การวางแผนความต้องการแกลบสำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้า กรณีศึกษาโรงไฟฟ้าชีวมวล

โดย
นายศีลวัชร์ แก้วพิจิตร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม แผน ก แบบ ก 2 ปริญญามหาบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2563

การวางแผนความต้องการแกลบสำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้า กรณีศึกษาโรงไฟฟ้าชีวมวล

โดย
นายศีลวัชร์ แก้วพิจิตร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม แผน ก แบบ ก 2 ปริญญามหาบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2563

THE STUDY OF PRODUCTION PLANNING FOR RICE HUSK USE AS FUEL: A CASE STUDY USES FOR BIOMASS POWER PLANT.

By

MR. Silawat KAEWPIJIT

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for Master of Engineering (ENGINEERING MANAGEMENT)
Department of INDUSTRIAL ENGINEERING AND MANAGEMENT
Graduate School, Silpakorn University
Academic Year 2020

หัวข้อ	การวางแผนความต้องการแกลบสำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้า กรณีศึกษาโรงไฟฟ้าชีวมวล
โดย	ศีลวัชร์ แก้วพิจิตร
สาขาวิชา	การจัดการงานวิศวกรรม แผน ก แบบ ก 2 ปริญญามหาบัณฑิต
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	รองศาสตราจารย์ ดร. ประจวบ กล่อมจิตร

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.จุไรรัตน์ นันทานิช)

พิจารณาเห็นชอบโดย

....ประธานกรรมการ

(อาจารย์ ดร.สิทธิชัย แซ่เหล่ม)

....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

(รองศาสตราจารย์ ดร.ประจวบ กล่อมจิตร)

....ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ระพี กาญจนะ)

620920051 : การจัดการงานวิศวกรรม แผน ก แบบ ก 2 ปริญญามหาบัณฑิต
คำสำคัญ : การพยากรณ์, ตัวแบบปริมาณสั่งซื้ออย่างประหยัด, จุดสั่งซื้อใหม่, ปริมาณสินค้าคงคลังสำรอง

นาย ศีลวัชร์ แก้วพิจิตร: การวางแผนความต้องการแกลบสำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้า กรณีศึกษาโรงไฟฟ้าชีวมวล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : รองศาสตราจารย์ ดร. ประจวบ กล่อมจิตร

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีพยากรณ์แกลบที่เหมาะสมและสร้างนโยบายในการวางแผนการสั่งซื้อแกลบที่เหมาะสมต่อการผลิตกระแสไฟฟ้าในระยะ 2 ปีข้างหน้า และลดมูลค่าการสูญเสียที่เกิดจากการสั่งซื้อและจัดเก็บแกลบในปริมาณที่มากเกินความจำเป็น โดยเก็บรวบรวมข้อมูลตั้งแต่ พ.ศ.2559 - พ.ศ. 2563 จากนั้นเลือกวิธีพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุด โดยเปรียบเทียบผลการพยากรณ์ของวิธีพยากรณ์ทั้ง 4 วิธีคือ วิธีหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ วิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบง่าย วิธีการปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชี่ยลสองเท่า และ วิธีการถดถอยเชิงเส้นตรง จากนั้นเลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุด โดยใช้เกณฑ์พิจารณาค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยที่ต่ำที่สุด ผลการศึกษาพบว่าวิธีการปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชี่ยลสองเท่าให้ค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 24 จากการคำนวณพบว่า เมื่อคำนวณหาปริมาณสินค้าคงคลังสำรองและปริมาณสั่งซื้ออย่างประหยัดร่วมกับจุดสั่งซื้อใหม่ มาใช้ในการควบคุมปริมาณแกลบในคงคลังและหาปริมาณสั่งซื้อที่เหมาะสม รวมทั้งสามารถลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานได้ และทำการเปรียบเทียบต้นทุนรวมของการสั่งซื้อแกลบ สามารถลดต้นทุนรวมได้ 1,293,569.00 บาทต่อเดือน คิดเป็น 11.66%

620920051 : Major (ENGINEERING MANAGEMENT)
Keyword : Forecasting, Economic Order Quantity, Reorder Point, Safety Stock

MR. SILAWAT KAEWPIJIT : THE STUDY OF PRODUCTION PLANNING FOR RICE HUSK USE AS FUEL: A CASE STUDY USES FOR BIOMASS POWER PLANT. THESIS ADVISOR : ASSOCIATE PROFESSOR PRACHUAB KLOMJIT, Ph.D.

The purpose of this research is to study the forecast of rice husk as s fuel for an appropriate amount needed for electrical generation for the rest 2 years. This also will decrease unnecessary overstock of the rice husk. Collecting data needed from January, 2016 to December, 2020 then choose the most appropriate forecast methods by comparing the four methods; Moving average method, Single exponential smoothing method, Double exponential smoothing method and Simple linear regression. Then choose the best method by using the lowest Mean Absolute Percentage Error (MAPE). The results of the studied shown that double exponential smoothing method has the lowest MAPE at 24. By calculating the Safety Stock (SS) and Economic Order Quantity (EOQ) in combination with Reorder Point (ROP) used to control the amount of inventory and finding the appropriate order quantity including to reduce operating costs and compare the total cost of ordering rice husk is decrease by 1,293,569.00 baht per month. Which is decrease by 11.66%.

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร. ประจวบ กล่อมจิตร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่มีเมตตา ให้ความช่วยเหลือ คอยให้คำแนะนำในการดำเนินงานวิจัย เสนอแนะประเด็นที่สำคัญ ชีแนะในการตรวจทานข้อผิดพลาดต่าง ๆ และยังช่วยให้คำชี้แนะเกี่ยวกับการนำเสนอผลงาน จนทำให้งานวิจัยฉบับนี้สมบูรณ์

ขอขอบพระคุณอาจารย์ ดร.สิทธิชัย แซ่เหล่ม และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ระพี กาญจนะ ที่กรุณาให้ความรู้ ช่วยสรุปประเด็นและให้คำแนะนำในจุดที่บกพร่องเพื่อให้งานวิจัยดำเนินไปอย่างถูกต้องและมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณพ่อและแม่ รวมถึงทุกคนที่เป็นกาลังใจและคอยให้การช่วยเหลือ สนับสนุนข้าพเจ้าเสมอมา จนสามารถทำให้งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ศีลวัชร์ แก้วพิจิตร

สารบัญ

หน้า

สารบัญตาราง

หน้า

สารบัญรูปภาพ

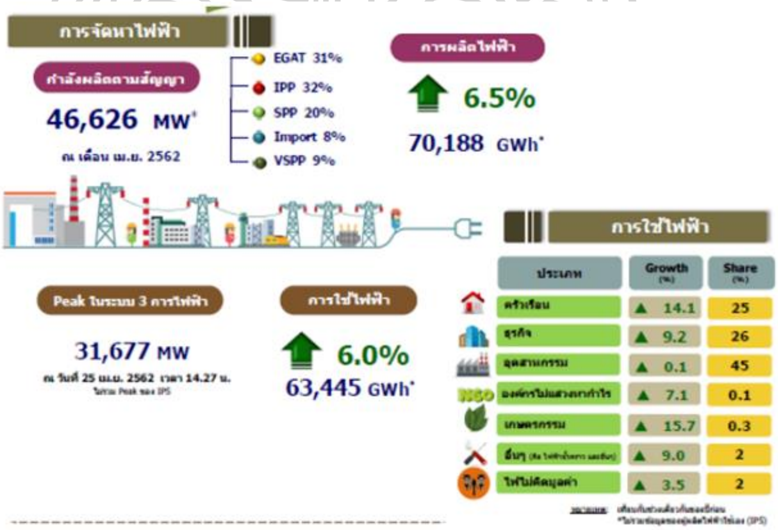
หน้า

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย

ตามที่คณะรัฐบาลได้ประกาศให้ประเทศไทยเข้าสู่แผนการพัฒนายุทธศาตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2561 - พ.ศ. 2580) โดยมีแผนแม่บทแผนยุทธศาสตร์ที่ 2 เกี่ยวเนื่องกับด้านการยกระดับรากฐานโครงสร้างพื้นฐานในด้านอุปโภค และบริโภค ในแถบครัวเรือนทุกภูมิภาค จึงทำให้อุตสาหกรรมต่าง ๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับนโยบายดังกล่าวต้องปรับกระบวนทัศน์ระหว่างกัน หนึ่งในนั้น คือ นโยบายด้านพลังงาน (กระทรวงพลังงาน, 2555)

การใช้พลังงานในครัวเรือนไทยในปัจจุบันมีการขยายตัวสูงขึ้นตามจำนวนประชากรไทย โดยจะถูกนำไปใช้ทั้งในชีวิตประจำวัน และภาคอุตสาหกรรมดังแสดงดังในภาพที่ 1 ทำให้ต้องมีการปรับนโยบายโครงสร้างด้านพลังงานให้สอดรับกับระดับการใช้พลังงานในครัวเรือน มีการกระจายชนิดของเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า ร่วมส่งเสริมพลังงานทดแทน เพื่อยกระดับขีดความสามารถในการผลิตพลังงานให้เพียงพอ ยั่งยืน และเกิดความเสถียรภาพ

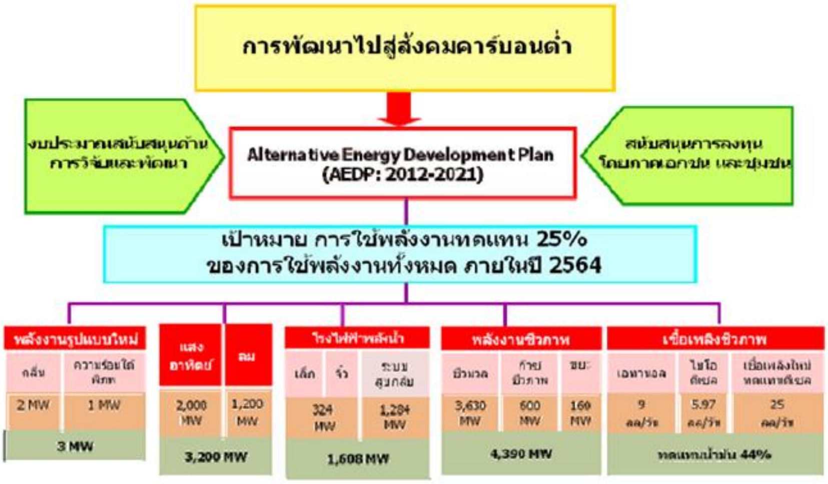


ภาพที่ 1 การจัดหาและการใช้ไฟฟ้าของประเทศไทย ณ ช่วงเดือนมกราคม – มีนาคม พ.ศ. 2562
ที่มา : แผนปฏิบัติราชการ5ปี_กระทรวงพลังงาน_2563-2565.pdf (energy.go.th)

ยิ่งไปกว่านั้นอุตสาหกรรมต่าง ๆ ในประเทศไทยปัจจุบันมีการขยายเติบโตสูงขึ้น อย่างต่อเนื่องซึ่งส่งผลให้อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย แต่ ในขณะเดียวกันอุตสาหกรรมต่าง ๆ ยังมี

การพึ่งพาก๊าซธรรมชาติเป็น เชื้อเพลิงหลักในการประกอบกิจกรรมทางเศรษฐกิจ ซึ่งส่งผลให้เกิดต้นทุน ทางการผลิตสินค้าอุปโภค และบริโภคที่สูงขึ้น ทำให้ภาครัฐบาลไทยเล็งเห็น ช่องทางการบรูณาการร่วมกันระหว่างหลายอุตสาหกรรมเพื่อแก้ไขปัญหา ดังกล่าว โดยได้มีการสร้างนโยบายการกระจายสัดส่วนเชื้อเพลิงในการผลิต ไฟฟ้าซึ่งกำหนดให้มีการใช้พลังทดแทน หรือชีวมวล (Biomass) คิดเป็น ร้อยละ 20 ของการผลิตกระแสไฟฟ้าทั้งหมด ภายในปีพ.ศ. 2579 ทำให้ในหลายอุตสาหกรรมมีการนำชีวมวลเข้ามาประยุกต์ใช้เป็นพลังงานทดแทน

ธุรกิจผลิตพลังงานไฟฟ้า **“โรงไฟฟ้าพลังงานชีวมวล”** ถูกจัดให้เป็นหนึ่งนโยบายทดแทนรูปแบบพลังงาน โดยถูกยกระดับให้เป็นธุรกิจที่มีโอกาสเติบโต และยั่งยืน เนื่องมาจากเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มจากวัตถุดิบเหลือใช้ทางการเกษตร สร้างรายได้ให้ชุมชนและลดการพึ่งพาเชื้อเพลิงฟอสซิล ได้แก่ ชานอ้อย และแกลบ จำนวน 61% และ 12% ตามลำดับ (กระทรวงพลังงาน, 2558) โดยตั้งเป้าหมายในปี พ.ศ. 2564 สำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้าผ่านชีวมวล จากเดิม 1,933 ล้านหน่วย กลายเป็น 14,008 ล้านหน่วย (มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม (มพส.), 2554)



ภาพที่ 2 แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก 25% ใน 10 ปี (พ.ศ. 2555- พ.ศ. 2564)
ที่มา : Microsoft Word - เอกสาร เข้า กพช._AEDP 10-25%_30 พ.ย. update (efe.or.th)

แต่กระนั้นการผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานชีวมวลมีอุปสรรคสำคัญนั่นคือ การขาดแคลนวัตถุดิบเหลือใช้ทางการเกษตรที่จะใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิต อันเนื่องมาจากปริมาณผลผลิตเหลือใช้จากการเกษตรในแต่ละปีขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อม เช่น การเกิดภัยแล้งทำให้ผลผลิตไม่ออกตามฤดูกาล ทำให้ผลผลิตเหลือใช้ทางการเกษตรไม่เพียงพอ และเกิดผลกระทบต่อเนื่องไปยังห่วงโซ่การผลิตปลายน้ำ

ดังนั้นงานวิจัยฉบับนี้จึงเป็นการสร้างแนวทางการรับมือต่อปัญหาดังกล่าวด้วยการใช้วิธีการพยากรณ์ค่าแนวโน้มความต้องการของปริมาณผลผลิตเหลือใช้จากการเกษตรหรือแกลบของ

โรงงานผลิตกระแสไฟฟ้าชีวมวล กรณีศึกษาแห่งหนึ่งใน จ.สุพรรณบุรี และศึกษาปริมาณสั่งซื้อแกลบแบบประหยัด เพื่อให้รองรับต่อกำลังผลิตไฟฟ้าที่เพียงพอต่อการใช้งานของครัวเรือนในปี พ.ศ.2565 - พ.ศ. 2566

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาวิธีพยากรณ์แกลบที่เหมาะสมต่อการผลิตกระแสไฟฟ้า

1.2.2 เพื่อทราบถึงปริมาณสั่งซื้อแกลบที่เหมาะสมในการผลิตกระแสไฟฟ้าในระยะ 2 ปีข้างหน้า

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

งานวิจัยฉบับนี้เป็นการศึกษาวิเคราะห์ถึงความต้องการของปริมาณแกลบ (หน่วย: ตัน) ที่นำมาใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าแต่ละเดือนของโรงงานผลิตกระแสไฟฟ้ากรณีศึกษาแห่งหนึ่ง ในจังหวัดสุพรรณบุรี โดยข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์และพยากรณ์นั้นอยู่ในช่วง ปี พ.ศ. 2559 - พ.ศ. 2563 เพื่อศึกษาวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสม เพื่อวางแผนความต้องการแกลบให้เพียงพอต่อการผลิตกระแสไฟฟ้า โดยการนำโปรแกรม Minitab 16 มาประยุกต์ใช้ช่วยวิเคราะห์ตัวแบบที่เหมาะสมที่สุด และเพื่อเป็นแนวทางในการสั่งซื้อแกลบในระยะ 2 ปีข้างหน้า โดยขอบเขตงานวิจัยแสดงดังภาพที่ 3

ตัวแปรต้น	ทฤษฎี - เครื่องมือที่ใช้	ตัวแปรตาม
- ข้อมูลปริมาณการใช้แกลบย้อนหลัง ปีพศ. 2559 - พ.ศ.2563 - ต้นทุนสินค้าคงคลังหมวดต่าง ๆ	-วิธีการหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ -วิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบง่าย -วิธีการปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชี่ยลสองเท่า - วิธีการวิเคราะห์สมการถดถอยอย่างง่าย -ตัวแบบปริมาณสั่งซื้อแบบประหยัด -โปรแกรมวิเคราะห์ผลทางสถิติ (MINITAB)	- ตัวแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับการใช้พยากรณ์ปริมาณแกลบของโรงงานไฟฟ้ากรณีศึกษา - ความต้องการของปริมาณแกลบที่เหมาะสมต่อการสั่งซื้อในรอบการผลิตถัดไป -ปริมาณการสั่งซื้อแกลบที่ประหยัดที่สุดสำหรับคงคลัง

ภาพที่ 3 ขอบเขตของการวิจัย

1.4 สมมติฐานการวิจัย

1.4.1 ข้อมูลที่นำมาวิจัยสามารถวิเคราะห์หารูปแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดของปริมาณแกลบสำหรับใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าในโรงไฟฟ้ากรณีศึกษาได้

1.4.2 ปริมาณแกลบที่ใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าในปัจจุบันสามารถสะท้อนถึงแนวโน้มปริมาณที่จะใช้ในอนาคตได้ ส่งผลต่อการวางแผนนโยบายต้นทุนการผลิตระดับสูง เพื่อเป็นแนวทางในการสั่งซื้อแกลบในระยะ 2 ปีข้างหน้า

1.4.3 ปริมาณแกลบที่ได้จากการพยากรณ์แปรผันกับต้นทุนการสั่งซื้อแกลบที่ประหยัดที่สุด

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1.5.1 การพยากรณ์ความต้องการแกลบที่เหมาะสม สำหรับการวางแผนการผลิตกระแสไฟฟ้า

1.5.2 สามารถนำรูปแบบการพยากรณ์ที่ได้ไปใช้กับการวางแผนปริมาณเชื้อเพลิงประเภทอื่นของโรงงานกรณีศึกษาในอนาคตได้

1.5.3 สามารถควบคุมการผลิตได้อย่างถูกต้อง และแม่นยำมากขึ้น

1.5.4 สามารถวางแผนปริมาณการสั่งซื้อแกลบได้ ทราบถึงต้นทุนการสั่งซื้อแกลบที่ประหยัดที่สุด และสามารถป้องกันการเกิดปริมาณแกลบในคงคลังสินค้าขาดสต็อกได้อนาคต

1.6 คำศัพท์ที่เกี่ยวข้อง

1.6.1 ชีวมวล คือ สารอินทรีย์ที่เป็นแหล่งกักเก็บพลังงานจากธรรมชาติและสามารถนำมาใช้ผลิตพลังงานได้ สารอินทรีย์เหล่านี้ได้มาจากพืชและสัตว์ต่าง ๆ เช่น เศษไม้ ขยะ วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

1.6.2 การพยากรณ์ คือ การคาดการณ์ถึงสิ่งหนึ่งสิ่งใดที่เกิดขึ้นในอนาคต และนำค่าพยากรณ์ที่ได้นั้นมาใช้ประโยชน์ เพื่อการตัดสินใจ โดยทั่วไปแล้วการพยากรณ์จะถูกจัดแบ่งตามหน้าที่หลัก ๆ ที่เกี่ยวข้อง

1.6.3 วิธีการพยากรณ์แบบหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ คือ การคำนวณค่าเฉลี่ยความต้องการจริงของช่วงเวลาที่กำหนด และใช้ค่าเฉลี่ยนั้นในการทำนายความต้องการจริงในอนาคต

1.6.4 วิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบง่าย คือ วิธีการหาค่าเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนัก ด้วยสัมประสิทธิ์การปรับเรียบ (α) ที่ให้ความสำคัญของข้อมูลเวลาล่าสุดมากที่สุด และข้อมูลเวลาห่างออกไป ลดหลั่นในลักษณะแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล

1.6.5 วิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง คือ วิธีการที่เหมาะสมกับข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มเป็นเส้นตรงและไม่มีส่วนประกอบของฤดูกาล ใช้ค่าปรับเรียบ 2 ค่า คือ ค่าคงที่ปรับเรียบของค่าระดับแอลฟ่า (α) และค่าคงที่ปรับเรียบของค่าความชัน ค่าเบต้า (β)

1.6.6 วิธีการพยากรณ์แบบวิเคราะห์สมการถดถอย คือ การศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปร 2 ตัว ประกอบด้วย ตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระ ซึ่งสามารถแสดงโดยใช้ตัวแปร X และตัวแปรตามแสดงโดยใช้ตัวแปร Y

1.6.7 สินค้าคงคลัง คือ สินค้าหรือพัสดุที่กักเก็บไว้เพื่อการใช้งาน หรือจำหน่ายในอนาคต โดยทั่วไปสินค้าคงเหลือที่เก็บไว้ในองค์การหรือหน่วยงานใด ๆ

1.6.8 ตัวแบบปริมาณสั่งซื้ออย่างประหยัด คือ ปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัด โดยการสั่งซื้อสินค้าในแต่ละครั้งจะสั่งในปริมาณหรือจำนวนที่ทำให้ค่าใช้จ่ายรวมต่ำที่สุด ซึ่งค่าใช้จ่ายรวมนั้นเกิดจากค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อและค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บสินค้า

1.6.9 จุดสั่งซื้อใหม่ คือ การกำหนดปริมาณสินค้าคงคลังส่วนหนึ่งไว้เป็น สินค้าที่ยังมีในคลังเพื่อป้องกันสินค้าขาดแคลน

1.6.10 ปริมาณสินค้าคงคลังสำรอง คือ สต็อกที่ต้องสำรองไว้กันสินค้าขาดเมื่อสินค้าถูกใช้และปริมาณลดลงจนถึงจุดสั่งซื้อ เป็นจุดที่ใช้เตือนสำหรับการสั่งซื้อรอบถัดไป เมื่ออุปสงค์สูงกว่าสินค้าคงคลังที่เก็บไว้ เป็นการป้องกันสินค้าขาดมือไว้ล่วงหน้า

บทที่ 2
ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาบนพื้นฐานของแนวคิดที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้เป็นแนวทางข้อมูลสำหรับทำการวิจัย โดยมีสาระสำคัญดังนี้

2.1 พลังงานชีวมวล (Biomass)

2.2 การพยากรณ์ (Forecasting)

2.3 การวัดความคลาดเคลื่อนค่าพยากรณ์

2.4 สินค้าคงคลัง (Inventory)

2.5 ตัวแบบปริมาณการสั่งซื้อแบบประหยัด (Economic Order Quantity)

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 พลังงานชีวมวล (Biomass)

ชีวมวล (Biomass) คือ สารอินทรีย์ที่เป็นแหล่งกักเก็บพลังงานจากธรรมชาติและสามารถนำมาใช้ผลิตพลังงานได้ สารอินทรีย์เหล่านี้ได้มาจากพืชและสัตว์ต่าง ๆ เช่น เศษไม้ ขยะ วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ชีวมวลเป็นแหล่งเชื้อเพลิงประเภทหนึ่งซึ่งถูกนำมาใช้ตั้งแต่สมัยดึกดำบรรพ์ เช่น การนำเศษกิ่งไม้แห้งมาก่อเป็นกองแล้วจุดไฟเพื่อให้ความร้อนและสร้างแสงสว่างของมนุษย์ในสมัยที่ไม่มีพลังงานไฟฟ้า เป็นต้น ชีวมวลถูกจัดให้กลายเป็นพลังงานหมุนเวียนชนิดหนึ่งด้วยเนื่องจากเชื้อเพลิงชีวมวลเป็นแหล่งพลังงานที่สามารถหาได้และเกิดทดแทนขึ้นในธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเป็นวัฏจักรไปเรื่อย ๆ (สุรเชษฐ ย่านวารี, 2558) จากการใช้งานและเกิดขึ้นเป็นวัฏจักรของเชื้อเพลิงชีวมวลนั้นทำให้วัฏจักรการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาความร้อนเนื่องจากการใช้ เป็นแหล่งกักเก็บพลังงานของพืชที่ต้องอาศัยแสงอาทิตย์ในการสังเคราะห์แสงและเจริญเติบโต จากนั้นแปรเปลี่ยนสภาพเป็นของแข็งหรือแปรสภาพเป็นของเหลวที่สามารถนำมาใช้เป็นพลังงานทดแทนพลังงานจากฟอสซิลได้จัดเป็นพลังงานหมุนเวียน (Renewable Energy) ที่สำคัญชนิดหนึ่ง

เชื้อเพลิงชีวมวลมีความสามารถโดยใช้เป็นเชื้อเพลิงที่สามารถหาได้ง่ายโดยมีอยู่ทั่วไปในท้องถิ่นนั้น ๆ ยิ่งไปกว่านั้นการแปรรูปเชื้อเพลิงชีวมวลมาเป็นพลังงานมีต้นทุนที่ไม่สูง เช่น ในพื้นที่ชนบทบางพื้นที่ได้นำไม้ฟืนมาใช้เพื่อเป็นแหล่งความร้อนสำหรับประกอบอาหาร หรือ ในพื้นที่ที่ต้องการใช้ไฟฟ้าก็สามารถนำเชื้อเพลิงชีวมวลที่สามารถหาได้รอบ ๆ พื้นที่นั้นมาเป็นเชื้อเพลิงขั้นต้นสำหรับกระบวนการผลิตไฟฟ้าได้เช่นกัน นอกจากนี้การเพาะปลูกพืชชีวมวลยังสามารถสร้างรายได้ให้แก่ประชาชนได้ในท้องถิ่นนั้นได้ (สุรเชษฐ ย่านวารี, 2558)

2.1.1 ประเภทเชื้อเพลิงชีวมวล

ชีวมวลที่นำมาใช้เป็นพลังงานในปัจจุบันมี 2 แหล่ง คือ เศษวัสดุเหลือใช้จากการเก็บเกี่ยวหรือจากการแปรรูปสินค้าทางการเกษตรที่สามารถนำมาใช้เชื้อเพลิงเพื่อผลิตพลังงานได้ และจากการปลูกพืชเพื่อนำมาใช้เพื่อเป็นเชื้อเพลิงผลิตพลังงานโดยเฉพาะ (กระทรวงพลังงาน , 2561)

โดยประเภทของชีวมวลตามปริมาณความชื้นภายในชีวมวล (Moisture Content) เพื่อสะดวกต่อการเลือกใช้เทคโนโลยีในการแปรรูปชีวมวล โดยชีวมวลที่มีปริมาณความชื้นสูงประมาณ 50 % โดยน้ำหนัก เช่น ชานอ้อย, มูลสัตว์ และ กากน้ำตาล เป็นต้น จะเรียกประเภทของชีวมวลนี้ว่า “Wet Conversion Process”

ส่วนชีวมวลที่มีความชื้นต่ำ เช่น ฟางข้าว, ไม้ฟืน และ แกลบ เป็นต้น จะเรียกว่า “Dry Conversion Process” ในที่นี้เราจะแบ่งประเภทของชีวมวลออกเป็น 6 ประเภทจากแหล่งกำเนิดของชีวมวลนั้น ๆ (สุรเชษฐ ย่านวารี, 2558) แสดงดังตารางที่ 1 (ชีวมวล (Biomass), 2558) และแสดงค่าความร้อนของชีวมวลต่าง ๆ ดังตารางที่ 2 (กระทรวงพลังงาน, ม.ป.ป.)

ตารางที่ 1 แหล่งกำเนิดของชีวมวล

แหล่งเกิด	พื้นที่	ตัวอย่าง
ชีวมวลที่เกิดจากการเพาะปลูก	ซึ่งชีวมวลประเภทนี้มีการปลูกขึ้นมาแล้วเหลือจากใช้ในจุดประสงค์หลักของการปลูก เช่น ปลูกเพื่อเป็นอาหารแก่คนหรือสัตว์ หรือปลูกขึ้นมาเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงชีวมวลโดยตรงชีวมวลประเภทนี้	ปาล์มน้ำมัน, ข้าวโพด, ถั่วเหลือง และ มันสำปะหลัง
ชีวมวลที่เกิดขึ้นหลังการเกิดไฟไหม้ป่า	ชีวมวลชนิดนี้จะเกิดขึ้นหลังมีการเกิดไฟไหม้ป่าที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติเป็นประจำ ไม้ที่หลงเหลือจากไฟไหม้ป่า	โดยชีวมวลประเภทนี้ส่วนใหญ่เป็นพวกเศษกิ่งไม้ และลำต้นของต้นไม้
ชีวมวลที่เกิดขึ้นจากของเสียทางการเกษตร	ชีวมวลประเภทนี้จะเกิดขึ้นระหว่างการเก็บเกี่ยวและการแปรรูปพืชผลทางการเกษตร	แกลบ, ฟางข้าว, กะลาปาล์มและกาบ

ตารางที่ 1 แหล่งกำเนิดของชีวมวล (ต่อ)

ชีวมวลที่เกิดขึ้นในป่าและอุตสาหกรรมป่าไม้	ชีวมวลประเภทนี้สามารถหาได้ในป่า เช่น เศษใบไม้ กิ่งไม้ที่หักจากต้นไม้ ต้นไม้ที่ตายไปแล้ว หรือแม้กระทั่งของเสียที่เกิดจากอุตสาหกรรมการแปรรูปไม้	ขี้เลื่อย และ ปีกไม้ เป็นต้น
ชีวมวลจากมูลสัตว์	ชีวมวลประเภทนี้เป็นสิ่งปฏิกูลที่เกิดจากการขับถ่ายของสัตว์ ซึ่งชีวมวลเหล่านี้จะมีความชื้นที่สูงมาก	เช่น มูลวัว มูลแพะ มูลไก่
ชีวมวลจากขยะชุมชน	ชีวมวลประเภทนี้คือขยะที่เราทิ้งกันทุก ๆ วัน ซึ่งสามารถเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า ขยะชุมชน	

ที่มา : ชีวมวล (BIOMASS). ienergyguru (2015). เข้าถึงได้จาก https://ienergyguru.com/2015/08/%E0%B8%8A% E0%B8%B5%E0%B8%A7%E0%B8%A1%E0%B8%A7%E0%B8%A5-biomass/

ตารางที่ 2 ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงชีวมวล

ชีวมวล	**ค่าความร้อน (TJ)**	**เทียบเท่าน้ำมันดิบ (ktoe)**	**เทียบเท่าไฟฟ้า (GW-h)**	**กำลังการผลิตติดตั้ง (MW)**
1. ฟางข้าว	134,308.56	3,188.71	7,461.59	942.12
2. แกลบ	1,879.09	44.61	104.39	13.18
3. ใบและยอดอ้อย	234,843.37	5,575.58	13,046.85	1,647.33
4. ชานอ้อย	0	0	0	0
5. ยอด ใบและลำต้นข้าวโพด	86,993.76	2,065.38	4,832.99	610.23
6. ซังข้าวโพด	1,163.99	27.64	64.67	8.16
7. เหง้ามันสำปะหลัง	32,288.40	766.58	1,793.80	226.49
8. กากมันสำปะหลัง	0	0	0	0
9. เปลือกมันสำปะหลัง	0	0	0	0
10. ลำต้นปาล์มน้ำมัน	14,757.89	350.38	819.88	103.52
11. ใบและทางปาล์ม	28,789.29	683.51	1,599.41	201.95
12. ทะลายปาล์มเปล่า	15,985.00	379.51	888.06	112.13
13. เส้นใยปาล์ม	0	0	0	0
14. กะลาปาล์ม	0	0	0	0

ตารางที่ 2 ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงชีวมวล (ต่อ)

ชีวมวล	ค่าความร้อน (TJ)	เทียบเท่าน้ำมันดิบ (ktoe)	เทียบเท่าไฟฟ้า (GW-h)	กำลังการผลิตติดตั้ง (MW)
15.ใบและลำต้นถั่วเหลือง เขียว ลิสง	1,002.47	23.80	55.69	7.03
16. ตอ รากและกิ่งก้านไม้ยางพารา	5,751.98	136.56	319.55	40.35
17. ปลายไม้ยางพารา	0	0	0	0
18. ปีกไม้ยางพารา	0	0	0	0
19. ขี้เลื่อยและเศษไม้ยางพารา	0	0	0	0
20. จั่นและทะลายมะพร้าว	3,635.71	86.32	201.98	25.50
21. เปลือกและกาบมะพร้าว	54.11	1.28	3.01	0.38
22. กะลามะพร้าว	393.89	9.35	21.88	2.76
23. เปลือกมะม่วงหิมพานต์	375.32	8.91	20.85	2.63

ที่มา : กระทรวงพลังงาน (มปป). เข้าถึงได้จากhttp://biomass.dede.go.th/biomass_web/index.html

2.1.2 กระบวนการผลิตชีวมวล

กระบวนการแปรรูปชีวมวลไปเป็นพลังงานรูปแบบต่าง ๆ มีทั้งหมด 4 ประเภท (บริษัท เอ็นเนอร์ยี่ วิชั่น จำกัด, 2562) ดังนี้

1. การเผาไหม้โดยตรง (combustion) เมื่อนำชีวมวลมาเผา จะได้ความร้อนออกมาตามค่าความร้อนของชนิดชีวมวล ความร้อนที่ได้จากการเผาสามารถนำไปใช้ในการผลิตไอน้ำที่มีอุณหภูมิและความดันสูง ไอน้ำนี้จะถูกนำไปขับกังหันไอน้ำเพื่อผลิตไฟฟ้าต่อไป ตัวอย่างชีวมวลประเภทนี้ คือ เศษวัสดุทางการเกษตร และเศษไม้ แกลบ

2. การผลิตก๊าซ (gasification) เป็นกระบวนการเปลี่ยนเชื้อเพลิงแข็งหรือชีวมวลให้เป็นแก๊สเชื้อเพลิง เรียกว่า “แก๊สชีวภาพ (biogas)” มีองค์ประกอบของแก๊สมีเทน ไฮโดรเจน และคาร์บอนมอนอกไซด์ สามารถนำไปใช้กับกังหันแก๊ส (gas turbine)

3. การหมัก (fermentation) เป็นการนำชีวมวลมาหมักด้วยแบคทีเรียในสภาวะไร้อากาศชีวมวลจะถูกย่อยสลายและแตกตัว เกิดแก๊สชีวภาพ (biogas) ที่มีองค์ประกอบของแก๊สมีเทนและคาร์บอนไดออกไซด์ แก๊สมีเทนใช้เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์สำหรับผลิตไฟฟ้า

4. การผลิตเชื้อเพลิงเหลวจากพืช มีกระบวนการที่ใช้ผลิตดังนี้

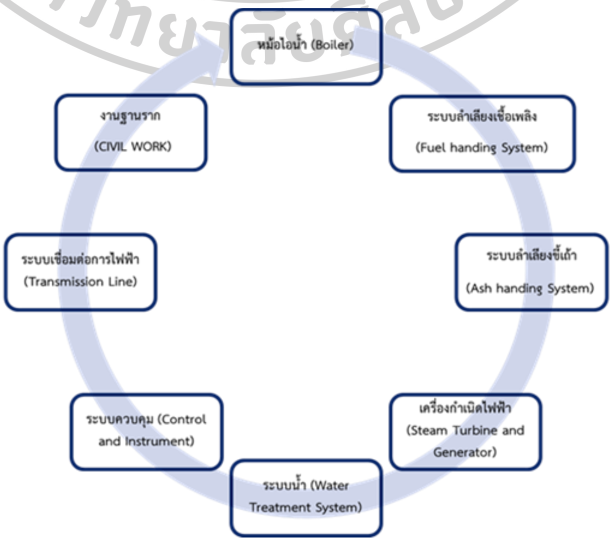
4.1 กระบวนการทางชีวภาพ ทำการย่อยสลายแป้ง น้ำตาล และเซลลูโลสจากพืชทางการเกษตร เช่น อ้อย มันสำปะหลังให้เป็นเอทานอล เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงเหลวในเครื่องยนต์เบนซิน

4.2 กระบวนการทางฟิสิกส์และเคมี โดยสกัดน้ำมันออกจากพืชน้ำมัน จากนั้นนำน้ำมันที่ได้ไปผ่านกระบวนการ transesterification เพื่อผลิตเป็นไบโอดีเซล

4.3 กระบวนการใช้ความร้อนสูง เช่น กระบวนการไพโรไลซิส เมื่อวัสดุทางการเกษตรได้ความร้อนสูงในสภาพไร้ออกซิเจน จะเกิดการสลายตัว เกิดเป็นเชื้อเพลิงในรูปของเหลวและแก๊สผสมกัน

2.1.3 โรงไฟฟ้าชีวมวล

โรงไฟฟ้าชีวมวล คือ โรงไฟฟ้าที่ใช้เศษวัสดุต่างๆที่เป็นชีวมวล เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า หรือ ผลิตไอน้ำ ซึ่งอาจเป็นวัสดุชนิดเดียวกันหรือหลายชนิดรวมกัน เช่น โรงน้ำตาลใช้กากอ้อยที่ได้จากการหีบอ้อยเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า โรงสีขนาดใหญ่ที่ใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิงหลักในการผลิตไฟฟ้า การใช้ก๊าซชีวภาพ (Biogas) จากการหมักน้ำเสีย หรือมูลสัตว์ (จากฟาร์มเลี้ยงสัตว์)มาผลิตกระแสไฟฟ้า ฯลฯ (True Energy, 2558) โดยมีส่วนประกอบดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ส่วนประกอบของโรงไฟฟ้าชีวมวล

น้ำดิบจากแหล่งน้ำที่เตรียมไว้ นำไปผ่านกระบวนการกรองเพื่อเป็นน้ำประปาใช้ภายในโรงงาน ในระบบหล่อเย็น และนำไป ขจัดแร่ธาตุเพื่อส่งผ่านไปใช้ยังเครื่องผลิตไอน้ำ

↓

เชื้อเพลิงชีวมวลหรือแกลบจะถูกลำเลียงจากลานกองเข้าสู่ห้องเผาไหม้เพื่อให้ความร้อนกับหม้อไอน้ำ (Boiler) เพื่อผลิตไอน้ำ

↓

นำความร้อนจากเตาเผาไหม้ไปต้มน้ำในหม้อไอน้ำ (Boiler) เพื่อสร้างไอน้ำอุณหภูมิสูงและความดันสูง จากนั้นเข้าสู่กระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยกังหันไอน้ำ (turbine) ซึ่งต่ออยู่กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator) เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า

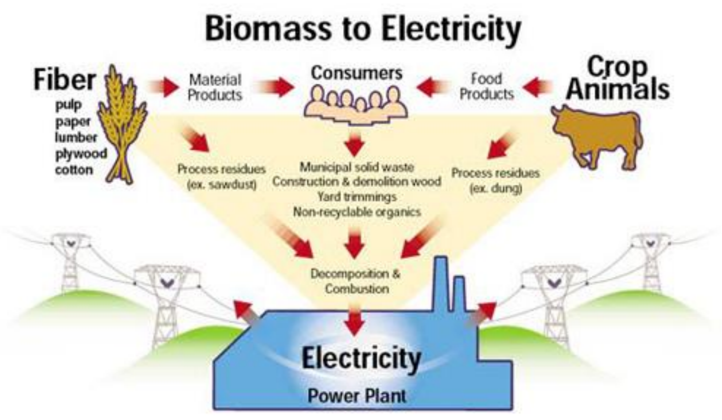
↓

ไอน้ำที่ใช้สำหรับผลิตกระแสไฟฟ้าแล้วก็จะกลับเข้าสู่กระบวนการอีกครั้งโดยการควบแน่นและกลับเป็นน้ำอีกครั้งเพื่อวนกลับมาใช้ผลิตไอน้ำ

↓

ไอเสียจากเตาเผาไหม้จะมีความร้อนสูงก็จะนำมาอุ่นน้ำก่อนการต้มน้ำเพื่อที่จะลดและประหยัดเชื้อเพลิง ไอเสียที่มีฝุ่นและขี้เถ้าจะถูกกรองด้วยระบบไฟฟ้าสถิต (ESP) ก่อนปล่อยออกสู่บรรยากาศ

ภาพที่ 5 ขั้นตอนกระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้าจากชีวมวล



ภาพที่ 6 กระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้าชีวมวล

2.2 การพยากรณ์ (Forecasting)

การพยากรณ์ คือ การคาดการณ์ถึงสิ่งหนึ่งสิ่งใดที่เกิดขึ้นในอนาคต และนำค่าพยากรณ์ที่ได้นั้นมาใช้ประโยชน์ เพื่อการตัดสินใจ โดยทั่วไปแล้วการพยากรณ์จะถูกจัดแบ่งตามหน้าที่หลัก ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ในด้านการผลิต (Operation) อุปสงค์ที่ประมาณการไว้ถูกนำมาใช้เป็นข้อมูลในการคำเนินการต่างๆในฝ่ายการผลิต คือ การบริหารสินค้าคงคลังและการจัดซื้อ เพื่อมีวัตถุดิบเพียงพอในการผลิตและมีสินค้าสำเร็จรูปเพียงพอต่อการขาย ภายใต้ต้นทุนสินค้าคงคลังในระดับที่เหมาะสมการบริหารแรงงาน โดยการจัดการกำลังคนให้สอดคล้องกับปริมาณงานการผลิตที่พยากรณ์ไว้แต่ละช่วงเวลาการกำหนดกำลังการผลิต เพื่อจัดให้มีขนาดของโรงงานที่เหมาะสม มีเครื่องจักร หรือสถานีการผลิตที่เพียงพอต่อการผลิตในปริมาณที่พยากรณ์ไว้ตามตารางการผลิตรวมเพื่อการจัดสรรแรงงานและกำลังการผลิตให้สอดคล้องกับการจัดซื้อวัดถุดิบและขึ้นส่วนที่ต้องใช้ในการผลิตในแต่ละช่วงเวลาการเลือกสถานที่และทำเลที่ตั้งสำหรับการผลิต คลังเก็บสินค้า หรือศูนย์กระจายสินค้าในแต่ละแหล่งของลูกค้า หรือแหล่งการขายที่มีอุปสงค์มากพอกับการวางแผนผังกระบานการผลิตและการจัดตารางการผลิต เพื่อจัดกระบวนการผลิตให้เหมาะสมกับปริมาณสินค้าที่ต้องผลิตและกำหนดเวลาการผลิตให้สอดคล้องกับช่วงของอุปสงค์ (ณัฏฐพันธ์ เขจรนันทน์ และฉัตยาพร เสมอใจ 2550)

วิธีการพยากรณ์ที่ได้ผลถูกต้อง แม่นชำและ ใกล้เคียงกับความเป็นจริงนั้น จะต้องระบุวัตถุประสงค์ในการนำผลการ พยากรณ์ไปใช้ และช่วงเวลาที่การพยากรณ์จะครอบคลุมถึง เพื่อที่จะเลือกใช้วิธีในการพยากรณ์ได้ถูกต้องและเหมาะสม โดยในช่วงเวลาของการพยากรณ์จะแบ่งได้เป็นตารางที่ 3 (กุณฑลี รื่นรมย์, 2547)

ตารางที่ 3 ช่วงเวลาการพยากรณ์

ระยะเวลา	ความหมาย	ตัวอย่าง
การพยากรณ์ระยะสั้น	เป็นการพยากรณ์เหตุการณ์ที่ไม่เกิน 1 ปี โดยทั่วไปมักจะอยู่ ในช่วงไม่เกิน 3 เดือน	การพยากรณ์การวางแผนการจัดซื้อ การจัดตารางการทำงาน การมอบหมายงาน การพยากรณ์ยอดขาย และการพยากรณ์ระดับการผลิต
การพยากรณ์ระยะกลาง	เป็นการพยากรณ์เหตุการณ์ที่อยู่ในช่วง 3 เดือน ถึง 3 ปี	การพยากรณ์การวางแผ่นการขาย การวางแผนการผลิต การวางแผนด้านงบประมาณและเงินสด การวิเคราะห์การวางแผนการดำเนินงานต่าง ๆ
การพยากรณ์ระยะยาว	เป็นการพยากรณ์เหตุการณ์ ที่มากกว่า 3 ปีขึ้นไป	การวางแผนผลิตภัณฑ์ใหม่ ค่าใช้ง่ายในการลงทุน การขยายทำเลที่ตั้งและการวิจัยพัฒนา

ที่มา : กุณฑลี รื่นรมย์, 2547

ในด้านขั้นตอนพื้นฐานที่จะช่วยให้การพยากรณ์มีประสิทธิภาพสามารถทำได้โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ระบุวัตถุประสงค์และทำความเข้าใจเพื่อนำผลการพยากรณ์ไปใช้ และช่วงเวลาที่การพยากรณ์จะครอบคลุมถึง เพื่อเลือกใช้ได้ถูกต้องเหมาะสม

2. รวบรวมข้อมูลอย่างมีระบบ ถูกต้องตามความเป็นจริง

3. จำแนกประเภทสินค้าที่มีลักษณะของปริมาณความต้องการที่คล้ายกันไว้เป็นกลุ่มเดียวกัน พยากรณ์สำหรับกลุ่มสินค้าก่อนแล้วจึงแยกการพยากรณ์เป็นรายสินค้าในแต่ละกลุ่มอีกครั้งโดยเลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับแต่ละกลุ่มและแต่ละลักษณะสินค้าด้วย

4. ระบุข้อจำกัดหรือปัจจัยที่สำคัญที่ส่งผลกระทบต่อการพยากรณ์และระบุสมมุติฐานที่ตั้งไว้ในการพยากรณ์ด้วย เพื่อผู้ที่นำผลการพยากรณ์ไปใช้จะได้ทราบถึงเงื่อนไขข้อจำกัดที่มีผลต่อค่าพยากรณ์

5.เลือกเทคนิดการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับข้อมูลที่จะใช้ในการพยากรณ์

6. ตรวจสอบความแม่นยำของค่พยากรณ์ที่ได้กับค่าจริงที่เกิดขึ้นเป็นระยะ ๆ เพื่อปรับวิธีการหรือ สมการที่ใช้ในการคำนวณให้เหมาะสมเมื่อเวลาเปลี่ยนไป

2.2.1 รูปแบบการพยากรณ์

รูปแบบการพยากรณ์มีด้วยกันหลายประเภท และที่นิยมใช้กันในปัจจุบันมีอยู่ด้วยกัน 2 ลักษณะ (ปิยมาส กล้าแข็ง, ม.ป.ป.) คือ การพยากรณ์โดยใช้ข้อมูลเชิงคุณภาพ และการพยากรณ์โดยใช้ข้อมูลเชิงปริมาณ

การพยากรณ์เชิงคุณภาพ (Qualitative Forecasting Methods) เป็นเทคนิคการพยากรณ์ที่อาศัยดุลยพินิจของผู้พยากรณ์ วิธีนี้มีประโยชน์ในกรณีที่ไม่มีข้อมูลในอดีตในการพยากรณ์เลย หรือข้อมูลในอดีตไม่เพียงพอ การพยากรณ์เชิงคุณภาพสามารถ โดยได้จากความคิดเห็นของบุคคลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับกรณีที่ผู้พยากรณ์ต้องการพยากรณ์ในระยะเวลาจำกัดซึ่งอาจจะทำให้เกิดความเอนเอียง ได้แก่ ความคิดเห็นจาก ผู้บริหาร การสำรวจลูกค้า ความคิดเห็นจากพนักงานขาย ความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ มี 4 วิธีด้วยกัน ดังนี้

1. **วิธีเดลฟาย (Delphi Method)**

เป็นวิธีที่อาศัยผู้เชียวชาญใช้แสดงความคิดเห็นโดยการสอบถามนั้น จะทำอย่างต่อเนื่องอย่างน้อย 2-3 ครั้ง เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ดีที่สุด แล้วนำข้อมูลที่สอดคล้องและมีความถี่มากมาเป็นค่าพยากรณ์

2. **วิธีวิจัยตลาด (Market Research)**

เป็นการสำรวจข้อมูลโดยตรงจากผู้ใช้ หรือ กลุ่มเป้าหมาย ดูว่าแนวโน้มหรือสภาพการใช้สินค้าต่าง ๆ เป็นอย่างไร ทำได้โดยการแจกแบบสอบถาม/สัมภาษณ์ แล้วนำข้อมูลมาหาความถี่แล้วสรุปมาเป็นค่าพยากรณ์

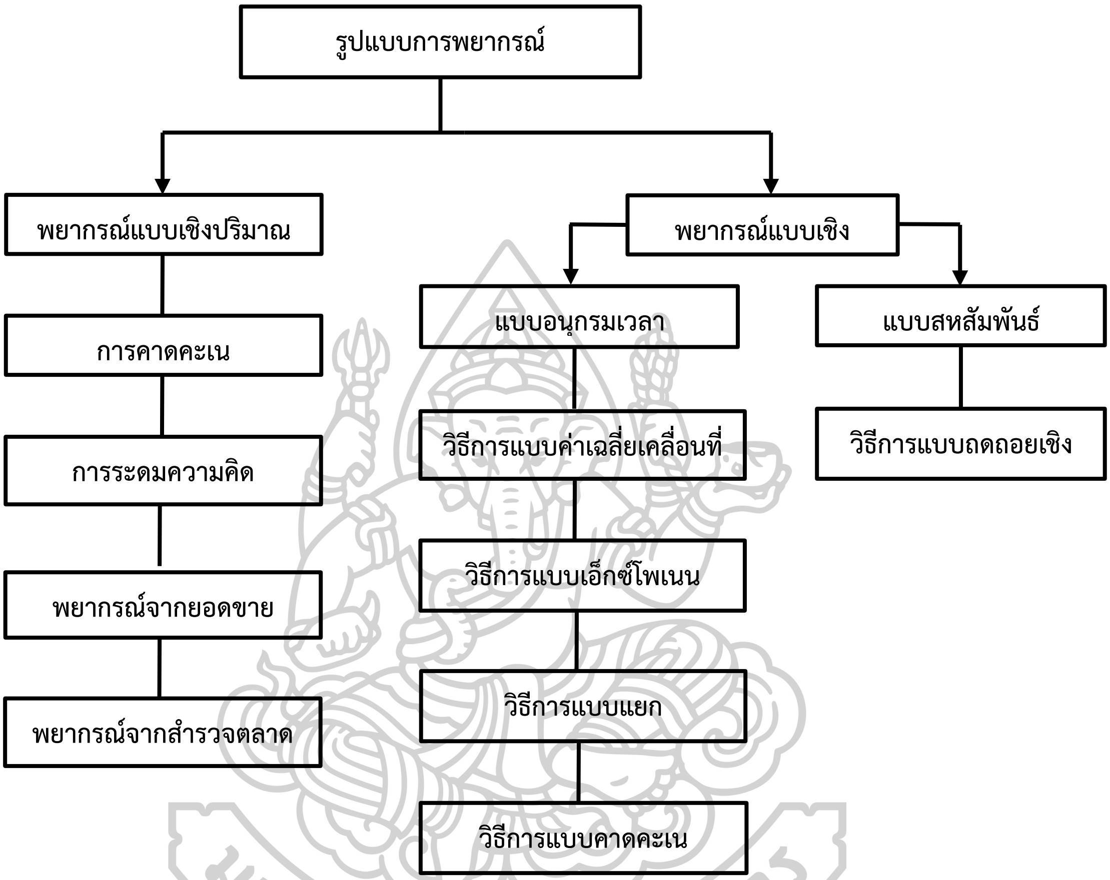
3. **วิธีการอภิปราย (Panel Discussion)**

โดยวิธีนี้จะเป็นการนำผู้เชี่ยวชาญในด้านนี้เข้าร่วมอภิปรายหาข้อสรุปว่าควรจะใช้ค่าพยากรณ์อย่างไร จนได้มาเป็นค่าพยากรณ์

4. **วิธีการยึดอดีตเป็นหลัก (Historical Analogy)**

เป็นแนวการพยากรณ์ที่ยึดข้อมูลของเหตุการณ์หนึ่งมาพยากรณ์อีกเหตุการณ์หนึ่ง หมายถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในอดีต และเมื่อเหตุการณ์อย่างเดียวกันเกิดขึ้นอีกก็จะมีผลคล้ายกับที่เกิดขึ้นมาแล้วเช่นกัน

การพยากรณ์เชิงปริมาณ (Quantitative Forecasting) เป็นการอาศัยข้อมูลหรือตัวเลขในอดีตจนถึงปัจจุบันเพื่อใช้ในการสร้างตัวแบบ แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ดังแสดงภาพที่ 7



ภาพที่ 7 การพยากรณ์เชิงปริมาณ (Quantitative Forecasting)

2.2.2 ความสำคัญของการพยากรณ์

วัตถุประสงค์หลักของการพยากรณ์ความต้องการสินค้า คือการประมาณยอดขายหรือบริการ ที่ลูกค้าต้องการในช่วงเวลาที่กำหนด การพยากรณ์ความต้องการเป็นงานพื้นฐานหนึ่งขององค์กรที่จำเป็นต้องทำเพื่อให้องค์กรมีความสามารถในการแข่งขัน ด้วยการเพิ่มระดับการบริการ (Service Level) และลดต้นทุน

2.2.3 ประเภทของการพยากรณ์

การพยากรณ์โดยทั่วไปสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทหลัก คือ เทคนิคการพยากรณ์แบบดั้งเดิม (Classical Techniques) จะเป็นเทคนิคการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลาที่ต้องอาศัยข้อมูลยอดขายเก่าเป็นสำคัญ ในบางเทคนิคเหมาะกับข้อมูลความต้องการที่

ค่อนข้างคงที่ตลอดช่วงเวลาของการพยากรณ์ ในขณะที่บางเทคนิคเหมาะกับข้อมูลความต้องการที่มีการเคลื่อนที่ หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่ามีแนวโน้ม (Trends) หรือมีปัจจัยเกี่ยวกับฤดูกาล (Seasonal) เข้ามาเกี่ยวข้อง สิ่งหนึ่งที่ผู้ปฏิบัติงานด้านการพยากรณ์ความต้องการต้องคำนึงถึงคือ ในปัจจุบันอายุของผลิตภัณฑ์นั้นสั้นมากขึ้น โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวกับเทคโนโลยี แฟชั่น หรือแม้แต่สินค้าอุปโภคบริโภคบางชนิด ดังนั้น ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับวงจรชีวิตผลิตภัณฑ์ (Product Life Cycle) จึงเข้ามาเกี่ยวข้องกับการพยากรณ์ความต้องการอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ (ชูศักดิ์ พรสิงห์, 2562)

2.2.4 วิธีการพยากรณ์แบบหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average)

วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (ชูศักดิ์ พรสิงห์, 2562) เป็นวิธีอย่างง่ายที่ได้รับความนิยมอย่างมาก เป็นหนึ่งในกลุ่มเทคนิคการพยากรณ์แบบดั้งเดิม เป็นวิธีการที่ตั้งอยู่บนสมมติฐานว่าความต้องการสินค้าในอนาคต ขึ้นอยู่กับข้อมูลในอดีต ไม่มีเรื่องแนวโน้ม หรือฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง หลักการพื้นฐานของการพยากรณ์แบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ คือ การคำนวณค่าเฉลี่ยความต้องการจริงของช่วงเวลาที่กำหนด และใช้ค่าเฉลี่ยนั้นในการทำนายความต้องการจริงในอนาคต กำหนดให้ $D_1, D_2, \ldots, D_t, \ldots$ แทนค่าความต้องการจริง ซึ่งเป็นข้อมูลเก่าของช่วงเวลา (Periods) 1, 2 , ..., t, .. ตามลำดับ และ y_t คือ ค่าพยากรณ์ของช่วงเวลา t ที่ทำนายขึ้นในช่วงเวลา $t-1$

หากต้องการพยากรณ์ ด้วยการใช้ข้อมูลเก่าย้อนหลังไป N ช่วงเวลา เพื่อทำนายค่าความต้องการในอนาคตข้างหน้า 1 ช่วงเวลา ค่า y_t ของช่วงเวลา t สามารถคำนวณได้จาก

$$y_t = \frac{1}{N}\sum_{i=t-N}^{t-1} D_i \tag{2.1}$$

ซึ่งจะมีค่าเท่ากับ $(1/N)(D_{t-1} + D_{t-2} + \cdots + D_{t-N})$ หรือ สามารถเขียนอธิบายได้ ดังสมการที่ 2.2

$$\text{ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่} = \frac{\sum \text{ความต้องการในช่วงเวลาก่อนหน้าช่วงเวลา } n}{n} \tag{2.2}$$

ในบางครั้งจะเรียกสูตรการคำนวณข้างบนนี้ว่า ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย (Simple Moving Average)

2.2.5 วิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบง่าย (Single Exponential Smoothing Method)

วิธีการปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชี่ยลเดี่ยว (ชูศักดิ์ พรสิงห์, 2562) เป็นวิธีการที่ได้รับความนิยมที่สุดในการพยากรณ์ความต้องการระยะสั้น เพราะมีความแม่นยำสูงในขณะที่การคำนวณก็ไม่ซับซ้อน กำหนดให้ $0 < \alpha \leq 1$ คือ ค่าปรับเรียบ และค่าพยากรณ์ของช่วงเวลาที่จะเกิดขึ้นในอนาคต คือ ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักระหว่างค่าพยากรณ์ปัจจุบันโดยจะให้ความสำคัญระหว่างความต้องการปัจจุบันมากที่สุด และลดหลั่นตามกันไปตามช่วงเวลา กับค่าความต้องการจริงของช่วงเวลาที่ผ่านมา ตามลักษณะของกราฟเอ็กซ์โพเนนเชียล สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2.3

$$y_t = \alpha D_{t-1} + (1-\alpha) y_{t-1} \tag{2.3}$$

เมื่อ y_t คือ ค่าพยากรณ์ความต้องการในช่วงเวลา t

y_{t-1} คือ ค่าพยากรณ์ความต้องการในช่วงเวลา t-1

D_{t-1} คือ ค่าความต้องการจริงในช่วงเวลา t-1

α คือ น้ำหนักที่ให้กับค่าความต้องการจริงในช่วงก่อนหน้า D_{t-1}

$1-\alpha$ คือ น้ำหนักที่ให้กับค่าพยากรณ์ของช่วงเวลาที่ผ่านมา y_{t-1}

2.2.6 วิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง (Double Exponential Smoothing Method)

วิธีนี้มีอีกชื่อเรียก คือ Holt’s Linear Method (เรียกสั้นๆว่า “Holt”) เป็นวิธีที่ใช้หลักการของเอ็กซ์โพเนนเชียลมาใช้ซึ่งคล้ายกับวิธี single exponential smoothing แต่วิธีดังกล่าวหมาะกับข้อมูลที่มีความไม่แน่นอนเพียงอย่างเดียว (ไม่มีแนวโน้มและฤดูกาล) จึงมีค่าคงที่ สำหรับปรับเรียบเพียง 1 ค่า คือ α แต่วิธีของ Holt มีค่าคงที่สำหรับปรับระดับ 2 ค่า คือ α และ β โดยวิธีนี้เหมาะกับการพยากรณ์ความต้องการที่มีแนวโน้มเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย (ชูศักดิ์ พรสิงห์, 2562) แต่มีข้อจำกัดคือต้องเป็นแนวโน้มเชิงเส้นตรง

โดยการพยากรณ์ความต้องการของช่วงเวลา t คือ ผลรวมของข้อมูลสองชนิดจากช่วงเวลา t ส่วนแรกข้อมูลฐาน และส่วนที่สองเป็นความชัน ดังแสดงในสมการที่ 2.4

$$y_t = I_{t-1} + S_{t+1} \tag{2.4}$$

เมื่อ I_{t-1} คือค่าประมาณข้อมูลฐาน และ S_{t-1} คือค่าประมาณความชันของช่วงเวลา $t-1$ การประมาณค่าของข้อมูลฐานและความชันสามารถคำนวณได้ตามสมการที่ (2.5) และ (2.6)

$$I_t = \alpha D_t + (1-\alpha)(I_{t-1} + S_{t-1}) \tag{2.5}$$

$$S_t = \beta(I_t - I_{t-1}) + (1-\beta)S_{t-1} \tag{2.6}$$

เมื่อ α คือค่าปรับเรียบ และ β คือ ค่าแนวโน้ม

2.2.7 วิธีการพยากรณ์แบบวิเคราะห์สมการถดถอย (Simple Linear Regression)

การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรง (Linear Regression Analysis) (ชูศักดิ์ พรสิงห์, 2562)เหมาะกับการพยากรณ์ในกรณีที่ข้อมูลความต้องการสินค้ามีผลมาจากปัจจัยต่าง ๆ เช่น ความต้องการสินค้าประเภทรถยนต์มักขึ้นอยู่กับราคา ตราสินค้า และอุปกรณ์อำนวยความสะดวกที่มาพร้อมกับรถ ดังนั้นการวิเคราะห์การถดถอยจึงดูเหมาะกับการพยากรณ์ยอดขายลักษณะแบบนี้ โดยหากมีการปรับราคาอาจทำให้ยอดขายปรับเปลี่ยนไปได้ ดังนั้นจะขอยกตัวอย่างการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงอย่างง่าย กล่าวคือมีตัวแปรอิสระเพียงหนึ่งตัวแปร และมีความสัมพันธ์กับความต้องการสินค้าเป็นเส้นตรง แสดงดังสมการที่ 2.7

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X \tag{2.7}$$

เมื่อ β_0 และ β_1 คือพารามิเตอร์ที่แสดงถึงจุดตัดแกนตั้ง และความชันของเส้นตรงตามลำดับ X คือตัวแปรอิสระ ซึ่งอาจหมายถึงราคา และ Y คือยอดประมาณการการขาย

ความมุ่งหมายของการวิเคราะห์การถดถอย คือการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่ถูกต้อง ในการสร้างตัวแบบถดถอยนั้นต้องใช้ข้อมูลเก่าจำนวนหนึ่งที่เกิดขึ้นจริงในอดีต โดยข้อมูลนั้นจะแสดงความสัมพันธ์เป็นชุด ๆ คือ $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \ldots, (x_n, y_n)$ ทั้งหมดจำนวน n คู่ จากข้อมูลชุดนี้เราต้องการหาค่าของ β_0 และ β_1 ที่ทำให้สมการเส้นตรงตามสมการที่ (2.7) มีค่าผิดพลาดจากข้อมูลจริงน้อยที่สุด และค่าเหมาะที่สุดของพารามิเตอร์ β_0 และ β_1 สามารถคำนวณได้จาก

$$\beta_0 = \bar{y} - \beta_1 \bar{x} \tag{2.8}$$

$$\beta_1 = \frac{\sum_{i=1}^{n} y_i x_i - \frac{(\sum_{i=1}^{n} y_i)(\sum_{i=1}^{n} x_i)}{n}}{\sum_{i=1}^{n} x_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^{n} x_i)^2}{n}} \tag{2.9}$$

2.3 การวัดความคลาดเคลื่อนค่าพยากรณ์

เป้าหมายสูงสุดในการพยากรณ์ (พิเชฐ พุ่มเกสร และนันทวัน เจริญสุข, 2556) ที่ผู้เกี่ยวข้องกับการพยากรณ์ทุก ๆ ฝ่ายต้องการ คือ การได้ค่าพยากรณ์ที่มีความถูกต้อง และค่าความถูกต้องของการพยากรณ์จะมากหรือน้อยนั้น จะขึ้นอยู่กับคำความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ (Forecast Error หรือ e_t) การวัดความถูกต้องของการพยากรณ์ (ชูศักดิ์ พรสิงห์, 2562) จะเป็นการตรวจสอบว่าค่าที่ได้จากการพยากรณ์แตกต่างจากค่าจริงมากน้อยเพียงใดช่วงเวลา D เดียวกันใด ๆ หากค่าจริงแตกต่างจากค่าพยากรณ์มาก ค่าความคลาดเดลื่อนของการพยากรณ์ก็จะมีค่าสูง สำหรับคำความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์สามารถคำนวณได้ดังสมการต่อไปนี้

$$e_t = F_t - D_t \tag{2.10}$$

เมื่อ e_t คือ ค่าความคาดเคลื่อนของการพยากรณ์ ณ ช่วงเวลา t

D_t คือ ค่าปริมารณความต้องการจริง ณ ช่วงเวลา t

F_t คือ ค่าพยากรณ์ ณ ช่วงเวลา t

โดยปกติแล้วมักจะนิยมวัดค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ในระยะยาว ซึ่งวัดจากค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์สะสม โดยเปรียบเทียบค่าข้อมูลจริงในอดีตและดำที่ได้จากตัวแบบการพยากรณ์ ในการเลือกใช้ตัวแบบการพยากรณ์จึงควรพิจารณาว่าการพยากรณ์ที่ได้นั้นมีความถูกต้องสูง หรืออีกนัยหนึ่งก็คือมีค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ต่ำนั่นเอง วิธีวัดค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ที่นิยมใช้มีดังนี้

1. ค่าความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Deviation : MAD)

การใช้ค่า MAD สามารถใช้วัดความแม่นยำของการพยากรณ์ โดยการเฉลี่ยค่าความผิดพลาดของค่าพยากรณ์ ซึ่งมีประโยชน์มากสำหรับการวิเคราะห์ที่ต้องการวัดความผิดพลาดในหน่วยเดียวกันกับข้อมูลอนุกรมเวลาเดิม โดยผู้พยากรณ์ควรจะเลือกสมการที่มีค่า MAD ต่ำสุด มีรูปแบบสมการในการพิจารณาดังนี้

$$MAD = \sum_{i=1}^{n} \frac{|\text{ค่าที่เกิดขึ้นจริง} - \text{ค่าพยากรณ์}|}{n} \tag{2.11}$$

2. ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Mean Square Error : MSE)

การใช้ค่า MSE ใช้หลักการเดียวกันกับการหาค่าความแปรปรวนในทางสถิติ การวัดค่าความคลาดเคลื่อนด้วยวิธีนี้จะได้ค่าความคลาดเคลื่อนสูง เนื่องจากเป็นการนำค่าความแตกต่างระหว่างค่าที่เกิดขึ้นจริงและค่าพยากรณ์ ณ เวลาใด ๆ ยกกำลังสอง

$$MSE = \sum_{i=1}^{n} \frac{|\text{ค่าที่เกิดขึ้นจริง} - \text{ค่าพยากรณ์}|^2}{n} \tag{2.12}$$

3. ค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ฉลี่ย (Mean Absolute Percent Error : MAPE)

การใช้ค่า MAPE สามารถหาได้จากผลรวมของค่าสัมบูรณ์ของค่าที่เกิดขึ้นจริงลบด้วยค่าพยากรณ์หารด้วยค่าที่เกิดขึ้นจริงคูณร้อยและหารด้วยจำนวนข้อมูลทั้งหมด ซึ่งวิธีดังกล่าวเป็นการคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนที่สามารถสะท้อนถึงความคลาดเคลื่อนที่แท้จริงได้ของการพยากรณ์ เนื่องจากเป็นวิธีการหนึ่งที่ไม่มีการนำเอาเครื่องหมายเข้ามาคำนวณค่าความคลาดเคลื่อน มีรูปแบบสมการในการพิจารณาดังนี้

$$MAPE = \sum_{i=1}^{n} \frac{\frac{|\text{ค่าที่เกิดขึ้นจริง} - \text{ค่าพยากรณ์}|}{\text{ค่าเกิดขึ้นจริง}} x\,100}{n} \tag{2.13}$$

2.4 สินค้าคงคลัง (Inventory)

2.4.1 ความหมายสินค้าคงคลัง

เป็นสินค้าหรือพัสดุที่กักเก็บไว้เพื่อการใช้งาน หรือจำหน่ายในอนาคต โดยทั่วไปสินค้าคงเหลือที่เก็บไว้ในองค์การหรือหน่วยงานใดๆจำแนกได้เป็น 4 ประเภท ได้แก่ วัตถุดิบและชิ้นส่วนเพื่อการผลิต สินค้าคงเหลือในระหว่างกระบวนการผลิต ผลิตภัณฑ์ สำเร็จรูป และชิ้นส่วนของเครื่องจักรเครื่องมือต่าง ๆ (ชูศักดิ์ พรสิงห์, 2562)

2.4.2 ต้นทุนของสินค้าคงคลัง (Inventory Cost)

ต้นทุนสินค้าคงคลังมี 4 ชนิด (โลจิสติกส์คาเฟ่, 2552) คือ

1. **ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อ (Ordering Cost)**

ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อเป็นค่าใช้จ่ายในขั้นตอนการสั่งซื้อสินค้าคงคลังที่ต้องการ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับจำนวนครั้งของการสั่งซื้อ แต่ไม่ขึ้นกับปริมาณสินค้าคงคลัง เนื่องจากการสั่งซื้อของปริมาณมากเท่าใดก็ตามในแต่ละครั้ง ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อจะยังคงที่ ในทางกลับกันการสั่งซื้อบ่อยครั้งค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อจะยิ่งสูงขึ้น ค่าใช้จ่ายในการ

สั่งซื้อประกอบด้วย ค่าเอกสารใบสั่งซื้อ ค่าจ้างพนักงานจัดซื้อ ค่าโทรศัพท์ ค่าขนส่งสินค้า ค่าใช้จ่ายในการตรวจรับของและเอกสาร ค่าธรรมเนียมการนำสินค้าออกจากศุลกากร ค่าใช้จ่ายในการชำระเงิน เป็นต้น

2. ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษา (carrying Cost)

ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษา เป็นค่าใช้จ่ายในการเก็บและการรักษาสภาพสินค้าคงคลังให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับปริมาณสินค้าคงคลังและระยะเวลาในการจัดเก็บสินค้าคงคลัง ค่าใช้จ่ายจากการเก็บรักษา ประกอบด้วย ต้นทุนหรือเงินทุนที่จมกบไปกับสินค้าคงคลัง นั่นคือ ค่าดอกเบี้ยจ่าย หากเงินทุนมาจากการกู้ยืม หรืออาจเป็นค่าเสียโอกาสหากเงินทุนมากจากเจ้าของกิจการ ค่าใช้จ่ายคลังสินค้า ค่าไฟฟ้าเพื่อใช้ในการเก็บรักษาอุณหภูมิ ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากสินค้ามีการชำรุดเสียหายหรือหมดอายุเกิดการเสื่อมสภาพ จากการจัดเก็บนานเกินไป ค่าภาษีและการประกันภัย ค่าจ้างพนังงานรักษาความปลอดภัยและค่าจ้างพนักงานประจำคลังสินค้า เป็นต้น

3. ค่าใช้จ่ายเนื่องจากสินค้าขาดแคลน (Shortage Cost หรือ Stock out Cost)

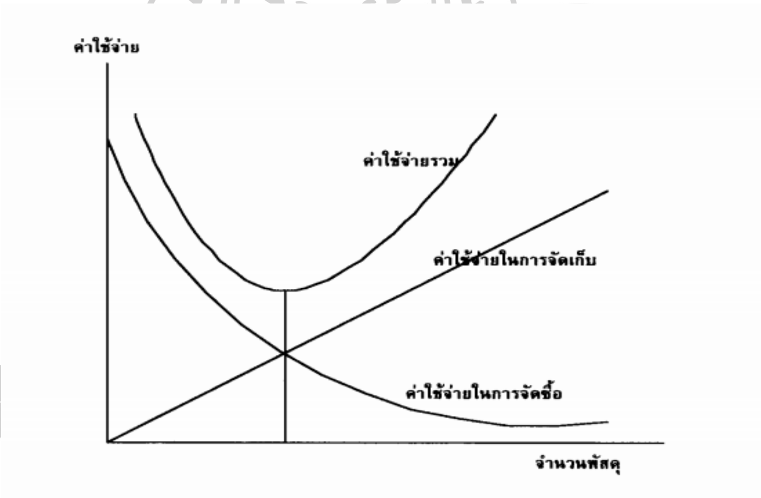
ค่าใช้จ่ายเนื่องจากสินค้าขาดแคลน เป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการมีสินค้าคงคลังไม่เพียงพอต่อการดำเนินการผลิตหรือไม่เพียงพอต่อความต้องการขาย ทำให้ลูกค้าหรือผู้บริโภคยกเลิกคำสั่งซื้อ ขาดรายได้ กิจการเสื่อมเสียชื่อเสียง กระบวนการผลิตหยุดชะงัก เครื่องจักรและพนังงงานเกิดการว่างงาน เป็นต้น โดยค่าใช้จ่ายนี้จะขึ้นกับปริมาณสินค้าคงคลังที่มี กล่าวคือถ้ามีสินค้ามากจะไม่เกิดการขาดแคลน แต่ถ้ามีสินค้าคงคลังน้อยก็อาจส่งผลให้เกิดโอกาสที่จะเกิดการขาดแคลนได้ และเกิดค่าใช้จ่ายเนื่องจากสินค้าขาดแคลน โดยขึ้นอยู่กับปริมาณการขาดแคลนรวมทั้งระยะเวลาที่เกิดการขาดแคลนทั้งหมด ค่าใช้จ่ายเนื่องจากสินค้าขาดแคลน ประกอบด้วย คำสั่งซื้อของขนาดล็อตพิเศษทางอากาศเพื่อนำมาใช้แบบฉุกเฉิน ค่าปรับอันเนื่องมาจากการส่งสินค้าให้ลูกค้าล่าช้า ค่าเสียโอกาสในการขาย ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากกิจการเสื่อมเสียชื่อเสียง เป็นต้น

4. ค่าใช้จ่ายในการตั้งเครื่องจักรใหม่ (Setup Cost)

ค่าใช้จ่ายในการตั้งเครื่องจักรใหม่ เป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในการเปลี่ยนแปลงสายการผลิตของเครื่องจักรจากสินค้าที่ต่างชนิดกัน โดยจะเกิดการว่างงานชั่วคราวของเครื่องจักรและพนังงาน สินค้าคงคลังจะถูกทิ้งเนื่องจากต้องมีรอกระบวนการผลิตที่จะต้องทำการตั้งเครื่องจักรใหม่ ค่าใช้จ่ายในการตั้งเครื่องจักรใหม่จะมีลักษณะเป็นต้นทุนคงที่ต่อครั้ง โดยจะขึ้นอยู่กับขนาดล็อตของการผลิต ถ้าการผลิตขนาดล็อตใหญ่การตั้งเครื่องจักรใหม่จะทำนาน ๆ ครั้ง ค่าใช้จ่ายในการตั้งเครื่องจักรใหม่จะต่ำ สินค้า

คงคลังจะมีระดับสูงขึ้น ถ้าการผลิตขนาดล็อตเล็ก การตั้งเครื่องจักรใหม่จะทำบ่อยครั้ง ค่าใช้จ่ายในการตั้งเครื่องจักรใหม่ก็จะสูง แต่สินค้าคงคลังจะมีระดับต่ำลง และสามารถส่งมอบงานให้แก่ลูกค้าหรือผู้บริโภคได้เร็วขึ้น

จะเห็นว่าค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับสินค้าคงคลังต่าง ๆ เหล่านี้ ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาจะสูงขึ้น หากมีระดับสินค้าคงคลังสูงขึ้น และค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาจะต่ำลง หากมีระดับสินค้าคงคลังต่ำลง ในส่วนของสำหรับค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อ ค่าใช้จ่ายเนื่องจากสินค้าขาดแคลน และค่าใช้จ่ายในการตั้งเครื่องจักรใหม่ จะมีลักษณะตรงกันข้าม คือจะมีค่าสูงขึ้น เมื่อมีระดับสินค้าคงคลังต่ำลงและจะมีค่าต่ำลง เมื่อมีระดับสินค้าคงคลังสูงขึ้น ดังนั้นค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับสินค้าคงคลังที่ต่ำสุด ณ ระดับที่ค่าใช้จ่ายทุกตัวรวมกันแล้วต่ำสุด (คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม, ม.ป.ป.)



ภาพที่ 8 ความสัมพันธ์ค่าใช้จ่ายด้านต่าง ๆ เมื่อเทียบกับปริมาณวัสดุคงคลัง

ที่มา : คณะวิทยาการจัดการ. มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม เข้าถึงได้จาก http://msci.chandra.ac.th/econ/or_11.pdf

2.5 ตัวแบบปริมาณสั่งซื้ออย่างประหยัด (Economic Order Quantity)

การจัดการเพื่อให้มีสินค้ารองรับการให้บริการลูกค้าที่ดีและมีต้นทุนสินค้าคงคลังรวมที่ระดับต่ำสามารถทำได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับลักษณะของความต้องการสินค้า และความพร้อมของบุคลากรที่เกี่ยวข้องการจัดการซัพพลายเชนตลอดจนลักษณะของกระบวนการผลิตสินค้าประกอบเข้าด้วยกัน

นอกจากนั้นความก้าวหน้าของเทคโนโลยีสารสนเทศและคอมพิวเตอร์ยังช่วยให้การสร้างระบบการจัดการสินค้าคงคลังมีความหลากหลายมากขึ้นทำให้ผู้บริหารสามารถเลือกใช้ระบบที่เหมาะสมกับกิจการของตนได้มากขึ้นด้วยเช่นกัน

ระบบการจัดการสินค้าคงคลังที่เป็นที่นิยมใช้กันแพร่หลายในธุรกิจอุตสาหกรรม ได้แก่ ระบบการขนาดสั่งซื้อที่ประหยัด (EOQ) ระบบการวางแผนความต้องการวัสดุ (MRP) และระบบสินค้าคงคลังของการผลิตแบบทันเวลาพอดี (JIT)

โดยงานวิจัยฉบับนี้เลือกคำระบบการขนาดสั่งซื้อที่ประหยัด (EOQ)เนื่องมาจากทราบปริมาณอุปสงค์อย่างชัดเจน และอุปสงค์คงที่ ได้รับสินค้าที่สั่งซื้อพร้อมกันทั้งหมด มีรอบเวลาในการสั่งซื้อ ซึ่งเป็นช่วงเวลาตั้งแต่สั่งซื้อจนได้รับ สินค้าคงที่ ต้นทุนการเก็บรักษาสินค้าและต้นทุนการสั่งซื้อคงที่ ราคาสินค้าที่สั่งซื้อคงที่ และไม่มีสภาวะของขาดมือโดยการหาขนาดการสั่งซื้อประหยัด (EOQ) และต้นทุนรวมของการบริหารจัดการสินค้าคงคลัง (TC) โดยมีการคำนวณได้ดังสมการ ที่ 2.14 และสมการที่ 2.15

$$EOQ = \sqrt{\frac{2DS}{H}} \tag{2.14}$$

$$\boldsymbol{Tc = \left[\frac{D}{C}S + \frac{Q}{2}H\right]} \tag{2.15}$$

EOQ คือ ขนาดการสั่งซือต่อครั้งที่ประหยัด ($\boldsymbol{Q}$*)

D คือ อัตราความต้องการต่อปี (หน่วย)

S คือ ต้นทุนการสั่งซื้อต่อครั้ง (บาท)

H คือ ต้นทุนการเก็บรักษาต่อหน่วยต่อปี (บาท)

Q คือ ปริมาณการสั่งซื้อต่อครั้ง (หน่วย)

$\boldsymbol{Tc}$ คือ ต้นทุนรวมที่ต่ำที่สุด (บาท)

ต้นทุนการสั่งซื้อต่อปี $= \left[\frac{D}{Q}\right] S$

ต้นทุนการเก็บรักษาต่อปี $= \left[\frac{Q}{2}\right] H$

จำนวนการสั่งซื้อต่อปี $= \frac{D}{Q*}$

รอบเวลาการสั่งซื้อ $= \frac{Q*}{D}$

2.5.1 จุดสั่งซื้อใหม่ (Reorder Point)

จุดสั่งซื้อสินค้าใหม่ หมายถึง การกำหนดปริมาณสินค้าคงคลังส่วนหนึ่งไว้เป็น สินค้าที่ยังมีในคลัง เพื่อป้องกันสินค้าขาดแคลน การกำหนดปริมาณสินค้าปลอดภัย จะกำหนดเป็นระดับการให้บริการ (Service level) หรือระดับสินค้าปลอดภัย (Safety stock) เช่น เป็น 90%, 95%, 99% เป็นต้น โดยพิจารณาจาก "ปริมาณสินค้าคงคลังที่สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าในช่วงเวลานำ Lead timeความต้องการ ดังนั้น ข้อมูลที่ควรทราบ คือ เวลานำ และอัตราการใช้สินค้า (Demand Rate) เพื่อ ให้สามารถคำนวณได้ว่าในช่วงเวลาที่รอสินค้าที่สั่งซื้อใหม่นั้นมีความต้องการใช้สินค้าเป็นจำนวน จุดสั่งซื้อใหม่นั้นมีความสัมพันธ์แปรตามตัวแปร 2 ตัว คือ อัตราความต้องการใช้สินค้าคงคลังและรอบเวลาในการสั่งซื้อ (Lead Time) คือ เวลาที่ซัพพลายเออร์จะส่งสินค้าเมื่อผู้ขายวางใบสั่งซื้อสินค้าหน่วยขายเฉลี่ยต่อวันของผลิตภัณฑ์ โดยมีการคำนวณได้ดังสมการที่ 2.16

$$ROP = \left(\bar{d}x\overline{LT}\right) + z\sqrt{LT}(\sigma_d) \qquad (2.16)$$

เมื่อ $\bar{d}$ คือ อัตราความต้องการสินค้าคงคลัง

$\overline{LT}$ คือ เวลารอคอย

z คือ ค่าระดับความเชื่อมั่นว่าจะมีสินค้าเพียงพอต่อความต้องการ

σ_d คือ ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของอัตราความต้องการสินค้า

หรือ ระยะเวลาของ Lead time (วัน) X จำนวนสินค้าต่อวัน + ปริมาณสต๊อกที่กันไว้เผื่อ (safety stock)

จุดสั่งซื้อใหม่เป็นตัวบ่งชี้สำหรับผู้ผลิตในการสั่งวัตถุดิบเข้ามาเมื่อกำลังจะเริ่มผลิต คล้ายกับตัวบ่งชี้การสำรองน้ำมันที่มีในรถยนต์หรือจักรยานเพื่อให้สามารถเติมน้ำมันได้ก่อนที่น้ำมันจะหมดขณะขับรถ โดยเมื่อถึงจุดสั่งซื้อใหม่แล้วผู้ผลิตจะสั่งซื้อใหม่สำหรับการเติมวัตถุดิบเพื่อให้สามารถทำตามคำสั่งซื้อในอนาคตได้สำเร็จโดยไม่ต้องหยุดชะงัก ผลลัพธ์สุดท้ายคือไม่มีการหยุดชะงักในกิจกรรมการผลิตและการเติมเต็มในขณะที่ลดปริมาณสินค้าคงคลังทั้งหมดในมือให้น้อยที่สุด

2.5.2 สต็อกเพื่อความปลอดภัย (Safety Stock)

สามารถเรียกอีกชื่อว่า "บัฟเฟอร์สต็อก" ถูกใช้เป็นสต็อกที่ต้องสำรองไว้กันสินค้าขาด เมื่อสินค้าถูกใช้ปริมาณเฉพาะของผลิตภัณฑ์ที่เก็บไว้เพื่อให้สามารถใช้ในยามฉุกเฉินหรือในช่วงที่มีสินค้าเหลืออยู่ เมื่ออุปสงค์สูงกว่าสินค้าคงคลังที่เก็บไว้ เป็นการป้องกันสินค้าขาด

มือไว้ล่วงหน้า หรืออีกคำอธิบายหนึ่ง เป็นการเก็บสะสมสินค้าคงคลังในช่วงของรอบเวลาในการสั่งซื้อ มีการคำนวณได้ดังสมการ ที่ 2.17

$$Ss = z\sqrt{L}\,(\delta_d) \tag{2.17}$$

เมื่อ Ss คือ ระดับสินค้าคงคลังที่ปลอดภัย

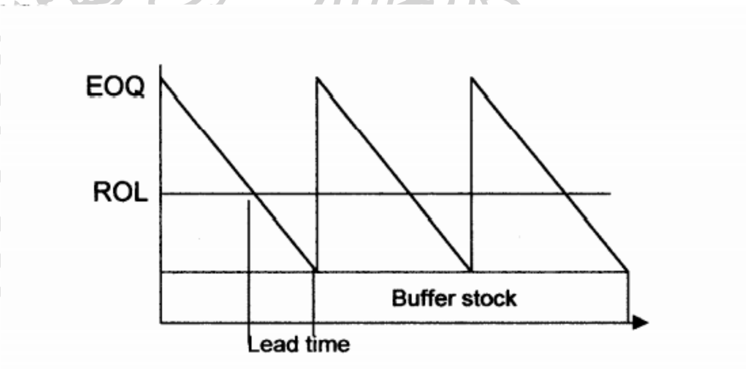
Z คือ ค่าระดับความเชื่อมั่นว่าจะมีสินค้าเพียงพอต่อความต้องการ

δ_d คือ ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของอัตราความต้องการสินค้า

L คือ เวลารอคอย

2.5.3 ระดับการให้บริการ (Service Level)

เป็นวิธีการวัดปริมาณสต็อกเพื่อความปลอดภัยเพื่อให้สอดคล้องกับข้อกำหนดในด้านคุณภาพ โดยปกติในระบบคุณภาพลูกค้าจะมีการคาดหวังในระดับที่กำหนดเป็นร้อยละของการสั่งซื้อว่าสามารถจัดส่งได้หรือไม่ ซึ่งขึ้นกับบนโยบายที่ป้องกันสต็อกขาดมือ โดยขึ้นอยู่กับต้นทุนสำหรับสต็อกเพิ่มเติม และเสียยอดขายเนื่องจากไม่สอดคล้องกับอุปสงค์ (คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม, ม.ป.ป.)



ภาพที่ 9 ความสัมพันธ์จุดสั่งซื้อซ้ำเมื่อเทียบปริมาณสินค้าคงคลังสินค้าปลอดภัย

ที่มา : คณะวิทยาการจัดการ. มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม เข้าถึงได้จาก http://msci.chandra.ac.th/econ/or_11.pdf

2.5.4 ประโยชน์ของสินค้าคงคลัง

1. สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าที่ได้ทำการประมาณการไว้ งช่วงเวลาในฤดูกาลและช่วงเวลานอกฤดูกาล โดยจะต้องเก็บสินค้าไว้ในคลังสินค้า

2. สามารถรักษาอัตราการผลิตให้คงที่สม่ำเสมอ เพื่อเป็นการรักษาระดับการจ้างแรงงาน การดำเนินงานด้วยเครื่องจักร ฯลฯ ให้มีความสม่ำเสมอ โดยทำการเก็บสินค้าที่

จำหน่ายไม่ไว้ เพื่อจำหน่ายในช่วงเวลาที่ลูกค้าหรือผู้บริโภคต้องการ ซึ่งในช่วงเวลานั้นอาจส่งผลให้เกิดการผลิตไม่ทันในการจำหน่าย

3. ทำให้ลูกค้าหรือผู้บริโภคได้ส่วนลดจากการซื้อสินค้าจำนวนมากต่อครั้ง เพื่อเป็นการป้องกัน หลีกเลี่ยงการเปลี่ยนแปลงราคา และผลกระทบจากภาวะเงินเฟ้อ เมื่อสินค้าในท้องตลาดเริ่มมีราคาเพิ่มสูงขึ้น

4. สามารถป้องกันสินค้าขาดมือ ด้วยสินค้าคงคลัง ที่เกิดขึ้นเมื่อเวลารอคอยล่าช้า หรือการได้รับคำสั่งซื้อเพิ่มขึ้นอย่างกระทันหัน

5. ให้กระบวนการผลิตสามารถดำเนินการได้อย่างต่อเนื่องและมีความอย่างราบรื่น ไม่เกิดการหยุดชะงัก ที่มีผลมาจากสินค้าขาดมือ ส่งผลทำให้เกิดความเสียหายแก่กระบวนการผลิต ซึ่งจะทำให้พนักงานเกิดการว่างงาน เครื่องจักรหยุดการดำเนินงาน หรือส่งผลให้ผลิตไม่ทันตามคำสั่งซื้อของลูกค้า

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นรวัฒน์ เหลืองทองและนันทชัย กานตานันทะ (2559) ได้ทำการศึกษาการเลือกตัวแบบพยากรณ์ผลผลิตการเกษตรที่เหมาะสมของพืช 4 ชนิด ได้แก่ ข้าวนาปี ข้าวนาปรัง มันสำปะหลัง และสับปะรด ในจังหวัดที่มีผลผลิตสูงสุด 3 อันดับแรกของประเทศ และเลือกวิธีการพยากรณ์ผลผลิตการเกษตรที่เหมาะสม โดยเปรียบเทียบผลการพยากรณ์ของวิธีการพยากรณ์เชิงสาเหตุ 3 วิธี คือ วิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น ระบบผสมของขั้นตอนวิธีทางพันธุกรรมและการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น และวิธีโครงข่ายประสาทเทียม ความแม่นยำของการพยากรณ์จะถูกเปรียบเทียบโดยใช้ค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย จากนั้นนำผลการพยากรณ์ที่ได้ไปเปรียบเทียบกับค่าพยากรณ์ของศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ จากผลการศึกษาพบว่าวิธีโครงข่ายประสาทเทียมให้ค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยต่ำที่สุดในพืชทุกชนิด

เฉลิมชาติ ธีระวิริยะ (2560) ได้ทำการอศึกษาและเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์สำหรับการพยากรณ์ความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าในจังหวัดนครพนม โดยใช้ข้อมูลจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตจังหวัดนครพนม ตั้งแต่เดือนมกราคม 2554 ถึงเดือนกันยายน 2559 จำนวน 69 ค่า โดยใช้เกณฑ์พิจารณาค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ (MAD) และค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ (MAPE) ที่ต่ำที่สุด โดยงานวิจัยนี้ใช้วิธีการพยากรณ์ 6 วิธีคือ วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่, วิธีแนวโน้มเชิงเส้น, วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย, วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์,

วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบวินเทอร์, วิธีแยกส่วนประกอบ ผลการศึกษาพบว่า วิธีการพยากรณ์ที่มีความเหมาะสมที่สุดคือการพยากรณ์โดยวิธีแยกส่วนประกอบ จากรูปแบบดังกล่าว นำมาคำนวณหาช่วงพยากรณ์ล่วงหน้า 3 เดือน 6 เดือน และ 9 เดือน พบว่าวิธีนี้เหมาะสำหรับการพยากรณ์ล่วงหน้า 9 เดือน

ลักขณา ฤกษ์เกษม (2561) ได้ทำการศึกษาและเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์สำหรับการพยากรณ์ความต้องการการใช้ผ้าสำหรับการผลิตชุดปฏิบัติการณ์สำหรับห้องสะอาดโดยใช้ข้อมูลจำนวน 12 เดือนของพ.ศ.2556 เพื่อหาวิธีพยากรณ์ล่วงหน้าที่เหมาะสมที่สุด วิธีการพยากรณ์ที่ใช้ในงานวิจัยนี้มี 4 วิธี คือ วิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่, วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย, วิธีพยากรณ์แบบฤดูกาลของวินเตอร์และวิธีการพยากรณ์โดยการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย การเลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมพิจารณาจากค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ต่ำที่สุด ผลการศึกษาพบว่าวิธีการพยากรณ์ที่ให้รูปแบบที่เหมาะสมที่สุด คือวิธีการพยากรณ์โดยการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายให้ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ที่น้อยที่สุด

ธีระพงษ์ ทับพร และคณะ (2561) ได้ศึกษาการพยากรณ์ยอดขายและการบริหารสินค้าคงคลังของสินค้าคางหมึกยักษ์แช่แข็งของบริษัท สยามแม็คโคร จำกัด มหาชน โดยเปรียบเทียบการพยากรณ์ด้วยวิธีอนุกรมเวลา 6 วิธี คือ การพยากรณ์โดยวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่, การพยากรณ์โดยวิธีค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก, การพยากรณ์โดยวิธีเอ็กโพเนนเชียล, การพยากรณ์โดยวิธีดับเบิลเอ็กโพเนนเชียล, การพยากรณ์โดยวิธีการปรับให้เรียบแบบฤดูกาลโฮลต์วินเทอร์ และการพยากรณ์โดยวิธีการปรับให้เรียบแบบแนวโน้มของฤดูกาลของโฮลต์วินเทอร์ความแม่นยำของการพยากรณ์ถูกเปรียบเทียบโดยใช้ค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย พบว่าวิธีการพยากรณ์ที่มีความแม่นยำที่สุดคือ การพยากรณ์โดยวิธีค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก จากนั้นใช้วิธีการพยากรณ์โดยวิธีค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักทำนายยอดขายเพื่อเป็นข้อมูลนำเข้าในการกำหนดนโยบายสินค้าคงคลัง เพื่อใช้กำหนดขนาดการสั่งซื้อที่ประหยัดโดยพิจารณาต้นทุนสินค้าขาดมือขนาดการสั่งซื้อที่ประหยัดโดยไม่พิจารณาต้นทุนสินค้าขาดมือ จุดสั่งซื้อสินค้า เมื่อทำการพิจารณาต้นทุนสินค้าคงคลังในงานวิจัยนี้พบว่าการนำการพยากรณ์ยอดขายด้วยวิธีค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักไปเป็นฐานข้อมูล สามารถลดต้นทุนสินค้าคงคลังได้จากเดิม 33,175 บาท เป็น 31,456 บาท เป็นจำนวนเงิน 1,718 บาท ในช่วงระยะเวลา 7 เดือน

บุญชัย แซ่สิ้ว และศุภรัชชัย วรรัตน์ (2562) ได้ทำการศึกษาและสร้างสมการการพยากรณ์ยอดขายอาหารสัตว์ โดยใช้หลักการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลา 3 วิธีคือ วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ วิธีการ

ปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปแนนเชียลซ้ำสองครั้ง และประยุกต์ใช้การแยกส่วนแบบผสม ค่าดัชนีแนวโน้ม ค่าดัชนีฤดูกาล และค่าดัชนีเหตุการณ์ผิดปกติ (T x S x I) โดยใช้ข้อมูลในการวิเคราะห์เป็นข้อมูลรายเดือนของยอดขาย 36 เดือน และวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสถิติ การตัดสินใจเลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุด จะพิจารณาจากผลการพยากรณ์ที่ได้แต่ละวิธีเพื่อเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ จากผลการวิเคราะห์การพยากรณ์ยอดขายทั้ง 3 วิธี พบว่าการพยากรณ์แบบประยุกต์ใช้การแยกส่วน ค่าดัชนีแนวโน้ม ค่าดัชนีฤดูกาล และค่าดัชนีเหตุการณ์ผิดปกติ (T x S x I) มีความเหมาะสมที่สุด

อภิญชญา ยิ่งยง และสุภาวดี สายสนิท (2562) ได้ทำการศึกษาวิธีการพยากรณ์ความต้องการวัตถุดิบที่เหมาะสมและเพื่อวางแผนความต้องการวัตถุดิบให้เหมาะสมและเพียงพอต่อความต้องการ กรณีศึกษาร้าน Vasatwo โดยประยุกต์ใช้เทคนิคการพยากรณ์ต่าง ๆ 7 วิธี คือ วิธีพยากรณ์แบบ Moving Average, วิธีพยากรณ์แบบ Weight Moving Average, วิธีพยากรณ์แบบ Exponential Smoothing, วิธีการพยากรณ์แบบ Double Moving Average, วิธีการพยากรณ์แบบ Double Exponential Smoothing, วิธีการพยากรณ์แบบ Hot-Winter’s Method for Additive Seasonal Effects และวิธีการพยากรณ์แบบ Hot-Winter’s Method for Multiplication Seasonal Effects ผลการศึกษาพบว่าวิธีพยากรณ์แบบ Exponential Smoothing มีค่าความคลาดเคลื่อน Mean Squared Error น้อยที่สุด ผู้ศึกษาจึงใช้หลักการสั่งซื้อที่ประหยัด Economic Order Quantity (EOQ) และจุดสั่งซื้อใหม่ Reorder point (ROP) เพื่อคำนวณหาปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสม

นภัสวรรณ คุ้มครอง และฉัตรรัตน โหตระไวศยะ (2562) ได้ทำการศึกษาปริมาณการสั่งซื้อวัตถุดิบในปริมาณที่เหมาะสมและเพียงพอตอ คำสั่งซื้อของลูกคาโดยการนำข้อมูลของการสั่งซื้อวัตถุดิบในปพ.ศ. 2559 มาใชวิเคราะห์พิจารณาจากมูลคารวมของวัตถุดิบที่สั่งซื้อเขามาด้วยการจัดกลุมสินคาคงคลังเพื่อเลือกสินคาคงคลังที่มีความสำคัญมากที่สุดหรือ กลุม A และวัตถุดิบคงคลังที่มีความสำคัญลำดับถัดมาคือ กลุม B และนำคำนวณโดยใชทฤษฎีปริมาณการสั่งซื้อขนาดประหยัดแบบปกติเพื่อหาคาของปริมาณการสั่งซื้อขนาดประหยัดและเปรียบเทียบตนทุนรวมกับรูปแบบของการจัดซื้อแบบเดิม ผลการศึกษาพบวา ต้นทุนรวมวัตถุดิบคงคลังของกลุ่ม A สามารถลดต้นทุนรวมวัตถุดิบคงคลังไปได้ 64,502 บาทตอปในขณะที่กลุม B ต้นทุนรวมวัตถุดิบคงคลัง สามารถลดลงไปได้ 105,835 บาทตอปซึ่งรวมแลวต้นทุนสินคาคงคลังรวมกัน สามารถลดต้นทุนลงไปได้ทั้งหมด 125,978 บาทตอปี

จันทร์เพ็ญ อนุรัตนานนท์, ประจวบ กล่อมจิตร และคณะ (2563) ได้ทำการศึกษาการจัดตารางการสั่งซื้อยาในโรงพยาบาลรัฐ กรณีศึกษาโรงพยาบาลสิรินธร เพื่อสร้างแนวทางในการวางแผนสั่งซื้อยาในอนาคตอย่างเหมาะสม และลดมูลค่าการสูญเสียที่เกิดจากการสั่งซื้อและจัดเก็บยาในปริมาณที่เกินความจำเป็น ในการจัดการยาคงคลังจะนำหลักการวิเคราะห์ ABC มาประยุกต์ใช้ โดยเลือกยาในกลุ่ม A จำนวน 174 รายการมาทำการพยากรณ์ (Forecasting) คำนวณหายาคงคลังสำรอง (Safety Stock) และตัวแบบ EOQ (Economic Order Quantity) ร่วมกับ ROP (Reorder Point) มาใช้ในการควบคุมปริมาณยาคงคลังและหาปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสม รวมทั้งสามารถลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานได้ จากผลการวิจัยพบว่าการจัดการคลังยา โดยใช้แนวทางการวางแผนสั่งซื้อยาในอนาคตอย่างเหมาะสมสามารถลดค่าใช้จ่ายในการจัดการยาคงคลังได้ 9,578,128.68 บาท คิดเป็น 21.23% ของมูลค่ายาคงคลังกลุ่ม A ในปีงบประมาณ 2560

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

จากการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับทฤษฎีการพยากรณ์ ในการเลือกรูปแบบวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมและนำมาคำนวณหาปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัด จุดสั่งซื้อใหม่ และปริมาณสินค้าคงคลังสำรอง การศึกษาครั้งนี้วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาตัวแบบพยากรณ์ปริมาณความต้องการแกลบที่จะถูกนำมาใช้ผลิตกระแสไฟฟ้า ทั้งนี้การวิจัยนี้จะเริ่มตั้งแต่ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของโรงไฟฟ้ากรณีศึกษา ออกแบบวิธีการพยากรณ์ต่าง ๆ และวางแผนปริมาณสั่งซื้อแบบประหยัด โดยอาศัยกระบวนการวิจัยที่มีความถูกต้องและลดความผิดพลาด ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

3.1 ข้อมูลทั่วไปของโรงไฟฟ้ากรณีศึกษา

3.2 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ข้อมูลทั่วไปของโรงไฟฟ้ากรณีศึกษา

ภาพที่ 10 โรงไฟฟ้าชีวมวลกรณีศึกษา

โรงไฟฟ้าชีวมวลกรณีศึกษาตั้งอยู่ใน จ.สุพรรณบุรี เนื้อที่โดยประมาณ 50 ไร่ ดำเนินธุรกิจทั้งสิ้น 5 ปี มีจำนวนพนักงาน 45 คน มีกำลังการผลิตกระแสไฟฟ้าได้เฉลี่ย 60,000 MKw ต่อปี โดยโรงไฟฟ้าชีวมวลแห่งนี้ใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไอน้ำ เพื่อขับเคลื่อนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้ผลิตกระแสไฟฟ้า ซึ่งโรงไฟฟ้าชีวมวลแห่งนี้ดำเนินการผลิตกระแสไฟฟ้าตลอด 24 ชั่วโมง

3.1.1 กระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้าชีวมวล

ขั้นตอนการผลิตกระแสไฟฟ้าจะเริ่มจากการสูบน้ำดิบจากแหล่งน้ำที่เตรียมไว้ นำไปผ่านกระบวนการกรองเพื่อเป็นน้ำประปาใช้ภายในโรงงาน ในระบบหล่อเย็น และนำไปขจัดแร่ธาตุเพื่อส่งผ่านไปใช้ยังเครื่องผลิตไอน้ำ จากนั้นเชื้อเพลิงชีวมวลหรือแกลบจะถูกลำเลียงจากลานกองเข้าสู่ห้องเผาไหม้เพื่อให้ความร้อนกับหม้อไอน้ำ (Boiler) เพื่อผลิตไอน้ำ นำความร้อนจากเตาเผาไหม้ไปต้มน้ำในหม้อไอน้ำ (Boiler) เพื่อสร้างไอน้ำอุณหภูมิสูงและความดันสูง จากนั้นเข้าสู่กระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยกังหันไอน้ำ (Turbine) ซึ่งต่ออยู่กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator) เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า ไอน้ำที่ใช้สำหรับผลิตกระแสไฟฟ้าแล้วก็จะกลับเข้าสู่กระบวนการอีกครั้งโดยการควบแน่นและกลับเป็นน้ำอีกครั้งเพื่อวนกลับมาใช้ผลิตไอน้ำ ไอเสียจากเตาเผาไหม้จะมีความร้อนสูงก็จะนำมาอุ่นน้ำก่อนการต้มน้ำเพื่อที่จะลดและประหยัดเชื้อเพลิง ไอเสียที่มีฝุ่นและขี้เถ้าจะถูกกรองด้วยระบบไฟฟ้าสถิต (ESP) ก่อนปล่อยออกสู่บรรยากาศ

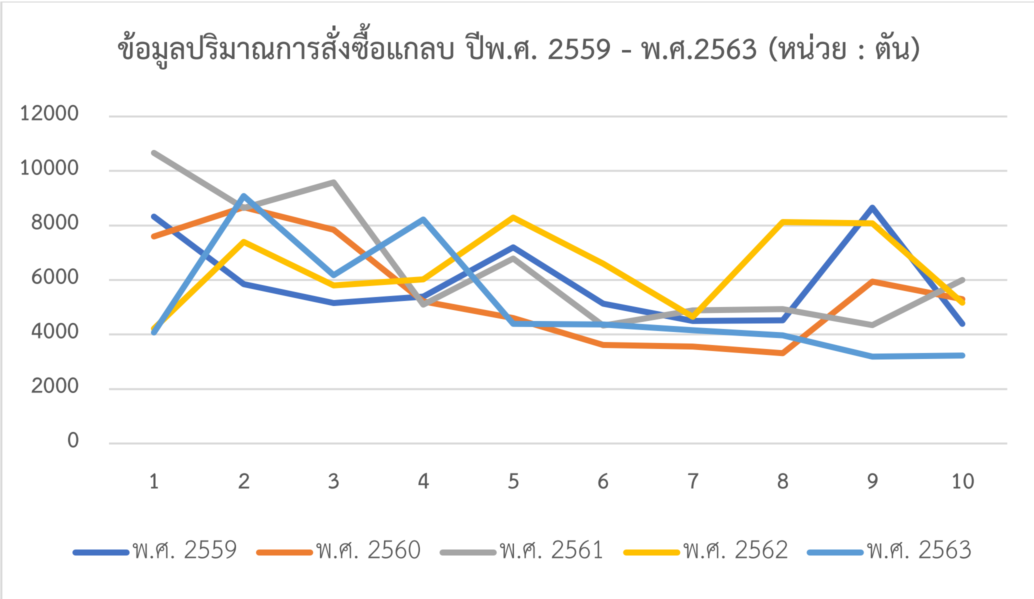
ภาพที่ 11 กระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้าจากชีวมวล

3.1.2 สภาพปัจจุบัน

ปัจจุบันโรงไฟฟ้าชีวมวลกรณีศึกษาประสบปัญหาความผันผวนของราคาแกลบในแต่ละช่วงเวลา ที่ไม่สามารถกำหนดได้ อันเนื่องจากเจ้าของโรงสีอาจมีอำนาจในการต่อรองราคามากขึ้น ซึ่งสาเหตุที่เกิดขึ้นนั้นส่วนหนึ่งมีผลตามมาจากปัจจัยต่าง ๆ ในเรื่องแวดล้อม เช่น ราคาข้าว แรงงาน สภาพอากาศและสิ่งแวดล้อม หรือแม้แต่สถานการณ์ Covid-19 ที่กำลังส่งผลกระทบในอุตสาหกรรมทุกภาคส่วนตอนนี้เช่นกัน นอกจากนั้นข้าวแต่ละประเภทจะถูกปลูกตามฤดูกาล ส่งผลให้ผลผลิตที่ได้ขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศ เป็นต้น ด้วยเหตุนี้อาจก่อให้เกิดปัญหาราคาแกลบสูงขึ้นตามมาด้วย เหตุผลดังกล่าวทำให้ปริมาณแกลบที่จะนำมาใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าในแต่ละช่วงการผลิตมีความไม่แน่นอน ผันผวน โดยข้อมูลปริมาณการสั่งซื้อแกลบเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า แสดงดังตารางที่ 4 โดยแนวโน้มปริมาณการสั่งซื้อแกลบ ดังภาพที่ 12 และปริมาณการใช้เชื้อเพลิงแกลบ แสดงดังตารางที่ 5 แนวโน้มปริมาณการใช้เชื้อเพลิงแกลบ แสดงดังภาพที่ 13 นอกจากนี้การที่แหล่งวัตถุดิบหรือแกลบกระจายอยู่ในโรงสีพื้นที่เล็ก ๆ นั้น ส่งผลกระทบให้เกิดค่าใช้จ่ายในด้านต่าง ๆ สูงขึ้นได้ด้วย เช่น ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการขนส่งชีวมวลมาสู่โรงไฟฟ้า เนื่องจากหากโรงสีอยู่ในพื้นที่ห่างไกลจากพื้นที่ตั้งของโรงงานนั้น ยิ่งส่งผลต่อค่าใช้จ่ายในการขนส่ง

ตารางที่ 4 ข้อมูลปริมาณการสั่งซื้อแกลบ ปีพ.ศ. 2559 - พ.ศ. 2563 (หน่วย : ตัน)

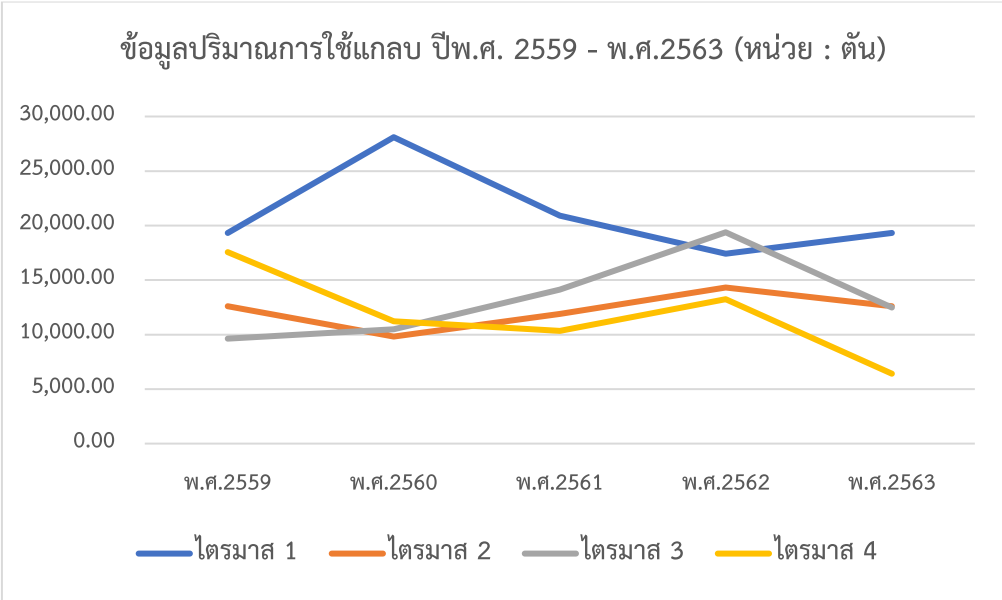
เดือน	ข้อมูลการสั่งซื้อปีพ.ศ. 2559	ข้อมูลการสั่งซื้อปีพ.ศ 2560	ข้อมูลการสั่งซื้อปีพ.ศ 2561	ข้อมูลการสั่งซื้อปีพ.ศ 2562	ข้อมูลการสั่งซื้อปีพ.ศ 2563
1	8323.16	7592.2	10665.06	4214.15	4074.66
2	5852.58	8670.355	8639.93	7401.75	9081.5
3	5155.85	7839.2	9585.85	5798.38	6170.8
4	5389.4	5211.6	5095.2	6024.13	8215.52
5	7200.27	4604.85	6792.18	8291.4	4385.31
6	5133.26	3617.5	4327.57	6604.31	4365.58
7	4491.97	3553.55	4880.43	4645.42	4158.78
8	4515.07	3313.5	4929.77	8129.52	3964.94
9	8654.425	5939.7	4341.01	8083.5	3187.98
10	4389.52	5293.05	5995.42	5170.63	3222.37



ภาพที่ 12 ข้อมูลปริมาณการสั่งซื้อแกลบ ปีพ.ศ. 2559 - พ.ศ.2563

ตารางที่ 5 ข้อมูลปริมาณการใช้แกลบ ปีพ.ศ. 2559 - พ.ศ. 2563 (หน่วย : ตัน)

	ข้อมูลปริมาณการใช้แกลบ ปีพ.ศ. 2559 - พ.ศ.2563 (หน่วย : ตัน)				
	พ.ศ. 2559	พ.ศ. 2560	พ.ศ. 2561	พ.ศ. 2562	พ.ศ. 2563
ไตรมาส 1	18,746.14	20,101.76	22,890.84	15,914.28	17,826.96
ไตรมาส 2	18,698.55	13,825.41	15,270.58	17,829.00	17,632.28
ไตรมาส 3	13,761.78	9084.55	12,137.77	17,679.25	11,189.30
ไตรมาส 4	10,669.87	14,008.84	13,455.99	16,606.79	11,704.73
รวม	61,876.34	57,020.56	63,755.18	68,029.32	58,353.27

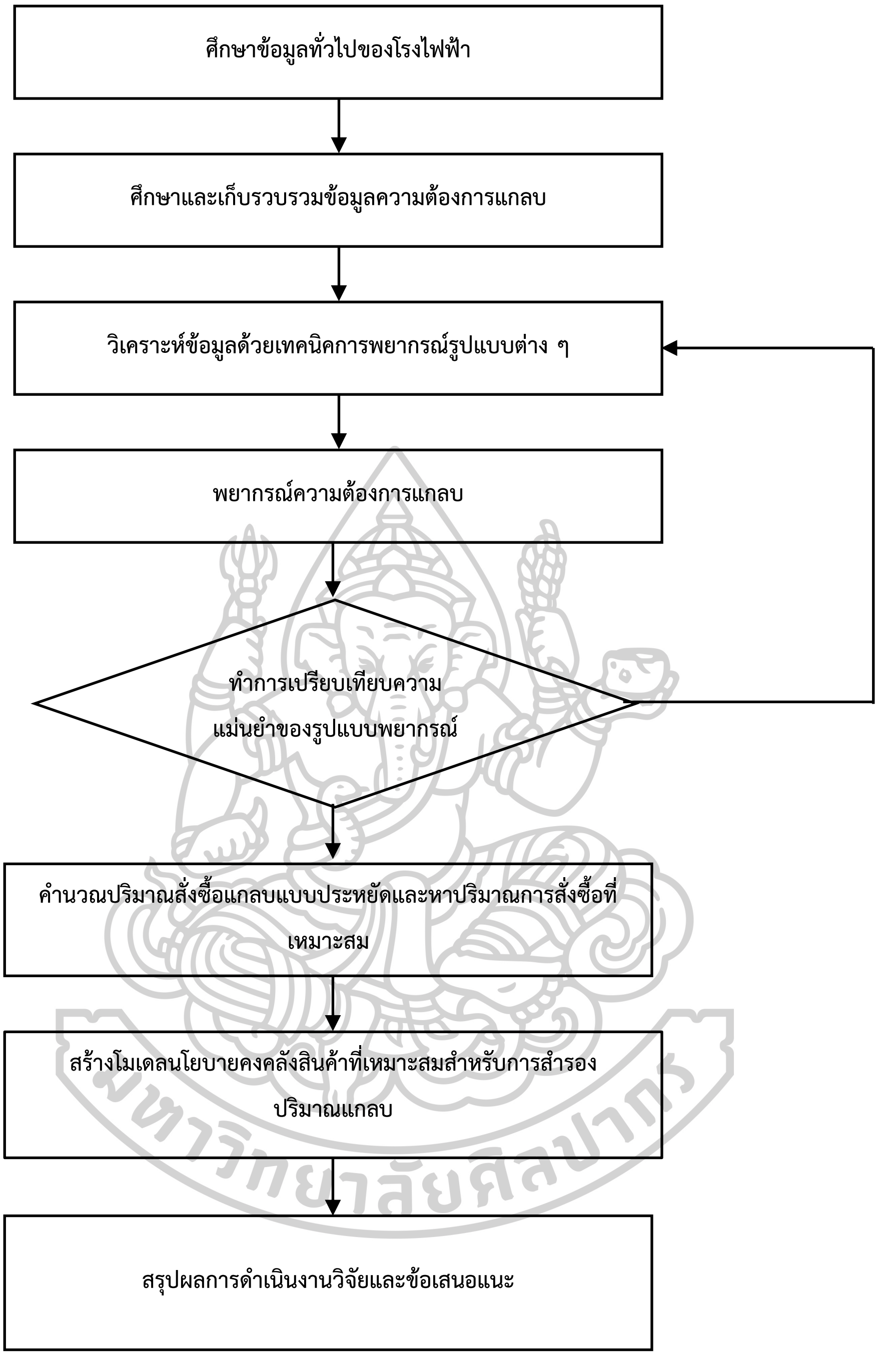


ภาพที่ 13 ข้อมูลปริมาณการใช้แกลบ ปีพ.ศ. 2559 - พ.ศ. 2563

3.2 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้ทำการกำหนดขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย แบ่งเป็น 4 ขั้นตอนหลัก และมีขั้นตอนการดำเนินการวิจัย แสดงดังภาพที่ 14

1. ขั้นตอนศึกษาข้อมูลทั่วไปของโรงไฟฟ้า
2. ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล
3. ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล
4. ขั้นตอนการสรุปผลการดำเนินงานวิจัย



ภาพที่ 14 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

งานวิจัยฉบับนี้ได้ทำการรวบรวมชุดข้อมูลไว้ 2 ประเภท คือ ข้อมูลปฐมภูมิ ได้แก่ ข้อมูลปริมาณการสั่งซื้อแกลบของโรงไฟฟ้าชีวมวลกรณีศึกษาย้อนหลัง ในปี พ.ศ. 2559 - พ.ศ. 2563 และข้อมูลปริมาณการใช้แกลบเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าชีวมวลกรณีศึกษาย้อนหลัง ในปี พ.ศ. 2559 - พ.ศ. 2563 ในส่วนของข้อมูลทุติยภูมิ ได้แก่ เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

จากการศึกษาเบื้องต้นพบว่า โรงไฟฟ้ามีปัญหาด้านปริมาณแกลบที่ไม่เพียงพอต่อการผลิต และยังขาดการบริหารคลังวัตถุดิบที่ไม่มีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังไม่มีการพยากรณ์ปริมาณการใช้แกลบ และปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสมทำให้มีการสั่งซื้อหรือเบิกวัตถุดิบออกไปใช้เกินความจำเป็น งานวิจัยฉบับนี้จึงได้นำข้อมูลปริมาณการใช้แกลบเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าในช่วง 5 ปีย้อนหลัง มาวิเคราะห์หารูปแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับโรงงานไฟฟ้ากรณีศึกษาโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป ในการวิเคราะห์ผล โดยที่ทำการป้อนข้อมูลปริมาณการสั่งซื้อแกลบใส่ลงในโปรแกรมสำเร็จรูป จากนั้นเลือกรูปแบบการพยากรณ์ ซึ่งในที่นี้จะเลือกใช้ รูปแบบการพยากรณ์ดังนี้

- วิธีการพยากรณ์แบบหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average) เป็นการคำนวณค่าเฉลี่ยความต้องการจริงของช่วงเวลาที่กำหนด และใช้ค่าเฉลี่ยนั้นในการทำนายความต้องการจริงในอนาคต สามารถคำนวณได้จากสมการดังนี้

$$y_t = \frac{1}{N}\sum_{i=t-N}^{t-1} D_i$$

- วิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบง่าย (Single Exponential Smoothing Method) เป็นวิธีการหาค่าเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนัก ด้วยสัมประสิทธิ์การปรับเรียบ (α) ที่ให้ความสำคัญของข้อมูลเวลาล่าสุดมากที่สุด และข้อมูลเวลาห่างออกไป ลดหลั่นในลักษณะแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล สามารถคำนวณได้จากสมการดังนี้

$$y_t = \alpha D_{t-1} + (1-\alpha)y_{t-1}$$

เมื่อ y_t คือ ค่าพยากรณ์ความต้องการในช่วงเวลา t

y_{t-1} คือ ค่าพยากรณ์ความต้องการในช่วงเวลา t-1

D_{t-1} คือ ค่าความต้องการจริงในช่วงเวลา t-1

α คือ น้ำหนักที่ให้กับค่าความต้องการจริงในช่วงก่อนหน้า D_{t-1}

$1-\alpha$ คือ น้ำหนักที่ให้กับค่าพยากรณ์ของช่วงเวลาที่ผ่านมา y_{t-1}

- วิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง(Double Exponential Smoothing Method) เป็น วิธีการที่เหมาะสมกับข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มเป็นเส้นตรง และไม่มีส่วนประกอบของฤดูกาล ใช้ค่าปรับเรียบ 2 ค่า คือ ค่าคงที่ปรับเรียบของค่าระดับ แอลฟ่า (α) และค่าคงที่ปรับเรียบของค่าความชัน ค่าเบต้า (β) สามารถคำนวณได้จากสมการดังนี้

$$y_t = I_{t-1} + S_{t+1}$$

มื่อ I_{t-1} คือค่าประมาณข้อมูลฐาน และ S_{t-1} คือค่าประมาณความชันของช่วงเวลา $t-1$ การประมาณค่าของข้อมูลฐานและความชันสามารถคำนวณได้ตามสมการดังนี้

$$I_t = \alpha D_t + (1-\alpha)(I_{t-1} + S_{t-1})$$

$$S_t = \beta(I_t - I_{t-1}) + (1-\beta)S_{t-1}$$

- วิธีการพยากรณ์แบบวิเคราะห์สมการถดถอยเชิงเส้นตรง (Simple Linear Regression) เป็น การศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปร 2 ตัว ประกอบด้วย ตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระ ซึ่งสามารถแสดงโดยใช้ตัวแปร X และตัวแปรตาม แสดงโดยใช้ตัวแปร Y

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X$$

เมื่อ β_0 และ β_1 คือพารามิเตอร์ที่แสดงถึงจุดตัดแกนตั้ง และความชันของเส้นตรงตามลำดับ X คือตัวแปรอิสระ ซึ่งอาจหมายถึงราคา และ Y คือยอดประมาณการการขาย

ค่าเหมาะที่สุดของพารามิเตอร์ β_0 และ β_1 สามารถคำนวณได้จาก

$$\beta_0 = \bar{y} - \beta_1 \bar{x}$$

$$\beta_1 = \frac{\sum_{i=1}^{n} y_i x_i - \frac{(\sum_{i=1}^{n} y_i)(\sum_{i=1}^{n} x_i)}{n}}{\sum_{i=1}^{n} x_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^{n} x_i\right)^2}{n}}$$

ผลที่ได้จากการพยากรณ์จะนำมาทำการเปรียบเทียบความแม่นยำของรูปแบบพยากรณ์ โดยการวัดความคลาดเคลื่อนที่ได้จากการพยากรณ์มี 3 วิธี ได้แก่

- ค่าเฉลี่ยของความเบี่ยงเบนสมบูรณ์ (Mean Absolute Deviation, MAD) สามารถใช้วัดความแม่นยำของการพยากรณ์ โดยการเฉลี่ยค่าความผิดพลาดของค่าพยากรณ์ มีรูปแบบสมการในการพิจารณาดังนี้

$$\boldsymbol{MAD} = \sum_{i=1}^{n} \frac{|\text{ค่าที่เกิดขึ้นจริง} - \text{ค่าพยากรณ์}|}{\boldsymbol{n}}$$

- ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Mean Squared Error, MSE) สามารถคำนวณค่าความผิดพลาดของการพยากรณ์ ซึ่งเป็นการนำค่าความแตกต่างระหว่างค่าที่เกิดขึ้นจริงและค่าพยากรณ์ ณ เวลาใด ๆ ยกกำลังสอง รูปแบบสมการในการพิจารณาดังนี้

$$MSE = \sum_{i=1}^{n} \frac{|\text{ค่าที่เกิดขึ้นจริง} - \text{ค่าพยากรณ์}|^2}{n}$$

- ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ของความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ (Mean Absolute Percent Error, MAPE) สามารถหาได้จากผลรวมของค่าสัมบูรณ์ของค่าที่เกิดขึ้นจริงลบด้วยค่าพยากรณ์หารด้วยค่าที่เกิดขึ้นจริงคูณร้อยและหารด้วยจำนวนข้อมูลทั้งหมด รูปแบบสมการในการพิจารณาดังนี้

$$MAPE = \sum_{i=1}^{n} \frac{\frac{|\text{ค่าที่เกิดขึ้นจริง} - \text{ค่าพยากรณ์}|}{\text{ค่าเกิดขึ้นจริง}} x\ 100}{n}$$

การเปรียบเทียบความแม่นยำของรูปแบบพยากรณ์โดยรูปแบบการพยากรณ์ที่ดี หรือมีความเหมาะสมกับข้อมูลแต่ละประเภทนั้น จะต้องมีค่าเฉลี่ยของความเบี่ยงเบนสมบูรณ์ (Mean Absolute Deviation, MAD) ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Mean Squared Error, MSE) และค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ของความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ (Mean Absolute Percent Error, MAPE) ต่ำที่สุดในการพยากรณ์

เมื่อทำการพยากรณ์ด้วยวิธีต่าง ๆ ทำให้ทราบวิธีที่เหมาะสมที่สุดในการพยากรณ์ จากนั้นนำปริมาณความต้องการสั่งซื้อไปหาปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัด (Economic Order Quantity: EOQ) เป็นลำดับถัดไป เมื่อได้จำนวนสั่งซื้อที่เหมาะสมแล้วเพื่อให้การบริการมีประสิทธิภาพวิธีการต่อไปต้องนำผลการพยากรณ์ที่ได้ในแต่ละเดือนไปหาจุดสั่งซื้อใหม่ (Reorder Point: ROP) และปริมาณสินค้าคงคลังสำรอง (Safety Stock : ss)

- ตัวแบบปริมาณสั่งซื้ออย่างประหยัด (Economic Order Quantity) คือ ปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัด โดยการสั่งซื้อสินค้าในแต่ละครั้งจะสั่งในปริมาณหรือจำนวนที่ทำให้ค่าใช้จ่ายรวมต่ำที่สุด ซึ่งค่าใช้จ่ายรวมนั้นเกิดจากค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อและค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บสินค้าสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$EOQ = \sqrt{\frac{2DS}{H}}$$

$$Tc = \left[\frac{D}{C}S + \frac{Q}{2}H\right]$$

เมื่อ EOQ คือ ขนาดการสั่งซื้อต่อครั้งที่ประหยัด (Q*)
D คือ อัตราความต้องการต่อปี (หน่วย)
S คือ ต้นทุนการสั่งซื้อต่อครั้ง (บาท)
H คือ ต้นทุนการเก็บรักษาต่อหน่วยต่อปี (บาท)
Q คือ ปริมาณการสั่งซื้อต่อครั้ง (หน่วย)
Tc คือ ต้นทุนรวมที่ต่ำที่สุด (บาท)

- จุดสั่งซื้อใหม่ (Reorder Point: ROP) เป็นการกำหนดปริมาณสินค้าคงคลังส่วนหนึ่งไว้เป็นสินค้าที่ยังมีในคลัง เพื่อป้องกันสินค้าขาดแคลน สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$ROP = \left(\bar{d}x\overline{LT}\right) + z\sqrt{LT}(\sigma_d)$$

เมื่อ $\bar{d}$ คือ อัตราความต้องการสินค้าคงคลัง
$\overline{LT}$ คือ เวลารอคอย
$\boldsymbol{z}$ คือ ค่าระดับความเชื่อมั่นว่าจะมีสินค้าเพียงพอต่อความต้องการ
$\boldsymbol{\sigma_d}$ คือ ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของอัตราความต้องการสินค้า

หรือ ระยะเวลาของ Lead time (วัน) X จำนวนสินค้าต่อวัน + ปริมาณสต๊อกที่กันไว้เผื่อ (safety stock)

- ปริมาณสินค้าคงคลังสำรอง (Safety Stock : ss) คือ สต็อกที่ต้องสำรองไว้กันสินค้าขาดเมื่อสินค้าถูกใช้และปริมาณลดลงจนถึงจุดสั่งซื้อ เป็นจุดที่ใช้เตือนสำหรับการสั่งซื้อรอบถัดไป เมื่ออุปสงค์สูงกว่าสินค้าคงคลังที่เก็บไว้ เป็นการป้องกันสินค้าขาดมือไว้ล่วงหน้า สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$Ss = z\sqrt{L}\,(\delta_d)$$

เมื่อ Ss คือ ระดับสินค้าคงคลังที่ปลอดภัย
Z คือ ค่าระดับความเชื่อมั่นว่าจะมีสินค้าเพียงพอต่อความต้องการ
δ_d คือ ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของอัตราความต้องการสินค้า
L คือ เวลารอคอย

เมื่อทราบปริมาณแกลบที่ได้อย่างเหมาะสมในกระบวนการแล้ว จึงสร้างแบบจำลองแนวทางปริมาณการจัดเก็บวัตถุดิบคงคลัง และปริมาณการสั่งซื้อแกลบเข้ามาเก็บในคลังให้เกิดประโยชน์สูงสุดให้เพียงพอต่อการผลิตกระแสไฟฟ้าในแต่ละช่วงเวลาให้มีความสอดคล้องกันมากที่สุดเพื่อเป็น

แนวทางในการจัดการคลังสำหรับเก็บวัตถุดิบด้วยปริมาณแกลบที่เหมาะสม และลดต้นทุนค่าใช้จ่ายของโรงไฟฟ้าได้ ทั้งในด้านการดำเนินงาน และการประหยัดค่าใช้จ่าย ซึ่งแสดงต้นทุนการผลิตกระแสไฟฟ้า และคงคลังสินค้าโดยประมาณ ดังตารางที่ 6 และตารางที่ 7

ตารางที่ 6 รายการต้นทุนผลิตกระแสไฟฟ้าชีวมวล

รายการ	**ราคาต้นทุน**	**หน่วย**
ต้นทุนทางตรง (Direct Cost)		
1.1 ค่าใช้จ่ายในการลงทุน หรือต้นทุนคงที่		
ค่าใช้จ่ายงานโยธาและวิศวกรรมการก่อสร้างอาคารโรงไฟฟ้า	3,000,000	บาท
เครื่องผลิตก๊าซความร้อน รวมอุปกรณ์	25,000,000	บาท
ระบบท่อน้ำสำหรับการผลิต และปั๊มน้ำทั้งหมด	1,500,000	บาท
เครื่องวัดความชื้น	20,000	บาท
ระบบแยกถ่านและขี้เถ้าจากการเผาไหม้	1,000,000	บาท
ระบบระบายและลดความร้อนของก๊าซเชื้อเพลิง	1,000,000	บาท
ระบบป้อนเชื้อเพลิงอัตโนมัติ	800,000	บาท
เครื่องยนต์ และเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	300,000	บาท
ระบบไฟฟ้าในโรงงาน และการเชื่อมต่อกับสายสั่งไฟฟ้าของการไฟฟ้า	8,000,000	บาท
อาคารโรงงานไฟฟ้า	10,000,000	บาท
บ่อน้ำดักถ่าน และลดอุณหภูมิ	500,000	บาท
ค่าติดตั้งระบบงานทั้งหมด	800,000	บาท
รวมเป็นจำนวนเงิน	**51,920,000**	**บาท**
1.2 ค่าที่ดิน		
พื้นที่ตั้งโรงไฟฟ้า	15,000,000	บาท
1.3 ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ		
ลานเก็บแกลบ และอาคารสำนักงาน	2,000,000	บาท
ค่าขยายเขตไฟฟ้าแรงสูง	2,000,000	บาท
รวมเป็นจำนวนเงิน	**19,000,000**	**บาท**
รวมค่าใช้จ่ายในการลงทุนทั้งสิ้น	**70,920,000**	**บาท**

ตารางที่ 6 รายการต้นทุนผลิตกระแสไฟฟ้าชีวมวล (ต่อ)

รายการ	**ราคาต้นทุน**	**หน่วย**
2) ค่าใช้จ่ายการดำเนินงานหรือต้นทุนผันแปร		
2.1 ค่าใช้จ่ายด้านชีวมวล (ค่าเฉลี่ย)	9,407,834.80	บาท/ปี
2.2 ค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติการ และบำรุงรักษา		
ค่าประกันอุบัติเหตุ	500,000	บาท
ค่าบำรุงรักษาเครื่องจักร	100,000	บาท
ค่าบำรุงรักษาเครื่องจักรพิเศษ	500,000	บาท
ค่าบำรุงรักษาสถานที่	100,000	บาท
ค่าสาธารณูปโภคและค่าใช้จ่ายเบ็ดเตล็ดอื่นๆ	4,000,000	บาท
ค่าวัสดุสิ้นเปลือง	120,000	บาท
2.3) เงินเดือนและสวัสดิการของพนักงาน		
ผู้จัดการโรงงาน หรือวิศวกรควบคุมการผลิต	300,000	บาท
หัวหน้าช่างเทคนิค	360,000	บาท
ช่างเทคนิค	432,000	บาท
พนักงานรักษาความปลอดภัย	120,000	บาท
แม่บ้าน	120,000	บาท
คนสวน	120,000	บาท
ค่าแรงทางอ้อม	90,000	บาท
รวมเป็นจำนวนเงินทั้งสิ้น	**6,862,000**	**บาท**

ตารางที่ 7 รายละเอียดต้นทุนค่าใช้จ่ายโดยเฉลี่ยในการผลิตรายการต่างๆ ช่วง 5 ปี

รายการ	**2559**	**2560**	**2561**	**2562**	**2563**
ต้นทุนคงที่ (บาท)	51,920,000	0	0	0	0
ต้นทุนวัตถุดิบเชื้อเพลิง (บาท)	586,831	593,321	599,967	606,775	613,751
ต้นทุนค่าแรง (บาท)	1,925,600	1,980,900	2,500,080	2,300,050	2,290,000
ต้นทุนค่าบำรุงรักษา (บาท)	345,900	347,350	349,000	352,800	354,600
รวม	**2,858,331**	**2,921,571**	**3,449,047**	**3,259,625**	**3,258,351**

3.5 การสรุปผลการดำเนินงานวิจัย

จากขั้นตอนการดำเนินการวิจัยที่กล่าวถึง เป็นการแสดงให้ทราบถึงลำดับขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่ใช้สำหรับการศึกษา จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ เพื่อหารูปแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุด เพื่อนำผลการพยากรณ์ที่ได้นำปริมาณความต้องการสั่งซื้อไปหาปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัดเป็นลำดับถัดไป เมื่อได้จำนวนสั่งซื้อที่เหมาะสมแล้วเพื่อให้การบริการมีประสิทธิภาพวิธีการต่อไปต้องนำผลการพยากรณ์ที่ได้ในแต่ละเดือนไปหาจุดสั่งซื้อใหม่และปริมาณสินค้าคงคลังสำรอง ซึ่งจะแสดงผลการดำเนินงานวิจัย สรุปผลการดำเนินงานวิจัยและข้อเสนอแนะเป็นลำดับถัดไป

บทที่ 4
ผลการดำเนินงานวิจัย

ผลการดำเนินงานวิจัยรูปแบบการพยากรณ์ความต้องการใช้แกลบเพื่อนำมาผลิตกระแสไฟฟ้าและการประยุกต์ใช้ระบบการวางแผนความต้องการเก็บแกลบสำรองไว้ในคงคลัง มีจุดประสงค์เพื่อให้เกิดความสมดุลของปริมาณคงคลัง กล่าวคือไม่ให้มีคงคลังเกินการใช้แกลบเพื่อผลิตกระแสไฟ แต่ยังสามารถใช้แกลบผลิตกระแสไฟฟ้าให้เพียงพอเพื่อตอบสนองความต้องการของคู่ค้าได้อย่างเพียงพอในเวลาที่ต้องการ ดังนั้นหากมีการวางแผนความต้องการเพื่อสำรองแกลบที่เหมาะสม จะช่วยให้การวางแผนและควบคุมแกลบในคงคลังได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังช่วยลดต้นทุนค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวกับสินค้าคงคลังอีกด้วย โดยในบทนี้ได้สรุปผลการวิจัยออกเป็น 2 ส่วน คือ วิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมและคงคลังที่เหมาะสม ดังนี้

4.1 ผลการประยุกต์ใช้รูปแบบการพยากรณ์ 4 วิธี

จากผลการวิเคราะห์การพยากรณ์ ทำการเปรียบเทียบรูปแบบการพยากรณ์ 4 วิธี ตารางที่ 8 แสดงข้อมูลการสั่งซื้อและค่าพยากรณ์ของทั้ง 4 วิธี ประกอบด้วย วิธีหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 3 เดือน วิธีหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 4 เดือน วิธีหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 6 เดือน วิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบง่าย วิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลสองเท่า และวิธีการถดถอยเชิงเส้นตรง

ตารางที่ 8 ข้อมูลการสั่งซื้อและค่าพยากรณ์ของทั้ง 4 วิธี

เดือน	ข้อมูลการสั่งซื้อปี (ตัน)	ค่าพยากรณ์ (ตัน)					
		วิธีหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 3 เดือน	วิธีหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 4 เดือน	วิธีหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 6 เดือน	วิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบง่าย	วิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลสองเท่า	วิธีการถดถอยเชิงเส้นตรง
1	8323.16	-	-	-	8323.16	5735.15	5830.56
2	5852.58	-	-	-	8323.16	6716.56	5859.58
3	5155.85	-	-	-	7438.83	6188.95	5816.05
4	5389.40	6443.86	-	-	6621.66	6253.35	5874.09
5	7200.27	5465.94	6180.25	-	6180.58	4912.79	5874.09
6	5133.26	5915.17	5899.53	-	6545.57	5678.76	5946.62

ตารางที่ 8 ข้อมูลการสั่งซื้อและค่าพยากรณ์ของทั้ง 4 วิธี (ต่อ)

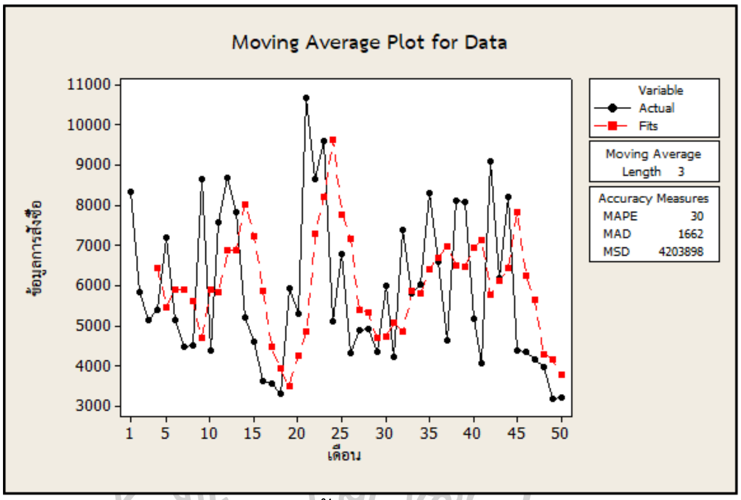
เดือน	ข้อมูลการสั่งซื้อปี (ตัน)	ค่าพยากรณ์ (ตัน)					
		วิธีหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 3 เดือน	วิธีหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 4 เดือน	วิธีหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 6 เดือน	วิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบง่าย	วิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลสองเท่า	วิธีการถดถอยเชิงเส้นตรง
7	4491.97	5907.64	5719.70	6175.75	6040.04	5222.88	5990.15
8	4515.07	5608.50	5553.73	5537.22	5485.92	6586.52	5888.59
9	8654.43	4713.43	5335.14	5314.30	5138.41	3961.19	5874.09
10	4389.52	5887.16	5698.68	5897.40	6396.94	7834.77	5845.07
11	7592.20	5853.01	5512.75	5730.75	5678.40	6976.63	6019.16
12	8670.36	6878.72	6287.80	5796.07	6363.43	7290.63	5932.12
13	7839.20	6884.03	7326.63	6385.59	7189.18	7015.70	5903.10
14	5211.60	8033.92	7122.82	6943.46	7421.85	6859.08	5903.10
15	4604.85	7240.39	7328.34	7059.55	6630.71	4985.17	5859.58
16	3617.50	5885.22	6581.50	6384.62	5905.57	4068.29	5874.09
17	3553.55	4477.98	5318.29	6255.95	5086.57	3245.17	5888.59
18	3313.50	3925.30	4246.88	5582.84	4537.84	4391.03	5888.59
19	5939.70	3494.85	3772.35	4690.03	4099.59	3861.72	5888.59
20	5293.05	4268.92	4106.06	4373.45	4758.25	7841.47	5917.61
21	10665.06	4848.75	4524.95	4387.03	4949.68	6723.43	5917.61
22	8639.93	7299.27	6302.83	5397.06	6995.46	9873.69	5932.12
23	9585.85	8199.35	7634.44	6234.13	7584.08	7654.89	5874.09
24	5095.20	9630.28	8545.97	7239.52	8300.60	8921.24	5903.10
25	6792.18	7773.66	8496.51	7536.47	7153.25	5328.79	5859.58
26	4327.57	7157.74	7528.29	7678.55	7024.01	5558.55	5845.07
27	4880.43	5404.98	6450.20	7517.63	6058.84	4536.72	5830.56
28	4929.77	5333.39	5273.85	6553.53	5637.03	4223.23	5816.05
29	4341.01	4712.59	5232.49	5935.17	5383.87	5273.38	5816.05
30	5995.42	4717.07	4619.70	5061.03	5010.59	4164.66	5816.05
31	4214.15	5088.73	5036.66	5211.06	5363.10	6590.60	5816.05
32	7401.75	4850.19	4870.09	4781.39	4951.84	5040.91	5830.56

ตารางที่ 8 ข้อมูลการสั่งซื้อและค่าพยากรณ์ของทั้ง 4 วิธี (ต่อ)

เดือน	ข้อมูลการสั่งซื้อปี (ตัน)	ค่าพยากรณ์ (ตัน)					
		วิธีหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 3 เดือน	วิธีหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 4 เดือน	วิธีหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 6 เดือน	วิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบง่าย	วิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลสองเท่า	วิธีการถดถอยเชิงเส้นตรง
33	5798.38	5870.44	5488.08	5293.76	5828.77	6487.78	5903.10
34	6024.13	5804.76	5852.43	5446.75	5817.89	7349.40	5903.10
35	8291.40	6408.09	5859.60	5629.14	5891.71	6212.31	5903.10
36	6604.31	6704.64	6878.92	6287.54	6750.66	6403.56	5946.62
37	4645.42	6973.28	6679.56	6389.02	6698.28	7876.20	5961.13
38	8129.52	6513.71	6391.32	6460.90	5963.47	6334.83	5946.62
39	8083.50	6459.75	6917.66	6582.19	6738.79	6065.09	5946.62
40	5170.63	6952.81	6865.69	6963.05	7220.12	6416.39	5932.12
41	4074.66	7127.88	6507.27	6820.80	6486.52	7714.23	5932.12
42	9081.50	5776.26	6364.58	6118.01	5623.21	4728.00	5946.62
43	6170.80	6108.93	6602.57	6530.87	6861.08	7954.89	5946.62
44	8215.52	6442.32	6124.40	6785.10	6614.00	5624.34	5961.13
45	4385.31	7822.61	6885.62	6799.44	7187.25	6581.75	5961.13
46	4365.58	6257.21	6963.28	6183.07	6184.32	4905.02	5961.13
47	4158.78	5655.47	5784.30	6048.90	5533.31	4034.30	5961.13
48	3964.94	4303.22	5281.30	6062.92	5041.31	3409.66	5990.15
49	3187.98	4163.10	4218.65	5210.16	4656.03	3460.72	5975.64
50	3222.37	3770.57	3919.32	4713.02	4130.55	4469.88	5975.64

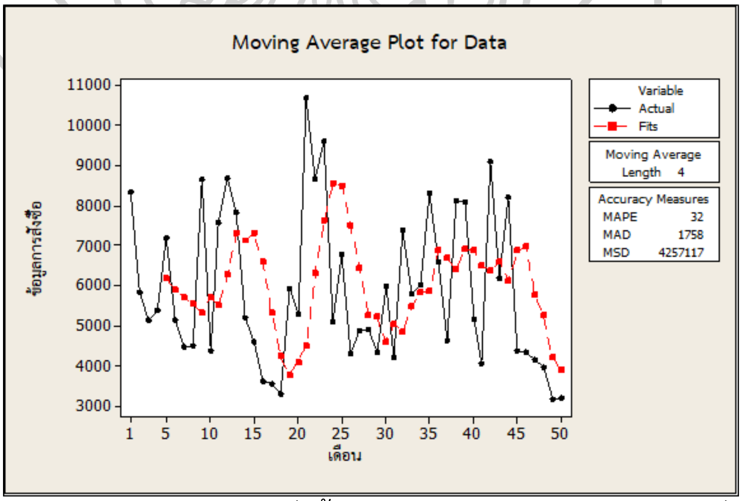
4.1.1 ผลการพยากรณ์โดยวิธีหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่

เมื่อใช้โปรแกรม Minitab 16 ในการคำนวณค่าพยากรณ์ โดยวิธีหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 3 เดือน แสดงดังภาพที่ 15 โดยค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ประกอบด้วย ค่า MAD = 1662 ค่า MSE = 4203898 และค่า MAPE = 30



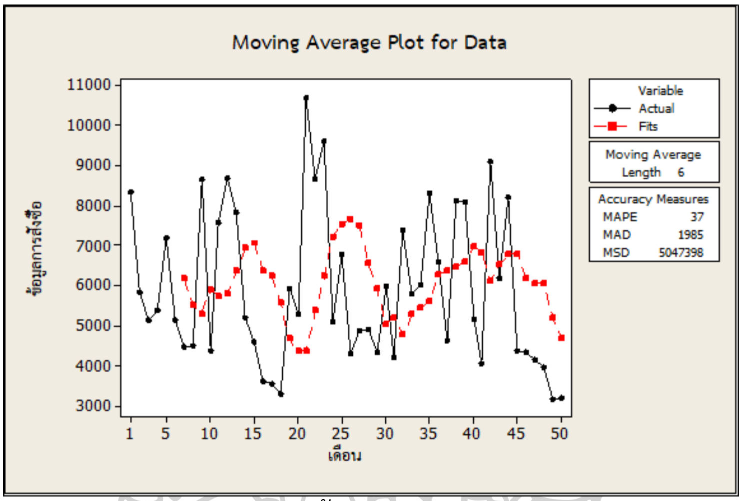
ภาพที่ 15 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลการสั่งซื้อจริงกับค่าพยากรณ์โดยวิธีหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่3 เดือน

เมื่อใช้โปรแกรม Minitab 16 ในการคำนวณค่าพยากรณ์ โดยวิธีหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 4 เดือน แสดงดังภาพที่ 16 โดยค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ประกอบด้วย ค่า MAD = 1758 ค่า MSE = 4257117 และค่า MAPE = 32



ภาพที่ 16 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลการสั่งซื้อจริงกับค่าพยากรณ์โดยวิธีหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่4 เดือน

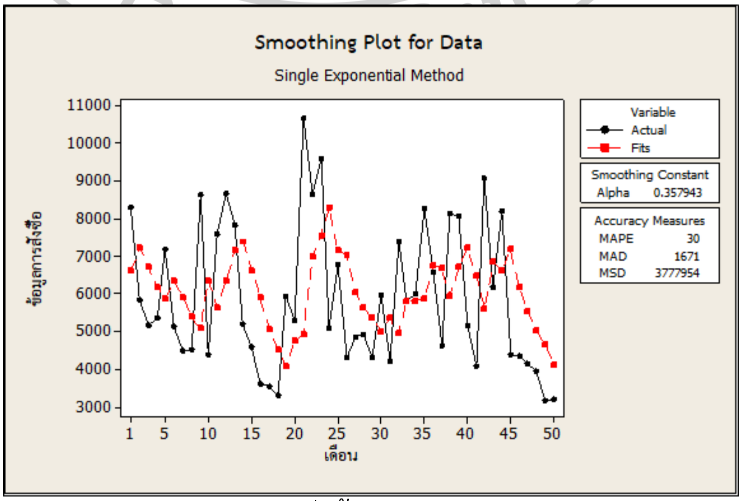
เมื่อใช้โปรแกรม Minitab 16 ในการคำนวณค่าพยากรณ์ โดยวิธีหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 6 เดือน แสดงดังภาพที่ 17 โดยค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ประกอบด้วย ค่า MAD = 1985 ค่า MSE = 5047398 และค่า MAPE = 37



ภาพที่ 17 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลการสั่งซื้อจริงกับค่าพยากรณ์โดยวิธีหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่6 เดือน

4.1.2 ผลการพยากรณ์โดยวิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบง่าย

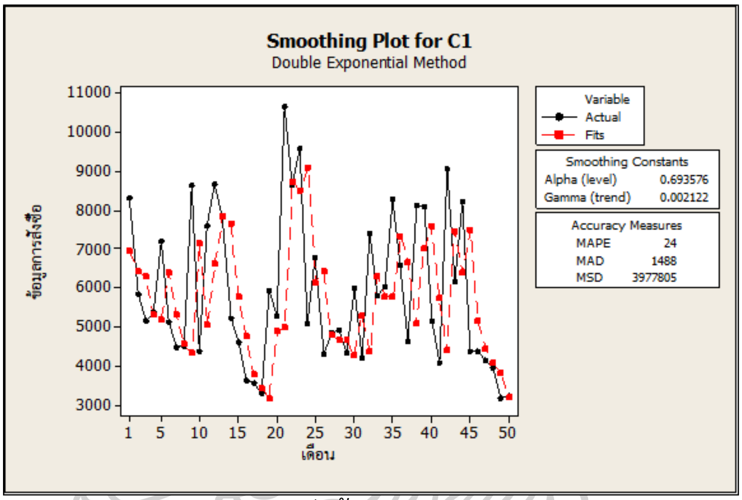
เมื่อใช้โปรแกรม Minitab 16 ในการคำนวณค่าพยากรณ์ โดยวิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบง่าย โดยมีค่า α = 0.357943 ที่ใช้มาจากการใช้ฟังก์ชัน optimizer ARIMA ในโปรแกรม Minitab 16 เป็นตัวกำหนดให้มีความเหมาะสมกับค่าพยากรณ์ แสดงดังภาพที่ 18 โดยค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ ค่า MAD = 1671 ค่า MSE = 3777954 และค่า MAPE = 30



ภาพที่ 18 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลการสั่งซื้อจริงกับค่าพยากรณ์โดยวิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบง่าย

4.1.3 ผลการพยากรณ์โดยวิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลสองเท่า

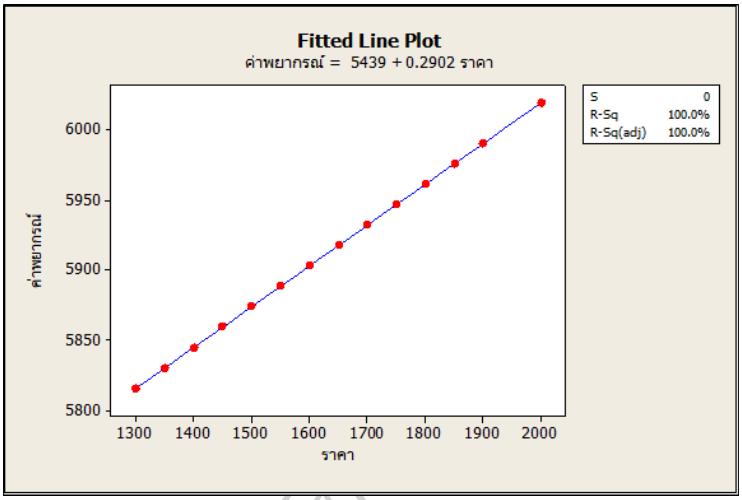
เมื่อใช้โปรแกรม Minitab 16 ในการคำนวณค่าพยากรณ์โดยวิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบง่าย โดยมีค่า α = 0.693576 และ γ = 0.002122 ที่ใช้มาจากการใช้ฟังก์ชัน optimizer ARIMA ในโปรแกรม Minitab 16 เป็นตัวกำหนดให้มีความเหมาะสมกับค่าพยากรณ์ แสดงดังภาพที่ 19 โดยค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ ค่า MAD = 1488 ค่า MSE = 3977805 และค่า MAPE = 24



ภาพที่ 19 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลการสั่งซื้อจริงกับค่าพยากรณ์โดยวิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลสองเท่า

4.1.4 ผลการพยากรณ์โดยวิธีการถดถอยเชิงเส้นตรง

ในการคำนวณค่าพยากรณ์โดยวิธีการถดถอยเชิงเส้นตรง ค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ MAD = 1594 ค่า MSE = 3539498 และค่า MAPE = 29 เมื่อใช้โปรแกรม Minitab 16 แสดงดังภาพที่ 20 จะพบว่าค่าพยากรณ์มีความสัมพันธ์กับราคา ซึ่งสังเกตได้จากค่า R^2 เท่ากับ 100% ซึ่งหมายความว่าราคาสามารถใช้พยากรณ์ปริมาณการสั่งซื้อได้ถึง 100%



ภาพที่ 20 ความสัมพันธ์ระหว่างราคากับค่าพยากรณ์

4.1.5 ผลการวัดความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์

เมื่อได้ผลการพยากรณ์ทั้ง 4 วิธี จากนั้นทำการเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ โดยใช้เกณฑ์พิจารณาค่า MAPE และค่า MAD ที่ต่ำที่สุด ซึ่งจะพิจารณาที่ค่า MAPE ก่อน หากมีค่าเท่ากันจึงจะพิจารณาที่ค่า MAD เป็นลำดับถัดไป จากผลการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ ดังตารางที่ 9 พบว่า วิธีที่ให้ค่า MAPE และค่า MAD ที่ต่ำที่สุด คือ วิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลสองเท่า

ตารางที่ 9 ผลการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ 4 วิธี

วิธีการพยากรณ์	ค่า MAPE	ค่า MAD
วิธีหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 3 เดือน	30	1662
วิธีหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 4 เดือน	32	1758
วิธีหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 6 เดือน	37	1985
วิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบง่าย	30	1671
วิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลสองเท่า	24	1488
วิธีการถดถอยเชิงเส้นตรง	29	1594

จากการพยากรณ์ด้วยวิธีต่าง ๆ ผู้วิจัยพบว่า วิธีที่เหมาะสมที่สุดสำหรับปัญหาในงานวิจัยฉบับนี้ คือ วิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลสองเท่า เนื่องจากมีค่า MAPE และค่า MAD ที่ต่ำที่สุด ซึ่งเมื่อคำนวณหาปริมาณการสั่งซื้อเฉลี่ย จะได้ 5,903.68 ตันต่อปี โดยจะนำปริมาณความต้องการสั่งซื้อไปหาปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัด (Economic Order Quantity) เป็นลำดับถัดไป

4.2 ผลการจัดการสินค้าคงคลังด้วยตัวแบบ EOQ

ผู้วิจัยได้นำค่าที่ได้จากการพยากรณ์ปริมาณความต้องการที่จะเกิดขึ้น นำมาหาว่าจะสั่งซื้อครั้งละเท่าไรที่จะทำให้ต้นทุนรวมต่ำที่สุด ผู้วิจัยจึงนำวิธีการหาปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัด (Economic Order Quantity: EOQ) มาใช้ในการควบคุมระบบคงคลังให้เหมาะสม ปริมาณที่คำนวณได้จะออกมาในรูปของปริมาณการสั่งซื้อ แต่เนื่องจากสมการหาจุดสั่งซื้อและสินค้าคงคลังสำรอง (Reorder Point and Safety Stock) ได้กำหนดค่าสมการเป็นต่อเดือน ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้กำหนดค่าสมการหาปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัด (Economic Order Quantity: EOQ) เป็นต่อเดือนเพื่อที่จะได้ผลการคำนวณที่ตรงกัน

สำหรับต้นทุนการสั่งซื้อ (Ordering Cost) แต่ละครั้งจะประกอบไปด้วยต้นทุนในการสั่งซื้อสินค้าต่อหน่วยต่อปี โดยข้อมูลที่ได้มาจากฝ่ายบัญชีซึ่งประมาณจากเงินเดือนพนักงาน ค่าเอกสารดำเนินการจัดซื้อแกลบ ค่าใช้จ่ายในการติดต่อและติดตามการสั่งซื้อแกลบ ค่าใช้จ่ายการรับและนำแกลบไปเก็บในคงคลัง ซึ่งกำหนดไว้โดยประมาณที่ 198,500.00 บาท ต่อเดือน

ในด้านต้นทุนในการเก็บรักษา (Holding Cost) ต่อหน่วยต่อปี โดยข้อมูลที่ได้มาจากฝ่ายบัญชีซึ่งประมาณจาก ค่าประกันและภาษี เป็นต้น ซึ่งกำหนดไว้ที่ 13% ของราคาต้นทุนแกลบ กำหนดไว้ที่ต่อหน่วยต่อปี หรือ 1.08% ต่อหน่วยต่อเดือน (13%/12 เดือน = 1.08% ต่อเดือน) ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ต้นทุนในการเก็บรักษา (Holding Cost)

รายการต้นทุน	จำนวน	หน่วย
มูลค่าดอกเบี้ยเงินกู้	2	%
ค่าบำรุงรักษา	2	%
ค่าดำเนินการจัดเก็บแกลบ (เช่น ค่าไฟฟ้า ค่าจ้างพนักงานรายเดือน)	3	%
ค่าเสียหายเนื่องจากการที่แกลบหมดอายุ	6	%
รวม	**13%**	**ปี**
	1.08%	**เดือน**

4.2.1 ผลการคำนวณหาปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัด

คำนวณหาปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัด (EOQ) โดยในที่นี้จะไม่พิจารณาต้นทุนสินค้าขาดมือ โดยใช้ค่าพยากรณ์ปริมาณการสั่งซื้อเฉลี่ย จะได้ 5,903.68 ตันต่อปี จากการพยากรณ์ด้วยวิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลสองเท่าเป็นข้อมูลความต้องการแกลบ (D) และใช้ต้นทุนในหัวข้อ 4.2 เป็นข้อมูลนำเข้าด้านต้นทุนการสั่งซื้อและต้นทุนในการเก็บรักษา และสามารถหาต้นทุนรวมของการบริหารจัดการสินค้าคงคลัง (TC) ต้นทุนรวมสำหรับปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัด (TC(Q*)) ได้ดังนี้

$$EOQ\ (Q*) = \sqrt{\frac{2DA}{H}}$$

$$EOQ\ (Q*) = 6190.92$$

$$TC = \frac{D}{Q \times A} + \frac{Q}{2 \times H}$$

$$TC = 11{,}097{,}639.00$$

$$TC(Q*) = \sqrt{DAH}$$

$$TC(Q*) = 9{,}804{,}070.00$$

ตารางที่ 11 ปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัด

ค่าตัวแปร	จำนวน	หน่วย (เดือน)
ปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัด (EOQ)	6,190.92	ตัน
ต้นทุนรวมของการบริหารจัดการสินค้าคงคลัง (TC)	11,097,639.00	บาท
ต้นทุนรวมสำหรับปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัด (TC(Q*))	9,804,070.00	บาท
Improvement Ratio	11.66%	

จากตารางที่ 11 ปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัดเท่ากับ 6,190.92 ตันต่อเดือน โดยในด้านต้นทุนรวมของการบริหารจัดการสินค้าคงคลังเท่ากับ 11,097,639.00 บาทต่อเดือน และต้นทุนรวมสำหรับปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัดเท่ากับ 9,804,070.00 บาทต่อเดือน จะเห็นว่าสามารถลดค่าใช้จ่ายได้ 1,293,569.00 บาทต่อเดือน คิดเป็น 11.66%

4.2.2 ผลการคำนวณจุดสั่งซื้อใหม่ และปริมาณสินค้าคงคลังสำรอง

เมื่อได้จำนวนสั่งซื้อที่เหมาะสมแล้วเพื่อให้การบริการมีประสิทธิภาพวิธีการต่อไปต้องนำผลการพยากรณ์ที่ได้ในแต่ละเดือนไปหาจุดสั่งซื้อสินค้า *(*Reorder Point*:* ROP*)* ซึ่งเป็นจุดที่บ่งบอกถึงปริมาณสินค้าคงคลังที่อยู่ในระบบที่ทำให้ต้องมีการสั่งซื้อสินค้า และปริมาณสินค้าคงคลังสำรอง *(*Safety Stock *: ss)* เป็นจำนวนสินค้าที่มีไว้เพื่อป้องกันความไม่แน่นอนที่อาจจะเกิดขึ้น โดยมีระยะเวลาของแกลบที่จะเข้ามาในลานเก็บแกลบตั้งแต่การออกใบสั่งซื้อไปจนถึงแกลบเข้ามาในลานอยู่ที่ 2 วัน (Lead Time*)* ซึ่งหมายความว่ามีช่วงเวลานำคงที่ แต่อัตราใช้มีความแปรปรวน จุดมุ่งหมายก็เพื่อหลีกเลี่ยงหรือป้องกันสินค้าขาดสต็อกที่อาจจะเกิดขึ้นจากความไม่แน่นอน โดยมีสาเหตุสำคัญ คือความไม่แน่นอนจากความต้องการสินค้า ผู้วิจัยได้ทดลองใช้สูตรการคำนวณหาค่าจุดสั่งซื้อใหม่ *(*Reorder Point*:* ROP*)* และปริมาณสินค้าคงคลังสำรอง *(*Safety Stock*:* ss*)*

จุดสั่งซื้อใหม่เป็นสภาวะที่อาจเกิดของขาดมือได้ เนื่องจากอัตราการใช้หรือความต้องการแกลบไม่สม่ำเสมอ สามารถคำนวณจุดสั่งซื้อสินค้า (*Reorder Point: ROP)* ซึ่งเป็นจุดที่บ่งบอกถึงปริมาณสินค้าคงคลังที่อยู่ในระบบที่ทำให้ต้องมีการสั่งซื้อและปริมาณสินค้าคงคลังสำรอง (*Safety Stock : ss)* ได้ดังนี้

$$ROP = (\bar{d} \times \overline{LT}) + z\sqrt{LT}\,(\sigma_d)$$

$$ROP = 3{,}581.15$$

$$Ss = z\sqrt{L}\,(\delta_d)$$

$$Ss = 1{,}810.05$$

ตารางที่ 12 จุดสั่งซื้อใหม่ และปริมาณสินค้าคงคลังสำรอง

ค่าตัวแปร	จำนวน	หน่วย (เดือน)
จุดสั่งซื้อใหม่ (ROP)	3,581.15	ตัน
ปริมาณสินค้าคงคลังสำรอง (Ss)	1,810.05	ตัน

จากตารางที่ 12 การคำนวณหาจุดสั่งซื้อใหม่นั้น เมื่อปริมาณแกลบในคงคลังลดเหลือ 3,581.15 ตัน ต้องทำการสั่งซื้อแกลบเข้าคงคลัง โดยปริมาณที่สั่งเท่ากับปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัดที่สุด และต้องมีปริมาณสินค้าคงคลังสำรองเท่ากับ 1,810.05 ตัน เพื่อป้องกันแกลบขาดสต็อก เนื่องจากความไม่แน่นอนของอัตราการใช้แกลบ

บทที่ 5
สรุปผลการดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยฉบับนี้เป็นการศึกษาและเปรียบเทียบรูปแบบการพยากรณ์ความต้องการใช้แกลบเพื่อนำมาผลิตกระแสไฟฟ้า และการประยุกต์ใช้ระบบการวางแผนความต้องการเก็บแกลบสำรองไว้ในคงคลัง มีจุดประสงค์เพื่อให้เกิดความสมดุลของปริมาณคงคลัง เพื่อนำไปใช้ในการวางแผนความต้องการแกลบสำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้า ของโรงไฟฟ้าชีวมวลแห่งหนึ่ง ซึ่งสามารถสรุปผลการดำเนินงานวิจัยได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการประยุกต์ใช้รูปแบบการพยากรณ์ 4 รูปแบบ

ในการพยากรณ์ความต้องการแกลบสำหรับผลิตกระแสไฟฟ้า กรณีศึกษาโรงไฟฟ้าชีวมวลแห่งหนึ่ง จังหวัดสุพรรณบุรี โดยเก็บรวบรวมข้อมูลตั้งแต่ปี พ.ศ. 2559 - พ.ศ. 2563 โดยทำการประยุกต์ใช้รูปแบบการพยากรณ์ทั้งหมด 4 วิธี คือ วิธีหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ วิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบง่าย วิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลสองเท่า และวิธีการถดถอยเชิงเส้นตรง โดยจะใช้เกณฑ์ในการพิจารณาการวัดความคลาดเคลื่อนค่าพยากรณ์ดังนี้ ค่าความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์เฉลี่ย (MAD) ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) และค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) โดยรูปแบบการพยากรณ์ที่ดี หรือเหมาะสมที่สุดจะต้องมีค่าความคลาดเคลื่อนค่าพยากรณ์ต่ำที่สุดในการวิจัย โดยใช้เกณฑ์พิจารณาค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) และค่าความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์เฉลี่ย (MAD) ที่ต่ำที่สุด ซึ่งจะพิจารณาที่ค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) ก่อน หากมีค่าเท่ากันจึงจะพิจารณาที่ค่าความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์เฉลี่ย (MAD) เป็นลำดับถัดไป

จากผลการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ พบว่า วิธีที่ให้ค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) และค่าความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์เฉลี่ย (MAD) ที่ต่ำที่สุด คือ วิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลสองเท่า โดยให้ค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) เท่ากับ 24 และค่าความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์เฉลี่ย (MAD) เท่ากับ 1488 วิธีที่ให้ค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) และค่าความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์เฉลี่ย (MAD) ที่ต่ำที่สุดรองลงมา คือ วิธีการถดถอยเชิงเส้นตรง โดยให้ค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) เท่ากับ 29 และค่าความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์เฉลี่ย (MAD) เท่ากับ 1594 และวิธีที่ให้ค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) และค่าความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์เฉลี่ย (MAD) ที่สูงที่สุด คือ วิธี

หาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 6 เดือน โดยให้ค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) เท่ากับ 37 และค่าความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์เฉลี่ย (MAD) เท่ากับ 1985

5.2 ผลการจัดการสินค้าคงคลังด้วยตัวแบบ EOQ

จากการคำนวณหาปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัด โดยในที่นี้จะไม่พิจารณาต้นทุนสินค้าขาดมือ โดยใช้ค่าพยากรณ์ปริมาณการสั่งซื้อเฉลี่ย จะได้ 5,903.68 ตันต่อเดือน จากการพยากรณ์ด้วยวิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลสองเท่าเป็นข้อมูลเข้าความต้องการแกลบ ปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัดเท่ากับ 6,190.92 ตันต่อเดือน เมื่อเปรียบเทียบต้นทุนรวมของการบริหารจัดการสินค้าคงคลังและต้นทุนรวมสำหรับปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัด จะพบว่าสามารถลดค่าใช้จ่ายได้ 1,293,569.00 บาทต่อเดือน คิดเป็น 11.66%

จากการคำนวณหาปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัดวิธีการคำนวณหาค่าจุดสั่งซื้อใหม่และปริมาณสินค้าคงคลังสำรอง ไปใช้ในการควบคุมแกลบในคงคลังโรงไฟฟ้าชีวมวลแห่งหนึ่ง ผลที่ได้จากสูตรการคำนวณ เมื่อปริมาณแกลบในคงคลังลดเหลือ 3,581.15 ตัน ต้องทำการสั่งซื้อแกลบเข้าคงคลัง โดยปริมาณที่สั่งเท่ากับปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัดที่สุด และต้องมีปริมาณสินค้าคงคลังสำรองเท่ากับ 1,810.05 ตัน

5.3 การสร้างโมเดลนโยบายคงคลังสินค้าที่เหมาะสมสำหรับการสำรองปริมาณแกลบ

ปัจจุบันโรงไฟฟ้าชีวมวลกรณีศึกษามีความต้องการแกลบเฉลี่ยวันละ 170 ตันต่อวัน ในแต่ละรอบการวิ่งแกลบนั้น จะสามารถวิ่งแกลบได้โดยเฉลี่ยรอบละ 18.58 ตันต่อรอบ จากการคำนวณหาปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัดเท่ากับ 6,190.92 ตันต่อเดือน เฉลี่ยวันละ 206.36 ตันต่อวัน โดยในปัจจุบันโรงไฟฟ้าชีวมวลกรณีศึกษามีข้อจำกัดในเรื่องของจำนวนรถวิ่งแกลบและจำนวนของเที่ยวรถวิ่งแกลบ ผู้วิจัยจึงได้นำเสนอโมเดลนโยบายดังนี้

5.3.1 โมเดลนโยบายที่ 1 การเพิ่มรถวิ่งแกลบ

ปัจจุบันโรงไฟฟ้าชีวมวลกรณีศึกษามีรถวิ่งแกลบทั้งสิ้นจำนวน 3 คัน โดยพนักงานจะวิ่งแกลบคนละ 3 รอบ ซึ่งสามารถวิ่งแกลบได้โดยประมาณ 167.22 ตันต่อวัน หากทำการเพิ่มรถวิ่งแกลบเป็น 4 คัน จะส่งผลให้สามารถวิ่งแกลบได้โดยประมาณ 222.96 ตันต่อวัน ซึ่งจะสอดคล้องกับปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัด ข้อเสียของนโยบายนี้คือ จะต้องพิจารณาถึงเรื่องค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นในเรื่องของเงินเดือนของพนักงานขับรถ ค่าบำรุงรักษารถ

5.3.2 โมเดลนโยบายที่ 2 การเพิ่มเที่ยวรถวิ่งแกลบ

ปัจจุบันโรงไฟฟ้าชีวมวลกรณีศึกษามีพนักงานขับรถวิ่งแกลบทั้งสิ้นจำนวน 3 คน โดยพนักงานแต่ละคนจะขับรถวิ่งแกลบคนละ 3 เที่ยวต่อวัน วิ่งแกลบโดยประมาณ 167.22 ตันต่อวัน หากทำการเพิ่มเที่ยวรถวิ่งแกลบเป็น 4 คัน จะส่งผลให้สามารถวิ่งแกลบได้โดยประมาณ 222.96 ตันต่อวัน ซึ่งจะสอดคล้องกับปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัด ข้อเสียของนโยบายนี้คือจะต้องพิจารณาถึงเรื่องค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นในเรื่องของเงินเดือนพนักงาน เนื่องจากการเพิ่มเที่ยวรถวิ่งแกลบ จะต้องเพิ่มเงินให้พนักงาน และการเพิ่มเที่ยวรถวิ่งแกลบให้กับพนักงานขับรถยังส่งผลกระทบถึงเรื่องสุขภาพของพนักงานอีกด้วย

5.4 ข้อเสนอแนะในงานวิจัย

5.4.1 ในการพยากรณ์ความต้องการโดยใช้เทคนิคการพยากรณ์จะต้องเลือกรูปแบบการคำนวณให้สอดคล้องกับแนวโน้มและปริมาณความต้องการ จึงจำเป็นต้องมีการวิเคราะห์ผลอย่างต่อเนื่อง และเพื่อความแม่นยำอาจมีการเพิ่มวิธีการในการพยากรณ์ เพื่อเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนค่าพยากรณ์

5.4.2 ในการเลือกรูปแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสม นอกจากจะพิจารณาจากดังนี้ ค่าความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์เฉลี่ยและค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยแล้ว ควรจะพิจารณาถึงค่าที่ได้จากการพยากรณ์เทียบกับข้อมูลการสั่งซื้อจริง เพื่อพิจารณาประกอบกันถึงผลในด้านต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น

5.4.3 ปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัดที่คำนวณได้มีค่าใช้จ่ายรวมที่ต่ำกว่า แต่ในความเป็นจริงนั้นปริมาณความต้องการแกลบในแต่ละเดือนมีปริมาณไม่เท่ากัน และราคาที่อาจมีความผันผวนในแต่ละเดือน อาจมีการพิจารณาถึงปริมาณสินค้าคงคลังเข้ามา เพื่อความสะดวกและแม่นยำในการดำเนินงาน

5.4.4 ในการเลือกโมเดลนโยบายคงคลังสินค้าที่เหมาะสมสำหรับการสำรองปริมาณแกลบ ควรพิจารณาถึงเรื่องค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นจากเดิม เพื่อพิจารณาประกอบกันถึงผลกระทบในด้านต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนพื้นฐานความคุ้มค่าของการตัดสินใจ

5.4.5 ควรมีการจัดหาแหล่งจัดซื้อแกลบให้มีความเหมาะสมกับปริมาณแกลบที่ต้องการ เนื่องจากเจ้าของโรงสีมีอำนาจในการต่อรองราคามากขึ้น อาจส่งผลกระทบต่อการวางแผนความต้องการแกลบ

รายการอ้างอิง

True Energy. (2558). โรงไฟฟ้าชีวมวล. สืบค้นเมื่อ กุมภาพันธ์ 2564 , จาก http://www.trueenergy.co.th/biomass.html

กระทรวงพลังงาน. (ม.ป.ป.). ค่าความร้อนของเชื้อเพลงชีวมวล. สืบค้นเมื่อ กุมภาพันธ์ 2564 , จาก http://biomass.dede.go.th/biomass_web/index.html

กระทรวงพลังงาน. (2561). ประเภทเชื้อเพลิงพลังงาน. สืบค้นเมื่อ กุมภาพันธ์ 2564 , จาก https://data.energy.go.th/factsheet

กระทรวงพลังงาน. (2558). แผนปฏิบัติราชการ 5 ปี (พ.ศ. 2563 - พ.ศ. 2565) ของกระทรวงพลังงาน. สืบค้นเมื่อ กุมภาพันธ์ 2564 , จาก https://energy.go.th/2015/wp-content/uploads/2019/ %2012/ แผนปฏิบัติราชการ 5 ปี_กระทรวงพลังงาน2563-2565.pdf

กระทรวงพลังงาน. (2555). พลังงานชีวมวล. สืบค้นเมื่อ กุมภาพันธ์ 2564 , จาก http://www.energyvision.co.th/14424507/พลังงานชีวมวล

กุณฑลี รื่นรมย์. (2547). การพยากรณ์การขาย = *Sales forecasting* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม. (ม.ป.ป.). การควบคุมคลังพัสดุ. สืบค้นเมื่อ กุมภาพันธ์ 2564 , จาก http://msci.chandra.ac.th/econ/or_11.pdf

จันทร์เพ็ญ อนุรัตนานนท์ และคณะ. (2563). การจัดตารางการสั่ง ซื้อยาในโรงพยาบาลรัฐ กรณีศึกษาโรงพยาบาลสิรินธร วารสารข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการไทย (*Thai Industrial Engineering Network Journal), 2*(6), 8 - 19.

เฉลิมชาติ ธีระวิริยะ. (2560). การเปรียบเทียบวธการพยากรณ์สำหรับความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าในจังหวัดนครพนม. *Naresuan University Journal: Science and Technology 2017, 4*(27), 124 – 137.

ชีวมวล(BIOMASS). (2558). แหล่งกำเนิดของชีวมวล. สืบค้นเมื่อ กุมภาพันธ์ 2564 , จาก https://ienergyguru.com/2015/08/ชีวมวล -biomass/

ชูศักดิ์ พรสิงห์. (2562). ทฤษฎีสินค้าคงคลังในการจัดการห่วงโซ่อุปทาน. นครปฐม: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ณัฏฐพันธ์ เขจรนันทน์ และฉัตยาพร เสมอใจ (2550). การจัดการ (*Management)*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ด ยูเคชั่น.

ธีระพงษ์ ทับพร และคณะ. (2561). การพยากรณ์ยอดขายและการบรหารสินค้าคงคลังของสินค้าคางหมึกยักษ์แช่แข็ง: บรษัท สยามแม็คโคร จำกัด มหาชน วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยธนบุรี (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี) *2*(2), 28 - 41.

นภัสวรรณ คุ้มครอง และฉัตรรัตน โหตระไวศยะ (2562). การจัดการคลังสินคาโดยใชปรมาณที่เหมาะสมในการสั่งซื้อสินคา (EOQ) วารสารนวัตกรรมและการจัดการ *4*, 40 - 46.

นรวัฒน์ เหลืองทอง และนันทชัย กานตานันทะ (2559). การเลือกตัวแบบพยากรณ์ผลผลิตการเกษตรที่เหมาะสม วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี *3*(24), 370 -381.

บริษัท เอ็นเนอร์ยี่ วิชั่น จำกัด. (2562). โรงไฟฟ้าชีวมวล. สืบค้นเมื่อ กุมภาพันธ์ 2564 , จาก http://www.energyvision.co.th/

บุญชัย แซ่สิ้ว และศุภรัชชัย วรรัตน์ (2562). การศึกษาเทคนิคการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลาที่เหมาะสม กรณีศึกษา: โรงงานผลิตอาหารสัตว์ วิศวกรรมสารเกษมบัณฑิต *2*(9), 54 - 70.

ปิยมาส กล้าแข็ง. (ม.ป.ป.). การพยากรณ์ (Forecast). สืบค้นเมื่อ กุมภาพันธ์ 2564 , จาก http://www.elcls.ssru.ac.th/piyamas_kl/pluginfile.php/25/block_html/content/Chapter4_Forecast.pdf

พิเชฐ พุ่มเกสรและนันทวัน เจริญสุข. (2556). การศึกษารูปแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์นมสดพาสเจอร์ไรซ์. Paper presented at the การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ ประจำปี 2556 (16 - 18 ตุลาคม 2556), พัทยา ชลบุรี.

มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม (มพส.). (2554). แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก 25% ในปี 10 (พ.ศ. 2555 - พ.ศ. 2564). สืบค้นเมื่อ กุมภาพันธ์ 2564 , จาก http://www.efe.or.th/

ลักขณา ฤกษ์เกษม. (2561). การพยากรณ์ความต้องการสินค้าสำหรับการวางแผนการผลิต: กรณีศึกษาการผลิตชุดสะอาด. วารสารปาริชาต มหาวิทยาลัยทักษิณ (ฉบับพิเศษ) *3*(28), 290 – 304.

โลจิสติกส์คาเฟ่. (2552). ต้นทุนของสินค้าคงคลัง. สืบค้นเมื่อ กุมภาพันธ์ 2564 , จาก https://www.logisticafe.com/2009/09/inventory-cost-ต้นทุนคงคลัง/

สุรเชษฐ ย่านวารี. (2558). ชีวมวล (BIOMASS). สืบค้นเมื่อ กุมภาพันธ์ 2564 , จาก https://ienergyguru.com/2015/ชีวมวล -biomass/

อภิญชญา ยิ่งยง และสุภาวดี สายสนิท (2562). การพยากรณ์ความต้องการวัตถุดิบเพื่อวางแผนสั่งซื้อที่เหมาะสม กรณีศกษา ร้าน *Vasatwo* Paper presented at the การประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีรัตนโกสินทร์ครั้งที่ 4 และการประชุมระดับนานาชาติ มหาวิทยาลัยรัตนโกสินทร์ ครั้งที่ 1 “การยกระดับงานวิจัยเพื่อขับเคลื่อนเศรษฐกิจและสังคมอย่างยั่งยืน”, ณ โรงแรมรอยัลริเวอร์ กรุงเทพมหานคร

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นายศีลวัชร์ แก้วพิจิตร
วัน เดือน ปี เกิด	27 กุมภาพันธ์ 2536
สถานที่เกิด	โรงพยาบาลวิชัยยุทธ
วุฒิการศึกษา	จบการศึกษา มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนเซ็นต์คาเบียล มัธยมศึกษาตอนปลาย St.johnsbury academy Bachelor of science degree. Automotive technology. Pennsylvania college of technology.
ที่อยู่ปัจจุบัน	182/9 ถนนราชวิถี ตำบลพระปฐมเจดีย์ อำเภอเมืองนครปฐม จังหวัดนครปฐม รหัสไปรษณีย์ 73000
ผลงานตีพิมพ์	-
รางวัลที่ได้รับ	-