หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

บทที่ ๕

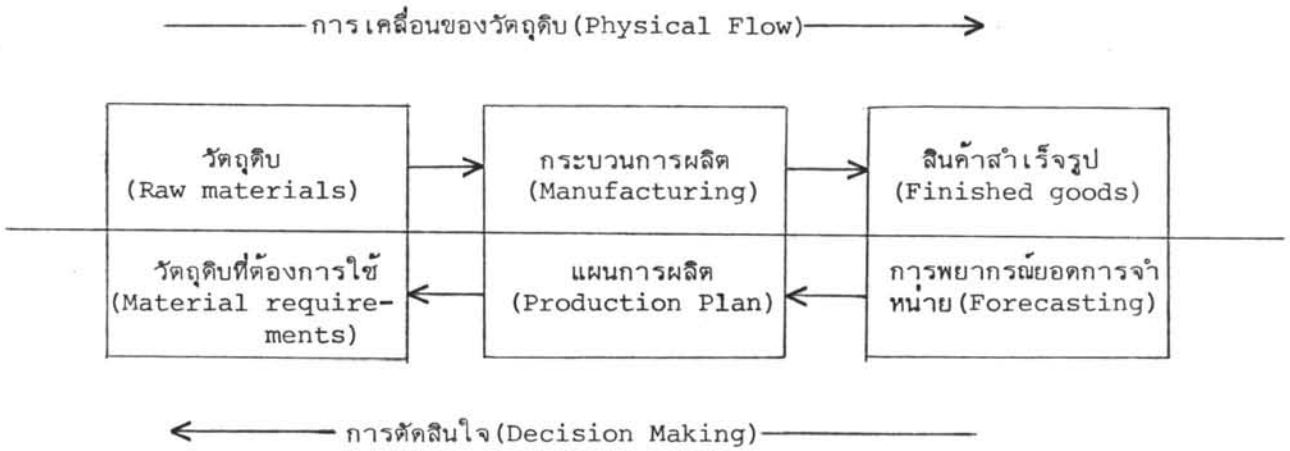
การปรับปรุงการผลิต

๕.๑ คำนำ

การผลิตเป็นงานเกี่ยวกับการจัดหาปัจจัยการผลิต คือ กำลังคน วัตถุดิบ อาคารสถานที่ อุปกรณ์เครื่องใช้ เงินทอง และความรู้ทางด้านเทคโนโลยีกับการนำเอาปัจจัยเหล่านี้ไปสร้างสินค้าหรือบริการขึ้นมา เพื่อที่จะผลิตสินค้าและบริการให้ได้จำนวนและกำหนดเวลาตามต้องการ โดยเสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด ฝ่ายผลิตต้องปฏิบัติงานในด้านต่างๆ อย่างมีประสิทธิภาพ คือการเลือกที่ตั้งโรงงาน การออกแบบสินค้า การวางแผนกระบวนการผลิต การวางแผนผังโรงงาน การวิเคราะห์วิธีทำงาน การตั้งมาตราฐานการผลิต การกำหนดค่าจ้างแรงงาน การออกแบบงาน การวางแผนการผลิต การควบคุมสินค้าคงคลัง การกำหนดตารางเวลาและควบคุมการผลิต การควบคุมคุณภาพ การควบคุมค่าใช้จ่าย การบำรุงรักษา และการประสานงานกับหน่วยงานอื่นๆ จะเห็นได้ว่าการผลิตสินค้าชนิดหนึ่งๆ ในปัจจุบันมีความยุ่งยากและซับซ้อนกว่าในสมัยโบราณมาก เพราะเหตุที่ว่าในสมัยปัจจุบัน ความสามารถในการผลิตของมนุษย์มีมากขึ้นเรื่อยๆ โดยใช้ความรู้ทางด้านเครื่องกลและอาศัยพลังงานจากธรรมชาติมาทดแทนกำลังจากกล้ามเนื้อมนุษย์และสัตว์เลี้ยงใช้งาน ดังนั้นจึงทำให้เกิดความจำเป็นในการบริหารงานเพื่อให้เกิดการสอดคล้องและสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับเครื่องจักรซึ่งได้รับการพัฒนามากขึ้นเรื่อยๆ จึงมีการนำเครื่องคำนวณมาช่วยในการตัดสินใจแก้ไขปัญหาต่างๆ เนื่องจากระบบการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมมีความซับซ้อนมากขึ้น การแก้ไขปัญหาจึงยุ่งยากและใช้เวลามากจึงได้มีการจำลองระบบการผลิตเป็นรูปแบบทางคณิตศาสตร์ และจากรูปแบบนี้เองสามารถแทนสถานการณ์ที่เกิดขึ้นได้จริง ดังนั้น การแก้ไขปัญหาหรือการปรับปรุงทางด้านการวางแผน การวิเคราะห์ และการควบคุมการผลิต จึงทำได้ด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์ซึ่งอาศัยข้อมูลที่ถูกต้อง จะได้คำตอบที่สามารถนำมาช่วยในการตัดสินใจทางด้านการวางแผน การวิเคราะห์และการควบคุมการผลิต

โรงงานผลิตรถไถนาขนาดเล็กในประเทศก็เช่นเดียวกัน จากเดิมที่เป็นโรงงานเล็กๆเพียงห้องเดียวมีคนงานเพียง ๒-๓ คน กลายมาเป็นโรงงานขนาดใหญ่มีคนงานเกือบ ๑๐๐ คน มีเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ มากขึ้นกว่าเดิมหลายเท่าตัว ถ้าหากใช้วิธีการผลิตและบริหารงานแบบเดิมก็อาจทำให้

กิจการประสบการขาดทุน หรือได้กำไรน้อยกว่าที่ควรจะเป็น การผลิตที่ดีจำเป็นต้องเป็นระบบมีระเบียบแบบแผนในการทำงาน มีการวางแผนและควบคุมการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพ รูปที่ ๓๑ แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างการเคลื่อนตัวของวัตถุดิบมาเข้ากระบวนการผลิต และออกมาเป็นสินค้าสำเร็จรูปซึ่งในขณะเดียวกันจะต้องมีการตัดสินใจในเรื่องยอดการจำหน่าย แผนการผลิตและวัตถุดิบที่ต้องใช้สวนทางกันตลอดเวลาที่ทำการผลิต ดังนั้น จะต้องวางแผนและควบคุมทุกขั้นตอนอย่างถูกต้องให้เหมาะกับสภาพการต่างๆ ที่เกี่ยวข้องต่อการผลิตที่เกิดขึ้น



รูปที่ ๓๑ การควบคุมการผลิตที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการตัดสินใจ[๑]
(The production control decision-making process)

การวางแผนและควบคุมการผลิตมีขั้นตอนของการดำเนินงานดังต่อไปนี้ คือ

๑. การคาดหมายความต้องการของผลิตภัณฑ์ (Forecasting Demand)

๒. การวางแผนการผลิต (Production Planning)

๓. การวางเส้นทางการผลิต (Routing)

๔. การกำหนดเส้นทางการผลิต (Scheduling)

๕. การแจกงานการผลิต (Dispatching)

๖. การปรับปรุงการผลิต (Expediting)

---

[๑] John E. Biegel, "Production Control a Quantitative Approach", 2d ed. (New Delhi : Prentice-Hall of India, 1974) p. 6.

หลักการของการวางแผนและควบคุมการผลิต

การวางแผน (Planning) คือ การเตรียมงานล่วงหน้าโดยการคาดหมายเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต แล้ววางแนวทางดำเนินงานอย่างมีเป้าหมาย

การวางแผนงานจะมีผลดีเกิดขึ้นดังนี้

๑. สามารถดัดแปลงแก้ไขเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นได้โดยไม่ยาก

๒. มีแนวทางดำเนินงานเป็นเป้าหมายที่ค่อนข้างแน่นอน

๓. ช่วยให้สามารถแก้ไขปัญหาต่างๆที่จะเกิดขึ้นได้อย่างสมบูรณ์

๔. มีโอกาสตรวจข้อบกพร่องของการดำเนินงานให้เป็นไปตามเป้าหมายอย่างใกล้เคียงที่สุด

๕. ช่วยให้งานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และสิ้นเปลืองน้อยที่สุด

๖. ช่วยให้งานหลายๆ แบบที่สอดคล้องกันดำเนินไปโดยเรียบร้อย

ข้อจำกัดของการวางแผนงานมีดังนี้

๑. การวางแผนงานต้องการเวลา ดังนั้นการใช้เวลาวางแผนงานควรจะจำกัด เพื่อจะได้มีเวลาเหลือเพียงพอที่จะนำแผนงานออกปฏิบัติจนบรรลุเป้าหมาย

๒. การวางแผนงานจะต้องเสียค่าใช้จ่าย แรงงาน และวัสดุจำนวนหนึ่ง

๓. การกำหนดแผนงานเป็นการกำหนดขอบเขตของงานที่จะทำให้การทำงานยืดหยุ่นได้น้อยลง

๔. การวางแผนงานทำจากการคาดหมายในอนาคต ถ้าเกิดการผิดพลาดจากการคาดการณ์ในอนาคต แผนงานที่ทำจะไม่ได้ประโยชน์เท่าที่ควร

๕. การวางแผนงานจำเป็นต้องมีผู้รับช่วงแผนงานไปดำเนินการ ถ้าไม่สามารถรับแผนงานไปดำเนินการ แผนงานนั้นๆ ก็ไม่มีความหมาย

<u>การควบคุมการผลิต</u>

เป้าหมายในการควบคุมการผลิต คือ การดูแลให้การผลิตเป็นไปตามตารางการกำหนดงานการผลิต เพื่อว่าจะสามารถนำส่งผลิตภัณฑ์ไปสู่ตลาดหรือลูกค้าได้ตามเวลาที่ต้องการ

ประโยชน์ที่ได้รับเมื่อสามารถควบคุมการผลิตได้ตามเป้าหมาย คือ

๑. สามารถลดต้นทุนการผลิตได้

๒. สามารถกำหนดเวลากำหนดงานการผลิตได้

๓. ทำให้การผลิตเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ

๔. ทำให้ปริมาณวัสดุคงคลังน้อยลง

๕. สามารถลดการทำงานที่ไม่จำเป็นลง

๖. ทำให้ฝ่ายจัดการสามารถรับรู้ผลการดำเนินงานผลิตได้อย่างสม่ำเสมอ

การวางแผนและควบคุมการผลิตเป็นกิจกรรมที่ต้องทำอยู่เสมอ โดยมีจุดประสงค์หลักคือทำการผลิตให้ได้ตามเป้าหมายที่กำหนดจากฝ่ายการตลาดของบริษัท และมีจุดประสงค์รองคือ ต้องมีการจัดการที่เหมาะสมที่สุดระหว่างแรงงาน เครื่องจักร และเงินทุน[๑] การวางแผนอย่างรอบคอบเป็นหนทางที่ง่ายที่สุดที่จะลดต้นทุนของการผลิต[๒] สำหรับโรงงานผลิตรถไถนาขนาดเล็กการปรับปรุงการผลิตมีความจำเป็นมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องการวางแผนและควบคุมการผลิตให้มีประสิทธิภาพ ซึ่งในบทนี้จะเสนอวิธีอย่างง่ายๆ ที่จะช่วยในการทำนายยอดการจำหน่ายในอนาคต และการวางแผนการผลิตในแต่ละเดือนให้สอดคล้องกับยอดการจำหน่าย ซึ่งทั้ง ๒ เรื่องนี้มีความสำคัญและเกี่ยวข้องกับเรื่องอื่นๆ อีกมาก เช่น จำนวนคนงานที่ต้องมีอยู่ เงินทุน การสั่งสินค้าที่เหมาะสม เป็นต้น จากรูปที่ ๓๑ จะเห็นได้ว่า การพยากรณ์ยอดการจำหน่าย (Forecasting) เป็นบันไดขั้นแรกของการผลิต ขั้นต่อมาจึงเป็นการวางแผนการผลิตให้สอดคล้องกับยอดการจำหน่าย หลังจากนั้นจึงตัดสินใจสั่งซื้อวัตถุดิบทำการผลิตจนกระทั่งเสร็จเป็นสินค้าสำเร็จรูป

๕.๒ <u>การคาดหมายความต้องการของผลิตภัณฑ์</u>(Forecasting Demand)

ดังได้กล่าวมาแล้วในบทที่ ๒ ว่า ความต้องการรถไถนาขนาดเล็กแบบเดินตามและแบบนั่งขับจะมีเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ไม่ต่ำกว่า ๑๒.๕% โดยเฉลี่ยจนถึงปี ๒๕๒๘ ดังนั้นโรงงานผลิตรถไถนาขนาดเล็กจึงควรวางแผนการผลิตให้สอดคล้องกับความต้องการที่เพิ่มขึ้นในแต่ละปี ขั้นแรกที่โรงงานจะต้องทำ คือ

---

[๑] John L. Burbidge, "The Principles of Production Control", 3d ed. (London : The English Language Book Society and Macdonald and Evans, 1971), p.13.

[๒] สุรศักดิ์ นานานุกูล, "การบริหารงานผลิต", (กรุงเทพมหานคร : ไทยวัฒนาพานิช ๒๕๑๗) หน้า ๑๐๗.

การคาดการณ์ว่าในปีต่อไปจะทำการผลิตรถไถนาแบบใด ด้วยจำนวนเท่าใด จึงเหมาะสมที่สุด

การคาดหมาย หรือ การพยากรณ์ความต้องการของผลิตภัณฑ์ในอนาคต เป็นการประมาณว่าในช่วงเวลาข้างหน้าจะมีความต้องการผลิตภัณฑ์มากน้อยเท่าใดออกเป็นตัวเลข ซึ่งเรื่องนี้ก็เหมือนการเดานั่นเอง แต่ถ้าเราใช้เทคนิคทางคณิตศาสตร์และข้อมูลที่เกิดขึ้นจริงในอดีต ก็จะทำให้ได้คำตอบที่แม่นยำพอสมควร หรือเป็นการเดาที่มีหลักการนั่นเอง ในที่นี้จะขอเสนอ ๒ วิธีการด้วยกัน สำหรับการคาดหมายความต้องการรถไถนาขนาดเล็ก คือ วิธี Index Forecasting และวิธี Least Squares Determination of Forecasting ซึ่งทั้ง ๒ วิธีนี้จะช่วยให้โรงงานผลิตรถไถนาสามารถวางแผนการผลิตในแต่ละเดือนได้อย่างเหมาะสม

๕.๒.๑ Index Forecasting วิธีการนี้เหมาะสำหรับโรงงานที่มีข้อมูลของยอดการจำหน่ายมากๆ หลายปี เพื่อนำมาหาค่าดัชนี(Index) ของแต่ละเดือน ส่วนยอดการขายในแต่ละปีหาได้จากวิธี Least Squares จะได้ Regression Line ซึ่งเป็นเส้นแสดงแนวโน้มของยอดการจำหน่ายในอนาคต ค่าที่ได้เมื่อนำมาคูณกับค่าดัชนี(Index) ก็จะได้ค่าของการจำหน่ายในแต่ละเดือน จะขอยกตัวอย่างเพื่อความเข้าใจดังนี้ โรงงานผลิตรถไถนาขนาดเล็กแห่งหนึ่งผลิตรถไถนาแบบนั่งขับ และได้ทำการผลิตเรื่อยมาโดยมียอดการจำหน่าย ดังนี้

พ.ศ.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รวม
๒๕๑๗	๘๐	๑๑๐	๑๔๐	๑๓๕	๑๐๕	๙๐	๗๐	๔๐	๒๐	๗๕	๑๐๕	๑๑๐	๑๐๘๐
๒๕๑๘	๑๒๐	๑๓๐	๑๖๐	๑๔๕	๑๒๐	๙๐	๖๐	๔๕	๒๕	๕๕	๑๐๕	๑๓๕	๑๑๙๐
๒๕๑๙	๑๓๐	๑๓๕	๑๕๐	๑๔๐	๑๒๕	๘๐	๔๐	๓๐	๑๕	๔๐	๗๕	๑๔๐	๑๑๐๐
๒๕๒๐	๑๔๐	๑๕๕	๑๖๕	๑๔๕	๑๓๐	๙๕	๕๕	๔๐	๓๐	๖๕	๙๐	๑๑๐	๑๒๒๐
๒๕๒๑	๑๒๕	๑๖๕	๑๘๐	๑๗๐	๑๕๐	๑๐๕	๗๐	๕๕	๒๕	๔๐	๙๕	๑๒๐	๑๓๐๐
รวม	๕๙๕	๖๙๕	๗๙๕	๗๓๕	๖๓๐	๔๖๐	๒๙๕	๒๑๐	๑๑๕	๒๗๕	๔๗๐	๖๑๕	๕๘๙๐

ต้องการหาว่าในปี พ.ศ.๒๕๒๒ จะมียอดการจำหน่ายในแต่ละเดือนเท่ากับเท่าไร

วิธีทำ

๑. ตีตารางเป็นช่องๆให้แกนตั้งเป็น พ.ศ. แกนนอนเป็นเดือนต่างๆ และมีช่องรวม (ดังตารางข้างล่าง)

๒. บวกยอดการจำหน่ายของแต่ละเดือน ทั้งแกนตั้งและแกนนอนมารวมไว้ในช่องรวม

๓. หาค่าเฉลี่ยของยอดการจำหน่ายแต่ละเดือน เช่น ค่าเฉลี่ยของเดือนมกราคม เท่ากับ (๘๐ + ๑๒๐ + ๑๓๐ + ๑๔๐ + ๑๒๕)/๕ = ๑๑๙ คัน เป็นต้น

๔. หาค่าเฉลี่ยรวม โดยการบวกค่าเฉลี่ยที่ได้จากข้อ ๓ และหารด้วย ๑๒ จะได้ค่าเท่ากับ ๙๘.๑๖๖๖

๕. หาค่าดัชนีของแต่ละเดือน โดยนำค่าเฉลี่ยมาหารด้วยค่าเฉลี่ยรวม เช่นของเดือนมกราคม เท่ากับ ๑๑๙/๙๘.๑๖๖๖ = ๑.๒๑

๖. หาค่ายอดการจำหน่ายของปี พ.ศ.๒๕๒๒ จากวิธี Least Squares

๗. ยอดของการจำหน่ายในแต่ละเดือนในปี พ.ศ.๒๕๒๒ ได้จากการนำค่าดัชนีคูณกับยอดจำหน่ายของปี ๒๕๒๒ ทั้งปี และหารด้วย ๑๒ ตัวอย่างเช่น ของเดือนมกราคม ปี พ.ศ.๒๕๒๒ คาดว่าจะมียอดการจำหน่ายเท่ากับ (๑.๒๑ x ๑๓๑๙)/๑๒ = ๑๓๓ คัน

ตารางแสดงผลที่ได้จากการคำนวณ

หน่วย : คัน

พ.ศ.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รวม
๒๕๑๗	๘๐	๑๑๐	๑๔๐	๑๓๕	๑๐๕	๙๐	๗๐	๔๐	๒๐	๗๕	๑๐๕	๑๑๐	๑๐๘๐
๒๕๑๘	๑๒๐	๑๓๐	๑๖๐	๑๔๕	๑๒๐	๙๐	๖๐	๔๕	๒๕	๕๕	๑๐๕	๑๓๕	๑๑๙๐
๒๕๑๙	๑๓๐	๑๓๕	๑๕๐	๑๔๐	๑๒๕	๘๐	๔๐	๓๐	๑๕	๔๐	๗๕	๑๔๐	๑๑๐๐
๒๕๒๐	๑๔๐	๑๕๕	๑๖๕	๑๔๕	๑๓๐	๙๕	๕๕	๔๐	๓๐	๖๕	๙๐	๑๑๐	๑๒๒๐
๒๕๒๑	๑๒๕	๑๖๕	๑๘๐	๑๗๐	๑๕๐	๑๐๕	๗๐	๕๕	๒๕	๔๐	๙๕	๑๒๐	๑๓๐๐
รวม	๕๙๕	๖๙๕	๗๙๕	๗๓๕	๖๓๐	๔๖๐	๒๙๕	๒๑๐	๑๑๕	๒๗๕	๔๗๐	๖๑๕	๕๘๙๐
ค่าเฉลี่ย	๑๑๙	๑๓๙	๑๕๙	๑๔๗	๑๒๖	๙๒	๕๙	๔๒	๒๓	๕๕	๙๔	๑๒๓	$\bar{\bar{x}}$ = ๙๘.๑๖๖๖
ดัชนี	๑.๒๑	๑.๔๒	๑.๖๒	๑.๕๐	๑.๒๘	๐.๙๔	๐.๖๐	๐.๔๓	๐.๒๓	๐.๕๖	๐.๙๖	๑.๒๕	๑๒
๒๕๒๒	๑๓๓	๑๕๖	๑๗๘	๑๖๕	๑๔๑	๑๐๓	๖๖	๔๗	๒๕	๖๒	๑๐๖	๑๓๗	๑๓๑๙

การหายอดการจำหน่ายในปี พ.ศ.๒๕๒๒

กำหนดให้ y = ยอดการจำหน่ายรถไถนาขนาดเล็กในแต่ละปี

x = ลำดับที่ของปีที่ต้องการทราบยอดการจำหน่าย (คิดจาก base point)

a,b = ค่าคงที่ได้จากการคำนวณ

Normal Equation : $y = a + bx$ ①

By sum to N terms : $\sum y = Na + b\sum x$ ②

① x x : $xy = ax + bx^2$ ③

③ Sum to N terms : $\sum xy = a\,x + b\sum x^2$ ④

From ② & ④ $a = (\sum y\sum x^2 - \sum x\sum xy)/(N\sum x^2 - (\sum x)^2)$

$b = (N\sum xy - \sum x\sum y)/(N\sum x^2 - (\sum x)^2)$

วิธีที่ ๑

พ.ศ.	y	x	x^2	xy
๒๕๑๗	๑๐๘๐	-๒	๔	-๒๑๖๐
๒๕๑๘	๑๑๙๐	-๑	๑	-๑๑๙๐
๒๕๑๙	๑๑๐๐	๐	๐	๐
๒๕๒๐	๑๒๒๐	๑	๑	๑๒๒๐
๒๕๒๑	๑๓๐๐	๒	๔	๒๖๐๐
รวม	๕๘๙๐	๐	๑๐	๔๗๐

* base point

$a = \sum y/N = ๕๘๙๐/๕ = ๑๑๗๘$

$b = \sum xy/\sum x^2 = ๔๗๐/๑๐ = ๔๗$

$y = ๑๑๗๘ + ๔๗x$

หา Correlation coefficient (r)

$$r = Cxy/\sqrt{(Cxx.Cyy)}$$

$$Cxy = \sum xy - N\bar{x}\bar{y}$$

$$Cxx = \sum x^2 - N\bar{x}^2$$

$$Cyy = \sum y^2 - N\bar{y}^2$$

ในที่นี้

$$Cxy = ๔๗๐ - ๕(๐)(๕๘๙๐/๕) = ๔๗๐$$

$$Cxx = ๑๐ - ๕(๐) = ๑๐$$

$$Cyy = ๖๙๗๐๙๐๐ - ๕(๕๘๙๐/๕)^{๒} = ๓๒๔๘๐$$

$$\therefore r = ๔๗๐/\sqrt{(๑๐ \times ๓๒๔๘๐)}$$

$$= ๐.๘๒๔๖$$

เครื่องหมาย r แสดงให้เห็นว่า ความชัน(Slope) ของ Regression line มีค่าเป็นบวก ซึ่งแสดงว่ายอดการจำหน่ายมีแนวโน้มสูงขึ้น และสมการ $y = ๑๑๗๘ + ๔๗x$ สามารถเป็นตัวแทนของยอดการจำหน่ายจริงถึง ๘๒.๔๖%

ดังนั้น ยอดการจำหน่ายในปี พ.ศ.๒๕๒๒ จึงทำนายได้ดังนี้

$$y = ๑๑๗๘ + ๔๗(๓)$$

$$= ๑๓๑๙ \text{ คัน}$$

วิธีที่ ๒ ให้ base point อยู่ที่ พ.ศ.๒๕๑๗

พ.ศ.	y	x	x^2	xy	
๒๕๑๗	๑๐๘๐	๐	๐	๐	* base point
๒๕๑๘	๑๑๙๐	๑	๑	๑๑๙๐	
๒๕๑๙	๑๑๐๐	๒	๔	๒๒๐๐	
๒๕๒๐	๑๒๒๐	๓	๙	๓๖๖๐	
๒๕๒๑	๑๓๐๐	๔	๑๖	๕๒๐๐	
รวม	๕๘๙๐	๑๐	๓๐	๑๒๒๕๐	

จาก ② $๕๘๙๐ = ๕a + ๑๐b$

จาก ④ $๑๒๒๕๐ = ๑๐a + ๓๐b$

$\therefore a = ๑๐๘๔$

$b = ๔๗$

$\therefore y = ๑๐๘๔ + ๔๗(x)$

ยอดการจำหน่ายที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในปี พ.ศ.๒๕๒๒ = $๑๐๘๔ + ๔๗(๕)$

เท่ากับ ๑๓๑๙ คัน

Correlation coefficient (r)

$$r = Cxy/\sqrt{(Cxx.Cyy)}$$

$Cxy = \sum xy - N\bar{x}\bar{y} = ๑๒๒๕๐ - ๕(๑๐/๕)(๕๘๙๐/๕) = ๔๗๐$

$Cxx = \sum x^2 - N\bar{x}^2 = ๓๐ - ๕(๑๐/๕)^๒ = ๑๐$

$Cyy = \sum y^2 - N\bar{y}^2 = ๖๙๗๐๙๐๐ - ๕(๕๘๙๐/๕)^๒ = ๓๒๔๘๐$

$r = ๔๗๐/\sqrt{(๑๐ \times ๓๒๔๘๐)}$

$r = ๐.๘๒๔๖$

เช่นเดียวกับวิธีแรก

๕.๒.๒ Least Squares Determination of Forecasting[๑]

วิธีสามารถใช้คาดการณ์ได้หลายแบบ เช่น แบบเป็นเส้นตรง(Linear Forecaster) แบบเป็นฤดูกาล(Cyclic Forecaster) และแบบเป็นฤดูกาลแต่มีแนวโน้ม(Cyclic demand with an upward trend) สำหรับยอดการจำหน่ายรถไถนาขนาดเล็กมีลักษณะเป็นแบบฤดูกาลที่มีแนวโน้มสูงขึ้นสามารถใช้วิธีการนี้คาดการณ์หรือพยากรณ์ยอดการจำหน่ายในแต่ละเดือนได้โดยอาศัยข้อมูลอย่างน้อยเพียง ๑ ปี แต่วิธีการนี้มีข้อยุ่งยากสำหรับผู้ที่ไม่มีความรู้ทางคณิตศาสตร์ขั้นสูงเกี่ยวกับเรื่อง Determinant และผลของวิธีการนี้จะออกมาในรูปของสมการที่มีฟังค์ชั่นทางตรีโกณมิติรวมอยู่ด้วย

---

[๑]John E. Biegel,"Production Control a Quantitative Approch", 2d ed. (New Delhi: Prentice-Hall of India, 1974) pp.21-42.

สำหรับผู้ที่ไม่มีความรู้ทางคณิตศาสตร์ก็ไม่อาจนำวิธีการนี้ไปใช้ได้ แต่ผู้ที่มีความรู้ก็สามารถนำไปประยุกต์เข้ากับโรงงานของตนได้ ซึ่งจะเป็นประโยชน์มาก เพราะวิธีนี้ให้ผลแม่นยำพอสมควรโดยอาศัยหลักการของวิชาสถิติ

การพยากรณ์ยอดการจำหน่ายแบบเป็นเส้นตรงได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อ ๕.๒.๑ เรื่อง Index Forecasting ในที่นี้จึงขอกล่าวเฉพาะแบบเป็นฤดูกาล และแบบฤดูกาลที่มีแนวโน้ม ซึ่งทั้งสองแบบมีวิธีการคล้ายคลึงกัน คือ

๑. <u>แบบเป็นฤดูกาล</u>(Cyclic Forecaster)

ถ้าเราสมมุติว่าความต้องการรถไถนาขนาดเล็กในแต่ละเดือนมีลักษณะเป็นคลื่น คือ มีบางช่วงสูงและมีบางช่วงต่ำในปีหนึ่งๆ เราสามารถเขียนสมการที่มีฟังค์ชั่นทางตรีโกณมิติรวมอยู่ด้วยได้ดังนี้

$$d' = a + u \cos \frac{2\pi}{N} t + v \sin \frac{2\pi}{N} t$$

ซึ่ง d' คือ ความต้องการที่พยากรณ์ออกมาจากสมการ (Expected demand)

t คือ ช่วงเวลา(Period)

N คือจำนวนของช่วงเวลาต่อหนึ่งรอบ(number of periods per cycles)

a,u,v เป็นค่าคงที่จะหาได้จาก Determinant

$$\begin{vmatrix} d' & 1 & \cos \frac{2\pi}{N} t & \sin \frac{2\pi}{N} t \\ \Sigma d & n & \Sigma \cos \frac{2\pi}{N} t & \Sigma \sin \frac{2\pi}{N} t \\ \Sigma d \cos \frac{2\pi}{N} t & \Sigma \cos \frac{2\pi}{N} t & \Sigma \cos^2 \frac{2\pi}{N} t & \Sigma \cos \frac{2\pi}{N} t \\ \Sigma d \sin \frac{2\pi}{N} t & \Sigma \sin \frac{2\pi}{N} t & \Sigma \cos \frac{2\pi}{N} t \sin \frac{2\pi}{N} t & \Sigma \sin^2 \frac{2\pi}{N} t \end{vmatrix} = 0$$

แต่ค่าของ $\Sigma \cos \frac{2\pi}{N} t = 0$

$\Sigma \sin \frac{2\pi}{N} t = 0$

$\Sigma \sin \frac{2\pi}{N} t \cos \frac{2\pi}{N} t = 0$

$\Sigma \sin^2 \frac{2\pi}{N} t = \frac{n}{2}$

$\Sigma \cos^2 \frac{2\pi}{N} t = \frac{n}{2}$

ดังนั้นจึงนำค่าเหล่านี้แทนค่าลงใน Determinant ก็จะได้ดังนี้

$$\begin{vmatrix} d' & 1 & \cos \frac{2\pi}{N} t & \sin \frac{2\pi}{N} t \\ \Sigma d & n & 0 & 0 \\ \Sigma d \cos \frac{2\pi}{N} t & 0 & \frac{n}{2} & 0 \\ \Sigma d \sin \frac{2\pi}{N} t & 0 & 0 & \frac{n}{2} \end{vmatrix} = 0$$

๒. <u>แบบเป็นฤดูกาลแต่มีแนวโน้ม</u>(Cyclic demand with an upward trend)

แบบนี้แตกต่างจากฤดูกาล คือ จะมีแนวโน้ม(trend)ที่สูงขึ้น ซึ่งแบบฤดูกาลธรรมดาจะมีลักษณะเป็นคลื่นคงที่ทุกๆ ปี สมการของความต้องการแบบนี้ คือ

$$d' = a + bt + u \cos \frac{2\pi}{N} t + v \sin \frac{2\pi}{N} t$$

a,b,u,v, เป็นค่าคงที่ซึ่งจะหาได้จาก Determinant

$$\begin{vmatrix} d' & 1 & t & \cos \frac{2\pi}{N} t & \sin \frac{2\pi}{N} t \\ \Sigma d & n & \frac{n(n+1)}{2} & 0 & 0 \\ \Sigma dt & \frac{n(n+1)}{2} & \frac{n(n+1)(2n+1)}{6} & \frac{n}{2} & \Sigma t \sin \frac{2\pi}{N} t \\ \Sigma d \cos \frac{2\pi}{N} t & 0 & \frac{n}{2}^{*} & \frac{n}{2} & 0 \\ \Sigma d \sin \frac{2\pi}{N} t & 0 & \Sigma t \sin \frac{2\pi}{N} t & 0 & \frac{n}{2} \end{vmatrix} = 0$$

$$^{*}\Sigma t \cos \frac{2\pi}{N} t = \frac{n}{2}$$

สมการที่จะใช้สำหรับพยากรณ์ที่ดีที่สุดของวิธีการ Least Squares จะต้องให้ผลลัพธ์ที่มีความผิดพลาดน้อยที่สุด จากข้อมูลชุดเดียวกันเราอาจได้หลายสมการที่จะใช้พยากรณ์ แต่เมื่อจะนำมาใช้งานจะต้องเอาสมการที่ให้ค่าเบี่ยงเบนมาตราฐานที่ต่ำที่สุด จึงจะให้การพยากรณ์ใกล้เคียงกับความต้องการที่เกิดขึ้นจริง

<u>ตัวอย่าง</u>เพื่อประกอบความเข้าใจของวิธีการนี้ มีดังนี้

โรงงานผลิตรถไถนาขนาดเล็กแบบนั่งขับแห่งหนึ่ง มียอดการจำหน่ายเป็นรายเดือนของปี พ.ศ.๒๕๒๐ และ ๒๕๒๑ (ม.ค.- พ.ค.) ดังนี้

	<u>พ.ศ.๒๕๒๐</u>	<u>พ.ศ.๒๕๒๑</u>
ม.ค.	๗๗ คัน	๑๐๑ คัน
ก.พ.	๗๘ "	๙๖ "

	พ.ศ.๒๕๒๐	พ.ศ.๒๕๒๑
มี.ค.	๑๐๕ คัน	๑๓๔ คัน
เม.ย.	๘๑ "	๑๐๖ "
พ.ค.	๑๐๐ "	๙๔ "
มิ.ย.	๕๕ "	
ก.ค.	๔๖ "	
ส.ค.	๔๓ "	
ก.ย.	๑๓ "	
ต.ค.	๕ "	
พ.ย.	๔๔ "	
ธ.ค.	๖๓ "	

จากข้อมูลดังกล่าวสามารถพยากรณ์ยอดการจำหน่ายของเดือนต่อไป จากการคำนวณจะปรากฏผลลัพธ์ออกมาในรูปของสมการ ในที่นี้ได้เขียนวิธีการคำนวณเพื่อใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์แบบ NEAC 2200 ด้วยภาษา FORTRAN IV ซึ่งมีรายละเอียดอยู่ในภาคผนวก ง. ผลลัพธ์ที่ได้มีค่าเบี่ยงเบนมาตราฐานใกล้เคียงกัน คือ

๑. <u>แบบฤดูกาล</u>(Cyclic or Seasonal Demand) มีสมการเป็น

$$d' = 66.667 + 27.257 \cos \frac{2\pi}{N} t - 43.32 \sin \frac{2\pi}{n} t$$

ซึ่งพยากรณ์ว่า ในปี พ.ศ.๒๕๒๑ จะมียอดการจำหน่ายเป็นรายเดือนดังนี้

	พ.ศ.๒๕๒๑	พ.ศ.๒๕๒๒
ม.ค.	๑๐๑ คัน	๙๑ คัน
ก.พ.	๙๖ "	๑๑๐ "
มี.ค.	๑๓๔ "	๑๑๘ "
เม.ย.	๑๐๖ "	๑๑๒ "
พ.ค.	๙๔ "	๙๔ "
มิ.ย.	๖๙ "	

พ.ศ.๒๕๒๑

ก.ค.	๔๓	คัน
ส.ค.	๒๓	"
ก.ย.	๑๖	"
ต.ค.	๒๑	"
พ.ย.	๓๙	"
ธ.ค.	๖๕	"

โดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตราฐาน (STANDARD DEVIATION) = ๑๒.๘๔

๒. แบบฤดูกาลที่แนวโน้ม (Cyclic demand with an upward trend) มีสมการเป็น

$$d' = 35.849 + 3.895\ t + 14.478\ \cos\frac{2\pi}{N}\ t + 50.815\ \sin\frac{2\pi}{N}\ t$$

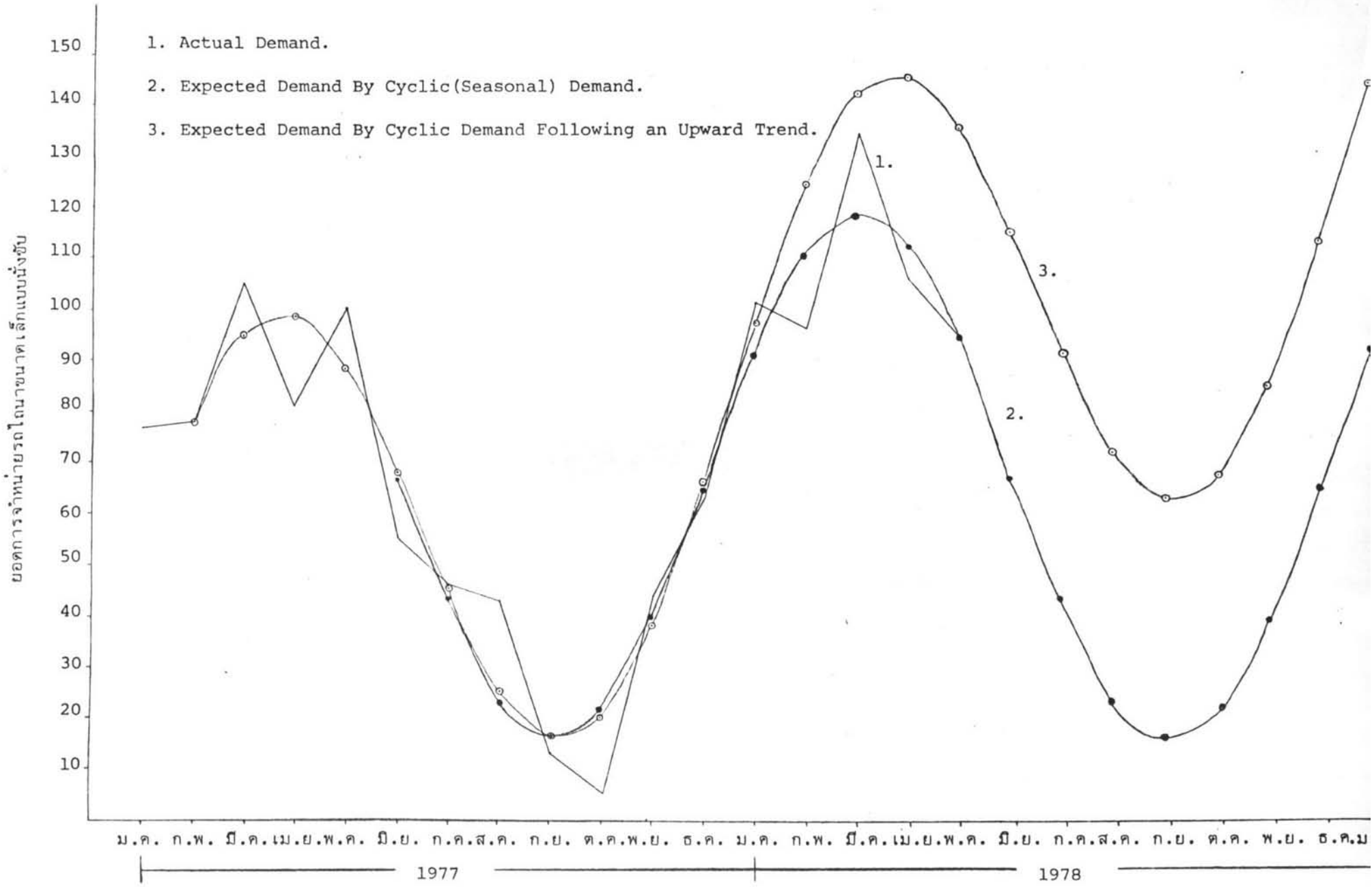
ซึ่งพยากรณ์ว่าในปี พ.ศ.๒๕๒๑ จะมียอดการจำหน่ายเป็นรายเดือน ดังนี้

พ.ศ.๒๕๒๑

ม.ค.	๑๐๑	คัน	ก.ค.	๙๑	คัน
ก.พ.	๑๒๔	"	ส.ค.	๗๒	"
มี.ค.	๑๔๒	"	ก.ย.	๖๓	"
เม.ย.	๑๔๕	"	ต.ค.	๖๗	"
พ.ค.	๑๓๕	"	พ.ย.	๘๕	"
มิ.ย.	๑๑๕	"	ธ.ค.	๑๑๓	"

มีค่าเบี่ยงเบนมาตราฐาน (STANDARD DEVIATION) = ๑๒.๙๐

จะเห็นได้ว่าการพยากรณ์ทั้ง ๒ แบบ ต่างก็ให้ค่าเบี่ยงเบนมาตราฐานที่ใกล้เคียงกัน ดังนั้น การตัดสินใจว่าจะเลือกใช้แบบใดก็ขึ้นอยู่กับฝ่ายบริหารของโรงงาน ที่จะตัดสินใจว่าแนวโน้มของความต้องการรถไถนาขนาดเล็กทั้งประเทศเพิ่มขึ้นหรือไม่ และอีกประการหนึ่งคือ กำลังผลิตของโรงงานคู่แข่งขันเพิ่มขึ้นหรือว่าเท่าเดิม หรือมีผู้ผลิตรายใหม่เพิ่มขึ้น และที่สำคัญที่สุดคือ กำลังผลิตของโรงงานเองสามารถผลิตได้หรือไม่ เรื่องทั้งหมดนี้ฝ่ายบริหารจะต้องพิจารณาด้วยความละเอียดรอบคอบ รูปที่ ๓๒ เป็นกราฟแสดงยอดการจำหน่ายรถไถนาขนาดเล็กแบบนั่งขับของโรงงานแห่งหนึ่งเป็นรายเดือน



รูปที่ ๓๒ กราฟแสดงยอดการจำหน่ายและที่พยากรณ์ของรถไถนาขนาดเล็กแบบนั่งขับของโรงงานแห่งหนึ่ง

และกราฟที่เกิดจากการพยากรณ์ทั้ง ๒ แบบ คือ ลักษณะแบบเป็นฤดูกาล(Cyclic or Seasonal demand) และแบบฤดูกาลที่มีแนวโน้ม(Cyclic demand with an upward trend)

๕.๓ การตรวจสอบและควบคุมยอดพยากรณ์(Verifying and Control the Forecast)

ขั้นตอนที่จำเป็นอีกขั้นหนึ่งที่ต้องทำภายหลังจากมีสมการสำหรับพยากรณ์ยอดความต้องการในอนาคต คือ การตรวจสอบว่าสมการที่ใช้อยู่ยังใช้ได้หรือไม่ ซึ่งการตรวจสอบนี้จะต้องถูกต้องตามหลักการของวิชาสถิติ วิธีที่ง่ายที่สุด คือ การสร้างแผนภูมิควบคุม(Control Chart) ซึ่งแผนภูมินี้จะต้องสามารถควบคุมไปถึงอนาคต เพื่อเปรียบเทียบค่าที่ได้จากการพยากรณ์กับค่าความต้องการที่เกิดขึ้นจริง แผนภูมิควบคุมนี้มีชื่อว่า "moving-range chart"

กำหนดให้ t = ช่วงเวลา

d'_t = ยอดความต้องการที่เกิดจากการพยากรณ์ของช่วงเวลา t

d_t = ยอดความต้องการที่เกิดขึ้นจริงของช่วงเวลา t

n = ช่วงเวลาทั้งหมด

MR = moving-range

$\overline{MR}$ = average moving-range

UCL = เขตควบคุมสูงสุด(Upper control limit)

LCL = เขตควบคุมต่ำสุด(Lower control limit)

CL = เส้นกลาง(Center line)

ในที่นี้ $$MR = \left|(d'_t - d_t) - (d'_{t-1} - d_{t-1})\right|$$

$$\overline{MR} = \sum \frac{MR}{n-1}$$

$$UCL = +2.66\ \overline{MR}$$

$$LCL = -2.66\ \overline{MR}$$

เมื่อคำนวณได้ค่าต่างๆ เหล่านี้แล้วก็สามารถสร้าง "Moving-range chart" ได้ โดยให้แกนตั้งเป็นผลต่างระหว่างยอดที่เกิดจากการพยากรณ์กับยอดที่เกิดขึ้นจริง ส่วนแกนนอนเป็นช่วงเวลาที่ต้องการตรวจสอบดูโดยมากแล้วมักใช้เป็นเดือนต่างๆ ตามลำดับ ถ้าทุกจุดถูกบันทึกลงหมดและอยู่ในช่วง

ควบคุม คือ อยู่ระหว่างเขตควบคุมสูงสุดและต่ำสุด ก็อาจตั้งสมมุติฐานได้ว่า สมการที่ใช้สำหรับพยากรณ์นั้นถูกต้อง แต่ถ้าปรากฏว่ามีหลายจุดหลุดออดนอกเขตควบคุมก็แสดงว่าสมการที่ใช้อยู่อาจผิดพลาด ซึ่งจะต้องแก้ไขให้เรียบร้อย

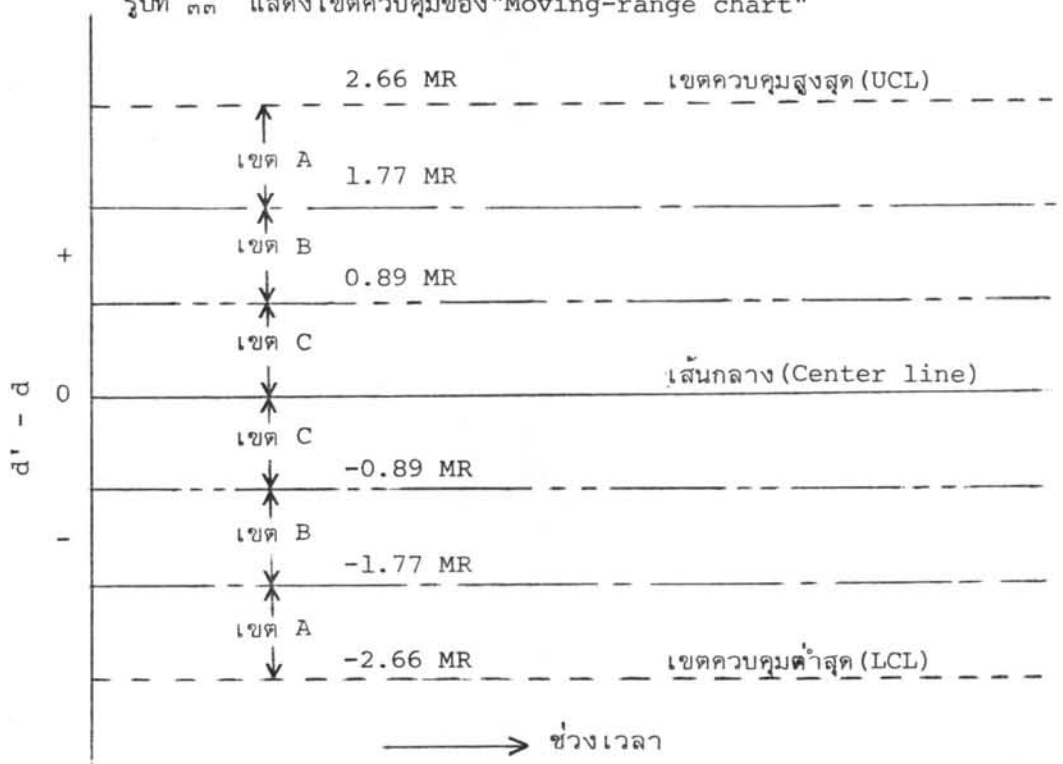
ในบางครั้งถ้าเราต้องการความละเอียดในการตรวจสอบ ก็อาจแบ่งเขตควบคุมออกเป็น ๖ เขต โดยแต่ละเขตมีความกว้างเท่ากัน ดูได้จากรูปที่ ๓๓

เขต A เป็นบริเวณที่อยู่เหนือ +1.77 MR และต่ำกว่า -1.77 MR

เขต B เป็นบริเวณที่อยู่เหนือ +0.89 MR และต่ำกว่า -0.89 MR

เขต C เป็นบริเวณที่อยู่เหนือและต่ำกว่าเส้นกลาง

รูปที่ ๓๓ แสดงเขตควบคุมของ"Moving-range chart"



ข้อตรวจสอบว่าเกิดเหตุการณ์ผิดปกติ มีดังนี้

๑. จากจุด ๓ จุดที่ต่อเนื่องกัน มี ๒-๓ จุดอยู่ในเขต A

๒. จากจุด ๕ จุดที่ต่อเนื่องกัน มี ๔-๕ จุดอยู่ในเขต B

๓. มี ๘ จุดที่ต่อเนื่องกันอยู่ด้านในด้านหนึ่งของเส้นกลาง

ตัวอย่าง ต่อไปนี้เป็นผลที่ได้จากการพยากรณ์ความต้องการรถไถนาขนาดเล็กแบบฤดูกาล ในหัวข้อ ๔.๒ ที่กล่าวมาแล้ว การสร้าง Moving-range chart จะต้องมีการคำนวณ ในที่นี้แสดงไว้ในตารางที่ ๑๑

ตารางที่ ๑๑ แสดงการคำนวณเพื่อสร้าง Moving-range chart

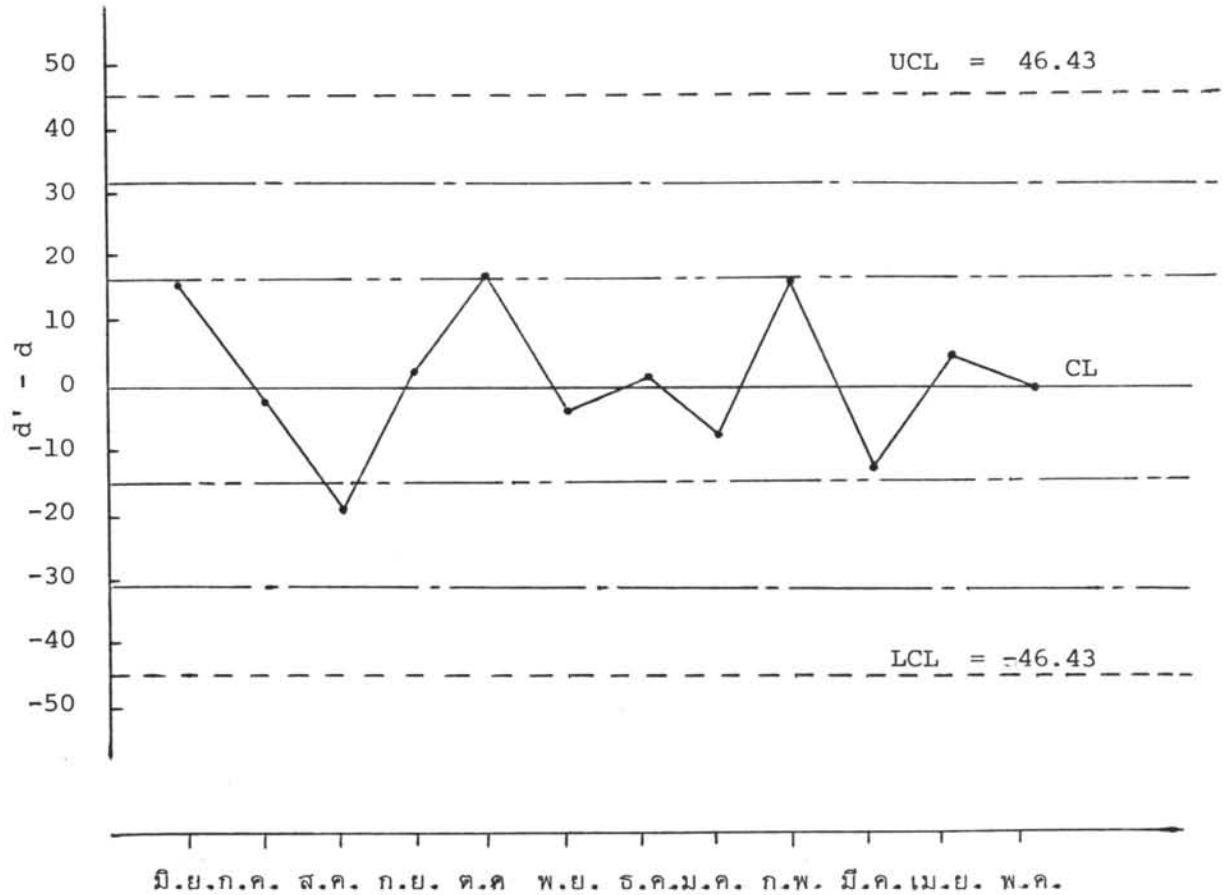
เดือน	ช่วงเวลา (t)	ยอดพยากรณ์ (d')	ความต้องการจริง (d)	(d' - d)	MR
มิ.ย. 20	1	69	55	14	
					17
ก.ค. 20	2	43	46	-3	
					17
ส.ค. 20	3	23	43	-20	
					23
ก.ย. 20	4	16	13	3	
					13
ต.ค. 20	5	21	5	16	
					21
พ.ย. 20	6	39	44	-5	
					7
ธ.ค. 20	7	65	63	2	
					12
ม.ค. 21	8	91	101	-10	
					24
ก.พ. 21	9	110	96	14	
					30
มี.ค. 21	10	118	134	-16	
					22
เม.ย. 21	11	112	106	6	
					6
พ.ค. 21	12	94	94	0	
	รวม	801	800	1	192

$$\overline{MR} = 192/11 = 17.45$$

$$UCL = +2.66\ \overline{MR} = 46.43$$

$$LCL = -2.66\ \overline{MR} = -46.43$$

รูปที่ ๓๔ แสดงแผนภูมิควบคุมที่ได้จากการคำนวณของตารางที่ ๑๑



แผนภูมิควบคุมนี้ สร้างขึ้นเพื่อต้องการควบคุมรูปแบบของความต้องการ (Demand Pattern) ในอนาคต โดยตั้งข้อสมมุติว่ารูปแบบของความต้องการจะเหมือนกันทั้งในอดีตและปัจจุบัน แต่ในอนาคตอาจเกิดการหลุดออกนอกเขตควบคุม (out of control) ถ้ารูปแบบของความต้องการเปลี่ยนไป แผนภูมิตรวจสอบและควบคุมนี้ จะบอกสิ่งสำคัญ ๓ ประการ คือ

๑. ทำให้เราทราบว่ารูปแบบของความต้องการมีความแน่นอน

๒. แผนภูมินี้จะแสดงให้เห็น ถ้ารูปแบบของความต้องการในปัจจุบันสอดคล้องกับรูปแบบในอดีต

๓. ถ้ารูปแบบของความต้องการในปัจจุบันไม่เหมือนกับรูปแบบในอดีต แผนภูมินี้จะบอกให้ทราบว่าควรแก้ไขวิธีการพยากรณ์ใหม่อย่างไร

๕.๔ การวางแผนสำหรับการผลิต (Production Planning)

ภายหลังจากที่ทราบว่า ความต้องการสินค้าในอนาคตของช่วงเวลาหนึ่งเป็นเท่าใดแล้ว การผลิตสำหรับช่วงเวลานั้นจะต้องถูกวางแผนขึ้นมาโดยจะต้องคำนึงถึงเวลาที่มีเพื่อการผลิตจริง ๆ วันหยุดของโรงงานทั้งหมดต้องนำมาคิดด้วย เพราะว่าเวลาที่มีอยู่จริงจะทำให้การตัดสินใจวางแผนผลิตในเดือนต่างๆ เป็นไปอย่างเหมาะสม แผนการผลิตที่ดีจะต้องทำให้มีสินค้าเสร็จตามจำนวนที่ต้องการทันเวลาและมีคุณภาพตามความต้องการของลูกค้าโดยเสียค่าใช้จ่ายต่ำที่สุด แผนการผลิตนี้ยังเกี่ยวข้องไปถึงเรื่องเงินทุนที่จำเป็นสำหรับการดำเนินงานของบริษัทในช่วงเวลานั้นๆ และยังสัมพันธ์กับการจัดกำลังคน เวลาทำงานปกติและทำงานล่วงเวลา นอกจากนี้ยังเกี่ยวข้องกับเครื่องมือ เครื่องใช้ที่จำเป็นต่อการผลิต และการจัดวัสดุคงคลัง

ปัจจัยหนึ่งที่จำเป็นต้องพิจารณาอย่างละเอียดในการวางแผนสำหรับการผลิต คือ เรื่องแรงงานที่มีอยู่จะมีจำนวนแน่นอนหรือไม่ สำหรับโรงงานผลิตรถไถนาขนาดเล็กมีการขายเป็นแบบฤดูกาล โรงงานที่สามารถเปลี่ยนแปลงจำนวนคนงาน(Vary the size of the work force) หรือมีแรงงานไม่คงที่ตลอดทั้งปีก็จะตัดปัญหาเรื่อง การเก็บสินค้าสำรอง(Inventory) และการผลิตล่วงเวลา (Overtime) ได้ แต่ถ้าแรงงานของโรงงานผลิตมีจำนวนคงที่ตลอดทั้งปี แรงงานที่มีอยู่นี้จะต้องมีจำนวนเหมาะสมต่อการผลิต โดยทำการผลิตสินค้าสำรองในช่วงที่มีการขายต่ำ และทำงานล่วงเวลาในช่วงที่มีการขายสูง(Peak Demand) ซึ่งค่าใช้จ่ายสำหรับการเก็บรักษาวัสดุ และค่าแรงงานล่วงเวลาจะต้องรวมกันแล้วมีค่าน้อยที่สุด ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการวางแผนสำหรับการผลิตที่ดีนั้น จะกระทำไม่ง่ายเลย เพราะมีเงื่อนไขหลายอย่างเข้ามาเกี่ยวข้อง คือ ความต้องการของตลาด นโยบายของบริษัท และการผลิตที่เหมาะสม(Economic Production) ตามหลักของเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

แผนการผลิตสำหรับโรงงานผลิตรถไถนาขนาดเล็ก

จากบทที่ ๓ ในหัวข้อ ๓.๔ เรื่องปัญหาของโรงงานผลิตรถไถนาขนาดเล็ก ก็อาจสรุปได้ว่าเป็นเพราะโรงงานส่วนใหญ่ขาดการวางแผนการผลิตที่ดีนั่นเอง จึงทำให้เกิดปัญหาหลายๆอย่างติดตามมา เช่น ขาดเงินทุนหมุนเวียน มีต้นทุนการผลิตสูง การทำงานของคนงานไม่สม่ำเสมอตลอดทั้งปี เมื่อ

ถึงฤดูขายต้องเร่งการผลิตโดยให้มีการทำงานล่วงเวลากันอย่างหามรุ่งหามค่ำ จึงจะทันความต้องการของตลาด และเมื่อพ้นฤดูขายไปแล้วก็มีงานทำน้อย แต่ทางโรงงานจะลดจำนวนคนงานลงก็ทำไม่ได้ ต้องรักษาคนงานเหล่านี้ไว้เพราะส่วนมากรู้งานดีและมีฝีมือ ที่สำคัญที่สุดคือคนงานเหล่านี้ส่วนใหญ่เป็นผลผลิตของโรงงานเช่นเดียวกัน เดิมทีเดียวก่อนที่จะเป็นคนงานที่มีฝีมือก็เป็นเด็กฝึกงานมาก่อน เมื่อทำงานนานเข้าก็เกิดความชำนาญและมีฝีมือขึ้น ดังนั้น ถ้าหากโรงงานลดจำนวนคนงานลงเมื่อพ้นฤดูขาย คนงานก็จะออกไปหางานที่อื่นทำซึ่งต่อมาเมื่อถึงฤดูขายใหม่ โรงงานก็จะเกิดปัญหาการขาดคนงาน และที่มาสมัครใหม่ก็เป็นเพียงเด็กฝึกงานเสียเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งไม่ค่อยมีฝีมือ ด้วยเหตุเหล่านี้จึงทำให้ต้นทุนของการผลิตสูงขึ้น และเมื่อถึงฤดูขายยังต้องเผชิญกับการขายตัดราคาจากโรงงานผลิตด้วยกันเอง จึงส่งผลให้บริษัทหรือโรงงานผู้ผลิตรถไถนาขนาดเล็กมีกำไรน้อยลงไปอีก ที่กล่าวมาทั้งหมดนี้จะเห็นได้ว่าการวางแผนการผลิตเป็นหัวใจของโรงงานผลิตรถไถนาขนาดเล็ก ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นที่ทุกโรงงานควรกระทำด้วยความรอบคอบ

จากตัวอย่างในหัวข้อ ๕.๒.๒ โดยอาศัยผลที่ได้จากการพยากรณ์ของปีต่อไป เราสามารถวางแผนการผลิตรถไถนาขนาดเล็กเพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาดที่เป็นแบบฤดูกาลได้ เนื่องจากในช่วงเวลา ๑ ปี มีช่วงเดือน ธ.ค.- มิ.ย.ที่มียอดการขายสูงกว่าค่าเฉลี่ยทั้งปี และช่วงเดือน ก.ค.- พ.ย. เป็นช่วงที่มียอดการขายต่ำกว่าค่าเฉลี่ยทั้งปี เพื่อความเหมาะสมในการวางแผนการผลิตจึงให้ปีของการผลิตเริ่มต้นจากเดือน ก.ค.มาสิ้นปีการผลิตที่เดือน มิ.ย. ของอีกปีหนึ่งของปีปฏิทิน ที่ทำเช่นนี้ก็เพราะตอนต้นปีของการผลิต (ก.ค.- พ.ย.) มียอดการขายต่ำ จึงควรผลิตสินค้าสำรองเอาไว้ซึ่งในตอนปลายปีของการผลิต (ธ.ค.- มิ.ย.) มียอดการขายสูงมาก การผลิตในช่วงเวลาปกติและล่วงเวลาไม่เพียงพอต่อความต้องการของลูกค้า จะได้นำเอาสินค้าสำรองมาชดเชยจำนวนที่ผลิตได้ไม่พอ ตารางที่ ๑๔ เป็นตารางแสดงแผนการผลิตตลอดทั้งปี โดยเริ่มตั้งแต่เดือน ก.ค. ไปสิ้นสุดที่เดือน มิ.ย. แต่ละเดือนจะมีรายละเอียดว่าควรจะผลิตในเวลาปกติ(Regular time) และล่วงเวลา(Over time) เป็นจำนวนกี่ชั่วโมงโดยจะทำให้เสียค่าใช้จ่ายต่ำที่สุด และสามารถผลิตรถไถนาขนาดเล็กได้ตามความต้องการของตลาด จากการออกไปสำรวจโรงงานแห่งหนึ่งในจังหวัดอยุธยาพบว่า ด้วยจำนวนคนงาน ๕๐ คน สามารถผลิตรถไถนาขนาดเล็กแบบนั่งขับได้ ๕ คัน โดยใช้เวลา ๒ วันๆ ละ ๘ ชั่วโมง การผลิตระดับนี้คนงานผลิตแบบตามสบายไม่มีการเร่งรีบ จากข้อมูลดังกล่าว

$T = \frac{9 \times 8 \times 50}{5}$

นี้ก็อาจกล่าวได้ว่า รถไถนาขนาดเล็กแบบนั่งขับของโรงงานแห่งนี้ใช้เวลาผลิต ๑๖๐แรงงาน-ช.ม.ต่อคัน ตารางที่ ๑๒ แสดงจำนวนรถไถนาขนาดเล็กแบบนั่งขับที่คาดว่าจะจำหน่ายในปีต่อไป และแสดงจำนวนชั่วโมงที่ต้องการสำหรับการผลิต

ตารางที่ ๑๒ แสดงยอดพยากรณ์การจำหน่ายและเวลาที่ต้องใช้ของรถไถนาขนาดเล็กแบบนั่งขับ

ช่วงเวลา		รายเดือน		ยอดสะสม	
พ.ศ.	เดือน	ยอดพยากรณ์ (คัน)	ต้องใช้เวลา (แรงงาน-ช.ม.)	ยอดพยากรณ์ (คัน)	ต้องใช้เวลา (แรงงาน-ช.ม.)
2521	ก.ค.	43	6880	43	6880
2521	ส.ค.	23	3680	66	10560
2521	ก.ย.	16	2560	82	13120
2521	ต.ค.	21	3360	103	16480
2521	พ.ย.	39	6240	142	22720
2521	ธ.ค.	65	10400	207	33120
2522	ม.ค.	91	14560	298	47680
2522	ก.พ.	110	17600	408	65280
2522	มี.ค.	118	18880	526	84160
2522	เม.ย.	112	17920	638	102080
2522	พ.ค.	94	15040	732	117120
2522	มิ.ย.	69	11040	801	128160

จากตารางที่ ๑๒ จะเห็นได้ว่า ต้องใช้เวลาทั้งหมด ๑๒๘,๑๖๐ แรงงาน-ช.ม.(man-hours) จึงจะผลิตรถไถนาขนาดเล็กได้ตามจำนวนที่เกิดจากการพยากรณ์ คือ รวมทั้งหมด ๘๐๑ คัน ภายหลังจากทราบจำนวนชั่วโมงที่ต้องใช้แล้ว ขั้นต่อมาคือ การหาว่าตลอดปีของการผลิตนั้นโรงงานมีชั่วโมงสำหรับการผลิตอยู่เท่าไร ตารางที่ ๑๓ จะแสดงออกเป็นรายเดือนและผลรวมทั้งหมดของเวลาทั้งหมด

ที่โรงงานมีอยู่โดยหักเอาวันหยุดต่าง ๆ ออกแล้ว (สมมุติ ๑ วัน ทำงาน ๘ ชั่วโมง)

ตารางที่ ๑๓ แสดงเวลาทำงานปกติเป็นจำนวนชั่วโมง

ช่วงเวลา	เดือน	วัน	จำนวนชั่วโมงต่อเดือน	จำนวนชั่วโมงสะสมรายเดือน
2522	ก.ค.	25	200	200
2522	ส.ค.	27	216	416
2522	ก.ย.	26	208	624
2522	ต.ค.	26	208	832
2522	พ.ย.	26	208	1040
2522	ธ.ค.	22	176	1216
2523	ม.ค.	26	208	1424
2523	ก.พ.	24	192	1616
2523	มี.ค.	27	216	1832
2523	เม.ย.	23	184	2016
2523	พ.ค.	24	192	2208
2523	มิ.ย.	26	208	2416
	รวม	302	2416	

ด้วยเหตุว่าการผลิตรถไถนาขนาดเล็กแบบนั่งขับ ๘๐๑ คัน ต้องใช้แรงงานคนถึง ๑๒๘,๑๖๐ แรงงาน-ชั่วโมง ตลอดทั้งปี และเวลาสำหรับโรงงานในการผลิตมีเพียง ๒,๔๑๖ ชั่วโมงเท่านั้น ดังนั้นจึงต้องใช้คนงานเท่ากับ ๑๒๘,๑๖๐/๒,๔๑๖ = ๕๓ คน เพื่อช่วยให้การวางแผนการผลิตเกิดความสะดวกจึงจัดเป็นตารางช่วยในการคำนวณซึ่งแสดงไว้ในตารางที่ ๑๔ ด้านซ้ายมือของตารางเป็นช่องแรงงาน-ชั่วโมง (man-hours) ที่ต้องการในแต่ละเดือน ส่วนด้านบนเป็นเดือนของการผลิตซึ่งช่องต่ำลงมาแสดงจำนวน

แผนการผลิต(Production Plan)

Month in which required	Man-hours required		Month in which to be produced																								Total Production Planned
			ก.ค.		ส.ค.		ก.ย.		ต.ค.		พ.ย.		ธ.ค.		ม.ค.		ก.พ.		มี.ค.		เม.ย.		พ.ค.		มิ.ย.		
			R.T.	O.T.	R.T.	O.T.	R.T.	O.T.	R.T.	O.T.	R.T.	O.T.	R.T.	O.T.	R.T.	O.T.	R.T.	O.T.	R.T.	O.T.	R.T.	O.T.	R.T.	O.T.	R.T.	O.T.	
			10600	2650	11448	2862	11024	2756	11024	2756	11024	2756	9328	2332	11024	2756	10176	2544	11448	2862	9752	2438	10176	2544	11024	2756	
ก.ค.	6880	Available	10600	2650																							
		Cost	0	2																							
		Planned	6880	—																							6880
ส.ค.	3680	Available	3720	2650	11448	2862																					
		Cost	0.6	2.6	0	2																					
		Planned	—	—	3680	—																					3680
ก.ย.	2560	Available	3720	2650	7768	2862	11024	2756																			
		Cost	1.2	3.2	0.6	2.6	0	2																			
		Planned	—	—	—	—	2560	—																			2560
ต.ค.	3360	Avilable	3720	2650	7768	2862	8464	2756	11024	2756																	
		Cost	1.8	3.8	1.2	3.2	0.6	2.6	0	2																	
		Planned	—	—	—	—	—	—	3360	—																	3360
พ.ย.	6240	Avilable	3720	2650	7768	2862	8464	2756	7664	2756	11024	2756															
		Cost	2.4	4.4	1.6	3.8	1.2	3.2	0.6	2.6	0	2															
		Planned	—	—	—	—	—	—	—	—	6240	—															6240
ธ.ค.	10400	Available	3720	2650	7768	2862	8464	2756	7664	2756	4784	2756	9328	2332													
		Cost	3	5	2.4	4.4	1.8	3.8	1.2	3.2	0.6	2.6	0	2													
		Planned	—	—	—	—	—	—	—	—	1072	—	9328	—													10400
ม.ค.	14560	Available	3720	2650	7768	2862	8464	2756	7664	2756	3712	2756		2332	11024	2756											
		Cost	3.6	5.6	3	5	24	4.4	1.8	3.8	1.2	3.2		2.6	0	2											
		Planned	—	—	—	—	—	—	—	—	3536	—		—	11024	—											14560
ก.พ.	17600	Available	3720	2650	7768	2862	8464	2756	7664	2756	176	2756		2332		2756	10176	2544									
		Cost	4.2	6.2	3.6	5.6	3	5	2.4	4.4	1.8	3.8		3.2		2.6	0	2									
		Planned	—	—	—	—	—	—	4704	—	176	—		—		—	10176	2544									17600
มี.ค.	18880	Available	3720	2650	7768	2862	8464	2756	2960	2756		2756		2332		2756	—		11448	2862							
		Cost	4.8	6.8	4.2	6.2	3.6	5.6	3	5		4.4		3.8		3.2			0	2							
		Planned	—	—	—	—	—	—	2960	—		—		—		1610			11448	2862							18880
เม.ย.	17920	Available	3720	2650	7768	2862	8464	2756		2756		2756		2332		1146					9752	2438					
		Cost	5.4	7.4	4.8	6.8	4.2	6.2		5.6		5		4.4		3.8					0	2					
		Planned	—	—	—	—	4584	—		—		—		—		1146					9752	2438					17920
พ.ค.	15040	Available	3720	2650	7768	2862	3880	2756		2756		2756		2332									10176	2544			
		Cost	6	8	5.4	7.4	4.8	6.8		6.2		5.6		5									0	2			
		Planned	—	—	—	—	2320	—		—		—		—									10176	2544			15040
มิ.ย.	11040	Available	3720	2650	7768	2862	1560	2756		2756		2756		2332											11024	2756	
		Cost	6.6	8.6	6	8	5.4	7.4		6.8		6.2		5.6											0	2	
		Planned	—	—	—	—	—	—		—		—		—											11024	16	11040
Total production planned		R.T.	6880		3680		9464		11024		11024		9328		11024		10176		11448		9752		10176		11024		115000 + 13160
		O.T.		—		—		—		—		—		—		2756		2544		2862		2438		2544		16	

R,T, = Regular time O,T, = Over time.

ตารางที่ ๑๔ แสดงแผนการผลิตที่เสียค่าใช้จ่ายต่ำที่สุด สำหรับคนงาน ๕๓ คน

เวลาทำงานปกติ(Regular time) ของเดือนนั้น ค่าเหล่านี้ได้มาจากการคำนวณจากตารางที่ ๑๓ และด้านข้างของช่องจำนวนเวลาทำงานปกติเป็นช่องแสดงจำนวนชั่วโมงของเวลาทำงานล่วงเวลา (Over time) โดยคิด ๒๕% ของเวลาทำงานปกติ เช่น เวลาทำงานปกติเท่ากับ ๘ ชั่วโมง/วัน จะมีล่วงเวลาเพิ่มได้อีก ๒ ชั่วโมง/วัน ค่าแรงงานปกติเท่ากับ ๔ บาท/ชั่วโมง เมื่อทำงานล่วงเวลาจะได้เพิ่มอีก ๒ บาท/ชั่วโมง นอกเหนือจากค่าแรงงานของคนงานแล้วยังมีค่าใช้จ่ายอีกอย่างหนึ่งเข้ามาเกี่ยวข้องกับการวางแผนการผลิต คือ ค่าเก็บรักษาวัสดุ(Inventory carrying charge) ซึ่งจากบทที่ ๓ ในเรื่องโครงสร้างต้นทุนของรถไถนาแบบนั่งขับพบว่า รถไถนาขนาดเล็กแบบนั่งขับจะต้องเสียค่าวัตถุดิบทางตรงเป็นเงิน ๗,๖๒๙ บาท/คัน ถ้าเราคิดอัตราดอกเบี้ย ๑๕% ต่อปี โรงงานจะต้องเสียค่าใช้จ่าย สำหรับค่าวัตถุดิบที่นำมาเก็บสำรองไว้เท่ากับ ๙๕.๓๖ บาท/คัน/เดือน หรือเท่ากับ ๙๕.๓๖/๑๖๐ = ๐.๖ บาท /เดือน/แรงงาน-ชั่วโมง เมื่อทราบค่าใช้จ่ายทั้งหมดของค่าแรงงานปกติ ค่าแรงงานล่วงเวลาและค่าเก็บรักษาวัสดุก็สามารถวางแผนการผลิตสำหรับเดือนต่างๆ ได้โดยเสียค่าใช้จ่ายในการผลิตต่ำที่สุด ดังแสดงไว้ในตารางที่ ๑๔ สำหรับค่าใช้จ่ายที่คิดในตารางคิดแต่เพียงค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นเท่านั้น(incremental cost) ดังนั้น ค่าแรงงานปกติในตารางจึงมีค่าเป็น ๐ ค่าล่วงเวลาเท่ากับ ๒ บาท/แรงงาน-ชั่วโมง และค่าเก็บรักษาวัสดุ ๑ เดือนเท่ากับ ๐.๖ บาท/เดือน แรงงาน-ชั่วโมง สำหรับ ๒ เดือนจะเพิ่มขึ้นเป็น ๑.๒ บาท/คัน/แรงงาน-ชั่วโมง คือเพิ่ม ๐.๖ บาท ทุกๆ ๑ เดือน ในตารางที่ ๑๔ การวางแผนการผลิตจะจัดให้มีการทำงานในช่องที่มีค่าใช้จ่ายต่ำที่สุดก่อน หลังจากนั้น ถ้าเวลามีไม่พอก็ใช้ช่องที่มีค่าใช้จ่ายสูงกว่า ซึ่งอาจจะอยู่ในเดือนใดก็ได้ แต่ต้องก่อนการผลิตของเดือนนั้น ตัวอย่างเช่น ในเดือนธันวาคม ต้องการ ๑๐,๔๐๐ แรงงาน-ชั่วโมง แต่ในเดือนนั้นมีเวลาทำงานปกติเพียง ๙,๓๒๘ ชั่วโมง เท่านั้นซึ่งไม่พอเพียง ดังนั้นจึงต้องหาเวลาเพิ่มเติมโดยเลือกเอาช่องที่มีค่าใช้จ่ายต่ำที่สุดก่อนคือได้แก่เวลาปกติที่เหลืออยู่ใน พ.ย. ซึ่งมีค่าใช้จ่ายเพียง ๐.๖ บาท/แรงงาน-ชั่วโมง เหตุที่ไม่ใช้ล่วงเวลาของเดือนธันวาคมเป็นเพราะว่าค่าใช้จ่ายสูงกว่าของเวลาทำงานปกติของเดือนพฤศจิกายนนั่นเอง ทำเช่นนี้เรื่อยไปจนครบทุกเดือน หลังจากนั้นจึงมาทำเป็นตารางสรุปดังแสดงไว้ในตารางที่ ๑๕

ตารางที่ ๑๕ สรุปผลจากแผนการผลิตของตารางที่ ๑๔

เดือน	จำนวนแรงงาน-ชั่วโมง คิดจากยอดพยากรณ์ แรงงาน-ช.ม.	แผนการผลิต เวลาปกติ แรงงาน-ช.ม.	แผนการผลิต ล่วงเวลา แรงงาน-ช.ม.	เก็บรักษาวัสดุ ต่อเดือน แรงงาน-ช.ม.	เก็บรักษาวัสดุ สะสม แรงงาน-ช.ม.
ก.ค.	6880	6880	0	0	0
ส.ค.	3680	3680	0	0	0
ก.ย.	2560	9464	0	6904	6904
ต.ค.	3360	11024	0	7664	14568
พ.ย.	6240	11024	0	4784	19352
ธ.ค.	10400	9328	0	0	18280
ม.ค.	14560	11024	2756	0	17500
ก.พ.	17600	10176	2544	0	12620
มี.ค.	18880	11448	2862	0	8050
เม.ย.	17920	9752	2438	0	2320
พ.ค.	15040	10176	2544	0	0
มิ.ย.	11040	11024	16	0	0

จากตารางที่ ๑๕ จะแสดงให้เห็นว่า โรงงานควรเริ่มผลิตของเก็บสะสมไว้ตั้งแต่เดือน ก.ย.- พ.ย. ซึ่งมีวัสดุสะสมสำรองอยู่ ๑๙,๓๕๒ ชั่วโมง สูงสุดในเดือน พ.ย. หรือเท่ากับผลิตรถไถนาสำรองอยู่ถึง ๑๒๑ คัน แต่ทั้งนี้มิได้หมายความว่าโรงงานจะผลิตและประกอบจนเป็นรถไถนาสำเร็จรูปและเก็บเอาไว้ถึง ๑๒๑ คัน ซึ่งการทำเช่นนี้จะเสียพื้นที่ในการเก็บรักษาเป็นจำนวนมาก และต้องเสียเงินลงทุนไปโดยไม่จำเป็นในการพ่นสี ซื้ออุปกรณ์ติดตั้งรถ เช่น เบาะที่นั่ง ล้อยาง ฯลฯ สิ่งที่โรงงานควรสำรองเอาไว้ คือ ชิ้นส่วนอุปกรณ์ต่างๆ ที่โรงงานต้องผลิตเอง เช่น เพลา ดุมล้อ เฟือง ชุดคานหน้า

ห้องเกียร์ ฯลฯ ชิ้นส่วนเหล่านี้การเก็บรักษาทำได้ง่ายกว่ารถไถนาสำเร็จรูป เพียงแต่ทำชั้นวางของให้เป็นระเบียบ ใช้น้ำมันทาชิ้นส่วนเพื่อกันสนิมเก็บเอาไว้ เมื่อถึงฤดูจำหน่ายก็นำออกมาประกอบได้ทันที

จากตารางที่ ๑๔ สรุปค่าใช้จ่ายได้ดังนี้ คือ

๑. ค่าแรงงานปกติ = ๑๑๕,๐๐๐ x ๔ = ๔๖๐,๐๐๐ บาท

๒. ค่าล่วงเวลา = ๑๓,๑๖๐ x ๖ = ๗๘,๙๖๐ บาท

๓. ค่าเก็บรักษาวัสดุ = (๔๕๘๔ x ๔.๒) + (๒๓๒๐ x ๔.๘) + (๔๗๐๔ x ๒.๔)
+(๒๙๖๐ x ๓) + (๑๐๗๒ x ๐.๖) + (๓๕๓๖ x ๑.๒)
+(๑๗๖ x ๑.๘) + (๑๖๑๐ x ๑.๒) + (๑๑๔๖ x ๑.๘)
= ๕๙,๗๕๖.๔๐ บาท

รวม = ค่าแรงงานปกติ + ค่าล่วงเวลา + ค่าเก็บรักษาวัสดุ
= ๔๖๐,๐๐๐ + ๗๘,๙๐๐ + ๕๙,๗๕๖.๔๐
= ๕๙๘,๗๑๖.๔๐ บาท

ตารางที่ ๑๖ เป็นแผนการผลิตของโรงงานนี้ แต่ใช้คนงานเท่าเดิม คือ ๕๐ คน คงที่ การจัดแผนการผลิตของแต่ละเดือนใช้วิธีการดังได้กล่าวมาแล้วข้างต้นเหมือนกันซึ่งสรุปผลออกมาตามตารางที่ ๑๗

แผนการผลิต(Production Plan)

Month in which required	Man-hours required		Month in which to be produced																								Total Production Planned
			ก.ค.		ส.ค.		ก.ย.		ต.ค.		พ.ย.		ธ.ค.		ม.ค.		ก.พ.		มี.ค.		เม.ย.		พ.ค.		มิ.ย.		
			R.T.	O.T.	R.T.	O.T.	R.T.	O.T.	R.T.	O.T.	R.T.	O.T.	R.T.	O.T.	R.T.	O.T.	R.T.	O.T.	R.T.	O.T.	R.T.	O.T.	R.T.	O.T.	R.T.	O.T.	
			10000	2500	10800	2700	10400	2600	10400	2600	10400	2600	8800	2200	10400	2600	9600	2400	10800	2700	9200	2300	9600	2400	10400	2600	
ก.ค.	6880	Available	10000	2500																							
		Cost	0	2																							
		Planned	6880	—																							6880
ส.ค.	3680	Available	3120	2500	10800	2700																					
		Cost	0.6	2.6	0	2																					
		Planned	—	—	3680	—																					3680
ก.ย.	2560	Available	3120	2500	7120	2700	10400	2600																			
		Cost	1.2	3.2	0.6	2.6	0	2																			
		Planned	—	—	—	—	2560	—																			2560
ต.ค.	3360	Avilable	3120	2500	7120	2700	7840	2600	10400	2600																	
		Cost	1.8	3.8	1.2	3.2	0.6	2.6	0	2																	
		Planned	—	—	—	—	—	—	3360	—																	3360
พ.ย.	6240	Avilable	3120	2500	7120	2700	7840	2600	7040	2600	10400	2600															
		Cost	2.4	4.4	1.8	3.8	1.2	3.2	0.6	2.6	0	2															
		Planned	—	—	—	—	—	—	—	—	6240	—															6240
ธ.ค.	10400	Available	3120	2500	7120	2700	7840	2600	7040	2600	4160	2600	8800	2200													
		Cost	3	5	2.4	4.4	1.8	3.8	1.2	3.2	0.6	2.6	0	2													
		Planned	—	—	—	—	—	—	—	—	1600	—	8800	—													10400
ม.ค.	14560	Available	3120	2500	7120	2700	7840	2600	7040	2600	2560	2600		2200	10400	2600											
		Cost	3.6	5.6	3	5	2.4	4.4	1.8	3.8	1.2	3.2		2.6	0	2											
		Planned	—	—	—	—	—	—	1600	—	2560	—		—	10400	—											14560
ก.พ.	17600	Available	3120	2500	7120	2700	7840	2600	5440	2600		2600		2200		2600	9600	2400									
		Cost	4.2	6.2	3.6	5.6	3	5	2.4	4.4		3.8		3.2		2.6	0	2									
		Planned	—	—	—	—	160	—	5440	—		—		—		—	9600	2400									17600
มี.ค.	18880	Available	3120	2500	7120	2700	7680	2600		2600		2600		2200		2600	—		10800	2700							
		Cost	4.8	6.8	4.2	6.2	3.6	5.6		5		4.4		3.8		3.2			0	2							
		Planned	—	—	—	—	2780	—		—		—		—		2600			10800	2700							18880
เม.ย.	17920	Available	3120	2500	7120	2700	4900	2600		2600		2600		2200							9200	2300					
		Cost	5.4	7.4	4.8	6.8	4.2	6.2		5.6		5		4.4							0	2					
		Planned	—	—	—	—	4900	—		—		—		1520							9200	2300					17920
พ.ค.	15040	Available	3120	2500	7120	2700		2600		2600		2600		680									9600	2400			
		Cost	6	8	5.4	7.4		6.8		6.2		5.6		5									0	2			
		Planned	—	—	2360	—		—		—		—		680									9600	2400			15040
มิ.ย.	11040	Available	3120	2500	4760	2700		2600		2600		2600													10400	2600	
		Cost	6.6	8.6	6	8		7.4		6.8		6.2													0	2	
		Planned	—	—	—	—		—		—		—													10400	640	11040
Total production planned R.T.			6880		6040		10400		10400		10400		8800		10400		9600		10800		9200		9600		10400		112920
Total production planned O.T.				—		—		—		—		—		2200		2600		2400		2700		2300		2400		640	+ 15240

R.T. = Regular time, O.T. = Over time

ตารางที่ ๑๖ แสดงแผนการผลิตที่เสียค่าใช้จ่ายต่ำที่สุด สำหรับคนงาน ๕๐ คน

ตารางที่ ๑๗ สรุปแผนการผลิตจากตารางที่ ๑๖

เดือน	จำนวนแรงงาน-ชั่วโมง คิดจากยอดพยากรณ์ แรงงาน-ช.ม.	แผนการผลิต		เก็บรักษาวัสดุ ต่อเดือน	เก็บรักษาวัสดุ สะสม
		เวลาปกติ แรงงาน-ช.ม.	ล่วงเวลา แรงงาน-ช.ม.	แรงงาน-ช.ม.	แรงงาน-ช.ม.
ก.ค.	6880	6880	0	0	0
ส.ค.	3680	6040	0	2360	2360
ก.ย.	2560	10400	0	7840	10200
ต.ค.	3360	10400	0	7040	17240
พ.ย.	6240	10400	0	4160	21400
ธ.ค.	10400	8800	2200	600	22000
ม.ค.	14560	10400	2600	0	20440
ก.พ.	17600	9600	2400	0	14840
มี.ค.	18880	10800	2700	0	9460
เม.ย.	17920	9200	2300	0	3040
พ.ค.	15040	9600	2400	0	0
มิ.ย.	11040	10400	640	0	0

เดือนที่มีการเก็บรักษาวัสดุมากที่สุด คือ เดือนธันวาคม มีอยู่ ๒๒,๐๐๐ ชั่วโมง หรือเท่ากับรถไถนาขนาดเล็กแบบนั่งขับ ๒๒,๐๐๐/๑๖๐ = ๑๓๘ คัน ซึ่งมากกว่าเมื่อใช้คนงาน ๕๓ คน ถึง ๑๗ คัน ค่าใช้จ่ายในการผลิตตามแผนการผลิตนี้โดยคิดเฉพาะค่าแรงงานปกติ ค่าล่วงเวลา และค่าเก็บรักษาวัสดุ มีดังนี้

๑. ค่าแรงงานปกติ = ๑๑๒,๙๒๐ x ๔ = ๔๕๑,๖๘๐ บาท

๒. ค่าล่วงเวลา = ๑๕,๒๔๐ x ๖ = ๙๑,๔๔๐ บาท

๓. ค่าเก็บรักษา = (๒,๓๖๐ x ๕.๔) + (๑๖๐ x ๓) + (๒,๗๘๐ x ๓.๖)
+(๔,๙๐๐ x ๔.๒) + (๑,๖๐๐ x ๑.๕) + (๕,๔๔๐ x ๒.๔)
+(๑,๖๐๐ x ๐.๖) + (๒,๕๖๐ x ๑.๒) + (๑,๕๒๐ x ๒.๔)
+(๖๘๐ x ๓) + (๒,๖๐๐ x ๑.๒)
= ๗๒,๕๘๘ บาท

ค่าใช้จ่ายรวม = ค่าแรงงานปกติ + ค่าล่วงเวลา + ค่าเก็บรักษาวัสดุ
= ๔๕๑,๖๘๐ + ๙๑,๔๔๐ + ๗๒,๕๘๘
เป็นเงิน = ๖๑๕,๗๐๘ บาท

ตารางที่ ๑๘ เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายระหว่างแผนการผลิตที่ใช้คนงาน ๕๓ คน กับ ๕๐ คน

ค่าใช้จ่าย (บาท)	แผนการผลิต		ผลต่าง (๑) - (๒)
	คนงาน ๕๓ คน (๑)	คนงาน ๕๐ คน (๒)	
๑. ค่าแรงงานปกติ	๔๖๐,๐๐๐	๔๕๑,๖๘๐	๘,๓๒๐
๒. ค่าล่วงเวลา	๗๘,๙๖๐	๙๑,๔๔๐	-๑๒,๔๘๐
๓. ค่าเก็บรักษาวัสดุ	๕๙,๗๕๖.๔	๗๒,๕๘๘	-๑๒,๘๓๑.๖
รวม	๕๙๘,๗๑๖.๔	๖๑๕,๗๐๘	-๑๖,๙๙๑.๖

จากการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายจะเห็นได้ว่าแผนการผลิตที่ใช้คนงาน ๕๓ คน มีค่าใช้จ่ายต่ำกว่าแผนการผลิตที่ใช้คนงานเท่าเดิม คือ ๕๐ คน เพราะช่วยประหยัดค่าล่วงเวลา ค่าเก็บรักษาวัสดุ ซึ่งเมื่อคิดรวมกับค่าแรงปกติที่มากกว่า ก็ยังมีค่าใช้จ่ายรวมต่ำกว่าถึง ๑๖,๙๙๑.๖ บาท ดังนั้นโรงงานผลิตรถไถนาขนาดเล็กแห่งนี้ควรรับคนงานเพิ่มอีก ๓ คน และทำการผลิตตามแผนการที่วางไว้ซึ่งแสดงไว้แล้วตามตารางที่ ๑๔ จะเสียค่าใช้จ่ายต่ำที่สุด

๕.๕ สรุป

เนื้อหาของบทนี้ทั้งหมดได้กล่าวถึงการปรับปรุงการผลิตของโรงงานผลิตรถไถนาขนาดเล็ก โดยชี้ให้เห็นความสำคัญของการวางแผนและควบคุมการผลิตที่อาศัยวิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการตัดสินใจว่าควรจะผลิตรถไถนาขนาดเล็กได้จำนวนเท่าไร เมื่อใด และจะต้องใช้แรงงานมากน้อยแค่ไหนจึงจะเสียค่าใช้จ่ายต่ำที่สุด ซึ่งแตกต่างจากวิธีการดั้งเดิมของโรงงานผลิตรถไถนาขนาดเล็กทั่วไปที่ใช้การเดาสุ่มปราศจากหลักการใดๆ หรือใช้การเก็ง หรือคาดการณ์ที่ไม่ถูกต้องตามหลักวิชาสถิติ วิธีการต่างๆ ที่เสนอแนะในบทนี้ตั้งอยู่บนรากฐานของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในอดีต เช่น ยอดการจำหน่ายรถไถนาขนาดเล็กของแต่ละเดือนที่ผ่านมาแล้วจะถูกมาใช้เป็นข้อมูลสำคัญในการวางแผน และควบคุมการผลิตรถไถนาขนาดเล็กของช่วงเวลาต่อไป ซึ่งภายหลังจากการคำนวณและวิเคราะห์ข้อมูลอย่างละเอียด ก็จะได้สมการสำหรับพยากรณ์ยอดการจำหน่ายที่จะเกิดขึ้นในอนาคตซึ่งมีหลายวิธีการด้วยกัน การเลือกใช้สมการสำหรับพยากรณ์นั้นจะพิจารณาจากค่าเบี่ยงเบนมาตราฐานและแผนภูมิควบคุม (Moving-range chart) ซึ่งเป็นเครื่องมือตรวจสอบว่าสมการที่ใช้พยากรณ์นั้นยังใช้ได้หรือไม่ในอนาคต เมื่อได้ยอดพยากรณ์ที่มั่นใจแล้วจึงเริ่มทำแผนการผลิต แผนการผลิตนี้จะเป็นเครื่องมือช่วยฝ่ายบริหารในการตัดสินใจว่าควรทำการผลิตช่วงเวลาใด ใช้แรงงานกี่คน และจะมีการเก็บรักษาวัสดุเท่าใดจึงจะพอเพียงโดยเสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด จากตัวอย่างที่กล่าวมาแล้วจะเห็นได้ว่าแผนการผลิตสามารถช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายของโรงงานที่คิดเฉพาะค่าแรงงานปกติ ค่าล่วงเวลา และค่าเก็บรักษาวัสดุได้ถึง ๑๖,๙๙๑.๖๐ บาท นอกจากนี้แผนการผลิตยังส่งผลไปถึงเรื่องการสั่งซื้อวัสดุและเรื่องการเงินของบริษัทอีกด้วย ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อบริษัทหรือโรงงานที่จะมีเวลาเตรียมตัวไปติดต่อหาแหล่งเงินทุนได้ทัน เพื่อนำมาใช้ในการดำเนินงานตลอดทั้งปี ที่กล่าวมาทั้งหมดนี้ก็เพื่อชี้ให้เห็นว่าการวางแผนอย่างรอบคอบเป็นการปรับปรุงการผลิตที่ง่ายที่สุดในการลดต้นทุนการผลิต