บทที่ 2
การวางแผนกระบวนการผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา

ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลการผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา ณ โรงงานกรณีศึกษา (บริษัท พี พี พาราวูด จำกัด จังหวัดชลบุรี) โดยเน้นที่สินค้าประเภทกรอบกระจกเพื่อเป็นสินค้าต้นแบบของระบบผู้เชี่ยวชาญ ข้อมูลที่นำมานี้ได้จากการปรึกษาฝ่ายวิศวกรรมผลิตและฝ่ายวางแผนการผลิตของโรงงาน การศึกษาคู่มือการปฏิบัติงานของพนักงาน คู่มือการทำงานของเครื่องจักร ตัวอย่างสินค้าที่เคยผลิต รายการวัสดุ (Bill of materials) และขั้นตอนการผลิต (Routing) จริงที่โรงงานได้เก็บรวบรวมไว้ ผลที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลทำให้ผู้วิจัยได้ข้อมูลเบื้องต้นและเงื่อนไขของกระบวนการผลิตที่จะนำมาใช้ในส่วนของการสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญ โดยมีรายละเอียดของข้อมูลสรุปได้ดังนี้

2.1 ข้อมูลทั่วไปในการผลิตกรอบกระจก

2.1.1 ลักษณะของกรอบกระจก

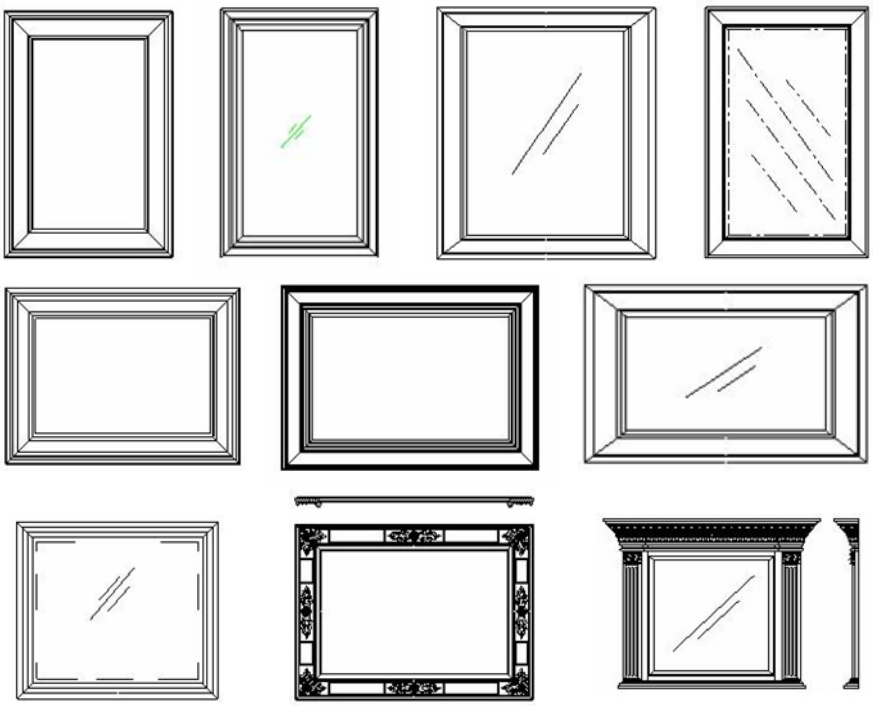
- แบบทรงสี่เหลี่ยม (ภาพประกอบ 2-1)
- แบบวงกลมหรือวงรี (ภาพประกอบ 2-2)
- แบบเฟรมกระจกบนโค้ง (ภาพประกอบ 2-3)

2.1.2 การเรียกชื่อชิ้นส่วน

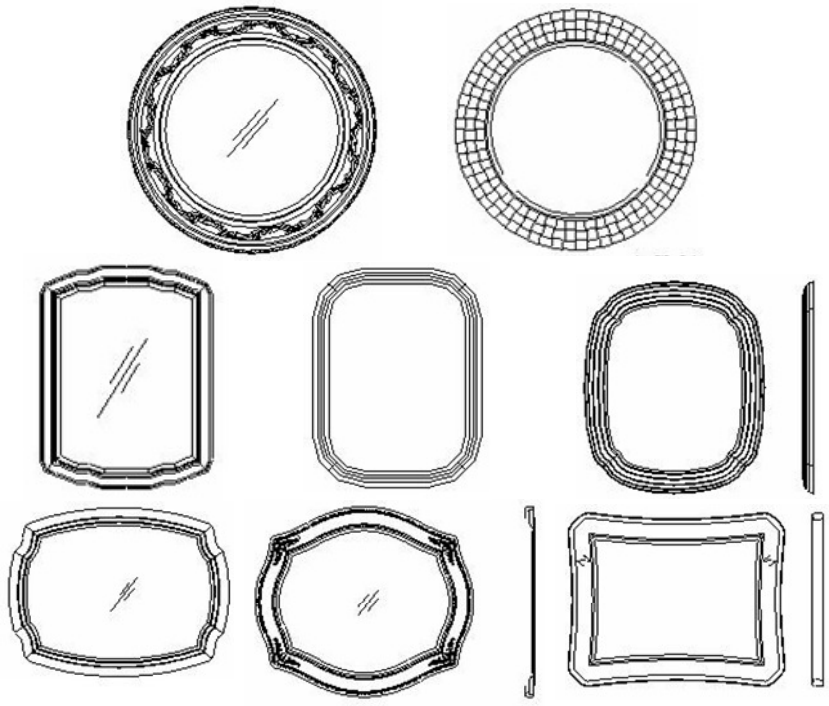
ชื่อชิ้นส่วนตามมาตรฐานของโรงงาน (ภาพประกอบ 2-4, 2-5 และ 2-6) ได้แก่

- กลุ่มเฟรมกระจก เช่น เฟรมกระจกบน เฟรมกระจกล่าง เฟรมกระจกข้าง
- กลุ่มเสาประดับ เช่น เสาประดับบน เสาประดับล่าง เสาประดับข้าง
- ฐานล่าง เช่น ฐานล่าง รองฐานล่าง
- คิ้ว เช่น คิ้วเฟรมกระจก คิ้วเฟรมกระจกล่าง
- กลุ่มคิ้วประดับ เช่น คิ้วประดับเฟรมกระจก
- คิ้วเสาประดับ เช่น คิ้วเสาประดับบน คิ้วเสาประดับล่าง คิ้วเสาประดับข้าง
- ลายแกะ เช่น ลายแกะเฟรมกระจกบน ยอดเฟรมกระจกบน
- ปิดหลัง เช่น ปิดหลังกระจก ไม้ยึดปิดหลัง
- แผงข้าง เช่น แผงข้าง คิ้วประดับแผงข้าง
- กลุ่มเบ็ดเตล็ด เช่น ไม้เดือย ไม้ยึด

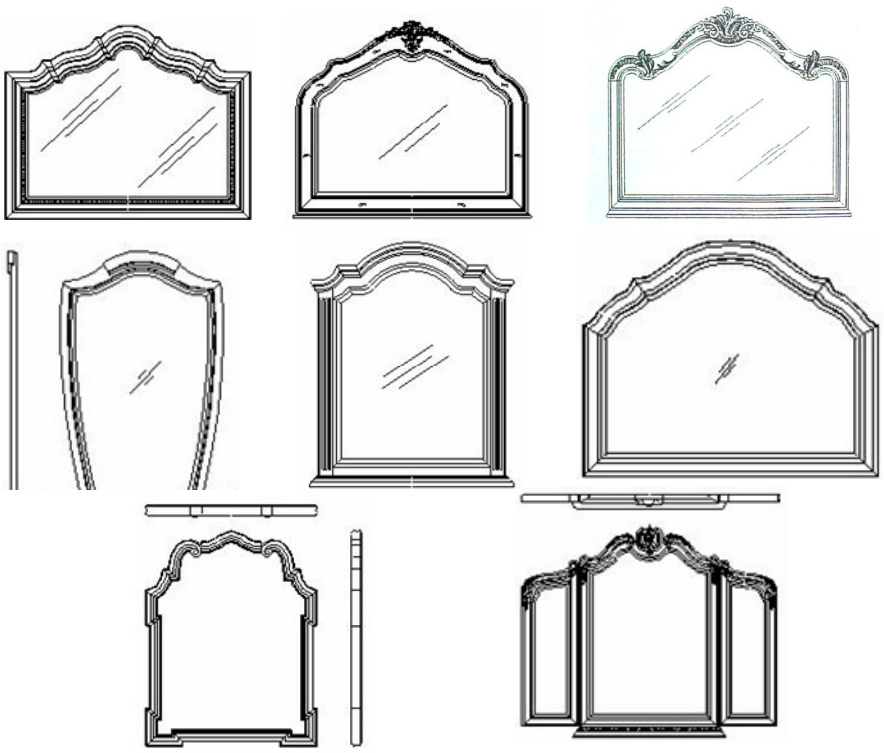
หมายเหตุ คิ้ว คือ ไม้ที่ผ่านกระบวนการแปรรูป แล้วนำมาติดทีหลังเพื่อเพิ่มความสวยงาม จากนิยามของคิ้ว สรุปได้ว่า คิ้ว กลุ่มคิ้วประดับ คิ้วเสาประดับ และลายแกะ ถือว่าเป็นคิ้วไม้ทั้งสิ้น แต่แยกให้ชัดเจนเพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานเข้าใจรูปร่างของชิ้นงานมากขึ้น



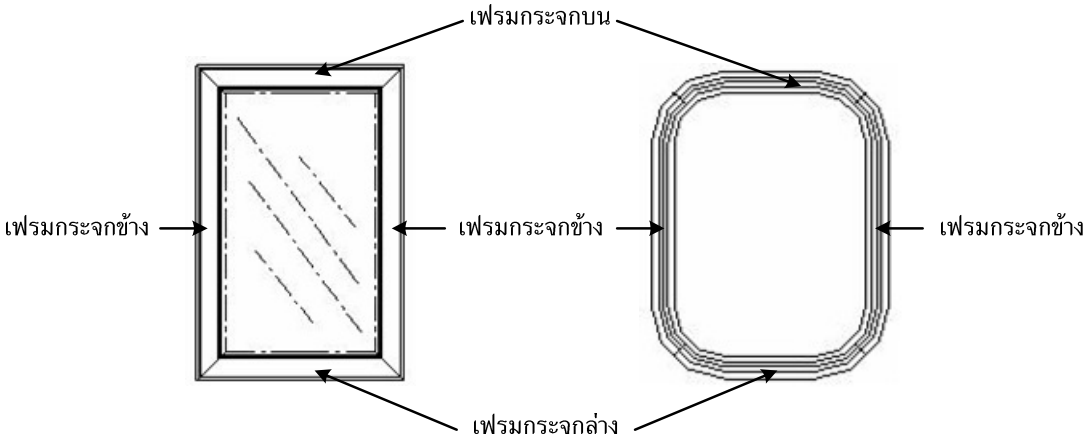
ภาพประกอบ 2-1 กรอบกระจกแบบสี่เหลี่ยม (ที่มา บริษัท พีพี พาราวูด จำกัด)



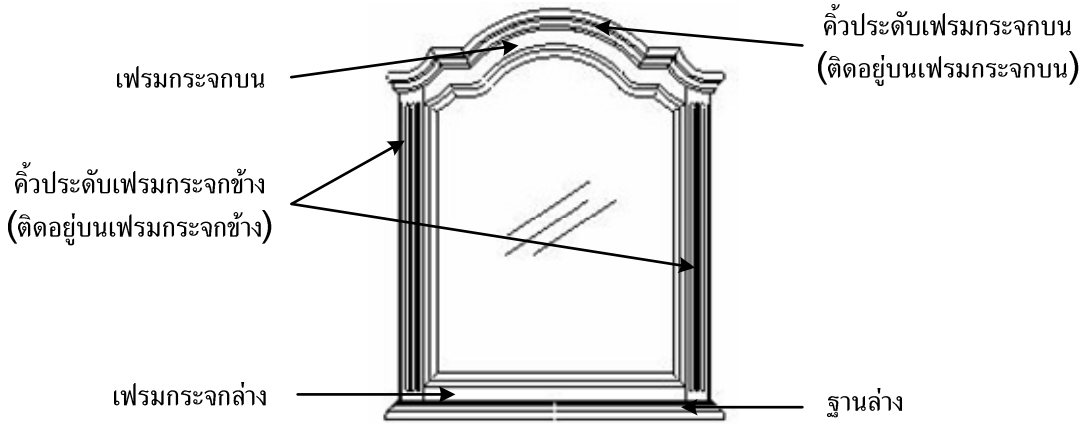
ภาพประกอบ 2-2 กรอบกระจกแบบวงกลมหรือวงรี (ที่มา บริษัท พีพี พาราวูด จำกัด)



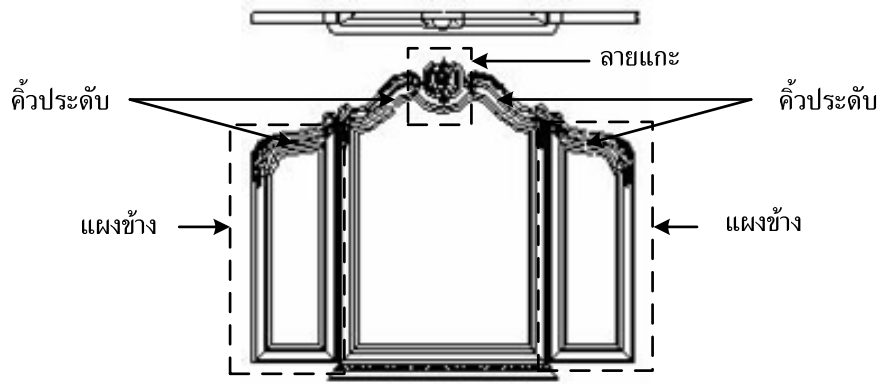
ภาพประกอบ 2-3 กรอบกระจกแบบเฟรมกระจกบนโค้ง (ที่มา บริษัท พีพี พาราวูด จำกัด)



ภาพประกอบ 2-4 ลักษณะของชิ้นส่วนกลุ่มเฟรมกระจก (ที่มา บริษัท พีพี พาราวูด จำกัด)



ภาพประกอบ 2-5 ลักษณะของชิ้นส่วนกลุ่มคิ้ว และฐานล่าง (ที่มา บริษัท พีพี พาราวูด จำกัด)



ภาพประกอบ 2-6 ลักษณะของชิ้นส่วนแผงข้าง และลายแกะ (ที่มา บริษัท พีพี พาราวูด จำกัด)

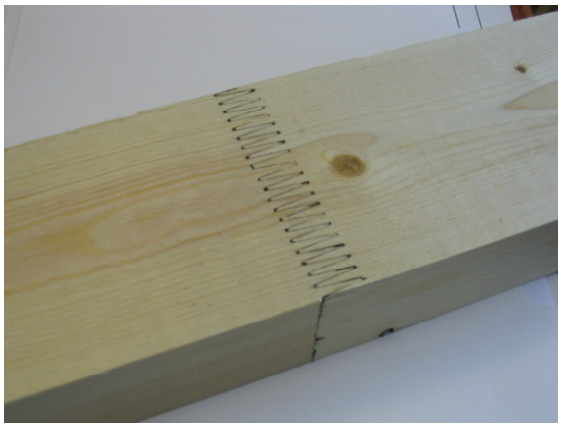
2.1.3 วัตถุดิบที่ใช้ทำกรอบกระจก

ไม้ที่นำมาใช้ในการผลิตกรอบกระจกประกอบไปด้วยไม้ยางพารา (ภาพประกอบ 2-7) ไม้นำเข้าจากต่างประเทศเช่น Marupa Oak Ash เป็นต้น และแผ่นไม้อัดแบบต่าง ๆ เช่น แผ่นใยไม้อัดแข็ง (Hardboard) แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง (Medium Density Fiberboard, MDF) และแผ่นชิ้นไม้อัด (Particle Board) โดยไม้ยางพาราจะมีขนาดไม้มาตรฐานดังตาราง 2-1 ไม้นำเข้าจากต่างประเทศจะมีขนาดดังตาราง 2-2 ส่วนแผ่นไม้อัดทางโรงงานสามารถกำหนดขนาดเองได้

ไม้ยางพาราที่นำมาใช้นี้จะผ่านกระบวนการไล่ความชื้นด้วยอากาศหรือการอบด้วยเตาอบและผ่านการอาบน้ำยาเพื่อรักษาสภาพเนื้อไม้แล้ว บางครั้งเมื่อไม้ยางพาราผ่านกระบวนการตัดหยาบแล้วจะมีส่วนเหลือกลายเป็นเศษไม้ ทางโรงงานจะทำการต่อเศษไม้เหล่านั้นหรือที่เรียกว่า การจ๊อยไม้ เพื่อเป็นการใช้วัตถุดิบให้คุ้มค่า ซึ่งไม้ยางพาราจ๊อยนี้ (ภาพประกอบ

2-8) จะนำมาใช้ในการทำไม้เพลาะหรือทำเฟอร์นิเจอร์ที่ไม่ต้องการเน้นคุณภาพของเนื้อไม้ เนื่องจากหลังจากทำเฟอร์นิเจอร์ครบทุกขั้นตอนแล้วจะเห็นรอยต่อที่เกิดจากการจ๊อยไม้ได้ชัดเจน

ภาพประกอบ 2-7 ไม้ยางพารามาตรฐาน



ภาพประกอบ 2-8 ไม้ยางพาราจ๊อย

ตาราง 2-1 ขนาดไม้ยางพารา

ความหนา (นิ้ว)	ความกว้าง (นิ้ว)						
1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	-	-
1.25	-	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	-
1.50	-	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	-
2.00	-	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	5.00
2.50	-	-	2.50	3.00	-	-	-
3.00	-	-	-	3.00	-	-	-

ตาราง 2-2 ขนาดไม้นำเข้าจากต่างประเทศ

ความหนา (นิ้ว)	ความกว้าง (นิ้ว)						
1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	-	-
1.25	-	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	-
1.50	-	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	-
2.00	-	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	5.00

ไม้นำเข้าจากต่างประเทศเป็นไม้ที่เนื้อแข็งกว่าไม้ยางพาราและมีลวดลายสวยงาม ซึ่งจะนำมาใช้ทำกรอบกระจกที่มีความยาวมาก และต้องการเน้นลวดลายของไม้ ส่วนแผ่นไม้อัดจะนำมาทำเป็นส่วนปิดหลังกระจกเพื่อป้องกันไม่ให้กระจกเสียหายและเพิ่มความสวยงาม

2.2 ข้อมูลที่ใช้ในการจัดทำแผนการผลิต

ในการจัดทำแผนการผลิตจะมีการเตรียมข้อมูลสำคัญประกอบไปด้วย ทรัพยากร (Resource) ช่วงเวลาการทำงานของทรัพยากร (Shift Pattern) วันหยุดประจำปี และข้อมูลขั้นตอนการผลิต (Routing) โดยข้อมูลที่จัดเตรียมขึ้นนี้จะนำไปใช้ในการวางแผนการผลิตด้วยโปรแกรม RSBiz Ware Scheduler ซึ่งเป็นโปรแกรมการจัดลำดับการผลิตที่โรงงานกรณีศึกษานำมาใช้ในการจัดลำดับการผลิตของเฟอร์นิเจอร์แต่ละรุ่นของโรงงาน

2.2.1 ทรัพยากร (Resource)

ทรัพยากร คือ เครื่องจักร พนักงาน เครื่องมือ หรือสิ่งอื่น ๆ ที่ใช้ในการทำงาน ทั้งนี้ไม่รวมถึงวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต โดยทรัพยากรจะถูกแบ่งออกเป็นกลุ่มตามลักษณะการทำงานและข้อจำกัดของการทำงาน ได้แก่ กลุ่มทรัพยากรเครื่องจักร เช่น กลุ่มเครื่องไส 5, 6 หัว และกลุ่มทรัพยากรพนักงาน ซึ่งจะถูกแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มย่อยคือ กลุ่มทรัพยากรหลัก (Primary Resource) ได้แก่ แผนกที่พนักงานนั้นสังกัดอยู่ เช่น แผนกขัดตกแต่ง-เก้าอี้ และกลุ่มทรัพยากรรอง (Secondary Resource) ได้แก่ พนักงานที่ทำงานในทรัพยากรหลัก เช่น พนักงานขัดตกแต่ง-เก้าอี้ ยกเว้นพนักงานวาดแบบ ซึ่งลักษณะการทำงานคือ 1 คน วาดแบบ 1 ชิ้น ณ เวลาหนึ่ง ๆ ดังนั้นจึงกำหนดให้พนักงานวาดแบบเป็นทรัพยากรเครื่องจักร ทรัพยากรแต่ละแบบจะถูกกำหนดเป็นชนิดต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

2.2.1.1 ทรัพยากรประเภท Singular Resource ใช้สำหรับเครื่องจักรหรือพนักงานที่มีข้อจำกัดการทำงาน คือ สามารถทำงานได้เพียง 1 ขั้นตอน (Operation) ณ ช่วงเวลาหนึ่ง ๆ เช่น

- เครื่อง NC	- เครื่องก๊อปปี้สไลด์	- เครื่องตัด
- เครื่องเจาะ	- เครื่องก๊อปปี้เลท	- เครื่องขัด
- เครื่องเพลาตั้ง	- เครื่องคว้าน	- เครื่องไส
- เครื่องเราเตอร์	- เครื่องเย็บวีเนียร์	- เครื่องปัด

- เครื่องแก๊งซอว์ - เครื่องปอกเตือยรูปไข่ - เครื่องผ่าครึ่ง
- เครื่องแซนดิ้ง - เครื่องริปซอร์ - เครื่องขัดสโตรก
- เครื่องรีด - เครื่องใส่ตัวหนอน - เครื่องอัดความถี่
- เครื่องเจียร์ - เครื่องขัดสามเหลี่ยม - เครื่องเพรส
- เครื่องก๊อปปี้เชปเปอร์ - เครื่องเพลาะ
- เครื่องกลึง Black Knight - พนักงานวาดแบบ

2.2.1.2 ทรัพยากรประเภท Infinite Resource ใช้สำหรับเครื่องจักรหรือแผนกต่าง ๆ ที่สามารถทำงานได้อย่างไม่จำกัด เช่น

- แผนกแกะสลัก - แผนกขัดตกแต่ง - แผนกขัดบัวนิ่ม
- แผนกขัดสามเหลี่ยม - แผนกประกอบ
- แผนกกลึง เป็นการจ้างวานผู้รับเหมา (Subcontractor)

2.2.1.3 ทรัพยากรประเภท Simultaneous Resource ใช้สำหรับเครื่องจักรหรือพนักงานที่มีความสามารถทำงานได้หลาย ๆ ขั้นตอน ในเวลาเดียวกัน

2.2.1.4 ทรัพยากรประเภท Pooled Resource ใช้กำหนดชนิดทรัพยากรรองที่เป็นกลุ่มคน หรือเครื่องมืออุปกรณ์ ซึ่งมีข้อจำกัดในการทำงาน คือ จำนวนของทรัพยากรที่ใช้จะต้องมีจำนวนคงที่ไปจนสิ้นสุดการทำงานขั้นตอนนั้น ความสามารถของทรัพยากรขึ้นอยู่กับจำนวนทรัพยากรรอง เช่น งานขัดตกแต่งอาคารเก้าอี้ กลุ่มทรัพยากรหลัก คือ แผนกขัดตกแต่ง-เก้าอี้ ทรัพยากรหลัก คือ กลุ่มขัดตกแต่ง-เก้าอี้ ชนิดทรัพยากรเป็น Infinite กลุ่มทรัพยากรรอง คือ พนักงานขัดตกแต่ง-เก้าอี้ ทรัพยากรรอง คือ พนักงานขัดตกแต่ง-เก้าอี้ ชนิดทรัพยากรเป็น Pooled ใช้พนักงานขัดตกแต่งทั้งหมด 4 คน

2.2.1.5 ทรัพยากรประเภท Adjustable Pooled Resource ใช้กำหนดชนิดทรัพยากรรองที่เป็นกลุ่มคน หรือเครื่องมืออุปกรณ์ ซึ่งจำนวนของทรัพยากรที่ใช้เมื่อเริ่มต้นการทำงานจะต้องมีจำนวนเท่ากับจำนวนที่กำหนดไว้ แต่จำนวนพนักงานระหว่างกระบวนการทำงานจนถึงสิ้นสุดการทำงาน ไม่จำเป็นต้องมีจำนวนคงที่ตลอดกระบวนการทำงาน ความสามารถของทรัพยากรขึ้นอยู่กับจำนวนทรัพยากรรอง

2.2.2 ช่วงเวลาการทำงานของทรัพยากร (Shift Pattern)

ช่วงเวลาการทำงานของทรัพยากรเป็นการกำหนดวันและเวลาการทำงาน หรือช่วงเวลาที่ไม่ได้ทำงานของทรัพยากร

2.2.3 วันหยุดประจำปี

วันหยุดประจำปีจะถูกจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูลซึ่งจะสัมพันธ์กับช่วงเวลาการทำงานของทรัพยากร

2.2.4 ข้อมูลขั้นตอนการผลิต (Routing)

ข้อมูลขั้นตอนการผลิตจะได้มาจากการออกแบบของผู้วางแผนกระบวนการผลิต โดยข้อมูลขั้นตอนการผลิตจะประกอบไปด้วย (หมายเหตุ ชื่อย่อภาษาอังกฤษด้านหลังเป็นชื่อย่อที่ใช้ในโปรแกรม RSBiz Ware Scheduler)

(1) รหัสสินค้า (Product_Name)

(2) หมายเลขขั้นตอน (Op_Number)

(3) ขั้นตอนการผลิต (Op_Name)

(4) ความหนาของชิ้นงานเมื่อเสร็จสิ้นการผลิตตามขั้นตอนนั้น ๆ (Thick)

(5) ความกว้างของชิ้นงานเมื่อเสร็จสิ้นการผลิตตามขั้นตอนนั้น ๆ (Width)

(6) ความยาวของชิ้นงานเมื่อเสร็จสิ้นการผลิตตามขั้นตอนนั้น ๆ (Length)

(7) จำนวนชิ้นงานที่ใช้ต่อ 1 หน่วยสินค้า (Op_Qty)

(8) จำนวนชิ้นงานต่อ 1 พาเลท (Pallet_Qty)

(9) รหัสชิ้นส่วนย่อย (Part_no)

(10) ชื่อชิ้นส่วนย่อย (Part_name)

(11) รหัสชิ้นส่วนสำเร็จ (Hierarchy_Part_no)

(12) เวลาตั้งเครื่อง (Setup) มีหน่วยเป็น นาที

(13) เวลาที่ใช้ในการทำงาน 1 ชิ้น (Operation_Time) มีหน่วยเป็น นาที

(14) ค่าบ่งชี้การคำนวณเวลาที่ใช้ในการทำงาน (Batch_Processing)

มีค่าเป็น 0 หมายถึง เวลาที่ใช้ในการทำงาน คำนวณจากเวลาที่ใช้ในการทำงานต่อ 1 ชิ้น คูณด้วยจำนวนชิ้นงานต่อ 1 หน่วยสินค้า

มีค่าเป็น 1 หมายถึง เวลาที่ใช้ในการทำงานไม่ขึ้นอยู่กับจำนวนชิ้นงาน จะกำหนดสำหรับงานที่มีการเหมาเวลา เช่น งานกลึงที่ส่งผลิตกับบริษัทข้างนอก กำหนดเวลาการทำงานเป็น 5 วัน

(15) เวลาที่ใช้เพื่อนำงานออกจากเครื่องจักร (Teardown) สำหรับขั้นตอนการเพลาะจะหมายถึงเวลาที่กาวติดชิ้นงานแห้ง

(16) เวลาที่ทรัพยากรไม่ทำงาน (Offshift_teardown)

มีค่าเป็น 0 หมายถึง ไม่คิดช่วงเวลาที่ทรัพยากรไม่ทำงานเป็นช่วงเวลา Teardown_time

มีค่าเป็น 1 หมายถึง คิดช่วงเวลาที่ทรัพยากรไม่ทำงานป็นช่วงเวลา Teardown_time ด้วย

(17) ช่วงระยะเวลาระหว่างเวลาเริ่มต้นของงานก่อนหน้าและเวลาเริ่มต้นของงานปัจจุบัน (Start_Offset) หน่วยเป็น นาที

(18) ช่วงระยะเวลาระหว่างเวลาสิ้นสุดของงานก่อนหน้าและเวลาเริ่มต้นของงานปัจจุบัน (End_Offset) หน่วยเป็น นาที

สำหรับเครื่องเพลาะทุกประเภท ยกเว้นแท่นทับไฮดรอลิก กำหนดให้ End_Offset เป็น 240 นาที เนื่องจากขณะที่รอกาวติดชิ้นงานแห้ง สามารถทำงานเพลาะอื่น ๆ ได้โดยไม่ต้องนำชิ้นงานออกจากเครื่องเพลาะ

(19) จุดสิ้นสุดของการเปิดคำสั่งผลิต (Put_to_stock_one)

(20) จุดเริ่มต้นของการเปิดคำสั่งผลิต (Take_from_stock_kit)

ปกติจะกำหนดให้เป็นค่าเดียวกันกับจุดสิ้นสุดของการเปิดคำสั่งผลิต เพื่อเป็นการระบุให้ทราบจุดต่อระหว่างการเปิดคำสั่งผลิต

(21) กลุ่มทรัพยากร (Resource_Group) ที่ใช้ในกระบวนการผลิต

(22) กลุ่มทรัพยากรรองกลุ่มที่ 1 (Secondary_Resource1) ที่ใช้ในกระบวนการผลิต

(23) จำนวนทรัพยากรรองกลุ่มที่ 1 (Quantity1) ที่ต้องการในกระบวนการผลิต

(24) ช่วงการทำงานในกระบวนการที่ต้องใช้จำนวนทรัพยากรรองกลุ่มที่ 1 (Usage1) ในการทำงานกำหนดไว้ 4 ค่า คือ

All : ใช้ทรัพยากรรองที่กำหนดไว้กับทุกช่วงการทำงาน
Setup : ใช้ทรัพยากรรองเฉพาะช่วงเวลาการตั้งเครื่อง Setup
Process : ใช้ทรัพยากรรองเฉพาะช่วงเวลาการทำงาน Process
Teardown : ใช้ทรัพยากรรองเฉพาะช่วงเวลารองาน Teardown

(25) จำนวนทรัพยากรรอง (Number_of_group) ที่สัมพันธ์กับเวลาที่ใช้ในการทำงาน (Process Time)

(26) กลุ่มทรัพยากรรองกลุ่มที่ 2 (Secondary_Resource2) ที่ใช้ในกระบวนการผลิต

(27) จำนวนทรัพยากรรองกลุ่มที่ 2 (Quantity2) ที่ต้องการในกระบวนการผลิต

(28) ช่วงการทำงานในกระบวนการที่ต้องใช้จำนวนทรัพยากรรองกลุ่มที่ 2 (Usage2) ในการทำงานกำหนดไว้ 4 ค่า คือ

All : ใช้ทรัพยากรรองที่กำหนดไว้กับทุกช่วงการทำงาน
Setup : ใช้ทรัพยากรรองเฉพาะช่วงเวลาการตั้งเครื่อง Setup
Process : ใช้ทรัพยากรรองเฉพาะช่วงเวลาการทำงาน Process
Teardown : ใช้ทรัพยากรรองเฉพาะช่วงเวลารองาน Teardown

สำหรับโรงงานกรณีศึกษา ข้อมูลขั้นตอนการผลิตจะถูกจัดเก็บในไฟล์ MS Excel ดังตัวอย่างในภาคผนวก ค

2.3 กระบวนการผลิตกรอบกระจก

กระบวนการที่ใช้ในการผลิตกรอบกระจกประกอบไปด้วย ตัดหยาบ ไส 2 หน้า ไส 4 หน้า แซนดิ้งเพลาะ เพลาะ ริปซอว์ แก๊งซอว์ แซนดิ้งละเอียด วาดแบบ คว้าน เพลาตั้ง เราเตอร์ ตัดละเอียด เจาะ ขัด และตัดบอร์ด โดยแต่ละกระบวนการจะมีลักษณะการแปรรูปไม้เพื่อให้ได้รูปร่างของชิ้นงานที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ในแต่ละโรงงานสามารถเรียกชื่อของกระบวนการได้ไม่เหมือนกัน และบางครั้งก็เรียกชื่อของกระบวนการตามเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการนั้น ๆ

2.3.1 ตัดหยาบ

การตัดหยาบเป็นกระบวนการตัดไม้ให้ได้ความยาวที่ต้องการ โดยใช้เครื่องตัดหยาบ หรือเครื่องตัดหยาบแบบอัตโนมัติ (ภาพประกอบ 2-9)

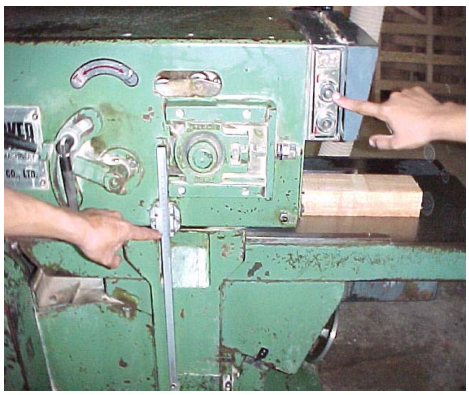
ภาพประกอบ 2-9 กระบวนการตัดหยาบ

2.3.2 ไส 2 หน้า

การไส 2 หน้าเป็นกระบวนการขูดผิวด้านบนและด้านล่างของไม้ให้เรียบเสมอกัน และเป็นการลดขนาดด้านหนาหรือด้านกว้างของไม้ โดยใช้เครื่องไส 2 หน้า (ภาพประกอบ 2-10)

2.3.3 ไส 4 หน้า

การไส 4 หน้าเป็นกระบวนการขูดผิวด้านบน ด้านล่าง และด้านข้าง เพื่อลดขนาดไม้และปรับผิวไม้ให้เรียบ ซึ่งจะทำการขูดผิวทั้งสี่ด้านพร้อมกัน โดยใช้เครื่องไส 4 หน้า (ภาพประกอบ 2-11)



ภาพประกอบ 2-10 เครื่องไส 2 หน้า

ภาพประกอบ 2-11 เครื่องไส 4 หน้า

2.3.4 แซนดิ้งเพลาะ

แซนดิ้งเพลาะเป็นกระบวนการขัดผิวชิ้นงานในด้านที่จะทำการเพลาะไม้ โดยใช้เครื่องแซนดิ้ง (ภาพประกอบ 2-12)

2.3.5 เพลาะ

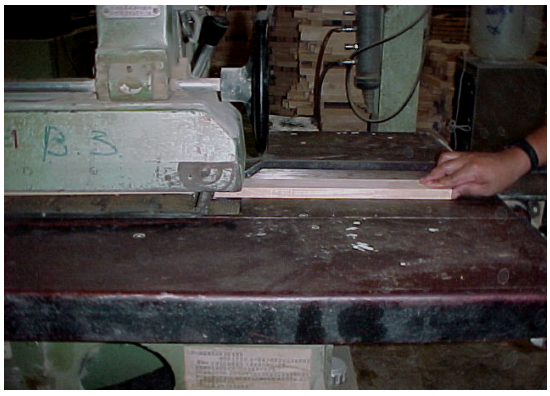
การเพลาะเป็นกระบวนการนำไม้ 2 ชิ้นขึ้นไปมาอัดประสานด้วยกาว ด้วยเครื่องเพลาะ (ภาพประกอบ 2-13)

2.3.6 ริปซอว์

ริปซอว์เป็นกระบวนการตัดผิวขอบไม้ให้เรียบ ด้วยเครื่องริปซอว์ (ภาพประกอบ 2-14)

ภาพประกอบ 2-12 ลักษณะการแซนดิ้งไม้

ภาพประกอบ 2-13 ไม้ที่ได้ทำการเพลาะ



ภาพประกอบ 2-14 การใช้งานเครื่องริปซอว์

2.3.7 แก๊งซอว์

แก๊งซอว์เป็นกระบวนการตัดผิวขอบไม้ให้เรียบหรือซอยไม้ออกเป็นชิ้นเล็ก ๆ ด้วยเครื่องแก๊งซอว์ (ภาพประกอบ 2-15)

ภาพประกอบ 2-15 เครื่องแก๊งซอว์

2.3.8 แซนดิ้งละเอียด

แซนดิ้งละเอียดเป็นกระบวนการขัดผิวชิ้นงานในแนวระนาบ เพื่อกำจัดสิ่งที่ไม่ต้องการหรือให้ผิวชิ้นงานได้ความเรียบและขนาดที่ต้องการ โดยใช้เครื่องแซนดิ้ง

2.3.9 วาดแบบ

การวาดแบบเป็นกระบวนการวาดแบบชิ้นงานที่มีลักษณะโค้งเว้า เพื่อเป็นแนวให้กับการคว้าน จะใช้พนักงานวาดแบบในการลอกแบบตามแบบชิ้นงานที่ออกแบบไว้ (ภาพประกอบ 2-16)

ภาพประกอบ 2-16 การวาดแบบ

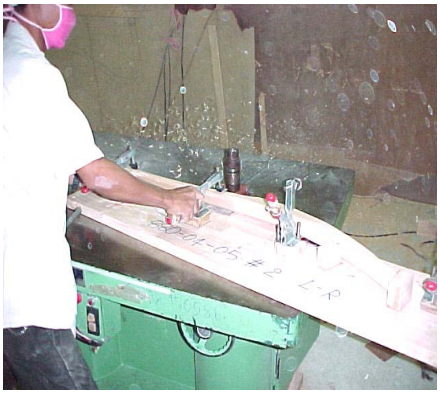
2.3.10 คว้าน

การคว้านเป็นกระบวนการตัดไม้ให้ได้รูปร่างโค้งเว้า หรือตามแบบที่วาดไว้ ด้วยเครื่องคว้าน (ภาพประกอบ 2-17)

ภาพประกอบ 2-17 การคว้านตามแบบที่วาดไว้

2.3.11 เพลาตั้ง

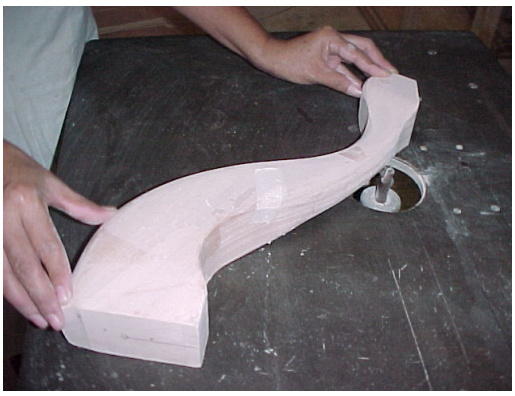
เพลาตั้งเป็นกระบวนการขึ้นรูปไม้ให้มีลักษณะโค้งเว้า ด้วยเครื่องเพลาตั้ง (ภาพประกอบ 2-18)



ภาพประกอบ 2-18 การขึ้นรูปไม้โค้งด้วยเครื่องเพลาตั้ง

2.3.12 เราเตอร์

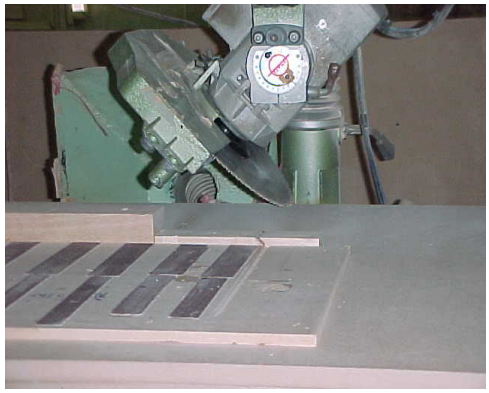
เราเตอร์เป็นกระบวนการขึ้นรูปไม้ให้มีรูปร่างโค้งเว้า หรือต้องการทำลักษณะพิเศษต่าง ๆ เช่น การลบมุม หรือทำร่อง โดยใช้เครื่องเราเตอร์ (ภาพประกอบ 2-19)



ภาพประกอบ 2-19 การขึ้นรูปชิ้นงานด้วยเครื่องเราเตอร์

2.3.13 ตัดละเอียด

ตัดละเอียดเป็นกระบวนการตัดความยาวของไม้ให้ได้ขนาดจริงหรือตัดไม้เป็นมุมต่าง ๆ เพื่อใช้ในการประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ เข้าด้วยกัน โดยใช้เครื่องตัดละเอียด (ภาพประกอบ 2-20)



ภาพประกอบ 2-20 การตัดองศาด้วยการเอียงใบมีดเครื่องตัดละเอียด

2.3.14 การเจาะ

การเจาะเป็นกระบวนการเจาะไม้ในแนวนอนหรือแนวตั้งใช้สำหรับใส่เดือยหรือไม้ยึดในการประกอบชิ้นส่วนเข้าด้วยกัน เครื่องมือที่ใช้ได้แก่เครื่องเจาะนอน และเครื่องเจาะดิ่ง (ภาพประกอบ 2-21)

ภาพประกอบ 2-21 การเจาะชิ้นงานด้วยเครื่องเจาะดิ่ง

2.3.15 การขัด

การขัดเป็นกระบวนการที่นำกระดาษทรายมาขัดผิวของชิ้นงานเพื่อให้ผิวเรียบ โดยใช้เครื่องปัด เครื่องขัดบัวนิ่ม หรือเครื่องขัดสามเหลี่ยม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของชิ้นงานที่จะทำการขัด (ภาพประกอบ 2-22)

ภาพประกอบ 2-22 การขัดชิ้นงานด้วยเครื่องขัดสามเหลี่ยม

2.3.16 ตัดบอร์ด

ตัดบอร์ดเป็นกระบวนการตัดแผ่นไม้อัด เพื่อทำเป็นไม้ปิดด้านหลังกระจก โดยใช้เครื่องตัด NC ตัดขนาดแผ่นไม้ให้ได้รูปร่างตามรูปทรงของกรอบกระจก

2.4 การเพลาะไม้ชิ้นส่วน

การเพลาะไม้เป็นกระบวนการเตรียมไม้ก่อนการขึ้นรูปชิ้นส่วน มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มความกว้างหรือความหนาขนาดวัตถุดิบ ให้ได้ขนาดใหญ่กว่าขนาดจริงของชิ้นส่วนเฟอร์นิเจอร์

หรือให้ได้รูปร่างของไม้ใกล้เคียงกับรูปร่างชิ้นงานมากที่สุด โดยนำไม้ตั้งแต่ 2 ชิ้นขึ้นไปมาอัดให้ติดกันโดยมีกาวเป็นตัวประสานทางด้านต่าง ๆ ของไม้มาตรฐาน (ภาพประกอบ 2-23) ทั้งนี้การเพลาะไม้จะช่วยให้เกิดการใช้วัตถุดิบไม้ของโรงงานอย่างคุ้มค่า

ภาพประกอบ 2-23 การเรียกชื่อด้านต่าง ๆ ของไม้

2.4.1 ประเภทของการเพลาะไม้

2.4.1.1 การเพลาะด้านบนของไม้ (Face Gluing) เป็นการอัดไม้ 2 ชิ้นขึ้นไปที่ด้านบนของไม้ (Face) เพื่อเพิ่มความหนาของวัตถุดิบ ใช้กันมากในการทำวัตถุดิบสำหรับทำขาโต๊ะ หรือขาเก้าอี้ (ภาพประกอบ 2-24)

ภาพประกอบ 2-24 การเพลาะไม้เพื่อทำขาโต๊ะ

2.4.1.2 การเพลาะด้านขอบของไม้ (Edge Gluing) เป็นการอัดไม้ 2 ชิ้นขึ้นไปที่ด้านขอบของไม้ (Edge) เพื่อเพิ่มความกว้างของวัตถุดิบ ใช้กันมากในการทำหน้าโต๊ะหรือชิ้นงานที่มีรูปร่างโค้งเว้า (ภาพประกอบ 2-25)

ภาพประกอบ 2-25 การเพลาะไม้ด้านขอบ

2.4.1.3 การเพลาะด้านปลายไม้ (Jointing) เป็นการอัดไม้ 2 ชิ้นขึ้นไปที่ด้านปลายของไม้ (End) เพื่อเพิ่มความยาวของไม้ เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า การจ๊อยไม้ นำมาใช้ในการเพิ่มความยาวของวัตถุดิบหรือการต่อเศษไม้เพื่อทำเป็นไม้จ๊อย (ภาพประกอบ 2-26)

ภาพประกอบ 2-26 การจ๊อยไม้เพื่อเพิ่มความยาวไม้

2.4.2 วิธีการเพลาะไม้

2.4.2.1 การเพลาะไม้โดยใช้ปากกาเพลาะไม้

ทำการอัดยึดชิ้นงานติดกันด้วยบล็อกลม ซึ่งกำลังในการอัดดีกว่าแบบเครื่องจักรไฮโดรลิก นิยมใช้กับกลุ่มไม้หนา (ไม้ที่มีความหนามากว่า 1.5 นิ้ว) ความกว้างสูงสุดที่ใช้งานประมาณ 80 ซม. ความยาวไม่จำกัด (ภาพประกอบ 2-27) โดยใช้กาวยูเรียเป็นตัวประสาน ใช้เวลาในการอัดยึดประมาณ 4 ชั่วโมง

ภาพประกอบ 2-27 การเพลาะไม้ด้วยปากกาเพลาะไม้

2.4.1.2 การเพลาะด้วยเครื่องไฮดรอลิก

ทำการอัดยึดชิ้นงานติดกันด้วยระบบไฮดรอลิก มีกำลังอัดน้อยกว่าการเพลาะด้วยปากกาเนื่องจากต้องการป้องกันไม้แตกขณะอัดยึด นิยมใช้กับกลุ่มไม้บาง (ไม้ที่มีความหนาน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1.5 นิ้ว) ความกว้างสูงสุดที่ใช้งานประมาณ 1.2 ม. ความยาวประมาณ 2.5 ม. (ภาพประกอบ 2-28) ตัวประสานคือ กาวลาเท็กซ์ หลังจากอัดยึดด้วยเครื่องแล้ว ต้องปล่อยให้กาวแห้งประมาณ 4 ชั่วโมง จึงจะนำไปขึ้นรูป

ภาพประกอบ 2-28 การเพลาะด้วยเครื่องไฮดรอลิก

2.4.2 เงื่อนไขทั่วไปในการเพลาะไม้

(1) การจัดเรียงไม้เพลาะต้องมีการระบุในแบบว่าผิวด้านไหนที่ต้องการแสดงลายไม้ โดยหลักการจะพยายามจัดเรียงสีผิวไม้ให้ใกล้เคียงกัน โดยทั่วไปไม้ที่มีอายุมากจะมีสีที่เข้มกว่าไม้อายุน้อย

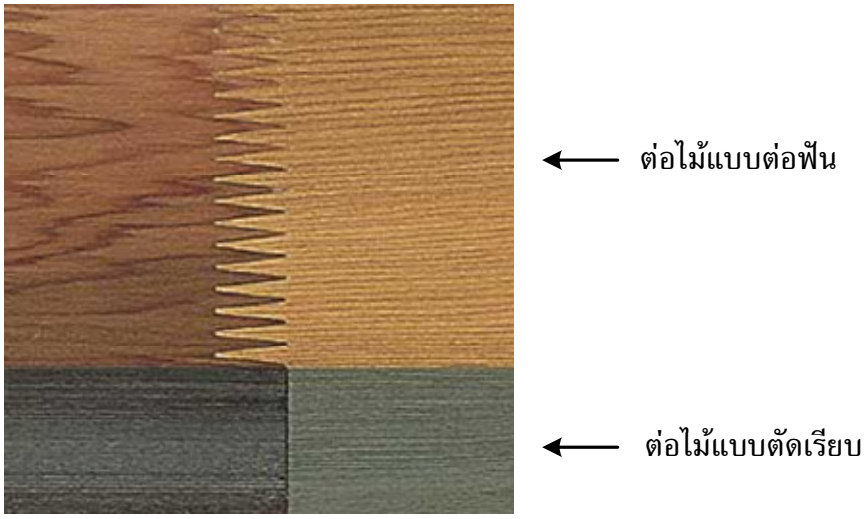
(2) กรณีต้องการป้องกันการโก่งของไม้เพลาะ ให้เพลาะด้วยไม้บาง เนื่องจากมีโอกาสเกิดการโก่งของไม้จากการเพลาะน้อยกว่าไม้หนา

(3) การต่อไม้เพื่อเพลาะ นิยมการต่อแบบตัดเรียบมากกว่าการต่อแบบต่อฟันซึ่งลูกค้าไม่นิยมใช้สั่งผลิตเนื่องจากจะดูเป็นชิ้นส่วนเฟอร์นิเจอร์ไม้ราคาถูก (ภาพประกอบ 2-29)

(4) น้ำหนักของไม้เพลาะแต่ละชุดไม่ควรเกิน 50 กก.

(5) ไม้บางใช้เวลาในการตัดและติดกาวมากกว่าไม้หนา แต่มีเศษเหลือทิ้งน้อยกว่าไม้หนา

(6) การเพลาะไม้ที่ชิ้นงานต้องมีพิมพ์วาดแบบไว้ตรวจสอบรูปร่างและวิธีการการวางเรียงแผ่นไม้เพลาะ



ภาพประกอบ 2-29 ลักษณะการต่อไม้แบบต่อฟัน และแบบตัดเรียบ

2.5 เงื่อนไขการเลือกกระบวนการผลิต

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลความสามารถของเครื่องจักร ข้อกำหนดของโรงงาน และจากประสบการณ์ในการตัดสินใจเลือกและจัดลำดับกระบวนการของผู้ออกแบบกระบวนการผลิตของโรงงานกรณีศึกษา สามารถนำข้อมูลมาสรุปเงื่อนไขที่ผู้ออกแบบกระบวนการผลิตใช้ในการเลือกกระบวนการผลิตชิ้นส่วนเฟอร์นิเจอร์ได้ดังตาราง 2-3 โดยเงื่อนไขเหล่านี้จะเป็นลักษณะของวัตถุดิบที่จะเข้าสู่กระบวนการผลิตแต่ละกระบวนการ ทั้งนี้ชิ้นส่วนที่จะเข้าสู่กระบวนการผลิตขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่ง ไม่จำเป็นต้องมีเงื่อนไขตรงกับเงื่อนไขที่ระบุไว้ในขั้นตอนนั้น ๆ ทุกข้อ

ตาราง 2-3 เงื่อนไขในการเลือกกระบวนการผลิต

กระบวนการ	เงื่อนไข
ตัดหยาบ	- เป็นกระบวนการแรกในการผลิต - เป็นไม้ที่ยังไม่ได้ผ่านกระบวนการใด ๆ
ไส 2 หน้า	- เป็นไม้ที่ไม่ต้องการเพลาะหรือต้องการเพลาะแต่ไม่สามารถใช้เครื่องไส 4 หน้าได้ - เป็นไม้ที่เพลาะเสร็จแล้ว และต้องการปรับขนาดไม้ให้เท่ากันหรือกำจัดรอยกาวบริเวณรอยต่อของไม้เพลาะ - ขนาดของไม้ต้องกว้างไม่เกิน 12 นิ้ว - ขนาดไม้ที่จะทำการไสต่ำสุดคือ หนา 10 มม. กว้าง 10 มม. ยาว 300 มม.
ไส 4 หน้า	- เป็นไม้ที่ต้องการไสขึ้นรูป - ขนาดไม้ต่ำสุดที่จะทำการไสคือ หนา 20 มม. กว้าง 20 มม. - ขนาดไม้สูงสุดที่จะทำการไสคือ หนา 8 นิ้ว กว้าง 8 นิ้ว
แซนดิ้งเพลาะ	- เป็นไม้ที่ผ่านกระบวนการไส 4 หน้าแล้ว - เป็นไม้ที่จะทำการเพลาะ
เพลาะ	- ชิ้นงานมีขนาดใหญ่กว่าไม้มาตรฐาน
ริปซอว์	- เป็นไม้ที่ผ่านการไส 2 หน้าแล้ว - เป็นไม้ที่ไส 4 หน้าแล้วและต้องการซอยให้ได้ไม้ขนาดเล็กลง - ไม้ที่จะทำการริปซอว์ต้องมีขนาดใหญ่ที่สุด 200 มม.
แก็งซอว์	- เป็นไม้ที่ผ่านการไส 2 หน้าแล้ว - เป็นไม้ที่ไส 4 หน้าแล้วและต้องการซอยให้ได้ไม้ขนาดเล็กลง - ซอยไม้ 1 ชิ้นได้ไม้ชิ้นเล็กลงออกมาครั้งละหลายชิ้น - ความหนาของไม้ที่จะทำการซอยต้องไม่เกิน 75 ซม.
แซนดิ้งละเอียด	- เป็นไม้ที่ผ่านการไสแล้ว และต้องการปรับขนาดให้ใกล้เคียงกับขนาดชิ้นงานจริงมากที่สุด - ความหนาของชิ้นไม้อยู่ระหว่าง 3 - 142 มม. กว้างสูงสุด 1,260 มม.
วาดแบบ	- เป็นไม้ที่ผ่านการไสแล้ว - เป็นชิ้นงานที่มีรูปร่างโค้งเว้าหรือรูปแบบตามที่ได้ออกแบบไว้
คว้าน	- ใช้เฉพาะไม้ที่ต้องการแปรรูปร่างไม้จากสี่เหลี่ยมเป็นโค้งเว้า
เพลาตั้ง	- เป็นไม้ที่ต้องการขึ้นรูปไม้ให้มีลักษณะโค้งเว้า - เป็นไม้ที่ต้องการลบเหลี่ยมมุมให้เป็นแบบโค้งมน - เป็นไม้ที่ต้องการทำบั้งใบ หรือตีเพ่

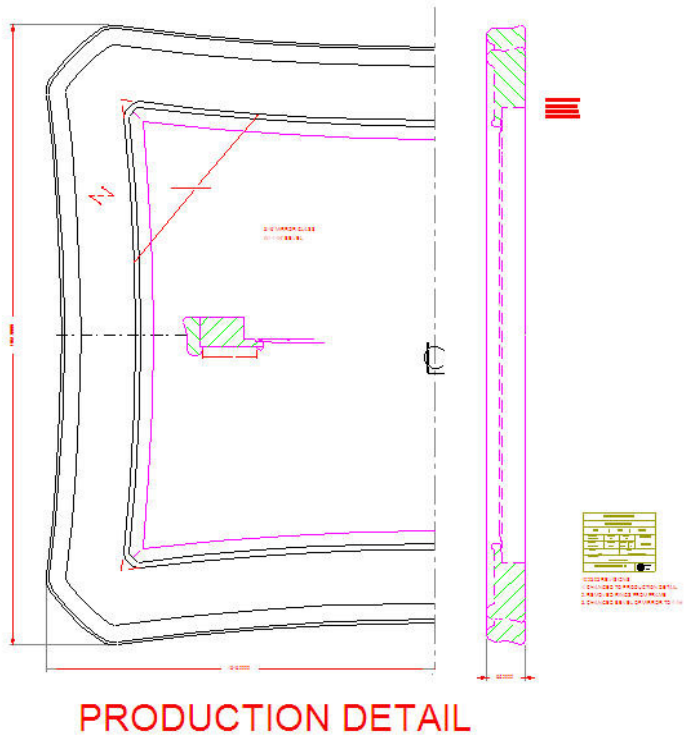
ตาราง 2-3 เงื่อนไขในการเลือกกระบวนการผลิต (ต่อ)

กระบวนการ	เงื่อนไข
เราเตอร์	- เป็นไม้ที่ต้องการขึ้นรูปชิ้นงานที่มีรัศมีความโค้งน้อย ซึ่งเครื่องเพลาตั้งไม่สามารถขึ้นรูปให้ได้ - เป็นไม้ที่ต้องการลบเหลี่ยมมุมไม้ให้เป็นรัศมีต่าง ๆ - เป็นไม้ที่ต้องการช่องร่อง หรือทำหลุม
ตัดละเอียด	- เป็นไม้ที่ผ่านกระบวนการขึ้นรูปแล้ว - ต้องการตัดปลายไม้ให้เป็นมุมองศาต่าง ๆ เพื่อใช้ในการเข้ามุมไม้ - ความกว้างไม้ต้องไม่เกิน 40 ซม.
เจาะ	- เป็นไม้ที่ผ่านการตัดละเอียดแล้ว - เป็นไม้ที่ต้องการเจาะรูเพื่อต้องการใส่ไม้เดือย
ขัด	- เป็นชิ้นงานที่ผ่านการขึ้นรูปแล้ว - หากต้องการลบเหลี่ยม หรือขัดแนวสามมิติ สามารถใช้เครื่องขัดบัวนิ่ม - สำหรับชิ้นงานที่ไม่มีร่อง ลวดลาย จะใช้เครื่องขัดสามเหลี่ยม ซึ่งสามารถขัดชิ้นงานโค้งหรือตรงก็ได้ เป็นการขัดหยาบก่อนส่งไปขัดขั้นตอนต่อไป
ตัดบอร์ด	- ต้องการตัดแผ่นไม้อัดให้ได้ขนาดตามที่ต้องการ
ประกอบ	- หลังจากเสร็จสิ้นขั้นตอนการขัดของแต่ละชิ้นงานและต้องการประกอบรวมกันเป็นชิ้นใหญ่ เช่น เฟรมกระจกบน เฟรมกระจกข้างและเฟรมกระจกล่างประกอบรวมกัน หรือ คิ้วประดับประกอบติดกับเฟรม

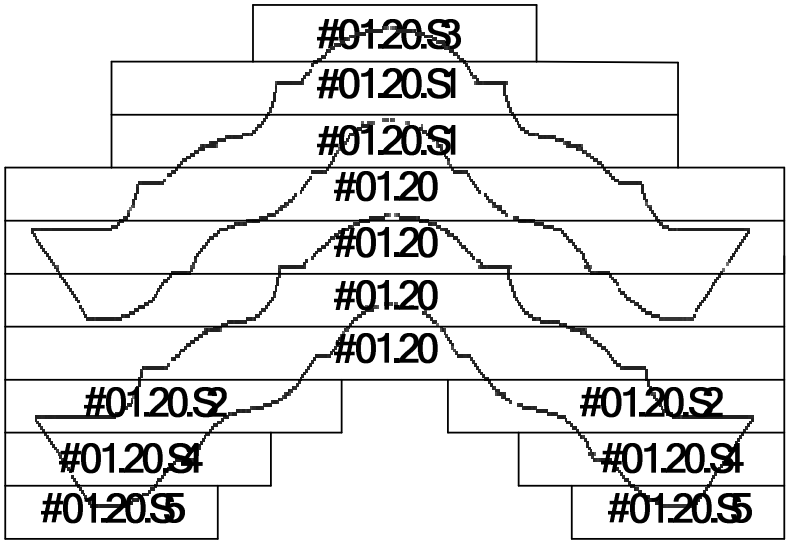
2.4 การออกแบบกระบวนการผลิตกรอบกระจก

2.4.1 รายการวัตถุดิบ (Bill of Materials)

หลังจากที่ฝ่ายวิศวกรรมได้รับแบบสินค้าจากลูกค้าพร้อมการระบุลักษณะสำคัญของสินค้าเช่น วัตถุดิบ ลวดลาย การประกอบ และการทำสี เป็นต้น ฝ่ายวิศวกรรมจะดูขนาดและรูปร่างของชิ้นงานจากแบบสินค้าไฟล์ CAD (ภาพประกอบ 2-30) เพื่อที่จะระบุขนาดตัดหยาบขนาดไสและขนาดสำเร็จ หากขนาดจริงมีขนาดใหญ่กว่าหน้าไม้มาตรฐานที่โรงงานมี ฝ่ายวิศวกรรมการผลิตจะกำหนดแบบเพลาะไม้เพิ่มเติม (ภาพประกอบ 2-31) กำหนดวิธีการเพลาะและระบุวิธีการขึ้นรูปชิ้นส่วนนั้นไว้ด้วย พร้อมออกตารางแสดงขนาดวัตถุดิบดังภาคผนวก ข



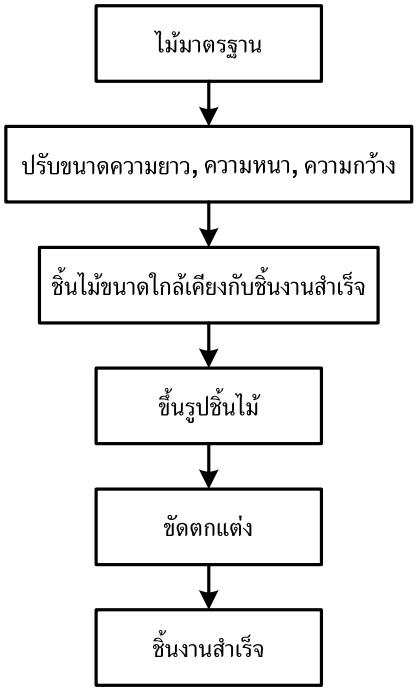
ภาพประกอบ 2-30 แบบสินค้า



ภาพประกอบ 2-31 แบบเพลาะไม้

2.4.2 ขั้นตอนการผลิต (Routing)

โดยทั่วไปการสร้างขั้นตอนการผลิตจะมีรูปแบบเริ่มต้นด้วยการปรับขนาดของวัตถุดิบให้ใกล้เคียงกับขนาดของชิ้นงานจริง หลักจากนั้นจึงทำการขึ้นรูปวัตถุดิบให้มีลักษณะตามชิ้นงานจริง เมื่อขึ้นรูปแล้วจะทำการขัดตกแต่งชิ้นงานเพื่อให้ผิวชิ้นงานเรียบ และเป็นการตรวจสอบคุณภาพของชิ้นงานในขั้นสุดท้าย ภาพประกอบ 2-32 แสดงขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วนเฟอร์นิเจอร์โดยทั่วไป



ภาพประกอบ 2-32 ขั้นตอนการแปรรูปไม้

ขั้นตอนการผลิตจะอ้างอิงข้อมูลจากตารางรายการแสดงขนาดวัตถุดิบ โดยจะทำการออกแบบขั้นตอนการผลิตของแต่ละชิ้นส่วนตามลำดับ ยกตัวอย่างเช่น จากตารางแสดงขนาดวัตถุดิบ (ภาคผนวก ข) ชิ้นส่วนที่ 1 คือ เฟรมกระจกบน (รหัสชิ้นส่วน 01.20) จะต้องเพลาะรวมกับเฟรมกระจกบน 1 (รหัสชิ้นส่วน 01.20.S1) เฟรมกระจกบน 2 (รหัสชิ้นส่วน 01.20.S2) และเฟรมกระจกบน 3 (รหัสชิ้นส่วน 01.20.S3) (ดูช่องหมายเหตุของรายการขนาดวัตถุดิบ) ดังนั้นขั้นตอนการผลิตสำหรับเฟรมกระจกบนจึงเป็นดังนี้

- *ตัดหยาบ* ตัดความยาวไม้ให้ตรงกับขนาดตัดหยาบ
- *ไส 4 หน้า* ขูดผิวไม้ทั้งสี่ด้านให้เรียบเสมอกัน เตรียมพร้อมในการเพลาะไม้และเข้าสู่ขั้นตอนต่อไป
- *แซนดิ้งเพลาะ* เนื่องจากไม้ที่ผ่านการไสจะมีผิวเรียบไม่สม่ำเสมอและมีคราบน้ำมันหล่อลื่นเครื่องไสติดอยู่เล็กน้อย เมื่อนำมาเพลาะจะทำให้ไม้เพลาะไม่แข็งแรง มีการแตกหัก

บริเวณรอยต่อ ดังนั้นจึงต้องขัด (แซนดิ้ง) ผิวด้านที่จะเพลาะอีกรอบเพื่อให้ผิวไม้เรียบยิ่งขึ้นและขจัดคราบน้ำมัน

- *เพลาะรวม* เฟรมบน เฟรมบน1 เฟรมบน2 เฟรมบน3 เพลาะติดกันตามแบบเพลาะ ซึ่งจะติดกันเป็นชั้น 5 ชั้น

- *ไส 2 หน้า* เมื่อเพลาะไม้เสร็จแล้วจะทำการไสไม้เพลาะเพียง 2 หน้าคือหน้าไม้ด้านกว้างทั้งบนและล่าง เพื่อจะนำไปวาดแบบบนหน้านี้ตามรูปร่างของเฟรมบน ส่วนหน้าไม้ด้านหนาจะไม่ไสเพราะเป็นส่วนที่คว้านทิ้งอยู่แล้ว

- *วาดแบบ* หลังจากไส 2 หน้าเสร็จแล้วจะนำแบบคว้านมาวาดเพื่อเป็นแนวในการคว้าน

- *คว้าน* ตัดไม้ออกตามแบบวาด โดยการคว้านจะเน้นไปที่รูปร่างของชิ้นส่วนแบบโค้งเว้า และต้องเผื่อระยะห่างจากแนววาดแบบประมาณ 1 นิ้ว เพราะต้องนำไปขึ้นรูปด้วยเครื่องเพลาตั้งหรือเราเตอร์ซึ่งจะกินเนื้อไม้อีกประมาณ 2.5 ซม. หากเป็นไม้รูปทรงสี่เหลี่ยมจะขึ้นรูปโดยการไส

- *เพลาตั้ง* ขึ้นรูปไม้ตามรูปแบบที่ต้องการซึ่งต้องออกแบบใบมีดให้สอดคล้องกับรูปแบบนั้นด้วย หรือจะใช้ใบมีดเดิม แต่ต้องทำการขึ้นรูปหลายครั้งจนกว่าจะได้รูปร่างที่ต้องการ ในกรณีนี้ทำการไสขึ้นรูปด้วยเครื่องเพลาตั้ง 4 ครั้ง

- *ตัดละเอียด* การขึ้นรูปจะทำเฉพาะด้านหนาและกว้าง ดังนั้นในด้านยาวจะยังไม่ได้ขนาดที่ต้องการ จึงทำการตัดละเอียดให้ได้ความยาวที่ต้องการและมีการเพิ่มการตัดองศาคือตัดปลายไม้ให้เป็นมุมเพื่อใช้เป็นรอยต่อประกอบกับเฟรมกระจกข้าง

- *เจาะเดือยรูปไข่* เจาะหัวชิ้นงานเพื่อใส่เดือยรูปไข่ เพื่อใช้เป็นตัวยึดระหว่างเฟรม

- *เจาะดิ่ง* เจาะนำร่องเพื่อใส่สกรูยึดเพิ่มความแข็งแรงของเฟรม สกรูจะใส่ในช่วงการประกอบเฟรม

- *ปัด* ขัดบริเวณส่วนที่ขึ้นรูปและร่อง

- *ขัดบัวนิ่ม* ขัดส่วนที่เป็นหน้าเรียบ

เมื่อออกแบบขั้นตอนการผลิตของเฟรมกระจกบนเสร็จแล้วจะทำการออกขั้นตอนการผลิตของเฟรมกระจกบน 1 เฟรมกระจกบน 2 เรื่อยไปจนถึง ปิดกระจกหลัง

เฟรมกระจกบน1 เฟรมกระจกบน 2 และเฟรมกระจกบน 3 เป็นชิ้นส่วนที่ต้องนำไปเพลาะติดกับเฟรมกระจกบน ขั้นตอนการผลิตจึงมีแค่ ตัดหยาบ ไส 4 หน้าและแซนดิ้งเพลาะ

เฟรมกระจกล่าง เป็นรูปเหลี่ยม ขั้นตอนจึงเป็น ตัดหยาบ ไส 4 หน้า แซนดิ้งเพลาะ เพลาะ ไสขึ้นรูป ตัดละเอียด เจาะรูปไข่ เจาะดิ่ง แกะสลัก ขัด

เฟรมกระจกล่าง1 เป็นชิ้นส่วนที่มาเพลาะติดกับเฟรมกระจกล่าง ขั้นตอนจึงเป็นตัดหยาบ ไส 4 หน้า แซนดิ้งเพลาะ

เฟรมกระจกข้างมีลักษณะคล้ายกับเฟรมกระจกล่าง จึงมีขั้นตอนเหมือนกันแต่ไม่มีการเจาะดิ่งใส่สกรูเนื่องจากสกรูจะใส่จากเฟรมกระจกบนและเฟรมกระจกล่าง

คิ้วประดับเฟรมกระจกบนมีลักษณะคล้ายกับเฟรมกระจกบนแต่เพิ่มเติมลายแกะจึงเสริมขั้นตอนแกะสลัก หลังจากขัดครั้งแรก

ปิดหลังกระจกเป็นไม้บอร์ดจะต้องตัดให้ได้ขนาดพอดีกับรูปร่างเฟรมกระจกจึงมีขั้นตอนคือ ตัดบอร์ดเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าแล้วเข้าเครื่อง NC เพื่อตัดให้ได้ขนาดที่แม่นยำทั้งแนวตรงและส่วนโค้ง

หลังจากขึ้นรูปชิ้นส่วนครบทุกชิ้นส่วนแล้วจะส่งประกอบ โดยขั้นตอนการประกอบจะเป็นดังนี้

- *ประกอบชุดเฟรม* เริ่มจากทากาวทั้งสองข้างของเฟรมกระจก หากมีเดือยให้ทากาวที่เดือยแล้วใส่เดือยในรูเดือย หลังจากนั้น นำเฟรมกระจกบน เฟรมกระจกข้างทั้ง 2 ข้างและเฟรมกระจกล่างมาประกอบเข้าด้วยกัน
- *ประกอบติดคิ้ว* นำคิ้วมาติดเฟรมกระจกบน เฟรมกระจกล่างและเฟรมกระจกข้างตามลำดับด้วยกาว
- *อุดกาว* ใช้แป้งโป๊ว Putty อุดตามรอยต่อของชิ้นส่วนหรือรูจากการยิงแม๊กซ์
- *ทาซิลเลอร์* เพื่อให้เสี้ยนไม้แข็งขึ้น ทำให้ขัดง่าย ใช้เฉพาะบริเวณที่มีลายแกะ
- *ขัดตกแต่ง* ใช้เครื่องขัดจานลมในบริเวณที่โค้งมน และเครื่องขัดสั่นสะเทือนในบริเวณที่แบนเรียบ หลังจากนั้นจะขัดขั้นตอนสุดท้ายด้วยเครื่องปัดลม ในซอกมุมที่เครื่องขัดจานลมและเครื่องขัดสั่นสะเทือนเข้าไม่ถึง

เมื่อเสร็จขั้นตอนการขัดจะส่งแผนกทำสี และส่งบรรจุเป็นขั้นตอนสุดท้าย

จากกระบวนการออกแบบกระบวนการผลิต สรุปได้ว่าผู้ออกแบบการผลิตจะต้องมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องการใช้เครื่องจักร ลักษณะของชิ้นงานที่ออกมาหลังจากผ่านเครื่องจักรนั้น ๆ และเงื่อนไขในขั้นตอนการผลิตแต่ละขั้นตอน