื่อให้สามารถคำนวณอัตราการตั้งได้ง่าย

3.1.31 ขั้นตอนการเปลี่ยน Mold ของเครื่อง Thermoform

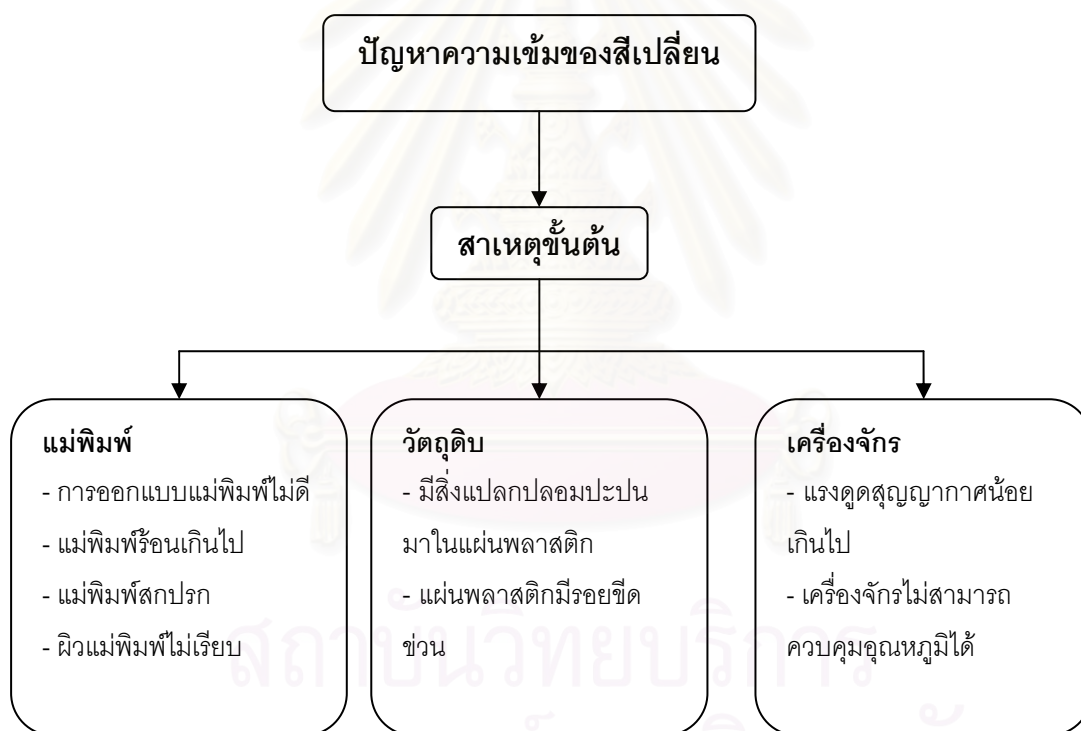
เป็นการแสดงขั้นตอนการเปลี่ยน Mold ของเครื่องจักรขึ้นรูปร้อนด้วยสูญญากาศ ซึ่งในขั้นตอนนี้จะแบ่งออกเป็น 3 ช่วงได้แก่ ช่วงที่ 1 การรอให้อุปกรณ์เย็นตัว ช่วงที่ 2 การเปลี่ยน Mold และ เซ็ต ระยะ Clamp และช่วงที่ 3 คือการอุ่น Mold และ Clamp ให้สามารถขึ้นรูปได้ ซึ่งถ้าหากทำตามขั้นตอนจะช่วยลดเวลาสูญเสียไปจากการเปลี่ยน Mold

(ความรู้ข้างต้นสามารถดูรายละเอียดในซีดีรวมประกอบที่ภาคผนวก จ หน้า 203)

3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลความรู้เกี่ยวกับปัญหา สาเหตุ และแนวทางแก้ไขปัญหา

3.2.1 การรวบรวมรูปแบบปัญหาขั้นต้น

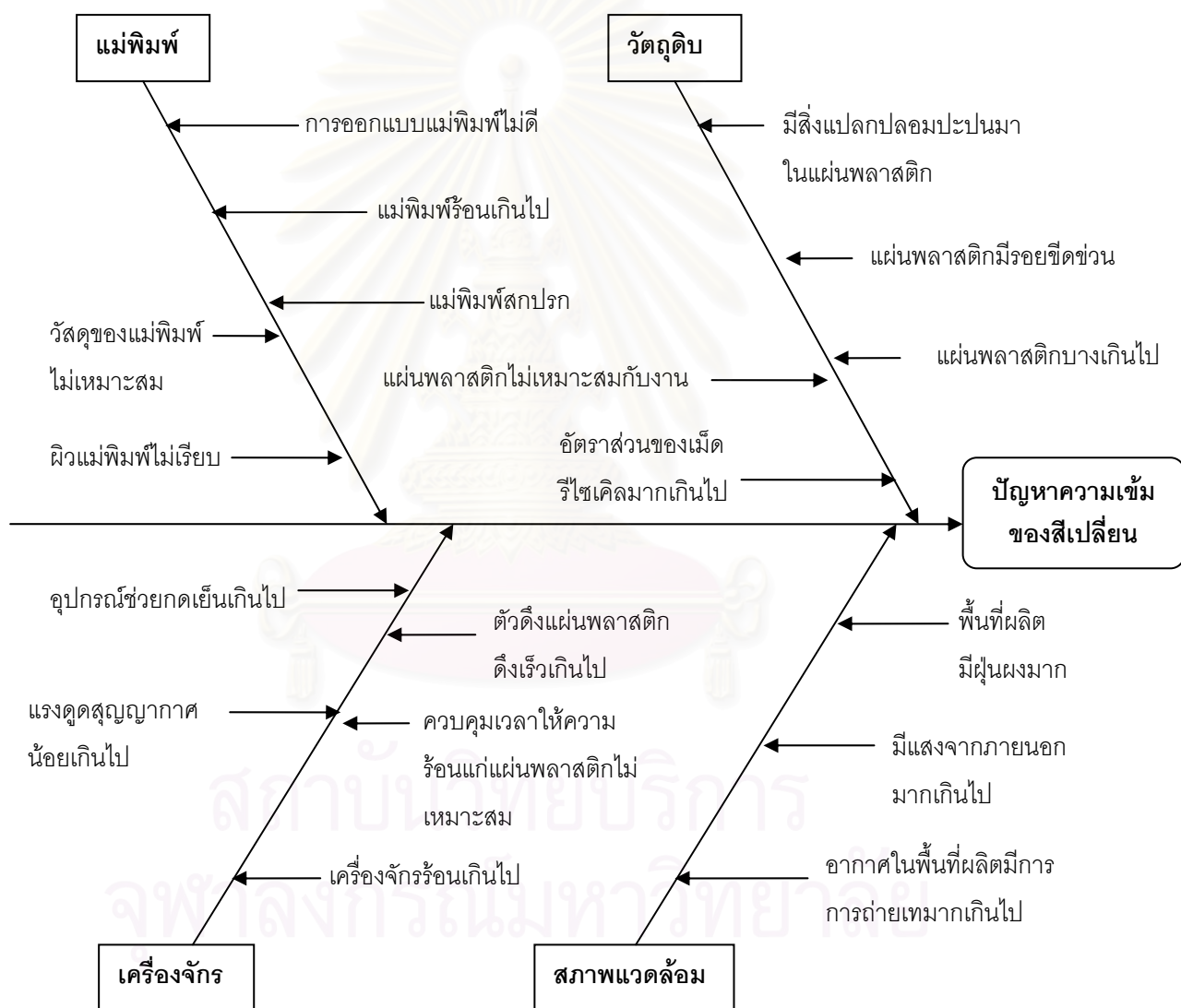
นอกจากหัวข้อความรู้ต่างๆที่กล่าวมาข้างต้นแล้ว ยังมีข้อมูลในส่วนของปัญหา สาเหตุ และแนวทางแก้ไขปัญหาในกระบวนการผลิตของกระบวนการรีดพลาสติกแผ่น และกระบวนการขึ้นรูปพร้อมด้วยสุญญากาศ เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้ใช้งานสามารถแก้ไข ปัญหาเบื้องต้นในการผลิตได้ โดยกระบวนการเก็บรวบรวมข้อมูลขั้นต้นจะเริ่มจากการศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับปัญหาของเสียในกระบวนการผลิต จากหนังสือ หรือ ความรู้ต่างๆที่มีอยู่ใน อินเทอร์เน็ต จากนั้นรวบรวมปัญหาจัดทำเป็นรูปแบบปัญหาขั้นต้น ของแต่ละปัญหา ตัวอย่างเช่นรูปแบบปัญหาความเข้มของสีเปลี่ยนดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 แสดงรูปแบบปัญหาขั้นต้นของปัญหาความเข้มของสีเปลี่ยน

3.2.2 การตรวจสอบรายการปัญหาและสาเหตุกับผู้เชี่ยวชาญ

เมื่อได้จัดทำรายการปัญหาขั้นต้นของแต่ละปัญหาแล้ว จึงได้จัดการทำการตรวจสอบและเพิ่มเติมรายละเอียดเกี่ยวกับปัญหา โดยการสัมภาษณ์เกี่ยวกับข้อมูลและเทคนิคต่างๆ จากผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งเริ่มต้นจากการสัมภาษณ์รายการปัญหา ลักษณะของปัญหาเพื่อรวบรวมปัญหาทั้งหมดที่พบเพื่อนำมาเพิ่มเติมให้กับรูปแบบปัญหาขั้นต้น จากนั้นจึงสอบถามถึงสาเหตุเบื้องต้นของแต่ละปัญหา และนำมาวิเคราะห์ด้วยแผนผังก้างปลาตั้งรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 แสดงการวิเคราะห์ขั้นต้นปัญหาด้วยผังก้างปลา

3.2.3 การตรวจสอบปัญหาและสาเหตุกับโรงงานที่ทำการศึกษา

เมื่อได้วิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุด้วยแผนผังก้างปลาแล้ว จึงได้ทำการสอบถามถึงแนวทางในการแก้ไขปัญหากับโรงงานที่ได้ทำการศึกษา โดยกำหนดหัวข้อการสอบถามเบื้องต้นจากสาเหตุที่ได้ทำการวิเคราะห์จากแผนผังก้างปลา หลังจากนั้นจึงรวบรวมสาเหตุของปัญหาต่างๆและแนวทางการแก้ไขของทางโรงงาน เพิ่มเข้าไปในเนื้อหา เพื่อจัดทำเป็นความรู้เกี่ยวกับปัญหา สาเหตุ และแนวทางแก้ไขของแต่ละปัญหาดังตัวเช่นอย่างของปัญหาความเข้มของสีเปลี่ยนดังนี้

ปัญหาความเข้มของสีเปลี่ยน

สาเหตุของปัญหา ก. ให้ความร้อนไม่เพียงพอ

แนวทางการแก้ไขปัญหา

1. เพิ่มระยะเวลาให้ความร้อนนานขึ้น
2. เพิ่มความร้อน Heater

สาเหตุของปัญหา ข. แม่พิมพ์เย็นเกินไป

แนวทางการแก้ไขปัญหา

1. ทำให้แม่พิมพ์ร้อนขึ้น
2. อุ่นแม่พิมพ์

สาเหตุของปัญหา ค. แม่พิมพ์สกปรก

แนวทางการแก้ไขปัญหา

1. ตรวจสอบแม่พิมพ์ก่อนทำการผลิต
2. เปลี่ยนวัสดุของแม่พิมพ์ให้เป็นโลหะเนื่องจากทำความสะอาดได้ง่ายกว่า

สาเหตุของปัญหา ง. อุปกรณ์ช่วยกดเย็นเกินไป

แนวทางการแก้ไขปัญหา

1. ให้ความร้อนอุปกรณ์ก่อนทำการผลิต

สาเหตุของปัญหา จ. แผ่นซีทเย็นก่อนที่จะขึ้นรูปได้สมบูรณ์

แนวทางการแก้ไขปัญหา

1. เลื่อนแม่พิมพ์เข้าหาพลาสติกเร็วขึ้น
2. เพิ่มแรงดูดสูญญากาศ
3. อุ่นแม่พิมพ์และแท่งกดให้ร้อน

สาเหตุของปัญหา ฉ. เครื่องจักรร้อนเกินไป

แนวทางการแก้ไขปัญหา

1. ขยายวงจรการให้ความร้อน
2. เพิ่มระยะเวลาให้ความร้อนนานขึ้น
3. เพิ่มอุณหภูมิของ Heater ขึ้น

สาเหตุของปัญหา ข. ดึงลึกเกินไป

แนวทางการแก้ไขปัญหา

1. ใช้เครื่องวัดความหนาหรือความอ่อนของแผ่นซีท

สาเหตุของปัญหา ซ. การออกแบบแม่พิมพ์ไม่ดี

แนวทางการแก้ไขปัญหา

1. ออกแบบแม่พิมพ์ใหม่

สาเหตุของปัญหา ฉ. แผ่นพลาสติกถูกยืดมากเกินไป

แนวทางการแก้ไขปัญหา

1. เลือกใช้แผ่นพลาสติกให้หนาขึ้น หรือมีความยืดหยุ่นมากขึ้นหรือเลือกใช้พลาสติกให้ถูกชนิด
2. ออกแบบแม่พิมพ์ใหม่
3. ควบคุมตัวดึงแผ่นพลาสติกไม่ให้ดึงเร็วเกินไป

สาเหตุของปัญหา จ. แผ่นพลาสติกไม่เหมาะสมกับงาน

แนวทางการแก้ไขปัญหา

1. ทดสอบใช้พลาสติกสูตรใหม่ หรือเปลี่ยนชนิดใหม่
2. ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญในการเลือกแผ่นพลาสติกให้เหมาะสม

สาเหตุของปัญหา ฉ. แผ่นพลาสติกผสมพลาสติกใช้แล้วโดยไม่มีกระบวนการควบคุม

แนวทางการแก้ไขปัญหา

1. ควบคุมเปอร์เซ็นต์และคุณภาพของพลาสติกใช้แล้วที่นำมาผสม

สาเหตุของปัญหา ช. แสงจากภายนอก

แนวทางการแก้ไขปัญหา

1. ควบคุมปริมาณแสงจากภายนอก เช่นติดตั้งแผ่นกรองแสง
2. จัดเก็บแผ่นพลาสติกในที่มืดชิด

สาเหตุของปัญหา ซ. อากาศมีการถ่ายเทมากเกินไป

แนวทางการแก้ไขปัญหา

1. ติดตั้งแผ่นกันลมหรือจัดส่วนของการผลิตให้เป็นสัดส่วนเช่นสร้างเป็นห้องให้ครอบคลุมทั้งเครื่องจักร

(ปัญหากรณีอื่น ๆ สามารถดูรายละเอียดในซีดีรอมประกอบที่ภาคผนวก จ หน้า 203)

3.3 การแบ่งหมวดหมู่เนื้อหาของฐานความรู้

หลังจากการตรวจสอบความครบถ้วนของเนื้อหาโดยการส่งเนื้อหาข้างต้น ให้ทางอาจารย์ของ คณะวิศวกรรมศาสตร์ วิชาเอกวิศวกรรมพลาสติก มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ตรวจสอบ ก็พบว่ามีความครบถ้วนในเนื้อหาของทั้งสองกระบวนการ จากนั้นจึงได้นำข้อมูลข้างต้นมาทำการจัดเป็นหมวดหมู่เพื่อให้สามารถเข้าใจได้ง่ายขึ้นดังนี้

หมวดหมู่ขั้นต้นของฐานความรู้กระบวนการรีดพลาสติกแผ่นและการขึ้นรูปร้อนด้วยสูญญากาศ

1. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับพลาสติก

- ความรู้เรื่องพลาสติกและอุตสาหกรรมพลาสติก
- โพลีเอทิลีน (Polyethylene PE)
- โพลีโพรพิลีน (Polypropylene)
- แผ่นฟิล์มโอพีพี (Oriented polypropylene , OPP)
- โพลีไวนิลคลอไรด์(Poly (vinyl chloride),PVC)
- โพลิสไตรีน (Polystyrene , PS)
- อะคริไลไนไตรส์-บิวตะไดอิน – สไตรีนเรซิน
- เส้นใยอะคริลิก (Acrylic fiber)
- สไตรีน บิวตะไดอิน รับเบอร์ (Styrene Butadiene Rubber , SBR)
- โพลีเอสเตอร์ (Polyester)
- ไนลอน (Nylon)
- เมลามีน (Malamine)
- โพลีเมทิล เมธาไครเลต (Polymethyl methacrylate, PMMA)
- โพลียูรีเทน (Polyurethane , PU)
- เอทิลีน ไวนิล อะซิเตท โคโพลีเมอร์ (Ethylene Vinyl Acetate. Copolymer)
- โพลีไวนิล อะซิเตท (Poly (vinyl acetate), PVAC)
- โพลีไวนิล แอลกอฮอล์ (Poly (vinyl alcohol) , PVA)
- พลาสติกวิศวกรรม (Engineering Plastic)
- อักษรย่อของพลาสติกที่ควรทราบ
- สารเติมแต่งในพลาสติก
- การเตรียมพลาสติก

2. นิยาม/ความหมายกระบวนการขึ้นรูป

- กระบวนการรีดพลาสติกแผ่น (Calendering)

- การทำงานของ Extruder
 - กระบวนการขึ้นรูปร้อนด้วยสูญญากาศ
3. เครื่องมือ/อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง
- แม่พิมพ์ชนิดต่างๆในกระบวนการขึ้นรูปร้อน
 - อุปกรณ์เสริมของเครื่องรีดพลาสติกแผ่น
 - อุปกรณ์ของเครื่อง Extruder
 - เครื่องมือสำหรับผลิตพลาสติกแผ่น
 - อุปกรณ์ประกอบหลังการ Extrusion
 - อุปกรณ์ต่างๆของกระบวนการขึ้นรูปร้อน
4. วัตถุประสงค์ในกระบวนการผลิต
- फिल्मชนิดต่างๆที่ได้จากการ Extrusion
 - พลาสติกในกระบวนการขึ้นรูปร้อน
 - การบ่งชนิดตามความหนาของพลาสติก
 - สมบัติของฟิล์มพลาสติกที่ควรทราบ
5. ปัญหาการผลิตและวิธีการแก้ไข
- ตัวอย่างการแก้ปัญหาคือการขึ้นรูปร้อนพลาสติก(ผาด้านในตู้เย็น)ในกระบวนการผลิต
 - ผังก้างปลาการแก้ปัญหา การขึ้นรูปร้อนพลาสติก(ผาด้านในตู้เย็น)ในกระบวนการผลิต
 - ตัวอย่างการแก้ไขปัญหาของแม่พิมพ์ในกระบวนการขึ้นรูปร้อน
 - ฟองอากาศ
 - ชิ้นงานบิดเบี้ยวหรือโค้งงอ
 - การเกิดเป็นเส้นใย หรือสะพานเชื่อม
 - ร่องรอยบนผิว
 - การเกิดรูหรือรอยแตก
 - เป็นตุ่มหรือพอง
 - ชิ้นรูปไม่สมบูรณ์ขาดรายละเอียดของชิ้นงาน
 - ความเข้มของสีเปลี่ยน
 - ชิ้นงานมีขอบขาว
 - เกินรอน มีการเชื่อมติดหรือรอยย่น

- เป็นปมที่ขึ้นงานด้านติดกับแม่พิมพ์
- ขึ้นงานมีรอยยุบ
- มีจุดหรือบริเวณเย็นตัว
- ผิวของขึ้นงานไม่เรียบร้อย
- ขึ้นงานมีริ้วรอยเป็นมันวาว
- ขึ้นงานหดตัวมากเกินไปหรือขึ้นงานเสียรูปทรงหลังจากเอาออกจากแม่พิมพ์
- ขึ้นงานโก่งงอ
- ผนังขึ้นงานหนาไม่เท่ากันบางตำแหน่งบางเกินไป
- การพองตัวของแผ่นพลาสติกในการยืดขึ้นแรก(Pre-stretch)ไม่สม่ำเสมอ
- มีร่องรอยหดตัวที่ขึ้นงานโดยเฉพาะบริเวณมุม(รัศมีด้านในของแม่พิมพ์)
- ขอบของขึ้นงานบางจนเกินไปจากการดึงยืด
- ขึ้นงานติดแม่พิมพ์
- แผ่นพลาสติก ติดกับแผ่นกดช่วย
- แผ่นพลาสติกขาดขณะขึ้นรูป
- มุมของขึ้นงานแตกร้าวเมื่อนำไปใช้งาน
- ปัญหาที่พบในกระบวนการ Extrusion
- ตัวอย่างการแก้ปัญหาพลาสติกเขียวเป็นลอนในกระบวนการผลิต
- ผังก้างปลาการแก้ปัญหาพลาสติกเขียวเป็นลอนในกระบวนการผลิต
- การวิเคราะห์ปัญหาพลาสติกเขียวเป็นลอนในกระบวนการผลิตด้วยวิธี Why-Why Analysis
- ตารางแสดงการแก้ไขปัญหาพลาสติกเขียวเป็นลอนด้วยการปรับอุณหภูมิและอัตราการดึงที่เหมาะสม
- ปัญหาด้านการเสียคุณภาพของโพลิเมอร์
- ปัญหาความไม่เสถียรของการอัดรีด
- ปัญหาฟองอากาศ(ของกระบวนการอัดรีด)
- ปัญหาฟิล์มหดตัว
- ปัญหาฟิล์มติดลูกรีด
- ปัญหาเข็มหมุด(Pin hold)
- แผ่นฟิล์มร้อนไม่เพียงพอ
- ปัญหาฟิล์มหดตัวในแนวยาว

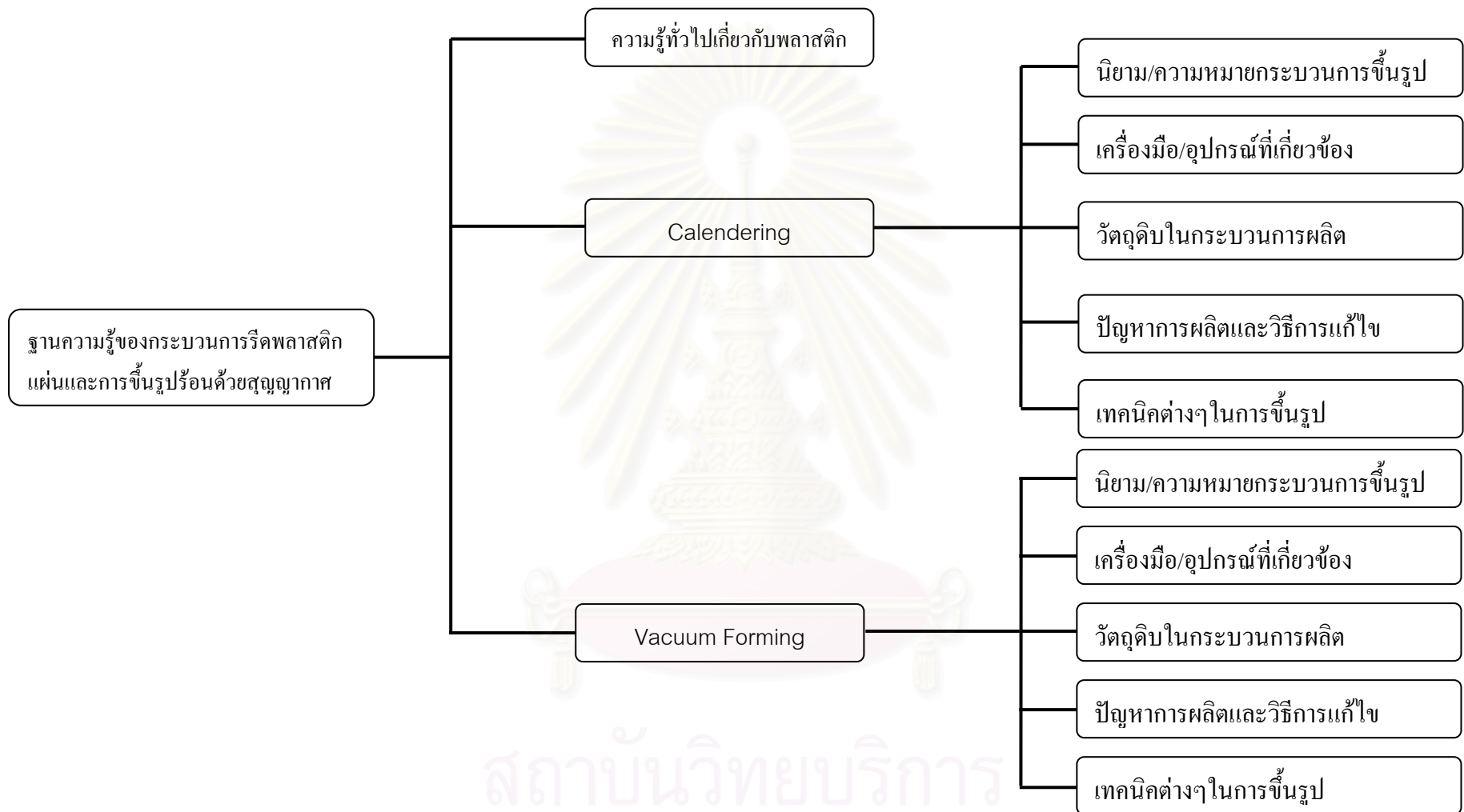
- ปัญหาฟิล์มไม่ได้ขนาด
- ปัญหาด้านการสีกร่อน
- ปัญหาอุณหภูมิหลอมเหลวสูงเกินไป

6. เทคนิคต่างๆในการขึ้นรูป

- ตารางแสดงอัตราส่วนการตั้งที่แท้จริงของวัสดุที่มีรูปร่างต่าง ๆ กัน
- ขั้นตอนการเปลี่ยน Mold ของเครื่อง Thermoform
- ข้อมูลการเดินพีวีซีที่เหมาะสม
- การเพิ่มคุณสมบัติของฟิล์มสำหรับบรรจุภัณฑ์
- ข้อมูลเบื้องต้นของการผลิตฟิล์มหลายชั้นโดยใช้ T-Die



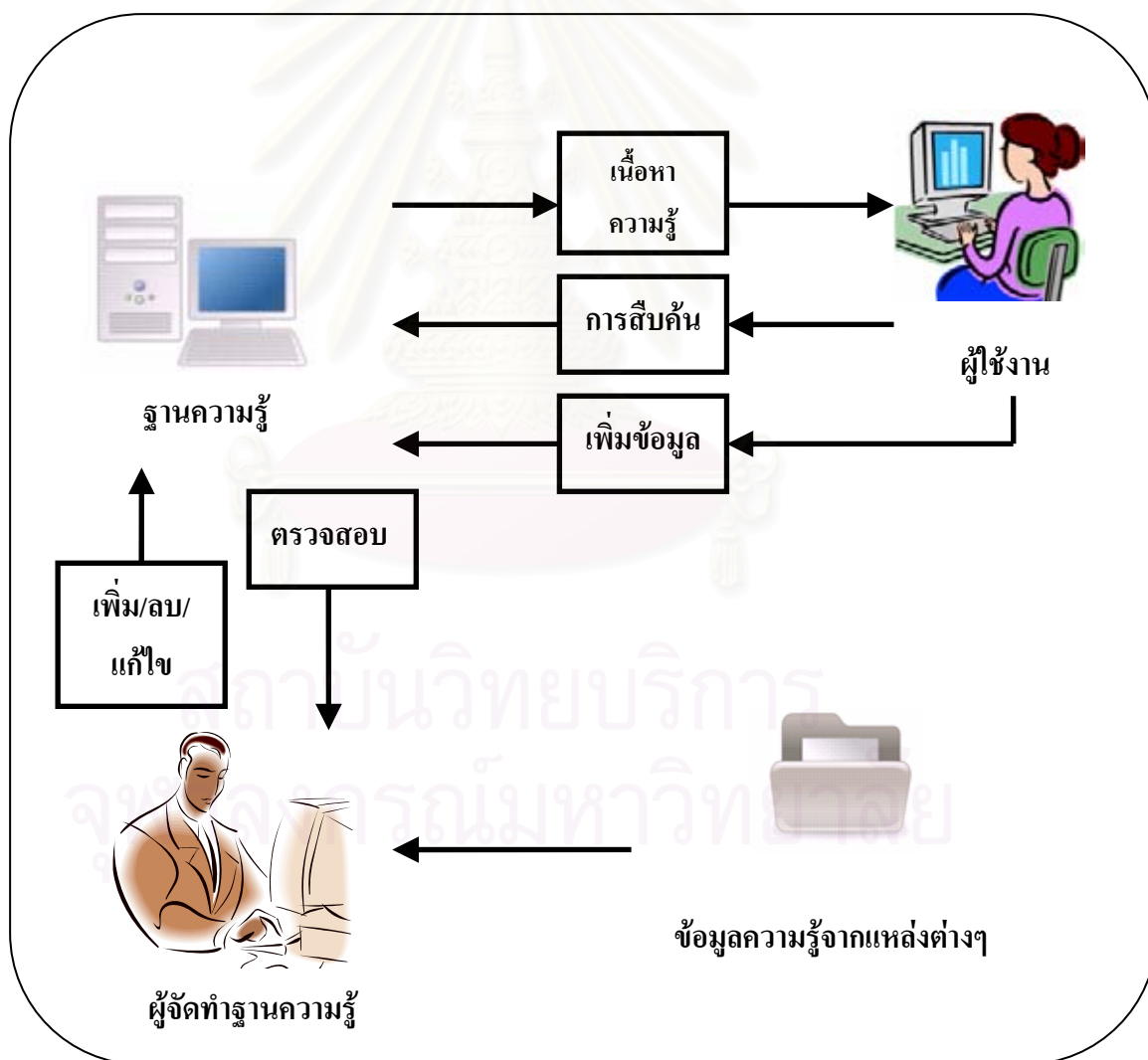
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.6 แสดงการแบ่งความรู้ตามหมวดต่างๆ

3.4 การออกแบบฐานความรู้

การออกแบบฐานความรู้ที่มีความสำคัญต่อการจัดการระบบของฐานความรู้มาก (Knowledge base Management System ,KMBS) เพราะการออกแบบที่ดีจะช่วยทำให้ระบบการถ่ายทอดความรู้ต่อผู้ใช้อย่างครบถ้วน และสามารถเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น เมื่อนำไปพัฒนาเป็นฐานความรู้ก็จะสามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้ได้อย่างถูกต้อง โดยวัตถุประสงค์หลักในการออกแบบฐานความรู้ คือ การนำข้อมูลเข้าไปจัดเก็บ ในตำแหน่งที่ผู้ใช้งานสามารถค้นหาความรู้และสามารถเรียกความรู้ออกมา ให้แสดงผลได้ตามที่ต้องการและมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ในการออกแบบฐานความรู้จะต้องคำนึงถึงผู้ใช้งานเป็นสำคัญ เพราะถ้าหากออกแบบมาไม่ตรงกับวัตถุประสงค์ของผู้ใช้งาน ฐานความรู้นั้นก็ไม่สามารถเกิดประโยชน์ได้

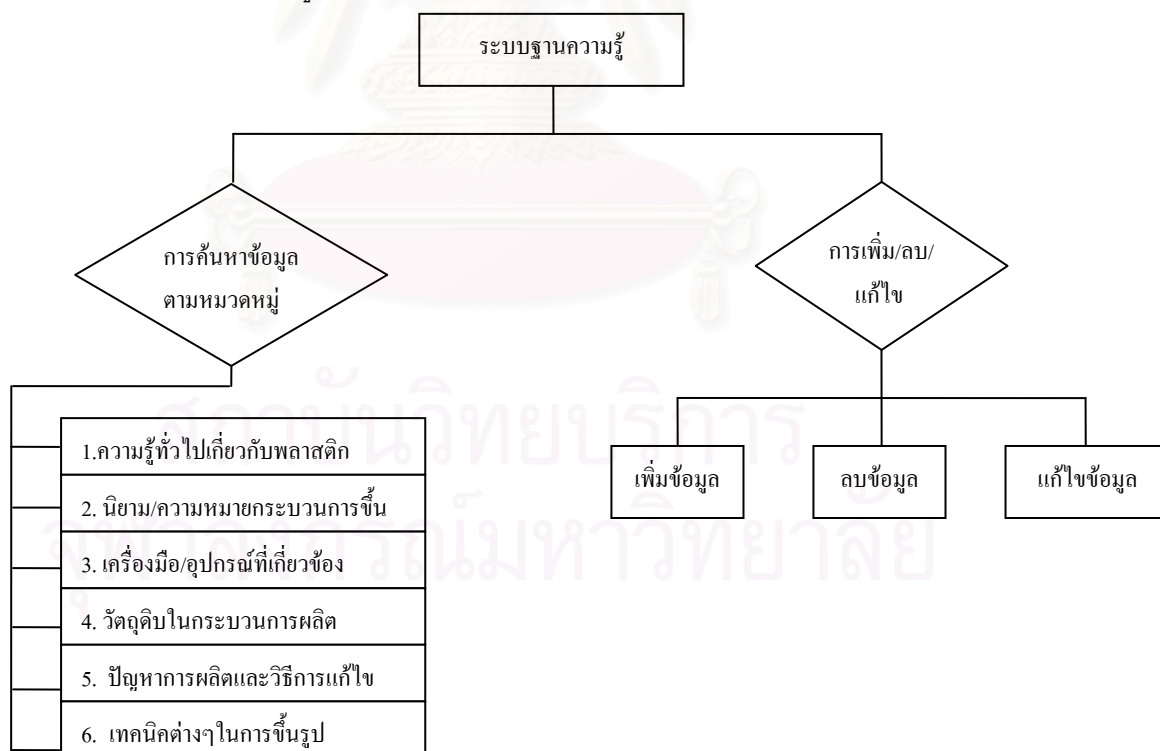


รูปที่ 3.7 แสดงถึงแบบจำลองการทำงานของเบื้องต้นของระบบฐานความรู้

3.5 การสร้างระบบฐานความรู้

ฐานความรู้ที่จะทำการสร้างนี้เนื่องจากเป็นฐานความรู้ในลักษณะ Web based (On-line) จึงได้เลือกใช้ภาษา ASP ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ถูกพัฒนาขึ้นมาในการใช้เขียน Web page ต่างๆ ซึ่งมีการทำงานที่เชื่อมโยงกับ โปรแกรม Microsoft Access ซึ่งมีหน้าที่จัดการเก็บ Link และ เนื้อหาความรู้ของฐานความรู้ ซึ่งจะทำให้ระบบฐานความรู้สามารถจัดเก็บ, ค้นหาข้อมูลและ รวมถึงความสามารถในการทำงานอื่นๆด้วย การเพิ่มลบแก้ไขข้อมูลก็สามารถทำได้ผ่านการแก้ไข ฐานข้อมูล ในรูปของโปรแกรม Microsoft Access ซึ่งต้องทำการ Upload เข้าไปแก้ไขฐานข้อมูล เดิมที่ Web server โดยเมื่อสร้างระบบฐานความรู้สำหรับกระบวนการรีดพลาสติกแผ่นและการขึ้น รูปรีดด้วยสูญญากาศ ของอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติก ด้วยภาษา ASP เสร็จแล้ว ฐานความรู้นี้จะถูกนำขึ้นแสดงบน เครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่ www.fromc2v.com

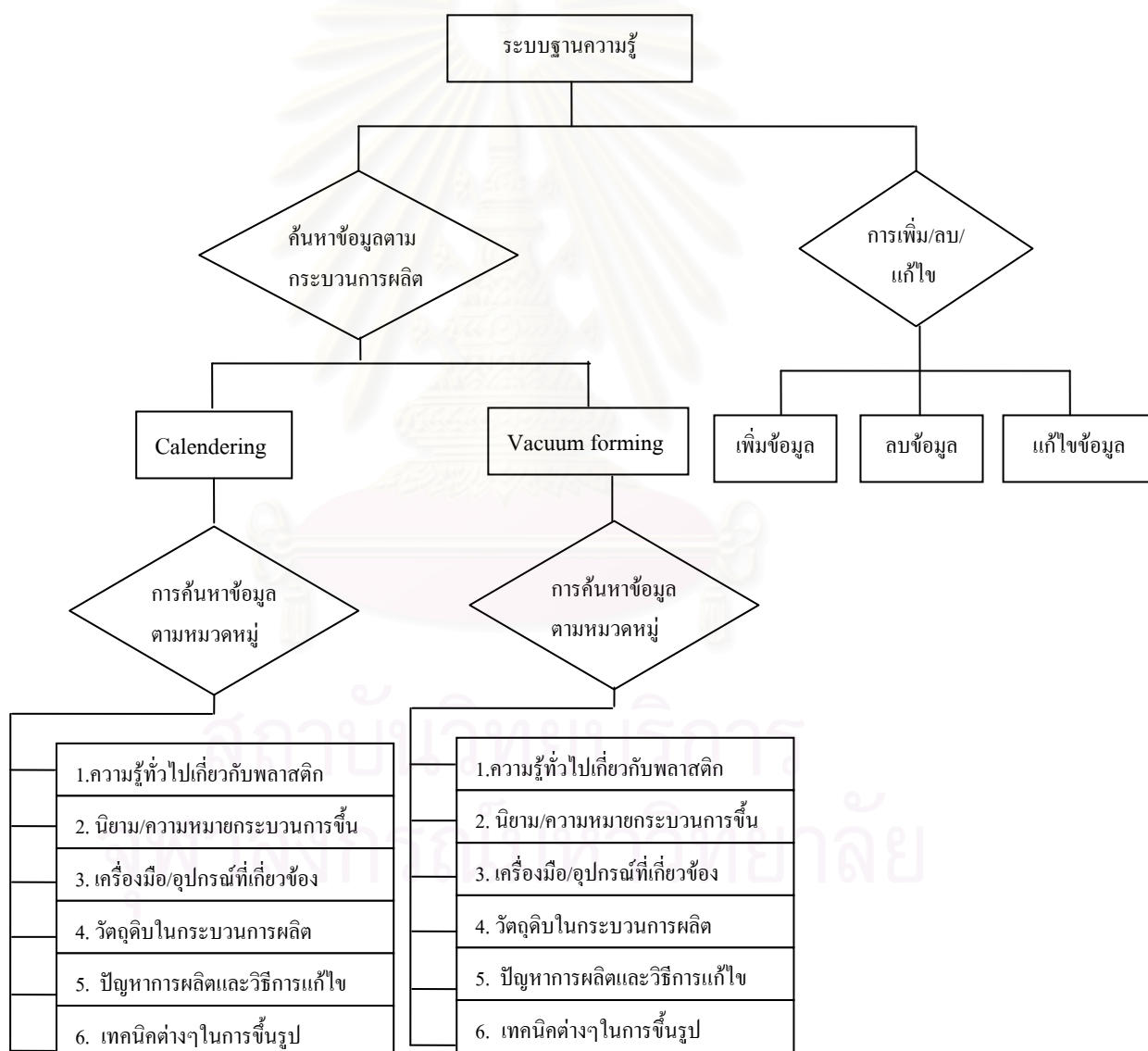
ส่วนระบบการทำงานในขั้นต้นถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลักตามรูปที่ 3.8 ซึ่งเป็นการแสดง การออกแบบระบบซึ่งประกอบด้วย ส่วนของการค้นหาข้อมูลตามหมวดหมู่ และ ส่วนของการเพิ่ม/ ลบ/แก้ไขข้อมูล โดยการทำงานขั้นต้นสามารถใช้ได้ดีพอสมควรสำหรับการอ่านเพื่อเพิ่มเติมความรู้ แต่ยังไม่สามารถเจาะจงข้อมูลของกระบวนการผลิตที่ต้องการได้



รูปที่ 3.8 แสดงโครงสร้างเบื้องต้นของฐานความรู้

3.5.1 การค้นหาความรู้ด้วยการระบุประเภทการผลิต

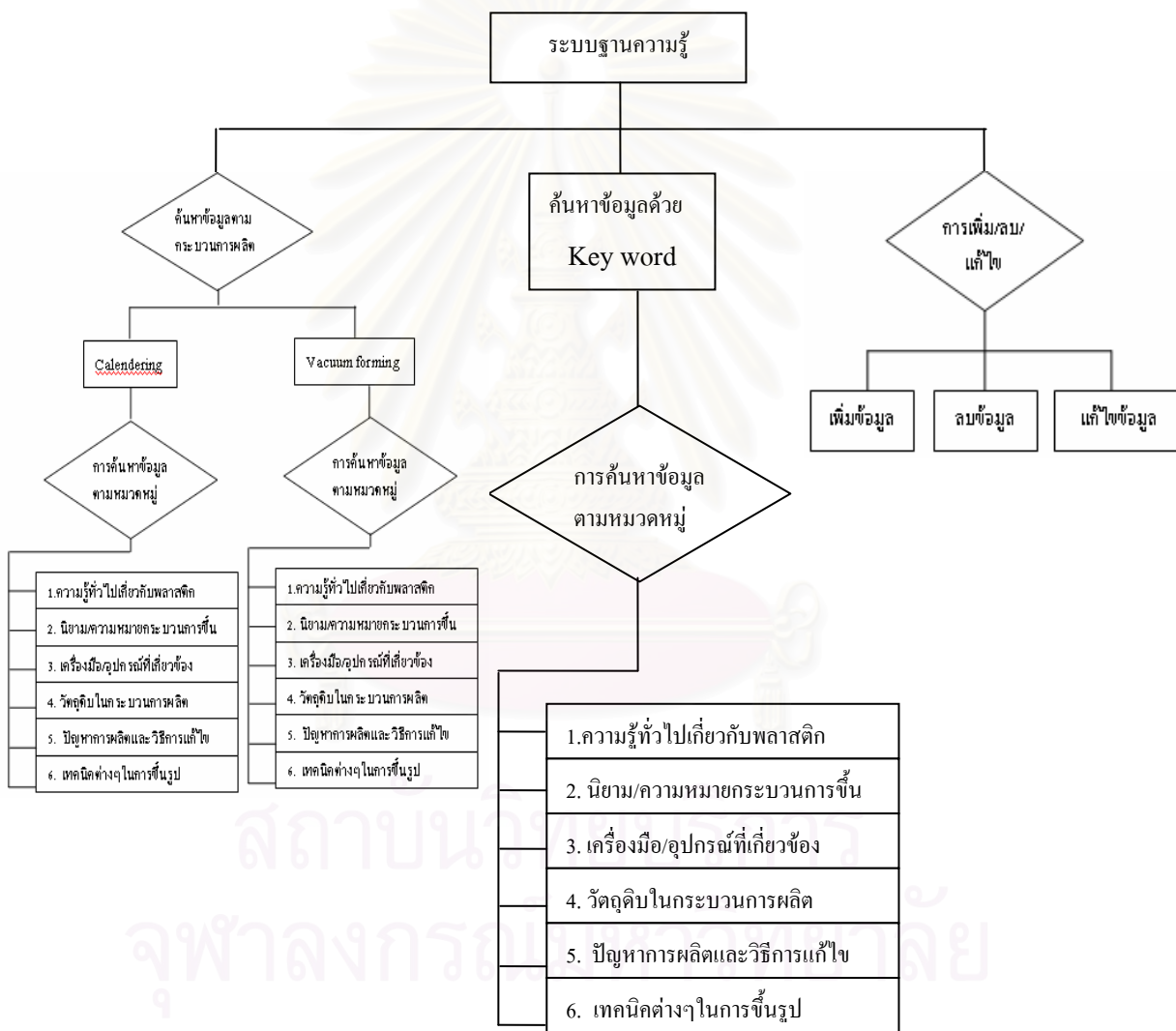
การออกแบบระบบให้สามารถค้นหาปัญหา จำเป็นต้องมีการแยกรายละเอียดปลีกย่อยของการค้นหาข้อมูล โดยเฉพาะประเภทข้อมูลตามกระบวนการผลิตของฐานความรู้ เพราะกระบวนการผลิตที่ต่างกันข้อมูลก็ย่อมมีความต่างกัน ซึ่งจะทำให้การค้นหาข้อมูลมีประสิทธิภาพมากขึ้น ดังภาพที่ 3.9 แสดงการออกแบบระบบให้มีการแบ่งประเภทของปัญหา ออกตามประเภทของกระบวนการผลิตจากนั้น จึงค่อยเลือกข้อมูลตามหมวดหมู่



รูปที่ 3.9 แสดงการออกแบบระบบให้มีการแบ่งประเภทของปัญหา

3.5.2 การค้นหาความรู้ด้วย Key word

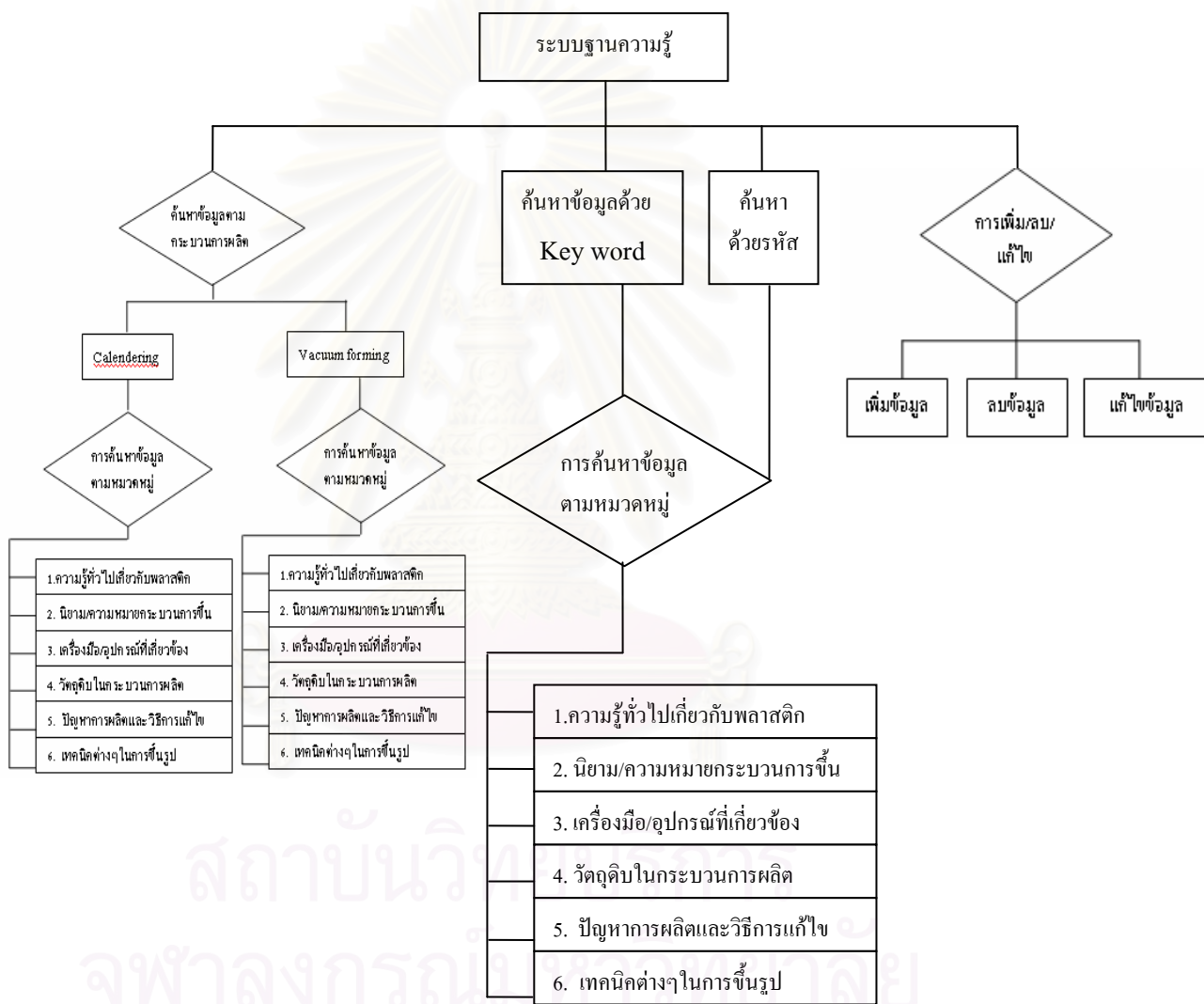
การค้นหาข้อมูลบางครั้งต้องการเจาะจงไปที่ข้อมูลนั้นๆ โดยเฉพาะจึงจำเป็นต้องมีการเพิ่มรูปแบบค้นหาแบบใหม่ขึ้นโดยการค้นหาจาก Key word จากความรู้ต่างๆในฐานความรู้ และสามารถเลือกในหมวดหมู่ของข้อมูลที่ต้องการได้ ดังรูปที่ 3.10 ซึ่งการค้นหาลักษณะนี้จะใช้เวลาค้นหาน้อยกว่าการค้นหาตามหมวดหมู่แต่ก็ค่อนข้างมีข้อจำกัดคือผู้ใช้งานต้องค่อนข้างมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับกระบวนการรีดพลาสติกแผ่น หรือกระบวนการขึ้นรูปอื่นมาบ้าง



รูปที่ 3.10 แสดงการออกแบบระบบให้มีการค้นหาด้วย Key word

3.5.3 การค้นหาความรู้ด้วยรหัส

นอกจากการหาด้วย Key word แล้วยังควรมีการค้นหาด้วยวิธีอื่นด้วยเนื่องจากการค้นหาด้วย Key word ยังสามารถมีความคลาดเคลื่อนได้สูงเช่นการสะกดคำที่ผิดของผู้ใช้จึง มีความจำเป็นที่จะต้องเพิ่มการค้นหารูปแบบอื่นคือแบบรหัสเอาไว้ด้วยดังรูปที่ 3.11 ซึ่งเหมาะสำหรับผู้ใช้งานที่เคยค้นหาข้อมูลไปแล้วเมื่อต้องการเรียกข้อมูลซ้ำ ก็จะสามารถ เรียกข้อมูลที่ต้องการด้วยรหัสความรู้เดิมได้อย่างทันที



รูปที่ 3.11 ตัวอย่างการเพิ่มรหัสเข้าไปในหัวข้อความรู้เพื่อให้สามารถค้นหาได้ง่ายขึ้น

การตั้งรหัสความรู้

รหัสสำหรับความรู้แต่ละเรื่องจะมีทั้งหมด 6 ตัวเลข ซึ่งแต่ละลำดับจะมีการบ่งบอกถึงความหมายของข้อมูลที่แตกต่างกัน

ตัวเลขแรกจะแสดงถึงประเภทของความรู้โดยในปัจจุบันมีอยู่ 3 ตัวเลขคือ

1. เลข 1 เป็นการบ่งบอกว่าความรู้ที่อยู่ในประเภทของความรู้เรื่องพลาสติกทั่วไป
2. เลข 2 เป็นการบ่งบอกว่าความรู้ที่อยู่ในประเภทของกระบวนการรีดพลาสติก
3. เลข 3 เป็นการบ่งบอกว่าความรู้ที่อยู่ในประเภทของกระบวนการขึ้นรูปรีดด้วย
สูญญากาศ

ตัวเลขตัวที่ 2 จะแสดงถึงหมวดของความรู้ของความรู้ในๆปัจจุบันมีอยู่ 5 ตัวเลขคือ

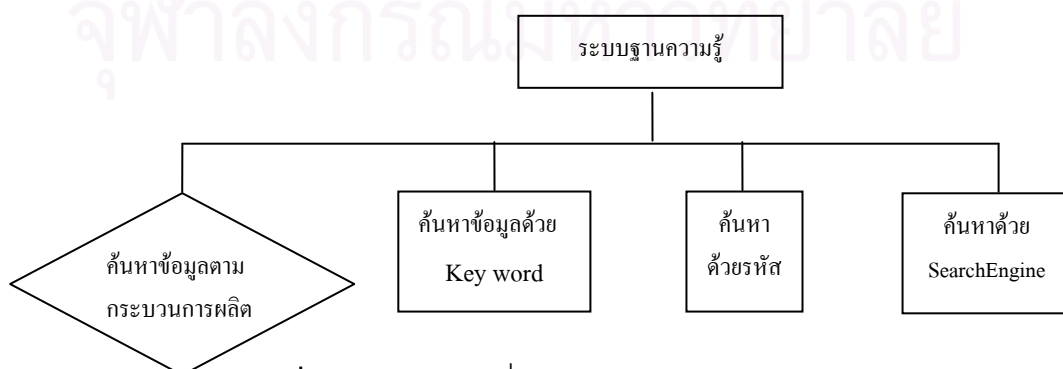
1. นิยาม/ความหมายกระบวนการขึ้นรูป
2. เครื่องมือ/อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง
3. วัตถุดิบในกระบวนการผลิต
4. ปัญหาการผลิตและวิธีการแก้ไข
5. เทคนิคต่างๆในการขึ้นรูป

ตัวเลขที่ 3 ถึงตัวเลขที่ 6 จะแสดงถึงลำดับของความรู้ในๆในกรณีที่เป็นความรู้ที่เป็น
ประเภทและหมวดเดียวกัน

ตัวอย่างเช่น 310001 กระบวนการขึ้นรูปรีดด้วยสูญญากาศ หมายความว่า
ฐานความรู้ที่อยู่ในประเภทของกระบวนการขึ้นรูปรีดด้วยสูญญากาศ ในหมวดที่ 1 คือ
หมวดความหมาย/นิยามในการขึ้นรูป ในลำดับที่ 1 ของความรู้ที่เป็นประเภทและหมวด
เดียวกัน โดยรหัสความรู้นี้จะแสดงไว้ทั้งในส่วนของรายการที่แสดงในฐานความรู้ และใน
ไฟล์ที่ Down load ของความรู้

3.5.4 การค้นหาข้อมูลภายนอกด้วย Search engine

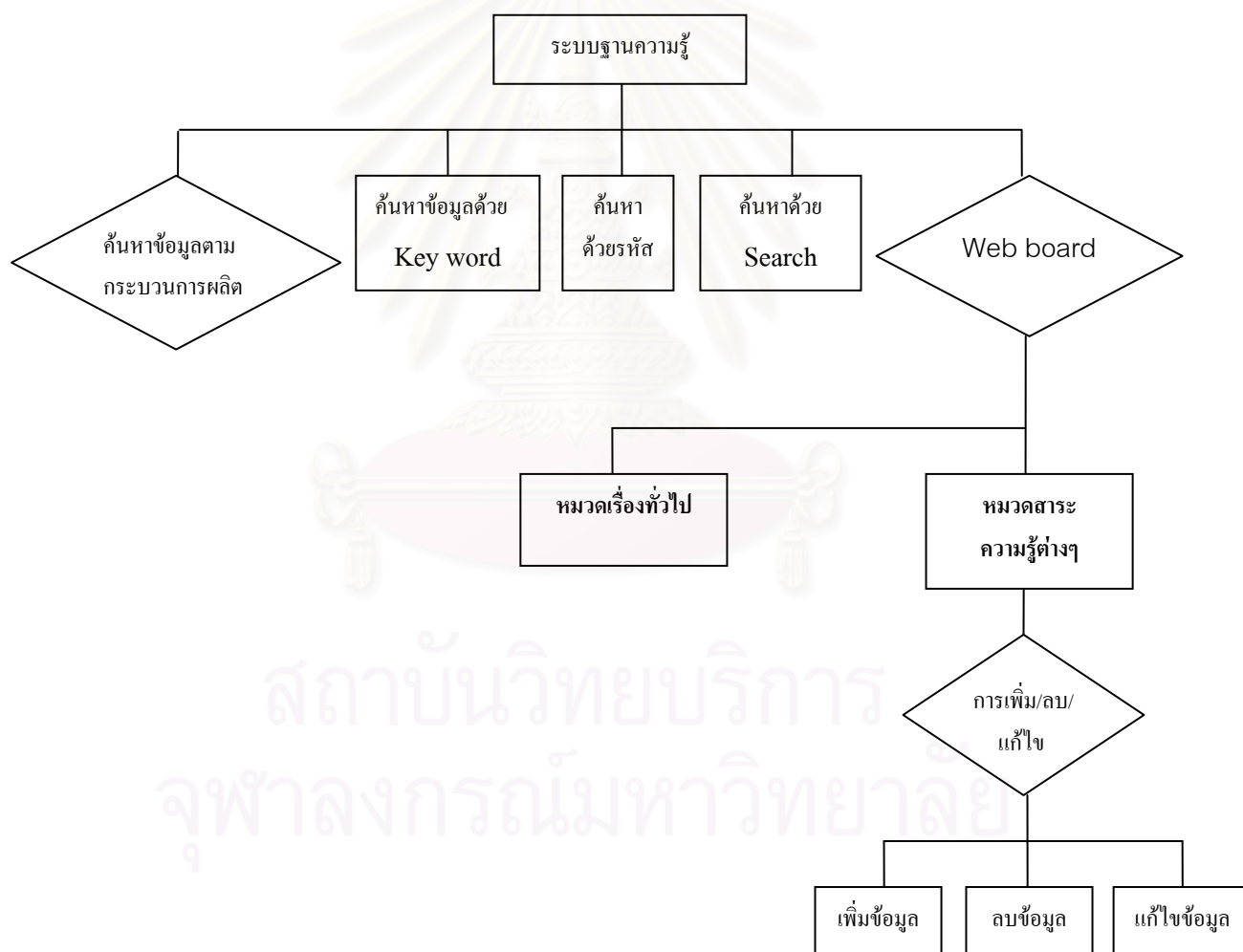
ในส่วนของการค้นหาบางครั้งข้อมูลที่ต้องการอาจไม่มีอยู่ในฐานความรู้จึงมีความ
จำเป็นที่จะต้องมีการค้นหาจากแหล่งข้อมูลอื่นในภายนอก จึงได้มีการเพิ่ม Search
Engine เข้ามาในฐานความรู้ดังรูปที่ 3.12 เพื่อให้การทำงานมีประสิทธิภาพจึงเลือก
Google เป็น Search Engine เนื่องจากมีการใช้งานที่ง่ายและสามารถค้นหาข้อมูลได้
อย่างรวดเร็ว



รูปที่ 3.12 แสดงการเพิ่มส่วนของการค้นหาด้วย Search Engine

3.5.5 ระบบ Web board และการรับความรู้ต่างๆจากผู้ใช้งาน

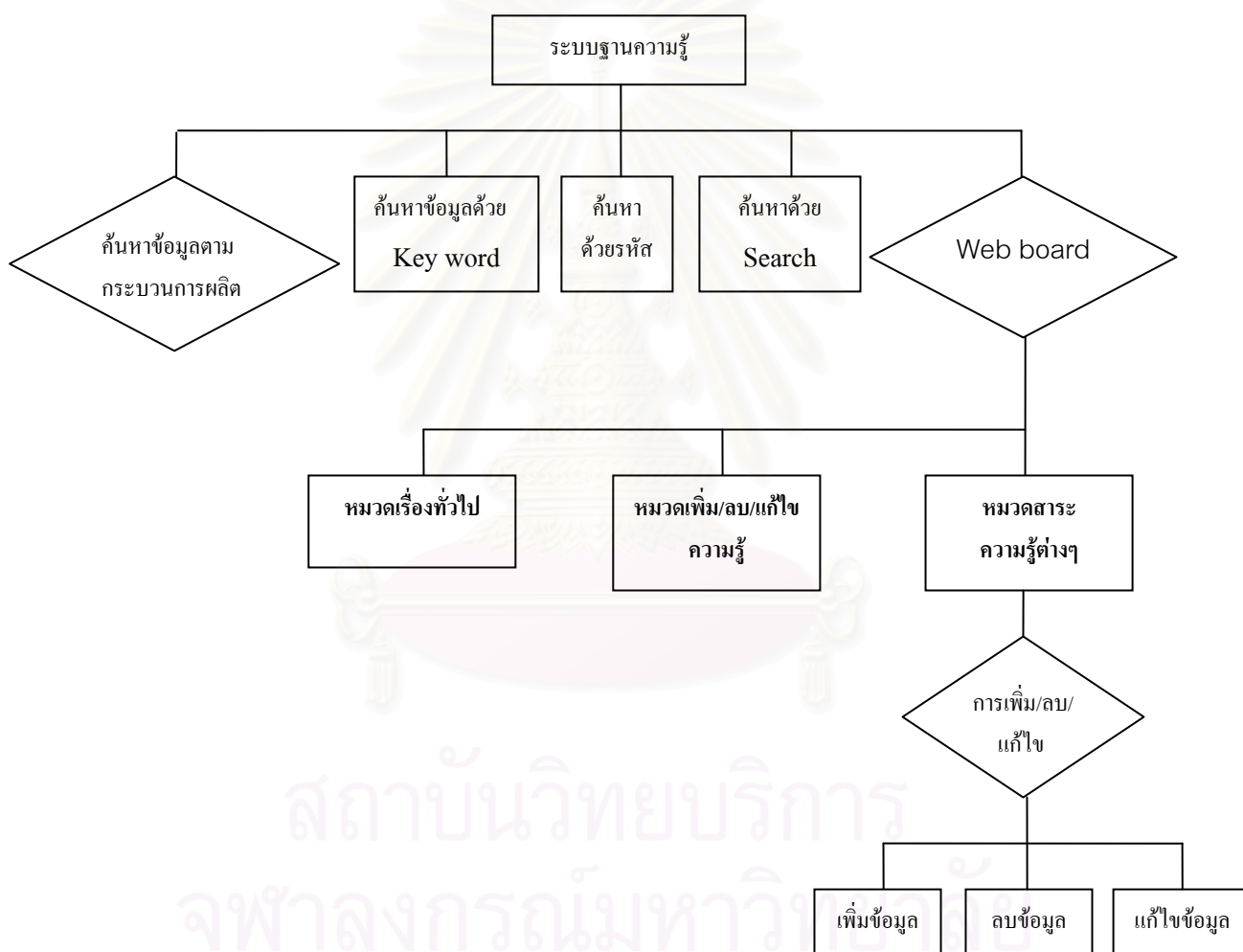
ในส่วนของการเพิ่มลบและแก้ไขข้อมูลพบว่าฐานความรู้มีความจำเป็นในการที่จะต้องเพิ่มความรู้ใหม่ๆอยู่เสมอโดยเฉพาะอย่างยิ่งฐานความรู้ที่เป็น Web based (On-line) จะยังมีข้อได้เปรียบในการรับความรู้ต่างๆจากบุคคลภายนอก อีกทั้งความคิดเห็นต่างๆที่จะมีประโยชน์ เช่น เทคโนโลยีใหม่ๆ หรือ วิธีการแก้ปัญหาใหม่ๆในกระบวนการผลิต จึงควรเปิดเป็น Webboard ให้มีส่วนที่รับความรู้ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการรีดพลาสติกแผ่นและการขึ้นรูปพร้อมด้วยสุญญากาศจากผู้ใช้งานฐานความรู้ และส่วนที่มีไว้สำหรับแสดงข้อคิดเห็นประสบการณ์ต่างๆจากภายนอกดังรูปที่ 3.13 เพื่อให้เกิดความหลากหลายของความรู้ทั้งความรู้ในด้านทฤษฎีและความรู้ด้านการปฏิบัติ



รูปที่ 3.13 แสดงการเพิ่มระบบ Web board เข้าไปในส่วนของการเพิ่มลบแก้ไขข้อมูล

3.5.6 การตรวจสอบความรู้ที่ได้จากหมวดสาระความรู้ใน Web board

การตรวจสอบความรู้ที่เข้ามาใหม่ก็มีความสำคัญ เนื่องจากบางครั้งข้อมูลที่เพิ่มเข้ามาอาจมีการซ้ำซ้อนทำให้มีข้อมูลในระบบเกินความจำเป็น จึงต้องมีหมวดการตรวจสอบความรู้ โดยจะนำความรู้ที่ได้ จากหมวดสาระความรู้มาแสดงความคิดเห็นต่างๆ เช่น ความถูกต้องของเนื้อหา,ความเกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิต เป็นต้น เพื่อนำมาใช้ตัดสินใจในการรับความรู้เข้ามาในฐานความรู้ ดังรูปที่ 3.14 เพื่อยืนยันถึงความถูกต้องของข้อมูล



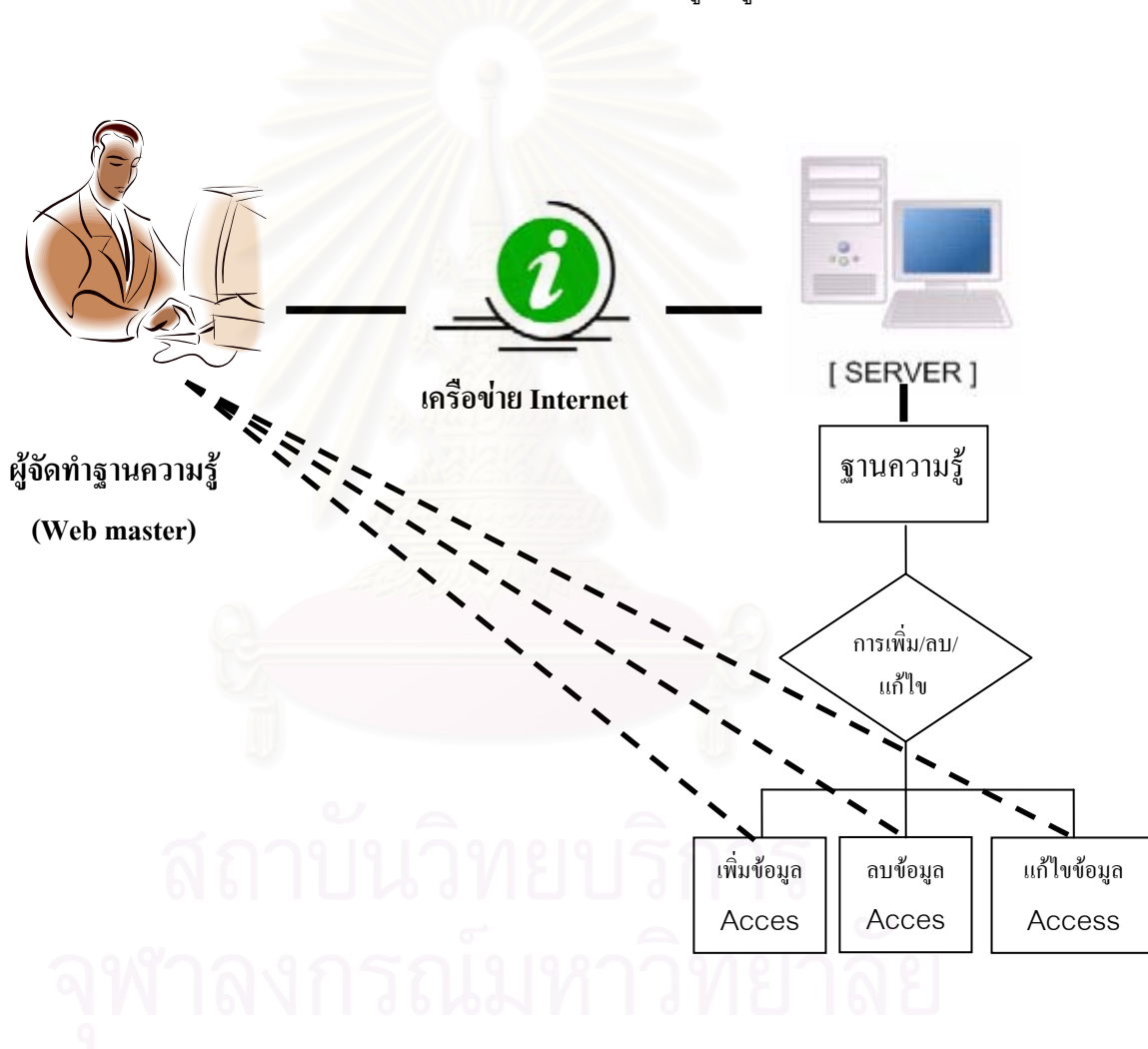
รูปที่ 3.14 แสดงส่วนของตรวจสอบการเข้ามาของความรู้ในหมวดของการแจ้งเพิ่ม/ลบ/แก้ไข

การแบ่งระดับผู้ใช้งานในฐานความรู้

ในการเพิ่มเติม ลบ หรือแก้ไข ความรู้พบว่า มีความจำเป็นต้องแบ่งระดับการเข้าใช้ เนื่องจากข้อมูลที่ได้มาจากใน Web board บางครั้งไม่สามารถแน่ใจในความถูกต้อง

3.5.7 การเพิ่ม/ลบ/แก้ไขข้อมูลของฐานความรู้

ในส่วนของการเพิ่มลบแก้ไขข้อมูล เนื่องจากฐานความรู้เป็นระบบ Web based (On-line) ซึ่งไม่สามารถเพิ่ม/ลบ/แก้ไขข้อมูลโดยตรงได้ ต้องทำการแก้ไขข้อมูลผ่านโปรแกรม Access ที่ทำหน้าที่เป็นฐานข้อมูลที่เก็บไว้ใน Web server และเพื่อเป็นการคัดกรองความรู้ที่เข้ามาในฐานความรู้จึงต้องให้ Web master ที่มี Username และ Password สำหรับเข้า Web server เป็นผู้มีสิทธิในการเพิ่ม/ลบ/แก้ไข ข้อมูลเท่านั้น แต่จะมีส่วนที่รับฟังความคิดเห็นเกี่ยวกับการตรวจสอบการเข้ามาของความรู้ของผู้ใช้ในส่วน ของ Webboard หัวข้อ หมวดแจ้งเพิ่ม/ลบ/แก้ไข ความรู้ ดังรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15 แสดงการแก้ไขข้อมูล Access ใน Web server

3.6 ส่วนเชื่อมโยง (Link) กับเว็บไซต์ความรู้ที่เกี่ยวข้อง

นอกจากนี้การเชื่อมโยงของฐานความรู้สำหรับกระบวนการรีดพลาสติกแผ่นและกระบวนการขึ้นรูปพร้อมด้วยสุญญากาศกับเว็บไซต์ความรู้อื่นที่มีความเกี่ยวข้อง ก็มีความสำคัญ เช่นเว็บไซต์ของ สมาคมอุตสาหกรรมพลาสติกที่มี ข้อมูลความเคลื่อนไหวของราคาเม็ดพลาสติก, การรับสมัครเข้าโครงการอบรมหลักสูตรต่างๆที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมพลาสติก หรือข่าวสารในวงการพลาสติกต่างๆ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ค่อนข้างมีความสำคัญ เนื่องจากฐานความรู้นี้เป็นแบบ Web based (On-line) จึงสามารถเชื่อมโยงไปยังเว็บไซต์ต่างๆที่เกี่ยวข้องได้อย่างทันสมัยในส่วนจากระบบ Link ซึ่งปัจจุบันในฐานความรู้มีการแสดง Link ของเว็บไซต์ที่น่าสนใจดังต่อไปนี้

1. สมาคมอุตสาหกรรมพลาสติกไทย <http://www.tpia.org/>
2. สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม <http://www.oie.go.th/>
3. ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ MTEC <http://www.mtec.or.th/th/index.asp>
4. กลุ่มวิศวกรรมพลาสติก MTEC
http://www.mtec.or.th/th/research/PlasEng/contact_th.html
5. ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
<http://www.ie.eng.chula.ac.th/>
6. ที่ปรึกษาตรวจสอบ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย <http://ac-chula.eng.chula.ac.th/>
7. สถาบันอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย <http://www.fti.or.th/>
8. คณะวิศวกรรมศาสตร์ เอกวิศวกรรมพลาสติก มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี
<http://www.en.rmutt.ac.th/mme/>
9. สถาบันปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย <http://www.ptit.org/>
10. Society of plastic engineers <http://www.4spe.org/>

3.7 รูปแบบของข้อมูลที่แสดงในฐานความรู้

1. รูปแบบเอกสาร รูปแบบของเอกสารที่จัดเก็บ จะเป็นในลักษณะของไฟล์ PDF เนื่องจากสามารถปรับตั้งการทำงานให้ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงข้อมูลได้ เนื่องจากอาจมีการนำความรู้จากฐานความรู้ไปเปิดเผยข้อมูล ซึ่งจะลดความน่าเชื่อถือของฐานความรู้ได้



รูปที่ 3.16 แสดงลักษณะข้อมูลในรูปแบบเอกสาร

2. รูปแบบภาพ



รูปที่ 3.17 แสดงลักษณะข้อมูลในรูปแบบภาพ

3. รูปแบบวิดีโอ



รูปที่ 3.18 แสดงลักษณะข้อมูลในรูปแบบวิดีโอ

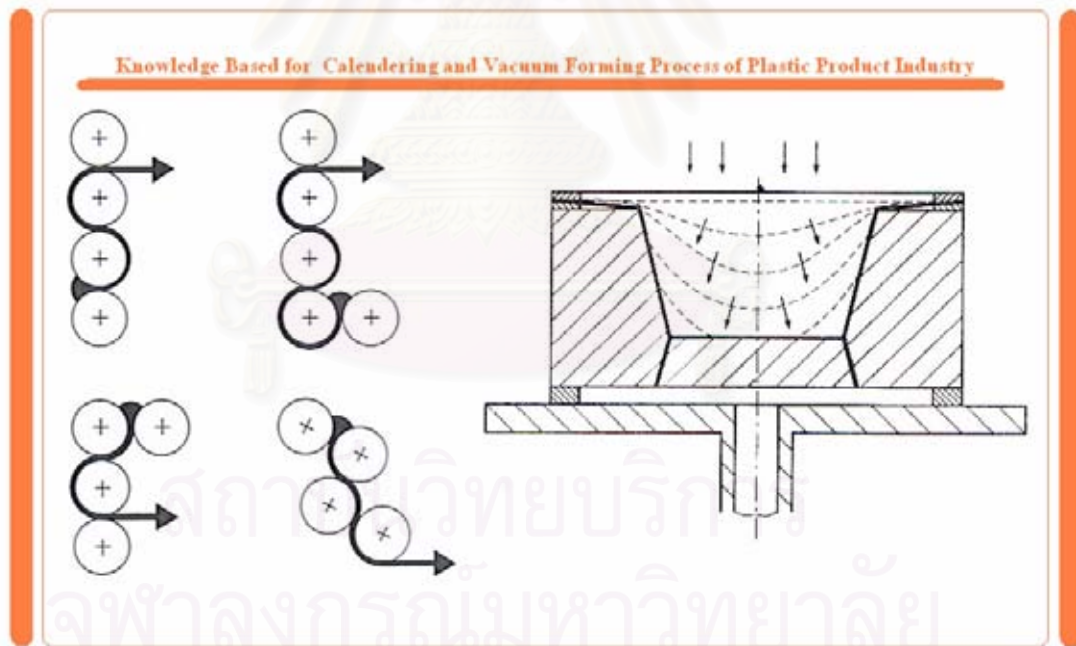
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

ผลการดำเนินการวิจัย

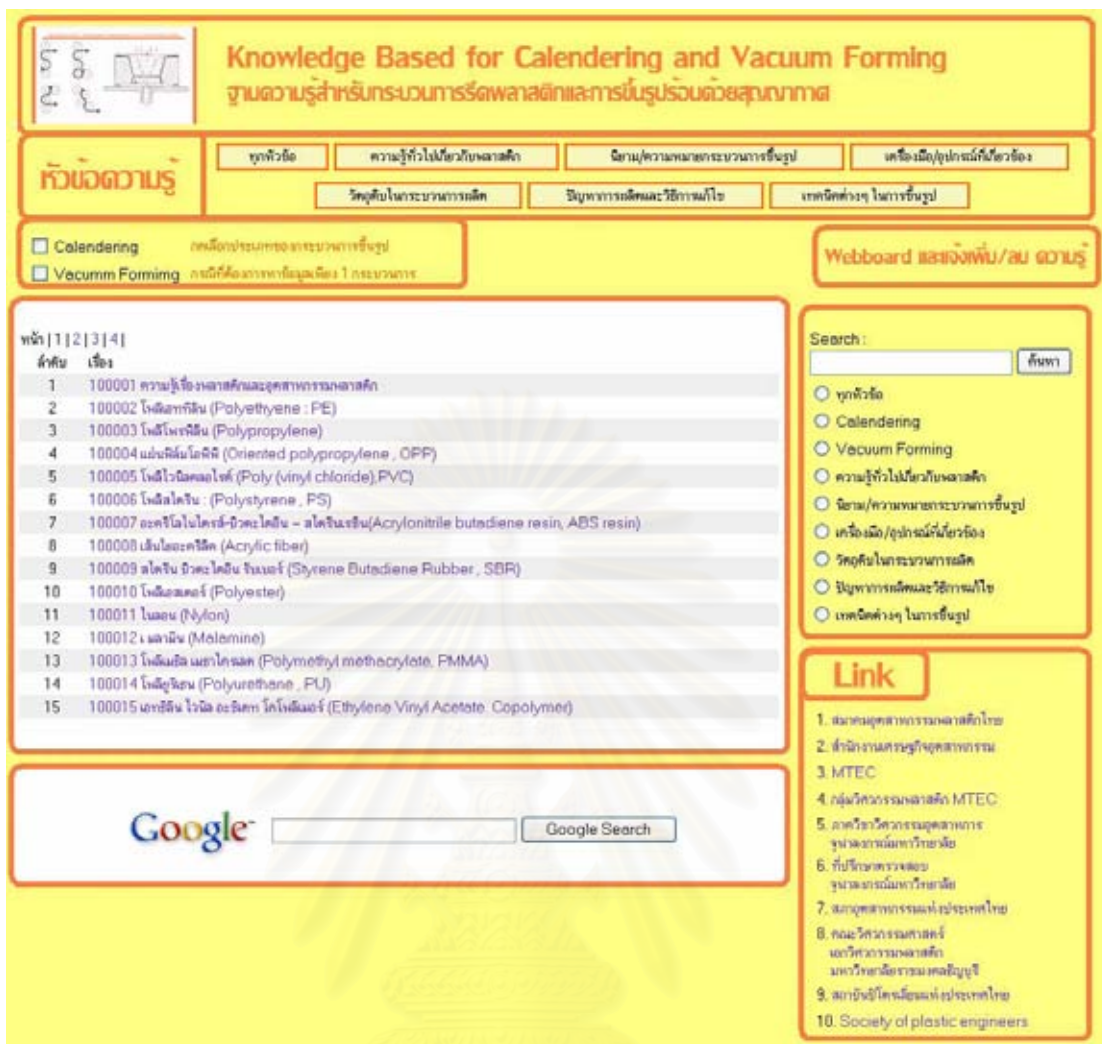
4.1 การใช้งานฐานความรู้

ฐานความรู้ที่ได้จัดทำนั้นประกอบไปด้วยส่วนการทำงานหลัก 3 ส่วนด้วยกันคือ ส่วนที่ 1 ส่วนของความรู้ต่างๆตามหมวดหมู่และการค้นหาความรู้ ส่วนที่ 2 จะเป็นในส่วนของ Web board ที่จะมีหน้าที่หลักในการรับฟังข้อคิดเห็น และ รับความรู้ใหม่ๆเพิ่มเติม และในส่วนที่ 3 คือ การเพิ่ม/ลบ/แก้ไขข้อมูลของฐานความรู้ ที่จัดเก็บในรูปแบบของโปรแกรม Access ที่ Web server สำหรับการเข้าใช้งานฐานความรู้ สามารถเข้าผ่านอินเทอร์เน็ตได้ที่ www.fromc2v.com โดยเมื่อเข้าไปแล้ว จะพบกับ Web page ที่แสดงถึงฐานความรู้ ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 แสดง Web page แรกเข้าก่อนเข้าฐานความรู้

เมื่อทำการกดที่ส่วนใดก็ได้ของ Web page ก็จะทำการ Link เข้าสู่หน้าหลักของ ฐานความรู้สำหรับกระบวนการรีดพลาสติกแผ่นและการขึ้นรูปร้อนด้วยสูญญากาศดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 แสดงหน้าหลักของฐานความรู้

4.2 การทำงานในส่วนของคุณความรู้ต่างๆตามหมวดหมู่และการค้นหาความรู้

การทำงานในส่วนของการค้นหาความรู้ในฐานความรู้สามารถค้นหาได้ 3 รูปแบบดังนี้

4.2.1 การค้นหาความรู้ตามหมวดหมู่

การค้นหาความรู้ตามหมวดหมู่สามารถค้นหาได้ เมื่อทำการกดที่หมวดหมู่ที่ต้องการค้นหาโดยจะแสดงความรู้ทั้งหมด (ทั้งกระบวนการรีดพลาสติกแผ่นและกระบวนการขึ้นรูปรีดด้วยสุญญากาศ) ในหมวดหมู่นั้นๆ ตัวอย่างเช่นกดที่ หมวดปัญหาการผลิตและวิธีการแก้ไข ก็จะแสดงรายการความรู้ที่อยู่ในหมวดปัญหาการผลิตและวิธีการแก้ไขดังที่แสดงในภาพที่ 4.3

Knowledge Based for Calendering and Vacuum Forming
ฐานความรู้สำหรับกระบวนการรีดพลาสติกและการขึ้นรูปร้อนด้วยสุญญากาศ

หัวข้อความรู้: ทุกหัวข้อ, ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับพลาสติก, นิยาม/ความหมายของกระบวนการขึ้นรูป, เครื่องมือ/อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง, วัสดุในกระบวนการผลิต, ปัญหาการผลิตและวิธีการแก้ไข, เทคนิคต่างๆ ในการขึ้นรูป

Calendering: กทม.เลือกประเภทของกระบวนการขึ้นรูป
 Vacuum Forming: กทม.เลือกประเภทของพลาสติก 1 กระบวนการ

Webboard และแจ้งเพิ่ม/ลบ ฐานรู้

Search: ค้นหา

- ทุกหัวข้อ
- Calendering
- Vacuum Forming
- ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับพลาสติก
- นิยาม/ความหมายของกระบวนการขึ้นรูป
- เครื่องมือ/อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง
- วัสดุในกระบวนการผลิต
- ปัญหาการผลิตและวิธีการแก้ไข
- เทคนิคต่างๆ ในการขึ้นรูป

Link

หน้า | 1 |

ลำดับ	เรื่อง
1	340001 ตัวอย่างงานมีปัญหา การขึ้นรูปโพลีเอทิลีนในกระบวนการผลิต
2	340002 มีสิ่งแปลกปลอมในปัญหา การขึ้นรูปโพลีเอทิลีนในกระบวนการผลิต
3	340003 ตารางปัญหาและวิธีการแก้ไขปัญหาในกระบวนการขึ้นรูปโพลี
4	340004 ตัวอย่างงานมีปัญหาของแผ่นฟิล์มในกระบวนการขึ้นรูปโพลี
5	240001 ปัญหาที่พบในกระบวนการ Extrusion
6	240002 ตัวอย่างงานมีปัญหาพลาสติกซีพีอีในกระบวนการผลิต
7	240003 มีสิ่งแปลกปลอมในพลาสติกซีพีอีในกระบวนการผลิต
8	240004 การวิเคราะห์ปัญหาพลาสติกซีพีอีในกระบวนการผลิตด้วย 5 Why-Why Analysis
9	240005 ตารางแสดงการแก้ไขปัญหาพลาสติกซีพีอีในกระบวนการขึ้นรูปแผ่นฟิล์มและวิธีการแก้ไข

รูปที่ 4.3 แสดงการค้นหาตามหมวดหมู่

นอกจากนี้ยังสามารถเลือกค้นหาความรู้เฉพาะกระบวนการผลิตที่สนใจ ในหมวดที่ต้องการได้โดยเลือกประเภทกระบวนการผลิตที่บริเวณด้านล่างทางซ้ายของหมวดก่อนแล้วจึงค่อยเลือกหมวดที่ต้องการ ตัวอย่างเช่น กดเลือกกระบวนการขึ้นรูปร้อนด้วยสุญญากาศ แล้วกดเลือกหมวดปัญหาการผลิตและวิธีการแก้ไข ก็จะแสดงรายการความรู้ของกระบวนการขึ้นรูปร้อนด้วยสุญญากาศ ในหมวด ปัญหาการผลิตและวิธีการแก้ไข ดังรูปที่ 4.4

Knowledge Based for Calendering and Vacuum Forming
ฐานความรู้สำหรับกระบวนการรีดพลาสติกและการขึ้นรูปร้อนด้วยสุญญากาศ

หัวข้อความรู้: ทุกหัวข้อ, ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับพลาสติก, นิยาม/ความหมายของกระบวนการขึ้นรูป, เครื่องมือ/อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง, วัสดุในกระบวนการผลิต, ปัญหาการผลิตและวิธีการแก้ไข, เทคนิคต่างๆ ในการขึ้นรูป

Calendering: กทม.เลือกประเภทของกระบวนการขึ้นรูป
 Vacuum Forming: กทม.เลือกประเภทของพลาสติก 1 กระบวนการ

Webboard และแจ้งเพิ่ม/ลบ ฐานรู้

Search: ค้นหา

- ทุกหัวข้อ
- Calendering
- Vacuum Forming
- ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับพลาสติก
- นิยาม/ความหมายของกระบวนการขึ้นรูป
- เครื่องมือ/อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง
- วัสดุในกระบวนการผลิต
- ปัญหาการผลิตและวิธีการแก้ไข
- เทคนิคต่างๆ ในการขึ้นรูป

Link

หน้า | 1 |

ลำดับ	เรื่อง
1	340001 ตัวอย่างงานมีปัญหา การขึ้นรูปโพลีเอทิลีนในกระบวนการผลิต
2	340002 มีสิ่งแปลกปลอมในปัญหา การขึ้นรูปโพลีเอทิลีนในกระบวนการผลิต
3	340003 ตารางปัญหาและวิธีการแก้ไขปัญหาในกระบวนการขึ้นรูปโพลี
4	340004 ตัวอย่างงานปัญหาของแผ่นฟิล์มในกระบวนการขึ้นรูปโพลี

รูปที่ 4.4 แสดงการค้นหาตามหมวดหมู่ในประเภทการผลิตที่สนใจ

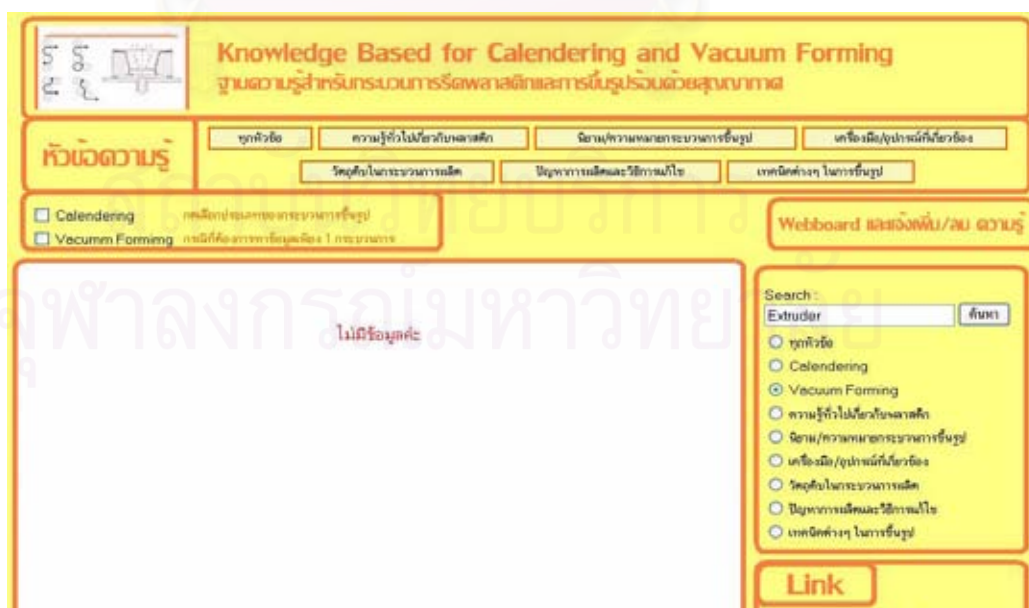
4.2.2 การค้นหาด้วย Key word

สามารถค้นหาตาม Key word ที่ต้องการได้โดยการใส่คำที่ต้องการค้นหา ในช่อง Search ทางด้านขวาแล้วทำการ เลือกหมวดข้อมูลที่ต้องการทำการค้นจากนั้น ก็กดปุ่ม ค้นหา ตัวอย่างเช่นต้องการหาคำว่า Extruder ในทุกหัวข้อ ก็ต้องพิมพ์คำว่า Extruder ลงในช่อง Search จากนั้น ก็กดปุ่มค้นหา ก็จะแสดงรายการความรู้ที่ค้นพบ ดังในรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 แสดงการค้นหาด้วย Key word ในหมวดหมู่ที่สนใจ

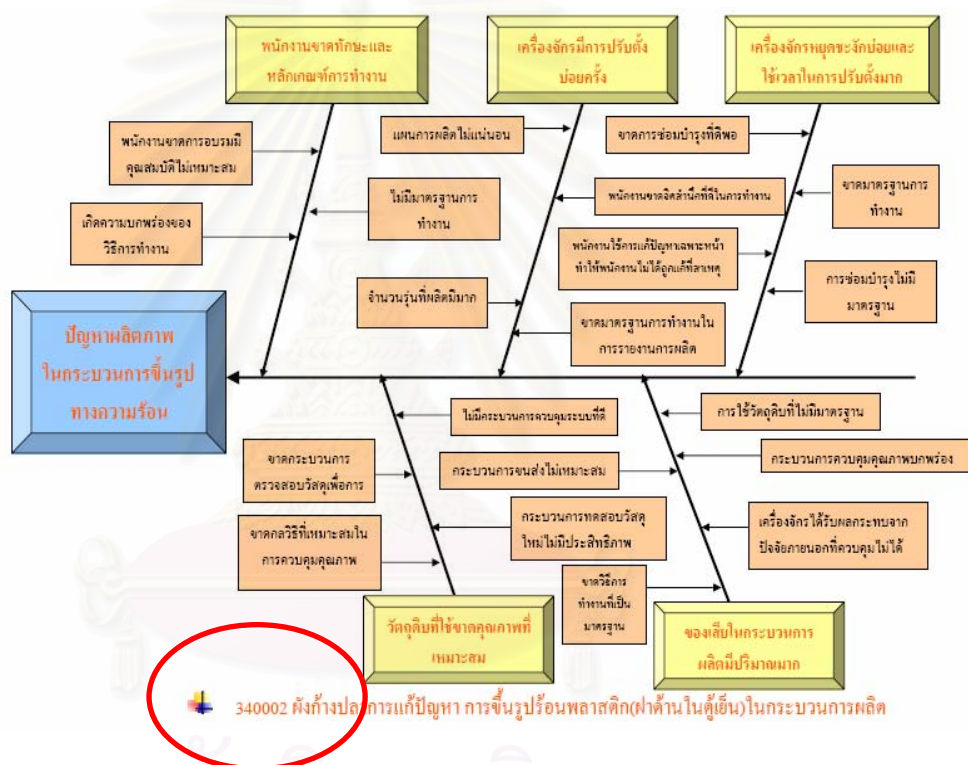
แต่ถ้าในกรณีที่ใช้ Key word ค้นหาในหมวดที่ไม่มีข้อมูลนั้นๆ หรือ ไม่มีข้อมูลนั้นๆ อยู่ในฐานความรู้ก็จะแสดงออกมดั่งรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 แสดงการใช้ Key word ในการค้นหาที่ผิดหมวดหรือไม่มีข้อมูลความรู้ในนั้นๆ

4.2.3 การค้นหาด้วยรหัส

ในกรณีที่เคยศึกษาความรู้ที่ต้องการมาแล้วและจำรหัสความรู้ได้(รายละเอียดของรหัสความรู้อยู่ในบทที่ 3 หน้า) แล้วต้องการเรียกซ้ำ ก็สามารถเข้ารหัสความรู้เรียกข้อมูลในช่อง Search ช่องเดียวกับการค้นหาด้วย Key word ได้เลย ตัวอย่างเช่นเคยศึกษาความรู้ในเรื่อง ผังก้างปลาการแก้ปัญหา การขึ้นรูปร้อนพลาสติก(ฝาด้านในตู้เย็น) ในกระบวนการผลิต ซึ่งมีรหัสความรู้คือ 340002 ดังในรูปที่ 4.7 และเมื่อนำรหัสความรู้นี้ไปค้นหาในช่อง Search ก็จะแสดงรายการ ผังก้างปลาการแก้ปัญหา การขึ้นรูปร้อนพลาสติก(ฝาด้านในตู้เย็น)ในกระบวนการผลิต ดังในรูปที่ 4.8



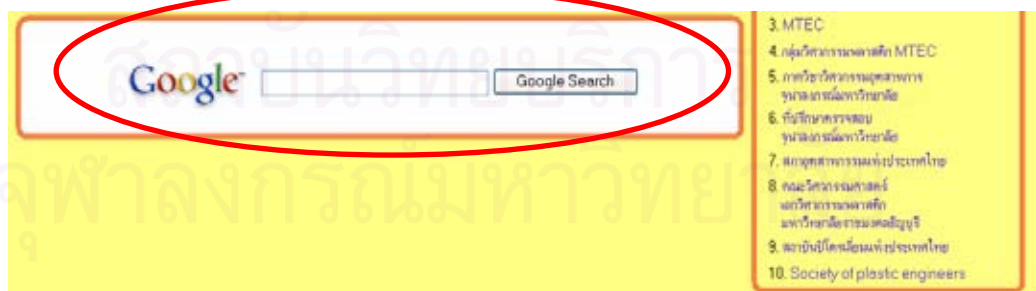
รูปที่ 4.7 แสดงการแสดงรหัสความรู้ในส่วนต่างๆ



รูปที่ 4.8 แสดงการค้นหาความรู้ด้วยรหัสความรู้

4.2.4 การทำงานในส่วนของการค้นหาความรู้บนฐานความรู้

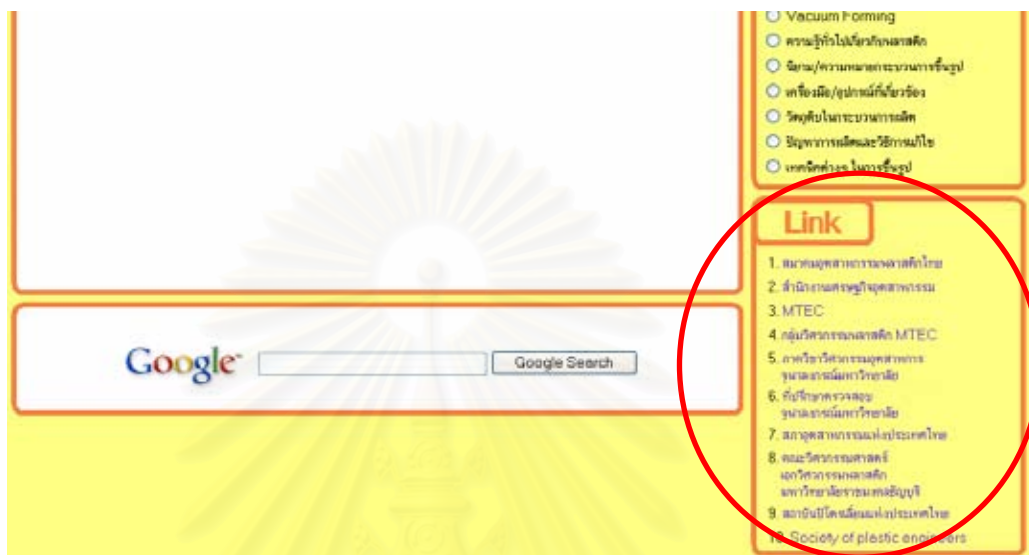
ฐานความรู้สามารถทำการค้นหาความรู้บนฐานความรู้ได้โดยผ่าน Search Engine ที่มีการใช้งานอย่างแพร่หลายคือ Google โดยเมื่อต้องการค้นหา ก็สามารถใส่คำที่ต้องการค้นหาลงในส่วนของ Google ที่อยู่ด้านล่างของฐานความรู้ดังในรูปที่ 4.9 ซึ่งในส่วนของรูปแบบการใช้งานก็จะใช้งานเหมือนการใช้งาน Google ทั่วไป



รูปที่ 4.9 แสดงส่วนของการค้นหาความรู้บนฐานความรู้ด้วย Search engine

4.2.5 การทำงานในส่วนของ Web link

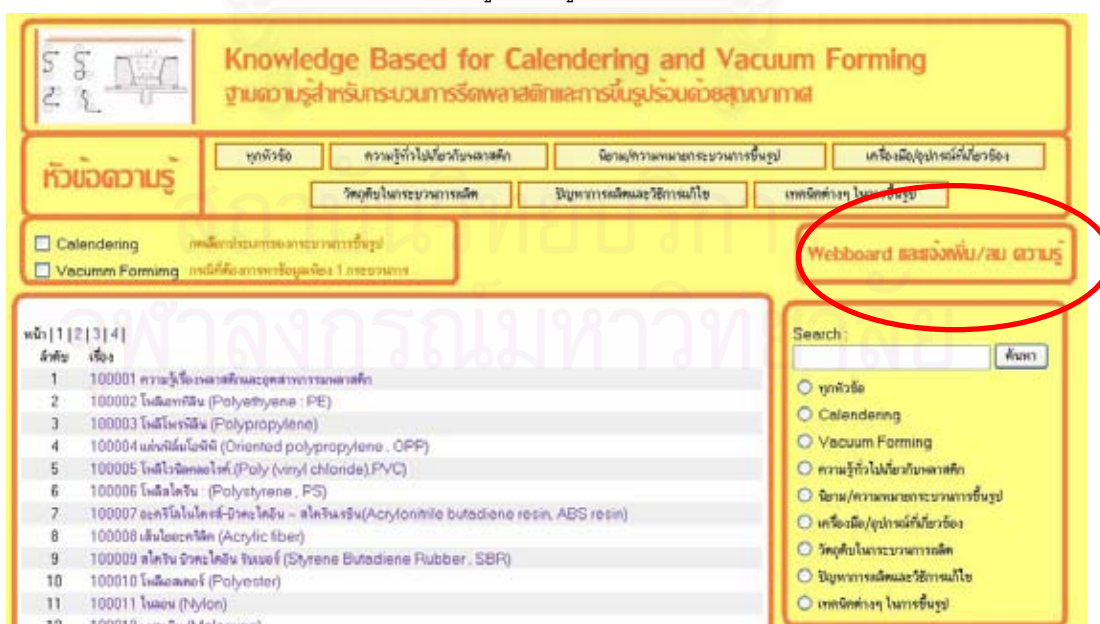
สามารถเชื่อมต่อไปยัง Web ข้อมูลความรู้ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับฐานความรู้ สำหรับกระบวนการรีดพลาสติกแผ่นและกระบวนการขึ้นรูปร้อนด้วยสูญญากาศ ได้โดยการกดชื่อ Web ที่สนใจบริเวณด้านขวาล่างของฐานความรู้นี้ดังในรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 แสดงส่วนของ Web link ของฐานความรู้

4.2.6 ส่วนของการเชื่อมต่อการทำงานของ Web board

สามารถเชื่อมต่อไปยังส่วนการทำงานของเว็บบอร์ดได้โดยการกดที่ปุ่ม Web board และการแจ้งเพิ่ม/ลบความรู้ ดังในรูปที่ 4.11



รูปที่ 4.11 แสดงปุ่มการเชื่อมต่อไปยัง Webboard ของฐานความรู้

4.3 การทำงานในส่วนของ Web board



รูปที่ 4.12 แสดง Web page ของ Webboard ของฐานความรู้

4.3.1 การทำงานเบื้องต้นของ Web board มีดังนี้

ส่วนที่ 1 เป็นคำสั่งการใช้งานต่างๆโดยมีรายละเอียดดังนี้

- Active Topics เป็นคำสั่งเรียกดูกระทู้ล่าสุดในช่วงเวลาที่ต้องการจากปัจจุบัน เช่นเรียกดูกระทู้ที่ทำการโพสต์ตั้งแต่เมื่อ 4 ชม.ที่แล้วจนถึงปัจจุบัน เป็นต้น
- สมาชิก เป็นคำสั่งเรียกดูรายชื่อและประเภทของสมาชิกในฐานความรู้รวมถึงวันที่ทำการสมัคร
- ค้นหา เป็นการค้นหากระทู้ที่ต้องการโดยสามารถเลือกหาในส่วนที่ต้องการได้ เช่นหาจากหัวข้อกระทู้หรือในเนื้อหากระทู้ เป็นต้น
- Help เป็น ข้อมูลการช่วยเหลือเบื้องต้นในการใช้งาน Web board
- Register เป็นคำสั่งสำหรับสมัครสมาชิกเพื่อเข้าใช้งานใน Web board
- Login เป็นคำสั่งสำหรับการเข้าใช้งานในฐานะสมาชิกของฐานความรู้

ส่วนที่ 2 เป็นส่วนของการเข้า Login แบบรวดเร็ว

ส่วนที่ 3 เป็นการแสดง หมวดต่างๆของ Web board เพื่อให้เลือกเข้าใช้งานได้

ส่วนที่ 4 เป็นเรื่องเกี่ยวกับสถิติภายใน Web board โดยจะมีข้อมูลต่างๆ เช่น จำนวนคำถามใน Web board สมาชิกล่าสุด คำถามล่าสุด เป็นต้น

ส่วนที่ 5 เป็นการแสดงสัญลักษณ์รูปแบบของหมวดใน Web board เพื่อให้ทราบถึงสถานะปัจจุบันของหมวดนั้นๆนั้นเช่น กระทู้ที่มีการตอบใหม่ กระทู้ถูกล็อค หรือไม่อนุญาตให้โพสต์ เป็นต้น



รูปที่ 4.13 แสดงส่วนประกอบ ในหมวดของ Webboard ของฐานความรู้

ส่วนที่ 6 เป็นปุ่มสำหรับการโพสต์ข้อความต่างๆลงใน Webboard

ส่วนที่ 7 แสดงหัวข้อของกระทู้ใน Webboard

ส่วนที่ 8 แสดงรายชื่อสมาชิกที่ทำการโพสต์ข้อความ

ส่วนที่ 9 แสดงสัญลักษณ์รูปแบบของกระทู้ใน Webboard เพื่อให้ทราบถึงสถานะปัจจุบันของกระทู้นั้นๆ

4.4 รูปแบบการใช้งานของ Web board

Web boardแบ่งส่วนการทำงานออกเป็น 3 รูปแบบดังนี้

4.4.1 รูปแบบการสมัครสมาชิก และการ Login

ในการใช้งานขั้นต้นเช่นการอ่านความรู้ใน Web board ทั่วๆไปอาจไม่จำเป็นต้องสมัครสมาชิก แต่หากต้องการที่โพสต์ข้อความเพื่อปรึกษาปัญหา หรือโพสต์ความรู้ต่างๆ จำเป็นต้องทำการสมัครสมาชิกก่อน ซึ่งสามารถสมัครได้โดยการกดปุ่ม Register ที่อยู่บริเวณด้านขวาบนของ Web page ก็จะแสดงหน้าสมัครสมาชิกดังรูปที่ 4.14

The screenshot shows a registration form with the following sections:

- Registration Details:**
 - *ต้องการในชื่อที่อื่นหรือสมนามกับ
 - Username* (This is the name displayed when you use the forum)
 - Password*
 - Retype Password*
 - Email Address (Not required, but useful if you wish to be notified when someone answers one of your posts or if you lose your password.)
- Security Code Confirmation (required):**
 - Unique Security Code: 653653 (Cookies must be enabled on your web browser to see images.)
 - Confirm Security Code*
- Profile Information (not required):**
 - Real Name
 - Location: - Select Country -
 - Homepage: http://
 - ICQ Number
 - AIM Address
 - MSN Messenger
 - Yahoo Messenger
 - Occupation
 - Interests

รูปที่ 4.14 แสดงหน้าจอสสมัครสมาชิก Web board ของฐานความรู้

ซึ่งจะมีให้กรอกรายละเอียดต่างๆเช่น Username และ Password ความสนใจ ข้อมูลการติดต่อต่างๆ เมื่อทำการกรอกรายละเอียดเรียบร้อยแล้วก็จะสามารถนำ Username และ Password ที่ได้ตั้งไว้เข้าไปใช้งานได้เลย

การ Login สามารถทำได้ 2 รูปแบบได้แก่

- Quick Login ที่อยู่บริเวณขวาบนสามารถเข้าใช้งานได้ ด้วยการกรอก Username และ Password ที่ได้ทำการสมัครเข้าใช้งานได้ทันที ดังในที่
- Login ที่อยู่ร่วมกับหมวดคำสั่งอื่นๆที่อยู่บริเวณขวาบนโดยการ Login ในส่วนนี้ มีความแตกต่างกับ Quick Login ตรงที่ สามารถตั้งรายละเอียดในการ Login ได้เช่นการตั้ง Auto Loginที่จะสามารถ Login อัตโนมัติ ได้ในการใช้งานครั้งต่อไป หรือการขอ Password ในกรณีที่ลืม Password ด้วยการใส่ ชื่อ Login และอีเมล เพื่อให้ส่ง Password กลับทางอีเมลได้ดังรูปที่ 4.15

รูปที่ 4.15 แสดงหน้าจอ Login เข้า Web board

4.4.2 รูปแบบของหมวดและระบบการทำงานของ Web board

หมวดของ Web board ที่ทำการแสดงจะมีอยู่ 3 หมวดแก่

4.4.2.1 หมวดคุยปรึกษาปัญหาและเรื่องทั่วไป ซึ่งสามารถเห็นและเข้าไปอ่านความรู้ต่างๆในหมวดนี้ได้แม้จะไม่ได้ทำการสมัครสมาชิก แต่จะไม่สามารถโพสต์หัวข้อใหม่หรือตอบคำถามได้โดยหมวดนี้มีหน้าที่ในการ รับฟังข้อมูลและรับฟังปัญหาข้อสงสัยและคำแนะนำต่างๆทั้งจากการใช้งานในฐานความรู้ และปัญหาข้อสงสัยต่างๆจากการทำงานจริงในอุตสาหกรรมพลาสติก ในกระบวนการรีดพลาสติกแผ่นและกระบวนการขึ้นรูปร้อนด้วยสูญญากาศ ซึ่งในปัจจุบันมีการรับฟังข้อคิดเห็นจากภายนอกด้วยแบบสอบถามในรูปแบบ ไฟล์ Excel ให้ Download อยู่ในกระทู้ของหมวดนี้

4.4.2.2 หมวดสาระความรู้ ที่สามารถมองเห็นได้และมีระบบการใช้งานเหมือนหมวดแรก ซึ่งหมวดนี้มีหน้าที่ในการรับความรู้ต่างๆที่เกี่ยวข้องจาก

กับความรู้ใหม่ในขั้นต้นก่อนเพื่อเป็นแนวทางให้ Admin และ Webmaster พิจารณาความคิดเห็นเพื่อนำเข้าไปบรรจุไว้ในฐานความรู้ ดังตัวอย่างในรูปที่ 4.16



รูปที่ 4.16 ตัวอย่างความรู้ที่ถูกโพสมาใน Web board

4.4.2.3 หมวดแจ้งเพิ่ม/ลบ/แก้ไข ความรู้ จะสามารถมองเห็นได้เมื่อทำการ Login ด้วย Username แบบ Admin และ Web master เท่านั้นดังรูปที่ 4.17 โดยมีหน้าที่หลักในการตรวจสอบ ความเหมาะสม ความสำคัญ และความถูกต้องของความรู้ที่มาจาก การโพสในหมวดสาระความรู้ก่อนที่จะนำมาเข้าฐานความรู้ โดยการตรวจสอบจาก Admin ที่เป็นผู้เชี่ยวชาญในสาขากระบวนการขึ้นรูปพลาสติก ด้วยกระบวนการรีดพลาสติกแผ่นหรือการขึ้นรูปร้อนด้วยสูญญากาศ ซึ่งการที่จะแสดงหมวดนี้ต่อเมื่อทำการ Login ด้วย Username แบบ Admin และ

Web master เพราะจะทำให้สามารถแบ่งความคิดเห็นของทั้งสองฝ่ายคือฝ่ายผู้ใช้งาน กับฝ่ายผู้เชี่ยวชาญ เพื่อความสะดวกในการตัดสินใจ



รูปที่ 4.17 แสดงให้เห็นถึงหมวดแจ้งเพิ่มลบ/แก้ไขฐานความรู้ที่ถูกซ่อนไว้

4.4.3 รูปแบบการจัดระดับความน่าเชื่อถือของผู้ใช้งาน(ระบบ Ladder)

ใน Web board สามารถจัดระดับความน่าเชื่อถือของสมาชิกผู้ใช้งานฐานความรู้ได้โดยการวัดความถี่ในการตอบหรือการตั้งกระทู้ ซึ่งเป็นค่าทางสถิติตัวหนึ่งที่สามารถเพิ่มความน่าเชื่อถือของผู้ใช้ในการตอบคำถามหรือการแนะนำความรู้ต่างๆได้ โดยใน Web board แบ่งระดับของผู้ใช้งานประเภท User ออกเป็น 4 ระดับดังนี้

1. Student เป็นผู้ใช้งานระดับแรก มีจำนวนการตอบหรือตั้งกระทู้ตั้งแต่ 0-39 ครั้ง มีสัญลักษณ์ 1 ดาว ดังรูปที่ 4.18
2. Member เป็นผู้ใช้งานระดับที่สอง มีจำนวนการตอบหรือตั้งกระทู้ตั้งแต่ 40-79 ครั้ง มีสัญลักษณ์ 2 ดาว
3. Senior Member เป็นผู้ใช้งานระดับที่สาม มีจำนวนการตอบหรือตั้งกระทู้ตั้งแต่ 80-149 ครั้ง มีสัญลักษณ์ 3 ดาว
4. Technician เป็นผู้ใช้งานที่มีการแสดงความเห็นและการตั้งกระทู้ในความถี่ตั้งแต่ 150 ครั้งขึ้นไป มีสัญลักษณ์ 4 ดาว

FromC2V Forums

Active Topics สมาชิก ค้นหา Help

ข้อความส่วนตัว การตั้งค่า Logout [thapany]

หมวดสาระความรู้

FromC2V Forums : หมวดสาระความรู้

Topic: พลาสติกสำหรับบรรจุภัณฑ์อาหาร

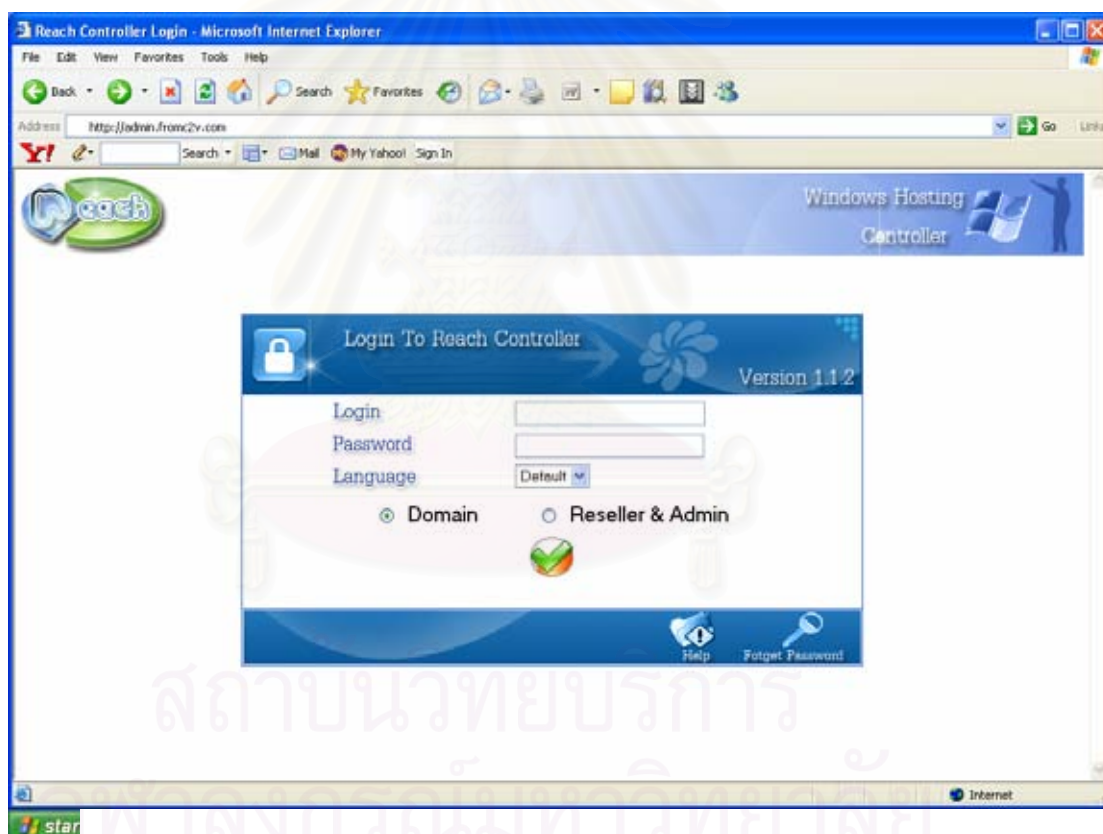
POST REPLY NEW TOPIC

Author	ข้อความ
thapany Student Joined: 18 March 2007 Location: Thailand Online Status: Online ผู้ตอบ: 2	Posted: 18 March 2007 เวลา 6:33pm IP Logged QUOTE จะมีรายละเอียดเกี่ยวกับชนิดฟิล์ม ข้อมูลเบื้องต้นและข้อมูลติดต่อผู้ขายเครื่องจักรเลขนะ พลาสติกสำหรับบรรจุภัณฑ์อาหาร

รูปที่ 4.18 แสดงตัวอย่างระดับของผู้ใช้ประเภท User เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือของข้อมูล

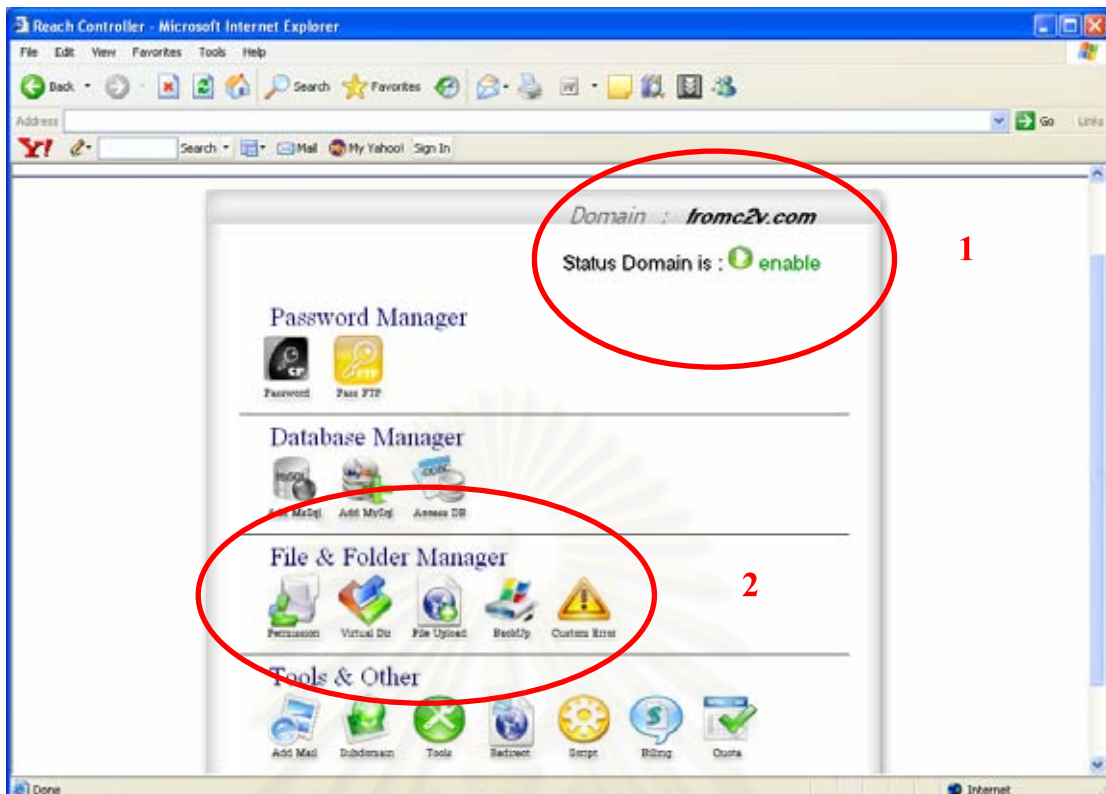
4.5 การทำงานในส่วนของการเพิ่ม/ลบ/แก้ไขข้อมูลของฐานความรู้

เนื่องจากฐานความรู้มีรูปแบบเป็น Web based (On-line) ข้อมูลประเภทต่างๆ จะถูกเก็บไว้ที่ Web server เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเรียกข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตได้ โดยฐานความรู้สำหรับกระบวนการรีดพลาสติกแผ่นและการขึ้นรูปรีดด้วยสูญญากาศ สามารถเพิ่ม/ลบ/แก้ไข ข้อมูลต่างๆได้โดยผ่านการเชื่อมต่อทางอินเทอร์เน็ตโดยผ่านทาง <http://admin.fromc2v.com> ซึ่งเมื่อทำการเชื่อมต่อแล้วจะแสดงหน้าจอ Login ดังรูปที่ 4.19



รูปที่ 4.19 แสดงหน้าจอ Login เข้า Web server

โดยเมื่อทำการ Login ด้วย Username และ Password ที่ได้สมัครกับ Web host แล้วก็จะแสดงหน้าจอการทำงานต่างๆดังรูปที่ 4.20



รูปที่ 4.20 แสดงหน้าจอการทำงานเกี่ยวกับการจัดการความรู้

โดยส่วนหลักในการใช้งานจะมีส่วนของ การบอกสถานะการทำงานของเว็บไซต์ คือส่วนที่ 1 ในรูปที่ 4.20 และส่วนที่ 2 ซึ่งเป็นเกี่ยวกับการจัดการระบบข้อมูลในรูปที่ 4.20 ซึ่งสามารถเพิ่ม/ลบ/แก้ไข ได้โดยกดไปที่ปุ่ม File upload หลังจากนั้นระบบจะเรียกขอ Username และ Password ซ้ำอีกครั้งเพื่อความปลอดภัยของฐานข้อมูลดังรูปที่ 4.21

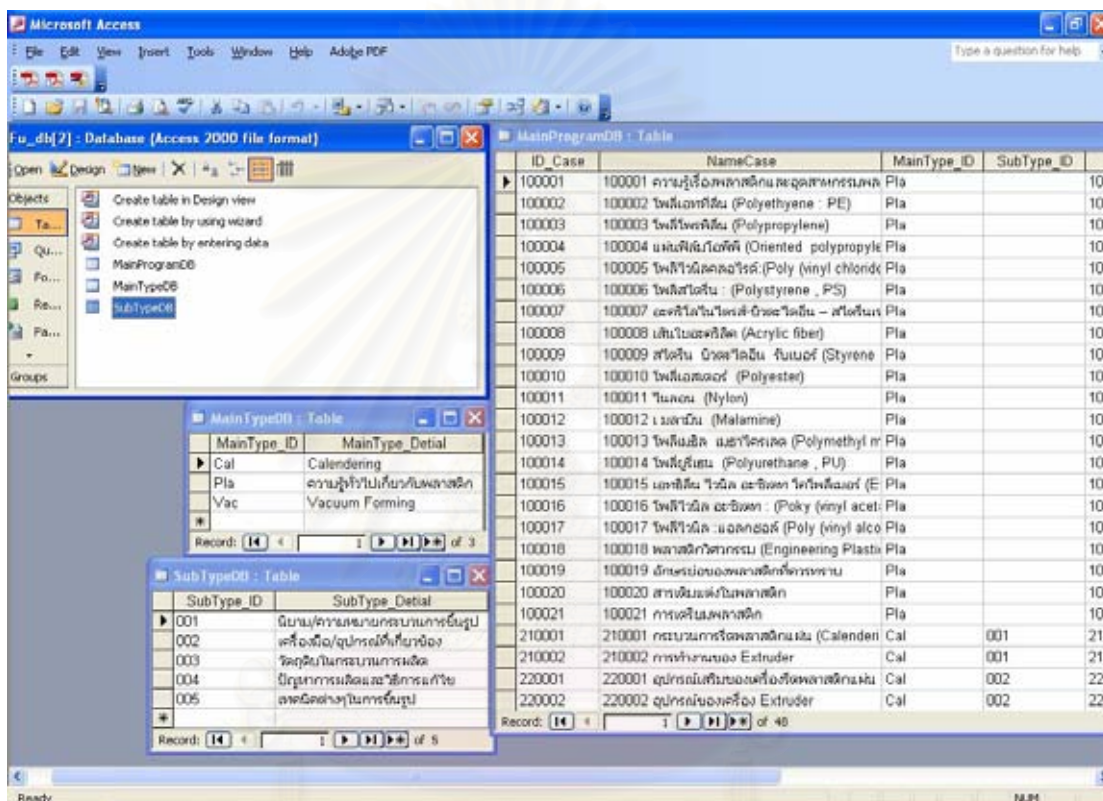


รูปที่ 4.21 แสดงหน้าจอ Login เข้าไปแก้ไขฐานข้อมูล

เมื่อทำการ Login เรียบร้อยแล้วจะปรากฏ Fileupload ซึ่งเป็นฐานข้อมูลของฐานความรู้ในรูปแบบของโปรแกรม Access ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภทได้แก่

1. ฐานข้อมูลประเภทที่แสดงข้อมูลบน Web site

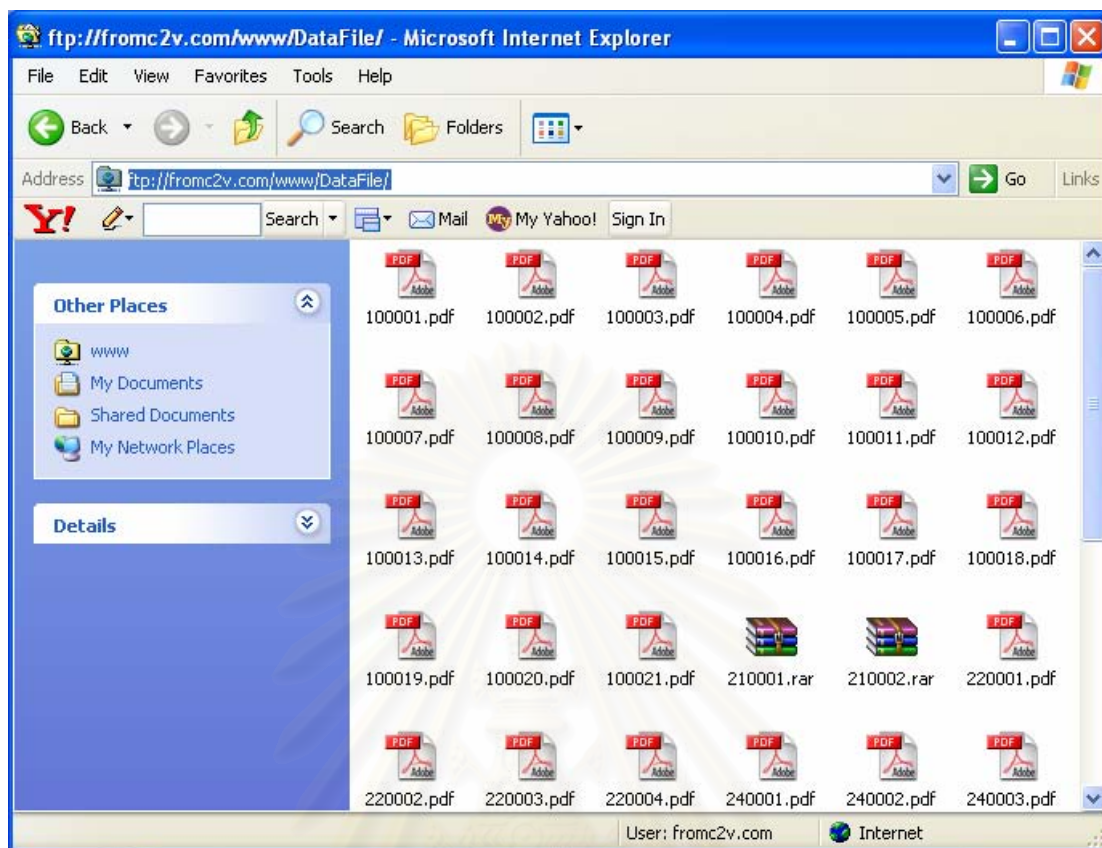
โดยฐานข้อมูลประเภทนี้จะเก็บข้อมูลต่างๆที่จะใช้สำหรับเรียกแสดงบน Web site เช่น หัวข้อความรู้ทั้งหมด รายชื่อสมาชิก รวมถึงรูปแบบประเภทของข้อมูลที่แสดงในฐานความรู้ก็จะจัดเก็บไว้ในส่วนนี้ด้วย แสดงดังรูปที่ 4.22



รูปที่ 4.22 รูปแบบฐานข้อมูลประเภทที่แสดงข้อมูลบน Web site

2. ฐานข้อมูลประเภทที่เก็บข้อมูลไว้สำหรับการ Down load

โดยฐานข้อมูลประเภทนี้จะเป็นการเก็บ ไฟล์ข้อมูลความรู้ต่างๆที่เป็นเนื้อหาภาพ หรือไฟล์วีดิโอเอาไว้สำหรับให้ผู้ใช้งานฐานความรู้ มา Down load โดยข้อมูลดังรูปที่ 4.23 และในส่วนของเนื้อหาจะถูกระบุชื่อไฟล์ใน ข้อมูลประเภท Link ที่อยู่ในฐานข้อมูลประเภทที่แสดงข้อมูลบน Web site ดังรูปที่ 4.24



รูปที่ 4.23 แสดงฐานข้อมูลประเภทที่เก็บข้อมูลไว้สำหรับการ Download

ID_Case	NameCase	MainType_ID	SubType_ID	Links
100001	ความรู้เรื่องพลาสติกและอุตสาหกรรมพล	Pla		100001.pdf
100002	โพลีเอททีลีน (Polyethylene : PE)	Pla		100002.pdf
100003	โพลีโพรพิลีน (Polypropylene)	Pla		100003.pdf
100004	แผ่นฟิล์มโพรพิลีน (Oriented polypropyle	Pla		100004.pdf
100005	โพลีไวนิลคลอไรด์ (Poly (vinyl chloride	Pla		100005.pdf
100006	โพลีสไตรีน : (Polystyrene , PS)	Pla		100006.pdf
100007	อะครีโลไนไตรล์-บิวทอะไดเอิน - สไตรีนเร	Pla		100007.pdf
100008	เส้นใยอะคริลิก (Acrylic fiber)	Pla		100008.pdf
100009	สไตรีน บิวทอะไดเอิน รัมเบอร์ (Styrene	Pla		100009.pdf
100010	โพลีเอสเตอร์ (Polyester)	Pla		100010.pdf
100011	ไนลอน (Nylon)	Pla		100011.pdf

รูปที่ 4.24 แสดงส่วนของข้อมูล Link ที่จะระบุไฟล์ข้อมูลที่ต้องการ Download

4.6 การประเมินการใช้งานฐานความรู้

ในการประเมินการใช้งานฐานความรู้สำหรับกระบวนการรีดพลาสติกแผ่นและการขึ้นรูปร้อนด้วยสูญญากาศในอุตสาหกรรมพลาสติก ที่ได้ติดตั้งให้ใช้งานผ่านอินเทอร์เน็ต ที่ www.fromc2v.com โดยมีเป้าหมายสำหรับการใช้งานไปยังกลุ่มบุคคล 2 กลุ่มด้วยกัน คือ กลุ่มบุคคลทั่วไป และ กลุ่มบุคคลที่อยู่ในอุตสาหกรรมพลาสติก(แสดงรายละเอียดในภาคผนวก ค หน้า 126) โดยจะทำการทดสอบให้ทดลองใช้งานและทำแบบประเมินผล โดยได้แบ่งการประเมินออกเป็น 3 ส่วนดังนี้ (แสดงแบบสอบถามในส่วนของภาคผนวก ก หน้า 118)

ตอนที่ 1 เป็นส่วนของข้อมูลผู้ตอบแบบสอบถาม ผู้วิจัยจะทำการวิเคราะห์เป็นร้อยละ และนำเสนอในรูปแบบของตาราง

ตอนที่ 2 เป็นส่วนของการวิเคราะห์ความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้งานระบบฐานความรู้สำหรับระบบการผลิตในอุตสาหกรรมพลาสติก ซึ่งทางผู้วิจัยจะทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการคิดเป็นร้อยละ และนำเสนอในรูปแบบของตาราง โดยมีหัวข้อในการประเมิน 25 หัวข้อด้วยกัน

ตอนที่ 3 เป็นการสรุปปัญหาที่เกิดขึ้นจริงจากการขาดความรู้ทางเทคโนโลยีพลาสติก ในกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมพลาสติก โดยมีข้อมูลมาจากผลของการตอบประเมินของแบบสอบถาม และการสัมภาษณ์

4.7 ผลการประเมินการใช้งานฐานความรู้

ตอนที่ 1 ส่วนข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถาม ในส่วนนี้ จะเป็นข้อมูลพื้นฐานของผู้เข้ามาใช้งานระบบฐานความรู้ และได้ทำแบบประเมินการใช้งาน นำเสนอในรูปแบบของตารางดังนี้

ตารางที่ 4.1 จำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามแยกตามสถานภาพ

ประเภทข้อมูล	ระดับการศึกษา	
	บุคคลทั่วไป	บุคคลในอุตสาหกรรมพลาสติก
จำนวน	47	19
ร้อยละ	71.22	28.79

ตารางที่ 4.2 จำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามแยกตามวุฒิการศึกษา

ประเภทข้อมูล	ระดับการศึกษา			
	ต่ำกว่า ปวช.	ปวช.-ปวส.	ปริญญาตรี	สูงปริญญาตรี
จำนวน	3	8	47	8
ร้อยละ	4.55	12.13	71.22	12.1

ตารางที่ 4.3 จำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามแยกตามสถานภาพและวุฒิการศึกษา

ระดับการศึกษา	ประเภทของผู้ตอบแบบสอบถาม			
	บุคคลทั่วไป		บุคคลในอุตสาหกรรมพลาสติก	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
ต่ำกว่าปวช.	0.00	0.00	3	15.79
ปวช.-ปวส.	8	17.02	0.00	0.00
ปริญญาตรี	35	74.47	12	63.16
สูงกว่าปริญญาตรี	4	8.51	4	21.06

ในการตอบแบบสอบถามเพื่อการประเมินการใช้งานฐานความรู้ได้รับแบบสอบถามกลับทั้งหมดจำนวน 67 ชุด โดยได้รับการตอบกลับจากจากกลุ่มบุคคลทั่วไป 47 ชุด คิดเป็นร้อยละ 71.22 และกลุ่มโรงงานอุตสาหกรรมพลาสติกจำนวน 19 ชุด คิดเป็นร้อยละ 28.79 ซึ่งในกลุ่มบุคคลทั่วไปที่ตอบแบบสอบถามที่มีวุฒิการศึกษาระดับปวช.-ปวส.คิดเป็นร้อยละ 17.02 ปริญญาตรีคิดเป็นร้อยละ 74.47 และสูงกว่าปริญญาตรีคิดเป็นร้อยละ 8.51 ส่วนบุคคลในกลุ่มโรงงานอุตสาหกรรมมีผู้ตอบแบบสอบถามที่มีวุฒิการศึกษาระดับต่ำกว่าปวช.คิดเป็นร้อยละ 15.79 ปริญญาตรีคิดเป็นร้อยละ 63.16 และสูงกว่าปริญญาตรีคิดเป็นร้อยละ 21.06

ตอนที่ 2 เป็นส่วนของการวิเคราะห์ความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้งานระบบฐานความรู้สำหรับระบบการผลิตในอุตสาหกรรมพลาสติกมีหัวข้อในการประเมิน 25 หัวข้อด้วยกัน และนำเสนอในรูปแบบของตาราง ดังนี้

ความเห็นของบุคคลทั่วไป

ตารางที่ 4.4 ร้อยละของระดับความคิดเห็นในส่วนของเนื้อหาของบุคคลทั่วไป

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น (ร้อยละ)					
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ปรับปรุง	ความพึงพอใจ
เนื้อหา						
1. มีความครอบคลุมเหมาะสม	31.91	59.57	8.52	0.00	0.00	84.68
2. ถูกต้องและทันสมัย	40.42	55.31	4.27	0.00	0.00	87.23
3. เข้าใจง่าย	29.79	48.94	21.27	0.00	0.00	81.7
4. ความชัดเจนในการอธิบาย	29.79	57.44	12.77	0.00	0.00	83.40
5. มีการเน้นเนื้อหาที่สำคัญ	42.55	40.42	12.77	4.26	0.00	84.26
6. มีระดับความยากง่ายเหมาะสม	40.42	53.19	6.39	0.00	0.00	86.81
7. ความน่าสนใจและดึงดูดให้อ่านต่อ	34.04	61.7	4.26	0.00	0.00	85.96
8. สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้	40.43	51.06	8.51	0.00	0.00	87.23
รวมเฉลี่ยทุกหัวข้อ						85.16

จากตารางที่ 4.4 เป็นการประเมินความคิดเห็นของระบบฐานความรู้ในส่วนของเนื้อหาความรู้ของบุคคลทั่วไปซึ่งมีรายการประเมิน 8 รายการด้วยกัน โดยมีระดับความคิดเห็นแบ่งเป็น 5 ระดับด้วยกันได้แก่ ดีมาก ดี ปานกลาง พอใช้ และปรับปรุง จากการประเมินพบว่า มีค่าเฉลี่ยของทุกรายการประเมินอยู่ที่ร้อยละ 85.16 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์น่าพอใจ

ตารางที่ 4.5 ร้อยละของระดับความคิดเห็นในส่วนของตัวอักษร ภาพและวิดีโอของบุคคลทั่วไป

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น (ร้อยละ)					
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ปรับปรุง	ความพึงพอใจ
ตัวอักษร ภาพ และวิดีโอ						
9. ชนิดตัวอักษร (Font) ที่ใช้อ่านง่ายและชัดเจน	29.79	65.96	4.25	0.00	0.00	85.11
10. ขนาดตัวอักษรที่ใช้อ่านง่ายและชัดเจน	21.28	76.60	2.12	0.00	0.00	83.83
11. สีตัวอักษรและสีของพื้นที่ใช้มีความเหมาะสม	31.92	65.96	2.12	0.00	0.00	85.96
12. ขนาดของภาพที่ใช้เหมาะสม	21.28	72.32	6.40	0.00	0.00	82.98
13. ความชัดเจนของภาพที่ใช้	44.68	53.20	2.12	0.00	0.00	88.51
14. ความเหมาะสมของจำนวนภาพที่ใช้ประกอบเนื้อหา	46.8	46.8	6.40	0.00	0.00	88.09
15. ภาพและวิดีโอช่วยให้เข้าใจมากขึ้น	46.8	48.95	4.25	0.00	0.00	89.36
รวมเฉลี่ยทุกหัวข้อ						86.26

จากตารางที่ 4.5 เป็นการประเมินความคิดเห็นของระบบฐานความรู้ในส่วนของตัวอักษร ภาพ และวิดีโอ ของบุคคลทั่วไปซึ่งมีรายการประเมิน 7 รายการด้วยกัน โดยมีระดับความคิดเห็นแบ่งเป็น 5 ระดับด้วยกันได้แก่ ดีมาก ดี ปานกลาง พอใช้ และปรับปรุง จากการประเมินพบว่า มีค่าเฉลี่ยของทุกรายการประเมินอยู่ที่ร้อยละ 86.26

ตารางที่ 4.6 ร้อยละของระดับความคิดเห็นในส่วนของฐานความรู้ของบุคคลทั่วไป

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น (ร้อยละ)					
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ปรับปรุง	ความพึงพอใจ
ฐานความรู้						
16. มีการแบ่งหมวดหมู่ที่เหมาะสม	44.68	36.17	14.9	4.25	0.00	85.53
17. ทำความเข้าใจเนื้อหาตามหมวดหมู่ได้ง่าย	42.55	51.05	6.40	0.00	0.00	87.23
18. ระบบ Search ช่วยในการหาข้อมูล	42.55	48.95	8.50	0.00	0.00	86.81
19. ระบบ Web board ช่วยในการไขข้อสงสัย	25.54	70.21	4.25	0.00	0.00	84.26
20. รายการ Link มีความเกี่ยวข้องและเหมาะสม	44.69	51.06	4.25	0.00	0.00	86.38
21. ความสะดวกในการใช้งาน	38.30	61.70	0.00	0.00	0.00	87.66
22. มีประโยชน์ในการทำงาน/การเรียนรู้	31.90	59.58	2.12	6.40	0.00	83.40
23. เพิ่มพูนความรู้ด้านวิชาการ	38.30	61.70	0.00	0.00	0.00	87.66
24. นำไปเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาได้	42.55	57.45	0.00	0.00	0.00	88.51
25. ฐานความรู้โดยรวม	48.94	48.94	2.12	0.00	0.00	89.36
รวมเฉลี่ยทุกหัวข้อ						86.63

จากตารางที่ 4.6 เป็นการประเมินความคิดเห็นของระบบฐานความรู้ในส่วนของฐานความรู้ ของบุคคลทั่วไปซึ่งมีรายการประเมิน 10 รายการด้วยกัน โดยมีระดับความคิดเห็นแบ่งเป็น 5 ระดับด้วยกันได้แก่ ดีมาก ดี ปานกลาง พอใช้ และปรับปรุง จากการประเมินพบว่า มีค่าเฉลี่ยของทุกรายการประเมินอยู่ที่ร้อยละ 86.63 และผู้ตอบแบบสอบถามจะแนะนำฐานความรู้นี้ให้ผู้อื่นถึงร้อยละ 91.45 ซึ่งถือว่าเป็นที่น่าพอใจ

ความเห็นของบุคคลในอุตสาหกรรมพลาสติก

ตารางที่ 4.7 ร้อยละของระดับความคิดเห็นในส่วนของเนื้อหาของบุคคลในอุตสาหกรรมพลาสติก

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น (ร้อยละ)					
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ปรับปรุง	ความพึงพอใจ
เนื้อหา						
1. มีความครอบคลุมเหมาะสม	5.27	57.90	63.17	0.00	0.00	72.63
2. ถูกต้องและทันสมัย	15.79	31.58	52.63	0.00	0.00	71.58
3. เข้าใจง่าย	5.27	52.70	36.76	5.27	0.00	70.53
4. ความชัดเจนในการอธิบาย	0.00	57.97	36.76	5.27	0.00	68.42
5. มีการเน้นเนื้อหาที่สำคัญ	5.27	36.76	52.7	5.27	0.00	71.57
6. มีระดับความยากง่ายเหมาะสม	5.27	47.36	47.36	0.00	0.00	71.58
7. ความน่าสนใจและดึงดูดให้อ่านต่อ	5.27	52.70	26.24	15.79	0.00	69.47
8. สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้	21.06	42.11	31.56	5.27	0.00	75.79
รวมเฉลี่ยทุกหัวข้อ						71.45

จากตารางที่ 4.7 เป็นการประเมินความคิดเห็นของระบบฐานความรู้ในส่วนของเนื้อหาความรู้ของบุคคลในอุตสาหกรรมพลาสติกซึ่งมีรายการประเมิน 8 รายการด้วยกัน โดยมีระดับความคิดเห็นแบ่งเป็น 5 ระดับด้วยกันได้แก่ ดีมาก ดี ปานกลาง พอใช้ และปรับปรุง จากการประเมินพบว่า มีค่าเฉลี่ยของทุกรายการประเมินอยู่ที่ร้อยละ 71.45 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์น่าพอใจ

ตารางที่ 4.8 ร้อยละของระดับความคิดเห็นในส่วนของตัวอักษร ภาพและวิดีโอของบุคคลใน
อุตสาหกรรมพลาสติก

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น (ร้อยละ)					
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ปรับปรุง	ความพึงพอใจ
ตัวอักษร ภาพ และวิดีโอ						
9. ชนิดตัวอักษร (Font) ที่ใช้อ่านง่ายและชัดเจน	21.04	57.92	21.04	0.00	0.00	80.00
10. ขนาดตัวอักษรที่ใช้อ่านง่ายและชัดเจน	31.58	52.64	15.78	0.00	0.00	83.16
11. สีตัวอักษรและสีของพื้นที่ใช้มีความเหมาะสม	10.52	63.16	26.32	0.00	0.00	76.84
12. ขนาดของภาพที่ใช้เหมาะสม	15.78	57.90	26.32	0.00	0.00	82.11
13. ความชัดเจนของภาพที่ใช้	21.04	63.18	15.78	0.00	0.00	81.05
14. ความเหมาะสมของจำนวนภาพที่ใช้ประกอบเนื้อหา	10.52	68.44	21.04	5.26	0.00	75.79
15. ภาพและวิดีโอช่วยให้เข้าใจมากขึ้น	15.78	63.18	15.78	5.26	0.00	77.89
รวมเฉลี่ยทุกหัวข้อ						79.55

จากตารางที่ 4.8 เป็นการประเมินความคิดเห็นของระบบฐานความรู้ในส่วนของตัวอักษร ภาพ และวิดีโอ ของบุคคลในอุตสาหกรรมพลาสติกซึ่งมีรายการประเมิน 7 รายการด้วยกัน โดยมีระดับความคิดเห็นแบ่งเป็น 5 ระดับด้วยกันได้แก่ ดีมาก ดี ปานกลาง พอใช้ และปรับปรุง จากการประเมินพบว่า มีค่าเฉลี่ยของทุกรายการประเมินอยู่ที่ร้อยละ 79.55

ตารางที่ 4.9 ร้อยละของระดับความคิดเห็นในส่วนของฐานความรู้ของบุคคลในอุตสาหกรรม
พลาสติก

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น (ร้อยละ)					
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ปรับปรุง	ความพึงพอใจ
ฐานความรู้						
16. มีการแบ่งหมวดหมู่ที่เหมาะสม	21.04	73.70	5.26	0.00	0.00	83.16
17. ทำความเข้าใจเนื้อหาตามหมวดหมู่ได้ง่าย	15.78	78.96	5.26	0.00	0.00	82.11
18. ระบบ Search ช่วยในการหาข้อมูล	31.58	63.16	5.26	0.00	0.00	85.26
19. ระบบ Web board ช่วยในการไขข้อสงสัย	31.58	52.64	15.78	0.00	0.00	83.16
20. รายการ Link มีความเกี่ยวข้องและเหมาะสม	26.32	63.16	10.52	5.26	0.00	81.05
21. ความสะดวกในการใช้งาน	31.58	52.64	15.78	0.00	0.00	83.16
22. มีประโยชน์ในการทำงาน/การเรียนรู้	36.84	57.90	5.26	0.00	0.00	86.32
23. เพิ่มพูนความรู้ด้านวิชาการ	42.11	47.37	10.52	0.00	0.00	86.32
24. นำไปเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาได้	31.58	47.38	21.04	0.00	0.00	82.11
25. ฐานความรู้โดยรวม	15.78	63.18	21.04	0.00	0.00	78.95
รวมเฉลี่ยทุกหัวข้อ						83.16

จากตารางที่ 4.9 เป็นการประเมินความคิดเห็นของระบบฐานความรู้ในส่วนของฐานความรู้ ของบุคคลทั่วไปซึ่งมีรายการประเมิน 10 รายการด้วยกัน โดยมีระดับความคิดเห็นแบ่งเป็น 5 ระดับด้วยกันได้แก่ ดีมาก ดี ปานกลาง พอใช้ และปรับปรุง จากการประเมินพบว่า มี

ตอนที่ 3 เป็นการสรุปปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้นจริงจากการขาดความรู้ทางเทคโนโลยีพลาสติก ในกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมพลาสติกดังนี้

1. ขาดความสามารถในการพัฒนาเทคโนโลยี และขาดความสามารถในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีในการผลิต และเครื่องมือเครื่องจักรที่มีอยู่อย่างคุ้มค่า

โดยอุตสาหกรรมนี้ยังขาดความสามารถในการพัฒนาเทคโนโลยีตั้งแต่ต้นทาง คือตั้งแต่วัตถุดิบ , Tooling และ Software ต่างๆ โดยเป็นการขาดทรัพยากรบุคคลที่มีความรู้ที่จะมาพัฒนาเทคโนโลยี ขาดการรวมศูนย์สำหรับเทคโนโลยีต่างๆ เหล่านี้ ทั้งยังไม่มีมีการถ่ายทอดกันในกลุ่มผู้ผลิตด้วย เพราะที่ผ่านมาผู้ประกอบการอุตสาหกรรมพลาสติกในประเทศไทยมีการลงทุนซื้อเทคโนโลยีเข้ามาเป็นจำนวนไม่น้อย ดังนั้น ปัญหาส่วนหนึ่งคือการขาดการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่มีอยู่อย่างคุ้มค่า

2. บุคลากรทางเทคนิคที่มีคุณภาพมีไม่เพียงพอ

เช่น แรงงานฝีมือในระดับช่างเทคนิค (ช่างทำ และออกแบบแม่พิมพ์ ช่างผู้ชำนาญการตั้งเครื่องและช่างคุมเครื่อง โดยเฉพาะที่ใช้คอมพิวเตอร์) วิศวกร นักออกแบบ/พัฒนาผลิตภัณฑ์

3 ขาดทักษะและการพัฒนาอุตสาหกรรมสนับสนุน

ทักษะเกี่ยวกับอุตสาหกรรมสนับสนุนต่างๆเช่น แม่พิมพ์ เครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับการทำแม่พิมพ์ ปัญหาในเรื่องแม่พิมพ์นี้เป็นปัญหาทั้งในส่วนของการออกแบบแม่พิมพ์ การตกแต่งหรือเคลือบผิว หรือการผลิตแม่พิมพ์ และส่วนที่เป็นฐานแม่พิมพ์ (Mould base/support) ด้วย คือเป็นการขาดฝีมือ ขาดคุณภาพ หรือขาดความรวดเร็วในการทำแม่พิมพ์

4 ขาดการพัฒนาด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ ที่สามารถนำไปสู่การผลิตเชิงพาณิชย์

การออกแบบผลิตภัณฑ์พลาสติกนั้น ยุ่งยากกว่าผลิตภัณฑ์อื่นเนื่องจากต้องใช้ความรู้หลายด้าน ทั้งด้านแม่พิมพ์ และคุณสมบัติของเม็ดพลาสติกแต่ละชนิดด้วย ทำให้มีคนที่สามารถพัฒนาหรือออกแบบได้น้อยหรือไม่เพียงพอ ประกอบกับที่ผ่านมามักเป็นการผลิตสินค้าตามลิขสิทธิ์จากต่างประเทศ หรือการลอกเลียนแบบมากกว่าที่จะออกแบบกันเอง

5. ผู้ประกอบการขาดความรู้ในการเลือกใช้ชนิดและเกรดของเม็ดพลาสติกที่มีคุณสมบัติเหมาะสมกับการใช้งาน และเพื่อยกระดับคุณภาพของผลิตภัณฑ์

เนื่องจากเทคโนโลยีที่มีส่วนใหญ ต้องซื้อจากต่างประเทศ ดังนั้น ผู้ผลิตของไทยจึงอาจเสีย

เปรียบเทียบผู้ผลิตรายใหญ่ในต่างประเทศ ในการตามเทคโนโลยีของชนิดและเกรดของเม็ดพลาสติกให้ทันสมัยอยู่เสมอ เพื่อจะสามารถใช้ได้อย่างเหมาะสมกับเครื่องมือเครื่องจักรที่มีอยู่ หรือเพื่อให้ได้ชิ้นงานตามต้องการ

6. โรงงานบางส่วนโดยเฉพาะโรงงานขนาดเล็กใช้เครื่องจักรเก่าที่ไร้ประสิทธิภาพ

เนื่องจากโรงงานผลิตภัณฑ์พลาสติกส่วนใหญ่ในประเทศเกินครึ่งจะเป็นโรงงานขนาดเล็กที่มีทุนจดทะเบียนต่ำกว่า 8 ล้านบาท ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นกิจการในครอบครัวซึ่งส่วนใหญ่ขาดความรู้ ทำให้มีการนำเข้าเครื่องจักรเก่าซึ่งทำให้เป็นภาระ เช่น ลื่นเปลืองพลังงาน สร้างมลภาวะ (ชิ้นงานเสียที่ต้องทิ้ง) ถึงแม้ในระยะหลัง จะมีการแข่งขันกันในด้านเครื่องจักรอยู่มาก โดยมีการใช้เทคโนโลยีใหม่ และปรับเปลี่ยนเครื่องจักรจำนวนมาก มีการนำเข้าเครื่องจักรสำหรับอุตสาหกรรมนี้มากเป็นอันดับต้นของโลก แต่ก็มีมีการนำเข้าในรูปเครื่องจักรเก่าเป็นจำนวนมากเช่นกัน และในหลายส่วนเครื่องจักรเก่ายังมีความจำเป็นอยู่ เพราะเมื่อมีการเปลี่ยนเครื่องจักรใหม่เข้ามา ก็จะมีการเปลี่ยนเครื่องจักรเก่านั้น ไปสู่โรงงานขนาดเล็กหรือโรงงานที่อยู่ไกลหรือในประเทศใกล้เคียงต่อไป ซึ่งโรงงานขนาดเล็กบางส่วนหรือตลาดสินค้าระดับล่างยังสามารถใช้เครื่องจักรเก่ารองรับการผลิตได้โดยยังคงควบคุมต้นทุนการผลิตให้ต่ำได้

- ปัญหาของเครื่องจักรเก่าอยู่ที่ความลำบากในการปรับเปลี่ยนกำลังการผลิต เพราะมีข้อจำกัดในเรื่องการหาอุปกรณ์ หรืออะไหล่ มาทดแทน ปัญหาการกินไฟ หรือมีของเสียมาก และปัญหาที่ผู้ผลิตขนาดเล็ก ถูกหลอกซื้อเครื่องจักรเก่าที่หมดสภาพจากต่างประเทศ

- อย่างไรก็ตาม ถึงแม้จะมีเฉพาะโรงงานขนาดใหญ่ที่ใช้เครื่องจักรใหม่ แต่กำลังการผลิตนั้นมากพอที่จะรองรับตลาดสินค้าระดับบน หรือที่ต้องการความละเอียดของชิ้นงานได้

- การผลิตสินค้าในระดับล่าง ซึ่งโรงงานขนาดเล็กมักใช้เครื่องจักรเก่านั้น ต่อไปจะถูกตีตลาดจากประเทศที่มีต้นทุนต่ำกว่า เช่น จีน ดังนั้น หากต้องการยกระดับผู้ผลิตให้เหนือประเทศคู่แข่ง ก็จำเป็นต้องยกระดับการผลิตสินค้าคุณภาพสูงขึ้นด้วย การปรับเปลี่ยนเครื่องจักรในโรงงานขนาดเล็กและขนาดกลาง จะทำให้ผู้ผลิตมีศักยภาพในการผลิตสูงขึ้น และสามารถแข่งขันได้มากขึ้นด้วย

4.8 ผลการประเมินความพึงพอใจของฐานความรู้ระหว่างโรงงานขนาดย่อมกับโรงงานขนาดกลางและขนาดใหญ่

โดยได้นำฐานความรู้ไปทดสอบเพื่อเปรียบเทียบผลแตกต่างของความพึงพอใจได้ผลดังนี้

**ตารางที่ 4.10 ความพึงพอใจในการใช้งานฐานความรู้ในส่วนของเนื้อหาระหว่างโรงงานขนาด
ย่อมกับโรงงานขนาดกลางและขนาดใหญ่**

รายการประเมิน	ความพึงพอใจ	
	โรงงานขนาดย่อม	โรงงานขนาดกลางและใหญ่
เนื้อหา		
1. มีความครอบคลุมเหมาะสม	86.67	73.34
2. ถูกต้องและทันสมัย	86.67	80.03
3. เข้าใจง่าย	93.34	73.34
4. ความชัดเจนในการอธิบาย	80.03	73.34
5. มีการเน้นเนื้อหาที่สำคัญ	86.67	66.67
6. มีระดับความยากง่ายเหมาะสม	86.67	73.34
7. ความน่าสนใจและดึงดูดให้อ่านต่อ	80.03	86.67
8. สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้	93.34	80.03
เฉลี่ย	<u>86.67</u>	<u>75.84</u>

**ตารางที่ 4.11 ความพึงพอใจในการใช้งานฐานความรู้ในส่วนของเนื้อหาระหว่างโรงงานขนาด
ย่อมกับโรงงานขนาดกลางและขนาดใหญ่**

รายการประเมิน	ความพึงพอใจ	
	โรงงานขนาดย่อม	โรงงานขนาดกลางและใหญ่
ตัวอักษร ภาพ และวิดีโอ		
9. ชนิดตัวอักษร (Font) ที่ใช้อ่านง่ายและชัดเจน	93.34	73.34
10. ขนาดตัวอักษรที่ใช้อ่านง่ายและชัดเจน	86.67	86.67
11. สีตัวอักษรและสีของพื้นที่ใช้มีความเหมาะสม	93.34	73.34
12. ขนาดของภาพที่ใช้เหมาะสม	93.34	80.03
13. ความชัดเจนของภาพที่ใช้	86.67	73.34
14. ความเหมาะสมของจำนวนภาพที่ใช้ประกอบ เนื้อหา	93.34	80.03
15. ภาพและวิดีโอช่วยให้เข้าใจมากขึ้น	93.34	73.34
รวมเฉลี่ยทุกหัวข้อ	<u>91.43</u>	<u>77.15</u>

ตารางที่ 4.12 ความพึงพอใจในการใช้งานฐานความรู้ในส่วนของฐานความรู้ระหว่างโรงงานขนาด
ย่อมกับโรงงานขนาดกลางและขนาดใหญ่

รายการประเมิน	ความพึงพอใจ	
	โรงงานขนาดย่อม	โรงงานขนาดกลางและใหญ่
ฐานความรู้		
16. มีการแบ่งหมวดหมู่ที่เหมาะสม	93.34	80.03
17. ให้ความสนใจเนื้อหาตามหมวดหมู่ได้ง่าย	86.67	80.03
18. ระบบ Search ช่วยในการหาข้อมูล	86.67	80.03
19. ระบบ Web board ช่วยในการไขข้อสงสัย	93.34	73.34
20. รายการ Link มีความเกี่ยวข้องและเหมาะสม	93.34	73.34
21. ความสะดวกในการใช้งาน	93.34	73.34
22. มีประโยชน์ในการทำงาน/การเรียนรู้	93.34	80.03
23. เพิ่มพูนความรู้ด้านวิชาการ	80.03	73.34
24. นำไปเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาได้	93.34	80.03
25. ฐานความรู้โดยรวม	93.34	80.03
เฉลี่ย	90.67	77.34

จากตารางที่ 4.9 4.10 และ 4.11 เป็นการประเมินความพึงพอใจในการใช้งานฐานความรู้จาก 25 หัวข้อโดยโรงงานขนาดย่อมมีความพึงพอใจในส่วนของเนื้อหาที่ร้อยละ 86.67 ส่วนของตัวอักษร ภาพ และวิดีโอที่ร้อยละ 91.43 และในส่วนของฐานความรู้ที่ร้อยละ 90.67 ในขณะที่โรงงานขนาดกลางและใหญ่มีความพึงพอใจในส่วนของเนื้อหาที่ร้อยละ 75.84 ส่วนของตัวอักษร ภาพ และวิดีโอที่ร้อยละ 77.15 และในส่วนของฐานความรู้ที่ร้อยละ 77.34

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

ในบทนี้เป็นบทสรุปผลของการวิจัยเรื่องระบบฐานความรู้สำหรับกระบวนการรีดพลาสติกแผ่นและการขึ้นรูปร้อนด้วยสุญญากาศ รวมถึงแนวทางการอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

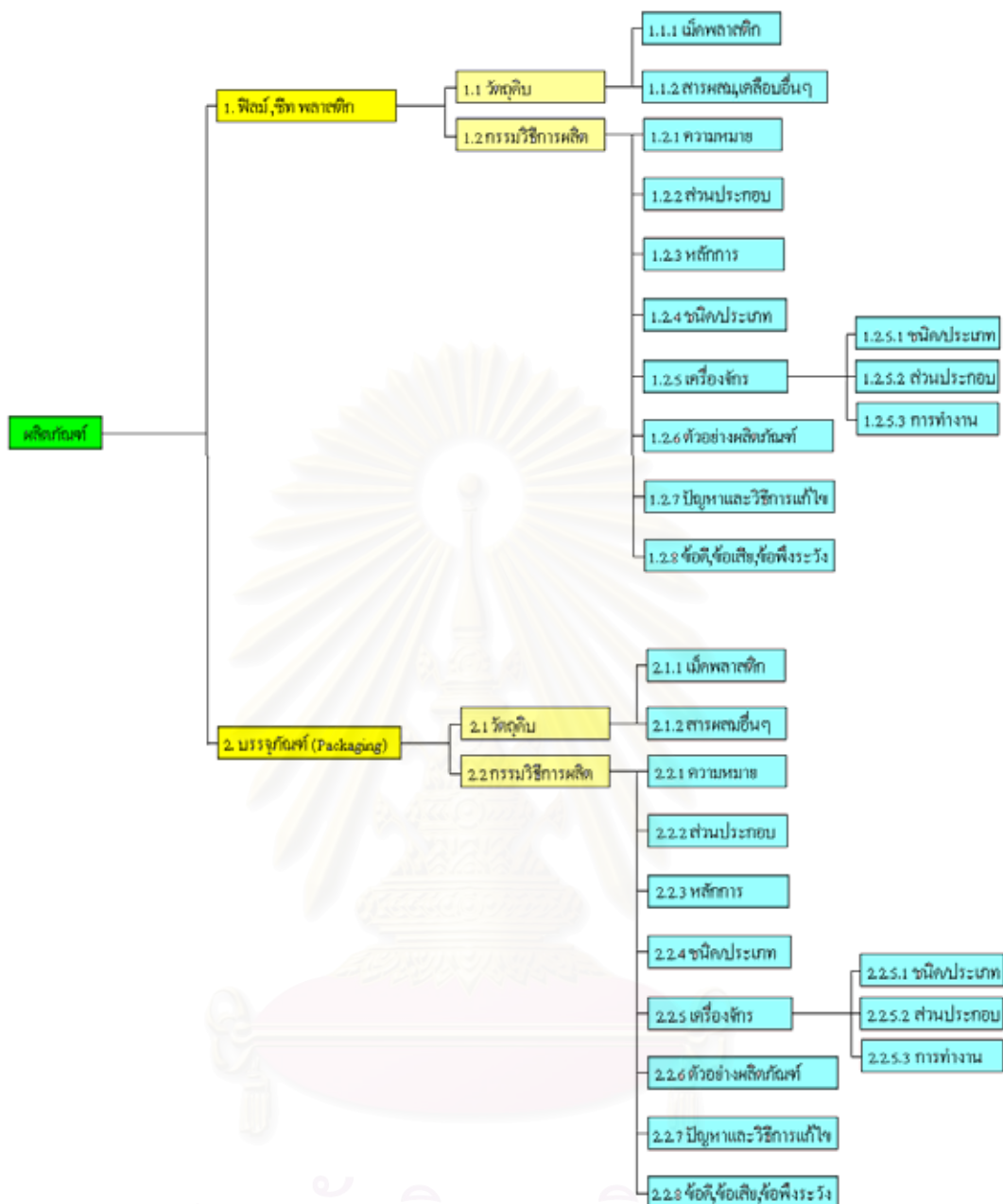
การวิจัยครั้งนี้เป็นการสร้างระบบฐานความรู้สำหรับกระบวนการรีดพลาสติกแผ่นและการขึ้นรูปร้อนด้วยสุญญากาศของอุตสาหกรรมพลาสติก โดยได้ทำการศึกษาและรวบรวมปัญหาจากแหล่งความรู้ต่างๆ เพื่อนำมาจัดทำเป็นแหล่งข้อมูลทางด้านกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมพลาสติก และทำการติดตั้งให้ใช้งานกับผู้ที่เกี่ยวข้องผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่ www.fromc2v.com โดยในการวิจัยสามารถสรุปผลได้เป็น 3 ส่วน ดังนี้

1. ส่วนของการศึกษาและรวบรวมข้อมูล

1.1 การศึกษากระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมพลาสติก

ในการทำวิจัยครั้งนี้ได้ทำการศึกษากระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมพลาสติกตามกระบวนการผลิตที่สนใจ ซึ่งได้แก่กระบวนการผลิตประเภท กระบวนการรีดพลาสติกแผ่น (Calendering) และ กระบวนการขึ้นรูปร้อนด้วยสุญญากาศ (Vacuum forming) โดยได้ทำการศึกษาในส่วนของเนื้อหาที่เกี่ยวข้องเช่น วัตถุประสงค์ กรรมวิธีการผลิต เครื่องจักรประเภทต่างๆ เป็นต้น ซึ่งมีขอบเขตเนื้อหาดังรูปที่ 5.1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.1 แสดงขอบเขตของเนื้อหาที่ทำการศึกษาในกระบวนการผลิต

1.2 การรวบรวมและการเก็บข้อมูล

ได้ทำการรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลโดยหลักๆ 4 แหล่งด้วยกันคือ

1. แหล่งข้อมูลภาคสนามจาก 4 โรงงานตามขนาดของโรงงานคือ Micro, Small, Medium, Large (แบ่งขนาดตามทุนจดทะเบียน)โดยมีรายละเอียดของโรงงานดังนี้

- ขนาด Micro ทุนจดทะเบียน 450,000 บาท มีการขึ้นรูปด้วยกระบวนการขึ้นรูปร้อนด้วยสูญญากาศ ลักษณะของสินค้าที่ทำการผลิต จะเป็นพวกฝาแก้วพลาสติก และพลาสติกห่อสินค้าเช่น พลาสติกใสห่อแสมด์มอเตอร์ไซค์ เป็นต้น
- ขนาด Small ทุนจดทะเบียน 7,000,000 บาท มีการขึ้นรูปด้วยกระบวนการขึ้นรูปร้อนด้วยสูญญากาศ ลักษณะของสินค้าที่ทำการผลิต จะเป็นพวกบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในการห่อหุ้มอาหารแบบใช้แล้วทิ้ง โดยผลิตตามความต้องการของลูกค้า
- ขนาด Medium ทุนจดทะเบียน 30,000,000 บาท มีการขึ้นรูปด้วยกระบวนการรีดพลาสติกแผ่นเพื่อผลิตเป็นแผ่นซีท PS สำหรับเป็นวัตถุดิบในกระบวนการขึ้นรูปร้อนด้วยสูญญากาศ โดยผลิตภัณฑ์หลักคือ แก้วน้ำพลาสติกที่ใช้แล้วทิ้ง ฝาแก้วน้ำพลาสติก และ ถาดหลุมของโยเกิร์ต
- ขนาด Large ทุนจดทะเบียน 960,000,000 บาท มีการขึ้นรูปด้วยกระบวนการรีดพลาสติกแผ่นเพื่อผลิตเป็นแผ่นฟิล์ม PET (ประเภทแผ่นฟิล์มบาง) ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลากหลายเช่นการนำไปทำบรรจุภัณฑ์ต่าง ๆ หรือการนำไปใช้ในอุปกรณ์ไฟฟ้า และในภาคอุตสาหกรรม

2. ศูนย์วิจัยพลาสติก คณะวิศวกรรมศาสตร์ วิชาเอกวิศวกรรมพลาสติก มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
3. ข้อมูลเกี่ยวกับอุตสาหกรรมพลาสติก จาก สมาคม อุตสาหกรรมพลาสติกไทย (Thai Plastic Industries Association)
4. ทฤษฎี,ความรู้,ปัญหา และวิธีการแก้ไขทั่วไปจากอินเทอร์เน็ต,เอกสารความรู้, หนังสือ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตประเภท รีดพลาสติกแผ่น (Calendering) และการขึ้นรูปร้อนด้วยสูญญากาศ (Vacuum forming)

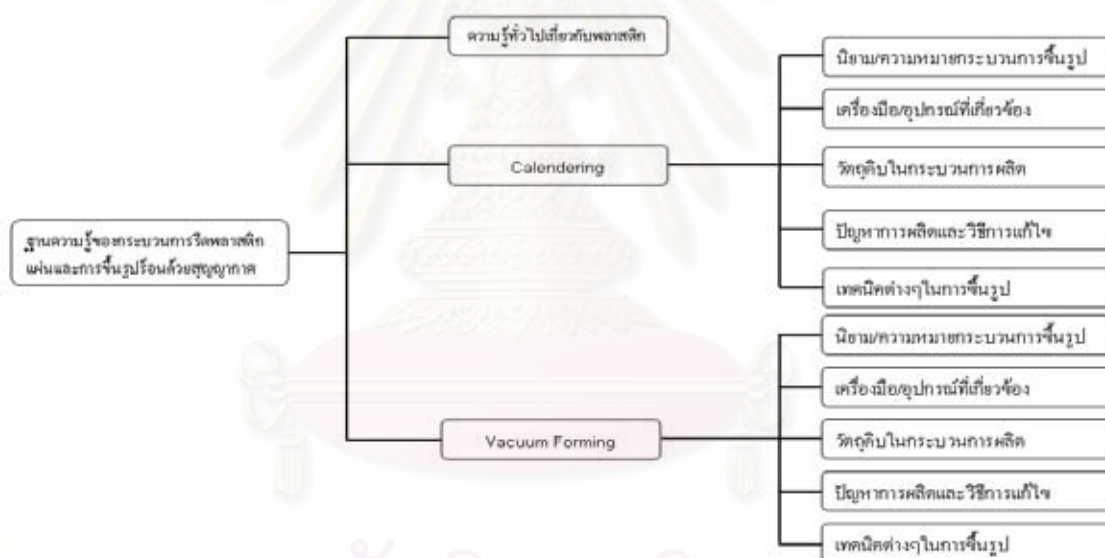
ซึ่งจากการรวบรวมข้อมูลสามารถรวบรวมเนื้อหาความรู้ที่เกี่ยวข้องได้ 31 หัวข้อหลัก(บทที่ 3 หน้าที่ 43) รวบรวมความรู้เกี่ยวกับปัญหา สาเหตุ และแนวทางแก้ไขปัญหา (บทที่ 3 หน้าที่ 53)และนำมาจัดทำเป็นความรู้ตั้งต้นของฐานความรู้ต่อไป

1.3 การจัดทำเป็นฐานความรู้ของกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมพลาสติก

นำข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมความรู้จากแหล่งต่างๆมาทำการวิเคราะห์และประมวลผลเพื่อนำความรู้มาจัดให้เป็นหมวดหมู่ โดยมีการจัดกลุ่ม และเชื่อมโยงประเภทของความรู้เข้าด้วยกัน เพื่อให้สามารถเข้าใจเนื้อหาของฐานความรู้ได้ง่าย โดยมีรายละเอียดของโครงสร้างความรู้ที่แบ่งตาม หมวดหมู่ของข้อมูล ดังหัวข้อต่อไปนี้

1. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับพลาสติก
2. นิยาม/ความหมายกระบวนการขึ้นรูป
3. เครื่องมือ/อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง
4. วัตถุดิบในกระบวนการผลิต
5. ปัญหาการผลิตและวิธีการแก้ไข
6. เทคนิคต่างๆในการขึ้นรูป

ทำให้ได้โครงสร้างของฐานความรู้ที่แบ่งตามหมวดหมู่ดังรูปที่ 5.2



รูปที่ 5.2 แสดงโครงสร้างของฐานความรู้ที่แบ่งตามหมวดหมู่

1.4 การตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมและการปรับปรุงเนื้อหาขององค์ความรู้

ทำการตรวจสอบความถูกต้องของความรู้ และความเหมาะสมของเนื้อหา โดยนำองค์ความรู้ที่จัดทำขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับกระบวนการขึ้นรูปพลาสติกเป็นผู้ตรวจประเมิน ในที่นี้คือ อาจารย์ อำนวย ลากเกษมสุข ที่สอนอยู่ที่ คณะวิศวกรรมศาสตร์

ซึ่งผลการประเมินความถูกต้องขององค์ความรู้และความเหมาะสมของเนื้อหา มีค่าเฉลี่ยจากการประเมินในทุกหัวข้อเท่ากับ 80.023% (แสดงรายละเอียดที่ภาคผนวก ข หน้า 122)ซึ่งอยู่ในเกณฑ์น่าพอใจ และได้ทำการแก้ไขเนื้อหาตามที่คุณประเมินได้เสนอแนะเพิ่มเติม

2. ส่วนของการจัดทำเป็นโครงสร้างของฐานความรู้

2.1 การจัดทำเป็นระบบฐานความรู้สำหรับระบบการผลิตในอุตสาหกรรมพลาสติก

การเข้าถึงระบบฐานความรู้ทำได้โดยการใส่ที่อยู่ www.fromc2v.com ผ่านเว็บเบราว์เซอร์ (Web Browser) ต่างๆเช่น โปรแกรม Microsoft Internet Explorer 7.0 โดยลักษณะของฐานความรู้ที่จัดทำขึ้นสำหรับกระบวนการรีดพลาสติกแผ่นและการขึ้นรูปรีดด้วยสูญญากาศนั้นจะอยู่ในลักษณะของ ฐานความรู้ออนไลน์ ที่สามารถกดเลือกหาความรู้ตามหมวดหมู่, ค้นหาความรู้จาก Key word หรือค้นหาจากรหัสความรู้ได้ โดยความรู้ที่เป็นเนื้อหาจะแสดงอยู่ในรูปของ Adobe Acrobat (PDF File) ส่วนที่เป็นภาพเคลื่อนไหวจะแสดงในรูปของ Video clip และมีลักษณะของความรู้ที่แบ่งตามหมวดของเนื้อหา ทำให้สามารถเข้าใจเนื้อหาได้ง่าย สำหรับแบบสอบถามประเมินความพึงพอใจถูกจัดทำให้อยู่ในรูปของ Excel File ที่ให้ผู้ใช้ Download ได้ในส่วน of Web board เพื่อทำการประเมินฐานความรู้พร้อมทั้งส่งกลับมายังผู้จัดทำตามที่อยู่ที่ได้รับ ส่วนการเพิ่ม/ลบ/แก้ไขความรู้ก็สามารถทำได้ผ่าน การแก้ไข ฐานข้อมูล ที่เก็บไว้ที่ Web sever ในรูปแบบของ โปรแกรม Microsoft access

3. ส่วนของการประเมินและสรุปผล

3.1 การประเมินการใช้งานระบบฐานความรู้สำหรับกระบวนการรีดพลาสติกแผ่นและการขึ้นรูปรีดด้วยสูญญากาศ

ในการประเมินการใช้งานระบบฐานความรู้สำหรับระบบการผลิตในอุตสาหกรรมพลาสติก มีเป้าหมายสำหรับการใช้งานไปยังกลุ่มบุคคล 2 กลุ่มด้วยกัน คือ กลุ่มบุคคลทั่วไป และ กลุ่มบุคคลที่อยู่ในอุตสาหกรรมพลาสติก โดยได้แบ่งการประเมินออกเป็น 3 ตอนหลักดังนี้

ตอนที่ 1 เป็นส่วนของข้อมูลผู้ตอบแบบสอบถาม โดยได้รับการตอบกลับจากกลุ่มบุคคลทั่วไปคิดเป็นร้อยละ 71.22 และจากกลุ่มโรงงานอุตสาหกรรมพลาสติกคิดเป็นร้อยละ 28.79 ซึ่งในกลุ่มบุคคลทั่วไปมีผู้ตอบแบบสอบถามที่มีวุฒิการศึกษาระดับปวช.-ปวส.คิดเป็นร้อยละ 17.02 ปริญญาตรีคิดเป็นร้อยละ 74.47 และสูงกว่าปริญญาตรีคิดเป็นร้อยละ 8.51 ส่วนในกลุ่มโรงงานอุตสาหกรรมที่ตอบแบบสอบถามที่มีวุฒิการศึกษา ระดับต่ำกว่าปวช.คิดเป็นร้อยละ 15.79 ปริญญาตรีคิดเป็นร้อยละ 63.16 และสูงกว่าปริญญาตรีคิดเป็นร้อยละ 21.06

ตอนที่ 2 เป็นส่วนของการวิเคราะห์ความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้งานระบบฐานความรู้สำหรับระบบการผลิตในอุตสาหกรรมพลาสติกโดยมีหัวข้อในการประเมิน 25 หัวข้อด้วยกัน ซึ่งจากการประเมินพบว่า กลุ่มของบุคคลทั่วไปจะมีระดับความพึงพอใจใน ส่วนของความถูกต้องของเนื้อหาที่ร้อยละ 87.23 ความสะดวกในการใช้งานที่ร้อยละ 87.66 สามารถนำไปเป็นแนวทางแก้ปัญหาได้ที่ร้อยละ 88.51 และมีค่าเฉลี่ยของระดับความพึงพอใจโดยรวมจากทุกหัวข้อที่ทำการประเมินเป็น 4.301 จาก 5 หรือ ร้อยละ 86.02 โดยผู้ตอบแบบสอบถามจะแนะนำฐานความรู้นี้ให้ผู้อื่นถึงร้อยละ 91.45 และใน ส่วนของการประเมินกลุ่มของบุคคลในอุตสาหกรรมพลาสติกพบว่ามีความพึงพอใจใน ส่วนของความถูกต้องของเนื้อหาที่ร้อยละ 71.58 ความสะดวกในการใช้งานที่ร้อยละ 83.16 สามารถนำไปเป็นแนวทางแก้ปัญหาได้ที่ร้อยละ 82.11และมีค่าเฉลี่ยของระดับความพึงพอใจโดยรวมจากทุกหัวข้อเป็น 3.903 จาก 5 หรือร้อยละ 78.05 โดยผู้ตอบแบบสอบถามจะแนะนำฐานความรู้นี้ให้ผู้อื่นถึงร้อยละ 94.74 ซึ่งถือว่าอยู่ในระดับดี



รูปที่ 5.3 แสดงการประเมินแบบสอบถามของบุคคลในอุตสาหกรรมพลาสติก

ตอนที่ 3 เป็นการสรุปปัญหาที่เกิดขึ้นจริงจากการขาดความรู้ทางเทคโนโลยีพลาสติก ในกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมพลาสติก โดยมีข้อมูลมาจากผลของการตอบประเมินของแบบสอบถาม และการสัมภาษณ์โดยปัญหาหลักๆมีดังนี้

1. ขาดความสามารถในการพัฒนาเทคโนโลยี และขาดความสามารถในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีในการผลิต และเครื่องมือเครื่องจักรที่มีอยู่อย่างคุ้มค่า
2. บุคลากรทางเทคนิคที่มีคุณภาพมีไม่เพียงพอ
3. ขาดทักษะและการพัฒนาอุตสาหกรรมสนับสนุน
4. ขาดการพัฒนาด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ ที่สามารถนำไปสู่การผลิตเชิงพาณิชย์
5. ผู้ประกอบการขาดความรู้ในการเลือกใช้ชนิดและเกรดของเม็ดพลาสติกที่มีคุณสมบัติเหมาะสมกับการใช้งาน และเพื่อยกระดับคุณภาพของผลิตภัณฑ์
6. โรงงานบางส่วนโดยเฉพาะโรงงานขนาดเล็กใช้เครื่องจักรเก่าที่ไร้ประสิทธิภาพ

ซึ่งปัญหาที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่เกิดจากการขาดความรู้เกี่ยวกับกระบวนการผลิตหรือเทคโนโลยีของพลาสติก ซึ่งผู้ใช้สามารถเข้าถึงฐานความรู้ได้ก็จะสามารถช่วยแก้ไขปัญหาล่าช้าได้ในระดับหนึ่งซึ่งจากแบบสอบถามในข้อที่ 24 (บทที่ 4 หน้าที่ 100) ผู้วิจัยได้ทำการประเมินกลุ่มบุคคลที่อยู่ในอุตสาหกรรมพลาสติก โดยการสอบถามในหัวข้อที่ว่า ฐานความรู้สามารถนำไปเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาได้หรือไม่ พบว่ามีผลประเมินอยู่ที่ร้อยละ 82.11 ซึ่งอยู่ในระดับที่น่าพอใจ

3.2 ผลการประเมินความพึงพอใจของฐานความรู้ระหว่างโรงงานขนาดย่อมกับโรงงานขนาดกลางและขนาดใหญ่

เนื้อหาในส่วนนี้จะเป็นการเปรียบเทียบความพึงพอใจในการใช้งานฐานความรู้ระหว่างโรงงานขนาดย่อมกับโรงงานขนาดกลางและขนาดใหญ่ โดยได้ผลดังนี้คือ โรงงานขนาดย่อมมีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจในส่วนของเนื้อหาที่ร้อยละ 86.67 ส่วนของตัวอักษร ภาพ และวิดีโอ ที่ร้อยละ 91.43 และในส่วนของฐานความรู้ที่ร้อยละ 90.67 ความถูกต้องของเนื้อหาที่ร้อยละ 86.67 ความสะดวกในการใช้งานที่ร้อยละ 93.34 สามารถนำไปแก้ไขปัญหาได้ที่ร้อยละ 93.34 ทำให้ค่าเฉลี่ยของความพึงพอใจของทุกหัวข้ออยู่ที่ร้อยละ 89.59 ส่วนโรงงานขนาดกลางและขนาดใหญ่มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจในส่วนของเนื้อหาที่ร้อยละ 75.84 ส่วนของตัวอักษร ภาพ และวิดีโอ ที่ 77.15 และในส่วนของฐานความรู้ที่ 77.34 ความถูกต้องของเนื้อหาที่ร้อยละ 80.03 ความสะดวกในการใช้งานที่ร้อยละ 73.34

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยที่ได้จัดทำขึ้นเป็นการสร้างระบบฐานความรู้สำหรับระบบการผลิตของอุตสาหกรรมพลาสติก ซึ่งมีข้อเสนอแนะที่ผู้วิจัยเห็นว่าเป็นประโยชน์หากได้มีการจัดทำเพิ่มเติม ได้แก่

1. การจัดทำฐานความรู้ที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมสนับสนุนของอุตสาหกรรมพลาสติกเช่น แม่พิมพ์ เครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับการทำแม่พิมพ์ เป็นต้น
2. การนำระบบฐานความรู้ที่จัดทำขึ้นเป็นตัวอย่างในการประยุกต์ใช้ในการสร้างระบบฐานความรู้สำหรับระบบการผลิตของอุตสาหกรรมชนิดอื่นได้
3. การนำระบบฐานความรู้ไปพัฒนาต่อเป็นระบบเชี่ยวชาญ ซึ่งใช้สำหรับเป็นที่ปรึกษาให้กับโรงงานอุตสาหกรรม และผู้สนใจ ซึ่งกำลังมีบทบาทมากในอุตสาหกรรมการผลิต
4. ในการสร้างฐานความรู้ควรเป็นการร่วมมือกันสร้างระหว่างผู้วิจัยกับองค์กรที่เกี่ยวข้องเพื่อจะได้รับความร่วมมือจากโรงงานต่างๆได้ง่ายและมีผู้เชี่ยวชาญในองค์กรนั้นๆ ให้คำปรึกษา เพื่อให้ฐานความรู้มีความรู้ที่เป็นมาตรฐานสากล เช่น การสร้างฐานความรู้เกี่ยวกับแม่พิมพ์ ก็ควรจัดทำโครงการการร่วมมือระหว่างมหาวิทยาลัยกับ สมาคมแม่พิมพ์ เป็นต้น

5. เนื่องจากข้อมูลความรู้ที่ได้ทำการรวบรวมนี้ เป็นเพียงข้อมูลเบื้องต้นเพื่อให้เข้าใจกระบวนการผลิตและการทำงาน ดังนั้น ในการนำข้อมูลเหล่านี้ไปใช้งานจริง อาจจะยังไม่ครอบคลุมกระบวนการทำงานทั้งหมดของกระบวนการรีดพลาสติกแผ่นและกระบวนการขึ้นรูปรีดด้วยสูญญากาศ จึงควรมีการเก็บข้อมูลเพิ่มเติมดังแนวทางที่งานวิจัยนี้ได้ดำเนินการมา

5.3 อุปสรรคและข้อจำกัด

1. การเก็บข้อมูลเพื่อนำมาใช้ในฐานความรู้ เนื่องจากข้อมูลบางส่วนที่สอบถามมีลักษณะที่เป็นข้อมูลความรู้เชิงเทคนิคที่ต้องใช้เวลามากเพื่อให้ทราบหรือเป็นความลับของทางโรงงานเช่น ข้อมูลเกี่ยวกับการตั้งอุณหภูมิของเครื่อง Thermoforming ตามชนิดของพลาสติกของโรงงาน ดังนั้นในส่วนของข้อมูลดังกล่าวทางผู้ดำเนินการวิจัยจึงต้องทำการค้นหาเองจากแหล่งความรู้อื่นๆ

2. การดำเนินการติดต่อกับโรงงาน เนื่องจากบางโรงงานยังมีระบบการผลิตที่ยังไม่ดี เช่นมีของเสียมาก หรือไม่มียังระบบการบริหารคุณภาพเช่น ISO 9000 จึงไม่ต้องการที่จะให้ผู้วิจัยเข้าไปดำเนินการเก็บข้อมูลต่างๆ

3. การประเมินความรู้ทำได้ลำบากเนื่องจาก แบบสอบถามส่วนใหญ่ไม่ได้ตอบกลับ ทำให้ข้อมูลในการประเมินความรู้อาจไม่เพียงพอ

5.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากการใช้งานฐานความรู้

1. เป็นแหล่งความรู้ในการศึกษาเกี่ยวกับสำหรับกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมพลาสติกประเภทแผ่นฟิล์มและผลิตภัณฑ์พลาสติกจากการขึ้นรูปรีดด้วยสูญญากาศ สำหรับผู้ประกอบการ นักลงทุน นักวิจัย หรือบุคคลทั่วไปที่สนใจ

2. เป็นเครื่องมือช่วยในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการขาดความรู้ทางเทคโนโลยีพลาสติกในกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมประเภทแผ่นฟิล์มและผลิตภัณฑ์พลาสติกจากการขึ้นรูปรีดด้วยสูญญากาศ

3. เป็นการเพิ่มศักยภาพในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของอุตสาหกรรมพลาสติกของไทย

4. ส่งเสริมให้เกิดผู้ผลิตรายย่อยในอุตสาหกรรมพลาสติกประเภทกระบวนการรีดพลาสติกแผ่นและการขึ้นรูปรีดด้วยสูญญากาศ

5. สามารถใช้เป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้กับอุตสาหกรรมประเภทอื่นได้
6. สามารถนำฐานความรู้ไปพัฒนาต่อในรูปแบบของระบบเชี่ยวชาญ



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

การแก้ปัญหาในกระบวนการผลิตพลาสติก. กรุงเทพมหานคร : สมาคมอุตสาหกรรมพลาสติก, 2533.

กิตติ ภัคดีวัฒนกุล. คัมภีร์ระบบสนับสนุนการตัดสินใจและระบบผู้เชี่ยวชาญ. พิมพ์ครั้งที่ 1.

กรุงเทพมหานคร : เคทีพี คอมพ์ แอนด์ คอนซัลท์, 2546.

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับพลาสติก. กรุงเทพมหานคร : สมาคมอุตสาหกรรมพลาสติก, 2530.

โครงการการจัดทำข้อมูลอุตสาหกรรม เซึ่งเปรียบเทียบเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน.

กรุงเทพมหานคร: กลุ่มอุตสาหกรรมพลาสติก สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย, 2547.

รศ.ดร. เจริญ นาคะสรรค์. กระบวนการแปรรูปพลาสติก. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร :

โพธิ์เพชร วังทองกลาง, 2547.

ดาวดี ธีรศักดิ์กุล. ผู้นำในธุรกิจแผ่นฟิล์ม PET ที่ศักยภาพในการเติบโตสูง: www.kellive.com,

2547.

ดำรง ไชยธีรานุวัฒน์ศิริ. การออกแบบแม่พิมพ์พลาสติก. กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดยูเคชั่น , 2539

ทานตวรรณ เต็กชื่น, นิรันดร์ จันรัสมิ, อติศักดิ์ แก้วใส. พลาสติก 1. กรุงเทพมหานคร : สกาย บুক ,

2544.

เทคโนโลยีการผลิตฟิล์มพลาสติก. กรุงเทพมหานคร : สมาคมอุตสาหกรรมพลาสติก, 2530.

บรรเลง ศรีนิล. เทคโนโลยีพลาสติก. พิมพ์ครั้งที่ 18. กรุงเทพมหานคร : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี

(ไทย-ญี่ปุ่น), 2547.

พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์. พลาสติก. กรุงเทพมหานคร : ป.สัมพันธพานิชย์, 2546.

ภาณุวัฒน์ สรรพกุล. การเพิ่มคุณสมบัติของฟิล์มสำหรับบรรจุภัณฑ์. บทความวิชาการ ภาควิชา

เทคโนโลยีการบรรจุ, คณะอุตสาหกรรมเกษตรมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ : 2548.

สัจจะ จรัสรุ่งระวีวร และคณะ. คู่มือ Microsoft Access for Window XP. กรุงเทพมหานคร , 2544

ดร.สุพล ไชติวรรณ, Dr. F Axtell. สารเติมแต่งในพลาสติก. กรุงเทพมหานคร : สมาคมอุตสาหกรรม

พลาสติก, 2530.

สมศักดิ์ วรมงคลชัย. เทคโนโลยีโพลีเมอร์ 1. พิมพ์ครั้งที่ 1 . กรุงเทพมหานคร : คณะ

วิทยาศาสตร์ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2544.

ชัชฎาฐ์ บุญมี. ระบบฐานความรู้สำหรับการจัดการงานก่อสร้าง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2548.

दनัย จินดารัตน์. ระบบผู้เชี่ยวชาญสำหรับการวางแผนการผลิตในโรงงานแผ่นวงจรพิมพ์.
วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม วิศวกรรมศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2534.

มังกร ขจรเดชะ. การปรับปรุงผลิตภาพของกระบวนการขึ้นรูปพลาสติกโดยความร้อนในการผลิต
ตู้เย็น. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะ
วิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.

ศุภชัย นาทะพันธ์. การใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญเลือกเส้นทางการ : กรณีศึกษาอุตสาหกรรมผลิตแปรง.
วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.

สมชาย จักรกรินทร์. การสร้างฐานความรู้ด้านเครื่องกัดอัตโนมัติเพื่อพัฒนาแรงงานฝีมือใน
ภาคอุตสาหกรรมการผลิตแม่พิมพ์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรม
อุตสาหกรรม วิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

สุเมธ กาฬภักดี. ภักดี. การลดของเสียผ้าเขียวเป็นลอนในกระบวนการรีดพลาสติกแผ่น.
วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมระบบการผลิต คณะ
วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2547.

สุเมธ ปัญญาภรดี. ระบบผู้เชี่ยวชาญสำหรับวินิจฉัยปัญหาทางด้านคุณภาพ : กรณีศึกษา
โรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ประเภท IC. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชา
วิศวกรรม อุตสาหกรรม วิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

สำเร็จ ปัญจคุณาร. การประยุกต์ใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญสำหรับกระบวนการตัดและกระบวนการเก็บ
รายละเอียดของอุตสาหกรรมเครื่องนุ่งห่ม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชา
วิศวกรรมอุตสาหกรรม วิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2548.

ภาษาอังกฤษ

Clive L. Dym, Raymond E. Levitt. Knowledge-based systems in engineering. New York:
McGraw-Hill, 1991.

Donald V. Rosato, Dominick v. Rosato. Plastics Processing Data Handbook,... New York :
Van Nostrand Reinhold,, 1990.



ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ก
ตัวอย่างแบบสอบถาม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก ตัวอย่างแบบสอบถาม

แบบสอบถามสำหรับประเมินความพึงพอใจในการใช้งานฐานความรู้

ตอนที่ 1 ข้อมูลผู้ตอบแบบสอบถาม

1 ข้อมูลทั่วไปของผู้กรอกแบบสอบถาม
 ชื่อ (นาย,นาง,นางสาว) _____ นามสกุล _____
 ชื่อ หน่วยงาน/แผนก _____

2 ประเภทของหน่วยงาน
 โรงงานอุตสาหกรรมประเภทขึ้นรูปพลาสติกด้วยวิธีรีดพลาสติกแผ่น (Calendering)
 โรงงานอุตสาหกรรมประเภทขึ้นรูปพลาสติกด้วยวิธีขึ้นรูปรีดด้วยสูญญากาศ (Vacuum forming)
 โรงงานอุตสาหกรรมประเภทอื่นๆ (โปรดระบุ) _____
 สถาบันการศึกษา ราชการ/รัฐวิสาหกิจ
 อื่นๆ (โปรดระบุ) _____

3 วุฒิการศึกษา
 ต่ำกว่าปวช. ปวช.-ปวส.
 ปริญญาตรี สูงกว่าปริญญาตรี

4 ประสบการณ์ทำงานเกี่ยวกับของหน่วยงานข้างต้น(ข้อ 2) _____ ปี ในด้านต่างๆ ดังนี้ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)
 การผลิต การอบรม การซ่อมบำรุง การให้คำปรึกษาด้านเทคนิค
 อื่นๆ (โปรดระบุ) _____

5 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับกระบวนการขึ้นรูปพลาสติกด้วยกระบวนการรีดพลาสติกแผ่นหรือกระบวนการขึ้นรูปรีดด้วยสูญญากาศ
 มี ไม่มี

6 ท่านรู้จักฐานความรู้ (Knowledge Based) มาก่อนหรือไม่ รู้จัก ไม่รู้จัก

ตอนที่ 2 ข้อมูลความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้งานฐานความรู้
 กรุณากรอกข้อมูลในช่องว่างและขีดเครื่องหมาย X ตามตัวเลือกที่ท่านเห็นสมควร

รายการประเมิน	ระดับความถี่				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ควรปรับปรุง
เนื้อหา					
1 มีความครอบคลุมเหมาะสม					
หากกว้างเกินไป ควรตัดเนื้อหาส่วนใดออก					
หากแคบเกินไป ควรเพิ่มเนื้อหาอะไร					
2 ถูกต้องและทันสมัย					
3 เข้าใจง่าย					
4 ความชัดเจนในการอธิบาย					
5 มีการเน้นเนื้อหาที่สำคัญ					
6 มีระดับความยากง่ายเหมาะสม					
7 ความน่าสนใจและดึงดูดให้อ่านต่อ					
8 สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้					
ตัวอักษร (Text)					

9 ชนิดตัวอักษร (Font) ที่ใช้อ่านง่ายและชัดเจน					
* 10 ขนาดตัวอักษรที่ใช้อ่านง่ายและชัดเจน					
11 สีตัวอักษรและสีของพื้นที่ใช้มีความเหมาะสม					
ภาพและวิดีโอ (Picture and Video)					
12 ขนาดของภาพที่ใช้เหมาะสม					
13 ความชัดเจนของภาพที่ใช้					
14 ความเหมาะสมของจำนวนภาพที่ใช้ประกอบเนื้อหา					
15 ภาพและวีดิโอช่วยให้เข้าใจมากขึ้น					
ฐานความรู้					
16 มีการแบ่งหมวดหมู่ที่เหมาะสม					
17 ทำความเข้าใจเนื้อหาตามหมวดหมู่ได้ง่าย					
18 ระบบ Search ช่วยในการหาข้อมูล					
19 ระบบ Web board ช่วยในการไขข้อสงสัย					
20 รายการ Link มีความเกี่ยวข้องและเหมาะสม					
21 ความสะดวกในการใช้งาน					
22 มีประโยชน์ในการทำงาน/การเรียน					
23 เพิ่มพูนความรู้ด้านวิชาการ					
24 นำไปเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาได้					
25 ฐานความรู้โดยรวม					
26 ท่านจะแนะนำฐานความรู้นี้ให้กับผู้อื่น <input type="checkbox"/> ใช่ <input type="checkbox"/> ไม่ใช่					
27 ข้อเสนอแนะ	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>				

ตอนที่ 3 รายละเอียดการดำเนินงานของหน่วยงานข้างต้นข้างต้น (ข้อ 2 ตอน 1)

1 ท่านคิดว่า ปัญหาใดบ้างในอุตสาหกรรมพลาสติกที่มีความสำคัญต่อหน่วยงานของท่าน

2 แนวทางการแก้ไขปัญหาล้างคั้นในมุมมองของท่าน

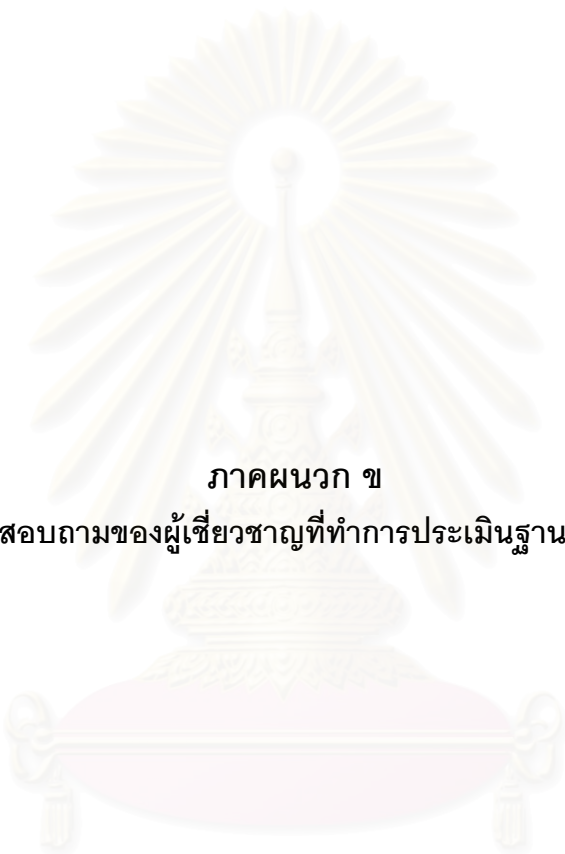
3 ท่านคิดว่ามีปัจจัยใดบ้างที่มีความสำคัญต่อการดำเนินการของหน่วยงานของท่าน

กรุณาส่งแบบตอบกลับมาให้ นายคุมพล ตือตระกานนท์ e-mail : kumpol_l@hotmail.com

ขอขอบพระคุณอย่างสูง



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ข
แบบสอบถามของผู้เชี่ยวชาญที่ทำการประเมินฐานความรู้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข แบบสอบถามของผู้เชี่ยวชาญที่ทำการประเมินฐานความรู้

แบบสอบถามสำหรับผู้ประเมินงานที่สอดคล้องกับงานใช้งานจริง

ตอนที่ 1 ข้อมูลผู้ตอบแบบสอบถาม

1 ข้อมูลทั่วไปของผู้กรอกแบบสอบถาม

ชื่อ (นาย,นาง,นางสาว) อิวาน นามสกุล ดิลกวัฒนบุรี
 ชื่อ หน่วยงานแผนก มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

2 ประเภทของหน่วยงาน

- โรงงานอุตสาหกรรมประเภทขึ้นรูปพลาสติกด้วยวิธีรีดพลาสติกแผ่น (Calendering)
- โรงงานอุตสาหกรรมประเภทขึ้นรูปพลาสติกด้วยวิธีขึ้นรูปรีดด้วยสูญญากาศ (Vacuum forming)
- โรงงานอุตสาหกรรมประเภทอื่นๆ (โปรดระบุ) _____
- สถาบันการศึกษา ราชการ/รัฐวิสาหกิจ
- อื่นๆ (โปรดระบุ) _____

3 วุฒิการศึกษา

- ต่ำกว่าปวช. ปวช.-ปวส.
- ปริญญาตรี สูงกว่าปริญญาตรี

4 ประสบการณ์ทำงานเกี่ยวกับของหน่วยงานข้างต้น(ข้อ 2) 14 ปี ในด้านต่างๆ ดังนี้ (ตอบได้มากกว่า ข้อ)

- การผลิต การอบรม การซ่อมบำรุง การให้คำปรึกษาด้านเทคนิค
- อื่นๆ (โปรดระบุ) _____

5 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับกระบวนการขึ้นรูปพลาสติกด้วยกระบวนการรีดพลาสติกแผ่นหรือกระบวนการขึ้นรูปรีดด้วยสูญญากาศ

- มี ไม่มี

6 ท่านรู้ฐานความรู้ (Knowledge Based) มาก่อนหรือไม่ รู้จัก ไม่รู้จัก

ตอนที่ 2 ข้อมูลความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้งานฐานความรู้

กรุณากรอกข้อมูลในช่องว่างและขีดเครื่องหมาย X ตามตัวเลือกที่ท่านเห็นสมควร

รายการการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ควรปรับปรุง
เนื้อหา					
1 มีความครอบคลุมเหมาะสม		<input checked="" type="checkbox"/>			
หากกว้างเกินไป ควรตัดเนื้อหาส่วนใดออก _____					
หากแคบเกินไป ควรเพิ่มเนื้อหาอะไร _____					
2 ถูกต้องและทันสมัย			<input checked="" type="checkbox"/>		
3 เข้าใจง่าย		<input checked="" type="checkbox"/>			
4 ความชัดเจนในการอธิบาย			<input checked="" type="checkbox"/>		
5 มีการเน้นเนื้อหาที่สำคัญ			<input checked="" type="checkbox"/>		
6 มีระดับความยากง่ายเหมาะสม		<input checked="" type="checkbox"/>			
7 ความน่าสนใจและดึงดูดให้อ่านต่อ			<input checked="" type="checkbox"/>		
8 สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้			<input checked="" type="checkbox"/>		
ความเห็น (Text):					

9 ชนิดตัวอักษร (Font) ที่ใช้อ่านง่ายและชัดเจน	✓				
10 ขนาดตัวอักษรที่ใช้อ่านง่ายและชัดเจน	✓				
11 สีตัวอักษรและสีของพื้นที่ใช้มีความเหมาะสม	✓				
รูปภาพ (Illustration and Video)					
12 ขนาดของภาพที่ใช้เหมาะสม	✓				
13 ความชัดเจนของภาพที่ใช้		✓			
14 ความเหมาะสมของจำนวนภาพที่ใช้ประกอบเนื้อหา		✓			
15 ภาพและวิดีโอช่วยให้เข้าใจมากขึ้น			✓		
อุปกรณ์					
16 มีการแบ่งหมวดหมู่ที่เหมาะสม		✓			
17 ทำความเข้าใจเนื้อหาตามหมวดหมู่ได้ง่าย	✓				
18 ระบบ Search ช่วยในการหาข้อมูล		✓			
19 ระบบ Web board ช่วยในการ ไขข้อสงสัย	✓				
20 รายการ Link มีความเกี่ยวข้องและเหมาะสม	✓				
21 ความสะดวกในการใช้งาน	✓				
22 มีประโยชน์ในการทำงาน/การเรียน		✓			
23 เพิ่มพูนความรู้ด้านวิชาการ			✓		
24 นำไปเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาได้			✓		
25 ฐานความรู้โดยรวม		✓			
26 ท่านจะแนะนำฐานความรู้นี้ให้กับผู้อื่น	<input checked="" type="checkbox"/> ใช่		<input type="checkbox"/> ไม่ใช่		
27 ข้อเสนอแนะ	<p>= ให้นักเรียนนำข้อที่ 26 มาใช้เพื่อให้นักเรียนได้รู้ถึง ผลลัพธ์</p> <p>= เพิ่มเรื่องข้อ 27 ในบทเรียน</p>				

ตอนที่ 3 รายละเอียดการดำเนินงานของหน่วยงานข้างต้นข้างต้น (ข้อ 2 ตอน 1)

1 ท่านคิดว่า ปัญหาใดบ้างในอุตสาหกรรมพลาสติกที่มีความสำคัญต่อหน่วยงานของท่าน

2 แนวทางการแก้ไขปัญหข้างต้นในมุมมองของท่าน

3 ท่านคิดว่าปัจจัยใดบ้างที่มีความสำคัญต่อการดำเนินการของหน่วยงานของท่าน

กรุณาส่งแบบตอบกลับมาที่ นายคุมพล อัคระกานนท์ e-mail : kumpol_l@hotmail.com

ขอขอบพระคุณอย่างสูง



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ค

รายละเอียดของบุคคลในอุตสาหกรรมพลาสติกที่ทำการประเมินฐานความรู้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค รายละเอียดของบุคคลในอุตสาหกรรมพลาสติกที่ทำการประเมินฐานความรู้

แบบสอบถามสำหรับประเมินผลสัมฤทธิ์ของโครงการประเมินฐานความรู้

1

ตอนที่ 1 ข้อมูลผู้ตอบแบบสอบถาม

1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ชื่อ (นาม, นามสกุล) ศอ นามสกุล ศอ.บ.บ.

ชื่อหน่วยงาน/แผนก อ. วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม จ. (ทอ)

2 ประเภทของหน่วยงาน

- โรงงานอุตสาหกรรมประเภทขึ้นรูปพลาสติกด้วยวิธีรีดพลาสติกแผ่น (Calendering)
- โรงงานอุตสาหกรรมประเภทขึ้นรูปพลาสติกด้วยวิธีขึ้นรูปรีดด้วยสูญญากาศ (Vacuum forming)
- โรงงานอุตสาหกรรมประเภทอื่นๆ (โปรดระบุ) โรงงาน ผลิตและจำหน่าย สบู่ และ แป้ง
- สถาบันการศึกษา ราชการ/รัฐวิสาหกิจ พลาสติก วิทยาลัย
- อื่นๆ (โปรดระบุ) _____

3 วุฒิการศึกษา

- ต่ำกว่าปวช. ปวช.-ปวส.
- ปริญญาตรี สูงกว่าปริญญาตรี

4 ประสบการณ์ทำงานเกี่ยวกับของหน่วยงานข้างต้น(ข้อ 2) 15 ปี ในด้านต่างๆ ดังนี้ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- การผลิต การอบรม การซ่อมบำรุง การให้คำปรึกษาด้านเทคนิค
- อื่นๆ (โปรดระบุ) โรงงาน ผลิตและจำหน่าย PE ล้างรถ ล้างมือ ออโตเคมิคอล

5 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับกระบวนการขึ้นรูปพลาสติกด้วยกระบวนการรีดพลาสติกแผ่นหรือกระบวนการขึ้นรูปรีดด้วยสูญญากาศ

- มี ไม่มี

6 ทำนรู้จักฐานความรู้ (Knowledge Based) มาก่อนหรือไม่ รู้จัก ไม่รู้จัก

ตอนที่ 2 ข้อมูลความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้งานความรู้

กรุณากรอกข้อมูลในช่องว่างและขีดเครื่องหมาย X ตามตัวเลือกที่ท่านเห็นสมควร

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ควรปรับปรุง
เนื้อหา					
1 มีความครอบคลุมเหมาะสม			X		
หากกว้างเกินไป ควรตัดเนื้อหาส่วนใดออก					
หากแคบเกินไป ควรเพิ่มเนื้อหาอะไร					
2 ถูกต้องและทันสมัย			X		
3 เข้าใจง่าย				X	
4 ความชัดเจนในการอธิบาย				X	
5 มีการถ่วงน้ำหนักที่สำคัญ				X	
6 มีระดับความยากง่ายเหมาะสม			X		
7 ความน่าสนใจและดึงดูดให้อ่านต่อ		X			
8 สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้		X			
ผู้ตอบ (Text)					

แบบสอบถามด้านประสิทธิภาพการทำงานของช่างงานทอผ้า

2

ตอนที่ 1 ข้อมูลผู้ตอบแบบสอบถาม

1 ข้อมูลทั่วไปของผู้กรอกแบบสอบถาม

ชื่อ (นาย,นาง,นางสาว) พิทวัสย์ นามสกุล พิลาแก้ว
 ชื่อ หน่วยงาน/แผนก SY SMILE CO., LTD / Sales Engineer

2 ประเภทของหน่วยงาน

- โรงงานอุตสาหกรรมประเภทขึ้นรูปพลาสติกด้วยวิธีรีดพลาสติกแผ่น (Calendering)
 โรงงานอุตสาหกรรมประเภทขึ้นรูปพลาสติกด้วยวิธีขึ้นรูปรีดด้วยสูญญากาศ (Vacuum forming)
 โรงงานอุตสาหกรรมประเภทอื่นๆ (โปรดระบุ) _____
 สถาบันการศึกษา ราชการ/รัฐวิสาหกิจ
 อื่นๆ (โปรดระบุ) บริษัทจำหน่าย เม็ดพลาสติก

3 วุฒิการศึกษา

- ต่ำกว่าปวช. ปวช.-ปวส.
 ปริญญาตรี สูงกว่าปริญญาตรี

4 ประสบการณ์ทำงานเกี่ยวกับของหน่วยงานข้างต้น(ข้อ 2) 1 ปี ในด้านต่างๆ ดังนี้ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- การผลิต การอบรม การซ่อมบำรุง การให้คำปรึกษาด้านเทคนิค
 อื่นๆ (โปรดระบุ) _____

5 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับกระบวนการขึ้นรูปพลาสติกด้วยกระบวนการรีดพลาสติกแผ่นหรือกระบวนการขึ้นรูปรีดด้วยสูญญากาศ

- มี ไม่มี

6 ท่านรู้จักฐานความรู้ (Knowledge Based) มาก่อนหรือไม่ รู้จัก ไม่รู้จัก

ตอนที่ 2 ข้อมูลความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้งานฐานความรู้

กรุณากรอกข้อมูลในช่องว่างและขีดเครื่องหมาย X ตามตัวเลือกที่ท่านเห็นสมควร

รายการการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ควรปรับปรุง
1 มีความครอบคลุมเหมาะสม	X				
หากกว้างเกินไป ควรตัดเนื้อหาส่วนใดออก _____					
หากแคบเกินไป ควรเพิ่มเนื้อหาอะไร _____					
2 ถูกต้องและทันสมัย	X				
3 เข้าใจง่าย		X			
4 ความชัดเจนในการอธิบาย		X			
5 มีการเน้นเนื้อหาที่สำคัญ			X		
6 มีระดับความยากง่ายเหมาะสม		X			
7 ความน่าสนใจและดึงดูดให้อ่านต่อ		X			
8 สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้	X				
ผู้ตอบ (Text):					

แบบสอบถามการประเมินผลงานของโรงเรียนเอกชน

3

ตอนที่ 1 ข้อมูลผู้ตอบแบบสอบถาม

1 ข้อมูลทั่วไปของผู้กรอกแบบสอบถาม

ชื่อ (นาย,นาง,นางสาว) ปิยะ นามสกุล วิฑูรย์
 ชื่อ หน่วยงาน/แผนก Production

2 ประเภทของหน่วยงาน

- โรงงานอุตสาหกรรมประเภทขึ้นรูปพลาสติกด้วยวิธีรีดพลาสติกแผ่น (Calendering)
- โรงงานอุตสาหกรรมประเภทขึ้นรูปพลาสติกด้วยวิธีขึ้นรูปรีดด้วยสูญญากาศ (Vacuum forming)
- โรงงานอุตสาหกรรมประเภทอื่นๆ (โปรดระบุ) _____
- สถาบันการศึกษา ราชการ/รัฐวิสาหกิจ
- อื่นๆ (โปรดระบุ) _____

3 วุฒิการศึกษา

- ต่ำกว่าปวช. ปวช.-ปวส.
- ปริญญาตรี สูงกว่าปริญญาตรี

4 ประสบการณ์ทำงานเกี่ยวกับของหน่วยงานข้างต้น(ข้อ 2) 5 ปี ในด้านต่างๆ ดังนี้ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- การผลิต การอบรม การซ่อมบำรุง การให้คำปรึกษาด้านเทคนิค
- อื่นๆ (โปรดระบุ) _____

5 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับกระบวนการขึ้นรูปพลาสติกด้วยกระบวนการรีดพลาสติกแผ่นหรือกระบวนการขึ้นรูปรีดด้วยสูญญากาศ

- มี ไม่มี

6 ท่านรู้จักฐานความรู้ (Knowledge Based) มาก่อนหรือไม่ รู้จัก ไม่รู้จัก

ตอนที่ 2 ข้อมูลความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้งานฐานความรู้

กรุณากรอกข้อมูลในช่องว่างและขีดเครื่องหมาย X ตามตัวเลือกที่ท่านเห็นสมควร

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ควรปรับปรุง
หมายเหตุ					
1 มีความครอบคลุมเหมาะสม		/			
หากว่างเกินไป ควรตัดเนื้อหาส่วนใดออก	_____				
หากแคบเกินไป ควรเพิ่มเนื้อหาอะไร	_____				
2 ถูกต้องและทันสมัย		/			
3 เข้าใจง่าย		/			
4 ความชัดเจนในการอธิบาย		/			
5 มีการเน้นเนื้อหาที่สำคัญ		/			
6 มีระดับความยากง่ายเหมาะสม		/			
7 ความน่าสนใจและดึงดูดให้อ่านต่อ		/			
8 สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้	/	/			
ข้อความ (Text):					

แบบสอบถามสำหรับประเมินความพึงพอใจในการใช้งานระบบ

4

ตอนที่ 1 ข้อมูลผู้ตอบแบบสอบถาม

- 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม
 ชื่อ (นาย,นาง,นางสาว) ATIMKIF นามสกุล วิเศษพงษ์
 ชื่อ หน่วยงาน/แผนก ช่างฝีมือ / วิทยาลัยอาชีวศึกษา
- 2 ประเภทของหน่วยงาน
 - โรงงานอุตสาหกรรมประเภทขึ้นรูปพลาสติกด้วยวิธีรีดพลาสติกแผ่น (Calendering)
 - โรงงานอุตสาหกรรมประเภทขึ้นรูปพลาสติกด้วยวิธีขึ้นรูปรีดด้วยสูญญากาศ (Vacuum forming)
 - โรงงานอุตสาหกรรมประเภทอื่นๆ (โปรดระบุ) _____
 - สถาบันการศึกษา ราชการ/รัฐวิสาหกิจ
 - อื่นๆ (โปรดระบุ) _____
- 3 วุฒิการศึกษา
 - ต่ำกว่าปวช. ปวช.-ปวส.
 - ปริญญาตรี สูงกว่าปริญญาตรี
- 4 ประสบการณ์ทำงานเกี่ยวกับของหน่วยงานข้างต้น(ข้อ 2) _____ ปี ในด้านต่างๆ ดังนี้ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)
 - การผลิต การอบรม การซ่อมบำรุง การให้คำปรึกษาด้านเทคนิค
 - อื่นๆ (โปรดระบุ) _____
- 5 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับกระบวนการขึ้นรูปพลาสติกด้วยกระบวนการรีดพลาสติกแผ่นหรือกระบวนการขึ้นรูปรีดด้วยสูญญากาศ
 - มี ไม่มี
- 6 ท่านรู้จักฐานความรู้ (Knowledge Based) มาก่อนหรือไม่ รู้จัก ไม่รู้จัก

ตอนที่ 2 ข้อมูลความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้งานฐานความรู้

กรุณากรอกข้อมูลในช่องว่างและขีดเครื่องหมาย X ตามตัวเลือกที่ท่านเห็นสมควร

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	การปรับปรุง
1 มีความครอบคลุมเหมาะสม				<input checked="" type="checkbox"/>	
หากกว้างเกินไป ควรตัดเนื้อหาส่วนใดออก					
หากแคบเกินไป ควรเพิ่มเนื้อหาอะไร					
2 ถูกต้องและทันสมัย				<input checked="" type="checkbox"/>	
3 เข้าใจง่าย				<input checked="" type="checkbox"/>	
4 ความชัดเจนในการอธิบาย				<input checked="" type="checkbox"/>	
5 มีการเน้นเนื้อหาที่สำคัญ				<input checked="" type="checkbox"/>	
6 มีระดับความยากง่ายเหมาะสม				<input checked="" type="checkbox"/>	
7 ความน่าสนใจและดึงดูดให้อ่านต่อ				<input checked="" type="checkbox"/>	
8 สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้				<input checked="" type="checkbox"/>	
ตัวอักษร (Text)					

แบบสอบถามความพึงพอใจของโรงเรียนเอกชน

ตอนที่ 1 ข้อมูลผู้ตอบแบบสอบถาม

1 ข้อมูลทั่วไปของผู้กรอกแบบสอบถาม

ชื่อ (นาย, นรข, นางสาว) ศศิธร พ. นามสกุล ไพฑูริย์ ศรีชื่อ หน่วยงาน/แผนก ศึกษาศูนย์กลาง

2 ประเภทของหน่วยงาน

- โรงงานอุตสาหกรรมประเภทขึ้นรูปพลาสติกด้วยวิธีรีดพลาสติกแผ่น (Calendering)
- โรงงานอุตสาหกรรมประเภทขึ้นรูปพลาสติกด้วยวิธีขึ้นรูปรีดด้วยสูญญากาศ (Vacuum forming)
- โรงงานอุตสาหกรรมประเภทอื่นๆ (โปรดระบุ) _____
- สถาบันการศึกษา ราชการ/รัฐวิสาหกิจ
- อื่นๆ (โปรดระบุ) _____

3 วุฒิการศึกษา

- ต่ำกว่าปวช. ปวช.-ปวศ.
- ปริญญาตรี สูงกว่าปริญญาตรี

4 ประสบการณ์ทำงานเกี่ยวกับของหน่วยงานข้างต้น(ข้อ 2) 0 ปี ในด้านต่างๆ ดังนี้ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- การผลิต การอบรม การซ่อมบำรุง การให้คำปรึกษาด้านเทคนิค
- อื่นๆ (โปรดระบุ) ศึกษาศูนย์กลาง

5 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับกระบวนการขึ้นรูปพลาสติกด้วยกระบวนการรีดพลาสติกแผ่นหรือกระบวนการขึ้นรูปรีดด้วยสูญญากาศ

- มี ไม่มี

6 ท่านรู้จักฐานความรู้ (Knowledge Based) มาก่อนหรือไม่ รู้จัก ไม่รู้จัก

ตอนที่ 2 ข้อมูลความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้งานฐานความรู้

กรุณากรอกข้อมูลในช่องว่างและขีดเครื่องหมาย X ตามตัวเลือกที่ท่านเห็นสมควร

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ควรปรับปรุง
เนื้อหา					
1 มีความครอบคลุมเหมาะสม		✓			
หากกว้างเกินไป ควรตัดเนื้อหาส่วนใดออก _____					
หากแคบเกินไป ควรเพิ่มเนื้อหาอะไร _____					
2 ถูกต้องและทันสมัย			✓		
3 เข้าใจง่าย		✓			
4 ความชัดเจนในการอธิบาย		✓			
5 มีการเน้นเนื้อหาที่สำคัญ		✓			
6 มีระดับความยากง่ายเหมาะสม		✓			
7 ความน่าสนใจและดึงดูดให้อ่านต่อ		✓			
8 สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้		✓			
ตัวอักษร (Text):					

แบบสอบถามการประเมินผลงานเชิงคุณาจริยธรรมของครู

6

ตอนที่ 1 ข้อมูลผู้ตอบแบบสอบถาม

1 ข้อมูลทั่วไปของผู้กรอกแบบสอบถาม
 ชื่อ (นาย,นาง,นางสาว) นางสาวศิริ นามสกุล เลขาพรวิเศษ
 ชื่อ หน่วยงาน/แผนก ศึกษานิเทศก์

- 2 ประเภทของหน่วยงาน
- โรงงานอุตสาหกรรมประเภทขึ้นรูปพลาสติกด้วยวิธีรีดพลาสติกแผ่น (Calendering)
 - โรงงานอุตสาหกรรมประเภทขึ้นรูปพลาสติกด้วยวิธีขึ้นรูปรีดด้วยสูญญากาศ (Vacuum forming)
 - โรงงานอุตสาหกรรมประเภทอื่นๆ (โปรดระบุ) ศึกษานิเทศก์
 - สถาบันการศึกษา ราชการ/รัฐวิสาหกิจ
 - อื่นๆ (โปรดระบุ) _____

- 3 วุฒิการศึกษา
- คำว่าปวช. ปวช.-ปวศ.
 - ปริญญาตรี สูงกว่าปริญญาตรี

4 ประสบการณ์ทำงานเกี่ยวกับของหน่วยงานข้างต้น(ข้อ 2) 2 ปี ในด้านต่างๆ ดังนี้ (ตอบ ได้มากกว่า 1 ข้อ)
 การผลิต การอบรม การซ่อมบำรุง การให้คำปรึกษาด้านเทคนิค
 อื่นๆ (โปรดระบุ) _____

5 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับกระบวนการขึ้นรูปพลาสติกด้วยกระบวนการรีดพลาสติกแผ่นหรือกระบวนการขึ้นรูปรีดด้วยสูญญากาศ
 มี ไม่มี

6 ทำนรู้จักฐานความรู้ (Knowledge Based) มาก่อนหรือไม่ รู้จัก ไม่รู้จัก

ตอนที่ 2 ข้อมูลความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้งานฐานความรู้

กรุณากรอกข้อมูลในช่องว่างและขีดเครื่องหมาย X ตามตัวเลือกที่ท่านเห็นสมควร

รายการการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ควรปรับปรุง
ข้อที่ 1					
1 มีความครอบคลุมเหมาะสม			✓		
หากกว้างเกินไป ควรตัดเนื้อหาส่วนใดออก	_____				
หากแคบเกินไป ควรเพิ่มเนื้อหาอะไร	_____				
2 ถูกต้องและทันสมัย			✓		
3 เข้าใจง่าย			✓		
4 ความชัดเจนในการอธิบาย			✓		
5 มีการเน้นเนื้อหาที่สำคัญ			✓		
6 มีระดับความยากง่ายเหมาะสม			✓		
7 ความน่าสนใจและดึงดูดให้อ่านต่อ				✓	
8 สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้				✓	
คำอธิบาย (Text):					

แบบสอบถามสำรวจการประเมินผลงานวิจัยเพื่อใช้พิจารณาขอทุน

7

ตอนที่ 1 ข้อมูลผู้ตอบแบบสอบถาม

1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ชื่อ (นาย,นาง,นางสาว) ประวิทย์ นามสกุล อักษรพาณิชย์

ชื่อ หน่วยงาน/แผนก _____

2 ประเภทของหน่วยงาน

- โรงงานอุตสาหกรรมประเภทขึ้นรูปพลาสติกด้วยวิธีรีดพลาสติกแผ่น (Calendering)
- โรงงานอุตสาหกรรมประเภทขึ้นรูปพลาสติกด้วยวิธีขึ้นรูปรีดด้วยสุญญากาศ (Vacuum forming)
- โรงงานอุตสาหกรรมประเภทอื่นๆ (โปรดระบุ) _____
- สถาบันการศึกษา ราชการ/รัฐวิสาหกิจ
- อื่นๆ (โปรดระบุ) TRADING & CONSULTING (Sales & Service)

3 วุฒิการศึกษา

- ต่ำกว่าปวช. ปวช.-ปวส.
- ปริญญาตรี สูงกว่าปริญญาตรี

4 ประสบการณ์ทำงานเกี่ยวกับของหน่วยงานข้างต้น(ข้อ 2) 2 ปี ในด้านต่างๆ ดังนี้ (ตอบได้มากกว่า ข้อ)

- การผลิต การอบรม การซ่อมบำรุง การให้คำปรึกษาด้านเทคนิค
- อื่นๆ (โปรดระบุ) BUYING

5 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับกระบวนการขึ้นรูปพลาสติกด้วยกระบวนการรีดพลาสติกแผ่นหรือกระบวนการขึ้นรูปรีดด้วยสุญญากาศ

- มี ไม่มี

6 ท่านรู้พื้นฐานความรู้ (Knowledge Based) มาก่อนหรือไม่ รู้จัก ไม่รู้จัก

ตอนที่ 2 ข้อมูลความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้งานความรู้

กรุณากรอกข้อมูลในช่องว่างและขีดเครื่องหมาย X ตามตัวเลือกที่ท่านเห็นสมควร

รายการการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ควรปรับปรุง
เนื้อหา					
1 มีความครอบคลุมเหมาะสม		/			
หากกว้างเกินไป ควรตัดเนื้อหาส่วนใดออก	_____				
หากแคบเกินไป ควรเพิ่มเนื้อหาอะไร	_____				
2 ถูกต้องและทันสมัย			/		
3 เข้าใจง่าย			/		
4 ความชัดเจนในการอธิบาย			/		
5 มีการเน้นเนื้อหาที่สำคัญ			/		
6 มีระดับความยากง่ายเหมาะสม			/		
7 ความน่าสนใจและดึงดูดให้อ่านต่อ			/		
8 สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้		/			
ผู้ตอบ (Text):					

แบบสอบถามสำหรับประเมินความพึงพอใจในการใช้งานความรู้

8

ตอนที่ 1 ข้อมูลผู้ตอบแบบสอบถาม

1 ข้อมูลทั่วไปของผู้กรอกแบบสอบถาม

ชื่อ (นาย,นาง,นางสาว) จิรดา นามสกุล อินต
ชื่อ หน่วยงาน/แผนก สถาบันเทคโนโลยีฯ

2 ประเภทของหน่วยงาน

- โรงงานอุตสาหกรรมประเภทขึ้นรูปพลาสติกด้วยวิธีรีดพลาสติกแผ่น (Calendering)
 โรงงานอุตสาหกรรมประเภทขึ้นรูปพลาสติกด้วยวิธีขึ้นรูปรีดด้วยสุญญากาศ (Vacuum forming)
 โรงงานอุตสาหกรรมประเภทอื่นๆ (โปรดระบุ) _____
 สถาบันการศึกษา ราชการ/รัฐวิสาหกิจ
 อื่นๆ (โปรดระบุ) _____

3 วุฒิการศึกษา

- ต่ำกว่าปวช. ปวช.-ปวส.
 ปริญญาตรี สูงกว่าปริญญาตรี

4 ประสบการณ์ทำงานเกี่ยวกับของหน่วยงานข้างต้น(ข้อ 2) 19 ปี ในด้านต่างๆ ดังนี้ (ตอบได้มากกว่า ข้อ)

- การผลิต การอบรม การซ่อมบำรุง การให้คำปรึกษาด้านเทคนิค
 อื่นๆ (โปรดระบุ) MR. IN MR. SOLU

5 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับกระบวนการขึ้นรูปพลาสติกด้วยกระบวนการรีดพลาสติกแผ่นหรือกระบวนการขึ้นรูปรีดด้วยสุญญากาศ

- มี ไม่มี

6 ท่านรู้จักฐานความรู้ (Knowledge Based) มาก่อนหรือไม่ รู้จัก ไม่รู้จัก

ตอนที่ 2 ข้อมูลความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้งานฐานความรู้

กรุณากรอกข้อมูลในช่องว่างและขีดเครื่องหมาย X ตามตัวเลือกที่ท่านเห็นสมควร

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ควรปรับปรุง
เนื้อหา					
1 มีความครอบคลุมเหมาะสม		/			
หากกว้างเกินไป ควรตัดเนื้อหาส่วนใดออก					
หากแคบเกินไป ควรเพิ่มเนื้อหาอะไร					
2 ถูกต้องและทันสมัย		/			
3 เข้าใจง่าย			/		
4 ความชัดเจนในการอธิบาย			/		
5 มีการเน้นเนื้อหาที่สำคัญ		/			
6 มีระดับความยากง่ายเหมาะสม		/			
7 ความน่าสนใจและดึงดูดให้อ่านต่อ		/			
8 สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้		/			
ตัวอักษร (Text)					

แบบสอบถามสำหรับประเมินความพึงพอใจในการใช้งานความรู้

ตอนที่ 1 ข้อมูลผู้ตอบแบบสอบถาม

1 ข้อมูลทั่วไปของผู้กรอกแบบสอบถาม

ชื่อ (นาย,นาง,นางสาว) คุณจิราพร นามสกุล ธัญมาลีชื่อ หน่วยงาน/แผนก GOLDEN PACK

2 ประเภทของหน่วยงาน

- โรงงานอุตสาหกรรมประเภทขึ้นรูปพลาสติกด้วยวิธีรีดพลาสติกแผ่น (Calendering)
- โรงงานอุตสาหกรรมประเภทขึ้นรูปพลาสติกด้วยวิธีขึ้นรูปรีดด้วยสูญญากาศ (Vacuum forming)
- โรงงานอุตสาหกรรมประเภทอื่นๆ (โปรดระบุ) BLOW FILM
- สถาบันการศึกษา ราชการ/รัฐวิสาหกิจ
- อื่นๆ (โปรดระบุ) _____

3 วุฒิการศึกษา

- ต่ำกว่าปวช. ปวช.-ปวส.
- ปริญญาตรี สูงกว่าปริญญาตรี

4 ประสบการณ์ทำงานเกี่ยวกับของหน่วยงานข้างต้น(ข้อ 2) 3 ปี ในด้านต่างๆ ดังนี้ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- การผลิต การอบรม การซ่อมบำรุง การให้คำปรึกษาด้านเทคนิค
- อื่นๆ (โปรดระบุ) _____

5 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับกระบวนการขึ้นรูปพลาสติกด้วยกระบวนการรีดพลาสติกแผ่นหรือกระบวนการขึ้นรูปรีดด้วยสูญญากาศ

- มี ไม่มี

6 ท่านรู้จักฐานความรู้ (Knowledge Based) มาก่อนหรือไม่ รู้จัก ไม่รู้จัก

ตอนที่ 2 ข้อมูลความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้งานฐานความรู้

กรุณากรอกข้อมูลในช่องว่างและขีดเครื่องหมาย X ตามตัวเลือกที่ท่านเห็นสมควร

รายการการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ควรปรับปรุง
เนื้อหา					
1 มีความครอบคลุมเหมาะสม			X		
หากกว้างเกินไป ควรตัดเนื้อหาส่วนใดออก					
หากแคบเกินไป ควรเพิ่มเนื้อหาอะไร					
2 ถูกต้องและทันสมัย			X		
3 เข้าใจง่าย			X		
4 ความชัดเจนในการอธิบาย			X		
5 มีการเน้นเนื้อหาที่สำคัญ			X		
6 มีระดับความยากง่ายเหมาะสม			X		
7 ความน่าสนใจและดึงดูดให้อ่านต่อ			X		
8 สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้			X		
ผู้กรอก (Text):					

เนื้อหา ขาดเกี่ยวกับ THE PROCESS ของเทคนิค หนึ่งใบ เป็น BLOW FILM

แบบสอบถามสำหรับประเมินผลงานเชิงคุณธรรมโรงเรียนเอกชน

10

ตอนที่ 1 ข้อมูลผู้ตอบแบบสอบถาม

1 ข้อมูลทั่วไปของผู้กรอกแบบสอบถาม

ชื่อ (นาย,นาง,นางสาว) รีพี นามสกุล สุดมณีชื่อหน่วยงาน/แผนก บริษัท พีวีพี พลาสติก จำกัด /แผนกเคลือบ

2 ประเภทของหน่วยงาน

- โรงงานอุตสาหกรรมประเภทขึ้นรูปพลาสติกด้วยวิธีรีดพลาสติกแผ่น (Calendering)
- โรงงานอุตสาหกรรมประเภทขึ้นรูปพลาสติกด้วยวิธีขึ้นรูปรีดด้วยสูญญากาศ (Vacuum forming)
- โรงงานอุตสาหกรรมประเภทอื่นๆ (โปรดระบุ) ขึ้น production ผลิตภัณฑ์ PE, PET, HDPELL ใน 2 ฝ่ายค.พ.ค.ค.
- สถาบันการศึกษา ราชการ/รัฐวิสาหกิจ
- อื่นๆ (โปรดระบุ) _____

3 วุฒิการศึกษา

- ต่ำกว่าปวช. ปวช.-ปวส.
- ปริญญาตรี สูงกว่าปริญญาตรี

4 ประสบการณ์ทำงานที่เกี่ยวข้องของหน่วยงานข้างต้น(ข้อ 2) 3 ปี ในด้านต่างๆ ดังนี้ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- การผลิต การอบรม การซ่อมบำรุง การให้คำปรึกษาด้านเทคนิค
- อื่นๆ (โปรดระบุ) _____

5 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับกระบวนการขึ้นรูปพลาสติกด้วยกระบวนการรีดพลาสติกแผ่นหรือกระบวนการขึ้นรูปรีดด้วยสูญญากาศ

- มี ไม่มี

6 ท่านรู้จักฐานความรู้ (Knowledge Based) มาก่อนหรือไม่ รู้จัก ไม่รู้จัก

ตอนที่ 2 ข้อมูลความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้งานฐานความรู้

กรุณากรอกข้อมูลในช่องว่างและขีดเครื่องหมาย X ตามตัวเลือกที่ท่านเห็นสมควร

รายการการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ควรปรับปรุง
ตอนที่ 1					
1 มีความครอบคลุมเหมาะสม		✓			
หากกว้างเกินไป ควรตัดเนื้อหาส่วนใดออก _____					
หากแคบเกินไป ควรเพิ่มเนื้อหาอะไร _____					
2 ถูกต้องและทันสมัย	✓				
3 เข้าใจง่าย		✓			
4 ความชัดเจนในการอธิบาย		✓			
5 มีการเน้นเนื้อหาที่สำคัญ		✓			
6 มีระดับความยากง่ายเหมาะสม		✓			
7 ความน่าสนใจและดึงดูดให้อ่านต่อ		✓			
8 สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้	✓				
เฉลยกรณ (Text)					

แบบสอบถามสำหรับประเมินผลสัมฤทธิ์ของโรงเรียนคุณธรรม

๗๗

ตอนที่ 1 ข้อมูลผู้ตอบแบบสอบถาม

1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ชื่อ (นาย,นาง,นางสาว) นาย ศุภชัย นามสกุล โคกหม้อ

ชื่อ หน่วยงาน/แผนก อ.อภินิหาร วิทยาลัยเทคนิค

2 ประเภทของหน่วยงาน

- โรงงานอุตสาหกรรมประเภทขึ้นรูปพลาสติกด้วยวิธีรีดพลาสติกแผ่น (Calendering)
- โรงงานอุตสาหกรรมประเภทขึ้นรูปพลาสติกด้วยวิธีขึ้นรูปรีดด้วยสุญญากาศ (Vacuum forming)
- โรงงานอุตสาหกรรมประเภทอื่นๆ (โปรดระบุ) Coating
- สถาบันการศึกษา ราชการ/รัฐวิสาหกิจ
- อื่นๆ (โปรดระบุ) _____

3 วุฒิการศึกษา

- ต่ำกว่าปวช. ปวช.-ปวส.
- ปริญญาตรี สูงกว่าปริญญาตรี

4 ประสบการณ์ทำงานเกี่ยวกับของหน่วยงานข้างต้น(ข้อ 2) ๒๖ ปี ในด้านต่างๆ ดังนี้ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- การผลิต การอบรม การซ่อมบำรุง การให้คำปรึกษาด้านเทคนิค
- อื่นๆ (โปรดระบุ) _____

5 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับกระบวนการขึ้นรูปพลาสติกด้วยกระบวนการรีดพลาสติกแผ่นหรือกระบวนการขึ้นรูปรีดด้วยสุญญากาศ

- มี ไม่มี

6 ท่านรู้จักฐานความรู้ (Knowledge Based) มาก่อนหรือไม่ รู้จัก ไม่รู้จัก

ตอนที่ 2 ข้อมูลความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้งานฐานความรู้

กรุณากรอกข้อมูลในช่องว่างและขีดเครื่องหมาย X ตามตัวเลือกที่ท่านเห็นสมควร

รายการการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ควรปรับปรุง
หมายเหตุ					
1 มีความครอบคลุมเหมาะสม					
หากกว้างเกินไป ควรตัดเนื้อหาส่วนใดออก _____					
หากแคบเกินไป ควรเพิ่มเนื้อหาอะไร _____					
2 ถูกต้องและทันสมัย					
3 เข้าใจง่าย					
4 ความชัดเจนในการอธิบาย					
5 มีการเน้นเนื้อหาที่สำคัญ					
6 มีระดับความยากง่ายเหมาะสม					
7 ความน่าสนใจและดึงดูดให้อ่านต่อ					
8 สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้					
ตัวอักษร (Text):					

แบบสอบถามสำหรับประเมินความพึงพอใจในการใช้งานระบบ

12

ตอนที่ 1 ข้อมูลผู้ตอบแบบสอบถาม

- ข้อมูลทั่วไปของผู้กรอกแบบสอบถาม
 ชื่อ (นาย,นาง,นางสาว) นางสาว นามสกุล ช.ล.ศิริวิทย์
 ชื่อหน่วยงาน/แผนก ว.วิจัยและพัฒนา
- ประเภทของหน่วยงาน
 โรงงานอุตสาหกรรมประเภทขึ้นรูปพลาสติกด้วยวิธีรีดพลาสติกแผ่น (Calendering)
 โรงงานอุตสาหกรรมประเภทขึ้นรูปพลาสติกด้วยวิธีขึ้นรูปรีดด้วยสูญญากาศ (Vacuum forming)
 โรงงานอุตสาหกรรมประเภทอื่นๆ (โปรดระบุ) โรงงานผลิต
 สถาบันการศึกษา ราชการ/รัฐวิสาหกิจ
 อื่นๆ (โปรดระบุ) _____
- วุฒิการศึกษา
 ต่ำกว่าปวช. ปวช.-ปวส.
 ปริญญาตรี สูงกว่าปริญญาตรี
- ประสบการณ์ทำงานเกี่ยวกับของหน่วยงานข้างต้น(ข้อ 2) 2 ปี ในด้านต่างๆ ดังนี้ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)
 การผลิต การอบรม การซ่อมบำรุง การให้คำปรึกษาด้านเทคนิค
 อื่นๆ (โปรดระบุ) สอนคอมพิวเตอร์
- ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับกระบวนการขึ้นรูปพลาสติกด้วยกระบวนการรีดพลาสติกแผ่นหรือกระบวนการขึ้นรูปรีดด้วยสูญญากาศ
 มี ไม่มี
- ท่านรู้จักฐานความรู้ (Knowledge Based) มาก่อนหรือไม่ รู้จัก ไม่รู้จัก

ตอนที่ 2 ข้อมูลความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้งานฐานความรู้

กรุณากรอกข้อมูลในช่องว่างและขีดเครื่องหมาย X ตามตัวเลือกที่ท่านเห็นสมควร

รายการการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ควรปรับปรุง
เนื้อหา					
1 มีความครอบคลุมเหมาะสม				X	
หากกว้างเกินไป ควรตัดเนื้อหาส่วนใดออก	_____				
หากแคบเกินไป ควรเพิ่มเนื้อหาอะไร	_____				
2 ถูกต้องและทันสมัย		X			
3 เข้าใจง่าย			X		
4 ความชัดเจนในการอธิบาย			X		
5 มีการเน้นเนื้อหาที่สำคัญ			X		
6 มีระดับความยากง่ายเหมาะสม			X		
7 ความน่าสนใจและดึงดูดให้อ่านต่อ				X	
8 สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้			X		
ส่วนอื่นๆ (Text):					

ตอนที่ 1 ข้อมูลผู้ตอบแบบสอบถาม

1 ข้อมูลทั่วไปของผู้กรอกแบบสอบถาม

ชื่อ (นาย,นาง,นางสาว) นาง นามสกุล สุวิทย์ชื่อ หน่วยงาน/แผนก PURPOSE

2 ประเภทของหน่วยงาน

- โรงงานอุตสาหกรรมประเภทขึ้นรูปพลาสติกด้วยวิธีรีดพลาสติกแผ่น (Calendering)
- โรงงานอุตสาหกรรมประเภทขึ้นรูปพลาสติกด้วยวิธีขึ้นรูปรีดด้วยสูญญากาศ (Vacuum forming)
- โรงงานอุตสาหกรรมประเภทอื่นๆ (โปรดระบุ) BLOW MOLDING
- สถาบันการศึกษา ราชการ/รัฐวิสาหกิจ
- อื่นๆ (โปรดระบุ) _____

3 ระดับการศึกษา

- ต่ำกว่าปวช. ปวช.-ปวส.
- ปริญญาตรี สูงกว่าปริญญาตรี

4 ประสบการณ์ทำงานเกี่ยวกับของหน่วยงานข้างต้น(ข้อ 2) 3 ปี ในด้านต่างๆ ดังนี้ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- การผลิต การอบรม การซ่อมบำรุง การให้คำปรึกษาด้านเทคนิค
- อื่นๆ (โปรดระบุ) _____

5 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับกระบวนการขึ้นรูปพลาสติกด้วยกระบวนการรีดพลาสติกแผ่นหรือกระบวนการขึ้นรูปรีดด้วยสูญญากาศ

- มี ไม่มี

6 ท่านรู้จกฐานความรู้ (Knowledge Based) มาก่อนหรือไม่ รู้จัก ไม่รู้จัก

ตอนที่ 2 ข้อมูลความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้งานฐานความรู้

กรุณากรอกข้อมูลในช่องว่างและขีดเครื่องหมาย X ตามตัวเลือกที่ท่านเห็นสมควร

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ปรับปรุง
เนื้อหา					
1 มีความครอบคลุมเหมาะสม		X			
หากกว้างเกินไป ควรตัดเนื้อหาส่วนใดออก					
หากแคบเกินไป ควรเพิ่มเนื้อหาอะไร					
2 ถูกต้องและทันสมัย			X		
3 เข้าใจง่าย		X			
4 ความชัดเจนในการอธิบาย		X			
5 มีการเน้นเนื้อหาที่สำคัญ			X		
6 มีระดับความยากง่ายเหมาะสม		X			
7 ความน่าสนใจและดึงดูดให้อ่านต่อ			X		
8 สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้		X			
ส่วนอื่นๆ (Text)					

แบบสอบถามสำหรับประเมินความพึงพอใจในการอบรมความรู้

14

ตอนที่ 1 ข้อมูลผู้ตอบแบบสอบถาม

1 ข้อมูลทั่วไปของผู้กรอกแบบสอบถาม

ชื่อ (นาย,นาง,นางสาว) บดินทร์ นามสกุล บ่ออินท
 ชื่อ หน่วยงาน/แผนก DSI CORPORATION Co., LTD

2 ประเภทของหน่วยงาน

- โรงงานอุตสาหกรรมประเภทขึ้นรูปพลาสติกด้วยวิธีรีดพลาสติกแผ่น (Calendering)
- โรงงานอุตสาหกรรมประเภทขึ้นรูปพลาสติกด้วยวิธีขึ้นรูปร้อนด้วยสุญญากาศ (Vacuum forming)
- โรงงานอุตสาหกรรมประเภทอื่นๆ (โปรดระบุ) _____
- สถาบันการศึกษา ราชการ/รัฐวิสาหกิจ
- อื่นๆ (โปรดระบุ) _____

3 วุฒิการศึกษา

- ต่ำกว่าปวช. ปวช.-ปวส.
- ปริญญาตรี สูงกว่าปริญญาตรี

4 ประสบการณ์ทำงานเกี่ยวกับของหน่วยงานข้างต้น(ข้อ 2) 4 ปี ในด้านต่างๆ ดังนี้ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- การผลิต การอบรม การซ่อมบำรุง การให้คำปรึกษาด้านเทคนิค
- อื่นๆ (โปรดระบุ) การตลาด, Technical

5 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับกระบวนการขึ้นรูปพลาสติกด้วยกระบวนการรีดพลาสติกแผ่นหรือกระบวนการขึ้นรูปร้อนด้วยสุญญากาศ

- มี ไม่มี

6 ท่านรู้จักฐานความรู้ (Knowledge Based) มาก่อนหรือไม่ รู้จัก ไม่รู้จัก

ตอนที่ 2 ข้อมูลความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้งานฐานความรู้

กรุณากรอกข้อมูลในช่องว่างและขีดเครื่องหมาย X ตามตัวเลือกที่ท่านเห็นสมควร

รายการการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ควรปรับปรุง
เนื้อหา					
1 มีความครอบคลุมเหมาะสม		<input checked="" type="checkbox"/>			
หากกว้างเกินไป ควรตัดเนื้อหาส่วนใดออก					
หากแคบเกินไป ควรเพิ่มเนื้อหาอะไร					
2 ถูกต้องและทันสมัย		<input checked="" type="checkbox"/>			
3 เข้าใจง่าย		<input checked="" type="checkbox"/>			
4 ความชัดเจนในการอธิบาย		<input checked="" type="checkbox"/>			
5 มีการเน้นเนื้อหาที่สำคัญ		<input checked="" type="checkbox"/>			
6 มีระดับความยากง่ายเหมาะสม			<input checked="" type="checkbox"/>		
7 ความน่าสนใจและดึงดูดให้อ่านต่อ		<input checked="" type="checkbox"/>			
8 สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้	<input checked="" type="checkbox"/>				
ตัวอักษร (Text)					

ตอนที่ 1 ข้อมูลผู้ตอบแบบสอบถาม

1 ข้อมูลทั่วไปของผู้กรอกแบบสอบถาม

ชื่อ (นาย,นาง,นางสาว) อนุทิน นามสกุล สุวรรณ
 ชื่อ หน่วยงาน/แผนก บริษัท อีอีซี คลาวด์

2 ประเภทของหน่วยงาน

- โรงงานอุตสาหกรรมประเภทขึ้นรูปพลาสติกด้วยวิธีรีดพลาสติกแผ่น (Calendering)
 โรงงานอุตสาหกรรมประเภทขึ้นรูปพลาสติกด้วยวิธีขึ้นรูปรีดด้วยสูญญากาศ (Vacuum forming)
 โรงงานอุตสาหกรรมประเภทอื่นๆ (โปรดระบุ) บริษัท อีอีซี
 สถาบันการศึกษา ราชการ/รัฐวิสาหกิจ
 อื่นๆ (โปรดระบุ) _____

3 วุฒิการศึกษา

- ต่ำกว่าปวช. ปวช.-ปวส.
 ปริญญาตรี สูงกว่าปริญญาตรี

4 ประสบการณ์ทำงานเกี่ยวกับของหน่วยงานข้างต้น(ข้อ 2) 2 ปี ในด้านต่างๆ ดังนี้ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- การผลิต การอบรม การซ่อมบำรุง การให้คำปรึกษาด้านเทคนิค
 อื่นๆ (โปรดระบุ) _____

5 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับกระบวนการขึ้นรูปพลาสติกด้วยกระบวนการรีดพลาสติกแผ่นหรือกระบวนการขึ้นรูปรีดด้วยสูญญากาศ

- มี ไม่มี

6 ท่านรู้จักฐานความรู้ (Knowledge Based) มาก่อนหรือไม่ รู้จัก ไม่รู้จัก

ตอนที่ 2 ข้อมูลความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้งานฐานความรู้

กรุณากรอกข้อมูลในช่องว่างและขีดเครื่องหมาย X ตามตัวเลือกที่ท่านเห็นสมควร

รายการการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ควรปรับปรุง
หมายเหตุ					
1 มีความครอบคลุมเหมาะสม				X	
หากกว้างเกินไป ควรตัดเนื้อหาส่วนใดออก					
หากแคบเกินไป ควรเพิ่มเนื้อหาอะไร					
2 ถูกต้องและทันสมัย		X			
3 เข้าใจง่าย		X			
4 ความชัดเจนในการอธิบาย		X			
5 มีการเน้นเนื้อหาที่สำคัญ			X		
6 มีระดับความยากง่ายเหมาะสม		X			
7 ความน่าสนใจและดึงดูดให้อ่านต่อ		X			
8 สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้		X			
ตัวอักษร (Text)					

16

แบบสอบถามสำหรับประเมินความพึงพอใจต่อการจัดหาความรู้

ตอนที่ 1 ข้อมูลผู้ตอบแบบสอบถาม

1 ข้อมูลทั่วไปของผู้กรอกแบบสอบถาม
 ชื่อ (นาย,นาง,นางสาว) ดงกฤษ นามสกุล แก้วดีไทย
 ชื่อหน่วยงาน/แผนก _____

2 ประเภทของหน่วยงาน

- โรงงานอุตสาหกรรมประเภทขึ้นรูปพลาสติกด้วยวิธีรีดพลาสติกแผ่น (Calendering)
- โรงงานอุตสาหกรรมประเภทขึ้นรูปพลาสติกด้วยวิธีขึ้นรูปรีดด้วยสูญญากาศ (Vacuum forming)
- โรงงานอุตสาหกรรมประเภทอื่นๆ (โปรดระบุ) _____
- สถาบันการศึกษา ราชการ/รัฐวิสาหกิจ
- อื่นๆ (โปรดระบุ) ห้างค้า

3 วุฒิการศึกษา

- ต่ำกว่าปวช. ปวช.-ปวส.
- ปริญญาตรี สูงกว่าปริญญาตรี

4 ประสบการณ์ทำงานเกี่ยวกับของหน่วยงานข้างต้น(ข้อ 2) _____ ปี ในด้านต่างๆ ดังนี้ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- การผลิต การอบรม การซ่อมบำรุง การให้คำปรึกษาด้านเทคนิค
- อื่นๆ (โปรดระบุ) _____

5 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับกระบวนการขึ้นรูปพลาสติกด้วยกระบวนการรีดพลาสติกแผ่นหรือกระบวนการขึ้นรูปรีดด้วยสูญญากาศ

- มี ไม่มี

6 ท่านรู้จักฐานความรู้ (Knowledge Based) มาก่อนหรือไม่ รู้จัก ไม่รู้จัก

ตอนที่ 2 ข้อมูลความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้งานฐานความรู้

กรุณากรอกข้อมูลในช่องว่างและขีดเครื่องหมาย X ตามตัวเลขที่ท่านเห็นสมควร

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ควรปรับปรุง
เนื้อหา					
1 มีความครอบคลุมเหมาะสม		X			
หากกว้างเกินไป ควรตัดเนื้อหาส่วนใดออก					
หากแคบเกินไป ควรเพิ่มเนื้อหาอะไร					
2 ถูกต้องและทันสมัย		X			
3 เข้าใจง่าย		X			
4 ความชัดเจนในการอธิบาย			X		
5 มีการเน้นเนื้อหาที่สำคัญ		X			
6 มีระดับความยากง่ายเหมาะสม		X			
7 ความน่าสนใจและดึงดูดให้อ่านต่อ		X			
8 สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้		X			
ตัวอักษร (Text)					

แบบสอบถามสำหรับประเมินงานที่ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อสังคม

17

ตอนที่ 1 ข้อมูลผู้ตอบแบบสอบถาม

1 ข้อมูลทั่วไปของผู้กรอกแบบสอบถาม
 ชื่อ (นาย,นาง,นางสาว) ค.ค. พิเศษ นามสกุล ส.ส. นววิมล
 ชื่อหน่วยงาน/แผนก ม. ดอนกัณฑ์

- 2 ประเภทของหน่วยงาน
- โรงงานอุตสาหกรรมประเภทขึ้นรูปพลาสติกด้วยวิธีรีดพลาสติกแผ่น (Calendering)
 - โรงงานอุตสาหกรรมประเภทขึ้นรูปพลาสติกด้วยวิธีขึ้นรูปรีดด้วยสูญญากาศ (Vacuum forming)
 - โรงงานอุตสาหกรรมประเภทอื่นๆ (โปรดระบุ) _____
 - สถาบันการศึกษา ราชการ/รัฐวิสาหกิจ
 - อื่นๆ (โปรดระบุ) _____

- 3 วุฒิการศึกษา
- ต่ำกว่าปวช. ปวช.-ปวส.
 - ปริญญาตรี สูงกว่าปริญญาตรี

4 ประสบการณ์ทำงานเกี่ยวกับของหน่วยงานข้างต้น(ข้อ 2) _____ ปี ในด้านต่างๆ ดังนี้ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- การผลิต การอบรม การซ่อมบำรุง การให้คำปรึกษาด้านเทคนิค
- อื่นๆ (โปรดระบุ) การตลาด และ ม.ร.ร. จัดมร

5 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับกระบวนการขึ้นรูปพลาสติกด้วยกระบวนการรีดพลาสติกแผ่นหรือกระบวนการขึ้นรูปรีดด้วยสูญญากาศ

- มี ไม่มี

6 ท่านรู้จักฐานความรู้ (Knowledge Based) มาก่อนหรือไม่ รู้จัก ไม่รู้จัก

ตอนที่ 2 ข้อมูลความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้งานฐานความรู้

กรุณากรอกข้อมูลในช่องว่างและขีดเครื่องหมาย X ตามตัวเลือกที่ท่านเห็นสมควร

รายการประเมิน	ระดับความชัดเจน				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ควรปรับปรุง
เนื้อหา					
1 มีความครอบคลุมเหมาะสม		<input checked="" type="checkbox"/>			
หากกว้างเกินไป ควรตัดเนื้อหาส่วนใดออก					
หากแคบเกินไป ควรเพิ่มเนื้อหาอะไร					
2 ถูกต้องและทันสมัย	<input checked="" type="checkbox"/>				
3 เข้าใจง่าย	<input checked="" type="checkbox"/>				
4 ความชัดเจนในการอธิบาย		<input checked="" type="checkbox"/>			
5 มีการเน้นเนื้อหาที่สำคัญ		<input checked="" type="checkbox"/>			
6 มีระดับความยากง่ายเหมาะสม	<input checked="" type="checkbox"/>				
7 ความน่าสนใจและดึงดูดให้อ่านต่อ	<input checked="" type="checkbox"/>				
8 สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้			<input checked="" type="checkbox"/>		
ช่วยกัน (Text)					

แบบสอบถามสำหรับประเมินความพึงพอใจในการเรียนการสอน

ตอนที่ 1 ข้อมูลผู้ตอบแบบสอบถาม

1 ข้อมูลทั่วไปของผู้กรอกแบบสอบถาม
 ชื่อ (นาย,นาง,นางสาว) วศอ นามสกุล วิจิตรวิจิตร
 ชื่อหน่วยงาน/แผนก ว.ค.อ.น.น.ทร.ค.จ.ว.อ.

2 ประเภทของหน่วยงาน

- โรงงานอุตสาหกรรมประเภทขึ้นรูปพลาสติกด้วยวิธีรีดพลาสติกแผ่น (Calendering)
- โรงงานอุตสาหกรรมประเภทขึ้นรูปพลาสติกด้วยวิธีขึ้นรูปรีดด้วยสูญญากาศ (Vacuum forming)
- โรงงานอุตสาหกรรมประเภทอื่นๆ (โปรดระบุ) _____
- สถานันการศึกษา ราชการ/รัฐวิสาหกิจ
- อื่นๆ (โปรดระบุ) วิศวะ

3 วุฒิการศึกษา

- คำว่าปวช. ปวช.-ปวส.
- ปริญญาตรี สูงกว่าปริญญาตรี

4 ประสบการณ์ทำงานเกี่ยวกับของหน่วยงานข้างต้น(ข้อ 2) 15 ปี ในด้านต่างๆ ดังนี้ (ตอบได้มากกว่า ข้อ)

- การผลิต การอบรม การซ่อมบำรุง การให้คำปรึกษาด้านเทคนิค
- อื่นๆ (โปรดระบุ) _____

5 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับกระบวนการขึ้นรูปพลาสติกด้วยกระบวนการรีดพลาสติกแผ่นหรือกระบวนการขึ้นรูปรีดด้วยสูญญากาศ

- มี ไม่มี

6 ท่านรู้จักฐานความรู้ (Knowledge Based) มาก่อนหรือไม่ รู้จัก ไม่รู้จัก

ตอนที่ 2 ข้อมูลความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้งานฐานความรู้

กรุณากรอกข้อมูลในช่องว่างและขีดเครื่องหมาย X ตามตัวเลือกที่ท่านเห็นสมควร

รายการประเมิน	ระดับความถี่				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ควรปรับปรุง
1 มีความครอบคลุมเหมาะสม		<input checked="" type="checkbox"/>			
หากกว้างเกินไป ควรตัดเนื้อหาส่วนใดออก _____					
หากแคบเกินไป ควรเพิ่มเนื้อหาอะไร _____					
2 ถูกต้องและทันสมัย			<input checked="" type="checkbox"/>		
3 เข้าใจง่าย		<input checked="" type="checkbox"/>			
4 ความชัดเจนในการอธิบาย		<input checked="" type="checkbox"/>			
5 มีการเน้นเนื้อหาที่สำคัญ		<input checked="" type="checkbox"/>			
6 มีระดับความยากง่ายเหมาะสม		<input checked="" type="checkbox"/>			
7 ความน่าสนใจและดึงดูดให้อ่านต่อ				<input checked="" type="checkbox"/>	
8 สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้				<input checked="" type="checkbox"/>	

คำวิจารณ์ (Text):

แบบสอบถามสำหรับประเมินงานวิจัยเพื่อใช้ปรับปรุงการเรียนการสอน

๗๙

ตอนที่ 1 ข้อมูลผู้ตอบแบบสอบถาม

1 ข้อมูลทั่วไปของผู้กรอกแบบสอบถาม

ชื่อ (นาม, นามสกุล, นามตัว) กมล นามสกุล รัตนวงษ์
 ชื่อ หน่วยงาน/แผนก ผ.อ.ก. วิทยาลัยเทคนิค

2 ประเภทของหน่วยงาน

- โรงงานอุตสาหกรรมประเภทขึ้นรูปพลาสติกด้วยวิธีรีดพลาสติกแผ่น (Calendering)
- โรงงานอุตสาหกรรมประเภทขึ้นรูปพลาสติกด้วยวิธีขึ้นรูปรีดด้วยสูญญากาศ (Vacuum forming)
- โรงงานอุตสาหกรรมประเภทอื่นๆ (โปรดระบุ) แปรรูปพลาสติก PP, HDPE
- สถาบันการศึกษา ราชการ/รัฐวิสาหกิจ
- อื่นๆ (โปรดระบุ) _____

3 วุฒิการศึกษา

- ต่ำกว่าปวช. ปวช.-ปวส.
- ปริญญาตรี สูงกว่าปริญญาตรี

4 ประสบการณ์ทำงานเกี่ยวกับของหน่วยงานข้างต้น(ข้อ 2) 15 ปี ในด้านต่างๆ ดังนี้ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- การผลิต การอบรม การซ่อมบำรุง การให้คำปรึกษาด้านเทคนิค
- อื่นๆ (โปรดระบุ) _____

5 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับกระบวนการขึ้นรูปพลาสติกด้วยกระบวนการรีดพลาสติกแผ่นหรือกระบวนการขึ้นรูปรีดด้วยสูญญากาศ

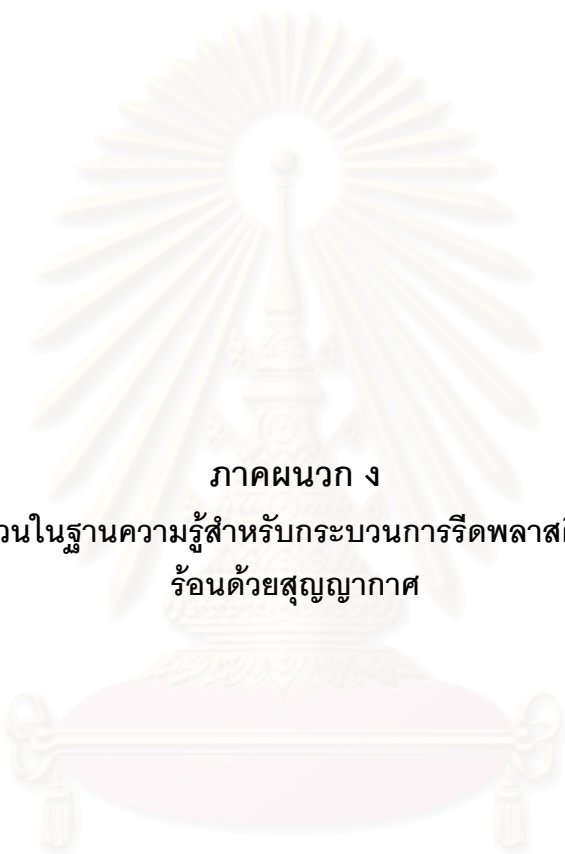
- มี ไม่มี

6 ท่านรู้จักฐานความรู้ (Knowledge Based) มาก่อนหรือไม่ รู้จัก ไม่รู้จัก

ตอนที่ 2 ข้อมูลความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้งานฐานความรู้

กรุณากรอกข้อมูลในช่องว่างและขีดเครื่องหมาย X ตามตัวเลือกที่ท่านเห็นสมควร

รายการการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ควรปรับปรุง
เนื้อหา					
1 มีความครอบคลุมเหมาะสม		X			
หากกว้างเกินไป ควรตัดเนื้อหาส่วนใดออก _____					
หากแคบเกินไป ควรเพิ่มเนื้อหาอะไร _____					
2 ถูกต้องและทันสมัย			X		
3 เข้าใจง่าย		X			
4 ความชัดเจนในการอธิบาย		X			
5 มีการเน้นเนื้อหาที่สำคัญ			X		
6 มีระดับความยากง่ายเหมาะสม		X			
7 ความน่าสนใจและดึงดูดให้อ่านต่อ			X		
8 สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้			X		
ผู้ตอบ (Test)					



ภาคผนวก ง
เนื้อหาความรู้บางส่วนในฐานความรู้สำหรับกระบวนการรีดพลาสติกแผ่นและการขึ้นรูป
ร้อนด้วยสูญญากาศ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง เนื้อหาความรู้บางส่วนในฐานความรู้สำหรับกระบวนการรีดพลาสติกแผ่น และการขึ้นรูปพร้อมด้วยสุญญากาศ

100001 ความรู้เรื่องพลาสติก



พลาสติกคืออะไร

สมาคมวิศวกรพลาสติก (SPE) และสมาคมอุตสาหกรรมพลาสติก (SPI) แห่งสหรัฐอเมริกาได้ให้คำจำกัดความของพลาสติกไว้ว่า

“ พลาสติกคือวัสดุที่ประกอบด้วยสารหลายอย่าง มีน้ำหนักโมเลกุลสูง คงรูปเมื่อผ่านกรรมวิธีการผลิต ลักษณะอ่อนตัวขณะทำการผลิต ”

พลาสติกเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติเด่นหลายประการ เช่น มีความแข็งแรงในตัว ทำให้ยืดหยุ่นได้ มีความเหนียว ทนทานต่อความร้อน ทนต่อการสึกหรอ ทนต่อการกัดกร่อนของกรดและด่าง เป็นฉนวนไฟฟ้า เป็นวัสดุไม่ติดไฟ มีผิวมันลื่น ทึบน้ำ น้ำหนักเบา ปรับเป็นสีต่างๆ ได้ พลาสติกหรือโพลีเมอร์เป็นสารสังเคราะห์ที่ได้จากปฏิกิริยาเคมีของสารอินทรีย์ เป็นสารประกอบของธาตุไฮโดรคาร์บอนซึ่งเกิดจากน้ำมันปิโตรเลียมและก๊าซธรรมชาติ ซึ่งส่วนใหญ่จะประกอบด้วยคาร์บอน (C) และไฮโดรเจน (H) เป็นหลัก โดยนอกจากนี้ยังมีส่วนประกอบของ ออกซิเจน(O)และไนโตรเจน (N)และมีพลาสติกบางชนิดที่มีส่วนประกอบของ กำมะถัน (S) คลอรีน (CL) ฟลูออรีน (F) และซิลิกอน (Si) อยู่ด้วย



📌 แหล่งกำเนิดของพลาสติก

แหล่งกำเนิดของพลาสติกมาจาก 5 แหล่งใหญ่ๆ ดังนี้

1. จากผลิตภัณฑ์จากน้ำมันและถ่านหิน (Petroleum & Coal) เช่น อีพ็อกซี ไนลอน อะคริลิก โพลีเอสเตอร์ โพลีเอทีลีน ยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ เป็นต้น
2. จากผลิตภัณฑ์จากน้ำมันและสินแร่ (Petroleum & mineral) เช่น ซิลิโคน โพลีไวนิล แอลกอฮอล์ โพลีไวนิลคลอไรด์ โพลีไวนิลบิวไทเรต เป็นต้น
3. จากผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร (Agriculture) เช่น เซลลูโลสไนเตรต เซลลูโลสอะซีเตต เซลลูลิก เอทิลเซลลูโลส บิวไทเรต เป็นต้น
4. จากผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรและน้ำมัน (Agricultural & Petroleum) เช่น ฟูเรน เป็นต้น
5. จากผลิตภัณฑ์จากสินแร่ (Mineral) เช่น แคลเซียม-อลูมิเนียมซิลิเกต เป็นต้น

โพลิเมอร์ (Polymers) เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่มีโมเลกุลยาวและมีน้ำหนักโมเลกุลสูงมาก ซึ่งโมเลกุลสูงมาก ซึ่งโมเลกุล เหล่านี้จะประกอบด้วยหน่วยที่ซ้ำๆ กันเป็นจำนวนมาก เรียกว่า โมโนเมอร์ (monomer) มาต่อกันด้วยพันธะเคมี (chemical bond) ซึ่งสารโมโนเมอร์นี้จะเป็นสารเริ่มต้นของการสังเคราะห์โพลิเมอร์



โพลีเมอร์โดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือโพลีเมอร์จากธรรมชาติ เช่น ฝ้าย หนังสัตว์ ขน สัตว์ ขางธรรมชาติ ไม้ กับอีกชนิดหนึ่งคือโพลีเมอร์สังเคราะห์ ซึ่งก็คือพลาสติกนั่นเอง เพราะฉะนั้นเราจะพบว่าพลาสติกหลายๆ ชนิดมักจะเรียกชื่อเริ่มต้นด้วยคำว่าโพลี (Poly) เช่น โพลีไวนิล โพลีเอสเตอร์ โพลียูรีเทน และโพลีไวนิลคลอไรด์ หรือที่เรารู้จักกันดีคือ PVC

พลาสติกแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. **เทอร์โมพลาสติก** คือพลาสติกที่สามารถหลอมตัวเมื่อให้ความร้อนแล้วแข็งตัว เมื่อทำให้เย็นลง การหลอมตัวและการทำให้เย็นตัวลงจะทำได้หลายๆครั้ง โดยที่โครงสร้างของพลาสติกประเภทนี้จะไม่มีการเปลี่ยนแปลง กล่าวคือสามารถนำหมุนเวียนกลับมาใช้ได้อีก (Recycles) ตัวอย่างของเทอร์โมพลาสติก ได้แก่ PE , PP , PVC , PS ,ABS
2. **เทอร์โมเซตติง** คือพลาสติกที่สามารถหลอมตัวได้เฉพาะครั้งแรกเท่านั้น เพราะเมื่อหลอมตัวแล้วก็จะเกิดการเชื่อมโยงระหว่าง โมเลกุลของพลาสติกนั้นเป็นผลให้พลาสติกนั้นมีโครงสร้างแบบเชื่อมโยง (Cross linked) หรือแบบร่างแห (Network) โครงสร้างของพลาสติกจะคงตัวหรือไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้อีก เมื่อให้ความร้อนกับเทอร์โมเซตจะไม่หลอมตัวอีก ถ้าให้ความร้อนมากๆ พันธะระหว่างโมเลกุลในเทอร์โมเซตจะแตกสลายลงได้ วัสดุที่มีสมบัติเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ตัวอย่างของพลาสติกประเภทนี้ได้แก่ เมลามีน ฟีนอลิก อีพอกซี



1. เทอร์โมพลาสติก (Thermoplastics)

เทอร์โมพลาสติกที่ใช้สำหรับงานอุตสาหกรรม และสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันในปัจจุบันนี้มีอยู่หลายชนิด ดังจะกล่าวต่อไปนี้

เซลลูโลสติก พลาสติก (Cellulosic plastics) เป็นพลาสติกเปลี่ยนรูปที่ได้จากเส้นใยของไม้หรือเส้นใยฝ้าย พลาสติกชนิดนี้มีเนื้อเหนียวและผลิตออกมาได้หลายสี สามารถแยกย่อยออกได้เป็น 3 ชนิด คือ เซลลูโลสอะซิเตต (Cellulose acetate) เซลลูโลสอะซิเตต บิวทิเรต (Cellulose acetatebutyrate) และ เอทิลเซลลูโลส (Ethylcellulose) เซลลูโลสอะซิเตต เป็นเทอร์โมพลาสติกที่มีความทนทาน มีความแข็งแรงสูง ใช้ทำบรรจุภัณฑ์ที่มี ลักษณะโปร่งใส ทำของเด็กเล่น ทำลูกบิด แลบบันทึกลีซิง และแลบบันทึกภาพ เป็นต้น

เซลลูโลสอะซิเตต บิวทิเรต จะมีลักษณะคล้ายคลึงกับเซลลูโลสอะซิเตตมาก แต่จะมีจุดเด่นอยู่ที่ไม่ดูดซับความชื้นและมีความเหนียว รักษาขนาดและรูปร่างได้ดีไม่ว่าสภาพแวดล้อมจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร ใช้ทำพวงมาลัยบังคับล้อของรถยนต์ ทำหมวกนิรภัย ทำสายพานบางประเภทแลบบันทึกลีซิง ใช้ทำท่อน้ำและท่อก๊าซ เป็นต้น

เอทิลเซลลูโลส เป็นพลาสติกที่มีความหนาแน่นต่ำ ต้านทานการกัดกร่อนของด่างได้ดี ใช้เป็นส่วนผสมหลักในการผลิตสี

โพลิสไตรีน พลาสติก (Polystyrene plastics) เป็นพลาสติกที่มีความถ่วงจำเพาะต่ำซึ่งมีค่าประมาณ 1.07 ถ้าน้ำดีทนการกัดกร่อนจากสารเคมีได้แทบทุกชนิด คงรูปร่างได้ดี เป็นฉนวนความร้อนและฉนวนไฟฟ้า ผลิตออกมาได้ทั้งในลักษณะ โปร่งใส และทึบแสง ใช้ทำฉนวนหุ้มสายไฟฟ้า ทำเปลือกของแบตเตอรี่ ใช้ทำเลนส์ ทำกระสวนระเหิดสำหรับงานหล่อ โลหะ ทำกระดิกน้ำแข็ง ถูใส่ขยะ กระเบื้องปูพื้น ข้อควรระวังคือ โพลิสไตรีน ละลายในน้ำมันเบนซิน

โพลีเอทิลีน พลาสติก (Polyethylene plastics) เป็นพลาสติกที่มีความถ่วงจำเพาะต่ำมากคือ ประมาณ 0.91 - 0.96 ที่อุณหภูมิบรรยากาศและต่ำกว่าบรรยากาศ พลาสติกชนิดนี้จะอ่อนตัวได้ดีกับน้ำและทนต่อสารเคมีได้ทุกชนิด มีราคาถูก ใช้ทำบรรจุภัณฑ์ ถาดน้ำแข็งในตู้เย็นท่อส่งน้ำสำหรับงานเกษตรกรรม ทำฉนวนหุ้มสายโคแอกเซียล (Coaxial cable) และฉนวนหุ้มสายไฟฟ้าที่ใช้สำหรับงานความถี่สูง

โพลีโพรพิลีน พลาสติก (Polypropylene plastics) เป็นพลาสติกที่ทนแรงกระแทกได้ดี มีความต้านแรงดึงสูง ทนความร้อนได้ดี ทนสารเคมีได้แทบทุกชนิด ใช้ทำเอ็นดกปลา ทำตาข่าย ทอเป็นเส้นใยใช้ในงานทอผ้า ทำภาชนะต่าง ๆ ที่ใช้ในโรงพยาบาลหรือห้องปฏิบัติการ ทำของเด็กเล่นกระเป๋าเดินทาง ตัวถังของเครื่องรับโทรทัศน์เฟอร์นิเจอร์ และฉนวนหุ้มสายไฟฟ้า

เอบีเอส พลาสติก (ABS plastics) เป็นเทอร์โมพลาสติกที่ได้จากการผสม อะครีโลไน

ไทรล์ (Acrylonitrile) บิวทอะไดอิน (Butadiene) และ สไตรีน (Styrene) เหมาะสำหรับใช้ในงานที่ต้องการความทรหด สีไม่ตก ทนความชื้น และเป็นฉนวนไฟฟ้า ใช้ทำท่อน้ำตามอาคารบ้านเรือน ทำตัวถังของกล้องถ่ายรูป ตัวถังของเครื่องรับโทรทัศน์ ตัวถังของเครื่องมือกลขนาดเล็ก และใช้ทำเรือแคนู (Canoe)

โพลีเอไมด์ พลาสติก (Polyamide plastics) สามารถผลิตออกมาในรูปของแข็งเป็นแท่ง เป็นแผ่นฟิล์มบาง ๆ หรือ เป็นของเหลวก็ได้ มีค่าสัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทานต่ำ ทนความร้อนได้สูงถึง 4000 °C ใช้ทำเบรค ทำบ่าวาล์วสำหรับงานบางประเภท ใช้ทำชิ้นส่วนสำหรับงานไฟฟ้า ที่เกรดต่ำลงมาเรียกว่า ไนลอน (Nylon) ใช้ทำเส้นใยที่ใช้ในงานทอผ้า และนำไปขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น เฟือง วาล์ว ท่อ กระจาเดินทาง และเครื่องใช้ในครัวเรือน เป็นต้น

อะคริลิก พลาสติก (Acrylic plastics) เป็นพลาสติกที่มีลักษณะโปร่งใส ยอมให้แสงผ่านได้ดี ทนความชื้นได้ดี ใช้ทำหน้าต่างของเครื่องบิน ใช้แทนกระจกใส ใช้ทำอุปกรณ์และเครื่องใช้ในห้องน้ำ ใช้เคลือบทับสิ่งต่าง ๆ ที่ต้องการให้มองเห็น เช่น ภาพถ่าย สไลด์ยนต์ เป็นต้น ชื่อสามัญที่รู้จักกันคุ้นเคย คือ ลูซิเต้ (Lucite)

ไวนิล เรซิน (Vinyl resins) ที่รู้จักกันคุ้นเคยกันเป็นอย่างดี คือ โพลีไวนิล คลอไรด์ หรือ พีวีซี (polyvinyl chlorides, PVC) และ โพลีไวนิล บิวทิเรต หรือ พีวีบี (polyvinyl butyrates, PVB) พีวีซี ทนต่อตัวทำละลายชนิดต่าง ๆ ได้ดี นิยมใช้ทำท่อน้ำดื่ม ส่วนพีวีบี มีลักษณะโปร่งใส และเหนียว ใช้ทำแกนในของกระจกนิรภัย แบบ 2 ชั้น ใช้ทำปะเกณกันรั่วในถังน้ำมันเชื้อเพลิง เป็นต้น

ยางสังเคราะห์ (Synthetic rubbers) ยางสังเคราะห์ที่นำมาใช้แทนยางธรรมชาติ จัดเป็นพลาสติก เปลี่ยนรูปชนิดหนึ่งซึ่งใช้สำหรับงานอุตสาหกรรม และสิ่งอำนวยความสะดวกในชีวิตประจำวัน มีอยู่หลายชนิด เช่น สไตรีน - บิวทอะไดอิน รับเบอร์ (Styrene - butadiene rubber หรือ GR - S rubber) โพลีไอโซบิวทิลีน (Polyisobutylene) โพลีบิวทอะไดอิน (Polybutadiene) และ โพลีอะคริเลต (polyacrylate) เป็นต้น

สไตรีน - บิวทอะไดอิน รับเบอร์ ใช้ผสมกับยางธรรมชาติเพื่อผลิตเป็นยางรถยนต์ หรือ ยานยนต์อื่น ๆ

โพลีไอโซบิวทิลีน รับเบอร์ ใช้ทำยางในของรถยนต์ ท่ออ่อนสำหรับงานไอน้ำทำสายพานลำเลียงสำหรับลำเลียงของร้อน

โพลีบิวทอะไดอิน รับเบอร์ ใช้ทำยางนอกของรถยนต์ส่วน

โพลีอะคริเลต รับเบอร์ ใช้ทำท่อน้ำมันและปะเกณกันรั่วในถังน้ำมันรั่วใช้สำหรับรถยนต์

2. เทอร์โมเซตติง (Thermosetting Plastics)

พลาสติกคงรูปที่ใช้สำหรับงานอุตสาหกรรมและสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน ในปัจจุบันนี้มีอยู่หลายชนิด แต่ละชนิดมีข้อดีและจุดเด่นที่เหมาะสมสำหรับงานประเภทต่าง ๆ อย่างไรก็ตามจะกล่าวให้ทราบถึงรายละเอียดพอสังเขปดังนี้

ฟีนอลิก พลาสติก (Phenolic plastics) ได้จากปฏิกิริยาทางเคมีระหว่าง ฟีนอล (Phenol) กับ ฟอรัมาลดีไฮด์ (Formaldehyde) เป็น พลาสติกคงรูปที่ใช้งานแพร่หลายที่สุด เนื่องจากมีความแข็งแรงสูง มีค่าความแข็งแรงสูง นิยมใช้เคลือบวัสดุอื่น ใช้ทำกาวติดโลหะและกาวติดกระจก นอกจากนี้ยัง นำมาขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น ฝาขวด ลูกบิด ด้ามมีด ตัวถังของอุปกรณ์และเครื่องใช้ไฟฟ้า เป็นต้น

อะมิโน เรซิน (Amino resins) พลาสติกในกลุ่มนี้มีอยู่หลายตัวที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย คือ ยูเรีย - ฟอรัมาลดีไฮด์ (Urea - formaldehyde) และเมลามีน - ฟอรัมาลดีไฮด์ (Melamine - formaldehyde) ซึ่งอาจจะผลิตออกมาในรูปผงหรือของเหลว ใช้ทำกาวสำหรับอุตสาหกรรมไม้อัดและกระดาษอัด นำมาขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น ตัวถังของอุปกรณ์ไฟฟ้า ปุ่มกดเปิด - ปิด สำหรับมอเตอร์ เป็นต้น

ฟูแรน เรซิน (Furan resins) เป็นพลาสติกคงรูปที่ได้จากปฏิกิริยาทางเคมีระหว่างกรดบางชนิดกับวัสดุจากการเกษตร เช่น รำข้าว เมล็ดฝ้าย และซังข้าวโพด เป็นต้น พลาสติกชนิดนี้มักจะมีสีดำ ใช้กันมากในงานหล่อโลหะ เช่น ใช้เป็นสารยึด (Binder) สำหรับการทำให้แบบหล่อทรายแห้งและทำให้ได้แบบ

อีพอกซี เรซิน (Epoxy resins) ใช้เป็นส่วนผสมของสี ใช้ทำกาวติดโลหะและกาวติดกระจก ทำกาวสำหรับอุตสาหกรรมไม้อัด นอกจากนี้ยัง ใช้ในงานใยแก้ว (Fiber glass)

ซิลิโคน พลาสติก (Silicone plastics) เป็นเทอร์โมเซตติงที่แตกต่างจากเทอร์โมเซตติงชนิดอื่นเนื่องจากอะตอมของคาร์บอนมีการจับตัวกัน ในลักษณะที่แตกต่างออกไป จึงทำให้สมบัติบางประการเหมาะสมที่จะใช้เป็นส่วนผสมของน้ำมันหล่อลื่นจาระบีและยาง เพื่อให้สิ่งเหล่านี้สามารถใช้งานที่อุณหภูมิสูงและอุณหภูมิต่ำได้ เป็นระยะเวลาอันยาวนานโดยไม่เกิดความเสียหาย น้ำมันหล่อลื่นและจาระบีที่ผสมซิลิโคนพลาสติกจะใช้งานได้ในช่วงอุณหภูมิ -40°C ถึง 260°C เมื่อนำซิลิโคนพลาสติกไปผลิตเป็น ยางสังเคราะห์จะเรียกว่าซิลิโคนรับเบอร์ (Silicone rubber) ใช้ทำผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ มากมาย เช่น ปะเก็นยาง ยางที่ใช้รองรับการกระแทก ขั้วต่อสายไฟฟ้า เป็นต้น ข้อจำกัดในการใช้งานของซิลิโคนพลาสติก คือ ราคาค่อนข้างสูง



ภาพรวมของอุตสาหกรรมพลาสติกในประเทศไทย

อุตสาหกรรมพลาสติกได้เริ่มเกิดขึ้นในประเทศไทยในปีพ.ศ.2495 โดยในระยะแรกจะเป็นอุตสาหกรรมประเภทผลิตบรรจุภัณฑ์พลาสติกชนิดต่างๆเพื่อลดการนำเข้า โดยวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตจะเป็นเม็ดพลาสติกชนิดต่างๆเช่น PE ,PP ,PVC, ABS จะมาจากการนำเข้าทั้งหมด จนกระทั่งรัฐบาลได้เริ่มโครงการปิโตรเคมีแห่งชาติขึ้นมาโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดการนำเข้าเม็ดพลาสติก จึงทำให้เกิดอุตสาหกรรมอีกประเภทคืออุตสาหกรรมผลิตเม็ดพลาสติกทำให้อุตสาหกรรมพลาสติกในประเทศไทยครบวงจรมากขึ้น ส่งผลให้มีการขยายตัวของอุตสาหกรรมแปรรูปพลาสติกอีกมากมายเช่น อุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนพลาสติก ท่อ กระจบ และอื่นๆ

อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติกของไทยมีกระบวนการขึ้นรูปที่หลากหลาย เช่น การฉีดเข้าแบบ (Injection molding), การอัดรีด (Extrusion), การเป่า (Blow molding) หรืออัดรีดแผ่นพลาสติก (Extrusion blow) ผลิตภัณฑ์พลาสติกที่ได้มีหลายประเภท เช่น บรรจุภัณฑ์ ของใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งสามารถส่งตรงสู่ตลาดผู้บริโภคได้ทันที ส่วนชิ้นส่วนพลาสติกจะถูกส่งต่อไปใช้หรือนำไปประกอบในอุตสาหกรรมต่อเนื่องที่มีอยู่หลากหลาย เช่น อุตสาหกรรมเครื่องไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรมยานยนต์ อุตสาหกรรมรองเท้า อุตสาหกรรมวัสดุก่อสร้าง ฯลฯ และในด้านอุตสาหกรรมผลิตเม็ดพลาสติก ที่นอกจากจะผลิตเม็ดพลาสติกแล้วก็อาจนำเม็ดพลาสติกไปผ่านกระบวนการขึ้นกลาง เช่น การผสมสารเติมแต่ง (Additives) โดยกระบวนการ Compounding หรือนำไปผ่านกระบวนการผสมเพื่อทำ Polymer Blends หรือ Polymer Alloys เพื่อเพิ่มมูลค่าและยกระดับการใช้งานของเม็ดพลาสติก ส่วนอุตสาหกรรมสนับสนุนสำหรับการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์พลาสติก ได้แก่ อุตสาหกรรมเครื่องจักรสำหรับการขึ้นรูปพลาสติก และอุตสาหกรรม Mold & Die film/sheet)

ในปัจจุบันประเทศไทยจัดเป็นประเทศที่มีการส่งออกผลิตภัณฑ์พลาสติกเป็นปริมาณสูงสุดในภูมิภาคอาเซียน เนื่องจากมีการผลิตที่ครบวงจรและมีสินค้าที่หลากหลาย ทำให้อุตสาหกรรมพลาสติกมีความน่าสนใจในการลงทุน เพราะยังมีโอกาสการเติบโตได้อีกมาก

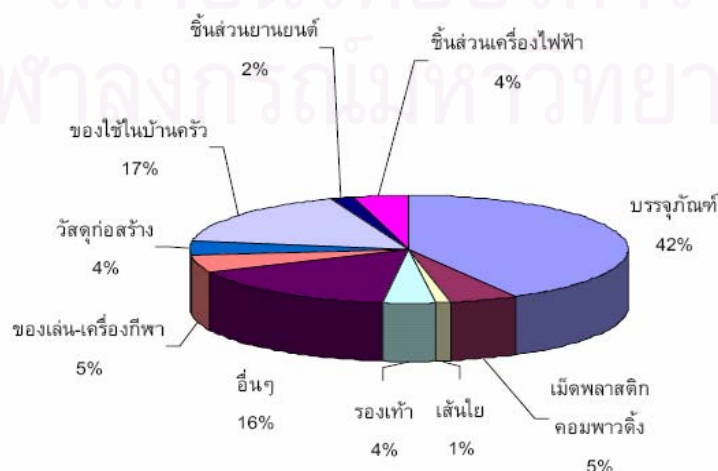
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โรงงานผลิตภัณฑ์พลาสติกในประเทศไทย ส่วนใหญ่เป็น โรงงานขนาดกลางและย่อม มีปริมาณร้อยละ 80 ของโรงงานผลิตภัณฑ์พลาสติกตั้งอยู่ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลแห่งรวมตัวใหญ่ที่สุดอยู่ในกรุงเทพมหานคร อยู่ทางด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ในเขตบางขุนเทียน บางบอน จอมทอง ราษฎร์บูรณะ และทุ่งครุ

ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลพื้นฐานของอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติกในประเทศไทย พ.ศ. 2545

รายละเอียด	ปริมาณ/ที่ตั้ง
จำนวนโรงงาน (โรง)	4,296
สัดส่วน SME (%)	88
แหล่งที่ตั้งโรงงานซึ่งมีการเกาะกลุ่มหนาแน่น	กรุงเทพและปริมณฑล
จำนวนผู้บริโภครายในประเทศ (ล้านคน)	62
จำนวนผู้บริโภครายในประเทศ/โรงงาน (คน/โรงงาน)	14,432

โรงงานอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติกเพื่อประกอบการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์พลาสติก ที่จดทะเบียนกับกรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม มีทั้งสิ้น 4,296 โรงงาน (ตามสถิติกรอ. ธันวาคม 2545) อย่างไรก็ตามจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติกทั้งหมดคาดว่าจะมีอยู่จริงประมาณมากกว่า 5,000 โรงงาน ส่วนโรงงานผลิตเม็ดพลาสติกมี 30 โรงงาน จากสถิติปี พ.ศ. 2543 โรงงานที่จดทะเบียนประกอบการ 4,229 โรงงาน เป็นกลุ่มผู้ผลิตบรรจุภัณฑ์ร้อยละ 41.9 ซึ่งเป็นตลาดใหญ่ที่สุด ตามด้วยกลุ่มผู้ผลิตของใช้ในบ้าน-เครื่องครัวร้อยละ 16.9 ผู้ประกอบการผลิตเม็ดพลาสติกคอมพาวด์ร้อยละ 5.1 สัดส่วนของจำนวนโรงงานผลิตพลาสติกในประเทศไทย ดังแสดงดังรูปที่ 1 และตารางที่ 2



รูปที่ 1 แสดงสัดส่วนจำนวนโรงงานพลาสติก ที่มา: กรมโรงงานอุตสาหกรรม (พ.ศ. 2543) และสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย

**ตารางที่ 2 การจำแนกขนาดและประเภทของโรงงานพลาสติกแต่ละประเภทโดยพิจารณาจาก
เงินทุนจดทะเบียน**

ผลิตภัณฑ์พลาสติก	จำนวนโรงงานแบ่งตามเงินลงทุน International Labor Organization					
	Micro	Small	Medium	Large	Unknown	รวม
บรรจุภัณฑ์	137	970	463	141	61	1772
เครื่องไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์	14	77	56	23	7	177
ชิ้นส่วนยานยนต์	4	36	17	8	1	66
เครื่องใช้ในบ้าน-ครัว	80	423	149	36	28	716
วัสดุชิ้นส่วนก่อสร้าง	17	76	56	31	7	187
ของเล่น/กีฬา	39	106	46	13	5	209
ชิ้นส่วนรองเท้า	15	114	45	5	1	180
เส้นใยสังเคราะห์	-	1	2	22	-	25
เม็ดพลาสติก	8	146	48	10	44	216
อื่นๆ	65	335	163	77	41	216
รวม	379	2284	1045	366	155	422
Mold & Die	6	62	34	9	5	116

หมายเหตุ Micro คือ โรงงานที่มีทุนจดทะเบียนน้อยกว่า 500,000 บาท

Small คือ โรงงานที่มีทุนจดทะเบียนระหว่าง 500,000-8,000,000 บาท

Medium คือ โรงงานที่มีทุนจดทะเบียนระหว่าง 8,00,000-50,000,000 บาท

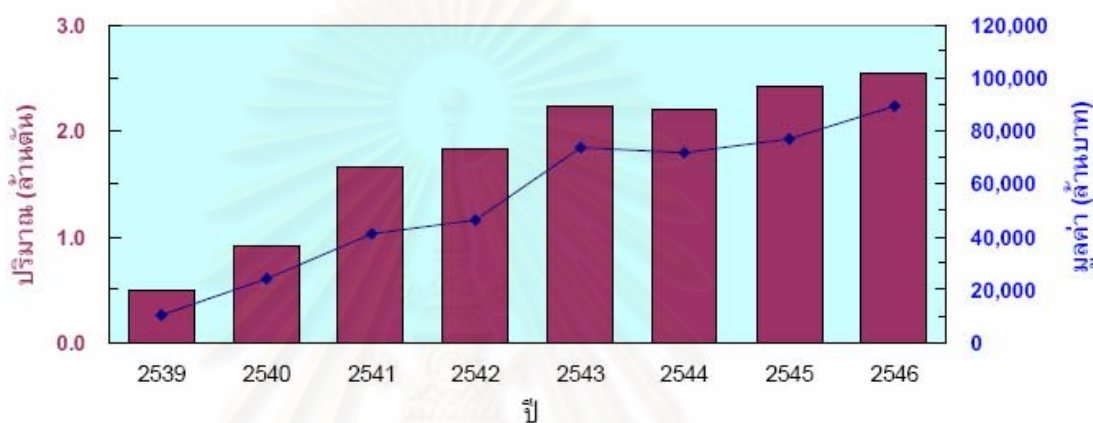
Large คือ โรงงานที่มีทุนจดทะเบียนมากกว่า 50,000,000 บาท

ที่มา : กรมโรงงานอุตสาหกรรม



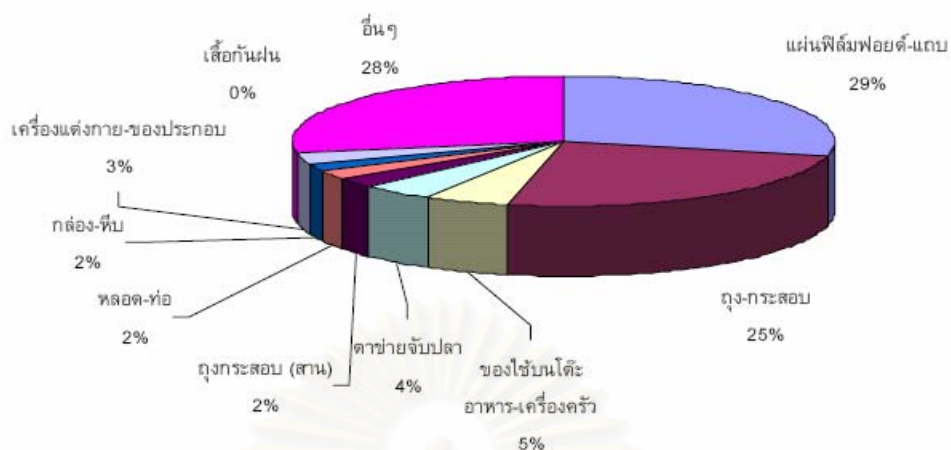
ความสำคัญเชิงเศรษฐกิจ

ถึงแม้ประเทศไทยจะเป็นประเทศเกษตรกรรมแต่สินค้าส่งออกของไทยมากกว่าร้อยละ 75 เป็นสินค้าอุตสาหกรรมและเม็ดพลาสติกเป็นสินค้าส่งออกที่สำคัญของประเทศ แม้ในช่วงวิกฤตเศรษฐกิจและช่วงภาวะเศรษฐกิจถดถอยเม็ดพลาสติกนํารายได้เข้าสู่ประเทศไทยคิดอันดับ 1 ใน 10 มูลค่าการส่งออกและปริมาณเม็ดพลาสติกของประเทศไทยระหว่าง พ.ศ. 2539 - พ.ศ. 2546 แสดงดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 มูลค่าการส่งออกและปริมาณเม็ดพลาสติกของประเทศไทยระหว่างปี พ.ศ. 2539 – 2546
ที่มาสำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม

การส่งออกผลิตภัณฑ์พลาสติกของประเทศไทยจัดเป็นผู้นำในภูมิภาคอาเซียน และเป็นอันดับ 8 ของโลก สินค้าส่งออกที่สำคัญ ได้แก่ แผ่นฟิล์มพอลิ-เอท เซ็นใยสังเคราะห์ ถุงกระสอบ เป็นต้น ดังรูปที่ 3 และตารางที่ 3 ซึ่งอัตราการขยายตัวเชิงมูลค่าการส่งออก ตั้งแต่ พ.ศ. 2539 – พ.ศ. 2546 สูงถึงร้อยละ 25.3 ตลาดส่งออกที่สำคัญ ได้แก่ ประเทศญี่ปุ่นสหรัฐอเมริกา ฮองกง สหราชอาณาจักร ออสเตรเลีย และ กลุ่มประเทศในอาเซียน มูลค่าการส่งออกผลิตภัณฑ์พลาสติกปี พ.ศ. 2543 – พ.ศ. 2546 มีอัตราเติบโตสูงกว่าร้อยละ 40 และมีมูลค่าสูงถึง 51,000 ล้านบาทในปี พ.ศ. 2546 และเมื่อรวมมูลค่าการส่งออกเม็ดพลาสติกและผลิตภัณฑ์พลาสติกคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 4 ของมูลค่าสินค้าส่งออกของประเทศ โดยคิดเป็นมูลค่า 140,000 ล้านบาท



รูปที่ 3 สัดส่วนการส่งออกเชิงมูลค่าของผลิตภัณฑ์พลาสติกที่สำคัญ พ.ศ. 2546

ตารางที่ 3 มูลค่าการส่งออกผลิตภัณฑ์พลาสติกประเภทต่างๆ

ผลิตภัณฑ์ (ล้านเหรียญสหรัฐฯ)	2545	2546	ครึ่งปี	ครึ่งปี	ครึ่งปีแรกปี 2547	
					สัดส่วน	เติบโต
ถุงและกระสอบพลาสติก	263	385	213	156	22%	-27%
แผ่นฟิล์ม พอยล์และ	277	345	157	210	30%	34%
เครื่องแต่งกายและของ	17	34	14	16	2%	19%
กล่องหีบที่ทำด้วย	18	21	10	12	2%	18%
เครื่องใช้สำนักงานที่ทำ	27	33	21	11	2%	-49%
หลอดและท่อพลาสติก	21	27	12	16	2%	28%
พลาสติกปูพื้นและผนัง	36	39	19	18	3%	-7%
เครื่องใช้บนโต๊ะอาหาร	61	63	31	33	5%	8%
ผลิตภัณฑ์พลาสติกอื่นๆ	337	344	165	226	32%	37%
รวมทั้งสิ้น	1,057	1,301	642	698	100%	9%

ที่มา : www.kelive.com



กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก

พลาสติกเป็นสารสังเคราะห์ที่มีความเกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมปิโตรเคมี โดยใช้ผลิตภัณฑ์จากโรงแยกก๊าซธรรมชาติ (Natural gas separation plant) และจากโรงกลั่นน้ำมัน (Crude oil refineries) มาเป็นวัตถุดิบ อันได้แก่ เอทิลีน (Ethylene) โพรพิลีน (Propylene) มีเทน (Methane) แนฟทา (Naphtha) เป็นหลัก และร่วมด้วย เซลลูโลส (Cellulose) จากธรรมชาติ นำมาเข้ากระบวนการเปลี่ยนแปลงให้เป็นโมเลกุลขนาดใหญ่ ผสมผสานสารอื่น ๆ อีกเข้าไปด้วย เช่น ออกซิเจน ไนโตรเจน ซิลิคอน คลอรีน ฟลูออรีน โบรมีน ฟอสฟอรัส กำมะถัน ทำให้ได้วัสดุสังเคราะห์ (Synthetic material) ในรูปสารโพลิเมอร์ (Polymer) หลาย ๆ ชนิดเข้าไปแทนวัสดุจากธรรมชาติอันมีโลหะเป็นแกนนำ นำมาเข้ากระบวนการเปลี่ยนแปลงให้เป็นโมเลกุลขนาดใหญ่ ผสมผสานสารอื่น ๆ อีกเข้าไปด้วย เช่น ออกซิเจน ไนโตรเจน ซิลิคอน คลอรีน ฟลูออรีน โบรมีน ฟอสฟอรัส กำมะถัน ทำให้ได้วัสดุสังเคราะห์ (Synthetic material) ในรูปสารโพลิเมอร์ (Polymer) หลาย ๆ ชนิดเข้าไปแทนวัสดุจากธรรมชาติอันมีโลหะเป็นแกนนำพลาสติกเป็นผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากขั้นตอนการผลิตหนึ่งแล้วนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตขั้นต่อไป

การผลิตพลาสติกแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนคือ

1. อุตสาหกรรมผลิตเม็ดพลาสติก หรือพลาสติกกึ่งสำเร็จรูป (Plastic resin) เริ่มจากการนำวัตถุดิบซึ่งได้มาจากส่วนหนึ่งของน้ำมันดิบที่เรียกว่า แนฟทา (Naphtha) ผ่านขั้นตอนการเกิดโพลิเมอร์ (Polymerisation) เพื่อให้ได้โพลิเมอร์หรือเรซินที่ต้องการ จากนั้นจึงเติมสารเติมแต่ง (Additive) ต่างๆ รวมทั้งสีถ้าต้องใช้ ลงไปตามกรรมวิธีผลิตของพลาสติกแต่ละชนิด เพื่อให้เป็นเม็ดพลาสติกหรือผงพลาสติกซึ่งพร้อมที่จะนำไปทำผลิตภัณฑ์ต่างๆต่อไป อุตสาหกรรมผลิตเม็ดพลาสติกนี้ถือเป็นอุตสาหกรรมปิโตรเคมีขั้นปลาย (Down-stream petrochemical industry) ต้องอาศัยเทคโนโลยีที่ทันสมัยและต้นทุนสูงมาก เม็ดพลาสติกบางส่วนต้องนำเข้าจากญี่ปุ่น ยุโรป สหรัฐอเมริกา และได้หวัน เนื่องจากปริมาณเม็ดพลาสติกบางชนิดไม่เพียงพอกับความต้องการใช้ภายในประเทศ และยังไม่มีการผลิตภายในประเทศหรือคุณภาพยังไม่ดีพอ

2. การนำ เม็ดพลาสติกไปประกอบอุตสาหกรรม การผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกส่วนใหญ่ไม่จำเป็นต้องอาศัยเทคโนโลยีทันสมัยมากนักและต้นทุนไม่ต้องสูงมาก กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก เริ่มจากการนำ วัตถุดิบพลาสติกหรือเม็ดพลาสติกไม่มีสีซึ่งอาจอยู่ในรูป ผงเม็ด และของแข็ง มาผ่านกระบวนการผสมสีต่างๆ ตามความต้องการ แล้วนำมาผ่านกรรมวิธีผลิตแบบต่างๆ ขึ้นกับประเภทของผลิตภัณฑ์พลาสติกเป็นสำคัญ กรรมวิธีผลิตและเทคโนโลยีที่ใช้แยกออกเป็นประเภทใหญ่ๆ ได้ดังนี้

2.1 Moulding เป็นการอัดแบบพลาสติกเม็ดและผงโดยใช้ความร้อนและแรงอัดใน

แม่พิมพ์ปิด แบ่งเป็น

- ชนิดแรงอัด (Compression)
- ชนิดถ่ายโอน (Transfer)
- ชนิดฉีด (Injection)
- ชนิดอัดรีด (Extrusion)
- ชนิดเป่า (Blow)
- ชนิดรีด (Calendering)
- ชนิดอัดแผ่น (Laminating)
- ชนิดอัดเย็น (Cold)

2.2 Casting เป็นการหล่อพลาสติกเหลว แบ่งเป็น

- ชนิดหล่อเย็น (Simple)
- ชนิดหล่อร้อน (Plastisol)

2.3 Thermoforming เป็นการขึ้นรูปร้อน แบ่งเป็น

- ชนิดอัดด้วยแม่พิมพ์ (Mechanical)
- ชนิดสุญญากาศ (Vacuum)
- ชนิดเป่า (Blow)

2.4 Reinforcing เป็นประเภทพลาสติกเหลวกับวัสดุเสริมแรง แบ่งเป็น

- ชนิดใช้มือยก (Handling-up)
- ชนิดใช้เครื่องพ่น (Spray up)
- ชนิดใช้แม่พิมพ์อัด (Matched moulding)
- ชนิดอัดเหลว (Premix moulding)
- ชนิดถุงอัดอากาศ (Pressure-bag moulding)
- ชนิดถุงสุญญากาศ (Vacuum-bag moulding)

2.5 Foaming ประเภทหล่อโฟม

- ชนิดหล่อพลาสติกเม็ด (Moulding expandable polystyrene)
- ชนิดหล่อพลาสติกเหลว (Casting rigid & flexible polyurethane foam)



ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมพลาสติก

ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมพลาสติก มี 3 ประเภท คือ

1) ผู้ผลิตวัตถุดิบ (material manufacture) โรงงานในกลุ่มนี้แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

1.1 โรงงานผู้ผลิตวัตถุดิบพื้นฐาน เป็นโรงงานที่ต้องลงทุนมหาศาล โดยใช้วัตถุดิบ

ธรรมชาติ เช่น ก๊าซธรรมชาติและน้ำมันดิบโดยใช้กรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์แยกส่วนประกอบออกมา สำหรับในประเทศไทยมีโรงงานแยกก๊าซธรรมชาติที่เจาะได้จากนอกชายฝั่งทะเลที่จังหวัดระยอง



1.2 โรงงานผู้ผลิตวัตถุดิบขั้นป้อนแล้ว ส่วนมากจะเป็นโรงงานเชื่อมต่อกับโรงงานผู้ผลิตวัตถุดิบพื้นฐาน นิยมเรียกรวมๆ ว่า Petrochemical industry

1.3 โรงงานผู้ผลิตวัตถุดิบพลาสติก ในประเทศอุตสาหกรรมส่วนมากจะรวมโรงงานประเภทนี้เข้ากับ โรงงานประเภทที่สอง ส่วนในประเทศที่กำลังพัฒนานิยมจัดสร้างเฉพาะ เพราะลงทุนน้อยกว่ามาก เพียงแต่ส่งวัตถุดิบขั้นป้อนแล้วเข้ามาแล้วดำเนินการต่อไปอีกหนึ่งขั้นตอน ก็จะได้วัตถุดิบพลาสติก คือ พลาสติกผง พลาสติกเม็ด หรือพลาสติกเหลว ในประเทศไทยมีโรงงานประเภทนี้หลายโรง เช่น โรงงานทำ PVC, PS, PE



2) ผู้ผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก (Processors or moulder)

คือโรงงานที่นำวัตถุดิบพลาสติกชนิดต่างๆ เช่น ผง เม็ด ไปหล่อขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทต่างๆ เช่น นำเอาพลาสติกผงเมลามีนไปเข้าเครื่องอัดแบบชนิดแรงอัด (Compression moulding) อัดเป็นถ้วยชาม

3) ผู้ประกอบผลิตภัณฑ์ (fabricator or finisher)

คือโรงงานหรือผู้ประกอบการอุตสาหกรรม ที่นำเอาผลิตภัณฑ์พลาสติกสำเร็จรูป เช่น แผ่นท่อ แท่ง ที่ผ่านจากผู้หล่อขึ้นรูปมาแล้วไปตัดแปลง ตัดต่อหรือตัดขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ เช่น นำเอาแผ่นอะคริลิกไปตัด ขึ้นรูปเป็นแผ่นป้ายโฆษณา หรือ พวงกุญแจ



รูปที่ 4 แสดงกระบวนการผลิตพลาสติกตั้งแต่ต้นจนถึงการส่งผ่านไปยังอุตสาหกรรมต่างๆ

100021 การเตรียมพลาสติกเพื่อนำเข้ากระบวนการ ผลิตผลิตภัณฑ์

การย่อย หมายถึงการลดขนาดของพลาสติกแข็งโดยวิธีกล ซึ่งในการย่อยจะทำให้ได้พลาสติกที่มีขนาดเล็กตามที่ต้องการ เหตุผลที่จำเป็นต้องย่อยมีหลายอย่างเช่น เพื่อเพิ่มพื้นที่ในการสัมผัสเพื่อทำการผสม ทำให้อบแห้งได้ดี ป้อนเข้าเครื่องได้อย่างสม่ำเสมอ หลอมละลายได้เร็ว เป็นต้น เครื่องย่อยพลาสติกมีหลายชนิดตามความเหมาะสมของชนิดพลาสติกตามตารางที่ 1 ตัวอย่างเครื่องย่อยที่ควรรู้จักคือ เครื่องรีดย่อย โม่ตี โม่กวน โม่ตัด โม่แท่งตี และโม่รีด

เครื่องรีดย่อยจะใช้สำหรับการย่อยพลาสติกแข็งเปราะได้เท่านั้น สำหรับการย่อยจะต้องใช้โม่บดในการที่จะเลือกใช้โม่ชนิดใดขึ้นอยู่กับว่าต้องการความละเอียดหรือความสม่ำเสมอของเม็ดพลาสติกขนาดไหน



ตารางที่ 1 ชนิดของเครื่องจักรที่เหมาะสมกับคุณสมบัติของพลาสติก


สภาพของพลาสติก	ประเภทเครื่องจักร			
	เครื่องรีดย่อย	โม่ตี	โม่ตัด	โม่แท่งตี
เปราะ	เหมาะสม	เหมาะสม		เหมาะสม
เหนียว			เหมาะสม	เหมาะสม
Elastic			เหมาะสม	
เหมาะสำหรับ	PS,PF	PS,PF,PMMA	PVC,PE,PP,PA	PVC,PE,PF

การผสม คือการนำเอาวัสดุต่างชนิดมารวมกัน และเกลี่ยให้เข้ากัน โดยการให้วัสดุเคลื่อนที่คลุกเคล้ากันจนได้สภาพการผสมที่ต้องการ โดยการหมุนใบกวนในถังเปิดหรือปิดจะทำให้เกิดการกระแทกและเสียดสีกัน เมื่อถึงระยะเวลาหนึ่งจะผสมเข้ากันดี ซึ่งจะมีเครื่องผสมแบบต่างๆที่เหมาะสมกับชนิดและขนาดของพลาสติกตามตารางที่ 2 ในการผลิตพลาสติกเหลวหรือเหนียว เช่น PVCเหลว จะต้องใช้เครื่องกวน โดยปกติแล้วเครื่องผสมแบบนี้จะเป็นถังกระบอก และใบพัดกวนที่ยกขึ้นลงได้ในแนวตั้ง ซึ่งถึงนี้อาจจะเป็น 2 ชั้น ใช้สำหรับให้ความร้อน หรือหล่อเย็นได้ตามต้องการ บางครั้งมีความจำเป็นที่ต้องผสมพลาสติกเหลวที่มีความหนืดสูงที่ยอมให้มีอากาศผสมได้อยู่เล็กน้อย จะต้องมีการดูดอากาศออก แบบนี้จะต้องเป็นเครื่องผสมแบบปิดที่มีเกจวัดความดันและข้อต่อสำหรับปั๊มสุญญากาศติดเอาไว้




ตารางที่ 2 ชนิดของกรรมวิธีผสมที่เหมาะสมกับคุณสมบัติของพลาสติก

สภาพของวัสดุ	กรรมวิธีของเครื่องผสม						
	ทำงานไม่ต่อเนื่อง						ต่อเนื่อง
	ถังกวน	ถังหมุน แกว่ง	ใบผสม	เป่าฟุ้ง	นวด	รีดผสม	นวดด้วยเกลียว
ผง	สารเติม	วัตถุดิบ	วัตถุดิบ	วัตถุดิบ	วัตถุดิบ	วัตถุดิบ	วัตถุดิบสารเติม
เหนียวหนืด			วัตถุดิบ		วัตถุดิบ	วัตถุดิบ	วัตถุดิบสารเติม
หนืดน้อย	วัตถุดิบ		สารเติม	สารเติม	วัตถุดิบ	สารเติม	สารเติม
เหมาะสำหรับ	PVC-Paste UP	PS,PE,PP, PMMA	PVCแข็ง	PVCแข็ง	PVC	PE, PVC	เทอร์โม

 **การหลอมเหลว** ในการทำให้พลาสติกเหลวผงพลาสติกที่ผสมไว้แล้วจะถูกหลอมเหลว และผสมให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกันโดยปกติจะใช้ในการผลิตแผ่นบางโดยการรีดแผ่ โดยเครื่องจักรที่ใช้ในการหลอมเหลวมีดังนี้

- เครื่องนวด(kneader) ประกอบด้วยเรือนทรงกระบอกวางอยู่ในแนวนอน และมีใบนวดรูปตัว Z สองใบหมุนสวนทางกันอยู่ภายในเครื่องนวดภายใน ใบจะประกอบพอดืออยู่ภายใน แท่งกระทุ้งจะกดพลาสติกซึ่งอยู่ในปล่องช่วงบนซึ่งสามารถให้ความร้อนได้ การเอาพลาสติกออกจากเครื่องนวดทำได้โดยการเลื่อนแผ่นปิดด้านล่าง ซึ่งสามารถเลื่อนเข้าออกได้ เนื่องจากเครื่องนวดแบบนี้ต้องใช้กำลังมาก จึงสามารถสร้างได้ขนาดปริมาตรไม่เกิน300ลิตร ส่วนใหญ่จะใช้ในการผสมพลาสติกที่ต้องการเติมสารผสมมากๆ

- เครื่องรีดผสม จะใช้ต่อเมื่อต้องการผสมอย่างเดียว และต้องใช้คนควบคุมการทำงานตลอดเวลา การรีดจะเกิดขึ้นภายในร่องรีดของลูกรีดร้อนสองลูกซึ่งมีแกนขนาน มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระหว่าง300-500มิลลิเมตร และความยาว 800-1,500 มิลลิเมตร หมุนสวนทางกันด้วยความเร็วแตกต่างกันเล็กน้อย เพื่อให้การผสมดียิ่งขึ้นจะต้องมีคนคอยปาดส่วนของพลาสติกที่วิ่งออกทางด้านข้างให้เข้าไปอยู่ตรงกลางของลูกรีดร้อนเสมอ สำหรับการผสม PVC คุณภาพสูงแล้วยังไม่มีเครื่องใดดีกว่าเครื่องรีดผสมแบบนี้

 **การทำพลาสติกเม็ด** การผลิตพลาสติกเม็ดใช้วิธีการแตกต่างกัน2วิธีการคือ การทำเม็ดร้อน (Hot granulating)กับการทำเม็ดเย็น(Cold granulating)

การทำเม็ดร้อน ทำได้โดยการเอาหัวใดหลายรูมาติดไว้หน้าเครื่อง เพื่อให้พลาสติกเหลวไหลผ่านออกมาจากรู และจะมีมีดหมุนอยู่ด้านหน้าเพื่อหมุนตัดให้เป็นเม็ดสั้นๆรอบๆ หัวฉีด และมีดจะมีเรือนหุ้มเพื่อหล่อเย็นเม็ดพลาสติกโดยการเป่าลมเย็น หรือมีวงแหวนน้ำหล่อเย็นอยู่เพื่อรับเม็ดพลาสติก สำหรับพลาสติกที่ตัดได้ง่ายเช่น LDPE ก็จะปล่อยให้ตกลงน้ำเสร็จแล้วจึงนำเม็ดพลาสติกไปอบแห้งหรือไล่น้ำออกแล้วจึงนำไปเก็บไว้ในไซโล

เนื่องจากเม็ดพลาสติกที่ตกลงมาใหม่ๆยังร้อนอยู่จะฟอร์มตัวเป็นเม็ดกลมหรือเม็ดรีได้ ในการผลิตเม็ดพลาสติกรูปทรงกระบอก จะทำได้โดยการปล่อยให้พลาสติกที่ผ่านรูหลายๆรูออกมานั้น ผ่านไปยังอ่างน้ำทำให้เย็นเสียก่อน แล้วใช้เรื่องดึงไปผ่านเครื่องตัดเม็ด คือไปผ่านมีดหมุนตัดซึ่งมีความยาวประมาณ2-3มิลลิเมตร กรรมวิธีนี้เรียกว่าการทำเม็ดเย็น (Cold granulating)



(ก) การทำเม็ดร้อน



(ข) การทำเม็ดเย็น

รูปที่ 1 เปรียบเทียบลักษณะเม็ดพลาสติกของการทำเม็ดร้อนกับการทำเม็ดเย็น

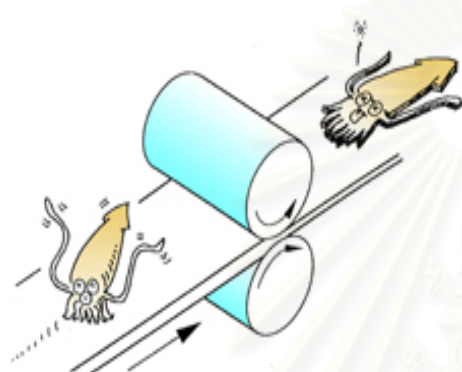
อ้างอิง

บรรเลง ศรีนิล. เทคโนโลยีพลาสติก. พิมพ์ครั้งที่ 18. กรุงเทพมหานคร : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2547.

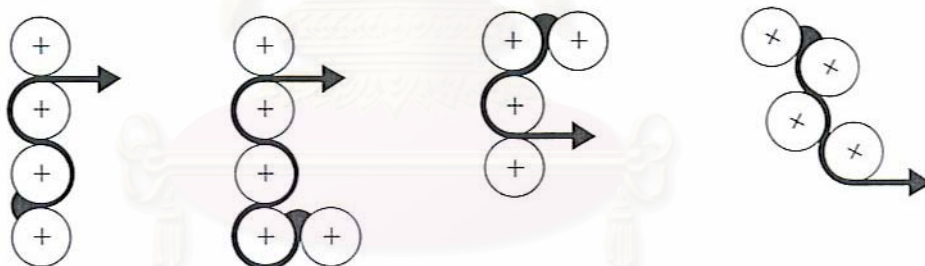
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

210001 กระบวนการรีด พลาสติกแผ่น Calendering

งานรีด (Calendering) ในงานพลาสติก หมายถึง งานขึ้นรูป Thermoplastic โดยให้พลาสติกไหลผ่านลูกรีดสองตัว หรือมากกว่าจนได้แผ่นพลาสติกยาวต่อเนื่องกันไม่รั้งจบ



งานรีดมีบทบาทเป็นพิเศษในการผลิตแผ่นฟิล์ม PVC เนื่องจากแผ่นฟิล์ม PVC มีคุณสมบัติที่ดีในการใช้เป็นวัสดุห่อหุ้ม นอกจากนั้นแล้วยังสามารถทำเป็นแผ่นแข็ง หรือ อ่อนที่เหมาะสมสำหรับใช้ในสำนักงาน หรือใช้เป็นวัสดุตกแต่งต่างๆ โดยปกติจะใช้ ลูกรีดออกเป็นแบบ I, L, F และ Z (ดังรูปที่ 1)



รูปที่ 1 การจัดระเบียบลูกรีดแบบ I, L, F และ Z

การออกแบบลูกกลิ้งสำหรับเครื่องกลิ้งรีดกลิ้ง

เมื่อวัสดุถูกป้อนจากส่วนกรอง (Strainer) ไปยังจุดหนีบของเครื่องรีดกลิ้งซึ่งเป็นบริเวณแรกที่วัสดุรวมตัวเป็นแผ่นซีท แผ่นซีทนี้จะถูกดึงผ่านลูกกลิ้งที่เหลือเพื่อจัดระเบียบพื้นผิวแต่ละด้านให้ดีขึ้น โดยทั่วไปเครื่องรีดกลิ้งสามารถแบ่งออกเป็น 4 แบบตามลักษณะการเรียงตัวของลูกกลิ้ง ดังนี้คือ

- 1. เครื่องรีดกลิ้งแบบตัว I** ส่วนของลูกกลิ้งชดเชย (Offset roll) จะอยู่ส่วนล่างสุดและส่วนดึงขึ้น (Take-off) จะอยู่ส่วนบนสุดของลูกกลิ้ง

2. เครื่องรีดกลิ้งแบบตัว L ส่วนของลูกกลิ้งซดเซยจะอยู่ส่วนล่างสุดและส่วนคิงขึ้นจะอยู่ส่วนบนสุดของลูกกลิ้ง
3. เครื่องรีดกลิ้งแบบตัว F ส่วนของลูกกลิ้งซดเซยจะอยู่ส่วนบนสุดและส่วนคิงขึ้นจะอยู่ตรงกับลูกกลิ้งกลาง
4. เครื่องรีดกลิ้งแบบตัว Z จะเป็นแบบแบนราบหรือแบบเอียงก็ได้ เครื่องรีดกลิ้งแบบนี้จะมีลูกกลิ้งซดเซยอยู่ 2 ลูกกลิ้งและส่วนคิงขึ้นอาจจะอยู่ตรงส่วนบนหรือส่วนล่างของลูกกลิ้งซดเซย หรืออาจอยู่ด้านหลังของกลุ่มลูกกลิ้ง (stack roll)



ในการเลือกการจัดลูกรีดแบบไหนนั้น ขึ้นอยู่กับตัวประกอบหลายอย่าง เช่น แบบ L มีข้อดีอยู่ตรงที่ตำแหน่งเติมผงพลาสติกอยู่ข้างล่าง ทำให้เติมวัสดุได้ง่ายและสะดวกกว่า ส่วนใหญ่จะใช้สำหรับการผลิตแผ่น PVC แข็ง ข้อเสียของลูกรีดแบบ L ก็คือ เมื่อใช้ผลิตแผ่น PVC อ่อน จะมีไอของสารทำให้อ่อน (Softener) ระเหยไปติดด้านหลังของลูกรีด ทำให้คุณภาพของแผ่นพลาสติกไม่ดีเท่าที่ควร ด้วยเหตุนี้ การผลิตแผ่น PVC อ่อน จึงนิยมใช้แบบ Z สำหรับแบบ I นั้นไม่ค่อยนิยม ใช้ในการอุตสาหกรรมพลาสติกมากนัก เนื่องจากป้อนพลาสติกเข้าได้ยาก

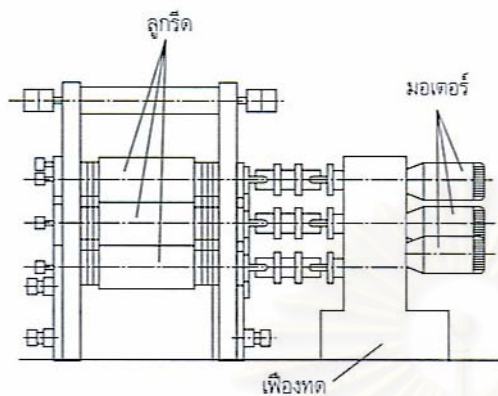
ความหนาของแผ่นฟิล์มพลาสติกจะอยู่ราว ๆ 30 ถึง 800 μm ยกเว้นกระเบื้องยางปูพื้นที่ใช้ในการรีดพิเศษให้มีความหนามากกว่านี้



ในกลุ่มของ Polyolefins นั้น แผ่นฟิล์ม Polyisobutylene มีบทบาทมากในงานก่อสร้าง ส่วน Polyethylene นั้น เดิมทีไม่สามารถจะรีดเป็นแผ่นโดยวิธี Calendering ได้ แต่หลังจากได้ค้นคว้าตัวผสมที่เหมาะสมได้ จึงสามารถรีดได้ แต่ถ้าจะทำเป็นแผ่นโดยวิธี Extrusion นั้นจะง่ายกว่าและไม่มีปัญหาเลย

พลาสติกที่ใช้ในงานรีดมากที่สุด ได้แก่ PVC แข็งและอ่อน รวมทั้ง copolymer ของ PVC ทั้งนี้เป็นเพราะว่า PVC มีคุณสมบัติเหลวเหนียวมากกว่าพลาสติกอื่น ๆ ทั้งหมดเมื่อหลอมละลาย แผ่นฟิล์ม PVC ผลิตโดยวิธีนี้จะประหยัดกว่าวิธีอื่น ๆ ด้วย

โครงสร้างของเครื่องรีด ในการที่ใช้ลูกรีดวางขนานกัน มีกรอบบังคับและให้หมุนอยู่ใน roller bearing จะทำให้ได้การหมุนที่ตรงศูนย์และมั่นคง ระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งจะต้องปรับตั้งได้



รูปที่ 2 เครื่องรีด (calender)

ลูกรีดจะต้องรับแรงรีดสูง ซึ่งจะต้องมีความแข็งแรงและทนการเสียดทานจากพลาสติกได้ดี จึงต้องใช้เหล็กพิเศษหล่อหุ้ม หรือใช้เหล็กชุบแข็งด้วยเปลวไฟ ความแข็งของผิวจะต้องอยู่ระหว่าง 500 ถึง 550 HB

ผิวของลูกรีดจะต้องเจียรระไนเรียบให้มีความลึกลับของความขรุขระประมาณ $0.1\mu\text{m}$ หรือใช้วิธีขัดเรียบ (Polishing) จนมีความลึกลับของความขรุขระของผิวถึง $0.01\mu\text{m}$ ถ้ามีการกัดกร่อนทางเคมี เช่น ในส่วนผสมของ PVC ชนิดพิเศษ อาจต้องใช้เหล็กชุบโครเมียมแข็ง (Hard chromed) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลูกรีดมีถึง 800 mm และยาวจนถึง 2,500 mm

ในระหว่างการทำงานรีดจะมีแรงกระทำที่ร่องรีดมาก ซึ่งทำให้ลูกรีดโค้งจะมีผลทำให้ความหนาของแผ่นพลาสติกไม่สม่ำเสมอ จนอาจจะเกินพิสัยของขนาดที่กำหนดไว้ได้

การหลีกเลี่ยงไม่ให้ความหนาแตกต่างกันมากเนื่องจากลูกรีดโค้งทำได้หลายวิธี เช่น การปรับให้ลูกกลิ้งเฉียง หรือโดยการปรับลูกกลิ้งให้คดกลับ ดังแสดงไว้ในรูปที่ 3

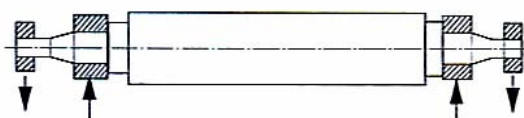
การปรับลูกกลิ้งให้เฉียง ในปัจจุบันนิยมตั้งแนวแกนของลูกรีดก่อนลูกสุดท้าย ให้เบี่ยงไปจากแนวของลูกรีดอื่น ๆ เล็กน้อย โดยวิธีนี้จะทำให้ได้ระยะห่างระหว่างลูกรีดตรงปลายกว้างกว่าตรงกลาง

การตัดลูกรีดจะกระทำที่ลูกรีดลูกสุดท้ายซึ่งทำได้โดยการให้แรงดันจากไฮดรอลิก กระทำที่แบร์ริงปลายเพลลาที่ต่อยื่นออกไป

วิธีการทั้งสองที่กล่าวมานี้ยังไม่พอเพียง ซึ่งจะต้องมีวิธีการแก้ไขอื่น ๆ ช่วยอีก เช่น โดยการเจียรระไนลูกรีดชุดสุดท้ายทั้งสองลูกในสภาพร้อน ซึ่งจะทำให้ได้พิสัย Tolerance ต่ำกว่า $5\mu\text{m}$



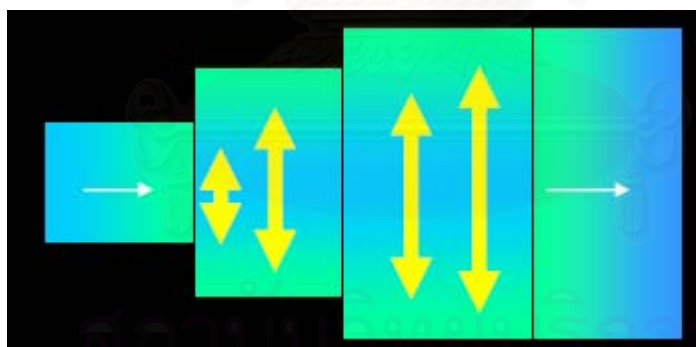
(ก) โดยการปรับลูกรีดเฉียง



(ข) โดยการตัดลูกกลิ้งให้ตัดกลับ

รูปที่ 3 การปรับขนาดเซกการโค้งตัวของลูกรีด

โครงสร้างของสะพานรีดและกรรมวิธีรีด ดังที่กล่าวถึงนิยามในตอนต้นว่า การรีด หมายถึง กรรมวิธีขึ้นรูป โดยเครื่องรีดจะทำหน้าที่ขึ้นรูปและรับหน้าที่ในการหลอมเหลวพลาสติกเพียงเล็กน้อยเท่านั้น เครื่องรีดเป็นเครื่องที่มีราคาแพง ซึ่งจะไม่คุ้มถ้าจะต้องให้ทำหน้าที่หลอมพลาสติกไปด้วยในตัว ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีเครื่องอื่น ๆ ในการเตรียมพลาสติกเข้ามาประกอบด้วย เพื่อให้สามารถผลิตแผ่นพลาสติกที่ยาวไม่รู้จบได้ โดยปกติการขึ้นรูป PVC โดยการรีดจะหลอมพลาสติกไปด้วยในตัว



รูปที่4 แสดงการขยายปริมาณของฟิล์มจากการรีด

การรีดจะรีดเพื่อให้ได้ความหนาและความกว้างของฟิล์มที่ต้องการเพื่อปริมาณการใช้งานที่มากขึ้น

วัสดุที่ใช้ในการงานรีดผลิตฟิล์มPVC

สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือวัสดุหลักกับสารเติมแต่ง

วัสดุหลัก

วัสดุหลักที่ใช้ในการผลิตแผ่นฟิล์ม PVC จะแบ่งออกเป็น 3 ชนิด ได้แก่ พีวีซีแข็ง (Rigid PVC) พีวีซีนิ่ม (Plasticized PVC) และโคโพลีเมอร์ของ PVC ทั้งนี้เป็นเพราะว่าพีวีซีมีคุณสมบัติเหนียวมากกว่าพลาสติกอื่นๆ

1. พีวีซีแข็ง (Rigid PVC) เป็น PVC ที่ไม่ได้มีการผสมสารทำให้อ่อนตัว โมเลกุลของ PVC มีความเป็นอสัณฐาน(Amorphous)สูง และมีปริมาณผลึกต่ำประมาณ 10%เท่านั้น แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลสูงทำให้ PVC มีความแข็ง มีค่าอุณหภูมิเปลี่ยนสถานะคล้ายแก้ว(Glass Transition Temperature, T_g) อยู่ในช่วง 60-85°C และมีค่าอุณหภูมิหลอมตัวผลึก(Crystalline Melting Temperature, T_m) สูงกว่า 275 °C อุณหภูมิการใช้งานของ PVC จะต่ำกว่า T_g ทำให้ PVC แข็งมีลักษณะแข็งและเปราะ ตัวอย่างประยุกต์การใช้งาน PVC แข็ง เช่น การผลิตชิ้นงานจากกระบวนการเอ็กซ์ทรูด เช่นท่อแข็ง ท่อหุ้มสายไฟ ชิ้นงานจากการเป่า เช่นขวดสำหรับบรรจุแชมพู น้ำมันพืช เป็นต้น

2. พีวีซีนิ่ม(Plasticized PVC) หรือไวนิลเป็น PVC ที่มีการเติมสารทำให้อ่อนตัวทำให้พลาสติกมีความนิ่มและความยืดหยุ่น มีสถานะเป็นของแข็งที่นิ่ม ไม่เปราะและแข็งเหมือนพีวีซี แข็งค่าความเหนียวหรือค่าความทนทานต่อแรงกระแทกของพีวีซีนิ่มนั้น จะเพิ่มขึ้นตามปริมาณสารที่ทำให้อ่อนตัวในระยะแรก แต่จะลดต่ำลงถ้าเพิ่มปริมาณสารที่ทำให้อ่อนตัวเกินจุดที่พอดี ที่เป็นเช่นนี้ก็เนื่องจากการผสม PVC กับสารที่ทำให้อ่อนตัวจะทำให้ค่า T_g ลดต่ำลงอาจต่ำถึงอุณหภูมิห้องทำให้สมบัติของ PVC เปลี่ยนจากแข็งเปราะเป็นลักษณะคล้ายหนังหรือคล้ายยางซึ่งจะมีความเหนียวเพิ่มขึ้น แต่ถ้าเพิ่มปริมาณสารทำให้อ่อนตัวต่อไปจะทำให้ PVC ไหลได้ส่งผลต่อการรับแรงกระแทกที่น้อยลง เนื่องจากพีวีซีนิ่มมีค่า T_g และ T_m น้อยกว่าพีวีซีแข็งจึงแปรรูปได้ง่ายกว่า แต่ในการแปรรูป PVC โดยการหลอมจะต้องระมัดระวังในเรื่องการสลายตัวเนื่องจากความร้อนของ PVC ด้วย ตัวอย่างการประยุกต์ใช้งานพีวีซีนิ่ม เช่นการทำชิ้นงานโดยการรีดแผ่น(Calendering)เช่นพลาสติกใส พลาสติกสี หนังเทียมหุ้มเบาะ วอลเปเปอร์ เป็นต้น

3. โคโพลีเมอร์ของ PVC เป็นพีวีซีที่ได้รับการปรับปรุงคุณสมบัติโดยใช้เทคนิค โคโพลีเมอร์เช่นเดียวกับไวนิลอะซิเตท ซึ่งประกอบไปด้วยไวนิลอะซิเตทประมาณ 15%ทำให้มีความยืดหยุ่นเพิ่มมากขึ้นโดยไม่ต้องใช้สารทำให้อ่อนตัว พลาสติก PVC เป็นวัสดุที่นิยมใช้กันมากในงานอุตสาหกรรมพลาสติกเนื่องจากสามารถปรับปรุงให้มีคุณสมบัติที่หลากหลายแตกต่างกันไปได้มาก โดยการเติมส่วนผสมต่างๆและวัสดุเสริมเข้าไป การเติมสารจะมีปริมาณตั้งแต่ 0.01-50% ของพลาสติกและผสมให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกัน

สารเติมแต่งและสารเสริมที่นิยมใช้ในงานรีดผลิตฟิล์ม PVC

สารเติมแต่ง (Additives) เป็นสารที่ใช้ผสมกับพลาสติก PVC เพื่อช่วยในการปรับปรุงและเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกล สมบัติทางกายภาพและสมบัติทางเคมี ทำให้พลาสติกมีสมบัติเหมาะสมกับการใช้งาน ความต้องการของตลาดและความสามารถในการขึ้นรูป เนื่องจากสารเติมแต่งมีหลายชนิดจึงเลือกกล่าวถึงเฉพาะที่สำคัญๆ และที่นิยมใช้ในงานรีดพลาสติกแผ่น ดังต่อไปนี้

สารที่ทำให้อ่อนตัว (Softener/ Plasticizer)

เป็นสารเติมแต่งที่เป็นของเหลวหรือของแข็งที่มีจุดหลอมเหลวต่ำใช้ผสมกับพลาสติก เพื่อให้พลาสติกที่มีลักษณะแข็งและเปราะให้มีความนิ่มและยืดหยุ่นมากขึ้น ช่วยลดอุณหภูมิในการผลิตลงเนื่องจากสารทำให้อ่อนตัวจะไปลดแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลของโพลิเมอร์ และเพิ่มปริมาตรอิสระ (Free Compound) ของวัตถุดิบ ส่งผลให้ค่าอุณหภูมิเปลี่ยนสถานะคล้ายแก้ว (T_g) ของโพลิเมอร์ลดลง ดังนั้นสมบัติอื่นๆที่สัมพันธ์กับค่า T_g จะเปลี่ยนแปลงด้วย เช่น อุณหภูมิการไหลและความหนืดตัวของโพลิเมอร์จะลดลง เนื่องจากโมเลกุลของโพลิเมอร์สามารถเคลื่อนตัวผ่านซึ่งกันและกันได้ง่ายยิ่งขึ้นทำให้การแปรรูปทั้งทางการเอ็กซ์ทรูด การรีดแผ่นและการฉีดเข้าเบ้าง่ายขึ้น สมบัติอื่นๆเช่นความแข็ง ค่าโมดูลัสและการทนต่อแรงดึงจะลดลงแต่สมบัติด้านความยืดหยุ่น การยืดที่จุดขาด การพักความเค้น (Stress Relaxation) และอัตราการคืบจะเพิ่มขึ้น

สารที่ทำให้อ่อนตัวแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม คือพวกความหนืดต่ำและกลุ่มความหนืดสูง

1. กลุ่มความหนืดต่ำ (Low Viscosity-Monomer Softener) มีคุณสมบัติทำให้พลาสติกเกิดการอ่อนตัวเป็นหลัก สารทำให้อ่อนตัวที่มีความหนืดต่ำที่นิยมใช้กันมาก “ดีแก่ Dioctylphthalate(DOP) ซึ่งเป็นสารทำให้อ่อนตัวที่สามารถแยกออกจากเนื้อพลาสติกได้ด้วยสารละลาย
2. กลุ่มความหนืดสูง(High Viscosity-Monomer Softener) นิยมใช้ในกรณีที่ต้องการปรับปรุงคุณสมบัติด้านอื่นๆของพีวีซีให้ดีขึ้นแต่คุณสมบัติด้านการอ่อนตัวจะต่ำลง เช่นทนต่อน้ำมันเบนซิน ไขมัน หรือคงทนต่อการเคลื่อนย้ายของสารทำให้อ่อนตัว

สารที่ทำให้เสถียร (Stabilizer)

มีหน้าที่ป้องกันการสลายตัวของพีวีซีเนื่องจากความร้อน รังสีที่มีพลังงานสูง เช่น แสง UV ออกซิเจน รวมถึงความชื้นซึ่งมีส่วนทำให้พลาสติกเสื่อมสภาพ โดยจะทำให้เกิดการสลายตัวของพันธะโซ่โมเลกุลทำให้สมบัติทางกลของพลาสติกเสื่อมลง เพื่อเป็นการป้องกันการสลายตัวของพีวีซีจำเป็นต้องผสมสารที่ทำให้เกิดความเสถียรลงในพลาสติก เช่น PVC ถ้าไม่มีสารที่ทำให้เสถียร จะไม่สามารถหลอมเหลวเพื่อการขึ้นรูปได้ เนื่องจากอุณหภูมิการผลิตที่สูงจะทำให้กรดเกลือ (HCL) ถูกแยกออกมาทำให้โซ่โมเลกุลถูกทำลาย โดยจะกลับมาทำปฏิกิริยา Double Bond ซึ่งจะ

สารหล่อลื่น (Lubricant)

ทำหน้าที่ช่วยลดการเสียดสีทั้งภายในและภายนอกของพลาสติกมีผลทำให้เกิดการเคลื่อนตัวของโมเลกุลหรือส่วนของโมเลกุลง่ายขึ้น ทำให้เกิดการไหลได้ง่ายขึ้น โดยทั่วไปสามารถแบ่งกลุ่มสารหล่อลื่นออกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ สารหล่อลื่นภายใน และ สารหล่อลื่นภายนอก

1. สารหล่อลื่นภายใน (Internal Lubricant) จะทำให้สายโซ่โมเลกุลของโพลิเมอร์เคลื่อนตัวได้ง่ายขึ้น เกิดการเสียดสีกันน้อยลง ทำให้โพลิเมอร์ไหลง่าย แปรรูปได้ง่ายและความหนืดของตัวพลาสติกเหลว (Melt Viscosity) ลดลง
2. สารหล่อลื่นภายนอก (External Lubricant) จะไม่รวมตัวกับพลาสติกโดยจะแยกตัวออกเป็นเนื้อที่อุณหภูมิการทำงานสูง และสร้างชั้นฟิล์มหล่อลื่นระหว่างพลาสติกเหลวกับผนังเครื่องจักรที่สัมผัส จะช่วยลดแรงเสียดทานระหว่างผิวเครื่องจักรกับพลาสติก ช่วยทำให้การแปรรูปง่ายขึ้น และช่วยเพิ่มอายุการใช้งานของเครื่องจักร สารหล่อลื่นภายนอกส่วนใหญ่จะเป็นพอกซ์ซีต (Wax) และกรดไขมัน

สารสี (Colorant)

สารสีเป็นสารเติมแต่งที่ผสมลงในพลาสติก เพื่อให้เกิดความสวยงาม ช่วยดึงดูดความสนใจและช่วยป้องกันการเสื่อมสภาพเนื่องจากแสง สามารถแบ่งชนิดของสารสีตามความสามารถในการทำละลายได้ 2 ชนิดคือ

1. สีผง (Pigments) เป็นสารสีที่ไม่ละลายในพลาสติกแต่จะกระจายตัวได้ดี ขนาดความละเอียดของเม็ดสีอยู่ระหว่าง 0.01-1 μm มี 2 ชนิดคือ สีผงอินทรีย์และสีผงอนินทรีย์
2. สีข้อม เป็นสารสีที่ละลายในพลาสติกได้ ให้ความโปร่งใสสูงกว่าสีผง สารสีประเภทนี้จะไม่มีปัญหาเรื่องการกระจายตัวเนื่องจากจะเกิดการละลายตัวในพลาสติก

แคลเซียมคาร์บอเนต

ผงแคลเซียมคาร์บอเนตเป็นสารที่นำมาใช้เพื่อเนื้อให้กับพลาสติก เพื่อลดต้นทุนในการผลิตลงเนื่องจากมีราคาถูกกว่า PVC มาก สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ลักษณะ คือ ซอร์ค หินปูนและหินอ่อน การพิจารณาเลือกใช้แคลเซียมคาร์บอเนตเป็นสารเพิ่มเนื้อให้กับพลาสติกต้องคำนึงถึงราคาและความบริสุทธิ์ทางเคมี เช่น ปริมาณของสิ่งปนเปื้อน การเตรียม ผิวสำเร็จของผงแคลเซียมคาร์บอเนตรวมถึงความสมดุลระหว่างราคากับคุณสมบัติทางกล

การผลิตแผ่นฟิล์ม PVC จะมีกรรมวิธีอยู่สองขั้นตอนคือ

1. การเตรียมพลาสติกพร้อมการหลอมพลาสติกล่วงหน้า
2. การขึ้นรูปเป็นแผ่นฟิล์ม

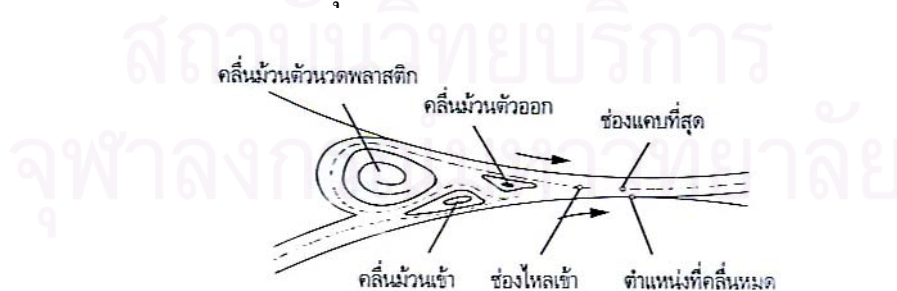
ในขั้นแรกของสะพานรีด จะมีผงพลาสติกแข็งที่มีส่วนผสมที่เหมาะสมอยู่ ดังตัวอย่างต่อไปนี้ เป็นส่วนผสมของ PVC แข็งและอ่อน

ตารางที่ 1 ส่วนผสมของ PVC ที่ใช้ผลิตแผ่นฟิล์ม

ส่วนผสม	PVC แข็ง	PVC อ่อน
PVC-S หรือ -E	100 ส่วน	100 ส่วน
Softener	-	50 ส่วน
Stabilisor	2 ส่วน	1.5 ส่วน
สารนำร่อง	1.5 ส่วน	0.5 ส่วน
สี	2 ส่วน	2 ส่วน

ผงพลาสติกผสมที่มาจากเครื่องผสมจะส่งต่อไปเข้าเครื่องหลอมเหลวและทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน (Homogenized melt) ในการนี้อาจใช้เครื่องที่ทำงานต่อเนื่องหรือทำงานเป็นจังหวะก็ได้ ส่วนใหญ่จะตั้งไว้ต่อเนื่องกัน

เครื่องหลอมพลาสติกแบบไม่ต่อเนื่องได้แก่ เครื่องนวดภายใน (Inner kneader) และเครื่องรีดผสมจะเป็นการดีกว่าถ้าใช้เครื่องหลอมพลาสติกทำงานต่อเนื่อง ซึ่งจะทำให้สารพลาสติกที่หลอมเข้าเป็นเนื้อเดียวกันแล้วยังมีสภาพการหลอมเหลวคงที่ คือ มีอุณหภูมิและสภาวะเหลวที่ต้องการ จะทำให้ได้แผ่นฟิล์มที่มีคุณภาพดีและได้ผลผลิตที่สม่ำเสมอ



รูปที่ 5 การไหลของพลาสติกในทิศทางารรีด

การหลอมเหลวพลาสติกก่อนทำการรีดด้วย Extruder

เครื่องเตรียมพลาสติกทำงานต่อเนื่อง คือ เครื่อง Extruder ซึ่งจะทำให้พลาสติกผสมเข้ากัน เป็นเนื้อเดียวกันดีเป็นพิเศษ ทั้งนี้เพราะเกลียวหนอนจะทำหน้าที่นำและผสมพลาสติกในช่วงผสมของเกลียวหนอน

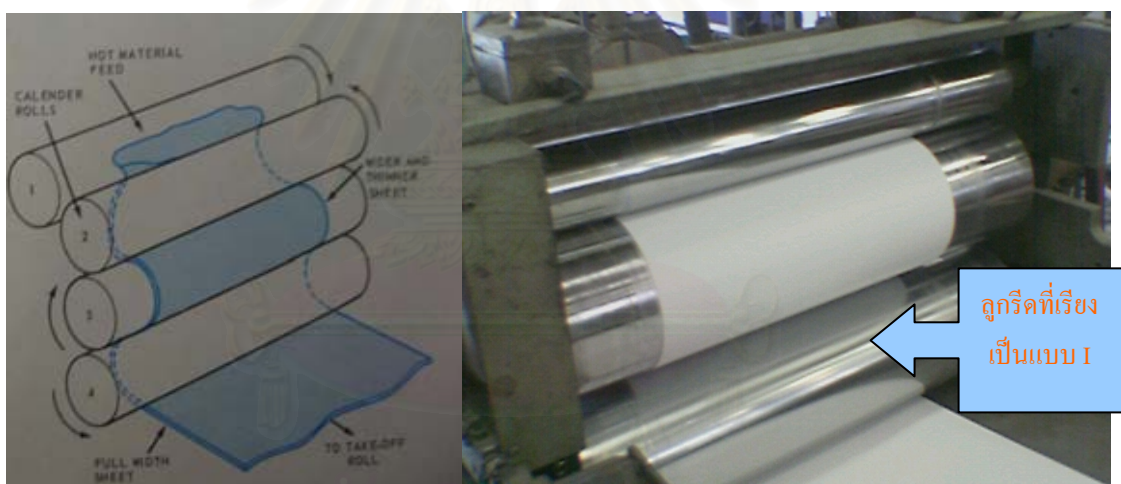


รูปที่ 6 เครื่อง Extruder ในกระบวนการรีด

จากการหลอมพลาสติกล่วงหน้า จากนั้นจะขึ้นรูปขึ้นต้นด้วยกระบวนการ Extrusion (มีรายละเอียดในเนื้อหาถัดไป) เพื่อให้ออกมาเป็นรูปทรงเป็นพลาสติกแผ่นด้วยหัวดายทรงไม้เขวนเสื่อ จากนั้นจึงจะส่งต่อไปที่เครื่องรีด ส่วนช่วงรีดจะไม่ตั้งให้ขนานกัน ทั้งนี้เพื่อให้พลาสติกเหลวที่เดิมเข้าไปเคลื่อนจากปลายข้างหนึ่งไปยังอีกข้างหนึ่งของลูกกลิ้ง ณ ตำแหน่งนี้จะใช้มีดหมุนปาดออกเป็นแถบและส่งออกไปเข้าเครื่องรีดแผ่น การส่งเข้าจะใช้สายพานลำเลียงส่งเข้าอย่างสม่ำเสมอ ปริมาณพลาสติกจะต้องกะให้พอดีที่เครื่องรีดแผ่นจะรีดได้ มิฉะนั้นจะทำให้ผิวบางส่วนของพลาสติกเหลวเย็นลง ทำให้คุณภาพของแผ่นฟิล์มลดลง



รูปที่ 7 แสดงการขึ้นรูปขั้นต้นด้วยกระบวนการ Extrusion



รูปที่ 8 แสดงการรีดด้วยลูกรีดแบบ I

พลาสติกเหลวที่เข้ามายังลูกรีดแผ่น ก่อนอื่นจะเกิดคลื่นของการหมุนตัวก่อนวิ่งผ่านลูกรีด เนื่องจากการนวดของลูกรีด ดังรูปที่ 4 คลื่นของการหมุนตัวซึ่งเกิดจากคลื่นหลาย ๆ คลื่นซ้อนกัน และแพร่ตัวออกทางด้านข้างของลูกรีด เพื่อป้องกันไม่ให้พลาสติกเลเยอออกมาจากลูกกลิ้ง จะต้องมียูนิฟอร์มป้องกันด้านข้างเอาไว้ด้วย

พลาสติกจะโอบติดกับลูกกลิ้งลูกหนึ่งหลังจากผ่านช่องรีดออกไป จนกว่าจะเข้าช่องรีดช่องต่อไป โดยจะมีการนวดเกิดขึ้นที่หน้าลูกรีดทุกชุดเสมอ โดยเมื่อแผ่นฟิล์มผ่านออกจากช่องรีดสุดท้ายแล้วก็จะมีเครื่องดึงแผ่นฟิล์มออก เพื่อให้แน่ใจว่าการส่งทอดแผ่นฟิล์มผ่านลูกรีดแต่ละชุดได้อย่างสม่ำเสมอ จึงปรับให้ลูกกลิ้งชุดหลัง ๆ มีความเร็วสูงกว่าชุดหน้า ๆ เล็กน้อยเสมอ

การรักษาอุณหภูมิให้คงที่ตามความยาวและผิวของลูกรีดมีความจำเป็นมาก เพราะอุณหภูมิที่แตกต่างกันมากย่อมหมายถึง ความแตกต่างของเส้นผ่านศูนย์กลางของลูกกลิ้งมากด้วย การให้ความร้อนจะใช้น้ำร้อนความดันสูงผ่านเข้าไปในรูน้ำซึ่งห่างจากผิวของลูกรีดประมาณ 50 mm



รูปที่ 9 แสดงการคลายความร้อนของแผ่นฟิล์ม



แผ่นฟิล์มจากการผลิตจำเป็นต้องตัดขอบเนื่องจากการรีดจะทำให้เนื้อพลาสติกถูกรีดไหลออกไปที่บริเวณขอบ จึงทำให้บริเวณขอบมีเนื้อหนาและขรุขระ ซึ่งจะลำบากในการจัดเก็บ

รูปที่ 10 แสดงการตัดขอบของแผ่นฟิล์มก่อนการตัดแบ่ง



รูปที่ 11 แสดงการตัดแบ่งเพื่อให้ได้ขนาดที่เหมาะสมในการจำหน่าย



รูปที่ 12 แสดงการจัดเก็บฟิล์ม ด้วยเครื่อง Winder



รูปที่ 13 เศษพลาสติกที่เหลือทิ้งจากกระบวนการรีดพลาสติก

- การผลิตแผ่นฟิล์ม PVC แข็ง แบ่งตามกรรมวิธีการผลิตได้ 2 ลักษณะคือ แบบใช้อุณหภูมิสูง (HT) และแบบอุณหภูมิต่ำ (NT) แล้วอบความร้อนภายหลัง

สำหรับกรรมวิธีอุณหภูมิสูง (HT) จะใช้อุณหภูมิค่อนข้างสูง คือ ประมาณ 180°C ถึง 220°C พลาสติกเหล่านี้จะมีความเหนียวต่ำ จนทำให้คลื่นนวดก่อนหน้าลูกรีดม้วนตัวลง

เนื่องจากใช้อุณหภูมิสูง สำหรับ PVC จึงจำเป็นต้องมีการป้องกันการสลายตัวเมื่ออุณหภูมิสูง (Heat stabilisor)

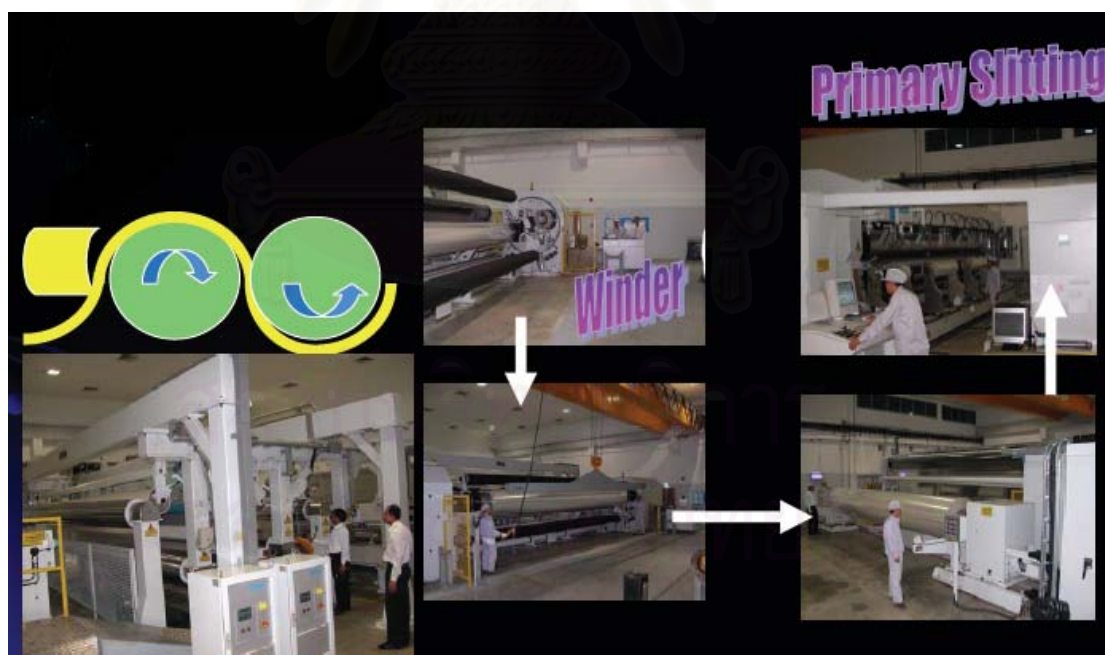
สำหรับกรรมวิธีอุณหภูมิต่ำ (NT) หรือ Normal temperature process เป็นกรรมวิธีผลิตฟิล์ม PVC แข็งที่อุณหภูมิต่ำ คือ ประมาณ 160°C ถึง 180°C โดยการรีด หลังจากนั้นจะต้องใช้อุณหภูมิสูงอีกครั้งหนึ่ง ฟิล์มพลาสติกที่นำมาจากลูกรีดแรก ๆ ที่ยังหลอมละลายไม่ดี จะได้รับความร้อนโดยเร็วจากลูกรีดความร้อนสูงที่อยู่ถัดมา ซึ่งจะร้อนจนถึงจุดที่ต้องการในระยะเวลาอันสั้น ทำให้ฟิล์มพลาสติกกลายเป็นเนื้อเดียวกันและมีคุณสมบัติทางกลดีขึ้นกว่าแผ่นฟิล์ม PVC แข็งแบบอื่น ๆ โดยนิยมใช้กรรมวิธีอุณหภูมิต่ำต่อเมื่อต้องการแผ่นฟิล์มที่มีความแข็งแรงสูง ส่วนอุณหภูมิที่ใช้ในการผลิตแผ่นฟิล์ม PVC อ่อน จะอยู่ระหว่าง 150°C ถึง 190°C

หลังจากที่เอาฟิล์มออกจากลูกรีดชุดสุดท้ายแล้ว สามารถจะเลือกโปรแกรม อุณหภูมิ และความเร็วในการดึงยืดในช่วง Thermoplastic การยืดออกในช่วง Thermoelastic อัตราการยืดตัวได้

เราสามารถจะทำการกดขึ้นลายฟิล์มด้วยลูกกลิ้งกดขึ้นลายเย็นกับลูกกลิ้งรองรับซึ่งกรุด้วยยางในช่วง Thermoplastic ได้ หลังจากนั้นก็นำแผ่นฟิล์มให้โอบไปกับลูกกลิ้งหล่อเย็นที่อุณหภูมิ 25 °C ด้วยมุมโอบโต ๆ เพื่อให้เย็นลง ขอบของแผ่นฟิล์มจะถูกตัดออกเพื่อนำไปเข้าเครื่องรีดผสมใหม่ ที่ลูกรีดชุดสุดท้ายจะมีเครื่องมือวัดความหนาเอาไว้เพื่อตรวจสอบความหนาและปรับช่องรีดของลูกรีดชุดสุดท้าย

ที่ปลายของสะพานเครื่องรีด (ดังรูปที่ 5) แผ่นฟิล์มจะถูกม้วนด้วยความเร็ววงที่ โดยใช้ระบบเฟืองพิเศษแบบมีตัวปรับโมเมนต์หมุนกับมอเตอร์แบบควบคุมความเร็วได้ ความเร็วในการม้วนแผ่นฟิล์ม PVC แข็งใช้ประมาณ 40 ถึง 60 เมตร/นาทีก และ PVC อ่อนใช้ประมาณ 80 ถึง 100 เมตร/นาทีก

เนื่องจากต้องการความละเอียดสูงในการผลิตแผ่นฟิล์มและขั้นตอนของกรรมวิธีต่าง ๆ ตั้งแต่การเตรียมพลาสติกไปจนถึงการม้วนแผ่นพลาสติกมีมากมาย จึงจำเป็นต้องมีอุปกรณ์ไฟฟ้าควบคุมและปรับขนาดต่าง ๆ และต้องใช้บุคลากรที่มีความรู้ในเรื่องนี้เป็นอย่างดีมากทีเดียว



รูปที่ 14 แสดงกระบวนการผลิตจากการรีดไปถึงม้วนเก็บเพื่อจำหน่ายของเครื่อง Calendering ขนาดใหญ่

อ้างอิง

บรรเลง ศรีนิล. เทคโนโลยีพลาสติก. พิมพ์ครั้งที่ 18. กรุงเทพมหานคร : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2547.

สมศักดิ์ วรมงคลชัย. เทคโนโลยีโพลีเมอร์ 1. พิมพ์ครั้งที่ 1 .กรุงเทพมหานคร : คณะวิทยาศาสตร์ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2544.

สุเมธ กาฬภักดี. ภักดี. การลดของเสียผ้าใยเป็นลอนในกระบวนการรีดพลาสติกแผ่น.

วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมระบบการผลิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2547.



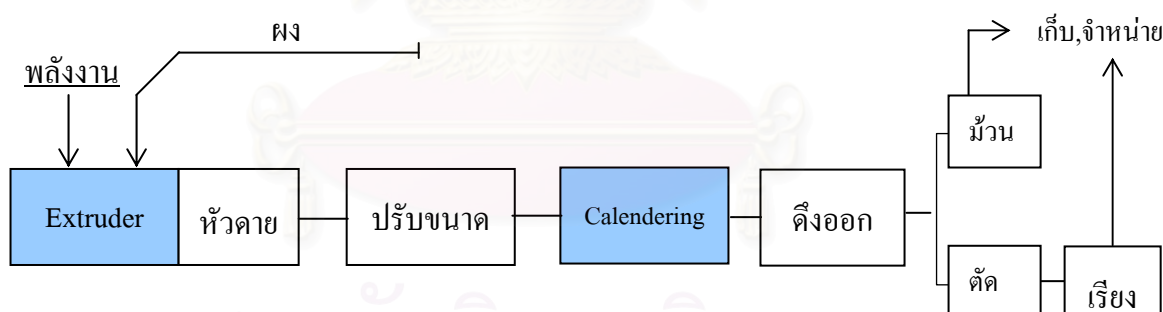
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

210002 การทำงานของ Extruder

ในกระบวนการ Calendering นั้น จำเป็นจะต้องมีการหลอมเหลวพลาสติกและขึ้นรูปขั้นต้นก่อน ด้วยเครื่อง Extruder ซึ่งมีรูปแบบการขึ้นรูปเป็นแบบ Extrusion ซึ่งหมายถึง การผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกที่ยาวต่อเนื่องกันไม่รู้จบ จากสารพลาสติกที่เป็นผง หรือเป็นเม็ด

หลักการของเครื่อง Extruder ก็คือ มีเกลียวหนอนประกอบหมุนได้อยู่ในเรือนทรงกระบอก ทำการอัดหลอม และผสมพลาสติกซึ่งเติมลงมาทางด้านบนของกระบอกสูบ และดันออกทางด้านหน้าเครื่อง Extruder อย่างเดียวนั้นไม่ใช่เครื่องผลิตภัณฑ์ เพราะเป็นเพียงส่วนเดียวของระบบ Extrusion ทั้งหมดจะต้องประกอบเครื่องมือสร้างรูปทรง (หัวตาย) เข้ากับเครื่อง Extruder แล้วนำอุปกรณ์อื่นเข้ามาประกอบด้วย เช่น เครื่องปรับขนาด (Calibrator) ชุดหล่อเย็น เครื่องดึง เครื่องม้วน หรือเครื่องตัดเข้าไปด้วย จึงจะครบทั้งระบบ ดังรูปที่ 1

เครื่อง Extruder นอกจากจะมีแบบเกลียวหนอนเดี่ยวแล้ว ยังมีแบบที่มีเกลียวหนอนหลายตัวอีกด้วยในบรรดาเครื่อง Extruder แบบเกลียวหนอนหลายตัวนั้น แบบตัวหนอนคู่ นั้นเหมาะสำหรับพลาสติกที่เป็นผงเป็นอย่างยิ่ง โดยเฉพาะ PVC



รูปที่ 1 หลักการของระบบ Extrusion

พลาสติกที่ใช้งาน Extrusion

ตามหลักแล้ว เทอร์โมพลาสติก ทุกชนิดสามารถจะทำการ Extrusion ได้ มีข้อจำกัดคือ พลาสติกนั้น เมื่ออ่อนตัวจะต้องมีความหนืดสูง ทั้งนี้เพื่อว่าเมื่อพลาสติกผ่านหัวฉีดออกมาจะต้องทรงรูปได้ชั่วระยะเวลาหนึ่ง ไม่ไหลมารวมกัน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องเลือกชนิดของพลาสติกที่

พลาสติกที่นำมาเข้าขบวนการ Extrusion ส่วนใหญ่จะเป็น PVC ทั้งแข็งและอ่อน ตามมา
ด้วย Polyethylene และ Polypropylene



ก่อนนำมาผลิตต้องมีกระบวนการนำวัตถุดิบ
มาเข้าถังผสมก่อน ซึ่งการผสมทำ
เพื่อให้ได้คุณสมบัติที่ต้องการ หรือ
การผสมกับเม็ดพลาสติกที่มาจาก
การรีไซเคิล



ตัวอย่างเม็ดที่ใช้ผลิตจริง สามารถ
สังเกตได้ว่ามีเม็ดหยาบจากการรี
ไซเคิลผสมมาด้วย

รูปที่2 แสดงการเตรียมพลาสติกและเม็ดพลาสติกก่อนเข้ากระบวนการอัดรีด

ตารางที่ 1 พลาสติกที่ใช้งาน Extrusion

ชื่อทางเคมี	สัญลักษณ์	อุณหภูมิการ °C	ตัวอย่างการใช้งาน (ตัวอย่างงาน Extrusion)
Celluloseacetate	CA	160 ถึง 200	Profile ต่างๆและแผ่นแบน
Polystyrene (Normal Polystyrene)	PS	170 ถึง 210	แผ่นฟิล์มที่ดึงยืดทั้งสองแกนและ
Styrene-Butadien Copolymerisate	SB	170 ถึง 220	แผ่นหนา แผ่นฟิล์ม และเส้นใย
Acrylnitrile-Hitadien-Styrene Terpolymerisate	ABS	170 ถึง 220	แผ่นหนา และท่อ
Polyethylene soft (PE low density)	LDPE	130 ถึง 200	ท่อ แผ่น ฟิล์ม ภาชนะกลวงหุ้มลวด
Polyathelene hard (PE high density)	HDPE	140 ถึง 220	ท่อ แผ่น ฟิล์ม ภาชนะกลวงหุ้มลวด
Polypropylene	PP	180 ถึง 260	ท่อ ฟิล์ม แผ่น Monofile และแถบ
Polyvinylchloride	PVC	180 ถึง 220	ท่อ ฟิล์ม และแผ่น
Polyvinylchloride Copolymerisate	PVC	180 ถึง 210	ท่อ ฟิล์ม และแผ่น
Polyvinylchloride with Softener	PVC	150 ถึง 190	สายยาง ฟิล์ม หุ้มสายไฟและลวด
Polymethylmethacrylate	PMMA	160 ถึง 190	แผ่นและฟิล์ม
Polycarbonate	PC	300 ถึง 340	แผ่น Profile และภาชนะกลวง
Polyamide	PA	260 ถึง 300	สายยาง หุ้มลวด Monofile และ
Polyacetal	POM	170 ถึง 200	ท่อ และ Profile ต่างๆ

2. เม็ดพลาสติกทำฟิล์มและวัตถุดิบรูปอื่นๆ

โดยทั่วไปแล้วเราใช้วัตถุดิบ ทำฟิล์มพลาสติกจากเม็ดพลาสติกเทอร์โมพลาสติก (THERMOPLASTIC COMPOUND) ในรูป เมล็ด เกร็ด (PELLET) และผง (POWDER) ที่มีวัสดุเติมแต่ง (ADDITIVES) เช่น สารลดการจับติดระหว่างแผ่นซ้อน (ANTILOCKIN AGENT) สารช่วยระบานการสะสมไฟฟ้าสถิต (ANTISTATIC AGENT) สารช่วยการและแยกแผ่น (SLIP AGENT) สารหล่อลื่นช่วยในการผลิต (LUERICANT) สี (COLORANT)



รูปที่ 3 แสดง เม็ดพลาสติกที่เตรียมนำเข้ากระบวนการผลิต

เมื่อพิจารณาหาความแตกต่างระหว่างเม็ดพลาสติกงานเป่าถึงกับเม็ดพลาสติกงานฉีด จะพบว่า งานExtrusion ทั่วไปต้องการ ค่าดัชนีการไหลละลาย (MFI) ต่ำ มีความหนืดมาก เหนียวข้นกว่า มีขนาดความยาวตัวค่อนข้างยาวมากกว่านั้นย่อหมายถึง มีน้ำหนักโมเลกุลสูงกว่า อยู่ในปฏิกิริยาโพลิเมอไรเซชันนาน ทำให้คุณสมบัติไหลช้า รักษารูปทรงขณะเป็นของเหลวชั้นๆ ได้ดีกว่า แต่จะทำให้สิ้นเปลืองพลังงานในการผลิตมาก และที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งคือ เม็ดพลาสติกงานทำฟิล์มส่วนใหญ่จะมีลักษณะการกระจายน้ำหนักโมเลกุลจัดว่าแคบ [NARROW MOLECULAR WEIGHT DISTRIBUTION (NWD)] ในงานที่ต้องการคุณภาพ ให้คุณสมบัติพลาสติกเหลวสม่ำเสมอทั่วถึง

ตารางที่ 3 ลักษณะสำคัญของเม็ดพลาสติกทำฟิล์มประกอบด้วย ความหนาแน่น ดัชนีการไหลละลาย (MI) และลักษณะการกระจายโมเลกุล (MWD)

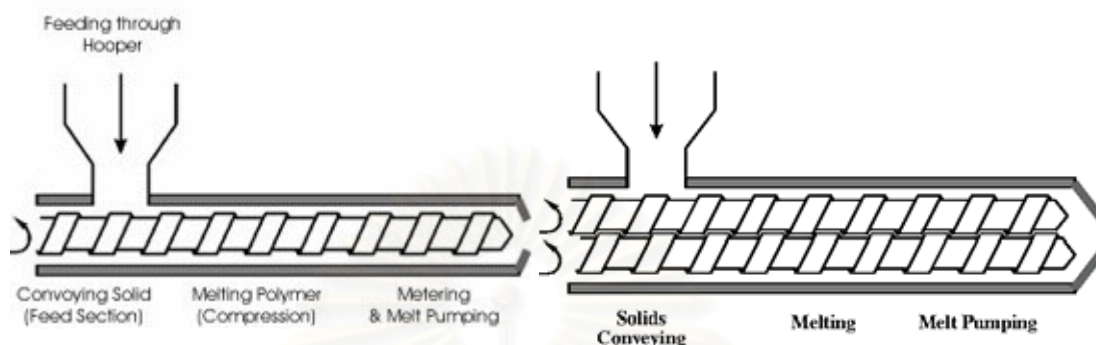
Market	Typical End use	Typical resin parameters			
		SCLAIR Resin type	Density	Melt Index	NWD
Film	Stretch wrap	11C	.920	.6	Narrow
	Industrial sacks	11D-luv	.921	.6	Narrow
	Blending resin	11F4	.921	.75	Narrow
	General purpose resin	11H-4	.921	1.20	Narrow
	Liquid packaging	11P 4	.921	.75	Narrow
	Overwrap film	11E 1	.935	1.85	Narrow
	Carrier bags	16 A	.945	.28	Broad
	Co-extrusion	19 A	.960	.75	Broad



EXTRUDER มากกว่าคำว่า EX ซึ่งหมายถึงออกไป ออกมา และคำว่า TRUDATE หมายถึง บังคับด้วยแรง รวมกันแล้วควรจะแปลได้ว่า เครื่องมือส่งแรงบังคับขับเคลื่อนให้วัสดุไหลออกไป ตามการขึ้นรูปอย่างสม่ำเสมอต่อเนื่อง จึงแตกต่างไปจากเครื่องบดเนื้อ (MEAT GRINDER) หลอดยาลีฟีนอย่างชัดเจน เมื่อรวมส่วนประกอบสำคัญอีก 5-6 อย่างเข้าไป จะทำให้เข้ากระบวนการทำงานได้ดีขึ้นอันได้แก่ สกรู (SCREW) หรือเกลียวขับ แผงความร้อนหุ้มกระบอ ก ชุดแผ่นกรอง (SCREEN PACK) พร้อมแป้นรูดรับ (PAEKER PLATE) หัวคายขึ้นรูปฟิล์ม (DIE) กรวยเติม และมอเตอร์ขับเกลียว

รูปที่ 4 EXTRUDER ขนาดเล็กพร้อมแผงควบคุม

ตัวกระบอกอันเป็นโครงสร้างใหญ่ของ EXTRUDER เป็นท่อโลหะแข็งแรงมากผนังภายในทนทานต่อการสึกหรือจากการเสียดสีอย่างสูง จากพลาสติกเหลวที่หนืดและร้อนเคลื่อนที่ผ่าน



รูปที่ 5 แสดงภาพตัดของเครื่อง Extruder เกลียวหนอนแบบเดี่ยวและแบบคู่



รูปที่ 6 แสดง เกลียวหนอนที่ใช้ในกระบวนการผลิต

สกรูหรือเกลียวขับหมุนอยู่ภายในท่อ ถ้าเลียงเม็ดพลาสติกและส่วนเติมแต่งให้เกิดการคลุกเคล้าเข้ากัน เกิดความดันมากขึ้นๆ ได้รับความร้อนสะสมมากขึ้นๆ จากการเสียดสีจากเกลียวขับที่จัดว่าเป็นความร้อนภายในอันสัมพันธ์กับพลังงานที่ใช้ขับเกลียว และได้รับความร้อนจากภายนอกผ่านแผงความร้อนที่หุ้มห่อภายนอก ในที่สุดเม็ดพลาสติกจะละลายกลายเป็นของเหลวข้นๆ ร้อนในช่วง (Zone) อัด ละเกิดการคลุกเคล้า (Mixing) อย่างดีมีอุณหภูมิสม่ำเสมอทั่วถึงในช่วงเตรียมพร้อมขึ้นรูป (Metering Zone)

ก่อนที่จะผ่านไปยังหัวไตขึ้นรูป จะให้ผ่านชุดแผงตะแกรงกรอง (Screen pack = pack of Screens มีตะแกรงได้หลายแผ่นซ้อน) ทำหน้าที่สกัดกั้นไม่ให้เม็ดพลาสติกทั้งไม่ละลายผ่านสกัดกั้น สิ่งสกปรกแปลกปลอม และสกัดกั้นก้อน GEL และ Fisheyes อันเกิดจากน้ำพลาสติกที่ร้อนจนเสื่อมสภาพเกิดข่ายโครง (Crosslinking)

แผงตะแกรงกรองติดตั้งอยู่หน้าเป็นกั้นรองรับมีรูตะแกรงมากมายอาจมีรูใหญ่ทั่วไปขนาด 1/8 นิ้วจนถึงประมาณ 3/8 นิ้วเมื่อใช้ไปจะเกิดการอุดตันที่ตะแกรง เกิดการสูญเสียด้านกำลังผลิต และเกิดความดันตกคร่อมสูงขึ้นๆ ต้องเปลี่ยนทำความสะอาด

อ้างอิง

บรรณเลข ศรนิล. เทคโนโลยีพลาสติก. พิมพ์ครั้งที่ 18. กรุงเทพมหานคร : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2547.

ไม่มีชื่อผู้แต่ง. เทคโนโลยีการผลิตฟิล์มพลาสติก. กรุงเทพมหานคร : สมาคมอุตสาหกรรมพลาสติก, 2530.

สมศักดิ์ วรมงคลชัย. เทคโนโลยีโพลีเมอร์ 1. พิมพ์ครั้งที่ 1 . กรุงเทพมหานคร : คณะ

วิทยาศาสตร์ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2544.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

310001 กระบวนการขึ้นรูปร้อนด้วยสูญญากาศ

หลักการขึ้นรูปร้อน

การขึ้นรูปร้อนฟิล์มหรือแผ่นพลาสติกกระทำโดยการให้ความร้อนกับฟิล์มหรือแผ่นพลาสติกจนถึงอุณหภูมิอ่อนตัว แล้วใช้แรงบังคับให้แนบกับหลุมแบบ (Cavity) ของแม่พิมพ์ ซึ่งจะได้รูปทรงของชิ้นงานตามหลุมที่ต้องการ แรงบังคับอาจเป็นเชิงกล เช่น ใช้แท่งกดหรือแม่พิมพ์กดขึ้นรูปหรือโดยใช้กำลังส่ง ซึ่งอาจเป็นสูญญากาศหรือใช้ลมอัด หลังจากนั้นจะต้องรีบทำให้เย็นตัว เพื่อให้สามารถผลิตชิ้นงานได้อย่างรวดเร็ว

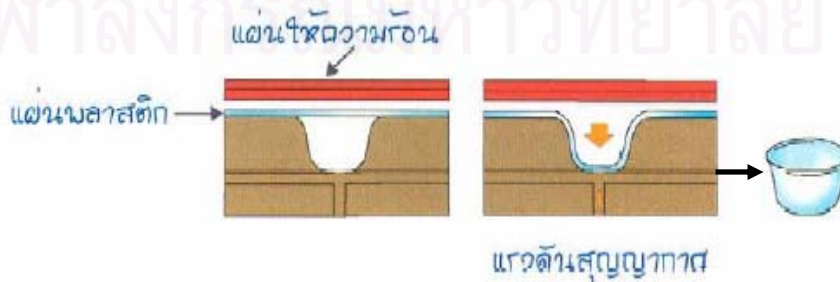


การขึ้นรูปร้อนโดยสูญญากาศ (Vacuum Forming)

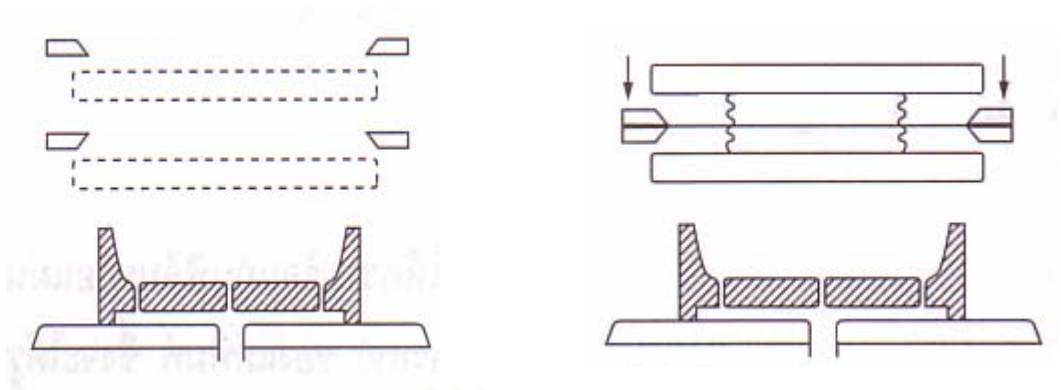


เป็นการขึ้นรูปแผ่นเทอร์โมพลาสติกโดยใช้สูญญากาศดูดแผ่นพลาสติกที่ถูกทำให้ร้อน จนถึงอุณหภูมิอ่อนตัวแนบกับแม่พิมพ์ ใช้สำหรับชิ้นงานก้นตื้น ขนาดอัตราส่วนความลึกต่อขนาดเล็กสุดของหน้าตัดที่กำหนดไม่เกิน 1:1 และไม่มีขอบหรือมุมคม ในขั้นแรกแผ่นพลาสติกจะถูกยึดไว้ด้วยกรอบโดยรอบ และใช้ความร้อนให้ฮีตเตอร์จนถึงอุณหภูมิทำงาน ต่อไปจะนำแผ่นพลาสติกไปวางทับกับขอบของแม่พิมพ์

ในการวางทับจะต้องให้แนบสนิท ไม่มีการรั่วของอากาศระหว่างแผ่นพลาสติกกับแม่พิมพ์ หลังจากนั้นจะทำการดูดสูญญากาศในแม่พิมพ์ให้ความดันบรรยากาศภายนอก (1 bar) กดแผ่นพลาสติกให้แนบกับแม่พิมพ์ เมื่อชิ้นงานเย็นตัวคงรูปแล้วจึงนำออกจากแม่พิมพ์ไปตัดขอบเป็นชิ้นงานสำเร็จต่อไป

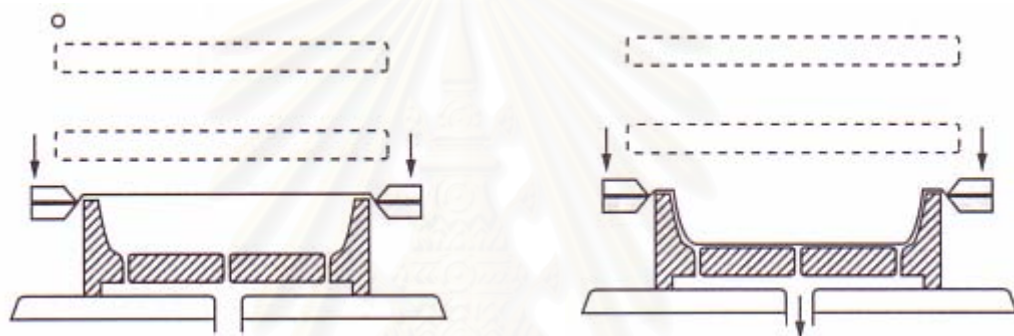


รูปที่ 1 แสดงหลักการขึ้นรูปร้อนอย่างง่าย



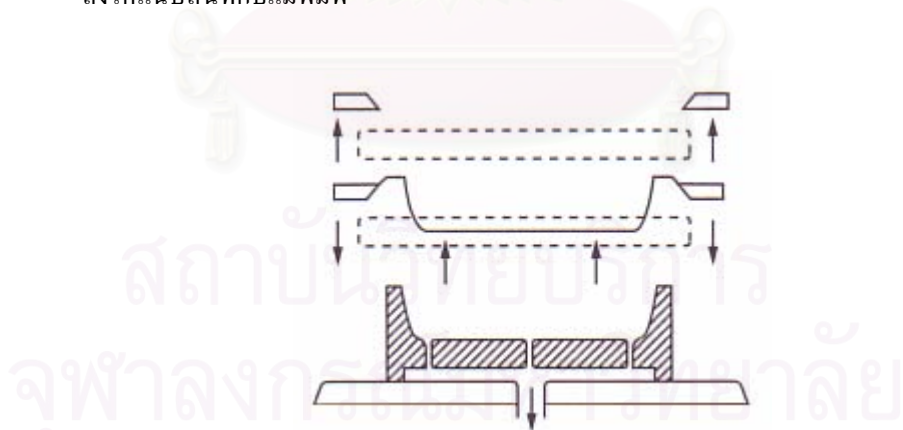
1. นำแม่พิมพ์ตัวเมียวางบนแท่น
กรอบยึดแผ่นพลาสติกเปิด-heater ช่างว่าง

2. ยึดแผ่นพลาสติกด้วยกรอบ - heater ให้ความร้อน



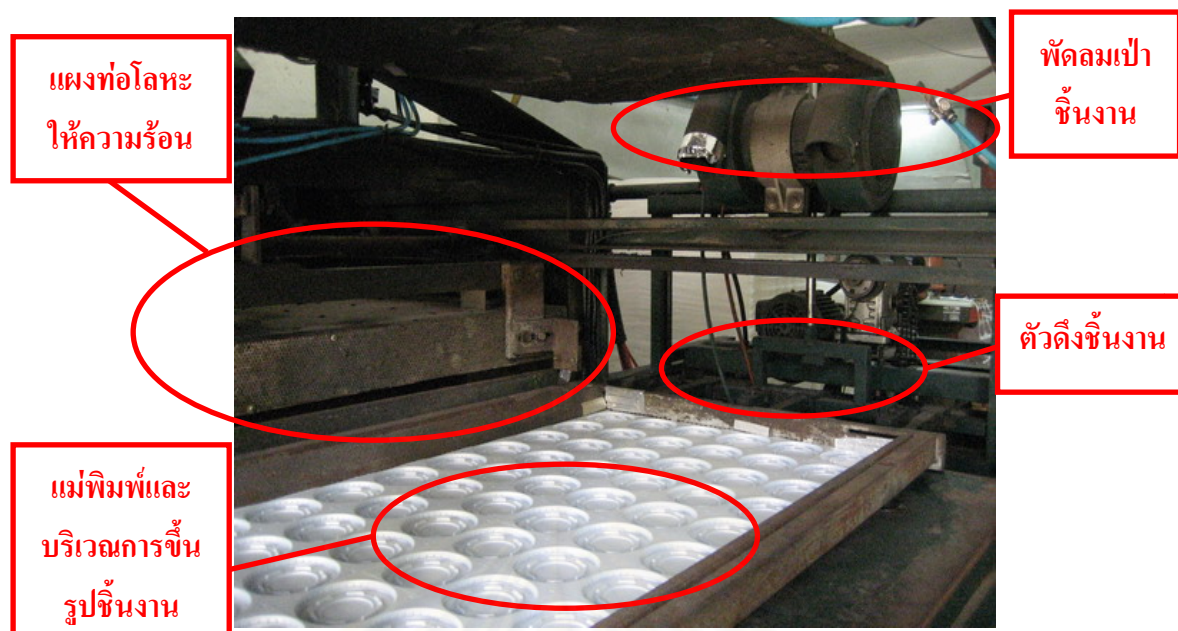
3. เบี่ยง heater ออก-เลื่อนกรอบยึดแผ่นพลาสติก
ลงให้แนบสนิทกับแม่พิมพ์

4. ดูดสูญอากาศให้แนบกับแม่พิมพ์ - ทำความชื้นชิ้นงาน



5. นำชิ้นงานออก - ครบวัฏจักรการทำงาน/อุปกรณ์พร้อมทำงานชิ้นต่อไป

รูปที่ 2 แสดงขั้นตอนการขึ้นรูปร้อนด้วยสูญอากาศ



รูปที่ 3 แสดงตัวอย่างเครื่องขึ้นรูปร้อนด้วยสุญญากาศ

ข้อดีของกระบวนการขึ้นรูปร้อน มีอยู่ด้วยกันหลายประการคือ

- 1) ค่าใช้จ่ายในการทำแม่พิมพ์ต่ำ สามารถใช้วัสดุได้ตั้งแต่อะลูมิเนียมถึง อีพอกซี
- 2) สามารถขึ้นรูปเป็นชิ้นงานขนาดใหญ่ โดยอาศัยความดันต่ำ
- 3) สามารถขึ้นรูปเป็นชิ้นงานขนาดเล็ก โดยมีอัตราการผลิตสูง
- 4) ไม่มีขีดจำกัดในเรื่องความหนาของผนัง อาจจะบางหรือหนาก็ได้
- 5) ใช้ระยะเวลาในการขึ้นรูปสั้น
- 6) ใช้ทำเป็นต้นแบบ (Prototype)
- 7) ช่วยประหยัดเนื่องจากใช้เวลาอันสั้น

ข้อเสียของกระบวนการขึ้นรูปรีออน มีดังนี้คือ

- 1) ความสม่ำเสมอของผนังบนชิ้นงานที่ขึ้นรูปทำได้ยากมาก
- 2) มักจะมีเศษพลาสติกหลงเหลืออยู่จึงต้องนำกลับมาใช้ใหม่นั้น หมายถึง ค่าใช้จ่ายที่ต้องเสียเพิ่มขึ้น
- 3) รายละเอียดของงานมีอยู่เพียงด้านเดียว
- 4) เกิดความดันในชิ้นงานสูง
- 5) บริเวณขอบและมุมมีลักษณะบางเกินไป
- 6) รอยลาก (Drag line) มักจะเกิดขึ้นเมื่อใช้อุปกรณ์ช่วย
- 7) มีขีดจำกัดในเรื่องวัสดุ โดยที่วัสดุที่ใช้จะต้องมีความแข็งแรงของการหลอมเหลว (Melt strength) หรือมีความต้านทานต่อการหย่อน (Sag resistance) ดี
- 8) วัสดุที่มีลักษณะเปราะแตกง่ายเวลาตกแต่งทำได้ยากมาก
- 9) มีขีดจำกัดในเรื่องการออกแบบชิ้นงาน เช่น การแตกต่างบริเวณขอบชิ้นงานทำได้ยาก



รูปที่ 4 แสดงให้เห็นถึงพลาสติกที่เหลือจากการผลิตที่ต้องนำกลับมาใช้ใหม่



องค์ประกอบของความต้องการเครื่องขึ้นรูปร้อน ประกอบด้วย

- 1) แหล่งให้ความร้อน
- 2) สถานีขึ้นรูป (ประกอบด้วย แผ่นโลหะด้านบนและล่างที่ช่วยพยุงแม่พิมพ์ของพลาสติก)
- 3) ระบบสุญญากาศ หรือความดันอากาศ
- 4) การดึงยึดแผ่นซีท และระบบการขนส่ง (ช่วยพยุงและเคลื่อนแม่พิมพ์)
- 5) ระบบการควบคุม
- 6) อุปกรณ์ช่วย ได้แก่
 - ระบบจัดการเว็บ
 - แนวทางการตกแต่ง
 - การขึ้นรูปคอ

การเลือกอุปกรณ์การขึ้นรูปร้อน ขึ้นอยู่กับ

- 1) ขนาดของชิ้นงาน
- 2) วัสดุที่จะนำมาขึ้นรูป
- 3) เทคนิคการขึ้นรูป
- 4) อัตราการผลิต
- 5) จำนวนชิ้นงานที่ต้องการ
- 6) ค่าใช้จ่ายที่จำเป็น
- 7) การออกแบบชิ้นงาน



รูปที่ 5 แผงควบคุมของเครื่องขึ้นรูปร้อนด้วยสุญญากาศ



ตัวอย่างการผลิตผลิตภัณฑ์ด้วยวิธีการขึ้นรูปร้อนด้วยสูญญากาศ

โดยมีขั้นตอนในการผลิต 3 ขั้นตอนคือ

1. ขั้นตอนการขึ้นรูปพลาสติก
2. ขั้นตอนการตัดแบ่ง
3. ขั้นตอนการจัดเก็บบรรจุ

1. ขั้นตอนการขึ้นรูปพลาสติก

วัตถุดิบในขั้นตอนนี้จะเป็นพลาสติกแผ่น ที่มีขนาดหน้ากว้างตามที่ต้องการ (ของผู้ผลิต) และมีความยาวพอสมควร (ประมาณ 200-400 เมตร) และจะอยู่ในรูปของม้วนพลาสติก พลาสติกที่ใช้ เช่น PVC PP PS PET มีความหนาตั้งแต่ 0.15 ถึงมากกว่า 0.60 มิลลิเมตร การเลือกใช้ชนิดและความหนา อยู่ที่ชิ้นงาน ความต้องการความแข็งแรง และ วัตถุประสงค์การนำไปใช้งาน

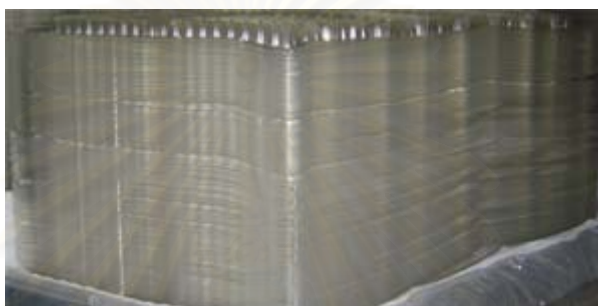


รูปที่ 5 ม้วนพลาสติก

วัตถุดิบนี้จะนำเข้าสู่เครื่องขึ้นรูปพลาสติกสูญญากาศ ทำการฟอร์ม (Forming) ด้วยความร้อนตั้งแต่ระดับ 200 - 350 องศา กับพลาสติกแผ่น ที่เข้าสู่เครื่องในแต่ละเฟรม (Frame) เมื่อพลาสติกได้รับความร้อน ในระดับหนึ่งที่จะสามารถขึ้นรูปได้ จึงทำการขึ้นรูปด้วยสูญญากาศ (Vacuum) ควบให้พลาสติก แนบติดกับแบบ (Mold) ที่ต้องการ จนเป็นรูปร่าง และระบายความร้อนรอการเซตตัว (Setting) ของพลาสติก ก่อนจะถอดแบบ และนำออกจากเครื่อง



รูปที่ 6 การขึ้นรูป



รูปที่ 7 พลาสติกที่ขึ้นรูปแล้ว นำมาเรียงซ้อนกัน

2. ขั้นตอนการตัดแบ่ง

พลาสติกที่ทำการขึ้นรูปจากเครื่องขึ้นรูปสูญญากาศแล้ว จะได้เป็นแผ่น (Frame) ขนาดใหญ่ ซึ่งจะประกอบไปด้วยชิ้นงานหลายๆชิ้น (อยู่ที่การจัดวาง) ซึ่งยังไม่สามารถนำไปใช้งานได้ ต้องทำการตัดแบ่งให้เป็นรูปร่างที่ต้องการก่อน ด้วยเครื่องปั๊มไฮดรอลิก ตัดด้วยแบบมีด ที่มีความแข็งแรงสูง ตัดพลาสติกทีละชุด (1-10 แผ่น) เมื่อตัดเรียบร้อยแล้วจะได้บรรจุภัณฑ์ที่เป็นชิ้น (ใบ) เรียบร้อย พร้อมกับเศษพลาสติก ที่ต้องทำการจัดเก็บแยกต่อไป



รูปที่ 8 การตัดแบ่ง

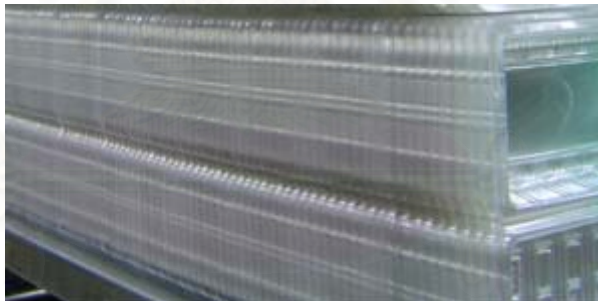


รูปที่ 9 พลาสติกที่ตัดแบ่งเรียบร้อยแล้ว

ก่อนขั้นตอนต่อไป อาจจะนำบรรจุภัณฑ์ที่ได้ ไปพิมพ์สี บนบรรจุภัณฑ์ (เช่นพิมพ์โลโก้ สัญลักษณ์) หรือขั้นตอนการ Blister Pack / Slide Pack ตามที่ลูกค้าต้องการ เพื่อให้เกิดความสวยงาม การใช้งานในรูปแบบที่ต้องการ และเป็นเอกลักษณ์ของสินค้าที่ลูกค้าต้องการ

3. ขั้นตอนการจัดเก็บบรรจุ

เมื่อได้บรรจุภัณฑ์เป็นใบเรียบร้อยแล้ว ก็จะทำการบรรจุเป็นห่อ ห่อหุ้มด้วยพลาสติก/ ถุงพลาสติกขนาดใหญ่ PE หรือบรรจุภัณฑ์กระดาษ เพื่อเตรียมจัดส่งให้กับลูกค้าต่อไป



รูปที่ 10 ผลิตภัณฑ์ที่รอการบรรจุ



รูปที่ 11 บรรจุภัณฑ์ที่เป็นห่อเรียบร้อยแล้ว

ผลิตภัณฑ์จากการแปรรูปด้วยเทอร์โมฟอร์ม

เทคนิคเทอร์โมฟอร์มสามารถผลิต ผลิตภัณฑ์พลาสติก ใน 3 กลุ่มหลัก ดังต่อไปนี้

ภาชนะชนิดบาง (Thin-Wall Containers)

ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ในกลุ่มนี้ เช่น ถ้วยกาแฟ ถ้วยบรรจุโยเกิร์ต กล่องบรรจุอาหารชนิดต่างๆ ที่นิยมใช้ในร้านอาหารฟาสต์ฟู้ด ถาดบรรจุแผงวงจรไฟฟ้า เป็นต้น ภาชนะในกลุ่มนี้ส่วนใหญ่จะใช้ครั้งเดียวแล้วทิ้งซึ่งเป็นการผลิตในปริมาณมาก โดยทั่วไปเครื่องเทอร์โมฟอร์ม (Thermoformer) อยู่ในสายการผลิตเดียวกับเครื่องเอกซ์ทรูดที่ใช้ในการผลิตแผ่นพลาสติก เรียกเทคนิคการผลิตในการผลิตในทำนองนี้ว่าเป็นเครื่องเทอร์โมฟอร์มแบบอินไลน์ (In-line thermoformer) ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ในกลุ่มนี้แสดงในรูปที่ 11 ซึ่งเป็นบรรจุภัณฑ์ (Packaging) และภาชนะบรรจุ (Containers) ชิ้นงานบางชนิดผลิตจากแผ่นพลาสติกบาง หรือจากแผ่นโพรพอลีสไตรีน



รูปที่ 12 ภาชนะบางที่ใช้เป็นบรรจุภัณฑ์และภาชนะบรรจุ

ชิ้นงานขนาดใหญ่

การผลิตชิ้นงานขนาดใหญ่ มักจะเบ้าที่มีความซับซ้อนและพลาสติกที่มีความยากการแปรรูปมากขึ้น เช่น ใช้พลาสติกเชิงประกอบ (Composites) หรืออาจจะแผ่นพลาสติกที่มีหลายชั้น (Multi-layer plastic sheet) ผลิตจากการทำโคเอกซ์ทรูด (Coextrusion) ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ในกลุ่มนี้ เช่น การผลิตท้ายรถบรรทุก แสดงดังรูปที่ 13 และการผลิตประตูรถด้านใน แสดงดังรูปที่ 14



รูปที่ 13 การผลิตทำयरถบรรทุกโดยเทคนิคเทอร์โมฟอร์ม



รูปที่ 14 การผลิตประตูด้านใน

กลุ่มที่ใช้ในการห่อสินค้าเพื่อจุดประสงค์ในการโชว์สินค้า (Skin Packaging)

ผลิตภัณฑ์พลาสติกในกลุ่มนี้ มีปริมาณการผลิตสูง เช่นเดียวกับประเภทที่ 1 เนื่องจากมีความต้องการในการโฆษณาสินค้าชนิดต่างๆ การห่อสินค้าทำโดยการวางสินค้าบนแผ่นกระดาษแข็ง แล้วห่อด้วยพลาสติกที่ได้ขึ้นรูปแล้วจากการทำเทอร์โมฟอร์ม ตัวอย่างสินค้าที่นิยมใช้ผลิตภัณฑ์พลาสติกพวกนี้ เช่น สินค้าประเภทเครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ เครื่องมือช่าง เครื่องเขียน เครื่องสำอาง และเสื้อผ้า เป็นต้น รูปที่ 15 แสดงผลิตภัณฑ์พลาสติกในกลุ่มนี้



รูปที่ 15 ผลิตภัณฑ์เทอร์โมฟอร์มที่ใช้ในการห่อสินค้าเพื่อจุดประสงค์ในการโชว์สินค้า
(Skin Packaging)

อ้างอิง

พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์. พลาสติก. กรุงเทพมหานคร : หจก.ป.สัมพันธ์พานิชย์, 2546.

ดำรง ไชยธีรานูวัฒน์ศิริ. การออกแบบแม่พิมพ์พลาสติก. กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน), 2539

มังกร ขจรเดชะ. การปรับปรุงผลิตภาพของกระบวนการขึ้นรูปพลาสติกโดยความร้อนในการผลิต
ตู้เย็น. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะ
วิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540

Donald V. Rosato, Dominick v. Rosato. Plastics Processing Data Handbook.... New York : Van
Nostrand Reinhold,, 1990.

ศูนย์วิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

330003 การบ่งชนิดตามความหนาของพลาสติก

การแบ่งชนิดของแผ่นซีทพลาสติก

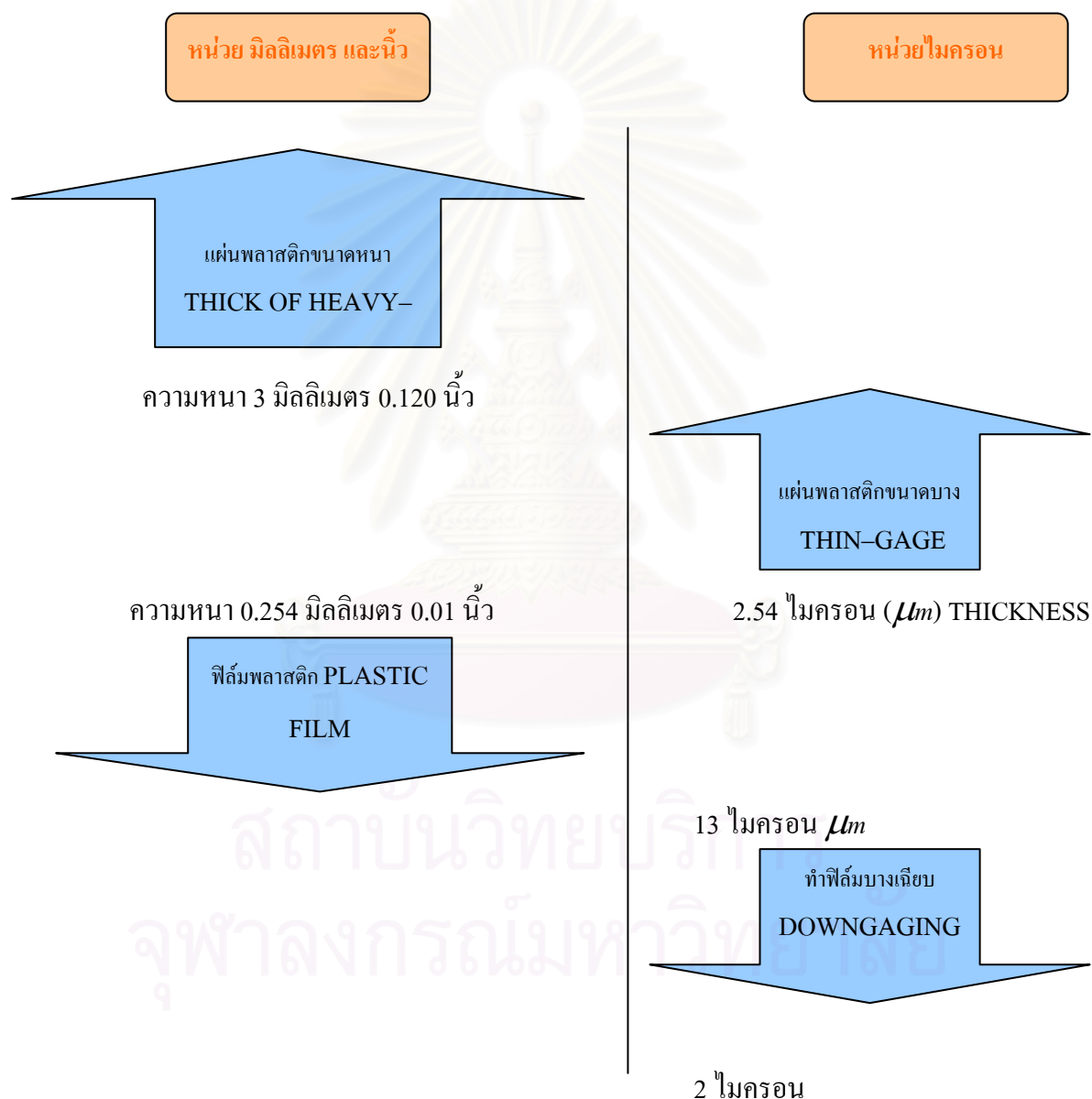
โดยทั่วไปจะแบ่งออกตามความหนาของแผ่นซีท คือ ถ้าความหนาของแผ่นซีทน้อยกว่า 0.060 นิ้ว (1.50 มิลลิเมตร) จะเรียกว่า ขนาดบาง (Thin – gage) นิยมบรรจุเป็นม้วนใช้กับการบรรจุภัณฑ์ (Packaging) แต่ถ้าความหนาของแผ่นซีทมากกว่า 0.120 นิ้ว (3.00 มิลลิเมตร) จะเรียกว่า ขนาดหนา (Thick of heavy – gage) นิยมบรรจุอยู่ในรูปแผ่นซีทตัด (Cut sheet) ลักษณะความแตกต่างระหว่างขนาดบางและขนาดหนา แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ลักษณะเฉพาะระหว่างแผ่นซีทขนาดบางและแผ่นซีทขนาดหนา (1)

ลักษณะเฉพาะ	ขนาดบาง	ขนาดหนา
ความหนาของแผ่นซีทเริ่มต้น	น้อยกว่า 0.060 นิ้ว หรือ 1.5 มิลลิเมตร	มากกว่า 0.120 นิ้ว หรือ 3 มิลลิเมตร
ผลิตภัณฑ์หลัก	การบรรจุภัณฑ์ ถุงขยะ	ภาชนะบรรจุในอุตสาหกรรม
ลักษณะการจัดการแผ่นซีท	บรรจุเป็นม้วน	แผ่นซีทตัด
ชนิดของเครื่องจักร	การขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดรีด	ระบบวิ่งไปกลับหรือระบบแบบหมุน
การควบคุมเครื่องจักร	แบบอัตโนมัติ	แบบกึ่งอัตโนมัติหรือแบบธรรมดา
การควบคุมความร้อน	ผลิตผลได้จากอุปกรณ์ให้ความร้อน (วัดต่อตารางนิ้ว)	เกิดจากการนำความร้อนในแผ่นซีท
แบบแผนการให้ความร้อน	ทำได้ยาก	ใช้แบบธรรมดา
แนวโน้มของขนาดชิ้นงาน	ขนาดเล็ก	ขนาดกลางถึงใหญ่มาก
จำนวนโพรงแบบ	มากมาย	หนึ่งหรือสอง
อุปกรณ์ช่วยทางกล	ปลั๊ก (plug)	ปลั๊ก, คลื่น, สูญญากาศหรือกล่องดึง (draw box)
ชนิดของแม่พิมพ์	ตัวเมีย	ตัวผู้ ตัวเมีย หรือ แบบผสม
วัสดุที่ใช้ทำแม่พิมพ์	อะลูมิเนียม	ไม้ พลาสติก โฟม หรืออะลูมิเนียมหล่อ
การหล่อเย็นแม่พิมพ์	ควบคุมได้ว่องไว	ว่องไวจนถึงเกือบ
การหล่อเย็นผิวอย่างอิสระ	บรรยากาศ	บังคับด้วยอากาศ ละอองน้ำ หรือ หมอก
การตกแต่ง	การเจาะ และ ทำลายน้ำ ฉายน้ำประกบ และการม้วนขอบ	ทำเป็นแบบหลายแกน
ขีดจำกัดความหนาของผนัง (ปกติ)	20%	20%
ขีดจำกัดความหนาของผนัง (สูง)	10%	10%
การขึ้นรูปโดยอาศัยความดัน	การดึงแบบลึก การทำโฟม	การตกแต่งผิว การดึงแบบลึก

พลาสติกฟิล์ม(PLASTIC FILM)กับพลาสติกแผ่น(PLASTIC SHEET)

ความแตกต่างสำคัญระหว่างฟิล์มพลาสติก (PLASTIC FILM) ที่เรานำมาใช้ทำเป็นถุงบรรจุสิ่งของผลิตภัณฑ์ต่างๆ ทั่วไป กับแผ่นพลาสติก (PLASTIC SHEET) ใช้ทำป้ายโฆษณา หรือนำไป



รูปที่ 1 แสดงการจำแนกชนิดและขนาดของฟิล์มและชีทพลาสติก

จากเม็ดพลาสติกแต่ละชนิดแต่ละเกรดแต่ละถุงแต่ละกิโลกรัม เมื่อนำมาทำฟิล์มพลาสติก ตัวกำหนดพื้นที่แผ่นฟิล์มพลาสติก ได้แก่ ความหนาของฟิล์ม (THICKNESS) ความหนาแน่นของเม็ดนั้นๆ มากน้อย และค่าดัชนีการไหลละลาย (MELT FLOW INDEX = MFI หรือ MI (MELT



รูปที่ 1 แสดงลักษณะเม็ดที่นำมาขึ้นรูปเป็นแผ่นฟิล์ม

เม็ดพลาสติก 1 กิโลกรัมทำให้แผ่นพลาสติกหนา 1 มิลลิเมตร หรือทำฟิล์มพลาสติกหนา 0.025 มิลลิเมตร ได้เนื้อที่พื้นที่ผิวตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงพื้นที่ผิวของแผ่นพลาสติกตามชนิดของพลาสติก

พลาสติก	เนื้อที่แผ่นพลาสติก หนา 1 มม. SHEET	เนื้อที่ฟิล์มพลาสติก หนา 1/40 มม. 0.025 มม. 25
โพลีเอทิลีนหนาแน่นต่ำ LDPE โลเดิน	1.08 ตารางเมตร	43.2 ตารางเมตร
โพลีโพรพิลีน PP พีพี	1.11 ตร.ม	44.4 ตร.ม
โพลีเอสเตอร์ PET	0.72 ตรม.	28.8 ตร.ม
เซลลูโลส อะซิเตท CA เซลลูเฟน	0.775 ตรม.	31 ตร.ม


ฟิล์มพลาสติกตัวแรกในตลาดโลกได้แก่ ฟิล์มพลาสติกเซลลูโลสในรูปของ เซลโลเฟนหอ
ขนมปังปอนด์ ใช้มานานเกือบ 90 ปีแล้ว (ตั้งแต่ ค.ศ. 1898 โดย STERN จากอังกฤษ) หลังจาก ค.ศ.
1945 (พ.ศ. 2488) เริ่มมีฟิล์มพลาสติกอื่นๆ ออกสู่ท้องตลาดมากมายหลายสิบตัวนับแต่ โพลีเอทิลีน
(PE) โพลีไวนิลคลอไรด์ (PVC.) โพลี สไตรีน (PS) โพลีโพรพิลีน (PP)

อ้างอิง

พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์. พลาสติก. กรุงเทพมหานคร : หจก.ป.สัมพันธพานิชย์, 2546.

ไม่มีชื่อผู้แต่ง. เทคโนโลยีการผลิตฟิล์มพลาสติก. กรุงเทพมหานคร : สมาคมอุตสาหกรรม

พลาสติก, 2530



ภาคผนวก จ
เนื้อหาความรู้ทั้งหมดในฐานความรู้ที่จัดเก็บในรูปแบบซีดีรอม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก จ เนื้อหาความรู้ทั้งหมดในฐานความรู้ที่จัดเก็บในรูปแบบซีดีรอม



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นาย คุมพล ล้อตระกานนท์ เกิดวันที่ 2 กรกฎาคม พ.ศ. 2525 สถานที่เกิดจังหวัด กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จากมหาวิทยาลัยบูรพา เมื่อวันที่ 15 กรกฎาคม พ.ศ. 2547 และเข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2547



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย