การพัฒนาระบบการจำแนกประเภทอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติก ตามประสิทธิภาพพลังงาน

นายกลย์มนัส มนัสปิติ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2549
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DEVELOPMENT OF A CLASSIFICATION SYSTEM FOR PLASTIC INDUSTRY BASED ON ENERGY EFFICIENCY

Mr. Kolmanas Manaspiti

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	การพัฒนาระบบการจำแนกประเภทอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติกตามประสิทธิภาพพลังงาน
โดย	นายกลย์มนัส มนัสปิติ
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษา	ศาสตราจารย์ ดร. ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร. ดิเรก ลาวัณย์ศิริ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ คำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ศาสตราจารย์ ดร. ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มานพ เรี่ยวเดชะ)

.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร. สมเกียรติ ตั้งจิตสิตเจริญ)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กลย์มนัส มนัสปิติ : การพัฒนาระบบการจำแนกประเภทอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติกตามประสิทธิภาพพลังงาน. (DEVELOPMENT OF A CLASSIFICATION SYSTEM FOR PLASTIC INDUSTRY BASED ON ENERGY EFFICIENCY) อ. ที่ปรึกษา : ศ. ดร. ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ, 227 หน้า.

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอระบบการจำแนกประเภทอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติกตามประสิทธิภาพพลังงาน โดยอาศัยค่าดัชนีการบริโภคพลังงานจำเพาะ (Specific Energy Consumption หรือ SEC) มาเป็นเกณฑ์ในการจำแนกประเภท ซึ่งค่า SEC ที่ใช้เป็นค่าอ้างอิงในงานวิจัยนี้เป็นค่าที่ประเมินจากผลการวิเคราะห์การตรวจวัดประสิทธิภาพพลังงานในโรงงานที่เข้าร่วมโครงการศึกษาเกณฑ์การใช้พลังงานในอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติกจำนวนทั้งสิ้น 32 โรง

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย เริ่มต้นจากการเก็บรวบรวม และศึกษาข้อมูลทางเศรษฐศาสตร์เพื่อให้เข้าใจถึงภาพรวมของอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติกไทย ในขั้นต่อมา เป็นการเข้าไปศึกษากระบวนการผลิตของโรงงานที่เข้าร่วมโครงการฯ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลด้านการผลิตและการใช้พลังงานของโรงงานเหล่านี้ สำหรับนำไปใช้ในการวิเคราะห์เพื่อทำการจำแนกประเภทอุตสาหกรรม ซึ่งผลจากการวิจัยพบว่า ในแง่ของลักษณะการใช้พลังงาน กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกแบ่งออก 3 กลุ่มได้แก่ (1) กลุ่มที่ใช้พลังงานสม่ำเสมอซึ่งมีค่า SEC เฉลี่ยต่ำกว่า 1 kWh/ kg โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.688 ถึง 0.931 kWh/ kg (2) กลุ่มที่ใช้พลังงานไม่สม่ำเสมอซึ่งมีค่า SEC เฉลี่ยสูงกว่า 2 kWh/ kg โดยมีค่าอยู่ในช่วง 1.716 ถึง 2.530 kWh/ kg และ (3) กลุ่มที่ใช้พลังงานแบบผสมซึ่งมีค่า SEC เฉลี่ยสูงกว่า 1 kWh/ kg โดยมีค่าอยู่ในช่วง 1.382 ถึง 1.479 kWh/ kg และมีการจัดทำระบบการให้รหัสที่อ้างอิงกับมาตรฐานการจำแนกประเภทอุตสาหกรรมสากล (ISIC) เพื่อความสะดวกในการเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างประเทศ

ผลลัพธ์ที่ได้จากงานวิจัยคือ ระบบการจำแนกประเภทอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติกที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการประเมินต้นทุนพลังงานทั้งในระดับกระบวนการผลิตและระดับภาคอุตสาหกรรม เพื่อใช้เป็นแนวทางในการตัดสินใจวางแผนนโยบายและดำเนินมาตรการต่างๆ ด้านพลังงานในระดับชาติตลอดจนสามารถนำไปประยุกต์เพื่อสร้างฐานข้อมูลในการวัดเทียบสมรรถนะด้านพลังงาน เพื่อกระตุ้นให้เกิดการพัฒนาประสิทธิภาพพลังงานในภาคอุตสาหกรรมต่อไปได้ในอนาคต

ภาควิชา.....วิศวกรรมอุตสาหกรรม..... ลายมือชื่อนิสิต.....กลย์มนัส มนัสปิติ.....
สาขาวิชา.....วิศวกรรมอุตสาหกรรม..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ปีการศึกษา.....2549.....

477 02120 21 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEY WORD: CLASSIFICATION SYSTEM / PLASTIC INDUSTRY / ENERGY EFFICIENCY / SPECIFIC ENERGY CONSUMPTION / ENERGY BENCHMARKING

KOLMANAS MANASPITI : DEVELOPMENT OF A CLASSIFICATION SYSTEM FOR PLASTIC INDUSTRY BASED ON ENERGY EFFICIENCY. THESIS ADVISOR : PROF. SIRICHAN THONGPRASERT, Ph.D, 227 pp.

The objective of this thesis is to propose a classification system for plastic industry based on energy efficiency using the specific energy consumption (SEC) as criteria. The reference values of SEC were estimated from the results of analysis of the energy efficiency audit at 32 plastic manufacturing plants participating in the project on "Energy Assessment of Plastic Industry."

The first step of the procedure for this research was economic data collection and study to provide a comprehensive overview of Thai plastic industry. Then, the plastic manufacturing processes of the participating plants were thoroughly studied to gather data about production and energy use in these plants. Next, these data were analyzed and used for classifying the industry. The research found that plastic processes can be categorized into 3 groups according to their energy use profile: (1) the group of processes with consistent energy use profile having an average SEC below 1 kWh/ kg ranging from 0.688 to 0.931 kWh/ kg (2) the group of processes with inconsistent energy use profile having an average SEC above 2 kWh/ kg ranging from 1.716 to 2.530 kWh/ kg (3) the group of processes with combined energy use profile having an average SEC above 1 kWh/ kg ranging from 1.382 to 1.479 kWh/ kg. The coding system for these categories was designed to be compatible to International Standard Industrial Classification of all Economic Activities (ISIC) in order to facilitate data comparison between countries.

The result of this research is a classification system for plastic industry which can be applied to estimate energy cost in both process and industry levels, which will help in developing national policies, and adopting measures, on energy. This can also be applied to develop a database for conducting energy benchmarking to promote future improvement on energy efficiency in the industry.

Department.....Industrial Engineering..... Student's signature.....

Field of study....Industrial Engineering..... Advisor's signature.....

Academic year .....2006.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องด้วยความช่วยเหลือเป็นอย่างยิ่งของ ศาสตราจารย์ ดร. ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งเป็นผู้ให้ความรู้ และคำแนะนำ ตลอดจนข้อคิดต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ตลอดระยะเวลาของการทำวิทยานิพนธ์ และผู้วิจัยต้องกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. มานิจ ทองประเสริฐ หัวหน้าโครงการศึกษาเกณฑ์การใช้พลังงานในอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติก ที่เอื้อเฟื้อข้อมูลต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ รวมถึงที่ได้กรุณาให้ผู้วิจัยได้มีโอกาสได้เข้าไปสังเกตการณ์และศึกษากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก ณ โรงงานต่างๆ ที่เข้าร่วมโครงการฯ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย ประธานในการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มานพ เรี่ยวเดชะ และอาจารย์ ดร. สมเกียรติ ตั้งจิตสิตเจริญ กรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้ข้อคิดเห็น และข้อเสนอแนะที่ดีสำหรับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และพี่ชายของผู้วิจัยที่ให้คำแนะนำและความสนับสนุนในทุกๆ ด้านมาโดยตลอด รวมถึงคณาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ประสาทความรู้จนผู้วิจัยสามารถดำเนินการวิจัยและทำวิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญตาราง ..... ฌ
สารบัญรูป ..... ญ
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 3
1.3 ขอบเขตของการวิจัย 4
1.4 ขั้นตอนการวิจัยและดำเนินงาน 4
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 5
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 6
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 6
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 32
บทที่ 3 กระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมพลาสติก 38
3.1 กระบวนการ Injection Molding 38
3.2 กระบวนการ Blow Molding 43
3.3 กระบวนการ Stretch Blow Molding 46
3.4 กระบวนการ Roto Molding 50
3.5 กระบวนการ Compression Molding 52
3.6 กระบวนการ Blown Film Extrusion 55
3.7 กระบวนการ Film Extrusion 59
3.8 กระบวนการ Sheet Extrusion 62
3.9 กระบวนการ Pipe & Tube Extrusion 64
3.10 กระบวนการ Profile Extrusion 66
3.11 กระบวนการ Laminating 68
3.12 กระบวนการ Calendering 70

หน้า

3.13 กระบวนการ Thermoforming....72
3.14 กระบวนการ Tape Yarn/ Filament....76
บทที่ 4 การออกแบบระบบจำแนกประเภทอุตสาหกรรมพลาสติก....79
4.1 ตัวชี้วัดที่ใช้ในการจำแนกประเภท....79
4.2 การตรวจวัดการใช้พลังงาน....79
4.3 ผลที่ได้จากการตรวจวัดในแต่ละกระบวนการ....81
4.4 การวิเคราะห์ผลการตรวจวัด....84
4.5 การจำแนกประเภทตามประสิทธิภาพพลังงานและการให้รหัส....86
บทที่ 5 การใช้ประโยชน์จากการจำแนกประเภท....95
5.1 การวัดเปรียบเทียบสมรรถนะ (Benchmarking)....95
5.2 การออกแบบระบบฐานข้อมูลสนับสนุน....100
5.3 วิธีการใช้งานระบบฐานข้อมูลสนับสนุน....104
5.4 การประเมินต้นทุนพลังงาน....111
บทที่ 6 สรุปผลงานวิจัยและข้อเสนอแนะ....118
6.1 สรุปผลการวิจัย....118
6.2 การอภิปรายผลการวิจัย....121
6.3 ปัญหาและอุปสรรคในการทำวิจัย....122
6.4 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยเพิ่มเติม....123
รายการอ้างอิง....124
ภาคผนวก....126
ภาคผนวก ก....127
ภาคผนวก ข....139
ภาคผนวก ค....171
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์....227

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 โครงสร้างแบบเลขหลักคงที่ (Fixed-digit Type) 11
ตารางที่ 2.2 รหัส Optiz หลักที่ 1 ถึง 5 20
ตารางที่ 2.3 รหัส Optiz หลักที่ 1 ถึง 5 (ต่อ) 21
ตารางที่ 2.4 โครงสร้างของระบบการจำแนกประเภทและการให้รหัสแบบ KK-3 22
ตารางที่ 2.5 ระบบรหัส KK-3 หลักที่ 1 และ 2 23
ตารางที่ 4.1 ผลการตรวจวัดค่าดัชนีการบริโภคพลังงานไฟฟ้าของอุตสาหกรรมพลาสติกแต่ละประเภท 82
ตารางที่ 4.2 สรุปค่าดัชนีการบริโภคพลังงานจำเพาะ (SEC) ของแต่ละกระบวนการผลิต 85
ตารางที่ 4.3 รหัสกระบวนการผลิต 88
ตารางที่ 4.4 รหัสวัตถุดิบ 88
ตารางที่ 4.5 ระบบการจำแนกประเภทอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติกตามประสิทธิภาพพลังงาน 90
ตารางที่ 4.6 อุณหภูมิทำงานของพลาสติกที่ใช้ผลิตในกระบวนการ extrusion 93
ตารางที่ 4.7 อุณหภูมิใช้งานของพลาสติกที่ใช้ผลิตในกระบวนการ injection molding 94
ตารางที่ 5.1 ต้นทุนพลังงานต่อหน่วยโดยประมาณของผลิตภัณฑ์ในแต่ละกระบวนการผลิต 112
ตารางที่ 5.2 สรุปปริมาณการบริโภคและมูลค่าเม็ดพลาสติก ปี ค.ศ. 2000-2005 114
ตารางที่ 5.3 สรุปราคาเม็ดพลาสติกในประเทศไทย ปี ค.ศ. 2000-2005 115
ตารางที่ 5.4 สรุปราคาเม็ดพลาสติกในประเทศไทย ปี ค.ศ. 2000-2005 (ต่อ) 115
ตารางที่ 5.5 สรุปผลการประเมินค่าความเข้มพลังงาน ปริมาณการใช้วัตถุดิบ และมูลค่าวัตถุดิบรวม 116
ตารางที่ 5.6 ต้นทุนพลังงานของภาคอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติกตั้งแต่ปี ค.ศ. 2000-2005 117
ตารางที่ 6.1 ระบบการจำแนกประเภทอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติกตามประสิทธิภาพพลังงาน 118
ตารางที่ 6.2 ต้นทุนพลังงานต่อหน่วยโดยประมาณของผลิตภัณฑ์ในแต่ละกระบวนการผลิต 119
ตารางที่ 6.3 สรุปผลการประเมินค่าความเข้มพลังงาน ปริมาณการใช้วัตถุดิบ และมูลค่าวัตถุดิบรวม 119

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 ตัวอย่างโครงสร้างแบบลำดับขั้น (Hierarchy)..... 9
รูปที่ 2.2 โครงสร้างแบบผสม (Hybrid).....11
รูปที่ 2.3 โครงสร้างของระบบการจำแนกประเภทและการให้รหัสแบบ Optiz 19
รูปที่ 2.4 โครงสร้างของระบบการจำแนกประเภทและการให้รหัสแบบ CODE MDSI.....24
รูปที่ 2.5 โครงสร้างของระบบการจำแนกประเภทและการให้รหัสแบบ CODE MDSI (ต่อ).....25
รูปที่ 2.6 โครงสร้างของระบบการจำแนกประเภทและการให้รหัสแบบ MICLASS.....25
รูปที่ 2.7 ตัวอย่างโครงสร้างของระบบการจำแนกประเภทและการให้รหัสแบบ DCLASS.....27
รูปที่ 2.8 ค่า SEC และปริมาณผลผลิตในรอบ 12 เดือนของโรงงานแช่แข็งแห่งหนึ่ง 29
รูปที่ 3.1 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการ Injection Molding.....39
รูปที่ 3.2 เครื่องฉีดแบบลูกสูบ.....39
รูปที่ 3.3 เครื่องฉีดแบบเกลียวหนอน (สำหรับเทอร์โมพลาสติก).....40
รูปที่ 3.4 เครื่องฉีดแบบเกลียวหนอน (สำหรับเทอร์โมเซตติ้งพลาสติก) 41
รูปที่ 3.5 ตัวอย่างเครื่องฉีดพลาสติก.....41
รูปที่ 3.6 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการ Blow Molding.....43
รูปที่ 3.7 ส่วน extruder ของเครื่องเป่าชนิด 2 หัวดาย.....44
รูปที่ 3.8 ส่วนแม่พิมพ์ของเครื่องเป่า.....44
รูปที่ 3.9 ตัวอย่างเครื่องเป่า (Blow Molder).....45
รูปที่ 3.10 รูปร่างของ Preform ที่ได้จากการฉีดพลาสติกชนิด PET.....46
รูปที่ 3.11 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการ stretch blow molding.....46
รูปที่ 3.12 ระบบการทำงานของเครื่อง in-line injection stretch blow molding.....47
รูปที่ 3.13 ขั้นตอนการให้ความร้อนแล้วส่งไปเข้าแม่พิมพ์ยืดเป่า.....48
รูปที่ 3.14 ตัวอย่างเครื่องจักรในกระบวนการ stretch blow molding.....48
รูปที่ 3.15 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการ roto molding.....50
รูปที่ 3.16 เครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการ roto molding.....51
รูปที่ 3.17 ตัวอย่างเครื่องจักรในกระบวนการ roto molding แบบ 3 แกน 51
รูปที่ 3.18 รูปอธิบายประกอบขั้นตอนการผลิตของกระบวนการ roto molding.....52
รูปที่ 3.19 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการ compression molding 53
รูปที่ 3.20 ตัวอย่างเครื่องจักรในกระบวนการ compression molding.....54

หน้า

รูปที่ 3.21 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการ blown film extrusion.....55
รูปที่ 3.22 เครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการ blown film extrusion.....57
รูปที่ 3.23 เครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการ blown film extrusion (ต่อ).....58
รูปที่ 3.24 ตัวอย่างเครื่องจักรในกระบวนการ blown film extrusion.....58
รูปที่ 3.25 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการ film extrusion.....60
รูปที่ 3.26 หัวดายแบบ T-Type และหัวดายแบบ Coat Hanger.....61
รูปที่ 3.27 ตัวอย่างเครื่องจักรในกระบวนการ film extrusion.....61
รูปที่ 3.28 รูปอธิบายประกอบขั้นตอนการผลิตกระบวนการ film extrusion.....62
รูปที่ 3.29 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการ sheet extrusion.....63
รูปที่ 3.30 ตัวอย่างเครื่องจักรในกระบวนการ sheet extrusion.....63
รูปที่ 3.31 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการ pipe & tube extrusion.....64
รูปที่ 3.32 ตัวอย่างเครื่องจักรในกระบวนการ pipe & tube extrusion.....65
รูปที่ 3.33 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการ profile extrusion.....66
รูปที่ 3.34 ตัวอย่างเครื่องจักรในกระบวนการ profile extrusion.....67
รูปที่ 3.35 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการ laminating.....68
รูปที่ 3.36 เครื่องจักรในกระบวนการ laminating.....69
รูปที่ 3.37 ตัวอย่างเครื่องจักรในกระบวนการ laminating.....69
รูปที่ 3.38 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการ calendering.....70
รูปที่ 3.39 เครื่องจักรในกระบวนการ calendaring.....71
รูปที่ 3.40 ตัวอย่างเครื่องจักรในกระบวนการ calendering.....71
รูปที่ 3.41 รูปอธิบายขั้นตอนการรีดพลาสติกด้วยลูกกลิ้งในกระบวนการ calendering.....72
รูปที่ 3.42 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการ thermoforming.....73
รูปที่ 3.43 แบบอัดด้วยแม่แบบ (mechanical thermoforming).....73
รูปที่ 3.44 แบบสุญญากาศ (vacuum thermoforming).....74
รูปที่ 3.45 แบบอัดลม (blow thermoforming).....74
รูปที่ 3.46 ตัวอย่างเครื่องจักรในกระบวนการ thermoforming.....75
รูปที่ 3.47 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการ tape yarn/ filament.....77
รูปที่ 3.48 ตัวอย่างเครื่องจักรในกระบวนการ tape yarn/ filament.....77
รูปที่ 4.1 อธิบายโครงสร้างรหัสที่นำเสนอ.....91

หน้า

รูปที่ 5.1 กำลังไฟฟ้าที่ใช้ ณ เวลาต่างๆ ซึ่งจะเพิ่มจากค่าโหลดฐานขึ้นไปตามปริมาณการผลิต 96
รูปที่ 5.2 พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดที่ใช้ซึ่งจะเพิ่มจากค่าโหลดฐานขึ้นไปตามปริมาณการผลิต โดยความชันของเส้นกราฟนี้คือ ค่าดัชนีการบริโภคพลังงานจำเพาะ (SEC) ซึ่งมีหน่วยเป็นกิโลวัตต์ชั่วโมงต่อกิโลกรัม 97
รูปที่ 5.3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า SEC และ production rate ของกระบวนการ injection molding 101
รูปที่ 5.4 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า SEC และ production rate ของกระบวนการ blow molding....102
รูปที่ 5.5 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า SEC และ production rate ของกระบวนการ extrusion 102
รูปที่ 5.6 ตัวอย่างหน้าจอในส่วนที่ใช้เป็นฐานข้อมูลเทียบวัด 103
รูปที่ 5.7 เปิดไฟล์ชื่อ “ระบบฐานข้อมูลสนับสนุน.xls” ขึ้นมา....104
รูปที่ 5.8 เลือกกระบวนการผลิตที่ต้องการจาก worksheet ที่อยู่ตอนล่างของหน้าจอโปรแกรม 105
รูปที่ 5.9 ช่องสำหรับกรอกข้อมูลต่างๆ ของโรงงาน 105
รูปที่ 5.10 หน้าจอแสดงผลที่ได้จากการคำนวณ 106
รูปที่ 5.11 เปิดไฟล์ชื่อ “ระบบฐานข้อมูลสนับสนุน.xls” ขึ้นมาเช่นเดียวกัน 107
รูปที่ 5.12 เลือกประเภทกระบวนการผลิตของโรงงาน 108
รูปที่ 5.13 ช่องสำหรับกรอกค่า SEC และ production rate....108
รูปที่ 5.14 การแสดงข้อความผลลัพธ์จากการเปรียบเทียบ....109
รูปที่ 5.15 หน้าจอแสดงผลการเปรียบเทียบค่า SEC ของโรงงานต่างๆ กับค่าเทียบวัด....109

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1
บทนำ

ในยุคปัจจุบัน ประเทศต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ กำลังประสบกับวิกฤติเศรษฐกิจ ทำให้ทั้งภาครัฐและเอกชนจำเป็นต้องอาศัยข้อมูลทางสถิติต่างๆ เพื่อช่วยในการตัดสินใจ และเพื่อให้ได้มาซึ่งความแม่นยำถูกต้องและมีมาตรฐานในการเก็บรวบรวม วิเคราะห์ เปรียบเทียบและนำเสนอข้อมูลเชิงสถิติภาพรวมที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมทางเศรษฐกิจ อาทิ เช่น สถิติปริมาณและมูลค่าการผลิต จำนวนโรงงาน การว่าจ้างงาน รายได้ประชาชาติ รวมถึงปริมาณการบริโภคพลังงาน จึงจำเป็นต้องมีการจัดทำระบบการจำแนกประเภทอุตสาหกรรมขึ้นมาใช้ โดยในปี ค.ศ. 1948 (พ.ศ. 2491) แผนกสถิติแห่งสหประชาชาติได้จัดทำมาตรฐานการจำแนกประเภทอุตสาหกรรม (International Standard Industrial Classification: ISIC) ขึ้นเพื่อจำแนกประเภทอุตสาหกรรมตามกิจกรรมทางเศรษฐกิจออกเป็นหมวดต่างๆ ด้วยรหัสตัวเลข 4 หลัก ซึ่งการจำแนกประเภทย่อยไปกว่านั้นแล้วจะถือเป็นหน้าที่ความรับผิดชอบของแต่ละประเทศเองว่าจะจัดแบ่งต่อไปอย่างไร เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานเพื่อวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกันออกไป

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สำหรับประเทศไทยนั้น ในปี พ.ศ. 2537 สำนักงานสถิติแห่งชาติได้มีการนำมาตรฐาน ISIC มาใช้งานโดยเป็นการแปลจากภาษาอังกฤษมาเป็นภาษาไทย ซึ่งมีเนื้อหาสาระเหมือนต้นฉบับทุกประการเพื่อนำไปใช้ในการจัดเก็บรวบรวมและนำเสนอข้อมูลทางสถิติต่างๆ ของประเทศไทย เช่น รายงานบ่งชี้สภาวะเศรษฐกิจไทยที่สำคัญ เป็นต้น ต่อมากรมการจัดหางานสังกัดกระทรวงแรงงานได้นำมาตรฐาน ISIC มาจัดแบ่งหมวดหมู่ย่อยเพิ่มเติมลงไปโดยการเพิ่มเติมตัวเลขหลักที่ 5 เข้าไปจนกลายมาเป็นระบบการจำแนกประเภทอุตสาหกรรมไทย (Thailand Standard Industrial Classification: TSIC) ซึ่งได้รับการรับรองจากสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สังกัดกระทรวงอุตสาหกรรม ให้ยึดถือเป็นมาตรฐานการจำแนกประเภทอุตสาหกรรมของประเทศไทย เพื่อให้การจัดเก็บ แลกเปลี่ยนหรือนำเสนอข้อมูลสถิติต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรม เป็นไปอย่างมีมาตรฐาน

อย่างไรก็ตาม นอกเหนือจากการจำแนกประเภทตามมาตรฐาน TSIC นี้แล้ว ยังพบว่ามีมาตรฐานการจำแนกประเภทอุตสาหกรรมตามรหัสผลิตภัณฑ์อีก ซึ่งก็คือ ระบบ HS-Code (Harmonized System Codes) ซึ่งเป็นมาตรฐานสากลจัดแบ่งด้วยระบบรหัสจำนวน 6 หลัก ในความควบคุมดูแลขององค์กร WCO (World Customs Organization) เพื่อให้รองรับการใช้งานสำหรับข้อมูลเกี่ยวกับภาษีศุลกากรและค่าธรรมเนียม ในการนำเข้าและส่งออกสินค้าประเภทต่างๆ โดยสำหรับประเทศไทยนั้น กรมศุลกากรได้นำระบบ HS-Code มาจัดแบ่งประเภทย่อยลงไปอีกจนกลายเป็นรหัสตัวเลขจำนวน 10 หลัก นอกจากนี้ยังมีการจัดประเภทโรงงานอุตสาหกรรมตามเกณฑ์ที่ระบุไว้ในพระราชบัญญัติโรงงานอุตสาหกรรม ปี พ.ศ. 2535 ซึ่งแบ่งออกเป็น 107 ประเภท เพื่อใช้ในการเก็บ รวบรวมข้อมูลสถิติต่างๆ เกี่ยวกับโรงงานอุตสาหกรรม อาทิ เช่น จำนวนโรงงาน กำลังการผลิต มูลค่าการผลิต จำนวนแรงงาน และมูลค่าเงินลงทุน ของโรงงานแต่ละจำพวก เป็นต้น

ดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น แสดงให้เห็นว่าในประเทศไทยนั้น มีระบบการจำแนกประเภทอุตสาหกรรมอยู่หลายระบบ ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการจำแนกประเภทว่า จะนำไปใช้งานในด้านใด ซึ่งผลที่ตามมานั้นอาจทำให้เกิดปัญหาและความสับสนกับบรรดาหน่วยงานหรือองค์กรที่จำเป็นต้องใช้ระบบการจำแนกประเภทอุตสาหกรรมเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลหรือดำเนินงานต่างๆ ใดๆ ที่เกี่ยวข้อง เนื่องจากแต่ละหน่วยงานอาจเก็บรวบข้อมูลมาโดยอ้างอิงหลักเกณฑ์มาจากคนละมาตรฐานกัน ทำให้เป็นการยากมากที่จะแลกเปลี่ยนหรือเปรียบเทียบข้อมูลดังกล่าวระหว่างองค์กรหรือหน่วยงานดังกล่าว หรือแม้ในกรณีที่ยึดมาตรฐานเดียวกัน ก็ยังมีปัญหาเรื่องการตีความและนำมาตรฐานไปใช้เกิดขึ้นให้พบเห็นอยู่ทั่วไป ประกอบกับการแบ่งสรรหน้าที่ความรับผิดชอบและการประสานงานในการเก็บข้อมูลทางสถิติของบางหน่วยงานที่เป็นไปอย่างไม่ชัดเจนเท่าที่ควร จึงทำให้ไม่สามารถจัดเก็บรวบรวมข้อมูลสถิติที่สำคัญบางอย่างได้ ซึ่งอาจกลายไปเป็นอุปสรรคที่สำคัญต่อการตัดสินใจดำเนินนโยบายเพื่อช่วยเหลือหรือผลักดันอุตสาหกรรมบางประเภทต่อไปในอนาคตได้

อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติกเป็นตัวอย่างที่ค่อนข้างชัดเจนตัวอย่างหนึ่งที่สะท้อนให้เห็นถึงปัญหาที่กล่าวไว้ข้างต้น กล่าวคือ ในปัจจุบันการจัดเก็บข้อมูลทางสถิติที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมพลาสติกนั้น จัดทำโดยหลายหน่วยงาน เช่น กระทรวงพาณิชย์ได้จัดทำข้อมูลสถิติเกี่ยวกับปริมาณและมูลค่าการนำเข้าและส่งออกผลิตภัณฑ์พลาสติกโดยใช้ HS-Code ที่กรมศุลกากรเป็นผู้จัดแบ่งไว้ในการจำแนกประเภทเพื่อให้สอดคล้องกับมาตรฐานสากล กรมโรงงานอุตสาหกรรมจัดทำข้อมูลสถิติได้แก่ จำนวนโรงงาน กำลังและมูลค่าการผลิต และจำนวนคนงาน โดยแบ่งโรงงานออกเป็น 107 ประเภทตามที่ระบุไว้ในพระราชบัญญัติโรงงานอุตสาหกรรม กรมการจัดหางานสังกัดกระทรวงแรงงานจัดทำข้อมูลเกี่ยวกับการว่าจ้างแรงงานโดยยึดตามมาตรฐาน TSIC ปี พ.ศ. 2544 ส่วนสำนักงานสถิติแห่งชาติมีหน้าที่เก็บรวบรวมข้อมูลสถิติที่มาจาก

หน่วยงานต่างๆ เพื่อนำเสนอต่อแผนกสถิติองค์การสหประชาชาติ จึงต้องใช้มาตรฐาน ISIC (Rev 3.1) ในการจำแนกประเภท ซึ่งจะเห็นได้ชัดว่าแต่ละหน่วยงานมีการใช้มาตรฐานในการจำแนกประเภทที่แตกต่างกันออกไปตามวัตถุประสงค์ของการเก็บข้อมูลของแต่ละหน่วยงาน ทำให้การแลกเปลี่ยนข้อมูลต่างๆ ระหว่างหน่วยงานเป็นไปได้ยากมากและเกิดความสับสนในการตัดสินใจที่จะผลักดันและช่วยเหลือส่งเสริมกลุ่มอุตสาหกรรมพลาสติกนั้น ข้อมูลหนึ่งที่รัฐบาลจำเป็นต้องทราบว่าคือ ต้นทุนพลังงานของแต่ละกลุ่มอุตสาหกรรม ซึ่งต้องอาศัยข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณการผลิตและการบริโภคพลังงานและระบบการจำแนกประเภทอุตสาหกรรมที่เหมาะสม เพื่อที่จะได้วางแผนนโยบายสำรองพลังงานให้เหมาะสมและเพียงพอต่อความต้องการบริโภคพลังงานของแต่ละกลุ่มอุตสาหกรรม ซึ่งก็หมายความว่าโรงงานพลาสติกที่ถูกจัดแบ่งให้อยู่ในกลุ่มอุตสาหกรรมเดียวกันจะต้องมีดัชนีที่แสดงถึงการบริโภคพลังงานหรือต้นทุนพลังงานที่อยู่ในพิสัยเดียวกัน มิฉะนั้นแล้วอาจจะเป็นปัญหากับการสำรองพลังงาน อย่างไรก็ตาม มาตรฐานการจำแนกประเภทอุตสาหกรรมไทย (TSIC) ที่มีใช้อยู่ปัจจุบันนั้น ไม่ได้มีการพิจารณาถึงเรื่องของพลังงาน ดังนั้นจึงเกิดประเด็นปัญหาขึ้นว่าการจำแนกประเภทอุตสาหกรรมเพื่อวัตถุประสงค์ดังกล่าวโดยใช้มาตรฐาน TSIC มีความเหมาะสมแล้วหรือไม่

ด้วยเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะศึกษาว่าการใช้มาตรฐาน TSIC ที่มีอยู่ในการจัดเก็บข้อมูลต่างๆ นั้น สามารถที่จะทำให้แต่ละโรงงานที่จัดแบ่งไว้ในกลุ่มเดียวกัน มีต้นทุนพลังงานที่อยู่ในพิสัยเดียวกันได้หรือไม่ และนำเสนอระบบการจำแนกประเภทอุตสาหกรรมที่จัดทำขึ้นภายบนรากฐานของเกณฑ์ด้านพลังงาน เพื่อให้แต่ละโรงงานที่จำแนกไว้ในกลุ่มเดียวกัน มีต้นทุนพลังงานที่สามารถยอมรับได้ว่าเท่ากัน

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อนำเสนอระบบการจำแนกประเภทอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติกตามประสิทธิภาพพลังงาน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. ประเภทของกระบวนการผลิตที่จะนำมาพิจารณาในงานวิจัยนี้ ได้แก่ Blow Molding, Stretch Blow Molding, Injection Molding, Blown Film Extrusion, Sheet Extrusion, Pipe/ Tube Extrusion, Roto Molding, Thermoforming และ Tape Yarn/ Filament
2. ประเภทของพลังงานที่จะนำมาพิจารณาคือ พลังงานไฟฟ้า เฉพาะในภาคการผลิตเท่านั้น ไม่รวมถึงพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในแผนกอื่นๆ เช่น สำนักงาน เป็นต้น
3. ข้อมูลปริมาณการผลิตและบริโภคพลังงานที่จะนำมาใช้หาดัชนีการบริโภคพลังงานนั้นจะอาศัยข้อมูลที่ตรวจวัดและเก็บมาจากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติกตัวอย่าง 30 โรง ที่เข้าร่วมโครงการศึกษาเกณฑ์การใช้พลังงานในอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติก

1.4 ขั้นตอนการวิจัยและดำเนินงาน

1. ศึกษาและรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับภาพรวมของอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติกไทย
2. ค้นหาและวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบการจำแนกประเภทอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติกไทยที่มีอยู่ในปัจจุบัน
3. กำหนดวัตถุประสงค์และขอบเขต
4. ศึกษาทฤษฎีและสำรวจงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
5. รวบรวมข้อมูลเพิ่มเติมที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยแล้วนำมาทำการวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางและวิธีการในการจัดทำระบบการจำแนกประเภทอุตสาหกรรมผลิตถัณฑ์พลาสติก
6. จัดทำระบบการจำแนกประเภทอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติก
7. จัดทำระบบฐานข้อมูลสนับสนุนการจำแนกประเภทอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติก
8. สรุปผลและจัดทำข้อเสนอแนะโดยอ้างอิงจากข้อมูลด้านเทคนิค
9. จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ระบบการจำแนกประเภทอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติกตามประสิทธิภาพพลังงานจะเป็นประโยชน์ต่อการวิเคราะห์หาต้นทุนพลังงานของภาคอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติก
2. ระบบฐานข้อมูลสนับสนุนการจำแนกประเภทอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติกสามารถนำไปใช้ในการวัดเทียบสมรรถนะด้านประสิทธิภาพพลังงานได้
3. สามารถประยุกต์หลักการ ตลอดจนวิธีการต่างๆ ที่ปรากฏในการวิจัยไปใช้ในการจำแนกประเภทอุตสาหกรรมของภาคอุตสาหกรรมอื่นๆ ได้
4. สามารถนำผลที่ได้ไปประยุกต์ใช้กับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่อไปได้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เนื้อหาในบทนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน โดยเนื้อหาในส่วนแรกจะนำเสนอทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจำแนกประเภทและการให้รหัส (Classification and Coding) และตัวชี้วัดประสิทธิภาพพลังงานในอุตสาหกรรม ส่วนเนื้อหาในส่วนที่สองจะกล่าวถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาในครั้งนี้

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 การจำแนกประเภท (Classification)

(E. Hoffmann และ M. Chamie, 1999)

การจำแนกประเภท (Classification) คือ การจำแนกข้อมูลออกเป็นกลุ่มอย่างมีระบบและอย่างมีสาระ ให้อยู่ในรูปแบบมาตรฐานเพื่อประโยชน์ในการกำหนดความคล้ายคลึงกันของแนวคิด เหตุการณ์ วัตถุหรือบุคคล โดยขั้นเตรียมการของการจำแนกประเภทนั้นจำเป็นจะต้องสร้างหมวดหมู่ที่มีความชัดเจน ครบถ้วน (exhaustive) และไม่ซ้อนทับกัน (mutually exclusive) โดยมักนำเสนอออกมาในรูปแบบของลำดับชั้น (hierarchy) ที่แสดงได้ด้วยรหัสตัวเลขหรือตัวอักษร การจำแนกประเภทอาจใช้เป็นเครื่องช่วยในการออกร่างนโยบายควบคุมต่างๆ เช่น ข้อบังคับเกี่ยวกับภาษีศุลกากร และยังใช้เป็นมาตรฐานสำหรับแนวคิดเกี่ยวกับการให้บริการสังคมต่างๆ เช่น การจัดหางาน การศึกษา สังคมสงเคราะห์หรือสาธารณสุข และยังใช้บรรยายสภาพการณ์เศรษฐกิจและสังคม โดยทั่วไปเมื่อใช้งานการจำแนกประเภทเหล่านี้ มักจะเรียกว่า Standard Classification และ Statistical Standard Classification นั้นใช้สำหรับจัดระเบียบและนำเสนอข้อมูลเชิงสถิติต่างๆ ซึ่งการนำเอาการจำแนกประเภทไปใช้งานเกี่ยวกับสถิตินั้นจำเป็นจะต้องอาศัยระเบียบวิธีอื่นๆ เข้ามาประกอบด้วย การจำแนกประเภทเชิงสถิติ (Statistical Classification) เป็นไปในลักษณะที่หมวดหมู่ต่างๆ อาจถูกกำหนดตัวแปรเฉพาะที่สอดคล้องกับแบบสำรวจเชิงสถิติ (Statistical Survey) และยังถูกใช้เพื่อการสร้างและนำเสนอข้อมูลเชิงสถิติ

วัตถุประสงค์ในการใช้งานการจำแนกประเภทเชิงสถิติ

1. เก็บรวบรวมข้อมูลหรือจัดระบบข้อมูลที่ได้จัดเก็บมาแล้ว
2. รวมและแยกชุดข้อมูลอย่างมีสาระเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ที่ซับซ้อน รวมถึงการสร้างดัชนีต่างๆ
3. สร้างการจำแนกประเภทสำหรับตัวแปรที่แตกต่างกันไปตามพื้นฐานของการจำแนกประเภทด้วยจำนวนตัวแปรตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป
4. นำเสนอข้อมูลเชิงสถิติ
5. การจำแนกประเภทอ้างอิงถูกใช้เป็นแนวทางสำหรับการพัฒนาหรือทบทวนการจำแนกประเภทที่เกี่ยวข้องอื่นๆ

ข้อกำหนดในการจำแนกประเภทเชิงสถิติ

1. ต้องมีการระบุวัตถุประสงค์และลำดับความสำคัญทางสถิติไว้อย่างชัดเจน
2. ต้องมีการกำหนดหน้าที่ความรับผิดชอบขององค์กรในเรื่องการจัดเตรียมและดูแลการจำแนกประเภทไว้อย่างชัดเจน
3. ต้องมีการเปิดเผยตารางเวลาการทำงานต่อสาธารณชนและยอมให้ผู้เชี่ยวชาญอิสระซึ่งเป็นผู้ใช้หรือผู้จัดทำข้อมูลเชิงสถิติ ได้เข้ามามีส่วนช่วยให้การทำงานยามจำเป็น
4. ต้องมีการเตรียมโครงสร้างในการจำแนกประเภทที่มีนิยามชัดเจน การจำแนกหมวดหมู่ทั้งหมดอาจทำเป็นลำดับขั้นเพื่อแสดงถึงระดับต่างๆ ของรายละเอียดสำหรับการวัดค่าของตัวแปร ซึ่งจะขึ้นอยู่กับความต้องการเชิงบรรยายและวิเคราะห์
5. ต้องมีคำจำกัดความเชิงบรรยายหรือบัญชีรายชื่อทั้งหมดของหัวข้อหมวดหมู่ บัญชีรายชื่อจะไม่จำเป็นสำหรับกลุ่มรวม (aggregate group) เมื่อมีการสร้างรหัสขึ้นมาเพื่อให้เกิดความชัดเจนว่ากลุ่มที่คล้ายกันถูกจัดให้อยู่ในโครงสร้างแบบลำดับชั้น (hierarchical structure)
6. ต้องมีคู่มือการใช้สำหรับการเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทำการจำแนกประเภท
7. ต้องมีสื่อการสอนสำหรับการอบรมแนะแนวเพื่อกระบวนการพัฒนาหรือทบทวนการจำแนกประเภท

ประเด็นที่ควรพิจารณาในการจัดทำการจำแนกประเภท

1. การระบุความต้องการของผู้ใช้

   1.1 ต้องทราบว่าใครคือผู้ใช้การจำแนกประเภท (who) ซึ่งอาจทำได้โดย

   - ส่งแบบสอบถามออกไปรับฟังความคิดเห็นของผู้ที่กำลังใช้การจำแนกประเภทอยู่ ในกรณีที่ต้องการปรับปรุงหรือพัฒนาการจำแนกประเภทที่มีอยู่แล้ว
   - ติดต่อสถาบันหรือบุคคลที่โดยหน้าที่แล้วมีแนวโน้มที่จะต้องใช้การจำแนกประเภท
   - คำนึงถึงเฉพาะกลุ่มผู้ใช้ที่เรารู้จักอยู่แล้ว

   1.2 ต้องทราบว่าผู้ใช้จะนำไปใช้อย่างไร (how) เช่น

   - ผู้ใช้บางกลุ่มต้องการข้อมูลเชิงสถิติที่จัดแบ่งประเภทไว้แล้วเพื่อใช้หาว่าใครบ้างที่ได้รับผลกระทบจากการนโยบายที่กำลังพิจารณาอยู่และได้รับมากน้อยเพียงใด
   - ผู้ใช้บางกลุ่มต้องการข้อมูลเชิงสถิติเพื่อการลงมือปฏิบัติตามนโยบาย
   - ผู้ใช้บางกลุ่มต้องการติดตามดูถึงผลกระทบที่ตามมาจากการใช้นโยบายนั้นๆ

2. กรอบแนวคิด

   2.1 เลือกตัวแปรหลัก (main variables) ที่จะใช้สำหรับการจำแนกประเภท

   2.2 ระบุหน่วยทางสถิติที่จะใช้สำหรับการจำแนกประเภท

   2.3 คำนึงถึงกฎที่เชื่อมโยงหน่วยทางสถิติที่สนใจอยู่เข้ากับหน่วยหลักของการจำแนกประเภท

3. การเก็บรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นในการสร้างการจำแนกประเภท

เก็บข้อมูลที่ใช้บ่งบอกถึงหมวดหมู่ที่ระบุไว้และใช้เป็นเส้นแบ่งระหว่างหมวดและในการสร้างระบบการจำแนกประเภทนั้นยังจำเป็นจะต้องอาศัยข้อมูลจากประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านและแหล่งข้อมูลทุติยภูมิอื่นๆ อีก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.1.2 การให้รหัส (Coding)

(Snead, 1989)

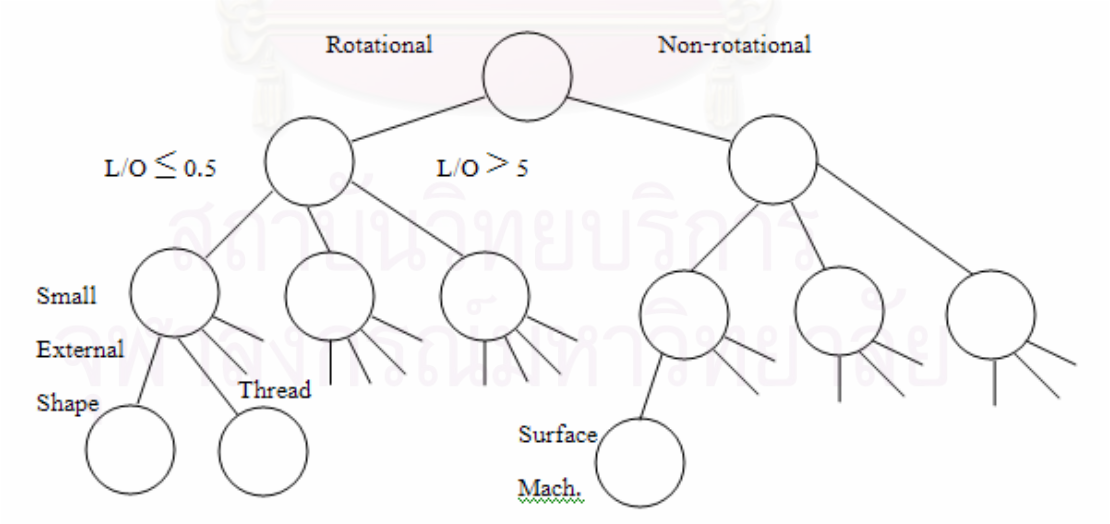
การให้รหัส จัดเป็นเทคนิคการนำสัญลักษณ์ที่กำหนดไว้ล่วงหน้ามาใช้เพื่อให้เกิดการสื่อสารอย่างมีความหมาย โดยรหัส (code) จะเป็นสิ่งที่ใช้สร้างความเป็นเอกลักษณ์ให้กับกลุ่มที่ทำการจำแนกไว้ การให้รหัสเป็นวิธีการแปลงข้อมูลให้เป็นชวเลขเพื่อง่ายสำหรับการใช้คอมพิวเตอร์ในการเก็บ ค้นคืน และจัดดำเนินการข้อมูล

โครงสร้างของรหัส

รหัสที่มีใช้ในระบบการจำแนกประเภทและการให้รหัส แบ่งออกเป็น 3 ชนิดหลักๆ ตามโครงสร้างดังนี้

1. รหัสที่มีโครงสร้างแบบลำดับชั้น (Hierarchical Structure) หรือ Monocode

รหัสชนิดนี้มีลักษณะโครงสร้างเป็นแผนภูมิต้นไม้ โดยรหัสแต่ละหลักจะมีการขยายความถึงข้อมูลที่ถูกเก็บไว้ในรหัสหลักก่อนหน้า ทำให้รหัสแต่ละหลักในโครงสร้างชนิดนี้ขึ้นอยู่กับหลักก่อนหน้า ข้อดีของโครงสร้างแบบลำดับชั้นก็คือ สามารถเก็บข้อมูลได้เป็นจำนวนมากโดยใช้รหัสที่มีความยาวจำกัด ใช้งานในการเก็บข้อมูลจำพวกรูปแบบ ขนาดทางเรขาคณิต และงานออกแบบทางวิศวกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพดีมาก



รูปที่ 2.1 ตัวอย่างโครงสร้างแบบลำดับขั้น (Hierarchy)

(Snead, 1989)

2. รหัสที่มีโครงสร้างเลขหลักคงที่ (Fixed-digit Type Structure) หรือ Polycode

รหัสชนิดนี้บางครั้งเรียกกันว่า Chain, Discrete หรือ Attribute โครงสร้างมีลักษณะที่แต่ละหลักแสดงข้อมูลอย่างเป็นอิสระ ไม่ขึ้นกับข้อมูลในหลักอื่นๆ ซึ่งต่างจากโครงสร้างแบบลำดับขั้น รหัสชนิดนี้เหมาะที่จะนำไปใช้งานในการจำแนกประเภท machine tools และกระบวนการผลิต เนื่องจากเป็นโครงสร้างรหัสที่มีข้อได้เปรียบในการปรับปรุงเปลี่ยนแปลง อีกทั้งยังมีความง่ายต่อการจดจำและสื่อความ อย่างไรก็ตาม เนื่องจากการที่รหัสแต่ละหลักเก็บข้อมูลโดยไม่ขึ้นกับหลักใดๆ ดังนั้นหากข้อมูลที่ต้องการจะเก็บมีจำนวนมาก รหัสก็จะต้องมีจำนวนหลักมากขึ้นตามไปด้วย ซึ่งอาจทำให้เกิดความไม่สะดวกในการใช้งาน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

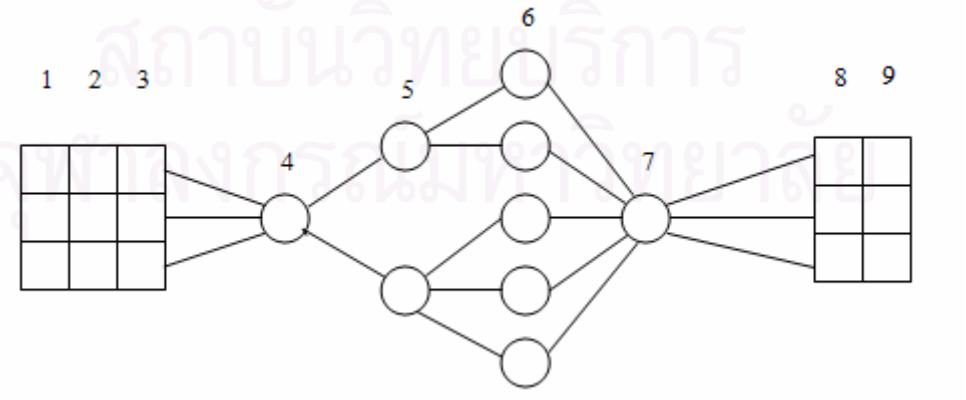
ตารางที่ 2.1 โครงสร้างแบบเลขหลักคงที่ (Fixed-digit Type)

(Snead, 1989)

รหัสหลักที่	ลักษณะ	ค่าที่สามารถนำมาใช้ได้			
		1	**2**	**3**	**4**
1	รูปร่างภายนอก	รูปร่าง 1	รูปร่าง 2	รูปร่าง 3	รูปร่าง 4
2	จำนวนรู	0	1-3	4-6	มากกว่า6
3	ชนิดของรู	แกน	ตัดขวาง	แกน/ตัดขวาง	อื่นๆ
4	ฟันเฟือง	เดือย	เกลียว	-	-
5	ร่องฟัน	-	-	-	-

3. รหัสที่มีโครงสร้างผสม (Hybrid Structure) หรือ Multicode

รหัสชนิดนี้มีโครงสร้างที่เป็นลักษณะผสมผสานระหว่างโครงสร้างแบบลำดับชั้นและโครงสร้างแบบเลขหลักคงที่ กล่าวคือ มีโครงสร้างหลักเป็นแบบเลขหลักคงที่ แล้วจึงขยายความข้อมูลโดยใช้โครงสร้างแบบลำดับชั้น ข้อดีของรหัสชนิดนี้คือ สามารถเก็บข้อมูลได้เป็นจำนวนมากโดยไม่ต้องมีจำนวนหลักของรหัสที่มากเท่ากับในกรณีโครงสร้างแบบเลขหลักคงที่ แต่ข้อเสียก็คือ อาจทำให้โครงสร้างของรหัสมีความซับซ้อน รหัสชนิดนี้นิยมใช้ในการทำรหัสทางการค้า (commercial code)



รูปที่ 2.2 โครงสร้างแบบผสม (Hybrid)

(Snead, 1989)

2.1.3 หลักการเลือกใช้ระบบการจำแนกประเภทและการให้รหัส

(Snead, 1989)

หลักที่ควรนำมาพิจารณาในการตัดสินใจเลือกใช้ระบบการจำแนกประเภทและการให้รหัส สรุปได้ดังต่อไปนี้

1. Principle of Utility กล่าวไว้ว่า ระบบการจำแนกประเภทใดๆ จะต้องมีความพร้อมที่ใช้งานในการจัดเก็บและค้นคืนข้อมูลได้ตามวัตถุประสงค์ของงานนั้นๆ ได้อย่างน่าเชื่อถือ
2. Principle of Efficiency กล่าวไว้ว่า จะต้องมีความสมดุลระหว่างการให้รหัสและการค้นคืน ซึ่งโดยทั่วไปแล้วระบบการจำแนกประเภทที่ไม่ซับซ้อนมักจะมีการให้รหัสที่รวดเร็วแต่การค้นคืนจะไม่มีประสิทธิภาพ ในขณะที่ระบบการจำแนกประเภทที่มีความซับซ้อนก็จะเป็นไปในทางตรงกันข้าม
3. Principle of Attribute Selection กล่าวไว้ว่า แต่ละรายการจะมีลักษณะประจำอยู่มากมาย แต่อันที่จะเลือกนำมาใช้ในการจำแนกประเภทจะต้องอยู่ภายใต้พื้นฐานของความง่ายในการระบุ นัยสำคัญ และความคงทน
4. Principle of Relationships กล่าวไว้ว่า ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะเฉพาะในลำดับชั้นของการจำแนกประเภท ควรจะเริ่มต้นจากขั้นทั่วไปแล้วค่อยไปถึงขั้นเฉพาะเจาะจง และเริ่มจากนามธรรมไปสู่รูปธรรม
5. Principle of Inclusiveness กล่าวไว้ว่า ระดับชั้นของการจำแนกประเภทมีไว้เพื่อการจัดกลุ่มภายในตระกูล (family) ของทุกๆ รายการที่จะถูกรวมเข้าไว้ในระบบ
6. Principle of Discrimination กล่าวไว้ว่า ระบบการจำแนกประเภทคือการเสนอความสัมพันธ์และลักษณะประจำที่มีนัยสำคัญให้กับผู้ใช้งาน เพื่อช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถเลือกใช้งานลักษณะประจำได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ
7. Principle of Flexibility กล่าวไว้ว่า ระบบการจำแนกประเภทแต่ละระบบจะรองรับตระกูลที่มีอยู่แล้วและเพิ่มเติมที่เกี่ยวข้อง ได้โดยมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างน้อยที่สุด กล่าวคือ ควรจะมีลักษณะเป็นแบบที่ไม่ขึ้นอยู่กับผลิตภัณฑ์ (product independent) และไม่เจาะจงไปที่ผลิตภัณฑ์เฉพาะ
8. Principle of Standardization กล่าวไว้ว่า ศัพทวิทยา ความเชื่อมโยง และการจัดกลุ่มในเชิงอุตสาหกรรมที่ได้รับการรับรองและยอมรับ สามารถนำไปใช้งานได้ ตราบใดที่ไม่ขัดแย้งกับหลักการและกฎเกณฑ์ใดๆ

9. Principle of Citation Order กล่าวไว้ว่า ลำดับการอ้างอิงของกระบวนการทางวิศวกรรมจะเริ่มต้นจากหัวข้อหรือสิ่งที่เป็นทั่วไปแล้วค่อยเจาะจงเฉพาะลงไป เช่น ส่วนประกอบที่ไม่เป็นอิสระจะต้องอยู่ถัดจากส่วนที่มันแปรตาม
10. Principle of Conversion เมื่อการจำแนกประเภทในรูปแบบหนึ่งถูกเปลี่ยนไปเป็นอีกรูปแบบหนึ่ง โอกาสที่จะต้องมีการปรับปรุงการจำแนกประเภทนั้น แทบจะเกิดขึ้นอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้

2.1.4 ระบบการจำแนกประเภทอุตสาหกรรมตามมาตรฐานสากล

(United Nations Statistics Division, 2002)

ระบบการจำแนกประเภทอุตสาหกรรมตามมาตรฐานสากล (International Standard Industrial Classification of All Economic Activities หรือ ISIC) เป็นมาตรฐานการจำแนกประเภทอุตสาหกรรมที่จัดทำขึ้นเป็นครั้งแรกในปี ค.ศ. 1948 โดยแผนกสถิติแห่งสหประชาชาติ (UNSD) มีวัตถุประสงค์เพื่อให้เกิดมาตรฐานสากลในการจัดเก็บข้อมูลทางสถิติต่างๆ ด้านเศรษฐกิจ เช่น ปริมาณและมูลค่าการผลิต จำนวนโรงงาน การว่าจ้างงาน รายได้ประชาชาติ เป็นต้น โดยจำแนกประเภทอุตสาหกรรมตามลักษณะของกิจกรรมทางเศรษฐกิจ (kind-of-economic activity) ตลอดเวลาที่ผ่านมา มาตรฐานดังกล่าวได้รับการปรับที่ปรุงอยู่หลายครั้ง ซึ่งฉบับที่ใช้ในปัจจุบันคือ ISIC (Rev. 3.1) ซึ่งได้รับการปรับปรุงเมื่อปี ค.ศ. 2002 อย่างไรก็ตามได้มีการจัดทำร่างมาตรฐานฉบับปรับปรุง ISIC (Rev. 4) ขึ้นซึ่งคาดว่าจะนำไปใช้ได้ในปี ค.ศ. 2007

ระบบการให้รหัสสำหรับมาตรฐาน ISIC มีโครงสร้างแบบลำดับขั้น (Hierarchical Structure) ซึ่งประกอบไปด้วยโครงสร้างทั้งหมด 4 ขั้นดังต่อไปนี้

1. โครงสร้างระดับที่ 1 (Tabulation Categories) หรือ ประเภท ได้แก่ กลุ่มที่ใหญ่ที่สุด ซึ่งจัดแบ่งอุตสาหกรรมที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันเข้าไว้ด้วยกัน มีทั้งหมด 17 ประเภท และใช้แทนด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษ คือ A ถึง Q
2. โครงสร้างระดับที่ 2 (Divisions) หรือ หมวด ได้แก่ กลุ่มอุตสาหกรรมซึ่งแบ่งเป็นกลุ่มย่อยจากประเภท มีทั้งสิ้น 62 หมวด และใช้แทนด้วยเลขรหัส 2 ตัวแรก
3. โครงสร้างระดับที่ 3 (Groups) หรือ หมู่ ได้แก่ กลุ่มอุตสาหกรรมซึ่งแบ่งเป็นกลุ่มย่อยจากหมวด มีทั้งสิ้น 161 หมู่ และใช้แทนด้วยเลขรหัส 3 ตัวแรก

4. โครงสร้างระดับที่ 4 (Classes) หรือ หมู่ย่อย ได้แก่ อุตสาหกรรมที่ได้นำมาจัดประเภทเข้าไว้ในหมู่ ซึ่งมีจำนวนทั้งสิ้น 298 หมู่ย่อยและใช้แทนด้วยเลขรหัส 4 ตัว

หลักที่ใช้ในการจัดทำมาตรฐาน ISIC

1. เกณฑ์ในการจัดหมวด (division) และหมู่ (group)

ในการจัดแบ่งหมวดและหมู่ (รหัส 2 และ 3 ตัวแรก ตามลำดับ) จะคำนึงถึง ลักษณะกิจกรรมของหน่วยผลิต (producing unit) ซึ่งพิจารณาใน 3 ด้านคือ (1) ลักษณะของสินค้าและบริการที่ผลิต (2) การนำสินค้าหรือบริการไปใช้ (3) วัตถุดิบ กระบวนการ และเทคโนโลยีการผลิต และคำนึงถึง ประเภทของผู้ประกอบธุรกรรม เช่น องค์กรที่ไม่หวังผลกำไร สถาบันการเงิน หรือครัวเรือน เป็นต้น รวมถึงประเภทของธุรกรรม เช่น การบริโภคขั้นกลางและขั้นสุดท้าย หรือการระดมทุน เป็นต้น

2. เกณฑ์ในการจัดหมู่ย่อย (class)

ในการจัดแบ่งหมู่ย่อย (รหัส 4 หลัก) จะคำนึงถึงรูปแบบวิธีการรวมกลุ่มและจัดสรรกิจกรรมทางต่างๆ ภายในสถานประกอบการ (establishment) โดยในทางปฏิบัติแล้วอาจมีการดำเนินกิจกรรมหลายๆ กิจกรรมที่แตกต่างกันอยู่ภายในสถานประกอบการหนึ่งๆ และความแตกต่างของกิจกรรมเหล่านี้จะแตกต่างกันตามแต่ละสถานประกอบการ แม้ว่าสถานประกอบการเหล่านั้นจะมีความเกี่ยวข้องกับกิจกรรมทางเศรษฐกิจประเภทเดียวกันก็ตาม

ตัวอย่างโครงสร้างของมาตรฐาน ISIC พร้อมคำอธิบาย

ตามที่ได้กล่าวไปแล้วว่ามาตรฐาน ISIC แบ่งออกเป็น 17 ประเภทโดยมีระบบรหัสที่แทนด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษตั้งแต่ A ถึง Q ดังนั้นเพื่อให้สอดคล้องกับงานหัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยจึงขออธิบายโครงสร้างของมาตรฐาน ISIC (Rev.3.1) โดยการเลือกยกตัวอย่างประเภทการผลิต (manufacturing) ซึ่งแทนด้วยรหัส D อันประกอบไปด้วย หมวดที่ 15 ถึง 37 จากนั้นจะเลือกอธิบายหมวดการผลิตผลิตภัณฑ์ยางและพลาสติก ซึ่งแทนด้วยรหัส 25 อันประกอบไปด้วย 2 หมู่ จากนั้นจะเลือกอธิบายหมู่การผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก ซึ่งแทนด้วยรหัส 252 และเนื่องจากในหมู่ 252 นี้ยังไม่มีการจำแนกประเภทลงไปถึงระดับหมู่ย่อย ดังนั้นจึงใช้รหัสในระดับหมู่ย่อยเป็น 2520 โดยจะเริ่มอธิบายดังต่อไปนี้

การผลิตในที่นี้ หมายถึง การเปลี่ยนแปลงวัตถุหรือส่วนประกอบของวัตถุในทางกายภาพหรือทางเคมีให้เป็นผลิตภัณฑ์ชนิดใหม่ โดยไม่คำนึงว่างานนั้นทำด้วยเครื่องจักรหรือมือ ทำในโรงงาน ทำในเคหสถาน หรือผลิตภัณฑ์นั้นจะนำมาขายส่งหรือขายปลีกก็ตาม

การประกอบชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตขึ้น นับว่าเป็นการผลิตด้วย ยกเว้น ในกรณีที่กิจกรรมนั้น ได้จัดประเภทไว้ในหมู่ย่อยใดหมู่ย่อยหนึ่งของหมวด 45 (การก่อสร้าง)

การประกอบชิ้นส่วนที่ทำสำเร็จรูป ณ สถานที่ที่ใช้งานให้เป็นสะพาน ถังเก็บน้ำ สิ่งอำนวยความสะดวกเกี่ยวกับคลังสินค้าและโกดังสินค้า เขตทางรถไฟและเขตทางยกระดับ ลิฟท์และบันไดเลื่อน งานประปา เครื่องพ่นน้ำ เครื่องทำความร้อนจากส่วนกลาง เครื่องระบายอากาศ เครื่องปรับอากาศ เครื่องอุปกรณ์สำหรับให้แสงสว่าง และสายไฟ ฯลฯ ระบบการก่อสร้างและโครงสร้างทุกชนิดได้จัดประเภทไว้ในหมวดการก่อสร้าง

การประกอบและการติดตั้งเครื่องจักรและเครื่องอุปกรณ์ในการทำเหมืองแร่ การผลิตการพาณิชย์ และการประกอบการอื่นๆ นั้น ถ้าเป็นกิจกรรมซึ่งดำเนินงานขึ้นเป็นการเฉพาะ ให้จัดประเภทไว้ในหมู่ย่อยของการผลิตตามการผลิตสิ่งที่ติดตั้ง

การประกอบและการติดตั้งเครื่องจักรและเครื่องอุปกรณ์ ซึ่งเป็นการบริการที่เป็นส่วนหนึ่งของการขายสินค้าของสถานประกอบการผลิต ซึ่งดำเนินกิจการหลักเกี่ยวกับการขายส่งและขายปลีกได้จัดประเภทไว้ตามกิจกรรมของสถานประกอบการนั้น

กิจกรรมของสถานประกอบการ ซึ่งดำเนินกิจกรรมหลักเกี่ยวกับการบำรุงรักษาการซ่อมเครื่องจักรและเครื่องอุปกรณ์ที่ใช้ ในงานอุตสาหกรรม งานพาณิชยกรรม และเครื่องจักรและเครื่องอุปกรณ์ที่คล้ายกัน ได้จัดประเภทไว้ในหมู่ย่อยของการผลิต ตามที่สถานประกอบการดำเนินการขึ้นเป็นการเฉพาะในการผลิตสินค้านั้นๆ อย่างไรก็ตาม สถานประกอบการที่ดำเนินการซ่อมแซมเครื่องจักรสำนักงานและเครื่องคำนวณ ได้จัดประเภทไว้ในหมู่ย่อย 7250

สถานประกอบการซึ่งดำเนินกิจกรรมหลัก ในการซ่อมเครื่องใช้ในครัวเรือน เครื่องอุปกรณ์และเฟอร์นิเจอร์ ยานยนต์ และสินค้าเพื่ออุปโภคและบริโภค โดยทั่วไปได้จัดประเภทไว้ในหมู่ย่อยที่เหมาะสมในหมวด 50 (การขาย การบำรุงรักษา และการซ่อมยานยนต์และรถจักรยานยนต์ รวมทั้งการขายปลีกน้ำมันเชื้อเพลิงรถยนต์) หรือหมวด 52 (การขายปลีก ยกเว้นยานยนต์และรถจักรยานยนต์รวมทั้งการซ่อมของใช้ส่วนบุคคลและของใช้ในครัวเรือน) ตามชนิดสินค้าที่ทำการซ่อม

การดัดแปลงสินค้าประเภทใดก็ตาม รวมทั้งการปรับปรุงใหม่หรือการสร้างขึ้นใหม่ ก็นับว่าเป็นการผลิต

การผลิตส่วนประกอบและชิ้นสวนเฉพาะอย่างของเครื่องจักรและเครื่องอุปกรณ์ อุปกรณ์ประกอบและการติดตั้งเครื่องจักรและเครื่องอุปกรณ์ โดยทั่วไปได้จัดไว้ในประเภทเดียวกับการผลิตเครื่องจักรและอุปกรณ์ อย่างไรก็ตาม การทำส่วนประกอบและอุปกรณ์ประกอบเฉพาะอย่าง โดยการหล่อหรือการอัดรีดวัตถุที่ทำจากพลาสติก ได้จัดประเภทไว้ในหมู่ย่อย 2520 (การผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก)

การผลิตส่วนประกอบหรือชิ้นส่วนธรรมดาของเครื่องจักรและเครื่องอุปกรณ์ เช่น เครื่องยนต์ลูกสูบ มอเตอร์ไฟฟ้า ส่วนประกอบที่เกี่ยวกับไฟฟ้า วาล์ว เกียร์ โรลเลอร์แบริ่ง ได้จัดประเภทไว้ในหมู่ย่อยที่เหมาะสมของการผลิต โดยไม่คำนึงถึงเครื่องจักรหรืออุปกรณ์นั้นว่าจะรวมไว้ในหมู่ย่อยใด รวมถึงการนำเศษและของที่ใช้ไม่ได้มาผลิตเป็นวัตถุดิบใหม่ด้วย

การผลิตผลิตภัณฑ์ยางและพลาสติกจำแนกโดยอาศัยเกณฑ์คือวัตถุดิบที่ใช้ แต่มิได้หมายความว่าผลิตภัณฑ์ทุกชนิดที่ใช้วัตถุดิบเหล่านี้จะต้องจัดอยู่ในหมู่นี้เสมอไป โดยจะเห็นได้ชัดว่า การผลิตเครื่องแต่งกายและรองเท้าถูกจัดอยู่ในหมวด 18 และ 19 ตามลำดับ

ในหมู่ย่อยการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก รหัส 2520 ประกอบไปด้วย

- การผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกชนิดแผ่นหนา แผ่นบาง ฟิล์ม ฟอยล์ และแถบ; หลอด ท่อและท่ออ่อน; อุปกรณ์ติดตั้งท่อและท่ออ่อน; พลาสติกชนิดแผ่นหนา แผ่นบาง ฟิล์มฟอยล์ เทป แถบ และที่มีรูปทรงแบบอื่นๆ ชนิดยึดติดได้ในตัว; พลาสติกปูพื้น พลาสติกปิดผนังหรือเพดานที่เป็นม้วนหรือที่มีลักษณะเป็นแผ่นกระเบื้อง; หรือผลิตภัณฑ์พลาสติกขั้นต้นอื่นๆ
- การผลิตสิ่งของเครื่องใช้พลาสติก ได้แก่เครื่องสุขภัณฑ์ เช่นอ่างอาบน้ำ อ่างล้างมือ โถส้วม ถังน้ำสำหรับชักโครก เป็นต้น; เครื่องใช้พลาสติกที่ใช้ในการบรรจุของ เช่น ถุง กระสอบ กล่อง หีบ ขวด เป็นต้น; เครื่องใช้ประจำโต๊ะอาหาร เครื่องใช้ในครัวและในห้องน้ำ; เครื่องใช้พลาสติกที่ใช้กับอาคาร เช่น ประตู หน้าต่าง กรอบประตู กรอบหน้าต่างมู่ลี่ ม่านบังตา; เครื่องใช้พลาสติกอื่นๆ เช่น เครื่องปกคลุมศีรษะ อุปกรณ์ติดตั้งที่เป็นฉนวน ส่วนประกอบของโคมไฟและเครื่องให้แสงสว่าง ของใช้ในสำนักงานหรือโรงเรียน เครื่องแต่งกาย (ที่ไม่ใช้การเย็บ) อุปกรณ์ติดตั้งเฟอร์นิเจอร์ ตัวถังรถยนต์และสิ่งที่คล้ายกัน รูปปั้นขนาดเล็ก สายพานลำเลียงและเครื่องประดับตกแต่งอื่นๆ

ยกเว้น

- การผลิตกระเป๋าเดินทาง ได้จัดประเภทไว้ในหมู่ย่อย 1912
- การผลิตรองเท้า ได้จัดประเภทไว้ในหมู่ย่อย 1920
- การผลิตพลาสติกในขั้นต้น ได้จัดประเภทไว้ในหมู่ย่อย 2413 (การผลิตพลาสติกในขั้นต้นและยางสังเคราะห์)
- การผลิตเครื่องใช้ที่ทำจากยางสังเคราะห์หรือยางธรรมชาติ ได้จัดประเภทไว้ในหมู่ 251
- การผลิตเครื่องใช้ทางการแพทย์ ทันตกรรม และศัลยกรรม ได้จัดประเภทไว้ในหมู่ย่อย 3311 (การผลิตอุปกรณ์ที่ใช้ในทางการแพทย์และศัลยกรรม และเครื่องใช้ทางศัลยศาสตร์กระดูก)
- การผลิตเลนส์ (optical element) ได้จัดประเภทไว้ในหมู่ย่อย 3320
- การผลิตที่นอนที่ทำจากยางเซลลูลาร์หรือพลาสติกที่ไม่หุ้ม ได้จัดประเภทไว้ในหมู่ย่อย 3610 (การผลิตเฟอร์นิเจอร์)
- การผลิตอุปกรณ์กีฬา ได้จัดประเภทไว้ในหมู่ย่อย 3693 (การผลิตเครื่องกีฬา)
- การผลิตของเล่นเกมและของเล่น ได้จัดประเภทไว้ในหมู่ย่อย 3694
- การผลิตพรมน้ำมันและเครื่องปูพื้นที่มีพื้นผิวแข็ง ได้จัดประเภทไว้ในหมู่ย่อย 3699 (การผลิตอื่น ๆ ซึ่งมิได้จัดประเภทไว้ในที่อื่น)

รายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับมาตรฐาน ISIC (Rev. 3.1) และ ISIC (Rev. 4) draft แสดงไว้ในภาคผนวก ก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.1.5 ตัวอย่างระบบการจำแนกประเภทและการให้รหัสอื่นๆ

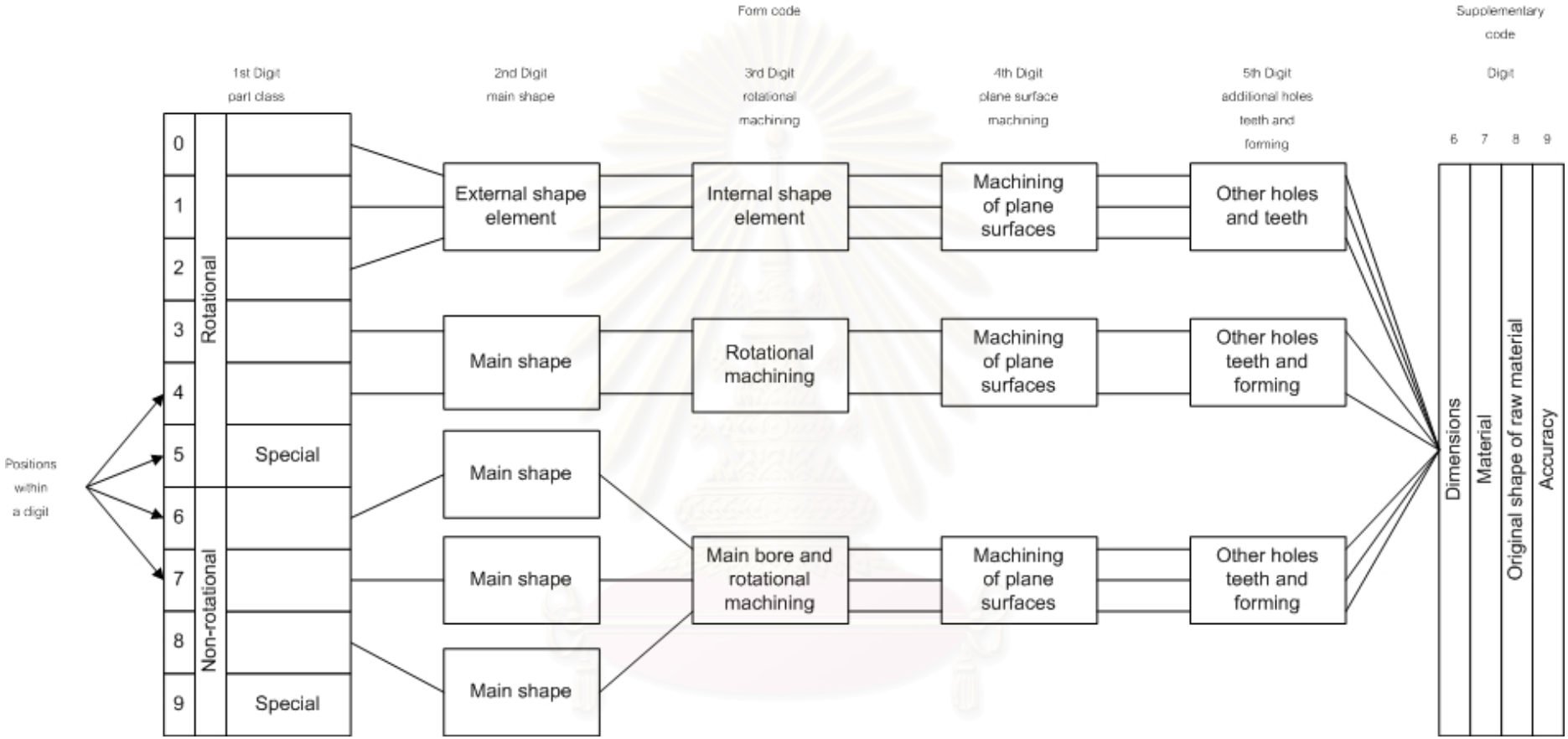
(Snead, 1989)

เนื้อหาในส่วนนี้จะนำเสนอตัวอย่างระบบการจำแนกประเภทและการให้รหัสที่มีการนำไปใช้กันในเชิงพาณิชย์ ซึ่งมีดังต่อไปนี้

1. ระบบการจำแนกประเภทและการให้รหัสแบบ Optiz

รหัส Optiz พัฒนาขึ้นโดย H. Optiz แห่ง Aachen Technical University ประเทศเยอรมนี เพื่อใช้ในการจำแนกประเภทชิ้นส่วนของเครื่องจักร มีลักษณะโครงสร้างแบบผสม (Hybrid) ประกอบด้วยเลขรหัสพื้นฐานจำนวน 5 หลัก และเลขรหัสเพิ่มเติมอีก 4 หลัก โดยมีเลขรหัสพื้นฐานหลักที่ 1 เป็นโครงสร้างแบบ monocode ใช้สำหรับแบ่งประเภทของชิ้นส่วน เลขรหัสพื้นฐานหลักที่ 2 มีโครงสร้างเป็นแบบ quasi-polycode ใช้บรรยายรูปทรงพื้นฐาน เลขรหัสพื้นฐานหลักที่ 3 ถึง 5 มีโครงสร้างเป็นแบบ polycode ซึ่งมีหน้าที่ตามลำดับดังนี้คือ ระบุลักษณะการตัดปาดผิวแบบหมุน ระบุลักษณะการการตัดปาดผิวหน้าบนระนาบ และระบุลักษณะเพิ่มเติมเกี่ยวกับรูและฟันเฟือง ส่วนเลขรหัสเพิ่มเติมอีก 4 หลักมีไว้สำหรับจำแนกขนาด ชนิดของวัตถุดิบ รูปแบบเริ่มแรกของวัตถุดิบ และระดับความคลาดเคลื่อน ตามลำดับ เดิมทีระบบรหัสชนิดนี้ออกแบบมาเพื่อใช้เป็นรหัสของชิ้นส่วนเครื่องจักร แต่ภายหลังได้มีการขยับขยายให้ครอบคลุมไปถึงชิ้นส่วนที่ไม่ใช่องค์ประกอบของเครื่องจักร เช่น เครื่องมือ การประกอบ และวัตถุดิบ รูปแบบของระบบการจำแนกประเภทและการให้รหัสแบบ Optiz แสดงไว้ในรูปที่ 2.3 และตารางที่ 2.2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 2.3 โครงสร้างของระบบการจำแนกประเภทและการให้รหัสแบบ Optiz

(Snead, 1989)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.2 รหัส Optiz หลักที่ 1 ถึง 5

(Snead, 1989)

Digit 1			Digit 2			Digit 3			Digit 4		Digit 5		
Part class			External shape, external shape elements			Internal shape, internal shape elements			Plane-surface machining		Auxiliary holes and gear teeth		
0	Rotational parts	L/D ≤ 0.5	0		Smooth, no shape elements	0		No hole, no break through	0	No surface machining	0		No auxiliary hole
1		0.5 < L/D < 3	1	Stepped to one end	No shape elements	1	Smooth or stepped to one end	No shape elements	1	Surface plane and/or curved in one direction, external	1	No gear teeth	Axial, not on pitch circle diameter
2		L/D ≥ 3	2		Thread	2		Thread	2	External plane surface related by graduation around a circle	2		Axial on pitch circle diameter
3			3		Functional groove	3		Functional groove	3	External groove and/or slot	3		Radial, not on pitch circle diameter
4			4	Stepped to both ends	No shape elements	4	Stepped to both ends	No shape elements	4	External spline (polygon)	4		Axial and/or radial and/or other direction
5			5		Thread	5		Thread	5	External plane surface and/or slot, external spline	5		Axial and/or radial on PCD and/or other directions
6	Nonrotational parts		6		Functional groove	6		Functional groove	6	Internal plane surface and/or slot	6	With gear teeth	Spur gear teeth
7			7		Functional cone	7		Functional cone	7	Internal spline (polygon)	7		Bevel gear teeth
8			8		Operating thread	8		Operating thread	8	Internal and external polygon, groove and/or slot	8		Other gear teeth
9			9		All others	9		All others	9	All others	9		All others

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.3 รหัส Optiz หลักที่ 1 ถึง 5 (ต่อ)

(Snead, 1989)

Part class		
0	Rotational parts	L/D ≤ 0.5
1		0.5 < L/D < 3
2		L/D ≥ 3
3		
4		
5		
6	Nonrotational parts	
7		
8		
9		

External shape, external shape elements		
0		Smooth, no shape elements
1	Stepped to one end or smooth	No shape elements
2		Thread
3		Functional groove
4	Stepped to both ends	No shape elements
5		Thread
6		Functional groove
7		Functional cone
8		Operating thread
9		All others

Internal shape, internal shape elements		
0		No hole, no break through
1	Smooth or stepped to one end	No shape elements
2		Thread
3		Functional groove
4	Stepped to both ends	No shape elements
5		Thread
6		Functional groove
7		Functional cone
8		Operating thread
9		All others

Plane-surface machining	
0	No surface machining
1	Surface plane and/or curved in one direction, external
2	External plane surface related by graduation around a circle
3	External groove and/or slot
4	External spline (polygon)
5	External plane surface and/or slot, external spline
6	Internal plane surface and/or slot
7	Internal spline (polygon)
8	Internal and external polygon, groove and/or slot
9	All others

Auxiliary holes and gear teeth		
0	No gear teeth	No auxiliary hole
1		Axial, not on pitch circle diameter
2		Axial on pitch circle diameter
3		Radial, not on pitch circle diameter
4		Axial and/or radial and/or other direction
5		Axial and/or radial on PCD and/or other directions
6	With gear teeth	Spur gear teeth
7		Bevel gear teeth
8		Other gear teeth
9		All others

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. ระบบการจำแนกประเภทและการให้รหัสแบบ KK-3

ระบบการจำแนกประเภทและการให้รหัสแบบ KK-3 พัฒนาขึ้นโดย Japan Society for the Promotion of Machine Industry (JSPMI) เพื่อจำแนกและให้รหัสชิ้นส่วนเครื่องจักรกลทั่วๆ ไป โดยจำแนกตามลักษณะการตัดปาดผิวโลหะและการเจียรไนชิ้นส่วน ระบบรหัสนี้ใช้ตัวเลข 2 หลักในการจำแนกชื่อของชิ้นส่วน โดยหลักแรกใช้อธิบายหน้าที่ทั่วๆ ไป เช่น เกียร์ เพลา ชิ้นส่วนขับและชิ้นส่วนที่มีการเคลื่อนที่ ชิ้นส่วนที่อยู่กับที่ และหลักที่ 2 ใช้อธิบายรายละเอียดของหน้าที่ ทำให้ระบบรหัส KK-3 สามารถจำแนกได้ 100 ชื่อตามหน้าที่สำหรับชิ้นส่วนหมุนและชิ้นส่วนไม่หมุน ในส่วนของการจำแนกประเภทวัสดุ จะใช้รหัส 2 หลักเช่นกัน โดยในหลักแรกเป็นการจำแนกชนิดของวัสดุ และหลักที่ 2 เป็นการจำแนกรูปทรงของวัตถุดิบ มิติและอัตราส่วนของมิติ

ตารางที่ 2.4 โครงสร้างของระบบการจำแนกประเภทและการให้รหัสแบบ KK-3 (Snead, 1989)

Digit	Items (Rotational components)		
1	Parts name		General classification
2			Detail classification
3	Materials		General classification
4			Detail classification
5	Chief dimensions		Length
6			Diameter
7	Primary shapes and ratio of major dimensions		
8	Shape details and kinds of processes	External surface	External surface and outer primary shape
9			Concentric screw threaded parts
10			Functional cut-off parts
11			Extraordinary shaped parts
12			Forming
13			Cylindrical surface
14		Internal surface	Internal primary shape
15			Internal curved surface
16			Internal flat surface and cylindrical surface
17		End surface	
18		Nonconcentric holes	Regularly located holes
19			Special holes
20		Noncutting process	
21	Accuracy		

ตารางที่ 2.5 ระบบรหัส KK-3 หลักที่ 1 และ 2

(Snead, 1989)

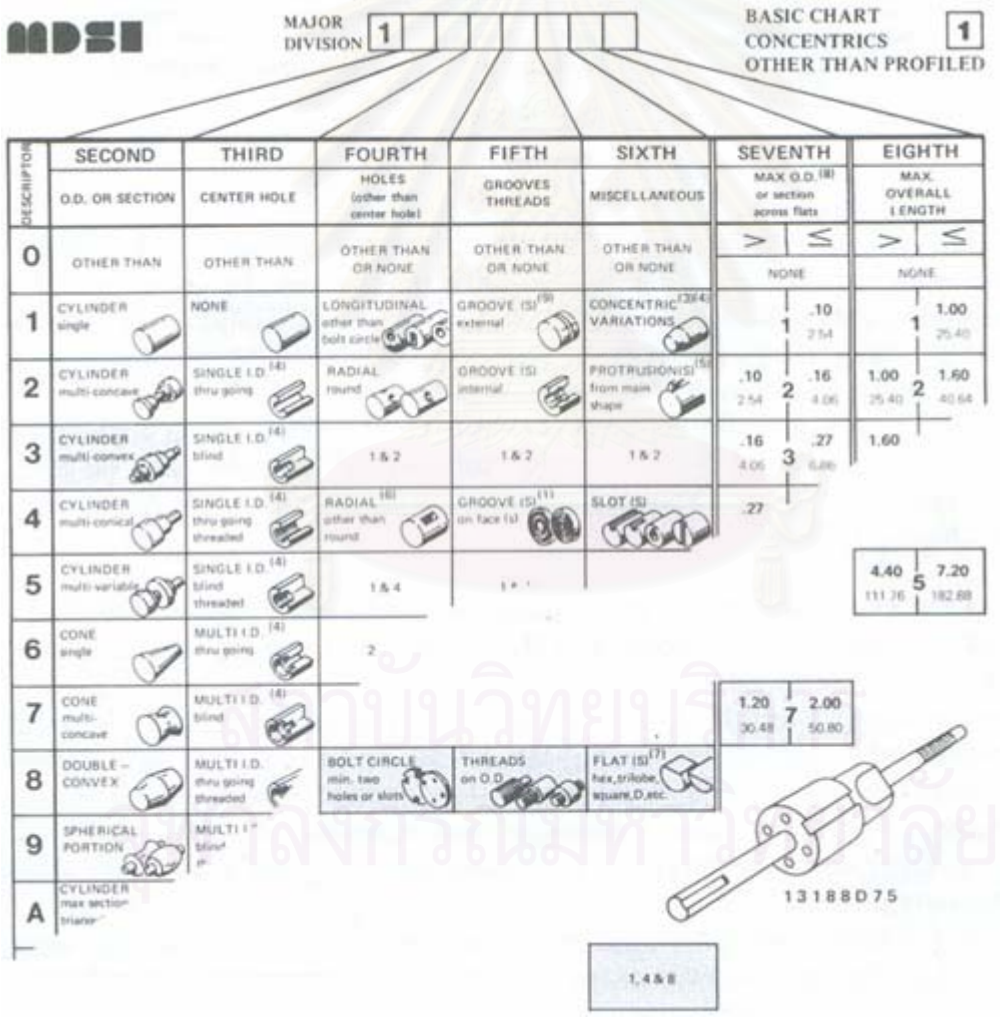
I \ II		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	II / I
0	Gears	Spur, helical gear(s)	Internal gear(s)	Bevel gear(s)	Hypoid gear(s)	Worm gear(s)	Screw gear(s)	Sprocket wheel	Special gear	Round vessel	Other(s)	Gears
1	Shafts, spindles	Spindle, arbor, main drive	Counter shaft	Lead screw(s)	Screwed shaft	Round rod(s)	Eccentric shaft	Splined shaft	Cross shaft	Round column	Round casting	Shafts, spindles
2	Main drive	Pulley(s)	Clutch	Braket(s)	Impeller(s)	Piston(s)	Round tables	Other(s)	Flange	Chuck(s)	Labyrinth seal(s)	Main drive
3	Guiding parts	Sleeves, bushing	Bearing metal	Bearing(s)	Roller(s)	Cylinder	Other(s)	Dial plate(s)	Index plate(s)	Cam(s)	Others	Guiding parts
4	Fixing part	Collar(s)	Socket, spacer	Pin(s)	Fastening screws	Other(s)	Handles	Spool(s)	Round links	Screw(s)	Others	Fixing parts
5												
6												
. . .												
9												

Rotational components (rows 0–4) / Nonrotational (rows 5–9)

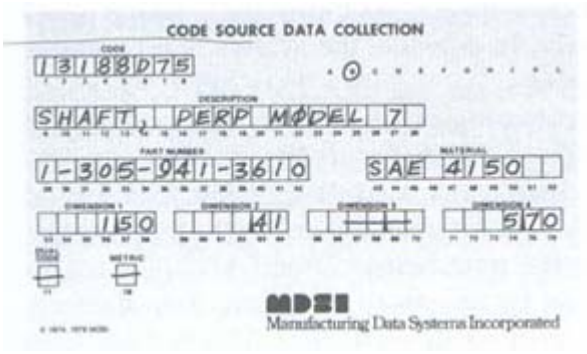
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. ระบบการจำแนกประเภทและการให้รหัสแบบ CODE MDSI

ระบบการจำแนกประเภทและการให้รหัสที่เรียกว่า CODE นี้ พัฒนาขึ้นโดยบริษัท Manufacturing Data System เพื่อใช้จำแนกประเภทและให้รหัสชิ้นส่วนเครื่องจักรกล โครงสร้างของรหัสเป็นแบบผสม (hybrid) มีทั้งหมด 8 หลัก แต่ละหลักมีการใช้สัญกรณ์แบบ Hexadecimal กล่าวคือ มีอักขระให้เลือกใช้ 16 ตัว ได้แก่ ตัวเลข 1 ถึง 9 และตัวอักษร A ถึง F โดยรหัสหลักแรกจะเป็นแบบ Monocode ใช้เพื่อจำแนกประเภทหลักๆ ของชิ้นส่วนเครื่องจักรกล ส่วนรหัสอีก 7 หลักที่เหลือจะเป็นแบบ Polycode ใช้สำหรับอธิบายรูปทรง ลักษณะ และขนาดของชิ้นส่วน



รูปที่ 2.4 โครงสร้างของระบบการจำแนกประเภทและการให้รหัสแบบ CODE MDSI (Snead, 1989)

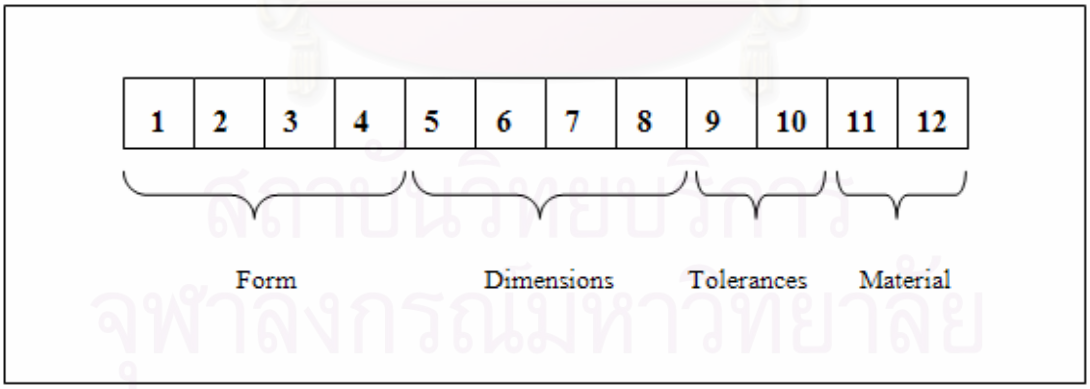


รูปที่ 2.5 โครงสร้างของระบบการจำแนกประเภทและการให้รหัสแบบ CODE MDSI (ต่อ)

(Snead, 1989)

4. ระบบการจำแนกประเภทและการให้รหัสแบบ MICLASS

ระบบการจำแนกประเภทและการให้รหัสแบบ MICLASS (เดิมเรียกว่า MULTICLASS) พัฒนาขึ้นโดยบริษัท Organization for Industrial Research หรือ OIR เพื่อใช้ในงานออกแบบและผลิต มีลักษณะโครงสร้างแบบผสม (Hybrid) จำนวน 12 หลัก และสามารถขยายเพิ่มเติมภายหลังตามความต้องการในการใช้งานได้สูงสุด 30 หลัก โดยรหัสหลักที่ 1 ถึง 4 ใช้อธิบายรูปทรง หลักที่ 5 ถึง 8 ใช้ระบุขนาด หลักที่ 9 และ 10 มีไว้บอกค่าความคลาดเคลื่อน ส่วนรหัสหลักที่ 11 และ 12 ใช้บ่งบอกชนิดของวัสดุ



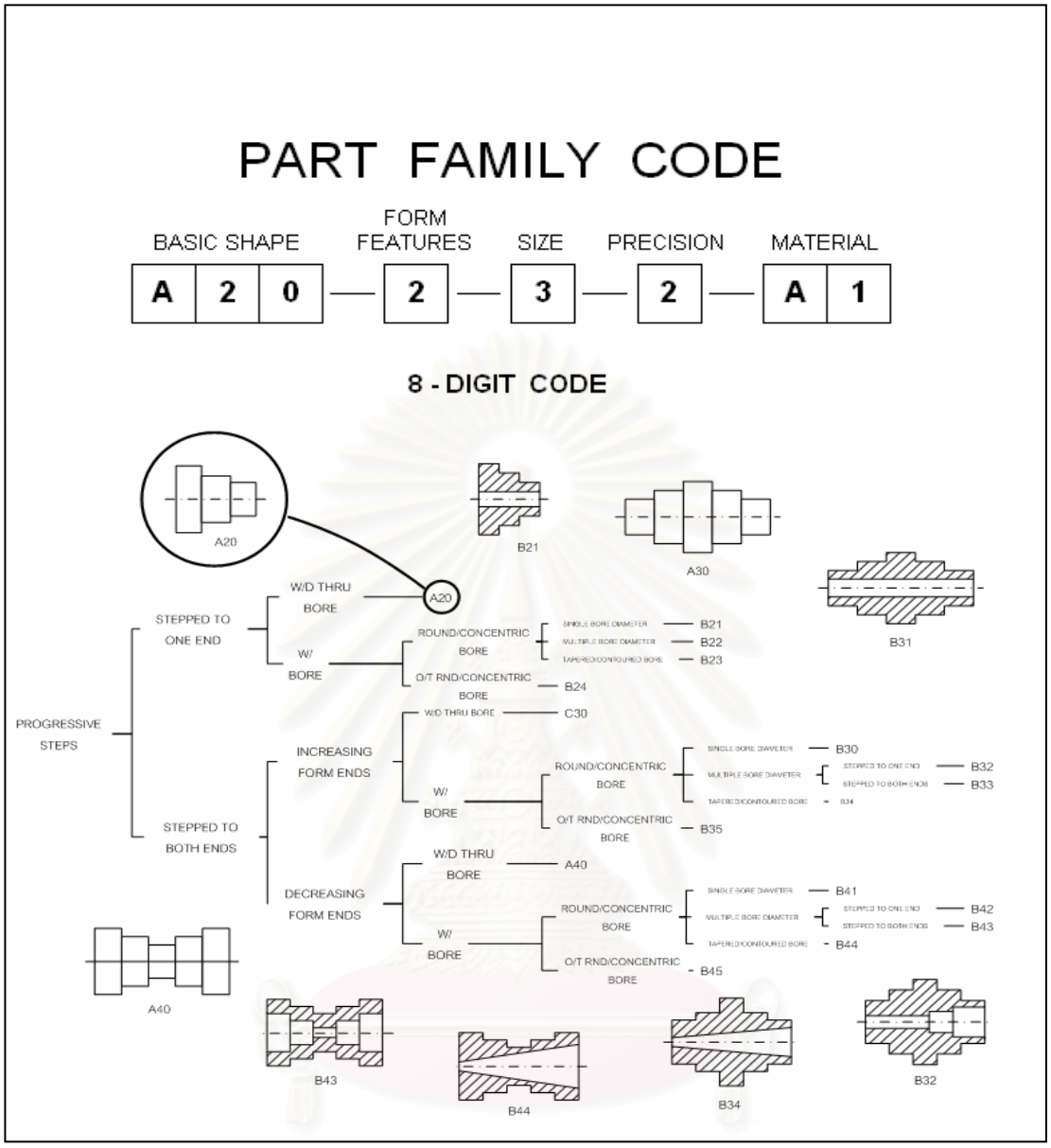
รูปที่ 2.6 โครงสร้างของระบบการจำแนกประเภทและการให้รหัสแบบ MICLASS

(Snead, 1989)

5. ระบบการจำแนกประเภทและการให้รหัสแบบ DCLASS

ระบบการจำแนกประเภทและการให้รหัสแบบ DCLASS (ย่อมาจาก Decision and Classification Information Technology) พัฒนาขึ้นโดย Computer-Aided Manufacturing Laboratory of Brigham Young University ใช้สำหรับจำแนกประเภทและให้รหัสชิ้นส่วน กระบวนการผลิต เครื่องจักร และเครื่องมือต่างๆ ระบบ DCLASS ไม่ใช่ระบบการจำแนกประเภทและการให้รหัสที่มีรหัสคงที่ แต่เป็นซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ซึ่งทำหน้าที่เป็นระบบสนับสนุนการตัดสินใจ ระบบนี้สามารถสร้างรหัสที่มีโครงสร้างเป็นแบบ Monocode, Polycode และ Hybrid นอกจากนี้ DCLASS ยังสามารถใช้งานเป็นระบบจัดการฐานข้อมูลอีกด้วย จึงทำให้ระบบนี้เหมาะสมอย่างมากที่จะนำไปใช้ในงานด้านการออกแบบและผลิต

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 2.7 ตัวอย่างโครงสร้างของระบบการจำแนกประเภทและการให้รหัสแบบ DCLASS (Snead, 1989)

2.1.6 ตัวชี้วัดประสิทธิภาพพลังงาน

ประสิทธิภาพพลังงาน หมายถึง อัตราส่วนของปริมาณพลังงานที่ใช้ไปในกระบวนการผลิต ต่อหน่วยของปริมาณหรือมูลค่าผลผลิต ซึ่งเป็นสิ่งที่สะท้อนถึงความเหมาะสมในการบริโภคพลังงานของอุตสาหกรรม การพัฒนาประสิทธิภาพพลังงานจะเกิดขึ้นเมื่อมีการใช้พลังงานลดลง ในขณะที่ระดับการผลิตคงที่ หรือเมื่อมีการใช้พลังงานคงที่ แต่มีระดับการผลิต

เพิ่มขึ้น การหาประสิทธิภาพพลังงานจำเป็นต้องอาศัยข้อมูลสองส่วน ได้แก่ ปริมาณพลังงานที่ใช้ไป และปริมาณหรือมูลค่าผลผลิตที่เกิดขึ้นจากพลังงานที่ใช้ไป

ในระดับโรงงาน การคำนวณหาประสิทธิภาพพลังงานอาจทำได้โดยไม่ยากนัก เนื่องจาก โรงงานที่มีการตรวจวัดและเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นปรกติ ก็จะมีข้อมูลทั้งสองส่วนดังกล่าวอยู่แล้ว ส่วนในระดับอุตสาหกรรมและกลุ่มอุตสาหกรรม ข้อมูลที่จะนำมาคำนวณหาประสิทธิภาพพลังงานจะต้องเป็นข้อมูลในระดับมหภาค ซึ่งจำเป็นต้องมีหน่วยงานที่ทำหน้าที่รับผิดชอบในเรื่องการเก็บรวบรวมข้อมูลดังกล่าว
(ที่ปรึกษาตรวจสอบ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549)

ตัวชี้วัดประสิทธิภาพพลังงานที่มีใช้อยู่คือ ดัชนีการบริโภคพลังงานจำเพาะ (Specific Energy Consumption หรือ SEC) และความเข้มพลังงาน (Energy Intensity หรือ EI)

ดัชนีการบริโภคพลังงานจำเพาะ

ดัชนีการบริโภคพลังงานจำเพาะ (Specific Energy Consumption หรือ SEC) คือ อัตราส่วนระหว่างพลังงานทั้งหมดที่ใช้ในกระบวนการผลิตต่อหน่วยการผลิตของโรงงาน ซึ่งตัวเลขนี้จะบ่งบอกว่า ในกระบวนการผลิตหนึ่งๆ ใช้พลังงานเฉลี่ยเท่าใดในการผลิตสินค้า 1 หน่วย การคำนวณค่า SEC ทำได้โดยเอาพลังงานทั้งหมดที่ใช้ในกระบวนการผลิตในช่วงเวลาที่สนใจ (รวมไปถึงพลังงานที่ใช้ในส่วนของสำนักงานและ utility ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิต) หารด้วยปริมาณผลผลิตในช่วงเวลานั้น ค่า SEC สามารถจำแนกตามประเภทของพลังงานที่นำมาคิดได้แก่ SEC ของการใช้พลังงานไฟฟ้า (SEC_E), SEC ของการใช้พลังงานความร้อน (SEC_H) และ SEC ของการใช้พลังงานรวม ($SEC_{รวม}$) ตัวอย่างการคิดค่า SEC มีดังต่อไปนี้

สมมุติว่าโรงงานแห่งหนึ่งมีการใช้พลังงานไฟฟ้าในส่วนที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตในเดือนหนึ่งเท่ากับ 1,000,000 หน่วย (kWh) และความร้อนที่ใช้ได้มาจากน้ำมันเตา ปริมาณ 5,000 ลิตรต่อเดือนซึ่งมีค่าความร้อนเท่ากับ 39.77 MJ/kg และผลิตสินค้า 1,000,000 kg ดังนั้น

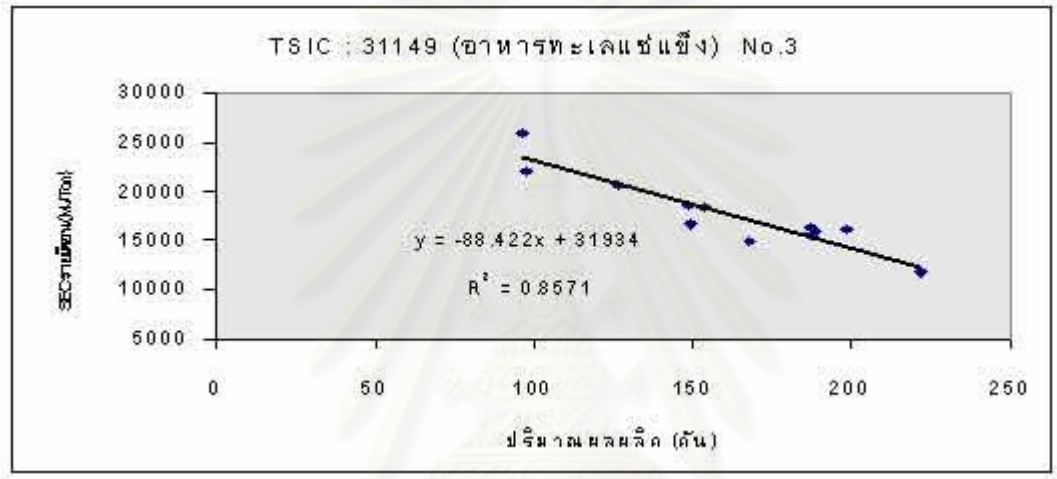
SEC_E = 1,000,000 kWh/1,000,000 kg = 1 kWh/kg

SEC_H = 5,000 x 39.77 MJ/1,000,000 kg = 0.198 MJ/kg

$SEC_{รวม}$ = (1,000,000 x 3.6 + 5,000 x 39.77) / 1,000,000 = 1.198 MJ/kg

ในกรณีที่หาค่า $SEC_{รวม}$ ให้แปลงพลังงานไฟฟ้าในหน่วย kWh ให้เป็น MJ โดยคูณด้วย 3.6 และนำมารวมกับ MJ ของพลังงานความร้อนซึ่งได้จากปริมาณเชื้อเพลิง คูณกับค่าความร้อนของเชื้อเพลิงนั้นๆ หน่วยพลังงานที่นิยมใช้ในการคำณวณค่า SEC มักจะเป็น MJ หรือ GJ ในขณะที่ปริมาณผลผลิตขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของผลผลิตที่นิยมใช้มักจะเป็นหน่วยน้ำหนัก เช่น กิโลกรัม หรือ ตัน เป็นต้น

เมื่อเรานำค่า SEC ในแต่ละเดือนมาเขียนกราฟ กับปริมาณผลผลิตของเดือนนั้นๆ จะได้กราฟลักษณะดังตัวอย่างในรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 ค่า SEC และปริมาณผลผลิตในรอบ 12 เดือนของโรงงานแช่แข็งแห่งหนึ่ง
(ที่ปรึกษาตรวจสอบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2544)

ค่า SEC นั้นจะลดลงเมื่อโรงงานมีปริมาณการผลิตสูงขึ้น เนื่องจากพลังงานที่ใช้ในการผลิตประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่แปรผันตามปริมาณผลผลิต และส่วนที่คงที่ไม่ขึ้นกับปริมาณผลผลิต เช่น ส่วนของสำนักงาน เป็นต้น เมื่อปริมาณผลผลิตเพิ่มขึ้น การใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตในส่วนนี้จะลด จึงทำให้ SEC รวมลดลง นั่นคือในโรงงานเดียวกัน ยิ่งผลิตมาก การใช้พลังงานจะมีประสิทธิภาพมากขึ้น ปัจจัยหลักที่มีผลต่อค่า SEC ในแต่ละเดือนก็คือ ปริมาณผลผลิต อย่างไรก็ตาม จะเห็นว่าแม้ในบางเดือนปริมาณผลผลิตจะใกล้เคียงกัน ปริมาณการใช้พลังงาน หรือ SEC ก็อาจมีความแตกต่างกันบ้าง ทั้งนี้เนื่องจากอิทธิพลของปัจจัยอื่น ๆ เช่น ความยากง่ายของชิ้นงานในแต่ละเดือนมีความแตกต่างกัน วัตถุดิบที่นำเข้ามามีคุณภาพต่างกัน เชื้อเพลิงที่ใช้มีความชื้นต่างกัน หรือ มีของเสียในเดือนนั้นมาก หรือ Down time มาก หรือจำนวนวันหยุดมาก ฯลฯ ดังนั้นหากสามารถควบคุมปัจจัยเหล่านี้ได้ ค่า SEC ก็จะค่อนข้างสม่ำเสมอ และอยู่ในค่าที่ต้องการ (ที่ปรึกษาตรวจสอบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2544)

ความเข้มพลังงาน

ความเข้มพลังงาน (Energy Intensity หรือ EI) หมายถึง ปริมาณพลังงานที่ต้องการใช้เพื่อให้ได้มาซึ่งผลผลิตหรือบริการ 1 หน่วย โดยหน่วยของผลผลิตหรือบริการนั้นอาจอยู่ในรูปของหน่วยทางกายภาพ (Physical Unit) เช่น 1 ตัน เป็นต้น หรืออาจอยู่ในรูปของมูลค่าทางเศรษฐกิจ เช่น บาท หรือ พันบาท เป็นต้น นอกจากนี้มูลค่าทางเศรษฐกิจยังอาจอยู่ในรูปของมูลค่าต่าง ๆ เช่น มูลค่าผลผลิต (Value of Production) มูลค่าการขนส่ง (Value of Shipments) มูลค่าเพิ่ม (Value Added) เป็นต้น ดังนั้น ค่าความเข้มพลังงานในอุตสาหกรรมหรือใน Sector อื่น ๆ (ขนส่ง, ธุรกิจ, ที่พักอาศัย) จึงมีได้หลายค่าตามแต่จะอธิบายการบริโภคพลังงาน เมื่อให้ได้ผลผลิตในมูลค่าหรือปริมาณใด ดังเช่น ในสหรัฐอเมริกา ได้มีการกำหนดตัวชี้วัดความเข้มพลังงานของภาคอุตสาหกรรม (Manufacturing Sector) ไว้หลายรูปแบบดังนี้

- Energy / Gross Output
- Energy / Industrial Production
- Energy / Value Added
- Energy / Gross Production Originating
- Energy / Value of Shipments
- Energy / Value of Production
- Energy / Adjusted – Capacity Value of Production

สำหรับการเปรียบเทียบความเข้มพลังงานระหว่างประเทศ จะใช้เป็น Energy / GDP (Gross Domestic Product)

เนื่องจากการคำนวณหาค่าความเข้มพลังงาน ตั้งแต่ระดับกลุ่มอุตสาหกรรมไปจนถึงระดับประเทศ จำเป็นอาศัยข้อมูลเกี่ยวกับผลผลิต/ บริการในระดับมหภาค ซึ่งจะต้องใช้เวลาในการเก็บรวบรวมและประมวล จึงทำให้ความเข้มพลังงานที่ได้เป็นค่าในอดีต โดยที่สาเหตุของความล่าช้าในการได้มาซึ่งตัวชี้วัดดังกล่าวเกิดจากความล่าช้าในการเก็บรวบรวมและประมวลปริมาณและมูลค่าของผลผลิต/ บริการ สำหรับในระดับโรงงาน ค่าความเข้มพลังงานสามารถหาได้รวดเร็วกว่าความเข้มพลังงานในระดับอุตสาหกรรม โดยเฉพาะเมื่อคำนวณเทียบปริมาณพลังงานที่ใช้กับปริมาณการผลิต

ในการกำหนดเป้าหมายสำหรับการลดค่าความเข้มพลังงานซึ่งเป็นการพัฒนาประสิทธิภาพพลังงาน นิยมใช้ค่าความเข้มพลังงานในหน่วยของปริมาณพลังงานต่อปริมาณผลผลิตทั้งในระดับโรงงาน, อุตสาหกรรมและกลุ่มอุตสาหกรรม เนื่องจากการใช้ปริมาณผลผลิตเป็นตัวเทียบจะให้ภาพที่ชัดเจนทางวิศวกรรมว่า ในการผลิตมีการบริโภคพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ

หรือไม่ ในขณะที่การเทียบกับมูลค่าทางเศรษฐกิจมีความแปรผันของกลไกทางการตลาดของผลผลิตนั้น ๆ ที่ไม่อาจควบคุมได้เข้ามาเกี่ยวข้องด้วย จึงทำให้การลดลงของความเข้มพลังงานอาจไม่ใช่เป็นผลจากการผลิตที่มีประสิทธิภาพทางพลังงาน แต่อาจมาจากราคาของผลผลิตที่เพิ่มสูงขึ้น

เมื่อมีการกำหนดค่าความเข้มพลังงานในหน่วยของปริมาณพลังงานต่อปริมาณผลผลิต ทำให้เกิดความสับสนระหว่างตัวชี้วัดประสิทธิภาพพลังงานอีกตัวหนึ่ง คือ ค่าการบริโภคพลังงานเฉพาะ (Specific Energy Consumption หรือ SEC) ซึ่งคำนวณจากปริมาณพลังงานต่อปริมาณผลผลิตเช่นเดียวกัน โดยความแตกต่างระหว่างความเข้มพลังงานกับ SEC สามารถอธิบายได้ดังนี้ กล่าวคือ SEC หมายถึงความเข้มพลังงานในระดับกระบวนการผลิต ซึ่งในโรงงานอาจมีการผลิตผลิตภัณฑ์อยู่หลายชนิด ยกตัวอย่างเช่น โรงงานปั่นด้ายที่มีการผลิตทั้งด้ายทอและด้ายเย็บ โดยที่ SEC ของการปั่นด้ายทออาจมีค่าเป็น 30,000 MJ/ตัน และ SEC ของการปั่นด้ายเย็บ อาจมีค่าเป็น 60,000 MJ/ตัน (MJ = Mega joules) สมมุติว่ามีสัดส่วนการผลิตด้ายทอคิดเป็น 50% และด้ายเย็บ 50% จะได้ว่าค่าความเข้มพลังงานของโรงงานนี้คือ (30,000)(0.5) + (60,000)(0.5) ซึ่งเท่ากับ 45,000 MJ/ตัน แต่ในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างการผลิต เช่น เปลี่ยนสัดส่วนการผลิตให้เป็นด้ายทอ 40% และด้ายเย็บ 60% ค่าความเข้มพลังงานก็จะเปลี่ยนไปเป็น (30,000)(0.4) + (60,000)(0.6) ซึ่งเท่ากับ 48,000 MJ/ตัน

จากความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตในแต่ละโรงงาน และอุตสาหกรรม ทำให้ค่าความเข้มพลังงานในแต่ละช่วงเวลามีความแตกต่างกันไปตามโครงสร้างการผลิต ดังนั้นเมื่อมีการคำนวณค่าความเข้มพลังงานจากข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาแล้ว จึงต้องมีการวิเคราะห์เพื่อดูว่าการเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มพลังงานที่เกิดขึ้นนั้นเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลง SEC (ระดับโรงงาน)/ความเข้มพลังงาน (ระดับอุตสาหกรรม) หรือเป็นเพราะการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างการผลิต (ที่ปรึกษาตรวจสอบ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 การปรับปรุงการออกแบบแม่พิมพ์ตัดโดยใช้การจำแนกและระบบรหัสและระบบอิงพาราเมตริก (ศรยุทธ พรพิรานนท์, 2540)

งานวิจัยนี้ได้ศึกษากระบวนการอัดขึ้นรูปในกลุ่มงานตัด ตลอดจนการออกแบบแม่พิมพ์ตัด เพื่อนำมาออกแบบเกณฑ์การจำแนกชนิดของแม่พิมพ์ตัด (blanking die) และระบบรหัสที่ใช้ระบุกลุ่มของแม่พิมพ์ จากนั้นทำการออกแบบและสร้างระบบฐานข้อมูลเพื่อช่วยในการค้นหาแบบของแม่พิมพ์ที่ได้เคยออกแบบไว้แล้วซึ่งมีลักษณะเหมือนหรือคล้ายกันตามระบบจำแนกชนิดโดยใช้ระบบรหัสในการสืบค้น ต่อจากนั้นได้ศึกษาลักษณะและความสามารถของคอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบระบบเดิมกับระบบอิงพาราเมตริกรวมทั้งศึกษาความสามารถและวิธีการใช้ซอฟแวร์คอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบระบบอิงพาราเมตริกที่ใช้ในการวิจัย แล้วทำการทดลองออกแบบและสร้างโมเดลของแม่พิมพ์ตัดชนิดชิ้นงานกลม เพื่อเสนอแนวทางการใช้งาน

ผลที่ได้จากการวิจัยนี้คือ ระบบการจำแนกแม่พิมพ์ที่ใช้กระบวนการขึ้นรูปโลหะในกลุ่มงานตัด ได้แก่ รูปร่างชิ้นงาน ขนาดของชิ้นงาน แรงตัด วัสดุชิ้นงาน ความหนาของชิ้นงาน และทิศทางการป้อนวัสดุ เป็นเกณฑ์ในการแบ่ง โดยใช้ระบบรหัสชนิดผสม 8 หลักเพื่อระบุกลุ่มของแม่พิมพ์ พร้อมทั้งระบบฐานข้อมูลช่วยค้นหารายการแม่พิมพ์ตัดที่มีลักษณะคล้ายกันโดยใช้ระบบรหัสในการสืบค้น รวมไปถึงการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการออกแบบระบบอิงพาราเมตริกในการออกแบบแม่พิมพ์ตัด ทำได้โดยสมการหรือเงื่อนไขที่สร้างขึ้นในการออกแบบแม่พิมพ์ที่มีความสัมพันธ์กับขนาดส่วนต่างๆ ของชิ้นส่วนแม่พิมพ์และชิ้นงาน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.2.2 ระเบียบวิธีการจำแนกระดับความสามารถของระบบการผลิตเชิงปัญญา (ประมวล สุธีจารุวัฒน, 2540)

งานวิจัยนี้เป็นการนำเสนอระเบียบวิธีการจำแนกระดับความสามารถของระบบการผลิตเชิงปัญญา (Intelligent Manufacturing System: IMS or Intelligent sensor-based Manufacturing system) ซึ่งจะเป็นเครื่องมือสำหรับการจัดระดับความสามารถของระบบผลิตตั้งแต่ระดับล่างสุดอันได้แก่ ระบบเครื่องมือ (machine) กลุ่มสถานีงาน (cell) สายการผลิต (line) พื้นที่ (Area) โรงงาน (factory) จนถึงระดับบนสุดคือ ระบบการผลิตทั้งระบบ (entire manufacturing system) โดยระเบียบวิธีการจำแนกระดับดังกล่าวนี้จะสามารถให้คำตอบและมุมมองกว้างๆ ของทิศทางและแนวทางการพัฒนาระบบผลิตเชิงปัญญาขององค์กรเพื่อให้ได้แนวทางการบริหารทรัพยากรขององค์กรได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ระเบียบวิธีการจำแนกที่นำเสนอในงานวิจัยนี้นั้นมีข้อจำกัดอยู่ 2 ประการใหญ่ๆ กล่าวคือ ประการแรกซึ่งเกี่ยวข้องกับตัว IMS เอง เนื่องจาก IMS เป็นเทคโนโลยีที่ค่อนข้างใหม่ในประเทศไทย จึงได้รับความสนใจจากวงการอุตสาหกรรมค่อนข้างน้อย และเป็นการยากที่จะพยากรณ์อนาคตการพัฒนา IMS ในประเทศไทย จะมีก็แค่เพียงความคาดหวังที่ IMS จะเข้ามามีบทบาทในอนาคตอันใกล้นี้ อันเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของเทคโนโลยีและการแข่งขันทางธุรกิจ ส่วนประการที่สองก็คือ การจัดจำแนกด้วยระเบียบวิธีที่นำเสนอนี้จะต้องทำโดยผู้เชี่ยวชาญในองค์กร เพราะระเบียบวิธีนี้ถูกออกแบบมาเพื่อช่วยให้องค์กรสามารถระบุสถานะปัจจุบัน และผู้ประเมินจะต้องเป็นพนักงานที่มีความคุ้นเคยกับ IMS เป็นอย่างดี

วิธีที่ดีในทางปฏิบัติสำหรับการนำ IMS มาใช้ในอุตสาหกรรมจริง ก็คือการที่มีความร่วมมือระหว่างมหาวิทยาลัยหรือห้องปฏิบัติการ กับภาคอุตสาหกรรม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.2.3 ระบบการจำแนกชนิดและการให้รหัสสำหรับชิ้นส่วนแม่พิมพ์พลาสติก (วิเชียร พาชยมัย, 2531)

งานวิจัยนี้นำเสนอระบบการจำแนกชนิดและการให้รหัสสำหรับชิ้นส่วนแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกในอุตสาหกรรมผลิตแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกตลอดจนโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อสนับสนุนการใช้งานดังกล่าว โดยระบบนี้ประกอบไปด้วยระบบย่อย 9 ระบบคือ

(1) ระบบการจำแนกตระกูลชิ้นส่วน
(2) ระบบการจำแนกวัสดุที่ใช้ผลิตชิ้นส่วน
(3) ระบบการจำแนกกระบวนการผลิต
(4) ระบบการจำแนกเครื่องมือที่ใช้ในการผลิต
(5) ระบบการจำแนกเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต
(6) ระบบการจำแนกผู้จัดจำหน่าย
(7) ระบบการจำแนกชุดแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก
(8) ระบบการจำแนกวัตถุดิบพลาสติก
(9) ระบบการจำแนกผลิตภัณฑ์ที่ได้จากแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

ระบบต่างๆ เหล่านี้ได้รับการพัฒนาเพื่อช่วยในการออกแบบ และการผลิตแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก เพื่อลดค่าใช้จ่ายต่างๆ และเพิ่มประสิทธิภาพให้ดียิ่งขึ้น ข้อเสนอแนะของงานวิจัยนี้คือการนำระบบไปใช้ในกิจกรรมการใช้คอมพิวเตอร์ในการวางแผนการผลิตเพื่อให้มีการใช้กระบวนการผลิตที่มีประสิทธิภาพในการผลิตชิ้นส่วนแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

2.2.4 Inside the standard industrial classification codes: How many paper mills are there in Washington? (Frank Ackerman และ Jeffrey Morris, 1993)

รหัส SIC (The Standard Industrial Classification Codes) ได้รับการยอมรับว่าเป็นสิ่งที่ช่วยให้วิธีการจำแนกหมวดหมู่ของธุรกิจและอุตสาหกรรมเป็นไปอย่างชัดเจน มีระบบและไม่เกิดข้อโต้แย้ง จนกระทั่ง กรมนิเวศวิทยาของรัฐวอชิงตัน (Washington State Department of Ecology) ได้ริเริ่มโครงการวิจัยในหัวข้อ “Pollution Prevention Measure Project: Normalization Measures” ขึ้นโดยโครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบข้อมูลเชิงเศรษฐศาสตร์กับสิ่งแวดล้อมสำหรับแต่ละอุตสาหกรรมซึ่งจำเป็นต้องอาศัยชุดข้อมูลเชิงเศรษฐศาสตร์ที่สามารถนำมาใช้เปรียบเทียบกับข้อมูลปริมาณของเสียที่ปล่อยออกมาซึ่งแสดงอยู่ในรูปต่อหน่วยของกิจกรรมทางเศรษฐศาสตร์ ต่อพนักงาน หรือต่อ Dollar of Outputs และเพื่อให้เห็นภาพได้ชัด โครงการนี้จึงเลือก

ที่จะเก็บข้อมูลดังกล่าวจากอุตสาหกรรมผลิตกระดาษซึ่งแบ่งออกเป็น 22 Pulp and Paper mills และ 1 Paper Product Manufacturer

หน่วยงานต่างๆ ส่วนใหญ่จัดทำรายงานข้อมูลโรงงานผลิตกระดาษโดยอาศัยรหัส SIC เป็นมาตรฐาน อย่างไรก็ตาม พบว่าแต่ละหน่วยงานมีการตีความรหัสและการนำไปใช้ที่แตกต่างกันออกไป โดยความแตกต่างประการแรกเกิดขึ้นกับกรณีของโรงงานแบบ Multi-product ซึ่ง Product เหล่านั้นมักจะจัดแยกไปอยู่ในประเภทที่ต่างกัน จึงเกิดเป็นคำถามขึ้นว่าเราควรจะจำแนกประเภทของโรงงานดังกล่าวตาม Primary Product ของโรงงานนั้นเพื่อให้เกิดความแม่นยำในการนับจำนวนโรงงานแต่ให้ภาพของขนาด Product line ที่ไม่ชัดเจน หรือควรจะแบ่งตามสัดส่วนของ Product mix แทนซึ่งจะให้ผลในทางตรงกันข้ามกับแบบแรก ส่วนความแตกต่างประการที่ 2 เกิดขึ้นจากการรวบรวมข้อมูลโดยมีจุดมุ่งหมายที่แตกต่างกันไปตามแต่ละหน่วยงาน ซึ่งอาจทำให้จำนวนโรงงานที่แต่ละหน่วยงานนับได้นั้นไม่เท่ากัน ดังนั้นความแตกต่างทั้ง 2 ประการนั้นจึงทำให้ข้อมูลที่ได้จากการหน่วยงานต่างๆ ไม่ได้เป็นมาตรฐานเดียวกัน

การนับจำนวนโรงงานกระดาษในรัฐนี้ มีอยู่มากมายหลายวิธีมาก โดยบางหน่วยงานนับโดยอิงหลัก Primary-product-shipped บ้างก็อิงหลักสัดส่วนของกิจกรรมของพนักงาน และบ้างก็นับตามเกณฑ์ข้อกำหนดเรื่องการปล่อยของเสียต่างๆ และคำจำกัดความอย่างเป็นทางการที่ตั้งโดย OMB ก็ไม่ได้ถูกนำไปใช้อย่างถูกต้องและตรงกัน เราจึงสรุปได้ว่า ด้วยข้อมูลที่มีอยู่ทั้งหมดนี้ การบูรณาการข้อมูลต่างๆที่ได้จากหน่วยงานต่างๆ นั้นอาจไม่มีความน่าเชื่อถือเพียงพอในระดับการจำแนกประเภทอุตสาหกรรมด้วยรหัส SIC 4 หลัก แม้ว่ายังไม่ได้มีการตรวจสอบระบบการจำแนกประเภทในอุตสาหกรรมอื่นๆ แต่ก็ไม่มีเหตุผลที่จะเชื่อว่า จะไม่พบปัญหาเช่นเดียวกันนี้ในอุตสาหกรรมอื่นๆ ปัญหานี้อาจเกิดขึ้นในระดับการจำแนกประเภทอุตสาหกรรมด้วยรหัส SIC 2 หลัก แต่ความซับซ้อนของปัญหาจะน้อยกว่า อย่างไรก็ตาม หากต้องการให้รหัส SIC เป็นมาตรฐานการจำแนกประเภทอุตสาหกรรมที่ครอบคลุมและเป็นรากฐานของการเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างหน่วยงานต่างๆ ก็จำเป็นที่จะต้องมีงานวิจัยต่อยอดในเรื่องของการจัดทำมาตรฐานการตีความรหัสต่อไปอีก

2.2.5 A proposed industrial classification system based on core competences (Cho Dong-Sung, 1998)

เป้าหมายที่สำคัญของการสร้างระบบการจำแนกประเภทอุตสาหกรรมนั้นคือ เพื่อให้เกิดความเข้าใจในโครงสร้างด้านอุตสาหกรรมของเศรษฐกิจของประเทศอย่างถูกต้อง และเพื่อให้ได้ข้อมูลที่จำเป็นในการแก้ปัญหาเศรษฐกิจ นอกจากนี้ยังไม่เพียงแต่เป็นการสร้างสถิติและตัวชี้วัดสำหรับการพัฒนานโยบายด้านอุตสาหกรรม แต่ยังเป็นการสร้างหลักเกณฑ์ในการตัดสินใจเลือกเป้าหมายของนโยบายด้านอุตสาหกรรม และเพื่อเป็นตัวอย่างให้เห็นถึงการใช้ระบบการจำแนกประเภทอุตสาหกรรมโดยตรงในนโยบายของรัฐบาล บทความนี้จึงยกตัวอย่างนโยบายที่ออกโดย Korea's Ministry of Trade, Industry and Energy (MoTIE) ปี 1993

รัฐบาลเกาหลีได้พัฒนาแผนเสริมสร้างความสามารถในการแข่งขันในระดับนานาชาติของอุตสาหกรรมหลักๆ ของประเทศ ด้วยการคัดเลือกธุรกิจหลัก (Core business) มา 2-3 ธุรกิจจาก 30 กลุ่มธุรกิจ โดยตั้งชื่อว่า Chaebol และด้วยเหตุนี้รัฐบาลจึงได้ทบทวนมาตรฐานอุตสาหกรรมที่มีใช้อยู่ (Korean Standard Industrial Classification: KSIC) เพื่อทำให้เกิดความราบรื่นในการประสานงานระหว่างอุตสาหกรรมให้มากที่สุด ซึ่งการทบทวนดังกล่าวได้นำมาซึ่งการปรับปรุงมาตรฐาน KSIC แต่ยังคงยึดหลักเกณฑ์การจำแนกแบบเดิมนั่นคือการมุ่งเน้นไปที่กระบวนการผลิตและคุณสมบัติของผลผลิต (output) ซึ่งการใช้หลักเกณฑ์เช่นนี้กับบางธุรกิจอาจไม่สามารถสะท้อนสภาพความเป็นจริงของกิจกรรมในธุรกิจนั้นๆ ได้ และนั่นก็ถือเป็นจุดอ่อนของนโยบายนี้ ดังนั้นบทความนี้จึงนำเสนอหลักเกณฑ์การจำแนกประเภทแบบใหม่ซึ่งมุ่งเน้นไปที่การดึงเอา Core competence ของบริษัทมาช่วยสนับสนุนการ diversify ธุรกิจ

ระบบการจำแนกประเภทอุตสาหกรรมแบบดั้งเดิมนั้นอาศัยการพิจารณา final product และ service ซึ่งไม่สามารถรองรับการเปลี่ยนแปลงความต้องการของลูกค้าท่ามกลางยุคสมัยที่มีการพัฒนาด้านเทคโนโลยีอย่างรวดเร็ว เนื่องจากไม่สามารถสะท้อนภาพของธุรกิจที่มีการ diversify ได้ ดังนั้นระบบการจำแนกประเภทอุตสาหกรรมแบบใหม่นั้นจึงควรจะจัดให้อยู่บนรากฐานของ Core competence ตามแนวคิดของ value-chainมากกว่าที่จะจัดแบ่งตาม final product และ service และสิ่งงานวิจัยชิ้นนี้ได้บอกให้เป็นนัยกับนักวิจัยทั้งหลายมีดังต่อไปนี้

1. การวัดความเกี่ยวข้อง (relatedness) ของการ diversify จำเป็นต้องได้รับการพิจารณาทบทวนอีกครั้งโดยใช้ระบบการจำแนกแบบใหม่

2. ระบบการจำแนกแบบใหม่นี้ทำให้รัฐบาลเล็งเห็นถึงจุดมุ่งหมายในการทำ diversification ของบริษัทก่อนที่จะกำหนดนโยบายเกี่ยวกับอุตสาหกรรมออกมา อันจะทำให้ได้มาซึ่งนโยบายที่มีประสิทธิผล

2.2.6 Process oriented industrial classification based on energy intensity (Beyene และ Moman, 2006)

งานวิจัยนี้นำเสนอระบบการจำแนกประเภทอุตสาหกรรมตามกระบวนการผลิต โดยใช้ความเข้มพลังงานเป็นเกณฑ์ (Process Oriented Energy Intensity Classification หรือ POEIC) เพื่อประโยชน์ในการหาแนวทางอนุรักษ์พลังงาน และการวางนโยบายส่งเสริมการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้เนื่องจากระบบการจำแนกประเภทอุตสาหกรรมที่มีใช้อยู่ (Standard Industrial Classification หรือ SIC) เป็นการจัดประเภทโรงงานอุตสาหกรรมโดยใช้ผลิตภัณฑ์หลักของโรงงานเป็นเกณฑ์ ซึ่งไม่ได้จำแนกตามกระบวนการผลิต หรือตามลักษณะการใช้พลังงาน จึงไม่สามารถให้ภาพที่ชัดเจนเกี่ยวกับแนวโน้มการใช้พลังงานในแต่ละกลุ่มอุตสาหกรรม

เกณฑ์ที่นำมาใช้บ่งบอกลักษณะการใช้พลังงานคือ อัตราส่วนการใช้ความร้อนต่อไฟฟ้า (Thermal to Electric ratio หรือ T/E ratio) และ ความเข้มพลังงาน (Energy Intensity) ซึ่งคำนวณมาจากปริมาณพลังงานรวมที่ใช้ หารด้วยยอดขายรวม มีหน่วยเป็นกิโลวัตต์ชั่วโมงต่อพันเหรียญสหรัฐฯ โดยข้อมูลที่นำมาใช้หาค่าตัวชี้วัดทั้งสองนี้ ได้มาจากการเก็บข้อมูลจากโรงงานจำนวนกว่า 270 โรง ที่คณะตรวจประเมินจากศูนย์การประเมินอุตสาหกรรมมหาวิทยาลัยซานดิเอโก้ (Industrial Assessment Center of San Diego State University) และจากการวิเคราะห์ด้วยวิธีทางสถิติเปรียบเทียบกันระหว่างการจำแนกประเภทแบบ SIC และ POEIC พบว่า การจำแนกประเภทแบบ POEIC ซึ่งเป็นการจำแนกประเภทตามกระบวนการผลิต มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของ T/E ration และ energy intensity ที่ต่ำกว่าแบบ SIC ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการจำแนกประเภทแบบ POEIC นั้นสามารถสะท้อนภาพของการใช้พลังงานได้เหมาะสมกว่าการจำแนกประเภทแบบ SIC

ระบบการจำแนกประเภท POEIC นี้อาจประกอบไปด้วย ตัวเลข 3 ส่วนดังนี้ ตัวเลขหลักแรกใช้ระบุ T/E ratio ตัวเลขหลักที่สองใช้ระบุ energy intensity ของกระบวนการผลิต ส่วนตัวเลขหลักที่สามใช้ระบุ load factor

บทที่ 3
กระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมพลาสติก

เนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดเกี่ยวกับกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกที่มีให้พบเห็นอยู่ในอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติกของประเทศไทย ซึ่งอาจแบ่งได้เป็น 14 กระบวนการ ดังต่อไปนี้

3.1 กระบวนการ Injection Molding

กระบวนการ injection molding เป็นกระบวนการฉีดพลาสติกที่เป็นผงหรือเม็ดที่หลอมเหลวเข้าไปในแม่พิมพ์ปิดแล้วปล่อยให้คงรูป (cure) หรือแข็งตัว (harden) ภายในแม่พิมพ์นั้น ชนิดของพลาสติกที่จะนำมาใช้เป็นวัตถุดิบนั้นสามารถใช้ได้ทั้งเทอร์โมพลาสติก (thermoplastic) และเทอร์โมเซตติ้งพลาสติก (thermosetting plastic) ซึ่งมีความแตกต่างกันตรงที่ในการฉีดเทอร์โมพลาสติกนั้น วัตถุดิบที่ฉีดเข้าไปในแม่พิมพ์จะแข็งตัวโดยอาศัยการหล่อเย็นภายในแม่พิมพ์ ส่วนการฉีดเทอร์โมเซตติ้งพลาสติกนั้น วัตถุดิบที่ฉีดเข้าไปในแม่พิมพ์จะคงรูปโดยอาศัยการให้ความร้อนภายในแม่พิมพ์

3.1.1 ชนิดของวัตถุดิบที่ใช้

เทอร์โมพลาสติกเกือบทุกชนิด ได้แก่ โพลีเอทีลีน (PE), โพลีโพรพีลีน (PP), โพลีสไตรีน (PS), อะครีลิก, ABS, PVC, ไนลอน, โพลีคาร์บอเนต (PC), ฟลูออโรคาร์บอน (Teflon) เป็นต้น

เทอร์โมเซตติ้งพลาสติก ได้แก่ ฟีโนลิก, ยูเรีย, เมลามีน, อีพอกซี่, ซิลิโคน และโพลีเอสเตอร์ เป็นต้น

3.1.2 ประเภทของผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการฉีดมีความหลากหลายมาก ขึ้นอยู่กับรูปร่างของแม่พิมพ์ที่ออกแบบ เช่น ชิ้นส่วนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์, ชิ้นส่วนรถยนต์, ลังบรรจุขวด, pallet, หมวกนิรภัย, บรรจุภัณฑ์, ถังขยะ, โต๊ะ, เก้าอี้ และเครื่องใช้ในครัวเรือน เป็นต้น

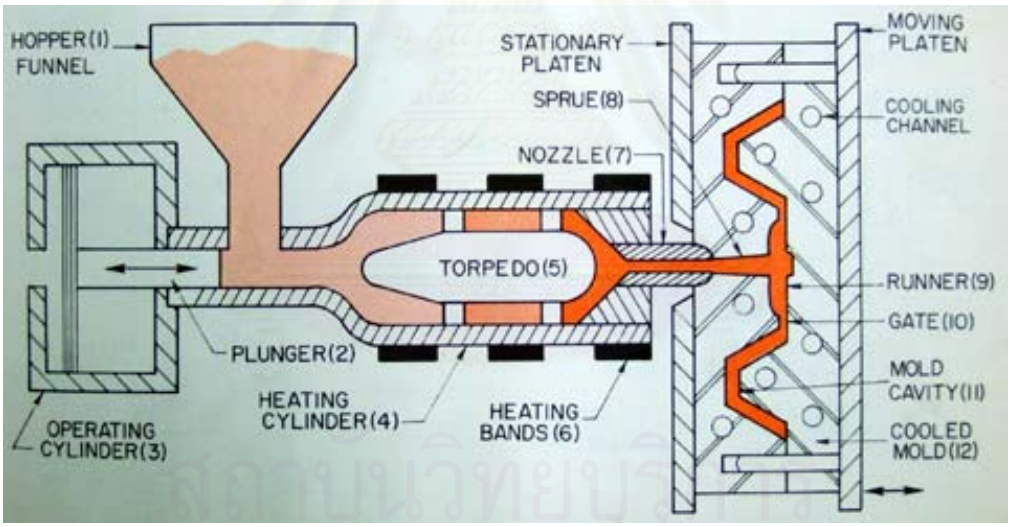
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 3.1 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการ Injection Molding
(ที่ปรึกษาตรวจสอบ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549)

3.1.3 เครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต

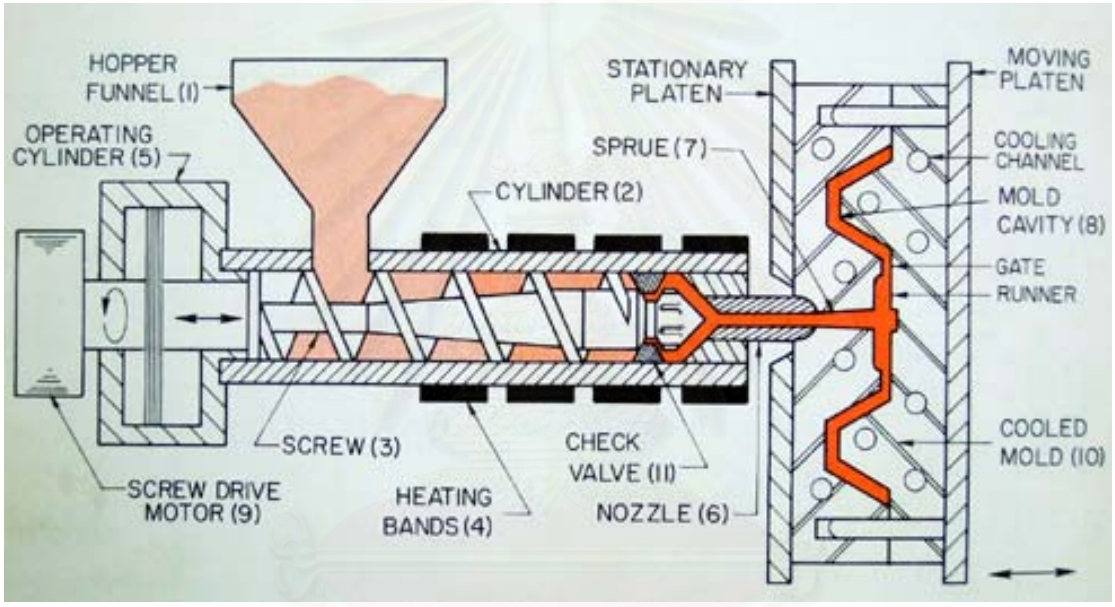
เครื่องฉีดพลาสติกมีอยู่ 2 ประเภทคือ

1. เครื่องฉีดแบบลูกสูบ (Plunger Injection Molder) เป็นเครื่องฉีดรุ่นเก่าซึ่งเริ่มมีใช้มาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1922 สามารถใช้ฉีดเทอร์โมพลาสติกได้เกือบทุกชนิด และเทอร์โมเซตติ้งพลาสติกได้บางชนิด



รูปที่ 3.2 เครื่องฉีดแบบลูกสูบ
(Steele, 1997)

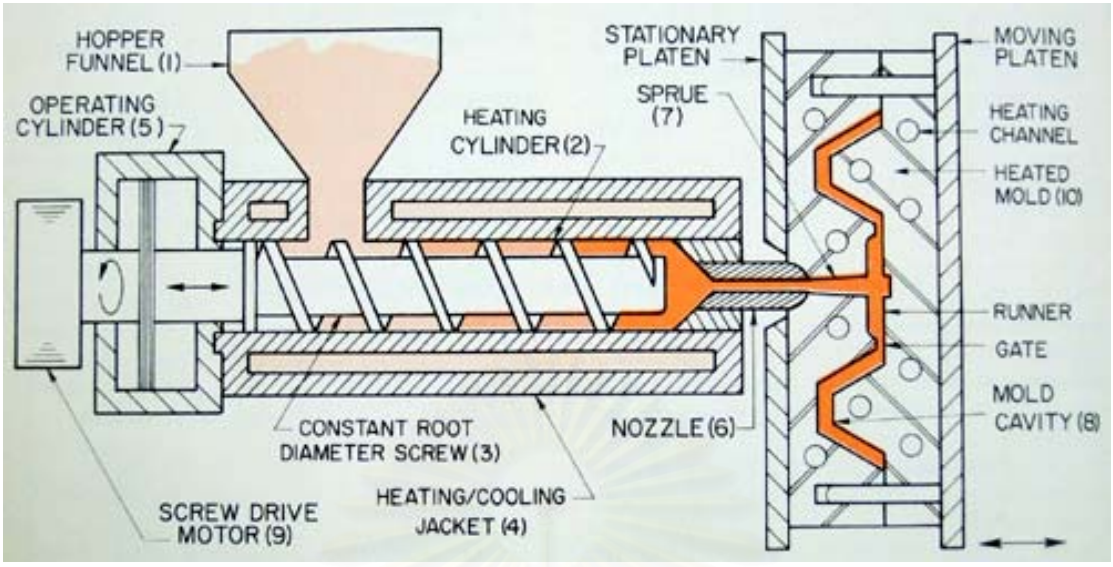
2. เครื่องฉีดแบบเกลียวหนอน (Reciprocating Screw Injection Molder) เป็นเครื่องฉีดรุ่นใหม่ที่พัฒนาขึ้นมาทดแทนแบบลูกสูบ โดยมีการเปลี่ยนแปลงระบบการอัดจากเดิมที่ใช้ระบบลูกสูบ มาใช้ระบบเกลียวหนอนแทน (พิจารณาเปรียบเทียบกันระหว่างรูปที่ 3.2 และ 3.3) เนื่องจากการหมุนของเกลียวหนอนทำให้เกิดความร้อนจากแรงเสียดทาน จึงสามารถลดความร้อนที่ต้องใส่เข้าไปเพื่อทำให้วัตถุดิบหลอมเหลว และมีรอบเวลาการทำงาน (cycle time) ที่สั้นกว่า นอกจากนี้ยังช่วยให้วัตถุดิบผสมผสานเข้าด้วยกันดียิ่งขึ้น



รูปที่ 3.3 เครื่องฉีดแบบเกลียวหนอน (สำหรับเทอร์โมพลาสติก)

(Steele, 1997)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.4 เครื่องฉีดแบบเกลียวหนอน (สำหรับเทอร์โมเซตติ้งพลาสติก)
(Steele, 1997)

รูปที่ 3.5 ตัวอย่างเครื่องฉีดพลาสติก
(ที่ปรึกษาตรวจสอบ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549)

3.1.4 ขั้นตอนการผลิต

1. เทผงพลาสติกหรือเม็ดพลาสติกลงในช่องเท (Hopper)
2. สำหรับเครื่องฉีดแบบลูกสูบนั้น ลูกสูบจะอัดเม็ดพลาสติกให้ผ่านเข้าไปยังส่วนทำความร้อน (Heating Cylinder) ซึ่งมีอุณหภูมิ 300-650 องศาฟาเรนไฮต์ โดยแยกผ่านเครื่องแยก (Torpedo หรือ Spreader) เพื่อให้ได้รับ

ความร้อนสม่ำเสมอกัน และเนื้อพลาสติกคลุกเคล้ากันดีขึ้น ส่วนเครื่องฉีดแบบเกลียวหนอนจะใช้การหมุนของระบบเกลียวหนอนแทน

3. พลาสติกเหลวจะถูกอัดผ่านหัวฉีด (Nozzle) ไปยังแม่พิมพ์ด้วยแรง 5,000-40,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ด้วยระบบลูกสูบ (หรือระบบเกลียวหนอน)
4. พลาสติกจะเย็นและแข็งตัวโดยระบบระบายความร้อนด้วยน้ำในช่องเนื้อแม่พิมพ์
5. เปิดแม่พิมพ์ แล้วนำชิ้นงานออกไปตกแต่งต่อไป (ชิ้นงานที่มีขนาดใหญ่จะถูกวางในโครงบังคับก่อนแล้วทิ้งไว้จนเย็นลงกันการบิดงอ)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.2 กระบวนการ Blow Molding

กระบวนการ blow molding เป็นกระบวนการขึ้นรูปเทอร์โมพลาสติกให้มีรูปร่างกลวงโดยอาศัยการรีดพลาสติกให้หลอมละลายย้อยลงมาคล้ายท่อซึ่งเรียกว่า parison แล้วนำแม่พิมพ์เปิดมาประกบเข้า และเป่าลมอัดเข้าไปในท่อเพื่อให้ได้รูปร่างตามต้องการ

3.2.1 ชนิดของวัตถุดิบที่ใช้

เทอร์โมพลาสติกทุกชนิด แต่ที่นิยมใช้ที่สุดคือ PE และ PVC

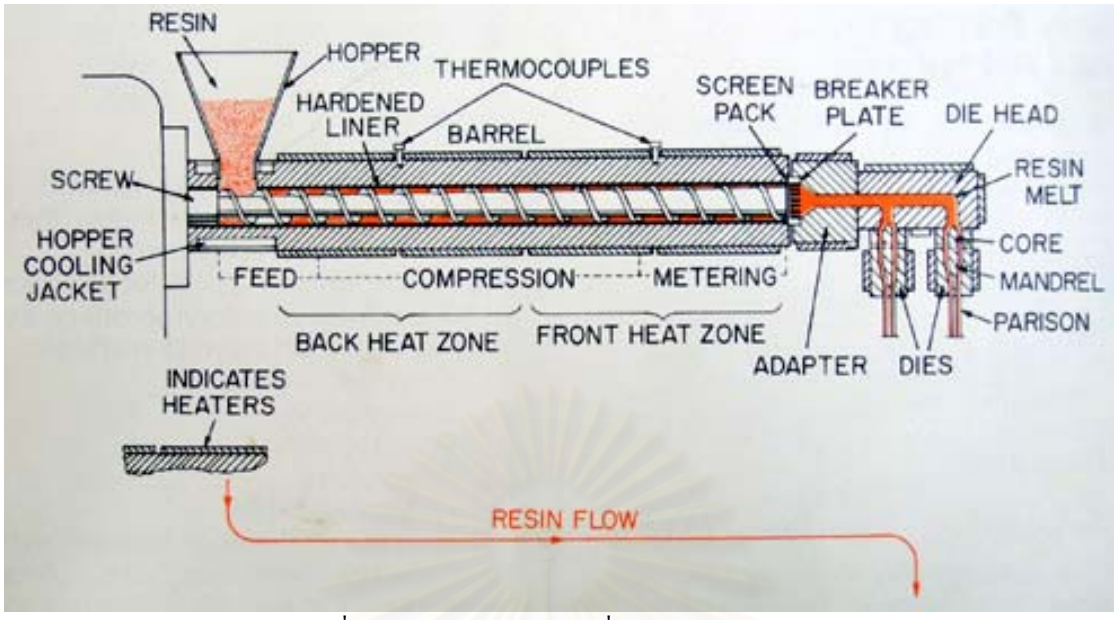
3.2.2 ประเภทของผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตด้วยกระบวนการนี้ส่วนมากจะเป็นขวดพลาสติกบรรจุของเหลวทุกชนิด หรือผลิตภัณฑ์ที่ภายในกลวงมีเปลือกนอกบาง ด้านนอกของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตด้วยกรรมวิธีนี้ จะไม่เรียบมากนัก เนื่องจากแรงอัดอากาศที่ใช้ไม่สูงมาก ผนังของผลิตภัณฑ์จะหนาไม่เท่ากัน และบริเวณที่ยืดตัวออกมากจะบาง

รูปที่ 3.6 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการ Blow Molding
(ที่ปรึกษาตรวจสอบ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549)

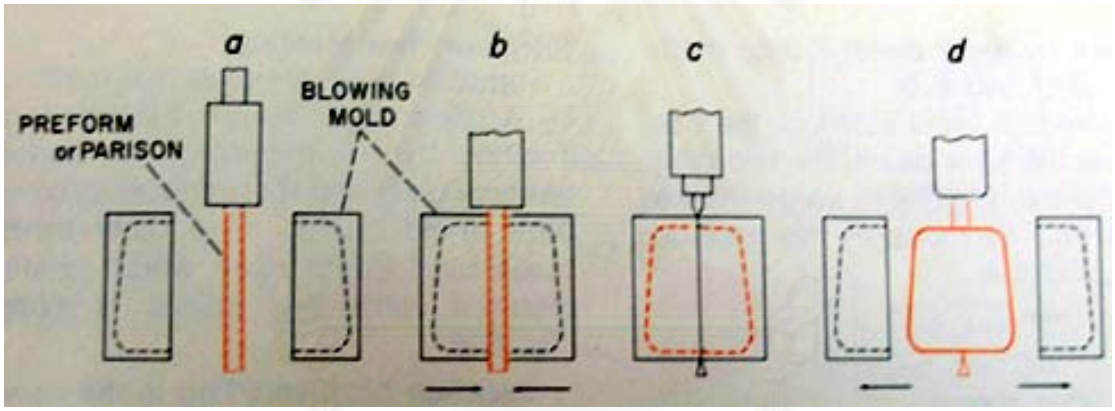
3.2.3 เครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต

เครื่องเป่าพลาสติก (Blow Molder) ประกอบไปด้วย 2 ส่วนหลักคือ ส่วนที่ใช้หลอมเหลวและรีดพลาสติก (extruder) และส่วนที่ใช้เป็นแม่พิมพ์ (mold) ดังแสดงในรูปที่ 3.7 และ 3.8



รูปที่ 3.7 ส่วน extruder ของเครื่องเป่าชนิด 2 หัวดาย

(Steele, 1997)



รูปที่ 3.8 ส่วนแม่พิมพ์ของเครื่องเป่า

(Steele, 1997)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 3.9 ตัวอย่างเครื่องเป่า (Blow Molder)
(ที่ปรึกษาตรวจสอบ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549)

3.2.4 ขั้นตอนการผลิต

1. เทเทอร์โมพลาสติกชนิดผงหรือเม็ดลงในช่องเท (hopper)
2. เกลียวรีดหมุนอัดเม็ดพลาสติกผ่านส่วนให้ความร้อนซึ่งอุณหภูมิประมาณ 300-500 องศาฟาเรนไฮต์ เม็ดพลาสติกจะหลอมละลาย
3. พลาสติกเหลวจะถูกอัดผ่านแม่แบบ (die) ด้วยแรงอัดประมาณ 500-6,000 ปอนด์/ตารางนิ้ว
4. ชิ้นงานที่รีดออกมาจะมีลักษณะเป็นท่อพลาสติกหลอมละลาย (parison) ซึ่งจะถูกรีดย้อยลงมาตามขนาดความยาวและความหนาที่กำหนดไว้
5. แม่พิมพ์แบบเปิดซึ่งอยู่ตอนล่างจะปิดเข้าหากัน ทำให้ปลายข้างหนึ่งของท่อถูกบีบติดกัน ปลายด้านบนจะถูกตัดขาดเคลื่อนตัวออก
6. ท่อเป่าลมจะย้อยลงประกอบปลายท่อพร้อมทั้งอัดลมเข้าไปในปลายท่อด้านเปิด ทำให้ท่อพลาสติกซึ่งอ่อนตัวอยู่ถูกอัดเข้าไปแนบกับแม่พิมพ์
7. ทำให้แม่พิมพ์เย็นโดยระบบให้น้ำเย็นไหลผ่านเข้าช่องในแม่พิมพ์ ทิ้งไว้ให้ชิ้นงานเย็น
8. แม่พิมพ์เปิดออก ชิ้นงานจะตกลงจากนั้นจึงใช่มีดคมเฉือนครีบบริเวณตอนบนของคอขวดและตอนล่างของขวด

3.3 กระบวนการ Stretch Blow Molding

กระบวนการ stretch blow molding หรือฉีด-ยืด-เป่า เป็นกระบวนการผลิตขวดที่ดัดแปลงมาจากกระบวนาร injection blow molding หรือฉีดเป่า ซึ่งจะคล้ายคลึงกับกระบวนการ blow molding แตกต่างกันตรงที่ขั้นตอนการผลิต parison กล่าวคือกระบวนการ blow moding จะสร้าง parison โดยการรีดพลาสติกเหลวผ่านหัวดายให้ย้อยลงมา แต่กระบวนการ blow molding จะสร้าง parison โดยการฉีดพลาสติกเหลวเข้าไปในแม่พิมพ์ฉีดก่อนซึ่งมักจะเรียก parison ที่ได้ว่า perform ส่วนในกระบวนการ stretch blow molding นั้นจะมีการเพิ่มขั้นตอนการยืด preform เพื่อให้เกิดการยืดตัวสองแกน (biaxial orientation) ขึ้น ทำให้ได้สมรรถนะของชิ้นงานที่ดีขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีการเป่าอื่นๆ แล้วการฉีด-ยืด-เป่าอาจจะเสียเปรียบทางด้านต้นทุนแต่อย่างไรก็ดีในการผลิตขวดหรือภาชนะที่ใช้ PET ซึ่งมี melt strength ต่ำ จำเป็นต้องใช้ระบบฉีด-ยืด-เป่า

รูปที่ 3.10 รูปร่างของ Preform ที่ได้จากการฉีดพลาสติกชนิด PET
(ที่ปรึกษาตรวจสอบ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549)

3.3.2 ชนิดของวัตถุดิบที่ใช้

เทอร์โมพลาสติกชนิด Poly Ethylene Terephthalate (PET)

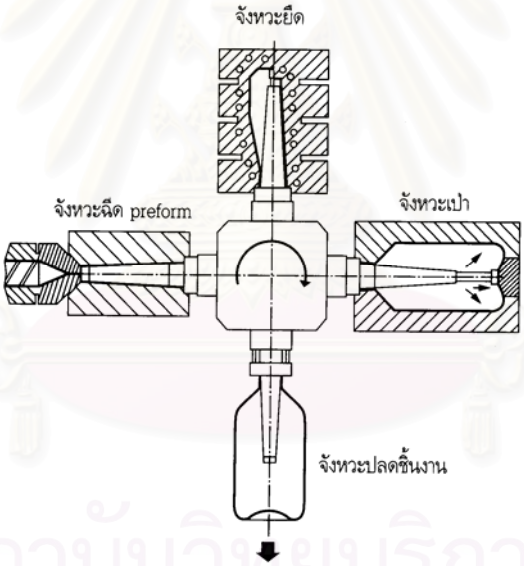
3.3.3 ประเภทของผลิตภัณฑ์

ขวดบรรจุน้ำดื่มใส หรือที่นิยมเรียกกันว่า ขวด PET

รูปที่ 3.11 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการ stretch blow molding
(ที่ปรึกษาตรวจสอบ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549)

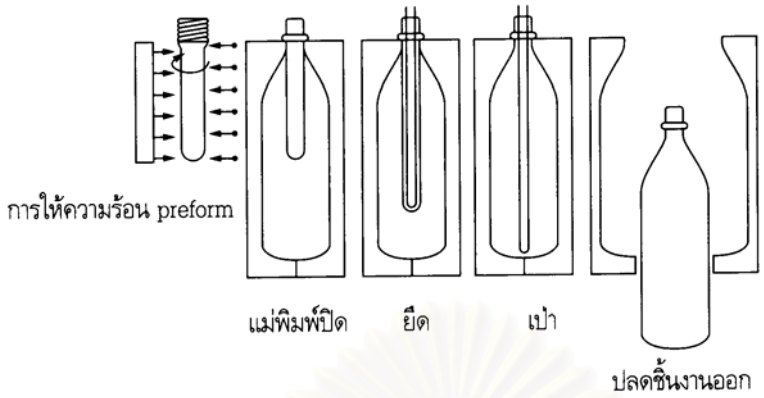
3.3.4 เครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต

เครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการ stretch blow molding แบ่งออกเป็น 2ระบบคือ ระบบต่อเนื่อง (in-line injection stretch blow system) ซึ่งจะมีความยืดหยุ่นในการเลือกใช้วัสดุ และระบบสองขั้นตอน (two stage injection stretch blow system) ระบบต่อเนื่อง จะมีขั้นตอนการทำงานต่อเนื่องตั้งแต่การฉีดหุ้ม blow pin ซึ่งมีแท่งยืดประกอบอยู่ ย้ายเข้าไปในแม่พิมพ์เป่าโดยแท่งยืดจะยืด preform ออกตามแนวแกนจนสุดแล้วขั้นตอนการเป่าจะเริ่มขึ้น หลังจากนั้นจะเปิดแม่พิมพ์เป่า เพื่อย้ายชิ้นงานไปผลิตขั้นตอนอื่นต่อไป ดังรูปที่ 3.12 ส่วนในระบบสองขั้นตอนจะทำการฉีด preform ไว้เป็นจำนวนมากแล้วนำ preform ไปทำการให้ความร้อนจนถึงอุณหภูมิเป่าที่เหมาะสม เพื่อส่งเข้ากระบวนการเป่า ดังรูปที่ 3.13 ในขั้นตอนการเป่าจะต้องทำการอุ่นให้ถึงอุณหภูมิเป่าก่อน จากนั้นจะย้ายเข้าแม่พิมพ์เป่าและจะมีแกนสำหรับยืดหลอด preform ให้ได้ตามความยาวขวดแล้วจึงทำการเป่าให้พองออกเต็มแม่พิมพ์และเมื่อเย็นตัวแล้วก็จะเปิดแม่พิมพ์เพื่อปลดชิ้นงานออก



รูปที่ 3.12 ระบบการทำงานของเครื่อง in-line injection stretch blow molding
(ที่ปรึกษาตรวจสอบ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.13 ขั้นตอนการให้ความร้อนแล้วส่งไปเข้าแม่พิมพ์ยืดเป่า
(ที่ปรึกษาตรวจสอบ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549)

รูปที่ 3.14 ตัวอย่างเครื่องจักรในกระบวนการ stretch blow molding
(ที่ปรึกษาตรวจสอบ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549)

3.3.5 ขั้นตอนการผลิต

1. เทเม็ดพลาสติกลงในช่องเท (hopper)
2. เม็ดพลาสติกจะถูกหลอมเหลวภายในส่วนที่ให้ความร้อน (heating cylinder) ของ extruder
3. พลาสติกเหลวจะถูกอัดผ่านหัวฉีด (nozzle) เข้าไปยังแม่พิมพ์ เพื่อสร้าง preform
4. preform จะเย็นและแข็งตัวโดยระบบระบายความร้อนด้วยน้ำในช่องเนื้อแม่พิมพ์ โดยในกรณีที่เป็นระบบแบบต่อเนื่อง preform จะถูกส่งไปยังแม่พิมพ์เป่า เพื่อทำการยืดและเป่าต่อไปทันที แต่สำหรับระบบแบบสองขั้นตอน จะทำการเก็บสะสม preform ให้ได้จำนวนมากๆ จากนั้นจึงทำการอุ่นให้ได้อุณหภูมิเหมาะสมแล้วส่งไปเข้าไปยังแม่พิมพ์เป่า
5. แม่พิมพ์เป่าจะปิดเข้าหากัน และจะมีแกนสำหรับยืดหลอดทำหน้าที่ดัน perform ให้ยืดออกตามแนวยาวของหลอด ซึ่งเป็นการปรับปรุงคุณสมบัติของขวดให้ดีขึ้น
6. ท่อเป่าลมจะอัดลมเข้าไปทางปากขวด ทำให้ท่อ perform ซึ่งอ่อนตัวอยู่ถูกอัดจนพองออกไปแนบติดกับแม่พิมพ์
7. ทำให้แม่พิมพ์เย็นโดยระบบให้น้ำเย็นไหลผ่านเข้าช่องในแม่พิมพ์ ทิ้งไว้ให้ชิ้นงานเย็น
8. แม่พิมพ์เปิด แล้วนำชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.4 กระบวนการ Roto Molding

กระบวนการ roto molding หรือมีชื่อเต็มว่า rotational molding เป็นกระบวนการขึ้นรูปโดยการใส่ผงพลาสติกเข้าไปในแม่พิมพ์ปิดซึ่งเป็นโลหะที่นำความร้อนได้ดี แล้วทำการหมุนแม่พิมพ์ดังกล่าวทั้งสองแกนภายในห้องร้อน (heating chamber)

3.4.1 ชนิดของวัตถุดิบที่ใช้

เทอร์โมพลาสติกชนิด PE และ PVC

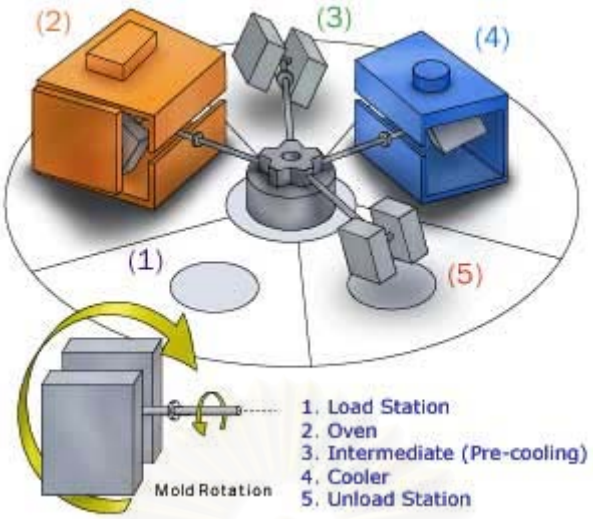
3.4.2 ประเภทของผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะภายในกลวงขนาดใหญ่ เช่น ถังขนาดใหญ่ ถังที่ใช้ในอุตสาหกรรม ห้องอาบน้ำ ตู้โทรศัพท์สาธารณะ ถังขยะ เครื่องเล่นในสวนสนุก และเรือบดทั้งลำ เป็นต้น

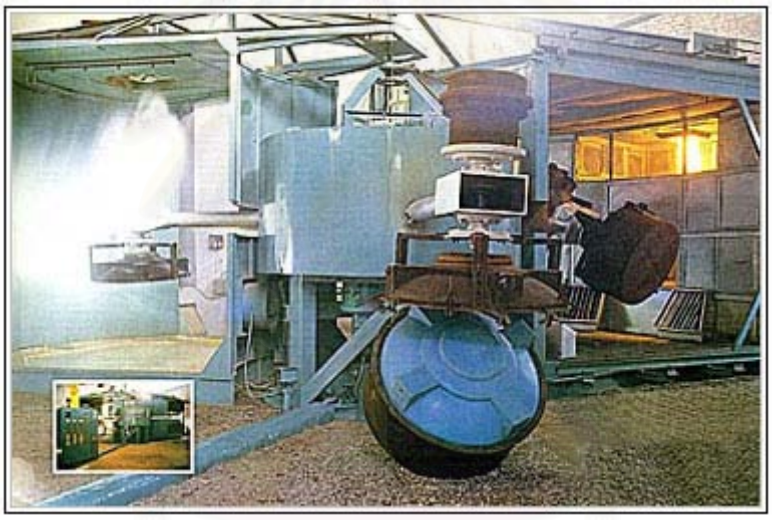
รูปที่ 3.15 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการ roto molding
(ที่ปรึกษาตรวจสอบ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549)

3.4.3 เครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต

เครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการ roto molding มีการออกแบบให้แม่พิมพ์ติดอยู่ที่บริเวณปลายของแกนหมุน ซึ่งอาจมีจำนวนแกน 3 ถึง 4 แกน โดยแต่ละแกนจะหมุนผ่านเข้าไปในสถานีงานต่างๆ ได้แก่ สถานีสำหรับบรรจุผงพลาสติก, สถานีสำหรับอบให้ความร้อนแก่แม่พิมพ์, สถานีสำหรับเตรียมทำให้แม่พิมพ์เย็น, สถานีสำหรับทำให้แม่พิมพ์เย็น และสถานีสำหรับนำชิ้นงานสำเร็จออกจากแม่พิมพ์



รูปที่ 3.16 เครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการ roto molding
(ที่ปรึกษาตรวจสอบ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549)

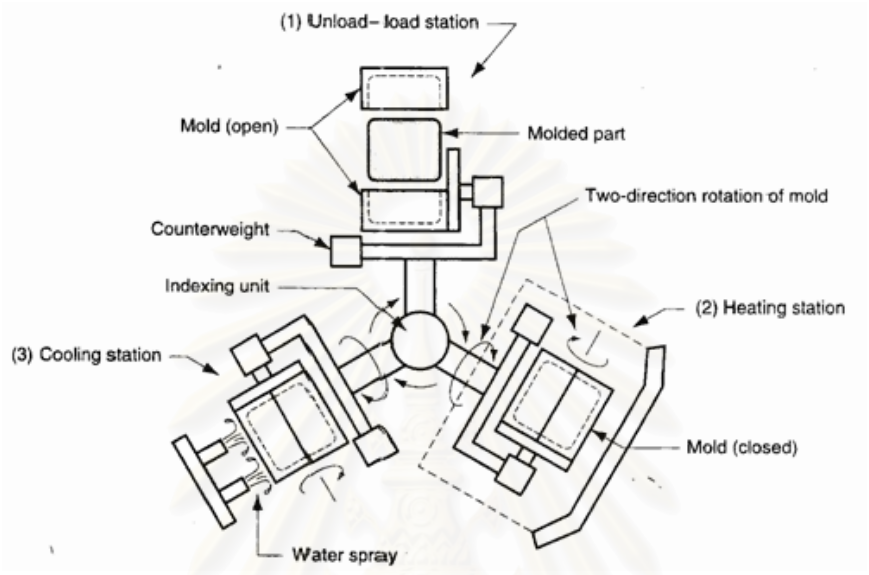


รูปที่ 3.17 ตัวอย่างเครื่องจักรในกระบวนการ roto molding แบบ 3 แกน
(ที่ปรึกษาตรวจสอบ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549)

3.4.4 ขั้นตอนการผลิต

1. เริ่มต้นที่สถานีสำหรับบรรจุผงพลาสติก เปิดแม่พิมพ์ออก แล้วใส่ผงพลาสติกลงไปในแม่พิมพ์
2. แม่พิมพ์จะถูกหมุนไปที่สถานีสำหรับอบให้ความร้อน ซึ่งภายในเตาอบนี้ แม่พิมพ์จะถูกหมุนทั้งในแกนตั้งและแกนนอน เพื่อให้พลาสติกที่หลอมเหลวกระจายตัวไปเคลือบติดบนผิวแม่พิมพ์อย่างเรียบและสม่ำเสมอ
3. จากนั้นแม่พิมพ์จะถูกหมุนออกไปยังสถานีสำหรับเตรียมทำให้แม่พิมพ์เย็น ซึ่งในสถานีนี้ แม่พิมพ์จะถูกปล่อยให้เย็นลงด้วยอากาศที่อุณหภูมิปกติภายนอก

4. จากนั้นแม่พิมพ์จะถูกหมุนเข้าไปยังสถานีสำหรับทำให้แม่พิมพ์เย็นตัว ซึ่งในสถานีนี้แม่พิมพ์จะถูกทำให้เย็นด้วยน้ำหรืออากาศเย็น
5. แม่พิมพ์ถูกหมุนไปยังสถานีสำหรับนำชิ้นงานออก แล้วแม่พิมพ์จะถูกเปิดออกเพื่อนำชิ้นงานสำเร็จออกมา



รูปที่ 3.18 รูปอธิบายประกอบขั้นตอนการผลิตของกระบวนการ roto molding
(ที่ปรึกษาตรวจสอบ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549)

3.5 กระบวนการ Compression Molding

กระบวนการ compression molding เป็นกระบวนการขึ้นรูปพลาสติกโดยการใส่ผงพลาสติกลงไปในแม่พิมพ์ แล้วขึ้นรูปด้วยการกดทับโดยอาศัยความดันและความร้อน กระบวนการนี้เป็นกระบวนการขึ้นรูปสำหรับเทอร์โมเซตติ้งพลาสติก แต่สามารถนำมาใช้ขึ้นรูปเทอร์โมพลาสติกได้เช่นกัน

3.5.1 ชนิดของวัตถุดิบที่ใช้

เทอร์โมเซตติ้งพลาสติกชนิดผง ได้แก่ เมลามีน ฟีนอลิก และยูเรีย

เทอร์โมพลาสติกชนิดผง ได้แก่ ไวนิล และ PS (ใช้ทำ แผ่นเสียง ทั้งนี้เพราะต้องการความละเอียดที่แน่นอนของแผ่น) อย่างไรก็ตาม เทอร์โมพลาสติกไม่นิยมใช้กระบวนการแบบนี้ เนื่องจากเมื่ออัดหลอมละลายแล้ว ต้องทำให้แม่แบบเย็นก่อนเปิด เพื่อป้องกันการบิดเบี้ยวไม่คงรูปซึ่งทำให้เสียเวลามาก

3.5.2 ประเภทของผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการนี้ ได้แก่ ช้อน ชาม จาน อุปกรณ์ไฟฟ้า ด้ามมือจับเตารีด หูหม้อ หูกระทะ แผ่นเสียง เป็นต้น

รูปที่ 3.19 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการ compression molding
(ที่ปรึกษาตรวจสอบ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549)

3.5.3 เครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต

เครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการ compression molding มีลักษณะดังรูปที่ 3.20

รูปที่ 3.20 ตัวอย่างเครื่องจักรในกระบวนการ compression molding
(ที่ปรึกษาตรวจสอบ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549)

3.5.4 ขั้นตอนการผลิต

1. นำผงพลาสติกไปเข้าเครื่องอบแห้ง (Preheating) ด้วยระบบ High Frequency หรือ ระบบอื่นๆ ในปริมาณที่ต้องการ เพื่ออบให้ผงพลาสติกแห้งไล่ความชื้นออก และเป็นการเพิ่มอุณหภูมิให้ใกล้เคียงจุดหลอมละลาย เพื่อช่วยลดเวลาในเครื่องอัด (ผงพลาสติกบางชนิดไม่ต้องผ่านการอบ) ที่อุณหภูมิประมาณ 90-115 องศาเซลเซียส เวลาไม่ควรเกิน 60 วินาที
2. เทก้อนผงพลาสติกที่อบแล้วเข้าแม่แบบในเครื่องอัดซึ่งมีอุณหภูมิประมาณ 150-165 องศาเซลเซียส หรือแล้วแต่ชนิดพลาสติก
3. กดแม่พิมพ์ตัวผู้ซึ่งอยู่ตอนบนลงช้าๆ (หรือดันแม่พิมพ์ตัวเมียหรือตัวล่างขึ้น) แต่ไม่สุด ด้วยแรงอัดประมาณ 120 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ความร้อนและแรงอัดจะทำให้ผงพลาสติกหลอมละลายและไหลไปตามส่วนต่างๆ ของแม่พิมพ์
4. กดแม่พิมพ์ลงสุดด้วนแรงอัดประมาณ 175-200 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร นานประมาณ 60-80 วินาที หรือแล้วแต่ขนาดของชิ้นงานและชนิดของพลาสติก
5. เปิดแม่พิมพ์ออก แล้วนำชิ้นงานไปขัดตกแต่งของให้เรียบด้วยกระดาษทรายหรือตะไบ แล้วขัดมันด้วยล้อผ้าขัดมันกับดินขัด

หมายเหตุ : หากต้องการให้ชิ้นงานมีลวดลาย หลังขั้นตอนที่ 4 คือเมื่อเปิดแม่พิมพ์ออกให้วางแผ่นฟอยล์ ที่พิมพ์ลวดลายวางทับลงไปบนชิ้นงาน หากต้องการผิวมันใสให้ใส่ผงเคลือบ (Glaze) ปริมาณเล็กน้อยใส่ลงไปแทนแผ่นฟอยล์ กดแม่พิมพ์ตัวบนลงอีกครั้ง ด้วยแรงอัดประมาณ 120 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ความร้อนเท่าเดิม 150-165 องศาเซลเซียส นาน 45-60 วินาที จากนั้นจึงยกแม่พิมพ์ตัวบนขึ้น นำชิ้นงานไปขัดตกแต่งต่อไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.6 กระบวนการ Blown Film Extrusion

กระบวนการ blown film extrusion เป็นกระบวนการหนึ่งที่ใช้ผลิตฟิล์มบางซึ่งมีความหนาไม่เกิน 0.254 มิลลิเมตร หรือ 10 mil โดยอาศัยการรีดพลาสติกเหลวผ่านหัวดายทรงกลมแล้วทำการเป่าให้พองออกคล้ายลูกโป่ง แล้วทำการรีดให้เรียบเก็บด้วยลูกกลิ้ง เพื่อรอการนำไปตัดเป็นถุงต่อไป

3.6.1 ชนิดของวัตถุดิบที่ใช้

เทอร์โมพลาสติกที่นิยมใช้ที่สุดคือ PE และ PP

3.6.2 ประเภทของผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการนี้ได้แก่ ถุงพลาสติกขนาดต่างๆ เป็นต้น

รูปที่ 3.21 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการ blown film extrusion
(ที่ปรึกษาตรวจสอบ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549)

3.6.3 เครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต

เครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการ blown film extrusion มีส่วนประกอบหลักดังต่อไปนี้

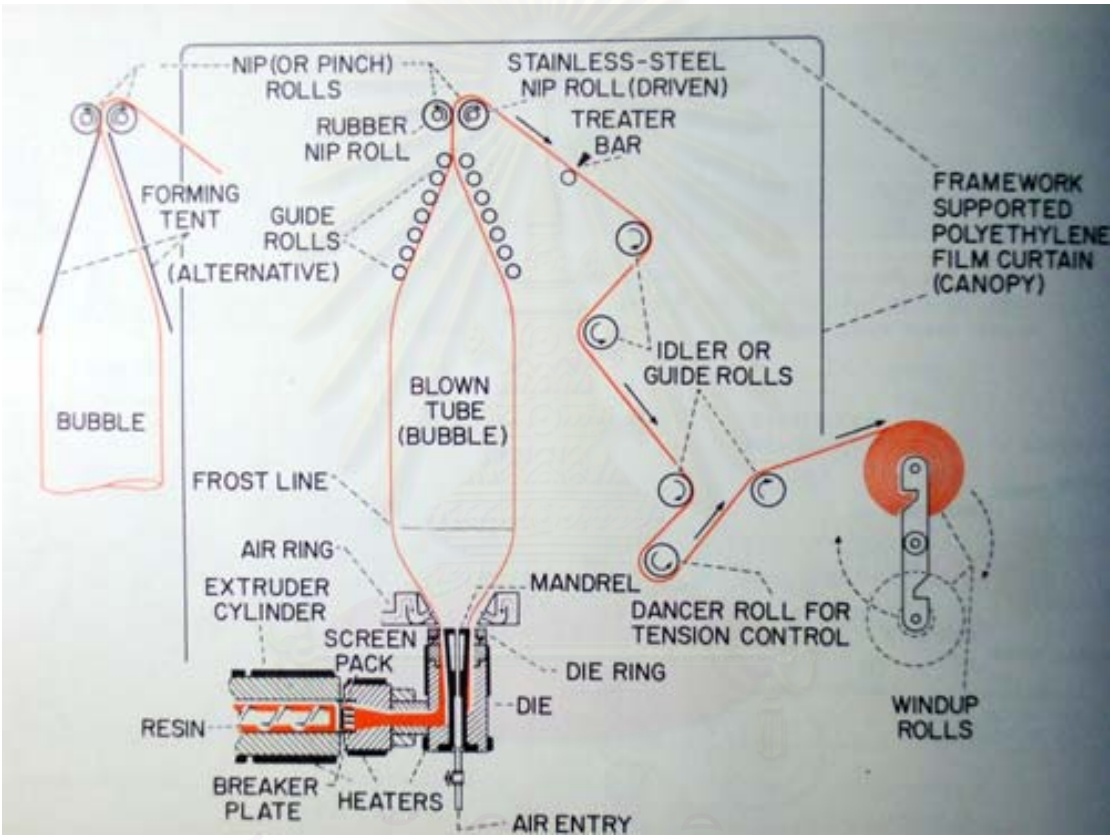
1. หัวดาย (Die head) หัวดายสำหรับการเป่าจะมีลักษณะของช่องทางออกพลาสติกเป็นวงกลม จึงเรียกว่า “circular die” ซึ่งมีอยู่ 3 ลักษณะ คือ แบบพลาสติกเข้าทางด้านข้าง (side feed die), แบบเข้าทางด้านล่าง (bottom feed die) และ แบบป้อนเข้าทางด้านล่างโดยแกนของไดเป็นเกลียวเลื้อย (spiral mandrel) ซึ่งข้อดีข้อเสียแตกต่างกัน
2. แหวนลมหล่อเย็น (Cooling Ring) การหล่อเย็นฟิล์มโดยปกติจะใช้ลมเป่ารอบๆลูกโป่ง โดยใช้แหวนหล่อเย็นเป็นตัวกระจายลมซึ่งต้องทำหน้าที่

หลักๆ 3 ประการคือ ต้องมีขีดความสามารถในการหล่อเย็นได้เพียงพอ ต้องประคองลูกโป่งให้คงที่ (ไม่แกว่งหรือไม่สั่น) และส่งกระแสลมหล่อเย็นได้อย่างสม่ำเสมอ โดยการการออกแบบจึงต้องพิจารณาตั้งแต่ปากของแหวนเป่าลม (cooling-ring lips) มุมที่เป่าไปยังลูกโป่ง และอัตราส่วนของปริมาณและความเร็วลมที่ใช้

3. อุปกรณ์ดึงและม้วนฟิล์ม จะประกอบด้วย กรอบบีบลูกโป่ง (collapsing frame) และลูกกลิ้งบีบ (collapsing rolls) หลังจากนั้นจึงจะส่งไปยังอุปกรณ์ม้วนฟิล์ม
4. กรอบบีบลูกโป่ง (collapsing frame) จะมีลักษณะเป็นแผง ทำมุมเอียงคล้ายลิ่ม สามารถปรับมุมได้ตามต้องการ ส่วนใหญ่ จะทำด้วยไม้ผิวเรียบ หรือทำด้วยลูกล้อเล็กๆ หมุนได้อย่างอิสระต้องระวังการทำให้ฟิล์มย่น เนื่องจากความยาวของฟิล์มตอนประกบกันต่างกันหรือมีความหนืดระหว่างฟิล์มกับกรอบบีบ
5. ลูกกลิ้งบีบ (collapsing rolls) ส่วนใหญ่จะใช้เหล็กหุ้มไว้ด้วยยางแข็งและต้องสามารถปรับแรงบีบได้เพื่อป้องกันการแตกที่รอยพับ บริเวณลูกกลิ้งอาจจะต้องควบคุมอุณหภูมิไม่ให้สูงเกินไป เพราะอาจเกิดการเกาะติดกันของฟิล์มประกบกัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

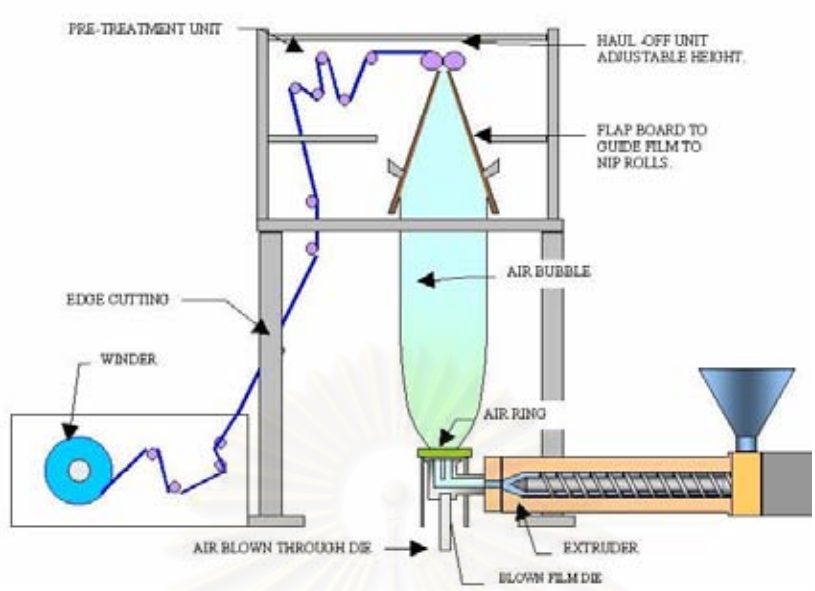
6. เครื่องม้วนฟิล์ม (film winder) ส่วนใหญ่จะใช้ม้วนสัมผัสโดยจะใช้ลูกกลิ้งเหล็กหุ้มยางหรือชุบโครเมียมเป็นลูกกลิ้งขับม้วนฟิล์ม ทั้งนี้จะทำให้ความเร็วขอบ หรือความเร็วม้วนคงที่ไม่ว่าม้วนฟิล์มจะโตขึ้นเท่าไรก็ตาม แรงกดในการม้วนจะใช้ระบบกลไก หรือแรงจากลูกสูบลม (pneumatic piston) ขนาดของม้วนฟิล์มที่ใช้วิธีม้วนสัมผัสจะทำได้ถึง 1,500 มิลลิเมตร หน้ากว้าง 3,200 มิลลิเมตร



รูปที่ 3.22 เครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการ blown film extrusion

(Steele, 1997)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.23 เครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการ blown film extrusion (ต่อ)
(ที่ปรึกษาตรวจสอบ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549)

รูปที่ 3.24 ตัวอย่างเครื่องจักรในกระบวนการ blown film extrusion
(ที่ปรึกษาตรวจสอบ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549)

3.6.4 ขั้นตอนการผลิต

1. เทเม็ดพลาสติกลงในช่องเท (hopper)
2. เม็ดพลาสติกจะถูกหลอมเหลวภายในส่วนที่ให้ความร้อน (heating cylinder) ของ extruder
3. พลาสติกเหลวจะถูกรีดผ่านหัวดายทรงกลม (circular die) ออกมาเป็นหลอดทรงกลม
4. หลอดจะถูกดึงขึ้นในทางตั้งและถูกเป่าให้พองออกเป็นลูกโป่ง (bubble) และพร้อมๆกันนั้นตรงบริเวณปากดายจะมีแหวนลมหล่อเย็น ทำหน้าที่เป่าลมออกมาเพื่อหล่อเย็นโดยรอบของลูกโป่ง
5. จากนั้นลูกโป่งจะถูกชุดบีบ (collapsing unit) ซึ่งอยู่ด้านบน บีบให้แฟบก่อนที่จะถูกลูกกลิ้งรีดให้เรียบ เพื่อให้สามารถดึงไปม้วนเก็บด้วยเครื่องดึง (haul-off unit) ได้อย่างสะดวก เพื่อรอการนำไปตัดเป็นถุงที่มีขนาดต่างๆ ตามต้องการ

3.7 กระบวนการ Film Extrusion

กระบวนการ film extrusion เป็นอีกกระบวนการหนึ่งที่ใช้ผลิตแผ่นฟิล์มบางซึ่งมีความหนาไม่เกิน 0.254 มิลลิเมตร หรือ 10 mil โดยอาศัยการรีดพลาสติกเหลวผ่านหัวดาย ออกมาเป็นแผ่นฟิล์มบาง แล้วรีดผ่านลูกกลิ้งซึ่งหล่อเย็นด้วยน้ำ จากนั้นจึงม้วนเก็บเพื่อรอการนำไปตัดให้ได้ขนาดตามต้องการ

3.7.1 ชนิดของวัตถุดิบที่ใช้

เทอร์โมพลาสติก ได้แก่ PE, PP, PS, PC และ PET เป็นต้น

3.7.2 ประเภทของผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการนี้ได้แก่ ฟิล์มที่ใช้ในงานถ่ายรูป ถ่ายเอกสารและงานเขียน, ฟิล์มที่ใช้เป็นฉนวนกันไฟฟ้า, ฟิล์มที่ใช้ห่อหุ้มอาหาร, เทปเสียง, เทปกาว และเทปสานกระสอบ เป็นต้น

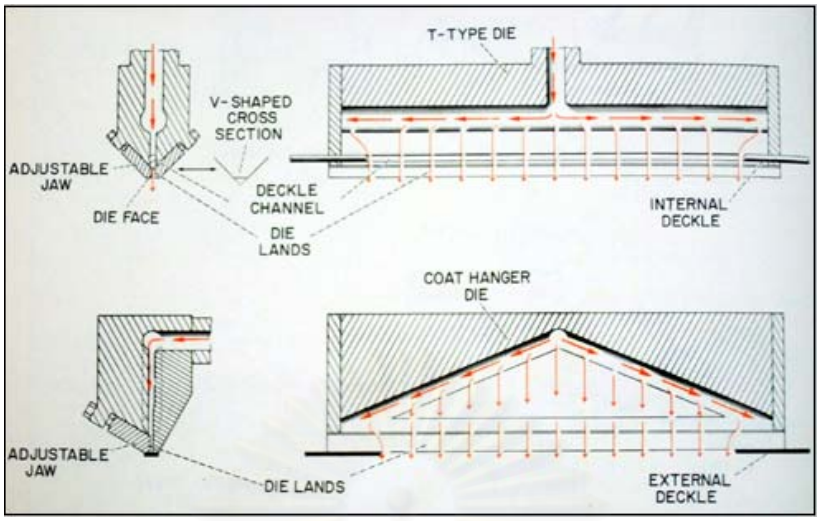
รูปที่ 3.25 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการ film extrusion
(ที่ปรึกษาตรวจสอบ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549)

3.7.3 เครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต

เครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการ film extrusion มีส่วนประกอบหลักดังต่อไปนี้

1. หัวดายร่องยาวสำหรับผลิตฟิล์มแผ่นบาง ซึ่งหัวดายที่ใช้ในการรีดฟิล์มแผ่นบางมี 3 ลักษณะ คือแบบก้างปลา (Fish bone die) แบบ T-die และแบบทรงไม้แขวนเสื้อ (coathanger die) ซึ่งนิยมใช้แบบทรงไม้แขวนเสื้อกันมากที่สุด เพราะให้การกระจายตัวของพลาสติกเหลวออกมาที่ปากดายสม่ำเสมอ
2. ลูกกลิ้งหล่อเย็น (Chill-Roll) ลูกกลิ้งนี้ทำหน้าที่ 2 ประการ คือ เป็นลูกกลิ้งหล่อเย็น (casting-roll) เพื่อให้ได้ฟิล์มที่มีผิวเรียบซึ่งต้องใช้ลูกกลิ้งที่มีการขัดมันระดับสูง และทำหน้าที่หล่อเย็น ต่อมาจะต้องมีลูกกลิ้งหล่อเย็นเพิ่มเติมพร้อมทั้งดึงฟิล์มไปข้างหน้า สารหล่อเย็นภายในลูกกลิ้งที่ใช้กันส่วนใหญ่จะเป็นของเหลว เช่น น้ำเย็น (chilled water) โดยหลักการจะต้องให้ประสิทธิภาพในการถ่ายเทความร้อนได้ดี
3. มีดลม (air knife) ใช้เพื่อให้ฟิล์มที่ออกจากหัวดายแนบกับลูกกลิ้งได้ดี จะใช้มีดลมเป่าหรือดูดฟิล์มให้แนบกับลูกกลิ้ง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.26 หัวดายแบบ T-Type และหัวดายแบบ Coat Hanger

(Steele, 1997)

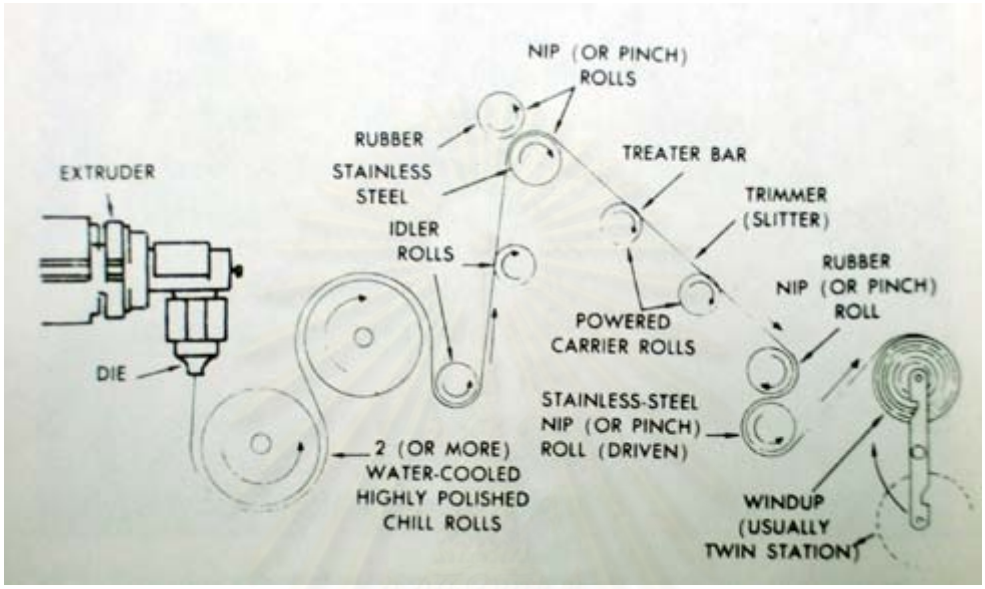
รูปที่ 3.27 ตัวอย่างเครื่องจักรในกระบวนการ film extrusion

(ที่ปรึกษาตรวจสอบ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549)

3.7.4 ขั้นตอนการผลิต

1. เทเม็ดพลาสติกลงในช่องเท (hopper)
2. เม็ดพลาสติกจะถูกหลอมเหลวภายในส่วนที่ให้ความร้อน (heating cylinder) ของ extruder
3. พลาสติกเหลวจะถูกรีดผ่านหัวดาย ออกมาเป็นแผ่นฟิล์มบางที่มีความหนาตามที่ปรับตั้งไว้

4. แผ่นฟิล์มที่รีดออกมาจะถูกทำให้เย็นตัวลง โดยการผ่านเข้าไปยังลูกกลิ้งรีดเย็น
5. แผ่นฟิล์มที่รีดเย็นแล้วจะถูกม้วนเก็บเพื่อรอการนำไปตัดให้ได้ตามขนาดที่ต้องการ



รูปที่ 3.28 รูปอธิบายประกอบขั้นตอนการผลิตกระบวนการ film extrusion (Richardson, 1989)

3.8 กระบวนการ Sheet Extrusion

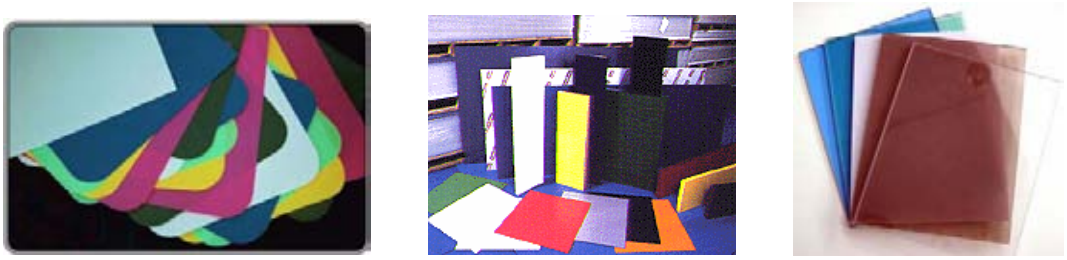
กระบวนการ sheet extrusion เป็นกระบวนการที่ใช้ผลิตพลาสติกแผ่น ซึ่งมีความหนาเกิน 0.254 มิลลิเมตรขึ้นไป จนถึง 50.8 มิลลิเมตร กระบวนการนี้อาศัยหลักการเช่นเดียวกับกระบวนการ film extrusion โดยจะแตกต่างกันตรงที่ขนาดของหัวดาย

3.8.1 ชนิดของวัตถุดิบที่ใช้

เทอร์โมพลาสติก ได้แก่ PS, PVC, PMMA, PE, PP และ PA เป็นต้น

3.8.2 ประเภทของผลิตภัณฑ์

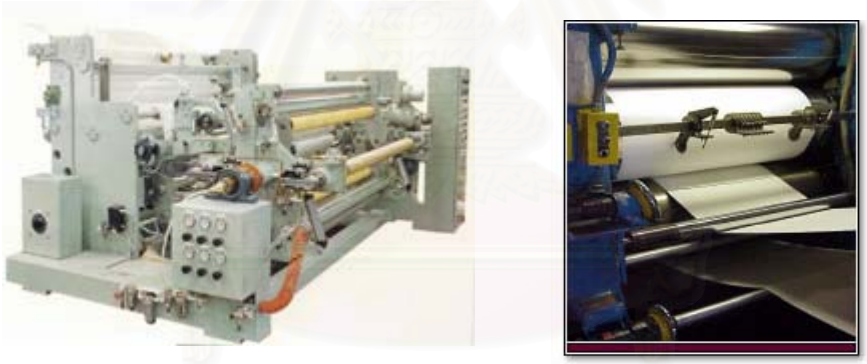
ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการนี้ได้แก่ แฟ้มใส่เอกสาร เป็นต้น



รูปที่ 3.29 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการ sheet extrusion
(ที่ปรึกษาตรวจสอบ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549)

3.8.3 เครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต

การทำงานของเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการนี้เริ่มจาก เครื่อง extruder ทำหน้าที่หลอมเหลวพลาสติก แล้วส่งผ่านหัวดายร่องยาว (slot die) ไปเข้าชุดลูกกลิ้งรีดให้ได้ขนาดความหนาและขัดผิวเรียบ (roll-stack) หลังจากนั้นผ่านเครื่องดึงไปยังเครื่องตัดแผ่น และส่งต่อไปยังเครื่องเรียงแผ่น หรือหากผลิตภัณฑ์มีความอ่อนจะสามารถทำการม้วนเก็บได้



รูปที่ 3.30 ตัวอย่างเครื่องจักรในกระบวนการ sheet extrusion
(ที่ปรึกษาตรวจสอบ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549)

3.8.4 ขั้นตอนการผลิต

1. เทเม็ดพลาสติกลงในช่องเท (hopper)
2. เม็ดพลาสติกจะถูกหลอมเหลวภายในส่วนที่ให้ความร้อน (heating cylinder) ของ extruder
3. พลาสติกเหลวจะถูกรีดผ่านหัวดาย ออกมาเป็นพลาสติกแผ่น และผ่านเข้าลูกกลิ้งผิวเรียบเพื่อขัดผิวและปรับให้ได้ขนาดความหนาตามต้องการ

4. จากนั้นพลาสติกแผ่นที่รีดออกมาจะถูกทำให้เย็นตัวลง โดยการผ่านเข้าไปยังลูกกลิ้งรีดเย็น
5. พลาสติกแผ่นที่รีดเย็นแล้วจะถูกส่งเข้าเครื่องตัดแผ่น ให้ได้ขนาดตามต้องการ และส่งต่อไปยังเครื่องเรียงแผ่น หรือในกรณีที่พลาสติกแผ่นมีความอ่อน จะสามารถม้วนเก็บได้

3.9 กระบวนการ Pipe & Tube Extrusion

กระบวนการ pipe & tube extrusion เป็นกระบวนการผลิตท่อ ซึ่งมีทั้งท่อแบบแข็ง และ ท่อแบบอ่อน ด้วยวิธีการรีดพลาสติกเหลวผ่านหัวดาย เช่นเดียวกับกระบวนการ film extrusion และ sheet extrusion โดยจะแตกต่างกันที่รูปแบบของหัวดาย และองค์ประกอบของเครื่องจักรที่ใช้ผลิต

3.9.1 ชนิดของวัตถุดิบที่ใช้

เทอร์โมพลาสติก ได้แก่ PE, PP และ PVC เป็นต้น

3.9.2 ประเภทของผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการนี้ได้แก่ ท่อร้อยสายไฟ ท่อใช้กับความดันสูง ท่อน้ำ ทิ้งภายนอก ท่อใช้ในอุตสาหกรรม ท่อน้ำทิ้งในบ้าน ท่อก๊าซ และท่อน้ำใช้ในครัวเรือน เป็นต้น

รูปที่ 3.31 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการ pipe & tube extrusion
(ที่ปรึกษาตรวจสอบ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549)

3.9.3 เครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต

เครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการนี้ มีส่วนประกอบที่สำคัญดังนี้

1. เครื่อง extruder ทำหน้าที่ ทำให้ผงหรือเม็ดพลาสติกหลอมเหลวเพื่อใช้ส่งผ่านหัวดาย

2. หัวดายท่อ (Pipe Die Head) เป็นตัวควบคุมความหนาของท่อที่ผลิต ซึ่งสามารถปรับขนาดต่างๆได้
3. ชุดปรับขนาดท่อ (Calibrator Unit) ท่อที่ออกจากหัวดายจะยังเหลวไม่คงรูป จึงจำเป็นต้องมีการบังคับรูปทรงให้คงที่แล้วจึงทำให้เย็น ซึ่งจะมีอยู่ 2 ลักษณะ คือ การปรับขนาดภายนอก (Outer Calibrator) และ การปรับขนาดภายใน (Inner Calibrator) ซึ่งในปัจจุบันนิยมใช้การปรับขนาดภายนอกมากกว่า เนื่องจากระบบการทำงานไม่ยุ่งยากและสามารถผลิตท่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกตั้งแต่ 4 – 1,000 มิลลิเมตร
4. ระบบหล่อเย็น (Cooling Unit) เนื่องจากหลังจากทำการปรับขนาดแล้วต้องทำการหล่อเย็นทันทีเพื่อให้คงรูป ดังนั้นจึงมีชุดหล่อเย็นอยู่ในชุดปรับขนาดท่อเป็นชุดเดียวกัน ซึ่งมีทั้งแบบเป็นอ่างน้ำเย็น และ แบบใช้การพ่นฝอยน้ำหล่อเย็น
5. อุปกรณ์ดึงชิ้นงาน (Haul-off Equipment) หลังจากหล่อเย็นแล้วอุปกรณ์นี้จะทำหน้าที่ดึงท่อให้วิ่งไปข้างหน้า โดยจะจับท่อและดึงเลื่อนไปด้วยความเร็วคงที่ที่สัมพันธ์กับความเร็วขอการ extrusion มีลักษณะหลายแบบทั้งเป็นแบบตีนตะขาบ, เป็นแผ่น, ลูกกลิ้ง และลูกรีดดึง
6. เครื่องม้วนท่อ (Winder) ในกรณีที่ผลิตภัณฑ์เป็นท่อแบบอ่อน จะทำการม้วนเก็บด้วยความเร็วคงที่ ปัจจุบันนิยมใช้การขับโดยตรงด้วยลูกกลิ้ง
7. ปกรณ์ตัด (Cutting Equipment) ผลิตภัณฑ์เป็นแบบท่อแข็งจะไม่สามารถม้วนเก็บได้ จึงจะทำการตัดเป็นท่อนๆ โดยมีทั้งการใช้เลื่อย ใบมีด และกรรไกรตัด

รูปที่ 3.32 ตัวอย่างเครื่องจักรในกระบวนการ pipe & tube extrusion
(ที่ปรึกษาตรวจสอบ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549)

3.9.4 ขั้นตอนการผลิต

1. เทเม็ดพลาสติกลงในช่องเท (hopper)
2. เม็ดพลาสติกจะถูกหลอมเหลวภายในส่วนที่ให้ความร้อน (heating cylinder) ของ extruder
3. พลาสติกเหลวจะถูกรีดผ่านหัวดายท่อซึ่งปรับขนาดและความหนาได้ตามต้องการ จนได้ออกมาเป็นท่อเหลวซึ่งยังไม่คงรูป
4. ท่อเหลวจะถูกส่งผ่านเข้าไปยังชุดปรับขนาดท่อ (calibrator unit) เพื่อบังคับรูปทรงให้คงที่
5. ท่อที่คงรูปแล้วจะถูกหล่อเย็นด้วยน้ำ
6. ท่อที่หล่อเย็นแล้วอาจจะถูกตัดเป็นท่อนๆให้ได้ความยาวตามต้องการ หรือม้วนเก็บ ตามแต่กรณี

3.10 กระบวนการ Profile Extrusion

กระบวนการ profile extrusion เป็นกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์รูปพรรณ (profile) โดยใช้วิธีรีดพลาสติกเหลวผ่านหัวดาย เช่นเดียวกับกระบวนการ pipe & tube extrusion โดยจะแตกต่างกันที่รูปแบบของหัวดาย

3.10.1 ชนิดของวัตถุดิบที่ใช้

เทอร์โมพลาสติก ได้แก่ PE และ PVC เป็นต้น

3.10.2 ประเภทของผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการนี้ได้แก่ ท่อน้ำทิ้ง ท่อจ่ายน้ำ รางน้ำ รางอาหารสัตว์ ฉนวนสายไฟ ราวม่าน ซีลของประตูตู้เย็น และขอบตกแต่งเฟอร์นิเจอร์ เป็นต้น

รูปที่ 3.33 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการ profile extrusion
(ที่ปรึกษาตรวจสอบ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549)

3.10.3 เครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต

เครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการนี้ มีส่วนประกอบหลักๆ เช่นเดียวกับเครื่องจักรในกระบวนการ pipe & tube extrusion กล่าวคือมีเครื่อง Extruder สำหรับทำการหลอมเหลวพลาสติก หัวดายสำหรับขึ้นรูป (die head) ชุดปรับขนาด (calibration unit) ชุดหล่อเย็น (cooling unit) โดยจะมีใช้ทั้งการหล่อเย็นในน้ำ (cooling bath) และแบบพ่นฝอยน้ำ (spray cooling) หลังจากนั้นจะต้องมีเครื่องดึง (haul-off unit) และเครื่องตัด (cutting unit) หรือเครื่องม้วน แล้วแต่ลักษณะของผลิตภัณฑ์ว่าแข็งหรืออ่อน

รูปที่ 3.34 ตัวอย่างเครื่องจักรในกระบวนการ profile extrusion
(ที่ปรึกษาตรวจสอบ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549)

3.10.4 ขั้นตอนการผลิต

1. เทเม็ดพลาสติกลงในช่องเท (hopper)
2. เม็ดพลาสติกจะถูกหลอมเหลวภายในส่วนที่ให้ความร้อน (heating cylinder) ของ extruder
3. พลาสติกเหลวจะถูกรีดผ่านหัวดายสำหรับขึ้นรูป ซึ่งปรับขนาดได้ตามต้องการ จนได้ออกมาเป็นพลาสติกรูปพรรณ (profile) ต่างๆ ซึ่งยังไม่คงรูป
4. พลาสติกรูปพรรณที่ได้จะถูกส่งผ่านเข้าไปยังชุดปรับขนาด (calibrator unit) เพื่อบังคับรูปทรงให้คงที่
5. พลาสติกรูปพรรณที่คงรูปแล้วจะถูกหล่อเย็นด้วยน้ำ
6. พลาสติกรูปพรรณที่หล่อเย็นแล้วอาจจะถูกตัดเป็นท่อนๆให้ได้ความยาวตามต้องการ หรือม้วนเก็บ ตามแต่กรณี

3.11 กระบวนการ Laminating

กระบวนการ laminating เป็นกระบวนการเคลือบผิวพลาสติกแผ่น หรือฟิล์มพลาสติกตั้งแต่ 2 ชั้นขึ้นไป โดยพลาสติกเหลวจะถูกรีดขนานลงมาข้างล่าง ผ่านหัวดายร่องกว้างไปยังแผ่นที่จะทำการเคลือบ การพบกันระหว่างพลาสติกเหลวกับแผ่นที่จะทำการเคลือบจะเกิดขึ้นที่ร่องรีด โดยลูกรีดเย็นจะกดพลาสติกเหลวกับแผ่นที่จะเคลือบให้ติดกัน

3.11.1 ชนิดของวัตถุดิบที่ใช้

เทอร์โมพลาสติกได้แก่ PE, PET และ PVC เป็นต้น

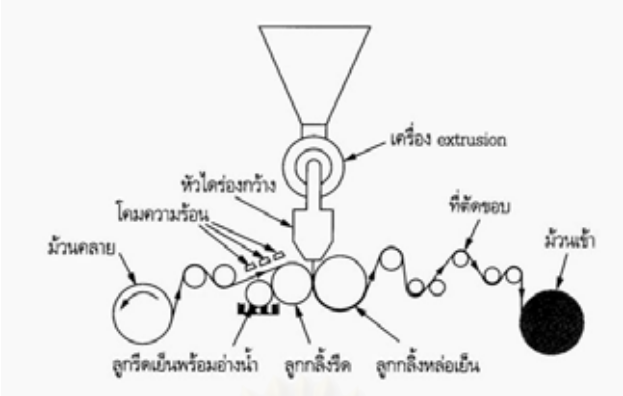
3.11.2 ประเภทของผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการนี้ได้แก่ ถุงใส่ขนมขบเคี้ยว เป็นต้น

รูปที่ 3.35 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการ laminating
(ที่ปรึกษาตรวจสอบ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549)

3.11.3 เครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต

เครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการนี้จะมีส่วนประกอบที่คล้ายคลึงกับเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการ film extrusion จะแตกต่างกันที่ลักษณะของหัวดาย และมีการเพิ่มเติมส่วนที่ทำหน้าที่ป้อนม้วนฟิล์มพลาสติกที่ต้องการจะเคลือบเข้าสู่กระบวนการ



รูปที่ 3.36 เครื่องจักรในกระบวนการ laminating
(ที่ปรึกษาตรวจสอบ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549)

รูปที่ 3.37 ตัวอย่างเครื่องจักรในกระบวนการ laminating
(ที่ปรึกษาตรวจสอบ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549)

3.11.4 ขั้นตอนการผลิต

1. เทเม็ดพลาสติกที่จะใช้เป็นสารเคลือบลงในช่องเท (hopper)
2. เม็ดพลาสติกจะถูกหลอมเหลวภายในส่วนที่ให้ความร้อน (heating cylinder) ของ extruder
3. พลาสติกเหลวจะถูกรีดผ่านหัวดายร่องกว้าง ไหลลงมาผสมกับแผ่นฟิล์มพลาสติกที่ต้องการเคลือบซึ่งถูกอุ่นให้ร้อนแล้วป้อนเข้ามา (พิจารณารูปที่ 3.36 ประกอบ) โดยที่แผ่นฟิล์มและพลาสติกเหลวที่ใช้เคลือบจะถูกรีดอัดให้ติดกันด้วยลูกกลิ้งรีด
4. แผ่นฟิล์มที่เคลือบผิวแล้วจะถูกทำให้เย็นตัวลงด้วยลูกกลิ้งหล่อเย็น
5. แผ่นฟิล์มเคลือบผิวที่เย็นตัวแล้วจะถูกม้วนเก็บเพื่อรอการนำไปตัดให้ได้ตามขนาดที่ต้องการ

3.12 กระบวนการ Calendering

กระบวนการ calendering เป็นกระบวนการผลิตพลาสติกแผ่น หรือฟิล์มพลาสติก โดยอาศัยการบดพลาสติกหลอมเหลวด้วยลูกกลิ้งจนกลายเป็นแผ่น ซึ่งกระบวนการนี้ได้รับการดัดแปลกมาจากกระบวนการผลิตยางธรรมชาติ

3.12.1 ชนิดของวัตถุดิบที่ใช้

เทอร์โมพลาสติก ได้แก่ PVC, ABS, PE, PS และเซลลูโลซิก เป็นต้น

3.12.2 ประเภทของผลิตภัณฑ์

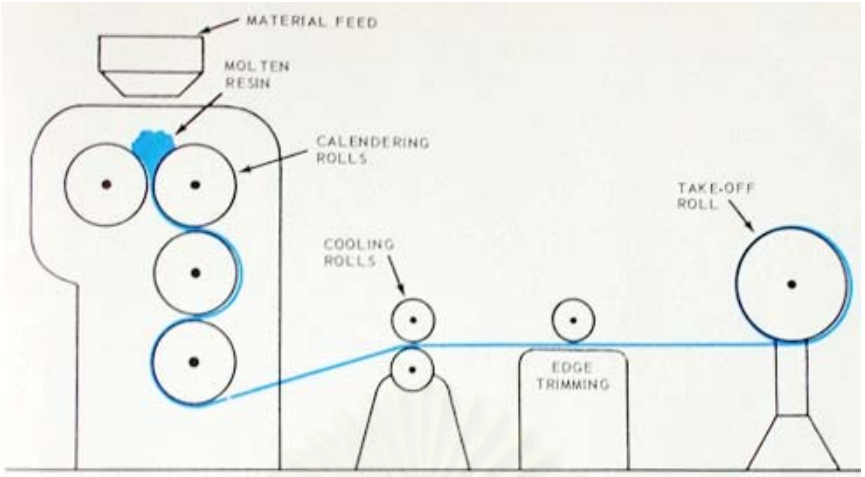
ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการนี้ได้แก่ หนังเทียม แผ่นฟองน้ำ และบัตรเครดิต เป็นต้น

รูปที่ 3.38 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการ calendering
(ที่ปรึกษาตรวจสอบ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549)

3.12.3 เครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต

เครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการ calendering มีส่วนประกอบหลักดังต่อไปนี้

1. เครื่องบดผสม ใช้สำหรับบดและผสมเม็ดหรือผงพลาสติกให้หลอมละลายเป็นเนื้อเดียวกัน
2. เครื่อง calendering ใช้สำหรับรีดพลาสติกให้กลายเป็นแผ่นหรือฟิล์ม
3. ลูกกลิ้งหล่อเย็น ใช้สำหรับหล่อเย็นพลาสติกแผ่น
4. เครื่องตัดขอบ (edge trimmer) ใช้สำหรับควบคุมความกว้างของพลาสติกแผ่นให้ได้ตามต้องการ



รูปที่ 3.39 เครื่องจักรในกระบวนการ calendaring

(Baird, 1982)

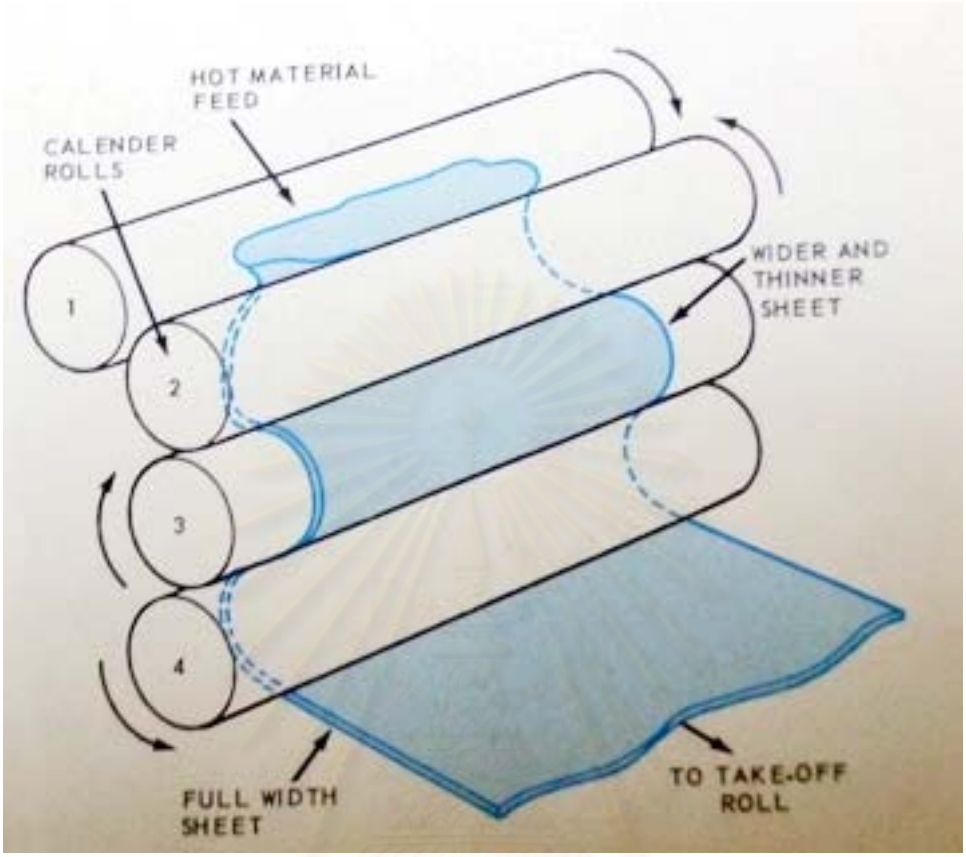
รูปที่ 3.40 ตัวอย่างเครื่องจักรในกระบวนการ calendering

(ที่ปรึกษาตรวจสอบ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549)

3.12.4 ขั้นตอนการผลิต

1. นำเทอร์โมพลาสติกชนิดเหลวหรือผง มาผสมกับวัสดุชนิดอื่น เช่น วัสดุทำให้แข็งแรง (Stabilizer) วัสดุช่วยให้ลื่นตัว (Lubricant) และวัสดุช่วยให้อ่อนตัว (Plasticizer) เพื่อต้องการให้อ่อนนุ่ม ฯลฯ แล้วนำเข้าเครื่องผสมและบดผ่านไปยังส่วนให้ความร้อน ทำให้ส่วนผสมหลอมละลาย
2. ส่วนผสมหลอมละลายผ่านลูกกลิ้งทรงกระบอกรีดออกเป็นแผ่น บางชนิดมีลูกกลิ้งคู่ ต่อไปรีดแผ่นที่ออกมาให้มีลวดลายต่างๆประกอบเข้าไปด้วย

3. แผ่นชิ้นงานที่ได้จะเคลื่อนผ่านลูกกลิ้งเย็น ช่วยให้แข็งตัวคงรูปแล้วเข้าม้วนเก็บต่อไป



รูปที่ 3.41 รูปอธิบายขั้นตอนการรีดพลาสติกด้วยลูกกลิ้งในกระบวนการ calendering (Baird, 1982)

3.13 กระบวนการ Thermoforming

กระบวนการ thermoforming เป็นกระบวนการผลิตขั้นต่อเนื่องมากจากกระบวนการ sheet extrusion หรือ film extrusion ซึ่งเป็นการอัดขึ้นรูปพลาสติกแผ่น โดยการนำแผ่นเทอร์โมพลาสติกไปลนไฟให้ร้อนจนอ่อนตัวแล้วนำไปอัดขึ้นรูป ทิ้งไว้ให้เย็นจนแผ่นพลาสติกคงรูปตามแบบที่อัด

3.13.1 ชนิดของวัตถุดิบที่ใช้

เทอร์โมพลาสติกแผ่นทุกชนิด ได้แก่ PVC, PS, เซลลูโลซิก และอะคริลิก เป็นต้น

3.13.2 ประเภทของผลิตภัณฑ์

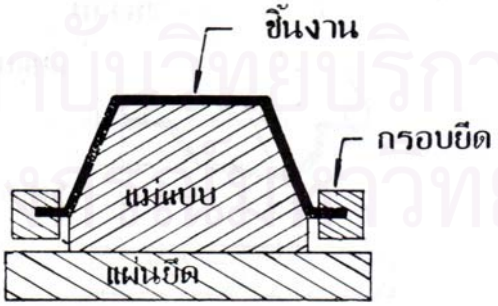
ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการนี้ ได้แก่ ภาชนะบรรจุชนิดต่างๆ ป้ายชื่อร้าน ป้ายโฆษณา ผนังชั้นในของตู้เย็น เครื่องเล่น ฯลฯ

รูปที่ 3.42 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการ thermoforming
(ที่ปรึกษาตรวจสอบ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549)

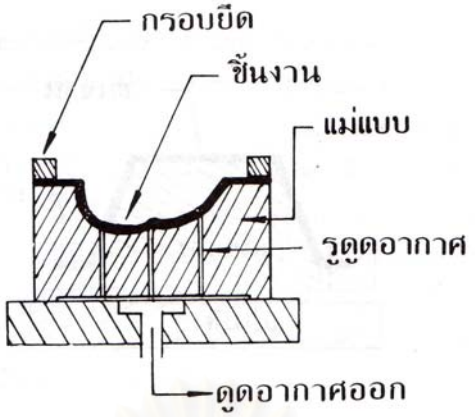
3.13.3 เครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต

เครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการ thermoforming มี 3 แบบ ดังต่อไปนี้

1. แบบอัดด้วยแม่แบบ (mechanical thermoforming)
2. แบบสุญญากาศ (vacuum thermoforming)
3. แบบอัดลม (blow thermoforming)

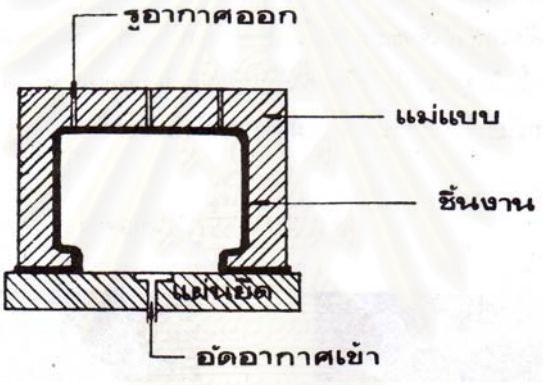


รูปที่ 3.43 แบบอัดด้วยแม่แบบ (mechanical thermoforming)
(พิชิต, 2523)



รูปที่ 3.44 แบบสุญญากาศ (vacuum thermoforming)

(พิชิต, 2523)



รูปที่ 3.45 แบบอัดลม (blow thermoforming)

(พิชิต, 2523)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 3.46 ตัวอย่างเครื่องจักรในกระบวนการ thermoforming
(ที่ปรึกษาตรวจสอบ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549)

3.13.4 ขั้นตอนการผลิต

แบบอัดด้วยแม่แบบ (mechanical thermoforming)

1. ยึดแผ่นเทอร์โมพลาสติกกับกรอบยึด (Frame หรือ Yoke)
2. ลนแผ่นพลาสติกให้ร้อนจนอ่อนตัว ด้วยอุณหภูมิประมาณ 135 ถึง 204 องศาเซลเซียส
3. กดกรอบซึ่งมีแผ่นพลาสติกที่อ่อนตัวลงไปบนแม่แบบ (โดยปกติกรรมวิธีแบบนี้ใช้แม่แบบตัวผู้)
4. ทิ้งไว้จนเย็นแข็งตัว จึงถอดชิ้นงานออกจากแม่แบบ

แบบสุญญากาศ (vacuum thermoforming)

1. ยึดแผ่นเทอร์โมพลาสติกกับกรอบยึด (Frame หรือ Yoke)
2. ลนแผ่นพลาสติกให้ร้อนจนอ่อนตัว ด้วยอุณหภูมิประมาณ 135 ถึง 204 องศาเซลเซียส
3. กดกรอบลงแนบกับแม่แบบ

4. ดูดอากาศจากช่องว่างระหว่างแผ่นพลาสติกกับแม่แบบ แผ่นพลาสติกที่อ่อนตัวจะแนบสนิทกันแม่แบบ ปล่อยทิ้งไว้จนเย็นแข็งตัว
5. ถอดชิ้นงานออก

แบบอัดลม (blow thermoforming)

1. ยึดแผ่นเทอร์โมพลาสติกกับกรอบยึด (Frame หรือ Yoke)
2. ลนแผ่นพลาสติกให้ร้อนจนอ่อนตัว ด้วยอุณหภูมิประมาณ 135 ถึง 204 องศาเซลเซียส
3. กดกรอบแนบเข้ากับแม่แบบ (ชนิดตัวเมีย)
4. อัดอากาศเข้าไป แผ่นพลาสติกซึ่งอ่อนตัวจะแนบสนิทกับแม่แบบอัดอากาศต่อไปชิ้นงานเย็นแข็งตัว
5. ถอดชิ้นงานออก

3.14 กระบวนการ Tape Yarn/ Filament

กระบวนการ tape yarn/ filament เป็นกระบวนการผลิตเส้นเทป หรือเส้นด้ายพลาสติก ซึ่งอาศัยหลักการรีดพลาสติกเหลวผ่านหัวดายออกมาเป็นพลาสติกแผ่น แล้วตัดให้เป็นเส้นเทปซึ่งมีขนาดตามต้องการ ผลิตภัณฑ์เส้นเทปที่ได้จากกระบวนการนี้จะถูกนำไปใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับกระบวนการทอถุงกระสอบพลาสติก (weaving) ต่อไป

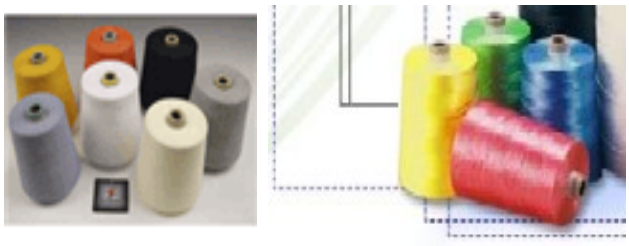
3.14.1 ชนิดของวัตถุดิบที่ใช้

เทอร์โมพลาสติก ได้แก่ PE และ PP เป็นต้น

3.14.2 ประเภทของผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการนี้ ได้แก่ เส้นเทปหรือเส้นด้ายสำหรับนำไปถักทอถุงกระสอบ เป็นต้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.47 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการ tape yarn/ filament
(ที่ปรึกษาตรวจสอบ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549)

3.14.3 เครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต

เครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการ tape yarn/ filament จะมีส่วนประกอบพื้นฐานที่คล้ายคลึงกับเครื่องจักรในกระบวนการ film extrusion และ sheet extrusion ตรงที่ใช้หลักการรีดพลาสติกเหลวผ่านหัวดายออกมาเป็นพลาสติกแผ่น แต่จะมีส่วนประกอบอื่นๆ เพิ่มเติมขึ้นมา ได้แก่ อ่างน้ำหล่อเย็น ชุดมีดตัดเส้นเทป ชุดอบยืดเส้นเทป และเครื่องกรอเทปเก็บ เป็นต้น

รูปที่ 3.48 ตัวอย่างเครื่องจักรในกระบวนการ tape yarn/ filament
(ที่ปรึกษาตรวจสอบ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.14.4 ขั้นตอนการผลิต

1. เทเม็ดพลาสติกลงในช่องเท (hopper)
2. เม็ดพลาสติกจะถูกหลอมเหลวภายในส่วนที่ให้ความร้อน (heating cylinder) ของ extruder
3. พลาสติกเหลวจะถูกรีดผ่านหัวดาย (T-die) ออกมาเป็นพลาสติกแผ่น
4. จากนั้นพลาสติกแผ่นที่รีดออกมาจะถูกทำให้เย็นตัวลง โดยการผ่านลงไปในอ่างน้ำเย็น เพื่อให้พลาสติกแผ่นแข็งตัวและคงรูป
5. พลาสติกแผ่นจะถูกป้อนให้วิ่งผ่านใบมีด เพื่อตัดให้เป็นลักษณะเส้นเทปเล็กๆหลายเส้น
6. เส้นเทปจะถูกดึงผ่านเข้าไปยังเตาอบเพื่อเพิ่มความเหนียวของเส้นเทป และดึงผ่านลูกกลิ้งร้อนเพื่อให้เกิดการยืดตัว
7. เส้นเทปจะถูกนำมาเข้าหัวกรอเพื่อกรอให้เป็นหลอด เมื่อกรอได้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 7-14 เซนติเมตร แล้วเส้นเทปจะถูกตัด เพื่อเปลี่ยนการกรอเทปไปยังหลอดใหม่

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4
การออกแบบระบบจำแนกประเภทอุตสาหกรรมพลาสติก

เนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดต่างๆ ที่เกี่ยวกับการออกแบบระบบการจำแนกประเภทอุตสาหกรรมพลาสติกตามประสิทธิภาพพลังงาน และรวมไปถึงการให้รหัส

4.1 ตัวชี้วัดที่ใช้ในการจำแนกประเภท

ในการจำแนกประเภทอุตสาหกรรมพลาสติกโดยอ้างอิงตามประสิทธิภาพพลังงาน จะใช้ค่าดัชนีการบริโภคพลังงานจำเพาะ (Specific Energy Consumption หรือ SEC) ซึ่งมีหน่วยเป็นกิโลวัตต์ชั่วโมงต่อกิโลกรัม (kWh/ kg) เป็นตัวชี้วัด เนื่องจากรูปแบบของพลังงานที่ใช้ในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกนั้น ส่วนใหญ่แล้วคือ พลังงานไฟฟ้า โดยที่น้ำหนักซึ่งมีหน่วยเป็นกิโลกรัมนั้น โดยทั่วไปแล้วมักจะเป็นน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ แต่สำหรับอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติกนั้น จำเป็นต้องเลือกใช้น้ำหนักของวัตถุดิบซึ่งมีหน่วยเป็นกิโลกรัมเช่นเดียวกันแทน เนื่องจากอุตสาหกรรมนี้มีความหลากหลายของรูปแบบผลิตภัณฑ์เป็นอย่างมาก และยังไม่มีหน่วยงานใดในประเทศไทยที่ทำการเก็บข้อมูลด้านปริมาณการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกในระดับมหภาค จะมีก็เพียงแต่ปริมาณการใช้วัตถุดิบเม็ดพลาสติกเท่านั้น ดังนั้นการเลือกใช้ตัวชี้วัดเช่นนี้ จึงสามารถนำไปใช้ประโยชน์ต่อไปได้ เช่น ใช้ในการประเมินหาปริมาณพลังงานรวมที่ทั้งภาคอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติกบริโภคไปทั้งหมด เป็นต้น

4.2 การตรวจวัดการใช้พลังงาน

การใช้พลังงานของโรงงานอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติก ประกอบด้วย การใช้พลังงานในส่วนของระบบสนับสนุนการผลิต (Utility) และในส่วนของระบบการผลิต ซึ่งในส่วนของระบบการผลิตนั้น เครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก จะมีการติดตั้งในลักษณะที่มีการทำงานเป็นอิสระด้วยตัวเอง โดยมีการป้อนวัตถุดิบหรือเม็ดพลาสติกเข้าไป และ ป้อนพลังงานไฟฟ้าให้กับมอเตอร์ที่ใช้ขับเคลื่อนปิด-เปิดแม่พิมพ์ และมอเตอร์สำหรับหมุนเกลียวหนอนเพื่อป้อนเม็ดพลาสติกเข้าสู่กระบอกที่หุ้มด้วยฮีทเตอร์ไฟฟ้าหลอมเม็ดพลาสติกแล้วฉีดเข้าแม่พิมพ์ หรือรีดผ่านหัวดายเพื่อขึ้นรูปเป็นหน้าตัดวงแหวน เช่นท่อ หรือหน้าตัดอื่นๆ นอกจากนี้ยังมีการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ระบบสนับสนุนการผลิต เช่น ที่เครื่องผลิตลมอัด และเครื่องทำน้ำเย็นสำหรับใช้ฉีดทำความสะอาดแม่พิมพ์ และเพื่อหล่อเย็นแม่พิมพ์ ตามลำดับ จำนวนเครื่องจักร จะขึ้นกับขนาดกำลังผลิต

ของโรงงาน กระบวนการผลิตที่ต่างกันจะใช้เครื่องจักรต่างชนิดกัน ซึ่งรายละเอียดส่วนนี้แสดงไว้ในบทที่ 3 เครื่องจักรดังกล่าวจะใช้ระบบสนับสนุนการผลิต เพื่อผลิตน้ำหล่อเย็น ระบบลมอัด ระบบบดวัตถุดิบ ระบบอบแห้งวัตถุดิบ และระบบสนับสนุนอื่นๆ เช่น ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ในกรณีที่เครื่องจักร เป็นรุ่นที่มีระบบสนับสนุนการผลิตติดตั้งอยู่ภายในตัว การตรวจวัดที่เครื่องโดยตรงและบันทึกปริมาณการใช้พลังงานเป็น kWh และปริมาณผลผลิตช่วงเวลาเดียวกันเป็น kg ดังนั้นจึงสามารถค่า SEC เป็น kWh/kgได้ ส่วนในกรณีที่ระบบสนับสนุนการผลิตเป็นระบบส่วนกลาง ที่เครื่องจักรหลายๆ เครื่องใช้ร่วมกัน การตรวจวัดทำได้โดยตรวจวัดที่เครื่องโดยตรงและตรวจวัดที่ระบบ utility แล้วจึงประเมินการใช้พลังงานของ utility เฉพาะในส่วนที่เครื่องผลิตใช้ แล้วจึงนำพลังงานสองส่วนมารวมกันได้เป็นพลังงานรวมที่กระบวนการผลิตใช้ทั้งหมดเพื่อประเมินค่า SEC

การเลือกชนิด และรุ่นของเครื่องผลิต ที่จะทำการตรวจวัด ใช้วิธีสุ่มเลือกเครื่องตัวแทนจากกลุ่มเครื่องที่เป็นรุ่นเดียวกัน และเลือกเครื่องตัวแทนจากกลุ่มเครื่องที่มีขนาดเดียวกัน และถ้ามีเครื่องหลายขนาดจะเลือกตัวแทนมาขนาดละ 1 เครื่อง โดยหากมีเครื่องขนาดเดียวกัน มีเทคโนโลยีต่างกัน จะเลือกเครื่องที่มีเทคโนโลยีแตกต่างเพิ่มเติมด้วย ยกตัวอย่างเช่น เครื่อง injection molding ขนาด 300, 500 และ 1,000 ตัน การเลือกเครื่องตัวแทนทำได้โดยเลือกมาขนาดละ 1 เครื่อง และสมมติว่าเครื่องขนาด 500 ตันมีรุ่นที่ใช้เทคโนโลยีแบบ hydraulic และ all-electric ก็จะเลือกเครื่องขนาดดังกล่าวทั้งสองแบบ

เมื่อพิจารณาถึงลักษณะการทำงานของกระบวนการผลิตโดยทั่วไปในอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติก จะพบว่ามีหลักๆ อยู่ 2 ลักษณะคือ กระบวนการผลิตต่อเนื่อง (Continuous Process) ซึ่งเครื่องจักรจะไม่มีการเดินเครื่องเปล่า กล่าวคือ จะมีผลผลิตที่ได้จากกระบวนการผลิตออกมาอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้ปริมาณพลังงานที่ใช้ต่อหน่วยผลผลิตจะมีค่าต่ำกว่าเมื่อเทียบกับ ในกระบวนการผลิตแบบไม่ต่อเนื่อง (Batch Process) โดยจะมีช่วงเวลาที่เครื่องจักรเดินเปล่า ซึ่งทำให้ปริมาณพลังงานที่ใช้ต่อรอบทำงาน หรือต่อผลผลิตมีค่าสูงกว่า

ในการตรวจวัดการใช้พลังงานจะทำการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าที่จ่ายเข้าเครื่องจักรผลิต โดยหาก กระบวนการทำงานของเครื่องจักรเป็นแบบไม่ต่อเนื่อง เช่น กระบวนการ injection molding ซึ่งมีการพลังงานไม่คงที่ กล่าวคือ จะมีการใช้พลังงานในอัตราที่สูงขณะฉีดพลาสติกเข้าสู่แม่พิมพ์ และใช้พลังงานในอัตราที่ต่ำขณะเปิดแม่พิมพ์เพื่อนำชิ้นงานออก โดยในการตรวจวัดนั้นจะทำการวัดในหลายๆ รอบการทำงานของเครื่องโดยใช้เครื่องมือวัดกำลังไฟฟ้าแบบที่บันทึกค่าได้อย่างต่อเนื่อง (data logger) เพื่อบันทึกข้อมูลกำลังไฟฟ้า (kW) และเวลาอย่างต่อเนื่อง เพราะกำลังไฟฟ้าที่ใช้ในกระบวนการผลิต จะมีค่าขึ้น-ลง ตามขั้นตอนทำงาน จากนั้นจึงนำมาประเมินค่า

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (kWh) ต่อรอบการทำงาน และในขณะเดียวกันจะทำการบันทึกปริมาณผลผลิตที่ได้ต่อรอบทำงานไปพร้อมกัน ส่วนกระบวนการผลิตแบบต่อเนื่อง เช่น กระบวนการextrusion ซึ่งมีการใช้กำลังไฟฟ้าอย่างสม่ำเสมอ อาจทำการตรวจวัดแบบเป็นจุดวัด กล่าวคือ ทำการวัดกำลังไฟฟ้า (kW) เวลา ด้วยเครื่องมือวัดกำลังไฟฟ้าแบบธรรมดา (power meter) แทนการใช้เครื่อง data logger โดยที่การรายงานผลการตรวจวัดการใช้พลังงานของแต่ละกระบวนการผลิตจากกลุ่มโรงงานตัวอย่างที่เข้าร่วมโครงการศึกษาเกณฑ์การใช้พลังงานในอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติกซึ่งดำเนินการโดยกลุ่มวิศวกรโครงการฯ จะนำเสนอเป็นลำดับต่อไปในหัวข้อที่ 4.3

4.3 ผลที่ได้จากการตรวจวัดในแต่ละกระบวนการ

หลังจากการตรวจวัดการใช้พลังงานของโรงงานตัวอย่างทั้งหมด จะได้ค่า SEC ของแต่ละกระบวนการผลิตออกมาซึ่งเป็นค่าที่ได้มาจากโครงการศึกษาเกณฑ์การใช้พลังงานในอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติก ซึ่งจะแสดงไว้ในตารางที่ 4.1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.1 ผลการตรวจวัดค่าดัชนีการบริโภคพลังงานไฟฟ้าของอุตสาหกรรมพลาสติกแต่ละประเภท (ที่ปรึกษาตรวจสอบ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549)

ลำดับ	ประเภทของกระบวนการผลิต	วัตถุดิบส่วนใหญ่ที่ใช้ผลิต	ผลิตภัณฑ์	ตรวจวัด* kWh/kg		SEC avg**
				min	max	kWh/kg
1	Blown Film Extrusion	HDPE, LLDPE, PE, PA	ถุงพลาสติกหูหิ้ว, ถุงขยะ, ถุงบรรจุภัณฑ์, ถุงในของกระสอบ,ฯลฯ	0.596	0.975	0.715
2	Sheet Extrusion +Thermoforming			**1.028**	**2.663**	**1.479**
2.1	Sheet Extrusion	PP, PS, PE, PMMA	พลาสติกแผ่น, แฟ้มพลาสติก, แผ่นพลาสติกที่นำไปใช้ในการขึ้นรูปต่อไป	0.617	1.868	0.867
2.2	Thermoforming	Plastics Sheet (PP, PS, PE)	ภาชนะใส่อาหาร, ถาดบรรจุภัณฑ์เครื่องสำอาง, หลังคารถกระบะ,ฯลฯ	0.411	0.795	0.612
3	Film Extrusion	PP, PE, PET, PS, HDPE, PC, PA	ฟิล์มใช้ในงานเขียน, ฟิล์มถ่ายรูป/ถ่าเอกสาร, เทปกาว, ฟิล์มห่ออาหาร, ฯลฯ	0.666	0.85	0.732
4	การผลิตกระสอบพลาสติกสำเร็จรูป			**0.952**	**2.196**	**1.382**
4.1	Tape/Yarn Filament	PP, PE, PET, PA6 (Nylon6)	เส้นเทปทำกระสอบ, เอ็นตกปลา, ด้ายนำไปถักแห/อวน, เชือก,ฯลฯ	0.631	1.091	0.835
4.2	การทอ	Plastics Tape (PP, HDPE, PE)	กระสอบพลาสติก, ถุงปุ๋ย, กระสอบข้าวสาร, ถุงจัมโบ้, ฯลฯ	0.181	0.675	0.348
4.3	Laminating	PE, PP	ซองขนมอบกรอบ, พลาสติกแผ่นที่ต้องการกันความชื้น/ใช้ในการเคลือบสี,ฯลฯ	0.14	0.43	0.199
5	Pipe/Tube Extrusion	PVC, HDPE, PP	ท่อน้ำประปา, ท่อน้ำทิ้ง, ท่อร้อยสายไฟ, ท่อสายยาง, ท่อพลาสติก,ฯลฯ	0.512	1.172	0.688
6	Profile Extrusion	PVC(rigid), HDPE	รางน้ำ, วงกบประตู, ประตูห้องน้ำ, รางสายไฟ, ราวม่านบังแดด, ยางลบ,ฯลฯ	0.569	1.243	0.732
7	Blow Molding	HDPE, PP, PE, PVC	ขวดน้ำมันเครื่อง, ขวดแกลอน, ขวดนม,ขวดน้ำยาล้างจาน ฯลฯ	1.178	2.848	1.716
8	Stretch Blow Molding	PET, PC, PP	ขวดน้ำดื่ม, ขวดน้ำอัดลม, ขวดยา, ขวดปากกว้าง,ฯลฯ	1.396	3.437	2.53
9	Roto Molding	PVC Compound, LDPE, PP	ถังเก็บน้ำขนาดใหญ่, กล่องใส่เครื่องมือ, ลังใส่ผลไม้, ถังขยะ, เรือบดทั้งลำ,ฯลฯ	0.104	0.47	0.24
10	Compression Molding	Melamine Compound	จาน, ชาม, ถ้วย, ช้อน, ทัพพี, ถาดใส่อาหาร, ที่เขี่ยบุหรี่, เครื่องใช้ในครัวเรือนต่างๆ	1.951	2.33	2.14
11	Injection Molding	Thermoplastics (PP, PE, PS, ABS, etc.)	ชิ้นส่วนยานยนต์, ชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า, ข้อต่อท่อประปา, ฝาปิดขวด/ถัง,ฯลฯ	0.474	4.449	2.039
12	Calendering	PVC Compound	แผ่นพลาสติก PVC, แผ่นรองพื้น, เสื่อน้ำมัน, หนังเทียม, ฯลฯ	0.433	1.144	0.77

* ค่า SEC ตรวจวัด หมายถึง ค่าที่ประเมินได้จากการตรวจวัดการใช้พลังงานกระบวนการผลิตหารด้วยปริมาณผลผลิตของกระบวนการนั้น

** SEC avg = รายละเอียดจะอธิบายต่อไป

ค่า SEC ของโรงงานผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกซึ่งแม้จะมีกระบวนการผลิตเดียวกัน แต่ทว่าค่าที่ได้ยังแตกต่างกัน ทั้งนี้ก็เนื่องจากค่า SEC ผันแปรตามชนิดวัตถุดิบที่ใช้ อัตราการผลิตและระยะเวลาที่เครื่องจักรของโรงงานทำงาน ตารางที่ 4.1 แสดงข้อมูลค่าต่ำสุดของ SEC หรือ SEC (min) ค่าสูงสุด SEC (max) ของกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก และค่า SEC (avg)** ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยของข้อมูล SEC จากกระบวนการผลิตชนิดเดียวกัน เป็นจำนวนไม่ต่ำกว่า 10 ข้อมูลของโรงงานตัวอย่าง ในกรณีที่โรงงานมีกระบวนการผลิตหลายกระบวนการผลิตอยู่ด้วยกัน การประเมินค่า SEC ทำได้โดยแยกผลผลิตของแต่ละกระบวนการผลิต และปริมาณพลังงานที่ใช้ในกระบวนการผลิตนั้น แล้วจึงประมวลค่า SEC ของกระบวนการผลิตซึ่งถ้าค่า SEC ของกระบวนการผลิตใดสูงกว่า SEC (avg) กระบวนการผลิตนั้นใช้พลังงานค่อนไปทางสูง

ค่า SEC เฉลี่ย (SEC avg) ที่ได้แสดงไว้ในตาราง 4.1 เป็นค่าเฉลี่ยซึ่งประมวลมาจากข้อมูลด้านปริมาณการผลิตและการใช้พลังงานที่โรงงานผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกซึ่งอยู่ในความควบคุมของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) รายงานมาในแบบส่งข้อมูลการผลิต การใช้พลังงานและการอนุรักษ์พลังงานสำหรับโรงงานควบคุม (บพร.1) และข้อมูลที่ได้จากรายงานของโครงการวิเคราะห์การใช้พลังงานเบื้องต้น (Preliminary Energy Audit) ประกอบกับข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดการใช้พลังงานในโรงงานที่เข้าร่วมโครงการฯ ตลอดจนค่า SEC เทียบวัดจากโรงงานอุตสาหกรรมที่มีกระบวนการผลิตเดียวกันในต่างประเทศ

ในการคำนวณหาค่า SEC เฉลี่ยในแต่ละกระบวนการผลิต จะมีการพิจารณาว่าค่า SEC ค่าใด (ทั้งใน บพร. 1, Energy Audit Report และการตรวจวัด) บ้างที่เหมาะสมจะนำมาใช้ในการคำนวณ ซึ่งเกณฑ์การตัดสินใจหนึ่งที่นำมาใช้คือ การนำค่า SEC ต่ำสุด และสูงสุด ที่ตรวจวัดมาจากกระบวนการต่างๆ มาใช้เป็นช่วงพิสัยสำหรับเลือกใช้ค่า SEC ในบพร.1 กล่าวคือ ค่า SEC ค่าใดที่มีค่าอยู่นอกพิสัยดังกล่าว จะถูกตัดออกจากการคำนวณ

4.4 การวิเคราะห์ผลการตรวจวัด

เมื่อพิจารณาที่ได้ผลจากการตรวจวัดประสิทธิภาพพลังงานในตารางที่ 4.1 อาจจำแนกประเภทการผลิตตามลักษณะการใช้พลังงานได้เป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

1. กลุ่มที่ใช้พลังงานสม่ำเสมอในการผลิต ซึ่งจะเป็นกระบวนการผลิตแบบต่อเนื่อง เช่น การอัดรีดขึ้นรูป (extrusion) ผลิตภัณฑ์ที่ได้ เช่น พลาสติกที่เป็นแผ่น เป็นฟิล์ม ท่อและผลิตภัณฑ์ประกอบท่อ เป็นต้น
2. กลุ่มที่ใช้พลังงานไม่สม่ำเสมอในการผลิต การใช้พลังงานขึ้นๆ ลงๆ ตามวัฏจักรการผลิต อันได้แก่ กระบวนการผลิตที่ไม่ใช่การอัดรีดขึ้นรูป เช่น กระบวน injection molding ผลิตภัณฑ์ที่ได้ เช่น ภาชนะที่ใช้ในครัวเรือน ชิ้นส่วนยานยนต์ ชิ้นส่วนอิเล็คทรอนิกส์ เป็นต้น
3. กลุ่มที่ใช้พลังงานแบบผสม คือ มีทั้งช่วงที่ใช้พลังงานสม่ำเสมอและช่วงที่ใช้พลังงานไม่สม่ำเสมอ อันได้แก่ กระบวนการ tape/ yarn filament ซึ่งประกอบไปด้วยกระบวนการผลิตย่อยที่ต่อเนื่องกัน 2 กระบวนการขึ้นไป คือ กระบวนการ extrusion ซึ่งใช้ผลิตเส้นเทป แล้วต่อด้วยกระบวนการทอ และกระบวนการ laminating ตามลำดับ จนออกมาเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทกระสอบ แห อวน เป็นต้น และอีกกระบวนการหนึ่งคือ กระบวนการ thermoforming ซึ่งประกอบไปด้วยกระบวนการ sheet หรือ film extrusion เพื่อให้ได้พลาสติกแผ่นออกมา แล้วส่งต่อไปยังกระบวนการขึ้นรูปด้วยความร้อนและความดัน จนได้ผลิตภัณฑ์ประเภทถาดบรรจุภัณฑ์เป็นต้น

อย่างไรก็ตาม ผลจากการประเมินผลค่าประสิทธิภาพพลังงาน พบว่า ค่าประสิทธิภาพพลังงานหรือค่า SEC ในแต่ละกลุ่มมีความแตกต่างกันตามเทคโนโลยีที่ใช้ในกระบวนการผลิต ซึ่งในระหว่างกลุ่ม ค่าประสิทธิภาพพลังงานโดยเฉลี่ยมีค่าที่แตกต่างกันโดยชัดเจน ทำให้การที่จะจำแนกกลุ่มอุตสาหกรรมโดยอ้างอิงกับประสิทธิภาพพลังงานอย่างเดียวสามารถทำได้

ตารางที่ 4.2 สรุปค่าดัชนีการบริโภคพลังงานจำเพาะ (SEC) ของแต่ละกระบวนการผลิต

กระบวนการผลิต	ค่า SEC เฉลี่ย (kWh/kg)
Blown Film Extrusion	0.715
Sheet Extrusion	0.867
Film Extrusion	0.732
Pipe & Tube Extrusion	0.688
Profile Extrusion	0.732
Blow Molding	1.716
Stretch Blow Molding	2.530
Roto Molding	0.240
Compression Molding	2.140
Injection Molding	2.039
Tape Yarn/ Filament	1.382*
Thermoforming	1.479*
Laminating	0.931*
Calendering	0.770

* ค่า SEC ของกระบวนการ tape yarn/ filament ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.382 kWh/ kg ได้มาจากผลรวมของค่า SEC ของกระบวนการ extrusion กระบวนการทอ และกระบวนการ laminating ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.835, 0.348 และ 0.199 kWh/ kg ตามลำดับ

ค่า SEC ของกระบวนการ thermoforming ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.479 kWh/ kg ได้มาจากผลรวมของค่า SEC ของกระบวนการ sheet extrusion และกระบวนการขึ้นรูปด้วยความร้อนและความดัน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.867 และ 0.612 kWh/ kg ตามลำดับ

ค่า SEC ของกระบวนการ laminating ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.931 kWh/ kg ได้มาจากผลรวมของค่า SEC ของกระบวนการ film extrusion และกระบวนการเคลือบฟิล์ม ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.732 และ 0.199 kWh/ kg ตามลำดับ

4.5 การจำแนกประเภทตามประสิทธิภาพพลังงานและการให้รหัส

ดังได้กล่าวมาแล้วในบทนำว่า วัตถุประสงค์หลักของการจัดกลุ่มอุตสาหกรรมนั้นคือ เพื่อให้เกิดความเข้าใจถึงโครงสร้างอุตสาหกรรมในระบบเศรษฐกิจของประเทศ ทั้งนี้เนื่องจากว่า ในการประมวลประสิทธิภาพพลังงานในระดับมหภาคของประเทศ จำเป็นต้องอาศัยข้อมูลด้านเศรษฐกิจที่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องซึ่งควรเป็นผู้ที่รวบรวมประเมิน เพื่อจัดเป็นฐานข้อมูลให้หน่วยงานอื่น อาทิ กระทรวงพลังงานนำไปใช้ต่อไป เป็นต้น รวมทั้งเพื่อให้สามารถเทียบเคียงกับประสิทธิภาพพลังงานของประเทศอื่นๆ ได้ ดังนั้นการจำแนกประเภทอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติกไทยนั้น ควรมีการจำแนกโดยอ้างอิงกับมาตรฐาน ISIC (International Standard Industrial Classification) ด้วยเหตุผลที่ว่า มาตรฐาน ISIC เป็นมาตรฐานสากลที่ประเทศไทยมีข้อตกลงว่าจะใช้เป็นมาตรฐานอ้างอิงของประเทศ และยังเป็นมาตรฐานที่ประเทศต่างๆ ทั่วโลกใช้เป็นมาตรฐานอ้างอิง จึงทำให้ในอนาคตการเทียบเคียงประสิทธิภาพพลังงานระหว่างประเทศสามารถดำเนินการได้ นอกจากนี้ เมื่อใดก็ตาม ที่มีการปรับเปลี่ยนมาตรฐานนี้ในระดับสากล การปรับเปลี่ยนเข้ามาตรฐานใหม่ ก็จะสามารถกระทำได้ง่าย เนื่องจากทาง ISIC จะเป็นผู้จัดทำแนวทางสำหรับการปรับเปลี่ยนนั่นเอง

เนื่องจากการจำแนกประเภทอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติกของไทย (TSIC) ซึ่งใช้แนวทางตามมาตรฐาน ISIC นั้นมิได้อ้างอิงกับประสิทธิภาพพลังงาน ซึ่งแสดงให้เห็นได้ดังต่อไปนี้

2520 อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติก

- 25201 อุตสาหกรรมพลาสติกแผ่น (Plates และ Sheets) แท่ง ท่อ หรือโพรไฟล์ (Profiles)
- 25202 อุตสาหกรรมผลิตบรรจุภัณฑ์พลาสติก
- 25203 อุตสาหกรรมผลิตเครื่องใช้บนโต๊ะอาหารและในครัวทำด้วยพลาสติก
- 25204 อุตสาหกรรมผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกสำหรับใช้ในบ้าน
- 25205 อุตสาหกรรมผลิตผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาส
- 25209 อุตสาหกรรมผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกอื่นๆ ซึ่งมิได้จัดประเภทไว้ในที่อื่น

เห็นได้ชัดว่าในแต่ละประเภทย่อยของการจำแนกประเภทตามมาตรฐานอุตสาหกรรมไทย (TSIC) ซึ่งใช้แนวทางตามมาตรฐาน ISIC นั้น ประกอบไปด้วยกระบวนการผลิตที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งย่อมจะมีการใช้พลังงานที่แตกต่างกันออกไปเช่นกัน ยกตัวอย่างเช่น โรงงานอุตสาหกรรมที่จัดอยู่ภายใต้รหัส 25202 ซึ่งผลิตบรรจุภัณฑ์พลาสติกจะมีลักษณะกระบวนการผลิตและการใช้พลังงานที่แตกต่างกัน กล่าวคือ โรงงานที่ผลิตถุงพลาสติก ใช้กระบวนการ blown film extrusion ซึ่งมีค่า SEC อยู่ที่ 0.715 kWh/ kg ในขณะที่โรงงานที่ผลิตขวด ใช้กระบวนการ blow molding สำหรับขวดขุ่นซึ่งมีค่า SEC อยู่ที่ 1.716 kWh/ kg และใช้กระบวนการ stretch blow molding สำหรับขวดใสซึ่งมีค่า SEC อยู่ที่ 2.530 kWh/ kg ส่วนโรงงานที่ผลิตกระสอบพลาสติกใช้กระบวนการ tape yarn/ filament ซึ่งมีค่า SEC อยู่ที่ 1.382 kWh/ kg เป็นต้น ด้วยเหตุนี้ มาตรฐาน TSIC จึงไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้งานที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ด้านประสิทธิภาพพลังงาน เช่น การประมาณต้นทุนพลังงานของภาคอุตสาหกรรม หรือการวัดเทียบสมรรถนะด้านพลังงาน เป็นต้น

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่า เมื่อมีการจัดกลุ่มของกระบวนการผลิตตามลักษณะของการใช้พลังงานในการผลิตเป็น 3 กลุ่ม ค่าของประสิทธิภาพพลังงานในหน่วยของ SEC ที่เป็น kWh/kg สามารถจำแนกได้ชัดเจน กล่าวคือ ค่า SEC เฉลี่ยในกลุ่มที่ 1 มีค่าต่ำกว่า 1 kWh/ kg กลุ่มที่ 2 มีค่า SEC สูงกว่า 2 kWh/ kg และในกลุ่ม 3 ค่า SEC มีค่าสูงกว่า 1 kWh/ kg

เมื่อพิจารณากระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมทั้งหมด ก็จะพบว่าการใช้พลังงานในการผลิตของทุกอุตสาหกรรม สามารถจำแนกได้เป็น 3 กลุ่มเช่นกัน ดังนั้น การจัดกลุ่มอุตสาหกรรมเมื่ออ้างอิงกับประสิทธิภาพพลังงานเป็น 3 กลุ่ม จึงอาจใช้ได้กับทุกกลุ่มอุตสาหกรรม สำหรับรหัสของกลุ่มอาจใช้เป็นตัวเลข ดังนี้

1. หมายถึง กลุ่มอุตสาหกรรมที่ใช้พลังงานสม่ำเสมอ เช่น ในอุตสาหกรรมที่ระบบการผลิตแบบต่อเนื่อง
2. หมายถึง กลุ่มอุตสาหกรรมที่ใช้พลังงานไม่สม่ำเสมอตามวัฐจักรการผลิต เช่น ในอุตสาหกรรมที่มีกระบวนการผลิตเป็นแบบ Batch
3. หมายถึง กลุ่มอุตสาหกรรมที่ใช้พลังงานแบบผสมระหว่าง การใช้แบบสม่ำเสมอ และแบบไม่สม่ำเสมอร่วมกัน เช่น ในระบบการผลิตที่มีบางกระบวนการผลิต เป็นแบบต่อเนื่อง และมีบางกระบวนการผลิตที่เป็นแบบ Batch

ดังนั้นเพื่อช่วยให้สามารถประมวลผลและวิเคราะห์ประสิทธิภาพพลังงานได้นั้น จึงควรมีการจัดทำรหัสเสริมด้านพลังงาน ภายใต้แต่ละกลุ่มของอุตสาหกรรม ดังนี้

ตารางที่ 4.3 รหัสกระบวนการผลิต

รหัสกระบวนการผลิต	ประเภทกระบวนการผลิต
- E100	ไม่ระบุประเภทกระบวนการผลิต
- E101	Blown Film Extrusion
- E102	Film Extrusion
- E103	Sheet Extrusion
- E104	Pipe & Tube Extrusion
- E105	Profile Extrusion
- E106	Laminating
- E107	Calendering
- E208	Blow Molding
- E209	Stretch Blow Molding
- E210	Injection Molding
- E211	Compression Molding
- E312	Tape Yarn / Filament
- E313	Thermoforming

ตารางที่ 4.4 รหัสวัตถุดิบ

(Society of Plastics Industry Committee, 2003)

รหัสวัตถุดิบ	ประเภทวัตถุดิบ
0	ไม่ระบุประเภทวัตถุดิบ
1	PETE (PET)
2	HDPE
3	Vinyl
4	LDPE
5	PP
6	PS
7	Other

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากตารางที่ 4.3 จะเห็นได้ว่า ไม่มีการกำหนดรหัสกระบวนการสำหรับกระบวนการ roto molding ทั้งนี้เนื่องจากลักษณะการผลิตของกระบวนการนี้มีความแตกต่างไปจากกระบวนการอื่นๆ เป็นอย่างมาก กล่าวคือ ขั้นตอนในการหลอมวัตถุดิบของกระบวนการ roto molding ความร้อนจากการก๊าซ LPG และจะใช้พลังงานไฟฟ้าเพียงแค่การขับเคลื่อนมอเตอร์ในขณะที่หมุนแม่พิมพ์เข้าไปณ สถานีงานต่างๆ เท่านั้น ซึ่งแตกต่างไปจากกระบวนการอื่นๆ ซึ่งจะใช้ความร้อนจากฮีทเตอร์ไฟฟ้าในการทำให้วัตถุดิบหลอมเหลว (พิจารณาค่า SEC ในตารางที่ 4.2 ประกอบ) ด้วยเหตุนี้ จึงไม่สมควรที่จะนำกระบวนการ roto molding เข้ามาอยู่ในการจำแนกประเภทอุตสาหกรรมโดยอ้างอิงกับประสิทธิภาพพลังงาน ซึ่งมีตัวชี้วัดเป็นค่าดัชนีการบริโภคพลังงานจำเพาะที่มีหน่วยเป็นกิโลวัตต์ชั่วโมงต่อกิโลกรัม หรือที่เรียกว่าค่า SEC ไฟฟ้า นั่นเอง

ในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงรหัสของกลุ่มอุตสาหกรรมหรือเมื่อมีการจำแนกประเภทย่อยลงถึงตำแหน่งที่ 5 หรือ 6 หรือมากกว่านั้น การเสริมรหัสด้านพลังงานจะต่อท้ายรหัสของกลุ่มอุตสาหกรรมเสมอ ดังนั้นการเก็บข้อมูลด้านพลังงานจะสามารถทำได้อย่างเป็นอิสระจากการจัดกลุ่มอุตสาหกรรม การประเมินผลและการวิเคราะห์ประสิทธิภาพพลังงานที่ต้องอาศัยข้อมูลทางเศรษฐศาสตร์จากหน่วยงานอื่นๆ ซึ่งต้องการจะอ้างอิงกับการจัดกลุ่มนั้น อาจทำได้โดยการรวบรวมข้อมูลพลังงานของแต่ละกระบวนการผลิตและประเภทวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์ของแต่ละกลุ่มอุตสาหกรรมให้มีความสอดคล้องกัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

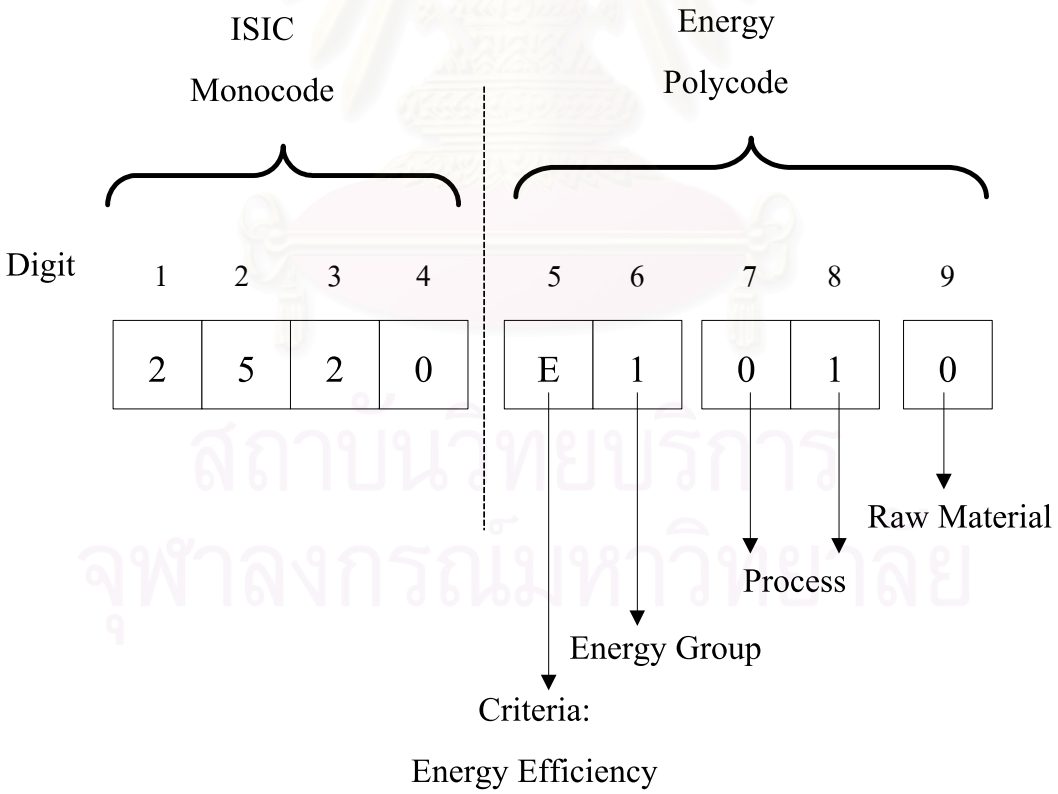
เพื่อให้สามารถจำแนกประเภทอุตสาหกรรม ที่เอื้ออำนวยต่อการนำไปใช้ในการประมวลผลการบริโภค และการวิเคราะห์พลังงาน จึงต้องมีการกำหนดรหัสอุตสาหกรรม ให้สอดคล้องกับระหัสสากล กล่าวคือ ควรใช้รหัสของ ISIC ซึ่ง กลุ่มอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติก จะมี รหัส 2520 (ในกรณีของ ISIC Rev.4 จะเป็นรหัส 2220)

สำหรับรหัสของกระบวนการผลิตให้ใช้ เช่นเดียวกับตาราง 4.3 ดังนั้นเมื่อรวมรหัสกลุ่มพลังงาน กลุ่มอุตสาหกรรม และกระบวนการผลิต เข้าด้วยกันแล้ว จึงอาจจำแนกประเภทอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติกโดยไม่ระบุประเภทวัตถุดิบ ออกเป็น 13 ประเภท ได้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.5 ระบบการจำแนกประเภทอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติกตามประสิทธิภาพพลังงาน

รหัส	**กระบวนการผลิต (ไม่จำแนกประเภทวัตถุดิบ)**	**ค่า SEC เฉลี่ย (kWh/ kg)**
2520E1010	Blown Film extrusion	0.715
2520E1020	Film Extrusion	0.732
2520E1030	Sheet Extrusion	0.867
2520E1040	Pipe & Tube Extrusion	0.688
2520E1050	Profile Extrusion	0.732
2520E1060	Laminating	0.931
2520E1070	Calendering	0.770
2520E2080	Blow Molding	1.716
2520E2090	Stretch Blow Molding	2.530
2520E2100	Injection Molding	2.039
2520E2110	Compression Molding	2.140
2520E3120	Tape Yarn/ Filament	1.382
2520E3130	Thermoforming	1.479

ระบบรหัสที่นำเสนอไว้ในตารางที่ 4.5 เป็นรหัสที่มีโครงสร้างผสม (Hybrid Structure หรือ Multicode) มีจำนวนทั้งหมด 9 หลัก ซึ่งเป็นโครงสร้างที่มีเกิดจากการผสมผสานกันระหว่างรหัสที่มีโครงสร้างแบบลำดับขั้น (Hierarchical Structure หรือ Monocode) และรหัสที่มีโครงสร้างแบบเลขหลักคงที่ (Fixed-digit Type System หรือ Polycode) กล่าวคือ รหัสในส่วนแรกจะมีอยู่ 4 หลัก ซึ่งมีโครงสร้างเป็นแบบ Monocode ตามกับมาตรฐาน ISIC และในส่วนหลังจะมีอยู่ 5 หลัก ซึ่งมีโครงสร้างเป็นแบบ Polycode โดยหลักที่ 5 (เริ่มนับจากหลักที่ 1) จะใช้ตัวอักษรภาษาอังกฤษ (E) แทนคำว่า Energy Efficiency เพื่อบ่งชี้ว่าเป็นการจำแนกประเภทโดยใช้ประสิทธิภาพพลังงานเป็นเกณฑ์ ในหลักที่ 6 จะบ่งบอกถึงลักษณะการใช้พลังงานซึ่งแบ่งเป็น 3 กลุ่ม จึงแทนด้วยเลขอารบิกตั้งแต่ 1 ถึง 3 ส่วนหลักที่ 7 และ 8 จะบ่งบอกถึงประเภทของกระบวนการผลิต ซึ่งแบ่งเป็น 13 กระบวนการ จึงแทนด้วยเลขอารบิกตั้งแต่ 01 ถึง 13 และรหัสในหลักสุดท้ายเพิ่มเติมเข้ามาเพื่อบ่งบอกถึงประเภทของวัตถุดิบ ซึ่งแบ่งออกเป็น 7 ชนิดตามมาตรฐานสากล (Resin Identification Code) ที่ Society of Plastics Industry (SPI) กำหนดไว้ตามตารางที่ 4.4 จึงแทนด้วยเลขอารบิกตั้งแต่ 1 ถึง 7 โดยในรหัสหลักที่ 7 ถึง 9 อาจใช้เลข 0 แทนในกรณีที่ไม่ต้องการระบุประเภทกระบวนการผลิตและชนิดของวัตถุดิบ ตามลำดับ



รูปที่ 4.1 อธิบายโครงสร้างรหัสที่นำเสนอ

ในกรณีที่ต้องการระบุประเภทของวัตถุดิบ รหัสหลักสุดจะเปลี่ยนไปเป็นตัวเลข 1 ถึง 7 ดังเช่น 2520E2082 จะหมายถึง อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติกที่ใช้พลังงานแบบไม่สม่ำเสมอที่ใช้กระบวนการผลิตแบบ Blow Molding ที่ใช้ HDPE เป็นวัตถุดิบ และเมื่อมีการเปลี่ยนรหัสของ ISIC อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติกไทย เป็น 22 ให้เปลี่ยนรหัสของอุตสาหกรรมแต่ละกลุ่มพลังงานไปเป็น 22 ด้วย

อย่างไรก็ตาม รหัส 9 หลักดังกล่าวที่กำหนดไว้นั้น จะนำมาใช้เฉพาะเมื่อต้องการนำไปใช้งานในการจำแนกประเภทอุตสาหกรรมตามประสิทธิภาพพลังงานเท่านั้น โดยหากต้องการจำแนกประเภทตามหลักเกณฑ์อื่นๆ เพิ่มเติมแล้ว รหัสที่ใช้อาจจะมีจำนวนมากกว่า 9 หลักได้ ส่วนเหตุผลที่ทำการจำแนกประเภทอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติกเพียงแค่ในระดับของกระบวนการผลิต โดยไม่จำแนกต่อไปถึงขั้นวัตถุดิบนั้น ก็เนื่องมาจากว่า อุณหภูมิหลอมเหลวของวัตถุดิบนั้น แม้จะไม่เท่ากัน แต่จากข้อมูลในตารางที่ 4.6 และ 4.7 แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิที่ใช้งานจริงในกระบวนการมีค่าอยู่ในระดับพอๆ กัน โดยจะมีก็เพียงวัตถุดิบชนิดโพลิคาร์บอเนต (PC) เท่านั้นที่มีอุณหภูมิใช้งานสูงกว่าชนิดอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ แต่เนื่องจากในประเทศไทย มีการใช้วัตถุดิบชนิดนี้ไม่มากนัก ประกอบกับข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดของโครงการฯ ได้แสดงให้เห็นแล้วว่า ในแต่ละกระบวนการผลิตนั้น ไม่ว่าจะใช้วัตถุดิบชนิดใดก็ตาม ผลปรากฏว่ามีการบริโภคพลังงานที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นจึงไม่มีความจำเป็นและไม่มีประโยชน์ที่จะจำแนกประเภทอุตสาหกรรมในระดับวัตถุดิบ เมื่อต้องพิจารณาด้านประสิทธิภาพพลังงาน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.6 อุณหภูมิทำงานของพลาสติกที่ใช้ผลิตในกระบวนการ extrusion
(ที่ปรึกษาตรวจสอบ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549)

วัตถุดิบ	**อุณหภูมิทำงาน (°C)**	**ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ (ตัวอย่างงาน extrusion)**
CA	160 – 200	Profile ต่าง ๆ และแผ่นแบบ
PS	170 – 210	แผ่นฟิล์มที่ดึงยืดทั้งสองแกน และแผ่นโฟม
SB	170 – 220	แผ่นหนา แผ่นฟิล์ม และเส้นใย
ABS	170 – 220	แผ่นหนา และท่อ
LDPE	130 – 200	ท่อ แผ่น ฟิล์ม ภาชนะกลวง หุ้มลวดและ monofile
HDPE	140 – 220	ท่อ แผ่น ฟิล์ม ภาชนะกลวง หุ้มลวด และแถบ tape
PP	180 – 260	ท่อ ฟิล์ม แผ่น monofile และแถบ tape
PVC	180 – 200	ท่อ ฟิล์ม และแผ่น
PVC	150 – 210	ท่อ ฟิล์ม และแผ่น
PVC	150 – 190	สายยาง ฟิล์ม หุ้มสายไฟและลวด และ Profile
PMMA	160 – 190	แผ่นและฟิล์ม
PC	300 – 340	แผ่น Profile และภาชนะกลวง
PA	260 – 300	สายยาง หุ้มลวด monofile และภาชนะกลวง
POM	170 – 200	ท่อ และ Profile ต่าง ๆ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.7 อุณหภูมิใช้งานของพลาสติกที่ใช้ผลิตในกระบวนการ injection molding
(ที่ปรึกษาตรวจสอบ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549)

วัตถุดิบ	อุณหภูมิขณะฉีด (°C)	อุณหภูมิแม่พิมพ์ (°C)	อุณหภูมิขณะดีดออก (°C)
High – density polyethylene	232	27	52
High – impact polystyrene	218	27	77
Acrylonitrile – butadiene - styrene (ABS)	260	54	82
Acetal (homopolymer)	216	93	129
Polyamide (6/6 nylon)	291	91	129
Polycarbonate	302	91	127
Polycarbonate (30% glass)	329	102	141
Modified polyphenylene oxide (PPO)	232	82	102
Modified PPO (30% glass)	232	91	121
Polypropylene (40% talc)	218	38	88
Polyester teraphthalate (30% glass)	293	104	143

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5
การใช้ประโยชน์จากการจำแนกประเภท

เนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงการนำระบบการจำแนกประเภทอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติกที่ออกแบบไว้ในบทที่แล้ว มาใช้ประโยชน์ ซึ่งจะนำไปใช้ในการวัดเทียบสมรรถนะการใช้พลังงาน (energy benchmarking) ในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกโดยใช้งานผ่านระบบฐานข้อมูลที่จะกล่าวถึงในบทนี้ และในตอนท้ายจะเป็นการนำไปประยุกต์ใช้ในการประเมินต้นทุนพลังงานของภาคอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติก ซึ่งรายละเอียดต่างๆ มีดังต่อไปนี้

5.1 การวัดเปรียบเทียบสมรรถนะ (Benchmarking)

(ที่ปรึกษาตรวจสอบ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549)

การวัดเปรียบเทียบสมรรถนะ (benchmarking) เป็นกระบวนการประเมินและตั้งเป้าหมายเพื่อให้เกิดการปรับปรุงและผลสำเร็จ ซึ่งเป็นวิธีการปรับปรุงการทำงานที่ผ่านการพิสูจน์มาแล้วในหลายธุรกิจ และใช้ได้ผลดีเป็นอย่างยิ่งในการบริหารพลังงาน

การวัดเปรียบเทียบสมรรถนะนั้นว่าด้วยการตั้งเป้าหมายขึ้นมาเพื่อประหยัดค่าใช้จ่าย และปรับปรุงการทำงาน โดยจะเป็นตัวผลักดันในการลดต้นทุน

การเริ่มต้นกระบวนการวัดเปรียบเทียบสมรรถนะจำเป็นต้องประมาณการถึงสภาพความเป็นไปของทั้งภาคอุตสาหกรรม และประมาณการถึงสถานภาพของบริษัทเมื่อเปรียบเทียบกับทั้งภาคอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นการเปิดโอกาสให้บริษัทได้รับรู้ถึงสัดส่วนการใช้พลังงานของตนเองโดยเปรียบเทียบกันกับภายในภาคอุตสาหกรรมนั้น

ในการบริหารพลังงานจะต้องมีการจัดตั้งโครงสร้างการบริหารพลังงานซึ่งจะนำไปใช้ตั้งเป้าหมายต่างๆ และนำโครงสร้างดังกล่าวไปใช้งานจริงกับโครงการต่างๆ เพื่อให้บรรลุถึงเป้าหมายเหล่านั้นซึ่งในแง่ของการวัดเปรียบเทียบสมรรถนะแล้วจะเป็นเป้าหมายในการประหยัดค่าใช้จ่าย เนื่องจากกระบวนการนี้เป็นตัวผลักดันในการลดต้นทุนนั่นเอง โดยสิ่งที่จะนำมาเป็นตัวชี้วัดนั้นจะต้องวัดได้ง่าย รวดเร็ว และแม่นยำ เพื่อความประหยัด ซึ่งจะกล่าวถึงดังต่อไปนี้

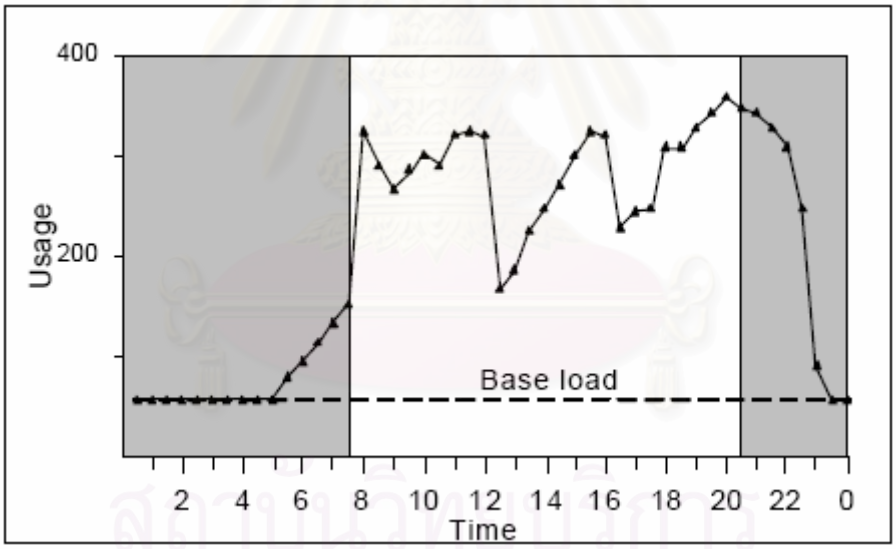
ในการบริหารพลังงานจะต้องมีการจัดตั้งโครงสร้างการบริหารพลังงานซึ่งจะนำไปใช้ตั้งเป้าหมายต่างๆ และนำโครงสร้างดังกล่าวไปใช้งานจริงกับโครงการต่างๆ เพื่อให้บรรลุถึงเป้าหมายเหล่านั้นซึ่งในแง่ของการวัดเปรียบเทียบสมรรถนะแล้วจะเป็นเป้าหมายในการประหยัดค่าใช้จ่าย เนื่องจากกระบวนการนี้เป็นตัวผลักดันในการลดต้นทุนนั่นเอง โดยสิ่งที่จะนำมาเป็นตัวชี้วัดนั้นจะต้องวัดได้ง่าย รวดเร็ว และแม่นยำ เพื่อความประหยัด ซึ่งจะกล่าวถึงดังต่อไปนี้

พลังงานทั้งหมดที่ใช้ไป = โหลดฐาน + (ปริมาณการผลิต × ดัชนีการบริโภคพลังงานจำเพาะ)

หรือ

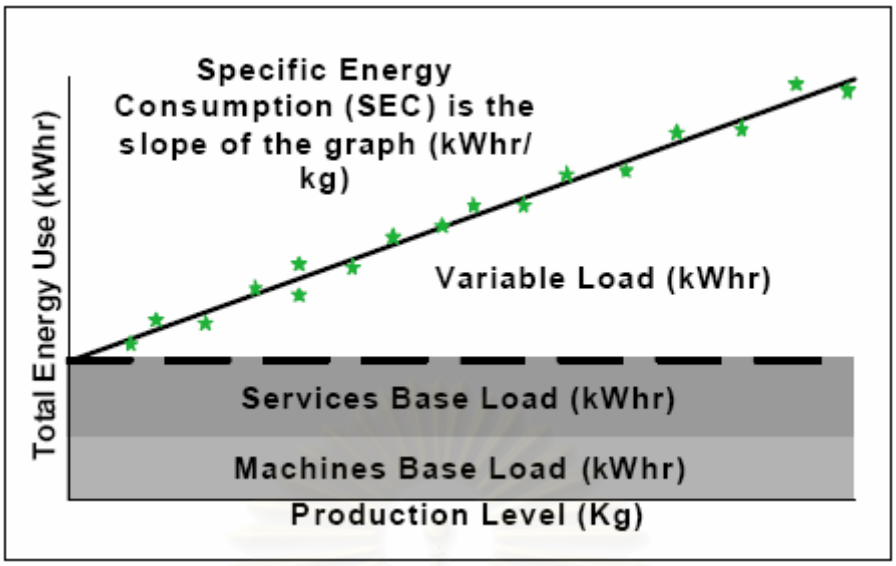
The totals Energy Used = Base Load + (Production volume × SEC)

โดยความหมายของโหลดฐาน (base load) และสมการข้างต้นนี้อธิบายได้ดังรูปที่ 5.1 และรูปที่ 5.2 ตามลำดับ



รูปที่ 5.1 กำลังไฟฟ้าที่ใช้ ณ เวลาต่างๆ ซึ่งจะเพิ่มจากค่าโหลดฐานขึ้นไปตามปริมาณการผลิต

(Tangram Technology, 2004)



รูปที่ 5.2 พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดที่ใช้ซึ่งจะเพิ่มจากค่าโหลดฐานขึ้นไปตามปริมาณการผลิต โดยความชันของเส้นกราฟนี้คือ ค่าดัชนีการบริโภคพลังงานจำเพาะ (SEC) ซึ่งมีหน่วยเป็นกิโลวัตต์ชั่วโมงต่อกิโลกรัม (Tangram Technology, 2004)

โดยกลยุทธ์ที่จะช่วยทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายได้ก็คือ

(1) การลดโหลดฐาน (base load) ซึ่งเป็นการลดต้นทุนคงที่ (fixed cost)

(2) การลดค่าดัชนีการบริโภคพลังงานจำเพาะ (Specific Energy Consumption: SEC) ซึ่งเป็นการลดต้นทุนแปรผัน (variable cost)

ค่าที่จะนำมาใช้เป็นตัวชี้วัดในการวัดเปรียบเทียบสมรรถนะนั้นได้แก่ โหลดของโรงงาน (site load) ซึ่งรวมทั้งโหลดฐาน (base load) และโหลดแปรผัน (variable load) ซึ่งเปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณการผลิต และค่าดัชนีการบริโภคพลังงานจำเพาะของโรงงาน (site SEC)

โดยค่าโหลดฐานนั้นคำนวณมาจากข้อมูลความต้องการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลาครึ่งชั่วโมง ซึ่งข้อมูลดังกล่าวนี้จะได้จากมิเตอร์ไฟฟ้าหลักและย่อย

การวัดค่าตัวชี้วัดต่างๆ ที่สามารถทำได้โดยโรงงานเอง

สำหรับการหาค่าสมรรถนะโดยรวมของโรงงาน (overall site value) จำเป็นต้องอาศัยข้อมูลเกี่ยวกับการจัดซื้อวัตถุดิบและใบแจ้งค่าไฟฟ้า โดยจะนำไปคำนวณหาค่าประมาณขั้นต้นของสมรรถนะโดยรวมของโรงงาน (site SEC) ได้ ซึ่งค่านี้จะสูงกว่าค่าเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนักของ SEC ของเครื่องจักรแต่ละเครื่อง เนื่องจากผลของการใช้พลังงานไปกับการสร้างความร้อน แสงสว่างและสิ่งอื่นๆ ที่ไม่ก่อให้เกิดผลผลิต

ค่าประมาณของสมรรถนะโดยรวมของโรงงานดังกล่าวนี้สามารถใช้โปรแกรม “Site Energy Use Calculator” เพื่อคำนวณหาได้ โดยจะกล่าวถึงในหัวข้อ 5.2 ซึ่งจะเป็นการพล็อตค่า site SEC ลงไปบนกราฟเพื่อแสดงให้เห็นถึงสมรรถนะโดยรวมของโรงงาน กล่าวคือ ถ้าค่า site SEC ที่พล็อตลงไปนี้อยู่เหนือเส้นกราฟ หมายความว่าโรงงานนี้ยังมีศักยภาพในการสร้างผลประหยัดได้ด้วยวิธีการลดการใช้พลังงานอยู่ แต่หากว่าค่า site SEC ที่พล็อตลงไปนั้นอยู่ในตำแหน่งที่ใกล้กับเส้นกราฟอยู่แล้ว หมายความว่าสมรรถนะโดยรวมของโรงงานนี้อยู่ในระดับกลางๆ เท่านั้น ซึ่งยังไม่ควรที่จะหยุดความพยายามที่จะหาทางลดการใช้พลังงานลงอีก แต่ถ้าหากว่าค่า site SEC ที่พล็อตลงไปนั้นอยู่ต่ำกว่าเส้นกราฟ แสดงว่าโรงงานมีประสิทธิภาพการใช้พลังงานที่ดีอยู่แล้ว อย่างไรก็ตามการบริหารที่ดีก็อาจจะยังคงช่วยให้เกิดผลประหยัดได้อีก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สำหรับการหาค่าสมรรถนะรายเครื่องจักรในกระบวนการฉีดพลาสติก (Injection molding) สามารถทำได้โดยใช้มิเตอร์วัดกำลังไฟฟ้า (power meter) เพื่อทำการวัดค่ากำลังไฟฟ้าที่เครื่องจักรนั้นใช้ขณะกำลังผลิตอยู่ โดยโหลดของเครื่องฉีดพลาสติกนั้นจะมีค่าที่แกว่งมากในแต่ละรอบการทำงาน (cycle) การประมาณค่าโหลดเฉลี่ยให้มีความแม่นยำนั้นจำเป็นต้องใช้ดุลยพินิจของพนักงานที่ควบคุมเครื่องจักรนั้นอยู่ การเคลื่อนไหวและปริมาณพลังงานที่ใช้ของเครื่องจักรจะมีรูปแบบที่เป็นปกติ แต่ในส่วนที่ใช้ทำความร้อน (barrel heaters) จะมีการควบคุมการเปิดปิดด้วยตัวควบคุมเฉพาะส่วนซึ่งเป็นสาเหตุของรูปแบบการใช้พลังงานที่ไม่เป็นปกติ แม้ว่าโหลดในส่วนที่ใช้ทำความร้อนจะมีค่าเปลี่ยนไปตามการตัดต่อของ heater แต่ละเครื่องซึ่งควบคุมโดยเครื่องควบคุมอุณหภูมิ (thermostat) แต่สามารถที่จะหาค่าเฉลี่ยได้จากการวัดค่าในช่วง 10 ถึง 15 นาที โดยทั่วไปแล้วจะมีการจ่ายไฟฟ้าไปยังตู้ควบคุมของเครื่องจักรจากนั้นค่อยแยกจ่ายไปยังส่วนอื่นๆ ได้แก่ hydraulics, extruder และส่วนต่างๆ ที่ทำหน้าที่สนับสนุนการทำงาน (ancillary units) ของเครื่องฉีด เช่น hopper, granulator และ conveyor เป็นต้น การวัดค่าแยกในแต่ละส่วนนั้นมักจะวัดที่ตู้ควบคุม ส่วนการวัดค่าโดยรวมของเครื่องฉีดนั้นให้วัดที่แผงจ่ายไฟย่อย (sub-station distribution board) จะทำได้สะดวกกว่า ซึ่งการวัดในตำแหน่งดังกล่าวจะเป็นการวัดรวมไปถึงส่วนต่างๆ ที่สนับสนุนการทำงานที่อยู่ปลายน้ำอีกด้วย (downstream ancillaries) การเปรียบเทียบการใช้พลังงานระหว่าง hydraulics กับ extruder แต่เพียงอย่างเดียวนั้นอาจทำให้เกิดความไม่ชัดเจนได้เนื่องจากผลของส่วนต่างๆ ที่สนับสนุนการทำงาน (ancillaries) การใช้พลังงานของ extruder โดยส่วนใหญ่แล้วจะหาได้จากน้ำหนักของวัตถุดิบที่ฉีดเข้าไปและรอบเวลาการทำงาน (cycle time) ของเครื่องฉีด และโดยส่วนมากแล้วการใช้งาน extruder จะเป็นไปอย่างไม่เต็มกำลัง ในทำนองเดียวกันการใช้พลังงานของระบบไฮดรอลิกจะเปลี่ยนแปลงไปตามเวลาแต่ก็ค่อนข้างที่จะคงที่สำหรับเครื่องฉีดนี้ ระบบอากาศอัดและน้ำหล่อเย็นใช้พลังงานมากและการจัดสรรปันส่วนการใช้พลังงานนั้นทำได้เพียงแค่ประมาณอย่างคร่าวๆ เท่านั้น โดยทางทฤษฎีแล้วเป็นไปได้ที่จะคำนวณหาปริมาณของอากาศอัดที่ใช้ แต่ทว่าการตรวจหาและลดการรั่วไหลของอากาศอัดจะเป็นวิธีที่ได้ผลมากกว่า

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.2 การออกแบบระบบฐานข้อมูลสนับสนุน

หลังจากที่ได้ออกแบบระบบการจำแนกประเภทอุตสาหกรรมแล้ว จะต้องมีการออกแบบระบบฐานข้อมูลสนับสนุน เพื่อให้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการจัดเก็บข้อมูลต่างๆ ต่อไปได้

จากแนวคิดการวัดเปรียบเทียบสมรรถนะการใช้พลังงานในกระบวนการผลิตดังที่ได้กล่าวมานั้น สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานในรูปแบบของฐานข้อมูลคอมพิวเตอร์ ซึ่งพัฒนาขึ้นบนโปรแกรม Microsoft Excel สำหรับให้หน่วยงานที่มีหน้าที่รับผิดชอบข้อมูลด้านพลังงานใช้งานโดยมีองค์ประกอบอยู่ 2 ส่วน ดังนี้

1. ส่วนที่ใช้คำนวณหาค่า SEC ของโรงงานหรือที่เรียกว่า “Site Energy Use Calculator” ซึ่งออกแบบมาสำหรับให้สามารถคำนวณค่า SEC ของโรงงานได้ โดยอาศัยข้อมูลนำเข้าดังต่อไปนี้
   (1) จำนวนชั่วโมงทำงาน (ชั่วโมงต่อกะ)
   (2) จำนวนของกะทำงาน (กะต่อวัน)
   (3) จำนวนวันทำงาน (วันต่อสัปดาห์)
   (4) จำนวนสัปดาห์ทำงาน (สัปดาห์ต่อปี)
   (5) ค่าไฟฟ้าทั้งหมดของโรงงานใน 1 ปี (บาทต่อปี)
   (6) จำนวนหน่วยไฟฟ้าทั้งหมดที่โรงงานใช้ใน 1 ปี (กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี)
   (7) ปริมาณวัตถุดิบทั้งหมดที่โรงงานใช้ไปใน 1 ปี (ตัน)
   (8) จำนวนเครื่องจักรทั้งหมดของโรงงานที่ใช้ในการผลิต (เครื่อง)

โดยโปรแกรมจะนำข้อมูลดังกล่าวไปคำนวณและแสดงค่าดังต่อไปนี้ออกมา

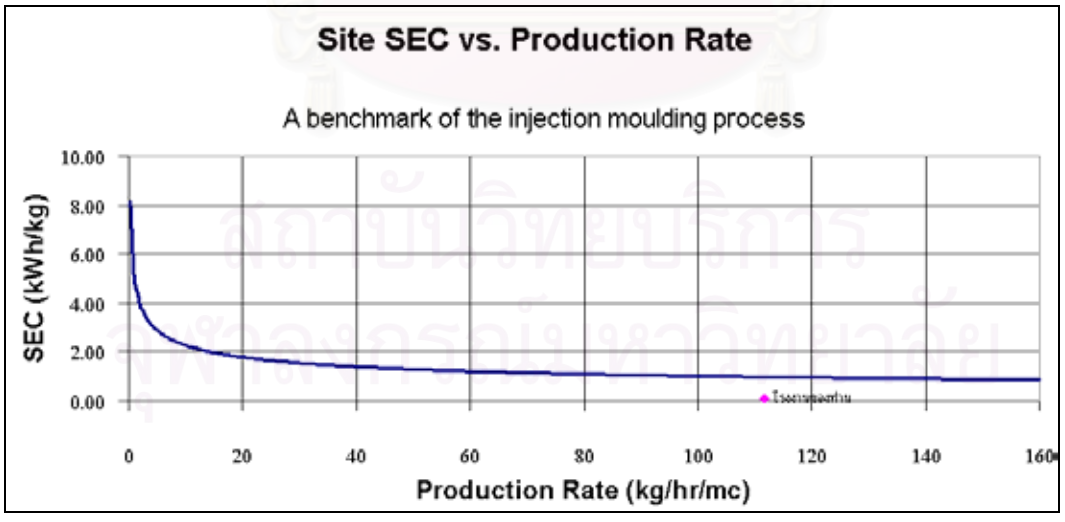
(I) จำนวนชั่วโมงทำงานทั้งหมด (ชั่วโมงต่อปี) = (1) × (2) × (3) × (4)

(II) ขนาดกำลังของเครื่องจักรโดยเฉลี่ยต่อเครื่อง (กิโลวัตต์ต่อเครื่อง)
= (6) ÷ [(8) × (I)]

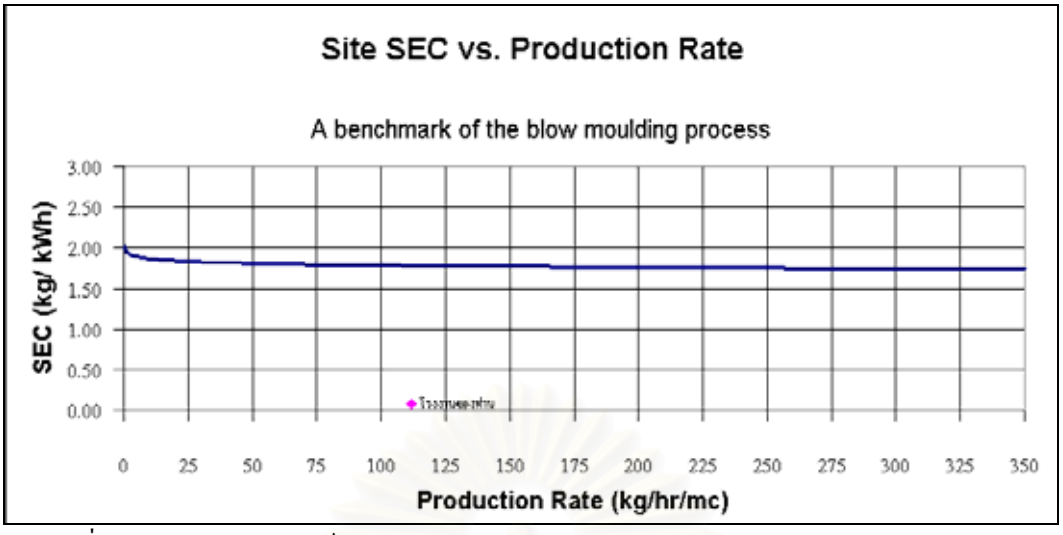
(III) ปริมาณผลผลิตต่อเครื่องจักรใน 1 ชั่วโมง (กิโลกรัมต่อเครื่องต่อชั่วโมง)
= (7) ÷ [(8) × (I)]

(IV) ค่าดัชนีการบริโภคพลังงานจำเพาะ (SEC) ของโรงงาน (กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อกิโลกรัม)
= (6) ÷ (7)

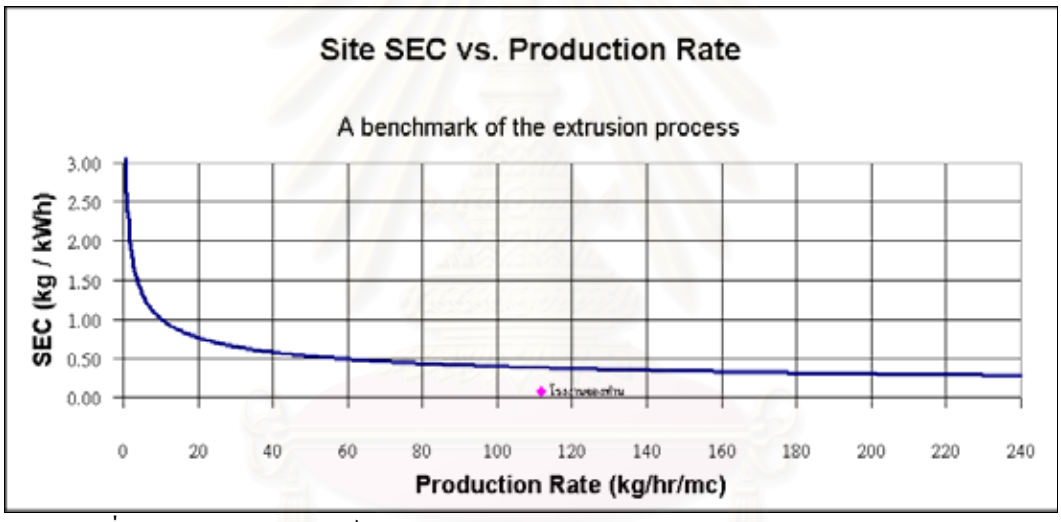
สำหรับโรงงานที่มีกระบวนการผลิตประเภท Blown Film extrusion (2520E1010), Film extrusion (2520E1020), Sheet extrusion (2520E1030), Pipe & Tube extrusion (2520E1040) และ Profile extrusion (2520E1050), Injection molding (2520E2100), Blow molding (2520E2080) และ Stretch Blow molding (2520E2090) โปรแกรมจะสามารถนำค่า SEC ของโรงงานไปพล็อตเป็นกราฟ เพื่อเปรียบเทียบกับค่า SEC เทียบวัด (Benchmark) ตามมาตรฐานของประเทศอังกฤษ ซึ่งค่านี้จะมีลักษณะเป็นเส้นกราฟ เนื่องจากพบว่า ค่า SEC มีความสัมพันธ์กับปริมาณผลผลิตต่อเวลา (production rate) กล่าวคือ พบว่าในบางกระบวนการผลิต เช่น กระบวนการ injection molding ค่า SEC มีการแปรผันขึ้นอยู่กับขนาดของชิ้นงานในแม่พิมพ์ หรือ production rate นั่นเอง โดยหากฉีดผลิตภัณฑ์ชิ้นใหญ่ มีน้ำหนักมาก จะทำให้ production rate สูง ในทางกลับกัน หากฉีดผลิตภัณฑ์ชิ้นเล็ก มีน้ำหนักน้อย production rate ก็จะมีค่าต่ำ (พิจารณารูปที่ 5.3 ประกอบ) ซึ่งจะเห็นได้ว่าสำหรับกระบวนการผลิตที่มีลักษณะเช่นนี้ หากจะทำการเทียบวัดค่า SEC นั้น จะต้องระบุค่า production rate ควบคู่กันไปด้วย แต่ในบางกระบวนการผลิต เช่น กระบวนการ blow molding พบว่าค่า SEC มีการแปรผันตาม production rate น้อยมากจนกราฟที่ได้ เกือบจะเป็นเส้นขนานกับแนวนอน (พิจารณารูปที่ 5.4 ประกอบ) ดังนั้นการที่จะนำค่า SEC ของโรงงานมาเปรียบเทียบกับค่าเทียบวัดนั้น จะต้องทราบความสัมพันธ์ระหว่างค่า SEC กับ production rate ของกระบวนการดังกล่าวเสียก่อน จึงจะสามารถเปรียบเทียบได้ ซึ่งจากข้อมูลเท่าที่ผู้วิจัยค้นคว้ามาได้ พบว่ามีกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า SEC และ production rate ของ 3 กระบวนการ ได้แก่ กระบวนการ injection molding, blow molding และ extrusion



รูปที่ 5.3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า SEC และ production rate ของกระบวนการ injection molding (Tangram Technology, 2004)

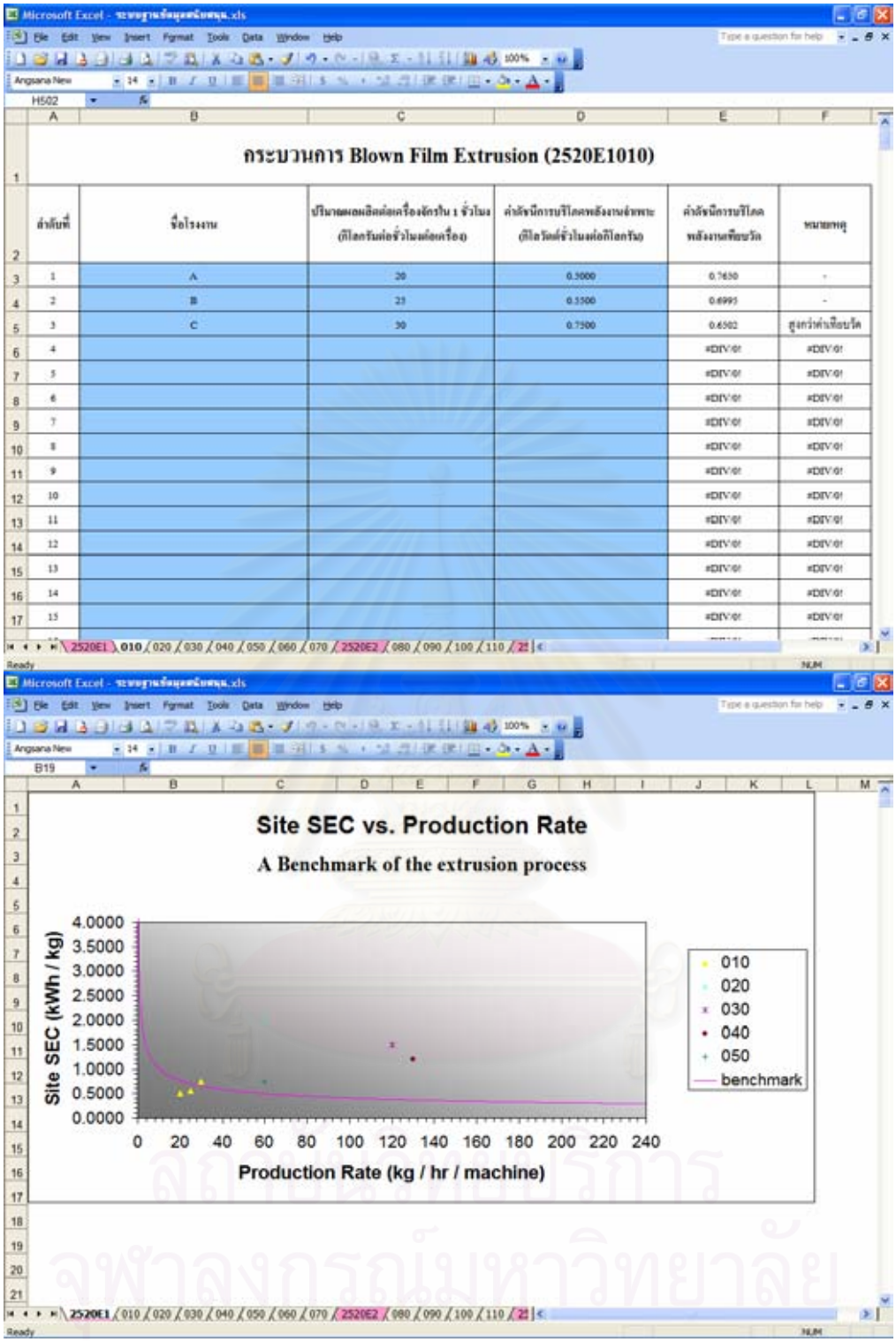


รูปที่ 5.4 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า SEC และ production rate ของกระบวนการ blow molding (Tangram Technology, 2004)



รูปที่ 5.5 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า SEC และ production rate ของกระบวนการ extrusion (Tangram Technology, 2004)

2. ส่วนที่ใช้เป็นฐานข้อมูลเพื่อการเทียบวัด ซึ่งออกแบบมาสำหรับใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลซึ่งได้แก่ ค่า SEC และค่า Production Rate ของโรงงานต่างๆ เข้าไว้แยกตามประเภทอุตสาหกรรมที่มีรหัสของกระบวนการผลิตระบุไว้แล้ว เพื่อนำไปใช้การเปรียบเทียบค่า SEC ของโรงงานต่างๆ ตามประเภทของกระบวนการผลิต และเปรียบเทียบกับมาตรฐานของประเทศอังกฤษด้วย ซึ่งประกอบไปด้วยหน้าจอสำหรับป้อนข้อมูล และหน้าจอสำหรับแสดงกราฟเปรียบเทียบค่า SEC ของแต่ละโรงงาน



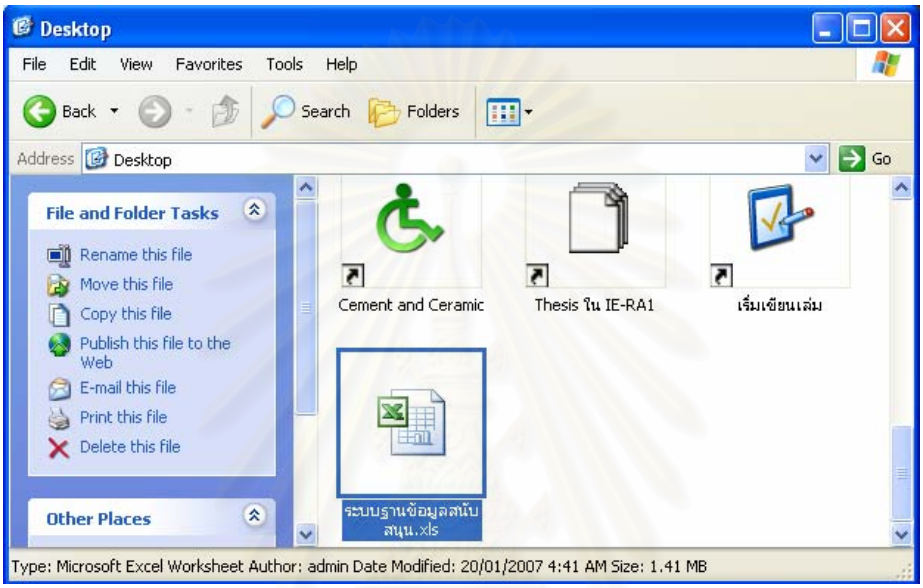
รูปที่ 5.6 ตัวอย่างหน้าจอในส่วนที่ใช้เป็นฐานข้อมูลเทียบวัด

5.3 วิธีการใช้งานระบบฐานข้อมูลสนับสนุน

การใช้งานระบบฐานข้อมูลสนับสนุนแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

5.3.1 ส่วนที่ใช้คำนวณหาค่า SEC ของโรงงาน (Site Energy Use Calculator)

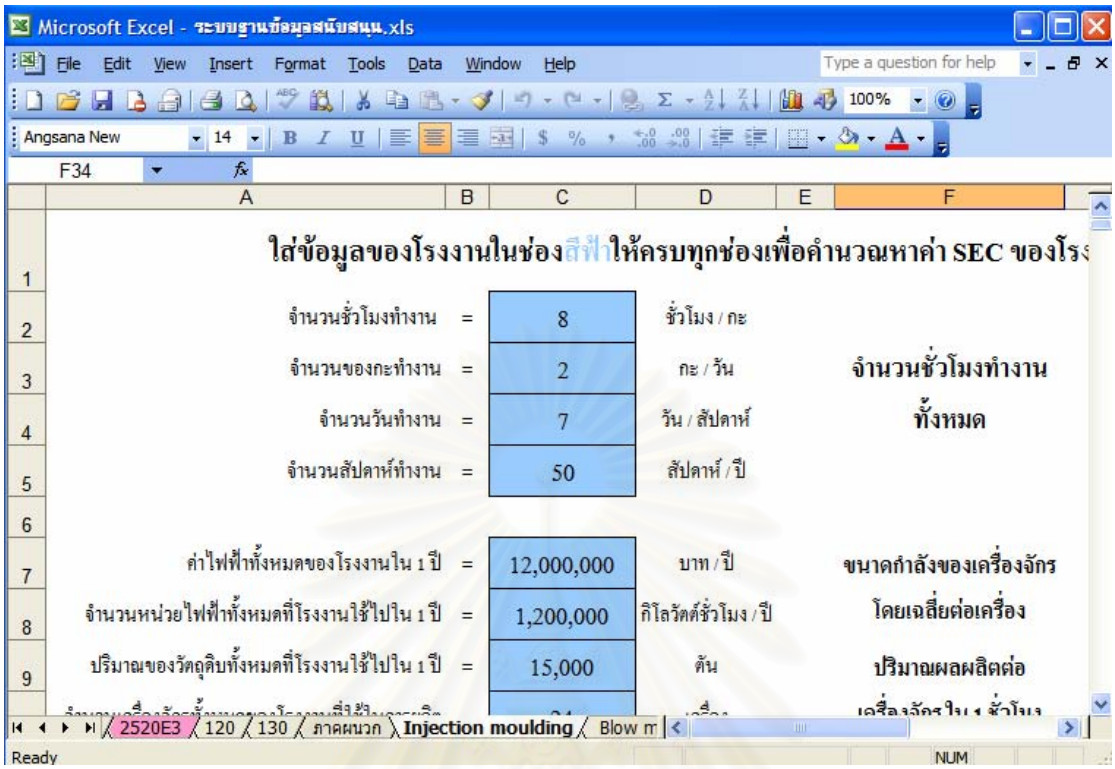
ขั้นตอนที่ 1



รูปที่ 5.7 เปิดไฟล์ชื่อ “ระบบฐานข้อมูลสนับสนุน.xls” ขึ้นมา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขั้นตอนที่ 2



รูปที่ 5.8 เลือกกระบวนการผลิตที่ต้องการจาก worksheet ที่อยู่ตอนล่างของหน้าจอโปรแกรม

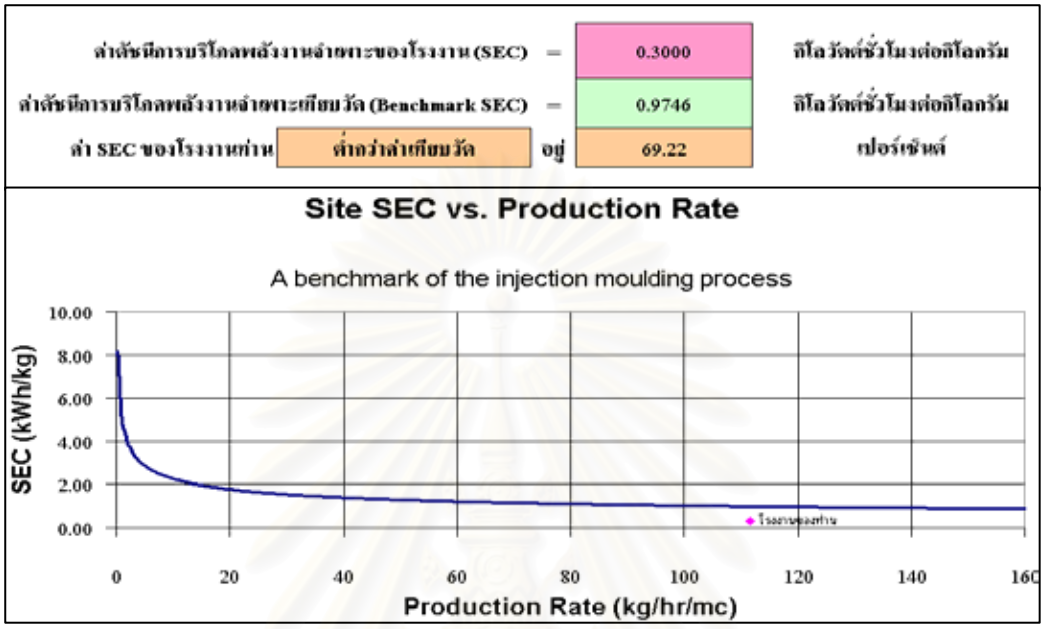
ขั้นตอนที่ 3

ใส่ข้อมูลต่างๆ ของโรงงานของท่านลงไปในช่องสีฟ้า

จำนวนชั่วโมงทำงาน	=	8	ชั่วโมง / กะ
จำนวนของกะทำงาน	=	2	กะ / วัน
จำนวนวันทำงาน	=	7	วัน / สัปดาห์
จำนวนสัปดาห์ทำงาน	=	50	สัปดาห์ / ปี
ค่าไฟฟ้าทั้งหมดของโรงงานใน 1 ปี	=	12,000,000	บาท / ปี
จำนวนหน่วยไฟฟ้าทั้งหมดที่โรงงานใช้ไปใน 1 ปี	=	4,500,000	กิโลวัตต์ชั่วโมง / ปี
ปริมาณของวัตถุดิบทั้งหมดที่โรงงานใช้ไปใน 1 ปี	=	15,000	ตัน
จำนวนเครื่องจักรทั้งหมดของโรงงานที่ใช้ในการผลิต	=	24	เครื่อง

รูปที่ 5.9 ช่องสำหรับกรอกข้อมูลต่างๆ ของโรงงาน

หลังจากใส่ข้อมูลครบถ้วนแล้ว โปรแกรมจะทำการคำนวณค่า SEC ของโรงงานออกมาให้ โดยจะแสดงผลเปรียบเทียบกับค่าเทียบวัด (benchmark) และจะนำค่าดังกล่าวไปพล็อตบนกราฟเพื่อให้เห็นสถานภาพของโรงงานได้อย่างชัดเจน ดังจะแสดงในรูปที่ 5.10



รูปที่ 5.10 หน้าจอแสดงผลที่ได้จากการคำนวณ

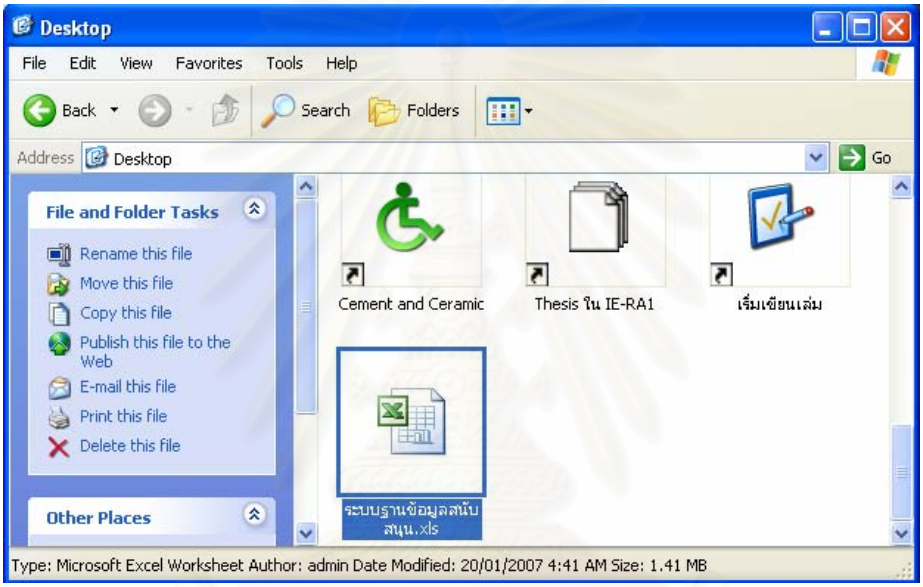
หมายเหตุ

1. worksheet “Injection molding” สามารถใช้ในการเทียบวัดค่า SEC ของโรงงานที่มีกระบวนการผลิตแบบ injection molding เท่านั้น
2. worksheet “Blow molding” สามารถใช้ในการเทียบวัดค่า SEC ของโรงงานที่มีกระบวนการผลิตแบบ Blow molding หรือ Stretch Blow molding เท่านั้น
3. worksheet “Extrusion” สามารถใช้ในการเทียบวัดค่า SEC ของโรงงานที่มีกระบวนการผลิตแบบ Blown Film extrusion, Film extrusion, Sheet extrusion, Pipe & Tube extrusion และ Profile extrusion เท่านั้น
4. ตัวเลขที่จะกรอกในช่อง “จำนวนหน่วยไฟฟ้าทั้งหมดที่โรงงานใช้ใน 1 ปี” คือตัวเลขปริมาณหน่วยไฟฟ้าทั้งหมดที่โรงงานใช้ซึ่งรวมถึงการใช้ไฟฟ้าในส่วนของสำนักงานด้วย
5. สำหรับโรงงานที่มีหลายกระบวนการเช่น มีทั้ง Injection molding และ Blow molding ก็สามารถใช้โปรแกรมนี้เพื่อเทียบวัดค่า SEC ได้เช่นกัน แต่

จะต้องทำการจำแนกข้อมูลปริมาณวัตถุดิบและจำนวนหน่วยไฟฟ้าที่ใช้ทั้งหมดโดยแยกเป็นของแต่ละกระบวนการ แล้วจึงนำมาใส่ลงใน worksheet สำหรับกระบวนการนั้นๆ

5.3.2 ส่วนที่ใช้เป็นฐานข้อมูลเพื่อการเทียบวัด

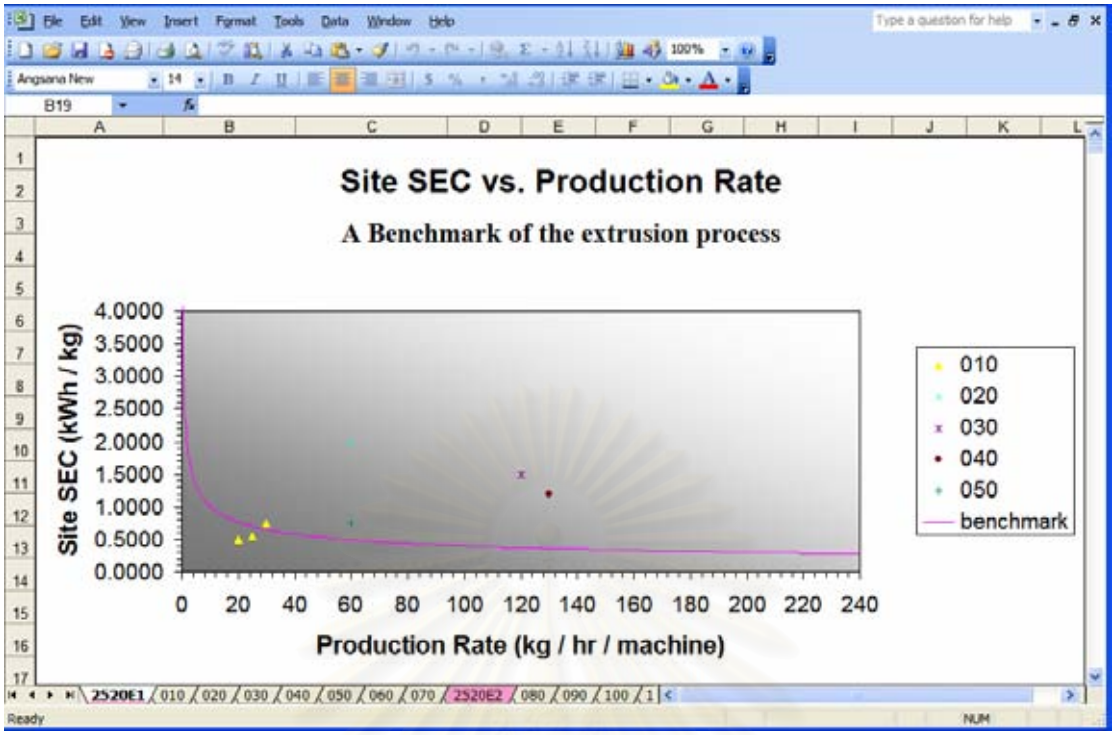
ขั้นตอนที่ 1



รูปที่ 5.11 เปิดไฟล์ชื่อ “ระบบฐานข้อมูลสนับสนุน.xls” ขึ้นมาเช่นเดียวกัน

ขั้นตอนที่ 2

เลือกประเภทของกระบวนผลิตของโรงงานที่ต้องการจะบันทึกข้อมูล ซึ่งทำได้โดยการคลิกที่ worksheet ด้านล่าง ซึ่งมีการเรียงไว้ตามลำดับของรหัสกระบวนการผลิต (ตั้งแต่ 1-2520E010 จนถึง 3- 2520E130) ดังรูปที่ 5.12



รูปที่ 5.12 เลือกประเภทกระบวนการผลิตของโรงงาน

ขั้นตอนที่ 3

หลังจากเลือกประเภทกระบวนการผลิตของโรงงานแล้ว จะมีช่องสีฟ้าสำหรับใส่ข้อมูลของแต่ละโรงงานอยู่ทั้งหมด 3 ช่องได้แก่ ชื่อโรงงาน ปริมาณผลผลิตต่อเครื่องจักรใน 1 ชั่วโมง (Production Rate) และ ค่าดัชนีการบริโภคพลังงานจำเพาะ (SEC) ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 5.13

ชื่อโรงงาน	ปริมาณผลผลิตต่อเครื่องจักรใน 1 ชั่วโมง (กิโลกรัมต่อชั่วโมงต่อเครื่อง)	ค่าดัชนีการบริโภคพลังงานจำเพาะ (กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อกิโลกรัม)
A	20	0.5000
B	25	0.5500
C	30	0.7500

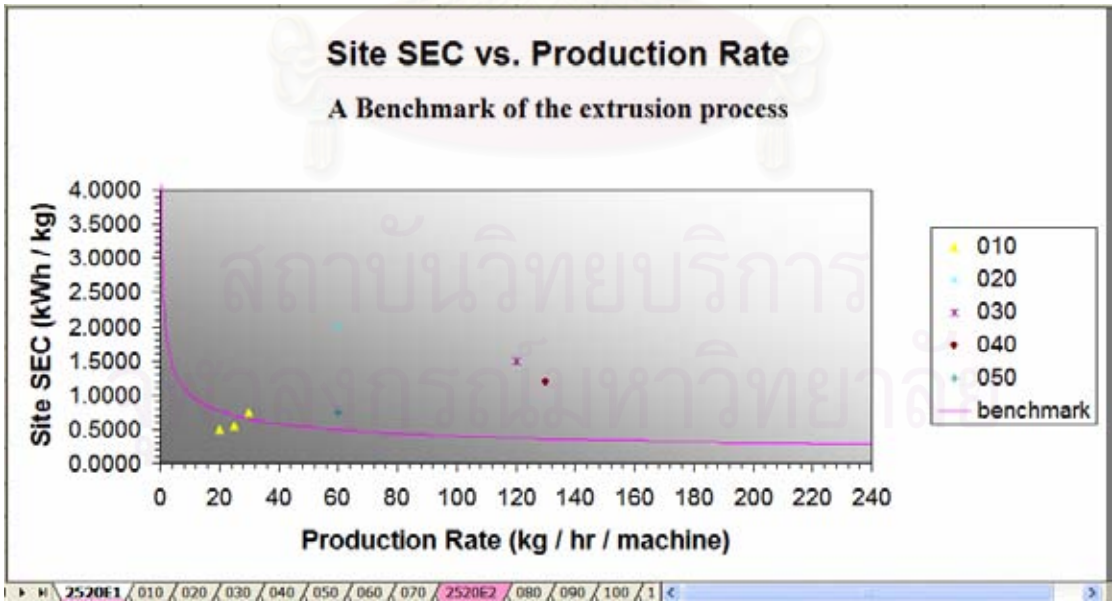
รูปที่ 5.13 ช่องสำหรับกรอกค่า SEC และ production rate

เมื่อใส่ข้อมูลครบแล้ว โปรแกรมจะคำนวณค่า SEC เทียบวัด ณ ค่า Production Rate ที่ใส่เข้าไป แล้วแสดงค่าออกมาในคอลัมน์ถัดไปทางขวา โดยในกรณีที่ค่า SEC ของโรงงานสูงกว่าค่า SEC เทียบวัด โปรแกรมจะมีการแสดงข้อความว่า “สูงกว่าค่าเทียบวัด” ไว้ในคอลัมน์หมายเหตุ ดังรูปที่ 5.14

ปริมาณผลผลิตต่อเครื่องจักรใน 1 ชั่วโมง (กิโลกรัมต่อชั่วโมงต่อเครื่อง)	ค่าดัชนีการบริโภคพลังงานจำเพาะ (กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อกิโลกรัม)	ค่าดัชนีการบริโภคพลังงานเทียบวัด	หมายเหตุ
20	0.5000	0.7650	-
25	0.5500	0.6995	-
30	0.7500	0.6502	สูงกว่าค่าเทียบวัด

รูปที่ 5.14 การแสดงข้อความผลลัพธ์จากการเปรียบเทียบ

ข้อมูลของโรงงานต่างๆ ที่ใส่เข้าไปนั้น จะถูกนำไปพล็อตบนกราฟใน worksheet ที่มี tab สีชมพูซึ่งจะเป็นการเปรียบเทียบกับเส้นกราฟเทียบวัด (benchmark) เพื่อให้เห็นภาพรวมของสมรรถนะการใช้พลังงานของแต่ละโรงงานเมื่อเทียบกันเองและเทียบกับมาตรฐานของประเทศอังกฤษ ดังรูปที่ 5.15



รูปที่ 5.15 หน้าจอแสดงผลการเปรียบเทียบค่า SEC ของโรงงานต่างๆ กับค่าเทียบวัด

หมายเหตุ

1. ค่า SEC และ ค่า Production Rate ของโรงงานที่จัดอยู่ในกระบวนการผลิตประเภท Blown Film extrusion (2520E1010), Film extrusion (2520E1020), Sheet extrusion (2520E1030), Pipe & Tube extrusion (2520E1040) และ Profile extrusion (2520E1050) เท่านั้นที่จะสามารถนำไปพล็อตเพื่อเปรียบเทียบกับเส้นกราฟเทียบวัด (benchmark) ที่แสดงอยู่ใน worksheet “2520E1” ได้
2. ค่า SEC และ ค่า Production Rate ของโรงงานที่จัดอยู่ในกระบวนการผลิตประเภท Injection molding (2520E2100), Blow molding (2520E2080) และ Stretch Blow molding (2520E2090) เท่านั้นที่จะสามารถนำไปพล็อตเพื่อเปรียบเทียบกับเส้นกราฟเทียบวัด (benchmark) ที่แสดงอยู่ใน worksheet “2520E2” ได้
3. ส่วนกระบวนการผลิตประเภทอื่นๆ ที่เหลือ ณ ขณะนี้โปรแกรมยังไม่มีการนำเสนอในรูปแบบกราฟ แต่จะสามารถใช้งานในด้านการเก็บรวบรวมข้อมูลได้ตามปรกติ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.4 การประเมินต้นทุนพลังงาน

ดังที่ได้กล่าวไว้ในตอนต้นของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ว่า การจัดทำระบบการจำแนกประเภทอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติกตามประสิทธิภาพพลังงานพร้อมทั้งระบบฐานข้อมูลสนับสนุน สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการประเมินหาต้นทุนพลังงานของการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก ในระดับกระบวนการผลิต และขยายผลไปสู่การประเมินการบริโภคพลังงานของภาคอุตสาหกรรมฯ

5.4.1 การประเมินต้นทุนพลังงานในระดับกระบวนการผลิต

หลังจากทำการจำแนกประเภทอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ออกเป็น 13 กลุ่มตามประสิทธิภาพพลังงาน ดังที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.5 แล้ว ทำให้สามารถประเมินต้นทุนพลังงานของแต่ละกระบวนการผลิตได้ ซึ่งจะช่วยตอบคำถามได้ว่า หากต้องการที่จะผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกด้วยกระบวนการผลิต ยกตัวอย่างเช่น กระบวนการ injection molding แล้ว ควรจะต้องมีต้นทุนพลังงานประมาณเท่าใด โดยสามารถคำนวณได้จาก

ต้นทุนพลังงาน (บาท) = SEC (kWh/ kg) × ปริมาณผลผลิต (kg) ×ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วย (บาท/ kWh) → (5.1)

หรือคิดเป็นต้นทุนพลังงานต่อหน่วยผลผลิตได้ดังนี้

ต้นทุนพลังงาน (บาท/ kg) = SEC (kWh/kg) × ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วย (บาท/ kWh) → (5.2)

ค่า SEC ของแต่ละกระบวนการผลิตที่จะนำมาใช้คำนวณนั้น จะต้องมีหน่วยเป็นกิโลวัตต์ชั่วโมง (kWh) ต่อน้ำหนักของผลผลิต (kg) แต่เนื่องจากข้อจำกัดทางด้านข้อมูลตามที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 4 (หัวข้อที่ 4.1) ทำให้งานวิจัยนี้จำเป็นต้องเลือกใช้ค่า SEC ในหน่วยกิโลวัตต์ชั่วโมงเทียบกับน้ำหนักของวัตถุดิบที่ใช้ แทนการใช้น้ำหนักของผลผลิต แต่เนื่องจากในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกเกือบทุกกระบวนการ สามารถนำชิ้นงานที่จัดว่าเป็นของเสีย กลับมาบดแล้วผสมเข้ากับเม็ดพลาสติกใหม่ เพื่อนำไปผลิตต่อไป โดยจากการสอบถามจากผู้มีประสบการณ์จากโรงงานต่างๆ ที่เข้าร่วมโครงการฯ พบว่าสัดส่วนชิ้นงานเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตเฉลี่ยแล้วอยู่ที่ประมาณ 5 % ซึ่งของเสียเหล่านี้ได้ถูกส่งเข้าไปในกระบวนการผลิตอีกครั้ง และต้องใช้พลังงานในการผลิตอีกครั้งหนึ่งเช่นกัน ดังนั้นในการประเมินต้นทุนพลังงานของผลิตภัณฑ์จึงต้องอาศัยการประมาณโดยนำสัดส่วนของเสียมาพิจารณาด้วยดังนี้

ต้นทุนพลังงาน (บาท) = SEC (kWh/ kg) × (1 + % ของเสีย/100) × ปริมาณวัตถุดิบ (kg) × ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วย (บาท/ kWh) → (5.3)

หรือคิดเป็นต้นทุนพลังงานต่อหน่วยผลผลิตได้ดังนี้

ต้นทุนพลังงาน (บาท/ kg) = SEC (kWh/kg) × (1 + % ของเสีย/100) × ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วย (บาท/ kWh) → (5.4)

จากสมการที่ 5.4 เมื่อประมาณการว่าค่าพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยอยู่ที่ 3 บาท/ kWh และอาศัยข้อมูลประมาณการสัดส่วนของเสียที่ได้จากผู้มีประสบการณ์ของโรงงานต่างๆ ที่เข้าร่วมโครงการฯ ซึ่งมีค่าอยู่ที่ 5% ประกอบกับค่า SEC อ้างอิงในตารางที่ 4.5 จะสามารถประเมินต้นทุนพลังงานต่อหน่วยของผลิตภัณฑ์พลาสติกที่ผลิตในแต่ละกระบวนการได้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 5.1 ต้นทุนพลังงานต่อหน่วยโดยประมาณของผลิตภัณฑ์ในแต่ละกระบวนการผลิต

รหัส	**กระบวนการผลิต**	**ค่า SEC เฉลี่ย (kWh/ kg)**	**ต้นทุนพลังงานต่อหน่วยของผลิตภัณฑ์ (บาท/ kg)**
2520E1010	Blown Film extrusion	0.715	2.25
2520E1020	Film Extrusion	0.732	2.31
2520E1030	Sheet Extrusion	0.867	2.73
2520E1040	Pipe & Tube Extrusion	0.688	2.17
2520E1050	Profile Extrusion	0.732	2.31
2520E1060	Laminating	0.931	2.93
2520E1070	Calendering	0.77	2.43
2520E2080	Blow Molding	1.716	5.41
2520E2090	Stretch Blow Molding	2.53	7.97
2520E2100	Injection Molding	2.039	6.42
2520E2110	Compression Molding	2.14	6.74
2520E3120	Tape Yarn/ Filament	1.382	4.35
2520E3130	Thermoforming	1.479	4.66

ผลที่ได้จากตารางที่ 5.1 สามารถตอบโจทย์ที่ตั้งข้างต้นได้ว่า ภายใต้เงื่อนไขดังกล่าว หากผู้ประกอบการต้องการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกโดยเลือกใช้กระบวนการ injection molding แล้ว จะมีต้นทุนพลังงานต่อหน่วยผลิตภัณฑ์โดยประมาณอยู่ที่ 6.42 บาท/ kg

ต้นทุนพลังงานต่อหน่วยของผลิตภัณฑ์ในแต่ละกระบวนการผลิตที่แสดงไว้ในตารางที่ 5.1 เป็นค่าที่ประมาณการขึ้นภายใต้ข้อมูลที่ได้จากโครงการฯ ซึ่งยกมาเพื่อแสดงตัวอย่างวิธีการประเมินต้นทุนพลังงานต่อหน่วยของผลิตภัณฑ์ในแต่ละกระบวนการผลิต ซึ่งเป็นหนึ่งในการนำระบบการจำแนกประเภทอุตสาหกรรมตามประสิทธิภาพพลังงานและระบบฐานข้อมูลสนับสนุน ทั้งนี้หากหน่วยงานที่รับผิดชอบข้อมูลด้านพลังงาน มีการนำเอาระบบนี้ไปพัฒนาต่อเพื่อใช้เป็นฐานเก็บข้อมูลดังกล่าวแล้ว อาจมีการปรับปรุงค่า SEC อ้างอิงของแต่ละกระบวนการผลิต ส่งผลการประเมินต้นทุนพลังงานใกล้เคียงสภาพความเป็นจริงมากยิ่งขึ้น

5.4.2 การประเมินต้นทุนพลังงานของภาคอุตสาหกรรม

การประเมินต้นทุนพลังงานในระดับกระบวนการผลิตในหัวข้อที่แล้ว สามารถขยายผลไปถึงการประเมินต้นทุนพลังงานในระดับภาคอุตสาหกรรมได้ โดยอาศัยวิธีการประเมินในทำนองเดียวกัน แต่จะแตกต่างกันตรงที่การประเมินต้นทุนพลังงานในระดับภาคอุตสาหกรรมนั้นจะใช้ตัวชี้วัดประสิทธิภาพคือ ค่าความเข้มพลังงาน (Energy Intensity หรือ EI) ซึ่งมีหน่วยปืน kWh/ kg เช่นกัน แทนการใช้ค่า SEC ซึ่งในการคำนวณหาค่า EI จะต้องทราบโครงสร้างการผลิต (product mix) ดังเช่นที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 2

แต่เนื่องจากยังไม่มีข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างการผลิต จึงต้องประเมินโครงสร้างการผลิตจากปริมาณวัตถุดิบ โดยใช้วัตถุดิบหลักของแต่ละกระบวนการผลิตเป็นตัวกำหนดสัดส่วนของวัตถุดิบที่ป้อนเข้าสู่แต่ละกระบวนการผลิต อย่างไรก็ตาม เนื่องจากไม่มีข้อมูลในระดับมหภาคที่บ่งชี้ถึงปริมาณเม็ดพลาสติกแต่ละชนิดที่ป้อนเข้าสู่แต่ละกระบวนการผลิต จึงต้องอาศัยสัดส่วนการกระจายเม็ดพลาสติกเข้าสู่กระบวนการผลิตจากข้อมูลของ American Plastic Council , Inc ในปี ค.ศ. 2002 ซึ่งเป็นสัดส่วนสำหรับการกระจายเม็ดพลาสติกแต่ละประเภทเข้าสู่แต่ละกระบวนการผลิต จากนั้นจึงใช้สัดส่วนของเม็ดพลาสติกในแต่ละกระบวนการผลิตเป็นตัวถ่วงน้ำหนักค่า SEC เฉลี่ยของแต่ละกระบวนการผลิตในการคำนวณหาค่าความเข้มพลังงานของแต่ละกลุ่มพลังงานและใช้สัดส่วนการผลิตในแต่ละกลุ่มพลังงานในการถ่วงน้ำหนักค่าความเข้มพลังงานของแต่ละกลุ่มพลังงานเพื่อคำนวณค่าความเข้มพลังงานของทั้งอุตสาหกรรม

เพื่อแสดงตัวอย่างวิธีการประเมินต้นทุนพลังงานของภาคอุตสาหกรรม จึงอ้างอิงข้อมูลปริมาณการบริโภคเม็ดพลาสติกของประเทศไทยตั้งแต่ปี ค.ศ. 2000 ถึง 2005 ซึ่งเป็นการประเมินมาจากปริมาณการผลิต การนำเข้าและการส่งออกเม็ดพลาสติกของประเทศไทยและปรับลดปริมาณเม็ดพลาสติกที่ใช้ในการผลิตเส้นใยในอุตสาหกรรมสิ่งทอ ซึ่งแสดงไว้ในตารางที่ 5.2 ส่วนมูลค่ารวมของวัตถุดิบได้มาจากการประเมินร่วมกับตารางที่ 5.3 และ 5.4

ตารางที่ 5.2 สรุปปริมาณการบริโภคและมูลค่าเม็ดพลาสติก ปี ค.ศ. 2000-2005
(สถาบันปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย, 2548)

ปี / ชนิดเม็ดพลาสติก	2000		2001		2002		2003		2004		2005	
	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า
PE (LDPE/EVA,LLDPE, HDPE)	746	**24,855**	866	**27,609**	977	**28,557**	1,058	**34,794**	1,056	**50,215**	1,053	**52,739**
PVC	349	**14,983**	354	**14,490**	417	**2,132**	415	**19,061**	474	**24,996**	484	**29,297**
PP	341	**9,510**	383	**10,149**	457	**12,353**	531	**17,097**	560	**23,718**	546	**25,115**
PS	151	**6,403**	159	**5,123**	184	**6,289**	219	**8,297**	220	**11,225**	202	**10,133**
EPS	32	**1,398**	36	**1,360**	42	**1,435**	46	**1,743**	48	**2,449**	46	**2,307**
ABS/SAN	104	**5,337**	97	**4,603**	103	**4,545**	106	**4,931**	99	**5,450**	101	**5,959**
PET	738	**28,538**	757	**32,551**	776	**27,728**	871	**35,992**	1,053	**49,996**	1,130	**57,990**
PC	36	**4,929**	47	**6,576**	36	**4,640**	22	**2,821**	28	**3,719**	30	**4,234**
POM	9	**666**	8	**616**	10	**761**	17	**1,326**	15	**1,196**	16	**1,299**
PMMA	10.5	**638**	12	**825**	13.2	**861**	14.7	**1,054**	16.5	**1,280**	17.7	**1,615**
รวม (พันตัน)/ **รวม (ล้านบาท)**	2,516.3	**97,256.9**	2,718.5	**103,902.9**	3,015.0	**89,300.5**	3,299.8	**127,115.9**	3,569.1	**174,243.8**	3,625.3	**190,687.0**

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.3 สรุปราคาเม็ดพลาสติกในประเทศไทย ปี ค.ศ. 2000-2005
(สถาบันปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย, 2548)

Product	Grade	Price (Baht / kg)																		
		2000			2001			2002			2003			2004			2005		
		Min.	Max.	Avg.	Min.	Max.	Avg.	Min.	Max.	Avg.	Min.	Max.	Avg.	Min.	Max.	Avg.	Min.	Max.	Avg.
PVC	Injection	32	46	**42.93**	36	45	**40.93**	30	51	**43.48**	38	51	**45.93**	42	63	**52.73**	48.5	65	**60.53**
LDPE	Blown film	29	40	**34.94**	21	36	**31.18**	24	35	**28.51**	28	36.5	**31.58**	33	72	**49.84**	44.5	56	**50.38**
	Injection	32		**36.05**	25.5	34	**31.85**	24.5	34	**29.32**	29.5	37.5	**32.57**	34.5	68.75	**49.05**	45	52.5	**49.25**
	Blow molding				0	0		24.5	33	**28.33**	29	36.5	**31.84**	33	38.75	**48.59**	44.5	52	**49.17**
LLDPE	Blown film	28	36	**32.16**	22.5	33.5	**30.1**	23	30	**26.60**	26	35	**29.23**	29	61	**42.81**	41	52	**46.77**
	Injection	28.5	45	**34.5**	29.5	45	**42.23**	30	45	**43.75**	44	46	**45.00**	46	69	**55.95**	53.5	65	**59.06**
	Blow molding				0	0		27	29	**28.11**	28	35	**30.35**	32	56	**43.71**	42.5	51	**47.38**
HDPE	Blown film	24	40	**31.85**	22.5	33.5	**29.35**	23	31	**26.33**	25.5	36	**29.25**	32	55.66	**42.45**	36	53.5	**44.81**
	Injection	24	40	**31.78**	22.5	35.5	**29.15**	23	30	**25.93**	25	36	**28.85**	31.5	55.16	**42.27**	35.5	52.5	**44.41**
	Blow molding	24	40	**31.94**	22.5	33.5	**29.31**	23	30	**26.19**	25.5	37	**29.20**	315	55.33	**42.25**	35.5	53.5	**44.52**
PP	Blown film	20.5	34	**28.48**	22	30	**26.93**	23	31	**27.49**	28	39	**32.51**	32	56	**42.67**	39.5	53	**46.39**
	Yarn	20	33	**27.47**	21	30	**26.21**	22	31	**26.70**	27.5	38.5	**31.96**	31.5	56	**42.18**	38.34	52	**45.83**
	Injection	20	33.5	**27.77**	21.5	30	**26.45**	22	30	**26.93**	27.5	38.5	**32.12**	31.5	56	**42.31**	39.14	51	**45.86**
PS	General Purpose	33.5	51	**41.44**	24	38	**31.4**	23	45	**33.28**	29	46	**37.22**	35.5	66.75	**50.07**	42	56.5	**49.52**
	High Impact	35	53	**43.37**	25	40	**33.05**	23.5	47	**35.08**	30	50	**38.55**	36.5	69	**51.98**	43	58	**50.81**
EPS		39	50	**43.69**	31	40	**37.78**	0	0		0	0		0	0		0	0	
ABS		45	61	**53.42**	39	58	**48.38**	37	60	**45.11**	39	59	**47.22**	44	76	**56.50**	52.83	71	**61.21**

ตารางที่ 5.4 สรุปราคาเม็ดพลาสติกในประเทศไทย ปี ค.ศ. 2000-2005 (ต่อ)
(สถาบันปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย, 2548)

Product	Grade	Price (Baht / kg)																		
		2000			2001			2002			2003			2004			2005		
		Min.	Max.	Avg.	Min.	Max.	Avg.	Min.	Max.	Avg.	Min.	Max.	Avg.	Min.	Max.	Avg.	Min.	Max.	Avg.
SAN		40	59.5	**49.21**	37	56	**46.52**	36	57	**43.14**	40	57	**45.81**	43	76	**53.59**	49	65.5	**56.8**
EVA					0	0		0	0		39	45	**41**	40	79.75	**58.61**	60.38	70.25	**65.1**
PC		120	145	**136.93**	130	145	**139.92**	120	145	**128.9**	110	140	**128.22**	125	150	**132.83**	130	150	**141.13**
PU		228	230	**228.33**	228	238	**229**	228	265	**236.4**	228	228	**228**	228	235	**229**	235	241	**235.46**
BDS	K-resin	64	100	**88.56**	100	110	**107.83**	95	110	**101.71**	85	95	**87.5**	85	88	**86.31**	87	90	**88.07**
PMMA		34	68	**60.75**	65	90	**68.78**	61	70	**65.23**	67	75	**71.71**	72	90	**77.56**	88	93	**91.23**
PA	Nylon-6	111	113	**112.4**	111	113	**112.64**	104	115	**113.46**	115	120	**117.44**	118	137.5	**122.98**	130	145.5	**136.74**
	Nylon-66	135	150	**143.61**	135	170	**143.13**	130	140	**131.2**	125	130	**128.52**	125	137.5	**130.09**	135	155	**143.02**
POM	Acetal (Homo)	63	82	**74.28**	70	82	**76.94**	70	85	**76.11**	70	90	**78.89**	80	95	**85.23**	80	90	**85**
	Acetal (Copol)	67	77	**73.71**	0	0		76	76	**76**	70	79	**77.07**	68.5	81	**74.19**	76	79.5	**77.34**
PET		34	46	**38.67**	37	48	**43**	33	39	**35.73**	35	50	**41.32**	38	59	**47.48**	46.17	56.5	**51.32**
PBT					0	0		0	0		100	165	**145**	100	150	**124.71**	135	140	**135.57**

จากการประเมินค่าความเข้มพลังงาน (EI) ของโครงการฯ ตามแนวทางที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น ได้ผลการประเมินออกมา โดยสรุปรวมกับผลการประเมินมูลค่าวัตถุดิบ แสดงไว้ในตารางที่ 5.5

ตารางที่ 5.5 สรุปผลการประเมินค่าความเข้มพลังงาน ปริมาณการใช้วัตถุดิบ และมูลค่าวัตถุดิบรวม (ที่ปรึกษาตรวจสอบ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549)

ปี ค.ศ.	ความเข้มพลังงาน (kWh/ kg)	ปริมาณการใช้วัตถุดิบ (พันตัน)	มูลค่าวัตถุดิบรวม (ล้านบาท)
2000	1.2584	2,516.28	97,256.87
2001	1.2603	2,718.55	103,902.89
2002	1.2516	3,015.00	89,300.45
2003	1.2609	3,299.75	127,115.90
2004	1.2664	3,569.06	174,243.80
2005	1.2682	3,625.34	190,687.02

เมื่อทราบค่าความเข้มพลังงานและปริมาณการใช้วัตถุดิบแล้ว จะสามารถประเมินต้นทุนพลังงานของภาคอุตสาหกรรมได้ โดยนำสมการที่ 5.3 จากหัวข้อที่ 5.4.1 มาประยุกต์ใช้ดังนี้

ต้นทุนพลังงาน (บาท) = EI (kWh/ kg) × (1 + % ของเสีย/100) × ปริมาณวัตถุดิบ (kg) × ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วย (บาท/ kWh) → (5.5)

เนื่องจากยังไม่มีข้อมูลสัดส่วนของเสียในระดับมหภาค จึงเลือกใช้ค่าสัดส่วนของเสียเช่นเดียวกับในหัวข้อ 5.4.1 และประมาณการค่าพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยอยู่ที่ 3 บาท/ kWh ทำให้สามารถประเมินต้นทุนพลังงานของภาคอุตสาหกรรม โดยอ้างอิงจากข้อมูลปี ค.ศ. 2000-2005 ได้ดังนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.6 ต้นทุนพลังงานของภาคอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติกตั้งแต่ปี ค.ศ. 2000-2005
(ที่ปรึกษาตรวจสอบ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549)

ปี ค.ศ.	ความเข้มพลังงาน (kWh/ kg)	ปริมาณการใช้วัตถุดิบ (พันตัน)	ต้นทุนพลังงาน (ล้านบาท)
2000	1.2584	2,516.28	9,974.34
2001	1.2603	2,718.55	10,792.30
2002	1.2516	3,015.00	11,886.66
2003	1.2609	3,299.75	13,105.67
2004	1.2664	3,569.06	14,238.02
2005	1.2682	3,625.34	14,483.08

ผลที่ได้จากตารางที่ 5.6 แสดงให้เห็นถึงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนพลังงานของภาคอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติกไทย ซึ่งแม้ว่าจะเป็นค่าที่ประเมินจากข้อมูลของโครงการฯ แต่ก็สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลสำหรับหน่วยงานที่รับผิดชอบด้านพลังงาน ในการตัดสินใจวางแผนนโยบายหรือดำเนินมาตรการต่างๆ ด้านพลังงาน ต่อไปในอนาคตได้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 6
สรุปผลงานวิจัยและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการวิจัย

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นงานวิจัยที่ศึกษาการใช้พลังงานของกระบวนการผลิตในภาคอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติกไทย แล้วนำผลที่ได้มาทำการออกแบบระบบจำแนกประเภทอุตสาหกรรมที่อ้างอิงกับประสิทธิภาพพลังงาน และออกแบบระบบฐานข้อมูลสนับสนุนเพื่อให้สามารถนำเอาระบบการจำแนกประเภทอุตสาหกรรมที่จัดทำขึ้น มาใช้ประโยชน์ในการเก็บข้อมูลต่างๆ ด้านพลังงาน เพื่อนำไปใช้งานในการประเมินต้นทุนพลังงานในระดับกระบวนการผลิตและทั้งภาคอุตสาหกรรมฯ ตลอดจนการใช้ประโยชน์ในการทำการเทียบวัดสมรรถนะด้านพลังงาน (energy benchmarking) ของโรงงานต่างๆ ในภาคอุตสาหกรรมนี้ จากผลการวิจัยสรุปว่า สามารถทำการจำแนกกลุ่มของกระบวนการผลิตได้เป็น 3 กลุ่มตามลักษณะการใช้พลังงานซึ่งประกอบไปด้วย 13 กระบวนการผลิต โดยจะนำมาแสดงไว้อีกครั้งในตารางที่ 6.1

ตารางที่ 6.1 ระบบการจำแนกประเภทอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติกตามประสิทธิภาพพลังงาน

รหัส	กระบวนการผลิต (ไม่จำแนกประเภทวัตถุดิบ)	ค่า SEC เฉลี่ย (kWh/ kg)
2520E1010	Blown Film extrusion	0.715
2520E1020	Film Extrusion	0.732
2520E1030	Sheet Extrusion	0.867
2520E1040	Pipe & Tube Extrusion	0.688
2520E1050	Profile Extrusion	0.732
2520E1060	Laminating	0.931
2520E1070	Calendering	0.770
2520E2080	Blow Molding	1.716
2520E2090	Stretch Blow Molding	2.530
2520E2100	Injection Molding	2.039
2520E2110	Compression Molding	2.140
2520E3120	Tape Yarn/ Filament	1.382
2520E3130	Thermoforming	1.479

ผลการจำแนกประเภทที่ได้จากงานวิจัยนี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการประเมินต้นทุนพลังงานในระดับกระบวนการผลิต และต้นทุนพลังงานในระดับภาคอุตสาหกรรม ดังที่ได้แสดงไว้อีกครั้งในตารางที่ 6.2 และ 6.3 ตามลำดับ

ตารางที่ 6.2 ต้นทุนพลังงานต่อหน่วยโดยประมาณของผลิตภัณฑ์ในแต่ละกระบวนการผลิต

รหัส	กระบวนการผลิต	ค่า SEC เฉลี่ย (kWh/ kg)	ต้นทุนพลังงานต่อหน่วยของผลิตภัณฑ์ (บาท/ kg)
2520E1010	Blown Film extrusion	0.715	2.25
2520E1020	Film Extrusion	0.732	2.31
2520E1030	Sheet Extrusion	0.867	2.73
2520E1040	Pipe & Tube Extrusion	0.688	2.17
2520E1050	Profile Extrusion	0.732	2.31
2520E1060	Laminating	0.931	2.93
2520E1070	Calendering	0.77	2.43
2520E2080	Blow Molding	1.716	5.41
2520E2090	Stretch Blow Molding	2.53	7.97
2520E2100	Injection Molding	2.039	6.42
2520E2110	Compression Molding	2.14	6.74
2520E3120	Tape Yarn/ Filament	1.382	4.35
2520E3130	Thermoforming	1.479	4.66

ตารางที่ 6.3 สรุปผลการประเมินค่าความเข้มพลังงาน ปริมาณการใช้วัตถุดิบ และมูลค่าวัตถุดิบรวม

ปี ค.ศ.	ความเข้มพลังงาน (kWh/ kg)	ปริมาณการใช้วัตถุดิบ (พันตัน)	มูลค่าวัตถุดิบรวม (ล้านบาท)
2000	1.2584	2,516.28	97,256.87
2001	1.2603	2,718.55	103,902.89
2002	1.2516	3,015.00	89,300.45
2003	1.2609	3,299.75	127,115.90
2004	1.2664	3,569.06	174,243.80
2005	1.2682	3,625.34	190,687.02

ขั้นตอนการดำเนินงานเริ่มต้นจาก การศึกษาค้นคว้าและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติกไทยในด้านเศรษฐศาสตร์ เพื่อให้มองเห็นและเข้าใจถึงภาพรวมของอุตสาหกรรมนี้ ซึ่งข้อมูลดังกล่าวนี้เป็นข้อมูลในเชิงมหภาคซึ่งได้มาจากทั้งหน่วยงานของภาครัฐและเอกชน อันได้แก่ กรมโรงงานอุตสาหกรรม สำนักเศรษฐกิจอุตสาหกรรม สภาอุตสาหกรรมแห่ง ประเทศไทย กรมการจัดหางาน กรมเจรจาการค้าระหว่างประเทศ กรมพัฒนาพลังงานทดแทน สมาคมอุตสาหกรรมพลาสติกแห่งประเทศไทย และสถาบันปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย ต่อมาคือการวิเคราะห์ข้อมูลและปัญหาที่เกิดขึ้นกับระบบการจำแนกประเภทอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติกไทย จากนั้นจึงดำเนินการเข้าไปสังเกตการณ์ เก็บข้อมูล และเรียนรู้รายละเอียดเกี่ยวกับกระบวนการผลิตประเภทต่างๆ ในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติกที่เข้าร่วมโครงการฯ ทั้ง 32 โรง โดยติดตามไปกับคณะวิศวกรตรวจวัดประสิทธิภาพพลังงาน และในขั้นสุดท้ายคือ การนำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ของโครงการฯ มาทำการออกแบบระบบการจำแนกประเภทอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติกตามประสิทธิภาพพลังงาน ตลอดจนการจัดทำระบบฐานข้อมูลสนับสนุน เพื่อนำเอาระบบการจำแนกประเภทที่ออกแบบไว้มาประยุกต์ใช้งาน

ในระหว่างการดำเนินการเข้าตรวจวัดประสิทธิภาพพลังงานในโรงงานผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกที่เข้าร่วมโครงการฯ จำนวน 32 โรง ตั้งแต่วันที่ 7 กุมภาพันธ์ ถึง 4 กรกฎาคม พ.ศ. 2549 ผู้วิจัยได้รับมอบหมายให้เข้าร่วมคณะตรวจวัดฯ ในฐานะผู้ประสานงานด้านข้อมูลของโครงการเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลด้านการผลิตและการใช้พลังงานของแต่ละโรงงานสำหรับนำมาใช้ในการประเมินหาค่า SEC ของแต่ละกระบวนการผลิต รวมทั้งได้ทำการศึกษากระบวนการผลิตประเภทต่างๆ ในสภาพการทำงานจริง ซึ่งสามารถใช้เป็นข้อมูลเพิ่มเติมประกอบการจัดทำระบบการจำแนกประเภทนี้ด้วย

ในการพัฒนาระบบการจำแนกประเภทอุตสาหกรรมขึ้นมานั้น หากสามารถดำเนินตามแนวทางของมาตรฐาน ISIC ได้ จะเป็นประโยชน์มาก เนื่องจากการเปรียบเทียบข้อมูลกันระหว่างประเทศต่างๆ สามารถทำได้สะดวกมากขึ้น อย่างไรก็ตาม การพัฒนาระบบการจำแนกประเภทอุตสาหกรรมตามประสิทธิภาพพลังงานนั้น ไม่สามารถดำเนินตามแนวทางของมาตรฐาน ISIC ได้โดยตรง เนื่องจากมาตรฐาน ISIC ไม่ได้จำแนกประเภทอุตสาหกรรมโดยอ้างอิงกับเกณฑ์ด้านประสิทธิภาพการใช้พลังงาน ซึ่งจากการศึกษาพบว่าการจำแนกประเภทอุตสาหกรรมตามประสิทธิภาพพลังงานสามารถทำได้โดยการจำแนกประเภทอุตสาหกรรมตามกระบวนการผลิตดังที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 4 ส่วนระบบการให้รหัสที่ผู้วิจัยได้จัดทำขึ้นนั้น รหัส 4 หลักแรกนำมาจากมาตรฐาน ISIC ส่วน 5 หลักสุดท้ายผู้วิจัยได้ออกแบบขึ้นมาใหม่ซึ่งสอดคล้องกับประเภทของกระบวนการผลิตที่จำแนกไว้ เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานด้านประสิทธิภาพพลังงานเท่านั้น ทั้งนี้

เนื่องจาก การวัดเทียบประสิทธิภาพพลังงานมิได้จำกัดอยู่ที่ระดับภายในประเทศเท่านั้น แต่ยังต้องทำการวัดเทียบกับต่างประเทศด้วย เพื่อให้ทราบว่าประสิทธิภาพพลังงานของประเทศเราดีหรือเลวกว่าประเทศอื่นๆ อย่างไร จึงควรจัดทำระบบรหัสให้สอดคล้องกับมาตรฐานสากล (ISIC) ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเลือกใช้รหัส 4 หลักแรกตามมาตรฐาน ISIC เพื่อให้เป็นที่ทราบโดยสากลว่าเป็นอุตสาหกรรมประเภทใด

6.2 การอภิปรายผลการวิจัย

ระบบการจำแนกประเภทอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติกตามประสิทธิภาพพลังงานที่ผู้วิจัยได้นำเสนอในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ จัดทำขึ้นโดยอ้างอิงข้อมูลที่ได้จากผลการตรวจวัดและวิเคราะห์ประสิทธิภาพพลังงาน โครงการศึกษาเกณฑ์การใช้พลังงานในอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติก และโดยการนำเอาความคิดเห็นต่างๆ จากบุคลากรจากทางสมาคมอุตสาหกรรมพลาสติกแห่งประเทศไทย ผู้ซึ่งมีความรู้และประสบการณ์ในอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติกพิจารณาประกอบในการออกแบบระบบดังกล่าว จึงทำให้ระบบการจำแนกประเภทอุตสาหกรรมนี้มีความเหมาะสมในระดับหนึ่งที่จะนำไปใช้รองรับการใช้งานด้านพลังงานต่อไป ส่วนระบบฐานข้อมูลสนับสนุนที่จัดทำขึ้นเพื่อเป็นตัวอย่างหนึ่งสำหรับใช้เป็นแนวทางการประยุกต์ใช้ระบบการจำแนกประเภทดังกล่าว ซึ่งหน่วยงานที่มีหน้าที่รับผิดชอบด้านพลังงานเช่น กรมพัฒนาพลังงานทดแทน สามารถนำระบบฐานข้อมูลสนับสนุนนี้ไปใช้เก็บข้อมูลเพื่อนำมาทำการวัดเปรียบเทียบสมรรถนะการใช้พลังงานของโรงงานผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกที่อยู่ในความควบคุมดูแลของตน เพื่อนำผลไปพิจารณาสำหรับจัดทำมาตรการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานต่างๆ หรือนำไปใช้เก็บข้อมูลเพื่อประเมินต้นทุนพลังงานของภาคอุตสาหกรรมนี้ต่อไปได้ นอกจากนี้ในระดับโรงงานอุตสาหกรรมยังสามารถนำระบบฐานข้อมูลสนับสนุนในส่วนแรก (site energy use calculator) ไปใช้ประโยชน์ในการหาค่า SEC ของโรงงานตนเพื่อเทียบวัดสมรรถนะด้านประสิทธิภาพพลังงานกับค่ามาตรฐานของประเทศอังกฤษได้อีกด้วย ซึ่งในงานสัมมนาปิดโครงการฯ ผู้วิจัยได้นำเสนอโปรแกรมช่วยคำนวณนี้ให้กับบุคลากรจากโรงงานที่เข้าร่วมสัมมนาฯ และหลังจากเสร็จสิ้นการสัมมนา พบว่ามีโรงงานบางส่วนได้นำโปรแกรมนี้ไปประยุกต์ใช้งานจริงกับโรงงานของตน ดังนั้นจึงสรุปผลได้ว่าการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้สามารถบรรลุวัตถุประสงค์ได้จริงตามที่ได้ตั้งไว้

อีกประการหนึ่ง เมื่อพิจารณาถึงความเป็นไปได้ในการใช้ค่า SEC เป็นตัวบ่งบอกกระบวนการผลิตจะพบว่า ยังไม่เพียงพอที่จะบ่งบอกได้ว่าถ้าหากกระบวนการผลิตซึ่งมีค่า SEC เท่ากับค่าๆ หนึ่ง (สมมุติว่าเท่ากับ 2.039) แล้ว จะแสดงว่ากระบวนการผลิตนั้นต้องจัดอยู่ในกระบวนการ injection molding ทั้งนี้เนื่องจากค่า SEC มีความผันแปรอย่างมากตามปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในกระบวนการผลิตซึ่งได้แก่ เทคโนโลยีของเครื่องจักรที่ใช้ผลิต ขนาดของชิ้นงานและลักษณะของแม่พิมพ์ เป็นต้น แต่ทว่าข้อมูลที่มีทั้งหมดที่มีอยู่ในงานวิจัยนี้ยังไม่เพียงพอที่จะทำการวิเคราะห์ถึงระดับดังกล่าวได้ อย่างไรก็ตาม ข้อมูลที่มีอยู่นั้นสามารถที่จะใช้จำแนกกลุ่มของกระบวนการผลิตออกได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ซึ่งมีค่า SEC เฉลี่ยแตกต่างกันอย่างชัดเจนดังนี้

1. กลุ่มกระบวนการประเภท extrusion ซึ่งมีการใช้พลังงานแบบสม่ำเสมอ โดยมีค่า SEC เฉลี่ยของทั้งกลุ่มน้อยกว่า 1
2. กลุ่มกระบวนการประเภท molding ซึ่งมีการใช้พลังงานแบบไม่สม่ำเสมอ โดยมีค่า SEC เฉลี่ยของทั้งกลุ่มมากกว่า 2
3. กลุ่มกระบวนการที่มีการใช้พลังงานทั้งแบบสม่ำเสมอและไม่สม่ำเสมอ ซึ่งมีค่า SEC เฉลี่ยของทั้งกลุ่มมากกว่า 1

เมื่อเปรียบเทียบการจำแนกกลุ่มของกระบวนการผลิตที่นำเสนอในงานวิจัยนี้กับการจัดกลุ่มกระบวนการผลิตของประเทศอังกฤษจะพบว่า มีแนวทางในการจัดที่ไปในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือ ประเทศอังกฤษทำการจำแนกกลุ่มของกระบวนการผลิตออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่คือ กระบวนการประเภท molding และ extrusion

6.3 ปัญหาและอุปสรรคในการทำวิจัย

1. ปัญหาความไม่สอดคล้องกันในมาตรฐานการจัดเก็บข้อมูลสถิติระหว่างหน่วยงานต่างๆ ภาครัฐ เนื่องจากแต่ละหน่วยงานต่างก็มีเหตุผลในการเลือกใช้มาตรฐานระบบการจำแนกประเภทอุตสาหกรรมของตน จึงทำให้เป็นการยากมากที่จะทำการเชื่อมโยงหรือเปรียบเทียบข้อมูลข้ามหน่วยงาน ดังนั้นรัฐบาลจึงควรมีมาตรการกระตุ้นให้แต่ละหน่วยงานให้เปลี่ยนมาใช้มาตรฐานอุตสาหกรรมระบบเดียวกัน
2. ปัญหาความไม่สมบูรณ์ของข้อมูลบางตัวที่จำเป็นต่อการทำวิจัย เช่น ข้อมูลด้านการผลิตและการใช้พลังงาน เป็นต้น ซึ่งโรงงานบางโรงไม่ยินดีที่จะเปิดเผยให้ทราบด้วยเหตุผลบางประการ ทำให้อาจเกิดความคลาดเคลื่อนขึ้นได้ในการประเมินค่าประสิทธิภาพพลังงาน

6.4 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยเพิ่มเติม

1. การจัดทำระบบการจำแนกประเภทอุตสาหกรรมโดยอ้างอิงกับประสิทธิภาพพลังงานสำหรับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้แม้จะถูกจำกัดขอบเขตไว้เพียงอุตสาหกรรมพลาสติก แต่แนวปฏิบัติในการดำเนินงานวิจัยที่ใช้ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับอุตสาหกรรมอื่นๆ ต่อไปได้
2. ระบบการจำแนกประเภทอุตสาหกรรมที่ผู้วิจัยนำเสนอนั้น ไม่ได้ทำการจำแนกประเภทย่อยลงไปถึงระดับวัตถุดิบ เนื่องจากข้อจำกัดด้านข้อมูล และยังไม่มีความจำเป็นดังที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 4 แต่ในอนาคต หากมีข้อมูลเพิ่มเติมที่เพียงพอให้สามารถจำแนกประเภทย่อยในระดับวัตถุดิบ อาจทำให้เกิดการพัฒนาระบบการจำแนกประเภทให้มีความเหมาะสมกับการใช้งานได้มากขึ้นก็เป็นได้
3. ระบบฐานข้อมูลสนับสนุนที่นำเสนอในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นเพียงต้นแบบนำร่องให้เห็นถึงแนวทางการนำระบบการจำแนกประเภทดังกล่าวมาประยุกต์ใช้งาน ดังนั้นในอนาคตจึงควรมีการนำไปพัฒนาต่อ เพื่อให้สามารถตอบสนองการใช้งานได้ในระดับที่ผู้ใช้ต้องการ
4. กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า SEC และ production rate ที่ใช้ในการวัดเปรียบเทียบสมรรถนะด้านพลังงาน (energy benchmarking) ในงานวิจัยนี้มีอยู่เพียง 3 กราฟ ได้แก่ extrusion, injection molding และ blow molding แต่กระบวนการผลิตมีอยู่ทั้งหมด 13 กระบวนการ ดังนั้นจึงควรมีการวิจัยเพิ่มเติม เพื่อวิเคราะห์หากราฟความสัมพันธ์ดังกล่าวโดยแยกไว้ให้สำหรับแต่ละกระบวนการผลิต ซึ่งจะทำให้การวัดเปรียบเทียบสมรรถนะสำหรับในแต่ละกระบวนการผลิตมีความละเอียดและเหมาะสมมากขึ้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

ประมวล สุธีจารุวัฒน. 2540. ระเบียบวิธีการจำแนกระดับความสามารถของระบบการผลิตเชิงปัญญา. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์. 2523. พลาสติก. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร: มิตรนราการพิมพ์

ที่ปรึกษาตรวจสอบ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2549. รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการศึกษาเกณฑ์การใช้พลังงานในอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติก. ศูนย์ระดับภูมิภาคทางวิศวกรรมระบบการผลิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ที่ปรึกษาตรวจสอบ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2549. เอกสารแผยแพร่โครงการศึกษาเกณฑ์การใช้พลังงานในอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติก. ศูนย์ระดับภูมิภาคทางวิศวกรรมระบบการผลิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ที่ปรึกษาตรวจสอบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. 2544. SEC เครื่องมือตัวเก่งในการจัดการการอนุรักษ์พลังงาน.
กรุงเทพมหานคร: http://www/acbangmod.com/actip/tipSEC.html.

วิเชียร พาชมัย. 2531. ระบบการจำแนกชนิดและการให้รหัสสำหรับชิ้นส่วนแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศรยุทธ พรพิรานนท์. 2540. การปรับปรุงการออกแบบแม่พิมพ์ตัดโดยใช้การจำแนกและระบบรหัสและระบบอิงพาราเมตริก. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สถาบันปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย. 2548. รายงานการศึกษาตลาดปิโตรเคมีไทย ฉบับที่ 7.
กรุงเทพมหานคร: www.ptit.org.

ภาษาอังกฤษ

Asfaw Beyene and Annika Moman. 2006. Process oriented industrial classification based on energy intensity. Department of Mechanical Engineering, San Diego State University.

Charles S. Snead. 1989. Group Technology: Foundation for Competitive Manufacturing. 1st edition. New York: Van Nostrand Reinhold.

Cho Dong-Sung. 1998. A proposed industrial classification system based on core competences, Industry and Innovation.

Eivind Hoffmann and Marry Chamie. 1999. Standard Statistical Classifications: Basic Principles, Bureau of Statistics, International Labour office and United Nations Statistical Division.

Frank Ackerman and Jeffrey Morris. 1993. Inside the standard industrial classification codes: How many paper mills are there in Washington?, Structural Change and Economic Dynamics Volume 4.

Gerald L. Steele. 1977. Exploring the world of Plastics. 1st edition. Illinois: McKnight Publishing.

Ronald J. Baird & David D. Baird. 1982 Industrial Plastics. 3rd edition. Illinois: The Goodheart-Willcox.

Society of Plastics Industry Committee. 2003. Resin Identification Code. Washington DC: www.plasticsindustry.org.

Tangram Technology. 2004. Benchmarking energy use in plastic processing – A first primer. Herts: www.tangram.co.uk.

Terry L. Richardson. 1989. Industrial Plastics: Theory and Application. 2nd edition. New York: Delmar Publishers.

United Nations Statistics Division. 2002. International Standard Industrial Classification of All Economic Activities. New York: http://unstats.un.org.

William J. Patton. 1976. Plastics Technology: Theory, Design, and manufacture. 1st edition. Virginia: Reston Prentice-Hall.

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก
มาตรฐานการจำแนกประเภทอุตสาหกรรม ISIC

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

มาตรฐานการจำแนกประเภทอุตสาหกรรม ISIC Rev. 3.1

A - Agriculture, hunting and forestry

- 01 - Agriculture, hunting and related service activities
- 02 - Forestry, logging and related service activities

- B - Fishing
  - 05 - Fishing, aquaculture and service activities incidental to fishing
- C - Mining and quarrying
  - 10 - Mining of coal and lignite; extraction of peat
  - 11 - Extraction of crude petroleum and natural gas; service activities incidental to oil and gas extraction, excluding surveying
  - 12 - Mining of uranium and thorium ores
  - 13 - Mining of metal ores
  - 14 - Other mining and quarrying
- D - Manufacturing
  - 15 - Manufacture of food products and beverages
  - 16 - Manufacture of tobacco products
  - 17 - Manufacture of textiles
  - 18 - Manufacture of wearing apparel; dressing and dyeing of fur
  - 19 - Tanning and dressing of leather; manufacture of luggage, handbags, saddlery, harness and footwear
  - 20 - Manufacture of wood and of products of wood and cork, except furniture; manufacture of articles of straw and plaiting materials
  - 21 - Manufacture of paper and paper products
  - 22 - Publishing, printing and reproduction of recorded media
  - 23 - Manufacture of coke, refined petroleum products and nuclear fuel
  - 24 - Manufacture of chemicals and chemical products
  - 25 - Manufacture of rubber and plastics products
  - 26 - Manufacture of other non-metallic mineral products

    - 27 - Manufacture of basic metals
    - 28 - Manufacture of fabricated metal products, except machinery and equipment
    - 29 - Manufacture of machinery and equipment n.e.c.
    - 30 - Manufacture of office, accounting and computing machinery
    - 31 - Manufacture of electrical machinery and apparatus n.e.c.
    - 32 - Manufacture of radio, television and communication equipment and apparatus
    - 33 - Manufacture of medical, precision and optical instruments, watches and clocks
    - 34 - Manufacture of motor vehicles, trailers and semi-trailers
    - 35 - Manufacture of other transport equipment
    - 36 - Manufacture of furniture; manufacturing n.e.c.
    - 37 - Recycling
- E - Electricity, gas and water supply
    - 40 - Electricity, gas, steam and hot water supply
    - 41 - Collection, purification and distribution of water
- F - Construction
    - 45 - Construction
- G - Wholesale and retail trade; repair of motor vehicles, motorcycles and personal and household goods
    - 50 - Sale, maintenance and repair of motor vehicles and motorcycles; retail sale of automotive fuel
    - 51 - Wholesale trade and commission trade, except of motor vehicles and motorcycles
    - 52 - Retail trade, except of motor vehicles and motorcycles; repair of personal and household goods
- H - Hotels and restaurants
    - 55 - Hotels and restaurants
- I - Transport, storage and communications
    - 60 - Land transport; transport via pipelines
    - 61 - Water transport

    - 62 - Air transport
    - 63 - Supporting and auxiliary transport activities; activities of travel agencies
    - 64 - Post and telecommunications
- J - Financial intermediation
    - 65 - Financial intermediation, except insurance and pension funding
    - 66 - Insurance and pension funding, except compulsory social security
    - 67 - Activities auxiliary to financial intermediation
- K - Real estate, renting and business activities
    - 70 - Real estate activities
    - 71 - Renting of machinery and equipment without operator and of personal and household goods
    - 72 - Computer and related activities
    - 73 - Research and development
    - 74 - Other business activities
- L - Public administration and defence; compulsory social security
    - 75 - Public administration and defence; compulsory social security
- M - Education
    - 80 - Education
- N - Health and social work
    - 85 - Health and social work
- O - Other community, social and personal service activities
    - 90 - Sewage and refuse disposal, sanitation and similar activities
    - 91 - Activities of membership organizations n.e.c.
    - 92 - Recreational, cultural and sporting activities
    - 93 - Other service activities
- P - Activities of private households as employers and undifferentiated production activities of private households
    - 95 - Activities of private households as employers of domestic staff
    - 96 - Undifferentiated goods-producing activities of private households for own use

- 97 - Undifferentiated service-producing activities of private households for own use

- Q - Extraterritorial organizations and bodies

99 - Extraterritorial organizations and bodies

มาตรฐานการจำแนกประเภทอุตสาหกรรม ISIC Rev. 3.1 Code 2520

Hierarchy

Section: D - Manufacturing

Division: 25 - Manufacture of rubber and plastics products

Group: 252 - Manufacture of plastics products

Class: 2520 - Manufacture of plastics products

Explanatory note

This class includes:

- manufacture of semi-manufactures of plastic products:

  · plastic plates, sheets, blocks, film, foil, strip etc. (whether self-adhesive or not)

- manufacture of finished plastic products:

  · plastic tubes, pipes and hoses; hose and pipe fittings

- manufacture of plastic articles for the packing of goods:

  · plastic bags, sacks, containers, boxes, cases, carboys, bottles etc.

- manufacture of builders' plastics ware:

  · plastic doors, windows, frames, shutters, blinds, skirting boards

  · tanks, reservoirs

  · plastic floor, wall or ceiling coverings in rolls or in the form of tiles etc.

  · plastic sanitary ware:

  · plastic baths, shower-baths, washbasins, lavatory pans, flushing cisterns etc.

- manufacture of plastic tableware, kitchenware and toilet articles

- manufacture of diverse plastic products:

· plastic headgear, insulating fittings, parts of lighting fittings, office or school supplies, articles of apparel (if only sealed together, not sewn), fittings for furniture, statuettes, transmission and conveyer belts etc.

This class excludes:

- manufacture of plastic luggage, see 1912
- manufacture of plastic footwear, see 1920
- manufacture of plastics in primary forms, see 2413
- manufacture of articles of synthetic or natural rubber, see 251
- manufacture of plastic medical and dental appliances, see 3311
- manufacture of plastic optical elements, see 3320
- manufacture of plastic furniture, see 3610
- manufacture of mattresses of uncovered cellular plastic, see 3610
- manufacture of plastic sports requisites, see 3693
- manufacture of plastic games and toys, see 3694
- manufacture of linoleum and hard non-plastic surface floor coverings, see 3699

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

มาตรฐานการจำแนกประเภทอุตสาหกรรม ISIC Rev. 4 (draft)

- **A - Agriculture, forestry and fishing**
  - 01 - Crop and animal production, hunting and related service activities
  - 02 - Forestry and logging
  - 03 - Fishing and aquaculture
- **B - Mining and quarrying**
  - 05 - Mining of coal and lignite
  - 06 - Extraction of crude petroleum and natural gas
  - 07 - Mining of metal ores
  - 08 - Other mining and quarrying
  - 09 - Mining support service activities
- **C - Manufacturing**
  - 10 - Manufacture of food products
  - 11 - Manufacture of beverages
  - 12 - Manufacture of tobacco products
  - 13 - Manufacture of textiles
  - 14 - Manufacture of wearing apparel
  - 15 - Manufacture of leather and related products
  - 16 - Manufacture of wood and of products of wood and cork, except furniture; manufacture of articles of straw and plaiting materials
  - 17 - Manufacture of paper and paper products
  - 18 - Printing and reproduction of recorded media
  - 19 - Manufacture of coke and refined petroleum products
  - 20 - Manufacture of chemicals and chemical products
  - 21 - Manufacture of pharmaceuticals, medicinal chemical and botanical products
  - 22 - Manufacture of rubber and plastics products
  - 23 - Manufacture of other non-metallic mineral products
  - 24 - Manufacture of basic metals
  - 25 - Manufacture of fabricated metal products, except machinery and equipment
  - 26 - Manufacture of computer, electronic and optical products

- 27 - Manufacture of electrical equipment
- 28 - Manufacture of machinery and equipment n.e.c.
- 29 - Manufacture of motor vehicles, trailers and semi-trailers
- 30 - Manufacture of other transport equipment
- 31 - Manufacture of furniture
- 32 - Other manufacturing
- 33 - Repair and installation of machinery and equipment

- **D - Electricity, gas, steam and air conditioning supply**
  - 35 - Electricity, gas, steam and air conditioning supply
- **E - Water supply; sewerage, waste management and remediation activities**
  - 36 - Water collection, treatment and supply
  - 37 - Sewerage
  - 38 - Waste collection, treatment and disposal activities; materials recovery
  - 39 - Remediation activities and other waste management services
- **F - Construction**
  - 41 - Construction of buildings
  - 42 - Civil engineering
  - 43 - Specialized construction activities
- **G - Wholesale and retail trade; repair of motor vehicles and motorcycles**
  - 45 - Wholesale and retail trade and repair of motor vehicles and motorcycles
  - 46 - Wholesale trade, except of motor vehicles and motorcycles
  - 47 - Retail trade, except of motor vehicles and motorcycles
- **H - Transportation and storage**
  - 49 - Land transport and transport via pipelines
  - 50 - Water transport
  - 51 - Air transport
  - 52 - Warehousing and support activities for transportation
  - 53 - Postal and courier activities
- **I - Accommodation and Food service activities**
  - 55 - Accommodation
  - 56 - Food and beverage service activities

- **J - Information and communication**
    - 58 - Publishing activities
    - 59 - Motion picture, video and television programme production, sound recording and music publishing activities
    - 60 - Broadcasting and programming activities
    - 61 - Telecommunications
    - 62 - Information technology service activities
    - 63 - Information service activities
- **K - Financial and insurance activities**
    - 64 - Financial intermediation, except insurance and pension funding
    - 65 - Insurance, reinsurance and pension funding, except compulsory social security
    - 66 - Other financial activities
- **L - Real estate activities**
    - 68 - Real estate activities
- **M - Professional, scientific and technical activities**
    - 69 - Legal and accounting activities
    - 70 - Activities of head offices; management and management consultancy activities
    - 71 - Architecture and engineering activities; technical testing and analysis
    - 72 - Scientific research and development
    - 73 - Advertising and market research
    - 74 - Other professional, scientific and technical activities
    - 75 - Veterinary activities
- **N - Administrative and support service activities**
    - 77 - Rental and leasing activities
    - 78 - Employment activities
    - 79 - Travel agency, tour operator and other reservation service activities
    - 80 - Security and investigation activities
    - 81 - Services to buildings and landscape activities
    - 82 - Office administrative, office support and other business support activities
- **O - Public administration and defence; compulsory social security**
    - 84 - Public administration and defence; compulsory social security

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- **P - Education**
    - 85 – Education
- **Q - Human health and social work activities**
    - 86 - Human health activities
    - 87 - Residential care activities
    - 88 - Social work activities without accommodation
- **R - Arts, entertainment and recreation**
    - 90 - Creative, arts and entertainment activities
    - 91 - Libraries, archives, museums and other cultural activities
    - 92 - Gambling and betting activities
    - 93 - Sports activities and amusement and recreation activities
- **S - Other service activities**
    - 94 - Activities of membership organizations
    - 95 - Repair of computers and personal and household goods
    - 96 - Other service activities
- **T - Activities of households as employers; undifferentiated goods- and services-producing activities of households for own use**
    - 97 - Activities of households as employers of domestic personnel
    - 98 - Undifferentiated goods- and services-producing activities of private households for own use
- **U - Activities of extraterritorial organizations and bodies**
    - 99 - Activities of extraterritorial organizations and bodies

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

มาตรฐานการจำแนกประเภทอุตสาหกรรม ISIC Rev. 4 (draft) Code 2520

Hierarchy

Section: C - Manufacturing

Division: 22 - Manufacture of rubber and plastics products

Group: 222 - Manufacture of plastics products

Class: 2220 - Manufacture of plastics products

Explanatory note

This class comprises processing new or spent (i.e. recycled) plastics resins into intermediate or final products, using such processes as compression molding; extrusion molding; injection molding; blow molding; and casting. For most of these, the production process is such that a wide variety of products can be made.

This class includes:

- manufacture of semi-manufactures of plastic products:
    · plastic plates, sheets, blocks, film, foil, strip etc. (whether self-adhesive or not)
- manufacture of finished plastic products:
    · plastic tubes, pipes and hoses; hose and pipe fittings
- manufacture of plastic articles for the packing of goods:
    · plastic bags, sacks, containers, boxes, cases, carboys, bottles etc.
- manufacture of builders' plastics ware:
    · plastic doors, windows, frames, shutters, blinds, skirting boards
    · tanks, reservoirs
    · plastic floor, wall or ceiling coverings in rolls or in the form of tiles etc.
    · plastic sanitary ware like plastic baths, shower-baths, washbasins, lavatory pans, flushing cisterns etc.
- manufacture of plastic tableware, kitchenware and toilet articles
- cellophane film or sheet
- manufacture of resilient floor coverings, such as vinyl, linoleum etc.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- manufacture of artificial stone
- manufacture of diverse plastic products:

· plastic headgear, insulating fittings, parts of lighting fittings, office or school supplies, articles of apparel (if only sealed together, not sewn), fittings for furniture, statuettes, transmission and conveyer belts, self-adhesive tapes of plastic, plastic wall paper, plastic shoe lasts, plastic cigar and cigarette holders, combs, plastics hair curlers, plastics novelties, etc.

This class excludes:

- manufacture of plastic luggage, see 1512
- manufacture of plastic footwear, see 1520
- manufacture of plastics in primary forms, see 2013
- manufacture of articles of synthetic or natural rubber, see 221
- manufacture of plastic furniture, see 3100
- manufacture of mattresses of uncovered cellular plastic, see 3100
- manufacture of plastic sports requisites, see 3230
- manufacture of plastic games and toys, see 3240
- manufacture of plastic medical and dental appliances, see 3250
- manufacture of plastic ophthalmic goods, see 3250
- manufacture of plastics hard hats and other personal safety equipment of plastics, see 3290

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข
มาตรฐานการจำแนกประเภทอุตสาหกรรมไทย TSIC

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

มาตรฐานการจำแนกประเภทอุตสาหกรรมไทย TSIC

A00 เกษตรกรรม การล่าสัตว์ และการป่าไม้ แนะนำ new

A01 เกษตรกรรม การล่าสัตว์ และบริการที่เกี่ยวข้อง แนะนำ

A011 การเพาะปลูก การทำสวนและการเพาะพันธุ์พืช แนะนำ

A0111 การปลูกพืชชนิดยืนต้น พืชล้มลุก ธัญพืชและพืชชนิดอื่นๆ ซึ่งมิได้จัดประเภทไว้ในที่อื่น แนะนำ

A01111 การปลูกธัญพืช แนะนำ new

A01112 การทำไร่ยาสูบ แนะนำ

A01113 การปลูกพืชที่ให้น้ำมัน แนะนำ

A01114 การทำไร่อ้อยและพืชที่ให้ความหวาน แนะนำ

A01115 การเพาะปลูกพืชที่ใช้เป็นอาหารสัตว์ แนะนำ

A01116 การเพาะปลูกพืชที่ให้เส้นใย แนะนำ

A01117 การทำสวนยางพารา แนะนำ

A01118 การปลูกพืชที่ใช้ในอุตสาหกรรมยา แนะนำ

A01119 การปลูกธัญพืชและพืชชนิดอื่นๆ ซึ่งมิได้จัดประเภทไว้ในที่อื่น แนะนำ

A0112 การปลูกผัก พืชสวนเฉพาะอย่างและพืชในเรือนเพาะชำ แนะนำ

A01121 การทำสวนผัก สวนแตง แนะนำ

A01122 การทำสวนไม้ดอก ไม้ประดับ แนะนำ

A01129 การปลูกพืชสวนและเพาะพันธุ์พืชพิเศษอื่น ๆ แนะนำ

A0113 การปลูกผลไม้ ผลไม้เปลือกแข็ง พืชที่ใช้ทำเครื่องดื่มและเครื่องเทศ แนะนำ

A01131 การทำสวนผลไม้ แนะนำ

A01132 การทำสวนผลไม้เปลือกแข็ง นัต แนะนำ

A01133 การปลูกชา กาแฟ แนะนำ

A01134 การปลูกพืชประเภทเครื่องเทศ แนะนำ

A012 การเลี้ยงสัตว์ แนะนำ

A0121 การเลี้ยงโค กระบือ แพะ แกะ ม้า ลาและล่อ แนะนำ

A01211 การทำฟาร์มเลี้ยงโคและฟาร์มโคนม แนะนำ

A01212 การเลี้ยงกระบือ แพะ แกะ ม้า ลา และล่อ แนะนำ

A0122 การเลี้ยงสัตว์ปีกและสัตว์อื่น ๆ รวมทั้งการผลิตผลิตภัณฑ์จากสัตว์ ซึ่งมิได้จัดประเภท ไว้ในที่อื่น แนะนำ

A01221 การเลี้ยงสัตว์ปีก แนะนำ

A01222 การเลี้ยงสุกร แนะนำ new

A01223 การเลี้ยงไหม ผีเสื้อและแมลง แนะนำ

A01224 การเลี้ยงผึ้ง แนะนำ

A01225 การเลี้ยงจระเข้ แนะนำ new

A01226 การทำฟาร์มงู แนะนำ

A01227 การทำฟาร์มสัตว์น้ำบนบก แนะนำ

A01228 การทำฟาร์มสุนัขและแมว แนะนำ

A01229 การเลี้ยงสัตว์อื่นๆ ซึ่งมิได้จัดประเภทไว้ในที่อื่น แนะนำ

A013 แนะนำ

A0130 แนะนำ

A01300 การปลูกพืชร่วมกับการเลี้ยงสัตว์ แบบผสม แนะนำ

A014 แนะนำ

A0140 การบริการทางการเกษตร การสัตวบาล ยกเว้น การรักษาสัตว์ แนะนำ

A01401 การกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ แนะนำ

A01402 บริการที่เกี่ยวข้องกับการเลี้ยงสัตว์ ยกเว้น การรักษาสัตว์ แนะนำ

A01403 บริการทางการเกษตร แนะนำ

A015 แนะนำ

A0150 แนะนำ

A01500 การล่าสัตว์ การดักสัตว์และการขยายพันธุ์สัตว์ล่า รวมทั้งบริการที่เกี่ยวข้อง แนะนำ

A02 แนะนำ

A020 แนะนำ

A0200 การป่าไม้ การทำไม้ การตัดไม้และบริการที่เกี่ยวข้อง แนะนำ

A02001 การป่าไม้ แนะนำ

A02002 การทำไม้ แนะนำ

B00 การประมง แนะนำ

B05 แนะนำ

B050 แนะนำ

B0500 การประมง การเพาะพันธุ์สัตว์น้ำและบริการที่เกี่ยวข้อง แนะนำ

B05001 การประมงน้ำลึกและประมงชายฝั่ง แนะนำ

B05002 การทำฟาร์มเลี้ยงปลา แนะนำ

B05003 การทำฟาร์มเลี้ยงกุ้ง แนะนำ

B05004 การทำฟาร์มเลี้ยงหอย แนะนำ

B05005 การเพาะพันธุ์ปลาและกุ้ง แนะนำ

B05009 การประมงอื่นๆ ซึ่งมิได้จัดประเภทไว้ในที่อื่น แนะนำ

C00 การทำเหมืองแร่และเหมืองหิน แนะนำ

C10 การทำเหมืองถ่านหินและลิกไนต์ รวมทั้งการขุดพีต แนะนำ

C101 แนะนำ

C10100 การทำเหมืองถ่านหินคุณภาพสูงและการอัดให้เป็นก้อน แนะนำ

C102 แนะนำ

C1020 แนะนำ

C10200 การทำเหมืองลิกไนต์และการอัดให้เป็นก้อน แนะนำ

C103 แนะนำ

C1030 แนะนำ

C10300 การขุดพีตและการอัดให้เป็นก้อน แนะนำ

C11 การขุดเจาะน้ำมันปิโตรเลียมและแก๊สธรรมชาติ รวมทั้งบริการที่เกี่ยวเนื่องกัน ยกเว้น การสำรวจ แนะนำ

C111 แนะนำ

C1110 การขุดเจาะน้ำมันปิโตรเลียมและแก๊สธรรมชาติ แนะนำ

C11101 การผลิตน้ำมันปิโตรเลียมดิบ แนะนำ

C11102 การผลิตแก๊สธรรมชาติ แนะนำ

C112 แนะนำ

C1120 แนะนำ

C11200 การให้บริการขุดเจาะน้ำมันและแก๊ส ยกเว้น การสำรวจ แนะนำ

C12 แนะนำ

C120 แนะนำ

C1200 แนะนำ

C12000 การทำเหมืองแร่ยูเรเนียมและแร่ทอเรียม แนะนำ

C13 การทำเหมืองแร่โลหะ แนะนำ

C131 แนะนำ

C1310 แนะนำ

C13100 การทำเหมืองแร่เหล็ก แนะนำ

C132 แนะนำ

C1320 การทำเหมืองแร่โลหะที่ไม่ใช่เหล็ก ยกเว้น แร่ยูเรเนียมและแร่ทอเรียม แนะนำ

C13201 การทำเหมืองแร่ดีบุก แนะนำ

C13209 การทำเหมืองแร่โลหะอื่น ๆ แนะนำ

C14 การทำเหมืองแร่และเหมืองหินอื่น ๆ แนะนำ

C141 แนะนำ

C1410 การทำเหมืองหิน ทรายและดินเหนียว แนะนำ

C14101 การทำเหมืองหิน แนะนำ

C14102 การขุดกรวดและทราย แนะนำ

C14103 การขุดดินเหนียว แนะนำ

C142 การทำเหมืองแร่และเหมืองหิน ซึ่งมิได้จัดประเภทไว้ในที่อื่น แนะนำ

C1421 แนะนำ

C14210 การทำเหมืองแร่ที่ใช้ทำเคมีภัณฑ์และปุ๋ย แนะนำ

C1422 แนะนำ

C14220 การทำเหมืองเกลือ แนะนำ

C1429 แนะนำ

C14290 การทำเหมืองแร่และเหมืองหินอื่นๆ ซึ่งมิได้จัดประเภทไว้ในที่อื่น แนะนำ

D00 การผลิต แนะนำ

D15 การผลิตผลิตภัณฑ์อาหารและเครื่องดื่ม แนะนำ

D151 การผลิต การแปรรูป และการเก็บถนอมเนื้อสัตว์ ปลา ผลไม้ ผัก น้ำมัน และไขมัน แนะนำ

D1511 การผลิต การแปรรูป และการเก็บถนอมเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ แนะนำ

D15111 การฆ่าสัตว์ แนะนำ

D15112 การตกแต่งและการบรรจุเนื้อสัตว์ แนะนำ

D15113 การทำเนื้อสัตว์กระป๋อง แนะนำ

D15114 การเก็บถนอมและปรุงแต่งเนื้อสัตว์และสัตว์ปีก แนะนำ

D15115 การผลิตผลิตภัณฑ์พลอยได้จากสัตว์ แนะนำ

D15119 การผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์อื่น ๆ แนะนำ

D1512 การแปรรูปและการเก็บถนอมสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ แนะนำ

D15121 การเก็บถนอม และปรุงแต่ง แปรรูป อาหารจำพวกปลา กุ้ง หอย และอาหารทะเลอื่น ๆ แนะนำ

D15122 การผลิตผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำเยือกแข็ง แนะนำ

D15123 การผลิตอาหารกระป๋อง แนะนำ

D15124 การผลิตน้ำปลา แนะนำ

D15125 การผลิตอาหารที่หมักจากปลา แนะนำ

D15126 การผลิตอาหารสัตว์จากสัตว์น้ำ แนะนำ

D1513 การแปรรูปและการเก็บถนอมผลไม้และผัก แนะนำ

D15131 การผลิตผลิตภัณฑ์ผลไม้กระป๋องและผักกระป๋อง แนะนำ

D15132 การผลิตน้ำผลไม้และน้ำผัก แนะนำ

D15133 การผลิตแยม แนะนำ

D15134 การผลิตผลิตภัณฑ์จากมันฝรั่ง แนะนำ

D15139 การแปรรูปและการเก็บถนอมผลไม้และผักด้วยวิธีอื่น ๆ แนะนำ

D1514 การผลิตน้ำมันพืช น้ำมันและไขมันจากสัตว์ แนะนำ

D15141 การผลิตน้ำมันและไขมันจากพืช และสัตว์ แนะนำ

D15142 การผลิตมาร์การีน แนะนำ

D15143 การผลิตและการสกัดน้ำมันจากปลา ตับปลา และสัตว์ทะเล แนะนำ

D152 แนะนำ

D1520 การผลิตผลิตภัณฑ์ที่ได้จากนม แนะนำ

D15201 การผลิตน้ำนม และผลิตภัณฑ์ที่ได้จากน้ำนม แนะนำ

D15202 การผลิตผลิตภัณฑ์นม แนะนำ

D15203 การผลิตไอศกรีม แนะนำ

D153 การผลิตผลิตภัณฑ์จากธัญพืช สตาร์ช ผลิตภัณฑ์จากสตาร์ช และอาหารสัตว์สำเร็จรูป แนะนำ

D1531 การผลิตผลิตภัณฑ์จากธัญพืช แนะนำ

D15311 โรงสีข้าว แนะนำ

D15312 การถนอมและการแต่งผลผลิตจากธัญพืช แนะนำ

D15313 การผลิตแป้ง Flour แนะนำ

D15319 การผลิตผลิตภัณฑ์อื่น ๆ จากธัญพืช แนะนำ

D1532 การผลิตสตาร์ชและผลิตภัณฑ์จากสตาร์ช แนะนำ

D15321 โรงงานผลิตสตาร์ชจากธัญพืช แนะนำ

D15322 โรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลัง แนะนำ

D15329 การผลิตผลิตภัณฑ์อื่นๆ จากสตาร์ช แนะนำ

D1533 แนะนำ

D15330 การผลิตอาหารสัตว์สำเร็จรูป แนะนำ

D154 การผลิตผลิตภัณฑ์อาหารอื่น ๆ แนะนำ

D1541 การผลิตผลิตภัณฑ์ขนมปัง แนะนำ

D15411 โรงงานผลิตขนมปัง แนะนำ

D15412 การผลิตขนมปังกรอบ แนะนำ

D1542 การผลิตน้ำตาล แนะนำ

D15421 โรงงานผลิตน้ำตาลจากอ้อย แนะนำ

D15422 โรงงานผลิตน้ำตาลบริสุทธิ์ แนะนำ

D15423 การผลิตน้ำตาลจากพืช ยกเว้น อ้อย แนะนำ

D1543 การผลิตโกโก้ ช็อกโกแลต และขนมชนิดเคลือบและมีไส้เป็นน้ำตาล แนะนำ

D15431 การผลิตผลิตภัณฑ์โกโก้ แนะนำ

D15432 การผลิตผลิตภัณฑ์ช็อกโกแลต และขนมหวานเคลือบน้ำตาล แนะนำ

D15433 การผลิตหมากฝรั่ง แนะนำ

D1544 การผลิตมักกะโรนี เส้นก๋วยเตี๋ยว เส้นบะหมี่ เส้นหมี่ วุ้นเส้น และผลิตภัณฑ์อาหารจำพวกแป้งที่คล้ายคลึงกัน แนะนำ

D15441 การผลิตผลิตภัณฑ์อาหารจำพวกแป้ง แนะนำ

D15442 การผลิตผลิตภัณฑ์อาหารจำพวกแป้งชนิดสำเร็จรูปและกึ่งสำเร็จรูป แนะนำ

D1549 การผลิตผลิตภัณฑ์อาหารอื่น ซึ่งมิได้จัดประเภทไว้ในที่อื่น แนะนำ

D15491 การผลิตกาแฟ แนะนำ

D15492 การผลิตใบชา แนะนำ

D15493 การผลิตอาหารสำหรับเด็กทารกและผู้ป่วย แนะนำ

D15494 การผลิตน้ำแข็ง แนะนำ

D15495 การผลิตผลิตภัณฑ์ไข่ แนะนำ

D15496 การผลิตเครื่องเทศ ซอส และเครื่องปรุงรส แนะนำ

D15497 การผลิตอาหารสำเร็จรูปและกึ่งสำเร็จรูป แนะนำ

D15498 การผลิตซุป แนะนำ

D15499 การผลิตผลิตภัณฑ์อาหารอื่น ๆ ซึ่งมิได้จัดประเภทไว้ในที่อื่น แนะนำ

D155 การผลิตเครื่องดื่ม แนะนำ

D1551 แนะนำ

D15510 การต้ม การกลั่น และการผสมสุรา การผลิตเอทิลแอลกอฮอล์ ที่ได้จากการหมัก แนะนำ

D1552 แนะนำ

D15520 การผลิตสุราผลไม้ ไวน์ แนะนำ

D1553 แนะนำ

D15530 การผลิตมอลต์ และสุราที่ทำจากข้าวมอลต์ แนะนำ

D1554 การผลิตเครื่องดื่มที่ไม่มีแอลกอฮอล์และการผลิตน้ำแร่ แนะนำ

D15541 การผลิตเครื่องดื่มที่ไม่มีแอลกอฮอล์และน้ำอัดลม แนะนำ

D15542 การผลิตน้ำดื่มและน้ำแร่บรรจุขวด แนะนำ

D16 แนะนำ

D160 แนะนำ

D1600 การผลิตยาสูบ แนะนำ

D16001 การบ่มและอบใบยาสูบ แนะนำ

D16002 การผลิตผลิตภัณฑ์ใบยาสูบ แนะนำ

D17 การผลิตสิ่งทอสิ่งถัก แนะนำ

D171 การปั่น การทอ และการแต่งสำเร็จสิ่งทอสิ่งถัก แนะนำ

D1711 การจัดเตรียมและการปั่นเส้นใยสิ่งทอ รวมทั้งการทอสิ่งทอ แนะนำ

D17111 การเตรียมเส้นใย แนะนำ

D17112 การปั่น แนะนำ

D17113 การทอ แนะนำ

D1712 แนะนำ

D17120 การแต่งสำเร็จสิ่งทอ แนะนำ

D172 การผลิตสิ่งทออื่น ๆ แนะนำ

D1721 แนะนำ

D17210 การผลิตสิ่งทอสำเร็จรูป ยกเว้น เครื่องแต่งกาย แนะนำ

D1722 แนะนำ

D17220 การผลิตพรมและเครื่องปูลาด แนะนำ

D1723 แนะนำ

D17230 การผลิตเชือก สายระโยงระยาง เชือกเส้นใหญ่ ตาข่าย แหและอวน แนะนำ

D1729 แนะนำ

D17290 การผลิตสิ่งทออื่น ๆ ซึ่งมิได้จัดประเภทไว้ในที่อื่น แนะนำ

D173 แนะนำ

D1730 แนะนำ

D17300 การผลิตผ้าและสิ่งของที่ได้จากการถักนิตติงและโครเชต์ แนะนำ

D18 การผลิตเครื่องแต่งกาย รวมทั้งการตกแต่งและย้อมสีขนสัตว์ แนะนำ

D181 แนะนำ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

D1810 การผลิตเครื่องแต่งกาย ยกเว้น เครื่องแต่งกายที่ทำจากขนสัตว์ แนะนำ

D18101 การผลิตเครื่องแต่งกาย แนะนำ

D18102 การผลิตเครื่องปกคลุมหรือสวมศีรษะ แนะนำ

D18103 การผลิตเครื่องประกอบเครื่องแต่งกาย แนะนำ

D182 แนะนำ

D1820 แนะนำ

D18200 การตกแต่งและย้อมสีขนสัตว์ รวมทั้งการผลิตสิ่งของที่ทำจากขนสัตว์ แนะนำ

D19 การฟอกและการตกแต่งหนังสัตว์ รวมทั้งการผลิตกระเป๋าเดินทาง กระเป๋าถือ อานม้าเครื่องลากเทียมสัตว์ และรองเท้า แนะนำ

D191 การฟอกและการตกแต่งหนังสัตว์ รวมทั้งการผลิตกระเป๋าเดินทาง กระเป๋าถือ อานม้าและเครื่องลากเทียมสัตว์ แนะนำ

D1911 แนะนำ

D19110 การฟอกและตกแต่งหนังสัตว์ แนะนำ

D1912 การผลิตกระเป๋าเดินทาง กระเป๋าถือ ผลิตภัณฑ์ที่คล้ายคลึงกันและเครื่องลากเทียมสัตว์ แนะนำ

D19121 การผลิตผลิตภัณฑ์หนังสัตว์ประเภทกระเป๋า แนะนำ

D19122 การผลิตเครื่องลากเทียมสัตว์ แนะนำ

D19129 การผลิตผลิตภัณฑ์หนังสัตว์และหนังเทียมอื่น ๆ ยกเว้น รองเท้าและเครื่องแต่งกาย แนะนำ

D192 แนะนำ

D1920 การผลิตรองเท้า แนะนำ

D19201 การผลิตรองเท้าที่ทำจากหนัง แนะนำ

D19202 การผลิตรองเท้าที่ทำจากยาง แนะนำ

D19203 การผลิตรองเท้าที่ทำจากไม้ แนะนำ

D19209 การผลิตรองเท้าสำเร็จรูปที่ทำด้วยวัสดุอื่น ๆ แนะนำ

D20 การผลิตไม้ ผลิตภัณฑ์จากไม้และไม้ก๊อก ยกเว้น เครื่องเรือน รวมทั้งการผลิตสิ่งของจากฟางและวัสดุถักอื่น ๆ แนะนำ

D201 แนะนำ

D2010 แนะนำ

D20100 การเลื่อยไม้และไสไม้ แนะนำ

D202 การผลิตผลิตภัณฑ์จากไม้ ไม้ก๊อก ฟางและวัสดุถักสาน แนะนำ

D2021 แนะนำ

D20210 การผลิตแผ่นไม้บาง แผ่นไม้อัด ไม้ประสาน แผ่นชิ้นไม้อัด แผ่นกระดานและแผ่นไม้อื่น ๆ แนะนำ

D2022 แนะนำ

D20220 การผลิตเครื่องไม้ที่ใช้ในการก่อสร้างและเครื่องประกอบอาคาร แนะนำ

D2023 แนะนำ

D20230 การผลิตภาชนะไม้ แนะนำ

D2029 การผลิตผลิตภัณฑ์อื่น ๆ จากไม้ ไม้ก๊อก ฟางและวัสดุถักสาน ยกเว้น เครื่องเรือน แนะนำ

D20291 การผลิตเครื่องใช้ในบ้านที่ทำจากไม้และไม้ก๊อก แนะนำ

D20292 การผลิตผลิตภัณฑ์ที่ทำจากวัสดุถักสาน แนะนำ

D20299 การผลิตผลิตภัณฑ์จากไม้ และไม้ก๊อก ซึ่งมิได้จัดประเภทไว้ในที่อื่น แนะนำ

D21 แนะนำ

D210 การผลิตกระดาษและผลิตภัณฑ์จากกระดาษ แนะนำ

D2101 การผลิตเยื่อกระดาษ กระดาษและกระดาษแข็ง แนะนำ

D21011 การผลิตเยื่อกระดาษ แนะนำ

D21012 การผลิตกระดาษและกระดาษแข็งด้วยเครื่องจักร แนะนำ

D21013 การผลิตกระดาษด้วยมือ แนะนำ

D2102 แนะนำ

D21020 การผลิตกระดาษลูกฟูกและภาชนะบรรจุที่ทำจากกระดาษและกระดาษแข็ง แนะนำ

D2109 ผลิตผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ที่ทำจากกระดาษและกระดาษแข็ง แนะนำ

D21091 การผลิตอุปกรณ์เครื่องเขียนจากกระดาษ แนะนำ

D21092 การผลิตเครื่องใช้ที่ทำจากกระดาษ แนะนำ

D21099 การผลิตผลิตภัณฑ์จากกระดาษอื่นๆ ซึ่งมิได้จัดประเภทไว้ในที่อื่น แนะนำ

D22 การพิมพ์โฆษณา การพิมพ์และการทำสำเนาสื่อบันทึก แนะนำ

D221 การพิมพ์โฆษณา Publishing แนะนำ

D2211 แนะนำ

D22110 การพิมพ์โฆษณาหนังสือ โบรชัวร์ หนังสือเกี่ยวกับดนตรีและสิ่งพิมพ์อื่นๆ แนะนำ

D2212 แนะนำ

D22120 การพิมพ์โฆษณาหนังสือพิมพ์ วารสาร และนิตยสาร แนะนำ

D2213 แนะนำ

D22130 การพิมพ์โฆษณาสื่อบันทึก Recorded Media แนะนำ

D2219 แนะนำ

D22190 การพิมพ์โฆษณาอื่นๆ แนะนำ

D222 การพิมพ์และกิจกรรมการบริการที่เกี่ยวข้องกับการพิมพ์ แนะนำ

D2221 แนะนำ

D22210 การพิมพ์ Printing แนะนำ

D2222 แนะนำ

D22220 กิจกรรมด้านการบริการที่เกี่ยวข้องกับการพิมพ์ แนะนำ

D223 แนะนำ

D2230 แนะนำ

D22300 การทำสำเนาสื่อบันทึกข้อมูล แนะนำ

D23 การผลิตถ่านโค้ก ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการกลั่นน้ำมันปิโตรเลียมและเชื้อเพลิงปรมาณู แนะนำ

D231 แนะนำ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

D2310 แนะนำ

D23100 การผลิตผลิตภัณฑ์ถ่านโค้ก แนะนำ

D2310 แนะนำ

D2320 แนะนำ

D23200 การผลิตผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการกลั่นน้ำมันปิโตรเลียม แนะนำ

D2320 แนะนำ

D2330 แนะนำ

D23300 กระบวนการผลิตเชื้อเพลิงปรมาณู แนะนำ

D24 การผลิตเคมีภัณฑ์และผลิตภัณฑ์เคมี แนะนำ

D241 การผลิตเคมีภัณฑ์ขั้นมูลฐาน แนะนำ

D2411 แนะนำ

D24110 การผลิตเคมีภัณฑ์ขั้นมูลฐาน ยกเว้น ปุ๋ยและสารประกอบไนโตรเจน แนะนำ

D2412 แนะนำ

D24120 การผลิตปุ๋ยและสารประกอบไนโตรเจน แนะนำ

D2413 การผลิตพลาสติกในขั้นต้นและยางสังเคราะห์ แนะนำ

D24131 การผลิตเม็ดพลาสติก แนะนำ

D24132 การผลิตยางสังเคราะห์ แนะนำ

D242 การผลิตผลิตภัณฑ์เคมีอื่นๆ แนะนำ

D2421 แนะนำ

D24210 การผลิตยาปราบศัตรูพืช และผลิตภัณฑ์เคมีทางเกษตรอื่นๆ แนะนำ

D2422 การผลิตสีทา น้ำมันชักเงา สารเคลือบต่างๆ หมึกพิมพ์ และน้ำมันทาไม้ แนะนำ

D24221 การผลิตสีทา น้ำมันชักเงา สารเคลือบต่างๆ น้ำมันทาไม้ และเชลแล็กวาร์นิช แนะนำ

D24222 การผลิตหมึกพิมพ์ แนะนำ

D2423 แนะนำ

D24230 การผลิตผลิตภัณฑ์ทางเภสัชกรรม เคมีภัณฑ์รักษาโรค และผลิตภัณฑ์จากสมุนไพร แนะนำ

D2424 การผลิตสบู่ ผงซักฟอก เคมีภัณฑ์ที่ใช้ทำความสะอาดและขัดเงา น้ำหอม และเครื่องหอมอื่นๆ แนะนำ

D24241 การผลิตสบู่ และเคมีภัณฑ์ที่ใช้สำหรับรักษาความสะอาด แนะนำ

D24242 การผลิตน้ำหอม เครื่องสำอาง และเครื่องหอมอื่นๆ แนะนำ

D2429 การผลิตผลิตภัณฑ์เคมี ซึ่งมิได้จัดประเภทไว้ในที่อื่น แนะนำ

D24291 การผลิตวัตถุระเบิด แนะนำ

D24292 การผลิตกาวและเจลาติน แนะนำ

D24293 การผลิตผลิตภัณฑ์เคมีเกี่ยวกับการถ่ายรูป แนะนำ

D24294 การผลิตสื่อบันทึก แนะนำ

D24295 การผลิตหมึกและผงหมึก แนะนำ

D24299 การผลิตผลิตภัณฑ์เคมีอื่นๆ ซึ่งมิได้จัดประเภทไว้ในที่อื่น แนะนำ

D243 แนะนำ

D2430 แนะนำ

D24300 การผลิตเส้นใยประดิษฐ์ แนะนำ

D25 การผลิตผลิตภัณฑ์ยางและผลิตภัณฑ์พลาสติก แนะนำ

D251 การผลิตผลิตภัณฑ์ยาง แนะนำ

D2511 แนะนำ

D25110 การผลิตยางนอก ยางใน การหล่อดอกยางและการซ่อมสร้างยางใหม่ แนะนำ

D2519 การผลิตผลิตภัณฑ์ยางอื่น ๆ แนะนำ

D25191 การผลิตยางแผ่นและยางก้อน แนะนำ

D25199 การผลิตผลิตภัณฑ์ยางอื่น ๆ แนะนำ

D252 แนะนำ

D2520 การผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก แนะนำ

D25201 การผลิตพลาสติกเป็นแผ่น แท่ง ท่อหรือรูปทรงต่างๆ แนะนำ

D25202 การผลิตบรรจุภัณฑ์พลาสติก แนะนำ

D25203 การผลิตเครื่องใช้บนโต๊ะอาหารและในครัวทำด้วยพลาสติก แนะนำ

D25204 การผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกสำหรับใช้ในบ้าน แนะนำ

D25205 การผลิตผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาส แนะนำ

D25209 การผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกอื่น ๆ ซึ่งมิได้จัดประเภทไว้ในที่อื่น แนะนำ

D26 การผลิตผลิตภัณฑ์จากแร่อโลหะ แนะนำ

D261 แนะนำ

D2610 การผลิตแก้วและผลิตภัณฑ์จากแก้ว แนะนำ

D26101 การผลิตภาชนะบรรจุ และเครื่องใช้บนโต๊ะอาหารที่ทำจากแก้ว แนะนำ

D26102 การผลิตกระจก แนะนำ

D26103 การผลิตใยแก้ว Glass Fibre แนะนำ

D26109 การผลิตผลิตภัณฑ์จากแก้วที่มิได้จัดประเภทไว้ในที่อื่น แนะนำ

D269 การผลิตผลิตภัณฑ์จากแร่อโลหะ ซึ่งมิได้จัดประเภทไว้ในที่อื่น แนะนำ

D2691 การผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิกชนิดไม่ทนไฟ ซึ่งไม่ได้ใช้ในงานก่อสร้าง แนะนำ

D26911 การผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องใช้บนโต๊ะอาหารจากเซรามิก แนะนำ

D26912 การผลิตผลิตภัณฑ์ด้านประติมากรรมและประดับตกแต่งจากเซรามิก แนะนำ

D26913 การผลิตเครื่องสุขภัณฑ์ที่ทำจากเซรามิก แนะนำ

D26919 การผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิกอื่น ๆ ยกเว้น ชนิดทนไฟและใช้ในงานก่อสร้าง แนะนำ

D2692 แนะนำ

D26920 การผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิกทนไฟ แนะนำ

D2693 การผลิตผลิตภัณฑ์จากดินชนิดไม่ทนไฟซึ่งใช้กับงานก่อสร้าง แนะนำ

D26931 การผลิตอิฐ แนะนำ

D26932 การผลิตกระเบื้อง แนะนำ

D26939 การผลิตผลิตภัณฑ์จากดินที่ใช้ในงานก่อสร้างอื่น ๆ แนะนำ

D2694 การผลิตปูนซีเมนต์ ปูนไลม์และปูนปลาสเตอร์ แนะนำ

D26941 การผลิตปูนซีเมนต์ แนะนำ

D26942 การผลิตปูนขาวและปูนปลาสเตอร์ แนะนำ

D2695 การผลิตผลิตภัณฑ์จากคอนกรีต ปูนซีเมนต์และปูนปลาสเตอร์ แนะนำ

D26951 การผลิตผลิตภัณฑ์คอนกรีตเพื่อใช้ในงานก่อสร้าง แนะนำ

D26952 การผลิตคอนกรีตผสมเสร็จ Ready-mixed concrete แนะนำ

D26953 การผลิตผลิตภัณฑ์ปูนซีเมนต์แอสเบสทอส แนะนำ

D26959 การผลิตผลิตภัณฑ์อื่น ๆ จากคอนกรีต ปูนซีเมนต์และปูนปลาสเตอร์ แนะนำ

D2696 การตัด การขึ้นรูปและการแต่งสำเร็จหิน แนะนำ

D26961 การผลิตผลิตภัณฑ์หินโดยการเลื่อยหรือตัด แนะนำ

D26962 การผลิตผลิตภัณฑ์จากหินต่าง ๆ แนะนำ

D2699 แนะนำ

D26990 การผลิตผลิตภัณฑ์แร่อโลหะอื่น ๆ ซึ่งมิได้จัดประเภทไว้ในที่อื่น แนะนำ

D27 การผลิตโลหะขั้นมูลฐาน แนะนำ

D271 แนะนำ

D2710 แนะนำ

D27100 การผลิตเหล็กและเหล็กกล้าขั้นมูลฐาน แนะนำ

D272 แนะนำ

D2720 การผลิตโลหะมีค่าและโลหะอื่นที่มิใช่เหล็กขั้นมูลฐาน แนะนำ

D27201 การผลิตโลหะมีค่า แนะนำ

D27209 การผลิตโลหะสามัญและผลิตภัณฑ์โลหะสามัญอื่นที่มิใช่เหล็ก แนะนำ

D273 การหล่อโลหะ แนะนำ

D2731 แนะนำ

D27310 การหล่อเหล็กและเหล็กกล้า แนะนำ

D2732 แนะนำ

D27320 การหล่อโลหะที่มิใช่เหล็ก แนะนำ

D28 การผลิตผลิตภัณฑ์ที่ทำจากโลหะประดิษฐ์ ยกเว้น เครื่องจักรและอุปกรณ์ แนะนำ

D281 การผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีโครงสร้างเป็นโลหะ ภาชนะบรรจุขนาดใหญ่และเครื่องกำเนิดไอน้ำ แนะนำ

D2811 แนะนำ

D28110 การผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีโครงสร้างเป็นโลหะ แนะนำ

D2812 แนะนำ

D28120 การผลิตที่เก็บน้ำและภาชนะบรรจุขนาดใหญ่ที่ทำจากโลหะ แนะนำ

D2813 แนะนำ

D28130 การผลิตเครื่องกำเนิดพลังงานไอน้ำ ยกเว้น หม้อน้ำ boilerที่ทำความร้อนจากส่วนกลาง แนะนำ

D289 การผลิตผลิตภัณฑ์โลหะประดิษฐ์อื่นๆ รวมทั้งกิจกรรมบริการที่เกี่ยวข้อง แนะนำ

D2891 แนะนำ

D28910 การผลิตผลิตภัณฑ์โลหะ โดยวิธีการตี การอัด การตอกพิมพ์ การรีดและการผสมโลหะผง แนะนำ

D2892 แนะนำ

D28920 การบริการตกแต่ง เคลือบโลหะและบริการที่เกี่ยวเนื่องกัน แนะนำ

D2893 การผลิตเครื่องตัด เครื่องมือที่ใช้งานด้วยมือและเครื่องโลหะทั่วไป แนะนำ

D28931 การผลิตของมีคม เครื่องตัดและเครื่องมือที่ทำด้วยโลหะ แนะนำ

D28932 การผลิตเครื่องโลหะทั่วไป แนะนำ

D2899 การผลิตผลิตภัณฑ์โลหะประดิษฐ์ ซึ่งมิได้จัดประเภทไว้ในที่อื่น แนะนำ

D28991 การผลิตผลิตภัณฑ์จากลวดและสิ่งที่ใช้ยึด แนะนำ

D28992 การผลิตกระป๋องและภาชนะบรรจุสิ่งของจากโลหะ แนะนำ

D28993 การผลิตเครื่องใช้และอุปกรณ์ในครัว แนะนำ

D28994 การผลิตเครื่องสุขภัณฑ์ที่ทำจากโลหะ แนะนำ

D28999 การผลิตผลิตภัณฑ์โลหะซึ่งมิได้จัดประเภทไว้ในที่อื่น แนะนำ

D29 การผลิตเครื่องจักรและอุปกรณ์ซึ่งมิได้จัดประเภทไว้ในที่อื่น แนะนำ

D291 การผลิตเครื่องจักรที่ใช้งานทั่วไป แนะนำ

D2911 แนะนำ

D29110 การผลิตเครื่องยนต์และเครื่องกังหัน ยกเว้น เครื่องยนต์ที่ใช้กับอากาศยาน ยานยนต์และรถจักรยานยนต์ แนะนำ

D2912 การผลิตเครื่องสูบ เครื่องอัด ก๊อก และวาล์ว แนะนำ

D29121 การผลิตเครื่องสูบและเครื่องอัด แนะนำ

D29122 การผลิตก๊อกและวาล์ว แนะนำ

D2913 แนะนำ

D29130 การผลิตตลับลูกปืน เกียร์ และอุปกรณ์ที่ใช้ขับเคลื่อน แนะนำ

D2914 แนะนำ

D29140 การผลิตเตาอบและเตาเผา แนะนำ

D2915 แนะนำ

D29150 การผลิตอุปกรณ์ที่ใช้ในการยกและขนย้าย แนะนำ

D2919 การผลิตเครื่องจักรที่ใช้งานทั่วไปอื่น ๆ แนะนำ

D29191 การผลิตเครื่องจักรทำความเย็น แนะนำ

D29199 การผลิตเครื่องจักรที่ใช้ในงานทั่วไป ซึ่งมิได้จัดประเภทไว้ในที่อื่น แนะนำ

D292 การผลิตเครื่องจักรที่ใช้งานเฉพาะอย่าง แนะนำ

D2921 แนะนำ

D29210 การผลิตเครื่องจักรที่ใช้ในการเกษตรและการป่าไม้ แนะนำ

D2922 แนะนำ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

D29220 การผลิตเครื่องมือกล แนะนำ

D2923 แนะนำ

D29230 การผลิตเครื่องจักรสำหรับงานโลหะกรรม แนะนำ

D2924 แนะนำ

D29240 การผลิตเครื่องจักรที่ใช้ในการทำเหมืองแร่ เหมืองหินและการก่อสร้าง แนะนำ

D2925 แนะนำ

D29250 การผลิตเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิตอาหาร เครื่องดื่มและยาสูบ แนะนำ

D2926 แนะนำ

D29260 การผลิตเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตสิ่งทอ เครื่องแต่งกายและเครื่องหนัง แนะนำ

D2927 แนะนำ

D29270 การผลิตอาวุธและกระสุน แนะนำ

D2929 แนะนำ

D29290 การผลิตเครื่องจักรเพื่อใช้ในงานเฉพาะอย่างอื่น ๆ แนะนำ

D293 แนะนำ

D2930 แนะนำ

D29300 การผลิตเครื่องใช้ในบ้านเรือน ซึ่งมิได้จัดประเภทไว้ในที่อื่น แนะนำ

D30 แนะนำ

D300 แนะนำ

D3000 การผลิตเครื่องจักรสำนักงาน เครื่องทำบัญชีและเครื่องคำนวณ แนะนำ

D30001 การผลิตเครื่องจักรสำนักงาน และเครื่องทำบัญชี แนะนำ

D30002 การผลิตเครื่องประมวลผลข้อมูล / คอมพิวเตอร์ แนะนำ

D31 การผลิตเครื่องจักรที่ใช้พลังงานไฟฟ้าและเครื่องมือไฟฟ้า ซึ่งมิได้จัดประเภทไว้ในที่อื่น แนะนำ

D311 แนะนำ

D3110 แนะนำ

D31100 การผลิตมอเตอร์ไฟฟ้า เครื่องกำเนิดไฟฟ้าและหม้อแปลงไฟฟ้า แนะนำ

D312 แนะนำ

D3120 แนะนำ

D31200 การผลิตเครื่องมือเพื่อการจ่ายและควบคุมกระแสไฟฟ้า แนะนำ

D313 แนะนำ

D3130 แนะนำ

D31300 การผลิตลวดและเคเบิลหุ้มฉนวน แนะนำ

D314 แนะนำ

D3140 แนะนำ

D31400 การผลิตหม้อแบตเตอรี่ไฟฟ้า เซลปฐมภูมิและแบตเตอรี่ปฐมภูมิ แนะนำ

D315 แนะนำ

D3150 การผลิตหลอดไฟฟ้าและเครื่องอุปกรณ์สำหรับให้แสงสว่าง แนะนำ

D31501 การผลิตหลอดไฟฟ้า แนะนำ

D31509 การผลิตอุปกรณ์สำหรับให้แสงสว่างอื่นๆ แนะนำ

D319 แนะนำ

D3190 การผลิตเครื่องมือเครื่องใช้ไฟฟ้า ซึ่งมิได้จัดประเภทไว้ในที่อื่น แนะนำ

D31901 การผลิตเครื่องมือเครื่องใช้ไฟฟ้าสำหรับเครื่องยนต์ และยานยนต์ แนะนำ

D31909 การผลิตเครื่องมือเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นๆ ซึ่งมิได้จัดประเภทไว้ในที่อื่น แนะนำ

D32 การผลิตอุปกรณ์และเครื่องมือทางวิทยุ โทรทัศน์และการสื่อสาร แนะนำ

D321 แนะนำ

D3210 แนะนำ

D32100 การผลิตหลอดอิเล็กทรอนิกส์และส่วนประกอบอิเล็กทรอนิกส์อื่นๆ แนะนำ

D322 แนะนำ

D3220 แนะนำ

D32200 การผลิตเครื่องส่งสัญญาณโทรทัศน์และวิทยุ และอุปกรณ์สำหรับโทรศัพท์และโทรสารชนิดใช้สาย แนะนำ

D323 แนะนำ

D3230 แนะนำ

D32300 การผลิตเครื่องรับสัญญาณโทรทัศน์และวิทยุ เครื่องบันทึกเสียงหรือภาพ เครื่องซาวด์รีโพรดิวซิงหรือวีดิโอรีโพรดิวซิง และสินค้าที่เกี่ยวข้อง แนะนำ

D33 การผลิตเครื่องมือที่ใช้ทางการแพทย์ การวัดความเที่ยง อุปกรณ์ที่ใช้ในทางทัศนศาสตร์และนาฬิกา แนะนำ

D331 การผลิตเครื่องมือทางการแพทย์และเครื่องมือที่ใช้ในการเดินเรือ การเดินอากาศ การวัด ตรวจสอบ ทดสอบและวัตถุประสงค์อื่น ๆ ยกเว้น อุปกรณ์ที่ใช้ในทางทัศนศาสตร์ แนะนำ

D3311 แนะนำ

D33110 การผลิตเครื่องมือทางการแพทย์ ศัลยกรรมและเครื่องใช้ทางศัลยศาสตร์กระดูก แนะนำ

D3312 แนะนำ

D33120 การผลิตอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการเดินเรือ การเดินอากาศ การวัด ตรวจสอบ ทดสอบและวัตถุประสงค์อื่น ๆ ยกเว้น อุปกรณ์ควบคุมกระบวนการผลิตในทางอุตสา-หกรรม แนะนำ

D3313 แนะนำ

D33130 การผลิตอุปกรณ์ควบคุมกระบวนการผลิตในทางอุตสาหกรรม แนะนำ

D332 แนะนำ

D3320 การผลิตอุปกรณ์ที่ใช้ในทางทัศนศาสตร์และอุปกรณ์เกี่ยวกับการถ่ายภาพ แนะนำ

D33201 การผลิตอุปกรณ์ที่ใช้ทางทัศนศาสตร์ แนะนำ

D33202 การผลิตอุปกรณ์เกี่ยวกับการถ่ายภาพ แนะนำ

D333 แนะนำ

D3330 แนะนำ

D33300 การผลิตนาฬิกา แนะนำ

D34 การผลิตยานยนต์ รถพ่วงและรถกึ่งรถพ่วง แนะนำ

D341 แนะนำ

D3410 แนะนำ

D34100 การผลิตยานยนต์และเครื่องยนต์ แนะนำ

D342 แนะนำ

D3420 แนะนำ

D34200 การผลิตตัวถังยานยนต์ รวมทั้งการผลิตรถพ่วงและรถกึ่งรถพ่วง แนะนำ

D343 แนะนำ

D3430 แนะนำ

D34300 การผลิตชิ้นส่วนและอุปกรณ์ประกอบสำหรับยานยนต์และเครื่องยนต์ แนะนำ

D35 การผลิตอุปกรณ์การขนส่งอื่นๆ แนะนำ

D351 การต่อเรือและการซ่อมเรือ แนะนำ

D3510 แนะนำ

D35100 การต่อเรือและการซ่อมเรือ แนะนำ

D3512 แนะนำ

D35120 การต่อเรือและการซ่อมเรือที่ใช้เพื่อความสำราญและการกีฬา แนะนำ

D3512 แนะนำ

D3520 แนะนำ

D35200 การผลิตรถไฟ หัวรถจักร รถรางและอุปกรณ์รถไฟ แนะนำ

D353 แนะนำ

D3530 แนะนำ

D35300 การผลิตอากาศยานและยานอวกาศ แนะนำ

D359 การผลิตอุปกรณ์ขนส่งซึ่งมิได้จัดประเภทไว้ในที่อื่น แนะนำ

D3591 แนะนำ

D35910 การผลิตจักรยานยนต์ แนะนำ

D3592 แนะนำ

D35920 การผลิตจักรยานสองล้อและรถสำหรับคนพิการ แนะนำ

D3599 แนะนำ

D35990 การผลิตอุปกรณ์การขนส่งอื่นๆ ซึ่งมิได้จัดประเภทไว้ในที่อื่น แนะนำ

D36 การผลิตเครื่องเรือน และการผลิตซึ่งมิได้จัดประเภทไว้ในที่อื่น แนะนำ

D361 แนะนำ

D3610 แนะนำ

D36100 การผลิตเครื่องเรือน แนะนำ

D369 การผลิตผลิตภัณฑ์ ซึ่งมิได้จัดประเภทไว้ในที่อื่น แนะนำ

D3691 การผลิตเครื่องประดับเพชรพลอย และผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้อง แนะนำ

D36911 การทำเครื่องประดับจากเพชรพลอย โลหะมีค่าและไข่มุก แนะนำ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

D36912 การทำเครื่องใช้จากโลหะมีค่า แนะนำ

D36913 การเจียระไนและการขัดเพชรพลอย แนะนำ

D3692 แนะนำ

D36920 การผลิตเครื่องดนตรี แนะนำ

D3693 แนะนำ

D36930 การผลิตเครื่องกีฬา แนะนำ

D3694 แนะนำ

D36940 การผลิตเกมและของเล่น แนะนำ

D3699 แนะนำ

D36990 การผลิตผลิตภัณฑ์อื่นๆ ซึ่งมิได้จัดประเภทไว้ในที่อื่น แนะนำ

D37 การนำผลิตภัณฑ์เก่ากลับมาใช้ใหม่ Recycling แนะนำ

D371 แนะนำ

D3710 แนะนำ

D37100 การนำเศษโลหะและของที่ใช้ไม่ได้จำพวกโลหะมาผลิตเป็นวัตถุดิบใหม่ แนะนำ

D372 แนะนำ

D3720 แนะนำ

D37200 การนำเศษวัสดุที่มิใช่โลหะมาผลิตเป็นวัตถุดิบใหม่ แนะนำ

E00 การไฟฟ้า แก๊ส และการประปา แนะนำ

E40 การไฟฟ้า แก๊ส ไอน้ำ และน้ำร้อน แนะนำ

E401 แนะนำ

E4010 การผลิตไฟฟ้า การเก็บและการจ่ายไฟฟ้า แนะนำ

E40101 การผลิตพลังงานไฟฟ้า แนะนำ

E40102 การจำหน่ายพลังงานไฟฟ้า แนะนำ

E402 แนะนำ

E4020 แนะนำ

E40200 การผลิตแก๊สและการจ่ายเชื้อเพลิงชนิดแก๊สผ่านท่อ แนะนำ

E403 แนะนำ

E4030 แนะนำ

E40300 การจัดหาไอน้ำและน้ำร้อน แนะนำ

E41 แนะนำ

E410 แนะนำ

E4100 แนะนำ

E41000 การเก็บน้ำ การทำน้ำให้บริสุทธิ์ และการจ่ายน้ำ การประปา แนะนำ

F00 การก่อสร้าง แนะนำ

F45 การก่อสร้าง แนะนำ

F451 แนะนำ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

F4510 แนะนำ

F45100 การเตรียมสถานที่ก่อสร้าง แนะนำ

F452 แนะนำ

F4520 การก่อสร้างอาคาร และงานวิศวกรรมโยธา แนะนำ

F45201 การก่อสร้างอาคารทั่วไป แนะนำ

F45202 งานวิศวกรรมโยธาหรือการก่อสร้างงานขนาดใหญ่ แนะนำ

F45203 การก่อสร้างเฉพาะงาน แนะนำ

F453 แนะนำ

F4530 การติดตั้งภายในอาคาร แนะนำ

F45301 การติดตั้งสาธารณูปโภค แนะนำ

F45302 การติดตั้งเครื่องจักรกล แนะนำ

F454 แนะนำ

F4540 งานตกแต่งอาคารให้สมบูรณ์ แนะนำ

F45401 งานไม้และงานปูพื้น แนะนำ

F45402 งานทาสีและงานตกแต่งอาคาร แนะนำ

F455 แนะนำ

F4550 แนะนำ

F45500 การให้เช่าเครื่องอุปกรณ์ที่ใช้ในงานก่อสร้างหรือรื้อถอน โดยมีผู้ควบคุม แนะนำ

G00 การขายส่ง การขายปลีก การซ่อมแซมยานยนต์ จักรยานยนต์ ของใช้ส่วนบุคคลและของใช้ในครัวเรือน แนะนำ

G50 การขาย การบำรุงรักษา การซ่อมแซมยานยนต์และจักรยานยนต์ การขายปลีกน้ำมันเชื้อเพลิงรถยนต์ แนะนำ

G501 แนะนำ

G5010 การขายยานยนต์ แนะนำ

G50101 การขายส่งยานยนต์ แนะนำ

G50102 การขายปลีกยานยนต์ แนะนำ

G502 แนะนำ

G5020 แนะนำ

G50200 การบำรุงรักษาและการซ่อมแซมยานยนต์ แนะนำ

G503 แนะนำ

G5030 การขายอะไหล่และชิ้นส่วนอุปกรณ์ยานยนต์ แนะนำ

G50301 การขายส่งอะไหล่และชิ้นส่วนอุปกรณ์ยานยนต์ แนะนำ

G50302 การขายปลีกอะไหล่และชิ้นส่วนอุปกรณ์ยานยนต์ แนะนำ

G504 แนะนำ

G5040 การขายจักรยานยนต์ อะไหล่และชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง และการบำรุงรักษาและการซ่อมแซมจักรยานยนต์ แนะนำ

G50401 การขายส่งจักรยานยนต์ อะไหล่และชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง แนะนำ

G50402 การขายปลีกจักรยานยนต์ อะไหล่และชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง แนะนำ

G50403 การซ่อมแซมจักรยานยนต์ แนะนำ

G505 แนะนำ

G5050 แนะนำ

G50500 การขายปลีกน้ำมันเชื้อเพลิง สถานีน้ำมัน แนะนำ

G51 การขายส่ง และการค้าเพื่อค่านายหน้า ยกเว้น ยานยนต์และจักรยานยนต์ แนะนำ

G511 แนะนำ

G5110 แนะนำ

G51100 การขายส่งโดยได้รับค่าธรรมเนียม หรือโดยการทำสัญญา แนะนำ

G512 การขายส่งวัตถุดิบทางการเกษตร สัตว์ที่มีชีวิต อาหาร เครื่องดื่ม และยาสูบ แนะนำ

G5121 การขายส่งวัตถุดิบทางการเกษตร และสัตว์ที่มีชีวิต แนะนำ

G51211 การขายส่งวัตถุดิบทางการเกษตร แนะนำ

G51212 การขายส่งสัตว์ที่มีชีวิต แนะนำ

G51213 การขายส่งอาหารสัตว์ แนะนำ

G51219 การขายส่งวัตถุดิบทางการเกษตรอื่นๆ ซึ่งมิได้จัดประเภทไว้ในที่อื่น แนะนำ

G5122 การขายส่งอาหารประเภทต่างๆ แนะนำ

G51221 การขายส่งข้าวและผลิตภัณฑ์จากโรงสีข้าว แนะนำ

G51222 การขายส่งผลไม้และผัก แนะนำ

G51223 การขายส่งเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ แนะนำ

G51224 การขายส่งปลาและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ แนะนำ

G51225 การขายส่งผลิตภัณฑ์ขนมปัง ไข่ น้ำมันและไขมันที่ใช้ในการบริโภค แนะนำ

G51226 การขายส่งผลิตภัณฑ์นม แนะนำ

G51227 การขายส่งน้ำตาล ช็อกโกแลต และขนมชนิดเคลือบและมีไส้เป็นน้ำตาล แนะนำ

G51228 การขายส่งกาแฟ ชา และโกโก้ แนะนำ

G51229 การขายส่งอาหารอื่นๆ ซึ่งมิได้จัดประเภทไว้ในที่อื่น แนะนำ

G5123 การขายส่งเครื่องดื่มและยาสูบ แนะนำ

G51231 การขายส่งเครื่องดื่มชนิดไม่มีแอลกอฮอล์ แนะนำ

G51232 การขายส่งเบียร์ ไวน์ และเครื่องดื่มชนิดที่มีแอลกอฮอล์ แนะนำ

G51233 การขายส่งยาสูบและผลิตภัณฑ์ยาสูบ แนะนำ

G513 การขายส่งสินค้าที่ใช้ในครัวเรือน แนะนำ

G5131 การขายส่งสินค้าสิ่งทอสิ่งถัก เสื้อผ้า และรองเท้า แนะนำ

G51311 การขายส่งสินค้าสิ่งทอสิ่งถัก ยกเว้น เสื้อผ้า แนะนำ

G51312 การขายส่งสินค้าเสื้อผ้า เครื่องแต่งกายและส่วนประกอบของเครื่องแต่งกาย แนะนำ

G51313 การขายส่งกระเป๋าและรองเท้า แนะนำ

G5139 การขายส่งสินค้าที่ใช้ในครัวเรือนอื่นๆ แนะนำ

G51391 การขายส่งเครื่องเรือนและเครื่องตกแต่งบ้าน แนะนำ

G51392 การขายส่งเครื่องดินเผา เครื่องแก้ว และเครื่องครัว แนะนำ

G51393 การขายส่งเครื่องเงิน เครื่องถม เครื่องเขิน และโบราณวัตถุ รวมภาชนะที่ทำจากไม้ กก หวาย และพลาสติก แนะนำ

G51394 การขายส่งเครื่องใช้ไฟฟ้าในครัวเรือน แนะนำ

G51395 การขายส่งสินค้าทางเภสัชกรรมและเวชภัณฑ์ แนะนำ

G51396 การขายส่งกระดาษ หนังสือ และเครื่องเขียน แนะนำ

G51397 การขายส่งเครื่องกีฬา เกม และของเล่น แนะนำ

G51398 การขายส่งเพชรพลอยและหินมีค่า แนะนำ

G51399 การขายส่งสินค้าประเภทอื่นๆ ซึ่งมิได้จัดประเภทไว้ในที่อื่น แนะนำ

G514 การขายส่งสินค้าขั้นกลางที่มิใช่สินค้าทางการเกษตร และของที่ไม่ใช้แล้ว แนะนำ

G5141 แนะนำ

G51410 การขายส่งเชื้อเพลิงแข็ง เชื้อเพลิงเหลว แก๊ส และผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้อง แนะนำ

G5142 แนะนำ

G51420 การขายส่งโลหะ และแร่โลหะ แนะนำ

G5143 การขายส่งวัสดุก่อสร้าง เครื่องโลหะ อุปกรณ์เกี่ยวกับการวางท่อและการทำความร้อน และเครื่องมือเครื่องใช้ แนะนำ

G51431 การขายส่งวัสดุก่อสร้าง แนะนำ

G51432 การขายส่งอุปกรณ์เกี่ยวกับการวางท่อและเครื่องสุขภัณฑ์ แนะนำ

G51439 การขายส่งวัสดุก่อสร้างอื่นๆ ซึ่งมิได้จัดประเภทไว้ในที่อื่น แนะนำ

G5149 การขายส่งสินค้าขั้นกลางอื่นๆ และของที่ไม่ใช้แล้ว แนะนำ

G51491 การขายส่งเคมีภัณฑ์ขั้นมูลฐาน แนะนำ

G51492 การขายส่งผลิตภัณฑ์สินค้าขั้นกลางอื่นๆ แนะนำ

G51493 การขายส่งของที่ไม่ใช้แล้ว แนะนำ

G515 แนะนำ

G5150 การขายส่งเครื่องจักร อุปกรณ์เครื่องจักร และเครื่องมือเครื่องใช้ แนะนำ

G51501 การขายส่งเครื่องจักรและอุปกรณ์ทางการเกษตร แนะนำ

G51502 การขายส่งอุปกรณ์การขนส่ง แนะนำ

G51503 การขายส่งเครื่องจักรและอุปกรณ์งานวิศวกรรมโยธา งานเหมืองแร่และงานก่อสร้าง แนะนำ

G51504 การขายส่งเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานอุตสาหกรรม แนะนำ

G51509 การขายส่งเครื่องจักรและเครื่องมือเครื่องใช้อื่นๆ ซึ่งมิได้จัดประเภทไว้ในที่อื่น แนะนำ

G519 แนะนำ

G5190 แนะนำ

G51900 การขายส่งสินค้าหลายชนิด แนะนำ

G52 การขายปลีก ยกเว้น ยานยนต์ และจักรยานยนต์ รวมถึงการซ่อมแซมของใช้ส่วนบุคคล และของใช้ในครัวเรือน แนะนำ

G521 การขายปลีกสินค้าทั่วไปในร้านค้า แนะนำ
G5211 การขายปลีกอาหาร เครื่องดื่ม หรือยาสูบ ในร้านค้าที่ไม่ระบุประเภทสินค้า แนะนำ
G52111 ซูปเปอร์มาร์เก็ต Supermarket แนะนำ
G52112 ดิสเคานต์สโตร์ Discount Store แนะนำ
G52113 ร้านสะดวกซื้อ Convenient Store แนะนำ
G52114 ร้านขายของชำ Grocery Store แนะนำ
G5219 แนะนำ
G52190 การขายปลีกสินค้าทั่วไปอื่นๆ หรือ ห้างสรรพสินค้า แนะนำ
G522 แนะนำ
G5220 การขายปลีกอาหาร เครื่องดื่ม และยาสูบ ในร้านเฉพาะอย่างสินค้าประเภทนั้นๆ แนะนำ
G52201 ร้านขายปลีกผักและผลไม้ แนะนำ
G52202 ร้านขายปลีกปลาและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ แนะนำ
G52203 ร้านขายปลีกเนื้อสัตว์ และผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ แนะนำ
G52204 ร้านขายปลีกผลิตภัณฑ์ขนมปัง แนะนำ
G52205 ร้านขายปลีกเครื่องดื่ม แนะนำ
G52206 ร้านขายปลีกผลิตภัณฑ์ยาสูบ แนะนำ
G52209 ร้านขายปลีกอาหารอื่นๆ ซึ่งมิได้จัดประเภทไว้ในที่อื่น แนะนำ
G523 การขายปลีกสินค้าใหม่ ในร้านค้าเฉพาะอย่างของสินค้านั้นๆ แนะนำ
G5231 การขายปลีกสินค้าทางเภสัชกรรมและเวชภัณฑ์ เครื่องสำอาง และ เครื่องหอม แนะนำ
G52311 ร้านขายปลีกสินค้าทางเภสัชกรรม เวชภัณฑ์ และสินค้าทางการแพทย์ แนะนำ
G52312 ร้านขายปลีกเครื่องสำอาง แนะนำ
G5232 การขายปลีกสินค้าสิ่งทอสิ่งถัก เสื้อผ้า รองเท้า และเครื่องหนัง แนะนำ
G52321 ร้านขายปลีกสิ่งทอสิ่งถัก แนะนำ
G52322 ร้านขายปลีกเสื้อผ้า เครื่องแต่งกาย และส่วนประกอบของเครื่องแต่งกาย แนะนำ
G52323 ร้านขายปลีกรองเท้า แนะนำ
G52324 ร้านขายปลีกผลิตภัณฑ์หนัง ยกเว้น รองเท้า แนะนำ
G5233 การขายปลีกเครื่องมือ สิ่งของ และเครื่องใช้ในครัวเรือน แนะนำ
G52331 ร้านขายปลีกเครื่องเรือน และเครื่องตกแต่งบ้านเรือน แนะนำ
G52332 ร้านขายปลีกเครื่องดินเผา เครื่องแก้ว และเครื่องมือเครื่องใช้เกี่ยวกับการครัว แนะนำ
G52333 ร้านขายปลีกผลิตภัณฑ์งานฝีมือคนไทย แนะนำ
G52334 ร้านขายปลีกเครื่องจักรและเครื่องมือเครื่องใช้ในครัวเรือนอื่นๆ แนะนำ
G52335 ร้านขายปลีกวิทยุและโทรทัศน์ แนะนำ
G52336 ร้านขายปลีกอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่าง แนะนำ
G5234 การขายปลีกเครื่องโลหะ สี และกระจก แนะนำ
G52341 ร้านขายปลีกวัสดุก่อสร้าง แนะนำ
G52342 ร้านขายปลีกเครื่องโลหะ แนะนำ

G52343 ร้านขายปลีกสี น้ำมันชักเงา และแลกเกอร์ แนะนำ

G52344 ร้านขายปลีก ท่อ เครื่องประกอบท่อ และเครื่องสุขภัณฑ์ แนะนำ

G5239 การขายปลีกสินค้าอื่นๆ ในร้านค้าเฉพาะอย่าง แนะนำ

G52391 ร้านขายปลีกเครื่องใช้สำนักงาน แนะนำ

G52392 ร้านขายปลีกหนังสือ หนังสือพิมพ์ นิตยสาร และเครื่องเขียน แนะนำ

G52393 ร้านขายปลีกนาฬิกา แว่นตา และอุปกรณ์การถ่ายรูป แนะนำ

G52394 ร้านขายปลีกเครื่องเพชรพลอย แนะนำ

G52395 ร้านขายปลีกอุปกรณ์กีฬา เกม ของเล่น และเครื่องดนตรี แนะนำ

G52396 ร้านขายปลีกน้ำมันเชื้อเพลิง รวมน้ำมัน แก๊ส และเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ แนะนำ

G52397 ร้านขายปลีกดอกไม้ แนะนำ

G52398 ร้านขายปลีกสัตว์เลี้ยงและอุปกรณ์ที่เกี่ยวเนื่องกัน แนะนำ

G52399 ร้านขายปลีกสินค้าอื่นๆ ซึ่งมิได้จัดประเภทไว้ในที่อื่น แนะนำ

G524 แนะนำ

G5240 แนะนำ

G52400 การขายปลีกของใช้แล้ว หรือของเก่าในร้านค้า แนะนำ

G525 การขายปลีกนอกร้านค้า แนะนำ

G5251 แนะนำ

G52510 การขายปลีก โดยการสั่งซื้อทางไปรษณีย์ แนะนำ

G5252 แนะนำ

G52520 การขายปลีกตามแผงลอยและตลาดสด แนะนำ

G5259 แนะนำ

G52590 การขายปลีกสินค้านอกร้านค้าอื่นๆ แนะนำ

G526 แนะนำ

G5260 แนะนำ

G52600 การซ่อมของใช้ส่วนบุคคล และของใช้ในครัวเรือน แนะนำ

H00 โรงแรมและภัตตาคาร แนะนำ

H55 โรงแรมและภัตตาคาร แนะนำ

H551 แนะนำ

H5510 โรงแรม ค่ายพัก และที่พักชั่วคราว แนะนำ

H55101 โรงแรม แนะนำ

H55109 สถานที่อยู่อาศัยอื่น ๆ แนะนำ

H552 แนะนำ

H5520 ภัตตาคาร ร้านขายอาหาร และบาร์ แนะนำ

H55201 บาร์ ไนต์คลับ คาเฟ่ แนะนำ

H55202 ภัตตาคาร ร้านขายอาหารและเครื่องดื่ม แนะนำ

H55209 สถานที่ขายอาหารและเครื่องดื่มอื่น ๆ ซึ่งมิได้จัดประเภทไว้ในที่อื่น แนะนำ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I00 การขนส่ง สถานที่เก็บสินค้าและการคมนาคม แนะนำ
I60 การขนส่งทางบกและการขนส่งทางท่อลำเลียง แนะนำ
I601 แนะนำ
I6010 แนะนำ
I60100 การขนส่งทางรถไฟ แนะนำ
I602 การขนส่งทางบกอื่นๆ แนะนำ
I6021 การขนส่งผู้โดยสารทางบกอื่นๆ ที่มีตารางเวลา แนะนำ
I60211 การขนส่งผู้โดยสารในเขตเมืองและปริมณฑล แนะนำ
I60212 การขนส่งด้วยรถยนต์โดยสารประจำทางระหว่างกรุงเทพฯ กับจังหวัดอื่น แนะนำ
I60213 การขนส่งด้วยรถยนต์โดยสารประจำทางระหว่างจังหวัด แนะนำ
I60219 การขนส่งด้วยรถยนต์โดยสารประจำทางในชนบท แนะนำ
I6022 การขนส่งผู้โดยสารทางบกอื่นๆ ที่ไม่มีตารางเวลา แนะนำ
I60221 บริการขนส่งด้วยรถยนต์รับจ้างขนาดใหญ่ แนะนำ
I60222 บริการขนส่งด้วยรถยนต์รับจ้างขนาดเล็ก แนะนำ
I60223 บริการขนส่งด้วยรถสามล้อเครื่องและจักรยานยนต์รับจ้าง แนะนำ
I60229 การขนส่งผู้โดยสารทางบกที่ไม่มีตารางเวลา ซึ่งมิได้จัดประเภทไว้ในที่อื่น แนะนำ
I6023 แนะนำ
I60230 การขนส่งสินค้าทางถนน แนะนำ
I603 แนะนำ
I6030 แนะนำ
I60300 การขนส่งทางระบบท่อลำเลียง แนะนำ
I61 การขนส่งทางน้ำ แนะนำ
I611 แนะนำ
I6110 แนะนำ
I61100 การขนส่งทางทะเลและทะเลชายฝั่ง แนะนำ
I6110 แนะนำ
I6120 แนะนำ
I61200 การขนส่งทางน้ำภายในประเทศ แนะนำ
I62 การขนส่งทางอากาศ แนะนำ
I621 แนะนำ
I6210 แนะนำ
I62100 การขนส่งทางอากาศที่มีตารางเวลา แนะนำ
I622 แนะนำ
I6220 แนะนำ
I62200 การขนส่งทางอากาศที่ไม่มีตารางเวลา แนะนำ
I63 แนะนำ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I630 บริการที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งและบริการด้านการท่องเที่ยว แนะนำ

I6301 แนะนำ

I63010 การขนถ่ายสินค้า แนะนำ

I6302 แนะนำ

I63020 สถานที่เก็บสินค้าและการเก็บสินค้า แนะนำ

I6303 การบริการเสริมด้านการขนส่ง แนะนำ

I63031 บริการเสริมการขนส่งทางบก แนะนำ

I63032 บริการเสริมการขนส่งทางน้ำ แนะนำ

I63033 บริการเสริมการขนส่งทางอากาศ แนะนำ

I6304 แนะนำ

I63040 ตัวแทนธุรกิจการท่องเที่ยวและผู้จัดนำเที่ยว รวมทั้งการบริการนักท่องเที่ยวซึ่งมิได้จัดประเภทไว้ในที่อื่น แนะนำ

I6309 บริการเกี่ยวเนื่องกับการขนส่งอื่น ๆ แนะนำ

I63091 การบรรจุหีบห่อเพื่อการขนส่ง แนะนำ

I63099 บริการอื่น ๆ ซึ่งเกี่ยวเนื่องกับการขนส่ง แนะนำ

I64 การไปรษณีย์และการโทรคมนาคม แนะนำ

I641 บริการทางไปรษณีย์และการรับส่งพัสดุภัณฑ์ แนะนำ

I6411 แนะนำ

I64110 บริการทางไปรษณีย์ของรัฐ แนะนำ

I6412 แนะนำ

I64120 บริการทางไปรษณีย์ภัณฑ์และพัสดุภัณฑ์โดยภาคเอกชน แนะนำ

I642 แนะนำ

I6420 การโทรคมนาคม แนะนำ

I64201 บริการถ่ายทอดกระจายเสียงทางวิทยุและโทรทัศน์ แนะนำ

I64202 บริการโทรศัพท์ แนะนำ

I64203 บริการระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ แนะนำ

I64204 บริการรายการโทรทัศน์ทางสายเคเบิล แนะนำ

I64205 บริการถ่ายทอดสัญญาณทางดาวเทียม โทรคมนาคมดาวเทียม แนะนำ

I64206 บริการระบบสื่อสารทางอินเทอร์เน็ต แนะนำ

J00 ตัวกลางทางการเงิน แนะนำ

J65 ตัวกลางทางการเงิน ยกเว้น การประกันภัย และกองทุนบำเหน็จบำนาญ แนะนำ

J651 สถาบันการเงิน ธนาคาร แนะนำ

J6511 แนะนำ

J65110 ธนาคารกลาง ธนาคารแห่งประเทศไทย แนะนำ

J6519 สถาบันการเงินอื่นๆ แนะนำ

J65191 ธนาคารพาณิชย์ แนะนำ

J65192 ธนาคารออมสิน แนะนำ

J65193 ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร ธกส. แนะนำ

J65194 ธนาคารอาคารสงเคราะห์ ธอส. แนะนำ

J65195 สหกรณ์การเกษตร แนะนำ

J65196 สหกรณ์ออมทรัพย์ แนะนำ

J659 ตัวกลางทางการเงินอื่น ๆ แนะนำ

J6591 แนะนำ

J65910 การบริการด้านการเงินเพื่อการเช่าสินทรัพย์ แนะนำ

J6592 การให้สินเชื่อประเภทอื่น ๆ แนะนำ

J65921 บรรษัทเงินทุนอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย แนะนำ

J65922 บรรษัทเงินทุนอุตสาหกรรมขนาดย่อม แนะนำ

J65923 ธนาคารเพื่อการส่งออกและนำเข้าแห่งประเทศไทย แนะนำ

J65924 โรงรับจำนำ แนะนำ

J65929 สถาบันการเงินซึ่งมิได้จัดประเภทไว้ที่อื่น แนะนำ

J6599 แนะนำ

J65990 ตัวกลางทางการเงินอื่นๆ ซึ่งมิได้จัดประเภทไว้ในที่อื่น แนะนำ

J66 แนะนำ

J660 การประกันภัยและกองทุนบำเหน็จบำนาญ ยกเว้น การประกันสังคมภาคบังคับ แนะนำ

J6601 แนะนำ

J66010 การประกันชีวิต แนะนำ

J6602 แนะนำ

J66020 กองทุนบำเหน็จบำนาญ กองทุนสำรองเลี้ยงชีพ แนะนำ

J6603 แนะนำ

J66030 การประกันวินาศภัย แนะนำ

J67 บริการเสริมสถาบันการเงิน แนะนำ

J671 บริการเสริมสถาบันการเงิน ยกเว้น การประกันภัยและกองทุนบำเหน็จบำนาญ แนะนำ

J6711 แนะนำ

J67110 การบริหารงานด้านตลาดการเงิน แนะนำ

J6712 การบริการซื้อขายหลักทรัพย์ แนะนำ

J67121 บริษัทการลงทุน แนะนำ

J67122 ผู้ประกันการจำหน่ายหลักทรัพย์ แนะนำ

J67123 นายหน้าและผู้ซื้อขายตลาดหลักทรัพย์ แนะนำ

J6719 แนะนำ

J67190 บริการเสริมสถาบันการเงิน ซึ่งมิได้จัดประเภทไว้ในที่อื่น แนะนำ

J672 แนะนำ

J6720 แนะนำ

J67200 บริการเสริมการประกันภัยและกองทุนบำเหน็จบำนาญ แนะนำ

K00 บริการด้านอสังหาริมทรัพย์ การให้เช่าและบริการทางธุรกิจ แนะนำ

K70 บริการด้านอสังหาริมทรัพย์ แนะนำ

K701 แนะนำ

K7010 บริการอสังหาริมทรัพย์ที่เป็นของตนเอง หรือเช่าจากผู้อื่น แนะนำ

K70101 การให้เช่า การขาย การซื้อและการดำเนินงานด้านอสังหาริมทรัพย์ แนะนำ

K70102 การพัฒนาและการขายที่ดินสุสาน แนะนำ

K702 แนะนำ

K7020 แนะนำ

K70200 ตัวแทนและนายหน้าซื้อขายอสังหาริมทรัพย์ แนะนำ

K71 บริการให้เช่าเครื่องจักรและอุปกรณ์โดยไม่มีผู้ควบคุม การให้เช่าของใช้ส่วนบุคคลและของใช้ในครัวเรือน แนะนำ

K711 บริการให้เช่าอุปกรณ์การขนส่ง แนะนำ

K7111 แนะนำ

K71110 บริการให้เช่าอุปกรณ์การขนส่งทางบก แนะนำ

K7112 แนะนำ

K71120 บริการให้เช่าอุปกรณ์การขนส่งทางน้ำ แนะนำ

K7113 แนะนำ

K71130 บริการให้เช่าอุปกรณ์การขนส่งทางอากาศ แนะนำ

K712 บริการให้เช่าเครื่องจักรและเครื่องอุปกรณ์อื่น ๆ แนะนำ

K7121 แนะนำ

K71210 บริการให้เช่าเครื่องจักรและเครื่องอุปกรณ์ทางการเกษตร แนะนำ

K7122 แนะนำ

K71220 บริการให้เช่าเครื่องจักรและเครื่องอุปกรณ์ที่ใช้ในงานก่อสร้าง และงานวิศวกรรมโยธา แนะนำ

K7123 แนะนำ

K71230 บริการให้เช่าเครื่องจักรและเครื่องอุปกรณ์ที่ใช้ในสำนักงาน รวมทั้งเครื่องคอมพิวเตอร์ แนะนำ

K7129 แนะนำ

K71290 บริการให้เช่าเครื่องจักรและเครื่องอุปกรณ์อื่น ๆ ซึ่งมิได้จัดประเภทไว้ในที่อื่น แนะนำ

K713 แนะนำ

K7130 แนะนำ

K71300 บริการให้เช่าของใช้ส่วนบุคคลและของใช้ในครัวเรือน ซึ่งมิได้จัดประเภทไว้ในที่อื่น แนะนำ

K72 กิจกรรมด้านคอมพิวเตอร์และกิจกรรมที่เกี่ยวข้อง แนะนำ

K721 แนะนำ

K7210 แนะนำ

K72100 การให้คำปรึกษาเกี่ยวกับฮาร์ดแวร์ แนะนำ

K722 แนะนำ

K7220 แนะนำ

K72200 การให้คำปรึกษาและการจัดหาเกี่ยวกับซอฟต์แวร์ แนะนำ

K723 แนะนำ

K7230 แนะนำ

K72300 การประมวลผลข้อมูล แนะนำ

K724 แนะนำ

K7240 แนะนำ

K72400 กิจกรรมด้านฐานข้อมูล แนะนำ

K725 แนะนำ

K7250 แนะนำ

K72500 การบำรุงรักษาและการซ่อมแซมเครื่องจักรสำนักงาน เครื่องทำบัญชี และเครื่องคำนวณ แนะนำ

K729 แนะนำ

K7290 แนะนำ

K72900 กิจกรรมอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ แนะนำ

K73 การวิจัยและพัฒนา แนะนำ

K731 แนะนำ

K7310 การวิจัยและการพัฒนาการทดลองด้านวิทยาศาสตร์ธรรมชาติและวิศวกรรม แนะนำ

K73101 การวิจัยและการพัฒนาการทดลองด้านวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ แนะนำ

K73102 การวิจัยและการพัฒนาการทดลองด้านวิศวกรรมและทางเทคนิค แนะนำ

K732 แนะนำ

K7320 แนะนำ

K73200 การวิจัยและการพัฒนาการทดลองด้านสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์ แนะนำ

K74 บริการด้านธุรกิจอื่น ๆ แนะนำ

K741 บริการทางกฎหมาย บัญชี การทำบัญชีและการตรวจสอบบัญชี การให้คำปรึกษาด้านภาษี การวิจัยตลาดและการสำรวจความคิดเห็น และการให้คำปรึกษาทางธุรกิจ และการจัดการ แนะนำ

K7411 แนะนำ

K74110 บริการทางกฎหมาย แนะนำ

K7412 แนะนำ

K74120 บริการการบัญชี การทำบัญชีและการตรวจสอบบัญชี และการให้คำปรึกษาด้านภาษี แนะนำ

K7413 แนะนำ

K74130 การวิจัยตลาดและการสำรวจความคิดเห็น แนะนำ

K7414 แนะนำ

K74140 บริการการให้คำปรึกษาทางธุรกิจและการจัดการ แนะนำ

K742 บริการทางสถาปัตยกรรม วิศวกรรม และเทคนิคอื่นๆ แนะนำ

K7421 บริการทางสถาปัตยกรรม วิศวกรรม และการให้คำปรึกษาทางเทคนิคที่เกี่ยวข้อง แนะนำ

K74211 บริการทางสถาปัตยกรรม แนะนำ

K74212 บริการทางวิศวกรรมและทางเทคนิค แนะนำ

K74213 บริการทางธรณีวิทยาและการสำรวจแร่ แนะนำ

K7422 แนะนำ

K74220 บริการทดสอบและการวิเคราะห์ทางเทคนิค แนะนำ

K743 แนะนำ

K7430 แนะนำ

K74300 บริการโฆษณา แนะนำ

K749 บริการด้านธุรกิจอื่น ซึ่งมิได้จัดประเภทไว้ในที่อื่น แนะนำ

K7491 แนะนำ

K74910 บริการจัดหางานและการสรรหาบุคลากร แนะนำ

K7492 บริการสืบสวน และการรักษาความปลอดภัย แนะนำ

K74921 บริการสืบสวน สอบสวน แนะนำ

K74922 บริการรักษาความปลอดภัย แนะนำ

K7493 แนะนำ

K74930 บริการทำความสะอาดอาคาร แนะนำ

K7494 แนะนำ

K74940 บริการถ่ายภาพ แนะนำ

K7495 แนะนำ

K74950 บริการบรรจุภัณฑ์ แนะนำ

K7499 แนะนำ

K74990 บริการด้านธุรกิจอื่นๆ ซึ่งมิได้จัดประเภทไว้ในที่อื่น แนะนำ

L00 การบริหารราชการและการป้องกันประเทศ รวมทั้งการประกันสังคมภาคบังคับ แนะนำ

L75 การบริหารราชการและการป้องกันประเทศ รวมทั้งการประกันสังคมภาคบังคับ แนะนำ

L751 การบริหารราชการและนโยบายทางด้านเศรษฐกิจและสังคมชุมชน แนะนำ

L7511 การบริหารของรัฐทั่วไป โดยรวม แนะนำ

L75111 การบริหารราชการส่วนกลาง แนะนำ

L75112 การบริหารราชการส่วนภูมิภาคและส่วนท้องถิ่น แนะนำ

L75113 การบริหารนโยบายทางด้านเศรษฐกิจและสังคม แนะนำ

L7512 แนะนำ

L75120 การกำหนดกฎเกณฑ์ของหน่วยงานในการให้บริการด้านการดูแลสุขภาพ การศึกษา วัฒนธรรม และการบริการทางสังคมอื่นๆ ยกเว้น การประกันสังคม แนะนำ

L7513 แนะนำ

L75130 การกำหนดเกณฑ์และการสนับสนุนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินธุรกิจ แนะนำ

L7514 แนะนำ

L75140 กิจกรรมด้านการบริการที่ส่งเสริมภาครัฐโดยรวม แนะนำ

L752 การจัดหาการบริการให้แก่ชุมชนโดยรวม แนะนำ
L7521 แนะนำ
L75210 การให้บริการด้านต่างประเทศ แนะนำ
L7522 การป้องกันประเทศ แนะนำ
L75221 ฝ่ายทหาร แนะนำ
L75222 ฝ่ายพลเรือน แนะนำ
L7523 การรักษาระเบียบและความปลอดภัยของประชาชน แนะนำ
L75231 สำนักงานตำรวจแห่งชาติ กรมตำรวจ แนะนำ
L75232 สถาบันเพื่อความยุติธรรม แนะนำ
L75233 เรือนจำ แนะนำ
L75234 หน่วยงานที่รักษาระเบียบและความปลอดภัยอื่นๆ แนะนำ
L753 แนะนำ
L7530 แนะนำ
L75300 การประกันสังคมภาคบังคับ แนะนำ
M00 การศึกษา แนะนำ
M80 การศึกษา แนะนำ
M801 แนะนำ
M8010 การศึกษาระดับประถมศึกษา แนะนำ
M80101 โรงเรียนอนุบาลและโรงเรียนเตรียมประถมศึกษา แนะนำ
M80102 โรงเรียนประถมศึกษา แนะนำ
M80103 โรงเรียนศึกษาสงเคราะห์และพิเศษ แนะนำ
M802 การศึกษาระดับมัธยมศึกษา แนะนำ
M8021 แนะนำ
M80210 การศึกษาระดับมัธยมศึกษาสายสามัญ แนะนำ
M8022 การศึกษาระดับมัธยมศึกษาสายอาชีวศึกษา แนะนำ
M80221 โรงเรียนเทคนิค แนะนำ
M80222 โรงเรียนพาณิชยการ แนะนำ
M80229 โรงเรียนอาชีวศึกษาอื่นๆ แนะนำ
M803 แนะนำ
M8030 การศึกษาระดับอุดมศึกษา แนะนำ
M80301 วิทยาลัยที่สอนด้านวิชาชีพ แนะนำ
M80309 มหาวิทยาลัยและสถาบันอุดมศึกษาอื่นๆ ที่คล้ายคลึงกัน แนะนำ
M809 แนะนำ
M8090 การศึกษาผู้ใหญ่และการศึกษาอื่นๆ แนะนำ
M80901 การศึกษาผู้ใหญ่สายสามัญ แนะนำ
M80902 การศึกษาผู้ใหญ่สายอาชีพ แนะนำ

M80909 สถาบันการศึกษาอื่นๆ ซึ่งมิได้จัดประเภทไว้ในที่อื่น แนะนำ new

N00 การบริการด้านสุขภาพและงานสังคมสงเคราะห์ แนะนำ

N85 การบริการด้านสุขภาพและงานสังคมสงเคราะห์ แนะนำ

N851 บริการด้านสุขภาพ แนะนำ

N8511 บริการของโรงพยาบาล แนะนำ

N85111 โรงพยาบาลทั่วไป แนะนำ

N85112 โรงพยาบาลเฉพาะโรค แนะนำ

N8512 บริการทางการแพทย์และทันตกรรม แนะนำ

N85121 สำนักงานทางการแพทย์และศัลยกรรม แนะนำ

N85122 สำนักงานทันตแพทย์ แนะนำ

N8519 แนะนำ

N85190 บริการด้านสุขภาพอื่น ๆ แนะนำ

N852 แนะนำ

N8520 แนะนำ

N85200 บริการรักษาสัตว์ แนะนำ

N853 บริการด้านสังคมสงเคราะห์ แนะนำ

N8531 แนะนำ

N85310 บริการด้านสังคมสงเคราะห์แบบให้ที่พัก แนะนำ new

N8532 แนะนำ

N85320 บริการด้านสังคมสงเคราะห์แบบไม่ให้ที่พัก แนะนำ

O00 การให้บริการชุมชน สังคม และบริการส่วนบุคคลอื่น ๆ แนะนำ

O90 แนะนำ

O900 แนะนำ

O9000 แนะนำ

O90000 การกำจัดสิ่งปฏิกูลและขยะ การสุขาภิบาลและบริการที่คล้ายคลึงกัน แนะนำ

O91 องค์กรสมาชิก ซึ่งมิได้จัดประเภทไว้ในที่อื่น แนะนำ

O911 องค์กรธุรกิจ องค์กรนายจ้างและองค์กรทางวิชาชีพ แนะนำ

O9111 แนะนำ

O91110 องค์กรธุรกิจและองค์กรนายจ้าง แนะนำ

O9112 แนะนำ

O91120 องค์กรทางวิชาชีพ แนะนำ

O9113 ตัวแทนธุรกิจการค้าระหว่างประเทศ แนะนำ

O91131 สำนักงานผู้แทนนิติบุคคลระหว่างประเทศ แนะนำ

O91132 สำนักงานภูมิภาคของบริษัทข้ามชาติ แนะนำ

O912 แนะนำ

O9120 แนะนำ

O91200 สหภาพแรงงาน แนะนำ

O919 องค์กรสมาชิกอื่น ๆ แนะนำ

O9191 แนะนำ

O91910 องค์กรทางศาสนา แนะนำ

O9192 แนะนำ

O91920 องค์กรทางการเมือง แนะนำ

O9193 แนะนำ

O91930 องค์กรพัฒนาเอกชน NGO แนะนำ → ISIC level 4 ไม่มีตัวนี้

O9199 แนะนำ

O91990 องค์กรสมาชิกอื่น ๆ ซึ่งมิได้จัดประเภทไว้ในที่อื่น แนะนำ

O92 กิจกรรมนันทนาการ วัฒนธรรม และการกีฬา แนะนำ

O921 บริการด้านภาพยนตร์ วิทยุ โทรทัศน์ และการบันเทิงอื่น ๆ แนะนำ

O9211 การผลิตและการจำหน่ายภาพยนตร์และวีดิทัศน์ แนะนำ

O92111 การผลิตภาพยนตร์และวีดิทัศน์ แนะนำ

O92112 การจำหน่ายภาพยนตร์ และวีดิทัศน์ แนะนำ

O9212 แนะนำ

O92120 การฉายภาพยนตร์ แนะนำ

O9213 แนะนำ

O92130 บริการด้านวิทยุและโทรทัศน์ แนะนำ

O9214 แนะนำ

O92140 การแสดงละคร ดนตรี และศิลปะอื่น ๆ แนะนำ

O9219 แนะนำ

O92190 กิจกรรมความบันเทิงอื่น ๆ ซึ่งมิได้จัดประเภทไว้ในที่อื่น แนะนำ

O922 แนะนำ

O9220 แนะนำ

O92200 งานสำนักข่าว แนะนำ

O923 กิจกรรมห้องสมุด หอจดหมายเหตุ พิพิธภัณฑสถาน และกิจกรรมทางวัฒนธรรมอื่นๆ แนะนำ

O9231 แนะนำ

O92310 ห้องสมุดและหอจดหมายเหตุ แนะนำ

O9232 แนะนำ

O92320 พิพิธภัณฑ์สถานและการอนุรักษ์สิ่งก่อสร้างและสถานที่ทางประวัติศาสตร์ แนะนำ

O9233 แนะนำ

O92330 สวนพฤกษชาติ สวนสัตว์และการอนุรักษ์ธรรมชาติ แนะนำ

O924 กิจกรรมการกีฬาและนันทนาการอื่น ๆ แนะนำ

O9241 บริการกีฬา แนะนำ

O92411 สโมสรการกีฬา แนะนำ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

O92412 สถานบริการด้านการกีฬา แนะนำ

O92419 กิจกรรมการกีฬาอื่นๆ แนะนำ

O9249 แนะนำ

O92490 บริการนันทนาการอื่น ๆ แนะนำ

O93 แนะนำ

O930 กิจกรรมด้านการบริการอื่น ๆ แนะนำ

O9301 แนะนำ

O93010 บริการซักรีด และซักแห้งผลิตภัณฑ์สิ่งทอสิ่งถัก และผลิตภัณฑ์ขนสัตว์ แนะนำ

O9302 บริการแต่งผมและเสริมความงาม แนะนำ

O93021 ร้านแต่งผม แนะนำ

O93022 สถานเสริมความงาม แนะนำ

O9303 แนะนำ

O93030 บริการเกี่ยวกับงานศพและกิจกรรมที่เกี่ยวข้อง แนะนำ

O9309 กิจกรรมบริการซึ่งมิได้จัดประเภทไว้ในที่อื่น แนะนำ

O93091 สถานลดน้ำหนัก แนะนำ

O93092 สถานอาบ อบ นวด แนะนำ

O93093 บริการนวดแผนโบราณ แนะนำ

O93094 บริการจัดการงานแต่งงาน แนะนำ

O93099 กิจกรรมบริการอื่นๆ ซึ่งมิได้จัดประเภทไว้ในที่อื่น แนะนำ

P00 ลูกจ้างในครัวเรือนส่วนบุคคล แนะนำ

P95 แนะนำ

P950 แนะนำ

P9500 แนะนำ

P95000 ลูกจ้างในครัวเรือนส่วนบุคคล แนะนำ

Q00 องค์การระหว่างประเทศและองค์การต่างประเทศอื่น ๆ และสมาชิก แนะนำ

Q99 แนะนำ

Q990 แนะนำ

Q9900 แนะนำ

Q99000 องค์การระหว่างประเทศและองค์การต่างประเทศอื่น ๆ และสมาชิก แนะนำ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค
ตัวอย่างข้อมูลจากการตรวจวัดการใช้พลังงานในโรงงานต่างๆ ที่เข้าร่วมโครงการฯ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลการตรวจวัดการใช้พลังงานของโรงงานตัวอย่างที่ใช้กระบวนการ blown film extrusion (โรงที่ 1)

กระบวนการผลิต

รายละเอียด	พิกัด	หน่วย	การใช้พลังงานไฟฟ้า kwh/hr	นน.ผลผลิต kg/hr	นน.ผลิตรวม kg/hr	SECผลผลิต kwh/kg	SECรวม kwh/kg	หมายเหตุ	สัดส่วนการใช้พลังงาน %
รวมทั้งเครื่อง Blown Film	TBC-1		17.83	33.80	38.41	0.527	0.464	วัดรวมทั้งเครื่อง	
รวมทั้งเครื่อง Blown Film	TBC-6		16.83	31.02	35.25	0.543	0.477	วัดรวมทั้งเครื่อง	100.00
Heater			7.28	31.02	35.25	0.235	0.207		43.28
Blower			2.34	31.02	35.25	0.075	0.066		13.90
Extruder			6.04	31.02	35.25	0.195	0.171		35.90
ส่วนอื่นๆของเครื่องเป่าถุง			1.16	31.02	35.25	0.038	0.033		6.91
รวมทั้งเครื่อง Blown Film	TBC-10		17.74	36.14	40.84	0.491	0.434	วัดรวมทั้งเครื่อง	
เครื่อง Blown Film	INL-9		32.71	71.00	79.87	0.461	0.410	รวม TB8-9 &ตัด	100.00
	TB-8		16.37	35.38	39.79	0.463	0.411		50.05
	TB-9		10.92	35.63	40.07	0.306	0.272		33.37
เครื่องตัด Inline	INL-9		5.42	71.00	79.87	0.076	0.068		16.58
รวมทั้งแผนกเป่า			505.35	917.99	1096.14	0.550	0.461		100.00
แผนกเป่า Line A			53.58	299.78	340.36	0.179	0.157		10.60
แผนกเป่า Line B			-	65.70	72.98	-	-	ไม่สามรถวัดแยกได้	0.00
แผนกเป่า Line C			161.46	247.88	273.30	0.651	0.591		31.95
แผนกเป่า Line D			290.31	370.33	482.48	0.784	0.602		57.45
แผนกตัด Line A			-	116.91	130.68	-	-	ไม่สามรถวัดแยกได้	
แผนกตัด Line C			74.93	549.13	608.76	0.136	0.123		
แผนกพิมพ์			24.95	119.11	119.11	0.209	0.209		
แผนกหลอมเม็ด			284.39	875.00	875.00	0.325	0.325		

Utility

รายละเอียด	พิกัด	หน่วย	การใช้พลังงานไฟฟ้า kwh/hr	นน.ผลผลิต kg/hr	นน.ผลิตรวม kg/hr	SECผลผลิต kwh/kg	SECรวม kwh/kg	หมายเหตุ	สัดส่วนการใช้พลังงาน %
Air Compressor	45	kW	103.85	917.99	1096.14	0.113	0.095	รวมจำนวน 3 เครื่อง	-
Cooling Tower	20	Ton	11.6	917.99	1096.14	0.013	0.011	-	-
สำนักงาน	-	-	31.5	917.99	1096.14	0.034	0.029	-	-

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลการตรวจวัดการใช้พลังงานของโรงงานตัวอย่างที่ใช้กระบวนการ blown film extrusion (โรงที่ 2)

กระบวนการผลิต

รายละเอียด	พิกัด	หน่วย	การใช้พลังงานไฟฟ้า kwh/hr	นน.ผลผลิต kg/hr	นน.ผลิตรวม kg/hr	SECผลผลิต kwh/kg	SECรวม kwh/kg	หมายเหตุ	สัดส่วนการใช้พลังงาน %
รวมทั้งเครื่องเป่าถุง	No.	BY10	17.46	62.19	62.19	0.281	0.281	-	100.00
Motor Extruder	-	-	14.80	62.19	62.19	0.238	0.238	-	84.78
ส่วนอื่นๆของเครื่อง	-	-	2.66	62.19	62.19	0.043	0.043	เครื่องยี่ห้อ YEI	15.22
รวมทั้งเครื่องเป่าถุง	No.	BQ 05	28.26	47.67	54.12	0.593	0.522	-	100.00
Motor Extruder	-	-	11.94	47.67	54.12	0.251	0.221	-	42.25
ส่วนอื่นๆของเครื่อง	-	-	16.32	47.67	54.12	0.342	0.302	เครื่องยี่ห้อ Queen's	57.75
รวมทั้งเครื่องเป่าถุง	No.	BZ 28	20.81	62.59	62.59	0.333	0.333	เครื่องยี่ห้อ Thai Bags	100.00
แผนกเป่าถุง อาคาร 1	-	-	257.87	582.25	630.14	0.443	0.409	-	-
แผนกเป่าถุง อาคาร 2	-	-	418.54	860.20	957.38	0.487	0.437	-	-
แผนกตัด	-	-	46.79	1525.71	1775.90	0.031	0.026	-	-
เครื่องหลอมเม็ด	-	-	46.47	112.23	112.23	0.414	0.414	-	-
เครื่องผสมเม็ด	-	-	8.88	-	-	-	-	-	-

Utility

รายละเอียด	พิกัด	หน่วย	การใช้พลังงานไฟฟ้า kwh/hr	นน.ผลผลิต kg/hr	นน.ผลิตรวม kg/hr	SECผลผลิต kwh/kg	SECรวม kwh/kg	หมายเหตุ	สัดส่วนการใช้พลังงาน %
Utility แผนกเป่า อาคาร 1	-	-	12.05	582.25	630.14	0.021	0.019	-	100.00
พัดลมระบายอากาศ	-	-	3.01	582.25	630.14	0.005	0.005	-	24.98
ปลั๊กไฟ	-	-	3.67	582.25	630.14	0.006	0.006	-	30.46
แสงสว่าง	-	-	5.37	582.25	630.14	0.009	0.009	-	44.56
Utility แผนกเป่า อาคาร 2	-	-	4.38	860.20	957.38	0.005	0.005	สามารถวัดได้เท่านี้	-
แสงสว่าง	-	-	4.38	860.20	957.38	0.005	0.005	-	-
Utility รวมการผลิต	-	-	110.17	1442.45	1587.52	0.076	0.069	-	100.00
Cooling Tower	-	-	8.09	1442.45	1587.52	0.006	0.005	-	7.34
ระบบอัดอากาศ	-	-	102.08	1442.45	1587.52	0.071	0.064	-	92.66

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลการตรวจวัดการใช้พลังงานของโรงงานตัวอย่างที่ใช้กระบวนการ film extrusion

กระบวนการผลิต	การใช้พลังงานไฟฟ้า kwh/hr	ผลผลิต kg/hr	SEC kwh/kg
เครื่อง cast film	57.90	100.0	0.579
เครื่อง laminate solvent hotoil	12.55	655.0	0.019
เครื่อง laminate solvent heater	76.65	675.0	0.114
MAIN เครื่องตัด Slit	13.33	705.0	0.019
MAIN เครื่องซีลซอง	9.75	100.0	0.098
เครื่องพิมพ์รวม motor+heater	162.14	180.0	0.901

Utility	การใช้พลังงานไฟฟ้า kwh/hr
Chiller1 Fac1	7.843
Chiller2 Fac1	15.008
Chiller3 Fac1	12.954
Chiller Fac2	39.918
pump cooling tower fac1	3.703
Fan cooling tower fac1	1.359
Cooling Tower fac2	2.223
Hot Oil Boiler	8.629
Air Compressor fac 1	11.22
Air Compressor fac 2	25.341
Blower fac1	2.078
office main1	10.068
office main2	9.954
รวม	150.30

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลการตรวจวัดการใช้พลังงานของโรงงานตัวอย่างที่ใช้กระบวนการ sheet extrusion (โรงที่ 1)

กระบวนการผลิต

รายละเอียด	พิกัด	หน่วย	การใช้พลังงานไฟฟ้า kwh/hr	นน.ผลผลิต kg/hr	นน.ผลิตรวม kg/hr	SECผลผลิต kwh/kg	SECรวม kwh/kg	หมายเหตุ	สัดส่วนการใช้พลังงาน %
รวมเครื่อง Sheet Extrusion Ex.03	-	-	63.06	260.96	325.34	0.242	0.194		100.00
Heater extruder	-	-	21.22	260.96	325.34	0.081	0.065		33.64
ส่วนอื่นๆของเครื่อง No.Ex.03	-	-	41.84	260.96	325.34	0.160	0.129		66.36
รวมเครื่อง Sheet Extrusion Ex.04	-	-	36.12	81.06	93.47	0.446	0.386		100.00
Cylinder Temp. Control	-	-	2.95	81.06	93.47	0.036	0.032		8.17
ส่วนอื่นๆของเครื่อง No.Ex.04	-	-	33.17	81.06	93.47	0.409	0.355		91.83
รวมเครื่อง Sheet Extrusion Ex.06	-	-	75.43	100.19	130.51	0.753	0.578		100.00
Heater extruder	-	-	19.56	98.03	-	0.200	-		25.93
Motor Control	-	-	10.82	100.19	130.51	0.108	0.083		14.34
Cylinder Temp. Control	-	-	11.89	100.19	130.51	0.119	0.091		15.76
Chiller	-	-	18.43	100.19	130.51	0.184	0.141	จ่ายเฉพาะเครื่อง Sheet Extrusion 6	24.43
ส่วนอื่นๆของเครื่อง No.Ex.06	-	-	14.74	100.19	130.51	0.147	0.113		19.54

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลการตรวจวัดการใช้พลังงานของโรงงานตัวอย่างที่ใช้กระบวนการ sheet extrusion (โรงที่ 1) (ต่อ)

Utility

รายละเอียด	พิกัด	หน่วย	การใช้พลังงานไฟฟ้า kwh/hr	นน.ผลผลิต kg/hr	นน.ผลิตรวม kg/hr	SECผลผลิต kwh/kg	SECรวม kwh/kg	หมายเหตุ	สัดส่วนการใช้พลังงาน %
Cooling Tower	1	hp	0.744	-	-	-	-	Fan	
Air Compressor (Piston Type)	10	hp	2.95	-	-	-	-	No. AC-5	จ่ายแผนก Sheet Extrusion
Air Compressor (Piston Type)	15	hp	9.54	เดินตลอด	-	-	-	No. AC-6	
Air Compressor (Piston Type)	10	hp	5.10	-	-	-	-	No. AC-7	
Air Compressor (Screw Type)	20	hp	9.62	-	-	-	-		จ่ายแผนก Thermoform
Air Compressor (Screw Type)	50	hp	35.87	-	-	-	-		
Chiller No.1	60	TonR	24.04	-	-	-	-		จ่ายแผนก Sheet Extrusion
Chiller No.2	40	TonR	19.21	-	-	-	-		
Vacuum Pump	-	-	13.2	-	-	-	-	2 ชุด	
แสงสว่าง แผนก Thermoforming	-	-	2.77	-	-	-	-		

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลการตรวจวัดการใช้พลังงานของโรงงานตัวอย่างที่ใช้กระบวนการ sheet extrusion (โรงที่ 2)

กระบวนการผลิต

รายละเอียด	พิกัด	หน่วย	การใช้พลังงานไฟฟ้า kwh/hr	นน.ผลผลิต kg/hr	นน.ผลิตรวม kg/hr	SECผลผลิต kwh/kg	SECรวม kwh/kg	หมายเหตุ	สัดส่วนการใช้พลังงาน %
เครื่อง Sheet Extrusion	No.Ex.05	โรง#2	521.43	1057.34	1112.73	0.493	0.469	อ่านจากมิเตอร์รวม	100.00
รวมทั้งเครื่อง Sheet Ex.05	No.Ex.05	โรง#2	525.60	1057.34	1112.73	0.497	0.472	จากการตรวจวัด	100.00
Main Dirve			410.21	1057.34	1112.73	0.388	0.369		78.05
Other Mian Drive			38.33	1057.34	1112.73	0.036	0.034		7.29
Heater			77.06	1057.34	1112.73	0.073	0.069		14.66
รวมทั้งเครื่อง Sheet Ext.01	No.Ext.01	โรง#1	97.30	394.44	441.32	0.247	0.220	วัดรวมทั้งเครื่อง	100.00
Main Drive			72.02	394.44	441.32	0.183	0.163		74.02
Heater			25.27	394.44	441.32	0.064	0.057		25.98
เครื่อง Sheet Extrusion	No.Ext.04	โรง#1	105.48	302.52	344.87	0.349	0.306	วัดรวมทั้งเครื่อง	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลการตรวจวัดการใช้พลังงานของโรงงานตัวอย่างที่ใช้กระบวนการ sheet extrusion (โรงที่ 2) (ต่อ)

Utility

รายละเอียด	พิกัด	หน่วย	การใช้พลังงานไฟฟ้า kwh/hr	นน.ผลผลิต kg/hr	นน.ผลิตรวม kg/hr	SECผลผลิต kwh/kg	SECรวม kwh/kg	หมายเหตุ	สัดส่วนการใช้พลังงาน %
โรงผลิต # 1								โรง Liner&Bed Assesory	
ระบบอัดอากาศ	-	-	224.8	-	-	-	-	-	-
ระบบทำความเย็น	-	-	74.86	-	-	-	-	-	-
Cooling Tower	-	-	16.76	-	-	-	-	-	-
โรงผลิต # 2								โรงทำถ้วย	
ระบบอัดอากาศ	-	-	173.45	-	-	-	-	-	-
Cooling Tower	-	-	57.17	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ : โรงผลิต # 1 ผลิตถ้วยพลาสติก มี Sheet Extrusion+Thermoforming และ โรงผลิต # 2 ผลิต Liner&Bed Assesory มี Sheet Extrusion+Thermoforming+Rotational Molding

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลการตรวจวัดการใช้พลังงานของโรงงานตัวอย่างที่ใช้กระบวนการ sheet extrusion (โรงที่ 3)

รายละเอียด	พิกัด	หน่วย	การใช้พลังงานไฟฟ้า kwh/hr	นน.ผลผลิต kg/hr	นน.ผลิตรวม kg/hr	SECผลผลิต kwh/kg	SECรวม kwh/kg	หมายเหตุ	สัดส่วนการใช้พลังงาน %
แผนก Sheet Extrusion	**โรง 4**		791.96	1,030.22	1,030.32	0.769	0.769	ไม่รวม UTILITY	
กระบวนการผลิต									
รวมเครื่อง Wellex 90/65	Wellex 90/65		143.66	227.01	227.06	0.633	0.633	วัดรวมทั้งเครื่อง	100.00
Main Extruder			82.15	227.01	227.06	0.362	0.362		57.18
Main Co-Extruder			33.31	227.01	227.06	0.147	0.147		23.19
Vacuum Pump			10.90	227.01	227.06	0.048	0.048		7.59
Polishing			13.87	227.01	227.06	0.061	0.061		9.65
Motor Crusher			3.43	227.01	227.06	0.015	0.015		2.39
ส่วนอื่นๆของเครื่องWellex 90/65			28.30	227.01	227.06	0.125	0.125		19.70
เครื่อง Sheet Extrusion	GM 90		110.47	214.89	214.90	0.514	0.514	วัดรวมทั้งเครื่อง	100.00
UTILITY แผนก Sheet Ex.	โรง 4								
Cooling Tower			51.80	1030.22	1030.32	0.050	0.050		
Air Compressor			54.20	1030.22	1030.32	0.053	0.053		
กระบวนการผลิต									
รวมเครื่อง Sheet ExtrusionEFL	EFL	**โรง 3**	137.56	189.52	288.17	0.726	0.477	ใช้ไฟฟ้าจากโรง 3	100.00
Motor Load DC			69.92	189.52	288.17	0.369	0.243	ใช้ไฟฟ้าจากโรง 3	50.83
Load Center			6.62	189.52	288.17	0.035	0.023	ใช้ไฟฟ้าจากโรง 3	4.81
Heater 1			36.27	189.52	288.17	0.191	0.126	ใช้ไฟฟ้าจากโรง 3	26.36
Heater 2			2.75	189.52	288.17	0.015	0.010	ใช้ไฟฟ้าจากโรง 3	2.00
Vacuum Pump			22.00	189.52	288.17	0.116	0.076	ใช้ไฟฟ้าจากโรง 3	15.99

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลการตรวจวัดการใช้พลังงานของโรงงานตัวอย่างที่ใช้กระบวนการ pipe & tube extrusion (โรงที่ 1)

กระบวนการผลิต

รายละเอียด	พิกัด	หน่วย	การใช้พลังงานไฟฟ้า kwh/hr	นน.ผลผลิต kg/hr	นน.ผลิตรวม kg/hr	SECผลผลิต kwh/kg	SECรวม kwh/kg	หมายเหตุ	สัดส่วนการใช้พลังงาน %
โรง Pipe Extrusion			732.50	1,297.40	1,297.40	0.565	0.565		100.00
กระบวนการผลิต			335.50	1,297.40	1,297.40	0.259	0.259		43.07
UTILITY			397.50	1,297.40	1,297.40	0.306	0.306		54.27
ส่วนอื่นๆ			19.50	1,297.40	1,297.40	0.015	0.015		2.66
เครื่อง Pipe Extrusion	Ex.202		15.85	167.81	167.81	0.0944	0.0944	เฉพาะชุด Extruder	
เครื่อง Pipe Extrusion	Ex.213		27.10	366.17	366.17	0.0740	0.0740	เฉพาะชุด Extruder	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลการตรวจวัดการใช้พลังงานของโรงงานตัวอย่างที่ใช้กระบวนการ pipe & tube extrusion (โรงที่ 2)

ลำดับ	เครื่องที่ตรวจวัด	kWh/ชม.	ผลผลิต/ชม. (กก.)	SEC
1	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง PVC no.9	23.045	179.21	0.129
2	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง PVC no.11	27.556	157.17	0.175
3	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง PVC no.12	21.161	62.88	0.337
4	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง PVC no.19	29.225	78.83	0.371
5	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง PVC no.25	46.503	357.29	0.130
6	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง PVC no.28	36.53	221.63	0.165
7	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง PVC no.29	48.675	355.13	0.137
8	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง PVC no.30 main	63.551	333.00	0.191
9	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง PVC no.30 heater	8.388		
10	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง PVC no.41	35.502	218.54	0.162
11	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง PVC no.44	56.009	256.58	0.218
12	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง PVC no.47	31.268	103.79	0.301
13	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง PVC no.50	29.209	107.75	0.271
14	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง PVC no.57	35.292	167.75	0.210
15	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง PVC no.62	23.643	150.21	0.157
16	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง PVC no.63	35.073	148.75	0.236

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

181

ข้อมูลการตรวจวัดการใช้พลังงานของโรงงานตัวอย่างที่ใช้กระบวนการ profile extrusion (โรงที่ 1)

รายละเอียด	พิกัด	หน่วย	การใช้พลังงานไฟฟ้า kwh/hr	นน.ผลผลิต kg/hr	นน.ผลิตรวม kg/hr	SECผลผลิต kwh/kg	SECรวม kwh/kg	หมายเหตุ	สัดส่วนการใช้พลังงาน %
โรง Profile Extrusion			983.20	962.16	962.16	1.022	1.022		100.00
กระบวนการผลิต			671.75	962.16	962.16	0.698	0.698		68.32
UTILITY			138.59	962.16	962.16	0.144	0.144		14.10
ส่วนอื่นๆ			172.87	962.16	962.16	0.180	0.180		17.58
เครื่อง Profile Extrusion	No.10		37.24	63.32	63.32	0.588	0.588	รวมทั้งเครื่อง	100.00
Motor Extruder			7.23	63.32	63.32	0.114	0.114		19.42
Puller+Vacuum Unit			26.31	63.32	63.32	0.416	0.416		70.66
ส่วนอื่นๆของเครื่อง No.10			3.69	63.32	63.32	0.058	0.058		9.92
เครื่อง Profile Extrusion	No.24		12.11	28.49	28.49	0.425	0.425	รวมทั้งเครื่อง	100.00
Motor Extruder			5.10	28.49	28.49	0.179	0.179		42.09
Puller+Vacuum Unit			6.29	28.49	28.49	0.221	0.221		51.93
ส่วนอื่นๆของเครื่อง No.24			0.72	28.49	28.49	0.025	0.025		5.98

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลการตรวจวัดการใช้พลังงานของโรงงานตัวอย่างที่ใช้กระบวนการ profile extrusion (โรงที่ 2)

ลำดับ	เครื่องที่ตรวจวัด	kWh/ชม.	time นาที	ผลผลิต/ชม. (kg/hr)	SEC
1	รายละเอียดการตรวจวัด MDB1	102.871	82.25		
2	รายละเอียดการตรวจวัด MDB2	56.248	50.05		
3	รายละเอียดการตรวจวัด office	12.193	14.35		
4	รายละเอียดการตรวจวัด main QC	7.715	33.55		
5	รายละเอียดการตรวจวัด chiller 280,000 btu	32.254	37.20		
6	รายละเอียดการตรวจวัด Aircompressor 11kW	7.639	20.50		
7	รายละเอียดการตรวจวัด บด 20 hp	4.435	11.15	100	0.044
8	รายละเอียดการตรวจวัด EXTRUDER 65 mm. E1	5.759	13.25	14.80	0.389
9	รายละเอียดการตรวจวัด EXTRUDER 65 mm. E4	8.87	69.35	10.07	0.881
10	รายละเอียดการตรวจวัด EXTRUDER 65 mm. E5	6.4	8.35	11.75	0.545
11	รายละเอียดการตรวจวัด EXTRUDER 30 mm. E6	1.528	11.95	7.12	0.215
12	รายละเอียดการตรวจวัด I12 : 50 ton	5.993	16.25	5.74	1.045
13	รายละเอียดการตรวจวัด I11 50ton	4.625	18.25	9.27	0.499
14	รายละเอียดการตรวจวัด I9 : 60 ton	4.471	27.40	17.31	0.258
15	รายละเอียดการตรวจวัด I7 : 75 ton	9.772	24.05	2.38	4.106
16	รายละเอียดการตรวจวัด I6 : 130ton	5.105	30.00	7.26	0.703
17	รายละเอียดการตรวจวัด B1 : 300 ton	18.94	12.45	24.56	0.771

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

183

ข้อมูลการตรวจวัดการใช้พลังงานของโรงงานตัวอย่างที่ใช้กระบวนการ laminating (โรงที่ 1)

กระบวนการผลิต

รายละเอียด	พิกัด	หน่วย	การใช้พลังงานไฟฟ้า kwh/hr	นน.ผลผลิต kg/hr	นน.ผลิตรวม kg/hr	SECผลผลิต kwh/kg	SECรวม kwh/kg	หมายเหตุ	สัดส่วนการใช้พลังงาน %
เครื่อง Laminate	-	-	62.59	314.87	314.87	0.199	0.199	เคลือบนอก	วัดเฉพาะเครื่อง
เครื่องตัดแผ่นรวม	-	-	10.51	54.67	54.67	0.192	0.192	No.2,3,5,6	-
เครื่องตัดมาร์ค	-	-	4.90	252.00	252.00	0.019	0.019		-
เครื่องพิมพ์ม้วน No.15	-	-	18.08	872.90	872.90	0.021	0.021		-
เครื่องพิมพ์ม้วน No.2	-	-	16.80	619.64	619.64	0.027	0.027		-
เครื่องพิมพ์ทีละใบ	-	-	1.72	184.25	184.25	0.009	0.009		-
แผนกเย็บ	-	-	5.30	2312.64	2312.64	0.002	0.002	เย็บก้นถุง+เย็บหูหิ้ว	-

Utility

รายละเอียด	พิกัด	หน่วย	การใช้พลังงานไฟฟ้า kwh/hr	นน.ผลผลิต kg/hr	นน.ผลิตรวม kg/hr	SECผลผลิต kwh/kg	SECรวม kwh/kg	หมายเหตุ	สัดส่วนการใช้พลังงาน %
Air Compressor (Piston Type)	No.3-8	-	41.70	จ่ายให้แผนกทอและการดูดเส้นเทป				วัดรวมจำนวน 4 เครื่องต่อ	
Air Compressor (Piston Type)	No.1-2	-	7.56	จ่ายให้แผนก Tape Extrusion				รวม Air Dryer ด้วย	
Chiller No.2,3	40	TonR	108.47	-	-	-	-	Comp+Pump	
Chiller No.6	13	TonR	13.317	-	-	-	-	Comp+Pump	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลการตรวจวัดการใช้พลังงานของโรงงานตัวอย่างที่ใช้กระบวนการ laminating (โรงที่ 2)

กระบวนการผลิต

รายละเอียด	พิกัด	หน่วย	การใช้พลังงานไฟฟ้า kwh/hr	นน.ผลผลิต kg/hr	นน.ผลิตรวม kg/hr	SECผลผลิต kwh/kg	SECรวม kwh/kg	หมายเหตุ	สัดส่วนการใช้พลังงาน %
เครื่อง Laminate			93.16	264.23	264.23	0.353	0.353	-	-

Utility

รายละเอียด	พิกัด	หน่วย	การใช้พลังงานไฟฟ้า kwh/hr	นน.ผลผลิต kg/hr	นน.ผลิตรวม kg/hr	SECผลผลิต kwh/kg	SECรวม kwh/kg	หมายเหตุ	สัดส่วนการใช้พลังงาน %
Air Compressor (Piston Type)	10	hp	9.37	-	-	-	-	วัดรวมเดิน 4 เครื่อง	-
Air Compressor (Screw Type)	50	hp	42.09	-	-	-	-	-	-
พัดลมระบายอากาศ	-	-	3.8	-	-	-	-	-	-
แสงสว่าง ห้อง Clean Room	-	-	22.6	-	-	-	-	-	16.75
ปรับอากาศ ห้อง Clean Room	-	-	112.36	-	-	-	-	-	83.25
รวมห้อง Clean Room	-	-	134.96	-	-	-	-	-	100.00
สำนักงาน+ปรับอากาศ	-	-	31.7	-	-	-	-	-	-

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลการตรวจวัดการใช้พลังงานของโรงงานตัวอย่างที่ใช้กระบวนการ laminating (โรงที่ 3)

กระบวนการผลิต

รายละเอียด	พิกัด	หน่วย	การใช้พลังงานไฟฟ้า kwh/hr	นน.ผลผลิต kg/hr	นน.ผลิตรวม kg/hr	SECผลผลิต kwh/kg	SECรวม kwh/kg	หมายเหตุ	สัดส่วนการใช้พลังงาน %
เครื่อง Laminate	No.3	-	63.24	275.31	295.42	0.230	0.214	-	-

UTILITY ของ โรง 1

รายละเอียด	พิกัด	หน่วย	การใช้พลังงานไฟฟ้า kwh/hr	นน.ผลผลิต kg/hr	นน.ผลิตรวม kg/hr	SECผลผลิต kwh/kg	SECรวม kwh/kg	หมายเหตุ	สัดส่วนการใช้พลังงาน %
Air Compressor	2	เครื่อง	20.27	-	-	-	-	จ่ายทั้งโรง 1	-
Chiller	2	ชุด	53.15	-	-	-	-	จ่ายเครื่อง Tape Ext. 3-4	-
Cooling Tower	1	ตัว	0.73	-	-	-	-	จ่ายเข้า Chiller	-

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลการตรวจวัดการใช้พลังงานของโรงงานตัวอย่างที่ใช้กระบวนการ laminating (โรงที่ 4)

กระบวนการผลิต

รายละเอียด	พิกัด	หน่วย	การใช้พลังงานไฟฟ้า kwh/hr	นน.ผลผลิต kg/hr	นน.ผลิตรวม kg/hr	SECผลผลิต kwh/kg	SECรวม kwh/kg	หมายเหตุ	สัดส่วนการใช้พลังงาน %
เครื่อง Laminate	No.LM		42.91	306.94	313.27	0.140	0.137		
เครื่องพิมพ์ม้วน+ตัด (Inline)	No.RT2		4.95	187.33	187.33	0.026	0.026		
เครื่องพิมพ์ทีละใบ	No.PR5		1.94	81.77	81.77	0.024	0.024		

Utility

รายละเอียด	พิกัด	หน่วย	การใช้พลังงานไฟฟ้า kwh/hr	นน.ผลผลิต kg/hr	นน.ผลิตรวม kg/hr	SECผลผลิต kwh/kg	SECรวม kwh/kg	หมายเหตุ	สัดส่วนการใช้พลังงาน %
Air Compressor (Piston)	10 hp x2	-	8.54	-	-	-	-	จ่ายแผนกทอเท่านั้น	
Air Compressor (Screw)	22 kW x2	-	40.82	-	-	-	-	จ่ายเครื่องTape Ex.5เท่านั้น	
Chiller	30	TonR	50.78	-	-	-	-	จ่ายเครื่องTape Ex.5+Repellet	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลการตรวจวัดการใช้พลังงานของโรงงานตัวอย่างที่ใช้กระบวนการ calendering (โรงที่ 1)

กระบวนการผลิต

รายละเอียด	พิกัด	หน่วย	การใช้พลังงานไฟฟ้า kwh/hr	นน.ผลผลิต kg/hr	นน.ผลิตรวม kg/hr	SECผลผลิต kwh/kg	SECรวม kwh/kg	หมายเหตุ	สัดส่วนการใช้พลังงาน %
เครื่องโม่ต้ม	-	-	98.37	942.94	1049.75	0.104	0.094	-	35.42
Mixing1	-	-	40.82	942.94	1049.75	0.043	0.039	-	14.70
strainer	-	-	48.53	942.94	1049.75	0.051	0.046	-	17.47
Mixing2	-	-	38.52	942.94	1049.75	0.041	0.037	-	13.87
Calender1	-	-	5.44	942.94	1049.75	0.006	0.005	-	1.96
Calender2	-	-	42.74	942.94	1049.75	0.045	0.041	-	15.39
Pump Hydrolic+แสงสว่างหน้าเครื่อง	-	-	3.29	942.94	1049.75	0.003	0.003	-	1.18
รวม Calendering	-	-	**277.70**	**942.94**	**1049.75**	**0.295**	**0.265**	รวมการ Calendering	100.00
เครื่องอัดลาย	-	-	34.20	-	-	-	-	-	-
เครื่องอาบเงา	-	-	35.00	-	-	-	-	-	-
Oven 15 m.	-	-	32.40	-	-	-	-	-	-
รวม Oven 20m.	**-**	**-**	**60.82**	**768.09**	**768.09**	**0.079**	**0.079**	**-**	**100.00**
เตาอบ 20 m.	-	-	37.92	768.09	768.09	0.049	0.049	-	62.35
ระบบบำบัดควันของ Oven 20m.	-	-	22.90	768.09	768.09	0.030	0.030	ของoven 20 m	37.65

Utility

รายละเอียด	พิกัด	หน่วย	การใช้พลังงานไฟฟ้า kwh/hr	นน.ผลผลิต kg/hr	นน.ผลิตรวม kg/hr	SECผลผลิต kwh/kg	SECรวม kwh/kg	หมายเหตุ	สัดส่วนการใช้พลังงาน %
Cooling Tower	-	-	8.46	-	-	-	-	รวม Fan+Pump	-
Air Compressor	37	kW	31.46	-	-	-	-	รวมทั้งเครื่อง	-
Boiler	3.6	Ton/hr	5.02	-	-	-	-	เฉพาะเครื่อง	-
Hot Oil	-	-	30.45	-	-	-	-	รวมเครื่อง+Pump Hot Oil	-
ระบบปั๊มน้ำปะปา	-	-	10.60	-	-	-	-	Pump น้ำ 1 ตัว	-
สำนักงานและห้องช่าง	-	-	5.21	-	-	-	-	-	-

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

188

ข้อมูลการตรวจวัดการใช้พลังงานของโรงงานตัวอย่างที่ใช้กระบวนการ calendering (โรงที่ 2)

กระบวนการผลิต

รายละเอียด	พิกัด	หน่วย	การใช้พลังงานไฟฟ้า kwh/hr	นน.ผลผลิต kg/hr	นน.ผลิตรวม kg/hr	SECผลผลิต kwh/kg	SECรวม kwh/kg	หมายเหตุ	สัดส่วนการใช้พลังงาน %
เครื่อง Calendering	***No.1***		407.19	789.55	884.94	**0.516**	**0.460**	รวมเครื่อง + Utility	**100.00**
กระบวนการผลิต			181.45	789.55	884.94	***0.230***	***0.205***	เฉพาะการผลิต	***44.56***
Extruder			114.43	789.55	884.94	0.145	0.129		28.10
Calender			56.17	789.55	884.94	0.071	0.063		13.80
Cross Cutter Inline			2.22	789.55	884.94	0.003	0.003		0.55
Crusher			8.63	789.55	884.94	0.011	0.010		2.12
UTILITY			225.74	789.55	884.94	***0.286***	***0.255***	เฉพาะ Utility	***55.44***
Chiller			52.59	789.55	884.94	0.067	0.059		12.92
Heating&Cooling Mixer			11.27	789.55	884.94	0.014	0.013		2.77
Heating&Cooling Pump			97.73	789.55	884.94	0.124	0.110		24.00
แสงสว่าง			54.15	789.55	884.94	0.069	0.061		13.30
พัดลมระบายอากาศ			9.98	789.55	884.94	0.013	0.011		2.45
เครื่อง Calendering	***No.2***		413.23	555.89	624.19	**0.743**	**0.662**	รวมเครื่อง + Utility	**100.00**
กระบวนการผลิต			173.44	555.89	624.19	***0.312***	***0.278***	เฉพาะการผลิต	***41.97***
Rawmaterial Mixer			3.77	555.89	624.19	0.007	0.006		0.91
Extruder			88.81	555.89	624.19	0.160	0.142		21.49
Calender			56.81	555.89	624.19	0.102	0.091		13.75
Crusher			24.04	555.89	624.19	0.043	0.039		5.82
UTILITY			239.79	555.89	624.19	***0.431***	***0.384***	เฉพาะ Utility	***58.03***
Chiller			52.59	555.89	624.19	0.095	0.084		12.73
Heating&Cooling Mixer			35.93	555.89	624.19	0.065	0.058		8.70
Heating&Cooling Pump			87.13	555.89	624.19	0.157	0.140		21.09
แสงสว่าง			54.15	555.89	624.19	0.097	0.087		13.10
พัดลมระบายอากาศ			9.98	555.89	624.19	0.018	0.016		2.42

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

189

ข้อมูลการตรวจวัดการใช้พลังงานของโรงงานตัวอย่างที่ใช้กระบวนการ calendering (โรงที่ 2) (ต่อ)

กระบวนการผลิต

รายละเอียด	พิกัด	หน่วย	การใช้พลังงานไฟฟ้า kwh/hr	นน.ผลผลิต kg/hr	นน.ผลิตรวม kg/hr	SECผลผลิต kwh/kg	SECรวม kwh/kg	หมายเหตุ	สัดส่วนการใช้พลังงาน %
เครื่อง Slitter			1.94	1,411.76	1,411.76	0.001	0.001		
เครื่อง Cross Cutter			1.16	47.68	47.68	0.024	0.024		
เครื่อง Sear Polar	ใหม่		1.08	-	-	-	-	ขณะตรวจวัดเดินเปล่า	
เครื่อง Sear Polar	เก่า		2.89	-	-	-	-	ขณะตรวจวัดเดินเปล่า	

Utility

รายละเอียด	พิกัด	หน่วย	การใช้พลังงานไฟฟ้า kwh/hr	นน.ผลผลิต kg/hr	นน.ผลิตรวม kg/hr	SECผลผลิต kwh/kg	SECรวม kwh/kg	หมายเหตุ	สัดส่วนการใช้พลังงาน %
Fan Cooling Tower	-	-	9.81	-	-	-	-	-	-
Pump Cooling Tower+ Pump Chiller	-	-	174.8	-	-	-	-	-	-
ระบบอัดอากาศ	-	-	252.40	-	-	-	-	-	-
Control Boiler	-	-	40.9	-	-	-	-	-	-
แสงสว่างแผนก Cross Cutter	-	-	4.23	-	-	-	-	-	-

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลการตรวจวัดการใช้พลังงานของโรงงานตัวอย่างที่ใช้กระบวนการ blow molding (โรงที่ 1)

กระบวนการผลิต

รายละเอียด	พิกัด	หน่วย	การใช้พลังงานไฟฟ้า	นน.ผลผลิต	นน.ผลิตรวม	SECผลผลิต	SECรวม	หมายเหตุ	สัดส่วนการใช้พลังงาน
			kwh/hr	kg/hr	kg/hr	kwh/kg	kwh/kg		%
รวมทั้งหมดเครื่อง 500	-	-	14.9983	6.55	9.28	2.291	1.617	Double	100.00
chiller for 500	-	-	1.6597	6.55	9.28	0.254	0.179		11.07
อื่นๆของเครื่องเป่า 500	-	-	13.3386	6.55	9.28	2.038	1.438		88.93
รวมทั้งหมดเครื่อง 1500	-	-	18.0152	11.31	15.99	1.592	1.127	Double	100.00
chiller for1500	-	-	2.4152	11.31	15.99	0.213	0.151		13.41
อื่นๆของเครื่องเป่า 1500	-	-	15.6000	11.31	15.99	1.379	0.976		86.59
รวมทั้งหมดเครื่อง 1500	-	-	18.0454	10.08	13.30	1.790	1.357	Single	100.00
chiller for 1500	-	-	2.4323	10.08	13.30	0.241	0.183		13.48
อื่นๆของเครื่องเป่า 1500	-	-	15.6131	10.08	13.30	1.549	1.174		86.52
รวมทั้งหมดเครื่อง 3000	-	-	22.9194	23.43	40.04	0.978	0.572	Double	100.00
chiller for 3000	-	-	5.0900	23.43	40.04	0.217	0.127		22.21
อื่นๆของเครื่องเป่า 3000	-	-	17.8294	23.43	40.04	0.761	0.445		77.79
รวมทั้งหมดเครื่อง 5000	-	-	29.2888	22.61	33.27	1.295	0.880	Single	100.00
chiller for 5000	-	-	5.5635	22.61	33.27	0.246	0.167		19.00
อื่นๆของเครื่องเป่า 5000	-	-	23.7253	22.61	33.27	1.049	0.713		81.00

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

191

ข้อมูลการตรวจวัดการใช้พลังงานของโรงงานตัวอย่างที่ใช้กระบวนการ blow molding (โรงที่ 1) (ต่อ)

กระบวนการผลิต

รายละเอียด	พิกัด	หน่วย	การใช้พลังงานไฟฟ้า kwh/hr	นน.ผลผลิต kg/hr	นน.ผลิตรวม kg/hr	SECผลผลิต kwh/kg	SECรวม kwh/kg	หมายเหตุ	สัดส่วนการใช้พลังงาน %
รวมทั้งหมดเครื่อง 5000	-	-	45.9664	43.59	68.44	1.054	0.672	Double	100.00
chiller for 5000	-	-	5.3700	43.59	68.44	0.123	0.078		11.68
อื่นๆของเครื่องเป่า 5000	-	-	40.5964	43.59	68.44	0.931	0.593		88.32
เครื่องฉีด	50	Ton	4.0930	2.67	2.85	1.531	1.437	direct force	
เครื่องฉีด	90	Ton	9.3149	6.06	7.75	1.538	1.202	direct force	
เครื่องติดสติ๊กเกอร์	-	-	0.7410	-	-	-	-	-	-
เครื่องสกรีน	-	-	4.3290	165.8400	165.8400	0.026	0.026	-	-
เครื่องบดเศษ	-	-	5.5300	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ เครื่องเป่าแต่ละเครื่องจะมีเครื่องทำน้ำเย็นจ่ายให้แต่ละเครื่องไปดังตารางแสดงการใช้พลังงานของเครื่องเป่าและเครื่องทำน้ำเย็นแยกกัน

Utility

รายละเอียด	พิกัด	หน่วย	การใช้พลังงานไฟฟ้า kwh/hr	นน.ผลผลิต kg/hr	นน.ผลิตรวม kg/hr	SECผลผลิต kwh/kg	SECรวม kwh/kg	หมายเหตุ	สัดส่วนการใช้พลังงาน %
Air Cmprssor no.4	75	kW	51.50	-	-	-	-	-	
Air Cmprssor no.5	55	kW	16.29	-	-	-	-	-	
Air Cmprssor	37.5	kW	31.69	-	-	-	-	-	
Cooling Tower รวม	-	-	38.12	-	-	-	-	Fan+pump	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลการตรวจวัดการใช้พลังงานของโรงงานตัวอย่างที่ใช้กระบวนการ blow molding (โรงที่ 2)

กระบวนการผลิต

รายละเอียด	พิกัด	หน่วย	การใช้พลังงานไฟฟ้า kwh/hr	นน.ผลผลิต kg/hr	นน.รวม kg/hr	SECผลผลิต kwh/kg	SECนน.รวม kwh/kg	หมายเหตุ	สัดส่วนการใช้พลังงาน %
รวม เครื่องเป่า No.3	-	-	59.5932	87.28	122.66	0.683	0.4858		100.00
mixer 3	-	-	0.1156	87.28	122.66	0.001	0.0009		0.19
ชุดผสมและบดเศษ	-	-	9.4570	87.28	122.66	0.108	0.0771		15.87
ส่วนอื่นๆของเครื่องเป่าNo.3	-	-	50.0206	87.28	122.66	0.573	0.4078	ใช้น้ำเย็นจาก Chiller รวม	83.94
รวม เครื่องเป่า No.4	-	-	96.2149	97.64	154.60	0.985	0.622		100.00
ชุดผสมและบดเศษ	-	-	3.7988	97.64	154.60	0.039	0.025		3.95
Chiller 4	-	-	17.7818	97.64	154.60	0.182	0.115	จ่ายเครื่องเป่า4เท่านั้น	18.48
dehumidifier	-	-	7.2047	97.64	154.60	0.074	0.047	จ่ายเครื่องเป่า4เท่านั้น	7.49
ส่วนอื่นๆของเครื่องเป่า No.4	-	-	67.4296	97.64	154.60	0.691	0.436		70.08
เครื่องฉีด	50	Ton	3.8795	1.39	1.57	2.801	2.4662	ใช้น้ำเย็นจาก Chiller รวม	
เครื่องฉีด	120	Ton	7.0349	5.50	6.68	1.278	1.0534	ใช้น้ำเย็นจาก Chiller รวม	
เครื่องฉีด	168	Ton	4.3025	3.12	4.19	1.379	1.0272	ใช้น้ำเย็นจาก Chiller รวม	
หมายเหตุ	*เครื่องเป่าทุกเครื่องใช้ Compressed Air จากเครื่อง Air Compressor เดียวกัน*								

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลการตรวจวัดการใช้พลังงานของโรงงานตัวอย่างที่ใช้กระบวนการ blow molding (โรงที่ 2) (ต่อ)

Utility

รายละเอียด	พิกัด	หน่วย	การใช้พลังงานไฟฟ้า kwh/hr	นน.ผลผลิต kg/hr	นน.รวม kg/hr	SECผลผลิต kwh/kg	SECนน.รวม kwh/kg	หมายเหตุ	สัดส่วนการใช้พลังงาน %
Chiller No.3	35-40	TonR	13.0949	-	-	-	-	-	-
Chiller No.4	35-41	TonR	13.0949	-	-	-	-	-	-
ระบบปั๊มน้ำChiller	-	-	30.96	-	-	-	-	-	-
Cooling Tower fan1	-	-	2.38	-	-	-	-	-	-
Cooling Tower fan2	-	-	1.99	-	-	-	-	-	-
Cooling Tower fan3	-	-	2.29	-	-	-	-	-	-
ระบบปั๊มน้ำCooling Tower	-	-	28.5	-	-	-	-	-	-
Air compressor	-	-	82.7	-	-	-	-	รวม air dryer	-
สำนักงานและอื่นๆ	-	-	14.9500	-	-	-	-	-	-

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลการตรวจวัดการใช้พลังงานของโรงงานตัวอย่างที่ใช้กระบวนการ blow molding (โรงที่ 3)

กระบวนการผลิต

รายละเอียด	พิกัด	หน่วย	การใช้พลังงานไฟฟ้า kwh/hr	นน.ผลผลิต kg/hr	นน.ผลิตรวม kg/hr	SECผลผลิต kwh/kg	SECรวม kwh/kg	หมายเหตุ	สัดส่วนการใช้พลังงาน %
รวมเครื่องเป่า 1000 เก่า	-	-	17.359	13.124	21.821	1.323	0.796		100.00
Chiller	-	-	2.333	13.124	21.821	0.178	0.107	จ่ายเครื่องเป่า 1000 เก่า	13.44
อื่นๆของเครื่องเป่า 1000 เก่า	-	-	15.027	13.124	21.821	1.145	0.689		86.56
เครื่องเป่า 1500 เก่า	-	-	10.713	8.088	11.540	1.325	0.928	ไม่ใช้ chiller	-
รวมเครื่องเป่า 1500 ใหม่	-	-	10.586	9.408	13.957	1.125	0.758	มี VSD ควบคุมด้วย	100.00
Chiller	-	-	0.707	9.408	13.957	0.075	0.051	จ่ายเครื่องเป่า 1500 ใหม่	6.68
อื่นๆของเครื่องเป่า 1500 ใหม่	-	-	9.879	9.408	13.957	1.050	0.708		93.32
รวมเครื่องเป่า 2000	-	-	19.851	18.631	28.351	1.065	0.700		100.00
Chiller	-	-	2.333	18.631	28.351	0.125	0.082	จ่ายเครื่องเป่า 2000 เก่า	11.75
อื่นๆของเครื่องเป่า 2000	-	-	17.518	18.631	28.351	0.940	0.618		88.25
รวมเครื่องเป่า 3000	-	-	43.337	25.849	45.607	1.677	0.950		100.00
Chiller	10	TonR	11.100	25.849	45.607	0.429	0.243	จ่ายเครื่องเป่า 3000 เก่า	25.61
อื่นๆของเครื่องเป่า 3000	-	-	32.237	25.849	45.607	1.247	0.707		74.39
เครื่องฉีด 160 Ton	160	Ton	6.219	5.230	7.751	1.189	0.802		-
เครื่องพิมพ์ 2 หัวScreen	-	-	10.106	47.580	47.580	0.212	0.212		-
หมายเหตุ	*เครื่องเป่าทุกเครื่องและระบบ Neumatic ใช้ Compreesed Air จากเครื่อง Air Compressorทุกเครื่อง ต่อรวมกัน*								

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลการตรวจวัดการใช้พลังงานของโรงงานตัวอย่างที่ใช้กระบวนการ blow molding (โรงที่ 3) (ต่อ)

Utility

รายละเอียด	พิกัด	หน่วย	การใช้พลังงานไฟฟ้า kwh/hr	นน.ผลผลิต kg/hr	นน.ผลิตรวม kg/hr	SECผลผลิต kwh/kg	SECรวม kwh/kg	หมายเหตุ	สัดส่วนการใช้พลังงาน %
Cooling Tower	-	-	54.989	-	-	-	-	Fan+Pump	
Air Compressor	30 hp	-	19.35	-	-	-	-		
Air Compressor	50 hp	-	33.535	-	-	-	-		
Air Compressor	75 hp	-	27.53	-	-	-	-		
Air Compressor	100 hp	-	58.95	-	-	-	-		
พัดลม Evap	-	-	13.98	-	-	-	-		
สำนักงาน	-	-	25.7	-	-	-	-		

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลการตรวจวัดการใช้พลังงานของโรงงานตัวอย่างที่ใช้กระบวนการ blow molding (โรงที่ 4)

กระบวนการผลิต เครื่องเป่าขวดพลาสติก	การใช้พลังงานไฟฟ้า kwh/kg	ผลผลิต kg/hr	SEC kwh/kg
เครื่อง BN3	53.71	32.73	1.641
เครื่อง BH152	24.19	11.08	2.183
เครื่อง BH133	24.52	40.00	0.613
เครื่อง BG1	50.29	30.18	1.667
เครื่อง BF102	23.62	23.14	1.021
เครื่อง BD108	24.62	8.40	2.931
รวม		145.52	

กระบวนการผลิต เครื่องฉีดฝาขวด	การใช้พลังงานไฟฟ้า kwh/kg	ผลผลิต kg/hr	SEC kwh/kg
เครื่อง IC105	7.39	5.76	1.284
เครื่อง IC107	5.95	3.00	1.983

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

197

ข้อมูลการตรวจวัดการใช้พลังงานของโรงงานตัวอย่างที่ใช้กระบวนการ blow molding (โรงที่ 4) (ต่อ)

Utility	การใช้พลังงานไฟฟ้า (kWh/ kg)	Utility	การใช้พลังงานไฟฟ้า (kWh/ kg)
CH-SC-01 : Chiller 25 HP	10.972	AC-BG-02 no.2 100HP	52.585
MAIN Pump Chiller	42.127	AC-BG-01 aircomp 100HP	50.824
CH-sc - 05 : Chiller 20 HP	11.418	AC-BG-03 75 HP	45.291
CH-IC-01 : Chiller 15 HP	10.701	AC-SC-02 100 HP	44.292
CH-WP-IC ปั้มน้ำ 15 HP	8.012	AC-SC-01 100HP	83.8
CH-BG-02 : Chiller 40 HP	34.647	รวมระบบอัดอากาศ	276.792
CH-BG-04 : Chiller 40 HP	23.793	Clean Room	62.838
Main Pump Chiller	32.581	สำนักงาน	36.881
CH-SC-02 : Chiller 40 HP	32.617	รวม utility	583.379
รวมระบบทำความเย็น	206.868		

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลการตรวจวัดการใช้พลังงานของโรงงานตัวอย่างที่ใช้กระบวนการ blow molding (โรงที่ 5)

ลำดับ	จำนวน (จุด)	เครื่องที่ตรวจวัด	kWh/ชม.	ผลผลิต/ชม. (กรัม)	SEC
1	1	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง tr1 : 1,500 kVA	786.806		
2	2	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง tr2 : 1,500 kVA	507.518		
3	3	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง tr3 : 1,500 kVA	799.927		
4	4	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง tr4 : 1,500 kVA	576.769		
5	5	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง WMB.5 Main	53.234	52.91	1.006
	6	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง WMB.5 heater	9.796		
	7	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง WMB.5 Main screw	31.466		
	8	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง WMB.5 motor F4	17.795		
	9	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง WMB.5 motor F5	4.623		
6	10	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง WMB.4 Main	30.987	32	0.955
	11	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง WMB.4 F1 Main screw	11.215		
	12	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง WMB.4 motor F2	1.538		
	13	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง WMB.4 motor F4	17.217		
	14	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง WMB.4 motor F5	4.723		
	15	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง WMB.4 heaterF6	14.794		

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลการตรวจวัดการใช้พลังงานของโรงงานตัวอย่างที่ใช้กระบวนการ blow molding (โรงที่ 5) (ต่อ)

ลำดับ	จำนวน (จุด)	เครื่องที่ตรวจวัด	kWh/ชม.	ผลผลิต/ชม. (กรัม)	SEC
7	16	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง WMB.3 Main	66.033	78	2.710
	17	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง WMB.3 3-1 main screw	54.885		
	18	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง WMB.3 3-2 Main screw	24.095		
	19	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง WMB.3 motor F3	21.656		
	20	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง WMB.3 motor F4	26.255		
	21	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง WMB.3 motor F5	3.972		
	22	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง WMB.3 heater	14.931		
8	23	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง Westmann6 Main	28.754	548	0.053
9	24	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง VK 2000.1 Main	13.36	12	1.152
10	25	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง VK5000.2 Main	24.697	26	0.939
11	26	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง VK750.10 Main	11.66	7	1.619
12	27	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง VK750.DC1 Main	8.567	14	0.611
13	28	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง SMC3000 Main	14.601	7	1.970
14	29	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง NETSTAL2.1750 Main	52.556	46	1.145
15		Main Machine Milk Blow mold	387.675	516,645	0.001
	30	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง Main Machine Milk Blow mold	183.323		
	31	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง Main chiller Milk Blow mold	170.853		
	32	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง Main Package Milk Blow mold	23.985		
	33	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง main splittype Milk Blow mold	9.514		

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลการตรวจวัดการใช้พลังงานของโรงงานตัวอย่างที่ใช้กระบวนการ blow molding (โรงที่ 5) (ต่อ)

ลำดับ	จำนวน (จุด)	เครื่องที่ตรวจวัด	kWh/ชม.	ผลผลิต/ชม. (กรัม)	SEC
16	34	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง Krauss Maffie 13.250 Main	20.02	12	1.612
17	35	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง Krauss Maffie 12.200 Main	14.292	12	1.224
18	36	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง Krauss Maffie 11.110 Main	16.402	15	1.095
19	37	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง Krauss Maffie 6.150 Main	10.172	22	0.455
20	38	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง HUSTA1 Main	21.203	23	0.942
21	39	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง air cool chiller 1	52.662		
22	40	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง air cool chiller 3	25.989		
23	41	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง water cool chiller1	54.814		
24	42	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง water cool chiller3	35.092		
25	43	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง water cool chiller4	51.684		
26	44	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง water cool chiller6	41.752		
27	45	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง water cool chiller 7	13.787		
28	46	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง Chiller Supply Pump no.7	56.298		
29	47	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง cooling tower 40 hp x2	57.403		
30	48	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง Chiller Supply Pump no. 2	15.837		
31	49	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง Chiller Supply Pump no.1,3	44.393		
32	50	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง air comp no. 1	35.938		
33	51	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง air comp no. 2	41.604		
34	52	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง air comp no. 3	41.233		
35	53	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง air comp no.4	60.982		
36	54	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง air comp no. 5	85.027		
37	55	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง air comp no.8	36.362		

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลการตรวจวัดการใช้พลังงานของโรงงานตัวอย่างที่ใช้กระบวนการ stretch blow molding (โรงที่ 1)

กระบวนการผลิต

รายละเอียด	พิกัด	หน่วย	การใช้พลังงานไฟฟ้า kwh/hr	นน.ผลผลิต kg/hr	นน.ผลิตรวม kg/hr	SECผลผลิต kwh/kg	SECรวม kwh/kg	หมายเหตุ	สัดส่วนการใช้พลังงาน %
รวมเครื่องฉีด Preform	250	Ton	101.33	81.94	81.94	**1.237**	**1.237**	วัดรวม Dryer+Chiller	**100.00%**
รวมเครื่องฉีด Preform	440	Ton	101.66	101.56	101.56	**1.001**	**1.001**		**100.00%**
Dryer			14.27	101.56	101.56	0.141	0.141		14.04%
Chiller			20.23	101.56	101.56	0.199	0.199		19.90%
ส่วนอื่นๆ เครื่องฉีด			67.16	101.56	101.56	0.661	0.661		66.06%
รวมเครื่องเป่าขวด	RHB-W 1		47.56	120.23	120.23	**0.396**	**0.396**		**100.00%**
ส่วนอื่นๆเครื่องเป่า			32.11	120.23	120.23	0.267	0.267		67.51%
Chiller			15.45	120.23	120.23	0.129	0.129		32.49%
รวมเครื่องเป่าขวด	RHB-W 2		35.87	109.57	109.57	**0.327**	**0.327**		**100.00%**
ส่วนอื่นๆเครื่องเป่า			28.45	109.57	109.57	0.260	0.260		78.87%
Chiller			7.42	109.57	109.57	0.068	0.068		21.13%
รวมเครื่อง Single Stage	250 LL	AOKI	35.26	17.04	17.04	**2.069**	**2.069**		**100.09%**
ส่วนอื่นๆของเครื่อง Single Stage			20.85	17.04	17.04	1.224	1.224		59.13%
Dryer			6.99	17.04	17.04	0.410	0.410		19.82%
Chiller			7.42	17.04	17.04	0.435	0.435		21.13%
รวมเครื่อง Single Stage	500 LL	AOKI	54.61	40.54	40.54	**1.347**	**1.347**		**100.00%**
ส่วนอื่นๆของเครื่อง Single Stage			34.75	40.54	40.54	0.857	0.857		63.63%
Dryer			8.66	40.54	40.54	0.214	0.214		15.86%
Chiller			11.20	40.54	40.54	0.276	0.276		20.51%

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลการตรวจวัดการใช้พลังงานของโรงงานตัวอย่างที่ใช้กระบวนการ stretch blow molding (โรงที่ 1) (ต่อ)

Utility

รายละเอียด	พิกัด	หน่วย	การใช้พลังงานไฟฟ้า kwh/hr	นน.ผลผลิต kg/hr	นน.ผลิตรวม kg/hr	SECผลผลิต kwh/kg	SECรวม kwh/kg	หมายเหตุ	สัดส่วนการใช้พลังงาน %
Utility ของห้องผลิตฉีด	-	-	**29.25**	-	-	-	-	-	-
ระบบแสงสว่าง	-	-	2.25	-	-	-	-	-	-
ระบบปรับอากาศ	-	-	27.00	-	-	-	-	-	-
Utility ของห้องผลิตเป่า	-	-	**22.24**	-	-	-	-	-	-
ระบบแสงสว่าง	-	-	2.48	-	-	-	-	-	-
ระบบปรับอากาศ	-	-	19.76	-	-	-	-	-	-
Utility ของห้องผลิต Single Stage	-	-	**61.93**	-	-	-	-	-	-
ระบบแสงสว่าง	-	-	7.39	-	-	-	-	-	-
ระบบปรับอากาศ	-	-	54.54	-	-	-	-	-	-
Utility ของส่วนอื่นๆในโรงงาน	-	-	**805.94**	-	-	-	-	-	-
ระบบอัดอากาศ High Pressure	-	-	425.12	-	-	-	-	-	-
ระบบอัดอากาศ Low Pressure	-	-	12.13	-	-	-	-	-	-
ระบบทำน้ำเย็นรวม	-	-	302.44	-	-	-	-	-	-
สำนักงาน	-	-	31.40	-	-	-	-	-	-
ระบบแสงสว่าง	-	-	34.85	-	-	-	-	-	-

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลการตรวจวัดการใช้พลังงานของโรงงานตัวอย่างที่ใช้กระบวนการ stretch blow molding (โรงที่ 2)

ลำดับ	จำนวน	เครื่องที่ตรวจวัด	MAIN	kWh/ชม.	time นาที	ผลผลิต/ชม. (kg)	SEC
1	1	รายละเอียดการตรวจวัด MBD1	MDB1	435.299	33.05		
2	2	รายละเอียดการตรวจวัด Main MDB2	MDB2	799.551	77.80		
3	3	รายละเอียดการตรวจวัด PF8.6 main	MDB2	27.648	16.50	63.66	0.434
	4	รายละเอียดการตรวจวัด PF8.6 motor extruder	MDB2	12.863	26.70		
	5	รายละเอียดการตรวจวัด PF8.6 heater	MDB2	11.252	21.40		
	6	รายละเอียดการตรวจวัด PF8.6 Chiller	MDB2	10.666	27.00		
	7	รายละเอียดการตรวจวัด PF8.6 dehumidfier	MDB2	2.166	35.70		
	10	รายละเอียดการตรวจวัด PF8.6 dryer	MDB2	6.276	34.05		
4	8	รายละเอียดการตรวจวัด PF8.4 main	MDB2	23.659	23.70	38.88	0.609
	9	รายละเอียดการตรวจวัด PF8.4 motor extruder	MDB2	11.915	23.00		
	11	รายละเอียดการตรวจวัด PF8.4 heater	MDB2	12.862	40.40		
	12	รายละเอียดการตรวจวัด PF8.4 chiller	MDB2	17.343	50.85		
	13	รายละเอียดการตรวจวัด PF8.4 dehumidfier	MDB2	2.539	27.90		
	14	รายละเอียดการตรวจวัด PF8.4 dryer อบเม็ด	MDB2	6.047	9.60		

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลการตรวจวัดการใช้พลังงานของโรงงานตัวอย่างที่ใช้กระบวนการ stretch blow molding (โรงที่ 2) (ต่อ)

ลำดับ	จำนวน	เครื่องที่ตรวจวัด	MAIN	kWh/ชม.	time นาที	ผลผลิต/ชม. (kg)	SEC
5	15	รายละเอียดการตรวจวัด ASB250.1 main	MDB2	30.742	32.85	24.98	1.231
	16	รายละเอียดการตรวจวัด ASB250.1 motor Extruder	MDB2	24.974	76.45		
	17	รายละเอียดการตรวจวัด ASB250.1 heater	MDB2	5.342	75.95		
	18	รายละเอียดการตรวจวัด ASB250.1 chiller	MDB2	8.543	34.75		
	19	รายละเอียดการตรวจวัด ASB250.1 dehumidfier	MDB2	11.401	27.20		
6	20	รายละเอียดการตรวจวัด ปั๊มลมชันล่าง	MDB2	52.17	48.25		
7	21	รายละเอียดการตรวจวัด หอพัก+warehouse	**MDB1**	71.211	12.70		
8	24	รายละเอียดการตรวจวัด office+warehouse1	**MDB1**	14.389	14.05		
9	23	รายละเอียดการตรวจวัด office+warehouse3	**MDB1**	8.111	10.85		
10	22	รายละเอียดการตรวจวัด office+warehouse4	**MDB1**	7.828	10.85		
11	25	รายละเอียดการตรวจวัด injetion 19 main	MDB1	41.346	21.85		
	26	รายละเอียดการตรวจวัด injetion 19 motor	MDB1	37.839	7.80		
	27	รายละเอียดการตรวจวัด injetion 19 heater	MDB1	5.999	12.50		
	28	รายละเอียดการตรวจวัด injetion 19 chiller	MDB1	9.094	14.80		
12	29	รายละเอียดการตรวจวัด ASB 650	MDB1	79.74	37.10	50.74	1.571
13	30	รายละเอียดการตรวจวัด ASB 650 chiller	MDB1	13.641	8.50		
14	31	รายละเอียดการตรวจวัด Cooling Tower Factory 2	MDB2	42.26	12.00		

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลการตรวจวัดการใช้พลังงานของโรงงานตัวอย่างที่ใช้กระบวนการ injection molding (โรงที่ 1)

กระบวนการผลิต

รายละเอียด	พิกัด	หน่วย	การใช้พลังงานไฟฟ้า kwh/hr	นน.ผลผลิต kg/hr	นน.การฉีด kg/hr	SECผลผลิต kwh/kg	SECการฉีด kwh/kg	หมายเหตุ	สัดส่วนการใช้พลังงาน %
รวมทั้งเครื่องฉีด 100 ตัน B25	100	Ton	28.59	3.30	3.58	8.663	7.988	วัดรวมทั้งเครื่อง	100.00
รวมทั้งเครื่องฉีด 100 ตัน B26	100	Ton	23.91	1.64	3.65	14.586	6.547	วัดรวมทั้งเครื่อง	100.00
heater B26	-	-	2.05	1.64	3.65	1.249	0.560	อุ่นโมลด์และpreheat	8.56
ส่วนอื่นๆ ของเครื่อง ฉีด	-	-	21.87	1.64	3.65	13.338	5.986		91.44
รวมทั้งเครื่องฉีด 220 ตัน	220	Ton	34.65	5.52	7.05	6.280	4.911	วัดรวมทั้งเครื่อง	100.00
รวมทั้งเครื่องฉีด 350 ตัน	350	Ton	29.63	6.43	6.40	4.612	4.630	วัดรวมทั้งเครื่อง	100.00
รวมทั้งเครื่องฉีด 450 ตัน Meiki	450	Ton	19.82	9.07	9.22	2.184	2.149	toggle, วัดรวมทั้งเครื่อง	100.00
รวมทั้งเครื่องฉีด 450 ตัน toyo	450	Ton	37.04	28.89	29.26	1.282	1.266	servo, วัดรวมทั้งเครื่อง	100.00
heater toyo	-	-	3.40	28.89	29.26	0.118	0.116		9.18
extruder toyo	-	-	18.56	28.89	29.26	0.643	0.634		50.12
ส่วนอื่นๆ ของเครื่อง ฉีด	-	-	15.07	28.89	29.26	0.522	0.515		40.70
รวมทั้งเครื่องฉีด 650 ตัน	650	Ton	26.92	25.41	25.41	1.060	1.060	วัดรวมทั้งเครื่อง	100.00

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลการตรวจวัดการใช้พลังงานของโรงงานตัวอย่างที่ใช้กระบวนการ injection molding (โรงที่ 1) (ต่อ)

Utility

รายละเอียด	พิกัด	หน่วย	การใช้พลังงานไฟฟ้า kwh/hr	นน.ผลผลิต kg/hr	นน.การฉีด kg/hr	SECผลผลิต kwh/kg	SECการฉีด kwh/kg	หมายเหตุ	สัดส่วนการใช้พลังงาน %
Air compressor	-	-	47.888	-	-	-	-	-	
Chiller	100 TR	-	36.881	-	-	-	-	-	
Chiller Pump no1	-	-	5.480	-	-	-	-	-	
Chiller Pump no3	-	-	3.040	-	-	-	-	-	
Cooling tower	-	-	4.970	-	-	-	-	Fan+Pump	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลการตรวจวัดการใช้พลังงานของโรงงานตัวอย่างที่ใช้กระบวนการ injection molding (โรงที่ 2)

กระบวนการผลิต

รายละเอียด	พิกัด	หน่วย	การใช้พลังงานไฟฟ้า kwh/hr	นน.ผลผลิต kg/hr	นน.ผลิตรวม kg/hr	SECผลผลิต kwh/kg	SECรวม kwh/kg	หมายเหตุ	สัดส่วนการใช้พลังงาน %
รวมเครื่องฉีด 100 Ton	100	Ton	7.78	5.88	6.61	1.324	1.177	รวมทั้งเครื่อง	100.00
Pump Hydrolic			5.48	5.88	6.61	0.932	0.829		70.39
ส่วนอื่นๆของเครื่องฉีด			2.31	5.88	6.61	0.392	0.349		29.61
รวมเครื่องฉีด 300 Ton			8.74	17.88	18.69	0.489	0.468	รวมทั้งเครื่อง	100.00
Preheat & Mold Temp			2.80	17.88	18.69	0.157	0.150		32.08
ส่วนอื่นๆของเครื่องฉีด	300	Ton	5.93	17.88	18.69	0.332	0.318		67.92
รวมเครื่องฉีด 550 Ton	550	Ton	18.47	66.62	66.62	0.277	0.277	ไม่รวม Preheat & Mold temp	-
รวมเครื่องฉีด650 Ton	650	Ton	54.55	51.77	56.83	1.054	0.960	วัดรวมทั้งเครื่อง แต่ไม่รวม Preheat & Mold temp	100.00
Pump Hydrolic Clamp Mold			27.07	51.77	56.83	0.523	0.476		49.63
Pump Hydrolic Screw Extruder			25.14	51.77	56.83	0.486	0.442		46.09
Heater			2.33	51.77	56.83	0.045	0.041		4.28
รวมเครื่องฉีด 850 Ton	850	Ton	61.11	54.39	56.05	1.124	1.090	รวมทั้งเครื่อง	100.00
Pump Hydrolic Clamp Mold			23.90	54.39	56.05	0.439	0.426		39.11
Pump Hydrolic Screw Extruder			19.77	54.39	56.05	0.364	0.353		32.35
Heater			4.05	54.39	56.05	0.075	0.072		6.63
ส่วนอื่นๆของเครื่องฉีด			13.39	54.39	56.05	0.246	0.239		21.91

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

208

ข้อมูลการตรวจวัดการใช้พลังงานของโรงงานตัวอย่างที่ใช้กระบวนการ injection molding (โรงที่ 2) (ต่อ)

กระบวนการผลิต

รายละเอียด	พิกัด	หน่วย	การใช้พลังงานไฟฟ้า kwh/hr	นน.ผลผลิต kg/hr	นน.ผลิตรวม kg/hr	SECผลผลิต kwh/kg	SECรวม kwh/kg	หมายเหตุ	สัดส่วนการใช้พลังงาน %
รวมเครื่องฉีด1050 Ton	1050	Ton	39.53	46.27	47.18	0.854	0.838	วัดรวมทั้งเครื่อง	100.00
รวมเตาอบ Booth 1			80.5903	217.1680	217.1680	0.371	0.371	รวมทั้งเครื่อง	100.00
Heater เตาอบ 1			14.5200	217.1680	217.1680	0.067	0.067		18.02
เตาอบสี Booth 1	-	-	66.0704	217.1680	217.1680	0.304	0.304		81.98
รวมเตาอบ Booth 2			61.2555	67.1420	67.1420	0.912	0.912	รวมทั้งเครื่อง	100.00
Heater เตาอบ 2			19.2381	67.1420	67.1420	0.287	0.287		31.41
เตาอบสี Booth 2	-	-	42.0174	67.1420	67.1420	0.626	0.626		68.59

Utility

รายละเอียด	พิกัด	หน่วย	การใช้พลังงานไฟฟ้า kwh/hr	นน.ผลผลิต kg/hr	นน.ผลิตรวม kg/hr	SECผลผลิต kwh/kg	SECรวม kwh/kg	หมายเหตุ	สัดส่วนการใช้พลังงาน %
Cooling Tower No.2	200	Ton	32.07	-	-	-	-	Fan+Pump	ใช้ หล่อเย็น Hydrolic
Cooling Tower No.3	80	Ton	6.01	-	-	-	-	Fan+Pump	
Chiller	80	TonR	48.20	-	-	-	-	Comp+Pump	ใช้หล่อเย็น Mold
Air Compressor (Screw Type)	22	kW	12.19	-	-	-	-	No.1	จ่ายแผนกฉีดทั้งหมด
Air Compressor (Screw Type)	22	kW	23	-	-	-	-	No.2	
Air Compressor (Screw Type)	22	kW	24.5	-	-	-	-	No.3	จ่าย Line พ่นสี
Air Compressor (Screw Type)	22	kW	22.4	-	-	-	-	No.5	
Air Dryer No.1	-	-	1.09	-	-	-	-	-	ใช้กับทั้งโรงงาน
Air Dryer No.2	-	-	1.27	-	-	-	-	-	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลการตรวจวัดการใช้พลังงานของโรงงานตัวอย่างที่ใช้กระบวนการ injection molding (โรงที่ 3)

กระบวนการผลิต

รายละเอียด	พิกัด	หน่วย	การใช้พลังงานไฟฟ้า kwh/hr	นน.ผลผลิต kg/hr	นน.ผลิตรวม kg/hr	SECผลผลิต kwh/kg	SECรวม kwh/kg	หมายเหตุ	สัดส่วนการใช้พลังงาน %
เครื่องฉีด	160	Ton	13.480	12.505	12.600	1.078	1.070	-	-
เครื่องฉีด	220	Ton	13.699	6.070	6.070	2.257	2.257	-	-
เครื่องฉีด	350	Ton	20.423	15.438	15.501	1.323	1.318	Toshiba	-
เครื่องฉีด	350	Ton	28.750	40.985	42.314	0.701	0.679	Mitsubishi	-
เครื่องฉีด	850	Ton	40.278	23.294	24.353	1.729	1.654	-	-
ผลผลิตรวมทั้งแผนกฉีด	17	เครื่อง	-	569.1728	921.28	-	-	-	-

Utility

รายละเอียด	พิกัด	หน่วย	การใช้พลังงานไฟฟ้า kwh/hr	นน.ผลผลิต kg/hr	นน.ผลิตรวม kg/hr	SECผลผลิต kwh/kg	SECรวม kwh/kg	หมายเหตุ	สัดส่วนการใช้พลังงาน %
Cooling Tower	-	-	22.7	-	-	-	-	รวมทั้งหมด	-
Air Compressor	100	hp	52.66	-	-	-	-	-	-
Chiller	-	-	49.87	-	-	-	-	รวมทั้งหมด	-

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลการตรวจวัดการใช้พลังงานของโรงงานตัวอย่างที่ใช้กระบวนการ injection molding (โรงที่ 4)

ลำดับ	เครื่องที่ตรวจวัด	kWh/ชม.	ผลผลิต/ชม. (กรัม)	SEC kwh/g	SEC kwh/kg	สัดส่วน %
1	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง tr 50 kVA จ่ายอาคารสำนักงาน	7.701				
2	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง tr 750 kVA จ่ายโรงงาน2 และ พ่นสี	178.081				
3	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง tr 1000 kVA จ่าย สต๊อก และ C14,C1	1178.487				
4	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง tr 1250 kVA จ่าย Line A,B,C	129.701				
5	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง chiller CH11	78.091				
6	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง chiller CH12	60.947				
7	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง chiller CH13	39.936				
8	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง chiller CH16	106.179				
9	ระบบปั๊มน้ำและ Cooling	39.91				
10	ระบบอัดอากาศ	61.49				
11	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง ห้อง screen โรงงาน1	22.942	4,483	0.005	5.118	
12	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง อบพ่นสีชั้น1	32.459	21,880			
			3,510			
			30,043			
	รวม	32.459	55,433	0.001	0.586	
13	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง อบพ่นสีชั้น2 ตู้เล็ก	26.126	14,636			
14	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง อบพ่นสีชั้น2 ตู้ใหญ่	24.612	4,444			
			59,490			
	รวม	50.738	78,570	0.001	0.646	
15	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง ไม่ 30kW	11.813	23,000	0.001	0.514	
16	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง line A1	43.143				
17	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง line A2	18.447				
18	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง line B1	24.537				
19	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง line B2	33.255				
20	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง line B3	38.461				

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลการตรวจวัดการใช้พลังงานของโรงงานตัวอย่างที่ใช้กระบวนการ injection molding (โรงที่ 4) (ต่อ)

ลำดับ	เครื่องที่ตรวจวัด	kWh/ชม.	ผลผลิต/ชม. (กรัม)	SEC kwh/g	SEC kwh/kg	สัดส่วน %
21	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง line C	96.19			254.033	
22	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง A-3 main	6.539	540	0.012	12.11	
23	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง A-3 motor	3.648				55.79
24	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง A-3 heater	2.071				31.67
25	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง A-9 main	8.515	307	0.028	27.73	
26	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง A-9 motor	5.322				62.50
27	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง A-9 heater	3.224				37.86
28	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง A-10 main	6.882	495	0.014	13.90	
29	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง A-10 motor	4.337				63.02
30	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง A-13 main	8.864	7,500		1.1819	
31	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง A-13 motor	5.688				64.17
32	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง A-13 heater	3.083				34.78
33	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง A-16 main	9.893	13,346	0.001	0.741	
34	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง A-16 motor	6.16				62.27
35	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง B1 main	4.662	889	0.005	5.242	
36	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง B1 motor	3.403				72.99
37	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง B1 heater	0.677				14.52
38	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง B-8 main	6.969	612	0.011	11.387	
39	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง B-8 motor	4.45				63.85
40	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง jet B19 main	9.335	3,807	0.002	2.452	

ข้อมูลการตรวจวัดการใช้พลังงานของโรงงานตัวอย่างที่ใช้กระบวนการ injection molding (โรงที่ 4) (ต่อ)

ลำดับ	เครื่องที่ตรวจวัด	kWh/ชม.	ผลผลิต/ชม. (กรัม)	SEC kwh/g	SEC kwh/kg	สัดส่วน %
41	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง jet B19 heater	2.268				24.30
42	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง jet C3 main	11.965	1,435	0.008	8.34	
43	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง jet C3 heater	6.859				57.33
44	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง C5 main	15.215	15,143	0.001	1.005	
45	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง C6 main	26.515	24,120	0.001	1.099	
46	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง C6 motor 1	9.209				34.73
47	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง C6 motor 2	6.396				24.12
48	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง jet C6 heater	3.067				11.57
49	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง C7 main	16.353	21,400	0.001	0.764	
50	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง C10 main	42.986	83,415	0.001	0.515	
51	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง C10 motor 1	12.526				29.14
52	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง C10 motor 2	15.814				36.79
53	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง C10 heater	6.537				15.21
54	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง C13 main	31.183	20,489	0.002	1.520	
55	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง C14 main	24.435	39,261	0.0006	0.620	
56	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง C14 motor 1	16.205				
57	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง C14 motor 2	8.23				

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลการตรวจวัดการใช้พลังงานของโรงงานตัวอย่างที่ใช้กระบวนการ injection molding (โรงที่ 5)

ลำดับ	เครื่องที่ตรวจวัด	kWh/ชม.	ผลผลิต/ชม. (กรัม)	SEC
1	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง A01 main	24.72	21,906	0.001
2	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง A01 motor 1	16.41		
3	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง A01 motor 2	3.362		
4	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง A-03 main	32.542	18,216	0.002
5	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง A-03 motor 1	18.839		
6	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง A-03 motor 2	3.887		
7	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง A-03 motor 3	1.788		
10	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง A05 main 850 ton	51.465	48,960	0.001
8	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง A05 motor 1 850 ton	22.064		
9	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง A05 motor 2 850 ton	5.198		
11	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง A06 main	38.593	26,836	0.001
12	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง A06 motor 1	8.446		
13	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง A06 motor 2	21.093		
14	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง A15 main 550 ton	39.251	30,631	0.001
15	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง A15 heater 550 ton	13.876		
16	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง A15motor1	12.961		
17	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง A15motor 2	18.91		
18	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง A20 main	14.223	8,652	0.002
19	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง A20 heater	0.763		
20	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง A20 motor	2.56		
21	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง A25 main	10.081	7,200	0.001
22	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง A26 main	2.749	483	0.006

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลการตรวจวัดการใช้พลังงานของโรงงานตัวอย่างที่ใช้กระบวนการ injection molding (โรงที่ 5) (ต่อ)

ลำดับ	เครื่องที่ตรวจวัด	kWh/ชม.	ผลผลิต/ชม. (กรัม)	SEC
23	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง A27 main	5.932	2,555	0.002
24	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง A28 main	10.057	2,089	0.005
25	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง A32 main	6.711	934	0.007
26	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง A47 main	7.882	3,122	0.003
27	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง A58 main 660 ton	35.505	36,745	0.001
28	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง A58 heater 660 ton	5.245		
29	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง A58 motor 2	8.539		
30	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง A58 motor 1	8.489		
31	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง A59 main 1300 ton	44.909	43,788	0.001
32	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง A59 heater 1300 ton	8.287		
33	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง A59 motor 1 1300 ton	11.219		
34	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง A59 motor 2 1300 ton	10.969		
35	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง A59 motor 3 1300 ton	11.956		
36	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง TR1600kVA	104.443		
37	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง TR1000kVA	380.725		
38	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง TR500kVA office	99.007		
39	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง Air comp G12	14.886		
40	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง Air comp G13	40.862		
41	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง พ่นสี PA2PB	50.273		
42	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง พ่นสี PA1PB	15.008		
43	รายละเอียดการตรวจวัดเครื่อง Clean Room	10.346		

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลการตรวจวัดการใช้พลังงานของโรงงานตัวอย่างที่ใช้กระบวนการ injection molding (โรงที่ 6)

กระบวนการผลิต

รายละเอียด	พิกัด	หน่วย	การใช้พลังงานไฟฟ้า kwh/hr	นน.ผลผลิต kg/hr	นน.ผลิตรวม kg/hr	SECผลผลิต kwh/kg	SECรวม kwh/kg	หมายเหตุ	สัดส่วนการใช้พลังงาน %
เครื่องฉีด	190	Ton	9.94	14.56	14.56	0.683	0.683	วัดรวมทั้งเครื่อง	100.00
เครื่องฉีด	280	Ton	16.37	22.54	22.54	0.726	0.726	วัดรวมทั้งเครื่อง	100.00
รวมทั้งเครื่องฉีด	650	Ton	32.49	25.48	26.06	1.275	1.247	วัดรวมทั้งเครื่อง	100.00
Motor Hydrolic 1			14.29	25.48	26.06	0.561	0.548	มี MLC ควบคุม	43.98
Motor Hydrolic 2			7.72	25.48	26.06	0.303	0.296	มี MLC ควบคุม	23.75
ส่วนอื่นๆของเครื่องฉีด			10.49	25.48	26.06	0.412	0.402		32.28
เครื่องฉีด	650	Ton	65.41	86.77	86.77	0.754	0.754	วัดรวมทั้งเครื่อง	100.00
รวมทั้งเครื่องฉีด	850	Ton	35.02	23.55	23.70	1.487	1.478	วัดรวมทั้งเครื่อง	100.00
Motor Hydrolic 1			15.32	23.55	23.70	0.651	0.646	-	43.75
Motor Hydrolic 2			15.14	23.55	23.70	0.643	0.639	-	43.23
Heater			4.56	23.55	23.70	0.194	0.192	-	13.02
เครื่องฉีด	850	Ton	33.15	14.44	14.88	2.295	2.228	วัดรวมทั้งเครื่อง	100.00
เครื่องฉีด	1600	Ton	69.33	63.19	63.25	1.097	1.096	วัดรวมทั้งเครื่อง	100.00
เครื่องฉีด	2500	Ton	120.04	177.01	177.14	0.678	0.678	มี MLC ควบคุม	100.00

Utility

รายละเอียด	พิกัด	หน่วย	การใช้พลังงานไฟฟ้า kwh/hr	นน.ผลผลิต kg/hr	นน.ผลิตรวม kg/hr	SECผลผลิต kwh/kg	SECรวม kwh/kg	หมายเหตุ	สัดส่วนการใช้พลังงาน %
Cooling Tower	-	-	64.14	-	-	-	-	-	-
ระบบอัดอากาศ	-	-	108.24	-	-	-	-	-	-
ระบบทำความเย็น	-	-	183.99	-	-	-	-	-	-

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลการตรวจวัดการใช้พลังงานของโรงงานตัวอย่างที่ใช้กระบวนการ compression molding

กระบวนการผลิต

รายละเอียด	พิกัด	หน่วย	การใช้พลังงานไฟฟ้า kwh/hr	นน.ผลผลิต kg/hr	นน.ผลิตรวม kg/hr	SECผลผลิต kwh/kg	SECรวม kwh/kg	หมายเหตุ	สัดส่วนการใช้พลังงาน %
เครื่อง Compress Molding	100	Ton	4.03	2.29	2.49	1.757	1.619	การผลิตอัด 3 ครั้ง	-
เครื่อง Compress Molding	150	Ton	4.80	3.49	3.73	1.379	1.288	การผลิตอัด 3 ครั้ง	-
เครื่อง Compress Molding	200	Ton	9.46	14.00	14.14	0.676	0.669	การผลิตอัด 1 ครั้ง	-
เครื่อง Compress Molding	300	Ton	6.58	4.75	4.83	1.384	1.360	การผลิตอัด 3 ครั้ง	-

Utility

รายละเอียด	พิกัด	หน่วย	การใช้พลังงานไฟฟ้า kwh/hr	นน.ผลผลิต kg/hr	นน.ผลิตรวม kg/hr	SECผลผลิต kwh/kg	SECรวม kwh/kg	หมายเหตุ	สัดส่วนการใช้พลังงาน %
Cooling Tower	-	-	51.72	-	-	-	-	จ่ายการผลิต	-
Air Compressor	100	hp	74.23	-	-	-	-	จ่ายการผลิต	-
Chiller	130	TonR	72.73	-	-	-	-	จ่ายสำนักงานทั้งหมด	-

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลการตรวจวัดการใช้พลังงานของโรงงานตัวอย่างที่ใช้กระบวนการ tape/ yarn filament

กระบวนการผลิต

รายละเอียด	พิกัด	หน่วย	การใช้พลังงานไฟฟ้า kwh/hr	นน.ผลผลิต kg/hr	นน.ผลิตรวม kg/hr	SECผลผลิต kwh/kg	SECรวม kwh/kg	หมายเหตุ	สัดส่วนการใช้พลังงาน %
รวมเครื่อง Tape Extrusion No.7	-	-	147.09	246.05	246.05	0.598	0.598	-	100.00
Winder No. 7	-	-	41.80	246.05	246.05	0.170	0.170	-	28.42
ส่วนอื่นๆของเครื่อง Tape Ex No.7	-	-	105.29	246.05	246.05	0.428	0.428	-	71.58
รวมเครื่อง Tape Extrusion No.9	-	-	75.35	305.24	305.24	0.247	0.247	-	100.00
Winder No. 9	-	-	16.20	305.24	305.24	0.053	0.053	-	21.50
ส่วนอื่นๆของเครื่อง Tape Ex No.9	-	-	59.15	305.24	305.24	0.194	0.194	-	78.50
แผนกทอกระสอบ	-	-	223.69	378.41	378.41	0.591	0.591	Line A,B,C,D,E,G	100.00
เครื่องทอ(เก่า)	-	-	3.85	5.70	5.70	0.675	0.675	No.B16	0.02
เครื่องทอ(เก่า)	-	-	2.01	12.07	12.07	0.167	0.167	No.C16	0.90
เครื่องทอ(กลาง)	-	-	2.70	5.38	5.38	0.502	0.502	No.A14	1.21
เครื่องทอ(กลาง)	-	-	2.58	11.49	11.49	0.224	0.224	No.A16	1.15
เครื่องทอ(ใหม่)	-	-	3.63	12.34	12.34	0.294	0.294	No.F12	1.62
เครื่องทอ(ใหม่)	-	-	2.56	8.13	8.13	0.315	0.315	No.F14	1.14
เครื่องทอ(ล่าสุด)	-	-	5.20	10.20	10.20	0.510	0.510	No.H14	2.32
เครื่องทอ(ล่าสุด)	-	-	2.92	4.94	4.94	0.591	0.591	No.H15	1.31
เครื่องเป่าถุงใน	-	-	9.85	29.41	29.41	0.335	0.335	IB-1	-
เครื่องเป่าถุงเคลือบ	-	-	20.18	53.65	53.65	0.376	0.376	IB-2	วัดเฉพาะเครื่อง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

218

ข้อมูลการตรวจวัดการใช้พลังงานของโรงงานตัวอย่างที่ใช้กระบวนการ tape/ yarn filament (โรงที่ 1) (ต่อ)

Utility

รายละเอียด	พิกัด	หน่วย	การใช้พลังงานไฟฟ้า kwh/hr	นน.ผลผลิต kg/hr	นน.ผลิตรวม kg/hr	SECผลผลิต kwh/kg	SECรวม kwh/kg	หมายเหตุ	สัดส่วนการใช้พลังงาน %
Air Compressor (Piston Type)	No.3-8	-	41.70	จ่ายให้แผนกทอและการดูดเส้นเทป				วัดรวมจำนวน 4 เครื่องต่อ	
Air Compressor (Piston Type)	No.1-2	-	7.56	จ่ายให้แผนก Tape Extrusion				รวม Air Dryer ด้วย	
Chiller No.2,3	40	TonR	108.47	-	-	-	-	Comp+Pump	
Chiller No.6	13	TonR	13.317	-	-	-	-	Comp+Pump	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลการตรวจวัดการใช้พลังงานของโรงงานตัวอย่างที่ใช้กระบวนการ tape/ yarn filament (โรงที่ 2)

กระบวนการผลิต

รายละเอียด	พิกัด	หน่วย	การใช้พลังงานไฟฟ้า kwh/hr	นน.ผลผลิต kg/hr	นน.ผลิตรวม kg/hr	SECผลผลิต kwh/kg	SECรวม kwh/kg	หมายเหตุ	สัดส่วนการใช้พลังงาน %
รวมเครื่อง Tape Extrusion EX.01	200	kg/hr	97.90	296.10	296.10	0.331	0.331	รวม Chiller แล้ว	100.00
Winder No.1			27.90	296.10	296.10	0.094	0.094	-	28.50
ส่วนอื่นๆของเครื่อง No.Ex.01			70.00	296.10	296.10	0.236	0.236	รวม Chiller แล้ว	71.50
รวมเครื่อง Tape Extrusion EX.03	250	kg/hr	132.67	207.73	207.73	0.639	0.639	วัดรวม Winder แล้ว	100.00
Chiller (เดินตลอด)			7.71	207.73	207.73	0.037	0.037	จ่ายเครื่อง Ex.03 เท่านั้น	5.81
ส่วนอื่นๆของเครื่อง No.Ex.03			124.96	207.73	207.73	0.602	0.602	วัดรวม Winder แล้ว	94.19
เครื่องทอกระสอบ No.10	8	กระสวย	2.98	18.37	18.37	0.162	0.162	มีการใช้ Invertor	-
เครื่องทอกระสอบ No.15	6	กระสวย	4.31	16.01	16.01	0.269	0.269	มีการใช้ Invertor	-
เครื่อง Blown Film			78.12	105.63	105.63	0.740	0.740		-
Chiller (เดินตลอด)	40	TonR	51.20	-	-	-	-	จ่ายเครื่อง Ex.01 และ เครื่อง Blown film	-
เครื่องตัด No.2			2.54	218.05	218.05	0.012	0.012	-	-
แผนกทอหูหิ้ว			4.42	38.84	38.84	0.114	0.114	-	-
แผนกเย็บถุง			11.10	59.50	59.50	0.187	0.187	-	-
เครื่อง Blown Folding			1.45	626.09	626.09	0.002	0.002	-	-

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลการตรวจวัดการใช้พลังงานของโรงงานตัวอย่างที่ใช้กระบวนการ tape/ yarn filament (โรงที่ 2) (ต่อ)

Utility

รายละเอียด	พิกัด	หน่วย	การใช้พลังงานไฟฟ้า kwh/hr	นน.ผลผลิต kg/hr	นน.ผลิตรวม kg/hr	SECผลผลิต kwh/kg	SECรวม kwh/kg	หมายเหตุ	สัดส่วนการใช้พลังงาน %
Air Compressor (Piston Type)	10	hp	9.37	-	-	-	-	วัดรวมเดิน 4 เครื่อง	-
Air Compressor (Screw Type)	50	hp	42.09	-	-	-	-	-	-
พัดลมระบายอากาศ	-	-	3.8	-	-	-	-	-	-
แสงสว่าง ห้อง Clean Room	-	-	22.6	-	-	-	-	-	16.75
ปรับอากาศ ห้อง Clean Room	-	-	112.36	-	-	-	-	-	83.25
รวมห้อง Clean Room	-	-	134.96	-	-	-	-	-	100.00
สำนักงาน+ปรับอากาศ	-	-	31.7	-	-	-	-	-	-

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลการตรวจวัดการใช้พลังงานของโรงงานตัวอย่างที่ใช้กระบวนการ tape/ yarn filament (โรงที่ 3)

กระบวนการผลิต

รายละเอียด	พิกัด	หน่วย	การใช้พลังงานไฟฟ้า kwh/hr	นน.ผลผลิต kg/hr	นน.ผลิตรวม kg/hr	SECผลผลิต kwh/kg	SECรวม kwh/kg	หมายเหตุ	สัดส่วนการใช้พลังงาน %
โรง 1 ผลิตกระสอบเล็ก									
รวมทั้งเครื่อง Tape Extrusion	No.3	-	173.56	273.45	277.64	**0.635**	**0.625**	วัดรวมทั้งเครื่อง	100.00
Mian Motor Extruder	-	-	63.10	273.45	277.64	0.231	0.227	-	36.36
Heater Die Head	-	-	7.23	273.45	277.64	0.026	0.026	-	4.17
Winder 1	-	-	16.90	273.45	277.64	0.062	0.061	-	9.74
Winder 2	-	-	19.10	273.45	277.64	0.070	0.069	-	11.01
Oven	-	-	24.45	273.45	277.64	0.089	0.088	-	14.09
Blower	-	-	13.47	273.45	277.64	0.049	0.049	-	7.76
ส่วนอื่นๆของเครื่อง	-	-	29.30	273.45	277.64	0.107	0.106	-	16.88
แผนกทอ 4 กระสวย	No. CL 49-60	-	24.10	56.34	56.34	**0.428**	**0.428**	วัดรวมทั้งแผนก	-
เครื่องทอ 4 กระสวย	No. CL 57	-	2.36	5.78	5.78	0.408	0.408	-	-
เครื่องทอ 4 กระสวย	No. CL 58	-	2.34	5.01	5.01	0.467	0.467	-	-
แผนกเย็บกระสอบ	-	-	3.12	-	-	-	-	ไม่สามารถเก็บผลผลิตได้	-

UTILITY ของ โรง 1

รายละเอียด	พิกัด	หน่วย	การใช้พลังงานไฟฟ้า kwh/hr	นน.ผลผลิต kg/hr	นน.ผลิตรวม kg/hr	SECผลผลิต kwh/kg	SECรวม kwh/kg	หมายเหตุ	สัดส่วนการใช้พลังงาน %
Air Compressor	2	เครื่อง	20.27	-	-	-	-	จ่ายทั้งโรง 1	-
Chiller	2	ชุด	53.15	-	-	-	-	จ่ายเครื่อง Tape Ext. 3-4	-
Cooling Tower	1	ตัว	0.73	-	-	-	-	จ่ายเข้า Chiller	-

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลการตรวจวัดการใช้พลังงานของโรงงานตัวอย่างที่ใช้กระบวนการ tape/ yarn filament (โรงที่ 3) (ต่อ)

กระบวนการผลิต

รายละเอียด	พิกัด	หน่วย	การใช้พลังงานไฟฟ้า kwh/hr	นน.ผลผลิต kg/hr	นน.ผลิตรวม kg/hr	SECผลผลิต kwh/kg	SECรวม kwh/kg	หมายเหตุ	สัดส่วนการใช้พลังงาน %
โรง 2 ผลิตกระสอบจัมโบ้									
รวมทั้งเครื่อง Tape Extrusion	No.5		178.67	266.43	271.44	**0.671**	**0.658**	วัดรวมทั้งเครื่อง+Winder	100.00
เครื่องทอ 6 กระสวย	No. JB 6/1		2.77	3.26	3.26	0.850	0.850	เครื่องเก่า	
เครื่องทอ 6 กระสวย	No. JB 6/4		2.88	7.72	7.72	0.373	0.373	เครื่องใหม่	
เครื่องทอ 8 กระสวย	No. JB 8/1		6.24	22.42	22.42	0.278	0.278	เครื่องใหม่	
เครื่อง Laminate	No.2		91.14	473.47	496.16	0.192	0.184	-	
แผนกตัด+เย็บออโต้	No.CS16-22		11.11	286.01	286.01	0.039	0.039	เดินจริง 3 เครื่อง	
เครื่องพิมพ์ม้วน	No.2		14.07	184.39	184.39	0.076	0.076	-	
เครื่องเป่าถุงใน	No.4		12.01	23.32	23.32	0.515	0.515	หนา 160 ไมครอน	
เครื่องเป่าถุงใน	No.7		14.38	17.46	17.46	0.824	0.824	หนา 80 ไมครอน	

UTILITY ของ โรง 2

รายละเอียด	พิกัด	หน่วย	การใช้พลังงานไฟฟ้า kwh/hr	นน.ผลผลิต kg/hr	นน.ผลิตรวม kg/hr	SECผลผลิต kwh/kg	SECรวม kwh/kg	หมายเหตุ	สัดส่วนการใช้พลังงาน %
Air Compressor	3	เครื่อง	15.22	-	-	-	-	จ่ายทั้งโรง 2 (เดินสลับกัน)	
Chiller	2	ชุด	76.32	-	-	-	-	จ่ายเครื่อง Tape Ext. 5-6	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลการตรวจวัดการใช้พลังงานของโรงงานตัวอย่างที่ใช้กระบวนการ tape/ yarn filament (โรงที่ 4)

กระบวนการผลิต

รายละเอียด	พิกัด	หน่วย	การใช้พลังงานไฟฟ้า kwh/hr	นน.ผลผลิต kg/hr	นน.ผลิตรวม kg/hr	SECผลผลิต kwh/kg	SECรวม kwh/kg	หมายเหตุ	สัดส่วนการใช้พลังงาน %
รวมเครื่อง Tape Extrusion	No.1	เก่า	34.98	76.03	78.71	0.460	0.444	วัดรวมเครื่อง+Winder+Chiller	
รวมเครื่อง Tape Extrusion	No.5	ใหม่	150.67	345.06	345.06	0.437	0.437	วัดรวมเครื่อง+Winder	100.00
Winder			34.20	345.06	345.06	0.099	0.099		22.70
ส่วนอื่นๆ			116.47	345.06	345.06	0.338	0.338		77.30
เครื่องทอ 4 กระสวย	No.CC 13	เก่า	2.17	5.23	5.23	0.415	0.415	Taiwan	
เครื่องทอ 4 กระสวย	No.CC 17	เก่า	2.52	5.97	5.97	0.422	0.422	Taiwan	
เครื่องทอ 4 กระสวย	No.CC 125	ใหม่	2.12	11.73	11.73	0.181	0.181	Austria	
เครื่องทอ 4 กระสวย	No.CC 127	ใหม่	2.21	9.01	9.01	0.245	0.245	Austria	
เครื่องพิมพ์ม้วน+ตัด (Inline)	No.RT2		4.95	187.33	187.33	0.026	0.026		
เครื่องพิมพ์ทีละใบ	No.PR5		1.94	81.77	81.77	0.024	0.024		
เครื่องเป่าถุงใน	มีเครื่องเดียว		30.02	31.25	31.25	0.961	0.961		

Utility

รายละเอียด	พิกัด	หน่วย	การใช้พลังงานไฟฟ้า kwh/hr	นน.ผลผลิต kg/hr	นน.ผลิตรวม kg/hr	SECผลผลิต kwh/kg	SECรวม kwh/kg	หมายเหตุ	สัดส่วนการใช้พลังงาน %
Air Compressor (Piston)	10 hp x2	-	8.54	-	-	-	-	จ่ายแผนกทอเท่านั้น	
Air Compressor (Screw)	22 kW x2	-	40.82	-	-	-	-	จ่ายเครื่องTape Ex.5เท่านั้น	
Chiller	30	TonR	50.78	-	-	-	-	จ่ายเครื่องTape Ex.5+Repellet	

ข้อมูลการตรวจวัดการใช้พลังงานของโรงงานตัวอย่างที่ใช้กระบวนการ thermoforming (โรงที่ 1)

กระบวนการผลิต

รายละเอียด	พิกัด	หน่วย	การใช้พลังงานไฟฟ้า kwh/hr	นน.ผลผลิต kg/hr	นน.ผลิตรวม kg/hr	SECผลผลิต kwh/kg	SECรวม kwh/kg	หมายเหตุ	สัดส่วนการใช้พลังงาน %
เครื่อง Vacuum Thermoform	-	-	17.29	37.73	37.73	0.458	0.458	Asano	-
เครื่อง Vacuum Thermoform	-	-	6.26	27.14	27.14	0.231	0.231	Senba (new)	-
Chiller			5.71	-	-	-	-	จ่ายเครื่อง Vacuum forming ทั้ง 2 เครื่อง	
เครื่องตัด No.1	-	-	1.73	-	-	-	-		-
เครื่องตัด No.3	-	-	0.77	-	-	-	-		-
แผนก Repellet	-	-	8.45	150.00	150.00	0.056	0.056		-

Utility

รายละเอียด	พิกัด	หน่วย	การใช้พลังงานไฟฟ้า kwh/hr	นน.ผลผลิต kg/hr	นน.ผลิตรวม kg/hr	SECผลผลิต kwh/kg	SECรวม kwh/kg	หมายเหตุ	สัดส่วนการใช้พลังงาน %
Cooling Tower	1	hp	0.744	-	-	-	-	Fan	
Air Compressor (Piston Type)	10	hp	2.95	-	-	-	-	No. AC-5	จ่ายแผนก Sheet Extrusion
Air Compressor (Piston Type)	15	hp	9.54	เดินตลอด	-	-	-	No. AC-6	
Air Compressor (Piston Type)	10	hp	5.10	-	-	-	-	No. AC-7	
Air Compressor (Screw Type)	20	hp	9.62	-	-	-	-		จ่ายแผนก Thermoform
Air Compressor (Screw Type)	50	hp	35.87	-	-	-	-		
Chiller No.1	60	TonR	24.04	-	-	-	-		จ่ายแผนก Sheet Extrusion
Chiller No.2	40	TonR	19.21	-	-	-	-		
Vacuum Pump	-	-	13.2	-	-	-	-	2 ชุด	
แสงสว่าง แผนก Thermoforming	-	-	2.77	-	-	-	-		

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลการตรวจวัดการใช้พลังงานของโรงงานตัวอย่างที่ใช้กระบวนการ thermoforming (โรงที่ 2)

กระบวนการผลิต

รายละเอียด	พิกัด	หน่วย	การใช้พลังงานไฟฟ้า kwh/hr	นน.ผลผลิต kg/hr	นน.ผลิตรวม kg/hr	SECผลผลิต kwh/kg	SECรวม kwh/kg	หมายเหตุ	สัดส่วนการใช้พลังงาน %
รวมทั้งเครื่องVacuum Forming	No.Rot.03	โรง#2	182.23	282.19	464.52	0.646	0.392	วัดรวมทั้งเครื่อง	100.00
Motor Drive			9.43	282.19	464.52	0.033	0.020		5.17
Heater			172.80	282.19	464.52	0.612	0.372		94.83
เครื่อง Vacuum Forming	No.Rot.05	โรง#2	200.74	252.57	428.57	0.795	0.468	วัดรวมทั้งเครื่อง	100.00
เครื่อง Vacuum Forming	No.THB.13	โรง#1	36.02	86.81	179.15	0.415	0.201	วัดรวมทั้งเครื่อง	100.00
Rotational Molding		โรง#2	13.46	75.00	75.00	0.179	0.179	ใช้แก๊สเป็นส่วนใหญ่	100.00

หมายเหตุ : โรงผลิต # 1 ผลิตถ้วยพลาสติก มี Sheet Extrusion+Thermoforming และ โรงผลิต # 2 ผลิต Liner&Bed Assesory มี Sheet Extrusion+Thermoforming+Rotational Molding

Utility

รายละเอียด	พิกัด	หน่วย	การใช้พลังงานไฟฟ้า kwh/hr	นน.ผลผลิต kg/hr	นน.ผลิตรวม kg/hr	SECผลผลิต kwh/kg	SECรวม kwh/kg	หมายเหตุ	สัดส่วนการใช้พลังงาน %
โรงผลิต # 1								โรง Liner&Bed Assesory	
ระบบอัดอากาศ	-	-	224.8	-	-	-	-	-	-
ระบบทำความเย็น	-	-	74.86	-	-	-	-	-	-
Cooling Tower	-	-	16.76	-	-	-	-	-	-
โรงผลิต # 2								โรงทำถ้วย	
ระบบอัดอากาศ	-	-	173.45	-	-	-	-	-	-
Cooling Tower	-	-	57.17	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ : โรงผลิต # 1 ผลิตถ้วยพลาสติก มี Sheet Extrusion+Thermoforming และ โรงผลิต # 2 ผลิต Liner&Bed Assesory มี Sheet Extrusion+Thermoforming+Rotational Molding

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นาย กลย์มนัส มนัสปีติ เกิดเมื่อวันที่ 26 มกราคม พ.ศ. 2525 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย และเข้าศึกษาต่อจนสำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาบัณฑิตจาก ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปี พ.ศ. 2547 จากนั้นได้เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีเดียวกัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย