บทที่ 3

การพัฒนาวิธีการจัดตารางการผลิต

3.1 จุดประสงค์ในการพัฒนาวิธีการจัดตารางการผลิต

ในการพัฒนาวิธีการจัดตารางการผลิตขึ้นมานี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อ

1) ลดเวลาในการตั้งเครื่องจักรเตรียมพร้อมก่อนผลิต (Set up time)
2) ลดปริมาณสินค้าคงคลัง (inventory) ซึ่งประกอบด้วย
   - สินค้ารอผลิตระหว่างกระบวนการ (work-in-process)
   - สินค้าสำเร็จรูปรอส่งลูกค้า (finished good)
3) ลดความล่าช้าในการผลิตงานส่งให้ลูกค้า (ความล่าช้า (lateness)) โดยผลิตสินค้าส่งให้แก่ลูกค้าได้ทันตามกำหนดเวลาที่ตกลงกันไว้

3.1 ข้อจำกัดในการจัดตารางการผลิต

การผลิตในแต่ละกระบวนการมีขั้นตอนวิธีการดำเนินงานที่ต่างกัน รายละเอียดของขั้นตอนการผลิตยังแตกต่างกันในแต่ละประเภทสินค้า ส่งผลให้เกิดข้อจำกัดต่างๆขึ้นในการจัดตารางการผลิต กล่าวโดยสรุปเป็นแต่ละกระบวนการได้ดังนี้

3.1.1 กระบวนการ Texturing

1) การตั้งเครื่องจักร

ก่อนทำการผลิตด้ายในกระบวนการ Texturing ต้องทำการทดลองตั้งเครื่องจักรให้มีสภาพที่เหมาะสมในการผลิต ทั้งการตั้งอุณหภูมิ ความชื้น ความเร็วเครื่อง เพื่อให้ด้ายที่ผลิตออกมาจากกระบวนการนี้มีคุณสมบัติตรงตามที่ลูกค้าแต่ละรายต้องการ ในการตั้งเครื่องนี้ต้องอาศัยผลจากที่เคยทดลองผลิตมาในอดีต รวมทั้งประสบการณ์ของเจ้าหน้าที่ผู้ควบคุมการผลิตในการทดลองตั้งเครื่อง จากที่กล่าวมาส่งผลให้การตั้งเครื่องจักรเป็นข้อจำกัด

หนึ่งในการผลิต ทำให้การผลิตด้ายแต่ละรายการที่ไม่ใช่ด้ายเบอร์เดียวกัน ไม่สามารถนำมาผลิตรวมกันได้

2) การเลือกเครื่องจักร

เครื่องจักรที่มีใช้ในกระบวนการ Texturing ของโรงงานกรณีศึกษานี้มีอยู่ 2 ชนิด คือ เครื่อง Scagg และ เครื่อง Barmag เครื่องจักรทั้ง 2 ชนิดนี้ทำการผลิตแบบเดียวกัน แตกต่างกันที่ กำลังการผลิต ความสามารถในการผลิต และคุณสมบัติของด้ายที่ผลิตออกมามีความแตกต่างกันเล็กน้อย ดังนั้นก่อนทำการผลิตเจ้าหน้าที่ผู้ควบคุมการผลิตต้องพิจารณาแต่ละรายการสินค้าที่ต้องผลิต เพื่อทำการเลือกเครื่องจักรที่จะทำการผลิต โดยจัดแยกว่ารายการสินค้าใดควรผลิตด้วยเครื่องจักรชนิดใด ในส่วนนี้ต้องอาศัยประสบการณ์ของเจ้าหน้าที่ผู้ควบคุมการผลิตเป็นผู้ตัดสินใจ เนื่องจากการตัดสินใจในการเลือกเครื่องจักรนี้ ต้องอาศัยความคุ้นเคยในการทำงานของเครื่องจักร

3) การแบ่งเกรดด้าย

ด้ายที่ผลิตจากกระบวนการ Texturing เรียบร้อยแล้ว ต้องนำมาตรวจสอบคุณภาพ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงการแบ่งเกรดด้าย

ด้ายคุณสมบัติถูกต้อง	ด้ายที่คุณสมบัติไม่ถูกต้อง		
ด้ายเกรด A	ด้ายเกรด B	ด้ายเกรด D	ด้ายเกรด E
75-80%	20%		

กลุ่มที่1 กลุ่มด้ายที่คุณสมบัติถูกต้อง

<u>ด้ายเกรด A</u> เป็นด้ายที่ผ่านการผลิตในกระบวนการ Texturing แล้วได้คุณสมบัติของด้ายอยู่ในเกณฑ์ที่ตรงตามที่ต้องการ

กลุ่มที่ 2 กลุ่มด้ายที่คุณสมบัติไม่ถูกต้อง

กลุ่มนี้เป็นด้ายที่ผ่านการผลิตในกระบวนการ Texturing แล้วได้คุณสมบัติความยืดหยุ่นของด้ายไม่อยู่ในเกณฑ์ที่ต้องการ แบ่งเป็น 3 กลุ่มคือ

ด้ายเกรด B เป็นด้ายที่มีคุณสมบัติความยืดหยุ่นตรงตามที่ต้องการแต่คุณภาพของเส้นด้ายไม่ดีพอ คือ ด้ายสกปรก หรือด้ายเป็นปมเป็นขุย

ด้ายเกรด D เป็นด้ายที่มีคุณสมบัติที่ทำให้เมื่อทดลองนำไปย้อมสีแล้วได้ด้ายที่มีสีเข้มกว่าที่ต้องการ

ด้ายเกรด L เป็นด้ายที่มีคุณสมบัติที่ทำให้เมื่อทดลองนำไปย้อมสีแล้วได้ด้ายที่มีสีอ่อนกว่าที่ต้องการ

4) การใช้งานของด้ายแต่ละกลุ่ม

ด้ายกลุ่มที่มีคุณสมบัติถูกต้อง ได้แก่ ด้ายเกรด A มีประมาณ 75-80%ของด้ายทั้งหมดที่ผลิตได้ในแต่ละครั้ง ทั้งหมดนี้จะนำไปใช้ผลิตต่อในกระบวนการผลิตขั้นตอนต่อไปตามลำดับ เป็นกลุ่มด้ายที่นำมาคิดในการคำนวณจัดตารางการผลิต

ด้ายกลุ่มที่มีคุณสมบัติไม่ถูกต้อง ได้แก่ ด้ายเกรด B ด้ายเกรด D และด้ายเกรด L ด้ายกลุ่มนี้มีประมาณ 20% ของด้ายที่ผลิตทั้งหมดในแต่ละครั้ง สำหรับด้ายกลุ่มนี้ทางโรงงานกรณีศึกษาจะไม่นำมาแก้ไขคุณสมบัติให้เป็นด้ายเกรด A และไม่ถือว่าเป็นของเสีย แต่จะนำไปขายแก่ลูกค้าที่ไม่ต้องการด้ายคุณสมบัติดีถึงเกรด A หรือ ลูกค้าที่สามารถใช้ด้ายกลุ่มนี้ได้โดยที่ไม่มีผลกระทบจากคุณสมบัติที่เสีย ตามแต่ละกรณี แต่ละรายที่ตกลง ด้ายกลุ่มนี้จะไม่นำมาคิดในการคำนวณจัดตารางการผลิต

4.1.1 กระบวนการ Twisting

1) เครื่องจักรในกระบวนการนี้ใช้เวลาเตรียมเครื่องก่อนผลิตเพียงเล็กน้อย สามารถเดินเครื่องจักรผลิต หรือหยุดการผลิตได้ โดยไม่ทำให้เสียเวลา ดังนั้นในกระบวนการนี้เครื่องจักรสามารถทำงานหลายงานสลับกันได้ ไม่จำเป็นต้องกำหนดงานสำหรับแต่ละเครื่องตายตัว

2) งานแต่ละงานไม่สามารถนำมาผลิตพร้อมกันได้ในกระบวนการนี้ เนื่องจากต้องมีการตั้งค่าความเร็วเครื่อง ซึ่งอาจไม่เท่ากันในแต่ละงาน

4.1.2 กระบวนการ Hanking

1) ในกระบวนการนี้ไม่มีปัญหาในการตั้งเครื่อง เนื่องจากการผลิตสินค้าทุกเบอร์ในกระบวนการนี้ไม่มีความแตกต่างกัน ดังนั้นการผลิตในกระบวนการนี้สามารถทำงานรวมกันได้

2) หลังจากด้ายผ่านกระบวนการ Hanking เรียบร้อยแล้ว ก่อนนำไปย้อมสี ต้องมีการพักด้าย ซึ่งจะนำด้ายที่รอย้อมสีมาพักทิ้งไว้เฉยๆเป็นเวลา 3 วัน

นอกจากนี้ข้อจำกัดที่มีในแต่ละกระบวนการผลิตแล้วยังมีข้อจำกัดซึ่งเป็นนโยบายการผลิตของทางโรงงานกรณีศึกษาอื่นๆอีก คือ

1) การผลิตสินค้าเป็นกลุ่ม (Batch-production) ก่อนการผลิตต้องนำรายการสินค้ามาแบ่งเป็นกลุ่ม โดยที่รายการสินค้าที่มีเบอร์เดียวกัน จะถูกนำมารวมเป็นกลุ่มเดียวกันเพื่อทำการผลิตพร้อมกันไม่แยกว่าเป็นการผลิตเพื่อรายการสินค้าใด เนื่องจากในการผลิตแต่ละครั้ง จะได้สินค้าที่ผลิตจำนวนมากๆ

2) สำหรับการส่งสินค้าให้แก่ลูกค้าแต่ละรายไม่อยู่ในความรับผิดชอบของฝ่ายผลิต ฝ่ายผลิตมีหน้าที่เพียงผลิตสินค้าแต่ละเบอร์ให้ได้ปริมาณตามที่มีในรายการสั่งผลิตในแต่ละวัน การตัดสินค้าจัดส่งสินค้าให้แก่ลูกค้าแต่ละรายเป็นหน้าที่ความรับผิดชอบของฝ่ายขายที่จะทำการตกลงกับลูกค้า

3) ในการผลิตสินค้าแต่ละกระบวนการจะแยกการผลิตของแต่ละเบอร์อย่างชัดเจน ไม่ผลิตหลายๆเบอร์ผสมกันในเครื่องจักรเครื่องเดียว เพื่อไม่ทำให้เกิดความสับสนในเบอร์ด้าย

4) ในการเลือกใช้เครื่องจักรของทุกๆกระบวนการ จะเดินเครื่องเมื่อต้องการผลิตในปริมาณมากพอ คุ้มที่จะทำการผลิต โดยคำนึงถึงการใช้งานเครื่องจักรอย่างมีประสิทธิภาพให้ได้งานเต็มที่มากกว่า การใช้งานเครื่องจักรทุกเครื่องให้เต็มที่ตลอดเวลา (machine utilization) ดังนั้น เมื่อไม่มีงานมากพอจะไม่เดินเครื่องผลิต

5) ปัจจัยต่างๆที่มีความสำคัญต่อการผลิต ประกอบด้วย

- การตั้งเครื่องจักรก่อนการผลิต (set up)

ปัจจัยนี้มีความสำคัญต่อการผลิตอย่างมาก มีผลต่อการวางแผนการผลิต ถ้าไม่คำนึงถึงปัจจัย ทำให้เกิดความสูญเสียจากการตั้งเครื่องจักรอย่างมาก ทำให้

ผลิตสินค้าได้ไม่เต็มที่ เพราะการตั้งเครื่องจักรแต่ละครั้งต้องเสียเวลาที่ใช้ในการผลิตเป็นเวลานาน

- ปริมาณสินค้าคงคลัง (inventory)

แม้ว่าสินค้าคงคลังเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ก่อให้เกิดความสูญเสีย แต่ทางโรงงานที่เป็นกรณีศึกษานี้ ไม่ได้ให้ความสำคัญกับปัจจัยนี้มากนัก อย่างไรก็ตามการที่ต้องเก็บสินค้าคงคลังเป็นเวลานาน หรือในจำนวนมากๆนั้น ส่งผลให้เกิดปัญหากับทางโรงงาน ทั้งในเรื่องของคุณภาพสินค้าที่ลดลงจากการเก็บสินค้าไว้เป็นเวลานาน และ การควบคุมจัดเก็บที่ยากลำบากเมื่อมีปริมาณสินค้าคงคลังมากๆ

- ความล่าช้าในการผลิต (ความล่าช้า (lateness))

ปัจจัยนี้เป็นปัจจัยที่สำคัญอีกปัจจัยหนึ่งของการผลิต โดยเฉพาะในโรงงานกรณีศึกษานี้ เนื่องจากปัจจัยนี้ส่งผลกระทบถึงความพึงพอใจของลูกค้า เวลากำหนดส่งสินค้าจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นต้องคำนึงถึงก่อนในการผลิต

- ประสิทธิภาพในการผลิต

ปัจจัยนี้หมายถึง คุณภาพของสินค้าที่ผลิตออกมาได้ สำหรับโรงงานกรณีศึกษานี้ ปัจจัยนี้เป็นปัญหาโดยตรงจากเครื่องจักร ในการจัดตารางวางแผนการผลิตนี้ จึงไม่นำปัจจัยนี้มาพิจารณารวมด้วย อย่างไรก็ตามปัจจัยนี้เป็นปัญหาที่สำคัญปัญหาหนึ่งของโรงงาน

- ความคุ้มในการผลิต

โรงงานกรณีศึกษานี้ให้ความสำคัญกับการพิจารณาความคุ้มที่จะเดินเครื่องผลิตแต่ละครั้งเช่นกัน เนื่องจากลักษณะการผลิตของเครื่องจักรจะผลิตครั้งละมากๆ จึงไม่คุ้มที่จะผลิตทุกครั้งที่มีรายการผลิตเข้ามา ด้วยเหตุนี้อาจส่งผลให้เกิดการผลิตไม่ทันกำหนดส่งได้

- การใช้เครื่องจักรได้เต็มที่

ปัจจัยนี้หมายถึงการใช้ประโยชน์จากเครื่องจักรทั้งหมดที่มีอยู่อย่างเต็มกำลังการผลิต เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่สำคัญในการผลิต แต่ทางโรงงานกรณีศึกษานี้ไม่ให้ความสำคัญกับปัจจัยนี้มากเท่าไรนัก การที่เครื่องจักรว่างบางเครื่องเพราะความไม่คุ้มที่จะใช้เครื่องจักรทั้งหมดที่มีอยู่ เนื่องจากปัญหาของการตั้งเครื่องลำบาก และปัญหาความไม่คุ้มที่กล่าวมา ซึ่งเป็นการสูญเสียที่มากกว่าการให้เครื่องจักรว่างอยู่

จากปัจจัยต่างๆที่กล่าวมาทั้งหมด นำมาเรียงตามลำดับความสำคัญที่มีต่อการจัดตารางการผลิต โดยตัดปัจจัยเรื่องประสิทธิภาพในการผลิต ซึ่งไม่เกี่ยวข้องกับการจัดตารางการผลิตครั้งนี้ ลำดับความสำคัญของปัจจัยแสดงในตารางที่ 3.2 ดังนี้

ตารางที่ 3.2 แสดงลำดับความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อการจัดตารางการผลิต

ปัจจัย	ลำดับความสำคัญ
ความล่าช้าในการผลิต	1
การตั้งเครื่องก่อนการผลิต	2
ปริมาณสินค้าคงคลัง	3
ความคุ้มในการผลิต	4
การใช้เครื่องจักรได้เต็มที่	5

4.2 หลักการที่ใช้ในการพัฒนาวิธีจัดตารางการผลิต

กรณีศึกษานี้มีลักษณะการผลิตแบบ Flow Shop ที่มีสายการผลิตเดียว ในสายการผลิตประกอบด้วยกระบวนการผลิต 3 กระบวนการ (3 Stages) ในแต่ละกระบวนการผลิตประกอบด้วยเครื่องจักรหลายเครื่อง (m machines) มีผลิตภัณฑ์หลายชนิดที่ผลิตจากทุกๆกระบวนการผลิต (n jobs)

วิธีการจัดตารางการผลิตนี้พัฒนาขึ้นด้วยหลักการจากทฤษฎีในการจัดตารางการผลิตหลายทฤษฎีนำมาประยุกต์รวมกันให้เหมาะสมกับลักษณะงานผลิตที่จะจัดตารางการผลิตนี้ ทั้งนี้เพื่อพัฒนาวิธีการให้บรรลุจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ทั้ง 3 ข้อ ในการที่จะได้มาซึ่งจุดประสงค์ทั้ง 3 ข้อพร้อมกันนั้น เป็นการยาก เนื่องจากแต่ละจุดประสงค์มีความขัดแย้งกันอยู่ ด้วยความต้องการที่จะผลิตสินค้าส่งลูกค้าให้ทันกำหนดส่ง อาจส่งผลให้ต้องมีการตั้งเครื่องบ่อยครั้งเกินความจำเป็นและมีปริมาณสินค้าคงคลังสำรองไว้เป็นเวลานานจำนวนมาก ส่วนการลดการตั้งเครื่องให้น้อยลง อาจทำให้ปริมาณสินค้าคงคลังบางเบอร์มีมาก และบางเบอร์มีน้อย และอาจทำให้สินค้าบางรายการผลิตไม่ทันกำหนดส่ง และบางรายการมีมากเกินพอ ในวิธีการที่พัฒนาขึ้นต้องใช้หลักการให้บรรลุจุดประสงค์แต่ละข้อโดยคำนึงถึงผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อจุดประสงค์ข้ออื่น ๆ ด้วย จากปัญหาของความขัดแย้งของจุดประสงค์หลักในการจัดตารางการผลิตทั้ง 3 ข้อ จึงเลือกการแก้ปัญหาในส่วนนี้

โดยการใช้หลักการทดลองซ้ำ เพื่อหาจุดสมดุลของทั้ง 3 จุดประสงค์ ทั้งนี้ยึดตามลำดับความสำคัญของจุดประสงค์แต่ละข้อดังที่กล่าวไว้

การตั้งเครื่องจักร เป็นจุดประสงค์หนึ่งในการจัดตารางการผลิตที่ต้องการลดจำนวนครั้งในการตั้งเครื่องจักร ซึ่งจะส่งผลให้เวลาที่เสียไปในการตั้งเครื่องจักรลดลงด้วย หลักการที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหานี้ คือ มีการจัดรายการสินค้าที่ต้องผลิตเป็นกลุ่มก่อนการจัดตารางการผลิต โดยยึดตามการตั้งเครื่อง (Group Scheduling) ในแต่ละกระบวนการผลิตจะทำการจัดสมดุลเครื่องจักร โดยยึดตามกำลังการผลิตของเครื่องจักรในกระบวนการ Texturing ซึ่งเป็นกระบวนการที่มีปัญหาในเรื่องของการตั้งเครื่อง (Capacity Balancing)

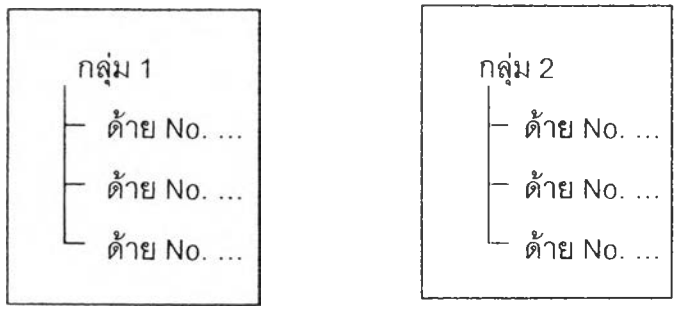
การลดปริมาณสินค้าคงคลัง ในการจัดตารางการผลิตแก้ไขปัญหาเพื่อให้บรรจุจุดประสงค์นี้ โดยใช้หลักการผลิตแบบทันเวลา (Just-in-time ,JIT) ผลิตสินค้าให้พอดีกับความต้องการเท่านั้น ใช้การจัดตารางการผลิตแบบกลับหลัง (Backward Scheduling) และกำหนดการผลิตในแต่ละกระบวนการตามหลักการผลักดัน (Push-Pull) การจัดสมดุลเครื่องจักรช่วยสนับสนุนการผลิตที่พอเหมาะในระหว่างกระบวนการ นอกจากนี้สินค้าที่ผลิตเสร็จก่อนในแต่ละกระบวนการจะถูกนำไปใช้ก่อนตามหลักการมาก่อนใช้ก่อน (First-Come-First-Serve ,FCFS)

การลดความล่าช้า เพื่อการผลิตให้ทันกำหนดส่งลูกค้า ในการจัดตารางการผลิตจะจัดโดยนำวันกำหนดส่งสินค้าเป็นตัวกำหนดในการจัดลำดับ ตามหลักการกำหนดวันส่งสินค้าเร็วที่สุด (Earliest-Due-Date ,EDD) นอกจากนี้ยังมีการเผื่อสินค้าคงคลังสำรอง (สินค้าสำรองคงคลัง (safety stock)) สำหรับสินค้าที่ผลิตไม่ทันด้วย

การนำหลักการต่างๆไปใช้ในการพัฒนาวิธีการจัดตารางการผลิต มีรายละเอียดดังนี้

3.3.1 การจัดตารางการผลิตโดยแบ่งเป็นกลุ่ม (Group Scheduling)

นำหลักการเทคนิคการจัดกลุ่ม (Group Technology) มาใช้ในการจัดตารางการผลิต เพื่อช่วยลดความซับซ้อนของขั้นตอนการผลิตในการจัด โดยจะแบ่งสินค้าออกเป็นกลุ่มตามกรรมวิธีการผลิตดังแสดงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แสดงการแบ่งกลุ่มรายการสินค้าที่ต้องผลิต

ในกระบวนการ Texturing ประกอบด้วยเครื่องจักร 2 ชนิดที่ทำงานได้เหมือนกัน แต่มีกำลังผลิตที่ต่างกัน ทำให้เป็นความยุ่งยากในการจัดรายการสินค้าให้ผลิตในเครื่องต่างๆ จึงทำการแบ่งสินค้าออกเป็น 2 กลุ่ม ตามความเหมาะสมกับเครื่องจักร แล้วจึงจัดตารางการผลิตแยกกลุ่มอย่างอิสระ ดังนั้นการจัดแต่ละครั้ง เครื่องจักรทุกเครื่องมีกำลังผลิตเท่ากัน (parallel machine) นอกจากนี้ภายในแต่ละกลุ่มที่แบ่งยังมีปัญหาความแตกต่างของการตั้งเครื่องจักรในการผลิตสินค้าแต่ละเบอร์ด้าย ซึ่งทำให้ไม่สามารถนำมาผลิตรวมกัน เพื่อลดความยุ่งยากในส่วนนี้จึงแบ่งสินค้าภายในกลุ่มใหญ่ออกเป็นกลุ่มย่อยๆตามการตั้งเครื่องจักร โดยแบ่งออกเป็นกลุ่มของเบอร์ด้าย ในการจัดตารางการผลิตจะแยกจัดเป็น 2 กลุ่มตามชนิดเครื่องจักร โดยภายในแต่ละกลุ่มต้องทำการจัดสรรเครื่องจักรให้แต่ละกลุ่มเบอร์ด้ายซึ่งเป็นกลุ่มย่อย แล้วจึงทำการจัดตารางการผลิตทีละกลุ่มย่อย เพื่อที่จะลดปริมาณการตั้งเครื่องจักรในกระบวนการ Texturing จึงทำการเดินเครื่องจักรที่ได้จัดสรรไว้แล้วจนกระทั่งผลิตได้ปริมาณที่มีในรายการผลิตทั้งหมดจึงหยุดผลิต นั่นแสดงว่าหลังจากวันที่เครื่อง Texture หยุดผลิต เครื่องนั้นจะว่างสามารถเป็นเครื่องสำรองในกรณีฉุกเฉินได้

3.3.2 การจัดตารางการผลิตแบบถอยหลัง (Backward Scheduling)

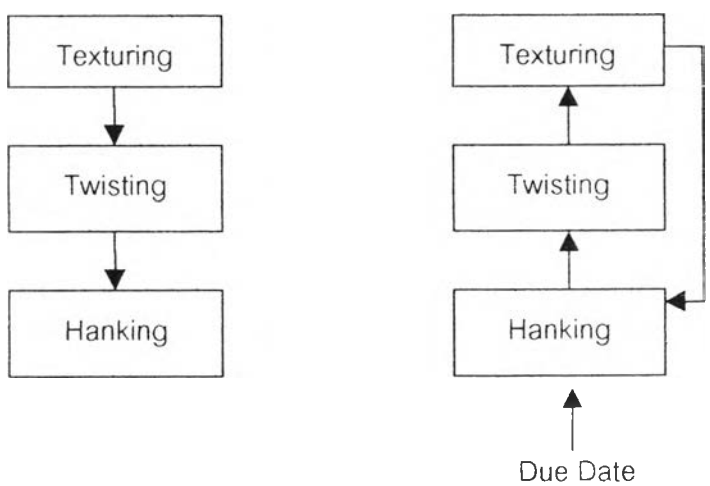
กระบวนการผลิตด้ายตามขั้นตอนเริ่มต้นจาก กระบวนการ Texturing กระบวนการ Twisting และกระบวนการ Hanking ตามลำดับ ในการจัดตารางการผลิตจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 กระบวนการ Texturing จะจัดตารางการผลิตแบบเดินหน้า (Forward Scheduling) คือ ให้เครื่อง Texture เดินเครื่องผลิตสินค้าเต็มกำลังการผลิตทุกวัน โดย

ไม่หยุด จนกระทั่งผลิตได้ปริมาณเพียงพอตามรายการสินค้าที่ต้องผลิตทั้งหมด แล้วจึงหยุด

ส่วนที่ 2 กระบวนการ Twisting และ กระบวนการ Hanking ในสองกระบวนการนี้จะจัดตารางการผลิตแบบถอยหลัง (Backward Scheduling) คือ จะ เริ่มจัดจากกระบวนการ Hanking ก่อน แล้วจึงย้อนกลับมาที่กระบวนการ Twisting จนกระทั่งไปสิ้นสุดที่กระบวนการ Texturing

ในส่วนที่ 1 เป็นส่วนที่มีปัญหาของการตั้งเครื่องจักรดังนั้นจึงไม่สามารถจะผลิตเพื่อส่งตามความต้องการจากกระบวนการหลังได้ จึงต้องกำหนดให้ผลิตตลอดช่วงระยะการจัดตารางการผลิต ดังนั้นการกำหนดระยะเวลาในการจัดตารางการผลิตจึงต้องคำนึงถึงปัญหาการตั้งเครื่องในข้อนี้ด้วย สำหรับส่วนที่ 2 ไม่มีปัญหาของการตั้งเครื่อง สามารถหยุดหรือเดินเครื่องได้โดยไม่เสียเวลามากนัก แต่ต้องจัดแบบถอยหลังเนื่องจากต้องการผลิตให้ทันกำหนดส่งสินค้าแก่ลูกค้า เป็นการลดความล่าช้า (ความล่าช้า (lateness)) จึงยึดวันกำหนดส่งเป็นหลัก และจัดตารางการผลิตย้อนกลับไปจนถึงกระบวนการแรกเพื่อให้ผลิตได้ทันกำหนดวันส่งนั้น การใช้หลักการ จัดตารางการผลิตแบบถอยหลังนี้ใช้ควบคู่กับหลักการผลักดัน (Push-Pull) ในส่วนของการผลิตแบบทันเวลา (Just-in-time JIT) ดังนั้นในการจัดตารางการผลิตครั้งนี้เป็นการผสมผสานระหว่างวิธีการจัดตารางการผลิตแบบเดินหน้า และถอยหลัง ดังแสดงในรูปที่ 3.2



ขั้นตอนการผลิต ขั้นตอนการจัดตารางการผลิต

รูปที่ 3.2 แสดงการแบ่งกลุ่มรายการสินค้าที่ต้องผลิต

3.3.3 การจัดสมดุลกำลังการผลิตของเครื่องจักร (Capacity Balancing)

เนื่องจากเครื่องจักรในแต่ละกระบวนการผลิตมีกำลังการผลิตไม่เท่ากัน จึงต้องทำการจัดกำลังการผลิตในแต่ละกระบวนการให้สมดุลกัน เพื่อเป็นการลดปริมาณสินค้าคงคลังในรูปของสินค้ารอผลิต โดยยึดกำลังการผลิตของเครื่อง Texture เป็นหลัก เนื่องจากปัญหาของการตั้งเครื่อง

3.3.4 การผลิตแบบทันเวลา Just-in-time (JIT)

ในส่วนของตารางการผลิต จัดตารางโดยยึดหลักการผลิตแบบทันเวลา โดยผลิตสินค้าเพื่อส่งให้แก่กระบวนการถัดไปให้เพียงพอ ไม่มากจนเหลือเป็นสินค้ารอผลิต และไม่น้อยไปจนทำให้เกิดการผลิตไม่ทันส่งตามกำหนดวันส่งสินค้า เป็นการลดปัญหาสินค้าคงคลัง การที่จะผลิตให้ทันเวลาพอดี ใช้หลักการผลักดัน (Push-Pull) เข้ามาช่วยในการจัด โดยเริ่มจากจัดตารางการผลิตในกระบวนการ Hanking ซึ่งเป็นกระบวนการสุดท้าย แล้วจึงนำรายการที่ต้องผลิตในกระบวนการ Hanking มาเป็นสินค้าที่กระบวนการ Twisting ซึ่งเป็นกระบวนการก่อนหน้าต้องผลิต เป็นการดึงการผลิตจากกระบวนการหลังมาหน้า ในกระบวนการ Twisting และกระบวนการ Texturing ก็ใช้หลักการดึงเช่นเดียวกัน

3.3.5 การจัดลำดับการผลิตงานแบบ (Earliest Due Date ,EDD)

เนื่องจากทางโรงงานกรณีศึกษานี้ให้ความสำคัญกับการผลิตสินค้าส่งลูกค้าให้ทันกำหนดส่ง จึงกำหนดการวันส่งสินค้าให้แก่ลูกค้าเป็นหลักในการจัดตารางการผลิต โดยจะเรียงรายการสินค้าที่แบ่งเป็นกลุ่มแล้วตามลำดับของวันกำหนดส่งสินค้า รายการสินค้าใดมีกำหนดวันส่งสินค้าก่อนจะผลิตก่อน แต่ในระหว่างกระบวนการผลิต จะนำสินค้าที่เสร็จก่อนมาถึงก่อนไปใช้ผลิตก่อน เพื่อลดปัญหาการเก็บสินค้ารอเป็นเวลานาน ซึ่งจะส่งผลให้คุณภาพของสินค้าลดลง นอกจากนี้ยังมีการผลิตเผื่อเป็นสินค้าสำรองคงคลัง (สินค้าสำรองคงคลัง (safety stock)) สำหรับกรณีที่ไม่สามารถผลิตสินค้าส่งได้ทัน

3.3.6 การทดลองซ้ำ

จากที่ได้กล่าวมาทั้งหมดนี้จะเห็นว่าแต่ละหลักการถูกนำไปใช้เพื่อให้บรรลุจุดประสงค์ในข้อต่างๆ การที่นำหลักการหลายๆหลักการเข้ามารวมกันเพราะแต่ละจุดประสงค์ล้วนมีความขัดแย้งกันบ้าง และส่งเสริมกันบ้าง และเนื่องจากจุดประสงค์ในการจัดตารางการผลิตทั้ง 3 ล้วนมีความสำคัญไม่ยิ่งหย่อนกว่ากันเท่าไรนัก จึงต้องหาวิธีการจัดเพื่อให้ได้ตารางการผลิตที่บรรลุถึงจุดประสงค์ทั้ง 3 โดยไม่ละเลยข้อใดข้อหนึ่งไป ดังนั้นในการจัดตารางการผลิตนี้ได้นำการทดลองซ้ำ มาแก้ปัญหาความขัดแย้งนี้ โดยจะทดลองจัดตารางการผลิตแล้วเปลี่ยนจำนวนเครื่องจักรที่จัดสรรให้ เพื่อเปรียบเทียบว่าควรจัดสรรเครื่องจักรให้แต่ละกลุ่มจำนวนเท่าไร และต้องผลิตสินค้าแต่ละรายการในแต่ละกระบวนการผลิตเมื่อไรในปริมาณเท่าไร

หลักการต่างๆ ที่นำมาใช้ในการแก้ไขปัญหาในแต่ละจุดประสงค์ดังที่กล่าวมา แสดงได้ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 แสดงหลักการที่ใช้ในแต่ละจุดประสงค์

จุดประสงค์	หลักการที่ใช้
1. ลดเวลาในการตั้งเครื่องจักร (Set up)	Group Scheduling การทดลองซ้ำ Capacity Balancing
2. ลดปริมาณสินค้าคงคลัง (inventory)	Just-in-time (JIT) Push-Pull การทดลองซ้ำ Capacity Balancing
3. ลดความล่าช้า (ความล่าช้า (lateness))	Backward Scheduling Earliest Due Date (EDD) Just-in-time (JIT) การทดลองซ้ำ

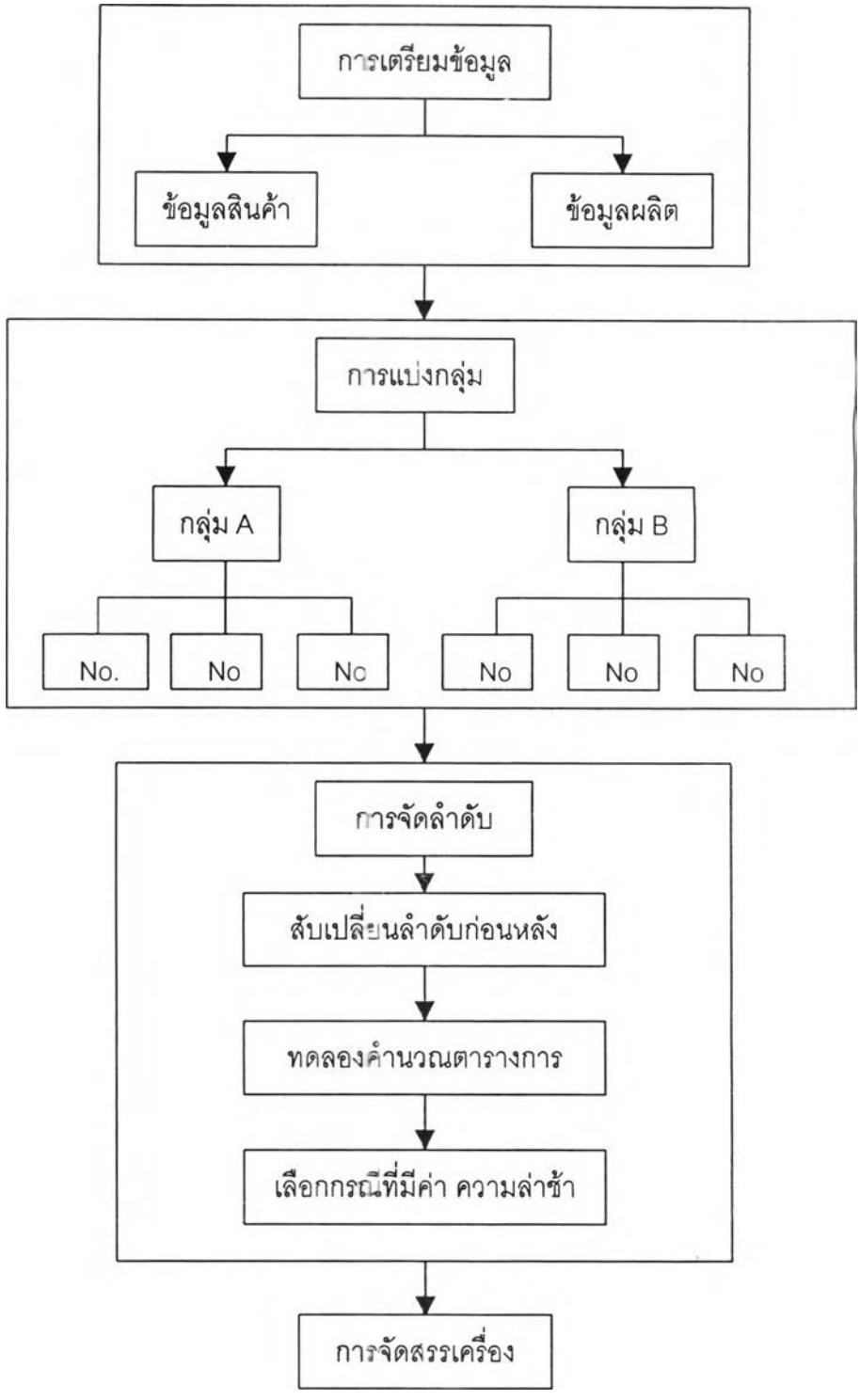
3.4 วิธีการจัดตารางการผลิตที่พัฒนาขึ้น

สำหรับวิธีการจัดตารางการผลิตที่พัฒนาขึ้น ประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอนใหญ่ๆ ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

- ขั้นตอนการเตรียมข้อมูล
- ขั้นตอนการแบ่งกลุ่ม
- ขั้นตอนการจัดลำดับการเข้าผลิตให้แต่ละกลุ่มการผลิต
- ขั้นตอนการจัดสรรเครื่องจักรในแต่ละกระบวนการผลิตให้แต่ละกลุ่มการผลิต

นอกจากขั้นตอนต่างๆที่กล่าวมาข้างต้นแล้ว ยังมีรายละเอียดสำคัญที่ใช้ในการคำนวณประกอบอยู่ในขั้นตอนต่างๆ จะกล่าวถึงรายละเอียดต่อไป โดยขั้นตอนวิธีการจัดตารางการผลิตได้สรุปไว้ดังรูปที่ 3.3

I20096๙๗X



รูปที่ 3.3 แสดงขั้นตอนของวิธีการจัดตารางการผลิตที่พัฒนาขึ้น

3.4.1 ขั้นตอนการเตรียมข้อมูล

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนแรกในการจัดตารางการผลิต เป็นการจัดเตรียมข้อมูล เพื่อความสะดวกในการจัดตารางการผลิตในขั้นตอนต่อไป ข้อมูลที่ใช้ประกอบด้วยข้อมูล 2 กลุ่ม คือ

กลุ่มที่ 1 ข้อมูลรายการสินค้า

กลุ่มที่ 2 ข้อมูลการผลิต

กลุ่มที่ 1 ข้อมูลรายการสินค้า

ข้อมูลกลุ่มนี้ จะได้จาก รายการสินค้าที่ลูกค้าแต่ละรายสั่งซื้อเข้ามาแต่ละวัน ซึ่งทางฝ่ายจัดซื้อจะเป็นผู้รับคำสั่งซื้อจากลูกค้า แล้วรวบรวมนำส่งมาให้แก่ฝ่ายผลิต เพื่อออกคำสั่งผลิตทุกๆเดือน ข้อมูลกลุ่มนี้จะใช้ในขั้นตอนการจัดกลุ่ม ซึ่งเป็นขั้นตอนต่อไปในการจัดตารางการผลิต ข้อมูลเหล่านี้ประกอบด้วย

1) รายชื่อลูกค้า
2) ประเภทสินค้าที่ลูกค้าต้องการ
   - ด้าย texture เป็นด้ายที่ผ่านกระบวนการการอบยืดเส้นด้าย (Texturing)
   - ด้าย twisting เป็นด้ายที่ผ่านกระบวนการผลิตมาถึงกระบวนการ Twisting
   - ด้ายสีต่างๆ หมายถึงด้ายที่ผ่านกระบวนการผลิตต่างๆ ครบทุกขั้นตอน
3) เบอร์ด้าย ซึ่งจะบ่งบอกถึงlot ด้าย
4) น้ำหนักด้ายแต่ละรายการ (kg.)
5) กำหนดวันส่งสินค้า (due date)

กลุ่มที่ 2 ข้อมูลการผลิต

ข้อมูลในกลุ่มนี้เป็นข้อมูลรายละเอียดของเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตกระบวนการต่างๆ ข้อมูลเหล่านี้ใช้ในการคำนวณแบบจำลองตารางการผลิตในขั้นตอนต่อไป ข้อมูลในกลุ่มนี้ประกอบด้วย

1) ความสามารถในการผลิตสูงสุดของเครื่องจักรในหนึ่งวัน (max capacity)

2) จำนวนเครื่องจักรทั้งหมดที่สามารถทำการผลิตได้ของแต่ละกระบวนการ
3) สินค้าสำรองคงคลัง (safety stock) ของแต่ละกระบวนการ

3.4.2 ขั้นตอนการแบ่งกลุ่ม

ในการจัดตารางการผลิตนี้ ต้องนำข้อมูลรายการที่ต้องการผลิตมาจัดแบ่งเป็นกลุ่ม เพื่อความสะดวกในการจัด ซึ่งจะแยกออกเป็น 2 ลำดับ คือการแบ่งกลุ่มลำดับแรกและการแบ่งกลุ่มลำดับที่สอง

การแบ่งกลุ่มลำดับแรก

ในส่วนนี้ จะแบ่งสินค้าที่ต้องผลิตออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่ม A และ กลุ่ม B เนื่องจากในกระบวนการ Texturing ประกอบด้วยเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต 2 ชนิด คือ เครื่อง Scagg และ เครื่อง Barmag ทั้ง 2 เครื่องนี้ผลิตสินค้าได้เหมือนกัน แตกต่างกันที่ความสามารถในการผลิต ซึ่งการที่ไม่แบ่งการผลิตแยกออกจากกัน จะเป็นสาเหตุให้เกิดความไม่สะดวกในการจัดตารางการผลิต ดังนั้นในขั้นต้นนี้ จึงทำการแยกการจัด โดยแบ่งกลุ่มการจัดแยกออกจากกันเพื่อลดความยุ่งยากซับซ้อนในการจัด โดยที่

กลุ่มA เป็นกลุ่มสินค้าที่ทำการผลิตด้วยเครื่องจักร scagg ในกระบวนการ Texturing

กลุ่มB เป็นกลุ่มสินค้าที่ทำการผลิตด้วยเครื่องจักร Barmag ในกระบวนการ Texturing

ในการแบ่งกลุ่มนี้เจ้าหน้าที่ฝ่ายผลิตเป็นผู้แยกว่าสินค้าไหนควรอยู่ในกลุ่มใด ตามความเหมาะสมของงานกับเครื่องจักร โดยอาศัยประสบการณ์จากที่เคยทำการผลิตมาแล้วในอดีต หลังจากที่ทำขั้นตอนนี้แล้ว จะได้ข้อมูลกลุ่มสินค้าที่แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 แสดงตัวอย่างการแบ่งกลุ่มลำดับแรก

Date	กลุ่ม A	กลุ่ม B
3	100/2 4316 H 130kg	100/2 4102 H 250kg
	70/2 3518 H 250kg	
5	100/2 4316 H 260kg	100/2 4102 T 120kg
6	70/2 3518 H 100kg	
7	100/2 4316 H 330kg	100/2 4102 Tw 760kg
	70/2 3518 H 300kg	70/2 3212 Tw 100kg
8	100/1 4115 H 500kg	
10	100/2 4316 H 100kg	
	70/2 3518 H 750kg	
12	100/2 4316 T 580kg	100/2 4102 Tw 114kg
	70/2 3518 H 850kg	

การแบ่งกลุ่มลำดับที่สอง

ในขั้นตอนนี้จะแบ่งตามสภาพที่ใช้ในการตั้งเครื่องในกระบวนการ Texturing ซึ่งมีหลักการอยู่ว่า ด้ายที่มีเบอร์เดียวกันจะทำการผลิตโดยใช้สภาพการตั้งเครื่องเหมือนกัน เนื่องจากในการตั้งเบอร์ด้ายนั้น จะเป็นเบอร์ที่ตั้งขึ้นใช้กันเองภายในโรงงาน โดยยึดจากสภาพการตั้งเครื่องเป็นหลัก ดังนั้นด้ายต่างเบอร์ จึงไม่สามารถผลิตได้บนเครื่องจักรเดียวกันในเวลาเดียวกัน เป็นสาเหตุให้ต้องแยกกลุ่มด้ายที่จะผลิตในขั้นตอนนี้ โดยแบ่งจากกลุ่มใหญ่ในลำดับแรกแต่ละกลุ่มออกเป็นกลุ่มย่อยๆ ตามเบอร์ด้าย ซึ่งจะแบ่งได้ดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 แสดงตัวอย่างการแบ่งกลุ่มลำดับสอง

กลุ่ม A

Date	100/2 No.4316	70/2 No.3518	100/1 No.4115
3	H 130 kg	H 250 kg	
5	H 260 kg		
6		H 100 kg	
7	H 330 kg	H 300 kg	
8			H 500 kg
10	H 100 kg	H 750 kg	
12	T 580 kg	H 850 kg	

กลุ่ม B

Date	100/2 No. 4102	70/2 No. 3212
3	H 50 kg	
5	T 120 kg	
7	Tw 760 kg	Tw 100 kg
12	Tw 114 kg	

เมื่อได้ข้อมูลที่แบ่งออกเป็นกลุ่มย่อยแล้ว แยกแต่ละกลุ่มย่อยออกจากกัน แล้วนำมาเตรียมรายละเอียดข้อมูล ก่อนที่จะผ่านเข้าสู่ขั้นตอนต่อไปดังนี้

(1) แยกรายการสินค้าตามประเภทสินค้า มีอยู่ด้วยกัน 3 ประเภท คือ

ประเภทที่ 1 ด้ายที่ผ่านการอบยืดจากกระบวนการ Texturing

ประเภทที่ 2 ด้ายที่ผ่านการตีเกลียวจากกระบวนการ Twisting

ประเภทที่ 3 ด้ายย้อมสี เป็นด้ายที่ผ่านกระบวนการผลิตครบทุกขั้นตอน

สามารถแบ่งประเภทสอนค้าได้ดังตัวอย่างในตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 แสดงตัวอย่างการแยกประเภทสินค้า

กลุ่มB ด้าย No. 4102

Date	Texturing	Twisting	Hanking (ด้ายสี)
5	T 120 kg		
6			H 250 kg
7		Tw 760 kg	
12		Tw 114 kg	

(2) เนื่องจากในกรณีนี้ ขอบเขตที่กำหนดครอบคลุมกระบวนการผลิตเพียง 3 กระบวนการเท่านั้น ดังนั้นจึงต้องมีการกำหนดวันครบกำหนดส่งสินค้าสำหรับสินค้าที่ต้องนำไปย้อมสีขึ้นใหม่ เป็นวันกำหนดส่งสินค้าของกระบวนการ Hanking ซึ่งเป็นกระบวนการสุดท้ายที่กำลังพิจารณา ซึ่งจะเทียบมาจากกำหนดการส่งสินค้าจริง หักลบกับเวลาที่ใช้ในการผลิตของอีก 2 กระบวนการหลังซึ่งอยู่นอกขอบเขตที่กำหนดไว้ (กระบวนการย้อมสี และ กระบวนการ coning รวมไปถึงกระบวนการบรรจุกล่องด้วย) สำหรับเวลาที่ใช้ในการผลิตของ 2 กระบวนการหลังนั้น จะคิดเทียบกับเวลาเฉลี่ยที่คำนวณได้จากข้อมูลที่ทางโรงงานเก็บไว้

สมการการคำนวณวันกำหนดเวลาส่งสินค้าในกระบวนการที่กำลังพิจารณา (สำหรับสินค้าที่ต้องย้อมสี)

$$DD_s = DD_r - d - P_d - P_c$$

DD_s : วันกำหนดส่งสินค้าของกระบวนการ Hanking

DD_r : วันกำหนดส่งสินค้าจริง

d : ก่อนนำด้ายเข้าสู่กระบวนการย้อมสี (Dyeing) ต้องทำการพักด้ายไว้ก่อน d วัน ซึ่งปัจจุบันกำหนดให้ d = 3

P_d : เวลาที่ใช้ในการผลิตของกระบวนการย้อมสี (Dyeing) หาได้จาก

$$P_d = \frac{W_d}{\overline{w}_d}$$

P_d : เวลาที่ใช้ในการผลิตของกระบวนการย้อมสี

W_d : น้ำหนักด้าย

$\overline{W}_d$: น้ำหนักด้ายเฉลี่ยที่ผลิตในกระบวนการย้อมสี ได้ใน1วัน

P_c : เวลาที่ใช้ในการผลิตของกระบวนการ coning

หาได้จาก

$$P_c = \frac{W_c}{\overline{w}_c}$$

P_c : เวลาที่ใช้ในการผลิตของกระบวนการ coning

W_c : น้ำหนักด้าย

$\overline{W}_c$: น้ำหนักด้ายเฉลี่ยที่ผลิตในกระบวนการ coningใน1วัน สำหรับ 1 เครื่อง

ในกรณีที่ปริมาณรายการสินค้า (order) ไม่เกิน 1000 kg. ถ้าเกินให้คิดจำนวนวันเท่ากับรายการสินค้า (order) 1000 kg. โดยถือว่าใช้เครื่องจักรมากกว่า 1 เครื่อง

(3) เรียงลำดับตามกำหนดวันส่งในขอบเขตที่หาขึ้นมาใหม่

(4) ในแต่ละกลุ่มย่อย ให้หาน้ำหนักรวมของด้ายประเภทเดียวกันในแต่ละวันกำหนดส่งสินค้า (Due Date) ดังตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.7 แสดงตัวอย่างการรวมน้ำหนักด้ายในแต่ละวันกำหนดส่งสินค้า (Due Date)

กลุ่มB ด้าย No. 4102

Date	Texturing	Twisting	Hanking (ด้ายสี)
1			H 50 kg
5	T 120 kg		
7		Tw 760 kg	
12		Tw 114 kg	

3.4.3 การจัดลำดับการผลิตให้แต่ละกลุ่มการผลิต

เนื่องจากในกระบวนการผลิต Texturing มีเครื่องจักรด้วยกันทั้งหมด 8 เครื่อง เป็นเครื่อง Scagg 4 เครื่อง และ Barmag 4 เครื่อง แต่ละเครื่องทำงานได้เหมือนกันทั้งหมด จึงเกิดปัญหาขึ้นว่า ในตอนเริ่มต้นถ้าเครื่องจักรว่างไม่พร้อมกัน ควรจะให้เครื่องจักรใดทำการผลิตด้ายเบอร์ใดก่อน ขั้นตอนนี้เป็นการจัดลำดับการทำงานก่อนหลังให้แก่ด้ายในแต่ละกลุ่มย่อย โดยจัดแยกกลุ่ม A และ กลุ่ม B ออกจากกัน ในแต่ละกลุ่มจะจัดลำดับการเริ่มทำงานด้วยวิธีเดียวกันดังนี้

1.) ตรวจสอบเวลาที่เครื่องจักรแต่ละเครื่องว่างพร้อมที่จะเริ่มงานใหม่ และจัดลำดับเริ่มงานของแต่ละเครื่อง ดังตารางที่ 3.8

ตารางที่ 3.8 แสดงตัวอย่างการจัดลำดับเวลาเครื่อง Texture ว่าง

Scagg	ลำดับ	เวลาพร้อมเริ่มงาน		Barmag	ลำดับ	เวลาพร้อมเริ่มงาน	
		วันที่	เวลา			วันที่	เวลา
S1				B1			
S2				B2			
S3				B3			
S4				B4			

2.) รวบรวมจำนวนกลุ่มย่อยของด้ายในแต่ละกลุ่มใหญ่ พิจารณาดูว่าจะต้องจัดทั้งหมดกี่ลำดับ ดังเช่น

กลุ่ม A มี 3 กลุ่มย่อย คือ A1,A2,A3

กลุ่ม B มี 2 กลุ่มย่อย คือ B1,B2

3.) กำหนดลำดับกลุ่มย่อยโดยลองสับเปลี่ยนลำดับของด้ายกลุ่ม A หรือ กลุ่ม B ทีละกลุ่มจนครบทั้ง 2 กลุ่ม ให้ครบทุกกรณีที่เป็นไปได้

กลุ่ม A จะเกิดลำดับการสับเปลี่ยนขึ้นทั้งหมด 6 กรณี ดังนี้

กรณีที่ 1 A1, A2, A3 กรณีที่ 4 A1, A3, A2

กรณีที่ 2 A2, A3, A1 กรณีที่ 5 A2, A1, A3

กรณีที่ 3 A3, A1, A2 กรณีที่ 6 A3, A2, A1

กลุ่ม B จะเกิดลำดับการสับเปลี่ยนขึ้นทั้งหมด 2 กรณี ดังนี้

กรณีที่ 1 B1, B2 กรณีที่ 2 B2, B1

4.) เมื่อได้กรณีต่างครบแล้ว เริ่มทดลองคำนวณตารางการผลิตตามลำดับที่กำหนดในแต่ละกรณีทีละกรณี โดยกำหนดให้แต่ละกลุ่มย่อยทำการผลิตด้วยเครื่องจักรในกระบวนการ texturing กลุ่มละ 1 เครื่อง ทำจนครบทุกกรณี

(รายละเอียดของการคำนวณตารางการผลิตจะกล่าวถึงต่อไป)

5.) เมื่อคำนวณตารางการผลิตครบทุกกรณีแล้วให้พิจารณาค่า ความล่าช้า (lateness) รวมของแต่ละกรณีมาเปรียบเทียบกัน เลือกกรณีที่ทำให้เกิดความล่าช้า (lateness) รวมน้อยที่สุด

6.) ถ้าเกิด 2 กรณีหรือมากกว่าที่ได้ค่าความล่าช้า (ความล่าช้า (lateness)) รวมน้อยที่สุดเท่ากัน ให้พิจารณาว่ากรณีใดที่ผลิตในกระบวนการ Texturing เสร็จก่อน ให้เลือกกรณีนั้น

7.) จากขั้นตอนนี้ จะได้ลำดับการเริ่มทำการผลิตก่อนหลังของกลุ่มย่อย

ตัวอย่างเช่น

สำหรับกลุ่ม A

ถ้ากรณีที่ 2 คือ A2, A3, A1 เป็นกรณีที่ทำการทดลองแล้วได้ค่าความล่าช้า (lateness) น้อยที่สุด นั่นหมายความว่า จะเริ่มทำการผลิตตามลำดับ โดยจัดเครื่อง Scagg เครื่องแรกที่ว่าง ให้ทำการผลิตด้ายของกลุ่มย่อย A2 เป็นอันดับแรก เครื่อง Scagg ที่ว่างเป็นลำดับที่สอง ให้ทำการผลิตด้ายของกลุ่มย่อย A3 และเครื่อง Scagg ที่ว่างเป็นลำดับที่สาม สำหรับทำการผลิตด้ายของกลุ่มย่อย A1

8.) ในกรณีที่เครื่องจักรว่างสามารถทำงานได้พร้อมกัน ขั้นตอนนี้จะถูกข้ามไปยังขั้นตอนที่ 3.4.4

9.) ถ้ากรณีที่เลือกมีค่า ความล่าช้า (lateness) = 0 ให้ถือว่าการจัดตารางการผลิตสิ้นสุดที่ขั้นตอนนี้ และได้ตารางการผลิตที่ดีที่สุดแล้ว ไม่ต้องทำขั้นตอนต่อไป

ในขั้นตอนนี้ สามารถสรุปได้ว่าจะเลือกลำดับการเริ่มผลิตที่ให้ค่าความล่าช้า (ความล่าช้า (lateness)) รวมน้อยที่สุด เป็นทางเลือกที่ดีที่สุดในการดำเนินการจัดสรรเครื่องจักรให้แต่ละกระบวนการผลิตในขั้นตอนต่อไป เนื่องจากว่า ขั้นตอนนี้กำหนดให้ทุกกรณีทำการผลิตด้วยกำลังผลิตที่ต่ำที่สุด (จัดสรรให้แต่ละกลุ่มย่อยทำการผลิตด้วย

เครื่องจักรกลุ่มละ 1 เครื่อง) เมื่อเข้าสู่ขั้นตอนการจัดสรรเครื่องจักร จะเป็นการเพิ่มเครื่องจักรให้แต่ละกลุ่มย่อย ทำให้กำลังการผลิตเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าความล่าช้า (ความล่าช้า (lateness)) ที่จะเกิดขึ้นย่อมลดลงอย่างแน่นอน และในกรณีที่พิจารณาเลือกงานที่ทำการผลิตเสร็จก่อนแทนการพิจารณาค่าความล่าช้า (ความล่าช้า (lateness)) เนื่องจากการที่เสร็จก่อนแสดงว่าเครื่องจักรจะว่างและสามารถทำงานอื่นต่อได้เร็วกว่า

3.4.4 การจัดสรรเครื่องจักรในแต่ละกระบวนการผลิตให้แต่ละกลุ่มการผลิต

จะเห็นว่าแต่ละกระบวนการผลิตมีเครื่องจักรหลายเครื่องที่ทำหน้าที่เหมือนกัน ในขั้นตอนนี้เป็นการจัดสรรเครื่องจักรในแต่ละกระบวนการให้แต่ละกลุ่มย่อย จากขั้นตอนนี้จะได้ว่าด้ายแต่ละกลุ่มย่อยควรทำการผลิตด้วยเครื่องจักรในแต่ละกระบวนการจำนวนเท่าไร จึงทำให้สามารถผลิตด้ายส่งลูกค้าได้ทันกำหนดเวลาส่ง และเกิดค่าความล่าช้า (ความล่าช้า (lateness)) น้อยที่สุด เมื่ออยู่ภายใต้เงื่อนไขต้องการลดเวลาที่สูญเสียไปกับการตั้งเครื่อง และ จะเก็บสินค้าคงคลังทั้งในรูปของสินค้ารอผลิต และ สินค้าที่ผลิตสำเร็จ แค่เท่าที่จำเป็นเท่านั้น

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ดำเนินต่อมาจากขั้นตอนการจัดลำดับการเริ่มผลิต โดยจะนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองคำนวณตารางการผลิตในขั้นตอนการจัดลำดับการเริ่มผลิตมาพิจารณา และทดลองจัดสรรเครื่องจักรต่อไป ในการจัดสรรเครื่องจักรนี้จะจัดสรรเครื่องจักร โดยยึดเครื่องจักรในกระบวนการผลิตแรก (texturing) เป็นหลัก เนื่องจากการผลิตในกระบวนการนี้จะเกิดการสูญเสียจากการตั้งเครื่องจักรค่อนข้างมาก ดังนั้นการจัดสรรเครื่องจักรในกระบวนการนี้ให้แต่ละกลุ่มย่อยให้มีจำนวนที่เหมาะสมจะช่วยลดการสูญเสียจากการตั้งเครื่องได้มาก นอกจากนี้ในกระบวนการผลิตอื่นๆ ก็มีการจัดสรรเครื่องจักรเช่นเดียวกัน แต่เป็นการเทียบจำนวนเครื่องจักรที่จะทำการผลิตมาจากจำนวนเครื่องจักรในกระบวนการแรก (texturing) โดยเทียบจากกำลังการผลิตที่สมดุลกันระหว่างกระบวนการผลิต เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการติดขัดในสายงานผลิตในขั้นตอนใดๆ ส่วนรายละเอียดของกฎการจัดสรรเครื่องในแต่ละกระบวนการผลิตจะกล่าวในส่วนของการทดลองคำนวณตารางการผลิตต่อไป

ในส่วนของขั้นตอนการจัดสรรเครื่องจักรนี้แสดงดังรูปที่ 3.4 ซึ่งสามารถสรุปวิธีการเป็นลำดับขั้นตอนได้ดังนี้

1.) จากขั้นตอนการจัดลำดับการเริ่มผลิต จะทำให้ได้ข้อมูลของการทดลองตารางผลิตโดยที่ได้จัดสรรให้แต่ละกลุ่มย่อยทำการผลิตด้วยเครื่องจักรในกระบวนการแรก (texture) กลุ่มละ 1 เครื่อง และจะได้ค่า ความล่าช้า (lateness) ของแต่ละกลุ่มย่อย ให้พิจารณาดูว่า กลุ่มย่อยกลุ่มใดเกิดค่าความล่าช้า (lateness) เท่าไรบ้าง

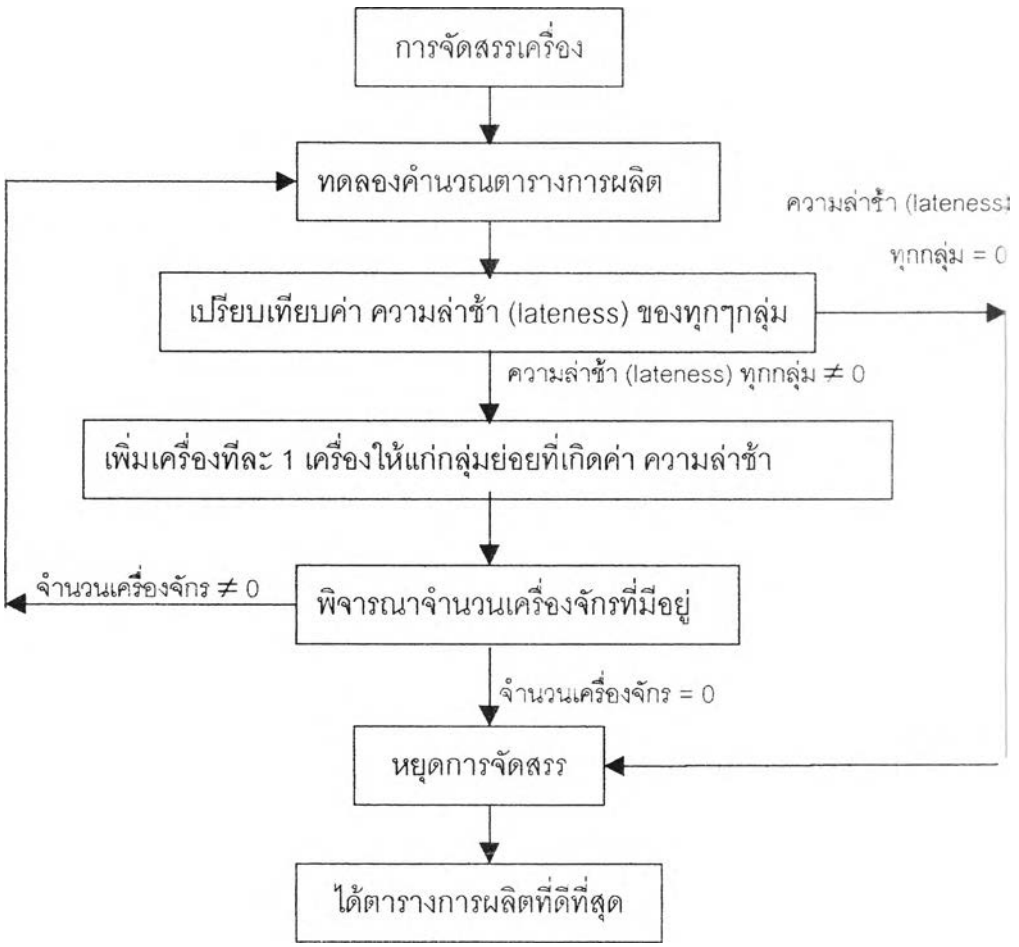
2.) จากการจัดสรรครั้งแรกด้วยเครื่อง texture กลุ่มละ 1 เครื่องนี้ เลือกกลุ่มย่อยที่เกิดค่าความล่าช้า (ความล่าช้า (lateness)) มากที่สุด ซึ่งเป็นกลุ่มที่ต้องจัดสรรเครื่อง texture เพิ่มให้อีก 1 เครื่อง

3.) ทำการทดลองคำนวณตารางการผลิตใหม่อีกครั้ง โดยในครั้งนี้กำลังการผลิตของบางกลุ่มย่อยจะเพิ่มมากขึ้น

4.) หลังจากทำการทดลองเสร็จ ให้พิจารณาค่าความล่าช้า (ความล่าช้า (lateness)) ที่เกิดขึ้นใหม่ของแต่ละกลุ่มย่อย โดยพิจารณาเทียบค่าความล่าช้า (ความล่าช้า (lateness)) ใหม่ที่เกิดขึ้นของทุกๆกลุ่มย่อยว่า กลุ่มย่อยใดเกิดค่าความล่าช้า (ความล่าช้า (lateness)) มากที่สุด

5.) เลือกกลุ่มย่อยที่ให้ค่าความล่าช้า (ความล่าช้า (lateness)) มากที่สุด เป็นกลุ่มย่อยที่ต้องเพิ่มเครื่อง texture ให้อีก 1 เครื่อง แล้วทำการทดลองคำนวณตารางการผลิตใหม่อีกครั้ง

6.) ทำซ้ำเช่นนี้จนกระทั่ง เครื่องจักรที่สามารถนำมาจัดสรรได้หมด หรือ เมื่อทำการทดลองคำนวณตารางการผลิตแล้วไม่มีกลุ่มย่อยใดเกิดค่า ความล่าช้า (ความล่าช้า (lateness) = 0) จึงหยุดทำการจัดสรรเครื่องจักร และถือว่าการจัดสรรเครื่องจักรในครั้งสุดท้ายนี้เป็นการจัดสรรที่ดีที่สุดสำหรับการวางแผนการผลิต

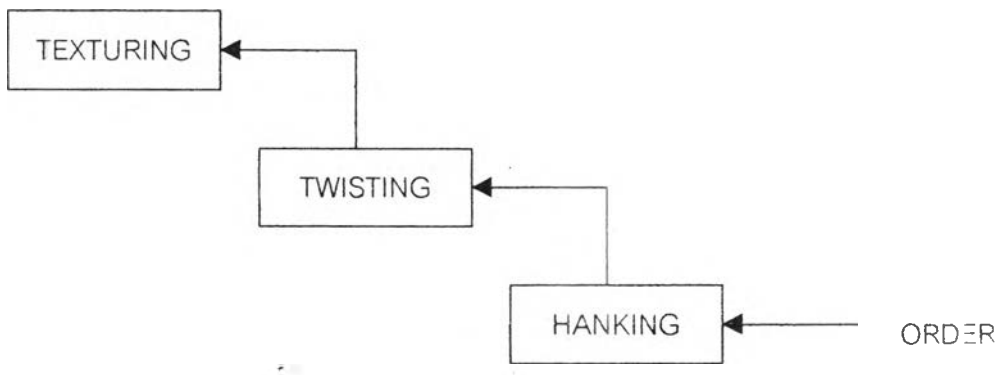


รูปที่ 3.4 แสดงการจัดสรรเครื่องจักรในขั้นตอนที่ 3.4.4

3.5 การทดลองคำนวณตารางการผลิต

การทดลองคำนวณตารางการผลิตนี้ทำขึ้นโดยอาศัยการสร้างแบบจำลองสถานการณ์การผลิตในโรงงาน ให้อยู่ในรูปแบบของตารางการผลิต ซึ่งประกอบด้วยคอลัมน์ต่างๆที่แสดงตัวเลขของสินค้าที่ทำการผลิตอยู่ในขั้นตอนต่างๆ เพื่อให้เห็นถึงความเคลื่อนไหวแต่ละขั้นตอนของสายการผลิตในโรงงาน

ตารางการผลิตที่สร้างขึ้นมานี้ได้แบ่งออกเป็น 3 ตาราง แต่ละตารางแสดงการผลิตของแต่ละกระบวนการ ทั้ง 3 ตารางนี้มีการเชื่อมต่อกันด้วยข้อมูลสินค้าที่ต้องส่งต่อกันระหว่างกระบวนการผลิต การจัดตารางการผลิตจะเริ่มจากหลังไปหน้า โดยเริ่มจากว่าในแต่ละวันมีปริมาณสินค้าที่ลูกค้าต้องการในแต่ละกระบวนการเท่าไร แล้วจึงวางแผนการผลิตจากกระบวนการหลังสุดว่าต้องทำการผลิตในปริมาณเท่าไรจึงจะเพียงพอที่จะส่งสินค้าให้แก่ลูกค้าได้ทันกำหนดเวลา โดยที่ไม่ต้องมีสินค้าเหลือเก็บไว้ถ้าไม่จำเป็น เมื่อเสร็จจากกระบวนการสุดท้ายแล้ว ก็มองย้อนกลับไปที่กระบวนการก่อนหน้า (กระบวนการที่ 2) โดยที่ปริมาณสินค้าที่กระบวนการสุดท้ายต้องการผลิตจะกลายมาเป็นรายการสินค้า (order) ของกระบวนการที่ 2 ซึ่งในกระบวนการที่ 2 ต้องวางแผนการผลิตลงไปว่าจะต้องผลิตในแต่ละวันด้วยปริมาณเท่าไรจึงพอดีกับปริมาณที่กระบวนการสุดท้ายต้องการ ใน 2 กระบวนการนี้มีวิธีการวางแผนคำนวณตารางการผลิตที่เหมือนกัน และลำดับสุดท้ายคือย้อนกลับมาถึงกระบวนการแรก ในกระบวนการนี้จะมีลักษณะของวิธีการจัดตารางการผลิตที่แตกต่างจาก 2 กระบวนการหลัง เนื่องจากมีปัญหาของการตั้งเครื่องจักรก่อนทำการผลิตที่ต้องพิจารณาเพิ่มเข้ามาอีก 1 เรื่อง การจัดตารางการผลิตในกระบวนการนี้จึงเป็นลักษณะว่าจะจัดสรรเครื่องจักรให้กับกลุ่มสินค้าในปริมาณที่เหมาะสม แล้วจึงเปิดทำการผลิต 1 ครั้งให้ผลิตจนเพียงพอกับปริมาณสินค้าที่ลูกค้าต้องการในเดือนนั้น การทดลองการคำนวณตารางการผลิตเป็นแบบเดินหน้าและย้อนกลับกับลำดับขั้นตอนกระบวนการผลิตแสดงได้ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 แสดงการจัดตารางการผลิตแบบย้อนกลับ (Backward Scheduling)

ในทุกๆกระบวนการนอกจากจะผลิตให้เพียงพอกับที่ลูกค้าต้องการและมีการผลิตสินค้าเผื่อสำหรับช่วงที่มีรายการสินค้า (order) ลูกค้าเข้ามามากจนผลิตไม่ทัน และในช่วงรอยต่อของเดือนโดยจะผลิตเผื่อในรูปของสินค้าสำรองคงคลัง (สินค้าสำรองคงคลัง (safety stock)) ซึ่งจะไว้เฉพาะในช่วงรอยต่อของการจัดการผลิตเท่านั้น ในระหว่างเดือนจะไม่มีการเผื่อสินค้าสำรองคงคลัง (safety stock) ไว้

นอกจากเรื่องต่างๆที่กล่าวมาแล้ว การจัดสมดุลเครื่องจักรในแต่ละกระบวนการ เพื่อให้มีกำลังการผลิตที่สมดุลกันทั้งสายการผลิตก็เป็นอีกเรื่องหนึ่งในการจัดตารางการผลิตนี้ สำหรับการจัดสมดุลเครื่องจักรนี้ จะยึดเครื่องจักรในกระบวนการแรก (Texture) เป็นหลักให้เครื่องจักรในกระบวนการอื่นๆเทียบกำลังการผลิต โดยมีกฎในการเทียบสมดุลเครื่องจักรดังนี้

3.5.1 กฎการเทียบสมดุลเครื่องจักร

3.5.1.1 เครื่อง Texture (กระบวนการ Texturing)

เป็นเครื่องจักรที่มีปัญหาเรื่องการสูญเสียในการตั้งเครื่อง เป็นเครื่องหลักในการทดลองเพิ่มจำนวนเครื่องจักร จึงเป็นเครื่องหลักที่ใช้ในการเทียบสมดุลกำลังการผลิตกับเครื่องจักรในกระบวนการอื่นๆ

3.5.1.2 เครื่อง Two for one (กระบวนการ Twisting)

สำหรับเครื่อง Two for one นี้ไม่มีปัญหาในเรื่องของการตั้งเครื่อง สามารถเปิดปิดเครื่องได้โดยไม่สูญเสียเวลามากนัก ดังนั้นในการผลิตจะไม่เปิดเครื่องทำการผลิตทุกๆเครื่อง จะเปิดเท่าที่จำเป็นเท่านั้น สำหรับจำนวนสูงสุดของเครื่อง Two for one ที่จัดสรรให้แต่ละกลุ่มย่อยนั้น คำนวณโดยเทียบสมดุลกำลังการผลิตจากกำลังการผลิตของเครื่อง Texture ที่จัดสรรให้แก่กลุ่มย่อยนั้น สูตรที่ใช้คำนวณมีดังนี้

$$M_{\max}\ (twist\ ) = \frac{Cap\ (tex\ ) \times M\ (tex\ )}{Cap\ (twist\ )}$$

3.5.1.3 เครื่องปั่นไจ (กระบวนการ Hanking)

สำหรับเครื่องปั่นไจ ก็เช่นเดียวกับเครื่อง Two for one คือไม่มีปัญหาในเรื่องของการตั้งเครื่อง ดังนั้นในการผลิตแต่ละครั้งจึงไม่มีความจำเป็นต้องเปิดเครื่องผลิตทุกเครื่องเท่าที่ได้รับจัดสรรมาในแต่ละกลุ่มย่อย จำนวนสูงสุดของเครื่องปั่นไจคำนวณมาจากการเทียบสมดุล

กำลังการผลิตจากกำลังการผลิตของเครื่อง Texture ที่จัดสรรแก่กลุ่มย่อย เช่นเดียวกับเครื่อง Two for one โดยสูตรที่ใช้คำนวณมีดังนี้

$$M_{max}\ (hawk\ ) = \frac{Cap\ (tex\ ) \times M\ (tex\ )}{Cap\ (hawk\ )}$$

หรืออาจจะใช้สูตรคำนวณเทียบจากกำลังการผลิตของเครื่อง Two for one ซึ่งได้จำนวนจากการเทียบมาเรียบร้อยแล้ว

$$M_{max}\ (hawk\ ) = \frac{Cap\ (twist\ ) \times M\ (twist\ )}{Cap\ (hawk\ )}$$

M_{max} : จำนวนเครื่องจักรสูงสุดที่ใช้ได้

M : จำนวนเครื่องจักรที่ใช้

Cap (tex) : กำลังการผลิตของเครื่อง Texture (ปริมาณด้ายที่) เครื่อง Texture 1 เครื่องผลิตได้ใน 1 วัน

Cap (twist) : กำลังการผลิตของเครื่อง Texture (ปริมาณด้ายที่) เครื่อง Texture 1 เครื่องผลิตได้ใน 1 วัน

Cap (hawk): กำลังการผลิตของเครื่อง Texture (ปริมาณด้ายที่) เครื่อง Texture 1 เครื่องผลิตได้ใน 1 วัน

3.5.2 ขั้นตอนในการคำนวณการจัดตารางการผลิต

ขั้นตอนที่ 1 **ตรวจสอบการเกิดความล่าช้า (ความล่าช้า (lateness))**

(1.1) ก่อนคำนวณตารางให้ทุกกระบวนการตรวจดูว่าจะเกิดค่าความล่าช้า (lateness) ขึ้นเมื่อไร โดยรวมปริมาณสินค้าที่ต้องผลิตในแต่ละวัน ให้รวมแบบสะสมลงมาจนกระทั่งวันสุดท้ายที่มีรายการสินค้าที่ต้องผลิต

(1.2) ให้แต่ละวันทำการผลิตด้วยกำลังการผลิตสูงสุด (Capmax) ที่ได้จัดสรรไว้ แล้วรวมปริมาณสินค้าแบบสะสมเช่นเดียวกับการรวมรายการสินค้าที่ผลิต

(1.3) เทียบปริมาณสินค้าที่ผลิตได้กับสินค้าที่ต้องผลิตในแต่ละวัน วันใดเริ่มผลิตสินค้าได้ไม่พอกับปริมาณสินค้าที่ต้องผลิต ความล่าช้า (lateness) จะเท่ากับปริมาณสินค้าที่ผลิตไม่ทัน

(1.4) ตั้งแต่วันแรกจนกระทั่งถึงวันที่เกิดความล่าช้า (lateness) ไม่ต้องคำนวณจัดตารางการผลิต ให้ทำการผลิตสินค้าด้วยกำลังการผลิตสูงสุด (Capmax)

(1.5) ให้เริ่มคำนวณจัดตารางการผลิตตามวิธีการในขั้นตอนที่ 2 ตั้งแต่วันถัดจากวันที่เกิดความล่าช้า (lateness) โดยยกค่า ความล่าช้า (lateness) ที่เกิดขึ้นมารวมกับปริมาณสินค้าที่ต้องการผลิตในวันที่เริ่มจัด

(1.6) ถ้าเทียบตามข้อ 1.3 แล้วพบว่าไม่เกิดค่าความล่าช้า (lateness) ให้คำนวณจัดตารางการผลิตตามขั้นตอนที่ 2

ตัวอย่างการตรวจสอบความล่าช้าที่จะเกิดขึ้นจากการผลิตก่อนทดลองคำนวณตารางแสดงในตารางที่ 3.9

ตารางที่ 3.9 แสดงการหาค่าความล่าช้าก่อนการทดลองคำนวณตารางการผลิต

กระบวนการ Texturing

วันที่	สินค้าที่ต้องผลิต	กำลังผลิตสูงสุดรวมสะสม	ปริมาณผลิตสะสม	ความล่าช้า (lateness)
1				
2				
7				
10				
30				

กระบวนการ Twisting

วันที่	สินค้าที่ต้องผลิต	กำลังผลิตสูงสุดรวมสะสม	ปริมาณผลิตสะสม	ความล่าช้า (lateness)
1				
2				
7				
10				
30				

กระบวนการ Hanking

วันที่	สินค้าที่ต้องผลิต	กำลังผลิตสูงสุดรวมสะสม	ปริมาณผลิตสะสม	ความล่าช้า (lateness)
1				
2				
7				
10				
30				

<u>ขั้นตอนที่ 2</u> **คำนวณจัดตารางการผลิตของกระบวนการ Hanking**

ตารางการผลิตของกระบวนการ Hanking (h) ของแต่ละวันที่ n ประกอบด้วย 5 คอลัมน์ คือ

(1) ปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ส่งมาจากกระบวนการ Twisting ($I_{h,n}$)

(2) ปริมาณสินค้าที่ผลิตในกระบวนการ Hanking ($P_{h,n}$)

(3) ปริมาณสินค้าที่ต้องผลิตในกระบวนการ Hanking ($D_{h,n}$)

(4) ปริมาณสินค้าที่ผลิตเสร็จในคลังของกระบวนการ Hanking ($S_{h,n}$)

(5) ความล่าช้า (lateness) ซึ่งคิดเป็นปริมาณสินค้าที่ผลิตไม่ทันส่งของการผลิตในกระบวนการ Hanking ($L_{h,n}$)

<u>การคำนวณตารางการผลิตของแต่ละเดือนมีขั้นตอนดังนี้</u>

1) กำหนดข้อมูลที่ใช้สำหรับการจัดตารางการผลิตทั้งเดือน ซึ่งประกอบด้วยจำนวนเครื่องจักรสูงสุด (เทียบจากจำนวนเครื่องTexture ที่ใช้ในการคำนวณครั้งนั้น) แล้วคำนวณหากำลังการผลิตสูงสุด (Cap_{max})

2) ใส่ข้อมูลจำนวนสินค้าคงคลังของกระบวนการ Hanking ซึ่งยกยอดจากเดือนที่แล้วในวันแรกของเดือน

3) ใส่ข้อมูลปริมาณสินค้าที่ต้องผลิตของแต่ละวัน ($D_{h,n}$) และใส่ปริมาณสินค้าที่ต้องผลิตเผื่อสำหรับคงคลังเดือนถัดไป (Sf_h) ลงในวันสุดท้าย

4) เริ่มต้นคำนวณในวันแรกของเดือน (n=1) ในคอลัมน์ที่ 4 รวมปริมาณสินค้าในคลังโดยยกยอดไปวันที่ n-1 ($S_{h,n-1}$)

$$S_{h,n-1} = S_{h,1} + S_{h,2} + \ldots\ldots + S_{h,n-1}$$

5) คอลัมน์ที่ 3 ปริมาณสินค้าที่ต้องผลิตจริง ($D'_{h,n}$) ประกอบด้วยสินค้าตามรายการที่ลูกค้าสั่ง ($D_{h,n}$)รวมกับสินค้าที่ค้างส่ง ($L_{h,n-1}$)

$$D'_{h,n} = D_{h,n} + L_{n-1}$$

6) ในคอลัมน์ที่ 2 พิจารณาว่าสินค้าที่ในคลัง ($S_{h,n}$) ถ้ามีมากพอไม่ต้องผลิต แต่ถ้าไม่พอจึงผลิตเพิ่ม

1) ถ้า $D'_{h,n} - S_{h,n-1} \leq 0$

ให้ $P_{h,n} = 0$

2) ถ้า $D'_{h,n} - S_{h,n-1} > 0$

หากสินค้าที่ต้องผลิตเพิ่มมากกว่ากำลังการผลิตสูงสุด ให้ผลิตเต็มกำลังการผลิตสูงสุด (Cap_{max}) ส่วนที่ยังขาดอยู่ให้ย้อนกลับขึ้นไปรวมกับปริมาณสินค้าที่ต้องผลิตวันก่อนหน้า ($P_{h,n-1}$) จนกว่าจะผลิตทัน ในกรณีที่ย้อนกลับไปถึงวันแรกสุดแล้วยังผลิตไม่ทันให้นำสินค้าที่ยังค้างส่ง ($L_{h,n}$) ไปรวมเป็นสินค้าที่ต้องผลิตในวันถัดไป ($D'_{h,n-1}$)

- และถ้า $D'_{h,n} - S_{h,n-1} > Cap_{max}$

ให้ $P_{h,n} = Cap_{max}$

และ

$$P_{h,n-1} = \left\{ \frac{\left[\left| D'_{h,n} - S_{h,n-1} - Cap_{max} \right| \right]}{Cap_h} \times Cap_h \right\} + P_{h,n-1}$$

(ส่วนใน [ ] ให้ปัดเศษขึ้น)

- และถ้า $D'_{h,n} - S_{h,n-1} \leq Cap_{max}$

ให้

$$P_{h,n} = \left[\frac{(D'_{h,n} - S_{h,n-1})}{Cap_h} \right] \times Cap_h$$

(ส่วนใน ( ) ให้ปัดเศษขึ้น)

7) ในคอลัมน์ที่ 4 คำนวณหาค่าสินค้าคงเหลือในคลัง ($S_{h,n}$) ซึ่งได้จากนำสินค้าในคลังวันก่อนหน้า ($S_{h,n-1}$) รวมกับสินค้าที่ผลิต ($P_{h,n}$) ลบออกด้วยสินค้าที่ต้องผลิตจริง ($D_{h,n}$) ถ้ามีค่าติดลบถือว่าคลังไม่มีสินค้าเหลือ และส่วนที่ติดลบอยู่ให้ปัดไปอยู่ในส่วนของ ความล่าช้า ($L_{h,n}$)

$$S_{h,n} = S_{h,n-1} + P_{h,n} - D_{h,n}$$

1. ถ้า $S_{h,n} > 0$

ให้ $S_{h,n} = S_{h,n}$

2. ถ้า $S_{h,n} \leq 0$

ให้ $S_{h,n} = 0$

8) **ในคอลัมน์ที่ 1** ปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ต้องส่งมาจากกระบวนการ Twisting (กระบวนการก่อนหน้า) ($I_{h,n}$) จะเท่ากับปริมาณสินค้าที่ต้องผลิตวันถัดไป ($P_{h,n+1}$)

$$I_{h,n} = P_{h,n+1}$$

9) **ในคอลัมน์ที่ 5** สำหรับสินค้าที่ค้างผลิต ($L_{h,n}$) หาได้จากการนำปริมาณสินค้าในคลังของวันก่อนหน้า ($S_{h,n-1}$) รวมกับปริมาณสินค้าที่ผลิตได้ ($P_{h,n}$) แล้วลบด้วยปริมาณสินค้าที่ต้องผลิต ($D_{h,n}$) แล้วได้ค่าออกมาติดลบ ส่วนที่ติดลบนั้นคือค่าความล่าช้า (lateness) ($L_{h,n}$)

1. ถ้า $S_{h,n-1} + P_{h,n} - D_{h,n} \geq 0$

ให้ $L_{h,n} = 0$

2. ถ้า $S_{h,n-1} + P_{h,n} - D_{h,n} < 0$

ให้ $L_{h,n} = \left| S_{h,n-1} + P_{h,n} - D_{h,n} \right|$

10) ในวันถัดไป (n = n+1) ให้ทำการคำนวณตารางเช่นเดียวกับวันแรกตามขั้นตอนตั้งแต่ ข้อ 5) เป็นต้นไป จนกระทั่งถึงวันสุดท้ายของเดือน

ตารางที่ 3.10 แสดงตัวอย่างตารางสำหรับการบันทึกการผลิตของกระบวนการผลิต Hanking

ตัวอย่างตารางการผลิตของกระบวนการผลิต Hanking

ประจำเดือน.....

วันที่	สินค้าจาก Twisting	ปริมาณที่ผลิต	ส่งย้อมสี	Stock	Lateness

ขั้นตอนที่ 3 **คำนวณจัดตารางการผลิตของกระบวนการ Twisting**

ตารางการผลิตของกระบวนการ Twisting (tw) ของแต่ละวันที่ n ประกอบด้วย 7 คอลัมน์ คือ

(1) ปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ส่งมาจากกระบวนการ Texturing ($I_{tw,n}$)

(2) ปริมาณสินค้าที่ผลิตในกระบวนการ Twisting ($P_{tw,n}$)

(3) ปริมาณสินค้าที่ต้องผลิตส่งให้ลูกค้า ($D1_{tw,n}$)

(4) ปริมาณสินค้าที่ต้องผลิตส่งให้กระบวนการ Hanking ($D2_{tw,n}$)

(5) ปริมาณสินค้าที่ผลิตเสร็จในคลังของกระบวนการ Twisting ($S_{tw,n}$)

(6) ความล่าช้า (lateness) ซึ่งคิดเป็นปริมาณสินค้าที่ผลิตไม่ทันส่งของการผลิตส่งลูกค้าในกระบวนการ Twisting ($L1_{tw,n}$)

(7) ความล่าช้า (lateness) ซึ่งคิดเป็นปริมาณสินค้าที่ผลิตไม่ทันส่งของการผลิตส่งกระบวนการ Hanking ($L2_{tw,n}$)

การคำนวณตารางการผลิตของแต่ละเดือนมีขั้นตอนดังนี้

1) กำหนดข้อมูลที่ใช้สำหรับการจัดตารางการผลิตทั้งเดือน ซึ่งประกอบด้วย ปริมาณเครื่องจักรสูงสุด (เทียบจากจำนวนเครื่องTexture ที่ใช้ในการคำนวณครั้งนั้น) แล้วคำนวณหากำลังการผลิตสูงสุด (Cap_{max})

2) ใส่ข้อมูลจำนวนสินค้าในคลังของกระบวนการ Twisting ซึ่งยกยอดมาจากเดือนที่แล้วลงในวันแรกของเดือน

3) ใส่ข้อมูลปริมาณของสินค้าที่ต้องผลิตส่งลูกค้า ($D1_{tw,n}$) และสินค้าที่ต้องผลิตส่งกระบวนการ Hanking ($D2_{tw,n}$) และใส่ปริมาณสินค้าที่ต้องการผลิตเผื่อสำหรับคงคลังเดือนถัดไป (Sf_{tw}) ลงในวันสุดท้าย

4) เริ่มต้นคำนวณในวันแรกของเดือน (n=1) ในคอลัมน์ที่ 4 รวมปริมาณสินค้าในคลังโดยยกยอดไปไว้วันที่ n-1 ($S_{tw,n-1}$)

$$S_{tw,n-1} = S_{tw,1} + S_{tw,2} + \ldots\ldots + S_{tw,n-1}$$

5) ในคอลัมน์ที่ 3 และ คอลัมน์ที่ 4 สินค้าที่ต้องผลิตจริง ($D'_{tw,n}$) ประกอบด้วยรายการสินค้าที่ลูกค้าสั่ง ($D1_{tw,n}$) รวมกับสินค้าที่ค้างส่งลูกค้า ($L1_{tw,n-1}$) และ รายการสินค้าที่ต้องส่งกระบวนการ Hanking ($D2_{tw,n}$) รวมกับสินค้าที่ค้างส่งกระบวนการ Hanking ($L2_{tw,n-1}$)

$$D1'_{tw,n} = D1_{tw,n} + L1_{tw,n-1}$$

$$D2'_{tw,n} = D2_{tw,n} + L2_{tw,n-1}$$

6) ในคอลัมน์ที่ 2 พิจารณาสินค้าในคลัง $S_{tw,n}$ ถ้ามีมากพอไม่ต้องผลิต ถ้าไม่พอจึงผลิตเพิ่ม

1 ถ้า $D1'_{tw,n} + D2'_{tw,n} - S_{tw,n-1} \leq 0$

ให้ $P_{tw,n} = 0$

2 ถ้า $D1'_{tw,n} + D2'_{tw,n} - S_{tw,n-1} > 0$

หากสินค้าที่ต้องผลิตเพิ่มมากกว่ากำลังการผลิตสูงสุด ให้ผลิตเต็มกำลังการผลิตสูงสุด (Cap_{max}) ส่วนที่ยังขาดอยู่ให้ย้อนกลับขึ้นไปรวมกับปริมาณสินค้าที่ต้องผลิตวันก่อนหน้า ($P_{tw,n-1}$) จนกว่าจะผลิตทัน ในกรณีที่ย้อนกลับไปถึงวันแรกสุดแล้วยังผลิตไม่ทันให้นำสินค้าที่ยังค้างส่ง ($L_{tw,n}$) ไปรวมเป็นสินค้าที่ต้องผลิตในวันถัดไป ($D'_{tw,n-1}$)

และถ้า $D1'_{tw,n} + D2'_{tw,n} - S_{tw,n-1} > Cap_{max}$

ให้ $P_{tw,n} = Cap_{max}$

และ

$$P_{tw,n-1} = \left\{ \frac{\left[\left| D1'_{tw,n} + D2'_{tw,n} - S_{tw,n-1} - Cap_{max} \right| \right]}{Cap_{tw}} \times Cap_{tw} \right\} + P_{tw,n-1}$$

(ส่วนใน [ ] ให้ปัดเศษขึ้น)

และถ้า $D1'_{tw,n} + D2'_{tw,n} - S_{tw,n-1} \leq Cap_{ma}$

ให้

$$P_{tw,n} = \left[\frac{\left(D1'_{tw,n} + D2'_{tw,n} - S_{tw,n-1} \right)}{Cap_{tw}} \right] \times Cap_{tw}$$

(ส่วนใน ( ) ให้ปัดเศษขึ้น)

7) ในคอลัมน์ที่ 5 คำนวณหาค่าสินค้าคงเหลือในคลัง ($S_{tw,n}$) ซึ่งได้จากนำสินค้าในคลังวันก่อนหน้า ($S_{tw,n-1}$) รวมกับสินค้าที่ผลิต ($P_{tw,n}$) ลบ

ออกด้วยสินค้าที่ต้องผลิตจริง ($D'_{tw,n}$) ถ้ามีค่าติดลบถือว่าคลังไม่มีสินค้าเหลือ และส่วนที่ติดลบอยู่ให้ปัดไปอยู่ในส่วนของ ความล่าช้า (lateness) ($L_{tw,n}$)

$$S_{tw,n} = S_{tw,n-1} + P_{w,n} - D1'_{tw,n} + D2'_{tw,n}$$

- ถ้า $S_{tw,n} > 0$
  ให้ $S_{tw,n} = S_{tw,n}$

- ถ้า $S_{tw,n} \leq 0$
  ให้ $S_{tw,n} = 0$

8) ในคอลัมน์ที่ 1 ปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ต้องส่งมาจากกระบวนการ Texturing (กระบวนการก่อนหน้า) ($I_{tw,n}$) จะเท่ากับปริมาณสินค้าที่ต้องผลิตวันถัดไป ($P_{tw,n+1}$)

$$I_{tw,n} = P_{tw,n-1}$$

9) ในคอลัมน์ที่ 6 และ คอลัมน์ที่ 7 สำหรับสินค้าที่ค้างผลิต ($L_{h,n}$) หาได้จากการนำปริมาณสินค้าในคลังของวันก่อนหน้า ($S_{tw,n-1}$) รวมกับปริมาณสินค้าที่ผลิตได้ ($P_{tw,n}$) แล้วลบด้วยปริมาณสินค้าที่ต้องผลิต ($D1_{w,n}$) และ ($D2_{w,n}$) แล้วได้ค่าออกมาติดลบ ส่วนที่ติดลบนั้นคือค่า ความล่าช้า (lateness) ($L1_{tw,n}$) และ ($L2_{tw,n}$) เราคิด ความล่าช้า (lateness) ให้ถือว่าสินค้าที่ส่งลูกค้ามีความสำคัญมากกว่า ดัง

1. ถ้า $S_{tw,n-1} + P_{tw,n} - D1_{tw,n} \geq 0$
   ให้ $L1_{tw,n} = L1_{tw,n-1} + 0$

   - แล้วถ้า $S_{tw,n-1} + P_{tw,n} - D1_{tw,n} - D2_{tw,n} \geq 0$
     ให้ $L2_{tw,n} = 0$

   - แต่ถ้า $S_{tw,n-1} + P_{tw,n} - D1_{tw,n} - D2_{tw,n} < 0$
     ให้ $L2_{tw,n} = \left| S_{tw,n-1} + P_{tw,n} - D1_{tw,n} - D2_{tw,n} \right|$

2. ถ้า $S_{tw,n-1} + P_{tw,n} - D1_{tw,n} < 0$

ให้ $L1_{tw.\,n} = \left| S_{tw.\,n-1} + P_{tw.\,n} - D1_{tw.\,n} \right|$

- แล้วถ้า $D2_{tw.\,n} = 0$

  ให้ $L2_{tw.\,n} = 0$

- แต่ถ้า $D2_{tw.\,n} > 0$

  ให้ $L2_{tw.\,n} = D2_{tw.\,n}$

10) ในวันถัดไป (n = n+1) ให้ทำการคำนวณตารางเช่นเดียวกับวันแรก ตามขั้นตอนตั้งแต่ข้อ 5 เป็นต้นไปจนกระทั่งถึงวันสุดท้ายของเดือน

ตารางที่ 3.11 แสดงตัวอย่างตารางสำหรับการบันทึกการผลิตของกระบวนการผลิต Twisting

ตัวอย่างตารางการผลิตของกระบวนการผลิต Twisting

ประจำเดือน.....

วันที่	สินค้าจาก Texturing	ปริมาณที่ผลิต	ส่งลูกค้า	ส่ง Hanking	Stock	Lateness 1	Lateness 2

<u>ขั้นตอนที่ 4</u> **คำนวณจัดตารางการผลิตของกระบวนการ** Texturing

ตารางการผลิตของกระบวนการ Texturing (t) ของแต่ละวันที่ n ประกอบด้วย 6 คอลัมน์ คือ

(1) ปริมาณสินค้าที่ผลิตในกระบวนการ Texturing ($P_{t,n}$)

(2) ปริมาณสินค้าที่ต้องผลิตส่งให้ลูกค้า ($D1_{t,n}$)

(3) ปริมาณสินค้าที่ต้องผลิตส่งให้กระบวนการ Twisting ($D2_{t,n}$)

(4) ปริมาณสินค้าที่ผลิตเสร็จในคลังของกระบวนการ Texturing ($S_{t,n}$)

(5) ความล่าช้า (lateness) ซึ่งคิดเป็นปริมาณสินค้าที่ผลิตไม่ทันส่งของการผลิตส่งลูกค้าในกระบวนการ Texturing ($L1_{t,n}$)

(6) ความล่าช้า (lateness) ซึ่งคิดเป็นปริมาณสินค้าที่ผลิตส่งไม่ทันของการผลิตส่งกระบวนการ Twisting ($L2_{t,n}$)

<u>การคำนวณตารางการผลิตของแต่ละเดือนมีขั้นตอนดังนี้</u>

1) กำหนดข้อมูลที่ใช้สำหรับการจัดตารางทั้งเดือน ซึ่งประกอบด้วย ปริมาณเครื่องจักรสูงสุดที่ได้รับจัดสรรมา แล้วคำนวณหากำลังการผลิตสูงสุด (Cap_{max})

2) ใส่ข้อมูลจำนวนสินค้าในคลังของกระบวนการ Texturing ซึ่งยกยอดมาจากเดือนที่แล้วในวันแรกของเดือน

3) ใส่ข้อมูลปริมาณสินค้าที่ต้องผลิตส่งลูกค้า ($D1_{t,n}$) และปริมาณสินค้าที่ต้องผลิตส่งกระบวนการ Twisting ($D2_{t,n}$) ของแต่ละวัน และใส่ปริมาณสินค้าที่ต้องผลิตเผื่อสำหรับคงคลังเดือนถัดไป (Sf_t) ลงในวันสุดท้าย

4) เริ่มต้นคำนวณในวันแรกของเดือน (n =1) ในคอลัมน์ที่ 4 รวมปริมาณสินค้าในคลังโดยยกยอดไปวันที่ n – 1 ($S_{t,n-1}$)

$$S_{t,n-1} = S_{t,1} + S_{t,2} + \ldots\ldots + S_{t,n-1}$$

5) ในคอลัมน์ที่ 2 และ คอลัมน์ที่ 3 สินค้าที่ต้องผลิตส่งลูกค้าจริง ($D1'_{t,n}$) คือ สินค้าตามรายการที่ลูกค้าสั่ง ($D1_{t,n}$) รวมกับสินค้าที่ค้างส่งให้ลูกค้า ($L1_{t,n-1}$) และ รายการสินค้าที่ต้องผลิตส่งกระบวนการ Twisting จริง ($D2'_{t,n}$) คือ สินค้าที่ต้องผลิตส่งกระบวนการ Twisting ($D2_{t,n}$) รวมกับ สินค้าที่ค้างส่งกระบวนการ Twisting ($L2_{t,n-1}$)

$$D1'_{t,n} = D1_{t,n} + L1_{t,n-1}$$

$$D2'_{t,n} = D2_{t,n} + L2_{t,n-1}$$

6) ในคอลัมน์ที่ 1 ปริมาณสินค้าที่ผลิตได้ ($P_{t,n}$) หาได้จากจำนวนเครื่องจักรที่กำหนดไว้ (M_t) คูณกับกำลังการผลิตของเครื่องจักรที่ใช้ต่อเครื่องต่อวัน (Cap_t)

$$P_{t,n} = M_t \times Cap_t$$

7) ในคอลัมน์ที่ 4 คำนวณหาค่าสินค้าคงเหลือในคลัง ($S_{t,n}$) ซึ่งได้จากนำสินค้าในคลังวันก่อนหน้า ($S_{t,n-1}$) รวมกับสินค้าที่ผลิต ($P_{t,n}$) ลบออกด้วยสินค้าที่ต้องผลิตจริง ($D'_{t,n}$) ถ้ามีค่าติดลบถือว่าคลังไม่มีสินค้าเหลือ และส่วนที่ติดลบอยู่ให้ปัดไปอยู่ในส่วนของ ความล่าช้า (lateness) ($L_{t,n}$)

$$S_{t,n} = S_{t,n-1} + P_{t,n} - D1'_{t,n} + D2'_{t,n}$$

1) ถ้า $S_{t,n} > 0$
ให้ $S_{t,n} = S_{t,n}$

2) ถ้า $S_{t,n} \leq 0$
ให้ $S_{tw,n} = 0$

8) ในคอลัมน์ที่ 5 และ คอลัมน์ที่ 6 สำหรับสินค้าที่ค้างส่ง ($L_{t,n}$) หาได้จากการนำปริมาณสินค้าในคลังของวันก่อนหน้า ($S_{t,n-1}$) รวมกับปริมาณสินค้าที่ผลิตได้ ($P_{t,n}$) แล้วลบด้วยปริมาณสินค้าที่ต้องผลิต ($D1_{t,n}$) และ ($D2_{t,n}$) แล้วได้ค่าออกมาติดลบ ส่วนที่ติดลบนั้นคือค่า ความล่าช้า (lateness) ($L1_{t,n}$) และ ($L2_{t,n}$) เวลาคิด ความล่าช้า (lateness) ให้ถือว่าสินค้าที่ส่งลูกค้ามีความสำคัญมากกว่า ดังนี้

1) ถ้า $S_{t,n-1} + P_{t,n} - D1_{t,n} \geq 0$
ให้ $L1_{t,n} = L1_{t,n-1} + 0$

แล้วถ้า $S_{t,n-1} + P_{t,n} - D1_{t,n} - D2_{t,n} \geq 0$
ให้ $L2_{t,n} = 0$

- แต่ถ้า $S_{t\,n-1} + P_{t\,n} - D1_{t\,n} - D2_{t\,n} < 0$

  ให้ $L2_{t\,r} = \left| S_{t\,n-1} + P_{t\,n} - D1_{t\,n} - D2_{t\,n} \right|$

2) ถ้า $S_{t\,n-1} + P_{t\,n} - D1_{t\,n} < 0$

   ให้ $L1_{t\,n} = \left| S_{t\,n-1} + P_{t\,n} - D1_{t\,n} \right|$

- แล้วถ้า $D2_{t\,n} = 0$

  ให้ $L2_{t\,n} = 0$

- แต่ถ้า $D2_{t\,n} > 0$

  ให้ $L2_{t\,n} = D2_{t\,n}$

9) ในวันถัดไป (n = n + 1) ให้ทำการคำนวณตารางเช่นเดียวกับวันแรก ตามขั้นตอนตั้งแต่ ข้อ 5 เป็นต้นไป จนกระทั่งวันสุดท้ายของเดือน

ตารางที่ 3.12 แสดงตัวอย่างตารางสำหรับการบันทึกการผลิตของกระบวนการผลิต Texturing

ตัวอย่างตารางการผลิตของกระบวนการผลิต Texturing

ประจำเดือน.....

วันที่	ปริมาณที่ผลิต	ส่งลูกค้า	ส่งTwist	Stock	Lateness1	Lateness2

3.6 ข้อมูลที่ใช้ในการจัดตารางการผลิตที่พัฒนาขึ้น

3.6.1 กำลังการผลิตของเครื่องจักร

ข้อมูลนี้ได้จากการเก็บข้อมูลการผลิตในแต่ละวันของทางโรงงานแล้วนำน้ำหนักด้ายที่ผลิตแต่ละวันของด้ายแต่ละเบอร์มาหาค่าเฉลี่ยกลายเป็นกำลังการผลิตเฉลี่ยต่อวันต่อเครื่องจักร มีหน่วยเป็นกิโลกรัม ใช้ในการคำนวณตารางการผลิตในแต่ละวัน และใช้ในการเทียบกำลังการผลิตของเครื่องจักรในแต่ละกระบวนการเพื่อเทียบหาจำนวนเครื่องจักรที่จัดสรรให้ใช้ในแต่ละครั้งในการจัดสมดุลเครื่องจักร เบอร์ด้ายที่เลือกมาทดลองในวิธีการเป็นด้ายกลุ่มสำคัญของโรงงานกรณีศึกษา สำหรับเบอร์ด้ายอื่นๆอาจมีทำการผลิตบ้างแล้วแต่กรณี ซึ่งจะไม่นำมารวมในการศึกษาครั้งนี้ กำลังการผลิตของเครื่องจักรในแต่ละเบอร์ด้าย แสดงในตารางที่ 3.13

ตารางที่ 3.13 แสดงกำลังการผลิตของเครื่องจักรในแต่ละเบอร์ด้าย

เบอร์ด้าย	เครื่องจักร	กำลังการผลิต/เครื่อง/วัน (kg)
100/2 4316	Texturing (Scagg)	850
	Twisting	470
	Hanking	275
70/2 3518	Texturing (Scagg)	660
	Twisting	370
	Hanking	220
100/1 4115	Texturing (Scagg)	850
	Twisting	240
	Hanking	149
70/2 3212	Texturing (Barmag)	330
	Twisting	370
	Hanking	200
100/2 4102	Texturing (Barmag)	380
	Twisting	470
	Hanking	275

3.6.2 จำนวนเครื่องจักรในแต่ละกระบวนการ

ข้อมูลนี้ใช้ในการคำนวณตารางการผลิตว่าเครื่องจักรในแต่ละกระบวนการมีทั้งหมดเท่าไร และสามารถจัดสรรให้แต่ละกลุ่มได้เท่าไร ข้อมูลจำนวนเครื่องจักรที่มีในแต่ละกระบวนการแสดงดังตารางที่ 3.14

ตารางที่ 3.14 แสดงจำนวนเครื่องจักรในแต่ละกระบวนการ

กระบวนการผลิต		จำนวนเครื่อง
Texturing	Scagg	4
	Barmag	4
Twisting		16
Hanking		24

3.6.3 สัดส่วนเครื่องจักรในแต่ละเบอร์ด้าย

สัดส่วนเครื่องจักรของกระบวนการต่างๆในแต่ละเบอร์ด้าย ได้มาจากการเทียบกำลังการผลิตของเครื่องจักร ใช้ในการจัดสมดุลการผลิต ในการจัดตารางการผลิตสัดส่วนนี้เป็นสัดส่วนของเครื่องจักรที่จัดสรรให้กับแต่ละกลุ่ม ใช้เทียบในการทดลองซ้ำ แสดงข้อมูลการเทียบสัดส่วนนี้ไว้ในตารางที่ 3.15

ตารางที่ 3.15 แสดงสัดส่วนเครื่องจักรในแต่ละเบอร์ด้าย

เบอร์ด้าย	Texturing		Twisting	Hanking
	Scagg	Barmag		
100/2 4316	1		2	3
70/2 3518	1		2	3
100/1 4115	1		4	6
70/2 3212		1	1	2
100/2 4102		1	1	2

3.6.4 สินค้าสำรองคงคลัง (safety stock) ของแต่ละกระบวนการ

เป็นการเผื่อสินค้าสำหรับกรณีที่ผลิตไม่ทันโดยเฉพาะในช่วงต้นเดือน ตัวเลขนี้ได้จากข้อมูลที่ทางโรงงานเก็บไว้ โดยพิจารณาปริมาณสินค้าที่ผลิตไม่ทันในแต่ละเดือนแล้วหาค่าเฉลี่ย ข้อมูลนี้ทางโรงงานกรณีศึกษาใช้อยู่ในการผลิตปัจจุบัน ข้อมูลสินค้าคงคลังสำรองต่างๆ แสดงในตารางที่ 3.16

ตารางที่ 3.16 แสดงปริมาณ สินค้าสำรองคงคลัง (safety stock)

เบอร์ด้าย	เครื่องจักร	สินค้าสำรองคงคลัง (safety stock) (kg)
100/2 4316	Texturing (Scagg)	850
	Twisting	470
	Hanking	275
70/2 3518	Texturing (Scagg)	660
	Twisting	370
	Hanking	220
100/1 4115	Texturing (Scagg)	600
	Twisting	240
	Hanking	149
70/2 3212	Texturing (Barmag)	330
	Twisting	370
	Hanking	200
100/2 4102	Texturing (Barmag)	380
	Twisting	470
	Hanking	275

3.6.5 % เกรดด้าย Texture

ด้ายที่ผ่านการผลิตจากกระบวนการ Texturing แล้วถูกนำมาแบ่งเป็นเกรดด้ายต่างๆตามคุณภาพของด้ายที่ผลิตได้ ส่วนที่จะนำไปใช้ผลิตต่อต้องเป็นด้ายเกรด A สำหรับด้ายเกรดอื่นๆจะนำไปขายต่อกับลูกค้าที่ต้องการ ด้ายเกรดอื่นๆจะเป็นกลุ่มที่มีปริมาณน้อยไม่นำมาพิจารณารวมในการศึกษาครั้งนี้ ปริมาณด้ายTexture ที่ผลิตได้แต่ละเกรดแสดงในตารางที่ 3.17

ตารางที่ 3.17 แสดง % เกรดด้าย Texture

เกรดด้าย	Scagg (%)	Barmag (%)
A	77	73
B	8	10
D	9	11
L	6	6