การออกแบบระบบการวางแผนการผลิตโรงงานผลิตยา

น.ส.ปวีณ์ธิดา เนียมชื่น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Design of Production Planning System in Pharmaceutical Factory

Miss Paweethida Niamchuen

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering in Industrial Engineering
Department of Industrial Engineering
FACULTY OF ENGINEERING
Chulalongkorn University
Academic Year 2022

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การออกแบบระบบการวางแผนการผลิตโรงงานผลิตยา
โดย	น.ส.ปวีณ์ธิดา เนียมชื่น
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร.ปวีณา เชาวลิตวงศ์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	อาจารย์ ดร.ปุณณมี สัจจกมล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

---------- คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ เตชวรสินสกุล)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

---------- ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิภาวี ธรรมาภรณ์พิลาศ)

---------- อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.ปวีณา เชาวลิตวงศ์)

---------- อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
(อาจารย์ ดร.ปุณณมี สัจจกมล)

---------- กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.โอฬาร กิตติธีรพรชัย)

---------- กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิรวิชญ์ สว่างนพ)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ปวีณ์ธิดา เนียมชื่น : การออกแบบระบบการวางแผนการผลิตโรงงานผลิตยา. (Design of Production Planning System in Pharmaceutical Factory) อ.ที่ปรึกษาหลัก : รศ. ดร.ปวีณา เชาวลิตวงศ์, อ.ที่ปรึกษาร่วม : อ. ดร.ปุณณมี สัจจกมล

การแข่งขันในอุตสาหกรรมยามีแนวโน้มสูงขึ้นจากคู่แข่งทางการค้าที่เพิ่มมากขึ้นและจากการแข่งขันทางด้านราคา ระบบการวางแผนการผลิตที่ดีจะช่วยสนับสนุนให้โรงงานผู้ผลิตยามีระดับการให้บริการที่สามารถตอบสนองความต้องการภายใต้สภาพตลาดที่มีการแข่งขันสูงและความต้องการที่มีความผันผวนได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีต้นทุนการผลิตที่เหมาะสม โรงงานกรณีศึกษามีระบบการวางแผนการผลิตที่ยังไม่ดีมากนัก ใช้การวางแผนการผลิตด้วยมือและพึ่งพาการตัดสินใจของผู้วางแผนเป็นหลัก จึงทำให้เกิดสินค้าขาดคงคลังอยู่บ่อยครั้งและไม่สามารถส่งมอบสินค้าได้ตามกำหนด งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการออกแบบระบบการวางแผนการผลิตของโรงงานผลิตยาและสร้างเครื่องมือที่ช่วยในการวางแผนการผลิตและการตัดสินใจเพื่อให้สามารถผลิตสินค้าได้เพียงพอและทันต่อความต้องการของลูกค้า โดยเริ่มจากการกำหนดนโยบายการผลิตโดยใช้นโยบายพัสดุคงคลัง สร้างแบบแผนการคำนวณรายการและปริมาณที่ต้องผลิตและแบบแผนกระบวนการคิดและเกณฑ์การตัดสินใจในการจัดลำดับการผลิต โดยใช้วิธีทำงานที่ถึงวันส่งมอบเร็วที่สุดก่อน (Earliest due date) และสร้างออกมาเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวางแผนการผลิตในรูปแบบแผ่นตารางการทำงาน (Spread sheet) ที่มีความง่ายและสะดวกต่อการใช้งาน การสร้างหรือการพัฒนาเครื่องมือ และไม่ต้องใช้เงินลงทุนเพิ่มเติม เมื่อทดสอบประสิทธิผลของระบบการวางแผนการผลิตที่สร้างขึ้นโดยใช้ข้อมูลปริมาณการขายที่เกิดขึ้นจริง พบว่า ค่าเฉลี่ยของระดับการให้บริการสูงขึ้นถึง 99% (ค่าเฉลี่ยของอัตราการเติมเต็มสินค้า 100%) โดยที่คำสั่งการผลิตรวมลดลง 6% และมูลค่าสินค้าคงคลังเฉลี่ยลดลง 4% เมื่อเทียบกับผลลัพธ์ที่ได้จากการวางแผนการผลิตเดิม ซึ่งการผลิตดังกล่าวสามารถดำเนินการผลิตได้จริงตามกำลังการผลิตที่มีในปัจจุบัน ทั้งในแง่มุมเครื่องจักร พนักงาน และพื้นที่การจัดเก็บสินค้า ในด้านประสิทธิภาพของระบบการวางแผนการผลิตที่สร้างขึ้นสามารถปรับเปลี่ยนขั้นตอนการทำงานบางขั้นตอนจากการทำงานด้วยมือเป็นระบบอัตโนมัติ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าระบบการวางแผนการผลิตที่สร้างขึ้นเป็น 1 ในวิธีที่สามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในการวางแผนการผลิตของโรงงานผลิตยาแห่งนี้ได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อนิสิต .....

ปีการศึกษา 2565 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาร่วม .....

6370164221 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEYWORD: Production planning, pharmaceutical manufacturing, spreadsheet

Paweethida Niamchuen : Design of Production Planning System in Pharmaceutical Factory. Advisor: Assoc. Prof. PAVEENA CHAOVALITWONGSE, Ph.D. Co-advisor: PUNNAMEE SACHAKAMOL, Ph.D.

The competition in the pharmaceutical industry is likely to increase from more competitors and production cost. A good production planning system enables manufacturers to achieve service levels that can meet their needs under highly competitive market conditions and fluctuating demand with efficiently and reasonable production costs. The case study factory does not have a good production planning system. Using manual work in production planning have to rely on some person to do and often encounter problems with products that are out of stock and unable to deliver products to customers as scheduled. This research focuses on the design of a production planning tool for a pharmaceutical factory that can plan production to produce products to meet the needs of customers and have a decision-making process that can be achieved similar results even by changing planner in format spreadsheet. A spreadsheet-based production planning system is designed to simplicity, easy-to-use, quick implementation, flexibility, transparency and lowest cost. This study is conducted as follows. Firstly, defining the production policies by inventory policies. Secondary, creating pattern for calculating production order and defining concept for prioritizing and sequencing production order by applying dispatch rule with Earliest due date (EDD). Thirdly, creating tool to production planning. And then, testing proposed production planning system with actual demand for 9 months. The results from the production planning system when tested with actual product demand data showed that the average of service level is up to 99% (average of fill rate is 100%), total production volume is 6% and average of inventory value is 4% less than manual planning while still being able to carry out production under the machines, equipment and workers at the present capacity and the inventories at the end of each month is quite consistent. It is show that the simplified algorithm is one of the potential and useful methods for problem solving.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Field of Study:	Industrial Engineering	Student's Signature .....
Academic Year:	2022	Advisor's Signature .....
		Co-advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

ในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ รศ. ดร.ปวีณา เชาวลิตวงศ์ และ อ. ดร.ปุณณมี สัจจกมล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่สละเวลามอบความรู้ แนวความคิด แนวทาง คำชี้แนะ และความช่วยเหลือต่าง ๆ ในทุก ๆ ด้าน ให้การจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ รศ. ดร.วิภาวี ธรรมาภรณ์พิลาศ ประธานกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ รศ. ดร.โอฬาร กิตติธีรพรชัย และ ผศ. ดร.สิรวิชญ์ สว่างนพ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ให้ข้อเสนอแนะและแนวทางการแก้ไขปัญหา ให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความถูกต้องสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณบริษัทกรณีศึกษาที่ให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ และขอขอบคุณทุนอุดหนุนการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาจากบัณฑิตวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่อเฉลิมฉลองวโรกาสที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงเจริญพระชนมายุครบ 72 พรรษา

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ครอบครัว และผู้เกี่ยวข้องทุกท่าน ที่คอยสนับสนุนและให้กำลังใจตลอดมา

ปวีณ์ธิดา เนียมชื่น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญรูปภาพ ..... ฎ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ที่มาและความสำคัญ 3

1.1.1 ผลิตภัณฑ์และกลุ่มผลิตภัณฑ์ 3

1.1.2 กระบวนการผลิตและเงื่อนไขการผลิต 6

1.1.3 เครื่องจักรและแรงงานที่เกี่ยวข้องในกระบวนการผลิต 10

1.1.4 ข้อมูลด้านวัตถุดิบและบรรจุภัณฑ์ 12

1.1.5 ข้อมูลด้านความต้องการสินค้า 12

1.2 ที่มาและความสำคัญ 13

1.2.1 ขั้นตอนการวางแผนการผลิตในปัจจุบัน 14

1.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวางแผนการผลิตและติดตามแผนการผลิต 16

1.2.3 ระยะเวลาในการวางแผนการผลิต ควบคุม ติดตาม และปรับแผนการผลิต 17

1.2.4 ข้อมูลสินค้าสำเร็จรูปคงคลัง 17

1.2.5 ประเด็นปัญหางานวิจัย 18

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 19

1.4 ขอบเขตของการวิจัย 20

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ 22
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 22
1.7 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย 23
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 25
2.1 ระบบการผลิต.....25
2.1.1 ประเภทของการผลิต 25
2.1.2 การจัดเรียงเครื่องจักร 27
2.2 การวางแผนการผลิต.....27
2.2.1 ระดับการวางแผนการผลิต.....27
2.2.2 การจัดตารางการผลิต 28
2.2.3 วิธีการหาคำตอบในการจัดตารางการผลิต 28
2.2.4 การปรับแผนการผลิต.....31
2.3 การกำหนดนโยบายพัสดุคงคลัง 31
2.3.1 ประเภทของพัสดุคงคลัง.....32
2.3.2 ประเภทของความต้องการพัสดุคงคลัง.....32
2.3.3 ค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับพัสดุคงคลัง.....33
2.3.4 ระบบการควบคุมและการตรวจนับพัสดุคงคลัง 34
2.3.5 การจัดการพัสดุคงคลังและนโยบายพัสดุคงคลัง 35
2.3.6 แบบจำลองพัสดุคงคลัง 36
2.3.7 การวัดประสิทธิภาพของการบริหารพัสดุคงคลัง 38
2.4 การจำลองสถานการณ์ 39
2.4.1 การจำลองแบบมอนติคาร์โล (Monte Carlo Simulation).....40
2.5 การแบ่งกลุ่มของข้อมูล.....40
2.5.1 การจัดกลุ่มข้อมูลแบบเคมีน (K-means clustering).....40

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.5.2 การจัดกลุ่มข้อมูลแบบโครงสร้างลำดับขั้น (Hierarchical clustering).....41
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....42
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....44
3.1 การสร้างแนวคิดในการปรับปรุงกระบวนการวางแผนการผลิต.....44
3.1.1 กำหนดแนวคิดในการสร้างแบบแผนกระบวนการคิดและเกณฑ์การตัดสินใจในการสั่งผลิต 45
3.1.2 กำหนดแนวคิดในการสร้างแบบแผนกระบวนการคิดและเกณฑ์การตัดสินใจในการจัดลำดับการผลิต.....50
3.2 ปรับปรุงกระบวนการวางแผนการผลิต.....52
3.2.1 ออกแบบโครงสร้างระบบการวางแผนการผลิต.....53
3.2.2 สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวางแผนการผลิตและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง.....55
3.2.3 ทดสอบผลการดำเนินการจากการใช้ระบบการวางแผนการผลิตที่สร้างขึ้น.....58
3.2.4 เปรียบเทียบการปรับเปลี่ยนการทำงานในแต่ละขั้นตอนจากการทำงานด้วยมือเป็นระบบอัตโนมัติ.....59
บทที่ 4 ผลการดำเนินการวิจัย.....60
4.1 การปรับปรุงกระบวนการวางแผนการผลิต.....60
4.1.1 สร้างแบบแผนกระบวนการคิดและเกณฑ์การตัดสินใจในการสั่งผลิต.....60
4.1.2 สร้างแบบแผนกระบวนการคิดและเกณฑ์การตัดสินใจในการจัดลำดับการผลิต.....80
4.1.3 สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวางแผนการผลิต.....81
4.2 การทดสอบผลการดำเนินการจากการใช้ระบบการวางแผนการผลิตที่สร้างขึ้น.....88
4.3 เปรียบเทียบการปรับเปลี่ยนการทำงานในแต่ละขั้นตอนจากการทำงานด้วยมือเป็นระบบอัตโนมัติ.....94
บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินการวิจัย.....96
5.1 สรุปผลการทดลอง.....96
5.2 ข้อจำกัดของการวิจัย.....99

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

5.3 ข้อเสนอแนะ 99
ภาคผนวก 100
ภาคผนวก ก. ผลการคำนวณ K-means Cluster Analysis 101
ภาคผนวก ข. ผลการตรวจสอบการแจกแจงแบบปกติ (Normality test) 102
ภาคผนวก ค. คู่มือการใช้งานระบบการวางแผนการผลิต 119
บรรณานุกรม 131
ประวัติผู้เขียน 136

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1-1 รายการผลิตภัณฑ์แบ่งตามตำรับยา....4

ตารางที่ 1-2 ประเภทผลิตภัณฑ์แบ่งตามรูปแบบเภสัชภัณฑ์ 6

ตารางที่ 1-3 เครื่องจักรและแรงงานที่เกี่ยวข้องในกระบวนการผลิต....10

ตารางที่ 1-4 จำนวนรายการสินค้าค้างส่ง ในเดือน ม.ค. – ธ.ค. 2564 18

ตารางที่ 2-1 ตัวประกอบพัสดุคงคลังสำรอง....38

ตารางที่ 4-1 จำนวนรายการสินค้าประเภทผลิตเพื่อรอจำหน่ายในแต่ละกลุ่ม....61

ตารางที่ 4-2 ผลการตรวจสอบ Normality test ของข้อมูลปริมาณการขาย 63

ตารางที่ 4-3 จำนวนรายการสินค้าที่มีการแจกแจงของข้อมูลแบบปกติ....64

ตารางที่ 4-4 เปรียบเทียบปริมาณขายรายเดือนกับขนาดรุ่นการผลิต....64

ตารางที่ 4-5 นโยบายการผลิตของสินค้าประเภทผลิตเพื่อรอจำหน่าย 65

ตารางที่ 4-6 การคำนวณพารามิเตอร์นโยบายพัสดุคงคลังของรายการสินค้ากลุ่มที่ 1 66

ตารางที่ 4-7 การคำนวณพารามิเตอร์นโยบายพัสดุคงคลังของรายการสินค้ากลุ่มที่ 2 66

ตารางที่ 4-8 การคำนวณพารามิเตอร์นโยบายพัสดุคงคลังของรายการสินค้ากลุ่มที่ 3 68

ตารางที่ 4-9 ระดับการให้บริการจากการจำลองสถานการณ์....74

ตารางที่ 4-10 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยมูลค่าสินค้าคงคลังและระดับการให้บริการแต่ละกลุ่มจากการจำลองสถานการณ์และการวางแผนการผลิตแบบเดิม 76

ตารางที่ 4-11 ขั้นตอนและการคำนวณรายการและปริมาณที่ต้องสั่งผลิต 79

ตารางที่ 4-12 ผลการตรวจสอบจำนวนครั้งและปริมาณสินค้าค้างส่งที่เกิดขึ้น 90

ตารางที่ 4-13 เปรียบเทียบจำนวนรายการที่ไม่เกิดสินค้าค้างส่ง....92

ตารางที่ 4-14 เปรียบเทียบขั้นตอนการทำงานแบบเดิมและระบบการวางแผนการผลิตที่สร้างขึ้น....94

Chulalongkorn University

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 1-1 มูลค่าการจำหน่ายยาในประเทศ ปี พ.ศ. 2557 – 2563 2

รูปที่ 1-2 มูลค่าการผลิตและนำเข้ายาแผนปัจจุบันสำหรับมนุษย์ ปี พ.ศ. 2553 – 2562 2

รูปที่ 1-3 ขั้นตอนการผลิตยารูปแบบของแข็ง 9

รูปที่ 1-4 ขั้นตอนการผลิตยารูปแบบกึ่งแข็ง และรูปแบบเหลว 9

รูปที่ 1-5 จำนวนเครื่องจักรและทิศทางการไหลของกระบวนการผลิตยา 11

รูปที่ 1-6 ตัวอย่างปริมาณความต้องการสินค้าของลูกค้าในแต่ละเดือน 13

รูปที่ 1-7 ขั้นตอนการวางแผนการผลิตในปัจจุบัน 16

รูปที่ 1-8 ตัวอย่างตารางการผลิตรายวันของสายการผลิตรูปแบบของแข็งและรูปแบบกึ่งแข็ง 17

รูปที่ 1-9 สินค้าคงคลังของสินค้ากลุ่มที่ 1 ในเดือน ม.ค. 2563 – มิ.ย. 2564 18

รูปที่ 1-10 โครงสร้างการทำงานของระบบการวางแผนการผลิต 21

รูปที่ 2-1 แผนผังวิธีการหาคำตอบสำหรับการแก้ปัญหาในการจัดตารางการผลิต 29

รูปที่ 2-2 การจัดกลุ่มข้อมูลแบบเคมีน (K-means clustering) 41

รูปที่ 2-3 การจัดกลุ่มข้อมูลแบบโครงสร้างลำดับขั้น (Hierarchical clustering) 41

รูปที่ 3-1 แผนผังภาพการสร้างแนวคิดในการปรับปรุงกระบวนการวางแผนการผลิต 45

รูปที่ 3-2 โครงสร้างระบบการวางแผนการผลิต 53

รูปที่ 3-3 โครงสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวางแผนการผลิต 56

รูปที่ 4-1 การจัดกลุ่มสินค้าประเภทผลิตเพื่อรอจำหน่าย 60

รูปที่ 4-2 ตัวอย่างผลการตรวจสอบ Normality test (ข้อมูลรายสัปดาห์) 62

รูปที่ 4-3 ตัวอย่างผลการตรวจสอบ Normality test (ข้อมูลรายเดือน) 62

รูปที่ 4-4 ตัวอย่างผลการตรวจสอบ Normality test (ข้อมูลรายไตรมาส) 62

รูปที่ 4-5 การทดสอบนโยบายพัสดุคงคลังที่กำหนดขึ้นในการสั่งผลิตสินค้ากลุ่มที่ 1 70

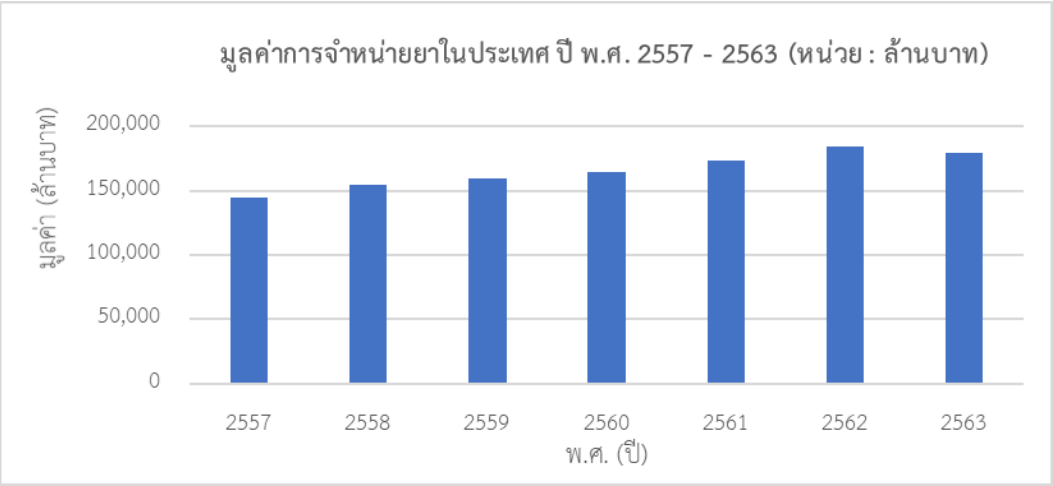
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 4-6 การทดสอบนโยบายพัสดุคงคลังที่กำหนดขึ้นในการสั่งผลิตสินค้ากลุ่มที่ 1 ที่สั่งผลิตเป็นจำนวนเท่าของขนาดรุ่นการผลิต 70
รูปที่ 4-7 การทดสอบนโยบายพัสดุคงคลังที่กำหนดขึ้นในการสั่งผลิตสินค้ากลุ่มที่ 2 71
รูปที่ 4-8 การทดสอบนโยบายพัสดุคงคลังที่กำหนดขึ้นในการสั่งผลิตสินค้ากลุ่มที่ 3 73
รูปที่ 4-9 การทดสอบนโยบายพัสดุคงคลังที่กำหนดขึ้นในการสั่งผลิตสินค้ากลุ่มที่ 3 ที่สั่งผลิตเป็นจำนวนเท่าของขนาดรุ่นการผลิต 73
รูปที่ 4-10 ค่าเฉลี่ยของระดับการให้บริการจากการจำลองสถานการณ์และการวางแผนการผลิตแบบเดิม 77
รูปที่ 4-11 การกระจายข้อมูลของระดับการให้บริการจากการจำลองสถานการณ์และการวางแผนการผลิตแบบเดิม 77
รูปที่ 4-12 แบบแผนกระบวนการคิดและเกณฑ์การตัดสินใจในการจัดลำดับการผลิต 80
รูปที่ 4-13 ตัวอย่างตารางข้อมูลพื้นฐานของระบบการวางแผนการผลิต 84
รูปที่ 4-14 ตัวอย่างตารางข้อมูลนำเข้าของระบบการวางแผนการผลิต 84
รูปที่ 4-15 กระบวนการวางแผนการผลิตของระบบการวางแผนการผลิต 85
รูปที่ 4-16 ตารางการคำนวณแผนการผลิตของระบบการวางแผนการผลิต 86
รูปที่ 4-17 ตัวอย่างตารางแผนการผลิตของระบบการวางแผนการผลิต 88
รูปที่ 4-18 เปรียบเทียบระดับการให้บริการ 92
รูปที่ 4-19 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับการให้บริการ 92
รูปที่ 4-20 เปรียบเทียบการกระจายของระดับการให้บริการ 93
รูปที่ 4-21 เปรียบเทียบคำสั่งผลิตและค่าเฉลี่ยของมูลค่าสินค้าคงคลัง 93

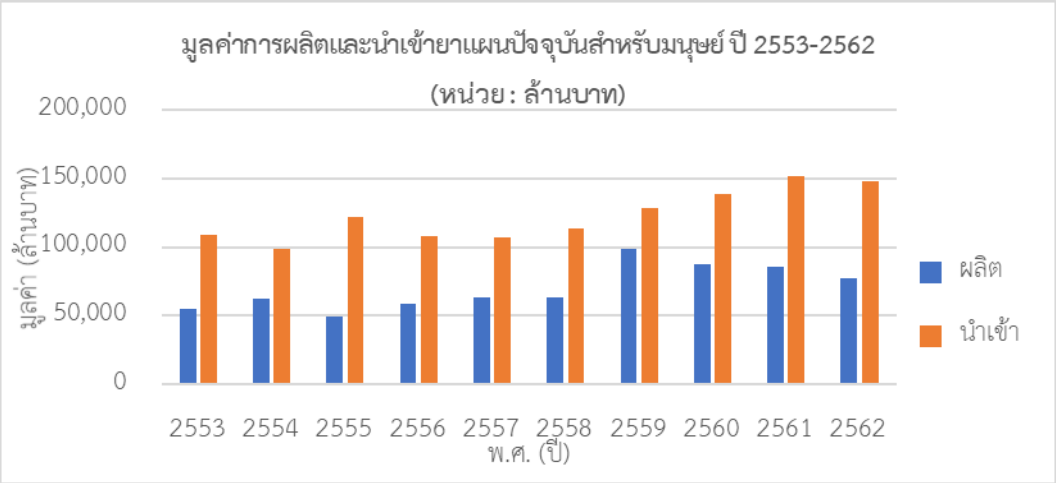
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

นิยามของคำว่า ยา ในพระราชบัญญัติยา พ.ศ. 2510 และฉบับแก้ไขเพิ่มเติม หมายความว่า วัตถุที่รับรองไว้ในตำรายาที่รัฐมนตรีประกาศ วัตถุที่มุ่งหมายสำหรับใช้ในการวินิจฉัย บำบัด บรรเทา รักษา หรือป้องกันโรคหรือความเจ็บป่วยของมนุษย์หรือสัตว์ วัตถุที่เป็นเภสัชเคมีภัณฑ์หรือเภสัชเคมีภัณฑ์กึ่งสำเร็จรูปหรือวัตถุที่มุ่งหมายสำหรับให้เกิดผลแก่สุขภาพ โครงสร้าง หรือการกระทำหน้าที่ใด ๆ ของร่างกายมนุษย์หรือสัตว์ ซึ่งยาได้ถูกจัดให้เป็นหนึ่งในปัจจัย 4 ที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ จากข้อมูลของสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) ประเทศไทยมีโรงงานผลิตยาแผนปัจจุบันที่ได้การรับรองมาตรฐานการผลิตตามมาตรฐานระดับสากล GMP-PIC/S (Good Manufacturing Practice - Pharmaceutical Inspection Co-Operation Scheme) จำนวน 149 แห่ง (ข้อมูล ณ 25 ตุลาคม 2564) [1] โดย 90% ของยาที่ผลิตในประเทศไทยนั้นจะถูกใช้ในประเทศ ซึ่งกระจายไปยังโรงพยาบาลรัฐ 60% โรงพยาบาลเอกชน 20% และร้านขายยา 20% และอีก 10% ส่งออกไปขายยังต่างประเทศ โดยตลาดยาในประเทศไทยปี พ.ศ. 2562 มีมูลค่าการจำหน่ายยาในประเทศรวมถึง 1.84 แสนล้านบาท ซึ่งขยายตัว 4.2% จากปี พ.ศ. 2561 (รูปที่ 1-1) และมีขนาดตลาดใหญ่เป็นอันดับ 2 ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้รองจากประเทศอินโดนีเซีย แต่ปริมาณการผลิตยาปี พ.ศ. 2562 หดตัวลง 0.04% จากปีก่อนหน้า เนื่องจากมาตรการจากภาครัฐที่จำกัดปริมาณการจำหน่ายยาน้ำบางชนิดที่มีสารตั้งต้นของยาเสพติด แต่การผลิตยาสำเร็จรูปประเภทอื่น ๆ ยังคงขยายตัวได้ดีจากการที่ผู้ผลิตรายใหญ่บางรายมีการขยายกำลังการผลิต ส่งผลให้อัตราการผลิตของอุตสาหกรรมยาโดยรวมใกล้เคียงกับปี พ.ศ. 2561 ในส่วนของมูลค่าการนำเข้ายาปี พ.ศ. 2562 หดตัว 7.2% เนื่องจากราคานำเข้าที่ปรับลดลงอันเป็นผลจากการแข็งค่าของเงินบาท (รูปที่ 1-2) ส่วนในปี พ.ศ. 2563 มูลค่าการจำหน่ายยาในประเทศมีการขยายตัวต่ำที่ 2.0 - 3.0% ผลจากจำนวนผู้เข้ารับบริการในโรงพยาบาลทั้งคนไทยและต่างชาติซึ่งเป็นตลาดหลักลดลงจากความกังวลในเรื่องโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 สำหรับปี พ.ศ. 2564 - 2565 คาดว่ามูลค่าการจำหน่ายยาในประเทศมีแนวโน้มจะขยายตัวดีขึ้นเฉลี่ยที่ 4.5 - 5.0% จากความต้องการใช้ยาที่เพิ่มขึ้นจากการเจ็บป่วยที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น จากจำนวนประชากรผู้สูงอายุที่เพิ่มขึ้น และจากกระแสการใส่ใจสุขภาพของคนไทยที่มากขึ้นหลังเผชิญโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 [2-4]



รูปที่ 1-1 มูลค่าการจำหน่ายยาในประเทศ ปี พ.ศ. 2557 – 2563



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ 1-2 มูลค่าการผลิตและนำเข้ายาแผนปัจจุบันสำหรับมนุษย์ ปี พ.ศ. 2553 – 2562

ในอนาคตการแข่งขันของอุตสาหกรรมยาในประเทศไทยมีแนวโน้มสูงขึ้น จากการเข้ามาแข่งขันของยาราคาถูกจากประเทศอินเดียและประเทศจีนที่มีต้นทุนการผลิตที่ต่ำกว่า การเพิ่มการลงทุนของนักลงทุนรายใหม่โดยเฉพาะนักลงทุนต่างชาติที่ใช้ประเทศไทยเป็นฐานในการผลิตยาและส่งออกไปจำหน่ายในประเทศของตนเองหรือกลุ่มประเทศ CLMV (Cambodia, Laos, Myanmar and Vietnam; ตลาดชายขอบ หรือ Frontier markets คือ ตลาดใหม่และมีขนาดเล็กมากจึงสามารถเติบโตได้อย่างรวดเร็ว) การขยายขอบข่ายการลงทุนของกลุ่มทุนจากธุรกิจอื่น เช่น กลุ่มปิโตรเคมี เคมีภัณฑ์ และกลุ่มพลังงาน ทำให้มีคู่แข่งขันทางการค้าเพิ่มมากขึ้น ผู้ผลิตภาคเอกชนยังค่อนข้างเสียเปรียบผู้ผลิตของภาครัฐทั้งด้านต้นทุนการผลิตและโอกาสการเข้าถึงช่องทางการจัดจำหน่ายที่มีการกำหนดราคากลางของยาเพื่อควบคุมค่าใช้จ่ายด้านยาของสถานพยาบาลของรัฐจึงเป็นข้อจำกัดต่อ

การปรับขึ้นราคายาบางประเภท ในขณะที่ต้นทุนของผู้ผลิตยาในประเทศมีแนวโน้มสูงขึ้นจากค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงโรงงานผลิตยาให้ได้ตามหลักเกณฑ์และวิธีการในการผลิตยาตามมาตรฐานระดับสากล GMP-PIC/S และราคายานำเข้าหรือวัตถุดิบยานำเข้าที่มีแนวโน้มสูงขึ้น โรงงานผลิตยาจึงต้องเตรียมพร้อมสำหรับการแข่งขันทั้งในด้านราคา ต้นทุน และการตอบสนองต่อความต้องการของตลาด รวมถึงการรองรับความผันผวนของตลาดที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ระบบการวางแผนการผลิตที่ดีจะช่วยสนับสนุนให้โรงงานผู้ผลิตยาสามารถมีระดับการให้บริการที่สามารถตอบสนองความต้องการภายใต้สภาพตลาดที่มีการแข่งขันสูงและมีความผันผวนได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีต้นทุนการผลิตที่เหมาะสม

1.1 ที่มาและความสำคัญ

โรงงานกรณีศึกษาเป็นโรงงานผลิตยาแผนปัจจุบันสำหรับมนุษย์ที่ไม่ใช่ยาปราศจากเชื้อ มีมาตรฐานการผลิตตาม GMP-PIC/S ในการผลิตยาต้องผลิตตามสูตรตำรับด้วยขนาดรุ่นการผลิต (Batch size) ที่ได้ขึ้นทะเบียนไว้กับทาง อย. โดยใช้กระบวนการผลิต เครื่องมือ เครื่องจักร ที่ผ่านการตรวจสอบความถูกต้องของกระบวนการและเครื่องมือ (Qualification and validation) มาแล้ว ต้องมีการตรวจวิเคราะห์คุณภาพของวัตถุดิบ (Raw material) และบรรจุภัณฑ์ (Packaging material) ก่อนนำมาใช้ในการผลิต ในระหว่างขั้นตอนการผลิตแผนกควบคุมคุณภาพ (Quality control department) จะทำการตรวจวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์รอบรรจุ (Bulk product) ตามข้อกำหนด (Specification) ที่กำหนดไว้ จากนั้นจึงบรรจุลงบรรจุภัณฑ์ปฐมภูมิ (Primary packaging) และทุติยภูมิ (Secondary packaging) ตามลำดับ เมื่อบรรจุลงบรรจุภัณฑ์เรียบร้อยแล้วจะได้เป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป (Finished product) และตรวจวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปตามมาตรฐานตำรับยา (Pharmacopoeia) ที่กระทรวงสาธารณสุขประกาศก่อนทำการปล่อยผ่านโดยแผนกประกันคุณภาพ (Quality assurance department) เพื่อจำหน่ายต่อไป

1.1.1 ผลิตภัณฑ์และกลุ่มผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์ของโรงงานเบื้องต้นมี 47 ตำรับ (Item) แบ่งย่อยได้เป็น 67 ขนาดบรรจุภัณฑ์ (Pack size) แบ่งเป็น ผลิตภัณฑ์ผลิตเพื่อรอจำหน่าย (Make to stock; MTS) 32 ตำรับ แบ่งย่อยได้เป็น 47 SKUs และผลิตภัณฑ์ผลิตตามคำสั่งซื้อ (Make to order; MTO) 15 ตำรับ แบ่งย่อยได้เป็น 20 SKUs ดังตารางที่ 1-1 โดยแต่ละตำรับจะมีวัตถุดิบและขั้นตอนการผลิตที่เหมือนกันจนถึงขั้นผลิตภัณฑ์รอบรรจุแล้วไปแยกลงแต่ละขนาดบรรจุภัณฑ์ที่ขั้นการบรรจุลงบรรจุภัณฑ์ หรือแยกประเภทฉลากสินค้า

สำหรับขายในประเทศต่าง ๆ และใน 1 ตำรับยา อาจมี SKUs ที่เป็นทั้งแบบผลิตเพื่อรอจำหน่ายและผลิตตามคำสั่งซื้อ

รูปแบบผลิตภัณฑ์ (Dosage form) ที่มีการผลิต แบ่งเป็น 3 รูปแบบตามสายการผลิต ดังตารางที่ 1-2 ซึ่งประกอบด้วย

1. รูปแบบของแข็ง (Solid dosage form) ได้แก่
    - ยาเม็ด (Tablet) บรรจุลงแบบแผง Blister, แผง Strip และขวด
    - ยาแคปซูลแข็ง (Hard gelatin capsule) บรรจุลงแบบแผง Strip
    - ยาผง (Powder) บรรจุลงแบบขวด และแบบซอง

    ตัวอย่างเช่น Tablet H มี 4 SKUs ได้แก่ 50x10'S (บรรจุลงแผง 10 เม็ด จำนวน 50 แผงต่อกล่อง), 500'S (บรรจุลงขวด 500 เม็ดต่อขวด), 50x10'S (AA) (บรรจุลงแผง 10 เม็ด จำนวน 50 แผงต่อกล่อง สำหรับส่งขายประเทศ AA) และ 50x10'S (BB) (บรรจุลงแผง 10 เม็ด จำนวน 50 แผงต่อกล่อง สำหรับส่งขายประเทศ BB)
2. รูปแบบเหลว (Liquid dosage form) ได้แก่
    - ยาน้ำสำหรับรับประทาน บรรจุลงแบบขวด
    - ยาน้ำสำหรับใช้ภายนอก บรรจุลงแบบขวด

    ตัวอย่างเช่น Liquid A มี 2 SKUs ได้แก่ 60 mL (No Box) (บรรจุลงขวด 60 mL แบบไม่มีกล่อง) และ 60 mL (Box) (บรรจุลงขวด 60 mL แบบมีกล่อง)
3. รูปแบบกึ่งแข็ง (Semi-solid dosage form) ได้แก่
    - ยาครีม (Cream) บรรจุลงแบบหลอดหรือกระปุก
    - ยาขี้ผึ้ง (Ointment) บรรจุลงแบบหลอดหรือกระปุก

    ตัวอย่างเช่น Semi-solid E มี 3 SKUs ได้แก่ 30 g (Box) (บรรจุลงหลอด 30 g แบบมีกล่อง), 60 g (Box) (บรรจุลงหลอด 60 g แบบมีกล่อง) และ 30 g (Box) (BB) (บรรจุลงหลอด 30 g แบบมีกล่องสำหรับส่งขายประเทศ BB)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 1-1 รายการผลิตภัณฑ์แบ่งตามตำรับยา

ITEM		PACK SIZE	TYPE	ITEM		PACK SIZE	TYPE
Tablet A		500'S	MTS	Liquid A	1	60 mL (No Box)	MTS
Tablet B		1,000'S	MTS		2	60 mL (Box)	MTS
Tablet C	1	25x4'S	MTO	Liquid B	1	60 mL (No Box)	MTO

ITEM		PACK SIZE	TYPE
	2	25x10'S	MTO
	3	500'S	MTO
	4	1,000'S	MTO
Tablet D		1x1'S	MTS
Tablet E		25x4'S	MTS
Tablet F		25X4'S (AA)	MTO
Tablet G		25x4'S	MTS
Tablet H	1	50x10'S	MTS
	2	500'S	MTS
	3	50x10'S (AA)	MTO
	4	50x10'S (BB)	MTO
Tablet I	1	50x10'S	MTS
	2	1,000'S	MTS
Tablet J	1	50x10'S	MTS
	2	50x10'S	MTS
	3	500'S	MTS
Tablet K	1	50x10'S	MTS
	2	500'S	MTS
Tablet L		100x10'S	MTS
Tablet M		7x10'S	MTS
Tablet N		1x6'S	MTS
Tablet O		1x1'S	MTS
Tablet P	1	50x10'S	MTS
	2	500'S	MTS
Tablet Q		50x10'S	MTS
Tablet R		25x6'S	MTO
Powder A	1	3 g	MTS
	2	10 g	MTS

ITEM		PACK SIZE	TYPE
	2	60 mL (Box)	MTO
Liquid C		60 mL (Box)	MTS
Liquid D	1	60 mL (No Box)	MTS
	2	60 mL (Box)	MTS
Liquid E	1	240 mL (No Box)	MTS
	2	240 mL (No Box) (BB)	MTO
Liquid F		60 mL (Box)	MTO
Semi-solid A		10 g (Box)	MTS
Semi-solid B		5 g (Box)	MTS
Semi-solid C	1	25 g (Box)	MTS
	2	25 g (Box) (BB)	MTO
Semi-solid D		10 g (Box)	MTS
Semi-solid E	1	30 g (Box)	MTS
	2	60 g (Box)	MTS
	3	30 g (Box) (BB)	MTO
Semi-solid F	1	20 g (Box)	MTS
	2	500 g (Box)	MTS
Semi-solid G	1	5 g (Box)	MTS
	2	10 g (Box)	MTS
Semi-solid H	1	5 g (Box)	MTS
	2	15 g (Box)	MTS
Semi-solid I	1	15 g (Box)	MTS
	2	500 g (Box)	MTS
Semi-solid J		30 g (Box)	MTO
Semi-solid K	1	15 g (Box)	MTS
	2	500 g (Box)	MTS
Semi-solid L		25 g (Box)	MTO
Semi-solid M		10 g (Box)	MTO
Semi-solid N	1	25 g (Box)	MTO

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ITEM		PACK SIZE	TYPE	ITEM		PACK SIZE	TYPE
	3	10 g (BB)	MTO		2	25 g (No Box)	MTS
Capsule A		2x5'S	MTO	Semi-solid O		5 g (Box)	MTS

ตารางที่ 1-2 ประเภทผลิตภัณฑ์แบ่งตามรูปแบบเภสัชภัณฑ์

รูปแบบ/จำนวน	**ผลิตภัณฑ์ผลิตเพื่อรอจำหน่าย**		**ผลิตภัณฑ์ผลิตตามคำสั่งซื้อ**	
	ตำรับ	**ขนาดบรรจุ**	**ตำรับ**	**ขนาดบรรจุ**
รูปแบบของแข็ง	16	23	6	10
รูปแบบเหลว	4	6	3	4
รูปแบบกึ่งแข็ง	12	18	6	6
รวม	32 Item	47 SKU	15 Item	20 SKU

1.1.2 กระบวนการผลิตและเงื่อนไขการผลิต

กระบวนการผลิตยาทุกรูปแบบจะเริ่มจากขั้นตอนการชั่ง (Dispensing) วัตถุดิบด้วยเครื่องชั่ง (Dispensing Booth) และเตรียมบรรจุภัณฑ์ตามรายการวัสดุ (Bill of Material; BOM) ซึ่งขนาดรุ่นการผลิตเป็นจำนวนที่ถูกกำหนดไว้แล้ว (Fixed quantity of batch size) การชั่งยา 1 รายการต่อรุ่นการผลิตใช้ระยะเวลาประมาณ 0.3 - 0.5 วัน หากเป็นตำรับเดียวกันนำมาชั่งพร้อมกันจะลดระยะเวลาการทำความสะอาดลงได้ โดยตำรับรูปแบบของแข็งต้องนำวัตถุดิบที่ชั่งแล้วเสร็จไปผสมภายใน 14 วัน ตำรับรูปแบบเหลวและรูปแบบกึ่งแข็ง ภายใน 7 วัน เนื่องจากเป็นช่วงระยะเวลาที่ได้ทำการศึกษามาแล้วว่าวัตถุดิบยังคงอยู่ในสภาพที่ดีเหมือนอยู่ในภาชนะตั้งต้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

กระบวนการผลิตยารูปแบบของแข็ง (ยาเม็ด ยาแคปซูลแข็ง และยาผง) จะใช้เครื่องจักรในการผลิตร่วมกันในสายการผลิตของแข็ง (รูปที่ 1-3)

ขั้นตอนการผลิตยาเม็ด ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่

1. การผสม (Mixing) มี 2 กระบวนการ คือ
    1.1 การผสมเปียกหรือการทำแกรนูล (Wet mixing หรือ Granulation) ด้วยเครื่อง Mixing granulator โดยการเติมสารยึดเกาะเพื่อให้สามารถตอกอัดเป็นเม็ดได้ง่าย แล้วนำไปผสมแห้งด้วยเครื่อง Blending กับสารหล่อลื่นเพื่อให้แกรนูลไหลลงเบ้าตอกได้ดี

1.2 การผสมแห้ง (Dry mixing) โดยการนำวัตถุดิบมาแร่งผ่านเครื่องแร่งเพื่อให้ขนาดอนุภาคใกล้เคียงกันและไม่จับเป็นก้อน ด้วยเครื่อง Mixing granulator และนำไปผสมแห้งด้วยเครื่อง Blending

ระยะเวลาการผสมแต่ละรุ่นการผลิต ประมาณ 0.5 – 1.0 วัน หากเป็นตำรับยาเดียวกันสามารถผสมรุ่นการผลิตต่อเนื่องได้ 7 วัน โดยเมื่อเกิน 7 วันหรือเปลี่ยนตำรับยาต้องล้างทำความสะอาดเครื่อง การทำความสะอาดและตั้งเครื่องผสมใช้เวลา 1 วัน

2. การตอกอัด (Tableting) เป็นเม็ดด้วยเครื่อง Tableting machine ที่ประกอบด้วยสากและเบ้า (Punch and Die) ที่มีขนาดและรูปทรงต่าง ๆ ตามแต่ละตำรับยา ใช้ระยะเวลาประมาณ 1.0 – 5.0 วัน สามารถตอกยาต่อเนื่องกันได้ 14 วัน โดยเมื่อเกิน 14 วันหรือเปลี่ยนตำรับยาต้องล้างทำความสะอาดเครื่องใหม่ใช้ระยะเวลา 1 วัน เมื่อตอกอัดเป็นเม็ดแล้วเสร็จจะได้เป็นผลิตภัณฑ์รอบบรรจุ (Bulk product)
3. การเคลือบ (Coating) เม็ดยาที่ตอกอัดได้ (กรณียาเม็ดเคลือบ) ด้วยเครื่อง Coating machine ในกรณีสูตรสารเคลือบเดียวกันควรเคลือบยาที่มีสีของสารเคลือบสีอ่อนก่อนยาที่สีของสารเคลือบเข้มเพื่อไม่ต้องล้างเครื่อง แต่หากสูตรสารเคลือบต่างกันต้องทำการล้างเครื่องก่อนเปลี่ยนตำรับยา การเคลือบใช้ระยะเวลาประมาณ 1 วัน สามารถเคลือบยาสูตรเดียวกันต่อเนื่องกันได้ 10 รุ่นการผลิต การล้างทำความสะอาดเครื่องใช้ระยะเวลา 1 วัน เมื่อเคลือบเม็ดยาแล้วเสร็จจะได้เป็นผลิตภัณฑ์รอบบรรจุ
4. การบรรจุลงบรรจุภัณฑ์ (Packing) มีบรรจุภัณฑ์ 3 แบบ คือ
    1. แผงบลิสเตอร์ (Blister pack) ด้วยเครื่อง Blister machine
    2. แผงสตริป (Strip pack) ด้วยเครื่อง Strip machine
    3. ขวด (Bottle pack) ด้วยเครื่อง Tablet filling machine

    ใช้ระยะเวลาการบรรจุประมาณ 0.5 – 3.0 วัน แตกต่างกันไปแต่ละผลิตภัณฑ์และรูปแบบบรรจุภัณฑ์ โดยการทำความสะอาดและตั้งเครื่องใช้ระยะเวลาไม่นาน

ขั้นตอนการผลิตยาแคปซูลแข็ง ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่

1. การผสมแห้ง (Dry mixing) เหมือนการผลิตยาเม็ด ใช้ระยะเวลาประมาณ 0.5 วัน
2. การบรรจุแคปซูล (Encapsulation) โดยนำสารที่ผสมแห้งเสร็จเรียบร้อยมาบรรจุอัดลงแคปซูล ด้วยเครื่อง Capsule filling machine ใช้ระยะเวลาประมาณ 4.0 – 5.0 วัน เมื่อบรรจุแคปซูลแล้วเสร็จจะได้เป็นผลิตภัณฑ์รอบบรรจุ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3. การบรรจุลงบรรจุภัณฑ์ (Packing) แบบแผงสตริป ใช้ระยะเวลาประมาณ 5 - 11 วัน

ขั้นตอนการผลิตยาผง ประกอบด้วย 2 ขั้นตอนหลัก ได้แก่

1. การผสมแห้ง (Dry mixing) เหมือนการผลิตยาเม็ด ใช้ระยะเวลาประมาณ 0.5 วัน เมื่อผสมแห้งแล้วเสร็จจะได้เป็นผลิตภัณฑ์รอบรรจุ
2. การบรรจุลงบรรจุภัณฑ์ (Packing) แบบขวด ใช้ระยะเวลาประมาณ 3 วัน หรือแบบซอง ใช้ระยะเวลาประมาณ 14 วัน

กระบวนการผลิตยารูปแบบกึ่งแข็ง (ยาครีม และยาขี้ผึ้ง) จะใช้เครื่องจักรในการผลิตร่วมกันในสายการผลิตกึ่งแข็ง (รูปที่ 1-4)

ขั้นตอนการผลิตยารูปแบบกึ่งแข็ง ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ได้แก่

1. การผสม (Mixing) ด้วยเครื่อง Semi-solid mixing machine ใช้ระยะเวลาประมาณ 0.5 – 1 วัน หากเป็นตำรับยาเดียวกันสามารถผสมรุ่นการผลิตต่อเนื่องได้ 5 วัน โดยต้องไม่ผสมยาข้ามวันหยุด เมื่อใช้เครื่องผสมเกิน 5 วันหรือเปลี่ยนตำรับยาต้องล้างทำความสะอาดเครื่องใหม่ใช้เวลาประมาณ 2 ชั่วโมง เมื่อผสมแล้วเสร็จจะได้เป็นผลิตภัณฑ์รอบรรจุ
2. การบรรจุลงบรรจุภัณฑ์ (Packing) แบบหลอดหรือแบบกระปุก ด้วยเครื่อง Semi-solid filling machine ใช้ระยะเวลาประมาณ 0.5 – 2.0 วัน ระยะเวลาการทำความสะอาดและตั้งเครื่องบรรจุจะใช้เวลา 1 วัน ในกรณีบรรจุขนาดบรรจุภัณฑ์เดียวกัน หากขนาดบรรจุภัณฑ์ต่างกันจะใช้ระยะเวลา 1.5 วัน โดยต้องถอดล้างและตั้งเครื่องใหม่เมื่อเปลี่ยนตำรับยาหรือเปลี่ยนขนาดบรรจุภัณฑ์ จึงควรบรรจุยาที่มีขนาดบรรจุภัณฑ์เดียวกันต่อเนื่องกันจะช่วยลดระยะเวลาตั้งเครื่อง และการสูญเสียยาหรือบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในตอนตั้งเครื่องได้

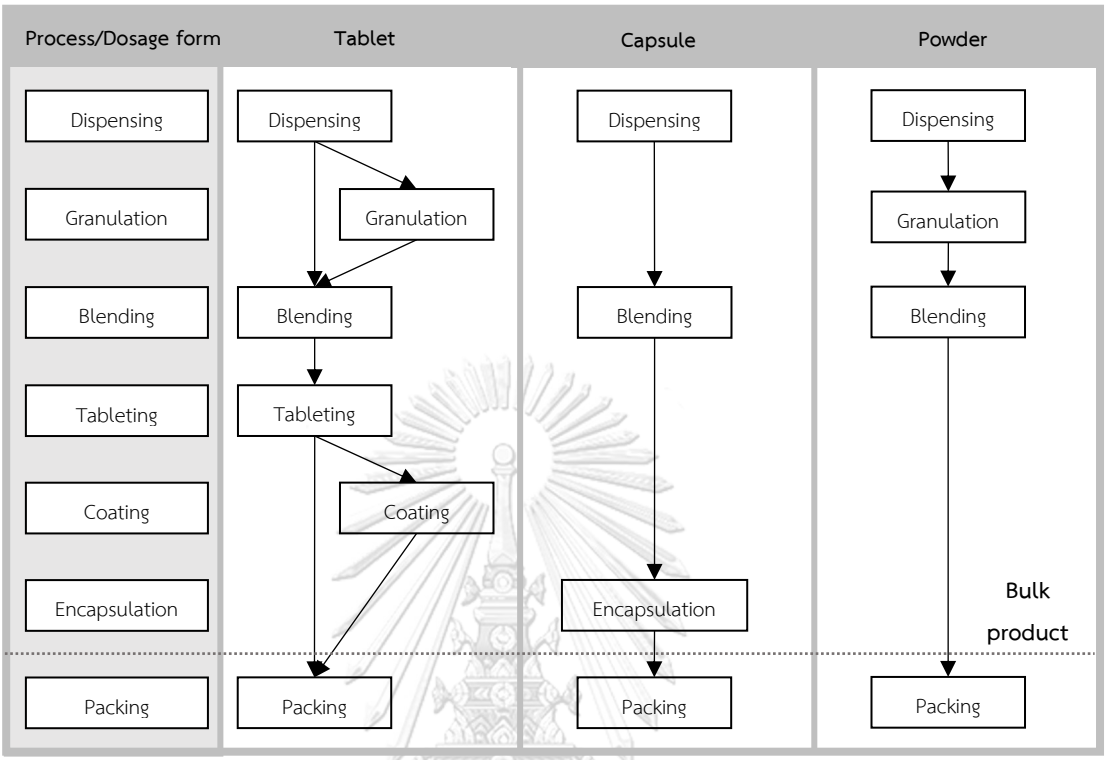
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

กระบวนการผลิตยารูปแบบเหลว (ยาน้ำสำหรับรับประทาน และยาน้ำสำหรับใช้ภายนอก) โดยใช้เครื่องจักรแยกกัน แต่เครื่องจักรตั้งอยู่ในบริเวณเดียวกันในสายการผลิตรูปแบบเหลว

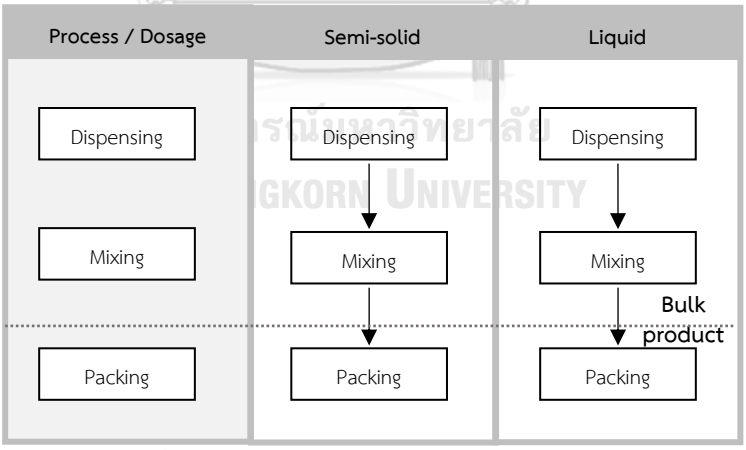
ขั้นตอนการผลิตยารูปแบบเหลว ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ได้แก่

1. การผสม (Mixing) ด้วยเครื่อง Liquid mixing machine ใช้ระยะเวลาผสม 1 วัน ล้างทำความสะอาดเครื่องได้เสร็จภายในวันที่ผสม เมื่อผสมแล้วเสร็จจะได้เป็นผลิตภัณฑ์รอบรรจุ

2. การบรรจุลงบรรจุภัณฑ์ (Packing) แบบขวด ด้วยเครื่อง Liquid filling machine ใช้ระยะเวลาประมาณ 0.5 – 2.5 วัน



รูปที่ 1-3 ขั้นตอนการผลิตยารูปแบบของแข็ง



รูปที่ 1-4 ขั้นตอนการผลิตยารูปแบบกึ่งแข็ง และรูปแบบเหลว

กระบวนการผลิตยาในแต่ละขั้นตอนจะถูกกำหนดลำดับขั้นตอน (Fixed route) เครื่องจักรที่ใช้ (Fixed machine) และค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ไว้แล้ว ไม่สามารถปรับเปลี่ยนได้อย่างอิสระ หากมีความจำเป็นต้องการปรับเปลี่ยนต้องมีการประเมินความเสี่ยงหรือทำการศึกษาเพิ่มเติมถึงผลกระทบต่อคุณภาพยา และบันทึกเป็นหลักฐานเพื่อให้สามารถทวนสอบกลับได้ และการผลิตยาในแต่ละขั้นตอนมี

ระยะเวลารอคอย (Hold time) ได้ไม่เกินกว่าระยะเวลาที่เคยได้ศึกษาไว้ ส่วนมากจะศึกษาอยู่ที่ 7 วัน คือ เมื่อผลิตขั้นตอนแรกเสร็จต้องผลิตขั้นตอนต่อไปจนเสร็จไม่เกิน 7 วัน เนื่องจากระยะเวลารอคอยมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป

ในกระบวนการผลิตจะเรียกผลิตภัณฑ์ที่ผลิตถึงขั้นก่อนบรรจุลงบรรจุภัณฑ์ว่า ผลิตภัณฑ์รอบรรจุ โดยผลิตภัณฑ์รอบรรจุของผลิตภัณฑ์รูปแบบของแข็ง (เม็ดและแคปซูลแข็ง) รูปแบบกึ่งแข็ง (บางรายการ) และรูปแบบเหลว (บางรายการ) จะทำการวิเคราะห์ทางกายภาพโดยฝ่ายควบคุมคุณภาพก่อนทำการบรรจุลงบรรจุภัณฑ์ ใช้ระยะเวลาประมาณ 15 - 30 นาที แล้วจึงวิเคราะห์ทางเคมีภายหลังการบรรจุลงบรรจุภัณฑ์เสร็จสิ้น โดยใช้ระยะเวลาประมาณ 3 - 5 วัน แต่ในผลิตภัณฑ์ยาผงรูปแบบกึ่งแข็ง และรูปแบบเหลว จะทำการวิเคราะห์ทางเคมีก่อนทำการบรรจุลงบรรจุภัณฑ์ ซึ่งใช้ระยะเวลาประมาณ 3 – 7 วัน และเมื่อทำการบรรจุลงบรรจุภัณฑ์แล้วจะทำการวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยาใช้ระยะเวลาประมาณ 5 – 7 วัน หลังจากการผลิตเสร็จสิ้นทุกกระบวนการฝ่ายประกันคุณภาพจะทำการตรวจสอบเอกสารที่เกี่ยวข้องและทำการปล่อยผ่านผลิตภัณฑ์เพื่อจำหน่ายต่อไป

1.1.3 เครื่องจักรและแรงงานที่เกี่ยวข้องในกระบวนการผลิต

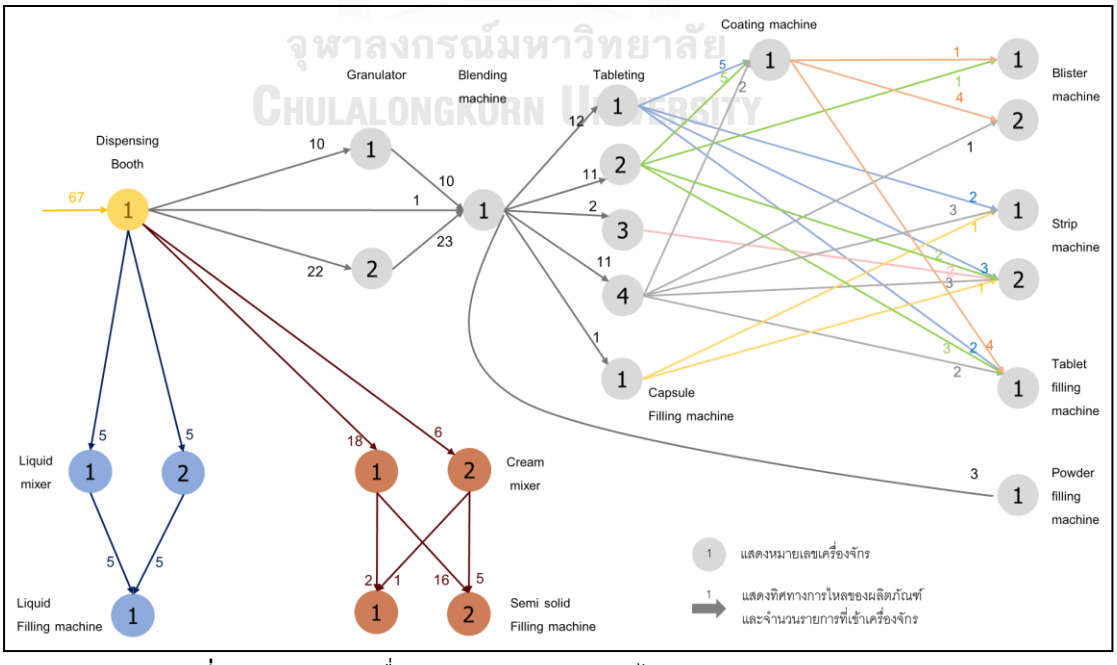
ในกระบวนการผลิตแต่ละขั้นตอนจะมีการใช้เครื่องจักรในการผลิตร่วมกัน (รูปที่ 1-5) และใช้พนักงานประจำเครื่องร่วมกัน จึงต้องมีการจัดลำดับการผลิตการใช้เครื่องจักรให้มีระยะเวลาการผลิตรวมของแต่ละรายการและระยะเวลาการตั้งเครื่องสั้นที่สุด โดยระยะเวลาการผลิตแต่ละขั้นตอนในแต่ละรายการจะแตกต่างกัน ดังตารางที่ 1-3 และต้องใช้เครื่องมือ เครื่องจักรที่ได้ทำการศึกษามาก่อนแล้วเท่านั้น ไม่สามารถสลับหรือย้ายไปผลิตเครื่องจักรอื่นที่ไม่ได้ทำการศึกษาได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 1-3 เครื่องจักรและแรงงานที่เกี่ยวข้องในกระบวนการผลิต

Process	Machine	Staffs (man)	Qty. of Product (SKUs)	Production Time /Batch (Days)
Dispensing	Dispensing Booth	2	67	0.3 – 0.5
Solid Line				
Granulation	Mixing granulator 1	4	10	0.5 – 1.0
	Mixing granulator 2	4	22	0.5 – 1.0
Blending	Blending machine	4	34	0.1 - 0.5
Tableting	Tableting machine 1	1	12	1.0 – 3.0
	Tableting machine 2	1	11	1.0 – 3.0
	Tableting machine 3	1	2	1.0 - 1.5

Process	Machine	Staffs (man)	Qty. of Product (SKUs)	Production Time /Batch (Days)
	Tableting machine 4	1	11	1.5 – 5.0
Coating	Coating machine	1	9	1.0
Encapsulation	Capsule filling machine	1	1	4.0
Packing	Blister machine 1	7	2	1.0 – 2.0
	Blister machine 2	7	5	1.0 – 2.0
	Strip machine 1	7	5	2.0 – 11.0
	Strip machine 2	7	10	1.0 – 5.0
	Tablet filling machine	7	9	0.5 - 3.0
	Powder filling machine	7	3	3.0 – 14.0
Semi-solid Line				
Mixing	Semi-solid mixing machine 1	3	18	0.5 – 1.0
	Semi-solid mixing machine 2	3	6	0.5 – 1.0
Packing	Semi-solid filling machine 1	7	3	0.5
	Semi-solid filling machine 2	5	21	0.5 – 2.0
Liquid Line				
Mixing	Liquid mixing machine 1	3	5	1.0
	Liquid mixing machine 2	3	5	1.0
Packing	Liquid filling machine 1	9	10	0.5 – 2.5



รูปที่ 1-5 จำนวนเครื่องจักรและทิศทางการไหลของกระบวนการผลิตยา

1.1.4 ข้อมูลด้านวัตถุดิบและบรรจุภัณฑ์

วัตถุดิบและบรรจุภัณฑ์ที่จะใช้ในการผลิตยาต้องซื้อกับผู้ขายและผู้ผลิตที่ผ่านการรับรอง (Approved vendor list; AVL) แล้วเท่านั้น ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตในโรงงานเป็นผลิตภัณฑ์ยาพื้นฐานทั่วไป วัตถุดิบส่วนมากที่ใช้จึงมีขายทั่วไปในบริษัทที่ขายสินค้าเคมีภัณฑ์ ระยะเวลานำ (Lead time) ในการสั่งซื้อจนถึงสินค้ามาส่งใช้ระยะเวลา 3 - 14 วัน จากนั้นวิเคราะห์คุณภาพของวัตถุดิบตามข้อกำหนดที่กำหนดไว้ก่อนนำไปใช้งาน ใช้ระยะเวลา 7 – 21 วัน แม้การสั่งซื้อวัตถุดิบจะใช้ระยะเวลานำในการสั่งซื้อไม่นาน แต่ไม่นิยมที่จะสั่งซื้อบ่อยครั้งเนื่องจากมีต้นทุนในการวิเคราะห์คุณภาพ การสั่งซื้อวัตถุดิบจึงคำนึงถึงต้นทุนในการวิเคราะห์คุณภาพ วันหมดอายุ และราคาต้นทุนของวัตถุดิบ

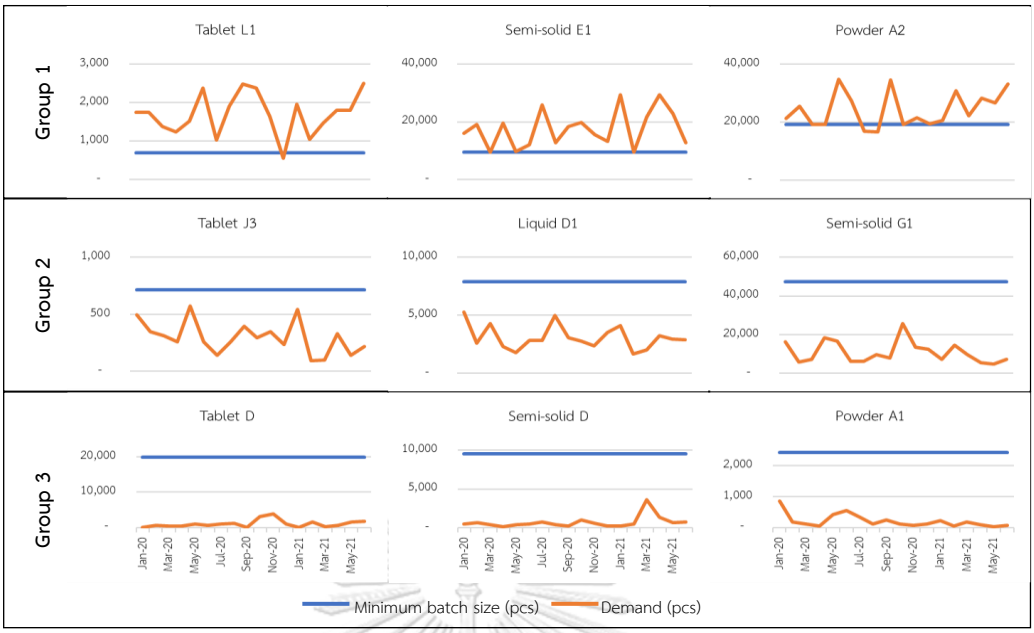
การสั่งซื้อบรรจุภัณฑ์จะใช้ระยะเวลานำ 14 – 45 วัน เนื่องจากเป็นสินค้าที่สั่งผลิตเฉพาะใช้สำหรับผลิตภัณฑ์นั้น ๆ แต่การวิเคราะห์คุณภาพจะใช้ระยะเวลา 3 – 5 วัน การสั่งซื้อบรรจุภัณฑ์จึงคำนึงถึงปริมาณการสั่งซื้อขั้นต่ำและช่วงราคา เนื่องจากการสั่งซื้อปริมาณมากจะได้ราคาที่ต่ำกว่าและบรรจุภัณฑ์ไม่ได้กำหนดวันหมดอายุ

1.1.5 ข้อมูลด้านความต้องการสินค้า

ปริมาณความต้องการสินค้ารายการสินค้าผลิตเพื่อรอจำหน่าย คิดเป็น 80% และรายการสินค้าที่ผลิตตามคำสั่งซื้อ 20% ของปริมาณความต้องการสินค้าทั้งหมด

รายการสินค้าผลิตเพื่อรอจำหน่าย มีปริมาณความต้องการที่ไม่แน่นอนในแต่ละช่วงเวลา แต่สามารถอ้างอิงปริมาณความต้องการจากข้อมูลในอดีตได้ จึงควรมีสินค้าคงคลังเตรียมไว้เพื่อรองรับความผันผวนของความต้องการ เบื้องต้นจะแบ่งรายการสินค้าออกเป็น 3 กลุ่ม ตามลักษณะความต้องการสินค้าของลูกค้าในแต่ละเดือนเทียบกับขนาดรุ่นการผลิต โดยกลุ่มที่ 1 จะเป็นรายการสินค้าที่มีปริมาณการขายสูงและสม่ำเสมอ กลุ่มที่ 2 รายการสินค้าที่มีปริมาณการขายปานกลางถึงน้อยแต่ปริมาณการขายค่อนข้างสม่ำเสมอทุกเดือน และกลุ่มที่ 3 รายการสินค้าที่มีปริมาณการขายโดยรวมต่ำแต่มีบางเดือนที่มีปริมาณการขายสูง ดังตัวอย่างปริมาณความต้องการสินค้าของลูกค้าในแต่ละเดือนในเดือน ม.ค. 2563 - มิ.ย. 2564 (รูปที่ 1-6)

ในส่วนรายการสินค้าที่ผลิตตามคำสั่งซื้อจะไม่แน่นอน และคาดเดาช่วงเวลาการสั่งได้ยาก เนื่องจากขึ้นอยู่กับความต้องการของลูกค้า โดยรายการสินค้าที่ผลิตตามคำสั่งซื้อจะผลิตและจัดส่งภายใน 30 – 45 วัน หลังจากได้รับคำสั่งซื้อจากลูกค้าหรือตามที่ลูกค้ากำหนดส่ง



รูปที่ 1-6 ตัวอย่างปริมาณความต้องการสินค้าของลูกค้าในแต่ละเดือน

1.2 ที่มาและความสำคัญ

การวางแผนการผลิตของโรงงานผลิตยาที่ใช้เป็นกรณีศึกษานั้น จะวางแผนการผลิตล่วงหน้า 1 เดือน โดยจะวางแผนการผลิตทุก ๆ ต้นเดือน และส่งแผนการผลิตให้ทุกฝ่ายทราบ ล่วงหน้า 2 สัปดาห์ ก่อนถึงเดือนที่จะผลิต โดยการวางแผนการผลิตจะใช้ข้อมูลปริมาณขายแต่ละเดือนย้อนหลัง ข้อมูลสินค้าคงคลัง ณ สิ้นเดือน คำสั่งซื้อของลูกค้า และรายการสินค้าค้างส่ง เพื่อประเมินรายการและจำนวนที่ต้องผลิตในเดือนถัดไป และนำมาจัดกลุ่มสินค้าที่เป็นสินค้าคนละรายการแต่มีสูตรการผลิตเดียวกันแต่ต่างกันที่ขนาดบรรจุภัณฑ์ให้ผลิตต่อกัน เนื่องจากสูตรตำรับเดียวกันสามารถผลิตต่อกันได้โดยไม่ต้องล้างทำความสะอาดเครื่องหรือตั้งค่าเครื่องใหม่ เพื่อให้ลดระยะเวลาการตั้งเครื่องลงไปได้ จากนั้นจัดลำดับความสำคัญในการผลิตโดยเรียงจากสินค้าที่มีกำหนดวันส่งมอบเร็วที่สุดหรือมีแนวโน้มสินค้าคงคลังเหลือน้อยที่สุดก่อน แล้วนำมาลงตารางแผนการผลิตตามเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตโดยคำนึงถึงข้อจำกัดต่าง ๆ ได้แก่ เครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต พนักงานประจำเครื่อง ระยะเวลาการผลิตแต่ละขั้นตอน ระยะเวลาการรอคอยในแต่ละขั้นตอน และระยะเวลาการผลิตรวมทั้งหมด ซึ่งก่อนที่จะถึงวันผลิตจริงสินค้าคงคลังอาจมีการเปลี่ยนแปลงไปจากวันที่วางแผนการผลิตไว้ มีรายการสินค้าต้องผลิตด่วน หรือปัญหาต่าง ๆ ที่กระทบการผลิต ส่งผลให้ต้องมีการตรวจสอบและปรับแผนการผลิตอย่างสม่ำเสมอ

1.2.1 ขั้นตอนการวางแผนการผลิตในปัจจุบัน

ขั้นตอนการวางแผนการผลิตในปัจจุบัน ในการวางแผนการผลิตสำหรับเดือน M_1 (รูปที่ 1-7)

1. ประเมินสินค้าสำเร็จรูปคงคลังที่คาดว่าจะคงเหลือ ณ ต้นเดือน M_1 (Beginning; B_1) หรือเท่ากับสินค้าสำเร็จรูปคงคลัง ณ สิ้นเดือน M_0 (Ending; E_0) โดยใช้ข้อมูล

$$B_1 = E_0 = B_0 + P_0 - PO_0 - BO_0 - Ex_0$$

a. สินค้าคงเหลือ ณ ต้นเดือน M_0 (Beginning; B_0)

b. จำนวนสินค้าที่จะผลิตเสร็จในสิ้นเดือน M_0 (Production; P_0)

c. คำสั่งซื้อลูกค้าที่ต้องจัดส่งภายในเดือน M_0 (Purchase order; PO_0)

d. สินค้าค้างส่ง ณ ต้นเดือน M_0 (Back order; BO_0)

e. ปริมาณที่คาดว่าจะขายได้ภายในเดือน M_0 (Expected demand; Ex_0)

สินค้าคงเหลือ ณ ต้นเดือน M_0 ใช้วิธีการตรวจนับปริมาณสินค้าที่คงเหลือในคลังเทียบกับปริมาณตั้งต้นและปริมาณการรับและจ่ายสินค้าทั้งหมด

จำนวนสินค้าที่จะผลิตเสร็จในสิ้นเดือน M_0 ใช้วิธีการลงสำรวจหน้าสายการผลิตตรวจสอบปริมาณงานที่ทำแล้วเสร็จและประเมินงานที่อยู่ระหว่างการผลิตและประเมินวันที่คาดว่าจะผลิตแล้วเสร็จ

คำสั่งซื้อลูกค้าที่ต้องจัดส่งภายในเดือน M_0 และสินค้าค้างส่ง ณ ต้นเดือน M_0 โดยได้รับข้อมูลจากฝ่ายบัญชีขายทุกสิ้นสัปดาห์

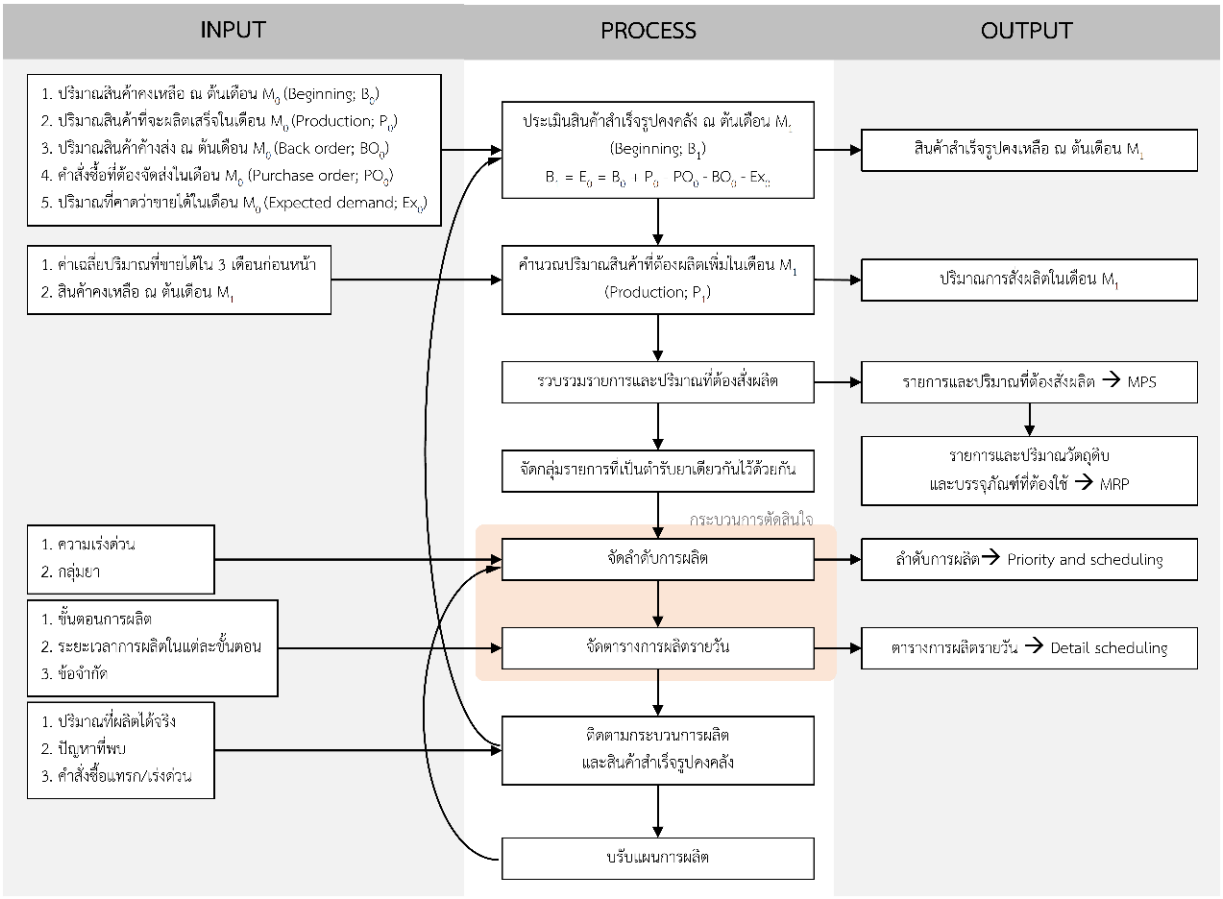
ปริมาณที่คาดว่าจะขายได้ภายในเดือน M_0 ใช้วิธีการประเมินจากค่าเฉลี่ยของปริมาณที่ขายได้ใน 3 เดือนก่อนหน้า และประเมินจากแนวโน้มปริมาณการขายที่เพิ่มขึ้นหรือลดลง

2. คำนวณปริมาณสินค้าที่ต้องผลิตในเดือน M_1 (P_1) โดยให้ปริมาณสินค้าที่สั่งผลิตต้องทำให้มีสินค้าคงเหลือ ณ สิ้นเดือน M_1 เท่ากับ 3 เท่าของปริมาณเฉลี่ยที่ขายได้ใน 3 เดือนก่อนหน้า โดยปริมาณการสั่งผลิตต้องเป็นจำนวนเท่าของรุ่นการผลิตที่ได้กำหนดไว้ หากหารแล้วไม่เป็นจำนวนเต็ม มีเศษน้อยกว่า 0.5 ให้ปัดลง เศษมากกว่า 0.5 ให้ปัดขึ้น
3. รวบรวมรายการและปริมาณที่ต้องสั่งผลิต (จำนวนรุ่นการผลิต) จัดทำเป็นตารางการผลิตหลัก และจัดทำแผนความต้องการวัสดุ
4. จัดกลุ่มรายการที่มีสูตรการผลิตเดียวกันไว้ด้วยกัน เพื่อผลิตต่อกันจะได้ลดระยะเวลาการทำความสะอาดเครื่องและตั้งค่าเครื่อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5. จัดลำดับการผลิต โดยเรียงจาก
    a. ความเร่งด่วนในการส่งมอบ จากวันกำหนดส่งมอบ (Due date) หรือระยะเวลาที่สินค้าจะหมดคงคลัง
    b. กลุ่มยาตามปริมาณการขายและความผันแปร เรียงจากกลุ่มที่ 1 สินค้าที่มีปริมาณการขายสูง ตามด้วยกลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3 ตามลำดับ
6. ลงตารางการผลิตรายวัน การลงตารางแผนการผลิตรายวันจะทำในโปรแกรม Microsoft excel ที่ทำตารางเป็นวันที่ตามปฏิทินและแบ่งย่อยในแต่ละวันเป็นเครื่องจักรต่าง ๆ ที่ใช้ในการผลิต โดยเริ่มจากรายการยาตามลำดับความสำคัญที่ได้จัดเรียงมาและคำนึงเรื่องการใช้เครื่องจักรร่วมกันและข้อจำกัดต่าง ๆ หากต้องรอคอยการใช้เครื่องต้องคำนึงเรื่องระยะเวลาการรอคอยไม่ให้นานเกินระยะเวลาที่ได้ทำการศึกษาไว้ อาจต้องเริ่มการผลิตขั้นตอนก่อนหน้าให้ช้าลงเพื่อให้งานแล้วเสร็จใกล้เคียงกับระยะเวลาที่จะได้ใช้เครื่องจักรในขั้นถัดไป ควรเลือกรายการที่มีการตั้งค่าเครื่องจักรที่ใกล้เคียงกันมาผลิตต่อกัน เพื่อลดระยะเวลาการตั้งค่าเครื่อง เมื่อลงรายการตามเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตแล้ว จากนั้นตรวจสอบจำนวนพนักงานที่ต้องใช้ในแต่ละวัน และทำการขยับแผนการผลิตหากกำลังการผลิตต่อวันไม่เพียงพอ จากนั้นตรวจสอบระยะเวลาการผลิตรวมของแต่ละรายการ ทดลองสลับรูปแบบลำดับการผลิตรูปแบบอื่นเพื่อให้ได้ระยะเวลาการผลิตรวมของแต่ละรายการสั้นที่สุด
7. ติดตามกระบวนการผลิต โดยลงสำรวจสายการผลิตหรือสอบถามจากหัวหน้าฝ่ายผลิต ประเมินปริมาณงานที่อยู่ระหว่างการผลิต รับทราบปัญหาที่เกิดขึ้นที่ทำให้ไม่สามารถผลิตได้แล้วเสร็จตามแผน และประเมินผลกระทบของปัญหาต่อแผนการผลิตลำดับถัดไป พร้อมทั้งตัดสินใจว่าจะปรับเปลี่ยนแผนการผลิตหรือไม่ และจะปรับเปลี่ยนแผนการผลิตอย่างไร ติดตามปริมาณสินค้าคงคลังคงเหลือทุก ๆ สิ้นสัปดาห์ และคำสั่งซื้อแทรกหรือคำสั่งซื้อเร่งด่วน
8. ปรับแผนการผลิต ในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงจากที่ได้ประเมินไว้ โดยใช้ข้อมูลที่ได้รวบรวมไว้จากข้างต้นมาปรับแผนการผลิตใหม่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

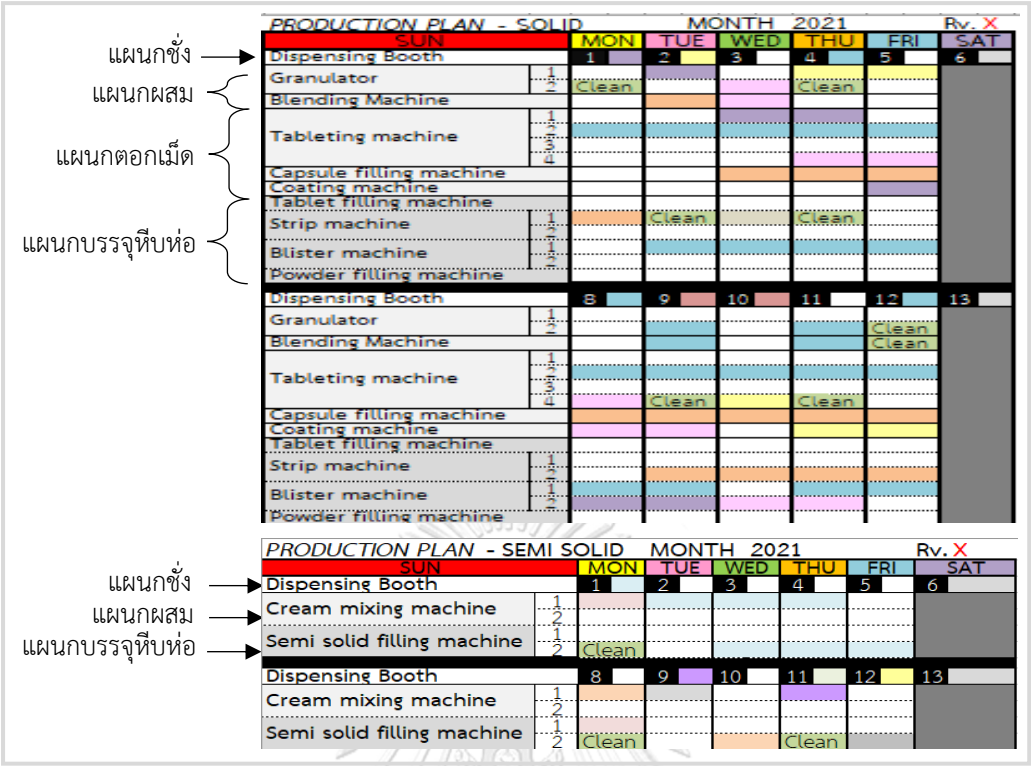


รูปที่ 1-7 ขั้นตอนการวางแผนการผลิตในปัจจุบัน

1.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวางแผนการผลิตและติดตามแผนการผลิต

การวางแผนการผลิตจะวางแผนการผลิตด้วยมือ (Manual) บนโปรแกรม Microsoft excel ไม่มีโปรแกรมสำหรับช่วยในการวางแผนการผลิตหรือการตัดสินใจ ตารางแผนการผลิตจะแยกเป็นตารางการผลิตรูปแบบของแข็ง ตารางการผลิตรูปแบบกึ่งแข็ง และตารางการผลิตรูปแบบเหลวตามสายการผลิต จัดทำเป็นตารางวันที่ตามปฏิทิน ในแต่ละวันจะแบ่งย่อยเป็นเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิต ระบุชื่อยา ขนาดบรรจุภัณฑ์ และเลขรุ่นการผลิต (รูปที่ 1-8)

ในการติดตามแผนการผลิตจะลงไปตรวจสอบหน้าสายการผลิตหรือสอบถามจากหัวหน้าฝ่ายผลิต ไม่มีโปรแกรมติดตามการผลิตหรือศูนย์กลางรวบรวมข้อมูลการผลิตที่ทำแล้วเสร็จในแต่ละวัน



รูปที่ 1-8 ตัวอย่างตารางการผลิตรายวันของสายการผลิตรูปแบบของแข็งและรูปแบบกึ่งแข็ง

1.2.3 ระยะเวลาในการวางแผนการผลิต ควบคุม ติดตาม และปรับแผนการผลิต

ระยะเวลาในการวางแผนการผลิตและลงตารางการผลิตประมาณ 2 วัน ประกอบด้วยระยะเวลาในการรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นต่อการวางแผนการผลิต เช่น ข้อมูลสินค้าคงคลัง ข้อมูลคำสั่งซื้อ และข้อมูลสถานะการผลิต ใช้เวลาประมาณ 1 วัน และนำข้อมูลที่ได้มาลงตารางการผลิต ใช้ระยะเวลาอีกประมาณ 1 วัน

ในการติดตามแผนผลิตจะลงไปตรวจสอบหน้าสายการผลิตสัปดาห์ละ 2 ครั้ง โดยดูปริมาณงานที่ทำแล้วเสร็จและปริมาณงานคงเหลือ ซึ่งใช้ระยะเวลาติดตามแผนครั้งละประมาณ 1 – 2 ชั่วโมง และนำข้อมูลที่ได้มาปรับตารางการผลิต ใช้ระยะเวลาประมาณ 2 – 4 ชั่วโมง ซึ่งจะต้องรีบจัดทำทันทีและกระจายแผนการผลิตใหม่ให้แต่ละฝ่ายทราบและดำเนินการตามแผนการผลิตปัจจุบัน

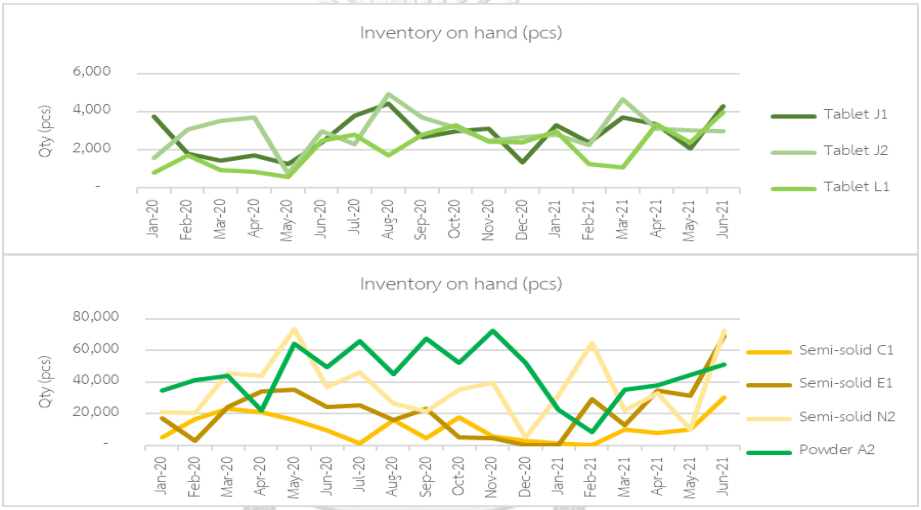
1.2.4 ข้อมูลสินค้าสำเร็จรูปคงคลัง

การตรวจสอบสินค้าคงคลังสามารถดูจำนวนสินค้าคงเหลือได้ที่ระบบคลังสินค้า ซึ่งจะมีการลงบันทึกข้อมูลทุก ๆ สิ้นวัน สามารถดูแนวโน้มการจ่ายสินค้าออกเพื่อประเมินปริมาณสินค้าคงเหลือในสัปดาห์ถัด ๆ ไป และสั่งผลิตเพิ่มหากปริมาณสินค้าลดลงอย่างรวดเร็วหรือชะลอการสั่งผลิตหาก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ปริมาณการขายสินค้าน้อยกว่าที่ประเมินไว้ เพื่อให้การสั่งผลิตสอดคล้องกับปริมาณสินค้าคงเหลือและความต้องการสินค้ามากที่สุด

กลุ่มที่ 1 ที่มีปริมาณการขายสูง จะเป็นกลุ่มที่ให้ความสนใจเป็นอันดับแรก เนื่องจากเป็นกลุ่มรายการยาที่ขายดี ไม่ควรให้เกิดสินค้าค้างส่ง แต่จากปริมาณสินค้าคงเหลือของกลุ่มที่ 1 จำนวน 7 รายการ ระหว่างเดือนมกราคม 2563 – มิถุนายน 2564 (รูปที่ 1-9) มีสินค้าขาดคงคลังและมีปริมาณสินค้าคงเหลือน้อยซึ่งมีความเสี่ยงที่จะเกิดสินค้าขาดคงคลัง โดยจากข้อมูลเดือนมกราคม – ธันวาคม 2564 มีสินค้าค้างส่งคิดเป็น 2 – 13 % ของจำนวนรายการสินค้าทั้งหมด หรือคิดเป็น 5 – 10% ของปริมาณการขายต่อเดือน ดังตารางที่ 1-3



รูปที่ 1-9 สินค้าคงคลังของสินค้ากลุ่มที่ 1 ในเดือน ม.ค. 2563 – มิ.ย. 2564

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 1-4 จำนวนรายการสินค้าค้างส่ง ในเดือน ม.ค. – ธ.ค. 2564

เดือน	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
รายการ	1	6	2	3	4	2	0	4	2	3	3	2

1.2.5 ประเด็นปัญหางานวิจัย

ปัญหาของการวางแผนการผลิตในปัจจุบันแบ่งออกเป็น 5 ประเด็น ได้แก่

1. การวางแผนการผลิตด้วยมือ กล่าวคือ ไม่มีโปรแกรมสำหรับช่วยในการวางแผนการผลิตหรือการตัดสินใจ เช่น การสั่งผลิต การจัดลำดับความสำคัญ และลำดับการผลิต

2. กระบวนการคิดและการตัดสินใจขึ้นอยู่กับผู้วางแผนผลิตเป็นหลัก ไม่มีหลักเกณฑ์ที่ระบุไว้ชัดเจน ทำให้หากเปลี่ยนผู้วางแผนการผลิตผลลัพธ์ที่ได้อาจแตกต่างกัน อีกทั้งการ

ประเมินปริมาณที่คาดว่าจะขายได้ภายในเดือนนั้น ๆ ไม่มีหลักเกณฑ์ในการประเมินที่แน่ชัด รวมทั้งไม่มีหลักเกณฑ์ในการคำนวณหรือวิธีคิดปริมาณที่ต้องสั่งผลิต

3. ขาดการรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นที่ใช้ในการวางแผนการผลิตและการตัดสินใจ กล่าวคือ ข้อมูลกระจายในหลายส่วน ข้อมูลไม่เป็นปัจจุบัน ไม่ได้มีการจัดเก็บข้อมูล หรือข้อมูลอยู่ในรูปที่นำมาประมวลผลได้ยาก ทำให้ต้องใช้ระยะเวลาในการรวบรวมข้อมูล เนื่องจากไม่มีศูนย์รวมข้อมูลที่สามารถติดตามสถานะการผลิตหรือแจ้งปัญหาที่เกิดขึ้น ส่งผลให้การปรับเปลี่ยนแผนการผลิตแต่ละครั้งล่าช้า

4. การวางแผนการผลิตในปัจจุบันมีพบสินค้าขาดคงคลัง 2 – 13 % ของจำนวนรายการสินค้าทั้งหมด คิดเป็น 5 - 10% ของปริมาณการขายต่อเดือนทำให้ เสียโอกาสในการขายสินค้า มีค่าปรับจากการส่งสินค้าล่าช้า และต้องแทรกผลิตสินค้าที่ค้างส่งทำให้ต้องหยุดหรือชะลอการผลิตสินค้ารายการอื่น

5. การปรับแผนการผลิตใหม่ในขณะที่มีการดำเนินการผลิตไปแล้วนั้น จะมีความซับซ้อนมากกว่าการวางแผนการผลิตในครั้งแรก เนื่องจากจะต้องคำนึงถึงระยะเวลาการผลิตในแต่ละขั้นตอน ระยะเวลาการรอคอยเครื่องจักร หรือกำลังการผลิตคงเหลือในขณะนั้น ทำให้การปรับเปลี่ยนแผนการผลิตหรือตารางการผลิตมีความล่าช้า ส่งผลให้การผลิตชะงักและกระทบกับฝ่ายอื่นที่ได้วางแผนการทำงานไว้แล้ว

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการวางระบบการวางแผนการผลิตของโรงงานผลิตยา เพื่อให้สามารถกำหนดแผนการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ คือ มีสินค้าคงคลังที่เพียงพอต่อความต้องการและไม่มากเกินไป รวมถึงจัดทำเครื่องมือเพื่อช่วยในการวางแผนการผลิต การตัดสินใจ และการรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นต่อการวางแผนการผลิต เพื่อให้ใช้ระยะเวลาในการวางแผนการผลิตสั้นลง และให้บุคลากรอื่นที่ผ่านการอบรมสามารถปฏิบัติงานแทนได้ โดยได้ผลลัพธ์ที่ใกล้เคียงกัน

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อออกแบบระบบการวางแผนการผลิตโรงงานผลิตยา ให้สามารถผลิตสินค้าได้เพียงพอต่อความต้องการของลูกค้า และสามารถปรับเปลี่ยนแผนการผลิตให้เป็นตามข้อมูลปัจจุบัน

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1. ข้อมูลที่ใช้ในการวางแผนการผลิตเป็นข้อมูลจากโรงงานผลิตยาที่ทำการศึกษา เป็นรายการยาผลิตเพื่อรอจำหน่าย จำนวน 32 รายการ แบ่งย่อยเป็น 47 SKU คิดเป็น 80% ของปริมาณความต้องการสินค้า
2. การวางแผนการผลิตจะจัดทำภายใต้กระบวนการผลิต เครื่องจักร และกำลังการผลิตที่มีในปัจจุบัน และมีปริมาณวัตถุดิบและบรรจุภัณฑ์เพียงพอและพร้อมต่อการผลิต
3. การวางแผนการผลิตสำหรับการผลิตสินค้ารายการและขนาดบรรจุภัณฑ์เดียวกันต่อ 1 รุ่นการผลิต ไม่รวมการผลิตสินค้ามากกว่า 2 ขนาดบรรจุใน 1 รุ่นการผลิต
4. กระบวนการผลิตในแต่ละขั้นตอนของแต่ละรายการจะจำเพาะกับเครื่องจักรและควบคุมลำดับการผลิตในแต่ละขั้นตอนตามที่ได้ศึกษาไว้และแจ้งไว้แก่ทาง อย. จึงใช้สมมติฐานว่า ขั้นตอนการผลิตและเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตแต่ละรายการได้ถูกกำหนดไว้แล้ว (fixed machine and fixed route)
5. การพยากรณ์ปริมาณการขายในแต่ละเดือน จะใช้ข้อมูลปริมาณการขายในอดีตมาอ้างอิง โดยใช้สมมุติฐานว่าปริมาณการขายในแต่ละเดือนมีปริมาณการขายใกล้เคียงกับในอดีต เนื่องจากเป็นสินค้าผลิตเพื่อรอจำหน่ายและมีขนาดรุ่นการผลิตมีขนาดใหญ่สามารถรองรับปริมาณการขายในอนาคตได้
6. การออกแบบระบบการวางแผนการผลิต ประกอบด้วย
   1.) การทำงานของระบบการวางแผนการผลิต

   สร้างแผนการผลิต (Production plan) โดยแยกแต่ละสายการผลิต ได้แก่ สายการผลิตรูปแบบของแข็ง สายการผลิตรูปแบบเหลว และสายการผลิตรูปแบบกึ่งแข็ง ซึ่งแต่ละแผนการผลิตจะแสดงรายการและปริมาณสินค้าที่สั่งผลิต เครื่องจักร และระยะเวลาที่ใช้ในการผลิต วันที่เริ่มผลิตและผลิตแล้วเสร็จ และระยะเวลาการผลิตรวมของแต่ละรายการ พร้อมแผนภูมิแกนต์ (Gantt chart)

   2.) ฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการวางแผนการผลิต

      2.1) ข้อมูลพื้นฐาน เป็นข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลน้อยหรือไม่มีการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล ได้แก่ ข้อมูลด้านผลิตภัณฑ์และนโยบายการผลิต และข้อมูลด้านกระบวนการผลิต

      2.2) ข้อมูลนำเข้า เป็นข้อมูลที่ต้องลงบันทึกข้อมูลเข้าระบบอย่างสม่ำเสมอ ได้แก่ ข้อมูลสินค้าคงเหลือ ข้อมูลปริมาณการผลิต และข้อมูลสินค้าค้างส่ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.) แบบแผนการคิดและเกณฑ์การตัดสินใจ

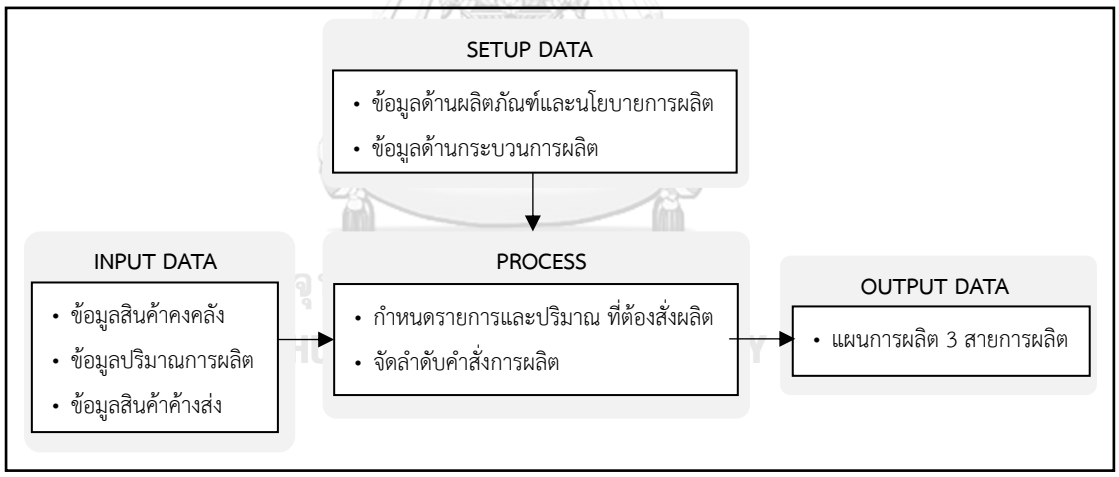
3.1) การกำหนดนโยบายการผลิตโดยใช้ทฤษฎีการกำหนดนโยบายพัสดุคงคลังเพื่อกำหนดระดับคงคลังเป้าหมาย รอบการสั่งผลิต และปริมาณสั่งผลิต

3.2) แบบแผนกระบวนการคิดและเกณฑ์การตัดสินใจในการสั่งผลิตและปริมาณการสั่งผลิตจากนโยบายการผลิตที่กำหนดขึ้นและข้อมูลนำเข้า

3.3) แบบแผนกระบวนการคิดและเกณฑ์การตัดสินใจในการจัดลำดับการผลิตจากความเร่งด่วนของความต้องการสินค้าและสูตรการผลิตเพื่อให้มีระยะเวลาการทำความสะอาด การตั้งเครื่อง และการรอคอยที่สั้น

4.) เครื่องมือที่ช่วยในการวางแผนการผลิต

เครื่องมือที่ช่วยในการคำนวณสินค้าคงคลังที่คาดว่าจะคงเหลือ การกำหนดรายการและปริมาณที่ต้องสั่งผลิต การจัดลำดับความสำคัญของคำสั่งผลิต เรียงลำดับคำสั่งผลิต และช่วยลงแผนการผลิตของแต่ละรายการในแต่ละเครื่องจักร โดยใช้ข้อมูลพื้นฐานและข้อมูลนำเข้า (รูปที่ 1-10)



รูปที่ 1-10 โครงสร้างการทำงานของระบบการวางแผนการผลิต

7. ข้อมูลปริมาณการขายที่ใช้ในการศึกษา

รวบรวมข้อมูลปริมาณการขายของแต่ละรายการสินค้าที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ สินค้าผลิตเพื่อรอจำหน่าย จำนวน 47 SKU จากแผนกบัญชีขาย โดยจัดเก็บเป็นข้อมูลรายสัปดาห์ รายเดือน และรายไตรมาส ข้อมูลปริมาณการขายที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วย 2 ชุดข้อมูล ได้แก่

ชุดที่ 1 ข้อมูลในเดือนมกราคม 2563 ถึงเดือนมิถุนายน 2564 จำนวน 18 เดือน ใช้สำหรับวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อกำหนดนโยบายการผลิต

ชุดที่ 2 ข้อมูลในเดือนกรกฎาคม 2564 ถึงเดือนมีนาคม 2565 จำนวน 9 เดือน ใช้สำหรับทดสอบระบบการวางแผนการผลิตที่สร้างขึ้น

8. การทดสอบผลการวางแผนการผลิต ทำการสั่งผลิตโดยใช้ระบบการวางแผนการผลิตที่สร้างขึ้น โดยใช้ข้อมูลปริมาณการขายที่เกิดขึ้นจริง จำนวน 9 เดือน จากข้อมูลชุดที่ 2 จากนั้นตรวจสอบจำนวนครั้งและปริมาณสินค้าค้างส่ง ปริมาณคำสั่งผลิต และค่าเฉลี่ยสินค้าคงคลังในแต่ละเดือน โดยการคำนวณผ่าน Microsoft Excel และเปรียบเทียบผลที่ได้จากการวางแผนการผลิตด้วยระบบที่สร้างขึ้นและการวางแผนในปัจจุบัน
9. ตัวชี้วัดด้านคุณภาพของแผนการผลิต คือ ค่าเฉลี่ยระดับการให้บริการ ปริมาณคำสั่งผลิต และมูลค่าสินค้าคงคลังเฉลี่ย
10. การวิจัยนี้วัดความสำเร็จจาก
    1.) การปรับเปลี่ยนการทำงานในแต่ละขั้นตอนจากการทำงานด้วยมือ (Manual) เป็นระบบอัตโนมัติ (Automatic)
    2.) ผลต่างของค่าเฉลี่ยระดับการให้บริการตามรอบการสั่งผลิต (Cycle service level) และอัตราการเติมเต็มสินค้า (Fill rate) โดยเปรียบเทียบก่อนและหลังการใช้ระบบการวางแผนการผลิต
    3.) ผลต่างของปริมาณคำสั่งผลิตและมูลค่าสินค้าคงคลังเฉลี่ย โดยเปรียบเทียบก่อนและหลังการใช้ระบบการวางแผนการผลิต

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

ระบบการวางแผนการผลิตและกระบวนการตัดสินใจในการวางแผนการผลิตที่มีสินค้าเพียงพอต่อความต้องการของลูกค้า และสามารถปรับเปลี่ยนแผนการผลิตให้เป็นตามข้อมูลปัจจุบัน

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ลดขั้นตอนการทำงานด้วยมือ ใช้ระบบในการคิดและการตัดสินใจ
2. ปริมาณสินค้าค้างส่งลดลงหรือไม่มีสินค้าค้างส่ง
3. ระดับสินค้าคงคลังอยู่ในเกณฑ์เหมาะสม
4. สามารถปรับเปลี่ยนแผนการผลิตให้เป็นตามข้อมูลปัจจุบัน

5. สามารถได้แผนการผลิตหรือผลลัพธ์จากการวางแผนการผลิตที่ไม่แตกต่างกันแม้เปลี่ยนผู้วางแผนการผลิต

1.7 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาและวิเคราะห์กระบวนการวางแผนการผลิตในปัจจุบัน
    1.) ศึกษากระบวนการวางแผนในปัจจุบันและข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการผลิต เพื่อให้ทราบถึงขั้นตอนการวางแผน ขั้นตอนและกระบวนการผลิต ข้อจำกัดต่าง ๆ และทรัพยากรที่เกี่ยวข้องกับการผลิต
    2.) วิเคราะห์กระบวนการวางแผนในปัจจุบันและข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการผลิต เพื่อให้ทราบถึงจุดอ่อนของขั้นตอนการวางแผนในปัจจุบัน สาเหตุและปัญหาที่เกิดจากการวางแผนในปัจจุบัน
2. ศึกษาผลงานวิจัย บทความ และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
    1.) ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวางแผนการผลิต การจัดตารางงาน และหลักการจ่ายงาน เพื่อให้ทราบถึงแนวคิดพื้นฐานในการวางแผนการผลิต
    2.) ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตยา เพื่อให้ทราบถึงขั้นตอนและกระบวนการผลิต
    3.) ศึกษาบทความและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวางแผนการผลิต การจัดตารางงานและการจ่ายงานในอุตสาหกรรมยาและอุตสาหกรรมต่าง ๆ เพื่อให้ทราบถึงแนวทางการประยุกต์และการนำองค์ความรู้การวางแผนการผลิตมาใช้และทราบถึงปัญหาและข้อจำกัดที่เกิดขึ้นในลักษณะต่าง ๆ
3. สร้างแนวคิดในการปรับปรุงกระบวนการวางแผนการผลิต
    1.) กำหนดแนวคิดในการสร้างแบบแผนกระบวนการคิดและเกณฑ์การตัดสินใจในการสั่งผลิตและช่วงเวลาในการผลิตให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาด โดยใช้นโยบายพัสดุคงคลัง เพื่อให้ทราบถึงรายการและจำนวนสินค้าที่ต้องสั่งผลิต
    2.) กำหนดแนวคิดในการสร้างแบบแผนกระบวนการคิดและเกณฑ์การตัดสินใจในการจัดลำดับการผลิต โดยใช้หลักการจ่ายงาน เพื่อให้ทราบลำดับความสำคัญหรือความเร่งด่วนของสินค้า
4. ปรับปรุงกระบวนการวางแผนการผลิต

1.) ออกแบบโครงสร้างระบบการวางแผนการผลิต โดยใช้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการวางแผนการผลิต การคำนวณและการประมวลผลที่ได้จากข้อมูลนำเข้า และการแสดงผลลัพธ์หรือข้อมูลที่ต้องการ เพื่อให้ได้ภาพรวมของระบบการวางแผนการผลิต

2.) สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวางแผนการผลิตและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง โดยใช้โปรแกรม Microsoft excel เพื่อให้ได้ระบบการวางแผนการผลิตที่ช่วยลดระยะเวลาการวางแผนการผลิต ช่วยติดตามการผลิตเพื่อให้สามารถปรับเปลี่ยนแผนการผลิตได้ทันทีเมื่อได้รับข้อมูลนำเข้า

3.) ทดสอบผลการดำเนินการ โดยใช้การจำลองสถานการณ์ที่สร้างจากโปรแกรม Microsoft excel เพื่อทราบผลการดำเนินงานจากการใช้ระบบการวางแผนการผลิตที่สร้างขึ้น และเปรียบเทียบผลการดำเนินงานที่ได้กับผลการดำเนินงานที่ได้จากการวางแผนการผลิตในปัจจุบัน

4.) การปรับเปลี่ยนการทำงานในแต่ละขั้นตอนจากการทำงานด้วยมือ (Manual) เป็นระบบอัตโนมัติ (Automatic)

5. สรุปงานวิจัย อภิปราย ข้อเสนอแนะ ข้อจำกัดต่าง ๆ และจัดทำรายงานการวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบการผลิต

ระบบการผลิต (Production system) หมายถึง กระบวนการที่ทำให้เกิดการสร้างสิ่งหนึ่งขึ้นมาจากองค์ประกอบต่าง ๆ หรือปัจจัยการผลิตที่เกี่ยวข้องมาดำเนินการผลิตตามลำดับขั้นตอนก่อนหลัง เพื่อแปลงสภาพวัตถุดิบที่มีอยู่ให้ได้ผลผลิตที่อยู่ในรูปแบบที่ต้องการ จึงจำเป็นต้องมีการจัดการให้อยู่ในรูปของระบบการผลิต ซึ่งประกอบด้วย 3 ส่วนสำคัญ คือ ส่วนแรกปัจจัยการผลิต (Input) ได้แก่ คน (Man) วัตถุดิบ (Materials) เครื่องจักร (Machines) พลังงาน (Energy) เงิน (Money) และข่าวสารข้อมูล (Information) ส่วนที่ 2 กระบวนการผลิตหรือแปลงสภาพ (Process) เป็นกระบวนการที่นำปัจจัยการผลิตมาแปลงสภาพเพื่อให้ได้สินค้าหรือบริการที่ได้กำหนดไว้ และส่วนสุดท้าย ผลผลิต (Output) ได้แก่ ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป (Products) ซึ่งผลผลิตจะออกมาในรูปสินค้าหรือบริการ

การผลิตที่มีประสิทธิภาพนั้นต้องมีการวางแผนและควบคุมการผลิต โดยคำนึงถึงปัจจัยด้านปริมาณ คุณภาพ เวลา และราคา ซึ่งทั้งหมดนี้จะต้องนำมารวมไว้ในระบบการผลิต กิจกรรมต่าง ๆ ที่อยู่ในระบบการผลิตนั้นสามารถจำแนกได้เป็น 3 ขั้นตอน คือ การวางแผน (Planning) การดำเนินงาน (Operation) และการควบคุม (Control)

2.1.1 ประเภทของการผลิต

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ในกรณีที่แบ่งประเภทของการผลิตตามลักษณะเฉพาะของผลิตภัณฑ์ สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่

การผลิตเพื่อรอจำหน่าย (Make to stock; MTS) เป็นการผลิตสินค้าเพื่อเก็บเข้าคลังสินค้า สินค้าจะมีคุณลักษณะเป็นมาตรฐานเดียวกันตามความต้องการของกลุ่มลูกค้าเป้าหมายส่วนใหญ่ การจัดเตรียมวัตถุดิบและกระบวนการผลิตสามารถจัดเตรียมได้ล่วงหน้า ทำการผลิตสินค้าและเก็บสินค้าไว้ล่วงหน้าก่อนได้รับคำสั่งซื้อจากลูกค้า เน้นการส่งมอบสินค้าให้ลูกค้าได้ทันทีต่อค วามต้องการ ซึ่งการผลิตรูปแบบนี้ต้องทำการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าร่วมกับการสำรวจความต้องการของตลาด เพื่อให้มีสินค้าคงคลังใกล้เคียงต่อความต้องการ ไม่มากหรือน้อยเกินไป นิยมใช้ในอุตสาหกรรมที่มีความหลากหลายของประเภทสินค้าน้อย

การผลิตตามคำสั่งซื้อของลูกค้า (Make to order; MTO) เป็นการผลิตสินค้าตามคำสั่งซื้อของลูกค้า โดยจะเริ่มสั่งผลิตเมื่อได้รับคำสั่งซื้อและคุณลักษณะตามความต้องการของลูกค้า การจัดเตรียมวัตถุดิบและกระบวนการผลิตยากต่อการคาดการณ์ไว้ล่วงหน้า นิยมใช้ในอุตสาหกรรมที่มีความหลากหลายของประเภทสินค้า สินค้าที่มีลักษณะเฉพาะ หรือสินค้าราคาสูง

การประกอบตามสั่ง (Assembly to order; ATO) เป็นการผลิตชิ้นส่วนพื้นฐานหรือมาตรฐานเป็นคงคลังไว้ โดยชิ้นส่วนนี้สามารถนำมาประกอบเป็นสินค้าได้หลายประเภท และเมื่อได้รับคำสั่งซื้อจากลูกค้าจะนำชิ้นส่วนพื้นฐานนั้นมาประกอบขั้นสุดท้ายตามลักษณะที่ลูกค้าต้องการ

ในกรณีที่แบ่งประเภทของการผลิตตามลักษณะของระบบการผลิตและปริมาณการผลิต สามารถแบ่งออกได้เป็น 5 ประเภท ได้แก่

การผลิตแบบโครงการ (Project manufacturing) เป็นการผลิตผลิตภัณฑ์ขนาดใหญ่ ราคาแพง มีลักษณะเฉพาะตามความต้องการของลูกค้าเฉพาะราย ปริมาณการผลิตต่อครั้งจำนวนน้อยหรือผลิตจำนวนครั้งละ 1 ชิ้น และใช้ระยะเวลานานในการผลิตต่อครั้ง เช่น การสร้างเขื่อน การสร้างบ้านจัดสรร เป็นต้น

การผลิตแบบไม่ต่อเนื่อง (Job shop หรือ Intermitted production) เป็นการผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะหลากหลายตามความต้องการของลูกค้า โดยมีปริมาณการผลิตต่อครั้งเป็นรุ่นการผลิต เปลี่ยนผลิตภัณฑ์ในการผลิตบ่อยครั้ง ผลิตภัณฑ์ที่ได้ไม่ค่อยมีมาตรฐานมากนัก เครื่องจักรและอุปกรณ์ต่าง ๆ จะจัดเรียงตามกลุ่มหมวดหมู่การผลิต ตามส่วนต่าง ๆ ของผังโรงงานให้กระบวนการผลิตดำเนินการตามขั้นตอนการผลิตที่ได้กำหนดไว้ จะดำเนินการผลิตสินค้าชนิดหนึ่งจนได้จำนวนที่ต้องการแล้วจึงเปลี่ยนไปผลิตผลิตภัณฑ์ชนิดอื่นโดยใช้เครื่องจักรชุดเดิม

การผลิตแบบกลุ่ม (Batch production) เป็นการผลิตที่คล้ายกับการผลิตแบบไม่ต่อเนื่องมาก จนบางครั้งจัดเป็นการผลิตประเภทเดียวกัน แต่แตกต่างกันในส่วนการผลิตแบบกลุ่มจะมีมาตรฐานเดียวกันทั้งกลุ่ม ในส่วนเครื่องจักรและอุปกรณ์จะจัดเรียงเหมือนการผลิตแบบไม่ต่อเนื่อง คือ จัดเรียงตามลำดับขั้นตอนการผลิตเป็นสถานีแล้วงานจะไหลผ่านไปตามแต่ละสถานีการผลิต

การผลิตแบบไหลผ่าน หรือการผลิตตามสายการประกอบ หรือการผลิตแบบซ้ำ (Line flow หรือ Assembly หรือ Repetitive production) เป็นการผลิตผลิตภัณฑ์ที่เหมือนกันในปริมาณมาก มีเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่จำเพาะสำหรับแต่ละผลิตภัณฑ์ ไม่ใช้เครื่องจักรในการผลิตร่วมกันเพื่อให้สามารถผลิตผลิตภัณฑ์แต่ละรายการได้อย่างรวดเร็วและปริมาณมาก ในช่วงเวลาเดียวกัน

การผลิตแบบต่อเนื่อง (Continuous process หรือ Continuous flow production) เป็นการผลิตผลิตภัณฑ์ชนิดเดียวกันในปริมาณมากอย่างต่อเนื่องโดยใช้เครื่องจักรที่จำเพาะ มักใช้ในการผลิตหรือแปรรูปทรัพยากรธรรมชาติเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตขั้นตอนต่อไป

2.1.2 การจัดเรียงเครื่องจักร

การจัดเรียงเครื่องจักร (Machine routing) สามารถจัดเรียงได้หลายรูปแบบ ขึ้นอยู่กับกระบวนการผลิต หรือลำดับขั้นตอนการผลิต ดังตัวอย่างรูปแบบการจัดเรียงเครื่องจักร

1.) เครื่องจักรเดี่ยว (Single machine) ประกอบด้วย เครื่องจักรเพียงเครื่องเดียวในขั้นตอนหรือสถานีนั้น ๆ
2.) เครื่องจักรขนาน (Parallel machines) ประกอบด้วย เครื่องจักร จำนวน m เครื่อง ที่มีลักษณะหรือคุณสมบัติเหมือนกัน ทำงานขนานกันหลายเครื่อง ในขั้นตอนหรือสถานีเดียวกัน
3.) เครื่องจักรที่ไม่สัมพันธ์กัน (Unrelated machine in parallel) ประกอบด้วย เครื่องจักร จำนวน m เครื่อง ที่มีลักษณะหรือคุณสมบัติที่ต่างกัน ความเร็วในการทำงานต่างกัน แต่ทำงานขนานกันหลายเครื่อง ในขั้นตอนหรือสถานีเดียวกัน

2.2 การวางแผนการผลิต

การวางแผนการผลิต หมายถึง การจัดวางแผนกิจกรรมทั้งหมดและทรัพยากรที่ใช้ เช่น แรงงาน เครื่องมือ เครื่องจักร วัตถุดิบ และวัสดุต่าง ๆ ที่ใช้ในกระบวนการผลิต เพื่อให้สามารถดำเนินการผลิตสินค้าหรือบริการได้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับเป้าหมายขององค์กรอย่างเป็นระบบ [5, 6]

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.2.1 ระดับการวางแผนการผลิต

ในการวางแผนการผลิต สามารถแบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ แผนการผลิตรวม (Aggregate production planning) หรือบางครั้งจะเรียกว่า แผนการผลิต (Production planning) เป็นกระบวนการวางแผนเกี่ยวกับการจัดหาทรัพยากรที่เกี่ยวข้องกับการผลิต เช่น พนักงาน เครื่องจักร อุปกรณ์ และสินค้าคงคลัง เพื่อให้สามารถตอบสนองความต้องการของตลาดได้ ในช่วงระยะเวลา 6 - 18 เดือน เป็นการแปลงแผนธุรกิจหรือแผนกลยุทธ์ของบริษัทและแผนกำลังการผลิตรายปีไปสู่แผนด้านผลผลิต แผนด้านแรงงาน และแผนด้านสินค้าคงคลัง แผนการผลิตรวมจะมองในระดับภาพรวมของกลุ่มผลิตภัณฑ์หรือภาพรวมของการผลิตทั้งหมด

แผนการผลิตรายเดือนหรือรายสัปดาห์ หรือ ตารางการผลิตหลัก (Master production schedule; MPS) แสดงรายการสินค้าและปริมาณที่ต้องผลิต ระยะเวลาที่ต้องผลิตสินค้าแล้วเสร็จ โดยพิจารณาถึงปริมาณและเวลาการส่งมอบสินค้า พร้อมทั้งสินค้าคงคลังที่มีอยู่ (On hand inventory) หรือสินค้าคงคลังที่พร้อมจะให้สัญญาได้ (Available to promise inventory) ซึ่งคือสินค้าคงคลังที่พร้อมส่งมอบให้ลูกค้า โดยฝ่ายการตลาดสามารถนำข้อมูลไปใช้ในการกำหนดวันส่งมอบสินค้าให้แก่ลูกค้า หรือประมาณการสินค้าคงคลัง (Projected on hand) ที่เป็นการคาดการณ์ระดับสินค้าคงคลังที่คาดว่าจะคงเหลือ ณ ช่วงเวลาต่าง ๆ เมื่อจัดทำตารางการผลิตหลักแล้ว จะนำตารางการผลิตหลักไปจัดทำแผนความต้องการวัสดุ (Material Requirement Planning; MRP) ซึ่งจะแสดงถึงรายการ จำนวน และวันที่ต้องการวัตถุดิบและวัสดุ เพื่อให้วัตถุดิบและวัสดุที่ใช้ในการผลิตมีพร้อมใช้งานในเวลาที่ต้องการ ให้สามารถผลิตสินค้าได้เสร็จตามตารางเวลาที่กำหนด

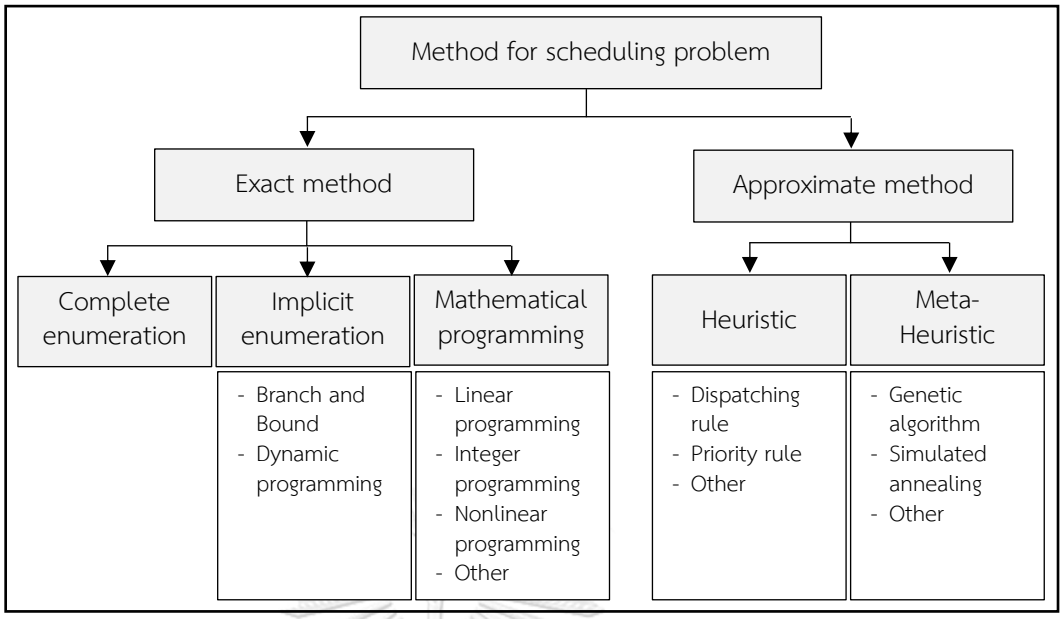
แผนการผลิตรายวัน หรือตารางการผลิต (Detail scheduling) เป็นการกำหนดกิจกรรมที่ต้องทำในช่วงเวลาต่าง ๆ ในแต่ละวัน เครื่องมือเครื่องจักรชนิดใด แผนกใดเป็นผู้ดำเนินการผลิต ระยะเวลาการผลิตตั้งแต่เวลาใดถึงเวลาใด เป็นต้น

2.2.2 การจัดตารางการผลิต

การจัดตารางการผลิต (Scheduling) หมายถึง การจัดสรรทรัพยากร (Resource) ที่มีอยู่อย่างจำกัด ให้กับงานที่กำหนดให้จำนวนหนึ่ง ภายใต้ระยะเวลาที่กำหนดให้ เพื่อให้องค์กรสามารถบรรลุถึงเป้าหมาย (Goal) หรือวัตถุประสงค์ (Objective) ที่กำหนดไว้ โดยกระบวนการจัดตารางการผลิตนั้นประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก คือ การจัดสรรทรัพยากร (Resource allocation) และการจัดลำดับงาน (Sequencing) ให้เหมาะสมสำหรับการป้อนให้เครื่องจักร การจัดตารางการผลิตมีวัตถุประสงค์เพื่อลดการว่างงานของหน่วยงาน ลดการสะสมของงานในระหว่างงานต่อหน่วยงาน (In process inventory) และลดจำนวนงานที่เสร็จช้ากว่ากำหนด [7]

2.2.3 วิธีการหาคำตอบในการจัดตารางการผลิต

การแบ่งวิธีการหาคำตอบในการจัดตารางการผลิตโดยใช้ขนาดและลักษณะของปัญหาเป็นเกณฑ์ สามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ วิธีการที่ได้คำตอบที่ดีที่สุด (Extract Method) และวิธีการหาคำตอบแบบประมาณ (Approximate Method) (รูปที่ 2-1)



รูปที่ 2-1 แผนผังวิธีการหาคำตอบสำหรับการแก้ปัญหาในการจัดตารางการผลิต

1.) การหาคำตอบที่ดีที่สุด (Extract method) เป็นวิธีที่ได้คำตอบที่มีประสิทธิภาพเหมาะกับการใช้แก้ปัญหาที่มีขนาดเล็ก ในการแก้ปัญหาที่มีขนาดใหญ่จะใช้ระยะเวลานานในการคำนวณคำตอบ สามารถจำแนกได้เป็น 3 ประเภท ดังนี้

1.1) การแจงนับบริบูรณ์ (Complete enumeration) เป็นการค้นหาจากคำตอบที่เป็นไปได้ทั้งหมด ซึ่งวิธีนี้ไม่เหมาะสำหรับข้อมูลขนาดใหญ่

1.2) การแจงนับโดยนัย (Implicit enumeration) เป็นการค้นหาคำตอบโดยการตัดทอนคำตอบที่ไม่มีโอกาสที่จะเป็นคำตอบที่ดีที่สุดจากจำนวนที่เป็นไปได้ทั้งหมด ตัวอย่างเช่น

a. กำหนดการพลวัต (Dynamic Programming) เป็นเทคนิคสำหรับใช้ในการแก้ปัญหาในแต่ละขั้นตอนที่ต่อเนื่องกันและสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ในแต่ละขั้นตอนหรือปัญหาย่อย เพื่อให้ได้คำตอบที่เป็นไปได้ที่ดีที่สุดต่อปัญหาทั้งหมด

b. การแตกกิ่งและจำกัดเขต (Branch and Bound) ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน คือ การแตกกิ่ง (Branching) เป็นการแบ่งปัญหาขนาดใหญ่ ออกเป็นปัญหาย่อย ๆ และการจำกัดเขต (Bounding) เป็นการคำนวณขอบเขตล่าง (Lower bound) ของคำตอบที่ดีที่สุดของปัญหาย่อยนั้น

Chulalongkorn University

1.3) กำหนดการเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Programming) เป็นการจำลองปัญหาด้วยโมเดลทางคณิตศาสตร์และหาคำตอบโดยการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยกำหนดเซตของตัวแปรการตัดสินใจ (Decision variable) ฟังก์ชันเป้าหมาย (Objective function) เงื่อนไขที่เกี่ยวข้อง (Constraints) และขอบเขตของตัวแปร (Bounds on variables) ตัวอย่างเช่น

a. กำหนดการเชิงเส้น (Linear Programming) ใช้ในกรณีตัวแปรมีความสัมพันธ์กันในสมการเส้นตรง

b. กำหนดการจำนวนเต็ม (Integer Programming) ใช้ในกรณีตัวแปรเป็นจำนวนเต็มที่ไม่เป็นค่าติดลบ

c. กำหนดการไม่เชิงเส้น (Nonlinear Programming) ใช้ในกรณีตัวแปรมีความสัมพันธ์กันในลักษณะที่ไม่เป็นเส้นตรง

2.) การหาคำตอบแบบประมาณ (Approximate method) เป็นวิธีที่ได้คำตอบที่ยอมรับได้ ซึ่งอาจจะไม่ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด ใช้ระยะเวลาสั้นในการค้นหาคำตอบ สามารถจำแนกได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

2.1) วิธีการสุ่มอย่างมีเหตุผล (Heuristic Approach) เป็นการนำหลักเกณฑ์ต่าง ๆ มาใช้ในการหาคำตอบ โดยไม่ได้ใช้การคำนวณมากนัก ใช้เวลาในการแก้ปัญหาไม่นานมาก สามารถใช้แก้ปัญหาที่มีลักษณะเฉพาะเท่านั้น ซึ่งจะถูกนำมาใช้ในการให้ลำดับความสำคัญในการทำงานก่อน-หลังในการเข้าแถวคอยเพื่อรอเข้าทำงานบนเครื่องจักร (ทรัพยากร) เดียวกัน งานที่เหมาะสมจะลดความแออัดของระบบ หลักเกณฑ์พื้นฐานของวิธีการสุ่มอย่างมีเหตุผลที่นิยมใช้ในปัจจุบัน ได้แก่

a. EDD (Earliest Due Date) ทำงานที่มีระยะเวลาส่งมอบสั้นที่สุดก่อน

b. FCFS (First Come First Served) ทำงานที่มาถึงแถวคอยก่อน

c. MST (Minimum Slack Time) ทำงานที่มีเวลาหย่อน (Slack time) น้อยที่สุดก่อน

d. WINQ (Work in Next Queue) ทำงานที่มีการทำงานในลำดับถัดไปเป็นเครื่องจักรที่มีภาระงานในขณะนั้นน้อยที่สุด

e. SPT (Shortest Processing Time) ทำงานที่มีระยะเวลาในการดำเนินงานบนเครื่องจักรนั้นสั้นที่สุดก่อน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

f. STPT (Shortest Total Processing Time) ทำงานที่ใช้ระยะเวลาการทำงานรวมทั้งหมดน้อยที่สุดก่อน

g. LPT (Longest Processing Time) ทำงานที่มีระยะเวลาในการดำเนินงานบนเครื่องจักรนั้นมากที่สุดก่อน

h. LWKR (Least Work Remaining) ทำงานที่มีระยะเวลาดำเนินงานบนเครื่องจักรนั้นเหลือน้อยที่สุดก่อน

i. MWKR (Most Work Remaining) ทำงานที่มีระยะเวลาดำเนินงานบนเครื่องจักรนั้นเหลือมากที่สุดก่อน

j. MOPNR (Most Operation Remaining) ทำงานที่มีจำนวนการดำเนินงานที่เหลืออยู่มากที่สุดก่อน

2.2) เมตาฮิวริสติก (Meta-Heuristic) เป็นวิธีที่พัฒนามาจากวิธีฮิวริสติกเพื่อให้มีประสิทธิภาพในการหาคำตอบที่ดีขึ้น ใช้ในการหาคำตอบได้กว้างกว่า แต่จะมีขั้นตอนการทำงานซับซ้อนมากกว่า อีกทั้งยังสามารถนำหลักการของวิธีการที่ได้ไปประยุกต์ใช้กับปัญหาชนิดอื่นได้ ตัวอย่างเช่น การจำลองการอบเหนียว (Simulated Annealing; SA) วิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm; GA) และวิธีอาณานิคมมด (Ant Colony Optimization; ACO) เป็นต้น

2.2.4 การปรับแผนการผลิต

ในการผลิตจริงแม้จะดำเนินการผลิตตามแผนการผลิตที่วางไว้ แต่อาจมีความจำเป็นต้องปรับแผนการผลิต ด้วยเหตุผลเบื้องต้น 2 ประการ คือ ความต้องการที่เกิดขึ้นจริงคลาดเคลื่อนไปจากความต้องการที่ได้พยากรณ์ไว้ เนื่องจากการพยากรณ์มีการรวมค่าที่ไม่แน่นอนไปในการคำนวณด้วย หรือประการที่ 2 ปริมาณการผลิตที่ได้คลาดเคลื่อนไปจากปริมาณการผลิตที่วางแผนไว้ ทั้งในปริมาณมากกว่าหรือน้อยกว่าแผนการผลิต หรืออาจเกิดจาก 2 ประการพร้อมกันในทิศทางเดียวกัน จึงต้องมีการปรับแผนการผลิตให้สอดคล้องกับปัจจุบันมากที่สุด

2.3 การกำหนดนโยบายพัสดุคงคลัง

พัสดุคงคลัง (Inventory) คือ วัสดุทุก ๆ รายการที่บริษัทถือครองไว้เพื่อรองรับการดำเนินธุรกิจเพื่อการผลิตหรือการจำหน่าย การมีพัสดุคงคลังมากเกินไปจะทำให้ต้นทุนจมไปกับการเก็บและการ

ดูแลพัสดุคงคลัง แต่หากมีน้อยไปอาจทำให้ธุรกิจชะงักหรือเสียหายได้ ดังนั้นการควบคุมพัสดุคงคลังให้มีประสิทธิภาพจึงเป็นส่วนสำคัญของการดำเนินธุรกิจ [8]

2.3.1 ประเภทของพัสดุคงคลัง

การแบ่งประเภทพัสดุคงคลังตามกิจกรรมของระบบการผลิต จำแนกได้เป็น 4 ประเภท ได้แก่

พัสดุคงคลังของวัตถุดิบ (Raw materials inventory) หมายถึง พัสดุ (Materials) ชิ้นส่วน (Components) หรือส่วนประกอบ (Subassembly) ที่ซื้อเข้ามาเพื่อใช้ในการผลิตต่อไป

พัสดุคงคลังของงานระหว่างการผลิต (Work in process) หมายถึง ชิ้นส่วนหรือส่วนประกอบที่เกิดขึ้นระหว่างการผลิตซึ่งยังไม่เป็นสินค้าสำเร็จรูป และใช้ในการผลิตขั้นตอนต่อไป

พัสดุคงคลังของสินค้าสำเร็จรูป (Finished goods inventory) หมายถึง สินค้าสำเร็จรูปที่เก็บไว้สำหรับรอการขายในอนาคต

พัสดุคงคลังของอะไหล่ (Spare parts inventory) หมายถึง ชิ้นส่วนหรืออะไหล่สำหรับใช้ในงานซ่อมบำรุงอุปกรณ์ เครื่องมือ หรือเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต

หรือหากแบ่งประเภทพัสดุคงคลังตามหน้าที่ของนโยบายพัสดุคงคลัง สามารถจำแนกได้ออกเป็น 2 ประเภท คือ พัสดุคงคลังตามรอบการสั่ง (Cycle stock) หมายถึง พัสดุคงคลังที่ได้จากการสั่งเติมพัสดุเป็นรอบ (Cycle) ซึ่งปริมาณที่สั่งเติมเข้ามาในแต่ละรอบ (Lot size) เป็นปริมาณที่เพียงพอต่อความต้องการจนกว่าจะถึงรอบการสั่งเติมครั้งถัดไป โดยหากรอบการสั่งเติมแต่ละครั้งห่างกันนาน ปริมาณที่สั่งเติมแต่ละครั้งจะมากขึ้นตาม และพัสดุสำรองคงคลัง (Safety stock) หมายถึง พัสดุคงคลังที่มีไว้สำรองเพื่อรองรับความไม่แน่นอนต่าง ๆ เช่น ความผันผวนของความต้องการ ระยะเวลาการผลิต หรือระยะเวลาการจัดส่งจากผู้ขาย เป็นต้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.3.2 ประเภทของความต้องการพัสดุคงคลัง

ความต้องการพัสดุ (Demand) เป็นปัจจัยสำคัญในการกำหนดนโยบาย การเข้าใจความต้องการพัสดุในแต่ละชนิดจะช่วยให้บริหารพัสดุคงคลังได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยความต้องการแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มหลัก ได้แก่

ความต้องการอิสระ (Independent demand) หมายถึง พัสดุที่ไม่ได้ถูกขับเคลื่อนความต้องการจากพัสดุรายการอื่น ความต้องการพัสดุคงคลังเป็นอุปสงค์อิสระที่ถูกขับเคลื่อนด้วยความต้องการภายนอก และมักมีความต้องการไม่แน่นอน เช่น ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป เป็นต้น

ความต้องการตาม (Dependent demand) หมายถึง ความต้องการที่ต้องพึ่งพาหรือขึ้นอยู่กับความต้องการของพัสดุอื่น หรือความต้องการที่มีความสัมพันธ์กับรายการพัสดุคงคลังอื่น ๆ เช่น ความต้องการชิ้นส่วนในการประกอบตามใบแสดงรายการพัสดุ (Bill of material; BOM) เป็นต้น

หากแบ่งความต้องการพัสดุตามลักษณะความผันแปร สามารถแบ่งออกได้หลายประเภท ได้แก่ ความต้องการคงที่ (Constant) ความต้องการเปลี่ยนแปลงได้ (Variable) ความต้องการที่ทราบแน่นอน (Know or deterministic) หรือความต้องการไม่แน่นอน (Uncertain) ซึ่งความต้องการแบบไม่แน่นอนนี้อาจเกิดขึ้นแบบมีรูปแบบหรือแบบสุ่ม (Random)

ในกรณีที่ความต้องการพัสดุมากกว่าพัสดุคงคลัง จะเกิดเป็นความต้องการส่วนเกินจากพัสดุคงคลัง (Excess demand) เป็นความต้องการสินค้าที่มีมากกว่าสินค้าที่มีอยู่ในคลัง สมมติฐานที่นิยมใช้เมื่อเกิดเหตุการณ์ความต้องการส่วนเกินจากพัสดุคงคลัง มี 2 รูปแบบ คือ การส่งพัสดุย้อนหลัง (Back order หรือ Backlog) เป็นการค้างจ่ายพัสดุไว้ก่อน หากมีพัสดุมาเติมแล้วจึงจ่ายพัสดุย้อนหลัง และอีกรูปแบบการสูญเสียโอกาสในการขาย (Lost sale) คือยกเลิกการขายในความต้องการดังกล่าว

2.3.3 ค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับพัสดุคงคลัง

ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากพัสดุคงคลัง (Inventory cost) สามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภท คือ

ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษา (Holding/carrying cost) คือ ค่าใช้จ่ายที่แปรผันตรงกับปริมาณพัสดุคงคลังที่เก็บรักษาไว้ กล่าวคือ เมื่อมีการจัดเก็บพัสดุคงคลังปริมาณมากจะทำให้ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บพัสดุต่อหน่วยยิ่งมากขึ้น เช่น ค่าสถานที่จัดเก็บ ค่าอุปกรณ์ หรือค่าไฟในการควบคุมสภาวะการจัดเก็บ เช่น เครื่องปรับอากาศ หรือตู้แช่เย็น ค่าขนถ่ายเคลื่อนย้าย ค่าเบี้ยประกัน ค่าเสื่อมสภาพของพัสดุ หรือค่าเสียโอกาสในการลงทุนอื่น เป็นต้น โดยค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาพัสดุคงคลังจะคิดเป็นร้อยละของมูลค่าของพัสดุคงคลัง คำนวณจาก

$$h = ic$$

โดยที่ h = ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาพัสดุคงคลังต่อปี

i = ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาพัสดุคงคลังที่คิดเป็นร้อยละของมูลค่าพัสดุคงคลังต่อปี

c = มูลค่าพัสดุคงคลังเฉลี่ยทั้งปี

ค่าใช้จ่ายในการสั่ง (Ordering cost) คือ ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นเมื่อมีการสั่งเติมพัสดุคงคลัง จำแนกได้เป็น 2 ส่วน คือ ค่าใช้จ่ายคงที่ (Fixed ordering หรือ setup cost) จะเกิดขึ้นทันทีเมื่อมีการสั่งเติม

พัสดุ ไม่ว่าจะสั่งเติมปริมาณเท่าใดก็ตาม เช่น การขออนุมัติจัดซื้อ การออกคำสั่งผลิต เป็นต้น และค่าใช้จ่ายที่แปรผันตามปริมาณการสั่งเติมพัสดุ (Procurement cost หรือ material cost) หากปริมาณการสั่งเติมมากค่าใช้จ่ายในส่วนนี้จะมากขึ้นด้วย เช่น ค่าวัตถุดิบ เป็นต้น ค่าใช้จ่ายในการสั่งจะแปรผกผันกับปริมาณพัสดุที่สั่งซื้อ โดยถ้ามีการสั่งซื้อพัสดุปริมาณมากจะทำให้ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อสินค้าต่อหน่วยลดลง คำนวณจาก

$$C(Q) = \begin{cases} 0 & \text{if } x = 0 \\ K + cQ & \text{if } x \geq 0 \end{cases}$$

โดยที่ K = ค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่ง

C = ค่าใช้จ่ายแปรผันในการสั่ง

Q = ปริมาณพัสดุที่สั่ง

ค่าใช้จ่ายจากพัสดุขาดมือหรือค่าร้างพัสดุ (Shortage/penalty cost) คือ ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นเมื่อพัสดุคงคลังมีไม่เพียงพอต่อความต้องการ อาจคำนวณมาจากค่าเสียโอกาสในการขายพัสดุ หรือค่าใช้จ่ายในการเร่งผลิตงานเพื่อให้มีพัสดุทันต่อความต้องการ เป็นต้น

2.3.4 ระบบการควบคุมและการตรวจนับพัสดุคงคลัง

ระบบการควบคุมพัสดุคงคลัง คือ ระบบการจัดการปริมาณหรือมูลค่าของพัสดุคงคลังในแต่ละช่วงเวลาให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม มีความสมดุลระหว่างอุปสงค์และอุปทานของพัสดุคงคลังแต่ละรายการ โดยระบบการทบทวนพัสดุคงคลัง (Inventory review system) แบ่งออกได้เป็น 2 รูปแบบตามรอบเวลาการตรวจนับ (Review time) คือ ระบบทบทวนพัสดุคงคลังอย่างต่อเนื่อง และระบบทบทวนพัสดุคงคลังเป็นรอบ

ระบบทบทวนพัสดุคงคลังอย่างต่อเนื่อง (Continuous review system) จะติดตามและตรวจสอบระดับพัสดุคงคลังอย่างต่อเนื่อง จะทราบระดับพัสดุคงคลังแบบเป็นปัจจุบัน (Real time) โดยใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยมาช่วยในการตรวจสอบ เช่น บาร์โค้ด หรือ RFID จะช่วยให้ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของความต้องการได้รวดเร็วและทันเวลามากกว่าการตรวจสอบระดับคงคลังเป็นรอบ การตรวจสอบรูปแบบนี้จึงเริ่มนิยมนำมาใช้กันมากขึ้น

ระบบทบทวนพัสดุคงคลังเป็นรอบ (Periodic review system) จะติดตามและตรวจสอบระดับพัสดุคงคลังเมื่อถึงรอบระยะเวลาที่กำหนด เช่น ทุกสัปดาห์ ทุกเดือน หรือทุกไตรมาส ซึ่งมีความเสี่ยงที่พัสดุคงคลังจะขาดมือระหว่างรอบได้ หากความต้องการสินค้ามีการเปลี่ยนแปลงจากที่ประเมิน

ไว้ การตรวจสอบรูปแบบนี้นิยมใช้กับพัสดุที่มีราคาไม่สูง ไม่ต้องดูแลอย่างใกล้ชิด เพราะค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบต่ำกว่า

2.3.5 การจัดการพัสดุคงคลังและนโยบายพัสดุคงคลัง

การจัดการพัสดุคงคลังหรือนโยบายการเติมพัสดุหรือที่เรียกว่า นโยบายพัสดุคงคลัง (Inventory policy) มี 2 ประเด็นหลักที่สำคัญ คือ จะต้องเติมพัสดุเมื่อไหร่และปริมาณเท่าไหร่ พารามิเตอร์ที่ใช้ในการกำหนดนโยบายพัสดุคงคลัง ได้แก่ รอบเวลาการสั่งหรือเติมพัสดุ จุดสั่งซ้ำหรือจุดสั่งเติมหรือจุดสั่งซื้อ ที่จะบอกในส่วนเมื่อไหร่ที่ต้องเติมพัสดุ และปริมาณการสั่งหรือเติมพัสดุและระดับคงคลังเป้าหมายจะบอกในส่วนต้องเติมปริมาณเท่าไหร่

รอบเวลาการสั่งหรือเติมพัสดุ (Scheduling/Reviewing period; T) หมายถึง ระยะเวลาหรือรอบเวลาที่ถูกกำหนดไว้ว่าจะดำเนินการสั่งเติมพัสดุคงคลังในจุดเวลาดังกล่าว โดยจะไม่มีการสั่งเติมพัสดุ นอกเหนือจากรอบเวลาที่กำหนดไว้

จุดสั่งซ้ำ หรือจุดสั่งเติม หรือจุดสั่งซื้อ (Reorder point; s หรือ R) หมายถึง การสั่งเติมพัสดุคงคลัง เมื่อพัสดุคงคลังลดลงมาถึงจุดที่กำหนดไว้

ปริมาณการสั่ง หรือเติมพัสดุ (Lot size; Q) หมายถึง ปริมาณการสั่งเติมต่อครั้ง เมื่อถึงกำหนดรอบการสั่ง หรือจุดการสั่งซ้ำ

ระดับคงคลังเป้าหมาย (Order level หรือ order up to level; S หรือ OUL) หมายถึง ปริมาณพัสดุคงคลังเป้าหมาย โดยในการสั่งเติมพัสดุคงคลังจะสั่งเติมปริมาณที่ทำให้ปริมาณพัสดุคงคลังเท่ากับระดับคงคลังเป้าหมาย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

โดยรูปแบบของนโยบายพัสดุคงคลังสามารถกำหนดได้ด้วยพารามิเตอร์ดังกล่าว เช่น นโยบาย (Q, R) หมายถึง นโยบายพัสดุคงคลังที่กำหนดเวลาการสั่งเติมด้วยจุดสั่งซื้อและกำหนดปริมาณการสั่งด้วยปริมาณการสั่งคงที่ หรือนโยบาย (T, S) หมายถึง นโยบายพัสดุคงคลังเมื่อถึงรอบเวลาการสั่งเติมที่กำหนดไว้และสั่งเติมพัสดุในปริมาณที่ทำให้พัสดุเพิ่มขึ้นไปถึงระดับคงคลังเป้าหมาย ซึ่งนโยบายที่ดีจะทำให้พัสดุคงคลังมีเพียงพอต่อความต้องการและอยู่ภายใต้ค่าใช้จ่ายที่เหมาะสม ซึ่งเกณฑ์การวัดว่านโยบายที่นำมาใช้ดีหรือไม่จะนิยมประเมินและเปรียบเทียบจากค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้อง ความพร้อมของพัสดุ (Product availability) หรือระดับการบริการ (Service level)

ในการกำหนดนโยบายพัสดุคงคลังควรเลือกให้เหมาะสมกับคุณลักษณะของพัสดุคงคลังที่สำคัญ ดังนี้

a. ลักษณะของความต้องการ (Demand)
   - ลักษณะความต้องการแบบคงที่ (Constant) หรือ เปลี่ยนแปลงได้ (Variable)
   - ลักษณะความต้องการแบบสุ่ม (Random) หรือ ทราบแน่นอน (Know)

b. ลักษณะของเวลานำ (Lead time)
   - ลักษณะของเวลานำที่มีความแน่นอน
   - ลักษณะของเวลานำที่ไม่มีความแน่นอน

c. ลักษณะของรอบเวลาการตรวจนับพัสดุคงคลัง (Review time)
   - ลักษณะของรอบเวลาที่มีการทบทวนอย่างต่อเนื่อง (Continuous review)
   - ลักษณะของรอบเวลาที่มีการทบทวนเป็นรอบ (Periodic review)

d. การจัดการกับอุปสงค์ส่วนเกิน (Excess demand)
   - การส่งพัสดุย้อนหลัง (Back order หรือ Backlog)
   - การสูญเสียโอกาสในการขาย (Lost sale)

e. การเปลี่ยนแปลงเชิงคุณภาพและกายภาพของพัสดุคงคลัง

2.3.6 แบบจำลองพัสดุคงคลัง

1.) แบบจำลองปริมาณการสั่งอย่างประหยัดพื้นฐาน (Basic economic order quantity models; EOQ)

เป็นแบบจำลองพื้นฐานที่แสดงถึงค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องในการจัดการกับพัสดุคงคลังที่เป็นส่วนสำคัญของการกำหนดนโยบายพัสดุคงคลังหรือหลักเกณฑ์ในการควบคุมพัสดุคงคลังให้เหมาะสม กล่าวคือ เป็นปริมาณการสั่งซื้อหรือสั่งผลิตที่ประหยัด โดยการสั่งซื้อหรือสั่งผลิตสินค้าในแต่ละครั้งจะสั่งในปริมาณหรือจำนวนที่ทำให้ค่าใช้จ่ายรวมต่ำที่สุด ซึ่งค่าใช้จ่ายรวมนั้นเกิดจากค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อ และค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บสินค้า สามารถคำนวณได้จาก

$$Q^* = \sqrt{\frac{2KD}{h}}$$

Q* (Ordering quantity) = ปริมาณการสั่งในแต่ละครั้ง (หน่วย)

D (Demand rate) = อัตราความต้องการพัสดุ (หน่วย/หน่วยเวลา)

K (Ordering cost) = ค่าใช้จ่ายในการสั่ง (บาท/ครั้งในการสั่งเติมพัสดุคงคลัง)

H (Holding cost) = ค่าเก็บรักษาพัสดุคงคลัง (บาท/หน่วย/หน่วยเวลา)

โดยแบบจำลองปริมาณการสั่งอย่างประหยัด คือ สั่งในปริมาณเท่ากับ EOQ ตามสมการ และทำการสั่งซื้อเมื่อระดับพัสดุคงคลังมีค่าเท่ากับ 0 ซึ่งสูตรคำนวณนี้ใช้ภายใต้สมมติฐานว่าทราบความต้องการล่วงหน้า อัตราความต้องการคงที่ ค่าใช้จ่ายในการสั่งเติมพัสดุคงที่ ค่าเก็บรักษาพัสดุคงที่ ไม่มีเวลารอคอยในการรับพัสดุที่สั่งเติม ได้รับพัสดุพร้อมกันทั้งหมดในปริมาณที่สั่งเติม และไม่อนุญาตให้ระดับพัสดุคงคลังเป็นลบ

ในกรณีที่ต้องมีเวลาคอยหรือเวลานำ หลังจากที่ทำการสั่งเติมพัสดุไปแล้ว จะทำให้ไม่สามารถสั่งเติมพัสดุเมื่อระดับพัสดุคงคลังคงเหลือเท่ากับ 0 ได้ จึงต้องสั่งเติมพัสดุล่วงหน้าโดยให้พัสดุที่สั่งเติมเข้ามาเติมเมื่อพัสดุคงคลังหมดพอดี คือจะต้องทำการสั่งเมื่อระดับพัสดุคงคลังคงเหลือพอดีกับความต้องการในช่วงเวลานำ ซึ่งปริมาณนี้เรียกว่าจุดสั่งซื้อซ้ำหรือจุดสั่งซ้ำ (Reorder point)

$$\mathrm{ROP} = \mathrm{DL}$$

ROP (Reorder point) = ปริมาณจุดสั่งซื้อซ้ำหรือจุดสั่งซ้ำ (หน่วย)

D (Demand rate) = อัตราความต้องการพัสดุ (หน่วย/หน่วยเวลา)

L (Lead time) = เวลานำ (หน่วยเวลา)

2.) แบบจำลองพัสดุคงคลังชนิดสโทแคสติก (Stochastic inventory model)

แบบจำลองพัสดุคงคลังชนิดสโทแคสติก ใช้ในกรณีที่อัตราความต้องการพัสดุไม่คงที่ ส่วนพารามิเตอร์อื่นอาจแน่นอนหรือไม่ก็ได้ การกำหนดนโยบายพัสดุคงคลังจึงต้องระบุทั้ง 2 ด้าน คือ ในเชิงปริมาณและเชิงเวลา

2.1) แบบจำลองจุดสั่งซื้อและปริมาณการสั่งคงที่ (Order point Order quantity model) หรือปริมาณการสั่งคงที่ (Fix quantity model)

มีรูปแบบการทบทวนระดับพัสดุคงคลังแบบต่อเนื่อง เมื่อระดับพัสดุคงคลังตกลงมาถึงระดับจุดสั่งซื้อ ROP (R) จะทำการสั่งเติมในปริมาณการสั่งคงที่ (Q) และพัสดุจะเข้ามาถึงคลังเมื่อเวลาผ่านไป L หน่วยเวลา เขียนในรูป (R, Q)

2.2) แบบจำลองระดับคงคลังเป้าหมาย (Order up to level; OUL) หรือแบบจำลองที่มีรอบการสั่งคงที่ (Fixed time model)

เป็นการสั่งเติมตามคาบหรือรอบระยะเวลาการสั่งเติมพัสดุคงคลังที่แน่นอนตามรอบเวลาที่กำหนดไว้ ซึ่งปริมาณการสั่งเติมในแต่ละครั้งจะกำหนด

ด้วยระดับคงคลังเป้าหมายที่เป็นค่าคงที่ เมื่อถึงรอบการสั่งให้สั่งเติมพัสดุในปริมาณที่ทำให้ระดับพัสดุคงคลังสูงขึ้นไปถึงระดับคงคลังเป้าหมาย

$$Q^* = OUL - IOH$$

OUL (Order up to level) = ระดับคงคลังเป้าหมาย

IOH (Inventory on hand) = ระดับพัสดุคงเหลือ

$$OUL = \mu_{L+T} + SS$$

$$\mu_{L+T} = (L + T) \text{ x } \mu_D$$

$$SS = F^{-1}(CSL) \text{ x } (\sigma_{L+T})$$

$$\sigma_{L+T} = \left(\sqrt{L + T}\right) \text{ x } \sigma_D$$

SS (Safety stock) = พัสดุคงคลังสำรอง (หน่วย)

F^{-1}(CSL) (Safety stock factor) = ตัวประกอบพัสดุคงคลังสำรอง

T (Cycle time) = รอบการสั่ง (หน่วยเวลา)

μ_{L+T} = ความต้องการเฉลี่ยช่วงเวลานำและรอบการสั่ง (หน่วย/หน่วยเวลา)

σ_{L+T} = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความต้องการช่วงเวลานำและรอบการสั่ง

σ_D = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความต้องการต่อหน่วยเวลา

ตารางที่ 2-1 ตัวประกอบพัสดุคงคลังสำรอง

Service level	Safety stock factor	Service level	Safety stock factor
80%	0.84	98%	2.05
85%	1.04	99%	2.33
90%	1.28	99.50%	2.57
95%	1.64	99.99%	3.09

2.3.7 การวัดประสิทธิภาพของการบริหารพัสดุคงคลัง

การวัดประสิทธิภาพของการบริหารพัสดุคงคลัง เป็นการตรวจสอบการบริหารระดับพัสดุคงคลังว่าอยู่ในระดับที่เหมาะสมหรือไม่ ซึ่งไม่มีเกณฑ์ที่ระบุไว้ชัดเจนขึ้นอยู่กับนโยบายของแต่ละองค์กร โดยทั่วไปจะวัดประสิทธิภาพจากระดับการให้บริการและอัตราการหมุนเวียนของพัสดุคงคลัง

ระดับการให้บริการ หมายถึง ความสามารถในการตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้า แบ่งออกได้เป็นระดับการให้บริการตามรอบการสั่งผลิต (Cycle service level; CSL) คือ สัดส่วนของรอบการสั่งที่ไม่เกิดการร้างพัสดุ และอัตราการเติมเต็มสินค้า (Fill rate; FR) คือ สัดส่วนของสินค้าที่สามารถส่งมอบได้

$$\text{CSL} = \frac{\text{จำนวนรอบการสั่งที่ไม่มีการร้างพัสดุ}}{\text{จำนวนรอบการสั่งทั้งหมด}}$$

$$\text{FR} = \frac{\text{จำนวนสินค้าที่สามารถส่งมอบได้}}{\text{จำนวนความต้องการสินค้าทั้งหมด}}$$

อัตราการหมุนเวียนของพัสดุคงคลัง (Inventory turnover) จะแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการบริหารจัดการสภาพคล่องของเงินทุนที่ได้ลงทุนในรูปพัสดุคงคลัง และระยะเวลาที่องค์กรสามารถหารายได้เข้ามาโดยเปรียบเทียบกับเงินลงทุนที่ได้ลงทุนไปในการจัดหาพัสดุคงคลัง หากรอบการหมุนเวียนของพัสดุคงคลังสูง แสดงถึงองค์กรมีประสิทธิภาพในการบริหารพัสดุคงคลังเนื่องจากสามารถลดจำนวนเงินทุนในการจัดหาพัสดุคงคลัง และยังลดค่าใช้จ่ายในส่วนการเก็บรักษาอีกด้วย

$$\text{อัตราการหมุนเวียนของพัสดุคงคลัง} = \frac{\text{ต้นทุนการขายของสินค้า}}{\text{พัสดุคงคลังเฉลี่ย}}$$

2.4 การจำลองสถานการณ์

การจำลองสถานการณ์ (Simulation) คือ กระบวนการออกแบบแบบจำลอง (Model) ของระบบงานจริง (Real System) แล้วดำเนินการทดลองใช้แบบจำลองนั้น เพื่อการเรียนรู้และอธิบายพฤติกรรมของระบบงาน เพื่อประเมินผลการใช้กลยุทธ์ (Strategies) ต่าง ๆ ในการดำเนินงานของระบบภายใต้ข้อกำหนดที่วางไว้ ซึ่งเป็นวิธีการหนึ่งในกระบวนการแก้ปัญหา [9]

การจำลองสถานการณ์ มีความยืดหยุ่นสามารถปรับเปลี่ยนค่าของตัวแปรให้การจำลองสถานการณ์ออกมาได้สมจริง สามารถดึงเฉพาะตัวแปรที่สนใจมาทำการจำลองจะช่วยลดความซับซ้อนของสถานการณ์จริงที่มีตัวแปรหลายตัวได้ สามารถช่วยตอบปัญหาประเภท What-if ได้ดี ไม่ทำให้การดำเนินการหยุดชะงัก อีกทั้งยังช่วยในการศึกษาผลกระทบจากตัวแปรที่มีความสำคัญ แต่การจำลองสถานการณ์ยังมีข้อจำกัดในการนำไปใช้วิเคราะห์ เช่น ในเรื่องผลลัพธ์ที่ได้อาจจะไม่ได้เหมาะสมที่สุด เนื่องจากการจำลองสถานการณ์จะเป็นการหาผลลัพธ์แบบการสุ่มเสี่ยง (trial and error) และผลลัพธ์ที่ได้จะสามารถใช้แก้ปัญหาที่จำลองมาเท่านั้น อาจนำไปแก้ปัญหาอื่นไม่ได้ เป็นต้น

2.4.1 การจำลองแบบมอนติคาร์โล (Monte Carlo Simulation)

Monte Carlo Simulation เป็นการสุ่มข้อมูลเพื่อให้เห็นลักษณะของข้อมูลที่กระจายตัวรอบค่าหนึ่ง โดยใช้ตัวเลขสุ่ม (Random number) มาสร้างตัวแปรให้เหมือนกับสถานการณ์จริง และมีการทดลองซ้ำหลาย ๆ ครั้ง เพื่อให้ได้ค่าที่แน่นอนที่ใช้เป็นข้อสรุปหรืออธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ จึงเป็นวิธีการทางสถิติวิธีการหนึ่งที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย และมีความจำเป็นในทุก ๆ การจำลองสถานการณ์

2.5 การแบ่งกลุ่มของข้อมูล

การวิเคราะห์การจัดกลุ่มข้อมูล (Cluster analysis) หรือการจัดคลัสเตอร์ เป็นหนึ่งในวิธีการเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอน (Unsupervised learning) โดยแบ่งกลุ่มของข้อมูลที่มีลักษณะคล้ายกันมาอยู่กลุ่มเดียวกัน อัลกอริทึมที่ใช้ในการจัดกลุ่มข้อมูล แบ่งได้เป็น 2 ประเภทหลัก [10] ได้แก่

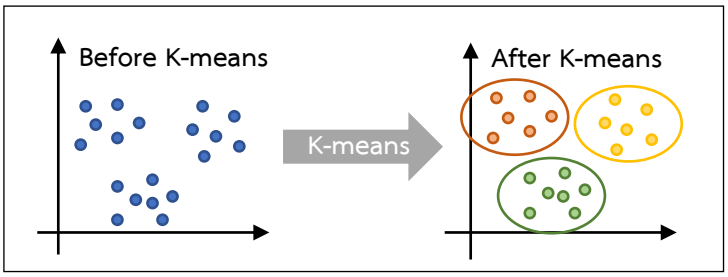
1.) การแบ่งกลุ่มอย่างชัดเจน เป็นเทคนิคการแบ่งข้อมูลออกเป็นกลุ่ม ๆ อย่างชัดเจน ข้อมูลจะถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งเท่านั้น อัลกอริทึมประเภทนี้ ได้แก่ การจัดกลุ่มข้อมูลแบบเคมีน (K-means clustering)

2.) การแบ่งกลุ่มแบบไม่ชัดเจน เป็นเทคนิคการแบ่งข้อมูลที่ข้อมูลสามารถอยู่ได้หลายกลุ่มตามลักษณะความน่าจะเป็นของข้อมูล อัลกอริทึมประเภทนี้ ได้แก่ การจัดกลุ่มข้อมูลแบบลำดับขั้น (Hierarchical clustering)

2.5.1 การจัดกลุ่มข้อมูลแบบเคมีน (K-means clustering)

หลักการจัดกลุ่มของวิธี K-means คือ การแบ่งกลุ่มของข้อมูลโดยพิจารณาจากระยะห่างของข้อมูลและค่ากึ่งกลางของแต่ละกลุ่มข้อมูล ข้อมูลจะถูกจัดอยู่ในกลุ่มที่อยู่ใกล้ที่สุด (รูปที่ 2-1) โดยมีขั้นตอน ดังนี้

1. กำหนดจำนวนกลุ่มของข้อมูล ออกเป็น k กลุ่ม ตามจำนวนกลุ่มที่ต้องการ
2. กำหนดจุดศูนย์กลาง (Centroid) ของแต่ละกลุ่ม จากการสุ่มวางตำแหน่ง
3. คำนวณระยะห่างของแต่ละข้อมูลกับจุดศูนย์กลาง โดยแต่ละข้อมูลจะถูกจัดอยู่ในกลุ่มที่ข้อมูลมีระยะห่างจากจุดศูนย์กลางของกลุ่มน้อยที่สุด
4. คำนวณค่าเฉลี่ย (Mean) ของข้อมูลภายในกลุ่มของแต่ละกลุ่ม เพื่อกำหนดจุดศูนย์กลางของกลุ่มใหม่
5. ทำซ้ำขั้นตอน 3 ถึง 4 จนค่าของจุดศูนย์กลางของกลุ่มไม่เปลี่ยนแปลงหรือเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยจากค่าจุดศูนย์กลางของรอบก่อนหน้า



รูปที่ 2-2 การจัดกลุ่มข้อมูลแบบเคมีน (K-means clustering)

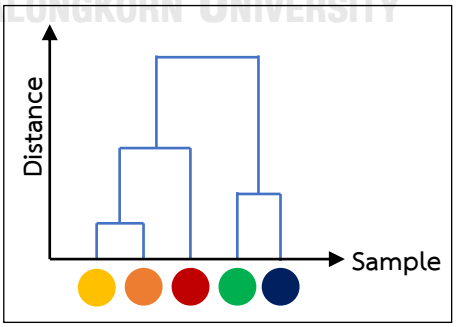
การจัดกลุ่มข้อมูลแบบเคมีนเป็นหนึ่งในอัลกอริทึมของการเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอนที่ได้รับความนิยม เนื่องจากมีขั้นตอนการทำงานที่ง่ายที่สุด ไม่ซับซ้อน เข้าใจได้ง่าย และจัดกลุ่มข้อมูลได้รวดเร็วจึงสามารถใช้ได้ในข้อมูลที่มีปริมาณมาก แต่มีข้อพึงระวังในด้านการกำหนดจำนวนกลุ่มและจุดศูนย์กลางเริ่มต้นที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการจัดกลุ่มทั้งในเชิงเวลาและความถูกต้องซึ่งผลลัพธ์ในการแบ่งกลุ่มแบบเคมีนในแต่ละครั้งจะไม่เหมือนกันขึ้นกับการกำหนดจุดศูนย์กลางในครั้งแรก

2.5.2 การจัดกลุ่มข้อมูลแบบโครงสร้างลำดับขั้น (Hierarchical clustering)

หลักการจัดกลุ่มของวิธี Hierarchical คือ กำหนดให้แต่ละข้อมูล คือ 1 กลุ่ม (n กลุ่ม) จากนั้นรวมกลุ่มของข้อมูล 2 กลุ่ม ที่มีลักษณะคล้ายกันมากที่สุดเข้าเป็นกลุ่มเดียวกัน (n-1 กลุ่ม) ไปเรื่อย ๆ จนเหลือเพียง 1 กลุ่ม (รูปที่ 2-2) โดยมีขั้นตอน ดังนี้

1. คำนวณระยะห่างของแต่ละจุดข้อมูล
2. หาค่าระยะห่างที่น้อยที่สุดของแต่ละกลุ่มข้อมูล
3. รวมข้อมูล 2 ข้อมูลที่มีระยะห่างของข้อมูลน้อยที่สุด เป็นคลัสเตอร์เดียวกัน
4. ทำซ้ำขั้นตอน 1 ถึง 3 จนเหลือข้อมูลเพียง 1 กลุ่ม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 2-3 การจัดกลุ่มข้อมูลแบบโครงสร้างลำดับขั้น (Hierarchical clustering)

การจัดกลุ่มโครงสร้างลำดับขั้นจะแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของข้อมูล เหมาะสำหรับข้อมูลที่ไม่ทราบจำนวนกลุ่มที่ต้องการแบ่ง ซึ่งไม่ต้องกำหนดจำนวนกลุ่มตั้งแต่เริ่มต้น แต่เนื่องจากเป็นวิธีที่ใช้เวลาในการแบ่งแต่ละคลัสเตอร์นาน จึงไม่เหมาะกับข้อมูลที่มีจำนวนปริมาณมาก

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปัญหาของการวางแผนการผลิต สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ระดับตามช่วงระยะเวลา ได้แก่ ระดับกลยุทธ์ (Strategic) ระดับยุทธวิธี (Tactical) และระดับปฏิบัติการ (Operational) [11] การวางแผนระดับกลยุทธ์ จะวางแผนในช่วงระยะเวลา 5-10 ปี เกี่ยวกับทิศทางขององค์กรในอนาคต สถานที่ตั้ง การพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ ช่องทางการกระจายสินค้า หรือการบริหารคลังสินค้า เป็นต้น [12] การวางแผนระดับยุทธวิธี จะวางแผนในช่วงระยะเวลา 1-2 ปี เกี่ยวกับการผลิต การจัดเก็บ และการกระจายสินค้า เป็นต้น การวางแผนระดับปฏิบัติการจะวางแผนในช่วงระยะเวลาสั้น ๆ เช่น การวางแผนการผลิตรายสัปดาห์ รายวัน หรือรายชั่วโมง การจัดลำดับการผลิต หรือขนาดการผลิต เป็นต้น ในส่วนของการวางแผนการผลิตจะต้องทราบปริมาณที่จะสั่งผลิตและช่วงเวลาที่จะทำการผลิต เพื่อให้สามารถผลิตสินค้าได้เพียงพอและทันต่อความต้องการสินค้า โดยคำนึงถึงระดับคงคลังสินค้าไม่ให้มีมากหรือน้อยเกินไปและคำนึงถึงต้นทุนการผลิตที่ต่ำที่สุด [13, 14] รวมทั้งปัจจัยต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อการผลิต เช่น ความพร้อมใช้งานของวัตถุดิบ กำลังการผลิตของเครื่องจักรและพนักงาน หรือระดับการบริการที่ต้องการ เพื่อให้ได้แผนการผลิตที่เหมาะสมกับช่วงเวลานั้น ๆ [15] ซึ่งเป็นปัญหาที่พบได้ทั่วไปของการวางแผนการผลิต แต่ละองค์กรจะมีวิธีการและเครื่องมือในการแก้ปัญหาที่แตกต่างกันออกไป [16-18] โดยทั่วไปจะแบ่งออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่ แบบจำลองความคิด (conceptual models) เช่น การใช้ Yield factors, Safety stock, Safety lead time เป็นต้น ดังงานวิจัยการออกแบบและการวางแผนการผลิตของอุตสาหกรรมเภสัชภัณฑ์ [19] แบบจำลองการวิเคราะห์ (analytical models) เช่น การใช้ Hierarchy process, Mathematical programming:(linear programming, mixed-integer linear programming, nonlinear programming, dynamic programming, multi-objective programming) และ Stochastic programming เป็นต้น ดังงานวิจัยการวางแผนการผลิตของอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษขึ้นรูป อุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์แก้ว อุตสาหกรรมฉนวนหุ้มท่อ และอุตสาหกรรมยา [20-26] แบบจำลองปัญญาประดิษฐ์ (artificial intelligence models) เช่น การใช้ Expert system, Reinforcement learning และ Fuzzy set theory, Fuzzy logic เป็นต้น และการจำลองสถานการณ์ (simulation models) เช่น การใช้ Monte Carlo techniques, Heuristic methods และ Queuing theory เป็นต้น ดังงานวิจัยการจำลองสถานการณ์โดยใช้แผ่นตารางทำการ (spread sheet) สำหรับการแก้ปัญหาห่วงโซ่อุปทาน และการสร้างตารางการผลิตหลักสำหรับอุตสาหกรรมยา [27, 28] ซอฟท์แวร์เฉพาะสำหรับการแก้ไขปัญหาดังกล่าวมีให้เลือกหลากหลายแตกต่างกันออกไป แต่ในองค์กรเล็ก ๆ หรือบางธุรกิจจะใช้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

spreadsheet software ในการช่วยแก้ปัญหา เนื่องจากใช้งานได้ง่าย ราคาไม่แพง ไม่ต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญในการใช้งาน ดังงานวิจัยการวางแผนการผลิตโดยใช้แผ่นตารางทำการในธุรกิจ SMEs บริษัท start-up และอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนคอมพิวเตอร์ รวมถึงใช้ในการวางแผนการผลิตรวมและการควบคุมสินค้าคงคลัง [18, 29-35] และสามารใช้ทดแทนการทำงานด้วยมือในแง่ของการคำนวณ การวิเคราะห์ การรวบรวม การเปลี่ยนแปลงรูปแบบ หรือการเปรียบเทียบข้อมูล [36, 37]

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

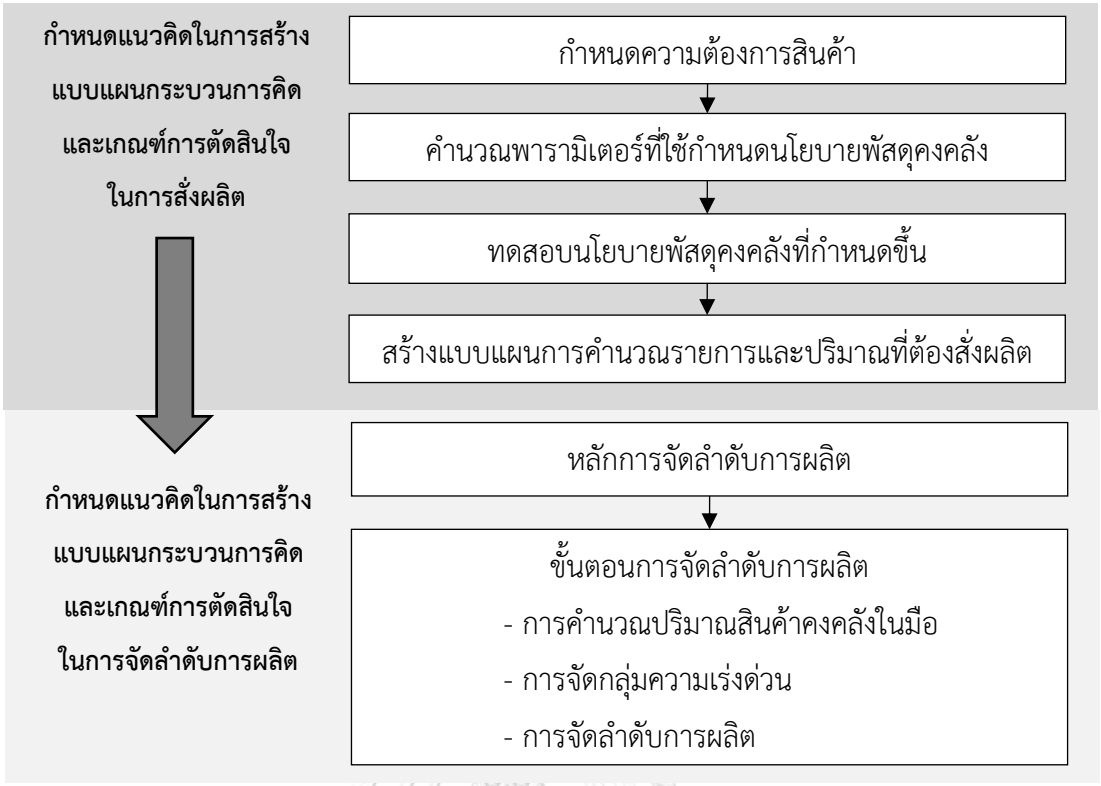
บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ในบทนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนการดำเนินการวิจัยเพื่อหาแนวคิดในการปรับปรุงการดำเนินงานการวางแผนการผลิตให้สามารถแก้ปัญหาที่เกิดจากกระบวนการวางแผนการผลิตและให้การวางแผนการผลิตมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยเนื้อหาในบทนี้ประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก ได้แก่ ส่วนที่ 1 การสร้างแนวคิดในการปรับปรุงกระบวนการวางแผนการผลิต ประกอบด้วย การกำหนดแนวคิดในการสร้างแบบแผนกระบวนการคิดและเกณฑ์การตัดสินใจในการสั่งผลิต และการกำหนดแนวคิดในการสร้างแบบแผนกระบวนการคิดและเกณฑ์การตัดสินใจในการจัดลำดับการผลิต ส่วนที่ 2 การปรับปรุงกระบวนการวางแผนการผลิต ประกอบด้วย การออกแบบโครงสร้างระบบการวางแผนการผลิต การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวางแผนการผลิตและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง และการทดสอบผลการดำเนินการที่ได้จากการวางแผนการผลิตจากระบบที่สร้างขึ้น และส่วนที่ 3 การเปรียบเทียบการปรับเปลี่ยนการทำงานในแต่ละขั้นตอนจากการทำงานด้วยมือเป็นระบบอัตโนมัติ

3.1 การสร้างแนวคิดในการปรับปรุงกระบวนการวางแผนการผลิต

จากกระบวนการวางแผนการผลิตในปัจจุบันที่เป็นการวางแผนการผลิตด้วยมือ ไม่มีหลักเกณฑ์หรือแนวทางกระบวนการคิดและการตัดสินใจที่ระบุไว้ชัดเจนในการสั่งผลิต และขาดการรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นที่ใช้ในการวางแผนการผลิตและการตัดสินใจ ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดปัญหาสินค้าค้างส่งของโรงงานกรณีศึกษา ฉะนั้นจึงต้องมีการพัฒนาและปรับปรุงกระบวนการวางแผนการผลิตดังกล่าวเพื่อลดสาเหตุของการเกิดปัญหาสินค้าค้างส่ง โดยเริ่มจากการสร้างแนวคิดในการปรับปรุงกระบวนการวางแผนการผลิตซึ่งประกอบด้วยการกำหนดแนวคิดในการสร้างแบบแผนกระบวนการคิดและเกณฑ์การตัดสินใจในการสั่งผลิต ได้แก่ การกำหนดปริมาณที่ต้องสั่งผลิตและช่วงเวลาที่ต้องทำการผลิต และการกำหนดแนวคิดในการสร้างแบบแผนกระบวนการคิดและเกณฑ์การตัดสินใจการจัดลำดับการผลิต ที่ประกอบด้วยหลักการและขั้นตอนในการจัดลำดับการผลิต (รูปที่ 3-1)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 3-1 แผนผังภาพการสร้างแนวคิดในการปรับปรุงกระบวนการวางแผนการผลิต

3.1.1 กำหนดแนวคิดในการสร้างแบบแผนกระบวนการคิดและเกณฑ์การตัดสินใจในการสั่งผลิต

เพื่อให้ได้คำสั่งผลิตจากขั้นตอนการวางแผนการผลิตที่สามารถผลิตสินค้าได้เพียงพอและรองรับต่อความต้องการของตลาด และเพื่อให้มีวิธีการคิดและการคำนวณที่มีหลักเกณฑ์ชัดเจน ให้สามารถได้ผลลัพธ์คล้ายคลึงกันแม้เปลี่ยนผู้วางแผนการผลิต

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.) กำหนดความต้องการสินค้า

การกำหนดความต้องการสินค้า เป็นการกำหนดรายการและจำนวนสินค้าที่ต้องการในแต่ละช่วงเวลาเพื่อรักษาระดับสินค้าคงคลังให้อยู่ในระดับที่กำหนด โดยการกำหนดความต้องการสินค้านี้จะนำไปสู่คำสั่งผลิต เนื่องจากต้องสั่งผลิตสินค้าเพื่อให้ได้สินค้าในรายการและจำนวนที่ต้องการมารักษาระดับสินค้าคงคลัง

สินค้ากลุ่มผลิตเพื่อรอจำหน่าย ใช้นโยบายพัสดุคงคลังในการกำหนดปริมาณการสั่งผลิตในแต่ละครั้งและรอบการสั่งผลิต เนื่องจากเป็นสินค้าที่มีความต้องการไม่แน่นอนในแต่ละช่วงเวลา แต่มีระยะเวลาการผลิตที่ค่อนข้างแน่นอนในแต่ละรายการ โดยจะจัดกลุ่มสินค้าออกเป็น 3 กลุ่ม โดยใช้วิธีการแบ่งกลุ่มข้อมูลแบบเคมีน (K-means clustering) ซึ่งเป็นวิธีการแบ่งกลุ่มที่ง่าย รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ ด้วยโปรแกรม

Minitab โดยจะใช้ลักษณะปริมาณการขายและความผันแปรในแต่ละเดือนของแต่ละรายการเป็นเกณฑ์ในการแบ่งกลุ่ม เพื่อให้สะดวกต่อการกำหนดนโยบายการผลิตและให้นโยบายการผลิตที่กำหนดขึ้นสอดคล้องต่อปริมาณการขายและความผันแปรของแต่ละกลุ่ม ใช้ข้อมูลปริมาณขายรายเดือนในช่วงเดือนมกราคม 2563 ถึงเดือนมิถุนายน 2564 (จำนวน 18 เดือน) ที่นำมาแสดงข้อมูลในรูปคะแนนมาตรฐาน (Z-score) และค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (Coefficient of Variation; C.V.) ดังสมการที่ (1) – (2) เพื่อแปลงให้ข้อมูลมีหน่วยเดียวกันสามารถนำเปรียบเทียบหรือรวมกันได้เนื่องจากรายการยาแต่ละรายการมีหน่วยนับต่างกัน เช่น เม็ด กล่อง หลอด หรือกระปุก เป็นต้น ซึ่งส่งผลให้มูลค่าสินค้าแตกต่างกันตามแต่ละขนาดบรรจุภัณฑ์

$$Z - score = \frac{(\bar{X} - \mu)}{\sigma} \quad (1)$$

$$\text{C.V.} = \frac{\overline{\text{X}}}{\sigma_{\text{X}}} \quad (2)$$

โดยที่ $\overline{\text{X}}$ = ค่าเฉลี่ยปริมาณขายแต่ละรายการต่อเดือน

μ = ค่าเฉลี่ยปริมาณขายทั้งหมดต่อเดือน

σ_{X} = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานแต่ละรายการ

σ = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานทั้งหมด

เมื่อจัดกลุ่มรายการสินค้าออกเป็น 3 กลุ่มแล้ว จากนั้นนำข้อมูลปริมาณการขายของแต่ละรายการมาตรวจสอบการแจกแจงแบบปกติ (Normality test) ด้วยโปรแกรม Minitab โดยใช้ข้อมูลปริมาณการขายรายสัปดาห์ รายเดือน และรายไตรมาส เพื่อหาช่วงเวลาที่ปริมาณการขายที่มีการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งพิจารณาจากค่า P-value ที่มากกว่า 0.05 และพิจารณาจาก Normal Probability Plot ที่มีลักษณะการกระจายตัวของข้อมูลแบบปกติที่จัดเรียงตัวใกล้เคียงหรือเป็นเส้นตรง เพื่อจะได้นำข้อมูลตามช่วงเวลาดังกล่าวไปใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป และเปรียบเทียบปริมาณการขายรายเดือนกับขนาดรุ่นการผลิตของแต่ละรายการ จากนั้นทำการกำหนดนโยบายพัสดุคงคลังของแต่ละกลุ่มตามลักษณะปริมาณการขายและความผันแปรที่เกิดขึ้น ได้แก่ นโยบายการผลิตแบบระดับคงคลังเป้าหมาย (OUL) และนโยบายการผลิตแบบจุดสั่งซื้อซ้ำ (ROP)

2.) คำนวณพารามิเตอร์ที่ใช้กำหนดนโยบายพัสดุคงคลังโดยใช้ข้อมูลจากช่วงเวลาที่มีการแจกแจงแบบปกติของแต่ละกลุ่มสินค้า ดังสมการที่ (3) - (4) โดยคำนวณที่ระดับการให้บริการ 90% เพื่อทดสอบระดับการให้บริการเบื้องต้นและจะได้ไม่มีสินค้าคงเหลือ

มากเกินไป แต่หากไม่สามารถตอบสนองความต้องการสินค้าได้ทั้งหมด สามารถปรับระดับการให้บริการเป็น 95% หรือ 99%

$$\mathrm{OUL} = \hat{\mathrm{D}}_{\mathrm{L+T}} + \mathrm{SS} \quad (3)$$

$$\mathrm{ROP} = \hat{\mathrm{D}}\mathrm{L} + \mathrm{SS} \quad (4)$$

โดยที่

$$\hat{\mathrm{D}}_{\mathrm{L+T}} = (\mathrm{L} + \mathrm{T})\ \mathrm{x}\ \hat{\mathrm{D}}$$

$$\mathrm{SS} = \mathrm{F}^{-1}(\mathrm{CSL})\ \mathrm{x}\ (\sigma_{\mathrm{L+T}})$$

$$\sigma_{\mathrm{L+T}} = \left(\sqrt{\mathrm{L} + \mathrm{T}}\right)\ \mathrm{x}\ \sigma_{\mathrm{D}}$$

SS (Safety stock) = พัสดุคงคลังสำรอง (หน่วย)

$\mathrm{F}^{-1}(\mathrm{CSL})$ (Safety stock factor) = ตัวประกอบพัสดุคงคลังสำรอง

L (Lead time) = เวลานำ (หน่วยเวลา)

T (Cycle time) = รอบการสั่ง (หน่วยเวลา)

$\hat{\mathrm{D}}$ = ค่าเฉลี่ยปริมาณการขาย (หน่วย/หน่วยเวลา)

$\hat{\mathrm{D}}_{\mathrm{L+T}}$ = ความต้องการเฉลี่ยช่วงเวลานำและรอบการสั่ง (หน่วย/หน่วยเวลา)

$\sigma_{\mathrm{L+T}}$ = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความต้องการช่วงเวลานำและรอบการสั่ง

σ_{D} = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความต้องการต่อหน่วยเวลา

3.) ทดสอบนโยบายพัสดุคงคลังที่กำหนดขึ้นในการสั่งผลิต และตรวจสอบมูลค่าเฉลี่ยของสินค้าคงคลังและค่าเฉลี่ยระดับการให้บริการตามรอบการสั่งผลิต (Cycle service level) และอัตราการเติมเต็มสินค้า (Fill rate)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ทดสอบโดยการจำลองสถานการณ์ปริมาณการขาย ที่สร้างจากโปรแกรม Microsoft excel ด้วยวิธีมอนติคาร์โล (Monte carlo) ที่เป็นการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย จากข้อมูลค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณการขายที่เกิดขึ้นจริงจำนวน 6 เดือน (มกราคม - มิถุนายน 2564) ทำการสุ่มปริมาณการขาย 100 รอบการสั่งผลิต และสั่งผลิตตามนโยบายการผลิตที่กำหนดขึ้นในแต่ละกลุ่ม ทำทั้งหมด 500 การทดลอง แต่เนื่องจากข้อจำกัดของอุตสาหกรรมยาที่มีการกำหนดขนาดการผลิตต่อ 1 รุ่นการผลิต ทำให้ไม่สามารถเพิ่มหรือลดจำนวนต่อการผลิตใน 1 รุ่นการผลิตได้ ทำให้ในการสั่งผลิตแต่ละครั้งต้องเป็นจำนวนเท่าของขนาดการผลิต จึงเพิ่มอีก 1 การทดสอบสำหรับกลุ่มที่ 1 และ 3 คือจำนวนที่สั่งผลิตต้องเป็นจำนวนเท่าของขนาดรุ่นการผลิต หากไม่เป็น

จำนวนเต็ม ให้ปัดเศษจำนวนการผลิตขึ้นทุกกรณี เพื่อเปรียบเทียบผลของการสั่งผลิตตามขนาดรุ่นการผลิตต่อมูลค่าเฉลี่ยของสินค้าคงคลังและค่าเฉลี่ยระดับการให้บริการ โดยมีขั้นตอนการทดสอบนโยบายพัสดุคงคลังที่กำหนดขึ้น ดังนี้

1. ทดลองสุ่มค่าปริมาณการขายในแต่ละเดือน โดยใช้ข้อมูลปริมาณการขายในอดีตจำนวน 6 เดือน ด้วยสูตร “NORM.INV(probability, mean, standard_dev)”
2. คำนวณสินค้าคงคลังปลายเดือน จากสินค้าคงคลังต้นเดือน บวกด้วยปริมาณที่สั่งผลิตจากเดือนก่อนหน้า ลบด้วยปริมาณการขายรายเดือนที่สุ่มได้จากข้อ 1.
3. คำนวณจำนวนที่ควรสั่งผลิต
   3.1 นโยบายระดับคงคลังเป้าหมาย

   คำนวณจากค่า OUL ลบด้วยสินค้าคงคลังปลายเดือน หากค่าที่ได้ติดลบแสดงถึงไม่ต้องสั่งผลิต จำนวนการสั่งผลิต แบ่งเป็น 2 การทดลอง

   1.) สั่งผลิตตามจำนวนที่คำนวณได้

   2.) สั่งผลิตเป็นจำนวนเท่าของขนาดรุ่นการผลิต โดยแปลงจำนวนสั่งผลิตที่คำนวณได้เป็นจำนวนรุ่นการผลิต คำนวณจากจำนวนสั่งผลิตที่คำนวณได้หารด้วยขนาดรุ่นการผลิต หากมีเศษให้ปัดขึ้นทุกกรณี จากนั้นคำนวณกลับเป็นจำนวนชิ้นในการสั่งผลิต

   3.2 นโยบายจุดสั่งซื้อซ้ำ

   คำนวณจากค่า ROP ลบด้วยสินค้าคงคลังปลายเดือน หากค่าที่ได้ติดลบแสดงถึงไม่ต้องสั่งผลิต หากเป็นบวกให้สั่งผลิตจำนวน 1 รุ่นการผลิต
4. ทำซ้ำ ข้อ 1 ถึง ข้อ 3 จำนวน 100 รอบการผลิต
5. ตรวจสอบจำนวนครั้งและปริมาณที่เกิดสินค้าค้างส่ง คำนวณ Cycle service level และ Fill rate
6. คำนวณ Cycle service level และ Fill rate จำนวน 500 การทดลอง โดยใช้สูตร What if

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

7. ตรวจสอบค่าน้อยที่สุดและค่าเฉลี่ยของ Cycle service level และ Fill rate จาก 500 การทดลองของแต่ละรายการ
8. ทำซ้ำ ข้อ 1 ถึง ข้อ 7 ของแต่ละรายการ ในแต่ละกลุ่ม

จากนั้นคำนวณค่าเฉลี่ยของ Cycle service level และ Fill rate ในแต่ละกลุ่ม เพื่อดูผลลัพธ์ของนโยบายพัสดุคงคลังที่กำหนดขึ้น และคำนวณมูลค่าเฉลี่ยของสินค้าคงคลัง โดยคำนวณค่าเฉลี่ยของสินค้าคงคลังตามนโยบายพัสดุคงคลังที่กำหนดขึ้นของแต่ละรายการ ดังสมการที่ (5) และนำมาคูณด้วยมูลค่าสินค้าของแต่ละรายการ

$$\text{Average inventory level} = \begin{cases} \frac{\hat{D}}{2} + SS & ; \text{OUL policy} \\ \frac{\text{Batch size}}{2} + SS & ; \text{ROP policy} \end{cases} \quad (5)$$

4.) สร้างแบบแผนการคำนวณรายการและปริมาณที่ต้องสั่งผลิต

การวางแผนการผลิตจะทำการวางแผนการผลิตล่วงหน้า 1 เดือน เพื่อให้แต่ละฝ่ายสามารถเตรียมการทำงานให้พร้อมต่อการผลิต เช่น ฝ่ายผลิต ฝ่ายคลังสินค้า ฝ่ายควบคุมคุณภาพ หรือฝ่ายซ่อมบำรุง โดยการวางแผนการผลิตจะให้ทำการวางแผนการผลิตทุก ๆ ต้นเดือน จึงต้องมีการคำนวณปริมาณสินค้าที่คาดว่าจะคงเหลือ ณ ต้นเดือนที่จะทำการวางแผนการผลิต เพื่อใช้คำนวณรายการและปริมาณที่ต้องสั่งผลิต

4.1) การคำนวณปริมาณสินค้าที่คาดว่าจะคงเหลือ ณ ต้นเดือน t ($\hat{B}_t$) หรือเท่ากับปริมาณสินค้าที่คาดว่าจะคงเหลือ ณ สิ้นเดือน t-1 ($\hat{E}_{t-1}$)

จากจำนวนสินค้าคงเหลือ ณ ต้นเดือน t-1 (B_{t-1}) บวกด้วยจำนวนสินค้าที่จะผลิตเสร็จในสิ้นเดือน t-1 (P_{t-1}) และหักออกด้วยสินค้าค้างส่งที่ต้องจัดส่งภายในเดือน t-1 (BO_{t-1}) และปริมาณที่คาดว่าจะขายได้เฉลี่ยต่อเดือน ($\hat{D}$) ดังสมการที่ (6)

$$\hat{B}_t \text{ or } \hat{E}_{t-1} = (B_{t-1} + P_{t-1}) - (BO_{t-1} + \hat{D}) \quad (6)$$

$\hat{B}$ = ปริมาณสินค้าที่คาดว่าจะคงเหลือ ณ ต้นเดือน (Projected beginning inventory level)

$\hat{E}$ = ปริมาณสินค้าที่คาดว่าจะคงเหลือ ณ สิ้นเดือน (Projected ending inventory level)

B = ปริมาณสินค้าคงเหลือ ณ ต้นเดือน *(Actual beginning inventory level)*

P = ปริมาณสินค้าที่จะผลิตเสร็จในเดือน *(Production order)*

BO = ปริมาณสินค้าค้างส่ง *(Back order)*

$\widehat{D}$ = ปริมาณที่คาดว่าจะขายได้เฉลี่ยต่อเดือน *(Expected demand)*

t = เดือน

4.2) การคำนวณคำสั่งผลิตในเดือน t (P_t) ตามนโยบายการผลิตที่กำหนด ได้แก่ นโยบายการผลิตแบบระดับคงคลังเป้าหมาย (OUL) และนโยบายการผลิตแบบจุดสั่งซื้อซ้ำ (ROP)

นโยบายการผลิตแบบระดับคงคลังเป้าหมาย คือ สั่งผลิตในปริมาณที่ทำให้ระดับสินค้าคงคลังเท่ากับระดับคงคลังเป้าหมายที่กำหนดไว้ ดังสมการที่ (7) โดยสั่งผลิตเป็นจำนวนเท่าของขนาดรุ่นการผลิต เนื่องจากข้อจำกัดของอุตสาหกรรมยาที่ต้องสั่งผลิตในจำนวนที่ได้กำหนดไว้แล้วต่อ 1 รุ่นการผลิต หากไม่เป็นจำนวนเต็มให้ปัดเศษขึ้นทุกกรณี เพื่อให้มั่นใจว่าจะมีสินค้าคงเหลือเพียงพอ และนโยบายการผลิตที่กำหนดขึ้นสั่งผลิตตามปริมาณสินค้าคงคลังที่คงเหลือ หากสินค้าคงเหลือปริมาณมากปริมาณการสั่งผลิตในรอบถัดไปจะลดลง

นโยบายการผลิตแบบจุดสั่งซื้อซ้ำ คือ สั่งผลิตจำนวน 1 รุ่นการผลิต เมื่อปริมาณสินค้าที่คาดว่าจะคงเหลือ ณ ต้นเดือน t น้อยกว่าหรือเท่ากับจุดสั่งซื้อซ้ำที่กำหนดไว้ ดังสมการที่ (8)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

$$P_t = OUL - \widehat{B}_t \tag{7}$$

$$P_t = \begin{cases} 1\ \text{Batch}, & \widehat{B}_t \leq ROP \\ 0, & \widehat{B}_t > ROP \end{cases} \tag{8}$$

3.1.2 กำหนดแนวคิดในการสร้างแบบแผนกระบวนการคิดและเกณฑ์การตัดสินใจในการจัดลำดับการผลิต

เพื่อให้ทราบลำดับความสำคัญและความเร่งด่วนของสินค้าโดยใช้ในการจัดลำดับการสั่งผลิตของคำสั่งผลิตที่เกิดขึ้น เนื่องจากกำลังการผลิตมีจำกัด และความต้องการสินค้าในแต่ละช่วงเวลาต่างกัน จึงต้องมีการจัดสรรกำลังการผลิตในรูปการจัดลำดับการผลิตเพื่อให้สินค้าสามารถส่งมอบได้ทันตามกำหนดและไม่ต้องการให้เกิดสินค้าค้างส่ง

1.) หลักการจัดลำดับการผลิต ใช้หลักการจ่ายงานแบบทำงานที่ถึงวันส่งมอบเร็วที่สุดก่อน (Earliest due date; EDD) หากงานใดที่มีกำหนดส่งมอบพร้อมกันจะลำดับให้งานที่มีการทำงานที่ใช้เวลานานที่สุดก่อน (Longest processing time; LPT) เพื่อให้มั่นใจว่าสามารถส่งมอบสินค้าได้ตรงและทันเวลา หลักการจ่ายงานแบบ EDD และ LPT เป็นหนึ่งในวิธีการสุ่มอย่างมีเหตุผล (Heuristic Approach) ที่เป็นวิธีที่สมเหตุสมผลและใช้เวลาในการแก้ปัญหาไม่นานมาก อีกทั้งกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมยาได้จำกัดกระบวนการ ลำดับขั้นตอน และเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตไว้แล้ว จึงทำให้ตัวเลือกในการจัดลำดับการผลิตหรือจัดสรรงานเข้าเครื่องจักรมีไม่มากนัก

2.) การจัดลำดับการผลิต จะแบ่งออกเป็น 3 สายการผลิต ได้แก่ กลุ่มรูปแบบของแข็ง กลุ่มรูปแบบเหลว และกลุ่มรูปแบบกึ่งแข็ง ตามสายการผลิตของโรงงานกรณีศึกษา เนื่องจากแต่ละสายการผลิตมีขั้นตอนการผลิต เครื่องจักรที่ใช้ และพนักงานประจำเครื่อง แยกจากกันโดยชัดเจน

3.) ขั้นตอนการจัดลำดับการผลิตในแต่ละสายการผลิต

3.1) การคำนวณปริมาณสินค้าคงคลังในมือ (Day of supply)

ปริมาณสินค้าคงคลังในมือ (หน่วย; วัน) คือ จำนวนวันที่สินค้าคงคลังเพียงพอต่อการขาย เพื่อใช้เป็นตัวแทนในการจัดกลุ่มความเร่งด่วนและลำดับการผลิต คำนวณจากปริมาณสินค้าที่คาดว่าจะคงเหลือ ณ ต้นเดือน t ($\widehat{\mathbf{B}}_{\mathbf{t}}$) หารด้วยปริมาณที่คาดว่าจะขายได้เฉลี่ยต่อวัน ($\widehat{\mathbf{D}}_{(\mathbf{day})}$) ดังสมการที่ (9)

$$\text{Day of supply (day)} = \frac{\widehat{\mathbf{B}}_{\mathbf{t}}}{\widehat{\mathbf{D}}_{(\mathbf{day})}} \quad (9)$$

3.2) การจัดกลุ่มความเร่งด่วน

การจัดกลุ่มความเร่งด่วนของคำสั่งผลิตแต่ละรายการ เพื่อให้สามารถสลับลำดับการผลิตภายในกลุ่มความเร่งด่วนได้ ในกรณีที่มีข้อจำกัดในการผลิตหรือเพื่อให้สะดวกต่อการผลิต เช่น ในกรณีที่เป็นสูตรการผลิตเดียวกันหรือขนาดบรรจุเดียวกันอาจสลับลำดับกันภายในกลุ่มเพื่อให้การผลิตต่อเนื่อง หรือเพื่อลดระยะเวลาการตั้งเครื่องหรือการถอดล้างเครื่อง โดยการจัดกลุ่มความเร่งด่วนจะใช้ปริมาณสินค้าคงคลังในมือเป็นตัวแทนในการจัดลำดับความเร่งด่วน เนื่องจากไม่ต้องการให้เกิดสินค้าค้างส่ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เกณฑ์การแบ่งกลุ่มความเร่งด่วนจะใช้เกณฑ์ 15 วัน ในการแบ่งกลุ่มวันกำหนดส่งมอบ เนื่องจาก 15 วันเป็นช่วงระยะเวลาที่สามารถผลิตสินค้าได้แล้วเสร็จในกรณีที่ไม่มีการรอคอยการผลิต เมื่อเทียบกับระยะเวลาการผลิตสินค้าแต่ละรายการ โดยแบ่งกลุ่มความเร่งด่วนออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มเร่งด่วนฉุกเฉิน (ปริมาณสินค้าคงคลังในมือ น้อยกว่าหรือเท่ากับ 15 วัน) ควรต้องเร่งผลิตเป็นอันดับแรก กลุ่มเร่งด่วน (ปริมาณสินค้าคงคลังในมือ มากกว่า 15 วันแต่ไม่เกิน 30 วัน) ควรต้องเร่งผลิตรองลงมาจากกลุ่มแรก กลุ่มเร่งด่วนปานกลาง (ปริมาณสินค้าคงคลังในมือ มากกว่า 30 วันแต่ไม่เกิน 45 วัน) และกลุ่มไม่เร่งด่วน (ปริมาณสินค้าคงคลังในมือ มากกว่า 45 วัน) ในส่วนลำดับการผลิตภายในแต่ละกลุ่มความเร่งด่วน จะเรียงตามลำดับปริมาณสินค้าคงคลังในมือจากวันที่เหลือน้อยที่สุดก่อน

3.3) การจัดลำดับการผลิต

การจัดลำดับการผลิต คือ การเรียงลำดับคำสั่งผลิตที่ต้องผลิตก่อน-หลังตามเงื่อนไขต่าง ๆ เพื่อให้การผลิตต่อเนื่อง สะดวกต่อการทำงาน และใช้ทรัพยากรการผลิตให้คุ้มค่า โดยการจัดเรียงลำดับการผลิตในแต่ละสายการผลิตเริ่มจากการเรียงลำดับตามกลุ่มความเร่งด่วน ได้แก่ กลุ่มเร่งด่วนฉุกเฉิน กลุ่มเร่งด่วน กลุ่มเร่งด่วนปานกลาง และสุดท้ายกลุ่มไม่เร่งด่วน ตามลำดับ จากนั้นจัดเรียงลำดับสูตรการผลิตเดียวกันไว้ต่อกัน หากมีรายการที่มีสูตรการผลิตเดียวกันแต่อยู่คนละกลุ่มความเร่งด่วน ให้เลื่อนลำดับรายการที่มีความเร่งด่วนน้อยกว่าขึ้นมา โดยยึดรายการที่มีความเร่งด่วนสุดเป็นตัวหลักเพื่อลดระยะเวลาการตั้งเครื่องและการถอดล้างทำความสะอาด โดยการเลื่อนลำดับการผลิตต้องไม่ส่งผลกระทบต่อวันที่จะผลิตแล้วเสร็จล่าช้าเกินกว่าปริมาณสินค้าคงคลังในมือ

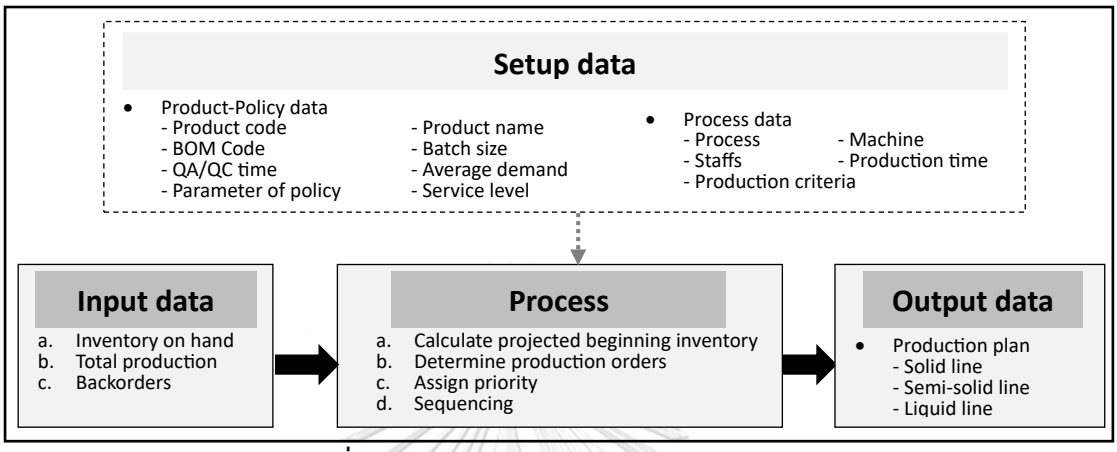
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.2 ปรับปรุงกระบวนการวางแผนการผลิต

เมื่อได้แนวคิดในการสร้างแบบแผนกระบวนการคิดและเกณฑ์การตัดสินใจในการสั่งผลิตและการจัดลำดับการผลิตแล้ว จากนั้นทำการปรับปรุงกระบวนการวางแผนการผลิต โดยเริ่มจากออกแบบโครงสร้างระบบการวางแผนการผลิต สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวางแผนการผลิตและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง และทำการทดสอบผลการดำเนินการจากระบบการวางแผนการผลิต จากนั้นเปรียบเทียบการปรับเปลี่ยนการทำงานในแต่ละขั้นตอนจากการทำงานด้วยมือเป็นระบบอัตโนมัติ

3.2.1 ออกแบบโครงสร้างระบบการวางแผนการผลิต

เพื่อให้เห็นภาพรวม องค์ประกอบในส่วนต่าง ๆ และการทำงานของระบบ รวมถึงความเกี่ยวข้องของข้อมูลของระบบการวางแผนการผลิต (รูปที่ 3-2)



รูปที่ 3-2 โครงสร้างระบบการวางแผนการผลิต

2.) ข้อมูลพื้นฐาน (Setup data) เป็นข้อมูลทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ต้องใช้ในการวางแผนการผลิต เป็นข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลน้อยแต่ต้องมีการทบทวนข้อมูลอยู่เสมอ ข้อมูลพื้นฐานนี้จะใส่ข้อมูลเข้าไปในระบบตั้งแต่เริ่มต้นตอนสร้างระบบหรือใส่เข้าไปใหม่เมื่อต้องการเปลี่ยนแปลงข้อมูล ข้อมูลพื้นฐานประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ ข้อมูลด้านผลิตภัณฑ์และนโยบายการผลิต และข้อมูลด้านกระบวนการผลิต

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ข้อมูลด้านผลิตภัณฑ์และนโยบายการผลิต เป็นข้อมูลทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ซึ่งจะมีความจำเพาะของแต่ละผลิตภัณฑ์ ได้แก่ รหัสสินค้า ชื่อสินค้า โดยที่รหัสสินค้าและชื่อสินค้าจะแสดงรวมถึงขนาดบรรจุภัณฑ์ซึ่งแยกแต่ละรายการ (SKU) รหัสสูตรการผลิต หากเป็นรายการที่มีสูตรการผลิตเดียวกันจะมีรหัสสูตรการผลิตเหมือนกัน ขนาดรุ่นการผลิตที่จำเพาะแต่ละรายการต่อ 1 รุ่นการผลิต ที่ได้แจ้งไว้แก่ทางอย. ซึ่งเป็นข้อจำกัดของอุตสาหกรรมยา ระยะเวลาในการวิเคราะห์และปล่อยผ่านของผลิตภัณฑ์รอบรรจุโดยฝ่ายควบคุมคุณภาพ ค่าเฉลี่ยปริมาณการขายในแต่ละช่วงเวลาเพื่อใช้ในการคำนวณค่าพารามิเตอร์นโยบายการผลิต ค่าพารามิเตอร์นโยบายการผลิต และระดับการให้บริการที่ต้องการ เป็นต้น

ข้อมูลด้านกระบวนการผลิต เป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ซึ่งจะมีความแตกต่างกันในแต่ละผลิตภัณฑ์แต่คล้ายคลึงกันในผลิตภัณฑ์รูปแบบเดียวกัน

จะแบ่งออกเป็น 3 สายการผลิต ได้แก่ สายการผลิตรูปแบบของแข็ง ของเหลว และกึ่งแข็ง โดยแต่ละสายการผลิตประกอบด้วย ขั้นตอนและลำดับขั้นตอนการผลิต เครื่องจักรที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนโดยเครื่องจักรและขั้นตอนการผลิตจะถูกกำหนดไว้ตามที่แจ้งไว้แก่ทาง อย. กล่าวคือมีการกำหนดเครื่องจักรและลำดับขั้นตอนการผลิตไว้แล้ว ไม่สามารถปรับเปลี่ยนในการผลิตแต่ละครั้งได้ เว้นแต่ต้องทำการศึกษา วิเคราะห์และยื่นแก้ไขแก่ทาง อย. ใหม่อีกครั้ง พนักงานที่ใช้ประจำเครื่องจักรแต่ละขั้นตอน และระยะเวลาการผลิตที่ใช้ในแต่ละขั้นตอน เงื่อนไขและข้อจำกัดในแต่ละขั้นตอนของการผลิต เป็นต้น

3.) ข้อมูลนำเข้า เป็นข้อมูลที่ต้องป้อนเข้าไปในระบบอย่างสม่ำเสมอ เพื่อใช้ในการคำนวณค่าสั่งผลิตที่ใช้ในการวางแผนการผลิต เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ใกล้เคียงและสอดคล้องกับเหตุการณ์ในปัจจุบัน

   ก. ข้อมูลด้านสินค้าคงคลัง ได้แก่ รหัสสินค้า ชื่อสินค้า ปริมาณสินค้าคงคลัง ณ สิ้นเดือนในแต่ละเดือน

   ข. ข้อมูลปริมาณการผลิตรวม ได้แก่ รหัสสินค้า ชื่อสินค้า ปริมาณการผลิตรวมแต่ละรายการในแต่ละเดือน

   ค. ข้อมูลสินค้าค้างส่งในแต่ละเดือน ได้แก่ รหัสสินค้า ชื่อสินค้า ปริมาณสินค้าค้างส่งในแต่ละเดือน

4.) กระบวนการประมวลผล เป็นขั้นตอนหรือการคำนวณที่ระบบการวางแผนการผลิตสามารถทำงานได้ โดยใช้ข้อมูลพื้นฐานและข้อมูลนำเข้าที่ได้รับ เพื่อให้ได้ออกมาเป็นคำสั่งผลิตที่มีการจัดเรียงลำดับการผลิตไว้แล้วเพื่อให้สะดวกต่อการนำไปสร้างตารางการผลิตหรือแผนการผลิตต่อไป

   ก. การคำนวณปริมาณสินค้าคงคลังที่คาดว่าจะคงเหลือ ณ ต้นเดือน

      เนื่องจากการวางแผนการผลิตเป็นการวางแผนไว้ล่วงหน้าโดยใช้ข้อมูลที่มีในปัจจุบัน จึงต้องมีการคาดการณ์ปริมาณสินค้าคงคลังล่วงหน้า เพื่อนำข้อมูลไปใช้ในการคำนวณต่อไป

   ข. การคำนวณรายการและปริมาณที่ต้องสั่งผลิต

      เป็นการคำนวณคำสั่งผลิตตามนโยบายการผลิตที่กำหนดขึ้น เพื่อให้ผลิตสินค้าตามรายการและจำนวนที่คำนวณได้ มาทดแทนสินค้าที่ถูกจำหน่ายออกไป ให้รักษาระดับสินค้าคงคลังในระดับที่เหมาะสม ไม่เหลือน้อยหรือมีมากเกินไป

   ค. การจัดลำดับความสำคัญของคำสั่งผลิต

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เนื่องจากทรัพยากรที่ใช้ในการผลิตมีจำกัด รวมถึงแต่ละคำสั่งผลิตมีความต้องการให้ผลิตสินค้าแล้วเสร็จต่างกัน จึงต้องมีการให้ลำดับความสำคัญของแต่ละคำสั่งผลิต โดยแบ่งคำสั่งผลิตออกเป็นกลุ่ม ๆ ตามปริมาณสินค้าคงคลังในมือและจัดออกมาเป็นกลุ่มความเร่งด่วน โดยหากปริมาณสินค้าคงคลังในมือเหลือน้อยจะถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มความเร่งด่วนต้น ๆ ถูกผลิตเป็นลำดับต้น ๆ

ง. การเรียงลำดับคำสั่งผลิต

เนื่องจากบางคำสั่งผลิตเป็นรายการที่มีสูตรการผลิตเดียวกัน สามารถผลิตต่อกันได้โดยช่วยลดขั้นตอนการถอดล้างเครื่องหรือการตั้งค่าเครื่องจักรใหม่ และบางคำสั่งการผลิตสามารถเลื่อนการผลิตเร็วขึ้นหรือช้าลงได้โดยไม่กระทบต่อการขาดสินค้าคงคลัง จึงนำคำสั่งผลิตที่ถูกแบ่งออกเป็นกลุ่ม ๆ แล้วมาเรียงลำดับการผลิตก่อน–หลังตามสูตรการผลิตและกลุ่มความเร่งด่วนอีกครั้ง โดยอ้างอิงกลุ่มความเร่งด่วนที่ได้ถูกจัดไว้แล้วเป็นหลัก โดยเลื่อนลำดับคำสั่งผลิตที่อยู่กลุ่มเร่งด่วนน้อยกว่าขึ้นมาผลิตต่อจากรายการที่อยู่ในกลุ่มเร่งด่วนมากกว่า

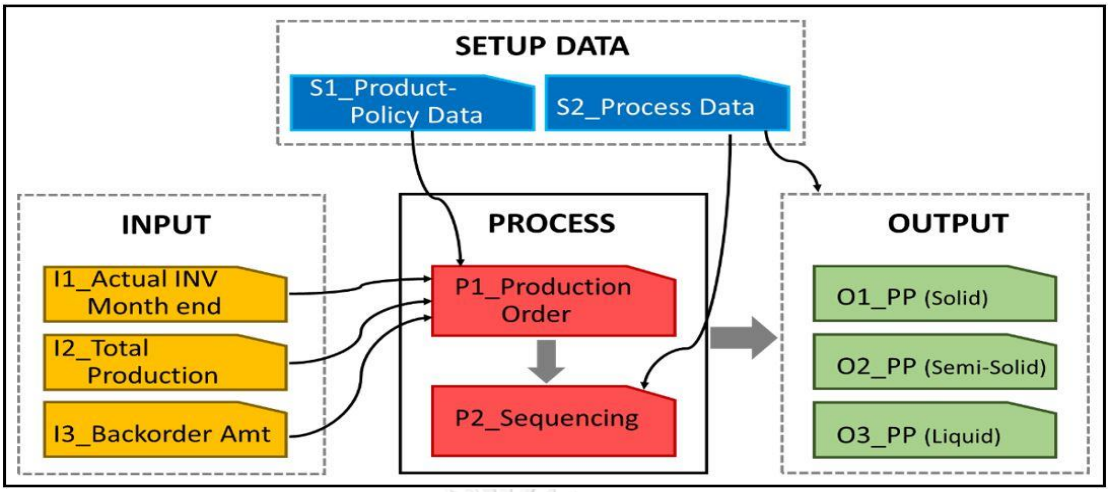
5.) ผลลัพธ์ ที่ระบบการวางแผนการผลิตแสดงออกมาเป็นแผนการผลิต 1 เดือนที่สามารถมองเห็นภาพรวมของการผลิตทั้งหมด อ่านเข้าใจได้ง่าย และนำไปใช้งานต่อได้

แผนการผลิตที่ได้จะแบ่งออกเป็น 3 แผนการผลิตตามสายการผลิต ได้แก่ แผนการผลิตของสายการผลิตรูปแบบของแข็ง รูปแบบเหลว และรูปแบบกึ่งแข็ง แต่ละแผนการผลิตแสดงรายการและปริมาณคำสั่งผลิต เครื่องจักรและระยะเวลาการผลิตในแต่ละขั้นตอน คำนวณเวลาเริ่มและเวลาสิ้นสุดในแต่ละขั้นตอน คำนวณเวลาการใช้เครื่องจักรรวมทั้งหมดเพื่อประเมินกำลังการผลิต วันที่ผลิตแล้วเสร็จและวันที่พร้อมจำหน่ายในแต่ละเดือน และแผนภูมิแกนต์เพื่อทำให้มองเห็นภาพรวมของการผลิตภายในเดือนและช่วยให้ง่ายต่อการติดตามแผนการผลิต

3.2.2 สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวางแผนการผลิตและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

โดยใช้ spreadsheet model ผ่านโปรแกรม Microsoft excel เครื่องมือที่ใช้ในการวางแผนการผลิต ประกอบด้วย 4 ส่วนหลัก 10 แผ่นงาน ได้แก่ ตารางข้อมูลพื้นฐาน ที่ประกอบด้วย 2 แผ่นงาน ตารางข้อมูลนำเข้า ที่ประกอบด้วย 3 แผ่นงาน ตารางการคำนวณคำสั่งผลิตและการจัดลำดับการผลิต ที่ประกอบด้วย 2 แผ่นงาน เพื่อสร้างออกมาเป็นตารางแผนการผลิต ที่ประกอบด้วย 3 แผ่นงาน (รูปที่ 3-3)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 3-3 โครงสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวางแผนการผลิต

1.) ตารางข้อมูลพื้นฐาน เป็นตารางที่ใส่ข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการวางแผนการผลิตเข้าไปตั้งแต่เริ่มต้นสร้างระบบ โดยข้อมูลจะมีการเชื่อมโยงไปยังตารางอื่น ๆ จึงต้องระมัดระวังในการเปลี่ยนแปลงข้อมูล ตารางข้อมูลพื้นฐาน มี 2 แผ่นงาน ได้แก่

a. แผ่นงานข้อมูลด้านผลิตภัณฑ์และนโยบายการผลิต (S1; Product-Policy data) ประกอบด้วย รหัสสินค้า ชื่อสินค้า รหัสสูตรการผลิต ขนาดรุ่นการผลิต ค่าที่เกี่ยวข้องในการคำนวณค่าพารามิเตอร์นโยบายการผลิต ได้แก่ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณที่ขายได้ต่อเดือนและต่อไตรมาส ระยะเวลาการผลิตรวมและระยะเวลาการวิเคราะห์ของฝ่าย QA/QC ระยะเวลานำของการผลิตทั้งหมด รอบการสั่งผลิต ตัวประกอบพัสดุคงคลังสำรอง จากนั้นสร้างสูตรคำนวณเพื่อให้ได้ค่า OUL และ ROP ตามกลุ่มนโยบายการผลิต โดยที่ใช้การผูกสูตรจากคอลัมม์ของข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพื่อให้ง่ายต่อการปรับเปลี่ยนค่าที่ใช้ในการคำนวณ เช่น เมื่อต้องการเปลี่ยนระดับการให้บริการ หรือค่าเฉลี่ยปริมาณการขายในแต่ละช่วงเวลา

b. แผ่นงานด้านกระบวนการผลิต (S2; Process data) ประกอบด้วย รหัสสินค้า รหัสสูตรการผลิต ชื่อสินค้า เครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตซึ่งแสดงถึงขั้นตอนการผลิต ระยะเวลาที่ใช้ในการผลิตแต่ละเครื่องจักร ระยะเวลาที่ฝ่ายควบคุมคุณภาพใช้ในการวิเคราะห์หรือตรวจสอบระหว่างการผลิต

2.) ตารางข้อมูลนำเข้า เป็นตารางที่ต้องป้อนข้อมูลเข้าระบบทุก ๆ สิ้นเดือน และนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้ในการคำนวณคำสั่งผลิต โดยต้องทำการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล

ที่ได้รับจากฝ่ายที่เกี่ยวข้องก่อนนำไปใช้ในการวางแผนการผลิต ตารางข้อมูลนำเข้า มี 3 แผ่นงาน ได้แก่

a. แผ่นงานปริมาณสินค้าคงเหลือ ณ สิ้นเดือน (I1; Actual INV-Month end) ประกอบด้วย รหัสสินค้า ชื่อสินค้า และปริมาณสินค้าคงเหลือ ณ สิ้นเดือนในแต่ละเดือนของแต่ละรายการ โดยได้รับข้อมูลจากฝ่ายคลังสินค้า

b. แผ่นงานปริมาณการผลิตรวมในเดือน (I2; Total production) ประกอบด้วย รหัสสินค้า ชื่อสินค้า และปริมาณการผลิตรวมในแต่ละเดือนของแต่ละรายการ โดยได้รับข้อมูลจากฝ่ายผลิต

c. แผ่นงานปริมาณสินค้าค้างส่ง (I3; Backorder Amt) ประกอบด้วย รหัสสินค้า ชื่อสินค้า และปริมาณสินค้าค้างส่งในแต่ละเดือนของแต่ละรายการ โดยได้รับข้อมูลจากฝ่ายบัญชีขาย

3.) ตารางการคำนวณแผนการผลิต เป็นตารางที่กำหนดคำสั่งผลิตและลำดับการผลิตของแต่ละรายการ โดยดึงข้อมูลจากตารางข้อมูลพื้นฐานและตารางข้อมูลนำเข้าที่เกี่ยวข้องมาแสดงในตารางนี้ และสร้างสูตรคำนวณตามแบบแผนที่ได้กำหนดไว้ ตารางการคำนวณแผนการผลิต มี 2 แผ่นงาน ได้แก่

a. แผ่นงานคำสั่งผลิต (P1; Production order) เป็นตารางที่กำหนดคำสั่งผลิตในแต่ละเดือน ประกอบด้วย รหัสสินค้า ชื่อสินค้า จำนวนสินค้าคงเหลือ ณ ต้นเดือน จำนวนสินค้าที่จะผลิตเสร็จในสิ้นเดือน ปริมาณสินค้าค้างส่งที่ต้องจัดส่งภายในเดือน ปริมาณที่คาดว่าจะขายได้เฉลี่ยต่อเดือน ค่าพารามิเตอร์ระดับคงคลังเป้าหมาย (OUL) และจุดสั่งซื้อซ้ำ (ROP) ปริมาณสินค้าที่คาดว่าจะคงเหลือ ณ ต้นเดือนที่คำนวณตามสมการที่ (1) คำสั่งผลิตในเดือนที่คำนวณตามนโยบายการผลิตที่กำหนดขึ้น ตามสมการที่ (2), (3) คำสั่งผลิตในเดือนที่แปลงเป็นหน่วยรุ่นการผลิต ปริมาณสินค้าคงคลังในมือที่คำนวณตามสมการที่ (4) และการจัดกลุ่มความเร่งด่วนเพื่อใช้ในการจัดลำดับความสำคัญของคำสั่งผลิต โดยแผ่นงานคำสั่งผลิตนี้จะแสดงผลและคำนวณผลโดยอัตโนมัติ

b. แผ่นงานการจัดลำดับคำสั่งผลิต (P2; Sequencing) เป็นตารางที่เอาไว้เรียงลำดับคำสั่งผลิตตามกลุ่มความเร่งด่วนและสูตรการผลิต โดยแยกคำสั่งผลิตตามสายการผลิต แต่ละสายการผลิต ประกอบด้วย รหัสสินค้า รหัสสูตรการผลิต ชื่อสินค้า จำนวนรุ่นการผลิต (หน่วย: รุ่นการผลิต) ปริมาณสินค้าคงคลังในมือ กลุ่มความเร่งด่วน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

และจำนวณวันที่จะผลิตแล้วเสร็จ โดยแผ่นงานนี้เมื่อป้อนรหัสสินค้าที่ต้องการผลิต ข้อมูลอื่น ๆ จะแสดงขึ้นมาโดยอัตโนมัติ แต่การแยกคำสั่งผลิตตามสายการผลิตและเรียงลำดับการผลิตตามกลุ่มความเร่งด่วนและสูตรการผลิตจะใช้การทำงานด้วยมือ เนื่องจากต้องมีการตรวจสอบการสลับลำดับการผลิตให้จำนวณวันที่จะผลิตแล้วเสร็จสั้นกว่าปริมาณสินค้าคงคลังในมือ แผ่นงานการจัดลำดับคำสั่งผลิตนี้จึงทำงานเป็นแบบกึ่งอัตโนมัติ

4.) ตารางแผนการผลิต เป็นตารางที่ได้จากระบบการวางแผนการผลิตที่สร้างขึ้น มี 3 แผ่นงาน โดยแบ่งตามสายการผลิต ได้แก่ แผนการผลิตรูปแบบของแข็ง (O1; PP (Solid)) แผนการผลิตรูปแบบกึ่งแข็ง (O2; PP (Semi-solid)) และแผนการผลิตรูปแบบเหลว (O3; PP (Liquid)) โดยทั้ง 3 แผ่นงานประกอบด้วยข้อมูลคล้ายกันและหลักการทำงานเดียวกัน ได้แก่

รหัสสินค้า ชื่อสินค้า รหัสสูตรการผลิต เครื่องจักร และระยะเวลาที่ใช้ในแต่ละขั้นตอน ในส่วนนี้จะดึงข้อมูลมาแสดงจากแผ่นงานด้านกระบวนการผลิต และคำนวณระยะเวลารวมทั้งหมดที่ใช้งานเครื่องจักรแต่ละเครื่อง เพื่อใช้ในการประเมินชั่วโมงการทำงานของแต่ละเครื่องจักร

คำนวณเวลาเริ่มและสิ้นสุดของแต่ละขั้นตอนการผลิตในแต่ละรายการยา โดยเรียงลำดับการผลิตตามที่ได้จัดลำดับไว้แล้ว และรวมระยะเวลาการถอดล้างและตั้งค่าเครื่องจักรในกรณีที่เปลี่ยนสูตรการผลิตหรือเปลี่ยนรายการยา จากนั้นคำนวณวันที่เริ่มผลิต วันที่ผลิตแล้วเสร็จ และวันที่พร้อมขายตามวันการทำงาน และสร้างแผนภูมิแกนต์จากข้อมูลข้างต้นเพื่อแสดงให้เห็นการผลิตในแต่ละเดือน โดยแผ่นงานนี้จะแสดงผลและคำนวณผลโดยอัตโนมัติ เมื่อใส่รหัสสินค้า

3.2.3 ทดสอบผลการดำเนินการจากการใช้ระบบการวางแผนการผลิตที่สร้างขึ้น

ดำเนินการวางแผนการผลิตในเดือนกรกฎาคม 2564 ถึงเดือนมีนาคม 2565 (จำนวน 9 เดือน) โดยใช้ข้อมูลที่เกิดขึ้นจริงและเครื่องมือการวางแผนการผลิตที่สร้างขึ้น เพื่อให้ได้ข้อมูลจำนวนครั้งและปริมาณสินค้าค้างส่ง คำสั่งผลิต และสินค้าคงคลัง ณ สิ้นเดือนในแต่ละเดือน และระดับการให้บริการต่อรอบการสั่งผลิตและอัตราการเติมเต็มสินค้า และคำนวณค่าเฉลี่ยสินค้าคงคลัง ณ สิ้นเดือน ของแต่ละรายการในแต่ละเดือน โดยแยกผลที่ได้ตามกลุ่มนโยบายการผลิตและสรุปเป็นภาพรวม เพื่อให้ง่ายต่อการเปรียบเทียบกับการวางแผนการผลิตในปัจจุบัน และการพัฒนาปรับปรุงนโยบายการผลิตที่กำหนดขึ้น

1.) จำนวนครั้งและปริมาณสินค้าค้างส่ง

รวบรวมข้อมูลจำนวนครั้งของการเกิดสินค้าค้างส่ง จำนวนสินค้าค้างส่งทั้งหมด และทำการคำนวณระดับการให้บริการต่อรอบการสั่งผลิตและอัตราการเติมเต็มสินค้าของระบบวางแผนการผลิตที่สร้างขึ้น และการเกิดสินค้าค้างส่งในปัจจุบัน

จากนั้นเปรียบเทียบจำนวนรายการที่ไม่เกิดสินค้าค้างส่ง และคำนวณร้อยละการปรับปรุงที่เกิดขึ้นจากการวางแผนการผลิตแบบเดิม เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับการให้บริการต่อรอบการสั่งผลิตและอัตราการเติมเต็มสินค้า และการกระจายของระดับการให้บริการ เพื่อตรวจสอบนโยบายการผลิตว่าสามารถแก้ปัญหาสินค้าค้างส่งได้

2.) คำสั่งผลิตและสินค้าคงคลัง

รวบรวมข้อมูลคำสั่งผลิต (หน่วย; รุ่นการผลิต) และสินค้าคงคลัง ณ สิ้นเดือนในแต่ละเดือน และนำมาคำนวณค่าเฉลี่ยมูลค่าสินค้าคงคลัง ณ สิ้นเดือนของแต่ละรายการในแต่ละเดือน เนื่องจากสินค้าแต่ละรายการมีหน่วยนับที่เปรียบเทียบกันโดยตรงไม่ได้

จากนั้นเปรียบเทียบจำนวนคำสั่งผลิต และคำนวณร้อยละการเปลี่ยนแปลงจากการวางแผนการผลิตแบบเดิม เพื่อประเมินกำลังการผลิตของโรงงานว่าเพียงพอหรือไม่ หากระบบการวางแผนการผลิตที่สร้างขึ้นมีการสั่งผลิตสูงกว่าการสั่งผลิตแบบเดิมมาก ๆ

เปรียบเทียบสินค้าคงคลัง ที่คำนวณเป็นค่าเฉลี่ยของมูลค่าสินค้าคงคลังในแต่ละเดือน และคำนวณร้อยละการเปลี่ยนแปลงจากการวางแผนการผลิตแบบเดิม เพื่อตรวจสอบนโยบายการผลิตที่กำหนดขึ้นว่าไม่มีสินค้าคงคลังมากเกินไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.2.4 เปรียบเทียบการปรับเปลี่ยนการทำงานในแต่ละขั้นตอนจากการทำงานด้วยมือเป็นระบบอัตโนมัติ

โดยสร้างตารางวิธีการทำงานในแต่ละขั้นตอน ทั้งในส่วนของข้อมูลนำเข้า การประมวลผล และการแสดงผล ได้แก่ ขั้นตอนการรวบรวมข้อมูลนำเข้า ขั้นตอนการคำนวณคำสั่งผลิต ขั้นตอนการจัดลำดับการผลิต และขั้นตอนการสร้างแผนการผลิต โดยเปรียบเทียบระหว่างการทำงานแบบเดิมที่ทำงานด้วยมือ (Manual) และระบบที่สร้างขึ้นที่เป็นระบบอัตโนมัติ (Automatic)

บทที่ 4
ผลการดำเนินการวิจัย

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลที่ได้เมื่อดำเนินการตามขั้นตอนในการปรับปรุงกระบวนการวางแผนการผลิตที่ได้กล่าวไว้ในบทก่อนหน้า และนำเสนอผลการทดสอบเมื่อนำระบบการวางแผนการผลิตที่สร้างขึ้นมาใช้ในการวางแผนการผลิต โดยใช้ข้อมูลปริมาณการขายที่เกิดขึ้นจริง และในส่วนสุดท้ายทำการเปรียบเทียบการปรับเปลี่ยนการทำงานในแต่ละขั้นตอนจากการทำงานด้วยมือเป็นระบบอัตโนมัติ

4.1 การปรับปรุงกระบวนการวางแผนการผลิต

4.1.1 สร้างแบบแผนกระบวนการคิดและเกณฑ์การตัดสินใจในการสั่งผลิต

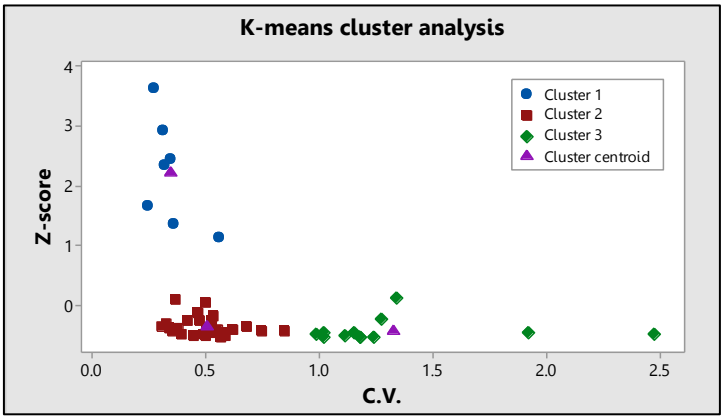
1.) กำหนดความต้องการสินค้า โดยใช้นโยบายพัสดุคงคลัง

จัดกลุ่มสินค้าประเภทผลิตเพื่อรอจำหน่าย จำนวน 47 รายการ ออกเป็น 3 กลุ่ม ตามปริมาณการขายและความผันแปรในแต่ละเดือนของแต่ละรายการ โดยวิธีการแบ่งกลุ่มข้อมูลแบบ K-means clustering และใช้ข้อมูลปริมาณขายรายเดือนในช่วงเดือนมกราคม 2563 ถึงเดือนมิถุนายน 2564 (จำนวน 18 เดือน) ที่แสดงข้อมูลในรูปคะแนนมาตรฐานและค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน ด้วยโปรแกรม Minitab ในหัวข้อ Cluster K-means (รูปที่ 4-1) (ผลการคำนวณ K-means Cluster Analysis แสดงในภาคผนวก ก.) จะได้

กลุ่มที่ 1 สินค้าที่มีปริมาณการขายสูง ความผันแปรระหว่างเดือนต่ำ

กลุ่มที่ 2 สินค้าที่มีปริมาณการขายต่ำ ความผันแปรระหว่างเดือนต่ำถึงปานกลาง

กลุ่มที่ 3 สินค้าที่มีปริมาณการขายต่ำ ความผันแปรระหว่างเดือนสูง แต่ละกลุ่มแบ่งสินค้าตามรูปแบบเภสัชภัณฑ์จะมีจำนวนรายการสินค้าดังตารางที่ 4-1



รูปที่ 4-1 การจัดกลุ่มสินค้าประเภทผลิตเพื่อรอจำหน่าย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4-1 จำนวนรายการสินค้าประเภทผลิตเพื่อรอจำหน่ายในแต่ละกลุ่ม

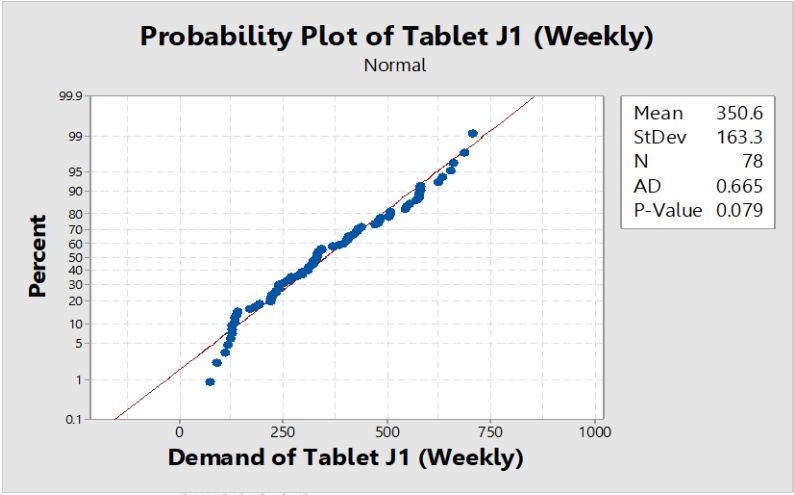
Class	Number of Make to stock products (SKUs)			Total (SKUs)
	Solid	Semisolid	Liquid	
1	4	3	0	7
2	13	10	5	28
3	6	5	1	12

1.1) ตรวจสอบการแจกแจงแบบปกติของข้อมูลปริมาณการขายรายสัปดาห์ รายเดือน และรายไตรมาสของสินค้าแต่ละกลุ่ม ด้วยโปรแกรม Minitab ในหัวข้อ Normality test โดยพิจารณาค่า P-value และ Normal Probability Plot ในกรณีที่ P-value มีค่ามากกว่า 0.05 และลักษณะการกระจายตัวของข้อมูลจัดเรียงตัวใกล้เคียงหรือเป็นเส้นตรงจะถือว่ามีการแจงแจกของข้อมูลแบบปกติ ดังตัวอย่าง Normality test เมื่อใช้ข้อมูลปริมาณการขายรายสัปดาห์ รายเดือน และรายไตรมาส (รูปที่ 4-2 ถึงรูปที่ 4-4) (ผลการตรวจสอบการแจกแจงแบบปกติแสดงใน<u>ภาคผนวก ข.</u>)

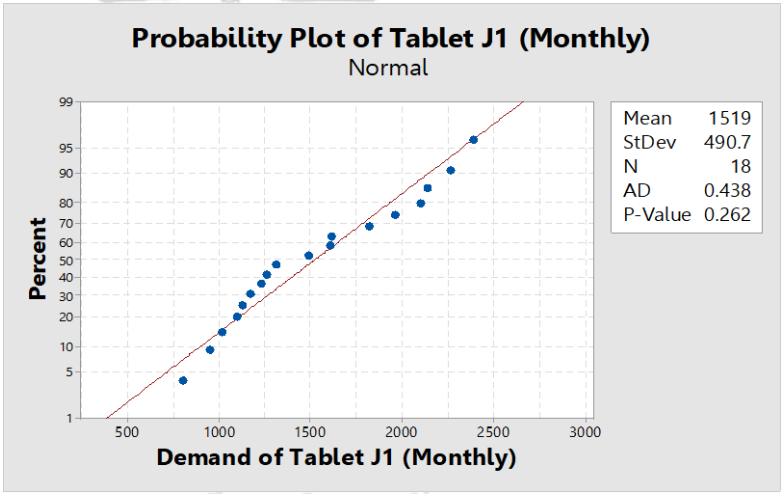
โดยสรุปได้ว่า กลุ่มที่ 1 ข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ เมื่อใช้ข้อมูลปริมาณการขายรายสัปดาห์ รายเดือน หรือไตรมาส กลุ่มที่ 2 ข้อมูลส่วนมากมีการแจกแจงแบบปกติ เมื่อใช้ข้อมูลปริมาณการขายรายเดือนหรือรายไตรมาส กลุ่มที่ 3 ข้อมูลส่วนมากมีการแจกแจงแบบปกติ เมื่อใช้ข้อมูลปริมาณการขายรายไตรมาส ดังตารางที่ 4-2 และ ตารางที่ 4-3 จึงใช้สมมุติฐานว่าเมื่อกลุ่มที่ 1 ใช้ข้อมูลปริมาณการขายใช้ข้อมูลปริมาณการขายรายสัปดาห์ กลุ่มที่ 2 ใช้ข้อมูลปริมาณการขายรายเดือน และกลุ่มที่ 3 ใช้ข้อมูลปริมาณการขายรายไตรมาส มีการแจกแจงแบบปกติ

ในกรณีที่ข้อมูลมีการแจกแจงแบบไม่ปกติต้องระมัดระวังการแปลผลการทดสอบเมื่อนำข้อมูลไปใช้ในการวิเคราะห์ กลุ่มที่ 2 ได้แก่ Liquid A1, Semi-solid G1, Semi-solid I2 และกลุ่มที่ 3 ได้แก่ Liquid K2 เนื่องจากค่าเฉลี่ยที่จะใช้ในการคำนวณขั้นตอนต่อ ๆ ไปอาจจะไม่ใช่ตัวแทนของกลุ่ม และการสุ่มข้อมูลปริมาณการขายในการจำลองสถานการณ์อาจจะไม่ได้ผลตามที่คาดหวังเนื่องจากสูตรการสุ่มจะใช้การสุ่มแบบข้อมูลที่มีการแจกแจงปกติ

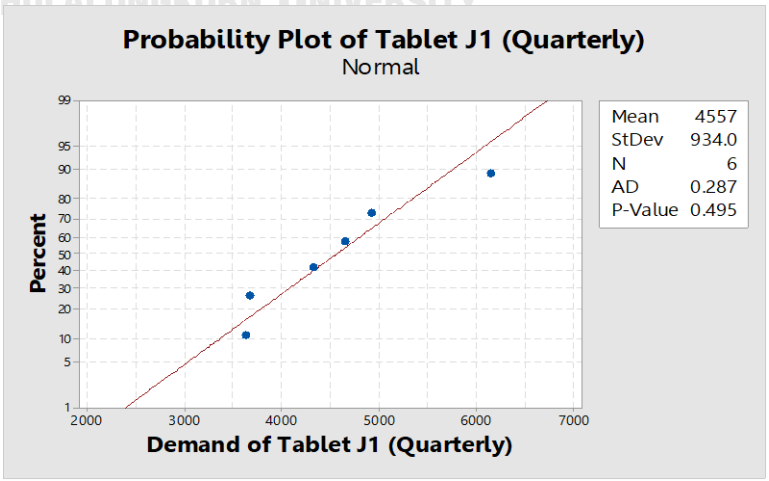
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



รูปที่ 4-2 ตัวอย่างผลการตรวจสอบ Normality test (ข้อมูลรายสัปดาห์)



รูปที่ 4-3 ตัวอย่างผลการตรวจสอบ Normality test (ข้อมูลรายเดือน)



รูปที่ 4-4 ตัวอย่างผลการตรวจสอบ Normality test (ข้อมูลรายไตรมาส)

ตารางที่ 4-2 ผลการตรวจสอบ Normality test ของข้อมูลปริมาณการขาย

Demand of Product	Normality test			Demand of Product	Normality test		
	Weekly	Monthly	Quarterly		Weekly	Monthly	Quarterly
Class 1				Class 2			
Tablet J1	✓	✓	✓	Tablet A	X	✓	✓
Tablet J2	✓	✓	✓	Tablet B	X	✓	✓
Tablet L1	✓	✓	✓	Tablet E	X	✓	✓
Semi-solid C1	✓	✓	✓	Tablet I1	X	✓	✓
Semi-solid E1	✓	✓	✓	Tablet I2	X	✓	✓
Semi-solid N2	✓	✓	✓	Tablet J3	X	✓	✓
Powder A2	✓	✓	✓	Tablet K1	X	✓	X
Class 3				Tablet K2	X	✓	✓
Tablet D	X	X	✓	Tablet M	X	✓	✓
Tablet G	X	X	✓	Tablet N	X	✓	✓
Tablet H1	X	X	✓	Tablet O	X	✓	✓
Tablet H2	X	X	✓	Tablet P1	✓	✓	✓
Tablet Q	X	X	✓	Tablet P2	X	✓	✓
Liquid C	X	X	✓	Liquid A1	X	X	✓
Semi-solid D	X	X	✓	Liquid A2	X	✓	✓
Semi-solid F2	X	X	✓	Liquid D1	X	✓	✓
Semi-solid G2	X	✓	✓	Liquid D2	X	✓	✓
Semi-solid H1	X	X	✓	Liquid E1	X	✓	✓
Semi-solid K2	X	X	X	Semi-solid A	✓	✓	✓
Powder A1	X	X	✓	Semi-solid B	X	✓	✓
				Semi-solid E2	✓	✓	✓
				Semi-solid F1	X	✓	✓
				Semi-solid G1	X	X	✓
				Semi-solid H2	X	✓	✓
				Semi-solid I1	X	✓	✓
				Semi-solid I2	X	X	✓
				Semi-solid K1	X	✓	✓
				Semi-solid O	X	✓	✓

ตารางที่ 4-3 จำนวนรายการสินค้าที่มีการแจกแจงของข้อมูลแบบปกติ

Class	Number of SKUs	Number of SKUs with Normal distribution		
		Weekly	Monthly	Quarterly
1	7	7	7	7
2	28	3	25	27
3	12	0	1	11

1.2) กำหนดนโยบายพัสดุคงคลังของแต่ละกลุ่มที่มีลักษณะความต้องการสินค้าไม่คงที่และไม่ทราบค่าที่แน่นอน

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณการขายรายเดือนร่วมกับขนาดรุ่นการผลิตแต่ละรายการ ดังตารางที่ 4-4 จะได้ว่า

กลุ่มที่ 1 เป็นรายการสินค้าที่มีปริมาณการขายสูง ความผันแปรระหว่างเดือนต่ำ มีปริมาณการขายสูงมากกว่า 1 เท่าเมื่อเทียบกับขนาดรุ่นการผลิตในแต่ละรายการ และต้องรักษาระดับสินค้าคงคลังให้มีสินค้าเพียงพอขายในแต่ละเดือน จึงให้เป็นรายการสินค้าที่ผลิตประจำทุกเดือน ฉะนั้นจะใช้นโยบายระดับคงคลังเป้าหมาย (OUL) และสั่งผลิตทุก ๆ 1 เดือน

กลุ่มที่ 2 เป็นรายการสินค้าที่มีปริมาณการขายต่ำ ความผันแปรระหว่างเดือนต่ำถึงปานกลาง มีปริมาณการขายต่ำเมื่อเทียบกับขนาดการผลิต 1 รุ่น คือ การผลิต 1 รุ่นการผลิตใน 1 ครั้ง เพียงพอต่อการขายได้มากกว่า 1 เดือน ฉะนั้นจะใช้นโยบายจุดสั่งซื้อซ้ำ (ROP) โดยสั่งผลิตที่ปริมาณคงที่เท่ากับ 1 รุ่นการผลิต

กลุ่มที่ 3 รายการสินค้าที่มีปริมาณการขายต่ำ ความผันแปรระหว่างเดือนสูง แต่ในแต่ละไตรมาสจะมีปริมาณการขายใกล้เคียงกัน จึงจะใช้นโยบายระดับคงคลังเป้าหมาย (OUL) และสั่งผลิตทุก ๆ 1 ไตรมาส ดังตารางที่ 4-5

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 4-4 เปรียบเทียบปริมาณขายรายเดือนกับขนาดรุ่นการผลิต

เปรียบเทียบปริมาณขายรายเดือนกับขนาดรุ่นการผลิต							
Class 1		**Class 2**				**Class 3**	
Tablet J1	2.13	Tablet A	0.72	Liquid A2	0.09	Tablet D	0.05
Tablet J2	2.11	Tablet B	0.26	Liquid D1	0.39	Tablet G	0.14
Tablet L1	2.46	Tablet E	0.04	Liquid D2	0.04	Tablet H1	0.74
Semi-solid C1	0.92	Tablet I1	0.59	Liquid E1	0.99	Tablet H2	0.04

เปรียบเทียบปริมาณขายรายเดือนกับขนาดรุ่นการผลิต							
Class 1		**Class 2**				**Class 3**	
Semi-solid E1	1.84	Tablet I2	0.16	Semi-solid A	0.19	Tablet Q	0.03
Semi-solid N2	3.90	Tablet J3	0.42	Semi-solid B	0.27	Liquid C	0.03
Powder A2	1.28	Tablet K1	0.31	Semi-solid E2	0.36	Semi-solid D	0.07
		Tablet K2	0.07	Semi-solid F1	0.14	Semi-solid F2	0.32
		Tablet M	0.22	Semi-solid G1	0.23	Semi-solid G2	0.14
		Tablet N	0.09	Semi-solid H2	0.10	Semi-solid H1	0.09
		Tablet O	0.09	Semi-solid I1	0.17	Semi-solid K2	0.20
		Tablet P1	0.59	Semi-solid I2	0.28	Powder A1	0.09
		Tablet P2	0.12	Semi-solid K1	0.18		
		Liquid A1	0.07	Semi-solid O	0.08		
Average	**2.09**	**Average**		**0.26**		**Average**	**0.16**

ตารางที่ 4-5 นโยบายการผลิตของสินค้าประเภทผลิตเพื่อรอจำหน่าย

นโยบายการผลิต	**Class 1**	**Class 2**	**Class 3**
รอบการผลิต	1 เดือน	ROP	1 ไตรมาส
ปริมาณการสั่งผลิต (หน่วย: Batch size)	OUL	0, 1 batch	OUL
หน่วยเวลา	1 เดือน (30 วัน)	1 เดือน (30 วัน)	1 ไตรมาส (90 วัน)

2.) คำนวณพารามิเตอร์ที่ใช้กำหนดนโยบายพัสดุคงคลัง

คำนวณจุดสั่งซื้อซ้ำและระดับคงคลังเป้าหมายที่ระดับการให้บริการ 90% โดยใช้ข้อมูลค่าเฉลี่ยปริมาณการขาย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณการขาย ระยะเวลาการผลิต และรอบการสั่งผลิต

กลุ่มที่ 1 ใช้นโยบายระดับคงคลังเป้าหมาย โดยใช้หน่วยเวลาต่อ 1 เดือน (30 วัน) เนื่องจากข้อมูลปริมาณการขายรายเดือนมีแนวโน้มการแจกแจงแบบปกติ ดังตารางที่ 4-6 ตัวอย่างเช่น Tablet J1 มีค่าเฉลี่ยปริมาณการขาย ($\widehat{\mathrm{D}}$) 1,464 ชิ้นต่อเดือน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณการขาย ($\boldsymbol{\sigma}_{\mathrm{D}}$) 413 ชิ้นต่อเดือน ระยะเวลาการผลิต (L) 11 วัน รอบการสั่งผลิต (T) 30 วัน คำนวณที่ระดับการให้บริการ 90% ใช้ตัวประกอบพัสดุคงคลังสำรอง ($\mathrm{F}^{-1}(\mathrm{CSL})$) เท่ากับ 1.28 จะได้ OUL เท่ากับ 2,619 ชิ้น คำนวณจาก $\mathrm{OUL} = \widehat{\mathrm{D}}_{\mathrm{L+T}} + \mathrm{SS} = 2{,}001 + 618 = 2{,}619$

โดยที่ $\widehat{D}_{L+T} = (L+T) \text{ x } \widehat{D} = \frac{(11+30)}{30} \text{x } 1{,}464 = 2{,}001$

$SS = F^{-1}(CSL) \text{ x } (\sigma_{L+T}) = 1.28 \text{ x } 483 = 618$

$\sigma_{L+T} = \left(\sqrt{L+T}\right) \text{ x } \sigma_D = \sqrt{\frac{(11+30)}{30}} \text{x } 413 = 483$

ตารางที่ 4-6 การคำนวณพารามิเตอร์นโยบายพัสดุคงคลังของรายการสินค้ากลุ่มที่ 1

PRODUCT NAME	DEMAND/MONTH (PCS.)		LEAD TIME (DAY)	CYCLE TIME (DAY)	AVG. DEMAND /L+T	SD/L+T	SAFETY STOCK*	OUL
	AVERAGE	SD						
Tablet J1	1,463	413	11	30	2,000	482	617	2,618
Tablet J2	1,464	413	11	30	2,000	482	617	2,618
Tablet L1	1,710	610	14	30	2,480	735	940	3,420
Semi-solid C1	12,485	6,222	12	30	17,271	7,318	9,367	26,638
Semi-solid E1	19,304	6,705	12	30	26,704	7,886	10,095	36,799
Semi-solid N2	46,234	11,987	12	30	63,958	14,099	18,047	82,004
Powder A2	24,223	6,311	21	30	41,180	8,229	10,533	51,713

*Safety stock factor = 1.28 (90% service level)

กลุ่มที่ 2 ใช้นโยบายจุดสั่งซื้อซ้ำ โดยใช้หน่วยเวลาต่อ 1 เดือน (30 วัน) เนื่องจากข้อมูลปริมาณการขายรายเดือน มีแนวโน้มการแจกแจงแบบปกติ ดังตารางที่ 4-7 ตัวอย่างเช่น Liquid A1 มีค่าเฉลี่ยปริมาณการขาย ($\widehat{D}$) 2,028 ชิ้นต่อเดือน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณการขาย ($\boldsymbol{\sigma}_D$) 1,103 ชิ้นต่อเดือน ระยะเวลาการผลิต (L) 30 วัน รอบการสั่งผลิต (T) 0 วัน คำนวณที่ระดับการให้บริการ 90% ใช้ตัวประกอบพัสดุคงคลังสำรอง ($F^{-1}(CSL)$) เท่ากับ 1.28 จะได้ ROP เท่ากับ 3,440 ชิ้น คำนวณจาก $ROP = \widehat{D}L + SS = 2{,}028 + 1{,}412 = 3{,}440$

โดยที่ $SS = F^{-1}(CSL) \text{ x } (\sigma_{L+T}) = 1.28\,x\,1{,}103 = 1{,}412$

$\sigma_{L+T} = \left(\sqrt{L+T}\right) \text{ x } \sigma_D = \sqrt{\frac{(30+0)}{30}} \text{x } 1{,}103 = 1{,}103$

ตารางที่ 4-7 การคำนวณพารามิเตอร์นโยบายพัสดุคงคลังของรายการสินค้ากลุ่มที่ 2

PRODUCT NAME	DEMAND/MONTH (PCS.)		LEAD TIME (DAY)	SD/L+T	SAFETY STOCK*	ROP
	AVERAGE	SD				
Tablet A	284	89	30	89	114	398
Tablet B	191	93	30	93	119	309

PRODUCT NAME	DEMAND/MONTH (PCS.)		LEAD TIME (DAY)	SD/L+T	SAFETY STOCK*	ROP
	AVERAGE	SD				
Tablet E	107	47	30	47	61	167
Tablet I1	850	385	30	385	493	1,343
Tablet I2	111	82	30	82	105	216
Tablet J3	258	134	30	134	171	429
Tablet K1	236	119	30	119	152	388
Tablet K2	46	23	30	23	29	75
Tablet L2	1,684	1,705	30	1,705	2,182	3,866
Tablet M	352	94	30	94	120	472
Tablet N	395	207	30	207	265	660
Tablet O	2,422	567	30	567	725	3,147
Tablet P1	263	75	30	75	96	359
Tablet P2	58	29	30	29	37	95
Liquid A1	2,028	1,103	30	1,103	1,412	3,440
Liquid A2	3,500	1,890	30	1,890	2,419	5,919
Liquid D1	3,032	899	30	899	1,151	4,183
Liquid D2	281	136	30	136	174	455
Liquid E1	4,185	2,012	30	2,012	2,575	6,760
Semi-solid A	2,614	661	30	661	846	3,460
Semi-solid B	4,305	2,137	30	2,137	2,735	7,040
Semi-solid E2	1,930	473	30	473	606	2,536
Semi-solid F1	1,107	394	30	394	504	1,612
Semi-solid G1	10,332	5,840	30	5,840	7,476	17,808
Semi-solid H2	615	270	30	270	345	960
Semi-solid I1	1185	444	30	444	568	1,753
Semi-solid I2	69	68	30	68	87	156
Semi-solid K1	1,254	683	30	683	874	2,128
Semi-solid O	2,216	1,044	30	1,044	1,337	3,553

*Safety stock factor = 1.28 (90% service level)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กลุ่มที่ 3 ใช้นโยบายระดับคงคลังเป้าหมาย โดยใช้หน่วยเวลาต่อ 1 ไตรมาส (90 วัน) เนื่องจากข้อมูลปริมาณการขายรายไตรมาส มีแนวโน้มการแจกแจงแบบปกติ ดังตารางที่ 4-8 ตัวอย่างเช่น Tablet H1 มีค่าเฉลี่ยปริมาณการขาย ($\widehat{D}$) 930 ชิ้นต่อ

ไตรมาส ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณการขาย ($\boldsymbol{\sigma}_D$) 457 ชิ้นต่อไตรมาส ระยะเวลาการผลิต (L) 11 วัน รอบการสั่งผลิต (T) 90 วัน คำนวณที่ระดับการให้บริการ 90% ใช้ตัวประกอบพัสดุคงคลังสำรอง ($F^{-1}(CSL)$) เท่ากับ 1.28 จะได้ OUL เท่ากับ 1,664 ชิ้น คำนวณจาก

$$OUL = \hat{D}_{L+T} + SS = 1{,}044 + 620 = 1{,}664$$

โดยที่ $$\hat{D} = (L+T) \times \mu_D = \frac{(11+90)}{90} \times 930 = 1{,}044$$

$$SS = F^{-1}(CSL) \times (\sigma_{L+T}) = 1.28 \times 484 = 620$$

$$\sigma_{L+T} = \left(\sqrt{L+T}\right) \times \sigma_D = \sqrt{\frac{(11+90)}{90}} \times 457 = 484$$

ตารางที่ 4-8 การคำนวณพารามิเตอร์นโยบายพัสดุคงคลังของรายการสินค้ากลุ่มที่ 3

PRODUCT NAME	DEMAND/QUARTER (PCS.)		EAD TIME (DAY)	CYCLE TIME (DAY)	AVG. DEMAND/ L+T	SD/ L+T	AFETY STOCK*	OUL
	AVERAGE	SD						
Tablet D	3,879	866	11	90	4,353	917	1,174	5,527
Tablet G	1,979	532	13	90	2,253	568	727	2,980
Tablet H1	930	457	11	90	1,044	484	620	1,664
Tablet H2	69	21	11	90	77	22	28	105
Tablet Q	112	36	13	90	128	38	49	178
Liquid C	665	190	16	90	780	206	264	1,044
Semi-solid D	2,533	731	16	90	2,969	791	1,013	3,981
Semi-solid F2	366	159	15	90	425	171	219	644
Semi-solid G2	11,088	1,487	16	90	12,997	1,610	2,061	15,058
Semi-solid H1	6,046	1,208	15	90	7,054	1,305	1,670	8,724
Semi-solid K2	115	60	19	90	139	66	84	223
Powder A1	399	64	32	90	540	75	96	636

*Safety stock factor = 1.28 (90% service level)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.) ทดสอบนโยบายพัสดุคงคลังที่กำหนดขึ้นในการสั่งผลิต และตรวจสอบมูลค่าเฉลี่ยของสินค้าคงคลังและค่าเฉลี่ยระดับการให้บริการตามรอบการสั่งผลิต (Cycle service level) และอัตราการเติมเต็มสินค้า (Fill rate)

จากการจำลองสถานการณ์ปริมาณการขายที่สร้างจากโปรแกรม Microsoft excel จากข้อมูลปริมาณการขายที่เกิดขึ้นจริงจำนวน 6 เดือน (มกราคม - มิถุนายน

2564) แล้วทำการสุ่มปริมาณการขาย 100 รอบการสั่งผลิต ทั้งหมด 500 การทดลอง ด้วยวิธี Monte Carlo และทำการสั่งผลิตตามนโยบายที่กำหนด จากนั้นคำนวณระดับการให้บริการ Cycle service level และ Fill rate และหาค่าเฉลี่ยและค่าน้อยสุดของระดับการให้บริการของแต่ละรายการ ตัวอย่างเช่น

กลุ่มที่ 1 ยกตัวอย่าง Tablet J1 มีค่าเฉลี่ยปริมาณการขาย 1,496 ชิ้น ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 471 ชิ้น ขนาดรุ่นการผลิต 712 ชิ้น สั่งผลิตด้วยนโยบายเป้าหมายคงคลัง OUL = 2,619 ชิ้น ทุก ๆ 1 เดือน สินค้าคงคลังเริ่มต้น 4,297 ชิ้น

การทดลองที่หนึ่ง สั่งผลิตตามจำนวนที่คำนวณได้ พบว่า สินค้าขาดคงคลัง 1 ครั้ง จำนวนสินค้าค้างส่ง 35 ชิ้น คำนวณระดับการให้บริการ Cycle service level เท่ากับ 99.00% และ Fill rate เท่ากับ 99.28% เมื่อทดลองสุ่มทั้งหมด 500 การทดลอง คำนวณระดับการให้บริการ Cycle service level มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 99.80% ค่าน้อยที่สุดอยู่ที่ 97.00% และ Fill rate มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 97.00% ค่าน้อยที่สุดอยู่ที่ 99.58% (รูปที่ 4-5)

การทดลองที่สอง สั่งผลิตเป็นจำนวนเท่าของขนาดรุ่นการผลิต หากไม่เป็นจำนวนเต็มให้ปัดเศษขึ้นทุกกรณี พบว่า ไม่พบสินค้าขาดคงคลัง คำนวณระดับการให้บริการ Cycle service level และ Fill rate เท่ากับ 100% เมื่อทดลองสุ่มทั้งหมด 500 การทดลอง คำนวณระดับการให้บริการ Cycle service level มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 99.84% ค่าน้อยที่สุดอยู่ที่ 98.00% และ Fill rate มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 99.98% ค่าน้อยที่สุดอยู่ที่ 99.65% (รูปที่ 4-6)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากเงื่อนไขการสั่งผลิตที่แตกต่างในการทดลองของสินค้ากลุ่มที่ 1 แต่ได้ผลลัพธ์ระดับการให้บริการมากกว่า 90% ที่กำหนดไว้ ทั้ง 2 การทดลอง โดยที่การสั่งผลิตเป็นจำนวนเท่าของขนาดรุ่นการผลิตได้ระดับการให้บริการที่สูงกว่า

Simulation - Tablet J1

Average of Demand/month	1,469	pcs
SD of Demand/month	471	pcs
Qty. of Batch size	712	pcs
Inventory policy - OUL	2,618	pcs

Month		1	2	3	4	5	...	97	98	99	100
Qty. of production order (pcs)		-	-	1,580	1,547	1,580	...	1,122	1,590	1,179	1,776
Demand by Simulation (pcs)		1,261	1,999	1,547	1,580	1,752	...	1,590	1,179	1,776	2,546
Ending inv. level of month (pcs)	4,297	3,036	1,038	1,071	1,038	866	...	1,028	1,439	842	72

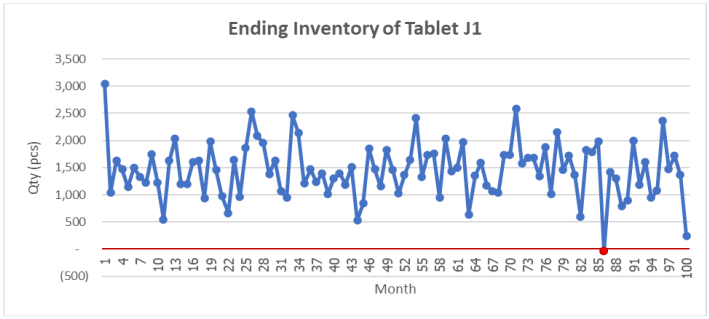
Shortage in 100 month

Frequency	1	time	CSL	99.00	%
Quantity of Shortage	35	pcs	FR	99.28	%

Shortage in 500 trials

	Min	Max	Average
Cycle Service Level	97.00	100.00	99.80
Fill Rate	99.58	100.00	97.00

Trials	CSL	FR
1	100.00	100.00
2	100.00	100.00
3	98.00	99.93
...	...	...
498	100.00	100.00
499	99.00	99.97
500	100.00	100.00



รูปที่ 4-5 การทดสอบนโยบายพัสดุคงคลังที่กำหนดขึ้นในการสั่งผลิตสินค้ากลุ่มที่ 1

Simulation - Tablet J1

Average of Demand/month	1,469	pcs
SD of Demand/month	471	pcs
Qty. of Batch size	712	pcs
Inventory policy - OUL	2,618	pcs

Month		1	2	3	4	5	...	97	98	99	100
Qty. of production order (pcs)		-	-	1,580	991	1,147	...	1,003	1,140	1,914	1,864
Convert to Batch size (pcs)		-	-	2,136	1,424	1,424	...	1,424	1,424	2,136	2,136
Demand by Simulation (pcs)		1,261	1,999	1,547	1,580	1,752	...	1,560	2,199	2,085	1,352
Ending inv. level of month (pcs)	4,297	3,036	1,038	1,627	1,471	1,143	...	1,478	704	754	1,538

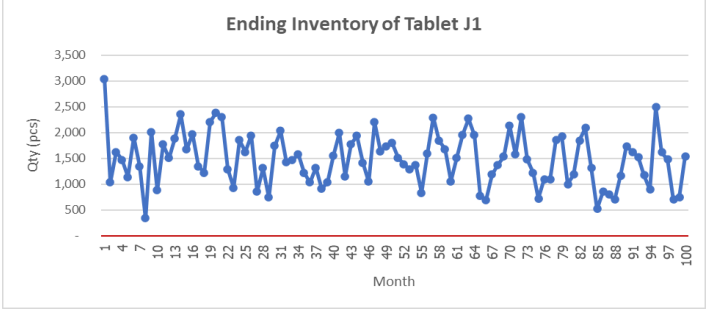
Shortage in 100 month

Frequency	0	time	CSL	100.00	%
Quantity of Shortage	0	pcs	FR	100.00	%

Shortage in 500 trials

	Min	Max	Average
Cycle Service Level	98.00	100.00	99.84
Fill Rate	99.65	100.00	99.98

Trials	CSL	FR
1	100.00	100.00
2	100.00	100.00
3	100.00	100.00
...	...	...
498	99.00	99.50
499	100.00	100.00
500	100.00	100.00



รูปที่ 4-6 การทดสอบนโยบายพัสดุคงคลังที่กำหนดขึ้นในการสั่งผลิตสินค้ากลุ่มที่ 1 ที่สั่งผลิตเป็นจำนวนเท่าของขนาดรุ่นการผลิต

กลุ่มที่ 2 ยกตัวอย่าง Liquid A1 ที่มีการแจกแจงแบบไม่ปกติ มีค่าเฉลี่ยปริมาณการขาย 2,695 ชิ้น ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1,234 ชิ้น ขนาดรุ่นการผลิต 32,520 ชิ้น สั่งผลิตด้วยนโยบายจุดสั่งซื้อซ้ำ ROP = 3,440 ชิ้น สินค้าคงคลังเริ่มต้น 4,214 ชิ้น

พบสินค้าขาดคงคลัง 2 ครั้ง จำนวนสินค้าค้างส่ง 1,633 ชิ้น คำนวณระดับการให้บริการ Cycle service level เท่ากับ 98.00% และ Fill rate เท่ากับ 99.40% เมื่อทดลองสุ่มทั้งหมด 500 การทดลอง คำนวณระดับการให้บริการ Cycle service level มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 99.28% ค่าน้อยที่สุดอยู่ที่ 96.00% และ Fill rate มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 99.84% ค่าน้อยที่สุดอยู่ที่ 98.09% (รูปที่ 4-7) ซึ่งระดับการให้บริการมากกว่า 90% ที่กำหนดไว้ แม้จะมีการแจกแจงข้อมูลแบบไม่ปกติ แต่ต้องมีการพิจารณาเพิ่มเติมในการทดสอบด้วยข้อมูลปริมาณการขายที่เกิดขึ้นจริง เนื่องจากปริมาณการขายอาจมีค่าที่สูงหรือต่ำกว่าค่าเฉลี่ยที่ใช้เป็นตัวแทนในการมาคำนวณ

Simulation - Liquid A1

Average of Demand/month	2,695	pcs
SD of Demand/month	1,234	pcs
Qty. of Batch size	32,520	pcs
Inventory policy - ROP	3,440	pcs

Month		1	2	3	4	5	...	97	98	99	100
Qty. of production order (pcs)		-	32,520	-	-	-	...	-	-	-	32,520
Demand by Simulation (pcs)		2,060	4,591	2,310	96	1,800	...	1,930	2,936	5,523	4,853
Ending inv. level of month (pcs)	4,297	2,237	30,166	27,856	27,760	25,960	...	7,406	4,469	(1,053)	26,613

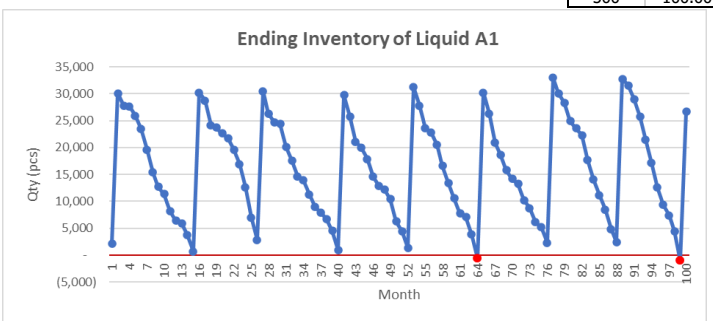
Shortage in 100 month

Frequency	2	time	CSL	98.00	%
Quantity of Shortage	1,633	pcs	FR	99.40	%

Shortage in 500 trials

	Min	Max	Average
Cycle Service Level	96.00	100.00	99.82
Fill Rate	98.09	100.00	99.84

Trials	CSL	FR
1	99.00	100.00
2	99.00	100.00
3	100.00	100.00
...	...	...
498	98.00	99.76
499	99.00	100.00
500	100.00	100.00



รูปที่ 4-7 การทดสอบนโยบายพัสดุคงคลังที่กำหนดขึ้นในการสั่งผลิตสินค้ากลุ่มที่ 2

กลุ่มที่ 3 ยกตัวอย่าง Tablet H1 มีค่าเฉลี่ยปริมาณการขาย 1,046 ชิ้น ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 726 ชิ้น ขนาดรุ่นการผลิต 470 ชิ้น สินค้าคงคลังเริ่มต้น 777 ชิ้น สั่งผลิตด้วยนโยบายเป้าหมายคงคลัง OUL = 1,664 ชิ้น ทุก ๆ 1 ไตรมาส หากในไตรมาสนั้นมีเดือนที่ทำการสั่งผลิตไปแล้ว เดือนถัดมาจะไม่สั่งผลิต ในการสุ่มปริมาณการ

ขายจะสุ่มเป็นรายไตรมาส แล้วนำมาหาร 3 เพื่อแปลงปริมาณขายเป็นรายเดือน เนื่องจากข้อมูลรายไตรมาสมีการแจกแจงแบบปกติ และหากระหว่างไตรมาสมีเดือนที่สินค้าคงเหลือน้อยกว่าระดับคงคลังเป้าหมายจะสามารถสั่งผลิตได้โดยไม่ต้องรอขึ้นไตรมาสใหม่

การทดลองที่หนึ่ง สั่งผลิตตามนโยบายการผลิต พบว่า สินค้าขาดคงคลัง 26 ครั้ง จำนวนสินค้าค้างส่งรวม 8,615 ชิ้น คำนวณระดับการให้บริการ Cycle service level เท่ากับ 91.33% และ Fill rate เท่ากับ 92.15% เมื่อทดลองสุ่มทั้งหมด 500 การทดลอง คำนวณระดับการให้บริการ Cycle service level มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 93.11% ค่าน้อยที่สุดอยู่ที่ 86.33% และ Fill rate มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 92.61% ค่าน้อยที่สุดอยู่ที่ 85.79% (รูปที่ 4-8)

การทดลองที่สอง สั่งผลิตเป็นจำนวนเท่าของขนาดรุ่นการผลิต หากไม่เป็นจำนวนเต็มให้ปัดเศษขึ้นทุกกรณี พบสินค้าขาดคงคลัง 10 ครั้ง จำนวนสินค้าค้างส่งรวม 3,685 ชิ้น คำนวณระดับการให้บริการ Cycle service level เท่ากับ 96.67% และ Fill rate เท่ากับ 96.56% เมื่อทดลองสุ่มทั้งหมด 500 การทดลอง คำนวณระดับการให้บริการ Cycle service level มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 96.34% ค่าน้อยที่สุดอยู่ที่ 93.33% และ Fill rate มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 96.28% ค่าน้อยที่สุดอยู่ที่ 91.78% (รูปที่ 4-9)

จากระดับการให้บริการที่กำหนดไว้ 90% การสั่งผลิตตามจำนวนที่คำนวณจาก OUL มีระดับการให้บริการค่าต่ำที่สุด น้อยกว่า 90% ที่กำหนดไว้ แต่หากเป็นการสั่งผลิตตามข้อจำกัดของอุตสาหกรรมยาที่ต้องผลิตเป็นจำนวนเท่าของขนาดรุ่นการผลิต จะได้ระดับการให้บริการที่สูงกว่า 90% ซึ่งในทางปฏิบัติของอุตสาหกรรมการผลิตยา การคำนวณปริมาณการสั่งผลิตจะคำนวณและสั่งผลิตให้เป็นจำนวนเท่าของขนาดรุ่นการผลิต ฉะนั้นในการกำหนดระดับการให้บริการของนโยบายการผลิตใช้ที่ 90% ยังคงรักษาระดับการให้บริการที่กำหนดไว้ได้ ในส่วน Semi-solid K2 ที่มีการแจกแจงข้อมูลเป็นแบบไม่ปกตินั้นให้ผลไปในทิศทางเดียวกันทั้ง 2 การทดลอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Simulation - Tablet H1

Average of Demand/quarter	1,046	pcs
SD of Demand/quarter	726	pcs
Qty. of Batch size	470	pcs
Inventory policy - OUL	1,664	pcs

Month		1	2	3	4	5	6	...	298	299	300
Qty. of production order (pcs)		887	-	-	1,629	-	-	...	77	-	-
Demand by Simulation per Quarter (pcs)		1,628			739			...	1,830		
Demand per Month (pcs)		543	543	543	246	246	246	...	610	610	610
Ending inv. level of month (pcs)	777	1,121	578	35	1,418	1,172	926	...	1,054	444	(166)

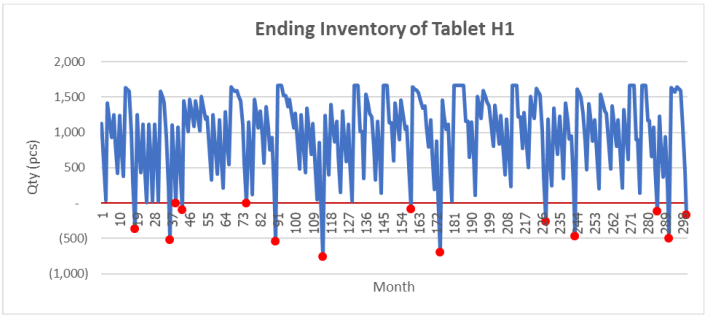
Shortage in 300 month

Frequency	14	time	CSL	95.33	%
Quantity of Shortage	4,626	pcs	FR	95.50	%

Shortage in 500 trials

	Min	Max	Average
Cycle Service Level	88.00	97.78	93.14
Fill Rate	86.21	96.34	92.69

Trials	CSL	FR
1	92.33	91.16
2	93.00	91.11
3	92.67	94.59
...	...	...
498	93.67	94.42
499	94.00	91.97
500	94.33	93.63



รูปที่ 4-8 การทดสอบนโยบายพัสดุคงคลังที่กำหนดขึ้นในการสั่งผลิตสินค้ากลุ่มที่ 3

Simulation - Tablet H1

Average of Demand/quarter	1,046	pcs
SD of Demand/quarter	726	pcs
Qty. of Batch size	470	pcs
Inventory policy - OUL	1,664	pcs

Month		1	2	3	4	5	6	...	298	299	300
Qty. of production order (pcs)		887	-	-	1,576	-	-	...	77	-	-
Convert to Batch size (pcs)		940	-	-	1,880	-	-	...	470	-	-
Demand by Simulation per Quarter (pcs)		1,628			739			...	1,830		
Demand per Month (pcs)		543	543	543	246	246	246	...	610	610	610
Ending inv. level of month (pcs)	777	1,174	631	88	1,722	1,476	1,230	...	1,447	977	977

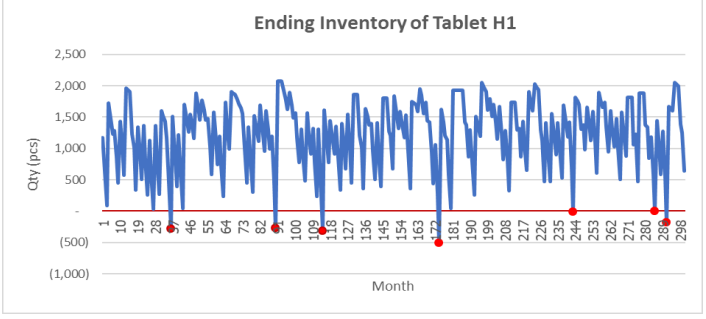
Shortage in 300 month

Frequency	7	time	CSL	97.67	%
Quantity of Shortage	1,570	pcs	FR	98.47	%

Shortage in 500 trials

	Min	Max	Average
Cycle Service Level	92.00	99.33	96.24
Fill Rate	91.24	99.61	96.28

Trials	CSL	FR
1	97.67	95.69
2	95.00	96.22
3	97.67	97.44
...	...	...
498	98.00	95.45
499	95.67	97.54
500	96.67	98.74



รูปที่ 4-9 การทดสอบนโยบายพัสดุคงคลังที่กำหนดขึ้นในการสั่งผลิตสินค้ากลุ่มที่ 3 ที่สั่งผลิตเป็นจำนวนเท่าของขนาดรุ่นการผลิต

เมื่อทำการทดสอบทุกรายการ โดยในกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 3 จะใช้ผลการทดลองแบบสั่งผลิตให้เป็นจำนวนเท่าของขนาดรุ่นการผลิต คำนวณค่าเฉลี่ย ค่าต่ำสุด และค่ามากสุดของ Cycle service level และ Fill rate แต่ละรายการ ดังตารางที่ 4-9 พบว่ากลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 มีระดับการให้บริการที่สูงกว่า 90% ในส่วนกลุ่มที่ 3 มีเพียง 1 รายการที่ Cycle service level มีค่าต่ำสุดน้อยกว่า 90% ที่กำหนดไว้

จากนั้นนำค่าเฉลี่ยของ Cycle service level และ Fill rate ของแต่ละรายการนำมาหาค่าเฉลี่ยของแต่ละกลุ่ม พบว่านโยบายการผลิตที่กำหนดขึ้นทำให้ค่าเฉลี่ยของระดับการให้บริการทั้ง 2 แบบเพิ่มขึ้น (รูปที่ 4-10) เมื่อเปรียบเทียบกับการวางแผนการผลิตแบบเดิม ดังตารางที่ 4-10 และจากการกระจายข้อมูลของระดับการให้บริการที่แคบแสดงถึงแต่ละรายการเกิดการค้างส่งที่น้อยลง (รูปที่ 4-11) ซึ่งเป็นแนวโน้มที่ดีว่านโยบายการผลิตที่กำหนดขึ้นสามารถแก้ปัญหาสินค้าขาดคงคลังหรือสินค้าค้างส่งได้

ตารางที่ 4-9 ระดับการให้บริการจากการจำลองสถานการณ์

PRODUCT NAME	CYCLE SERVICE LEVEL			FILL RATE		
	Min	Avg.	Max	Min	Avg.	Max
Class 1						
Tablet J1	98.00	99.84	100.00	99.95	99.98	100.00
Tablet J2	98.00	99.80	100.00	99.50	99.98	100.00
Tablet L1	99.00	100.00	100.00	99.84	100.00	100.00
Semi-solid C1	94.00	98.88	100.00	97.97	97.57	100.00
Semi-solid E1	96.00	99.11	100.00	99.10	99.88	100.00
Semi-solid N2	99.00	100.00	100.00	99.99	100.00	100.00
Powder A2	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Class 2						
Tablet A	97.00	99.34	100.00	98.99	98.87	100.00
Tablet B	97.00	99.50	100.00	98.59	99.89	100.00
Tablet E	98.00	99.74	100.00	98.61	99.94	100.00
Tablet I1	97.00	99.11	100.00	98.69	99.64	100.00

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

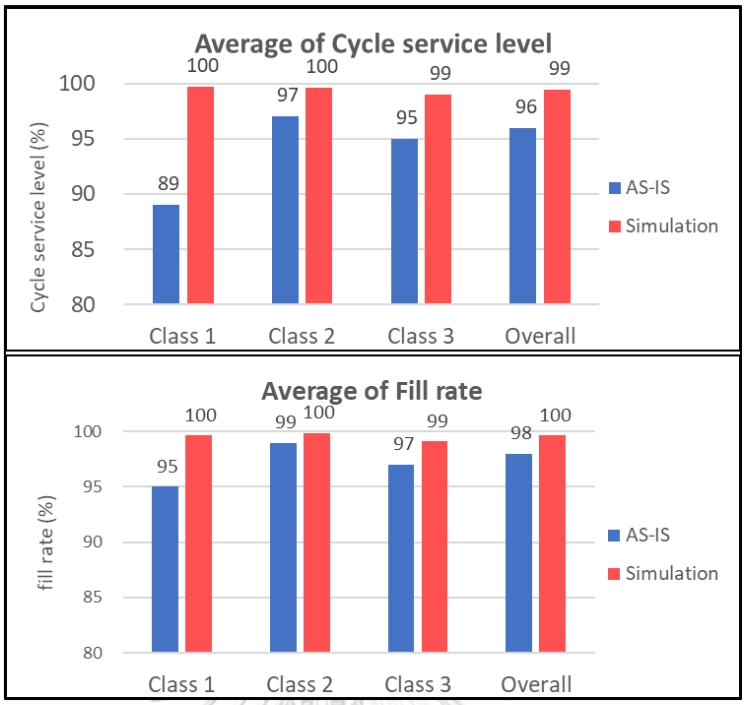
PRODUCT NAME	CYCLE SERVICE LEVEL			FILL RATE		
	Min	Avg.	Max	Min	Avg.	Max
Tablet I2	98.00	99.84	100.00	99.14	99.96	100.00
Tablet J3	95.00	98.34	100.00	96.87	99.46	100.00
Tablet K1	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Tablet K2	98.00	99.68	100.00	98.70	99.92	100.00
Tablet M	97.00	99.57	100.00	99.40	99.95	100.00
Tablet N	98.00	99.76	100.00	98.30	99.94	100.00
Tablet O	99.00	99.95	100.00	99.71	99.99	100.00
Tablet P1	93.00	97.87	100.00	97.62	99.62	100.00
Tablet P2	98.00	99.67	100.00	98.30	99.92	100.00
Liquid A1	97.00	99.26	100.00	98.67	99.85	100.00
Liquid A2	98.00	99.67	100.00	99.04	99.94	100.00
Liquid D1	98.00	99.77	100.00	99.54	99.97	100.00
Liquid D2	99.00	99.97	100.00	99.61	100.00	100.00
Liquid E1	99.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Semi-solid A	97.00	99.53	100.00	99.07	99.92	100.00
Semi-solid B	98.00	99.72	100.00	99.00	99.95	100.00
Semi-solid E2	97.00	99.61	100.00	99.64	99.96	100.00
Semi-solid F1	99.00	99.96	100.00	99.72	100.00	100.00
Semi-solid G1	99.00	100.00	100.00	99.97	100.00	100.00
Semi-solid H2	99.00	99.98	100.00	99.80	100.00	100.00
Semi-solid I1	98.00	99.61	100.00	99.13	99.93	100.00
Semi-solid I2	97.00	99.71	100.00	98.52	99.90	100.00
Semi-solid K1	98.00	99.87	100.00	99.26	99.96	100.00
Semi-solid O	98.00	99.68	100.00	98.68	99.91	100.00

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

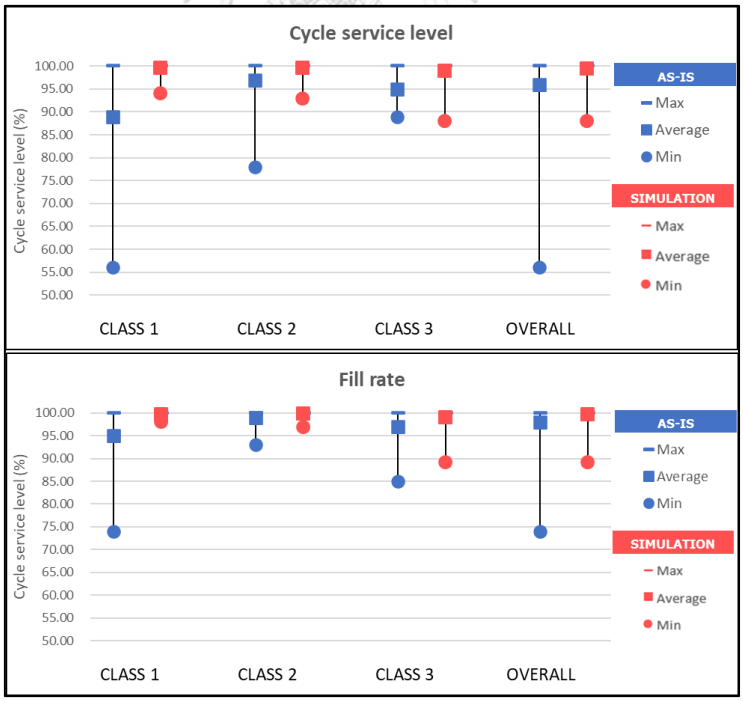
PRODUCT NAME	CYCLE SERVICE LEVEL			FILL RATE		
	Min	Avg.	Max	Min	Avg.	Max
Class 3						
Tablet D	88.00	93.89	100.00	89.23	95.89	100.00
Tablet G	99.33	99.97	100.00	98.39	99.97	100.00
Tablet H1	93.33	96.35	100.00	91.78	96.29	100.00
Tablet H2	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Tablet Q	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Liquid C	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Semi-solid D	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Semi-solid F2	97.00	99.23	100.00	95.82	99.04	100.00
Semi-solid G2	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Semi-solid H1	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Semi-solid K2	96.67	98.87	100.00	91.90	97.97	100.00
Powder A1	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

ตารางที่ 4-10 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยมูลค่าสินค้าคงคลังและระดับการให้บริการแต่ละกลุ่มจากการจำลองสถานการณ์และการวางแผนการผลิตแบบเดิม

Group	Inventory values (1,000 THB)		Service level			
			Cycle service level		Fill rate	
	As-is	Simulation	As-is	Simulation	As-is	Simulation
Class 1	784.10	454.38	89%	100%	95%	100%
Class 2	179.50	112.01	97%	100%	99%	100%
Class 3	180.50	92.12	95%	99%	97%	99%
Overall	**1,144.11**	**658.53**	**96%**	**99%**	**98%**	**100%**



รูปที่ 4-10 ค่าเฉลี่ยของระดับการให้บริการจากการจำลองสถานการณ์และการวางแผนการผลิตแบบเดิม



รูปที่ 4-11 การกระจายข้อมูลของระดับการให้บริการจากการจำลองสถานการณ์และการวางแผนการผลิตแบบเดิม

การคำนวณมูลค่าเฉลี่ยของสินค้าคงคลังในแต่ละกลุ่ม จากค่าเฉลี่ยของสินค้าคงคลังตามนโยบายพัสดุคงคลังที่กำหนดขึ้นของแต่ละรายการและนำมาคูณด้วยมูลค่าสินค้าของแต่ละรายการ ดังสมการที่ (5) โดยกลุ่มที่ 1 และ 3 คำนวณค่าเฉลี่ยของสินค้าคงคลังจากค่าเฉลี่ยปริมาณการขายหารสองและบวกด้วยพัสดุคงคลังสำรอง ในส่วนกลุ่มที่ 2 คำนวณจากขนาดรุ่นการผลิตหารสองและบวกด้วยพัสดุคงคลังสำรอง

ตัวอย่างเช่น กลุ่มที่ 1 Tablet J1 มีค่าเฉลี่ยปริมาณการขาย 1,464 ชิ้นต่อเดือน มีพัสดุคงคลังสำรอง 618 ชิ้น มูลค่าสินค้า 440 บาทต่อชิ้น คำนวณค่าเฉลี่ยของสินค้าคงคลังได้ 1,352 ชิ้น คิดเป็นมูลค่า 594,000 บาท

กลุ่มที่ 2 Liquid A1 มีค่าเฉลี่ยปริมาณการขาย 2,028 ชิ้นต่อเดือน มีพัสดุคงคลังสำรอง 1,412 ชิ้น มูลค่าสินค้า 10 บาทต่อชิ้น คำนวณค่าเฉลี่ยของสินค้าคงคลังได้ 17,672 ชิ้น คิดเป็นมูลค่า 176,716 บาท

กลุ่มที่ 3 Tablet H1 มีค่าเฉลี่ยปริมาณการขาย 310 ชิ้นต่อเดือน มีพัสดุคงคลังสำรอง 620 ชิ้น มูลค่าสินค้า 440 บาทต่อชิ้น คำนวณค่าเฉลี่ยของสินค้าคงคลังได้ 775 ชิ้น คิดเป็นมูลค่า 341,000 บาท

เมื่อทำการคำนวณมูลค่าสินค้าคงคลังทุกรายการ นำมาหามูลค่าเฉลี่ยของสินค้าคงคลังในแต่ละกลุ่ม จากการเปรียบเทียบกับการวางแผนการผลิตแบบเดิมพบว่านโยบายการผลิตที่กำหนดขึ้นให้ค่าเฉลี่ยมูลค่าสินค้าคงคลังลดลง 44% ซึ่งเป็นแนวโน้มที่ดีว่านโยบายการผลิตที่กำหนดขึ้นสามารถช่วยลดมูลค่าสินค้าคงคลังได้

4.) สร้างแบบแผนการคำนวณรายการและปริมาณที่ต้องสั่งผลิต

เริ่มจากคำนวณปริมาณสินค้าที่คาดว่าจะคงเหลือ ณ ต้นเดือน t ($\widehat{\mathrm{B}}_{\mathrm{t}}$) จากจำนวนสินค้าคงเหลือ ณ ต้นเดือน t-1 ($\mathrm{B}_{\mathrm{t-1}}$) บวกด้วยจำนวนสินค้าที่จะผลิตเสร็จในสิ้นเดือน t-1 ($\mathrm{P}_{\mathrm{t-1}}$) และหักออกด้วยสินค้าค้างส่งที่ต้องจัดส่งภายในเดือน t-1 ($\mathrm{BO}_{\mathrm{t-1}}$) และปริมาณที่คาดว่าจะขายได้เฉลี่ยต่อเดือน ($\widehat{\mathrm{D}}$) ตามสมการที่ (1)

และนำค่าที่ได้มาคำนวณคำสั่งผลิตในเดือน t (P_{t}) ตามนโยบายการผลิตของแต่ละกลุ่ม โดยกลุ่มที่ 1 และ 3 สั่งผลิตในปริมาณที่ทำให้ระดับสินค้าคงคลังเท่ากับระดับคงคลังเป้าหมายที่กำหนดไว้ คำนวณตามสมการที่ (2) โดยปริมาณสั่งผลิตจะต้องเป็นจำนวนเท่าของขนาดรุ่นการผลิต หากไม่เป็นจำนวนเต็มให้ปัดเศษขึ้นทุกกรณี และกลุ่ม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ที่ 2 สั่งผลิตจำนวน 1 รุ่นการผลิต เมื่อปริมาณสินค้าที่คาดว่าจะคงเหลือ ณ ต้นเดือน t น้อยกว่าหรือเท่ากับจุดสั่งซื้อซ้ำที่กำหนดไว้ คำนวณตามสมการที่ (3) ดังตารางที่ 4-11

ตารางที่ 4-11 ขั้นตอนและการคำนวณรายการและปริมาณที่ต้องสั่งผลิต

ขั้นตอน	การคำนวณ	สมการ
1. คำนวณปริมาณสินค้าที่คาดว่าจะคงเหลือ ณ ต้นเดือน t ($\widehat{B}_t$)	$\widehat{B}_t = (B_{t-1} + P_{t-1}) - (BO_{t-1} + \widehat{D})$	(1)
2. คำนวณคำสั่งผลิตในเดือน t (P_t)	For Class 1 and 3: $P_t = OUL - \widehat{B}_t$	(2)
	For Class 2: $P_t = \begin{cases} 1\ \text{Batch}, & \widehat{B}_t \le ROP \\ 0, & \widehat{B}_t > ROP \end{cases}$	(3)

ตัวอย่างเช่น กลุ่มที่ 1 Tablet J1 มีจำนวนสินค้าคงเหลือ ณ ต้นเดือน t-1 (B_{t-1}) จำนวน 3,013 ชิ้น จำนวนสินค้าที่จะผลิตเสร็จในสิ้นเดือน t-1 (P_{t-1}) จำนวน 712 ชิ้น ไม่มีสินค้าค้างส่งที่ต้องจัดส่งภายในเดือน t-1 (BO_{t-1}) ปริมาณที่คาดว่าจะขายได้เฉลี่ยต่อเดือน ($\widehat{D}$) จำนวน 1,464 ชิ้น ค่า OUL ที่คำนวณได้ เท่ากับ 2,619 ชิ้น และมีขนาดรุ่นการผลิต 712 ชิ้น จะได้ว่าต้องสั่งผลิต Tablet J1 จำนวน 1 batch (712 ชิ้น) ในเดือน t คำนวณจาก

$$\widehat{B}_t = (B_{t-1} + P_{t-1}) - (BO_{t-1} + \widehat{D})$$
$$= (3{,}013 + 712) - (0 + 1{,}464) = 2{,}261$$
$$P_t = OUL - \widehat{B}_t = 2{,}619 - 2{,}261 = 358$$

กลุ่มที่ 2 Liquid A1 มีจำนวนสินค้าคงเหลือ ณ ต้นเดือน t-1 (B_{t-1}) จำนวน 26,809 ชิ้น ไม่มีสินค้าที่จะผลิตเสร็จในสิ้นเดือน t-1 (P_{t-1}) ไม่มีสินค้าค้างส่งที่ต้องจัดส่งภายในเดือน t-1 (BO_{t-1}) ปริมาณที่คาดว่าจะขายได้เฉลี่ยต่อเดือน ($\widehat{D}$) จำนวน 2,028 ชิ้น ค่า ROP ที่คำนวณได้ เท่ากับ 3,440 ชิ้น และมีขนาดรุ่นการผลิต 32,520 ชิ้น จะได้ว่าไม่ต้องสั่งผลิต Liquid A1 ในเดือน t คำนวณจาก

$$\widehat{B}_t = (B_{t-1} + P_{t-1}) - (BO_{t-1} + \widehat{D})$$
$$= (26{,}809 + 0) - (0 + 2{,}028) = 24{,}781$$
$$P_t = 0 \text{ เนื่องจาก } \widehat{B}_t > ROP\ ;\ 24{,}781 > 3{,}440$$

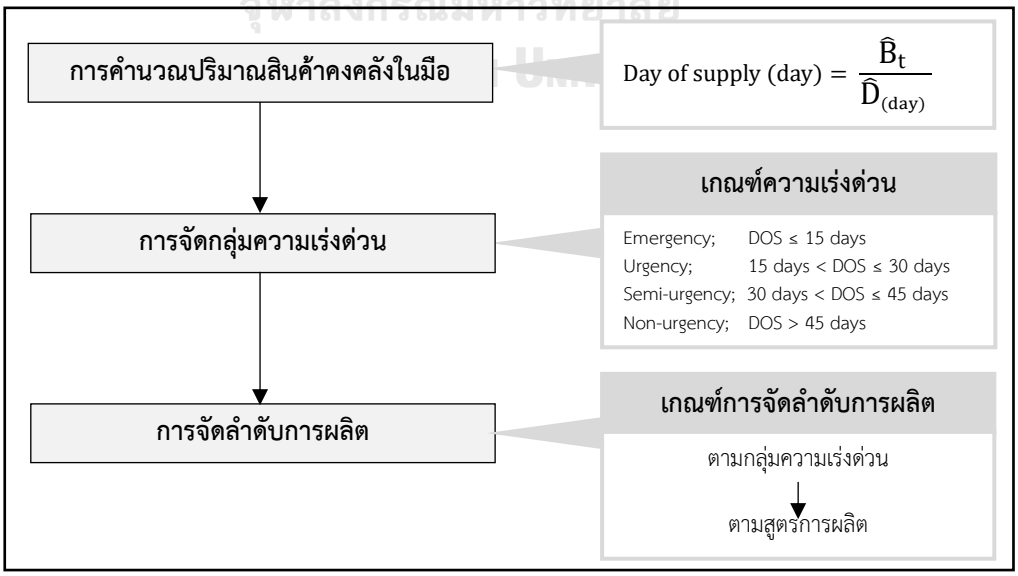
กลุ่มที่ 3 Tablet H1 มีจำนวนสินค้าคงเหลือ ณ ต้นเดือน t-1 (B_{t-1}) จำนวน 1,245 ชิ้น ไม่มีสินค้าที่จะผลิตเสร็จในสิ้นเดือน t-1 (P_{t-1}) ไม่มีสินค้าค้างส่งที่ต้องจัดส่งภายในเดือน t-1 (BO_{t-1}) ปริมาณที่คาดว่าจะขายได้เฉลี่ยต่อเดือน ($\hat{D}$) จำนวน 310 ชิ้น ค่า OUL ที่คำนวณได้ เท่ากับ 1,664 ชิ้น และมีขนาดรุ่นการผลิต 470 ชิ้น จะได้ว่าต้องสั่งผลิต Tablet H1 จำนวน 2 batch (940 ชิ้น) ในเดือน t คำนวณจาก

$$\hat{B}_t = (B_{t-1} + P_{t-1}) - (BO_{t-1} + \hat{D})$$
$$= (1{,}245 + 0) - (0 + 310) = 935$$
$$P_t = OUL - \hat{B}_t = 1{,}664 - 935 = 729$$

4.1.2 สร้างแบบแผนกระบวนการคิดและเกณฑ์การตัดสินใจในการจัดลำดับการผลิต

เริ่มจากการคำนวณปริมาณสินค้าคงคลังในมือ (Day of supply) โดยจะใช้จำนวนวันนี้เป็นตัวแทนในการจัดกลุ่มความเร่งด่วน จากปริมาณสินค้าที่คาดว่าจะคงเหลือ ณ ต้นเดือน t ($\hat{B}_t$) หารด้วยปริมาณที่คาดว่าจะขายได้เฉลี่ยต่อวัน ($\hat{D}_{(day)}$) จากนั้นจัดกลุ่มความเร่งด่วน ได้แก่ กลุ่มเร่งด่วนฉุกเฉิน (ปริมาณสินค้าคงคลังในมือ น้อยกว่าหรือเท่ากับ 15 วัน) กลุ่มเร่งด่วน (ปริมาณสินค้าคงคลังในมือ มากกว่า 15 วันแต่ไม่เกิน 30 วัน) กลุ่มเร่งด่วนปานกลาง (ปริมาณสินค้าคงคลังในมือ มากกว่า 30 วันแต่ไม่เกิน 45 วัน) และกลุ่มไม่เร่งด่วน (ปริมาณสินค้าคงคลังในมือ มากกว่า 45 วัน)

จากนั้นทำการจัดลำดับการผลิต โดยเรียงลำดับการผลิตตามกลุ่มความเร่งด่วน (กลุ่มเร่งด่วนฉุกเฉิน > กลุ่มเร่งด่วน > กลุ่มเร่งด่วนปานกลาง > กลุ่มไม่เร่งด่วน) และตามด้วยสูตรการผลิตที่เหมือนกันไว้ต่อกัน (รูปที่ 4-12)



รูปที่ 4-12 แบบแผนกระบวนการคิดและเกณฑ์การตัดสินใจในการจัดลำดับการผลิต

ตัวอย่างเช่น กลุ่มที่ 1 Tablet J1 มีปริมาณสินค้าที่คาดว่าจะคงเหลือ ณ ต้นเดือน t ที่คำนวณได้จากข้อ 4.1.1 จำนวน 2,261 ชิ้น ปริมาณที่คาดว่าจะขายได้เฉลี่ยต่อเดือน ($\widehat{\mathbf{D}}$) จำนวน 1,464 ชิ้น ฉะนั้นจะมีปริมาณสินค้าคงคลังในมือ 46 วัน จัดอยู่ในกลุ่มไม่เร่งด่วน คำนวณจาก

$$\text{Day of supply (day)} = \frac{\widehat{\mathbf{B}}_t}{\widehat{\mathbf{D}}_{(\text{day})}} = \frac{2{,}261}{(\frac{1{,}464}{30})} = 46$$

กลุ่มที่ 2 Liquid A1 มีปริมาณสินค้าที่คาดว่าจะคงเหลือ ณ ต้นเดือน t ที่คำนวณได้จากข้อ 4.1.1 จำนวน 24,781 ชิ้น ปริมาณที่คาดว่าจะขายได้เฉลี่ยต่อเดือน ($\widehat{\mathbf{D}}$) จำนวน 2,028 ชิ้น ฉะนั้นจะมีปริมาณสินค้าคงคลังในมือ 367 วัน จัดอยู่ในกลุ่มไม่เร่งด่วน คำนวณจาก

$$\text{Day of supply (day)} = \frac{\widehat{\mathbf{B}}_t}{\widehat{\mathbf{D}}_{(\text{day})}} = \frac{24{,}781}{(\frac{2{,}028}{30})} = 367$$

กลุ่มที่ 3 Tablet H1 มีปริมาณสินค้าที่คาดว่าจะคงเหลือ ณ ต้นเดือน t ที่คำนวณได้จากข้อ 4.1.1 จำนวน 935 ชิ้น ปริมาณที่คาดว่าจะขายได้เฉลี่ยต่อเดือน ($\widehat{\mathbf{D}}$) จำนวน 310 ชิ้น ฉะนั้นจะมีปริมาณสินค้าคงคลังในมือ 90 วัน จัดอยู่ในกลุ่มไม่เร่งด่วน คำนวณจาก

$$\text{Day of supply (day)} = \frac{\widehat{\mathbf{B}}_t}{\widehat{\mathbf{D}}_{(\text{day})}} = \frac{935}{(\frac{310}{30})} = 90$$

4.1.3 สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวางแผนการผลิต

โดยใช้ spreadsheet model เป็นพื้นฐานในการทำงานของเครื่องมือ ประกอบด้วย 4 ส่วนหลัก ที่มี 10 แผ่นงาน ได้แก่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ส่วนที่ 1 ตารางข้อมูลพื้นฐาน (Setup data) มี 2 แผ่นงาน ประกอบด้วย แผ่นงานข้อมูลด้านผลิตภัณฑ์และนโยบายการผลิต (S1; Product-Policy data) และแผ่นงานด้านกระบวนการผลิต (S2; Process data) (รูปที่ 4-13)

แผ่นงานข้อมูลด้านผลิตภัณฑ์และนโยบายการผลิต ประกอบด้วย รหัสสินค้า (Product code) ชื่อสินค้า (Product name) รหัสสูตรการผลิต (BOM code) ขนาดรุ่นการผลิต (Batch size) ที่เป็นข้อมูลทั่วไปของผลิตภัณฑ์ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณที่ขายได้ต่อเดือนและต่อไตรมาส (Demand per month, per quarter; $\widehat{\mathbf{D}}$) โดยกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ใช้ข้อมูลรายเดือน กลุ่มที่ 3 ใช้ข้อมูลรายไตรมาส ระยะเวลาการผลิต (Production time) และระยะเวลาการวิเคราะห์ (QA/QC time) รวมกันเป็นระยะเวลานำ (Lead time; $\mathbf{L}$) รอบการสั่งผลิต (Cycle time; $\mathbf{T}$) ใช้ตาม

นโยบายการผลิตแต่ละกลุ่ม ตัวประกอบพัสดุคงคลังสำรอง (Safety stock factor; $\mathbf{F^{-1}\,(CSL)}$) ที่ขึ้นกับระดับบริการที่กำหนด จากนั้นสร้างสูตรคำนวณความต้องการเฉลี่ยช่วงเวลานำและรอบการสั่ง (Avg. demand per L+T; $\widehat{\mathbf{D}}_{\mathbf{L+T}}$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความต้องการช่วงเวลานำและรอบการสั่ง (SD per L+T; $\boldsymbol{\sigma}_{\mathbf{L+T}}$) พัสดุคงคลังสำรอง (Safety stock; $\mathbf{SS}$) เพื่อให้ได้ค่า OUL และ ROP ตามกลุ่มนโยบายการผลิต โดยต้องคำนึงเรื่องหน่วยของข้อมูล เช่น ต่อวัน ต่อเดือน หรือต่อไตรมาส

ตัวอย่างเช่น กลุ่มที่ 1 Tablet J1 มีรหัสสินค้า 412000 ชื่อสินค้า Tablet J1 รหัสสูตรการผลิต 4120 ขนาดรุ่นการผลิต 712 ชิ้น ค่าเฉลี่ยของปริมาณที่ขายได้ต่อเดือน 1,464 ชิ้น ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณที่ขายได้ต่อเดือน 413 ระยะเวลาการผลิต 4 วัน และระยะเวลาการวิเคราะห์ 7 วัน รวมกันเป็นระยะเวลานำ 11 วัน รอบการสั่งผลิต 30 วัน โดยที่จำนวนวันต้องหารด้วย 30 วัน เพื่อเปลี่ยนเป็นหน่วยเดือนก่อนนำไปใช้คำนวณต่อ ตัวประกอบพัสดุคงคลังสำรองที่ระดับการให้บริการ 90% เท่ากับ 1.28 จากนั้นผูกสูตรคำนวณความต้องการเฉลี่ยช่วงเวลานำและรอบการสั่ง ($\widehat{D}_{\mathrm{L+T}} = (\mathrm{L+T})\ \mathrm{x}\ \widehat{D}$) จะได้ 2,001 ชิ้น ผูกสูตรคำนวณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความต้องการช่วงเวลานำและรอบการสั่ง ($\sigma_{\mathrm{L+T}} = \left(\sqrt{\mathrm{L+T}}\right)\ \mathrm{x}\ \sigma_{\mathrm{D}}$) จะได้ 483 ชิ้น ผูกสูตรคำนวณพัสดุคงคลังสำรอง ($\mathrm{SS} = \mathrm{F^{-1}\,(CSL)}\ \mathrm{x}\ (\sigma_{\mathrm{L+T}})$) จะได้ 618 ชิ้น และสุดท้ายผูกสูตรคำนวณค่า OUL ($\mathrm{OUL} = \widehat{\mathrm{D}}_{\mathrm{L+T}} + \mathrm{SS}$) ซึ่งเท่ากับ 2,619 ชิ้น

กลุ่มที่ 3 จะคล้ายคลึงกลุ่มที่ 1 แต่จะเปลี่ยนเรื่องหน่วยเวลาจากเดือนเป็นไตรมาส ได้แก่ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณที่ขายได้ต่อไตรมาส จำนวนวันจะหารด้วย 90 วัน เพื่อเปลี่ยนเป็นหน่วยไตรมาสก่อนนำไปใช้คำนวณต่อ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ในส่วนกลุ่มที่ 2 Liquid A1 มีรหัสสินค้า 420100 ชื่อสินค้า Liquid A1 รหัสสูตรการผลิต 4201 ขนาดรุ่นการผลิต 32,520 ชิ้น ค่าเฉลี่ยของปริมาณที่ขายได้ต่อเดือน 2,028 ชิ้น ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณที่ขายได้ต่อเดือน 1,103 ระยะเวลาการผลิต 4 วัน ระยะเวลาการวิเคราะห์ 10 วัน แต่จะใช้ระยะเวลานำเป็น 30 วัน เนื่องจากในการติดตามสินค้าคงเหลือจะติดตามทุก ๆ 1 เดือน ไม่มีรอบการสั่งผลิต จำนวนวันจะหารด้วย 30 วัน เพื่อเปลี่ยนเป็นหน่วยเดือน ตัวประกอบพัสดุคงคลังสำรองที่ระดับการให้บริการ 90% เท่ากับ 1.28 จากนั้นผูกสูตรคำนวณคำนวณพัสดุคงคลังสำรอง ($\mathrm{SS} = \mathrm{F^{-1}\,(CSL)}\ \mathrm{x}\ (\sigma_{\mathrm{L+T}})$) จะได้ 1,412 ชิ้น และสุดท้ายผูกสูตรคำนวณค่า ROP ($\mathbf{ROP} = \widehat{\mathbf{D}}\mathbf{L} + \mathbf{SS}$) ซึ่งเท่ากับ 3,440 ชิ้น

แผ่นงานด้านกระบวนการผลิต ประกอบด้วย รหัสสินค้า รหัสสูตรการผลิต ชื่อสินค้า เครื่องจักร แต่ละขั้นตอนตามสายการผลิต แบ่งออกเป็น 3 สายการผลิต และระยะเวลาการผลิตและการ

วิเคราะห์แต่ละขั้นตอน (หน่วย; วัน) หากเครื่องจักรหรือขั้นตอนใดไม่ได้ใช้ในการผลิตรายการยานั้น ๆ จะแสดงเป็นเลข 0

สายการผลิตรูปแบบของแข็ง ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนผสม (Mixing) ที่มี 2 เครื่องหลัก (ในแต่ละเครื่องหลักจะมีขั้นตอน/เครื่องจักรย่อยลงไป) ขั้นตอนการตอกเม็ด (Tableting) มี 4 เครื่อง ขั้นตอนการเคลือบ (Coating) มี 1 เครื่อง ขั้นตอนบรรจุแคปซูล (Encapsulation) มี 1 เครื่อง ขั้นตอนการบรรจุลงบรรจุภัณฑ์ (Filling) แบ่งออกเป็นการบรรจุ 4 แบบ คือ บรรจุแบบแผงบลิสเตอร์ (Blister) มี 2 เครื่อง บรรจุแบบแผงสตริป (Strip) มี 2 เครื่อง บรรจุลงขวด (Bottle) มี 1 เครื่อง และบรรจุลงขวดสำหรับยาผง (Powder) มี 1 เครื่อง โดยในสายการผลิตรูปแบบของแข็งประเภทยาผงจะเพิ่มขั้นตอนวิเคราะห์คุณภาพ (QC) ในขั้นผลิตภัณฑ์รอบรรจุก่อนการบรรจุลงบรรจุภัณฑ์ สายการผลิตรูปแบบเหลวและรูปแบบกึ่งแข็ง ประกอบด้วย 2 ขั้นตอนเหมือนกัน ได้แก่ ขั้นตอนผสม (Mixing) มีเครื่องจักรสายการผลิตละ 2 เครื่อง และขั้นตอนการบรรจุลงบรรจุภัณฑ์ (Filling) สายการผลิตรูปแบบเหลวมี 1 เครื่อง ส่วนสายการผลิตรูปแบบกึ่งแข็ง มี 2 เครื่อง โดยทั้ง 2 สายการผลิต บางรายการจะมีขั้นตอนวิเคราะห์คุณภาพ (QC) ในขั้นผลิตภัณฑ์รอบรรจุก่อนการบรรจุลงบรรจุภัณฑ์ ในส่วนขั้นตอนการชั่งยา (Dispensing) ทั้ง 3 สายการผลิตจะใช้เครื่องจักรร่วมกัน โดยมีเครื่องชั่งยา 1 เครื่อง

ตัวอย่างเช่น Tablet A มีรหัสสินค้า 410500 ชื่อสินค้า Tablet A รหัสสูตรการผลิต 4105 มีขั้นตอนและระยะเวลาที่ใช้ในการผลิต คือ ชั่งยา ใช้เวลา 0.5 วัน ผสมด้วยเครื่อง 1 ใช้เวลา 1 วัน ตอกเม็ดด้วยเครื่อง 2 ใช้เวลา 1 วัน และบรรจุลงขวด ใช้เวลา 1 วัน ไม่มีขั้นตอนการเคลือบและขั้นตอนบรรจุลงแคปซูล และไม่มีการวิเคราะห์คุณภาพในขั้นผลิตภัณฑ์รอบรรจุ

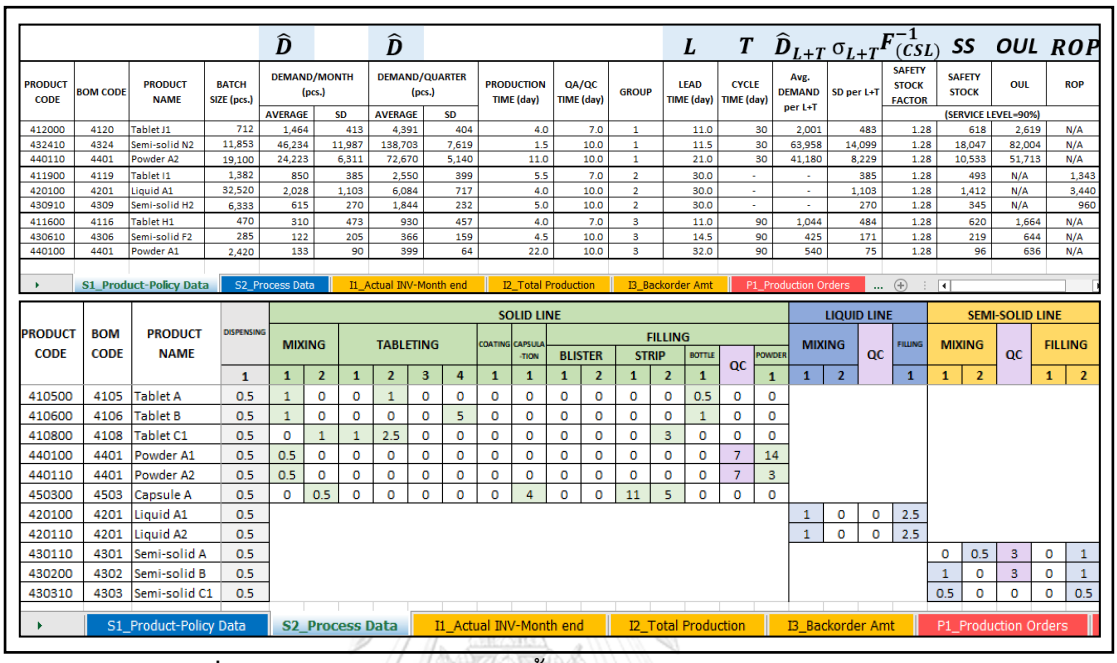
Liquid A1 มีขั้นตอนชั่งยา ใช้เวลา 0.5 วัน ผสมด้วยเครื่อง 1 ใช้เวลา 1 วัน และบรรจุลงบรรจุภัณฑ์ ใช้เวลา 2.5 วัน ไม่มีขั้นตอนการวิเคราะห์คุณภาพในขั้นผลิตภัณฑ์รอบรรจุ

Semi-solid A1 มีขั้นตอนชั่งยา ใช้เวลา 0.5 วัน ผสมด้วยเครื่อง 2 ใช้เวลา 0.5 วัน ขั้นตอนการวิเคราะห์คุณภาพ 3 วัน และบรรจุลงบรรจุภัณฑ์ ใช้เวลา 2.5 วัน

ส่วนที่ 2 ตารางข้อมูลนำเข้า (Input data) มี 3 แผ่นงาน ประกอบด้วย แผ่นงานปริมาณสินค้าคงเหลือ ณ สิ้นเดือน (I1; Actual INV-Month end) แผ่นงานปริมาณการผลิตรวมในเดือน (I2; Total production) และแผ่นงานปริมาณสินค้าค้างส่ง (I3; Backorder Amt) แต่ละแผ่นงานประกอบด้วย รหัสสินค้า ชื่อสินค้า และปริมาณสินค้า (หน่วย; ชิ้น) ที่แสดงข้อมูลในแต่ละเดือน ลงบันทึกข้อมูล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ต่อไปเรื่อย ๆ เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้เป็นข้อมูลในอดีตสำหรับการคำนวณหรือคาดการณ์ในอนาคต (รูปที่ 4-14)



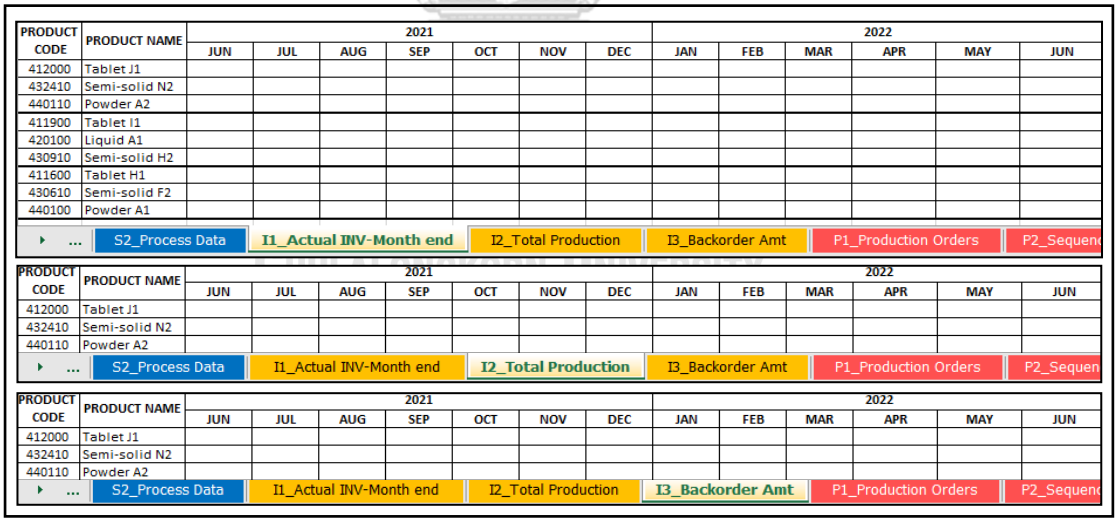
PRODUCT CODE	BOM CODE	PRODUCT NAME	BATCH SIZE (pcs.)	DEMAND/MONTH (pcs.) AVERAGE	DEMAND/MONTH (pcs.) SD	DEMAND/QUARTER (pcs.) AVERAGE	DEMAND/QUARTER (pcs.) SD	PRODUCTION TIME (day)	QA/QC TIME (day)	GROUP	LEAD TIME (day)	CYCLE TIME (day)	Avg. DEMAND per L+T	SD per L+T	SAFETY STOCK FACTOR	SAFETY STOCK	OUL	ROP
				$\hat{D}$		$\hat{D}$					L	T	$\hat{D}_{L+T}$	σ_{L+T}	$F^{-1}_{(CSL)}$	SS	OUL	ROP
															(SERVICE LEVEL=90%)			
412000	4120	Tablet J1	712	1,464	413	4,391	404	4.0	7.0	1	11.0	30	2,001	483	1.28	618	2,619	N/A
432410	4324	Semi-solid N2	11,853	46,234	11,987	138,703	7,619	1.5	10.0	1	11.5	30	63,958	14,099	1.28	18,047	82,004	N/A
440110	4401	Powder A2	19,100	24,223	6,311	72,670	5,140	11.0	10.0	1	21.0	30	41,180	8,229	1.28	10,533	51,713	N/A
411900	4119	Tablet I1	1,382	850	385	2,550	399	5.5	7.0	2	30.0	-	-	385	1.28	493	N/A	1,343
420100	4201	Liquid A1	32,520	2,028	1,103	6,084	717	4.0	10.0	2	30.0	-	-	1,103	1.28	1,412	N/A	3,440
430910	4309	Semi-solid H2	6,333	615	270	1,844	232	5.0	10.0	2	30.0	-	-	270	1.28	345	N/A	960
411600	4116	Tablet H1	470	310	473	930	457	4.0	7.0	3	11.0	90	1,044	484	1.28	620	1,664	N/A
430610	4306	Semi-solid F2	285	122	205	366	159	4.5	10.0	3	14.5	90	425	171	1.28	219	644	N/A
440100	4401	Powder A1	2,420	133	90	399	64	22.0	10.0	3	32.0	90	540	75	1.28	96	636	N/A

S1_Product-Policy Data | S2_Process Data | I1_Actual INV-Month end | I2_Total Production | I3_Backorder Amt | P1_Production Orders

PRODUCT CODE	BOM CODE	PRODUCT NAME	DISPENSING	SOLID LINE: MIXING	TABLETING			COATING	CAPSULATION	FILLING: BLISTER		STRIP		BOTTLE	QC	POWDER	LIQUID LINE: MIXING		QC	FILLING	SEMI-SOLID LINE: MIXING		QC	FILLING	
			1	1	2	1	2	3	4	1	1	1	2	1	2	1		1	1	2	1	1	2		1	2
410500	4105	Tablet A	0.5	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0								
410600	4106	Tablet B	0.5	1	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	1	0	0								
410800	4108	Tablet C1	0.5	0	1	1	2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0							
440100	4401	Powder A1	0.5	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	14								
440110	4401	Powder A2	0.5	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	3								
450300	4503	Capsule A	0.5	0	0.5	0	0	0	0	0	4	0	0	11	5	0	0	0								
420100	4201	Liquid A1	0.5																1	0	0	2.5				
420110	4201	Liquid A2	0.5																1	0	0	2.5				
430110	4301	Semi-solid A	0.5																				0	0.5	3	0	1
430200	4302	Semi-solid B	0.5																				1	0	3	0	1
430310	4303	Semi-solid C1	0.5																				0.5	0	0	0	0.5

S1_Product-Policy Data | S2_Process Data | I1_Actual INV-Month end | I2_Total Production | I3_Backorder Amt | P1_Production Orders

รูปที่ 4-13 ตัวอย่างตารางข้อมูลพื้นฐานของระบบการวางแผนการผลิต



PRODUCT CODE	PRODUCT NAME	2021 JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	2022 JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN
412000	Tablet J1													
432410	Semi-solid N2													
440110	Powder A2													
411900	Tablet I1													
420100	Liquid A1													
430910	Semi-solid H2													
411600	Tablet H1													
430610	Semi-solid F2													
440100	Powder A1													

... | S2_Process Data | I1_Actual INV-Month end | I2_Total Production | I3_Backorder Amt | P1_Production Orders | P2_Sequenc

PRODUCT CODE	PRODUCT NAME	2021 JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	2022 JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN
412000	Tablet J1													
432410	Semi-solid N2													
440110	Powder A2													

... | S2_Process Data | I1_Actual INV-Month end | I2_Total Production | I3_Backorder Amt | P1_Production Orders | P2_Sequen

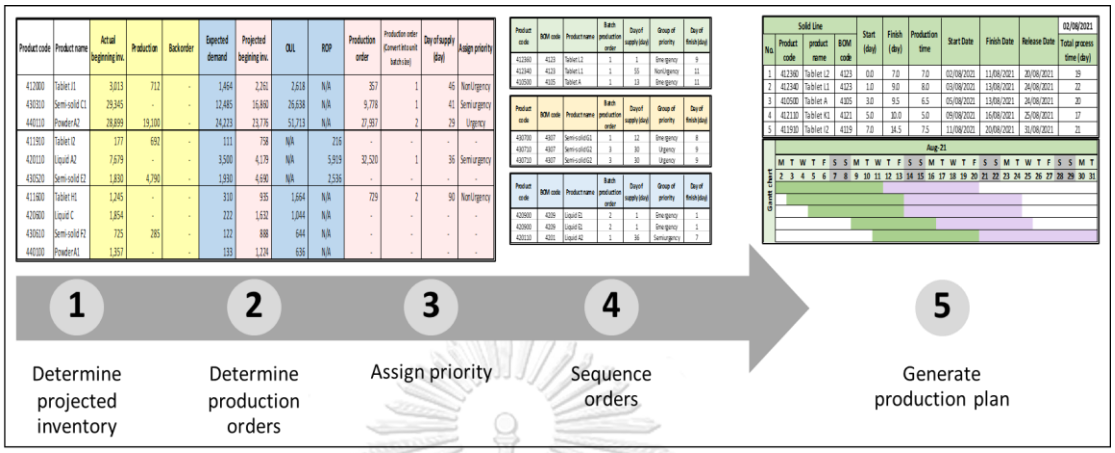
PRODUCT CODE	PRODUCT NAME	2021 JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	2022 JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN
412000	Tablet J1													
432410	Semi-solid N2													
440110	Powder A2													

... | S2_Process Data | I1_Actual INV-Month end | I2_Total Production | I3_Backorder Amt | P1_Production Orders | P2_Sequenc

รูปที่ 4-14 ตัวอย่างตารางข้อมูลนำเข้าของระบบการวางแผนการผลิต

ส่วนที่ 3 ตารางการคำนวณแผนการผลิต (Process data) มี 2 แผ่นงาน ประกอบด้วย แผ่นงานคำสั่งผลิต (P1; Production order) และแผ่นงานการจัดลำดับคำสั่งผลิต (P2; Sequencing) ซึ่งเป็นกระบวนการวางแผนการผลิตของระบบการวางแผนการผลิต ที่เริ่มจากการคำนวณปริมาณสินค้า

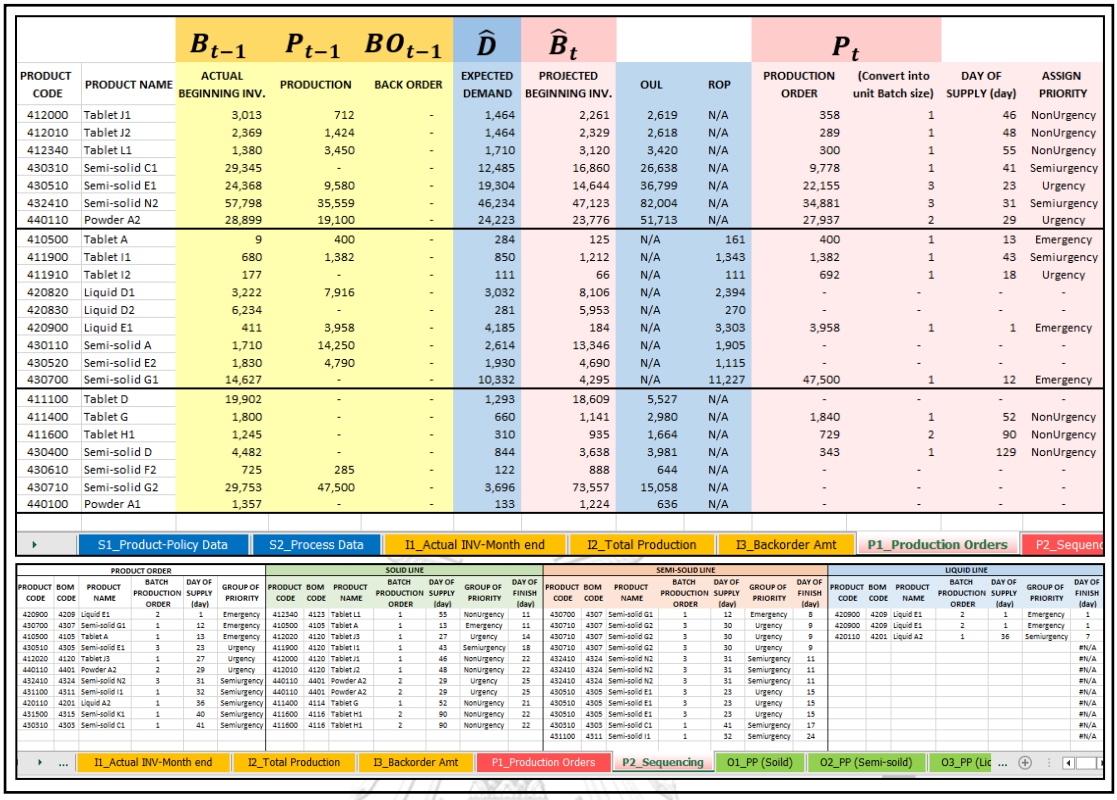
ที่คาดว่าจะคงเหลือ ณ ต้นเดือน t การคำนวณคำสั่งผลิตในเดือน t การจัดกลุ่มความเร่งด่วน และการจัดลำดับการผลิต เพื่อให้ได้ออกมาเป็นแผนการผลิต (รูปที่ 4-15)



รูปที่ 4-15 กระบวนการวางแผนการผลิตของระบบการวางแผนการผลิต

แผ่นงานคำสั่งผลิต ประกอบด้วย จำนวนสินค้าคงเหลือ ณ ต้นเดือน t-1 (Actual beginning inv.; B_{t-1}) จำนวนสินค้าที่จะผลิตเสร็จในสิ้นเดือน t-1 (Production; P_{t-1}) ปริมาณสินค้าค้างส่งที่ต้องจัดส่งภายในเดือน t-1 (Back order; BO_{t-1}) โดยดึงข้อมูลมาจากแผ่นงานปริมาณสินค้าคงเหลือ ณ สิ้นเดือน แผ่นงานปริมาณการผลิตรวมในเดือน และแผ่นงานปริมาณสินค้าค้างส่ง ตามลำดับ ปริมาณที่คาดว่าจะขายได้เฉลี่ยต่อเดือน (Expected demand; $\widehat{D}$) ค่าพารามิเตอร์ระดับคงคลังเป้าหมาย (OUL) และจุดสั่งซื้อซ้ำ (ROP) โดยดึงข้อมูลมาจากแผ่นงานข้อมูลด้านผลิตภัณฑ์และนโยบายการผลิต จากนั้นสร้างสูตรคำนวณปริมาณสินค้าที่คาดว่าจะคงเหลือ ณ ต้นเดือน t (Projected beginning inv.; $\widehat{B}_t$) คำสั่งผลิตในเดือน t (Production order; P_t) ซึ่งจะได้ผลลัพธ์ออกมาเป็นหน่วยจำนวนชิ้น ให้แปลงเป็นหน่วยรุ่นการผลิต (Convert into unit Batch size) จากนั้นสร้างสูตรคำนวณปริมาณสินค้าคงคลังในมือ (Day of supply) และจัดลำดับความสำคัญ (Assign priority)

แผ่นงานการจัดลำดับคำสั่งผลิต แบ่งเป็น 4 ส่วน แต่ละส่วนประกอบด้วย รหัสสินค้า รหัสสูตรการผลิต ชื่อสินค้า จำนวนรุ่นการผลิต (หน่วย: รุ่นการผลิต) ปริมาณสินค้าคงคลังในมือ และกลุ่มความเร่งด่วน โดยส่วนแรกจะแสดงคำสั่งผลิตในเดือนนั้น ส่วนที่ 2-4 จะแยกเป็นคำสั่งผลิตแต่ละสายการผลิต โดยมีเพิ่มคอลัมม์จำนวนวันที่จะผลิตแล้วเสร็จ (รูปที่ 4-16)



		B_{t-1}	P_{t-1}	BO_{t-1}	$\hat{D}$	$\hat{B}_t$			P_t			
PRODUCT CODE	PRODUCT NAME	ACTUAL BEGINNING INV.	PRODUCTION	BACK ORDER	EXPECTED DEMAND	PROJECTED BEGINNING INV.	OUL	ROP	PRODUCTION ORDER	(Convert into unit Batch size)	DAY OF SUPPLY (day)	ASSIGN PRIORITY
412000	Tablet J1	3,013	712	-	1,464	2,261	2,619	N/A	358	1	46	NonUrgency
412010	Tablet J2	2,369	1,424	-	1,464	2,329	2,618	N/A	289	1	48	NonUrgency
412340	Tablet L1	1,380	3,450	-	1,710	3,120	3,420	N/A	300	1	55	NonUrgency
430310	Semi-solid C1	29,345	-	-	12,485	16,860	26,638	N/A	9,778	1	41	Semiurgency
430510	Semi-solid E1	24,368	9,580	-	19,304	14,644	36,799	N/A	22,155	3	23	Urgency
432410	Semi-solid N2	57,798	35,559	-	46,234	47,123	82,004	N/A	34,881	3	31	Semiurgency
440110	Powder A2	28,899	19,100	-	24,223	23,776	51,713	N/A	27,937	2	29	Urgency
410500	Tablet A	9	400	-	284	125	N/A	161	400	1	13	Emergency
411900	Tablet I1	680	1,382	-	850	1,212	N/A	1,343	1,382	1	43	Semiurgency
411910	Tablet I2	177	-	-	111	66	N/A	111	692	1	18	Urgency
420820	Liquid D1	3,222	7,916	-	3,032	8,106	N/A	2,394	-	-	-	-
420830	Liquid D2	6,234	-	-	281	5,953	N/A	270	-	-	-	-
420900	Liquid E1	411	3,958	-	4,185	184	N/A	3,303	3,958	1	1	Emergency
430110	Semi-solid A	1,710	14,250	-	2,614	13,346	N/A	1,905	-	-	-	-
430520	Semi-solid E2	1,830	4,790	-	1,930	4,690	N/A	1,115	-	-	-	-
430700	Semi-solid G1	14,627	-	-	10,332	4,295	N/A	11,227	47,500	1	12	Emergency
411100	Tablet D	19,902	-	-	1,293	18,609	5,527	N/A	-	-	-	-
411400	Tablet G	1,800	-	-	660	1,141	2,980	N/A	1,840	1	52	NonUrgency
411600	Tablet H1	1,245	-	-	310	935	1,664	N/A	729	2	90	NonUrgency
430400	Semi-solid D	4,482	-	-	844	3,638	3,981	N/A	343	1	129	NonUrgency
430610	Semi-solid F2	725	285	-	122	888	644	N/A	-	-	-	-
430710	Semi-solid G2	29,753	47,500	-	3,696	73,557	15,058	N/A	-	-	-	-
440100	Powder A1	1,357	-	-	133	1,224	636	N/A	-	-	-	-

S1_Product-Policy Data | S2_Process Data | I1_Actual INV-Month end | I2_Total Production | I3_Backorder Amt | P1_Production Orders | P2_Sequenc

PRODUCT ORDER						SOLID LINE							SEMI-SOLID LINE							LIQUID LINE						
PRODUCT CODE	BOM CODE	PRODUCT NAME	BATCH PRODUCTION ORDER	DAY OF SUPPLY (day)	GROUP OF PRIORITY	PRODUCT CODE	BOM CODE	PRODUCT NAME	BATCH PRODUCTION ORDER	DAY OF SUPPLY (day)	GROUP OF PRIORITY	DAY OF FINISH (day)	PRODUCT CODE	BOM CODE	PRODUCT NAME	BATCH PRODUCTION ORDER	DAY OF SUPPLY (day)	GROUP OF PRIORITY	DAY OF FINISH (day)	PRODUCT CODE	BOM CODE	PRODUCT NAME	BATCH PRODUCTION ORDER	DAY OF SUPPLY (day)	GROUP OF PRIORITY	DAY OF FINISH (day)
420900	4209	Liquid E1	2	1	Emergency	412340	4123	Tablet L1	1	55	NonUrgency	11	430700	4307	Semi-solid G1	1	12	Emergency	8	420900	4209	Liquid E1	2	1	Emergency	1
430700	4307	Semi-solid G1	1	12	Emergency	410500	4105	Tablet A	1	13	Emergency	11	430710	4307	Semi-solid G2	3	30	Urgency	9	420900	4209	Liquid E1	2	1	Emergency	1
410500	4105	Tablet A	1	13	Emergency	412020	4120	Tablet J3	1	27	Urgency	14	430710	4307	Semi-solid G2	3	30	Urgency	9	420110	4201	Liquid A2	1	36	Semiurgency	7
430510	4305	Semi-solid E1	3	23	Urgency	411900	4120	Tablet I1	1	43	Semiurgency	18	430710	4307	Semi-solid G2	3	30	Urgency	9							#N/A
412020	4120	Tablet J3	1	27	Urgency	412000	4120	Tablet J1	1	46	NonUrgency	22	432410	4324	Semi-solid N2	3	31	Semiurgency	11							#N/A
440110	4401	Powder A2	2	29	Urgency	412010	4120	Tablet J2	1	48	NonUrgency	22	432410	4324	Semi-solid N2	3	31	Semiurgency	11							#N/A
432410	4324	Semi-solid N2	3	31	Semiurgency	440110	4401	Powder A2	2	29	Urgency	25	432410	4324	Semi-solid N2	3	31	Semiurgency	11							#N/A
431100	4311	Semi-solid I1	1	32	Semiurgency	440110	4401	Powder A2	2	29	Urgency	25	430510	4305	Semi-solid E1	3	23	Urgency	15							#N/A
420110	4201	Liquid A2	1	36	Semiurgency	411400	4114	Tablet G	1	52	NonUrgency	21	430510	4305	Semi-solid E1	3	23	Urgency	15							#N/A
431500	4315	Semi-solid K1	1	40	Semiurgency	411600	4116	Tablet H1	2	90	NonUrgency	22	430510	4305	Semi-solid E1	3	23	Urgency	15							#N/A
430310	4303	Semi-solid C1	1	41	Semiurgency	411600	4116	Tablet H1	2	90	NonUrgency	22	430310	4303	Semi-solid C1	1	41	Semiurgency	17							#N/A
													431100	4311	Semi-solid I1	1	32	Semiurgency	24						#N/A

... | I1_Actual INV-Month end | I2_Total Production | I3_Backorder Amt | P1_Production Orders | P2_Sequencing | O1_PP (Solid) | O2_PP (Semi-soild) | O3_PP (Lic ...

รูปที่ 4-16 ตารางการคำนวณแผนการผลิตของระบบการวางแผนการผลิต

ตัวอย่างเช่น กลุ่มที่ 1 Tablet J1 มีรหัสสินค้า 412000 ชื่อสินค้า Tablet J1 สินค้าคงเหลือ ณ ต้นเดือน t-1 จำนวน 3,013 ชิ้น สินค้าที่จะผลิตเสร็จในสิ้นเดือน t-1 จำนวน 712 ชิ้น ไม่มีสินค้าค้างส่งที่ต้องจัดส่งภายในเดือน t-1 ปริมาณที่คาดว่าจะขายได้เฉลี่ยต่อเดือน จำนวน 1,464 ชิ้น ค่า OUL 2,619 ชิ้น จากนั้นสร้างสูตรคำนวณปริมาณสินค้าที่คาดว่าจะคงเหลือ ณ ต้นเดือน t ($\widehat{\mathrm{B}}_t = (\mathrm{B}_{t-1} + \mathrm{P}_{t-1}) - (\mathrm{BO}_{t-1} + \widehat{\mathrm{D}})$) จะได้ 2,261 ชิ้น สร้างสูตรคำนวณคำสั่งผลิตในเดือน t ($\mathrm{P}_t = \mathrm{OUL} - \widehat{\mathrm{B}}_t$) จะได้ 358 ชิ้น และแปลงเป็นหน่วยรุ่นการผลิต เท่ากับ 1 batch (Batch size = 712 ชิ้น) จากนั้นสร้างสูตรคำนวณปริมาณสินค้าคงคลังในมือ ($\text{Day of supply (day)} = \frac{\hat{B}_t}{\hat{D}_{(day)}}$) จะได้ 46 วัน ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มไม่เร่งด่วน กลุ่มที่ 3 จะคล้ายคลึงกลุ่มที่ 1 แต่จะเปลี่ยนเรื่องหน่วยเวลาจากเดือนเป็นไตรมาส

กลุ่มที่ 2 Liquid A1 มีรหัสสินค้า 420100 ชื่อสินค้า Liquid A1 สินค้าคงเหลือ ณ ต้นเดือน t-1 จำนวน 26,809 ชิ้น ไม่มีสินค้าที่จะผลิตเสร็จและไม่มีสินค้าค้างส่งที่ต้องจัดส่งภายในเดือน t-1 ปริมาณที่คาดว่าจะขายได้เฉลี่ยต่อเดือน จำนวน 2,028 ชิ้น ค่า ROP 3,440 ชิ้น สร้างสูตรคำนวณปริมาณสินค้าที่คาดว่าจะคงเหลือ ณ ต้นเดือน t จะได้ 24,781 ชิ้น สร้างสูตรคำนวณคำสั่งผลิตใน

เดือน t ($P_t = \begin{cases} 1\ Batch, & \hat{B}_t \leq ROP \\ 0, & \hat{B}_t > ROP \end{cases}$) จะได้ 0 ชิ้น แสดงถึงในเดือน t ไม่ต้องสั่งผลิต Liquid A1 หากรายการใดในเดือน t ไม่มีการสั่งผลิต ในคอลัมม์ปริมาณสินค้าคงคลังในมือลารจัดกลุ่มความเร่งด่วน จะแสดงข้อมูล (“-”)

ในส่วนของแผ่นงานการจัดลำดับคำสั่งผลิต ตัวอย่างเช่น แผนผลิตในเดือน t แผ่นงานคำสั่งผลิตมีคำสั่งผลิต 11 รายการ รวมเป็น 11 รุ่นการผลิต นำมาจัดเรียงตามปริมาณสินค้าในมือ แล้วแยกรายการคำสั่งผลิตออกตามสายการผลิต และรายการใดมีคำสั่งผลิตมากกว่า 1 รุ่นการผลิต ให้คัดลอกคำสั่งผลิตแถวนั้นและเพิ่มจำนวนแถวด้วยข้อมูลที่คัดลอกมาตามจำนวนรุ่นการผลิต จากนั้นเรียงลำดับการผลิตด้วยสูตรการผลิตที่เหมือนกันมาผลิตต่อกันโดยยึดกลุ่มที่มีความเร่งด่วนมากกว่าหรือมีปริมาณสินค้าในมือเหลือน้อยกว่าเป็นหลัก จะได้คำสั่งผลิตตามสายการผลิตที่จัดเรียงลำดับการผลิตแล้ว

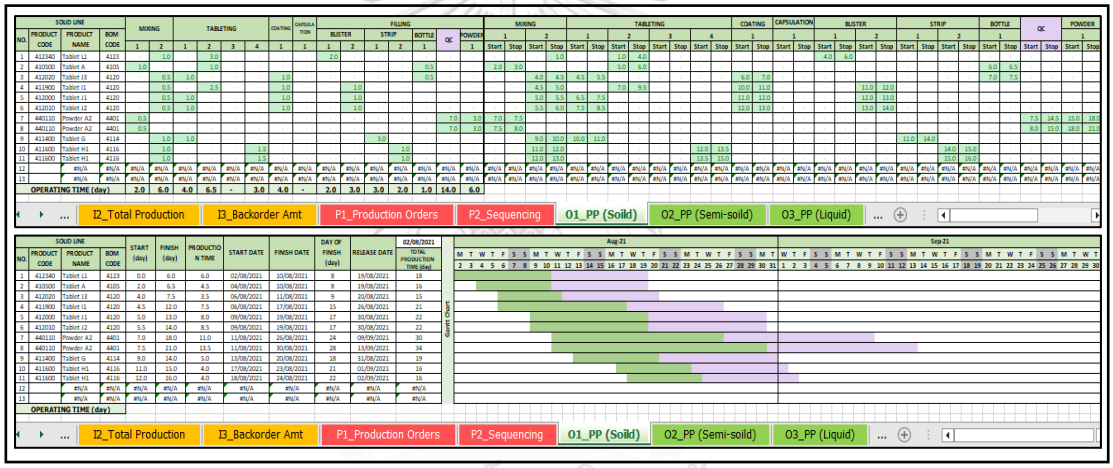
และส่วนที่ 4 ตารางแผนการผลิต (Output data) มี 3 แผ่นงานตามสายการผลิต ประกอบด้วย แผนการผลิตรูปแบบของแข็ง (O1; PP (Solid)) แผนการผลิตรูปแบบกึ่งแข็ง (O2; PP (Semi-solid)) และแผนการผลิตรูปแบบเหลว (O3; PP (Liquid)) แต่ละแผ่นงานประกอบด้วย รหัสสินค้า ชื่อสินค้า รหัสสูตรการผลิต เครื่องจักรและระยะเวลาที่ใช้ในแต่ละขั้นตอน โดยดึงข้อมูลมาจากแผ่นงานด้านกระบวนการผลิต จากนั้นสร้างสูตรคำนวณเวลาเริ่มและสิ้นสุดของแต่ละขั้นตอนการผลิตในแต่ละรายการยา (Start-Stop) โดยรวมระยะเวลาการถอดล้างและตั้งค่าเครื่องจักรในกรณีที่เปลี่ยนสูตรการผลิตหรือเปลี่ยนรายการยา สร้างสูตรคำนวณวันเริ่มผลิต (Start (day)) วันผลิตแล้วเสร็จ (Finish (day)) รวมระยะเวลาการผลิต (Production time) และคำนวณออกมาเป็นวันที่เริ่มผลิต (Start date) วันที่ผลิตแล้วเสร็จ (Finish date) และวันที่พร้อมขาย (Release date) และสุดท้ายสร้างแผนภูมิแกนต์จากข้อมูลวันที่ที่ได้ โดยแยกเป็น 2 สี คือ ช่วงระยะเวลาการผลิต และช่วงเวลาการปล่อยผ่านยา (รูปที่ 4-17)

ตัวอย่างเช่น Tablet A มีรหัสสินค้า 410500 ชื่อสินค้า Tablet A รหัสสูตรการผลิต 4105 มีขั้นตอนและระยะเวลาที่ใช้ในการผลิต คือ ผสมด้วยเครื่อง 1 ใช้เวลา 1 วัน ตอกเม็ดด้วยเครื่อง 2 ใช้เวลา 1 วัน และบรรจุลงขวด ใช้เวลา 1 วัน ไม่มีขั้นตอนการเคลือบและขั้นตอนบรรจุลงแคปซูล และไม่มีการวิเคราะห์คุณภาพในขั้นผลิตภัณฑ์รอบรรจุ จากนั้นสร้างสูตรคำนวณเวลาเริ่มและสิ้นสุดของแต่ละขั้นตอนการผลิต เริ่มที่ขั้นตอนการผสมที่เครื่อง 1 เริ่มผสมในวันที่ 2 ต่อจากการผสม Tablet L1 ที่ผสมสิ้นสุดในวันที่ 1 และมีการล้างและตั้งค่าเครื่องจักรใหม่เมื่อเปลี่ยนตำรับยา โดยใช้ระยะเวลา 1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

วัน (ล้างและตั้งค่าเครื่องจักรสิ้นสุดวันที่ 2) จากนั้นตามด้วยขั้นตอนการตอกอัดเป็นเม็ดที่เครื่อง 2 แต่เนื่องจาก Tablet L1 จะตอกสิ้นสุดในวันที่ 4 และมีการล้างและตั้งค่าเครื่องจักรใหม่ใช้ระยะเวลาอีก 1 วัน ทำให้จะสิ้นสุดในวันที่ 5 ฉะนั้น Tablet A จะได้เริ่มตอกในวันที่ 5 และตอกสิ้นสุดในวันที่ 6 และไปบรรจุลงขวดในวันที่ 6 สิ้นสุดวันที่ 6.5

จากนั้นสร้างสูตรคำนวณวันเริ่มผลิต โดยดึงวันที่ในแถว Tablet A ที่น้อยที่สุด คือเริ่มผลิตในวันที่ 2 และดึงวันผลิตแล้วเสร็จ โดยดึงวันที่ในแถว Tablet A ที่มากที่สุด คือสิ้นสุดในวันที่ 6.5 และรวมระยะเวลาการผลิต Tablet A 1 รุ่นการผลิต คือ 4.5 วัน และคำนวณออกมาเป็นวันที่เริ่มผลิต วันที่ผลิตแล้วเสร็จ และวันที่พร้อมขาย โดยบวกจำนวนวันที่ใช้ผลิตที่คำนวณได้กับวันแรกที่เริ่มต้นการผลิตในเดือน t และสุดท้ายสร้างแผนภูมิแกนต์โดยผูกสูตรคำนวณจากข้อมูลวันที่เริ่มผลิต วันที่ผลิตแล้วเสร็จ และวันที่พร้อมขายที่ได้



รูปที่ 4-17 ตัวอย่างตารางแผนการผลิตของระบบการวางแผนการผลิต

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.2 การทดสอบผลการดำเนินการจากการใช้ระบบการวางแผนการผลิตที่สร้างขึ้น

ในการวางแผนการผลิตในเดือนกรกฎาคม 2564 ถึงเดือนมีนาคม 2565 (จำนวน 9 เดือน) โดยเริ่มจากใช้ข้อมูลสินค้าคงเหลือ ณ สิ้นเดือนมิถุนายน 2564 และปริมาณการขายในแต่ละเดือน มาทำการวางแผนการผลิตโดยใช้เครื่องมือการวางแผนการผลิตที่สร้างขึ้น แล้วทำการเก็บข้อมูล คำนวณและสรุปข้อมูลของแต่ละรายการ ในการวางแผนการผลิตด้วยระบบที่สร้างขึ้นและการวางแผนในปัจจุบัน ได้แก่ จำนวนคำสั่งผลิต จำนวนครั้งของการเกิดสินค้าค้างส่ง จำนวนสินค้าค้างส่งทั้งหมด คำนวณระดับการให้บริการต่อรอบการสั่งผลิตและอัตราการเติมเต็มสินค้า และคำนวณค่าเฉลี่ยสินค้าคงคลัง ณ สิ้นเดือนของแต่ละรายการในแต่ละเดือน จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาเปรียบเทียบกับการวางแผนการผลิตที่ใช้ในปัจจุบัน ดังนี้

4.2.1 จำนวนครั้งและปริมาณสินค้าค้างส่ง

จำนวนครั้งและปริมาณสินค้าค้างส่งที่เกิดขึ้นในแต่ละเดือนจากการสั่งผลิตด้วยระบบการผลิตที่สร้างขึ้น โดยใช้ปริมาณการขายรายเดือนที่เกิดขึ้นจริง ดังตารางที่ 4-12 เมื่อเปรียบเทียบระดับการให้บริการของระบบการวางแผนการผลิตที่สร้างขึ้นกับการวางแผนการผลิตแบบเดิม พบว่า ระบบการวางแผนการผลิตที่สร้างขึ้นเกิดสินค้าค้างส่งเพียง 4 รายการ จากสินค้าทั้งหมด 47 รายการ โดยแบ่งเป็น กลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 3 จำนวนกลุ่มละ 1 รายการ และกลุ่มที่ 2 จำนวน 2 รายการ (แบบเดิม กลุ่มที่ 1, 2, 3 จำนวน 3, 6, 5 รายการ ตามลำดับ รวม 14 รายการ) (รูปที่ 4-18)

เมื่อคำนวณระดับการให้บริการ ค่าเฉลี่ยของระดับการให้บริการต่อรอบการสั่งผลิตเพิ่มขึ้นเป็น 99% (แบบเดิม 96%) โดยที่กลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3 มีค่าเฉลี่ย 99% (แบบเดิม 97% และ 95% ตามลำดับ) ส่วนกลุ่มที่ 1 มีค่าเฉลี่ย 98% (แบบเดิม 89%) และค่าเฉลี่ยอัตราการเติมเต็มสินค้าสูงถึง 100% (แบบเดิม 98%) โดยที่ทั้ง 3 กลุ่ม มีค่าเฉลี่ย 100% (แบบเดิม 95%, 99% และ 97% ตามลำดับ) (รูปที่ 4-19) หรือกล่าวคือระบบการวางแผนการผลิตที่สร้างขึ้นสามารถลดการเกิดสินค้าค้างส่งได้ 10 รายการ คิดเป็น 21.3% โดยแบ่งเป็นในกลุ่มที่ 1 ลดการเกิดสินค้าค้างส่ง 28.6% กลุ่มที่ 2 ลดได้ 14.3% และกลุ่มที่ 3 ลดได้ 33.3% เมื่อเทียบกับการเกิดสินค้าค้างส่งจากการวางแผนการผลิตแบบเดิม ดังตารางที่ 4-13

กลุ่มที่ 2 Liquid A1 และ Semi-solid I2 รวมถึงกลุ่มที่ 3 Semi-solid K2 มีการแจกแจงข้อมูลแบบไม่ปกติ แต่ไม่ได้ส่งผลต่อการเกิดสินค้าค้างส่ง ยังสามารถคงระดับการให้บริการที่ 100% ได้ แต่ Semi-solid G1 จากกลุ่มที่ 2 ที่มีการแจกแจงข้อมูลแบบไม่ปกติ พบการเกิดสินค้าค้างส่งจำนวน 1 ครั้ง (7,179 ชิ้น) คิดเป็นระดับการให้บริการต่อรอบการสั่งผลิต 88.89% และอัตราการเติมเต็มสินค้า 93.93% ซึ่งการวางแผนการผลิตแบบเดิมไม่พบการเกิดสินค้าค้างส่ง จึงต้องมีการวิเคราะห์เพิ่มเติม เพื่อปรับปรุงนโยบายการสั่งผลิตให้สามารถครอบคลุมและทันต่อปริมาณความต้องการ รวมถึง Liquid E1 จากกลุ่มที่ 2 ที่ข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ แต่เกิดสินค้าค้างส่งโดยที่การวางแผนการผลิตแบบเดิมไม่พบการเกิดสินค้าค้างส่ง

หากคำนวณ %การปรับปรุงสินค้าค้างส่ง โดยไม่นับรวมรายการที่มีการแจกแจงแบบไม่ปกติของกลุ่มที่ 2 จะตัด 3 รายการ ได้แก่ Liquid A1, Semi-solid G1 และ Semi-solid I2 คำนวณ %การปรับปรุงสินค้าค้างส่ง ได้ 20.0% (มีรายการสินค้าค้างส่งเพียง 1 รายการ จากเดิม 6 รายการ) ในส่วนกลุ่มที่ 3 จะตัด 1 รายการ ได้แก่ Semi-solid K2 จะคำนวณ %การปรับปรุงสินค้าค้างส่ง ได้ 36.4% (มีรายการสินค้าค้างส่งเพียง 1 รายการ จากเดิม 5 รายการ) รวมทั้งหมดสามารถการปรับปรุงสินค้าค้างส่ง ได้ 25%

ในส่วนของการกระจายของระดับการให้บริการค่อนข้างแคบลง สื่อถึงระดับการให้บริการแต่ละรายการใกล้เคียงกันและใกล้เคียงค่าเฉลี่ย (รูปที่ 4-20) จากข้อมูลข้างต้นระบบการวางแผนการผลิตที่สร้างขึ้นสามารถแก้ปัญหาสินค้าค้างส่งและเพิ่มระดับการให้บริการได้

ทำการทดสอบเพิ่มเติมในการวางแผนการผลิตในเดือนกรกฎาคม 2564 ถึงเดือนมีนาคม 2565 (จำนวน 9 เดือน) โดยใช้ข้อมูลปริมาณการขายรายสัปดาห์ เพื่อตรวจสอบจำนวนครั้งและปริมาณสินค้าค้างส่งภายในเดือน พบว่าจำนวนครั้งและปริมาณสินค้าค้างส่งของแต่ละรายการเหมือนกับการทดสอบด้วยปริมาณการขายรายเดือน ยกเว้น 2 รายการที่พบสินค้าค้างส่งเพิ่มขึ้น คือ กลุ่มที่ 1 Tablet L1 เกิดสินค้าค้างส่งจำนวน 1 ครั้ง จำนวน 325 ชิ้น และกลุ่มที่ 2 Semi-solid G1 เกิดสินค้าค้างส่งจำนวน 3 ครั้ง แต่จำนวนรวม 7,179 ชิ้นเท่ากับการทดสอบด้วยปริมาณขายรายเดือน ยังคงสามารถสรุปได้ว่า ระบบการวางแผนการผลิตที่สร้างขึ้นสามารถลดการเกิดสินค้าค้างส่งได้ 9 รายการ คิดเป็น 19.1% เมื่อเทียบกับการเกิดสินค้าค้างส่งจากการวางแผนการผลิตแบบเดิม โดยแบ่งเป็นในกลุ่มที่ 1 ลดการเกิดสินค้าค้างส่ง 14.3% ส่วนกลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3 ลดได้ 14.3% และ 33.3% ตามลำดับเท่ากับการทดสอบด้วยปริมาณการขายรายเดือน

ตารางที่ 4-12 ผลการตรวจสอบจำนวนครั้งและปริมาณสินค้าค้างส่งที่เกิดขึ้น

Product Name	Normality test	Back order				Cycle service level		FILL RATE	
		Propose		As-is					
		(Time)	(Qty.)	(Time)	(Qty.)	Propose	As-is	PROPOSE	AS-IS
Class 1									
Tablet J1	✓	0	0	0	0	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Tablet J2	✓	0	0	0	0	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Tablet L1	✓	0	0	4	3,998	100.00%	55.56%	100.00%	73.83%
Semi-solid C1	✓	0	0	0	0	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Semi-solid E1	✓	0	0	1	6,151	100.00%	88.89%	100.00%	96.00%
Semi-solid N2	✓	0	0	0	0	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Powder A2	✓	1	2,644	2	7,926	88.89%	77.78%	98.99%	96.97%
Class 2									
Tablet A	✓	0	0	0	0	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Tablet B	✓	0	0	0	0	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Tablet E	✓	0	0	0	0	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Tablet I1	✓	0	0	2	653	100.00%	77.78%	100.00%	92.70%
Tablet I2	✓	0	0	0	0	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

Chulalongkorn University

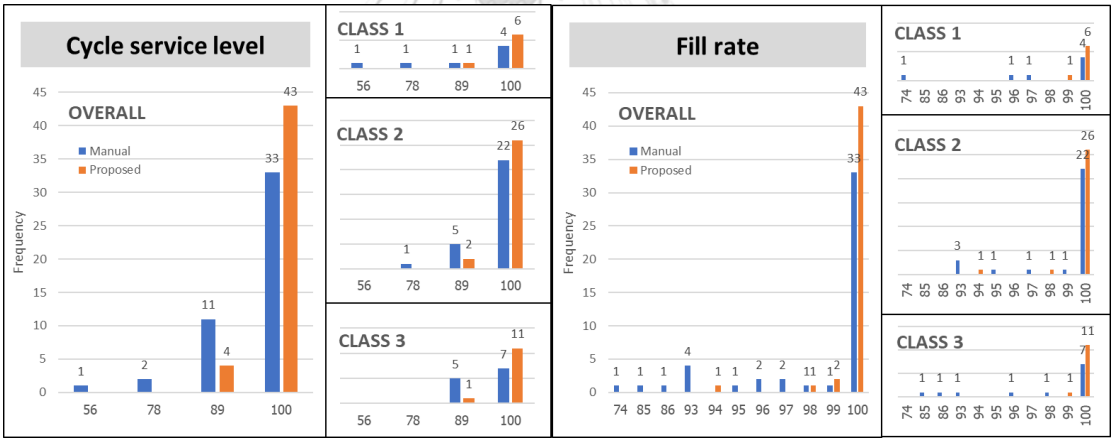
Product Name	Normality test	Back order				Cycle service level		FILL RATE	
		Propose		As-is					
		(Time)	(Qty.)	(Time)	(Qty.)	Propose	As-is	PROPOSE	AS-IS
Tablet J3	✓	0	0	0	0	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Tablet K1	✓	0	0	1	40	100.00%	88.89%	100.00%	97.45%
Tablet K2	✓	0	0	0	0	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Tablet M	✓	0	0	0	0	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Tablet N	✓	0	0	0	0	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Tablet O	✓	0	0	0	0	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Tablet P1	✓	0	0	0	0	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Tablet P2	✓	0	0	0	0	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Liquid A1	⃠	0	0	0	0	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Liquid A2	✓	0	0	0	0	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Liquid D1	✓	0	0	1	200	100.00%	88.89%	100.00%	99.18%
Liquid D2	✓	0	0	0	0	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Liquid E1	✓	1	858	0	0	88.89%	100.00%	97.90%	100.00%
Semi-solid A	✓	0	0	1	1,320	100.00%	88.89%	100.00%	93.14%
Semi-solid B	✓	0	0	1	3,030	100.00%	88.89%	100.00%	92.66%
Semi-solid E2	✓	0	0	0	0	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Semi-solid F1	✓	0	0	0	0	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Semi-solid G1	⃠	1	7,179	0	0	88.89%	100.00%	93.93%	100.00%
Semi-solid H2	✓	0	0	1	288	100.00%	88.89%	100.00%	94.82%
Semi-solid I1	✓	0	0	0	0	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Semi-solid I2	⃠	0	0	0	0	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Semi-solid K1	✓	0	0	0	0	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Semi-solid O	✓	0	0	0	0	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Class 3									
Tablet D	✓	0	0	0	0	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Tablet G	✓	0	0	1	300	100.00%	88.89%	100.00%	92.71%
Tablet H1	✓	0	0	1	548	100.00%	88.89%	100.00%	86.30%
Tablet H2	✓	0	0	0	0	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Tablet Q	✓	0	0	0	0	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Liquid C	✓	0	0	1	1,196	100.00%	88.89%	100.00%	84.94%
Semi-solid D	✓	0	0	0	0	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Semi-solid F2	✓	0	0	0	0	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Semi-solid G2	✓	0	0	0	0	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Semi-solid H1	✓	0	0	1	549	100.00%	88.89%	100.00%	95.77%

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

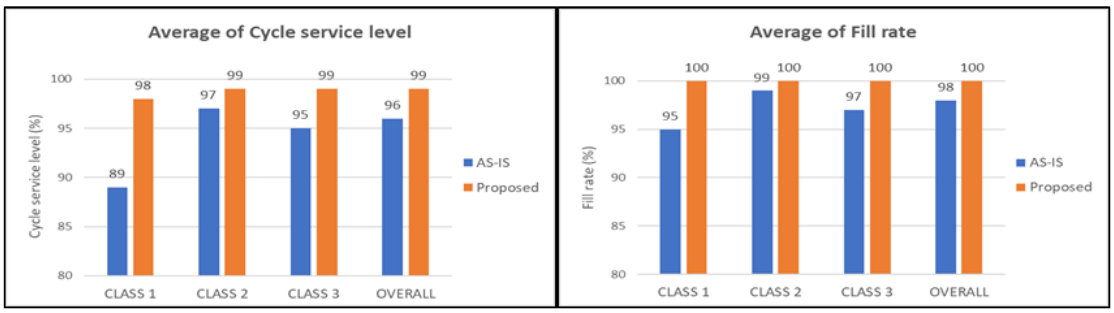
Product Name	Normality test	Back order				Cycle service level		FILL RATE	
		Propose		As-is					
		(Time)	(Qty.)	(Time)	(Qty.)	Propose	As-is	PROPOSE	AS-IS
Semi-solid K2	⦸	0	0	0	0	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Powder A1	✓	1	25	1	89	88.89%	88.89%	99.50%	98.21%
Total		4	10,706	19	26,288				

ตารางที่ 4-13 เปรียบเทียบจำนวนรายการที่ไม่เกิดสินค้าค้างส่ง

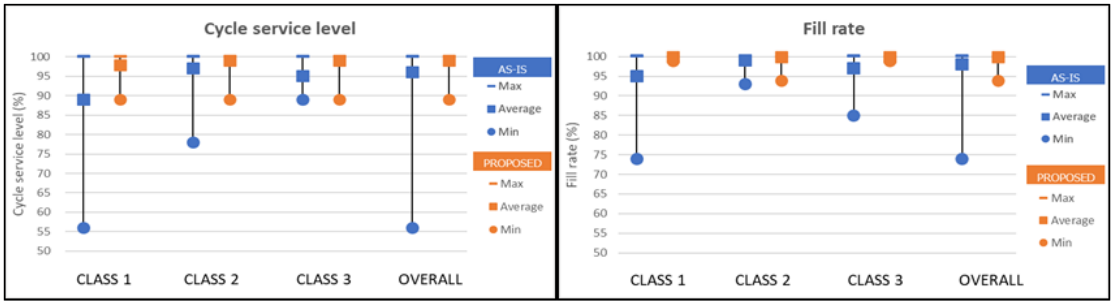
	Number of SKUs	Number of SKUs without backorder		Number of Improved SKUs	Improvement
		As-is	Proposed		
Class 1	7	4	6	2	+28.6%
Class 2	28	22	26	4	+14.3%
Class 3	12	7	11	4	+33.3%
Overall	**47**	**33**	**43**	**10**	**+21.3%**



รูปที่ 4-18 เปรียบเทียบระดับการให้บริการ



รูปที่ 4-19 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับการให้บริการ



รูปที่ 4-20 เปรียบเทียบการกระจายของระดับการให้บริการ

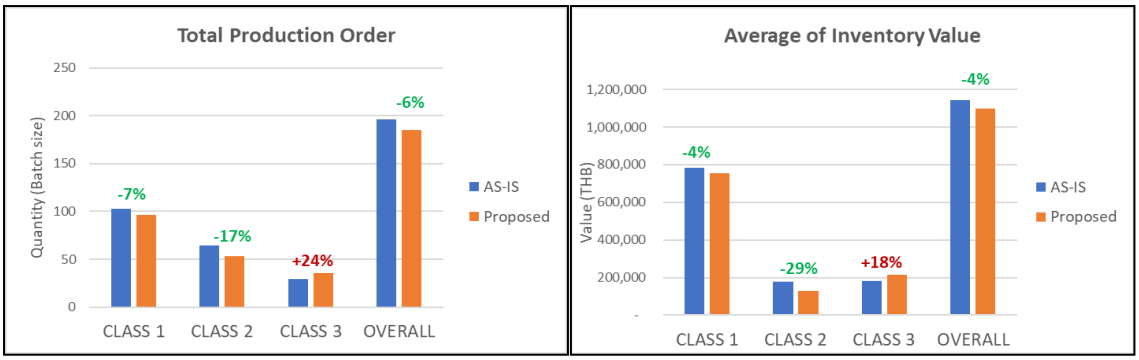
4.2.2 คำสั่งผลิตและสินค้าคงคลัง

คำสั่งผลิตรวมทั้งหมดลดลง 11 รุ่นการผลิต คิดเป็นการลดลง 6% จากคำสั่งผลิตแบบเดิม โดยที่กลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 มีจำนวนคำสั่งผลิตลดลง 7 รุ่นการผลิต และ 11 รุ่นการผลิต ตามลำดับ คิดเป็นการลดลง 7% และ 17% ตามลำดับ แต่กลุ่มที่ 3 มีคำสั่งผลิตเพิ่มขึ้น 7 รุ่นการผลิต คิดเป็นการเพิ่มขึ้น 24% (กลุ่มที่ 1 จาก 103 เป็น 96 รุ่นการผลิต, กลุ่มที่ 2 จาก 64 เป็น 53 รุ่นการผลิต และกลุ่มที่ 3 จาก 29 เป็น 36 รุ่นการผลิต)

ค่าเฉลี่ยสินค้าคงคลังในแต่ละเดือนจะคำนวณเป็นค่าเฉลี่ยของมูลค่าสินค้าคงคลังโดยคูณด้วยราคาของแต่ละรายการ พบว่ามูลค่าสินค้าคงคลังกลุ่มที่ 1 ลดลง 4% และกลุ่มที่ 2 ลดลง 29% ส่งผลให้ค่าเฉลี่ยของมูลค่าสินค้าคงคลังลดลง 4% แม้มูลค่าสินค้าคงคลังของกลุ่มที่ 3 จะเพิ่มขึ้น 18% เมื่อเทียบกับคำสั่งผลิตแบบเดิม (รูปที่ 4-21)

จากข้อมูลข้างต้นคำสั่งผลิตทั้งหมดสามารถดำเนินการผลิตได้จริงตามกำลังการผลิตที่มีในปัจจุบัน อ้างถึงมีปริมาณสินค้าคงคลังในปริมาณที่ไม่มากเกินไป และระบบการวางแผนการผลิตที่สร้างขึ้นสามารถช่วยลดค่าเฉลี่ยของมูลค่าสินค้าคงคลังได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



รูปที่ 4-21 เปรียบเทียบคำสั่งผลิตและค่าเฉลี่ยของมูลค่าสินค้าคงคลัง

4.3 เปรียบเทียบการปรับเปลี่ยนการทำงานในแต่ละขั้นตอนจากการทำงานด้วยมือเป็นระบบอัตโนมัติ

ขั้นตอนในการวางแผนการผลิต ประกอบด้วย การรวบรวมข้อมูลนำเข้า การจัดลำดับการผลิต การคำนวณคำสั่งผลิต และการสร้างแผนการผลิต ในระบบการวางแผนการผลิตที่สร้างขึ้นสามารถปรับเปลี่ยนการทำงานจากการทำงานด้วยมือ (Manual) เป็นระบบอัตโนมัติ (Automatic) ได้ใน 3 ขั้นตอน ได้แก่ การรวบรวมข้อมูลนำเข้า การคำนวณคำสั่งผลิต และการสร้างแผนการผลิต

ขั้นตอนที่ 1 การรวบรวมข้อมูลนำเข้า โดยสร้างตารางข้อมูลนำเข้าให้ฝ่ายที่เกี่ยวข้องเป็นผู้ลงบันทึกข้อมูล และมีการปรับเปลี่ยนข้อมูลที่ได้รับให้อยู่ในรูปที่นำไปใช้งานต่อได้ง่าย จากเดิมที่ฝ่ายวางแผนการผลิตรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องด้วยตนเองซึ่งต้องใช้เวลาและอาจมีความคลาดเคลื่อนของข้อมูล ขั้นตอนที่ 2 การคำนวณคำสั่งผลิตแบบอัตโนมัติ โดยสร้างตารางการคำนวณคำสั่งผลิต มีแบบแผนการคิดและการตัดสินใจที่ชัดเจน ที่ใช้การกำหนดนโยบายการผลิตด้วยนโยบายพัสดุคงคลังที่กำหนดขึ้นและข้อมูลนำเข้าที่ได้รับ จากเดิมต้องคำนวณทีละรายการและหลักเกณฑ์ในการคำนวณไม่แน่ชัด และขั้นตอนสุดท้ายขั้นตอนที่ 4 การสร้างแผนการผลิต โดยสร้างตารางแผนการผลิตที่แสดงผลและคำนวณข้อมูลที่เกี่ยวข้องแบบอัตโนมัติเมื่อกรอกข้อมูลคำสั่งผลิตที่ได้เรียงลำดับการผลิตไว้แล้ว จากเดิมต้องลงแผนการผลิตทีละรายการ พร้อมคำนวณระยะเวลาการผลิตควบคู่ไปด้วย

ส่วนในขั้นตอนที่ 3 การจัดลำดับการผลิต เป็นการทำงานแบบกึ่งอัตโนมัติ โดยสร้างหลักเกณฑ์การพิจารณาความเร่งด่วนและการจัดเรียงลำดับการผลิต รวมถึงตารางที่ช่วยในการจัดลำดับการผลิต แต่ในการเรียงลำดับยังต้องอาศัยผู้วางแผนเป็นผู้จัดเรียงและป้อนข้อมูลใส่แผ่นตารางข้อมูลที่มีการผูกสูตรการคำนวณไว้ ระบบยังไม่สามารถดึงข้อมูลได้อัตโนมัติ ดังตารางที่ 4-14

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 4-14 เปรียบเทียบขั้นตอนการทำงานแบบเดิมและระบบการวางแผนการผลิตที่สร้างขึ้น

ขั้นตอน	การวางแผนการผลิต			
	แบบเดิม		ระบบที่สร้างขึ้น	
การรวบรวมข้อมูลนำเข้า	การทำงานด้วยมือ	ฝ่ายวางแผนการผลิตรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง	อัตโนมัติ	สร้างตารางข้อมูลนำเข้าโดยให้ฝ่ายที่เกี่ยวข้องเป็นผู้ลงบันทึกข้อมูล
การคำนวณคำสั่งผลิต	การทำงานด้วยมือ	คำนวณทีละรายการหลักเกณฑ์การคำนวณไม่แน่ชัด	อัตโนมัติ	สร้างตารางการคำนวณคำสั่งผลิตโดยกำหนดนโยบายการผลิต และ

ขั้นตอน	การวางแผนการผลิต			
	แบบเดิม		ระบบที่สร้างขึ้น	
				สร้างแบบแผนการคำนวณรายการและปริมาณที่ต้องสั่งผลิต
การจัดลำดับการผลิต	การทำงานด้วยมือ	ตามความเร่งด่วนในการส่งมอบและกลุ่มยาตามปริมาณการขาย	กึ่งอัตโนมัติ	สร้างหลักเกณฑ์การพิจารณาความเร่งด่วนและการจัดเรียงลำดับการผลิตและตารางช่วยในการจัดลำดับการผลิต
การสร้างแผนการผลิต	การทำงานด้วยมือ	ลงแผนการผลิตทีละรายการ พร้อมคำนวณระยะเวลา	อัตโนมัติ	สร้างตารางแผนการผลิตที่แสดงผลข้อมูลที่เกี่ยวข้องแบบอัตโนมัติ

จากขั้นตอนการทำงานที่ปรับเปลี่ยนมาเป็นการทำงานเป็นระบบอัตโนมัติแทนการทำงานด้วยมือ ทำให้การวางแผนการผลิตในแต่ละเดือนสะดวกและมีแบบแผนกระบวนการคิดและการตัดสินใจที่ชัดเจน สามารถลดระยะเวลาการวางแผนการผลิตลงได้ และได้แผนการผลิตที่มองเห็นภาพรวมชัดเจนและสามารถนำข้อมูลไปใช้ในการทำงานต่อได้ รวมถึงมีฐานข้อมูลนำเข้าที่สามารถดึงข้อมูลไปใช้คำนวณหรือวิเคราะห์ต่อได้ในอนาคตเพื่อปรับปรุงค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ให้สามารถสั่งผลิตสินค้าได้เพียงพอต่อความต้องการของลูกค้าและมีสินค้าคงคลังในระดับที่เหมาะสม ด้วยเหตุนี้จึงสะดวกและง่ายต่อการติดตามทำให้สามารถปรับเปลี่ยนแผนการผลิตให้เป็นตามข้อมูลปัจจุบันได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 5
สรุปผลการดำเนินการวิจัย

ในกระบวนการวางแผนการผลิตของโรงงานผลิตยากรณีศึกษา พบปัญหาสินค้าขาดคงคลัง 2–13% ของจำนวนรายการสินค้าทั้งหมด หรือคิดเป็น 5-10% ของปริมาณการขายต่อเดือน ทำให้เสียโอกาสในการขายสินค้าหรือมีค่าปรับจากการส่งสินค้าล่าช้า ซึ่งส่วนหนึ่งอาจมีสาเหตุมาจากขั้นตอนการวางแผนการผลิตที่เป็นการวางแผนการผลิตด้วยมือไม่มีโปรแกรมสำหรับช่วยในการวางแผนการผลิตหรือการตัดสินใจ กระบวนการคิดและการตัดสินใจขึ้นอยู่กับผู้วางแผนผลิตเป็นหลัก และขาดการรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นที่ใช้ในการวางแผนการผลิตและการตัดสินใจ

งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการวางระบบการวางแผนการผลิตของโรงงานผลิตยาและจัดทำเครื่องมือเพื่อช่วยในการวางแผนการผลิต การตัดสินใจ และการรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นต่อการวางแผน เพื่อให้สามารถกำหนดแผนการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีสินค้าคงคลังที่เพียงพอต่อความต้องการ และให้การทำงานในการวางแผนการผลิตสะดวกและง่ายขึ้น โดยผ่านการกำหนดแนวคิดในการสร้างแบบแผนกระบวนการคิดและเกณฑ์การตัดสินใจในการสั่งผลิตที่นำนโยบายพัสดุคงคลังมาใช้ในการกำหนดนโยบายการผลิต รวมถึงการจัดลำดับการผลิตที่นำหลักการการจ่ายงานแบบทำงานที่ถึงวันส่งมอบเร็วที่สุดก่อน (Earliest due date; EDD) มาใช้ และสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวางแผนการผลิตและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องด้วย spreadsheet model ผ่านโปรแกรม Microsoft excel จากนั้นทดสอบระบบการวางแผนการผลิตที่สร้างขึ้นโดยทดลองดำเนินการวางแผนการผลิต จำนวน 9 เดือน ใช้ข้อมูลที่เกิดขึ้นจริงด้วยเครื่องมือการวางแผนการผลิตที่สร้างขึ้น เก็บข้อมูลผลลัพธ์ที่ได้ในด้านจำนวนครั้งและปริมาณสินค้าค้างส่ง คำสั่งผลิต และสินค้าคงคลัง ณ สิ้นเดือน จากนั้นนำมาเปรียบเทียบกับการวางแผนการผลิตในปัจจุบันในด้านระดับการให้บริการต่อรอบการสั่งผลิตและอัตราการเติมเต็มสินค้า และมูลค่าสินค้าคงคลังเฉลี่ยในแต่ละเดือน

5.1 สรุปผลการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการวางแผนการผลิตที่สร้างขึ้นด้วยโปรแกรม Microsoft Excel ประกอบด้วย 4 ส่วนหลัก ได้แก่ ตารางข้อมูลพื้นฐาน ตารางข้อมูลนำเข้า ตารางการคำนวณคำสั่งผลิตและการจัดลำดับการผลิต และตารางแผนการผลิต โดยตารางข้อมูลนำเข้า ตารางการคำนวณคำสั่งผลิต และตารางแผนการผลิต เป็นการทำงานแบบอัตโนมัติ ในส่วนตารางการจัดลำดับการผลิตเป็นการทำงานแบบกึ่งอัตโนมัติ ตารางข้อมูลพื้นฐาน มี 2 แผ่นงาน ได้แก่ แผ่นงานข้อมูลด้านผลิตภัณฑ์และนโยบาย

การผลิต และแผ่นงานข้อมูลด้านกระบวนการผลิต ตารางข้อมูลนำเข้า มี 3 แผ่นงาน ได้แก่ แผ่นงานข้อมูลด้านสินค้าคงคลัง แผ่นงานข้อมูลปริมาณการผลิตรวม และแผ่นงานข้อมูลสินค้าค้างส่งในแต่ละเดือน นำข้อมูลจากตารางข้อมูลพื้นฐานและตารางข้อมูลนำเข้ามาคำนวณและแสดงผลในตารางการคำนวณคำสั่งผลิตและการจัดลำดับการผลิต ที่มี 2 แผ่นงาน ได้แก่ แผ่นงานคำสั่งผลิตและแผ่นงานการจัดลำดับคำสั่งผลิต เพื่อให้ได้ออกมาเป็นแผนการผลิตในตารางแผนการผลิต ที่มี 3 แผ่นงาน ได้แก่ แผนการผลิตรูปแบบของแข็ง แผนการผลิตรูปแบบกึ่งแข็ง และแผนการผลิตรูปแบบเหลว

เมื่อสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวางแผนการผลิตเรียบร้อยแล้ว ดำเนินการทดสอบการวางแผนการผลิตโดยใช้ข้อมูลปริมาณการขายที่เกิดขึ้นจริง จำนวน 9 เดือน ในการสั่งผลิตสินค้าให้เพียงพอต่อความต้องการ พบว่า จากระบบการวางแผนการผลิตที่สร้างขึ้นเมื่อนำมาทดสอบกับปริมาณการขายที่เกิดขึ้นจริงตลอดระยะเวลา 9 เดือน สามารถตอบสนองความต้องการสินค้าของตลาดได้ถึง 99% (จากการวางแผนการผลิตแบบเดิมอยู่ที่ 96%) ภายใต้คำสั่งผลิตที่ลดลง 6% (จาก 196 รุ่นการผลิต เป็น 185 รุ่นการผลิต) และค่าเฉลี่ยของมูลค่าสินค้าคงคลังลดลง 4%

การเกิดสินค้าค้างส่งพบเพียง 4 รายการ จากสินค้าทั้งหมด 47 รายการ แบ่งเป็นกลุ่มที่ 1 จำนวน 1 รายการ จากเดิม 7 รายการ กลุ่มที่ 2 จำนวน 2 รายการ จากเดิม 28 รายการ และกลุ่มที่ 3 จำนวน 1 รายการ จากเดิม 12 รายการ โดยกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 3 มีนโยบายการผลิตแบบระดับคงคลังเป้าหมายที่สั่งผลิตทุก ๆ เดือน หรือทุก ๆ ไตรมาส ซึ่งนโยบายการผลิตนี้จะช่วยคงระดับสินค้าคงคลังให้อยู่ในระดับที่สามารถรองรับความต้องการของลูกค้าได้ในช่วงเวลารอบการสั่งผลิต แต่จากการเกิดสินค้าค้างส่งของทั้ง 2 รายการ พบว่ามีความต้องการสินค้าในบางเดือนสูงกว่าค่าเฉลี่ยที่ใช้ในการคำนวณระดับคงคลังเป้าหมายที่ใช้ในการกำหนดค่าพารามิเตอร์ และสูงกว่าสินค้าคงคลังสำรองที่เตรียมไว้ ซึ่ง 2 รายการนี้อาจปรับปรุงแก้ไขโดยการเพิ่มระดับการให้บริการจาก 90% เป็น 95% เพื่อเพิ่มปริมาณสินค้าคงคลังสำรอง

กลุ่มที่ 2 มีนโยบายการผลิตแบบจุดสั่งซื้อซ้ำ สั่งผลิตเมื่อระดับสินค้าลดลงมาถึงจุดที่กำหนดโดยสั่งผลิตจำนวน 1 รุ่นการผลิต นโยบายนี้จะช่วยเติมสินค้าคงคลังเมื่อระดับสินค้าคงคลังลดลงในจุดที่เสี่ยงต่อการเกิดสินค้าค้างส่ง และช่วยให้ไม่จัดเก็บสินค้าคงคลังปริมาณมากเกินไปเมื่อเทียบกับนโยบายระดับคงคลังเป้าหมาย แต่การเกิดสินค้าค้างส่งของทั้ง 2 รายการ พบว่าในช่วงเวลาต้นเดือนที่ทำการวางแผนการผลิตจำนวนสินค้าคงเหลืออยู่สูงกว่าระดับจุดสั่งซื้อซ้ำจึงไม่ได้ดำเนินการสั่งผลิต ซึ่งในระหว่างเดือนระดับสินค้าคงคลังได้ลดลงถึงจุดสั่งซื้อซ้ำแต่ไม่ได้ดำเนินการตรวจสอบสินค้าคงเหลือและทบทวนแผนการผลิตจึงไม่มีการสั่งผลิตระหว่างเดือน ซึ่งนโยบายการผลิตแบบจุดสั่งซื้อซ้ำต้อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ปรับปรุงแก้ไขในส่วนความถี่ของการทบทวนสินค้าคงคลังคงเหลือ เพื่อให้สามารถสั่งผลิตได้ทันทีเมื่อระดับสินค้าลดลงถึงจุดที่กำหนด

จากการตอบสนองความต้องการของลูกค้าที่มากขึ้น คำสั่งผลิตและค่าเฉลี่ยมูลค่าสินค้าที่ลดลงสื่อถึงระบบการวางแผนการผลิตที่สร้างขึ้นสามารถสั่งผลิตได้โดยยังอาศัยทรัพยากรการผลิตเดิมที่มีอยู่ โดยลดปัญหาการเกิดสินค้าค้างส่งได้ และยังลดมูลค่าสินค้าคงคลังอีกด้วย

ในแง่มุมของกระบวนการวางแผนการผลิตสามารถปรับเปลี่ยนการทำงานจากการทำงานด้วยมือเป็นระบบอัตโนมัติได้ในหลายขั้นตอนทำให้การทำงานสะดวกขึ้น มีแบบแผนในการคิดและการคำนวณ มีตัวช่วยในการตัดสินใจ และสามารถปรับเปลี่ยนแผนการผลิตให้เป็นตามข้อมูลปัจจุบัน อีกทั้งช่วยประเมินกำลังการผลิตในแต่ละเดือนจากการคำนวณระยะเวลาการทำงานของเครื่องจักรเบื้องต้น ซึ่งจากการทดลองวางแผนการผลิตจำนวน 9 เดือนของสินค้าผลิตเพื่อรอจำหน่าย สายการผลิตรูปแบบของแข็งใช้กำลังการผลิตประมาณเดือนละ 70 - 80% โดยมีคอขวดอยู่ที่ขั้นตอนการตอกอัดเป็นเม็ดที่ใช้ระยะเวลาการตอกอัดต่อ 1 รุ่นการผลิตนานเมื่อเทียบกับขั้นตอนอื่น สายการผลิตรูปแบบกึ่งแข็งใช้กำลังการผลิตประมาณเดือนละ 60 – 70% โดยมีคอขวดอยู่ที่ขั้นตอนการบรรจุลงบรรจุภัณฑ์ และสายการผลิตรูปแบบเหลวใช้กำลังการผลิตประมาณ 40 - 50% โดยมีคอขวดอยู่ที่ขั้นตอนการบรรจุลงบรรจุภัณฑ์ ซึ่งจากกำลังการผลิตที่ถูกใช้ไปในการผลิตสินค้าผลิตเพื่อรอจำหน่ายยังสามารถรองรับการผลิตสินค้าผลิตตามคำสั่งซื้อได้ จากข้อมูลความต้องการสินค้าในอดีตความต้องการสินค้าของสินค้าประเภทผลิตตามคำสั่งซื้ออยู่ที่ประมาณ 20% ของความต้องการสินค้าทั้งหมด แต่อาจมีผลกระทบในเรื่องของระยะเวลาที่จะผลิตแล้วเสร็จจากคำสั่งผลิตที่เพิ่มมากขึ้น และเนื่องจากเป็นคำสั่งซื้อของลูกค้าจะยากต่อการคาดเดาช่วงเวลาหรือจำนวนที่ลูกค้าจะสั่งซื้อ ทำให้ต้องเผื่อกำลังการผลิตไว้รองรับการผลิตในส่วนนี้ และต้องปรับเปลี่ยนแผนการผลิตให้สอดคล้องกับแผนการผลิตเดิมและคำสั่งซื้อที่ได้รับใหม่ให้เป็นปัจจุบัน

ระบบการวางแผนการผลิตที่สร้างขึ้นสามารถนำไปปรับใช้ได้ง่าย เข้าใจได้ง่าย ไม่ซับซ้อน ไม่ต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญในการใช้งาน สามารถปรับเปลี่ยนหรือแก้ไขการทำงานของระบบให้สอดคล้องกับสถานการณ์ปัจจุบันหรือแต่ละองค์กรได้ และค่าใช้จ่ายในการวางระบบไม่สูงมากเมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องมือการวางแผนการผลิตที่มีจำหน่ายในตลาด จึงเหมาะกับธุรกิจขนาดเล็กหรือขนาดกลางที่มีข้อมูลไม่มากและความซับซ้อนของข้อมูลไม่สูงมาก อีกทั้งกระบวนการผลิตยามีข้อจำกัดที่ค่อนข้างมากและจำเพาะต่ออุตสาหกรรม ระบบการวางแผนการผลิตที่มีจำหน่ายในตลาดอาจยังไม่ครอบคลุมและยังไม่แพร่หลาย ระบบการวางแผนการผลิตที่สร้างขึ้นนี้จึงเป็นหนึ่งทางเลือกที่ช่วยให้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สามารถวางแผนการผลิตได้ง่ายขึ้น นอกเหนือจากนี้การรวบรวมข้อมูลของระบบนี้ยังเป็นพื้นฐานของ Big data ที่สามารถนำองค์กรไปสู่อุตสาหกรรม 4.0 ที่มุ่งเน้นในเรื่องของระบบการผลิต เทคโนโลยีสารสนเทศ และอินเตอร์เน็ต เพื่อให้สามารถแข่งขันได้ในอนาคตอีกด้วย

5.2 ข้อจำกัดของการวิจัย

ข้อจำกัดของระบบการวางแผนการผลิตนี้ดำเนินการภายใต้การมีวัตถุดิบและบรรจุภัณฑ์ในการผลิตเพียงพอและพร้อมใช้งานสามารถสั่งผลิตได้ทันทีที่ต้องการ ซึ่งการสั่งซื้อวัตถุดิบและบรรจุภัณฑ์จะได้จากการคำนวณแผนการผลิตล่วงหน้าอย่างน้อย 3 เดือนเพื่อสั่งซื้อวัตถุดิบและบรรจุภัณฑ์ล่วงหน้าและตรวจสอบซ้ำทุก ๆ 1 เดือนตามการวางแผนการผลิต รวมถึงเครื่องจักรในสายผลิตในกรณีศึกษาไม่มีการเสียหรือชะลอการผลิตจากเครื่องจักรทำงานไม่เต็มประสิทธิภาพ และระบบการวางแผนการผลิตนี้ไม่ได้คำนึงถึงต้นทุนอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ต้นทุนการถือครองสินค้า ต้นทุนจากสินค้าค้างส่ง หรือต้นทุนจากการสั่งผลิต จึงเป็นอีกสิ่งหนึ่งซึ่งหากจะนำระบบการวางแผนการผลิตนี้ไปใช้ในทางปฏิบัติให้ได้ประสิทธิภาพที่ดีขึ้นต้องนำปัจจัยดังกล่าวมาคำนึงและคำนวณร่วมด้วย

5.3 ข้อเสนอแนะ

ระบบการวางแผนการผลิตที่สร้างขึ้นเป็นเพียงโมเดลเริ่มต้นเท่านั้นยังต้องมีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงเมื่อจะนำไปใช้งานจริง หรือมีการปรับเปลี่ยนให้เข้ากับผลิตภัณฑ์ทุกรายการมากขึ้น เช่น บางรายการที่นโยบายการผลิตที่กำหนดขึ้นไม่สามารถปรับปรุงระดับการให้บริการหรือลดปริมาณสินค้าคงคลังลงได้ อีกทั้งต้องมีการอัพเดตค่าพารามิเตอร์ ROP, OUL อย่างสม่ำเสมอ เนื่องจากพฤติกรรมการขายสินค้าในแต่ละช่วงเวลาจะมีความแตกต่างกันออกไป การอัพเดตค่าพารามิเตอร์หรือข้อมูลอย่างสม่ำเสมอจะช่วยให้สามารถสั่งผลิตให้ได้ปริมาณสินค้าใกล้เคียงกับความต้องการของตลาดมากขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ก.

ผลการคำนวณ K-means Cluster Analysis

K-means Cluster Analysis: Z-score, CV

Final Partition

Number of clusters: 3

	Number of observations	Within cluster sum of squares	Average distance from centroid	Maximum distance from centroid
Cluster1	7	4.885	0.718	1.421
Cluster2	28	1.129	0.177	0.488
Cluster1	12	2.490	0.363	1.150

Cluster Centroids

Variable	Cluster1	Cluster2	Cluster3	Grand centroid
Z-score	2.2067	-0.3681	-0.4284	0.0000
CV	0.3486	0.5066	1.3279	0.6927

Distances Between Cluster Centroids

	Cluster1	Cluster2	Cluster3
Cluster1	0.0000	2.5796	2.8112
Cluster2	2.5796	0.0000	0.8235
Cluster3	2.8112	0.8235	0.0000

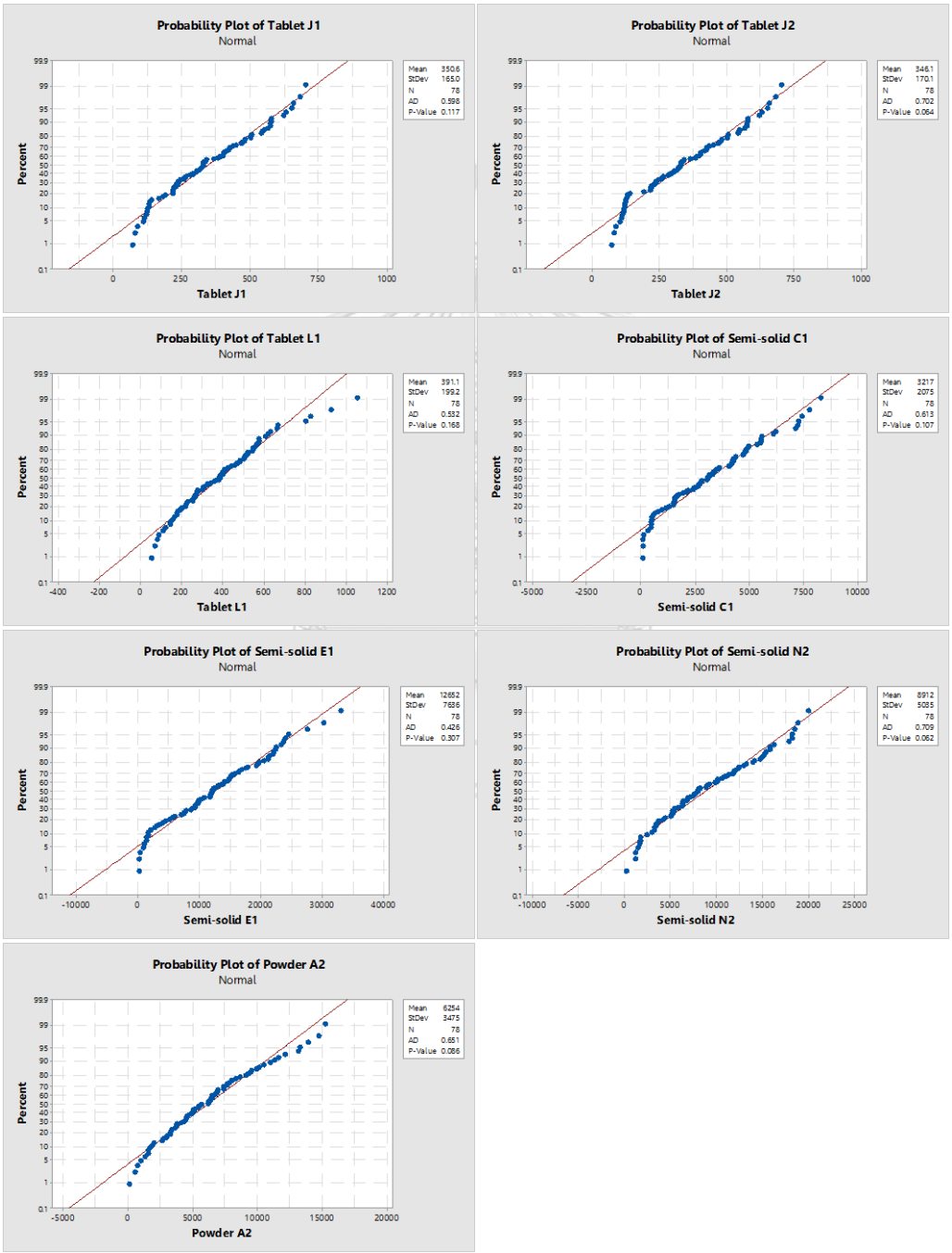
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ข.

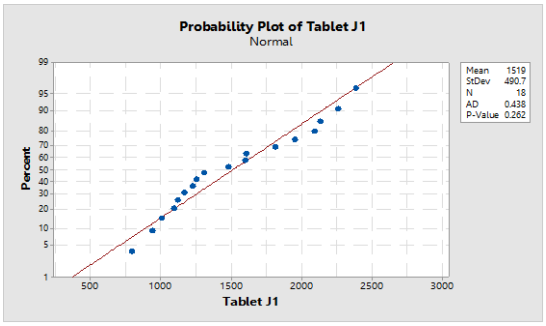
ผลการตรวจสอบการแจกแจงแบบปกติ (Normality test)

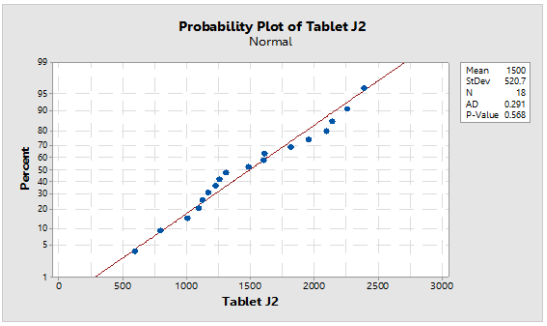
<u>สินค้ากลุ่มที่ 1</u>

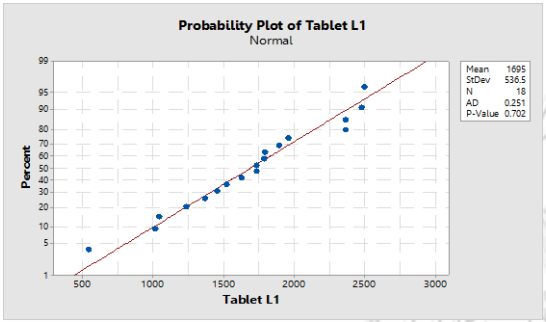
สินค้ากลุ่มที่ 1 โดยใช้ข้อมูลปริมาณการขายรายสัปดาห์

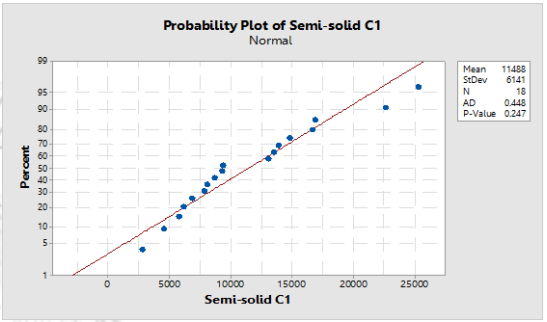


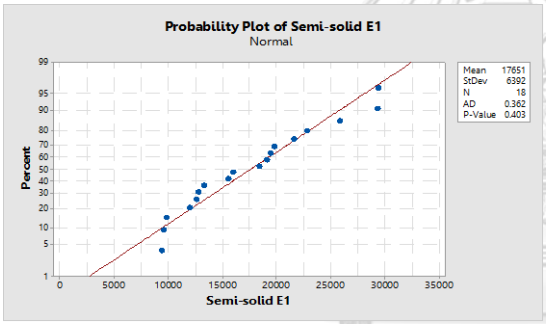
สินค้ากลุ่มที่ 1 โดยใช้ข้อมูลปริมาณการขายรายเดือน

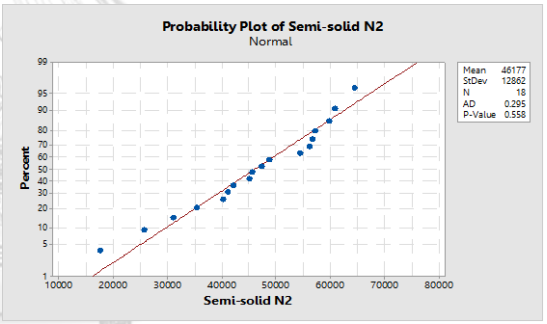


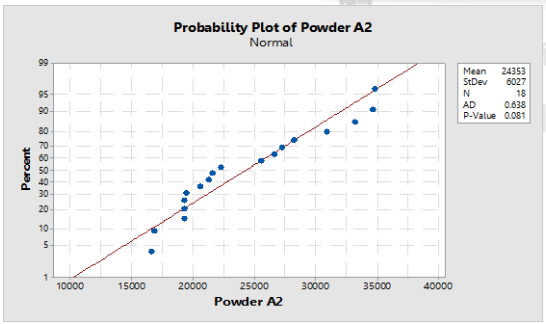




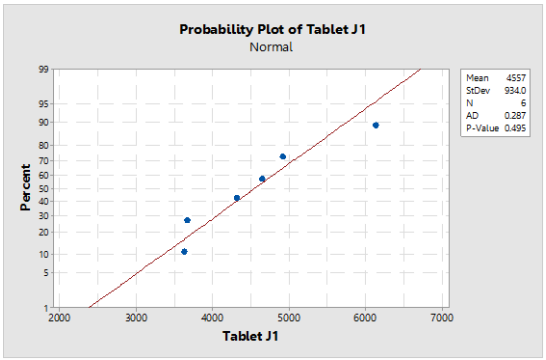


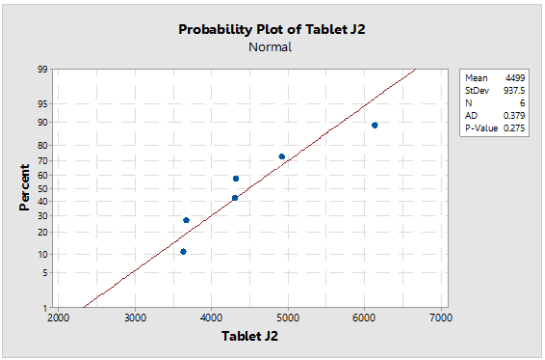


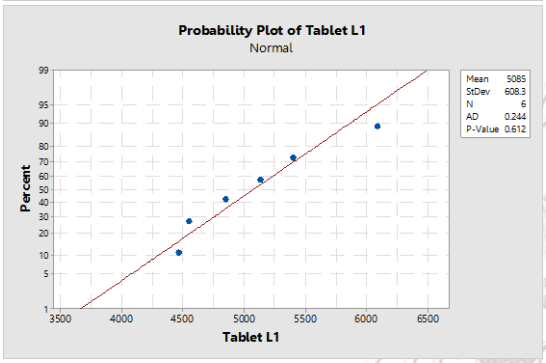


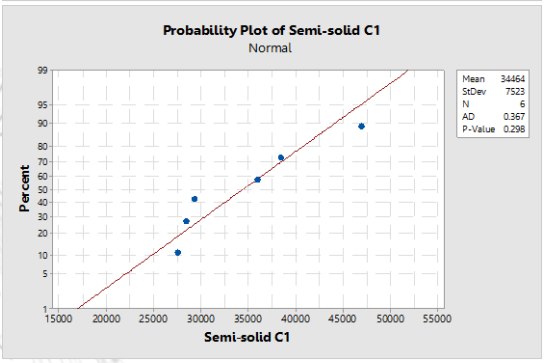


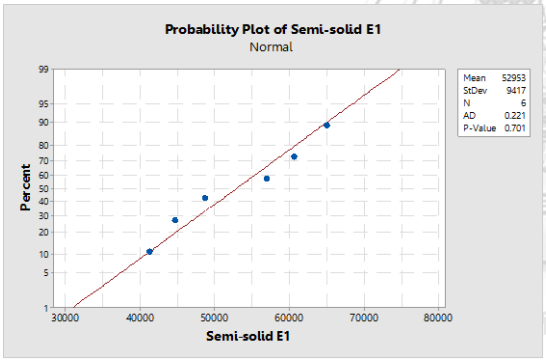
สินค้ากลุ่มที่ 1 โดยใช้ข้อมูลปริมาณการขายรายไตรมาส

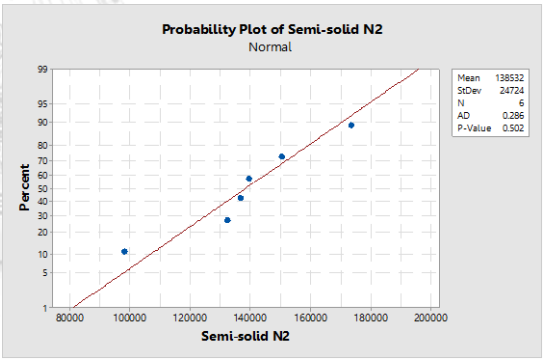


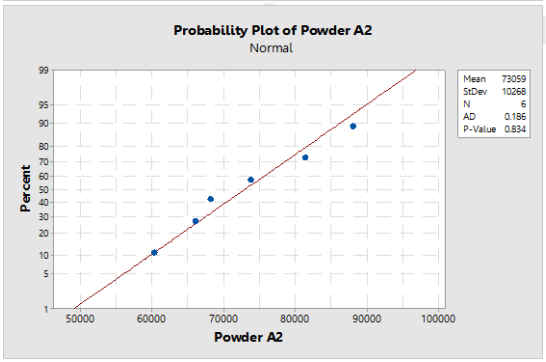






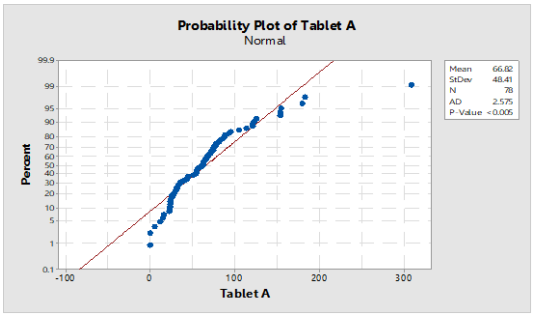


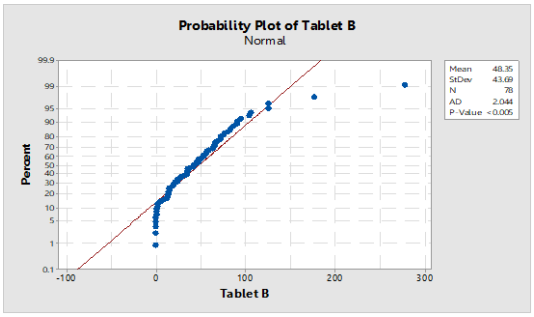


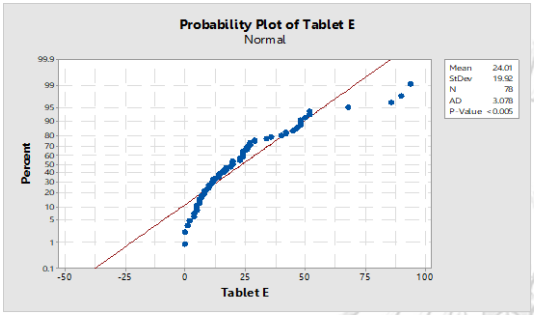


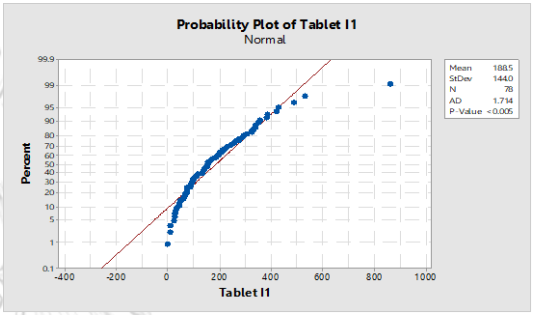
สินค้ากลุ่มที่ 2

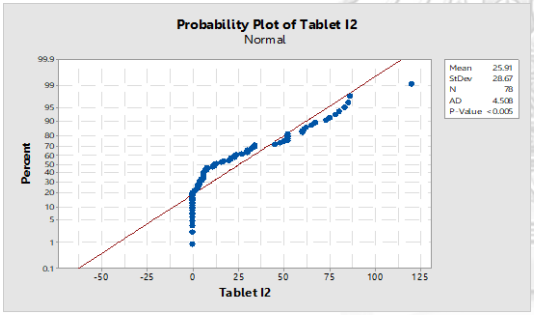
สินค้ากลุ่มที่ 2 โดยใช้ข้อมูลปริมาณการขายรายสัปดาห์

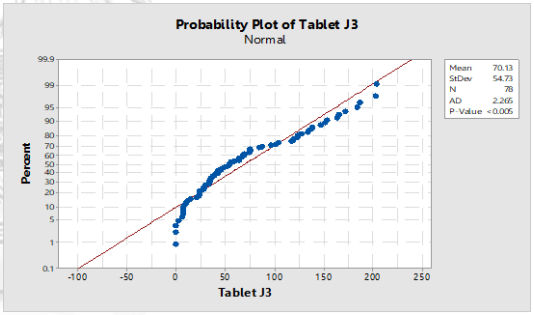


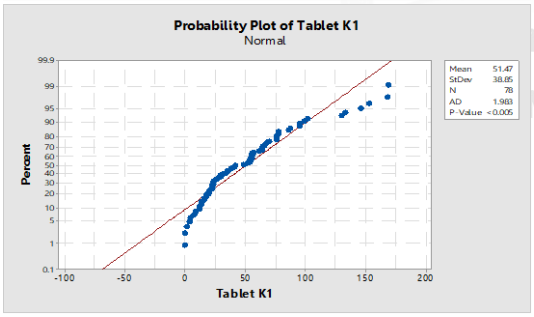


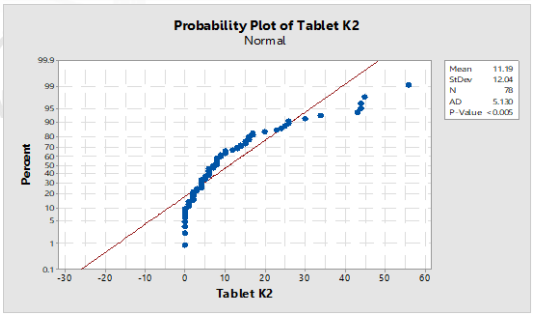


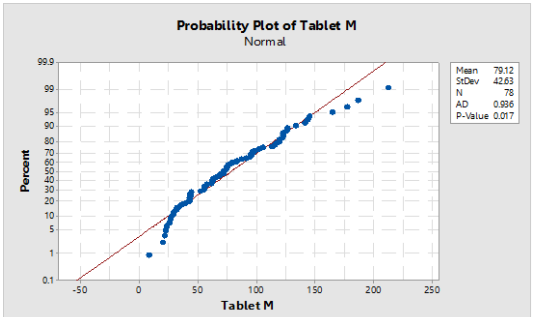


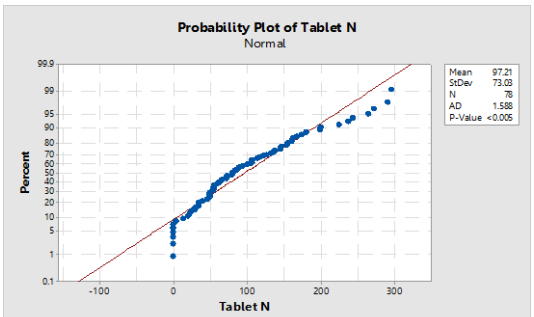


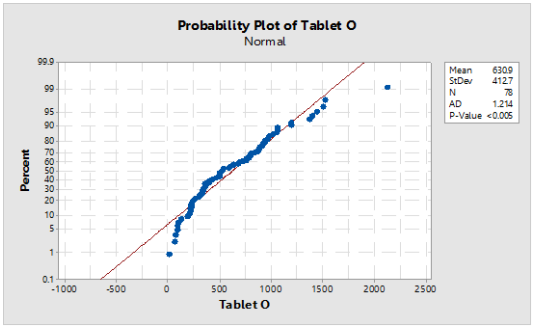


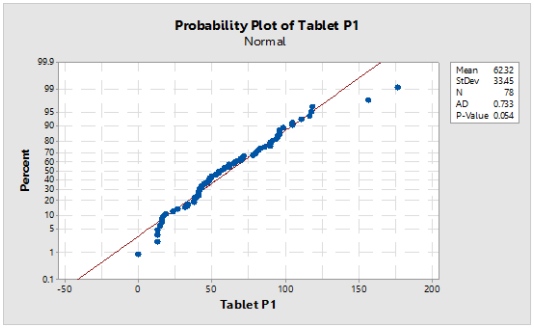


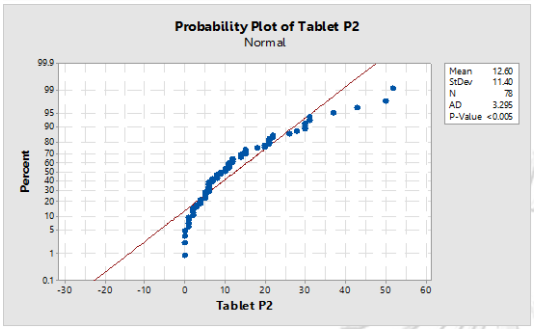


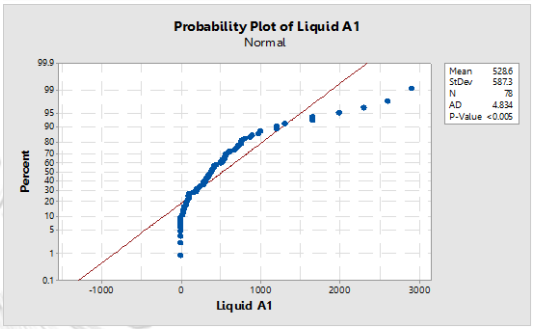


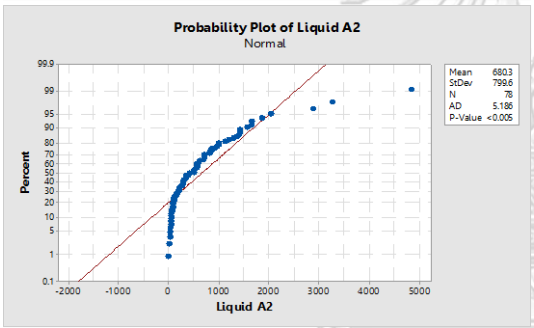


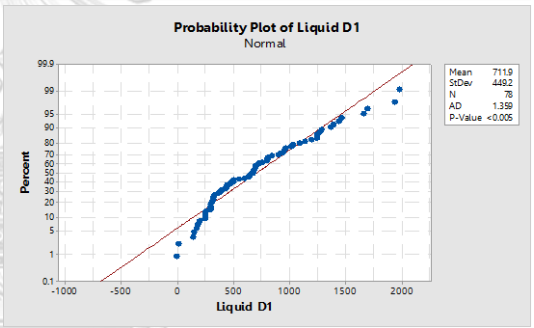

Probability Plot of Tablet O
Normal
Mean 630.9
StDev 412.7
N 78
AD 1.214
P-Value <0.005
Percent
Tablet O

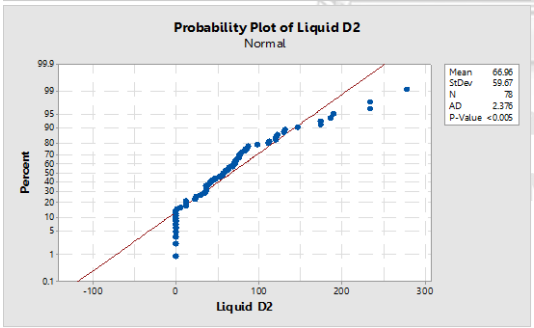

Probability Plot of Tablet P1
Normal
Mean 62.32
StDev 33.45
N 78
AD 0.733
P-Value 0.054
Percent
Tablet P1

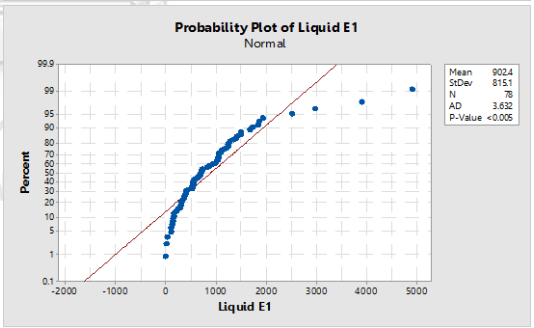

Probability Plot of Tablet P2
Normal
Mean 12.60
StDev 11.40
N 78
AD 3.295
P-Value <0.005
Percent
Tablet P2

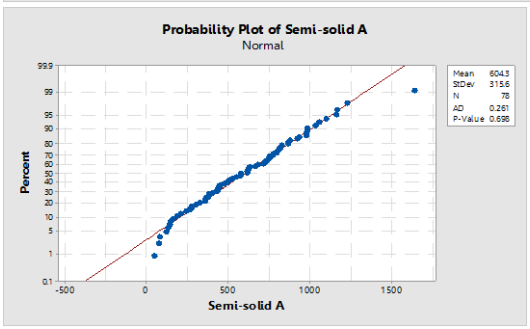

Probability Plot of Liquid A1
Normal
Mean 528.6
StDev 587.3
N 78
AD 4.834
P-Value <0.005
Percent
Liquid A1

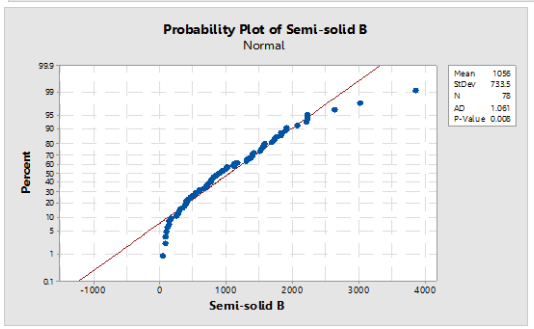

Probability Plot of Liquid A2
Normal
Mean 680.3
StDev 799.6
N 78
AD 5.186
P-Value <0.005
Percent
Liquid A2

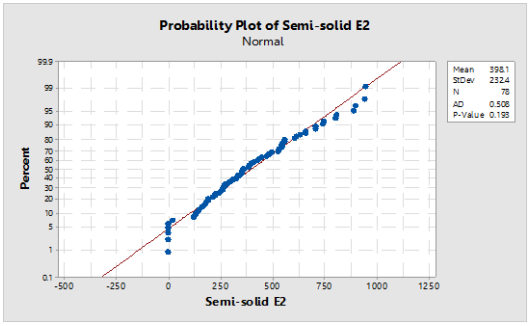

Probability Plot of Liquid D1
Normal
Mean 711.9
StDev 449.2
N 78
AD 1.359
P-Value <0.005
Percent
Liquid D1

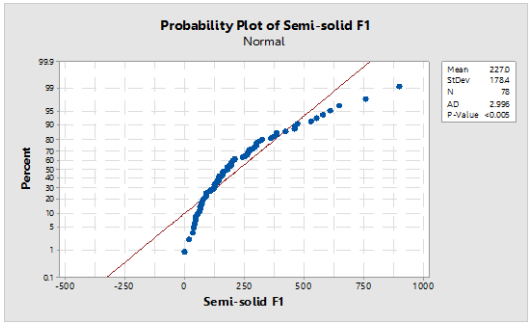

Probability Plot of Liquid D2
Normal
Mean 66.96
StDev 59.67
N 78
AD 2.376
P-Value <0.005
Percent
Liquid D2

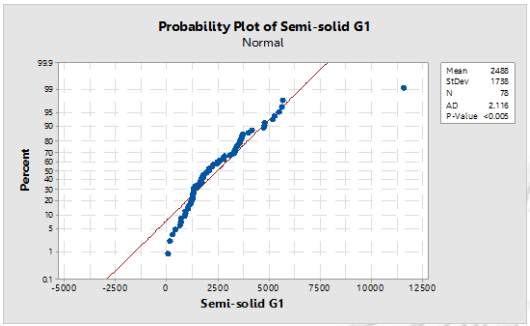

Probability Plot of Liquid E1
Normal
Mean 902.4
StDev 815.1
N 78
AD 3.632
P-Value <0.005
Percent
Liquid E1

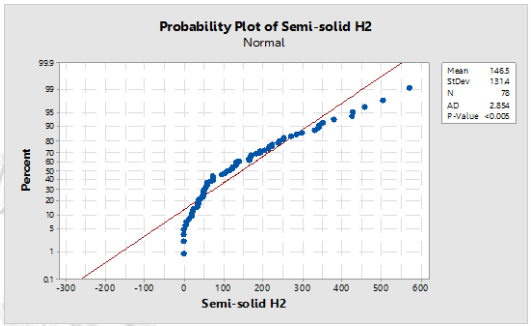

Probability Plot of Semi-solid A
Normal
Mean 604.3
StDev 315.6
N 78
AD 0.261
P-Value 0.698
Percent
Semi-solid A

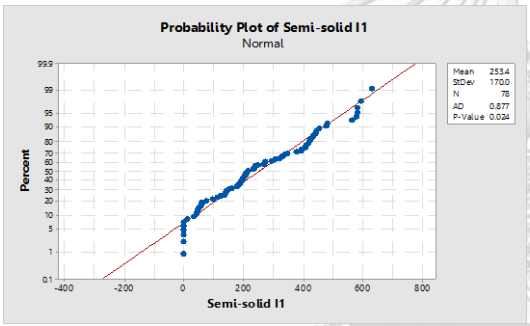

Probability Plot of Semi-solid B
Normal
Mean 1056
StDev 733.5
N 78
AD 1.061
P-Value 0.008
Percent
Semi-solid B

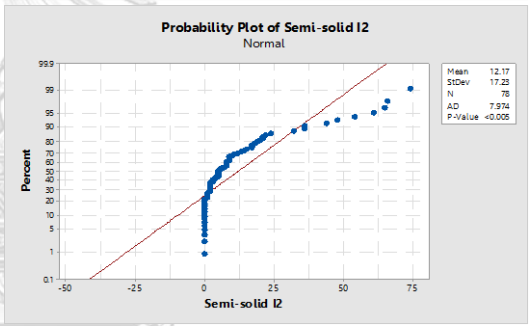

Probability Plot of Semi-solid E2
Normal
Mean 398.1
StDev 232.4
N 78
AD 0.508
P-Value 0.193
Percent
Semi-solid E2

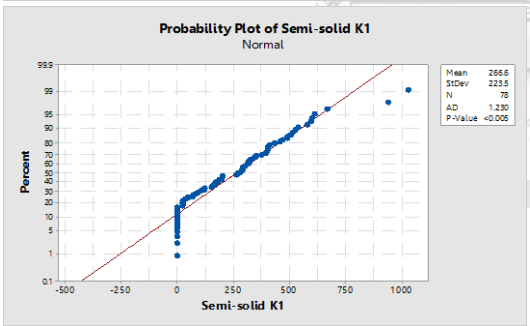

Probability Plot of Semi-solid F1
Normal
Mean 227.0
StDev 178.4
N 78
AD 2.996
P-Value <0.005
Percent
Semi-solid F1

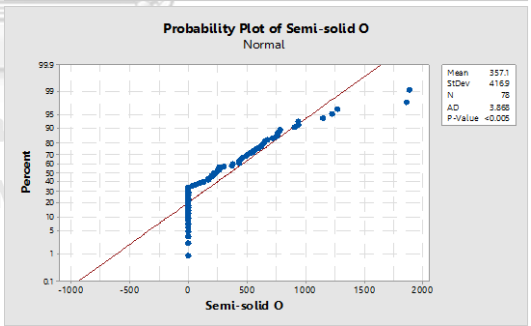

Probability Plot of Semi-solid G1
Normal
Mean 2488
StDev 1738
N 78
AD 2.116
P-Value <0.005
Percent
Semi-solid G1


Probability Plot of Semi-solid H2
Normal
Mean 146.5
StDev 131.4
N 78
AD 2.854
P-Value <0.005
Percent
Semi-solid H2

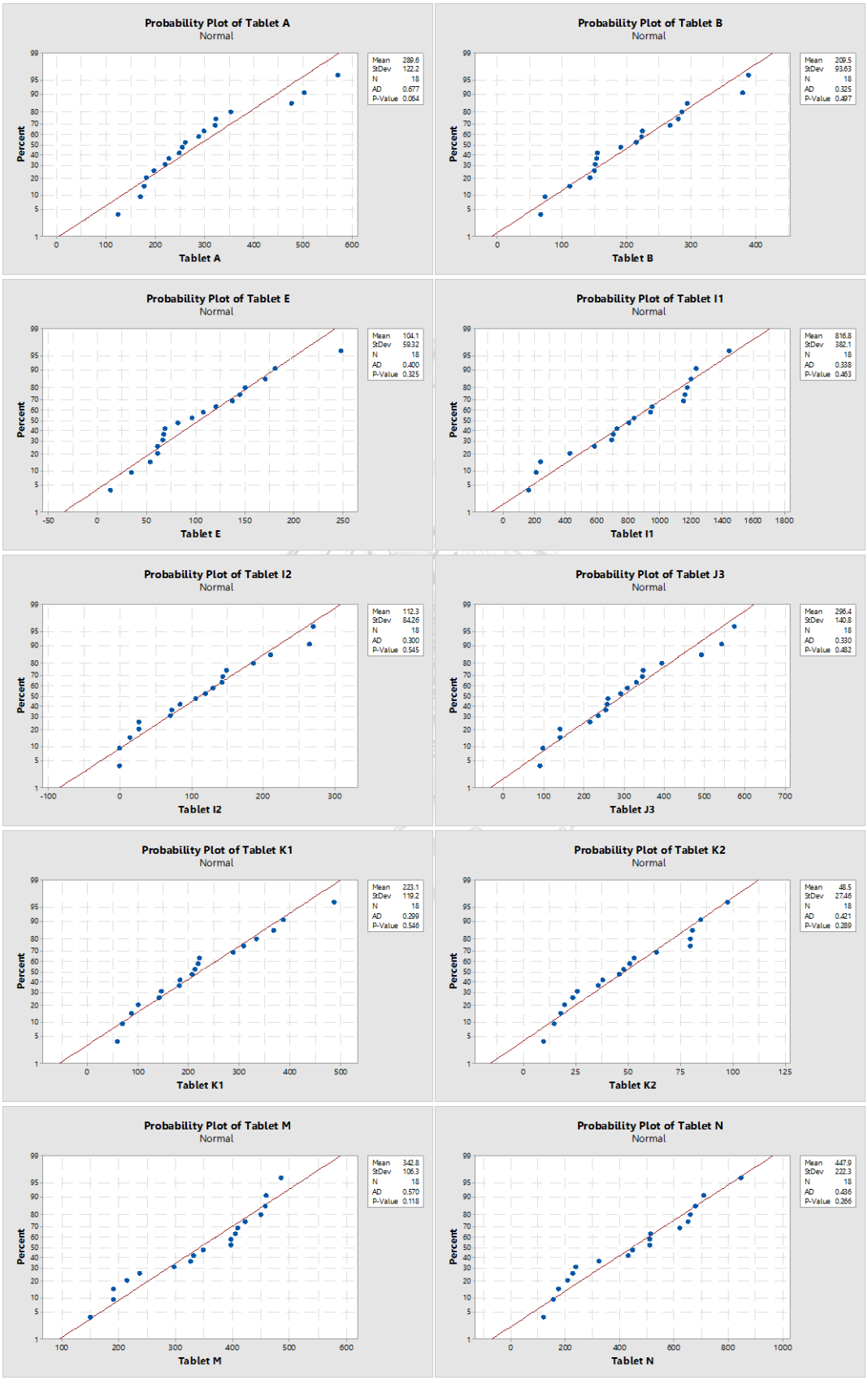

Probability Plot of Semi-solid I1
Normal
Mean 253.4
StDev 170.0
N 78
AD 0.877
P-Value 0.024
Percent
Semi-solid I1

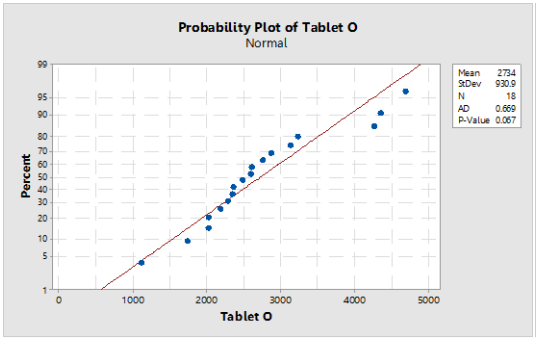

Probability Plot of Semi-solid I2
Normal
Mean 12.17
StDev 17.23
N 78
AD 7.974
P-Value <0.005
Percent
Semi-solid I2

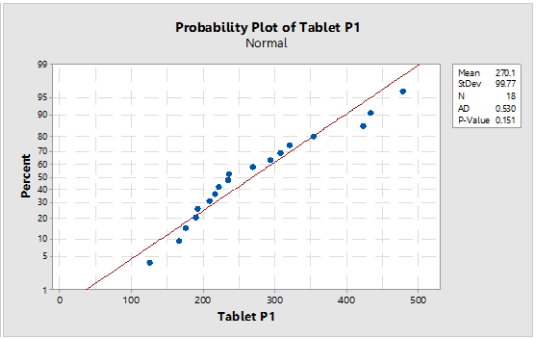

Probability Plot of Semi-solid K1
Normal
Mean 266.6
StDev 223.5
N 78
AD 1.230
P-Value <0.005
Percent
Semi-solid K1

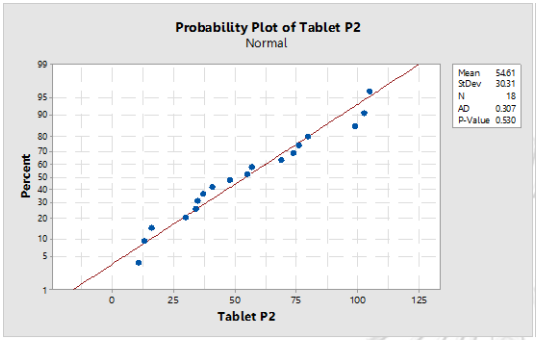

Probability Plot of Semi-solid O
Normal
Mean 357.1
StDev 416.9
N 78
AD 3.868
P-Value <0.005
Percent
Semi-solid O

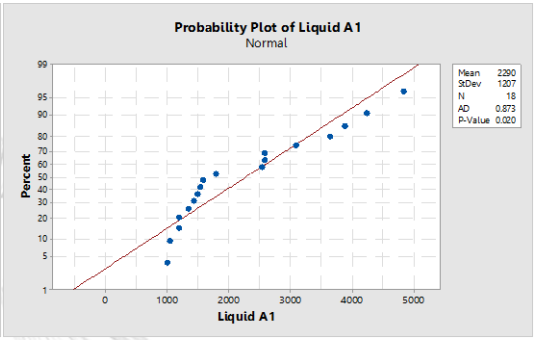
สินค้ากลุ่มที่ 2 โดยใช้ข้อมูลปริมาณการขายรายเดือน

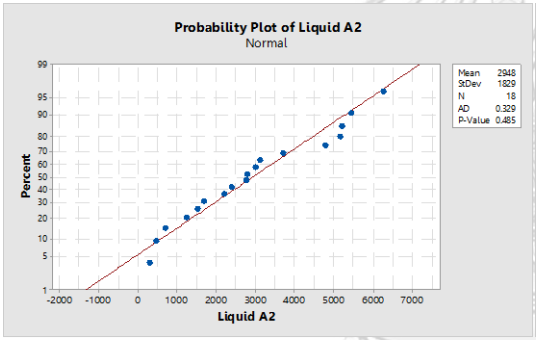


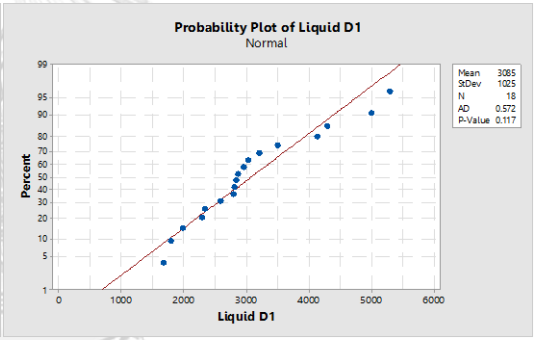

Probability Plot of Tablet O
Normal
Mean 2734
StDev 930.9
N 18
AD 0.669
P-Value 0.067
Percent
Tablet O

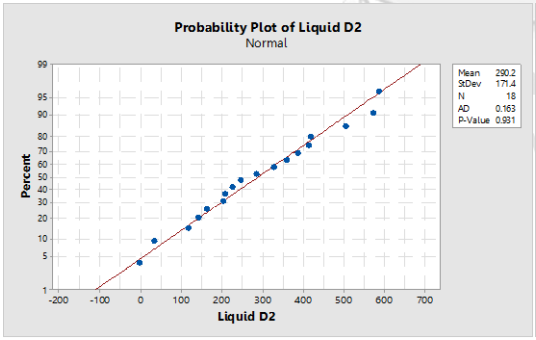

Probability Plot of Tablet P1
Normal
Mean 270.1
StDev 99.77
N 18
AD 0.530
P-Value 0.151
Percent
Tablet P1

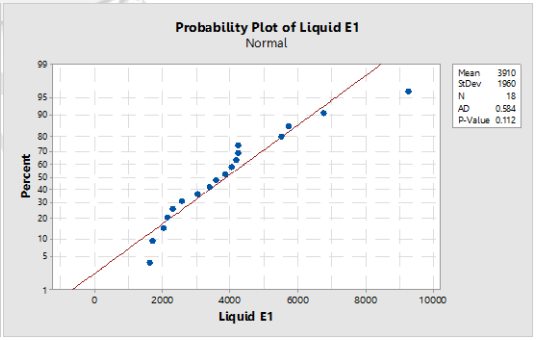

Probability Plot of Tablet P2
Normal
Mean 54.61
StDev 30.31
N 18
AD 0.307
P-Value 0.530
Percent
Tablet P2

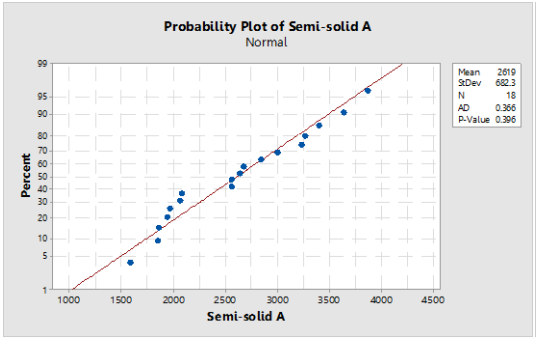

Probability Plot of Liquid A1
Normal
Mean 2290
StDev 1207
N 18
AD 0.873
P-Value 0.020
Percent
Liquid A1

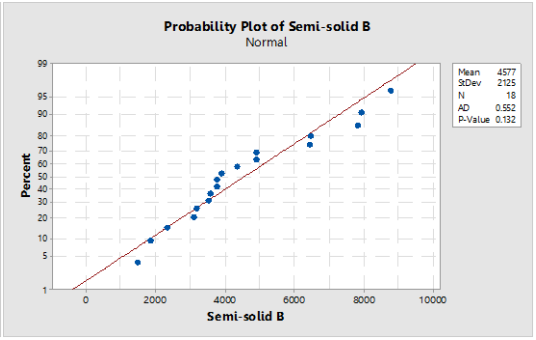

Probability Plot of Liquid A2
Normal
Mean 2948
StDev 1829
N 18
AD 0.329
P-Value 0.485
Percent
Liquid A2

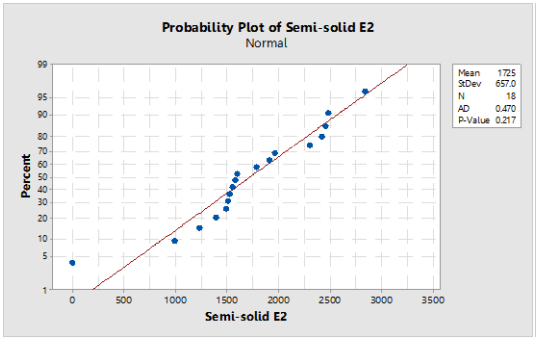

Probability Plot of Liquid D1
Normal
Mean 3085
StDev 1025
N 18
AD 0.572
P-Value 0.117
Percent
Liquid D1

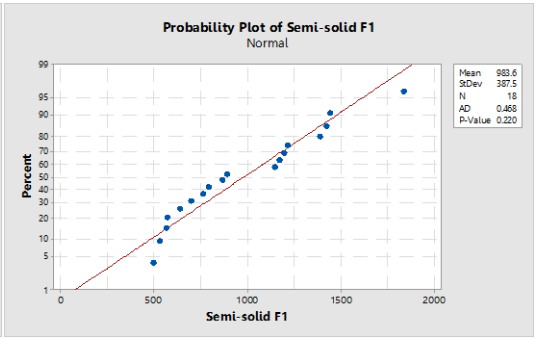

Probability Plot of Liquid D2
Normal
Mean 290.2
StDev 171.4
N 18
AD 0.163
P-Value 0.931
Percent
Liquid D2

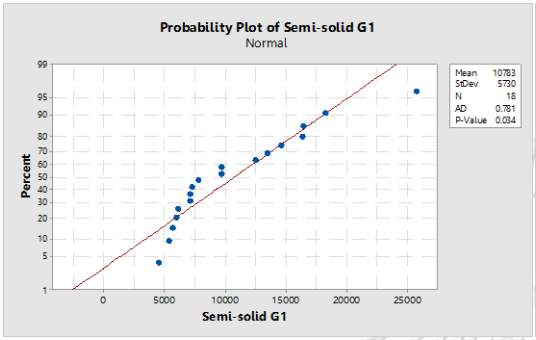

Probability Plot of Liquid E1
Normal
Mean 3910
StDev 1960
N 18
AD 0.584
P-Value 0.112
Percent
Liquid E1

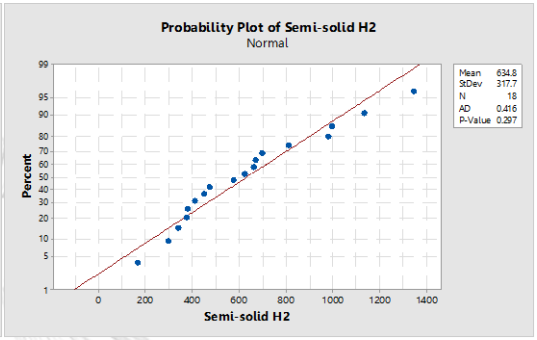

Probability Plot of Semi-solid A
Normal
Mean 2619
StDev 682.3
N 18
AD 0.366
P-Value 0.396
Percent
Semi-solid A

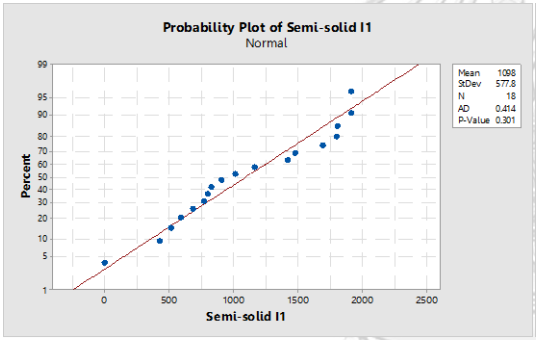

Probability Plot of Semi-solid B
Normal
Mean 4577
StDev 2125
N 18
AD 0.552
P-Value 0.132
Percent
Semi-solid B

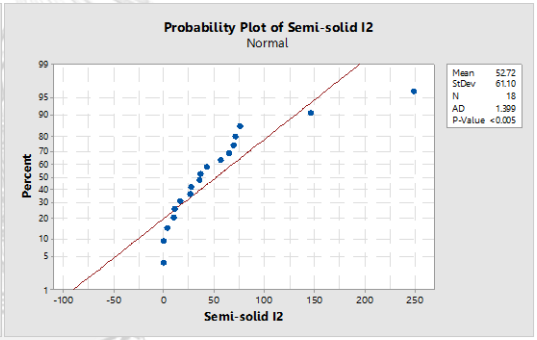

Probability Plot of Semi-solid E2
Normal
Mean 1725
StDev 657.0
N 18
AD 0.470
P-Value 0.217
Percent
Semi-solid E2

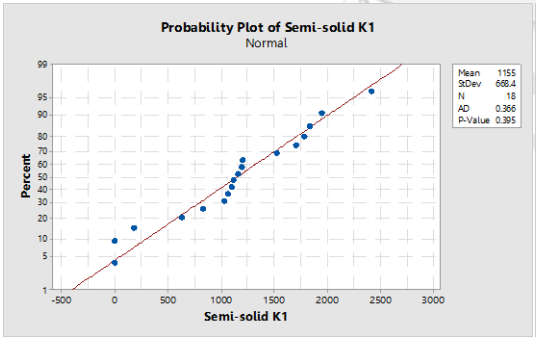

Probability Plot of Semi-solid F1
Normal
Mean 983.6
StDev 387.5
N 18
AD 0.468
P-Value 0.220
Percent
Semi-solid F1

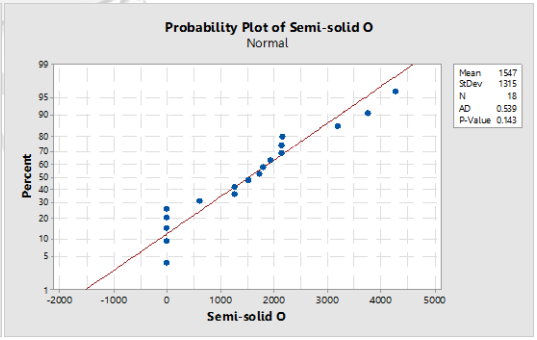

Probability Plot of Semi-solid G1
Normal
Mean 10783
StDev 5730
N 18
AD 0.781
P-Value 0.034
Percent
Semi-solid G1


Probability Plot of Semi-solid H2
Normal
Mean 634.8
StDev 317.7
N 18
AD 0.416
P-Value 0.297
Percent
Semi-solid H2

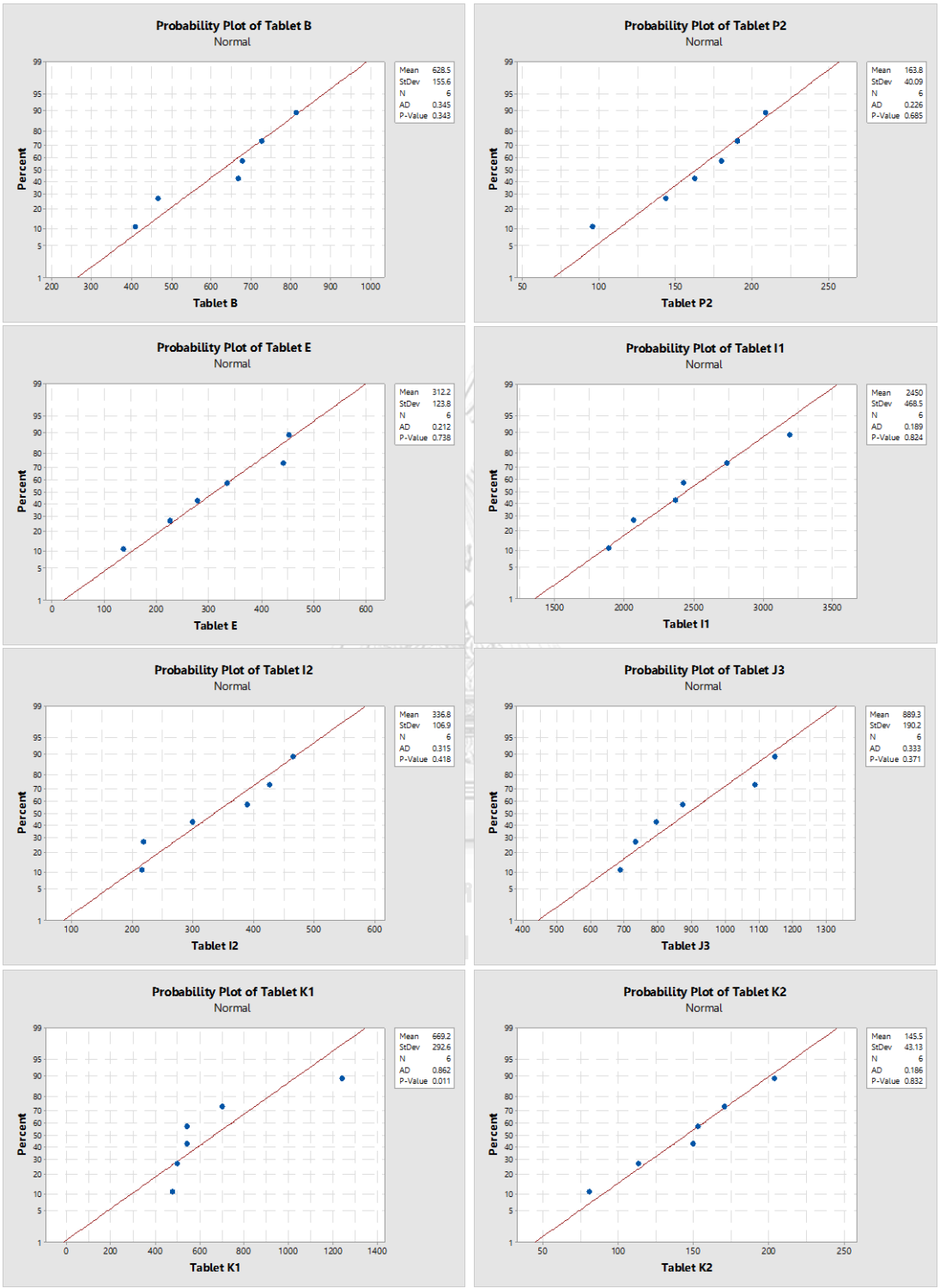

Probability Plot of Semi-solid I1
Normal
Mean 1098
StDev 577.8
N 18
AD 0.414
P-Value 0.301
Percent
Semi-solid I1

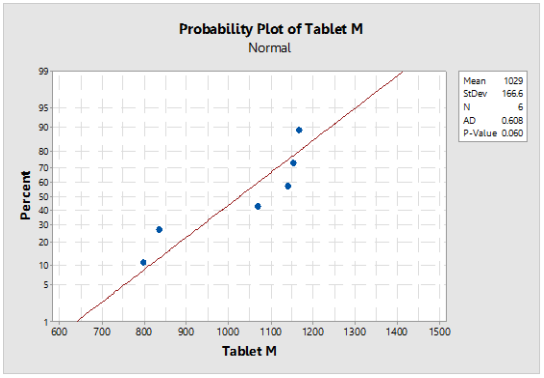

Probability Plot of Semi-solid I2
Normal
Mean 52.72
StDev 61.10
N 18
AD 1.399
P-Value <0.005
Percent
Semi-solid I2

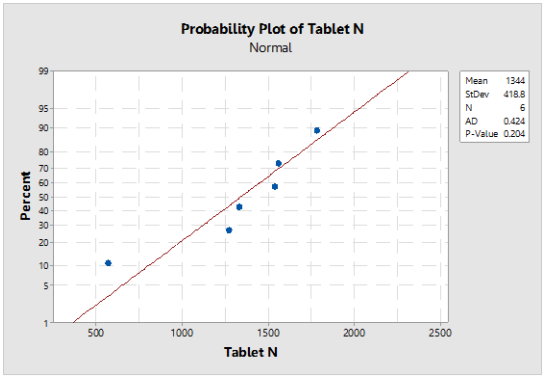

Probability Plot of Semi-solid K1
Normal
Mean 1155
StDev 668.4
N 18
AD 0.366
P-Value 0.395
Percent
Semi-solid K1

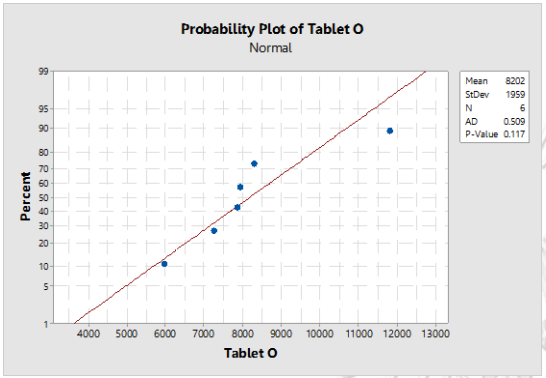

Probability Plot of Semi-solid O
Normal
Mean 1547
StDev 1315
N 18
AD 0.539
P-Value 0.143
Percent
Semi-solid O

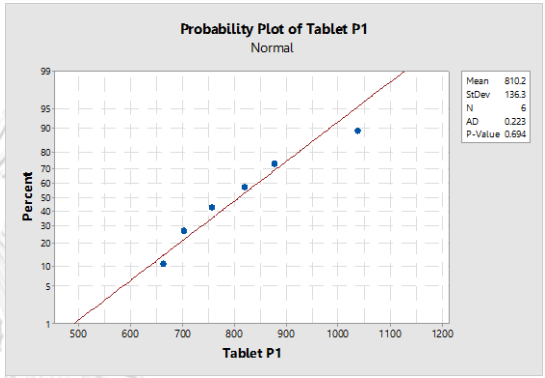
สินค้ากลุ่มที่ 2 โดยใช้ข้อมูลปริมาณการขายรายไตรมาส

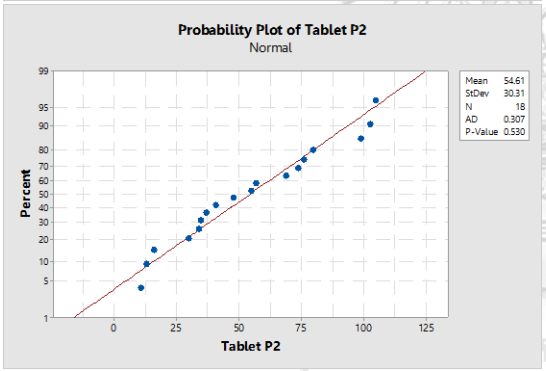


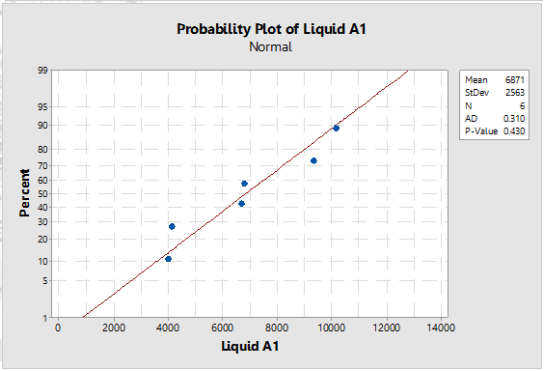

Probability Plot of Tablet M
Normal
Mean 1029
StDev 166.6
N 6
AD 0.608
P-Value 0.060
Percent
Tablet M

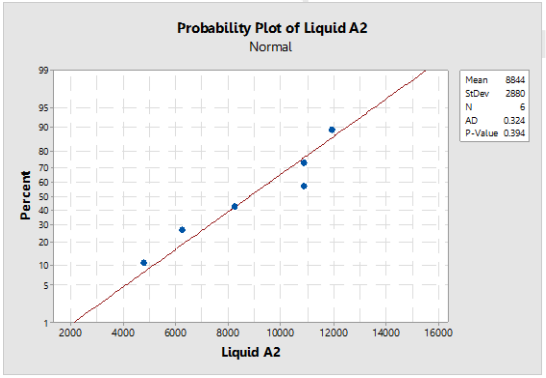

Probability Plot of Tablet N
Normal
Mean 1344
StDev 418.8
N 6
AD 0.424
P-Value 0.204
Percent
Tablet N

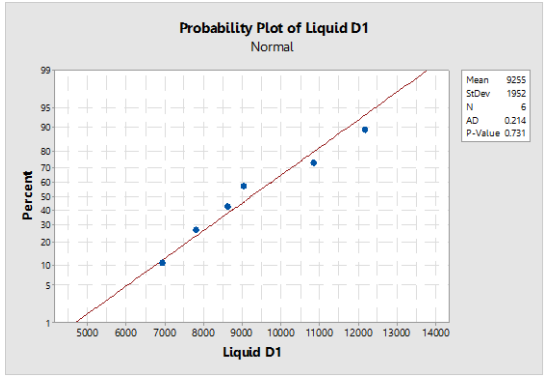

Probability Plot of Tablet O
Normal
Mean 8202
StDev 1959
N 6
AD 0.509
P-Value 0.117
Percent
Tablet O

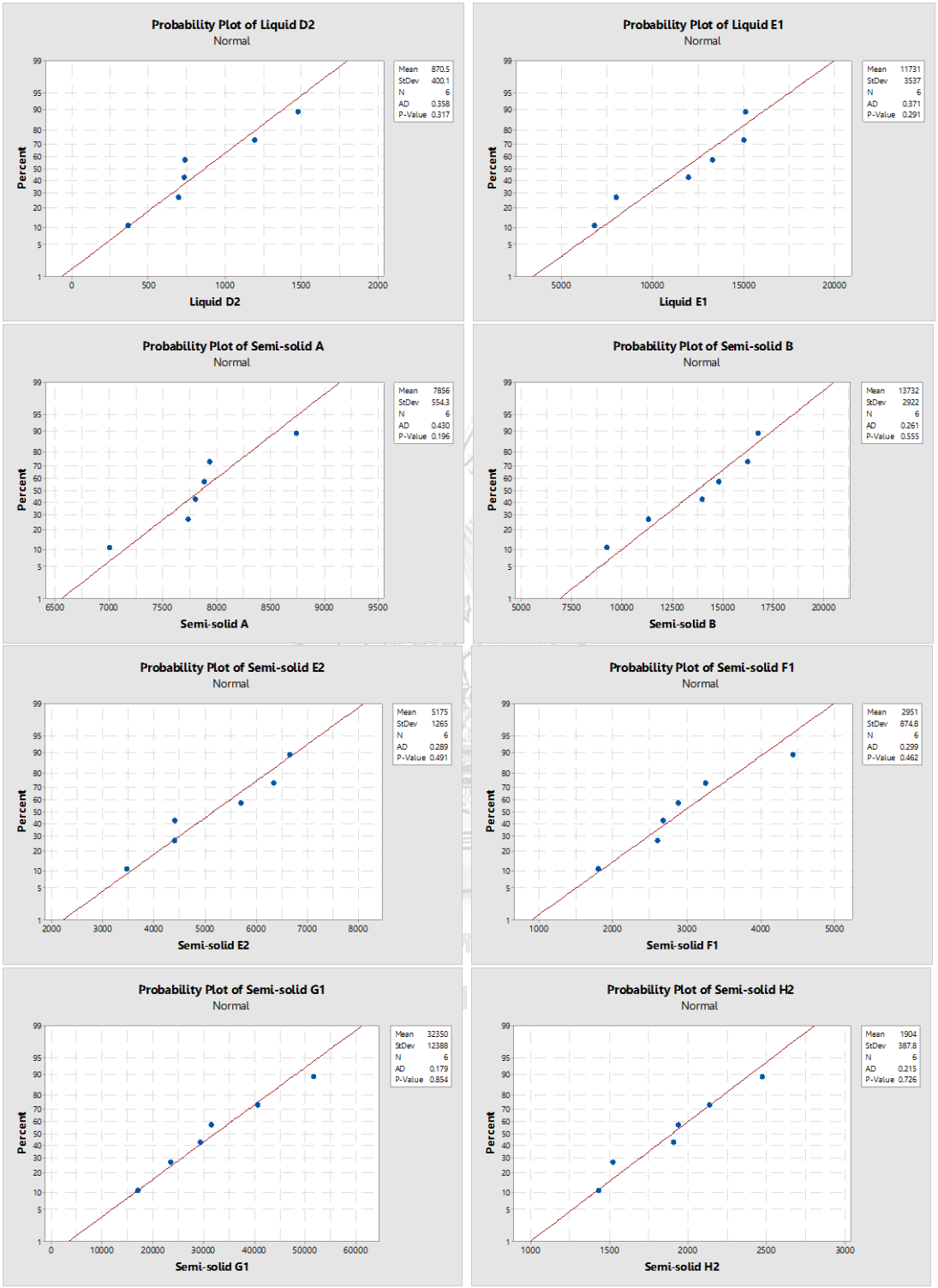

Probability Plot of Tablet P1
Normal
Mean 810.2
StDev 136.3
N 6
AD 0.223
P-Value 0.694
Percent
Tablet P1

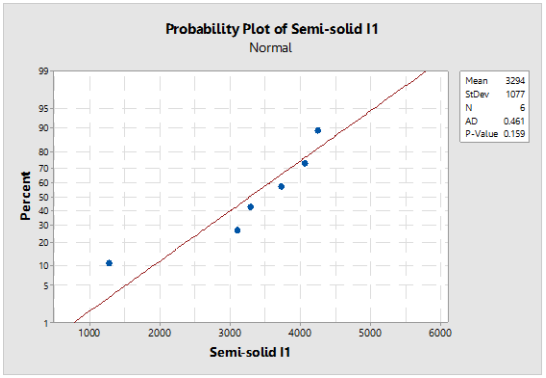

Probability Plot of Tablet P2
Normal
Mean 54.61
StDev 30.31
N 18
AD 0.307
P-Value 0.530
Percent
Tablet P2

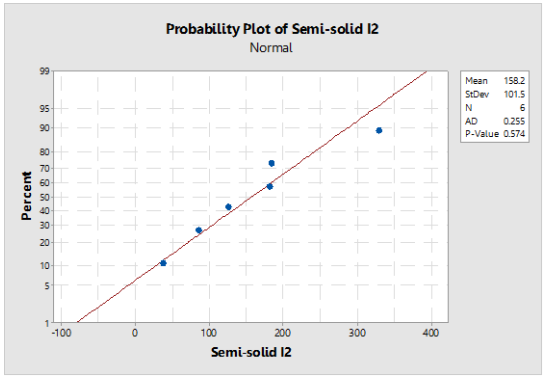

Probability Plot of Liquid A1
Normal
Mean 6871
StDev 2563
N 6
AD 0.310
P-Value 0.430
Percent
Liquid A1

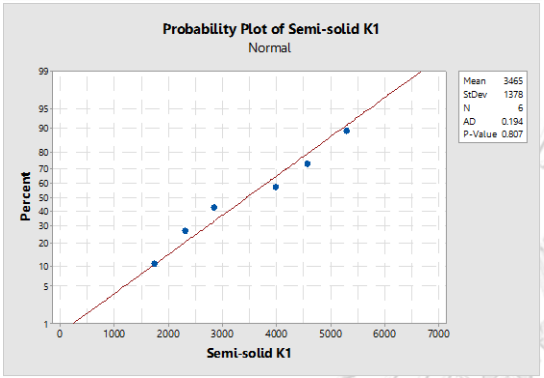

Probability Plot of Liquid A2
Normal
Mean 8844
StDev 2880
N 6
AD 0.324
P-Value 0.394
Percent
Liquid A2

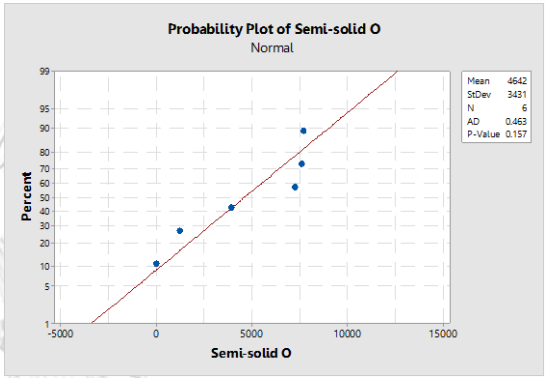

Probability Plot of Liquid D1
Normal
Mean 9255
StDev 1952
N 6
AD 0.214
P-Value 0.731
Percent
Liquid D1


Probability Plot of Liquid D2
Normal
Mean 870.5
StDev 400.1
N 6
AD 0.358
P-Value 0.317
Percent
Liquid D2
Probability Plot of Liquid E1
Normal
Mean 11731
StDev 3537
N 6
AD 0.371
P-Value 0.291
Percent
Liquid E1
Probability Plot of Semi-solid A
Normal
Mean 7856
StDev 554.3
N 6
AD 0.430
P-Value 0.196
Percent
Semi-solid A
Probability Plot of Semi-solid B
Normal
Mean 13732
StDev 2922
N 6
AD 0.261
P-Value 0.555
Percent
Semi-solid B
Probability Plot of Semi-solid E2
Normal
Mean 5175
StDev 1265
N 6
AD 0.289
P-Value 0.491
Percent
Semi-solid E2
Probability Plot of Semi-solid F1
Normal
Mean 2951
StDev 874.8
N 6
AD 0.299
P-Value 0.462
Percent
Semi-solid F1
Probability Plot of Semi-solid G1
Normal
Mean 32350
StDev 12388
N 6
AD 0.179
P-Value 0.854
Percent
Semi-solid G1
Probability Plot of Semi-solid H2
Normal
Mean 1904
StDev 387.8
N 6
AD 0.215
P-Value 0.726
Percent
Semi-solid H2



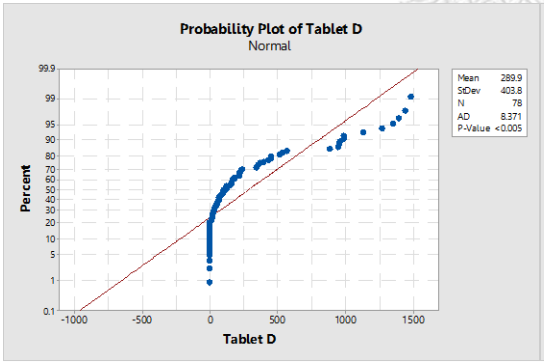


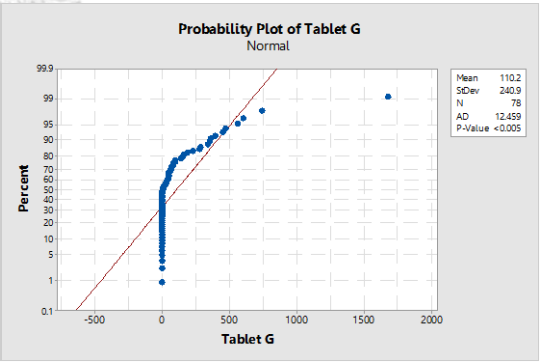


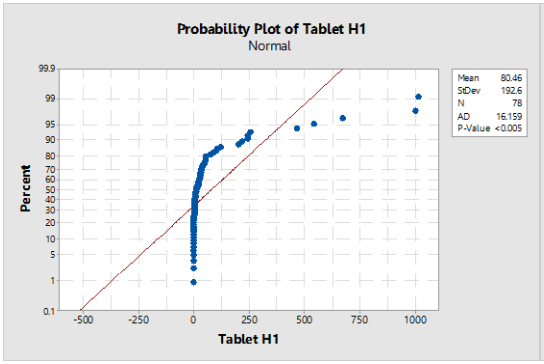


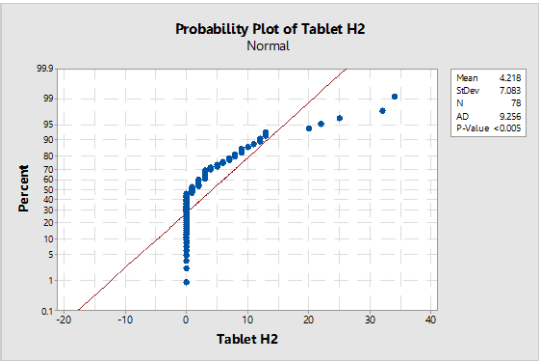
สินค้ากลุ่มที่ 3

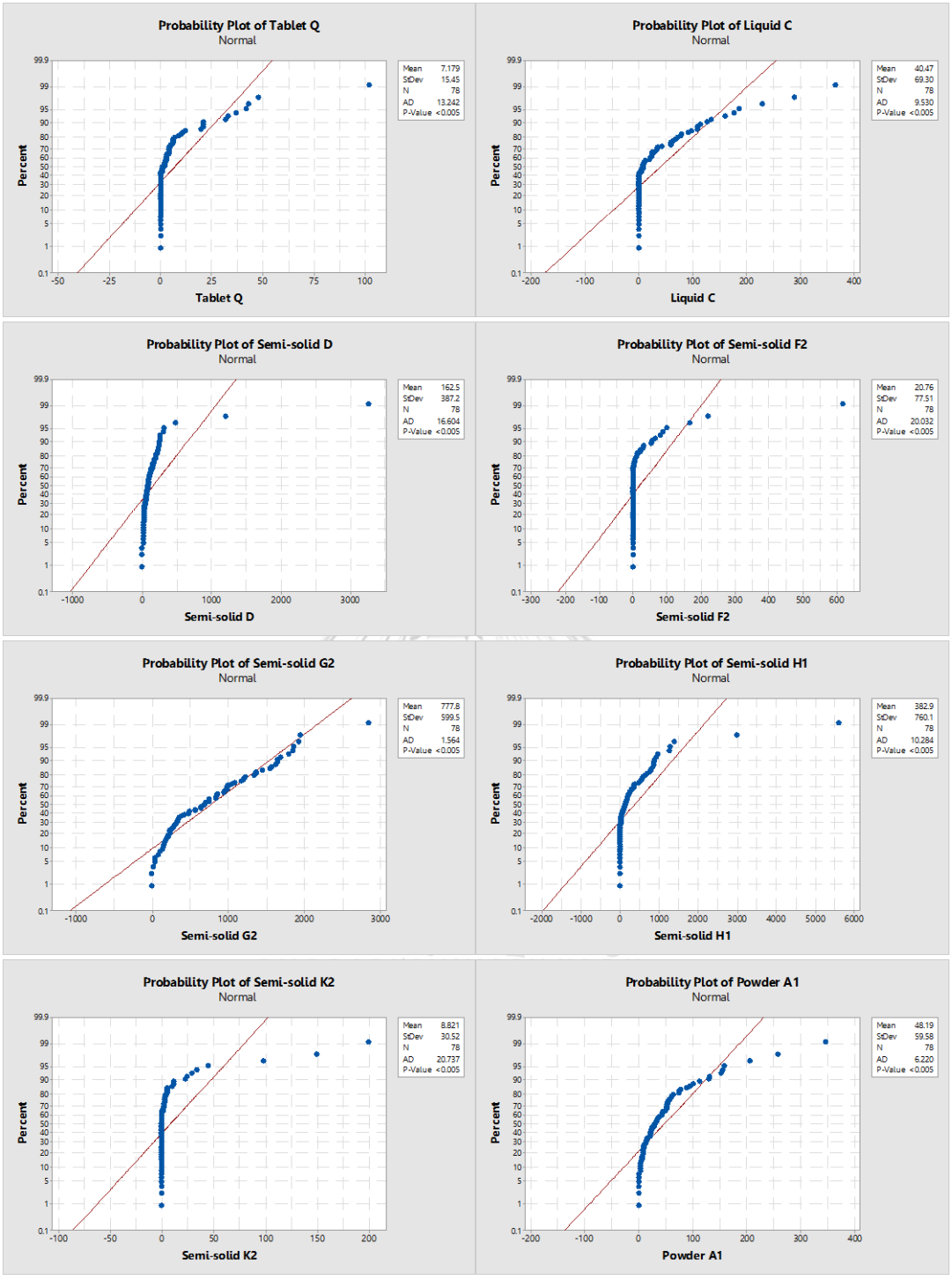
สินค้ากลุ่มที่ 3 โดยใช้ข้อมูลปริมาณการขายรายสัปดาห์



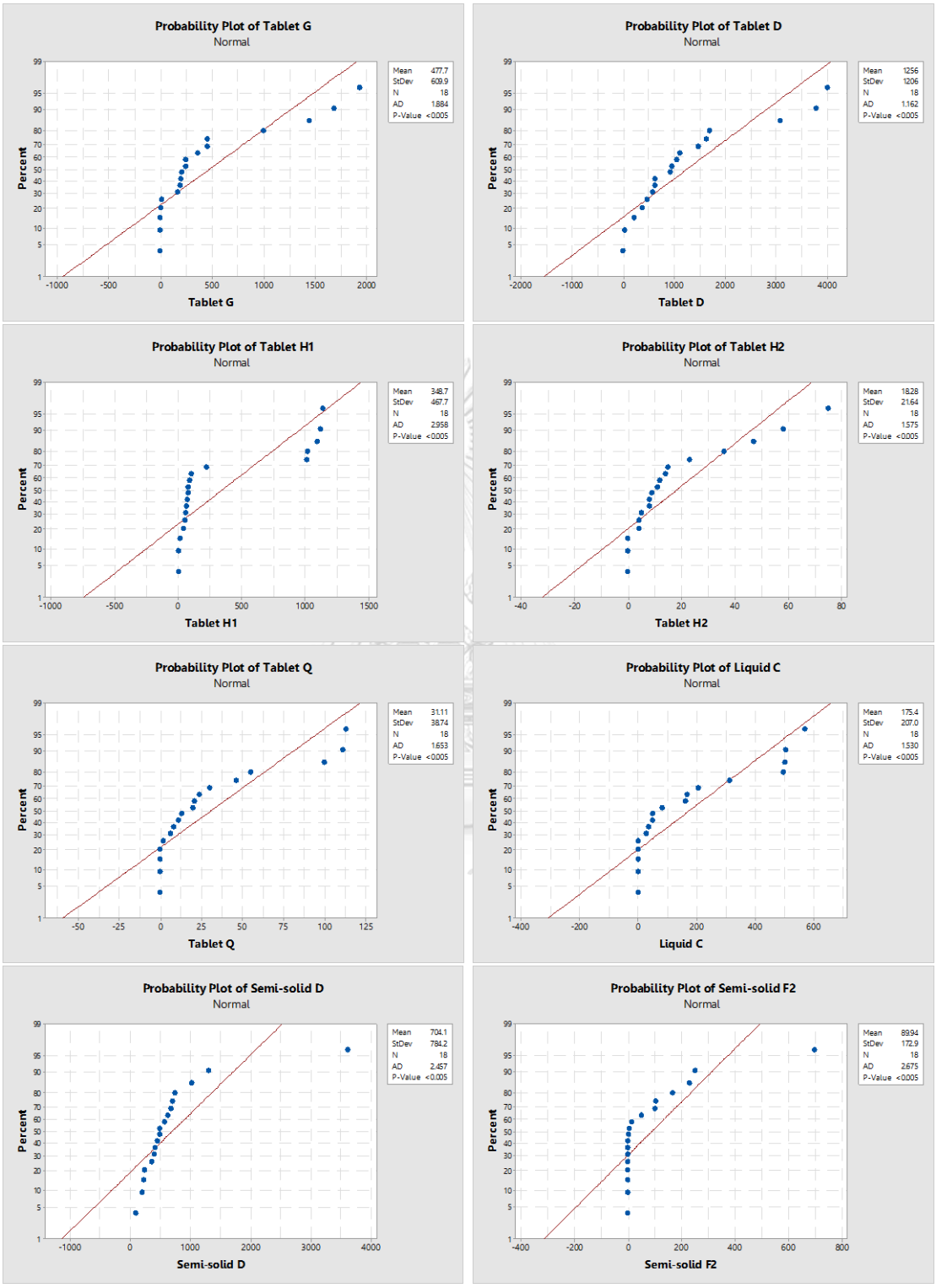


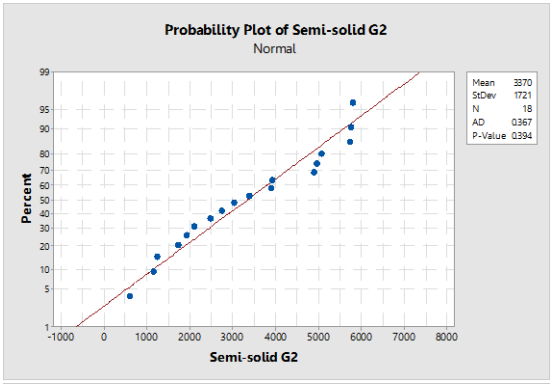


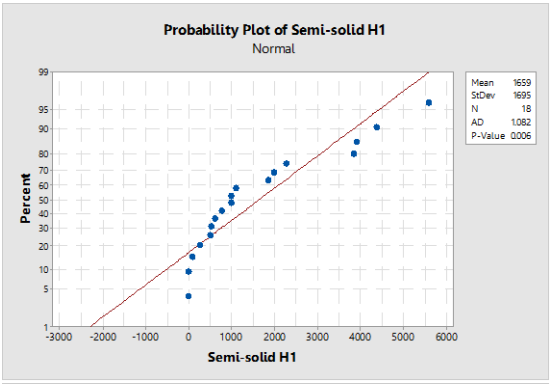


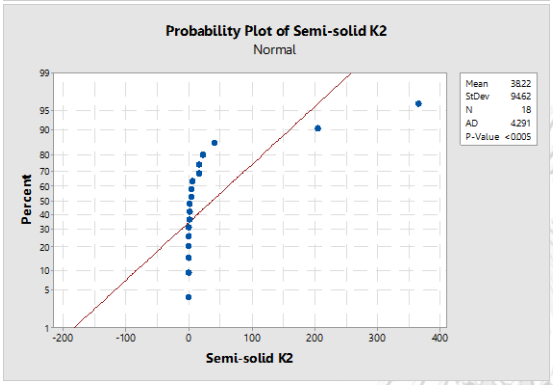

Probability Plot of Tablet Q
Normal
Mean 7.179
StDev 15.45
N 78
AD 13.242
P-Value <0.005
Percent
Tablet Q
Probability Plot of Liquid C
Normal
Mean 40.47
StDev 69.30
N 78
AD 9.530
P-Value <0.005
Percent
Liquid C
Probability Plot of Semi-solid D
Normal
Mean 162.5
StDev 387.2
N 78
AD 16.604
P-Value <0.005
Percent
Semi-solid D
Probability Plot of Semi-solid F2
Normal
Mean 20.76
StDev 77.51
N 78
AD 20.032
P-Value <0.005
Percent
Semi-solid F2
Probability Plot of Semi-solid G2
Normal
Mean 777.8
StDev 599.5
N 78
AD 1.564
P-Value <0.005
Percent
Semi-solid G2
Probability Plot of Semi-solid H1
Normal
Mean 382.9
StDev 760.1
N 78
AD 10.284
P-Value <0.005
Percent
Semi-solid H1
Probability Plot of Semi-solid K2
Normal
Mean 8.821
StDev 30.52
N 78
AD 20.737
P-Value <0.005
Percent
Semi-solid K2
Probability Plot of Powder A1
Normal
Mean 48.19
StDev 59.58
N 78
AD 6.220
P-Value <0.005
Percent
Powder A1

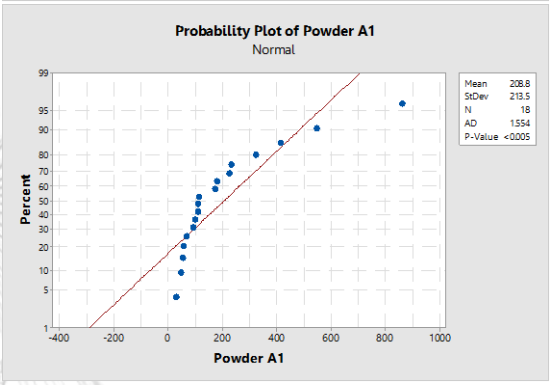
สินค้ากลุ่มที่ 3 โดยใช้ข้อมูลปริมาณการขายรายเดือน



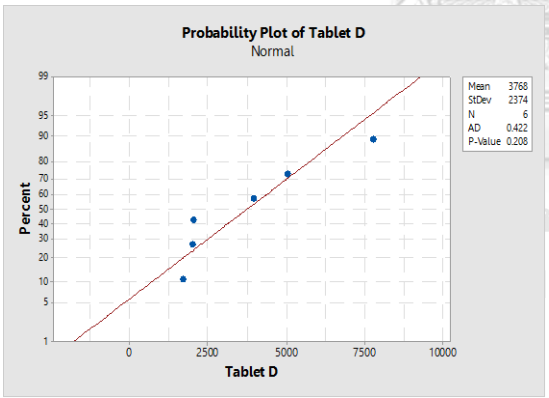


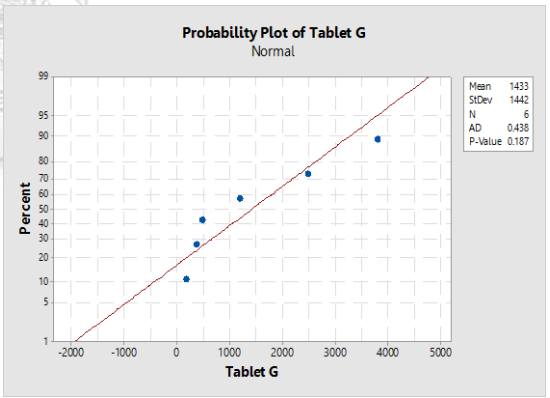


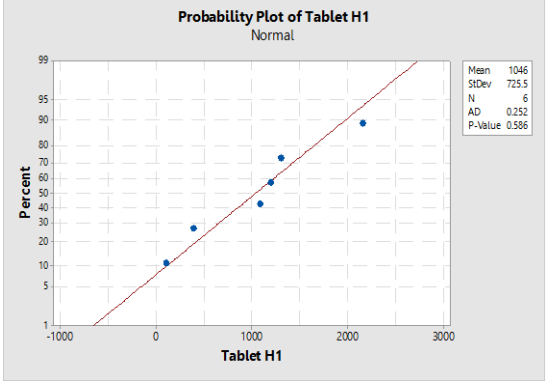


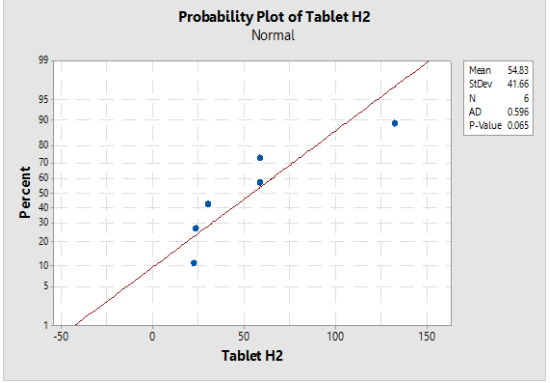


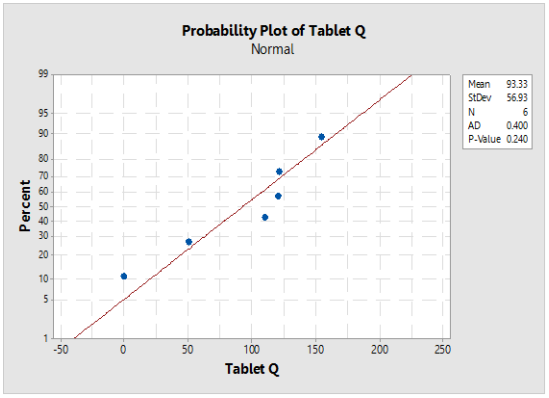
สินค้ากลุ่มที่ 3 โดยใช้ข้อมูลปริมาณการขายรายไตรมาส

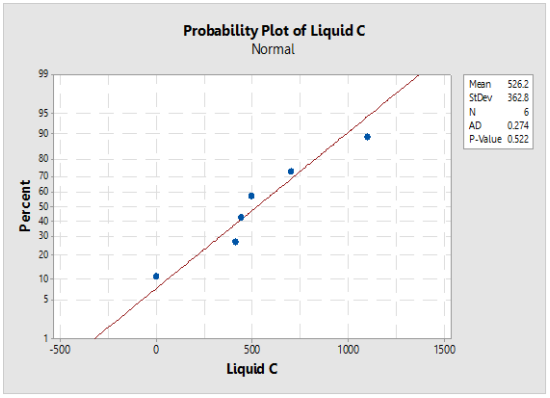


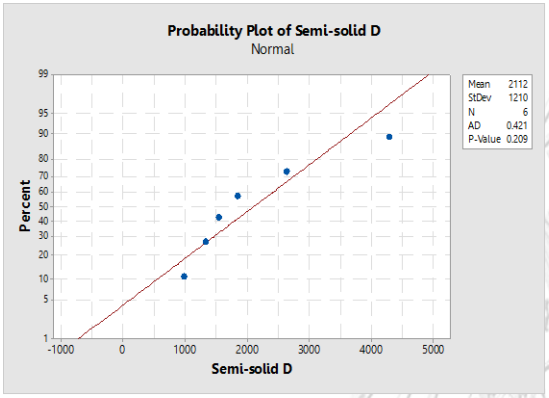


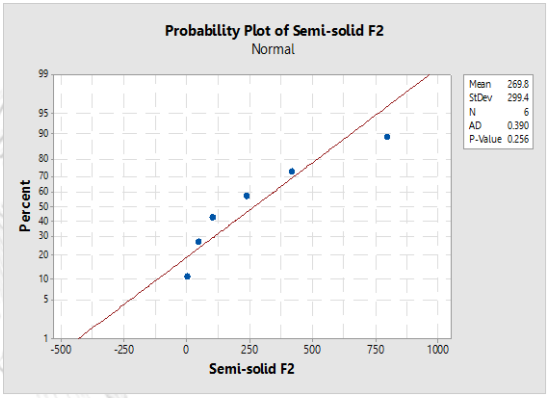


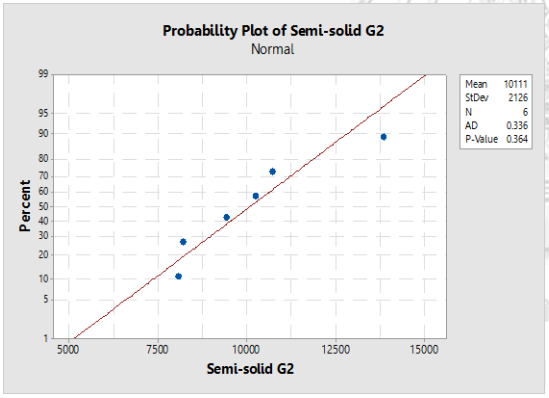


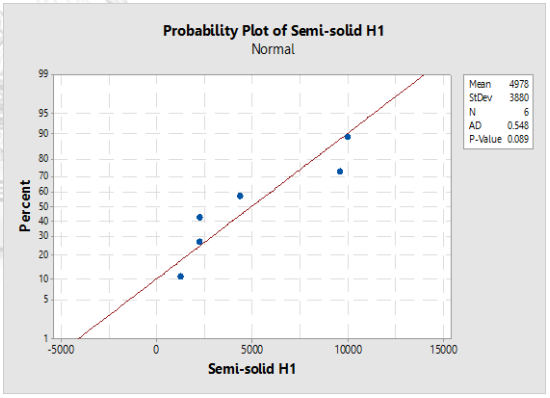

Probability Plot of Tablet Q
Normal
Mean 93.33
StDev 56.93
N 6
AD 0.400
P-Value 0.240
Percent
Tablet Q

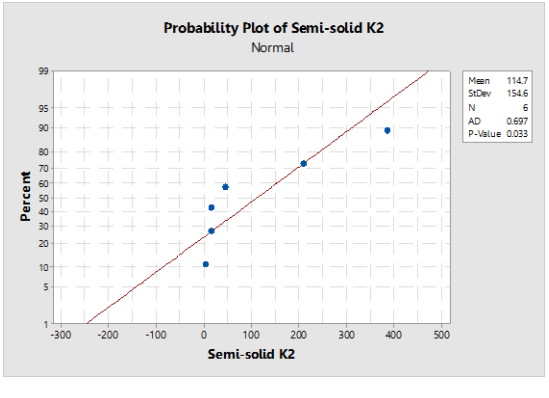

Probability Plot of Liquid C
Normal
Mean 526.2
StDev 362.8
N 6
AD 0.274
P-Value 0.522
Percent
Liquid C

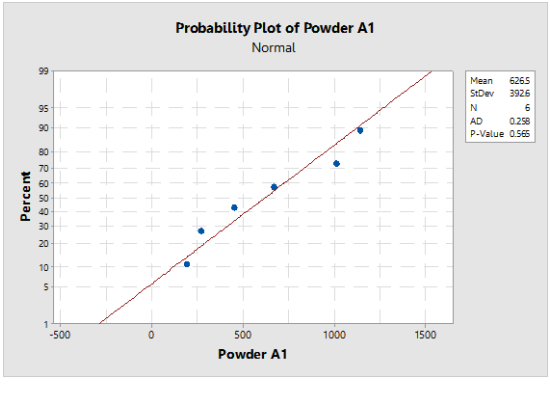

Probability Plot of Semi-solid D
Normal
Mean 2112
StDev 1210
N 6
AD 0.421
P-Value 0.209
Percent
Semi-solid D


Probability Plot of Semi-solid F2
Normal
Mean 269.8
StDev 299.4
N 6
AD 0.390
P-Value 0.256
Percent
Semi-solid F2


Probability Plot of Semi-solid G2
Normal
Mean 10111
StDev 2126
N 6
AD 0.336
P-Value 0.364
Percent
Semi-solid G2


Probability Plot of Semi-solid H1
Normal
Mean 4978
StDev 3880
N 6
AD 0.548
P-Value 0.089
Percent
Semi-solid H1


Probability Plot of Semi-solid K2
Normal
Mean 114.7
StDev 154.6
N 6
AD 0.697
P-Value 0.033
Percent
Semi-solid K2


Probability Plot of Powder A1
Normal
Mean 626.5
StDev 392.6
N 6
AD 0.258
P-Value 0.565
Percent
Powder A1

ภาคผนวก ค.

คู่มือการใช้งานระบบการวางแผนการผลิต

โครงสร้างของระบบการวางแผนการผลิต ประกอบด้วย 4 ส่วน

1. ตารางข้อมูลพื้นฐาน (Setup data) มี 2 แผ่นงาน ประกอบด้วย

   1.1 แผ่นงานข้อมูลด้านผลิตภัณฑ์และนโยบายการผลิต (S1; Product-Policy data) (รูปที่ ค-1)

   a. รหัสสินค้า (Product code)

   b. ชื่อสินค้า (Product name)

   c. รหัสสูตรการผลิต (BOM code)

   d. ขนาดรุ่นการผลิต (Batch size)

   e. ค่าเฉลี่ยของปริมาณที่ขายได้ (Average of demand)

   f. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณที่ขายได้ (Standard deviation of demand)

   g. ระยะเวลาการผลิต (Production time)

   h. ระยะเวลาการวิเคราะห์ (QA/QC time)

   i. ระยะเวลานำ (Lead time)

   j. รอบการสั่งผลิต (Cycle time)

   k. ค่าเฉลี่ยของความต้องการในช่วงเวลานำและรอบการสั่ง (Average of demand per lead time and cycle time)

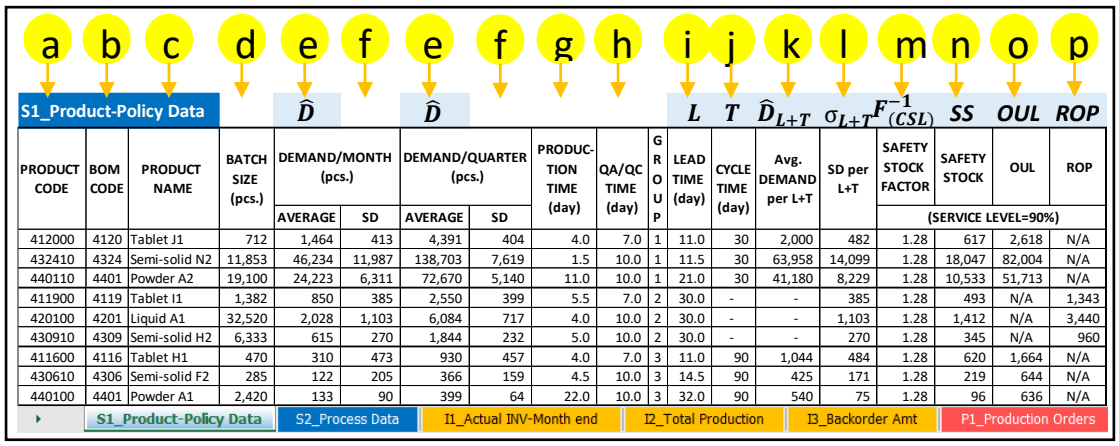
   l. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความต้องการในช่วงเวลานำและรอบการสั่ง (Standard deviation of demand per lead time and cycle time)

   m. ตัวประกอบพัสดุคงคลังสำรอง (Safety stock factor)

   n. พัสดุคงคลังสำรอง (Safety stock)

   o. ระดับคงคลังเป้าหมาย (Order up to level; OUL)

   p. จุดสั่งซื้อซ้ำ (Reorder point; ROP)



a	b	c	d	e	f	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p
S1_Product-Policy Data				$\hat{D}$		$\hat{D}$				L	T	$\hat{D}_{L+T}$	σ_{L+T}	$F^{-1}_{(CSL)}$	SS	OUL	ROP
PRODUCT CODE	BOM CODE	PRODUCT NAME	BATCH SIZE (pcs.)	DEMAND/MONTH (pcs.)		DEMAND/QUARTER (pcs.)		PRODUC-TION TIME (day)	QA/QC TIME (day)	GROUP	LEAD TIME (day)	CYCLE TIME (day)	Avg. DEMAND per L+T	SD per L+T	SAFETY STOCK FACTOR	SAFETY STOCK	OUL	ROP
				AVERAGE	SD	AVERAGE	SD								(SERVICE LEVEL=90%)			
412000	4120	Tablet J1	712	1,464	413	4,391	404	4.0	7.0	1	11.0	30	2,000	482	1.28	617	2,618	N/A
432410	4324	Semi-solid N2	11,853	46,234	11,987	138,703	7,619	1.5	10.0	1	11.5	30	63,958	14,099	1.28	18,047	82,004	N/A
440110	4401	Powder A2	19,100	24,223	6,311	72,670	5,140	11.0	10.0	1	21.0	30	41,180	8,229	1.28	10,533	51,713	N/A
411900	4119	Tablet I1	1,382	850	385	2,550	399	5.5	7.0	2	30.0	-	-	385	1.28	493	N/A	1,343
420100	4201	Liquid A1	32,520	2,028	1,103	6,084	717	4.0	10.0	2	30.0	-	-	1,103	1.28	1,412	N/A	3,440
430910	4309	Semi-solid H2	6,333	615	270	1,844	232	5.0	10.0	2	30.0	-	-	270	1.28	345	N/A	960
411600	4116	Tablet H1	470	310	473	930	457	4.0	7.0	3	11.0	90	1,044	484	1.28	620	1,664	N/A
430610	4306	Semi-solid F2	285	122	205	366	159	4.5	10.0	3	14.5	90	425	171	1.28	219	644	N/A
440100	4401	Powder A1	2,420	133	90	399	64	22.0	10.0	3	32.0	90	540	75	1.28	96	636	N/A

S1_Product-Policy Data | S2_Process Data | I1_Actual INV-Month end | I2_Total Production | I3_Backorder Amt | P1_Production Orders

รูปที่ ค-1 แผ่นงานข้อมูลด้านผลิตภัณฑ์และนโยบายการผลิต (S1; Product-Policy data)

1.2 แผ่นงานด้านกระบวนการผลิต (S2; Process data) (รูปที่ ค-2)

a. รหัสสินค้า (Product code)

b. รหัสสูตรการผลิต (BOM code)

c. ชื่อสินค้า (Product name)

d. เครื่องจักร (Machine) แต่ละขั้นตอนตามสายการผลิต แบ่งออกเป็น 3 สายการผลิต

- **สายการผลิตรูปแบบของแข็ง** (Solid production line) ประกอบด้วย
  - ขั้นตอนผสม (Mixing) ได้แก่
    - เครื่องผสม 1 (Mixing machine 1)
    - เครื่องผสม 2 (Mixing machine 2)
  - ขั้นตอนการตอกเม็ด (Tableting) ได้แก่
    - เครื่องตอก 1 (Tableting machine 1)
    - เครื่องตอก 2 (Tableting machine 2)
    - เครื่องตอก 3 (Tableting machine 3)
    - เครื่องตอก 4 (Tableting machine 4)
  - ขั้นตอนการเคลือบ (Coating) ได้แก่
    - เครื่องเคลือบ (Coating machine)
  - ขั้นตอนบรรจุแคปซูล (Encapsulation) ได้แก่
    - เครื่องบรรจุแคปซูล (Capsule filling machine)
  - ขั้นตอนการบรรจุลงบรรจุภัณฑ์ (Filling) ได้แก่
    - เครื่องบรรจุแผงบลิสเตอร์ 1 (Blister machine 1)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

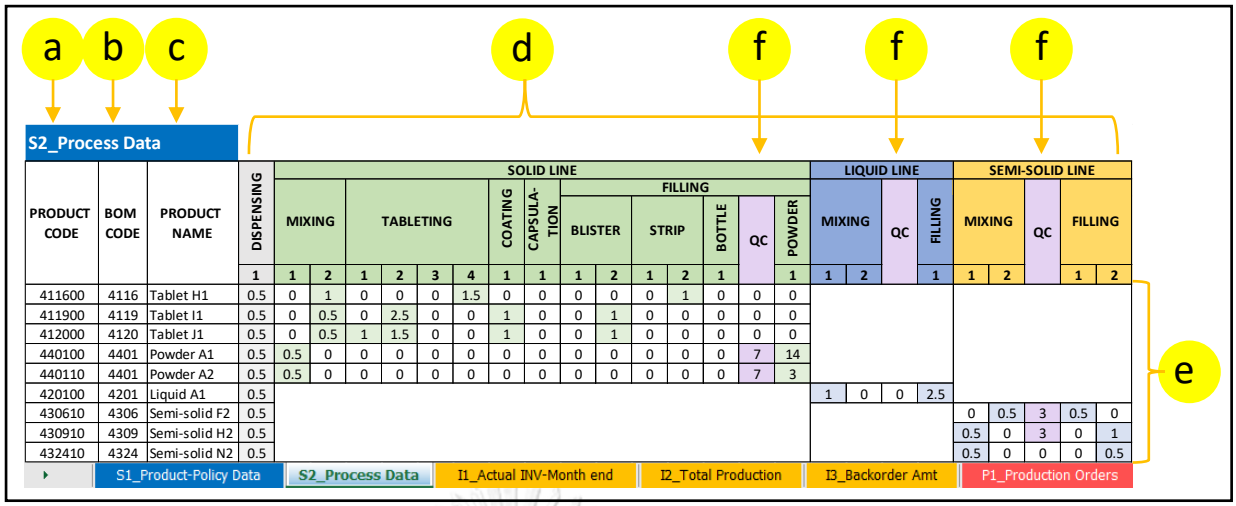
- เครื่องบรรจุแผงบลิสเตอร์ 2 (Blister machine 2)
- เครื่องบรรจุแผงสตริป 1 (Strip machine 1)
- เครื่องบรรจุแผงสตริป 2 (Strip machine 2)
- เครื่องบรรจุลงขวด (Bottle filling machine)
- เครื่องบรรจุยาผงลงขวด (Powder filling machine)

- **สายการผลิตรูปแบบเหลว** (Liquid production line) ประกอบด้วย
  - ขั้นตอนผสม (Mixing) ได้แก่
    - เครื่องผสม 1 (Mixing machine 1)
    - เครื่องผสม 2 (Mixing machine 2)
  - ขั้นตอนการบรรจุลงบรรจุภัณฑ์ (Filling) ได้แก่
    - เครื่องบรรจุ (Liquid filling machine)
- **สายการผลิตรูปแบบกึ่งแข็ง** (Semi-solid production line) ประกอบด้วย
  - ขั้นตอนผสม (Mixing) ได้แก่
    - เครื่องผสม 1 (Mixing machine 1)
    - เครื่องผสม 2 (Mixing machine 2)
  - ขั้นตอนการบรรจุลงบรรจุภัณฑ์ (Filling) ได้แก่
    - เครื่องบรรจุ 1 (Semi-solid filling machine 1)
    - เครื่องบรรจุ 2 (Semi-solid filling machine 2)
- ขั้นตอนการชั่งยา (Dispensing) ที่ใช้เครื่องจักรร่วมกัน 3 สายการผลิต ได้แก่
    - เครื่องชั่งยา (Dispensing machine)

e. ระยะเวลาการผลิต (Processing time) แต่ละขั้นตอน

f. ระยะเวลาการวิเคราะห์ (QC time)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ ค-2 แผ่นงานด้านกระบวนการผลิต (S2; Process data)

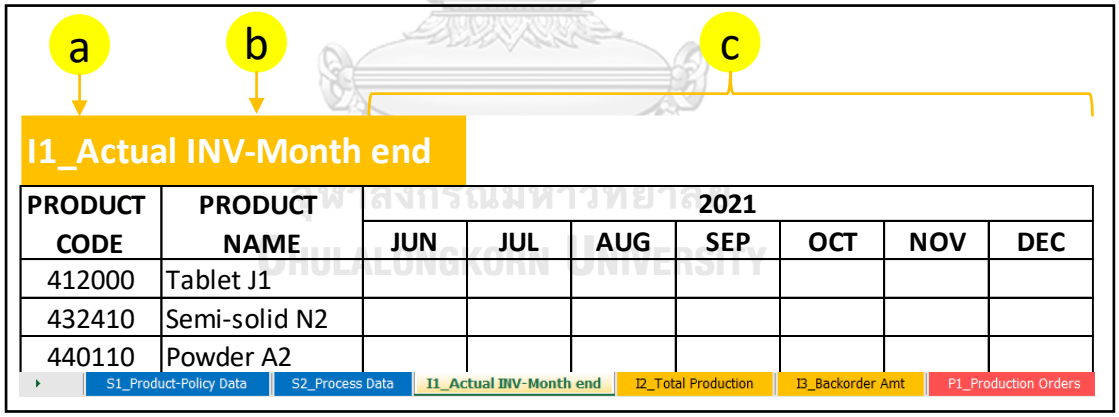
2. ตารางข้อมูลนำเข้า (Input data) มี 3 แผ่นงาน ประกอบด้วย

2.1 แผ่นงานปริมาณสินค้าคงเหลือ ณ สิ้นเดือน (I1; Actual INV-Month end) (รูปที่ ค-3)

a. รหัสสินค้า (Product code)

b. ชื่อสินค้า (Product name)

c. ปริมาณสินค้าคงเหลือ ณ สิ้นเดือน (Actual ending inventory level of month)



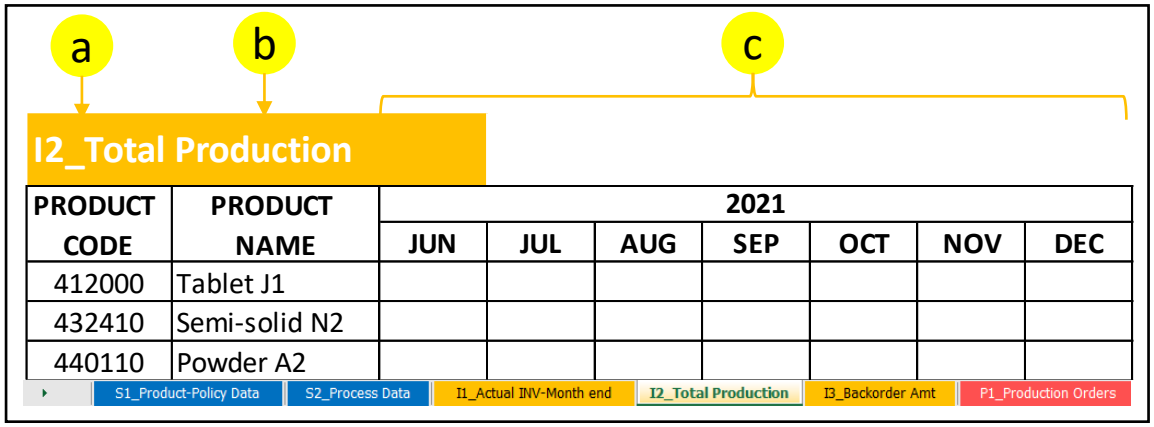
รูปที่ ค-3 แผ่นงานปริมาณสินค้าคงเหลือ ณ สิ้นเดือน (I1; Actual INV-Month end)

2.2 แผ่นงานปริมาณการผลิตรวมในเดือน (I2; Total production) (รูปที่ ค-4)

a. รหัสสินค้า (Product code)

b. ชื่อสินค้า (Product name)

c. ปริมาณการผลิตรวมในเดือน (Total production of month)



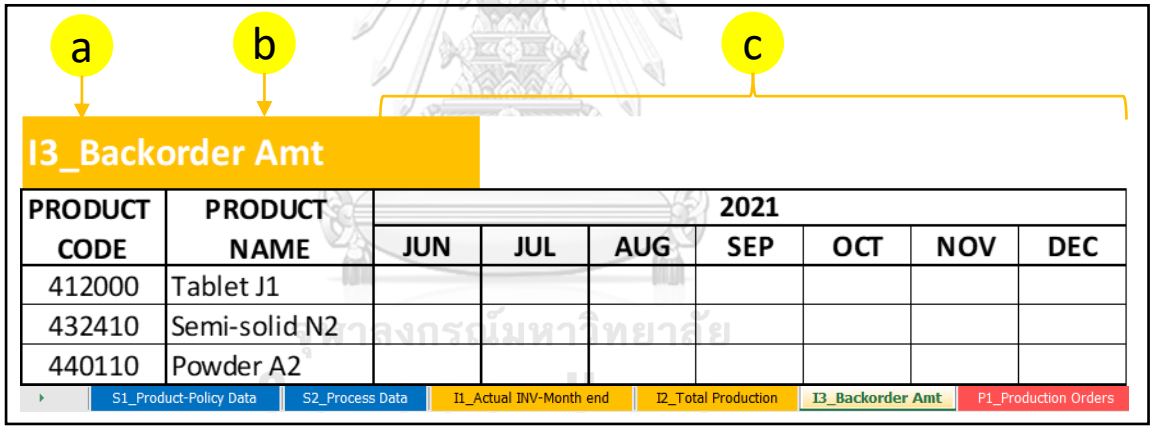
รูปที่ ค-4 แผ่นงานปริมาณการผลิตรวมในเดือน (I2; Total production)

2.3 แผ่นงานปริมาณสินค้าค้างส่ง (I3; Backorder Amt) (รูปที่ ค-5)

a. รหัสสินค้า (Product code)

b. ชื่อสินค้า (Product name)

c. ปริมาณสินค้าค้างส่ง (Backorder Amount of month)



รูปที่ ค-5 แผ่นงานปริมาณสินค้าค้างส่ง (I3; Backorder Amt)

3. ตารางการคำนวณแผนการผลิต (Process data) มี 2 แผ่นงาน ประกอบด้วย

3.1 แผ่นงานคำสั่งผลิต (P1; Production order) (รูปที่ ค-6)

a. รหัสสินค้า (Product code)

b. ชื่อสินค้า (Product name)

c. จำนวนสินค้าคงเหลือ ณ ต้นเดือน (Actual beginning inv. level of month)

d. จำนวนสินค้าที่จะผลิตเสร็จในสิ้นเดือน t-1 (Production)

e. ปริมาณสินค้าค้างส่งที่ต้องจัดส่งภายในเดือน t-1 (Back order)

f. ปริมาณที่คาดว่าจะขายได้เฉลี่ยต่อเดือน (Expected demand)

g. ค่าพารามิเตอร์ระดับคงคลังเป้าหมาย (OUL)

h. ค่าพารามิเตอร์จุดสั่งซื้อซ้ำ (ROP)

i. ปริมาณสินค้าที่คาดว่าจะคงเหลือ ณ ต้นเดือน t (Projected beginning inv. level)

j. คำสั่งผลิตในเดือน t (Production order) หน่วยจำนวนชิ้น

k. คำสั่งผลิตในเดือน t แปลงเป็นหน่วยรุ่นการผลิต (Convert into unit Batch size)

l. ปริมาณสินค้าคงคลังในมือ (Day of supply)

m. ลำดับความสำคัญ (Assign priority)

a b c d e f g h i j k l m

P1_Production Orders

		B_{t-1}	P_{t-1}	BO_{t-1}	$\hat{D}$	$\hat{B}_t$			P_t			
PRODUCT CODE	PRODUCT NAME	ACTUAL BEGINNING INV.	PRODUC-TION	BACK ORDER	EXPECTED DEMAND	PROJECTED BEGINNING INV.	OUL	ROP	PRODUC-TION ORDER	(Convert into unit Batch size)	DAY OF SUPPLY (day)	ASSIGN PRIORITY
412000	Tablet J1	3,013	712	-	1,464	2,261	2,618	N/A	357	1	46	NonUrgency
432410	Semi-solid N2	57,798	35,559	-	46,234	47,123	82,004	N/A	34,881	3	31	Semiurgency
440110	Powder A2	28,899	19,100	-	24,223	23,776	51,713	N/A	27,937	2	29	Urgency
411900	Tablet I1	680	1,382	-	850	1,212	N/A	1,343	1,382	1	43	Semiurgency
420100	Liquid A1	26,809	-	-	2,028	24,781	N/A	3,440	-	-	-	-
430910	Semi-solid H2	5,294	-	-	615	4,679	N/A	960	-	-	-	-
411600	Tablet H1	1,245	-	-	310	935	1,664	N/A	729	2	90	NonUrgency
430610	Semi-solid F2	725	285	-	122	888	644	N/A	-	-	-	-
440100	Powder A1	1,357	-	-	133	1,224	636	N/A	-	-	-	-

... | I1_Actual INV-Month end | I2_Total Production | I3_Backorder Amt | P1_Production Orders | P2_Sequencing | O1_PP (Soild) | O2_PP (Semi-soild)

รูปที่ ค-6 แผ่นงานคำสั่งผลิต (P1; Production order)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.2 แผ่นงานการจัดลำดับคำสั่งผลิต (P2; Sequencing) (รูปที่ ค-7)

a. คำสั่งผลิต (Production order)

b. สายการผลิตรูปแบบของแข็ง (Solid line)

c. สายการผลิตรูปแบบกึ่งแข็ง (Semi-solid line)

d. สายการผลิตรูปแบบเหลว (Liquid line)

แต่ละส่วน ประกอบด้วย

e. รหัสสินค้า (Product code)

f. รหัสสูตรการผลิต (BOM code)

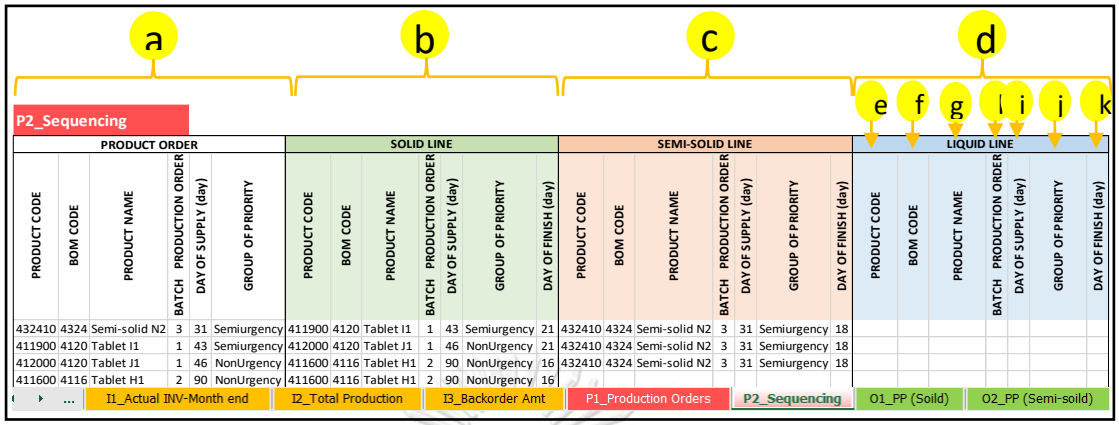
g. ชื่อสินค้า (Product name)

h. จำนวนรุ่นการผลิต (Batch production order)

i. ปริมาณสินค้าคงคลังในมือ (Day of supply)

j. กลุ่มความเร่งด่วน (Group of priority)

k. จำนวณวันที่จะผลิตแล้วเสร็จ (Day of finish)



รูปที่ ค-7 แผ่นงานการจัดลำดับคำสั่งผลิต (P2; Sequencing))

4. ตารางแผนการผลิต (Output data) มี 3 แผ่นงาน ประกอบด้วย

4.1 แผนการผลิตรูปแบบของแข็ง (O1; Production Plan (Solid)) (รูปที่ ค-8)

4.2 แผนการผลิตรูปแบบกึ่งแข็ง (O2; Production Plan (Semi-solid)) (รูปที่ ค-9)

4.3 แผนการผลิตรูปแบบเหลว (O3; Production Plan (Liquid)) (รูปที่ ค-10)

ที่แต่ละแผ่นงาน ประกอบด้วย

a. รหัสสินค้า (Product code)

b. ชื่อสินค้า (Product name)

c. รหัสสูตรการผลิต (BOM code)

d. เครื่องจักร (Machine) และระยะเวลาที่ใช้ (Processing time) ในแต่ละขั้นตอน

e. เวลาเริ่มและสิ้นสุด (Start-Stop time) ของแต่ละขั้นตอน

f. วันเริ่มผลิตและวันผลิตแล้วเสร็จ (Day of start and finish)

g. ระยะเวลาการผลิตรวม (Production time)

h. วันที่เริ่มผลิตและผลิตแล้วเสร็จ (Start-Finish date) (รวมวันหยุด)

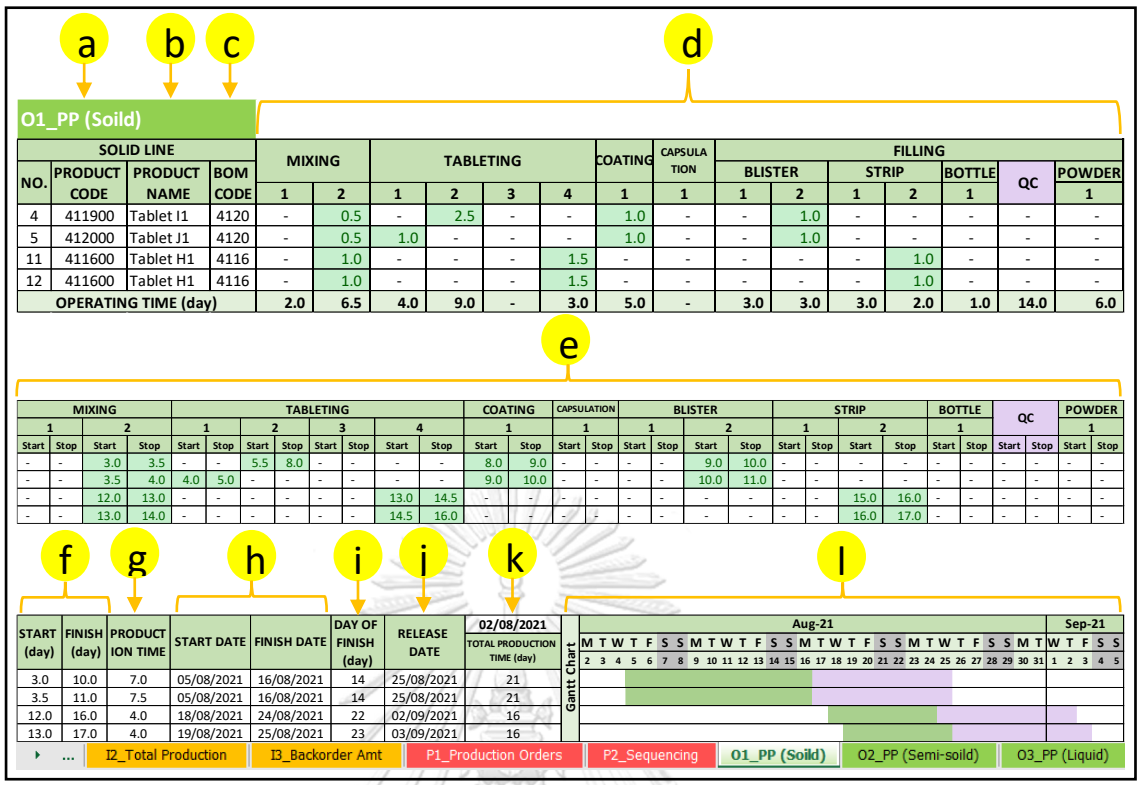
i. จำนวนวันที่ใช้ในการผลิต (Day of finish) (รวมวันหยุด)

j. วันที่พร้อมขาย (Release date) (รวมวันหยุด)

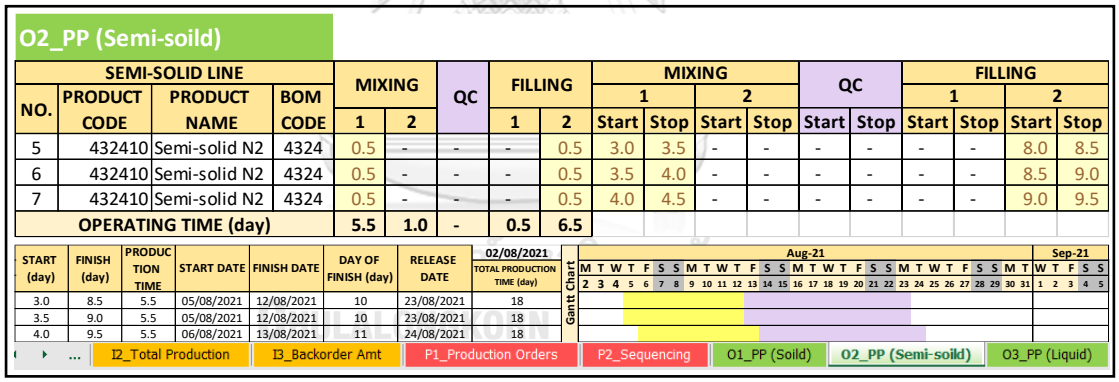
k. จำนวนวันที่ใช้ในการผลิตทั้งหมด (Total production time) (รวมวันหยุด)

l. แผนภูมิแกนต์ (Gantt chart)

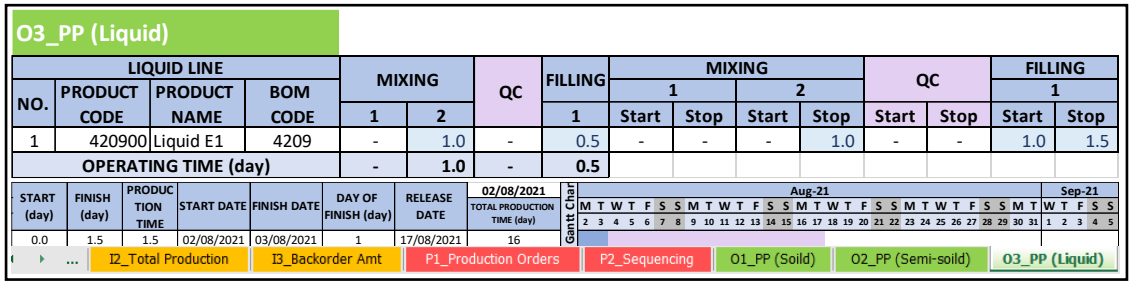
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ ค-8 แผนการผลิตรูปแบบของแข็ง (O1; Production Plan (Solid))



รูปที่ ค-9 แผนการผลิตรูปแบบกึ่งแข็ง (O2; Production Plan (Semi-solid))



รูปที่ ค-10 แผนการผลิตรูปแบบเหลว (O3; Production Plan (Liquid))

ขั้นตอนการใช้งานระบบการวางแผนการผลิต ในการวางแผนการผลิต เดือน t

1. กรอกข้อมูลปริมาณสินค้าคงเหลือ ณ สิ้นเดือน t-2 ของแต่ละรายการในแผ่นงานปริมาณสินค้าคงเหลือ ณ สิ้นเดือน
2. กรอกข้อมูลปริมาณการผลิตรวมในเดือน t-1 ของแต่ละรายการในแผ่นงานปริมาณการผลิตรวมในเดือน
3. กรอกข้อมูลปริมาณสินค้าค้างส่งในเดือน t-1 ของแต่ละรายการในแผ่นงานปริมาณสินค้าค้างส่ง
4. ข้อมูลที่กรอกในข้อ 1. ถึง ข้อ 3. จะถูกดึงไปแสดงในคอลัมม์จำนวนสินค้าคงเหลือ ณ ต้นเดือน t-1 (ปริมาณสินค้าคงเหลือ ณ สิ้นเดือน t-2 เท่ากับปริมาณสินค้าคงเหลือ ณ ต้นเดือน t-1) จำนวนสินค้าที่จะผลิตเสร็จในสิ้นเดือน t-1 และปริมาณสินค้าค้างส่งที่ต้องจัดส่งภายในเดือน t-1 ตามลำดับ ในแผ่นงานคำสั่งผลิต (รูปที่ ค-11)

กรอกข้อมูล

I1_Actual INV-Month end

PRODUCT CODE	PRODUCT NAME	2021 OCT
412000	Tablet J1	3,013
432410	Semi-solid N2	57,798
440110	Powder A2	28,899
411900	Tablet I1	2,062
420100	Liquid A1	26,809
430910	Semi-solid H2	5,294
411600	Tablet H1	1,245
430610	Semi-solid F2	725
440100	Powder A1	1,357
TOTAL		382,135
AVERAGE		8,887
SD		17,993

I2_Total Production

PRODUCT CODE	PRODUCT NAME	2021 OCT
412000	Tablet J1	712
432410	Semi-solid N2	47,412
440110	Powder A2	19,100
411900	Tablet I1	1,382
420100	Liquid A1	-
430910	Semi-solid H2	-
411600	Tablet H1	470
430610	Semi-solid F2	285
440100	Powder A1	-
TOTAL		159,219
AVERAGE		3,703
SD		13,203

I3_Backorder Amt

PRODUCT CODE	PRODUCT NAME	2021 OCT
412000	Tablet J1	-
432410	Semi-solid N2	-
440110	Powder A2	-
411900	Tablet I1	-
420100	Liquid A1	-
430910	Semi-solid H2	-
411600	Tablet H1	-
430610	Semi-solid F2	-
440100	Powder A1	-
TOTAL		-
AVERAGE		-
SD		-

P1_Production Orders

PRODUCT CODE	PRODUCT NAME	B_{t-1} ACTUAL BEGINNING INV.	P_{t-1} PRODUC-TION	BO_{t-1} BACK ORDER	$\hat{D}$ EXPECTED DEMAND	$\hat{B}_t$ PROJECTED BEGINNING INV.	OUL	ROP	P_t PRODUC-TION ORDER	(Convert into unit Batch size)	DAY OF SUPPLY (day)	ASSIGN PRIORITY
412000	Tablet J1	3,013	712	-	1,464	2,261	2,618	N/A	357	1	46	NonUrgency
432410	Semi-solid N2	57,798	35,559	-	46,234	47,123	82,004	N/A	34,881	3	31	Semiurgency
440110	Powder A2	28,899	19,100	-	24,223	23,776	51,713	N/A	27,937	2	29	Urgency
411900	Tablet I1	680	1,382	-	850	1,212	N/A	1,343	1,382	1	43	Semiurgency
420100	Liquid A1	26,809	-	-	2,028	24,781	N/A	3,440	-	-	-	-
430910	Semi-solid H2	5,294	-	-	615	4,679	N/A	960	-	-	-	-
431100	Semi-solid I1	2,463	-	-	1,185	1,278	N/A	1,228	-	-	-	-
431110	Semi-solid I2	181	-	-	69	112	N/A	113	190	1	49	NonUrgency
431500	Semi-solid K1	2,922	-	-	1,254	1,668	N/A	1,520	-	-	-	-
432500	Semi-solid O	6,565	-	-	2,216	4,349	N/A	2,106	-	-	-	-
411600	Tablet H1	1,245	-	-	310	935	1,664	N/A	729	2	90	NonUrgency
430610	Semi-solid F2	725	285	-	122	888	644	N/A	-	-	-	-
440100	Powder A1	1,357	-	-	133	1,224	636	N/A	-	-	-	-

รูปที่ ค-11 การแสดงผลข้อมูลนำเข้า ในแผ่นงานคำสั่งผลิต

5. ระบบจะทำการคำนวณ ปริมาณสินค้าที่คาดว่าจะคงเหลือ ณ ต้นเดือน t คำสั่งผลิตในเดือน t ในหน่วยจำนวนชิ้น คำสั่งผลิตในเดือน t ในหน่วยรุ่นการผลิต ปริมาณสินค้าคงคลังในมือ และลำดับความสำคัญ อัตโนมัติ ในแผ่นงานคำสั่งผลิต (รูปที่ ค-12)

P1_Production Orders

		B_{t-1}	P_{t-1}	BO_{t-1}	$\hat{D}$	$\hat{B}_t$			P_t			
PRODUCT CODE	PRODUCT NAME	ACTUAL BEGINNING INV.	PRODUC-TION	BACK ORDER	EXPECTED DEMAND	PROJECTED BEGINNING INV.	OUL	ROP	PRODUC-TION ORDER	(Convert into unit Batch size)	DAY OF SUPPLY (day)	ASSIGN PRIORITY
412000	Tablet J1	3,013	712	-	1,464	2,261	2,618	N/A	357	1	46	NonUrgency
432410	Semi-solid N2	57,798	35,559	-	46,234	47,123	82,004	N/A	34,881	3	31	Semiurgency
440110	Powder A2	28,899	19,100	-	24,223	23,776	51,713	N/A	27,937	2	29	Urgency
411900	Tablet I1	680	1,382	-	850	1,212	N/A	1,343	1,382	1	43	Semiurgency
420100	Liquid A1	26,809	-	-	2,028	24,781	N/A	3,440	-	-	-	-
430910	Semi-solid H2	5,294	-	-	615	4,679	N/A	960	-	-	-	-
431100	Semi-solid I1	2,463	-	-	1,185	1,278	N/A	1,228	-	-	-	-
431110	Semi-solid I2	181	-	-	69	112	N/A	113	190	1	49	NonUrgency
431500	Semi-solid K1	2,922	-	-	1,254	1,668	N/A	1,520	-	-	-	-
432500	Semi-solid O	6,565	-	-	2,216	4,349	N/A	2,106	-	-	-	-
411600	Tablet H1	1,245	-	-	310	935	1,664	N/A	729	2	90	NonUrgency
430610	Semi-solid F2	725	285	-	122	888	644	N/A	-	-	-	-
440100	Powder A1	1,357	-	-	133	1,224	636	N/A	-	-	-	-

ข้อมูลจาก
I1; Actual INV-Month end
I2; Total production
I3; Backorder Amt

ข้อมูลจาก
S1; Product-Policy data

ระบบคำนวณ

รูปที่ ค-12 การคำนวณและการแสดงผลคำสั่งผลิต ในแผ่นงานคำสั่งผลิต

6. คัดลอกรหัสสินค้าที่มีคำสั่งผลิตในเดือน t โดยนำไปวางในแผ่นงานการจัดลำดับคำสั่งผลิตในช่องรหัสสินค้า ข้อมูลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง จะแสดงข้อมูลโดยอัตโนมัติ ในคำสั่งผลิตที่มีจำนวนรุ่นการผลิตมากกว่า 1 รุ่นการผลิต ให้คัดลอกรหัสสินค้าตามจำนวนรุ่นการผลิต (รูปที่ ค-13)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

PRODUCT ORDER

PRODUCT CODE	BOM CODE	PRODUCT NAME	BATCH PRODUCTION ORDER	DAY OF SUPPLY (day)	GROUP OF PRIORITY
420900	4209	Liquid E1	1	1	Emergency
430700	4307	Semi-solid G1	1	12	Emergency
410500	4105	Tablet A	1	13	Emergency
412110	4120	Tablet K1	1	16	Urgency
411910	4120	Tablet I2	1	18	Urgency
430510	4305	Semi-solid E1	3	23	Urgency
430510	4305	Semi-solid E1	3	23	Urgency
430510	4305	Semi-solid E1	3	23	Urgency
440110	4401	Powder A2	2	29	Urgency
440110	4401	Powder A2	2	29	Urgency
432410	4324	Semi-solid N2	3	31	Semiurgency
432410	4324	Semi-solid N2	3	31	Semiurgency
432410	4324	Semi-solid N2	3	31	Semiurgency

คัดลอกบรรทัดตามจำนวนรุ่นการผลิต

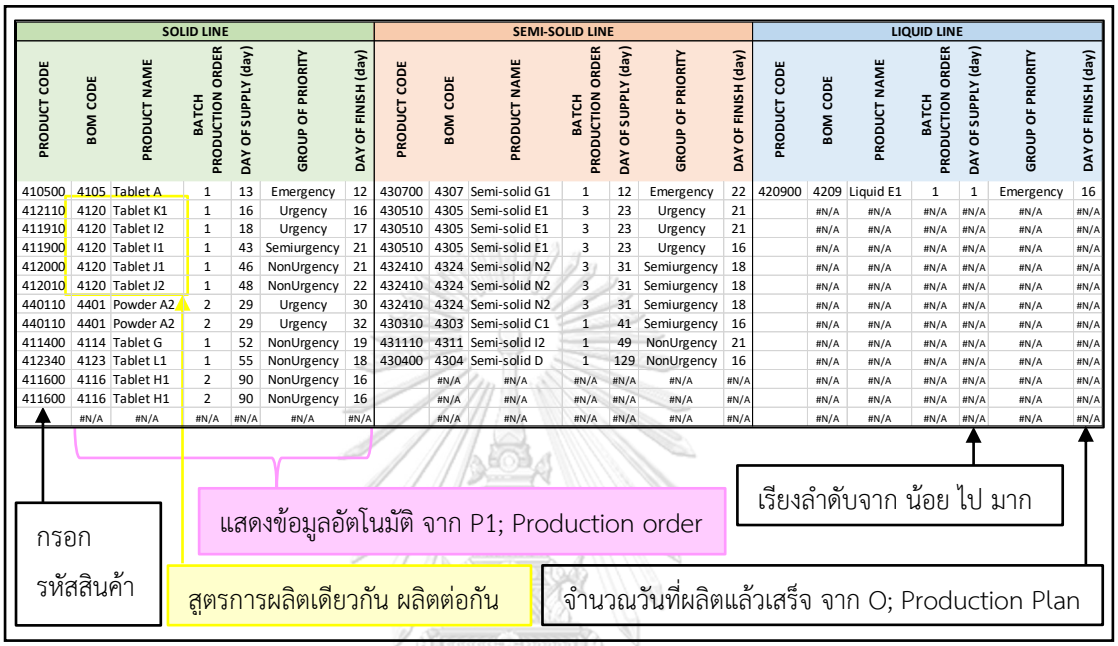
แสดงข้อมูลอัตโนมัติ จาก P1; Production order

คัดลอกข้อมูลมาจาก P1; Production

รูปที่ ค-13 การทำงานของแผ่นงานการจัดลำดับคำสั่งผลิต

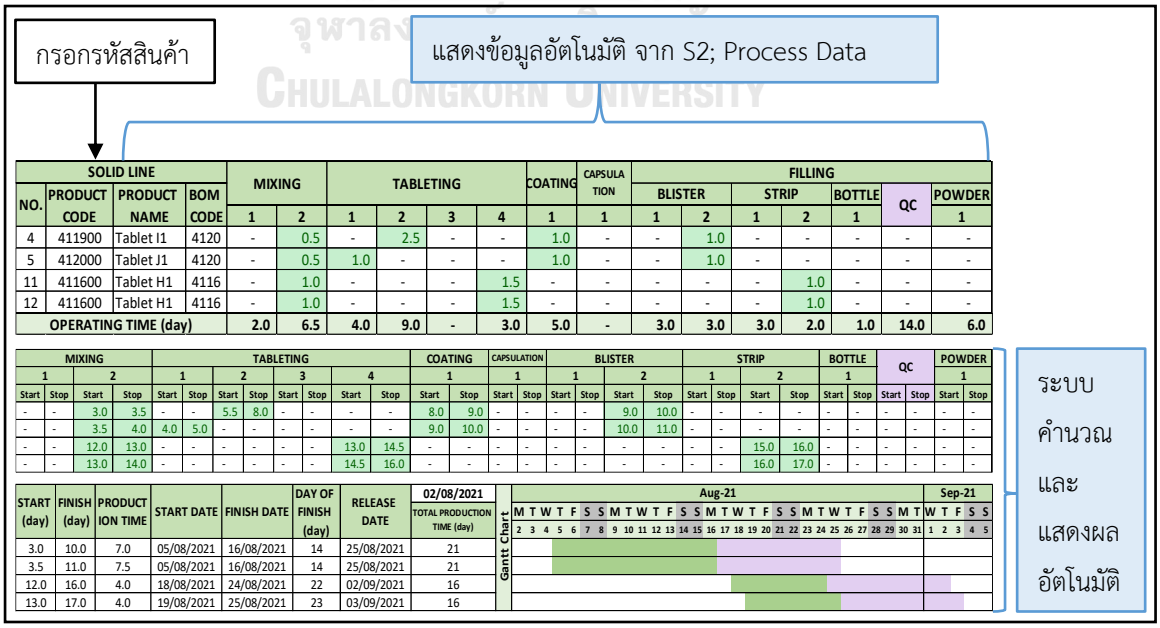
7. เรียงลำดับคำสั่งผลิตโดยเรียงตามปริมาณสินค้าคงคลังในมือจากน้อยไปมาก และแยกคำสั่งผลิตออกเป็น 3 กลุ่มตามสายการผลิต

8. จัดเรียงลำดับการผลิตโดยเรียงตามสูตรการผลิตที่เหมือนกันดึงมาผลิตต่อกัน โดยให้เลื่อนลำดับรายการที่มีความเร่งด่วนน้อยกว่าขึ้นมา ยึดรายการที่มีความเร่งด่วนสุดเป็นตัวหลัก (รูปที่ ค-14)



รูปที่ ค-14 จัดเรียงลำดับการผลิตในแผ่นงานการจัดลำดับคำสั่งผลิต

9. คัดลอกรหัสสินค้าของคำสั่งผลิตทั้งหมดแต่ละสายการผลิตที่จัดเรียงลำดับการผลิตเรียบร้อยแล้วไปวางในแผ่นงานตารางแผนการผลิต ข้อมูลที่เกี่ยวข้องจะแสดงผลโดยอัตโนมัติ (รูปที่ ค-15)



รูปที่ ค-15 การทำงานของแผ่นงานตารางแผนการผลิต

10. ข้อมูลจำนวณวันที่จะผลิตแล้วเสร็จที่ได้จากแผ่นงานตารางแผนการผลิต จะไปแสดงผลที่แผ่นงานการจัดลำดับคำสั่งผลิต จากนั้นเปรียบเทียบจำนวณวันที่จะผลิตแล้วเสร็จกับปริมาณสินค้าคงคลังในมือ หากจำนวณวันที่จะผลิตแล้วเสร็จมากกว่าปริมาณสินค้าคงคลังในมือให้เลื่อนลำดับคำสั่งการผลิตดังกล่าวขึ้นมาผลิตเร็วขึ้น ถัดไป
11. ทำซ้ำข้อ 9. และข้อ 10. จนได้ลำดับการผลิตที่เหมาะสม จะได้ออกมาเป็นแผนการผลิตที่ต้องสั่งผลิตในเดือนถัดไป (รูปที่ ค-16)

O1_PP (Soild)

SOLID LINE				MIXING		TABLETING				COATING	CAPSULATION	FILLING						
NO.	PRODUCT CODE	PRODUCT NAME	BOM CODE									BLISTER		STRIP		BOTTLE	QC	POWDER
				1	2	1	2	3	4	1	1	1	2	1	2	1		1
4	411900	Tablet I1	4120	-	0.5	-	2.5	-	-	1.0	-	-	1.0	-	-	-	-	-
5	412000	Tablet J1	4120	-	0.5	1.0	-	-	-	1.0	-	-	1.0	-	-	-	-	-
11	411600	Tablet H1	4116	-	1.0	-	-	-	1.5	-	-	-	-	-	1.0	-	-	-
12	411600	Tablet H1	4116	-	1.0	-	-	-	1.5	-	-	-	-	-	1.0	-	-	-
OPERATING TIME (day)				2.0	6.5	4.0	9.0	-	3.0	5.0	-	3.0	3.0	3.0	2.0	1.0	14.0	6.0

MIXING				TABLETING								COATING		CAPSULATION		BLISTER				STRIP				BOTTLE		QC		POWDER	
1		2		1		2		3		4		1		1		1		2		1		2		1				1	
Start	Stop	Start	Stop	Start	Stop	Start	Stop	Start	Stop	Start	Stop	Start	Stop	Start	Stop	Start	Stop	Start	Stop	Start	Stop	Start	Stop	Start	Stop	Start	Stop	Start	Stop
-	-	3.0	3.5	-	-	5.5	8.0	-	-	-	-	8.0	9.0	-	-	-	-	9.0	10.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	3.5	4.0	4.0	5.0	-	-	-	-	-	-	9.0	10.0	-	-	-	-	10.0	11.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	12.0	13.0	-	-	-	-	-	-	13.0	14.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15.0	16.0	-	-	-	-	-	-
-	-	13.0	14.0	-	-	-	-	-	-	14.5	16.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16.0	17.0	-	-	-	-	-	-

START (day)	FINISH (day)	PRODUCTION TIME	START DATE	FINISH DATE	DAY OF FINISH (day)	RELEASE DATE	02/08/2021 TOTAL PRODUCTION TIME (day)	Gantt Chart: Aug-21 / Sep-21
3.0	10.0	7.0	05/08/2021	16/08/2021	14	25/08/2021	21	
3.5	11.0	7.5	05/08/2021	16/08/2021	14	25/08/2021	21	
12.0	16.0	4.0	18/08/2021	24/08/2021	22	02/09/2021	16	
13.0	17.0	4.0	19/08/2021	25/08/2021	23	03/09/2021	16	

O2_PP (Semi-soild)

SEMI-SOLID LINE				MIXING		QC	FILLING		MIXING				QC		FILLING			
NO.	PRODUCT CODE	PRODUCT NAME	BOM CODE						1		2				1		2	
				1	2		1	2	Start	Stop	Start	Stop	Start	Stop	Start	Stop	Start	Stop
5	432410	Semi-solid N2	4324	0.5	-	-	-	0.5	3.0	3.5	-	-	-	-	-	-	8.0	8.5
6	432410	Semi-solid N2	4324	0.5	-	-	-	0.5	3.5	4.0	-	-	-	-	-	-	8.5	9.0
7	432410	Semi-solid N2	4324	0.5	-	-	-	0.5	4.0	4.5	-	-	-	-	-	-	9.0	9.5
OPERATING TIME (day)				5.5	1.0	-	0.5	6.5										

START (day)	FINISH (day)	PRODUCTION TIME	START DATE	FINISH DATE	DAY OF FINISH (day)	RELEASE DATE	02/08/2021 TOTAL PRODUCTION TIME (day)	Gantt Chart: Aug-21 / Sep-21
3.0	8.5	5.5	05/08/2021	12/08/2021	10	23/08/2021	18	
3.5	9.0	5.5	05/08/2021	12/08/2021	10	23/08/2021	18	
4.0	9.5	5.5	06/08/2021	13/08/2021	11	24/08/2021	18	

O3_PP (Liquid)

LIQUID LINE				MIXING		QC	FILLING	MIXING				QC		FILLING	
NO.	PRODUCT CODE	PRODUCT NAME	BOM CODE					1		2				1	
				1	2		1	Start	Stop	Start	Stop	Start	Stop	Start	Stop
1	420900	Liquid E1	4209	-	1.0	-	0.5	-	-	-	1.0	-	-	1.0	1.5
OPERATING TIME (day)				-	1.0	-	0.5								

START (day)	FINISH (day)	PRODUCTION TIME	START DATE	FINISH DATE	DAY OF FINISH (day)	RELEASE DATE	02/08/2021 TOTAL PRODUCTION TIME (day)	Gantt Chart: Aug-21 / Sep-21
0.0	1.5	1.5	02/08/2021	03/08/2021	1	17/08/2021	16	

รูปที่ ค-16 แผนการผลิตที่ได้จากระบบวางแผนการผลิต

บรรณานุกรม

[1] สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. รายนามสถานที่ผลิตยาแผนปัจจุบันในประเทศไทย ที่ได้มาตรฐานวิธีการที่ดีในการผลิต [Online] Available: https://www.fda.moph.go.th/sites/drug/Post/SitePages/Certificate.aspx

[2] สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. มูลค่าการผลิตยาแผนปัจจุบันสำหรับมนุษย์ แยกตามฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา ประจำปี 2553 -2562 [Online] Available: https://www.fda.moph.go.th/sites/drug/SitePages/Statistic.aspx

[3] สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. มูลค่าการนำเข้าของยาแผนปัจจุบันสำหรับมนุษย์ แยกตามฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา ประจำปี 2553 -2562 [Online] Available: https://www.fda.moph.go.th/sites/drug/SitePages/Statistic.aspx

[4] นรินทร์ ตันไพบูลย์. อุตสาหกรรมยา [Online] Available: https://www.krungsri.com/th/research/industry/industry-outlook/Chemicals/phamaceuticals

[5] พิภพ ลลิตาภรณ์, "ระบบการวางแผนและควบคุมการผลิต (ฉบับปรับปรุง) / โดย พิภพ ลลิตาภรณ์," พิมพ์ครั้งที่ 13. ed: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2006.

[6] พิภพ ลลิตาภรณ์, "การกำหนดตารางการผลิตและการควบคุม / พิภพ ลลิตาภรณ์," พิมพ์ครั้งที่ 1. ed: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2010.

[7] ปารเมศ ชุติมา, เทคนิคการจัดตารางการดำเนินงาน, พิมพ์ครั้งที่ 2. ed. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2012.

[8] ปวีณา เชาวลิตวงศ์, การกำหนดนโยบายพัสดุคงคลัง : ทฤษฎีและกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ / ปวีณา เชาวลิตวงศ์, พิมพ์ครั้งที่ 1. ed. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (in tha), 2018.

[9] R. E. Shannon, "Introduction to the art and science of simulation," in *1998 winter simulation conference. proceedings (cat. no. 98ch36274)*, 1998, vol. 1: IEEE, pp. 7-14.

[10] ไกรศักดิ์ เกษร, วิทยาศาสตร์ข้อมูล(*Data Science)*, พิมพ์ครั้งที่ 1. ed. ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ, 2021.

[11] E. Guzman, B. Andres, and R. Poler, "Models and algorithms for production planning, scheduling and sequencing problems: A holistic framework and a

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

systematic review," *Journal of Industrial Information Integration,* vol. 27, p. 100287, 2022.

[12] F. Friemann and P. Schönsleben, "Reducing global supply chain risk exposure of pharmaceutical companies by further incorporating warehouse capacity planning into the strategic supply chain planning process," *Journal of Pharmaceutical Innovation,* vol. 11, no. 2, pp. 162-176, 2016.

[13] K. Y. Martínez, E. A. Toso, and R. Morabito, "Production planning in the molded pulp packaging industry," *Computers & Industrial Engineering,* vol. 98, pp. 554-566, 2016.

[14] I. Harjunkoski *et al.*, "Scope for industrial applications of production scheduling models and solution methods," *Computers & Chemical Engineering,* vol. 62, pp. 161-193, 2014.

[15] W.-L. Chen, C.-Y. Huang, and Y.-C. Lai, "Multi-tier and multi-site collaborative production: Illustrated by a case example of TFT-LCD manufacturing," *Computers & Industrial Engineering,* vol. 57, no. 1, pp. 61-72, 2009.

[16] J. Mula, R. Poler, J. P. García-Sabater, and F. C. Lario, "Models for production planning under uncertainty: A review," *International journal of production economics,* vol. 103, no. 1, pp. 271-285, 2006.

[17] K. Steger-Jensen, H.-H. Hvolby, P. Nielsen, and I. Nielsen, "Advanced planning and scheduling technology," *Production Planning & Control,* vol. 22, no. 8, pp. 800-808, 2011.

[18] I. M. Alharkan, "Algorithms for sequencing and scheduling," *Industrial Engineering Department, King Saud University, Riyadh, Saudi Arabia,* 2005.

[19] S. Mukhopadhyay, J. Dwivedy, and A. Kumar, "Design and implementation of an integrated production planning system for a pharmaceutical manufacturing concern in India," *Production Planning & Control,* vol. 9, no. 4, pp. 391-402, 1998.

[20] L. Hervert-Escobar and J. F. López-Pérez, "Production planning and scheduling optimization model: a case of study for a glass container company," *Annals of Operations Research,* vol. 286, no. 1, pp. 529-543, 2020.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

[21] J. De Armas and M. Laguna, "Parallel machine, capacitated lot-sizing and scheduling for the pipe-insulation industry," *International Journal of Production Research,* vol. 58, no. 3, pp. 800-817, 2020.

[22] E. I. Ásgeirsson, G. S. Axelsdottir, and H. Stefánsson, "Automating a manual production scheduling process at a pharmaceutical company," in *2011 IEEE Workshop On Computational Intelligence In Production And Logistics Systems (CIPLS)*, 2011: IEEE, pp. 1-8.

[23] X. Wang, D. Li, C. O'brien, and Y. Li, "A production planning model to reduce risk and improve operations management," *International Journal of Production Economics,* vol. 124, no. 2, pp. 463-474, 2010.

[24] J. Ashayeri and W. Selen, "A production planning model and a case study for the pharmaceutical industry in The Netherlands," *International Journal of Logistics,* vol. 6, no. 1-2, pp. 37-49, 2003.

[25] M. Díaz-Madroñero, J. Mula, and D. Peidro, "A review of discrete-time optimization models for tactical production planning," *International Journal of Production Research,* vol. 52, no. 17, pp. 5171-5205, 2014.

[26] M. K. Omar and S. Teo, "Hierarchical production planning and scheduling in a multi-product, batch process environment," *International Journal of Production Research,* vol. 45, no. 5, pp. 1029-1047, 2007.

[27] B. Sezen and H. Kitapçi, "Spreadsheet simulation for the supply chain inventory problem," *Production planning and control,* vol. 18, no. 1, pp. 9-15, 2007.

[28] S. Wattitham, T. Somboonwiwat, and S. Prombanpong, "Master Production Scheduling for the Production Planning in the Pharmaceutical Industry," in *Industrial Engineering, Management Science and Applications 2015*: Springer, 2015, pp. 267-276.

[29] M. Heck and H. Vettiger, "Production planning and scheduling and sme," *International Journal of Industrial and Manufacturing Engineering,* vol. 8, no. 7, pp. 2276-2288, 2014.

[30] S. Walton and R. Metters, "Production planning by spreadsheet for a start-up firm," *Production Planning and Control,* vol. 19, no. 6, pp. 556-566, 2008.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

[31] Y. I. Chien and W. H. Cunningham, "Incorporating production planning in business planning: a linked spreadsheet approach," *Production Planning & Control,* vol. 11, no. 3, pp. 299-307, 2000.

[32] J. Olhager and J. Wikner, "Production planning and control tools," *Production Planning & Control,* vol. 11, no. 3, pp. 210-222, 2000.

[33] R. J. PENLESKY and R. SRIVASTAVA, "Aggregate production planning using spreadsheet software," *Production Planning & Control,* vol. 5, no. 6, pp. 524-532, 1994.

[34] A. Techawiboonwong and P. Yenradee, "Aggregate production planning using spreadsheet solver: model and case study," *Science Asia,* vol. 28, no. 3, pp. 291-300, 2002.

[35] K. Takahashi and N. Nakamura, "Production planning and inventory control in a company manufacturing PC parts: a case study," *Production Planning & Control,* vol. 12, no. 3, pp. 296-308, 2001.

[36] K. G. Kempf, P. Keskinocak, and R. Uzsoy, "Planning Production and Inventories in the Extended Enterprise: A State of the Art Handbook, Volume 1," 2011.

[37] M. J. Land and G. J. Gaalman, "Production planning and control in SMEs: time for change," *Production Planning and Control,* vol. 20, no. 7, pp. 548-558, 2009.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	ปวีณ์ธิดา เนียมชื่น
วัน เดือน ปี เกิด	12 ตุลาคม 2538
สถานที่เกิด	พะเยา
ที่อยู่ปัจจุบัน	70/547 หมู่ 2 ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY