หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# บทที่ 4
# ทฤษฎีที่จะนำมาประยุกต์ใช้

## 1. ทฤษฎีการจัดสมดุลย์ในสายการผลิตของ Hoffman

การจัดสมดุลย์ในสายการผลิตเป็นการกระจายชิ้นงาน ในสายการประกอบเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด หรืออาจจะกล่าวได้ว่า " สายการผลิตเป็นวิธีการหนึ่งของการผลิตหรือการจัดพื้นที่การทำงานเพื่อที่จะให้วัสดุเคลื่อนที่อย่างต่อเนื่อง และในอัตราที่สม่ำเสมอตลอดวงจรของการทำงานที่สมดุลย์ ซึ่งทำให้การปฏิบัติงานเกิดขึ้นโดยพร้อมกัน ความก้าวหน้าของการทำงานจะสำเร็จลงโดยทิศทางโครงข่ายที่มีเหตุผลเป็นไปได้ "

โดยทั่วไปความต่อเนื่องและอัตราที่สม่ำเสมอในทิศทางโครงข่ายที่มีเหตุผลกระทำให้สำเร็จลงโดยการเคลื่อนไปตามสายพานการผลิต ซึ่งอาจจะเคลื่อนขนานไปกับผู้ปฏิบัติงาน ชิ้นส่วนที่จะทำการประกอบในแต่ละพื้นที่การทำงานของผู้ประกอบชิ้นส่วนจะมีปริมาณเวลาเดียวกันซึ่งช่วงเวลานี้เรียกว่า รอบเวลาผลิต

การทำงานในแต่ละสถานีตามสายการผลิตจะเรียกว่า หนึ่งสถานีงาน และสถานีงานเหล่านี้อาจจะทำงานเพียงชิ้นงานเดียว หรือหลายชิ้นงานก็ได้ การจัดสมดุลย์ของสายการผลิตที่สมบูรณ์ หมายถึงการรวมชิ้นงานเป็นสถานีงาน ซึ่งแต่ละสถานีงานผลรวมของชิ้นงานจะเท่ากับรอบเวลาผลิต เมื่อรวมชิ้นงานเข้าเป็นสถานีงานแล้ว เราสามารถใช้ประสิทธิภาพในการวัดผลของการจัดสมดุลย์ในสายการผลิตได้ ตัวอย่างเช่น

ประสิทธิภาพ = 1 - (เวลาว่างทั้งหมด/เวลาของชิ้นงานทั้งหมด)

ข้อจำกัด 2 ประการในการรวมชิ้นงานให้เป็นสถานีงานก็คือ

1) ชิ้นงานบางส่วนจะต้องกระทำก่อนชิ้นงานส่วนอื่น

2) ผลรวมของเวลาของชิ้นงานในแต่ละสถานีงาน จะต้องน้อยกว่าหรือเท่ากับรอบเวลาผลิต

วิธีการหนึ่งของการหาผลลัพธ์ที่เป็นเลิศในปัญหานี้ ก็คือจะต้องเริ่มต้นด้วยสถานีแรก

เลือกการรวมกันของขั้นงาน ที่จะให้ผลลัพธ์ที่มีเวลาว่างน้อยที่สุดที่สถานีนั้น แล้วจึงดำเนินการในสถานีถัดไป ซึ่งมีการยึดม่าหรือกำจัดขั้นงานที่ได้เลือกในสถานีงานที่ผ่านมา และกระทำเช่นนี้ซ้ำกันไปจนขั้นงานทั้งหมดถูกมอบหมาย

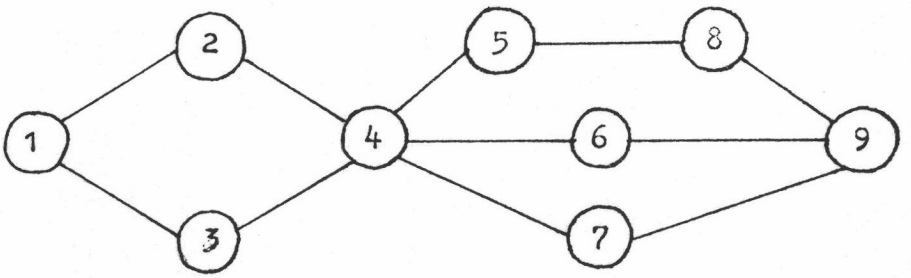
วิธีการนี้เกือบจะได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด เพราะว่าความสัมพันธ์ระหว่างกันที่ซับซ้อนของขั้นงานและข้อจำกัดก่อน-หลัง ได้ถูกทำการหาค่าที่ดีที่สุดที่แตกต่างกันหลากหลายครั้ง ซึ่งผลลัพธ์นี้อาจเรียกว่า " successive maximum elemental time "

ขั้นแรกในการใช้เทคนิค successive maximum elemental time จำเป็นต้องมีบัญชีรายการของขั้นงานการประกอบที่จะต้องทำ และข้อจำกัดก่อน-หลังของขั้นงานและเวลาที่จะต้องใช้ในแต่ละขั้นงาน ความสัมพันธ์เหล่านี้สามารถแสดงวิธีการดังตัวอย่างนี้คือ

สายการผลิตหนึ่งซึ่งประกอบด้วย 9 ขั้นงาน ซึ่งมีข้อมูลจำกัดลำดับก่อน-หลัง ดังตารางข้างล่างนี้

| Element A | Precedes | Element B | Element A time |
|---|---|---|---|
| 1 | ≫ | 2 | .5 |
| 1 | ≫ | 3 | |
| 2 | ≫ | 4 | .3 |
| 3 | ≫ | 4 | .4 |
| 4 | ≫ | 5 | .5 |
| 4 | ≫ | 6 | |
| 4 | ≫ | 7 | |
| 5 | ≫ | 8 | .4 |
| 6 | ≫ | 9 | .5 |
| 7 | ≫ | 9 | .1 |
| 8 | ≫ | 9 | .4 |
| 9 | ≫ | 0 | .6 |

ซึ่งสามารถเขียนเป็นโครงข่ายแสดงลำดับก่อน-หลังที่สอดคล้องกับการทำงานขั้นต้น ดังนี้




วิธีการอื่นที่แสดงถึงความสัมพันธ์เหล่านี้ กระทำได้โดย " แมทริกซ์แสดงลำดับก่อน-หลัง " ซึ่งแมทริกซ์นี้จะเป็น square matrix ประกอบด้วยค่าศูนย์และหนึ่ง ในแถวนอนจะแสดงตัวเลขของขั้นงาน และในแถวยืนก็จะแสดงตัวเลขของขั้นงานในลำดับเดียวกัน ส่วนภายในของแมทริกซ์จะเป็นดังนี้คือ

1) ถ้าขั้นงานของแถวนอน i กระทำก่อนขั้นงานที่อยู่ติดกันของแถวยืน j จะใส่ตัวเลข 1 ลงในแถวนอนที่ i และแถวยืนที่ j นั้นๆ

2) ส่วนอื่นๆภายในแมทริกซ์จะมีค่าเป็นศูนย์

(ข้อสังเกต :- การอยู่ติดกันหมายถึงความสัมพันธ์ของ $1 \gg 3$ เท่านั้น ถ้า $1 \gg 3 \gg 4$ จะไม่ใส่เลข 1 ในแถวนอนที่ 1 และแถวยืนที่ 4 )

ดังนั้นแมทริกซ์ที่ได้จะอยู่ในชุดของความสัมพันธ์ลำดับก่อน-หลัง จะสังเกตเห็นว่าแมทริกซ์จะเป็นรูปสามเหลี่ยม สิ่งนี้เป็นจริงเสมอถ้าไม่มีความแย้งกันในความสัมพันธ์ลำดับก่อน-หลังของข้อมูล ดังรูปที่ 4.1 ซึ่งแสดงถึงแมทริกซ์ลำดับก่อน-หลังของขั้นงาน

การใช้แมทริกซ์นี้ในการแยกแยะการสลับตำแหน่งกันที่เป็นไปได้ทั้งหมด จะกระทำโดยการรวมค่าในแต่ละแถวยืนของแมทริกซ์และผลรวมเหล่านี้จะเกิดเป็นแถวนอนอีกอันหนึ่งที่อยู่ด้านล่างของแถวนอนของแมทริกซ์ แถวนอนใหม่ในแมทริกซ์ส่วนขยายนี้เรียกว่า " Code Number " หลังจากนั้นเราจะใส่ค่าตัวแปรใดๆ ( D ) ลงในเส้นทแยงมุมของแมทริกซ์

Code Number แถวแรก, $K_1$ ประกอบด้วยเลขจำนวนเต็ม a ตัว ( a จะเป็น

| i \ j | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | 1 | 1 | | | | | | |
| 2 | | | | 1 | | | | | |
| 3 | | | | 1 | | | | | |
| 4 | | | | | 1 | 1 | 1 | | |
| 5 | | | | | | | | 1 | |
| 6 | | | | | | | | | 1 |
| 7 | | | | | | | | | 1 |
| 8 | | | | | | | | | 1 |
| 9 | | | | | | | | | |

รูปที่ 4.1 ตัวอย่างของแมทริกซ์ลำดับก่อน-หลัง

จำนวนของขั้นงานที่จะถูกจัดให้สมดุลย์ ) อย่างน้อยที่สุดจะต้องมีค่าใดค่าหนึ่งเป็นศูนย์ ขั้นงานที่แถวยืนส่วนหน้าที่รวมแล้วมีค่าเป็นศูนย์ใน $K_1$ จะถูกเลือกสำหรับตำแหน่งแรกในบัญชีรายการของการสลับตำแหน่งที่เป็นไปได้ และเฉพาะขั้นงานที่เป็นศูนย์ใน $K_1$ เหล่านี้เท่านั้นที่สามารถถูกรับเลือกได้

ขั้นตอนสำหรับการรวมที่เป็นไปได้และการจัดสมดุลย์ในสถานีต่อสถานีมีดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 search จากซ้ายไปขวาในแถวของ Code Number เพื่อหาค่าที่เป็น 0

ขั้นตอนที่ 2 เลือกขั้นงานแถวยืนส่วนหน้า ซึ่งมีค่าศูนย์ปรากฏอยู่

ขั้นตอนที่ 3 ลบเวลาของขั้นงานจากรอบเวลาผลิตที่มีอยู่

ขั้นตอนที่ 4 ถ้าผลลัพธ์เป็นบวก ให้ไปที่ขั้นตอนที่ 5

ขั้นตอนที่ 4 a ถ้าผลลัพธ์เป็นลบ ให้ไปที่ขั้นตอนที่ 6

ขั้นตอนที่ 5 นำค่าของแถวนอนที่สอดคล้องกับขั้นงานที่เลือกลบออกจาก Code Number แล้วใช้ผลลัพธ์ที่ได้นี้เป็น Code Numberใหม่ แล้วดำเนินการต่อไปในขั้นตอนที่ 6

ขั้นตอนที่ 6 กลับไปยังขั้นตอนที่ 1 และเริ่มทำการ search ขั้นงานอันใดอันหนึ่งที่อยู่ทางด้านขวามือของขั้นงานที่ทำการเลือกแล้ว และกระทำซ้ำจากขั้นตอนที่ 1-6 จนกระทั่งแถวยืนทั้งหมดได้ทำการพิจารณาแล้ว แล้วดำเนินการต่อไปในขั้นตอนที่ 7

ขั้นตอนที่ 7 ลบรอบเวลาผลิตที่มีอยู่ จากเวลาว่างของการรวมกันที่ผ่านมา ( ถ้าค่านี้เป็นค่าแรกแล้ว ให้ลบออกจากรอบเวลาผลิต )

ขั้นตอนที่ 8 ถ้าผลลัพธ์เป็นศูนย์หรือลบ ให้ไปที่ขั้นตอนที่ 9

ขั้นตอนที่ 8 a ถ้าผลลัพธ์เป็นบวก ชุดของขั้นงานเหล่านั้นจะกลายเป็นผลรวมของขั้นงานสำหรับสถานีงานนี้ แล้วดำเนินงานต่อไปในขั้นตอนที่ 10

ขั้นตอนที่ 9 กลับคืนไปยัง Code Number ใดๆ และย้อนกลับไปยังขั้นตอนที่ 1 เริ่มต้นขั้นงานถัดไปทางขวามือของขั้นงานที่ได้เลือกจาก Code Number นั้นๆ กระทำซ้ำจนกระทั่งแถวยืนสุดท้ายของ Code Number แรกได้รับการตรวจสอบ ผลลัพธ์ก็คือ การรวมครั้งสุดท้ายที่เกิดขึ้นในขั้นตอนที่ 8 ที่มีค่าของเวลาขั้นตอน

i 17396633

รวมกันมากที่สุดสำหรับสถานีงานนี้

ขั้นตอนที่ 10 เปลี่ยน Code Number ครั้งแรกใหม่ด้วย Code Number สุดท้ายที่สอดคล้องกับผลลัพธ์ที่ผ่านมา

ขั้นตอนที่ 11 กระทำซ้ำกับขั้นตอนที่ผ่านมา จนกระทั่งขั้นงานทั้งหมดถูกกำหนดลงในสถานีงานซึ่งก็คือ Code Number ทั้งหมดมีค่าเป็นลบ

ขั้นตอนข้างต้นนี้ใช้สำหรับการจัดสมดุลย์แบบไปข้างหน้า ( ซึ่งจากสายการผลิตในตัวอย่างข้างต้นสามารถสร้างเป็นตารางการ search ดังตารางที่ 4.1 และในทางกลับกันเราสามารถนำไปใช้ในวิธีการจัดสมดุลย์แบบย้อนกลับได้ โดยการหมุน precedence matrix รอบแกนหลัก และเริ่มต้นการ search โดยเริ่มจากขวามือไปซ้ายมือ

สำหรับโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในระบบนี้นั้น สามารถที่จะเปลี่ยนแปลงรอบเวลาการผลิตได้ ดังนั้นเมื่อสภาพการณ์อุปสงค์ (demand ) ของตลาดเปลี่ยนแปลงไป(รอบเวลาผลิตเปลี่ยนแปลงไป) เราก็สามารถที่จะใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์นี้ในการวางแผนการผลิตได้ ซึ่งโปรแกรมสำหรับ Hoffmann Algorithm นี้จะมีรายละเอียดในภาคผนวก

จากขั้นตอนดังกล่าวข้างต้น ก็จะนำไปสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาต่อไป ดังแผนภูมิการไหลในรูปที่ 4.9

2. <u>การวางแผนการใช้วัสดุ</u>

การวางแผนการใช้วัสดุเป็นวิธีการคำนวณ เพื่อเปลี่ยนจากตารางกำหนดการผลิตหลัก ( master schedule) ของสินค้าสำเร็จรูปหรือผลิตภัณฑ์ มาเป็นตารางความต้องการของวัตถุดิบหรือชิ้นส่วนประกอบต่างๆ ( detailed schedule ) โดยจะชี้ให้เห็นถึงปริมาณของวัตถุดิบหรือชิ้นส่วนประกอบแต่ละชิ้นที่ต้องการใช้ ในขณะเดียวกันยังบอกถึงกำหนดเวลาที่ต้องการออกใบสั่งซื้อหรือให้จัดหามาด้วย ทั้งนี้เพื่อให้การผลิตสามารถผลิตสินค้าสำเร็จรูปที่ต้องการได้ตามตารางกำหนดการผลิตหลักที่กำหนดเอาไว้

การวางแผนการใช้วัสดุนี้ จัดว่าเป็นวิธีการควบคุมวัสดุคงคลังวิธีหนึ่งที่เป็นประโยชน์มากต่อโรงงานอุตสาหกรรม ในการกำหนดตารางลำดับการผลิต ( production schedule ) และการสั่งซื้อวัตถุดิบต่างๆอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสามารถลดการลงทุนในรูป

**ตารางที่ 4.1** แสดงการจัดสมดุลย์ในสายการผลิตด้วยวิธีการ Hoffman

| i \ j | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | Element Selected | Element Time | Station Time Remaining Before Selection | Station Time Remaining After Selection | Elements Contained in Combination After Selection |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | D | 1 | 1 | | | | | | | | | | | |
| 2 | | D | | 1 | | | | | | | | | | |
| 3 | | | D | 1 | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | D | 1 | 1 | 1 | | | | | | | |
| 5 | | | | | D | | | 1 | | | | | | |
| 6 | | | | | | D | | | 1 | | | | | |
| 7 | | | | | | | D | | 1 | | | | | |
| 8 | | | | | | | | D | 1 | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | D | | | | | |
| $K_1$ | 0 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 0.5 | 1.0 | 0.5 | 1 |
| | D | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0.3 | 0.5 | 0.2 | 1,2 |
| $K_2$ | -D | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 0.3 | 0.5 | 0.2 | 1,2 |
| | 0 | D | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | |
| $K_3$ | -D | -D | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 0.4 | 0.2 | - | |
| $K_3$ | -D | -D | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | | | | | |
| $K_2$ | -D | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 0.4 | 0.5 | 0.1 | 1,3 |
| | 0 | 0 | D | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | |
| $K'_3$ | -D | 0 | -D | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | | | 0.1 | | 1,3 |
| $K_2$ | -D | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | | | 0.5 | | 1 |
| $K_1$ | 0 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | | | 1.0 | | 0 |
| $K'_3$ | -D | 0 | -D | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 0.3 | 1.0 | 0.7 | 2 |
| | 0 | D | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | |
| $K_4$ | -D | -D | -D | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 0.5 | 0.7 | 0.2 | 2,4 |
| | 0 | 0 | 0 | D | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | | | | | |
| $K_5$ | -D | -D | -D | -D | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 5 | 0.4 | 0.2 | - | 2,4 |

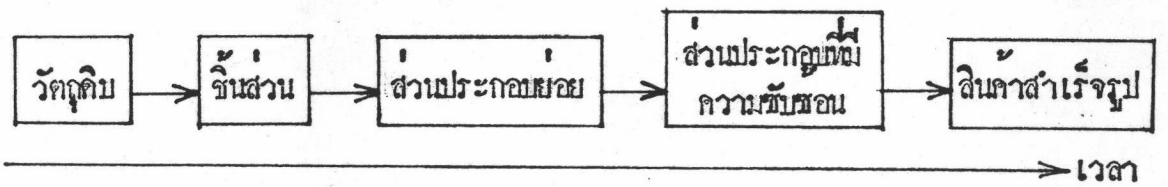
———— Search Pattern

ตารางที่ 4.1 ( ต่อ )

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $K_5$ -D -D -D -D 0 0 0 1 3 | 6 | 0.5 | 0.2 | - | 2,4 |
| $K_5$ -D -D -D -D 0 0 0 1 3 | 7 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 2,4,7 |
| 0 0 0 0 0 0 D 0 1 | | | | | |
| $K_6$ -D -D -D -D 0 0 -D 1 2 | | | 0.1 | | |
| $K_5$ -D -D -D -D 0 0 0 1 3 | | | 0.2 | | |
| $K_4$ -D -D -D 0 1 1 1 1 3 | | | 0.7 | | |
| $K_3$ -D 0 -D 1 1 1 1 1 3 | | | 1.0 | | |
| $K_6$ -D -D -D -D 0 0 -D 1 2 | 5 | 0.4 | 1.0 | 0.6 | 5 |
| 0 0 0 0 D 0 0 1 0 | | | | | |
| $K_7$ -D -D -D -D -D 0 -D 0 2 | 6 | 0.5 | 0.6 | 0.1 | 5,6 |
| 0 0 0 0 0 D 0 0 1 | | | | | |
| $K_8$ -D -D -D -D -D -D -D 0 1 | 8 | 0.4 | 0.1 | - | 5,6 |
| $K_8$ -D -D -D -D -D -D -D 0 1 | | | 0.1 | | 5,6 |
| $K_7$ -D -D -D -D -D 0 -D 0 2 | 8 | 0.4 | 0.6 | 0.2 | 5,8 |
| 0 0 0 0 0 0 0 D 1 | | | | | |
| $K_8$ -D -D -D -D -D 0 -D -D 1 | | | 0.2 | | 5,8 |
| $K_7$ -D -D -D -D -D 0 -D 0 2 | | | 0.6 | | 5 |
| $K_6$ -D -D -D -D 0 0 -D 1 2 | 6 | 0.5 | 1.0 | 0.5 | 6 |
| 0 0 0 0 0 D 0 0 1 | | | | | |
| $K_7$ -D -D -D -D 0 -D -D 1 1 | | | 0.5 | | 6 |
| $K_6$ -D -D -D -D 0 0 -D 1 2 | | | 1.0 | | |
| $K_8$ -D -D -D -D -D -D -D 0 1 | 8 | 0.4 | 1.0 | 0.6 | 8 |
| 0 0 0 0 0 0 0 D 1 | | | | | |
| $K_9$ -D -D -D -D -D -D -D -D 0 | 9 | 0.6 | 0.6 | 0 | 8,9 |
| 0 0 0 0 0 0 0 0 D | | | | | |
| $K_{10}$ -D -D -D -D -D -D -D -D -D | | | 0.0 | | 8,9 |
| $K_{10}$ -D -D -D -D -D -D -D -D -D | | | 1.0 | | |

ของวัสดุคงคลังที่ไม่จำเป็นลง

หลักการของการวางแผนการใช้วัสดุ สามารถทำความเข้าใจและนำไปใช้งานได้อย่างไม่ยากนัก กล่าวคือผู้ใช้จะต้องมีข้อมูลของวัตถุดิบที่มีอยู่ในมือขณะนี้ว่ามีกี่อย่างๆละเท่าใด และต้องมีแผนการผลิตสินค้าเป็นรายเดือนอยู่ด้วย สินค้าสำเร็จรูปแต่ละอย่างนี้อาจประกอบไปด้วยส่วนประกอบจำนวนไม่กี่ชิ้นหรือหลายร้อยชิ้นก็ได้ โดยชิ้นส่วนเหล่านี้อาจจะแปรสภาพมาจากวัตถุดิบชนิดเดียวกันหรือต่างกันก็ได้ ตัวอย่างเช่นชิ้นส่วนหลายๆชิ้นอาจผลิตมาจากเหล็กแผ่นเดียวกันและชิ้นส่วน (component ) หลายๆชิ้นถูกนำมาประกอบเข้าด้วยกันจะเป็นส่วนประกอบย่อย ( subassembly ) และส่วนประกอบย่อยเมื่อนำมาประกอบกันเข้าก็จะเป็นส่วนประกอบที่มีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งกลายมาเป็นผลิตภัณฑ์หรือสินค้าสำเร็จรูปตามต้องการ




รูปที่ 4.2 แสดงลำดับขั้นของการผลิต

การผลิตหรือการประกอบทุกขั้นตอนต้องใช้เวลา ซึ่งเวลาของกิจกรรมเหล่านี้จะต้องนำเข้ามาเกี่ยวข้องกับการวางแผนการใช้วัสดุด้วย ถึงแม้ว่าวิธีการคำนวณเวลาของแต่ละกิจกรรมจะไม่ยุ่งยากนักก็ตาม แต่ถ้าสินค้าชนิดนั้นประกอบด้วยส่วนประกอบหลายร้อยชิ้น การทำระบบการวางแผนการใช้วัสดุสำหรับกรณีเช่นนี้ จะต้องใช้คอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการคำนวณเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ต้องการอย่างถูกต้องและรวดเร็ว หลักการและรายละเอียดของคำจำกัดความที่ใช้ในการวางแผนการใช้วัสดุจะอธิบายพอสังเขปดังนี้

2.1 <u>อุปสงค์อิสระและอุปสงค์แปรตาม</u> (Independent and Dependent Demand ) อุปสงค์ทั้งสองชนิดนี้เป็นพื้นฐานที่สำคัญของการวางแผนการใช้วัสดุ ซึ่งมีข้อแตกต่างกันดังนี้คือ

<u>อุปสงค์อิสระ</u> ( Independent Demand) เป็นอุปสงค์ของสินค้าหรือบริการชนิดใดชนิดหนึ่งที่ไม่มีความสัมพันธ์หรือเกี่ยวข้องกับสินค้าอย่างอื่น ตัวอย่างของอุปสงค์ชนิดนี้ได้แก่

สินค้าสำเร็จรูปและชิ้นส่วนของอะหลั่ยต่างๆ โดยปกติแล้วอุปสงค์อิสระจะได้มาจากการพยากรณ์

อุปสงค์แปรตาม (Dependent demand ) เป็นอุปสงค์ของรายการวัสดุหรือชิ้นส่วนที่มีความสัมพันธ์โดยตรงกับสินค้า หรือบริการชนิดใดชนิดหนึ่งหรือหลายชนิดก็ได้ โดยอุปสงค์ชนิดนี้คำนวณได้จากอุปสงค์อิสระ ผลที่ได้จะทำให้ทราบว่าต้องการใช้วัตถุดิบ ชิ้นส่วนและส่วนประกอบในแต่ละเดือนจำนวนเท่าใด จึงจะทำให้ได้สินค้าสำเร็จรูปตามตารางกำหนดการผลิต

โดยปกติแล้วอุปสงค์ของสินค้าสำเร็จรูป สามารถหาค่าได้จากการพยากรณ์ ส่วนวัตถุดิบและส่วนประกอบย่อยต่างๆที่ต้องการใช้ จะไม่หาค่ามาจากการพยากรณ์ แต่จะอาศัยการคำนวณย้อนกลับมาจากสินค้าสำเร็จรูป เพื่อหาจำนวนที่ต้องการใช้โดยตรง ตัวอย่างเช่น โรงงานผลิตรถยนต์แห่งหนึ่งมีการพยากรณ์และกำหนดตารางการผลิตออกมาเป็นจำนวนคันต่อเดือน สมมุติว่า 300 คันต่อเดือน ค่านี้ถือว่าเป็นอุปสงค์อิสระ ดังนั้นจำนวนยางรถยนต์ที่ต้องการก็ต้องมีจำนวน 1,500 เส้นต่อเดือนเป็นต้น ซึ่งจะเห็นได้ว่าจำนวนยางรถยนต์ที่ต้องการใช้จะแปรผันไปตามจำนวนรถยนต์ที่ผลิต ฉะนั้นจึงถือว่าจำนวนยางรถยนต์เป็นตัวแปรตามซึ่งไม่จำเป็นต้องหาค่ามาจากการพยากรณ์ ส่วนจำนวนรถยนต์ที่ผลิตถือเป็นตัวแปรอิสระ ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยเทคนิคการพยากรณ์ต่างๆ คำนวณหาตัวเลขออกมา

การวางแผนการใช้วัสดุเป็นวิธีการที่เหมาะสมสำหรับพิจารณาหาจำนวนของรายการวัตถุดิบหรือชิ้นส่วนต่างๆที่เป็นตัวแปรตามทั้งหมด เช่นวัตถุดิบ งานระหว่างการผลิตชิ้นส่วนและส่วนประกอบย่อยทั้งหลาย เพื่อให้ได้สินค้าสำเร็จรูปตามจำนวนและเวลาที่กำหนดตามตารางการผลิต นี่จึงเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้การวางแผนการใช้วัสดุเป็นเครื่องมือสำคัญสำหรับการวางแผนและควบคุมวัสดุคงคลังในอุตสาหกรรมกันอย่างกว้างขวาง

2.2 ช่วงเวลานำ (Lead Times ) ช่วงเวลานำสำหรับงานหนึ่งงานใดหมายถึงเวลาที่ใช้ตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งสิ้นสุดงานนั้น สำหรับการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมจะแบ่งช่วงเวลานำออกเป็น 2 ชนิดคือ ช่วงเวลานำของการสั่งซื้อวัตถุดิบหรือชิ้นส่วน และช่วงเวลานำของการผลิต

เวลานำของการสั่งซื้อ (ordering lead time ) คือช่วงเวลาที่ใช้ไปสำหรับ

การสั่งซื้อของรายการใดรายการหนึ่ง โดยนับเวลาตั้งแต่เริ่มต้นออกใบสั่งซื้อ จนกระทั่งของที่สั่งไว้มาถึง ถ้ารายการที่สั่งซื้อนั้นเป็นวัตถุดิบซึ่งผู้ขายมีสต๊อกเอาไว้แล้ว ช่วงเวลานำของกรณีเช่นนี้จะสั้นเพราะใช้เวลาเพียงการขนส่งเท่านั้น แต่ถ้ารายการที่สั่งซื้อนั้นเป็นชิ้นส่วนที่ผู้ขายต้องทำการผลิตก่อน ช่วงเวลานำจะยาวกว่า ซึ่งบางครั้งอาจใช้เวลาเป็นเดือนก็ได้

เวลานำของการผลิต (manufacturing lead time) เป็นช่วงเวลาที่จำเป็นต้องใช้ในกระบวนการผลิตหรือการประกอบ ซึ่งอาจผ่านเครื่องจักรหลายชนิดตามใบกำหนดเส้นทาง (route - sheet) ช่วงเวลาที่ใช้ไปนี้ไม่เพียงแต่เป็นเวลาผลิตหรือประกอบเท่านั้น แต่จะต้องรวมเวลาสูญเปล่าที่เกิดขึ้นด้วย

2.3 รายการวัสดุใช้ร่วม (common use items) ในอุตสาหกรรมการผลิตสินค้าโดยทั่วไปแล้ว มักจะมีวัตถุดิบพื้นฐานซึ่งใช้ผลิตชิ้นส่วนได้มากกว่าหนึ่งชนิด และชิ้นส่วนเหล่านี้ก็อาจใช้เป็นส่วนประกอบของสินค้าสำเร็จรูปได้อีกหลายๆอย่างเช่นเดียวกัน ตัวอย่างเช่น เหล็กเส้นอาจผลิตเป็นสกรูได้หลายชนิด และสกรูเหล่านี้แต่ละชนิดก็อาจใช้ในการประกอบสินค้าสำเร็จรูปได้หลายแบบหลายอย่างอีกเช่นเดียวกัน ซึ่งระบบการวางแผนการใช้วัสดุรวบรวมรายการวัสดุที่ใช้ร่วมกันนี้สำหรับการสั่งซื้อวัตถุดิบ หรือสำหรับการผลิตชิ้นส่วนต่างๆแต่ละครั้งให้มีประสิทธิภาพและประหยัดค่าใช้จ่าย

2.4 โครงสร้างของระบบการวางแผนการใช้วัสดุ ดังได้กล่าวมาแล้วว่า การวางแผนการใช้วัสดุจะเปลี่ยนตารางกำหนดการผลิตหลักของธุรกิจให้มาเป็นตารางแสดงรายละเอียดของวัตถุดิบ และส่วนประกอบที่จำเป็นต้องใช้สำหรับการผลิตสินค้าชนิดนั้นๆ แต่อย่างไรก็ตาม การมีตารางการผลิตหลักเพียงอย่างเดียวก็ไม่เป็นการเพียงพอเพราะ ยังขาดข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างของสินค้า เวลาที่ใช้ผลิตและใช้ประกอบส่วนต่างๆเข้าด้วยกัน และสิ่งสำคัญอีกส่วนหนึ่งก็คือ ข้อมูลของวัสดุคงคลังที่ธุรกิจมีอยู่ในปัจจุบัน ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า โครงสร้างที่จำเป็นสำหรับในระบบการวางแผนการใช้วัสดุมีอยู่ 3 ประการคือ

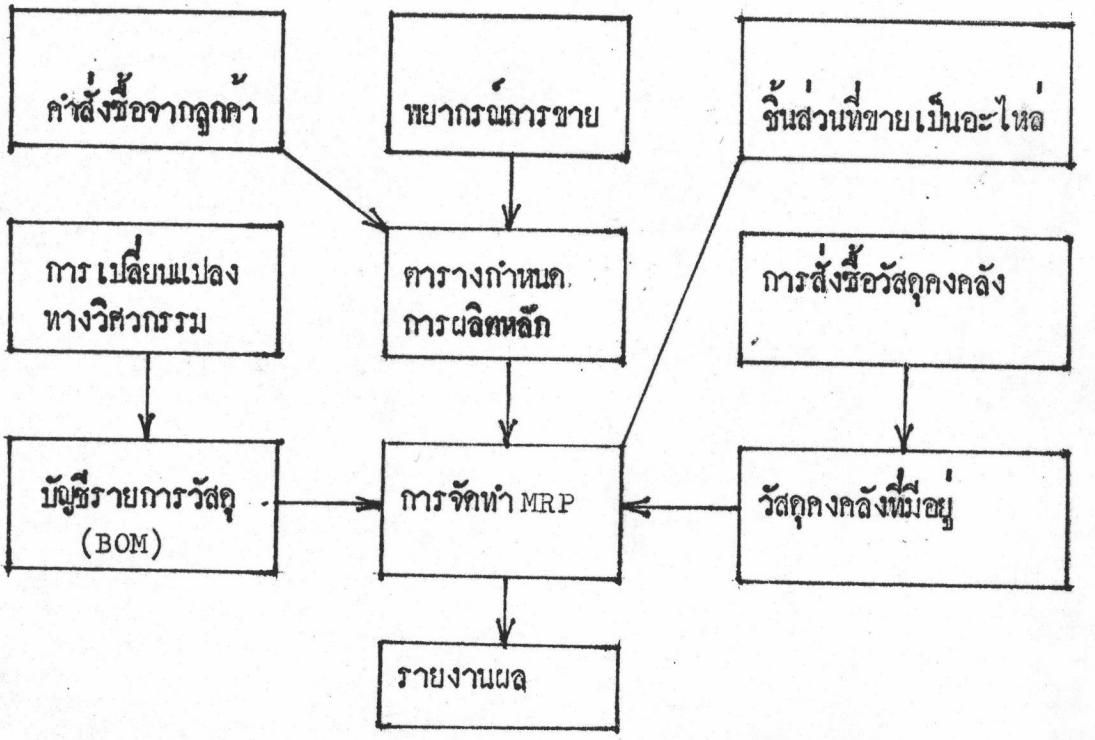
2.4.1 ตารางกำหนดการผลิตหลัก (master production schedule)

2.4.2 แฟ้มบันทึกรายการวัสดุ (bill of materials file : BOM)

2.4.3 แฟ้มบันทึกเกี่ยวกับวัสดุคงคลังที่ธุรกิจมีอยู่ในปัจจุบัน (inventory re-

cord file)

รูปข้างล่างนี้จะแสดงถึงขั้นตอนของการส่งผ่านข้อมูล สำหรับการจัดทำการวางแผนการใช้วัสดุในโรงงานอุตสาหกรรมอย่างสังเขป




รูปที่ 4.3 แสดงโครงสร้างของระบบการวางแผนการใช้วัสดุ

<u>ตารางกำหนดการผลิตหลัก</u> เป็นรายการแสดงให้ทราบว่า มีสินค้าชนิดใดบ้างที่ต้องทำการผลิต จำนวนผลิตของสินค้าแต่ละชนิด และเวลาที่ต้องการจัดส่งให้แก่ลูกค้า รูปแบบที่ใช้กันโดยทั่วไปของตารางกำหนดการผลิตหลัก แสดงไว้ในรูปที่ 4.4

| สัปดาห์ที่ | | | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| สินค้า $P_1$ | | | | | 50 | | 100 |
| สินค้า $P_2$ | | | | 70 | 80 | 25 | |
| ฯลฯ | | | | | | | |

รูปที่ 4.4 ตารางกำหนดการผลิตหลักของสินค้า $P_1$ และ $P_2$ ที่ต้องจัดส่งในสัปดาห์ต่างๆ

ช่วงเวลาที่ใช้ในตารางกำหนดการผลิตหลัก อาจกำหนดเป็น วัน สัปดาห์ หรือ เดือน ตามความเหมาะสมของการผลิตสินค้าชนิดนั้นๆ โดยตัวเลขที่กำหนดลงในตารางจะต้องสอดคล้องกับค่าพยากรณ์ที่คำนวณไว้ และต้องไม่เกินกำลังผลิตของโรงงานที่มีอยู่ด้วย

ความต้องการหรืออุปสงค์ของสินค้าในช่วงเวลาต่างๆ สามารถแบ่งย่อยออกเป็น 3 ประเภทคือ

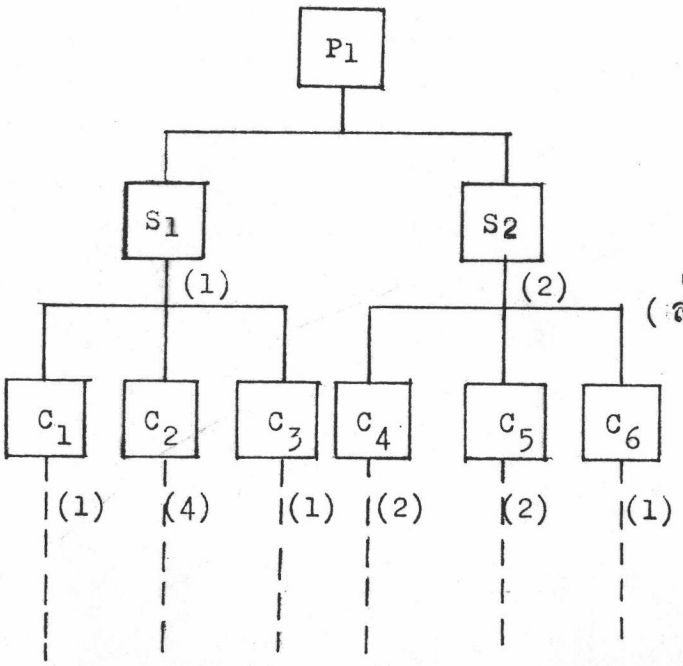
<u>ประเภทที่</u> 1 ได้แก่คำสั่งซื้อจากลูกค้าเฉพาะสินค้าชนิดใดชนิดหนึ่งหรือหลายชนิดโดยตรง คำสั่งซื้อประเภทนี้ มักจะมีกำหนดเวลาที่ต้องการสินค้าของลูกค้าเป็นการแน่นอน ซึ่งต้องถือว่าเป็นคำมั่นสัญญาที่แผนกขายของบริษัทให้ไว้กับลูกค้า

<u>ประเภทที่</u> 2 ได้แก่ความต้องการที่ได้มาจากการพยากรณ์ ซึ่งคำนวณตามหลักการของวิชาสถิติ จากข้อมูลในอดีตที่มีอยู่ และข้อมูลอื่นๆที่มีผลกระทบต่อความต้องการสินค้า เช่น สภาวะทางเศรษฐกิจ การแข่งขันทางการค้าและอื่นๆ ประเภทนี้ถือว่าเป็นส่วนสำคัญของการกำหนดตารางการผลิตหลัก

<u>ประเภทที่</u> 3 เป็นความต้องการชิ้นส่วน เพื่อใช้เป็นเครื่องอะไหล่ของร้านค้าซ่อมหรือร้านค้าย่อย ซึ่งความต้องการประเภทนี้ มักจะแยกออกมาจากตารางกำหนดการผลิตหลัก ทั้งนี้เนื่องจากความต้องการไม่เกี่ยวข้องกับความต้องการสินค้าในช่วงเวลาต่างๆโดยตรง

<u>บัญชีรายการวัสดุ</u> (BOM ) ในการคำนวณหาปริมาณวัตถุดิบหรือชิ้นส่วนจำเป็นต้องใช้สำหรับการผลิตสินค้าชนิดใดชนิดหนึ่งนั้น เราจำเป็นต้องทราบถึงโครงสร้างของสินค้าชนิดนั้นอย่างละเอียดเสียก่อน แล้วจึงกำหนดปริมาณของวัตถุดิบ ชิ้นส่วนและส่วนประกอบ สำหรับประกอบเข้าด้วยกันเป็นสินค้าสำเร็จรูปให้ได้ตามจำนวนที่ต้องการ

ตัวอย่างโครงสร้างสินค้า $P_1$ แสดงได้ 2 แบบดังนี้




<u>ระดับ 0</u>
( สินค้า P :product )

<u>ระดับ 1</u>
( ส่วนประกอบย่อย :subassemblies)

<u>ระดับ 2</u>
( ชิ้นส่วน :components )

<u>ระดับ 3</u>
( วัตถุดิบ :raw maierial)

รูปที่ 4.5 แสดงโครงสร้างสินค้า $P_1$ แบบที่ 1

พลตรีสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

$P_1$

$S_1$ (1)

$S_2$ (2)

$S_1$

$C_1$ (1)

$C_2$ (4)

$C_3$ (1)

$S_2$

$C_4$ (2)

$C_5$ (2)

$C_6$ (1) (x) = จำนวนชิ้นส่วน

รูปที่ 4.6 แสดงโครงสร้างสินค้า $P_1$ แบบที่ 2

<u>บันทึกเกี่ยวกับวัสดุคงคลังที่ธุรกิจมีอยู่ในปัจจุบัน</u> การบันทึกข้อมูลของวัสดุคงคลังที่มีอยู่ นิยมทำกันเป็นแบบฟอร์มมาตรฐาน เพื่อความสะดวกในการบันทึก และค้นหารายละเอียดของชิ้นส่วนต่างๆได้อย่างรวดเร็ว ส่วนสำคัญของแบบฟอร์มที่ใช้จดบันทึกรายการวัสดุคงคลัง มักจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วนใหญ่ๆคือ

1. ส่วนที่เป็นข้อมูลเฉพาะของชิ้นส่วน ( item master data segment) ซึ่งมีรายละเอียดของชิ้นส่วนต่างๆปรากฏอยู่เช่น เลขที่ชิ้นส่วน รายละเอียด ช่วงเวลานำ ต้นทุนมาตรฐาน วัสดุคงคลังสำรอง ขนาดสั่งซื้อ ปริมาณเผื่อเสีย เวลาเตรียมการผลิต ช่วงเวลาผลิต ปริมาณการใช้ที่ผ่านมาแล้ว

2. ส่วนที่แสดงสถานะของวัสดุคงคลัง (inventory status segment) ในส่วนนี้จะแสดงสถานะของวัสดุคงคลังในช่วงเวลาต่างๆในการวางแผนการใช้วัสดุ การหาบข้อมูลของวัสดุคงคลังที่มีอยู่ในปัจจุบันถือว่าไม่เพียงพอ แต่จะต้องพิจารณาหาแนวโน้มของการ

เปลี่ยนแปลงของวัสดุคงคลังที่อาจเกิดขึ้นในอนาคตด้วย ดังนั้นในส่วนนี้จึงต้องมีข้อมูลของปริมาณการใช้ชิ้นส่วนขั้นต้น จำนวนชิ้นส่วนที่รับตามกำหนดเวลาวัสดุที่มีอยู่ในมือ กำหนดเวลาออกใบสั่งให้จัดหามา

3. ส่วนที่เป็นข้อมูลเพิ่มเติม (subsidiary data segment) ส่วนนี้เป็นบันทึกรายละเอียดเพิ่มเติมที่เกี่ยวข้องกับชิ้นส่วนนั้นๆเช่น รายละเอียดของการสั่งซื้อ เศษเหลือหรือการควบคุมคุณภาพ การเปลี่ยนแปลงทางวิศวกรรมและอื่นๆ

แบบฟอร์มที่ใช้บันทึกข้อมูลของวัสดุคงคลังโดยทั่วไป จะมีรายละเอียดดังในรูปที่ 4.7

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Item Master Data Segment | Part No. | Description | Lead time | Std.cost | Safety stock | | | | | | | | | |
| | Order quantity | Set up | Cycle | Least year' usage | Class | | | | | | | | | |
| | Scrap allowance | Cutting data | Pointers | Etc. | | | | | | | | | | |
| Inventory Status Segment | Allocated | | Control balance | Period 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | Totals | | |
| | Gross Requirements | | | | | | | | | | | | | |
| | Scheduled receipts | | | | | | | | | | | | | |
| | On hand | | | | | | | | | | | | | |
| | Planned-order release | | | | | | | | | | | | | |
| Subsidiary Data Segment | Order Details | | | | | | | | | | | | | |
| | Pending action | | | | | | | | | | | | | |
| | Counters | | | | | | | | | | | | | |
| | Keeping track | | | | | | | | | | | | | |

รูปที่ 4.7 แบบฟอร์มที่ใช้บันทึกข้อมูลของวัสดุคงคลังแต่ละรายการ

2.5 <u>กระบวนการทำงานของ MRP</u> ผู้จัดทำการวางแผนการใช้วัสดุจะต้องอาศัยข้อมูลจากตารางกำหนดการผลิตหลัก บัญชีรายการวัสดุที่เป็นโครงสร้างสินค้า และบันทึกเกี่ยวกับวัสดุคงคลังที่ธุรกิจมีอยู่ในปัจจุบัน โดยตารางกำหนดการผลิตหลักจะกำหนดยอดการผลิตสินค้าของช่วงเวลาต่างๆให้ โดยแบ่งออกเป็นช่วงๆตามความเหมาะสมเช่น เป็นรายวัน รายสัปดาห์หรือรายเดือน ส่วนบัญชีรายการวัสดุ ( BOM ) จะกำหนดว่าต้องใช้ชิ้นส่วนหรือวัตถุดิบจำนวนเท่าใดสำหรับการผลิตสินค้าแต่ละชนิด และส่วนที่เป็นข้อมูลวัสดุคงคลัง จะทำให้ผู้วางแผนทราบสถานะของวัสดุคงคลังในปัจจุบันและในอนาคต การคำนวณหาว่าจะต้องใช้วัตถุดิบหรือชิ้นส่วนเท่าใดนั้น อาศัยหลักการกระจายมาจากสินค้าสำเร็จรูปที่จะผลิต โดยคิดจากระดับสูงสุดลงมาจนถึงระดับล่างสุดของโครงสร้างสินค้า

ในการทำระบบการวางแผนการใช้วัสดุ มีองค์ประกอบที่จะต้องพิจารณาอีกหลายประการนอกเหนือจากที่กล่าวมาแล้วคือ

1. จำนวนชิ้นส่วนและส่วนประกอบที่พิจารณามาแล้วในตอนแรก ต้องถือว่าเป็นเพียงปริมาณการใช้ขั้นต้น (gross requirement ) เท่านั้น เพราะว่าในเวลาสั้นอาจมีชิ้นส่วนหรืองานประกอบย่อยอยู่บางแล้วในคลังสินค้า หรือกำลังอยู่ในระหว่างการสั่งซื้อ ดังนั้นจึงต้องนำเอาวัสดุคงคลังหรือจำนวนที่จะได้รับในอนาคต มาหักลบออกจากปริมาณการใช้ขั้นต้น จึงจะเป็นปริมาณการใช้สุทธิ ( net requirement ) ของชิ้นส่วนหรืองานประกอบย่อยนั้นๆ

2. ผู้จัดทำ MRP จะต้องพิจารณาว่าเมื่อไรจึงจะเริ่มต้นทำการผลิต หรือประกอบชิ้นส่วน เพื่อจะได้สินค้าสำเร็จรูปตามตารางกำหนดการผลิตหลัก วิธีการที่จะใช้คือ การใช้ค่าจากช่วงเวลานำของการประกอบหรือผลิตชิ้นส่วนที่เกี่ยวข้องทั้งหมด นำมาคิดย้อนกลับก็จะได้เวลาของการจัดหา หรือสั่งซื้อวัตถุดิบตามต้องการ วิธีนี้เรียกว่า "Lead-time-offset calculation"

3. สิ่งที่จะต้องนำมาพิจารณาอีกอย่างหนึ่งก็คือ รายการวัสดุใช้ร่วม ทั้งนี้เนื่องจากว่าชิ้นส่วนประกอบอย่างเดียวกันอาจใช้ในการผลิตสินค้าได้หลายชนิด ดังนั้นผู้จัดทำการวางแผนการใช้วัสดุจึงต้องรวบรวมตัวเลขนี้ มาจากสินค้าที่ผลิตขึ้นทั้งหมดเสียก่อน เพื่อให้ได้ค่าปริมาณการใช้สุทธิเพียงค่าเดียว

4. ประการสุดท้าย MRP ให้ความสำคัญมากต่อแผนการผลิตที่กำหนดค่าความต้องการสินค้าสำเร็จรูปในช่วงเวลาต่างๆมาให้ ดังนั้นการคำนวณหาเวลาต้องการส่วนประกอบ เวลาต้องการชิ้นส่วน และเวลาต้องการวัตถุดิบ จึงควรอยู่ในหน่วยเวลาเดียวกันเช่น เป็นวัน สัปดาห์ หรือเดือนเหมือนกัน

โดยทั่วไปกระบวนการระบบการวางแผนการใช้วัสดุ มักจะแสดงผลเป็นตาราง ซึ่งมีรูปแบบดังแสดงในรูปที่ 4.8 โดยจะประกอบด้วยส่วนต่างๆดังนี้คือ

ก. <u>ปริมาณการใช้ขั้นต้น</u> (gross requirement ) เป็นปริมาณวัสดุที่จำเป็นต้องมี เพื่อจะสามารถผลิตสินค้าได้ตามตารางกำหนดการผลิตหลัก

ข. <u>จำนวนที่ได้รับตามกำหนดเวลา</u> ( schedule receipts) หมายถึงจำนวนที่ได้ออกคำสั่งซื้อหรือให้ผลิตไปแล้วในอดีต ให้จัดส่งวัสดุมาให้ในช่วงเวลาต่างๆอย่างมีกำหนดเวลา และจำนวนที่แน่นอน

ค. <u>จำนวนที่มีอยู่ในมือ</u> (on hand ) หมายถึงจำนวนของวัสดุคงคลังที่เหลืออยู่ตอนปลายช่วงเวลา โดยตัวเลขที่มีอยู่ในช่องติดกันนั้นคือ จำนวนวัสดุคงคลังของเวลาเริ่มต้นของการจัดทำ MRP ที่มีอยู่

ง. <u>ปริมาณการใช้สุทธิ</u> (net requirement ) ได้มาจากการปรับตัวเลขจากค่าปริมาณการใช้ขั้นต้นด้วยจำนวนที่มีอยู่ในมือ และที่จะได้รับตามกำหนดเวลาหรือ

Net requirement = gross requirement of material level 1

- on order quantity - on hand quantity

จ. <u>การออกใบสั่งให้จัดหาวัสดุมาตามแผน</u> (Planned-Order Releases) เป็นบรรทัดที่มีความสำคัญมากที่สุด เพราะเป็นตัวเลขเริ่มต้นที่จะทำการผลิตหรือการประกอบให้ได้จำนวนครบตามที่กำหนดไว้ในตารางกำหนดการผลิตหลัก

ฉ. <u>ขนาดสั่งซื้อหรือผลิต</u> (Lot sizing ) การจัดทำ MRP จะต้องสร้างอีกบรรทัดหนึ่งเพิ่มเติมคือ บรรทัดของ Planned-Order Receipts โดยตัวเลขที่จะใส่ลงในช่องนี้มาจากการปรับค่าความต้องการสุทธิของช่วงเวลานั้น ให้เหมาะสมกับขนาดสั่งซื้อที่กำหนดไว้

ช. วัสดุคงคลังสำรอง (Safety Stock ) เป็นปริมาณวัสดุคงคลังสำรองเพื่อความปลอดภัย ซึ่งอาจจะเนื่องมาจากการชะงักงันในการผลิตด้านต่างๆเช่น เครื่องจักรชำรุด การนัดหยุดงานของคนงาน เป็นต้น

| | Period | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Gross Requirements | 785 | 1,200 | 1,500 | 1,400 | 1,600 | |
| Schedule Receipts | | | | | | |
| On hand 1,258 | 273 | -927 | -1427 | -827 | -1,427 | 573 |
| Net Requirements | | 927 | 1,427 | 827 | 1,427 | |
| Planned-order receipts | | 1,000 | 2,000 | 1,000 | 2,000 | |
| Planned-order releases | 1,000 | 2,000 | 1,000 | 2,000 | | |

Safety Stock = 200 Lot size = 1,000 Lead time = 1

รูปที่ 4.8 แสดง MRP ในกรณีที่มีการกำหนดขนาดสั่งซื้อและกำหนดวัสดุคงคลังสำรอง