ผลกระทบของวิธีการพยากรณ์ต่อบูลวิปเอฟเฟคในโซ่อุปทาน ภายใต้ความต้องการแบบเป็นครั้งคราว

IMPACT OF FORECASTING METHODS ON BULLWHIP EFFECT IN SUPPLY CHAIN UNDER INTERMITTENT DEMAND

นาย จันทราภา ภู่วารี

MR. CHANTHRAPHA PHUWARI

นางสาว ณัฐนันท์ วิวัฒน์ยุวะถาวร

MS. NATTANAN WIWATYUWATHAWORN

นางสาว วรางคณา ชูชาติ

MS. WARANGKANA CHUCHAT

นาย สิธิกร เรืองจันทร์

MR. SITHIKORN RUANGJAN

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2566

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IMPACT OF FORECASTING METHODS ON BULLWHIP EFFECT IN SUPPLY CHAIN UNDER INTERMITTENT DEMAND

MR. CHANTHRAPHA PHUWARI
MS. NATTANAN WIWATYUWATHAWORN
MS. WARANGKANA CHUCHAT
MR. SITHIKORN RUANGJAN

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN INDUSTRIAL ENGINEERING
SCHOOL OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2023

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ผลกระทบของวิธีการพยากรณ์ต่อบูลวิปเอฟเฟคในโซ่อุปทานภายใต้ความต้องการแบบเป็นครั้งคราว IMPACT OF FORECASTING METHODS ON BULLWHIP EFFECT IN SUPPLY CHAIN UNDER INTERMITTENT DEMAND
นักศึกษา	นายจันทราภา ภู่วารี รหัสประจำตัว 63010130 นางสาวณัฐนันท์ วิวัฒน์ยุวะถาวร รหัสประจำตัว 63010321 นางสาววรางคณา ชูชาติ รหัสประจำตัว 63010857 นายสิธิกร เรืองจันทร์ รหัสประจำตัว 63010968
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์

(ผศ.ดร.กิตติวัฒน์ สิริเกษมสุข)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ผลกระทบของวิธีการพยากรณ์ต่อบูลวิปเอฟเฟคในโซ่อุปทานภายใต้ความต้องการแบบเป็นครั้งคราว
นักศึกษา	นายจันทราภา ภู่วารี นางสาวณัฐนันท์ วิวัฒน์ยุวะถาวร นางสาววรางคณา ชูชาติ นายสิธิกร เรืองจันทร์
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา	2566
อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	ผศ.ดร.กิตติวัฒน์ สิริเกษมสุข

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาผลกระทบของวิธีการพยากรณ์ต่อบูลวิปเอฟเฟคและค่าความคลาดเคลื่อนของแต่ละวิธีพยากรณ์ภายใต้ความต้องการแบบอินเทอร์มิตเทนต์ โดยมีโซ่อุปทาน 2 ระดับประกอบด้วย ลูกค้า ผู้ผลิต 1 แห่ง และผู้จัดจำหน่าย 1 แห่ง วิธีการพยากรณ์มีทั้งหมด 4 รูปแบบ ได้แก่ 1. วิธีการปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล (Exponential Smoothing Forecasting, ES) 2. วิธี Croston (CR) 3. วิธี Syntetos and Boylan Approximation (SBA) และ 4. วิธี Syntetos Method (SY) กำหนดให้ใช้นโยบายการจัดการสินค้าคงคลังเป็นแบบสั่งซื้อที่เหมาะสม (Order-up-to Inventory Policy) และความต้องการของลูกค้าถูกสมมติให้มีการกระจายตัวแบบปัวซอง (Poisson Distribution) ค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ความต้องการถูกวัดด้วย 2 วิธี ได้แก่ ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Deviation, MAD) และค่าสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Scaled Error, MASE) จากผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่า วิธี Syntetos and Boylan Approximation (SBA) ควรเลือกใช้มากที่สุด เพราะให้ค่าบูลวิปเอฟเฟคที่มีแนวโน้มน้อยกว่าทุกวิธีการพยากรณ์ ส่วนวิธีของ Croston (CR) และวิธีของ Syntetos (SY) มีแนวโน้วให้ค่าบูลวิป-เอฟเฟคที่น้อยเป็นอันดับที่ 2 และ 3 ตามลำดับ ส่วนวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลไม่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ความต้องการแบบอินเทอร์มิตเทนต์เนื่องจากมีแนวโน้มที่จะทำให้เกิดบูลวิปเอฟเฟคมากกว่าวิธีการพยากรณ์อื่น นอกจากนี้งานวิจัยฉบับนี้ยังแสดงให้เห็นว่า ค่าบูลวิปเอฟเฟคที่น้อยแต่ค่าความคลาดเคลื่อนอาจเพิ่มมากขึ้นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Impact of Forecasting Methods on Bullwhip Effect in Supply Chain under Intermittent Demand
Student	Mr. Chanthrapha Phuwari Ms. Nattanan Wiwatyuwathaworn Ms. Warangkana Chuchat Mr. Sithikorn Ruangjan
Degree	Bachelor of Engineering in Industrial Engineering King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Academic Year	2023
Thesis Advisor	Asst.Prof.Dr.Kittiwat Sirikasemsuk

ABSTRACT

This research examined the impacts of forecasting methods on the bullwhip effect and forecasting accuracy under intermittent demand. The two-stage supply chain consisted of a customer, a manufacturer, and a distributor. The study considered four forecasting methods: 1. Exponential Smoothing Forecasting (ES), 2. Croston Method (CR), 3. Syntetos and Boylan Approximation (SBA), and 4. Syntetos Method (SY). The order-up-to inventory policy was employed, with incoming demand assumed to follow a Poisson distribution. Two measures of forecasting accuracy were utilized: Mean Absolute Deviation (MAD) and Mean Absolute Scaled Error (MASE). The analysis results indicated that the Syntetos and Boylan Approximation (SBA) method should be preferred, as it exhibited a lower bullwhip effect value compared to other forecasting methods. Croston's method (CR) and Syntetos method (SY) tended to demonstrate lower bullwhip effect values, ranking 2nd and 3rd, respectively. Exponential smoothing method was deemed unsuitable for intermittent demand forecasting due to their higher likelihood of inducing a bullwhip effect compared to other forecasting methods. Furthermore, the research highlighted that a small bullwhip effect value could potentially exacerbate forecasting errors.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เรื่อง ผลกระทบของวิธีการพยากรณ์ต่อบูลวิปเอฟเฟคในโซ่อุปทานภายใต้ความต้องการแบบเป็นครั้งคราว สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบคุณ

ผศ.ดร.กิตติวัฒน์ สิริเกษมสุข อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์เป็นอย่างสูง สำหรับโอกาสในการศึกษาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ รวมทั้งให้ความรู้ คำแนะนำ ข้อคิดเห็น ตลอดจนตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์อย่างมากต่อปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ด้วยความเอาใจใส่ จนกระทั่งปริญญานิพนธ์สามารถสำเร็จลุล่วงด้วยดี

ผู้วิจัยขอขอบคุณอาจารย์และเจ้าหน้าที่ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการทุกท่าน สำหรับคำแนะนำที่มีประโยชน์และความช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ จนผู้วิจัยสามารถดำเนินงานวิจัยสำเร็จเรียบร้อยสมบูรณ์

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา รวมไปถึงบุคคลที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ ที่ไม่ได้กล่าวนาม ตลอดจนเพื่อน ๆ ทุกคนที่เกี่ยวข้องกับความสำเร็จของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำหรับความช่วยเหลือและคอยเป็นกำลังใจที่ดีตลอดมา

นายจันทราภา ภู่วารี
นางสาวณัฐนันท์ วิวัฒน์ยุวะถาวร
นางสาววรางคณา ชูชาติ
นายสิธิกร เรืองจันทร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... **ข**
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... **ค**
กิตติกรรมประกาศ ..... **ง**
สารบัญ ..... **จ**
สารบัญตาราง ..... **ช**
สารบัญรูป ..... **ฎ**

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 3
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย 4
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4
1.5 แผนการดำเนินงาน 5
1.6 สัญลักษณ์ที่ใช้ในงานวิจัย 6

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 บูลวิปเอฟเฟค 8
2.2 การจำแนกรูปแบบความต้องการ 9
2.3 วิธีการพยากรณ์ความต้องการแบบอินเทอร์มิตเทนต์ 11
2.3.1 การพยากรณ์โดยวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล 11
2.3.2 การพยากรณ์โดยวิธี Croston 12
2.3.3 การพยากรณ์โดยวิธี Syntetos and Boylan 13
2.3.4 การพยากรณ์โดยวิธี Syntetos 14
2.4 โซ่อุปทาน 15
2.5 นโยบายการจัดการสินค้าคงคลังแบบการสั่งซื้อที่เหมาะสม 16
2.6 ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย 17
2.7 ค่าสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย 17
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 โครงสร้างห่วงโซ่อุปทานของงานวิจัย 33
3.2 ปัจจัยและผลตอบสนองที่เกี่ยวข้อง 34
3.2.1 ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง 34
3.2.2 เหตุผลในการเลือกวิธีการพยากรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย 35
3.2.3 ผลตอบสนองที่เกี่ยวข้อง 36
3.3 การออกแบบการทดลองและตารางเก็บข้อมูล 37
3.4 การสร้างค่าความต้องการสำหรับการทดลอง 50
3.5 การสร้างแบบจำลองบน MS Excel มุ่งเน้นวิธีการคำนวณ 57
3.5.1 การสร้างค่าความต้องการ 57
3.5.2 การสร้างการพยากรณ์ความต้องการ 58
3.5.3 การคำนวณหาปริมาณคำสั่งซื้อ 65
3.5.4 การหาค่าบูลวิปเอฟเฟค 66
3.5.5 การคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ 67
3.6 การสร้างแบบจำลองบน MS Excel มุ่งเน้นการเชื่อมโยงสูตร 70
3.6.1 ตารางจัดการคำนวณของการพยากรณ์โดยวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล 70
3.6.2 การออกแบบ Spreadsheet ของการพยากรณ์โดยวิธี CR SBA และ SY 73

บทที่ 4 ผลการทดลอง

4.1 การศึกษานำร่อง 81
4.1.1 บันทึกข้อมูลจากการศึกษานำร่อง 87
4.1.2 การเปรียบเทียบผลของการศึกษานำร่อง 91
4.2 การเก็บและบันทึกข้อมูล 93
4.3 ผลการวิเคราะห์พฤติกรรมของค่าบูลวิปเอฟเฟค 106
4.4 ผลการวิเคราะห์พฤติกรรมของค่าความคลาดเคลื่อนของวิธีการพยากรณ์ 113
4.5 แนวโน้มและการเลือกใช้วิธีการพยากรณ์ 127
4.5.1 แนวโน้มของค่าบูลวิปเอฟเฟค 127
4.5.2 ผลวิเคราะห์การเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAD) 128
4.5.3 ผลวิเคราะห์การเปรียบเทียบค่าสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MASE) 128

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย

5.1 สรุปผลการวิจัย 130

5.2 การอภิปรายผล 131

5.3 ข้อเสนอแนะของงานวิจัย 132

เอกสารอ้างอิง 133

ภาคผนวก ก ความต้องการของลูกค้าในงานวิจัย 137

ภาคผนวก ข ตารางการจัดการการจำลองการเกิดบูลวิปเอฟเฟคด้วยวิธีการพยากรณ์แบบต่าง ๆ 158

ภาคผนวก ค ใบแบ่งภาระงาน 163

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงาน 5
ตารางที่ 1.2 สัญลักษณ์ทั่วไปที่ใช้ในงานวิจัยนี้ 6
ตารางที่ 2.1 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับบูลวิปเอฟเฟค 24
ตารางที่ 2.2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการพยากรณ์ในความต้องการแบบอินเทอร์มิตเทนต์ 25
ตารางที่ 2.3 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการพยากรณ์ในความต้องการแบบอินเทอร์มิตเทนต์ 28
ตารางที่ 3.1 ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง 34
ตารางที่ 3.2 ข้อดีของการพยากรณ์ในแต่ละวิธี 35
ตารางที่ 3.3 ผลตอบสนองที่เกี่ยวข้อง 36
ตารางที่ 3.4 การเก็บข้อมูลของค่าบูลวิปเอฟเฟคภายใต้วิธีการพยากรณ์โดยใช้วิธีการพยากรณ์แบบ ES 38
ตารางที่ 3.5 การเก็บข้อมูลของค่าบูลวิปเอฟเฟคภายใต้วิธีการพยากรณ์โดยใช้วิธีการพยากรณ์แบบ CR 39
ตารางที่ 3.6 การเก็บข้อมูลของค่าบูลวิปเอฟเฟคภายใต้วิธีการพยากรณ์โดยใช้วิธีการพยากรณ์แบบ SBA 40
ตารางที่ 3.7 การเก็บข้อมูลของค่าบูลวิปเอฟเฟคภายใต้วิธีการพยากรณ์โดยใช้วิธีการพยากรณ์แบบ SY 41
ตารางที่ 3.8 การเก็บข้อมูลของค่า MAD ภายใต้วิธีการพยากรณ์โดยใช้วิธีการพยากรณ์แบบ ES 42
ตารางที่ 3.9 การเก็บข้อมูลของค่า MAD ภายใต้วิธีการพยากรณ์โดยใช้วิธีการพยากรณ์แบบ CR 43
ตารางที่ 3.10 การเก็บข้อมูลของค่า MAD ภายใต้วิธีการพยากรณ์โดยใช้วิธีการพยากรณ์แบบ SBA 44
ตารางที่ 3.11 การเก็บข้อมูลของค่า MAD ภายใต้วิธีการพยากรณ์โดยใช้วิธีการพยากรณ์แบบ SY 45
ตารางที่ 3.12 การเก็บข้อมูลของค่า MASE ภายใต้วิธีการพยากรณ์โดยใช้วิธีการพยากรณ์แบบ ES 46
ตารางที่ 3.13 การเก็บข้อมูลของค่า MASE ภายใต้วิธีการพยากรณ์โดยใช้วิธีการพยากรณ์แบบ CR 47
ตารางที่ 3.14 การเก็บข้อมูลของค่า MASE ภายใต้วิธีการพยากรณ์โดยใช้วิธีการพยากรณ์แบบ SBA 48
ตารางที่ 3.15 การเก็บข้อมูลของค่า MASE ภายใต้วิธีการพยากรณ์โดยใช้วิธีการพยากรณ์แบบ SY 49
ตารางที่ 3.16 ค่าความต้องการที่มีการกระจายตัวแบบปัวซองที่มีค่าเฉลี่ย (λ) เป็น 0.25 ชุดที่ 1 52
ตารางที่ 3.17 ค่าความต้องการที่มีการกระจายตัวแบบปัวซองที่มีค่าเฉลี่ย (λ) เป็น 0.50 ชุดที่ 1 53
ตารางที่ 3.18 ค่าความต้องการที่มีการกระจายตัวแบบปัวซองที่มีค่าเฉลี่ย (λ) เป็น 0.75 ชุดที่ 1 54
ตารางที่ 3.19 ค่าความต้องการที่มีการกระจายตัวแบบปัวซองที่มีค่าเฉลี่ย (λ) เป็น 1.00 ชุดที่ 1 55
ตารางที่ 3.20 ค่าความต้องการที่มีการกระจายตัวแบบปัวซองที่มีค่าเฉลี่ย (λ) เป็น 1.25 ชุดที่ 1 56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 4.1 ปัจจัยและระดับของการศึกษานำร่อง 82
ตารางที่ 4.2 การศึกษานำร่องในรูปของตารางการบันทึกข้อมูลบูลวิปเอฟเฟคโดยวิธีการพยากรณ์แบบ ES .. 83
ตารางที่ 4.3 การศึกษานำร่องในรูปของตารางการบันทึกข้อมูลบูลวิปเอฟเฟคโดยวิธีการพยากรณ์ CR 83
ตารางที่ 4.4 การศึกษานำร่องในรูปของตารางการบันทึกข้อมูลบูลวิปเอฟเฟคโดยวิธีการพยากรณ์ SBA 83
ตารางที่ 4.5 การศึกษานำร่องในรูปของตารางการบันทึกข้อมูลบูลวิปเอฟเฟคโดยวิธีการพยากรณ์ SY..... 84
ตารางที่ 4.6 การศึกษานำร่องในรูปของตารางการบันทึกข้อมูลค่า MAD โดยวิธีการพยากรณ์แบบ ES 84
ตารางที่ 4.7 การศึกษานำร่องในรูปของตารางการบันทึกข้อมูลค่า MAD โดยวิธีการพยากรณ์ CR..... 84
ตารางที่ 4.8 การศึกษานำร่องในรูปของตารางการบันทึกข้อมูลค่า MAD โดยวิธีการพยากรณ์ SBA..... 85
ตารางที่ 4.9 การศึกษานำร่องในรูปของตารางการบันทึกข้อมูลค่า MAD โดยวิธีการพยากรณ์ SY.....85
ตารางที่ 4.10 การศึกษานำร่องในรูปของตารางการบันทึกข้อมูลค่า MASE โดยวิธีการพยากรณ์แบบ ES 85
ตารางที่ 4.11 การศึกษานำร่องในรูปของตารางการบันทึกข้อมูลค่า MASE โดยวิธีการพยากรณ์ CR..... 86
ตารางที่ 4.12 การศึกษานำร่องในรูปของตารางการบันทึกข้อมูลค่า MASE โดยวิธีการพยากรณ์ SBA..... 86
ตารางที่ 4.13 การศึกษานำร่องในรูปของตารางการบันทึกข้อมูลค่า MASE โดยวิธีการพยากรณ์ SY..... 86
ตารางที่ 4.14 ค่าบูลวิปเอฟเฟคของการศึกษานำร่องโดยใช้วิธี ES ในการพยากรณ์ความต้องการ..... 87
ตารางที่ 4.15 ค่าบูลวิปเอฟเฟคของการศึกษานำร่องโดยใช้วิธี CR ในการพยากรณ์ความต้องการ.....87
ตารางที่ 4.16 ค่าบูลวิปเอฟเฟคของการศึกษานำร่องโดยใช้วิธี SBA ในการพยากรณ์ความต้องการ 87
ตารางที่ 4.17 ค่าบูลวิปเอฟเฟคของการศึกษานำร่องโดยใช้วิธี SY ในการพยากรณ์ความต้องการ..... 88
ตารางที่ 4.18 ค่า MAD ของการศึกษานำร่องโดยใช้วิธีแบบ ES ในการพยากรณ์ความต้องการ.....88
ตารางที่ 4.19 ค่า MAD ของการศึกษานำร่องโดยใช้วิธี CR ในการพยากรณ์ความต้องการ.....88
ตารางที่ 4.20 ค่า MAD ของการศึกษานำร่องโดยใช้วิธี SBA ในการพยากรณ์ความต้องการ 89
ตารางที่ 4.21 ค่า MAD ของการศึกษานำร่องโดยใช้ SY ในการพยากรณ์ความต้องการ..... 89
ตารางที่ 4.22 ค่า MASE ของการศึกษานำร่องโดยใช้วิธีแบบ ES ในการพยากรณ์ความต้องการ.....89
ตารางที่ 4.23 ค่า MASE ของการศึกษานำร่องโดยใช้วิธี CR ในการพยากรณ์ความต้องการ..... 90
ตารางที่ 4.24 ค่า MASE ของการศึกษานำร่องโดยใช้วิธี SBA ในการพยากรณ์ความต้องการ..... 90
ตารางที่ 4.25 ค่า MASE ของการศึกษานำร่องโดยใช้วิธี SY ในการพยากรณ์ความต้องการ 90

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 4.26 การเก็บข้อมูลค่าบูลวิปเอฟเฟคของวิธีการพยากรณ์แบบ ES 94
ตารางที่ 4.27 การเก็บข้อมูลค่าบูลวิปเอฟเฟคของวิธีการพยากรณ์แบบ CR..... 95
ตารางที่ 4.28 การเก็บข้อมูลค่าบูลวิปเอฟเฟคของวิธีการพยากรณ์แบบ SBA..... 96
ตารางที่ 4.29 การเก็บข้อมูลค่าบูลวิปเอฟเฟคของวิธีการพยากรณ์แบบ SY 97
ตารางที่ 4.30 การเก็บข้อมูลค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของวิธีการพยากรณ์แบบ ES 98
ตารางที่ 4.31 การเก็บข้อมูลค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของวิธีการพยากรณ์แบบ CR..... 99
ตารางที่ 4.32 การเก็บข้อมูลค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของวิธีการพยากรณ์แบบ SBA 100
ตารางที่ 4.33 การเก็บข้อมูลค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของวิธีการพยากรณ์แบบ SY 101
ตารางที่ 4.34 การเก็บข้อมูลค่าสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของวิธีการพยากรณ์แบบ ES..... 102
ตารางที่ 4.35 การเก็บข้อมูลค่าสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของวิธีการพยากรณ์แบบ CR 103
ตารางที่ 4.36 การเก็บข้อมูลค่าสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของวิธีการพยากรณ์แบบ SBA 104
ตารางที่ 4.37 การเก็บข้อมูลค่าสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของวิธีการพยากรณ์แบบ SY..... 105
ตารางที่ 4.38 แนวโน้มของค่าบูลวิปเอฟเฟค 127
ตารางที่ 4.39 แนวโน้มของค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย 128
ตารางที่ 4.40 แนวโน้มของค่าสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย 128

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1.1 บูลวิปเอฟเฟค (Bullwhip Effect) 2
รูปที่ 1.2 โครงสร้างโซ่อุปทาน 2 ระดับ 4
รูปที่ 2.1 ประเภทของความต้องการ 10
รูปที่ 2.2 องค์ประกอบของหน่วยงานหลักภายในโซ่อุปทาน 15
รูปที่ 3.1 วิธีการดำเนินงาน 32
รูปที่ 3.2 โครงสร้างโซ่อุปทาน 2 ระดับ และการคำนวณบูลวิปเอฟเฟค 33
รูปที่ 3.3 การสร้างและตรวจสอบความต้องการแบบอินเทอร์มิตเทนต์ที่มีการกระจายตัวแบบปัวซอง 50
รูปที่ 3.4 การสร้างค่าความต้องการของลูกค้า 57
รูปที่ 3.5 ค่าการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าด้วยวิธี ES ที่ t สัปดาห์ 58
รูปที่ 3.6 ค่าการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าด้วยวิธี CR ที่ t สัปดาห์ 59
รูปที่ 3.7 ค่าการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าด้วยวิธี SBA ที่ t สัปดาห์ 61
รูปที่ 3.8 ค่าการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าด้วยวิธี SY ที่ t สัปดาห์ 63
รูปที่ 3.9 การคำนวณหาปริมาณคำสั่งซื้อ 65
รูปที่ 3.10 ค่าบูลวิปเอฟเฟคของการพยากรณ์วิธี CR 67
รูปที่ 3.11 ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของการพยากรณ์วิธี CR 68
รูปที่ 3.12 ค่าความสเกลความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย ของการพยากรณ์วิธี CR 69
รูปที่ 3.13 ภาพรวมการจัดการของการพยากรณ์โดยวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล 72
รูปที่ 3.14 ภาพรวมการจัดการของการพยากรณ์โดยวิธี CR 74
รูปที่ 3.15 ภาพรวมการจัดการของการพยากรณ์โดยวิธี SBA 76
รูปที่ 3.16 ภาพรวมการจัดการของการพยากรณ์โดยวิธี SY 78
รูปที่ 4.1 ค่าบูลวิปเอฟเฟคของการศึกษานำร่อง 91
รูปที่ 4.2 ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของการศึกษานำร่อง 91
รูปที่ 4.3 ค่าความคลาดเคลื่อนของการศึกษานำร่อง 92
รูปที่ 4.4 Box plot ค่าบูลวิปเอฟเฟคของวิธี ES 107
รูปที่ 4.5 Box plot ค่าบูลวิปเอฟเฟคของวิธี CR 107
รูปที่ 4.6 Box plot ค่าบูลวิปเอฟเฟคของวิธี SBA 108
รูปที่ 4.7 Box plot ค่าบูลวิปเอฟเฟคของวิธี SY 108

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 4.8 Box plot ค่าบูลวิปเอฟเฟคของวิธีการพยากรณ์ 4 วิธี กรณีที่ λ = 0.25 110

รูปที่ 4.9 Box plot ค่าบูลวิปเอฟเฟคของวิธีการพยากรณ์ 4 วิธี กรณีที่ λ = 0.50 110

รูปที่ 4.10 Box plot ค่าบูลวิปเอฟเฟคของวิธีการพยากรณ์ 4 วิธี กรณีที่ λ = 0.75 111

รูปที่ 4.11 Box plot ค่าบูลวิปเอฟเฟคของวิธีการพยากรณ์ 4 วิธี กรณีที่ λ = 1.00 111

รูปที่ 4.12 Box plot ค่าบูลวิปเอฟเฟคของวิธีการพยากรณ์ 4 วิธี ในกรณีที่ λ = 1.25 112

รูปที่ 4.13 Box plot ค่า MAD ของวิธี ES 114

รูปที่ 4.14 Box plot ค่า MAD ของวิธี CR 114

รูปที่ 4.15 Box plot ค่า MAD ของวิธี SBA 115

รูปที่ 4.16 Box plot ค่า MAD ของวิธี SY 115

รูปที่ 4.17 Box plot ค่า MAD ของวิธีการพยากรณ์ 4 วิธี กรณีที่ λ = 0.25 117

รูปที่ 4.18 Box plot ค่า MAD ของวิธีการพยากรณ์ 4 วิธี กรณีที่ λ = 0.50 117

รูปที่ 4.19 Box plot ค่า MAD ของวิธีการพยากรณ์ 4 วิธี กรณีที่ λ = 0.75 118

รูปที่ 4.20 Box plot ค่า MAD ของวิธีการพยากรณ์ 4 วิธี กรณีที่ λ = 1.00 118

รูปที่ 4.21 Box plot ค่า MAD ของวิธีการพยากรณ์ 4 วิธี กรณีที่ λ = 1.25 119

รูปที่ 4.22 Box plot ค่า MASE ของวิธี ES 121

รูปที่ 4.23 Box plot ค่า MASE ของวิธี CR 121

รูปที่ 4.24 Box plot ค่า MASE ของวิธี SBA 122

รูปที่ 4.25 Box plot ค่า MASE ของวิธี SY 122

รูปที่ 4.26 Box plot ค่า MASE ของวิธีการพยากรณ์ 4 วิธี ในกรณีที่ λ = 0.25 122

รูปที่ 4.27 Box plot ค่า MASE ของวิธีการพยากรณ์ 4 วิธี ในกรณีที่ λ = 0.50 124

รูปที่ 4.28 Box plot ค่า MASE ของวิธีการพยากรณ์ 4 วิธี ในกรณีที่ λ = 0.75 125

รูปที่ 4.29 Box plot ค่า MASE ของวิธีการพยากรณ์ 4 วิธี ในกรณีที่ λ = 1.00 125

รูปที่ 4.30 Box plot ค่า MASE ของวิธีการพยากรณ์ 4 วิธี ในกรณีที่ λ = 1.25 126

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

บทนี้จะกล่าวเกี่ยวกับความเป็นมาและความสำคัญในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ โดยผู้วิจัยได้บรรยายถึงข้อมูลทั่วไปและปัญหาที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับการพยากรณ์และผลกระทบต่อบูลวิปเอฟเฟค (Bullwhip Effect) ซึ่งมีรายละเอียดประกอบด้วย

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย
1.3 ขอบเขตปริญญานิพนธ์
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ
1.5 แผนการดำเนินงาน
1.6 สัญลักษณ์ที่ใช้ในงานวิจัยนี้

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

การดำเนินงานทางธุรกิจในปัจจุบันมีการแข่งขันอย่างมากทำให้หลาย ๆ องค์กรต่างแสวงหาวิธีการหรือการจัดการสมัยใหม่ที่ทำให้องค์กรสามารถแข่งขันทางธุรกิจได้อย่างยั่งยืน การจัดการโซ่อุปทาน (Supply Chain Management) จึงเป็นแนวคิดที่หลายองค์กรควรนำมาประยุกต์ใช้เพื่อก่อให้เกิดความมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการดำเนินงานทางธุรกิจ โดยประโยชน์ของการจัดการโซ่อุปทานอย่างมีประสิทธิผล คือ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงานและเพิ่มผลผลิต เพิ่มความสามารถในการตอบสนองความต้องการของลูกค้า ลดระดับการจัดเก็บสินค้าคงคลัง ลดเวลารวมในการผลิต ลดต้นทุนและเพิ่มผลกำไร

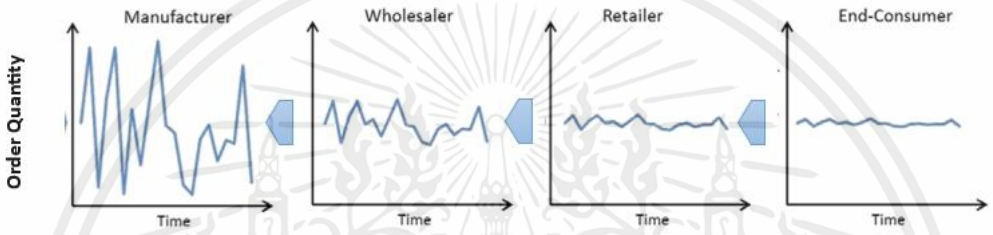
วัตถุประสงค์ที่สำคัญของการจัดการโซ่อุปทานขององค์กรหนึ่ง ๆ คือ การจัดให้มีการเคลื่อนย้ายวัสดุ วัตถุดิบ หรือชิ้นส่วนประกอบ จากผู้ส่งมอบวัตถุดิบ ให้สอดคล้องกับกระบวนการผลิตและการกระจายสินค้าสำเร็จรูปเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าที่ไม่แน่นอนและจัดเก็บสินค้าคงคลังให้มีจำนวนที่น้อยที่สุด โดยปัจจัยสำคัญที่ก่อให้เกิดความไม่แน่นอนในห่วงโซ่อุปทาน คือ การพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าด้วยวิธีที่ไม่เหมาะสม

ค่าพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าที่ไม่ถูกต้อง ส่งผลต่อความถูกต้องของการวางแผนการผลิตเพื่อผลิตสินค้าเฉพาะประเภทหรือรายการสินค้าที่ลูกค้าต้องการเท่านั้น ถ้าแผนการผลิตมีความผิดพลาดอาจผลิตสินค้าที่ลูกค้าไม่ต้องการในจำนวนมาก ๆ ซึ่งส่งผลให้ต้นทุนการจัดเก็บสินค้าเพิ่มสูงขึ้น หรืออาจผลิตสินค้าที่เป็นที่ต้องการของลูกค้าในจำนวนที่น้อยเกินไป ส่งผลให้ต้นทุนค่าเสียโอกาสในการขายมีค่าเพิ่มขึ้น ถ้าผู้ส่งมอบวัตถุดิบจัดส่งวัตถุดิบล่าช้า หรือไม่ครบตามจำนวนที่ลูกค้าสั่งซื้อจะมีผลทำให้การเคลื่อนย้ายของวัสดุหรือสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตลอดทั้งโซ่อุปทานล่าช้าไปด้วย และมีผลทำให้ลูกค้าเกิดความไม่พอใจ จากที่กล่าวมาข้างต้นการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าจึงเป็นกระบวนการหนึ่งที่มีความสำคัญต่อความมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลของการจัดการโซ่อุปทาน (สิทธิพร พิมพ์สกุล, 2565)

จากสภาพการแข่งขันธุรกิจในปัจจุบัน สมาชิกในห่วงโซ่อุปทานมุ่งหวังที่จะตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่มักต้องเผชิญกับปัญหาในการหาปริมาณความต้องการของลูกค้าที่แม่นยำ เมื่อข้อมูลเหล่านี้มีข้อบกพร่อง ส่งผลให้ปริมาณการสั่งซื้อมีความคลาดเคลื่อนไปจากปริมาณของความต้องการจริงของลูกค้า โดยการส่งข้อมูลในโซ่อุปทานย่อมเกิดความแปรปรวนของปริมาณการสั่งซื้อ ความแปรปรวนดังกล่าวจะมีการขยายตัวมากขึ้นจากปลายน้ำไปยังต้นน้ำ ทำให้เกิดปัญหาหลายอย่างในการจัดการโซ่อุปทาน ซึ่งการเกิดปรากฏการณ์นี้เรียกว่า “บูลวิปเอฟเฟค” (Bullwhip Effect)



รูปที่ 1.1 บูลวิปเอฟเฟค (Bullwhip Effect)

หมายเหตุ. zupports. (2021). นำเข้า ส่งออก 101 EP1:รู้จัก ปรากฏการณ์แส้ม้า Bullwhip Effect. เข้าถึงได้จาก https://zupports.co/bullwhip-effect-causes-and-mitigations/

การพยากรณ์ความต้องการเป็นหนึ่งในสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดบูลวิปเอฟเฟค (Lee et al., 1997) จากปัญหาดังกล่าวถือเป็นปัญหาที่สำคัญสำหรับหลาย ๆ องค์กร โดยเฉพาะอย่างยิ่งองค์กรที่มีความต้องการรูปแบบครั้งคราว (Intermittent Demand) ซึ่งได้รับความสนใจเป็นอย่างมากในช่วง 50 ปีที่ผ่านมา การทำนายความต้องการรูปแบบอินเทอร์มิตเทนต์ เป็นงานที่ซับซ้อนเนื่องจากความต้องการมีความแปรปรวนและมีช่วงเวลาที่ไม่แน่นอน (Interval Uncertainty) ความต้องการรูปแบบอินเทอร์มิตเทนต์เป็นลักษณะของความต้องการที่มีค่าเป็นศูนย์ในหลาย ๆ ช่วงเวลา ปรากฏการณ์ดังกล่าวมักจะพบได้ในธุรกิจที่มีบริการหลังการขาย (Willemain et al., 2004) เช่นเดียวกันกับอุตสาหกรรมการบินและอวกาศ ชิ้นส่วนคอมพิวเตอร์ อิเล็กทรอนิกส์ และเครื่องจักรอุตสาหกรรม บริษัทเหล่านี้มักจะมีการเก็บสต็อกชิ้นส่วนเพื่อลดความเสี่ยงต่อการเกิดช่วงเวลาสูญเปล่า (Downtime) และสามารถรองรับความต้องการของลูกค้าได้ โดยความท้าทายที่บริษัทต้องพบคือการหาสมดุลระหว่างค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาของสินค้าหมุนเวียนช้าและค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการหยุดเดินเครื่องจักร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การพยากรณ์อนุกรมเวลาแบบดั้งเดิมเช่น วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average, MA) หรือ วิธีปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล (Exponential Smoothing Forecasting, ES) มักจะล้มเหลวต่อการพยากรณ์สินค้าดังกล่าวให้มีความแม่นยำได้ (Pince et al., 2021) บริษัทเหล่านี้จึงต้องค้นหาวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับความต้องการรูปแบบอินเทอร์มิตเทนต์เพื่อลดโอกาสในการเกิดบูลวิปเอฟเฟคซึ่งเป็นการลดค่าใช้จ่ายและเพิ่มประสิทธิภาพขององค์กร

งานวิจัยฉบับนี้ได้ศึกษาผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อบูลวิปเอฟเฟค โดยทำการเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์แบบต่าง ๆ เพื่อหาวิธีที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ความต้องการแบบอินเทอร์มิตเทนต์ และศึกษาค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ว่าส่งผลต่อค่าบูลวิปเอฟเฟคอย่างไร

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

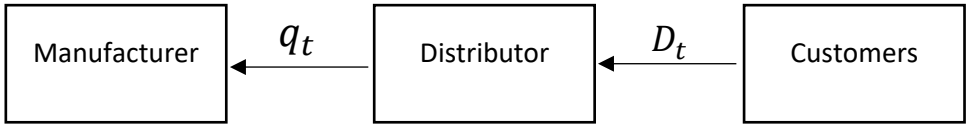
1. เพื่อศึกษาและจำลองบูลวิปเอฟเฟคภายใต้ความต้องการแบบอินเทอร์มิตเทนต์

2. เพื่อศึกษาผลกระทบของวิธีการพยากรณ์ทั้ง 4 รูปแบบ คือ 1) วิธีการปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล (Exponential Smoothing Forecasting, ES) 2) วิธี Croston (CR) 3) วิธี Syntetos and Boylan Approximation (SBA) 4) วิธี Syntetos Method (SY) ที่มีผลต่อบูลวิปเอฟเฟคและความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตปริญญานิพนธ์

1. โครงสร้างโซ่อุปทานเป็นห่วงโซ่อุปทานแบบ 2 ระดับ โดยระดับแรกผู้จัดจำหน่ายจะได้รับความต้องการของลูกค้า (D_t) และระดับที่สอง ผู้ผลิตจะได้รับปริมาณการสั่งซื้อสินค้า (q_t) จากผู้จัดจำหน่าย



รูปที่ 1.2 โครงสร้างโซ่อุปทาน 2 ระดับ

2. กำหนดให้ทุกสมาชิกในโซ่อุปทานใช้นโยบายการจัดการสินค้าคงคลังแบบสั่งซื้อที่เหมาะสม (Order-up-to Inventory Policy)

3. กำหนดให้ความต้องการของลูกค้าเป็นแบบอินเทอร์มิตเทนต์ (Intermittent Demand) และมีการกระจายตัวแบบปัวซอง (Poisson Distribution)

4. กำหนดให้ใช้วิธีการพยากรณ์ด้วยวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล (Exponential Smoothing, ES) วิธี Croston (CR) วิธี Syntetos and Boylan Approximation (SBA) และวิธี Syntetos (SY)

5. ใช้วิธีการตรวจสอบความถูกต้อง 2 วิธี ได้แก่ 1) ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Deviation, MAD) 2) ค่าสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Scaled Error, MASE)

6. กำหนดให้ระยะเวลานำการสั่งซื้อ (Lead time, L) มีค่าเป็น 1

7. กำหนดให้หน่วยเวลา (t) ในวิจัยฉบับนี้มีหน่วยเป็นสัปดาห์

8. กำหนดให้ค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล (α) มีค่าเป็น 0.01, 0.05, 0.10, 0.15, 0.20, 0.25, 0.30, 0.35, 0.40, 0.45, 0.50, 0.55, 0.60, 0.65, 0.70, 0.75, 0.80, 0.85, 0.90, 0.95 และ 0.99

9. กำหนดให้ค่าพารามิเตอร์ของการกระจายตัวแบบปัวซองมีค่าเป็น 0.25, 0.50, 0.75, 1.00 และ 1.25

10. กำหนดให้ระดับการบริการ (Service Level) อยู่ที่ 95%

11. กำหนดให้ปริมาณคำสั่งซื้อมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0

12. กำหนดให้ความต้องการแบบครั้งคราวในวิจัยเล่มนี้ คือ ความต้องการแบบอินเทอร์มิตเทนต์

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

เป็นแนวทางให้แก่ผู้ประกอบการและผู้ที่สนใจศึกษาได้ทราบถึงปัจจัยต่าง ๆ ในการเกิดบูลวิปเอฟเฟค รวมถึงเข้าใจผลกระทบของวิธีการพยากรณ์ที่ส่งผลต่อพฤติกรรมของบูลวิปเอฟเฟค และสามารถเลือกค่าพารามิเตอร์ในการพยากรณ์ความต้องการได้อย่างเหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 แผนการดำเนินงาน

แผนการดำเนินงานวิจัยฉบับนี้มีรายละเอียดดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงาน

การดำเนินงาน	บท	2566						2567		
		ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
1. กำหนดปัญหาของงานวิจัย วัตถุประสงค์และขอบเขต	1	↔								
2. ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	2	↔	↔	↔						
3. ศึกษากลไกของโซ่อุปทาน	3.2	↔	↔	↔						
4. ปัจจัยและผลตอบสนองที่เกี่ยวข้อง	3.3			↔	↔					
5. การสร้างความต้องการแบบอินเทอร์มิต-เทนต์ (ที่มีการแจกแจงแบบปัวซอง)	3.4			↔	↔					
6. การออกแบบการทดลองและเงื่อนไข	3.5			↔	↔					
7. การจำลองการดำเนินงานภายในโซ่อุปทาน	3.6					↔	↔			
8. ทำการทดลองและบันทึกผล	4					↔	↔			
9. วิเคราะห์ผลการทดลอง (แยกตามวิธีการพยากรณ์)	4					↔	↔			
10. เปรียบเทียบผลการพยากรณ์	4							↔	↔	
11. สรุปผลการทำวิจัย	5									↔

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 สัญลักษณ์ที่ใช้ในงานวิจัย

สัญลักษณ์และความหมายของสัญลักษณ์ที่ถูกใช้ในงานวิจัยฉบับนี้จะถูกแสดงดังตารางที่ 1.2

ตารางที่ 1.2 สัญลักษณ์ทั่วไปที่ใช้ในงานวิจัยนี้

สัญลักษณ์	ความหมาย
BW	บูลวิปเอฟเฟค (Bullwhip effect)
ES	วิธีการพยากรณ์ปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล (Exponential Smoothing Forecasting, ES)
CR	วิธีการพยากรณ์ Croston
SBA	วิธีการพยากรณ์ Syntetos and Boylan Approximation
SY	วิธีการพยากรณ์ Syntetos
ADI	ค่าคาบเวลาเฉลี่ยระหว่างความต้องการ
OUT	นโยบายการจัดการคลังสินค้าแบบสั่งซื้อที่เหมาะสม
τ_i	จำนวนช่วงเวลาที่เกิดความต้องการ
N	จำนวนของช่วงเวลาทั้งหมด
N_p	จำนวนครั้งที่เกิดความต้องการ
cv^2	การคำนวณค่ากำลังสองของสัมประสิทธิ์การแปรผัน
ε_a	ค่าเฉลี่ยความต้องการที่ไม่เป็นศูนย์ (Non-Zero Demand)
ε_{ri}	ปริมาณความต้องการที่เกิดขึ้น
D_t	ค่าความต้องการที่เวลา t
$D'_{ES,t}$	ค่าพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าในช่วงเวลา t ที่ได้จากวิธี ES
$D'_{CR,t}$	ค่าพยากรณ์ความต้องการที่ได้จากวิธี Croston ของช่วงเวลา $t+1$ ที่ได้จากเวลา t
$D'_{SBA,t}$	ค่าพยากรณ์ความต้องการที่ได้จากวิธี Syntetos and Boylan Approximation ของช่วงเวลา $t+1$ ที่ได้จากเวลา t
$D'_{SY,t}$	ค่าพยากรณ์ความต้องการที่ได้จากวิธี Syntetos ของช่วงเวลา $t+1$ ที่ได้จากเวลา t
Z_t	ค่าความต้องการที่เกิดขึ้นจริงที่เวลา t
Z'_t	ค่าประมาณของความต้องการที่เกิดที่เวลา t
T_t	ค่าช่วงเวลาที่เกิดความต้องการที่เกิดขึ้นจริงที่เวลา t

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.2 สัญลักษณ์ทั่วไปที่ใช้ในงานวิจัยนี้ (ต่อ)

สัญลักษณ์	ความหมาย
T_t'	ค่าประมาณของช่วงเวลาที่เกิดความต้องการที่เวลา
α	ค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบ มีค่าระหว่าง 0 ถึง 1
s_t	ระดับสินค้าคงคลังสูงสุดในช่วงเวลา t
L	ระยะเวลานำส่งสินค้าหน่วยเป็นวันสำหรับผู้ค้าปลีก
D'_t	ค่าพยากรณ์ความต้องการสินค้าในช่วงเวลา t
z	ค่าคะแนนมาตรฐาน
$\hat{\sigma}_t^L$	ค่าความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ความต้องการลูกค้าในช่วงระยะเวลานำส่งสินค้าสำหรับผู้ค้าปลีก
q_t	ปริมาณคำสั่งซื้อสูงสุดของผู้ค้าปลีกในช่วงเวลา t
D_{t-1}	ค่าความต้องการสินค้าในช่วงเวลา $t-1$
D'_{t-1}	ค่าพยากรณ์ความต้องการสินค้าในช่วงเวลา $t-1$
MAD	ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย
MASE	ค่าสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยฉบับนี้ได้ทำการศึกษาปัจจัยที่เกิดจากการพยากรณ์ 4 วิธี ที่ส่งผลต่อบูลวิปเอฟเฟค (Bullwhip Effect) รวมถึงตรวจสอบความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ โดยในบทนี้เป็นการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพยากรณ์และบูลวิปเอฟเฟค ซึ่งมีรายละเอียดประกอบด้วย

2.1 บูลวิปเอฟเฟค

2.2 การจำแนกรูปแบบความต้องการ

2.3 วิธีการพยากรณ์ความต้องการแบบอินเทอร์มิตเทนต์

2.4 โซ่อุปทาน

2.5 นโยบายการจัดการสินค้าคงคลังแบบการสั่งซื้อที่เหมาะสม

2.6 ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย

2.7 ค่าสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 บูลวิปเอฟเฟค

บูลวิปเอฟเฟค (Bullwhip Effect) ในการพิจารณากลไกของโซ่อุปทานพบว่าฝั่งต้นน้ำทำหน้าที่จัดเตรียมวัตถุดิบไว้ให้องค์กรที่กลางน้ำ ส่วนองค์กรที่อยู่กลางน้ำทำหน้าที่ผลิตให้เป็นสินค้าสำเร็จรูปแล้วส่งสินค้าไปยังลูกค้าหรือผู้บริโภค โดยเส้นทางการไหลของสินค้าไหลจากต้นไปยังปลายน้ำแต่ข้อมูลความต้องการของลูกค้านั้นไหลจากปลายน้ำไปยังต้นน้ำ โดยองค์กรไม่ทราบความต้องการแน่นอนของลูกค้าจนกว่าจะเกิดการสั่งซื้อจากลูกค้าแต่หากรอให้เกิดการสั่งซื้อ องค์กรอาจไม่มีสินค้าเพียงพอต่อความต้องการของลูกค้า ดังนั้นเพื่อเตรียมสินค้าไว้ตอบสนองความต้องการของลูกค้า องค์กรต่าง ๆ จึงทำการพยากรณ์ความต้องการแล้วเปลี่ยนค่าพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าให้เป็นปริมาณคำสั่งซื้อสินค้าส่งต่อไปยังองค์กรถัดไปฝั่งต้นน้ำ โดยความแปรปรวนของปริมาณคำสั่งซื้อจะมากขึ้นเมื่อองค์กรขยับไปฝั่งต้นน้ำมากขึ้น ซึ่งความแปรปรวนของความต้องการของลูกค้าที่ฝั่งปลายน้ำสูงกว่าต้นน้ำ ปัญหานี้จะมีระดับความรุนแรงมากยิ่งขึ้นกับหน่วยงานที่อยู่ต้นน้ำของโซ่อุปทาน โดยสามารถคำนวณค่าบูลวิปเอฟเฟคได้ตามสมการของ Chen et al. (2000) ได้ดังสมการ

$$\text{บูลวิปเอฟเฟค (BW)} = \frac{\text{ความแปรปรวนของปริมาณคำสั่งซื้อ}}{\text{ความแปรปรวนของความต้องการ}} = \frac{VAR(q_t)}{VAR(D_t)} \qquad (2.1)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 การจำแนกรูปแบบความต้องการ

การแบ่งรูปแบบของความต้องการตาม Syntetos et al. (2005) สามารถแบ่งรูปแบบของความต้องการเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ Smooth Erratic Intermittent และ Lumpy โดยใช้ค่าคาบเวลาเฉลี่ยระหว่างความต้องการ (Average Inter-Demand Interval, ADI) และค่ากำลังสองของสัมประสิทธิ์ความแปรผัน (Coefficient of Variation, cv^2) ซึ่งมีการคำนวณ ดังนี้

การคำนวณค่าคาบเวลาเฉลี่ยระหว่างความต้องการ (ADI)

$$ADI = \frac{\sum_{i=1}^{N} \tau_i}{N_p} \quad (2.2)$$

โดยกำหนดให้

τ_i = จำนวนช่วงเวลาที่เกิดความต้องการ

N = จำนวนของช่วงเวลาทั้งหมด

N_p = จำนวนครั้งที่เกิดความต้องการ

การคำนวณค่ากำลังสองของสัมประสิทธิ์การแปรผัน (cv^2)

$$cv^2 = \left(\frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N}(\varepsilon_{ri}-\varepsilon_a)^2}{N_p}}}{\varepsilon_a}\right)^2 \quad (2.3)$$

โดยกำหนดให้

ε_a = ค่าเฉลี่ยความต้องการที่ไม่เป็นศูนย์ (Non-Zero Demand) โดยที่

$$\varepsilon_a = \frac{\sum_{i=1}^{N} \varepsilon_{ri}}{N_p} \quad (2.4)$$

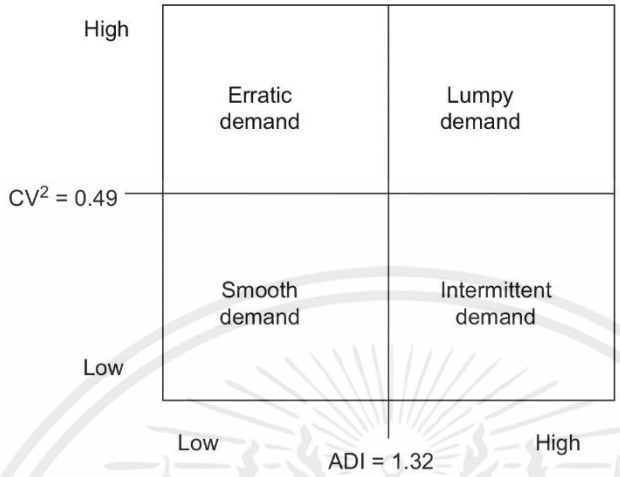
ε_{ri} = ปริมาณความต้องการที่เกิดขึ้น

N = จำนวนของช่วงเวลาทั้งหมด

N_p = จำนวนครั้งที่เกิดความต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อคำนวณค่ากำลังสองของสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนและคาบเวลาเฉลี่ยระหว่างความต้องการแล้ว จึงจำแนกรูปแบบของความต้องการ ตามเงื่อนไขแต่ละประเภท ดังแสดงในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ประเภทของความต้องการ
(Syntetos et al., 2005)

จากรูปลักษณะของความต้องการแต่ละประเภทเป็นดังนี้

Erratic Demand (ADI < 1.32 และ CV^2 >= 0.49) เป็นกลุ่มที่มีความต้องการสินค้าบ่อย แต่ปริมาณความต้องการมีความแปรปรวนสูง

Lumpy Demand (ADI >= 1.32 และ CV^2 >= 0.49) เป็นกลุ่มสินค้าที่มีความต้องการไม่บ่อยในหลายช่วงเวลาที่ไม่มีความต้องการ ปริมาณความต้องการมีความแปรปรวนสูง

Smooth Demand (ADI < 1.32 และ CV^2 < 0.49) เป็นกลุ่มที่มีความต้องการใช้บ่อยปริมาณความต้องการมีความแปรปรวนต่ำ

Intermittent Demand (ADI >= 1.32 และ CV^2 < 0.49) เป็นกลุ่มที่มีความต้องการไม่บ่อย หลายช่วงเวลาไม่มีความต้องการ และปริมาณความต้องการมีความแปรปรวนต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 วิธีการพยากรณ์ความต้องการแบบอินเทอร์มิตเทนต์

2.3.1 การพยากรณ์โดยวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล

Brown (1956) กล่าวว่าการพยากรณ์โดยใช้วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล (Exponential Smoothing Forecasting, ES) เป็นวิธีพื้นฐานที่นิยมใช้ในการพยากรณ์โดยพัฒนาขึ้นเพื่อลดข้อจำกัดของวิธีการพยากรณ์ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average, MA) จะให้การถ่วงน้ำหนักที่แตกต่างกัน การพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลเป็นวิธีการพยากรณ์พื้นฐานอาศัยหลักเกณฑ์แบบเดียวกับวิธีการหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ แต่มีความซับซ้อนมากกว่าในทางปฏิบัติแต่พบว่าวิธีนี้ง่ายต่อการใช้และการเข้าใจ และมีความถูกต้องในการพยากรณ์ที่ดีในหลาย ๆ สถานการณ์

$$D'_{ES,t} = \alpha D_{t-1} + (1-\alpha) D'_{t-1} \qquad (2.5)$$

โดยกำหนดให้

$D'_{ES,t}$ = ค่าพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าในช่วงเวลา t ที่ได้จากวิธี ES

D_{t-1} = ความต้องการของลูกค้าในช่วงเวลา $t-1$

D'_{t-1} = ค่าพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าในช่วงเวลา $t-1$

α = ค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบ มีค่าระหว่าง 0 ถึง 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 การพยากรณ์โดยวิธี Croston

Croston (1972) กล่าวว่าการใช้วิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลในการพยากรณ์ความต้องการทำให้เกิดความเอนเอียงจากการให้น้ำหนักของการเกิดความต้องการที่ใกล้กับปัจจุบันมากที่สุด ไม่เหมาะในการพยากรณ์ความต้องการรูปแบบอินเทอร์มิตเทนต์ เนื่องจากทำให้ค่าพยากรณ์ที่ได้สูงเกินไปสำหรับการพยากรณ์ในช่วงเวลาหลังจากที่ความต้องการไม่เป็นศูนย์ (Non-Zero Demand) ซึ่ง Croston ได้นำเสนอวิธีการพยากรณ์ความต้องการรูปแบบอินเทอร์มิตเทนต์ (Intermittent Demand Pattern) โดยการให้น้ำหนักเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบเอ็กซ์โปเนนเชียลของขนาดความต้องการที่ไม่เป็นศูนย์กับช่วงเวลาระหว่างการเกิดความต้องการที่ไม่เป็นศูนย์ทั้งนี้เพื่อลดความเอนเอียง (Bias Estimator) โดยมีวิธีการคำนวณดังนี้

$$D'_{CR,t} = \frac{Z'_t}{T'_t} \tag{2.6}$$

$$Z'_t = Z'_{t-1} + \alpha(Z_t - Z'_{t-1}) \tag{2.7}$$

$$T'_t = T'_{t-1} + \alpha(T_t - T'_{t-1}) \tag{2.8}$$

ซึ่งถ้า $D_t > 0$:

$$Z_t = D_t \tag{2.9}$$

$$Z'_t = \begin{cases} Z'_{t-1} + \alpha(Z_t - Z'_{t-1}) & : D_t > 0 \\ Z'_{t-1} & : D_t = 0 \end{cases}$$

$$T'_t = \begin{cases} T'_{t-1} + \alpha(T_t - T'_{t-1}) & : D_t > 0 \\ T'_{t-1} & : D_t = 0 \end{cases}$$

โดยกำหนดให้

D_t = ค่าความต้องการที่เวลา t

$D'_{CR,t}$ = ค่าพยากรณความต้องการที่ได้จากวิธี CR ของช่วงเวลา $t+1$ ที่ได้จากเวลา t

Z_t = ค่าความต้องการที่เกิดขึ้นจริงที่เวลา t

Z'_t = ค่าประมาณของความต้องการที่เกิดที่เวลา t

T_t = ค่าช่วงเวลาที่เกิดความต้องการที่เกิดขึ้นจริงที่เวลา t

T'_t = ค่าประมาณของช่วงเวลาที่เกิดความต้องการที่เวลา t

α = ค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบ มีค่าระหว่าง 0 ถึง 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 การพยากรณ์โดยวิธี Syntetos and Boylan

Syntetos and Boylan (2001) เนื่องจากวิธีของ Croston ยังมีข้อจำกัดเกิดขึ้น โดยเป็นการเอนเอียงเชิงบวกจากสมการทางคณิตศาสตร์ของค่าความต้องการที่คาดหวังและอคติจากค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบของระยะห่างของช่วงเวลาในการเกิดความต้องการ จึงได้มีการพัฒนาวิธี SBA (Syntetos and Boylan Approximation) ขึ้นเพื่อแก้ปัญหาความเอนเอียงดังกล่าว โดยสามารถคำนวณได้จากสมการดังนี้

$$D'_{SBA,t} = (1 - \frac{\alpha}{2}) \frac{Z'_t}{T'_t} \quad (2.10)$$

$$Z'_t = Z'_{t-1} + \alpha(Z_t - Z'_{t-1}) \quad (2.7)$$

$$T'_t = T'_{t-1} + \alpha(T_t - T'_{t-1}) \quad (2.8)$$

ซึ่งถ้า $D_t > 0$:

$$Z_t = D_t \quad (2.9)$$

$$Z'_t = \begin{cases} Z'_{t-1} + \alpha(Z_t - Z'_{t-1}) & : D_t > 0 \\ Z'_{t-1} & : D_t = 0 \end{cases}$$

$$T'_t = \begin{cases} T'_{t-1} + \alpha(T_t - T'_{t-1}) & : D_t > 0 \\ T'_{t-1} & : D_t = 0 \end{cases}$$

โดยกำหนดให้

D_t = ค่าความต้องการที่เวลา t

$D'_{SBA,t}$ = ค่าพยากรณความต้องการที่ได้จากวิธี SBA ของช่วงเวลา $t+1$ ที่ได้จากเวลา t

Z_t = ค่าความต้องการที่เกิดขึ้นจริงที่เวลา t

Z'_t = ค่าประมาณของความต้องการที่เกิดที่เวลา t

T_t = ค่าช่วงเวลาที่เกิดความต้องการที่เกิดขึ้นจริงที่เวลา t

T'_t = ค่าประมาณของช่วงเวลาที่เกิดความต้องการที่เวลา t

α = ค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบ มีค่าระหว่าง 0 ถึง 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4 การพยากรณ์โดยวิธี Syntetos

Syntetos (2001) กล่าวว่าวิธีของ Syntetos and Boylan Approximation (SBA) ยังมีความเอนเอียงในการพยากรณ์อยู่จึงได้พัฒนาวิธีการพยากรณ์อีกรูปแบบหนึ่งโดยพัฒนามาจากวิธี Croston

$$D'_{SY,t} = (1 - \frac{\alpha}{2}) \frac{Z'_t}{(T'_t - \frac{\alpha}{2})} \quad (2.11)$$

$$Z'_t = Z'_{t-1} + \alpha(Z_t - Z'_{t-1}) \quad (2.7)$$

$$T'_t = T'_{t-1} + \alpha(T_t - T'_{t-1}) \quad (2.8)$$

ซึ่งถ้า $D_t > 0$:

$$Z_t = D_t \quad (2.9)$$

$$Z'_t = \begin{cases} Z'_{t-1} + \alpha(Z_t - Z'_{t-1}) & : D_t > 0 \\ Z'_{t-1} & : D_t = 0 \end{cases}$$

$$T'_t = \begin{cases} T'_{t-1} + \alpha(T_t - T'_{t-1}) & : D_t > 0 \\ T'_{t-1} & : D_t = 0 \end{cases}$$

โดยกำหนดให้

D_t = ค่าความต้องการที่เวลา t

$D'_{SY,t}$ = ค่าพยากรณความต้องการที่ได้จากวิธี SY ของช่วงเวลา $t+1$ ที่ได้จากเวลา t

Z_t = ค่าความต้องการที่เกิดขึ้นจริงที่เวลา t จะนำไปใช้ในการคำนวณ D_t

Z'_t = ค่าประมาณของความต้องการที่เกิดที่เวลา t จะนำไปใช้ในการคำนวณ $D'_{SY,t}$

T_t = ค่าช่วงเวลาที่เกิดความต้องการที่เกิดขึ้นจริงที่เวลา t

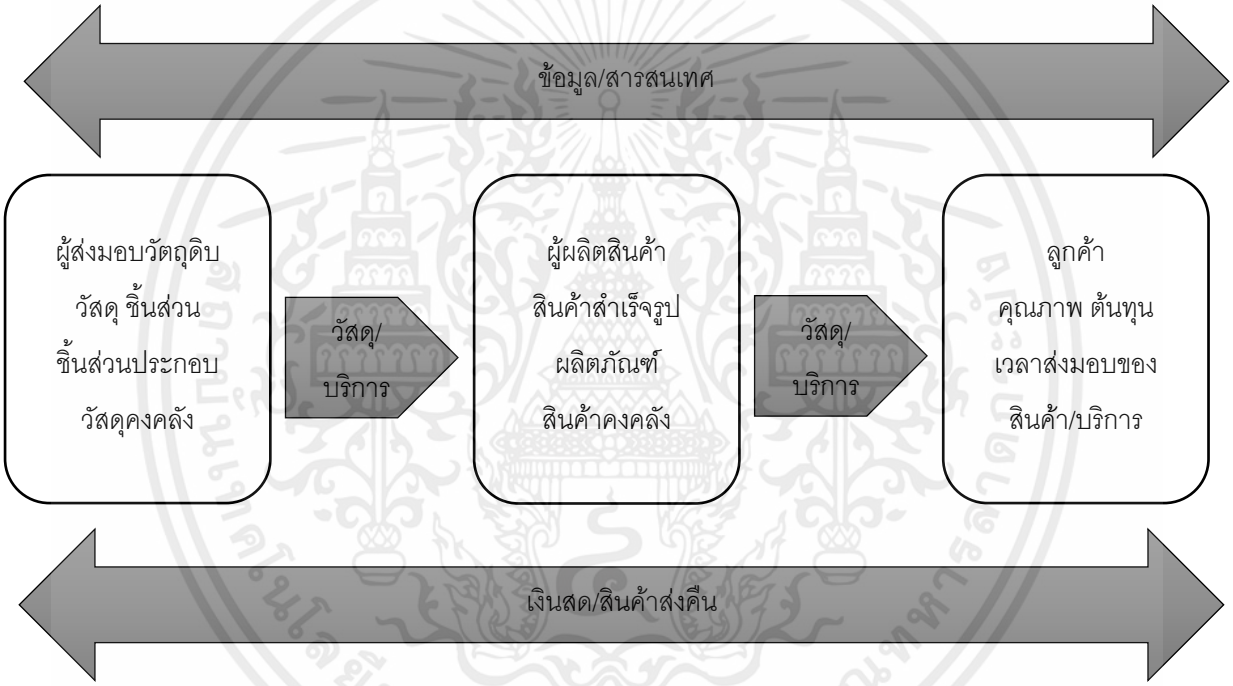
T'_t = ค่าประมาณของช่วงเวลาที่เกิดความต้องการที่เวลา t

α = ค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบ มีค่าระหว่าง 0 ถึง 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 โซ่อุปทาน

สิทธิพร พิมพ์สกุล (2565) กล่าวว่าโซ่อุปทาน (Supply Chain) หมายถึง กิจกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนสภาพของสินค้าหรือบริการ จากวัตถุดิบ (Raw Material) เป็นสินค้าสำเร็จรูป (Finished Goods) หรือการบริการ (Service) รวมถึงกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนย้ายของวัสดุ สินค้าหรือบริการ จากผู้ส่งมอบวัตถุดิบ (Supplier) ผ่านไปยังผู้ผลิตสินค้าสำเร็จรูป (Manufacturer) ไปจนถึงผู้บริโภคขั้นสุดท้ายหรือลูกค้า (End Consumer) หรืออาจหมายถึงกลยุทธ์ในการประสานความร่วมมือระหว่างหน่วยงานต่าง ๆ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อการปรับปรุงประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการดำเนินงานระยะยาว เริ่มตั้งแต่ต้นน้ำ (แหล่งวัตถุดิบ) กลางน้ำ (แหล่งผู้ผลิตสินค้าหรือบริการ) ไปจนถึงปลายน้ำของสินค้าหรือบริการ (แหล่งลูกค้า)



รูปที่ 2.2 องค์ประกอบของหน่วยงานหลักภายในโซ่อุปทาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 นโยบายการจัดการสินค้าคงคลังแบบการสั่งซื้อที่เหมาะสม

Hosada and Disney (2004) กล่าวไว้ว่านโยบายการจัดการสินค้าคงคลังแบบสั่งซื้อที่เหมาะสม (Order-up-to Inventory Policy) สามารถลดความแปรปรวนของระดับสินค้าคงคลังได้ ทั้งยังช่วยลดต้นทุนการถือครองสินค้าคงคลังและค่าใช้จ่ายเนื่องจากสินค้าขาดแคลนได้ โดยนโยบายการจัดการสินค้าคงคลังแบบสั่งซื้อที่เหมาะสมได้ถูกนำไปใช้ในงานวิจัยหลายฉบับ เช่น Lee et al. (2000) Chen et al. (2000) และ Alwan et al. (2003) โดยมีสมการระดับสินค้าคงคลังสูงสุดที่ต้องการ ณ ช่วงเวลา t และปริมาณคำสั่งซื้อดังสมการ

$$S_t = LD'_t + z\hat{\sigma}_t^L \tag{2.12}$$

เมื่อ S_t = ระดับสินค้าคงคลังสูงสุดในช่วงเวลา t

L = ระยะเวลานำส่งสินค้าหน่วยเป็นสัปดาห์สำหรับศูนย์กระจายสินค้า

D'_t = ค่าพยากรณ์ความต้องการสินค้าในช่วงเวลา t

z = ค่าคะแนนมาตรฐาน

$\hat{\sigma}_t^L$ = ค่าความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ความต้องการลูกค้าในช่วงระยะเวลานำส่งสินค้าสำหรับศูนย์กระจายสินค้า

$$q_t = S_t - (S_{t-1} - D_{t-1}) \tag{2.13}$$

q_t = ปริมาณคำสั่งซื้อสูงสุดของศูนย์กระจายสินค้าในช่วงเวลา t

D_{t-1} = ค่าความต้องการสินค้าในช่วงเวลา $t-1$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย

Dikshya (2023) ได้กล่าวถึงความหมายของค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Deviation, MAD) เป็นวิธีการวัดความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ โดยสามารถประเมินได้จากค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ ซึ่งเป็นความแตกต่างระหว่างค่าความต้องการจริงและค่าที่ได้ในแต่ละครั้งมารวมกันทั้งหมดหารด้วยจำนวนคาบเวลาที่พิจารณา ค่า MAD ที่มีค่าน้อยแสดงว่าการพยากรณ์ค่อนข้างใกล้เคียงกับความเป็นจริง สามารถคำนวณได้ดังสมการ

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^{N} |D_t - D_t'|}{N} \tag{2.14}$$

เมื่อ D_t = ค่าความต้องการที่เกิดขึ้นจริงในช่วงเวลา t

D_t' = ค่าพยากรณ์ที่เวลา t

N = จำนวนคาบเวลาที่พิจารณา

2.7 ค่าสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย

Hyndman and Koehler (2006) ได้นำเสนอวิธีค่าสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Scaled Error, MASE) เป็นครั้งแรก และ Hyndman (2006) แนะนำว่าวิธีนี้เป็นวิธีที่เหมาะสมกับความต้องการรูปแบบอินเทอร์มิตเทนต์ เป็นการวัดความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์โดยใช้การเปรียบเทียบระหว่างวิธีการวัดความถูกต้องในการพยากรณ์กับวิธีการพยากรณ์แบบนาอีฟ (The Native Method) โดยเป็นหนึ่งในวิธีการพยากรณ์ที่ง่ายที่สุด ซึ่งใช้ค่าความต้องการจริงในช่วงเวลาก่อนหน้ามาจากค่าพยากรณ์ของช่วงเวลาล่าสุด

$$MASE = \frac{1}{N}\sum_{t=1}^{N} \frac{|D_t - D_t'|}{\frac{1}{N-1}\sum_{t=2}^{N}|D_t - D_{t-1}|} \tag{2.15}$$

เมื่อ D_t = ค่าความต้องการที่เกิดขึ้นจริงในช่วงเวลา t

D_t' = ค่าพยากรณ์ที่เวลา t

D_{t-1} = ค่าความต้องการที่เกิดขึ้นจริงในช่วงเวลา $t-1$

N = จำนวนคาบเวลาที่พิจารณา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Snyder et al. (2012) พบว่าองค์กรที่มีระบบสินค้าคงคลังขนาดใหญ่มักจะมีสัดส่วนของสินค้าจำนวนมากที่มีความต้องการแบบอินเทอร์มิตเทนต์ และมีปริมาณต่ำเป็นจำนวนมาก (Low Volume Demand) ผู้วิจัยได้พิจารณาแนวทางต่าง ๆ ในการพยากรณ์ความต้องการสำหรับผลิตภัณฑ์ดังกล่าว โดยมุ่งเน้นไปที่ความจำเป็นในการวางแผนสินค้าคงคลังที่มีช่วงเวลารอคอยสินค้าหลายช่วง เมื่อกระบวนการพื้นฐานอาจไม่คงที่ นำไปสู่การพิจารณาการทำนายการกระจายตัวสำหรับกระบวนการที่มีพารามิเตอร์ขึ้นอยู่กับเวลา ซึ่งมีการกระจายตัวที่เป็นไปได้มากมายที่สามารถนำมาพิจารณาได้ งานวิจัยนี้มุ่งเน้นไปที่การกระจายตัวแบบปัวซอง (Poisson Distribution) เนื่องจากเป็นเกณฑ์มาตรฐานที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย การกระจายตัวแบบทวินามเชิงลบ (Negative Binomial Distribution) ซึ่งเป็นส่วนขยายยอดนิยมของปัวซอง และ เฮอร์เดิลชิฟท์ปัวซอง (Hurdle Shift Poisson) ผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบตัวแบบทั้งสาม โดยใช้ข้อมูลความต้องการชิ้นส่วนรถยนต์ 1,046 ชิ้นต่อเดือน ซึ่งจัดทำโดยผู้ผลิตรถยนต์ในสหรัฐอเมริกา และสรุปได้ว่าการวางแผนสินค้าคงคลังควรขึ้นอยู่กับตัวแบบแบบไดนามิกโดยใช้รูปแบบการกระจายตัวที่มีความยืดหยุ่นมากกว่าการกระจายตัวแบบปัวซอง

Syntetos et al. (2012) ได้ทำการศึกษาการกระจายตัวของความต้องการของอะไหล่ (Spare Part) ซึ่งความต้องการของอะไหล่จะเกิดขึ้นเมื่อมีชิ้นส่วนที่เสียหายหรือต้องการทดแทน ซึ่งแตกต่างจากสินค้าโดยทั่วไป อะไหล่มีรูปแบบความต้องการที่ไม่เป็นระบบ ความต้องการจะเกิดขึ้นนาน ๆ ครั้งหรือมีช่วงเวลาที่ไม่มีความต้องการ บทความนี้ได้ดำเนินการโดยการทดสอบภาวะสารูปสนิทดี (Goodness of Fit Tests) ได้แก่ การกระจายตัวแบบเรขาคณิต (Geometric Distribution) การกระจายตัวแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล (Exponential Distribution) การกระจายตัวปัวซองแบบผสม (Compound Poisson Distribution) การกระจายตัวทวินามแบบผสม (Compound Binomial) การกระจายตัวทวินามเชิงลบ (Negative Binomial Distribution) การกระจายตัวแกมมา (Gamma Distribution) และการกระจายตัวแบบปกติ (Normal Distribution) และผลกระทบต่อการควบคุมสินค้าคงคลังและการบริการที่ได้รับ โดยใช้ข้อมูล 3 ชุด ได้แก่ ความต้องการจำนวน 13,000 รายการ สำนักงานพลาธิการกลาโหมสหรัฐ (Defense Logistics Agency, DLA) กองทัพอากาศหลวงของ สหราชอาณาจักร (Royal Air Force, RAF) และความต้องการของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ในทวีปยุโรป จากการทดลองได้แสดงให้เห็นว่าการกระจายตัวแบบปัวซองไม่ได้เหมาะสมกับสินค้าหมุนเวียนเร็ว (Fast Moving) แต่มีความเหมาะสมกับสินค้าหมุนเวียนช้า (Slow Moving)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Rostami-Tabar and Disney (2022) ได้ศึกษาพฤติกรรมของบูลวิปเอฟเฟคและความแปรปรวนของคลังสินค้าจากนโยบายการเติมเต็มสินค้า ภายใต้ตัวแบบการถดถอยในตัวอันดับหนึ่งที่มีค่าเป็น จำนวนเต็ม [First-Order Integer Auto-Regressive (INAR(1))] โดยใช้การพยากรณ์ที่แตกต่างกัน 2 วิธี คือ การพยากรณ์ด้วยค่าเฉลี่ยแบบมีเงื่อนไข (Conditional Mean) และการพยากรณ์ด้วยค่ามัธยฐานแบบมีเงื่อนไข (Conditional Median) จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการพยากรณ์ด้วยค่าเฉลี่ยแบบมีเงื่อนไขสามารถควบคุมสินค้าคงคลังได้ดีที่สุด แต่อาจจะให้ค่าของปริมาณคำสั่งซื้อและระดับสินค้าคงคลังที่ได้ไม่ได้เป็นจำนวนเต็ม ในขณะที่การพยากรณ์ด้วยค่ามัธยฐานแบบมีเงื่อนไขจะให้ค่าที่เป็นจำนวนที่เป็นไปตามหลักของความต้องการที่เป็นจำนวนเต็ม และพบว่าความต้องการที่มีค่าต่ำมักจะส่งผลต่อบูลวิปเอฟเฟคหรือปรากฏการณ์บูลวิปเอฟเฟคอย่างมีนัยสำคัญ โดยค่าบูลวิปเอฟเฟคของการพยากรณ์ด้วยค่ามัธยฐานแบบมีเงื่อนไขสามารถให้ทั้งค่าที่ต่ำกว่าและสูงกว่า เมื่อเทียบกับการพยากรณ์ด้วยค่าเฉลี่ยแบบมีเงื่อนไข

Sadeghi (2015) ได้ศึกษาผลกระทบจากการพยากรณ์ความต้องการต่อบูลวิปเอฟเฟคของโซ่อุปทาน 2 ผลิตภัณฑ์และ 2 ระดับ ประกอบด้วยผู้ค้าปลีก 1 ระดับ และผู้ผลิต 1 แห่ง โดยใช้การพยากรณ์ที่แตกต่างกัน 2 วิธี คือ วิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล (Exponential Smoothing) และวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average) กำหนดให้ใช้นโยบายการจัดการสินค้าคงคลังเป็นแบบสั่งซื้อที่เหมาะสม (Order-up-to Inventory Policy) และความต้องการของลูกค้าให้เป็นไปตามตัวแบบเวกเตอร์ออเทอรีเกรสชั่นอันดับที่หนึ่ง [The First Order Vector Autoregressive (VAR(1))] จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการพยากรณ์ด้วยวิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลส่งผลต่อการเกิดบูลวิปเอฟเฟคน้อยกว่าวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่

Croston (1972) กล่าวว่าวิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลที่นิยมนำมาใช้ในการพยากรณ์ความต้องการเพื่อควบคุมสต็อกสินค้าแต่จากการนำวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลมาใช้ในการพยากรณ์ความต้องพบว่าในสินค้าบางรายการที่มีความต้องการต่ำ ค่าที่ได้จากพยากรณ์มากเกินกว่าค่าจริงมักทำให้ระดับสต็อกไม่เหมาะสม สามารถแก้ปัญหาเหล่านี้ได้โดยการใช้วิธีการแยกช่วงการประมาณระหว่างความต้องการที่ไม่เป็นศูนย์และขนาดความต้องการนั้น ๆ โดยได้ทำการพัฒนาวิธีใหม่ที่พัฒนามาจากวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล Qingzheng Xu et al. (2012) ได้ทำการทบทวนเกี่ยวกับวิธีการพยากรณ์แบบ Croston (CR) และวิธีอื่นๆที่พัฒนามาจากวิธี Croston (CR) เพื่อนำมาสรุปและวิเคราะห์สำหรับการวิจัยต่อในอนาคต โดยในเนื้อหาได้กล่าวถึงวิธี Croston (CR) ไว้ว่า วิธี Croston (CR) ได้รับการยอมรับว่าเป็นวิธีการมาตรฐานในการพยากรณ์ความต้องการรูปแบบอินเทอร์มิตเทนต์รวมถึงเป็นแนวคิดพื้นฐานในการพัฒนาวิธีการพยากรณ์อื่น ๆ ต่อไป

Syntetos (2001) ได้แสดงให้เห็นว่าวิธี Croston มีความเอนเอียงทางบวกในการประมาณค่าความต้องการ จึงได้ทำการดัดแปลงและพัฒนาวิธีการพยากรณ์ขึ้นมาใหม่โดยเป็นวิธีการประมาณค่าที่ได้จากการดัดแปลงมาจากวิธีการของ Croston ซึ่งเรียกว่าวิธี Syntetos and Boylan (SB) โดยวิธีนี้เกิดจากการจำลองโดยใช้ตัวแปรจำนวน 200 ชุด จากการทดลองสรุปได้ว่าวิธี Croston นั้นดีกว่าในกรณีของค่าคงที่การปรับเรียบต่ำเท่านั้น และยังแสดงให้เห็นว่าวิธีของ Syntetos and Boylan นั้นดีที่สุดสำหรับการควบคุมสินค้าคงคลังด้านอะไหล่ ซึ่งในเวลาต่อมา Syntetos ค้นพบว่าวิธี Snytetos and Boylan (SB) นั้นยังมีค่าความเอนเอียงจึงได้ปรับเปลี่ยนและนำเสนอวิธีใหม่ซึ่งเป็นวิธี Syntetos

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Willemain (1994) ศึกษาวิธีการพยากรณ์ที่มีความต้องการแบบอินเทอร์มิตเทนต์ โดยทำการเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ 2 วิธี ระหว่างวิธี Croston (CR) และวิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล (ES) ซึ่งข้อมูลที่ใช้ในการพยากรณ์เป็นข้อมูลจริงของบริษัทกรณีศึกษา ในการทดลองขั้นแรกใช้การเปรียบเทียบโดยใช้ข้อมูลที่สร้างขึ้นมา หลังจากนั้นตรวจสอบค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ด้วยค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error, MAPE) ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองสัมบูรณ์เฉลี่ย (Root Mean Squared Error, RMSE) และค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Deviation, MAD) จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าวิธี Croston มีความแม่นยำมากกว่าวิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย

Solis et al. (2014) เป็นการศึกษาความแม่นยำในการพยากรณ์ทางสถิติ และประสิทธิภาพของการควบคุมสินค้าคงคลังที่ความต้องการของวิธีการพยากรณ์ความต้องการแบบอินเทอร์มิตเทนต์ 4 วิธี โดยใช้วิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล ได้แก่ วิธี Croston (CR) วิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย (ES) วิธี Syntetos and Boylan Approximation (SBA) วิธี Shale, Boylan, and Johnston (SBJ) โดยขั้นแรกเป็นการพยายามระบุลักษณะความต้องการที่เป็นกลุ่ม โดยใช้การกระจายแบบทวินามเชิงลบ (Negative Binomial Distribution) หรือการประมาณสองขั้นตอน จากนั้นทำการประเมินความถูกต้องของการคาดการณ์โดยใช้สถิติ และพิจารณาประสิทธิภาพการควบคุมสินค้าคงคลังโดยการจำลองสองขั้นตอน ขั้นแรกจะใช้การแจกแจงเอกรูป (Uniform Distribution) ให้เป็นความต้องการจริงในช่วงนั้น ส่วนขั้นที่สองจะประมาณค่าความต้องการโดยใช้ การกระจายแบบทวินามเชิงลบ โดยข้อมูลที่นำมาใช้เป็นข้อมูลสินค้าคงคลังของบริษัทอิเล็กทรอนิกส์ระยะเวลา 61 เดือน และเปรียบเทียบความแม่นยำด้วย 3 วิธี ได้แก่ ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAD) ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองสัมบูรณ์เฉลี่ย (RMSE) และค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) จากผลการทดสอบพบว่าวิธี Syntetos and Boylan Approximation และ วิธี Shale, Boylan, and Johnston ให้ความแม่นยำที่ดีกว่าวิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่ายและวิธี Croston

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Teunter and Sani (2009) ศึกษาการเปรียบเทียบความเอนเอียงจากวิธีการในการพยากรณ์ทั้ง 4 วิธี ได้แก่วิธี Croston (CR) วิธี Syntetos and Boylan (SB) วิธี Syntetos (SY) และวิธี Levén and Segerstedt Method (LS) โดยการทดลองได้ทำการจำลองข้อมูลความต้องการขึ้นมาโดยให้ข้อมูลเป็นการกระจายตัวแบบปกติ ทำการทดลองจำนวน 48 ครั้ง ใช้ระยะเวลา 10,000 ช่วง จากผลการทดลองสรุปได้ว่าวิธี Syntetos and Boylan เป็นวิธีที่ดีเมื่อใช้ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ในการพิจารณา แต่วิธี Syntetos เป็นวิธีที่ออกแบบมาเพื่อลดค่าเฉลี่ยความเอนเอียง ทำให้ได้ค่าเฉลี่ยความเอนเอียงของวิธี Syntetos อยู่ที่ 0% ส่วนวิธี Croston ได้ 5% วิธี Syntetos and Boylan ได้ 6% และวิธี Levén and Segerstedt ได้ 71% โดยมีตารางที่ทำการเปรียบเทียบค่าความแปรปรวน (Standard Deviation, SD) ทำให้ Syntetos ให้ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 27% วิธี Syntetos and Boylan คือ 25% วิธี Croston คือ 28% วิธี Levén and Segerstedt Method คือ 45% จึงได้เสนอวิธี Syntetos เป็นทางเลือกแทนวิธี Croston และวิธี Syntetos and Boylan

นพพล คณากรยิ่งยง และ เจริญชัย โขมพัตราภรณ์ (2560) ได้นำสนอแนวทางในการสั่งซื้อผลิตภัณฑ์ที่มีรูปแบบความต้องการไม่คงที่ โดยกรณีศึกษาในงานวิจัยนี้คือบริษัทจำหน่ายอุปกรณ์ออกกำลังกายที่มีช่องจำหน่ายผ่านทางเว็บไซต์ ซึ่งสินค้าบางรายการต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศ ผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่ของบริษัทมีความต้องการที่ไม่คงที่ เพื่อต้องการจำนวนการสั่งซื้อที่เหมาะสมจึงต้องทำการพยากรณ์ โดยในการศึกษานี้ใช้การพยากรณ์ 4 วิธี ได้แก่ 1. วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (MA) 2. วิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล (ES) 3. วิธี Croston (CR) 4. วิธี Syntetos and Boylan (SB) และแยกประเภทของผลิตภัณฑ์ออกเป็น 4 รูปแบบตาม Syntetos et al. (2005) ได้แก่ Erratic Smooth Lumpy และ Intermittent เลือกใช้วิธีการพยากรณ์ให้เหมาะสมในแต่ละความต้องการ คือ ความต้องการแบบ Erratic และ Smooth ใช้วิธีการพยากรณ์แบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่และวิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล ความต้องการแบบ Lumpy และ Intermittent ใช้วิธีการพยากรณ์วิธี Croston และวิธี Syntetos and Boylan จากนั้นนำค่าปริมาณสั่งซื้อที่เหมาะสมไปคำนวณเพื่อให้ได้กำไรสูงสุด ในการศึกษานี้ใช้การวัดความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ 3 วิธี คือ 1. ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAD) 2. ค่ามาตรฐานความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (SMAD) 3. Adjusted Mean Absolute Percent Error (AMAPE) ไม่ได้กล่าวถึงว่าวิธีข้างต้นใดที่กล่าวมาใช้วัดค่าความคลาดเคลื่อนได้ดีที่สุด จากผลการทดลองบริษัทกรณีศึกษาสนใจทางเลือกที่ใช้ต้นทุนต่อสัปดาห์น้อยที่สุด ถึงแม้ว่าจะมีแนวทางอื่นที่ดีกว่าและได้กำไรที่มากกว่าก็ตาม ทั้งนี้เนื่องจากบริษัทกรณีศึกษายังเป็นบริษัทขนาดเล็กจึงมีการบริหารต้นทุนที่มีจำกัด แต่ในอนาคตเมื่อบริษัทมีทุนหมุนเวียนมากขึ้นกว่าปัจจุบันอาจจะพิจารณาเลือกทางเลือกอื่นแทน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ธีรา ธารีสุชีวกุล และ วรวุฒิ หวังวัชรกุล (2562) ได้ทำการเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ความต้องการชิ้นส่วนสำหรับความต้องการแบบอินเทอร์มิตเทนต์ด้วยวิธีสถิติอิงพารามิเตอร์และวิธีสถิติไม่อิงพารามิเตอร์ ซึ่งใช้วิธีสถิติอิงพารามิเตอร์ 3 วิธี คือ 1. การพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย 2. การพยากรณ์โดยวิธี Croston 3.การพยากรณ์โดยวิธี Syntetos และ Boylan (SB) และใช้วิธีสถิติไม่อิงพารามิเตอร์ 2 วิธี คือ 1. WSS บูตสแตรป และ 2. VZ บูตสแตรป โดยงานวิจัยมีวัตถุประสงค์ในการเปรียบเทียบจุดสั่งซื้อ ภายใต้เงื่อนไขความต้องการที่มีลักษณะไม่แน่นอน ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลความต้องการของชิ้นส่วนเครื่องจักรจากบริษัทกรณีศึกษา จำนวน 183 รายการ เป็นจำนวน 24 เดือน และใช้รูปแบบการจำแนกความต้องการเป็น 4 แบบตามหลักของ Syntetos et al. (2005) จากการทดลองพบว่าเมื่อความต้องการมีค่าสัมประสิทธ์ความแปรปรวนต่ำ การกำหนดจุดสั่งซื้อจากวิธีสถิติอิงพารามิเตอร์ทั้ง 3 วิธี และวิธี WSS บูตสแตรป มีแนวโน้มที่ผลระดับบริการสูงกว่าที่กำหนดไว้ โดยวิธี VZ บูตสแตรป มีผลระดับบริการใกล้เคียงกับที่กำหนดไว้มากที่สุด แต่เมื่อค่ากำลังสองของสัมประสิทธ์ความแปรปรวนเพิ่มสูงขึ้น ผลของระดับบริการที่มีแนวโน้มที่ลดลง โดยเฉพาะวิธี VZ บูตสแตรปมีผลระดับบริการต่ำกว่าที่กำหนดไว้ ทำให้ได้ข้อสรุปว่าไม่มีวิธีการพยากรณ์วิธีใดวิธีหนึ่งที่จะสามารถใช้ได้กับชิ้นส่วนเครื่องจักรทุกชิ้น ดังนั้นควรเลือกใช้วิธีการพยากรณ์ให้เหมาะสมกับลักษณะของความต้องการของแต่ละชิ้นส่วน จึงจะทำให้เกิดความแม่นยำในการพยากรณ์ และสามารถสำรองอะไหล่คงคลังได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ณัฐพล ไทยอุดมทรัพย์ (2563) ได้ทำการศึกษาวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับยาในโรงพยาบาลสามร้อยยอด จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ซึ่งได้แก่ยาที่มีความต้องการรูปแบบอินเทอร์มิตเทนต์ (Intermittent Demand) จำนวน 19 รายการ และความต้องการแบบลัมปี (Lumpy Demand) จำนวน 22 รายการ โดยใช้ข้อมูลการใช้ยาจริงในปี พ.ศ.2557-2561 เพื่อพยากรณ์ความต้องการการใช้ยาในปี พ.ศ.2562 ด้วยวิธีการพยากรณ์ปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบง่าย วิธี Croston’s Method (CR) วิธี Syntetos and Boylan Approximation (SBA) และวิธี Teunter, Syntetos, and Babai (TSB) จากนั้นตรวจสอบค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ด้วยค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAD) และค่าสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MASE) ผลการศึกษาพบว่าวิธี Teunter, Syntetos, and Babai (TSB) ให้ค่าคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ต่ำที่สุด รองลงมาเป็นวิธีการพยากรณ์ปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบง่าย นอกจากนี้ได้สรุปไว้ว่าไม่มีวิธีในการพยากรณ์ความต้องการสำหรับยาที่มีความต้องการไม่สม่ำเสมอที่มีความถูกต้องในการพยากรณ์สูงสุดและมีความคลาดเคลื่อนเชิงระบบต่ำสุด ในการเลือกใช้วิธีการพยากรณ์จึงต้องมีการปรับแต่งให้เหมาะสมกับยาในแต่ละรายการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Teunter and Sani (2009) ได้เลือกใช้วิธี Croston (CR) ซึ่งเป็นวิธีมาตรฐานสำหรับการพยากรณ์ความต้องการแบบอินเทอร์มิตเทนต์ โดยได้รับการพิสูจน์ว่าสามารถใช้พยากรณ์ได้ดีในหลาย ๆ งานวิจัย และได้นำมาเชื่องโยงกับวิธีการควบคุมสินค้าคงคลังโดยพิจารณานโยบายที่มีความนิยมมากที่สุด คือ นโยบายการจัดการสินค้าคงคลังเป็นแบบสั่งซื้อที่เหมาะสม (Order-up-to Inventory Policy) และในการทดลองจะใช้ข้อมูลความต้องการที่สร้างขึ้น 10,000 ชุด ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าวิธี Croston มีความเหมาะสมที่จะช่วยในการกำหนดคำสั่งซื้อที่สูงสุด (Order-up-to Level)

Hong and Ping (2007) ได้ศึกษาผลกระทบจากการพยากรณ์ความต้องการต่อบูลวิปเอฟเฟคของโซ่อุปทาน 2 ระดับ ประกอบด้วยผู้ค้าปลีก 1 ระดับ และผู้ผลิต 1 แห่ง โดยใช้วิธีการพยากรณ์ที่แตกต่างกัน 3 วิธี ได้แก่ 1. ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (MA) 2. ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก (EMAW) 3. ค่าความเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE-Optimal) กำหนดให้ใช้นโยบายการจัดการสินค้าคงคลังเป็นแบบสั่งซื้อที่เหมาะสม (Order-up-to Inventory Policy) และความต้องการของลูกค้าให้เป็นไปตามตัวแบบออเทอรีเกรสชั่นอันดับที่หนึ่ง [The First Order Autoregressive (AR(1))] จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อค่าดัชนีบูลวิปเอฟเฟคจะมีอยู่ 2 ปัจจัย คือ ระยะเวลานำส่งสินค้า และค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแบบออเทอรีเกรสชั่น

วิชัย ปฏิยัตต์โยธิน และ วัชรพจน์ ทรัพย์สงวนบุญ (2563) มีวัตถุประสงค์เพื่อคัดสรรสินค้าที่ควรมีไว้เพื่อขายสำหรับธุรกิจร้านขายยา โดยนำประวัติของยอดขายของธุรกิจในพื้นที่เดิมมาวิเคราะห์ รวมถึงการกำหนดปริมาณสินค้าให้เหมาะสมในแต่ละกลุ่มของสินค้า ในการศึกษาครั้งนี้ใช้การแบ่ง ABC Classification ของกลุ่มสินค้าและกำหนดสัดส่วนจำนวนรายการสินค้าในแต่ละกลุ่ม โดยผลของการกำหนดสัดส่วนจำนวนรายการสินค้าได้ทั้งสิ้น 921 รายการ โดยใช้นโยบายการจัดการสินค้าคงคลังเป็นแบบสั่งซื้อที่เหมาะสม (Order-up-to Inventory Policy) และกำหนดให้ความต้องการมีการกระจายตัวแบบปัวซอง เพื่อหาปริมาณสินค้าคงคลัง ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าต้นทุนสินค้าคงคลังต้นงวดและปลายงวดมีราคาที่ลดต่ำลง

Hosada and Disney (2004) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างนโยบายคำสั่งซื้อ (Ordering Policy) และความแปรปรวนของระดับสินค้าคงคลัง ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อบูลวิปเอฟเฟค (Bullwhip Effect) และได้แสดงให้เห็นว่านโยบายการจัดการสินค้าคงคลังเป็นแบบสั่งซื้อที่เหมาะสม (Order-up-to Inventory Policy) สามารถลดความแปรปรวนของระดับสินค้าคงคลังได้ จากนั้นได้ทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของนโยบายการจัดการสินค้าคงคลังเป็นแบบสั่งซื้อที่เหมาะสม โดยใช้วิธีการพยากรณ์ที่แตกต่างกัน 3 วิธี คือ 1. ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำสุด (MMSE) 2. วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (MA) 3. วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ถ่วงน้ำหนักแบบเลขชี้กำลัง (EWMA) พบว่าวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ถ่วงน้ำหนักแบบเลขชี้กำลังจะให้ค่าความแปรปรวนของระดับสินค้าคงคลังต่ำสุด และวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่จะส่งผลต่อการเกิดบูลวิปเอฟเฟคมากกว่าวิธีค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง

จากการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบูลวิปเอฟเฟคและการพยากรณ์ในความต้องการแบบอินเทอร์มิตเทนต์ได้ดังแสดงในตารางที่ 2.1 – 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับบูลวิปเอฟเฟค

ผู้แต่ง	ปี	โครงสร้างโซ่อุปทาน		รูปแบบความต้องการของลูกค้า	วิธีการพยากรณ์			นโยบายการจัดการสินค้าคงคลัง
		ระดับโครงสร้าง	รูปโครงสร้างโซ่อุปทาน		MA	ES/EWMA	MSE/MMSE	
Chen et al.	2000	2 ระดับ		Linear	✓	✓		Order-up-to Policy
Hong and Ping	2007	2 ระดับ		AR(1)	✓	✓	✓	Order-up-to Policy
Zhang	2004	2 ระดับ		AR(1)	✓	✓	✓	Order-up-to Policy
Hosada and Disney	2004	2 ระดับ		AR(1)	✓	✓	✓	Order-up-to Policy
Sadeghi	2015	2 ระดับ		VAR(1)	✓	✓		Order-up-to Policy

ตารางที่ 2.2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการพยากรณ์ในความต้องการแบบอินเทอร์มิตเทนต์

ผู้แต่ง	ปี	แหล่งที่มาของความต้องการ			วิธีการพยากรณ์					ค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์				จุดประสงค์	
		ข้อมูลจริง	สุ่มข้อมูลตามรูปแบบการกระจายตัวทางสถิติ	อื่นๆ	ES	CR	SB/SBA	SY	อื่นๆ	MSE	MAD	MASE	อื่นๆ	การพยากรณ์ที่เหมาะสม	BW
ธีรา ธารีสุชีวกุล และ วรวุฒิ หวังวัชรกุล	2562	✓				✓	✓		WSS Bootstrapping, VZ Bootstrapping					✓	
ณัฐพล ไทยอุดมทรัพย์	2563	✓			✓	✓	✓		TSB	✓	✓	✓		✓	
นพพล คณากรยิ่งยง และ เจริญชัย โขมพัตราภรณ์	2566	✓				✓	✓				✓		SMAD, AMAPE	✓	
Willemain	1994	✓			✓	✓					✓		MAPE, RMSE, MdAPE		
Teunter and Sani	2009		✓			✓	✓	✓	LS	✓				✓	

ตารางที่ 2.2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการพยากรณ์ในความต้องการแบบอินเทอร์มิตเทนต์ (ต่อ)

ผู้แต่ง	ปี	แหล่งที่มาของความต้องการ			วิธีการพยากรณ์					ค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์				จุดประสงค์	
		ข้อมูลจริง	สุ่มข้อมูลตามรูปแบบการกระจายตัวทางสถิติ	อื่นๆ	ES	CR	SB/SBA	SY	อื่นๆ	MSE	MAD	MASE	อื่นๆ	การพยากรณ์ที่เหมาะสม	BW
Zhou and Viswanathan	2011	✓	✓						VZ Bootstrapping, BS1, BS2					✓	
Solis et al.	2017	✓	✓		✓	✓	✓		SBJ		✓		RMSE, MAPE	✓	
Rostami-Tabar and Disney	2022			INAR(1)					Conditional Mean, Conditional Median					✓	✓
งานวิจัยฉบับนี้	ปัจจุบัน		✓		✓	✓	✓	✓			✓	✓		✓	✓

<u>หมายเหตุ</u>

MSE	คือ	ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย
MAPE	คือ	ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย
TSB	คือ	วิธี Teunter, Syntetos, and Babai
SMAD	คือ	ค่ามาตรฐานความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย
AMAPE	คือ	ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยที่ปรับแก้
RMSE	คือ	ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองสัมบูรณ์เฉลี่ย
MdAPE	คือ	ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย
LS	คือ	วิธี Levén and Segerstedt
SBJ	คือ	วิธี Shale, Boylan, and John

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการพยากรณ์ในความต้องการแบบอินเทอร์มิตเทนต์

ผู้วิจัย	ปี	จุดประสงค์ของงานวิจัย	ผลสรุปของงานวิจัย
Teunter and Sani	2009	ทำการศึกษาการเปรียบเทียบความเอนเอียงของวิธีการพยากรณ์ โดยทำการทดลองทั้งหมด 4 วิธี ได้แก่ วิธี Croston (CR) วิธี Syntetos and Boylan Method (SB) วิธี Syntetos (SY) และวิธี Leven and Segersted (LS)	จากการทดลองสามารถสรุปได้ว่า วิธี Syntetos (SY) เป็นวิธีที่ออกแบบเพื่อลดค่าความเอนเอียง จากการทดลองค่าความเอนเอียงของ Syntetos Method (SY) มีค่าน้อยที่สุด จึงได้นำเสนอวิธี Syntetos method (SY) แทนวิธี Croston (CR) และวิธี Syntetos and Boylan (SB)
Syntetos and Babai Altay	2012	ทำการศึกษาการกระจายตัวความต้องการของอะไหล่สำรองซึ่งมีรูปแบบความต้องการแบบอินเทอร์มิตเทนต์โดยทำการทดสอบภาวะสารูปสนิทดี (Goodness of Fit Test) เพื่อดูความเหมาะสมของการกระจายตัวแต่ละรูปแบบกับข้อมูลจริง ได้แก่ การกระจายตัวแบบปัวซอง (Poisson Distribution) กระจายตัวแบบการกระจายตัวแบบทวินามเชิงลบ (Negative Binomial Distribution) การกระจายตัวแบบสตัตเตอริงปัวซอง (Stuttering Poisson Distribution) การกระจายตัวแบบปกติ (Normal Distribution) และการกระจายตัวแบบแกมมา (Gamma Distribution)	ผลสรุปพบว่าการกระจายตัวแบบทวินามเชิงลบ การกระจายตัวแบบสตัตเตอริงปัวซอง และการกระจายตัวแบบปัวซอง มีความเหมาะสมกับสินค้าเคลื่อนไหวช้า (Slow Moving Item)
Solis et al.	2017	ศึกษาความแม่นยำของการพยากรณ์และประสิทธิภาพของการควบคุมสินค้าคงคลังของ 4 วิธี ได้แก่ วิธี Croston (CR) วิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล (ES) วิธี Syntetos and Boylan Approximation (SBA) วิธี Shale, Boylan, and Johnston (SBJ) และจากนั้นทำการตรวจสอบค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ด้วย 3 วิธี ได้แก่ ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAD) ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) และค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE)	จากผลการทดลองได้ข้อสรุปว่าวิธี Syntetos and Boylan Approximation และวิธี Shale, Boylan and Johnston ให้ความแม่นยำที่ดีกว่าวิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่ายและวิธี Croston

ตารางที่ 2.3 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการพยากรณ์ในความต้องการแบบอินเทอร์มิตเทนต์ (ต่อ)

ผู้วิจัย	ปี	จุดประสงค์ของงานวิจัย	ผลสรุปของงานวิจัย
ณัฐพล ไทยอุดมทรัพย์	2563	ศึกษาวิธีการพยากรณ์ยาที่มีความต้องการแบบ อินเทอร์มิตเทนต์ โดยใช้วิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล (ES) วิธี Croston (CR) วิธี Syntetos and Boylan Approximation (SBA) และวิธี Teunter, Syntetos and Babai (TSB) จากนั้นทำการตรวจสอบค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ด้วย 4 วิธี ได้แก่ ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAD) ค่าสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MASE)	จากการทดลองพบว่าวิธี Teunter, Syntetos and Babai ให้ค่าความคลาดเคลื่อนต่ำสุด รองลงมาเป็นวิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล แต่ไม่มีวิธีไหนที่ดีที่สุด จึงต้องเลือกใช้แต่ละวิธีให้เหมาะสมกับยาในแต่ละรายการ
Rostami and Tabar	2023	ได้ศึกษาพฤติกรรมของบูลวิปเอฟเฟค (Bullwhip Effect) และความแปรปรวนของคลังสินค้าจากนโยบายการเติมเต็มสินค้า โดยการใช้การพยากรณ์ที่แตกต่างกัน 2 วิธี คือ การพยากรณ์ด้วยค่าเฉลี่ยแบบมีเงื่อนไข และการพยากรณ์ด้วยค่ามัธยฐานแบบมีเงื่อนไข	ผลการศึกษาพบว่าวิธีการพยากรณ์ด้วยค่าเฉลี่ยแบบมีเงื่อนไขสามารถควบคุมสินค้าคงคลังได้ดีที่สุด แต่อาจได้ค่าของปริมาณคำสั่งซื้อระดับสินค้าคงคลังที่ได้ไม่เป็นจำนวนเต็ม ส่วนวิธีพยากรณ์ด้วยค่ามัธยฐานแบบมีเงื่อนไขจะได้ค่าที่เป็นจำนวนเต็มซึ่งเป็นไปตามหลักของความต้องการที่เป็นจำนวนเต็ม และยังพบว่าความต้องการที่มีค่าต่ำมักส่งผลต่อค่าบูลวิปเอฟเฟคอย่างมีนัยสำคัญ

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยฉบับนี้เป็นการศึกษาผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อบูลวิปเอฟเฟค โดยทำการเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์แบบต่าง ๆ เพื่อหาวิธีที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ความต้องการแบบอินเทอร์มิตเทนต์ และศึกษาค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ที่ส่งผลต่อค่าบูลวิปเอฟเฟค โดยมีขั้นตอนในการดำเนินงาน (ดังรูปที่ 3.1) ดังนี้

1. กำหนดปัญหาของงานวิจัย วัตถุประสงค์ ขอบเขต และวางแผนการวิจัย

จากการศึกษาสภาพการแข่งขันธุรกิจในปัจจุบัน สมาชิกในห่วงโซ่อุปทานมุ่งหวังที่จะตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่มักต้องเผชิญกับปัญหาในการหาปริมาณความต้องการของลูกค้าที่แม่นยำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งองค์กรที่มีความต้องการรูปแบบครั้งคราว (Intermittent Demand) บริษัทเหล่านี้จึงต้องค้นหาวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับความต้องการรูปแบบอินเทอร์มิตเทนต์เพื่อลดโอกาสในการเกิดบูลวิปเอฟเฟคซึ่งเป็นการลดค่าใช้จ่ายและเพิ่มประสิทธิภาพขององค์กร

2. ศึกษาทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และกลไกของโซ่อุปทาน

การทบทวนทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และกลไกของโซ่อุปทาน ทำการศึกษาปัจจัยที่เกิดจากการพยากรณ์ 4 วิธี ที่ส่งผลต่อบูลวิปเอฟเฟค (Bullwhip Effect) รวมถึงตรวจสอบความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์

3. กำหนดปัจจัยและผลตอบสนองที่เกี่ยวข้อง

1) กำหนดความต้องการของลูกค้า (Demand) เป็นการแจกแจงแบบปัวซอง

2) กำหนดวิธีการพยากรณ์ (Forecasting Method) 4 วิธี ได้แก่

- การพยากรณ์โดยวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล (ES)
- การพยากรณ์โดยวิธี Croston (CR)
- การพยากรณ์โดยวิธี Syntetos and Boylan Approximation (SBA)
- การพยากรณ์โดยวิธี Syntetos (SY)

3) ค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบ (α)

4) ค่าบูลวิปเอฟเฟค (BW)

5) กำหนดวิธีวัดความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ 2 วิธี ได้แก่

- ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ (MAD)
- ค่าสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MASE)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. สร้างความต้องการแบบครั้งคราว

สร้างความต้องการแบบครั้งคราวที่มีการกระจายตัวแบบปัวซอง โดยกำหนดให้ใช้ λ ทั้งหมด 5 ระดับ ได้แก่ 0.25, 0.5, 0.75, 1.00 และ 1.25 และ α ด้วยโปรแกรม Minitab

5. ออกแบบการทดลองและเงื่อนไข

งานวิจัยนี้จะมีการเก็บข้อมูลของค่าบูลวิปเอฟเฟค ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ และค่าสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ โดยแบ่งตามวิธีการพยากรณ์ที่แตกต่างกัน

6. จำลองการดำเนินงานภายในโซ่อุปทาน

จำลองการดำเนินงานโดยใช้ข้อมูลความต้องการของลูกค้าชุดที่ 1 โดยใช้ α 5 ระดับ ได้แก่ 0.01, 0.25, 0.50, 0.75 และ 0.99 รวมถึงใช้ λ 2 ระดับ ได้แก่ 0.50 และ 1.00 เพื่อศึกษาแนวโน้มของค่าบูลวิปเอฟเฟคและความคลาดเคลื่อนของวิธีการพยากรณ์

7. ทำการทดลองและบันทึกผล

ทำการทดลองในโปรแกรม Excel โดยการใช้ข้อมูลทั้งหมด 5 ชุดที่ได้จากโปรแกรม Minitab ทำการการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า 4 วิธี รวมถึงหาค่าบูลวิปเอฟเฟค ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ และค่าสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ของแต่ละวิธีการพยากรณ์ หลังจากนั้นเก็บข้อมูลผลของการทดลองในตารางการจัดการ (Spreadsheet)

8. วิเคราะห์ผลการทดลอง และ เปรียบเทียบผลการพยากรณ์

เมื่อได้ผลจากการทดลองจึงทำการวิเคราะห์และเปรียบเทียบผลเพื่อศึกษาวิธีการพยากรณ์ ที่ส่งผลต่อค่าบูลวิปเอฟเฟค ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ และค่าสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์

9. สรุปผลการทำวิจัย

ในบทนี้จะแสดงขั้นตอนและวิธีการดำเนินงานวิจัย การจำลองโมเดลแบบง่ายเพื่อศึกษาลักษณะของการเกิดบูลวิปเอฟเฟคภายใต้ห่วงโซ่อุปทานแบบ 2 ระดับ ที่มีความต้องการแบบอินเทอร์มิตเทนต์และมีการกระจายตัวแบบปัวซอง กำหนดให้ใช้นโยบายการจัดการคลังสินค้าแบบคำสั่งซื้อที่เหมาะสม (Order-up-to Inventory Policy) และวิธีการพยากรณ์ความต้องการที่แตกต่างกัน โดยมีหัวข้อดังนี้

3.1 โครงสร้างห่วงโซ่อุปทานของงานวิจัย

3.2 ปัจจัยและผลตอบสนองที่เกี่ยวข้อง

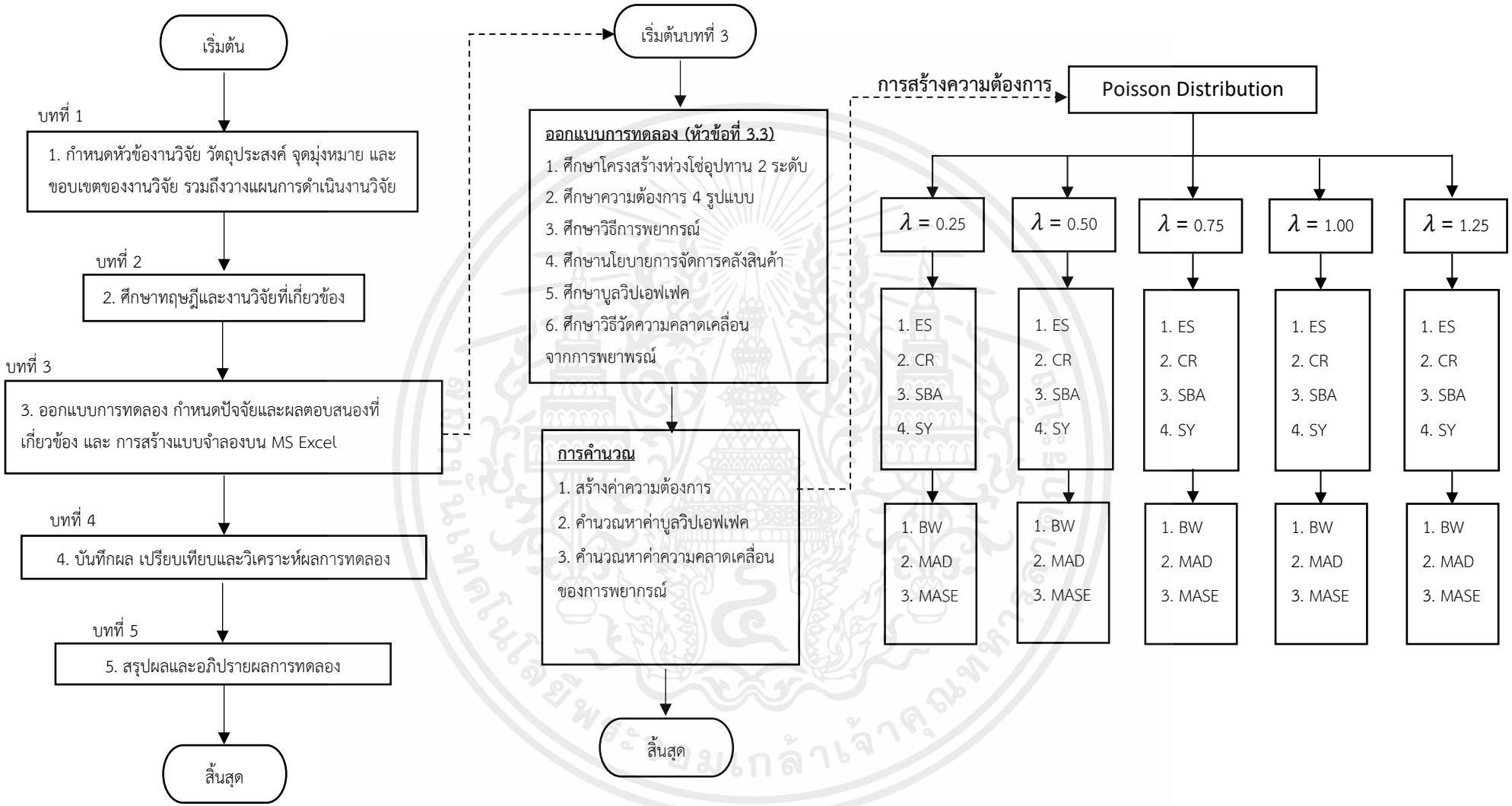
3.3 การออกแบบการทดลองและตารางเก็บข้อมูล

3.4 การสร้างค่าความต้องการสำหรับการทดลอง

3.5 การสร้างแบบจำลองบน MS Excel มุ่งเน้นวิธีการคำนวณ

3.6 การสร้างแบบจำลองบน MS Excel มุ่งเน้นการเชื่อมโยงสูตร

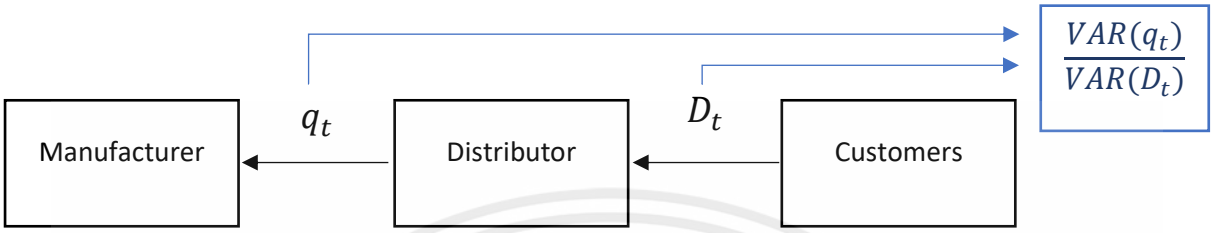
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 วิธีการดำเนินงาน

3.1 โครงสร้างห่วงโซ่อุปทานของงานวิจัย

สำหรับโครงสร้าวห่วงโซ่อุปทานของงานวิจัยนี้ได้ศึกษาภายใต้โครงสร้างห่วงโซ่อุปทาน 2 ระดับ ประกอบด้วย ลูกค้า (Customer) 1 กลุ่ม ศูนย์กระจายสินค้า (Distributor) 1 แห่ง และผู้ผลิต (Manufacturer) 1 แห่ง โดยจะแสดงดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 โครงสร้างโซ่อุปทาน 2 ระดับ และการคำนวณบูลวิปเอฟเฟค

โดยกำหนดให้ความต้องการของลูกค้ามีค่า D_t ซึ่งเป็นความต้องการแบบอินเทอร์มิตเทนต์ที่มีค่าเป็นศูนย์ในหลาย ๆ ช่วงเวลา และมีการกระจายตัวแบบปัวซอง หลังจากที่มีความต้องการของลูกค้าเข้ามาที่ช่วงเวลา t จากนั้นศูนย์กระจายสินค้า (Distributor) จะทำการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าด้วย 4 วิธี คือ 1. วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล (Exponential Smoothing, ES) 2. วิธี Croston (CR) 3. วิธี Syntetos and Boylan Approximation (SBA) 4. วิธี Syntetos (SY) จากนั้นเมื่อศูนย์กระจายสินค้าทราบถึงค่าความต้องการของลูกค้า กลไกต่อไปคือศูนย์กระจายสินค้าต้องทำการคำนวณหาปริมาณคำสั่งซื้อสินค้า q_t โดยในงานวิจัยฉบับนี้กำหนดให้ปริมาณคำสั่งซื้อมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0 และกำหนดให้ศูนย์กระจายสินค้าใช้นโยบายการจัดการสินค้าคงคลังแบบสั่งซื้อที่เหมาะสม (Order-up-to Inventory Policy) เพื่อส่งคำสั่งซื้อไปยังผู้ผลิต (Manufacturer) เมื่อปริมาณสินค้าคงคลังมีระดับต่ำกว่าสินค้าคงคลังที่เหมาะสม ศูนย์กระจายสินค้าจะทำการสั่งซื้อสินค้าที่ต้นสัปดาห์ (t) และในงานวิจัยนี้ใช้ระยะเวลานำส่งสินค้าเป็น L = 1 สัปดาห์ คือ เมื่อศูนย์กระจายสินค้าทำการสั่งซื้อสินค้าไปยังผู้ผลิต ผู้ผลิตจะทำการส่งสินค้าให้กับศูนย์กระจายสินค้า ณ ช่วงปลายของเวลา t ใด ๆ รวมถึงกำหนดให้ระดับการบริการ (Service Level) อยู่ที่ 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ปัจจัยและผลตอบสนองที่เกี่ยวข้อง

3.2.1 ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง

การทดลองในงานวิจัยฉบับนี้มีปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ดังแสดงตามตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง

ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง (Factors)	ระดับผลการศึกษา (Level)
ความต้องการของลูกค้า (Demand)	ความต้องการแบบอินเทอร์มิตเทนต์ที่มีการกระจายตัวแบบปัวซอง มีระดับพารามิเตอร์ (λ) 5 ระดับ ได้แก่ 1. ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวน = 0.25 2. ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวน = 0.50 3. ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวน = 0.75 4. ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวน = 1.00 5. ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวน = 1.25
วิธีการพยากรณ์ (Forecasting Method)	1. Exponential Smoothing (ES) 2. Croston's Method (CR) 3. Syntetos and Boylan Approximation Method (SBA) 4. Syntetos Method (SY)
ค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบ (α) (Smoothing Coefficient)	ค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล (α) มีค่าเป็น 0.01, 0.05, 0.10, 0.15, 0.20, 0.25, 0.30, 0.35, 0.40, 0.45, 0.50, 0.55, 0.60, 0.65, 0.70, 0.75, 0.80, 0.85, 0.90, 0.95 และ 0.99

<u>หมายเหตุ</u>

1. กำหนดให้ทุกสมาชิกในโซ่อุปทานใช้นโยบายการจัดการสินค้าคงคลังแบบสั่งซื้อที่เหมาะสม (Order-up-to Inventory Policy)
2. กำหนดให้ระยะเวลานำการสั่งซื้อ (Lead time, L) มีค่าเป็น 1
3. กำหนดให้ระดับการบริการ (Service Level) อยู่ที่ 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 เหตุผลในการเลือกวิธีการพยากรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย

งานวิจัยฉบับนี้เลือกใช้วิธีการพยากรณ์ทั้ง 4 แบบ เนื่องจากมีการอ้างอิงในการศึกษาเรื่องความเหมาะสมในการพยากรณ์ความต้องการแบบอินเทอร์มิตเทนต์ ดังแสดงตามตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ข้อดีของการพยากรณ์ในแต่ละวิธี

วิธีการพยากรณ์	ข้อดี	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
1. Exponential Smoothing (ES)	เป็นวิธีพื้นฐานที่นิยมใช้ในการพยากรณ์ เป็นวิธีที่ง่ายต่อการคำนวณ และสามารถเข้าใจได้ง่าย	1. Willemain (1994) 2. Sadeghi (2015)
2. Croston's Method (CR)	เป็นวิธีมาตรฐานสำหรับการพยากรณ์ความต้องการแบบอินเทอร์มิตเทนต์	1. Croston (1972) 2. Synder (2002) 3. Willemain (1994)
3. Syntetos and Boylan Approximation Method (SBA)	มีค่าความเอนเอียงน้อยกว่าวิธี Croston และนิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในการพยากรณ์ความต้องการแบบอินเทอร์มิตเทนต์	1. Syntetos and Boylan (2005) 2. Solis et al. (2014)
4. Syntetos Method (SY)	เป็นวิธีที่ออกแบบมาเพื่อลดค่าเฉลี่ยความเอนเอียง ทำให้ได้ค่าเฉลี่ยความเอนเอียงของวิธี Syntetos มีค่าน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับอีก 2 วิธีที่ผู้วิจัยเลือก	1. Teunter and Sani (2009) 2. Xu et al. (2012)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 ผลตอบสนองที่เกี่ยวข้อง

ผลตอบสนองของงานวิจัยฉบับนี้ คือ ค่าบูลวิปเอฟเฟค (BW) ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ (Mean Absolute Deviation, MAD) และค่าสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Scaled Error, MASE) ดังแสดงตามตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ผลตอบสนองที่เกี่ยวข้อง

ผลตอบสนองที่เกี่ยวข้อง	สมการคำนวณ	ตัวแปรที่เกี่ยวข้อง
ค่าบูลวิปเอฟเฟค (BW)	บูลวิปเอฟเฟค (BW) = $\frac{VAR(q_t)}{VAR(D_t)}$	$VAR(q_t)$ = ความแปรปรวนของปริมาณคำสั่งซื้อ $VAR(D_t)$ = ความแปรปรวนของความต้องการ
ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ (MAD)	$MAD = \frac{\sum_{t=1}^{N} \lvert D_t - D_t' \rvert}{N}$	D_t = ค่าความต้องการที่เกิดขึ้นจริงในช่วงเวลา t D_t' = ค่าพยากรณ์ที่เวลา t N = จำนวนคาบเวลาที่พิจารณา
ค่าสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MASE)	$MASE = \frac{1}{N}\sum_{N-1}^{N} \frac{\lvert D_t - D_t' \rvert}{\frac{1}{N-1}\sum_{i=2}^{N} \lvert D_t - D_{t-1} \rvert}$	$\mathrm{D_t}$ = ค่าความต้องการที่เกิดขึ้นจริงในช่วงเวลา t $\mathrm{D_t'}$ = ค่าพยากรณ์ที่เวลา t $\mathrm{D_{t-1}}$ = ค่าความต้องการที่เกิดขึ้นจริงในช่วงเวลา $t-1$ N = จำนวนคาบเวลาที่พิจารณา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การออกแบบการทดลองและตารางเก็บข้อมูล

การวัดประสิทธิภาพการจัดการสินค้าคงคลังหลักในงานวิจัยนี้คือ ค่าบูลวิปเอฟเฟค (BW) ที่เกิดจากความแปรปรวนของปริมาณคำสั่งซื้อของผู้ค้าปลีกและความแปรปรวนของความต้องการของลูกค้า วัดความแม่นยำของการพยากรณ์ด้วยค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAD) และค่าสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MASE) โดยจัดเก็บข้อมูลใส่ในตารางที่ 3.4 ถึง ตารางที่ 3.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.4 การเก็บข้อมูลของค่าบูลวิปเอฟเฟคภายใต้วิธีการพยากรณ์โดยใช้วิธีการพยากรณ์แบบ ES

Exponential Smoothing	λ \ α	0.01	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	0.99
	0.25	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
		BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
		BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
		BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
		BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
	0.50	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
		BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
		BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
		BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
		BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
	0.75	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
		BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
		BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
		BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
		BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
	1.00	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
		BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
		BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
		BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
		BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
	1.25	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
		BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
		BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
		BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
		BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW

หมายเหตุ บริเวณที่เน้นข้อความนำไปใช้ในการศึกษานำร่อง

ตารางที่ 3.5 การเก็บข้อมูลของค่าบูลวิปเอฟเฟคภายใต้วิธีการพยากรณ์โดยใช้วิธีการพยากรณ์แบบ CR

	λ \ α	0.01	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	0.99
Croston	0.25	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
		BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
		BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
		BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
		BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
	0.50	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
		BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
		BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
		BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
		BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
	0.75	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
		BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
		BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
		BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
		BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
	1.00	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
		BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
		BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
		BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
		BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
	1.25	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
		BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
		BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
		BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
		BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW

หมายเหตุ บริเวณที่เน้นข้อความนำไปใช้ในการศึกษานำร่อง

ตารางที่ 3.6 การเก็บข้อมูลของค่าบูลวิปเอฟเฟคภายใต้วิธีการพยากรณ์โดยใช้วิธีการพยากรณ์แบบ SBA

Syntetos and Boylan Approximation	λ \ α	0.01	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	0.99
	0.25	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
		BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
		BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
		BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
		BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
	0.50	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
		BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
		BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
		BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
		BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
	0.75	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
		BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
		BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
		BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
		BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
	1.00	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
		BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
		BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
		BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
		BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
	1.25	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
		BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
		BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
		BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
		BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW

หมายเหตุ บริเวณที่เน้นข้อความนำไปใช้ในการศึกษานำร่อง

ตารางที่ 3.7 การเก็บข้อมูลของค่าบูลวิปเอฟเฟคภายใต้วิธีการพยากรณ์โดยใช้วิธีการพยากรณ์แบบ SY

Syntetos Method	λ \ α	0.01	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	0.99
	0.25	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
		BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
		BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
		BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
		BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
	0.50	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
		BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
		BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
		BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
		BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
	0.75	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
		BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
		BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
		BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
		BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
	1.00	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
		BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
		BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
		BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
		BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
	1.25	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
		BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
		BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
		BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW
		BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW	BW

หมายเหตุ บริเวณที่เน้นข้อความนำไปใช้ในการศึกษานำร่อง

ตารางที่ 3.8 การเก็บข้อมูลของค่า MAD ภายใต้วิธีการพยากรณ์โดยใช้วิธีการพยากรณ์แบบ ES

	λ \ α	0.01	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	0.99
Exponential Smoothing	0.25	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
		MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
		MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
		MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
		MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
	0.50	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
		MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
		MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
		MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
		MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
	0.75	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
		MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
		MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
		MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
		MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
	1.00	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
		MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
		MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
		MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
		MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
	1.25	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
		MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
		MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
		MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
		MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD

หมายเหตุ บริเวณที่เน้นข้อความนำไปใช้ในการศึกษานำร่อง

ตารางที่ 3.9 การเก็บข้อมูลของค่า MAD ภายใต้วิธีการพยากรณ์โดยใช้วิธีการพยากรณ์แบบ CR

	λ \ α	0.01	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	0.99
Croston	0.25	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
		MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
		MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
		MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
		MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
	0.50	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
		MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
		MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
		MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
		MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
	0.75	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
		MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
		MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
		MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
		MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
	1.00	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
		MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
		MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
		MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
		MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
	1.25	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
		MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
		MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
		MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
		MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD

หมายเหตุ บริเวณที่เน้นข้อความนำไปใช้ในการศึกษานำร่อง

ตารางที่ 3.10 การเก็บข้อมูลของค่า MAD ภายใต้วิธีการพยากรณ์โดยใช้วิธีการพยากรณ์แบบ SBA

Syntetos and Boylan Approximation	λ \ α	0.01	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	0.99
	0.25	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
		MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
		MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
		MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
		MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
	0.50	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
		MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
		MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
		MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
		MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
	0.75	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
		MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
		MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
		MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
		MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
	1.00	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
		MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
		MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
		MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
		MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
	1.25	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
		MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
		MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
		MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
		MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD

หมายเหตุ บริเวณที่เน้นข้อความนำไปใช้ในการศึกษานำร่อง

ตารางที่ 3.11 การเก็บข้อมูลของค่า MAD ภายใต้วิธีการพยากรณ์โดยใช้วิธีการพยากรณ์แบบ SY

Syntetos Method	λ \ α	0.01	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	0.99
	0.25	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
		MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
		MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
		MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
		MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
	0.50	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
		MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
		MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
		MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
		MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
	0.75	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
		MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
		MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
		MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
		MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
	1.00	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
		MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
		MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
		MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
		MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
	1.25	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
		MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
		MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
		MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD
		MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD	MAD

หมายเหตุ บริเวณที่เน้นข้อความนำไปใช้ในการศึกษานำร่อง

ตารางที่ 3.12 การเก็บข้อมูลของค่า MASE ภายใต้วิธีการพยากรณ์โดยใช้วิธีการพยากรณ์แบบ ES

Exponential Smoothing	λ \ α	0.01	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	0.99
	0.25	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
		MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
		MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
		MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
		MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
	0.50	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
		MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
		MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
		MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
		MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
	0.75	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
		MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
		MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
		MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
		MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
	1.00	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
		MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
		MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
		MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
		MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
	1.25	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
		MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
		MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
		MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
		MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE

หมายเหตุ บริเวณที่เน้นข้อความนำไปใช้ในการศึกษานำร่อง

ตารางที่ 3.13 การเก็บข้อมูลของค่า MASE ภายใต้วิธีการพยากรณ์โดยใช้วิธีการพยากรณ์แบบ CR

	λ \ α	0.01	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	0.99
Croston	0.25	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
		MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
		MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
		MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
		MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
	0.50	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
		MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
		MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
		MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
		MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
	0.75	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
		MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
		MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
		MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
		MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
	1.00	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
		MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
		MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
		MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
		MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
	1.25	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
		MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
		MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
		MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
		MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE

หมายเหตุ บริเวณที่เน้นข้อความนำไปใช้ในการศึกษานำร่อง

ตารางที่ 3.14 การเก็บข้อมูลของค่า MASE ภายใต้วิธีการพยากรณ์โดยใช้วิธีการพยากรณ์แบบ SBA

Syntetos and Boylan Approximation	λ \ α	0.01	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	0.99
	0.25	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
		MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
		MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
		MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
		MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
	0.50	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
		MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
		MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
		MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
		MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
	0.75	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
		MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
		MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
		MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
		MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
	1.00	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
		MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
		MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
		MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
		MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
	1.25	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
		MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
		MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
		MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
		MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE

หมายเหตุ บริเวณที่เน้นข้อความนำไปใช้ในการศึกษานำร่อง

ตารางที่ 3.15 การเก็บข้อมูลของค่า MASE ภายใต้วิธีการพยากรณ์โดยใช้วิธีการพยากรณ์แบบ SY

Syntetos Method	λ \ α	0.01	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	0.99
	0.25	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
		MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
		MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
		MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
		MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
	0.50	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
		MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
		MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
		MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
		MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
	0.75	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
		MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
		MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
		MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
		MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
	1.00	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
		MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
		MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
		MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
		MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
	1.25	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
		MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
		MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
		MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE
		MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE	MASE

หมายเหตุ บริเวณที่เน้นข้อความนำไปใช้ในการศึกษานำร่อง

3.4 การสร้างค่าความต้องการสำหรับการทดลอง

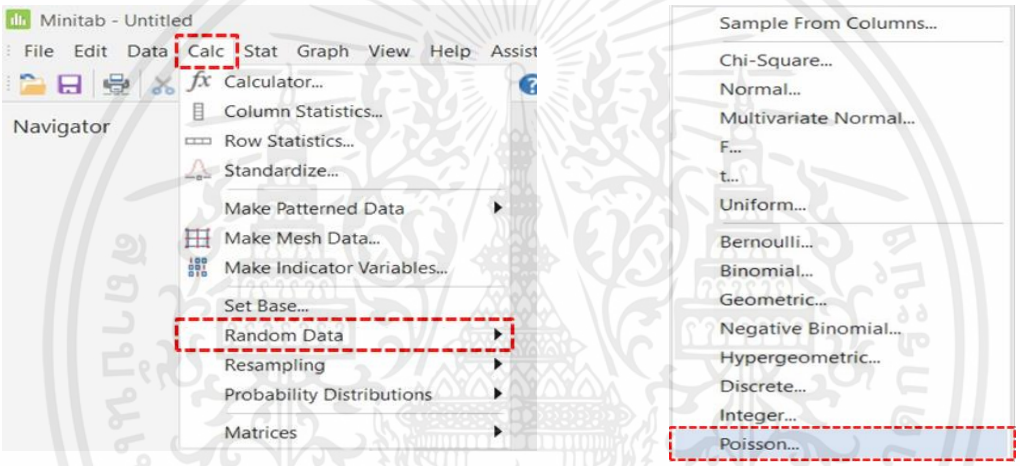
สร้างข้อมูลความต้องการที่มีการกระจายตัวแบบปัวซองที่มีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนต่าง ๆ ในโปรแกรมทางสถิติ Minitab ตามขั้นตอนดังนี้

1. เปิดโปรแกรมทางสถิติ Minitab เลือก “Calc” ตามด้วย “Random Data” และตามด้วย “Poisson...”

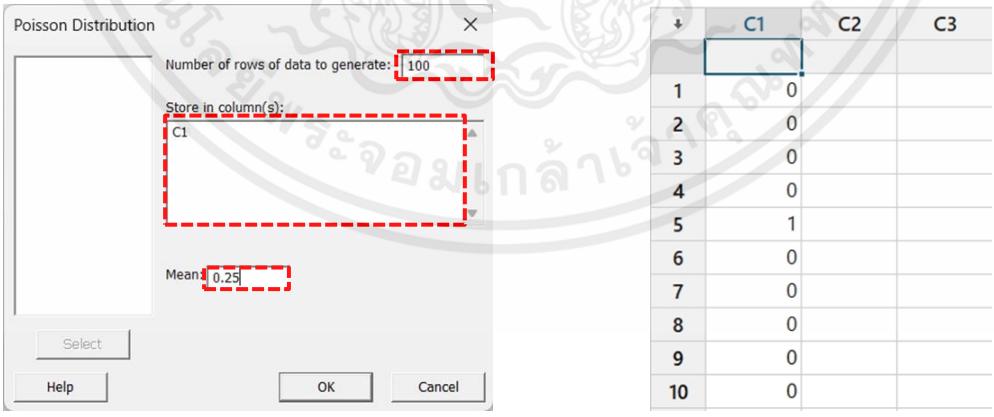
2. กรอกจำนวนของข้อมูลที่ต้องการสร้างลงในช่อง “Number of Rows of Data to Generate” จากนั้นกรอกข้อมูลค่าเฉลี่ย และค่าความแปรปรวนที่ต้องการลงในช่อง “Mean” และกรอกข้อมูลของหลักที่ต้องการนำข้อมูลที่สร้างไปจัดเก็บลงในช่อง “Store in Column(s)” และเลือก “OK”

3. ข้อมูลความต้องการจะถูกจัดเก็บในหลักที่เลือกไว้

4. นำข้อมูลที่ได้ไปจัดเก็บไว้ในตารางการจัดการ (Spreadsheet)



ก) เลือก “Calc” ตามด้วย “Random Data” ข) จากนั้นเลือก “Poisson...”



ค) กรอกพารามิเตอร์สำหรับการกระจายตัวแบบปัวซอง ง) แสดงข้อมูลที่ต้องการในตาราง

รูปที่ 3.3 การสร้างและตรวจสอบความต้องการแบบอินเทอร์มิตเทนต์ที่มีการกระจายตัวแบบปัวซอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เริ่มต้นจากการสร้างข้อมูลความต้องการของลูกค้าที่มีการกระจายตัวแบบปัวซองโดยมีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันตามขั้นตอนที่ระบุข้างต้น จะได้ค่าความต้องการของลูกค้าที่มีการกระจายตัวแบบปัวซองเพื่อใช้ในการพยากรณ์ของผู้จัดจำหน่าย เพื่อหาคำสั่งซื้อของผู้จัดจำหน่ายต่อผู้ผลิต ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย ค่าสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย และนำมาคำนวณหาค่าบูลวิปเอฟเฟคตามวัตถุประสงค์ของวิจัยนี้

ในการศึกษานำร่องได้ศึกษาเพียง 1 ชุดข้อมูล จึงทำการสร้างค่าความต้องการดังตารางที่ 3.16 ถึง 3.20 ในงานวิจัยนี้จะทำซ้ำ 5 ครั้ง ดังนั้นจึงมีการสร้างค่าความต้องการของลูกค้าที่มีค่าเฉลี่ยต่างกันอย่างละ 5 ครั้ง โดยชุดข้อมูลความต้องการที่ 2-5 แสดงในภาคผนวก ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.16 ค่าความต้องการที่มีการกระจายตัวแบบปัวซองที่มีค่าเฉลี่ย (λ) เป็น 0.25 ชุดที่ 1

ค่าความต้องการที่มีการกระจายตัวแบบปัวซอง ($\lambda = 0.25$) ชุดที่ 1 (ซ้ำครั้งที่ 1)							
t	D_t	t	D_t	t	D_t	t	D_t
1	0	26	0	51	0	76	0
2	0	27	0	52	1	77	0
3	0	28	1	53	0	78	1
4	0	29	0	54	0	79	0
5	0	30	0	55	1	80	1
6	0	31	0	56	0	81	1
7	0	32	0	57	0	82	0
8	0	33	0	58	0	83	0
9	0	34	0	59	0	84	1
10	1	35	0	60	0	85	0
11	0	36	0	61	0	86	1
12	0	37	1	62	0	87	0
13	0	38	1	63	0	88	0
14	0	39	0	64	0	89	0
15	0	40	0	65	0	90	0
16	0	41	0	66	0	91	0
17	0	42	1	67	0	92	0
18	0	43	0	68	0	93	0
19	0	44	0	69	0	94	0
20	2	45	0	70	0	95	0
21	0	46	0	71	1	96	0
22	1	47	0	72	0	97	0
23	0	48	0	73	0	98	1
24	0	49	0	74	0	99	0
25	0	50	0	75	0	100	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.17 ค่าความต้องการที่มีการกระจายตัวแบบปัวซองที่มีค่าเฉลี่ย (λ) เป็น 0.50 ชุดที่ 1

ค่าความต้องการที่มีการกระจายตัวแบบปัวซอง ($\lambda = 0.50$) ชุดที่ 1 (ซ้ำครั้งที่ 1)							
t	D_t	t	D_t	t	D_t	t	D_t
1	2	26	0	51	1	76	0
2	1	27	0	52	0	77	1
3	0	28	0	53	1	78	0
4	1	29	3	54	0	79	2
5	0	30	1	55	1	80	0
6	0	31	0	56	3	81	1
7	0	32	1	57	2	82	1
8	1	33	0	58	0	83	0
9	0	34	0	59	1	84	0
10	1	35	0	60	1	85	1
11	1	36	1	61	0	86	2
12	1	37	1	62	0	87	1
13	2	38	3	63	1	88	0
14	0	39	0	64	0	89	1
15	2	40	0	65	0	90	1
16	0	41	0	66	0	91	0
17	0	42	0	67	1	92	1
18	2	43	0	68	0	93	0
19	2	44	2	69	0	94	0
20	1	45	0	70	0	95	2
21	1	46	1	71	2	96	1
22	2	47	0	72	0	97	1
23	0	48	0	73	2	98	1
24	2	49	3	74	1	99	1
25	1	50	0	75	1	100	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.18 ค่าความต้องการที่มีการกระจายตัวแบบปัวซองที่มีค่าเฉลี่ย (λ) เป็น 0.75 ชุดที่ 1

ค่าความต้องการที่มีการกระจายตัวแบบปัวซอง ($\lambda = 0.75$) ชุดที่ 1 (ซ้ำครั้งที่ 1)							
t	D_t	t	D_t	t	D_t	t	D_t
1	2	26	1	51	1	76	0
2	0	27	1	52	0	77	0
3	1	28	1	53	0	78	1
4	0	29	1	54	3	79	1
5	0	30	0	55	1	80	1
6	1	31	1	56	1	81	0
7	0	32	2	57	0	82	2
8	1	33	0	58	1	83	3
9	1	34	0	59	3	84	1
10	1	35	1	60	3	85	1
11	0	36	1	61	4	86	0
12	0	37	0	62	1	87	0
13	0	38	1	63	2	88	0
14	2	39	0	64	1	89	1
15	0	40	1	65	0	90	1
16	1	41	0	66	0	91	0
17	0	42	1	67	1	92	0
18	0	43	0	68	0	93	0
19	1	44	0	69	1	94	2
20	0	45	1	70	0	95	2
21	0	46	2	71	1	96	1
22	0	47	1	72	0	97	1
23	0	48	2	73	0	98	2
24	2	49	0	74	0	99	1
25	2	50	0	75	0	100	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.19 ค่าความต้องการที่มีการกระจายตัวแบบปัวซองที่มีค่าเฉลี่ย (λ) เป็น 1.00 ชุดที่ 1

ค่าความต้องการที่มีการกระจายตัวแบบปัวซอง ($\lambda = 1.00$) ชุดที่ 1 (ซ้ำครั้งที่ 1)							
t	D_t	t	D_t	t	D_t	t	D_t
1	2	26	0	51	1	76	3
2	0	27	0	52	1	77	1
3	0	28	1	53	1	78	1
4	0	29	0	54	3	79	1
5	2	30	0	55	2	80	1
6	1	31	0	56	0	81	1
7	1	32	1	57	1	82	3
8	0	33	1	58	1	83	1
9	3	34	0	59	0	84	0
10	1	35	1	60	0	85	1
11	0	36	0	61	1	86	0
12	0	37	0	62	2	87	3
13	1	38	1	63	1	88	0
14	0	39	1	64	3	89	1
15	3	40	2	65	2	90	2
16	1	41	0	66	1	91	2
17	1	42	1	67	1	92	0
18	1	43	0	68	0	93	1
19	2	44	1	69	1	94	1
20	1	45	1	70	2	95	1
21	0	46	0	71	1	96	0
22	2	47	1	72	0	97	3
23	1	48	1	73	1	98	0
24	0	49	0	74	1	99	0
25	1	50	2	75	1	100	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.20 ค่าความต้องการที่มีการกระจายตัวแบบปัวซองที่มีค่าเฉลี่ย (λ) เป็น 1.25 ชุดที่ 1

ค่าความต้องการที่มีการกระจายตัวแบบปัวซอง ($\lambda = 1.25$) ชุดที่ 1 (ซ้ำครั้งที่ 1)							
t	D_t	t	D_t	t	D_t	t	D_t
1	1	26	0	51	0	76	1
2	2	27	1	52	1	77	1
3	2	28	2	53	2	78	0
4	1	29	0	54	0	79	1
5	1	30	2	55	0	80	3
6	1	31	2	56	1	81	0
7	1	32	2	57	0	82	1
8	1	33	1	58	1	83	0
9	2	34	1	59	2	84	2
10	2	35	0	60	3	85	1
11	0	36	1	61	2	86	0
12	0	37	0	62	1	87	1
13	1	38	2	63	1	88	0
14	4	39	2	64	3	89	2
15	2	40	2	65	3	90	1
16	1	41	0	66	1	91	3
17	0	42	0	67	1	92	1
18	3	43	0	68	1	93	3
19	1	44	0	69	3	94	0
20	1	45	1	70	0	95	0
21	1	46	0	71	3	96	0
22	1	47	1	72	2	97	1
23	2	48	2	73	2	98	1
24	2	49	2	74	1	99	2
25	0	50	1	75	0	100	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การสร้างแบบจำลองบน MS Excel มุ่งเน้นวิธีการคำนวณ

3.5.1 การสร้างค่าความต้องการ

การสร้างค่าความต้องการของลูกค้าเป็นความต้องการแบบครั้งคราว (Intermittent Demand) ทั้งหมด 5 ชุด ในโปรแกรมทางสถิติ Minitab ตามหัวข้อที่ 3.4 โดยมีการกระจายตัวแบบปัวซองที่มีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวน (α) ทั้งหมด 5 ระดับ ได้แก่ 0.25, 0.5, 0.75, 1.00 และ 1.25 เป็นระยะเวลา (t) 100 สัปดาห์ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของสมการในการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า (D'_t) ในลำดับต่อไป แสดงดังรูปที่ 3.4

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
1		Generated Demand SET#1					Generated Demand SET#2					Generated Demand SET#3					Generated Demand SET#4					Generated Demand SET#5				
2	t	P(0.25)	P(0.5)	P(0.75)	P(1)	P(1.25)	P(0.25)	P(0.5)	P(0.75)	P(1)	P(1.25)	P(0.25)	P(0.5)	P(0.75)	P(1)	P(1.25)	P(0.25)	P(0.5)	P(0.75)	P(1)	P(1.25)	P(0.25)	P(0.5)	P(0.75)	P(1)	P(1.25)
3	1	0	2	2	2	1	0	1	0	2	4	0	1	0	2	0	0	1	0	0	0	0	1	2	1	1
4	2	0	1	0	0	2	0	0	0	2	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	0	0	1	2	1
5	3	0	0	1	0	2	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	2	1	0	0	3	0	0
6	4	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	2	0	0	2	1	3	0	2	1	1	2
7	5	0	0	0	2	1	1	2	1	0	0	0	0	1	2	0	0	1	2	2	2	0	0	1	1	1
8	6	0	0	1	1	1	0	0	1	2	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2
9	7	0	0	0	1	1	0	0	2	0	1	0	0	2	1	0	1	0	1	2	1	0	1	1	1	0
10	8	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	2	1	0	0	2	0	0	0	1	1	0
⋮																										
90	88	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	1	1	2	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1
91	89	0	1	1	1	2	0	1	0	0	2	0	0	0	2	2	0	0	0	0	2	0	1	2	0	0
92	90	0	1	1	2	1	2	0	0	0	2	0	1	1	2	2	0	0	1	0	0	0	2	0	2	1
93	91	0	0	0	2	3	1	0	1	1	4	0	1	1	0	2	0	0	1	0	2	0	1	2	2	1
94	92	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	2	1	2	0	0	0	3	1
95	93	0	0	0	1	3	0	1	0	2	1	0	1	1	2	0	1	0	1	0	2	0	0	3	1	2
96	94	0	0	2	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	2	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0
97	95	0	2	2	1	0	0	0	1	1	3	0	2	0	4	0	0	0	3	0	2	1	1	1	0	3
98	96	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	2	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1
99	97	0	1	1	3	1	0	0	2	2	0	0	0	0	1	3	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1
100	98	1	1	2	0	1	1	1	1	3	1	1	1	2	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1

รูปที่ 3.4 การสร้างค่าความต้องการของลูกค้า

คอลัมน์ A แสดงช่วงเวลา t ใด ๆ

คอลัมน์ B – F แสดงค่าความต้องการของลูกค้าชุดที่ 1

คอลัมน์ G – K แสดงค่าความต้องการของลูกค้าชุดที่ 2

คอลัมน์ L – P แสดงค่าความต้องการของลูกค้าชุดที่ 3

คอลัมน์ Q – U แสดงค่าความต้องการของลูกค้าชุดที่ 4

คอลัมน์ V – Z แสดงค่าความต้องการของลูกค้าชุดที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2 การสร้างการพยากรณ์ความต้องการ

3.5.2.1 <u>การพยากรณ์ค่าความต้องการโดยใช้วิธี ES</u>

ตัวแปรต่าง ๆ ของการพยากรณ์โดยวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล (ES) มีดังนี้

$D'_{ES,t}$ = ค่าพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าในช่วงเวลา t ที่ได้จากวิธี ES

D_{t-1} = ความต้องการของลูกค้าในช่วงเวลา $t-1$

D'_{t-1} = ค่าพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าในช่วงเวลา $t-1$

α = ค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบ มีค่าระหว่าง 0 ถึง 1

กำหนดให้ค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบ (α) มีค่าเป็น 0.5 และความต้องการจริงของลูกค้าเป็นความต้องการแบบครั้งคราว (Intermittent Demand) โดยมีการกระจายแบบปัวซองที่มีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวน (λ) มีค่าเป็น 0.5

สามารถจำลองการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าในสัปดาห์ที่ 10 ($t = 10$) โดยใช้วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลจากสมการที่ 2.5 ดังแสดงในแถวที่ 11 ดังนั้นความต้องการของลูกค้าที่เกิดขึ้นใหม่ในแต่ละช่วงเวลา t สามารถดูได้จากคอลัมน์ C รูปที่ 3.5

	A	B	C
1	Time(t)	Demand (Dt)	Forecasting of Distributor (D't)
2	1	2	-
3	2	1	2.00000
4	3	0	1.50000
5	4	1	0.75000
6	5	0	0.87500
7	6	0	0.43750
8	7	0	0.21875
9	8	1	0.10938
10	9	0	0.55469
11	10	1	0.27734
	⋮	⋮	⋮
91	90	1	0.78827
92	91	0	0.89414
93	92	1	0.44707
94	93	0	0.72353
95	94	0	0.36177
96	95	2	0.18088
97	96	1	1.09044
98	97	1	1.04522
99	98	1	1.02261
100	99	1	1.01131
101	100	0	1.00565

รูปที่ 3.5 ค่าการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าด้วยวิธี ES ที่ t สัปดาห์

จากสมการ $D'_{ES,10} = \alpha D_{10-1} + (1-\alpha)D'_{10-1}$

$$D'_{ES,10} = \alpha D_9 + (1-\alpha)D'_9$$
$$= 0.5(0) + (1-0.5)(0.55469)$$
$$= 0.27734$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2.2 การพยากรณ์ค่าความต้องการโดยใช้วิธีของ CR

ตัวแปรต่าง ๆ ของการพยากรณ์โดยใช้วิธีของ Croston (CR) มีดังนี้

D_t = ค่าความต้องการที่เวลา t

$D'_{CR,t}$ = ค่าพยากรณความต้องการที่ได้จากวิธี CR ของช่วงเวลา $t+1$ ที่ได้จากเวลา t

Z_t = ค่าความต้องการที่เกิดขึ้นจริงที่เวลา t

Z'_t = ค่าประมาณของความต้องการที่เกิดที่เวลา t

T_t = ค่าช่วงเวลาที่เกิดความต้องการที่เกิดขึ้นจริงที่เวลา t

T'_t = ค่าประมาณของช่วงเวลาที่เกิดความต้องการที่เวลา t

α = ค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบ มีค่าระหว่าง 0 ถึง 1

กำหนดให้ค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบ (α) มีค่าเป็น 0.5 และความต้องการจริงของลูกค้าเป็นความต้องการแบบไม่ต่อเนื่อง (Intermittent Demand) โดยมีการกระจายแบบปัวซองที่มีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวน (λ) มีค่าเป็น 0.5

สามารถจำลองการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าในสัปดาห์ที่ 10 (t =10) โดยใช้วิธีของ Croston จากสมการที่ 2.6 ดังแสดงในแถวที่ 11 ดังนั้นความต้องการของลูกค้าที่เกิดขึ้นใหม่ในแต่ละช่วงเวลา t สามารถดูได้จากคอลัมน์ I รูปที่ 3.6

	A	B	I
1	Time(t)	Demand (Dt)	Forecasting of Distributor (D't)
2	1	2	-
3	2	1	1.07071
4	3	0	1.07071
5	4	1	0.77561
6	5	0	0.77561
7	6	0	0.77561
8	7	0	0.77561
9	8	1	0.42130
10	9	0	0.42130
11	10	1	0.45299
⋮	⋮	⋮	⋮
91	90	1	0.80388
92	91	0	0.80388
93	92	1	0.62121
94	93	0	0.62121
95	94	0	0.62121
96	95	2	0.65045
97	96	1	0.75537
98	97	1	0.84713
99	98	1	0.91266
100	99	1	0.95297
101	100	0	0.95297

รูปที่ 3.6 ค่าการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าด้วยวิธี CR ที่ t สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากสมการ $$D'_{CR,t} = \frac{Z'_t}{T'_t}$$

$$Z'_t = Z'_{t-1} + \alpha(Z_t - Z'_{t-1})$$
$$T'_t = T'_{t-1} + \alpha(T_t - T'_{t-1})$$

ซึ่งถ้า $D_t > 0$: $$Z_t = D_t$$

$$Z'_t = \begin{cases} Z'_{t-1} + \alpha(Z_t - Z'_{t-1}) & : D_t > 0 \\ Z'_{t-1} & : D_t = 0 \end{cases}$$

$$T'_t = \begin{cases} T'_{t-1} + \alpha(T_t - T'_{t-1}) & : D_t > 0 \\ T'_{t-1} & : D_t = 0 \end{cases}$$

จะได้ $$Z_{10} = 1$$

$$\begin{aligned} Z'_{10} &= Z'_{10-1} + \alpha(Z_{10} - Z'_{10-1}) \\ &= Z'_9 + \alpha(Z_{10} - Z'_9) \\ &= 1.25 + 0.50(1 - 1.25) \\ &= 1.12500 \end{aligned}$$

$$T_{10} = 2$$

เนื่องจากช่วงเวลาที่เกิดความต้องการล่าสุดก่อนเกิดความต้องการในสัปดาห์ที่ 10 ($t = 10$) คือสัปดาห์ที่ 8 ($t = 8$) จึงทำให้ในสัปดาห์ที่ 10 มีค่าช่วงเวลาที่เกิดความต้องการเป็น 2 ($T_{10} = 2$)

$$\begin{aligned} T'_{10} &= T'_{10-1} + \alpha(T_{10} - T'_{10-1}) \\ &= T'_9 + \alpha(T_{10} - T'_9) \\ &= 2.96698 + 0.5(2 - 2.96698) \\ &= 2.48349 \end{aligned}$$

ดังนั้น $$D'_{CR,10} = \frac{1.12500}{2.48349}$$
$$= 0.45299$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2.3 <u>การพยากรณ์ค่าความต้องการโดยใช้วิธี SBA</u>

ตัวแปรต่าง ๆ ของการพยากรณ์โดยใช้วิธี Syntetos and Boylan Approximation (SBA) มีดังนี้

D_t = ค่าความต้องการที่เวลา t

$D'_{SBA,t}$ = ค่าพยากรณความต้องการที่ได้จากวิธี CR ของช่วงเวลา $t+1$ ที่ได้จากเวลา t

Z_t = ค่าความต้องการที่เกิดขึ้นจริงที่เวลา t

Z'_t = ค่าประมาณของความต้องการที่เกิดที่เวลา t

T_t = ค่าช่วงเวลาที่เกิดความต้องการที่เกิดขึ้นจริงที่เวลา t

T'_t = ค่าประมาณของช่วงเวลาที่เกิดความต้องการที่เวลา t

α = ค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบ มีค่าระหว่าง 0 ถึง 1

กำหนดให้ค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบ (α) มีค่าเป็น 0.5 และความต้องการจริงของลูกค้าเป็นความต้องการแบบไม่ต่อเนื่อง (Intermittent Demand) โดยมีการกระจายแบบปัวซองที่มีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวน (λ) มีค่าเป็น 0.5

สามารถพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าในสัปดาห์ที่ 10 (t =10) โดยใช้วิธี Syntetos and Boylan Approximation จากสมการที่ 2.10 ดังแสดงในแถวที่ 11 ดังนั้นความต้องการของลูกค้าที่เกิดขึ้นใหม่ในแต่ละช่วงเวลา t สามารถดูได้จากคอลัมน์ I รูปที่ 3.7

	A	B	I
1	t(time)	Demand (Dt)	Forecasting of Distributor (D't)
2	1	2	-
3	2	1	0.80303
4	3	0	0.80303
5	4	1	0.58171
6	5	0	0.58171
7	6	0	0.58171
8	7	0	0.58171
9	8	1	0.31598
10	9	0	0.31598
11	10	1	0.33974
⋮	⋮	⋮	⋮
91	90	1	0.60291
92	91	0	0.60291
93	92	1	0.46591
94	93	0	0.46591
95	94	0	0.46591
96	95	2	0.48784
97	96	1	0.56652
98	97	1	0.63535
99	98	1	0.68449
100	99	1	0.71473
101	100	0	0.71473

รูปที่ 3.7 ค่าการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าด้วยวิธี SBA ที่ t สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากสมการ $$D'_{SBA,t} = (1 - \frac{\alpha}{2})\frac{Z'_t}{T'_t}$$

$$Z'_t = Z'_{t-1} + \alpha(Z_t - Z'_{t-1})$$
$$T'_t = T'_{t-1} + \alpha(T_t - T'_{t-1})$$

ซึ่งถ้า $D_t > 0$: $$Z_t = D_t$$

$$Z'_t = \begin{cases} Z'_{t-1} + \alpha(Z_t - Z'_{t-1}) & : D_t > 0 \\ Z'_{t-1} & : D_t = 0 \end{cases}$$

$$T'_t = \begin{cases} T'_{t-1} + \alpha(T_t - T'_{t-1}) & : D_t > 0 \\ T'_{t-1} & : D_t = 0 \end{cases}$$

จะได้ $Z_{10} = 1$

$$\begin{aligned} Z'_{10} &= Z'_{10-1} + \alpha(Z_{10} - Z'_{10-1}) \\ &= Z'_9 + \alpha(Z_{10} - Z'_9) \\ &= 1.25 + 0.50(1 - 1.25) \\ &= 1.12500 \end{aligned}$$

$T_{10} = 2$

เนื่องจากช่วงเวลาที่เกิดความต้องการล่าสุดก่อนเกิดความต้องการในสัปดาห์ที่ 10 ($t = 10$) คือสัปดาห์ที่ 8 ($t = 8$) จึงทำให้ในสัปดาห์ที่ 10 มีค่าช่วงเวลาที่เกิดความต้องการเป็น 2 ($T_{10} = 2$)

$$\begin{aligned} T'_{10} &= T'_{10-1} + \alpha(T_{10} - T'_{10-1}) \\ &= T'_9 + \alpha(T_{10} - T'_9) \\ &= 2.96698 + 0.5(2 - 2.96698) \\ &= 2.48349 \end{aligned}$$

ดังนั้น $$D'_{SBA,10} = (1 - \frac{0.5}{2})\frac{1.12500}{2.48349}$$
$$= 0.33974$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2.4 <u>การพยากรณ์ค่าความต้องการโดยใช้วิธี SY</u>

ตัวแปรต่าง ๆ ของการพยากรณ์โดยใช้วิธี Syntetos (SY) มีดังนี้

D_t = ค่าความต้องการที่เวลา t

$D'_{SBA,t}$= ค่าพยากรณความต้องการที่ได้จากวิธี CR ของช่วงเวลา $t+1$ ที่ได้จากเวลา t

Z_t = ค่าความต้องการที่เกิดขึ้นจริงที่เวลา t

Z'_t = ค่าประมาณของความต้องการที่เกิดที่เวลา t

T_t = ค่าช่วงเวลาที่เกิดความต้องการที่เกิดขึ้นจริงที่เวลา t

T'_t = ค่าประมาณของช่วงเวลาที่เกิดความต้องการที่เวลา t

α = ค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบ มีค่าระหว่าง 0 ถึง 1

กำหนดให้ค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบ (α) มีค่าเป็น 0.5 และความต้องการจริงของลูกค้าเป็นความต้องการแบบไม่ต่อเนื่อง (Intermittent Demand) โดยมีการกระจายแบบปัวซองที่มีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวน (λ) มีค่าเป็น 0.5

สามารถพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าในสัปดาห์ที่ 10 ($t=10$) โดยใช้วิธีของ Syntetos จากสมการที่ 2.11 ดังแสดงในแถวที่ 11 ดังนั้นความต้องการของลูกค้าที่เกิดขึ้นใหม่ในแต่ละช่วงเวลา t สามารถดูได้จากคอลัมน์ I รูปที่ 3.8

	A	B	I
1	Time(t)	Demand (Dt)	Forecasting of Distributor (D't)
2	1	2	-
3	2	1	0.92711
4	3	0	0.92711
5	4	1	0.66807
6	5	0	0.66807
7	6	0	0.66807
8	7	0	0.66807
9	8	1	0.34505
10	9	0	0.34505
11	10	1	0.37777
⋮	⋮	⋮	⋮
91	90	1	0.74286
92	91	0	0.74286
93	92	1	0.54831
94	93	0	0.54831
95	94	0	0.54831
96	95	2	0.54642
97	96	1	0.66655
98	97	1	0.78202
99	98	1	0.87121
100	99	1	0.92917
101	100	0	0.92917

รูปที่ 3.8 ค่าการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าด้วยวิธี SY ที่ t สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากสมการ $$D_{SY,t}^{'} = (1 - \frac{\alpha}{2}) \frac{Z_t^{'}}{(T_t^{'} - \frac{\alpha}{2})}$$

$$Z_t' = Z_{t-1}' + \alpha(Z_t - Z_{t-1}')$$

$$T_t' = T_{t-1}' + \alpha(T_t - T_{t-1}')$$

ซึ่งถ้า $D_t > 0$: $$Z_t = D_t$$

$$Z_t' = \begin{cases} Z_{t-1}' + \alpha(Z_t - Z_{t-1}') & : D_t > 0 \\ Z_{t-1}' & : D_t = 0 \end{cases}$$

$$T_t' = \begin{cases} T_{t-1}' + \alpha(T_t - T_{t-1}') & : D_t > 0 \\ T_{t-1}' & : D_t = 0 \end{cases}$$

จะได้ $Z_{10} = 1$

$Z_{10}' = Z_{10-1}' + \alpha(Z_{10} - Z_{10-1}')$

$= Z_9' + \alpha(Z_{10} - Z_9')$

$= 1.25 + 0.50(1 - 1.25)$

$= 1.12500$

$T_{10} = 2$

เนื่องจากช่วงเวลาที่เกิดความต้องการล่าสุดก่อนเกิดความต้องการในสัปดาห์ที่ 10 ($t = 10$) คือสัปดาห์ที่ 8 ($t = 8$) จึงทำให้ในสัปดาห์ที่ 10 มีค่าช่วงเวลาที่เกิดความต้องการเป็น 2 ($T_{10} = 2$)

$T_{10}' = T_{10-1}' + \alpha(T_{10} - T_{10-1}')$

$= T_9' + \alpha(T_{10} - T_9')$

$= 2.96698 + 0.5(2 - 2.96698)$

$= 2.48349$

ดังนั้น $D_{SY,10}' = (1 - \frac{0.5}{2}) \frac{1.12500}{(2.48349 - \frac{0.5}{2})}$

$= 0.37777$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.3 การคำนวณหาปริมาณคำสั่งซื้อ

หลังจากที่ได้ค่าพยากรณ์ของความต้องการของลูกค้าในแต่ละสัปดาห์แล้ว จะนำข้อมูลที่มาคำนวณหาปริมาณคำสั่งซื้อสูงสุดในแต่ละช่วงเวลา เพื่อนำมาคำนวณหาค่าบูลวิปเอฟเฟค (BW) ต่อไป โดยสามารถหาระดับสินค้าคงคลังสูงสุดและปริมาณคำสั่งซื้อได้ดังสมการที่ 2.12 และ 2.13 ตามลำดับ ดังนี้

$$S_t = LD'_t + z\hat{\sigma}_t^L$$
$$q_t = S_t - (S_{t-1} - D_{t-1})$$

เมื่อ S_t = ระดับสินค้าคงคลังสูงสุดในช่วงเวลา t

L = ระยะเวลานำส่งสินค้าหน่วยเป็นวันสำหรับผู้ค้าปลีก

D'_t = ค่าพยากรณ์ความต้องการสินค้าในช่วงเวลา t

z = ค่าคะแนนมาตรฐาน

$\hat{\sigma}_t^L$ = ค่าความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ความต้องการลูกค้า

q_t = ปริมาณคำสั่งซื้อสูงสุดของผู้ค้าปลีกในช่วงเวลา t

D_{t-1} = ค่าความต้องการสินค้าในช่วงเวลา $t-1$

กำหนดให้ระดับการบริการ (Service Level) อยู่ที่ระดับ 95% ทำให้ค่าคะแนนมาตรฐานมีค่าเป็น 1.645 และกำหนดให้ระยะเวลานำส่ง (Lead time) คือ 1 สัปดาห์

สามารถคำนวณหาคำสั่งซื้อสูงสุดในสัปดาห์ที่ 10 (t =10) โดยใช้วิธีของ Croston (CR) จากสมการที่ 2.6 ดังแสดงในรูปที่ 3.9 แถวที่ 11 คอลลัม N

	A	B	I	N	O	P
1	Time(t)	Demand(Dt)	Forecasting of Distributor (D't)	OUT Inventory Level of Manufacturer (S R,t)	Order Quantity (qt)	Actual Order Quantity (Qt)
2	1	2	-	-	-	-
3	2	1	1.07071	2.47676	-	-
4	3	0	1.07071	2.47676	1.00000	1.00000
5	4	1	0.77561	2.18166	-0.29510	0.00000
6	5	0	0.77561	2.18166	1.00000	1.00000
7	6	0	0.77561	2.18166	0.00000	0.00000
8	7	0	0.77561	2.18166	0.00000	0.00000
9	8	1	0.42130	1.82735	-0.35431	0.00000
10	9	0	0.42130	1.82735	1.00000	1.00000
11	10	1	0.45299	1.85904	0.03169	0.03169
12	11	1	0.61002	2.01607	1.15703	1.15703
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
91	90	1	0.80388	2.20993	1.11857	1.11857
92	91	0	0.80388	2.20993	1.00000	1.00000
93	92	1	0.62121	2.02726	-0.18267	0.00000
94	93	0	0.62121	2.02726	1.00000	1.00000
95	94	0	0.62121	2.02726	0.00000	0.00000
96	95	2	0.65045	2.05650	0.02924	0.02924
97	96	1	0.75537	2.16142	2.10491	2.10491
98	97	1	0.84713	2.25318	1.09177	1.09177
99	98	1	0.91266	2.31871	1.06553	1.06553
100	99	1	0.95297	2.35902	1.04032	1.04032
101	100	0	0.95297	2.35902	1.00000	1.00000

รูปที่ 3.9 การคำนวณหาปริมาณคำสั่งซื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากสมการที่ 2.12 จะได้

$$S_{10} = LD'_{10} + z\hat{\sigma}_t^1$$
$$S_{10} = 1(0.45299) + 1.645(0.85474)$$
$$S_{10} = 1.85904$$

จากสมการที่ 2.13 จะได้

$$q_{10} = S_{10} - (S_{10-1} - D_{10-1})$$
$$q_{10} = 1.85904 - (1.82735 - 0)$$
$$q_{10} = 0.03169$$

หมายเหตุ หากปริมาณคำสั่งซื้อที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่า 0 ให้ปรับปริมาณคำสั่งซื้อเป็น 0

3.5.4 การหาค่าบูลวิปเอฟเฟค

บูลวิปเอฟเฟคเกิดจากความแปรปรวนของปริมาณความต้องการของลูกค้าจากปลายน้ำไปยังต้นน้ำ โดยองค์กรต่าง ๆ นำประวัติความต้องการของลูกค้ามาพยากรณ์ความต้องการเพื่อเตรียมสินค้าไว้ตอบสนองความต้องการของลูกค้าแล้วเปลี่ยนค่าพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าให้เป็นปริมาณคำสั่งซื้อสินค้าส่งต่อไปยังองค์กรถัดไปฝั่งต้นน้ำสามารถคำนวณค่าบูลวิปเอฟเฟคในห่วงโซ่อุปทาน 2 ระดับได้จาก ความแปรปรวนของปริมาณคำสั่งซื้อหารด้วยความแปรปรวนของความต้องการจริงของลูกค้า ดังสมการที่ 2.1 หลังจากได้ปริมาณคำสั่งซื้อสูงสุดในแต่ละสัปดาห์แล้ว สามารถคำนวณหาค่าบูลวิปเอฟเฟค ที่เกิดจากการพยากรณ์ค่าความต้องการโดยใช้วิธีของ Croston ได้ดังแสดงในรูปที่ 3.10

ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการหาค่าบูลวิปเอฟเฟค มีดังนี้

$VAR(q_t)$ = ความแปรปรวนของปริมาณคำสั่งซื้อ

$VAR(D_t)$ = ความแปรปรวนของความต้องการ

จากสมการ บูลวิปเอฟเฟค (BW) $= \frac{\text{ความแปรปรวนของปริมาณคำสั่งซื้อ}}{\text{ความแปรปรวนของความต้องการ}} = \frac{VAR(q_t)}{VAR(D_t)}$

บูลวิปเอฟเฟค $= \frac{0.75664}{0.70750}$

บูลวิปเอฟเฟค $= 1.06945$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	A	B	I	K	N	O	P
1	λ	0.5	Forecasting Method	L (Lead time)	1	VAR(Qt)	0.75664
2	α	0.5	CR	Service Level	95.00%	VAR(Dt)	0.70750
3				z	1.645	BW	1.06945
4				STDEV of forecasting err	0.85474	MAD	0.71691
5						MASE	0.75545
6							
7							

8	Time(t)	Demand(Dt)	Forecasting of Distributor (D't)	Error of Forecasting	OUT Inventory Level of Manufacturer (S R,t)	Order Quantity (qt)	Actual Order Quantity (Qt)
9	1	2					
10	2	1	1.07071	0.07071	2.47676		
11	3	0	1.07071	1.07071	2.47676	1.00000	1.00000
12	4	1	0.77561	-0.22439	2.18166	-0.29510	0.00000
13	5	0	0.77561	0.77561	2.18166	1.00000	1.00000
14	6	0	0.77561	0.77561	2.18166	0.00000	0.00000
15	7	0	0.77561	0.77561	2.18166	0.00000	0.00000
16	8	1	0.42130	-0.57870	1.82735	-0.35431	0.00000
17	9	0	0.42130	0.42130	1.82735	1.00000	1.00000
18	10	1	0.45299	-0.54701	1.85904	0.03169	0.03169
	⋮		⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
100	92	1	0.62121	-0.37879	2.02726	-0.18267	0.00000
101	93	0	0.62121	0.62121	2.02726	1.00000	1.00000
102	94	0	0.62121	0.62121	2.02726	0.00000	0.00000
103	95	2	0.65045	-1.34955	2.05650	0.02924	0.02924
104	96	1	0.75537	-0.24463	2.16142	2.10491	2.10491
105	97	1	0.84713	-0.15287	2.25318	1.09177	1.09177
106	98	1	0.91266	-0.08734	2.31871	1.06553	1.06553
107	99	1	0.95297	-0.04703	2.35902	1.04032	1.04032
108	100	0	0.95297	0.95297	2.35902	1.00000	1.00000

รูปที่ 3.10 ค่าบูลวิปเอฟเฟคของการพยากรณ์วิธี CR

3.5.5 การคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์

ในงานวิจัยฉบับนี้จะใช้วิธีวัดค่าความคลาดเคลื่อนจากวิธีการพยากรณ์ทั้งหมด 2 วิธี ได้แก่ วิธีวัดค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAD) และวิธีวัดค่าสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MASE)

ในหัวข้อนี้จะแสดงตัวอย่างวิธีการคำนวณการวัดค่าความคลาดเคลื่อนของวิธี Croston (CR) แสดงดังหัวข้อที่ 3.5.5.1 – 3.5.5.2 ดังนี้

3.5.5.1 <u>การหาค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAD)</u>

หลังจากทราบค่าการพยากรณ์ค่าความต้องการของแต่ละสัปดาห์ผ่านการพยากรณ์ด้วยวิธีการพยากรณ์ต่าง ๆ แล้วสามารถคำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยได้ดังแสดงใน รูปที่ 3.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	A	B	I	K	N	O	P
1	λ	0.5	Forecasting Method	L (Lead time)	1	VAR(Qt)	0.75664
2	α	0.5	CR	Service Level	95.00%	VAR(Dt)	0.70750
3				z	1.645	BW	1.06945
4				STDEV of forecasting err	0.85474	MAD	0.71691
5						MASE	0.75545
6							
7							
8	Time(t)	Demand(Dt)	Forecasting of Distributor (D't)	Error of Forecasting	OUT Inventory Level of Manufacturer (S R,t)	Order Quantity (qt)	Actual Order Quantity (Qt)
9	1	2					
10	2	1	1.07071	0.07071	2.47676		
11	3	0	1.07071	1.07071	2.47676	1.00000	1.00000
12	4	1	0.77561	-0.22439	2.18166	-0.29510	0.00000
13	5	0	0.77561	0.77561	2.18166	1.00000	1.00000
14	6	0	0.77561	0.77561	2.18166	0.00000	0.00000
15	7	0	0.77561	0.77561	2.18166	0.00000	0.00000
16	8	1	0.42130	-0.57870	1.82735	-0.35431	0.00000
17	9	0	0.42130	0.42130	1.82735	1.00000	1.00000
18	10	1	0.45299	-0.54701	1.85904	0.03169	0.03169
	⋮		⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
100	92	1	0.62121	-0.37879	2.02726	-0.18267	0.00000
101	93	0	0.62121	0.62121	2.02726	1.00000	1.00000
102	94	0	0.62121	0.62121	2.02726	0.00000	0.00000
103	95	2	0.65045	-1.34955	2.05650	0.02924	0.02924
104	96	1	0.75537	-0.24463	2.16142	2.10491	2.10491
105	97	1	0.84713	-0.15287	2.25318	1.09177	1.09177
106	98	1	0.91266	-0.08734	2.31871	1.06553	1.06553
107	99	1	0.95297	-0.04703	2.35902	1.04032	1.04032
108	100	0	0.95297	0.95297	2.35902	1.00000	1.00000

รูปที่ 3.11 ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของการพยากรณ์วิธี CR

ตัวอย่างการคำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (MAD) ของการพยากรณ์โดยใช้วิธีของ Croston

จากสมการ $$MAD = \frac{\sum_{t=1}^{N} |D_t - D'_t|}{N}$$

$$= \frac{\sum_{t=2}^{100} |D_t - D'_t|}{99}$$

$$= \frac{70.94705}{99}$$

$$= 0.71691$$

หมายเหตุ ใช้วิธีเดียวกันในการคำนวณหา MAD ในทุกวิธีของการพยากรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.5.2 <u>การหาค่าสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MASE)</u>

หลังจากทราบค่าการพยากรณ์ความต้องการของแต่ละสัปดาห์ผ่านการพยากรณ์ด้วยวิธีการพยากรณ์ต่าง ๆ แล้วสามารถคำนวณหาค่าสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยได้ดังแสดงในรูปที่ 3.12

	A	B	I	K	N	O	P
1	λ	0.5	Forecasting Method	L (Lead time)	1	VAR(Qt)	0.75664
2	α	0.5	CR	Service Level	95.00%	VAR(Dt)	0.70750
3				z	1.645	BW	1.06945
4				STDEV of forecasting err	0.85474	MAD	0.71691
5						MASE	0.75545
6							
7							

8	Time(t)	Demand(Dt)	Forecasting of Distributor (D't)	Error of Forecasting	OUT Inventory Level of Manufacturer (S R,t)	Order Quantity (qt)	Actual Order Quantity (Qt)
9	1	2					
10	2	1	1.07071	0.07071	2.47676		
11	3	0	1.07071	1.07071	2.47676	1.00000	1.00000
12	4	1	0.77561	-0.22439	2.18166	-0.29510	0.00000
13	5	0	0.77561	0.77561	2.18166	1.00000	1.00000
14	6	0	0.77561	0.77561	2.18166	0.00000	0.00000
15	7	0	0.77561	0.77561	2.18166	0.00000	0.00000
16	8	1	0.42130	-0.57870	1.82735	-0.35431	0.00000
17	9	0	0.42130	0.42130	1.82735	1.00000	1.00000
18	10	1	0.45299	-0.54701	1.85904	0.03169	0.03169
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
100	92	1	0.62121	-0.37879	2.02726	-0.18267	0.00000
101	93	0	0.62121	0.62121	2.02726	1.00000	1.00000
102	94	0	0.62121	0.62121	2.02726	0.00000	0.00000
103	95	2	0.65045	-1.34955	2.05650	0.02924	0.02924
104	96	1	0.75537	-0.24463	2.16142	2.10491	2.10491
105	97	1	0.84713	-0.15287	2.25318	1.09177	1.09177
106	98	1	0.91266	-0.08734	2.31871	1.06553	1.06553
107	99	1	0.95297	-0.04703	2.35902	1.04032	1.04032
108	100	0	0.95297	0.95297	2.35902	1.00000	1.00000

รูปที่ 3.12 ค่าความสเกลความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของการพยากรณ์วิธี CR

ตัวอย่างการคำนวณหาค่าสเกลความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (MASE) ของการพยากรณ์โดยใช้วิธีการพยากรณ์ของ Croston (CR)

จากสมการ $$MASE = \frac{1}{N}\sum_{t=1}^{N}\frac{|D_t-D_t'|}{\frac{1}{N-1}\sum_{t=2}^{N}|D_t-D_{t-1}|}$$

$$= \frac{1}{99}\sum_{t=2}^{100}\frac{|D_t-D_t'|}{\frac{1}{99-1}\sum_{t=3}^{100}|D_t-D_{t-1}|}$$

$$= \frac{1}{99}\sum_{t=2}^{100}\frac{|D_t-D_t'|}{(\frac{1}{99-1})93}$$

$$= (\frac{1}{99})74.78986$$

$$= 0.75545$$

หมายเหตุ ใช้วิธีเดียวกันในการคำนวณหา MASE ในทุกวิธีของการพยากรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 การสร้างแบบจำลองบน MS Excel มุ่งเน้นการเชื่อมโยงสูตร

3.6.1 ตารางจัดการคำนวณของการพยากรณ์โดยวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล

จากรูปที่ 3.13 เป็นตารางการจัดการ (Spreadsheet) ของการพยากรณ์โดยวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนน-เชียล โดยประกอบด้วยความสัมพันธ์ของเซลล์ต่าง ๆ ใน spreadsheet ดังนี้

1. การพยากรณ์

จากสูตร $D'_{ES,t} = \alpha D_{t-1} + (1-\alpha)D'_{t-1}$

เซลล์ที่ B2 คือค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล (α)

คอลัมน์ B ตั้งแต่ B9:B108 เป็นค่าวามต้องการของลูกค้าที่เกิดขึ้นจริงที่เวลา t

คอลัมน์ C ตั้งแต่ C10:C108 เป็นค่าพยากรณ์ของความต้องการที่เกิดขึ้นจากการพยากรณ์โดยศูนย์กระจายสินค้า ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 ไปจนถึงสัปดาห์ที่ 100

สูตรในการคำนวณ ในเซลล์ C10 = ($B$2*B9)+((1-$B$2)*B9) ในเซลล์ C11 = ($B$2*B10)+((1-$B$2)*C10) และในเซลล์ C12 = ($B$2*B11)+((1-$B$2)*C11) ซึ่งมีความสัมพันธ์ในลักษณะนี้ไปจนถึง เซลล์ C108 = ($B$2*B107)+((1-$B$2)*C107)

2. การหาปริมาณคำสั่งซื้อ

จากสูตร $S_t = LD'_t + z\hat{\sigma}_t^L$ และ $q_t = S_t - (S_{t-1} - D_{t-1})$

เซลล์ที่ H1 คือระยะเวลานำส่งสินค้าเป็นสัปดาห์ L

เซลล์ที่ H2 คือระดับของการบริการ

เซลล์ที่ H3 คือค่าคะแนนมาตรฐาน z

เซลล์ที่ H4 คือค่าความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ความต้องการลูกค้าในช่วงระยะเวลานำส่งสินค้าสำหรับศูนย์กระจายสินค้า มีสูตรการคำนวณในเซลล์ ดังนี้

เซลล์ H4 = STDEV.P(E10:E108)

คอลัมน์ E ตั้งแต่ E10:E108 เป็นค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 10 ไปจนถึงสัปดาห์ที่ 100

สูตรการคำนวณ ในเซลล์ E10 = C10-B10 ในเซลล์ E11 = C11-B11 และในเซลล์ E12 = C12 - B12 ซึ่งจะมีความสัมพันธ์ในลักษณะนี้ไปจนถึง E108 = C108-B108

คอลัมน์ H ตั้งแต่ H10:H108 คือระดับสินค้าคงคลังสูงสุดในช่วงเวลา t ของศูนย์กระจายสินค้า มีสูตรคำนวณในเซลล์ ดังนี้ เซลล์ H10 = ($H$1*C10)+($H$3*$H$4) เซลล์ H11 = ($H$1*C11)+($H$3*$H$4) เซลล์ H12 = ($H$1*C12)+($H$3*$H$4) ซึ่งมีความสัมพันธ์ในลักษณะนี้ไปจนถึงเซลล์ H108 = ($H$1*C108)+($H$3*$H$4)

คอลัมน์ I ตั้งแต่ I11:I108 เป็นปริมาณคำสั่งซื้อสูงสุดจากศูนย์กระจายสินค้าในช่วงเวลา t สูตรการคำนวนในเซลล์ I11 = H11-(H10-B10) เซลล์ I12 =H12-(H11-B11) เซลล์ I13 = H13-(H12-B12) ซึ่งมีความสัมพันธ์ลักษณะนี้ไปจนถึง I108 = H108-(H107-B107)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอลัมน์ J ตั้งแต่ J11:J108 เป็นปริมาณคำสั่งซื้อสูงสุดจากศูนย์กระจายสินค้าในช่วงเวลา t ที่ถูกใช้จริงในงานวิจัยเล่มนี้ สูตรการคำนวนในเซลล์ J11 = IF(I11<0,0,I11) เซลล์ J12 = IF(I12<0,0,I12) เซลล์ J13 = IF(I13<0,0,I13) ซึ่งมีความสัมพันธ์ลักษณะนี้ไปจนถึงเซลล์ J108 = IF(I108<0,0,I108)

3. การหาค่าบูลวิปเอฟเฟค

จากสูตร บูลวิปเอฟเฟค (BW) = $\frac{\text{ความแปรปรวนของปริมาณคำสั่งซื้อ}}{\text{ความแปรปรวนของความต้องการ}} = \frac{VAR(q_t)}{VAR(D_t)}$

เซลล์ J1 คือความแปรปรวนของปริมาณคำสั่งซื้อ สูตรคำนวณในเซลล์ J1 =VAR.P(J11:J108)

เซลล์ J2 คือความแปรปรวนของปริมาณความต้องการ สูตรคำนวณในเซลล์ J2 =VAR.P(B9:B108)

เซลล์ J3 ค่าบูลวิปเอฟเฟค สูตรคำนวณในเซลล์ J3 =J1/J2

4. การหาค่า MAD

จากสูตร $MAD = \frac{\sum_{t=1}^{N} |D_t - D_t'|}{N}$

คอลัมน์ M ตั้งแต่ M10:M108 เป็นค่าความแตกต่างของค่าความต้องการจริงกับค่าพยากรณ์ของความต้องการในแต่ละช่วงเวลา t ($|D_t - D_t'|$) สูตรการคำนวณในเซลล์ M10 = ABS(B10-C10) เซลล์ M11 = ABS(B11-C11) เซลล์ M12 = ABS(B12-C12) ซึ่งมีความสัมพันธ์ในลักษณะนี้ไปจนถึงเซลล์ M108 = ABS(B108-C108)

เซลล์ J4 คือค่า MAD มีสูตรการคำนวณในเซลล์ J4 = (SUM(M10:M108))/99

5. การหาค่า MASE

จากสูตร $MASE = \frac{1}{N}\sum_{t=1}^{N} \frac{|D_t - D_t'|}{\frac{1}{N-1}\sum_{t=2}^{N}|D_t - D_{t-1}|}$

คอลัมน์ M ตั้งแต่ M10:M108 เป็นค่าความแตกต่างของค่าความต้องการจริงกับค่าพยากรณ์ของความต้องการในแต่ละช่วงเวลา t ($|D_t - D_t'|$) สูตรการคำนวณในเซลล์ M10 = ABS(B10-C10) เซลล์ M11 = ABS(B11-C11) เซลล์ M12 = ABS(B12-C12) ซึ่งมีความสัมพันธ์ในลักษณะนี้ไปจนถึง M108 = ABS(B108-C108)

คอลัมน์ N ตั้งแต่ N11:N108 เป็นค่าความแตกต่างของค่าความต้องการจริงที่ช่วงเวลา t กับค่าความต้องการจริงที่ช่วงเวลา t-1 หรือช่วงเวลาก่อนหน้า ($|D_t - D_{t-1}|$) สูตรการคำนวณในเซลล์ N11 =ABS(B11-B10) เซลล์ N12 = ABS(B12-B11) เซลล์ N13 = ABS(B13-B12) ซึ่งมีความสัมพันธ์ในลักษณะนี้ไปจนถึงเซลล์ N108 = ABS(B108-B107)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เซลล์ N109 ผลรวมของค่าความแตกต่างของค่าความต้องการจริงที่ช่วงเวลา t กับค่าความต้องการจริงที่ช่วงเวลา t-1 หรือช่วงเวลาก่อนหน้า ($\sum_{t=2}^{N} /D_t - D_{t-1}/$) สูตรคำนวณในเซลล์ N109 = SUM(N11:N108)

เซลล์ N110 คือค่าเฉลี่ยของความแตกต่างของค่าความต้องการจริงที่ช่วงเวลา t กับค่าความต้องการจริงที่ช่วงเวลา t-1 หรือช่วงเวลาก่อนหน้า ($\frac{1}{N-1}\sum_{t=2}^{N} /D_t - D_{t-1}/$) สูตรการคำนวณในเซลล์ N110=N109/98

คอลัมน์ O ตั้งแต่ O10:O108 เป็นผลหารของค่าความแตกต่างของค่าความต้องการจริงกับค่าพยากรณ์ของความต้องการในแต่ละช่วงเวลา t กับค่าเฉลี่ยของความแตกต่างของค่าความต้องการจริงที่ช่วงเวลา t กับค่าความต้องการจริงที่ช่วงเวลา t-1 หรือช่วงเวลาก่อนหน้า ($\frac{/D_t - D_t'/}{\frac{1}{N-1}\sum_{t=2}^{N} /D_t - D_{t-1}/}$) สูตรคำนวณในเซลล์ O10 = M10/$N$110 เซลล์O11 = M11/$N$110 เซลล์ O12 = M12/$N$110 ซึ่งมีความสัมพันธ์ในลักษณะนี้ไปจนถึงเซลล์ O108 =M108/$N$110 เซลล์ O109 เป็นผลรวมของผลหารของค่าความแตกต่างของค่าความต้องการจริงกับค่าพยากรณ์ของความต้องการในแต่ละช่วงเวลา t กับค่าเฉลี่ยของความแตกต่างของค่าความต้องการจริงที่ช่วงเวลา t กับค่าความต้องการจริงที่ช่วงเวลา t-1 หรือช่วงเวลาก่อนหน้า สูตรคำนวณในเซลล์ O109 = SUM(O10:O108)

เซลล์ J5 คือค่า MASE มีสูตรคำนวณในเซลล์ J5 = O109/99

	A	B	C	E	H	I	J	M	N	O
1	λ	0.5	Forecasting Method	L (Lead time)	1	VAR(Qt)	1.30781			
2	α	0.5	ES	Service Level	95.00%	VAR(Dt)	0.70750			
3				z	1.645	BW	1.84849			
4				STDEV of forecasting error	1.005938902	MAD	0.79217			
5						MASE	0.83476			
6										
7										
8	Time(t)	Demand(Dt)	Forecasting of Distributor (D't)	Error of Forecasting	OUT Inventory Level of Distributor (S R,t)	Order Quantity (Qt)	Actual Order Quantity (qt)	|Dt-D't|	|Dt-Dt-1|	|Dt-D't|/(SUM|Dt-Dt-1|/N-1)
9	1	2								
10	2	1	2.00000	1.00000	3.65477			1.00000		1.05376
11	3	0	1.50000	1.50000	3.15477	0.50000	0.50000	1.50000	1	1.58065
12	4	1	0.75000	-0.25000	2.40477	-0.75000	0.00000	0.25000	1	0.26344
13	5	0	0.87500	0.87500	2.52977	1.12500	1.12500	0.87500	1	0.92204
14	6	0	0.43750	0.43750	2.09227	-0.43750	0.00000	0.43750	0	0.46102
15	7	0	0.21875	0.21875	1.87352	-0.21875	0.00000	0.21875	0	0.23051
16	8	1	0.10938	-0.89063	1.76414	-0.10938	0.00000	0.89063	1	0.93851
17	9	0	0.55469	0.55469	2.20946	1.44531	1.44531	0.55469	1	0.58451
18	10	1	0.27734	-0.72266	1.93211	-0.27734	0.00000	0.72266	1	0.76151
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
98	90	1	0.78827	-0.21173	2.44304	1.21173	1.21173	0.21173	0	0.22311
99	91	0	0.89414	0.89414	2.54891	1.10586	1.10586	0.89414	1	0.94221
100	92	1	0.44707	-0.55293	2.10184	-0.44707	0.00000	0.55293	1	0.58266
101	93	0	0.72353	0.72353	2.37830	1.27647	1.27647	0.72353	1	0.76243
102	94	0	0.36177	0.36177	2.01654	-0.36177	0.00000	0.36177	0	0.38122
103	95	2	0.18088	-1.81912	1.83565	-0.18088	0.00000	1.81912	2	1.91692
104	96	1	1.09044	0.09044	2.74521	2.90956	2.90956	0.09044	1	0.09530
105	97	1	1.04522	0.04522	2.69999	0.95478	0.95478	0.04522	0	0.04765
106	98	1	1.02261	0.02261	2.67738	0.97739	0.97739	0.02261	0	0.02383
107	99	1	1.01131	0.01131	2.66607	0.98869	0.98869	0.01131	0	0.01191
108	100	0	0.00000	0.00000	1.65477	-0.01131	0.00000	0.00000	1	0.00000
109							SUM	78.42508	93	82.64149
110								SUM/N-1	0.94898	

รูปที่ 3.13 ภาพรวมการจัดการของการพยากรณ์โดยวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.2 การออกแบบ Spreadsheet ของการพยากรณ์โดยวิธี CR SBA และ SY

เนื่องจาก spreadsheet ของการพยากรณ์โดย วิธี CR SBA และ SY มีความแตกต่างกันในส่วนของการพยากรณ์ความต้องการเท่านั้น ในหัวข้อนี้จึงแสดงการสร้าง spreadsheet ของทั้ง 3 วิธีการพยากรณ์ และในส่วนที่เหมือนกันคือ ส่วนของการคำนวณหาปริมาณคำสั่งซื้อ ส่วนของการหาค่าบูลวิปเอฟเฟค ส่วนของการหาค่า MAD และส่วนของการหาค่า MASE จะถูกแสดงรวมกัน

3.6.2.1 <u>การออกแบบ Spreadsheet วิธีการพยากรณ์แบบ CR</u>

จากสูตร

$$D'_{CR,t} = \frac{Z'_t}{T'_t}$$

$$Z'_t = Z'_{t-1} + \alpha(Z_t - Z'_{t-1})$$

$$T'_t = T'_{t-1} + \alpha(T_t - T'_{t-1})$$

ซึ่งถ้า $D_t > 0$:

$$Z_t = D_t$$

$$Z'_t = \begin{cases} Z'_{t-1} + \alpha(Z_t - Z'_{t-1}) & : D_t > 0 \\ Z'_{t-1} & : D_t = 0 \end{cases}$$

$$T'_t = \begin{cases} T'_{t-1} + \alpha(T_t - T'_{t-1}) & : D_t > 0 \\ T'_{t-1} & : D_t = 0 \end{cases}$$

เซลล์ที่ B2 คือ ค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล (α)

คอลัมน์ B ตั้งแต่ B9:B108 เป็นค่าวามต้องการของลูกค้าที่เกิดขึ้นจริงที่เวลา t

คอลัมน์ C ตั้งแต่ C9:C108 เป็นการสร้างเงื่อนไขเพื่อเตรียมหาค่าช่วงเวลาที่เกิดความต้องการที่เกิดขึ้นจริงที่เวลา t (T_t) สูตรการคำนวณในเซลล์ C9 = IF(B9=0,1,0) เซลล์ C10 = IF(B10=0,1,0) เซลล์ C11 = IF(B11=0,1,0) ซึ่งมีความสัมพันธ์ในลักษณะนี้ไปจนถึงเซลล์ C108 = IF(B108=0,1,0)

คอลัมน์ D ตั้งแต่ D9:D108 เป็นการสร้างเงื่อนไขเพื่อเตรียมหาค่าช่วงเวลาที่เกิดความต้องการที่เกิดขึ้นจริงที่เวลา t (T_t) สูตรการคำนวณในเซลล์ D9 = IF(C9=1,D8+C9,0) เซลล์ D10 = IF(C10=1,D9+C10,0) เซลล์ D11 = IF(C11=1,D10+C11,0) ซึ่งมีความสัมพันธ์ในลักษณะนี้ไปจนถึงเซลล์ D108 = IF(C108=1,D107+C108,0)

คอลัมน์ E ตั้งแต่ E9:E108 เป็นการหาค่าช่วงเวลาที่เกิดความต้องการที่เกิดขึ้นจริงที่เวลา t (T_t) สูตรคำนวณในเซลล์ E9 = IF(D9=0,D8+1,"") เซลล์ E10 = IF(D10=0,D9+1,"") เซลล์ E11 = IF(D11=0,D10+1,"") ซึ่งมีความสัมพันธ์ในลักษณะนี้ไปจนถึงเซลล์ E108 = IF(D108=0,D107+1,"")

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอลัมน์ F ตั้งแต่ F10:F108 เป็นการหาค่าประมาณของช่วงเวลาที่เกิดความต้องการที่เวลา t (T_t') สูตรการคำนวณในเซลล์ F10 = AVERAGE(E9:E108) เซลล์ F11 = IF(G11>0,F10+($J$9*(E11-F10)),F10) เซลล์ F12 = IF(G12>0,F11+($J$9*(E12-F11)),F11) ซึ่งมีความสัมพันธ์ในลักษณะนี้ไปจนถึงเซลล์ F108 = IF(G108>0,F107+($J$9*(E108-F107)),F107)

คอลัมน์ G ตั้งแต่ G9:G108 เป็นการหาค่าความต้องการที่เกิดขึ้นจริงที่เวลา t ที่ใช้ในการหาค่าพยากรณ์ของความต้องการ (Z_t) สูตรการคำนวณในเซลล์ G9 = B9 เซลล์ G10 = B10 เซลล์ G11 = B11 ซึ่งมีความสัมพันธ์ในลักษณะนี้ไปจนถึงเซลล์ G108 = B108

คอลัมน์ H ตั้งแต่ H10:H108 เป็นค่าประมาณของความต้องการที่เกิดที่เวลา t (Z_t') ซึ่งถูกนำไปใช้ในการคำนวณหาค่าพยากรณ์ของความต้องการด้วยวิธี CR สูตรการคำนวณในเซลล์ H10 = G9 เซลล์ H11 = IF(G11>0,H10+($J$9*(G11-H10)),H10) เซลล์ H12 = IF(G12>0,H11+($J$9*(G12-H11)),H11) ซึ่งมีความสัมพันธ์ในลักษณะนี้ไปจนถึงเซลล์ H108 = IF(G108>0,H107+($J$9*(G108-H107)),H107)

คอลัมน์ I ตั้งแต่ I10:I108 เป็นค่าพยากรณ์ของความต้องการที่เกิดขึ้นจากการพยากรณ์โดยศูนย์กระจายสินค้า ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 ไปจนถึงสัปดาห์ที่ 100 สูตรในการคำนวณ ในเซลล์ I10 = H10/F10 เซลล์ I11 = H11/F11 เซลล์ I12 = H12/F12 ซึ่งมีความสัมพันธ์ในลักษณะนี้ไปจนถึงเซลล์ I108 = H108/F108

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	K	N	O	P	Q	R	S
1	λ	0.5							Forecasting Method	L (Lead time)	1	VAR(Qt)	0.75664			
2	α	0.5							CR	Service Level	95.00%	VAR(Dt)	0.70750			
3										z	1.645	BW	1.06945			
4										STDEV of forecasting errc	0.85474	MAD	0.71691			
5												MASE	0.75545			
6																
7																
8		Time(t)	Demand(Dt)			Tt	Tt	Zt(Demand)	Z't	Forecasting of Distributor (Dt)	Error of Forecasting	OUT Inventory Level of Manufacturer (S Rt)	Order Quantity (qt)	Actual Order Quantity (Qt)	|Dt-D't|	|Dt-Dt-1|	|Dt-D't|/(SUM(|Dt-Dt-1|/N-1)
9		1	2	0	0	1		2									
10		2	1	0	0	1	1.86792	1	2.00000	1.07071	0.07071	2.47676			0.07071		0.07451
11		3	0	1	1		1.86792	0	2.00000	1.07071	1.07071	2.47676	1.00000	1.00000	1.07071	1	1.12827
12		4	1	0	0	2	1.93396	1	1.50000	0.77561	-0.22439	2.18166	-0.29510	0.00000	0.22439	1	0.23645
13		5	0	1	1		1.93396	0	1.50000	0.77561	0.77561	2.18166	1.00000	1.00000	0.77561	1	0.81731
14		6	0	1	2		1.93396	0	1.50000	0.77561	0.77561	2.18166	0.00000	0.00000	0.77561	0	0.81731
15		7	0	1	3		1.93396	0	1.50000	0.77561	0.77561	2.18166	0.00000	0.00000	0.77561	0	0.81731
16		8	1	0	0	4	2.96698	1	1.25000	0.42130	-0.57870	1.82735	-0.35431	0.00000	0.57870	1	0.60981
17		9	0	1	1		2.96698	0	1.25000	0.42130	0.42130	1.82735	1.00000	1.00000	0.42130	1	0.44395
18		10	1	0	0	2	2.48349	1	1.12500	0.45299	-0.54701	1.85904	0.03169	0.03169	0.54701	1	0.57642
⋮		⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
98		90	1	0	0	1	1.32704	1	1.06678	0.80388	-0.19612	2.20993	1.11857	1.11857	0.19612	0	0.20666
99		91	0	1	1		1.32704	0	1.06678	0.80388	0.80388	2.20993	1.00000	1.00000	0.80388	1	0.84710
100		92	1	0	0	2	1.66352	1	1.03339	0.62121	-0.37879	2.02726	-0.18267	0.00000	0.37879	1	0.39916
101		93	0	1	1		1.66352	0	1.03339	0.62121	0.62121	2.02726	1.00000	1.00000	0.62121	1	0.65461
102		94	0	1	2		1.66352	0	1.03339	0.62121	0.62121	2.02726	0.00000	0.00000	0.62121	0	0.65461
103		95	2	0	0	3	2.33176	2	1.51670	0.65045	-1.34955	2.05650	0.02924	0.02924	1.34955	2	1.42211
104		96	1	0	0	1	1.66588	1	1.25835	0.75537	-0.24463	2.16142	2.10491	2.10491	0.24463	1	0.25779
105		97	1	0	0	1	1.33294	1	1.12917	0.84713	-0.15287	2.25318	1.09177	1.09177	0.15287	0	0.16109
106		98	1	0	0	1	1.16647	1	1.06459	0.91266	-0.08734	2.31871	1.06553	1.06553	0.08734	0	0.09204
107		99	1	0	0	1	1.08323	1	1.03229	0.95297	-0.04703	2.35902	1.04032	1.04032	0.04703	0	0.04956
108		100	0	1	1		1.08323	0	1.03229	0.95297	0.95297	2.35902	1.00000	1.00000	0.95297	1	1.00421
109														SUM	70.97405	93	74.78986
110															SUM/N-1	0.94898	
111																	

รูปที่ 3.14 ภาพรวมการจัดการของการพยากรณ์โดยวิธี CR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.2.2 การออกแบบ Spreadsheet วิธีการพยากรณ์แบบ SBA

จากสูตร $$D'_{SBA,t} = (1 - \frac{\alpha}{2})\frac{Z'_t}{T'_t}$$

$$Z'_t = Z'_{t-1} + \alpha(Z_t - Z'_{t-1})$$

$$T'_t = T'_{t-1} + \alpha(T_t - T'_{t-1})$$

ซึ่งถ้า $D_t > 0$: $$Z_t = D_t$$

$$Z'_t = \begin{cases} Z'_{t-1} + \alpha(Z_t - Z'_{t-1}) & : D_t > 0 \\ Z'_{t-1} & : D_t = 0 \end{cases}$$

$$T'_t = \begin{cases} T'_{t-1} + \alpha(T_t - T'_{t-1}) & : D_t > 0 \\ T'_{t-1} & : D_t = 0 \end{cases}$$

เซลล์ที่ B2 คือค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล (α)

คอลัมน์ B ตั้งแต่ B9:B108 เป็นค่าวามต้องการของลูกค้าที่เกิดขึ้นจริงที่เวลา t

คอลัมน์ C ตั้งแต่ C9:C108 เป็นการสร้างเงื่อนไขเพื่อเตรียมหาค่าช่วงเวลาที่เกิดความต้องการที่เกิดขึ้นจริงที่เวลา t (T_t) สูตรการคำนวณในเซลล์ C9 = IF(B9=0,1,0) เซลล์ C10 = IF(B10=0,1,0) เซลล์ C11 = IF(B11=0,1,0) ซึ่งมีความสัมพันธ์ในลักษณะนี้ไปจนถึงเซลล์ C108 =IF(B108=0,1,0)

คอลัมน์ D ตั้งแต่ D9:D108 เป็นการสร้างเงื่อนไขเพื่อเตรียมหาค่าช่วงเวลาที่เกิดความต้องการที่เกิดขึ้นจริงที่เวลา t (T_t) สูตรการคำนวณในเซลล์ D9 = IF(C9=1,D8+C9,0) เซลล์ D10 = IF(C10=1,D9+C10,0) เซลล์ D11 = IF(C11=1,D10+C11,0) ซึ่งมีความสัมพันธ์ในลักษณะนี้ไปจนถึงเซลล์ D108 = IF(C108=1,D107+C108,0)

คอลัมน์ E ตั้งแต่ E9:E108 เป็นการหาค่าช่วงเวลาที่เกิดความต้องการที่เกิดขึ้นจริงที่เวลา t (T_t) สูตรคำนวณในเซลล์ E9 = IF(D9=0,D8+1,"") เซลล์ E10 = IF(D10=0,D9+1,"") เซลล์ E11 = IF(D11=0,D10+1,"") ซึ่งมีความสัมพันธ์ในลักษณะนี้ไปจนถึงเซลล์ E108 = IF(D108=0,D107+1,"")

คอลัมน์ F ตั้งแต่ F10:F108 เป็นการหาค่าประมาณของช่วงเวลาที่เกิดความต้องการที่เวลา t (T'_t) สูตรการคำนวณในเซลล์ F10 = AVERAGE(E9:E108) เซลล์ F11 = IF(G11>0,F10+($J$9*(E11-F10)),F10) เซลล์ F12 = IF(G12>0,F11+($J$9*(E12-F11)),F11) ซึ่งมีความสัมพันธ์ในลักษณะนี้ไปจนถึงเซลล์ F108 = IF(G108>0,F107+($J$9*(E108-F107)),F107)

คอลัมน์ G ตั้งแต่ G9:G108 เป็นการหาค่าความต้องการที่เกิดขึ้นจริงที่เวลา t ที่ใช้ในการหาค่าพยากรณ์ของความต้องการ (Z_t) สูตรการคำนวณในเซลล์ G9 = B9 เซลล์ G10 = B10 เซลล์ G11 = B11 ซึ่งมีความสัมพันธ์ในลักษณะนี้ไปจนถึงเซลล์ G108 = B108

คอลัมน์ H ตั้งแต่ H10:H108 เป็นค่าประมาณของความต้องการที่เกิดที่เวลา t (Z'_t) ซึ่งถูกนำไปใช้ในการคำนวณหาค่าพยากรณ์ของความต้องการด้วยวิธี SBA สูตรการคำนวณในเซลล์ H10 = G9 เซลล์ H11 =

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IF(G11>0,H10+($J$9*(G11-H10)),H10) เซลล์ H12 = IF(G12>0,H11+($J$9*(G12-H11)),H11) ซึ่งมีความสัมพันธ์ในลักษณะนี้ไปจนถึงเซลล์ H108 = IF(G108>0,H107+($J$9*(G108-H107)),H107)

คอลัมน์ I ตั้งแต่ I10:I108 เป็นค่าพยากรณ์ของความต้องการที่เกิดขึ้นจากการพยากรณ์โดยศูนย์กระจายสินค้า ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 ไปจนถึงสัปดาห์ที่ 100 สูตรในการคำนวณ ในเซลล์ I10 = (1-($J$9/2))*(H10/F10) เซลล์ I11 = (1-($J$9/2))*(H11/F11) เซลล์ I12 = (1-($J$9/2))*(H12/F12) ซึ่งมีความสัมพันธ์ในลักษณะนี้ไปจนถึงเซลล์ I108 = (1-($J$9/2))*(H108/F108)

	A	B	I	K	N	O	P	Q	R	S
1	λ	0.5	Forecasting Method	L (Lead time)	1	VAR(Qt)	0.73838			
2	α	0.5	SBA	Service Level	95.00%	VAR(Dt)	0.70750			
3				z	1.645	BW	1.04365			
4				STDEV of forecasting err	0.839598227	MAD	0.71674			
5						MASE	0.75527			
6										
7										
8	t(time)	Demand	Forecasting of Distributor (D't)	error of forecasting	OUT inventory level of Manufacturer (S R.t)	Order quantity (Manufacturer) (qt)	Actual Order Quantity (Qt)	|Dt-D't|	|Dt-Dt-1|	|Dt-D't|/(SUM|Dt-Dt-1|/N-1)
9	1	2								
10	2	1	0.80303	-0.19697	2.18417			0.19697		0.20756
11	3	0	0.80303	0.80303	2.18417	1.00000	1.00000	0.80303	1	0.84620
12	4	1	0.58171	-0.41829	1.96285	-0.22132	0.00000	0.41829	1	0.44078
13	5	0	0.58171	0.58171	1.96285	1.00000	1.00000	0.58171	1	0.61298
14	6	0	0.58171	0.58171	1.96285	0.00000	0.00000	0.58171	0	0.61298
15	7	0	0.58171	0.58171	1.96285	0.00000	0.00000	0.58171	0	0.61298
16	8	1	0.31598	-0.68402	1.69712	-0.26573	0.00000	0.68402	1	0.72080
17	9	0	0.31598	0.31598	1.69712	1.00000	1.00000	0.31598	1	0.33297
18	10	1	0.33974	-0.66026	1.72088	0.02377	0.02377	0.66026	1	0.69575
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮		⋮
98	90	1	0.60291	-0.39709	1.98405	1.08893	1.08893	0.39709	0	0.41844
99	91	0	0.60291	0.60291	1.98405	1.00000	1.00000	0.60291	1	0.63533
100	92	1	0.46591	-0.53409	1.84704	-0.13701	0.00000	0.53409	1	0.56281
101	93	0	0.46591	0.46591	1.84704	1.00000	1.00000	0.46591	1	0.49095
102	94	0	0.46591	0.46591	1.84704	0.00000	0.00000	0.46591	0	0.49095
103	95	2	0.48784	-1.51216	1.86898	0.02193	0.02193	1.51216	2	1.59346
104	96	1	0.56652	-0.43348	1.94766	2.07869	2.07869	0.43348	1	0.45678
105	97	1	0.63535	-0.36465	2.01649	1.06882	1.06882	0.36465	0	0.38426
106	98	1	0.68449	-0.31551	2.06563	1.04914	1.04914	0.31551	0	0.33247
107	99	1	0.71473	-0.28527	2.09587	1.03024	1.03024	0.28527	0	0.30061
108	100	0	0.71473	0.71473	2.09587	1.00000	1.00000	0.71473	1	0.75316
109							SUM	70.95714	93	74.77204
110								SUM/N-1	0.949	
111										

รูปที่ 3.15 ภาพรวมการจัดการของการพยากรณ์โดยวิธี SBA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.2.3 <u>การออกแบบ Spreadsheet วิธีการพยากรณ์แบบ SY</u>

จากสูตร $$D'_{SY,t} = (1 - \frac{\alpha}{2}) \frac{Z'_t}{(T'_t - \frac{\alpha}{2})}$$

$$Z'_t = Z'_{t-1} + \alpha(Z_t - Z'_{t-1})$$
$$T'_t = T'_{t-1} + \alpha(T_t - T'_{t-1})$$

ซึ่งถ้า $D_t > 0$: $$Z_t = D_t$$

$$Z'_t = \begin{cases} Z'_{t-1} + \alpha(Z_t - Z'_{t-1}) & : D_t > 0 \\ Z'_{t-1} & : D_t = 0 \end{cases}$$

$$T'_t = \begin{cases} T'_{t-1} + \alpha(T_t - T'_{t-1}) & : D_t > 0 \\ T'_{t-1} & : D_t = 0 \end{cases}$$

เซลล์ที่ B2 คือ ค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล (α)

คอลัมน์ B ตั้งแต่ B9:B108 เป็นค่าวามต้องการของลูกค้าที่เกิดขึ้นจริงที่เวลา t

คอลัมน์ C ตั้งแต่ C9:C108 เป็นการสร้างเงื่อนไขเพื่อเตรียมหาค่าช่วงเวลาที่เกิดความต้องการที่เกิดขึ้นจริงที่เวลา t (T_t) สูตรการคำนวณในเซลล์ C9 = IF(B9=0,1,0) เซลล์ C10 = IF(B10=0,1,0) เซลล์ C11 = IF(B11=0,1,0) ซึ่งมีความสัมพันธ์ในลักษณะนี้ไปจนถึงเซลล์ C108 = IF(B108=0,1,0)

คอลัมน์ D ตั้งแต่ D9:D108 เป็นการสร้างเงื่อนไขเพื่อเตรียมหาค่าช่วงเวลาที่เกิดความต้องการที่เกิดขึ้นจริงที่เวลา t (T_t) สูตรการคำนวณในเซลล์ D9 = IF(C9=1,D8+C9,0) เซลล์ D10 =IF(C10=1,D9+C10,0) เซลล์ D11 = IF(C11=1,D10+C11,0) โดยจะมีความสัมพันธ์กันในลักษณะนี้ไปจนถึงเซลล์ D108 =IF(C108=1,D107+C108,0)

คอลัมน์ E ตั้งแต่ E9:E108 เป็นการหาค่าช่วงเวลาที่เกิดความต้องการที่เกิดขึ้นจริงที่เวลา t (T_t) สูตรคำนวณในเซลล์ E9 = IF(D9=0,D8+1,"") เซลล์ E10 =IF(D10=0,D9+1,"") เซลล์ E11 = IF(D11=0,D10+1,"") ซึ่งมีความสัมพันธ์ในลักษณะนี้ไปจนถึงเซลล์ E108 = IF(D108=0,D107+1,"")

คอลัมน์ F ตั้งแต่ F10:F108 เป็นการหาค่าประมาณของช่วงเวลาที่เกิดความต้องการที่เวลา t (T'_t) สูตรการคำนวณในเซลล์ F10 = AVERAGE(E9:E108) เซลล์ F11 = IF(G11>0,F10+($J$9*(E11-F10)),F10) เซลล์ F12 = IF(G12>0,F11+($J$9*(E12-F11)),F11) ซึ่งมีความสัมพันธ์ในลักษณะนี้ไปจนถึงเซลล์ F108 = IF(G108>0,F107+($J$9*(E108-F107)),F107)

คอลัมน์ G ตั้งแต่ G9:G108 เป็นการหาค่าความต้องการที่เกิดขึ้นจริงที่เวลา t ที่ใช้ในการหาค่าพยากรณ์ของความต้องการ (Z_t) สูตรการคำนวณในเซลล์ G9 = B9 เซลล์ G10 = B10 เซลล์ G11 = B11 ซึ่งมีความสัมพันธ์ในลักษณะนี้ไปจนถึงเซลล์ G108 = B108

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอลัมน์ H ตั้งแต่ H10:H108 เป็นค่าประมาณของความต้องการที่เกิดที่เวลา t (Z_t') ซึ่งถูกนำไปใช้ในการคำนวณหาค่าพยากรณ์ของความต้องการด้วยวิธี SY สูตรการคำนวณในเซลล์ H10 = G9 เซลล์ H11 = IF(G11>0,H10+($J$9*(G11-H10)),H10) เซลล์ H12 = IF(G12>0,H11+($J$9*(G12-H11)),H11) ซึ่งมีความสัมพันธ์ในลักษณะนี้ไปจนถึงเซลล์ H108 = IF(G108>0,H107+($J$9*(G108-H107)),H107)

คอลัมน์ I ตั้งแต่ I10:I108 เป็นค่าพยากรณ์ของความต้องการที่เกิดขึ้นจากการพยากรณ์โดย

ศูนย์กระจายสินค้า ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 ไปจนถึงสัปดาห์ที่ 100 สูตรในการคำนวณ ในเซลล์ I10 = (1-($J$9/2))*(H10/(F10-($J$9/2))) เซลล์ I11 = (1-($J$9/2))*(H11/(F11-($J$9/2))) เซลล์ I12 = (1-($J$9/2))*(H12/(F12-($J$9/2))) ซึ่งมีความสัมพันธ์ในลักษณะนี้ไปจนถึงเซลล์ I108 = (1-($J$9/2))*(H108/(F108-($J$9/2)))

	A	B	I	K	N	O	P	Q	R	S
1	λ	0.5	Forecasting Method	L (Lead time)	1	VAR(Qt)	0.76401			
2	α	0.5	SY	Service Level	95.00%	VAR(Dt)	0.70750			
3				z	1.645	BW	1.07987			
4				STDEV of forecasting erro	0.85888	MAD	0.71549			
5						MASE	0.75396			
6										
7										
8	Time(t)	Demand(Dt)	Forecasting of Distributor (D't)	Error of Forecasting	OUT Inventory Level of Distributor (S R,t)	Order Quantity (qt)	Actual Order Quantity (Qt)	|Dt-D't|	|Dt-Dt-1|	|Dt-D't|/(SUM|Dt-Dt-1|/N-1)
9	1	2								
10	2	1	0.92711	-0.07289	2.33998			0.07289		0.07680
11	3	0	0.92711	0.92711	2.33998	1.00000	1.00000	0.92711	1	0.97696
12	4	1	0.66807	-0.33193	2.08093	-0.25905	0.00000	0.33193	1	0.34978
13	5	0	0.66807	0.66807	2.08093	1.00000	1.00000	0.66807	1	0.70398
14	6	0	0.66807	0.66807	2.08093	0.00000	0.00000	0.66807	0	0.70398
15	7	0	0.66807	0.66807	2.08093	0.00000	0.00000	0.66807	0	0.70398
16	8	1	0.34505	-0.65495	1.75792	-0.32302	0.00000	0.65495	1	0.69016
17	9	0	0.34505	0.34505	1.75792	1.00000	1.00000	0.34505	1	0.36360
18	10	1	0.37777	-0.62223	1.79064	0.03272	0.03272	0.62223	1	0.65568
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
99	91	0	0.74286	0.74286	2.15572	1.00000	1.00000	0.74286	1	0.78280
100	92	1	0.54831	-0.45169	1.96117	-0.19455	0.00000	0.45169	1	0.47598
101	93	0	0.54831	0.54831	1.96117	1.00000	1.00000	0.54831	1	0.57779
102	94	0	0.54831	0.54831	1.96117	0.00000	0.00000	0.54831	0	0.57779
103	95	2	0.54642	-1.45358	1.95929	-0.00188	0.00000	1.45358	2	1.53173
104	96	1	0.66655	-0.33345	2.07942	2.12013	2.12013	0.33345	1	0.35137
105	97	1	0.78202	-0.21798	2.19488	1.11547	1.11547	0.21798	0	0.22970
106	98	1	0.87121	-0.12879	2.28408	1.08919	1.08919	0.12879	0	0.13571
107	99	1	0.92917	-0.07083	2.34204	1.05796	1.05796	0.07083	0	0.07463
108	100	0	0.92917	0.92917	2.34204	1.00000	1.00000	0.92917	1	0.97913
109							SUM	70.83374	93	74.64201
110								SUM/N-1	0.94898	

รูปที่ 3.16 ภาพรวมการจัดการของการพยากรณ์โดยวิธี SY

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.2.4 <u>การหาปริมาณคำสั่งซื้อของการพยากรณ์โดยวิธี CR SBA และ SY</u>

จากสูตร $S_t = LD'_t + z\hat{\sigma}_t^L$

และ $q_t = S_t - (S_{t-1} - D_{t-1})$

เซลล์ที่ H1 คือระยะเวลานำส่งสินค้าเป็นสัปดาห์ L

เซลล์ที่ H2 คือระดับของการบริการ

เซลล์ที่ H3 คือค่าคะแนนมาตรฐาน z

เซลล์ที่ H4 คือค่าความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ความต้องการลูกค้าในช่วงระยะเวลานำส่งสินค้าสำหรับศูนย์กระจายสินค้า มีสูตรการคำนวณในเซลล์ ดังนี้

เซลล์ H4 = STDEV.P(E10:E108)

คอลัมน์ K ตั้งแต่ K10:K108 เป็นค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 10 ไปจนถึงสัปดาห์ที่ 100 สูตรการคำนวณ ในเซลล์ K10 =I10-G10ในเซลล์ K11 = I11-G11 และในเซลล์ K12 = I12-G12 ซึ่งจะมีความสัมพันธ์ในลักษณะนี้ไปจนถึง K108 = I108-G108

คอลัมน์ N ตั้งแต่ N10:N108 คือระดับสินค้าคงคลังสูงสุดในช่วงเวลา t ของศูนย์กระจายสินค้า มีสูตรคำนวณในเซลล์ ดังนี้ เซลล์ N10 = ($N$1*I10)+($N$3*$N$4) เซลล์ N11 = ($N$1*I11)+($N$3*$N$4) เซลล์ N12 = ($N$1*I12)+($N$3*$N$4) ซึ่งมีความสัมพันธ์ในลักษณะนี้ไปจนถึงเซลล์ N108 = ($N$1*I108)+($N$3*$N$4)

คอลัมน์ O ตั้งแต่ O11:O108 เป็นปริมาณคำสั่งซื้อสูงสุดจากศูนย์กระจายสินค้าในช่วงเวลา t สูตรการคำนวนในเซลล์ O11 = N11-(N10-B10) เซลล์ O12 = N12-(N11-B11) เซลล์ O13 = N13-(N12-B12) ซึ่งมีความสัมพันธ์ลักษณะนี้ไปจนถึง O108 = N108-(N107-B107)

คอลัมน์ P ตั้งแต่ P11:P108 เป็นปริมาณคำสั่งซื้อสูงสุดจากศูนย์กระจายสินค้าในช่วงเวลา t ที่ถูกใช้จริงในงานวิจัยเล่มนี้ สูตรการคำนวนในเซลล์ P11 = IF(O11<0,0,O11) เซลล์ P12 = IF(O12<0,0,O12) เซลล์ P13 = IF(O13<0,0,O13) ซึ่งมีความสัมพันธ์ลักษณะนี้ไปจนถึงเซลล์ P108 = IF(O108<0,0,O108)

3.6.2.5 <u>การหาค่าบูลวิปเอฟเฟคของการพยากรณ์โดยวิธี CR SBA และ SY</u>

จากสูตร บูลวิปเอฟเฟค (BW) = $\frac{\text{ความแปรปรวนของปริมาณคำสั่งซื้อ}}{\text{ความแปรปรวนของความต้องการ}} = \frac{VAR(q_t)}{VAR(D_t)}$

เซลล์ P1 คือความแปรปรวนของปริมาณคำสั่งซื้อ สูตรคำนวณในเซลล์ P1 = VAR.P(P11:P108)

เซลล์ P2 คือความแปรปรวนของปริมาณความต้องการ สูตรคำนวณในเซลล์ P2 = VAR.P(B9:B108)

เซลล์ P3 ค่าบูลวิปเอฟเฟค สูตรคำนวณในเซลล์ P3 = P1/P2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.2.6 การหาค่า MAD ของการพยากรณ์โดยวิธี CR SBA และ SY

จากสูตร $MAD = \frac{\sum_{t=1}^{N} |D_t - D_t'|}{N}$

คอลัมน์ Q ตั้งแต่ Q10:Q108 เป็นค่าความแตกต่างของค่าความต้องการจริงกับค่าพยากรณ์ของความต้องการในแต่ละช่วงเวลา t ($|D_t - D_t'|$) สูตรการคำนวณในเซลล์ Q10 = ABS(B10-I10) เซลล์ Q11 =ABS(B11-I11) เซลล์ Q12 =ABS(B12-I12) ซึ่งมีความสัมพันธ์ในลักษณะนี้ไปจนถึงเซลล์ Q108 = ABS(B108-I108)

เซลล์ P4 คือค่า MAD มีสูตรการคำนวณในเซลล์ P4 = (SUM(Q10:Q108))/99

3.6.2.7 การหาค่า MASE ของการพยากรณ์โดยวิธี CR SBA และ SY

จากสูตร $MASE = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^{N} \frac{/D_t - D_t'/}{\frac{1}{N-1}\sum_{t=2}^{N} /D_t - D_{t-1}/}$

คอลัมน์ Q ตั้งแต่ Q10:Q108 เป็นค่าความแตกต่างของค่าความต้องการจริงกับค่าพยากรณ์ของความต้องการในแต่ละช่วงเวลา t ($|D_t - D_t'|$) สูตรการคำนวณในเซลล์ Q10 =ABS(B10-I10) เซลล์ Q11 =ABS(B11-I11) เซลล์ Q12 =ABS(B12-I12) ซึ่งมีความสัมพันธ์ในลักษณะนี้ไปจนถึงเซลล์ Q108 =ABS(B108-I108)

เซลล์ P4 คือค่า MAD มีสูตรการคำนวณในเซลล์ P4 =(SUM(Q10:Q108))/99

คอลัมน์ R ตั้งแต่ R11:R108 เป็นค่าความแตกต่างของค่าความต้องการจริงที่ช่วงเวลา t กับค่าความต้องการจริงที่ช่วงเวลา t-1 หรือช่วงเวลาก่อนหน้า ($|D_t - D_{t-1}|$) สูตรการคำนวณในเซลล์ R11 = ABS(B11-B10) เซลล์ R12 = ABS(B12-B11) เซลล์ R13 = ABS(B13-B12) ซึ่งมีความสัมพันธ์ในลักษณะนี้ไปจนถึงเซลล์ R108 = ABS(B108-B107)

เซลล์ R109 ผลรวมของค่าความแตกต่างของค่าความต้องการจริงที่ช่วงเวลา t กับค่าความต้องการจริงที่ช่วงเวลา t-1 หรือช่วงเวลาก่อนหน้า ($\sum_{t=2}^{N} /D_t - D_{t-1}/$) สูตรคำนวณในเซลล์ R109 = SUM(R11:R108)

เซลล์ R110 คือค่าเฉลี่ยของความแตกต่างของค่าความต้องการจริงที่ช่วงเวลา t กับค่าความต้องการจริงที่ช่วงเวลา t-1 หรือช่วงเวลาก่อนหน้า ($\frac{1}{N-1}\sum_{t=2}^{N} /D_t - D_{t-1}/$) สูตรคำนวณในเซลล์ R110 = R109/98

คอลัมน์ S ตั้งแต่ S10:S108 เป็นผลหารของค่าความแตกต่างของค่าความต้องการจริงกับค่าพยากรณ์ของความต้องการในแต่ละช่วงเวลา t กับค่าเฉลี่ยของความแตกต่างของค่าความต้องการจริงที่ช่วงเวลา t กับค่าความต้องการจริงที่ช่วงเวลา t-1 หรือช่วงเวลาก่อนหน้า ($\frac{/D_t - D_t'/}{\frac{1}{N-1}\sum_{t=2}^{N} /D_t - D_{t-1}/}$) สูตรคำนวณในเซลล์ S10 = Q10/$R$110 เซลล์ S11 = Q11/$R$110 เซลล์ S12 = Q12/$R$110 ซึ่งมีความสัมพันธ์ในลักษณะนี้ไปจนถึงเซลล์ S108 = Q108/$R$110

เซลล์ S109 เป็นผลรวมของผลหารของค่าความแตกต่างของค่าความต้องการจริงกับค่าพยากรณ์ของความต้องการในแต่ละช่วงเวลา t กับค่าเฉลี่ยของความแตกต่างของค่าความต้องการจริงที่ช่วงเวลา t กับค่าความต้องการจริงที่ช่วงเวลา t-1 หรือช่วงเวลาก่อนหน้า สูตรคำนวณในเซลล์ S109 = SUM(S10:S108)

เซลล์ P5 คือค่า MASE มีสูตรคำนวณในเซลล์ P5 = S09/99

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลอง

ในบทนี้จะแสดงการศึกษาและทดลองการวิจัยเบื้องต้น จากนั้นศึกษาพฤติกรรมของค่าบูลวิปเอฟเฟคภายใต้โซ่อุปทาน 2 ระดับอย่างละเอียด และศึกษาค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ เมื่อพารามิเตอร์เปลี่ยนแปลงไป โดยใช้ชุดข้อมูลความต้องการของลูกค้า 5 ชุด (ทำการทดลองซ้ำ 5 ครั้ง) สามารถแบ่งเป็นหัวข้อได้ดังนี้

4.1 การศึกษานำร่อง

4.2 การเก็บและบันทึกข้อมูล

4.3 ผลการวิเคราะห์พฤติกรรมของค่าบูลวิปเอฟเฟค

4.4 ผลการวิเคราะห์พฤติกรรมของค่าความคลาดเคลื่อนของวิธีการพยากรณ์

4.5 แนวโน้มและการเลือกใช้วิธีการพยากรณ์

4.1 การศึกษานำร่อง

โซ่อุปทานประกอบไปด้วย 3 สมาชิก ลูกค้า (Customer) 1 กลุ่ม ศูนย์กระจายสินค้า (Distributor) 1 แห่ง และผู้ผลิต (Manufacturer) 1 แห่ง โดยกลไกของโซ่อุปทานจะเริ่มจากลูกค้ามีความต้องการแบบอินเทอร์มิตเทนต์ที่มีการกระจายตัวแบบปัวซองและไม่ทราบค่าแน่นอน หลังจากนั้นความต้องการของลูกค้าจะถูกส่งไปยังศูนย์กระจายสินค้า แต่เนื่องจากความต้องการของลูกค้าเป็นความต้องการแบบไม่ทราบค่าแน่นอน ศูนย์กระจายสินค้าจึงต้องมีการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าจากข้อมูลในอดีต จากนั้นศูนย์กระจายสินค้าจะคำนวณปริมาณคำสั่งซื้อสูงสุดโดยใช้นโยบายการจัดการคลังสินค้าแบบคำสั่งซื้อที่เหมาะสม และคำสั่งซื้อนี้จะถูกส่งไปยังผู้ผลิตต่อไป

ในการศึกษานำร่องนี้ใช้ข้อมูลเพียง 1 ชุด โดยมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการสร้างข้อมูลและการคำนวณเพื่อให้ได้ค่าตอบสนองของงานวิจัยนี้ แสดงดังตารางที่ 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ปัจจัยและระดับของการศึกษานำร่อง

ตัวแปรตาม (Response Variables)	บูลวิปเอฟเฟค (BW)	
	ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAD)	
	ค่าสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MASE)	
ปัจจัย (Factors)	ความต้องการของลูกค้า หมายเหตุ ความต้องการของลูกค้าเป็นแบบอินเทอร์มิตเทนต์	ความต้องการที่มีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนเป็น 0.50
		ความต้องการที่มีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนเป็น 1.00
	นโยบายการจัดการคลังสินค้า	นโยบายควบคุมคลังสินค้าแบบคำสั่งซื้อที่เหมาะสม
	วิธีการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า	วิธีการปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล (ES)
		Croston (CR)
		Syntetos and Boylan Approximation (SBA)
		Syntetos Method (SY)
	ค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบ	0.01
		0.25
		0.50
		0.75
		0.99
การทำซ้ำ	1 ครั้ง	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการศึกษานำร่องนี้สามารถออกแบบการทดลองและสร้างตารางบันทึกข้อมูลค่าบูลวิปเอฟเฟค และความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ ได้ดังตารางที่ 4.2 ถึง 4.13

ตารางที่ 4.2 การศึกษานำร่องในรูปของตารางการบันทึกข้อมูลบูลวิปเอฟเฟคโดยวิธีการพยากรณ์แบบ ES

Exponential Smoothing (ES)	α \ λ	0.50	1.00
	0.01	BW	BW
	0.25	BW	BW
	0.50	BW	BW
	0.75	BW	BW
	0.99	BW	BW

ตารางที่ 4.3 การศึกษานำร่องในรูปของตารางการบันทึกข้อมูลบูลวิปเอฟเฟคโดยวิธีการพยากรณ์ CR

Croston Method (CR)	α \ λ	0.50	1.00
	0.01	BW	BW
	0.25	BW	BW
	0.50	BW	BW
	0.75	BW	BW
	0.99	BW	BW

ตารางที่ 4.4 การศึกษานำร่องในรูปของตารางการบันทึกข้อมูลบูลวิปเอฟเฟคโดยวิธีการพยากรณ์ SBA

Syntetos and Boylan Approximation (SBA)	α \ λ	0.50	1.00
	0.01	BW	BW
	0.25	BW	BW
	0.50	BW	BW
	0.75	BW	BW
	0.99	BW	BW

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 การศึกษานำร่องในรูปของตารางการบันทึกข้อมูลบูลวิปเอฟเฟคโดยวิธีการพยากรณ์ SY

Syntetos Method (SY)	α \ λ	0.50	1.00
	0.01	BW	BW
	0.25	BW	BW
	0.50	BW	BW
	0.75	BW	BW
	0.99	BW	BW

ตารางที่ 4.6 การศึกษานำร่องในรูปของตารางการบันทึกข้อมูลค่า MAD โดยวิธีการพยากรณ์แบบ ES

Exponential Smoothing (ES)	α \ λ	0.50	1.00
	0.01	MAD	MAD
	0.25	MAD	MAD
	0.50	MAD	MAD
	0.75	MAD	MAD
	0.99	MAD	MAD

ตารางที่ 4.7 การศึกษานำร่องในรูปของตารางการบันทึกข้อมูลค่า MAD โดยวิธีการพยากรณ์ CR

Croston Method (CR)	α \ λ	0.50	1.00
	0.01	MAD	MAD
	0.25	MAD	MAD
	0.50	MAD	MAD
	0.75	MAD	MAD
	0.99	MAD	MAD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 การศึกษานำร่องในรูปของตารางการบันทึกข้อมูลค่า MAD โดยวิธีการพยากรณ์ SBA

Syntetos and Boylan Approximation (SBA)	α \ λ	0.50	1.00
	0.01	MAD	MAD
	0.25	MAD	MAD
	0.50	MAD	MAD
	0.75	MAD	MAD
	0.99	MAD	MAD

ตารางที่ 4.9 การศึกษานำร่องในรูปของตารางการบันทึกข้อมูลค่า MAD โดยวิธีการพยากรณ์ SY

Syntetos Method (SY)	α \ λ	0.50	1.00
	0.01	MAD	MAD
	0.25	MAD	MAD
	0.50	MAD	MAD
	0.75	MAD	MAD
	0.99	MAD	MAD

ตารางที่ 4.10 การศึกษานำร่องในรูปของตารางการบันทึกข้อมูลค่า MASE โดยวิธีการพยากรณ์แบบ ES

Exponential Smoothing (ES)	α \ λ	0.50	1.00
	0.01	MASE	MASE
	0.25	MASE	MASE
	0.50	MASE	MASE
	0.75	MASE	MASE
	0.99	MASE	MASE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 การศึกษานำร่องในรูปของตารางการบันทึกข้อมูลค่า MASE โดยวิธีการพยากรณ์ CR

Croston Method (CR)	α \ λ	0.50	1.00
	0.01	MASE	MASE
	0.25	MASE	MASE
	0.50	MASE	MASE
	0.75	MASE	MASE
	0.99	MASE	MASE

ตารางที่ 4.12 การศึกษานำร่องในรูปของตารางการบันทึกข้อมูลค่า MASE โดยวิธีการพยากรณ์ SBA

Syntetos and Boylan Approximation (SBA)	α \ λ	0.50	1.00
	0.01	MASE	MASE
	0.25	MASE	MASE
	0.50	MASE	MASE
	0.75	MASE	MASE
	0.99	MASE	MASE

ตารางที่ 4.13 การศึกษานำร่องในรูปของตารางการบันทึกข้อมูลค่า MASE โดยวิธีการพยากรณ์ SY

Syntetos Method (SY)	α \ λ	0.50	1.0
	0.01	MASE	MASE
	0.25	MASE	MASE
	0.50	MASE	MASE
	0.75	MASE	MASE
	0.99	MASE	MASE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1 บันทึกข้อมูลจากการศึกษานำร่อง

การจำลองการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าแบบครั้งคราวที่ส่งผลต่อค่าบูลวิปเอฟเฟค ดังแสดงใน ตารางที่ 4.14 4.15 4.16 และ 4.17

ตารางที่ 4.14 ค่าบูลวิปเอฟเฟคของการศึกษานำร่องโดยใช้วิธี ES ในการพยากรณ์ความต้องการ

	α \ λ	0.50	1.00
Exponential Smoothing (ES)	0.01	0.99416	1.00127
	0.25	1.35119	1.33729
	0.50	1.83648	1.82557
	0.75	2.48719	2.52449
	0.99	3.34941	3.42357

ตารางที่ 4.15 ค่าบูลวิปเอฟเฟคของการศึกษานำร่องโดยใช้วิธี CR ในการพยากรณ์ความต้องการ

	α \ λ	0.50	1.00
Croston Method (CR)	0.01	0.99052	0.99382
	0.25	1.02098	0.99632
	0.50	1.06945	0.97884
	0.75	1.13574	0.96489
	0.99	1.25252	1.03674

ตารางที่ 4.16 ค่าบูลวิปเอฟเฟคของการศึกษานำร่องโดยใช้วิธี SBA ในการพยากรณ์ความต้องการ

	α \ λ	0.50	1.00
Syntetos and Boylan Approximation (SBA)	0.01	0.99051	0.99382
	0.25	1.01649	0.99449
	0.50	1.04365	0.96797
	0.75	1.05687	0.92144
	0.99	1.05029	0.87697

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.17 ค่าบูลวิปเอฟเฟคของการศึกษานำร่องโดยใช้วิธี SY ในการพยากรณ์ความต้องการ

Syntetos Method (SY)	α \ λ	0.50	1.00
	0.01	0.99052	0.99383
	0.25	1.02275	1.00139
	0.50	1.07987	0.99953
	0.75	1.16960	1.01652
	0.99	1.37018	1.15945

การจำลองการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าที่ส่งผลต่อค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย ดังแสดงในตารางที่ 4.18 4.19 4.20 และ 4.21

ตารางที่ 4.18 ค่า MAD ของการศึกษานำร่องโดยใช้วิธีแบบ ES ในการพยากรณ์ความต้องการ

Exponential Smoothing (ES)	α \ λ	0.50	1.00
	0.01	1.03573	0.99322
	0.25	0.76695	0.75253
	0.50	0.80233	0.81602
	0.75	0.87454	0.90332
	0.99	0.94656	0.96746

ตารางที่ 4.19 ค่า MAD ของการศึกษานำร่องโดยใช้วิธี CR ในการพยากรณ์ความต้องการ

Croston Method (CR)	α \ λ	0.50	1.00
	0.01	0.70233	0.76168
	0.25	0.71416	0.67066
	0.50	0.71690	0.64498
	0.75	0.72462	0.60930
	0.99	0.72007	0.53786

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.20 ค่า MAD ของการศึกษานำร่องโดยใช้วิธี SBA ในการพยากรณ์ความต้องการ

	λ / α	0.50	1.00
Syntetos and Boylan Approximation (SBA)	0.01	0.70114	0.75787
	0.25	0.71384	0.66862
	0.50	0.71674	0.68124
	0.75	0.72489	0.70224
	0.99	0.72762	0.73041

ตารางที่ 4.21 ค่า MAD ของการศึกษานำร่องโดยใช้ SY ในการพยากรณ์ความต้องการ

	λ / α	0.50	1.00
Syntetos Method (SY)	0.01	0.70176	0.76042
	0.25	0.71383	0.67122
	0.50	0.71549	0.65610
	0.75	0.72725	0.62163
	0.99	0.72766	0.54725

การจำลองการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าแบบครั้งคราวที่ส่งผลต่อค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย 4.22 4.23 4.24 และ 4.25

ตารางที่ 4.22 ค่า MASE ของการศึกษานำร่องโดยใช้วิธีแบบ ES ในการพยากรณ์ความต้องการ

	λ / α	0.50	1.00
Exponential Smoothing (ES)	0.01	0.88413	0.76217
	0.25	1.06590	1.04626
	0.50	1.03363	1.02792
	0.75	1.01324	1.00159
	0.99	0.99093	0.98992

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.23 ค่า MASE ของการศึกษานำร่องโดยใช้วิธี CR ในการพยากรณ์ความต้องการ

	α \ λ	0.50	1.00
Croston Method (CR)	0.01	0.74009	0.79409
	0.25	0.75256	0.69920
	0.50	0.75545	0.67243
	0.75	0.76358	0.63523
	0.99	0.75878	0.56074

ตารางที่ 4.24 ค่า MASE ของการศึกษานำร่องโดยใช้วิธี SBA ในการพยากรณ์ความต้องการ

	α \ λ	0.50	1.00
Syntetos and Boylan Approximation (SBA)	0.01	0.73883	0.79012
	0.25	0.75222	0.69707
	0.50	0.75527	0.71022
	0.75	0.76386	0.73212
	0.99	0.76674	0.76149

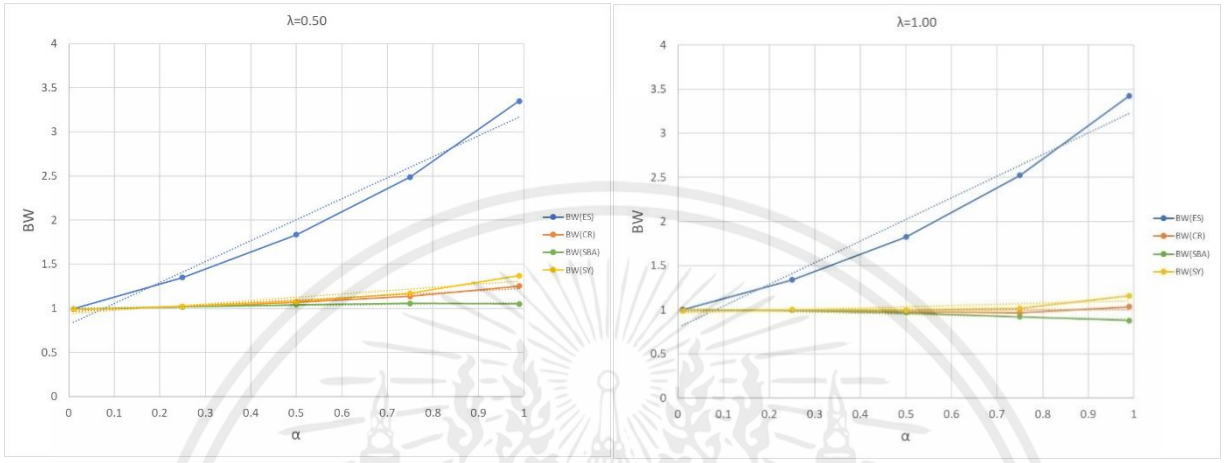
ตารางที่ 4.25 ค่า MASE ของการศึกษานำร่องโดยใช้วิธี SY ในการพยากรณ์ความต้องการ

	α \ λ	0.50	1.00
Syntetos Method (SY)	0.01	0.73949	0.79277
	0.25	0.75221	0.69978
	0.50	0.75396	0.68401
	0.75	0.76634	0.64808
	0.99	0.76678	0.57053

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

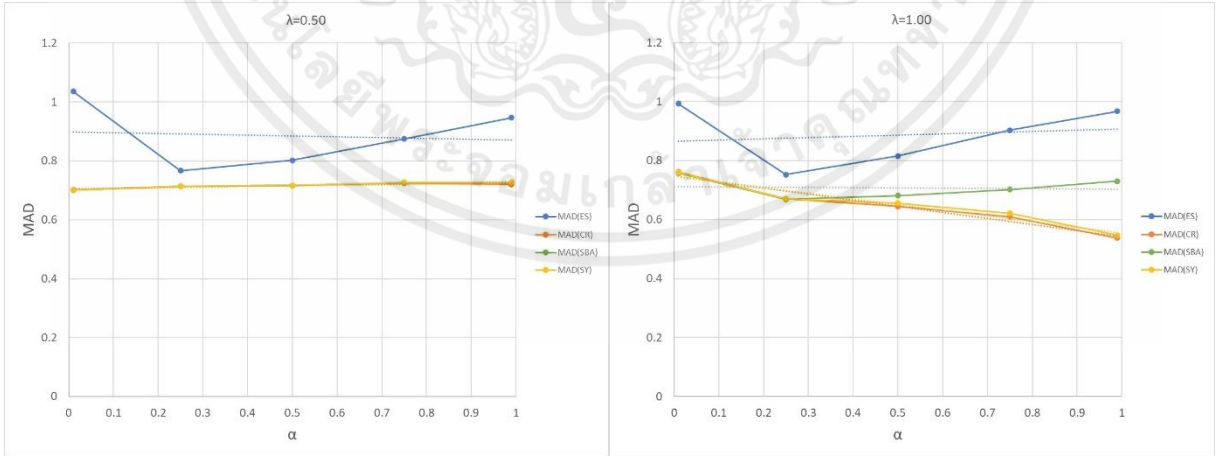
4.1.2 การเปรียบเทียบผลของการศึกษานำร่อง

ในหัวข้อนี้เป็นการแสดงผลการเปรียบเทียบของการศึกษานำร่องเพื่อทำการศึกษาพฤติกรรมของค่าบูลวิปเอฟเฟค และค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ 2 วิธี ได้แก่ MAD และ MASE ภายใต้การพยากรณ์ 4 วิธี คือ ES CR SBA และ SY ดังแสดงในรูปที่ 4.1-4.3



รูปที่ 4.1 ค่าบูลวิปเอฟเฟคของการศึกษานำร่อง

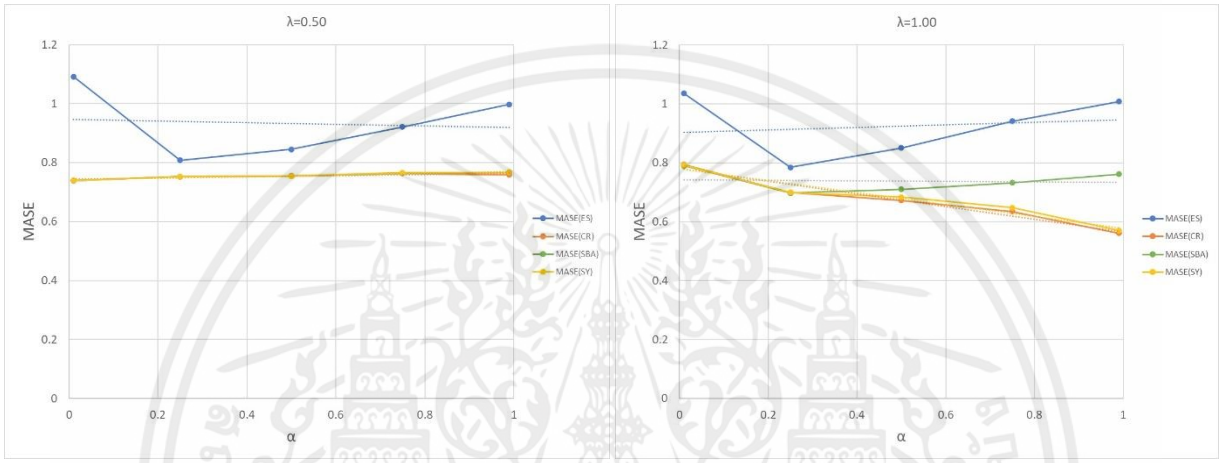
จากรูปที่ 4.1 แสดงให้เห็นว่าเมื่อค่า α มีค่าเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าบูลวิปเอฟเฟคมีค่าเพิ่มขึ้นตาม ยกเว้นในกรณีของวิธี SBA ที่มีแนวโน้มให้ค่าบูลวิปเอฟเฟคน้อยลงเมื่อค่า α เข้าใกล้ 1 โดยวิธีการพยากรณ์ให้ค่าบูล-วิปเอฟเฟคมากที่สุดคือวิธี ES รองลงมาเป็น SY CR และ SBA ตามลำดับ



รูปที่ 4.2 ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของการศึกษานำร่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.2 แสดงให้เห็นว่าในกรณีที่ λ เท่ากับ 0.5 แม้ค่า α มีค่าเพิ่มขึ้น ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยมีค่าที่ใกล้เคียงกัน ยกเว้นในกรณีของวิธี ES ที่ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อค่า α เพิ่มขึ้น ส่วนกรณีที่ λ เท่ากับ 1.00 เมื่อค่า α มีค่าเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยมีค่าเพิ่มขึ้นตาม ยกเว้นค่าที่ได้จากวิธี CR และ SY ที่มีแนวโน้มลดลงเมื่อ ค่า α เข้าใกล้ 1 โดยวิธีการพยากรณ์ที่ให้ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยมากที่สุดคือวิธี ES รองลงมาเป็น SBA SY และ CR ตามลำดับ



รูปที่ 4.3 ค่าสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของการศึกษานำร่อง

จากรูปที่ 4.2 แสดงให้เห็นว่าในกรณีที่ λ เท่ากับ 0.5 เมื่อค่า α มีค่าเพิ่มขึ้น ค่าสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยมีค่าที่ใกล้เคียงกัน ยกเว้นในกรณีของวิธี ES ที่ค่าสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ส่วนกรณีที่ λ เท่ากับ 1.00 เมื่อค่า α มีค่าเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยมีค่าเพิ่มขึ้นตาม ยกเว้นค่าที่ได้จากวิธี CR และ SY ที่มีแนวโน้มลดลงเมื่อ ค่า α เข้าใกล้ 1 โดยวิธีการพยากรณ์ที่ให้ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยมากที่สุดคือวิธี ES รองลงมาเป็น SBA SY และ CR ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การเก็บและบันทึกข้อมูล

จากการคำนวณค่าบูลวิปเอฟเฟคและค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์สำหรับข้อมูลชุดแรกและเงื่อนไขที่กำหนดในการศึกษานำร่อง (หัวข้อที่ 4.1) พบว่าค่าที่ได้มีความแตกต่างกัน จึงได้ทำการศึกษาเพิ่มเติมโดยเพิ่มปัจจัยในการศึกษา ดังนี้

1. ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวน (λ)

- ชุดข้อมูลแรกในหัวข้อที่ 4.1 การศึกษานำร่องใช้ λ = 0.50 และ 1.00

- ในหัวข้อนี้ ใช้ λ แบ่งเป็น 5 ระดับ คือ λ = 0.25, 0.50, 0.75, 1.00 และ 1.25

2. ค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล (α)

- ชุดข้อมูลแรกในหัวข้อที่ 4.1 การศึกษานำร่องใช้ α = 0.01, 0.25, 0.50, 0.75 และ 0.99

- ในหัวข้อนี้ใช้ α = 0.01, 0.05, 0.10, 0.15, 0.20, 0.25, 0.30, 0.35, 0.40, 0.45, 0.50, 0.55, 0.60, 0.65, 0.70, 0.75, 0.80, 0.85, 0.90, 0.95 และ 0.99

3. ชุดข้อมูลความต้องการสินค้า

- ชุดข้อมูลแรกในหัวข้อที่ 4.1 การศึกษานำร่องใช้ชุดข้อมูลความต้องการแบบอินเทอร์มิตเทนต์สำหรับค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนในแต่ละระดับซ้ำเพียง 1 ครั้ง

- ในหัวข้อนี้ใช้ชุดข้อมูลความต้องการสินค้าในแต่ละระดับจะมีการซ้ำ 5 ครั้ง เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือ โดยออกแบบการทดลองได้ดังตารางที่ 4.26 – 4.37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.26 การเก็บข้อมูลค่าบูลวิปเอฟเฟคของวิธีการพยากรณ์แบบ ES

Exponential Smoothing	λ \ α	0.01	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	0.99
	0.25	1.03605	1.10902	1.20242	1.29960	1.40070	1.50575	1.61486	1.72822	1.84610	1.96884	2.09678	2.23031	2.36983	2.51577	2.66863	2.82896	2.99743	3.17485	3.36220	3.56073	3.72861
		1.03104	1.09428	1.17350	1.25493	1.33860	1.42469	1.51326	1.60440	1.69820	1.79485	1.89462	1.99790	2.10520	2.21708	2.33418	2.45716	2.58671	2.72347	2.86805	3.02097	3.14963
		1.03372	1.10262	1.19078	1.28312	1.38012	1.48210	1.58925	1.70174	1.81974	1.94348	2.07322	2.20933	2.35224	2.50250	2.66081	2.82803	3.00522	3.19367	3.39493	3.61088	3.79569
		1.03660	1.11145	1.20833	1.30971	1.41549	1.52549	1.63947	1.75724	1.87863	2.00359	2.13211	2.26427	2.40021	2.54015	2.68438	2.83331	2.98746	3.14756	3.31447	3.48930	3.63573
		0.99331	1.06427	1.15701	1.25523	1.35854	1.46681	1.58003	1.69825	1.82153	1.94993	2.08354	2.22244	2.36679	2.51679	2.67266	2.83469	3.00320	3.17854	3.36107	3.55120	3.70905
	0.50	0.99416	1.04218	1.11391	1.18945	1.26841	1.35119	1.43821	1.52988	1.62656	1.72861	1.83648	1.95071	2.07196	2.20108	2.33908	2.48719	2.64302	2.80864	2.98745	3.18153	3.34941
		0.96027	1.00822	1.07665	1.14913	1.22514	1.30478	1.38820	1.47554	1.56689	1.66237	1.76217	1.86658	1.97601	2.09098	2.21217	2.34039	2.47665	2.62214	2.77831	2.94692	3.09218
		1.02341	1.08170	1.15393	1.22635	1.30006	1.37594	1.45487	1.53767	1.62512	1.71791	1.81667	1.92202	2.03458	2.15502	2.28407	2.42257	2.57148	2.73198	2.90543	3.09346	3.25567
		1.01670	1.06729	1.13512	1.20608	1.28048	1.35837	1.43986	1.52512	1.61436	1.70782	1.80576	1.90849	2.01634	2.12974	2.24917	2.37521	2.50855	2.65003	2.80066	2.96168	3.09900
		1.01819	1.07331	1.14548	1.21879	1.29312	1.36852	1.44530	1.52388	1.60466	1.68801	1.77428	1.86379	1.95686	2.05381	2.15496	2.26069	2.37140	2.48753	2.60964	2.73835	2.84661
	0.75	0.99924	1.05202	1.12072	1.18817	1.25514	1.32248	1.39104	1.46156	1.53467	1.61088	1.68773	1.76597	1.84742	1.93254	2.01967	2.10938	2.20036	2.29415	2.39293	2.49773	2.58676
		1.02297	1.07833	1.14622	1.21525	1.28512	1.35599	1.42823	1.50236	1.57892	1.65850	1.74170	1.82916	1.92163	2.01995	2.12515	2.23841	2.36118	2.49514	2.64229	2.80496	2.94809
		1.02744	1.08597	1.15895	1.23610	1.31712	1.40186	1.49034	1.58276	1.67940	1.78065	1.88694	1.99876	2.11665	2.24120	2.37310	2.51312	2.65856	2.81110	2.97308	3.14576	3.29266
		1.03039	1.08929	1.16098	1.23506	1.31211	1.39242	1.47622	1.56377	1.65533	1.75117	1.85158	1.95684	2.06728	2.18331	2.30535	2.43396	2.56513	2.70240	2.84639	2.99751	3.12384
		1.00562	1.05519	1.12744	1.20341	1.28334	1.36790	1.45766	1.55320	1.65517	1.76425	1.88119	2.00625	2.13612	2.27453	2.42129	2.57604	2.73691	2.90811	3.09131	3.28829	3.45732
	1.00	1.00127	1.04929	1.11376	1.18305	1.25755	1.33729	1.42244	1.51332	1.61039	1.71423	1.82557	1.94528	2.07445	2.21434	2.36646	2.52449	2.68515	2.85732	3.04402	3.24733	3.42357
		0.90033	0.93834	0.99367	1.05119	1.11138	1.17509	1.24308	1.31609	1.39487	1.48012	1.57256	1.67291	1.78191	1.90035	2.02913	2.16925	2.31720	2.47744	2.65152	2.84114	3.00542
		1.00474	1.05008	1.11290	1.17627	1.24040	1.30642	1.37541	1.44823	1.52555	1.60797	1.69607	1.79048	1.88816	1.99159	2.09886	2.20963	2.32869	2.45754	2.59807	2.75257	2.88813
		1.01641	1.06941	1.13594	1.20698	1.28252	1.36249	1.44672	1.53507	1.62745	1.72388	1.82451	1.92960	2.03954	2.15487	2.27317	2.38865	2.50016	2.61516	2.73519	2.86143	2.96787
		1.03394	1.08864	1.15961	1.23441	1.31334	1.39671	1.48485	1.57804	1.67653	1.78058	1.89038	2.00612	2.12798	2.25259	2.37740	2.50583	2.63959	2.77923	2.92553	3.07957	3.20938
	1.25	1.01782	1.06760	1.13188	1.19933	1.27038	1.34525	1.42406	1.50691	1.59397	1.68548	1.78177	1.88326	1.98966	2.09904	2.21461	2.33333	2.45403	2.58239	2.72111	2.87269	3.00537
		0.95100	0.99859	1.06835	1.14195	1.21950	1.30165	1.38893	1.48060	1.57547	1.67582	1.78181	1.89210	2.00499	2.12014	2.24068	2.36477	2.48465	2.60954	2.74179	2.88355	3.00566
		1.02286	1.07767	1.14193	1.20576	1.27197	1.34245	1.41831	1.50018	1.58848	1.68356	1.78571	1.89185	1.99950	2.10889	2.21433	2.32255	2.43510	2.55242	2.67516	2.80429	2.91310
		1.01890	1.07470	1.14333	1.21302	1.28383	1.35626	1.43077	1.50781	1.58787	1.67100	1.75366	1.84050	1.93245	2.03058	2.13279	2.24250	2.35818	2.48186	2.61674	2.76459	2.89365
		1.01627	1.06919	1.13768	1.21103	1.28876	1.37065	1.45687	1.54790	1.64447	1.74749	1.85803	1.97381	2.08900	2.20868	2.33837	2.47632	2.61924	2.77485	2.94496	3.13164	3.29457

ตารางที่ 4.27 การเก็บข้อมูลค่าบูลวิปเอฟเฟคของวิธีการพยากรณ์แบบ CR

	λ \ α	0.01	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	0.99
Croston Method	0.25	1.01652	1.01650	1.01697	1.01773	1.01880	1.02009	1.02176	1.02391	1.02664	1.03003	1.03441	1.03968	1.04587	1.05356	1.06304	1.07467	1.08880	1.10593	1.12736	1.15768	1.19894
		1.01346	1.01856	1.02529	1.03251	1.04068	1.05005	1.06079	1.07306	1.08686	1.10172	1.11766	1.13503	1.15391	1.17436	1.19640	1.21999	1.24530	1.27395	1.30819	1.35314	1.40502
		1.01415	1.01303	1.01286	1.01324	1.01395	1.01507	1.01646	1.01791	1.01970	1.02198	1.02486	1.02845	1.03292	1.03849	1.04541	1.05387	1.06487	1.07969	1.10097	1.13419	1.17801
		1.01713	1.01796	1.01996	1.02246	1.02542	1.02877	1.03265	1.03703	1.04217	1.04819	1.05524	1.06344	1.07296	1.08391	1.09637	1.11031	1.12572	1.14294	1.16319	1.19033	1.22396
		0.97434	0.97372	0.97357	0.97367	0.97396	0.97427	0.97463	0.97512	0.97576	0.97662	0.97777	0.97932	0.98141	0.98426	0.98817	0.99343	1.00079	1.01144	1.02731	1.05197	1.08251
	0.50	0.99052	0.99459	1.00033	1.00654	1.01334	1.02098	1.02942	1.03861	1.04824	1.05845	1.06945	1.08120	1.09367	1.10675	1.12066	1.13574	1.15244	1.17151	1.19420	1.22274	1.25253
		0.95408	0.95925	0.96628	0.97392	0.98228	0.99152	1.00173	1.01300	1.02564	1.03991	1.05602	1.07422	1.09476	1.11795	1.14424	1.17423	1.20950	1.25266	1.30905	1.39073	1.49516
		1.01240	1.01545	1.02024	1.02641	1.03423	1.04309	1.05381	1.06665	1.08164	1.09858	1.11719	1.13718	1.15823	1.18040	1.20372	1.22824	1.25403	1.28134	1.31100	1.34556	1.38090
		1.00926	1.01465	1.02169	1.02936	1.03786	1.04734	1.05787	1.06951	1.08226	1.09616	1.11129	1.12782	1.14581	1.16572	1.18833	1.21426	1.24540	1.28502	1.33781	1.41195	1.49656
		1.01045	1.01782	1.02767	1.03841	1.05010	1.06276	1.07651	1.09152	1.10799	1.12617	1.14638	1.16898	1.19442	1.22320	1.25596	1.29332	1.33554	1.38325	1.43960	1.51045	1.58576
	0.75	0.99520	1.00796	1.02413	1.03872	1.05143	1.06226	1.07129	1.07862	1.08445	1.08905	1.09280	1.09594	1.09917	1.10283	1.10776	1.11550	1.12757	1.14633	1.17589	1.22400	1.28617
		1.00697	1.01661	1.02825	1.03971	1.05189	1.06455	1.07686	1.08891	1.10076	1.11248	1.12433	1.13680	1.15052	1.16626	1.18487	1.20718	1.23385	1.26521	1.30119	1.34164	1.37799
		1.00962	1.01386	1.01930	1.02571	1.03321	1.04157	1.05092	1.06156	1.07369	1.08752	1.10317	1.12081	1.14038	1.16216	1.18677	1.21464	1.24644	1.28277	1.32697	1.38542	1.45376
		1.01369	1.02196	1.03075	1.03902	1.04722	1.05560	1.06407	1.07221	1.07978	1.08674	1.09314	1.09895	1.10460	1.11067	1.11776	1.12667	1.13848	1.15465	1.17724	1.20989	1.24776
		0.99891	1.00096	1.00330	1.00541	1.00709	1.00827	1.00867	1.00836	1.00747	1.00613	1.00465	1.00321	1.00206	1.00095	1.00026	1.00062	1.00268	1.00744	1.01672	1.03396	1.05796
	1.00	0.99382	0.99548	0.99722	0.99775	0.99744	0.99632	0.99434	0.99149	0.98777	0.98346	0.97884	0.97430	0.97003	0.96665	0.96471	0.96489	0.96800	0.97520	0.98821	1.00991	1.03675
		0.89775	0.90377	0.91236	0.92176	0.93160	0.94150	0.95091	0.95974	0.96822	0.97620	0.98367	0.99084	0.99808	1.00570	1.01412	1.02387	1.03559	1.05007	1.06820	1.09118	1.11421
		0.99880	1.00521	1.01299	1.01832	1.02016	1.01918	1.01619	1.01189	1.00680	1.00124	0.99562	0.99048	0.98613	0.98310	0.98215	0.98393	0.98919	0.99874	1.01360	1.03502	1.05806
		1.00105	1.00744	1.01313	1.01833	1.02325	1.02811	1.03312	1.03853	1.04457	1.05106	1.05767	1.06531	1.07417	1.08441	1.09607	1.10895	1.12389	1.14194	1.16584	1.20239	1.25153
		1.02190	1.02699	1.03256	1.03838	1.04380	1.04926	1.05515	1.06184	1.06963	1.07881	1.08966	1.10183	1.11645	1.13434	1.15659	1.18468	1.22013	1.26795	1.33476	1.43241	1.54753
	1.25	1.00741	1.01497	1.02356	1.03196	1.03945	1.04654	1.05314	1.05929	1.06520	1.07103	1.07652	1.08212	1.08813	1.09492	1.10288	1.11243	1.12494	1.14207	1.16664	1.20365	1.24818
		0.94495	0.94443	0.94805	0.95243	0.95765	0.96352	0.96961	0.97606	0.98259	0.98978	0.99802	1.00763	1.01890	1.03267	1.04961	1.06985	1.09330	1.12310	1.16219	1.21459	1.27026
		1.00821	1.01753	1.02300	1.02618	1.02800	1.02812	1.02698	1.02542	1.02382	1.02282	1.02274	1.02346	1.02604	1.03112	1.03953	1.05237	1.07113	1.09780	1.13509	1.18683	1.24242
		1.00462	1.01709	1.03039	1.04423	1.05777	1.07013	1.08125	1.09092	1.09903	1.10567	1.11114	1.11592	1.12069	1.12628	1.13372	1.14429	1.15965	1.18208	1.21504	1.26437	1.32272
		1.00345	1.00548	1.00583	1.00498	1.00280	0.99925	0.99451	0.98902	0.98333	0.97712	0.97175	0.96779	0.96521	0.96536	0.96906	0.97716	0.99105	1.01371	1.04928	1.10481	1.17200

ตารางที่ 4.28 การเก็บข้อมูลค่าบูลวิปเอฟเฟคของวิธีการพยากรณ์แบบ SBA

Syntetos and Boylan Approximation	λ \ α	0.01	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	0.99
	0.25	1.01652	1.01650	1.01695	1.01764	1.01855	1.01959	1.02087	1.02245	1.02436	1.02661	1.02938	1.03251	1.03593	1.03989	1.04445	1.04960	1.05531	1.06159	1.06871	1.07808	1.09049
		1.01346	1.01841	1.02464	1.03096	1.03776	1.04515	1.05317	1.06185	1.07104	1.08024	1.08938	1.09860	1.10783	1.11694	1.12581	1.13419	1.14195	1.14965	1.15778	1.16749	1.17820
		1.01415	1.01307	1.01295	1.01333	1.01396	1.01489	1.01595	1.01694	1.01806	1.01939	1.02094	1.02274	1.02481	1.02722	1.03000	1.03314	1.03705	1.04213	1.04921	1.05988	1.07329
		1.01713	1.01794	1.01981	1.02204	1.02455	1.02724	1.03018	1.03332	1.03679	1.04063	1.04486	1.04948	1.05449	1.05983	1.06543	1.07115	1.07681	1.08241	1.08818	1.09503	1.10292
		0.97434	0.97374	0.97362	0.97373	0.97399	0.97425	0.97452	0.97485	0.97526	0.97578	0.97644	0.97728	0.97836	0.97975	0.98158	0.98387	0.98691	0.99108	0.99693	1.00542	1.01518
	0.50	0.99051	0.99447	0.99977	1.00516	1.01070	1.01649	1.02241	1.02829	1.03378	1.03888	1.04365	1.04791	1.05150	1.05421	1.05601	1.05687	1.05679	1.05581	1.05408	1.05191	1.05029
		0.95407	0.95909	0.96559	0.97225	0.97913	0.98627	0.99366	1.00125	1.00920	1.01752	1.02621	1.03527	1.04465	1.05433	1.06433	1.07468	1.08581	1.09841	1.11387	1.13531	1.16198
		1.01239	1.01535	1.01977	1.02516	1.03159	1.03835	1.04594	1.05438	1.06342	1.07271	1.08184	1.09045	1.09819	1.10497	1.11070	1.11528	1.11867	1.12088	1.12209	1.12289	1.12413
		1.00926	1.01448	1.02096	1.02763	1.03457	1.04183	1.04939	1.05717	1.06511	1.07311	1.08113	1.08915	1.09708	1.10504	1.11328	1.12184	1.13130	1.14263	1.15692	1.17592	1.19653
		1.01044	1.01758	1.02668	1.03605	1.04564	1.05536	1.06518	1.07507	1.08505	1.09510	1.10522	1.11539	1.12558	1.13573	1.14578	1.15558	1.16472	1.17294	1.18101	1.19030	1.20047
	0.75	0.99519	1.00757	1.02249	1.03503	1.04497	1.05236	1.05731	1.05993	1.06040	1.05892	1.05578	1.05114	1.04543	1.03876	1.03148	1.02420	1.01720	1.01081	1.00563	1.00280	1.00384
		1.00696	1.01632	1.02705	1.03695	1.04680	1.05630	1.06467	1.07194	1.07813	1.08322	1.08731	1.09057	1.09325	1.09556	1.09773	1.09988	1.10206	1.10415	1.10591	1.10709	1.10764
		1.00962	1.01374	1.01877	1.02438	1.03058	1.03708	1.04387	1.05112	1.05883	1.06701	1.07558	1.08446	1.09342	1.10242	1.11163	1.12101	1.13059	1.14022	1.15086	1.16397	1.17879
		1.01369	1.02172	1.02978	1.03686	1.04335	1.04947	1.05508	1.05978	1.06335	1.06572	1.06690	1.06678	1.06555	1.06345	1.06064	1.05737	1.05399	1.05098	1.04896	1.04883	1.05109
		0.99891	1.00089	1.00300	1.00469	1.00575	1.00610	1.00546	1.00386	1.00139	0.99809	0.99410	0.98949	0.98430	0.97826	0.97148	0.96415	0.95636	0.94819	0.93987	0.93187	0.92639
	1.00	0.99382	0.99543	0.99697	0.99717	0.99634	0.99449	0.99151	0.98735	0.98194	0.97544	0.96797	0.95971	0.95069	0.94119	0.93139	0.92144	0.91149	0.90168	0.89218	0.88329	0.87697
		0.89775	0.90358	0.91152	0.91970	0.92767	0.93505	0.94130	0.94639	0.95047	0.95343	0.95525	0.95603	0.95600	0.95525	0.95393	0.95220	0.95025	0.94827	0.94645	0.94501	0.94430
		0.99879	1.00502	1.01212	1.01641	1.01697	1.01453	1.00982	1.00341	0.99566	0.98669	0.97664	0.96571	0.95387	0.94125	0.92807	0.91443	0.90047	0.88631	0.87210	0.85799	0.84688
		1.00104	1.00722	1.01234	1.01658	1.02012	1.02308	1.02557	1.02767	1.02942	1.03051	1.03052	1.02994	1.02864	1.02644	1.02304	1.01791	1.01104	1.00222	0.99153	0.97971	0.97084
		1.02189	1.02681	1.03184	1.03665	1.04059	1.04396	1.04703	1.04993	1.05274	1.05545	1.05803	1.05993	1.06163	1.06325	1.06491	1.06676	1.06863	1.07181	1.07736	1.08715	1.10034
	1.25	1.00739	1.01470	1.02251	1.02952	1.03499	1.03929	1.05731	1.04384	1.04408	1.04296	1.04013	1.03577	1.02986	1.02244	1.01348	1.00292	0.99118	0.97854	0.96548	0.95277	0.94366
		0.94496	0.94448	0.94785	0.95152	0.95537	0.95900	0.96185	0.96386	0.96461	0.96437	0.96324	0.96123	0.95831	0.95477	0.95071	0.94577	0.93940	0.93273	0.92630	0.92056	0.91694
		1.00820	1.01720	1.02194	1.02404	1.02437	1.02259	1.01907	1.01443	1.00885	1.00268	0.99597	0.98845	0.98062	0.97263	0.96462	0.95677	0.94932	0.94253	0.93673	0.93239	0.93042
		1.00460	1.01667	1.02880	1.04051	1.05092	1.05913	1.06509	1.06861	1.06962	1.06823	1.06466	1.05923	1.05232	1.04431	1.03559	1.02656	1.01761	1.00918	1.00184	0.99645	0.99458
		1.00344	1.00537	1.00549	1.00422	1.00140	0.99690	0.99082	0.98343	0.97504	0.96526	0.95496	0.94433	0.93307	0.92180	0.91059	0.89938	0.88819	0.87754	0.86787	0.85993	0.85578

ตารางที่ 4.29 การเก็บข้อมูลค่าบูลวิปเอฟเฟคของวิธีการพยากรณ์แบบ SY

	λ \ α	0.01	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	0.99
Syntetos Method	0.25	1.01652	1.01650	1.01697	1.01768	1.01864	1.01977	1.02119	1.02297	1.02518	1.02789	1.03135	1.03551	1.04039	1.04658	1.05451	1.06480	1.07834	1.09636	1.12118	1.15980	1.22424
		1.01346	1.01848	1.02501	1.03189	1.03959	1.04832	1.05828	1.06965	1.08249	1.09651	1.11183	1.12895	1.14813	1.16958	1.19379	1.22097	1.25172	1.28828	1.33476	1.40312	1.50189
		1.01415	1.01306	1.01293	1.01331	1.01398	1.01501	1.01622	1.01741	1.01886	1.02067	1.02290	1.02562	1.02897	1.03311	1.03816	1.04456	1.05324	1.06582	1.08607	1.12400	1.18942
		1.01713	1.01794	1.01985	1.02216	1.02481	1.02772	1.03100	1.03466	1.03890	1.04384	1.04965	1.05651	1.06467	1.07441	1.08609	1.10005	1.11658	1.13611	1.15975	1.19298	1.24455
		0.97434	0.97374	0.97362	0.97373	0.97401	0.97430	0.97461	0.97500	0.97550	0.97615	0.97698	0.97808	0.97955	0.98155	0.98430	0.98805	0.99353	1.00204	1.01633	1.04368	1.09034
	0.50	0.99052	0.99467	1.00060	1.00712	1.01441	1.02275	1.03225	1.04244	1.05370	1.06612	1.07987	1.09478	1.11097	1.12864	1.14803	1.16960	1.19413	1.22304	1.25910	1.30884	1.37018
		0.95408	0.95923	0.96618	0.97368	0.98184	0.99078	1.00065	1.01164	1.02389	1.03778	1.05363	1.07180	1.09268	1.11678	1.14470	1.17730	1.21637	1.26520	1.33129	1.43595	1.60072
		1.01240	1.01544	1.02021	1.02636	1.03408	1.04295	1.05369	1.06671	1.08215	1.09994	1.11987	1.14164	1.16490	1.18965	1.21591	1.24378	1.27333	1.30461	1.33809	1.37740	1.42458
		1.00926	1.01464	1.02168	1.02937	1.03790	1.04745	1.05810	1.06993	1.08299	1.09733	1.11307	1.13022	1.14892	1.16975	1.19324	1.22008	1.25259	1.29520	1.35604	1.45210	1.59036
		1.01045	1.01776	1.02748	1.03804	1.04950	1.06193	1.07546	1.09027	1.10659	1.12469	1.14490	1.16761	1.19330	1.22265	1.25657	1.29626	1.34295	1.39864	1.46896	1.56739	1.69323
	0.75	0.99520	1.00798	1.02424	1.03908	1.05234	1.06404	1.07429	1.08321	1.09098	1.09786	1.10418	1.11019	1.11673	1.12412	1.13340	1.14577	1.16290	1.18550	1.22124	1.28556	1.38839
		1.00697	1.01656	1.02809	1.03951	1.05177	1.06466	1.07751	1.09054	1.10377	1.11724	1.13116	1.14600	1.16225	1.18072	1.20290	1.23035	1.26489	1.30839	1.36022	1.42572	1.49667
		1.00962	1.01385	1.01929	1.02575	1.03326	1.04169	1.05120	1.06200	1.07430	1.08836	1.10452	1.12320	1.14442	1.16913	1.19725	1.23061	1.27074	1.31983	1.38099	1.46701	1.57815
		1.01369	1.02192	1.03073	1.03914	1.04772	1.05677	1.06627	1.07591	1.08545	1.09505	1.10448	1.11419	1.12386	1.13428	1.14591	1.15962	1.17680	1.19937	1.23174	1.28293	1.35438
		0.99892	1.00109	1.00389	1.00681	1.00973	1.01242	1.01460	1.01662	1.01839	1.02013	1.02206	1.02446	1.02767	1.03212	1.03836	1.04704	1.05922	1.07660	1.10243	1.14433	1.20326
	1.00	0.99383	0.99569	0.99802	0.99956	1.00067	1.00139	1.00168	1.00151	1.00089	1.00012	0.99953	0.99955	1.00051	1.00314	1.00820	1.01652	1.02835	1.04534	1.07034	1.10905	1.15945
		0.89776	0.90385	0.91271	0.92270	0.93353	0.94487	0.95625	0.96780	0.97927	0.99115	1.00357	1.01662	1.03036	1.04528	1.06188	1.08060	1.10303	1.13080	1.16584	1.20999	1.25798
		0.99881	1.00536	1.01355	1.01962	1.02246	1.02275	1.02126	1.01869	1.01553	1.01209	1.00876	1.00597	1.00413	1.00401	1.00628	1.01170	1.02109	1.03540	1.05596	1.08497	1.11731
		1.00105	1.00751	1.01361	1.01957	1.02558	1.03182	1.03850	1.04586	1.05419	1.06268	1.07225	1.08343	1.09657	1.11198	1.12961	1.15005	1.17353	1.20066	1.23382	1.28318	1.36173
		1.02190	1.02707	1.03294	1.03926	1.04550	1.05190	1.05899	1.06717	1.07666	1.08735	1.09933	1.11318	1.12905	1.14824	1.17181	1.20074	1.23805	1.28913	1.36427	1.48792	1.66624
	1.25	1.00741	1.01507	1.02408	1.03310	1.04168	1.05044	1.05859	1.06692	1.07545	1.08430	1.09359	1.10377	1.11517	1.12823	1.14317	1.16100	1.18286	1.21052	1.24782	1.30446	1.38102
		0.94496	0.94459	0.94858	0.95361	0.95968	0.96648	0.97368	0.98148	0.99003	0.99895	1.00899	1.02050	1.03391	1.04920	1.06742	1.08937	1.11583	1.15038	1.19768	1.26723	1.35269
		1.00821	1.01760	1.02346	1.02747	1.03049	1.03137	1.03185	1.03179	1.03194	1.03257	1.03394	1.03597	1.03976	1.04602	1.05576	1.07040	1.09212	1.12431	1.17259	1.24705	1.33912
		1.00462	1.01709	1.03049	1.04454	1.05848	1.07143	1.08355	1.09433	1.10379	1.11236	1.12026	1.12790	1.13537	1.14371	1.15411	1.16800	1.18735	1.21519	1.25579	1.32079	1.41212
		1.00345	1.00566	1.00666	1.00692	1.00632	1.00486	1.00219	0.99839	0.99406	0.99010	0.98725	0.98625	0.98782	0.99168	0.99937	1.01194	1.03098	1.05928	1.10230	1.17263	1.27071

ตารางที่ 4.30 การเก็บข้อมูลค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของวิธีการพยากรณ์แบบ ES

Exponential Smoothing	λ \ α	0.01	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	0.99
	0.25	0.21220	0.26489	0.27860	0.28288	0.28443	0.28505	0.28539	0.28574	0.28621	0.28683	0.28762	0.28857	0.28968	0.29094	0.29234	0.29386	0.29551	0.29726	0.29911	0.30104	0.30263
		0.34283	0.39895	0.41005	0.41329	0.41403	0.41331	0.41156	0.40906	0.40601	0.40257	0.40079	0.39947	0.39795	0.39631	0.39461	0.39289	0.39116	0.38941	0.38764	0.38579	0.38424
		0.27700	0.33839	0.35794	0.36662	0.37236	0.37695	0.38096	0.38460	0.38797	0.39110	0.39406	0.39687	0.39958	0.40224	0.40491	0.40765	0.41051	0.41355	0.41682	0.42037	0.42344
		0.21776	0.27565	0.29127	0.29645	0.29840	0.29893	0.29865	0.29784	0.29666	0.29525	0.29369	0.29208	0.29047	0.28892	0.28748	0.28617	0.28503	0.28411	0.28341	0.28298	0.28283
		0.21203	0.26506	0.28113	0.28833	0.29257	0.29541	0.29754	0.29928	0.30076	0.30208	0.30326	0.30436	0.30538	0.30636	0.30731	0.30825	0.30919	0.31015	0.31113	0.31212	0.31293
	0.50	1.03573	0.79755	0.76156	0.75806	0.76300	0.76695	0.77007	0.77474	0.78163	0.79051	0.80233	0.81473	0.82902	0.84414	0.85932	0.87454	0.88973	0.90486	0.91989	0.93477	0.94656
		0.63323	0.60580	0.60031	0.59842	0.59786	0.59827	0.59936	0.60085	0.60364	0.60634	0.60929	0.61339	0.61726	0.62084	0.62411	0.62704	0.62962	0.63184	0.63369	0.63520	0.63616
		0.72521	0.68624	0.67125	0.66814	0.66689	0.66915	0.67382	0.67898	0.68469	0.69091	0.69760	0.70468	0.71208	0.71974	0.72761	0.73567	0.74388	0.75222	0.76067	0.76920	0.77606
		0.61460	0.59922	0.59739	0.59640	0.59587	0.59565	0.59559	0.59561	0.59564	0.59560	0.59652	0.59777	0.59885	0.59967	0.60017	0.60032	0.60010	0.59951	0.59859	0.59739	0.59626
		0.66101	0.61745	0.59668	0.58802	0.58240	0.57745	0.57416	0.57238	0.57144	0.57012	0.56904	0.56880	0.56825	0.56743	0.56637	0.56509	0.56362	0.56194	0.56005	0.55794	0.55605
	0.75	1.06197	0.79303	0.76705	0.74574	0.73816	0.73620	0.74349	0.75095	0.75725	0.76172	0.76459	0.76812	0.77085	0.77410	0.77684	0.77920	0.78126	0.78310	0.78478	0.78635	0.78758
		0.66941	0.68607	0.68414	0.68294	0.68209	0.68330	0.68655	0.69330	0.70197	0.70968	0.71637	0.72214	0.72707	0.73125	0.73478	0.73775	0.74026	0.74239	0.74426	0.74592	0.74717
		0.63080	0.66448	0.68104	0.69538	0.70715	0.71721	0.72651	0.73489	0.74153	0.74654	0.75105	0.75491	0.76001	0.76507	0.76960	0.77363	0.77722	0.78040	0.78322	0.78571	0.78747
		0.71151	0.71998	0.70667	0.70574	0.71307	0.72098	0.72882	0.73785	0.74596	0.75309	0.75927	0.76537	0.77210	0.77801	0.78313	0.78751	0.79115	0.79405	0.79618	0.79752	0.79796
		1.13653	0.83778	0.79335	0.78436	0.78742	0.79460	0.80185	0.81268	0.82655	0.83930	0.85097	0.86161	0.87129	0.88010	0.89060	0.90086	0.91074	0.92039	0.92995	0.93959	0.94748
	1.00	0.99322	0.74816	0.73912	0.73837	0.74473	0.75253	0.76172	0.77353	0.78716	0.80096	0.81602	0.83487	0.85315	0.87068	0.88741	0.90332	0.91836	0.93252	0.94579	0.95817	0.96746
		1.00435	0.85996	0.84206	0.83952	0.84246	0.84951	0.85921	0.86976	0.88272	0.89697	0.91353	0.93012	0.94668	0.96313	0.97940	0.99544	1.01120	1.02662	1.04169	1.05638	1.06787
		0.98968	0.80797	0.79304	0.79721	0.80206	0.80816	0.81294	0.82020	0.82813	0.83752	0.84737	0.85966	0.87129	0.88246	0.89555	0.90824	0.92065	0.93286	0.94502	0.95724	0.96718
		0.94224	0.83980	0.82437	0.83561	0.85343	0.86934	0.88354	0.89617	0.90865	0.92104	0.93132	0.94146	0.95094	0.95923	0.96562	0.97016	0.97294	0.97411	0.97383	0.97228	0.97029
		0.74840	0.77955	0.80385	0.82436	0.84373	0.86376	0.88409	0.90398	0.92251	0.93994	0.95666	0.97188	0.98549	0.99740	1.00756	1.01590	1.02257	1.03143	1.03903	1.04537	1.04957
	1.25	0.76533	0.80388	0.82704	0.84420	0.85989	0.87543	0.88844	0.89901	0.90977	0.92252	0.93545	0.94743	0.95762	0.96624	0.97350	0.97961	0.98475	0.98913	0.99298	0.99652	0.99930
		1.91355	1.13114	1.00947	0.99853	0.99778	1.00730	1.02068	1.03760	1.05470	1.07273	1.09097	1.10837	1.12759	1.14805	1.16720	1.18757	1.20700	1.22522	1.24222	1.25804	1.26988
		1.00564	0.82928	0.80997	0.81202	0.81082	0.81179	0.82034	0.82864	0.83733	0.84769	0.86007	0.87156	0.88219	0.89246	0.90480	0.91627	0.92686	0.93653	0.94526	0.95297	0.95836
		1.04935	0.89391	0.90535	0.91770	0.92632	0.93163	0.93249	0.93502	0.94025	0.94325	0.95040	0.95800	0.96429	0.96889	0.97900	0.98954	0.99916	1.00798	1.01605	1.02347	1.02898
		0.72425	0.77354	0.79872	0.81409	0.82479	0.83592	0.84680	0.86022	0.87259	0.88346	0.89471	0.90885	0.92186	0.93506	0.94927	0.96270	0.97542	0.98749	0.99895	1.00984	1.01817

ตารางที่ 4.31 การเก็บข้อมูลค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของวิธีการพยากรณ์แบบ CR

	λ \ α	0.01	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	0.99
Croston Method	0.25	0.17979	0.20568	0.22822	0.24413	0.25604	0.26552	0.27350	0.28053	0.28691	0.29278	0.29818	0.30314	0.30770	0.31196	0.31610	0.32033	0.32493	0.33027	0.33687	0.34567	0.35561
		0.31002	0.35581	0.38373	0.39761	0.40598	0.41217	0.41751	0.42254	0.42747	0.43233	0.43706	0.44154	0.44559	0.44905	0.45178	0.45366	0.45466	0.45480	0.45426	0.45332	0.45255
		0.24429	0.28030	0.30853	0.32666	0.33918	0.34833	0.35534	0.36096	0.36563	0.36967	0.37330	0.37668	0.37995	0.38324	0.38669	0.39045	0.39466	0.39953	0.40535	0.41268	0.42043
		0.18103	0.21107	0.23672	0.25403	0.26632	0.27556	0.28292	0.28914	0.29471	0.30000	0.30528	0.31078	0.31668	0.32313	0.33022	0.33797	0.34639	0.35551	0.36549	0.37704	0.38859
		0.17960	0.20493	0.22688	0.24217	0.25343	0.26225	0.26962	0.27618	0.28235	0.28840	0.29456	0.30103	0.30799	0.31567	0.32434	0.33435	0.34619	0.36055	0.37847	0.40161	0.42565
	0.50	0.70233	0.70596	0.71025	0.71253	0.71371	0.71416	0.71502	0.71554	0.71592	0.71634	0.71691	0.71770	0.71923	0.72100	0.72286	0.72463	0.72683	0.72793	0.72739	0.72453	0.72007
		0.55940	0.56654	0.57260	0.57731	0.58127	0.58474	0.58789	0.59089	0.59387	0.59696	0.60024	0.60384	0.60787	0.61252	0.61798	0.62452	0.63253	0.64250	0.65524	0.67209	0.69031
		0.62170	0.62224	0.62489	0.62813	0.63101	0.63323	0.63531	0.63638	0.63663	0.63695	0.63733	0.63932	0.64092	0.64212	0.64295	0.64347	0.64380	0.64412	0.64470	0.64598	0.64805
		0.56770	0.57581	0.58054	0.58222	0.58257	0.58249	0.58233	0.58212	0.58181	0.58132	0.58063	0.57977	0.57885	0.57798	0.57734	0.57708	0.57738	0.57844	0.58046	0.58373	0.58752
		0.56595	0.56956	0.57499	0.58079	0.58632	0.59140	0.59599	0.60011	0.60385	0.60812	0.61222	0.61624	0.62034	0.62545	0.63086	0.63611	0.64099	0.64528	0.64894	0.65237	0.65568
	0.75	0.70097	0.70544	0.71568	0.71765	0.71371	0.70676	0.70037	0.69439	0.68754	0.67950	0.67002	0.65941	0.64845	0.63831	0.62781	0.61717	0.60613	0.59389	0.58012	0.56427	0.54943
		0.65749	0.67786	0.68019	0.67834	0.67675	0.67554	0.67439	0.67304	0.67215	0.67122	0.67123	0.67092	0.67081	0.67069	0.66986	0.66859	0.66719	0.66598	0.66526	0.66517	0.66547
		0.61628	0.63938	0.65244	0.66062	0.66751	0.67400	0.68041	0.68679	0.69291	0.69883	0.70487	0.71080	0.71659	0.72219	0.72754	0.73261	0.73740	0.74249	0.74701	0.75072	0.75277
		0.69871	0.71941	0.71660	0.70892	0.70304	0.70021	0.69935	0.69944	0.70060	0.70128	0.70108	0.69993	0.69865	0.69659	0.69391	0.69040	0.68550	0.67934	0.67201	0.66347	0.65560
		0.75903	0.73831	0.72874	0.72462	0.72223	0.72170	0.72245	0.72285	0.72280	0.72374	0.72490	0.72561	0.72597	0.72603	0.72577	0.72507	0.72371	0.72131	0.71739	0.71139	0.70462
	1.00	0.76168	0.67717	0.67921	0.67644	0.67344	0.67066	0.66724	0.66283	0.65808	0.65201	0.64498	0.63929	0.63397	0.62720	0.61898	0.60930	0.59809	0.58520	0.57041	0.55341	0.53786
		0.81695	0.80345	0.80053	0.79719	0.79218	0.78672	0.78143	0.77702	0.77285	0.76991	0.76723	0.76400	0.76011	0.75604	0.75142	0.74605	0.74007	0.73360	0.72679	0.71971	0.71388
		0.80734	0.75645	0.75276	0.75511	0.75495	0.75320	0.74852	0.74055	0.73149	0.72113	0.70832	0.69345	0.67776	0.66055	0.64288	0.62396	0.60402	0.58329	0.56193	0.54009	0.52230
		0.96052	0.84822	0.81757	0.80812	0.80718	0.80813	0.81088	0.81282	0.81400	0.81471	0.81533	0.81532	0.81407	0.81130	0.80663	0.80015	0.79072	0.77744	0.75944	0.73559	0.71120
		0.82049	0.79232	0.79407	0.79473	0.79787	0.79984	0.80186	0.80391	0.80436	0.80320	0.80038	0.79586	0.78967	0.78221	0.77289	0.76165	0.74936	0.73592	0.72057	0.70315	0.68762
	1.25	0.80572	0.78746	0.79518	0.79200	0.78821	0.78500	0.78312	0.78121	0.77853	0.77527	0.76994	0.76264	0.75422	0.74529	0.73452	0.72191	0.70759	0.69171	0.67435	0.65548	0.63918
		1.47103	1.03231	0.92419	0.89961	0.88023	0.86417	0.85070	0.83808	0.82561	0.81256	0.79866	0.78379	0.76785	0.75147	0.73387	0.71759	0.70122	0.68331	0.66379	0.64253	0.62414
		1.04190	0.82738	0.78163	0.75625	0.73908	0.72058	0.70674	0.69464	0.68454	0.67460	0.66403	0.65244	0.63972	0.62600	0.61186	0.59609	0.57865	0.55949	0.53854	0.51563	0.49566
		1.10509	0.87787	0.87031	0.86567	0.85797	0.85240	0.84359	0.83372	0.82137	0.80721	0.79175	0.77680	0.76324	0.75093	0.73830	0.72442	0.70957	0.69278	0.67362	0.65141	0.63076
		0.75318	0.76381	0.76020	0.75068	0.74058	0.72993	0.71732	0.70417	0.68952	0.67415	0.65988	0.64690	0.63283	0.61770	0.60145	0.58418	0.56572	0.54523	0.52213	0.49557	0.47102

ตารางที่ 4.32 การเก็บข้อมูลค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของวิธีการพยากรณ์แบบ SBA

Syntetos and Boylan Approximation	λ \ α	0.01	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	0.99
	0.25	0.17975	0.20483	0.22540	0.23870	0.24761	0.25379	0.25823	0.26148	0.26387	0.26554	0.26656	0.26700	0.26690	0.26638	0.26557	0.26460	0.26365	0.26288	0.26255	0.26304	0.26458
		0.30993	0.35424	0.37919	0.38976	0.39467	0.39726	0.39882	0.39985	0.40056	0.40097	0.40103	0.40067	0.39979	0.39831	0.39618	0.39339	0.38997	0.38601	0.38166	0.37713	0.37354
		0.24423	0.27910	0.30472	0.31958	0.32849	0.33383	0.33689	0.33845	0.33897	0.33877	0.33806	0.33698	0.33566	0.33419	0.33266	0.33115	0.32972	0.32847	0.32749	0.32701	0.32732
		0.18098	0.21009	0.23347	0.24786	0.25686	0.26258	0.26624	0.26859	0.27011	0.27114	0.27189	0.27254	0.27319	0.27392	0.27474	0.27563	0.27652	0.27740	0.27829	0.27951	0.28124
		0.17956	0.20410	0.22412	0.23688	0.24525	0.25093	0.25494	0.25790	0.26022	0.26214	0.26385	0.26547	0.26711	0.26889	0.27092	0.27336	0.27640	0.28029	0.28543	0.29241	0.29995
	0.50	0.70114	0.70563	0.71018	0.71225	0.71336	0.71384	0.71409	0.71440	0.71492	0.71569	0.71674	0.71805	0.71958	0.72128	0.72309	0.72489	0.72654	0.72785	0.72858	0.72848	0.72762
		0.55903	0.56450	0.56821	0.57037	0.57163	0.57225	0.57243	0.57233	0.57207	0.57173	0.57139	0.57112	0.57097	0.57102	0.57138	0.57215	0.57346	0.57550	0.57856	0.58315	0.58861
		0.62126	0.62006	0.62042	0.62117	0.62144	0.62099	0.61990	0.61829	0.61631	0.61409	0.61174	0.60933	0.60694	0.60460	0.60233	0.60015	0.59806	0.59610	0.59432	0.59288	0.59216
		0.56738	0.57404	0.57677	0.57644	0.57482	0.57281	0.57074	0.56864	0.56646	0.56416	0.56174	0.55923	0.55671	0.55428	0.55204	0.55007	0.54845	0.54725	0.54653	0.54636	0.54670
		0.56555	0.56745	0.57048	0.57359	0.57618	0.57808	0.57932	0.57994	0.58005	0.57977	0.57925	0.57863	0.57800	0.57743	0.57690	0.57634	0.57562	0.57460	0.57327	0.57182	0.57092
	0.75	0.69899	0.70553	0.71441	0.71666	0.71365	0.70842	0.70188	0.69472	0.68735	0.68006	0.67310	0.66666	0.66138	0.65787	0.65502	0.65280	0.65247	0.65350	0.65473	0.65589	0.65645
		0.65744	0.67708	0.67850	0.67595	0.67372	0.67191	0.67020	0.66839	0.66638	0.66419	0.66191	0.65965	0.65754	0.65571	0.65425	0.65327	0.65281	0.65293	0.65360	0.65471	0.65576
		0.61623	0.63854	0.65012	0.65652	0.66136	0.66551	0.66919	0.67247	0.67539	0.67796	0.68016	0.68200	0.68343	0.68445	0.68502	0.68516	0.68487	0.68418	0.68311	0.68164	0.68005
		0.69865	0.71859	0.71512	0.70727	0.70142	0.69747	0.69462	0.69294	0.69126	0.68930	0.68705	0.68452	0.68243	0.68055	0.67874	0.67704	0.67548	0.67408	0.67282	0.67158	0.67047
		0.75639	0.73114	0.71727	0.71236	0.71007	0.70862	0.70735	0.70599	0.70449	0.70360	0.70308	0.70369	0.70451	0.70664	0.71040	0.71435	0.71829	0.72201	0.72530	0.72793	0.72941
	1.00	0.75787	0.67085	0.66797	0.66481	0.66614	0.66862	0.67115	0.67391	0.67599	0.67834	0.68124	0.68385	0.68622	0.69061	0.69636	0.70224	0.70821	0.71421	0.72017	0.72598	0.73041
		0.81495	0.80167	0.80333	0.80183	0.79903	0.79668	0.79492	0.79369	0.79326	0.79334	0.79380	0.79456	0.79559	0.79686	0.79842	0.80030	0.80256	0.80523	0.80834	0.81187	0.81498
		0.80441	0.74966	0.74606	0.74819	0.74916	0.74881	0.74486	0.73875	0.73171	0.72442	0.71904	0.71481	0.71220	0.71189	0.71444	0.71828	0.72426	0.73093	0.73816	0.74584	0.75223
		0.96077	0.84936	0.81905	0.80806	0.80689	0.80773	0.80922	0.81147	0.81439	0.81839	0.82266	0.82734	0.83285	0.83827	0.84455	0.85003	0.85451	0.85776	0.85953	0.85949	0.85785
		0.82174	0.79475	0.79627	0.80053	0.80500	0.81029	0.81420	0.81681	0.81946	0.82227	0.82561	0.82916	0.83241	0.83610	0.84138	0.84765	0.85384	0.85994	0.86588	0.87163	0.87603
	1.25	0.80755	0.78468	0.78874	0.78905	0.79031	0.79155	0.70188	0.79714	0.80037	0.80451	0.80939	0.81501	0.82146	0.83096	0.84047	0.85134	0.86214	0.87274	0.88317	0.89339	0.90136
		1.46136	1.01041	0.90707	0.87911	0.86044	0.84494	0.83275	0.82353	0.81870	0.81724	0.81956	0.82382	0.83324	0.84225	0.85225	0.86347	0.87636	0.88911	0.90163	0.91388	0.92346
		1.04275	0.82770	0.78528	0.75469	0.73849	0.73312	0.73039	0.72847	0.72822	0.72950	0.73095	0.73508	0.74300	0.75150	0.76264	0.77589	0.79158	0.80710	0.82229	0.83706	0.84848
		1.10608	0.88197	0.86972	0.86514	0.85884	0.85531	0.85341	0.85064	0.85056	0.85289	0.85939	0.86654	0.87470	0.88475	0.89552	0.90620	0.91665	0.92921	0.94156	0.95330	0.96201
		0.75416	0.76391	0.76057	0.75107	0.74148	0.73322	0.72690	0.72416	0.72507	0.72780	0.73287	0.74047	0.75165	0.76254	0.77318	0.78698	0.80453	0.82169	0.83826	0.85400	0.86574

ตารางที่ 4.33 การเก็บข้อมูลค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของวิธีการพยากรณ์แบบ SY

Syntetos Method	λ \ α	0.01	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	0.99
	0.25	0.17975	0.20497	0.22586	0.23961	0.24906	0.25586	0.26102	0.26510	0.26841	0.27110	0.27323	0.27482	0.27591	0.27661	0.27705	0.27747	0.27812	0.27938	0.28180	0.28660	0.29478
		0.30996	0.35470	0.38056	0.39220	0.39831	0.40224	0.40534	0.40817	0.41098	0.41384	0.41673	0.41956	0.42221	0.42450	0.42627	0.42732	0.42748	0.42662	0.42469	0.42186	0.41935
		0.24424	0.27937	0.30555	0.32114	0.33084	0.33702	0.34097	0.34345	0.34493	0.34572	0.34605	0.34607	0.34591	0.34570	0.34558	0.34571	0.34629	0.34762	0.35028	0.35566	0.36468
		0.18099	0.21024	0.23397	0.24881	0.25832	0.26459	0.26888	0.27193	0.27428	0.27629	0.27827	0.28048	0.28316	0.28654	0.29084	0.29624	0.30290	0.31093	0.32053	0.33255	0.34622
		0.17957	0.20423	0.22455	0.23771	0.24655	0.25273	0.25730	0.26087	0.26386	0.26653	0.26909	0.27168	0.27447	0.27763	0.28141	0.28613	0.29232	0.30086	0.31348	0.33414	0.36348
	0.50	0.70176	0.70582	0.71014	0.71241	0.71355	0.71383	0.71385	0.71381	0.71405	0.71466	0.71549	0.71665	0.71831	0.72069	0.72361	0.72725	0.73088	0.73445	0.73624	0.73415	0.72766
		0.55919	0.56538	0.57019	0.57362	0.57627	0.57838	0.58012	0.58163	0.58305	0.58445	0.58593	0.58758	0.58954	0.59198	0.59518	0.59952	0.60559	0.61434	0.62746	0.64843	0.67682
		0.62144	0.62091	0.62217	0.62400	0.62546	0.62628	0.62645	0.62607	0.62525	0.62408	0.62268	0.62115	0.62070	0.62043	0.61974	0.61860	0.61701	0.61503	0.61279	0.61060	0.60963
		0.56753	0.57488	0.57861	0.57931	0.57874	0.57778	0.57677	0.57573	0.57456	0.57314	0.57143	0.56943	0.56722	0.56492	0.56269	0.56074	0.55928	0.55864	0.55928	0.56206	0.56716
		0.56572	0.56828	0.57222	0.57638	0.58018	0.58345	0.58616	0.58835	0.59010	0.59157	0.59348	0.59558	0.59797	0.60090	0.60460	0.61001	0.61608	0.62249	0.62906	0.63629	0.64423
	0.75	0.70176	0.70582	0.71014	0.71241	0.71355	0.71383	0.71385	0.71381	0.71405	0.71466	0.71549	0.71665	0.71831	0.72069	0.72361	0.72725	0.73088	0.73445	0.73624	0.73415	0.72766
		0.55919	0.56538	0.57019	0.57362	0.57627	0.57838	0.58012	0.58163	0.58305	0.58445	0.58593	0.58758	0.58954	0.59198	0.59518	0.59952	0.60559	0.61434	0.62746	0.64843	0.67682
		0.62144	0.62091	0.62217	0.62400	0.62546	0.62628	0.62645	0.62607	0.62525	0.62408	0.62268	0.62115	0.62070	0.62043	0.61974	0.61860	0.61701	0.61503	0.61279	0.61060	0.60963
		0.56753	0.57488	0.57861	0.57931	0.57874	0.57778	0.57677	0.57573	0.57456	0.57314	0.57143	0.56943	0.56722	0.56492	0.56269	0.56074	0.55928	0.55864	0.55928	0.56206	0.56716
		0.56572	0.56828	0.57222	0.57638	0.58018	0.58345	0.58616	0.58835	0.59010	0.59157	0.59348	0.59558	0.59797	0.60090	0.60460	0.61001	0.61608	0.62249	0.62906	0.63629	0.64423
	1.00	0.70176	0.70582	0.71014	0.71241	0.71355	0.71383	0.71385	0.71381	0.71405	0.71466	0.71549	0.71665	0.71831	0.72069	0.72361	0.72725	0.73088	0.73445	0.73624	0.73415	0.72766
		0.55919	0.56538	0.57019	0.57362	0.57627	0.57838	0.58012	0.58163	0.58305	0.58445	0.58593	0.58758	0.58954	0.59198	0.59518	0.59952	0.60559	0.61434	0.62746	0.64843	0.67682
		0.62144	0.62091	0.62217	0.62400	0.62546	0.62628	0.62645	0.62607	0.62525	0.62408	0.62268	0.62115	0.62070	0.62043	0.61974	0.61860	0.61701	0.61503	0.61279	0.61060	0.60963
		0.56753	0.57488	0.57861	0.57931	0.57874	0.57778	0.57677	0.57573	0.57456	0.57314	0.57143	0.56943	0.56722	0.56492	0.56269	0.56074	0.55928	0.55864	0.55928	0.56206	0.56716
		0.56572	0.56828	0.57222	0.57638	0.58018	0.58345	0.58616	0.58835	0.59010	0.59157	0.59348	0.59558	0.59797	0.60090	0.60460	0.61001	0.61608	0.62249	0.62906	0.63629	0.64423
	1.25	0.80622	0.78675	0.79393	0.79296	0.79075	0.79061	0.79044	0.79118	0.79330	0.79355	0.79196	0.78851	0.78321	0.77689	0.76883	0.75911	0.74769	0.73389	0.71740	0.69747	0.67788
		1.46863	1.02696	0.92034	0.89548	0.87680	0.86159	0.84898	0.83803	0.82677	0.81554	0.80336	0.79114	0.77884	0.76790	0.75683	0.74410	0.72965	0.71328	0.69459	0.67290	0.65253
		1.04211	0.82764	0.78308	0.75661	0.73985	0.72266	0.71303	0.70413	0.69714	0.68976	0.68156	0.67239	0.66211	0.65082	0.63905	0.62547	0.60987	0.59194	0.57120	0.54675	0.52318
		1.10537	0.87924	0.87058	0.86672	0.86019	0.85424	0.84812	0.84021	0.83089	0.82042	0.80982	0.80119	0.79224	0.78312	0.77392	0.76336	0.75125	0.73637	0.71817	0.69386	0.66690
		0.75340	0.76425	0.76164	0.75251	0.74316	0.73447	0.72444	0.71338	0.70178	0.69056	0.68082	0.67020	0.65891	0.64659	0.63315	0.61837	0.60184	0.58283	0.56060	0.53212	0.50171

ตารางที่ 4.34 การเก็บข้อมูลค่าสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของวิธีการพยากรณ์แบบ ES

Exponential Smoothing	λ \ α	0.01	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	0.99
	0.25	0.69319	0.86530	0.91011	0.92408	0.92915	0.93115	0.93228	0.93342	0.93495	0.93698	0.93956	0.94266	0.94629	0.95040	0.95496	0.95996	0.96534	0.97106	0.97710	0.98339	0.98858
		0.88413	1.02886	1.05749	1.06586	1.06777	1.06590	1.06139	1.05494	1.04707	1.03820	1.03363	1.03021	1.02628	1.02205	1.01768	1.01324	1.00878	1.00428	0.99969	0.99493	0.99093
		0.64634	0.78958	0.83520	0.85546	0.86884	0.87955	0.88891	0.89741	0.90525	0.91257	0.91946	0.92602	0.93234	0.93856	0.94480	0.95118	0.95786	0.96495	0.97259	0.98087	0.98803
		0.76217	0.96478	1.01944	1.03756	1.04441	1.04626	1.04528	1.04243	1.03832	1.03336	1.02792	1.02227	1.01665	1.01123	1.00617	1.00159	0.99762	0.99437	0.99194	0.99042	0.98992
		0.67028	0.83794	0.88872	0.91150	0.92489	0.93389	0.94062	0.94610	0.95079	0.95495	0.95871	0.96216	0.96540	0.96848	0.97148	0.97445	0.97744	0.98047	0.98356	0.98671	0.98926
	0.50	1.09142	0.84043	0.80251	0.79882	0.80402	0.80819	0.81148	0.81640	0.82365	0.83301	0.84547	0.85853	0.87360	0.88952	0.90553	0.92156	0.93757	0.95351	0.96934	0.98503	0.99745
		1.00091	0.95756	0.94887	0.94590	0.94500	0.94566	0.94737	0.94973	0.95414	0.95841	0.96307	0.96956	0.97567	0.98133	0.98650	0.99113	0.99521	0.99871	1.00165	1.00402	1.00554
		0.93514	0.88489	0.86556	0.86154	0.85993	0.86285	0.86887	0.87553	0.88288	0.89091	0.89954	0.90867	0.91821	0.92808	0.93824	0.94862	0.95921	0.96996	0.98086	0.99186	1.00071
		1.03846	1.01248	1.00938	1.00770	1.00681	1.00644	1.00634	1.00638	1.00643	1.00636	1.00791	1.01002	1.01184	1.01323	1.01408	1.01433	1.01396	1.01297	1.01141	1.00938	1.00747
		1.19961	1.12055	1.08286	1.06714	1.05695	1.04797	1.04199	1.03876	1.03706	1.03466	1.03269	1.03226	1.03126	1.02978	1.02785	1.02554	1.02286	1.01982	1.01640	1.01255	1.00914
	0.75	1.36938	1.02259	0.98909	0.96162	0.95184	0.94932	0.95871	0.96833	0.97645	0.98222	0.98592	0.99047	0.99399	0.99818	1.00172	1.00476	1.00742	1.00979	1.01195	1.01398	1.01556
		0.88652	0.90859	0.90603	0.90444	0.90331	0.90492	0.90922	0.91816	0.92964	0.93985	0.94871	0.95635	0.96288	0.96842	0.97309	0.97702	0.98034	0.98317	0.98564	0.98785	0.98950
		0.79254	0.83486	0.85566	0.87368	0.88848	0.90111	0.91280	0.92332	0.93166	0.93796	0.94363	0.94848	0.95488	0.96125	0.96693	0.97200	0.97650	0.98051	0.98405	0.98717	0.98938
		0.88264	0.89313	0.87663	0.87547	0.88456	0.89438	0.90411	0.91531	0.92536	0.93421	0.94188	0.94944	0.95779	0.96512	0.97148	0.97691	0.98142	0.98502	0.98767	0.98932	0.98988
		1.19763	0.88282	0.83601	0.82653	0.82976	0.83732	0.84496	0.85637	0.87099	0.88442	0.89672	0.90793	0.91813	0.92742	0.93848	0.94930	0.95971	0.96987	0.97994	0.99010	0.99842
	1.00	1.03549	0.77999	0.77057	0.76979	0.77642	0.78456	0.79413	0.80645	0.82066	0.83504	0.85074	0.87040	0.88945	0.90773	0.92517	0.94176	0.95744	0.97220	0.98603	0.99895	1.00863
		0.92855	0.79506	0.77851	0.77616	0.77888	0.78540	0.79436	0.80412	0.81610	0.82927	0.84458	0.85992	0.87523	0.89044	0.90548	0.92031	0.93488	0.94914	0.96307	0.97666	0.98728
		1.03180	0.84236	0.82679	0.83113	0.83619	0.84255	0.84753	0.85510	0.86337	0.87316	0.88343	0.89624	0.90836	0.92001	0.93366	0.94689	0.95982	0.97256	0.98523	0.99798	1.00834
		0.96187	0.85729	0.84155	0.85301	0.87121	0.88745	0.90195	0.91484	0.92758	0.94023	0.95072	0.96108	0.97075	0.97921	0.98573	0.99037	0.99321	0.99441	0.99412	0.99254	0.99050
		0.71207	0.74171	0.76483	0.78434	0.80277	0.82183	0.84117	0.86010	0.87773	0.89431	0.91022	0.92470	0.93765	0.94899	0.95865	0.96659	0.97293	0.98136	0.98859	0.99462	0.99862
	1.25	0.76533	0.80388	0.82704	0.84420	0.85989	0.87543	0.88844	0.89901	0.90977	0.92252	0.93545	0.94743	0.95762	0.96624	0.97350	0.97961	0.98475	0.98913	0.99298	0.99652	0.99930
		1.52461	0.90124	0.80430	0.79557	0.79498	0.80256	0.81323	0.82671	0.84033	0.85470	0.86923	0.88309	0.89841	0.91471	0.92996	0.94620	0.96167	0.97619	0.98974	1.00234	1.01177
		1.04843	0.86457	0.84444	0.84658	0.84532	0.84633	0.85525	0.86390	0.87296	0.88376	0.89667	0.90865	0.91973	0.93044	0.94330	0.95526	0.96630	0.97639	0.98548	0.99352	0.99914
		1.03875	0.88488	0.89621	0.90843	0.91697	0.92222	0.92307	0.92558	0.93076	0.93372	0.94080	0.94832	0.95455	0.95910	0.96911	0.97954	0.98907	0.99780	1.00579	1.01313	1.01859
		0.70274	0.75056	0.77500	0.78991	0.80029	0.81109	0.82165	0.83467	0.84667	0.85722	0.86814	0.88186	0.89448	0.90728	0.92107	0.93410	0.94644	0.95815	0.96928	0.97985	0.98793

ตารางที่ 4.35 การเก็บข้อมูลค่าสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของวิธีการพยากรณ์แบบ CR

	λ \ α	0.01	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	0.99
Croston Method	0.25	0.58730	0.67190	0.74553	0.79749	0.83640	0.86735	0.89342	0.91639	0.93724	0.95641	0.97405	0.99024	1.00514	1.01908	1.03259	1.04641	1.06145	1.07888	1.10043	1.12917	1.16167
		0.79952	0.91761	0.98962	1.02541	1.04700	1.06296	1.07672	1.08970	1.10241	1.11496	1.12717	1.13870	1.14914	1.15808	1.16512	1.16998	1.17254	1.17291	1.17152	1.16909	1.16710
		0.57001	0.65404	0.71989	0.76221	0.79142	0.81277	0.82914	0.84223	0.85314	0.86257	0.87104	0.87893	0.88655	0.89424	0.90229	0.91104	0.92087	0.93223	0.94582	0.96292	0.98100
		0.63360	0.73875	0.82851	0.88911	0.93213	0.96444	0.99020	1.01198	1.03150	1.05000	1.06848	1.08772	1.10839	1.13097	1.15576	1.18290	1.21238	1.24427	1.27923	1.31964	1.36006
		0.56777	0.64785	0.71723	0.76556	0.80115	0.82904	0.85235	0.87310	0.89258	0.91171	0.93119	0.95164	0.97365	0.99794	1.02534	1.05699	1.09440	1.13979	1.19645	1.26961	1.34561
	0.50	0.74009	0.74392	0.74844	0.75084	0.75208	0.75256	0.75346	0.75401	0.75441	0.75486	0.75545	0.75628	0.75790	0.75976	0.76172	0.76359	0.76591	0.76707	0.76649	0.76349	0.75879
		0.88422	0.89550	0.90507	0.91252	0.91879	0.92426	0.92924	0.93399	0.93871	0.94358	0.94877	0.95445	0.96083	0.96817	0.97680	0.98715	0.99980	1.01557	1.03570	1.06233	1.09113
		0.80166	0.80236	0.80578	0.80996	0.81367	0.81653	0.81922	0.82059	0.82092	0.82133	0.82181	0.82438	0.82645	0.82800	0.82907	0.82974	0.83016	0.83057	0.83132	0.83297	0.83564
		0.95921	0.97292	0.98091	0.98376	0.98435	0.98421	0.98393	0.98359	0.98306	0.98223	0.98106	0.97962	0.97805	0.97659	0.97550	0.97506	0.97557	0.97736	0.98078	0.98631	0.99270
		1.02710	1.03365	1.04350	1.05402	1.06407	1.07328	1.08161	1.08909	1.09587	1.10363	1.11107	1.11836	1.12580	1.13508	1.14489	1.15442	1.16327	1.17106	1.17770	1.18392	1.18994
	0.75	0.90388	0.90965	0.92285	0.92540	0.92031	0.91135	0.90311	0.89540	0.88657	0.87619	0.86397	0.85029	0.83616	0.82308	0.80954	0.79582	0.78159	0.76581	0.74806	0.72761	0.70847
		0.87073	0.89771	0.90079	0.89834	0.89623	0.89464	0.89312	0.89132	0.89014	0.88892	0.88893	0.88851	0.88837	0.88821	0.88711	0.88543	0.88357	0.88198	0.88102	0.88090	0.88130
		0.77430	0.80332	0.81973	0.83000	0.83866	0.84682	0.85488	0.86288	0.87058	0.87802	0.88560	0.89306	0.90034	0.90736	0.91409	0.92046	0.92648	0.93287	0.93855	0.94322	0.94579
		0.86676	0.89243	0.88895	0.87942	0.87212	0.86862	0.86754	0.86766	0.86910	0.86995	0.86970	0.86827	0.86668	0.86412	0.86080	0.85645	0.85037	0.84273	0.83364	0.82304	0.81327
		0.79983	0.77801	0.76792	0.76358	0.76106	0.76050	0.76129	0.76171	0.76166	0.76265	0.76387	0.76462	0.76500	0.76506	0.76479	0.76405	0.76262	0.76009	0.75596	0.74963	0.74250
	1.00	0.79409	0.70599	0.70811	0.70522	0.70210	0.69920	0.69563	0.69104	0.68608	0.67976	0.67243	0.66650	0.66094	0.65389	0.64532	0.63523	0.62354	0.61010	0.59469	0.57695	0.56075
		0.75529	0.74282	0.74011	0.73702	0.73239	0.72734	0.72245	0.71838	0.71452	0.71181	0.70932	0.70634	0.70275	0.69898	0.69471	0.68975	0.68421	0.67824	0.67194	0.66540	0.66000
		0.84170	0.78864	0.78479	0.78725	0.78707	0.78525	0.78037	0.77207	0.76261	0.75182	0.73846	0.72296	0.70661	0.68866	0.67024	0.65051	0.62972	0.60811	0.58584	0.56307	0.54453
		0.98053	0.86589	0.83461	0.82495	0.82399	0.82497	0.82778	0.82976	0.83096	0.83169	0.83232	0.83231	0.83103	0.82820	0.82343	0.81682	0.80719	0.79364	0.77526	0.75091	0.72602
		0.78066	0.75386	0.75553	0.75615	0.75914	0.76101	0.76293	0.76488	0.76531	0.76421	0.76153	0.75723	0.75134	0.74424	0.73537	0.72468	0.71298	0.70019	0.68559	0.66902	0.65424
	1.25	0.80572	0.78746	0.79518	0.79200	0.78821	0.78500	0.78312	0.78121	0.77853	0.77527	0.76994	0.76264	0.75422	0.74529	0.73452	0.72191	0.70759	0.69171	0.67435	0.65548	0.63918
		1.17204	0.82249	0.73634	0.71676	0.70132	0.68852	0.67779	0.66774	0.65780	0.64740	0.63633	0.62449	0.61178	0.59873	0.58471	0.57174	0.55870	0.54443	0.52887	0.51194	0.49728
		1.08624	0.86259	0.81489	0.78843	0.77053	0.75125	0.73681	0.72420	0.71367	0.70330	0.69229	0.68020	0.66695	0.65263	0.63789	0.62146	0.60328	0.58330	0.56145	0.53757	0.51676
		1.09393	0.86900	0.86152	0.85692	0.84931	0.84379	0.83507	0.82530	0.81308	0.79906	0.78375	0.76896	0.75553	0.74334	0.73085	0.71711	0.70240	0.68578	0.66681	0.64483	0.62438
		0.73081	0.74112	0.73762	0.72839	0.71859	0.70824	0.69601	0.68326	0.66904	0.65413	0.64028	0.62769	0.61404	0.59935	0.58359	0.56683	0.54891	0.52904	0.50662	0.48085	0.45703

ตารางที่ 4.36 การเก็บข้อมูลค่าสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของวิธีการพยากรณ์แบบ SBA

	λ \ α	0.01	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	0.99
Syntetos and Boylan Approximation	0.25	0.58717	0.66913	0.73630	0.77975	0.80885	0.82905	0.84355	0.85418	0.86198	0.86743	0.87077	0.87218	0.87188	0.87018	0.86752	0.86436	0.86125	0.85875	0.85766	0.85926	0.86431
		0.79930	0.91355	0.97791	1.00516	1.01784	1.02452	1.02853	1.03120	1.03302	1.03407	1.03424	1.03330	1.03104	1.02722	1.02173	1.01453	1.00570	0.99549	0.98429	0.97261	0.96333
		0.56987	0.65124	0.71100	0.74570	0.76648	0.77893	0.78608	0.78971	0.79093	0.79047	0.78880	0.78630	0.78321	0.77979	0.77622	0.77268	0.76936	0.76642	0.76414	0.76302	0.76374
		0.63343	0.73531	0.81714	0.86751	0.89901	0.91901	0.93182	0.94006	0.94540	0.94898	0.95161	0.95388	0.95618	0.95873	0.96160	0.96469	0.96783	0.97088	0.97403	0.97829	0.98433
		0.56764	0.64523	0.70851	0.74885	0.77532	0.79326	0.80593	0.81530	0.82263	0.82872	0.83411	0.83922	0.84441	0.85003	0.85647	0.86418	0.87378	0.88609	0.90233	0.92440	0.94824
	0.50	0.73883	0.74357	0.74836	0.75054	0.75172	0.75222	0.75249	0.75281	0.75335	0.75417	0.75527	0.75665	0.75827	0.76006	0.76197	0.76386	0.76560	0.76698	0.76775	0.76765	0.76674
		0.88363	0.89227	0.89814	0.90156	0.90355	0.90453	0.90481	0.90465	0.90424	0.90371	0.90317	0.90273	0.90250	0.90259	0.90315	0.90436	0.90643	0.90966	0.91450	0.92175	0.93038
		0.80110	0.79956	0.80001	0.80099	0.80133	0.80075	0.79934	0.79727	0.79472	0.79185	0.78882	0.78572	0.78264	0.77962	0.77669	0.77387	0.77118	0.76865	0.76637	0.76450	0.76358
		0.95868	0.96993	0.97454	0.97398	0.97125	0.96785	0.96435	0.96080	0.95712	0.95324	0.94914	0.94490	0.94065	0.93654	0.93275	0.92942	0.92669	0.92466	0.92344	0.92316	0.92373
		1.02636	1.02981	1.03532	1.04096	1.04565	1.04911	1.05135	1.05248	1.05268	1.05218	1.05124	1.05010	1.04896	1.04792	1.04697	1.04595	1.04464	1.04279	1.04038	1.03775	1.03611
	0.75	0.90132	0.90976	0.92121	0.92411	0.92023	0.91349	0.90506	0.89583	0.88632	0.87692	0.86794	0.85965	0.85283	0.84831	0.84463	0.84176	0.84134	0.84267	0.84426	0.84575	0.84648
		0.87066	0.89667	0.89855	0.89518	0.89222	0.88983	0.88757	0.88516	0.88250	0.87960	0.87658	0.87359	0.87080	0.86837	0.86644	0.86514	0.86454	0.86469	0.86558	0.86705	0.86844
		0.77423	0.80227	0.81682	0.82486	0.83094	0.83615	0.84077	0.84490	0.84857	0.85179	0.85457	0.85687	0.85867	0.85994	0.86067	0.86084	0.86047	0.85961	0.85826	0.85641	0.85443
		0.86668	0.89142	0.88711	0.87737	0.87012	0.86522	0.86168	0.85959	0.85751	0.85509	0.85229	0.84915	0.84656	0.84423	0.84198	0.83987	0.83794	0.83621	0.83463	0.83309	0.83172
		0.79706	0.77044	0.75584	0.75066	0.74824	0.74672	0.74538	0.74394	0.74237	0.74143	0.74088	0.74152	0.74238	0.74463	0.74860	0.75275	0.75691	0.76083	0.76429	0.76706	0.76862
	1.00	0.79012	0.69940	0.69639	0.69310	0.69448	0.69707	0.69971	0.70259	0.70475	0.70721	0.71022	0.71295	0.71543	0.72000	0.72599	0.73212	0.73835	0.74461	0.75082	0.75687	0.76149
		0.75344	0.74117	0.74270	0.74131	0.73872	0.73655	0.73493	0.73378	0.73339	0.73346	0.73389	0.73460	0.73554	0.73672	0.73816	0.73990	0.74199	0.74446	0.74733	0.75060	0.75347
		0.83864	0.78156	0.77781	0.78003	0.78104	0.78068	0.77656	0.77018	0.76284	0.75525	0.74964	0.74522	0.74250	0.74218	0.74484	0.74885	0.75508	0.76203	0.76957	0.77758	0.78424
		0.98078	0.86706	0.83612	0.82489	0.82371	0.82456	0.82607	0.82837	0.83136	0.83544	0.83980	0.84458	0.85020	0.85574	0.86214	0.86774	0.87231	0.87563	0.87743	0.87740	0.87572
		0.78185	0.75617	0.75762	0.76167	0.76592	0.77096	0.77468	0.77716	0.77968	0.78235	0.78553	0.78891	0.79200	0.79551	0.80054	0.80650	0.81239	0.81819	0.82385	0.82932	0.83351
	1.25	0.80755	0.78468	0.78874	0.78905	0.79031	0.79155	0.90506	0.79714	0.80037	0.80451	0.80939	0.81501	0.82146	0.83096	0.84047	0.85134	0.86214	0.87274	0.88317	0.89339	0.90136
		1.16433	0.80504	0.72270	0.70043	0.68555	0.67321	0.66349	0.65615	0.65230	0.65113	0.65298	0.65638	0.66389	0.67106	0.67902	0.68797	0.69824	0.70840	0.71837	0.72813	0.73577
		1.08712	0.86292	0.81870	0.78680	0.76992	0.76432	0.76147	0.75947	0.75921	0.76054	0.76206	0.76636	0.77461	0.78348	0.79509	0.80891	0.82526	0.84145	0.85728	0.87268	0.88458
		1.09491	0.87306	0.86094	0.85640	0.85016	0.84667	0.84479	0.84204	0.84197	0.84428	0.85071	0.85779	0.86587	0.87582	0.88647	0.89705	0.90739	0.91983	0.93205	0.94367	0.95230
		0.73176	0.74122	0.73798	0.72876	0.71945	0.71144	0.70531	0.70265	0.70354	0.70618	0.71110	0.71848	0.72932	0.73989	0.75021	0.76361	0.78064	0.79728	0.81336	0.82863	0.84002

ตารางที่ 4.37 การเก็บข้อมูลค่าสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของวิธีการพยากรณ์แบบ SY

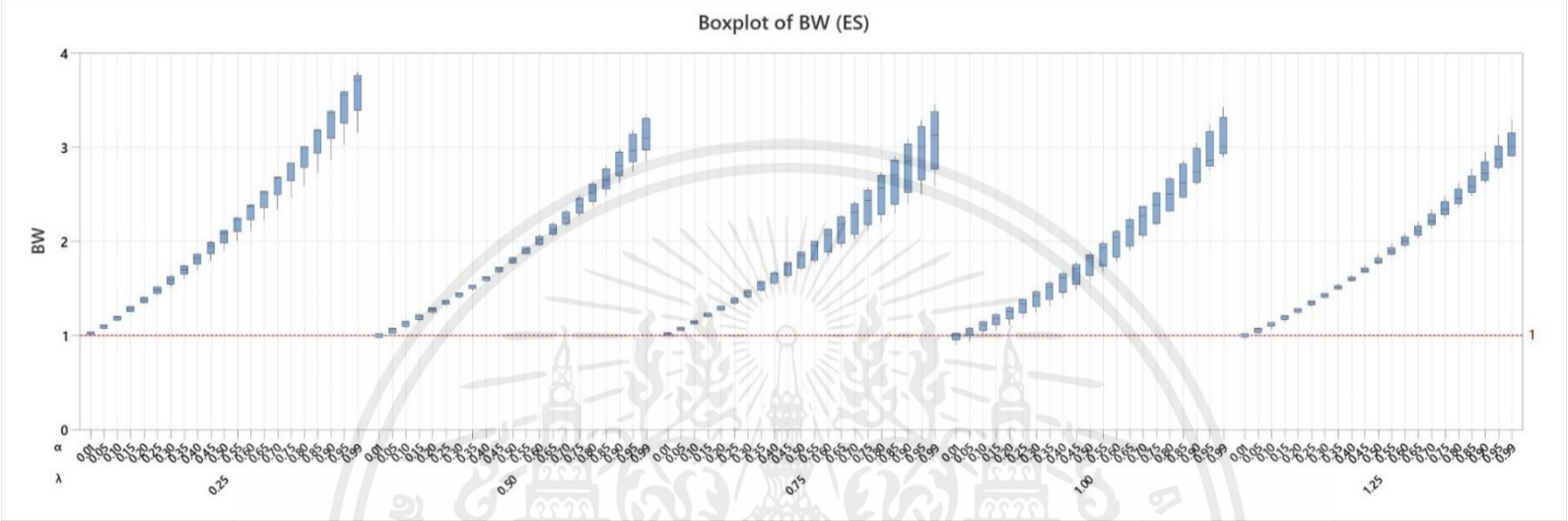
Syntetos Method	λ \ α	0.01	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	0.99
	0.25	0.58719	0.66958	0.73781	0.78272	0.81358	0.83583	0.85267	0.86598	0.87680	0.88560	0.89255	0.89774	0.90132	0.90358	0.90504	0.90639	0.90852	0.91263	0.92054	0.93623	0.96296
		0.79936	0.91475	0.98146	1.01146	1.02721	1.03735	1.04535	1.05266	1.05990	1.06727	1.07472	1.08203	1.08886	1.09477	1.09932	1.10203	1.10245	1.10023	1.09525	1.08794	1.08147
		0.56990	0.65186	0.71296	0.74932	0.77197	0.78639	0.79560	0.80138	0.80483	0.80669	0.80745	0.80749	0.80712	0.80663	0.80636	0.80666	0.80801	0.81112	0.81732	0.82988	0.85091
		0.63346	0.73585	0.81891	0.87084	0.90412	0.92608	0.94106	0.95177	0.95997	0.96701	0.97393	0.98166	0.99106	1.00290	1.01793	1.03684	1.06014	1.08825	1.12185	1.16392	1.21176
		0.56766	0.64564	0.70988	0.75148	0.77941	0.79896	0.81338	0.82469	0.83414	0.84259	0.85066	0.85885	0.86766	0.87767	0.88961	0.90454	0.92410	0.95109	0.99100	1.05631	1.14908
	0.50	0.73949	0.74376	0.74832	0.75071	0.75191	0.75221	0.75223	0.75218	0.75244	0.75308	0.75396	0.75518	0.75693	0.75944	0.76252	0.76634	0.77017	0.77394	0.77583	0.77362	0.76678
		0.88388	0.89367	0.90127	0.90669	0.91087	0.91421	0.91696	0.91936	0.92159	0.92381	0.92615	0.92876	0.93186	0.93572	0.94077	0.94762	0.95722	0.97106	0.99180	1.02494	1.06981
		0.80133	0.80064	0.80228	0.80463	0.80652	0.80757	0.80779	0.80731	0.80624	0.80474	0.80293	0.80095	0.80037	0.80003	0.79914	0.79767	0.79562	0.79307	0.79018	0.78735	0.78610
		0.95892	0.97135	0.97765	0.97884	0.97787	0.97625	0.97455	0.97279	0.97080	0.96842	0.96552	0.96215	0.95841	0.95452	0.95076	0.94745	0.94500	0.94391	0.94498	0.94968	0.95831
		1.02667	1.03132	1.03847	1.04602	1.05293	1.05885	1.06378	1.06775	1.07093	1.07359	1.07705	1.08087	1.08520	1.09053	1.09724	1.10706	1.11808	1.12970	1.14162	1.15474	1.16917
	0.75	0.90274	0.90970	0.92284	0.92624	0.92222	0.91432	0.90644	0.89882	0.89116	0.88238	0.87202	0.86018	0.84751	0.83401	0.81982	0.80529	0.79109	0.77545	0.75788	0.73496	0.70944
		0.87070	0.89722	0.89975	0.89691	0.89452	0.89273	0.89107	0.88920	0.88689	0.88490	0.88295	0.88197	0.88068	0.87934	0.87821	0.87619	0.87368	0.87131	0.86995	0.87066	0.87333
		0.77426	0.80276	0.81827	0.82755	0.83514	0.84220	0.84903	0.85575	0.86243	0.86908	0.87573	0.88237	0.88898	0.89553	0.90201	0.90845	0.91492	0.92155	0.92854	0.93646	0.94166
		0.86672	0.89196	0.88813	0.87860	0.87152	0.86720	0.86643	0.86587	0.86512	0.86534	0.86518	0.86390	0.86143	0.85861	0.85574	0.85217	0.84717	0.84023	0.83140	0.82031	0.80875
		0.79854	0.77459	0.76259	0.75629	0.75420	0.75438	0.75481	0.75505	0.75498	0.75490	0.75653	0.75787	0.75907	0.76027	0.76162	0.76321	0.76503	0.76689	0.76832	0.76850	0.76670
	1.00	0.79277	0.70417	0.70458	0.70162	0.70079	0.69978	0.69904	0.69690	0.69292	0.68886	0.68402	0.67833	0.67251	0.66577	0.65759	0.64808	0.63686	0.62370	0.60813	0.58924	0.57053
		0.75449	0.74186	0.74126	0.73906	0.73485	0.73000	0.72592	0.72259	0.71959	0.71733	0.71517	0.71409	0.71263	0.71060	0.70794	0.70504	0.70162	0.69764	0.69326	0.68861	0.68472
		0.84065	0.78652	0.78337	0.78713	0.78739	0.78761	0.78525	0.78025	0.77180	0.76143	0.74980	0.73601	0.72041	0.70303	0.68551	0.66648	0.64565	0.62307	0.59872	0.57238	0.54954
		0.98062	0.86642	0.83581	0.82529	0.82562	0.82698	0.83018	0.83457	0.83826	0.84126	0.84350	0.84485	0.84511	0.84423	0.84221	0.83781	0.83014	0.81813	0.79991	0.77143	0.73665
		0.78106	0.75467	0.75650	0.75867	0.76266	0.76677	0.77132	0.77448	0.77630	0.77740	0.77728	0.77571	0.77269	0.76896	0.76360	0.75676	0.74811	0.73704	0.72294	0.70491	0.68672
	1.25	0.80622	0.78675	0.79393	0.79296	0.79075	0.79061	0.79044	0.79118	0.79330	0.79355	0.79196	0.78851	0.78321	0.77689	0.76883	0.75911	0.74769	0.73389	0.71740	0.69747	0.67788
		1.17013	0.81823	0.73328	0.71347	0.69859	0.68647	0.67642	0.66770	0.65873	0.64978	0.64007	0.63034	0.62054	0.61182	0.60300	0.59286	0.58135	0.56830	0.55341	0.53613	0.51990
		1.08645	0.86286	0.81640	0.78881	0.77134	0.75342	0.74337	0.73409	0.72681	0.71911	0.71057	0.70100	0.69029	0.67852	0.66625	0.65209	0.63583	0.61713	0.59550	0.57002	0.54544
		1.09420	0.87036	0.86179	0.85796	0.85150	0.84561	0.83955	0.83172	0.82250	0.81213	0.80164	0.79310	0.78423	0.77521	0.76610	0.75565	0.74366	0.72893	0.71091	0.68685	0.66017
		0.73102	0.74155	0.73902	0.73016	0.72109	0.71265	0.70292	0.69219	0.68094	0.67004	0.66059	0.65029	0.63934	0.62738	0.61434	0.60001	0.58397	0.56552	0.54395	0.51631	0.48681

4.3 ผลการวิเคราะห์พฤติกรรมของค่าบูลวิปเอฟเฟค

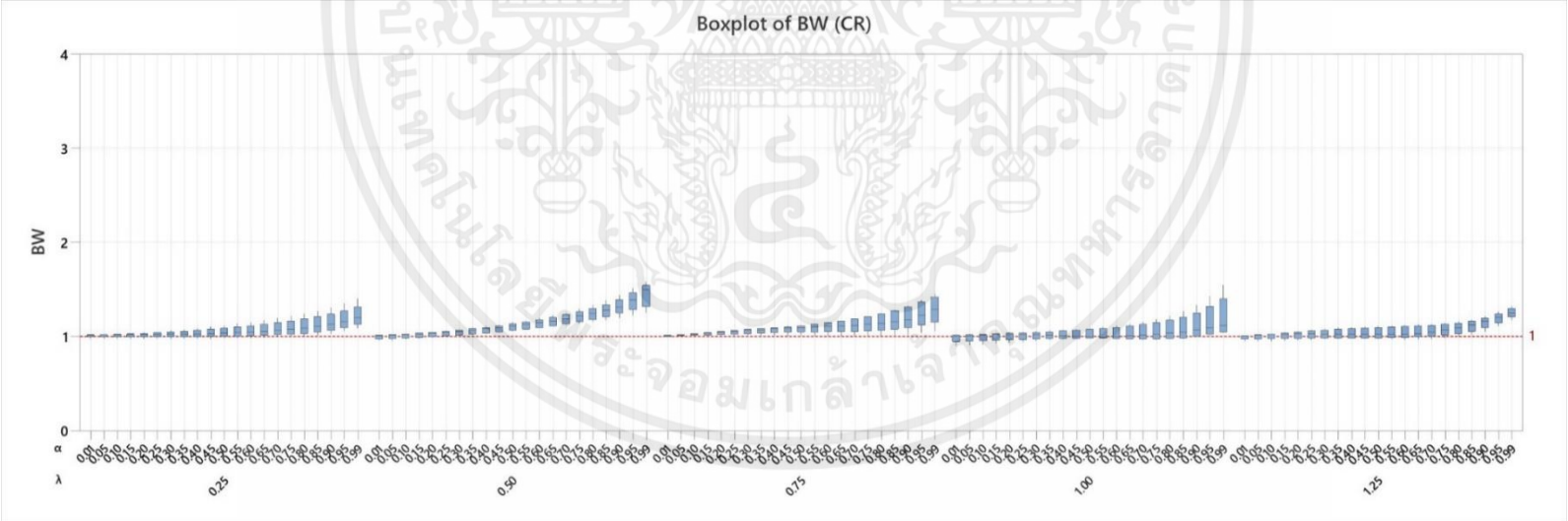
ในหัวข้อนี้เป็นการวิเคราะห์พฤติกรรมของค่าบูลวิปเอฟเฟค ภายใต้ห่วงโซ่อุปทาน 2 ระดับ โดยใช้โดยใช้ข้อมูลความต้องการของลูกค้าแบบครั้งคราวที่มีการกระจายตัวแบบปัวซอง 5 ชุด โดยใช้ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนที่แตกต่างกัน 5 ระดับ คือ 0.25, 0.50, 0.75, 1.00 และ 1.25 รวมถึงใช้การพยากรณ์ที่แตกต่างกัน 4 วิธี ได้แก่ ES CR SBA และ SY จากตารางที่ 4.26-4.29 ซึ่งค่าบูลวิปเอฟเฟคที่ได้จะหมายถึงความแปรปรวนของปริมาณคำสั่งซื้อ เป็นปรากฏการณ์ที่ไม่พึงประสงค์ในโซ่อุปทาน โดยสามารถคำนวณค่าบูลวิปเอฟเฟคได้จากความแปรปรวนของปริมาณคำสั่งซื้อหารด้วยความแปรปรวนของความต้องการ ซึ่งบูลวิปเอฟ-เฟคเกิดขึ้นเมื่อค่าบูลวิปเอฟเฟคมีค่ามากกว่า 1

โดยงานวิจัยนี้ใช้กราฟ Box-and-whisker plot หรือที่เรียกว่า Box plot ในการวิเคราะห์พฤติกรรมของค่าบูลวิปเอฟเฟค การวิเคราะห์นี้เป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์ในการเลือกใช้วิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับความต้องการและเงื่อนไขของการดำเนินงานอย่างมีประสิทธิภาพ โดยใช้ Box plot แยกการวิเคราะห์ผลเป็น 2 ชุด ตามวิธีการพยากรณ์ และค่าเฉลี่ยและความแปรปรวน (λ) เพื่อเปรียบเทียบผลและความแตกต่างของผลการทดลองในแต่ละครั้ง ดังแสดงรูปที่ 4.4-4.12

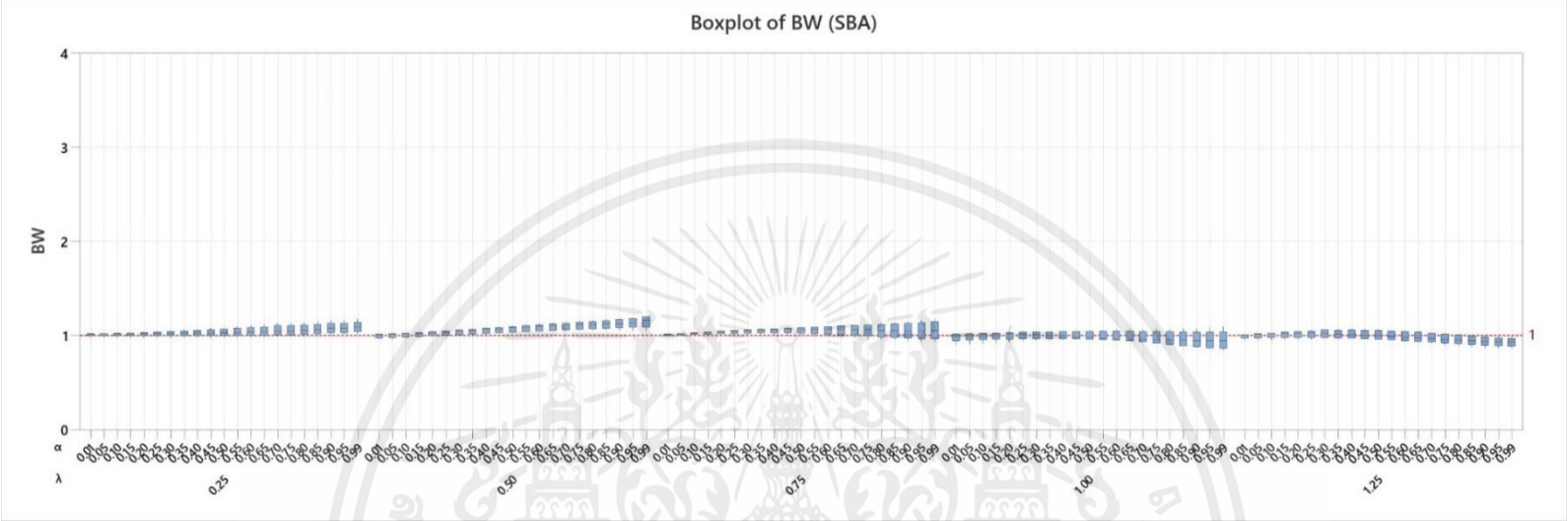
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



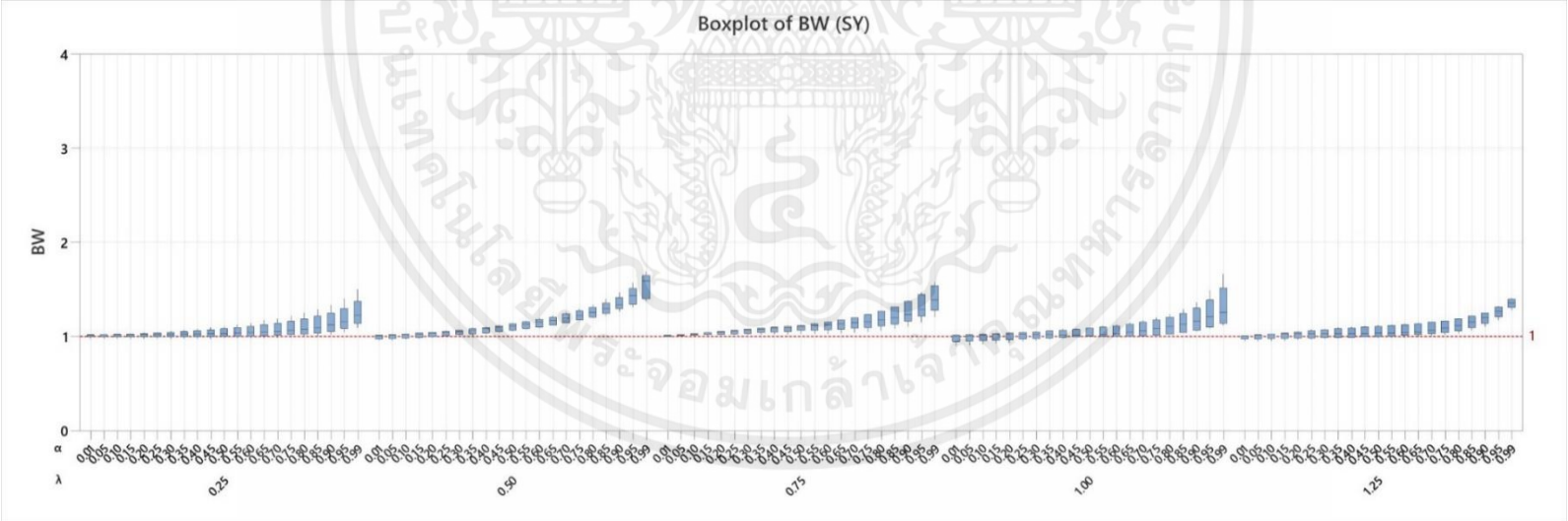
รูปที่ 4.4 Box plot ค่าบูลวิปเอฟเฟคของวิธี ES



รูปที่ 4.5 Box plot ค่าบูลวิปเอฟเฟคของวิธี CR



รูปที่ 4.6 Box plot ค่าบูลวิปเอฟเฟคของวิธี SBA



รูปที่ 4.7 Box plot ค่าบูลวิปเอฟเฟคของวิธี SY

จากรูปที่ 4.4 เมื่อเปรียบเทียบค่าบูลวิปเอฟเฟคที่ได้จากวิธี ES โดยพิจารณาจากค่า λ และ α พบว่า เมื่อ λ เพิ่มขึ้น ค่าบูลวิปเอฟเฟคที่ได้มีค่าใกล้เคียงกันที่ระดับ α เดียวกัน โดยกรณีที่ λ เท่ากับ 0.25 มีค่าสูงกว่ากรณีอื่นเล็กน้อย และเมื่อพิจารณที่ค่า λ เดียวกัน เมื่อ α เพิ่มขึ้น แนวโน้มของค่าบูลวิปเอฟเฟคที่ได้มีค่าเพิ่มขึ้น รวมถึงมีความแปรปรวนของข้อมูลมากขึ้น

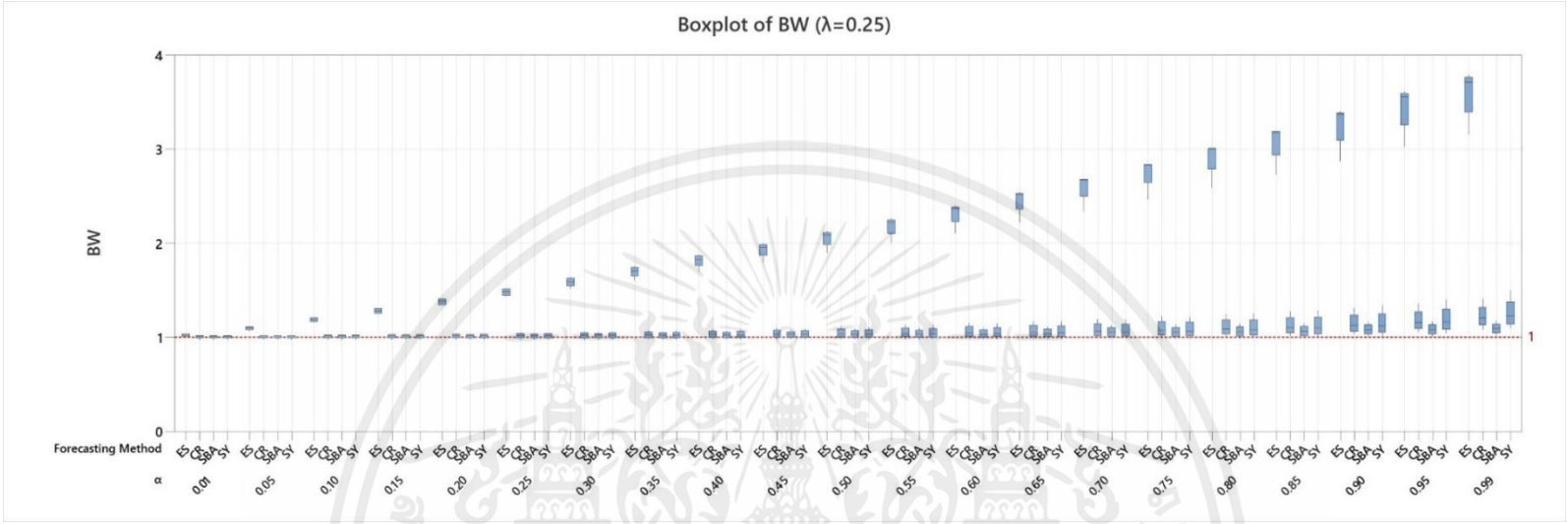
จากรูปที่ 4.5 เมื่อเปรียบเทียบค่าบูลวิปเอฟเฟคที่ได้จากวิธี CR โดยพิจารณาจากค่า λ และ α พบว่า เมื่อ λ เพิ่มขึ้น ค่าบูลวิปเอฟเฟคที่ได้มีค่าใกล้เคียงกันที่ระดับ α เดียวกัน โดยกรณีที่ λ เท่ากับ 0.50 มีค่าสูงกว่ากรณีอื่นเล็กน้อย และเมื่อพิจารณที่ค่า λ เดียวกัน เมื่อ α เพิ่มขึ้น แนวโน้มของค่าบูลวิปเอฟเฟคที่ได้มีค่าเพิ่มขึ้น รวมถึงมีความแปรปรวนของข้อมูลมากขึ้น ยกเว้นกรณีที่ λ เท่ากับ 1.25 ที่ไม่สามารถสรุปได้ว่าค่า α ส่งผลต่อค่าความแปรปรวนของข้อมูลอย่างไร

จากรูปที่ 4.6 เมื่อเปรียบเทียบค่าบูลวิปเอฟเฟคที่ได้จากวิธี SBA โดยพิจารณาจากค่า λ และ α พบว่า ในกรณี λ เพิ่มขึ้น ค่าบูลวิปเอฟเฟคที่ได้มีค่าใกล้เคียงกันที่ระดับ α เดียวกัน และเมื่อพิจารณที่ค่า λ เดียวกัน α เพิ่มขึ้น แนวโน้มของค่าบูลวิปเอฟเฟคที่ได้มีค่าเพิ่มขึ้น รวมถึงมีความแปรปรวนของข้อมูลมากขึ้น ยกเว้นในกรณี λ มีค่าเท่ากับ 1.00 และ 1.25 พบว่า ค่าบูลวิปเอฟเฟคที่ได้จากการพยากรณ์ด้วยวิธี SBA มีค่าลดลงเมื่อ α เข้าใกล้ 1

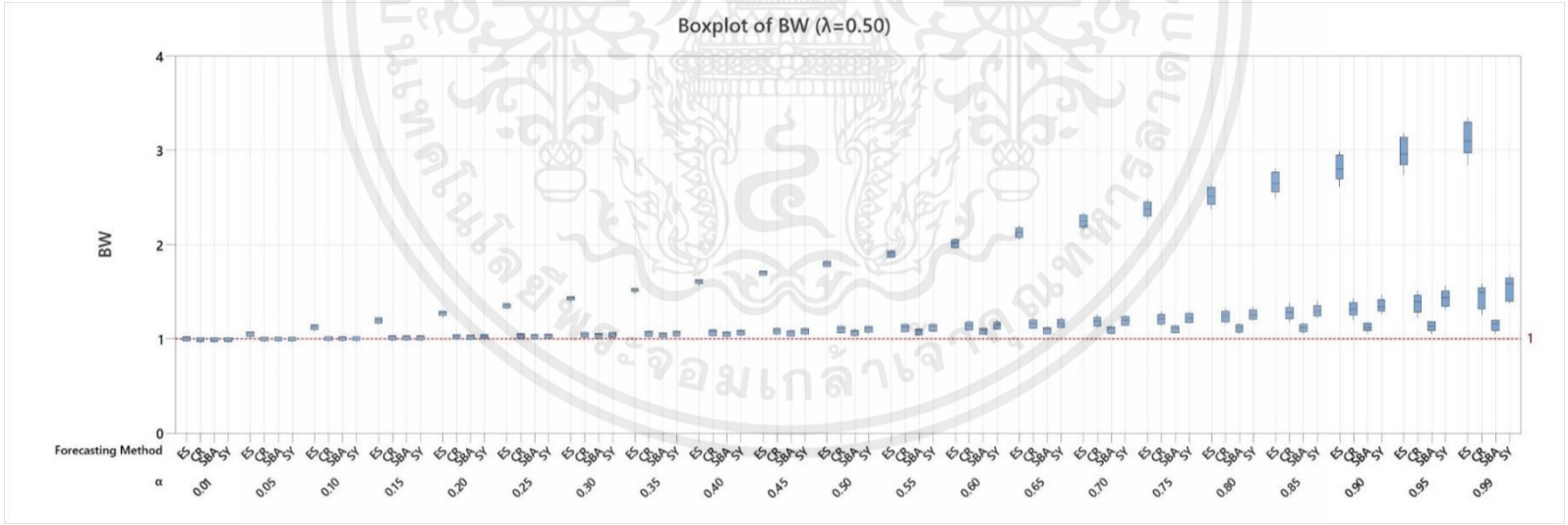
จากรูปที่ 4.7 เมื่อเปรียบเทียบค่าบูลวิปเอฟเฟคที่ได้จากวิธี SY โดยพิจารณาจากค่า λ และ α พบว่า ในกรณี λ เพิ่มขึ้น ค่าบูลวิปเอฟเฟคที่ได้มีค่าใกล้เคียงกันที่ระดับ α เดียวกัน โดยกรณีที่ λ เท่ากับ 0.50 มีค่าสูงกว่ากรณีอื่นเล็กน้อย และเมื่อพิจารณที่ค่า λ เดียวกัน α เพิ่มขึ้น แนวโน้มของค่าบูลวิปเอฟเฟคที่ได้มีค่าเพิ่มขึ้น รวมถึงมีความแปรปรวนของข้อมูลมากขึ้น ยกเว้นในกรณีเมื่อ λ มีค่าเท่ากับ 1.25 พบว่า ไม่สามารถสรุปได้ว่าค่า α ส่งผลต่อค่าความแปรปรวนของข้อมูลอย่างไร

ในส่วนถัดไปเป็นการแสดงผลการวิเคราะห์ค่าบูลวิปเอฟเฟคโดยการเปรียบเทียบการพยากรณ์ 4 วิธี เพื่อแสดงให้เห็นแนวโน้มที่ชัดเจนขึ้น ดังรูปที่ 4.8-4.12

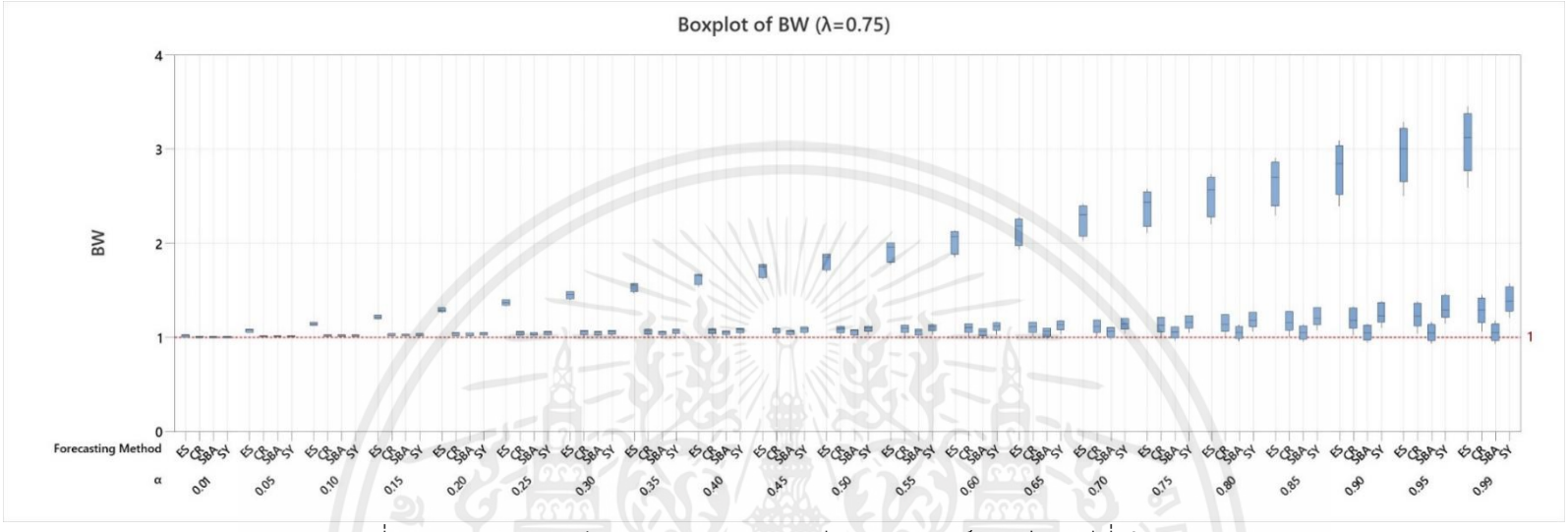
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



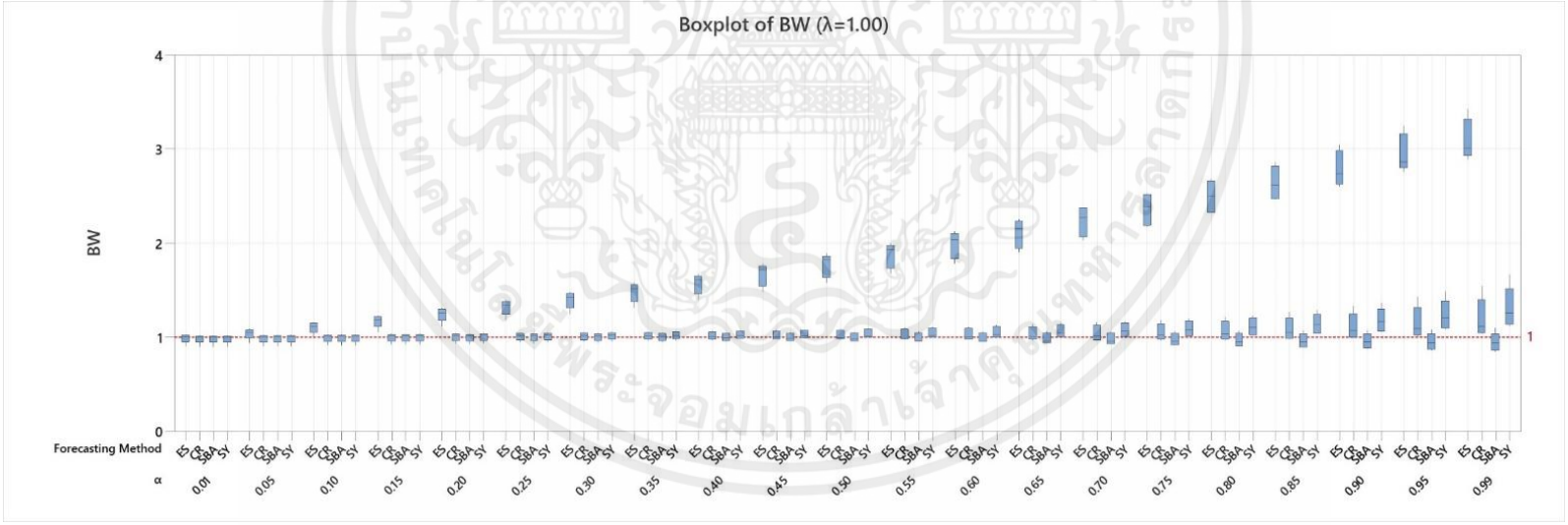
รูปที่ 4.8 Box plot ค่าบูลวิปเอฟเฟคของวิธีการพยากรณ์ 4 วิธี กรณีที่ λ = 0.25



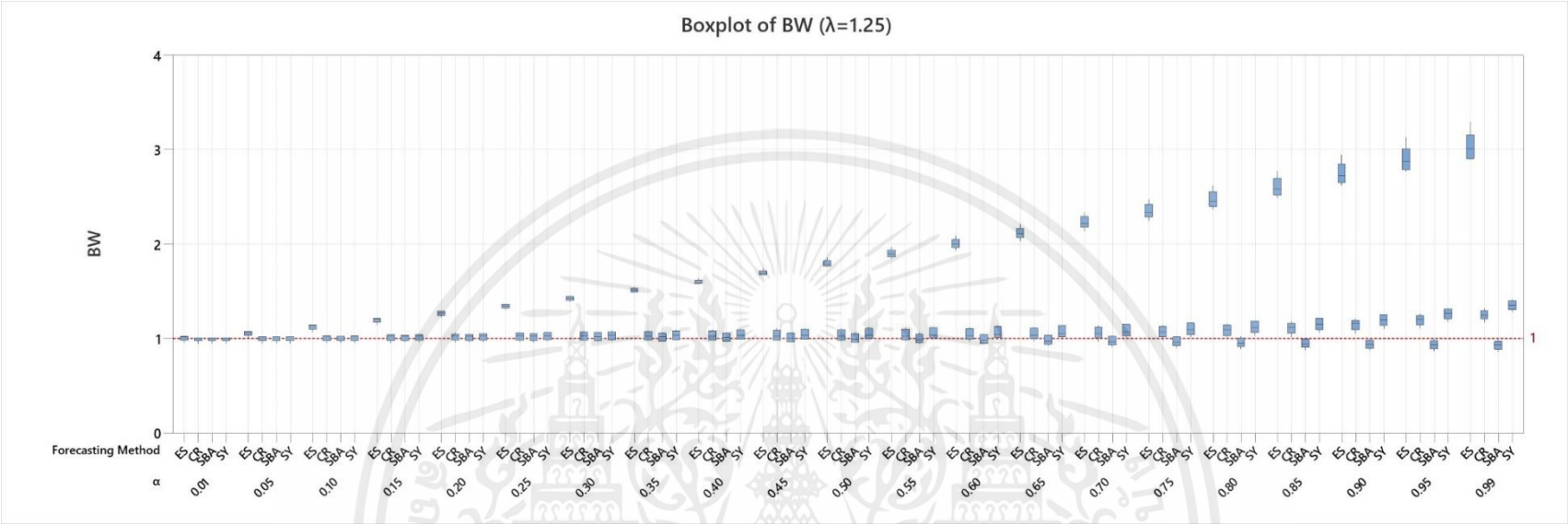
รูปที่ 4.9 Box plot ค่าบูลวิปเอฟเฟคของวิธีการพยากรณ์ 4 วิธี กรณีที่ λ = 0.50



รูปที่ 4.10 Box plot ค่าบูลวิปเอฟเฟคของวิธีการพยากรณ์ 4 วิธี กรณีที่ λ = 0.75



รูปที่ 4.11 Box plot ค่าบูลวิปเอฟเฟคของวิธีการพยากรณ์ 4 วิธี กรณีที่ λ = 1.00



รูปที่ 4.12 Box plot ค่าบูลวิปเอฟเฟคของวิธีการพยากรณ์ 4 วิธี ในกรณีที่ λ = 1.25

จากรูปที่ 4.8 ถึง 4.12 เมื่อเปรียบเทียบค่าบูลวิปเอฟเฟคของวิธีการพยากรณ์ 4 วิธี คือ วิธี ES CR SBA และ SY แสดงให้เห็นว่า

1. เมื่อพิจารณาค่าบูลวิปเอฟเฟคของ 3 วิธี คือ CR SBA และ SY ที่ช่วง α เข้าใกล้ 0 จะมีค่าใกล้เคียงกันแต่เมื่อค่า α เพิ่มมากขึ้นจนเข้าใกล้ 1 ค่าบูลวิปเอฟเฟคจะมีค่าที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน โดยที่วิธีการพยากรณ์ที่ให้ค่าบูลวิปเอฟเฟคน้อยที่สุดคือ วิธี SBA รองลงมาเป็น CR และ SY ตามลำดับ

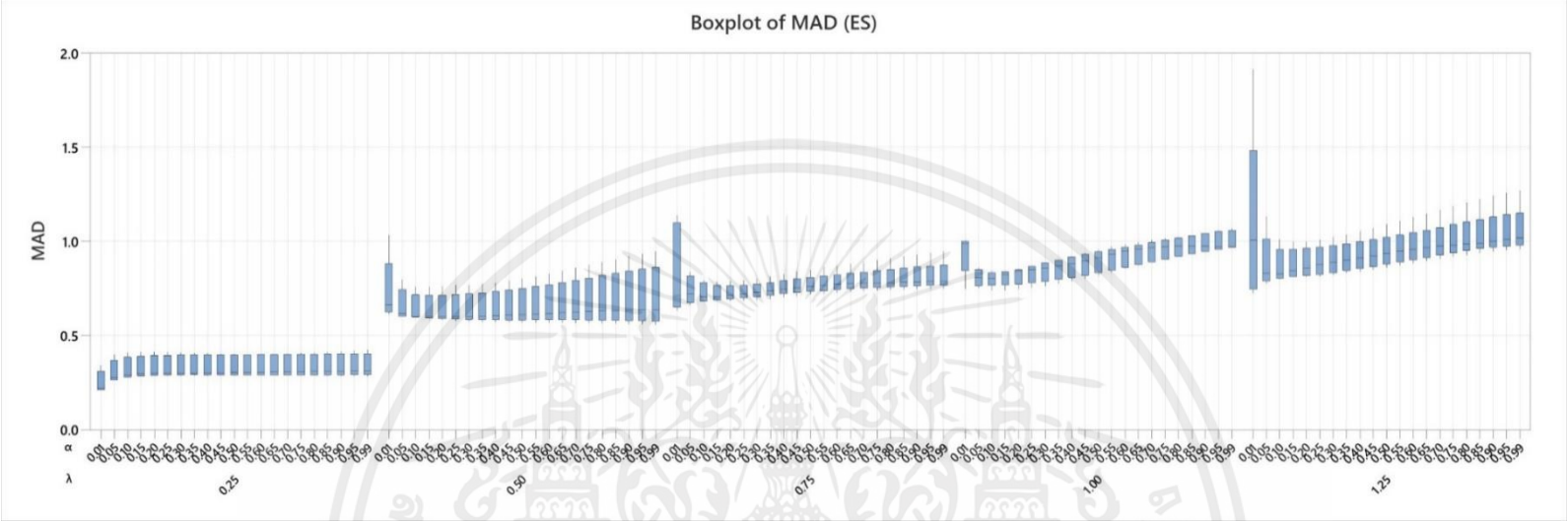
2. อ้างอิงจากข้อที่ 1. เมื่อพิจารณาค่าบูลวิปเอฟเฟคของ 4 วิธี คือ ES CR SBA และ SY จะเห็นได้ว่าวิธี ES ให้ค่าบูลวิปเอฟเฟคมากกว่าวิธีอื่น ๆ และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตามค่า α ที่เพิ่มขึ้น และเมื่อค่า α เข้าใกล้ 1 ค่าบูลวิปเอฟเฟคที่ได้จากการพยากรณ์ด้วยวิธี ES จะมีค่าเพิ่มขึ้นและแตกต่างจากวิธีการพยากรณ์อื่นอย่างชัดเจน

3. วิธี SBA มีโอกาสที่จะไม่ทำให้เกิดบูลวิปเอฟเฟคมากที่สุด ส่วนวิธี ES CR และ SY มีโอกาสที่จะไม่เกิดบูลวิปเอฟเฟคที่ค่า α เข้าใกล้ 0 และเมื่อค่า α เพิ่มขึ้น มีเพียงวิธี SBA เท่านั้นที่มีโอกาสที่จะไม่ทำให้เกิดบูลวิปเอฟเฟค

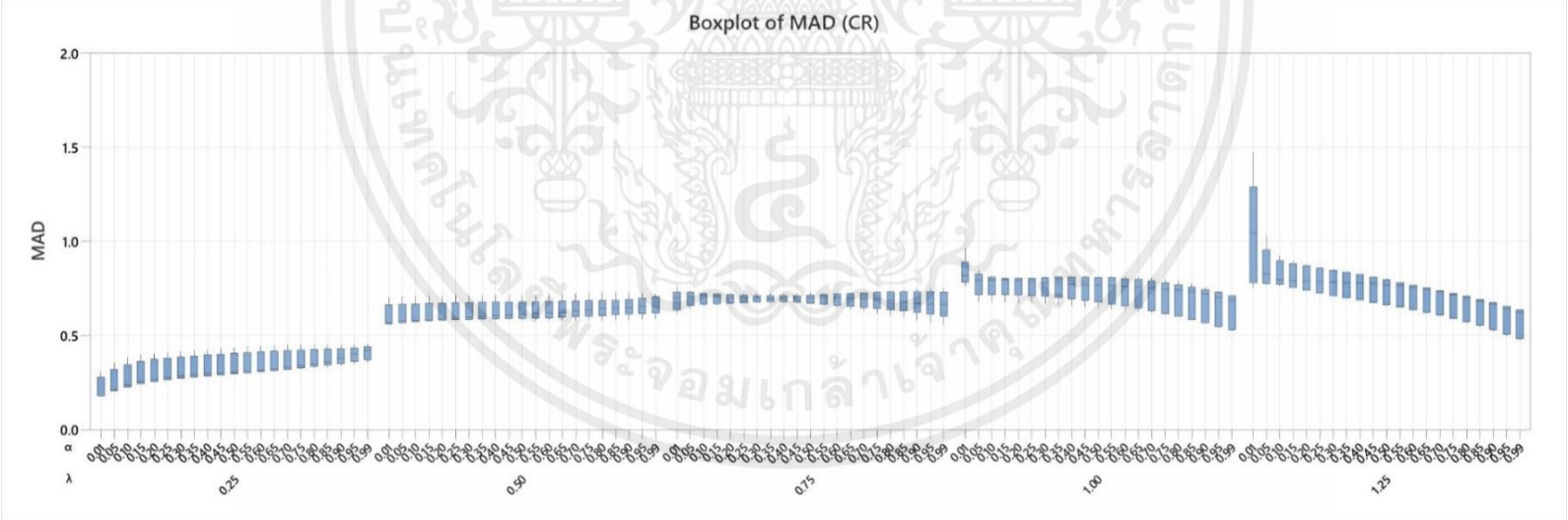
4.4 ผลการวิเคราะห์พฤติกรรมของค่าความคลาดเคลื่อนของวิธีการพยากรณ์

ในหัวข้อนี้เป็นการนำชุดข้อมูลความต้องการแบบครั้งคราว 5 ชุด จากตารางที่ 4.26-4.37 มาเปรียบเทียบการพยากรณ์ทั้ง 4 วิธี ได้แก่ ES CR SBA และ SY ในด้านของค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ โดยใช้ Box-and-whisker plot หรือที่เรียกว่า Box plot ในการวิเคราะห์พฤติกรรมของค่าความคลาดเคลื่อนของวิธีการพยากรณ์ ซึ่งเป็นขั้นตอนสำคัญในการประเมินประสิทธิภาพของวิธีการพยากรณ์ ซึ่งหากค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์มีค่าน้อยจะแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของวิธีการพยากรณ์ที่ดี ในงานวิจัยนี้ใช้วิธีวัดค่าความคลาดเลื่อนของการพยากรณ์ 2 วิธี คือค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย และค่าสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย แสดงดังรูปที่ 4.13-4.30

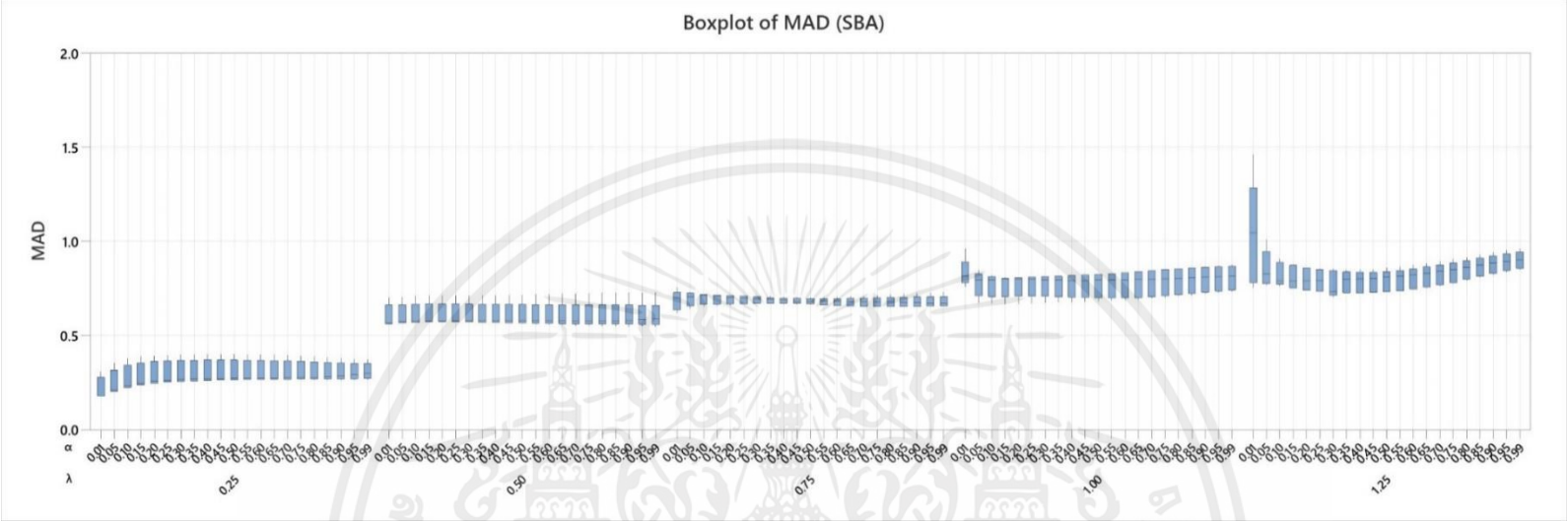
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



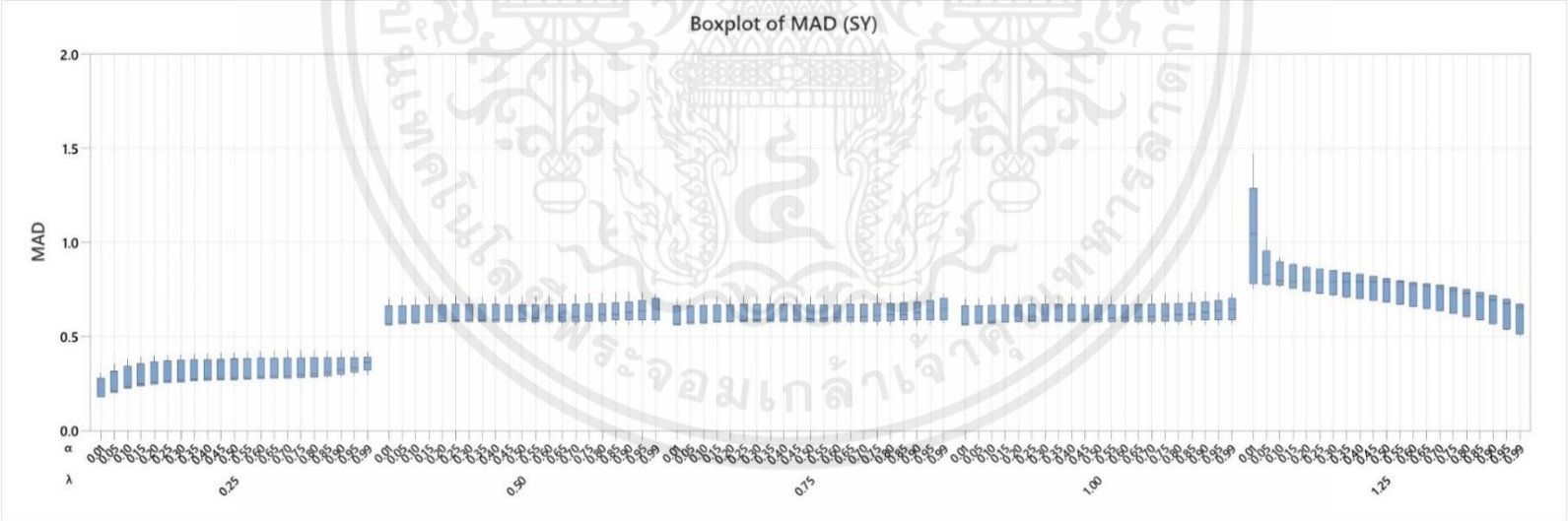
รูปที่ 4.13 Box plot ค่า MAD ของวิธี ES



รูปที่ 4.14 Box plot ค่า MAD ของวิธี CR



รูปที่ 4.15 Box plot ค่า MAD ของวิธี SBA



รูปที่ 4.16 Box plot ค่า MAD ของวิธี SY

จากรูปที่ 4.13 เมื่อเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยที่ได้จากวิธี ES โดยพิจารณาจากค่า λ และ α พบว่า เมื่อ λ เพิ่มขึ้น ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยที่ได้มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นที่ระดับ α เดียวกัน

จากรูปที่ 4.14 เมื่อเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยที่ได้จากวิธี CR โดยพิจารณาจากค่า λ และ α พบว่า เมื่อ λ เพิ่มขึ้น ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยที่ได้มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นที่ระดับ α เดียวกัน ยกเว้นกรณี λ เท่ากับ 1.25 เมื่อ α เข้าใกล้ 1

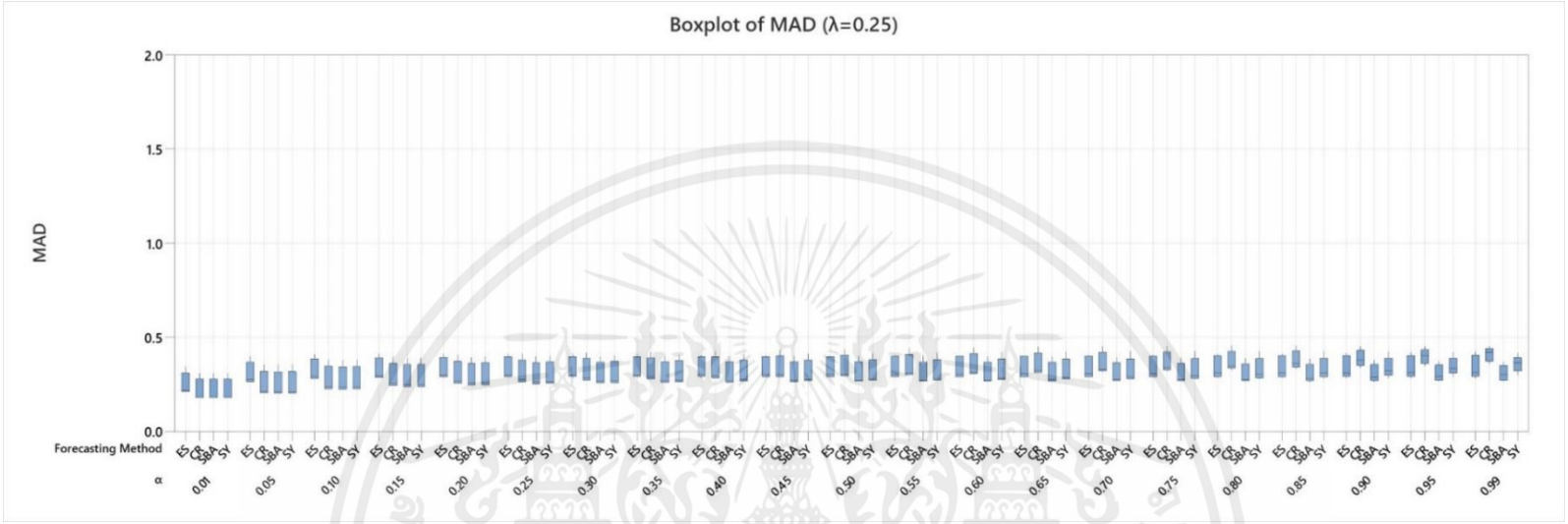
จากรูปที่ 4.15 เมื่อเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยที่ได้จากวิธี SBA โดยพิจารณาจากค่า λ และ α พบว่า เมื่อ λ เพิ่มขึ้น ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยที่ได้มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นที่ระดับ α เดียวกัน

จากรูปที่ 4.16 เมื่อเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยที่ได้จากวิธี SY โดยพิจารณาจากค่า λ และ α พบว่า เมื่อ λ เพิ่มขึ้น ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยที่ได้มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นที่ระดับ α เดียวกัน โดยเริ่มคงที่ช่วง λ เท่ากับ 0.50-1.00 และเพิ่มขึ้นอีกครั้งเมื่อ λ เท่ากับ 1.25

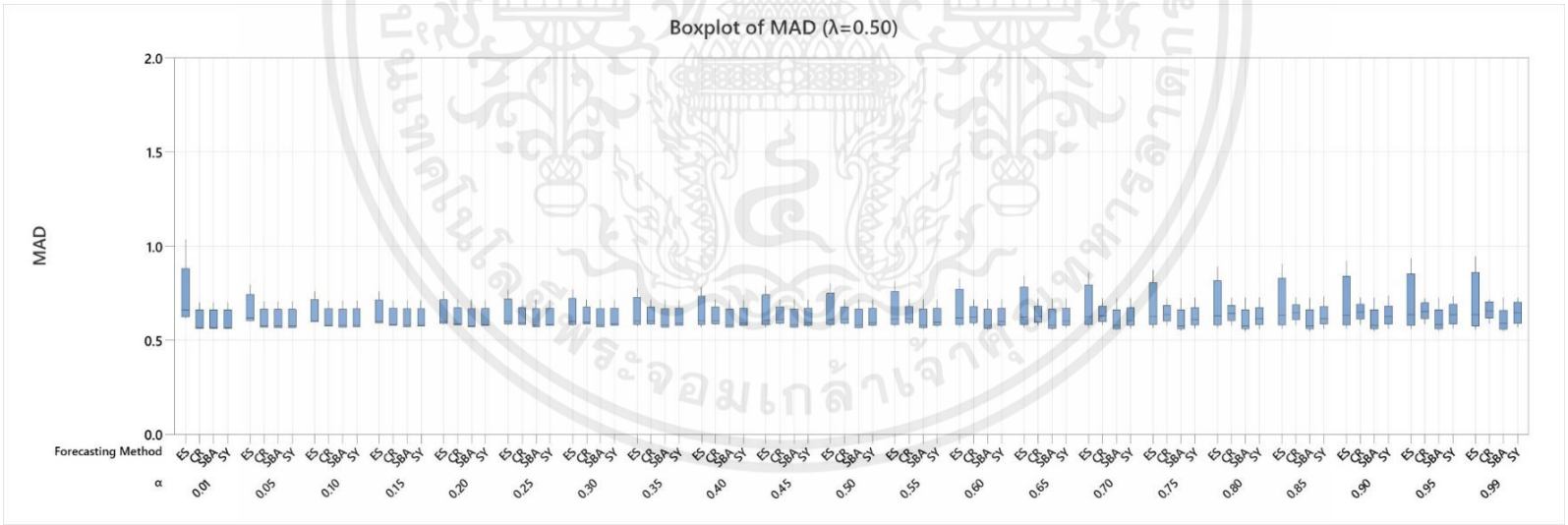
โดยภาพรวม เมื่อพิจารณาค่า λ ที่ระดับเดียวกันของทุกวิธีการพยากรณ์ไม่สามารถสรุปได้ว่าค่า α ส่งผลต่อค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยอย่างไร เนื่องจากแนวโน้มของค่าความคลาดเคลื่อนไม่เป็นไปในทิศทางเดียวกัน

ในส่วนถัดไปเป็นการแสดงผลการวิเคราะห์ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยโดยการเปรียบเทียบการพยากรณ์ 4 วิธี เพื่อแสดงให้เห็นแนวโน้มที่ชัดเจนขึ้น ดังรูปที่ 4.17-4.21

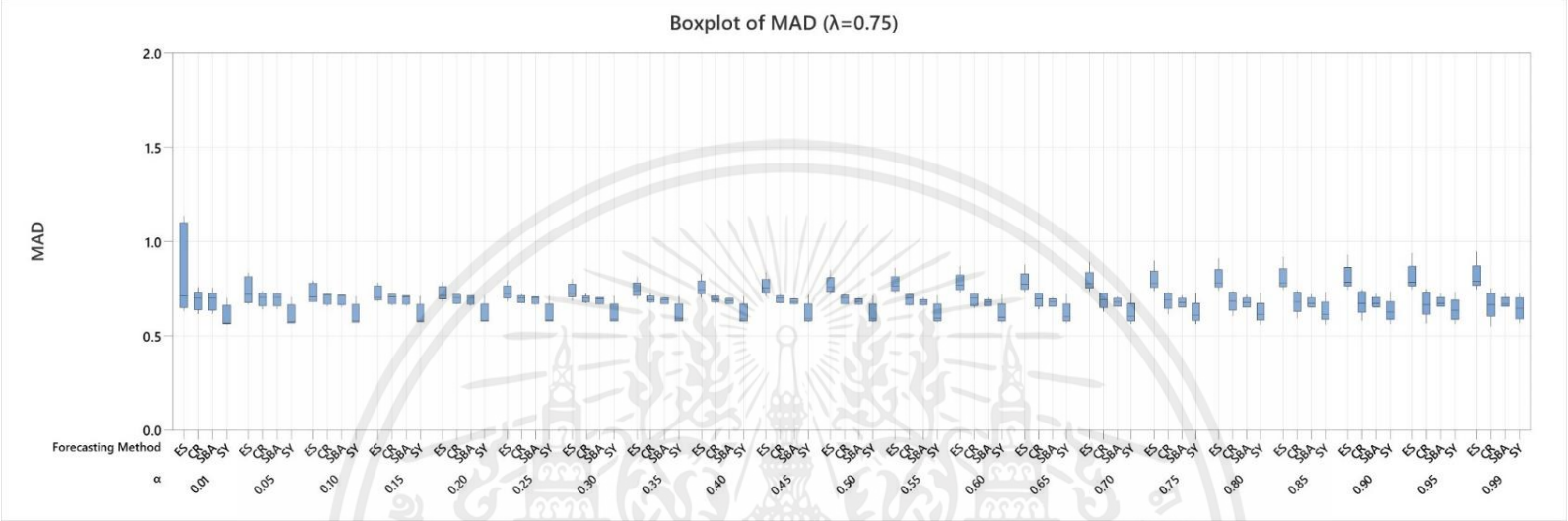
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



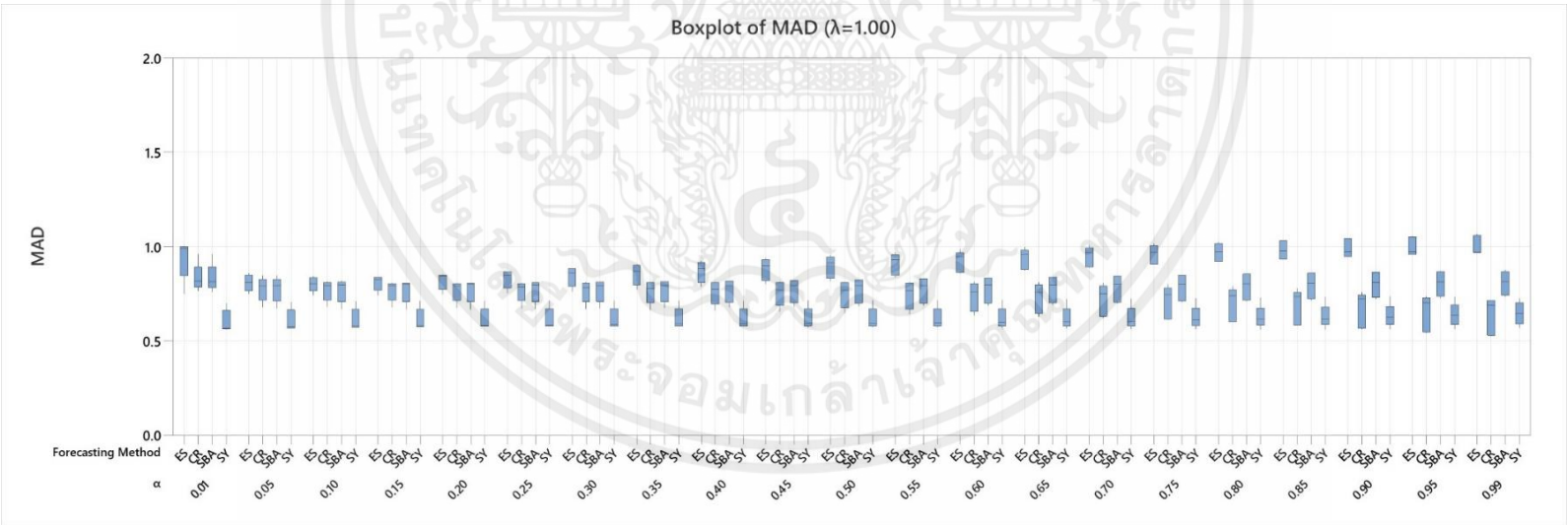
รูปที่ 4.17 Box plot ค่า MAD ของวิธีการพยากรณ์ 4 วิธี กรณีที่ λ = 0.25



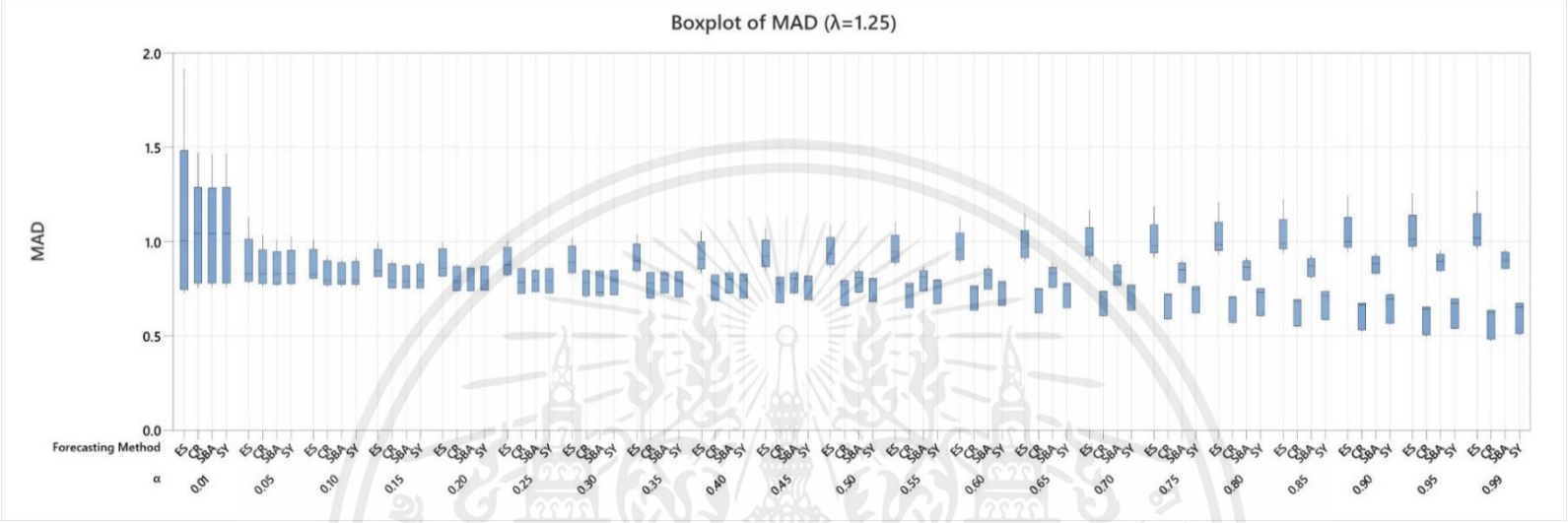
รูปที่ 4.18 Box plot ค่า MAD ของวิธีการพยากรณ์ 4 วิธี กรณีที่ λ = 0.50



รูปที่ 4.19 Box plot ค่า MAD ของวิธีการพยากรณ์ 4 วิธี กรณีที่ λ = 0.75



รูปที่ 4.20 Box plot ค่า MAD ของวิธีการพยากรณ์ 4 วิธี กรณีที่ λ = 1.00



รูปที่ 4.21 Box plot ค่า MAD ของวิธีการพยากรณ์ 4 วิธี กรณีที่ λ = 1.25

จากรูปที่ 4.17 ถึง 4.21 เมื่อเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของวิธีการพยากรณ์ 4 วิธี คือ วิธี ES CR SBA และ SY แสดงให้เห็นว่า

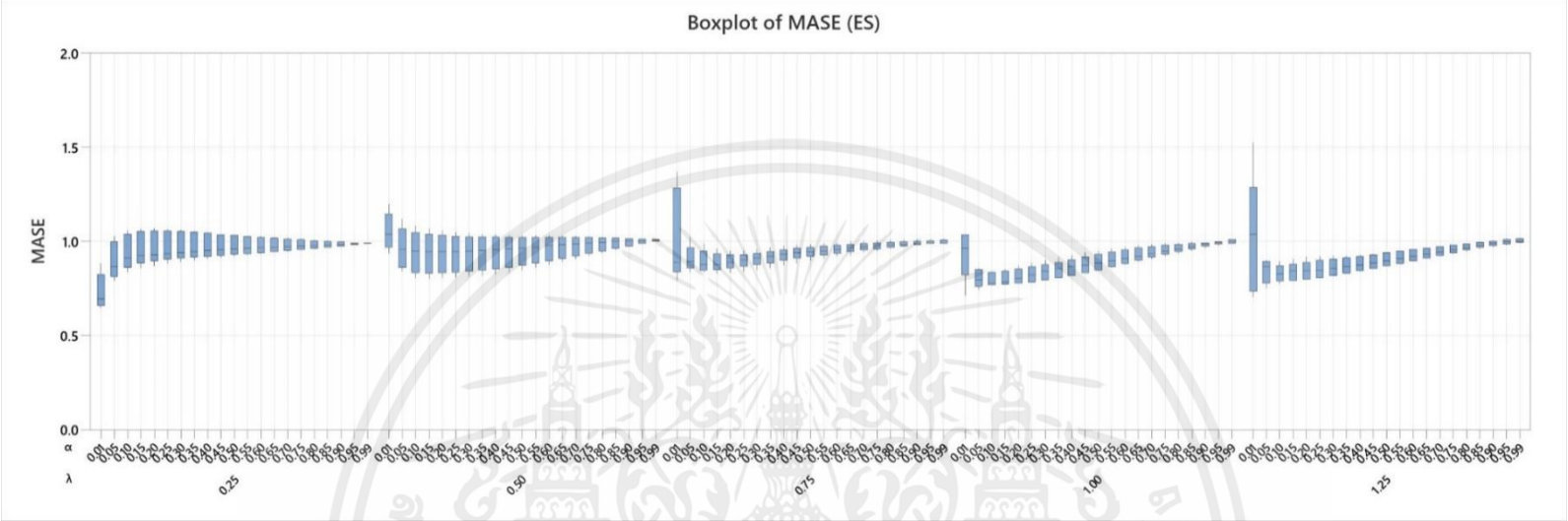
1. เมื่อพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยที่ได้จากการพยากรณ์ของ 3 วิธี คือ วิธี CR SBA และ SY ที่ช่วง α เข้าใกล้ 0 จะมีค่าใกล้เคียงกัน (ยกเว้นในกรณีของวิธี SBA ที่ λ เท่ากับ 0.75 และ 1.00) แต่เมื่อค่า α เพิ่มมากขึ้นจนเข้าใกล้ 1 ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยจะมีค่าที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน

2. อ้างอิงจากข้อที่ 1. เมื่อนำวิธี ES มาพิจารณาร่วมด้วย แสดงให้เห็นว่าวิธี ES ให้ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยมากกว่าวิธีการพยากรณ์อื่น ๆ ยกเว้นในกรณีที่ λ เท่ากับ 0.25 และ 0.50 ที่ช่วง α เข้าใกล้ 1 ค่าที่ได้จากวิธี CR จะให้ค่ามากที่สุด

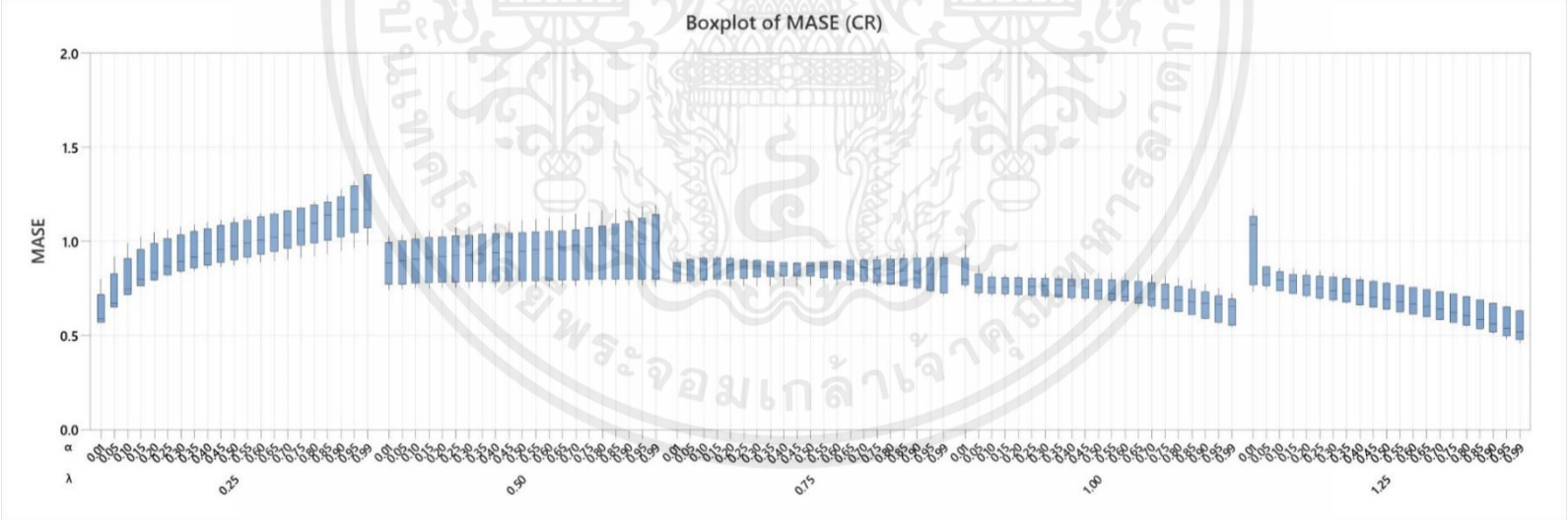
3. ในการใช้ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยวัดค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ วิธี SBA มีความแม่นยำในการพยากรณ์ที่ดีสุดในกรณีที่ λ มีค่าน้อย (0.25 และ 0.50) และเมื่อ λ มีค่าสูงขึ้น วิธี CR และ SY มีโอกาสที่จะให้ความแม่นยำในการพยากรณ์ที่ดีกว่า

ในส่วนถัดไปเป็นการแสดงผลการวิเคราะห์ค่าสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย ดังรูปที่ 4.22-4.30

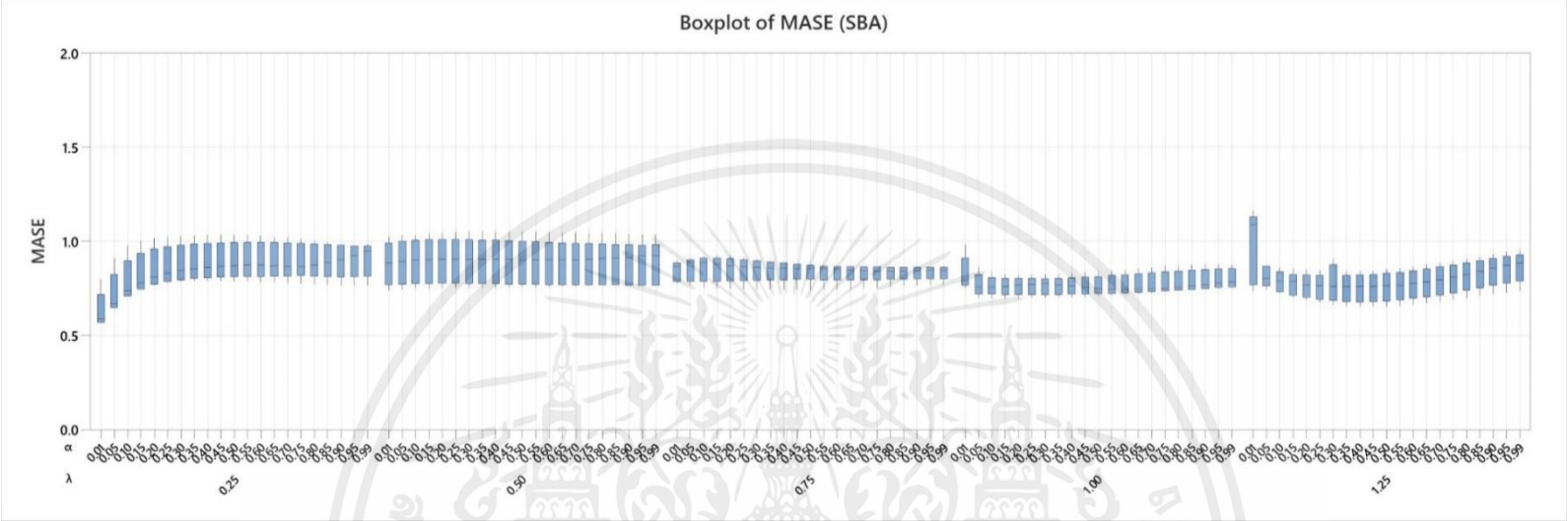
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



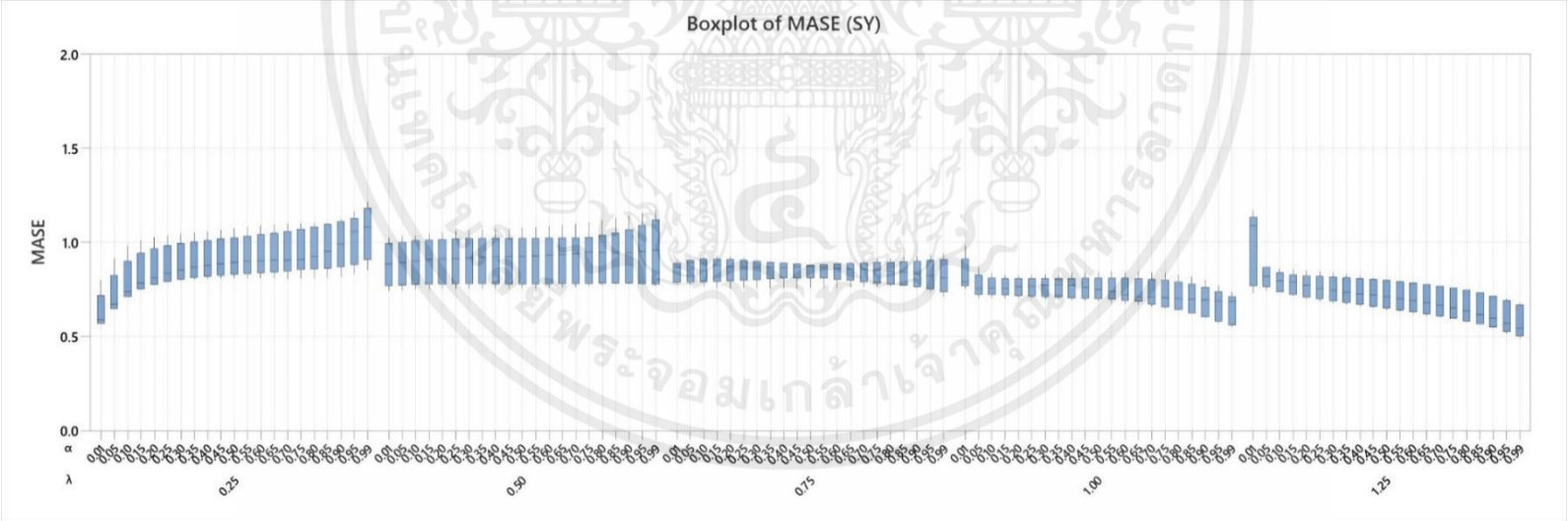
รูปที่ 4.22 Box plot ค่า MASE ของวิธี ES



รูปที่ 4.23 Box plot ค่า MASE ของวิธี CR



รูปที่ 4.24 Box plot ค่า MASE ของวิธี SBA



รูปที่ 4.25 Box plot ค่า MASE ของวิธี SY

จากรูปที่ 4.22 เมื่อเปรียบเทียบค่าสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยที่ได้จากวิธี ES โดยพิจารณาจากค่า λ และ α พบว่า เมื่อ λ เพิ่มขึ้น ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยที่ได้มีแนวโน้มเพิ่มที่ระดับ α เดียวกัน โดยเริ่มลดลงช่วง λ เท่ากับ 0.50-1.00 และเพิ่มขึ้นอีกครั้งเมื่อ λ เท่ากับ 1.25

จากรูปที่ 4.23 เมื่อเปรียบเทียบค่าสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยที่ได้จากวิธี CR โดยพิจารณาจากค่า λ และ α พบว่า เมื่อ λ เพิ่มขึ้น ค่าสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยที่ได้มีแนวโน้มลดลงที่ระดับ α เดียวกัน ยกเว้นกรณี λ เท่ากับ 0.50 เมื่อ α เข้าใกล้ 0

จากรูปที่ 4.24 เมื่อเปรียบเทียบค่าสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยที่ได้จากวิธี SBA โดยพิจารณาจากค่า λ และ α พบว่า เมื่อ λ เพิ่มขึ้น ค่าสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยที่ได้มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นที่ระดับ α เดียวกัน โดยเริ่มลดลงช่วง λ เท่ากับ 0.75-1.00 และเพิ่มขึ้นอีกครั้งเมื่อ λ เท่ากับ 1.25

จากรูปที่ 4.25 เมื่อเปรียบเทียบค่าสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยที่ได้จากวิธี SY โดยพิจารณาจากค่า λ และ α พบว่า เมื่อ λ เพิ่มขึ้นที่ α ระดับเดียวกัน สามารถวิเคราะห์แนวโน้มของค่าสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยได้ 2 กรณี ได้แก่

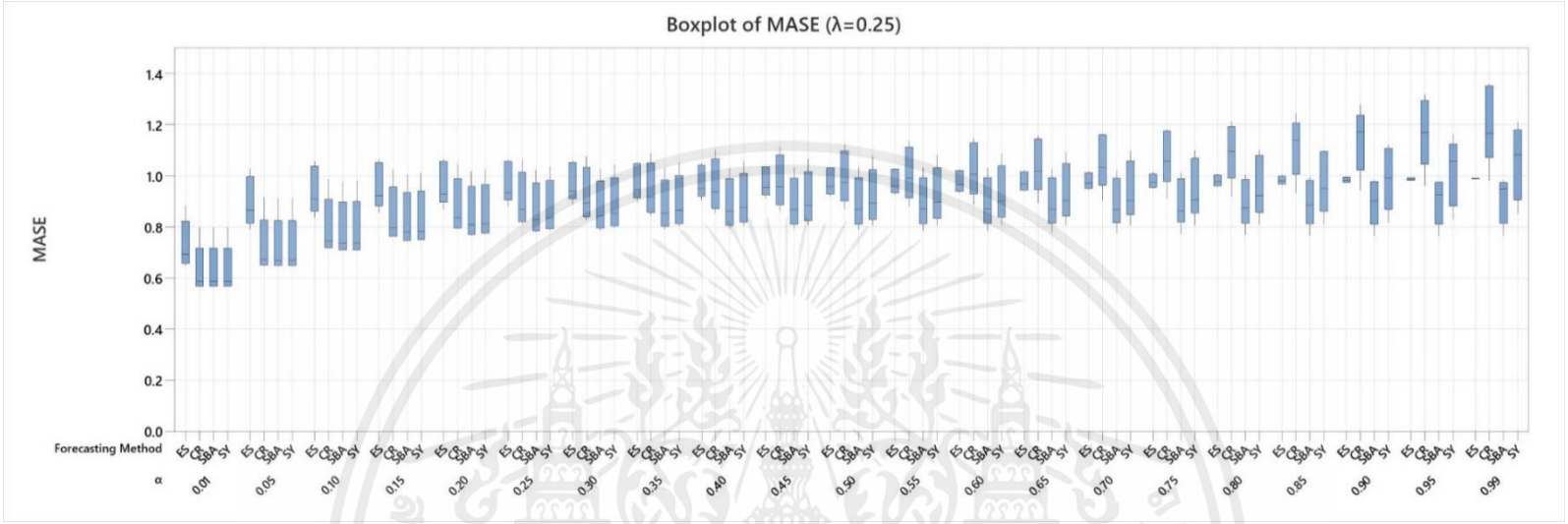
กรณี 1 ค่า α เข้าใกล้ 0 ค่าสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และลดลงเมื่อ λ เท่ากับ 0.75

กรณี 2 ค่า α เข้าใกล้ 1 ค่าสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยมีแนวโน้มลดลง

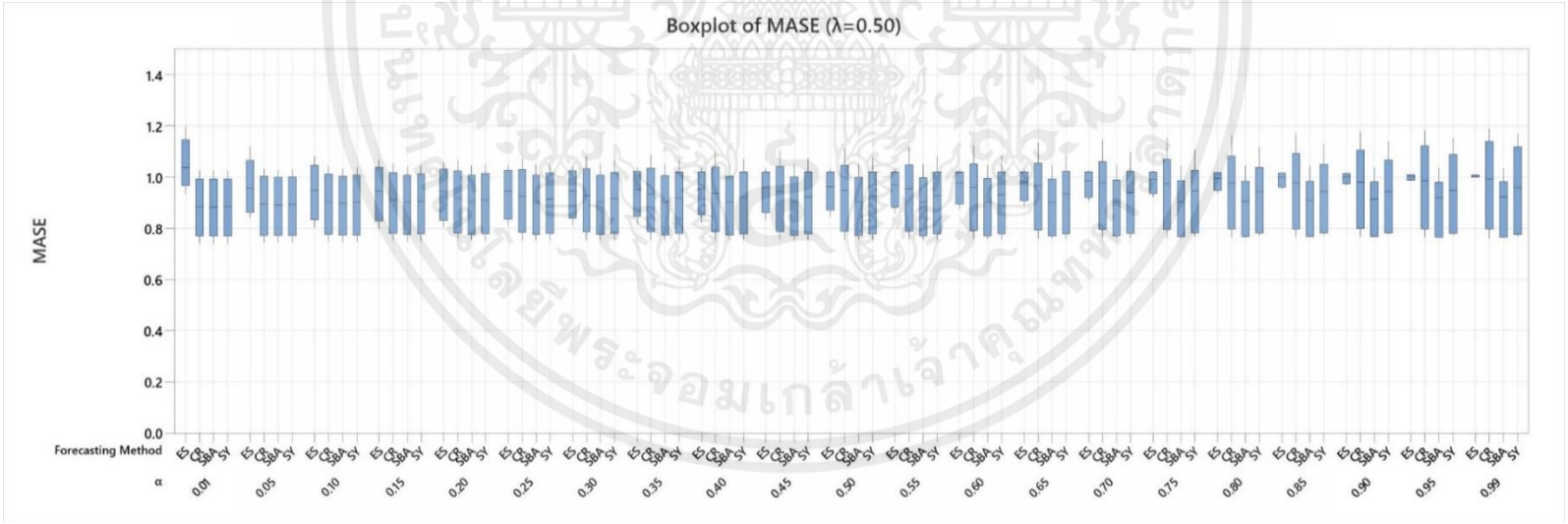
โดยภาพรวม เมื่อพิจารณาค่า λ ที่ระดับเดียวกันของทุกวิธีการพยากรณ์ไม่สามารถสรุปได้ว่าค่า α ส่งผลต่อค่าสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยอย่างไร เนื่องจากแนวโน้มของค่าสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยไม่เป็นไปในทิศทางเดียวกัน

ในส่วนถัดไปเป็นการแสดงผลการวิเคราะห์ค่าสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยโดยการเปรียบเทียบการพยากรณ์ 4 วิธี เพื่อแสดงให้เห็นแนวโน้มที่ชัดเจนขึ้น ดังรูปที่ 4.26-4.30

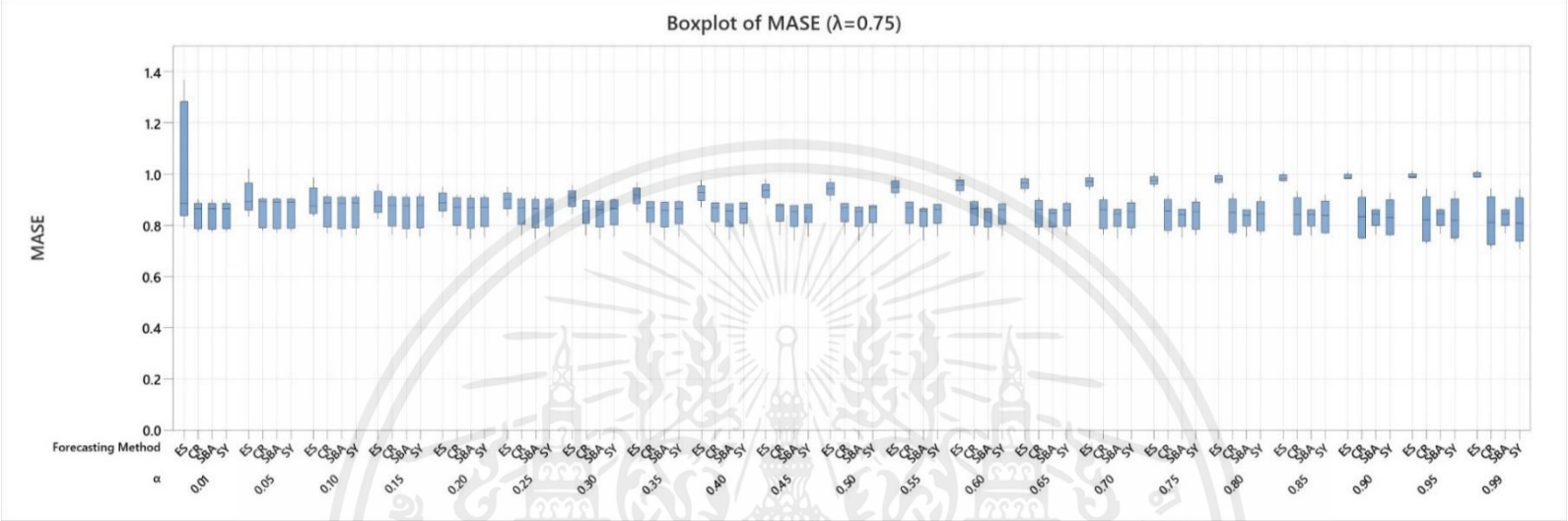
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



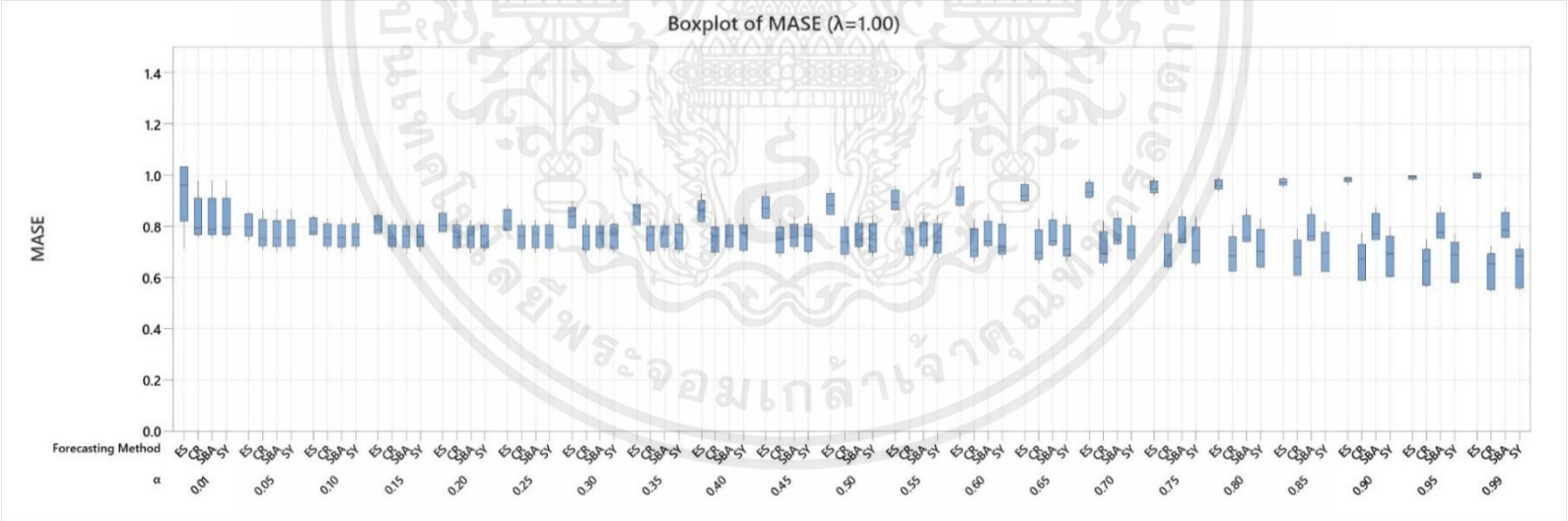
รูปที่ 4.26 Box plot ค่า MASE ของวิธีการพยากรณ์ 4 วิธี ในกรณีที่ λ = 0.25



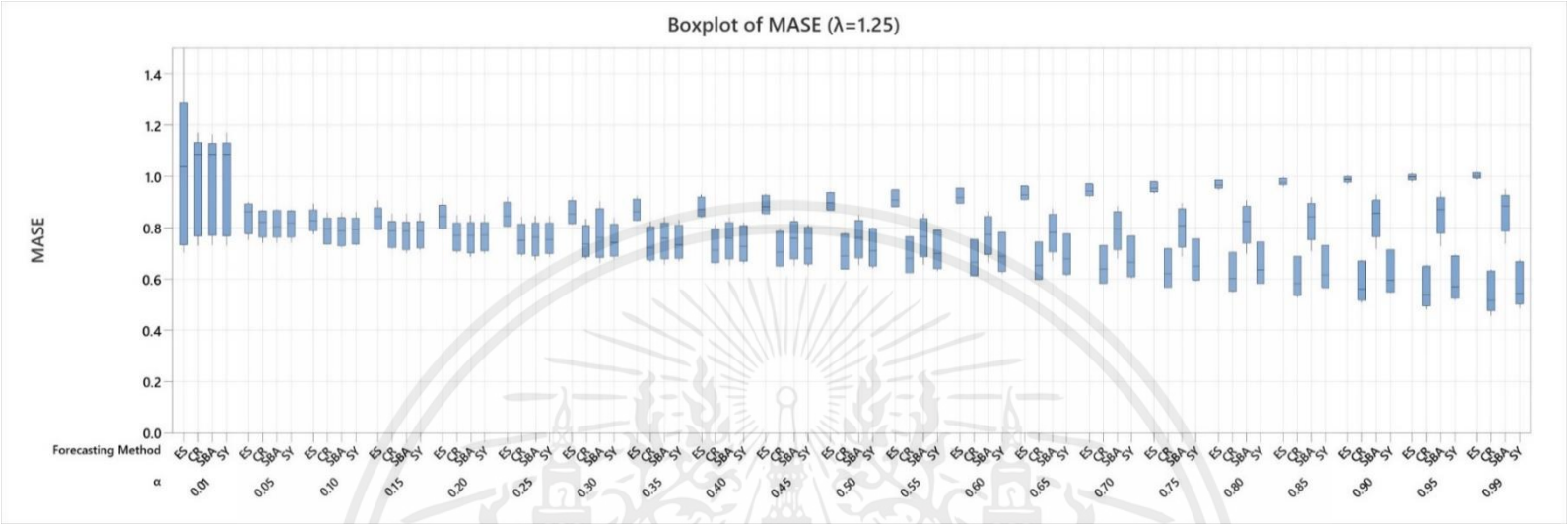
รูปที่ 4.27 Box plot ค่า MASE ของวิธีการพยากรณ์ 4 วิธี ในกรณีที่ λ = 0.50



รูปที่ 4.28 Box plot ค่า MASE ของวิธีการพยากรณ์ 4 วิธี ในกรณีที่ λ = 0.75



รูปที่ 4.29 Box plot ค่า MASE ของวิธีการพยากรณ์ 4 วิธี ในกรณีที่ λ = 1.00



รูปที่ 4.30 Box plot ค่า MASE ของวิธีการพยากรณ์ 4 วิธี ในกรณีที่ $\boldsymbol{\lambda}$ = 1.25

จากรูปที่ 4.26 ถึง 4.30 เมื่อเปรียบเทียบค่าสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของวิธีการพยากรณ์ 4 วิธี คือ วิธี ES CR SBA และ SY แสดงให้เห็นว่า

1. เมื่อพิจารณาค่าสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยที่ได้จากการพยากรณ์ของ 3 วิธี คือ วิธี CR SBA และ SY ที่ช่วง α เข้าใกล้ 0 มาก จะมีค่าใกล้เคียงกัน แต่เมื่อค่า α เข้าใกล้ 1 มากขึ้นค่าสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยจะมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน

2. อ้างอิงจากข้อที่ 1. เมื่อนำวิธีการ ES มาพิจารณาร่วมด้วย แสดงให้เห็นว่าวิธี ES ให้ค่าสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยมากกว่าวิธีการพยากรณ์อื่น ๆ ยกเว้นที่ λ เท่ากับ 0.25 ในช่วง α เข้าใกล้ 1 ค่าที่ได้จากวิธี CR จะให้ค่ามากที่สุด

3. ในการใช้สเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยวัดค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ วิธี SBA มีความแม่นยำในการพยากรณ์ที่ดีสุดในกรณีที่ λ มีค่าน้อย (0.25 และ 0.50) และเมื่อ λ มีค่าสูงขึ้น วิธี CR และ SY มีโอกาสที่จะให้ความแม่นยำในการพยากรณ์ที่ดีกว่า

4.5 แนวโน้มและการเลือกใช้วิธีการพยากรณ์

ในหัวข้อนี้จะแสดงแนวโน้มและแนวทางการเลือกใช้วิธีการพยากรณ์ จากผลการวิเคราะห์พฤติกรรมของค่าบูลวิปเอฟเฟคและค่าความคลาดเคลื่อนของวิธีการพยากรณ์ดังหัวข้อที่ 4.3-4.4 โดยใช้ตารางในการแสดงแนวโน้ม

4.5.1 แนวโน้มของค่าบูลวิปเอฟเฟค

จากการวิเคราะห์ผลการทดลองสามารถแสดงแนวโน้มของค่าบูลวิปเอฟเฟคได้ดังตารางที่ 4.38 พบว่าแนวโน้มของค่าบูลวิปเอฟเฟคเป็นไปในทิศทางเดียวกันคือ วิธีการพยากรณ์ที่ให้ค่าบูลวิปเอฟเฟคน้อยที่สุดคือวิธี SBA รองลงมาเป็น CR SY และ ES ตามลำดับ

ตารางที่ 4.38 แนวโน้มของค่าบูลวิปเอฟเฟค

λ \ α	เข้าใกล้ 0				เข้าใกล้ 1			
	อันดับที่ 1	อันดับที่ 2	อันดับที่ 3	อันดับที่ 4	อันดับที่ 1	อันดับที่ 2	อันดับที่ 3	อันดับที่ 4
0.25	SBA	CR	SY	ES	SBA	CR	SY	ES
0.50	SBA	CR	SY	ES	SBA	CR	SY	ES
0.75	SBA	CR	SY	ES	SBA	CR	SY	ES
1.00	SBA	CR	SY	ES	SBA	CR	SY	ES
1.25	SBA	CR	SY	ES	SBA	CR	SY	ES

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.2 ผลวิเคราะห์การเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAD)

จากการวิเคราะห์ผลการทดลองสามารถแสดงแนวโน้มของค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยได้ดังตารางที่ 4.39 พบว่าเมื่อค่า λ เท่ากับ 0.25 และ 0.50 ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยที่ได้จากวิธี SBA มีค่าน้อยที่สุด และเมื่อค่า λ เพิ่มมากขึ้น ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยที่ได้จากวิธี SY มีค่าน้อยที่สุด ยกเว้นกรณีที่ λ เท่ากับ 1.25 พบว่าวิธี CR ให้ค่าน้อยที่สุด โดยภาพรวมค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยมากที่สุดคือค่าที่ได้จากวิธี ES

ตารางที่ 4.39 แนวโน้มของค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย

λ \ α	เข้าใกล้ 0				เข้าใกล้ 1			
	อันดับที่ 1	อันดับที่ 2	อันดับที่ 3	อันดับที่ 4	อันดับที่ 1	อันดับที่ 2	อันดับที่ 3	อันดับที่ 4
0.25	SBA	SY	CR	ES	SBA	ES	SY	CR
0.50	SBA	SY	CR	ES	SBA	ES	SY	CR
0.75	SY	SBA	CR	ES	SY	SBA	CR	ES
1.00	SY	CR	SBA	ES	SY	CR	SBA	ES
1.25	CR	SBA, SY	ES	-	CR	SY	SBA	ES

4.5.3 ผลวิเคราะห์การเปรียบเทียบค่าสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MASE)

จากการวิเคราะห์ผลการทดลองสามารถแสดงแนวโน้มของค่าสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยได้ดังตารางที่ 4.40 พบว่าเมื่อค่า λ เท่ากับ 0.25, 0.50 และ 0.75 ค่าสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยที่ได้จากวิธี ยกเว้นกรณีที่ λ เท่ากับ 0.75 เมื่อ α เข้าใกล้ 1 ค่าที่ได้จากวิธี CR หรือ SY มีค่าน้อยที่สุด และเมื่อค่า λ เพิ่มมากขึ้น โดยภาพรวมค่าสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยที่มีค่ามากที่สุดคือค่าที่ได้จากวิธี ES

ตารางที่ 4.40 แนวโน้มของค่าสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย

λ \ α	เข้าใกล้ 0				เข้าใกล้ 1			
	อันดับที่ 1	อันดับที่ 2	อันดับที่ 3	อันดับที่ 4	อันดับที่ 1	อันดับที่ 2	อันดับที่ 3	อันดับที่ 4
0.25	SBA	SY	CR	ES	SBA	ES	SY	CR
0.50	SBA	SY	CR	ES	SBA	SY	CR	ES
0.75	SBA	CR,SY	ES	-	CR,SY	SBA	ES	-
1.00	CR	SY	SBA	ES	CR	SY	SBA	ES
1.25	CR,SY	SBA	ES	-	CR	SY	SBA	ES

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษา จำลอง และเปรียบเทียบผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อบูลวิปเอฟเฟค โดยทำการเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์แบบต่าง ๆ เพื่อหาวิธีที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ความต้องการแบบอินเทอร์มิตเทนต์ และศึกษาค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ว่ามีการส่งผลต่อค่าบูลวิปเอฟเฟคอย่างไร โดยใช้วิธีการพยากรณ์ทั้งหมด 4 วิธี ได้แก่ 1. การพยากรณ์ด้วยวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล (Exponential Smoothing, ES) 2. วิธี Croston (CR) 3. วิธี Syntetos and Boylan Approximation (SBA) และ 4. วิธี Syntetos (SY) ใช้ค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ทั้งหมด 2 วิธี ได้แก่ ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ (MAD) และค่าสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MASE)

งานวิจัยฉบับนี้ศึกษาวิธีการพยากรณ์ของค่าความต้องการรูปแบบอินเทอร์มิตเทนต์ ภายใต้โครงสร้างโซ่อุปทานแบบ 2 ระดับ โดยระดับแรกผู้จัดจำหน่ายจะได้รับความต้องการของลูกค้า (D_t) และระดับที่สองผู้ผลิตจะได้รับปริมาณการสั่งซื้อสินค้า (q_t) จากผู้จัดจำหน่าย โดยกำหนดให้ทุกสมาชิกในโซ่อุปทานใช้นโยบายการจัดการสินค้าคงคลังแบบสั่งซื้อที่เหมาะสม (Order-up-to Inventory Policy) ผู้วิจัยสร้างความต้องการแบบครั้งคราวที่มีการกระจายตัวแบบปัวซอง โดยกำหนดให้ใช้ λ ทั้งหมด 5 ระดับ ได้แก่ 0.25, 0.50, 0.75, 1.00 และ 1.25 ด้วยโปรแกรม Minitab จากนั้นได้จำลองการดำเนินงานเบื้องต้นด้วยข้อมูลความต้องการของลูกค้าชุดที่ 1 โดยใช้ α ทั้งหมด 5 ระดับ ได้แก่ 0.01, 0.25, 0.50, 0.75 และ 0.99 และ λ ทั้งหมด 2 ระดับ ได้แก่ 0.50 และ 1.00 เพื่อศึกษาแนวโน้มของค่าบูลวิปเอฟเฟคและความคลาดเคลื่อนของวิธีการพยากรณ์ เมื่อพบว่าผลที่ได้มีความแตกต่างกัน จำเป็นต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมอย่างละเอียดโดยเพิ่มปัจจัยคือ α ทั้งหมด 21 ระดับ ซึ่งอยู่ในช่วง 0.01-0.99 และ λ ทั้งหมด 5 ระดับ ได้แก่ 0.25, 0.50, 0.75 และ 1.00 ดำเนินการทดลองในโปรแกรม Excel โดยการใช้ชุดข้อมูลความต้องการทั้งหมด 5 ชุดที่ได้จากโปรแกรม Minitab ทำการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า 4 วิธี รวมถึงหาค่าบูลวิปเอฟเฟค ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ และค่าสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ของแต่ละวิธีการพยากรณ์ และเก็บข้อมูลผลของการทดลองในตารางการจัดการ (Spreadsheet)

งานวิจัยนี้ต้องการศึกษาผลกระทบของปัจจัยทั้ง 3 ปัจจัย ได้แก่ ค่าบูลวิปเอฟเฟค และค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ 2 วิธี ได้แก่ 1. ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย 2. ค่าสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย เพื่อเปรียบเทียบและวิเคราะห์ผลกระทบของวิธีการพยากรณ์ทั้ง 4 วิธี สามารถแบ่งหัวข้อได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.2 การอภิปรายผล

5.3 ข้อเสนอแนะของงานวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการทำการจำลองสถานการณ์การเกิดบูลวิปเอฟเฟคที่เกิดจากการพยากรณ์ความต้องการแบบครั้งคราว สามารถสรุปได้ว่า

1. การพยากรณ์ด้วยวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล (ES) มีโอกาสที่จะทำให้เกิดบูลวิปเอฟเฟคมากกว่าการพยากรณ์ด้วยวิธีของ Croston (CR) วิธี Syntetos and Boylan Approximation (SBA) และวิธีของ Syntetos (SY) โดยมีแนวโน้มที่จะทำให้เกิดบูลวิปเอฟเฟคมากขึ้นเมื่อใช้ค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล (α) ในระดับที่สูงขึ้น

2. การพยากรณ์ด้วยวิธีของ Croston (CR) วิธี Syntetos and Boylan Approximation (SBA) และวิธีของ Syntetos (SY) มีโอกาสที่จะทำให้เกิดบูลวิปเอฟเฟคใกล้เคียงกันเมื่อใช้ค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล (α) เข้าใกล้ 0 แต่เมื่อใช้ค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล (α) เข้าใกล้ 1 จะพบว่าวิธี Syntetos and Boylan Approximation (SBA) มีแนวโน้มที่ทำให้เกิดค่าบูลวิปเอฟเฟคน้อยกว่าวิธีอื่น

3. การพยากรณ์ด้วยวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล (ES) เป็นวิธีการพยากรณ์ที่ให้ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAD) มากกว่าวิธีการพยากรณ์อื่น ๆ และการการพยากรณ์ด้วยวิธี Syntetos and Boylan Approximation (SBA) มีโอกาสที่จะทำให้เกิดค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยน้อยที่สุด

4. การพยากรณ์ด้วยวิธีของ Croston (CR) วิธี Syntetos and Boylan Approximation (SBA) และวิธีของ Syntetos (SY) มีค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAD) ใกล้เคียงกันเมื่อใช้ค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล (α) ในช่วงเข้าใกล้ 0 แต่เมื่อค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลเพิ่มมากขึ้นจนเข้าใกล้ 1 ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยจะมีค่าที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน

5. การพยากรณ์ด้วยวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล (ES) เป็นวิธีการพยากรณ์ที่ให้ค่าสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MASE) มากกว่าวิธีการพยากรณ์อื่น ๆ และการการพยากรณ์ด้วยวิธี Syntetos and Boylan Approximation (SBA) มีโอกาสที่จะทำให้เกิดค่าสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยน้อยที่สุด

6. การพยากรณ์ด้วยวิธีของ Croston (CR) วิธี Syntetos and Boylan Approximation (SBA) และวิธีของ Syntetos (SY) มีค่าสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MASE) ใกล้เคียงกันเมื่อใช้ค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล (α) ในช่วงเข้าใกล้ 0 แต่เมื่อค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลเพิ่มมากขึ้นจนเข้าใกล้ 1 ค่าสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยจะมีค่าที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน

7. ในบางกรณีแม้ว่าค่าบูลวิปเอฟเฟคจะมีแนวโน้มลดลงจากการพยากรณ์ แต่ค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์อาจไม่ได้ลดลงตามไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 การอภิปรายผล

งานวิจัยของ Willemain (1994) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับวิธีการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า โดยใช้ 2 วิธี คือ วิธีปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลและวิธีของ Croston (CR) ในเรื่องของวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมภายใต้ความต้องการแบบอินเทอมิตเทนต์โดยตรวจสอบความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ 4 วิธี คือ ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ (MAD) ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองสัมบูรณ์เฉลี่ย (RMSE) และค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (MdAPE) เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัย มีผลการศึกษา ดังนี้

1. ผลการศึกษาที่เหมือนกัน

ผลการศึกษาเกี่ยวกับวิธีการพยากรณ์ คือ วิธีของ Croston ให้ค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์สำหรับความต้องการแบบอินเทอร์มิตเทนต์น้อยกว่าวิธีปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล (ยกเว้นในกรณีที่ λ เท่ากับ 0.25 และ 0.50 เมื่อ α เข้าใกล้ 1)

2. ผลการศึกษาหรือวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกัน

1) ขอบเขตการศึกษาแตกต่างกัน คือ การตรวจสอบความคลาดเคลื่อนของพยากรณ์ที่แตกต่างกัน โดยในงานวิจัยของ Willemain (1994) ไม่ได้ใช้วิธีค่าสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย

2) วัตถุประสงค์การศึกษางานวิจัยของ Croston (1972) ไม่ได้ศึกษาในด้านของค่าบูลวิปเอฟเฟค

งานวิจัยของณัฐพล ไทยอุดมทรัพย์ (2563) ได้ทำการศึกษาวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับที่มีความต้องการแบบอินเทอร์มิตเทนต์ จำนวน 19 รายการ และความต้องการแบบลัมปี จำนวน 22 รายการ ด้วยวิธีปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล วิธี Croston (CR) วิธี Syntetos and Boylan Approximation (SBA) และวิธี Teunter, Syntetos, and Babai (TSB) จากนั้นตรวจสอบความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ด้วยค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAD) และค่าสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MASE) เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัย มีผลการศึกษา ดังนี้

1. ผลการศึกษาที่เหมือนกัน

ผลการศึกษาเกี่ยวกับวิธีการพยากรณ์ คือ วิธีปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยกว่าวิธีของ Croston เมื่อใช้วิธีวัดความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของการพยากรณ์และ วิธีค่าสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย ในกรณีที่ λ เท่ากับ 0.25 และ 0.50 เมื่อ α เข้าใกล้ 0 และกรณีที่ λ เท่ากับ 0.25 โดยที่ α เข้าใกล้ 1 ตามลำดับ

2. ผลการศึกษาต่างกันหรือวัตถุประสงค์แตกต่างกัน

1) ผลการศึกษาของของณัฐพล ไทยอุดมทรัพย์ (2563) แสดงผลแนวโน้มความคลาดเคลื่อนของวิธีการพยากรณ์ คือ วิธี ES และ CR มีความคลาดเคลื่อนน้อยกว่าวิธี SBA แต่ผลงานวิจัยนี้แสดงแนวโน้มของความคลาดเคลื่อนของวิธีการพยากรณ์โดยใช้วิธีวัดค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย โดยภาพรวมคือวิธี SBA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีความคลาดเคลื่อนน้อยกว่า SY CR และ ES ให้ค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์มากที่สุด ส่วนแนวโน้มในการใช้วิธีค่าสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย วิธี SBA ให้ค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์น้อยที่สุด ถัดมาเป็น CR SY และ ES ตามลำดับ

2) ขอบเขตการศึกษาแตกต่างกัน คือ การพยากรณทีที่แตกต่างกัน โดยงานวิจัยของณัฐพล ไทยอุดมทรัพย์ (2563) ใช้วิธี TSB ไม่ได้ใช้วิธี SY

3) วัตถุประสงค์การศึกษางานวิจัยของ ณัฐพล ไทยอุดมทรัพย์ (2563) ไม่ได้ศึกษาในด้านของค่าบูล-วิปเอฟเฟค

5.3 ข้อเสนอแนะของงานวิจัย

งานวิจัยฉบับนี้เป็นงานวิจัยที่ศึกษาความต้องการของลูกค้าเป็นความต้องการแบบครั้งคราวและมีการกระจายตัวแบบปัวซองที่ส่งผลต่อบูลวิปเอฟเฟคและความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ภายใต้โซ่อุปทาน 2 ระดับ โดยใช้วิธีการพยากรณ์ 4 วิธี คือ 1. วิธีการปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล (ES) 2. วิธี Croston (CR) 3. วิธี Syntetos and Boylan Approximation (SBA) 4. วิธี Syntetos Method (SY) ใช้วิธีการตรวจสอบความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ 2 วิธี ได้แก่ 1. ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAD) 2. ค่าสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MASE) ซึ่งงานวิจัยอื่น ๆ ในอนาคตสามารถศึกษาการใช้วิธีการพยากรณ์อื่น ๆ ในการลดค่าบูลวิปเอฟเฟค ได้ดังนี้

1. สามารถสร้างรูปแบบความต้องการของลูกค้ารูปแบบอื่น รวมถึงสามารถใช้นโยบายคลังสินค้าแบบอื่น ๆ ที่มีความเหมาะสมได้

2. สามารถเพิ่มข้อมูลของความต้องการของลูกค้า รวมไปถึงช่วงค่า α และ λ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสม

3. สามารถศึกษาการใช้วิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมต่างออกไปจากการศึกษาในครั้งนี้เพื่อเปรียบเทียบและหาวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับความต้องการรูปแบบนั้น ๆ ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

ณัฐพล ไทยอุดมทรัพย์. (2563). การศึกษาเทคนิคการพยากรณ์ความต้องการสำหรับยาที่มีความต้องการไม่สม่ำเสมอสำหรับโรงพยาบาลสามร้อยยอด

ธีรา ธารีสุชีวกุล และ วรวุฒิ หวังวัชรกุล. (2562). การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์สำหรับความต้องการแบบอินเตอร์ มิทเทนต์, 1-8.

นพดล คณากรยิ่งยง, และเจริญชัย โขมพัตราภรณ์. (2560). การพยากรณ์ของความต้องการหลายรูปแบบและการสั่งซื้อแบบตู้คอนเทนเนอร์ที่เหมาะสม กรณีศึกษา อุปกรณ์ออกกำลังกายนำเข้า. วารสารไทย การวิจัยดำเนินงาน. 5(1), 1-11.

วิชัย ปฏิยัตต์โยธิน และ วัชรพจน์ ทรัพย์สงวนบุญ. (2563). การคัดสรรสินค้าและการกำหนดปริมาณสินค้าเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการสินค้าคงคลังภายในร้าน สำหรับในร้านขายยาแผนปัจจุบัน. 1-13

สิทธิพร พิมพ์สกุล. (2565). การจัดการการปฏิบัติการและโซ่อุปทาน. (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ห้างหุ้นส่วนจำกัด มีน เซอร์วิส ซัพพลาย, 258-302.

Alwan, L. C., Liu, J. J., & Yao, D. Q. (2003). Stochastic characterization of upstream demand processes in a supply chain. IIE Transactions, 35(3), 207-219.

Brown, R. G. (1956). Exponential smoothing for predicting demand. Little.

Croston, J. D. (1972). Forecasting and stock control for intermittent demands. Journal of the Operational Research Society, 23(3), 289-303.

Chen, F., Ryan, J. K., & Simchi-Levi, D. (2000). The impact of exponential smoothing forecasts on the bullwhip effect. Naval Research Logistics (NRL), 47(4), 269-286.

Dikshya. (2023). Measures of Forecast Accuracy (MAD, MAPE, and MSE). เข้าถึงได้จาก https://www.onlinenotesnepal.com/measures-of-forecast-accuracy#:~:text=MAD%20and%20MAPE%20are%20easier,optimization%20problems%20for%20model%20fitting

Hong, L. I. U., & Ping, W. A. N. G. (2007). Bullwhip effect analysis in supply chain for demand forecasting technology. Systems Engineering-Theory & Practice, 27(7), 26-33.

Hosoda, T., & Disney, S. M. (2004, September). The role of an ordering policy as an inventory and cost controller. In proceedings of Logistics Research Network Annual Conference, Dublin, Ireland (pp. 268-275).

Hyndman, R. J. (2006). Another look at forecast-accuracy metrics for intermittent demand. Foresight: The International Journal of Applied Forecasting, 4(4), 43-46.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Hyndman, R. J., & Koehler, A. B. (2006). Another look at measures of forecast accuracy. International journal of forecasting, 22(4), 679-688.

Lee, H. L., Padmanabhan, V., & Whang, S. (1997). The bullwhip effect in supply chains.

Lee, H. L., So, K. C., & Tang, C. S. (2000). The value of information sharing in a two-level supply chain. Management science, 46(5), 626-643.

Pinçe, Ç., Turrini, L., & Meissner, J. (2021). Intermittent demand forecasting for spare parts: A critical review. Omega, 105, 102513.

Rostami-Tabar, B., & Disney, S. M. (2023). On the order-up-to policy with intermittent integer demand and logically consistent forecasts. International Journal of Production Economics, 257, 108763.

Sadeghi, A. (2015). Providing a measure for bullwhip effect in a two-product supply chain with exponential smoothing forecasts. International Journal of Production Economics, 169, 44-54.

Solis, A., Longo, F., Mukhopadhyay, S., Nicoletti, L., & Brasacchio, V. (2014). Approximate and exact corrections of the bias in Croston's method when forecasting lumpy demand: Empirical evaluation. In Proceedings of the 13th International Conference on Modeling & Applied Simulation (pp. 205-214).

Syntetos, A. (2001). Forecasting of intermittent demand (Doctoral dissertation, Brunel University).

Syntetos, A. A., Babai, M. Z., & Altay, N. (2012). On the demand distributions of spare parts. International Journal of Production Research, 50(8), 2101-2117.

Syntetos, A. A., & Boylan, J. E. (2001). On the bias of intermittent demand estimates. International journal of production economics, 71(1-3), 457-466.

Syntetos, A. A., Boylan, J. E., & Croston, J. D. (2005). On the categorization of demand patterns. Journal of the operational research society, 56, 495-503.

Snyder, R. D., Ord, J. K., & Beaumont, A. (2012). Forecasting the intermittent demand for slow-moving inventories: A modelling approach. International Journal of Forecasting, 28(2), 485-496.

Teunter, R., & Sani, B. (2009). On the bias of Croston's forecasting method. European Journal of Operational Research, 194(1), 177-183.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Willemain, T. R., Smart, C. N., & Schwarz, H. F. (2004). A new approach to forecasting intermittent demand for service parts inventories. International Journal of forecasting, 20(3), 375-387.

Willemain, T. R., Smart, C. N., Shockor, J. H., & DeSautels, P. A. (1994). Forecasting intermittent demand in manufacturing: a comparative evaluation of Croston's method. International Journal of forecasting, 10(4), 529-538.

Xu, Q., Wang, N., & Shi, H. (2012, May). Review of Croston's method for intermittent demand forecasting. In 2012 9th International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery (pp. 1456-1460). IEEE.

Zhang, X. (2004). The impact of forecasting methods on the bullwhip effect. International journal of production economics, 88(1), 15-27.

Zhou, C., & Viswanathan, S. (2011). Comparison of a new bootstrapping method with parametric approaches for safety stock determination in service parts inventory systems. International Journal of Production Economics, 133(1), 481-485.

zupports. (2021). นำเข้า ส่งออก 101 EP1: รู้จัก ปรากฏการณ์แส้ม้า Bullwhip Effect. เข้าถึงได้จาก https://zupports.co/bullwhip-effect-causes-and-mitigations/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ความต้องการของลูกค้าในงานวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 ค่าความต้องการที่มีการกระจายตัวแบบปัวซองที่มีค่าเฉลี่ย (λ) เป็น 0.25 ชุดที่ 2

ค่าความต้องการที่มีการกระจายตัวแบบปัวซอง ($\lambda = 0.25$) ชุดที่ 2 (ซ้ำครั้งที่ 2)							
t	D_t	t	D_t	t	D_t	t	D_t
1	0	26	0	51	0	76	0
2	0	27	0	52	0	77	0
3	0	28	0	53	0	78	0
4	0	29	0	54	1	79	0
5	1	30	0	55	1	80	1
6	0	31	1	56	1	81	0
7	0	32	1	57	1	82	0
8	0	33	1	58	0	83	0
9	0	34	0	59	0	84	0
10	0	35	1	60	0	85	0
11	0	36	0	61	0	86	0
12	1	37	0	62	0	87	1
13	0	38	0	63	0	88	0
14	0	39	0	64	1	89	0
15	0	40	0	65	0	90	2
16	1	41	0	66	0	91	1
17	1	42	0	67	1	92	1
18	0	43	1	68	0	93	0
19	1	44	0	69	0	94	0
20	0	45	0	70	0	95	0
21	0	46	0	71	0	96	0
22	1	47	0	72	0	97	0
23	1	48	0	73	1	98	1
24	0	49	1	74	0	99	0
25	1	50	1	75	0	100	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.2 ค่าความต้องการที่มีการกระจายตัวแบบปัวซองที่มีค่าเฉลี่ย (λ) เป็น 0.50 ชุดที่ 2

ค่าความต้องการที่มีการกระจายตัวแบบปัวซอง ($\lambda = 0.50$) ชุดที่ 2 (ซ้ำครั้งที่ 2)							
t	D_t	t	D_t	t	D_t	t	D_t
1	1	26	0	51	1	76	1
2	0	27	1	52	0	77	0
3	0	28	1	53	0	78	0
4	1	29	0	54	1	79	0
5	2	30	0	55	1	80	1
6	0	31	1	56	0	81	1
7	0	32	1	57	0	82	1
8	0	33	0	58	1	83	0
9	0	34	1	59	1	84	1
10	0	35	0	60	0	85	0
11	0	36	0	61	0	86	0
12	0	37	0	62	0	87	0
13	1	38	0	63	0	88	0
14	2	39	0	64	1	89	1
15	0	40	0	65	1	90	0
16	0	41	0	66	1	91	0
17	1	42	1	67	0	92	0
18	0	43	1	68	1	93	1
19	0	44	0	69	0	94	0
20	2	45	0	70	1	95	0
21	0	46	1	71	0	96	1
22	1	47	0	72	0	97	0
23	0	48	2	73	0	98	1
24	2	49	0	74	0	99	1
25	1	50	1	75	2	100	2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.3 ค่าความต้องการที่มีการกระจายตัวแบบปัวซองที่มีค่าเฉลี่ย (λ) เป็น 0.75 ชุดที่ 2

ค่าความต้องการที่มีการกระจายตัวแบบปัวซอง ($\lambda = 0.75$) ชุดที่ 2 (ซ้ำครั้งที่ 2)							
t	D_t	t	D_t	t	D_t	t	D_t
1	0	26	0	51	3	76	0
2	0	27	2	52	0	77	0
3	0	28	1	53	2	78	0
4	0	29	0	54	0	79	0
5	1	30	1	55	1	80	0
6	1	31	1	56	0	81	0
7	2	32	0	57	0	82	1
8	1	33	0	58	1	83	0
9	1	34	1	59	0	84	0
10	2	35	0	60	0	85	2
11	2	36	0	61	0	86	2
12	0	37	1	62	0	87	0
13	0	38	0	63	1	88	0
14	0	39	1	64	0	89	0
15	1	40	0	65	1	90	0
16	1	41	0	66	1	91	1
17	0	42	1	67	0	92	1
18	0	43	2	68	2	93	0
19	1	44	2	69	1	94	0
20	2	45	1	70	0	95	1
21	0	46	0	71	0	96	1
22	1	47	0	72	1	97	2
23	0	48	0	73	0	98	1
24	2	49	1	74	2	99	1
25	1	50	1	75	0	100	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.4 ค่าความต้องการที่มีการกระจายตัวแบบปัวซองที่มีค่าเฉลี่ย (λ) เป็น 1.00 ชุดที่ 2

ค่าความต้องการที่มีการกระจายตัวแบบปัวซอง ($\lambda = 1.00$) ชุดที่ 2 (ซ้ำครั้งที่ 2)							
t	D_t	t	D_t	t	D_t	t	D_t
1	2	26	0	51	0	76	2
2	2	27	2	52	3	77	0
3	1	28	2	53	1	78	0
4	0	29	0	54	0	79	1
5	0	30	0	55	0	80	1
6	2	31	2	56	1	81	0
7	0	32	1	57	0	82	2
8	1	33	0	58	2	83	1
9	0	34	0	59	1	84	2
10	0	35	2	60	1	85	0
11	2	36	0	61	2	86	0
12	1	37	1	62	0	87	0
13	2	38	2	63	0	88	2
14	1	39	0	64	0	89	0
15	0	40	0	65	2	90	0
16	2	41	2	66	0	91	1
17	1	42	0	67	0	92	1
18	0	43	2	68	1	93	2
19	2	44	0	69	0	94	1
20	0	45	1	70	0	95	1
21	1	46	0	71	0	96	0
22	1	47	2	72	1	97	2
23	2	48	1	73	0	98	3
24	2	49	2	74	0	99	2
25	2	50	1	75	0	100	4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.5 ค่าความต้องการที่มีการกระจายตัวแบบปัวซองที่มีค่าเฉลี่ย (λ) เป็น 1.25 ชุดที่ 2

ค่าความต้องการที่มีการกระจายตัวแบบปัวซอง ($\lambda = 1.25$) ชุดที่ 2 (ซ้ำครั้งที่ 2)							
t	D_t	t	D_t	t	D_t	t	D_t
1	4	26	2	51	1	76	3
2	1	27	2	52	0	77	1
3	0	28	1	53	0	78	0
4	1	29	1	54	1	79	2
5	0	30	2	55	0	80	1
6	2	31	1	56	1	81	2
7	1	32	0	57	2	82	4
8	1	33	1	58	1	83	1
9	1	34	2	59	0	84	1
10	3	35	0	60	1	85	1
11	3	36	3	61	2	86	2
12	1	37	1	62	0	87	4
13	0	38	1	63	0	88	0
14	2	39	1	64	1	89	2
15	2	40	2	65	2	90	2
16	2	41	3	66	0	91	4
17	1	42	0	67	1	92	0
18	1	43	1	68	2	93	1
19	4	44	0	69	0	94	0
20	2	45	1	70	2	95	3
21	1	46	1	71	0	96	1
22	0	47	2	72	1	97	0
23	1	48	2	73	0	98	1
24	5	49	1	74	0	99	2
25	0	50	1	75	1	100	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.6 ค่าความต้องการที่มีการกระจายตัวแบบปัวซองที่มีค่าเฉลี่ย (λ) เป็น 0.25 ชุดที่ 3

ค่าความต้องการที่มีการกระจายตัวแบบปัวซอง ($\lambda = 0.25$) ชุดที่ 3 (ซ้ำครั้งที่ 3)							
t	D_t	t	D_t	t	D_t	t	D_t
1	0	26	0	51	0	76	1
2	0	27	0	52	0	77	0
3	1	28	0	53	0	78	0
4	0	29	0	54	0	79	0
5	0	30	1	55	0	80	0
6	0	31	0	56	1	81	1
7	0	32	0	57	1	82	0
8	1	33	0	58	0	83	1
9	1	34	0	59	0	84	0
10	0	35	0	60	0	85	2
11	0	36	0	61	1	86	0
12	0	37	0	62	0	87	0
13	0	38	0	63	1	88	1
14	1	39	0	64	0	89	0
15	0	40	0	65	0	90	0
16	0	41	0	66	0	91	0
17	0	42	0	67	0	92	0
18	1	43	0	68	0	93	0
19	0	44	0	69	0	94	0
20	0	45	0	70	1	95	0
21	0	46	1	71	0	96	1
22	0	47	0	72	0	97	0
23	1	48	1	73	0	98	1
24	0	49	0	74	0	99	0
25	0	50	1	75	0	100	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.7 ค่าความต้องการที่มีการกระจายตัวแบบปัวซองที่มีค่าเฉลี่ย (λ) เป็น 0.50 ชุดที่ 3

ค่าความต้องการที่มีการกระจายตัวแบบปัวซอง ($\lambda = 0.50$) ชุดที่ 3 (ซ้ำครั้งที่ 3)							
t	D_t	t	D_t	t	D_t	t	D_t
1	1	26	0	51	0	76	1
2	0	27	0	52	2	77	1
3	0	28	0	53	0	78	4
4	0	29	0	54	0	79	0
5	0	30	0	55	1	80	2
6	0	31	1	56	0	81	0
7	0	32	1	57	2	82	0
8	0	33	0	58	0	83	2
9	0	34	0	59	0	84	1
10	1	35	0	60	1	85	1
11	0	36	1	61	1	86	0
12	2	37	0	62	0	87	0
13	0	38	0	63	1	88	0
14	0	39	1	64	0	89	0
15	1	40	0	65	0	90	1
16	0	41	2	66	0	91	1
17	1	42	0	67	0	92	0
18	0	43	2	68	0	93	1
19	0	44	0	69	1	94	1
20	0	45	1	70	0	95	2
21	0	46	0	71	0	96	0
22	0	47	1	72	0	97	0
23	1	48	1	73	1	98	1
24	0	49	2	74	2	99	0
25	1	50	0	75	2	100	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.8 ค่าความต้องการที่มีการกระจายตัวแบบปัวซองที่มีค่าเฉลี่ย (λ) เป็น 0.75 ชุดที่ 3

ค่าความต้องการที่มีการกระจายตัวแบบปัวซอง ($\lambda = 0.75$) ชุดที่ 3 (ซ้ำครั้งที่ 3)							
t	D_t	t	D_t	t	D_t	t	D_t
1	0	26	1	51	1	76	0
2	0	27	1	52	0	77	1
3	0	28	0	53	0	78	1
4	0	29	1	54	1	79	0
5	1	30	1	55	1	80	0
6	0	31	1	56	0	81	0
7	2	32	0	57	0	82	2
8	0	33	0	58	3	83	1
9	0	34	0	59	1	84	0
10	0	35	0	60	3	85	1
11	2	36	0	61	0	86	0
12	0	37	0	62	1	87	0
13	0	38	2	63	0	88	1
14	0	39	2	64	1	89	0
15	0	40	1	65	1	90	1
16	0	41	0	66	0	91	1
17	0	42	0	67	0	92	1
18	1	43	3	68	0	93	1
19	1	44	0	69	1	94	0
20	0	45	0	70	1	95	0
21	2	46	2	71	0	96	0
22	2	47	0	72	0	97	0
23	0	48	2	73	0	98	2
24	0	49	3	74	1	99	0
25	0	50	0	75	0	100	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.9 ค่าความต้องการที่มีการกระจายตัวแบบปัวซองที่มีค่าเฉลี่ย (λ) เป็น 1.00 ชุดที่ 3

ค่าความต้องการที่มีการกระจายตัวแบบปัวซอง ($\lambda = 1.00$) ชุดที่ 3 (ซ้ำครั้งที่ 3)							
t	D_t	t	D_t	t	D_t	t	D_t
1	2	26	1	51	0	76	0
2	0	27	0	52	0	77	0
3	1	28	2	53	1	78	0
4	1	29	1	54	0	79	1
5	2	30	0	55	1	80	0
6	0	31	1	56	2	81	0
7	1	32	1	57	1	82	1
8	1	33	2	58	1	83	0
9	2	34	2	59	0	84	1
10	0	35	1	60	0	85	2
11	2	36	1	61	1	86	2
12	1	37	0	62	0	87	1
13	3	38	1	63	2	88	1
14	1	39	2	64	1	89	2
15	1	40	3	65	2	90	2
16	4	41	1	66	1	91	0
17	3	42	1	67	2	92	1
18	2	43	2	68	0	93	2
19	2	44	0	69	0	94	1
20	1	45	2	70	0	95	4
21	0	46	0	71	1	96	1
22	0	47	1	72	1	97	1
23	0	48	0	73	0	98	0
24	0	49	3	74	1	99	1
25	0	50	0	75	0	100	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.10 ค่าความต้องการที่มีการกระจายตัวแบบปัวซองที่มีค่าเฉลี่ย (λ) เป็น 1.25 ชุดที่ 3

ค่าความต้องการที่มีการกระจายตัวแบบปัวซอง ($\lambda = 1.25$) ชุดที่ 3 (ซ้ำครั้งที่ 3)							
t	D_t	t	D_t	t	D_t	t	D_t
1	0	26	1	51	1	76	1
2	1	27	1	52	1	77	1
3	1	28	0	53	1	78	1
4	2	29	1	54	1	79	2
5	0	30	3	55	0	80	1
6	0	31	0	56	1	81	0
7	0	32	1	57	1	82	2
8	2	33	1	58	1	83	4
9	1	34	1	59	1	84	0
10	1	35	2	60	0	85	2
11	1	36	2	61	2	86	3
12	2	37	1	62	0	87	1
13	4	38	2	63	1	88	2
14	1	39	3	64	0	89	2
15	1	40	1	65	0	90	2
16	2	41	1	66	0	91	2
17	0	42	4	67	1	92	0
18	1	43	3	68	1	93	0
19	0	44	3	69	1	94	2
20	1	45	1	70	1	95	0
21	2	46	1	71	0	96	2
22	1	47	2	72	0	97	3
23	1	48	2	73	0	98	1
24	1	49	0	74	0	99	0
25	2	50	4	75	1	100	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.11 ค่าความต้องการที่มีการกระจายตัวแบบปัวซองที่มีค่าเฉลี่ย (λ) เป็น 0.25 ชุดที่ 4

ค่าความต้องการที่มีการกระจายตัวแบบปัวซอง ($\lambda = 0.25$) ชุดที่ 4 (ซ้ำครั้งที่ 4)							
t	D_t	t	D_t	t	D_t	t	D_t
1	0	26	0	51	1	76	0
2	0	27	0	52	0	77	0
3	0	28	0	53	0	78	0
4	0	29	0	54	0	79	2
5	0	30	0	55	0	80	0
6	1	31	2	56	0	81	0
7	1	32	0	57	0	82	0
8	1	33	1	58	0	83	0
9	0	34	0	59	0	84	1
10	0	35	0	60	1	85	1
11	0	36	0	61	0	86	0
12	0	37	0	62	0	87	0
13	0	38	0	63	0	88	0
14	0	39	0	64	0	89	0
15	0	40	0	65	0	90	0
16	0	41	0	66	0	91	0
17	1	42	1	67	0	92	0
18	0	43	0	68	0	93	1
19	0	44	0	69	0	94	0
20	0	45	0	70	1	95	0
21	0	46	0	71	0	96	0
22	0	47	0	72	0	97	0
23	0	48	0	73	0	98	0
24	0	49	0	74	1	99	0
25	0	50	0	75	0	100	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.12 ค่าความต้องการที่มีการกระจายตัวแบบปัวซองที่มีค่าเฉลี่ย (λ) เป็น 0.50 ชุดที่ 4

ค่าความต้องการที่มีการกระจายตัวแบบปัวซอง ($\lambda = 0.50$) ชุดที่ 4 (ซ้ำครั้งที่ 4)							
t	D_t	t	D_t	t	D_t	t	D_t
1	1	26	1	51	0	76	0
2	0	27	0	52	0	77	2
3	0	28	0	53	0	78	1
4	0	29	1	54	1	79	0
5	1	30	0	55	1	80	2
6	0	31	0	56	0	81	0
7	0	32	0	57	1	82	1
8	0	33	0	58	1	83	1
9	1	34	0	59	1	84	0
10	2	35	1	60	1	85	0
11	0	36	0	61	0	86	0
12	0	37	0	62	3	87	0
13	1	38	0	63	0	88	1
14	1	39	0	64	0	89	0
15	1	40	1	65	0	90	0
16	1	41	1	66	1	91	0
17	1	42	0	67	0	92	1
18	0	43	0	68	1	93	0
19	0	44	1	69	1	94	0
20	0	45	1	70	1	95	0
21	1	46	1	71	2	96	1
22	2	47	0	72	0	97	1
23	0	48	0	73	1	98	0
24	1	49	1	74	0	99	0
25	1	50	0	75	0	100	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.13 ค่าความต้องการที่มีการกระจายตัวแบบปัวซองที่มีค่าเฉลี่ย (λ) เป็น 0.75 ชุดที่ 4

ค่าความต้องการที่มีการกระจายตัวแบบปัวซอง ($\lambda = 0.75$) ชุดที่ 4 (ซ้ำครั้งที่ 4)							
t	D_t	t	D_t	t	D_t	t	D_t
1	0	26	1	51	0	76	2
2	0	27	1	52	0	77	0
3	0	28	0	53	2	78	1
4	2	29	0	54	0	79	1
5	2	30	1	55	0	80	0
6	0	31	1	56	0	81	0
7	1	32	2	57	3	82	0
8	0	33	2	58	0	83	0
9	0	34	0	59	0	84	0
10	3	35	0	60	0	85	0
11	0	36	0	61	1	86	0
12	0	37	1	62	1	87	1
13	1	38	2	63	1	88	0
14	1	39	0	64	0	89	0
15	3	40	1	65	1	90	1
16	2	41	2	66	0	91	1
17	1	42	1	67	1	92	2
18	2	43	1	68	1	93	1
19	0	44	0	69	0	94	0
20	0	45	0	70	1	95	3
21	1	46	0	71	0	96	1
22	0	47	0	72	0	97	0
23	0	48	1	73	0	98	1
24	2	49	0	74	0	99	0
25	2	50	0	75	0	100	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.14 ค่าความต้องการที่มีการกระจายตัวแบบปัวซองที่มีค่าเฉลี่ย (λ) เป็น 1.00 ชุดที่ 4

ค่าความต้องการที่มีการกระจายตัวแบบปัวซอง ($\lambda = 1.00$) ชุดที่ 4 (ซ้ำครั้งที่ 4)							
t	D_t	t	D_t	t	D_t	t	D_t
1	0	26	2	51	1	76	2
2	0	27	3	52	2	77	2
3	2	28	0	53	2	78	0
4	1	29	1	54	0	79	0
5	2	30	1	55	0	80	0
6	0	31	1	56	1	81	0
7	2	32	0	57	2	82	1
8	2	33	1	58	3	83	3
9	0	34	1	59	1	84	1
10	1	35	1	60	1	85	1
11	0	36	0	61	2	86	2
12	3	37	1	62	2	87	1
13	1	38	3	63	1	88	0
14	1	39	1	64	2	89	0
15	1	40	0	65	1	90	0
16	3	41	1	66	1	91	0
17	1	42	1	67	1	92	1
18	0	43	1	68	0	93	0
19	1	44	0	69	4	94	2
20	2	45	0	70	0	95	0
21	2	46	3	71	0	96	0
22	0	47	3	72	0	97	0
23	0	48	2	73	1	98	0
24	0	49	0	74	0	99	2
25	1	50	0	75	1	100	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.15 ค่าความต้องการที่มีการกระจายตัวแบบปัวซองที่มีค่าเฉลี่ย (λ) เป็น 1.25 ชุดที่ 4

ค่าความต้องการที่มีการกระจายตัวแบบปัวซอง ($\lambda = 1.25$) ชุดที่ 4 (ซ้ำครั้งที่ 4)							
t	D_t	t	D_t	t	D_t	t	D_t
1	0	26	1	51	2	76	2
2	3	27	2	52	1	77	3
3	1	28	0	53	1	78	1
4	3	29	0	54	1	79	1
5	2	30	1	55	2	80	1
6	0	31	1	56	0	81	2
7	1	32	0	57	0	82	2
8	0	33	2	58	2	83	2
9	0	34	4	59	2	84	5
10	3	35	2	60	1	85	1
11	2	36	4	61	1	86	2
12	1	37	4	62	2	87	1
13	0	38	0	63	2	88	1
14	2	39	0	64	1	89	2
15	1	40	1	65	2	90	0
16	1	41	1	66	0	91	2
17	0	42	1	67	0	92	2
18	0	43	2	68	0	93	2
19	0	44	3	69	3	94	2
20	0	45	0	70	2	95	2
21	1	46	2	71	2	96	1
22	2	47	1	72	0	97	1
23	1	48	1	73	2	98	0
24	0	49	1	74	0	99	1
25	0	50	0	75	1	100	2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.16 ค่าความต้องการที่มีการกระจายตัวแบบปัวซองที่มีค่าเฉลี่ย (λ) เป็น 0.25 ชุดที่ 5

ค่าความต้องการที่มีการกระจายตัวแบบปัวซอง ($\lambda = 0.25$) ชุดที่ 5 (ซ้ำครั้งที่ 5)							
t	D_t	t	D_t	t	D_t	t	D_t
1	0	26	0	51	0	76	0
2	0	27	0	52	0	77	0
3	0	28	1	53	0	78	0
4	0	29	0	54	1	79	1
5	0	30	0	55	0	80	0
6	0	31	1	56	0	81	0
7	0	32	0	57	0	82	1
8	0	33	1	58	0	83	0
9	1	34	0	59	0	84	0
10	0	35	0	60	1	85	0
11	0	36	0	61	1	86	1
12	0	37	0	62	0	87	0
13	0	38	0	63	0	88	0
14	0	39	0	64	0	89	0
15	2	40	1	65	0	90	0
16	0	41	0	66	0	91	0
17	0	42	1	67	0	92	0
18	0	43	0	68	0	93	0
19	0	44	0	69	0	94	0
20	0	45	0	70	0	95	1
21	0	46	0	71	0	96	0
22	0	47	0	72	0	97	0
23	0	48	0	73	0	98	0
24	0	49	0	74	1	99	0
25	0	50	0	75	0	100	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.17 ค่าความต้องการที่มีการกระจายตัวแบบปัวซองที่มีค่าเฉลี่ย (λ) เป็น 0.50 ชุดที่ 5

ค่าความต้องการที่มีการกระจายตัวแบบปัวซอง ($\lambda = 0.50$) ชุดที่ 5 (ซ้ำครั้งที่ 5)							
t	D_t	t	D_t	t	D_t	t	D_t
1	1	26	0	51	1	76	1
2	0	27	0	52	0	77	0
3	0	28	0	53	1	78	0
4	2	29	0	54	1	79	0
5	0	30	0	55	1	80	0
6	0	31	0	56	2	81	0
7	1	32	0	57	0	82	1
8	0	33	0	58	1	83	1
9	0	34	0	59	1	84	0
10	0	35	0	60	0	85	1
11	0	36	1	61	0	86	1
12	0	37	0	62	0	87	1
13	0	38	0	63	0	88	0
14	1	39	0	64	1	89	1
15	1	40	2	65	0	90	2
16	0	41	1	66	1	91	1
17	1	42	2	67	2	92	0
18	3	43	0	68	1	93	0
19	0	44	0	69	1	94	0
20	0	45	0	70	0	95	1
21	0	46	0	71	1	96	1
22	0	47	1	72	0	97	1
23	1	48	1	73	0	98	1
24	0	49	0	74	0	99	0
25	0	50	0	75	1	100	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.18 ค่าความต้องการที่มีการกระจายตัวแบบปัวซองที่มีค่าเฉลี่ย (λ) เป็น 0.75 ชุดที่ 5

ค่าความต้องการที่มีการกระจายตัวแบบปัวซอง ($\lambda = 0.75$) ชุดที่ 5 (ซ้ำครั้งที่ 5)							
t	D_t	t	D_t	t	D_t	t	D_t
1	2	26	0	51	0	76	0
2	1	27	0	52	0	77	0
3	3	28	0	53	0	78	1
4	1	29	1	54	1	79	1
5	1	30	0	55	1	80	1
6	0	31	5	56	1	81	0
7	1	32	1	57	0	82	0
8	1	33	0	58	0	83	0
9	1	34	0	59	1	84	0
10	0	35	2	60	0	85	0
11	1	36	0	61	1	86	1
12	0	37	2	62	0	87	0
13	1	38	1	63	1	88	0
14	0	39	1	64	1	89	2
15	2	40	4	65	0	90	0
16	3	41	2	66	0	91	2
17	0	42	1	67	1	92	0
18	0	43	0	68	0	93	3
19	0	44	3	69	0	94	0
20	3	45	1	70	0	95	1
21	2	46	0	71	0	96	1
22	1	47	0	72	0	97	0
23	1	48	1	73	1	98	1
24	1	49	2	74	0	99	0
25	1	50	0	75	0	100	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.19 ค่าความต้องการที่มีการกระจายตัวแบบปัวซองที่มีค่าเฉลี่ย (λ) เป็น 1.00 ชุดที่ 5

ค่าความต้องการที่มีการกระจายตัวแบบปัวซอง ($\lambda = 1.00$) ชุดที่ 5 (ซ้ำครั้งที่ 5)							
t	D_t	t	D_t	t	D_t	t	D_t
1	1	26	2	51	2	76	0
2	2	27	0	52	1	77	2
3	0	28	0	53	1	78	0
4	1	29	1	54	1	79	2
5	1	30	0	55	2	80	1
6	1	31	1	56	1	81	0
7	1	32	0	57	2	82	2
8	1	33	2	58	1	83	3
9	0	34	2	59	1	84	1
10	2	35	1	60	2	85	0
11	1	36	1	61	2	86	3
12	1	37	4	62	0	87	3
13	1	38	0	63	0	88	1
14	1	39	0	64	0	89	0
15	2	40	2	65	1	90	2
16	1	41	0	66	6	91	2
17	0	42	1	67	0	92	3
18	0	43	1	68	1	93	1
19	0	44	0	69	2	94	0
20	1	45	1	70	2	95	0
21	2	46	0	71	0	96	1
22	0	47	0	72	0	97	0
23	0	48	1	73	1	98	0
24	2	49	2	74	0	99	2
25	2	50	1	75	1	100	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.20 ค่าความต้องการที่มีการกระจายตัวแบบปัวซองที่มีค่าเฉลี่ย (λ) เป็น 1.25 ชุดที่ 5

ค่าความต้องการที่มีการกระจายตัวแบบปัวซอง ($\lambda = 1.25$) ชุดที่ 5 (ซ้ำครั้งที่ 5)							
t	D_t	t	D_t	t	D_t	t	D_t
1	1	26	1	51	1	76	1
2	1	27	0	52	0	77	1
3	0	28	1	53	1	78	0
4	2	29	2	54	2	79	0
5	1	30	1	55	2	80	1
6	2	31	1	56	0	81	3
7	0	32	1	57	3	82	1
8	0	33	1	58	0	83	1
9	0	34	0	59	0	84	1
10	0	35	1	60	3	85	4
11	1	36	0	61	2	86	1
12	2	37	1	62	2	87	4
13	1	38	1	63	0	88	1
14	0	39	2	64	1	89	0
15	2	40	3	65	2	90	1
16	1	41	3	66	1	91	1
17	1	42	1	67	2	92	1
18	1	43	1	68	0	93	2
19	2	44	1	69	3	94	0
20	1	45	2	70	3	95	3
21	1	46	2	71	2	96	1
22	2	47	1	72	3	97	1
23	0	48	2	73	3	98	1
24	1	49	1	74	1	99	3
25	1	50	2	75	1	100	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางการจัดการการจำลองการเกิดบูลวิปเอฟเฟคด้วยวิธีการพยากรณ์แบบต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 การจัดการการจำลองการเกิดบูลวิปเอฟเฟคด้วยวิธี ES

	A	B	C	E	H	I	J	M	N	O
1	λ	0.5	Forecasting Method	L (Lead time)	1	VAR(Qt)	1.30781			
2	α	0.5	ES	Service Level	95.00%	VAR(Dt)	0.70750			
3				z	1.645	BW	1.84849			
4				STDEV of forecasting error	1.005938902	MAD	0.79217			
5						MASE	0.83476			
6										
7										
8	Time(t)	Demand(Dt)	Forecasting of Distributor (D't)	Error of Forecasting	OUT Inventory Level of Distributor (S R,t)	Order Quantity (Qt)	Actual Order Quantity (qt)	|Dt-D't|	|Dt-Dt-1|	|Dt-D't|/(SUM|Dt-Dt-1|/N-1)
9	1	2								
10	2	1	2.00000	1.00000	3.65477			1.00000		1.05376
11	3	0	1.50000	1.50000	3.15477	0.50000	0.50000	1.50000	1	1.58065
12	4	1	0.75000	-0.25000	2.40477	-0.75000	0.00000	0.25000	1	0.26344
13	5	0	0.87500	0.87500	2.52977	1.12500	1.12500	0.87500	1	0.92204
14	6	0	0.43750	0.43750	2.09227	-0.43750	0.00000	0.43750	0	0.46102
15	7	0	0.21875	0.21875	1.87352	-0.21875	0.00000	0.21875	0	0.23051
16	8	1	0.10938	-0.89063	1.76414	-0.10938	0.00000	0.89063	1	0.93851
17	9	0	0.55469	0.55469	2.20946	1.44531	1.44531	0.55469	1	0.58451
18	10	1	0.27734	-0.72266	1.93211	-0.27734	0.00000	0.72266	1	0.76151
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
98	90	1	0.78827	-0.21173	2.44304	1.21173	1.21173	0.21173	0	0.22311
99	91	0	0.89414	0.89414	2.54891	1.10586	1.10586	0.89414	1	0.94221
100	92	1	0.44707	-0.55293	2.10184	-0.44707	0.00000	0.55293	1	0.58266
101	93	0	0.72353	0.72353	2.37830	1.27647	1.27647	0.72353	1	0.76243
102	94	0	0.36177	0.36177	2.01654	-0.36177	0.00000	0.36177	0	0.38122
103	95	2	0.18088	-1.81912	1.83565	-0.18088	0.00000	1.81912	2	1.91692
104	96	1	1.09044	0.09044	2.74521	2.90956	2.90956	0.09044	1	0.09530
105	97	1	1.04522	0.04522	2.69999	0.95478	0.95478	0.04522	0	0.04765
106	98	1	1.02261	0.02261	2.67738	0.97739	0.97739	0.02261	0	0.02383
107	99	1	1.01131	0.01131	2.66607	0.98869	0.98869	0.01131	0	0.01191
108	100	0	0.00000	0.00000	1.65477	-0.01131	0.00000	0.00000	1	0.00000
109							SUM	78.42508	93	82.64149
110								SUM/N-1	0.94898	

ตารางที่ ก.2 การจัดการการจำลองการเกิดบูลวิปเอฟเฟคด้วยวิธี CR

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	K	N	O	P	Q	R	S
1	λ	0.5							Forecasting Method	L (Lead time)	1	VAR(Qt)	0.75664			
2	α	0.5							CR	Service Level	95.00%	VAR(Dt)	0.70750			
3										z	1.645	BW	1.06945			
4										STDEV of forecasting er	0.85474	MAD	0.71691			
5												MASE	0.75545			
6																
7																
8	Time(t)	Demand(Dt)			Tt	T't	Zt(Demand)	Z't	Forecasting of Distributor (D't)	Error of Forecasting	OUT Inventory Level of Manufacturer (S R,t)	Order Quantity (qt)	Actual Order Quantity (Qt)	|Dt-D't|	|Dt-Dt-1|	|Dt-D't|/(SUM|Dt-Dt-1|/N-1)
9	1	2	0	0	1		2									
10	2	1	0	0	1	1.86792	1	2.00000	1.07071	0.07071	2.47676			0.07071		0.07451
11	3	0	1	1		1.86792	0	2.00000	1.07071	1.07071	2.47676	1.00000	1.00000	1.07071	1	1.12827
12	4	1	0	0	2	1.93396	1	1.50000	0.77561	-0.22439	2.18166	-0.29510	0.00000	0.22439	1	0.23645
13	5	0	1	1		1.93396	0	1.50000	0.77561	0.77561	2.18166	1.00000	1.00000	0.77561	1	0.81731
14	6	0	1	2		1.93396	0	1.50000	0.77561	0.77561	2.18166	0.00000	0.00000	0.77561	0	0.81731
15	7	0	1	3		1.93396	0	1.50000	0.77561	0.77561	2.18166	0.00000	0.00000	0.77561	0	0.81731
16	8	1	0	0	4	2.96698	1	1.25000	0.42130	-0.57870	1.82735	-0.35431	0.00000	0.57870	1	0.60981
17	9	0	1	1		2.96698	0	1.25000	0.42130	0.42130	1.82735	1.00000	1.00000	0.42130	1	0.44395
18	10	1	0	0	2	2.48349	1	1.12500	0.45299	-0.54701	1.85904	0.03169	0.03169	0.54701	1	0.57642
	⋮							⋮		⋮		⋮		⋮		
98	90	1	0	0	1	1.32704	1	1.06678	0.80388	-0.19612	2.20993	1.11857	1.11857	0.19612	0	0.20666
99	91	0	1	1		1.32704	0	1.06678	0.80388	0.80388	2.20993	1.00000	1.00000	0.80388	1	0.84710
100	92	1	0	0	2	1.66352	1	1.03339	0.62121	-0.37879	2.02726	-0.18267	0.00000	0.37879	1	0.39916
101	93	0	1	1		1.66352	0	1.03339	0.62121	0.62121	2.02726	1.00000	1.00000	0.62121	1	0.65461
102	94	0	1	2		1.66352	0	1.03339	0.62121	0.62121	2.02726	0.00000	0.00000	0.62121	0	0.65461
103	95	2	0	0	3	2.33176	2	1.51670	0.65045	-1.34955	2.05650	0.02924	0.02924	1.34955	2	1.42211
104	96	1	0	0	1	1.66588	1	1.25835	0.75537	-0.24463	2.16142	2.10491	2.10491	0.24463	1	0.25779
105	97	1	0	0	1	1.33294	1	1.12917	0.84713	-0.15287	2.25318	1.09177	1.09177	0.15287	0	0.16109
106	98	1	0	0	1	1.16647	1	1.06459	0.91266	-0.08734	2.31871	1.06553	1.06553	0.08734	0	0.09204
107	99	1	0	0	1	1.08323	1	1.03229	0.95297	-0.04703	2.35902	1.04032	1.04032	0.04703	0	0.04956
108	100	0	1	1		1.08323	0	1.03229	0.95297	0.95297	2.35902	1.00000	1.00000	0.95297	1	1.00421
109													SUM	70.97405	93	74.78986
110														SUM/N-1	0.94898	

ตารางที่ ก.3 การจัดการการจำลองการเกิดบูลวิปเอฟเฟคด้วยวิธี SBA

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	K	N	O	P	Q	R	S
1	λ	0.5							Forecasting Method	L (Lead time)	1	VAR(Qt)	0.73838			
2	α	0.5							SBA	Service Level	95.00%	VAR(Dt)	0.70750			
3										z	1.645	BW	1.04365			
4										STDEV of forecasting er	0.839598227	MAD	0.71674			
5												MASE	0.75527			
6																
7																
8	t(time)	Demand			Tt	T't	Zt(Demand)	Z't	Forecasting of Distributor (D't)	error of forecasting	OUT inventory level of Manufacturer (S R,t)	Order quantity (Manufacturer) (qt)	Actual Order Quantity (Qt)	|Dt-D't|	|Dt-Dt-1|	|Dt-D't|/(SUM|Dt-Dt-1|/N-1)
9	1	2	0	0	1		2									
10	2	1	0	0	1	1.86792	1	2.00000	0.80303	-0.19697	2.18417			0.19697		0.20756
11	3	0	1	1		1.86792	0	2.00000	0.80303	0.80303	2.18417	1.00000	1.00000	0.80303	1	0.84620
12	4	1	0	0	2	1.93396	1	1.50000	0.58171	-0.41829	1.96285	-0.22132	0.00000	0.41829	1	0.44078
13	5	0	1	1		1.93396	0	1.50000	0.58171	0.58171	1.96285	1.00000	1.00000	0.58171	1	0.61298
14	6	0	1	2		1.93396	0	1.50000	0.58171	0.58171	1.96285	0.00000	0.00000	0.58171	0	0.61298
15	7	0	1	3		1.93396	0	1.50000	0.58171	0.58171	1.96285	0.00000	0.00000	0.58171	0	0.61298
16	8	1	0	0	4	2.96698	1	1.25000	0.31598	-0.68402	1.69712	-0.26573	0.00000	0.68402	1	0.72080
17	9	0	1	1		2.96698	0	1.25000	0.31598	0.31598	1.69712	1.00000	1.00000	0.31598	1	0.33297
18	10	1	0	0	2	2.48349	1	1.12500	0.33974	-0.66026	1.72088	0.02377	0.02377	0.66026	1	0.69575
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
98	90	1	0	0	1	1.32704	1	1.06678	0.60291	-0.39709	1.98405	1.08893	1.08893	0.39709	0	0.41844
99	91	0	1	1		1.32704	0	1.06678	0.60291	0.60291	1.98405	1.00000	1.00000	0.60291	1	0.63533
100	92	1	0	0	2	1.66352	1	1.03339	0.46591	-0.53409	1.84704	-0.13701	0.00000	0.53409	1	0.56281
101	93	0	1	1		1.66352	0	1.03339	0.46591	0.46591	1.84704	1.00000	1.00000	0.46591	1	0.49095
102	94	0	1	2		1.66352	0	1.03339	0.46591	0.46591	1.84704	0.00000	0.00000	0.46591	0	0.49095
103	95	2	0	0	3	2.33176	2	1.51670	0.48784	-1.51216	1.86898	0.02193	0.02193	1.51216	2	1.59346
104	96	1	0	0	1	1.66588	1	1.25835	0.56652	-0.43348	1.94766	2.07869	2.07869	0.43348	1	0.45678
105	97	1	0	0	1	1.33294	1	1.12917	0.63535	-0.36465	2.01649	1.06882	1.06882	0.36465	0	0.38426
106	98	1	0	0	1	1.16647	1	1.06459	0.68449	-0.31551	2.06563	1.04914	1.04914	0.31551	0	0.33247
107	99	1	0	0	1	1.08323	1	1.03229	0.71473	-0.28527	2.09587	1.03024	1.03024	0.28527	0	0.30061
108	100	0	1	1		1.08323	0	1.03229	0.71473	0.71473	2.09587	1.00000	1.00000	0.71473	1	0.75316
109													SUM	70.95714	93	74.77204
110														SUM/N-1	0.94898	

ตารางที่ ก.4 การจัดการการจำลองการเกิดบูลวิปเอฟเฟคด้วยวิธี SY

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	K	N	O	P	Q	R	S
1	λ	0.5							Forecasting Method	L (Lead time)	1	VAR(Qt)	0.76401			
2	α	0.5							SY	Service Level	95.00%	VAR(Dt)	0.70750			
3										z	1.645	BW	1.07987			
4										STDEV of forecasting er	0.85888	MAD	0.71549			
5												MASE	0.75396			
6																
7																
8	Time(t)	Demand(Dt)			Tt	T't	Zt(Demand)	Z't	Forecasting of Distributor (D't)	Error of Forecasting	OUT Inventory Level of Distributor (S R,t)	Order Quantity (qt)	Actual Order Quantity (Qt)	|Dt-D't|	|Dt-Dt-1|	|Dt-D't|/(SUM|Dt-Dt-1|/N-1)
9	1	2	0	0	1		2									
10	2	1	0	0	1	1.86792	1	2	0.92711	-0.07289	2.33998			0.07289		0.07680
11	3	0	1	1		1.86792	0	2	0.92711	0.92711	2.33998	1.00000	1.00000	0.92711	1	0.97696
12	4	1	0	0	2	1.93396	1	1.5	0.66807	-0.33193	2.08093	-0.25905	0.00000	0.33193	1	0.34978
13	5	0	1	1		1.93396	0	1.5	0.66807	0.66807	2.08093	1.00000	1.00000	0.66807	1	0.70398
14	6	0	1	2		1.93396	0	1.5	0.66807	0.66807	2.08093	0.00000	0.00000	0.66807	0	0.70398
15	7	0	1	3		1.93396	0	1.5	0.66807	0.66807	2.08093	0.00000	0.00000	0.66807	0	0.70398
16	8	1	0	0	4	2.96698	1	1.25	0.34505	-0.65495	1.75792	-0.32302	0.00000	0.65495	1	0.69016
17	9	0	1	1		2.96698	0	1.25	0.34505	0.34505	1.75792	1.00000	1.00000	0.34505	1	0.36360
18	10	1	0	0	2	2.48349	1	1.125	0.37777	-0.62223	1.79064	0.03272	0.03272	0.62223	1	0.65568
⋮																
98	90	1	0	0	1	1.32704	1	1.06678	0.74286	-0.25714	2.15572	1.13735	1.13735	0.25714	0	0.27097
99	91	0	1	1		1.32704	0	1.06678	0.74286	0.74286	2.15572	1.00000	1.00000	0.74286	1	0.78280
100	92	1	0	0	2	1.66352	1	1.03339	0.54831	-0.45169	1.96117	-0.19455	0.00000	0.45169	1	0.47598
101	93	0	1	1		1.66352	0	1.03339	0.54831	0.54831	1.96117	1.00000	1.00000	0.54831	1	0.57779
102	94	0	1	2		1.66352	0	1.03339	0.54831	0.54831	1.96117	0.00000	0.00000	0.54831	0	0.57779
103	95	2	0	0	3	2.33176	2	1.5167	0.54642	-1.45358	1.95929	-0.00188	0.00000	1.45358	2	1.53173
104	96	1	0	0	1	1.66588	1	1.25835	0.66655	-0.33345	2.07942	2.12013	2.12013	0.33345	1	0.35137
105	97	1	0	0	1	1.33294	1	1.12917	0.78202	-0.21798	2.19488	1.11547	1.11547	0.21798	0	0.22970
106	98	1	0	0	1	1.16647	1	1.06459	0.87121	-0.12879	2.28408	1.08919	1.08919	0.12879	0	0.13571
107	99	1	0	0	1	1.08323	1	1.03229	0.92917	-0.07083	2.34204	1.05796	1.05796	0.07083	0	0.07463
108	100	0	1	1		1.08323	0	1.03229	0.92917	0.92917	2.34204	1.00000	1.00000	0.92917	1	0.97913
109													SUM	70.83374	93	74.64201
110														SUM/N-1	0.94898	

ภาคผนวก ค

ใบแบ่งภาระงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบแบ่งภาระงาน

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตารางแบ่งภาระหน้าที่ของคณะผู้จัดทำปริญญานิพนธ์เรื่อง ผลกระทบของวิธีการพยากรณ์ต่อบูลวิปเอฟเฟคในโซ่อุปทานภายใต้ความต้องการแบบเป็นครั้งคราว ตั้งแต่เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2566 ถึงเดือน มีนาคม พ.ศ. 2567 แสดงดังตาราง

งาน	ผู้รับมอบหมาย
จัดทำรายงาน	นายจันทราภา ภู่วารี นางสาวณัฐนันท์ วิวัฒน์ยุวะถาวร นางสาววรางคณา ชูชาติ นายสิธิกร เรืองจันทร์
ศึกษา ค้นคว้า และรวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	นายจันทราภา ภู่วารี นางสาวณัฐนันท์ วิวัฒน์ยุวะถาวร นางสาววรางคณา ชูชาติ นายสิธิกร เรืองจันทร์
การออกแบบและวิเคราะห์การทดลอง	นายจันทราภา ภู่วารี นางสาวณัฐนันท์ วิวัฒน์ยุวะถาวร นางสาววรางคณา ชูชาติ นายสิธิกร เรืองจันทร์

ลงชื่อ.....จันทราภา ภู่วารี.....ผู้รับมอบหมาย

(.....นายจันทราภา ภู่วารี.....)

ลงชื่อ.....ณัฐนันท์ วิวัฒน์ยุวะถาวร.....ผู้รับมอบหมาย

(.....น.ส. ณัฐนันท์ วิวัฒน์ยุวะถาวร.....)

ลงชื่อ.....วรางคณา ชูชาติ.....ผู้รับมอบหมาย

(.....นางสาววรางคณา ชูชาติ.....)

ลงชื่อ.....สิธิกร เรืองจันทร์.....ผู้รับมอบหมาย

(.....นายสิธิกร เรืองจันทร์.....)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้