บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาค้นคว้าการเพิ่มประสิทธิภาพในการตอบสนองความต้องการแตนเบียนไข่ตริโคแกรมม่าของเกษตรกรชาวไร่อ้อยด้วยวิธีการจัดการทางวิศวกรรมการผลิต ได้มีการศึกษาเอกสารต่าง ๆ เพื่อใช้ในการจัดการ ซึ่งประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

2.1 ปัญหาและความสำคัญ

2.1.1 อ้อย

อ้อยเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญเป็นอันดับ 3 ของประเทศไทย รองจากข้าว และมันสำปะหลัง เป็นวัตถุดิบที่ใช้ในอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทราย ซึ่งประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกน้ำตาลทรายเป็นอันดับ 4 ของโลก รองจากประเทศบราซิล อินเดีย และจีน ทำรายได้ให้กับประเทศปีละประมาณ 30,000 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2547) และนับเป็นอุตสาหกรรมที่ใช้วัตถุดิบภายในประเทศทั้งหมด สร้างรายได้และสร้างงานให้กับบุคคล และกลุ่มต่าง ๆ ทั้งภาคเกษตร อุตสาหกรรม การค้าและการบริการ อีกทั้งยังก่อให้เกิดอุตสาหกรรมต่อเนื่องอื่น ๆ อีกมากมาย (ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี,2541)

ปัญหาที่สำคัญประการหนึ่งในการปลูกอ้อย คือ ปัญหาเกี่ยวกับแมลงศัตรูอ้อย ซึ่งมีผลทำให้ผลผลิตอ้อยลดลง จากการประเมินผลความสูญเสียของอ้อย เนื่องจากการเข้าทำลายของแมลงศัตรูอ้อยในทวีปเอเชีย พบว่า ความสูญเสียของอ้อยอันเนื่องมาจากการเข้าทำลายของแมลงศัตรูอ้อยมีประมาณร้อยละ 25 ของแต่ละปี โดยในปี พ.ศ. 2543 ถึงปี พ.ศ. 2544 ประเทศไทยผลิตอ้อยได้ ประมาณ 51.21 ล้านตัน แต่เกิดการระบาดของหนอนกออ้อยในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลาง ทำให้ผลผลิตอ้อยลดลงร้อยละ 20 ของผลผลิตอ้อยทั้งประเทศ เมื่อคิดราคาอ้อยในปีดังกล่าว ซึ่งราคาตันละ 600 บาท ดังนั้น ความสูญเสียของอ้อยเนื่องมาจากการเข้าทำลายของแมลงศัตรูอ้อยจะมีมูลค่าถึง 6,140 ล้านบาท จะเห็นได้ว่าปัญหาเกี่ยวกับแมลงศัตรูอ้อยเป็นปัญหาที่สำคัญต่อความสูญเสียทางเศรษฐกิจ ซึ่งมีผลกระทบต่อชาวไร่อ้อยโดยตรง และมีผลกระทบต่อเศรษฐกิจโดยรวมของประเทศ (กลุ่มงานวิจัยแมลงศัตรูข้าวโพดและพืชไร่, 2544)

แมลงศัตรูอ้อยที่สำคัญ ในประเทศไทยมีอยู่ประมาณ 100 ชนิด แต่ที่สำคัญและระบาดทำลายจนทำให้เกิดความเสียหายทางเศรษฐกิจมีอยู่ไม่กี่ชนิด เป็นกลุ่มที่พบการเข้าทำลายอยู่เสมอและทำการป้องกันกำจัดได้ยาก ได้แก่ หนอนเจาะลำต้นและยอดอ้อย หรือหนอนกออ้อย ที่ระบาดอยู่เสมอมี 5 ชนิด คือ

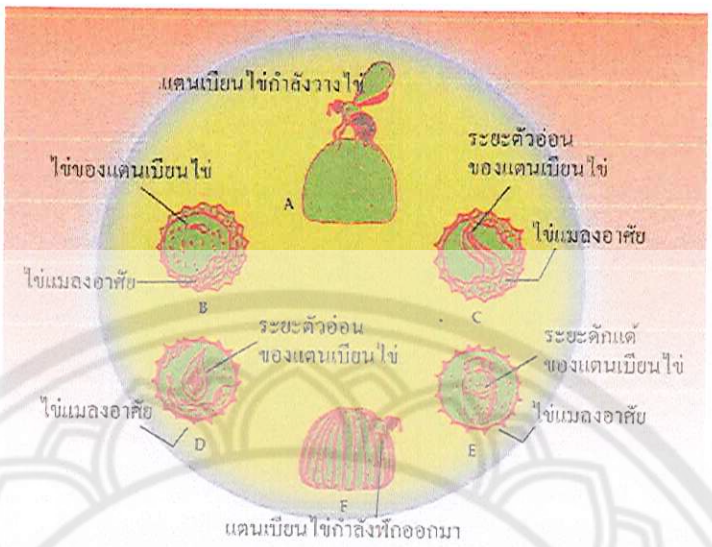
1. หนอนกอลายจุดเล็ก
2. หนอนกอสีขาว
3. หนอนกอสีชมพู
4. หนอนกอลายแถบ
5. หนอนกอลายจุดใหญ่

2.1.2 การใช้แตนเบียนไข่ตริโคแกรมม่าควบคุมแมลงศัตรูพืช

แตนเบียนไข่ตริโคแกรมม่า (Trichogramma confusum) จัดเป็นแมลงศัตรูธรรมชาติที่มีความสำคัญมากอีกชนิดหนึ่ง มีเขตการแพร่กระจายอยู่ทั่วโลก รวมถึงประเทศไทย หลายประเทศได้ทำการผลิตขยายแตนเบียนไข่ตริโคแกรมม่า เป็นจำนวนมากและนำไปปล่อยควบคุมศัตรูพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งศัตรูพืชที่แตนเบียนไข่ตริโคแกรมม่าทำลาย ได้แก่ ไข่ของผีเสื้อหนอนกออ้อย ไข่ของผีเสื้อหนอนกอข้าว และไข่ของผีเสื้อหนอนเจาะสมอฝ้าย เป็นต้น โดยตัวเมียของแตนเบียนไข่ตริโคแกรมม่า วางไข่ไว้ในไข่ของแมลงศัตรูพืช ทำให้ไข่ไม่ฟักออกเป็นตัว การใช้แตนเบียนไข่ตริโคแกรมม่าในช่วงศัตรูพืชระบาด สามารถช่วยลดปริมาณแมลงศัตรูพืชลงได้มากถึง ร้อยละ 85 การใช้แตนเบียนไข่ตริโคแกรมม่า จึงเป็นการช่วยลดการใช้สารเคมี และยังไม่มีสารพิษตกค้างในผลผลิต ไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (รัตนา และคณะ, 2530)

- วงจรชีวิตแตนเบียนไข่ตริโคแกรมม่า

วงจรชีวิตระยะไข่	1 – 2	วัน
ระยะหนอน	3 – 4	วัน
ระยะดักแด้	2 – 3	วัน
ตัวเต็มวัยมีอายุ	1 – 12	วัน
รวมอายุเฉลี่ยสูงสุดประมาณ	21	วัน



ภาพ 2.1 วงจรชีวิตการเข้าทำลายไข่หนอนของแตนเบียนไข่ตริโคแกรมม่า

ที่มา: ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุพรรณบุรี

- การเข้าทำลายศัตรูพืชของแตนเบียนไข่ตริโคแกรมม่า

แตนเบียนตัวเต็มวัยจะเข้าทำลายไข่ของผีเสื้อศัตรูพืช โดยตัวเต็มวัยเพศเมียจะใช้อวัยวะวางไข่เจาะแทงเข้าไปตรงส่วนบนของไข่ผีเสื้อ ไข่ผีเสื้อ 1 ฟอง สามารถมีแตนเบียน ได้ 1-5 ตัว ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ของอาหารภายในไข่ ตัวอ่อนมีอยู่ 3 ระยะเมื่อตัวอ่อนเจริญเติบโตเต็มที่แล้ว เข้าสู่การพักตัวและหดตัวเข้าดักแด้อยู่ภายในไข่ของแมลงอาศัย ซึ่งสามารถสังเกตเห็นว่าไข่ของผีเสื้อที่ถูกแตนเบียนทำลาย ภายในระยะเวลา 3 วัน ไข่จะเปลี่ยนเป็นสีดำเข้มและไม่ฟักเป็นตัวหนอน (ชูชาติและคณะ, 2546)

- วิธีการปล่อยแตนเบียนไข่ตริโคแกรมม่า

การปล่อยแตนเบียนไข่ตริโคแกรมม่า เพื่อควบคุมแมลงศัตรูพืชในสภาพไร่ควรทำในช่วงเย็นหลังจาก 16.00 น. ไปแล้ว โดยการนำแผ่นกระดาษที่มีไข่ผีเสื้อข้าวสารที่ถูกเบียนแล้ว 7 วัน ไปเย็บติดกับใบหรือต้นพืช และควรทาสารกันมดบริเวณรอบ ๆ กระดาษที่ใช้เลี้ยงแตนเบียน อัตราที่ปล่อยแตนเบียนไข่ตริโคแกรมม่าประมาณ 20,000 – 30,000 ตัว/ไร่ ถ้าหากว่ายังไม่ปล่อยแตนเบียนไข่ตริโคแกรมม่า เราสามารถชะลอการเจริญเติบโตของแตนเบียนไข่ตริโคแกรมม่าได้ โดยนำไข่ผีเสื้อข้าวสารที่ถูกเบียนแล้วใส่กล่องพลาสติก แล้วเก็บไว้ในตู้ควบคุมอุณหภูมิประมาณ 13 องศาเซลเซียส จะช่วยชะลอการเจริญเติบโตของแตนเบียนไข่ตริโคแกรมม่าได้ประมาณ 2-4 สัปดาห์ (เกียรติศักดิ์, 2549)

2.1.3 การผลิตขยายแตนเบียนไข่ตริโคแกรมม่า

การผลิตขยายแตนเบียนไข่ตริโคแกรมม่า จำเป็นต้องใช้ไข่ของแมลงอาศัย คือ ไข่ของผีเสื้อข้าวสาร ดังนั้น จึงประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ได้แก่

1. การผลิตขยายผีเสื้อข้าวสาร

วงจรชีวิตของผีเสื้อข้าวสาร

ระยะไข่	4 - 5 วัน
ระยะหนอน	28 - 41 วัน
ระยะดักแด้	6 - 13 วัน
ระยะตัวเต็มวัย	3 - 12 วัน

วัสดุอุปกรณ์

1. กล่องพลาสติกขนาด 19 x 29 x 10 เซนติเมตร ฝาด้านบนบุด้วยตาข่ายตาถี่ ที่มีขนาดพอเหมาะ สามารถใส่รำหรือปลายข้าวได้ประมาณ 1 กิโลกรัม
2. ชั้นเลี้ยงแมลงสำหรับวางกล่องพลาสติก
3. เครื่องดูดแมลง พร้อมสายยางและกล่องเก็บตัวเต็มวัย
4. รำละเอียด ปลายข้าว กระดาษกาวย่น
5. พู่กัน แปรงขนอูฐ
6. Aluminium phosphide

วิธีผลิตขยาย

1. บรรจุรำข้าวผสมปลายข้าวที่อบด้วย Aluminium phosphide 7 วันแล้ว อัตราส่วน 4 : 1 ในกล่องพลาสติก จำนวน 1 กิโลกรัมต่อกล่อง แล้วโรยไข่ผีเสื้อข้าวสาร ประมาณ 1,000 ฟอง เสร็จแล้วนำกล่องไปวางเรียงไว้บนชั้น

2. หลังจากนั้น 4 – 5 วัน ไข่ของผีเสื้อข้าวสารจะฟักเป็นตัวหนอนและจะกินอาหารเจริญเติบโตอยู่ภายในกล่องที่เลี้ยง

3. เมื่อหนอนผีเสื้อข้าวสารเจริญเติบโตเข้าดักแด้และฟักเป็นตัวเต็มวัย ผีเสื้อจะเกาะอยู่รอบกล่องพลาสติกที่เลี้ยง เก็บตัวเต็มวัยผีเสื้อข้าวสาร ในอัตรา 100 คู่ต่อกล่อง (เพศผู้ 100 ตัว : เพศเมีย 100 ตัว) ปิดปากกล่องด้วยตาข่ายตาถี่ แล้วนำกล่องไปวางไว้บนชั้นเลี้ยง ผีเสื้อข้าวสารจะผสมพันธุ์และวางไข่ภายในเวลา 24 ชั่วโมง ทำการเก็บไข่ผีเสื้อข้าวสาร นำไข่ที่ได้มาชั่งน้ำหนักเพื่อทราบปริมาณไข่ที่ผลิตได้โดยเฉลี่ย ไข่ 1 กรัม จะมีจำนวน 20,000 ฟอง จากนั้น แบ่งไข่ 20

เปอร์เซ็นต์ไว้สำหรับการผลิตขยายผีเสื้อข้าวสารต่อไป ส่วนที่เหลืออีก 80 เปอร์เซ็นต์ นำไปใช้ในการผลิตขยายแตนเบียนไข่ตริโคแกรมม่า นอกจากนั้นเราสามารถยืดอายุการฟักตัวของไข่ที่ใช้เลี้ยงขยายแตนเบียนไข่ตริโคแกรมม่าได้ด้วยวิธีเก็บรักษาไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 10 – 13 องศาเซลเซียส สามารถที่จะชะลอการฟักตัวได้ 2-4 สัปดาห์ (คีตภัทร, 2550)

2. การผลิตขยายแตนเบียนไข่ตริโคแกรมม่า

วัสดุอุปกรณ์

1. กล่องพลาสติกขนาด 17 x 25 x 5 เซนติเมตร
2. ชั้นสำหรับวางกล่องพลาสติก
3. ตู้ควบคุมอุณหภูมิ
4. ตู้อาบรังสี UV
5. หลอดนีออนให้แสงสว่างในการเบียน
6. หมึก / ตรายางวันที่
7. กระดาษสีแดง
8. กาวน้ำหรือกาวลาเท็กซ์ แม็กเย็บกระดาษ ไม้บรรทัด ช้อน แปรง กรรไกร
9. เครื่องตัดกระดาษ
10. ตะแกรงร่อนไข่
11. ถาดพลาสติก
12. ถุงพลาสติกใส ขนาด 4 x 6 นิ้ว

วิธีผลิตขยาย

1. ตักไข่ของผีเสื้อข้าวสารมา 1 ช้อน ใส่บนตะแกรงร่อนไข่ โรยบาง ๆ บนถาดให้ทั่วถาด โดยไข่ไม่ซ้อนทับกัน นำไข่ผีเสื้อข้าวสารไปอาบรังสี UV นาน 30 นาที เพื่อหยุดการเจริญเติบโตของตัวอ่อนผีเสื้อข้าวสาร

2. ตัดกระดาษสีแดง ขนาด 5 x 24 เซนติเมตร ทากาวกว้าง 2 เซนติเมตร แล้วนำไปทาบลงบนไข่ที่อาบแสง UV แล้วไข่ผีเสื้อข้าวสารก็จะติดไปกับกระดาษ ปริมาณไข่ 500 ฟอง/ตารางเซนติเมตร

3. เตรียมพ่อพันธุ์ – แม่พันธุ์ (กระดาษสีแดง ขนาด 5 x 24 เซนติเมตร) ใส่กล่องพลาสติกขนาด 17 x 25 x 5 เซนติเมตร โดยให้พ่อพันธุ์ – แม่พันธุ์ ออกมาผสมพันธุ์กันก่อน 1 วัน

4. จากนั้นนำแผ่นไข่ซึ่งปั๊มวันที่แล้ว มาใส่กล่องที่มีพ่อพันธุ์ – แม่พันธุ์ จำนวน 5 แผ่น โดยใช้อัตราการเบียน แม่พันธุ์ 1 ตัว เบียนไข่ 5 ฟอง

5. แบ่งไข่ที่ถูกเบียนแล้ว 20 เปอร์เซ็นต์ไว้ทำพ่อพันธุ์ – แม่พันธุ์ ส่วนอีก 80 เปอร์เซ็นต์ นำไปวางบนชั้นวาง ที่มีแสงไฟนาน 6 วัน โดยสังเกตลักษณะไข่ที่ถูกเบียน (วันที่ 3 ไข่สีขาวจะเริ่มเปลี่ยนเป็นสีดำ)

6. เมื่อครบ 6 วันนำมาตัดให้มีพื้นที่ไข่ในกระดาษที่ถูกเบียนแล้วประมาณ 4 ตารางเซนติเมตร/แผ่น บรรจุใส่ถุง ถุงละ 20 แพ็ค แพ็คละ 5 แผ่น (1 ถุง = 100 แผ่น จะได้ประมาณ 200,000 ตัว)

7. นำเก็บไว้ในตู้ควบคุมอุณหภูมิ เพื่อรอเกษตรกรมารับไปปล่อยเพื่อใช้ควบคุมแมลงศัตรูอ้อย (คีตภัทร, 2550)

2.2 วิธีการและเครื่องมือทางวิศวกรรมการจัดการ

2.2.1 การพยากรณ์ (Forecasting)

การพยากรณ์คือการคาดการณ์ถึงสิ่งที่อาจจะเกิดขึ้นในช่วงระยะเวลาใดเวลาหนึ่งในอนาคตคำพยากรณ์ที่ได้นั้นจะถูกนำมาใช้ประโยชน์เพื่อการตัดสินใจในเรื่องต่าง ๆ การพยากรณ์อย่างง่ายก็คือ การคาดเดาหรือการใช้ข้อมูลในอดีตแทนค่าในอนาคตนั่นเอง ขั้นตอนในการพยากรณ์และวิธีการพยากรณ์ซึ่งสามารถแบ่งได้ 2 ประเภท คือ

1. **การพยากรณ์โดยวิธีเชิงคุณภาพ** (Qualitative Methods) เป็นวิธีที่อาศัยความชำนาญในการประมาณและความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเป็นหลัก ส่วนมากจะใช้กับการตัดสินใจในระยะยาว โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในกรณีที่ปัจจัยภายนอกมีผลต่อการเกิดความต้องการสินค้า หรือกรณีที่ข้อมูลในอดีตมีจำนวนจำกัดหรือไม่ปรากฏอยู่ เช่น ในกรณีของสินค้าหรือบริการใหม่ที่จะนำเสนอให้กับลูกค้า

2. **การพยากรณ์โดยวิธีเชิงปริมาณ** (Quantitative Methods) วิธีนี้จะอาศัยหลักการทางคณิตศาสตร์มาช่วยในการพยากรณ์ สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทหลัก ๆ ก็คือ

- ***การพยากรณ์โดยวิธีทางคณิตศาสตร์ (Causal Methods)*** วิธีการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression) โดยสมมติว่าความต้องการสินค้ามีความสัมพันธ์กับปัจจัยบางอย่าง
- ***การพยากรณ์โดยวิธีอนุกรมเวลา (Time Series Methods)*** วิธีนี้ยึดหลักการที่ว่าข้อมูลในอดีตสามารถนำมาใช้ในการทำนายความต้องการในอนาคตได้

2.2.1.1 **ระบบการพยากรณ์** (Forecasting Systems)

วิธีการสร้างระบบในการพยากรณ์มีด้วยกันหลายลักษณะ ในที่นี้จะกล่าวถึงลักษณะของกระบวนการแก้ปัญหาที่เกี่ยวกับการพยากรณ์ ซึ่งประกอบไปด้วยองค์ประกอบหลายอย่างดังต่อไปนี้

- **การวิเคราะห์ปัญหา**

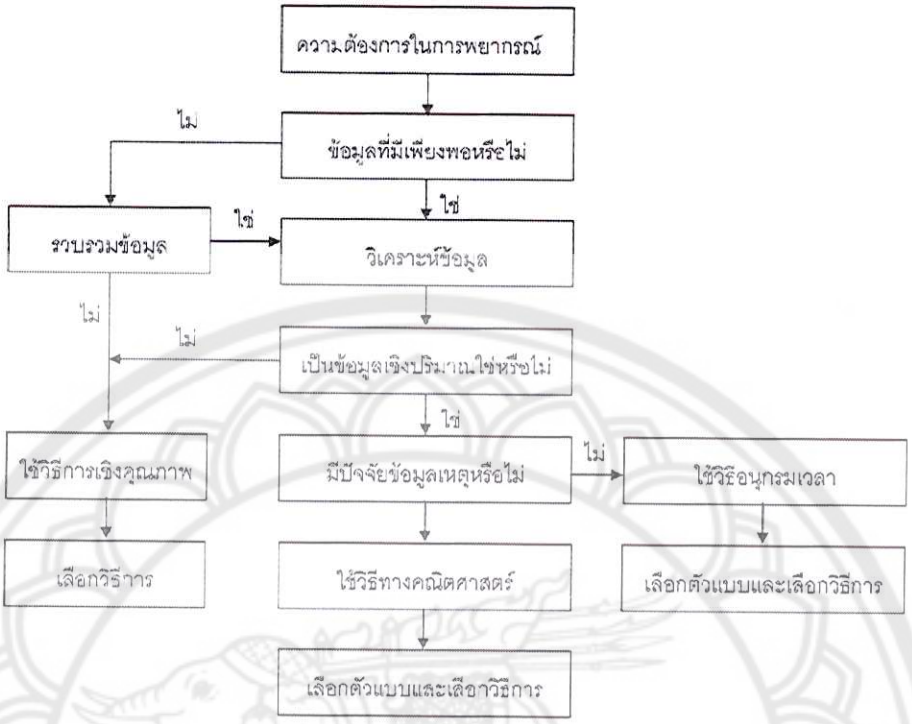
เนื่องจากการพยากรณ์เป็นการจัดหาข้อมูลเพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจ ดังนั้นจะต้องวิเคราะห์ก่อนว่าการพยากรณ์จะมีผลกับการตัดสินใจที่จะเกิดขึ้นหรือไม่ เพราะหากไม่มีผล ก็ไม่มีความจำเป็นที่จะต้องทำการพยากรณ์หากการตัดสินใจมีความสำคัญมาก การพยากรณ์ก็ยิ่งมีความจำเป็นและต้องการความถูกต้องมาก ยกตัวอย่างเช่น จะต้องตัดสินใจว่าในเดือนหน้าจะมีปริมาณสินค้า จำนวนเท่าใดที่จะต้องผลิต การตัดสินใจลักษณะนี้มีความสำคัญเนื่องจากเกี่ยวข้องกับการกำหนดจำนวนพนักงาน ปริมาณวัตถุดิบ การตลาด การกระจายสินค้า และการเก็บสินค้าคงคลังดังนั้นการพยากรณ์ความต้องการของสินค้าจึงมีความจำเป็น ปกติมักจะดำเนินการโดยฝ่ายบริหารจัดการหรือฝ่ายการตลาด การวิเคราะห์ปัญหานี้เกิดขึ้นเพื่อให้ทราบถึงจุดมุ่งหมายของปัญหาที่จะต้องทำการพยากรณ์ หรือก็คือความต้องการในการพยากรณ์ดังแสดงในภาพ 2.2 นั่นเอง

- **ความเข้าใจปัญหา**

เมื่อมีความต้องการในการพยากรณ์แล้ว จะต้องทำความเข้าใจกับปัญหาของการพยากรณ์ก่อน การทำความเข้าใจปัญหาของการพยากรณ์คือ การเข้าใจกระบวนการในการเกิดความต้องการในการพยากรณ์ ทั้งนี้เพื่อให้สามารถกำหนดรูปแบบการพยากรณ์ได้อย่างถูกต้อง โดยในการทำความเข้าใจปัญหา จะต้องมีการพิจารณาลักษณะของปัญหาและทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีอยู่

- **ลักษณะของปัญหา**

การพิจารณาลักษณะของปัญหาในการพยากรณ์ก็คือ การพิจารณาเกี่ยวกับการกำหนดช่วงเวลา (Time frame) รายละเอียดของการพยากรณ์ที่ต้องการ ความเที่ยงตรงที่ต้องการจำนวนหน่วยที่จะพยากรณ์ ยกตัวอย่างเช่น การพิจารณาในเรื่องของการกำหนดช่วงเวลา ในระบบการผลิตเราจะให้ความสำคัญกับการพยากรณ์ความต้องการสินค้าเพื่อที่จะใช้เป็นตัวกำหนดปริมาณการผลิต สำหรับ *การตัดสินใจในระยะยาว* เช่น การตัดสินใจในการสร้าง โรงงานใหม่ การตัดสินใจนี้จะขึ้นอยู่กับปริมาณความต้องการสินค้า ซึ่งมักจะจัดอยู่ในหน่วยรวม ระยะเวลาที่พิจารณาอยู่ในช่วง 1-10 ปี โดยไม่ต้องการพยากรณ์ที่มีความเที่ยงตรงสูง ใช้ได้ทั้งวิธีทางคณิตศาสตร์และวิธีเชิงคุณภาพในการพยากรณ์ สำหรับ *การตัดสินใจระยะกลาง* เช่น การตัดสินใจ



ภาพ 2.2 การออกแบบระบบการพยากรณ์

ที่มา: บุษบา พฤกษาพันธุ์รัตน์ (2552)

ในการพิจารณาเพิ่มกำลังการผลิตบางส่วน ปริมาณสินค้าจะพิจารณาเป็นหน่วยรวมที่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มกำลังการผลิตในส่วนนั้น ระยะเวลาที่พิจารณาจะอยู่ในช่วง 6-18 เดือน โดยต้องมีการประมาณที่มีความเที่ยงตรงสูง ซึ่งวิธีเชิงปริมาณจะถูกนำมาใช้ในการตัดสินใจในระดับนี้ และสำหรับ *การตัดสินใจในระยะสั้น* เช่น จะต้องทำการผลิตสินค้า A จำนวนเท่าใด ในกรณีนี้ต้องการจำนวนหน่วยที่แท้จริงของสินค้าแต่ละประเภท การตัดสินใจจะพิจารณาเป็นรายสัปดาห์ รายเดือน หรือทุกสามเดือน โดยมากจะใช้วิธีอนุกรมเวลา หรือในบางกรณีก็อาจใช้วิธีทางคณิตศาสตร์

- **ข้อมูล**

เมื่อมีข้อมูลเชิงปริมาณในอดีตอยู่ ก่อนอื่นควรทำการวาดกราฟดูรูปแบบของข้อมูลว่ามีลักษณะใด เพื่อนำมาใช้ในการพิจารณาหาวิธีการที่เหมาะสมเสียก่อน ไม่ว่าจะเป็นกราฟความสัมพันธ์ของความต้องการสินค้ากับเวลาหรือความต้องการสินค้ากับปัจจัยมูลเหตุอื่น ๆ ซึ่ง**ลักษณะของข้อมูลอาจแบ่งได้เป็น**

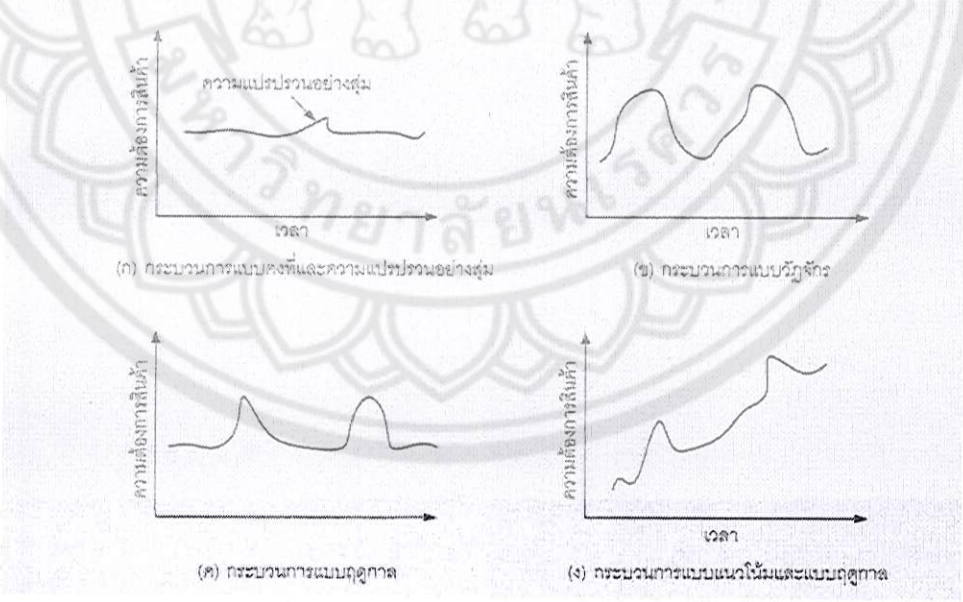
1. **กระบวนการแบบคงที่** (Constant Process) **ก็คือข้อมูลที่มีลักษณะคงที่ มีความแปรปรวนบ้างเล็กน้อย ซึ่งเกิดอย่างสุ่ม โดยไม่สามารถควบคุมได้ เช่น ยอดขายแปรงสีฟัน ยอดขายปากกา หรือยอดขายรองเท้า**

2. **กระบวนการแบบแนวโน้ม** (Trend Process) เกิดขึ้นในช่วงเวลาที่สินค้านั้นกำลังเติบโตหรือกำลังเสื่อมลง โดยแนวโน้มที่เกิดขึ้นอาจเป็นแบบเชิงเส้นหรือแบบไม่ใช่เชิงเส้นก็ได้ ค่อย ๆ เพิ่มขึ้นหรือค่อย ๆ เพิ่มขึ้นหรือค่อย ๆ ลดลงอย่างคงที่ เช่น โทรศัพท์มือถือ กล้องถ่ายรูปดิจิตอล หรือสินค้าแฟชั่นต่าง ๆ

3. **กระบวนการแบบฤดูกาล** (Seasonal Process) เป็นรูปแบบที่มีการเกิดขึ้นซ้ำ ๆ ตามรอบของเวลา เช่น ทุกสามเดือน ทุกครึ่งปี หรือทุกปี โดยเฉพาะสินค้าที่ขึ้นอยู่กับฤดูกาล เช่น เครื่องปรับอากาศ ไอศกรีม หรือ ชุดว่ายน้ำ

4. **กระบวนการแบบวัฏจักร** (Cyclical Process) เป็นรูปแบบที่มีการเกิดขึ้นแบบขึ้น ๆ ลง ๆ คล้ายลูกคลื่น รูปแบบนี้แตกต่างจากแบบฤดูกาลก็คือ เราไม่ทราบว่าช่วงเวลาในการเกิดวัฏจักรนั้นจะมีระดับความสูงต่ำเพียงใดและนานเท่าใด การเปลี่ยนแปลงแบบวัฏจักรส่วนใหญ่แล้วเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดซ้ำกันเนื่องจากสถานการณ์ด้านเศรษฐกิจ เช่น การเกิดภาวะถดถอยทางเศรษฐกิจ การเกิดภาวะฟองสบู่ เป็นต้น

5. **ความแปรปรวนแบบสุ่ม** (Random Variation) เป็นความแปรปรวนที่เกิดขึ้นจากความผิดปกติ เกิดจากปัจจัยที่ไม่คาดคิดมาก่อน เช่น กรณีเกิดอุทกภัย สงคราม การประท้วง เป็นต้น



ภาพ 2.3 รูปแบบของการพยากรณ์

ที่มา: บุษบา พฤกษาพันธุ์รัตน์ (2552)

ในการวาดกราฟเพื่อดูลักษณะของกระบวนการนั้น ขนาดสเกลที่ใช้ก็มีความสำคัญ เนื่องจากอาจทำให้มองเห็นเป็นกระบวนการที่แตกต่างกันออกไปได้ ส่วนข้อมูลที่แตกต่างจากข้อมูลอื่นอย่างเด่นชัดนั้นควรตัดข้อมูลเหล่านั้นออกเสียก่อนที่จะทำการวิเคราะห์

ผลของการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ก็คือ การทำความเข้าใจถึงธรรมชาติของการเกิดของความต้องการสินค้า เพื่อสามารถไปกำหนดตัวแบบในการพยากรณ์ความต้องการสินค้าได้อย่างถูกต้องนั่นเอง

■ **เป้าหมายของการพยากรณ์**

เป้าหมายของการพยากรณ์ก็คือค่าการพยากรณ์ที่มีความเที่ยงตรงเหมาะสมกับเวลาและค่าใช้จ่าย ระบบการพยากรณ์ที่ดีจะต้องตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลง แต่จะต้องไม่ตอบสนองต่อความแปรปรวน

■ **การสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์**

เมื่อได้มีการจำแนกลักษณะของกระบวนการเกิดความต้องการสินค้าแล้ว ลำดับต่อไปจะเป็นการพิจารณาลักษณะของตัวแบบทางคณิตศาสตร์ของปัญหา ในการพยากรณ์เชิงคุณภาพนั้น จะไม่สามารถสร้างเป็นตัวแบบได้โดยง่าย ส่วนตัวแบบจากมูลเหตุหรือตัวแบบคณิตศาสตร์ (Causal Models) สามารถสร้างตัวแบบทั่ว ๆ ไปได้เป็น

$$d_t = f(x_{t-k}) + \varepsilon_t$$

เมื่อ d_t แทนตัวแปรตามที่เวลา t เช่น ความต้องการสินค้า, x_t แทนตัวแปรอิสระที่ทำให้เกิดตัวแปรตาม และ ε_t แทนสิ่งรบกวนที่เวลา t ตัวแปรตามที่เวลา สามารถเขียนให้อยู่ในรูปของฟังก์ชั่นของตัวแปรอิสระในช่วงเวลา $t-k$ เมื่อ $k \geq 1$ ได้

สำหรับวิธีอนุกรมเวลา (Time Series Approaches) ตัวแบบพื้นฐาน คือ แบบคงที่ แบบแนวโน้ม เชิงเส้น แบบฤดูกาล และแบบผสม ซึ่งเขียนเป็นสมการคณิตศาสตร์ได้คือ

$d_t = a + \varepsilon_t$ (แบบคงที่)

$d_t = a + bt + \varepsilon_t$ (แบบแนวโน้มเชิงเส้น)

$d_t = a + c_t + \varepsilon_t$ (แบบฤดูกาล)

$d_t = (a + bt)c_t + \varepsilon_t$ (แบบผสม)

เมื่อ a แทนค่าคงที่, b แทนปัจจัยแนวโน้ม, c_t แทนปัจจัยฤดูกาลสำหรับช่วงเวลา t และ ε_t แทนที่สิ่งรบกวนที่เวลา t

■ **การแก้ปัญหา**

การเลือกวิธีการในการแก้ปัญหาก็คือ หากทราบปัจจัยข้อมูลเหตุที่ทำให้เกิดความต้องการ ตัวแบบมูลเหตุที่จะสามารถเลือกใช้ได้คือวิธีการถดถอย (Regression) แต่ถ้าปัจจัยหลักคือเวลา ตัวแบบอนุกรมเวลาก็จะถูกนำมาใช้โดยตัวแบบอนุกรมเวลามีวิธีการด้วยกันหลายวิธี ในการเลือกใช้ตามรูปแบบของกระบวนการที่เกิดขึ้น

สำหรับปัญหาที่ทราบตัวแบบอยู่แล้ว และทราบค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ เราสามารถพยากรณ์ค่าได้อย่างง่ายดาย แต่เนื่องจากเราไม่สามารถทราบค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบของสมการได้ เราจึงต้องทำการประมาณขึ้นวิธีที่ใช้ประมาณมักจะประมาณเพื่อลดความแตกต่างระหว่างค่าที่ประมาณขึ้นกับข้อมูลในอดีต เมื่อได้ค่าพารามิเตอร์เหล่านั้นแล้วจึงนำมาใช้กับตัวแบบที่ได้เลือกไว้

■ **การตีความหมายและการนำไปใช้แก้ปัญหา**

การตีความถือได้ว่าเป็นหน้าที่หลักของระบบการพยากรณ์ ซึ่งขั้นตอนที่เกี่ยวข้องในการตีความและแก้ปัญหาก็คือ เมื่อมีข้อมูลใหม่เกิดขึ้น ต้องทำการปรับปรุงการพยากรณ์เดิมเพื่อให้ระบบการพยากรณ์มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นโดยคุณภาพของการพยากรณ์ต้องอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ ซึ่งก็คืออยู่ในค่าที่ควบคุมได้ แต่หากไม่อยู่ในค่าที่ควบคุม ก็จะต้องออกแบบวิธีการพยากรณ์ใหม่ว่าควรต้องมีการพิจารณาค่าพารามิเตอร์ใดใหม่หรือไม่ หรือควรจะเปลี่ยนแปลงวิธีการพยากรณ์ แต่ถ้าอยู่ในค่าที่ควบคุม ก็จะถูกนำไปใช้ในการพยากรณ์ครั้งต่อไป ซึ่งผู้จัดการจะเป็นผู้พิจารณาตัดสินใจว่าควรยอมรับหรือปรับปรุงระบบการพยากรณ์นั้นหรือไม่ โดยทั่วไปแล้วระบบการพยากรณ์ที่ออกแบบขึ้นจะไม่ได้รวมความแปรปรวนเนื่องจากปัจจัยภายนอกเข้าไปด้วย

2.2.1.2 **การพยากรณ์โดยวิธีทางคณิตศาสตร์**

วิธีถดถอยเชิงเส้น (Regression Analysis: RA)

โดยทั่วไปแล้ว ในลำดับแรกของการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ จะต้องทำการวาดกราฟดูค่าของข้อมูลที่มีอยู่และดูความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้น หากมีความสัมพันธ์เป็นเชิงเส้น วิธีการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายสามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้ โดยดูความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม ซึ่งโดยมากแล้วก็คือความต้องการสินค้า ถ้าหากทราบว่าปัจจัยใดทำให้เกิดความต้องการสินค้าในอดีตอย่างแน่นอน ก็จะสามารถนำมาใช้ในการคาดการณ์สำหรับเหตุการณ์ในอนาคตได้ ยกตัวอย่างเช่น จำนวนยอดขายของสุขภัณฑ์มีความสัมพันธ์กับจำนวนของบ้านจัดสรรที่เพิ่มขึ้น วิธีการที่ง่ายที่สุดของวิธีถดถอยก็คือ *วิธีถดถอยเชิงเส้น* วิธีถดถอยเชิงเส้นคือ วิธีการทาง

คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรอิสระและตัวแปรตามในรูปของสมการเชิงเส้น จากสมการเส้นตรง

$$F_t = a + bT_t \quad \text{.....(2.1)}$$

เมื่อ F_t = ตัวแปรตามซึ่งในที่นี้คือความต้องการสินค้า

a = ค่าตัดแกน

b = ค่าความชันของเส้นกราฟ

T_t = ตัวแปรอิสระที่ทำให้เกิดความต้องการ คือ ช่วงเวลาของความต้องการ

จากหลักการกำลังสองน้อยสุด (Least Square Techniques) จะทำให้สามารถหาค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในการคำนวณได้จาก

$$b = \frac{n\sum_{t=1}^{n} T_t D_t - (\sum_{t=1}^{n} T_t)(\sum_{t=1}^{n} D_t)}{n\sum_{t=1}^{n} T_t^2 - (\sum_{t=1}^{n} T_t)^2} \quad \text{.....(2.2)}$$

$$a = \frac{\sum_{t=1}^{n} D_t - (b\sum_{t=1}^{n} T_t)}{n} \quad \text{.....(2.3)}$$

เมื่อ n = จำนวนช่วงเวลา

D_t = ความต้องการในช่วงเวลา t

2.2.1.3 **การพยากรณ์โดยวิธีอนุกรมเวลา** (Time Series Methods)

วิธีอนุกรมเวลาเป็นวิธีหนึ่งที่ใช้ข้อมูลในอดีต โดยมีสมมติฐานว่าข้อมูลในอดีตสามารถใช้ในการพยากรณ์ข้อมูลในอนาคตได้ การพยากรณ์โดยวิธีนี้จะพิจารณาปัจจัยเพียงปัจจัยเดียวคือเรื่องของ *เวลา* โดยข้อมูลในอดีตสามารถจัดเป็นรูปแบบที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ ได้ วิธีการที่จัดอยู่ในประเภทอนุกรมเวลา ได้แก่ วิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล หรือ วิธีแนวโน้มเชิงเส้น เป็นต้น วิธีการเหล่านี้เป็นวิธีการที่นิยมใช้ในการพยากรณ์ในระยะสั้นทั้งในอุตสาหกรรมและการบริการต่าง ๆ มากที่สุด เนื่องจากเป็นวิธีการที่ง่ายในการใช้งานและทำความเข้าใจ โดยวิธีการที่ได้รับความนิยมสูงสุดในกลุ่มนี้คือ วิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่และปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล ในการเลือกว่าจะใช้วิธีการใดนั้นจะขึ้นอยู่กับลักษณะของข้อมูลว่ามีกระบวนการเกิดในลักษณะใด

■ **กระบวนการแบบคงที่** (Constant Process)

กระบวนการแบบคงที่สามารถเขียนเป็นสมการคณิตศาสตร์ได้คือ

$$d_t = a + \varepsilon_t \quad \text{.....(2.4)}$$

เมื่อ a แทนค่าคงที่ของกระบวนการ และ ε_t แทนสิ่งรบกวนอย่างสุ่ม สมมติให้การกระจายตัวเป็นแบบปกติที่มีค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์ และมีความแปรปรวนเป็น σ_ε^2 วิธีการแก้ปัญหาการพยากรณ์ของกระบวนการแบบคงที่ประกอบไปด้วย

- **วิธีการใช้จุดข้อมูลสุดท้าย** (Last Period Demand: LPD)

วิธีการใช้จุดข้อมูลสุดท้าย เพื่อกำหนดค่าข้อมูลในอนาคต โดยกำหนดให้ t แทนเวลาในปัจจุบัน D_{t-1} เป็นข้อมูลความต้องการสินค้าที่เวลา t และ F_t เป็นค่าพยากรณ์ที่ทำนายขึ้น ณ เวลา t

จากวิธี LPD การพยากรณ์สินค้าสำหรับช่วงเวลาถัดไปคือความต้องการของสินค้าในช่วงเวลาปัจจุบัน

$$F_t = D_{t-1} \qquad \text{.....(2.5)}$$

ยกตัวอย่างเช่น ค่าความต้องการสินค้าของเดือนที่ผ่านมามีค่า 150 ตันของเดือนนี้ก็พยากรณ์ได้ว่าความต้องการเป็น 150 ตัน เช่นกัน

- **วิธีการใช้ข้อมูลทั้งหมดเฉลี่ย** (Arithmetic Averaga: AA)

ปัญหาของ LPD คือความแปรปรวนอย่างสูงที่เกิดขึ้นในบางค่าของข้อมูล คือถ้าข้อมูลสุดท้ายมีค่าสูง ค่าพยากรณ์ในอนาคตก็จะเป็นค่าที่สูงทั้งหมด ดังนั้นแทนที่จะใช้ข้อมูลเพียงข้อมูลเดียว เราใช้ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในอดีตแทน โดยกำหนดให้ข้อมูลมา n ช่วงเวลา วิธีค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่เวลา t คือ

$$F_t = \frac{D_{t-1}+D_{t-2}+\ldots+D_{t-n}}{n} \qquad \text{.....(2.6)}$$

ยกตัวอย่างเช่น ค่าความต้องการของสินค้าของ 5 เดือนที่ผ่านมามีค่าเป็น 100, 110, 90, 105, 95 หน่วย ค่าพยากรณ์ของเดือนนี้คือ (100 + 110 + 90 + 105 + 95)/5 = 100 หน่วย

- **วิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่** (Moving Average Method: MA)

แทนที่จะทำการหาค่าเฉลี่ยของข้อมูลทุกค่า เราอาจเลือกข้อมูลที่มีความทันสมัยบางส่วนมาหาค่าเฉลี่ยก็ได้ซึ่งถือได้ว่าเป็นการผสมผสานวิธีการ LDP และวิธีการหาค่าเฉลี่ยไว้ด้วยกัน วิธีการนี้เรียกว่า *วิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่* การกำหนดระยะเวลาในการพยากรณ์อาจเป็น 2 เดือนถึง 8 เดือน ขึ้นอยู่กับนักพยากรณ์ว่าต้องการให้ข้อมูลราบเรียบมากน้อยเพียงใด โดยถ้าใช้ข้อมูลปริมาณมาก ก็จะทำให้มีความราบเรียบมากขึ้น

$$F_t = \frac{D_{t-1}+D_{t-2}+\ldots+D_{t-k}}{k} \quad \text{.....(2.7)}$$

- **วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล** (Exponential Weighted Moving Average: EWMA)

วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่ายเป็นวิธีการหาค่าเฉลี่ยวิธีหนึ่ง โดยให้น้ำหนักความสำคัญกับข้อมูลใหม่มากค่าพยากรณ์จะตอบสนองตามข้อมูลใหม่เป็นหลัก ซึ่งเหมาะสมหากข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลงนั้นมีผลและคาดเดาได้ยากวิธีนี้เป็นวิธีที่ได้รับความนิยมมากอีกวิธีหนึ่ง เนื่องจากใช้ข้อมูลจำนวนน้อย คือใช้เพียงข้อมูลค่าการพยากรณ์ก่อนหน้าค่าความต้องการในปัจจุบันและค่าปัจจัยที่เรียกว่า *ค่าถ่วงน้ำหนักปรับเรียบ* นอกจากนั้นยังง่ายต่อการทำความเข้าใจการคำนวณโดยใช้วิธีปรับเรียกเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่ายนี้คำนวณได้จาก

$$F_t = aD_{t-1} + (1-a)F_{t-1} \quad \text{.....(2.8)}$$

เมื่อ F_t = ค่าพยากรณ์ในช่วงเวลาต่อไป

D_{t-1} = ค่าความต้องการจริงในช่วงเวลาที่ผ่านมา

F_{t-1} = ค่าพยากรณ์ของช่วงเวลาที่ผ่านมา

a = ค่าถ่วงน้ำหนักปรับเรียบ

ค่าถ่วงน้ำหนักปรับเรียบจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0.0 ถึง 1.0 ซึ่งหมายถึงน้ำหนักความสำคัญที่จะให้กับข้อมูลล่าสุด ตัวอย่างเช่น ให้ a = 0.2 จะได้

$$F_t = 0.2D_{t-1} + 0.8F_{t-1} \quad \text{.....(2.9)}$$

ซึ่งก็หมายความว่าการพยากรณ์ค่าในช่วงเวลาถัดไปจะยึดข้อมูลจริงในอดีตที่ผ่านมา 20% และยึดข้อมูลการพยากรณ์ในอดีตที่ผ่านมา 80% ถ้ากำหนดให้ a = 0 ก็จะหมายความว่ายึดข้อมูลพยากรณ์ในอดีตเป็นหลัก โดยไม่คำนึงถึงข้อมูลความต้องการจริง แต่ถ้า a = 1 ก็จะหมายความว่าใช้ข้อมูลปัจจุบันเป็นค่าพยากรณ์ ดังนั้นเมื่อ a มีค่าสูง นั่นก็หมายความว่าค่าพยากรณ์จะแกว่งตามข้อมูลในปัจจุบัน แต่ถ้า a มีค่าน้อย การแกว่งตัวของค่าพยากรณ์ก็จะน้อย ค่าของ a ที่นิยมใช้อยู่ในช่วง 0.1 ถึง 0.9 แต่อย่างไรก็ตาม ค่าที่เหมาะสมนั้นจะต้องมีการลองผิดลองถูก หรือขึ้นอยู่กับการตัดสินใจของนักพยากรณ์ โดยความเที่ยงตรงจะขึ้นอยู่กับการประมาณค่า a

■ **กระบวนการแบบแนวโน้ม** (Trend Process)

จากข้อมูล จะพบว่าข้อมูลไม่ใช่กระบวนการแบบคงที่ ลักษณะข้อมูลจะเพิ่มขึ้นที่ละน้อย ซึ่งมีลักษณะเป็นกระบวนการแบบแนวโน้ม สามารถเขียนในรูปสมการคณิตศาสตร์ได้คือ

$$d_t = a + bt + \varepsilon_t \quad \text{.....(2.10)}$$

เมื่อ b เป็นความชันที่มีแนวโน้ม ถ้า b มีค่าเป็นบวก กระบวนการจะเพิ่มขึ้นตามช่วงเวลา t แต่ถ้ามีค่าเป็นลบ ก็จะลดลงตามช่วงเวลา t วิธีการที่จะใช้ในการคำนวณประกอบไปด้วย

- **วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลโดยพิจารณาองค์ประกอบแนวโน้ม** (Exponential Weighted Moving Average wish Trend: EWMA wish Trend)

การพยากรณ์ในกรณีที่มีแนวโน้มจะต้องมีการปรับปรุงวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลใหม่ด้วยปัจจัยเกี่ยวกับแนวโน้มเข้าไปด้วยดังสมการ

$$AF_{t+1} = F_{t+1} + T_{t+1} \quad \text{.....(2.11)}$$

เมื่อ T_{t+1} = ค่าถ่วงน้ำหนักปรับเรียบสำหรับแนวโน้มสำหรับช่วงเวลา $t + 1$

โดยค่าถ่วงน้ำหนักปรับเรียบสำหรับแนวโน้มนี้ สามารถคำนวณได้ในลักษณะเช่นเดียวกับการปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลได้ดังนี้

$$T_t = b(F_t - F_{t-1}) + (1 - b)T_{t-1} \quad \text{.....(2.12)}$$

เมื่อ T_t = ค่าแนวโน้มที่ช่วงเวลา t

b = ค่าคงที่ปรับเรียบสำหรับแนวโน้ม

b มีค่าอยู่ระหว่าง 0.0 ถึง 1.0 ซึ่งแทนน้ำหนักความสำคัญของข้อมูลล่าสุด โดยมากแล้วการพิจารณาค่า b จะพิจารณาโดยนักพยากรณ์ ค่า b ที่สูงแสดงให้เห็นว่ามีปัจจัยเนื่องจากแนวโน้มมาก

■ **กระบวนการแบบฤดูกาล** (Seasonal Process)

กระบวนการแบบฤดูกาลพิจารณาปัจจัยทั้งหมด 3 ปัจจัย โดยมีสมการทั่วไปของตัวแบบคือ

$$d_t = (a + bt)c_t + \varepsilon_t \quad \text{.....(2.13)}$$

เมื่อ a = ค่าคงที่

b = ค่าความชันของส่วนที่เกี่ยวกับแนวโน้ม

c_t = ปัจจัยเกี่ยวกับฤดูกาลที่เวลา t

ε_t = สิ่งรบกวนอย่างสุ่ม

กระบวนการแบบฤดูกาลจะมีลักษณะความต้องการที่ขึ้น ๆ ลง ๆ ซ้ำ ๆ กัน สินค้าหลายประเภทมีลักษณะของความต้องการสินค้าในลักษณะนี้ ยกตัวอย่างเช่น เสื้อผ้าหน้าร้อน ก็จะขายดีในฤดูร้อนของทุก ๆ ปี ส่วนในฤดูกาลอื่นก็มียอดขายที่ต่ำลง เครื่องปรับอากาศก็มักจะขายดีในฤดูร้อนเช่นกัน ยอดขายผลิตภัณฑ์ก็จะสูงขึ้น ส่วนในฤดูกาลอื่นยอดขายก็จะลดลง ร้านอาหารจะขายดีในช่วงวันหยุดหรือในช่วงเย็น เป็นต้น

วิธีการแก้ปัญหาการพยากรณ์ทำได้หลายวิธี วิธีที่ง่ายที่สุดวิธีหนึ่งคือการใช้ปัจจัยฤดูกาล ปัจจัยฤดูกาลคือค่าที่จะนำมาคูณกับค่าพยากรณ์ที่ได้พยากรณ์ขึ้นเพื่อปรับค่าพยากรณ์ให้มีลักษณะเป็นแบบฤดูกาล วิธีการหนึ่งในการคำนวณก็ดี การหาค่าความต้องการสินค้าด้วยค่าความต้องการสินค้าในแต่ละฤดูกาลด้วยความต้องการเฉลี่ยสินค้าทั้งหมด ดังแสดงในสมการ

$$S_t = \frac{D_t}{\bar{D}} \qquad \text{.....(2.14)}$$

เมื่อ S_t = ค่าปัจจัยฤดูกาลสำหรับฤดูกาล t

D_t = ความต้องการในฤดูกาล t

$$SF_t = S_t \, x \, F_t \qquad \text{.....(2.15)}$$

เมื่อ SF_t = ค่าพยากรณ์ที่ทำการปรับค่าเนื่องจากปัจจัยฤดูกาลแล้วสำหรับในฤดูกาล t

F_t = ค่าพยากรณ์ความต้องการของช่วงเวลา t ที่ครอบคลุมฤดูกาลทั้งหมด

เมื่อนำข้อมูลที่คำนวณได้ไปเปรียบเทียบกับข้อมูลในอดีต จะเห็นได้ว่ามีค่าพยากรณ์ที่ได้สอดคล้องตามฤดูกาลและแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นด้วย

2.2.1.4 **การควบคุมการพยากรณ์** (Forecast Control)

ในการพยากรณ์ค่าที่คำนวณได้มักไม่เท่ากับค่าจริงนั่นก็คือเกิดความคลาดเคลื่อนขึ้น ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องตรวจสอบค่าพยากรณ์ที่ได้ทำการพยากรณ์ขึ้น เพื่อให้มีค่าใกล้เคียงกับค่าจริงให้มากที่สุด โดยจะต้องอยู่ในช่วงของความผิดพลาดที่สามารถยอมรับได้ หากค่าพยากรณ์ที่มีค่าคลาดเคลื่อนมาก อาจหมายความว่าวิธีการที่ใช้ในการพยากรณ์อยู่ไม่เหมาะสม หรืออาจจำเป็นต้องเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์บางค่าให้เหมาะสม ในการวัดความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์มีด้วยกันหลายวิธีดังต่อไปนี้

ว TS
177
ย๖๒๓
๒๕๕๖

19 ก.ค. 2556
1 6322530

สำนักหอสมุด

■ **ความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์** (Forecast Error)

ความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์คือความแตกต่างระหว่างความต้องการสินค้าจริงและค่าที่ได้จากการพยากรณ์ ซึ่งสามารถคำนวณได้จาก

$$e_t = d_t - F_t \qquad \text{.....(2.16)}$$

เมื่อ e_t คือความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ที่เวลา t และผลรวมของความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์, E คำนวณได้จาก

$$E = \sum_{t=j}^{T} e_t \qquad \text{.....(2.17)}$$

เมื่อ j คือช่วงเวลาที่เริ่มคำนวณความคลาดเคลื่อน

หากค่าที่ได้จากการคำนวณพบว่าผลรวมของความคลาดเคลื่อนมีค่าเป็นบวก แสดงว่าค่าพยากรณ์ส่วนใหญ่มีค่าน้อยกว่าค่าของข้อมูลจริง แต่ถ้าหากมีค่าเป็นลบ แสดงว่าค่าพยากรณ์ส่วนใหญ่มีค่ามากกว่าข้อมูลจริง ส่วนความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ในแต่ละช่วงเวลานั้น หากค่าที่คำนวณได้เป็นบวก แสดงว่าค่าพยากรณ์มีค่าน้อยกว่าค่าข้อมูลจริง และถ้ามีค่าเป็นลบ แสดงว่าค่าพยากรณ์มีค่ามากกว่าค่าข้อมูลจริง ณ ช่วงเวลานั้น

อีกวิธีหนึ่งที่คล้ายกับวิธีผลรวมความคลาดเคลื่อนก็คือ ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อน ME คำนวณได้จากการหาค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนรวมดังสมการ

$$\mathrm{ME} = \frac{\sum_{t=1}^{n}(\mathrm{D_t}-\mathrm{F_t})}{\mathrm{n}} \qquad \text{.....(2.18)}$$

เมื่อ n คือจำนวนช่วงเวลาทั้งหมดที่มีการคำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อน

ความหมายของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนก็เป็นไปในลักษณะเดียวกับผลรวมความคลาดเคลื่อน

■ **ค่าเฉลี่ยของความเบี่ยงเบนสัมบูรณ์** (Mean Absolute Deviation ; MAD)

ค่าเฉลี่ยของความเบี่ยงเบนสัมบูรณ์หรือ *MAD* เป็นวิธีที่ง่ายและนิยมที่สุดวิธีหนึ่งในการวัดความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ *MAD* คือค่าเฉลี่ยของความแตกต่างระหว่างค่าพยากรณ์และข้อมูลจริง ซึ่งสามารถคำนวณได้จาก

$$\mathrm{MAD} = \frac{\sum_{t=1}^{n}|\mathrm{D_t}-\mathrm{F_t}|}{\mathrm{n}} \qquad \text{.....(2.19)}$$

เมื่อ $|\ \ |$ คือค่าสัมบูรณ์

ยิ่งค่า *MAD* น้อยก็ยิ่งแสดงว่าการพยากรณ์มีความเที่ยงตรงสูง คือให้ค่าที่ใกล้เคียงกับข้อมูลจริง

■ **ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง** (Mean Squared Error ; MSE)

ค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสองหรือ *MSE* เป็นวิธีการวัดความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์อีกวิธีหนึ่งที่นิยมใช้ทั่วไป *MSE* สามารถคำนวณได้จาก

$$\mathrm{MSE} = \frac{\sum_{t=1}^{n}(\mathrm{D_t}-\mathrm{F_t})^2}{\mathrm{n}} \qquad \text{.....(2.20)}$$

ยิ่งค่า *MSE* น้อยก็ยิ่งแสดงว่าการพยากรณ์มีความเที่ยงตรง คือให้ค่าที่ใกล้เคียงกับข้อมูลจริง

2.2.2 การวางแผนกำลังการผลิต (Capacity Planning: CP)

กำลังการผลิต (Capacity) หมายถึง ความสามารถของระบบในการผลิตผลผลิต (หน่วย) ภายในช่วงเวลาที่กำหนดในองค์กรที่ให้บริการกำลังการผลิตนี้ อาจหมายถึงจำนวนลูกค้าที่สามารถให้บริการได้ภายในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ ในขณะที่ความหมายขององค์กรที่ทำการผลิต เช่น กำลังการผลิตของบริษัทผลิตรถยนต์อาจหมายถึงจำนวนคันของรถยนต์ที่สามารถผลิตได้ในแต่ละช่วงเวลาการผลิต

ในองค์กรที่ทำการผลิต(Manufacturing Organization) ส่วนใหญ่ผลิตสินค้าหลายชนิด แต่ละชนิดต้องการใช้ทรัพยากรในปริมาณที่แตกต่างกัน เช่น บริษัทผลิตรถยนต์ มักจะผลิตรถยนต์มากกว่า 1 ประเภท โดยอาจแบ่งเป็นรถยนต์นั่งส่วนบุคคลสองประตูและรถยนต์สี่ประตู เป็นต้น ดังนั้นการมองภาพของกำลังการผลิตต้องพิจารณาทั้งทรัพยากรที่ใช้และผลิตภัณฑ์ที่ผลิต ทั้งนี้ เพราะการกำหนดกำลังการผลิตโดยอ้างอิงกับผลิตภัณฑ์ประเภทใดประเภทหนึ่งโดยเฉพาะจะไม่ครอบคลุมระบบการผลิตทั้งหมด

กำลังการผลิตจะอยู่ในรูปของจำนวนหน่ายต่อเวลา ซึ่งกำลังการผลิตของระบบการผลิตจะถูกควบคุมด้วย คอขวด (Bottleneck) ของระบบ คอขวดของระบบก็คือกิจกรรมที่เป็นข้อจำกัดในการทำให้เกิดผลลัพธ์นั่นเอง การวางแผนการผลิตเป็นการตรวจสอบว่าการผลิตจะไม่เกินกำลังการผลิตที่มีอยู่ แต่อย่างไรก็ตามการวางแผนกำลังการผลิตเป็นเพียงเครื่องมือที่ให้ข้อมูลแต่มิได้เป็นเครื่องมือสำหรับตัดสินใจแก้ปัญหา (บุษบา พฤกษาพันธุ์รัตน์, 2552)

การวางแผนการผลิตเป็นการตัดสินใจเชิงกลยุทธ์ระยะยาวเพื่อกำหนด และจัดเตรียมทรัพยากรขององค์กรในทุกระดับให้สอดคล้องกับความต้องการที่คาดการณ์ไว้ (ส่วนหนึ่งมาจากการพยากรณ์) เช่น การขยายโรงงาน การสั่งเครื่องจักรเพิ่ม เพื่อรองรับความต้องการของ

ผลิตภัณฑ์เดิม ที่คาดว่าจะเพิ่มขึ้นหรือผลิตภัณฑ์ใหม่ที่จะผลิตออกสู่ตลาด จะเห็นว่า การดำเนินการเหล่านี้ต้องการเวลาค่อนข้างมาก โดยทั่วไปแล้วจะมากกว่า 1 ปี ขึ้นไป การตัดสินใจด้านกำลังการผลิตนี้ มีความสำคัญต่อผลการดำเนินการขององค์กรเป็นอย่างมาก เพราะกำลังการผลิตเป็นปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อเวลานำ (Lead Time) ของผลิตภัณฑ์ ความสามารถในการตอบสนองความต้องการของลูกค้า (Customer Responsiveness) ต้นทุนในการดำเนินการ (Operating Cost) ความสามารถในการแข่งขันขององค์กร กำลังการผลิตที่ไม่เพียงพอ จะส่งผลให้ผลิตสินค้าได้ช้าไม่ทันต่อความต้องการของลูกค้า ซึ่งอาจทำให้ลูกค้าไม่พึงพอใจและสูญเสียลูกค้าไปในที่สุด นอกจากนี้ยังทำให้การเติบโตขององค์กรเป็นไปอย่างจำกัดในขณะที่กำลังการผลิตที่มากเกินไป จะส่งผลให้เกิดสภาวการณ์ลงทุนที่ไม่จำเป็น สูญเสียโอกาสในการลงทุนด้านอื่น ๆ เพราะเงินจมอยู่กับกำลังการผลิตที่มากเกินไป

ดังนั้น คำถามที่ผู้จัดการส่วนใหญ่ต้องหาคำตอบ คือ ควรจะเพิ่มกำลังการผลิตเท่าใดและเมื่อไรจึงควรเพิ่ม การหาคำตอบของคำถามนี้ต้องพิจารณาปัจจัยที่เกี่ยวข้องให้รอบครอบ เช่น ความแปรปรวนของความต้องการ ความเชื่อถือได้ของข้อมูลการพยากรณ์ ความเสี่ยงด้านอื่น ๆ ที่อาจเกิดขึ้น เป็นต้น อย่างไรก็ตามคำตอบที่เป็นรูปธรรม (เป็นตัวเลข) ซึ่งเหมาะสมกับองค์กรหนึ่งนั้น อาจไม่สามารถใช้ได้กับองค์กรอื่น ๆ เนื่องจาก สถานการณ์ข้อจำกัด วัตถุประสงค์ของแต่ละองค์กรแตกต่างกันไป (บรรหาญ ลิลา, 2553)

2.2.3 **การวางแผนการผลิตหลัก** (Master Production Scheduling: MPS)

แผนการผลิตหลัก อาจสร้างมาจากแผนการผลิตรวมหรือสร้างโดยตรงจากความต้องการสินค้าที่ประมาณขึ้นสำหรับสินค้าแต่ละประเภท ถ้า MPS สร้างจากแผนการผลิตรวมจะต้องมีการกระจายเป็นแต่ละประเภทสินค้าเสียก่อน แผนการผลิตรวมแสดงหน่วยรวมของการผลิตสินค้าในกลุ่มใด ๆ สำหรับองค์กร แต่แผนการผลิตหลักคือแผนสำหรับการผลิตสินค้าแต่ละประเภทที่บ่งบอกว่ามีปริมาณการผลิตเท่าใดและเมื่อใด

การพยากรณ์การประมาณความต้องการสินค้า ในขณะที่ MPS คือแผนการผลิตหลักซึ่งไม่จำเป็นที่จะต้องมีปริมาณเท่ากันกับค่าพยากรณ์ ทั้งสองอย่างนี้คล้ายคลึงกัน แต่แตกต่างกันตรงที่แผนการผลิตหลักจะมีการพิจารณาปริมาณพัสดุคงคลัง เงื่อนไขของกำลังการผลิต วัตถุดิบที่มีอยู่ ระยะเวลาในการผลิต และปริมาณการผลิต ซึ่งอาจจะมีการเลื่อนไปในช่วงเวลาถัดไปตามความเหมาะสมก็ได้

แม้ว่าหลักของการวางแผนการผลิตหลักจะง่ายในการทำความเข้าใจ แต่ก็ยังมีปัญหาในการสร้างตัวแบบของปัญหา MPS มากไปกว่านั้น ธรรมชาติของปัญหาก็แตกต่างกัน

ออกไปตามลักษณะของการผลิต อันได้แก่ *การผลิตเพื่อเก็บเข้าคลังสินค้า (Make-to-Stock: MTS) การผลิตเพื่อประกอบตามคำสั่งสินค้า (Assemble-t0-Order, ATO)* และ *การผลิตตามคำสั่งสินค้า (Make-to-Order, MTO)*

บริษัทที่มีการผลิตแบบ MTS จะมีการผลิตเป็นรุ่น มีการเก็บสินค้าสำเร็จรูปไว้ตอบสนองลูกค้า มีการทำ MPS สำหรับสินค้าสำเร็จรูป การผลิตเริ่มต้นก่อนที่จะมีความต้องการเกิดขึ้น โดยปริมาณของสินค้าสำเร็จรูปจะมีไม่กี่ชนิดแต่ต้องใช้วัตถุดิบที่หลากหลาย ส่วนบริษัทที่มีการผลิตแบบ MTO จะไม่มีพัสดุคงคลังของสินค้าสำเร็จรูป โดยคำสั่งซื้อของลูกค้าไม่ได้ถูกตอบสนองในทันที เนื่องจากการผลิตจะเกิดขึ้นเมื่อมีคำสั่งซื้อ MPS เกิดเมื่อมีคำสั่งซื้อ โดยมีการระบุวันส่งมอบสินค้า ส่วนการผลิตแบบ ATO จะมีสินค้าสำเร็จรูปที่ หลากหลาย ซึ่งเกิดจากการประกอบชิ้นส่วนประกอบย่อย และโมดูลเข้าด้วยกัน ซึ่งมีความหลากหลายไม่มาก โดยมากแล้วจะเป็นประเภทอุตสาหกรรมรถยนต์ MPS ที่ใช้เป็นการผลิตสำหรับโมดูล ซึ่งเกิดจากการพยากรณ์ และ *การประกอบขั้นสุดท้าย* เมื่อเกิดคำสั่งซื้อจากลูกค้า ดังนั้นช่วงเวลานำจึงมี 2 ช่วงคือ ช่วงเวลานำในการผลิตขั้นต้นและสำหรับลูกค้าจะพิจารณาเฉพาะช่วงเวลานำสำหรับการประกอบขั้นสุดท้าย

นอกจากนี้ยังมีสภาพการผลิตที่มีการออกแบบทางวิศวกรรมก่อนการสั่งซื้อเรียกว่า *Engineer-to-order* (ETO) โดยมีข้อแตกต่างจากสภาพการผลิตทั่วไปคือ มีฟังก์ชั่นทางวิศวกรรมเข้ามาเกี่ยวข้องในการพิจารณาโครงสร้างของระบบการออกแบบต้นแบบ และการออกแบบกระบวนการผลิต โดยสภาพการผลิตเช่นนี้จะต้องมีการวางแผนกำลังการผลิตไปพร้อมกับการพิจารณาแผนการผลิตหลัก (บุษบา พฤกษาพันธุ์รัตน์,2552)

แผน MPS

แผนการผลิตหลักจะบ่งบอกว่าสินค้าสำเร็จรูปรายการใดจะมีการผลิตปริมาณเท่าใด และมีความต้องการเมื่อใด แผนการผลิตหลักจะเป็นแผนที่อยู่ในขอบเขตของแผนการผลิตรวมสำหรับสินค้าหรือผลิตภัณฑ์รายการหนึ่ง ๆ โดย จะเป็นแผนรายวัน หรือรายสัปดาห์ หรืออาจจะขยายได้ถึงรายเดือน ระยะเวลาที่ใช้ในการผลิตจะเรียกว่า *ผลรวมช่วงเวลานำ*

แผนการผลิตหลักจะเป็นตัวขับเคลื่อนกระบวนการ MRP แผนการผลิตหลักจะต้องดำเนินการจนแล้วเสร็จก่อนที่ระบบ MRP จะดำเนินการต่อได้ ตัวอย่างของแผนการผลิตหลักของผลิตภัณฑ์ 3 ประเภทแสดงได้ดังตาราง 2.1

ตาราง 2.1 ตัวอย่างแผนการผลิตหลัก

รายการสินค้าในแผนการผลิตหลัก	ช่วงเวลา				
	1	2	3	4	5
A	85	95	120	100	100
B	0	50	0	50	0
C	75	120	47	20	17

ที่มา: บุษบา พฤกษาพันธุ์รัตน์ (2552)

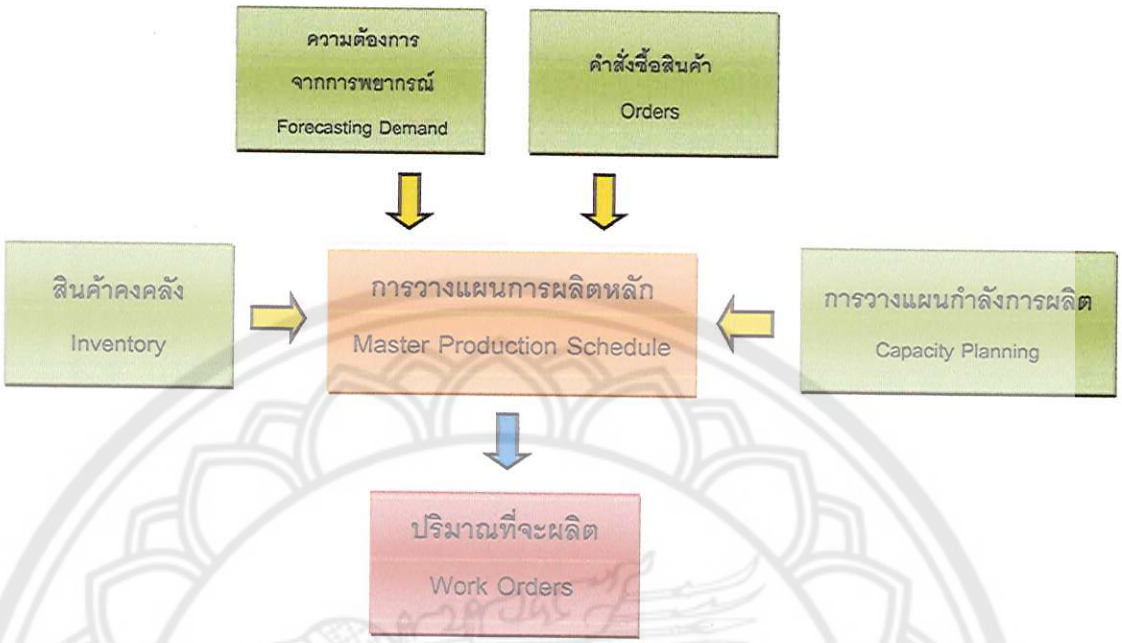
MPS เป็นค่าที่เกิดจากการปรับยอดของการพยากรณ์สำหรับพัสดุคงคลัง คำสั่งซื้อสินค้าของลูกค้า และเงื่อนไขในการผลิตหรือปัจจัยอื่น ๆ หรืออาจสรุปได้ว่าแผน MPS มาจากการพิจารณาข้อมูลต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- ***ค่าการพยากรณ์*** ค่าพยากรณ์ในช่วงเวลาต่าง ๆ สำหรับสินค้าสำเร็จรูป
- ***คำสั่งซื้อสินค้า*** ปริมาณที่จะต้องส่งให้แก่ลูกค้าตามกำหนดส่ง
- ***การวางแผนกำลังการผลิต*** คือ การตรวจสอบเปรียบเทียบกับกำลังการผลิตสูงสุดที่สามารถผลิตได้
- *MPS* ปริมาณสินค้าที่เสร็จสมบูรณ์ที่จะทำการผลิตในช่วงเวลาที่กำหนด เนื่องจากข้อกำหนดของเวลาในการผลิตสินค้า การผลิตอาจต้องดำเนินการไปก่อนล่วงหน้า
- ***พัสดุคงคลัง*** ระดับพัสดุคงคลังที่ช่วงเวลาเริ่มต้น

สำหรับการผลิตเป็นรุ่น ปริมาณที่มีการสั่งให้ทำการผลิตจะมีขนาดที่เท่า ๆ กันในแต่ละประเภทสินค้า คือเท่ากับขนาดรุ่นที่กำหนดขึ้นสำหรับสินค้ารายการนั้น ๆ แต่ถ้าหาก *ผลิตตามขนาดของความต้องการ (Lot for Lot; L4L)* ในแผนการผลิตก็จะเป็นปริมาณที่เกิดจากความต้องการของสินค้ารายการนั้น ๆ

ข้อแนะนำที่จะต้องคำนึงถึงสำหรับปริมาณสินค้าที่อยู่ในแผนการผลิตหลัก

- ปริมาณในแผนการผลิตหลักเป็นปริมาณที่แสดงถึงปริมาณการผลิตไม่ใช่ความต้องการสินค้า ดังนั้นจำนวนที่ผลิตจึงไม่จำเป็นที่จะต้องเท่ากับปริมาณความต้องการสินค้า
- ปริมาณในแผนการผลิตหลักอาจประกอบไปด้วยผลรวมของคำสั่งซื้อจากลูกค้าและความต้องการที่ได้จากการพยากรณ์ แผนการผลิตหลักอาจต้องมีการเปลี่ยนแปลงอยู่บ่อยครั้ง ซึ่งในบางบริษัทอาจมีการกำหนดช่วงเวลาเพื่อไม่ให้มีการเปลี่ยนแปลงแผนบ่อยเกินไป ทั้งนี้เพื่อลดความไม่แน่นอนในการผลิตลง



ภาพ 2.4 การวางแผนการผลิตหลัก

ที่มา: บุษบา พฤกษาพันธุ์รัตน์ (2552)

- ปริมาณที่จะต้องทำการผลิตไม่ได้หมายความว่าจะต้องสามารถผลิตได้เสมอไป เนื่องจาก MPS เกิดจากการพิจารณาแผนการผลิตรวม แผนการผลิตหลักที่กำหนดขึ้นจะยังไม่ทราบได้ว่าสามารถผลิตได้หรือไม่ จนกว่าจะมีการพิจารณา MRP เสียก่อน ดังนั้นโดยทั่วไปแล้ว MRP จะใช้ในการตรวจสอบความเป็นไปได้ของ MPS เพื่อให้สามารถยืนยันคำสั่งซื้อของลูกค้าที่ได้รับมาด้วย
- ปริมาณที่กำหนด หมายถึงปริมาณของสินค้าขั้นสุดท้ายของกระบวนการ ซึ่งอาจไม่ใช่สินค้าสำเร็จรูปก็ได้โดยแผน MPS จะแตกต่างกันออกไปตามประเภทของระบบการผลิต ในการผลิตเพื่อเก็บสต็อก MPS จะหมายถึงแผนสำหรับสินค้าสำเร็จรูป แต่สำหรับการประกอบตามคำสั่งซื้อ MPS จะหมายถึงชิ้นส่วนประกอบหลักหรือโมดูล มีการแยกแผนการประกอบขั้นตอนสุดท้ายไว้สำหรับสินค้าสำเร็จรูป ส่วนการผลิตตามคำสั่งซื้อ MPS จะประกอบไปด้วยชิ้นส่วนหลักหรือชิ้นส่วนสำหรับบริการ

สำหรับปริมาณสินค้าที่ได้จากการพยากรณ์ (MTS และ ATO) จะต้องมีการพิจารณา *จำนวนการจัดหาไว้เพื่อขาย (Available-to-promise; ATP)* หรือก็คือปริมาณสินค้าที่สามารถสัญญาขายให้กับลูกค้าได้ โดยคำนวณหาได้จากความแตกต่างระหว่างปริมาณการผลิตที่ได้วางแผนไว้และปริมาณคำสั่งซื้อจากลูกค้าที่ได้รับมาแล้ว

ATP ในช่วงเวลาที่ 1 = (ปริมาณสินค้าที่มีอยู่ + MPS ในช่วงเวลาที่ 1) –
(คำสั่งซื้อที่ได้รับมาจนถึงช่วงเวลาถัดไปของแผนการผลิต)

ATP ในช่วงเวลาที่ n = (MPS ในช่วงเวลาที่ n) –
(คำสั่งซื้อที่ได้รับมาจนถึงช่วงเวลาถัดไปของแผนการผลิต)

2.2.4 **การวางแผนความต้องการวัสดุ** (Material Requirements Planning: MRP)

การวางแผนความต้องการวัสดุ คือระบบการควบคุมพัสดุคงคลังและการวางแผนการผลิต เป้าหมายหลักของระบบพัสดุคงคลังก็คือ เพื่อให้แน่ใจได้ว่ามีวัสดุเพียงพอกับการใช้งาน ซึ่งอาจทำให้เกิดการลงทุนอย่างมากมายกับพัสดุคงคลังที่ไม่จำเป็นเป้าหมายหนึ่งของ MRP ก็คือ เพื่อรักษาระดับพัสดุคงคลังให้ต่ำที่สุด โดยการพิจารณาว่ามีความต้องการชิ้นส่วนเมื่อใดและจัดให้มีพอดีกับเวลาที่ต้องการ

ระบบ MRP เป็นระบบพัสดุคงคลังระบบแรกที่มีการพิจารณาพัสดุคงคลังของวัตถุดิบ ชิ้นส่วน และสินค้าสำเร็จรูปว่าควรมีการเก็บแตกต่างกัน โดยระบบจะมีการวางแผนการสั่งซื้อ (วัตถุดิบและชิ้นส่วนที่ต้องสั่งซื้อ) ผลิต (ชิ้นส่วนและชิ้นส่วนประกอบ) และจัดลำดับการนำส่ง (สินค้าสำเร็จรูป) ซึ่งถือได้ว่าเป็นมากกว่าระบบพัสดุคงคลังทั่วไป

อย่างที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่าสภาพแวดล้อมของอุตสาหกรรมนั้นมีแต่ความไม่แน่นอนเกิดขึ้น เช่น การสั่งซื้ออาจได้รับสินค้าล่าช้า เครื่องจักรเกิดขัดข้อง พนักงานขาดงาน มีการเปลี่ยนแปลงแบบสินค้า หรือเหตุผลอื่น ๆ ด้วยระบบ MRP องค์กรสามารถตรวจสอบความสัมพันธ์ของงานและคำสั่งซื้อ ซึ่งก็จะทราบได้ว่างานจะล่าช้าหรือไม่ โดยระบบจะช่วยให้การจัดลำดับมีความถูกต้องและทันสมัยอยู่เสมอ (บุษบา พฤกษาพันธุ์รัตน์,2552)

2.2.4.1 **การใช้ MRP**

MRP จะมีประโยชน์อย่างมากสำหรับอุปสงค์ตามและสินค้าประเภทที่สามารถนับได้ (Discrete Item) ผลิตภัณฑ์ที่มีความซับซ้อน มีการผลิตเป็นแบบ Job Shop มีสภาพแวดล้อมเป็นแบบประกอบตามคำสั่งลูกค้า (Assemble –to- order) และมีการจัดการพัสดุคงคลังที่เป็นความต้องการชิ้นส่วนแตกต่างจากการจัดการพัสดุคงคลังที่เป็นสินค้าสำเร็จรูป

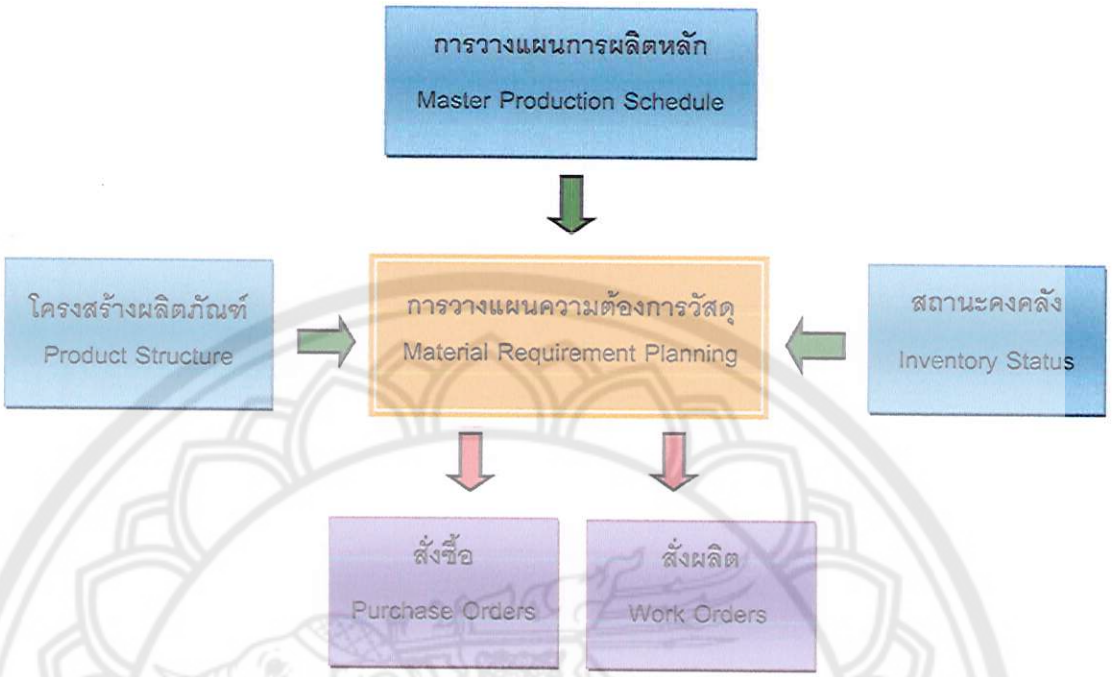
- ***อุปสงค์ตาม*** *(Dependent Demand)* อุปสงค์ตามไม่จำเป็นต้องทำการพยากรณ์ เนื่องจากสามารถคำนวณหาได้จากการประมาณของสินค้าสำเร็จรูป เช่น ต้องการสินค้าประเภทโต๊ะ 100 ตัว ดังนั้นขาโต๊ะซึ่งเป็นอุปสงค์ตามก็จะสามารถคำนวณหาความต้องการได้เป็น 400 ท่อน อุปสงค์ตาม (ขาโต๊ะ) แปรผันตามจำนวนของโต๊ะซึ่งเป็นอุปสงค์อิสระ ความต้องการสินค้าสำเร็จรูปอาจต้องใช้การพยากรณ์หาค่ามา แต่อุปสงค์ตามจะถูกคำนวณตามปริมาณของสินค้าสำเร็จรูป
- ***สินค้าที่สามารถนับได้*** *(Discrete Demand)* ความแตกต่างอีกประการหนึ่งของอุปสงค์อิสระและอุปสงค์ตามก็คือ ความต่อเนื่องของความต้องการสินค้า อุปสงค์อิสระจะมีความต้องการอย่างต่อเนื่องในทุกช่วงเวลาแต่อุปสงค์ตามจะเกิดความต้องการเมื่อมีการใช้ในการผลิตหรือการประกอบ
- ***ผลิตภัณฑ์ที่มีความซับซ้อน*** ในอุตสาหกรรมผลิตสินค้าหลายรายการมีความซับซ้อน เนื่องจากมีชิ้นส่วนในการผลิตมาก ดังนั้นจำเป็นต้องมีการประสานงานที่ดีเพื่อให้มีชิ้นส่วนเพียงพอสำหรับใช้ในการผลิตในแต่ละขั้นตอน ระบบ MRP จะสามารถนำมาใช้ช่วยจัดการกับชิ้นส่วนต่าง ๆ เหล่านี้ สินค้าที่ไม่มีความซับซ้อนมากไม่จำเป็นที่จะต้องใช้ระบบ MRP ในการวางแผนหรือจัดการพัสดุคงคลัง
- ***สินค้าที่ประกอบตามคำสั่งซื้อ*** *(Assemble –to-order)* ระบบ MRP จะเหมาะกับอุตสาหกรรมที่ลูกค้าสามารถเลือกทางเลือกได้ โดยสินค้าจะมีชิ้นส่วนที่ใช้ร่วมกัน (Common Part) ที่เก็บในคลังสินค้าในรูปแบบหนึ่งก่อนที่จะได้รับคำสั่งซื้อจากลูกค้า

ภาพ 2.5 แสดงให้เห็นถึงปัจจัยนำเข้าและปัจจัยส่งออกของระบบ MRP ซึ่งประกอบไปด้วยปัจจัยนำเข้า 3 ประการ คือ

1. แผนการผลิตหลัก (Master Production Schedule)
2. โครงสร้างผลิตภัณฑ์ (Product Structure หรือ Bill of Material: BOM)
3. สถานะคงคลัง (Inventory Status)

ปัจจัยส่งออกประกอบไปด้วยแผนการสั่งประเภทต่าง ๆ ได้แก่

- ใบสั่งผลิต (Work Orders)
- ใบสั่งซื้อ (Purchase Orders)



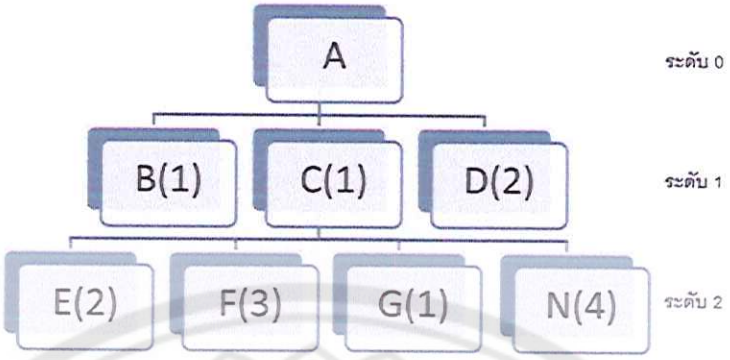
ภาพ 2.5 การวางแผนความต้องการวัสดุ

ที่มา: บุษบา พฤกษาพันธุ์รัตน์ (2552)

2.2.4.2 โครงสร้างผลิตภัณฑ์ (Product Structure)

เมื่อมีการกำหนดแผนการผลิตหลักเรียบร้อยแล้ว ระบบ MRP จำทำการค้นหารายละเอียดโครงสร้างผลิตภัณฑ์เพื่อพิจารณารายการชิ้นส่วนที่จำเป็นในการวางแผนความต้องการวัสดุ โครงสร้างผลิตภัณฑ์จะแสดง *รายละเอียดผลิตภัณฑ์ (Bill of Material: BOM)* สำหรับทุกรายการที่ใช้ในการผลิต รายละเอียดผลิตภัณฑ์นอกจากจะแสดงรายการชิ้นส่วนต่าง ๆ แล้ว ยังบ่งบอกถึงรายละเอียดของชิ้นส่วนแต่ละรายการ และระบบ MRP จะคำนวณหาเวลาที่ใช้ชิ้นส่วนพร้อมปริมาณการใช้

รายการสินค้าแต่ละรายการสามารถที่จะอธิบายโดยใช้โครงสร้างของผลิตภัณฑ์เป็นรูปภาพได้ สินค้าสำเร็จภาพ ได้มีการประกอบเรียบร้อยจะเรียกว่าเป็น *รายการหลัก (Parent)* และชิ้นส่วนย่อย ๆ ที่นำมาประกอบเรียกว่า *ส่วนประกอบ (Child)* โดยคำในวงเล็บจะหมายถึงจำนวนชิ้นที่จะต้องใช้ในการประกอบให้เป็นสินค้าสำเร็จรูปหนึ่งรายการโครงสร้างผลิตภัณฑ์อาจเขียนได้ในรูปของรายละเอียดผลิตภัณฑ์ที่เป็นลำดับชั้นดังแสดงในภาพ 2.6 โดยสินค้าสำเร็จรูปจะถูกกำหนดให้อยู่ในระดับ 0 ตัวเลขของระดับจะสูงขึ้นตามลำดับเมื่อรายการชิ้นส่วนเคลื่อนลงไปสู่รายการวัตถุดิบ



ภาพ 2.6 โครงสร้างผลิตภัณฑ์ A

ที่มา: บุษบา พฤกษาพันธุ์รัตน์ (2552)

2.2.4.3 สถานะคงคลัง (Inventory Status)

รายละเอียดพัสดุคงคลังจะประกอบไปด้วยข้อมูลเกี่ยวกับสินค้ารายการหนึ่ง ๆ ที่จะต้องมีการผลิตหรือสั่ง หรือเก็บไว้ในระบบ โดยจะต้องมีข้อมูลดังต่อไปนี้ ปริมาณยอดปัจจุบัน ขนาดล็อต สต็อกเพื่อความปลอดภัย ข้อมูลการใช้ในอดีต ดังแสดงในภาพ 2.7 โดยข้อมูลของรายละเอียดพัสดุคงคลังจะมีการแก้ไขเมื่อมีการนำสินค้าเข้าหรือออกจากคลังสินค้า หรือเมื่อมีการสั่งแก้ไขปรับปรุงข้อมูลหรือเมื่อการสั่งซื้อเสร็จสมบูรณ์ ความถูกต้องของข้อมูลในส่วนนี้มีความสำคัญอย่างยิ่งในระบบ MRP

รายละเอียด		เงื่อนไขการเก็บสินค้า	
รายการ	A	ช่วงเวลานำ	1
เลขที่รายการ	734	ปริมาณการใช้ต่อปี	5000
ประเภท		ต้นทุนการเก็บ	1
Buyer/planner	RSR	ต้นทุนในการสั่งต่อครั้ง	50
Vendor/drawing	07142	สต็อก	0
ราคาต่อหน่วย	1.25	จุดสั่งซื้อ	39
LLC	1	EOQ	316
		ปริมาณการสั่งขั้นต่ำ	100
		ปริมาณการสั่งขั้นสูง	500
		Policy code	3

สถานะสินค้าคงคลัง		ปริมาณการใช้ต่อยอดขาย	
ปริมาณปัจจุบัน	100	ปริมาณการใช้ต่อปีต่อยอดขาย	1100
สถานที่เก็บ	W142	ปริมาณการใช้ต่อเดือนต่อยอดขาย	75
อยู่ระหว่างการสั่ง	100	รับครั้งล่าสุด	8/25
จัดสรรไว้	75	ส่งครั้งล่าสุด	10/25
นับครั้งล่าสุด	9/5		
ค่าแตกต่าง	-2		

ภาพ 2.7 รายละเอียดพัสดุคงคลัง

ที่มา: บุษบา พฤกษาพันธุ์รัตน์ (2552)

2.2.4.4 กระบวนการของ MRP

ระบบ MRP รับผิดชอบในเรื่องของการจัดลำดับการผลิตของรายการสินค้าหรือวัสดุที่ใช้ในการประกอบสินค้าสำเร็จรูป โดยจะได้ผลลัพธ์ออกมาเป็นใบงาน ใบสั่งซื้อ กระบวนการของ MRP ประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอนคือ

1. การกระจายรายละเอียดของรายการวัสดุตาม BOM
2. การหาปริมาณสุทธิของพัสดุคงคลัง
3. การกำหนดปริมาณการสั่งตามขนาด ล็อตที่กำหนด
4. การพิจารณาเวลาในการสั่งโดยดูจากช่วงเวลานำของการสั่ง

กระบวนการมีการดำเนินการซ้ำไปซ้ำมา โดยมีการพิจารณาตามโครงสร้างผลิตภัณฑ์จากด้านบนลงด้านล่างของรายการสินค้าและวัสดุทุกรายการ ซึ่งจะมีการใส่ข้อมูลตามแมทริกซ์ MRP ดังแสดงในตาราง 2.2 เริ่มจากรายการสินค้าในระดับศูนย์ ในตารางมุมบนด้านซ้ายจะบ่งบอกถึงรายการสินค้าและ *รหัสระดับต่ำสุดในโครงสร้างผลิตภัณฑ์ (Low Level Code: LLC)* ช่วงเวลานำของการสั่งผลผลิตหรือสั่งซื้อ และขนาดล็อต

โดยข้อมูลที่จะต้องใส่ในแมทริกซ์ MRP ประกอบไปด้วย ความต้องการ จำนวนที่ได้รับตามกำหนดเวลา ปริมาณที่นำไปใช้ได้ ความต้องการสุทธิ แผนกำหนดการรับของ และแผนกำหนดการสั่งของ *ความต้องการ* เป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการ MRP โดยข้อมูลในส่วนนี้ได้มาจาก MPS หรือจากแผนกำหนดการสั่งของสินค้าที่มีรหัสต่ำกว่า *จำนวนที่ได้รับตามกำหนดเวลา* คือจำนวนสินค้าที่ได้มีการสั่งซื้อไปแล้ว ซึ่งมีผลจะได้รับในช่วงเวลาต่าง ๆ ปริมาณที่นำไปใช้ได้คือปริมาณพัสดุคงคลังในปัจจุบันหรือปริมาณที่คาดว่าจะได้รับตามกำหนดในช่วงเวลาใด ๆ ซึ่งได้จากการพิจารณาปริมาณสินค้าที่มีอยู่และสินค้าที่มีกำหนดว่าจะได้รับด้วย *แผนกำหนดการรับของ* แสดงจำนวน

สินค้าที่จะต้องสั่งซื้อและได้รับในช่วงเวลาดังกล่าว โดยปริมาณนี้แตกต่างจากปริมาณความต้องการสุทธิ เนื่องจากในการสั่งซื้อหรือสั่งผลิตจะต้องมีการกำหนดล็อตของการสั่ง โดยในการกำหนดล็อตมีด้วยกันหลายลักษณะ เช่น กำหนดแบบพอดีกับความต้องการ (L4L) ตามปริมาณการสั่งซื้ออย่างประหยัด (EOQ) หรือตามการผลิตอย่างประหยัด (EPQ) *แผนกำหนดการสั่งของ* เป็นการพิจารณาว่าเมื่อใดควรมีการสั่งเพื่อให้ได้ปริมาณสินค้าตามที่ต้องการ

ตาราง 2.2 แมทริกซ์ MRP

รายการสินค้า ขนาดล็อต	LLC ช่วงเวลานำ	ช่วงเวลา				
		1	2	3	4	5
ความต้องการ		ได้มาจาก MPS หรือจากแผนกำหนดการสั่งของสินค้าที่มีโค้ดต่ำกว่า				
จำนวนที่ได้รับตามกำหนดเวลา		สินค้าที่อยู่ระหว่างการสั่งซื้อหรือมีกำหนดจะได้รับสินค้า				
ปริมาณที่นำไปใช้ได้	พัสดุคงคลังเริ่มต้น	ปริมาณสินค้าที่คาดว่าจะมีเหลืออยู่ที่ปลายช่วงเวลา				
ความต้องการสุทธิ		ความต้องการสุทธิที่ได้หักสินค้าคงคลังและสินค้าที่อยู่ระหว่างการสั่งซื้อแล้ว				
แผนกำหนดการรับของ		เมื่อใดที่สินค้าควรได้รับ				
แผนการกำหนดการสั่งของ		เมื่อใดที่สินค้าควรมีการสั่ง				

ที่มา: บุษบา พฤกษาพันธุ์รัตน์ (2552)

2.2.4.5 ขนาดล็อตในระบบ MRP

การใช้การสั่งเท่ากับปริมาณที่ต้องการ การใช้ปริมาณการสั่งขั้นต่ำและการสั่งเป็นชุด โดยการกำหนดขนาดล็อตสามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ ก็คือ การสั่งพอดีกับความต้องการและการสั่งที่ปริมาณคงที่ ซึ่งก็มีด้วยกันอีกหลายประเภทดังต่อไปนี้

- ***การสั่งพอดีกับความต้องการ (Lot-for-lot Ordering Policy)*** Lot-for-lot (L4L) คือ การสั่งซื้อสินค้าพอดีกับความต้องการที่เกิดขึ้นใน MRP โดยการสั่งลักษณะนี้จะไม่มีการเก็บพัสดุคงคลังเกิดขึ้น ซึ่งก็จะไม่มีค่าใช้จ่ายในการเก็บพัสดุคงคลัง แต่ก็มีความเสี่ยงในกรณีที่สินค้ามีการส่งล่าช้า หรือปริมาณการสั่งของลูกค้ามีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งอาจทำให้สูญเสียการขายไป

- ***การสั่งด้วยปริมาณคงที่*** *(Fixed-size Lot Ordering Policy)* คือการสั่งซื้อสินค้าที่ปริมาณคงที่โดยค่าหนึ่งในแต่ละช่วงเวลาหรือทุกช่วงเวลา เพื่อให้เกิดประโยชน์ทางด้านราคาสินค้าหรือมูลค่าที่ประหยัดในการสั่งซื้อ เช่น
  - ***ปริมาณการสั่งขั้นต่ำ*** *(Minimum Order Quantities)* คือการสั่งซื้อสินค้าที่ปริมาณคงที่ที่มีการระบุปริมาณการสั่งซื้อขั้นต่ำไว้ เนื่องจากหากมีการสั่งต่ำกว่าปริมาณดังกล่าว อาจต้องซื้อในราคาที่สูงหรือไม่ได้รับส่วนลด เป็นการสั่งซื้อให้สอดคล้องกับราคาที่ผู้จำหน่ายได้กำหนดไว้สำหรับแต่ละช่วงปริมาณสินค้า
  - ***ปริมาณการสั่งสูงสุด*** *(Maximum Order Quantities)* คือการสั่งซื้อสินค้าคงที่โดยมีการระบุปริมาณการสั่งไม่เกินที่กำหนดไว้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากราคาสินค้าที่แพง หรือสินค้ามีขนาดใหญ่ พื้นที่ในการเก็บสินค้ามีจำกัด
  - ***ปริมาณการสั่งเป็นชุด*** *(Multiple Order Quantities)* คือการสั่งซื้อสินค้าที่อ้างอิง ตามขนาดของการบรรจุหีบห่อ เช่น เป็นกล่อง เป็นแกลลอน หรือเป็นพาเล็ต ในการซื้อจะไม่สามารถซื้อในปริมาณย่อย ๆ ได้
  - ***ปริมาณการสั่งซื้อแบบประหยัด*** *(Economic Order Quantity; EOQ)* คือการสั่งซื้อสินค้าตามปริมาณ EOQ โดยค่าความต้องการสินค้าต่อปี *(D)* ถูกเปลี่ยนรูปไปเป็นความต้องการเฉลี่ยต่อช่วงเวลา $(\bar{d})$ และค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาสินค้าเปลี่ยนเป็นต่อช่วงเวลา EOQ สามารถนำมาใช้ได้ แต่ไม่เหมาะสมในกรณีมีความต้องการที่แปรผัน
  - ***ปริมาณการสั่งตามช่วงเวลาการสั่ง*** *(Periodic Order Quantity; POQ)* POQ ถูกกำหนดขึ้นมาเพื่อใช้กับกรณีความต้องการที่แปรผัน POQ คำนวณได้จากการหารปริมาณ EOQ ด้วยความต้องการเฉลี่ย $(\bar{d})$ โดยมีความหมายเป็นช่วงเวลาที่มีสินค้า พอสำหรับการสั่งหนึ่งครั้ง โดยหาก POQ มีค่าเป็น 3 ก็หมายความว่าการสั่งจะเกิดขึ้นสำหรับ 3 ช่วงเวลาของการใช้สินค้า

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชูชาติ หมวกละมัยและคณะ (2546) การศึกษาแนวทางการใช้แตนเบียนไข่ตริโคแกรมม่าเพื่อควบคุมหนอนกออ้อย ในระดับเกษตรกรที่ตำบลทับยายเชียง อำเภอพรหมพิราม จังหวัดพิษณุโลก เพื่อหาศักยภาพในการใช้แตนเบียนไข่ตริโคแกรมม่าที่ควบคุมหนอนกออ้อย เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการควบคุมกับการใช้สารเคมีฆ่าแมลงในลักษณะที่เกษตรกรใช้อยู่ และเพื่อประเมินการยอมรับการใช้แตนเบียนไข่ตริโคแกรมม่าของเกษตรกร การศึกษาประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ขั้นที่ 1 ศึกษาข้อมูลพื้นฐานของเกษตรกรและวิธีการปฏิบัติ โดยทั่วไปในการควบคุมหนอนกอ้อย ขั้นที่ 2 จัดทำแปลงสาธิตร่วมกับเกษตรกรเพื่อสร้างความรู้ ความเข้าใจ และการฝึกปฏิบัติในการใช้แตนเบียนไข่ตริโคแกรมม่าเพื่อควบคุมหนอนกออ้อย และขั้นตอนที่ 3 การประเมินการยอมรับการใช้วิธีการควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธีของเกษตรกร

เกษตรกรชาวไร่อ้อยมีค่าใช้จ่ายในการปลูกอ้อยส่วนใหญ่ เป็นค่าใช้จ่ายในส่วนของปุ๋ยและสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชคิดเป็นร้อยละ 56 ศัตรูอ้อยที่สำคัญในพื้นที่ศึกษา คือ หนอนกออ้อย โดยเฉพาะอย่างยิ่งหนอนกออ้อยลายจุดเล็ก ซึ่งอ้อยที่ถูกทำลายด้วยหนอนกออ้อย จะแสดงอาการยอดไหม้ จากการประเมินจากแปลงสาธิต 3 แปลง คือ แปลงที่ใช้แตนเบียนไข่ตริโคแกรมม่า แปลงที่ใช้สารเคมีฆ่าแมลงและแปลงธรรมชาติ (ไม่มีการควบคุม) พบว่า แปลงที่ใช้แตนเบียนไข่ตริโคแกรมม่ามีความเสียหายน้อยที่สุด จึงทำให้เกษตรกรที่ได้รับการอบรมและร่วมทำแปลงสาธิตมีความรู้ความเข้าใจถึงการควบคุมหนอนกออ้อยโดยใช้แตนเบียนไข่ตริโคแกรมม่าและเกษตรกรส่วนใหญ่ให้การยอมรับวิธีการดังกล่าว

เกียรติศักดิ์ เกิดสุข (2549) การศึกษาผลกระทบของการเก็บรักษาแตนเบียนไข่ตริโคแกรมม่าที่อุณหภูมิต่ำ และสารฆ่าแมลงบางชนิดที่มีผลต่อประสิทธิภาพของแตนเบียนไข่ตริโคแกรมม่า ในการควบคุมไข่ของผีเสื้อหนอนกออ้อย โดยการเก็บรักษาดักแด้แตนเบียนไข่ตริโคแกรมม่าภายในอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ และทำการประเมินผลกระทบที่มีต่อคุณภาพและประสิทธิภาพของตัวเต็มวัยทุกสัปดาห์ รวมถึงการศึกษาผลกระทบของสารฆ่าแมลงจำนวน 8 ชนิด ที่มีต่อแตนเบียนไข่ตริโคแกรมม่าในทุกระยะการเจริญเติบโต จากนั้นทำการเปรียบเทียบคุณภาพและประสิทธิภาพของแตนเบียนไข่ตริโคแกรมม่าที่รอดชีวิต เนื่องจากแตนเบียนไข่ตริโคแกรมม่าเป็นแมลงศัตรูธรรมชาติที่สำคัญของหนอนกออ้อย และให้ผลการควบคุมในระดับดีมากจนเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป ในปัจจุบันความต้องการใช้แตนเบียนไข่ตริโคแกรมม่าเพื่อควบคุมแลงศัตรูพืชเพิ่มขึ้นอีกด้วย อย่าไรก็ตามขั้นตอนการผลิต

แตนเบียนไข่ตริโคแกรมม่ามีข้อจำกัดจากปัจจัยต่าง ๆ มากมาย ทำให้ไม่สามารถตอบสนองความต้องการและสอดคล้องกับปริมาณของศัตรูพืชได้ทันเวลา นอกจากนี้ในบางพื้นที่ถึงแม้ว่ามีการปล่อยแตนเบียนไข่ตริโคแกรมม่าแต่ผลการควบคุมยังอยู่ในระดับต่ำ ซึ่งมีสาเหตุมาจากการใช้สารฆ่าแมลง ดังนั้นการยืดอายุการเก็บรักษาแตนเบียนไข่ตริโคแกรมม่าจากช่วงเวลาที่สามารถผลิตได้ในปริมาณมากไว้ภายใต้อุณหภูมิต่ำเพื่อชะลอการเจริญเติบโตและการใช้สารฆ่าแมลงที่มีพิษน้อยต่อแตนเบียนไข่ตริโคแกรมม่า เป็นแนวทางที่ช่วยในการปรับปรุงวิธีการควบคุมหนอนกออ้อยได้อย่างมีประสิทธิภาพ

แววดาว พูนสวน (2550) การศึกษาการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลาเพื่อการวางแผนการผลิตสินค้าประเภทเฟอร์นิเจอร์ของบริษัทเอส บี อุตสาหกรรมเครื่องเรือน ซึ่งเป็นบริษัทผลิตสินค้าแบบเก็บสต๊อก เพื่อรอจำหน่ายและผลิตตามคำสั่งซื้อ เพื่อที่จะปรับปรุงข้อมูลที่ใช้ในการวางแผนการผลิตให้ดีขึ้น ซึ่งได้ทำการศึกษาถึงลักษณะข้อมูลการขายในอดีตของสินค้าแต่ละรุ่น เพื่อใช้เลือกเทคนิคการพยากรณ์ให้เหมาะสมกับรูปแบบของข้อมูล ผลการทดสอบปรากฏว่า วิธีการพยากรณ์ที่ให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดคือ วิธีปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปแนนเชียลซ้ำสองครั้ง จากนั้นได้นำวิธีการพยากรณ์ที่ได้ไปใช้ในการพยากรณ์ในระบบ MRP เพื่อใช้ในการตัดสินใจสั่งผลิตตามแผนที่เกิดขึ้นในระบบหลังจากที่นำไปใช้ในบริษัท ผลปรากฏว่า ในเดือนกรกฎาคม 2550 การพยากรณ์การผลิตด้วยวิธีปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปแนนเชียล ซ้ำสองครั้ง พยากรณ์การผลิตได้ 400 ชุด โดยมียอดขายทั้งสิ้น 412 ชุด ซึ่งมีผลต่างเท่ากับ 12 ชุด ในขณะที่ใช้วิธีการพยากรณ์แบบเก่า จะต้องสั่งผลิตจำนวน 934 ชุด ทำให้มีผลต่างระหว่างชุดยอดขายจริงกับการสั่งผลิตเท่ากับ 522 ชุด คิดเป็นต้นทุนมูลค่าของสินค้าคงคลังที่ประหยัดได้ประมาณ 2,805,000 บาท จะเห็นได้ชัดเจนว่าการพยากรณ์การผลิตสินค้าวิธีใหม่มีค่าใกล้กับยอดขายจริงมากกว่าการใช้วิธีแบบเก่า คือ ใช้ประสบการณ์ของผู้วางแผนเพียงอย่างเดียว

วุฒิชัย เห็นประเสริฐ (2552) การจัดตารางการผลิตสำหรับระบบการวางแผนความต้องการวัสดุภายในเงื่อนไข กำลังการผลิตที่จำกัด ระบบวางแผนความต้องการวัสดุ (Material Requirements Planning System: MRP) ระบบที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอย่างกว้างขวาง ผลลัพธ์ที่ได้จากระบบ MRP ได้แก่ แผนการสั่งซื้อและแผนการผลิต แต่เนื่องจากระบบ MRP จะคำนวณแผนการผลิตโดยใช้ค่าเวลานำแบบคงที่และไม่พิจารณากำลังการผลิต ทำให้แผนการผลิตที่ได้จากระบบ MRP อาจจะยังไม่เหมาะสมกับการนำไปใช้งาน เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยได้

นำเสนอวิธีการคำนวณแผนการผลิตแบบใหม่ให้กับระบบ MRP ที่เรียกว่า Production Scheduling for MRP System under Capacity Constraint หรือ MRPC ซึ่งมีหลักการทำงาน 2 ขั้นตอนหลัก ดังนี้ ขั้นตอนแรก ระบบจะจัดลำดับงานบนเครื่องจักรด้วยวิธีการแบบฮิวริสติก (Heuristic) ผลลัพธ์ที่ได้แบ่งออกเป็น 2 แบบ ได้แก่ แบบที่มีลำดับการผลิตเหมือนกันทุกเครื่องจักร (MRPCP) และแบบที่มีลำดับการผลิตไม่เหมือนกันทุกเครื่อง (MRPCNP) ในขั้นตอนที่สอง ระบบจะหาค่าเวลาที่เริ่มต้นที่เหมาะสมโดยใช้โปรแกรมเชิงเส้น ตัวชี้วัดในงานวิจัยนี้ได้แก่ ค่าเวลาล่าช้าของงานรวม (Total Tardiness) ค่าเวลาเสร็จก่อนของงานรวม (Total Earliness) และค่าเฉลี่ยเวลาที่งานอยู่ในระบบ (Average Flow Time) ค่าตัวชี้วัดต่าง ๆ ของระบบ MRPC จะถูกนำไปเปรียบเทียบกับระบบ MRP ระบบ Finite Capacity MRP (FCMRP) ผลการทดลองพบว่า ระบบ MRPC และ FCMRP จะทำให้แผนการผลิตที่ได้มีความยืดหยุ่นมากกว่าแผนการผลิต MRP เนื่องจากสามารถเลือกแผนการผลิตได้โดยการปรับเปลี่ยนค่าผลคูณเชิงน้ำหนัก และเมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพทางด้านอื่น ๆ พบว่า ระบบ MRPCP ให้ค่าเวลาล่าช้ารวมของงานและค่าเฉลี่ยเวลาที่งานอยู่ในระบบมีค่าน้อยกว่าระบบ MRPCNP และ FCMRP ในขณะที่ระบบ FCMRP ให้ค่าเวลาเสร็จก่อนรวมของงานมีค่าน้อยที่สุด