

บทที่ 2

ทฤษฎีและวรรณกรรมปริทัศน์

การพัฒนาอุปสงค์โดยการสร้างเป็นโปรแกรมสำเร็จรูปนี้ ลักษณะของโปรแกรมจะอยู่ในรูปแบบของการจัดการสินค้าคงคลังโดยอุปสงค์ที่สร้างขึ้นจะแทนอุปสงค์ที่เกิดขึ้นในแต่ละวัน จากอุปสงค์รายปีของลูกค้า การจัดการสินค้าคงคลังนั้นจะคำนึงถึงระดับวัสดุคงคลังขั้นต่ำหรือระดับวัสดุคงคลังที่ปลอดภัย (Safety Stock) เมื่อมีอุปสงค์เกิดขึ้นตลอดเวลาทำให้สินค้าคงคลังมีระดับลดลงต่ำกว่าที่กำหนดไว้ จะทำการผลิตเพิ่มเติมเข้าไปในคงคลังโดยนำหลักการปริมาณการสั่งที่ประหยัด กรณีสั่งผลิต แบบผลิตและใช้ไปพร้อมกัน ปริมาณที่ต้องผลิตเพิ่มจะเป็นข้อมูลที่นำมาใช้ในการจัดตารางการผลิต หลักการที่นำมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาอุปสงค์ในรูปแบบของการสร้างโปรแกรมสำเร็จรูปประกอบด้วย ปริมาณการสั่งผลิตที่ประหยัดที่สุด (Economic Production Quantity: EPQ) ระดับการให้บริการ (Service Level), ระดับคงคลังปลอดภัย (Safety Stock: SS) การสุ่มตัวเลขโดยหลักการการกระจายตัวแบบปกติ ภาษาในการใช้เขียนโปรแกรม (Visual Basic) โปรแกรมจัดตารางการผลิตสำเร็จรูป Lकिन Scheduler คำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับการจัดตารางการผลิต และการวิเคราะห์ข้อมูลนำเข้า (Input Analyzer)

2.1 ปริมาณการสั่งที่ประหยัด (Economic Production Quantity)

เป็นระบบสินค้าคงคลังที่ใช้กันอย่างแพร่หลายมานาน โดยที่ระบบนี้ใช้กับสินค้าคงคลังที่มีลักษณะของความต้องการที่เป็นอิสระไม่เกี่ยวข้องต่อเนื่องกับความต้องการของสินค้าคงคลังตัวอื่น จึงต้องวางแผนพิจารณาความต้องการอย่างเป็นเอกเทศด้วยวิธีพยากรณ์อุปสงค์ของลูกค้าโดยตรง ระบบปริมาณการสั่งที่ประหยัดจะพิจารณาต้นทุนรวมของสินค้าคงคลังที่ต่ำสุดเป็นหลัก เพื่อกำหนดระดับปริมาณการสั่งต่อครั้งที่เรียกว่า “ขนาดการสั่งที่ประหยัด” ซึ่งการจัดการสินค้าคงคลังในแต่ละสถานการณ์ต้องวิเคราะห์บนพื้นฐานของคุณลักษณะของระบบสินค้าคงคลังเฉพาะรายนั้นๆ สำหรับในงานวิจัยฉบับนี้จะแสดงการคำนวณหาปริมาณการสั่งที่ประหยัดภายใต้สถานการณ์กรณีสั่งผลิต โดยมีการผลิตและใช้ไปพร้อมกัน

ในการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์สำหรับการคำนวณปริมาณการสั่งที่ประหยัด ภายใต้สถานการณ์ต่างๆ จะต้องใช้ตัวแปรหลายตัวประกอบการคำนวณดังนี้

- D = อุปสงค์ต่อปีของสินค้าหนึ่งรายการ (หน่วย/ปี)
- Q = ปริมาณการสั่งซื้อสินค้าเมื่อถึงจุดสั่งซื้อในแต่ละครั้ง (หน่วย/ครั้ง)
- H = ต้นทุนรวมในการถือครองสินค้าคงคลังหนึ่งหน่วยเป็นเวลา 1 ปี (บาท/หน่วย/ปี)
- h = ต้นทุนรวมในการถือครองสินค้าคงคลังมีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ต่อปี
- w = ค่าใช้จ่ายในการถือครองสินค้าคงคลังเฉพาะที่เกี่ยวข้องกับค่าเก็บรักษา (บาท/หน่วย/ปี)
- I = ค่าใช้จ่ายในการถือครองสินค้าคงคลังเฉพาะที่เกี่ยวข้องกับดอกเบี้ยจมน
(บาท/หน่วย/ปี)
- $= iC$
- i = ค่าใช้จ่ายในการถือครองสินค้าคงคลังเฉพาะที่เกี่ยวข้องกับต้นทุนดอกเบี้ยจมน
แต่ประมาณในหน่วยของเปอร์เซ็นต์ต่อปี (เปอร์เซ็นต์/ปี)
- C = ต้นทุนวัสดุต่อหน่วย (บาท/หน่วย)
- P = ต้นทุนในการสั่งซื้อต่อครั้ง (บาท/ครั้ง)
- TC = ต้นทุนรวมการควบคุมสินค้าคงคลังต่อปีไม่รวมราคาวัสดุ (บาท/ปี)
- TC = ต้นทุนรวมการควบคุมสินค้าคงคลังต่อปีรวมราคาวัสดุ (บาท/ปี)

2.1.1 กรณีสั่งผลิต แบบผลิตและใช้ไปพร้อมกัน (Economic Production Quantity)

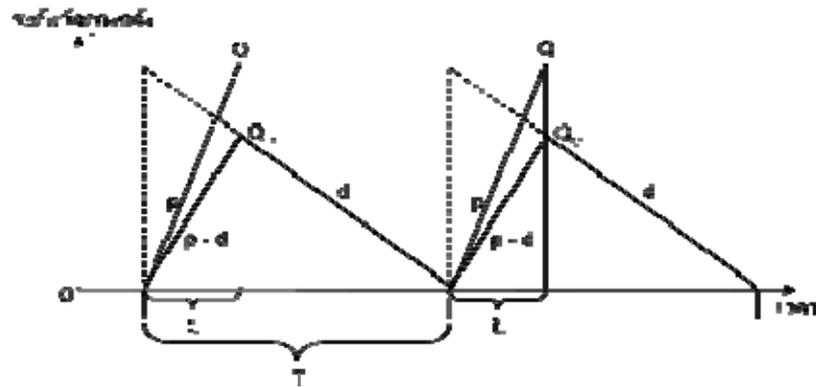
ตัวแบบวัสดุคงคลังสำหรับการสั่งผลิตที่ประหยัดจะมีประโยชน์สำหรับหาขนาดของการสั่งเมื่อผลิตวัสดุในหนึ่งขั้นตอนของการผลิต แล้วจัดเก็บเป็นวัสดุคงคลัง หลังจากนั้นส่งไปตามขั้นตอนถัดไปของการผลิตหรือส่งต่อไปให้ลูกค้า ตัวแบบวัสดุคงคลังกรณีสั่งผลิตนี้จะคล้ายกับตัวแบบของการสั่งซื้อที่ประหยัด ซึ่งในกรณีสั่งผลิต แบบผลิตและใช้ไปพร้อมกันนี้ การเพิ่มขึ้นของวัสดุคงคลังในช่วงแรกของวัฏจักรการผลิต จะเพิ่มขึ้นด้วยอัตรา $p-d$ ดังภาพที่ 2.1 ดังนั้น ในช่วงเวลา t_1 ที่ผลิตวัสดุได้ตามจำนวนที่สั่ง Q หน่วย แต่วัสดุคงคลังจะไม่ถึงระดับ Q หน่วยแต่จะเท่ากับระดับ Q_M หน่วย เนื่องจากการนำวัสดุคงคลังออกไปใช้ระหว่างการผลิต พิภพ เล้าประจาง (2545) แสดงการคำนวณหา Q_M ไว้ดังนี้

$$Q_M = (p - d)t_1 \quad (2.1)$$

แทนค่า $t_1 = Q/p$ ลงในสมการ (2.1)

$$Q_M = \frac{Q}{p} (p - d) \quad (1.2)$$

ในขณะที่การผลิตสิ้นสุดลงแล้วแต่การใช้ยังคงดำเนินต่อไป จึงทำให้วัสดุคงคลังค่อยๆ ททยลดลงด้วยอัตรา d จนกระทั่งวัสดุคงคลังหมด วัสดุคงคลังที่เกิดจากการสั่งผลิตรุ่นถัดไปก็จะเข้ามาพอดี ระดับการขึ้นลงของวัสดุคงคลังก็จะเป็นวัฏจักรเช่นนี้ไปเรื่อยๆ ดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1

ระดับวัสดุคงคลังของตัวแบบการสั่งผลิตกรณีผลิตและใช้ไปพร้อมๆ กัน
ที่มา: หนังสือการบริหารพัสดุคงคลัง ของ พิภพ ลลิตาภรณ์ หน้า 92

การสั่งผลิตให้อยู่ในปริมาณ Q หรือ Q_M หน่วยจะขึ้นอยู่กับนโยบายของบริษัทด้วย
สำหรับต้นทุนการ

ควบคุมวัสดุคงคลังต่อปีจะประกอบไปด้วยต้นทุนดังต่อไปนี้

$$\text{ต้นทุนการถือครองวัสดุคงคลังต่อปี} = \frac{Q_M}{2} H \quad \text{บาท}$$

แทนค่า Q_M จะได้

ต้นทุนการถือครองวัสดุคงคลังต่อปีเท่ากับ

$$\frac{Q}{2} \frac{(p-d)}{p} H \quad \text{บาทต่อปี} \quad (2.3)$$

$$\text{ต้นทุนในการสั่งผลิตต่อปี} = \frac{D}{Q} P \quad \text{บาทต่อปี} \quad (2.4)$$

ดังนั้นต้นทุนรวมการควบคุมวัสดุคงคลังต่อปี

$$TC = \frac{D}{Q}P + \frac{Q(p-d)}{2}H \quad \text{บาทต่อปี} \quad (2.5)$$

ปริมาณการสั่งที่ประหยัด (Q_0) คือ จุดที่ต้นทุนในการสั่งผลิตต่อปีเท่ากับต้นทุนในการถือครองวัสดุคงคลังต่อปี ซึ่งสามารถหาได้จาก

$$Q_0 = \sqrt{\frac{2DP}{H(1-\frac{d}{p})}} \quad \text{หน่วย} \quad (2.6)$$

โดยที่ D คือ อัตราความต้องการต่อปี P คือ ต้นทุนในการสั่งผลิตต่อครั้ง H คือ ต้นทุนในการถือครองวัสดุคงคลัง d คือ อัตราการใช้ต่อหน่วยเวลา p คือ อัตราการผลิตต่อหน่วยเวลา

2.1.2 ระดับการให้บริการ (Service Level)

ระดับบริการจะมีผลต่อระดับคงคลังปลอดภัย (Safety Stock) จะขึ้นอยู่กับนโยบายของผู้บริหาร อย่างไรก็ตามการมีของคงคลังสำรองก็เป็นการสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายด้วย ดังนั้นของคงคลังสำรองจะมีผลต่อต้นทุนของธุรกิจ 2 ประการ คือ ทำให้ต้นทุนที่เกิดจากของคงคลังขาดแคลนลดลง แต่ทำให้ต้นทุนในการจัดให้มีของคงคลังเพิ่มขึ้น นอกจากนั้นจะสังเกตได้ว่า จำนวนของคงคลังสำรองจะถูกเก็บไว้เป็นจำนวนคงที่อยู่ตลอดเวลา ระดับการให้บริการถ้ามีระดับการให้บริการสูง ระดับคงคลังปลอดภัยก็จะสูงตามไปด้วย และค่าใช้จ่ายในการถือครองวัสดุคงคลังจากการมีคงคลังปลอดภัยก็จะสูงตามไปด้วย โดยส่วนมากจะจัดให้มีคงคลังปลอดภัยในระดับที่ไม่สูงไม่ต่ำจนเกินไป ควรทำให้ต้นทุนรวมที่เกิดจากต้นทุนคงคลังปลอดภัยและต้นทุนที่เกิดจากการขาดสินค้าคงคลังต่ำสุด แนวทางในการคำนวณระดับบริการมีดังนี้

พิจารณาจากจำนวนครั้งที่ขอเบิกทั้งหมด

$$\text{ระดับบริการ} = 1 - \left(\frac{\text{จำนวนครั้งที่ขอเบิกแล้วได้ไม่ครบตามกำหนดที่ขอ} / \text{จำนวนครั้งที่ขอเบิกทั้งหมด}}{\text{เบิกทั้งหมด}} \right) \quad (2.7)$$

พิจารณาเฉพาะรายการพัสดุคงคลังที่มีการจัดเก็บ

$$\text{ระดับบริการ} = 1 - \left(\frac{\text{จำนวนครั้งที่ขอเบิกวัสดุคงคลังที่มีการจัดเก็บแล้วไม่ได้ครบตามจำนวนที่ขอ} / \text{จำนวนครั้งที่เบิกรายการวัสดุคงคลังที่มีการจัดเก็บทั้งหมด}}{\text{เบิกทั้งหมด}} \right) \quad (2.8)$$

$$\begin{aligned} \text{ระดับบริการ (\%)} &= 100 \text{ เปอร์เซ็นต์} - \text{ความเสี่ยงของการขาดสต็อก} \\ \text{หรือ} &= (\text{Received Cases/Ordered Cases}) \times 100 \end{aligned} \quad (2.9)$$

2.1.3 ระดับคงคลังปลอดภัย (Safety Stock)

เป็นคงคลังส่วนเกินที่จัดเตรียมไว้ระดับหนึ่ง หรือจุดต่ำสุดของคงคลัง โดยกำหนดให้ของคงคลังนั้นเป็นระดับที่ต้องมีสำรองอยู่ตลอดเวลา จุดมุ่งหมายเพื่อหลีกเลี่ยงหรือป้องกันของคงคลังขาดแคลนที่อาจจะเกิดขึ้นจากความไม่แน่นอนของอุปสงค์ และระยะเวลาสั่งซื้อหรือผลิตเพิ่ม ซึ่งจะมีผลเสียหายหลายประการ โดยเกิดจากสาเหตุสำคัญ 2 ประการคือ

ก) เพื่อสำหรับความไม่แน่นอนในอัตราความต้องการ โดยอาจดูจากสถิติของปีก่อน ดูยอดอัตราความต้องการที่สูงผิดปกติที่สุด ค่าแตกต่างระหว่างอัตราการใช้ตามปกติ และอัตราการใช้สูงสุด จะถูกนำมาพิจารณาเป็นค่าเผื่อที่ต้องสำรองไว้ (ถ้าจะให้มีความถูกต้องเหมาะสมมากขึ้นควรจะใช้สูตรทางสถิติเข้ามาช่วยในการประมาณการด้วย)

ข) เพื่อสำหรับความไม่แน่นอนของช่วงเวลานำ โดยทบทวนดูจากสถิติย้อนหลังประมาณ 2 ปี สำหรับช่วงเวลานำที่นานผิดปกติ ค่าความแตกต่างระหว่างเวลานำที่ยาวนานที่สุดกับเวลานำปกติที่ใช้ในการส่งมอบจะถูกนำมาพิจารณาเป็นระดับการเผื่อ

วิธีทางสถิติที่นำมาใช้ในการคำนวณคงคลังปลอดภัยจะอยู่บนสมมติฐานที่ว่าความแปรปรวนของข้อมูลไม่ว่าจะเป็นอุปสงค์หรือช่วงเวลานำมีการกระจายตัวแบบปกติ (Normal Distribution) ทั้งนี้เนื่องจากความแปรปรวนที่เกิดขึ้นในสภาพแวดล้อมของการผลิตมักจะมีการกระจายตัวแบบปกติ ภายใต้การกระจายแบบปกติของอัตราการใช้ในช่วงเวลานำ เราสามารถหาค่าคงคลังปลอดภัยได้ ดังนี้

$$ss = Z\sigma_{dLT} \quad \text{หน่วย} \quad (2.10)$$

โดยที่ ss คือ ระดับคงคลังปลอดภัย Z คือ ค่ามาตรฐานภายใต้ระดับบริการที่กำหนดไว้ของการแจกแจงปกติ σ_{dLT} คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของความต้องการในช่วงเวลานำ

สำหรับวิธีการหาคงคลังปลอดภัยในสถานการณ์ที่มีอุปสงค์ที่ไม่แน่นอน แต่ช่วงเวลานำแน่นอน สำหรับกรณีการเกิดเหตุการณ์ในแต่ละหน่วยเวลาตลอดช่วงเวลานำเป็นแบบอนุกรมอิสระ โดยสมมติว่าในแต่ละหน่วยเวลามีค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากัน สามารถหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุปสงค์ในช่วงเวลานำได้จาก

$$\begin{aligned}\sigma_{dLT} &= \sqrt{\sigma_{d_1}^2 + \sigma_{d_2}^2 + \dots + \sigma_{dLT}^2} \\ &= \sqrt{\sum_{i=1}^{LT} \sigma_{d_i}^2} = \sqrt{(LT)\sigma_d^2} \\ \sigma_{dLT} &= \sigma_d \sqrt{LT}\end{aligned}\quad (2.11)$$

เมื่อ LT = ช่วงเวลานำ (คงที่) โดยที่ LT คือ ช่วงเวลานำ σ_d คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอัตราการใช้ต่อหน่วยเวลาดังนั้นระดับคงคลังปลอดภัยหาได้จากสูตรดังนี้

$$ss = Z\sigma_d \sqrt{LT} \quad (2.12)$$

2.1.4 การสุ่มตัวเลขโดยหลักการการกระจายตัวแบบปกติ

สำหรับการจำลองแบบทางคอมพิวเตอร์โดยทั่วไปการประค่าที่ใช้จะอยู่ในรูปของการแจกแจงแบบปกติ วิธีที่มีประสิทธิภาพและเป็นที่ยอมรับใช้มากวิธีหนึ่งก็คือการแปลงแบบ Box-Muller จะเป็นการสร้างตัวเลขสุ่มแบบแจกแจงแบบปกติ (Normally distributed) จากตัวเลขสุ่มแบบยูนิฟอร์มสองตัว (Uniformly distributed) ที่มีค่าอยู่ระหว่าง (0, 1] จากงานวิจัยของ Everett (1994) นำวิธีการแบบ Polar ฟอรัมของการแปลงแบบ Box-Muller มาประยุกต์ใช้ในการหาตัวเลขสุ่มแบบแจกแจงปกติ ซึ่งหาได้ดังนี้

$$\begin{aligned}x1 &= 2.0 \times \text{ranf}(\) - 1.0; \\ x2 &= 2.0 \times \text{ranf}(\) - 1.0; \\ w &= x1^2 + x2^2 \\ w &\text{ ต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 1 เท่านั้น} \\ w &= \sqrt{((-2.0 \times \ln(w))/w)} \\ y1 &= x1 \times w; \quad (2.13)\end{aligned}$$

$$y2 = x2 \times w; \quad (2.14)$$

โดยที่ $\text{ranf}(\)$ = ตัวเลขสุ่มแบบการกระจายตัวแบบยูนิฟอร์ม มีค่า (0, 1]

$y1, y2$ = ตัวเลขสุ่มแบบการกระจายตัวแบบปกติ

เนื่องจากอุปสงค์ที่เกิดขึ้นในสภาพการผลิตจริงจะมีลักษณะที่ไม่แน่นอน งานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดในการพัฒนาอุปสงค์เพื่อเลียนแบบอุปสงค์ที่แท้จริง โดยการสุ่มกระจายอุปสงค์รายปีออกมาเป็นรายวันด้วยหลักการการกระจายตัวแบบปกติ และจะอ้างอิงจากการแบ่งอุปสงค์ออกเป็นส่วนเท่าๆ กัน สามารถคำนวณได้ดังนี้

คำนวณหาค่าเฉลี่ยของอุปสงค์ต่อจำนวนวันทำการผลิตได้ดังนี้

$$Mean = \frac{Demand}{nDay} \quad \text{หน่วย} \quad (2.15)$$

โดยที่ *Mean* คือ อุปสงค์เฉลี่ยต่อจำนวนวันทำการ *Demand* คือ อุปสงค์รายปีของสินค้าแต่ละชนิด *nDay* คือ จำนวนวันทำการ

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: S.D.) เป็นการวัดการกระจายแบบหนึ่งของกลุ่มข้อมูล สามารถนำไปใช้กับการแจกแจงความน่าจะเป็น ตัวแปรสุ่มสามารถหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุปสงค์ได้ดังนี้

$$SD = \sqrt{\frac{(Demand \times VolumeVariation)}{(nDay \times 100)}} \quad (2.16)$$

โดยที่ *SD* คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุปสงค์มีหน่วยเป็นชิ้น (units) *VolumeVariation* คือ ค่าความแปรปรวนของอุปสงค์ของสินค้าแต่ละชนิด

จากหลักการกระจายแบบปกติ สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการกระจายอุปสงค์รายปีออกมาเป็นรายวันได้ดังนี้

$$DD(i) = (Rnd \times SD) + Mean \quad (2.17)$$

โดยที่ *Rnd* คือ ตัวเลขสุ่มมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 และ *DD(i)* คือ อุปสงค์รายวันของวันทำการที่ *i*

2.1.5 ภาษาวิซวลเบสิก (Visual Basic)

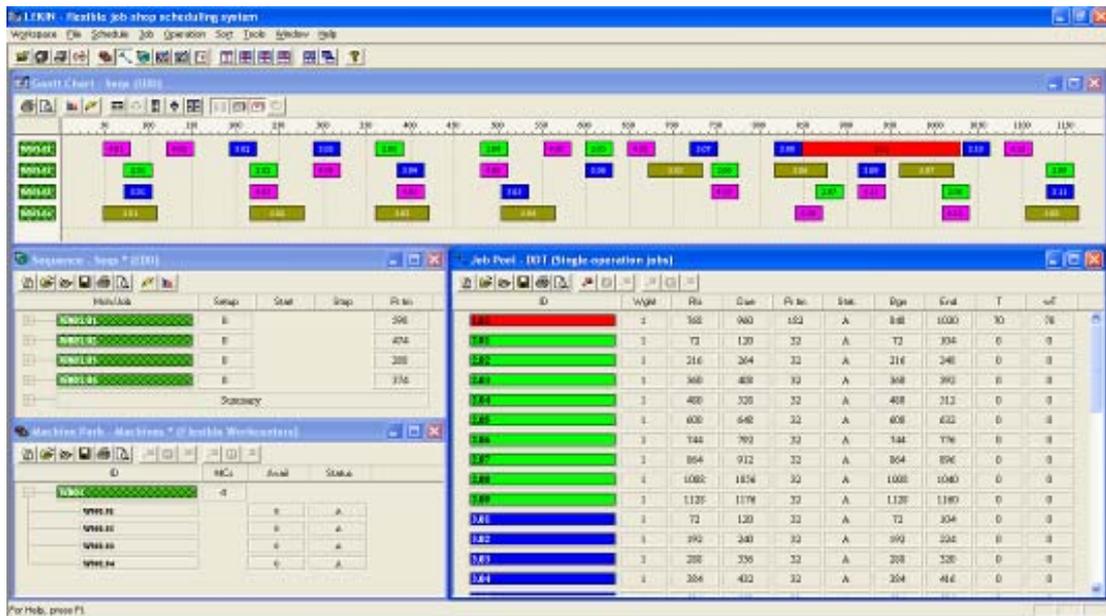
Visual Basic (VB) คือ ชื่อของภาษาโปรแกรม และเครื่องมือพัฒนาที่รวมอยู่ในชุดเดียวกัน เป็นภาษาหนึ่งที่ใช้สำหรับเขียนโปรแกรมเพื่อให้ทำงานภายใต้ .NET Framework หรือกล่าวได้ว่า Visual Basic ก็คือภาษาโปรแกรมของ .NET (NET language) ภาษาหนึ่งนั่นเอง ภาษา Visual Basic มีวิวัฒนาการมาเพื่อให้เป็นภาษาสำหรับสร้างโปรแกรมที่แสดงผลแบบกราฟิก โดยมีสภาพแวดล้อมในการพัฒนาแบบ visual programming

Visual Basic ถือได้ว่าเป็นภาษาที่มีคนใช้งานมากที่สุดในโลกภาษาหนึ่ง ด้วยจุดเด่นคือสามารถใช้สร้างโปรแกรมได้อย่างสะดวกรวดเร็ว และมี productivity สูงกว่าภาษาอื่นๆ หมายความว่าในเวลาเท่ากัน ถ้าเขียนด้วย Visual Basic จะได้งานมากกว่า เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมที่เขียนด้วยภาษา Visual Basic ในงานวิจัยนี้จะใช้โปรแกรม Microsoft Visual Studio 6.0 ในการเขียนโปรแกรม

2.1.6 โปรแกรมจัดการตารางการผลิตสำเร็จรูป Lekin Scheduler

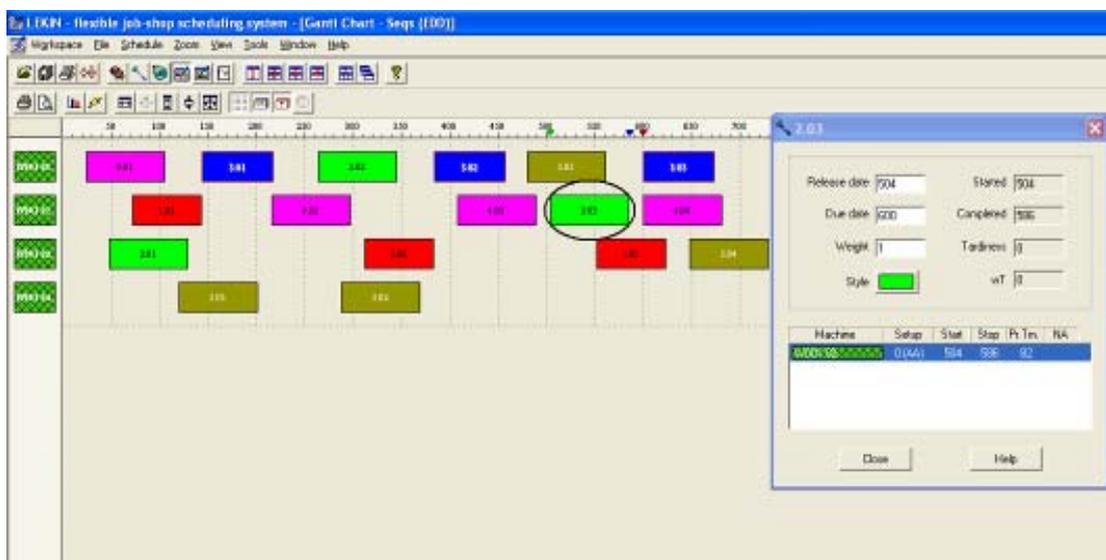
LEKIN® เป็นโปรแกรมจัดการตารางการผลิตที่เป็นโปรแกรมฟรีสามารถดาวน์โหลดได้ ซึ่งเวอร์ชันที่ให้ดาวน์โหลดจะถูกพัฒนาให้สามารถใช้งานได้ 50 งาน 20 สถานีงานและเครื่องจักร 100 เครื่อง LEKIN® เป็นระบบการจัดการตารางการผลิตที่ถูกพัฒนาขึ้นโดย นักศึกษาของมหาวิทยาลัยโคลัมเบีย โปรแกรมนี้ถูกสร้างมาเพื่อเป็นเครื่องมือทางการศึกษาโดยจะมุ่งเน้นไปที่การอธิบายให้นักศึกษาได้ทราบถึงทฤษฎีในการจัดการตารางการผลิตและลักษณะการทำงานโดยนำ algorithm ของแต่ละทฤษฎีมาใช้ในการพัฒนา โดยโปรแกรมนี้ถูกออกแบบพัฒนาขึ้นมาเพื่อวางแผนและจัดการตารางการผลิตสำหรับภาคอุตสาหกรรมและภาคบริการ โปรแกรมนี้สามารถที่จะแสดงและวิเคราะห์ในลักษณะต่างๆ ดังนี้

- สภาพการทำงานพื้นฐาน 6 แบบ คือ เครื่องจักรเดี่ยว เครื่องจักรแบบขนาน ระบบผลิตแบบไหลลื่น ระบบผลิตแบบตามงาน ระบบการผลิตแบบไหลลื่นแบบยืดหยุ่น และระบบการผลิตแบบตามงานแบบยืดหยุ่น
- กลุ่มของปัญหาตัวอย่าง
- ป้อนข้อมูลของปัญหาของผู้ลงไปได้ง่าย
- มีกฎทฤษฎีและวิธีทางฮิวริสติกส์ที่หลากหลายใช้งานได้อย่างรวดเร็ว
- มี Gantt Chart ที่มีคุณสมบัติลากและวางได้
- มีเครื่องมือทางกราฟฟิกสำหรับวิเคราะห์เทียบเคียงของตารางการผลิตที่ต่างกัน
- แสดงผลออกมาเป็นกราฟฟิก
- ง่ายในการ ส่งเข้าและส่งออกของ algorithm ที่นอกเหนือจากนี้



ภาพที่ 2.2

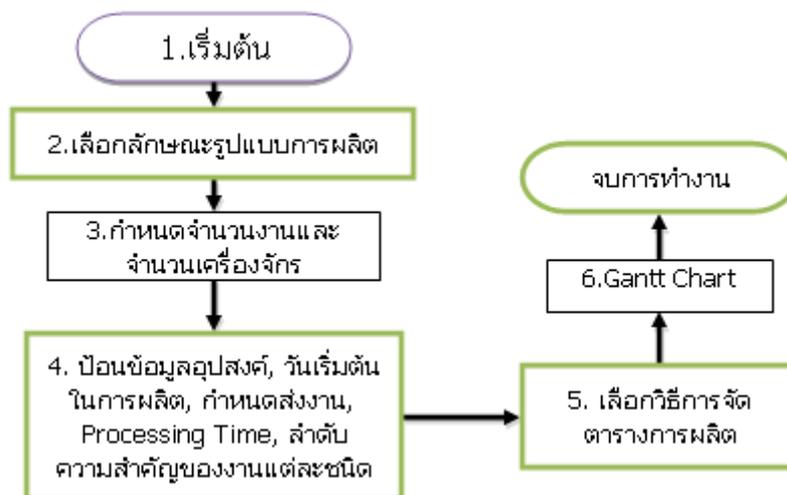
ตัวอย่างโปรแกรม Lekin Scheduler



ภาพที่ 2.3

ตัวอย่างโปรแกรม Lekin Scheduler (ต่อ)

ขั้นตอนในการแก้ปัญหาโดยวิธีการจัดตารางการผลิตด้วยโปรแกรม Legin Scheduler (ดังแสดงดังภาพที่ 2.4) เริ่มต้นจากระบุลักษณะของปัญหาว่ามีลักษณะการผลิตแบบใด เลือกจำนวนงานและจำนวนเครื่องจักร เมื่อระบุแล้วเลือกวิธีการจัดตารางการผลิต จะได้ Gantt Chart แสดงเวลาในการผลิตของงานแต่ละชนิด



ภาพที่ 2.4

ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม Legin Scheduler

กฎการจัดตารางการผลิตในโปรแกรม Legin Scheduler

1. ATCS (Apparent Tardiness Cost with Setups) ต้นทุนงานที่ไม่เสร็จสิ้นตามกำหนดที่เห็นได้ชัด เป็นกฎในการจัดตารางการผลิตที่ซับซ้อนที่สุดสำหรับการหาผลรวมของเวลาส่งงานไม่ทันกำหนดที่ถ่วงน้ำหนักที่มีค่าเหมาะสมที่สุด (Total Weighted Tardiness) กฎนี้จะมี ความเกี่ยวข้องกับ WSPT และ MS

2. EDD (Earliest Due Date) งานที่มีกำหนดส่งก่อนจะทำการผลิตก่อน เป็นกฎอย่างง่ายสำหรับการหาค่าเวลาส่งงานไม่ทันกำหนดมากที่สุด (Maximum Tardiness) ซึ่งจะไม่นำค่าถ่วงน้ำหนักความสำคัญของงานมาคำนวณ ผลจะเป็นที่เหมาะสมที่สุดสำหรับกรณีที่เป็นเครื่องจักรเดี่ยว และวันเริ่มต้นปล่อยงานเป็นศูนย์

3. MS (Minimum Slack) คือ เวลาเพียงพอน้อยที่สุด เป็นส่วนผกผันกับ EDD

4. FCFS (First Come – First Served) จัดตารางการผลิตตามคำสั่งในการผลิต นั่นคือ

งานใดมีคำสั่งผลิตก่อนก็จะทำการผลิตก่อน กฎนี้อาจจะเป็นกฎที่เหมาะสมเท่าที่ควร

5. LPT (Longest Processing Time) จะพิจารณางานที่มีเวลาในการผลิตมากที่สุดก่อน ในการจัดตารางการผลิต จัดสมดุขของงาน พยายามทำให้ภาระงานบนเครื่องจักรแต่ละตัวมีค่าเท่าๆ กัน หาเวลาเสร็จสิ้นท้ายที่สุด (Makespan) ที่เหมาะสมที่สุด

6. SPT (Shortest Processing Time) จะพิจารณางานที่มีเวลาในการผลิตน้อยที่สุดก่อน ในการจัดตารางการผลิต หาผลรวมของเวลางานอยู่ในระบบรวม (Total Flow Time) ที่เหมาะสมที่สุด

7. WSPT (Weighted Shortest Processing Time) ระยะเวลาการทำงานที่สั้นที่สุดที่มีการถ่วงน้ำหนัก ซึ่งจะทำให้การพิจารณางานที่มีการให้น้ำหนักความสำคัญมากที่สุดก่อนแล้วเรียงตามระยะเวลาการทำงานจากน้อยที่สุดก่อน กฎนี้ก็คือเป็นการให้น้ำหนักความสำคัญของกฎ SPT โดยจะหาผลรวมของเวลางานอยู่ในระบบแบบถ่วงน้ำหนัก (Total Weighted Flow Time) ที่เหมาะสมที่สุด

8. CS (Critical Ratio) เป็นการจัดตารางการผลิตให้สอดคล้องกับอัตราส่วนของส่วนต่างของเวลาระหว่างกำหนดส่งกับเวลาของงานที่ทำไปแล้ว ต่อระยะเวลาในการทำงานของงานนั้น โดยจะเรียงตามอัตราส่วนที่น้อยที่สุดก่อน

9. General SB Routine เป็นวิธีการทาง heuristic ที่เป็นวิธีการทั่วไป สามารถใช้ได้กับทุกสภาพลักษณะการทำงาน และ 6 จาก 7 วัตถุประสงค์ ก็คือ

- ระยะเวลาเสร็จสิ้นท้ายที่สุด (makespan)
- เวลาส่งงานไม่ทันมากที่สุด (Max. Tardiness)
- ผลรวมของเวลางานอยู่ในระบบ (Total Flow Time)
- ผลรวมของเวลาส่งงานไม่ทันกำหนด (Total Tardiness)
- ผลรวมของเวลางานอยู่ในระบบแบบถ่วงน้ำหนัก (Total Weighted Flow Time)
- ผลรวมของเวลาส่งงานไม่ทันกำหนดแบบถ่วงน้ำหนัก (Total Weighted Tardiness)

อย่างไรก็ตาม ความสามารถในการทำงานของวิธีนี้มีข้อบกพร่องบางส่วนในการออกแบบ นั่นก็คือ มีข้อจำกัดตรงที่ถ้าในสภาวะที่มีงาน 15 งานจะทำให้ความเร็วในการประมวลผลต่ำลง วิธีกรนี้จะทำให้เกิดคอขวดในการทำงาน

10. Shifting Bottleneck/sum wT วิธีการนี้เป็นวิธีการทาง heuristic ออกแบบโดยเฉพาะ

สำหรับลักษณะงานแบบ Job Shop วิธีการนี้จะมีคุณภาพสูง แต่อย่างไรก็ตามวิธีนี้จะสนับสนุนเฉพาะ ผลรวมของเวลาส่งงานไม่ทันกำหนดแบบถ่วงน้ำหนักเท่านั้น (Total Weighted Tardiness) ในขณะที่เดียวกัน ความเร็วของวิธีนี้จะแย่ลงเมื่อมีจำนวนงานมากกว่า 12 งาน

11. Shifting Bottleneck/Tmax วิธีนี้ถูกออกแบบเฉพาะสำหรับลักษณะงานที่เป็น Job Shop ธรรมดา วิธีการนี้จะสามารถกำหนดวัตถุประสงค์ได้สองอย่างคือ เวลาส่งงานไม่ทันมากที่สุด (Maximum Tardiness) เป็นวัตถุประสงค์แรกและ เวลาเสร็จสิ้นงานท้ายที่สุด (Makespan) เป็นวัตถุประสงค์ที่สอง

12. SB-LS algorithm วิธีนี้เป็นวิธีการทาง heuristic ที่เป็นการรวมวิธีการที่เรียบง่ายของวิธี Shifting Bottleneck และ วิธี Local Search โดยออกแบบมาเฉพาะสำหรับลักษณะการทำงานแบบไหลลื่นแบบยืดหยุ่น (Flexible Flow Shops) วิธีนี้จะมีลักษณะที่แตกต่างจากวิธีอื่น ถ้าจำนวนของงานมากกว่าจำนวนของเครื่องจักร

13. The Local Search จะเหมาะสมเฉพาะกับงานที่มีสภาพแวดล้อมธรรมดา วิธีนี้จะมีรูปแบบของการหยุดบนความต้องการ ผู้ใช้สามารถที่จะเลือกช่วงเวลาที่ทำการประมวลผล หรือสามารถที่จะหยุดวิธีการนี้ได้ที่ช่วงใดช่วงหนึ่ง และสามารถไหลดตารางการผลิตที่ดีที่สุด

งานวิจัยฉบับนี้จะใช้วิธีการจัดตารางการผลิตแบบ EDD (Earliest Due Date) และ SPT (Shortest Processing Time) ในการเปรียบเทียบผลการจัดตารางการผลิตจากการนำอุปสงค์ที่ได้จากโปรแกรมที่สร้างขึ้นและอุปสงค์ที่ได้จากการแบ่งออกเป็นสัดส่วนเท่าๆ กัน

2.1.7 คำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับการจัดตารางการผลิต

คำศัพท์ส่วนใหญ่ที่เกี่ยวข้องกับการจัดตารางการผลิตที่จำเป็นจะต้องเข้าใจถึงความหมายให้ละเอียดและชัดเจน ได้แก่

1. **เวลาปฏิบัติงานบนหน่วยผลิต (Processing Time)** เป็นการพยากรณ์ค่าโดยประมาณว่าในการทำงานหนึ่งๆ ให้แล้วเสร็จจะต้องใช้เวลาเท่าไร ซึ่งส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของเวลาในการทำงานต่อหนึ่งหน่วย หรือเวลามาตรฐานในการผลิตสินค้า i บนเครื่องจักร j สัญลักษณ์ที่ใช้แทนด้วย T_{ij}
2. **เวลากำหนดส่งงาน (Due Date)** เป็นการกำหนดวันสุดท้ายของการส่งงาน

หรือเป็นการกำหนดว่างานจะต้องแล้วเสร็จในช่วงเวลาดังกล่าว ถ้าหากงานแล้วเสร็จหลังจากช่วงเวลาดังกล่าวจะถูกพิจารณาว่าส่งงานไม่ทันกำหนด และจะสมมติว่าถ้ามีการส่งงานล่าช้ากว่ากำหนดจะต้องถูกปรับ สัญลักษณ์ที่ใช้แทนด้วย d_i

3. **เวลาเบี่ยงเบน (Lateness)** เป็นความเบี่ยงเบนที่เกิดจากเวลาแล้วเสร็จของงานเบี่ยงเบนไปจากเวลากำหนดส่งงานของงานนั้น งาน ๆ หนึ่งอาจจะมีค่าเวลาเบี่ยงเบนเป็นบวก ถ้างานนั้นแล้วเสร็จหลังวันกำหนดส่ง และจะมีค่าเวลาเบี่ยงเบนเป็นลบ ถ้างานนั้นแล้วเสร็จก่อนเวลากำหนดส่ง สัญลักษณ์ที่ใช้แทนด้วย L_i สามารถคำนวณได้จาก

$$L_i = C_i - d_i \quad (2.18)$$

4. **เวลาส่งงานไม่ทันกำหนด (Tardiness)** เป็นเวลาของความเบี่ยงเบนที่มีค่าเป็นบวก ถ้างานเสร็จก่อนวันกำหนดส่งค่าเวลาเบี่ยงเบนจะมีค่าเป็นลบและค่าเวลาส่งงานไม่ทันกำหนดจะมีค่าเป็น 0 แต่ถ้างานมีค่าเวลาเบี่ยงเบนเป็นบวก ค่าบวกของเวลาเบี่ยงเบนนั้นก็จะมีหมายถึงจำนวนเวลาที่ส่งงานไม่ทันกำหนดด้วย ใช้สัญลักษณ์แทนด้วย T_i สามารถคำนวณได้จาก

$$T_i = \max(L_i, 0) \quad (2.19)$$

5. **เวลาในขั้นตอนการผลิตสินค้า (Operation Time)** เวลาที่ใช้ในการผลิตจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับขนาดของความต้องการ โดยจะต้องแปลงหน่วยของจำนวนความต้องการ (Demand) ให้อยู่ในรูปของชั่วโมงการทำงาน เพื่อที่จะจัดสรรและวางแผนในการใช้ทรัพยากรในการผลิตได้อย่างเหมาะสม แต่ในกระบวนการผลิตนั้นเครื่องจักรแต่ละเครื่องไม่ได้ทำการผลิตสินค้าเพียงชนิดเดียว เพราะฉะนั้นในการที่จะเปลี่ยนการผลิตจากสินค้าชนิดหนึ่งไปเป็นอีกชนิดหนึ่งนั้นจะต้องมีการปรับตั้งค่าเครื่องจักร (Set Up) เพื่อให้พร้อมต่อการผลิตสินค้านั้นๆ ซึ่งเวลาที่ใช้ในการปรับตั้งเครื่องจักร (Setup Time หรือ Change Over Time) นี้ จะนำมาคิดรวมกับเวลาทั้งหมดเวลาที่ทั้งหมดที่จะต้องผลิตตามจำนวนความต้องการของสินค้าแต่ละชนิด ใช้สัญลักษณ์แทนด้วย OT_{ij} สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$OT_{ij} = (D_i \times t_{ij}) + SU_{ij} + TD_{ij} \quad (2.20)$$

โดยที่ D_i คือ ปริมาณความต้องการของสินค้า i มีหน่วยเป็นชิ้น SU_{ij} คือ เวลาในการเตรียมพร้อมหรือปรับตั้งค่าเครื่องจักร j ในการผลิตสินค้า i ต่อครั้ง หรือ (Change Over Time) TD_{ij} คือ เวลาเตรียมการหลังขั้นตอนการผลิต

6. **เวลาดำหนดงานเสร็จ (Completion Time)** เป็นช่วงกว้างของเวลาระหว่างที่งานแรกได้เริ่มต้นขึ้น (เวลาที่งานแรกเริ่มต้นจะถูกกำหนดเป็น 0) จนกระทั่งถึงเวลางาน i ใดๆ ได้เสร็จสิ้นลง จะใช้สัญลักษณ์แทนด้วย C_i สามารถคำนวณได้จาก

$$C_i = ST_i + \sum_{m=1}^n TO_{im} + IT_i \quad (2.21)$$

โดยที่ ST_i คือ เวลาเริ่มต้นในการทำงานของงาน i มีหน่วยเป็นเวลา TO_{im} คือ เวลาในขั้นตอนการผลิตสินค้า i บนเครื่องจักร m มีหน่วยเป็นเวลา IT_i คือ เวลารอคอยรอคอย (Idle Time) ก่อนการผลิตหรือเวลารอคอยก่อนการขนส่ง ซึ่งเวลารอคอยนี้เป็นเวลาระหว่างการเปลี่ยนการผลิตจากเครื่องจักรหนึ่งไปยังอีกเครื่องจักรหนึ่ง

7. **เวลาเสร็จสิ้นท้ายที่สุด (Makespan)** ในการผลิตสินค้าออกมาเป็นสินค้าสำเร็จรูปนั้น จะต้องผ่านกระบวนการผลิตหลายขั้นตอนบนเครื่องจักร เวลาเสร็จสิ้นของแต่ละงานก็คือการที่งานนั้นผ่านกระบวนการทำงานตามขั้นตอนบนเครื่องจักรที่กำหนดจนครบ แต่การคำนวณเวลาเสร็จสิ้นท้ายที่สุดจะพิจารณาจากงานสุดท้ายตามลำดับขั้นตอนการผลิตที่ใช้ระยะเวลาในการผลิตมากที่สุด สามารถคำนวณดังนี้

$$\text{Makespan} = \max (\text{Completion Time of Job } j) \quad (2.22)$$

2.1.8 การวิเคราะห์ข้อมูลนำเข้า (Input Analyzer)

การศึกษาโดยการสร้างแบบจำลอง สิ่งที่มีความจำเป็นอย่างมากเกี่ยวกับการสร้างตัวแบบจำลอง คือข้อมูลนำเข้าที่เกี่ยวข้องกับระบบงานจริง เช่น ระบบแถวคอย ข้อมูลนำเข้าที่สำคัญคือ ระบบสินค้าคงคลัง ข้อมูลหลักคืออุปสงค์ที่เกิดขึ้นและระยะเวลาในการจัดส่งสินค้า เป็นต้น

การวิเคราะห์ข้อมูลนำเข้า เป็นการศึกษาถึงรูปแบบของข้อมูลที่นำเข้าว่ามีการแจกแจงรูปแบบใด ซึ่งลักษณะของข้อมูลส่วนใหญ่โดยเฉพาะข้อมูลอุปสงค์ที่เกิดขึ้นจะเป็นค่าไม่แน่นอน ไม่คงที่ และมีได้หลายค่า เมื่อสามารถวิเคราะห์รูปแบบของข้อมูลนำเข้าได้จะทำให้ทราบว่ารูปแบบการกระจายตรงตามรูปแบบที่ต้องการหรือไม่ จากงานวิจัยของรุ่งรัตน์ (2551) ใช้ Input Analyzer ในโปรแกรม Arena และโปรแกรม StatFit 2.0 ในการวิเคราะห์หาการแจกแจงของข้อมูล

1. การวิเคราะห์ข้อมูลนำเข้าโดยใช้ Input Analyzer ในโปรแกรม Arena เพื่อหา รูปแบบการแจกแจงของข้อมูล Input Analyzer เป็นเครื่องมือมาตรฐานของโปรแกรม Arena ใช้เพื่อทดสอบค่าการกระจายของข้อมูลที่ป้อนเข้าไปว่ามีรูปแบบการกระจายแบบใด ข้อมูลที่จะนำมาวิเคราะห์จะอยู่ในรูปไฟล์ที่จัดเก็บใน Notepad

การทดสอบสมมติฐานการกระจายตัวของความน่าจะเป็นของข้อมูลจากข้อมูลที่ป้อนลงโปรแกรม Notepad นำมาทดสอบการแจกแจงของข้อมูลพร้อมตั้งสมมติฐานการกระจายตัวของความน่าจะเป็นของข้อมูลด้วย จากการตั้งสมมติฐานที่ว่า

H_0 : ข้อมูลมีการกระจายตัวตามแบบที่ต้องการทดสอบ

H_1 : ข้อมูลไม่มีการกระจายตัวตามแบบที่ต้องการทดสอบ

โดยโปรแกรม Arena มีวิธีการทดสอบสมมติฐานการกระจายตัวของความน่าจะเป็นของข้อมูล 2 วิธี คือ

- วิธีการทดสอบโคโมโกรอฟ - สเมียร์นอฟ (Komogorov - Smirnov Test) ใช้ทดสอบข้อมูลมีน้อยกว่า 50 ข้อมูล
- วิธีทดสอบไคสแควร์ (Chi - Square Test) ใช้ทดสอบกรณีข้อมูลมีอย่างน้อย 50 ข้อมูล

ถ้าค่า P-value ที่ได้จากการทดสอบมากกว่าค่าระดับนัยสำคัญ (significance level) จะยอมรับสมมติฐานหลัก H_0 ซึ่งผลจากการทดสอบการแจกแจงข้อมูลและทดสอบสมมติฐานการแจกแจงข้อมูล

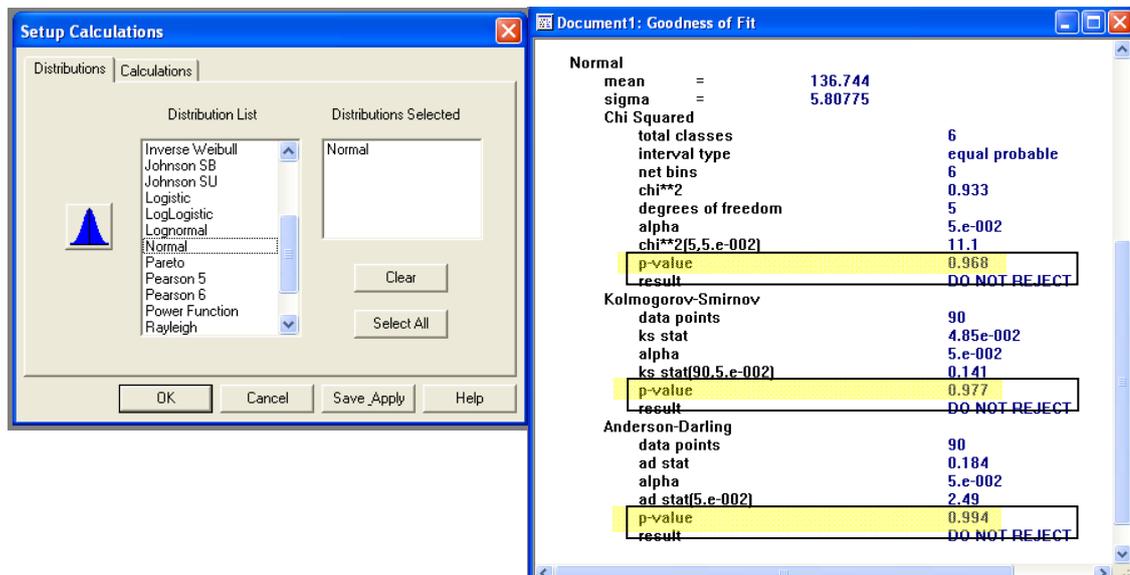
2. การวิเคราะห์ข้อมูลนำเข้า โดยใช้โปรแกรม StatFit 2.0 เพื่อหา รูปแบบการแจกแจงของข้อมูล การวิเคราะห์เริ่มจากนำข้อมูลป้อนเข้าสู่ Data Table ภายในโปรแกรม จัดรูปแบบการแจกแจงให้ข้อมูลนำเข้าที่ป้อนเข้าไป เพื่อวิเคราะห์รูปแบบการแจกแจงว่าเป็นไปตามที่ต้องการหรือไม่ ประมาณค่าพารามิเตอร์ การประมาณค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงประเภทต่างๆ และทดสอบสถานะรูปสัณฐานที่ดี (Goodness Fit of Test) ทดสอบว่าการแจกแจงของข้อมูลเป็นการแจกแจงประเภทที่ต้องการหรือไม่ โปรแกรม StatFit 2.0 มีวิธีการทดสอบสมมติฐานการกระจายตัวของ

ความน่าจะเป็นของข้อมูลเช่นเดียวกับ Input Analyzer ในโปรแกรม Arena แต่มีวิธีการเพิ่มอีกวิธีคือวิธี Anderson – Darling จะเหมาะสำหรับตัวอย่างขนาดเล็ก

ตั้งค่ารูปแบบการแจกแจงที่ต้องการจะนำข้อมูลมาทดสอบ ว่ามีรูปแบบการแจกแจงที่ตั้งไว้หรือไม่ ดังภาพที่ 2.5 (รูปซ้าย) ทดสอบด้วยวิธีทดสอบสมมติฐานทั้งสามวิธี พิจารณาค่า p -value ว่ามีค่ามากกว่าค่าระดับนัยสำคัญหรือไม่ ถ้าค่ามากกว่าจะยอมรับสมมติฐาน แสดงว่ามีการแจกแจง

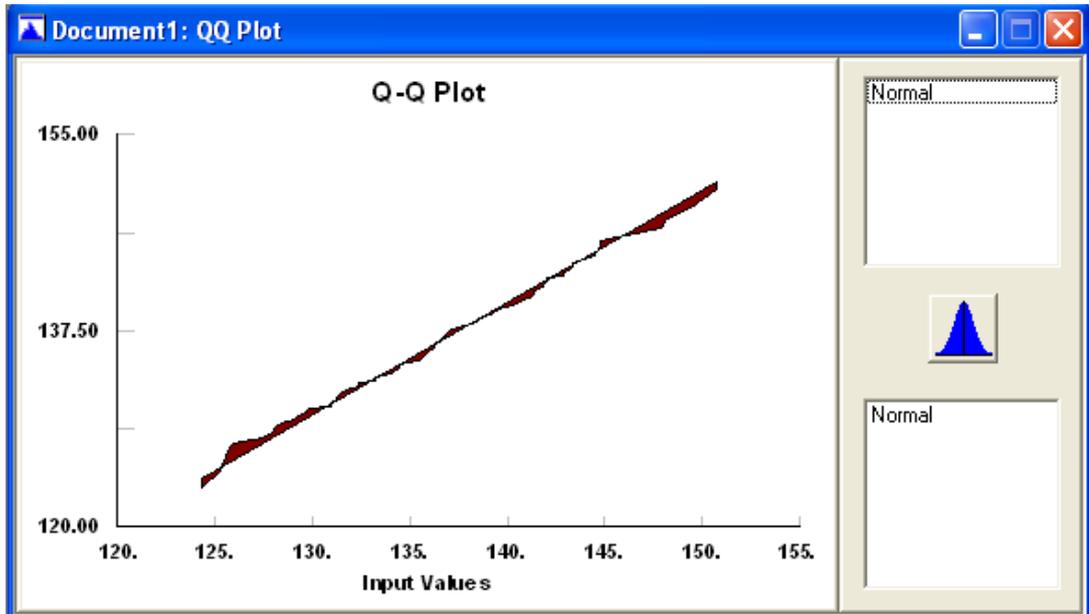
ตามที่ต้องการทดสอบ ดังภาพที่ 2.5 (รูปขวา) และพิจารณาจากกราฟ Q-Q Plot ดัง

ภาพที่ 2.6 และ P-P Plot ดังภาพที่ 2.7 สังเกตข้อมูลการแจกแจงว่ามีการเข้าใกล้เส้นตรงหรือไม่ ถ้ามีการแจกแจงเข้าใกล้เส้นตรงแสดงว่ามีการแจกแจงตามแบบที่กำหนดให้ พิจารณา ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

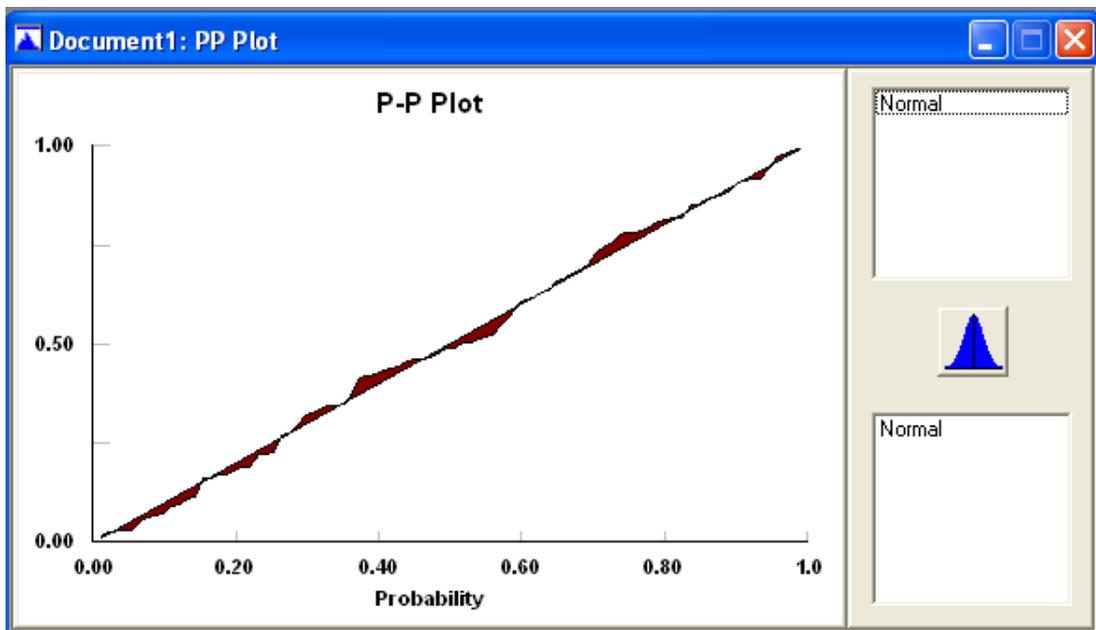


ภาพที่ 2.5

หน้าต่างตั้งค่ารูปแบบการกระจายของข้อมูล และค่า p -value ของแต่ละวิธีการทดสอบ



ภาพที่ 2.6
กราฟ Q-Q plot



ภาพที่ 2.7
กราฟ P-P plot

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากทฤษฎีทั่วไปในการจัดตารางการผลิต จากหนังสือระบบการวางแผนและควบคุมการผลิตของ พิภพ ลลิตาภรณ์ (2552) ความต้องการที่นำมาใช้ในการจัดตารางการผลิตนั้น จะได้จากพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าให้อยู่ในรูปของความต้องการรายปี หรือรายเดือน ซึ่งความต้องการนี้จะเป็นปัจจัยที่สำคัญประการหนึ่งที่จะถูกนำมาพิจารณาในวางแผนการผลิต ในการผลิตนั้นจะต้องทำการวางแผนการผลิตก่อนจึงทำการจัดตารางการผลิตให้เหมาะสมกับการวางแผนนั้น การที่จะกำหนดปริมาณสินค้าที่จะผลิตขึ้นมาในแต่ละช่วงเวลาว่าเป็นเท่าไรนั้น จำเป็นจะต้องพิจารณาถึงปริมาณสินค้าที่คาดว่าจะขายได้ ปริมาณสินค้าคงคลังที่ต้องการให้มีสำรองไว้ และปริมาณคงคลังที่เหลืออยู่ตอนต้นงวด โดยสามารถคำนวณหาปริมาณที่ต้องการผลิตได้จากสมการต่อไปนี้

$$P_i = D_i + I_i - I_{i-1} \quad (i = 1, 2, 3, \dots, n) \quad (2.23)$$

โดยที่ P_i = ปริมาณสินค้าที่ต้องผลิตสำหรับช่วงเวลา i

D_i = ปริมาณความต้องการสินค้าที่คาดว่าจะขายได้ในช่วงเวลา i

I_i = ปริมาณสินค้าที่ต้องการให้มีสำรองไว้ในช่วงเวลา i

I_{i-1} = ปริมาณสินค้าคงคลังที่เหลือจากงวดก่อน หรือช่วงเวลา $i - 1$

n = จำนวนช่วงเวลาของแผนการผลิต

สำหรับแผนการผลิตที่ง่ายที่สุดก็คือการกำหนดระดับการผลิตหรือกำลังการผลิตไว้สม่ำเสมอระดับหนึ่ง (Level Production)

ตัวอย่างที่ 2.2 บริษัทแห่งหนึ่งผลิตสินค้า 4 ชนิด คือ A, B, C และ D มีความต้องการของสินค้าแต่ละชนิดที่ถูกพยากรณ์ไว้ ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1
อุปสงค์ของสินค้าแต่ละชนิดที่ได้พยากรณ์ไว้แต่ละเดือน

เดือน	ความต้องการของสินค้าแต่ละชนิด (หน่วย)				ความต้องการรวม (หน่วย)
	A	B	C	D	
ม.ค.	2,000	900	1,200	900	5,000
ก.พ.	1,440	680	1,080	800	4,000
มี.ค.	1,440	680	1,080	800	4,000
เม.ย.	2,000	900	1,200	900	5,000
พ.ค.	2,200	1,260	2,040	1,500	7,000
มิ.ย.	2,400	1,850	3,000	1,750	9,000
ก.ค.	3,200	1,950	3,600	2,250	11,000
ส.ค.	2,400	1,850	3,000	1,750	9,000
ก.ย.	1,760	2,180	1,560	1,000	6,500
ต.ค.	1,600	2,060	1,440	900	6,000
พ.ย.	1,000	900	1,200	1,900	5,000
ธ.ค.	1,000	900	1,200	1,900	5,000
รวม	22,440	16,110	21,600	16,350	76,500

จากตารางที่ 2.1 ผลรวมของความต้องการในแต่ละเดือนคือ 76,500 หน่วย นั่นก็คือความต้องการต่อปี และบริษัทมีวันทำการผลิตเท่ากับ 244 วัน ดังนั้น การจัดระดับกำลังการผลิตโดยเฉลี่ยในแต่ละวันเท่ากับ $76,500/244 = 314$ หน่วยต่อวัน ดังแสดงผลในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2
ผลผลิตที่ได้ ปริมาณอุปสงค์ และปริมาณสินค้าคงคลัง

เดือน	จำนวนวัน ทำการผลิต (วัน)	แผนการ ผลิตต่อวัน (วัน)	ผลผลิตที่ทำ ได้ทั้งหมด (หน่วย)	ปริมาณความ ต้องการ (หน่วย)	ปริมาณสินค้าคงคลังที่ เพิ่มขึ้นหรือลดลง (หน่วย)	สินค้าคงคลัง ฤดูกาล (หน่วย)
ม.ค.	22	314	6,908	5,000	1,908	1,908
ก.พ.	20	314	6,280	3,700	2,580	4,488
มี.ค.	23	314	7,222	4,000	3,222	7,710
เม.ย.	19	314	5,966	5,300	666	8,376
พ.ค.	22	314	6,908	7,400	-492	7,884
มิ.ย.	22	314	6,908	9,300	-2,392	5,492
ก.ค.	20	314	6,280	11,600	-5,320	172
ส.ค.	23	314	7,222	8,400	-1,178	-1,006
ก.ย.	11	314	3,454	6,000	-2,546	-3,552
ต.ค.	22	314	6,908	6,000	908	-2,644
พ.ย.	22	314	6,908	4,800	2,108	-536
ธ.ค.	18	314	5,652	5,000	652	116
รวม	244		76,616	76,500		

จะเห็นได้ว่าผลจากตารางที่ 2.2 ปริมาณสินค้าคงคลังฤดูกาลในบางเดือนมีค่าติดลบ แสดงให้เห็นว่ามีการขาดแคลนสินค้าเกิดขึ้น นั่นก็คือทำการผลิตสินค้าเสร็จไม่ทันตามกำหนดที่ลูกค้าต้องการ ซึ่งอาจทำให้เสียต้นทุนที่เป็นค่าปรับในการผลิตสินค้าไม่เสร็จตามกำหนดเวลาที่วางไว้ การแบ่งความต้องการในลักษณะนี้ อาจจะพบปัญหาในบางครั้ง เพราะมีเงื่อนไขเกี่ยวกับเวลาและความต้องการในแต่ละเดือน ทำให้อาจจะไม่สามารถตอบสนองความต้องการที่แท้จริงได้เท่าที่ควร ในบางครั้งการแบ่งความต้องการนั้นก็คำนึงถึงช่วงเวลาด้วยว่า ในช่วงใดมีความต้องการของลูกค้าที่มีปริมาณมากก็จะทำการผลิตในช่วงเวลานั้นมากกว่า แต่ก็อยู่บนพื้นฐานของการแบ่งความต้องการออกเป็นสัดส่วนที่เท่ากัน

ในงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดตารางการผลิตนั้น จะเห็นได้ว่าปัญหาจากการจัดตารางการผลิตจากสภาพการผลิตจริงนั้น จะพบปัญหาในด้านการผลิตสินค้าเสร็จสิ้นล่าช้าไม่ทันกำหนดส่งตามที่ลูกค้าต้องการ (Tardiness มีค่ามาก) อย่างเช่นงานวิจัยของ ญัฐวร ยมพูล และ เตือนใจ สมบูรณ์วิวัฒน์ (2550) ได้ทำการศึกษาการจัดตารางการผลิตของอุตสาหกรรมการผลิตบรรจุภัณฑ์พลาสติก ซึ่งลักษณะการผลิตเป็นเครื่องจักรแบบขนานที่ไม่สัมพันธ์กัน โดยนำวิธีการด้วยวิธีการแก้ปัญหาแบบหลายขั้นตอน (Multi-phase methodology) ในขั้นตอนแรกเป็นการแบ่งกลุ่มงาน (Allocation) มอบหมายงานให้เครื่องจักร โดยการใช้กฎการจ่ายงาน (Dispatching Rules) ด้วยการใช้เกณฑ์วันกำหนดส่ง (Earliest Due Date : EDD) ข้อจำกัดของผลิตภัณฑ์ และความสำคัญของลูกค้าเป็นเกณฑ์ในการจัดมอบงาน ขั้นที่สองเป็นการจัดลำดับงาน (Assigning) โดยวิธีการค้นหาแบบตามู ในการหาคำตอบที่ดีที่สุดของการจัดตารางการผลิต จุดประสงค์หลักของงานวิจัยก็คือการลดความล่าช้า ซึ่งความล่าช้าที่เกิดขึ้นคำนวณได้จาก

$$TT = \sum_{j=1}^j \sum_{i=1}^{n_j} (D_{ji} - E_{ji}) - \left(\sum_{j=1}^j \sum_{i=1}^{n_j} \sum_{m=1}^m S_{j,i,m} + H_{j,i,m} \right) \quad (2.24)$$

โดยที่ TT = เวลาล่าช้ารวมของการจัดตารางการผลิต

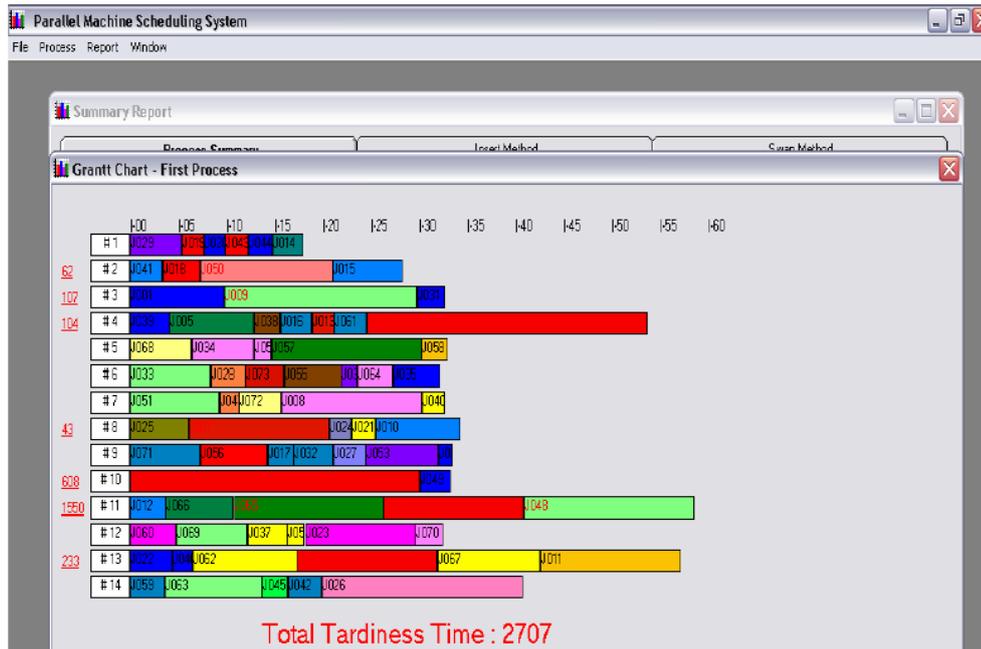
D_{ij} = เวลากำหนดส่งของผลิตภัณฑ์ n_j ของลูกค้า j

E_{ij} = เวลาที่เริ่มทำการผลิตได้จริงของผลิตภัณฑ์ n_j ของลูกค้า j

$S_{m,i,j}$ = เวลาในการตั้งเครื่องของเครื่องจักร m ในการผลิตผลิตภัณฑ์ n_j ของลูกค้า j

$H_{m,i,j}$ = เวลาใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ n_j ของเครื่องจักร m

ปริมาณความต้องการของสินค้าแต่ละชนิดจะอยู่ในรูปความต้องการรายเดือน ซึ่งมาจากการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า โดยจะทำการพยากรณ์เป็นรายเดือนแต่ละเดือนจะมีความต้องการเท่ากับ 500 – 600 โมเดลต่อเดือน



ภาพที่ 2.8

ตารางการผลิตที่ได้จากการแก้ปัญหาจากงานวิจัยของณัฐวร ยมพูล
และเตือนใจ สมบูรณ์วิวัฒน์ (2550)

จากงานวิจัยของวุฒิ บุญชยาอนันต์ (2544) ได้ศึกษาการจัดตารางการผลิตสำหรับหน่วยผลิตแบบขนานซึ่งเกี่ยวข้องกับการปรับตั้งเครื่องสำหรับการผลิตระบบที่ใช้รถจักรยานยนต์ ด้วยวิธีการพัฒนากระบวนการจัดตารางการผลิตแบบฮิวริสติก เพื่อพยายามทำให้เวลาเฉลี่ยของงานส่งไม่ทันกำหนดและเวลาปรับตั้งเครื่องรวมมีค่าต่ำที่สุด วิธีฮิวริสติกถูกพัฒนาขึ้นสำหรับขั้นตอนการแบ่งกลุ่มงาน และขั้นตอนการจัดลำดับงานในขั้นตอนการแบ่งกลุ่มเกณฑ์ในการมอบหมายงานในงานวิจัยนี้ ได้แก่ MST (Minimum Slack Time), CR (Critical Ratio), SPT (Shorting Processing Time) และ LPT (Longest Processing Time) ฮิวริสติกที่พัฒนาขึ้นในการจัดลำดับงานเพื่อการปรับปรุงจากขั้นตอนการแบ่งกลุ่มงาน คือ API (All Pairwise Interchange) ซึ่งจากการนำวิธีที่ได้กล่าวมา มาประยุกต์ใช้ในการมอบหมายงานไปยังหน่วยผลิตแบบขนานพบว่าเวลาเฉลี่ยของงานส่งไม่ทันกำหนดและเวลาปรับตั้งเครื่องรวมมีค่าลดลง