



## บทที่ 4

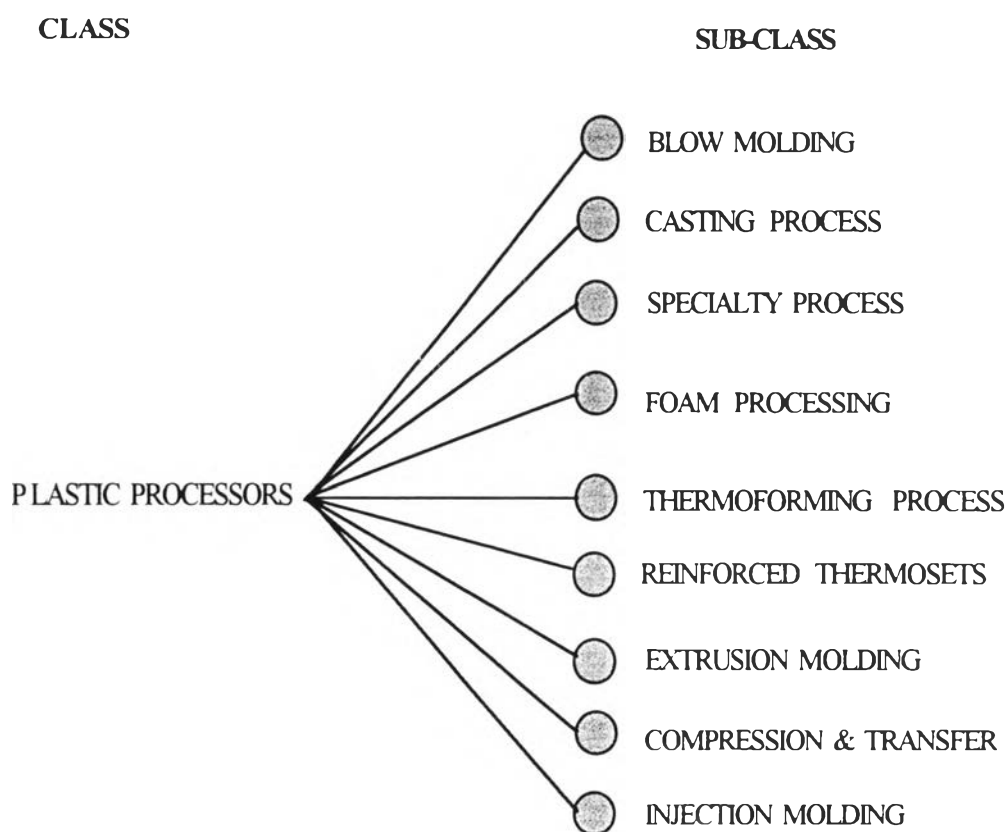
### ระบบผู้เชี่ยวชาญในการเลือกกรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก

#### 4.1 คำนำ

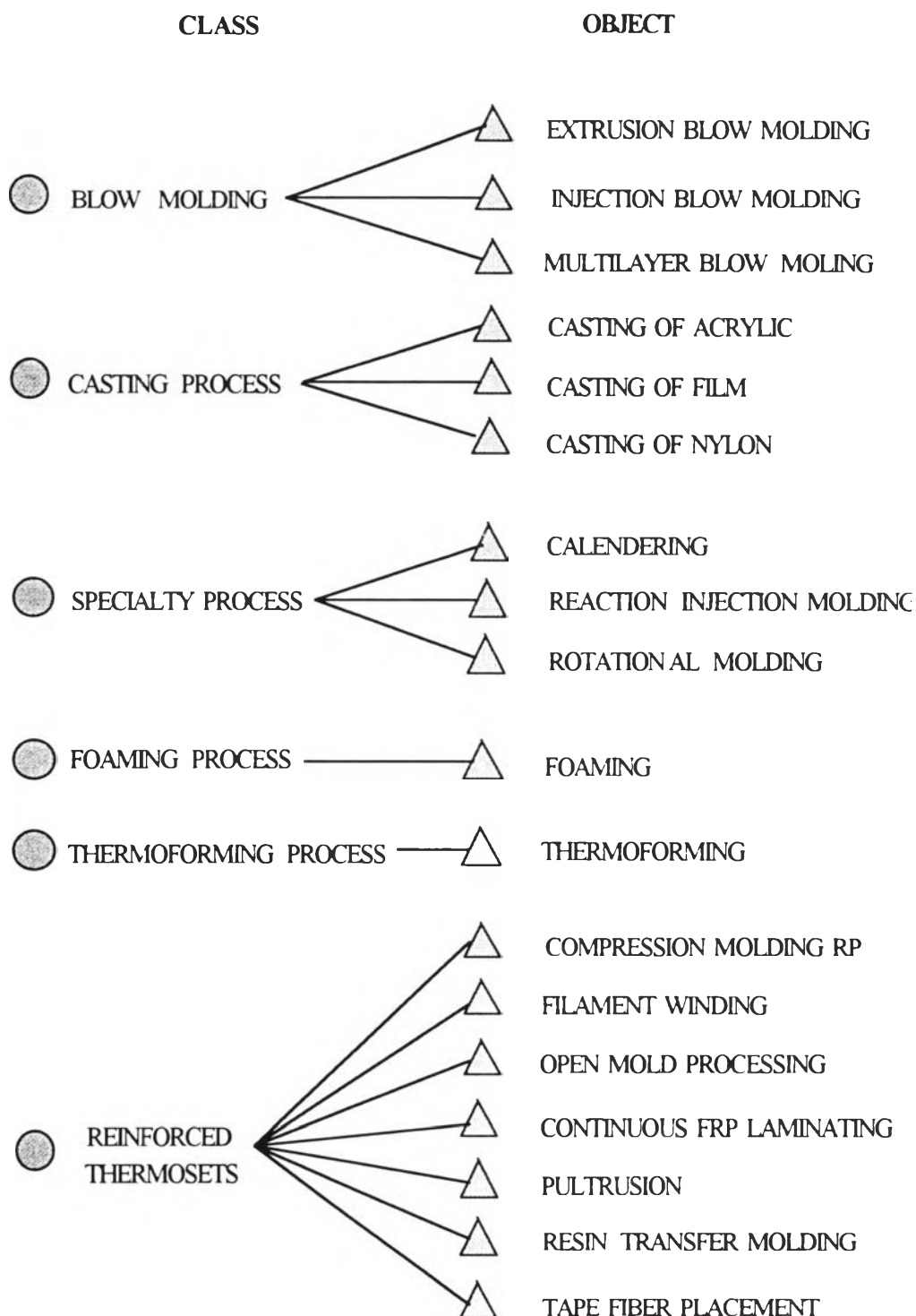
ในบทนี้ได้อธิบายถึงรายละเอียดเกี่ยวกับ ระบบผู้เชี่ยวชาญที่ใช้ในการเลือกกรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก คือ ระบบฐานความรู้ของกรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก ที่แสดงเป็นคลาส ออบเจกต์ และ คุณสมบัติ รวมถึงอธิบายเหตุผลหรือความสำคัญของคุณสมบัติของกรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกที่นำมาใช้ในการพิจารณาในการเลือกกรรมวิธีการผลิต และข้อมูลของคุณสมบัติของกรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกทั้งหมด ต่อมาได้กล่าวถึง ระบบฐานกฎของกรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก โดยจะ แบ่งกฎออกเป็นกลุ่มๆ เช่น กฎที่เกี่ยวกับรูปทรงของผลิตภัณฑ์ กฎที่เกี่ยวกับการวิเคราะห์ กฎเกี่ยวกับความเรียบของผลิตภัณฑ์ ต่อจากนั้นจะกล่าวถึง ระบบที่ใช้ในการติดต่อระหว่างผู้ใช้กับ ระบบผ่านทางกราฟฟิค (Graphical User Interface) ซึ่งเป็นการสร้างข้อมูลเบื้องต้น คือมีการถามตอบ มีรูปภาพประกอบ มีคำอธิบายประกอบ ท้ายสุดจะกล่าวถึง กลไกในการหาคำตอบ ในส่วนของ กราฟฟิคยูสเซอร์อินเตอร์เฟซ (Graphical User Interface) ในช่วงของการการหาคำตอบ จะมีการตัดคำถามที่ไม่มีความจำเป็นออก ระบบสามารถอนุมานเองได้ คือเกิดความฉลาดในส่วนของยูสเซอร์อินเตอร์เฟซ ในช่วงฐานกฎ จะทำการพิจารณาคุณสมบัติที่มีความสำคัญมาก่อน และตัดคุณสมบัติที่ไม่มีความสำคัญออกไป และการแสดงคำตอบว่าเป็นอย่างไร

## 4.2 ฐานความรู้ (Knowledge base)

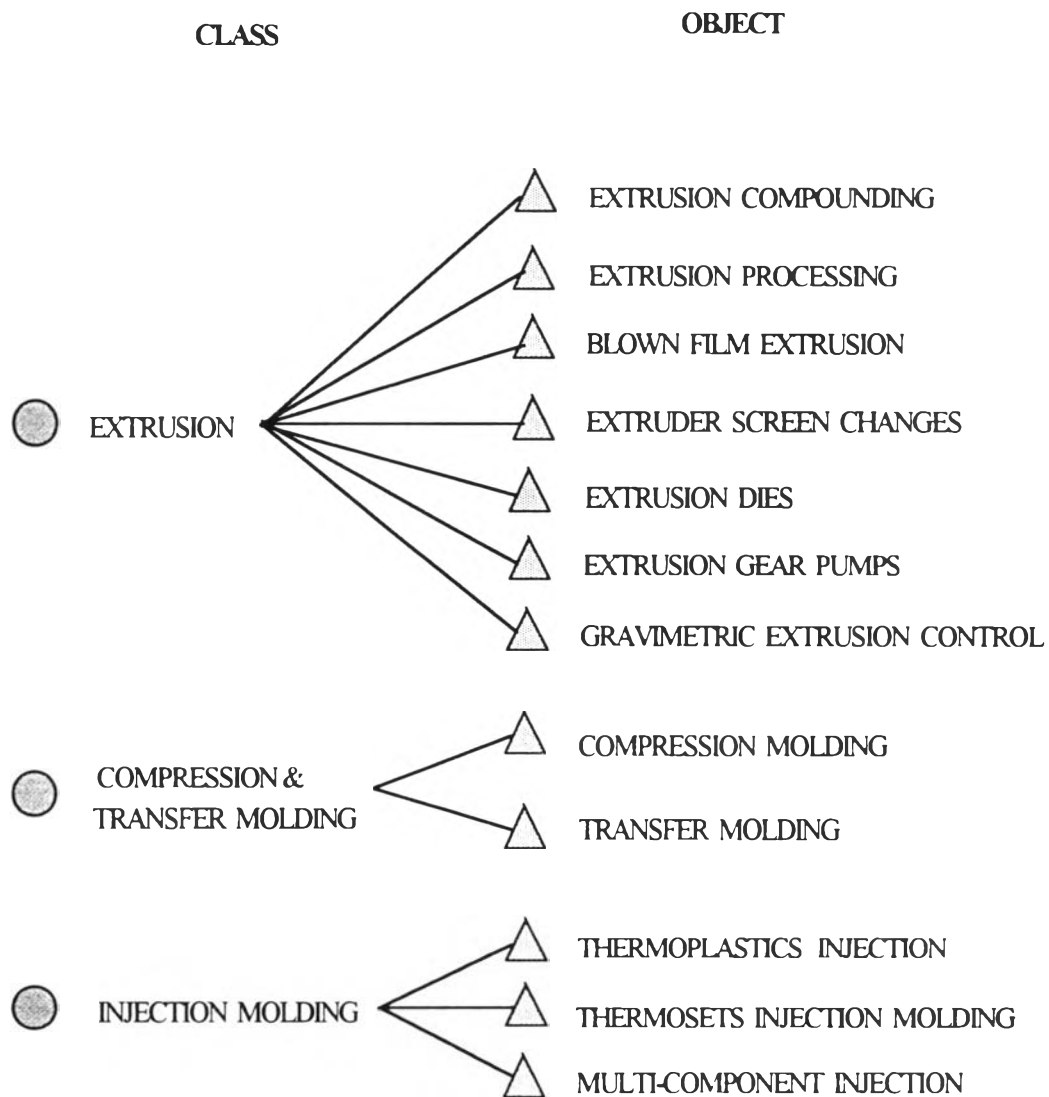
ได้ทำการแบ่งกลุ่มของกรรมวิธีการผลิตพลาสติกและเก็บไว้ในฐานความรู้ในรูปของคลาส คลาสย่อย ออบเจกต์ และคุณสมบัติ ดังต่อไปนี้



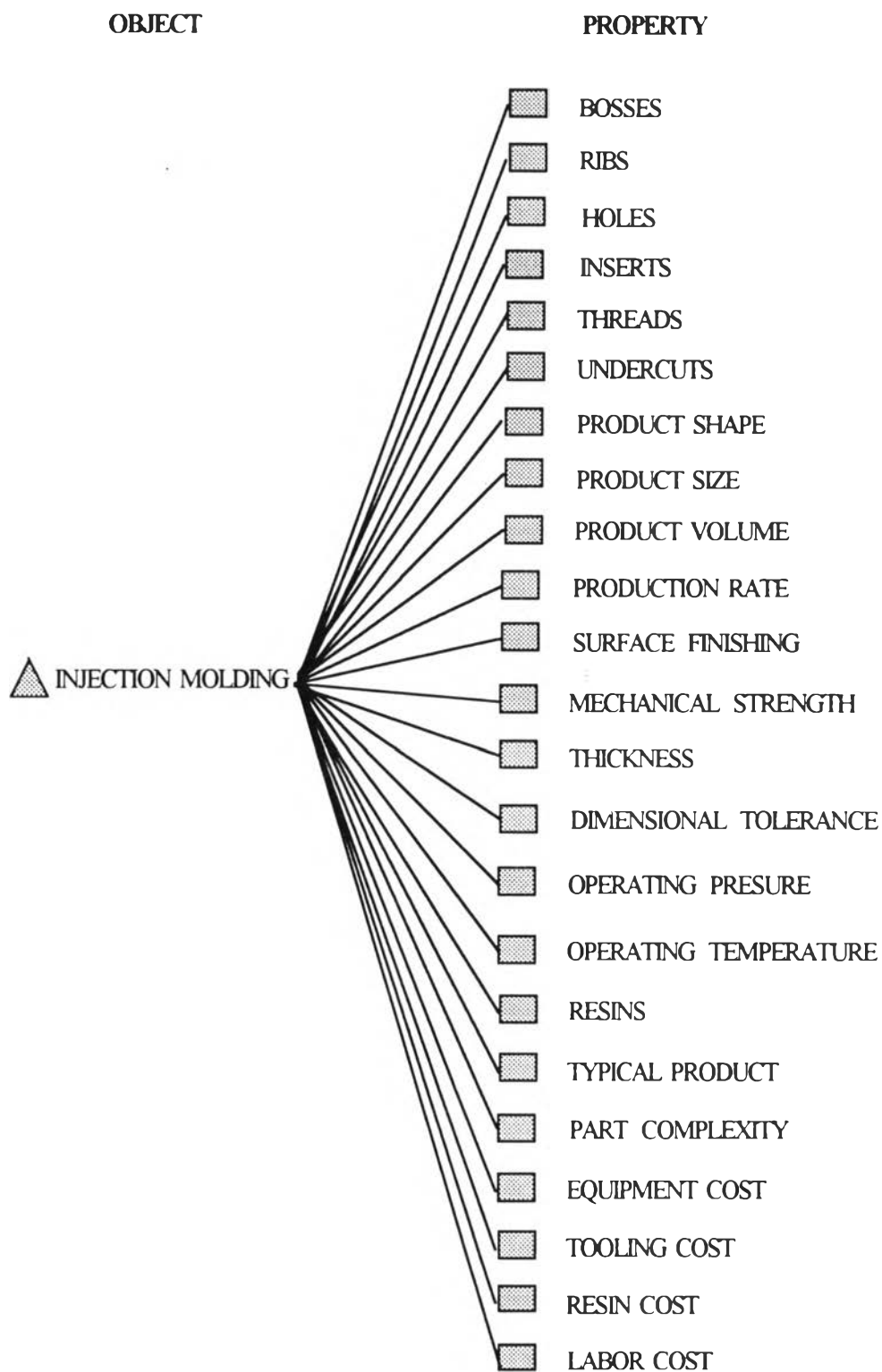
รูปที่ 4.1 แสดงฐานความรู้ของกรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกในระดับคลาส และ คลาสย่อย



รูปที่ 4.2 แสดงฐานความรู้ของกรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกในระดับ คลาส และ ออปเจกต์



รูปที่ 4.2 (ต่อ) แสดงฐานความรู้ของกรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกในระดับ คลาส และออปเจกต์



รูปที่ 4.3 แสดงฐานความรู้ของกรรมวิธี การผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกในระดับ คุณสมบัติ

จากรูปที่ 4.1 เราได้กลุ่มของกรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก 9 กลุ่ม โดยให้แต่ละกลุ่มแสดงในฐานความรู้เป็นคลาส และในรูปที่ 4.2 แสดงกรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกของแต่ละกลุ่ม โดยแสดงในฐานความรู้เป็นออปเจกต์ ซึ่งแต่ละออปเจกต์มีคุณสมบัติที่ใช้ในการพิจารณาเลือกกรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก ดังรูปที่ 4.3 เป็นตัวอย่างของคุณสมบัติกรรมวิธีการขึ้นรูปแบบฉีด คุณสมบัติของกรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก ที่สำคัญที่สุด ที่นำมาใช้ในการพิจารณาเลือก กรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก คือ รูปทรงของผลิตภัณฑ์ เนื่องจาก กรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก บางชนิด สามารถผลิตได้หลายรูปทรงหรือเกือบทุกรูปทรงของผลิตภัณฑ์ เช่น กรรมวิธีการฉีดพลาสติก (Injection Molding) สามารถผลิตชิ้นงานที่มีรูปทรงกลวงที่มีความซับซ้อน หรือที่มีรูปทรงเป็นท่อ ขนาดสั้น หรือเป็นแผ่น สั้น หรือภาชนะเปิด แต่บางชนิดผลิต มีข้อจำกัดในการผลิต เช่นกรรมวิธีการรีด (Calendering) กรรมวิธีการอัดรีด (Extrusion) และกรรมวิธีการคั่ง (Pultrusion) ผลิตชิ้นงานที่เป็นแผ่น และท่อ รูปทรงของผลิตภัณฑ์พลาสติกสามารถแยกกรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกได้อย่างชัดเจนดังนั้น จึงเป็นคุณสมบัติที่สำคัญที่สุด ตัวต่อมาก็คือ บอส ซึ่ง รู อันเดอร์คัท ซีนสอด เกลียว ซึ่งขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการใช้งาน เช่น ซึ่งเพิ่มความแข็งแรงให้กับผลิตภัณฑ์โดยไม่ต้องเพิ่มความหนา เพื่อการประหยัดเรซินที่ใช้ในการขึ้นรูป เกลียวใช้สำหรับการลัดชิ้นงาน ส่วน รู เพื่อการตบแต่งชิ้นงาน อันเดอร์คัททำให้ อัตราเร็วในการผลิตต่ำลงเนื่องจากปัญหาในการถอดชิ้นงานออกจากแม่แบบ กรรมวิธีการผลิต ผลิตภัณฑ์พลาสติก บางชนิดไม่สามารถผลิตชิ้นงานที่มีคุณสมบัติเหล่านี้ได้เลย เช่น การขึ้นรูปโดยการรีด (Calendering) การขึ้นรูปโดยการคั่ง (Pultrusion) การขึ้นรูปโดยการอัดรีด (Extrusion) แต่บางกรรมวิธีการสามารถผลิต ได้ทุกคุณสมบัติ คุณสมบัติตัวต่อมาก็คือ ความแข็งแรงของชิ้นงาน การขึ้นรูปโดยการพัน (Filament winding) การขึ้นรูปโดยการฉีด (Injection Molding) จะให้ความแข็งแรงของชิ้นงาน

สูง แต่บางชนิดให้ความแข็งแรงต่ำ เช่น การขึ้นรูปโดยการเป่าเนื่องจากมีความหนาของชิ้นงานต่ำ ปัจจัยอื่นที่มีผลต่อความแข็งแรงของชิ้นงานนอกความหนาของชิ้นงานแล้ว เรซินที่ใช้ก็มีส่วน เช่น การขึ้นรูปโดยการหล่อด้วยไนลอน (Casting of Nylon) และกลุ่มการขึ้นรูปโดยการหล่อพลาสติกเหลว กับ วัสดุเสริมแรง (Reinforcing Thermosets) ให้ความแข็งแรงของชิ้นงานสูง ความเรียบของพื้นผิวชิ้นงาน เป็นคุณสมบัติที่นำมาพิจารณา เนื่องจากบางกรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก ไม่สามารถผลิตชิ้นงานให้มีความเรียบได้เช่น การขึ้นรูปโดยการหล่อ การขึ้นรูปโดยการหล่อพลาสติกเหลวกับวัสดุเสริมแรง โดยเปิดแบบ (Open Mold Processing) ซึ่งอาจจำเป็นต้องใช้ กรรมวิธีการผลิตขั้นที่สอง (Secondary Process) มาช่วยในการตกแต่งพื้นผิวของชิ้นงาน แต่บางกรรมวิธีการผลิตสามารถผลิตชิ้นงานที่มีความเรียบได้ในกรรมวิธีการผลิตขั้นต้นเดียวโดยไม่จำเป็นต้องใช้กรรมวิธีการผลิตขั้นที่สอง เช่นการขึ้นรูปโดยการฉีด กรรมวิธีการขึ้นรูปโดยการอัดรีด นอกจากนี้ปัจจัยอื่นที่มีผลต่อความเรียบของชิ้นงาน ชนิดของวัสดุที่ใช้ทำแม่แบบ และวัสดุที่ใช้ทำลูกกรีด สำหรับกรรมวิธีการรีด ความคลาดเคลื่อนอนุโลมของผลิตภัณฑ์ (Dimensional Tolerance) เป็นคุณสมบัติหนึ่งที่น่าสนใจในการพิจารณาในการเลือก เนื่องจากชิ้นงานบางชนิดต้องการความคลาดเคลื่อนอนุโลมสูง และชิ้นงานต้องการความประณีต ดังนั้นจึงจำเป็นต้องใช้กรรมวิธีการผลิตที่ให้ความคลาดเคลื่อนอนุโลมสูง เช่น กรรมวิธีการขึ้นรูปโดยการฉีด กรรมวิธีการขึ้นรูปโดยการอัดรีด กรรมวิธีการรีด กรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกให้อัตราการผลิต และปริมาณในการผลิต ที่แตกต่างกัน เช่น กรรมวิธีการขึ้นรูปโดยการฉีด ให้อัตราการผลิตสูงมาก และให้ปริมาณในการผลิตปานกลาง จนถึงสูงมาก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ ขนาดของเครื่อง และขนาดของผลิตภัณฑ์ที่ทำการผลิต แต่บางกรรมวิธีการให้อัตราการผลิต และปริมาณการผลิตต่ำ เช่น การขึ้นรูปโดยการหมุน และการขึ้นรูปโดยการหล่อ หรือการขึ้นรูปที่ใช้ระบบแมนวล เช่น กรรมวิธีการขึ้นรูปโดยการเปิดแม่แบบ (Open Mold

Processing) ชนิดของเรซิน มีผลต่อการเลือกกรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกเนื่องจากมีหลายกรรมวิธีการที่มีข้อจำกัด สำหรับ เรซินแตกต่างกันไป เช่น กรรมวิธีการขึ้นรูปโดยการอัด (Compression Molding) และการขึ้นรูปโดยการส่งถ่าย (Transfer Molding) เหมาะที่จะใช้กับเทอร์โมเซตติง เนื่องจาก มีการให้ความร้อนที่แม่แบบโดยตรง ไม่ผ่านสกรูที่หมุนอยู่ในเรือนทรงกระบอกเหมือนกับกรรมวิธีการขึ้นรูปโดยการฉีดและการอัดรีด ซึ่งอาจมีปัญหาเมื่อมีพลาสติกคั่งอยู่เนื่องพลาสติกเทอร์โมเซตติง ไม่สามารถหลอม ได้ใหม่อีกครั้ง ราคามีผลต่อการพิจารณาในการเลือกเช่น ราคาของเครื่องจักร ราคาของเรซิน ราคาของผลิตภัณฑ์พลาสติก ราคาของแม่แบบ ยกตัวอย่างราคาของแม่แบบ ถ้าต้องการผลิตผลิตภัณฑ์หลากหลายชนิดควรใช้แม่แบบราคาถูก เพราะต้องเปลี่ยนแม่แบบในระยะเวลาอันสั้น

เฟรมเป็นการแสดงความรู้โดยเก็บค่าของคุณสมบัติของออปเจกต์ ลักษณะเป็นโครงสร้างของข้อมูล โดยปกติมนุษย์เรามักจะทำการแบ่งกลุ่มเพื่อแก้ปัญหา และเฟรมพยายามเอาอย่างตาม พฤติกรรมของมนุษย์ รูปที่ 4.4 เป็นตัวอย่างของการแบ่งกลุ่มของกรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก คุณสมบัติของกรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกที่เราทราบค่าแน่นอนสามารถเติมลงในเฟรมได้ แอตทริบิวต์รูปทรงของผลิตภัณฑ์ (Product shape) ขนาดของผลิตภัณฑ์ (Product size) เป็นพื้นที่ที่เรียกว่า สล็อต (Slot) สล็อตเป็นตำแหน่งของคุณสมบัติ รูปที่ 4.4 มี 19 สล็อต ความแตกต่างระหว่างโครงสร้างของการแสดงความรู้แบบเฟรม กับแบบโครงข่ายอรรถศาสตร์ (Semantic Network) คือ แบบเฟรมมีโครงสร้างมากกว่า สามารถจัดการกับรายละเอียดเฉพาะ รอบออปเจกต์ เช่นแอตทริบิวต์ของกรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก เมื่อใช้ในโปรแกรม โครงสร้างของเฟรมกรรมวิธีการผลิตพลาสติกไม่ต้องเปลี่ยนที่ตัวโปรแกรม แต่ทำการเปลี่ยนที่สล็อต



## CLASS: PLASTIC PROCESSORS

Name	Plastic processors
Product shape	
Threads	
Holes	
Ribs	
Undercuts	
Bosses	
Inserts	
Product size	
Product Volume	
Dimensional tolerance	
Production rate	
Surface finishing	
Mechanical strength	
Typical Product	
Resins	
Equipment cost	
Operating	
Operating pressure	

รูปที่ 4.4 การแสดงความรู้โดยใช้เฟรมของกรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก

CLASS: PLASTIC  
PROCESSORS

SUB-CLASS: INJECTION MOLDING

Name	Injection molding
Product shape	Molded product, Open hollow bodies, Pipe
Threads	Yes
Holes	Yes
Ribs	Yes
Undercuts	Yes
Bosses	Yes
Inserts	Yes
Product size	Small, Medium
Product Volume	Medium, High, Very high
Dimensional tolerance	Fine
Production rate	Extremely rapid
Surface finishing	Very smooth
Mechanical strength	Excellent
Typical Product	Cups, Trays, Open containers, Caps
Resins	Acetal, ABS, Nylon, PC, PE, PP, PS, PPO
Equipment cost	Medium, High, Very high
Operating	200-300 C
Operating pressure	5,000-40,000

รูปที่ 4.4 การแสดงความรู้โดยใช้เฟรมของกรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก (ต่อ)

CLASS: PLASTIC  
PROCESSORS

SUB-CLASS: EXTRUSIONS

Name	Extrusion
Product shape	Film, Sheet, Pipe, profile
Threads	No
Holes	No
Ribs	Yes
Undercuts	Yes
Bosses	Yes
Inserts	Yes
Product size	Small, Medium, Large
Product Volume	Medium, High, Very high
Dimensional tolerance	Normal
Production rate	Extremely Rapid
Surface finishing	Smooth, Very smooth
Mechanical strength	Good
Typical Product	Linear shape, Pipe, Profiles, Sheets, Panel
Resins	Acetal, ABS, Acrylic, Nylon, PC, PP,
Equipment cost	Medium, High, Very high
Operating	300-500 C
Operating pressure	500-6,000 Psi

รูปที่ 4.4 การแสดงความรู้โดยใช้เฟรมของกรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก (ต่อ)

SUB-CLASS: INJECTION  
MOLDING

OBJECT: MULTI-COMPONENT INJECTION

Name	Multi-Component Injection molding
Product shape	Sandwich construction, Molded product
Threads	Yes
Holes	Yes
Ribs	Yes
Undercuts	Yes
Bosses	Yes
Inserts	Yes
Product size	Small
Product Volume	Medium, High
Dimensional tolerance	Fine
Production rate	
Surface finishing	Smooth
Mechanical strength	Excellent
Typical Product	Cups, Trays, Open containers, Caps
Resins	Acetal, ABS, Nylon, PC, PE, PP, PS, PPO
Equipment cost	High, Very high
Operating	200-300 C
Operating pressure	5,000-40,000

รูปที่ 4.4 การแสดงความรู้โดยใช้เฟรมของกรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก (ต่อ)

**SUB-CLASS: EXTRUSION  
MOLDING**

**OBJECT: EXTRUSION COMPOUNDING**

Name	Extrusion compounding
Product shape	Film, Sheet, Pipe, profile
Threads	No
Holes	No
Ribs	Yes
Undercuts	Yes
Bosses	Yes
Inserts	Yes
Product size	Small, Medium, Large
Product Volume	Medium, High, Very high
Dimensional tolerance	Fine
Production rate	Extremely Rapid
Surface finishing	Very smooth
Mechanical strength	Excellent
Typical Product	Linear shape, Pipe, Profiles, Sheets, Panel
Resins	Acetal, ABS, Acrylic, Nylon, PC, PP,
Equipment cost	Medium, High, Very high
Operating	300-500 C
Operating pressure	500-6,000 Psi

รูปที่ 4.4 การแสดงความรู้โดยใช้เฟรมของกรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก (ต่อ)

### 4.3 ระบบฐานกฎ (Rule base)

ระบบฐานกฎของระบบผู้เชี่ยวชาญให้แสดงความรู้ในปัจจุบัน ระบบฐานกฎของระบบผู้เชี่ยวชาญให้แบบอย่างการจับคู่ (Pattern-matching) ระบบผู้เชี่ยวชาญพิจารณาในฐานความรู้ของมันเพื่อตอบคำถาม มันเป็นการพัฒนาลูกโซ่ของการอนุมาน (Inference chain) ลูกโซ่ของการอนุมานเป็นลำดับ หรือการประยุกต์ของกฎที่ใช้โดยระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อทำการวิเคราะห์ และแก้ปัญหา ในที่นี้ได้แบ่งกฎที่ใช้ในการเลือกกรรมวิธีการผลิตภัณฑ์พลาสติกออกเป็น 12 กลุ่มดังต่อไปนี้

#### 4.3.1 กฎเกี่ยวกับการติดต่อผู้ใช้ (User Interface)

ตัวอย่างของกฎเกี่ยวกับการติดต่อผู้ใช้นี้ดังต่อไปนี้

ก. ข้อ Rule R\_Initialization

IF

Typical Product is precisely equal to Cups, Trays, Open containers, Caps, Covers, Closures, Hoods, Housings, Autoparts, Complex shapes, Thickness changes, Linear shapes, Pipe, Profiles, Sheets, Panels, Laminates, Tanks or Drum

THEN

Initialization is confirmed.

And Product Typical is assigned to Product Typical

ข. ข้อ Rule Typical Product

IF

There is no evidence of Initialization

And Product Typical is assigned to Product Typical

**THEN**

Typical Product is confirmed.

ก. ๖๐ Rule Shape Product

**IF**

There is evidence of Typical Product

And Requirement of Product Shape is precisely equal to Sheet, Pipe, Open hollow bodies, Enclosed hollow bodies,

Rod, Profile, Film or Molded products

**THEN**

Shape Product is confirmed.

จ. ๖๐ Rule Molded Product

**IF**

Requirement of Product Shape is precisely equal to Open hollow bodies, Molded products

**THEN**

Molded Product is confirmed.

And GeoBosses is assigned to GeoBosses

And GeoHoles is assigned to GeoHoles

And GeoInserts is assigned to GeoInserts

And GeoRibs is assigned to GeoRibs

And GeoThreads is assigned to GeoThreads

And GeoUndercuts is assigned to GeoUndercuts

And Show Geometry of product

And Size Product is assigned to Size Product

And Check Size Volume is assigned to Check Size Volume

And Check Size Rate is assigned to Check Size Rate

And Check Size Tolerance is assigned to Check Size Tolerance

And Check Size Finishing is assigned to Check Size Finishing

And Strength Part is assigned to Strength Part

#### 4.3.2 กฎเกี่ยวกับรูปทรงของผลิตภัณฑ์ (Product Shape)

ก. ข้อ Rule Product Shape

IF

Use the Testmultivalue execute to find all plastic processor methods which produce product shape

requirement

THEN

Product Shape is confirmed.

And Use AtomNameValue to construct a multi-value containing the name of all the processor which

corresponding product requirement

ข. ข้อ Rule Bosses



IF

Requirement of Bosses is precisely equal to YES

And Use pathern mathing to fine processors which can not creat bosses

THEN

Bosses is confirmed.

And Delete Processors which can not creat bosses

#### 4.3.3 ข้อ Rule เกี่ยวกับความคลาดเคลื่อนอนุโลมของผลิตภัณฑ์ (Dimensional Tolerance)

ข้อ Rule Normal Tolerance

IF

Requirement of Dimensional Tolerance is precisely equal to Normal

And Use the Testmultivalue exccute to fine all plastic processor methods which Dimensional Tolerance

is precisely equal to Coarse

THEN

Dimensional Tolerance is confirmed.

And Delete Processors which Dimensional Tolerance is precisely equal to Coarse

And Check Tolerance is assigned to Check Tolerance

ELSE

Dimensional Tolerance is not confirmed.

And Use AtomNameValue to construct a multi-value containing the name of all the processor which corresponding Dimensional Tolerance requirement

#### 4.3.4 Rule เกี่ยวกับความแข็งแรงของผลิตภัณฑ์ (Part Strength)

ชื่อ Rule Good Strength

IF

Requirement of Part Strength is precisely equal to Good

And Use the Testmultivalue execute to find all plastic processor methods which Part Strength is precisely equal to Fair and Poor

THEN

Part Strength is confirmed.

And Delete Processors which Part Strength is precisely equal to Fair and Poor

ELSE

Part Strength is not confirmed.

And Use AtomNameValue to construct a multi-value containing the name of all the processor which corresponding Part Strength requirement

#### 4.3.5 Rule เกี่ยวกับขนาดของผลิตภัณฑ์พลาสติก (Product Size)

ชื่อ Rule Large Size

IF

Requirement of Product Size is precisely equal to Large

And Use the Testmultivalue execute to find all plastic processor methods which Product Size is precisely equal to Medium and Small

And Plastic processor methods requirement is a member of Processors

THEN

ProductSize is confirmed.

And Delete Processors which Product Size is precisely equal to Medium and Small

And Use AtomNameValue to construct a multi-value containing the name of all the processor which corresponding Part Size requirement

#### 4.3.6 Rule เกี่ยวกับปริมาณการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก (Product Volume)

ชื่อ Rule Low Volume

IF

Requirement of Product Volume is precisely equal to Low

And Use the Testmultivalue execute to find all plastic processor methods which Product Volume is precisely equal to Very Low

And Plastic processor methods requirement is a member of Processors

THEN

Product Volume is confirmed.

And Delete Processors which Product Volume is precisely equal to Very Slow

ELSE

Product Volume is not confirmed.

And Use AtomNameValue to construct a multi-value containing the name of all the processor which corresponding Product Volume requirement

#### 4.3.7 Rule เกี่ยวกับความเรียบของผลิตภัณฑ์ (Surface Finishing)

ชื่อ Rule Moderate Rough Surface Finishing

**IF**

Requirement of Surface Finishing is precisely equal to Moderate rough

And Use the Testmultivalue execute to find all plastic processor methods which Surface Finishing is precisely equal to Rough

And Plastic processor methods requirement is a member of Processors

**THEN**

Surface Finishing is confirmed.

And Delete Processors which Surface Finishing is precisely equal to Rough

**ELSE**

Surface Finishing is not confirmed.

And Use AtomNameValue to construct a multi-value containing the name of all the processor which corresponding Surface Finishing requirement

#### 4.3.8 Rule เกี่ยวกับอัตราการผลิต (Production Rate)

Rule Medium Rate

**IF**

Requirement of Production Rate is precisely equal to Medium

And Use the Testmultivalue execute to find all plastic processor methods which Production Rate is precisely equal to Slow

**THEN**

Production Rate is confirmed.

And Delete Processors which Production Rate is precisely equal to Slow

**ELSE**

Production Rate is not confirmed.

And Use AtomNameValue to construct a multi-value containing the name of all the processor which corresponding Production Rate requirement

#### 4.3.9 Rule เกี่ยวกับการตรวจสอบแล้วกลับไปค้นหาในฐานความรู้

##### ชื่อ Rule Relax Tolerance

**IF**

Check Weight Tolerance is assigned to Check Weight Tolerance

And Show Relaxing Constraints of Tolerance

And Reset Tolerance Dimensional of Tolerance

And Reset Requirement of Dimensional Tolerance

And Reset Tolerance Dimensional

And Reset Check Tolerance

And Reset Dimensional Tolerance

And Delete Processors which Dimensional Tolerance is precisely equal to previous tolerance

And Tolerance Weight is assigned to Tolerance Dimensional

And Dimensional Tolerance is assigned to Dimensional Tolerance

THEN

Relax Tolerance is confirmed.

#### 4.3.10 Rule เกี่ยวกับการถ่วงน้ำหนักความสำคัญ

ก. ชื่อ Rule R\_CheckWeightTolerance\_\_3

IF

Dimensional Tolerance of Weight\_Rank is precisely equal to 4

And Use GetListElem retrieves name of processors from Class Weight Ranking which Weight\_Rank is precisely equal to 3 and attaches them to Class Weight

THEN

Check Weight Tolerance is confirmed.

And Take the name of processors in multi-value of weight and link them to temporary Class Processors

And Delete all Processors in Class Weight

ข. Rule FirstOrder

IF

Use RankList ranks a list of Class Weight Ranking according to Weight Property

And Product Volume of Weight\_Rank is assigned to Check Volume of Weight\_Rank

And Dimensional Tolerance of Weight\_Rank is assigned to Check Tolerance of Weight\_Rank

And Production Rate of Weight\_Rank is assigned to Check Rate of Weight\_Rank

And Surface Finishing of Weight\_Rank is assigned to Check Surface Finishing of Weight\_Rank

And Part Strength of Weight\_Rank is assigned to Check Part Strength of Weight\_Rank

And Sending Message FirstOrder to Class Weight Ranking

**THEN**

FirstOrder is confirmed.

#### 4.3.11 Rule เกี่ยวกับการแสดงผล

Rule Show Processors

**IF**

Plastic processor methods requirement is a member of Processors

**THEN**

Show Processors is confirmed.

And Show Processors and Resins

And Resin Product is assigned to Resin Product

#### 4.3.12 กฎเกี่ยวกับเรซิน

Rule Resin Product

**IF**

Requirement of Resins is precisely equal to Acetal, ABS, Acrylic, Cellulose acetate, Cellulose acetate butylate,

Cellulose nitrate, Cellulose propionate, Ethyl cellulose, Chlorinated polyether, CTFE, TFE, FEP, CTFE-VF2,

Nylon, Phenoxy or Polym

And the Testmultivalue execute to fine plastic processor methods which produce product from resin

requirement

And Plastic processor methods requirement is a member of Processors

**THEN**

Resin Product is confirmed.

And Delete Processors which resin is not precisely equal to resin requirement

And Show Processors and Information

**ELSE**

Resin Product is not confirmed.

And Show Processors and Information

#### 4.4 การติดต่อกับผู้ใช้ผ่านทางกราฟฟิค ( Graphic User Interface)

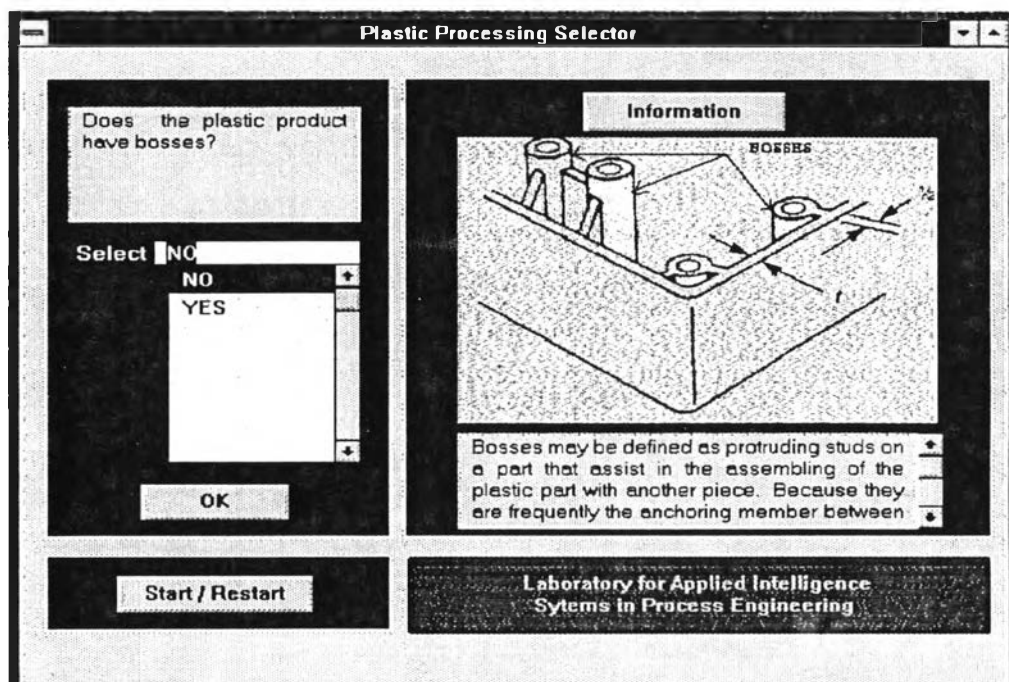
ในการสร้างกราฟฟิคขึ้นมา ใช้ชุดของ Push buttons, Text Editor, Iconic lable และ Select Menus

สร้างเป็นกราฟฟิค แต่ละกราฟฟิคสามารถติดต่อกับฐานความรู้ได้โดยใช้ภาษา Script ซึ่งเป็นภาษาที่มีรูป

แบบแน่นอน จากรูปที่ 4.5 เป็นการสร้างข้อมูลเบื้องต้น มีคำถาม และมีคำตอบให้เลือก มีรูปภาพและ

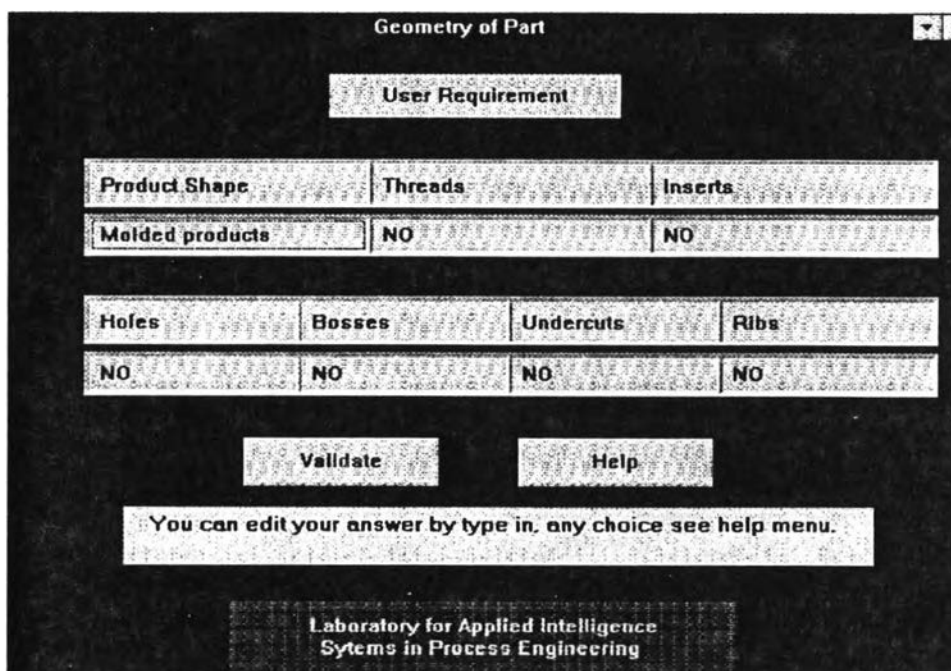


คำอธิบายประกอบ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเข้าใจ และมองเห็นภาพ หลังจากทีระบบถามรายละเอียดข้อมูลผลิตภัณฑ์ที่ต้องการทั้งหมดแล้ว ข้อมูลจะถูกเก็บไว้ในฐานความรู้ จากนั้น ระบบจะแสดงรายละเอียดข้อมูล

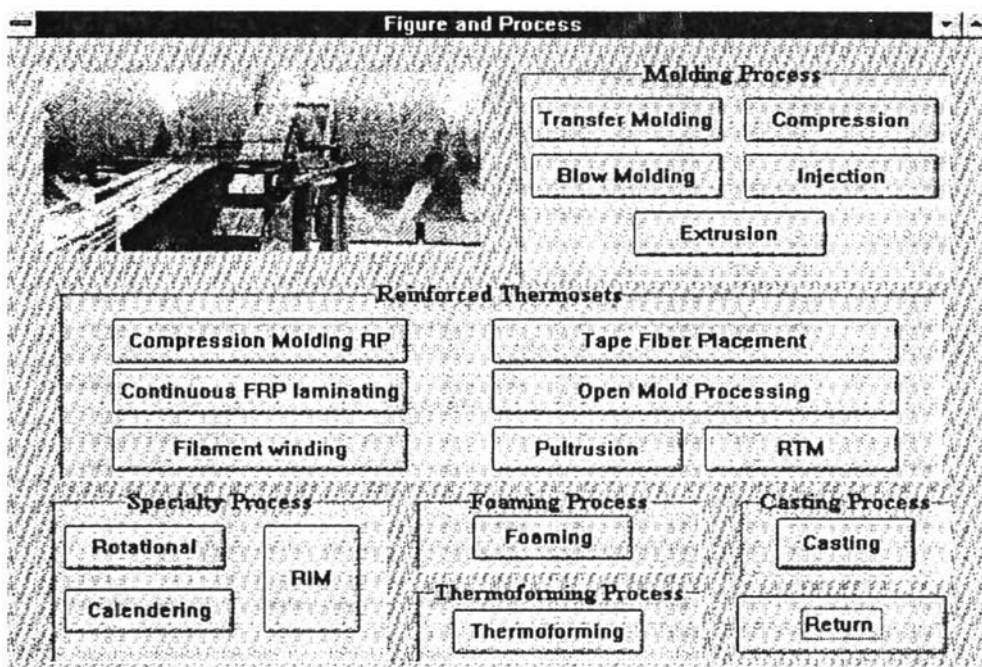


รูปที่ 4.5 แสดงการสร้างข้อมูลเบื้องต้น

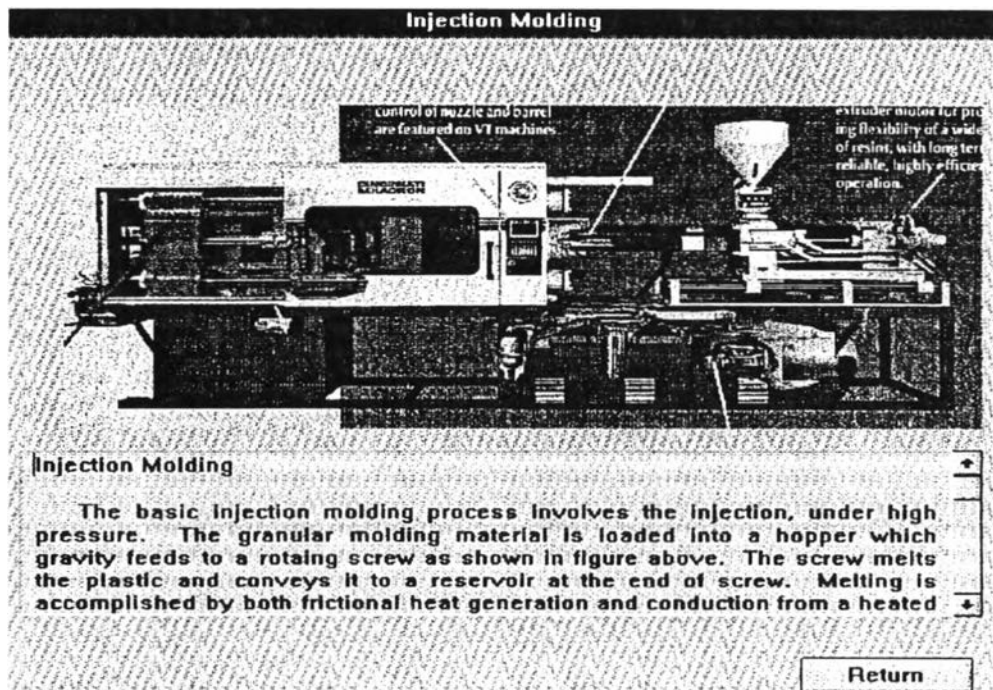
เพื่อให้ผู้ใช้ทำการตรวจสอบ หรือทำการแก้ไขอีกครั้ง ดังรูปที่ 4.6 ซึ่งข้อมูลที่แก้ไขใหม่จะไปอัปเดตข้อมูลในฐานความรู้ นอกจากนี้ในขณะที่ทำการรัน ผู้ใช้สามารถทำการเปิดดูรูปภาพ และวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก ได้ โดยการกดปุ่ม Information ในรูปที่ 4.5 จะปรากฏรูปที่ 4.7 ที่แสดงกลุ่มของกรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกทั้งหมด สามารถเลือกดูรูปภาพ และวิธีการผลิตแต่ละกรรมวิธีได้หลังจากเลือกกดในรูปที่ 4.7 จะได้รูปภาพและกรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกแสดงในรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.6 แสดงผลของการแสดงข้อมูลเบื้องต้น



รูปที่ 4.7 แสดงกลุ่มของกรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก



รูปที่ 4.8 แสดงรูปภาพ และ กรรมวิธีการผลิตของการขึ้นรูปแบบฉีด

#### 4.5 กลไกในการหาคำตอบ

กลไกในการหาคำตอบเริ่มจากการรับข้อมูลจากผู้ใช้เก็บไว้ในฐานความรู้ หลังจากที่ PLASA II รับข้อมูลเข้ามาบางส่วน PLASA II สามารถอนุมานหาคำถามต่อไปได้ หลังจากที่รับข้อมูลที่จำเป็นเข้ามาหมดแล้ว PLASA II จะแสดงข้อมูลที่เพื่อให้ผู้ใช้ทำการตรวจสอบและแก้ไข ก่อนที่จะไปค้นหากรรมวิธีการผลิตในฐานความรู้ตามลำดับความสำคัญของข้อมูลที่ป้อนเข้ามา และ PLASA II สามารถผ่อนคลายระดับความสำคัญของข้อมูลได้ในกรณีไม่พบกรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกที่ต้องการ หลังจากที่พบกรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก PLASA II จะแสดงคำตอบ และมีรายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับกรรม

วิธีการผลิต ยกตัวอย่างเช่น รูปภาพ ไดอะแกรม เรซินที่ใช้ ชนิดของผลิตภัณฑ์ที่สามารถผลิตได้

เป็นต้น

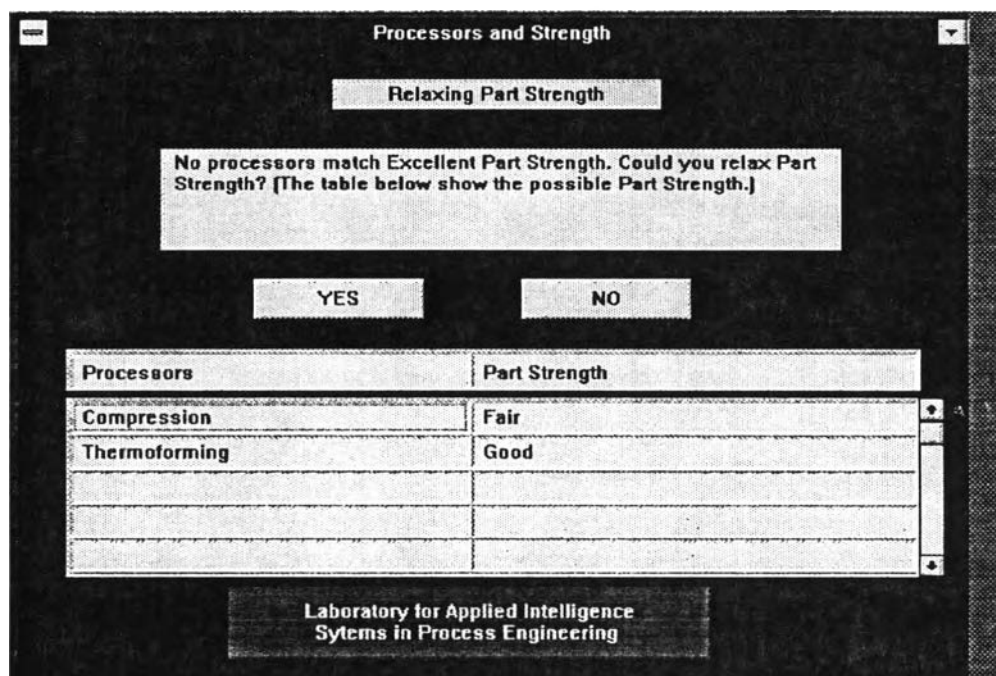
#### 4.5.1 ในช่วงของการ Session

มีบางคำถามที่ตัดออกไประบบสามารถอนุมานเองได้ เกิดความฉลาดในส่วนของ การถามตอบ ระหว่างผู้ใช้ และระบบ (User Interface) ยกตัวอย่างเช่น ระบบถามรูปทรงของผลิตภัณฑ์ ถ้าผู้ใช้เลือกรูปทรงเป็นท่อ แผ่น หรือ ฟิล์ม ระบบจะไม่ถาม รายละเอียดเกี่ยวกับรูปลักษณะของผลิตภัณฑ์ เช่น บออสส์ ซี รู เกลียว อันเดอร์คัท และ ซีนสอด ระบบจะข้ามไปถามข้อมูลอื่น คือ อัตราการผลิต ความแข็งแรงของผลิตภัณฑ์ ความเรียบของผลิตภัณฑ์ เป็นต้น เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่มีรูปทรงเป็นท่อ แผ่น หรือ ฟิล์ม มีรูปทรงที่ไม่ซับซ้อน ดังนั้นระบบจึงไม่จำเป็นที่จะถาม คำถามเกี่ยวกับ บออสส์ ซี รู เกลียว อันเดอร์คัท และ ซีนสอด ระบบสามารถอนุมานเองได้ อีกตัวอย่างหนึ่ง คือ สมมุติถ้าผู้ใช้ต้องการผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดใหญ่ คำถามต่อไป ถามเกี่ยวกับ ปริมาณการผลิตคำตอบที่ให้เลือกจะ ตัดปริมาณการผลิตมากออกไป หรือ ความเรียบของผลิตภัณฑ์ ตัดความเรียบที่สุดออกไป เพื่อไม่ให้เกิดความขัดแย้งในช่วงของการรับข้อมูล

#### 4.5.2 ในช่วงของ ฐานกฎ (Rule base)

ในการเลือกกรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกระบบถามผู้ใช้ถึงระดับความสำคัญของคุณสมบัติที่ผู้ใช้ใส่เข้าไป หลังจากนั้นระบบทำการเลือกกรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกตามลำดับความสำคัญของคุณสมบัติที่ผู้ใช้ใส่เข้ามา หลังจากเลือกแล้วไม่พบกรรมวิธีการผลิตใดที่สามารถผลิตได้ตามความต้องการของผู้ใช้ ในกรณีที่คุณสมบัตินั้นมีความสำคัญมาก ระบบจะถามว่าคุณสมบัตินี้สามารถผ่อนคลยได้หรือไม่ ยกตัวอย่าง จากรูปที่ 4.8 ขีดจำกัดของกรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก ที่พบ

สามารถผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกที่มีความแข็งแรง อยู่ในระดับดี และปานกลาง เท่านั้น แต่ความต้องการของผู้ใช้ต้องการผลิตภัณฑ์ที่มีความแข็งแรงในระดับ ดีมาก ซึ่งถ้าผู้ใช้ต้องการผ่อนคลाय คุณสมบัตินี้ ระบบจะกลับไปถามคำถามเกี่ยวกับคุณสมบัติใหม่นี้ แล้วกลับไปค้นหาคำตอบในฐานความรู้ใหม่ แต่ถ้าไม่ได้ระบบจะให้คำแนะนำให้ผู้ใช้ออกแบบผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ใหม่ ส่วนในกรณีที่คุณสมบัติมีความสำคัญบ้ระบบ จะผ่อนคลायคุณสมบัตินั้นไปขั้นหนึ่ง และในกรณีที่คุณสมบัติไม่มีความสำคัญเลย ระบบจะตัดคุณสมบัตินั้นทิ้งแล้วไปค้นหาในฐานความรู้ใหม่

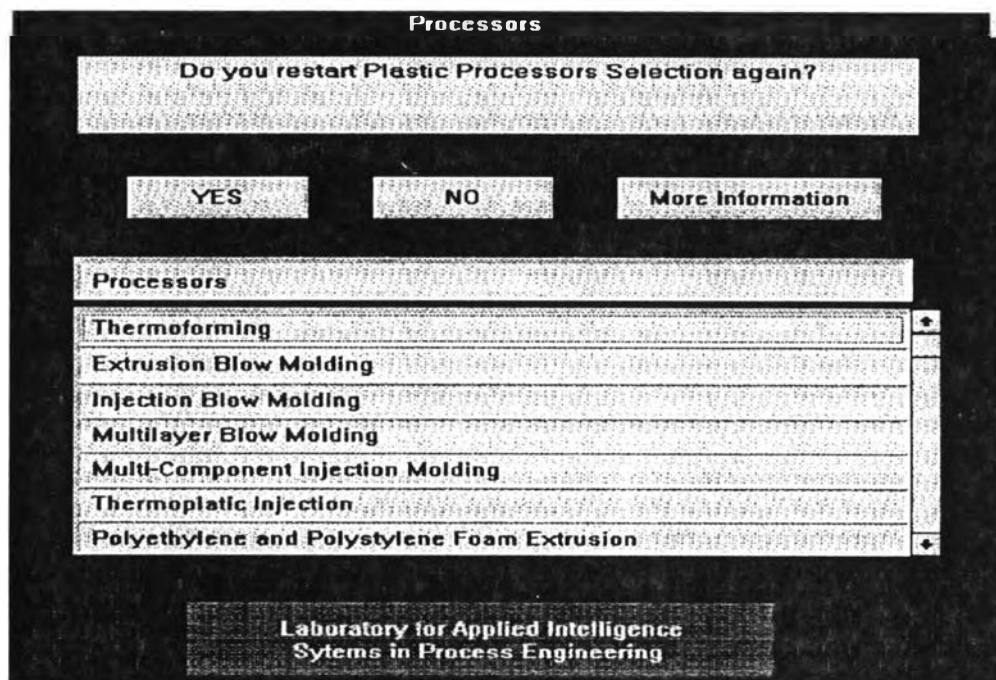


รูปที่ 4.9 แสดงการผ่อนคลायคุณสมบัติความแข็งแรงของผลิตภัณฑ์พลาสติก

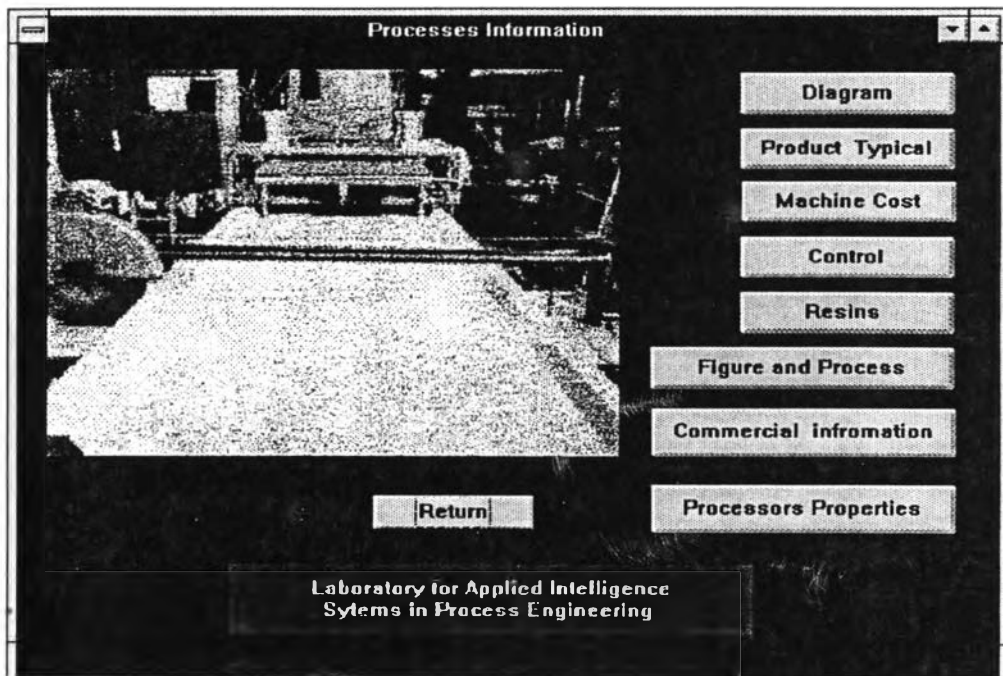
#### 4.5.3 การแสดงคำตอบ

ในการแสดงคำตอบของ กรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกดังแสดงดังรูปที่ 4.10 ซอฟต์แวร์จะถามผู้ใช่ว่าจะกลับไปรัน ซอฟต์แวร์ใหม่อีกครั้งหรือไม่ ตารางข้างล่างแสดงกรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกที่เลือกได้ และมีปุ่ม More Information เพื่อดูรายละเอียดเกี่ยวกับกรรมวิธีการผลิต หลัง

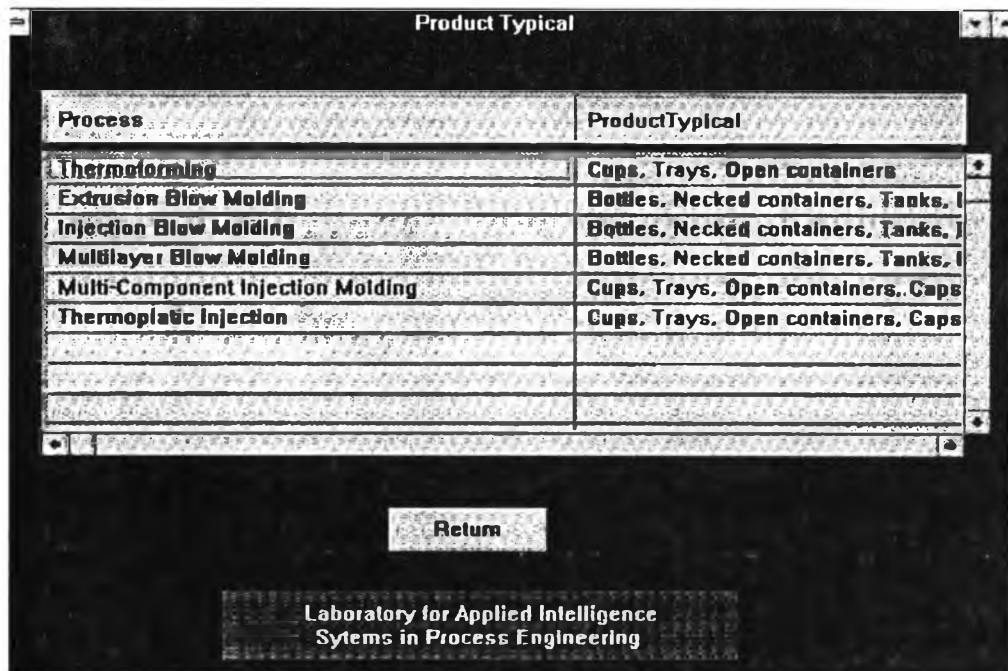
จากคอมพิวเตอร์แล้วระบบจะ แสดงรูปที่ 4.10 ซึ่งมีรายละเอียดมากมายให้ผู้เลือกเปิดดู เช่น รูปภาพ วิธีการผลิต ราคาของเครื่อง ระบบควบคุม การทำงานของเครื่อง ชนิดของเรซินที่สามารถเลือกใช้ผลิตได้ในแต่ละกรรมวิธีการผลิต ชนิดของผลิตภัณฑ์พลาสติกที่สามารถผลิตได้ อุณหภูมิ และความดันที่ใช้ในการผลิต แต่ละชนิด ยกตัวอย่างเช่น ต้องการ กวดูชนิดของผลิตภัณฑ์พลาสติก สามารถทำได้โดยการเลือกกดที่ตำแหน่ง Typical Product จากรูปที่ 4.11 จากนั้นระบบจะแสดงรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.10 แสดงกรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกที่เลือกได้



รูปที่ 4.11 แสดงรายละเอียดของกรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกที่เลือกได้



รูปที่ 4.12 แสดง ชนิดของผลิตภัณฑ์พลาสติกที่สามารถผลิตได้