

ผลกระทบของค่าความคลาดเคลื่อน
จากการพยากรณ์ความต้องการสินค้าต่อค่าบูลวิปเอฟเฟคในโซ่อุปทาน
แบบสามระดับด้วยการแลกเปลี่ยนและไม่แลกเปลี่ยนข้อมูล
IMPACT OF DEMAND FORECASTING ERRORS
ON BULLWHIP EFFECT IN THREE-STAGE SUPPLY CHAIN
WITH AND WITHOUT INFORMATION SHARING

นางสาวณิชภัทร เอี่ยมศิรินพกุล

MS. NICHAPHAT IAMSIRINOPHAKUL

นางสาวพัชรภา ยางศรี

MS. PHATCHARAPA YANGSRI

นางสาวสุชาดา สาลิ่ง

MS. SUCHADA SALING

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมออกแบบการผลิตและวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IMPACT OF DEMAND FORECASTING ERRORS
ON BULLWHIP EFFECT IN THREE-STAGE SUPPLY CHAIN
WITH AND WITHOUT INFORMATION SHARING

MS. NICHAPHAT IAMSIRINOPHAKUL

MS. PHATCHARAPA YANGSRI

MS. SUCHADA SALING

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN
PRODUCTION DESIGN AND MATERIALS ENGINEERING
SCHOOL OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2021

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองปริญญาานิพนธ์

หัวข้อปริญญาานิพนธ์

ผลกระทบของค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์
ความต้องการสินค้าต่อค่าบูลวิปเอฟเฟคในโซ่อุปทาน
แบบสามระดับด้วยการแลกเปลี่ยนและไม่แลกเปลี่ยนข้อมูล
IMPACT OF DEMAND FORECASTING ERRORS
ON BULLWHIP EFFECT IN THREE-STAGE SUPPLY CHAIN
WITH AND WITHOUT INFORMATION SHARING

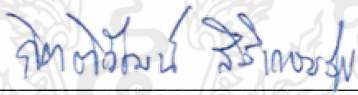
นักศึกษา

นางสาวณิชาภัทร เอี่ยมศิรินพกุล	รหัสประจำตัว	61010369
นางสาวพัชรภา ยางศรี	รหัสประจำตัว	61010717
นางสาวสุชาดา สาสิง	รหัสประจำตัว	61011125

หลักสูตร

วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมออกแบบการผลิตและวัสดุ

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญาานิพนธ์


(ผศ.ดร.กิตติวัฒน์ สิริเกษมสุข)

หัวข้อปริญญานิพนธ์

ผลกระทบของค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์
ความต้องการสินค้าต่อค่าบูลิปีเอฟเฟคในโซ่อุปทาน
แบบสามระดับด้วยการแลกเปลี่ยนและไม่แลกเปลี่ยนข้อมูล

นักศึกษา

นางสาวณิชาภัทร เอี่ยมศิรินพกุล

นางสาวพัชรภา ยางศรี

นางสาวสุชาดา สาสิง

หลักสูตร

วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมออกแบบการผลิตและวัสดุ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา

2564

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์

ผศ.ดร.กิตติวัฒน์ สิริเกษมสุข

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาผลกระทบการใช้วิธีการพยากรณ์ที่แตกต่างกัน รวมถึงเหมือนกันของผู้ผลิตและผู้ค้าปลีกในห่วงโซ่อุปทานเดียวกันต่อค่าบูลิปีเอฟเฟค นั่นคือ การแลกเปลี่ยนกับการไม่แลกเปลี่ยนข้อมูลวิธีการพยากรณ์ซึ่งกันและกัน นอกจากนี้ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของค่าบูลิปีเอฟเฟคและผลรวมของดัชนีวัดความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ งานวิจัยฉบับนี้พิจารณาวิธีการพยากรณ์สองแบบ คือ แบบถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่และแบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล พฤติกรรมของบูลิปีเอฟเฟคสามารถถูกแสดงผ่านการใช้วิธีการจำลองสถานการณ์ หากผู้ค้าปลีกใช้จำนวนข้อมูลในอดีตเป็นค่าคงที่หนึ่งในการพยากรณ์ความต้องการสินค้าแบบถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่ แนะนำให้ผู้ผลิตควรใช้จำนวนข้อมูลในอดีตมากกว่าผู้ค้าปลีก หรือหากผู้ค้าปลีกใช้ค่าคงที่การปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลเป็นค่าหนึ่งในการพยากรณ์ความต้องการสินค้าแบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล แนะนำให้ผู้ผลิตควรใช้ค่าคงที่การปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลน้อยกว่าผู้ค้าปลีก นอกจากนี้งานวิจัยฉบับนี้แสดงให้เห็นว่า แม้ค่าบูลิปีเอฟเฟคจะน้อยลง แต่ค่าความคลาดเคลื่อนอาจมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นได้

Thesis Title Impact of Demand Forecasting Errors
on Bullwhip Effect in Three-Stage Supply Chain
with and without Information Sharing
Ms. Nichaphat Iamsirinophakul
Ms. Phatcharapa Yangsri
Ms. Suchada Saling

Degree Bachelor of Engineering in
Production Design and Materials Engineering
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

Academic Year 2021

Thesis Advisor Asst.Prof.Dr. Kittiwat Sirikasemsuk

ABSTRACT

This research examines the impact of different and identical forecasting methods of a manufacturer and a retailer on the bullwhip effect in the same supply chain. The effect of information sharing of forecasting with each other on the bullwhip effect is implicitly examined. Besides, the relationship between the bullwhip effect and the sum of forecast error indexes is studied. In this research, there are the following two forecasting methods: moving average and exponential smoothing methods. The bullwhip effect behavior can be shown via the simulation approach. If the retailer uses a constant parameter of the moving averages of demand forecasts, the manufacturer should use higher value of the moving-average parameter. Alternatively, if the retailer uses the exponential smoothing constant as one value, the manufacturer should use lower value of the exponential smoothing constant. In this research, it is shown that if the bullwhip effect reduces, the forecast errors may increase.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ เรื่อง ผลกระทบของค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ความต้องการสินค้าต่อค่าบุลวิเปอฟเฟคในโซ่อุปทานแบบสามระดับด้วยการแลกเปลี่ยนและไม่แลกเปลี่ยนข้อมูล เป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมออกแบบการผลิตและวัสดุ ผู้จัดทำขอขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องที่ได้กรุณาเสียสละเวลาให้ความรู้ คำแนะนำ และข้อเสนอแนะ ตลอดจนตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อปริญญานิพนธ์ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างดี จนทำให้ปริญญานิพนธ์สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ทางคณะผู้จัดทำจึงขอขอบพระคุณอาจารย์และบุคลากร ดังนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร.กิตติวัฒน์ สิริเกษมสุข อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์เป็นอย่างสูง ที่ให้คำปรึกษา ความรู้ คำแนะนำ ข้อคิดเห็น ตลอดจนตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ เพื่อให้ปริญญานิพนธ์สำเร็จอย่างสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.ทศพล เกียรติเจริญผล เป็นอย่างสูง สำหรับคำแนะนำ และข้อเสนอแนะเกี่ยวกับข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อปริญญานิพนธ์ รวมถึงอาจารย์และเจ้าหน้าที่ภาควิชาอุตสาหกรรมทุกท่าน สำหรับคำแนะนำที่มีประโยชน์และความช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ จนคณะผู้จัดทำสามารถดำเนินงานวิจัยสำเร็จเรียบร้อยสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัว ที่ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจมาโดยตลอด รวมถึงเพื่อน ๆ พี่ ๆ และทุกท่านมีส่วนเกี่ยวข้องในความสำเร็จของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้

และสุดท้ายขอขอบคุณศิลปิน เสียงเพลง ศิลปะ และธรรมชาติ ที่ช่วยให้คณะผู้จัดทำผ่อนคลายและมีกำลังใจ ทางคณะผู้จัดทำหวังว่าปริญญานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์นี้จะเป็นประโยชน์แก่ผู้ที่สนใจ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการศึกษาเพิ่มเติมต่อไป

นางสาวณิชาภัทร เอี่ยมศิรินพกุล

นางสาวพัชราภา ยางศรี

นางสาวสุชาดา สาลิง

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูป.....	ญ

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	3
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
1.4 คำถามของการวิจัย	4
1.5 ขอบเขตการวิจัย	4
1.6 กรอบการดำเนินงานวิจัย	5
1.7 แผนการดำเนินงานวิจัย.....	9
1.8 สัญลักษณ์ที่ใช้ในงานวิจัยนี้	10

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ห่วงโซ่อุปทาน (Supply Chain)	13
2.2 บูลวิปเอฟเฟค (Bullwhip Effect)	14
2.3 นโยบายการจัดการสินค้าคงคลังแบบการสั่งซื้อที่เหมาะสม	15
2.4 ตัวแบบออเทอร์เกรสชันอันดับที่หนึ่ง (AR(1))	16
2.5 วิธีการพยากรณ์แบบถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่ (MA).....	16
2.6 วิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล (ES)	17
2.7 ดัชนีวัดความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์.....	17
2.7.1 ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE)	18
2.7.2 ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAD).....	18
2.7.3 ค่าเฉลี่ยสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MASE).....	18
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	18

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 โครงสร้างห่วงโซ่อุปทานของงานวิจัย.....	27
3.2 การออกแบบการทดลอง	31
3.2.1 ตารางการเก็บค่าบูลิปีเอฟเฟกต์ที่ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ (MA)	31
3.2.2 ตารางการเก็บค่าบูลิปีเอฟเฟกต์ที่ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล (ES)	32
3.2.3 ตารางการเก็บค่าบูลิปีเอฟเฟกต์ที่ผู้ค้าปลีกใช้วิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ (MA) และผู้ผลิตใช้วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล (ES)	34
3.2.4 ตารางการเก็บค่าบูลิปีเอฟเฟกต์ที่ผู้ค้าปลีกใช้วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล (ES) และผู้ผลิตใช้วิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ (MA)	35
3.2.5 ตารางการเก็บค่าบูลิปีเอฟเฟกต์และดัชนีวัดความคลาดเคลื่อน	37
3.3 วิธีการสร้างแบบจำลอง	46
3.4 เงื่อนไขการสร้างแบบจำลอง	47
3.5 ขั้นตอนการจำลองโมเดลแบบ 3 ระดับ.....	47
3.6 ตัวอย่างการสร้างแบบจำลอง	48
3.6.1 สร้างรูปแบบความต้องการของลูกค้าให้เป็นไปตามตัวแบบออเทอริเกรสชันอันดับที่หนึ่ง (AR(1)).....	48
3.6.2 พยากรณ์ความต้องการของลูกค้าสำหรับผู้ค้าปลีก ($F_{R,t}$).....	50
3.6.3 หาระดับสินค้าคงคลังสูงสุดสำหรับผู้ค้าปลีก ($S_{R,t}$)	53
3.6.4 หาปริมาณคำสั่งซื้อสินค้าสำหรับผู้ค้าปลีก (q_t)	55
3.6.5 พยากรณ์ความต้องการของลูกค้าสำหรับผู้ผลิต ($F_{M,t}$).....	57
3.6.6 หาระดับสินค้าคงคลังสูงสุดสำหรับผู้ผลิต ($S_{M,t}$).....	60
3.6.7 หาปริมาณคำสั่งซื้อสินค้าสำหรับผู้ผลิต (O_t)	62
3.6.8 คำนวณค่าบูลิปีเอฟเฟกต์ของห่วงโซ่อุปทาน 2 ระดับ และ 3 ระดับ.....	64
3.6.9 คำนวณค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์	68
3.7 การทวนสอบโมเดล	75
3.7.1 การทวนสอบ	75
3.7.2 การยืนยันความถูกต้อง	86

สารบัญ

หน้า

3.8 การวิเคราะห์ผลเบื้องต้นของการจำลองเบื้องต้น	92
3.8.1 พฤติกรรมของค่าบูลิปีเอฟเฟคในห่วงโซ่อุปทานสำหรับการพยากรณ์แบบถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่ (กรณีที่ 1)	93
3.8.2 พฤติกรรมของค่าบูลิปีเอฟเฟคในห่วงโซ่อุปทานสำหรับการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล (กรณีที่ 2)	97
3.8.3 พฤติกรรมของค่าบูลิปีเอฟเฟคและค่าความคลาดเคลื่อนเมื่อผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีการพยากรณ์แบบถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่ (กรณีที่ 1)	100
3.8.4 พฤติกรรมของค่าบูลิปีเอฟเฟคและค่าความคลาดเคลื่อนเมื่อผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล (กรณีที่ 2)	104
3.8.5 ส่วนขยายคำอธิบายเพิ่มเติม	108
บทที่ 4 การวิเคราะห์พฤติกรรมบูลิปีเอฟเฟคในห่วงโซ่อุปทาน 3 ระดับ	
4.1 การวิเคราะห์พฤติกรรมบูลิปีเอฟเฟคและค่าความคลาดเคลื่อนสำหรับกรณีที่ 1	109
4.1.1 ผลกระทบของพารามิเตอร์ของวิธีการพยากรณ์แบบถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่ต่อค่าบูลิปีเอฟเฟคภายใต้ห่วงโซ่อุปทาน 3 ระดับ กรณี $p_R \neq p_M$	109
4.1.2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าบูลิปีเอฟเฟคและค่าความคลาดเคลื่อน เมื่อผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีการพยากรณ์แบบถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่ กรณี $p_R \neq p_M$	121
4.2 การวิเคราะห์พฤติกรรมบูลิปีเอฟเฟคและค่าความคลาดเคลื่อนสำหรับกรณีที่ 2	125
4.2.1 ผลกระทบของพารามิเตอร์ของวิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลต่อค่าบูลิปีเอฟเฟคภายใต้ห่วงโซ่อุปทาน 3 ระดับ กรณี $\alpha_R \neq \alpha_M$	125
4.2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าบูลิปีเอฟเฟคและค่าความคลาดเคลื่อน เมื่อผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล กรณี $\alpha_R \neq \alpha_M$	130
4.3 การวิเคราะห์พฤติกรรมบูลิปีเอฟเฟคสำหรับกรณีที่ 3 และ 4	134
4.3.1 พฤติกรรมของบูลิปีเอฟเฟคสำหรับกรณีที่ 3 และ 4	141
4.3.2 การเปรียบเทียบพฤติกรรมบูลิปีเอฟเฟคสำหรับกรณีที่ 3 และ 4	141
4.4 การเปรียบเทียบค่าบูลิปีเอฟเฟคทั้ง 4 กรณี	146

สารบัญ

	หน้า
4.5 การเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนทั้ง 4 กรณี.....	152
4.5.1 ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Mean Square Error)	152
4.5.2 ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Mean Absolute Deviation)	158
4.5.3 ค่าเฉลี่ยสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Mean Absolute Scaled Error)	164
บทที่ 5สรุปผลและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลที่เกี่ยวกับพารามิเตอร์ p ต่อค่าบูลิปีเอฟเฟค.....	172
5.2 สรุปผลที่เกี่ยวกับพารามิเตอร์ α ต่อค่าบูลิปีเอฟเฟค.....	173
5.3 สรุปผลที่เกี่ยวกับการใช้วิธีการพยากรณ์ที่แตกต่างกันและเหมือนกันในห่วงโซ่อุปทาน.....	175
5.3.1 มุมมองของบูลิปีเอฟเฟค	175
5.3.2 มุมมองของผลรวมดัชนีวัดความคลาดเคลื่อน	175
5.4 ความสัมพันธ์ของค่าบูลิปีเอฟเฟคกับผลรวมของดัชนีวัดความคลาดเคลื่อน	175
5.5 ข้อเสนอแนะของงานวิจัย	176
เอกสารอ้างอิง	177
ภาคผนวก	180
ภาคผนวก ก การจำลองความต้องการสินค้าในห่วงโซ่อุปทานแบบ 2 และ 3 ระดับ	181
ภาคผนวก ข ตารางและกราฟของค่าบูลิปีเอฟเฟคและผลรวมดัชนีวัดความคลาดเคลื่อน ของห่วงโซ่อุปทานแบบ 3 ระดับในกรณีที่ 1	188
ภาคผนวก ค ตารางและกราฟของค่าบูลิปีเอฟเฟคและผลรวมดัชนีวัดความคลาดเคลื่อน ของห่วงโซ่อุปทานแบบ 3 ระดับในกรณีที่ 2	201
ภาคผนวก ง ตารางและกราฟของค่าบูลิปีเอฟเฟคและผลรวมดัชนีวัดความคลาดเคลื่อน ของห่วงโซ่อุปทานแบบ 3 ระดับในกรณีที่ 3	208
ภาคผนวก จ ตารางและกราฟของค่าบูลิปีเอฟเฟคและผลรวมดัชนีวัดความคลาดเคลื่อน ของห่วงโซ่อุปทานแบบ 3 ระดับในกรณีที่ 4	221

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย	9
ตารางที่ 1.2 สัญลักษณ์ทั่วไปที่ใช้ในงานวิจัย	10
ตารางที่ 1.3 สัญลักษณ์สำหรับใช้ในห่วงโซ่อุปทาน 3 ระดับในงานวิจัยนี้	11
ตารางที่ 2.1 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับบุลวิปเอฟเฟค	23
ตารางที่ 2.2 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการแลกเปลี่ยนข้อมูล (Information Sharing)	26
ตารางที่ 3.1 การเก็บข้อมูลกรณีจากผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีถั่วเฉลี่ยเคลื่อนที่	31
ตารางที่ 3.2 การเก็บข้อมูลกรณีจากผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้ปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล	33
ตารางที่ 3.3 การเก็บข้อมูลกรณีจากผู้ค้าปลีกใช้วิธีถั่วเฉลี่ยเคลื่อนที่ และผู้ผลิตใช้วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล	34
ตารางที่ 3.4 การเก็บข้อมูลกรณีจากผู้ค้าปลีกใช้วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล และผู้ผลิตใช้วิธีถั่วเฉลี่ยเคลื่อนที่	36
ตารางที่ 3.5 การเก็บค่าบุลวิปเอฟเฟคและดัชนีวัดความคลาดเคลื่อนกรณีที่ 1 ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีถั่วเฉลี่ยเคลื่อนที่ ($p_R = p_M = p$)	38
ตารางที่ 3.6 การเก็บค่าบุลวิปเอฟเฟคและดัชนีวัดความคลาดเคลื่อนกรณีที่ 2 ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้การพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล ($\alpha_R = \alpha_M = \alpha$)	39
ตารางที่ 3.7 การเก็บค่าบุลวิปเอฟเฟคและดัชนีวัดความคลาดเคลื่อนกรณีจากผู้ค้าปลีกและผู้ผลิต ใช้วิธีถั่วเฉลี่ยเคลื่อนที่	40
ตารางที่ 3.8 ตารางเก็บค่าบุลวิปเอฟเฟคกรณีจากผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีถั่วเฉลี่ยเคลื่อนที่ เมื่อ $\emptyset = 0.7$	67
ตารางที่ 3.9 ตารางเก็บค่าบุลวิปเอฟเฟคกรณีจากผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล เมื่อ $\emptyset = 0.7$	68
ตารางที่ 3.10 ตัวชี้วัดและสถานะของตัวชี้วัดเมื่อกลไกของโมเดลมีความเป็นปกติ	75
ตารางที่ 3.11 ความต้องการของลูกค้าในช่วงเวลา t ที่กำหนดขึ้น	76
ตารางที่ 3.12 ค่าบุลวิปเอฟเฟคจากงานวิจัย Chen et al. (2000) และงานวิจัยนี้ ด้วยวิธีพยากรณ์แบบถั่วเฉลี่ยเคลื่อนที่	88
ตารางที่ 3.13 ค่าบุลวิปเอฟเฟคจากงานวิจัย Chen et al. (2000) และจากงานวิจัยนี้ ด้วยวิธีพยากรณ์ปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล	90
ตารางที่ 3.14 ค่าบุลวิปเอฟเฟคของกรณีที่ 1 ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีการพยากรณ์ แบบถั่วเฉลี่ยเคลื่อนที่ เมื่อ $p_R = p_M = p$	93

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 3.15 ค่าบูลิวิเอฟเฟคของกรณีที่ 2 ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีการพยากรณ์	
แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล เมื่อ $\alpha_R = \alpha_M = \alpha$	97
ตารางที่ 3.16 ค่าบูลิวิเอฟเฟคและค่าความคลาดเคลื่อนกรณีผู้ 1 เมื่อ $p_R = p_M = p$	101
ตารางที่ 3.17 ค่าบูลิวิเอฟเฟคและค่าความคลาดเคลื่อนกรณีผู้ 2 เมื่อ $\alpha_R = \alpha_M = \alpha$	105
ตารางที่ 4.1 ค่าบูลิวิเอฟเฟคของกรณีที่ 1 ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีการพยากรณ์	
แบบถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่	110
ตารางที่ 4.2 เกณฑ์การวิเคราะห์พฤติกรรมของค่าบูลิวิเอฟเฟคกรณีผู้ค้าปลีกและผู้ผลิต	
ใช้วิธีการพยากรณ์แบบถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่	112
ตารางที่ 4.3 ค่าบูลิวิเอฟเฟคและค่าความคลาดเคลื่อนของกรณีผู้ 1 ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิต	
ใช้วิธีการพยากรณ์แบบ MA เมื่อ $p_R = 7$	122
ตารางที่ 4.4 ค่าบูลิวิเอฟเฟคกรณีผู้ 2 ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีการพยากรณ์	
แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล	125
ตารางที่ 4.5 เกณฑ์การวิเคราะห์พฤติกรรมของค่าบูลิวิเอฟเฟคกรณีผู้ค้าปลีกและผู้ผลิต	
ใช้วิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล	128
ตารางที่ 4.6 ค่าบูลิวิเอฟเฟคและค่าความคลาดเคลื่อนของกรณีผู้ 2 ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิต	
ใช้วิธีการพยากรณ์แบบ ES เมื่อ $\alpha_R = 0.2$	131
ตารางที่ 4.7 ค่าบูลิวิเอฟเฟคกรณีผู้ 3 ผู้ค้าปลีกใช้วิธีถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่	
แต่ผู้ผลิตใช้วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล (p_R, α_M)	135
ตารางที่ 4.8 ค่าบูลิวิเอฟเฟคกรณีผู้ 4 ผู้ค้าปลีกใช้วิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล	
แต่ผู้ผลิตใช้วิธีการพยากรณ์แบบถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่ (α_R, p_M)	138
ตารางที่ 4.9 เกณฑ์การวิเคราะห์พฤติกรรมของค่าบูลิวิเอฟเฟคกรณีผู้ 3 และ 4	141
ตารางที่ 4.10 การเปรียบเทียบค่าบูลิวิเอฟเฟคทั้ง 4 กรณี	148
ตารางที่ 4.11 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองทั้ง 4 กรณี	154
ตารางที่ 4.12 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ทั้ง 4 กรณี	160
ตารางที่ 4.13 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ทั้ง 4 กรณี	166
ตารางที่ 5.1 สรุปการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ p และ α ต่อพฤติกรรมบูลิวิเอฟเฟค	174

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 1.1 ปรัชญาการณํบุลวิปเอฟเฟค	2
รูปที่ 1.2 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย	5
รูปที่ 1.3 กรอบงานวิจัย	6
รูปที่ 2.1 ชนิดของห่วงโซ่อุปทาน	14
รูปที่ 3.1 โครงสร้างห่วงโซ่อุปทาน 3 ระดับในงานวิจัยนี้	28
รูปที่ 3.2 โครงสร้างห่วงโซ่อุปทานเมื่อทุกองค์กรใช้วิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่เหมือนกัน (กรณี ที่ 1)	28
รูปที่ 3.3 โครงสร้างห่วงโซ่อุปทานเมื่อทุกองค์กรใช้วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลเหมือนกัน (กรณี ที่ 2)	29
รูปที่ 3.4 โครงสร้างห่วงโซ่อุปทานเมื่อองค์กรใช้วิธีพยากรณ์ต่างกัน (กรณี ที่ 3)	29
รูปที่ 3.5 โครงสร้างห่วงโซ่อุปทานเมื่อองค์กรใช้วิธีพยากรณ์ต่างกัน (กรณี ที่ 4)	30
รูปที่ 3.6 ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองอย่างง่าย	46
รูปที่ 3.7 การสร้างรูปแบบความต้องการของลูกค้าตามตัวแบบออเทอรีเกรสชันอันดับที่หนึ่ง (AR(1))	49
รูปที่ 3.8 ค่าการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าแบบ MA สำหรับผู้ค้าปลีก ($F_{R,t}$)	51
รูปที่ 3.9 ค่าการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าแบบ ES สำหรับผู้ค้าปลีก ($F_{R,t}$)	52
รูปที่ 3.10 ค่าระดับสินค้าคงคลังสูงสุดสำหรับผู้ค้าปลีก ($S_{R,t}$) ภายใต้วิธีการพยากรณ์แบบ MA	54
รูปที่ 3.11 ค่าระดับสินค้าคงคลังสูงสุดสำหรับผู้ค้าปลีก ($S_{R,t}$) ภายใต้วิธีการพยากรณ์แบบ ES	54
รูปที่ 3.12 ค่าปริมาณคำสั่งซื้อสินค้าสำหรับผู้ค้าปลีก (q_t) ภายใต้วิธีการพยากรณ์แบบ MA	56
รูปที่ 3.13 ค่าปริมาณคำสั่งซื้อสินค้าสำหรับผู้ค้าปลีก (q_t) ภายใต้วิธีการพยากรณ์แบบ ES	56
รูปที่ 3.14 ค่าการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าแบบ MA สำหรับผู้ผลิต ($F_{M,t}$)	58
รูปที่ 3.15 ค่าการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าแบบ ES สำหรับผู้ผลิต ($F_{M,t}$)	59
รูปที่ 3.16 ค่าระดับสินค้าคงคลังสูงสุดสำหรับผู้ผลิต ($S_{M,t}$) ภายใต้วิธีการพยากรณ์แบบ MA	61
รูปที่ 3.17 ค่าระดับสินค้าคงคลังสูงสุดสำหรับผู้ผลิต ($S_{M,t}$) ภายใต้วิธีการพยากรณ์แบบ ES	61
รูปที่ 3.18 ค่าปริมาณคำสั่งซื้อสินค้าสำหรับผู้ผลิต (O_t) ภายใต้วิธีการพยากรณ์แบบ MA	63
รูปที่ 3.19 ค่าปริมาณคำสั่งซื้อสินค้าสำหรับผู้ผลิต (O_t) ภายใต้วิธีการพยากรณ์แบบ ES	63
รูปที่ 3.20 ค่าบุลวิปเอฟเฟคของห่วงโซ่อุปทาน 2 ระดับ ภายใต้วิธีการพยากรณ์แบบ MA	65
รูปที่ 3.21 ค่าบุลวิปเอฟเฟคของห่วงโซ่อุปทาน 2 ระดับ ภายใต้วิธีการพยากรณ์แบบ ES	65
รูปที่ 3.22 ค่าบุลวิปเอฟเฟคของห่วงโซ่อุปทาน 3 ระดับ ภายใต้วิธีการพยากรณ์แบบ MA	66
รูปที่ 3.23 ค่าบุลวิปเอฟเฟคของห่วงโซ่อุปทาน 3 ระดับ ภายใต้วิธีการพยากรณ์แบบ ES	67
รูปที่ 3.24 ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) ภายใต้วิธีการพยากรณ์แบบ MA	70

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 3.25 ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) ภายใต้วิธีการพยากรณ์แบบ ES	70
รูปที่ 3.26 ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAD) ภายใต้วิธีการพยากรณ์แบบ MA	72
รูปที่ 3.27 ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAD) ภายใต้วิธีการพยากรณ์แบบ ES.....	72
รูปที่ 3.28 ค่าเฉลี่ยสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MASE) ภายใต้วิธีการพยากรณ์แบบ MA	74
รูปที่ 3.29 ค่าเฉลี่ยสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MASE) ภายใต้วิธีการพยากรณ์แบบ ES.....	74
รูปที่ 3.30 การทวนสอบโมเดล เมื่อใช้วิธีการพยากรณ์แบบถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่ โดยที่ $D_0 = 2$	77
รูปที่ 3.31 การทวนสอบโมเดล เมื่อใช้วิธีการพยากรณ์แบบถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่ โดยที่ $D_0 = 250000$	77
รูปที่ 3.32 การทวนสอบโมเดล เมื่อใช้วิธีการพยากรณ์แบบถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่ โดยที่ $D_{250} = 2$	78
รูปที่ 3.33 การทวนสอบโมเดล เมื่อใช้วิธีการพยากรณ์แบบถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่ โดยที่ $D_{250} = 500000$	79
รูปที่ 3.34 การทวนสอบโมเดล เมื่อใช้วิธีการพยากรณ์แบบถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่ โดยที่ $D_{360} = 10$ และ $D_{361} = 29$	80
รูปที่ 3.35 การทวนสอบโมเดล เมื่อใช้วิธีการพยากรณ์แบบถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่ โดยที่ $D_{360} = 1000000$ และ $D_{361} = 300000$	80
รูปที่ 3.36 การทวนสอบโมเดล เมื่อใช้วิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล โดยที่ $D_0 = 2$	82
รูปที่ 3.37 การทวนสอบโมเดล เมื่อใช้วิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล โดยที่ $D_0 = 250000$	82
รูปที่ 3.38 การทวนสอบโมเดล เมื่อใช้วิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล โดยที่ $D_{250} = 2$	83
รูปที่ 3.39 การทวนสอบโมเดล เมื่อใช้วิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล โดยที่ $D_{250} = 500000$	84
รูปที่ 3.40 การทวนสอบโมเดล เมื่อใช้วิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล โดยที่ $D_{360} = 10$ และ $D_{361} = 29$	85
รูปที่ 3.41 การทวนสอบโมเดล เมื่อใช้วิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล โดยที่ $D_{360} = 1000000$ และ $D_{361} = 300000$	85
รูปที่ 3.42 ผลทดสอบสมมติฐานแบบ Paired T-Test เมื่อวิธีพยากรณ์แบบ MA.....	89
รูปที่ 3.43 ผลทดสอบสมมติฐานแบบ Paired T-Test เมื่อวิธีพยากรณ์แบบ ES	91
รูปที่ 3.44 ผลกระทบของจำนวนข้อมูลในอดีตที่ใช้ในการคำนวณค่าถ่วงเฉลี่ยต่อค่าบูลวิปเอฟเฟค ภายใต้ช่วงโซ่อุปทาน 3 ระดับ เมื่อ $p_R = p_M = p$ และ $\emptyset < 0$	94
รูปที่ 3.45 ผลกระทบของจำนวนข้อมูลในอดีตที่ใช้ในการคำนวณค่าถ่วงเฉลี่ยต่อค่าบูลวิปเอฟเฟค ภายใต้ช่วงโซ่อุปทาน 3 ระดับ เมื่อ $p_R = p_M = p$ และ $\emptyset \geq 0$	94

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 3.46 ผลกระทบของพารามิเตอร์ของตัวแบบอเทอรีเกรสชันต่อค่าบูลิปีเอฟเฟคภายใต้ ห่วงโซ่อุปทาน 3 ระดับ (MA) เมื่อ $p_R = p_M = p$ และ p เป็นจำนวนคู่.....	95
รูปที่ 3.47 ผลกระทบของพารามิเตอร์ของตัวแบบอเทอรีเกรสชันต่อค่าบูลิปีเอฟเฟคภายใต้ ห่วงโซ่อุปทาน 3 ระดับ (MA) เมื่อ $p_R = p_M = p$ และ p เป็นจำนวนคี่.....	96
รูปที่ 3.48 ผลกระทบของค่าคงที่การปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลต่อค่าบูลิปีเอฟเฟคภายใต้ ห่วงโซ่อุปทาน 3 ระดับ เมื่อ $\alpha_R = \alpha_M = \alpha$ และ $\phi < 0$	98
รูปที่ 3.49 ผลกระทบของค่าคงที่การปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลต่อค่าบูลิปีเอฟเฟคภายใต้ ห่วงโซ่อุปทาน 3 ระดับ เมื่อ $\alpha_R = \alpha_M = \alpha$ และ $\phi \geq 0$	98
รูปที่ 3.50 ผลกระทบของพารามิเตอร์ของตัวแบบอเทอรีเกรสชันต่อค่าบูลิปีเอฟเฟคภายใต้ ห่วงโซ่อุปทาน 3 ระดับ (ES) เมื่อ $\alpha_R = \alpha_M = \alpha$ และ $0 < \alpha < 1$	99
รูปที่ 3.51 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าบูลิปีเอฟเฟคและค่าความคลาดเคลื่อนในกรณีที่ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิต ใช้วิธีการพยากรณ์แบบ MA และ $p_R = p_M = p$ เมื่อ $\phi < 0$	102
รูปที่ 3.52 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าบูลิปีเอฟเฟคและค่าความคลาดเคลื่อนในกรณีที่ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิต ใช้วิธีการพยากรณ์แบบ MA และ $p_R = p_M = p$ เมื่อ $\phi \geq 0$	103
รูปที่ 3.53 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าบูลิปีเอฟเฟคและค่าความคลาดเคลื่อนในกรณีที่ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิต ใช้วิธีการพยากรณ์แบบ ES และ $\alpha_R = \alpha_M = \alpha$ เมื่อ $\phi < 0$	106
รูปที่ 3.54 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าบูลิปีเอฟเฟคและค่าความคลาดเคลื่อนในกรณีที่ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิต ใช้วิธีการพยากรณ์แบบ ES และ $\alpha_R = \alpha_M = \alpha$ เมื่อ $\phi \geq 0$	107
รูปที่ 3.55 ความสัมพันธ์ของพฤติกรรมบูลิปีเอฟเฟคและค่าความคลาดเคลื่อนที่สอดคล้องกัน และไม่สอดคล้องกัน.....	108
รูปที่ 4.1 ค่าบูลิปีเอฟเฟคกรณีผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีการพยากรณ์แบบ MA เมื่อ $p_R =$ เลขคู่ และมีการเพิ่มค่า p_M เป็นเลขคู่.....	113
รูปที่ 4.2 ค่าบูลิปีเอฟเฟคกรณีผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีการพยากรณ์แบบ MA เมื่อ $p_R =$ เลขคู่ และมีการเพิ่มค่า p_M เป็นเลขคี่.....	114
รูปที่ 4.3 ค่าบูลิปีเอฟเฟคกรณีผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีการพยากรณ์แบบ MA เมื่อ $p_R =$ เลขคู่ และมีการลดค่า p_M เป็นเลขคู่.....	115
รูปที่ 4.4 ค่าบูลิปีเอฟเฟคกรณีผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีการพยากรณ์แบบ MA เมื่อ $p_R =$ เลขคู่ และมีการลดค่า p_M เป็นเลขคี่.....	116

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 4.5 ค่าบูลิปีเอฟเฟคกรณีผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีการพยากรณ์แบบ MA เมื่อ $p_R =$ เลขคี่ และมีการเพิ่มค่า p_M เป็นเลขคู่.....	117
รูปที่ 4.6 ค่าบูลิปีเอฟเฟคกรณีผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีการพยากรณ์แบบ MA เมื่อ $p_R =$ เลขคี่ และมีการเพิ่มค่า p_M เป็นเลขคี่	118
รูปที่ 4.7 ค่าบูลิปีเอฟเฟคกรณีผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีการพยากรณ์แบบ MA เมื่อ $p_R =$ เลขคี่ และมีการลดค่า p_M เป็นเลขคู่.....	119
รูปที่ 4.8 ค่าบูลิปีเอฟเฟคกรณีผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีการพยากรณ์แบบ MA เมื่อ $p_R =$ เลขคี่ และมีการลดค่า p_M เป็นเลขคี่.....	120
รูปที่ 4.9 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าบูลิปีเอฟเฟคและค่าความคลาดเคลื่อนของกรณีที่ 1 ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิต ใช้วิธีการพยากรณ์แบบ MA และ $p_R = 7$ เมื่อ $\phi < 0$	123
รูปที่ 4.10 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าบูลิปีเอฟเฟคและค่าความคลาดเคลื่อนของกรณีที่ 1 ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิต ใช้วิธีการพยากรณ์แบบ MA และ $p_R = 7$ เมื่อ $\phi \geq 0$	124
รูปที่ 4.11 ค่าบูลิปีเอฟเฟคกรณีผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีการพยากรณ์แบบ ES เมื่อ α_R มีค่าน้อย ๆ และมีการเพิ่มค่า α_M	128
รูปที่ 4.12 ค่าบูลิปีเอฟเฟคกรณีผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีการพยากรณ์แบบ ES เมื่อ α_R มีค่ามาก ๆ และมีการลดค่า α_M	129
รูปที่ 4.13 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าบูลิปีเอฟเฟคและค่าความคลาดเคลื่อนของกรณีที่ 2 ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิต ใช้วิธีการพยากรณ์แบบ ES และ $\alpha_R = 0.2$ เมื่อ $\phi < 0$	132
รูปที่ 4.14 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าบูลิปีเอฟเฟคและค่าความคลาดเคลื่อนของกรณีที่ 2 ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิต ใช้วิธีการพยากรณ์แบบ ES และ $\alpha_R = 0.2$ เมื่อ $\phi \geq 0$	133
รูปที่ 4.15 ค่าบูลิปีเอฟเฟคกรณีผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีการพยากรณ์แตกต่างกัน (กรณีที่ 3)	143
รูปที่ 4.16 ค่าบูลิปีเอฟเฟคกรณีผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีการพยากรณ์แตกต่างกัน (กรณีที่ 4)	144
รูปที่ 5.1 โครงสร้างห่วงโซ่อุปทาน 3 ระดับของกรณีศึกษาทั้ง 4 กรณี	171

บทที่ 1

บทนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงรายละเอียด ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา วัตถุประสงค์ ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ ขอบเขตของงานวิจัย รวมถึงระยะเวลาแผนดำเนินการ นิยามศัพท์ต่าง ๆ ที่ใช้ในงานวิจัย ซึ่งมีรายละเอียดหัวข้อที่เกี่ยวข้องดังนี้

- 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ
- 1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย
- 1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ
- 1.4 คำถามของการวิจัย
- 1.5 ขอบเขตของงานวิจัย
- 1.6 กรอบการดำเนินงานวิจัย
- 1.7 แผนการดำเนินงานวิจัย
- 1.8 สัญลักษณ์ที่ใช้ในงานวิจัย

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

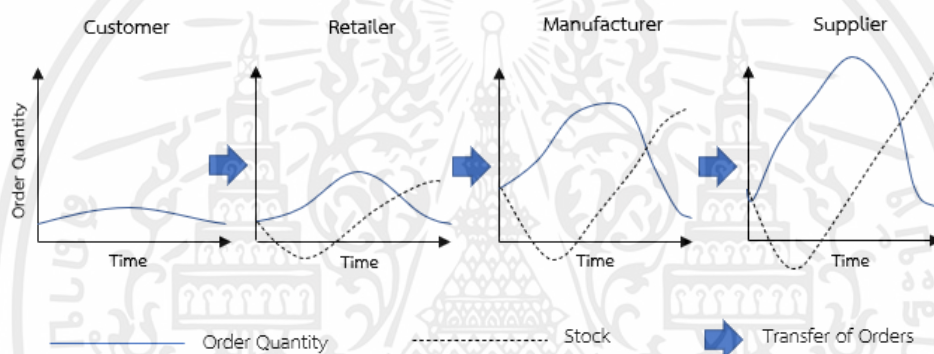
การดำเนินงานเพื่อการประกอบธุรกิจใดธุรกิจหนึ่งในปัจจุบัน ถือเป็นกิจกรรมที่ดำเนินการเพื่อตอบสนองความต้องการของสังคมหรือผู้บริโภคโดยมุ่งหวังถึงผลกำไรเป็นหลักและรวมถึงการซื้อขายผลิตภัณฑ์หรือสินค้าด้วย ผู้ประกอบการจึงต้องคำนึงถึงการไหลของวัตถุดิบหรือสินค้าที่มีความสัมพันธ์กันตั้งแต่องค์กรที่อยู่บริเวณต้นน้ำ คือ ผู้จัดหาวัตถุดิบ (Supplier) เพื่อนำวัตถุดิบเข้าสู่กระบวนการผลิตซึ่งดำเนินการโดยผู้ผลิต (Manufacturer) ที่เป็นองค์กรซึ่งอยู่บริเวณกลางน้ำ เมื่อได้สินค้าที่พร้อมขายแล้วจึงนำไปส่งให้ผู้กระจายสินค้า (Wholesaler) ที่เป็นองค์กรที่อยู่บริเวณปลายน้ำดำเนินการกระจายสินค้าไปยังผู้ค้าปลีก (Retailer) เพื่อทำการซื้อขายกับผู้บริโภค (Customer) แล้วรับเป็นผลกำไรตอบแทน ซึ่งการบริหารจัดการกิจกรรมที่กล่าวมาข้างต้นมีความสัมพันธ์กันตั้งแต่ต้นน้ำไปจนถึงปลายน้ำนั้น ได้อธิบายถึงความหมายของคำว่า ห่วงโซ่อุปทาน (Supply Chain) ที่มีความสำคัญมากในการประกอบธุรกิจและถือเป็นข้อได้เปรียบในการแข่งขันขององค์กรธุรกิจหรืออุตสาหกรรมต่าง ๆ เมื่อผู้ประกอบการสามารถบริหารจัดการห่วงโซ่อุปทานได้ดีเท่าไร ความสามารถในการลดต้นทุนให้มีประสิทธิภาพและการสร้างผลกำไรที่ตอบสนองก็มากขึ้นตามไปด้วย

การจัดการห่วงโซ่อุปทาน (Supply Chain Management) คือ การทำให้ข้อมูลเกิดการไหลเวียนอย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ ทำให้ผู้จัดหาวัตถุดิบสามารถจัดส่งสินค้าไปถึงลูกค้าได้ทันตามกำหนดอย่างราบรื่น แต่ภายในห่วงโซ่อุปทานมักเกิดปัญหาที่สำคัญ คือ ปัญหาสินค้าคงคลังที่มากเกินไป เนื่องจากความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แปรปรวนของข้อมูลในระหว่างจำนวนการสั่งสินค้าจากลูกค้าและจำนวนการผลิตของโรงงาน รวมไปถึงการเตรียมและจัดส่งวัตถุดิบจากผู้จัดหาวัตถุดิบ นอกจากนี้ การสั่งสินค้าล่วงหน้าโดยไม่มีการวางแผนและการพยากรณ์ความต้องการสินค้าแบบต่างคนต่างทำ ยังก่อให้เกิดความผิดพลาดในกระบวนการจัดส่งสินค้า ที่สามารถสร้างความเสียหายในห่วงโซ่อุปทานนั้นได้ ซึ่งปัญหาต่างดังกล่าวส่งผลให้เกิดปรากฏการณ์แล้มน้ำ หรือบูลวิปเอฟเฟค (Bullwhip Effect)

บูลวิปเอฟเฟค หมายถึง ปรากฏการณ์ที่มีความผันผวนในการบริหารงานห่วงโซ่อุปทาน ซึ่งจะก่อให้เกิดสินค้าขาดหรือสินค้ามีมากเกินไปเมื่อเทียบกับความต้องการของตลาด Lee et al. (1997) กล่าวว่าสาเหตุหลักของปัญหานี้เกิดจาก 4 สาเหตุ ดังนี้ การพยากรณ์ผิดพลาดหรือขาดการอัปเดตข้อมูล (Demand Forecast Updating) ความต้องการสั่งของแต่ละครั้งในปริมาณมาก (Order Batching) ความผันผวนของราคา (Price Fluctuation) และการพยายามกักตุนสินค้า (Rationing and Shortage Gaming)



รูปที่ 1.1 ปรากฏการณ์บูลวิปเอฟเฟค
(Dejonckheere et al., 2004)

จากรูปที่ 1.1 แสดงพฤติกรรมของปริมาณคำสั่งซื้อ (Order Quantity) ตั้งแต่ลูกค้า (Customer) ผู้ค้าปลีก (Retailer) ผู้ผลิต (Manufacturer) ไปจนถึงผู้จัดหาวัตถุดิบ (Supplier) ที่ปริมาณคำสั่งซื้อที่มีแนวโน้มมากขึ้นเรื่อย ๆ ซึ่งแสดงถึงความบิดเบือนของปริมาณคำสั่งซื้อที่ผู้จัดหาวัตถุดิบได้รับมา เทียบกับความต้องการที่แท้จริงของลูกค้าหรือผู้บริโภค ส่งผลให้จำนวนสินค้าคงคลัง (Stock) ที่เก็บไว้ มีปริมาณมากขึ้นตามไปด้วย ส่งผลให้เกิดปรากฏการณ์บูลวิปเอฟเฟคขึ้น ผลกระทบของบูลวิปเอฟเฟคอาจมาจากการผลิตที่ไม่มีประสิทธิภาพ การผลิตเกินจำนวน การบริการลูกค้าที่ไม่เอื้ออำนวย หรือต้นทุนในการเก็บสินค้าคงคลังสูง ตัวอย่างเช่น ผู้ผลิตไม่ทราบความต้องการที่แท้จริงของลูกค้า จึงใช้ความต้องการของผู้ค้าปลีกในอดีต (รวมถึงการสำรองสินค้าไว้เผื่อด้วย) มากำหนดความต้องการในอนาคตของผู้ค้าปลีก เพื่อวางแผนการผลิตและระดับสินค้าคงคลัง ซึ่งหากเกิดความผิดพลาดจะนำไปสู่ความแปรปรวนของอุปสงค์อย่างมาก เช่น ปัญหาการขาดสินค้าคงคลังหรือลูกค้าไม่ได้รับสินค้า หรือหากมีสินค้าคงคลังมากเกินไปและนำไปสู่ปัญหาเรื่องของค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บสินค้าในจำนวนมาก จนกระทั่งสูญเสียรายได้ขององค์กรและความมั่นใจของลูกค้า

จากงานวิจัยที่ได้ศึกษามาเบื้องต้นพบว่างานวิจัยส่วนใหญ่มักจะพิจารณาหาวิธีการพยากรณ์ รวมถึง การศึกษาการแลกเปลี่ยนกับไม่แลกเปลี่ยนข้อมูลด้านวิธีการพยากรณ์ ต่อคำบลูลิปเอฟเฟค ดังเช่นงานวิจัยของ Wright and Yuan (2008) ที่ศึกษาการลดผลกระทบของบลูลิปเอฟเฟค โดยใช้วิธีการพยากรณ์ต่างกัน ผลงานวิจัยพบว่าบลูลิปเอฟเฟคยังคงมีอยู่ในห่วงโซ่อุปทาน แต่สามารถลดบลูลิปเอฟเฟคลงได้ เมื่อใช้วิธีการ ปรับเรียบด้วยเอ็กซ์โปเนนเชียลสองชั้นในแต่ละชั้นของห่วงโซ่อุปทาน และยังวัดค่าความแปรปรวนอัตราคำสั่งซื้อ ค่าความคลาดเคลื่อนแบบค่าเฉลี่ยกำลังสอง และต้นทุนโดยรวมที่น้อยลงสามารถลดคำบลูลิปเอฟเฟคลงได้ ทางคณะผู้จัดทำจึงอยากทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์กับคำบลูลิปเอฟเฟค เมื่อค่าความคลาดเคลื่อนน้อยลงจะส่งผลให้คำบลูลิปเอฟเฟคลดลงตามไปด้วยนั้น จะเป็นไปตามรูปแบบนี้ เสมอไปหรือไม่ และงานวิจัยอื่น ๆ ที่ได้ศึกษามานั้น ดังเช่นงานวิจัยของ Zhao et al. (2002) ที่ศึกษาผลกระทบของวิธีการพยากรณ์กับการแลกเปลี่ยนข้อมูลในห่วงโซ่อุปทานที่ประกอบด้วยผู้จัดหาวัตถุดิบหนึ่ง รายและผู้ค้าปลีกหลายราย เมื่อพิจารณาภายใต้เงื่อนไขต่าง ๆ พบว่า เมื่อผู้ค้าปลีกแลกเปลี่ยนคำสั่งซื้อตาม แผนกับผู้จัดหาวัตถุดิบ (Order Information Sharing, OIS) ทำงานได้ดีกว่าผู้ค้าปลีกแลกเปลี่ยนความ ต้องการของลูกค้าที่คาดการณ์ไว้กับผู้จัดหาวัตถุดิบ (Demand Information Sharing, DIS) และ DIS ยัง ทำงานได้ดีกว่าเมื่อไม่มีการแลกเปลี่ยนข้อมูลกัน (No Information Sharing, NIS) กล่าวคือ เมื่อมีการ แลกเปลี่ยนข้อมูลภายในห่วงโซ่อุปทานจะช่วยปรับปรุงประสิทธิภาพของห่วงโซ่อุปทานได้ และจากงานวิจัย ของ Agrawal et al. (2009) ศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบของการแลกเปลี่ยนข้อมูลและระยะเวลานำกับบลูลิป เอฟเฟคในห่วงโซ่อุปทานแบบ 2 ระดับ พบว่า การแลกเปลี่ยนข้อมูลกันที่เป็นข้อมูล ณ จุดขาย (Point of Sell, POS) ส่งผลต่อคำบลูลิปเอฟเฟคน้อยมากเมื่อเทียบกับระยะเวลานำ

มาถึงจุดนี้ พบว่า มีงานวิจัยส่วนน้อยที่พิจารณาถึงค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ที่ส่งผลต่อ พฤติกรรมของคำบลูลิปเอฟเฟค และมีหลักฐานงานวิจัยที่ไม่มากในการศึกษาว่าถ้าองค์กรแต่ละองค์กรใช้ วิธีการพยากรณ์ที่ต่างกัน (หรือไม่มีการแลกเปลี่ยนข้อมูลทางด้านพยากรณ์ซึ่งกันและกัน) จะส่งผลต่อ คำบลูลิปเอฟเฟคอย่างไร

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลกระทบการใช้วิธีการพยากรณ์ที่ต่างกัน (รวมถึงเหมือนกัน) ของผู้ผลิตและผู้ค้าปลีกในห่วงโซ่อุปทานเดียวกันต่อคำบลูลิปเอฟเฟค (นั่นคือ การแลกเปลี่ยนกับการไม่แลกเปลี่ยนข้อมูลวิธีการพยากรณ์ซึ่งกันและกัน)

2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของคำบลูลิปเอฟเฟคและผลรวมของดัชนีวัดความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ที่เกิดจากผู้ผลิตและผู้ค้าปลีก

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความคลาดเคลื่อนจากวิธีการพยากรณ์กับบูลวิปเอฟเฟค
2. สามารถนำผลการวิเคราะห์ช่วยประกอบการตัดสินใจเลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมได้

1.4 คำถามของการวิจัย

1. หากองค์กรแต่ละองค์กรใช้วิธีการพยากรณ์ที่แตกต่างกัน (หรือวิธีการพยากรณ์ที่เหมือนกัน) จะส่งผลให้พฤติกรรมของบูลวิปเอฟเฟคเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร
2. ค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์มีความสัมพันธ์กับค่าบูลวิปเอฟเฟคอย่างไร

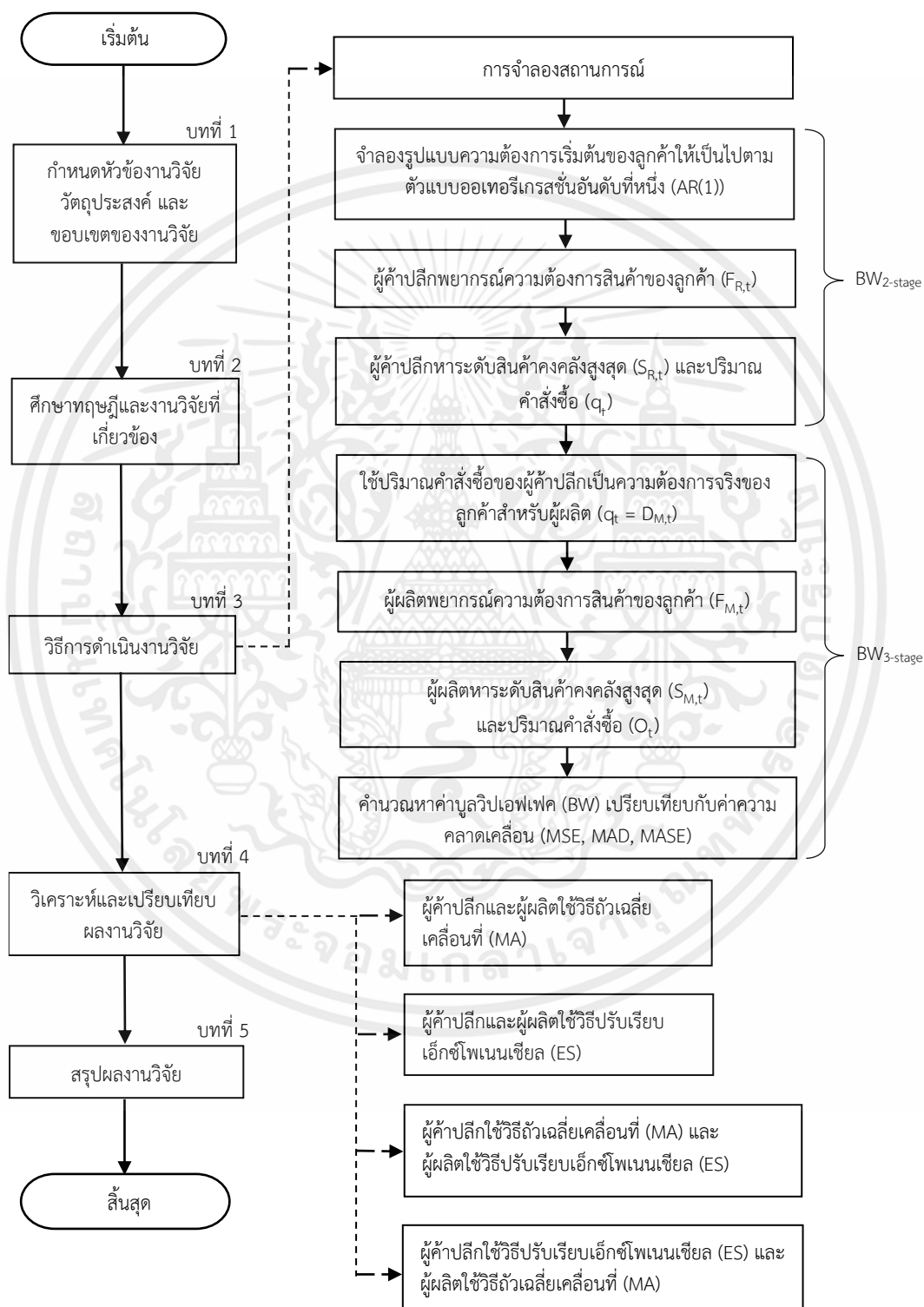
1.5 ขอบเขตการวิจัย

1. งานวิจัยนี้ศึกษาโครงสร้างห่วงโซ่อุปทาน 3 ระดับ ประกอบด้วย ผู้จัดหาวัตถุดิบ (Supplier) 1 แห่ง, ผู้ผลิต (Manufacturer) 1 แห่ง, ผู้ค้าปลีก (Retailer) 1 แห่ง และกลุ่มลูกค้า (Customer) 1 กลุ่ม
2. กำหนดให้รูปแบบของความต้องการของลูกค้าเป็นไปตาม ตัวแบบออเทอริเกรสชันอันดับที่หนึ่ง (The First Order Autoregressive, AR(1)) โดยใช้เป็นพฤติกรรมความต้องการสินค้าเริ่มต้นสำหรับผู้ค้าปลีก
3. กำหนดให้นโยบายการจัดการสินค้าคงคลังเป็นแบบสั่งซื้อที่เหมาะสม (Order-up-to Inventory Policy) และสินค้าที่ถูกส่งไปจะถูกส่งที่จุดเริ่มต้นของช่วงเวลา $t+L$ หรือ $t+l$ โดยแต่ละองค์กรจะออกคำสั่งซื้อสินค้าด้วยจำนวนระดับสินค้าคงคลังสูงสุดที่จุดเริ่มต้นของช่วงเวลา t
4. วิธีการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าที่ใช้มี 2 วิธีดังนี้
 - (1) วิธีการพยากรณ์แบบถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average Method, MA)
 - (2) วิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล (Exponential Smoothing Method, ES)
5. ดัชนีวัดความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์จะใช้ 3 วิธี ดังนี้
 - (1) ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Mean Square Error, MSE)
 - (2) ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Mean Absolute Deviation, MAD)
 - (3) ค่าเฉลี่ยสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Mean Absolute Scaled Error, MASE)
6. งานวิจัยนี้กำหนดให้ระยะเวลานำส่งสินค้า (Lead Time) มีค่าเท่ากับ 1 วันสำหรับผู้ค้าปลีกและผู้ผลิต โดยจะไม่ได้กำหนดให้ระยะเวลานำส่งเท่ากับ 0 เพราะจะทำให้ค่าบูลวิปเอฟเฟคไม่เกิดขึ้น
7. กำหนดให้ปริมาณคำสั่งซื้อเป็นบวกและลบได้ (ถ้าคำสั่งซื้อเป็นลบ คือ ยอมให้มีการคืนสินค้ากันในห้องโซ่อุปทานได้)
8. ระเบียบวิธีการวิจัยในงานวิจัยฉบับนี้จะใช้เทคนิคการจำลองสถานการณ์

1.6 กรอบการดำเนินงานวิจัย

การดำเนินงานวิจัยจะมีขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย กรอบงานวิจัย และดัชนีวัดความคลาดเคลื่อน โดยมีรายละเอียดดังหัวข้อต่อไปนี้

1. ขั้นตอนการดำเนินงานของงานวิจัยฉบับนี้เป็นไปดังรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

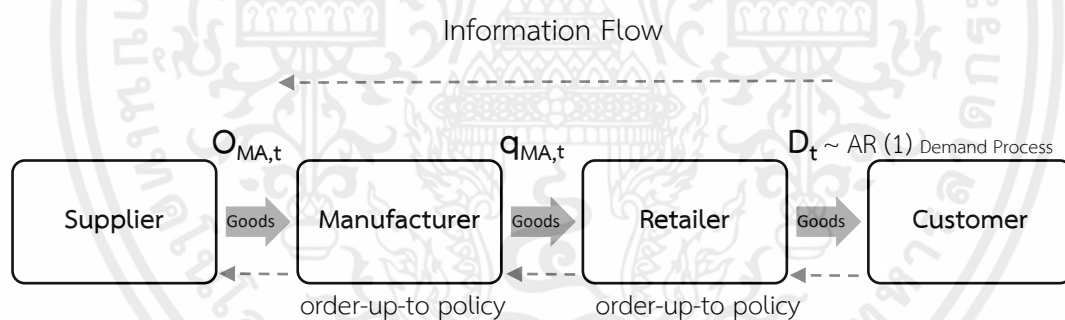
2. กรอบงานวิจัยนี้จะแสดงดังรูปที่ 1.3

กรณีที่ 1 ดังรูป 1.3 (ก) ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ (MA) ในการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า โดยใช้จำนวนข้อมูลในอดีตที่ใช้ในการคำนวณเหมือนกัน เปรียบเทียบพฤติกรรมของบูลิวิปเอฟเฟกต์กับจำนวนข้อมูลในอดีตที่ใช้ในการคำนวณแตกต่างกัน

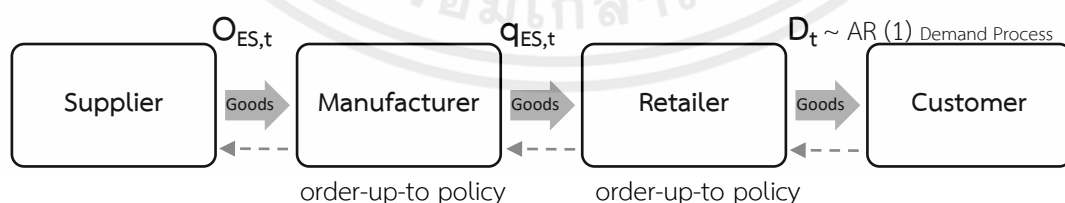
กรณีที่ 2 ดังรูป 1.3 (ข) ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล (ES) ในการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า โดยใช้ค่าคงที่การปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลเหมือนกัน เปรียบเทียบพฤติกรรมของบูลิวิปเอฟเฟกต์กับค่าคงที่การปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลแตกต่างกัน

กรณีที่ 3 ดังรูป 1.3 (ค) ผู้ค้าปลีกจะพยากรณ์ความต้องการสินค้าของลูกค้าด้วยวิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ (MA) เพื่อให้ได้ปริมาณคำสั่งซื้อ $q_{MA,t}$ ไปเป็นความต้องการสินค้าของผู้ค้าปลีกสำหรับผู้ผลิตต่อไป ส่วนผู้ผลิตจะพยากรณ์ความต้องการสินค้าของผู้ค้าปลีกด้วยวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล (ES) เพื่อให้ได้ปริมาณคำสั่งซื้อ $O_{ES,t}$ ไปยังผู้จัดหาวัตถุดิบต่อไป

กรณีที่ 4 ดังรูป 1.3 (ง) ผู้ค้าปลีกจะพยากรณ์ความต้องการสินค้าของลูกค้าด้วยวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล (ES) เพื่อให้ได้ปริมาณคำสั่งซื้อ $q_{ES,t}$ ไปเป็นความต้องการสินค้าของผู้ค้าปลีกสำหรับผู้ผลิตต่อไป ส่วนผู้ผลิตจะพยากรณ์ความต้องการสินค้าของผู้ค้าปลีกด้วยวิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ (MA) เพื่อให้ได้ปริมาณคำสั่งซื้อ $O_{MA,t}$ ไปยังผู้จัดหาวัตถุดิบต่อไป

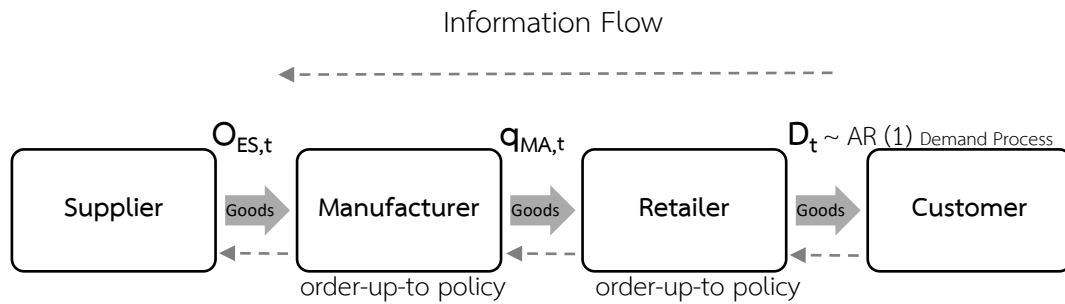


(ก) กรณีที่ 1

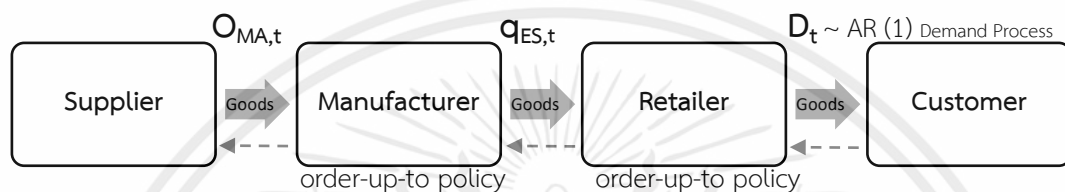


(ข) กรณีที่ 2

รูปที่ 1.3 กรอบงานวิจัย



(ค) กรณีสี่ 3



(ง) กรณีสี่ 4

รูปที่ 1.3 กรอบงานวิจัย (ต่อ)

3. ดัชนีวัดความคลาดเคลื่อนใช้ 3 วิธีดังนี้

(1) ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) (Pishro-Nik, H., 2016)

สามารถหาค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองจากการพยากรณ์ของผู้ค้าปลีก (MSE_R) และผู้ผลิต (MSE_M) ได้ดังสมการด้านล่าง ตามลำดับ

$$MSE_R = (1/n) \cdot \sum_{t=1}^n e_{R,t}^2$$

$$MSE_M = (1/n) \cdot \sum_{t=1}^n e_{M,t}^2$$

จากนั้นนำ MSE_R และ MSE_M มารวมกันจะได้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองจากการพยากรณ์ทั้งหมด (MSE_{Total}) ดังสมการด้านล่าง

$$MSE_{Total} = MSE_R + MSE_M$$

(2) ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAD) (Zhao et al., 2015)

สามารถหาค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์จากการพยากรณ์ของผู้ค้าปลีก (MAD_R) และผู้ผลิต (MAD_M) ได้ดังสมการด้านล่าง ตามลำดับ

$$MAD_R = (1/n) \cdot \sum_{t=1}^n |e_{R,t}|$$

$$MAD_M = (1/n) \cdot \sum_{t=1}^n |e_{M,t}|$$

จากนั้นนำ MAD_R และ MAD_M มารวมกันจะได้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์จากการพยากรณ์ทั้งหมด (MAD_{Total}) ดังสมการด้านล่าง

$$MAD_{Total} = MAD_R + MAD_M$$

(3) ค่าเฉลี่ยสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MASE) (Hyndman and Koehler, 2006)

สามารถหาค่าเฉลี่ยสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์จากการพยากรณ์ของผู้ค้าปลีก ($MASE_R$) และผู้ผลิต ($MASE_M$) ได้ดังสมการด้านล่าง ตามลำดับ

$$MASE_R = (1/n) \cdot \sum_{t=1}^n \left(\frac{|e_{R,t}|}{(1/(n-1)) \cdot \sum_{i=2}^n |D_i - D_{i-1}|} \right)$$

$$MASE_M = (1/n) \cdot \sum_{t=1}^n \left(\frac{|e_{R,t}|}{(1/(n-1)) \cdot \sum_{i=2}^n |D_i - D_{i-1}|} \right)$$

จากนั้นนำ $MASE_R$ และ $MASE_M$ มารวมกันจะได้ค่าเฉลี่ยสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์จากการพยากรณ์ทั้งหมด ($MASE_{Total}$) ดังสมการด้านล่าง

$$MASE_{Total} = MASE_R + MASE_M$$

1.7 แผนการดำเนินงานวิจัย

แผนการดำเนินงานของงานวิจัยนี้สามารถดูตามตารางที่ 1.1 โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. กำหนดหัวข้อเรื่องงานวิจัย วัตถุประสงค์และขอบเขตงานวิจัยพร้อมวางแผนการดำเนินงาน (บทที่ 1)
2. ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (บทที่ 2)
3. รวบรวมข้อมูลและศึกษาการสร้างแบบจำลองเกี่ยวกับการเกิดบูลิวิเอฟเฟค (บทที่ 2)
4. สร้างแบบจำลองการเกิดบูลิวิเอฟเฟค (บทที่ 3)
5. เปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนจากวิธีการพยากรณ์ความต้องการสินค้าในแต่ละวิธี (บทที่ 4)
6. สรุปผลงานวิจัย (บทที่ 5)
7. เรียบเรียงข้อมูลเพื่อจัดทำรูปเล่มปริญญานิพนธ์

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินงาน	พ.ศ. 2564					พ.ศ. 2565			
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ษ.
1. กำหนดหัวข้อเรื่องงานวิจัย วัตถุประสงค์ และขอบเขต งานวิจัย พร้อมทั้งวางแผนการดำเนินงาน									
2. ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัย ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย									
3. รวบรวมข้อมูล และศึกษา การสร้างแบบจำลองเกี่ยวกับการเกิดบูลิวิเอฟเฟค									
4. สร้างแบบจำลองการเกิดบูลิวิเอฟเฟค									
5. เปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนจากวิธีการพยากรณ์ความต้องการสินค้าในแต่ละวิธี									
6. สรุปผลงานวิจัย									
7. เรียบเรียงข้อมูลเพื่อจัดทำ เล่มรายงานวิจัย									

1.8 สัญลักษณ์ที่ใช้ในงานวิจัยนี้

สัญลักษณ์และความหมายของสัญลักษณ์ที่ถูกใช้ในงานวิจัยฉบับนี้จะแสดงในตารางที่ 1.2 และตารางที่ 1.3

ตารางที่ 1.2 สัญลักษณ์ทั่วไปที่ใช้ในงานวิจัย

สัญลักษณ์	ความหมาย
BW	ค่าบูลวิปเอฟเฟค
MA	วิธีการพยากรณ์แบบถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่
ES	วิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล
AR(1)	รูปแบบความต้องการของลูกค้าที่เป็นไปตามตัวแบบออเทอริเกรสชันอันดับที่หนึ่ง
D_t	ค่าความต้องการของลูกค้าในช่วงเวลา t
D_0	ค่าความต้องการเริ่มต้นของลูกค้า
D_{t-1}	ค่าความต้องการสินค้าในช่วงเวลา $t-1$
δ	พารามิเตอร์คงที่ของตัวแบบออเทอริเกรสชัน
$\emptyset$	พารามิเตอร์ของตัวแบบออเทอริเกรสชัน
p	จำนวนข้อมูลในอดีต
α	ค่าคงที่การปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล
F_t	ค่าพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าในช่วงเวลา t
F_{t-1}	ค่าพยากรณ์ความต้องการสินค้าในช่วงเวลา $t-1$
S_t	ระดับสินค้าคงคลังสูงสุดในช่วงเวลา t
q_t	ปริมาณคำสั่งซื้อสูงสุดของผู้ค้าปลีกในช่วงเวลา t
O_t	ปริมาณคำสั่งซื้อสูงสุดของผู้ผลิตในช่วงเวลา t
ε_t	ค่าความคลาดเคลื่อน โดยที่ $\varepsilon_t \sim \text{Normal}(\mu, \sigma_\varepsilon^2)$ เมื่อ $\mu = 0$ และ σ_ε^2 เป็นค่าคงที่หนึ่ง ๆ
σ_ε^2	ค่าความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อน
z	ค่าคะแนนมาตรฐาน
L	ระยะเวลานำส่งสินค้าหน่วยเป็นวันสำหรับผู้ค้าปลีก
l	ระยะเวลานำส่งสินค้าหน่วยเป็นวันสำหรับผู้ผลิต
$\hat{\sigma}_t^L$	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ความต้องการลูกค้าในช่วงระยะเวลานำส่งสินค้าสำหรับผู้ค้าปลีก
$\hat{\sigma}_t^l$	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ความต้องการลูกค้าในช่วงระยะเวลานำส่งสินค้าสำหรับผู้ผลิต

ตารางที่ 1.3 สัญลักษณ์สำหรับใช้ในห่วงโซ่อุปทาน 3 ระดับในงานวิจัยนี้

สัญลักษณ์	ความหมาย
$BW_{2\text{-stage}}$	ค่าบูลวิเปอฟเฟคในห่วงโซ่อุปทานแบบ 2 ระดับ
$BW_{3\text{-stage}}$	ค่าบูลวิเปอฟเฟคในห่วงโซ่อุปทานแบบ 3 ระดับ
$F_{R,t}$	ค่าพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าโดยผู้ค้าปลีกในช่วงเวลา t
$F_{M,t}$	ค่าพยากรณ์ความต้องการของผู้ค้าปลีกโดยผู้ผลิตในช่วงเวลา t
$S_{R,t}$	ระดับสินค้าคงคลังสูงสุดสำหรับผู้ค้าปลีกในช่วงเวลา t
$S_{M,t}$	ระดับสินค้าคงคลังสูงสุดสำหรับผู้ผลิตในช่วงเวลา t
$q_{MA,t}$	ปริมาณคำสั่งซื้อสูงสุดของผู้ค้าปลีก เมื่อใช้วิธีการพยากรณ์แบบถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่ในช่วงเวลา t
$q_{ES,t}$	ปริมาณคำสั่งซื้อสูงสุดของผู้ค้าปลีก เมื่อใช้วิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลในช่วงเวลา t
$O_{MA,t}$	ปริมาณคำสั่งซื้อสูงสุดของผู้ผลิต เมื่อใช้วิธีการพยากรณ์แบบถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่ในช่วงเวลา t
$O_{ES,t}$	ปริมาณคำสั่งซื้อสูงสุดของผู้ผลิต เมื่อใช้วิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลในช่วงเวลา t
p_R	จำนวนข้อมูลในอดีตที่ใช้ในการคำนวณค่าจากการพยากรณ์ด้วยวิธีถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่สำหรับผู้ค้าปลีก
p_M	จำนวนข้อมูลในอดีตที่ใช้ในการคำนวณค่าจากการพยากรณ์ด้วยวิธีถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่สำหรับผู้ผลิต
α_R	ค่าคงที่การปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่ใช้ในการคำนวณค่าจากการพยากรณ์ด้วยวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลสำหรับผู้ค้าปลีก
α_M	ค่าคงที่การปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่ใช้ในการคำนวณค่าจากการพยากรณ์ด้วยวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลสำหรับผู้ผลิต
MSE_R	ค่าความคลาดเคลื่อนแบบค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองจากการพยากรณ์ของผู้ค้าปลีก
MSE_M	ค่าความคลาดเคลื่อนแบบค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองจากการพยากรณ์ของผู้ผลิต
MSE_{Total}	ค่าความคลาดเคลื่อนแบบค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองจากการพยากรณ์รวม
MAD_R	ค่าความคลาดเคลื่อนแบบค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์จากการพยากรณ์ของผู้ค้าปลีก

ตารางที่ 1.3 สัญลักษณ์สำหรับใช้ในห่วงโซ่อุปทาน 3 ระดับในงานวิจัยนี้ (ต่อ)

สัญลักษณ์	ความหมาย
MAD_M	ค่าความคลาดเคลื่อนแบบค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์จากการพยากรณ์ของผู้ผลิต
MAD_{Total}	ค่าความคลาดเคลื่อนแบบค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์จากการพยากรณ์รวม
$MASE_R$	ค่าเฉลี่ยสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์จากการพยากรณ์ของผู้ค้าปลีก
$MASE_M$	ค่าเฉลี่ยสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์จากการพยากรณ์ของผู้ผลิต
$MASE_{Total}$	ค่าเฉลี่ยสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์จากการพยากรณ์รวม



บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้เป็นการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบูลวิปเอฟเฟค (Bullwhip Effect) และห่วงโซ่อุปทาน 3 ระดับ (3-stage Supply Chain) ซึ่งมีรายละเอียดหัวข้อที่เกี่ยวข้องดังนี้

- 2.1 ห่วงโซ่อุปทาน (Supply Chain)
- 2.2 บูลวิปเอฟเฟค (Bullwhip Effect)
- 2.3 นโยบายการจัดการสินค้าคงคลังแบบการสั่งซื้อที่เหมาะสม
- 2.4 ตัวแบบออเทอริเกรสชันอันดับที่หนึ่ง (AR(1))
- 2.5 วิธีการพยากรณ์แบบถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่ (MA)
- 2.6 วิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล (ES)
- 2.7 ดัชนีวัดความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์
- 2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ห่วงโซ่อุปทาน (Supply Chain)

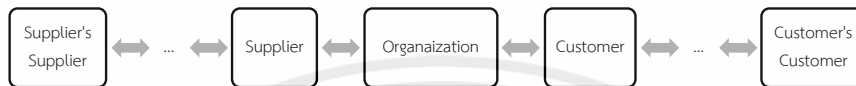
คำจำกัดความของห่วงโซ่อุปทานในวารสารธุรกิจโลจิสติกส์ของ Mentzer et al. (2001) กล่าวว่าห่วงโซ่อุปทานถูกกำหนดเป็นหน่วยงาน องค์กรหรือบุคคลที่เกี่ยวข้องโดยตรงในกิจกรรมต้นน้ำและปลายน้ำของผลิตภัณฑ์ บริการ การเงิน และข้อมูลสู่ลูกค้า

ภายในคำจำกัดความนี้ สามารถระบุความซับซ้อนของห่วงโซ่อุปทานได้สามระดับ คือ ห่วงโซ่อุปทานโดยตรง (Direct Supply Chain) ห่วงโซ่อุปทานแบบขยาย (Extended Supply Chain) และห่วงโซ่อุปทานขั้นสูง (Ultimate Supply Chain) ห่วงโซ่อุปทานโดยตรงจะแสดงในรูปที่ 2.1 (ก) ประกอบด้วยบริษัทที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมต้นน้ำ (ผู้ผลิต) ไปจนถึงบริษัทที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมปลายน้ำ (ลูกค้า) รวมถึงการส่งผ่านของผลิตภัณฑ์หรือสินค้า บริการ การเงิน และข้อมูล ห่วงโซ่อุปทานแบบขยายจะแสดงในรูปที่ 2.1 (ข) เป็นการขยายห่วงโซ่อุปทานโดยตรงให้มีความซับซ้อนขึ้นมาโดยการเพิ่มสมาชิกในห่วงโซ่อุปทานในส่วนของผู้ผลิตหรือลูกค้า ความซับซ้อนจึงเกิดเนื่องจากการไหลของข้อมูลทางการค้า (Information Flow) ที่ต้องใช้เวลาเพิ่มขึ้นในการส่งผ่านจากลูกค้าไปยังผู้ผลิต และยังส่งผลให้ข้อมูลบางส่วนอาจเกิดการเสียหายหรือมีการบิดเบือนไปจากข้อมูลที่ได้รับมาจากลูกค้าโดยตรง และห่วงโซ่อุปทานขั้นสูงจะแสดงในรูปที่ 2.1 (ค) เป็นการแสดงให้เห็นถึงความซับซ้อนของห่วงโซ่อุปทานที่ครอบคลุมไปถึงผู้บริโภคคนสุดท้าย (Ultimate Customer) ในตัวอย่างนี้ ผู้ให้บริการทางการเงินที่เป็นบุคคลภายนอก อาจให้บริการจัดหาเงินทุน รับความเสี่ยงบางส่วนในการลงทุน และเสนอให้คำแนะนำทางการเงิน ส่วนผู้ให้บริการด้านโลจิสติกส์ซึ่งเป็นบุคคลที่สาม (Third Party) ที่ดำเนิน

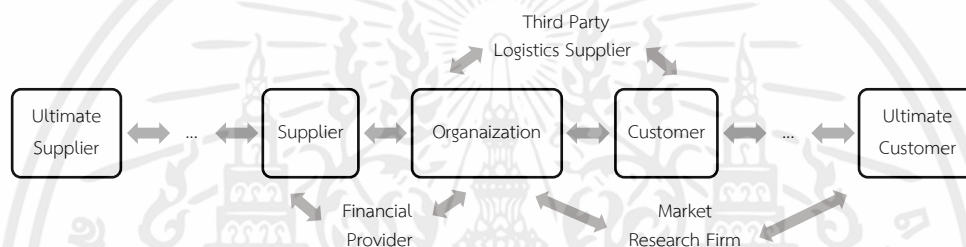
กิจกรรมด้านโลจิสติกส์ระหว่างสองบริษัท และบริษัทวิจยตลาดจะเป็นคนกลางที่จัดหาข้อมูลความต้องการต่าง ๆ ของผู้บริโภคคนสุดท้ายในห่วงโซ่อุปทานให้แก่บริษัท



(ก) ห่วงโซ่อุปทานโดยตรง



(ข) ห่วงโซ่อุปทานแบบขยาย



(ค) ห่วงโซ่อุปทานขั้นสูง

รูปที่ 2.1 ชนิดของห่วงโซ่อุปทาน

(Mentzer et al., 2001)

2.2 บูลวิปเอฟเฟค (Bullwhip Effect)

ปรากฏการณ์บูลวิปเอฟเฟคเกิดจากความแปรปรวนของปริมาณคำสั่งซื้อที่เพิ่มขึ้นในห่วงโซ่อุปทาน ยิ่งเราอยู่ในห่วงโซ่อุปทานในระดับสูงเท่าใด ความแปรปรวนของคำสั่งซื้อก็จะยิ่งสูงขึ้นเท่านั้น ความแปรปรวนของคำสั่งที่เพิ่มขึ้นนำไปสู่ความไร้ประสิทธิภาพของห่วงโซ่อุปทานทั้งหมด ส่งผลให้บริการในระดับต่ำ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการส่งมอบล่าช้าและแม้กระทั่งการไม่ปฏิบัติตามคำสั่งซื้อ สต็อกส่วนเกิน ภาวะที่ไม่สม่ำเสมอของกำลังการผลิตและการขนส่งที่ไม่มีประสิทธิภาพ (Lampret and Potočan, 2014) โดยสามารถคำนวณค่าบูลวิปเอฟเฟคอย่างง่าย ในห่วงโซ่อุปทานแบบ 2 ระดับได้ตามสมการของ Chen et al. (2000) ได้ดังสมการที่ 2.1

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

2.3 นโยบายการจัดการสินค้าคงคลังแบบการสั่งซื้อที่เหมาะสม

นโยบายการจัดการสินค้าคงคลังแบบสั่งซื้อที่เหมาะสม (Order-up-to Inventory Policy) จากงานวิจัยของ Hosoda and Disney (2004) กล่าวว่านโยบายนี้สามารถลดความแปรปรวนของระดับสินค้าคงคลัง ลดค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บสินค้าคงคลัง และค่าใช้จ่ายในกรณีที่ไม่มีสินค้าเพียงพอต่อความต้องการของลูกค้า นอกจากนี้ยังสามารถรับความแปรปรวนของระดับสินค้าคงคลังให้ตรงกับความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ตลอดระยะเวลานำส่งสินค้า โดยมีสมการระดับสินค้าคงคลังสูงสุดที่ต้องการ ณ ช่วงเวลา t และปริมาณคำสั่งซื้อดังสมการที่ 2.2 และ 2.3 ตามลำดับ

$$S_t = LF_t + z\hat{\sigma}_t^L \quad (2.2)$$

เมื่อ S_t = ระดับสินค้าคงคลังสูงสุดในช่วงเวลา t
 L = ระยะเวลานำส่งสินค้าหน่วยเป็นวันสำหรับผู้ค้าปลีก
 F_t = ค่าพยากรณ์ความต้องการสินค้าในช่วงเวลา t
 z = ค่าคะแนนมาตรฐาน
และ $\hat{\sigma}_t^L$ = ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ความต้องการลูกค้าในช่วงระยะเวลานำส่งสินค้าสำหรับผู้ค้าปลีก

$$q_t = S_t - (S_{t-1} - D_{t-1}) \quad (2.3)$$

เมื่อ q_t = ปริมาณคำสั่งซื้อสูงสุดของผู้ค้าปลีกในช่วงเวลา t
และ D_{t-1} = ค่าความต้องการสินค้าในช่วงเวลา $t-1$

2.4 ตัวแบบออเทอริเกรสชันอันดับที่หนึ่ง (AR(1))

ตัวแบบออเทอริเกรสชันอันดับที่หนึ่ง (AR(1)) เป็นรูปแบบหนึ่งในกลุ่มของแบบจำลองค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบบูรณาการอัตโนมัติ (Autoregressive Integrated Moving Average, ARIMA) ที่เป็นรูปแบบการวิเคราะห์ทางสถิติที่ใช้ข้อมูลอนุกรมเวลา เพื่อทำความเข้าใจชุดข้อมูลให้ดีขึ้นหรือทำนายแนวโน้มในอนาคต

ซึ่งตัวแบบออเทอริเกรสชันอันดับที่หนึ่ง (AR(1)) เป็นตัวแบบที่ความต้องการของลูกค้าในลำดับปัจจุบันจะขึ้นอยู่กับความต้องการของลูกค้าในลำดับก่อนหน้าหนึ่งช่วงเวลา โดยมีพารามิเตอร์ของตัวแบบออเทอริเกรสชัน (ϕ) เป็นตัวกำหนดสัดส่วนของความต้องการของลูกค้าในลำดับก่อนหน้าที่จะรวมอยู่ในความต้องการของลูกค้าลำดับปัจจุบัน โดยงานวิจัยนี้จะใช้ตามสูตรของ Chen et al. (2000) ดังสมการที่ 2.4

$$D_t = \delta + \phi D_{t-1} + \varepsilon_t \quad (2.4)$$

เมื่อ δ = พารามิเตอร์คงที่ของตัวแบบออเทอริเกรสชัน

ϕ = พารามิเตอร์ของตัวแบบออเทอริเกรสชัน

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

และ ε_t = ค่าความคลาดเคลื่อนที่ช่วงเวลา t ของตัวแบบออเทอริเกรสชัน

โดยที่มีการแจกแจงแบบปกติด้วยพารามิเตอร์ค่ากลาง (μ) เท่ากับ 0 $\varepsilon_t \sim \text{Normal}(\mu, \sigma_\varepsilon^2)$ และค่าความแปรปรวนคลาดเคลื่อน (σ_ε^2) เป็นค่า ๆ หนึ่ง

2.5 วิธีการพยากรณ์แบบถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ (MA)

เป็นการพยากรณ์โดยวิธีหาค่าแบบถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ ทำได้โดยการนำข้อมูลความต้องการจริงในอดีตจำนวน p ข้อมูลมาคำนวณหาค่าถัวเฉลี่ยเพื่อพยากรณ์ความต้องการสินค้าในช่วงเวลาที่ต้องการ ยิ่งจำนวนข้อมูลในอดีตที่นำมาหาค่าถัวเฉลี่ยมากเท่าใด การพยากรณ์ยิ่งราบเรียบมากขึ้นเท่านั้น จากงานวิจัยของ Khosroshahi et al. (2016) ที่ศึกษาบูลิวิเอฟเฟคในห่วงโซ่อุปทานแบบ 3 ระดับด้วยวิธีการพยากรณ์แบบถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ สามารถคำนวณค่าพยากรณ์ความต้องการสินค้าได้ตามสมการที่ 2.5

$$F_t = (1/p)(D_{t-1} + D_{t-2} + \dots + D_{t-p}) \quad (2.5)$$

เมื่อ F_t = ค่าพยากรณ์ความต้องการสินค้าในช่วงเวลา t

และ p = จำนวนข้อมูลในอดีต

2.6 วิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล (ES)

เป็นการนำข้อมูลความต้องการจริงของลูกค้าที่ทราบแล้วในอดีตมาทำการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าในปัจจุบัน โดยจะให้ความสำคัญกับข้อมูลชุดใหม่ที่สุดมากที่สุด และค่อย ๆ ลดค่าถ่วงน้ำหนักลง วิธีเอ็กซ์โพเนนเชียลปรับเรียบจะทำการพยากรณ์โดยนำค่าพยากรณ์ของช่วงเวลาที่ผ่านมารวมเข้ากับอัตราส่วนความแตกต่างระหว่างข้อมูลจริงกับค่าพยากรณ์ ณ ช่วงเวลานั้น ๆ (ลักษณะ ฤกษ์เกษม, 2559) โดยแสดงดังสมการที่ 2.6

$$F_t = \alpha D_{t-1} + (1 - \alpha) F_{t-1} \quad (2.6)$$

เมื่อ α = ค่าคงที่การปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล

D_{t-1} = ความต้องการของลูกค้าในช่วงเวลา t-1

และ F_{t-1} = ค่าพยากรณ์ความต้องการสินค้าในช่วงเวลา t-1

2.7 ดัชนีวัดความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์

ดัชนีวัดความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์เป็นตัวชี้วัดความแตกต่างของข้อมูลหรือความคลาดเคลื่อนจากค่าที่พยากรณ์ได้กับปริมาณความต้องการที่เกิดขึ้นจริง โดยการวัดความคลาดเคลื่อนมีหลายวิธีดังเช่น

Geetha et al. (2022) ได้ใช้วิธีวัดค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ทั้งหมด 3 วิธี ได้แก่ วิธีวัดค่าความคลาดเคลื่อนแบบค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) วิธีวัดค่าความคลาดเคลื่อนแบบค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAD) และวิธีวัดค่าความคลาดเคลื่อนแบบค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE)

Wawale et al. (2022) ได้พิจารณาเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ทั้งหมด 3 วิธี คือ วิธีวัดค่าความคลาดเคลื่อนแบบค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAD) และวิธีวัดค่าความคลาดเคลื่อนแบบค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) และวิธีวัดค่าความคลาดเคลื่อนแบบค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE)

Tang and Yin (2012) ได้ใช้ค่าความคลาดเคลื่อนทั้งหมด 3 วิธีในการทดสอบความแม่นยำของการพยากรณ์ ได้แก่ วิธีวัดค่าความคลาดเคลื่อนแบบค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) วิธีวัดค่าความคลาดเคลื่อนแบบค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAD) และวิธีวัดค่าความคลาดเคลื่อนแบบค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE)

ซึ่งในงานวิจัยนี้จะเลือกใช้วิธีวัดค่าความคลาดเคลื่อน 3 วิธี ได้แก่ วิธีวัดค่าความคลาดเคลื่อนแบบค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) วิธีวัดค่าความคลาดเคลื่อนแบบค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAD) และวิธีวัดค่าความคลาดเคลื่อนแบบค่าเฉลี่ยสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MASE)

2.7.1 ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE)

เป็นการวัดค่าความถูกต้องของการพยากรณ์ที่วัดจากขนาดของค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ที่ได้จากกำลังสองของค่าความคลาดเคลื่อน (Pishro-Nik, H., 2016) สามารถหาค่าได้ตามสมการที่ 2.7

$$MSE = (1/n) \cdot \sum_{t=1}^n e_t^2 \quad (2.7)$$

2.7.2 ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAD)

เป็นการวัดค่าความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ยของการพยากรณ์ เหมาะสำหรับการวิเคราะห์ที่ต้องการวัดความผิดพลาดในหน่วยเดียวกันกับข้อมูลอนุกรมเวลา (Zhao et al., 2015) สามารถหาค่าได้ตามสมการที่ 2.8

$$MAD = (1/n) \cdot \sum_{t=1}^n |e_t| \quad (2.8)$$

2.7.3 ค่าเฉลี่ยสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MASE)

เป็นการวัดค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของค่าการคาดการณ์ หาดด้วยค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของการคาดการณ์ มีความไวต่อค่าผิดปกติต่ำกว่าและตีความได้ง่าย เหมาะกับการวัดค่ามาตรฐานส่วนต่างกันมาก รวมทั้งข้อมูลที่อยู่ใกล้กัน เป็นศูนย์หรือติดลบ (Hyndman and Koehler, 2006) ซึ่งสามารถหาค่าได้ตามสมการที่ 2.9

$$MASE = (1/n) \cdot \sum_{t=1}^n \left(\frac{|e_t|}{(1/(n-1)) \cdot \sum_{i=2}^n |D_i - D_{i-1}|} \right) \quad (2.9)$$

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Lee et al. (1997) ได้ทำการศึกษาบูลวิปเอฟเฟกต์ที่เกิดขึ้นเมื่ออุปสงค์คำสั่งซื้อในห่วงโซ่อุปทานมีความแปรปรวน โดยข้อมูลที่บิดเบือนจากปลายด้านหนึ่งของห่วงโซ่อุปทานไปยังอีกด้านหนึ่งสามารถนำไปสู่ความไร้ประสิทธิภาพอย่างมาก โดย Lee et al. ได้กล่าวว่า สาเหตุหลักสี่ประการของบูลวิปเอฟเฟกต์ คือ 1. การพยากรณ์ผิดพลาดหรือขาดการอัปเดตข้อมูล ทำให้ผู้จัดหาวัตถุดิบ เข้าใจอุปสงค์ของลูกค้าผิดพลาดตามไปด้วย 2. ความต้องการสั่งของแต่ละครั้งในปริมาณมาก ซึ่งอุปสงค์ของลูกค้าอาจจะไม่ได้มีมากครบตามจำนวนที่ตกลงไว้กับผู้จัดหาวัตถุดิบ 3. ความผันผวนของราคา ทำให้เกิดการซื้อเพื่อกักตุนสินค้า 4. การพยายามกักตุนสินค้าและการจัดส่งส่งเสริมการขาย ทำให้เกิดการซื้อเพื่อกักตุนสินค้าหรือซื้อมากกว่าความต้องการที่แท้จริง

Chen et al. (2000) ได้ศึกษาผลกระทบของเทคนิคการพยากรณ์โดยวิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล (Exponential Smoothing, ES) และวิธีการเคลื่อนที่แบบถ่วงเฉลี่ย (Moving Average, MA) ต่อค่าบูลวิปเอฟเฟกต์ (Bullwhip Effect, BW) ในห่วงโซ่อุปทาน โดยงานวิจัยนี้มีระดับโครงสร้างห่วงโซ่อุปทานแบบ 2 ระดับอย่างง่าย ซึ่งประกอบไปด้วย ผู้ค้าปลีก (Retailer) 1 แห่ง และผู้ผลิต (Manufacturer) 1 แห่ง ใช้นโยบายการจัดสินค้าคงคลังรูปแบบการสั่งซื้อที่เหมาะสม (Order-Up-To Inventory Policy) ผลการวิจัย

แสดงให้เห็นว่าบูลวิปเอฟเฟกต์ยังคงเกิดขึ้นถึงแม้ว่าจะมีการแบ่งปันข้อมูลของความต้องการสินค้าในทุกชั้นบนห่วงโซ่อุปทาน โดยคาดว่าปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อค่าบูลวิปเอฟเฟกต์ คือ เทคนิคการพยากรณ์ความต้องการสินค้าและระยะเวลานำ (Lead Time)

Zhao et al. (2002) ได้ศึกษาการตรวจสอบผลกระทบของแบบจำลองการคาดการณ์ต่อประสิทธิภาพของห่วงโซ่อุปทานและคุณค่าของการแบ่งปันข้อมูลในห่วงโซ่อุปทานกับผู้จัดหาวัตถุดิบหนึ่งรายและผู้ค้าปลีกหลายรายภายใต้ความไม่แน่นอนของอุปสงค์ โดยใช้แบบจำลองคอมพิวเตอร์จำลอง ผลสรุปของการศึกษานี้ช่วยให้เข้าใจถึงประโยชน์ของการแบ่งปันข้อมูลในห่วงโซ่อุปทาน และมีศักยภาพที่จะส่งเสริมให้บริษัทต่าง ๆ แบ่งปันข้อมูลกับผู้จัดหาวัตถุดิบ (Supplier) การประหยัดต้นทุนสามารถช่วยให้บริษัทต่าง ๆ ชั่งน้ำหนักค่าใช้จ่ายในการแบ่งปันข้อมูลกับประโยชน์ของการแบ่งปันข้อมูลกับซัพพลายเออร์ และยังสามารถช่วยให้ผู้จัดการซัพพลายเชนลดผลกระทบด้านลบของข้อผิดพลาดในการคาดการณ์โดยใช้แบบจำลองการคาดการณ์ที่เหมาะสมร่วมกับการแบ่งปันข้อมูล

Zhang (2004) ได้ศึกษาการพิจารณาถึงผลกระทบของวิธีการพยากรณ์ต่าง ๆ ต่อค่าบูลวิปเอฟเฟกต์ (Bullwhip Effect, BW) ที่เกิดขึ้นสำหรับระบบการเติมสินค้าที่เป็นรูปแบบความต้องการของลูกค้าที่เป็นไปตามตัวแบบออเทอริเกรสชันอันดับที่หนึ่ง (First-Order Autoregressive Process, AR(1)) ผลการวิจัยระบุว่าวิธีการพยากรณ์ที่แตกต่างกันนำไปสู่การวัดผลของค่าบูลวิปเอฟเฟกต์ให้คุณสมบัติแตกต่างกัน ซึ่งสัมพันธ์กับระยะเวลานำ (Lead Time) และพารามิเตอร์พื้นฐาน (Underlying Parameters)

Luong (2007) ได้ศึกษาการวัดผลกระทบของบูลวิปเอฟเฟกต์ (Bullwhip Effect, BW) สำหรับห่วงโซ่อุปทาน 2 ระดับอย่างง่าย ซึ่งประกอบไปด้วย ผู้ค้าปลีก (Retailer) 1 แห่ง และผู้จัดหาวัตถุดิบ (Supplier) โดยผู้ค้าปลีกใช้นโยบายการสั่งซื้อที่เหมาะสม (Base Stock Policy) สำหรับการจัดการพัสดุคงคลัง และการพยากรณ์ความต้องการจะใช้การพยากรณ์ของตัวแบบออเทอริเกรสชันอันดับที่ 1 (First-Order Autoregressive Model: AR(1)) ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าค่าขอบเขตบนมีประโยชน์ในการประเมินผลกระทบของบูลวิปเอฟเฟกต์ และสามารถช่วยลดผลกระทบของบูลวิปเอฟเฟกต์ในห่วงโซ่อุปทานเมื่อเวลานำเพิ่มขึ้น และค่าของบูลวิปเอฟเฟกต์จะขึ้นอยู่กับ 2 ปัจจัยคือ ระยะเวลานำส่งสินค้าและค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแบบออเทอริเกรสชัน

Hong and Ping (2007) ได้ศึกษาแบบจำลองทฤษฎีผลกระทบของห่วงโซ่อุปทานแบบ 2 ระดับและรูปแบบความต้องการเป็นแบบออเทอริเกรสชันอันดับที่ 1 (First-Order Autoregressive Model, AR(1)) ที่อุปสงค์คงที่ โดยใช้วิธีการพยากรณ์แบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average, MA) ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ถ่วงน้ำหนักแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล (Exponentially Weighted Moving Average, EWMA) ค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อนต่ำสุด (Minimum Mean Square Error, MMSE) และนโยบายการสั่งซื้อจนถึงสินค้าคงคลัง ผลการวิจัยมีข้อสรุปหลักว่า ความแตกต่างของวิธีการพยากรณ์นั้นทำให้การลดค่าบูลวิปเอฟเฟกต์ (Bullwhip Effect, BW) มีความแตกต่างกันไปด้วย

Wright and Yuan (2008) ได้ทำการศึกษาการลดผลกระทบของบูลวิปเอฟเฟค (Bullwhip Effect, BW) โดยใช้การสร้างแบบจำลองสถานการณ์ของเทคนิคการพยากรณ์ 3 วิธี ได้แก่ เทคนิคการพยากรณ์แบบตัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average, MA) เทคนิคโฮลท์และบราวน์ (Holt and Brown) เทคนิคการปรับเรียบด้วยเอ็กซ์โปเนนเชียลสองชั้น (Exponential Smoothing, ES) ผลการวิจัยอธิบายว่าบูลวิปเอฟเฟคยังคงมีอยู่ในห่วงโซ่อุปทานเช่นเดิม แต่สามารถลดบูลวิปเอฟเฟคลงได้ถึง 55% จากการใช้นโยบายคำสั่งซื้อสินค้า และผลการวิจัยยังบ่งบอกว่าวิธีการพยากรณ์ แบบโฮลท์และบราวน์ หรือวิธีการปรับเรียบด้วยเอ็กซ์โปเนนเชียลสองชั้นเหมาะแก่การนำไปใช้ในการพยากรณ์ความต้องการสินค้าในแต่ละชั้นของห่วงโซ่อุปทาน

Bayraktar et al. (2008) ได้ศึกษาการวิเคราะห์โดยละเอียดของผลกระทบของการพยากรณ์โดยวิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล (Exponential Smoothing, ES) โดยใช้เทคนิคเกี่ยวกับบูลวิปเอฟเฟค (Bullwhip Effect, BW) สำหรับอุปสงค์เชิงเส้นที่มีโครงสร้างที่มีความผันผวนตามฤดูกาล และได้ผลสรุปว่าการคัดเลือกความเรียบเนียนพารามิเตอร์แกมมามีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่ออัตราส่วนบูลวิปเอฟเฟคในแง่ของแบบจำลองของวินเทอร์มากที่สุด

งานวิจัยของ Agrawal et al. (2009) ได้วิเคราะห์ห่วงโซ่อุปทานแบบอนุกรม 2 ระดับ ซึ่งประกอบด้วยคลังสินค้าและผู้ค้าปลีก เพื่อศึกษาผลกระทบของการแบ่งปันข้อมูล (IS) และระยะเวลาในการดำเนินการต่อบูลวิปเอฟเฟคและสินค้าคงคลังคงเหลือ โดยร้านค้าปลีกมีรูปแบบความต้องการเป็นแบบ AR(1) และใช้แบบจำลองความคลาดเคลื่อนแบบค่าเฉลี่ยกำลังสองต่ำสุด (MMSE) ทั้ง 2 ระดับ ได้ผลสรุปว่าบูลวิปเอฟเฟคเกิดจากข้อผิดพลาดในการคาดการณ์และคำนึงถึงผลกระทบของเวลานำ ดังนั้นการลดเวลารอคอยสินค้านั้นมีผลกระทบมาก

Wang et al. (2010) ได้ศึกษาอิทธิพลของวิธีการปรับปรุงการคาดการณ์ระหว่างปริมาณการสั่งซื้อและความต้องการที่แท้จริง โดยมีรูปแบบความต้องการเป็นแบบ AR(1) และ ARMA(1,1) ใช้เทคนิคการพยากรณ์แบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average, MA) และค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ถ่วงน้ำหนักแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล (Exponentially Weighted Moving Average, EWMA) ซึ่งสรุปได้ว่าการวิเคราะห์การจำลองระบบของความผันผวนของบูลวิปเอฟเฟค (Bullwhip Effect, BW) ในห่วงโซ่อุปทานนี้ขึ้นอยู่กับวิธีการพยากรณ์และความแปรปรวนของค่าพารามิเตอร์ โดยจะสามารถให้วิธีการที่ดีที่สุดในการทำนายความต้องการของลูกค้าและเตรียมสต็อกที่เหมาะสมเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคด้วยค่าบูลวิปเอฟเฟคที่ต่ำในระยะเวลาอคอยสินค้าคงที่

Ma J. and Ma X. (2013) ได้ศึกษาแบบจำลองห่วงโซ่อุปทานรูปแบบใหม่ ซึ่งประกอบด้วยผู้ค้าปลีก (Retailer) 2 แห่ง และรูปแบบความต้องการเป็นแบบ ARMA(1,1) โดยใช้วิธีการพยากรณ์แบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average, MA) การปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล (Exponential Smoothing, ES) ความคลาดเคลื่อนแบบค่าเฉลี่ยกำลังสองต่ำสุด (Minimum Mean Square Error, MMSE) และนโยบายการสั่งซื้อจนถึงสินค้าคงคลัง ผลการวิจัยมีข้อสรุปหลักว่า ความแตกต่างของวิธีการพยากรณ์นั้นทำให้การลดค่าบูลวิปเอฟเฟค (Bullwhip Effect, BW) มีความแตกต่างกันไปด้วย

Khosroshahi et al. (2016) ได้ศึกษาการหาปริมาณของผลกระทบบูลวิปเอฟเฟค (Bullwhip Effect, BW) ในห่วงโซ่อุปทาน 3 ระดับกับผู้ค้าปลีก (Retailer) หลายราย โดยขั้นแรกได้ทำการหาปริมาณผลกระทบอัตราส่วนความแปรปรวนของอัตราคำสั่งซื้อ และอัตราส่วนความแปรปรวนสินค้าคงคลังในห่วงโซ่อุปทาน และพัฒนาความสัมพันธ์ใหม่เพื่อคำนวณบูลวิปเอฟเฟค จากนั้นขยายไปสู่ห่วงโซ่อุปทานที่มีผู้ค้าปลีกหลายราย และวิเคราะห์ผลกระทบของระดับการบริการต่อผลกระทบของบูลวิปเอฟเฟค ซึ่งสรุปได้ว่าการเพิ่มขึ้นของผลกระทบบูลวิปเอฟเฟค (Bullwhip Effect, BW) เป็นผลมาจากการเพิ่มขึ้นของระดับการบริการ และจะเพิ่มขึ้นอย่างมากเมื่อจำนวนผู้ค้าปลีกในเครือข่ายอุปทานเพิ่มขึ้น

Sirikasemsuk and Luong (2016) ได้ศึกษาเพื่อวัดค่าบูลวิปเอฟเฟคในห่วงโซ่อุปทานโดยการวิเคราะห์โดยงานวิจัยนี้มีระดับโครงสร้างห่วงโซ่อุปทาน 2 ระดับ ซึ่งประกอบไปด้วย ผู้ค้าปลีก (Retailer) 2 แห่ง และผู้ผลิต (Manufacturer) 1 แห่ง กำหนดให้ทุกสมาชิกในห่วงโซ่อุปทานใช้นโยบายการจัดสินค้าคงคลังรูปแบบการสั่งซื้อที่เหมาะสม (Order-Up-To Inventory Policy) และใช้เทคนิคการพยากรณ์แบบค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อนต่ำสุด (Minimum Mean Square Error, MMSE) นอกจากนี้การกำหนดให้รูปแบบความต้องการของลูกค้าเป็นไปตามตัวแบบ VAR(1) พบว่าผลของงานวิจัยนี้ตรงข้ามกับงานวิจัยอื่น ที่กล่าวว่าบูลวิปเอฟเฟคเกิดขึ้นเสมอ เมื่อค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบออเทอรีเกรสชันเป็นบวก ในกรณีที่กำหนดให้รูปแบบความต้องการของลูกค้าเป็นไปตามตัวแบบ AR(1) และใช้เทคนิคการพยากรณ์แบบค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อนต่ำสุด (MMSE)

งานวิจัยของ นพพล คณากรยิ่งยง และเจริญชัย โชมพัตรภรณ์ (2560) ได้นำเสนอแนวทางการสั่งซื้อสินค้าที่มีลักษณะอุปสงค์เป็นแบบ Lumpy และ Intermittent โดยประยุกต์ใช้การพยากรณ์ความต้องการด้วยวิธี Croston และ Syntetos และ Boylan จากนั้นนำค่าพยากรณ์ที่ได้ไปกำหนดการสั่งซื้อจากเงื่อนไขการขนส่ง การสั่งซื้อลักษณะเต็มลัง และงบเงินทุน และหาค่าความคลาดเคลื่อนการพยากรณ์ของอุปสงค์ทุกรูปแบบด้วยวิธี AMAPE, MAD และ SMAD โดยไม่ได้กล่าว่วิธีไหนใช้วัดค่าความคลาดเคลื่อนได้ดีที่สุด

Ma et al. (2018) ได้ศึกษาผลกระทบของบูลวิปเอฟเฟค (Bullwhip Effect, BW) เมื่อมีศูนย์เรียกกลับ (Callback Center) ในห่วงโซ่อุปทาน โดยงานวิจัยนี้ได้สร้างแบบจำลองห่วงโซ่อุปทานหลายระดับด้วยศูนย์เรียกกลับและหาปริมาณแบบจำลองตามอิทธิพลของกลไกการเรียกกลับในระบบห่วงโซ่อุปทานจริง เพื่อตรวจสอบผลกระทบของระยะเวลาการคอยสินค้าของผู้ค้าปลีกและผู้ผลิต ความแม่นยำการคาดการณ์ ดัชนีการเรียกกลับ (Callback) และส่วนแบ่งการตลาดที่เกี่ยวข้องกับบูลวิปเอฟเฟค ซึ่งสรุปได้ว่า ระบบการเรียกกลับและส่วนแบ่งการตลาดจะส่งผลกระทบต่อห่วงโซ่อุปทานทั้งหมด การลดระยะเวลาการคอยสินค้าและความแม่นยำในการคาดการณ์ที่เพิ่มขึ้นและดัชนีการเรียกกลับที่สูงขึ้นจะสามารถลดผลกระทบของบูลวิปเอฟเฟคได้

งานวิจัยของ Ojha et al. (2019) เป็นการศึกษาที่ต่อยอดมาจาก Chatfield et al. (2004) ที่ดำเนินการศึกษาแบบจำลองในห่วงโซ่อุปทานแบบอนุกรมเพื่อตรวจสอบผลกระทบของการแบ่งปันข้อมูลประเภทข้อมูล และความแปรปรวนของระยะเวลาในการดำเนินการต่อผลกระทบของบูลวิป ในขณะที่ Chatfield et al. (2004) เน้นว่าข้อมูลประเภทต่าง ๆ สามารถส่งผลกระทบต่อจุดแข็งและธรรมชาติของบูลวิปเอฟเฟคได้อย่างไร ไม่ได้กล่าวถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นพร้อม ๆ กันต่อประสิทธิภาพการปฏิบัติตามคำสั่ง ใน

การศึกษานี้ได้ตรวจสอบเพิ่มเติมถึงผลกระทบของการแบ่งปันข้อมูล (หรือการขาดข้อมูล) ประเภทข้อมูล ความต้องการและความแปรปรวนของระยะเวลาการคอยสินค้าในการปฏิบัติตามคำสั่ง (ผสมผสานทั้งมิติคำสั่งซื้อที่มีแนวโน้มและการส่งมอบคำสั่งซื้อในห่วงโซ่อุปทานแบบหลายระดับที่มีอุปสงค์แบบสุ่มและระยะเวลาการคอยสินค้า)

ในบทความนี้ Guinoubi et al. (2021) ได้พัฒนาทบทวนวรรณกรรมของวิธีการพยากรณ์ต่าง ๆ ทั้งเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ การศึกษาของเราอิงจากกรณีศึกษาของบริษัทในภาคเกษตร-อาหารที่เกี่ยวข้องชาวนาในการผลิตน้ำแข็ง ความจริงที่ว่าความต้องการผลิตภัณฑ์ของเราอย่างต่อเนื่อง ไม่ต่อเนื่อง สิ่งนี้สามารถพิสูจน์ทางเลือกของเราที่จะทำงานด้วยวิธีการพยากรณ์เชิงปริมาณ เพื่อสร้างการคาดการณ์ที่ดีที่สุดในแง่ถึงประวัติการขายและความต้องการของลูกค้า วิธีนี้พบซึ่งคล้ายคลึงกันถึงตรรกะของระบบผู้เชี่ยวชาญก่อนอื่นต้องประหยัดเวลาในการพยากรณ์ปรับปรุงคุณภาพของการคาดการณ์ที่ทำและรู้ประเภทของสินค้าแต่ละชนิดโดยผลลัพธ์เหล่านี้จะทำงานต่อไปโดยการพัฒนาโปรแกรมการผลิตตามวิธี MRP

Ducharme et al. (2021) ได้ทำการศึกษการเปรียบเทียบแบบจำลองการคาดการณ์โดยใช้ความเชื่อใจได้ของ Next Time Under Safety Stock (NTUSS) ซึ่งเป็นคำที่นำมาจากใน (Wallstrom and Segerstedt, 2010) พิจารณาจำนวนสต็อกในสินค้าคงคลังที่สมมติขึ้น NTUSS จะพิจารณาเวลาที่สินค้ามีหรือหมดสต็อก NTUSS จะพยายามคาดการณ์เวลาจนกว่าเหตุการณ์สินค้าหมดสต็อกจะเกิดขึ้นในสินค้าคงคลังจำลองทันทีหลังการส่งมอบ การวัดค่าความผิดพลาดภายใต้สถานการณ์ข้อมูลอุปสงค์สองแบบ ข้อมูลความต้องการ ณ จุดขายแบบเทเลเมทริก และข้อมูลความต้องการในการส่งมอบในอดีตของซัพพลายเออร์ โดยการประเมินความน่าเชื่อถือของ NTUSS ไม่สามารถสรุปได้ภายใต้สถานการณ์ข้อมูลการนำส่ง เนื่องจากมีความเอนเอียงในการเลือกเมื่อสร้างอนุกรมเวลา

งานวิจัยของ Bamakan et al. (2021) มีวัตถุประสงค์เพื่อระบุปัจจัยที่มีอิทธิพลของการลดบุลวิเปฟเฟคในห่วงโซ่อุปทานวัคซีนโควิด-19 จากผลการวิจัยนี้ เสนอแนะให้ปรับปรุงความยืดหยุ่นของกระบวนการผลิตเพื่อลดผลกระทบจากบุลวิเปฟเฟคในห่วงโซ่อุปทานวัคซีนโควิด-19 ซึ่งหมายความว่าจำเป็นต้องให้ความสนใจอย่างมากต่อการจัดสรรทรัพยากร และงานวิจัยนี้ยังระบุด้วยว่าการปรับปรุงการจัดการสินค้าคงคลังจะส่งผลให้ระยะเวลาการรอสินค้าลดลง ซึ่งมีผลทำให้บุลวิเปฟเฟคลดลงด้วยเช่นกัน

จากการทบทวนวรรณกรรมสามารถสรุปและเรียบเรียงเชิงเปรียบเทียบได้ดังตารางที่ 2.1 และตารางที่ 2.2

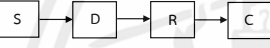
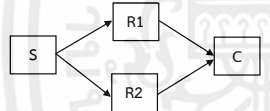
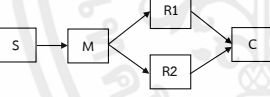
ตารางที่ 2.1 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับบูลวิปเอฟเฟค

ผู้วิจัย	ปี	โครงสร้างอุปทาน		รูปแบบความต้องการ	วิธีการพยากรณ์					นโยบายควบคุมสินค้าคงคลัง	วิธีวัดค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์	จุดประสงค์งานวิจัย	
		ระดับโครงสร้าง	รูปโครงสร้างอุปทาน		MA	ES/ EWMA	MIMSE	Holt & Brown	BM			เลือกวิธีการพยากรณ์ที่ ให้บูลวิปเอฟเฟค น้อยที่สุด	อื่น ๆ
Chen et al.	2000	2 ระดับ	M → R → C	AR(1) & Linear Trend	✓	✓	-	-	-	✓	-	-	ศึกษาค่าพารามิเตอร์ที่ส่งผลกับพฤติกรรมของค่าบูลวิปเอฟเฟค
Zhang	2004	2 ระดับ	S → R → C	AR(1)	✓	✓	✓	-	-	✓	-	✓	เพื่อคาดการณ์ความต้องการเวลานำ (Lead Time)
Hong and Ping	2007	2 ระดับ	S → R → C	AR(1)	✓	✓	✓	-	-	✓	-	✓	เพื่อศึกษาผลกระทบของ บูลวิปเอฟเฟคในห่วงโซ่อุปทานแบบ 2 ระดับ
Luong	2007	2 ระดับ	S → R → C	AR(1)	-	-	✓	-	-	✓	-	-	วัดผลกระทบของ บูลวิปเอฟเฟคภายในห่วงโซ่อุปทานที่มีรูปแบบอย่างง่าย

ตารางที่ 2.1 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับบูลวิปเอฟเฟค (ต่อ)

ผู้วิจัย	ปี	โครงสร้างอุปทาน		รูปแบบความต้องการ	วิธีการพยากรณ์					นโยบายควบคุมสินค้าคงคลัง	วิธีวัดค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์	จุดประสงค์งานวิจัย	
		ระดับโครงสร้าง	รูปโครงสร้างอุปทาน		MA	ES/ EWMA	MIMSE	Holt & Brown	BM			เลือกวิธีการพยากรณ์ที่ ให้บูลวิปเอฟเฟค น้อยที่สุด	อื่น ๆ
Wright and Yuan	2008	4 ระดับ		Linear Trend	✓	-	-	✓	✓	-	RMSE	✓	การจำลองเพื่อจัดลำดับพื้นที่นโยบาย (Ordering Policy Space)
Bayraktar et al.	2008	2 ระดับ		Linear Trend & Seasonality	-	✓	-	-	-	✓	-	✓	ลดระยะเวลาการรอคอยสินค้าตลอดห่วงโซ่อุปทาน (E-SCM)
Wang et al.	2010	3 ระดับ		AR(1) and ARIMA(1,1)	✓	✓	-	-	-	-	-	-	เพื่อกำหนดบูลวิปเอฟเฟคของผู้ค้าปลีก
Ma J. and Ma X.	2013	2 ระดับ		ARMA(1,1)	✓	✓	✓	-	-	✓	-	✓	ศึกษาผลกระทบของพารามิเตอร์ต่อบูลวิปเอฟเฟค

ตารางที่ 2.1 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับบูลวิปเอฟเฟค (ต่อ)

ผู้วิจัย	ปี	โครงสร้างอุปทาน		รูปแบบความต้องการ	วิธีการพยากรณ์					นโยบายควบคุมสินค้าคงคลัง	วิธีวัดค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์	จุดประสงค์งานวิจัย	
		ระดับโครงสร้าง	รูปโครงสร้างอุปทาน		MA	ES/ EWMA	MMSE	Holt & Brown	BM			เลือกวิธีการพยากรณ์ที่ ให้บูลวิปเอฟเฟค น้อยที่สุด	อื่น ๆ
Khosroshahi et al.	2016	3 ระดับ		AR(1)	✓	-	-	-	-	✓	-	-	เพื่อหาบูลวิปเอฟเฟคในห่วงโซ่อุปทาน 3 ระดับกับผู้ค้าปลีกหลายราย
Sirikasemsuk and Luong	2016	2 ระดับ		VAR(1)	-	-	✓	-	-	✓	-	✓	ศึกษาผลกระทบของพารามิเตอร์ต่อค่าบูลวิปเอฟเฟค
Ma et al.	2018	3 ระดับ		AR(1)	✓	-	-	-	-	✓	-	-	เพื่อหาบูลวิปเอฟเฟคเมื่อมีศูนย์เรียกกลับ (Callback Center) ในระบบห่วงโซ่อุปทาน
This paper	ปัจจุบัน	3 ระดับ		AR(1)	✓	✓	-	-	-	✓	MSE, MAD, MASE	✓	ศึกษาความสัมพันธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนกับบูลวิปเอฟเฟค

ตารางที่ 2.2 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการแลกเปลี่ยนข้อมูล (Information Sharing)

ผู้วิจัย	ปี	จุดประสงค์ของงานวิจัย	ผลสรุปของงานวิจัย
Chen et al.	2000	ศึกษาผลกระทบสำหรับโครงสร้างห่วงโซ่อุปทานแบบ 2 ระดับ อย่างง่ายซึ่งประกอบด้วยผู้ค้าปลีก 1 แห่ง และผู้ผลิต 1 แห่ง โดยใช้เทคนิคการพยากรณ์โดยวิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล และวิธีการเคลื่อนที่แบบถ่วงเฉื่อย ต่อค่าบูลิวิเอฟเฟค	ผลสรุปว่าบูลิวิเอฟเฟคยังคงเกิดขึ้นถึงแม้ว่าจะมีการแบ่งปันข้อมูลของความต้องการสินค้าในทุกชั้นบนห่วงโซ่อุปทาน โดยคาดว่าปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อค่าบูลิวิเอฟเฟค คือ เทคนิคการพยากรณ์ความต้องการสินค้าและระยะเวลานำ
Agrawal et al.	2009	วิเคราะห์ห่วงโซ่อุปทานแบบอนุกรม 2 ระดับ ซึ่งประกอบด้วยคลังสินค้าและผู้ค้าปลีก เพื่อศึกษาผลกระทบของการแบ่งปันข้อมูล (Information Sharing, IS) และระยะเวลาในการดำเนินการต่อบูลิวิเอฟเฟคและสินค้าคงคลังคงเหลือ	ได้ผลสรุปว่าบูลิวิเอฟเฟคเกิดจากข้อผิดพลาดในการคาดการณ์และคำนึงถึงผลกระทบของเวลานำ ดังนั้นการลดเวลารอคอยสินค้านั้นมีประโยชน์มากกว่าการแบ่งปันข้อมูล
Ojha et al.	2019	สำรวจว่าการแบ่งปันข้อมูล ประเภทข้อมูล ความต้องการ และความแปรปรวนของเวลานำก่อให้เกิดบูลิวิเอฟเฟค และสามารถส่งผลต่อประสิทธิภาพการปฏิบัติตามคำสั่งซื้อในซัพพลายเชนหรือไม่	1) ผลการวิจัยยืนยันว่าการแบ่งปันข้อมูลในห่วงโซ่อุปทานช่วยลดทั้งบูลิวิเอฟเฟคและปรับปรุงประสิทธิภาพการปฏิบัติตามคำสั่งซื้อ 2) ผลจากการวิจัยนี้ยืนยันว่าประสิทธิภาพการปฏิบัติตามคำสั่งลดลงอย่างมากเมื่อไม่มีการแชร์ข้อมูล
Bamakan et al.	2021	วัตถุประสงค์หลักของการศึกษานี้ คือ การออกแบบแผนที่ความรู้ความเข้าใจตามปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการลดบูลิวิเอฟเฟคของห่วงโซ่อุปทานวัคซีนโควิด-19	จากผลการวิจัยที่ได้รับการเสนอแนะว่าผลกระทบของบูลิวิในห่วงโซ่อุปทานวัคซีนโควิด-19 เกี่ยวข้องกับปัจจัยสำคัญสามประการเหล่านี้ ได้แก่ กระบวนการภายใน การแบ่งปันข้อมูล ความถูกต้องของปริมาณการสั่งซื้อ การจัดการสินค้าคงคลัง การลดเวลารอคอยสินค้า การตอบสนองอย่างรวดเร็ว ความยืดหยุ่น ความน่าเชื่อถือ การฝึกอบรมพนักงาน ทักษะการจัดการ การจัดสรรทรัพยากรให้เหมาะสม ภาระผูกพันด้านการจัดการ และศูนย์การขนส่งด้านโลจิสติกส์

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

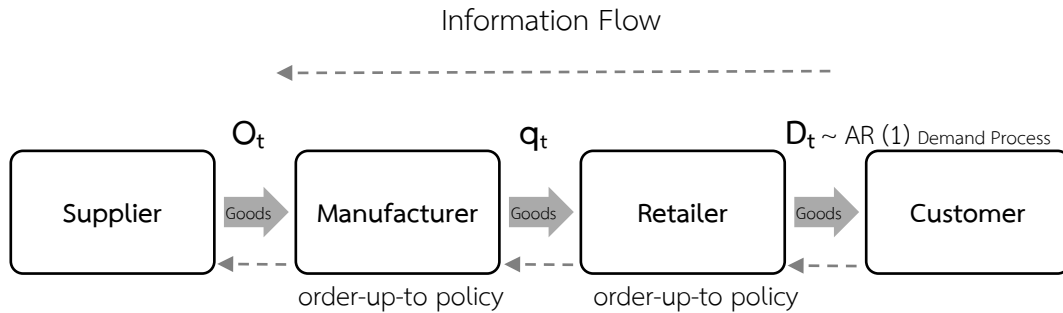
ในบทนี้จะแสดงขั้นตอนวิธีการดำเนินงานวิจัย เป็นขั้นตอนการจำลองโมเดลแบบง่าย เพื่อศึกษา ลักษณะการเกิดบูลิวิเปฟเฟกภายใต้ห่วงโซ่อุปทานแบบ 2 ระดับ และ 3 ระดับ เมื่อแต่ละองค์กรในห่วงโซ่อุปทานใช้วิธีการพยากรณ์เดียวกันเปรียบเทียบกับค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ว่ามีแนวโน้มหรือพฤติกรรมอย่างไร เพื่อเป็นการศึกษานำร่องเบื้องต้น จากนั้นนำไปศึกษาการเกิดบูลิวิเปฟเฟกภายใต้ห่วงโซ่อุปทานแบบ 3 ระดับอย่างละเอียดเมื่อแต่ละองค์กรในห่วงโซ่อุปทานใช้วิธีการพยากรณ์ต่างกันในบทที่ 4 ต่อไป โดยในบทนี้สามารถแบ่งหัวข้อย่อยได้ดังนี้

- 3.1 โครงสร้างห่วงโซ่อุปทานของงานวิจัย
- 3.2 การออกแบบการทดลอง
- 3.3 วิธีการสร้างแบบจำลอง
- 3.4 เงื่อนไขการสร้างแบบจำลอง
- 3.5 ขั้นตอนการจำลองโมเดลแบบ 3 ระดับ
- 3.6 ตัวอย่างการสร้างแบบจำลองเบื้องต้น
- 3.7 การทวนสอบโมเดล
- 3.8 การวิเคราะห์ผลเบื้องต้นของการจำลองเบื้องต้น

3.1 โครงสร้างห่วงโซ่อุปทานของงานวิจัย

งานวิจัยนี้ศึกษาโครงสร้างห่วงโซ่อุปทาน 3 ระดับ ประกอบด้วย ผู้จัดหาวัตถุดิบ (Supplier) 1 แห่ง, ผู้ผลิต (Manufacturer) 1 แห่ง, ผู้ค้าปลีก (Retailer) 1 แห่ง และลูกค้า (Customer) 1 กลุ่ม

โดยกำหนดให้ความต้องการของลูกค้ามีค่า D_t ซึ่งลูกค้าสั่งซื้อสินค้าโดยผ่านทางผู้ค้าปลีก หลังจากที่มีความต้องการของลูกค้าเข้ามาเริ่มต้นที่ช่วงเวลา t จากนั้นผู้ค้าปลีกจะทำการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าและคำนวณระดับสินค้าคงคลังสูงสุด เพื่อใช้คำนวณหาปริมาณคำสั่งซื้อไปยังผู้ผลิต ซึ่งปริมาณคำสั่งซื้อโดยผู้ค้าปลีกมีค่า q_t ดังนั้นปริมาณความต้องการที่ผู้ผลิตจะได้รับคือ q_t จากนั้นผู้ผลิตจะพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าและคำนวณระดับสินค้าคงคลังสูงสุด เพื่อคำนวณหาปริมาณคำสั่งซื้อแล้วส่งไปยังผู้จัดหาวัตถุดิบ ซึ่งปริมาณคำสั่งซื้อโดยผู้ผลิตมีค่าเท่ากับ O_t โดยจะแสดงดังรูปที่ 3.1

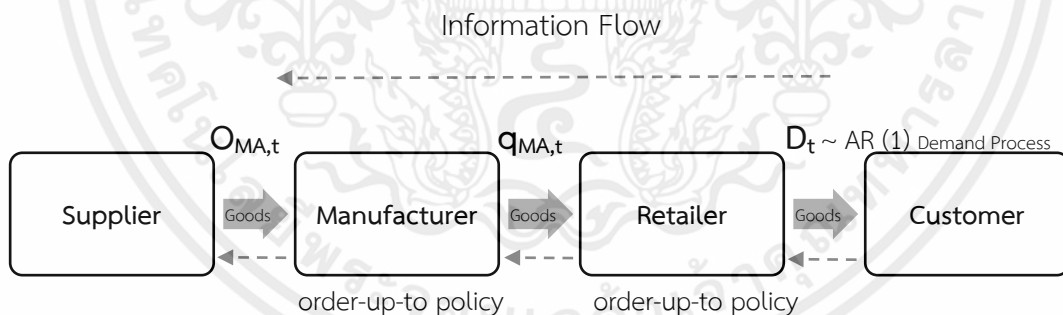


รูปที่ 3.1 โครงสร้างห่วงโซ่อุปทาน 3 ระดับในงานวิจัยนี้

ซึ่งมีกรณีเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของค่าบูลวิปเอฟเฟค แบ่งเป็น 4 กรณีดังนี้

กรณีที่ 1 ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ (MA) ในการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า โดยใช้จำนวนข้อมูลในอดีตที่ใช้ในการคำนวณเหมือนกัน ($p_R = p_M$) เปรียบเทียบพฤติกรรมของบูลวิปเอฟเฟคกับจำนวนข้อมูลในอดีตที่ใช้ในการคำนวณแตกต่างกัน ($p_R \neq p_M$)

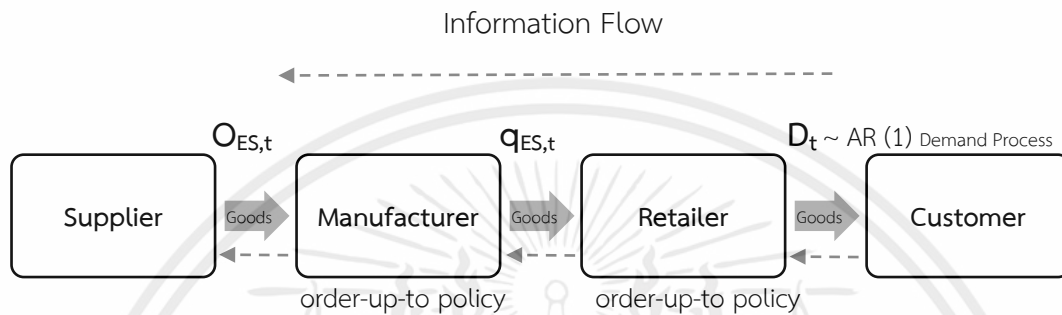
การไหลของข้อมูลจะเริ่มต้นเมื่อมีปริมาณความต้องการของลูกค้าหรือ D_t เข้ามาในรูปแบบ AR(1) จากนั้นผู้ค้าปลีกจะพยากรณ์ความต้องการสินค้าของลูกค้าด้วยวิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ (MA) เพื่อให้ได้ปริมาณคำสั่งซื้อ $q_{MA,t}$ เป็นความต้องการสินค้าของผู้ค้าปลีกสำหรับผู้ผลิตต่อไป ส่วนผู้ผลิตจะพยากรณ์ความต้องการสินค้าของผู้ค้าปลีกด้วยวิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ (MA) เช่นเดียวกัน เพื่อให้ได้ปริมาณคำสั่งซื้อ $O_{MA,t}$ ไปยังผู้จัดหาวัตถุดิบต่อไป ซึ่งมีความสัมพันธ์เป็นไปตามรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 โครงสร้างห่วงโซ่อุปทานเมื่อทุกองค์กรใช้วิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่เหมือนกัน (กรณีที่ 1)

กรณีที่ 2 ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล (ES) ในการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า โดยใช้ค่าคงที่การปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลเหมือนกัน ($\alpha_R = \alpha_M$) เปรียบเทียบพฤติกรรมของบูลวิปเอฟเฟคกับค่าคงที่การปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลแตกต่างกัน ($\alpha_R \neq \alpha_M$)

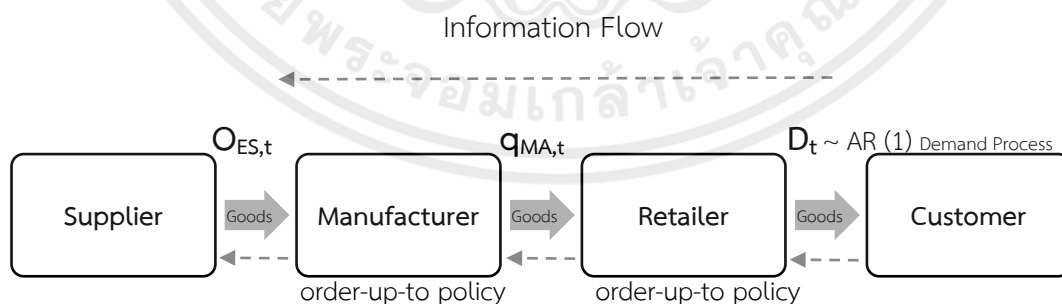
การไหลของข้อมูลจะเริ่มต้นเมื่อมีปริมาณความต้องการของลูกค้าหรือ D_t เข้ามาในรูปแบบ AR(1) จากนั้นผู้ค้าปลีกจะพยากรณ์ความต้องการสินค้าของลูกค้าด้วยวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล (ES) เพื่อให้ได้ปริมาณคำสั่งซื้อ $q_{ES,t}$ เป็นความต้องการสินค้าของผู้ค้าปลีกสำหรับผู้ผลิตต่อไป ส่วนผู้ผลิตจะพยากรณ์ความต้องการสินค้าของผู้ค้าปลีกด้วยวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล (ES) เช่นเดียวกัน เพื่อให้ได้ปริมาณคำสั่งซื้อ $O_{ES,t}$ ไปยังผู้จัดหาวัตถุดิบต่อไป ซึ่งมีความสัมพันธ์เป็นไปตามรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 โครงสร้างห่วงโซ่อุปทานเมื่อทุกองค์กรใช้วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลเหมือนกัน (กรณีที่ 2)

กรณีที่ 3 ผู้ค้าปลีกใช้วิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ (MA) ในการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าและผู้ผลิตใช้วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล (ES) ในการพยากรณ์ความต้องการผู้ค้าปลีก

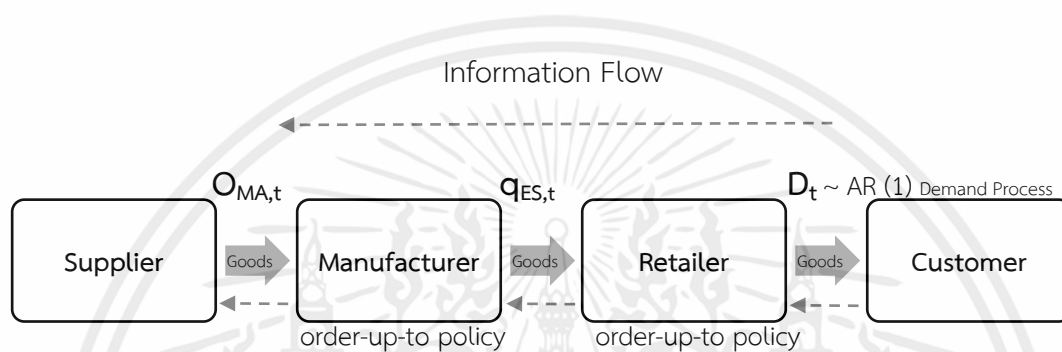
การไหลของข้อมูลจะเริ่มต้นเมื่อมีปริมาณความต้องการของลูกค้าหรือ D_t เข้ามาในรูปแบบ AR(1) จากนั้นผู้ค้าปลีกจะพยากรณ์ความต้องการสินค้าของลูกค้าด้วยวิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ (MA) เพื่อให้ได้ปริมาณคำสั่งซื้อ $q_{MA,t}$ ไปเป็นความต้องการสินค้าของผู้ค้าปลีกสำหรับผู้ผลิตต่อไป ส่วนผู้ผลิตจะพยากรณ์ความต้องการสินค้าของผู้ค้าปลีกด้วยวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล (ES) เพื่อให้ได้ปริมาณคำสั่งซื้อ $O_{ES,t}$ ไปยังผู้จัดหาวัตถุดิบต่อไป ซึ่งมีความสัมพันธ์เป็นไปตามรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 โครงสร้างห่วงโซ่อุปทานเมื่อองค์กรใช้วิธีพยากรณ์ต่างกัน (กรณีที่ 3)

กรณีที่ 4 ผู้ค้าปลีกใช้วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล (ES) ในการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าและผู้ผลิตใช้วิธีถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่ (MA) ในการพยากรณ์ความต้องการสำหรับผู้ค้าปลีก

การไหลของข้อมูลจะเริ่มต้นเมื่อมีปริมาณความต้องการของลูกค้าหรือ D_t เข้ามาในรูปแบบ AR(1) จากนั้นผู้ค้าปลีกจะพยากรณ์ความต้องการสินค้าของลูกค้าด้วยวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล (ES) เพื่อให้ได้ปริมาณคำสั่งซื้อ $q_{ES,t}$ ไปเป็นความต้องการสินค้าของผู้ค้าปลีกสำหรับผู้ผลิตต่อไป ส่วนผู้ผลิตจะพยากรณ์ความต้องการสินค้าของผู้ค้าปลีกด้วยวิธีถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่ (MA) เพื่อให้ได้ปริมาณคำสั่งซื้อ $O_{MA,t}$ ไปยังผู้จัดหาวัตถุดิบต่อไป ซึ่งมีความสัมพันธ์เป็นไปตามรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 โครงสร้างห่วงโซ่อุปทานเมื่อองค์กรใช้วิธีพยากรณ์ต่างกัน (กรณีที่ 4)

3.2 การออกแบบการทดลอง

การเก็บข้อมูลในงานวิจัยนี้จะแบ่งตารางการเก็บข้อมูลของค่าบูลิปปอฟเฟคและค่าดัชนีวัดความคลาดเคลื่อน สามารถแบ่งตารางการเก็บข้อมูลได้ตามความต้องการของลูกค้า ซึ่งมีพารามิเตอร์ของตัวแบบออเทอรีเกรสชัน ($\emptyset$) ที่กำหนดให้เป็นค่าดังนี้ -1, -0.999, -0.9, -0.7, -0.4, -0.1, 0, 0.1, 0.4, 0.7, 0.9 และ 0.999 (หมายเหตุ : ค่า $\emptyset$ เท่ากับ 1 ไม่ได้ถูกนำมาพิจารณาเพราะไม่สามารถหาค่าได้)

3.2.1 ตารางการเก็บค่าบูลิปปอฟเฟคกรณีที่ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ (MA)

การเก็บข้อมูลค่าบูลิปปอฟเฟคในกรณีนี้ ต้องใช้พารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง คือ จำนวนข้อมูลในอดีต (p) เมื่อใช้วิธีการพยากรณ์แบบถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ จึงกำหนดให้จำนวนข้อมูลในอดีตที่ใช้สำหรับผู้ค้าปลีก (p_R) และจำนวนข้อมูลในอดีตที่ใช้สำหรับผู้ค้าผลิต (p_M) เป็นจำนวน 10 ค่า ดังนี้ 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 และ 11 โดยสามารถดูตัวอย่างตารางการเก็บค่าบูลิปปอฟเฟคที่แบ่งตามพารามิเตอร์ของตัวแบบออเทอรีเกรสชันสำหรับกรณีที่ 1 ได้ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 การเก็บข้อมูลกรณีที่ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่

Case 1: BW 3-stage (MA)

$\emptyset = -1$	<table><tr><td>$p_M \backslash p_R$</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td></tr><tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>7</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>9</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>10</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>11</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	$p_M \backslash p_R$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	2											3											4											5											6											7											8											9											10											11											$\emptyset = -0.4$	<table><tr><td>$p_M \backslash p_R$</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td></tr><tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>7</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>9</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>10</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>11</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	$p_M \backslash p_R$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	2											3											4											5											6											7											8											9											10											11										
	$p_M \backslash p_R$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11																																																																																																																																																																																																																																										
	2																																																																																																																																																																																																																																																				
	3																																																																																																																																																																																																																																																				
	4																																																																																																																																																																																																																																																				
	5																																																																																																																																																																																																																																																				
	6																																																																																																																																																																																																																																																				
	7																																																																																																																																																																																																																																																				
	8																																																																																																																																																																																																																																																				
	9																																																																																																																																																																																																																																																				
	10																																																																																																																																																																																																																																																				
11																																																																																																																																																																																																																																																					
$p_M \backslash p_R$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11																																																																																																																																																																																																																																											
2																																																																																																																																																																																																																																																					
3																																																																																																																																																																																																																																																					
4																																																																																																																																																																																																																																																					
5																																																																																																																																																																																																																																																					
6																																																																																																																																																																																																																																																					
7																																																																																																																																																																																																																																																					
8																																																																																																																																																																																																																																																					
9																																																																																																																																																																																																																																																					
10																																																																																																																																																																																																																																																					
11																																																																																																																																																																																																																																																					
$\emptyset = -0.999$	<table><tr><td>$p_M \backslash p_R$</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td></tr><tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>7</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>9</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>10</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>11</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	$p_M \backslash p_R$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	2											3											4											5											6											7											8											9											10											11											$\emptyset = -0.1$	<table><tr><td>$p_M \backslash p_R$</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td></tr><tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>7</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>9</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>10</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>11</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	$p_M \backslash p_R$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	2											3											4											5											6											7											8											9											10											11										
	$p_M \backslash p_R$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11																																																																																																																																																																																																																																										
	2																																																																																																																																																																																																																																																				
	3																																																																																																																																																																																																																																																				
	4																																																																																																																																																																																																																																																				
	5																																																																																																																																																																																																																																																				
	6																																																																																																																																																																																																																																																				
	7																																																																																																																																																																																																																																																				
	8																																																																																																																																																																																																																																																				
	9																																																																																																																																																																																																																																																				
	10																																																																																																																																																																																																																																																				
11																																																																																																																																																																																																																																																					
$p_M \backslash p_R$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11																																																																																																																																																																																																																																											
2																																																																																																																																																																																																																																																					
3																																																																																																																																																																																																																																																					
4																																																																																																																																																																																																																																																					
5																																																																																																																																																																																																																																																					
6																																																																																																																																																																																																																																																					
7																																																																																																																																																																																																																																																					
8																																																																																																																																																																																																																																																					
9																																																																																																																																																																																																																																																					
10																																																																																																																																																																																																																																																					
11																																																																																																																																																																																																																																																					
$\emptyset = -0.9$	<table><tr><td>$p_M \backslash p_R$</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td></tr><tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>7</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>9</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>10</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>11</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	$p_M \backslash p_R$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	2											3											4											5											6											7											8											9											10											11											$\emptyset = 0$	<table><tr><td>$p_M \backslash p_R$</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td></tr><tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>7</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>9</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>10</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>11</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	$p_M \backslash p_R$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	2											3											4											5											6											7											8											9											10											11										
	$p_M \backslash p_R$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11																																																																																																																																																																																																																																										
	2																																																																																																																																																																																																																																																				
	3																																																																																																																																																																																																																																																				
	4																																																																																																																																																																																																																																																				
	5																																																																																																																																																																																																																																																				
	6																																																																																																																																																																																																																																																				
	7																																																																																																																																																																																																																																																				
	8																																																																																																																																																																																																																																																				
	9																																																																																																																																																																																																																																																				
	10																																																																																																																																																																																																																																																				
11																																																																																																																																																																																																																																																					
$p_M \backslash p_R$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11																																																																																																																																																																																																																																											
2																																																																																																																																																																																																																																																					
3																																																																																																																																																																																																																																																					
4																																																																																																																																																																																																																																																					
5																																																																																																																																																																																																																																																					
6																																																																																																																																																																																																																																																					
7																																																																																																																																																																																																																																																					
8																																																																																																																																																																																																																																																					
9																																																																																																																																																																																																																																																					
10																																																																																																																																																																																																																																																					
11																																																																																																																																																																																																																																																					

ตารางที่ 3.1 การเก็บข้อมูลกรณีที่ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่ (ต่อ)

Case 1: BW 3-stage (MA)																								
$\phi = 0.7$	$p_H \backslash p_L$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	$\phi = 0.1$	$p_H \backslash p_L$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
	2												2											
	3												3											
	4												4											
	5												5											
	6												6											
	7												7											
	8												8											
	9												9											
	10												10											
	11												11											
$\phi = 0.4$	$p_H \backslash p_L$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	$\phi = 0.9$	$p_H \backslash p_L$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
	2												2											
	3												3											
	4												4											
	5												5											
	6												6											
	7												7											
	8												8											
	9												9											
	10												10											
	11												11											
$\phi = 0.7$	$p_H \backslash p_L$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	$\phi = 0.999$	$p_H \backslash p_L$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
	2												2											
	3												3											
	4												4											
	5												5											
	6												6											
	7												7											
	8												8											
	9												9											
	10												10											
	11												11											

3.2.2 ตารางการเก็บค่าบูลวิปเอฟเฟกต์กรณีที่ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล (ES)

การเก็บข้อมูลค่าบูลวิปเอฟเฟกต์ในกรณีนี้ ต้องใช้พารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง คือ ค่าคงที่การปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล (α) เมื่อใช้วิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล จึงกำหนดให้ค่าคงที่การปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่ใช้สำหรับผู้ค้าปลีก (α_R) และค่าคงที่การปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่ใช้สำหรับผู้ผลิต (α_M) เป็นจำนวน 10 ค่า ดังนี้ 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9 และ 1 โดยสามารถดูตัวอย่างตารางการเก็บข้อมูลที่แบ่งตามพารามิเตอร์ของตัวแบบออเทอรีเกรสชันสำหรับกรณีที่ 2 ได้ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 การเก็บข้อมูลกรณีที่ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้ปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล

$\emptyset = -1$	$\alpha_{u_i} \backslash \alpha_{s_i}$	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
	0.1										
	0.2										
	0.3										
	0.4										
	0.5										
	0.6										
	0.7										
	0.8										
	0.9										
	1										
$\emptyset = -0.999$	$\alpha_{u_i} \backslash \alpha_{s_i}$	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
	0.1										
	0.2										
	0.3										
	0.4										
	0.5										
	0.6										
	0.7										
	0.8										
	0.9										
	1										
$\emptyset = -0.9$	$\alpha_{u_i} \backslash \alpha_{s_i}$	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
	0.1										
	0.2										
	0.3										
	0.4										
	0.5										
	0.6										
	0.7										
	0.8										
	0.9										
	1										
$\emptyset = -0.7$	$\alpha_{u_i} \backslash \alpha_{s_i}$	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
	0.1										
	0.2										
	0.3										
	0.4										
	0.5										
	0.6										
	0.7										
	0.8										
	0.9										
	1										
$\emptyset = -0.4$	$\alpha_{u_i} \backslash \alpha_{s_i}$	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
	0.1										
	0.2										
	0.3										
	0.4										
	0.5										
	0.6										
	0.7										
	0.8										
	0.9										
	1										
$\emptyset = -0.1$	$\alpha_{u_i} \backslash \alpha_{s_i}$	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
	0.1										
	0.2										
	0.3										
	0.4										
	0.5										
	0.6										
	0.7										
	0.8										
	0.9										
	1										
$\emptyset = 0$	$\alpha_{u_i} \backslash \alpha_{s_i}$	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
	0.1										
	0.2										
	0.3										
	0.4										
	0.5										
	0.6										
	0.7										
	0.8										
	0.9										
	1										
$\emptyset = 0.1$	$\alpha_{u_i} \backslash \alpha_{s_i}$	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
	0.1										
	0.2										
	0.3										
	0.4										
	0.5										
	0.6										
	0.7										
	0.8										
	0.9										
	1										
$\emptyset = 0.4$	$\alpha_{u_i} \backslash \alpha_{s_i}$	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
	0.1										
	0.2										
	0.3										
	0.4										
	0.5										
	0.6										
	0.7										
	0.8										
	0.9										
	1										
$\emptyset = 0.7$	$\alpha_{u_i} \backslash \alpha_{s_i}$	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
	0.1										
	0.2										
	0.3										
	0.4										
	0.5										
	0.6										
	0.7										
	0.8										
	0.9										
	1										
$\emptyset = 0.9$	$\alpha_{u_i} \backslash \alpha_{s_i}$	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
	0.1										
	0.2										
	0.3										
	0.4										
	0.5										
	0.6										
	0.7										
	0.8										
	0.9										
	1										
$\emptyset = 0.999$	$\alpha_{u_i} \backslash \alpha_{s_i}$	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
	0.1										
	0.2										
	0.3										
	0.4										
	0.5										
	0.6										
	0.7										
	0.8										
	0.9										
	1										

3.2.3 ตารางการเก็บค่าบูลิวิเปเฟคในกรณีที่ผู้ค้าปลีกใช้วิธีถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่ (MA) และผู้ผลิตใช้วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล (ES)

การเก็บข้อมูลค่าบูลิวิเปเฟคในกรณีนี้ ต้องใช้พารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง คือ จำนวนข้อมูลในอดีต (p) และค่าคงที่การปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล (α) เมื่อใช้วิธีการพยากรณ์แบบถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่และแบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล จึงกำหนดให้จำนวนข้อมูลในอดีตที่ใช้สำหรับผู้ค้าปลีก (p_R) เป็นจำนวน 10 ค่า ดังนี้ 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 และ 11 ค่าคงที่การปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่ใช้สำหรับผู้ค้าผลิต (α_M) เป็นจำนวน 10 ค่า ดังนี้ 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9 และ 1 โดยสามารถดูตัวอย่างตารางการเก็บข้อมูลที่แบ่งตามพารามิเตอร์ของตัวแบบออเทอรีเกรสชันสำหรับกรณีที่ 3 ได้ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 การเก็บข้อมูลกรณีที่ผู้ค้าปลีกใช้วิธีถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่และผู้ผลิตใช้วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล

Case 3: BW 3-stage (MA, ES)																							
$\emptyset = -1$	α_{i1} p_{i1}	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	$\emptyset = -0.4$	α_{i1} p_{i1}	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
	2												2										
	3												3										
	4												4										
	5												5										
	6												6										
	7												7										
	8												8										
	9												9										
	10												10										
	11												11										
	$\emptyset = -0.999$	α_{i1} p_{i1}	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9		1	$\emptyset = -0.1$	α_{i1} p_{i1}	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8
2												2											
3												3											
4												4											
5												5											
6												6											
7												7											
8												8											
9												9											
10												10											
11												11											
$\emptyset = -0.9$		α_{i1} p_{i1}	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	$\emptyset = 0$		α_{i1} p_{i1}	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8
	2											2											
	3											3											
	4											4											
	5											5											
	6											6											
	7											7											
	8											8											
	9											9											
	10											10											
	11											11											
	$\emptyset = -0.7$	α_{i1} p_{i1}	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1		$\emptyset = 0.1$	α_{i1} p_{i1}	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8
2												2											
3												3											
4												4											
5												5											
6												6											
7												7											
8												8											
9												9											
10												10											
11												11											

ตารางที่ 3.3 การเก็บข้อมูลกรณีที่ผู้ค้าปลีกใช้วิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่และผู้ผลิตใช้วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล (ต่อ)

Case 3: BW 3-stage (MA, ES)																								
$\phi = 0.4$	α_{k1} p_{1k}	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	$\phi = 0.9$	α_{k1} p_{1k}	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	
	2												2											
	3												3											
	4												4											
	5												5											
	6												6											
	7												7											
	8												8											
	9												9											
	10												10											
	11												11											
	$\phi = 0.7$	α_{k1} p_{1k}	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9		1	$\phi = 0.999$	α_{k1} p_{1k}	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
2												2												
3												3												
4												4												
5												5												
6												6												
7												7												
8												8												
9												9												
10												10												
11												11												

3.2.4 ตารางการเก็บค่าบูลิวิเอฟเฟคกรณีที่ผู้ค้าปลีกใช้วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล (ES) และผู้ผลิตใช้วิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ (MA)

การเก็บข้อมูลค่าบูลิวิเอฟเฟคในกรณีนี้ ต้องใช้พารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง คือ ค่าคงที่การปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล (α) และจำนวนข้อมูลในอดีต (p) เมื่อใช้วิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลและแบบถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ จึงกำหนดให้ค่าคงที่การปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่ใช้สำหรับผู้ค้าปลีก (α_R) เป็นจำนวน 10 ค่า ดังนี้ 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9 และ 1 จำนวนข้อมูลในอดีตที่ใช้สำหรับผู้ค้าปลีก (p_M) เป็นจำนวน 10 ค่า ดังนี้ 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 และ 11 โดยสามารถดูตัวอย่างตารางการเก็บข้อมูลที่แบ่งตามพารามิเตอร์ของตัวแบบออเทอรีเกสชันสำหรับกรณีที่ 4 ได้ดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 การเก็บข้อมูลกรณีที่ผู้ค้าปลีกใช้วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลและผู้ผลิตใช้วิธีถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่

Case 4: BW 3-stage (ES, MA)																							
$\phi = -1$	$\alpha_e \backslash p_{hi}$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	$\phi = 0$	$\alpha_e \backslash p_{hi}$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	0.1												0.1										
	0.2												0.2										
	0.3												0.3										
	0.4												0.4										
	0.5												0.5										
	0.6												0.6										
	0.7												0.7										
	0.8												0.8										
	0.9												0.9										
	1												1										
$\phi = -0.999$	$\alpha_e \backslash p_{hi}$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	$\phi = 0.1$	$\alpha_e \backslash p_{hi}$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	0.1												0.1										
	0.2												0.2										
	0.3												0.3										
	0.4												0.4										
	0.5												0.5										
	0.6												0.6										
	0.7												0.7										
	0.8												0.8										
	0.9												0.9										
	1												1										
$\phi = -0.9$	$\alpha_e \backslash p_{hi}$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	$\phi = 0.4$	$\alpha_e \backslash p_{hi}$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	0.1												0.1										
	0.2												0.2										
	0.3												0.3										
	0.4												0.4										
	0.5												0.5										
	0.6												0.6										
	0.7												0.7										
	0.8												0.8										
	0.9												0.9										
	1												1										
$\phi = -0.7$	$\alpha_e \backslash p_{hi}$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	$\phi = 0.7$	$\alpha_e \backslash p_{hi}$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	0.1												0.1										
	0.2												0.2										
	0.3												0.3										
	0.4												0.4										
	0.5												0.5										
	0.6												0.6										
	0.7												0.7										
	0.8												0.8										
	0.9												0.9										
	1												1										
$\phi = -0.4$	$\alpha_e \backslash p_{hi}$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	$\phi = 0.9$	$\alpha_e \backslash p_{hi}$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	0.1												0.1										
	0.2												0.2										
	0.3												0.3										
	0.4												0.4										
	0.5												0.5										
	0.6												0.6										
	0.7												0.7										
	0.8												0.8										
	0.9												0.9										
	1												1										
$\phi = -0.1$	$\alpha_e \backslash p_{hi}$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	$\phi = 0.999$	$\alpha_e \backslash p_{hi}$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	0.1												0.1										
	0.2												0.2										
	0.3												0.3										
	0.4												0.4										
	0.5												0.5										
	0.6												0.6										
	0.7												0.7										
	0.8												0.8										
	0.9												0.9										
	1												1										

3.2.5 ตารางการเก็บค่าบูลิวิเอฟเฟคและดัชนีวัดความคลาดเคลื่อน

เพื่อศึกษาแนวโน้มหรือพฤติกรรมผลรวมดัชนีวัดความคลาดเคลื่อนเปรียบเทียบกับพฤติกรรมของบูลิวิเอฟเฟค ตารางเก็บข้อมูลนี้จึงกำหนดพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องและแบ่งตามกรณีศึกษาของงานวิจัยนี้ ทั้ง 4 กรณีข้างต้น โดยใช้พารามิเตอร์ของตัวแบบอเทอร์เกรสชั่น ($\emptyset$) กำหนดให้เป็นค่าดังนี้ -1, -0.999, -0.9, -0.7, -0.4, -0.1, 0, 0.1, 0.4, 0.7, 0.9 และ 0.999

สามารถดูตารางเก็บค่าบูลิวิเอฟเฟคและผลรวมดัชนีวัดความคลาดเคลื่อนกรณีที่ 1 ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้การพยากรณ์แบบถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่และใช้จำนวนข้อมูลในอดีตที่ใช้ในการคำนวณเท่ากัน ($p_R = p_M = p$) กรณีที่ 2 ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้การพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลและใช้ค่าคงที่การปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลในการคำนวณเท่ากัน ($\alpha_R = \alpha_M = \alpha$) และกรณีที่ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้การพยากรณ์เหมือนกันและต่างกันได้ดังตารางที่ 3.5, 3.6 และ 3.7 ตามลำดับ

โดยตารางที่ 3.7 จะเป็นตัวอย่างของตารางเก็บข้อมูลในกรณีที่ 1 ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้การพยากรณ์แบบถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่เหมือนกันแต่ใช้จำนวนข้อมูลในอดีตมาใช้คำนวณไม่เท่ากัน ($p_R \neq p_M$) เท่านั้น สำหรับกรณีที่ 2 ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแต่ใช้ค่าคงที่การปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลในการคำนวณไม่เท่ากัน ($\alpha_R \neq \alpha_M$) จะใช้รูปแบบตารางเก็บข้อมูลเช่นเดียวกันกับตารางที่ 3.7 โดยใช้พารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง คือ ค่าคงที่การปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่ใช้สำหรับผู้ค้าปลีก (α_R) และค่าคงที่การปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่ใช้สำหรับผู้ผลิต (α_M) แทนจำนวนข้อมูลในอดีตที่ใช้สำหรับผู้ค้าปลีก (p_R) และจำนวนข้อมูลในอดีตที่ใช้สำหรับผู้ผลิต (p_M) ตามลำดับ ซึ่งสามารถดูตารางทั้งหมดได้ในภาคผนวก ข และภาคผนวก ค

สำหรับกรณีที่ 3 ผู้ค้าปลีกใช้วิธีถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่และผู้ผลิตใช้วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล และกรณีที่ 4 ผู้ค้าปลีกใช้วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลและผู้ผลิตใช้วิธีถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่จะใช้ตารางเก็บข้อมูลเช่นเดียวกันกับตารางที่ 3.7 โดยสลับตำแหน่งของพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องตามขอบเขตงานวิจัยข้างต้น ซึ่งสามารถดูตารางทั้งหมดได้ในภาคผนวก ง และภาคผนวก จ

ตารางที่ 3.5 การเก็บค่าบูลิพอฟเฟและดัชนีวัดความคลาดเคลื่อนกรณีที่ 1 ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ ($p_R = p_M = p$)

Case 1: BW 3-stage (MA) and Forecast Errors When $p_R = p_M = p$												
p	$\phi = -1$				$\phi = -0.999$				$\phi = -0.9$			
	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
p	$\phi = -0.7$				$\phi = -0.4$				$\phi = -0.1$			
	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
p	$\phi = 0$				$\phi = 0.1$				$\phi = 0.4$			
	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
p	$\phi = 0.7$				$\phi = 0.9$				$\phi = 0.999$			
	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												

ตารางที่ 3.6 การเก็บค่าบูลิเพคและดัชนีวัดความคลาดเคลื่อนกรณีที่ 2 ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้การพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล ($\alpha_R = \alpha_M = \alpha$)

Case 2: BW 3-stage (ES) and Forecast Errors When $\alpha_R = \alpha_M = \alpha$												
α	$\phi = -1$				$\phi = -0.999$				$\phi = -0.9$			
	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE
0.1												
0.2												
0.3												
0.4												
0.5												
0.6												
0.7												
0.8												
0.9												
1												
α	$\phi = -0.7$				$\phi = -0.4$				$\phi = -0.1$			
	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE
0.1												
0.2												
0.3												
0.4												
0.5												
0.6												
0.7												
0.8												
0.9												
1												
α	$\phi = 0$				$\phi = 0.1$				$\phi = 0.4$			
	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE
0.1												
0.2												
0.3												
0.4												
0.5												
0.6												
0.7												
0.8												
0.9												
1												
α	$\phi = 0.7$				$\phi = 0.9$				$\phi = 0.999$			
	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE
0.1												
0.2												
0.3												
0.4												
0.5												
0.6												
0.7												
0.8												
0.9												
1												

ตารางที่ 3.7 การเก็บค่าบูลลิปเอฟเฟคและดัชนีวัดความคลาดเคลื่อนกรณีที่ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่

Case 1: Bullwhip Effect and Forecast Errors (MA)																																									
$\emptyset = -1$	p_M	$p_R = 2$				$p_R = 3$				$p_R = 4$				$p_R = 5$				$p_R = 6$				$p_R = 7$				$p_R = 8$				$p_R = 9$				$p_R = 10$				$p_R = 11$			
		BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE								
	2																																								
	3																																								
	4																																								
	5																																								
	6																																								
	7																																								
	8																																								
	9																																								
	10																																								
	11																																								
$\emptyset = -0.999$	p_M	$p_R = 2$				$p_R = 3$				$p_R = 4$				$p_R = 5$				$p_R = 6$				$p_R = 7$				$p_R = 8$				$p_R = 9$				$p_R = 10$				$p_R = 11$			
		BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE								
	2																																								
	3																																								
	4																																								
	5																																								
	6																																								
	7																																								
	8																																								
	9																																								
	10																																								
	11																																								

ตารางที่ 3.7 การเก็บค่าบูลวิปเอฟเฟคและดัชนีวัดความคลาดเคลื่อนกรณีที่ใช้ค่าปัสกและผู้ผลิตใช้วิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ (ต่อ)

Case 1: Bullwhip Effect and Forecast Errors (MA)																																									
$\phi = -0.9$	p_M	$p_R = 2$				$p_R = 3$				$p_R = 4$				$p_R = 5$				$p_R = 6$				$p_R = 7$				$p_R = 8$				$p_R = 9$				$p_R = 10$				$p_R = 11$			
		BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE								
	2																																								
	3																																								
	4																																								
	5																																								
	6																																								
	7																																								
	8																																								
	9																																								
	10																																								
	11																																								
$\phi = -0.7$	p_M	$p_R = 2$				$p_R = 3$				$p_R = 4$				$p_R = 5$				$p_R = 6$				$p_R = 7$				$p_R = 8$				$p_R = 9$				$p_R = 10$				$p_R = 11$			
		BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE								
	2																																								
	3																																								
	4																																								
	5																																								
	6																																								
	7																																								
	8																																								
	9																																								
	10																																								
	11																																								

ตารางที่ 3.7 การเก็บค่าบูลวิปเอฟเฟคและดัชนีวัดความคลาดเคลื่อนกรณีที่ใช้ค่าปัสกและผู้ผลิตใช้วิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ (ต่อ)

Case 1: Bullwhip Effect and Forecast Errors (MA)																																									
$\phi = -0.4$	p_M	$p_R = 2$				$p_R = 3$				$p_R = 4$				$p_R = 5$				$p_R = 6$				$p_R = 7$				$p_R = 8$				$p_R = 9$				$p_R = 10$				$p_R = 11$			
		BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE								
	2																																								
	3																																								
	4																																								
	5																																								
	6																																								
	7																																								
	8																																								
	9																																								
	10																																								
	11																																								
$\phi = -0.1$	p_M	$p_R = 2$				$p_R = 3$				$p_R = 4$				$p_R = 5$				$p_R = 6$				$p_R = 7$				$p_R = 8$				$p_R = 9$				$p_R = 10$				$p_R = 11$			
		BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE								
	2																																								
	3																																								
	4																																								
	5																																								
	6																																								
	7																																								
	8																																								
	9																																								
	10																																								
	11																																								

ตารางที่ 3.7 การเก็บค่าบูลวิปเอฟเฟคและดัชนีวัดความคลาดเคลื่อนกรณีที่ใช้ค่าปัสกและผู้ผลิตใช้วิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ (ต่อ)

Case 1: Bullwhip Effect and Forecast Errors (MA)																																									
$\phi = 0$	p_M	$p_R = 2$				$p_R = 3$				$p_R = 4$				$p_R = 5$				$p_R = 6$				$p_R = 7$				$p_R = 8$				$p_R = 9$				$p_R = 10$				$p_R = 11$			
		BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE								
	2																																								
	3																																								
	4																																								
	5																																								
	6																																								
	7																																								
	8																																								
	9																																								
	10																																								
	11																																								
$\phi = 0.1$	p_M	$p_R = 2$				$p_R = 3$				$p_R = 4$				$p_R = 5$				$p_R = 6$				$p_R = 7$				$p_R = 8$				$p_R = 9$				$p_R = 10$				$p_R = 11$			
		BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE								
	2																																								
	3																																								
	4																																								
	5																																								
	6																																								
	7																																								
	8																																								
	9																																								
	10																																								
	11																																								

ตารางที่ 3.7 การเก็บค่าบูลวิปเอฟเฟคและดัชนีวัดความคลาดเคลื่อนกรณีที่ใช้ค่าปัสติกและผู้ผลิตใช้วิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ (ต่อ)

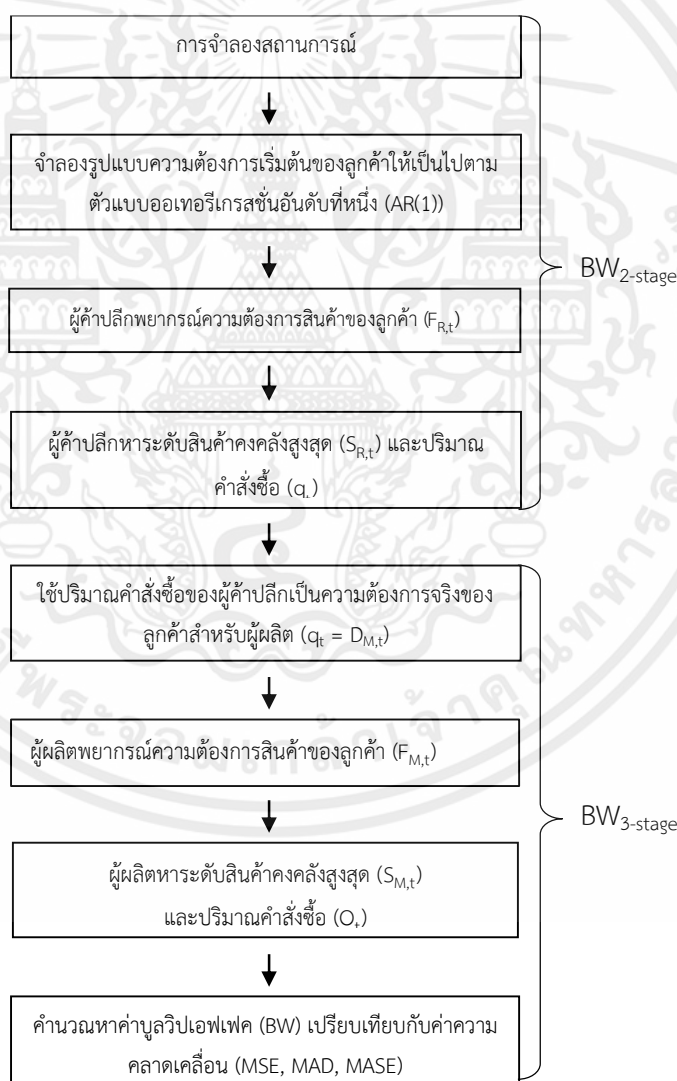
Case 1: Bullwhip Effect and Forecast Errors (MA)																																									
$\phi = 0.4$	p_M	$p_R = 2$				$p_R = 3$				$p_R = 4$				$p_R = 5$				$p_R = 6$				$p_R = 7$				$p_R = 8$				$p_R = 9$				$p_R = 10$				$p_R = 11$			
		BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE								
	2																																								
	3																																								
	4																																								
	5																																								
	6																																								
	7																																								
	8																																								
	9																																								
	10																																								
	11																																								
$\phi = 0.7$	p_M	$p_R = 2$				$p_R = 3$				$p_R = 4$				$p_R = 5$				$p_R = 6$				$p_R = 7$				$p_R = 8$				$p_R = 9$				$p_R = 10$				$p_R = 11$			
		BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE								
	2																																								
	3																																								
	4																																								
	5																																								
	6																																								
	7																																								
	8																																								
	9																																								
	10																																								
	11																																								

ตารางที่ 3.7 การเก็บค่าบูลวิปเอฟเฟคและดัชนีวัดความคลาดเคลื่อนกรณีที่ใช้ค่าปัสติกและผู้ผลิตใช้วิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ (ต่อ)

Case 1: Bullwhip Effect and Forecast Errors (MA)																																									
$\phi = 0.9$	p_M	$p_R = 2$				$p_R = 3$				$p_R = 4$				$p_R = 5$				$p_R = 6$				$p_R = 7$				$p_R = 8$				$p_R = 9$				$p_R = 10$				$p_R = 11$			
		BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE				
	2																																								
	3																																								
	4																																								
	5																																								
	6																																								
	7																																								
	8																																								
	9																																								
	10																																								
	11																																								
$\phi = 0.999$	p_M	$p_R = 2$				$p_R = 3$				$p_R = 4$				$p_R = 5$				$p_R = 6$				$p_R = 7$				$p_R = 8$				$p_R = 9$				$p_R = 10$				$p_R = 11$			
		BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE				
	2																																								
	3																																								
	4																																								
	5																																								
	6																																								
	7																																								
	8																																								
	9																																								
	10																																								
	11																																								

3.3 วิธีการสร้างแบบจำลอง

ในงานวิจัยนี้เป็นการจำลองสถานการณ์โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel สร้างรูปแบบความต้องการสินค้าของลูกค้าตามลักษณะตัวแบบออเทอเรชันอันดับที่ 1 ซึ่งกำหนดค่าพารามิเตอร์ δ และ θ จากนั้นพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าสำหรับผู้ค้าปลีกในเชิงปริมาณและใช้ข้อมูลในอดีตในการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าในอนาคตด้วยวิธีการพยากรณ์แบบถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่ (MA) และวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล (ES) จากนั้นหาระดับสินค้าคงคลังสูงสุดสำหรับผู้ค้าปลีก ($S_{R,t}$) เพื่อนำไปหาปริมาณคำสั่งซื้อสินค้าสำหรับผู้ค้าปลีก (q_t) ต่อ ในหัวข้อหาปริมาณคำสั่งซื้อสินค้าสำหรับผู้ผลิต (O_t) และคำนวณหาค่าบูลิเบฟเฟคของห่วงโซ่อุปทาน 2 ระดับ และ 3 ระดับ เปรียบเทียบกับค่าความคลาดเคลื่อนทั้งหมด 3 วิธี ได้แก่ วิธีวัดค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE), วิธีวัดค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ (MAD) และวิธีวัดค่าเฉลี่ยสเกลความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ (MASE) ดังแสดงในรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองอย่างง่าย

3.4 เงื่อนไขการสร้างแบบจำลอง

ในงานวิจัยนี้มีการกำหนดค่าพารามิเตอร์เริ่มต้นของระบบ ดังนี้

1. จำนวนวันที่ทำการศึกษา (t) เท่ากับ 365 วัน
2. พารามิเตอร์คงที่ของตัวแบบออเทอรีเกรสชัน (δ) เท่ากับ 900
3. พารามิเตอร์ของตัวแบบออเทอรีเกรสชัน ($\emptyset$) มีค่าเท่ากับ -1 ถึง 0.999 ($-1 \leq \alpha \leq 0.999$) กำหนดให้เป็นค่าดังนี้ -1, -0.999, -0.9, -0.7, -0.4, -0.1, 0, 0.1, 0.4, 0.7, 0.9 และ 0.999 (หมายเหตุ: ค่า $\emptyset$ เท่ากับ 1 ไม่ได้ถูกนำมาพิจารณาเพราะไม่สามารถหาค่าได้)
4. ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน (σ_e^2) เท่ากับ 1089
5. จำนวนข้อมูลในอดีตที่ใช้ในการคำนวณค่าเฉลี่ย (p) กำหนดให้เป็นค่าดังนี้ 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, และ 11
6. ค่าคงที่การปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล (α) มีค่าเท่ากับ 0.1 ถึง 1 ($0.1 \leq \alpha \leq 1$) กำหนดให้เป็นค่าดังนี้ 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9 และ 1
7. ระยะเวลาส่งสินค้าระหว่างผู้ค้าปลีกกับผู้ผลิต (L) และระยะเวลานำส่งสินค้าระหว่างผู้ผลิตกับผู้จัดหาวัตถุดิบ (l) มีค่าเท่ากัน ($L=l$) คือเท่ากับ 1 วัน
8. ค่าความต้องการเริ่มต้นของลูกค้า (D_0) เป็นการปรับให้เป็นไปตามค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบออเทอรีเกรสชัน ($\emptyset$) โดยค่าความต้องการเริ่มต้นดังกล่าวจะทำให้การสร้างรูปแบบความต้องการของลูกค้าในช่วงเวลา t ใด ๆ เข้าสู่ภาวะเสถียรได้เร็วขึ้น
9. กำหนดระดับการให้บริการ (Service Level) ที่ 95% ดังนั้นจึงได้ค่าคะแนนมาตรฐาน (z) เท่ากับ 1.645

3.5 ขั้นตอนการจำลองโมเดลแบบ 3 ระดับ

การจำลองโมเดลแบบง่ายเพื่อศึกษาพฤติกรรมของค่าบูลิวิเอฟเฟคกับค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์โดยประกอบด้วย 10 ขั้นตอนดังนี้

1. สร้างรูปแบบความต้องการของลูกค้าให้เป็นไปตามตัวแบบออเทอรีเกรสชันอันดับที่หนึ่ง ($AR(1)$) เพื่อเป็นปริมาณความต้องการสินค้าจริงของลูกค้าสำหรับผู้ค้าปลีก
2. พยากรณ์ความต้องการของลูกค้าสำหรับผู้ค้าปลีก ($F_{R,t}$)
3. หาระดับสินค้าคงคลังสูงสุดสำหรับผู้ค้าปลีก ($S_{R,t}$)
4. หาปริมาณคำสั่งซื้อสินค้าสำหรับผู้ค้าปลีก (q_t)
5. พยากรณ์ความต้องการของลูกค้าสำหรับผู้ผลิต ($F_{M,t}$)
6. หาระดับสินค้าคงคลังสูงสุดสำหรับผู้ผลิต ($S_{M,t}$)
7. หาปริมาณคำสั่งซื้อสินค้าสำหรับผู้ผลิต (O_t)
8. คำนวณหาค่าบูลิวิเอฟเฟคของห่วงโซ่อุปทาน 2 ระดับ และ 3 ระดับ

9. คำนวณค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ ด้วยวิธีวัดค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE), วิธีวัดค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ (MAD) และวิธีวัดค่าเฉลี่ยสเกลความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ (MASE)

10. สร้างกราฟเพื่อดูความสัมพันธ์ระหว่างค่าบูลิปีเอฟเฟคและค่าความคลาดเคลื่อน

3.6 ตัวอย่างการสร้างแบบจำลอง

ในหัวข้อนี้จะยกตัวอย่างการสร้างแบบจำลองด้วยกัน 2 กรณี คือ กรณีที่ 1 ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ (MA) โดยใช้จำนวนข้อมูลในอดีตที่ใช้ในการคำนวณเหมือนกัน $p_R = p_M = 2$ และกรณีที่ 2 ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล (ES) โดยใช้ค่าคงที่การปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลเหมือนกัน $\alpha_R = \alpha_M = 0.2$ และทั้ง 2 กรณีใช้ค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบออเทอรีเกรสชัน $\phi = 0.7$

สามารถดูตัวอย่างการสร้างแบบจำลองในโปรแกรม Microsoft Excel ในแต่ละขั้นตอนตามหัวข้อที่ 3.5 ได้ดังรูปที่ 3.7 ถึง 3.29

3.6.1 สร้างรูปแบบความต้องการของลูกค้าให้เป็นไปตามตัวแบบออเทอรีเกรสชันอันดับที่หนึ่ง (AR(1))

ในการจำลองงานวิจัยนี้จะกำหนดให้ความต้องการของลูกค้าเข้ามาในรูปแบบออเทอรีเกรสชันอันดับที่หนึ่ง (AR(1)) ซึ่งสามารถอธิบายความต้องการสินค้าของลูกค้าในช่วงเวลา t ได้ดังสมการที่ 3.1

$$D_t = \delta + \phi D_{t-1} + \epsilon_t \quad (3.1)$$

เมื่อ δ = พารามิเตอร์คงที่ของตัวแบบออเทอรีเกรสชัน

ϕ = พารามิเตอร์ของตัวแบบออเทอรีเกรสชัน

D_{t-1} = ค่าความต้องการของลูกค้าในช่วงเวลา $t-1$ หรือความต้องการของลูกค้าในช่วงเวลา
ก่อนหน้า

และ ϵ_t = ค่าความคลาดเคลื่อนในช่วงเวลา t ของตัวแบบออเทอรีเกรสชัน โดยที่มีการแจกแจง
แบบปกติด้วยพารามิเตอร์ค่ากลาง (μ) เท่ากับ 0 และค่าความแปรปรวนคลาดเคลื่อน (σ_{ϵ}^2)
เท่ากับ 1089

ในการสร้างรูปแบบการจำลองให้เป็นไปตามตัวแบบออเทอรีเกรสชันอันดับที่หนึ่ง (AR(1)) มีการกำหนดพารามิเตอร์เริ่มต้นดังนี้

1. ให้พารามิเตอร์คงที่ของตัวแบบออเทอรีเกรสชัน (δ) เท่ากับ 900
2. ให้พารามิเตอร์ของตัวแบบออเทอรีเกรสชัน (ϕ) เท่ากับ 0.7

$$E[D_t] = \frac{\delta}{1-\phi} \approx D_0 \quad (3.2)$$

จากสมการที่ 3.2 ข้างต้น เมื่อกำหนดใช้ พารามิเตอร์คงที่ของตัวแบบออเทอรีเกรสชัน (δ) เท่ากับ 900 และพารามิเตอร์ของตัวแบบออเทอรีเกรสชัน (ϕ) เท่ากับ 0.7 จึงได้ค่าค่าความต้องการเริ่มต้นของลูกค้า (D_0) เท่ากับ 3000

สามารถสุ่มค่าความคลาดเคลื่อน (ϵ_t) โดยใช้เครื่องมือสุ่มตัวเลขจากฟังก์ชันการวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis) ในโปรแกรม Microsoft Excel และกำหนดให้เป็นการแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution) และจากสมการที่ 3.1 สามารถสร้างรูปแบบความต้องการของลูกค้าตามตัวแบบออเทอรีเกรสชันอันดับที่หนึ่ง (AR(1)) ในช่วงเวลา 365 วัน ได้ดังรูปที่ 3.7 คอลัมน์ B และ C ตามลำดับ

	A	B	C
1	ϕ	0.7	
2	δ	900	
3	variance error	1089	
4	Dt (t=0)	3000	
5			
6			
7	t(time)	ϵ_t (normal dist.)	Dt (Real demand by AR(1))
8			3000
9			
10	1	52.22348591	3052.223486
11	2	-48.73638773	2987.820052
12	3	9.963148386	3001.437185
13	4	38.64418204	3039.650212
14	5	27.56686399	3055.322012
15	6	-30.87358209	3007.851826
16	7	-5.248917887	3000.247361
17	8	8.22447646	3008.397629
18	9	-8.130759852	2997.74758
19	10	-24.87691972	2973.546387
20	11	-23.20791623	2958.274554
21	12	14.54528274	2985.337471
	:	:	:
370	361	67.26886568	3153.699005
371	362	73.98464732	3181.573951
372	363	12.88554586	3139.987311
373	364	31.59660309	3129.587721
374	365	4.850453479	3095.561858

รูปที่ 3.7 การสร้างรูปแบบความต้องการของลูกค้าตามตัวแบบออเทอรีเกรสชันอันดับที่หนึ่ง (AR(1))

ตัวอย่างการคำนวณความต้องการสินค้าของลูกค้าให้เป็นไปตามตัวแบบออเทอรีเกรสชันอันดับที่หนึ่ง (AR(1)) ในช่วงเวลา t เช่น ที่ t=7 จากสมการที่ 3.1 จะได้

$$D_t = \delta + \phi D_{t-1} + \epsilon_t$$

$$D_t = 900 + 0.7D_{7-1} + \epsilon_7$$

$$D_t = 900 + 0.7(3007.8518) - 5.2489$$

$$D_t = 3000.2474$$

3.6.2 พยากรณ์ความต้องการของลูกค้าสำหรับผู้ค้าปลีก ($F_{R,t}$)

ในงานวิจัยนี้จะเป็นการพยากรณ์เชิงปริมาณและใช้ข้อมูลในอดีตในการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าในอนาคตด้วยวิธีการพยากรณ์แบบถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่ (MA) และวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล (ES) เนื่องจากเป็นวิธีที่สามารถใช้งานได้ง่าย ไม่ซับซ้อน จึงเป็นวิธีที่ถูกใช้งานอย่างแพร่หลาย และในหัวข้อนี้จะแสดงตัวอย่างการจำลองด้วย 2 วิธีดังกล่าวดังนี้

1. วิธีการพยากรณ์แบบถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่ (MA)

ในมุมมองของผู้ค้าปลีกหรือจำหน่ายสินค้าเมื่อลูกค้ามีความต้องการสินค้าเข้ามา ข้อมูลความต้องการนั้นจะกลายเป็นข้อมูลในอดีตที่ใช้ในการพยากรณ์ความต้องการสินค้าสำหรับผู้ค้าปลีก โดยหลักการของวิธีนี้มีพื้นฐานมาจากการหาค่าเฉลี่ยแบบเลขคณิตอย่างง่าย ซึ่งค่าพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าสำหรับผู้ค้าปลีก ($F_{R,t}$) สามารถหาได้ดังสมการที่ 3.3

$$F_{R,t} = (1/p_R)(D_{t-1} + D_{t-2} + \dots + D_{t-p_R}) \quad (3.2)$$

เมื่อ p_R = จำนวนข้อมูลในอดีตที่ใช้ในการคำนวณค่าการพยากรณ์ด้วยวิธีถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่สำหรับผู้ค้าปลีก

และ D_{t-p_R} = ความต้องการของลูกค้าในช่วงเวลา $t-p_R$

ในการจำลองการพยากรณ์ความต้องการสินค้าของลูกค้าสำหรับผู้ค้าปลีกโดยใช้การพยากรณ์แบบถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่ มีขั้นตอนดังนี้

(1) กำหนดค่าพารามิเตอร์เริ่มต้นสำหรับการพยากรณ์แบบถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่

- จำนวนข้อมูลในอดีตที่ใช้ในการพยากรณ์แบบถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่สำหรับผู้ค้าปลีก (p_R) มีค่าเท่ากับ 2
- ค่าการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า ณ ช่วงเวลา $t=1$ มีค่าเท่ากับ 365

(2) สร้างค่าพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า

เมื่อทราบความต้องการของลูกค้าในช่วงเวลาในอดีต โดยการพิจารณาที่ผู้ค้าปลีกเพื่อคำนวณหาความต้องการของลูกค้าในช่วงเวลาถัดมา จากสมการที่ 3.3 จะได้ค่าพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าสำหรับผู้ค้าปลีก ($F_{R,t}$) ดังรูปที่ 3.8 คอลัมน์ D

	A	B	C	D
1	Ø	0.7	Forecasting Method(Retailer)	MA
2	δ	900	p _R	2
3	variance error	1089		
4	Dt (t=0)	3000		
5				
6				
7	t(time)	ε _t (normal dist.)	Dt (Real demand by AR(1))	Forecasting of Retailer F _{R,t}
9			3000	
10	1	52.22348591	3052.223486	
11	2	-48.73638773	2987.820052	
12	3	9.963148386	3001.437185	3020.021769
13	4	38.64418204	3039.650212	2994.628619
14	5	27.56686399	3055.322012	3020.543698
15	6	-30.87358209	3007.851826	3047.486112
16	7	-5.248917887	3000.247361	3031.586919
17	8	8.22447646	3008.397629	3004.049593
18	9	-8.130759852	2997.74758	3004.322495
19	10	-24.87691972	2973.546387	3003.072605
20	11	-23.20791623	2958.274554	2985.646983
21	12	14.54528274	2985.337471	2965.91047
	⋮	⋮	⋮	⋮
370	361	67.26886568	3153.699005	3103.7777
371	362	73.98464732	3181.573951	3138.585316
372	363	12.88554586	3139.987311	3167.636478
373	364	31.59660309	3129.587721	3160.780631
374	365	4.850453479	3095.561858	3134.787516

รูปที่ 3.8 ค่าการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าแบบ MA สำหรับผู้ค้าปลีก (F_{R,t})

ตัวอย่างการคำนวณค่าพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าสำหรับผู้ค้าปลีก (F_{R,t}) เช่น ที่ t=7 จากสมการที่ 3.3 จะได้

$$F_{R,t} = (1/p_R)(D_{t-1} + D_{t-2} + \dots + D_{t-p_R})$$

$$F_{R,7} = (1/2)(D_{7-1} + D_{7-2})$$

$$F_{R,7} = (1/2)(3007.8518 + 3055.3220)$$

$$F_{R,7} = 3031.5869$$

2. วิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล (ES)

จากวิธีแบบถ่วงน้ำหนักเคลื่อนที่จะเป็นการถ่วงน้ำหนักข้อมูลเท่ากันทุกค่า แต่ในวิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลจะมีการถ่วงน้ำหนักข้อมูลในอดีตตัวล่าสุดมากที่สุดก่อน จากนั้นข้อมูลที่เก่ากว่าจะถูกถ่วงน้ำหนักน้อยลงเรื่อยๆ ตามลำดับ โดยมีพารามิเตอร์ปรับเรียบสำคัญ คือ ค่าคงที่การปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล (α) ซึ่งค่าพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าสำหรับผู้ค้าปลีก (F_{R,t}) สามารถหาได้ดังสมการที่ 3.4

$$F_{R,t} = \alpha_R D_{t-1} + (1 - \alpha_R) F_{R,t-1} \quad (3.3)$$

เมื่อ α_R = ค่าคงที่การปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่ใช้ในการคำนวณค่าจากการพยากรณ์ด้วยวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลสำหรับผู้ค้าปลีก

D_{t-1} = ความต้องการของลูกค้าในช่วงเวลา t-1

และ $F_{R,t-1}$ = ค่าพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าสำหรับผู้ค้าปลีกในช่วงเวลา t-1

ในการจำลองการพยากรณ์ความต้องการสินค้าของลูกค้าสำหรับผู้ค้าปลีกโดยใช้การพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล มีขั้นตอนดังนี้

(1) กำหนดค่าพารามิเตอร์เริ่มต้นสำหรับการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล

- ค่าคงที่การปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่ใช้ในการคำนวณค่าจากการพยากรณ์ด้วยวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล (α_R) มีค่าเท่ากับ 0.2

- ค่าการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า ณ ช่วงเวลา t=1 มีค่าเท่ากับ 365

(2) สร้างค่าพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า

เมื่อทราบความต้องการของลูกค้าในช่วงเวลาในอดีต โดยการพิจารณาที่ผู้ค้าปลีกเพื่อคำนวณหาความต้องการของลูกค้าในช่วงเวลาถัดมา จากสมการที่ 3.4 จะได้ค่าพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าสำหรับผู้ค้าปลีก ($F_{R,t}$) ดังรูปที่ 3.9 คอลัมน์ D

	A	B	C	D
1	$\emptyset$	0.7	Forecasting Method(Retailer)	ES
2	δ	900		
3	variance error	1089	α_R	0.2
4	$D_t(t=0)$	3000	$1-\alpha_R$	0.8
5				
6				
7	t(time)	ε_t (normal dist.)	D_t (Real demand by AR(1))	Forecasting of Retailer $F_{R,t}$
9			3000	
10	1	52.22348591	3052.223486	3052.223486
11	2	-48.73638773	2987.820052	3052.223486
12	3	9.963148386	3001.437185	3039.342799
13	4	38.64418204	3039.650212	3031.761676
14	5	27.56686399	3055.322012	3033.339383
15	6	-30.87358209	3007.851826	3037.735909
16	7	-5.248917887	3000.247361	3031.759093
17	8	8.22447646	3008.397629	3025.456746
18	9	-8.130759852	2997.74758	3022.044923
19	10	-24.87691972	2973.546387	3017.185454
20	11	-23.20791623	2958.274554	3008.457641
21	12	14.54528274	2985.337471	2998.421023
	⋮	⋮	⋮	⋮
370	361	67.26886568	3153.699005	3047.944805
371	362	73.98464732	3181.573951	3069.095645
372	363	12.88554586	3139.987311	3091.591306
373	364	31.59660309	3129.587721	3101.270507
374	365	4.850453479	3095.561858	3106.93395

รูปที่ 3.9 ค่าการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าแบบ ES สำหรับผู้ค้าปลีก ($F_{R,t}$)

ตัวอย่างการคำนวณค่าพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าสำหรับผู้ค้าปลีก ($F_{R,t}$) เช่น ที่ $t=7$ จากสมการที่ 3.4 จะได้

$$F_{R,t} = \alpha_R D_{t-1} + (1 - \alpha_R) F_{R,t-1}$$

$$F_{R,7} = 0.2 D_{7-1} + (1 - 0.2) F_{R,7-1}$$

$$F_{R,7} = 0.2(3007.8518) + (0.8)(3037.7359)$$

$$F_{R,7} = 3031.7591$$

3.6.3 หาระดับสินค้าคงคลังสูงสุดสำหรับผู้ค้าปลีก ($S_{R,t}$)

สำหรับหัวข้อนี้จะแสดงการหาระดับสินค้าคงคลังสูงสุดสำหรับผู้ค้าปลีก ($S_{R,t}$) เพื่อนำไปหาปริมาณคำสั่งซื้อสินค้าสำหรับผู้ค้าปลีก (q_t) ต่อในหัวข้อถัดไป โดยสามารถหาระดับสินค้าคงคลังสูงสุดสำหรับผู้ค้าปลีกและปริมาณคำสั่งซื้อสำหรับผู้ค้าปลีกได้ดังสมการที่ 3.5 และ 3.6 ตามลำดับ

$$S_{R,t} = L F_{R,t} + z \hat{\sigma}_t^L \quad (3.5)$$

$$q_t = S_{R,t} - (S_{R,t-1} - D_{t-1}) \quad (3.6)$$

เมื่อ L = ระยะเวลาส่งสินค้าสำหรับผู้ค้าปลีก มีหน่วยเป็นวัน

$F_{R,t}$ = ค่าพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าสำหรับผู้ค้าปลีกในช่วงเวลา t

z = ค่าคะแนนมาตรฐาน

และ $\hat{\sigma}_t^L$ = ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ความต้องการลูกค้าในช่วงระยะเวลานำส่งสินค้าสำหรับผู้ค้าปลีก

ในการหาระดับสินค้าคงคลังสูงสุดสำหรับผู้ค้าปลีก มีขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดค่าพารามิเตอร์เริ่มต้นสำหรับหาระดับสินค้าคงคลังสูงสุดสำหรับผู้ค้าปลีก

- ระยะเวลาส่งสินค้าหน่วยเป็นวันสำหรับผู้ค้าปลีก (L) เท่ากับ 1

- ค่าคะแนนมาตรฐานจะขึ้นอยู่กับข้อกำหนดระดับการให้บริการ (Service Level) ที่ 95.00% ดังนั้น

จึงได้ค่าคะแนนมาตรฐาน (Z) เท่ากับ 1.645

2. หาระดับสินค้าคงคลังสูงสุดสำหรับผู้ค้าปลีก

เมื่อทราบค่าพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าสำหรับผู้ค้าปลีก ($F_{R,t}$) และ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ความต้องการลูกค้าในช่วงระยะเวลานำส่งสินค้าสำหรับผู้ค้าปลีก ($\hat{\sigma}_t^L$) สามารถคำนวณหาระดับสินค้าคงคลังสูงสุดสำหรับผู้ค้าปลีก ณ ช่วงเวลา t จากสมการที่ 3.5 ได้ดังรูปที่ 3.10 และ 3.11 ในคอลัมน์ F

	A	B	C	D	E	F
1	$\emptyset$	0.7	Forecasting Method(Retailer)	MA	L (Lead time)	1
2	δ	900	p_R	2	Service level	95.00%
3	variance error	1089			z	1.644853627
4	Dt (t=0)	3000			STDEV of error forecasting	36.29892172
5						
6						
7	t(time)	ε_t (normal dist.)	Dt (Real demand by AR(1))	Forecasting of Retailer $F_{R,t}$	error of forecasting $e_{R,t} \rightarrow (F_{R,t} - D_t)$	Order-up-to inventory level of Retailer $S_{R,t}$
9			3000			
10	1	52.22348591	3052.223486			
11	2	-48.73638773	2987.820052			
12	3	9.963148386	3001.437185	3020.021769	18.58458409	3079.728182
13	4	38.64418204	3039.650212	2994.628619	-45.02159285	3054.335032
14	5	27.56686399	3055.322012	3020.543698	-34.77831377	3080.250111
15	6	-30.87358209	3007.851826	3047.486112	39.63428547	3107.192525
16	7	-5.248917887	3000.247361	3031.586919	31.33955866	3091.293332
17	8	8.22447646	3008.397629	3004.049593	-4.348035384	3063.756007
18	9	-8.130759852	2997.74758	3004.322495	6.574914369	3064.028908
19	10	-24.87691972	2973.546387	3003.072605	29.52621809	3062.779018
20	11	-23.20791623	2958.274554	2985.646983	27.3724291	3045.353396
21	12	14.54528274	2985.337471	2965.91047	-19.42700034	3025.616883
	:	:	:	:	:	:
370	361	67.26886568	3153.699005	3103.7777	-49.92130477	3163.484113
371	362	73.98464732	3181.573951	3138.585316	-42.98863455	3198.291729
372	363	12.88554586	3139.987311	3167.636478	27.64916646	3227.342891
373	364	31.59660309	3129.587721	3160.780631	31.19291001	3220.487044
374	365	4.850453479	3095.561858	3134.787516	39.225658	3194.493929

รูปที่ 3.10 ค่าระดับสินค้าคงคลังสูงสุดสำหรับผู้ค้าปลีก ($S_{R,t}$) ภายใต้วิธีการพยากรณ์แบบ MA

	A	B	C	D	E	F
1	$\emptyset$	0.7	Forecasting Method(Retailer)	ES	L (Lead time)	1
2	δ	900			Service level	95.00%
3	variance error	1089	α_R	0.2	z	1.644853627
4	Dt (t=0)	3000	$1 - \alpha_R$	0.8	STDEV of error forecasting	38.35447279
5						
6						
7	t(time)	ε_t (normal dist.)	Dt (Real demand by AR(1))	Forecasting of Retailer $F_{R,t}$	error of forecasting $e_{R,t} \rightarrow (F_{R,t} - D_t)$	Order-up-to inventory level of Retailer $S_{R,t}$
9			3000			
10	1	52.22348591	3052.223486	3052.223486		
11	2	-48.73638773	2987.820052	3052.223486		
12	3	9.963148386	3001.437185	3039.342799	37.90561414	3102.430293
13	4	38.64418204	3039.650212	3031.761676	-7.88853521	3094.84917
14	5	27.56686399	3055.322012	3033.339383	-21.98262868	3096.426877
15	6	-30.87358209	3007.851826	3037.735909	29.88408278	3100.823403
16	7	-5.248917887	3000.247361	3031.759093	31.51173202	3094.846586
17	8	8.22447646	3008.397629	3025.456746	17.05911733	3088.54424
18	9	-8.130759852	2997.74758	3022.044923	24.29734238	3085.132416
19	10	-24.87691972	2973.546387	3017.185454	43.63906773	3080.272948
20	11	-23.20791623	2958.274554	3008.457641	50.18308637	3071.545134
21	12	14.54528274	2985.337471	2998.421023	13.08355266	3061.508517
	:	:	:	:	:	:
370	361	67.26886568	3153.699005	3047.944805	-105.7541998	3111.032299
371	362	73.98464732	3181.573951	3069.095645	-112.4783057	3132.183139
372	363	12.88554586	3139.987311	3091.591306	-48.39600515	3154.6788
373	364	31.59660309	3129.587721	3101.270507	-28.31721379	3164.358001
374	365	4.850453479	3095.561858	3106.93395	11.37209181	3170.021444

รูปที่ 3.11 ค่าระดับสินค้าคงคลังสูงสุดสำหรับผู้ค้าปลีก ($S_{R,t}$) ภายใต้วิธีการพยากรณ์แบบ ES

ตัวอย่างการคำนวณระดับสินค้าคงคลังสูงสุดสำหรับผู้ค้าปลีก ($S_{R,t}$) เมื่อใช้วิธีการพยากรณ์แบบถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่ (MA) เช่น ที่ $t=7$ จากสมการที่ 3.5 จะได้

$$\begin{aligned} S_{R,t} &= LF_{R,t} + z\hat{\sigma}_t^L \\ S_{R,7} &= 1F_{R,7} + 1.645\hat{\sigma}_t^1 \\ S_{R,7} &= 1(3031.5869) + 1.645(36.2989) \\ S_{R,7} &= 3091.2986 \end{aligned}$$

ตัวอย่างการคำนวณระดับสินค้าคงคลังสูงสุดสำหรับผู้ค้าปลีก ($S_{R,t}$) เมื่อใช้วิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล (ES) เช่น ที่ $t=7$ จากสมการที่ 3.5 จะได้

$$\begin{aligned} S_{R,t} &= LF_{R,t} + z\hat{\sigma}_t^L \\ S_{R,7} &= 1F_{R,7} + 1.645\hat{\sigma}_t^1 \\ S_{R,7} &= 1(3031.7591) + 1.645(38.3544) \\ S_{R,7} &= 3094.8521 \end{aligned}$$

3.6.4 หาปริมาณคำสั่งซื้อสินค้าสำหรับผู้ค้าปลีก (q_t)

เมื่อทราบระดับสินค้าคงคลังสูงสุดสำหรับผู้ค้าปลีกจากหัวข้อ 3.6.3 แล้วจะสามารถคำนวณหาปริมาณคำสั่งซื้อสินค้าสำหรับผู้ค้าปลีก (q_t) ได้ดังสมการที่ 3.6 เนื่องจากกำหนดให้ผู้ค้าปลีกใช้นโยบายการจัดการสินค้าคงคลังเป็นแบบสั่งซื้อที่เหมาะสม (Order-up-to Inventory Policy) โดยเป็นการสั่งซื้อสินค้าเมื่อระดับปริมาณสินค้าคงคลังในช่วงเวลา t นั้นอยู่ต่ำกว่าระดับสินค้าคงคลังสูงสุดที่ต้องการสำหรับผู้ค้าปลีก

$$q_t = S_{R,t} - (S_{R,t-1} - D_{t-1}) \quad (3.6)$$

เมื่อ $S_{R,t}$ = ระดับสินค้าคงคลังสูงสุดสำหรับผู้ค้าปลีกในช่วงเวลา t

และ $S_{R,t-1} - D_{t-1}$ = ผลต่างระดับสินค้าคงคลังสูงสุดสำหรับผู้ค้าปลีกในช่วงเวลา $t-1$ กับความต้องการของลูกค้าในช่วงเวลา $t-1$

จากสมการที่ 3.6 สามารถคำนวณหาปริมาณคำสั่งซื้อสินค้าสำหรับผู้ค้าปลีก ณ ช่วงเวลา t ได้ดังรูปที่ 3.12 และ 3.13 ในคอลัมน์ G

	A	B	C	D	E	F	G
1	Ø	0.7	Forecasting Method(Retailer)	MA	L (Lead time)	1	
2	δ	900	D _R	2	Service level	95.00%	
3	variance error	1089			z	1.644853627	
4	Dt (t=0)	3000			STDEV of error forecasting	36.29892172	
5							
6							
7	t(time)	E _t (normal dist.)	Dt (Real demand by AR(1))	Forecasting of Retailer F _{R,t}	error of forecasting e _{R,t} → (F _{R,t} - D _t)	Order-up-to inventory level of Retailer S _{R,t}	Order quantity (Retailer) qt
9			3000				
10	1	52.22348591	3052.223486				
11	2	-48.73638773	2987.820052				
12	3	9.963148386	3001.437185	3020.021769	18.58458409	3079.728182	
13	4	38.64418204	3039.650212	2994.628619	-45.02159285	3054.335032	2976.044035
14	5	27.56686399	3055.322012	3020.543698	-34.77831377	3080.250111	3065.565291
15	6	-30.87358209	3007.851826	3047.486112	39.63428547	3107.192525	3082.264426
16	7	-5.248917887	3000.247361	3031.586919	31.33955866	3091.293332	2991.952634
17	8	8.22447646	3008.397629	3004.049593	-4.348035384	3063.756007	2972.710035
18	9	-8.130759852	2997.74758	3004.322495	6.574914369	3064.028908	3008.67053
19	10	-24.87691972	2973.546387	3003.072605	29.52621809	3062.797018	2996.49769
20	11	-23.20791623	2958.274554	2985.646983	27.3724291	3045.353396	2956.120765
21	12	14.54528274	2985.337471	2965.91047	-19.42700034	3025.616883	2938.538041
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
370	361	67.26886568	3153.699005	3103.7777	-49.92130477	3163.484113	3178.425543
371	362	73.98464732	3181.573951	3138.585316	-42.98863455	3198.291729	3188.506621
372	363	12.88554586	3139.987311	3167.636478	27.64916646	3227.342891	3210.625112
373	364	31.59660309	3129.587721	3160.780631	31.19291001	3220.487044	3133.131465
374	365	4.850453479	3095.561858	3134.787516	39.225658	3194.493929	3103.594606

รูปที่ 3.12 ค่าปริมาณคำสั่งซื้อสินค้าสำหรับผู้ค้าปลีก (q_t) ภายใต้วิธีการพยากรณ์แบบ MA

	A	B	C	D	E	F	G
1	Ø	0.7	Forecasting Method(Retailer)	ES	L (Lead time)	1	
2	δ	900			Service level	95.00%	
3	variance error	1089	α _R	0.2	z	1.644853627	
4	Dt (t=0)	3000	1-α _R	0.8	STDEV of error forecasting	38.35447279	
5							
6							
7	t(time)	E _t (normal dist.)	Dt (Real demand by AR(1))	Forecasting of Retailer F _{R,t}	error of forecasting e _{R,t} → (F _{R,t} - D _t)	Order-up-to inventory level of Retailer S _{R,t}	Order quantity (Retailer) qt
9			3000				
10	1	52.22348591	3052.223486	3052.223486			
11	2	-48.73638773	2987.820052	3052.223486			
12	3	9.963148386	3001.437185	3039.342799	37.90561414	3102.430293	
13	4	38.64418204	3039.650212	3031.761676	-7.88853521	3094.84917	2993.856062
14	5	27.56686399	3055.322012	3033.339383	-21.98262868	3096.426877	3041.227919
15	6	-30.87358209	3007.851826	3037.735909	29.88408278	3100.823403	3059.718538
16	7	-5.248917887	3000.247361	3031.759093	31.51173202	3094.846586	3001.87501
17	8	8.22447646	3008.397629	3025.456746	17.05911733	3088.54424	2993.945014
18	9	-8.130759852	2997.74758	3022.044923	24.29734238	3085.132416	3004.985805
19	10	-24.87691972	2973.546387	3017.185454	43.63906773	3080.272948	2992.888112
20	11	-23.20791623	2958.274554	3008.457641	50.18308637	3071.545134	2964.818573
21	12	14.54528274	2985.337471	2998.421023	13.08355266	3061.508517	2948.237937
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
370	361	67.26886568	3153.699005	3047.944805	-105.7541998	3111.032299	3142.353333
371	362	73.98464732	3181.573951	3069.095645	-112.4783057	3132.183139	3174.849845
372	363	12.88554586	3139.987311	3091.591306	-48.39600515	3154.6788	3204.069612
373	364	31.59660309	3129.587721	3101.270507	-28.31721379	3164.358001	3149.666512
374	365	4.850453479	3095.561858	3106.93395	11.37209181	3170.021444	3135.251164

รูปที่ 3.13 ค่าปริมาณคำสั่งซื้อสินค้าสำหรับผู้ค้าปลีก (q_t) ภายใต้วิธีการพยากรณ์แบบ ES

ตัวอย่างการคำนวณปริมาณคำสั่งซื้อสินค้าสำหรับผู้ค้าปลีก (q_t) เมื่อใช้วิธีการพยากรณ์แบบถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่ (MA) เช่น ที่ t=7 จากสมการที่ 3.6 จะได้

$$q_t = S_{R,t} - (S_{R,t-1} - D_{t-1})$$

$$q_7 = S_{R,7} - (S_{R,7-1} - D_{7-1})$$

$$q_7 = 3091.2933 - (3107.1925 - 3007.8518)$$

$$q_7 = 2991.9526$$

ตัวอย่างการคำนวณปริมาณคำสั่งซื้อสินค้าสำหรับผู้ค้าปลีก (q_t) เมื่อใช้วิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล (ES) เช่น ที่ $t=7$ จากสมการที่ 3.6 จะได้

$$\begin{aligned} q_t &= S_{R,t} - (S_{R,t-1} - D_{t-1}) \\ q_7 &= S_{R,7} - (S_{R,7-1} - D_{7-1}) \\ q_7 &= 3094.8466 - (3100.8234 - 3007.8518) \\ q_7 &= 3001.8750 \end{aligned}$$

3.6.5 พยากรณ์ความต้องการของลูกค้าสำหรับผู้ผลิต ($F_{M,t}$)

ในมุมมองของผู้ผลิตต้องมีการคำนวณหาพยากรณ์ความต้องการสินค้าจากคำสั่งซื้อของผู้ค้าปลีกที่เข้ามาเช่นเดียวกัน ข้อมูลนั้นจะกลายเป็นข้อมูลที่ใช้ในการพยากรณ์ความต้องการสินค้าสำหรับผู้ผลิต ซึ่งความต้องการของลูกค้าสำหรับผู้ผลิตมีความหมายเท่ากับปริมาณคำสั่งซื้อของผู้ค้าปลีก ($D_{M,t}=q_t$) ในหัวข้อนี้จะใช้วิธีการพยากรณ์ทั้ง 2 วิธีในการจำลองหาพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าสำหรับผู้ผลิต ($F_{M,t}$) ดังนี้

1. วิธีการพยากรณ์แบบถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่ (MA)

เมื่อทราบความต้องการของลูกค้าสำหรับผู้ผลิต ($D_{M,t}$) จะสามารถพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าสำหรับผู้ผลิตภายใต้วิธีการพยากรณ์แบบถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่ได้ดังสมการที่ 3.7

$$F_{M,t} = (1/p_M)(D_{M,t-1} + D_{M,t-2} + \dots + D_{M,t-p_M}) \quad (3.7)$$

เมื่อ p_M = จำนวนข้อมูลในอดีตที่ใช้ในการคำนวณค่าจากการพยากรณ์ด้วยวิธีถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่สำหรับผู้ผลิต

และ $D_{M,t-p_M}$ = ความต้องการของลูกค้าสำหรับผู้ผลิต หรือ ปริมาณคำสั่งซื้อของผู้ค้าปลีก ในช่วงเวลา $t-p_M$

ในการจำลองการพยากรณ์ความต้องการสินค้าของผู้ผลิตโดยใช้การพยากรณ์แบบถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่มีขั้นตอนดังนี้

- (1) กำหนดค่าพารามิเตอร์เริ่มต้นสำหรับการพยากรณ์แบบถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่
 - จำนวนข้อมูลในอดีตที่ใช้ในการพยากรณ์แบบถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่สำหรับผู้ผลิต (p_M) มีค่าเท่ากับ 2
 - ค่าการพยากรณ์ความต้องการของผู้ค้าปลีก ณ ช่วงเวลา $t=1$ มีค่าเท่ากับ 365

(2) สร้างค่าพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า

เมื่อพิจารณาที่ผู้ผลิต โดยใช้ค่าความต้องการของลูกค้าสำหรับผู้ผลิตในอดีต เพื่อหาความต้องการของลูกค้าสำหรับผู้ผลิตในช่วงเวลาถัดมา จากสมการที่ 3.7 จะได้ค่าพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าสำหรับผู้ผลิต ($F_{M,t}$) ดังรูปที่ 3.14 คอลัมน์ I

	A	G	H	I
1			Forecasting Method(Manufacturer)	MA
2			p_M	2
3				
4				
5				
6				
7	t(time)	Order quantity (Retailer) qt	Demand for Manufacturer $D_{M,t}$	Forecasting of Manufacturer $F_{M,t}$
8				
9				
10	1			
11	2			
12	3			
13	4	2976.044035	2976.044035	
14	5	3065.565291	3065.565291	
15	6	3082.264426	3082.264426	3020.804663
16	7	2991.952634	2991.952634	3073.914858
17	8	2972.710035	2972.710035	3037.10853
18	9	3008.67053	3008.67053	2982.331334
19	10	2996.49769	2996.49769	2990.690282
20	11	2956.120765	2956.120765	3002.58411
21	12	2938.538041	2938.538041	2976.309228
	⋮	⋮	⋮	⋮
370	361	3178.425543	3178.425543	3066.748165
371	362	3188.506621	3188.506621	3151.179785
372	363	3210.625112	3210.625112	3183.466082
373	364	3133.131465	3133.131465	3199.565867
374	365	3103.594606	3103.594606	3171.878289

รูปที่ 3.14 ค่าการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าแบบ MA สำหรับผู้ผลิต ($F_{M,t}$)

ตัวอย่างการคำนวณค่าพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าสำหรับผู้ผลิต ($F_{M,t}$) เมื่อใช้วิธีการพยากรณ์แบบถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่ (MA) เช่น ที่ $t=7$ จากสมการที่ 3.7 จะได้

$$F_{M,t} = (1/p_M)(D_{M,t-1} + D_{M,t-2} + \dots + D_{M,t-p_M})$$

$$F_{M,7} = (1/2)(D_{M,7-1} + D_{M,7-2})$$

$$F_{M,7} = (1/2)(3082.2644 + 3065.5653)$$

$$F_{M,7} = 3073.9149$$

2. วิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล (ES)

เมื่อทราบความต้องการของลูกค้าสำหรับผู้ผลิต ($D_{M,t}$) จะสามารถพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าสำหรับผู้ผลิตภายใต้วิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลได้ดังสมการที่ 3.8

$$F_{M,t} = \alpha_M D_{M,t-1} + (1 - \alpha_M) F_{M,t-1} \quad (3.8)$$

เมื่อ α_M = ค่าคงที่การปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่ใช้ในการคำนวณค่าจากการพยากรณ์ด้วยวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลสำหรับผู้ผลิต

$D_{M,t-1}$ = ความต้องการของลูกค้าสำหรับผู้ผลิตในช่วงเวลา $t-1$

และ $F_{M,t-1}$ = ค่าพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าสำหรับผู้ผลิตในช่วงเวลา $t-1$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการจำลองการพยากรณ์ความต้องการสินค้าของลูกค้าสำหรับผู้ผลิตโดยใช้การพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล มีขั้นตอนดังนี้

(1) กำหนดค่าพารามิเตอร์เริ่มต้นสำหรับการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล

- ค่าคงที่การปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่ใช้ในการคำนวณค่าจากการพยากรณ์ด้วยวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล (α_M) มีค่าเท่ากับ 0.2

- ค่าการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า ณ ช่วงเวลา $t=1$ มีค่าเท่ากับ 365

(2) สร้างค่าพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า

เมื่อพิจารณาที่ผู้ผลิต โดยใช้ค่าความต้องการของลูกค้าสำหรับผู้ผลิตในอดีต เพื่อหาความต้องการของลูกค้าสำหรับผู้ผลิตในช่วงเวลาถัดมา จากสมการที่ 3.8 จะได้ค่าพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าสำหรับผู้ผลิต ($F_{M,t}$) ดังรูปที่ 3.15 คอลัมน์ I

	A	G	H	I
1			Forecasting Method(Retailer)	ES
2				
3			α_M	0.2
4			$1 - \alpha_M$	0.8
5				
6				
7	t(time)	Order quantity (Retailer) qt	Demand for Manufacturer $D_{M,t}$	Forecasting of Manufacturer $F_{M,t}$
8				
9				
10	1			
11	2			
12	3			
13	4	2993.856062	2993.856062	2993.856062
14	5	3041.227919	3041.227919	2993.856062
15	6	3059.718538	3059.718538	3003.330434
16	7	3001.87501	3001.87501	3014.608054
17	8	2993.945014	2993.945014	3012.061445
18	9	3004.985805	3004.985805	3008.438159
19	10	2992.888112	2992.888112	3007.747688
20	11	2964.818573	2964.818573	3004.775773
21	12	2948.237937	2948.237937	2996.784333
	⋮	⋮	⋮	⋮
370	361	3142.353333	3142.353333	3031.687564
371	362	3174.849845	3174.849845	3053.820718
372	363	3204.069612	3204.069612	3078.026544
373	364	3149.666512	3149.666512	3103.235157
374	365	3135.251164	3135.251164	3112.521428

รูปที่ 3.15 ค่าการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าแบบ ES สำหรับผู้ผลิต ($F_{M,t}$)

ตัวอย่างการคำนวณหาค่าพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าสำหรับผู้ผลิต ($F_{M,t}$) เมื่อใช้วิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล (ES) เช่น ที่ $t=7$ จากสมการที่ 3.8 จะได้

$$F_{M,t} = \alpha_M D_{M,t-1} + (1 - \alpha_M) F_{M,t-1}$$

$$F_{M,7} = (0.2)(D_{M,7-1}) + (0.8)(F_{M,7-1})$$

$$F_{M,7} = (0.2)(3059.7185) + (0.8)(3003.3304)$$

$$F_{M,7} = 3014.6080$$

3.6.6 หาระดับสินค้าคงคลังสูงสุดสำหรับผู้ผลิต ($S_{M,t}$)

สำหรับหัวข้อนี้จะหาระดับสินค้าคงคลังสูงสุดสำหรับผู้ผลิต ($S_{M,t}$) เพื่อนำไปหาปริมาณคำสั่งซื้อสินค้าสำหรับผู้ผลิต (O_t) ต่อในหัวข้อถัดไป โดยสามารถหาระดับสินค้าคงคลังสูงสุดสำหรับผู้ผลิตและปริมาณคำสั่งซื้อสำหรับผู้ผลิตได้ดังสมการที่ 3.9 และ 3.10 ตามลำดับ

$$S_{M,t} = lF_{M,t} + z\hat{\sigma}_t^l \quad (3.9)$$

$$O_t = S_{M,t} - (S_{M,t-1} - D_{M,t-1}) \quad (3.10)$$

เมื่อ l = ระยะเวลาส่งสินค้าหน่วยเป็นวันสำหรับผู้ผลิต

$F_{M,t}$ = ค่าพยากรณ์ความต้องการของผู้ค้าปลีกสำหรับผู้ผลิตในช่วงเวลา t

z = ค่าคะแนนมาตรฐาน

และ $\hat{\sigma}_t^l$ = ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ความต้องการผู้ค้าปลีกในช่วงระยะเวลานำส่งสินค้าสำหรับผู้ผลิต

ในการหาระดับสินค้าคงคลังสูงสุดสำหรับผู้ผลิต มีขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดค่าพารามิเตอร์เริ่มต้นสำหรับหาระดับสินค้าคงคลังสูงสุดสำหรับผู้ผลิต

- ระยะเวลาส่งสินค้าหน่วยเป็นวันสำหรับผู้ค้าปลีก (l) เท่ากับ 1

- ค่าคะแนนมาตรฐานจะขึ้นอยู่กับข้อกำหนดระดับการให้บริการ (Service Level) ที่ 95.00% ดังนั้น

จึงได้ค่าคะแนนมาตรฐาน (z) เท่ากับ 1.645

2. หาระดับสินค้าคงคลังสูงสุดสำหรับผู้ผลิต

เมื่อทราบค่าพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าสำหรับผู้ผลิต ($F_{M,t}$) และ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ความต้องการผู้ค้าปลีกในช่วงระยะเวลานำส่งสินค้าสำหรับผู้ผลิต ($\hat{\sigma}_t^l$) สามารถคำนวณหาระดับสินค้าคงคลังสูงสุดสำหรับผู้ผลิต ณ ช่วงเวลา t จากสมการที่ 3.9 ได้ดังรูปที่ 3.16 และ 3.17 ในคอลัมน์ K

A	H	I	J	K
1	Forecasting Method(Manufacturer)	MA	ℓ (Lead time)	1
2	p_M	2	Service level	95.00%
3			z	1.644853627
4			STDEV of error forecasting	61.49151411
5				
6				
7	t(time)	Demand for Manufacturer $D_{M,t}$	Forecasting of Manufacturer $F_{M,t}$	error of forecasting $e_{M,t} \rightarrow (F_{M,t} - D_{M,t})$
8				Order-up-to inventory level of Manufacturer $S_{M,t}$
9				
10	1			
11	2			
12	3			
13	4	2976.044035		
14	5	3065.565291		
15	6	3082.264426	3020.804663	-61.4597627
16	7	2991.952634	3073.914858	81.96222462
17	8	2972.710035	3037.10853	64.39849488
18	9	3008.67053	2982.331334	-26.33919581
19	10	2996.49769	2990.690282	-5.807407778
20	11	2956.120765	3002.58411	46.46334482
21	12	2938.538041	2976.309228	37.77118647
370	361	3178.425543	3066.748165	-111.6773788
371	362	3188.506621	3151.179785	-37.32683621
372	363	3210.625112	3183.466082	-27.15903025
373	364	3133.131465	3199.565867	66.43440207
374	365	3103.594606	3171.878289	68.28368229

รูปที่ 3.16 ค่าระดับสินค้าคงคลังสูงสุดสำหรับผู้ผลิต ($S_{M,t}$) ภายใต้วิธีการพยากรณ์แบบ MA

A	H	I	J	K
1	Forecasting Method(Retailer)	ES	ℓ (Lead time)	1
2			Service level	95.00%
3	α_M	0.2	z	1.644853627
4	$1 - \alpha_M$	0.8	STDEV of error forecasting	45.30672329
5				
6				
7	t(time)	Demand for Manufacturer $D_{M,t}$	Forecasting of Manufacturer $F_{M,t}$	error of forecasting $e_{M,t} \rightarrow (F_{M,t} - D_{M,t})$
8				Order-up-to inventory level of Manufacturer $S_{M,t}$
9				
10	1			
11	2			
12	3			
13	4	2993.856062	2993.856062	
14	5	3041.227919	2993.856062	
15	6	3059.718538	3003.330434	-56.38810432
16	7	3001.87501	3014.608054	12.73304456
17	8	2993.945014	3012.061445	18.1164313
18	9	3004.985805	3008.438159	3.452353816
19	10	2992.888112	3007.747688	14.85957657
20	11	2964.818573	3004.775773	39.95720016
21	12	2948.237937	2996.784333	48.54639604
370	361	3142.353333	3031.687564	-110.6657686
371	362	3174.849845	3053.820718	-121.0291267
372	363	3204.069612	3078.026544	-126.0430684
373	364	3149.666512	3103.235157	-46.43135522
374	365	3135.251164	3112.521428	-22.72973558

รูปที่ 3.17 ค่าระดับสินค้าคงคลังสูงสุดสำหรับผู้ผลิต ($S_{M,t}$) ภายใต้วิธีการพยากรณ์แบบ ES

ตัวอย่างการคำนวณระดับสินค้าคงคลังสูงสุดสำหรับผู้ผลิต ($S_{M,t}$) เมื่อใช้วิธีการพยากรณ์แบบถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่ (MA) เช่น ที่ $t=7$ จากสมการที่ 3.9 จะได้

$$\begin{aligned} S_{M,t} &= lF_{M,t} + z\hat{\sigma}_t^l \\ S_{M,7} &= 1F_{M,7} + 1.645\hat{\sigma}_t^1 \\ S_{M,7} &= 1(3073.9149) + 1.645(61.4915) \\ S_{M,7} &= 3175.0684 \end{aligned}$$

ตัวอย่างการคำนวณระดับสินค้าคงคลังสูงสุดสำหรับผู้ผลิต ($S_{M,t}$) เมื่อใช้วิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล (ES) เช่น ที่ $t=7$ จากสมการที่ 3.9 จะได้

$$\begin{aligned} S_{M,t} &= lF_{M,t} + z\hat{\sigma}_t^l \\ S_{M,7} &= 1F_{M,7} + 1.645\hat{\sigma}_t^1 \\ S_{M,7} &= 1(3014.6081) + 1.645(45.3067) \\ S_{M,7} &= 3089.1376 \end{aligned}$$

3.6.7 หาปริมาณคำสั่งซื้อสินค้าสำหรับผู้ผลิต (O_t)

เมื่อทราบระดับสินค้าคงคลังสูงสุดสำหรับผู้ผลิตจากหัวข้อ 3.6.6 แล้วจะสามารถคำนวณหาปริมาณคำสั่งซื้อสินค้าสำหรับผู้ผลิต (O_t) ได้ดังสมการที่ 3.10

$$O_t = S_{M,t} - (S_{M,t-1} - D_{M,t-1}) \quad (3.10)$$

เมื่อ $S_{M,t}$ = ระดับสินค้าคงคลังสูงสุดสำหรับผู้ผลิตในช่วงเวลา t
และ $S_{M,t-1} - D_{M,t-1}$ = ผลต่างระดับสินค้าคงคลังสูงสุดสำหรับผู้ผลิตในช่วงเวลา $t-1$ กับความต้องการของผู้ค้าปลีกในช่วงเวลา $t-1$

จากสมการที่ 3.10 สามารถคำนวณหาปริมาณคำสั่งซื้อสินค้าสำหรับผู้ผลิต ณ ช่วงเวลา t ได้ดังรูปที่ 3.18 และ 3.19 ในคอลัมน์ L

	A	H	I	J	K	L
1		Forecasting Method(Manufacturer)	MA	ℓ (Lead time)	1	
2		p_M	2	Service level	95.00%	
3				z	1.644853627	
4				STDEV of error forecasting	61.49151411	
5						
6						
7	t(time)	Demand for Manufacturer D_{Mt}	Forecasting of Manufacturer F_{Mt}	error of forecasting $e_{Mt} \rightarrow (F_{Mt} - D_{Mt})$	Order-up-to inventory level of Manufacturer S_{Mt}	Order quantity (Manufacturer) O_t
8						
9						
10	1					
11	2					
12	3					
13	4	2976.044035				
14	5	3065.565291				
15	6	3082.264426	3020.804663	-61.4597627	3121.949203	
16	7	2991.952634	3073.914858	81.96222462	3175.059398	3135.374621
17	8	2972.710035	3037.10853	64.39849488	3138.25307	2955.146305
18	9	3008.67053	2982.331334	-26.33919581	3083.475874	2917.932839
19	10	2996.49769	2990.690282	-5.807407778	3091.834822	3017.029478
20	11	2956.120765	3002.58411	46.46334482	3103.72865	3008.391518
21	12	2938.538041	2976.309228	37.77118647	3077.453768	2929.845883
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
370	361	3178.425543	3066.748165	-111.6773788	3167.892705	3192.377137
371	362	3188.506621	3151.179785	-37.32683621	3252.324325	3262.857164
372	363	3210.625112	3183.466082	-27.15903025	3284.610622	3220.792918
373	364	3133.131465	3199.565867	66.43440207	3300.710407	3226.724897
374	365	3103.594606	3171.878289	68.28368229	3273.022829	3105.443886

รูปที่ 3.18 ค่าปริมาณคำสั่งซื้อสินค้าสำหรับผู้ผลิต (O_t) ภายใต้วิธีการพยากรณ์แบบ MA

	A	H	I	J	K	L
1		Forecasting Method(Retailer)	ES	ℓ (Lead time)	1	
2				Service level	95.00%	
3		α_M	0.2	z	1.644853627	
4		$1 - \alpha_M$	0.8	STDEV of error forecasting	45.30672329	
5						
6						
7	t(time)	Demand for Manufacturer D_{Mt}	Forecasting of Manufacturer F_{Mt}	error of forecasting $e_{Mt} \rightarrow (F_{Mt} - D_{Mt})$	Order-up-to inventory level of Manufacturer S_{Mt}	Order quantity (Manufacturer) O_t
8						
9						
10	1					
11	2					
12	3					
13	4	2993.856062	2993.856062			
14	5	3041.227919	2993.856062			
15	6	3059.718538	3003.330434	-56.38810432	3077.853362	
16	7	3001.87501	3014.608054	12.73304456	3089.130983	3070.996159
17	8	2993.945014	3012.061445	18.1164313	3086.584374	2999.328401
18	9	3004.985805	3008.438159	3.452353816	3082.961087	2990.321728
19	10	2992.888112	3007.747688	14.85957657	3082.270617	3004.295335
20	11	2964.818573	3004.775773	39.95720016	3079.298701	2989.916197
21	12	2948.237937	2996.784333	48.54639604	3071.307261	2956.827133
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
370	361	3142.353333	3031.687564	-110.6657686	3106.210493	3114.376785
371	362	3174.849845	3053.820718	-121.0291267	3128.343646	3164.486487
372	363	3204.069612	3078.026544	-126.0430684	3152.549472	3199.05567
373	364	3149.666512	3103.235157	-46.43135522	3177.758085	3229.278226
374	365	3135.251164	3112.521428	-22.72973558	3187.044356	3158.952783

รูปที่ 3.19 ค่าปริมาณคำสั่งซื้อสินค้าสำหรับผู้ผลิต (O_t) ภายใต้วิธีการพยากรณ์แบบ ES

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการคำนวณปริมาณคำสั่งซื้อสินค้าสำหรับผู้ผลิต (O_t) เมื่อใช้วิธีการพยากรณ์แบบถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ (MA) เช่น ที่ $t=7$ จากสมการที่ 3.10 จะได้

$$\begin{aligned} O_t &= S_{M,t} - (S_{M,t-1} - D_{M,t-1}) \\ O_7 &= S_{M,7} - (S_{M,7-1} - D_{M,7-1}) \\ O_7 &= 3175.0594 - (3121.9492 - 3082.2644) \\ O_7 &= 3135.3746 \end{aligned}$$

ตัวอย่างการคำนวณปริมาณคำสั่งซื้อสินค้าสำหรับผู้ผลิต (O_t) เมื่อใช้วิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล (ES) เช่น ที่ $t=7$ จากสมการที่ 3.10 จะได้

$$\begin{aligned} O_t &= S_{M,t} - (S_{M,t-1} - D_{M,t-1}) \\ O_7 &= S_{M,7} - (S_{M,7-1} - D_{M,7-1}) \\ O_7 &= 3089.1310 - (3077.8534 - 3059.7185) \\ O_7 &= 3070.9961 \end{aligned}$$

3.6.8 คำนวณหาค่าบูลิปีเอฟเฟคของห่วงโซ่อุปทาน 2 ระดับ และ 3 ระดับ

เนื่องจากบูลิปีเอฟเฟคเป็นการผันผวนหรือแปรปรวนของปริมาณความต้องการสินค้าจริงจากปลายน้ำไปยังต้น ทำให้ความต้องการสินค้าจริงของลูกค้าถูกบิดเบือนไปจากความเป็นจริง โดยเริ่มต้นจากข้อมูลประวัติการซื้อขายในอดีตของกลุ่มลูกค้ากับผู้ค้าปลีก จากนั้นผู้ค้าปลีกจำเป็นต้องมีสินค้าคงคลังเพื่อรองรับความต้องการของลูกค้าให้เพียงพอจึงใช้เทคนิคการพยากรณ์ความต้องการสินค้าทำนายปริมาณสินค้าที่คาดว่าจะลูกค้าจะสั่งซื้อสินค้าในปริมาณนี้และหาปริมาณคำสั่งซื้อเพื่อส่งสินค้ากับผู้ผลิตสินค้าต่อไป ซึ่งค่าบูลิปีเอฟเฟคคือ ความแปรปรวนของปริมาณคำสั่งซื้อของผู้ค้าปลีกในช่วงเวลาที่กำหนด หาด้วยความแปรปรวนของความต้องการจริงของลูกค้า ดังสมการที่ 3.11 และเป็นค่าบูลิปีเอฟเฟคของห่วงโซ่อุปทาน 2 ระดับในงานวิจัยนี้

$$BW = \frac{VAR(q_t)}{VAR(D_t)} \quad (3.11)$$

เมื่อ BW = ค่าบูลิปีเอฟเฟค
 $VAR(q_t)$ = ความแปรปรวนของปริมาณคำสั่งซื้อของผู้ค้าปลีก
 และ $VAR(D_t)$ = ความแปรปรวนของความต้องการจริงของผู้ลูกค้า

จากสมการที่ 3.11 สามารถคำนวณหาค่าบูลิปีเอฟเฟคของห่วงโซ่อุปทาน 2 ระดับได้ดังรูปที่ 3.20 และ 3.21 ในคอลัมน์ N3

	A	B	C	D	G	M	N
1	Ø	0.7	Forecasting Method(Retailer)	MA		VAR (qt)	3895.87834
2	δ	900	p _R	2		VAR (Dt)	2356.66022
3	variance error	1089				BW (2 stage)	1.65313536
4	Dt (t=0)	3000					
5							
6							
7	t(time)	ε _t (normal dist.)	Dt (Real demand by AR(1))	Forecasting of Retailer F _{R,t}	Order quantity (Retailer) qt		
8							
9			3000				
10	1	52.22348591	3052.223486				
11	2	-48.73638773	2987.820052				
12	3	9.963148386	3001.437185	3020.021769			
13	4	38.64418204	3039.650212	2994.628619	2976.044035		
14	5	27.56686399	3055.322012	3020.543698	3065.565291		
15	6	-30.87358209	3007.851826	3047.486112	3082.264426		
16	7	-5.248917887	3000.247361	3031.586919	2991.952634		
17	8	8.22447646	3008.397629	3004.049593	2972.710035		
18	9	-8.130759852	2997.74758	3004.322495	3008.67053		
19	10	-24.87691972	2973.546387	3003.072605	2996.49769		
20	11	-23.20791623	2958.274554	2985.646983	2956.120765		
21	12	14.54528274	2985.337471	2965.91047	2938.538041		

รูปที่ 3.20 ค่าบูลิวิเอฟเฟคของห่วงโซ่อุปทาน 2 ระดับ ภายใต้วิธีการพยากรณ์แบบ MA

	A	B	C	D	G	M	N
1	Ø	0.7	Forecasting Method(Retailer)	ES		VAR (qt)	2941.61348
2	δ	900				VAR (Dt)	2356.66022
3	variance error	1089	α _R	0.2		BW (2 stage)	1.24821281
4	Dt (t=0)	3000	1-α _R	0.8			
5							
6							
7	t(time)	ε _t (normal dist.)	Dt (Real demand by AR(1))	Forecasting of Retailer F _{R,t}	Order quantity (Retailer) qt		
8							
9			3000				
10	1	52.22348591	3052.223486	3052.223486			
11	2	-48.73638773	2987.820052	3052.223486			
12	3	9.963148386	3001.437185	3039.342799			
13	4	38.64418204	3039.650212	3031.761676	2993.856062		
14	5	27.56686399	3055.322012	3033.339383	3041.227919		
15	6	-30.87358209	3007.851826	3037.735909	3059.718538		
16	7	-5.248917887	3000.247361	3031.759093	3001.87501		
17	8	8.22447646	3008.397629	3025.456746	2993.945014		
18	9	-8.130759852	2997.74758	3022.044923	3004.985805		
19	10	-24.87691972	2973.546387	3017.185454	2992.888112		
20	11	-23.20791623	2958.274554	3008.457641	2964.818573		
21	12	14.54528274	2985.337471	2998.421023	2948.237937		

รูปที่ 3.21 ค่าบูลิวิเอฟเฟคของห่วงโซ่อุปทาน 2 ระดับ ภายใต้วิธีการพยากรณ์แบบ ES

ตัวอย่างการคำนวณค่าบูลิวิเอฟเฟค (BW) เมื่อใช้วิธีการพยากรณ์แบบถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่ (MA) จากสมการที่ 3.11 จะได้

$$BW = \frac{VAR(q_t)}{VAR(D_t)} = \frac{3895.8783}{2356.6602} = 1.6531$$

ตัวอย่างการคำนวณค่าบูลิวิเอฟเฟค (BW) เมื่อใช้วิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซีโพเนนเชียล (ES) จากสมการที่ 3.11 จะได้

$$BW = \frac{VAR(q_t)}{VAR(D_t)} = \frac{2941.6134}{2356.6602} = 1.2482$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานั้น ไม่นิยามให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่ $BW > 1$ หมายถึงเกิดปรากฏการณ์บูลิเบฟเฟคขึ้นเพราะความแปรปรวนของปริมาณคำสั่งซื้อมากกว่าความแปรปรวนของปริมาณความต้องการของสินค้าจริงของลูกค้าและสามารถหาค่าบูลิเบฟเฟคของห่วงโซ่อุปทาน 3 ระดับได้ดังสมการที่ 3.12

$$BW = \frac{VAR(O_t)}{VAR(D_t)} \quad (3.12)$$

เมื่อ $VAR(O_t)$ = ความแปรปรวนของปริมาณคำสั่งซื้อของผู้ผลิต

และ $VAR(D_t)$ = ความแปรปรวนของความต้องการจริงของลูกค้า

จากสมการที่ 3.12 สามารถคำนวณหาค่าบูลิเบฟเฟคของห่วงโซ่อุปทาน 3 ระดับภายใต้วิธีการพยากรณ์แบบ MA ได้ดังรูปที่ 3.22 ในคอลัมน์ N6

	A	H	I	L	M	N
1		Forecasting Method(Manufacturer)	MA		VAR (qt)	3895.87834
2		P_M	2		VAR (Dt)	2356.66022
3					BW (2 stage)	1.65313536
4					VAR (Ot)	8415.11259
5					VAR (Dt)	2356.66022
6					BW (3 stage)	3.57077889
7	t (time)	Demand for Manufacturer $D_{M,t}$	Forecasting of Manufacturer $F_{M,t}$	Order quantity (Manufacturer) O_t		
9						
10	1					
11	2					
12	3					
13	4	2976.044035				
14	5	3065.565291				
15	6	3082.264426	3020.804663			
16	7	2991.952634	3073.914858	3135.374621		
17	8	2972.710035	3037.10853	2955.146305		
18	9	3008.67053	2982.331334	2917.932839		
19	10	2996.49769	2990.690282	3017.029478		
20	11	2956.120765	3002.58411	3008.391518		
21	12	2938.538041	2976.309228	2929.845883		

รูปที่ 3.22 ค่าบูลิเบฟเฟคของห่วงโซ่อุปทาน 3 ระดับ ภายใต้วิธีการพยากรณ์แบบ MA

ตัวอย่างการคำนวณค่าบูลิเบฟเฟคของห่วงโซ่อุปทาน 3 ระดับ (BW) เมื่อใช้วิธีการพยากรณ์แบบถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่ (MA) จากสมการที่ 3.12 จะได้

$$BW = \frac{VAR(q_t)}{VAR(D_t)} = \frac{8415.1126}{2356.6602} = 3.5708$$

สามารถเก็บข้อมูลค่าบูลิปีเอฟเฟคของห่วงโซ่อุปทาน 3 ระดับ ลงในตารางที่ 3.1 ในหัวข้อที่ 3.2.1 ซึ่งเป็นตารางเก็บค่าบูลิปีเอฟเฟคกรณีที่ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ เมื่อกำหนดให้พารามิเตอร์คงที่ของตัวแบบออเทอรีเกรสชัน (δ) เท่ากับ 900 พารามิเตอร์ของตัวแบบออเทอรีเกรสชัน (ϕ) เท่ากับ 0.7 และจำนวนข้อมูลในอดีตสำหรับผู้ค้าปลีกและผู้ผลิต ($p_R = p_M$) มีค่าเท่ากับ 2 เช่นเดียวกัน ดังแสดงในตารางที่ 3.8

ตารางที่ 3.8 ตารางเก็บค่าบูลิปีเอฟเฟคกรณีที่ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ เมื่อ $\phi = 0.7$

Case 1: BW 3-stage (MA)											
$\phi = 0.7$	$p_M \backslash p_R$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	2	3.5708									
	3										
	4										
	5										
	6										
	7										
	8										
	9										
	10										
	11										

และจากสมการที่ 3.12 สามารถคำนวณหาค่าบูลิปีเอฟเฟคของห่วงโซ่อุปทาน 3 ระดับภายใต้วิธีการพยากรณ์แบบ ES ได้ดังรูปที่ 3.23 ในคอลัมน์ N6

	A	C	I	L	M	N
1		Forecasting Method(Manufacturer)	ES		VAR (qt)	2941.61348
2					VAR (Dt)	2356.66022
3		α_R	0.2		BW (2 stage)	1.24821281
4		$1 - \alpha_R$	0.8		VAR (Ot)	3748.67084
5					VAR (Dt)	2356.66022
6					BW (3 stage)	1.5906709
7	t(time)	Dt (Real demand by AR(1))	Forecasting of Manufacturer $F_{M,t}$	Order quantity (Manufacturer) O_t		
9		3000				
10	1	3052.223486				
11	2	2987.820052				
12	3	3001.437185				
13	4	3039.650212	2993.856062			
14	5	3055.322012	2993.856062			
15	6	3007.851826	3003.330434			
16	7	3000.247361	3014.608054	3070.996159		
17	8	3008.397629	3012.061445	2999.328401		
18	9	2997.74758	3008.438159	2990.321728		
19	10	2973.546387	3007.747688	3004.295335		
20	11	2958.274554	3004.775773	2989.916197		
21	12	2985.337471	2996.784333	2956.827133		

รูปที่ 3.23 ค่าบูลิปีเอฟเฟคของห่วงโซ่อุปทาน 3 ระดับ ภายใต้วิธีการพยากรณ์แบบ ES

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการคำนวณค่าบูลิเบอฟเฟคของห่วงโซ่อุปทาน 3 ระดับ (BW) เมื่อใช้วิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล (ES) จากสมการที่ 3.12 จะได้

$$BW = \frac{VAR(q_t)}{VAR(D_t)} = \frac{3748.6708}{2356.6602} = 1.5907$$

สามารถเก็บข้อมูลค่าบูลิเบอฟเฟคของห่วงโซ่อุปทาน 3 ระดับ ลงในตารางที่ 3.2 ในหัวข้อที่ 3.2.2 ซึ่งเป็นตารางเก็บค่าบูลิเบอฟเฟคกรณีที่ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล เมื่อกำหนดให้พารามิเตอร์คงที่ของตัวแบบออเทอรีเกรสชั่น (δ) เท่ากับ 900 พารามิเตอร์ของตัวแบบออเทอรีเกรสชั่น (ϕ) เท่ากับ 0.7 และค่าคงที่การปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลสำหรับผู้ค้าปลีกและผู้ผลิต ($\alpha_R = \alpha_M$) มีค่าเท่ากับ 0.2 เช่นเดียวกัน ดังแสดงในตารางที่ 3.9

ตารางที่ 3.9 ตารางเก็บค่าบูลิเบอฟเฟคกรณีที่ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล
เมื่อ $\phi = 0.7$

Case 2: BW 3-stage (ES)											
$\phi = 0.7$	$\alpha_R \backslash \alpha_M$	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
	0.1										
	0.2		1.5907								
	0.3										
	0.4										
	0.5										
	0.6										
	0.7										
	0.8										
	0.9										
	1										

3.6.9 คำนวณค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์

ในงานวิจัยนี้จะใช้ดัชนีวัดความคลาดเคลื่อนทั้งหมด 3 วิธี ได้แก่ วิธีวัดค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE), วิธีวัดค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ (MAD) และวิธีวัดค่าเฉลี่ยสเกลคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ (MASE)

โดยหัวข้อนี้จะแสดงตัวอย่างการวัดค่าความคลาดเคลื่อนจากวิธีการพยากรณ์แบบถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่ (MA) และวิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล (ES) ซึ่งแต่ละวิธีการพยากรณ์มีรายละเอียดดังนี้

1. การวัดความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์แบบถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่ (MA)
 - จำนวนข้อมูลในอดีตที่ใช้ในการพยากรณ์แบบถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่สำหรับผู้ค้าปลีก (p_R) และผู้ผลิต (p_M) มีค่าเท่ากับ 2

2. การวัดความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล (ES)
 - ค่าคงที่การปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่ใช้ในการพยากรณ์ด้วยวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลสำหรับผู้ค้าปลีก (α_R) และผู้ผลิต (α_M) มีค่าเท่ากับ 0.2

จำนวนข้อมูลที่ใช้ในการวัดค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ (n) จะใช้ข้อมูลในช่วงเวลา $t=101$ ถึง $t=365$ เนื่องจากเวลาในช่วงแรก $t=1$ ถึง $t=100$ ระบบการจำลองยังไม่เข้าสู่ช่วงที่ระบบมีความเสถียร จึงไม่นำเวลา $t=1$ ถึง $t=100$ มาคำนวณในระบบการจำลองนี้ ดังนั้นจำนวนข้อมูลที่ใช้จึงมี 265 ข้อมูล

โดยทั้ง 2 วิธีการพยากรณ์ จะใช้ดัชนีวัดความคลาดเคลื่อน 3 วิธีดังนี้

(1) ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE)

สามารถหาค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองจากการพยากรณ์ของผู้ค้าปลีก (MSE_R) และผู้ผลิต (MSE_M) ได้ดังสมการที่ 3.13 และ 3.14 ตามลำดับ

$$MSE_R = (1/n) \sum e_{R,t}^2 \quad (3.13)$$

$$MSE_M = (1/n) \sum e_{M,t}^2 \quad (3.14)$$

จากนั้นนำ MSE_R และ MSE_M มารวมกันจะได้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองจากการพยากรณ์ทั้งหมด (MSE_{Total}) ดังสมการที่ 3.15

$$MSE_{Total} = MSE_R + MSE_M \quad (3.15)$$

โดยที่ $e_{R,t} = F_{R,t} - D_t$ และ $e_{M,t} = F_{M,t} - D_{M,t}$

เมื่อ n = จำนวนข้อมูลที่ใช้ในการวัดค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์

$e_{R,t}$ = ผลต่างระหว่างค่าพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าโดยผู้ค้าปลีกในช่วงเวลา t กับค่าความต้องการของลูกค้าในช่วงเวลา t

$e_{M,t}$ = ผลต่างระหว่างค่าพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าโดยผู้ผลิตในช่วงเวลา t กับค่าความต้องการของลูกค้าสำหรับผู้ผลิตในช่วงเวลา t

เมื่อทราบค่าผลต่างระหว่างค่าพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าโดยผู้ค้าปลีกในช่วงเวลา t กับค่าความต้องการของลูกค้าในช่วงเวลา t ($e_{R,t}$) และผลต่างระหว่างค่าพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าโดยผู้ผลิตในช่วงเวลา t กับค่าความต้องการของลูกค้าจากปริมาณคำสั่งซื้อโดยผู้ค้าปลีกในช่วงเวลา t ($e_{M,t}$) จะสามารถ

คำนวณหาค่า MSE_R , MSE_M , และ MSE_{Total} จากสมการที่ 3.13, 3.14, และ 3.15 ได้ดังรูปที่ 3.24 (MA) และรูปที่ 3.25 (ES) ในคอลัมน์ P2, P3, และ P4

	A	O	P
1		Evaluation of Forecasts	
2		MSE_R	1298.350053
3		MSE_M	3745.182391
4		MSE_{Total}	5043.532444
5			
6			
7	t(time)	$e^2_{R,t}$	$e^2_{M,t}$
8			
9			
10	1		
11	2		
12	3	345.3867657	
13	4	2026.943823	
14	5	1209.531109	
15	6	1570.876584	3777.302431
16	7	982.1679372	6717.806265
	⋮	⋮	⋮
110	101	12.08412029	479.6583741
111	102	178.9859908	762.6339195
112	103	707.6895857	965.4671515
113	104	17.02062978	1734.036561
114	105	639.9058746	0.250873169
	⋮	⋮	⋮
370	361	2492.13667	12471.83693
371	362	1848.0227	1393.292701
372	363	764.4764057	737.6129241
373	364	972.997635	4413.529778
374	365	1538.652246	4662.661267

รูปที่ 3.24 ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) ภายใต้วิธีการพยากรณ์แบบ MA

	A	O	P
1		Evaluation of Forecasts	
2		MSE_R	1440.836963
3		MSE_M	2007.8988
4		MSE_{Total}	3448.735763
5			
6			
7	t(time)	$e^2_{R,t}$	$e^2_{M,t}$
8			
9			
10	1		
11	2		
12	3	1436.835583	
13	4	62.22898777	
14	5	483.2359638	
15	6	893.0584034	3179.618309
16	7	992.9892551	162.1304238
	⋮	⋮	⋮
110	101	111.444886	377.6253508
111	102	129.8431278	99.97632539
112	103	1172.623865	123.5688889
113	104	359.3539929	1489.216334
114	105	1996.372963	375.4548802
	⋮	⋮	⋮
370	361	11183.95077	12246.91235
371	362	12651.36924	14648.04951
372	363	2342.173314	15886.85508
373	364	801.864597	2155.870748
374	365	129.3244721	516.6408797

รูปที่ 3.25 ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) ภายใต้วิธีการพยากรณ์แบบ ES

(2) ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAD)

สามารถหาค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์จากการพยากรณ์ของผู้ค้าปลีก (MAD_R) และผู้ผลิต (MAD_M) ได้ดังสมการที่ 3.16 และ 3.17 ตามลำดับ

$$MAD_R = (1/n) \sum |e_{R,t}| \quad (3.16)$$

$$MAD_M = (1/n) \sum |e_{M,t}| \quad (3.17)$$

จากนั้นนำ MAD_R และ MAD_M มารวมกันจะได้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์จากการพยากรณ์ทั้งหมด (MAD_{Total}) ดังสมการที่ 3.18

$$MAD_{Total} = MAD_R + MAD_M \quad (3.18)$$

โดยที่ $e_{R,t} = F_{R,t} - D_t$ และ $e_{M,t} = F_{M,t} - D_{M,t}$

เมื่อ n = จำนวนข้อมูลที่ใช้ในการวัดค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์

$e_{R,t}$ = ผลต่างระหว่างค่าพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าโดยผู้ค้าปลีกในช่วงเวลา t กับค่าความต้องการของลูกค้าในช่วงเวลา t

$e_{M,t}$ = ผลต่างระหว่างค่าพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าโดยผู้ผลิตในช่วงเวลา t กับค่าความต้องการของลูกค้าสำหรับผู้ผลิตในช่วงเวลา

เมื่อทราบค่าผลต่างระหว่างค่าพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าโดยผู้ค้าปลีกในช่วงเวลา t กับค่าความต้องการของลูกค้าในช่วงเวลา t ($e_{R,t}$) และผลต่างระหว่างค่าพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าโดยผู้ผลิตในช่วงเวลา t กับค่าความต้องการของลูกค้าจากปริมาณคำสั่งซื้อโดยผู้ค้าปลีกในช่วงเวลา t ($e_{M,t}$) จะสามารถคำนวณหาค่า MAD_R , MAD_M , และ MAD_{Total} จากสมการที่ 3.16, 3.17, และ 3.18 ได้ดังรูปที่ 3.26 (MA) และรูปที่ 3.27 (ES) ในคอลัมน์ R2, R3, และ R4

	A	O	P	Q	R
1		Evaluation of Forecasts			
2		MSE _R	1298.350053	MAD _R	28.92722842
3		MSE _M	3745.182391	MAD _M	48.16098162
4		MSE _{Total}	5043.532444	MAD _{Total}	77.08821004
5					
6					
7	t (time)	e ² _{R,t}	e ² _{M,t}	e _{R,t}	e _{M,t}
8					
9					
10	1				
11	2				
12	3	345.3867657		18.58458409	
13	4	2026.943823		45.02159285	
14	5	1209.531109		34.77831377	
15	6	1570.876584	3777.302431	39.63428547	61.4597627
16	7	982.1679372	6717.806265	31.33955866	81.96222462
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
110	101	12.08412029	479.6583741	3.47622213	21.9011044
111	102	178.9859908	762.6339195	13.3785646	27.61582734
112	103	707.6895857	965.4671515	26.60243571	31.07196729
113	104	17.02062978	1734.036561	4.125606595	41.64176463
114	105	639.9058746	0.250873169	25.2963609	0.500872408
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
370	361	2492.13667	12471.83693	49.92130477	111.6773788
371	362	1848.0227	1393.292701	42.98863455	37.32683621
372	363	764.4764057	737.6129241	27.64916646	27.15903025
373	364	972.997635	4413.529778	31.19291001	66.43440207
374	365	1538.652246	4662.661267	39.225658	68.28368229

รูปที่ 3.26 ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAD) ภายใต้วิธีการพยากรณ์แบบ MA

	A	O	P	Q	R
1		Evaluation of Forecasts			
2		MSE _R	1440.836963	MAD _R	29.61497265
3		MSE _M	2007.8988	MAD _M	35.24281274
4		MSE _{Total}	3448.735763	MAD _{Total}	64.8577854
5					
6					
7	t (time)	e ² _{R,t}	e ² _{M,t}	e _{R,t}	e _{M,t}
8					
9					
10	1				
11	2				
12	3	1436.835583		37.90561414	
13	4	62.22898777		7.88853521	
14	5	483.2359638		21.98262868	
15	6	893.0584034	3179.618309	29.88408278	56.38810432
16	7	992.9892551	162.1304238	31.51173202	12.73304456
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
110	101	111.444886	377.6253508	10.556746	19.43258477
111	102	129.8431278	99.97632539	11.39487287	9.998816199
112	103	1172.623865	123.5688889	34.24359597	11.11615441
113	104	359.3539929	1489.216334	18.95663454	38.59036582
114	105	1996.372963	375.4548802	44.68078965	19.37665813
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
370	361	11183.95077	12246.91235	105.7541998	110.6657686
371	362	12651.36924	14648.04951	112.4783057	121.0291267
372	363	2342.173314	15886.85508	48.39600515	126.0430684
373	364	801.864597	2155.870748	28.31721379	46.43135522
374	365	129.3244721	516.6408797	11.37209181	22.72973558

รูปที่ 3.27 ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAD) ภายใต้วิธีการพยากรณ์แบบ ES

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3) ค่าเฉลี่ยสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MASE)

สามารถหาค่าเฉลี่ยสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์จากการพยากรณ์ของผู้ค้าปลีก ($MASE_R$) และผู้ผลิต ($MASE_M$) ได้ดังสมการที่ 3.19 และ 3.20 ตามลำดับ

$$MASE_R = (1/n) \cdot \sum_{t=1}^n \left(\frac{|e_{R,t}|}{(1/(n-1)) \cdot \sum_{i=2}^n |D_i - D_{i-1}|} \right) \quad (3.19)$$

$$MASE_M = (1/n) \cdot \sum_{t=1}^n \left(\frac{|e_{M,t}|}{(1/(n-1)) \cdot \sum_{i=2}^n |D_{M,i} - D_{M,i-1}|} \right) \quad (3.20)$$

จากนั้นนำ $MASE_R$ และ $MASE_M$ มารวมกันจะได้ค่าเฉลี่ยสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์จากการพยากรณ์ทั้งหมด ($MASE_{Total}$) ดังสมการที่ 3.21

$$MASE_{Total} = MASE_R + MASE_M \quad (3.21)$$

โดยที่ $e_{R,t} = F_{R,t} - D_t$ และ $e_{M,t} = F_{M,t} - D_{M,t}$

เมื่อ n = จำนวนข้อมูลที่ใช้ในการวัดค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์

$e_{R,t}$ = ผลต่างระหว่างค่าพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าโดยผู้ค้าปลีกในช่วงเวลา t กับค่าความต้องการของลูกค้าในช่วงเวลา t

$e_{M,t}$ = ผลต่างระหว่างค่าพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าโดยผู้ผลิตในช่วงเวลา t กับค่าความต้องการของลูกค้าสำหรับผู้ผลิต ในช่วงเวลา t

เมื่อทราบค่าผลต่างระหว่างค่าพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าโดยผู้ค้าปลีกในช่วงเวลา t กับค่าความต้องการของลูกค้าในช่วงเวลา t ($e_{R,t}$) และผลต่างระหว่างค่าพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าโดยผู้ผลิตในช่วงเวลา t กับค่าความต้องการของลูกค้าจากปริมาณคำสั่งซื้อโดยผู้ค้าปลีกในช่วงเวลา t ($e_{M,t}$) จะสามารถคำนวณหาค่า $MASE_R$, $MASE_M$, และ $MASE_{Total}$ จากสมการที่ 3.19, 3.20, และ 3.21 ได้ดังรูปที่ 3.28 (MA) และรูปที่ 3.29 (ES) ในคอลัมน์ T2, T3, และ T4

	A	O	P	Q	R	S	T
1		Evaluation of Forecasts					
2		MSE _R	1298.350053	MAD _R	28.92722842	MASE _R	1.067382667
3		MSE _M	3745.182391	MAD _M	48.16098162	MASE _M	1.072973034
4		MSE _{Total}	5043.532444	MAD _{Total}	77.08821004	MASE _{Total}	2.140355701
5							
6							
7	t (time)	e ² _{R,t}	e ² _{M,t}	e _{R,t}	e _{M,t}	D _t - D _{t-1}	D _{M,t} - D _{M,t-1}
8							
9							
10	1						
11	2					64.4034335	
12	3	345.3867657		18.58458409		13.61713266	
13	4	2026.943823		45.02159285		38.21302652	
14	5	1209.531109		34.77831377		15.67180051	89.52125653
15	6	1570.876584	3777.302431	39.63428547	61.4597627	47.47018572	16.69913444
16	7	982.1679372	6717.806265	31.33955866	81.96222462	7.604465802	90.31179184
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
110	101	12.08412029	479.6583741	3.47622213	21.9011044	20.85817705	64.48507066
111	102	178.9859908	762.6339195	13.3785646	27.61582734	2.949476077	4.626707996
112	103	707.6895857	965.4671515	26.60243571	31.07196729	25.12769767	28.7586133
113	104	17.02062978	1734.036561	4.125606595	41.64176463	8.438242241	27.26245798
114	105	639.9058746	0.250873169	25.2963609	0.500872408	29.51548202	14.1321014
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
370	361	2492.13667	12471.83693	49.92130477	111.6773788	30.22737743	54.49151705
371	362	1848.0227	1393.292701	42.98863455	37.32683621	27.87494584	10.08107768
372	363	764.4764057	737.6129241	27.64916646	27.15903025	41.58663937	22.11849141
373	364	972.997635	4413.529778	31.19291001	66.43440207	10.39959032	77.49364777
374	365	1538.652246	4662.661267	39.225658	68.28368229	34.02586284	29.5368584

รูปที่ 3.28 ค่าเฉลี่ยสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MASE) ภายใต้วิธีการพยากรณ์แบบ MA

	A	O	P	Q	R	S	T
1		Evaluation of Forecasts					
2		MSE _R	1440.836963	MAD _R	29.61497265	MASE _R	1.092759667
3		MSE _M	2007.8988	MAD _M	35.24281274	MASE _M	1.073525152
4		MSE _{Total}	3448.735763	MAD _{Total}	64.8577854	MASE _{Total}	2.166284819
5							
6							
7	t (time)	e ² _{R,t}	e ² _{M,t}	e _{R,t}	e _{M,t}	D _t - D _{t-1}	D _{M,t} - D _{M,t-1}
8							
9							
10	1						
11	2					64.4034335	
12	3	1436.835583		37.90561414		13.61713266	
13	4	62.22898777		7.88853521		38.21302652	
14	5	483.2359638		21.98262868		15.67180051	47.37185639
15	6	893.0584034	3179.618309	29.88408278	56.38810432	47.47018572	18.49061921
16	7	992.9892551	162.1304238	31.51173202	12.73304456	7.604465802	57.84352801
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
110	101	111.444886	377.6253508	10.556746	19.43258477	20.85817705	60.19215851
111	102	129.8431278	99.97632539	11.39487287	9.998816199	2.949476077	25.54488402
112	103	1172.623865	123.5688889	34.24359597	11.11615441	25.12769767	3.117101452
113	104	359.3539929	1489.216334	18.95663454	38.59036582	8.438242241	29.69744229
114	105	1996.372963	375.4548802	44.68078965	19.37665813	29.51548202	11.49563453
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
370	361	11183.95077	12246.91235	105.7541998	110.6657686	30.22737743	44.51439196
371	362	12651.36924	14648.04951	112.4783057	121.0291267	27.87494584	32.49651179
372	363	2342.173314	15886.85508	48.39600515	126.0430684	41.58663937	29.21976701
373	364	801.864597	2155.870748	28.31721379	46.43135522	10.39959032	54.40309947
374	365	129.3244721	516.6408797	11.37209181	22.72973558	34.02586284	14.4153486

รูปที่ 3.29 ค่าเฉลี่ยสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MASE) ภายใต้วิธีการพยากรณ์แบบ ES

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 การทวนสอบโมเดล

เป็นการทวนสอบและยืนยันความถูกต้องของโมเดลหรือแบบจำลองสำหรับห่วงโซ่อุปทานแบบ 2 ระดับ ว่ามีความถูกต้องและสามารถนำไปใช้ได้จริงหลังจากการจำลองข้อมูล เพื่อให้กลไกของกระบวนการในห่วงโซ่อุปทานเป็นไปตามปกติหรือไม่

3.7.1 การทวนสอบ

การทวนสอบเป็นการทดสอบความเป็นปกติของกลไกเริ่มต้น เมื่อมีจำนวนความต้องการสินค้าเข้ามาเป็นจำนวนมากหรือมีจำนวนลดลงอย่างรวดเร็ว หรือไม่เป็นไปตามรูปแบบความต้องการออเทอริเกรสชันอันดับที่หนึ่ง (AR(1)) จะทำให้ค่าพยากรณ์ความต้องการสินค้าและระดับสินค้าคงคลังมีค่าเป็นบวกเสมอ ส่วนปริมาณคำสั่งซื้อจะมีค่าเป็นบวกหรือลบ เนื่องจากในงานวิจัยนี้ยอมให้มีปริมาณคำสั่งซื้อเป็นลบ (สินค้าส่วนเกินนี้จะถูกส่งคืนไปยังผู้ผลิต) โดยสถานะของตัวชี้วัดจะแสดงดังตารางที่ 3.10 เมื่อกลไกของโมเดลมีความเป็นปกติ

ตารางที่ 3.10 ตัวชี้วัดและสถานะของตัวชี้วัดเมื่อกลไกของโมเดลมีความเป็นปกติ

สัญลักษณ์	ตัวชี้วัด	สถานะของตัวชี้วัดเมื่อกลไกของโมเดลมีความเป็นปกติ
$F_{R,t}$	ค่าพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าโดยผู้ค้าปลีก	จำนวนบวก
$S_{R,t}$	ระดับสินค้าคงคลังสูงสุดสำหรับผู้ค้าปลีก	จำนวนบวก
$Q_{MA,t}$	ปริมาณคำสั่งซื้อสูงสุดของผู้ค้าปลีกเมื่อใช้วิธีการพยากรณ์แบบถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่	จำนวนบวกหรือจำนวนลบ
$Q_{ES,t}$	ปริมาณคำสั่งซื้อสูงสุดของผู้ค้าปลีกเมื่อใช้วิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล	จำนวนบวกหรือจำนวนลบ

ในการทวนสอบโมเดลนี้ จะทดสอบความเป็นปกติของกลไก โดยการทดสอบแทนค่าปริมาณความต้องการของลูกค้าที่เข้ามา ในกรณีที่รูปแบบไม่เป็นไปตามตัวแบบออเทอริเกรสชันอันดับที่หนึ่ง หรือในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ ปริมาณความต้องการสินค้าของลูกค้าอาจลดลงอย่างรวดเร็วจาก 3000 เป็น 2 หรืออาจเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจาก 3000 เป็น 250000 เป็นต้น ซึ่งผลของตัวชี้วัดจะต้องเป็นไปตามตารางที่ 3.10 โดยจะทดสอบแทนค่าปริมาณความต้องการสินค้าของลูกค้าในช่วงเวลา t ให้เป็นไปตามความต้องการของลูกค้าที่กำหนดขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 3.11

ตารางที่ 3.11 ความต้องการของลูกค้าในช่วงเวลา t ที่กำหนดขึ้น

การทดสอบ ครั้งที่	วิธีการ พยากรณ์	ความต้องการของลูกค้า (D_t) ตามตัว แบบออเทอรีเกรสชันอันดับที่หนึ่ง (AR(1))	ความต้องการของ ลูกค้าที่กำหนดขึ้น
1	MA	$D_0 = 3000$	$D_0 = 2$
	ES	$D_0 = 3000$	$D_0 = 2$
2	MA	$D_0 = 3000$	$D_0 = 250000$
	ES	$D_0 = 3000$	$D_0 = 250000$
3	MA	$D_{250} = 2985.376326$	$D_{250} = 2$
	ES	$D_{250} = 2985.376326$	$D_{250} = 2$
4	MA	$D_{250} = 2985.376326$	$D_{250} = 500000$
	ES	$D_{250} = 2985.376326$	$D_{250} = 500000$
5	MA	$D_{360} = 3123.471628$	$D_{360} = 10$
		$D_{361} = 3153.699005$	$D_{361} = 29$
	ES	$D_{360} = 3123.471628$	$D_{360} = 10$
		$D_{361} = 3153.699005$	$D_{361} = 29$
6	MA	$D_{360} = 3123.471628$	$D_{360} = 1000000$
		$D_{361} = 3153.699005$	$D_{361} = 300000$
	ES	$D_{360} = 3123.471628$	$D_{360} = 1000000$
		$D_{361} = 3153.699005$	$D_{361} = 300000$

1. กรณีทดสอบโมเดลเมื่อใช้วิธีการพยากรณ์แบบถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่ สามารถดูตัวอย่างผลของตัวชี้วัดได้ดังรูปที่ 3.30 ถึงรูปที่ 3.35 เมื่อกำหนดให้พารามิเตอร์ของตัวแบบออเทอรีเกรสชัน (ϕ) เท่ากับ 0.7 และจำนวนข้อมูลในอดีตที่ใช้ในการคำนวณค่าจากการพยากรณ์ด้วยวิธีถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่สำหรับผู้ค้าปลีก (p_R) เท่ากับ 2

A	B	C	D	E	F	G
$\emptyset$	0.7	Forecasting Method(Retailer)	MA	L (Lead time)	1	
δ	900	p_R	2	Service level	95.00%	
variance error	1089			z	1.644853627	
Dt (t=0)	3000			STDEV of error forecasting	66.19035108	
t(time)	$\mathcal{E}_t$ (normal dist.)	Dt (Real demand by AR(1))	Forecasting of Retailer $F_{R,t}$	error of forecasting $e_{R,t} \rightarrow (F_{R,t} - D_t)$	Order-up-to inventory level of Retailer $S_{R,t}$	Order quantity (Retailer) qt
		2				
1	52.22348591	953.6234859				
2	-48.73638773	1518.800052				
3	9.963148386	1973.123185	1236.211769	-736.9114159	1345.085208	
4	38.64418204	2319.830412	1745.961619	-573.8687929	1854.835058	2482.873035
5	27.56686399	2551.448152	2146.476798	-404.9713538	2255.350237	2720.345591
6	-30.87358209	2655.140124	2435.639282	-219.5008425	2544.512721	2840.610636
7	-5.248917887	2753.349169	2603.294138	-150.0550309	2712.167577	2822.794981
349	21.30938583	3017.2839	2997.150252	-20.13364844	3106.023691	2989.808131
350	18.36305273	3030.461783	3005.766604	-24.69517951	3114.640043	3025.900252
351	-19.30487088	3002.018377	3023.872842	21.8544645	3132.746281	3048.568021
352	-44.67048257	2956.742382	3016.24008	59.49769864	3125.113519	2994.385616
353	24.34680937	2994.066476	2979.380379	-14.68609704	3088.253818	2919.882681
354	56.90106264	3052.747596	2975.404429	-77.34316716	3084.277868	2990.090526
355	2.130871053	3039.054188	3023.407036	-15.64715206	3132.280475	3100.750203
356	-5.771149745	3021.566782	3045.900892	24.33411014	3154.774331	3061.548044
357	-10.71348152	3004.383266	3030.310485	25.92721927	3139.183924	3005.976375
358	10.49550974	3013.563796	3012.975024	-0.588771882	3121.848463	2987.047805
359	74.58911568	3084.083773	3008.973531	-75.11024189	3117.84697	3009.562303
360	64.61298653	3123.471628	3048.823784	-74.64784314	3157.697223	3123.934026
361	67.26886568	3153.699005	3103.7777	-49.92130477	3212.651139	3178.425543
362	73.98464732	3181.573951	3138.585316	-42.98863455	3247.458755	3188.506621
363	12.88554586	3139.987311	3167.636478	27.64916646	3276.509917	3210.625112
364	31.59660309	3129.587721	3160.780631	31.19291001	3269.65407	3133.131465
365	4.850453479	3095.561858	3134.787516	39.225658	3243.660955	3103.594606

รูปที่ 3.30 การทวนสอบโมเดล เมื่อใช้วิธีการพยากรณ์แบบถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่ โดยที่ $D_0 = 2$

A	B	C	D	E	F	G
$\emptyset$	0.7	Forecasting Method(Retailer)	MA	L (Lead time)	1	
δ	900	p_R	2	Service level	95.00%	
variance error	1089			z	1.644853627	
Dt (t=0)	3000			STDEV of error forecasting	4545.042334	
t(time)	$\mathcal{E}_t$ (normal dist.)	Dt (Real demand by AR(1))	Forecasting of Retailer $F_{R,t}$	error of forecasting $e_{R,t} \rightarrow (F_{R,t} - D_t)$	Order-up-to inventory level of Retailer $S_{R,t}$	Order quantity (Retailer) qt
		250000				
1	52.22348591	175952.2235				
2	-48.73638773	124017.8201				
3	9.963148386	87722.43719	149985.0218	62262.58458	157460.9511	
4	38.64418204	62344.35021	105870.1286	43525.77841	113346.058	43607.54403
5	27.56686399	44568.61201	75033.3937	30464.78169	82509.32307	31507.61529
6	-30.87358209	32067.15483	53456.48111	21389.32629	60932.41048	22991.69943
7	-5.248917887	23341.75946	38317.88342	14976.12396	45793.81279	16928.55713
349	21.30938583	3017.2839	2997.150252	-20.13364844	10473.07962	2989.808131
350	18.36305273	3030.461783	3005.766604	-24.69517951	10481.69597	3025.900252
351	-19.30487088	3002.018377	3023.872842	21.8544645	10499.80221	3048.568021
352	-44.67048257	2956.742382	3016.24008	59.49769864	10492.16945	2994.385616
353	24.34680937	2994.066476	2979.380379	-14.68609704	10455.30975	2919.882681
354	56.90106264	3052.747596	2975.404429	-77.34316716	10451.3338	2990.090526
355	2.130871053	3039.054188	3023.407036	-15.64715206	10499.3364	3100.750203
356	-5.771149745	3021.566782	3045.900892	24.33411014	10521.83026	3061.548044
357	-10.71348152	3004.383266	3030.310485	25.92721927	10506.23985	3005.976375
358	10.49550974	3013.563796	3012.975024	-0.588771882	10488.90439	2987.047805
359	74.58911568	3084.083773	3008.973531	-75.11024189	10484.9029	3009.562303
360	64.61298653	3123.471628	3048.823784	-74.64784314	10524.75315	3123.934026
361	67.26886568	3153.699005	3103.7777	-49.92130477	10579.70707	3178.425543
362	73.98464732	3181.573951	3138.585316	-42.98863455	10614.51468	3188.506621
363	12.88554586	3139.987311	3167.636478	27.64916646	10643.56585	3210.625112
364	31.59660309	3129.587721	3160.780631	31.19291001	10636.71	3133.131465
365	4.850453479	3095.561858	3134.787516	39.225658	10610.71688	3103.594606

รูปที่ 3.31 การทวนสอบโมเดล เมื่อใช้วิธีการพยากรณ์แบบถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่ โดยที่ $D_0 = 250000$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.30 และ 3.31 เมื่อใช้วิธีการพยากรณ์แบบถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่พบว่า แม้จะเปลี่ยนปริมาณความต้องการของลูกค้าเริ่มต้น (D_0) ลดลงหรือเพิ่มขึ้น ตัวชี้วัดของค่าพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าโดยผู้ค้าปลีก ($F_{R,t}$) และระดับสินค้าคงคลังสูงสุดสำหรับผู้ค้าปลีก ($S_{R,t}$) มีค่าเป็นจำนวนบวกเสมอ ดังแสดงในคอลัมน์ D และ F ส่วนปริมาณคำสั่งซื้อสูงสุดของผู้ค้าปลีก (q_t) พบว่ามีค่าเป็นจำนวนบวกทั้งหมดเช่นเดียวกัน ดังแสดงในคอลัมน์ G

ซึ่งเป็นไปตามเงื่อนไขดังตารางที่ 3.10 และสอดคล้องกับกลไกปกติเมื่อปริมาณความต้องการต่ำลง ส่งผลให้ค่าพยากรณ์ความต้องการสินค้า ระดับสินค้าคงคลังสูงสุด และปริมาณคำสั่งซื้อสูงสุดของผู้ค้าปลีกลดน้อยลงไปด้วย ดังแสดงในรูปที่ 3.30 ในทางกลับกันเมื่อปริมาณความต้องการสินค้าเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าพยากรณ์ความต้องการสินค้า ระดับสินค้าคงคลังสูงสุด และปริมาณคำสั่งซื้อสูงสุดของผู้ค้าปลีกเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ดังแสดงในรูปที่ 3.31 ซึ่งจะเกิดในช่วงเวลาแรก ๆ จึงกล่าวได้ว่ากลไกของโมเดลมีความเป็นปกติ แม้ปริมาณความต้องการของลูกค้าจะมีการลดลงหรือเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว หรือไม่เป็นไปตามตัวแบบออเทอร์เกรสส์ (AR(1))

A	B	C	D	E	F	G
θ	0.7	Forecasting Method(Retailer)	MA	L (Lead time)	1	
δ	900	p_R	2	Service level	95.00%	
variance error	1089			z	1.644853627	
Dt (t=0)	3000			STDEV of error forecasting	181.71983	
t(time)	ε_t (normal dist.)	Dt (Real demand by AR(1))	Forecasting of Retailer $F_{R,t}$	error of forecasting $e_{R,t} \rightarrow (F_{R,t} - D_t)$	Order-up-to inventory level of Retailer $S_{R,t}$	Order quantity (Retailer) q_t
		3000				
1	52.22348591	3052.223486				
2	-48.73638773	2987.820052				
3	9.963148386	3001.437185	3020.021769	18.58458409	3318.924291	
4	38.64418204	3039.650212	2994.628619	-45.02159285	3293.53114	2976.044035
5	27.56686399	3055.322012	3020.543698	-34.77831377	3319.44622	3065.565291
6	-30.87358209	3007.851826	3047.486112	39.63428547	3346.388633	3082.264426
7	-5.248917887	3000.247361	3031.586919	31.33955866	3330.489441	2991.952634
244	-42.98163276	2924.838586	2956.458392	31.61980566	3255.360913	2937.230839
245	43.62654408	2991.013554	2939.433735	-51.57981931	3238.336256	2907.813929
246	43.05831681	3036.767805	2957.92607	-78.84173466	3256.828592	3009.505889
247	-47.42300462	2978.314459	3013.89068	35.5762208	3312.793201	3092.732414
248	-24.68618504	2960.133936	3007.541132	47.4071957	3306.443653	2971.964911
249	29.27514743	3001.368903	2969.224197	-32.14470527	3268.126719	2921.817002
250	-15.58190547		2980.751419	2978.751419	3279.653941	3012.896125
251	-11.59557314	889.8044269	1501.684451	611.8800245	1800.586973	-1477.066968
252	-93.01729733	1429.845801	445.9022134	-983.943588	744.8047348	-165.9778111
253	40.47206858	1941.36413	1159.825114	-781.5390154	1458.727636	2143.768702
254	49.52393738	2308.478828	1685.604966	-622.8738626	1984.507487	2467.143981
255	28.49750217	2544.432682	2124.921479	-419.511203	2423.824	2747.795341
256	-15.64118179	2665.461695	2426.455755	-239.0059405	2725.358276	2845.966958
257	-1.827361302	2763.995826	2604.947189	-159.0486369	2903.84971	2843.953129
258	-33.45960522	2801.337473	2714.728761	-86.60871214	3013.631282	2873.777397
259	-6.786575568	2854.149655	2782.666649	-71.48300619	3081.569171	2869.275361
260	50.13966074	2948.044419	2827.743564	-120.3008555	3126.646085	2899.22657

รูปที่ 3.32 การทวนสอบโมเดล เมื่อใช้วิธีการพยากรณ์แบบถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ โดยที่ $D_{250} = 2$

A	B	C	D	E	F	G
$\emptyset$	0.7	Forecasting Method(Retailer)	MA	L (Lead time)	1	
δ	900	$\hat{p}_R$	2	Service level	95.00%	
variance error	1089			z	1.644853627	
Dt (t=0)	3000			STDEV of error forecasting	29717.12294	
t(time)	ε_t (normal dist.)	Dt (Real demand by AR(1))	Forecasting of Retailer $F_{R,t}$	error of forecasting $e_{R,t} \rightarrow (F_{R,t} - D_t)$	Order-up-to inventory level of Retailer $S_{R,t}$	Order quantity (Retailer) q_t
		3000				
1	52.22348591	3052.223486				
2	-48.73638773	2987.820052				
3	9.963148386	3001.437185	3020.021769	18.58458409	51900.33921	
4	38.64418204	3039.650212	2994.628619	-45.02159285	51874.94606	2976.044035
249	29.27514743	3001.368903	2969.224197	-32.14470527	51849.54164	2921.817002
250	-15.58190547	500000	2980.751419	-497019.2486	51861.06886	3012.896125
251	-11.59557314	350888.4044	251500.6845	-99387.71998	300381.0019	748519.933
252	-93.01729733	246428.8658	425444.2022	179015.3364	474324.5197	524831.9222
253	40.47206858	173440.6781	298658.6351	125217.957	347538.9526	119643.2987
254	49.52393738	122357.9986	209934.772	87576.77334	258815.0894	84716.81498
255	28.49750217	86579.09654	147899.3384	61320.24184	196779.6558	60322.56504
256	-15.64118179	61489.7264	104468.5476	42978.82119	153348.865	43148.30579
257	-1.827361302	43940.98112	74034.41147	30093.43035	122914.7289	31055.59028
258	-33.45960522	31625.22718	52715.35376	21090.12658	101595.6712	22621.9234
259	-6.786575568	23030.87245	37783.10415	14752.2317	86663.42159	16692.97757
260	50.13966074	17071.75037	27328.04981	10256.29944	76208.36726	12575.81811
356	-5.771149745	3021.566782	3045.900892	24.33411014	51926.21834	3061.548044
357	-10.71348152	3004.383266	3030.310485	25.92721927	51910.62793	3005.976375
358	10.49550974	3013.563796	3012.975024	-0.588771882	51893.29247	2987.047805
359	74.58911568	3084.083773	3008.973531	-75.11024189	51889.29097	3009.562303
360	64.61298653	3123.471628	3048.823784	-74.64784314	51929.14123	3123.934026
361	67.26886568	3153.699005	3103.7777	-49.92130477	51984.09514	3178.425543
362	73.98464732	3181.573951	3138.585316	-42.98863455	52018.90276	3188.506621
363	12.88554586	3139.987311	3167.636478	27.64916646	52047.95392	3210.625112
364	31.59660309	3129.587721	3160.780631	31.19291001	52041.09807	3133.131465
365	4.850453479	3095.561858	3134.787516	39.225658	52015.10496	3103.594606

รูปที่ 3.33 การทวนสอบโมเดล เมื่อใช้วิธีการพยากรณ์แบบถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ โดยที่ $D_{250} = 500000$

จากรูปที่ 3.32 และ 3.33 เมื่อใช้วิธีการพยากรณ์แบบถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ พบว่า แม้จะเปลี่ยนปริมาณความต้องการของลูกค้าในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ (D_{250}) ให้ลดลงหรือเพิ่มขึ้น ตัวชี้วัดของค่าพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าโดยผู้ค้าปลีก ($F_{R,t}$) และระดับสินค้าคงคลังสูงสุดสำหรับผู้ค้าปลีก ($S_{R,t}$) มีค่าเป็นจำนวนบวกเสมอ ดังแสดงในคอลัมน์ D และ F ส่วนปริมาณคำสั่งซื้อสูงสุดของผู้ค้าปลีก (q_t) สำหรับรูปที่ 3.32 พบว่ามีค่าเป็นจำนวนลบในช่วงเวลาถัดมา (D_{251}) ดังแสดงในคอลัมน์ G แต่เมื่อถึงช่วงเวลา $t = 253$ ปริมาณคำสั่งซื้อสูงสุดของผู้ค้าปลีกจะกลับมาเป็นจำนวนบวกตามปกติ สำหรับรูปที่ 3.33 พบมีค่าเป็นจำนวนบวกทั้งหมด ดังแสดงในคอลัมน์ G

ซึ่งเป็นไปตามเงื่อนไขดังตารางที่ 3.10 และสอดคล้องกับกลไกปกติเมื่อปริมาณความต้องการต่ำลง ส่งผลให้ค่าพยากรณ์ความต้องการสินค้า ระดับสินค้าคงคลังสูงสุด และปริมาณคำสั่งซื้อสูงสุดของผู้ค้าปลีกลดน้อยลงไปด้วย ดังแสดงในรูปที่ 3.32 ในทางกลับกันเมื่อปริมาณความต้องการสินค้าเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าพยากรณ์ความต้องการสินค้า ระดับสินค้าคงคลังสูงสุด และปริมาณคำสั่งซื้อสูงสุดของผู้ค้าปลีกเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ดังแสดงในรูปที่ 3.33 ซึ่งจะเกิดในช่วงเวลาหนึ่ง จึงกล่าวได้ว่ากลไกของโมเดลมีความเป็นปกติ แม้ปริมาณความต้องการของลูกค้าจะมีการลดลงหรือเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว หรือไม่เป็นไปตามตัวแบบออทอเรียเรชัน (AR(1))

A	B	C	D	E	F	G
$\emptyset$	0.7	Forecasting Method(Retailer)	MA	L (Lead time)	1	
δ	900	p_R	2	Service level	95.00%	
variance error	1089			z	1.644853627	
Dt (t=0)	3000			STDEV of error forecasting	203.4733967	
t(time)	ε_t (normal dist.)	Dt (Real demand by AR(1))	Forecasting of Retailer $F_{R,t}$	error of forecasting $e_{R,t} \rightarrow (F_{R,t} - D_t)$	Order-up-to inventory level of Retailer $S_{R,t}$	Order quantity (Retailer) qt
		3000				
1	52.22348591	3052.223486				
2	-48.73638773	2987.820052				
3	9.963148386	3001.437185	3020.021769	18.58458409	3354.705724	
4	38.64418204	3039.650212	2994.628619	-45.02159285	3329.312573	2976.044035
5	27.56686399	3055.322012	3020.543698	-34.77831377	3355.227653	3065.565291
6	-30.87358209	3007.851826	3047.486112	39.63428547	3382.170066	3082.264426
7	-5.248917887	3000.247361	3031.586919	31.33955866	3366.270874	2991.952634
348	-5.786531574	2994.249307	3001.591428	7.342120994	3336.275382	2984.933418
349	21.30938583	3017.2839	2997.150252	-20.13364844	3331.834207	2989.808131
350	18.36305273	3030.461783	3005.766604	-24.69517951	3340.450558	3025.900252
351	-19.30487088	3002.018377	3023.872842	21.8544645	3358.556796	3048.568021
352	-44.67048257	2956.742382	3016.24008	59.49769864	3350.924035	2994.385616
353	24.34680937	2994.066476	2979.380379	-14.68609704	3314.064334	2919.882681
354	56.90106264	3052.747596	2975.404429	-77.34316716	3310.088384	2990.090526
355	2.130871053	3039.054188	3023.407036	-15.64715206	3358.090991	3100.750203
356	-5.771149745	3021.566782	3045.900892	24.33411014	3380.584847	3061.548044
357	-10.71348152	3004.383266	3030.310485	25.92721927	3364.99444	3005.976375
358	10.49550974	3013.563796	3012.975024	-0.588771882	3347.658979	2987.047805
359	74.58911568	3084.083773	3008.973531	-75.11024189	3343.657486	3009.562303
360	64.61298653	10	3048.823784	3038.823784	3383.507739	3123.934026
361	67.26886568	29	1547.041886	1518.041886	1881.725841	-1491.781899
362	73.98464732	994.2846473	19.5	-974.7846473	354.1839546	-1498.541866
363	12.88554586	1608.884799	511.6423237	-1097.242475	846.3262782	1486.426971
364	31.59660309	2057.815962	1301.584723	-756.2312392	1636.268678	2398.827198
365	4.850453479	2345.321627	1833.350381	-511.9712465	2168.034335	2589.58162

รูปที่ 3.34 การทวนสอบโมเดล เมื่อใช้วิธีการพยากรณ์แบบถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่
โดยที่ $D_{360} = 10$ และ $D_{361} = 29$

A	B	C	D	E	F	G
$\emptyset$	0.7	Forecasting Method(Retailer)	MA	L (Lead time)	1	
δ	900	p_R	2	Service level	95.00%	
variance error	1089			z	1.644853627	
Dt (t=0)	3000			STDEV of error forecasting	36.29892172	
t(time)	ε_t (normal dist.)	Dt (Real demand by AR(1))	Forecasting of Retailer $F_{R,t}$	error of forecasting $e_{R,t} \rightarrow (F_{R,t} - D_t)$	Order-up-to inventory level of Retailer $S_{R,t}$	Order quantity (Retailer) qt
		3000				
1	52.22348591	3052.223486				
2	-48.73638773	2987.820052				
3	9.963148386	3001.437185	3020.021769	18.58458409	3079.728182	
4	38.64418204	3039.650212	2994.628619	-45.02159285	3054.335032	2976.044035
5	27.56686399	3055.322012	3020.543698	-34.77831377	3080.250111	3065.565291
6	-30.87358209	3007.851826	3047.486112	39.63428547	3107.192525	3082.264426
7	-5.248917887	3000.247361	3031.586919	31.33955866	3091.293322	2991.952634
348	-5.786531574	2994.249307	3001.591428	7.342120994	99541.59755	2984.933418
349	21.30938583	3017.2839	2997.150252	-20.13364844	99537.15637	2989.808131
350	18.36305273	3030.461783	3005.766604	-24.69517951	99545.77273	3025.900252
351	-19.30487088	3002.018377	3023.872842	21.8544645	99563.87896	3048.568021
352	-44.67048257	2956.742382	3016.24008	59.49769864	99556.2462	2994.385616
353	24.34680937	2994.066476	2979.380379	-14.68609704	99519.3865	2919.882681
354	56.90106264	3052.747596	2975.404429	-77.34316716	99515.41055	2990.090526
355	2.130871053	3039.054188	3023.407036	-15.64715206	99563.41316	3100.750203
356	-5.771149745	3021.566782	3045.900892	24.33411014	99585.90701	3061.548044
357	-10.71348152	3004.383266	3030.310485	25.92721927	99570.31661	3005.976375
358	10.49550974	3013.563796	3012.975024	-0.588771882	99552.98115	2987.047805
359	74.58911568	3084.083773	3008.973531	-75.11024189	99548.97965	3009.562303
360	64.61298653	1000000	3048.823784	-996951.1762	99588.82991	3123.934026
361	67.26886568	300000	501542.0419	201542.0419	598082.048	1498493.218
362	73.98464732	210973.9846	650000	439026.0154	746540.0061	448457.9581
363	12.88554586	148594.6748	255486.9923	106892.3175	352026.9984	-183539.023
364	31.59660309	104947.869	179784.3297	74836.46076	276324.3358	72892.0122
365	4.850453479	74368.35873	126771.2719	52402.91315	223311.278	51934.81112

รูปที่ 3.35 การทวนสอบโมเดล เมื่อใช้วิธีการพยากรณ์แบบถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่
โดยที่ $D_{360} = 1000000$ และ $D_{361} = 300000$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.34 และ 3.35 เมื่อใช้วิธีการพยากรณ์แบบถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่ พบว่า แม้จะเปลี่ยนปริมาณความต้องการของลูกค้าในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ (D_{360} และ D_{361}) ให้ลดลงหรือเพิ่มขึ้น ตัวชี้วัดของค่าพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าโดยผู้ค้าปลีก ($F_{R,t}$) และระดับสินค้าคงคลังสูงสุดสำหรับผู้ค้าปลีก ($S_{R,t}$) มีค่าเป็นจำนวนบวกเสมอ ดังแสดงในคอลัมน์ D และ F ส่วนปริมาณคำสั่งซื้อสูงสุดของผู้ค้าปลีก (q_t) สำหรับรูปที่ 3.34 พบว่ามีค่าเป็นจำนวนลบในช่วงเวลาถัดมา (D_{361} และ D_{362}) ดังแสดงในคอลัมน์ G แต่เมื่อถึงช่วงเวลา $t = 363$ ปริมาณคำสั่งซื้อสูงสุดของผู้ค้าปลีกจะกลับมาเป็นจำนวนบวกตามปกติ สำหรับรูปที่ 3.35 พบมีค่าเป็นจำนวนบวกและลบ ดังแสดงในคอลัมน์ G

ซึ่งเป็นไปตามเงื่อนไขดังตารางที่ 3.10 และสอดคล้องกับกลไกปกติเมื่อปริมาณความต้องการต่ำลง ส่งผลให้ค่าพยากรณ์ความต้องการสินค้า ระดับสินค้าคงคลังสูงสุด และปริมาณคำสั่งซื้อสูงสุดของผู้ค้าปลีกลดน้อยลงไปด้วย ดังแสดงในรูปที่ 3.34 ในทางกลับกันเมื่อปริมาณความต้องการสินค้าเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าพยากรณ์ความต้องการสินค้า ระดับสินค้าคงคลังสูงสุด และปริมาณคำสั่งซื้อสูงสุดของผู้ค้าปลีกเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ดังแสดงในรูปที่ 3.35 ซึ่งจะเกิดในช่วงเวลาหนึ่ง จึงกล่าวได้ว่ากลไกของโมเดลมีความเป็นปกติ แม้ปริมาณความต้องการของลูกค้าจะมีการลดลงหรือเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว หรือไม่ปฏิบัติตามตัวแบบออเทอรีเกรสชัน (AR(1))

2. กรณีทวนสอบโมเดลเมื่อใช้วิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล สามารถดูตัวอย่างผลของตัวชี้วัดได้ดังรูปที่ 3.36 ถึงรูปที่ 3.41 เมื่อกำหนดให้พารามิเตอร์ของตัวแบบออเทอรีเกรสชั่น (ϕ) เท่ากับ 0.7 และค่าคงที่การปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่ใช้ในการคำนวณค่าจากการพยากรณ์ด้วยวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลสำหรับผู้ค้าปลีก (α_R) เท่ากับ 0.2

A	B	C	D	E	F	G
ϕ	0.7	Forecasting Method(Retailer)	ES	L (Lead time)	1	
δ	900			Service level	95.00%	
variance error	1089	α_R	0.2	z	1.644853627	
Dt (t=0)	3000	$1 - \alpha_R$	0.8	STDEV of error forecasting	140.8789098	
t(time)	E_t (normal dist.)	Dt (Real demand by AR(1))	Forecasting of Retailer $F_{R,t}$	error of forecasting $e_{R,t} \rightarrow (F_{R,t} - D_t)$	Order-up-to inventory level of Retailer $S_{R,t}$	Order quantity (Retailer) qt
		2				
1	52.22348591	953.6234859	953.6234859			
2	-48.73638773	1518.800052	953.6234859			
3	9.963148386	1973.123185	1066.658799	-906.4643859	1298.383985	
4	38.64418204	2319.830412	1247.951676	-1071.878735	1479.676862	2154.416062
5	27.56686399	2551.448152	1462.327423	-1089.120729	1694.052609	2534.206159
6	-30.87358209	2655.140124	1680.151569	-974.9885552	1911.876755	2769.272298
7	-5.248917887	2753.349169	1875.14928	-878.199889	2106.874466	2850.137839
348	-5.786531574	2994.249307	3023.546433	29.29712656	3255.271619	2994.177388
349	21.30938583	3017.2839	3017.687008	0.403107408	3249.412194	2988.389881
350	18.36305273	3030.461783	3017.606386	-12.85539666	3249.331572	3017.203279
351	-19.30487088	3002.018377	3020.177466	18.15908846	3251.902652	3033.032862
352	-44.67048257	2956.742382	3016.545648	59.80326652	3248.270834	2998.38656
353	24.34680937	2994.066476	3004.584995	10.5185183	3236.310181	2944.781728
354	56.90106264	3052.747596	3002.481291	-50.26630506	3234.206477	2991.962773
355	2.130871053	3039.054188	3012.534552	-26.51963626	3244.259738	3062.800857
356	-5.771149745	3021.566782	3017.838479	-3.72830276	3249.536665	3044.358116
357	-10.71348152	3004.383266	3018.58414	14.20087394	3250.309326	3022.312443
358	10.49550974	3013.563796	3015.743965	2.180169195	3247.469151	3001.543091
359	74.58911568	3084.083773	3015.307931	-68.77584156	3247.033117	3013.127762
360	64.61298653	3123.471628	3029.0631	-94.40852793	3260.788285	3017.838941
361	67.26886568	3153.699005	3047.944805	-105.7541998	3279.669991	3142.353333
362	73.98464732	3181.573951	3069.095645	-112.4783057	3300.820831	3174.849845
363	12.88554586	3139.987311	3091.591306	-48.39600515	3323.316492	3204.069612
364	31.59660309	3129.587721	3101.270507	-28.31721379	3332.995693	3149.666512
365	4.850453479	3095.561858	3106.93395	11.37209181	3338.659136	3135.251164

รูปที่ 3.36 การทวนสอบโมเดล เมื่อใช้วิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล โดยที่ $D_0 = 2$

A	B	C	D	E	F	G
ϕ	0.7	Forecasting Method(Retailer)	ES	L (Lead time)	1	
δ	900			Service level	95.00%	
variance error	1089	α_R	0.2	z	1.644853627	
Dt (t=0)	3000	$1 - \alpha_R$	0.8	STDEV of error forecasting	11451.8205	
t(time)	E_t (normal dist.)	Dt (Real demand by AR(1))	Forecasting of Retailer $F_{R,t}$	error of forecasting $e_{R,t} \rightarrow (F_{R,t} - D_t)$	Order-up-to inventory level of Retailer $S_{R,t}$	Order quantity (Retailer) qt
		250000				
1	52.22348591	175952.2235	175952.2235			
2	-48.73638773	124017.8201	175952.2235			
3	9.963148386	87722.43719	165565.3428	77842.90561	184401.9113	
4	38.64418204	62344.35021	149996.7617	87652.41146	168833.3302	72153.85606
5	27.56686399	44568.61201	132466.2794	87897.66737	151302.8479	44813.86792
6	-30.87358209	32067.15483	114886.7459	82819.59108	133723.3144	26989.07854
7	-5.248917887	23341.75946	98322.82769	74981.06823	117159.3962	15503.23661
348	-5.786531574	2994.249307	3023.546433	29.29712656	21860.11492	2994.177388
349	21.30938583	3017.2839	3017.687008	0.403107408	21854.25549	2988.389881
350	18.36305273	3030.461783	3017.606386	-12.85539666	21854.17487	3017.203279
351	-19.30487088	3002.018377	3020.177466	18.15908846	21856.74595	3033.032862
352	-44.67048257	2956.742382	3016.545648	59.80326652	21853.11413	2998.38656
353	24.34680937	2994.066476	3004.584995	10.5185183	21841.15348	2944.781728
354	56.90106264	3052.747596	3002.481291	-50.26630506	21839.04977	2991.962773
355	2.130871053	3039.054188	3012.534552	-26.51963626	21849.10304	3062.800857
356	-5.771149745	3021.566782	3017.838479	-3.72830276	21854.40696	3044.358116
357	-10.71348152	3004.383266	3018.58414	14.20087394	21855.15262	3022.312443
358	10.49550974	3013.563796	3015.743965	2.180169195	21852.31245	3001.543091
359	74.58911568	3084.083773	3015.307931	-68.77584156	21851.87641	3013.127762
360	64.61298653	3123.471628	3029.0631	-94.40852793	21865.63158	3017.838941
361	67.26886568	3153.699005	3047.944805	-105.7541998	21884.51325	3142.353333
362	73.98464732	3181.573951	3069.095645	-112.4783057	21905.66413	3174.849845
363	12.88554586	3139.987311	3091.591306	-48.39600515	21928.15979	3204.069612
364	31.59660309	3129.587721	3101.270507	-28.31721379	21937.83899	3149.666512
365	4.850453479	3095.561858	3106.93395	11.37209181	21943.50243	3135.251164

รูปที่ 3.37 การทวนสอบโมเดล เมื่อใช้วิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล โดยที่ $D_0 = 250000$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.36 และ 3.37 เมื่อใช้วิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลพบว่า แม้จะเปลี่ยนปริมาณความต้องการของลูกค้าเริ่มต้น (D_0) ลดลงหรือเพิ่มขึ้น ตัวชี้วัดของค่าพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าโดยผู้ค้าปลีก ($F_{R,t}$) และระดับสินค้าคงคลังสูงสุดสำหรับผู้ค้าปลีก ($S_{R,t}$) มีค่าเป็นจำนวนบวกเสมอ ดังแสดงในคอลัมน์ D และ F ส่วนปริมาณคำสั่งซื้อสูงสุดของผู้ค้าปลีก (q_t) พบว่ามีค่าเป็นจำนวนบวกทั้งหมดเช่นเดียวกัน ดังแสดงในคอลัมน์ G

ซึ่งเป็นไปตามเงื่อนไขดังตารางที่ 3.10 และสอดคล้องกับกลไกปกติเมื่อปริมาณความต้องการต่ำลง ส่งผลให้ค่าพยากรณ์ความต้องการสินค้า ระดับสินค้าคงคลังสูงสุด และปริมาณคำสั่งซื้อสูงสุดของผู้ค้าปลีกลดน้อยลงไปด้วย ดังแสดงในรูปที่ 3.36 ในทางกลับกันเมื่อปริมาณความต้องการสินค้าเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าพยากรณ์ความต้องการสินค้า ระดับสินค้าคงคลังสูงสุด และปริมาณคำสั่งซื้อสูงสุดของผู้ค้าปลีกเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ดังแสดงในรูปที่ 3.37 ซึ่งจะเกิดในช่วงเวลาแรก ๆ จึงกล่าวได้ว่ากลไกของโมเดลมีความเป็นปกติ แม้ปริมาณความต้องการของลูกค้าจะมีการลดลงหรือเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว หรือไม่เป็นไปตามตัวแบบออเทอริเกรสชัน (AR(1))

A	B	C	D	E	F	G
θ	0.7	Forecasting Method(Retailer)	ES	L (Lead time)	1	
δ	900			Service level	95.00%	
variance error	1089	α_R	0.2	z	1.644853627	
Dt (t=0)	3000	$1-\alpha_R$	0.8	STDEV of error forecasting	196.8520447	
t(time)	ε_t (normal dist.)	Dt (Real demand by AR(1))	Forecasting of Retailer $F_{R,t}$	error of forecasting $e_{R,t} \rightarrow (F_{R,t} - D_t)$	Order-up-to inventory level of Retailer $S_{R,t}$	Order quantity (Retailer) q_t
		3000				
1	52.22348591	3052.223486	3052.223486			
2	-48.73638773	2987.820052	3052.223486			
3	9.963148386	3001.437185	3039.342799	37.90561414	3363.135599	
4	38.64418204	3039.650212	3031.761676	-7.88853521	3355.554476	2993.856062
249	29.27514743	3001.368903	2980.356246	-21.01265666	3304.149046	2955.078359
250	-15.58190547	2	2984.558777	2982.558777	3308.351577	3005.571434
251	-11.59557314	889.8044269	2388.047022	1498.242595	2711.839822	-594.5117555
252	-93.01729733	1429.845801	2088.398503	658.5527014	2412.191303	590.1559079
253	40.47206858	1941.36413	1956.687963	15.32383299	2280.480762	1298.135261
254	49.52393738	2308.478828	1953.623196	-354.8556321	2277.415996	1938.299363
255	28.49750217	2544.432682	2024.594322	-519.8383594	2348.387122	2379.449955
256	-15.64118179	2665.461695	2128.561994	-536.8997012	2452.354794	2648.400354
257	-1.827361302	2763.995826	2235.941935	-528.053891	2559.734734	2772.841636
258	-33.45960522	2801.337473	2341.552713	-459.7847599	2665.345512	2869.606604
259	-6.786575568	2854.149655	2433.509665	-420.6399906	2757.302464	2893.294425
260	50.13966074	2948.044419	2517.637663	-430.4067566	2841.430463	2938.277653
356	-5.771149745	3021.566782	3017.838479	-3.728303079	3341.631279	3044.358116
357	-10.71348152	3004.383266	3018.58414	14.20087368	3342.376939	3022.312443
358	10.49550974	3013.563796	3015.743965	2.180168991	3339.536765	3001.543091
359	74.58911568	3084.083773	3015.307931	-68.77584172	3339.100731	3013.127762
360	64.61298653	3123.471628	3029.063099	-94.40852806	3352.855899	3097.838941
361	67.26886568	3153.699005	3047.944805	-105.7541999	3371.737605	3142.353333
362	73.98464732	3181.573951	3069.095645	-112.4783057	3392.888445	3174.849845
363	12.88554586	3139.987311	3091.591306	-48.39600521	3415.384106	3204.069612
364	31.59660309	3129.587721	3101.270507	-28.31721385	3425.063307	3149.666512
365	4.850453479	3095.561858	3106.93395	11.37209176	3430.72675	3135.251164

รูปที่ 3.38 การทวนสอบโมเดล เมื่อใช้วิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล

โดยที่ $D_{250} = 2$

A	B	C	D	E	F	G
θ	0.7	Forecasting Method(Retailer)	ES	L (Lead time)	1	
δ	900			Service level	95.00%	
variance error	1089	α_R	0.2	z	1.644853627	
Dt (t=0)	3000	$1-\alpha_R$	0.8	STDEV of error forecasting	31835.82644	
t(time)	ε_t (normal dist.)	Dt (Real demand by AR(1))	Forecasting of Retailer $F_{R,t}$	error of forecasting $e_{R,t} \rightarrow (F_{R,t} - D_t)$	Order-up-to inventory level of Retailer $S_{R,t}$	Order quantity (Retailer) qt
		3000				
1	52.22348591	3052.223486	3052.223486			
2	-48.73638773	2987.820052	3052.223486			
3	9.963148386	3001.437185	3039.342799	37.90561414	55404.61739	
4	38.64418204	3039.650212	3031.761676	-7.88853521	55397.03627	2993.856062
249	29.27514743	3001.368903	2980.356246	-21.01265666	55345.63084	2955.078359
250	-15.58190547	500000	2984.558777	-497015.4412	55349.83337	3005.571434
251	-11.59557314	350888.4044	102387.647	-248500.7574	154752.9216	599403.0882
252	-93.01729733	246428.8658	152087.7985	-94341.0673	204453.0731	400588.5559
253	40.47206858	173440.6781	170956.012	-2484.666167	223321.2866	265297.0793
254	49.52393738	122357.9986	171452.9452	49094.94657	223818.2198	173937.6114
255	28.49750217	86579.09654	161633.9559	75054.85934	213999.2305	112539.0093
256	-15.64118179	61489.7264	146622.984	85133.25762	198988.2586	71568.12467
257	-1.827361302	43940.98112	129596.3325	85655.35137	181961.6071	44463.07487
258	-33.45960522	31625.22718	112465.2622	80840.03504	164830.5368	26809.91084
259	-6.786575568	23030.87245	96297.25521	73266.38276	148662.5298	15457.22017
260	50.13966074	17071.75037	81643.97866	64572.22828	134009.2532	8377.595896
356	-5.771149745	3021.566782	3017.838532	-3.728249679	55383.11312	3044.358102
357	-10.71348152	3004.383266	3018.584182	14.2009164	55383.85877	3022.312432
358	10.49550974	3013.563796	3015.743999	2.180203167	55381.01859	3001.543083
359	74.58911568	3084.083773	3015.307958	-68.77581438	55380.58255	3013.127755
360	64.61298653	3123.471628	3029.063121	-94.40850619	55394.33771	3097.838936
361	67.26886568	3153.699005	3047.944823	-105.7541824	55413.21941	3142.353329
362	73.98464732	3181.573951	3069.095659	-112.4782917	55434.37025	3174.849841
363	12.88554586	3139.987311	3091.591317	-48.39599402	55456.86591	3204.069609
364	31.59660309	3129.587721	3101.270516	-28.31720489	55466.54511	3149.666511
365	4.850453479	3095.561858	3106.933957	11.37209893	55472.20859	3135.251162

รูปที่ 3.39 การทวนสอบโมเดล เมื่อใช้วิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล
โดยที่ $D_{250} = 500000$

จากรูปที่ 3.38 และ 3.39 เมื่อใช้วิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล พบว่า แม้จะเปลี่ยนปริมาณความต้องการของลูกค้าในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ (D_{250}) ให้ลดลงหรือเพิ่มขึ้น ตัวชี้วัดของค่าพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าโดยผู้ค้าปลีก ($F_{R,t}$) และระดับสินค้าคงคลังสูงสุดสำหรับผู้ค้าปลีก ($S_{R,t}$) มีค่าเป็นจำนวนบวกเสมอ ดังแสดงในคอลัมน์ D และ F ส่วนปริมาณคำสั่งซื้อสูงสุดของผู้ค้าปลีก (q_t) สำหรับรูปที่ 3.38 พบว่ามีค่าเป็นจำนวนลบในช่วงเวลาถัดมา (D_{251}) ดังแสดงในคอลัมน์ G แต่เมื่อถึงช่วงเวลา $t = 252$ ปริมาณคำสั่งซื้อสูงสุดของผู้ค้าปลีกจะกลับมาเป็นจำนวนบวกตามปกติ สำหรับรูปที่ 3.39 พบมีค่าเป็นจำนวนบวกทั้งหมด ดังแสดงในคอลัมน์ G

ซึ่งเป็นไปตามเงื่อนไขดังตารางที่ 3.10 และสอดคล้องกับกลไกปกติเมื่อปริมาณความต้องการต่ำลง ส่งผลให้ค่าพยากรณ์ความต้องการสินค้า ระดับสินค้าคงคลังสูงสุด และปริมาณคำสั่งซื้อสูงสุดของผู้ค้าปลีกลดน้อยลงไปด้วย ดังแสดงในรูปที่ 3.38 ในทางกลับกันเมื่อปริมาณความต้องการสินค้าเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าพยากรณ์ความต้องการสินค้า ระดับสินค้าคงคลังสูงสุด และปริมาณคำสั่งซื้อสูงสุดของผู้ค้าปลีกเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ดังแสดงในรูปที่ 3.39 ซึ่งจะเกิดในช่วงเวลาหนึ่ง จึงกล่าวได้ว่ากลไกของโมเดลมีความเป็นปกติ แม้ปริมาณความต้องการของลูกค้าจะมีการลดลงหรือเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว หรือไม่ปฏิบัติตามตัวแบบออเทอริเกรสชัน (AR(1))

A	B	C	D	E	F	G
$\emptyset$	0.7	Forecasting Method(Retailer)	ES	L (Lead time)	1	
δ	900			Service level	95.00%	
variance error	1089	α_R	0.2	z	1.644853627	
Dt (t=0)	3000	$1-\alpha_R$	0.8	STDEV of error forecasting	214.188369	
t(time)	ε_t (normal dist.)	Dt (Real demand by AR(1))	Forecasting of Retailer $F_{R,t}$	error of forecasting $e_{R,t} \rightarrow (F_{R,t} - D_t)$	Order-up-to inventory level of Retailer $S_{R,t}$	Order quantity (Retailer) qt
		3000				
1	52.22348591	3052.223486	3052.223486			
2	-48.73638773	2987.820052	3052.223486			
3	9.963148386	3001.437185	3039.342799	37.90561414	3391.651315	
4	38.64418204	3039.650212	3031.761676	-7.88853521	3384.070192	2993.856062
5	27.56686399	3055.322012	3033.339383	-21.98262868	3385.647899	3041.227919
6	-30.87358209	3007.851826	3037.735909	29.88408278	3390.044425	3059.718538
7	-5.248917887	3000.247361	3031.759093	31.51173202	3384.067608	3001.875011
348	-5.786531574	2994.249307	3023.546433	29.29712656	3375.854949	2994.177388
349	21.30938583	3017.2839	3017.687008	0.403107408	3369.995524	2988.389881
350	18.36305273	3030.461783	3017.606386	-12.85539666	3369.914902	3017.203279
351	-19.30487088	3002.018377	3020.177466	18.15908846	3372.485981	3033.032862
352	-44.67048257	2956.742382	3016.545648	59.80326652	3368.854164	2998.386566
353	24.34680937	2994.066476	3004.584995	10.5185183	3356.89351	2944.781728
354	56.90106264	3052.747596	3002.481291	-50.26630506	3354.789807	2991.962773
355	2.130871053	3039.054188	3012.534552	-26.51963626	3364.843068	3062.800857
356	-5.771149745	3021.566782	3017.838479	-3.72830276	3370.146995	3044.358116
357	-10.71348152	3004.383266	3018.58414	14.20087394	3370.892656	3022.312443
358	10.49550974	3013.563796	3015.743965	2.180169195	3368.052481	3001.543091
359	74.58911568	3084.083773	3015.307931	-68.77584156	3367.616447	3013.127762
360	64.61298653	10	3029.0631	3019.0631	3381.371615	3097.838941
361	67.26886568	29	2425.25048	2396.25048	2777.558995	-593.8126199
362	73.98464732	994.2846473	1946.000384	951.7157364	2298.308899	-450.2500959
363	12.88554586	1608.884799	1755.657236	146.7724375	2197.965752	803.9415
364	31.59660309	2057.815962	1726.302749	-331.5132134	2078.611265	1579.530311
365	4.850453479	2345.321627	1792.605392	-552.7162355	2144.913907	2124.118605

รูปที่ 3.40 การทวนสอบโมเดล เมื่อใช้วิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล
โดยที่ $D_{360} = 10$ และ $D_{361} = 29$

A	B	C	D	E	F	G
$\emptyset$	0.7	Forecasting Method(Retailer)	ES	L (Lead time)	1	
δ	900			Service level	95.00%	
variance error	1089	α_R	0.2	z	1.644853627	
Dt (t=0)	3000	$1-\alpha_R$	0.8	STDEV of error forecasting	214.188369	
t(time)	ε_t (normal dist.)	Dt (Real demand by AR(1))	Forecasting of Retailer $F_{R,t}$	error of forecasting $e_{R,t} \rightarrow (F_{R,t} - D_t)$	Order-up-to inventory level of Retailer $S_{R,t}$	Order quantity (Retailer) qt
		3000				
1	52.22348591	3052.223486	3052.223486			
2	-48.73638773	2987.820052	3052.223486			
3	9.963148386	3001.437185	3039.342799	37.90561414	3391.651315	
4	38.64418204	3039.650212	3031.761676	-7.88853521	3384.070192	2993.856062
5	27.56686399	3055.322012	3033.339383	-21.98262868	3385.647899	3041.227919
6	-30.87358209	3007.851826	3037.735909	29.88408278	3390.044425	3059.718538
7	-5.248917887	3000.247361	3031.759093	31.51173202	3384.067608	3001.875011
348	-5.786531574	2994.249307	3023.546433	29.29712656	90733.83657	2994.177388
349	21.30938583	3017.2839	3017.687008	0.403107408	90727.97715	2988.389881
350	18.36305273	3030.461783	3017.606386	-12.85539666	90727.89653	3017.203279
351	-19.30487088	3002.018377	3020.177466	18.15908846	90730.4676	3033.032862
352	-44.67048257	2956.742382	3016.545648	59.80326652	90726.83579	2998.386566
353	24.34680937	2994.066476	3004.584995	10.5185183	90714.87513	2944.781728
354	56.90106264	3052.747596	3002.481291	-50.26630506	90712.77143	2991.962773
355	2.130871053	3039.054188	3012.534552	-26.51963626	90722.82469	3062.800857
356	-5.771149745	3021.566782	3017.838479	-3.72830276	90728.12862	3044.358116
357	-10.71348152	3004.383266	3018.58414	14.20087394	90728.87428	3022.312443
358	10.49550974	3013.563796	3015.743965	2.180169195	90726.0341	3001.543091
359	74.58911568	3084.083773	3015.307931	-68.77584156	90725.59807	3013.127762
360	64.61298653	1000000	3029.0631	-996970.9369	90739.35324	3097.838941
361	67.26886568	300000	202423.2505	-97576.74952	290133.5406	1199394.187
362	73.98464732	210973.9846	221938.6004	10964.61574	309648.8905	319515.3499
363	12.88554586	148594.6748	219745.6772	71151.00244	307455.9674	208781.0615
364	31.59660309	104947.869	205515.4767	100567.6078	293225.7669	134364.4743
365	4.850453479	74368.35873	185401.9552	111033.5965	273112.2453	84834.34741

รูปที่ 3.41 การทวนสอบโมเดล เมื่อใช้วิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล
โดยที่ $D_{360} = 1000000$ และ $D_{361} = 300000$

จากรูปที่ 3.40 และ 3.41 เมื่อใช้วิธีการพยากรณ์แบบถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ พบว่า แม้จะเปลี่ยนปริมาณความต้องการของลูกค้าในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ (D_{360} และ D_{361}) ให้ลดลงหรือเพิ่มขึ้น ตัวชี้วัดของค่าพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าโดยผู้ค้าปลีก ($F_{R,t}$) และระดับสินค้าคงคลังสูงสุดสำหรับผู้ค้าปลีก ($S_{R,t}$) มีค่าเป็นจำนวนบวกเสมอ ดังแสดงในคอลัมน์ D และ F ส่วนปริมาณคำสั่งซื้อสูงสุดของผู้ค้าปลีก (q_t) สำหรับรูปที่ 3.40 พบว่ามีค่าเป็นจำนวนลบในช่วงเวลาถัดมา (D_{361} และ D_{362}) ดังแสดงในคอลัมน์ G แต่เมื่อถึงช่วงเวลา $t = 363$ ปริมาณคำสั่งซื้อสูงสุดของผู้ค้าปลีกจะกลับมาเป็นจำนวนบวกตามปกติ สำหรับรูปที่ 3.41 พบมีค่าเป็นจำนวนบวกทั้งหมด ดังแสดงในคอลัมน์ G

ซึ่งเป็นไปตามเงื่อนไขดังตารางที่ 3.10 และสอดคล้องกับกลไกปกติเมื่อปริมาณความต้องการต่ำลง ส่งผลให้ค่าพยากรณ์ความต้องการสินค้า ระดับสินค้าคงคลังสูงสุด และปริมาณคำสั่งซื้อสูงสุดของผู้ค้าปลีกลดน้อยลงไปด้วย ดังแสดงในรูปที่ 3.40 ในทางกลับกันเมื่อปริมาณความต้องการสินค้าเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าพยากรณ์ความต้องการสินค้า ระดับสินค้าคงคลังสูงสุด และปริมาณคำสั่งซื้อสูงสุดของผู้ค้าปลีกเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ดังแสดงในรูปที่ 3.41 ซึ่งจะเกิดในช่วงเวลาหนึ่ง จึงกล่าวได้ว่ากลไกของโมเดลมีความเป็นปกติ แม้ปริมาณความต้องการของลูกค้าจะมีการลดลงหรือเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว หรือไม่เป็นไปตามตัวแบบออเทอริเกรสชัน ($AR(1)$)

จากการทวนสอบโมเดลหรือแบบจำลองของงานวิจัยนี้ที่จำลองขึ้นมา พบว่า ผลการทวนสอบเมื่อใช้วิธีการพยากรณ์แบบถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ และแบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล กลไกของโมเดลมีความเป็นปกติ แม้ความต้องการของลูกค้าที่เข้ามาจะไม่เป็นไปตามตัวแบบออเทอริเกรสชันอันดับที่หนึ่ง แสดงให้เห็นว่าโมเดลในงานวิจัยนี้มีความถูกต้องสำหรับการใช้งานในเบื้องต้น และเพื่อยืนยันความถูกต้องอีกครั้ง ผู้วิจัยจึงทำการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบผลที่ได้กับงานวิจัยของผู้อื่นด้วย

3.7.2 การยืนยันความถูกต้อง

การยืนยันความถูกต้องของโมเดลหรือแบบจำลองนี้เป็นการตรวจสอบความแตกต่างของค่าบูลิวิเอฟเฟกซ์ระหว่างงานวิจัยนี้กับงานวิจัยของ Chen et al. (2000) เมื่อห่วงโซ่อุปทานเป็นแบบ 2 ระดับ ซึ่งประกอบด้วยผู้ค้าปลีก (Retailer) 1 แห่ง ผู้ผลิต (Manufacturer) 1 แห่ง และลูกค้า (Customer) 1 กลุ่ม โดยสามารถหาค่าบูลิวิเอฟเฟกซ์ในห่วงโซ่อุปทาน 2 ระดับเมื่อใช้วิธีการพยากรณ์แบบถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ได้ตามสมการที่ 3.22

$$BW_{2 \text{ stage}} = \frac{VAR(q_{MA,t})}{VAR(D_t)} \geq 1 + \left(\frac{2L}{p} + \frac{2L^2}{p^2} \right) (1 - \phi^p) \quad (3.22)$$

เมื่อ $VAR(q_{MA,t})$ = ความแปรปรวนของปริมาณคำสั่งซื้อของผู้ค้าปลีกเมื่อใช้วิธีการพยากรณ์แบบ
ถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่

$VAR(D_t)$ = ความแปรปรวนของปริมาณคำสั่งซื้อของลูกค้า

p = จำนวนข้อมูลในอดีตที่ใช้ในการคำนวณ

L = ระยะเวลาส่งสินค้าสำหรับผู้ค้าปลีก

และสามารถหาค่าบูลิเบอฟเฟคจากเทคนิคการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล ได้ดัง
สมการที่ 3.23

$$BW_{2 \text{ stage}} = \frac{VAR(q_{ES,t})}{VAR(D_t)} = 1 + (2L\alpha + \frac{2L^2\alpha^2}{2-\alpha}) \left(\frac{1-\phi}{1-(1-\alpha)\phi} \right) \quad (3.23)$$

เมื่อ $VAR(q_{ES,t})$ = ความแปรปรวนของปริมาณคำสั่งซื้อของผู้ค้าปลีกเมื่อใช้วิธีการพยากรณ์แบบ
ปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล

$VAR(D_t)$ = ความแปรปรวนของปริมาณคำสั่งซื้อของลูกค้า

α = ค่าคงที่การปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล

L = ระยะเวลาส่งสินค้าสำหรับผู้ค้าปลีก

การตรวจสอบความแตกต่างของค่าบูลิเบอฟเฟคระหว่างงานวิจัยนี้กับงานวิจัยของ Chen et al.
(2000) โดยใช้การทดสอบสมมติฐานแบบ Paired T-Test มีรายละเอียดการทดสอบสมมติฐานดังนี้

1. การทดสอบเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าบูลิเบอฟเฟคจากวิธีการพยากรณ์แบบถัวเฉลี่ย
เคลื่อนที่ ในงานวิจัยนี้ได้กำหนดค่าของพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง คือ จำนวนข้อมูลในอดีตที่ใช้ในการคำนวณด้วย
วิธีพยากรณ์แบบถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ (p) เท่ากับ 2 ระยะเวลาส่งสินค้าสำหรับผู้ค้าปลีก (L) เท่ากับ 1 และ
ค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบออเทอรีเกรสชั่น (ϕ) เท่ากับ -0.999, -0.9, -0.7, -0.4, -0.1, 0, 0.1, 0.4, 0.7, 0.9
และ 0.999 ซึ่งคำนวณได้ค่าบูลิเบอฟเฟคจากแบบจำลองงานวิจัยนี้ และจากงานวิจัยของ Chen et al.
(2000) แสดงในตารางที่ 3.11

ตารางที่ 3.12 ค่าบูลิพอฟเฟคจากงานวิจัย Chen et al. (2000) และงานวิจัยนี้
ด้วยวิธีพยากรณ์แบบถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่

MA		
ϕ	BW (Chen et al. (2000))	BW (this paper)
-0.999	1.0029985	1.009758159
-0.9	1.285	1.330269346
-0.7	1.765	1.841071423
-0.4	2.26	2.335386657
-0.1	2.485	2.516731096
0	2.5	2.511324485
0.1	2.485	2.474636661
0.4	2.26	2.186399952
0.7	1.765	1.653135356
0.9	1.285	1.205430858
0.999	1.0029985	1.037643252

ในการทดสอบสมมติฐานแบบ Paired T-Test โดยใช้โปรแกรม Minitab ซึ่งกำหนดค่าระดับนัยสำคัญที่ใช้ในการทดสอบเท่ากับ 0.05 (Confidence level = 95%) มีสมมติฐานการทดสอบดังนี้

สมมติฐานหลัก $H_0 : \mu_{BW}(\text{Chen}) = \mu_{BW}(\text{this paper})$

สมมติฐานรอง $H_1 : \mu_{BW}(\text{Chen}) \neq \mu_{BW}(\text{this paper})$

เมื่อทำการทดสอบ โดยใช้โปรแกรม Minitab ได้ผลดังแสดงดังรูปที่ 3.42

Descriptive Statistics

Sample	N	Mean	StDev	SE Mean
BW (Chen et al. (2000))	11	1.827	0.604	0.182
BW (this paper)	11	1.827	0.609	0.184

Estimation for Paired Difference

95% CI for			
Mean	StDev	SE Mean	$\mu_{\text{difference}}$
-0.0005	0.0635	0.0191	(-0.0432, 0.0421)

$\mu_{\text{difference}}$: population mean of (BW (Chen et al. (2000)) - BW (this paper))

Test

Null hypothesis	$H_0: \mu_{\text{difference}} = 0$
Alternative hypothesis	$H_1: \mu_{\text{difference}} \neq 0$
T-Value	P-Value
-0.03	0.979

รูปที่ 3.42 ผลทดสอบสมมติฐานแบบ Paired T-Test เมื่อวิธีพยากรณ์แบบ MA

จากการทดสอบสมมติฐานในกรณีของวิธีการพยากรณ์แบบถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ได้ค่า p-value เท่ากับ 0.979 ซึ่งมีค่ามากกว่าค่าระดับนัยสำคัญที่กำหนดไว้ คือ 0.05 ซึ่งไม่สามารถปฏิเสธสมมติฐานหลักได้ จึงสรุปได้ว่า ค่าเฉลี่ยของค่าบูลิปเอฟเฟคจากแบบจำลองเท่ากับค่าเฉลี่ยของค่าบูลิปเอฟเฟคจากงานวิจัยของ Chen et al. (2000) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2. การทดสอบเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าบูลิปเอฟเฟคจากวิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล ในงานวิจัยนี้ได้กำหนดค่าของพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง คือ ค่าคงที่ปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล (α) เท่ากับ 0.2 ระยะเวลาทำนายสำหรับลูกค้าปลีก (L) เท่ากับ 1 และค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบออเทอรีเกรสชั่น (ϕ) เท่ากับ -0.999, -0.9, -0.7, -0.4, -0.1, 0, 0.1, 0.4, 0.7, 0.9 และ 0.999 ซึ่งคำนวณได้ค่าบูลิปเอฟเฟคจากแบบจำลองงานวิจัยนี้ และจากงานวิจัยของ Chen et al. (2000) แสดงในตารางที่ 3.12

ตารางที่ 3.13 ค่าบูลิปปอฟเฟคจากงานวิจัย Chen et al. (2000) และจากงานวิจัยนี้
ด้วยวิธีพยากรณ์ปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล

ES		
ϕ	BW (Chen et al. (2000))	BW (this paper)
-0.999	1.493799713	1.50296673
-0.9	1.490956072	1.48793843
-0.7	1.484330484	1.48665084
-0.4	1.471380471	1.47600109
-0.1	1.452674897	1.44602121
0	1.444444444	1.43343176
0.1	1.434782609	1.4192844
0.4	1.392156863	1.36145759
0.7	1.303030303	1.24821281
0.9	1.158730159	1.10249171
0.999	1.002213369	1.03049137

ในการทดสอบสมมติฐานแบบ Paired T-Test โดยใช้โปรแกรม Minitab ซึ่งกำหนดค่าระดับนัยสำคัญที่ใช้ในการทดสอบเท่ากับ 0.05 (Confidence level = 95%) มีสมมติฐานการทดสอบดังนี้

สมมติฐานหลัก $H_0 : \mu_{BW}(\text{Chen}) = \mu_{BW}(\text{this paper})$

สมมติฐานรอง $H_1 : \mu_{BW}(\text{Chen}) \neq \mu_{BW}(\text{this paper})$

เมื่อทำการทดสอบ โดยใช้โปรแกรม Minitab ได้ผลดังแสดงดังรูปที่ 3.43

Descriptive Statistics

Sample	N	Mean	StDev	SE Mean
BW (Chen et al. (2000))	11	1.3753	0.1595	0.0481
BW (this paper)	11	1.3632	0.1643	0.0495

Estimation for Paired Difference

Mean	StDev	SE Mean	95% CI for $\mu_{\text{difference}}$
0.01214	0.02610	0.00787	(-0.00540, 0.02968)

$\mu_{\text{difference}}$: population mean of (BW (Chen et al. (2000)) - BW (this paper))

Test

Null hypothesis $H_0: \mu_{\text{difference}} = 0$

Alternative hypothesis $H_1: \mu_{\text{difference}} \neq 0$

T-Value	P-Value
1.54	0.154

รูปที่ 3.43 ผลทดสอบสมมติฐานแบบ Paired T-Test เมื่อวิธีพยากรณ์แบบ ES

จากการทดสอบสมมติฐานในกรณีของวิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลได้ค่า p-value เท่ากับ 0.154 ซึ่งมีค่ามากกว่าค่าระดับนัยสำคัญที่กำหนดไว้ คือ 0.05 ซึ่งไม่สามารถปฏิเสธสมมติฐานหลักได้ จึงสรุปได้ว่า ค่าเฉลี่ยของค่าบูลิปีเอฟเฟคจากแบบจำลองเท่ากับค่าเฉลี่ยของค่าบูลิปีเอฟเฟคจากงานวิจัยของ Chen et al. (2000) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลการทดสอบสามารถสรุปได้ว่า ค่าบูลิปีเอฟเฟคสำหรับห่วงโซ่อุปทาน 2 ระดับ ทั้งแบบที่ใช้วิธีการพยากรณ์แบบถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่และแบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลจากงานวิจัยนี้ไม่มีความแตกต่างกันกับงานวิจัยของ Chen et al. (2000) เมื่อใช้การทดสอบแบบ Paired T-Test จึงสามารถยืนยันความถูกต้องของค่าบูลิปีเอฟเฟคจากโมเดลในงานวิจัยนี้ได้

3.8 การวิเคราะห์ผลเบื้องต้นของการจำลองเบื้องต้น

ในหัวข้อนี้จะเป็นการวิเคราะห์ผลเบื้องต้นของพฤติกรรมของค่าบูลิวิเอฟเฟคในห่วงโซ่อุปทาน 3 ระดับ ประกอบด้วย ผู้จัดหาวัตถุดิบ (Supplier) 1 แห่ง, ผู้ผลิต (Manufacturer) 1 แห่ง, ผู้ค้าปลีก (Retailer) 1 แห่ง และกลุ่มลูกค้า (Customer) 1 กลุ่ม โดยพฤติกรรมของค่าบูลิวิเอฟเฟคที่เกิดขึ้นเป็นผลมาจากค่าพารามิเตอร์ที่เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละจุด การศึกษาผลกระทบของพารามิเตอร์จะช่วยให้เห็นแนวโน้มของค่าบูลิวิเอฟเฟคในเบื้องต้นได้ รวมถึงวิเคราะห์พฤติกรรมของค่าบูลิวิเอฟเฟคและค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจากการพยากรณ์ความต้องการสินค้าของทั้ง 2 กรณี คือ กรณีที่ 1 ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีการพยากรณ์แบบถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่ และ กรณีที่ 2 ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล โดยในงานวิจัยนี้มีการกำหนดค่าพารามิเตอร์เริ่มต้นของระบบ ดังนี้

1. จำนวนวันที่ทำการศึกษา (t) เท่ากับ 365 วัน
2. พารามิเตอร์คงที่ของตัวแบบออเทอรีเกรสชั่น (δ) เท่ากับ 900
3. พารามิเตอร์ของตัวแบบออเทอรีเกรสชั่น (θ) มีค่าเท่ากับ -1 ถึง 0.999 ($-1 \leq \theta \leq 0.999$) กำหนดให้เป็นค่าดังนี้ -1, -0.999, -0.9, -0.7, -0.4, -0.1, 0, 0.1, 0.4, 0.7, 0.9 และ 0.999 (หมายเหตุ: ค่า 0 เท่ากับ 1 ไม่ได้ถูกนำมาพิจารณาเพราะไม่สามารถหาค่าได้)
4. ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน (σ_e^2) เท่ากับ 1089
5. จำนวนข้อมูลในอดีตที่ใช้ในการคำนวณค่าเฉลี่ย (p) กำหนดให้เป็นค่าดังนี้ 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, และ 11
6. ค่าคงที่การปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล (α) มีค่าเท่ากับ 0.1 ถึง 1 ($0.1 \leq \alpha \leq 1$) กำหนดให้เป็นค่าดังนี้ 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9 และ 1
7. ระยะเวลาส่งสินค้าระหว่างผู้ค้าปลีกกับผู้ผลิต (L) และระยะเวลายานำส่งสินค้าระหว่างผู้ผลิตกับผู้จัดหาวัตถุดิบ (I) มีค่าเท่ากัน ($L = I$) คือเท่ากับ 1 วัน
8. ค่าความต้องการเริ่มต้นของลูกค้า (D_0) เป็นการปรับให้เป็นไปตามค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบออเทอรีเกรสชั่น (θ) โดยค่าความต้องการเริ่มต้นดังกล่าวจะทำให้การสร้างรูปแบบความต้องการของลูกค้าในช่วงเวลา t ใด ๆ เข้าสู่ภาวะเสถียรได้เร็วขึ้น
9. กำหนดระดับการให้บริการ (Service Level) ที่ 95% ดังนั้นจึงได้ค่าคะแนนมาตรฐาน (z) เท่ากับ 1.645

3.8.1 พฤติกรรมของค่าบูลิวิเอฟเฟคในห่วงโซ่อุปทานสำหรับการพยากรณ์แบบถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ (กรณีที่ 1)

ในหัวข้อนี้จะเป็นการวิเคราะห์ผลเบื้องต้นของพฤติกรรมของค่าบูลิวิเอฟเฟคในห่วงโซ่อุปทานแบบ 3 ระดับ ในกรณีที่ 1 ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีการพยากรณ์แบบถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ โดยใช้จำนวนข้อมูลในอดีตในการคำนวณค่าถัวเฉลี่ยเท่ากัน ($p_R = p_M = p$) ได้ค่าบูลิวิเอฟเฟคดังตารางที่ 3.14

ตารางที่ 3.14 ค่าบูลิวิเอฟเฟคของกรณีที่ 1 ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีการพยากรณ์แบบถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่
เมื่อ $p_R = p_M = p$

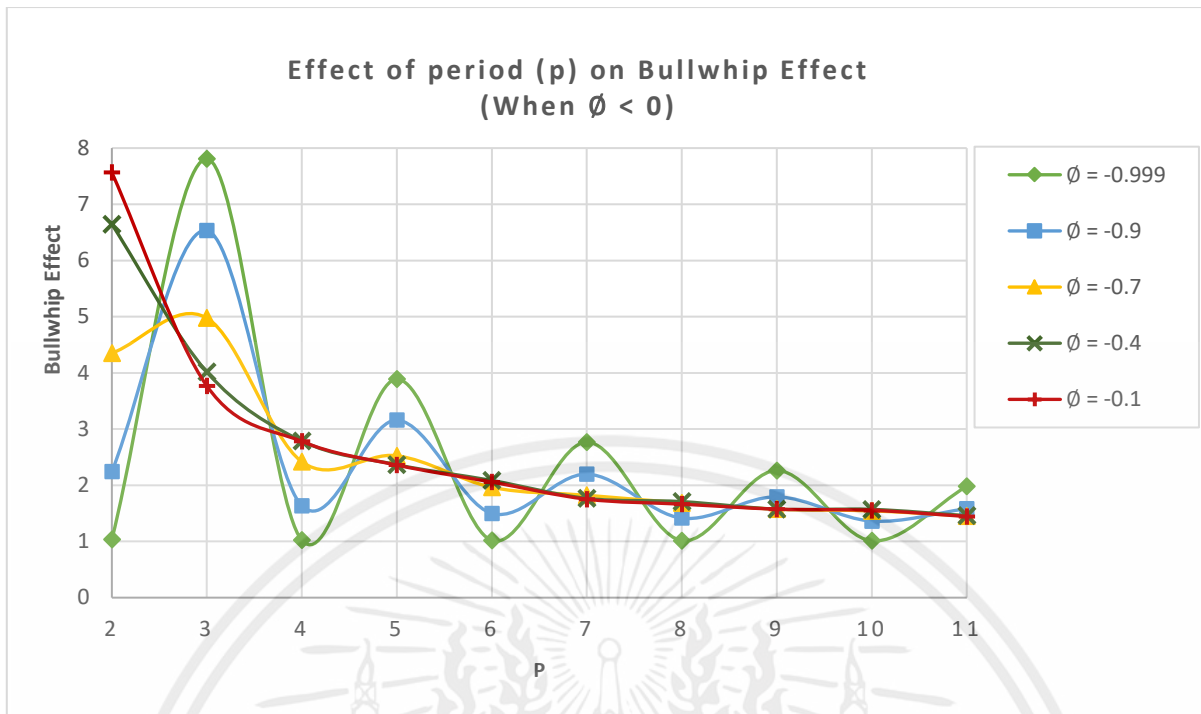
Case 1: BW 3-stage (MA) When $p_R = p_M = p$												
ϕ p	-1	-0.999	-0.9	-0.7	-0.4	-0.1	0	0.1	0.4	0.7	0.9	0.999
2	1.023694	1.033948	2.241537	4.350048	6.644942	7.566490	7.547671	7.370275	5.971236	3.570779	1.761377	1.130764
3	7.771500	7.807547	6.533193	4.975469	4.015671	3.768219	3.746416	3.723433	3.456788	2.536725	1.509426	1.094459
4	1.015534	1.021743	1.636075	2.417839	2.787572	2.780690	2.765255	2.750012	2.643981	2.140324	1.407353	1.081862
5	3.869183	3.887703	3.158357	2.525386	2.365934	2.358350	2.349999	2.336918	2.250351	1.903055	1.339185	1.074642
6	1.013272	1.018478	1.499278	1.963995	2.085483	2.057616	2.043350	2.026564	1.948969	1.706936	1.280415	1.068625
7	2.753615	2.767271	2.197219	1.821965	1.766633	1.751772	1.743848	1.734749	1.693322	1.543698	1.231079	1.063955
8	1.010704	1.014957	1.414995	1.687919	1.709007	1.663468	1.648183	1.633166	1.582398	1.458894	1.205701	1.062624
9	2.250529	2.262390	1.793570	1.574290	1.575008	1.574584	1.569639	1.562103	1.520223	1.408792	1.190921	1.062752
10	1.009059	1.012708	1.362641	1.543835	1.570758	1.553931	1.544242	1.532740	1.482987	1.374516	1.180608	1.063445
11	1.968705	1.979647	1.581674	1.453376	1.459122	1.444058	1.437930	1.431387	1.402265	1.321926	1.163645	1.063209

ข้อมูลจากตารางสามารถนำมาวิเคราะห์ได้ดังนี้

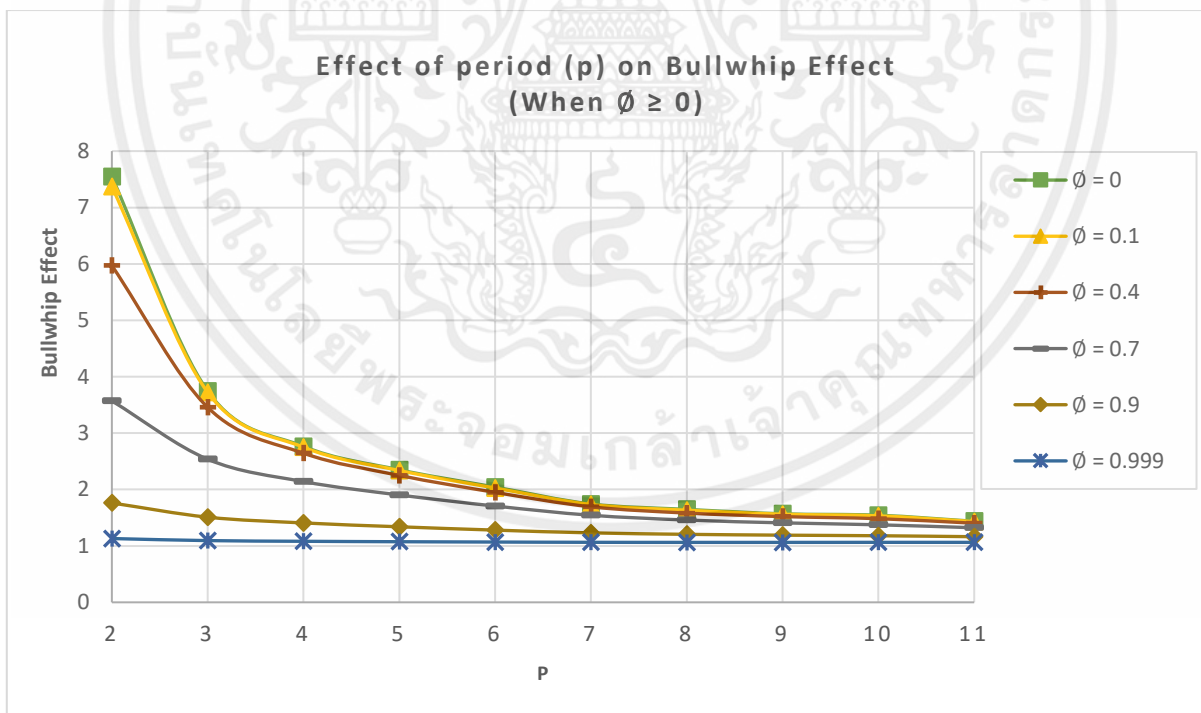
1. ผลกระทบของพารามิเตอร์ของวิธีการพยากรณ์แบบถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ต่อค่าบูลิวิเอฟเฟคภายใต้ห่วงโซ่อุปทาน 3 ระดับ โดยพารามิเตอร์ของวิธีการพยากรณ์แบบถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ที่ส่งผลต่อค่าบูลิวิเอฟเฟคคือ จำนวนข้อมูลในอดีตที่ใช้ในการคำนวณค่าถัวเฉลี่ย (p) ซึ่งส่งผลกระทบต่อค่าบูลิวิเอฟเฟค ดังนี้

- เมื่อพิจารณาที่ค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบออเทรเกรสชัน (ϕ) < 0 จะพบว่าถ้าจำนวนข้อมูลในอดีต (p) มีค่าเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้ค่าบูลิวิเอฟเฟคมีค่าลดลง และถ้าจำนวนข้อมูลในอดีต (p) มีค่าน้อย ค่าบูลิวิเอฟเฟคจะมีความกว้างขวางมาก แต่เมื่อค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบออเทรเกรสชัน (ϕ) เพิ่มขึ้นเข้าใกล้ 0 ค่าบูลิวิเอฟเฟคจะกวัดแกว่งน้อยลง ดังรูปที่ 3.44

- เมื่อพิจารณาที่ค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบออเทรเกรสชัน (ϕ) ≥ 0 และเพิ่มขึ้นเข้าใกล้ 1 จะพบว่าถ้าจำนวนข้อมูลในอดีต (p) มีค่าเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้ค่าบูลิวิเอฟเฟคมีค่าลดลงและไม่กวัดแกว่ง ดังรูปที่ 3.45



รูปที่ 3.44 ผลกระทบของจำนวนข้อมูลในอดีตที่ใช้ในการคำนวณค่าถ่วงเฉลี่ยต่อค่าบูลวิปเอฟเฟกภายใต้ห่วงโซ่อุปทาน 3 ระดับ เมื่อ $p_R = p_M = p$ และ $\phi < 0$

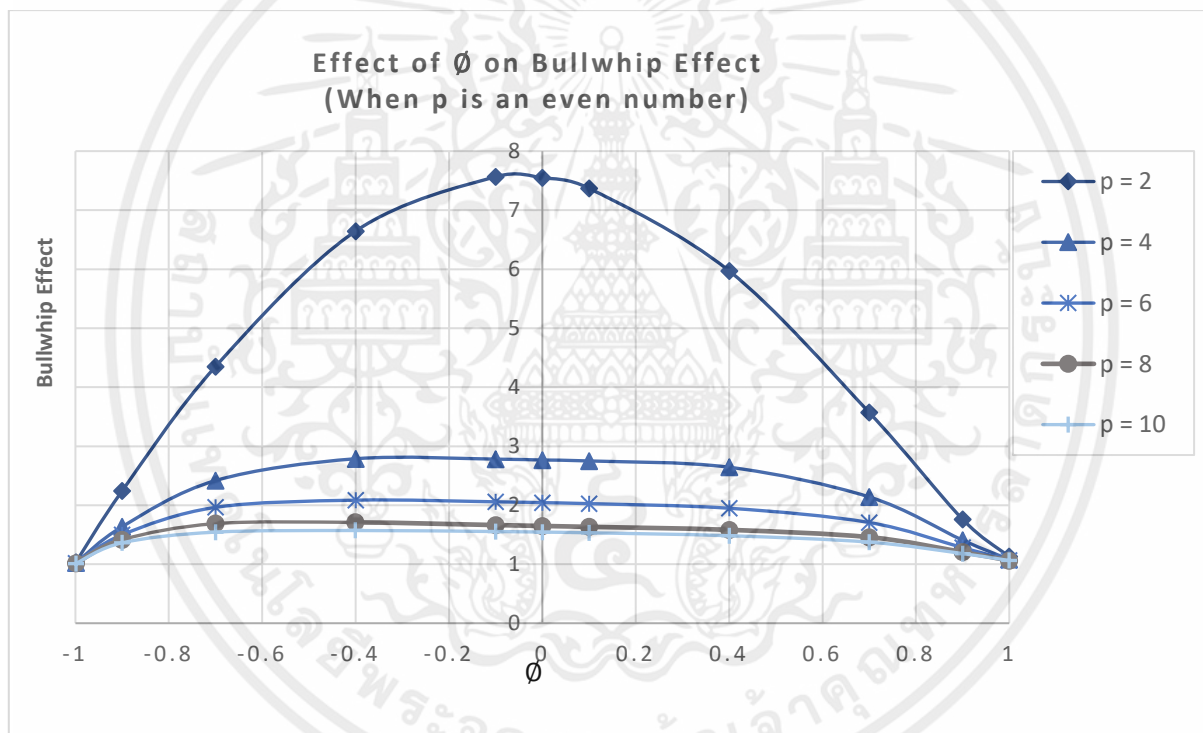


รูปที่ 3.45 ผลกระทบของจำนวนข้อมูลในอดีตที่ใช้ในการคำนวณค่าถ่วงเฉลี่ยต่อค่าบูลวิปเอฟเฟกภายใต้ห่วงโซ่อุปทาน 3 ระดับ เมื่อ $p_R = p_M = p$ และ $\phi \geq 0$

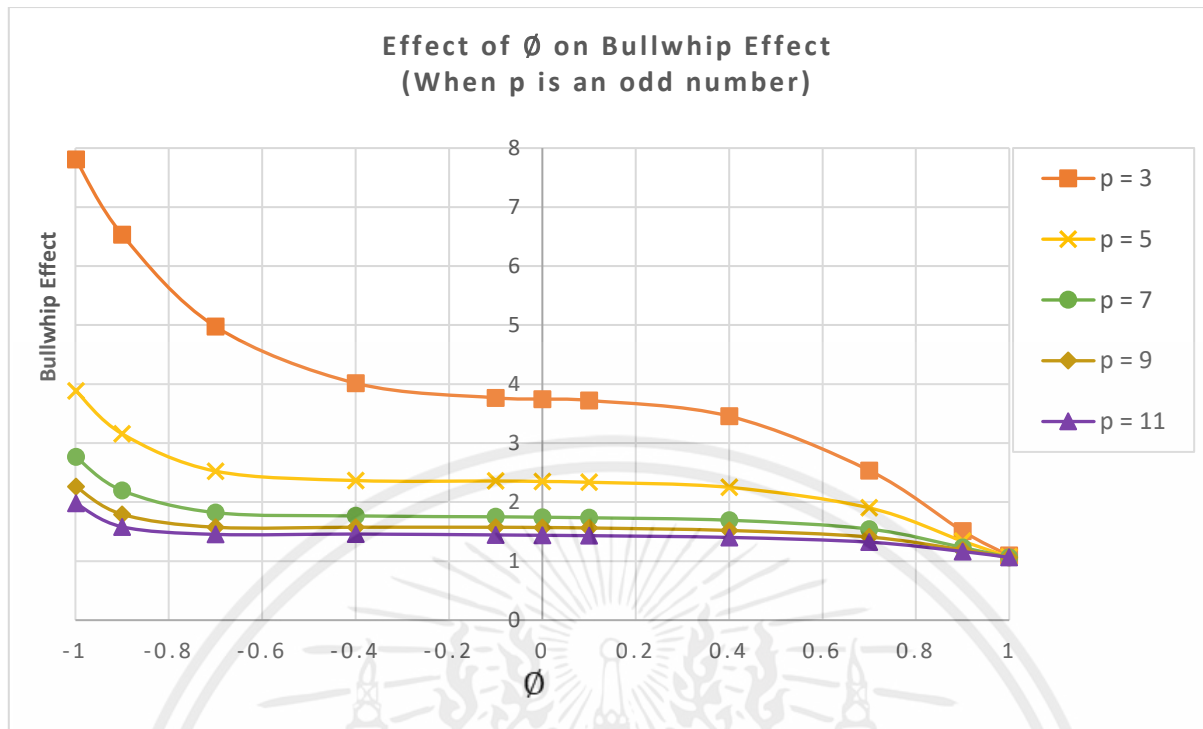
2. ผลกระทบของพารามิเตอร์ของตัวแบบออเทอรีเกรสชันต่อค่าบูลวิปเอฟเฟกภายใต้ห่วงโซ่อุปทาน 3 ระดับ ที่ใช้วิธีการพยากรณ์แบบถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่ โดยค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบออเทอรีเกรสชันนั้นจะเป็นตัวกำหนดรูปแบบความต้องการของลูกค้า ซึ่งส่งผลกระทบต่อค่าบูลวิปเอฟเฟก ดังนี้

- เมื่อจำนวนข้อมูลในอดีตที่ใช้ในการคำนวณค่าถ่วงเฉลี่ย (p) เป็นจำนวนคู่ ค่าบูลวิปเอฟเฟกจะมีลักษณะเป็นพาราโบลาคว่ำ โดยค่าบูลวิปเอฟเฟกจะเพิ่มขึ้นตามค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบออเทอรีเกรสชัน (ϕ) จาก -1 ไปถึง 0 จากนั้นค่าบูลวิปเอฟเฟกจะค่อยๆ ลดลงเมื่อค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบออเทอรีเกรสชัน (ϕ) เข้าใกล้ 1 ดังรูปที่ 3.46

- เมื่อจำนวนข้อมูลในอดีตที่ใช้ในการคำนวณค่าถ่วงเฉลี่ย (p) เป็นจำนวนคี่ ค่าบูลวิปเอฟเฟกจะมีลักษณะลดลงตามการเพิ่มขึ้นของค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบออเทอรีเกรสชัน (ϕ) จาก -1 ไปถึง 1 ดังรูปที่ 3.47



รูปที่ 3.46 ผลกระทบของพารามิเตอร์ของตัวแบบออเทอรีเกรสชันต่อค่าบูลวิปเอฟเฟกภายใต้ห่วงโซ่อุปทาน 3 ระดับ (MA) เมื่อ $p_R = p_M = p$ และ p เป็นจำนวนคู่



รูปที่ 3.47 ผลกระทบของพารามิเตอร์ของตัวแบบออเทอรีเกรสชันต่อค่าบูลวิปเฟคภายใต้ห่วงโซ่อุปทาน 3 ระดับ (MA) เมื่อ $p_R = p_M = p$ และ p เป็นจำนวนคี่

3.8.2 พฤติกรรมของค่าบูลิปปอฟเฟคในห่วงโซ่อุปทานสำหรับการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล (กรณีที่ 2)

ในหัวข้อนี้จะเป็นการวิเคราะห์ผลเบื้องต้นของพฤติกรรมของค่าบูลิปปอฟเฟคในห่วงโซ่อุปทานแบบ 3 ระดับ กรณีที่ 2 ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล โดยใช้ค่าคงที่การปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลในการคำนวณค่าการพยากรณ์เท่ากัน ($\alpha_R = \alpha_M = \alpha$) ซึ่งได้ค่าบูลิปปอฟเฟคดังตารางที่ 3.15

ตารางที่ 3.15 ค่าบูลิปปอฟเฟคของกรณีที่ 2 ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล เมื่อ $\alpha_R = \alpha_M = \alpha$

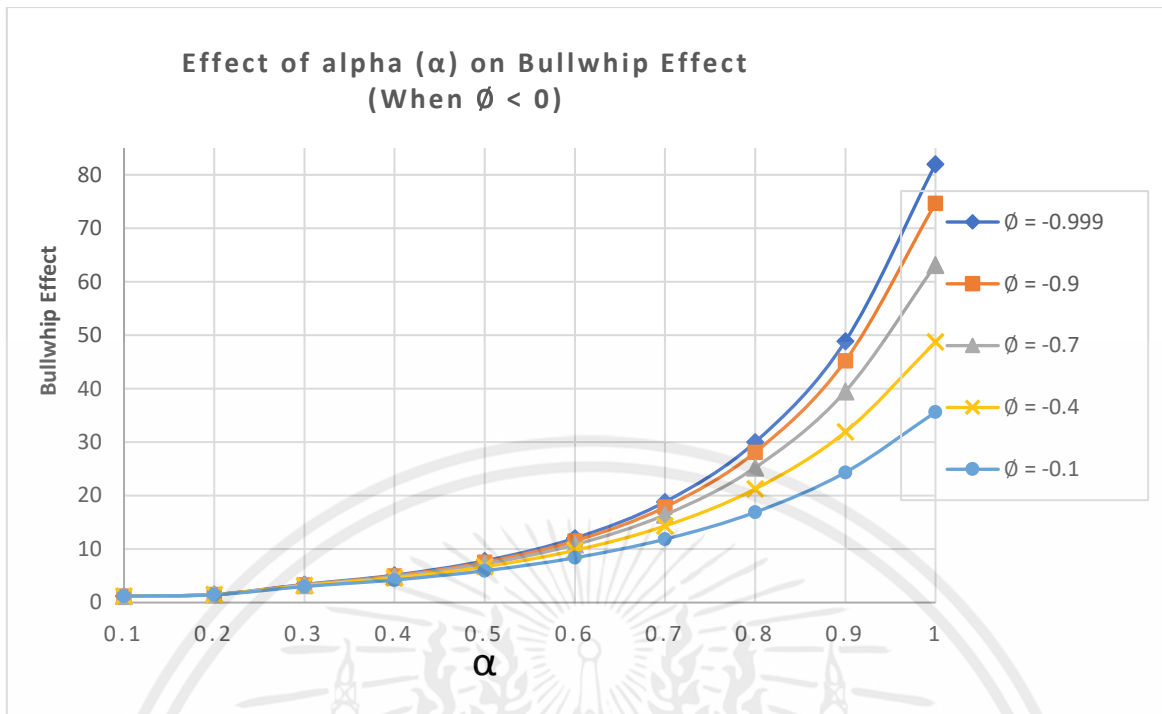
Case 2: BW 3-stage (ES) When $\alpha_R = \alpha_M = \alpha$												
$\alpha \backslash \emptyset$	-1	-0.999	-0.9	-0.7	-0.4	-0.1	0	0.1	0.4	0.7	0.9	0.999
0.1	1.230850	1.235737	1.219289	1.222145	1.232836	1.223580	1.218415	1.212334	1.184437	1.115510	1.032214	1.030519
0.2	1.505093	1.511068	1.488128	1.485426	1.486996	1.459775	1.446629	1.431320	1.365099	1.228061	1.067098	1.027883
0.3	3.375636	3.389077	3.314717	3.259408	3.175155	2.999043	2.922118	2.834476	2.483978	1.905868	1.320287	1.072081
0.4	5.100373	5.120780	4.978786	4.833969	4.606844	4.226171	4.067492	3.890463	3.221794	2.256542	1.413115	1.081992
0.5	7.773850	7.805186	7.534572	7.204483	6.692742	5.944320	5.646310	5.321206	4.159429	2.666605	1.517461	1.095387
0.6	11.98487	12.03368	11.51902	10.81822	9.761660	8.373198	7.845753	7.283719	5.380270	3.171459	1.643011	1.113103
0.7	18.74782	18.82528	17.84458	16.41239	14.33235	11.84744	10.94876	10.01422	7.009748	3.822528	1.803493	1.136963
0.8	29.86758	29.99334	28.11033	25.23629	21.24383	16.88868	15.39256	13.87539	9.238102	4.695114	2.018529	1.169875
0.9	48.67944	48.88949	45.22247	39.47951	31.89782	24.33828	21.87673	19.44388	12.36376	5.904307	2.317518	1.216371
1	81.63014	81.99370	74.69588	63.13762	48.73220	35.61531	31.57357	27.68132	16.87944	7.637272	2.747702	1.283857

ข้อมูลจากตารางสามารถนำมาวิเคราะห์ได้ดังนี้

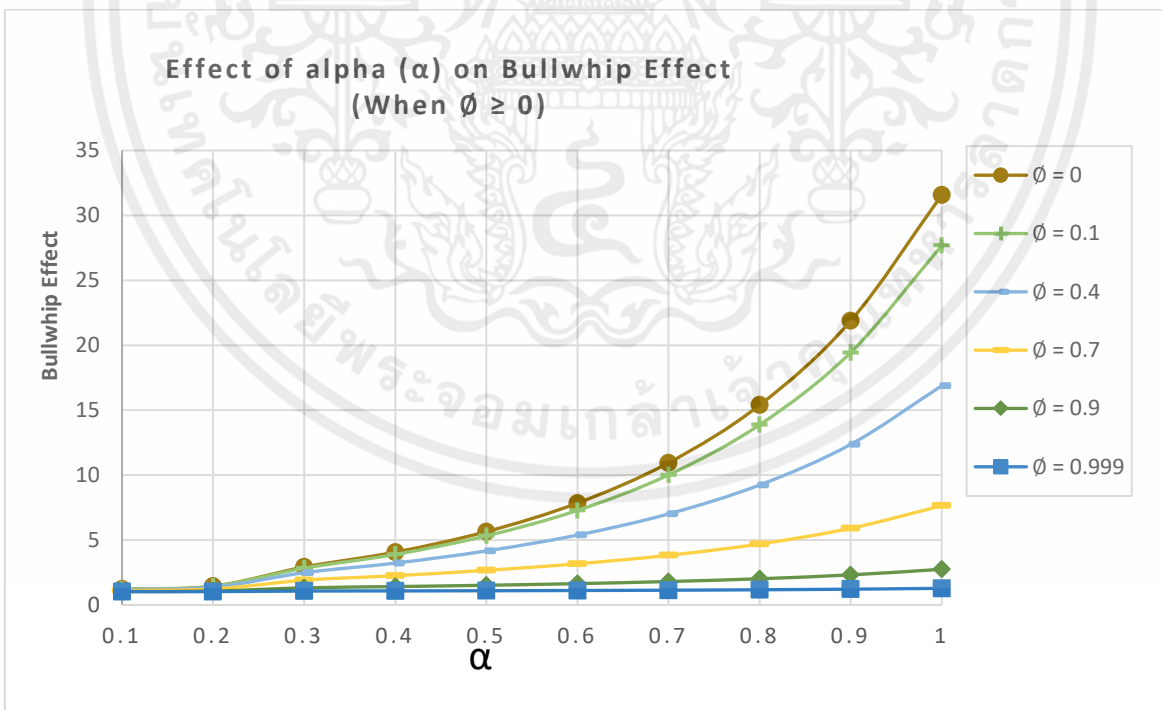
1. ผลกระทบของพารามิเตอร์ของวิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลต่อค่าบูลิปปอฟเฟคภายใต้ห่วงโซ่อุปทาน 3 ระดับ โดยพารามิเตอร์ของวิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่ส่งผลต่อค่าบูลิปปอฟเฟค คือ ค่าคงที่การปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล (α) ซึ่งส่งผลกระทบต่อค่าบูลิปปอฟเฟคดังนี้

- เมื่อพิจารณาที่ค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบออเทอรีเกรสชัน ($\emptyset$) < 0 จะพบว่าค่าบูลิปปอฟเฟคมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มขึ้นของค่าคงที่การปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล (α) และจะเห็นได้ชัดเจนเมื่อค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบออเทอรีเกรสชัน ($\emptyset$) เข้าใกล้ -1 ดังรูปที่ 3.48

- เมื่อพิจารณาที่ค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบออเทอรีเกรสชัน ($\emptyset$) ≥ 0 จะพบว่าค่าบูลิปปอฟเฟคมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มขึ้นของค่าคงที่การปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล (α) แต่เมื่อค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบออเทอรีเกรสชัน ($\emptyset$) เพิ่มขึ้นเข้าใกล้ 1 แนวโน้มการเพิ่มขึ้นของค่าบูลิปปอฟเฟคจะลดลง ดังรูปที่ 3.49



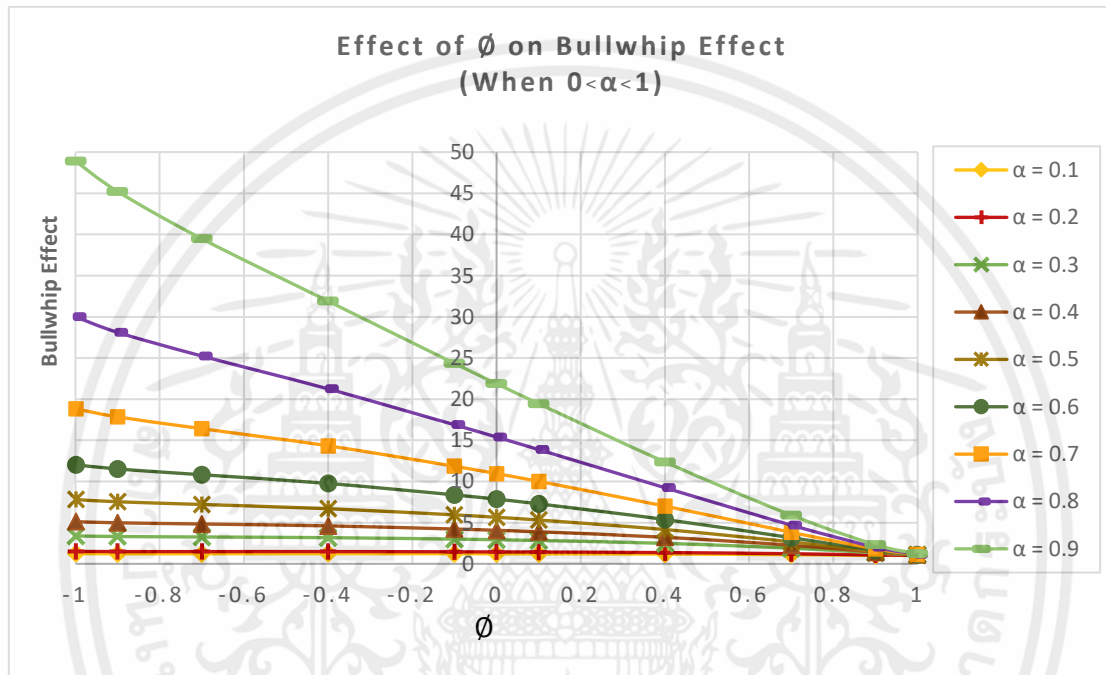
รูปที่ 3.48 ผลกระทบของค่าคงที่การปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลต่อค่าบูลวิปเอฟเฟกภายใต้ห่วงโซ่อุปทาน 3 ระดับ เมื่อ $\alpha_R = \alpha_M = \alpha$ และ $\phi < 0$



รูปที่ 3.49 ผลกระทบของค่าคงที่การปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลต่อค่าบูลวิปเอฟเฟกภายใต้ห่วงโซ่อุปทาน 3 ระดับ เมื่อ $\alpha_R = \alpha_M = \alpha$ และ $\phi \geq 0$

2. ผลกระทบของพารามิเตอร์ของตัวแบบออเทอรีเกรสชันต่อค่าบูลวิปเอฟเฟกภายใต้ห่วงโซ่อุปทาน 3 ระดับ ที่ใช้วิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล โดยค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบออเทอรีเกรสชันนั้นจะเป็นตัวกำหนดรูปแบบความต้องการของลูกค้า ซึ่งส่งผลกระทบต่อค่าบูลวิปเอฟเฟก ดังนี้

- ค่าบูลวิปเอฟเฟกจะมีแนวโน้มลดลงตามการเพิ่มขึ้นของค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบออเทอรีเกรสชัน (ϕ) จาก -1 ไปถึง 1 และเห็นได้อย่างชัดเจนเมื่อค่าคงที่การปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล (α) เข้าใกล้ 1 ดังรูปที่ 3.50



รูปที่ 3.50 ผลกระทบของพารามิเตอร์ของตัวแบบออเทอรีเกรสชันต่อค่าบูลวิปเอฟเฟกภายใต้ห่วงโซ่อุปทาน 3 ระดับ (ES) เมื่อ $\alpha_R = \alpha_M = \alpha$ และ $0 < \alpha < 1$

3.8.3 พฤติกรรมของค่าบูลิปีเอฟเฟคและค่าความคลาดเคลื่อนเมื่อผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีการพยากรณ์แบบถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่ (กรณีที่ 1)

ในหัวข้อนี้จะเป็นการวิเคราะห์ผลเบื้องต้นของพฤติกรรมของค่าบูลิปีเอฟเฟคและค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ความต้องการสินค้าในกรณีที่ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่ (MA) ในการพยากรณ์และใช้จำนวนข้อมูลในอดีตในการคำนวณค่าการพยากรณ์เท่ากัน ($p_R = p_M = p$)

โดยในงานวิจัยนี้จะใช้ดัชนีวัดความคลาดเคลื่อนทั้งหมด 3 วิธี ได้แก่ วิธีวัดค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) วิธีวัดค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ (MAD) และวิธีวัดค่าเฉลี่ยสเกลความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ (MASE) ภายใต้โครงสร้างห่วงโซ่อุปทาน 3 ระดับ ซึ่งค่าบูลิปีเอฟเฟคและค่าความคลาดเคลื่อนในกรณีที่ 1 มีความสัมพันธ์กันดังตารางที่ 3.16 สามารถนำมาวิเคราะห์ได้ดังนี้

1. ความสัมพันธ์ระหว่างค่าบูลิปีเอฟเฟคและค่าความคลาดเคลื่อน ภายใต้โครงสร้างห่วงโซ่อุปทาน 3 ระดับ ในกรณีที่ 1 เมื่อ $p_R = p_M = p$ และพารามิเตอร์ของตัวแบบออเทอรีเกรสชันเป็นลบ ($\phi < 0$) จะแสดงดังรูปที่ 3.51 จะเห็นได้ว่า ความสัมพันธ์ระหว่างค่าบูลิปีเอฟเฟค (BW) และค่าความคลาดเคลื่อน จะมีพฤติกรรมที่แนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน

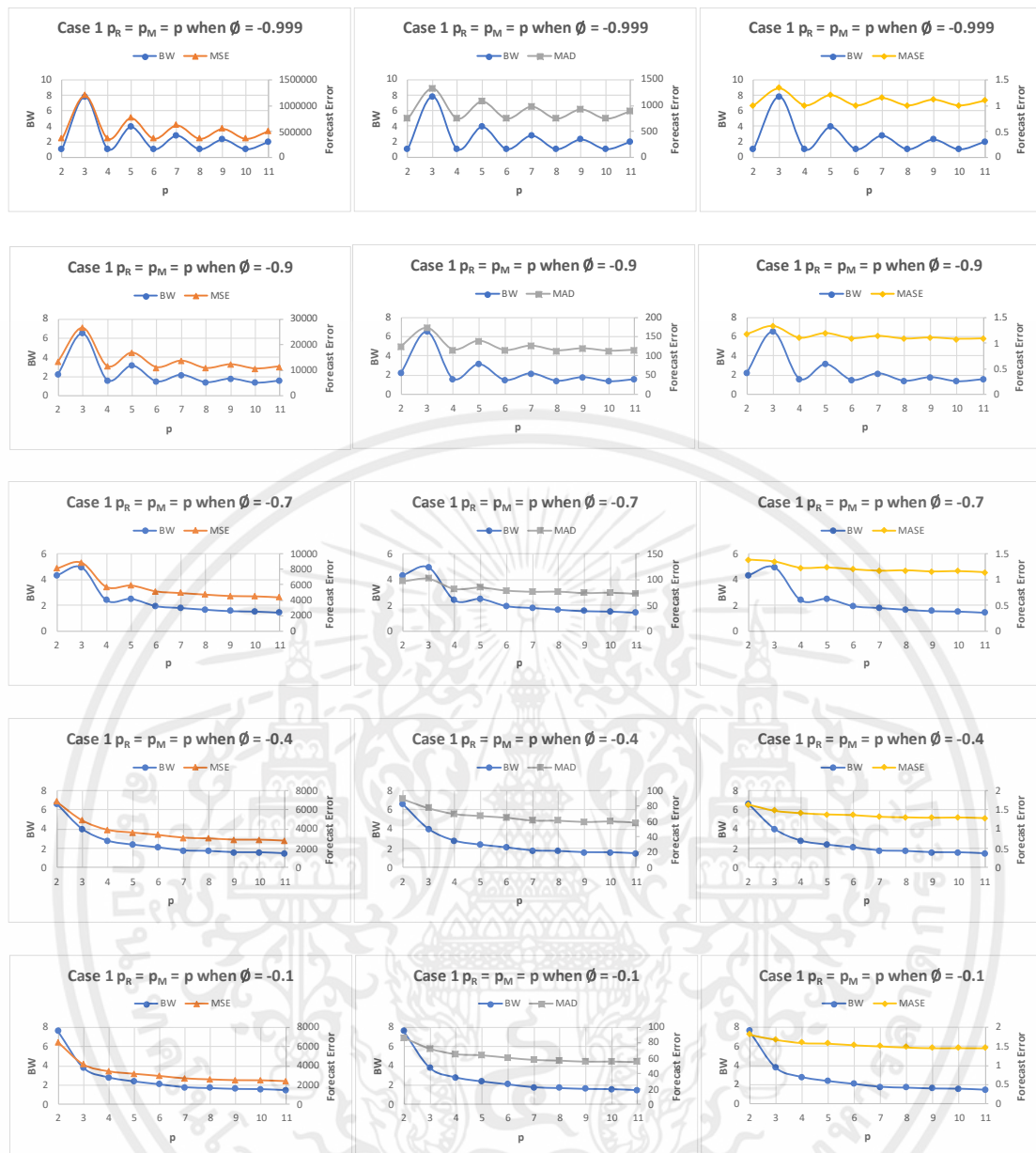
จากรูปที่ 3.51 ตัวอย่างเช่น กรณีที่ 1 ($p_R = p_M = p$) ที่ $\phi = -0.4$ เมื่อ p เพิ่มขึ้น ค่า BW จะลดลงลง และค่าความคลาดเคลื่อนทั้ง 3 ตัวจะลดลงเช่นเดียวกัน

2. ความสัมพันธ์ระหว่างค่าบูลิปีเอฟเฟคและค่าความคลาดเคลื่อน ภายใต้โครงสร้างห่วงโซ่อุปทาน 3 ระดับ ในกรณีที่ 1 เมื่อ $p_R = p_M = p$ และพารามิเตอร์ของตัวแบบออเทอรีเกรสชันเป็นศูนย์และบวก ($\phi \geq 0$) จะแสดงดังรูปที่ 3.52 จะเห็นได้ว่า ส่วนใหญ่พฤติกรรมจะมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน แต่เมื่อค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบออเทอรีเกรสชัน (ϕ) เข้าใกล้ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าบูลิปีเอฟเฟค (BW) และค่าความคลาดเคลื่อนจะมีพฤติกรรมสวนทางกัน

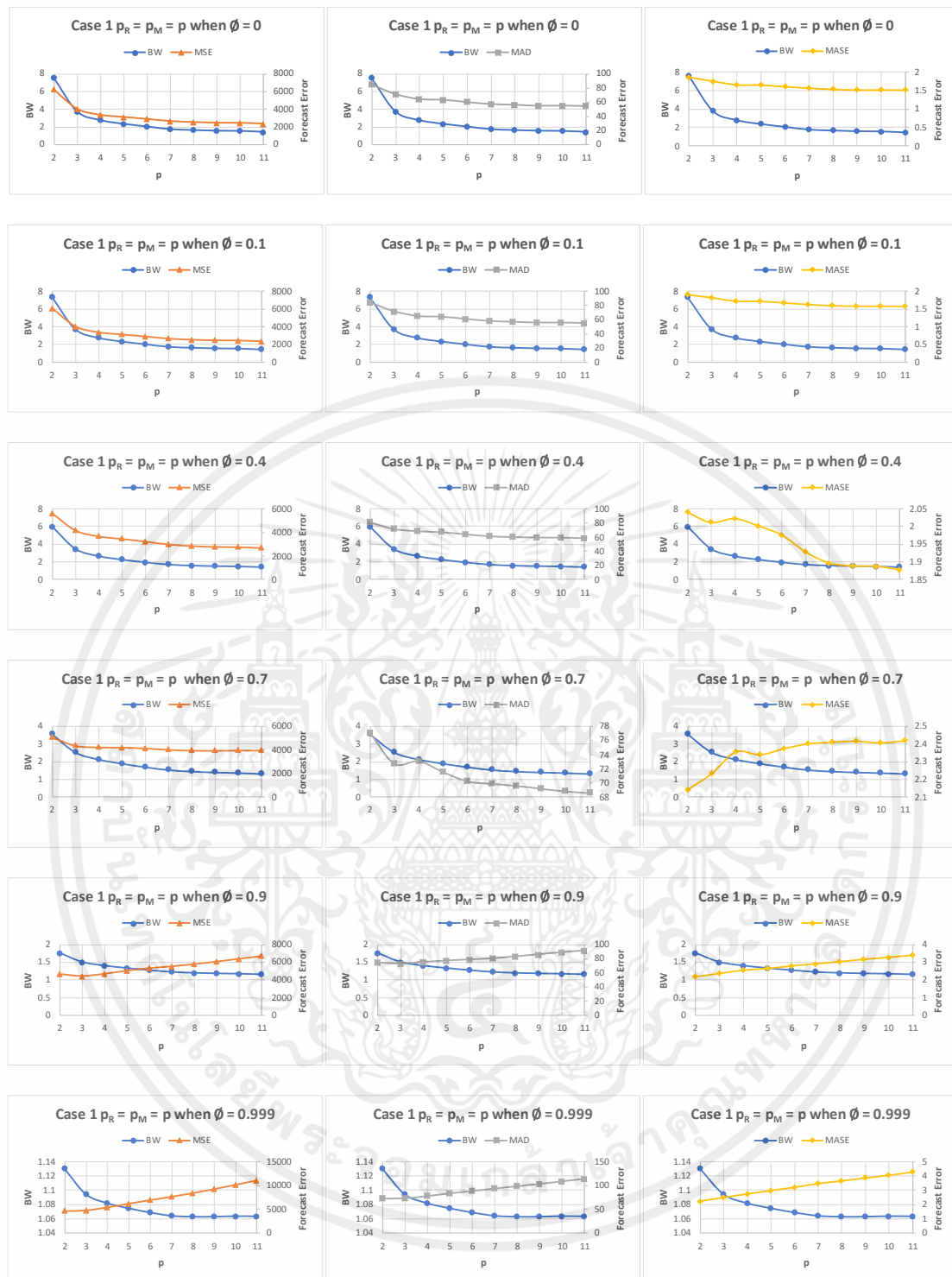
จากรูปที่ 3.52 ตัวอย่างเช่น กรณีที่ 1 ($p_R = p_M = p$) ที่ $\phi = 0.9$ เมื่อ p เพิ่มขึ้น ค่า BW จะลดลงลง แต่ค่าความคลาดเคลื่อนทั้ง 3 ตัวจะเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 3.16 ค่าบูลิวิเอฟเฟคและค่าความคลาดเคลื่อนกรณีที่ผู้ 1 เมื่อ $p_R = p_M = p$

Case 1: BW 3-stage (MA) and Forecast Errors When $p_R = p_M = p$												
p	$\phi = -1$				$\phi = -0.999$				$\phi = -0.9$			
	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE
2	1.023694	518352.3	949.0202	0.998853	1.033948	358345.7101	738.99828	0.998152	2.241537	13312.52299	124.75008	1.171993
3	7.7715	1734030	1693.688	1.334316	7.807547	1197813.971	1322.972	1.335435	6.533193	26578.46406	173.71937	1.334058
4	1.015534	517188.6	949.4196	0.999087	1.021743	357104.141	739.39559	0.998451	1.636075	11476.21294	115.80214	1.10098
5	3.869183	1099816	1371.708	1.20083	3.887703	759546.3234	1071.4316	1.201823	3.158357	16804.74872	139.11992	1.192763
6	1.013272	516972.2	949.4908	0.999119	1.018478	356868.6203	739.46488	0.998491	1.499278	11050.10311	114.22237	1.090529
7	2.753615	893937.1	1244.221	1.143671	2.767271	617309.0555	971.86409	1.144625	2.197219	13631.22756	125.98401	1.137018
8	1.010704	516493.1	949.2313	0.99893	1.014957	356420.1261	739.20307	0.998247	1.414995	10720.6407	113.41661	1.084165
9	2.250529	794493.5	1176.3	1.112034	2.26239	548684.4842	918.86712	1.113	1.79357	12183.34754	118.82353	1.104896
10	1.009059	516087.5	948.9648	0.998775	1.012708	356037.8344	738.93367	0.998046	1.362641	10523.85341	112.40879	1.07864
11	1.968705	736272.9	1134.112	1.091912	1.979647	508527.0973	885.9594	1.09289	1.581674	11402.39273	114.95143	1.087497
p	$\phi = -0.7$				$\phi = -0.4$				$\phi = -0.1$			
	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE
2	4.350048	8130.054	97.33406	1.388512	6.644942	6881.458	89.55683	1.63855	7.56649	6398.197	85.77783	1.806165
3	4.975469	8872.783	102.4392	1.350252	4.015671	4916.958	77.50729	1.476769	3.768219	4100.346	71.96414	1.674759
4	2.417839	5737.446	82.45625	1.229401	2.787572	3920.871	69.77805	1.414371	2.78069	3390.688	65.02635	1.587767
5	2.525386	5918.103	85.11281	1.236716	2.365934	3621.669	67.10083	1.381295	2.35835	3137.399	63.56223	1.572383
6	1.963995	5166.381	79.20699	1.200463	2.085483	3373.364	64.84696	1.36354	2.057616	2910.659	60.43356	1.530517
7	1.821965	4947.733	76.86448	1.172855	1.766633	3081.321	61.14254	1.319384	1.751772	2659.787	57.69212	1.499475
8	1.687919	4749.962	77.09758	1.181105	1.709007	3005.261	60.90352	1.30629	1.663468	2555.977	56.82058	1.470211
9	1.57429	4566.971	74.34244	1.158471	1.575008	2871.507	59.24568	1.293906	1.574584	2473.4	55.40862	1.452564
10	1.543835	4529.04	74.98542	1.164886	1.570758	2817.571	59.88393	1.301812	1.553931	2462.121	55.62651	1.455038
11	1.453376	4387.435	72.86113	1.143821	1.459122	2763.921	58.43987	1.285946	1.444058	2371.194	54.79994	1.45148
p	$\phi = 0$				$\phi = 0.1$				$\phi = 0.4$			
	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE
2	7.547671	6250.617	84.95324	1.853098	7.370275	6097.792	84.25171	1.904236	5.971236	5603.734	80.81457	2.040415
3	3.746416	4034.562	71.60601	1.746581	3.723433	4022.138	71.67014	1.822608	3.456788	4163.952	71.4681	2.011657
4	2.765255	3351.061	64.63545	1.650105	2.750012	3364.337	64.84543	1.7266	2.643981	3666.073	68.18717	2.023041
5	2.349999	3105.767	63.56894	1.644551	2.336918	3121.988	63.83435	1.720017	2.250351	3451.635	66.80116	2.002011
6	2.04335	2879.047	60.42244	1.601365	2.026564	2893.807	60.79768	1.680238	1.948969	3229.561	63.88413	1.975808
7	1.743848	2632.351	57.61158	1.562579	1.734749	2648.945	57.7859	1.632147	1.693322	2991.863	61.0233	1.928199
8	1.648183	2520.687	56.59982	1.531277	1.633166	2529.877	56.67723	1.599721	1.582398	2856.476	59.9552	1.896466
9	1.569639	2445.735	55.1894	1.513325	1.562103	2459.107	55.59703	1.586732	1.520223	2786.247	59.25575	1.888027
10	1.544242	2431.045	55.4707	1.51597	1.53274	2441.058	55.63571	1.584009	1.482987	2759.569	59.063	1.887292
11	1.43793	2343.968	54.62153	1.511591	1.431387	2357.623	54.88143	1.581547	1.402265	2688.428	58.32411	1.877608
p	$\phi = 0.7$				$\phi = 0.9$				$\phi = 0.999$			
	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE
2	3.570779	5043.532	77.08821	2.140356	1.761377	4650.27	74.38399	2.197218	1.130764	4632.173	73.36517	2.23052
3	2.536725	4339.966	72.72077	2.232146	1.509426	4427.357	72.92932	2.377855	1.094459	4767.709	74.12191	2.491588
4	2.140324	4203.701	73.07426	2.35564	1.407353	4682.482	75.18162	2.562417	1.081862	5408.733	78.46368	2.748776
5	1.903055	4194.493	71.53499	2.33909	1.339185	5036.238	77.11476	2.660114	1.074642	6186.597	84.11985	2.984398
6	1.706936	4121.626	70.22051	2.374237	1.280415	5319.193	78.72729	2.801638	1.068625	6932.226	88.87889	3.222036
7	1.543698	3999.23	69.88106	2.401387	1.231079	5542.408	80.25389	2.921882	1.063955	7650.919	93.78878	3.486722
8	1.458894	3934.662	69.58944	2.410623	1.205701	5795.222	83.05423	3.037474	1.062624	8421.08	98.80479	3.681018
9	1.408792	3921.908	69.20106	2.416116	1.190921	6089.076	85.94175	3.171612	1.062752	9264.609	103.439	3.888668
10	1.374516	3943.403	68.81228	2.406745	1.180608	6412.152	88.90148	3.280226	1.063445	10172.63	108.682	4.084083
11	1.321926	3935.125	68.58565	2.418314	1.163645	6711.883	91.4846	3.396007	1.063209	11096.27	113.9824	4.316658



รูปที่ 3.51 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าบูลิเบฟเฟคและค่าความคลาดเคลื่อนในกรณีที่ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีการพยากรณ์แบบ MA และ $p_R = p_M = p$ เมื่อ $\rho < 0$



รูปที่ 3.52 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าบูลิฟเฟคและค่าความคลาดเคลื่อนในกรณีที่ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีการพยากรณ์แบบ MA และ $p_R = p_M = p$ เมื่อ $\theta \geq 0$

3.8.4 พฤติกรรมของค่าบูลิปปอฟเฟคและค่าความคลาดเคลื่อนเมื่อผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล (กรณีที่ 2)

ในหัวข้อนี้จะเป็นการวิเคราะห์ผลเบื้องต้นของพฤติกรรมของค่าบูลิปปอฟเฟคและค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ความต้องการสินค้าในกรณีที่ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล (ES) ในการพยากรณ์และใช้ค่าคงที่การปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลในการคำนวณค่าการพยากรณ์ความต้องการสินค้าเท่ากัน ($\alpha_R = \alpha_M = \alpha$)

โดยในงานวิจัยนี้จะใช้ดัชนีวัดความคลาดเคลื่อนทั้งหมด 3 วิธี ได้แก่ วิธีวัดค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) วิธีวัดค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ (MAD) และวิธีวัดค่าเฉลี่ยสเกลความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ (MASE) ภายใต้โครงสร้างห่วงโซ่อุปทาน 3 ระดับ ซึ่งค่าบูลิปปอฟเฟคและค่าความคลาดเคลื่อนในกรณีที่ 2 มีความสัมพันธ์กันดังตารางที่ 3.17 สามารถนำมาวิเคราะห์ได้ดังนี้

1. ความสัมพันธ์ระหว่างค่าบูลิปปอฟเฟคและค่าความคลาดเคลื่อน ภายใต้โครงสร้างห่วงโซ่อุปทาน 3 ระดับ ในกรณีที่ 2 เมื่อ $\alpha_R = \alpha_M = \alpha$ และพารามิเตอร์ของตัวแบบออเทอรีเกรสชันเป็นลบ ($\phi < 0$) จะแสดงดังรูปที่ 3.53 จะเห็นได้ว่า ความสัมพันธ์ระหว่างค่าบูลิปปอฟเฟค (BW) และค่าความคลาดเคลื่อน จะมีพฤติกรรมที่แนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน

จากรูปที่ 3.53 ตัวอย่างเช่น กรณีที่ 2 ($\alpha_R = \alpha_M = \alpha$) ที่ $\phi = -0.7$ เมื่อ α เพิ่มขึ้น ค่า BW จะเพิ่มขึ้น และค่าความคลาดเคลื่อนทั้ง 3 ตัวจะเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน

2. ความสัมพันธ์ระหว่างค่าบูลิปปอฟเฟคและค่าความคลาดเคลื่อน ภายใต้โครงสร้างห่วงโซ่อุปทาน 3 ระดับ ในกรณีที่ 2 เมื่อ $\alpha_R = \alpha_M = \alpha$ และพารามิเตอร์ของตัวแบบออเทอรีเกรสชันเป็นศูนย์และบวก ($\phi \geq 0$) จะแสดงดังรูปที่ 3.54 จะเห็นได้ว่า ส่วนใหญ่พฤติกรรมจะมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน แต่เมื่อค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบออเทอรีเกรสชัน (ϕ) เข้าใกล้ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าบูลิปปอฟเฟค (BW) และค่าความคลาดเคลื่อนจะมีพฤติกรรมสวนทางกัน

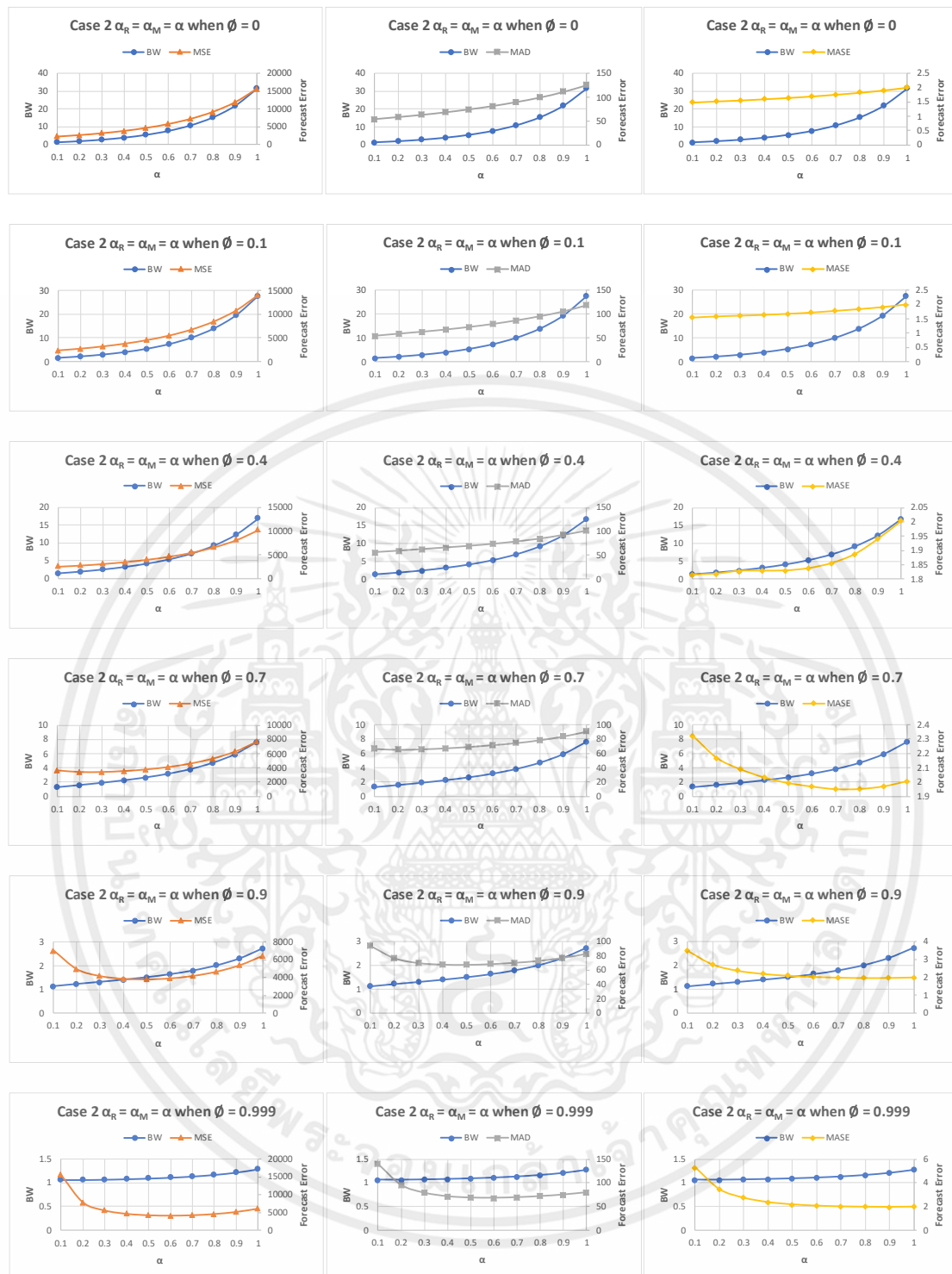
จากรูปที่ 3.54 ตัวอย่างเช่น กรณีที่ 2 ($\alpha_R = \alpha_M = \alpha$) ที่ $\phi = 0.999$ เมื่อ α เพิ่มขึ้น ค่า BW จะเพิ่มขึ้น แต่ค่าความคลาดเคลื่อนทั้ง 3 ตัวจะลดลง

ตารางที่ 3.17 ค่าลู่วิเบฟเฟคและค่าความคลาดเคลื่อนกรณีที่ 2 เมื่อ $\alpha_R = \alpha_M = \alpha$

Case 2: BW 3-stage (ES) and Forecast Errors When $\alpha_R = \alpha_M = \alpha$												
α	$\phi = -1$				$\phi = -0.999$				$\phi = -0.9$			
	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE
0.1	1.503594	634962.8	1053.764	1.052496	1.509562	438200.2	821.923	1.05262	1.488342	11069.77	114.26	1.083781
0.2	2.248286	794387.2	1174.279	1.111053	2.257215	548299.4	916.0162	1.11124	2.218033	13784.66	126.8978	1.140448
0.3	3.375636	1011097	1316.706	1.176504	3.389077	697980	1027.233	1.176768	3.314717	17454.81	141.9685	1.205267
0.4	5.100373	1311000	1486.7	1.250145	5.12078	905149.3	1159.997	1.250502	4.978786	22494.36	159.8715	1.277856
0.5	7.77385	1734356	1691.863	1.333617	7.805186	1197639	1320.259	1.33409	7.534572	29544.19	181.2758	1.359305
0.6	11.98487	2345392	1942.612	1.429031	12.03369	1619857	1516.171	1.42965	11.51902	39615.18	207.0996	1.450862
0.7	18.74782	3249699	2253.522	1.539144	18.82529	2244820	1759.144	1.539948	17.84459	54346.06	238.8991	1.5561
0.8	29.86759	4626950	2645.489	1.667636	29.99334	3196797	2065.548	1.668679	28.11033	76482.8	278.8011	1.678862
0.9	48.67945	6795336	3149.338	1.819523	48.8895	4695914	2459.534	1.82088	45.22247	110807.7	329.6018	1.823159
1	81.63015	10345371	3812.066	2.001834	81.9937	7150799	2977.946	2.00361	74.69589	166032.9	395.6863	1.995985
α	$\phi = -0.7$				$\phi = -0.4$				$\phi = -0.1$			
	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE
0.1	1.489313	4444.134	73.80412	1.151183	1.497534	2779.371	58.28311	1.273821	1.479229	2356.953	54.28235	1.428034
0.2	2.203155	5488.38	81.51065	1.204747	2.185297	3378.004	64.27685	1.331698	2.116538	2795.778	58.82077	1.4673
0.3	3.259408	6885.79	90.59199	1.265339	3.175155	4165.99	70.62294	1.38397	2.999043	3363.967	64.08242	1.513104
0.4	4.833969	8776.056	101.3527	1.333739	4.606844	5205.182	77.72758	1.436788	4.226171	4090.67	70.04228	1.562175
0.5	7.204483	11374.67	114.3278	1.412301	6.692742	6593.896	86.45399	1.502146	5.94432	5030.432	76.74941	1.613867
0.6	10.81822	15013.8	129.8765	1.501143	9.76166	8479.961	96.98121	1.580064	8.373198	6265.842	84.56161	1.672558
0.7	16.41239	20216.21	148.5489	1.600536	14.33236	11086.9	109.4613	1.667029	11.84745	7918.105	93.56937	1.737615
0.8	25.23629	27830.09	171.6075	1.71536	21.24384	14762.29	124.1982	1.763517	16.88868	10169.26	104.291	1.814149
0.9	39.47951	39282.61	200.3968	1.847798	31.89782	20067.57	142.6406	1.878328	24.33828	13304.97	117.5121	1.905898
1	63.13762	57078.37	237.0497	2.003164	48.73221	27949.74	165.5206	2.009842	35.61532	17796.92	133.0313	2.009017
α	$\phi = 0$				$\phi = 0.1$				$\phi = 0.4$			
	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE
0.1	1.469808	2317.616	54.04934	1.486167	1.458715	2316.754	54.09669	1.550048	1.40866	2576.938	56.61257	1.815611
0.2	2.084783	2718.899	58.47042	1.525114	2.047916	2682.041	58.57086	1.592134	1.891539	2803.321	59.71046	1.817906
0.3	2.922118	3236.757	63.09124	1.559019	2.834476	3153.501	62.75042	1.616739	2.483978	3124.714	63.22821	1.828038
0.4	4.067492	3891.98	68.48286	1.601152	3.890463	3743.922	67.42849	1.644265	3.221794	3526.853	66.59634	1.828765
0.5	5.64631	4729.663	74.63666	1.648195	5.321206	4490.377	72.9015	1.680993	4.159429	4027.346	70.15687	1.829422
0.6	7.845753	5819.392	81.69848	1.700366	7.283719	5452.037	79.26003	1.726905	5.38027	4664.138	74.36349	1.837593
0.7	10.94876	7262.778	90.101	1.761862	10.01422	6715.17	86.90595	1.783322	7.009748	5494.046	79.43522	1.855953
0.8	15.39256	9211.002	99.60359	1.827804	13.87539	8407.044	95.68387	1.845395	9.238102	6599.156	85.59809	1.888053
0.9	21.87673	11899.55	111.4207	1.910493	19.44389	10724.53	105.9756	1.915468	12.36377	8103.767	93.48651	1.942167
1	31.57357	15715.64	125.8833	2.008325	27.68132	13990.22	119.2134	2.007657	16.87944	10209.34	102.5999	2.005848
α	$\phi = 0.7$				$\phi = 0.9$				$\phi = 0.999$			
	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE
0.1	1.292665	3669.076	66.06118	2.320126	1.137765	7034.443	94.61033	3.506403	1.067366	15510.93	140.2175	5.297075
0.2	1.590671	3448.736	64.85779	2.166285	1.231906	4946.436	77.17842	2.728837	1.066171	7770.863	95.76882	3.462828
0.3	1.905868	3453.119	65.57323	2.08669	1.320287	4185.658	70.4185	2.37912	1.072081	5510.958	79.38211	2.751146
0.4	2.256542	3579.577	66.9753	2.029521	1.413115	3879.753	68.22305	2.203585	1.081992	4570.495	71.89021	2.385759
0.5	2.666605	3808.047	68.93529	1.990788	1.517461	3815.435	67.89823	2.098289	1.095387	4164.45	69.0984	2.193947
0.6	3.171459	4151.31	71.43438	1.966363	1.643011	3927.92	68.9452	2.033821	1.113103	4060.934	68.76112	2.086657
0.7	3.822528	4642.489	74.31087	1.948173	1.803493	4208.763	70.85672	1.992031	1.136963	4184.508	69.88153	2.026014
0.8	4.695114	5334.703	78.3479	1.949784	2.018529	4682.056	73.5068	1.968578	1.169875	4525.172	72.25417	1.996766
0.9	5.904307	6310.69	83.66515	1.968043	2.317518	5403.501	77.81139	1.975666	1.216371	5116.545	75.58504	1.986357
1	7.637272	7705.867	90.47868	2.004371	2.747702	6475.143	83.57038	2.003999	1.283857	6041.358	80.42792	2.004252



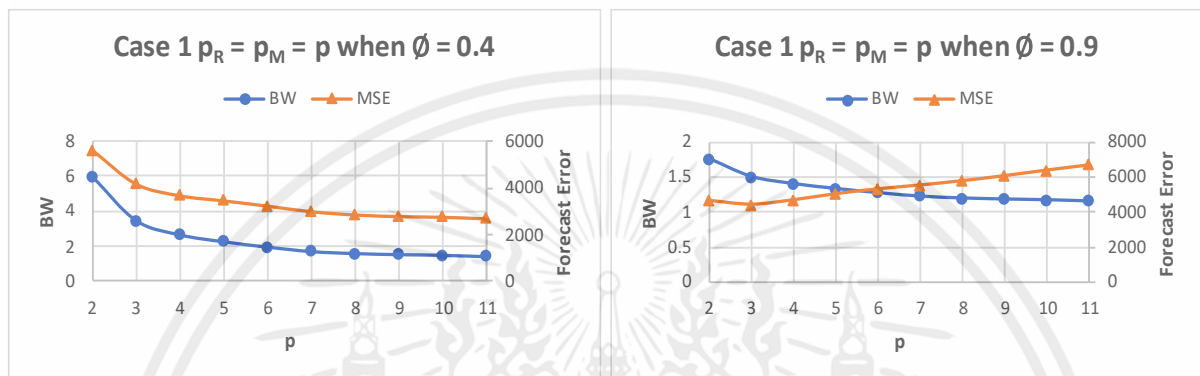
รูปที่ 3.53 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าบูลิฟเฟคและค่าความคลาดเคลื่อนในกรณีที่คุณค่าปลีกและผู้ผลิตใช้
วิธีการพยากรณ์แบบ ES และ $\alpha_R = \alpha_M = \alpha$ เมื่อ $\phi < 0$



รูปที่ 3.54 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าบูลิฟเฟคและค่าความคลาดเคลื่อนในกรณีที่คุณค่าปลีกและผู้ผลิตใช้
วิธีการพยากรณ์แบบ ES และ $\alpha_R = \alpha_M = \alpha$ เมื่อ $\phi \geq 0$

3.8.5 ส่วนขยายคำอธิบายเพิ่มเติม

ในหัวข้อนี้เป็นการอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างค่าบูลิวิเอฟเฟคและค่าความคลาดเคลื่อน เพื่อให้เห็นได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น โดยจะขอยกตัวอย่างจากกรณีที่ 1 ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีการพยากรณ์แบบถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่ และใช้จำนวนข้อมูลในอดีตในการคำนวณค่าการพยากรณ์เท่ากัน ซึ่งมี 2 ตัวอย่างด้วยกันคือ กรณีที่ 1 ($p_R = p_M = p$) เมื่อ $\phi = 0.4$ และ กรณีที่ 1 ($p_R = p_M = p$) เมื่อ $\phi = 0.9$ ดังรูปที่ 3.55



(ก) ค่า BW กับค่าความคลาดเคลื่อนสอดคล้องกัน

(ข) ค่า BW กับค่าความคลาดเคลื่อนไม่สอดคล้องกัน

รูปที่ 3.55 ความสัมพันธ์ของพฤติกรรมบูลิวิเอฟเฟคและค่าความคลาดเคลื่อนที่สอดคล้องกันและไม่สอดคล้องกัน

โดยปกติแล้วตามทฤษฎีของ Lee et al. (1997) กล่าวถึง ความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ความต้องการสินค้า (Demand Forecast Updating) ที่เป็นสาเหตุหนึ่งของการเกิดบูลิวิเอฟเฟค หรือเมื่อค่าความคลาดเคลื่อนเพิ่มขึ้น ค่าบูลิวิเอฟเฟคก็จะเพิ่มขึ้น และเมื่อค่าความคลาดเคลื่อนลดลง ค่าบูลิวิเอฟเฟคก็จะลดลง ดังเช่น กรณีที่ 1 ($p_R = p_M = p$) เมื่อ $\phi = 0.4$ จากรูปที่ 3.55 (ก)

แต่ในเบื้องต้น ผู้วิจัยพบว่ามีบางกรณี อย่างเช่น กรณีที่ 1 ($p_R = p_M = p$) เมื่อ $\phi = 0.9$ จากรูปที่ 3.55 (ข) ที่ค่าความคลาดเคลื่อนไม่สอดคล้องกับค่าบูลิวิเอฟเฟค (กราฟมีลักษณะสวนทางกัน) คือ เมื่อค่าความคลาดเคลื่อนเพิ่มขึ้น ค่าบูลิวิเอฟเฟคไม่ได้เพิ่มขึ้นตาม และเมื่อค่าความคลาดเคลื่อนลดลง ค่าบูลิวิเอฟเฟคไม่ได้ลดลงตามเช่นเดียวกัน

ดังนั้นการวัดประสิทธิภาพในการจัดการห่วงโซ่อุปทาน จึงไม่ควรใช้บูลิวิเอฟเฟคเป็นตัวชี้วัดประสิทธิภาพของห่วงโซ่อุปทานเพียงตัวเดียว และไม่ควรสรุปว่าค่าความคลาดเคลื่อนเพิ่มขึ้น บูลิวิเอฟเฟคจะเพิ่มขึ้นตาม หรือเมื่อค่าความคลาดเคลื่อนลดลง ค่าบูลิวิเอฟเฟคก็จะลดลงตามเสมอไป ควรจะวัดควบคู่กับตัวชี้วัดตัวอื่น ๆ ในระบบด้วย เช่น ต้นทุนโดยรวม (Total Cost) เพราะหากสนใจเพียงค่าบูลิวิเอฟเฟคที่น้อยที่สุด แต่ค่าความคลาดเคลื่อนกลับมีค่าสูงมากเกินไป อาจส่งผลกระทบต่อต้นทุนการจัดเก็บที่สูงขึ้นตามไปด้วย จากค่าพยากรณ์ที่สูงเกินกว่าความต้องการสินค้าจริงของผู้บริโภค ทำให้ผู้ผลิตหรือผู้ค้าปลีกมีสินค้าคงคลังมากเกินไปจนเกิดความจำเป็น

บทที่ 4

การวิเคราะห์พฤติกรรมบูลิวิปเอฟเฟคในห่วงโซ่อุปทาน 3 ระดับ

ในบทนี้จะศึกษาพฤติกรรมของค่าบูลิวิปเอฟเฟคภายใต้ห่วงโซ่อุปทานแบบ 3 ระดับอย่างละเอียดและวิเคราะห์พฤติกรรมของค่าบูลิวิปเอฟเฟคต่อดัชนีวัดความคลาดเคลื่อน โดยสามารถแบ่งหัวข้อได้เป็น 4 หัวข้อย่อย เมื่อแต่ละองค์กรในห่วงโซ่อุปทานใช้วิธีการพยากรณ์เหมือนกันและต่างกันตามขอบเขตงานวิจัยดังนี้

- 4.1 การวิเคราะห์พฤติกรรมบูลิวิปเอฟเฟคและค่าความคลาดเคลื่อนสำหรับกรณีที่ 1
- 4.2 การวิเคราะห์พฤติกรรมบูลิวิปเอฟเฟคและค่าความคลาดเคลื่อนสำหรับกรณีที่ 2
- 4.3 การวิเคราะห์พฤติกรรมบูลิวิปเอฟเฟคสำหรับกรณีที่ 3 และ 4
- 4.4 การเปรียบเทียบค่าบูลิวิปเอฟเฟคทั้ง 4 กรณี
- 4.5 การเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนทั้ง 4 กรณี

4.1 การวิเคราะห์พฤติกรรมบูลิวิปเอฟเฟคและค่าความคลาดเคลื่อนสำหรับกรณีที่ 1

วิธีการพยากรณ์แบบถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่ (MA) มีพารามิเตอร์ที่ส่งผลต่อค่าบูลิวิปเอฟเฟค คือ จำนวนข้อมูลในอดีตที่ใช้ในการคำนวณค่าถ่วงเฉลี่ย (p) ซึ่งในหัวข้อนี้จะสนใจกรณีที่ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้จำนวนข้อมูลในอดีตที่ใช้ในการคำนวณต่างกัน ($p_R \neq p_M$) และทำการวิเคราะห์ผลกระทบของพารามิเตอร์ที่มีต่อค่าบูลิวิปเอฟเฟค รวมไปถึงศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าบูลิวิปเอฟเฟคและค่าความคลาดเคลื่อนของกรณีนี้ด้วย

4.1.1 ผลกระทบของพารามิเตอร์ของวิธีการพยากรณ์แบบถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่ต่อค่าบูลิวิปเอฟเฟคภายใต้ห่วงโซ่อุปทาน 3 ระดับ กรณี $p_R \neq p_M$

ค่าพารามิเตอร์ของวิธีการพยากรณ์แบบถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่ ที่ส่งผลต่อค่าบูลิวิปเอฟเฟค คือ จำนวนข้อมูลในอดีตที่ใช้ในการคำนวณค่าถ่วงเฉลี่ย (p) ในกรณีที่ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้จำนวนข้อมูลในอดีตในการคำนวณต่างกัน ($p_R \neq p_M$) จะส่งผลกระทบต่อค่าบูลิวิปเอฟเฟคภายใต้ห่วงโซ่อุปทานดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ค่าบูลิปเฟคกรณีที 1 ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีการพยากรณ์แบบถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่

Case 1: BW 3-stage (MA)											
$\Phi = -1$	P_M	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	P_R	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	2	1.023694	2.801484	1.017048	1.977233	1.015562	1.668159	1.013901	1.508679	1.012941	1.411403
	3	2.801484	7.7715	2.799987	5.48296	2.79924	4.625409	2.79748	4.181541	2.796192	3.910731
	4	1.017048	2.799987	1.015534	1.9752	1.013918	1.666658	1.012496	1.507194	1.011416	1.410134
	5	1.977233	5.48296	1.9752	3.869183	1.974504	3.263877	1.973428	2.950512	1.972687	2.759348
	6	1.015562	2.79924	1.013918	1.974504	1.013272	1.665817	1.011755	1.506527	1.010704	1.409376
	7	1.668159	4.625409	1.666658	3.263877	1.665817	2.753615	1.664813	2.489188	1.664163	2.327999
	8	1.013901	2.79748	1.012496	1.973428	1.011755	1.664813	1.010704	1.50535	1.009742	1.408234
	9	1.508679	4.181541	1.507194	2.950512	1.506527	2.489188	1.50535	2.250529	1.504599	2.104808
	10	1.012941	2.796192	1.011416	1.972687	1.010704	1.664163	1.009742	1.504599	1.009059	1.407417
	11	1.411403	3.910731	1.410134	2.759348	1.409376	2.327999	1.408234	2.104808	1.407417	1.968705
$\Phi = -0.999$	P_M	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	P_R	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	2	1.033948	2.8133	1.02411	1.986106	1.021904	1.675837	1.019585	1.516084	1.018283	1.418689
	3	2.8133	7.807547	2.81101	5.508503	2.810001	4.647294	2.807649	4.20198	2.805934	3.930306
	4	1.02411	2.81101	1.021743	1.982993	1.019393	1.673497	1.017443	1.513793	1.01595	1.416706
	5	1.986106	5.508503	1.982993	3.887703	1.981995	3.2797	1.980579	2.965194	1.979601	2.77338
	6	1.021904	2.810001	1.019393	1.981995	1.018478	1.672293	1.016378	1.512834	1.014932	1.415621
	7	1.675837	4.647294	1.673497	3.2797	1.672293	2.767271	1.670957	2.501832	1.670104	2.34011
	8	1.019585	2.807649	1.017443	1.980579	1.016378	1.670957	1.014957	1.511243	1.013633	1.414076
	9	1.516084	4.20198	1.513793	2.965194	1.512834	2.501832	1.511243	2.26239	1.510239	2.11616
	10	1.018283	2.805934	1.01595	1.979601	1.014932	1.670104	1.013633	1.510239	1.012708	1.412973
	11	1.418689	3.930306	1.416706	2.77338	1.415621	2.34011	1.414076	2.11616	1.412973	1.979647
$\Phi = -0.9$	P_M	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	P_R	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	2	2.241537	3.085604	1.777317	2.237231	1.670233	1.889018	1.600575	1.733588	1.565984	1.639806
	3	3.085604	6.533193	2.962034	4.494776	2.945726	3.734186	2.913476	3.366282	2.882608	3.156119
	4	1.777317	2.962034	1.636075	2.075914	1.535098	1.756582	1.482437	1.60411	1.444491	1.522838
	5	2.237231	4.494776	2.075914	3.158357	2.041573	2.618527	2.024913	2.357509	2.008182	2.206381
	6	1.670233	2.945726	1.535098	2.041573	1.499278	1.708495	1.443255	1.564071	1.406618	1.480682
	7	1.889018	3.734186	1.756582	2.618527	1.708495	2.197219	1.685975	1.974146	1.673707	1.850054
	8	1.600575	2.913476	1.482437	2.024913	1.443255	1.685975	1.414995	1.530979	1.381135	1.448552
	9	1.733588	3.366282	1.60411	2.357509	1.564071	1.974146	1.530979	1.79357	1.511208	1.67921
	10	1.565984	2.882608	1.444491	2.008182	1.406618	1.673707	1.381135	1.511208	1.362641	1.424772
	11	1.639806	3.156119	1.522838	2.206381	1.480682	1.850054	1.448552	1.67921	1.424772	1.581674
$\Phi = -0.7$	P_M	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	P_R	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	2	4.350048	3.584519	2.908523	2.803013	2.585868	2.421373	2.375501	2.293085	2.286118	2.205491
	3	3.584519	4.975469	3.049087	3.4187	2.896398	2.881229	2.739676	2.676649	2.636044	2.568303
	4	2.908523	3.049087	2.417839	2.224992	2.100662	1.951413	1.944302	1.838434	1.846271	1.79141
	5	2.803013	3.4187	2.224992	2.525386	2.061605	2.104604	1.96766	1.943671	1.905007	1.855232
	6	2.585868	2.896398	2.100662	2.061605	1.963995	1.768281	1.789065	1.687189	1.694201	1.636117
	7	2.421373	2.881229	1.951413	2.104604	1.768281	1.821965	1.671436	1.665087	1.623925	1.596363
	8	2.375501	2.739676	1.944302	1.96766	1.789065	1.671436	1.687919	1.568597	1.596111	1.524489
	9	2.293085	2.676649	1.838434	1.943671	1.687189	1.665087	1.568597	1.57429	1.505373	1.500032
	10	2.286118	2.636044	1.846271	1.905007	1.694201	1.623925	1.596111	1.505373	1.543835	1.454069
	11	2.205491	2.568303	1.79141	1.855232	1.636117	1.596363	1.524489	1.500032	1.454069	1.453376
$\Phi = -0.4$	P_M	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	P_R	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	2	6.644942	4.210759	3.804821	3.545905	3.327796	3.067155	3.010664	2.934087	2.923031	2.804857
	3	4.210759	4.015671	2.989664	2.884454	2.700592	2.491151	2.467425	2.371325	2.366536	2.287123
	4	3.804821	2.989664	2.787572	2.366043	2.285989	2.104933	2.094371	1.992019	2.00152	1.939944
	5	3.545905	2.884454	2.366043	2.365934	2.087897	1.980331	1.933861	1.871684	1.865543	1.791641
	6	3.327796	2.700592	2.285989	2.087897	2.085483	1.816338	1.840469	1.758238	1.753898	1.697817
	7	3.067155	2.491151	2.104933	1.980331	1.816338	1.766633	1.672863	1.624227	1.62469	1.569183
	8	3.010664	2.467425	2.094371	1.933861	1.840469	1.672863	1.709007	1.593369	1.610687	1.547797
	9	2.934087	2.371325	1.992019	1.871684	1.758238	1.624227	1.593369	1.575008	1.529264	1.496313
	10	2.923031	2.366536	2.00152	1.865543	1.753898	1.62469	1.610687	1.529264	1.570758	1.478543
	11	2.804857	2.287123	1.939944	1.791641	1.697817	1.569183	1.547797	1.496313	1.478543	1.459122

ตารางที่ 4.1 ค่าบูลิปเอฟเฟคกรณีที 1 ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีการพยากรณ์แบบถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ (ต่อ)

Case 1: BW 3-stage (MA)											
$\phi = -0.1$	$\rho_R \backslash \rho_M$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	2	7.56649	4.595026	4.042097	3.843139	3.577269	3.299161	3.213698	3.171262	3.141857	3.013843
	3	4.595026	3.768219	2.960704	2.763788	2.603969	2.397174	2.354417	2.293258	2.27714	2.203632
	4	4.042097	2.960704	2.78069	2.401407	2.250422	2.102594	2.061759	1.990155	1.987869	1.925599
	5	3.843139	2.763788	2.401407	2.35835	2.103239	1.959378	1.913318	1.870172	1.85351	1.782613
	6	3.577269	2.603969	2.250422	2.103239	2.057616	1.819064	1.797072	1.751383	1.734287	1.678091
	7	3.299161	2.397174	2.102594	1.959378	1.819064	1.751772	1.657804	1.612675	1.612338	1.555736
	8	3.213698	2.354417	2.061759	1.913318	1.797072	1.657804	1.663468	1.582474	1.576782	1.529276
	9	3.171262	2.293258	1.990155	1.870172	1.751383	1.612675	1.582474	1.574584	1.531044	1.485577
	10	3.141857	2.27714	1.987869	1.85351	1.734287	1.612338	1.576782	1.531044	1.553931	1.471655
	11	3.013843	2.203632	1.925599	1.782613	1.678091	1.555736	1.522976	1.485577	1.471655	1.444058
$\phi = 0$	$\rho_R \backslash \rho_M$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	2	7.547671	4.638739	4.025404	3.832093	3.565313	3.288215	3.198193	3.163203	3.129763	3.005137
	3	4.638739	3.746416	2.968705	2.751975	2.587609	2.386523	2.337007	2.283514	2.264376	2.193393
	4	4.025404	2.968705	2.765255	2.404013	2.2364	2.092727	2.046304	1.982304	1.975916	1.915451
	5	3.832093	2.751975	2.404013	2.349999	2.102128	1.951372	1.902514	1.864245	1.844472	1.77662
	6	3.565313	2.587609	2.2364	2.102128	2.04335	1.816311	1.782441	1.743026	1.723687	1.668736
	7	3.288215	2.386523	2.092727	1.951372	1.816311	1.743848	1.650943	1.606944	1.603872	1.549485
	8	3.198193	2.337007	2.046304	1.902514	1.782441	1.650943	1.648183	1.575947	1.564585	1.5134
	9	3.163203	2.283514	1.982304	1.864245	1.743026	1.606944	1.575947	1.569639	1.527151	1.480126
	10	3.129763	2.264376	1.975916	1.844472	1.723687	1.603872	1.564585	1.527151	1.544242	1.466624
	11	3.005137	2.193393	1.915451	1.77662	1.668736	1.549485	1.5134	1.480126	1.466624	1.43793
$\phi = 0.1$	$\rho_R \backslash \rho_M$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	2	7.370275	4.623741	3.968368	3.770427	3.506934	3.236188	3.143631	3.113503	3.077557	2.959207
	3	4.623741	3.723433	2.976229	2.740583	2.569469	2.374905	2.319637	2.27163	2.250024	2.182245
	4	3.968368	2.976229	2.750012	2.404448	2.232975	2.08234	2.031296	1.973353	1.963111	1.905309
	5	3.770427	2.740583	2.404448	2.336918	2.09711	1.9422	1.889731	1.854612	1.832438	1.768476
	6	3.506934	2.569469	2.223975	2.09711	2.026564	1.811749	1.767854	1.731977	1.710932	1.658169
	7	3.236188	2.374905	2.08234	1.9422	1.811749	1.734749	1.643564	1.600197	1.593893	1.542451
	8	3.143631	2.319637	2.031296	1.889731	1.767854	1.643564	1.633166	1.568163	1.5522	1.503668
	9	3.113503	2.27163	1.973353	1.854612	1.731977	1.600197	1.568163	1.562103	1.521027	1.473712
	10	3.077557	2.250024	1.963111	1.832438	1.710932	1.593893	1.5522	1.521027	1.53274	1.460419
	11	2.959207	2.182245	1.905309	1.768476	1.658169	1.542451	1.503668	1.473712	1.460419	1.431387
$\phi = 0.4$	$\rho_R \backslash \rho_M$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	2	5.971236	4.124865	3.525343	3.305167	3.068442	2.845067	2.755441	2.727723	2.69206	2.604643
	3	4.124865	3.456788	2.878091	2.621038	2.435594	2.265838	2.199583	2.158504	2.132445	2.078381
	4	3.525343	2.878091	2.643981	2.354308	2.161423	2.024693	1.962408	1.91409	1.894528	1.848121
	5	3.305167	2.621038	2.354308	2.250351	2.043969	1.894674	1.830639	1.795333	1.76898	1.719848
	6	3.068442	2.435594	2.161423	2.043969	1.948969	1.777158	1.714422	1.678141	1.653233	1.610696
	7	2.845067	2.265838	2.024693	1.894674	1.777158	1.693322	1.61137	1.568086	1.55159	1.510614
	8	2.755441	2.199583	1.962408	1.830639	1.714422	1.61137	1.582398	1.532145	1.507992	1.467885
	9	2.727723	2.158504	1.91409	1.795333	1.678141	1.568086	1.532145	1.520223	1.485112	1.442998
	10	2.69206	2.132445	1.894528	1.76898	1.653233	1.55159	1.507992	1.485112	1.482987	1.429124
	11	2.604643	2.078381	1.848121	1.719848	1.610696	1.510614	1.467885	1.442998	1.429124	1.402265
$\phi = 0.7$	$\rho_R \backslash \rho_M$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	2	3.570779	2.809096	2.512789	2.371325	2.224921	2.094248	2.031644	2.005942	1.980688	1.932807
	3	2.809096	2.536725	2.263752	2.105474	1.977533	1.868162	1.81468	1.781946	1.758842	1.724457
	4	2.512789	2.263752	2.140324	1.979512	1.851408	1.756779	1.704689	1.667339	1.64616	1.615367
	5	2.371325	2.105474	1.979512	1.903055	1.779055	1.681295	1.628087	1.595601	1.571797	1.540254
	6	2.224921	1.977533	1.851408	1.779055	1.706936	1.605392	1.553922	1.521584	1.498643	1.469739
	7	2.094248	1.868162	1.756779	1.681295	1.605392	1.543698	1.488854	1.454885	1.435558	1.407367
	8	2.031644	1.81468	1.704689	1.628087	1.553922	1.488854	1.458894	1.424958	1.403138	1.375086
	9	2.005942	1.781946	1.667339	1.595601	1.521584	1.454885	1.424958	1.408792	1.384325	1.35547
	10	1.980688	1.758842	1.64616	1.571797	1.498643	1.435558	1.403138	1.384325	1.374516	1.342248
	11	1.932807	1.724457	1.615367	1.540254	1.469739	1.407367	1.375086	1.35547	1.342248	1.321926

ตารางที่ 4.1 ค่าบูลิวิเอฟเฟคกรณีที่ 1 ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีการพยากรณ์แบบถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ (ต่อ)

Case 1: BW 3-stage (MA)											
$\phi = 0.9$	p_M	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	p_R	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	2	1.761377	1.57276	1.496433	1.455766	1.41137	1.371961	1.352547	1.344592	1.337362	1.322434
	3	1.57276	1.509426	1.439259	1.393605	1.353886	1.320029	1.303352	1.293338	1.285848	1.27431
	4	1.496433	1.439259	1.407353	1.36196	1.32286	1.293533	1.277267	1.265521	1.258363	1.247878
	5	1.455766	1.393605	1.36196	1.339185	1.302675	1.273104	1.25637	1.245877	1.238152	1.227608
	6	1.41137	1.353886	1.32286	1.302675	1.280415	1.25034	1.234397	1.224209	1.216857	1.207052
	7	1.371961	1.320029	1.293533	1.273104	1.25034	1.231079	1.214942	1.204707	1.198415	1.188902
	8	1.352547	1.303352	1.277267	1.25637	1.234397	1.214942	1.205701	1.195867	1.189147	1.179737
	9	1.344592	1.293338	1.265521	1.245877	1.224209	1.204707	1.195867	1.190921	1.183772	1.174306
	10	1.337362	1.285848	1.258363	1.238152	1.216857	1.198415	1.189147	1.183772	1.180608	1.170504
	11	1.322434	1.27431	1.247878	1.227608	1.207052	1.188902	1.179737	1.174306	1.170504	1.163645
$\phi = 0.999$	p_M	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	p_R	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	2	1.130764	1.102645	1.092243	1.08748	1.082088	1.07741	1.075651	1.075544	1.075472	1.074319
	3	1.102645	1.094459	1.085081	1.079601	1.074954	1.071136	1.069764	1.069335	1.06928	1.068655
	4	1.092243	1.085081	1.081862	1.076451	1.071909	1.068771	1.067466	1.066806	1.066807	1.066343
	5	1.08748	1.079601	1.076451	1.074642	1.070496	1.067325	1.065989	1.065535	1.065447	1.064969
	6	1.082088	1.074954	1.071909	1.070496	1.068625	1.065424	1.064226	1.063824	1.063796	1.06344
	7	1.07741	1.071136	1.068771	1.067325	1.065424	1.063955	1.062738	1.062335	1.062482	1.062174
	8	1.075651	1.069764	1.067466	1.065989	1.064226	1.062738	1.062624	1.062296	1.062381	1.062095
	9	1.075544	1.069335	1.066806	1.065535	1.063824	1.062335	1.062296	1.062752	1.062779	1.06249
	10	1.075472	1.06928	1.066807	1.065447	1.063796	1.062482	1.062381	1.062779	1.063445	1.063063
	11	1.074319	1.068655	1.066343	1.064969	1.06344	1.062174	1.062095	1.06249	1.063063	1.063209

จากตารางที่ 4.1 ในกรณีที่ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีการพยากรณ์แบบถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ (MA) เหมือนกัน แต่จำนวนข้อมูลในอดีตที่ใช้ในการคำนวณต่างกัน ($p_R \neq p_M$) จะเห็นได้ว่า การใช้จำนวนข้อมูลในอดีตในการคำนวณสำหรับผู้ค้าปลีก (p_R) และจำนวนข้อมูลในอดีตในการคำนวณสำหรับผู้ผลิต (p_M) สลับค่ากัน เช่น ภายในห่วงโซ่อุปทานหนึ่งผู้ค้าปลีกใช้ $p_R = 2$ และผู้ผลิตใช้ $p_M = 3$ หรือผู้ค้าปลีกใช้ $p_R = 3$ และผู้ผลิตใช้ $p_M = 2$ นั้นไม่ได้ส่งผลให้ค่าบูลิวิเอฟเฟคเปลี่ยนแปลงไป ค่าบูลิวิเอฟเฟคยังคงมีค่าเท่าเดิม

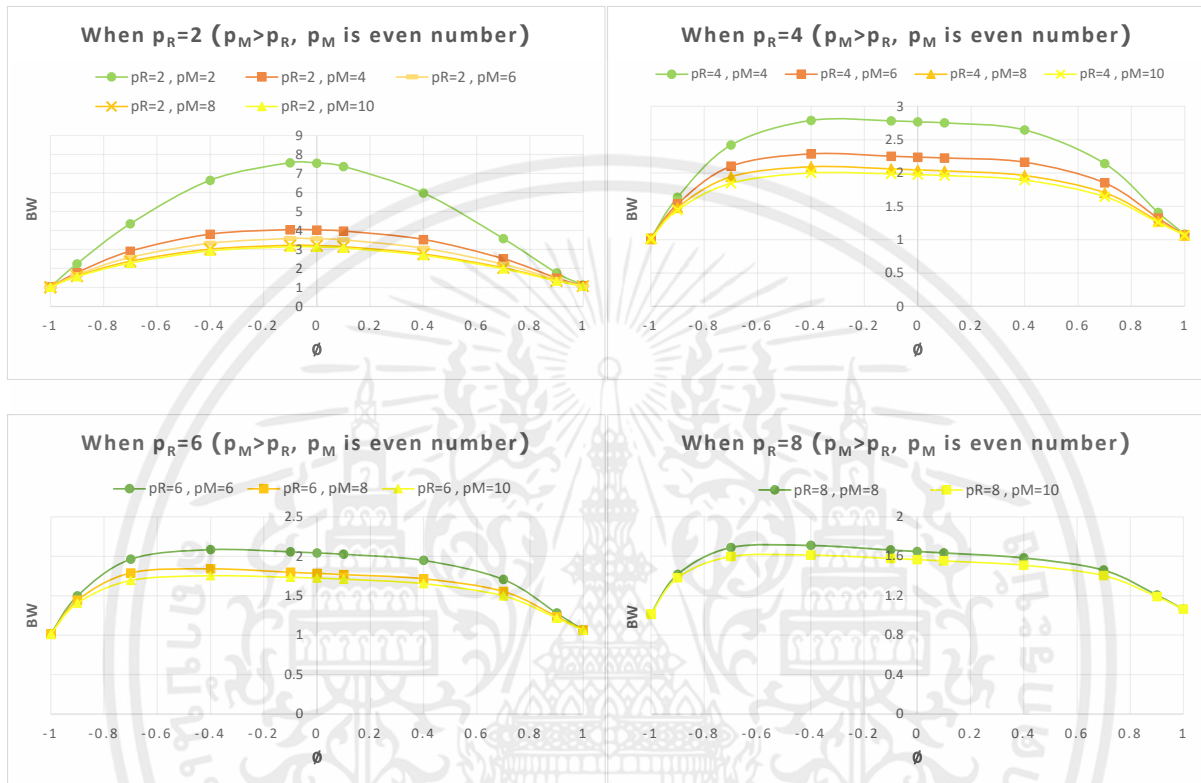
ในส่วนต่อไปจะนำข้อมูลทั้งหมด มาวิเคราะห์ตามเกณฑ์โดยแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็นทั้งหมด 4 แบบ และมีรายละเอียดดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 เกณฑ์การวิเคราะห์พฤติกรรมของค่าบูลิวิเอฟเฟคกรณีผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีการพยากรณ์แบบถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่

วิธีการพยากรณ์	การวิเคราะห์แบบที่	เกณฑ์	การเปลี่ยนแปลง
MA	1	$p_M = p_R =$ เลขคี่น้อยๆ	เพิ่ม p_M เป็นเลขคู่
			เพิ่ม p_M เป็นเลขคี่
	2	$p_M = p_R =$ เลขคู่หลายๆ	ลด p_M เป็นเลขคู่
			ลด p_M เป็นเลขคี่
	3	$p_M = p_R =$ เลขคี่น้อยๆ	เพิ่ม p_M เป็นเลขคู่
			เพิ่ม p_M เป็นเลขคี่
	4	$p_M = p_R =$ เลขคี่หลายๆ	ลด p_M เป็นเลขคู่
			ลด p_M เป็นเลขคี่

การวิเคราะห์แบบที่ 1 (เกณฑ์คือ $p_M = p_R =$ เลขคี่น้อยๆ และมีการเพิ่มค่า p_M)

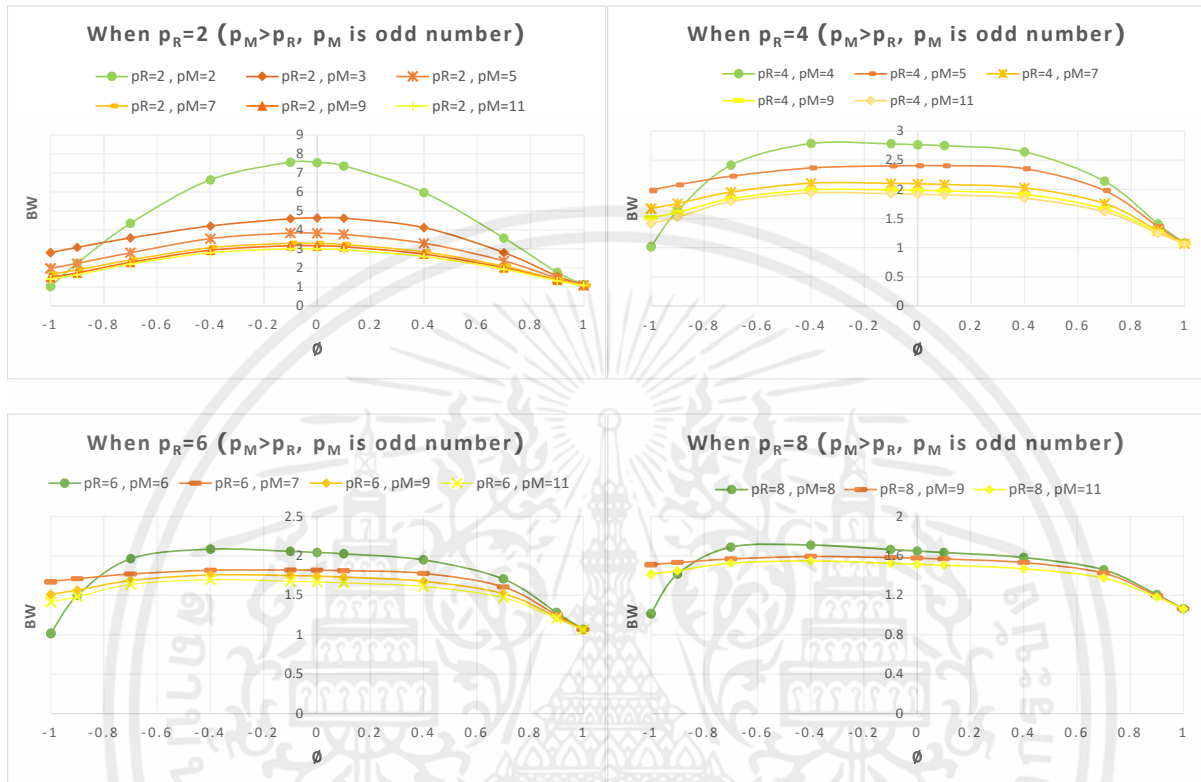
1. ในการพยากรณ์แบบถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่ เมื่อใช้ $p_M = p_R =$ เลขคี่น้อยๆ เป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบ และถ้าหากมีการเปลี่ยนแปลงโดยการเพิ่มค่า p_M เป็นเลขคู่ จะส่งผลกระทบต่อค่าบูลิวิเอฟเฟค ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 ค่าบูลิวิเอฟเฟคกรณีผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีการพยากรณ์แบบ MA เมื่อ $p_R =$ เลขคู่ และมีการเพิ่มค่า p_M เป็นเลขคู่

จากรูปที่ 4.1 จะเห็นได้ว่า เมื่อผู้ค้าปลีกใช้จำนวนข้อมูลในอดีตในการคำนวณเป็นเลขคู่ และผู้ผลิตมีการใช้จำนวนข้อมูลในอดีตที่มีค่ามากกว่าผู้ค้าปลีก ($p_M > p_R$) เป็นเลขคู่ จะส่งผลให้ค่าบูลิวิเอฟเฟคลดลงเมื่อเทียบกับกรณีที่ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้จำนวนข้อมูลในอดีตเท่ากัน ($p_R = p_M$)

2. ในการพยากรณ์แบบถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่ เมื่อใช้ $p_M = p_R =$ เลขคูน้อยๆ เป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบ และถ้าหากมีการเปลี่ยนแปลงโดยการเพิ่มค่า p_M เป็นเลขคี่ จะส่งผลกระทบต่อค่าบูลิวิเอฟเฟค ดังรูปที่ 4.2

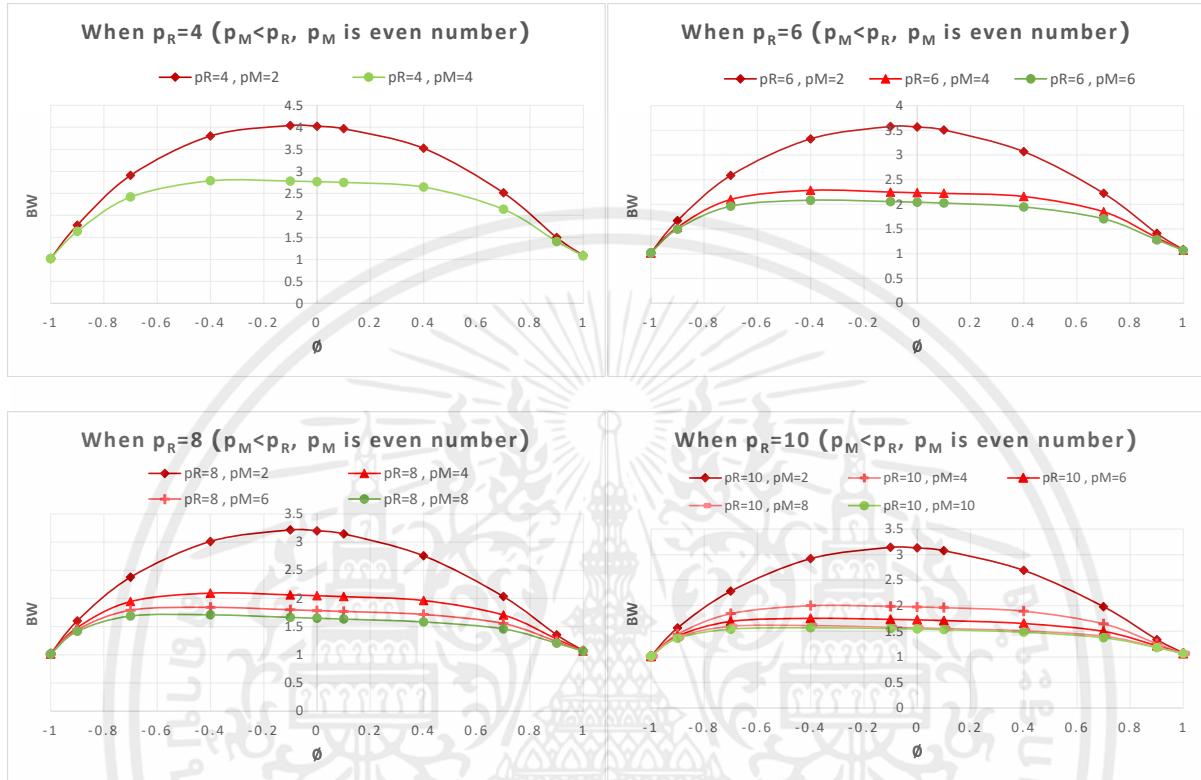


รูปที่ 4.2 ค่าบูลิวิเอฟเฟคกรณีผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีการพยากรณ์แบบ MA เมื่อ $p_R =$ เลขคู่ และมีการเพิ่มค่า p_M เป็นเลขคี่

จากรูปที่ 4.2 จะเห็นได้ว่า เมื่อผู้ค้าปลีกใช้จำนวนข้อมูลในอดีตในการคำนวณเป็นเลขคู่ และผู้ผลิตมีการใช้จำนวนข้อมูลในอดีตที่มีค่ามากกว่าผู้ค้าปลีก ($p_M > p_R$) เป็นเลขคี่ จะส่งผลให้ค่าบูลิวิเอฟเฟคลดลง เช่นเดียวกัน ยกเว้นเมื่อค่า ϕ เข้าใกล้ -1 จะส่งผลให้ค่าบูลิวิเอฟเฟคเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับกรณีผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้จำนวนข้อมูลในอดีตเท่ากัน ($p_R = p_M$)

การวิเคราะห์แบบที่ 2 (เกณฑ์คือ $p_M = p_R =$ เลขคู่มาก ๆ และมีการลดค่า p_M)

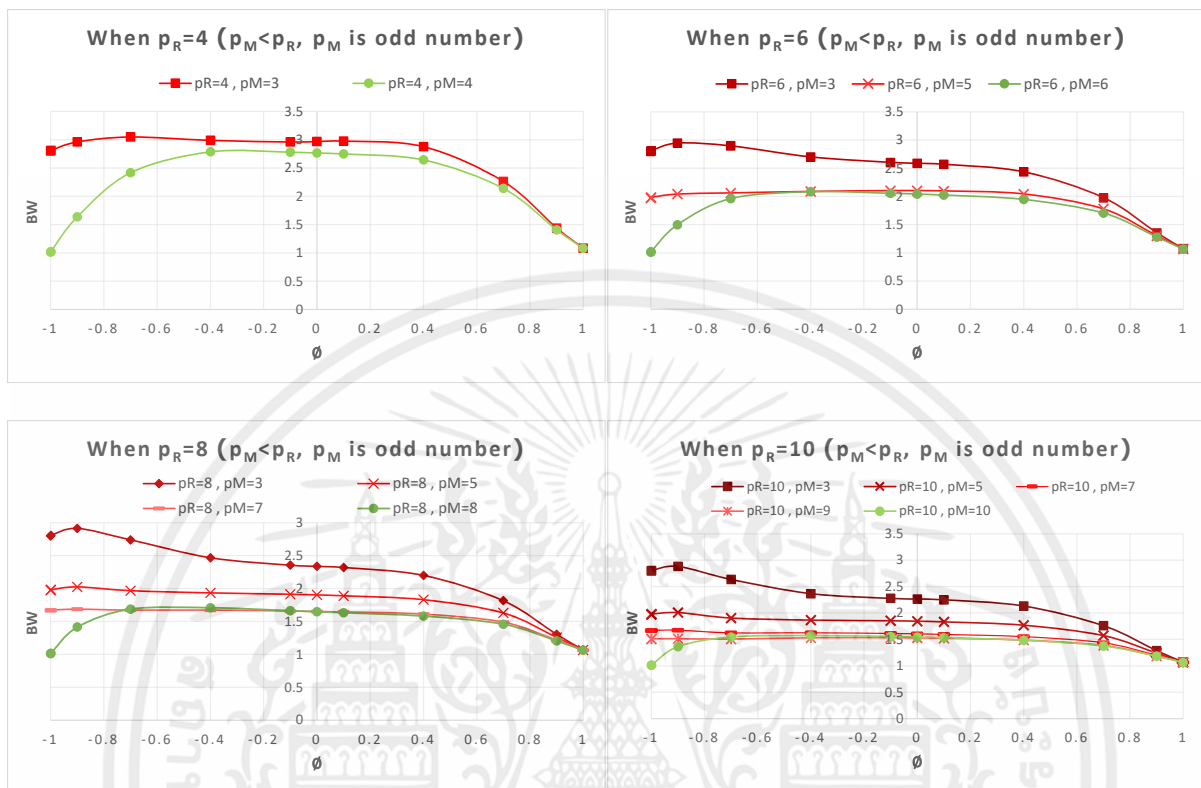
1. ในการพยากรณ์แบบถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่ เมื่อใช้ $p_M = p_R =$ เลขคู่หลายๆ เป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบ และถ้าหากมีการเปลี่ยนแปลงโดยการลดค่า p_M เป็นเลขคู่ จะส่งผลกระทบต่อค่าบูลิพอฟเฟคดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 ค่าบูลิพอฟเฟคกรณีผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีการพยากรณ์แบบ MA เมื่อ $p_R =$ เลขคู่ และมีการลดค่า p_M เป็นเลขคู่

จากรูปที่ 4.3 จะเห็นได้ว่า เมื่อผู้ค้าปลีกใช้จำนวนข้อมูลในอดีตในการคำนวณเป็นเลขคู่ และผู้ผลิตมีการใช้จำนวนข้อมูลในอดีตที่มีค่าน้อยกว่าผู้ค้าปลีก ($p_M < p_R$) เป็นเลขคู่ จะส่งผลให้ค่าบูลิพอฟเฟคเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับกรณีที่ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้จำนวนข้อมูลในอดีตเท่ากัน ($p_R = p_M$)

2. ในการพยากรณ์แบบถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่ เมื่อใช้ $p_M = p_R =$ เลขคู่หลายๆ เป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบ และถ้าหากมีการเปลี่ยนแปลงโดยการลดค่า p_M เป็นเลขคี่ จะส่งผลกระทบต่อค่าบูลิวิเอฟเฟคดังรูปที่ 4.4

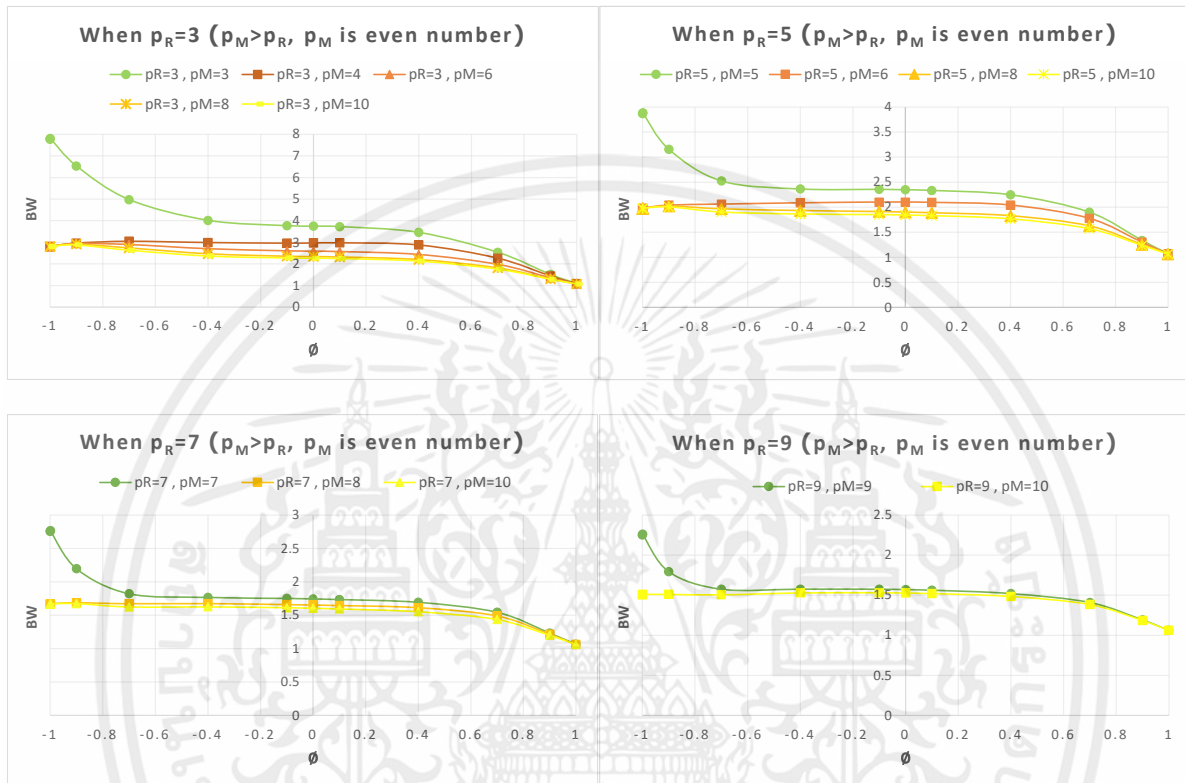


รูปที่ 4.4 ค่าบูลิวิเอฟเฟคกรณีผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีการพยากรณ์แบบ MA เมื่อ $p_R =$ เลขคู่ และมีการลดค่า p_M เป็นเลขคี่

จากรูปที่ 4.4 จะเห็นได้ว่า เมื่อผู้ค้าปลีกใช้จำนวนข้อมูลในอดีตในการคำนวณเป็นเลขคู่ และผู้ผลิตมีการใช้จำนวนข้อมูลในอดีตที่มีค่าน้อยกว่าผู้ค้าปลีก ($p_M < p_R$) เป็นเลขคี่ จะส่งผลให้ค่าบูลิวิเอฟเฟคเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับกรณีที่ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้จำนวนข้อมูลในอดีตเท่ากัน ($p_R = p_M$)

การวิเคราะห์แบบที่ 3 (เกณฑ์คือ $p_M = p_R =$ เลขคี่น้อย ๆ และมีการเพิ่มค่า p_M)

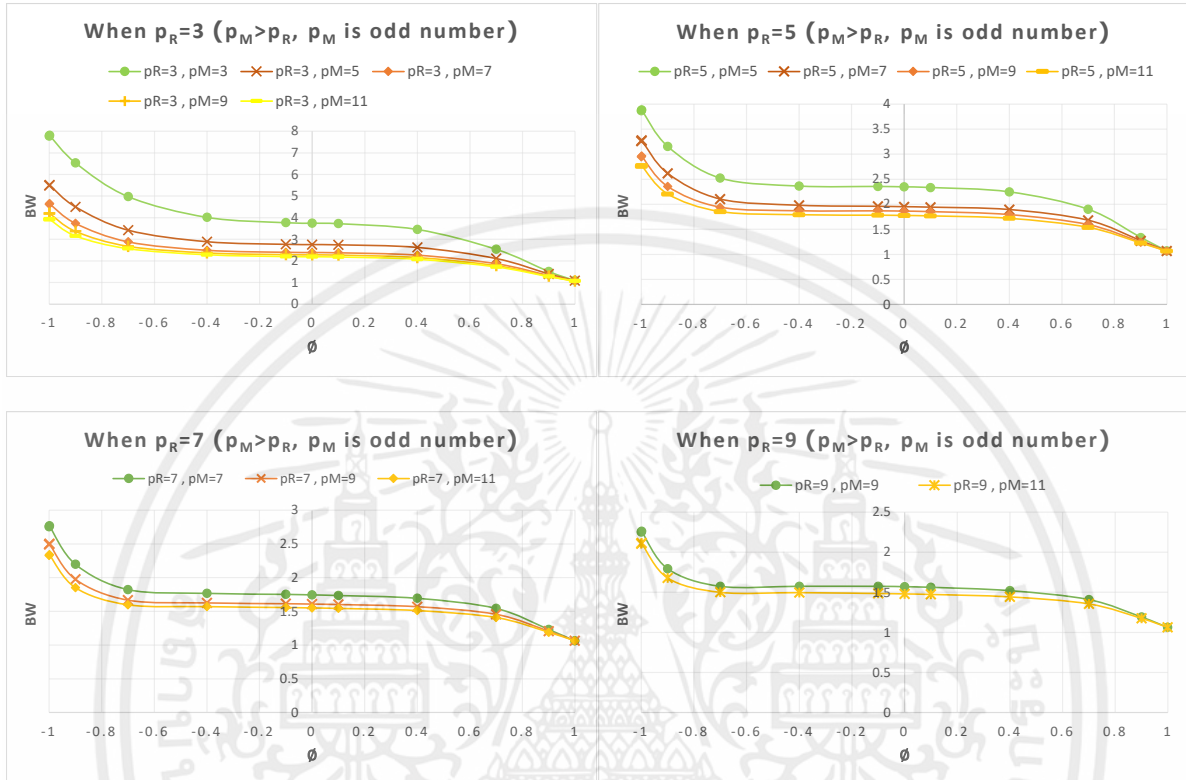
1. ในการพยากรณ์แบบถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่ เมื่อใช้ $p_M = p_R =$ เลขคี่น้อย ๆ เป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบ และถ้าหากมีการเปลี่ยนแปลงโดยการเพิ่มค่า p_M เป็นเลขคู่ จะส่งผลกระทบต่อค่าบูลิวิเอฟเฟค ดังรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 ค่าบูลิวิเอฟเฟคกรณีผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีการพยากรณ์แบบ MA เมื่อ $p_R =$ เลขคี่ และมีการเพิ่มค่า p_M เป็นเลขคู่

จากรูปที่ 4.5 จะเห็นได้ว่า เมื่อผู้ค้าปลีกใช้จำนวนข้อมูลในอดีตในการคำนวณเป็นเลขคี่ และผู้ผลิตมีการใช้จำนวนข้อมูลในอดีตที่มีค่ามากกว่าผู้ค้าปลีก ($p_M > p_R$) เป็นเลขคู่ จะส่งผลให้ค่าบูลิวิเอฟเฟคลดลงเมื่อเทียบกับกรณีที่ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้จำนวนข้อมูลในอดีตเท่ากัน ($p_R = p_M$)

2. ในการพยากรณ์แบบถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่ เมื่อใช้ $p_M = p_R =$ เลขคี่น้อยๆ เป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบ และถ้าหากมีการเปลี่ยนแปลงโดยการเพิ่มค่า p_M เป็นเลขคี่ จะส่งผลกระทบต่อค่าบูลิเบคคาลดังรูปที่ 4.6

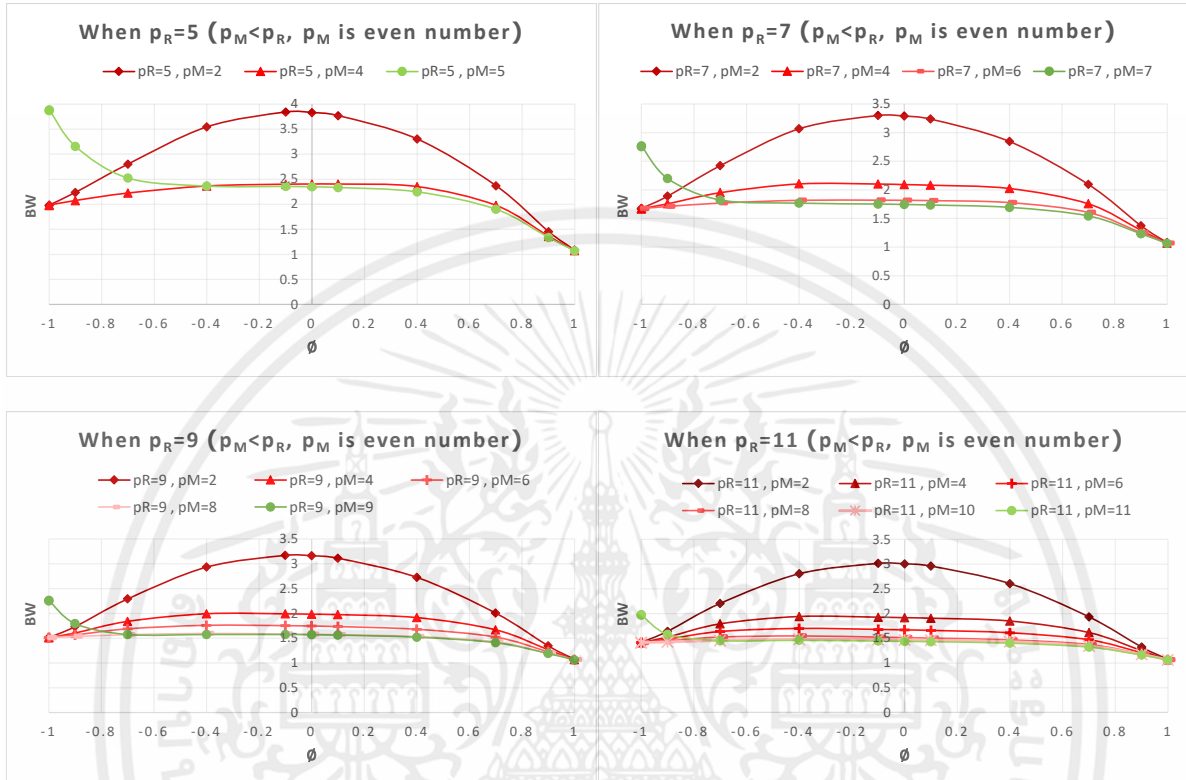


รูปที่ 4.6 ค่าบูลิเบคคาลกรณีผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีการพยากรณ์แบบ MA เมื่อ $p_R =$ เลขคี่ และมีการเพิ่มค่า p_M เป็นเลขคี่

จากรูปที่ 4.6 จะเห็นได้ว่า เมื่อผู้ค้าปลีกใช้จำนวนข้อมูลในอดีตในการคำนวณเป็นเลขคี่ และผู้ผลิตมีการใช้จำนวนข้อมูลในอดีตที่มีค่ามากกว่าผู้ค้าปลีก ($p_M > p_R$) เป็นเลขคี่ จะส่งผลให้ค่าบูลิเบคคาลลดลงเมื่อเทียบกับกรณีที่ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้จำนวนข้อมูลในอดีตเท่ากัน ($p_R = p_M$)

การวิเคราะห์แบบที่ 4 (เกณฑ์คือ $p_M = p_R =$ เลขคี่มาก ๆ และมีการลดค่า p_M)

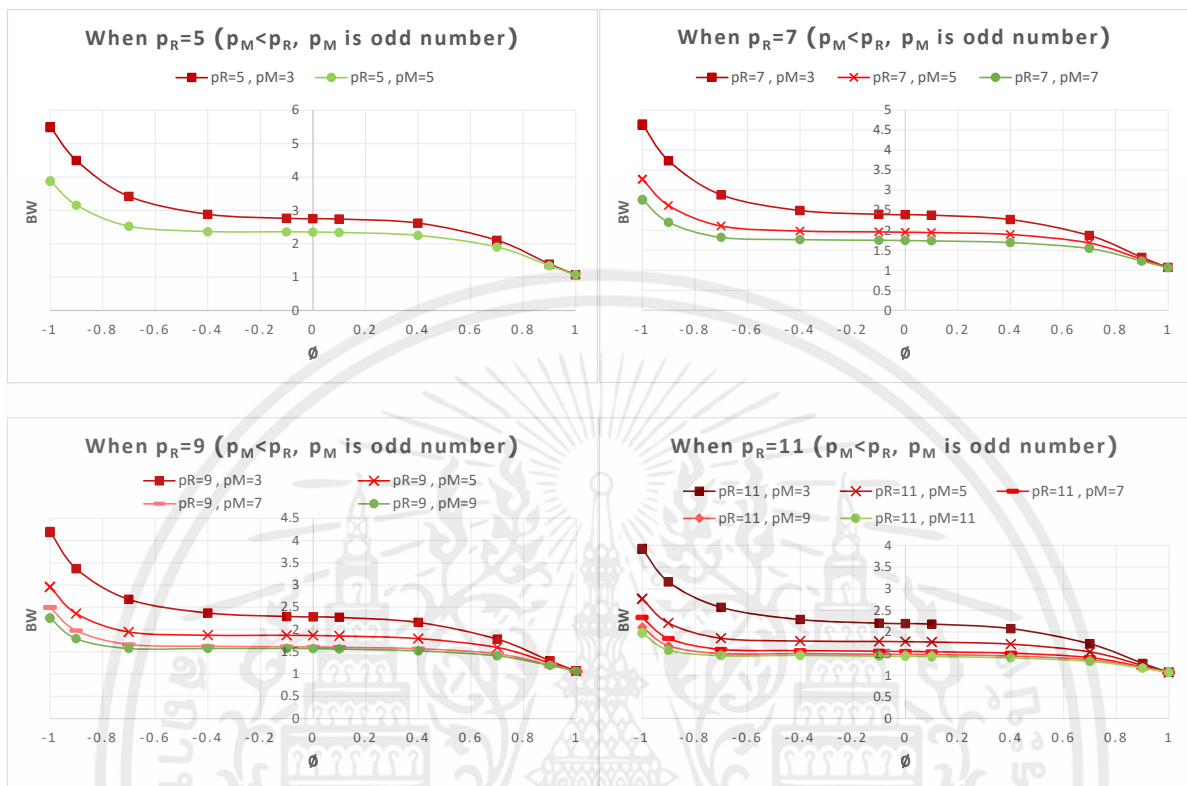
1. ในการพยากรณ์แบบถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่ เมื่อใช้ $p_M = p_R =$ เลขคี่มากมาย เป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบ และถ้าหากมีการเปลี่ยนแปลงโดยการลดค่า p_M เป็นเลขคู่ จะส่งผลกระทบต่อค่าบูลิวิเฟคดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 ค่าบูลิวิเฟคกรณีผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีการพยากรณ์แบบ MA เมื่อ $p_R =$ เลขคี่ และมีการลดค่า p_M เป็นเลขคู่

จากรูปที่ 4.7 จะเห็นได้ว่า เมื่อผู้ค้าปลีกใช้จำนวนข้อมูลในอดีตในการคำนวณเป็นเลขคี่ และผู้ผลิตมีการใช้จำนวนข้อมูลในอดีตที่มีค่าน้อยกว่าผู้ค้าปลีก ($p_M < p_R$) เป็นเลขคู่ จะส่งผลให้ค่าบูลิวิเฟคเพิ่มขึ้น ยกเว้นเมื่อค่า ϕ เข้าใกล้ -1 จะส่งผลให้ค่าบูลิวิเฟคลดลงเมื่อเทียบกับกรณีที่ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้จำนวนข้อมูลในอดีตเท่ากัน ($p_R = p_M$)

2. ในการพยากรณ์แบบถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่ เมื่อใช้ $p_M = p_R =$ เลขคี่หลายๆ เป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบ และถ้าหากมีการเปลี่ยนแปลงโดยการลดค่า p_M เป็นเลขคี่ จะส่งผลกระทบต่อค่าบูลิพอฟเฟคดังรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 ค่าบูลิพอฟเฟคกรณีผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีการพยากรณ์แบบ MA เมื่อ $p_R =$ เลขคี่ และมีการลดค่า p_M เป็นเลขคี่

จากรูปที่ 4.8 จะเห็นได้ว่า เมื่อผู้ค้าปลีกใช้จำนวนข้อมูลในอดีตในการคำนวณเป็นเลขคี่ และผู้ผลิตมีการใช้จำนวนข้อมูลในอดีตที่มีค่าน้อยกว่าผู้ค้าปลีก ($p_M < p_R$) เป็นเลขคี่ จะส่งผลให้ค่าบูลิพอฟเฟคเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับกรณีที่ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้จำนวนข้อมูลในอดีตเท่ากัน ($p_R = p_M$)

4.1.2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าบูลิปีเอฟเฟคและค่าความคลาดเคลื่อน เมื่อผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีการพยากรณ์แบบถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่ กรณี $p_R \neq p_M$

ในหัวข้อนี้จะเป็นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าบูลิปีเอฟเฟคและค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ความต้องการสินค้าในกรณีที่ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่ (MA) ในการพยากรณ์และใช้จำนวนข้อมูลในอดีตในการคำนวณต่างกัน ($p_R \neq p_M$) ภายใต้โครงสร้างห่วงโซ่อุปทาน 3 ระดับ โดยในงานวิจัยนี้จะใช้ดัชนีวัดความคลาดเคลื่อนทั้งหมด 3 วิธี ได้แก่ วิธีวัดค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) วิธีวัดค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ (MAD) และวิธีวัดค่าเฉลี่ยสเกลความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ (MASE)

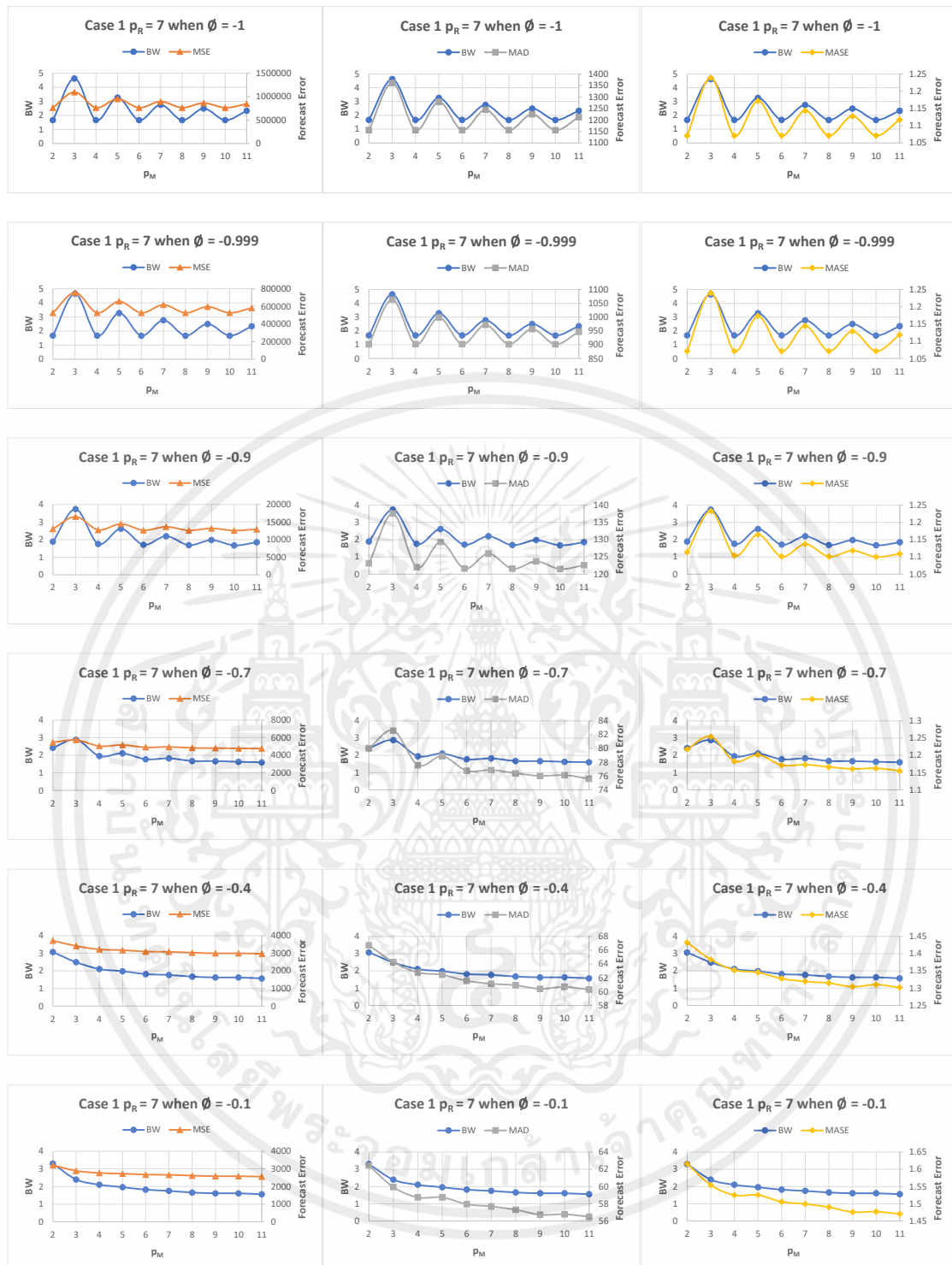
เนื่องจากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าบูลิปีเอฟเฟคและค่าความคลาดเคลื่อนของ p_R ในแต่ละค่านั้นมีรูปแบบพฤติกรรมที่คล้ายคลึงกัน ดังนั้นในหัวข้อนี้จึงขอยกตัวอย่างมา 1 ตัวอย่างเพื่อศึกษาความสัมพันธ์คือ กรณีที่ 1 ($p_R \neq p_M$) เมื่อ $p_R = 7$ ดังแสดงในตารางที่ 4.3 และสามารถดูกรณีที่ p_R เป็นค่าอื่น ๆ เพิ่มเติมได้ที่ภาคผนวก ข

1. ความสัมพันธ์ระหว่างค่าบูลิปีเอฟเฟคและค่าความคลาดเคลื่อน ภายใต้โครงสร้างห่วงโซ่อุปทาน 3 ระดับ .ในกรณีที่ 1 เมื่อ $p_R = 7$ และพารามิเตอร์ของตัวแบบออเทอรีเกรสชันเป็นลบ ($\phi < 0$) จะแสดงดังรูปที่ 4.9 โดยเห็นได้ว่า ความสัมพันธ์ระหว่างค่าบูลิปีเอฟเฟค (BW) และค่าความคลาดเคลื่อน พฤติกรรมจะมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน ซึ่งกราฟจะมีพฤติกรรมคล้ายกับกรณีที่ 1 เมื่อ $p_R = p_M = p$

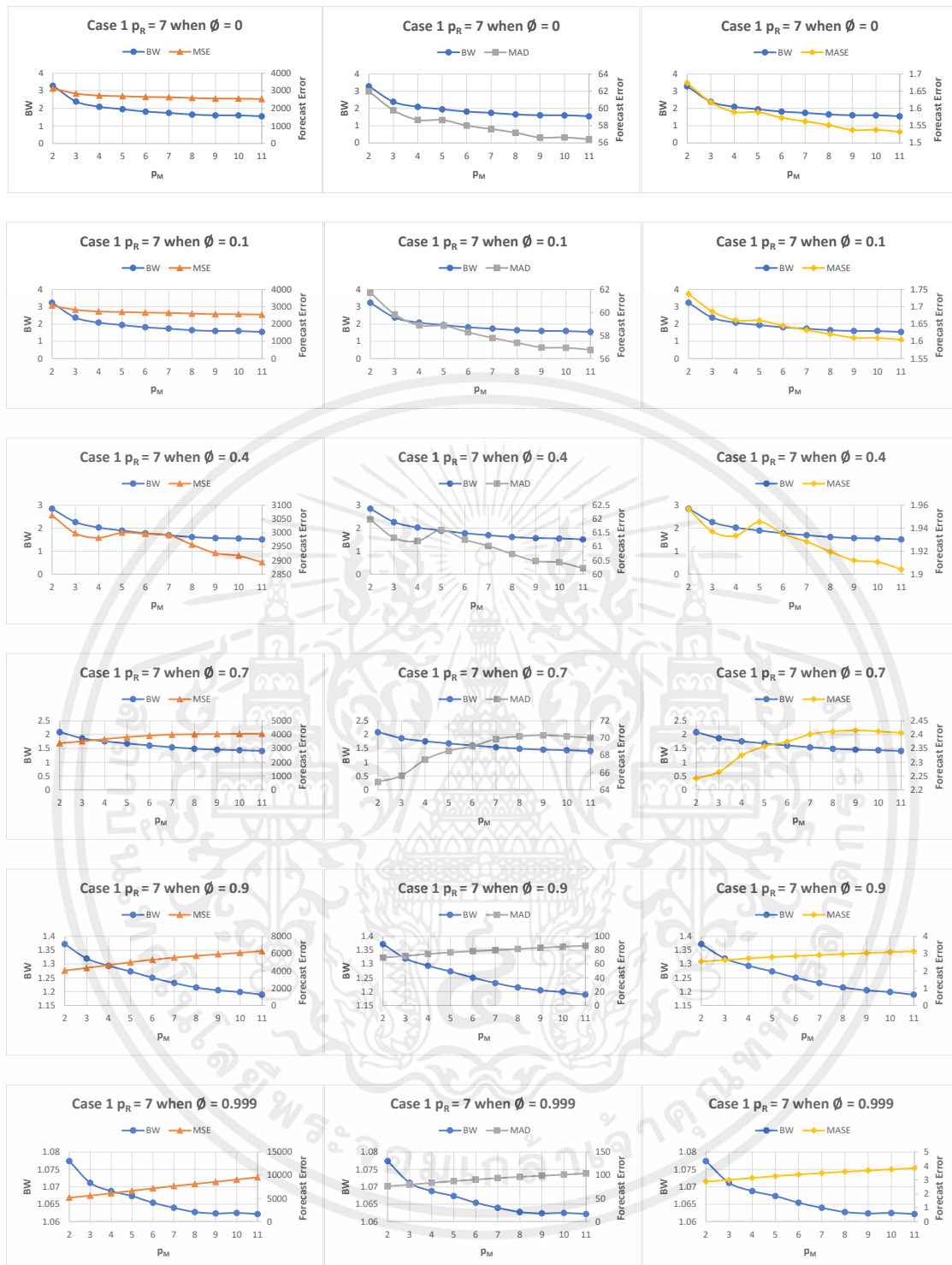
2. ความสัมพันธ์ระหว่างค่าบูลิปีเอฟเฟคและค่าความคลาดเคลื่อน ภายใต้โครงสร้างห่วงโซ่อุปทาน 3 ระดับ ในกรณีที่ 1 เมื่อ $p_R = 7$ และพารามิเตอร์ของตัวแบบออเทอรีเกรสชันเป็นศูนย์และบวก ($\phi \geq 0$) จะแสดงดังรูปที่ 4.10 โดยเห็นได้ว่า ส่วนใหญ่พฤติกรรมจะมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน แต่เมื่อค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบออเทอรีเกรสชัน (ϕ) เข้าใกล้ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าบูลิปีเอฟเฟค (BW) และค่าความคลาดเคลื่อนจะมีพฤติกรรมสวนทางกัน ซึ่งกราฟจะมีพฤติกรรมคล้ายกับกรณีที่ 1 เมื่อ $p_R = p_M = p$

ตารางที่ 4.3 ค่าบูลิโอฟและค่าความคลาดเคลื่อนของกรณีที่ 1 ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิต
ใช้วิธีการพยากรณ์แบบ MA เมื่อ $p_R = 7$

Case 1: BW 3-stage (MA) and Forecast Errors When $p_R = 7$												
p_M	$\emptyset = -1$				$\emptyset = -0.999$				$\emptyset = -0.9$			
	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE
2	1.668159	763391.4	1155.425	1.071242	1.675837	526993.6	901.6808	1.071365	1.889018	13048.27	123.1248	1.11344
3	4.625409	1095451	1361.05	1.238967	4.647294	756609.4	1063.229	1.239995	3.734186	16507.61	137.5489	1.232386
4	1.666658	763232.9	1155.501	1.071304	1.673497	526809.8	901.7564	1.071444	1.756582	12737.4	121.9872	1.104058
5	3.263877	951085.9	1279.23	1.172228	3.2797	656806.2	999.2335	1.173194	2.618527	14447.58	129.3197	1.164525
6	1.665817	763181.1	1155.504	1.071306	1.672293	526751.6	901.7581	1.071446	1.708495	12644.18	121.6138	1.10098
7	2.753615	893937.1	1244.221	1.143671	2.767271	617309.1	971.8641	1.144625	2.197219	13631.23	125.984	1.137018
8	1.664813	763060.9	1155.415	1.071233	1.670957	526647.1	901.6681	1.071352	1.685975	12600.44	121.5866	1.100755
9	2.489188	863436.3	1224.81	1.127838	2.501832	596241.8	956.6981	1.128794	1.974146	13175.35	123.7079	1.118248
10	1.664163	762952.3	1155.337	1.07117	1.670104	526550	901.5895	1.07127	1.673707	12564.78	121.4859	1.099925
11	2.327999	844497.4	1212.461	1.117765	2.34011	583166.3	947.0504	1.118723	1.850054	12929.03	122.5876	1.109009
p_M	$\emptyset = -0.7$				$\emptyset = -0.4$				$\emptyset = -0.1$			
	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE
2	2.421373	5467.237	80.02029	1.217775	3.067155	3715.349	66.71309	1.432394	3.299161	3206.815	62.42889	1.615426
3	2.881229	5729.447	82.59089	1.254365	2.491151	3410.186	64.26834	1.382797	2.397174	2888.978	59.92441	1.554119
4	1.951413	5042.917	77.56954	1.182891	2.104933	3218.435	62.76991	1.352399	2.102594	2762.032	58.737	1.525053
5	2.104604	5162.697	78.87525	1.201476	1.980331	3177.513	62.43383	1.345581	1.959378	2726.777	58.74779	1.525317
6	1.768281	4905.602	76.76028	1.171371	1.816338	3095.755	61.5552	1.327756	1.819064	2674.979	57.94602	1.505691
7	1.821965	4947.733	76.86448	1.172855	1.766633	3081.321	61.14254	1.319384	1.751772	2659.787	57.69212	1.499475
8	1.671436	4833.718	76.4008	1.166255	1.672863	3033.01	60.91293	1.314726	1.657804	2615.165	57.31012	1.490125
9	1.665087	4811.136	76.00696	1.160649	1.624227	2993.395	60.39747	1.304269	1.612675	2580.645	56.73394	1.47602
10	1.623925	4783.723	76.12522	1.162332	1.62469	2996.721	60.69129	1.31023	1.612338	2581.721	56.782	1.477197
11	1.596363	4760.7	75.60357	1.154907	1.569183	2968.768	60.28582	1.302004	1.555736	2555.642	56.50467	1.470408
p_M	$\emptyset = 0$				$\emptyset = 0.1$				$\emptyset = 0.4$			
	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE
2	3.288215	3122.657	61.98481	1.674121	3.236188	3066.857	61.73425	1.73697	2.845067	3063.072	61.98183	1.956706
3	2.386523	2838.806	59.79065	1.618157	2.374905	2827.533	59.83752	1.686614	2.265838	2997.84	61.31965	1.937013
4	2.092727	2723.295	58.67271	1.589644	2.08234	2726.788	58.88395	1.661298	2.024693	2982.171	61.20023	1.933461
5	1.951372	2692.423	58.65839	1.589278	1.9422	2701.751	58.8484	1.660354	1.894674	3000.35	61.60256	1.945426
6	1.816311	2647.906	58.01928	1.572977	1.811749	2664.392	58.28203	1.645318	1.777158	2996.297	61.24944	1.934925
7	1.743848	2632.351	57.61158	1.562579	1.734749	2648.945	57.7859	1.632147	1.693322	2991.863	61.0233	1.928199
8	1.650943	2588.351	57.18577	1.551718	1.643564	2605.752	57.36444	1.620957	1.61137	2957.004	60.73156	1.919523
9	1.606944	2554.69	56.61971	1.537281	1.600197	2572.557	56.96361	1.610316	1.568086	2926.365	60.47796	1.911981
10	1.603872	2553.662	56.65255	1.538118	1.593893	2569.108	56.93409	1.609532	1.55159	2916.689	60.42983	1.91055
11	1.549485	2528.063	56.40863	1.531897	1.542451	2543.869	56.75134	1.60468	1.510614	2893.1	60.21726	1.904228
p_M	$\emptyset = 0.7$				$\emptyset = 0.9$				$\emptyset = 0.999$			
	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE
2	2.094248	3378.564	64.91831	2.241459	1.371961	4032.537	69.32344	2.54773	1.07741	5153.643	76.31911	2.876228
3	1.868162	3522.071	65.64056	2.264734	1.320029	4337.685	71.74868	2.630746	1.071136	5602.43	79.84438	2.999422
4	1.756779	3673.688	67.51068	2.325	1.293533	4666.406	74.57553	2.72751	1.068771	6106.493	83.74256	3.135647
5	1.681295	3822.046	68.51901	2.357494	1.273104	4998.398	76.80894	2.80396	1.067325	6640.501	87.42702	3.264404
6	1.605392	3925.993	69.05454	2.374752	1.25034	5289.466	78.63054	2.866314	1.065424	7156.715	90.76627	3.381097
7	1.543698	3999.23	69.88106	2.401387	1.231079	5542.408	80.25389	2.921882	1.063955	7650.919	93.78878	3.486722
8	1.488854	4025.653	70.20384	2.411789	1.214942	5743.064	81.87971	2.977534	1.062738	8109.803	96.59689	3.584854
9	1.454885	4039.647	70.33106	2.415888	1.204707	5926.005	83.51654	3.033563	1.062335	8569.694	98.95517	3.667266
10	1.435558	4060.684	70.19821	2.411607	1.198415	6110.532	85.14968	3.089466	1.062482	9049.498	101.3262	3.750124
11	1.407367	4069.352	70.04154	2.406558	1.188902	6282.687	86.46595	3.134522	1.062174	9536.164	103.9524	3.841898



รูปที่ 4.9 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าบูลิฟเฟคและค่าความคลาดเคลื่อนของกรณีที่ 1 ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้
วิธีการพยากรณ์แบบ MA และ $p_R = 7$ เมื่อ $\phi < 0$



รูปที่ 4.10 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าบูลิพเฟคและค่าความคลาดเคลื่อนของกรณีที่ 1 ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิต
ใช้วิธีการพยากรณ์แบบ MA และ $p_R = 7$ เมื่อ $\phi \geq 0$

4.2 การวิเคราะห์พฤติกรรมบูลิวิเอฟเฟคและค่าความคลาดเคลื่อนสำหรับกรณีที่ 2

วิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล (ES) มีพารามิเตอร์ที่ส่งผลต่อค่าบูลิวิเอฟเฟค คือ ค่าคงที่การปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล (α) ซึ่งในหัวข้อนี้จะสนใจกรณีที่ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้ค่าคงที่การปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลในการคำนวณต่างกัน ($\alpha_R \neq \alpha_M$) และทำการวิเคราะห์ผลกระทบของพารามิเตอร์ที่มีต่อค่าบูลิวิเอฟเฟค รวมไปถึงศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าบูลิวิเอฟเฟคและค่าความคลาดเคลื่อนของกรณีนี้ด้วย

4.2.1 ผลกระทบของพารามิเตอร์ของวิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลต่อค่าบูลิวิเอฟเฟคภายใต้ห่วงโซ่อุปทาน 3 ระดับ กรณี $\alpha_R \neq \alpha_M$

ค่าพารามิเตอร์ของวิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล ที่ส่งผลต่อค่าบูลิวิเอฟเฟค คือ ค่าคงที่การปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล (α) ในกรณีที่ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้ค่าคงที่การปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลในการคำนวณต่างกัน ($\alpha_R \neq \alpha_M$) จะส่งผลกระทบต่อค่าบูลิวิเอฟเฟคภายใต้ห่วงโซ่อุปทานดังนี้

ตารางที่ 4.4 ค่าบูลิวิเอฟเฟคกรณีที่ 2 ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล

Case 2: BW 3-stage (ES)											
$\theta = -1$	$\alpha_M \backslash \alpha_R$	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
	0.1	1.503594	1.838612	2.252884	2.769213	3.418739	4.244782	5.308885	6.700624	8.554075	11.07663
	0.2	1.838612	2.248286	2.754878	3.386273	4.180549	5.19068	6.491926	8.193823	10.46033	13.54505
	0.3	2.252884	2.754878	3.375636	4.149326	5.122608	6.360394	7.954904	10.04036	12.81768	16.59762
	0.4	2.769213	3.386273	4.149326	5.100373	6.29677	7.81831	9.778356	12.3419	15.75592	20.40242
	0.5	3.418739	4.180549	5.122608	6.29677	7.77385	9.652361	12.07226	15.23727	19.45228	25.18896
	0.6	4.244782	5.19068	6.360394	7.81831	9.652361	11.98487	14.98963	18.91958	24.15335	31.27657
	0.7	5.308885	6.491926	7.954904	9.778356	12.07226	14.98963	18.74782	23.66324	30.20943	39.11891
	0.8	6.700624	8.193823	10.04036	12.3419	15.23727	18.91958	23.66324	29.86759	38.1304	49.3763
	0.9	8.554075	10.46033	12.81768	15.75592	19.45228	24.15335	30.20943	38.1304	48.67945	63.0371
	1	11.07663	13.54505	16.59762	20.40242	25.18896	31.27657	39.11891	49.3763	63.0371	81.63015
$\theta = -0.999$	$\alpha_M \backslash \alpha_R$	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
	0.1	1.509562	1.84591	2.261833	2.780229	3.432369	4.26176	5.330218	6.727721	8.588966	11.12234
	0.2	1.84591	2.257215	2.76583	3.399759	4.197241	5.211479	6.518064	8.22703	10.50309	13.60108
	0.3	2.261833	2.76583	3.389077	4.165883	5.14311	6.385949	7.987032	10.08119	12.87028	16.66655
	0.4	2.780229	3.399759	4.165883	5.12078	6.322051	7.849838	9.818011	12.39232	15.82089	20.48758
	0.5	3.432369	4.197241	5.14311	6.322051	7.805186	9.691462	12.12147	15.29986	19.53298	25.29479
	0.6	4.26176	5.211479	6.385949	7.849838	9.691462	12.03369	15.0511	18.99783	24.25429	31.40902
	0.7	5.330218	6.518064	7.987032	9.818011	12.12147	15.0511	18.82529	23.7619	30.33679	39.28614
	0.8	6.727721	8.22703	10.08119	12.39232	15.29986	18.99783	23.7619	29.99334	38.29286	49.58977
	0.9	8.588966	10.50309	12.87028	15.82089	19.53298	24.25429	30.33679	38.29286	48.8895	63.31333
	1	11.12234	13.60108	16.66655	20.48758	25.29479	31.40902	39.28614	49.58977	63.31333	81.9937
$\theta = -0.9$	$\alpha_M \backslash \alpha_R$	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
	0.1	1.488342	1.816727	2.220129	2.719237	3.342065	4.127172	5.128643	6.424063	8.127719	10.4133
	0.2	1.816727	2.218033	2.711137	3.321316	4.082813	5.042774	6.267332	7.851361	9.934624	12.72953
	0.3	2.220129	2.711137	3.314717	4.061819	4.994386	6.170173	7.670208	9.610741	12.16304	15.58739
	0.4	2.719237	3.321316	4.061819	4.978786	6.123762	7.567722	9.410251	11.79424	14.9302	19.13814
	0.5	3.342065	4.082813	4.994386	6.123762	7.534572	9.314423	11.58623	14.52639	18.39481	23.58657
	0.6	4.127172	5.042774	6.170173	7.567722	9.314423	11.51902	14.3341	17.97862	22.7753	29.21469
	0.7	5.128643	6.267332	7.670208	9.410251	11.58623	14.3341	17.84459	22.39149	28.37833	36.41862
	0.8	6.424063	7.851361	9.610741	11.79424	14.52639	17.97862	22.39149	28.11033	35.64426	45.76743
	0.9	8.127719	9.934624	12.16304	14.9302	18.39481	22.7753	28.37833	35.64426	45.22247	58.1007
	1	10.4133	12.72953	15.58739	19.13814	23.58657	29.21469	36.41862	45.76743	58.1007	74.69589

ตารางที่ 4.4 ค่าบูลิวิปเอฟเฟคกรณีผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล (ต่อ)

Case 2: BW 3-stage (ES)											
$\Phi = -0.7$	α_M	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
	α_R	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
	0.1	1.489313	1.810826	2.200238	2.674549	3.256318	3.975885	4.874644	6.010141	7.464337	9.357387
	0.2	1.810826	2.203155	2.678706	3.258188	3.969139	4.848631	5.947257	7.335372	9.113192	11.42764
	0.3	2.200237	2.678706	3.259408	3.967639	4.837079	5.913095	7.257629	8.95685	11.13353	13.96768
	0.4	2.674549	3.258188	3.967639	4.833969	5.898521	7.216991	8.865441	10.94971	13.62066	17.09952
	0.5	3.256318	3.969139	4.837079	5.898521	7.204483	8.823642	10.8498	13.41351	16.70092	20.98507
	0.6	3.975885	4.848631	5.913095	7.216991	8.823642	10.81822	13.31704	16.48205	20.54417	25.8423
	0.7	4.874644	5.947257	7.257629	8.865441	10.8498	13.31704	16.41239	20.33809	25.38264	31.96957
	0.8	6.010141	7.335372	8.95685	10.94971	13.41351	16.48205	20.33809	25.23629	31.54019	39.78364
	0.9	7.464337	9.113192	11.13353	13.62066	16.70092	20.54417	25.38264	31.54019	39.47951	49.88063
	1	9.357387	11.42764	13.96768	17.09952	20.98507	25.8423	31.96957	39.78364	49.88063	63.13762
$\Phi = -0.4$	α_M	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
	α_R	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
	0.1	1.497534	1.807753	2.17409	2.608369	3.125857	3.746507	4.496521	5.410787	6.536883	7.941758
	0.2	1.807753	2.185297	2.631941	3.161954	3.793906	4.552123	5.468595	6.585948	7.962342	9.679628
	0.3	2.17409	2.631941	3.175155	3.821038	4.592203	5.518339	6.638539	8.004958	9.688806	11.79034
	0.4	2.608369	3.161954	3.821038	4.606844	5.547077	6.678102	8.04784	9.720285	11.78288	14.35882
	0.5	3.125857	3.793906	4.592203	5.547077	6.692742	8.074006	9.749904	11.79931	14.3301	17.49428
	0.6	3.746507	4.552123	5.518339	6.678102	8.074006	9.76166	11.81426	14.32964	17.44164	21.33902
	0.7	4.496521	5.468595	6.638539	8.04784	9.749904	11.81426	14.33236	17.42645	21.26389	26.08075
	0.8	5.410786	6.585948	8.004958	9.720285	11.79931	14.32964	17.42645	21.24384	25.99293	31.97169
	0.9	6.536883	7.962342	9.688806	11.78288	14.3301	17.44164	21.26389	25.99293	31.89782	39.35862
	1	7.941758	9.679628	11.79034	14.35882	17.49428	21.33902	26.08075	31.97169	39.35862	48.73221
$\Phi = -0.1$	α_M	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
	α_R	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
	0.1	1.479229	1.767291	2.095584	2.470981	2.902369	3.40135	3.982828	4.666018	5.476344	6.448842
	0.2	1.767291	2.116538	2.515893	2.973429	3.49983	4.109158	4.819544	5.654424	6.644849	7.83364
	0.3	2.095584	2.515893	2.999043	3.554599	4.195406	4.938479	5.80586	6.826129	8.037247	9.49163
	0.4	2.470981	2.973429	3.554599	4.226171	5.003781	5.90813	6.966091	8.212614	9.694234	11.47531
	0.5	2.902369	3.49983	4.195406	5.003781	5.94432	7.042475	8.331248	9.853629	11.66696	13.85067
	0.6	3.40135	4.109158	4.938479	5.90813	7.042475	8.373198	9.941245	11.79995	14.02052	16.70167
	0.7	3.982828	4.819544	5.80586	6.966091	8.331248	9.941245	11.84745	14.11671	16.83835	20.13619
	0.8	4.666018	5.654424	6.826129	8.212614	9.853629	11.79995	14.11671	16.88868	20.22914	24.2951
	0.9	5.476344	6.644849	8.037247	9.694234	11.66696	14.02052	16.83835	20.22914	24.33828	29.36739
	1	6.448842	7.83364	9.49163	11.47531	13.85067	16.70167	20.13619	24.2951	29.36739	35.61532
$\Phi = 0$	α_M	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
	α_R	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
	0.1	1.469808	1.748033	2.060207	2.411773	2.809898	3.26407	3.786474	4.392705	5.10324	5.946177
	0.2	1.748033	2.084783	2.464155	2.892407	3.378084	3.932636	4.570853	5.311728	6.180253	7.210759
	0.3	2.060207	2.464155	2.922118	3.441369	4.032075	4.708006	5.487067	6.392367	7.454416	8.715216
	0.4	2.411773	2.892407	3.441369	4.067492	4.783072	5.604769	6.554319	7.6599	8.958852	10.5027
	0.5	2.809898	3.378084	4.032075	4.783072	5.64631	6.642207	7.797375	9.14639	10.7352	12.62735
	0.6	3.26407	3.932636	4.708006	5.604769	6.642207	7.845753	9.248384	10.89295	12.83647	15.1579
	0.7	3.786474	4.570853	5.487067	6.554319	7.797375	9.248384	10.94876	12.95224	15.33039	18.18231
	0.8	4.392705	5.311728	6.392367	7.6599	9.14639	10.89295	12.95224	15.39256	18.30481	21.81485
	0.9	5.10324	6.180253	7.454416	8.958852	10.7352	12.83647	15.33039	18.30481	21.87673	26.20815
	1	5.946177	7.210759	8.715216	10.5027	12.62735	15.1579	18.18231	21.81485	26.20815	31.57357
$\Phi = 0.1$	α_M	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
	α_R	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
	0.1	1.458715	1.72557	2.019557	2.344894	2.70731	3.114569	3.576673	4.106323	4.720052	5.440428
	0.2	1.72557	2.047916	2.404773	2.800825	3.242812	3.740049	4.304633	4.952	5.702308	6.583119
	0.3	2.019557	2.404773	2.834476	3.313917	3.850984	4.456772	5.145834	5.936887	6.854487	7.93232
	0.4	2.344894	2.800825	3.313917	3.890463	4.539896	5.275509	6.114849	7.080633	8.202834	9.52272
	0.5	2.70731	3.242812	3.850984	4.539896	5.321206	6.21111	7.230966	8.40853	9.780588	11.39796
	0.6	3.114569	3.740049	4.456772	5.275509	6.21111	7.283719	8.519716	9.9534	11.63034	13.61362
	0.7	3.576673	4.304633	5.145834	6.114849	7.230966	8.519716	10.01422	11.75746	13.80659	16.24077
	0.8	4.106324	4.952	5.936887	7.080633	8.40853	9.9534	11.75746	13.87539	16.37985	19.37148
	0.9	4.720052	5.702308	6.854487	8.202834	9.780588	11.63034	13.80659	16.37985	19.44389	23.12842
	1	5.440428	6.583119	7.93232	9.52272	11.39796	13.61362	16.24077	19.37148	23.12842	27.68132

ตารางที่ 4.4 ค่าบูลิปีเอฟเฟคกรณีผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล (ต่อ)

Case 2: BW 3-stage (ES)											
$\Phi = 0.4$	$\alpha_R \backslash \alpha_M$	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
	0.1	1.40866	1.628379	1.852102	2.082575	2.323472	2.579851	2.857973	3.16528	3.510831	3.906403
	0.2	1.628379	1.891539	2.161795	2.441666	2.735203	3.048296	3.388392	3.764437	4.187411	4.671653
	0.3	1.852102	2.161795	2.483978	2.820751	3.176381	3.557521	3.972843	4.432971	4.951118	5.5447
	0.4	2.082575	2.441666	2.820751	3.221794	3.649372	4.110966	4.616591	5.178784	5.813397	6.541566
	0.5	2.323472	2.735203	3.176381	3.649372	4.159429	4.715139	5.328166	6.013362	6.789812	7.683257
	0.6	2.579851	3.048296	3.557521	4.110966	4.715139	5.38027	6.120231	6.952872	7.901409	8.997463
	0.7	2.857973	3.388392	3.972843	4.616591	5.328166	6.120231	7.009748	8.01862	9.175549	10.51989
	0.8	3.16528	3.764437	4.432971	5.178784	6.013362	6.952872	8.01862	9.238102	10.6475	12.29658
	0.9	3.510831	4.187411	4.951118	5.813397	6.789812	7.901409	9.175549	10.6475	12.36377	14.38844
	1	3.906403	4.671653	5.5447	6.541566	7.683257	8.997463	10.51989	12.29658	14.38844	16.87944
$\Phi = 0.7$	$\alpha_R \backslash \alpha_M$	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
	0.1	1.292665	1.429223	1.54983	1.660963	1.767213	1.872883	1.9822	2.099359	2.228752	2.375449
	0.2	1.429223	1.590671	1.735504	1.87019	1.999753	2.129139	2.26331	2.407259	2.566267	2.746481
	0.3	1.54983	1.735504	1.905868	2.066883	2.223653	2.381551	2.546185	2.723345	2.919277	3.141379
	0.4	1.660963	1.87019	2.066883	2.256542	2.444231	2.635628	2.836905	3.054648	3.296166	3.570302
	0.5	1.767213	1.999753	2.223653	2.444231	2.666605	2.896771	3.141486	3.408203	3.705446	4.043794
	0.6	1.872883	2.129139	2.381551	2.635628	2.896771	3.171459	3.467183	3.792457	4.157308	4.574481
	0.7	1.9822	2.26331	2.546185	2.836905	3.141486	3.467183	3.822528	4.217455	4.663964	5.177627
	0.8	2.09936	2.407259	2.723345	3.054648	3.408203	3.792457	4.217455	4.695114	5.240138	5.871914
	0.9	2.228752	2.566267	2.919277	3.296166	3.705446	4.157308	4.663964	5.240138	5.904307	6.681121
	1	2.375449	2.746481	3.141379	3.570302	4.043794	4.574481	5.177627	5.871914	6.681121	7.637272
$\Phi = 0.9$	$\alpha_R \backslash \alpha_M$	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
	0.1	1.137765	1.180716	1.213876	1.242613	1.268918	1.294282	1.320054	1.347498	1.377859	1.412502
	0.2	1.180717	1.231906	1.272403	1.307757	1.340253	1.371672	1.403633	1.437658	1.475254	1.518079
	0.3	1.213876	1.272403	1.320287	1.36288	1.402561	1.441295	1.480925	1.52322	1.569964	1.623147
	0.4	1.242613	1.307757	1.36288	1.413115	1.460837	1.508126	1.557005	1.609471	1.667598	1.733749
	0.5	1.268918	1.340253	1.402561	1.460837	1.517461	1.574601	1.634447	1.699229	1.771335	1.85357
	0.6	1.294282	1.371672	1.441295	1.508126	1.574601	1.643011	1.715732	1.795265	1.884376	1.986413
	0.7	1.320055	1.403633	1.480925	1.557005	1.634447	1.715732	1.803493	1.900584	2.01026	2.136571
	0.8	1.347498	1.437658	1.52322	1.609471	1.699229	1.795265	1.900584	2.018529	2.153022	2.30906
	0.9	1.377859	1.475254	1.569964	1.667598	1.771335	1.884376	2.01026	2.153022	2.317518	2.510055
	1	1.412502	1.518079	1.623147	1.733749	1.85357	1.986413	2.136571	2.30906	2.510055	2.747702
$\Phi = 0.999$	$\alpha_R \backslash \alpha_M$	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
	0.1	1.067366	1.066056	1.067183	1.069261	1.071788	1.074651	1.077886	1.081594	1.085909	1.091008
	0.2	1.066056	1.066171	1.068519	1.071677	1.075204	1.079038	1.08326	1.088015	1.093479	1.099875
	0.3	1.067183	1.068519	1.072081	1.076418	1.081106	1.086115	1.091566	1.09764	1.10456	1.112603
	0.4	1.069261	1.071677	1.076418	1.081992	1.087975	1.094356	1.101286	1.108982	1.117715	1.12782
	0.5	1.071788	1.075204	1.081106	1.087975	1.095387	1.103345	1.112025	1.121684	1.132641	1.145302
	0.6	1.074651	1.079038	1.086115	1.094356	1.103345	1.113103	1.123836	1.135843	1.149503	1.16531
	0.7	1.077886	1.08326	1.091566	1.101286	1.112025	1.123836	1.136963	1.151762	1.16869	1.18835
	0.8	1.081594	1.088015	1.09764	1.108982	1.121684	1.135843	1.151762	1.169875	1.190742	1.21512
	0.9	1.085909	1.093479	1.10456	1.117715	1.132641	1.149503	1.16869	1.190742	1.216371	1.246538
	1	1.091008	1.099875	1.112603	1.12782	1.145302	1.16531	1.18835	1.21512	1.246538	1.283857

จากตารางที่ 4.4 ในกรณีที่ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล (ES) เหมือนกัน แต่ค่าคงที่การปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่ใช้ในการคำนวณต่างกัน ($\alpha_R \neq \alpha_M$) จะเห็นได้ว่า การใช้ค่าคงที่การปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลในการคำนวณสำหรับผู้ค้าปลีก (α_R) และค่าคงที่การปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลในการคำนวณสำหรับผู้ผลิต (α_M) สลับค่ากัน เช่น ภายในห่วงโซ่อุปทานหนึ่งผู้ค้าปลีกใช้ $\alpha_R = 0.3$ และผู้ผลิตใช้ $\alpha_M = 0.1$ หรือผู้ค้าปลีกใช้ $\alpha_R = 0.1$ และผู้ผลิตใช้ $\alpha_M = 0.3$ นั้นไม่ได้ส่งผลให้ค่าบูลิปีเอฟเฟคเปลี่ยนแปลงไป ค่าบูลิปีเอฟเฟคยังคงมีค่าเท่าเดิม

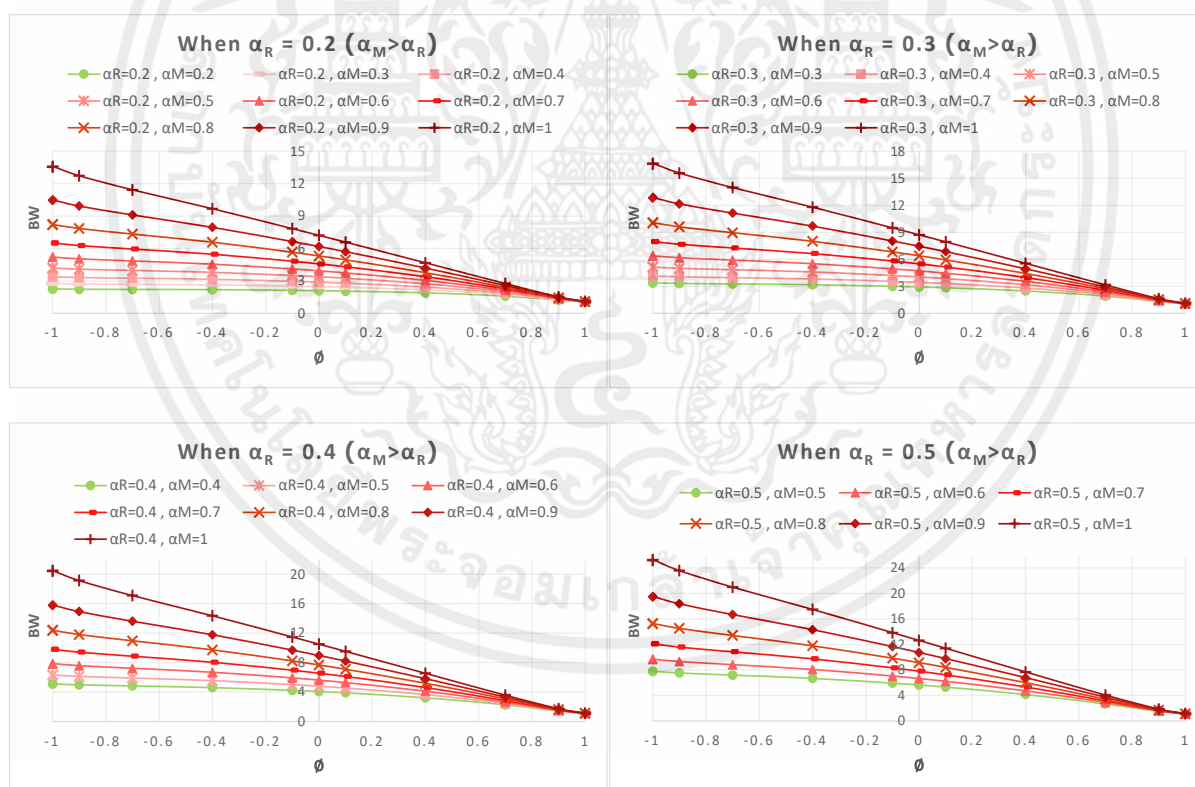
ในส่วนต่อไปจะนำข้อมูลทั้งหมด มาวิเคราะห์ตามเกณฑ์โดยแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็นทั้งหมด 4 แบบ และมีรายละเอียดดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 เกณฑ์การวิเคราะห์พฤติกรรมของค่าบูลิปปอฟเฟครณิผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล

วิธีการพยากรณ์	การวิเคราะห์แบบที่	เกณฑ์	การเปลี่ยนแปลง
ES	1	$\alpha_M = \alpha_R$ น้อยๆ	เพิ่ม α_M
	2	$\alpha_M = \alpha_R$ มากๆ	ลด α_M

การวิเคราะห์แบบที่ 1 (เกณฑ์คือ $\alpha_M = \alpha_R$ น้อย ๆ และมีการเพิ่มค่า α_M)

ในการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล เมื่อใช้ $\alpha_M = \alpha_R$ น้อยๆ เป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบ และถ้าหากมีการเปลี่ยนแปลงโดยการเพิ่มค่า α_M จะส่งผลกระทบต่อค่าบูลิปปอฟเฟคดังรูปที่ 4.11

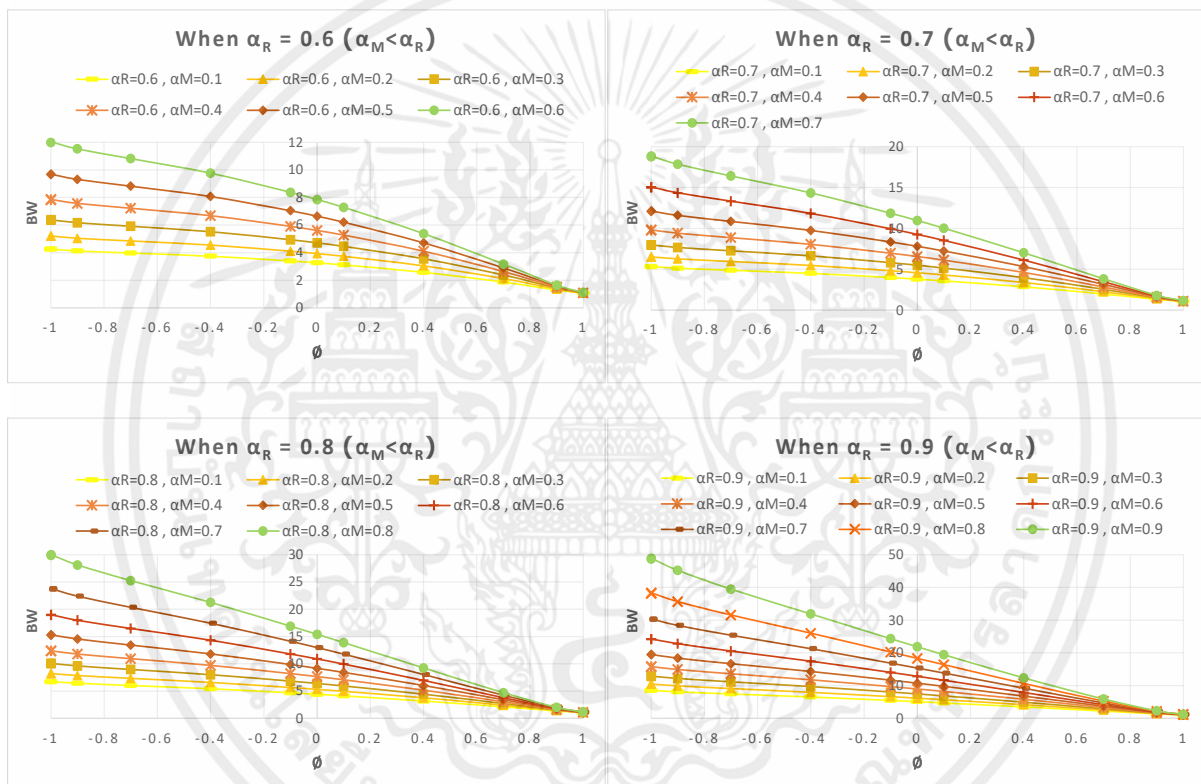


รูปที่ 4.11 ค่าบูลิปปอฟเฟครณิผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีการพยากรณ์แบบ ES เมื่อ α_R มีค่าน้อย ๆ และมีการเพิ่มค่า α_M

จากรูปที่ 4.11 จะเห็นได้ว่า เมื่อผู้ผลิตใช้ค่าคงที่การปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลในการคำนวณมากกว่าผู้ค้าปลีก ($\alpha_M > \alpha_R$) จะส่งผลให้ค่าบูลิปปอฟเฟคเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับกรณีที่ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้ค่าคงที่การปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลเท่ากัน ($\alpha_M = \alpha_R$)

การวิเคราะห์แบบที่ 2 (เกณฑ์คือ $\alpha_M = \alpha_R$ มาก ๆ และมีการลดค่า α_M)

ในวิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล เมื่อใช้ $\alpha_M = \alpha_R$ มากๆ เป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบ และถ้าหากมีการเปลี่ยนแปลงโดยการลดค่า α_M จะส่งผลกระทบต่อค่าบูลิปปอฟเฟคดังรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.12 ค่าบูลิปปอฟเฟคกรณีผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีการพยากรณ์แบบ ES เมื่อ α_R มีค่ามาก ๆ และมีการลดค่า α_M

จากรูปที่ 4.12 จะเห็นได้ว่า เมื่อผู้ผลิตใช้ค่าคงที่การปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลในการคำนวณน้อยกว่าผู้ค้าปลีก ($\alpha_M < \alpha_R$) จะส่งผลให้ค่าบูลิปปอฟเฟคลดลงเมื่อเทียบกับกรณีที่ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้ค่าคงที่การปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลเท่ากัน ($\alpha_M = \alpha_R$)

4.2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าบูลิปีเอฟเฟคและค่าความคลาดเคลื่อน เมื่อผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล กรณี $\alpha_R \neq \alpha_M$

ในหัวข้อนี้จะเป็นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าบูลิปีเอฟเฟคและค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ความต้องการสินค้าในกรณีที่ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล (ES) ในการพยากรณ์ และใช้ค่าคงที่การปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลในการคำนวณต่างกัน ($\alpha_R \neq \alpha_M$) ภายใต้โครงสร้างห่วงโซ่อุปทาน 3 ระดับ โดยในงานวิจัยนี้จะใช้ดัชนีวัดความคลาดเคลื่อนทั้งหมด 3 วิธี ได้แก่ วิธีวัดค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) วิธีวัดค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ (MAD) และวิธีวัดค่าเฉลี่ยสเกลความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ (MASE)

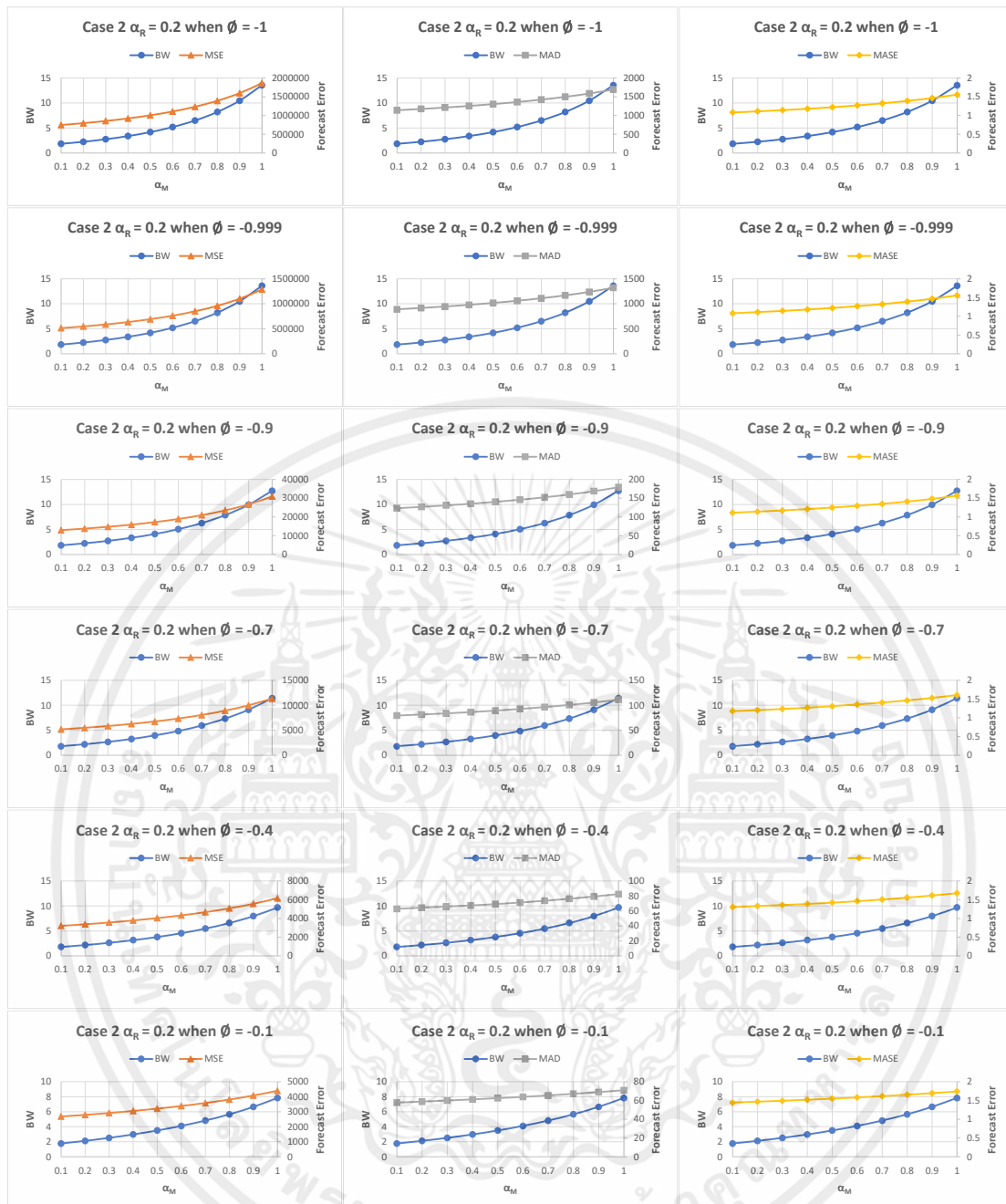
เนื่องจากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าบูลิปีเอฟเฟคและค่าความคลาดเคลื่อนของ α_R ในแต่ละค่านั้นมีรูปแบบพฤติกรรมที่คล้ายคลึงกัน ดังนั้นในหัวข้อนี้จึงขอยกตัวอย่างมา 1 ตัวอย่างเพื่อศึกษาความสัมพันธ์คือ กรณีที่ 2 ($\alpha_R \neq \alpha_M$) เมื่อ $\alpha_R = 0.2$ ดังแสดงในตารางที่ 4.6 และสามารถดูกรณีที่ α_R เป็นค่าอื่น ๆ เพิ่มเติมได้ที่ภาคผนวก ค

1. กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าบูลิปีเอฟเฟคและค่าความคลาดเคลื่อน ภายใต้โครงสร้างห่วงโซ่อุปทาน 3 ระดับ ในกรณีที่ 2 เมื่อ $\alpha_R = 0.2$ และพารามิเตอร์ของตัวแบบออเทอรีเกรสชันเป็นลบ ($\phi < 0$) จะเห็นได้ว่า ความสัมพันธ์ระหว่างค่าบูลิปีเอฟเฟค (BW) และค่าความคลาดเคลื่อน พฤติกรรมจะมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน นั่นคือ ค่าบูลิปีเอฟเฟคเพิ่มขึ้น ค่าความคลาดเคลื่อนจะเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน ดังรูปที่ 4.13 ซึ่งกราฟจะมีพฤติกรรมคล้ายกับกรณีที่ 2 เมื่อ $\alpha_M = \alpha_R = \alpha$

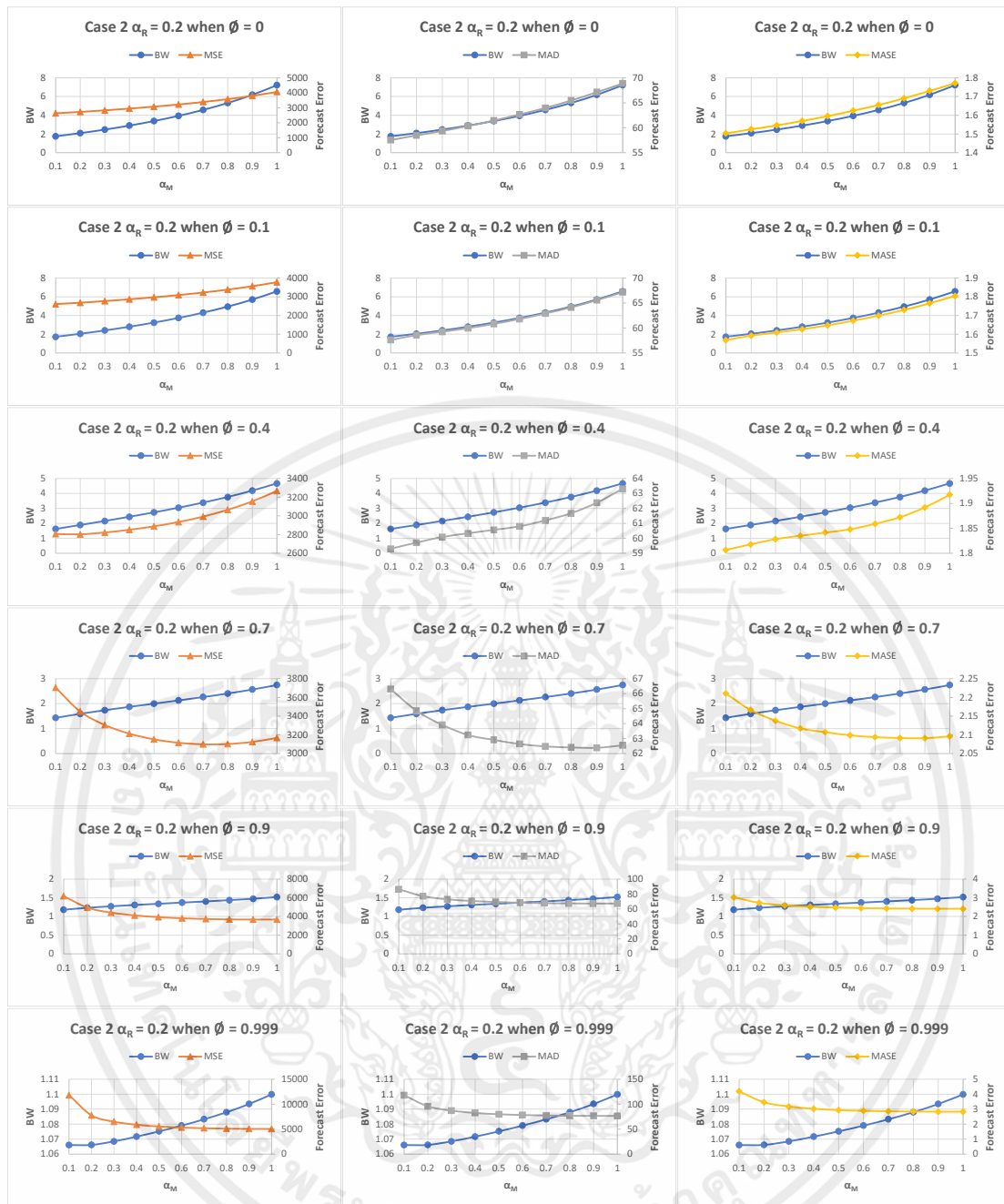
2. กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าบูลิปีเอฟเฟคและค่าความคลาดเคลื่อน ภายใต้โครงสร้างห่วงโซ่อุปทาน 3 ระดับ ในกรณีที่ 2 เมื่อ $\alpha_R = 0.2$ และพารามิเตอร์ของตัวแบบออเทอรีเกรสชันเป็นศูนย์และบวก ($\phi \geq 0$) จะเห็นได้ว่า ส่วนใหญ่พฤติกรรมจะมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน แต่เมื่อค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบออเทอรีเกรสชัน (ϕ) เข้าใกล้ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าบูลิปีเอฟเฟค (BW) และค่าความคลาดเคลื่อนจะมีพฤติกรรมสวนทางกัน ดังรูปที่ 4.14 ซึ่งกราฟจะมีพฤติกรรมคล้ายกับกรณีที่ 2 เมื่อ $\alpha_M = \alpha_R = \alpha$

ตารางที่ 4.6 ค่าบูลิโอฟเฟคและค่าความคลาดเคลื่อนของกรณี 2 ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิต
ใช้วิธีการพยากรณ์แบบ ES เมื่อ $\alpha_R = 0.2$

Case 2: BW 3-stage (MA) and Forecast Errors When $\alpha_R = 0.2$												
α_M	$\phi = -1$				$\phi = -0.999$				$\phi = -0.9$			
	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE
0.1	1.838612	745498	1140.194	1.081769	1.84591	514516.5	889.3812	1.081923	1.816727	12964.71	123.398	1.11183
0.2	2.248286	794387.2	1174.279	1.111053	2.257215	548299.4	916.0162	1.11124	2.218033	13784.66	126.8978	1.140448
0.3	2.754878	852148.5	1212.367	1.143776	2.76583	588215	945.7798	1.144001	2.711137	14749.84	130.897	1.17315
0.4	3.386273	921074.3	1255.217	1.18059	3.399759	635848.3	979.2672	1.18086	3.321316	15893.94	135.3514	1.209574
0.5	4.180549	1004244	1303.787	1.222318	4.197241	693328.4	1017.229	1.222644	4.082813	17263.81	140.3947	1.250814
0.6	5.19068	1105872	1359.305	1.270016	5.211479	763569.9	1060.627	1.270412	5.042774	18923.4	146.0534	1.297086
0.7	6.491926	1231856	1423.377	1.325063	6.518064	850650.1	1110.72	1.325549	6.267332	20961.11	152.5032	1.349827
0.8	8.193823	1390644	1498.145	1.389299	8.22703	960413.4	1169.186	1.389901	7.851361	23501.82	159.9571	1.410778
0.9	10.46033	1594699	1586.529	1.465233	10.50309	1101479	1238.313	1.465989	9.934624	26726.82	168.7288	1.482505
1	13.54505	1863013	1692.619	1.556379	13.60108	1286987	1321.309	1.557342	12.72953	30907.74	179.2638	1.568651
α_M	$\phi = -0.7$				$\phi = -0.4$				$\phi = -0.1$			
	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE
0.1	1.810826	5181.15	79.44681	1.177053	1.807753	3211.689	62.697	1.301993	1.767291	2687.823	57.76647	1.443419
0.2	2.203155	5488.38	81.51065	1.204747	2.185297	3378.004	64.27685	1.331698	2.116538	2795.778	58.82077	1.4673
0.3	2.678706	5846.718	83.8177	1.235704	2.631941	3569.322	65.76452	1.35967	2.515893	2919.492	59.94459	1.492756
0.4	3.258188	6265.565	86.39625	1.270305	3.161954	3787.702	67.26233	1.387832	2.973429	3057.101	61.16902	1.52049
0.5	3.969139	6759.267	89.35142	1.309959	3.793906	4038.63	69.03537	1.421169	3.49983	3210.907	62.46656	1.549881
0.6	4.848631	7347.233	92.73193	1.355321	4.552123	4329.707	71.17268	1.461356	4.109158	3384.814	63.83108	1.580788
0.7	5.947257	8055.52	96.49384	1.4058	5.468595	4670.693	73.49787	1.505075	4.819544	3583.647	65.39279	1.616163
0.8	7.335372	8919.804	100.7629	1.463084	6.585948	5074.315	76.19321	1.555754	5.654424	3813.306	67.10634	1.654976
0.9	9.113192	9990.287	105.6329	1.528433	7.962342	5557.828	79.18031	1.611918	6.644849	4081.484	68.91188	1.695873
1	11.42764	11339.8	111.3195	1.604739	9.679628	6145.58	82.4122	1.672685	7.83364	4398.933	70.93017	1.741589
α_M	$\phi = 0$				$\phi = 0.1$				$\phi = 0.4$			
	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE
0.1	1.748033	2627.309	57.52881	1.502804	1.72557	2607.752	57.59623	1.568062	1.628379	2806.728	59.30433	1.806654
0.2	2.084783	2718.899	58.47042	1.525114	2.047916	2682.041	58.57086	1.592134	1.891539	2803.321	59.71046	1.817906
0.3	2.464155	2824.763	59.34626	1.545866	2.404773	2769.991	59.25201	1.608958	2.161795	2822.619	60.08705	1.82834
0.4	2.892407	2941.722	60.3532	1.569724	2.800825	2866.917	59.96651	1.626605	2.441666	2851.626	60.33527	1.835217
0.5	3.378084	3071.403	61.43764	1.595418	3.242812	2973.828	60.81764	1.647628	2.735203	2888.474	60.56515	1.841586
0.6	3.932636	3217.111	62.65895	1.624356	3.740049	3093.605	61.80172	1.671933	3.048296	2934.695	60.80068	1.848112
0.7	4.570853	3382.912	63.95287	1.655014	4.304633	3229.801	62.92033	1.699562	3.388392	2992.73	61.19644	1.859077
0.8	5.311728	3573.637	65.4584	1.690685	4.952	3386.509	64.14229	1.729743	3.764437	3065.258	61.67491	1.872333
0.9	6.180253	3795.456	67.11649	1.729972	5.702308	3568.819	65.58764	1.765442	4.187411	3155.365	62.38179	1.891919
1	7.210759	4056.952	68.85722	1.771216	6.583119	3783.74	67.18546	1.804907	4.671653	3267.155	63.308	1.91758
α_M	$\phi = 0.7$				$\phi = 0.9$				$\phi = 0.999$			
	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE
0.1	1.429223	3704.728	66.30752	2.210445	1.180717	6173.514	86.37101	3.024876	1.066056	11832.13	117.9647	4.19366
0.2	1.590671	3448.736	64.85779	2.166285	1.231906	4946.436	77.17842	2.728837	1.066171	7770.863	95.76882	3.462828
0.3	1.735504	3304.653	63.92135	2.13776	1.272403	4413.715	72.87535	2.59026	1.068519	6491.632	87.03157	3.175141
0.4	1.87019	3212.305	63.23909	2.116978	1.307757	4114.902	70.74798	2.52175	1.071677	5884.593	82.42353	3.023415
0.5	1.999753	3151.587	62.91445	2.107089	1.340253	3928.519	69.40582	2.478528	1.075204	5539.467	79.74153	2.935106
0.6	2.129139	3114.64	62.63903	2.0987	1.371672	3807.736	68.42414	2.446913	1.079038	5325.66	78.28897	2.887278
0.7	2.26331	3098.289	62.47656	2.093751	1.403633	3730.983	67.78411	2.426302	1.08326	5189.306	77.34846	2.85631
0.8	2.407259	3101.334	62.40777	2.091655	1.437658	3687.193	67.4715	2.416234	1.088015	5104.452	76.79319	2.838027
0.9	2.566267	3123.773	62.38406	2.090933	1.475254	3670.521	67.29612	2.410587	1.093479	5057.495	76.50263	2.82846
1	2.746481	3166.828	62.54728	2.095905	1.188902	6282.687	86.46595	3.134522	1.062174	9536.164	103.9524	3.841898



รูปที่ 4.13 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าบูลิปีเอฟเฟคและค่าความคลาดเคลื่อนของกรณีที่ 2 ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิต
ใช้วิธีการพยากรณ์แบบ ES และ $\alpha_R = 0.2$ เมื่อ $\phi < 0$



รูปที่ 4.14 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าบูลิปีเอฟเฟคและค่าความคลาดเคลื่อนของกรณีที่ 2 ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิต
ใช้วิธีการพยากรณ์แบบ ES และ $\alpha_R = 0.2$ เมื่อ $\phi \geq 0$

4.3 การวิเคราะห์พฤติกรรมบูลิโอฟเฟคสำหรับกรณีที่ 3 และ 4

ในหัวข้อนี้จะสนใจกรณีที่ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีการพยากรณ์ที่แตกต่างกันคือ ผู้ค้าปลีกใช้วิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่แต่ผู้ผลิตใช้วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล (กรณีที่ 3) และผู้ค้าปลีกใช้วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแต่ผู้ผลิตใช้วิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ (กรณีที่ 4) โดยจะพิจารณาผลกระทบของพารามิเตอร์ในกรณีที่ผู้ค้าปลีกใช้จำนวนข้อมูลในอดีตและผู้ผลิตใช้ค่าคงที่การปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลในการคำนวณ (p_R , α_M) และกรณีที่ผู้ค้าปลีกใช้ค่าคงที่การปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลและผู้ผลิตใช้จำนวนข้อมูลในอดีตในการคำนวณ (α_R , p_M) โดยพารามิเตอร์ดังกล่าวจะส่งผลกระทบต่อค่าบูลิโอฟเฟคดังตารางที่ 4.7 และ 4.8

โดยแสดงค่าบูลิโอฟเฟคในกรณีที่ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีการพยากรณ์และใช้ค่าพารามิเตอร์ในการคำนวณต่างกัน จะเห็นได้ว่า การใช้ค่าคงที่การปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลในการคำนวณสำหรับผู้ค้าปลีก (α_R) ในกรณีที่ 4 ดังตารางที่ 4.8 หรือใช้ค่าคงที่การปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลในการคำนวณสำหรับผู้ผลิต (α_M) ในกรณีที่ 3 ดังตารางที่ 4.7 เป็นค่าเดียวกัน เช่น

$$\alpha_{M_{case3}} = \alpha_{R_{case4}} = 0.3$$

และการใช้จำนวนข้อมูลในอดีตในการคำนวณสำหรับผู้ค้าปลีก (p_R) ในกรณีที่ 3 ดังตารางที่ 4.7 หรือใช้จำนวนข้อมูลในอดีตในการคำนวณสำหรับผู้ผลิต (p_M) ในกรณีที่ 4 ดังตารางที่ 4.8 เป็นค่าเดียวกัน เช่น

$$p_{R_{case3}} = p_{M_{case4}} = 3$$

กล่าวคือภายในห่วงโซ่อุปทานที่ผู้ค้าปลีกใช้ $\alpha_R = 0.3$ และผู้ผลิตใช้ $p_M = 3$ และอีกห่วงโซ่อุปทานที่ผู้ค้าปลีกใช้ $p_R = 3$ และผู้ผลิตใช้ $\alpha_M = 0.3$ จะพบว่าทั้งสองกรณีนี้มีค่าบูลิโอฟเฟคเท่ากัน ดังนั้นจึงพิจารณากรณีที่ 3 และกรณีที่ 4 ให้เป็นกรณีเดียวกัน และกำหนดให้

$$\alpha_{M_{case3}} = \alpha_{R_{case4}} = \alpha$$

$$p_{R_{case3}} = p_{M_{case4}} = p$$

ตารางที่ 4.7 ค่าบูลิวิปเอฟเฟคกรณี 3 ผู้ค้าปลีกใช้วิธีถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่
แต่ผู้ผลิตใช้วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล (p_R, α_M)

Case 3: BW 3-stage (MA, ES)											
$\Phi = -1$	α_M	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
	p_R	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
	2	1.235071	1.510236	1.850453	2.274408	2.807609	3.485533	4.358568	5.500039	7.019671	9.087154
	3	3.417204	4.178669	5.120301	6.293942	7.770392	9.648154	12.06719	15.23124	19.44527	25.18111
	4	1.233648	1.508499	1.848347	2.271885	2.804637	3.482111	4.354743	5.495926	7.015487	9.083253
	5	2.410998	2.948228	3.612565	4.440587	5.482249	6.807051	8.51374	10.74605	13.71917	17.76596
	6	1.232936	1.507626	1.847278	2.270578	2.80304	3.480152	4.352325	5.492916	7.011705	9.078465
	7	2.034017	2.487242	3.047702	3.746258	4.625057	5.742736	7.182607	9.06594	11.57427	14.98844
	8	1.231868	1.506322	1.845688	2.268637	2.800668	3.477245	4.348748	5.488494	7.006205	9.071575
	9	1.839005	2.248772	2.755487	3.387053	4.181569	5.192044	6.493791	8.196435	10.46408	13.55059
	10	1.231097	1.505383	1.844542	2.267238	2.798953	3.475132	4.346131	5.485229	7.002101	9.066371
	11	1.720099	2.103368	2.577316	3.168038	3.911171	4.856292	6.073839	7.666342	9.787276	12.67406
$\Phi = -0.999$	α_M	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
	p_R	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
	2	1.24117	1.517681	1.859545	2.28552	2.821212	3.502234	4.379167	5.52561	7.051707	9.127801
	3	3.431406	4.196061	5.141665	6.320294	7.803074	9.68898	12.11866	15.29688	19.53023	25.29307
	4	1.23898	1.51501	1.856309	2.281644	2.816646	3.496968	4.373258	5.519218	7.045137	9.121562
	5	2.421156	2.960662	3.627831	4.459407	5.505579	6.836181	8.550445	10.79284	13.77965	17.84558
	6	1.23796	1.513762	1.854785	2.279789	2.814391	3.49422	4.369893	5.515064	7.039967	9.115086
	7	2.042776	2.497962	3.060861	3.762481	4.645172	5.767859	7.214271	9.106306	11.62647	15.05715
	8	1.236516	1.511999	1.852635	2.277167	2.811189	3.4903	4.365075	5.509119	7.03259	9.105869
	9	1.847268	2.258882	2.767895	3.402342	4.200513	5.215683	6.523553	8.234329	10.51301	13.61491
	10	1.235475	1.51073	1.851087	2.275275	2.808869	3.48744	4.361529	5.504689	7.027011	9.098782
	11	1.728116	2.113176	2.58935	3.182866	3.92954	4.879208	6.102681	7.703044	9.83463	12.73622
$\Phi = -0.9$	α_M	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
	p_R	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
	2	1.621448	1.978226	2.414025	2.948728	3.608862	4.430414	5.46312	6.777308	8.475232	10.71052
	3	3.066218	3.745544	4.581468	5.617415	6.9126	8.549124	10.64297	13.36167	16.95364	21.79864
	4	1.500713	1.831128	2.23583	2.73482	3.355273	4.134567	5.124887	6.400511	8.06976	10.29534
	5	2.140942	2.614266	3.196113	3.916591	4.816662	5.952863	7.404654	9.28628	11.76655	15.10308
	6	1.461553	1.783531	2.178426	2.666203	3.273887	4.03857	5.012062	6.268377	7.916096	10.11948
	7	1.789079	2.184218	2.669852	3.271126	4.022139	4.969864	6.180259	7.748114	9.813385	12.58935
	8	1.432562	1.748347	2.135987	2.615285	3.213011	3.965933	4.925509	6.165398	7.793843	9.974853
	9	1.620357	1.978032	2.417547	2.961581	3.640829	4.497543	5.591039	7.006523	8.869717	11.37206
	10	1.410715	1.721722	2.103591	2.575851	3.164882	3.906942	4.852832	6.075347	7.681585	9.834038
	11	1.5245	1.860854	2.274126	2.78562	3.424152	4.229395	5.257035	6.587027	8.337257	10.68705
$\Phi = -0.7$	α_M	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
	p_R	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
	2	2.256446	2.745257	3.333612	4.04186	4.896084	5.930172	7.188718	8.731529	10.64099	13.03444
	3	2.621371	3.192717	3.886389	4.732764	5.77316	7.064514	8.686351	10.75175	13.42522	16.95266
	4	1.824647	2.218818	2.694605	3.271621	3.976363	4.844728	5.925521	7.28575	9.01895	11.25869
	5	1.895961	2.306457	2.803416	3.408509	4.150927	5.070156	6.220158	7.67609	9.545507	11.98753
	6	1.673083	2.034242	2.47098	3.002189	3.653039	4.45725	5.460521	6.726013	8.34325	10.44277
	7	1.620915	1.970945	2.394674	2.910804	3.544223	4.328358	5.308768	6.548855	8.139151	10.21287
	8	1.566826	1.90504	2.314537	2.818339	3.42553	4.183034	5.129569	6.325749	7.857747	9.851512
	9	1.515104	1.841972	2.23767	2.719563	3.310578	4.041469	4.954178	6.107079	7.583454	9.505656
	10	1.502188	1.826273	2.218703	2.696709	3.283007	4.008067	4.913433	6.056859	7.520586	9.425116
	11	1.459916	1.774648	2.155759	2.62003	3.189599	3.8942	4.774419	5.886712	7.311496	9.166594

ตารางที่ 4.7 ค่าบูลิปปอฟเฟครณิที่ 3 ผู้ค้าปลีกใช้วิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่
แต่ผู้ผลิตใช้วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล (p_R , α_M) (ต่อ)

Case 3: BW 3-stage (MA, ES)											
$\Phi = -0.4$	α_M	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
	p_R										
	2	2.875586	3.485327	4.205883	5.053517	6.047992	7.213577	8.580082	10.18456	12.07447	14.31344
	3	2.335746	2.827233	3.407543	4.093145	4.906906	5.880739	7.05912	8.504526	10.3063	12.5954
	4	1.973239	2.384996	2.869599	3.441241	4.119576	4.931333	5.912118	7.109022	8.584682	10.42378
	5	1.839063	2.2216	2.671878	3.203766	3.835975	4.593201	5.507626	6.621575	7.99236	9.700941
	6	1.732168	2.091834	2.515723	3.017525	3.615283	4.32448	5.199449	6.256478	7.55829	9.182117
	7	1.600518	1.931826	2.322143	2.784265	3.334846	3.995447	4.794106	5.767977	6.96766	8.464337
	8	1.583118	1.91111	2.298206	2.757399	3.305416	3.963928	4.761302	5.73533	6.937595	8.440617
	9	1.520577	1.835023	2.205825	2.645097	3.168237	3.795127	4.55178	5.472844	6.605644	8.016932
	10	1.520171	1.834692	2.205994	2.646349	3.171297	3.800954	4.561705	5.488724	6.630003	8.053072
	11	1.46752	1.770545	2.128155	2.552197	3.057697	3.664194	4.397408	5.291682	6.39391	7.770017
$\Phi = -0.1$	α_M	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
	p_R										
	2	3.09041	3.725986	4.46034	5.301911	6.26076	7.349036	8.580945	9.972952	11.5449	13.32278
	3	2.246055	2.695668	3.207121	3.786266	4.429253	5.192685	6.05828	7.072475	8.282424	9.75743
	4	1.959016	2.34624	2.785077	3.282276	3.848893	4.501233	5.261396	6.158134	7.228466	8.520596
	5	1.827538	2.186642	2.593695	3.056153	3.585098	4.195477	4.906124	5.740406	6.728185	7.910018
	6	1.712134	2.047196	2.427583	2.861242	3.359138	3.935402	4.607588	5.397756	6.334922	7.459479
	7	1.585461	1.893914	2.243819	2.642838	3.101123	3.631577	4.250322	4.977842	5.841132	6.877344
	8	1.553239	1.855518	2.199287	2.59244	3.045063	3.569958	4.183363	4.906227	5.766362	6.802104
	9	1.512124	1.80587	2.139896	2.521593	2.960093	3.466898	4.056612	4.748067	5.566249	6.545734
	10	1.50354	1.795642	2.128333	2.509136	2.947228	3.454252	4.04511	4.739097	5.561808	6.548522
	11	1.45172	1.732728	2.052476	2.418147	2.838534	3.324933	3.89193	4.558497	5.349868	6.300838
$\Phi = 0$	α_M	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
	p_R										
	2	3.079025	3.703101	4.41723	5.227024	6.13941	7.163058	8.308163	9.586395	11.01164	12.60226
	3	2.233422	2.671041	3.161458	3.70762	4.316102	4.998554	5.772936	6.66549	7.714294	8.97551
	4	1.947699	2.323324	2.742015	3.208164	3.730307	4.321888	5.001488	5.793268	6.728081	7.845672
	5	1.819245	2.167646	2.556125	2.99023	3.479003	4.035017	4.674058	5.415354	6.282978	7.309183
	6	1.701538	2.025661	2.387605	2.793641	3.252855	3.77708	4.380825	5.081975	5.903744	6.87834
	7	1.577457	1.875796	2.20862	2.58212	3.004728	3.487195	4.042798	4.688177	5.445064	6.343261
	8	1.54146	1.832956	2.159058	2.526221	2.942776	3.419288	3.969065	4.609122	5.361907	6.258247
	9	1.505306	1.789464	2.107461	2.465367	2.870654	3.33272	3.86344	4.478012	5.196469	6.04644
	10	1.494339	1.776374	2.092557	2.449072	2.853396	3.315016	3.846062	4.462152	5.183878	6.039523
	11	1.444243	1.715664	2.019583	2.361869	2.749642	3.192099	3.701128	4.292121	4.985435	5.809048
$\Phi = 0.1$	α_M	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
	p_R										
	2	3.028287	3.63103	4.312975	5.077073	5.927487	6.870002	7.911678	9.060595	10.32633	11.72174
	3	2.219389	2.6435	3.110904	3.622047	4.180816	4.795806	5.481168	6.25803	7.15726	8.224483
	4	1.935735	2.298347	2.694892	3.127648	3.602985	4.131958	4.730237	5.418197	6.221613	7.173306
	5	1.808032	2.143825	2.511111	2.913735	3.359018	3.857609	4.422885	5.07083	5.821001	6.699179
	6	1.688957	2.000458	2.341623	2.717262	3.134916	3.604587	4.138385	4.750909	5.460783	6.2937
	7	1.568104	1.854798	2.1684	2.513848	2.898167	3.330384	3.821503	4.385093	5.03868	5.806193
	8	1.528965	1.808291	2.114784	2.453693	2.831906	3.258181	3.74346	4.3016	4.95074	5.71569
	9	1.496405	1.76929	2.068973	2.400423	2.769752	3.184656	3.654821	4.192554	4.813954	5.54114
	10	1.483424	1.753807	2.051328	2.381058	2.74906	3.163069	3.632975	4.17145	4.795096	5.526618
	11	1.435737	1.696153	1.982302	2.298956	2.65185	3.048466	3.498517	4.014522	4.612935	5.316278

ตารางที่ 4.7 ค่าบูลบิเอฟเฟคกรณี 3 ผู้ค้าปลีกใช้วิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่
แต่ผู้ผลิตใช้วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล (p_R, α_M) (ต่อ)

Case 3: BW 3-stage (MA, ES)											
$\Phi = 0.4$	α_M	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
	p_R										
	2	2.649597	3.129864	3.646992	4.199339	4.786829	5.41131	6.075843	6.784053	7.540033	8.349163
	3	2.103062	2.461465	2.831229	3.209214	3.595647	3.99479	4.414739	4.867552	5.370277	5.947321
	4	1.868976	2.176525	2.487992	2.802419	3.122871	3.456488	3.813621	4.207166	4.652478	5.167981
	5	1.74568	2.027894	2.312658	2.601228	2.898344	3.211644	3.550415	3.924859	4.346243	4.828179
	6	1.630531	1.89002	2.151532	2.417876	2.694454	2.988544	3.308349	3.662727	4.061866	4.518954
	7	1.525272	1.764052	2.00396	2.248495	2.502893	2.773655	3.068029	3.394074	3.761359	4.182304
	8	1.480413	1.710993	1.943543	2.182063	2.431586	2.698119	2.988557	3.310934	3.675103	4.093976
	9	1.452091	1.677494	1.905444	2.139931	2.38537	2.646914	2.930575	3.243457	3.59429	3.994537
	10	1.43504	1.657354	1.882852	2.115576	2.359723	2.620287	2.903305	3.216063	3.567581	3.969678
	11	1.397344	1.612316	1.829997	2.054165	2.288695	2.538385	2.809188	3.108351	3.444869	3.830527
$\Phi = 0.7$	α_M	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
	p_R										
	2	1.940424	2.209227	2.473	2.734819	2.997222	3.263287	3.536302	3.819355	4.115243	4.426817
	3	1.724482	1.943665	2.146128	2.344414	2.511474	2.681726	2.850841	3.02559	3.214154	3.427036
	4	1.613739	1.808403	1.982549	2.140104	2.285659	2.425201	2.5656	2.714164	2.878549	3.067028
	5	1.539764	1.719302	1.877767	2.020659	2.153713	2.283319	2.415917	2.557591	2.714142	2.891672
	6	1.465541	1.630621	1.774801	1.904864	2.027091	2.147702	2.272478	2.406672	2.555367	2.724268
	7	1.399255	1.551596	1.683275	1.801828	1.913538	2.024125	2.138726	2.262043	2.398758	2.554203
	8	1.364264	1.510159	1.636362	1.750902	1.859888	1.968581	2.081727	2.203844	2.33964	2.494609
	9	1.341625	1.483459	1.606504	1.718909	1.826344	1.933477	2.044504	2.163468	2.294601	2.44283
	10	1.32592	1.465062	1.586288	1.697749	1.804811	1.911877	2.022998	2.142241	2.273911	2.423067
	11	1.301564	1.436434	1.553776	1.661517	1.764695	1.867503	1.973926	2.08798	2.213967	2.356932
$\Phi = 0.9$	α_M	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
	p_R										
	2	1.315993	1.397466	1.470843	1.540415	1.607874	1.674662	1.742118	1.811403	1.883484	1.959237
	3	1.266037	1.335248	1.39322	1.444158	1.489887	1.532207	1.573081	1.614626	1.659202	1.709647
	4	1.239005	1.30173	1.352159	1.394972	1.432457	1.466821	1.50032	1.535195	1.573659	1.617987
	5	1.218691	1.276897	1.322678	1.361266	1.395289	1.427051	1.458667	1.492022	1.528814	1.570729
	6	1.196812	1.250417	1.291684	1.326327	1.357149	1.386396	1.41598	1.447526	1.48251	1.522477
	7	1.177273	1.226756	1.264041	1.295147	1.322881	1.349328	1.376197	1.40494	1.436903	1.473518
	8	1.167103	1.214314	1.249671	1.279394	1.306216	1.332061	1.3585	1.386915	1.418651	1.455181
	9	1.160688	1.206396	1.240619	1.269637	1.29602	1.32148	1.347403	1.37503	1.405573	1.440363
	10	1.156186	1.200838	1.234402	1.263161	1.289545	1.315143	1.34127	1.369143	1.39998	1.435134
	11	1.148462	1.191556	1.223852	1.251552	1.276941	1.301515	1.326546	1.353232	1.38278	1.416537
$\Phi = 0.999$	α_M	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
	p_R										
	2	1.07747	1.082519	1.090206	1.098892	1.108045	1.117551	1.127452	1.137835	1.148795	1.160432
	3	1.072235	1.074571	1.079792	1.085497	1.091177	1.096779	1.102444	1.108412	1.114997	1.122612
	4	1.069888	1.071091	1.075086	1.07947	1.083812	1.088123	1.092593	1.09748	1.103077	1.109705
	5	1.068583	1.068959	1.072192	1.075883	1.079656	1.083537	1.087694	1.09233	1.097656	1.103899
	6	1.066944	1.066456	1.068951	1.071999	1.075249	1.078719	1.082542	1.086879	1.091904	1.097824
	7	1.065567	1.064293	1.066144	1.068626	1.071389	1.074422	1.077824	1.081728	1.086285	1.091684
	8	1.06546	1.063665	1.065193	1.067445	1.070061	1.073	1.076339	1.080197	1.084724	1.090114
	9	1.065848	1.063637	1.064966	1.067095	1.069634	1.072511	1.075771	1.07951	1.083857	1.088983
	10	1.06648	1.063907	1.06511	1.067181	1.069705	1.07259	1.07587	1.079636	1.084019	1.089195
	11	1.066671	1.063652	1.064643	1.066538	1.068899	1.071617	1.074716	1.078285	1.082455	1.087398

ตารางที่ 4.8 ค่าบูลิปออฟเฟคกรณีที่ 4 ผู้ค้าปลีกใช้วิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล
แต่ผู้ผลิตใช้วิธีการพยากรณ์แบบถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่ (α_R , p_M)

Case 4: BW 3-stage (ES, MA)											
$\Phi = -1$	$\alpha_R \backslash p_M$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	0.1	1.235071	3.417204	1.233648	2.410998	1.232936	2.034017	1.231867	1.839005	1.231097	1.720099
	0.2	1.510236	4.178669	1.508499	2.948228	1.507626	2.487242	1.506322	2.248772	1.505383	2.103368
	0.3	1.850453	5.120301	1.848347	3.612565	1.847278	3.047702	1.845688	2.755487	1.844542	2.577316
	0.4	2.274408	6.293942	2.271885	4.440587	2.270578	3.746258	2.268637	3.387053	2.267238	3.168038
	0.5	2.807609	7.770392	2.804637	5.482249	2.80304	4.625057	2.800668	4.181569	2.798953	3.911171
	0.6	3.485533	9.648154	3.482111	6.807051	3.480152	5.742736	3.477245	5.192044	3.475132	4.856292
	0.7	4.358568	12.06719	4.354743	8.51374	4.352325	7.182607	4.348748	6.493791	4.346131	6.073839
	0.8	5.500039	15.23124	5.495926	10.74605	5.492916	9.06594	5.488494	8.196435	5.485229	7.666342
	0.9	7.019671	19.44527	7.015487	13.71917	7.011705	11.57427	7.006205	10.46408	7.002101	9.787276
	1	9.087154	25.18111	9.083253	17.76596	9.078465	14.98844	9.071575	13.55059	9.066371	12.67406
$\Phi = -0.999$	$\alpha_R \backslash p_M$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	0.1	1.24117	3.431406	1.23898	2.421156	1.23796	2.042776	1.236516	1.847268	1.235475	1.728116
	0.2	1.517681	4.196061	1.51501	2.960662	1.513762	2.497962	1.511999	2.258882	1.51073	2.113176
	0.3	1.859545	5.141665	1.856309	3.627831	1.854785	3.060861	1.852635	2.767895	1.851087	2.58935
	0.4	2.28552	6.320294	2.281644	4.459407	2.279789	3.762481	2.277167	3.402342	2.275275	3.182866
	0.5	2.821212	7.803074	2.816646	5.505579	2.814391	4.645172	2.811189	4.200513	2.808869	3.92954
	0.6	3.502234	9.68898	3.496968	6.836181	3.49422	5.767859	3.4903	5.215683	3.48744	4.879208
	0.7	4.379167	12.11866	4.373258	8.550445	4.369893	7.214271	4.365075	6.523553	4.361529	6.102681
	0.8	5.52561	15.29688	5.519218	10.79284	5.515064	9.106306	5.509119	8.234329	5.504689	7.703044
	0.9	7.051707	19.53023	7.045137	13.77965	7.039967	11.62647	7.03259	10.51301	7.027011	9.83463
	1	9.127801	25.29307	9.121562	17.84558	9.115086	15.05715	9.105869	13.61491	9.098782	12.73622
$\Phi = -0.9$	$\alpha_R \backslash p_M$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	0.1	1.621448	3.066218	1.500713	2.140942	1.461553	1.789079	1.432562	1.620357	1.410715	1.5245
	0.2	1.978226	3.745544	1.831128	2.614266	1.783531	2.184218	1.748347	1.978032	1.721722	1.860854
	0.3	2.414025	4.581468	2.23583	3.196113	2.178426	2.669852	2.135987	2.417547	2.103591	2.274126
	0.4	2.948728	5.617415	2.73482	3.916591	2.666203	3.271126	2.615285	2.961581	2.575851	2.78562
	0.5	3.608862	6.9126	3.355273	4.816662	3.273887	4.022139	3.213011	3.640829	3.164882	3.424152
	0.6	4.430414	8.549124	4.134567	5.952863	4.03857	4.969864	3.965933	4.497543	3.906942	4.229395
	0.7	5.46312	10.64297	5.124887	7.404654	5.012062	6.180259	4.925509	5.591039	4.852832	5.257035
	0.8	6.777308	13.36167	6.400511	9.28628	6.268377	7.748114	6.165398	7.006523	6.075347	6.587027
	0.9	8.475232	16.95364	8.06976	11.76655	7.916096	9.813385	7.793843	8.869717	7.681585	8.337257
	1	10.71052	21.79864	10.29534	15.10308	10.11948	12.58935	9.974853	11.37206	9.834038	10.68705
$\Phi = -0.7$	$\alpha_R \backslash p_M$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	0.1	2.256446	2.621371	1.824646	1.89596	1.673082	1.620915	1.566826	1.515103	1.502188	1.459915
	0.2	2.745257	3.192717	2.218818	2.306457	2.034242	1.970945	1.90504	1.841972	1.826273	1.774648
	0.3	3.333612	3.886389	2.694605	2.803416	2.47098	2.394674	2.314537	2.23767	2.218703	2.155759
	0.4	4.04186	4.732764	3.271621	3.408509	3.002189	2.910804	2.81339	2.719563	2.696709	2.62003
	0.5	4.896084	5.77316	3.976363	4.150927	3.653039	3.544223	3.42553	3.310578	3.283007	3.189599
	0.6	5.930172	7.064514	4.844728	5.070156	4.45725	4.328358	4.183034	4.041469	4.008067	3.8942
	0.7	7.188718	8.686351	5.925521	6.220158	5.460521	5.308768	5.129569	4.954178	4.913433	4.774419
	0.8	8.731529	10.75175	7.28575	7.67609	6.726013	6.548855	6.325749	6.107079	6.056859	5.886712
	0.9	10.64099	13.42522	9.01895	9.545507	8.34325	8.139151	7.857747	7.583454	7.520586	7.311496
	1	13.03444	16.95266	11.25869	11.98753	10.44277	10.21287	9.851512	9.505656	9.425116	9.166594

ตารางที่ 4.8 ค่าบูลิปเอฟเฟคกรณีผู้ค้าปลีกใช้วิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแต่ผู้ผลิตใช้วิธีการพยากรณ์แบบถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่ (α_R , p_M) (ต่อ)

Case 4: BW 3-stage (ES, MA)											
$\emptyset = -0.4$	$\alpha_R \backslash p_M$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	0.1	2.875586	2.335744	1.973237	1.839062	1.732166	1.600516	1.583116	1.520574	1.520168	1.467517
	0.2	3.485327	2.827233	2.384996	2.2216	2.091834	1.931826	1.91111	1.835023	1.834692	1.770545
	0.3	4.205883	3.407543	2.869599	2.671878	2.515723	2.322143	2.298206	2.205825	2.205994	2.128155
	0.4	5.053517	4.093145	3.441241	3.203766	3.017525	2.784265	2.757399	2.645097	2.646349	2.552197
	0.5	6.047992	4.906906	4.119576	3.835975	3.615283	3.334846	3.305416	3.168237	3.171297	3.057697
	0.6	7.213577	5.880739	4.931333	4.593201	4.332448	3.995447	3.963928	3.795127	3.800954	3.664194
	0.7	8.580082	7.05912	5.912118	5.507626	5.199449	4.794106	4.761302	4.55178	4.561705	4.397408
	0.8	10.18456	8.504526	7.109022	6.621575	6.256478	5.767977	5.73533	5.472844	5.488724	5.291682
	0.9	12.07447	10.3063	8.584682	7.99236	7.55829	6.96766	6.937595	6.605644	6.630003	6.39391
	1	14.31344	12.5954	10.42378	9.700941	9.182117	8.464337	8.440617	8.016932	8.053072	7.770017
$\emptyset = -0.1$	$\alpha_R \backslash p_M$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	0.1	3.09041	2.246053	1.959013	1.827535	1.712131	1.585458	1.553235	1.512119	1.503535	1.451714
	0.2	3.725986	2.695668	2.34624	2.186642	2.047196	1.893914	1.855518	1.80587	1.795642	1.732728
	0.3	4.46034	3.207121	2.785077	2.593695	2.427583	2.243819	2.199287	2.139896	2.128333	2.052476
	0.4	5.301911	3.786266	3.282276	3.056153	2.861242	2.642838	2.59244	2.521593	2.509136	2.418147
	0.5	6.26076	4.442953	3.848893	3.585098	3.359138	3.101123	3.045063	2.960093	2.947228	2.838534
	0.6	7.349036	5.192685	4.501233	4.195477	3.935402	3.631577	3.569958	3.466898	3.454252	3.324933
	0.7	8.580945	6.05828	5.261396	4.906124	4.607588	4.250322	4.183363	4.056612	4.04511	3.89193
	0.8	9.972952	7.072475	6.158134	5.740406	5.397756	4.977842	4.906227	4.748067	4.739097	4.558497
	0.9	11.5449	8.282424	7.228466	6.728185	6.334922	5.841132	5.766362	5.566249	5.561808	5.349868
	1	13.32278	9.75743	8.520596	7.910018	7.459479	6.877344	6.802104	6.545734	6.548522	6.300838
$\emptyset = 0$	$\alpha_R \backslash p_M$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	0.1	3.079025	2.233419	1.947696	1.819241	1.701533	1.577452	1.541455	1.505301	1.494333	1.444236
	0.2	3.703101	2.671041	2.323324	2.167646	2.025661	1.875796	1.832956	1.789464	1.776374	1.715664
	0.3	4.41723	3.161458	2.742015	2.556125	2.387605	2.20862	2.159058	2.107461	2.092557	2.019583
	0.4	5.227024	3.70762	3.208164	2.99023	2.793641	2.58212	2.526221	2.465367	2.449072	2.361869
	0.5	6.13941	4.316102	3.730307	3.479003	3.252855	3.004728	2.942776	2.870654	2.853396	2.749642
	0.6	7.163058	4.998554	4.321888	4.035017	3.77708	3.487195	3.419288	3.33272	3.315016	3.192099
	0.7	8.308163	5.772936	5.001488	4.674058	4.380825	4.042798	3.969065	3.86344	3.846062	3.701128
	0.8	9.586395	6.66549	5.793268	5.415354	5.081975	4.688177	4.609122	4.478012	4.462152	4.292121
	0.9	11.01164	7.714294	6.728081	6.282978	5.903744	5.445064	5.361907	5.196469	5.183878	4.985435
	1	12.60226	8.97551	7.845672	7.309183	6.87834	6.343261	6.258247	6.04644	6.039523	5.809048
$\emptyset = 0.1$	$\alpha_R \backslash p_M$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	0.1	3.028287	2.219385	1.935731	1.808028	1.688952	1.568099	1.52896	1.496399	1.483416	1.435728
	0.2	3.63103	2.6435	2.298347	2.143825	2.000458	1.854798	1.808291	1.76929	1.753807	1.696153
	0.3	4.312975	3.110904	2.694892	2.511111	2.341623	2.1684	2.114784	2.068973	2.051328	1.982302
	0.4	5.077073	3.622047	3.127648	2.913735	2.717262	2.513848	2.453693	2.400423	2.381058	2.298956
	0.5	5.927487	4.180816	3.602985	3.359018	3.134916	2.898167	2.831906	2.769752	2.74906	2.65185
	0.6	6.877002	4.795806	4.131958	3.857609	3.604587	3.330384	3.258181	3.184656	3.163069	3.048466
	0.7	7.911678	5.481168	4.730237	4.422885	4.138385	3.821503	3.74346	3.654821	3.632975	3.498517
	0.8	9.060595	6.25803	5.418197	5.07083	4.750909	4.385093	4.3016	4.192554	4.17145	4.014522
	0.9	10.32633	7.15726	6.221613	5.821001	5.460783	5.03868	4.95074	4.813954	4.795096	4.612935
	1	11.72174	8.224483	7.173306	6.699179	6.2937	5.806193	5.71569	5.54114	5.526618	5.316278

ตารางที่ 4.8 ค่าบูลิปเอฟเฟคกรณีผู้ค้าปลีกใช้วิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแต่ผู้ผลิตใช้วิธีการพยากรณ์แบบถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่ (α_R , p_M) (ต่อ)

Case 4: BW 3-stage (ES, MA)											
$\Phi = 0.4$	$\alpha_R \backslash p_M$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	0.1	2.649597	2.103056	1.868969	1.745672	1.630523	1.525263	1.480403	1.45208	1.435027	1.397329
	0.2	3.129864	2.461465	2.176525	2.027894	1.89002	1.764052	1.710993	1.677494	1.657354	1.612316
	0.3	3.646992	2.831229	2.487992	2.312658	2.151532	2.00396	1.943543	1.905444	1.882852	1.829997
	0.4	4.199339	3.209214	2.802419	2.601228	2.417876	2.248495	2.182063	2.139931	2.115576	2.054165
	0.5	4.786829	3.595647	3.122871	2.898344	2.694454	2.502893	2.431586	2.38537	2.359723	2.288695
	0.6	5.41131	3.99479	3.456488	3.211644	2.988544	2.773655	2.698119	2.646914	2.620287	2.538385
	0.7	6.075843	4.414739	3.813621	3.550415	3.308349	3.068029	2.988557	2.930575	2.903305	2.809188
	0.8	6.784053	4.867552	4.207166	3.924859	3.662727	3.394074	3.310934	3.243457	3.216063	3.108351
	0.9	7.540033	5.370277	4.652478	4.346243	4.061866	3.761359	3.675103	3.59429	3.567581	3.444869
	1	8.349163	5.947321	5.167981	4.828179	4.518954	4.182304	4.093976	3.994537	3.969678	3.830527
$\Phi = 0.7$	$\alpha_R \backslash p_M$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	0.1	1.940424	1.724469	1.613725	1.539748	1.465523	1.399235	1.364242	1.3416	1.325892	1.301532
	0.2	2.209227	1.943665	1.808403	1.719302	1.630621	1.551596	1.510159	1.483459	1.465062	1.436434
	0.3	2.473	2.146128	1.982549	1.877767	1.774801	1.683275	1.636362	1.606504	1.586288	1.553776
	0.4	2.734819	2.334414	2.140104	2.020659	1.904864	1.801828	1.750902	1.718909	1.697749	1.661517
	0.5	2.997222	2.511474	2.285659	2.153713	2.027091	1.913538	1.859888	1.826344	1.804811	1.764695
	0.6	3.263287	2.681726	2.425201	2.283319	2.147702	2.024125	1.968581	1.933477	1.91187	1.867503
	0.7	3.536302	2.850841	2.5656	2.415917	2.272478	2.138726	2.081727	2.044504	2.022998	1.973926
	0.8	3.819355	3.02559	2.714164	2.557591	2.406672	2.262043	2.203844	2.163468	2.142241	2.08798
	0.9	4.115243	3.214154	2.878549	2.714142	2.555367	2.398758	2.33964	2.294601	2.273911	2.213967
	1	4.426817	3.427036	3.067028	2.891672	2.724268	2.554203	2.494609	2.44283	2.423067	2.356932
$\Phi = 0.9$	$\alpha_R \backslash p_M$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	0.1	1.315992	1.266005	1.23897	1.218652	1.196768	1.177224	1.167048	1.160626	1.156118	1.148386
	0.2	1.397466	1.335248	1.30173	1.276897	1.250417	1.226756	1.214314	1.206396	1.200838	1.191556
	0.3	1.470843	1.39322	1.352159	1.322678	1.291684	1.264041	1.249671	1.240619	1.234402	1.223852
	0.4	1.540415	1.444158	1.394972	1.361266	1.326327	1.295147	1.279394	1.269637	1.263161	1.251552
	0.5	1.607874	1.489887	1.432457	1.395289	1.357149	1.322881	1.306216	1.29602	1.289545	1.276941
	0.6	1.674662	1.532207	1.466821	1.427051	1.386396	1.349328	1.332061	1.32148	1.315143	1.301515
	0.7	1.742118	1.573081	1.50032	1.458667	1.41598	1.376197	1.3585	1.347403	1.34127	1.326546
	0.8	1.811403	1.614626	1.535195	1.492022	1.447526	1.40494	1.386915	1.37503	1.369143	1.353232
	0.9	1.883484	1.659202	1.573659	1.528814	1.48251	1.436903	1.418651	1.405573	1.39998	1.38278
	1	1.959237	1.709647	1.617987	1.570729	1.522477	1.473518	1.455181	1.440363	1.435134	1.416537
$\Phi = 0.999$	$\alpha_R \backslash p_M$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	0.1	1.07747	1.071471	1.069038	1.067641	1.065887	1.064393	1.064145	1.064378	1.064839	1.064849
	0.2	1.082519	1.074571	1.071091	1.068959	1.066456	1.064293	1.063664	1.063637	1.063907	1.063652
	0.3	1.090206	1.079792	1.075086	1.072192	1.068951	1.066144	1.065193	1.064966	1.06511	1.064643
	0.4	1.098892	1.085497	1.07947	1.075883	1.071999	1.068626	1.067445	1.067095	1.067181	1.066538
	0.5	1.108045	1.091177	1.083812	1.079656	1.075249	1.071389	1.070061	1.069634	1.069705	1.068899
	0.6	1.117551	1.096779	1.088123	1.083537	1.078719	1.074422	1.073	1.072511	1.07259	1.071617
	0.7	1.127452	1.102444	1.092593	1.087694	1.082542	1.077824	1.076339	1.075771	1.07587	1.074716
	0.8	1.137835	1.108412	1.09748	1.09233	1.086879	1.081728	1.080197	1.07951	1.079636	1.078285
	0.9	1.148795	1.114997	1.103077	1.097656	1.091904	1.086285	1.084724	1.083857	1.084019	1.082455
	1	1.160432	1.122612	1.109705	1.103899	1.097824	1.091684	1.090114	1.088983	1.089195	1.087398

4.3.1 พฤติกรรมของบูลิวิเปฟเฟคสำหรับกรณีที่ 3 และ 4

เนื่องจากอิทธิพลของพารามิเตอร์ p ทำให้เกิดการกวัดแกว่งของค่าบูลิวิเปฟเฟค จึงต้องมีการพิจารณาค่า p เป็นเลขคู่และเลขคี่ โดยสามารถแบ่งได้ 2 ลักษณะคือ

1. เมื่อใช้ p เป็นเลขคู่ใด ๆ แล้วเปลี่ยน α เป็นค่าใด ๆ ลักษณะกราฟที่ได้จะเหมือนระฆังคว่ำ และในช่วงที่พารามิเตอร์ของตัวแบบออเทอรีเกรสชัน ($\emptyset$) มีค่าเท่ากับ -1 จนถึงค่า $\emptyset$ ค่าหนึ่ง จะเห็นว่า ค่าบูลิวิเปฟเฟคจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนมีค่าสูงสุดที่ $\emptyset$ ค่านั้น ๆ จากนั้นเมื่อ $\emptyset$ เข้าใกล้ 1 ค่าบูลิวิเปฟเฟคจะค่อย ๆ ลดลง ดังรูปที่ 4.15 (ก)

2. เมื่อใช้ p เป็นเลขคี่ใด ๆ แล้วเปลี่ยน α เป็นค่าใด ๆ ค่าบูลิวิเปฟเฟคจะมีค่าสูงสุดที่พารามิเตอร์ของตัวแบบออเทอรีเกรสชัน ($\emptyset$) มีค่าเท่ากับ -1 จากนั้นค่าบูลิวิเปฟเฟคจะมีค่าลดลงตามการเพิ่มขึ้นของค่า $\emptyset$ จาก -0.999 จนเข้าใกล้ 1 ดังรูปที่ 4.15 (ข)

4.3.2 การเปรียบเทียบพฤติกรรมบูลิวิเปฟเฟคสำหรับกรณีที่ 3 และ 4

การเปรียบเทียบสามารถทำได้โดยนำข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์ตามเกณฑ์ โดยแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็นทั้งหมด 2 แบบ และมีรายละเอียดดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 เกณฑ์การวิเคราะห์พฤติกรรมของค่าบูลิวิเปฟเฟคกรณีที่ 3 และ 4

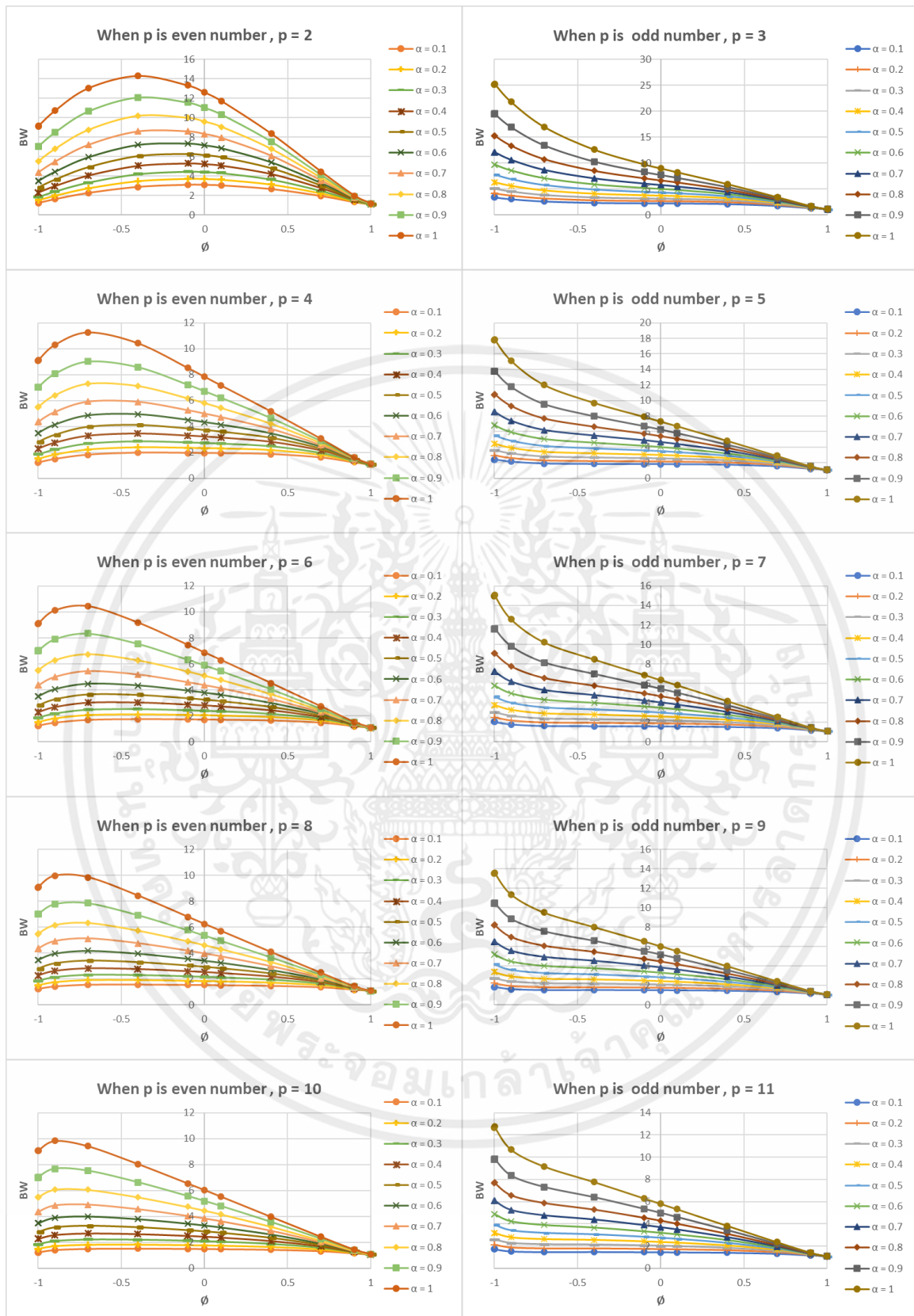
วิธีการพยากรณ์	การวิเคราะห์แบบที่	เกณฑ์	การเปลี่ยนแปลง
MA และ ES	1	ที่ p คงที่ (เมื่อ α น้อย ๆ)	เพิ่ม α
		ที่ p คงที่ (เมื่อ α มาก ๆ)	ลด α
	2	ที่ α คงที่ (เมื่อ p เลขคี่น้อย ๆ)	เพิ่ม p
		ที่ α คงที่ (เมื่อ p เลขคี่มาก ๆ)	ลด p
		ที่ α คงที่ (เมื่อ p เลขคี่น้อย ๆ)	เพิ่ม p
		ที่ α คงที่ (เมื่อ p เลขคี่มาก ๆ)	ลด p

การวิเคราะห์แบบที่ 1 (ที่ p คงที่ แล้ว α เปลี่ยนแปลงไป)

1. เมื่อเกณฑ์ คือ ผู้ค้าปลีกใช้ p เป็นค่าคงที่ แล้วผู้ผลิตใช้ α เป็นค่าน้อย ๆ
หากผู้ผลิตมีการเปลี่ยนไปใช้ α เพิ่มขึ้น จะส่งผลให้ค่าบูลวิปเอฟเฟคเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตลอดช่วงโดเมนของ $\emptyset$ ที่นำมาจำลอง ดังรูปที่ 4.15 (ก) และ (ข)
2. เมื่อเกณฑ์ คือ ผู้ค้าปลีกใช้ p เป็นค่าคงที่ แล้วผู้ผลิตใช้ α เป็นค่ามาก ๆ
หากผู้ผลิตมีการเปลี่ยนไปใช้ α ลดลง จะส่งผลให้ค่าบูลวิปเอฟเฟคลดลงเรื่อย ๆ ตลอดช่วงโดเมนของ $\emptyset$ ที่นำมาจำลอง ดังรูปที่ 4.15 (ก) และ (ข)

การวิเคราะห์แบบที่ 2 (ที่ α คงที่ แล้ว p เปลี่ยนแปลงไป)

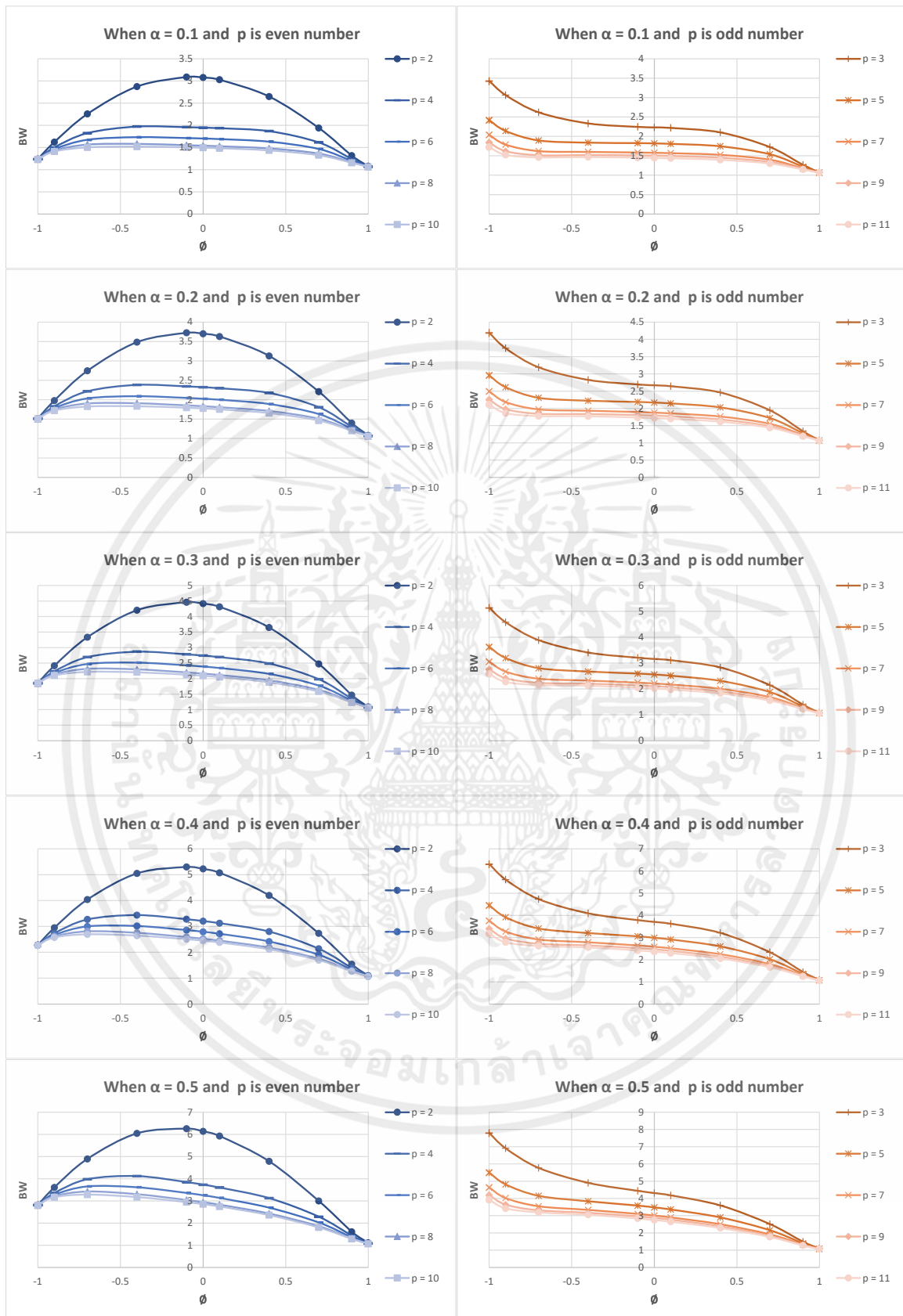
1. เมื่อเกณฑ์ คือ ผู้ค้าปลีกใช้ α เป็นค่าคงที่ แล้วผู้ผลิตใช้ p เป็นเลขคี่น้อย ๆ
หากผู้ผลิตมีการเปลี่ยนไปใช้ p เพิ่มขึ้น จะส่งผลให้ค่าบูลวิปเอฟเฟคจะลดลงเรื่อย ๆ ตลอดช่วงโดเมนของ $\emptyset$ ที่นำมาจำลอง ดังรูปที่ 4.16 (ก)
2. เมื่อเกณฑ์ คือ ผู้ค้าปลีกใช้ α เป็นค่าคงที่ แล้วผู้ผลิตใช้ p เป็นเลขคู่มาก ๆ
หากผู้ผลิตมีการเปลี่ยนไปใช้ p ลดลง จะส่งผลให้ค่าบูลวิปเอฟเฟคจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตลอดช่วงโดเมนของ $\emptyset$ ที่นำมาจำลอง ดังรูปที่ 4.16 (ก)
3. เมื่อเกณฑ์ คือ ผู้ค้าปลีกใช้ α เป็นค่าคงที่ แล้วผู้ผลิตใช้ p เป็นเลขคี่น้อย ๆ
หากผู้ผลิตมีการเปลี่ยนไปใช้ p เพิ่มขึ้น จะส่งผลให้ค่าบูลวิปเอฟเฟคจะลดลงเรื่อย ๆ ตลอดช่วงโดเมนของ $\emptyset$ ที่นำมาจำลอง ดังรูปที่ 4.16 (ข)
4. เมื่อเกณฑ์ คือ ผู้ค้าปลีกใช้ α เป็นค่าคงที่ แล้วผู้ผลิตใช้ p เป็นเลขคู่มาก ๆ
หากผู้ผลิตมีการเปลี่ยนไปใช้ p ลดลง จะส่งผลให้ค่าบูลวิปเอฟเฟคจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตลอดช่วงโดเมนของ $\emptyset$ ที่นำมาจำลอง ดังรูปที่ 4.16 (ข)



(ก) $p_{R_{case3}} = p_{M_{case4}} = p = \text{เลขคู่}$

(ข) $p_{R_{case3}} = p_{M_{case4}} = p = \text{เลขคี่}$

รูปที่ 4.15 ค่าบูลิพอฟเฟครณิผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีการพยากรณ์แตกต่างกัน (กรณีที่ 3)

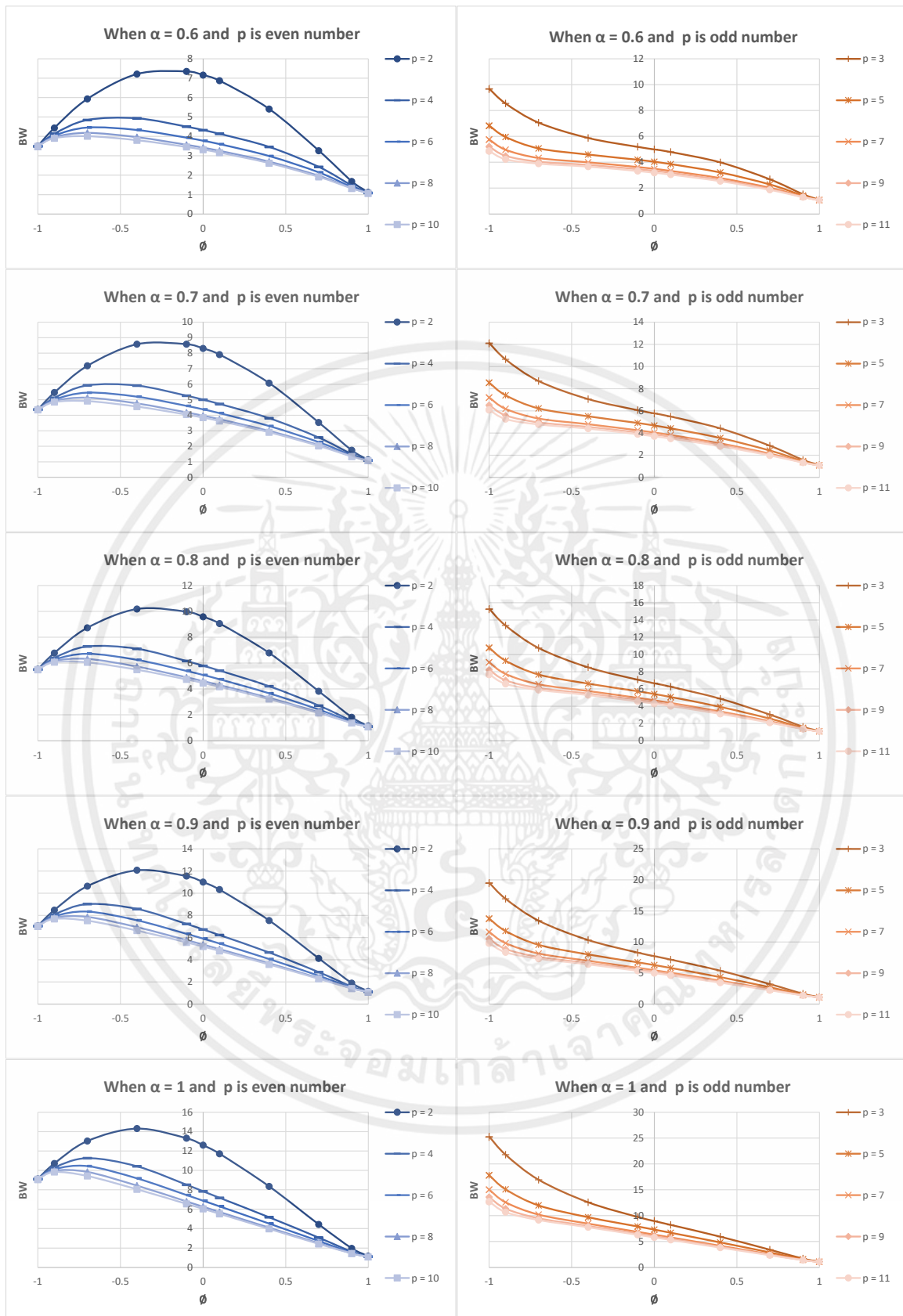


(ก) $p_{R_{case3}} = p_{M_{case4}} = p = \text{เลขคู่}$

(ข) $p_{R_{case3}} = p_{M_{case4}} = p = \text{เลขคี่}$

รูปที่ 4.16 ค่าบูลิพอฟเฟคกรณีผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีการพยากรณ์แตกต่างกัน (กรณีที่ 4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) $p_{R_{case3}} = p_{M_{case4}} = p = \text{เลขคู่}$

(ข) $p_{R_{case3}} = p_{M_{case4}} = p = \text{เลขคี่}$

รูปที่ 4.16 ค่าบูลิฟเฟอเคกรณีผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีการพยากรณ์แตกต่างกัน (กรณีที่ 4) (ต่อ)

4.4 การเปรียบเทียบค่าบูลิปีเอฟเฟคทั้ง 4 กรณี

ในหัวข้อนี้จะเป็นการเปรียบเทียบเพื่อให้เห็นความแตกต่างของค่าบูลิปีเอฟเฟคในห่วงโซ่อุปทานแบบ 3 ระดับที่เกิดขึ้นในแต่ละกรณี พร้อมทั้งจัดลำดับค่าบูลิปีเอฟเฟคเพื่อหากรณีที่ให้ค่าบูลิปีเอฟเฟคน้อยที่สุดหรือมากที่สุด และจากหัวข้อที่ 4.3 พบว่าค่าบูลิปีเอฟเฟคในกรณีที่ 3 และ 4 มีค่าเท่ากัน ในหัวข้อนี้จึงพิจารณาสองกรณีนี้เป็นกรณีเดียวกัน ดังแสดงในตารางที่ 4.10

$$\text{กำหนดให้} \quad \alpha_{M_{\text{case3}}} = \alpha_{R_{\text{case4}}} = \alpha$$

$$p_{R_{\text{case3}}} = p_{M_{\text{case4}}} = p$$

และ

- พื้นที่แรงงาสีเข้ม = ค่าบูลิปีเอฟเฟคที่มีค่าน้อยที่สุดในหนึ่งแถวนั้น ๆ
- พื้นที่แรงงาสีอ่อน = ค่าบูลิปีเอฟเฟคที่เป็นค่ากลางระหว่างค่าน้อยและมากที่สุด
- พื้นที่สีขาว = ค่าบูลิปีเอฟเฟคที่มีค่ามากที่สุดในหนึ่งแถวนั้น ๆ

การเปรียบเทียบค่าบูลิปีเอฟเฟคทั้ง 4 กรณี

1. การจัดลำดับวัดประสิทธิภาพแต่ละกรณีในภาพรวมส่วนใหญ่สามารถจัดลำดับเพื่อวัดประสิทธิภาพมากที่สุดไปน้อยที่สุดได้ว่า
 - อันดับที่ 1 คือ กรณีที่ 1 เมื่อแต่ละองค์กรในห่วงโซ่อุปทานใช้วิธีการพยากรณ์แบบถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่เหมือนกันและใช้ $p_R = p_M$ (Case 1) จะให้ค่าบูลิปีเอฟเฟคน้อยที่สุด หรือหมายถึงมีประสิทธิภาพมากกว่ากรณีอื่น ๆ
 - อันดับที่ 2 คือ กรณีที่ 3 และ 4 เมื่อแต่ละองค์กรในห่วงโซ่อุปทานใช้วิธีการพยากรณ์ต่างกัน (Case 3, 4) จะให้ค่าบูลิปีเอฟเฟคกลาง ๆ ไม่มากที่สุดและไม่น้อยที่สุด หรือมีประสิทธิภาพในระดับกลางระหว่างกรณีที่ 1 และกรณีที่ 2
 - อันดับที่ 3 คือ กรณีที่ 2 เมื่อแต่ละองค์กรในห่วงโซ่อุปทานใช้วิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลเหมือนกันและใช้ $\alpha_R = \alpha_M$ (Case 2) จะให้ค่าบูลิปีเอฟเฟคมากที่สุด หรือมีประสิทธิภาพน้อยกว่ากรณีอื่น ๆ
2. การจัดลำดับวัดประสิทธิภาพแต่ละกรณีในภาพรวมส่วนน้อยเมื่อองค์กรภายในห่วงโซ่อุปทานใช้ค่า α มากขึ้น พบว่า ประสิทธิภาพของกรณีที่ 2 จะให้ค่าบูลิปีเอฟเฟคมากขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงมากที่สุด สลับกันกับกรณีที่ 1 ที่ให้ค่าน้อยที่สุดแทน โดยสามารถจัดลำดับเพื่อวัดประสิทธิภาพมากที่สุดไปน้อยที่สุดได้ว่า
 - อันดับที่ 1 คือ กรณีที่ 2 เมื่อองค์กรภายในห่วงโซ่อุปทานใช้ค่า α อยู่ในช่วงน้อย ๆ พบว่ากรณีที่ 2 (Case 2) จะให้ค่าบูลิปีเอฟเฟคน้อยที่สุด หรือมีประสิทธิภาพมากกว่ากรณีอื่น ๆ

- อันดับที่ 2 คือ กรณีที่ 3 และ 4 เมื่อแต่ละองค์กรในห่วงโซ่อุปทานใช้วิธีการพยากรณ์ต่างกัน (Case 3, 4) จะให้ค่าบูลิปีเอฟเฟคกลาง ๆ ไม่มากที่สุดและไม่น้อยที่สุด หรือมีประสิทธิภาพในระดับกลางระหว่างกรณีที่ 1 และกรณีที่ 2

- อันดับที่ 3 คือ กรณีที่ 1 เมื่อองค์กรภายในห่วงโซ่อุปทานใช้ค่า α อยู่ในช่วงน้อย ๆ กรณีที่ 1 (Case 1) จะให้ค่าบูลิปีเอฟเฟคมากที่สุด หรือมีประสิทธิภาพน้อยกว่ากรณีอื่น ๆ

3. การจัดลำดับวัดประสิทธิภาพแต่ละกรณีในบางจุด

เมื่อองค์กรภายในห่วงโซ่อุปทานใช้ค่า α ถึงค่าหนึ่ง พบว่า มีบางจุดที่ กรณีที่ 3 และ 4 จะให้ค่าบูลิปีเอฟเฟคน้อยที่สุด หรือหมายถึงมีประสิทธิภาพมากกว่ากรณีอื่น ๆ ส่วนกรณีที่ 1 และ 2 ไม่สามารถสรุปได้ว่า กรณีไหนมีประสิทธิภาพมากกว่ากัน จึงจัดลำดับเพื่อวัดประสิทธิภาพมากที่สุดไปน้อยที่สุดได้ว่า

- อันดับที่ 1 คือ กรณีที่ 3 และ 4 เมื่อแต่ละองค์กรในห่วงโซ่อุปทานใช้วิธีการพยากรณ์ต่างกัน (Case 3, 4) จะให้ค่าบูลิปีเอฟเฟคน้อยที่สุดในบางจุด

- อันดับที่ 2 คือ กรณีที่ 1 และ 2 เมื่อแต่ละองค์กรในห่วงโซ่อุปทานใช้วิธีการพยากรณ์เหมือนกัน จะให้ค่าบูลิปีเอฟเฟคมากที่สุดในบางจุด

ตารางที่ 4.10 การเปรียบเทียบค่าบูลิปีเอฟเฟกต์ทั้ง 4 กรณี

	Case 1	Case 2	Case 3,4		Case 1	Case 2	Case 3,4		Case 1	Case 2	Case 3,4		Case 1	Case 2	Case 3,4
	P_R, P_M	α_R, α_M	p, α		P_R, P_M	α_R, α_M	p, α		P_R, P_M	α_R, α_M	p, α		P_R, P_M	α_R, α_M	p, α
$\emptyset$	2, 2	0.1, 0.1	2, 0.1	$\emptyset$	3, 3	0.1, 0.1	3, 0.1	$\emptyset$	4, 4	0.1, 0.1	4, 0.1	$\emptyset$	5, 5	0.1, 0.1	5, 0.1
-1	1.0237	1.5036	1.2351	-1	7.7715	1.5036	3.4172	-1	1.0155	1.5036	1.2336	-1	3.8692	1.5036	2.4110
-0.999	1.0339	1.5096	1.2412	-0.999	7.8075	1.5096	3.4314	-0.999	1.0217	1.5096	1.2390	-0.999	3.8877	1.5096	2.4212
-0.9	2.2415	1.4883	1.6214	-0.9	6.5332	1.4883	3.0662	-0.9	1.6361	1.4883	1.5007	-0.9	3.1584	1.4883	2.1409
-0.7	4.3500	1.4893	2.2564	-0.7	4.9755	1.4893	2.6214	-0.7	2.4178	1.4893	1.8246	-0.7	2.5254	1.4893	1.8960
-0.4	6.6449	1.4975	2.8756	-0.4	4.0157	1.4975	2.3357	-0.4	2.7876	1.4975	1.9732	-0.4	2.3659	1.4975	1.8391
-0.1	7.5665	1.4792	3.0904	-0.1	3.7682	1.4792	2.2461	-0.1	2.7807	1.4792	1.9590	-0.1	2.3583	1.4792	1.8275
0	7.5477	1.4698	3.0790	0	3.7464	1.4698	2.2334	0	2.7653	1.4698	1.9477	0	2.3500	1.4698	1.8192
0.1	7.3703	1.4587	3.0283	0.1	3.7234	1.4587	2.2194	0.1	2.7500	1.4587	1.9357	0.1	2.3369	1.4587	1.8080
0.4	5.9712	1.4087	2.6496	0.4	3.4568	1.4087	2.1031	0.4	2.6440	1.4087	1.8690	0.4	2.2504	1.4087	1.7457
0.7	3.5708	1.2927	1.9404	0.7	2.5367	1.2927	1.7245	0.7	2.1403	1.2927	1.6137	0.7	1.9031	1.2927	1.5397
0.9	1.7614	1.1378	1.3160	0.9	1.5094	1.1378	1.2660	0.9	1.4074	1.1378	1.2390	0.9	1.3392	1.1378	1.2187
0.999	1.1308	1.0674	1.0775	0.999	1.0945	1.0674	1.0715	0.999	1.0819	1.0674	1.0690	0.999	1.0746	1.0674	1.0676
$\emptyset$	2, 2	0.2, 0.2	2, 0.2	$\emptyset$	3, 3	0.2, 0.2	3, 0.2	$\emptyset$	4, 4	0.2, 0.2	4, 0.1	$\emptyset$	5, 5	0.2, 0.2	5, 0.2
-1	1.0237	2.2483	1.5102	-1	7.7715	2.2483	4.1787	-1	1.0155	2.2483	1.5085	-1	3.8692	2.2483	2.9482
-0.999	1.0339	2.2572	1.5177	-0.999	7.8075	2.2572	4.1961	-0.999	1.0217	2.2572	1.5150	-0.999	3.8877	2.2572	2.9607
-0.9	2.2415	2.2180	1.9782	-0.9	6.5332	2.2180	3.7455	-0.9	1.6361	2.2180	1.8311	-0.9	3.1584	2.2180	2.6143
-0.7	4.3500	2.2032	2.7453	-0.7	4.9755	2.2032	3.1927	-0.7	2.4178	2.2032	2.2188	-0.7	2.5254	2.2032	2.3065
-0.4	6.6449	2.1853	3.4853	-0.4	4.0157	2.1853	2.8272	-0.4	2.7876	2.1853	2.3850	-0.4	2.3659	2.1853	2.2216
-0.1	7.5665	2.1165	3.7260	-0.1	3.7682	2.1165	2.6957	-0.1	2.7807	2.1165	2.3462	-0.1	2.3583	2.1165	2.1866
0	7.5477	2.0848	3.7031	0	3.7464	2.0848	2.6710	0	2.7653	2.0848	2.3233	0	2.3500	2.0848	2.1676
0.1	7.3703	2.0479	3.6310	0.1	3.7234	2.0479	2.6435	0.1	2.7500	2.0479	2.2983	0.1	2.3369	2.0479	2.1438
0.4	5.9712	1.8915	3.1299	0.4	3.4568	1.8915	2.4615	0.4	2.6440	1.8915	2.1765	0.4	2.2504	1.8915	2.0279
0.7	3.5708	1.5907	2.2092	0.7	2.5367	1.5907	1.9437	0.7	2.1403	1.5907	1.8084	0.7	1.9031	1.5907	1.7193
0.9	1.7614	1.2319	1.3975	0.9	1.5094	1.2319	1.3352	0.9	1.4074	1.2319	1.3017	0.9	1.3392	1.2319	1.2769
0.999	1.1308	1.0662	1.0825	0.999	1.0945	1.0662	1.0746	0.999	1.0819	1.0662	1.0711	0.999	1.0746	1.0662	1.0690
$\emptyset$	2, 2	0.3, 0.3	2, 0.3	$\emptyset$	3, 3	0.3, 0.3	3, 0.3	$\emptyset$	4, 4	0.3, 0.3	4, 0.1	$\emptyset$	5, 5	0.3, 0.3	5, 0.3
-1	1.0237	3.3756	1.8505	-1	7.7715	3.3756	5.1203	-1	1.0155	3.3756	1.8483	-1	3.8692	3.3756	3.6126
-0.999	1.0339	3.3891	1.8595	-0.999	7.8075	3.3891	5.1417	-0.999	1.0217	3.3891	1.8563	-0.999	3.8877	3.3891	3.6278
-0.9	2.2415	3.3147	2.4140	-0.9	6.5332	3.3147	4.5815	-0.9	1.6361	3.3147	2.2358	-0.9	3.1584	3.3147	3.1961
-0.7	4.3500	3.2594	3.3336	-0.7	4.9755	3.2594	3.8864	-0.7	2.4178	3.2594	2.6946	-0.7	2.5254	3.2594	2.8034
-0.4	6.6449	3.1752	4.2059	-0.4	4.0157	3.1752	3.4075	-0.4	2.7876	3.1752	2.8696	-0.4	2.3659	3.1752	2.6719
-0.1	7.5665	2.9990	4.4603	-0.1	3.7682	2.9990	3.2071	-0.1	2.7807	2.9990	2.7851	-0.1	2.3583	2.9990	2.5937
0	7.5477	2.9221	4.4172	0	3.7464	2.9221	3.1615	0	2.7653	2.9221	2.7420	0	2.3500	2.9221	2.5561
0.1	7.3703	2.8345	4.3130	0.1	3.7234	2.8345	3.1109	0.1	2.7500	2.8345	2.6949	0.1	2.3369	2.8345	2.5111
0.4	5.9712	2.4840	3.6470	0.4	3.4568	2.4840	2.8312	0.4	2.6440	2.4840	2.4880	0.4	2.2504	2.4840	2.3127
0.7	3.5708	1.9059	2.4730	0.7	2.5367	1.9059	2.1461	0.7	2.1403	1.9059	1.9825	0.7	1.9031	1.9059	1.8778
0.9	1.7614	1.3203	1.4708	0.9	1.5094	1.3203	1.3932	0.9	1.4074	1.3203	1.3522	0.9	1.3392	1.3203	1.3227
0.999	1.1308	1.0721	1.0902	0.999	1.0945	1.0721	1.0798	0.999	1.0819	1.0721	1.0751	0.999	1.0746	1.0721	1.0722
$\emptyset$	2, 2	0.4, 0.4	2, 0.4	$\emptyset$	3, 3	0.4, 0.4	3, 0.4	$\emptyset$	4, 4	0.4, 0.4	4, 0.1	$\emptyset$	5, 5	0.4, 0.4	5, 0.4
-1	1.0237	5.1004	2.2744	-1	7.7715	5.1004	6.2939	-1	1.0155	5.1004	2.2719	-1	3.8692	5.1004	4.4406
-0.999	1.0339	5.1208	2.2855	-0.999	7.8075	5.1208	6.3203	-0.999	1.0217	5.1208	2.2816	-0.999	3.8877	5.1208	4.4594
-0.9	2.2415	4.9788	2.9487	-0.9	6.5332	4.9788	5.6174	-0.9	1.6361	4.9788	2.7348	-0.9	3.1584	4.9788	3.9166
-0.7	4.3500	4.8340	4.0419	-0.7	4.9755	4.8340	4.7328	-0.7	2.4178	4.8340	3.2716	-0.7	2.5254	4.8340	3.4085
-0.4	6.6449	4.6068	5.0535	-0.4	4.0157	4.6068	4.0931	-0.4	2.7876	4.6068	3.4412	-0.4	2.3659	4.6068	3.2038
-0.1	7.5665	4.2262	5.3019	-0.1	3.7682	4.2262	3.7863	-0.1	2.7807	4.2262	3.2823	-0.1	2.3583	4.2262	3.0562
0	7.5477	4.0675	5.2270	0	3.7464	4.0675	3.7076	0	2.7653	4.0675	3.2082	0	2.3500	4.0675	2.9902
0.1	7.3703	3.8905	5.0771	0.1	3.7234	3.8905	3.6220	0.1	2.7500	3.8905	3.1276	0.1	2.3369	3.8905	2.9137
0.4	5.9712	3.2218	4.1993	0.4	3.4568	3.2218	3.2092	0.4	2.6440	3.2218	2.8024	0.4	2.2504	3.2218	2.6012
0.7	3.5708	2.2565	2.7348	0.7	2.5367	2.2565	2.3344	0.7	2.1403	2.2565	2.1401	0.7	1.9031	2.2565	2.0207
0.9	1.7614	1.4131	1.5404	0.9	1.5094	1.4131	1.4442	0.9	1.4074	1.4131	1.3950	0.9	1.3392	1.4131	1.3613
0.999	1.1308	1.0820	1.0989	0.999	1.0945	1.0820	1.0855	0.999	1.0819	1.0820	1.0795	0.999	1.0746	1.0820	1.0759
$\emptyset$	2, 2	0.5, 0.5	2, 0.5	$\emptyset$	3, 3	0.5, 0.5	3, 0.5	$\emptyset$	4, 4	0.5, 0.5	4, 0.5	$\emptyset$	5, 5	0.5, 0.5	5, 0.5
-1	1.0237	7.7739	2.8076	-1	7.7715	7.7739	7.7704	-1	1.0155	7.7739	2.8046	-1	3.8692	7.7739	5.4822
-0.999	1.0339	7.8052	2.8212	-0.999	7.8075	7.8052	7.8031	-0.999	1.0217	7.8052	2.8166	-0.999	3.8877	7.8052	5.5056
-0.9	2.2415	7.5346	3.6089	-0.9	6.5332	7.5346	6.9126	-0.9	1.6361	7.5346	3.3553	-0.9	3.1584	7.5346	4.8167
-0.7	4.3500	7.2045	4.8961	-0.7	4.9755	7.2045	5.7732	-0.7	2.4178	7.2045	3.9764	-0.7	2.5254	7.2045	4.1509
-0.4	6.6449	6.6927	6.0480	-0.4	4.0157	6.6927	4.9069	-0.4	2.7876	6.6927	4.1196	-0.4	2.3659	6.6927	3.8360
-0.1	7.5665	5.9443	6.2608	-0.1	3.7682	5.9443	4.4430	-0.1	2.7807	5.9443	3.8489	-0.1	2.3583	5.9443	3.5851
0	7.5477	5.6463	6.1394	0	3.7464	5.6463	4.3161	0	2.7653	5.6463	3.7303	0	2.3500	5.6463	3.4790
0.1	7.3703	5.3212	5.9275	0.1	3.7234	5.3212	4.1808	0.1	2.7500	5.3212	3.6030	0.1	2.3369	5.3212	3.3590
0.4	5.9712	4.1594	4.7868	0.4	3.4568	4.1594	3.5956	0.4	2.6440	4.1594	3.1229	0.4	2.2504	4.1594	2.8983
0.7	3.5708	2.6666	2.9972	0.7	2.5367	2.6666	2.5115	0.7	2.1403	2.6666	2.2857	0.7	1.9031	2.6666	2.1537
0.9	1.7614	1.5175	1.6079	0.9	1.5094	1.5175	1.4899	0.9	1.4074	1.5175	1.4325	0.9	1.3392	1.5175	1.3953
0.999	1.1308	1.0954	1.1080	0.999	1.0945	1.0954	1.0912	0.999	1.0819	1.0954	1.0838	0.999	1.0746	1.0954	1.0797
$\emptyset$	2, 2	0.6, 0.6	2, 0.6	$\emptyset$	3, 3	0.6, 0.6	3, 0.6	$\emptyset$	4, 4	0.6, 0.6	4, 0.6	$\emptyset$	5, 5	0.6, 0.6	5, 0.6
-1	1.0237	1.0133	1.5076	-1	7.7715	1.0133	2.2483	-1	1.0155	1.0133	1.5076	-1	3.8692	1.0133	2.2483
-0.999	1.0339	1.0185	1.5138	-0.999	7.8075	1.0185	2.2572	-0.999	1.0217	1.0185	1.5138	-0.999	3.8877	1.0185	2.2572
-0.9	2.2415	1.4993	1.7835	-0.9	6.5332	1.4993	2.1804	-0.9	1.6361	1.4993	1.7835	-0.9	3.1584	1.4993	1.7835
-0.7	4.3500	1.9640	2.0342	-0.7	4.9755	1.9640	2.0342	-0.7	2.4178	1.9640	2.0342	-0.7	2.5254	1.9640	2.0342
-0.4	6.64														

ตารางที่ 4.10 การเปรียบเทียบค่าบูลิปีเอฟเฟคทั้ง 4 กรณี (ต่อ)

	Case 1	Case 2	Case 3,4		Case 1	Case 2	Case 3,4		Case 1	Case 2	Case 3,4		Case 1	Case 2	Case 3,4
	P_R, P_M	α_R, α_M	p, α		P_R, P_M	α_R, α_M	p, α		P_R, P_M	α_R, α_M	p, α		P_R, P_M	α_R, α_M	p, α
$\emptyset$	7, 7	0.1, 0.1	7, 0.1	$\emptyset$	8, 8	0.1, 0.1	8, 0.1	$\emptyset$	9, 9	0.1, 0.1	9, 0.1	$\emptyset$	10, 10	0.1, 0.1	10, 0.1
-1	2.7536	1.5036	2.0340	-1	1.0107	1.5036	1.2319	-1	2.2505	1.5036	1.8390	-1	1.0091	1.5036	1.2311
-0.999	2.7673	1.5096	2.0428	-0.999	1.0150	1.5096	1.2365	-0.999	2.2624	1.5096	1.8473	-0.999	1.0127	1.5096	1.2355
-0.9	2.1972	1.4883	1.7891	-0.9	1.4150	1.4883	1.4326	-0.9	1.7936	1.4883	1.6204	-0.9	1.3626	1.4883	1.4107
-0.7	1.8220	1.4893	1.6209	-0.7	1.6879	1.4893	1.5668	-0.7	1.5743	1.4893	1.5151	-0.7	1.5438	1.4893	1.5022
-0.4	1.7666	1.4975	1.6005	-0.4	1.7090	1.4975	1.5831	-0.4	1.5750	1.4975	1.5206	-0.4	1.5708	1.4975	1.5202
-0.1	1.7518	1.4792	1.5855	-0.1	1.6635	1.4792	1.5532	-0.1	1.5746	1.4792	1.5121	-0.1	1.5539	1.4792	1.5035
0	1.7438	1.4698	1.5775	0	1.6482	1.4698	1.5415	0	1.5696	1.4698	1.5053	0	1.5442	1.4698	1.4943
0.1	1.7347	1.4587	1.5681	0.1	1.6332	1.4587	1.5290	0.1	1.5621	1.4587	1.4964	0.1	1.5327	1.4587	1.4834
0.4	1.6933	1.4087	1.5253	0.4	1.5824	1.4087	1.4804	0.4	1.5202	1.4087	1.4521	0.4	1.4830	1.4087	1.4350
0.7	1.5437	1.2927	1.3992	0.7	1.4589	1.2927	1.3642	0.7	1.4088	1.2927	1.3416	0.7	1.3745	1.2927	1.3259
0.9	1.2311	1.1378	1.1772	0.9	1.2057	1.1378	1.1670	0.9	1.1909	1.1378	1.1606	0.9	1.1806	1.1378	1.1561
0.999	1.0640	1.0674	1.0644	0.999	1.0626	1.0674	1.0641	0.999	1.0628	1.0674	1.0644	0.999	1.0634	1.0674	1.0648
$\emptyset$	7, 7	0.2, 0.2	7, 0.2	$\emptyset$	8, 8	0.2, 0.2	8, 0.2	$\emptyset$	9, 9	0.2, 0.2	9, 0.2	$\emptyset$	10, 10	0.2, 0.2	10, 0.2
-1	2.7536	2.2483	2.4872	-1	1.0107	2.2483	1.5063	-1	2.2505	2.2483	2.2488	-1	1.0091	2.2483	1.5054
-0.999	2.7673	2.2572	2.4980	-0.999	1.0150	2.2572	1.5120	-0.999	2.2624	2.2572	2.2589	-0.999	1.0127	2.2572	1.5107
-0.9	2.1972	2.2180	2.1842	-0.9	1.4150	2.2180	1.7483	-0.9	1.7936	2.2180	1.9780	-0.9	1.3626	2.2180	1.7217
-0.7	1.8220	2.2032	1.9709	-0.7	1.6879	2.2032	1.9050	-0.7	1.5743	2.2032	1.8420	-0.7	1.5438	2.2032	1.8263
-0.4	1.7666	2.1853	1.9318	-0.4	1.7090	2.1853	1.9111	-0.4	1.5750	2.1853	1.8350	-0.4	1.5708	2.1853	1.8347
-0.1	1.7518	2.1165	1.8939	-0.1	1.6635	2.1165	1.8555	-0.1	1.5746	2.1165	1.8059	-0.1	1.5539	2.1165	1.7956
0	1.7438	2.0848	1.8758	0	1.6482	2.0848	1.8330	0	1.5696	2.0848	1.7895	0	1.5442	2.0848	1.7764
0.1	1.7347	2.0479	1.8548	0.1	1.6332	2.0479	1.8083	0.1	1.5621	2.0479	1.7693	0.1	1.5327	2.0479	1.7538
0.4	1.6933	1.8915	1.7641	0.4	1.5824	1.8915	1.7110	0.4	1.5202	1.8915	1.6775	0.4	1.4830	1.8915	1.6574
0.7	1.5437	1.5907	1.5516	0.7	1.4589	1.5907	1.5102	0.7	1.4088	1.5907	1.4835	0.7	1.3745	1.5907	1.4651
0.9	1.2311	1.2319	1.2268	0.9	1.2057	1.2319	1.2143	0.9	1.1909	1.2319	1.2064	0.9	1.1806	1.2319	1.2008
0.999	1.0640	1.0662	1.0643	0.999	1.0626	1.0662	1.0637	0.999	1.0628	1.0662	1.0636	0.999	1.0634	1.0662	1.0639
$\emptyset$	7, 7	0.3, 0.3	7, 0.3	$\emptyset$	8, 8	0.3, 0.3	8, 0.3	$\emptyset$	9, 9	0.3, 0.3	9, 0.3	$\emptyset$	10, 10	0.3, 0.3	10, 0.3
-1	2.7536	3.3756	3.0477	-1	1.0107	3.3756	1.8457	-1	2.2505	3.3756	2.7555	-1	1.0091	3.3756	1.8445
-0.999	2.7673	3.3891	3.0609	-0.999	1.0150	3.3891	1.8526	-0.999	2.2624	3.3891	2.7679	-0.999	1.0127	3.3891	1.8511
-0.9	2.1972	3.3147	2.6699	-0.9	1.4150	3.3147	2.1360	-0.9	1.7936	3.3147	2.4175	-0.9	1.3626	3.3147	2.1036
-0.7	1.8220	3.2594	2.3947	-0.7	1.6879	3.2594	2.3145	-0.7	1.5743	3.2594	2.2377	-0.7	1.5438	3.2594	2.2187
-0.4	1.7666	3.1752	2.3221	-0.4	1.7090	3.1752	2.2982	-0.4	1.5750	3.1752	2.2058	-0.4	1.5708	3.1752	2.2060
-0.1	1.7518	2.9990	2.2438	-0.1	1.6635	2.9990	2.1993	-0.1	1.5746	2.9990	2.1399	-0.1	1.5539	2.9990	2.1283
0	1.7438	2.9221	2.2086	0	1.6482	2.9221	2.1591	0	1.5696	2.9221	2.1075	0	1.5442	2.9221	2.0926
0.1	1.7347	2.8345	2.1684	0.1	1.6332	2.8345	2.1148	0.1	1.5621	2.8345	2.0690	0.1	1.5327	2.8345	2.0513
0.4	1.6933	2.4840	2.0040	0.4	1.5824	2.4840	1.9435	0.4	1.5202	2.4840	1.9054	0.4	1.4830	2.4840	1.8829
0.7	1.5437	1.9059	1.6833	0.7	1.4589	1.9059	1.6364	0.7	1.4088	1.9059	1.6065	0.7	1.3745	1.9059	1.5863
0.9	1.2311	1.3203	1.2640	0.9	1.2057	1.3203	1.2497	0.9	1.1909	1.3203	1.2406	0.9	1.1806	1.3203	1.2344
0.999	1.0640	1.0721	1.0661	0.999	1.0626	1.0721	1.0652	0.999	1.0628	1.0721	1.0650	0.999	1.0634	1.0721	1.0651
$\emptyset$	7, 7	0.4, 0.4	7, 0.4	$\emptyset$	8, 8	0.4, 0.4	8, 0.4	$\emptyset$	9, 9	0.4, 0.4	9, 0.4	$\emptyset$	10, 10	0.4, 0.4	10, 0.4
-1	2.7536	5.1004	3.7463	-1	1.0107	5.1004	2.2686	-1	2.2505	5.1004	3.3871	-1	1.0091	5.1004	2.2672
-0.999	2.7673	5.1208	3.7625	-0.999	1.0150	5.1208	2.2772	-0.999	2.2624	5.1208	3.4023	-0.999	1.0127	5.1208	2.2753
-0.9	2.1972	4.9788	3.2711	-0.9	1.4150	4.9788	2.6153	-0.9	1.7936	4.9788	2.9616	-0.9	1.3626	4.9788	2.5759
-0.7	1.8220	4.8340	2.9108	-0.7	1.6879	4.8340	2.8134	-0.7	1.5743	4.8340	2.7196	-0.7	1.5438	4.8340	2.6967
-0.4	1.7666	4.6068	2.7843	-0.4	1.7090	4.6068	2.7574	-0.4	1.5750	4.6068	2.6451	-0.4	1.5708	4.6068	2.6463
-0.1	1.7518	4.2262	2.6428	-0.1	1.6635	4.2262	2.5924	-0.1	1.5746	4.2262	2.5216	-0.1	1.5539	4.2262	2.5091
0	1.7438	4.0675	2.5821	0	1.6482	4.0675	2.5262	0	1.5696	4.0675	2.4654	0	1.5442	4.0675	2.4491
0.1	1.7347	3.8905	2.5138	0.1	1.6332	3.8905	2.4537	0.1	1.5621	3.8905	2.4004	0.1	1.5327	3.8905	2.3811
0.4	1.6933	3.2218	2.2485	0.4	1.5824	3.2218	2.1821	0.4	1.5202	3.2218	2.1399	0.4	1.4830	3.2218	2.1156
0.7	1.5437	2.2565	1.8018	0.7	1.4589	2.2565	1.7509	0.7	1.4088	2.2565	1.7189	0.7	1.3745	2.2565	1.6977
0.9	1.2311	1.4131	1.2951	0.9	1.2057	1.4131	1.2794	0.9	1.1909	1.4131	1.2696	0.9	1.1806	1.4131	1.2632
0.999	1.0640	1.0820	1.0686	0.999	1.0626	1.0820	1.0674	0.999	1.0628	1.0820	1.0671	0.999	1.0634	1.0820	1.0672
$\emptyset$	7, 7	0.5, 0.5	7, 0.5	$\emptyset$	8, 8	0.5, 0.5	8, 0.5	$\emptyset$	9, 9	0.5, 0.5	9, 0.5	$\emptyset$	10, 10	0.5, 0.5	10, 0.5
-1	2.7536	7.7739	4.6251	-1	1.0107	7.7739	2.8007	-1	2.2505	7.7739	4.1816	-1	1.0091	7.7739	2.7990
-0.999	2.7673	7.8052	4.6452	-0.999	1.0150	7.8052	2.8112	-0.999	2.2624	7.8052	4.2005	-0.999	1.0127	7.8052	2.8089
-0.9	2.1972	7.5346	4.0221	-0.9	1.4150	7.5346	3.2130	-0.9	1.7936	7.5346	3.6408	-0.9	1.3626	7.5346	3.1649
-0.7	1.8220	7.2045	3.5442	-0.7	1.6879	7.2045	3.4255	-0.7	1.5743	7.2045	3.3106	-0.7	1.5438	7.2045	3.2830
-0.4	1.7666	6.6927	3.3348	-0.4	1.7090	6.6927	3.3054	-0.4	1.5750	6.6927	3.1682	-0.4	1.5708	6.6927	3.1713
-0.1	1.7518	5.9443	3.1011	-0.1	1.6635	5.9443	3.0451	-0.1	1.5746	5.9443	2.9601	-0.1	1.5539	5.9443	2.9472
0	1.7438	5.6463	3.0047	0	1.6482	5.6463	2.9428	0	1.5696	5.6463	2.8707	0	1.5442	5.6463	2.8534
0.1	1.7347	5.3212	2.8982	0.1	1.6332	5.3212	2.8319	0.1	1.5621	5.3212	2.7698	0.1	1.5327	5.3212	2.7491
0.4	1.6933	4.1594	2.5029	0.4	1.5824	4.1594	2.4316	0.4	1.5202	4.1594	2.3854	0.4	1.4830	4.1594	2.3597
0.7	1.5437	2.6666	1.9135	0.7	1.4589	2.6666	1.8599	0.7	1.4088	2.6666	1.8263	0.7	1.3745	2.6666	1.8048
0.9	1.2311	1.5175	1.3229	0.9	1.2057	1.5175	1.3062	0.9	1.1909	1.5175	1.2960	0.9	1.1806	1.5175	1.2895
0.999	1.0640	1.0954	1.0714	0.999	1.0626	1.0954	1.0701	0.999	1.0628	1.0954	1.0696	0.999	1.0634	1.0954	1.0697
$\emptyset$	7, 7	0.5, 0.5	7, 0.5	$\emptyset$	8, 8	0.5, 0.5	8, 0.5	$\emptyset$	9, 9	0.5, 0.5	9, 0.5	$\emptyset$	10, 10	0.5, 0.5	10, 0.5
-1	2.7536	7.7739	4.6251	-1	1.0107	7.7739	2.8007	-1	2.2505	7.7739	4.1816	-1	1.0091	7.7739	2.7990
-0.999	2.7673	7.8052	4.6452	-0.999	1.0150	7.8052	2.8112	-0.999	2.2624	7.8052	4.2005	-0.999	1.0127	7.8052	2.8089
-0.9	2.1972	7.5346	4.0221	-0.9	1.4150	7.5346	3.2130	-0.9	1.7936	7.5346	3.6408	-0.9	1.3626	7.5346	3.1649
-0.7	1.8220	7.2045	3.5442	-0.7	1.6879	7.2045	3.4255	-0.7	1.5743	7.2045	3.3106	-0.7	1.5438	7.2045	3.2830

ตารางที่ 4.10 การเปรียบเทียบค่าบูลิปีเอฟเฟกต์ทั้ง 4 กรณี (ต่อ)

	Case 1	Case 2	Case 3,4		Case 1	Case 2	Case 3,4		Case 1	Case 2	Case 3,4		Case 1	Case 2	Case 3,4
	P_R, P_M	α_R, α_M	p, α		P_R, P_M	α_R, α_M	p, α		P_R, P_M	α_R, α_M	p, α		P_R, P_M	α_R, α_M	p, α
$\emptyset$	2, 2	0.6, 0.6	2, 0.6	$\emptyset$	3, 3	0.6, 0.6	3, 0.6	$\emptyset$	4, 4	0.6, 0.6	4, 0.6	$\emptyset$	5, 5	0.6, 0.6	5, 0.6
-1	1.0237	11.9849	3.4855	-1	7.7715	11.9849	9.6482	-1	1.0155	11.9849	3.4821	-1	3.8692	11.9849	6.8071
-0.999	1.0339	12.0337	3.5022	-0.999	7.8075	12.0337	9.6890	-0.999	1.0217	12.0337	3.4970	-0.999	3.8877	12.0337	6.8362
-0.9	2.2415	11.5190	4.4304	-0.9	6.5332	11.5190	8.5491	-0.9	1.6361	11.5190	4.1346	-0.9	3.1584	11.5190	5.9529
-0.7	4.3500	10.8182	5.9302	-0.7	4.9755	10.8182	7.0645	-0.7	2.4178	10.8182	4.8447	-0.7	2.5254	10.8182	5.0702
-0.4	6.6449	9.7617	7.2136	-0.4	4.0157	9.7617	5.8807	-0.4	2.7876	9.7617	4.9313	-0.4	2.3659	9.7617	4.5932
-0.1	7.5665	8.3732	7.3490	-0.1	3.7682	8.3732	5.1927	-0.1	2.7807	8.3732	4.5012	-0.1	2.3583	8.3732	4.1955
0	7.5477	7.8458	7.1631	0	3.7464	7.8458	4.9986	0	2.7653	7.8458	4.3219	0	2.3500	7.8458	4.0350
0.1	7.3703	7.2837	6.8700	0.1	3.7234	7.2837	4.7958	0.1	2.7500	7.2837	4.1320	0.1	2.3369	7.2837	3.8576
0.4	5.9712	5.3803	5.4113	0.4	3.4568	5.3803	3.9948	0.4	2.6440	5.3803	3.4565	0.4	2.2504	5.3803	3.2116
0.7	3.5708	3.1715	3.2633	0.7	2.5367	3.1715	2.6817	0.7	2.1403	3.1715	2.4252	0.7	1.9031	3.1715	2.2833
0.9	1.7614	1.6430	1.6747	0.9	1.5094	1.6430	1.5322	0.9	1.4074	1.6430	1.4668	0.9	1.3392	1.6430	1.4271
0.999	1.1308	1.1131	1.1176	0.999	1.0945	1.1131	1.0968	0.999	1.0819	1.1131	1.0881	0.999	1.0746	1.1131	1.0835
$\emptyset$	2, 2	0.7, 0.7	2, 0.7	$\emptyset$	3, 3	0.7, 0.7	3, 0.7	$\emptyset$	4, 4	0.7, 0.7	4, 0.7	$\emptyset$	5, 5	0.7, 0.7	5, 0.7
-1	1.0237	18.7478	4.3586	-1	7.7715	18.7478	12.0672	-1	1.0155	18.7478	4.3547	-1	3.8692	18.7478	8.5137
-0.999	1.0339	18.8253	4.3792	-0.999	7.8075	18.8253	12.1187	-0.999	1.0217	18.8253	4.3733	-0.999	3.8877	18.8253	8.5504
-0.9	2.2415	17.8446	5.4631	-0.9	6.5332	17.8446	10.6430	-0.9	1.6361	17.8446	5.1249	-0.9	3.1584	17.8446	7.4047
-0.7	4.3500	16.4124	7.1887	-0.7	4.9755	16.4124	8.6864	-0.7	2.4178	16.4124	5.9255	-0.7	2.5254	16.4124	6.2202
-0.4	6.6449	14.3324	8.5801	-0.4	4.0157	14.3324	7.0591	-0.4	2.7876	14.3324	5.9121	-0.4	2.3659	14.3324	5.5076
-0.1	7.5665	11.8474	8.5809	-0.1	3.7682	11.8474	6.0583	-0.1	2.7807	11.8474	5.2614	-0.1	2.3583	11.8474	4.9061
0	7.5477	10.9488	8.3082	0	3.7464	10.9488	5.7729	0	2.7653	10.9488	5.0015	0	2.3500	10.9488	4.6741
0.1	7.3703	10.0142	7.9117	0.1	3.7234	10.0142	5.4812	0.1	2.7500	10.0142	4.7302	0.1	2.3369	10.0142	4.4229
0.4	5.9712	7.0097	6.0758	0.4	3.4568	7.0097	4.4147	0.4	2.6440	7.0097	3.8136	0.4	2.2504	7.0097	3.5504
0.7	3.5708	3.8225	3.5363	0.7	2.5367	3.8225	2.8508	0.7	2.1403	3.8225	2.5656	0.7	1.9031	3.8225	2.4159
0.9	1.7614	1.8035	1.7421	0.9	1.5094	1.8035	1.5731	0.9	1.4074	1.8035	1.5003	0.9	1.3392	1.8035	1.4587
0.999	1.1308	1.1370	1.1275	0.999	1.0945	1.1370	1.1024	0.999	1.0819	1.1370	1.0926	0.999	1.0746	1.1370	1.0877
$\emptyset$	2, 2	0.8, 0.8	2, 0.8	$\emptyset$	3, 3	0.8, 0.8	3, 0.8	$\emptyset$	4, 4	0.8, 0.8	4, 0.8	$\emptyset$	5, 5	0.8, 0.8	5, 0.8
-1	1.0237	29.8676	5.5000	-1	7.7715	29.8676	15.2312	-1	1.0155	29.8676	5.4959	-1	3.8692	29.8676	10.7461
-0.999	1.0339	29.9933	5.5256	-0.999	7.8075	29.9933	15.2969	-0.999	1.0217	29.9933	5.5192	-0.999	3.8877	29.9933	10.7928
-0.9	2.2415	28.1103	6.7773	-0.9	6.5332	28.1103	13.3617	-0.9	1.6361	28.1103	6.4005	-0.9	3.1584	28.1103	9.2863
-0.7	4.3500	25.2363	8.7315	-0.7	4.9755	25.2363	10.7518	-0.7	2.4178	25.2363	7.2857	-0.7	2.5254	25.2363	7.6761
-0.4	6.6449	21.2438	10.1846	-0.4	4.0157	21.2438	8.5045	-0.4	2.7876	21.2438	7.1090	-0.4	2.3659	21.2438	6.6216
-0.1	7.5665	16.8887	9.9730	-0.1	3.7682	16.8887	7.0725	-0.1	2.7807	16.8887	6.1581	-0.1	2.3583	16.8887	5.7404
0	7.5477	15.3926	9.5864	0	3.7464	15.3926	6.6655	0	2.7653	15.3926	5.7933	0	2.3500	15.3926	5.4154
0.1	7.3703	13.8754	9.0606	0.1	3.7234	13.8754	6.2580	0.1	2.7500	13.8754	5.4182	0.1	2.3369	13.8754	5.0708
0.4	5.9712	9.2381	6.7841	0.4	3.4568	9.2381	4.8676	0.4	2.6440	9.2381	4.2072	0.4	2.2504	9.2381	3.9249
0.7	3.5708	4.6951	3.8194	0.7	2.5367	4.6951	3.0256	0.7	2.1403	4.6951	2.7142	0.7	1.9031	4.6951	2.5576
0.9	1.7614	2.0185	1.8114	0.9	1.5094	2.0185	1.6146	0.9	1.4074	2.0185	1.5352	0.9	1.3392	2.0185	1.4920
0.999	1.1308	1.1699	1.1378	0.999	1.0945	1.1699	1.1084	0.999	1.0819	1.1699	1.0975	0.999	1.0746	1.1699	1.0923
$\emptyset$	2, 2	0.9, 0.9	2, 0.9	$\emptyset$	3, 3	0.9, 0.9	3, 0.9	$\emptyset$	4, 4	0.9, 0.9	4, 0.9	$\emptyset$	5, 5	0.9, 0.9	5, 0.9
-1	1.0237	48.6794	7.0197	-1	7.7715	48.6794	19.4453	-1	1.0155	48.6794	7.0155	-1	3.8692	48.6794	13.7192
-0.999	1.0339	48.8895	7.0517	-0.999	7.8075	48.8895	19.5302	-0.999	1.0217	48.8895	7.0451	-0.999	3.8877	48.8895	13.7797
-0.9	2.2415	45.2225	8.4752	-0.9	6.5332	45.2225	16.9536	-0.9	1.6361	45.2225	8.0698	-0.9	3.1584	45.2225	11.7666
-0.7	4.3500	39.4795	10.6410	-0.7	4.9755	39.4795	13.4252	-0.7	2.4178	39.4795	9.0189	-0.7	2.5254	39.4795	9.5455
-0.4	6.6449	31.8978	12.0745	-0.4	4.0157	31.8978	10.3063	-0.4	2.7876	31.8978	8.5847	-0.4	2.3659	31.8978	7.9924
-0.1	7.5665	24.3383	11.5449	-0.1	3.7682	24.3383	8.2824	-0.1	2.7807	24.3383	7.2285	-0.1	2.3583	24.3383	6.7282
0	7.5477	21.8767	11.0116	0	3.7464	21.8767	7.7143	0	2.7653	21.8767	6.7281	0	2.3500	21.8767	6.2830
0.1	7.3703	19.4439	10.3263	0.1	3.7234	19.4439	7.1573	0.1	2.7500	19.4439	6.2216	0.1	2.3369	19.4439	5.8210
0.4	5.9712	12.3638	7.5400	0.4	3.4568	12.3638	5.3703	0.4	2.6440	12.3638	4.6525	0.4	2.2504	12.3638	4.3462
0.7	3.5708	5.9043	4.1152	0.7	2.5367	5.9043	3.2142	0.7	2.1403	5.9043	2.8785	0.7	1.9031	5.9043	2.7141
0.9	1.7614	2.3175	1.8835	0.9	1.5094	2.3175	1.6592	0.9	1.4074	2.3175	1.5737	0.9	1.3392	2.3175	1.5288
0.999	1.1308	1.2164	1.1488	0.999	1.0945	1.2164	1.1150	0.999	1.0819	1.2164	1.1031	0.999	1.0746	1.2164	1.0977
$\emptyset$	2, 2	1.0, 1.0	2, 1.0	$\emptyset$	3, 3	1.0, 1.0	3, 1.0	$\emptyset$	4, 4	1.0, 1.0	4, 1.0	$\emptyset$	5, 5	1.0, 1.0	5, 1.0
-1	1.0237	81.6301	9.0872	-1	7.7715	81.6301	25.1811	-1	1.0155	81.6301	9.0833	-1	3.8692	81.6301	17.7660
-0.999	1.0339	81.9937	9.1278	-0.999	7.8075	81.9937	25.2931	-0.999	1.0217	81.9937	9.1216	-0.999	3.8877	81.9937	17.8456
-0.9	2.2415	74.6959	10.7105	-0.9	6.5332	74.6959	21.7986	-0.9	1.6361	74.6959	10.2953	-0.9	3.1584	74.6959	15.1031
-0.7	4.3500	63.1376	13.0344	-0.7	4.9755	63.1376	16.9527	-0.7	2.4178	63.1376	11.2587	-0.7	2.5254	63.1376	11.9875
-0.4	6.6449	48.7322	14.3134	-0.4	4.0157	48.7322	12.5954	-0.4	2.7876	48.7322	10.4238	-0.4	2.3659	48.7322	9.7009
-0.1	7.5665	35.6153	13.3228	-0.1	3.7682	35.6153	9.7574	-0.1	2.7807	35.6153	8.5206	-0.1	2.3583	35.6153	7.9100
0	7.5477	31.5736	12.6023	0	3.7464	31.5736	8.9755	0	2.7653	31.5736	7.8457	0	2.3500	31.5736	7.3092
0.1	7.3703	27.6813	11.7217	0.1	3.7234	27.6813	8.2245	0.1	2.7500	27.6813	7.1733	0.1	2.3369	27.6813	6.6992
0.4	5.9712	16.8794	8.3492	0.4	3.4568	16.8794	5.9473	0.4	2.6440	16.8794	5.1680	0.4	2.2504	16.8794	4.8282
0.7	3.5708	7.6373	4.4268	0.7	2.5367	7.6373	3.4270	0.7	2.1403	7.6373	3.0670	0.7	1.9031	7.6373	2.8917
0.9	1.7614	2.7477	1.9592	0.9	1.5094	2.7477	1.7096	0.9	1.4074	2.7477	1.6180	0.9	1.3392	2.7477	1.5707
0.999	1.1308	1.2839	1.1604	0.999	1.0945	1.2839	1.1226	0.999	1.0819	1.2839	1.1097	0.999	1.0746	1.2839	1.1039
$\emptyset$	2, 2	0.6, 0.6	2, 0.6	$\emptyset$	3, 3	0.6, 0.6	3, 0.6	$\emptyset$	4, 4	0.6, 0.6	4, 0.6	$\emptyset$	5, 5	0.6, 0.6	5, 0.6
-1	1.0237	11.9849	3.4855	-1	7.7715	11.9849	9.6482	-1	1.0155	11.9849	3.4821	-1	3.8692	11.9849	6.8071
-0.999	1.0339	12.0337	3.5022	-0.999	7.8075	12.0337	9.6890	-0.999	1.0217	12.0337	3.4970	-0.999	3.8877	12.0337	6.8362
-0.9	2.2415	11.5190	4.4304	-0.9	6.5332	11.5190	8.5491	-0.9	1.6361	11.5190	4.1346	-0.9	3.1584	11.5	

ตารางที่ 4.10 การเปรียบเทียบค่าบูลิปีเอฟเฟกต์ทั้ง 4 กรณี (ต่อ)

	Case 1	Case 2	Case 3,4		Case 1	Case 2	Case 3,4		Case 1	Case 2	Case 3,4		Case 1	Case 2	Case 3,4
	P_R, P_M	α_R, α_M	p, α		P_R, P_M	α_R, α_M	p, α		P_R, P_M	α_R, α_M	p, α		P_R, P_M	α_R, α_M	p, α
$\emptyset$	7, 7	0.6, 0.6	7, 0.6	$\emptyset$	8, 8	0.6, 0.6	8, 0.6	$\emptyset$	9, 9	0.6, 0.6	9, 0.6	$\emptyset$	10, 10	0.6, 0.6	10, 0.6
-1	2.7536	11.9849	5.7427	-1	1.0107	11.9849	3.4772	-1	2.2505	11.9849	5.1920	-1	1.0091	11.9849	3.4751
-0.999	2.7673	12.0337	5.7679	-0.999	1.0150	12.0337	3.4903	-0.999	2.2624	12.0337	5.2157	-0.999	1.0127	12.0337	3.4874
-0.9	2.1972	11.5190	4.9699	-0.9	1.4150	11.5190	3.9659	-0.9	1.7936	11.5190	4.4975	-0.9	1.3626	11.5190	3.9069
-0.7	1.8220	10.8182	4.3284	-0.7	1.6879	10.8182	4.1830	-0.7	1.5743	10.8182	4.0415	-0.7	1.5438	10.8182	4.0081
-0.4	1.7666	9.7617	3.9954	-0.4	1.7090	9.7617	3.9639	-0.4	1.5750	9.7617	3.7951	-0.4	1.5708	9.7617	3.8010
-0.1	1.7518	8.3732	3.6316	-0.1	1.6635	8.3732	3.5700	-0.1	1.5746	8.3732	3.4669	-0.1	1.5539	8.3732	3.4543
0	1.7438	7.8458	3.4872	0	1.6482	7.8458	3.4193	0	1.5696	7.8458	3.3327	0	1.5442	7.8458	3.3150
0.1	1.7347	7.2837	3.3304	0.1	1.6332	7.2837	3.2582	0.1	1.5621	7.2837	3.1847	0.1	1.5327	7.2837	3.1631
0.4	1.6933	5.3803	2.7737	0.4	1.5824	5.3803	2.6981	0.4	1.5202	5.3803	2.6469	0.4	1.4830	5.3803	2.6203
0.7	1.5437	3.1715	2.0241	0.7	1.4589	3.1715	1.9686	0.7	1.4088	3.1715	1.9335	0.7	1.3745	3.1715	1.9119
0.9	1.2311	1.6430	1.3493	0.9	1.2057	1.6430	1.3321	0.9	1.1909	1.6430	1.3215	0.9	1.1806	1.6430	1.3151
0.999	1.0640	1.1131	1.0744	0.999	1.0626	1.1131	1.0730	0.999	1.0628	1.1131	1.0725	0.999	1.0634	1.1131	1.0726
$\emptyset$	7, 7	0.7, 0.7	7, 0.7	$\emptyset$	8, 8	0.7, 0.7	8, 0.7	$\emptyset$	9, 9	0.7, 0.7	9, 0.7	$\emptyset$	10, 10	0.7, 0.7	10, 0.7
-1	2.7536	18.7478	7.1826	-1	1.011	18.748	4.349	-1	2.2505	18.7478	6.4938	-1	1.0091	18.7478	4.3461
-0.999	2.7673	18.8253	7.2143	-0.999	1.015	18.825	4.365	-0.999	2.2624	18.8253	6.5236	-0.999	1.0127	18.8253	4.3615
-0.9	2.1972	17.8446	6.1803	-0.9	1.415	17.845	4.926	-0.9	1.7936	17.8446	5.5910	-0.9	1.3626	17.8446	4.8528
-0.7	1.8220	16.4124	5.3088	-0.7	1.688	16.412	5.130	-0.7	1.5743	16.4124	4.9542	-0.7	1.5438	16.4124	4.9134
-0.4	1.7666	14.3324	4.7941	-0.4	1.709	14.332	4.761	-0.4	1.5750	14.3324	4.5518	-0.4	1.5708	14.3324	4.5617
-0.1	1.7518	11.8474	4.2503	-0.1	1.663	11.847	4.183	-0.1	1.5746	11.8474	4.0566	-0.1	1.5539	11.8474	4.0451
0	1.7438	10.9488	4.0428	0	1.648	10.949	3.969	0	1.5696	10.9488	3.8634	0	1.5442	10.9488	3.8461
0.1	1.7347	10.0142	3.8215	0.1	1.633	10.014	3.743	0.1	1.5621	10.0142	3.6548	0.1	1.5327	10.0142	3.6330
0.4	1.6933	7.0097	3.0680	0.4	1.582	7.010	2.989	0.4	1.5202	7.0097	2.9306	0.4	1.4830	7.0097	2.9333
0.7	1.5437	3.8225	2.1387	0.7	1.459	3.823	2.082	0.7	1.4088	3.8225	2.0445	0.7	1.3745	3.8225	2.0230
0.9	1.2311	1.8035	1.3762	0.9	1.206	1.803	1.358	0.9	1.1909	1.8035	1.3474	0.9	1.1806	1.8035	1.3413
0.999	1.0640	1.1370	1.0778	0.999	1.063	1.137	1.076	0.999	1.0628	1.1370	1.0758	0.999	1.0634	1.1370	1.0759
$\emptyset$	7, 7	0.8, 0.8	7, 0.8	$\emptyset$	8, 8	0.8, 0.8	8, 0.8	$\emptyset$	9, 9	0.8, 0.8	9, 0.8	$\emptyset$	10, 10	0.8, 0.8	10, 0.8
-1	2.7536	29.8676	9.0659	-1	1.0107	29.8676	5.4885	-1	2.2505	29.8676	8.1964	-1	1.0091	29.8676	5.4852
-0.999	2.7673	29.9933	9.1063	-0.999	1.0150	29.9933	5.5091	-0.999	2.2624	29.9933	8.2343	-0.999	1.0127	29.9933	5.5047
-0.9	2.1972	28.1103	7.7481	-0.9	1.4150	28.1103	6.1654	-0.9	1.7936	28.1103	7.0065	-0.9	1.3626	28.1103	6.0753
-0.7	1.8220	25.2363	6.5489	-0.7	1.6879	25.2363	6.3257	-0.7	1.5743	25.2363	6.1071	-0.7	1.5438	25.2363	6.0569
-0.4	1.7666	21.2438	5.7680	-0.4	1.7090	21.2438	5.7353	-0.4	1.5750	21.2438	5.4728	-0.4	1.5708	21.2438	5.4887
-0.1	1.7518	16.8887	4.9778	-0.1	1.6635	16.8887	4.9062	-0.1	1.5746	16.8887	4.7481	-0.1	1.5539	16.8887	4.7391
0	1.7438	15.3926	4.6882	0	1.6482	15.3926	4.6091	0	1.5696	15.3926	4.4780	0	1.5442	15.3926	4.4622
0.1	1.7347	13.8754	4.3851	0.1	1.6332	13.8754	4.3016	0.1	1.5621	13.8754	4.1926	0.1	1.5327	13.8754	4.1715
0.4	1.6933	9.2381	3.3941	0.4	1.5824	9.2381	3.3109	0.4	1.5202	9.2381	3.2435	0.4	1.4830	9.2381	3.2161
0.7	1.5437	4.6951	2.2620	0.7	1.4589	4.6951	2.2038	0.7	1.4088	4.6951	2.1635	0.7	1.3745	4.6951	2.1422
0.9	1.2311	2.0185	1.4049	0.9	1.2057	2.0185	1.3869	0.9	1.1909	2.0185	1.3750	0.9	1.1806	2.0185	1.3691
0.999	1.0640	1.1699	1.0817	0.999	1.0626	1.1699	1.0802	0.999	1.0628	1.1699	1.0795	0.999	1.0634	1.1699	1.0796
$\emptyset$	7, 7	0.9, 0.9	7, 0.9	$\emptyset$	8, 8	0.9, 0.9	8, 0.9	$\emptyset$	9, 9	0.9, 0.9	9, 0.9	$\emptyset$	10, 10	0.9, 0.9	10, 0.9
-1	2.7536	48.6794	11.5743	-1	1.0107	48.6794	7.0062	-1	2.2505	48.6794	10.4641	-1	1.0091	48.6794	7.0021
-0.999	2.7673	48.8895	11.6265	-0.999	1.0150	48.8895	7.0326	-0.999	2.2624	48.8895	10.5130	-0.999	1.0127	48.8895	7.0270
-0.9	2.1972	45.2225	9.8134	-0.9	1.4150	45.2225	7.7938	-0.9	1.7936	45.2225	8.8697	-0.9	1.3626	45.2225	7.6816
-0.7	1.8220	39.4795	8.1392	-0.7	1.6879	39.4795	7.8577	-0.7	1.5743	39.4795	7.5835	-0.7	1.5438	39.4795	7.5206
-0.4	1.7666	31.8978	6.9677	-0.4	1.7090	31.8978	6.9376	-0.4	1.5750	31.8978	6.6056	-0.4	1.5708	31.8978	6.6300
-0.1	1.7518	24.3383	5.8411	-0.1	1.6635	24.3383	5.7664	-0.1	1.5746	24.3383	5.5662	-0.1	1.5539	24.3383	5.5618
0	1.7438	21.8767	5.4451	0	1.6482	21.8767	5.3619	0	1.5696	21.8767	5.1965	0	1.5442	21.8767	5.1839
0.1	1.7347	19.4439	5.0387	0.1	1.6332	19.4439	4.9507	0.1	1.5621	19.4439	4.8140	0.1	1.5327	19.4439	4.7951
0.4	1.6933	12.3638	3.7614	0.4	1.5824	12.3638	3.6751	0.4	1.5202	12.3638	3.5943	0.4	1.4830	12.3638	3.5676
0.7	1.5437	5.9043	2.3988	0.7	1.4589	5.9043	2.3396	0.7	1.4088	5.9043	2.2946	0.7	1.3745	5.9043	2.2739
0.9	1.2311	2.3175	1.4369	0.9	1.2057	2.3175	1.4187	0.9	1.1909	2.3175	1.4056	0.9	1.1806	2.3175	1.4000
0.999	1.0640	1.2164	1.0863	0.999	1.0626	1.2164	1.0847	0.999	1.0628	1.2164	1.0839	0.999	1.0634	1.2164	1.0840
$\emptyset$	7, 7	1.0, 1.0	7, 1.0	$\emptyset$	8, 8	1.0, 1.0	8, 1.0	$\emptyset$	9, 9	1.0, 1.0	9, 1.0	$\emptyset$	10, 10	1.0, 1.0	10, 1.0
-1	2.7536	81.6301	14.9884	-1	1.0107	81.6301	9.0716	-1	2.2505	81.6301	13.5506	-1	1.0091	81.6301	9.0664
-0.999	2.7673	81.9937	15.0572	-0.999	1.0150	81.9937	9.1059	-0.999	2.2624	81.9937	13.6149	-0.999	1.0127	81.9937	9.0988
-0.9	2.1972	74.6959	12.5894	-0.9	1.4150	74.6959	9.9749	-0.9	1.7936	74.6959	11.3721	-0.9	1.3626	74.6959	9.8340
-0.7	1.8220	63.1376	10.2129	-0.7	1.6879	63.1376	9.8515	-0.7	1.5743	63.1376	9.5057	-0.7	1.5438	63.1376	9.4251
-0.4	1.7666	48.7322	8.4643	-0.4	1.7090	48.7322	8.4406	-0.4	1.5750	48.7322	8.0169	-0.4	1.5708	48.7322	8.0531
-0.1	1.7518	35.6153	6.8773	-0.1	1.6635	35.6153	6.8021	-0.1	1.5746	35.6153	6.5457	-0.1	1.5539	35.6153	6.5485
0	1.7438	31.5736	6.3433	0	1.6482	31.5736	6.2582	0	1.5696	31.5736	6.0464	0	1.5442	31.5736	6.0395
0.1	1.7347	27.6813	5.8062	0.1	1.6332	27.6813	5.7157	0.1	1.5621	27.6813	5.5411	0.1	1.5327	27.6813	5.5266
0.4	1.6933	16.8794	4.1823	0.4	1.5824	16.8794	4.0940	0.4	1.5202	16.8794	3.9945	0.4	1.4830	16.8794	3.9697
0.7	1.5437	7.6373	2.5542	0.7	1.4589	7.6373	2.4946	0.7	1.4088	7.6373	2.4428	0.7	1.3745	7.6373	2.4231
0.9	1.2311	2.7477	1.4735	0.9	1.2057	2.7477	1.4552	0.9	1.1909	2.7477	1.4404	0.9	1.1806	2.7477	1.4351
0.999	1.0640	1.2839	1.0917	0.999	1.0626	1.2839	1.0901	0.999	1.0628	1.2839	1.0890	0.999	1.0634	1.2839	1.0892
$\emptyset$	7, 7	1.1, 1.1	7, 1.1	$\emptyset$	8, 8	1.1, 1.1	8, 1.1	$\emptyset$	9, 9	1.1, 1.1	9, 1.1	$\emptyset$	10, 10	1.1, 1.1	10, 1.1
-1	2.7536	11.9849	4.8563	-1	1.9687	11.9849	4.8563	-1	1.9687	11.9849	4.8563	-1	1.9687	11.9849	4.8563
-0.999	2.7673	12.0337	4.8792	-0.999	1.9796	12.0337	4.8792	-0.999	1.9796	12.0337	4.8792	-0.999	1.9796	12.0337	4.8792
-0.9	2.1972	11.5190	4.2294	-0.9	1.5817	11.5190	4.2294	-0.9	1.5817	11.5190	4.2294	-0.9	1.5817	11.5190	4.2294
-0.7	1.8220	10.8													

4.5 การเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนทั้ง 4 กรณี

แม้ค่าบูลิพอฟเฟคในกรณีที่ 3 และ 4 จะมีค่าเท่ากันเมื่อเลือกใช้ค่าพารามิเตอร์เดียวกัน แต่ค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้จะไม่เท่ากัน เช่น ในห่วงโซ่อุปทานหนึ่งให้ค่าบูลิพน้อยที่สุด แต่หากไม่พิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ อาจส่งผลให้เกิดปัญหาอื่น ๆ เช่น สินค้าคงคลังที่ขาดหรือมากเกินไป ทำให้มีค่าใช้จ่ายมากหรือต้นทุนโดยรวมเพิ่มขึ้นตามมาได้ ในหัวข้อนี้จึงพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นเปรียบเทียบกันในแต่ละกรณี

4.5.1 ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Mean Square Error, MSE)

จากการจำลองสามารถวัดค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองรวมภายใต้ห่วงโซ่อุปทานแบบ 3 ระดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.11

กำหนดให้ พื้นที่แรงเสียดทาน = ค่าความคลาดเคลื่อนที่มีค่าน้อยที่สุดในหนึ่งแถว α
พื้นที่แรงเสียดทาน = ค่าความคลาดเคลื่อนที่เป็นค่ากลาง ๆ ระหว่างค่าน้อยและมาก
พื้นที่สีขาว = ค่าความคลาดเคลื่อนที่มีค่ามากที่สุดในหนึ่งแถว β

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองรวม (MSE_{Total}) เพื่อจัดลำดับวัดประสิทธิภาพทั้ง 4 กรณี สามารถจัดลำดับเพื่อวัดประสิทธิภาพมากที่สุดไปน้อยที่สุดได้ว่า

1. การจัดลำดับวัดประสิทธิภาพแต่ละกรณีในภาพรวมส่วนใหญ่
 - อันดับที่ 1 คือ กรณีที่ 1 เมื่อแต่ละองค์กรในห่วงโซ่อุปทานใช้วิธีการพยากรณ์แบบถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่เหมือนกันและใช้ $p_R = p_M$ (Case 1) จะให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด หรือหมายถึงมีประสิทธิภาพมากกว่ากรณีอื่น ๆ โดยมีพื้นที่แรงเสียดทานมากที่สุด (มากกว่า 58%) เมื่อเทียบกับกรณีอื่น ๆ เท่ากับ 63 ตารางย่อยจากทั้งหมด 100 ตารางย่อยในตารางที่ 4.11
 - อันดับที่ 2 คือ กรณีที่ 3 และ 4 เมื่อแต่ละองค์กรในห่วงโซ่อุปทานใช้วิธีการพยากรณ์ต่างกัน จะให้ค่าความคลาดเคลื่อนกลาง ๆ หรือมีประสิทธิภาพในระดับกลางระหว่างกรณีที่ 1 และกรณีที่ 2 โดยสามารถสังเกตจากพื้นที่แรงเสียดทาน ในกรณีที่ 3 และ 4 (Case 3, Case 4)
 - อันดับที่ 3 คือ กรณีที่ 2 เมื่อแต่ละองค์กรในห่วงโซ่อุปทานใช้วิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลเหมือนกันและใช้ $\alpha_R = \alpha_M$ (Case 2) จะให้ค่าความคลาดเคลื่อนมากที่สุด หรือมีประสิทธิภาพน้อยกว่ากรณีอื่น ๆ โดยสามารถสังเกตจากพื้นที่สีขาว ในกรณีที่ 2 (Case 2)
2. การจัดลำดับวัดประสิทธิภาพแต่ละกรณีในภาพรวมส่วนน้อย
 - อันดับที่ 1 คือ กรณีที่ 2 เมื่อองค์กรภายในห่วงโซ่อุปทานใช้ค่า α อยู่ในช่วงน้อย ๆ พบว่ากรณีที่ 2 (Case 2) จะให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด หรือมีประสิทธิภาพมากกว่ากรณีอื่น ๆ โดยมีพื้นที่แรงเสียดทานมากที่สุด (มากกว่า 58%) เมื่อเทียบกับกรณีอื่น ๆ เท่ากับ 14 ตารางย่อยจากทั้งหมด 100 ตารางย่อยในตารางที่ 4.11

- อันดับที่ 2 คือ กรณีที่ 3 และ 4 เมื่อแต่ละองค์กรในห่วงโซ่อุปทานใช้วิธีการพยากรณ์ต่างกัน (Case 3, 4) จะให้ค่าความคลาดเคลื่อนกลาง ๆ ไม่มากที่สุดและไม่น้อยที่สุด หรือมีประสิทธิภาพในระดับกลางระหว่างกรณีที่ 1 และกรณีที่ 2 โดยสามารถสังเกตจากพื้นที่แรงงาสีอ่อน ในกรณีที่ 3 และ 4 (Case 3, Case 4)

- อันดับที่ 3 คือ กรณีที่ 1 เมื่อองค์กรภายในห่วงโซ่อุปทานใช้ค่า α อยู่ในช่วงน้อย ๆ กรณีที่ 1 (Case 1) จะให้ค่าความคลาดเคลื่อนมากที่สุด หรือมีประสิทธิภาพน้อยกว่ากรณีอื่น ๆ โดยสามารถสังเกตจากพื้นที่สีขาว ในกรณีที่ 2 (Case 2)

3. การจัดลำดับวัดประสิทธิภาพแต่ละกรณีในบางจุด

จากการจำลองจะพบว่า มีผลลัพธ์ในบางจุดสำหรับกรณีที่ 3 และ 4 ที่ให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด หรือหมายถึงมีประสิทธิภาพมากกว่ากรณีอื่น ๆ ส่วนกรณีที่ 1 และ 2 ในจุดนี้ไม่สามารถสรุปได้ว่ากรณีไหนมีประสิทธิภาพมากกว่ากัน จึงจัดลำดับเพื่อวัดประสิทธิภาพมากที่สุดไปน้อยที่สุดได้ว่า

- อันดับที่ 1 คือ กรณีที่ 3 และ 4 เมื่อแต่ละองค์กรในห่วงโซ่อุปทานใช้วิธีการพยากรณ์ต่างกัน (Case 3, Case 4) จะให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดในบางจุด โดยมีพื้นที่แรงงาสีเข้มมากที่สุด (มากกว่า 58%) เมื่อเทียบกับกรณีอื่น ๆ เท่ากับ 10 ตารางย่อยจากทั้งหมด 100 ตารางย่อยในตารางที่ 4.11

- อันดับที่ 2 คือ กรณีที่ 1 และ 2 เมื่อแต่ละองค์กรในห่วงโซ่อุปทานใช้วิธีการพยากรณ์เหมือนกัน จะให้ค่าความคลาดเคลื่อนมากที่สุดในบางจุดนั้น โดยสามารถสังเกตจากพื้นที่แรงงาสีอ่อนและสีขาว ในกรณีที่ 1 และ 2 คละกันไป

ตารางที่ 4.11 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองทั้ง 4 กรณี

	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4		Case 1	Case 2	Case 3	Case 4		Case 1	Case 2	Case 3	Case 4		Case 1	Case 2	Case 3	Case 4		Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
	P_0, P_u	α_0, α_u	P_0, P_u	α_0, α_u		P_0, P_u	α_0, α_u	P_0, P_u	α_0, α_u		P_0, P_u	α_0, α_u	P_0, P_u	α_0, α_u		P_0, P_u	α_0, α_u	P_0, P_u	α_0, α_u		P_0, P_u	α_0, α_u	P_0, P_u	α_0, α_u
θ	2, 2	0.1, 0.1	2, 0.1	0.1, 2	θ	3, 3	0.1, 0.1	3, 0.1	0.1, 3	θ	4, 4	0.1, 0.1	4, 0.1	0.1, 4	θ	5, 5	0.1, 0.1	5, 0.1	0.1, 5	θ	6, 6	0.1, 0.1	6, 0.1	0.1, 6
-1	518352.3	634962.8	544786.1	601354.3	-1	1734030	634962.8	544472.6	601197.5	-1	517188.6	634962.8	544472.6	601197.5	-1	1099816	634962.8	931551.9	739665.8	-1	516972.2	634962.8	544395.9	601155.9
-0.999	358345.7	438200.2	376164.2	415082.3	-0.999	1197814	438200.2	375808.6	414904.2	-0.999	357104.1	438200.2	375808.6	414904.2	-0.999	759546.3	438200.2	643099	510577.9	-0.999	356868.6	438200.2	375719	414857.8
-0.9	13312.52	11069.77	11883.99	11391.97	-0.9	26578.46	11069.77	11161.9	11108.85	-0.9	11476.21	11069.77	11161.9	11108.85	-0.9	16804.75	11069.77	14783.67	12354.28	-0.9	11050.1	11069.77	10937.65	11034.67
-0.7	8130.054	4444.134	6235.543	5120.789	-0.7	8872.783	4444.134	5217.043	4731.278	-0.7	5737.446	4444.134	5217.043	4731.278	-0.7	5918.103	4444.134	5396.171	4773.495	-0.7	5166.381	4444.134	4886.42	4622.546
-0.4	6881.458	2779.371	4793.412	3494.862	-0.4	4916.958	2779.371	3467.673	3028.324	-0.4	3920.871	2779.371	3467.673	3028.324	-0.4	3621.669	2779.371	3307.773	2976.293	-0.4	3373.364	2779.371	3141.254	2933.675
-0.1	6398.197	2356.953	4364.366	3001.639	-0.1	4100.346	2356.953	2970.761	2577.851	-0.1	3390.688	2356.953	2970.761	2577.851	-0.1	3137.399	2356.953	2835.993	2544.622	-0.1	2910.659	2356.953	2686.698	2507.379
0	6250.617	2317.616	4288.973	2918.051	0	4034.562	2317.616	2928.425	2535.98	0	3351.061	2317.616	2928.425	2535.98	0	3105.767	2317.616	2798.303	2507.644	0	2879.047	2317.616	2649.868	2471.56
0.1	6097.792	2316.754	4235.753	2860.855	0.1	4022.138	2316.754	2934.753	2533.648	0.1	3364.337	2316.754	2934.753	2533.648	0.1	3121.988	2316.754	2805.307	2510.271	0.1	2893.807	2316.754	2656.489	2475.673
0.4	5603.734	2576.938	4219.925	2846.424	0.4	4163.952	2576.938	3240.49	2755.201	0.4	3666.073	2576.938	3240.49	2755.201	0.4	3451.635	2576.938	3112.925	2764.321	0.4	3229.561	2576.938	2962.334	2746.395
0.7	5043.532	3669.076	4612.39	3252.454	0.7	4339.966	3669.076	4135.056	3489.616	0.7	4203.701	3669.076	4135.056	3489.616	0.7	4194.493	3669.076	4087.1	3604.996	0.7	4121.626	3669.076	3994.83	3673.411
0.9	4650.27	7034.443	6158.126	4830.978	0.9	4427.357	7034.443	6133.759	5373.049	0.9	4682.482	7034.443	6133.759	5373.049	0.9	5036.238	7034.443	6258.953	5654.272	0.9	5319.193	7034.443	6336.993	5893.591
0.999	4632.173	15510.93	10395.98	9111.303	0.999	4767.709	15510.93	10993.59	9967.455	0.999	5408.733	15510.93	10993.59	9967.455	0.999	6186.597	15510.93	11359.17	10448.44	0.999	6932.226	15510.93	11702.72	10910.97
θ	2, 2	0.2, 0.2	2, 0.2	0.2, 2	θ	3, 3	0.2, 0.2	3, 0.2	0.2, 3	θ	4, 4	0.2, 0.2	4, 0.2	0.2, 4	θ	5, 5	0.2, 0.2	5, 0.2	0.2, 5	θ	6, 6	0.2, 0.2	6, 0.2	0.2, 6
-1	518352.3	794387.2	577597	704399.9	-1	1734030	794387.2	577259	704206.3	-1	517188.6	794387.2	577259	704206.3	-1	1099816	794387.2	995669.1	873533.8	-1	516972.2	794387.2	577174.3	704154.4
-0.999	358345.7	548299.4	398852	486247.6	-0.999	1197814	548299.4	398467.8	486028	-0.999	357104.1	548299.4	398467.8	486028	-0.999	759546.3	548299.4	687416.4	603025.1	-0.999	356868.6	548299.4	398389.1	485970
-0.9	13312.52	13784.66	12605.53	13362.25	-0.9	26578.46	13784.66	11831.31	13014.67	-0.9	11476.21	13784.66	11831.31	13014.67	-0.9	16804.75	13784.66	15751.64	14537.02	-0.9	11050.1	13784.66	11590.31	12922.78
-0.7	8130.054	5488.38	6615.887	6013.031	-0.7	8872.783	5488.38	5521.61	5534.899	-0.7	5737.446	5488.38	5521.61	5534.899	-0.7	5918.103	5488.38	5716.261	5585.565	-0.7	5166.381	5488.38	5165.38	5400.411
-0.4	6881.458	3378.004	5074.259	4093.363	-0.4	4916.958	3378.004	3646.668	3519.916	-0.4	3920.871	3378.004	3646.668	3519.916	-0.4	3621.669	3378.004	3473.549	3454.919	-0.4	3373.364	3378.004	3295.187	3401.948
-0.1	6398.197	2795.778	4595.346	3488.004	-0.1	4100.346	2795.778	3088.658	2964.396	-0.1	3390.688	2795.778	3088.658	2964.396	-0.1	3137.399	2795.778	2943.269	2921.629	-0.1	2910.659	2795.778	2783.811	2874.552
0	6250.617	2718.899	4503.334	3376.291	0	4034.562	2718.899	3029.138	2902.38	0	3351.061	2718.899	3029.138	2902.38	0	3105.767	2718.899	2888.933	2865.143	0	2879.047	2718.899	2730.589	2819.101
0.1	6097.792	2682.041	4431.515	3291.793	0.1	4022.138	2682.041	3017.621	2883.277	0.1	3364.337	2682.041	3017.621	2883.277	0.1	3121.988	2682.041	2878.152	2851.483	0.1	2893.807	2682.041	2719.634	2806.726
0.4	5603.734	2803.321	4329.693	3179.441	0.4	4163.952	2803.321	3244.763	3050.673	0.4	3666.073	2803.321	3244.763	3050.673	0.4	3451.635	2803.321	3105.309	3054.705	0.4	3229.561	2803.321	2945.247	3026.907
0.7	5043.532	3448.736	4457.728	3331.211	0.7	4339.966	3448.736	3882.516	3581.688	0.7	4203.701	3448.736	3882.516	3581.688	0.7	4194.493	3448.736	3820.334	3703.392	0.7	4121.626	3448.736	3718.889	3769.329
0.9	4650.27	4946.436	5036.33	3964.88	0.9	4427.357	4946.436	4911.143	4545.81	0.9	4682.482	4946.436	4911.143	4545.81	0.9	5036.238	4946.436	5019.273	4844.185	0.9	5319.193	4946.436	5066.66	5091.1
0.999	4632.173	7770.863	6483.128	5425.38	0.999	4767.709	7770.863	6699.642	6326.706	0.999	5408.733	7770.863	6699.642	6326.706	0.999	6186.597	7770.863	7017.885	6828.494	0.999	6932.226	7770.863	7317.485	7302.346
θ	2, 2	0.3, 0.3	2, 0.3	0.3, 2	θ	3, 3	0.3, 0.3	3, 0.3	0.3, 3	θ	4, 4	0.3, 0.3	4, 0.3	0.3, 4	θ	5, 5	0.3, 0.3	5, 0.3	0.3, 5	θ	6, 6	0.3, 0.3	6, 0.3	0.3, 6
-1	518352.3	1011097	616351.6	830047.7	-1	1734030	1011097	615990.1	829806.7	-1	517188.6	1011097	615990.1	829806.7	-1	1099816	1011097	1071423	1037297	-1	516972.2	1011097	615897.8	829740.9
-0.999	358345.7	697980	425648.1	573027.5	-0.999	1197814	697980	425236.2	572754.9	-0.999	357104.1	697980	425236.2	572754.9	-0.999	759546.3	697980	739780	716124	-0.999	356868.6	697980	425128.4	572681.6
-0.9	13312.52	17454.81	13443.92	15753.67	-0.9	26578.46	17454.81	12615.94	15325.71	-0.9	11476.21	17454.81	12615.94	15325.71	-0.9	16804.75	17454.81	16891	17190.34	-0.9	11050.1	17454.81	12358.01	15211.74
-0.7	8130.054	6885.79	7048.071	7088.949	-0.7	8872.783	6885.79	5873.733	6500.219	-0.7	5737.446	6885.79	5873.733	6500.219	-0.7	5918.103	6885.79	6688.717	6560.849	-0.7	5166.381	6885.79	5490.629	6333.502
-0.4	6881.458	4165.99	5384.392	4808.022	-0.4	4916.958	4165.99	3848.79	4100.13	-0.4	3920.871	4165.99	3848.79	4100.13	-0.4	3621.669	4165.99	3662.532	4108.327	-0.4	3373.364	4165.99	3472.353	3952.682
-0.1	6398.197	3363.967	4843.19	4063.041	-0.1	4100.346	3363.967	3217.933	3410.675	-0.1	3390.688	3363.967	3217.933	3410.675	-0.1	3137.399	3363.967	3063.674	3354.873	-0.1	2910.659	3363.967	2895.31	3295.62
0	6250.617	3236.757	4731.288	3916.711	0	4034.562	3236.757	3138.642	3322.23	0	3351.061	3236.757	3138.642	3322.23	0	3105.767	3236.757	2990.783	3272.465	0	2879.047	3236.757	2824.226	3213.959
0.1	6097.792	3153.501	4638.199	3799.388	0.1	4022.138	3153.501	3107.451	3281.213	0.1	3364.337	3153.501	3107.451	3281.213	0.1	3121.988	3153.501	2961.065	3237.058	0.1	2893.807	3153.501	2795.023	3179.384
0.4	5603.734	3124.714	4452.323	3582.749	0.4	4163.952	3124.714	3260.701	3388.643	0.4	3666.073	3124.714	3260.701	3388.643	0.4	3451.635	3124.714	3114.262	3381.55	0.4	3229.561	3124.714	2948.51	3339.389
0.7	5043.532	3453.119	4399.066	3549.741	0.7	4339.966	3453.119	3726.257	3780.885	0.7	4203.701	3453.119	3726.257	3780.885	0.7	4194.493	3453.119	3655.474	3897.821	0.7	4121.626	3453.119	3549.823	3952.088
0.9	4650.27	4185.658	4582.77	3788.466	0.9	4427.357	4185.658	4361.249	4367.615	0.9	4682.482	4185.658	4361.249	4367.615	0.9	5036.238	4185.658	4458.986	4666.308	0.9	5319.193	4185.658	4522.206	4905.905
0.999	4632.173	5510.958	5324.562	4487.044	0.999	4767.709	5510.958	5399.568	5391.491	0.999	5408.733	5510.958	5399.568	5391.491	0.999	6186.597	5510.958	5709.255	5886.35	0.999	6932.226	5510.958	6006.717	6365.952
θ	2, 2	0.4, 0.4	2, 0.4	0.4																				

ตารางที่ 4.11 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองทั้ง 4 กรณี (ต่อ)

	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4		Case 1	Case 2	Case 3	Case 4		Case 1	Case 2	Case 3	Case 4		Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
	P_{α}, P_{μ}	$\alpha_{\alpha}, \alpha_{\mu}$	P_{α}, α_{μ}	α_{α}, P_{μ}		P_{α}, P_{μ}	$\alpha_{\alpha}, \alpha_{\mu}$	P_{α}, α_{μ}	α_{α}, P_{μ}		P_{α}, P_{μ}	$\alpha_{\alpha}, \alpha_{\mu}$	P_{α}, α_{μ}	α_{α}, P_{μ}		P_{α}, P_{μ}	$\alpha_{\alpha}, \alpha_{\mu}$	P_{α}, α_{μ}	α_{α}, P_{μ}
θ	7, 7	0.1, 0.1	7, 0.1	0.1, 7	θ	8, 8	0.1, 0.1	8, 0.1	0.1, 8	θ	9, 9	0.1, 0.1	9, 0.1	0.1, 9	θ	10, 10	0.1, 0.1	10, 0.1	0.1, 10
-1	893937.1	634962.8	809187.6	697434.3	-1	516493.1	634962.8	544124.8	601009.9	-1	794493.5	634962.8	745442.9	674940.2	-1	516087.5	634962.8	543843	600896.8
-0.999	617309.1	438200.2	558607.4	481404.4	-0.999	356420.1	438200.2	375465.9	414725.1	-0.999	548684.5	438200.2	514648.2	465887.7	-0.999	356037.8	438200.2	375199.3	414621.7
-0.9	13631.23	11069.77	12802.4	11675.44	-0.9	10720.64	11069.77	10749.03	10956.95	-0.9	12183.35	11069.77	11830.94	11333.6	-0.9	10523.85	11069.77	10619.11	10909.21
-0.7	4947.733	4444.134	4766.711	4562.708	-0.7	4749.962	4444.134	4634.346	4519.589	-0.7	4566.971	4444.134	4508.407	4471.165	-0.7	4529.04	4444.134	4481.072	4465.27
-0.4	3081.321	2779.371	2960.159	2859.798	-0.4	3005.261	2779.371	2917.737	2840.966	-0.4	2871.507	2779.371	2824.278	2806.164	-0.4	2871.571	2779.371	2823.217	2809.764
-0.1	2659.787	2356.953	2531.798	2445.502	-0.1	2555.977	2356.953	2471.989	2417.28	-0.1	2473.4	2356.953	2416.265	2395.714	-0.1	2462.121	2356.953	2406.045	2396.875
0	2632.351	2317.616	2497.488	2411.653	0	2520.687	2317.616	2432.784	2381.233	0	2445.735	2317.616	2383.05	2361.739	0	2431.045	2317.616	2370.326	2362.026
0.1	2648.945	2316.754	2504.979	2417.584	0.1	2529.877	2316.754	2435.574	2385.504	0.1	2459.107	2316.754	2389.399	2367.297	0.1	2441.058	2316.754	2374.293	2366.703
0.4	2991.863	2576.938	2810.67	2700.907	0.4	2856.476	2576.938	2728.456	2670.517	0.4	2786.247	2576.938	2682.996	2655.585	0.4	2759.569	2576.938	2661.08	2654.124
0.7	3999.23	3669.076	3888.175	3698.898	0.7	3934.662	3669.076	3829.738	3719.514	0.7	3921.908	3669.076	3805.513	3744.614	0.7	3943.403	3669.076	3800.781	3775.867
0.9	5542.408	7034.443	6395.22	6089.528	0.9	5795.222	7034.443	6486.651	6272.823	0.9	6089.076	7034.443	6607.748	6457.178	0.9	6412.152	7034.443	6745.392	6646.051
0.999	7650.919	15510.93	12050.66	11348.63	0.999	8421.08	15510.93	12447.87	11788.99	0.999	9264.609	15510.93	12902.29	12248.8	0.999	10172.63	15510.93	13399.46	12732.16
θ	7, 7	0.2, 0.2	7, 0.2	0.2, 7	θ	8, 8	0.2, 0.2	8, 0.2	0.2, 8	θ	9, 9	0.2, 0.2	9, 0.2	0.2, 9	θ	10, 10	0.2, 0.2	10, 0.2	0.2, 10
-1	893937.1	794387.2	863268.2	821891.3	-1	516493.1	794387.2	576880.4	703975.9	-1	794493.5	794387.2	794337.1	794384.4	-1	516087.5	794387.2	576577.7	703838.1
-0.999	617309.1	548299.4	595988.7	567349.7	-0.999	356420.1	548299.4	598095.1	485807.1	-0.999	548684.5	548299.4	548505.7	548374.7	-0.999	356037.8	548299.4	597809.1	485681.3
-0.9	13631.23	13784.66	13609.19	13705.99	-0.9	10720.64	13784.66	11389.67	12827.08	-0.9	12183.35	13784.66	118260.4	13287.35	-0.9	10523.85	13784.66	11250.65	12768.11
-0.7	4947.733	5488.38	5037.511	5326.743	-0.7	4749.962	5488.38	4896.143	5273.666	-0.7	4566.971	5488.38	4761.14	5214.118	-0.7	4529.04	5488.38	4731.877	5206.598
-0.4	3081.321	3378.004	3100.928	3310.88	-0.4	3005.261	3378.004	3058.077	3287.353	-0.4	2871.507	3378.004	2958.127	3244.3	-0.4	2871.571	3378.004	2957.64	3248.272
-0.1	2659.787	2795.778	2619.173	2797.689	-0.1	2555.977	2795.778	2558.5	2762.3	-0.1	2473.4	2795.778	2499.976	2735.105	-0.1	2462.121	2795.778	2489.726	2735.777
0	2632.351	2718.899	2569.223	2744.361	0	2520.687	2718.899	2503.692	2706.056	0	2445.735	2718.899	2451.938	2681.205	0	2431.045	2718.899	2439.078	2680.621
0.1	2648.945	2682.041	2559.819	2733.804	0.1	2529.877	2682.041	2489.712	2693.15	0.1	2459.107	2682.041	2442.15	2669.603	0.1	2441.058	2682.041	2426.856	2667.684
0.4	2991.863	2803.321	2787.192	2966.627	0.4	2856.476	2803.321	2705.092	2925.795	0.4	2786.247	2803.321	2659.06	2904.326	0.4	2759.569	2803.321	2637.68	2899.544
0.7	3999.23	3448.736	3607.504	3784.958	0.7	3934.662	3448.736	3550.255	3796.601	0.7	3921.908	3448.736	3526.731	3814.846	0.7	3943.403	3448.736	3522.582	3841.306
0.9	5542.408	6946.436	5138.748	5285.784	0.9	5795.222	6946.436	5229.352	5465.937	0.9	6089.076	6946.436	5348.477	5647.311	0.9	6412.152	6946.436	5484.532	5833.951
0.999	7650.919	7770.863	7617.226	7741.862	0.999	8421.08	7770.863	7966.181	8180.843	0.999	9264.609	7770.863	8358.927	8638.637	0.999	10172.63	7770.863	8785.624	9120.245
θ	7, 7	0.3, 0.3	7, 0.3	0.3, 7	θ	8, 8	0.3, 0.3	8, 0.3	0.3, 8	θ	9, 9	0.3, 0.3	9, 0.3	0.3, 9	θ	10, 10	0.3, 0.3	10, 0.3	0.3, 10
-1	893937.1	1011097	927165.1	974017	-1	516493.1	1011097	615577.9	829522.8	-1	794493.5	1011097	852106.1	940311.6	-1	516087.5	1011097	615251	829355.3
-0.999	617309.1	697980	640158.3	672407.9	-0.999	356420.1	697980	424890.7	572482.5	-0.999	548684.5	697980	588391.3	649156.4	-0.999	356037.8	697980	424522.3	572329.1
-0.9	13631.23	17454.81	14560.27	16171.52	-0.9	10720.64	17454.81	12144.62	15904.55	-0.9	12183.35	17454.81	13421	15658.46	-0.9	10523.85	17454.81	11995.15	15022.06
-0.7	4947.733	6885.79	5354.481	6283.136	-0.7	4749.962	6885.79	5202.718	6178.131	-0.7	4566.971	6885.79	5057.269	6105.12	-0.7	4529.04	6885.79	5025.858	6095.796
-0.4	3081.321	4165.99	3264.168	3840.843	-0.4	3005.261	4165.99	3221.27	3812.077	-0.4	2871.507	4165.99	3113.947	3759.202	-0.4	2871.571	4165.99	3114.34	3763.952
-0.1	2659.787	3363.967	2721.316	3200.837	-0.1	2555.977	3363.967	2660.348	3157.344	-0.1	2473.4	3363.967	2598.915	3123.741	-0.1	2462.121	3363.967	2589.015	3124.292
0	2632.351	3236.57	2654.621	3121.498	0	2520.687	3236.57	2588.955	3074.262	0	2445.735	3236.57	2535.293	3043.417	0	2431.045	3236.57	2522.764	3042.322
0.1	2648.945	3153.501	2628.04	3088.706	0.1	2529.877	3153.501	2558.087	3038.314	0.1	2459.107	3153.501	2509.486	3008.882	0.1	2441.058	3153.501	2494.586	3005.983
0.4	2991.863	3124.714	2786.63	3260.533	0.4	2856.476	3124.714	2706.383	3207.394	0.4	2786.247	3124.714	2662.206	3178.692	0.4	2759.569	3124.714	2641.496	3170.754
0.7	3999.23	3453.119	3437.992	3950.422	0.7	3934.662	3453.119	3385.273	3948.239	0.7	3921.908	3453.119	3365.558	3956.678	0.7	3943.403	3453.119	3364.548	3976.732
0.9	5542.408	4185.658	4574.467	5086.594	0.9	5795.222	4185.658	4669.999	5253.744	0.9	6089.076	4185.658	4792.527	5603.211	0.9	6412.152	4185.658	4932.527	5603.211
0.999	7650.919	5510.958	6308.644	6794.115	0.999	8421.08	5510.958	6663.204	7221.441	0.999	9264.609	5510.958	7055.657	7669.258	0.999	10172.63	5510.958	7489.483	8143.105
θ	7, 7	0.4, 0.4	7, 0.4	0.4, 7	θ	8, 8	0.4, 0.4	8, 0.4	0.4, 8	θ	9, 9	0.4, 0.4	9, 0.4	0.4, 9	θ	10, 10	0.4, 0.4	10, 0.4	0.4, 10
-1	893937.1	1311000	1003415	1161588	-1	516493.1	1311000	661752.7	983962	-1	794493.5	1311000	921043.4	1120157	-1	516087.5	1311000	661397.4	983758.6
-0.999	617309.1	905149.3	692871.1	801952	-0.999	356420.1	905149.3	456733.5	679109.1	-0.999	548684.5	905149.3	630567.3	773070.4	-0.999	356037.8	905149.3	456398.6	678922.6
-0.9	13631.23	22494.36	15689.42	19187.32	-0.9	10720.64	22494.36	13039.84	17864.24	-0.9	12183.35	22494.36	14442.12	18557.84	-0.9	10523.85	22494.36	12878.02	17775.71
-0.7	4947.733	8776.056	5726.12	7346.423	-0.7	4749.962	8776.056	5562.132	7267.494	-0.7	4566.971	8776.056	5404.31	7178.322	-0.7	4529.04	8776.056	5370.364	7167.128
-0.4	3081.321	5205.182	3451.733	4641.598	-0.4	3005.261	5205.182	3409.125	4427.678	-0.4	2871.507	5205.182	3292.994	4363.379	-0.4	2871.571	5205.182	3294.504	4369.687
-0.1	2659.787	4090.67	2836.738	3656.373	-0.1	2555.977	4090.67	2775.875	3604.745	-0.1	2473.4	4090.67	2710.9	3564.392	-0.1	2462.121	4090.67	2701.512	3565.725
0	2632.351	3891.98	2751.085	3541.47	0	2520.687	3891.98	2685.751	3485.321	0	2445.735	3891.98	2629.734	3448.456	0	2431.045	3891.98	2617.693	3447.836
0.1	2648.945	3743.922	2705.773	3477.589	0.1	2529.877	3743.922	2636.538	3417.563	0.1	2459.107	3743.922	2586.62	3382.513	0.1	2441.058	3743.922	2572.3	3379.739
0.4	2991.863	3526.853	2797.939	3565.545	0.4	2856.476	3526.853	2720.633	3500.527	0.4	2786.247	3526.853	2678.051	3465.683	0.4	2759.569	3526.853	2658.	

ตารางที่ 4.11 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองทั้ง 4 กรณี (ต่อ)

	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4		Case 1	Case 2	Case 3	Case 4		Case 1	Case 2	Case 3	Case 4		Case 1	Case 2	Case 3	Case 4		Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
	P_0, P_u	α_0, α_u	P_0, P_u	α_0, α_u		P_0, P_u	α_0, α_u	P_0, P_u	α_0, α_u		P_0, P_u	α_0, α_u	P_0, P_u	α_0, α_u		P_0, P_u	α_0, α_u	P_0, P_u	α_0, α_u		P_0, P_u	α_0, α_u	P_0, P_u	α_0, α_u
θ	2, 2	0.6, 0.6	2, 0.6	0.6, 2	θ	3, 3	0.6, 0.6	3, 0.6	0.6, 3	θ	4, 4	0.6, 0.6	4, 0.6	0.6, 4	θ	5, 5	0.6, 0.6	5, 0.6	0.6, 5	θ	6, 6	0.6, 0.6	6, 0.6	0.6, 6
-1	518352.3	2345392	786493.5	1418197	-1	1734030	2345392	786096.8	1417745	-1	517188.6	2345392	786096.8	1417745	-1	1099816	2345392	1404201	1808784	-1	516972.2	2345392	785975	1417610
-0.999	358345.7	1619857	543271.2	979272.2	-0.999	1197814	1619857	542807.9	978766.7	-0.999	357104.1	1619857	542807.9	978766.7	-0.999	759546.3	1619857	969841.3	1249001	-0.999	356868.6	1619857	542667	978620.2
-0.9	13312.52	39615.18	16962.41	26728.83	-0.9	26578.46	39615.18	15985.33	25948.2	-0.9	11476.21	39615.18	15985.33	25948.2	-0.9	16804.75	39615.18	21830.96	29466.28	-0.9	11050.1	39615.18	15670.6	25741.34
-0.7	8130.054	15013.8	8756.783	11875.39	-0.7	8872.783	15013.8	7335.944	10793.56	-0.7	5737.446	15013.8	7335.944	10793.56	-0.7	5918.103	15013.8	7651.511	10907.89	-0.7	5166.381	15013.8	6854.502	10486.4
-0.4	6881.458	8479.961	6519.659	7847.935	-0.4	4916.958	8479.961	4643.816	6532.064	-0.4	3920.871	8479.961	4643.816	6532.064	-0.4	3621.669	8479.961	4411.865	6375.315	-0.4	3373.364	8479.961	4182.356	6261.265
-0.1	6398.197	6265.842	5678.387	6394.989	-0.1	4100.346	6265.842	3689.877	5140.789	-0.1	3390.688	6265.842	3689.877	5140.789	-0.1	3137.399	6265.842	3514.256	5030.534	-0.1	2910.659	6265.842	3322.646	4929.298
0	6250.617	5819.392	5476.293	6072.063	0	4034.562	5819.392	3526.402	4901.343	0	3351.061	5819.392	3526.402	4901.343	0	3105.767	5819.392	3365.803	4800.199	0	2879.047	5819.392	3180.401	4700.034
0.1	6097.792	5452.037	5292.206	5790.185	0.1	4022.138	5452.037	3415.442	4730.571	0.1	3364.337	5452.037	3415.442	4730.571	0.1	3121.988	5452.037	3263.654	4635.944	0.1	2893.807	5452.037	3083.254	4536.147
0.4	5603.734	4664.138	4810.444	5106.008	0.4	4163.952	4664.138	3323.974	4507.602	0.4	3666.073	4664.138	3323.974	4507.602	0.4	3451.635	4664.138	3185.135	4448.115	0.4	3229.561	4664.138	3019.608	4358.529
0.7	5043.532	4151.31	4374.547	4553.386	0.7	4339.966	4151.31	3452.589	4510.308	0.7	4203.701	4151.31	3452.589	4510.308	0.7	4194.493	4151.31	3392.303	4577.646	0.7	4121.626	4151.31	3297.802	4581.582
0.9	4650.27	3927.92	4112.528	4245.472	0.9	4427.357	3927.92	3658.607	4602.286	0.9	4682.482	3927.92	3658.607	4602.286	0.9	5036.238	3927.92	3762.892	4855.255	0.9	5319.193	3927.92	3839.044	5047.226
0.999	4632.173	4060.934	4187.771	4055.488	0.999	4767.709	4060.934	4132.686	5007.654	0.999	5408.733	4060.934	4132.686	5007.654	0.999	6186.597	4060.934	4449.46	5472.441	0.999	6932.226	4060.934	4762.116	5901.066
θ	2, 2	0.7, 0.7	2, 0.7	0.7, 2	θ	3, 3	0.7, 0.7	3, 0.7	0.7, 3	θ	4, 4	0.7, 0.7	4, 0.7	0.7, 4	θ	5, 5	0.7, 0.7	5, 0.7	0.7, 5	θ	6, 6	0.7, 0.7	6, 0.7	0.7, 6
-1	518352.3	3249699	870934	1726001	-1	1734030	3249699	870552.5	1725464	-1	517188.6	3249699	870552.5	1725464	-1	1099816	3249699	1569450	2214592	-1	516972.2	3249699	870416.4	1725293
-0.999	358345.7	2244820	601638.7	1191890	-0.999	1197814	2244820	601183.7	1191290	-0.999	357104.1	2244820	601183.7	1191290	-0.999	759546.3	2244820	1084100	1529338	-0.999	356868.6	2244820	601026.1	1191106
-0.9	13312.52	54346.06	18632.22	32334.92	-0.9	26578.46	54346.06	17621.81	31402.83	-0.9	11476.21	54346.06	17621.81	31402.83	-0.9	16804.75	54346.06	24251.41	35810.34	-0.9	11050.1	54346.06	17283.49	31518.78
-0.7	8130.054	20216.21	9518.526	14225.9	-0.7	8872.783	20216.21	8024.299	12924.38	-0.7	5737.446	20216.21	8024.299	12924.38	-0.7	5918.103	20216.21	8392.732	13072.65	-0.7	5166.381	20216.21	7498.485	12551.4
-0.4	6881.458	11086.9	6986.616	9260.969	-0.4	4916.958	11086.9	5003.081	7670.963	-0.4	3920.871	11086.9	5003.081	7670.963	-0.4	3621.669	11086.9	4749.381	7479.364	-0.4	3373.364	11086.9	4502.977	7345.422
-0.1	6398.197	7918.105	5995.3	7421.21	-0.1	4100.346	7918.105	3895.19	5893.24	-0.1	3390.688	7918.105	3895.19	5893.24	-0.1	3137.399	7918.105	3709.269	5761.273	-0.1	2910.659	7918.105	3508.391	5645.408
0	6250.617	7262.778	5751.309	7003.544	0	4034.562	7262.778	3693.726	5568.853	0	3351.061	7262.778	3693.726	5568.853	0	3105.767	7262.778	3527.359	5448.727	0	2879.047	7262.778	3334.603	5334.987
0.1	6097.792	6715.17	5527.047	6635.284	0.1	4022.138	6715.17	3548.272	5324.942	0.1	3364.337	6715.17	3548.272	5324.942	0.1	3121.988	6715.17	3394.518	5212.907	0.1	2893.807	6715.17	3209.018	5100.339
0.4	5603.734	5494.046	4931.201	5723.277	0.4	4163.952	5494.046	3364.7	4924.633	0.4	3666.073	5494.046	3364.7	4924.633	0.4	3451.635	5494.046	3232.638	4848.482	0.4	3229.561	5494.046	3068.259	4746.603
0.7	5043.532	4642.489	4391.167	4972.633	0.7	4339.966	4642.489	3407.62	4776.698	0.7	4203.701	4642.489	3407.62	4776.698	0.7	4194.493	4642.489	3357.318	4826.615	0.7	4121.626	4642.489	3268.658	4817.148
0.9	4650.27	4208.763	4059.607	4535.623	0.9	4427.357	4208.763	3550.976	4762.448	0.9	4682.482	4208.763	3550.976	4762.448	0.9	5036.238	4208.763	3644.117	4997.84	0.9	5319.193	4208.763	3746.701	5176.127
0.999	4632.173	4184.508	4072.842	4504.205	0.999	4767.709	4184.508	3965.881	5086.326	0.999	5408.733	4184.508	3965.881	5086.326	0.999	6186.597	4184.508	4290.698	5534.551	0.999	6932.226	4184.508	4609.766	5950.761
θ	2, 2	0.8, 0.8	2, 0.8	0.8, 2	θ	3, 3	0.8, 0.8	3, 0.8	0.8, 3	θ	4, 4	0.8, 0.8	4, 0.8	0.8, 4	θ	5, 5	0.8, 0.8	5, 0.8	0.8, 5	θ	6, 6	0.8, 0.8	6, 0.8	0.8, 6
-1	518352.3	4626950	977333.5	2124666	-1	1734030	4626950	976992.4	2123949	-1	517188.6	4626950	976992.4	2123949	-1	1099816	4626950	1777738	2741400	-1	516972.2	4626950	976832.6	2123730
-0.999	358345.7	3196797	675179.7	1467211	-0.999	1197814	3196797	674757.1	1466519	-0.999	357104.1	3196797	674757.1	1466519	-0.999	759546.3	3196797	1228133	1893297	-0.999	356868.6	3196797	674577.6	1466287
-0.9	13312.52	76482.8	20680.98	39471.86	-0.9	26578.46	76482.8	19655.03	38379.81	-0.9	11476.21	76482.8	19655.03	38379.81	-0.9	16804.75	76482.8	27276.05	43955.73	-0.9	11050.1	76482.8	19290.02	38083.48
-0.7	8130.054	27830.09	10417.52	17135.79	-0.7	8872.783	27830.09	8862.544	15592.27	-0.7	5737.446	27830.09	8862.544	15592.27	-0.7	5918.103	27830.09	9299.805	15789.02	-0.7	5166.381	27830.09	8283.425	15138.87
-0.4	6881.458	14762.29	7511.46	10945.86	-0.4	4916.958	14762.29	5431.045	9051.016	-0.4	3920.871	14762.29	5431.045	9051.016	-0.4	3621.669	14762.29	5149.476	8816.613	-0.4	3373.364	14762.29	4883.097	8659.509
-0.1	6398.197	10169.26	6336.162	8603.453	-0.1	4100.346	10169.26	4137.022	6711.922	-0.1	3390.688	10169.26	4137.022	6711.922	-0.1	3137.399	10169.26	3935.628	6615.096	-0.1	2910.659	10169.26	3723.776	6483.36
0	6250.617	9211.002	6043.296	8065.491	0	4034.562	9211.002	3891.273	6338.282	0	3351.061	9211.002	3891.273	6338.282	0	3105.767	9211.002	3714.746	6197.541	0	2879.047	9211.002	3512.999	6069.542
0.1	6097.792	8407.044	5773.525	7589.371	0.1	4022.138	8407.044	3706.538	6001.12	0.1	3364.337	8407.044	3706.538	6001.12	0.1	3121.988	8407.044	3547.394	5871.3	0.1	2893.807	8407.044	3355.01	5745.879
0.4	5603.734	6599.156	5056.456	6404.209	0.4	4163.952	6599.156	3424.149	5381.884	0.4	3666.073	6599.156	3424.149	5381.884	0.4	3451.635	6599.156	3297.154	5290.976	0.4	3229.561	6599.156	3132.534	5178.457
0.7	5043.532	5334.703	4418.38	5435.409	0.7	4339.966	5334.703	3386.61	5066.537	0.7	4203.701	5334.703	3386.61	5066.537	0.7	4194.493	5334.703	3345.717	5101.42	0.7	4121.626	5334.703	3261.661	5081.037
0.9	4650.27	4682.056	4031.965	4872.966	0.9	4427.357	4682.056	3481.221	4952.772	0.9	4682.482	4682.056	3481.221	4952.772	0.9	5036.238	4682.056	3603.04	5172.729	0.9	5319.193	4682.056	3690.902	5339.682
0.999	4632.173	4525.172	4002.65	4766.098	0.999	4767.709	4525.172	3855.685	5212.617	0.999	5408.733	4525.172	3855.685	5212.617	0.999	6186.597	4525.172	4188.314	5646.032	0.999	6932.226	4525.172	4512.551	6051.783
θ	2, 2	0.9, 0.9	2, 0.9	0.9, 2	θ	3, 3	0.9, 0.																	

ตารางที่ 4.11 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองทั้ง 4 กรณี (ต่อ)

	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4		Case 1	Case 2	Case 3	Case 4		Case 1	Case 2	Case 3	Case 4		Case 1	Case 2	Case 3	Case 4		Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
	P_0, P_u	Q_0, Q_u	P_0, P_u	Q_0, Q_u		P_0, P_u	Q_0, Q_u	P_0, P_u	Q_0, Q_u		P_0, P_u	Q_0, Q_u	P_0, P_u	Q_0, Q_u		P_0, P_u	Q_0, Q_u	P_0, P_u	Q_0, Q_u		P_0, P_u	Q_0, Q_u	P_0, P_u	Q_0, Q_u
0	7, 7	0.6, 0.6	7, 0.6	0.6, 7	0	8, 8	0.6, 0.6	0.6, 0.6	0.6, 8	0	9, 9	0.6, 0.6	0.6, 0.6	0.6, 9	0	10, 10	0.6, 0.6	0.6, 0.6	0.6, 10	0	11, 11	0.6, 0.6	0.6, 0.6	0.6, 11
-1	893937.1	2345392	1207866	1689552	-1	516493.1	2345392	785543.1	1417212	-1	794493.5	2345392	1105882	1626042	-1	516087.5	2345392	785112.4	1416910	-1	736272.9	2345392	1043544	1586592
-0.999	617309.1	1619857	834227.3	1166625	-0.999	356420.1	1619857	542266.9	978255.4	-0.999	548684.5	1619857	763874.9	1122808	-0.999	356037.8	1619857	541862.4	977977.9	-0.999	508527.1	1619857	720896.2	1095602
-0.9	13631.23	39615.18	18686.23	27560.69	-0.9	10720.64	39615.18	15409.41	25537.56	-0.9	12183.35	39615.18	17149.52	26603.7	-0.9	10523.85	39615.18	15214.67	25405.47	-0.9	11402.39	39615.18	16280.1	26073.7
-0.7	4947.733	15013.8	6689.567	10327.08	-0.7	4749.962	15013.8	6492.826	10212.49	-0.7	4566.971	15013.8	6301.832	10079.18	-0.7	4529.04	15013.8	6261.061	10063.26	-0.7	4387.435	15013.8	6106.948	9970.679
-0.4	3081.321	8479.961	3920.831	6063.814	-0.4	3005.261	8479.961	3879.404	6021.295	-0.4	2871.507	8479.961	3738.806	5926.683	-0.4	2871.571	8479.961	3743.463	5938.632	-0.4	2763.921	8479.961	3628.606	5868.034
-0.1	2659.787	6265.842	3116.917	4768.05	-0.1	2555.977	6265.842	3056.452	4701.731	-0.1	2473.4	6265.842	2980.384	4645.589	-0.1	2462.121	6265.842	2972.314	4651.167	-0.1	2371.194	6265.842	2880.414	4590.136
0	2632.351	5819.392	2984.445	4544.286	0	2520.687	5819.392	2919.88	4472.236	0	2445.735	5819.392	2855.67	4422.328	0	2431.045	5819.392	2844.726	4425.515	0	2343.968	5819.392	2758.369	4366.994
0.1	2648.945	5452.037	2895.064	4384.419	0.1	2529.877	5452.037	2827.305	4307.595	0.1	2459.107	5452.037	2771.646	4261.5	0.1	2441.058	5452.037	2758.431	4262.111	0.1	2357.623	5452.037	2677.302	4206.11
0.4	2991.863	4664.138	2852.605	4221.222	0.4	2856.476	4664.138	2781.102	4137.496	0.4	2786.247	4664.138	2739.139	4094.172	0.4	2759.569	4664.138	2722.582	4086.623	0.4	2688.428	4664.138	2657.152	4038.681
0.7	3999.23	4151.31	3196.559	4522.538	0.7	3934.662	4151.31	3163.058	4485.394	0.7	3921.908	4151.31	3155.648	4475.057	0.7	3943.403	4151.31	3164.764	4489.332	0.7	3935.125	4151.31	3138.984	4476.143
0.9	5542.408	3927.92	3906.94	5173.829	0.9	5795.222	3927.92	4025.445	5303.661	0.9	6089.076	3927.92	4163.956	5450.563	0.9	6412.152	3927.92	4316.173	5616.886	0.9	6711.883	3927.92	4441.877	5763.574
0.999	7650.919	4060.934	5082.732	6281.475	0.999	8421.08	4060.934	5461.482	6673.923	0.999	9264.609	4060.934	5873.541	7098.005	0.999	10172.63	4060.934	6315.674	7558.705	0.999	11096.27	4060.934	6752.459	8022.392

	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4		Case 1	Case 2	Case 3	Case 4		Case 1	Case 2	Case 3	Case 4		Case 1	Case 2	Case 3	Case 4		Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
	P_0, P_u	Q_0, Q_u	P_0, P_u	Q_0, Q_u		P_0, P_u	Q_0, Q_u	P_0, P_u	Q_0, Q_u		P_0, P_u	Q_0, Q_u	P_0, P_u	Q_0, Q_u		P_0, P_u	Q_0, Q_u	P_0, P_u	Q_0, Q_u		P_0, P_u	Q_0, Q_u	P_0, P_u	Q_0, Q_u
0	7, 7	0.7, 0.7	7, 0.7	0.7, 7	0	8, 8	0.7, 0.7	0.7, 0.7	0.7, 8	0	9, 9	0.7, 0.7	0.7, 0.7	0.7, 9	0	10, 10	0.7, 0.7	0.7, 0.7	0.7, 10	0	11, 11	0.7, 0.7	0.7, 0.7	0.7, 11
-1	893937.1	3249699	1347258	2056473	-1	516493.1	3249699	869927.8	1724804	-1	794493.5	3249699	1239101	1986037	-1	516087.5	3249699	869446.6	1724432	-1	736272.9	3249699	1161412	1396695
-0.999	617309.1	2244820	930614.1	1426310	-0.999	356420.1	2244820	600575.8	1190658	-0.999	548684.5	2244820	851028.2	1371503	-0.999	356037.8	2244820	600124.6	1190316	-0.999	508527.1	2244820	802425.2	1337474
-0.9	13631.23	54346.06	27066.2	33438.81	-0.9	10720.64	54346.06	17001.59	30912.45	-0.9	12183.35	54346.06	18972.54	32248.25	-0.9	10523.85	54346.06	16784.88	30749.65	-0.9	11402.39	54346.06	17992.97	31588.03
-0.7	4947.733	20216.21	7322.161	12360.96	-0.7	4749.962	20216.21	7102.997	12222.77	-0.7	4566.971	20216.21	6889.647	12058.47	-0.7	4529.04	20216.21	6844.247	12038.92	-0.7	4387.435	20216.21	6673.972	11926.62
-0.4	3081.321	11086.9	4217.208	7108.743	-0.4	3005.261	11086.9	4176.803	7063.28	-0.4	2871.507	11086.9	4019.114	6947.362	-0.4	2871.571	11086.9	4026.15	6963.317	-0.4	2763.921	11086.9	3900.401	6879.068
-0.1	2659.787	7918.105	3288.837	5457.08	-0.1	2555.977	7918.105	3228.596	5384.437	-0.1	2473.4	7918.105	3144.076	5317.61	-0.1	2462.121	7918.105	3137.076	5326.318	-0.1	2371.194	7918.105	3037.792	5254.509
0	2632.351	7262.778	3127.238	5154.643	0	2520.687	7262.778	3062.962	5075.761	0	2445.735	7262.778	2992.011	5017.298	0	2431.045	7262.778	2981.99	5023.372	0	2343.968	7262.778	2889.118	4954.869
0.1	2648.945	6715.17	3011.597	4926.082	0.1	2529.877	6715.17	2944.35	4842.179	0.1	2459.107	6715.17	2883.513	4799.183	0.1	2441.058	6715.17	2871.007	4792.48	0.1	2357.623	6715.17	2784.171	4727.31
0.4	2991.863	5494.046	2898.248	4591.172	0.4	2856.476	5494.046	2828.887	4500.533	0.4	2786.247	5494.046	2785.144	4453.327	0.4	2759.569	5494.046	2769.59	4448.075	0.4	2688.428	5494.046	2700.587	4393.409
0.7	3999.23	4642.489	3169.946	4742.213	0.7	3934.662	4642.489	3141.353	4698.255	0.7	3921.908	4642.489	3135.267	4684.831	0.7	3943.403	4642.489	3146.597	4700.621	0.7	3935.125	4642.489	3119.191	4682.594
0.9	5542.408	4208.763	3818.905	5287.913	0.9	5795.222	4208.763	3943.362	5410.349	0.9	6089.076	4208.763	4084.374	5553.137	0.9	6412.152	4208.763	4239.316	5719.201	0.9	6711.883	4208.763	4364.412	5861.281
0.999	7650.919	4184.508	4935.245	6317.969	0.999	8421.08	4184.508	5320.138	6703.41	0.999	9264.609	4184.508	5734.802	7123.135	0.999	10172.63	4184.508	6179.499	7582.828	0.999	11096.27	4184.508	6615.875	8042.287

	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4		Case 1	Case 2	Case 3	Case 4		Case 1	Case 2	Case 3	Case 4		Case 1	Case 2	Case 3	Case 4		Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
	P_0, P_u	Q_0, Q_u	P_0, P_u	Q_0, Q_u		P_0, P_u	Q_0, Q_u	P_0, P_u	Q_0, Q_u		P_0, P_u	Q_0, Q_u	P_0, P_u	Q_0, Q_u		P_0, P_u	Q_0, Q_u	P_0, P_u	Q_0, Q_u		P_0, P_u	Q_0, Q_u	P_0, P_u	Q_0, Q_u
0	7, 7	0.8, 0.8	7, 0.8	0.8, 7	0	8, 8	0.8, 0.8	0.8, 0.8	0.8, 8	0	9, 9	0.8, 0.8	0.8, 0.8	0.8, 9	0	10, 10	0.8, 0.8	0.8, 0.8	0.8, 10	0	11, 11	0.8, 0.8	0.8, 0.8	0.8, 11
-1	893937.1	4626950	1522957	2553189	-1	516493.1	4626950	976277.9	2123125	-1	794493.5	4626950	1390742	2452921	-1	516087.5	4626950	975734.2	2122663	-1	736272.9	4626950	1309980	2390639
-0.999	617309.1	3196797	1052119	1763256	-0.999	356420.1	3196797	674065.5	1465733	-0.999	548684.5	3196797	960891.7	1694070	-0.999	356037.8	3196797	673556.3	1465308	-0.999	508527.1	3196797	905198.6	1651116
-0.9	13631.23	76482.8	23228.61	40979.42	-0.9	10720.64	76482.8	18984.59	37795.8	-0.9	12183.35	76482.8	21247.4	39485.37	-0.9	10523.85	76482.8	18741.01	37593.39	-0.9	11402.39	76482.8	20130.03	38655.65
-0.7	4947.733	27830.09	8095.284	14911.82	-0.7	4749.962	27830.09	7847.75	14744.15	-0.7	4566.971	27830.09	7606.886	14540.12	-0.7	4529.04	27830.09	7555.62	14515.28	-0.7	4387.435	27830.09	7366.296	14378.86
-0.4	3081.321	14762.29	4564																					

4.5.2 ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Mean Absolute Deviation, MAD)

สามารถวัดค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์รวมภายใต้ห่วงโซ่อุปทานแบบ 3 ระดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.12

กำหนดให้ พื้นที่แรงงาสีเข้ม = ค่าความคลาดเคลื่อนที่มีค่าน้อยที่สุดในหนึ่งแถว นั่น ๆ
พื้นที่แรงงาสีอ่อน = ค่าความคลาดเคลื่อนที่เป็นค่ากลาง ๆ ระหว่างค่าน้อยและมาก
พื้นที่สีขาว = ค่าความคลาดเคลื่อนที่มีค่ามากที่สุดในหนึ่งแถว นั่น ๆ

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์รวม (MAD_{Total}) เพื่อจัดลำดับวัดประสิทธิภาพทั้ง 4 กรณี สามารถจัดลำดับเพื่อวัดประสิทธิภาพมากที่สุดไปน้อยที่สุดได้ว่า

1. การจัดลำดับวัดประสิทธิภาพแต่ละกรณีในภาพรวมส่วนใหญ่

- อันดับที่ 1 คือ กรณีที่ 1 เมื่อแต่ละองค์กรในห่วงโซ่อุปทานใช้วิธีการพยากรณ์แบบถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่เหมือนกันและใช้ $p_R = p_M$ (Case 1) จะให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด หรือหมายถึงมีประสิทธิภาพมากกว่ากรณีอื่น ๆ โดยมีพื้นที่แรงงาสีเข้มมากที่สุด (มากกว่า 58%) เมื่อเทียบกับกรณีอื่น ๆ เท่ากับ 65 ตารางย่อยจากทั้งหมด 100 ตารางย่อยในตารางที่ 4.12

- อันดับที่ 2 คือ กรณีที่ 3 และ 4 เมื่อแต่ละองค์กรในห่วงโซ่อุปทานใช้วิธีการพยากรณ์ต่างกัน จะให้ค่าความคลาดเคลื่อนกลาง ๆ หรือมีประสิทธิภาพในระดับกลางระหว่างกรณีที่ 1 และกรณีที่ 2 โดยสามารถสังเกตจากพื้นที่แรงงาสีอ่อน ในกรณีที่ 3 และ 4 (Case 3, Case 4)

- อันดับที่ 3 คือ กรณีที่ 2 เมื่อแต่ละองค์กรในห่วงโซ่อุปทานใช้วิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลเหมือนกันและใช้ $\alpha_R = \alpha_M$ (Case 2) จะให้ค่าความคลาดเคลื่อนมากที่สุด หรือมีประสิทธิภาพน้อยกว่ากรณีอื่น ๆ โดยสามารถสังเกตจากพื้นที่สีขาว ในกรณีที่ 2 (Case 2)

2. การจัดลำดับวัดประสิทธิภาพแต่ละกรณีในภาพรวมส่วนน้อย

- อันดับที่ 1 คือ กรณีที่ 2 เมื่อองค์กรภายในห่วงโซ่อุปทานใช้ค่า α อยู่ในช่วงน้อย ๆ พบว่ากรณีที่ 2 (Case 2) จะให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด หรือมีประสิทธิภาพมากกว่ากรณีอื่น ๆ โดยมีพื้นที่แรงงาสีเข้มมากที่สุด (มากกว่า 58%) เมื่อเทียบกับกรณีอื่น ๆ เท่ากับ 17 ตารางย่อยจากทั้งหมด 100 ตารางย่อยในตารางที่ 4.12

- อันดับที่ 2 คือ กรณีที่ 3 และ 4 เมื่อแต่ละองค์กรในห่วงโซ่อุปทานใช้วิธีการพยากรณ์ต่างกัน (Case 3, 4) จะให้ค่าความคลาดเคลื่อนกลาง ๆ ไม่มากที่สุดและไม่น้อยที่สุด หรือมีประสิทธิภาพในระดับกลางระหว่างกรณีที่ 1 และกรณีที่ 2 โดยสามารถสังเกตจากพื้นที่แรงงาสีอ่อน ในกรณีที่ 3 และ 4 (Case 3, Case 4)

- อันดับที่ 3 คือ กรณีที่ 1 เมื่อองค์กรภายในห่วงโซ่อุปทานใช้ค่า α อยู่ในช่วงน้อย ๆ กรณีที่ 1 (Case 1) จะให้ค่าความคลาดเคลื่อนมากที่สุด หรือมีประสิทธิภาพน้อยกว่ากรณีอื่น ๆ โดยสามารถสังเกตจากพื้นที่สีขาว ในกรณีที่ 2 (Case 2)

3. การจัดลำดับวัดประสิทธิภาพแต่ละกรณีในบางจุด

จากการจำลองจะพบว่า มีผลลัพธ์ในบางจุดสำหรับกรณีที่ 3 และ 4 ที่ให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด หรือหมายถึงมีประสิทธิภาพมากกว่ากรณีอื่น ๆ ส่วนกรณีที่ 1 และ 2 ในจุดนี้ไม่สามารถสรุปได้ว่ากรณีไหนมีประสิทธิภาพมากกว่ากัน จึงจัดลำดับเพื่อวัดประสิทธิภาพมากที่สุดไปน้อยที่สุดได้ว่า

- อันดับที่ 1 คือ กรณีที่ 3 และ 4 เมื่อแต่ละองค์กรในห่วงโซ่อุปทานใช้วิธีการพยากรณ์ต่างกัน (Case 3, Case 4) จะให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดในบางจุด โดยมีพื้นที่แรงเงาสีเข้มมากที่สุด (มากกว่า 58%) เมื่อเทียบกับกรณีอื่น ๆ เท่ากับ 3 ตารางย่อยจากทั้งหมด 100 ตารางย่อยในตารางที่ 4.12

- อันดับที่ 2 คือ กรณีที่ 1 และ 2 เมื่อแต่ละองค์กรในห่วงโซ่อุปทานใช้วิธีการพยากรณ์เหมือนกัน จะให้ค่าความคลาดเคลื่อนมากที่สุดในบางจุดนั้น โดยสามารถสังเกตจากพื้นที่แรงเงาสีอ่อนและสีขาว ในกรณีที่ 1 และ 2 คละกันไป



ตารางที่ 4.12 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ทั้ง 4 กรณี

	Case 1				Case 2				Case 3				Case 4					Case 1				Case 2				Case 3				Case 4					Case 1				Case 2				Case 3				Case 4			
	P ₀ , P _u	Q ₀ , Q _u	Q ₀ , Q _u	Q ₀ , Q _u	P ₀ , P _u	Q ₀ , Q _u	Q ₀ , Q _u	Q ₀ , Q _u	P ₀ , P _u	Q ₀ , Q _u	Q ₀ , Q _u	Q ₀ , Q _u	P ₀ , P _u	Q ₀ , Q _u	Q ₀ , Q _u	Q ₀ , Q _u		P ₀ , P _u	Q ₀ , Q _u	Q ₀ , Q _u	Q ₀ , Q _u	P ₀ , P _u	Q ₀ , Q _u	Q ₀ , Q _u	Q ₀ , Q _u	P ₀ , P _u	Q ₀ , Q _u	Q ₀ , Q _u	Q ₀ , Q _u		P ₀ , P _u	Q ₀ , Q _u	Q ₀ , Q _u	Q ₀ , Q _u	P ₀ , P _u	Q ₀ , Q _u	Q ₀ , Q _u	Q ₀ , Q _u	P ₀ , P _u	Q ₀ , Q _u	Q ₀ , Q _u	Q ₀ , Q _u								
0	2, 2	0.1, 0.1	2, 0.1	0.1, 2	0	3, 3	0.1, 0.1	3, 0.1	0.1, 3	0	4, 4	0.1, 0.1	4, 0.1	0.1, 4	0	5, 5	0.1, 0.1	5, 0.1	0.1, 5	0	6, 6	0.1, 0.1	6, 0.1	0.1, 6	-1	949.0202	1053.764	974.5297	1025.595	-1	1693.688	1053.764	1469.897	1202.052	-1	949.4196	1053.764	974.7621	1025.669	-1	1371.708	1053.764	1272.701	1131.805	-1	949.4908	1053.764	974.807	1025.671	
-0.999	736.9983	821.923	759.1875	799.6124	-0.999	1322.972	821.923	1147.544	938.0696	-0.999	739.3956	821.923	759.4182	799.6859	-0.999	1071.432	821.923	993.6179	883.1888	-0.999	739.4649	821.923	759.4615	799.6874	-0.999	736.9983	821.923	759.1875	799.6124	-0.999	1322.972	821.923	1147.544	938.0696	-0.999	739.3956	821.923	759.4182	799.6859	-0.999	1071.432	821.923	993.6179	883.1888	-0.999	739.4649	821.923	759.4615	799.6874	
-0.9	124.7501	114.26	118.5632	115.6671	-0.9	173.7194	114.26	152.8234	127.7866	-0.9	115.8021	114.26	114.616	114.3756	-0.9	139.1199	114.26	131.459	120.1239	-0.9	114.2224	114.26	113.7715	114.1145	-0.9	124.7501	114.26	118.5632	115.6671	-0.9	173.7194	114.26	152.8234	127.7866	-0.9	115.8021	114.26	114.616	114.3756	-0.9	139.1199	114.26	131.459	120.1239	-0.9	114.2224	114.26	113.7715	114.1145	
-0.7	97.33406	73.80412	86.11356	78.25406	-0.7	102.4392	73.80412	92.73495	80.14826	-0.7	82.45625	73.80412	78.98018	75.51107	-0.7	85.11281	73.80412	81.58273	76.407	-0.7	79.20699	73.80412	77.23237	75.0859	-0.7	97.33406	73.80412	86.11356	78.25406	-0.7	102.4392	73.80412	92.73495	80.14826	-0.7	82.45625	73.80412	78.98018	75.51107	-0.7	85.11281	73.80412	81.58273	76.407	-0.7	79.20699	73.80412	77.23237	75.0859	
-0.4	89.55683	58.28311	76.49329	64.85588	-0.4	77.50729	58.28311	70.50157	62.61206	-0.4	69.77805	58.28311	65.21693	60.89292	-0.4	67.10083	58.28311	64.09104	60.54173	-0.4	64.84696	58.28311	62.2391	60.05309	-0.4	89.55683	58.28311	76.49329	64.85588	-0.4	77.50729	58.28311	70.50157	62.61206	-0.4	69.77805	58.28311	65.21693	60.89292	-0.4	67.10083	58.28311	64.09104	60.54173	-0.4	64.84696	58.28311	62.2391	60.05309	
-0.1	85.77783	54.28235	73.38063	60.41852	-0.1	71.96414	54.28235	64.86402	58.07035	-0.1	65.02635	54.28235	60.85665	56.66808	-0.1	63.56223	54.28235	60.43082	56.63144	-0.1	60.43356	54.28235	58.13905	56.05549	-0.1	85.77783	54.28235	73.38063	60.41852	-0.1	71.96414	54.28235	64.86402	58.07035	-0.1	65.02635	54.28235	60.85665	56.66808	-0.1	63.56223	54.28235	60.43082	56.63144	-0.1	60.43356	54.28235	58.13905	56.05549	
0	84.95324	54.04934	72.78397	59.77133	0	71.60601	54.04934	64.58269	57.75415	0	64.63545	54.04934	60.70505	56.33525	0	63.56894	54.04934	60.31444	56.52392	0	60.42244	54.04934	58.05193	55.98409	0	84.95324	54.04934	72.78397	59.77133	0	71.60601	54.04934	64.58269	57.75415	0	64.63545	54.04934	60.70505	56.33525	0	63.56894	54.04934	60.31444	56.52392	0	60.42244	54.04934	58.05193	55.98409	
0.1	84.25171	54.09669	72.36634	59.42361	0.1	71.67014	54.09669	64.59226	57.68497	0.1	64.84543	54.09669	61.10966	56.56426	0.1	63.83435	54.09669	60.43761	56.67597	0.1	60.79768	54.09669	58.24937	56.16842	0.1	84.25171	54.09669	72.36634	59.42361	0.1	71.67014	54.09669	64.59226	57.68497	0.1	64.84543	54.09669	61.10966	56.56426	0.1	63.83435	54.09669	60.43761	56.67597	0.1	60.79768	54.09669	58.24937	56.16842	
0.4	80.81457	56.61257	72.11048	59.56268	0.4	71.4681	56.61257	66.11577	58.95624	0.4	68.18717	56.61257	64.1166	58.90657	0.4	66.80116	56.61257	63.05087	59.27296	0.4	63.88413	56.61257	61.07288	58.75843	0.4	80.81457	56.61257	72.11048	59.56268	0.4	71.4681	56.61257	66.11577	58.95624	0.4	68.18717	56.61257	64.1166	58.90657	0.4	66.80116	56.61257	63.05087	59.27296	0.4	63.88413	56.61257	61.07288	58.75843	
0.7	77.08821	66.06118	74.23053	63.50996	0.7	72.72077	66.06118	71.06209	64.35763	0.7	73.07426	66.06118	70.88279	65.83789	0.7	71.53499	66.06118	70.09464	66.50399	0.7	70.22051	66.06118	68.90554	66.59795	0.7	77.08821	66.06118	74.23053	63.50996	0.7	72.72077	66.06118	71.06209	64.35763	0.7	73.07426	66.06118	70.88279	65.83789	0.7	71.53499	66.06118	70.09464	66.50399	0.7	70.22051	66.06118	68.90554	66.59795	
0.9	74.38399	64.61033	83.31931	76.91167	0.9	72.92932	64.61033	83.54002	78.885	0.9	75.18162	64.61033	84.30644	81.35187	0.9	77.11476	64.61033	85.48777	83.29658	0.9	78.72729	64.61033	86.38432	84.82386	0.9	74.38399	64.61033	83.31931	76.91167	0.9	72.92932	64.61033	83.54002	78.885	0.9	75.18162	64.61033	84.30644	81.35187	0.9	77.11476	64.61033	85.48777	83.29658	0.9	78.72729	64.61033	86.38432	84.82386	
0.999	73.36517	140.2175	103.2099	99.5282	0.999	74.12191	140.2175	105.9993	103.0716	0.999	78.46368	140.2175	108.8626	106.5192	0.999	84.11985	140.2175	112.2093	110.0608	0.999	88.87889	140.2175	115.0971	113.2726	0.999	73.36517	140.2175	103.2099	99.5282	0.999	74.12191	140.2175	105.9993	103.0716	0.999	78.46368	140.2175	108.8626	106.5192	0.999	84.11985	140.2175	112.2093	110.0608	0.999	88.87889	140.2175	115.0971	113.2726	

	Case 1				Case 2				Case 3				Case 4					Case 1				Case 2				Case 3				Case 4					Case 1				Case 2				Case 3				Case 4			
	P ₀ , P _u	Q ₀ , Q _u	Q ₀ , Q _u	Q ₀ , Q _u	P ₀ , P _u	Q ₀ , Q _u	Q ₀ , Q _u	Q ₀ , Q _u	P ₀ , P _u	Q ₀ , Q _u	Q ₀ , Q _u	Q ₀ , Q _u	P ₀ , P _u	Q ₀ , Q _u	Q ₀ , Q _u	Q ₀ , Q _u		P ₀ , P _u	Q ₀ , Q _u	Q ₀ , Q _u	Q ₀ , Q _u	P ₀ , P _u	Q ₀ , Q _u	Q ₀ , Q _u	Q ₀ , Q _u	P ₀ , P _u	Q ₀ , Q _u	Q ₀ , Q _u	Q ₀ , Q _u		P ₀ , P _u	Q ₀ , Q _u	Q ₀ , Q _u	Q ₀ , Q _u	P ₀ , P _u	Q ₀ , Q _u	Q ₀ , Q _u	Q ₀ , Q _u	P ₀ , P _u	Q ₀ , Q _u	Q ₀ , Q _u	Q ₀ , Q _u								
0	2, 2	0.2, 0.2	2, 0.2	0.2, 2	0	3, 3	0.2, 0.2	3, 0.2	0.2, 3	0	4, 4	0.2, 0.2	4, 0.2	0.2, 4	0	5, 5	0.2, 0.2	5, 0.2	0.2, 5	0	6, 6	0.2, 0.2	6, 0.2	0.2, 6	-1	949.0202	1174.279	1002.37	1109.014	-1	1693.688	1174.279	1516.412	1304.172	-1	949.4196	1174.279	1002.61	1109.123	-1	1371.708	1174.279	1311.782	1226.491	-1	949.4908	1174.279	1002.655	1109.125	
-0.999	736.9983	916.0162	780.9102	864.7063	-0.999	1322.972	916.0162	1183.921	1017.818	-0.999	739.3956	916.0162	781.1483	864.787	-0.999	1071.432	916.0162	1024.186	957.1284	-0.999	739.4649	916.0162	781.1922	864.7891	-0.999	736.9983	916.0162	780.9102	864.7063	-0.999	1322.972	916.0162	1183.921	1017.818	-0.999	739.3956	916.0162	781.1483	864.787	-0.999	1071.432	916.0162	1024.186	957.1284	-0.999	739.4649	916.0162	781.1922	864.7891	
-0.9	124.7501	126.8978	121.7358	124.9714	-0.9	173.7194	126.8978	157.4707	138.3764	-0.9	115.8021	126.8978	117.6811	123.5548	-0.9	139.1199	126.8978	135.1625	129.8922	-0.9	114.2224	126.8978	116.77	123.2409	-0.9	124.7501	126.8978	121.7358	124.9714	-0.9	173.7194	126.8978	157.4707	138.3764	-0.9	115.8021	126.8978	117.6811	123.5548	-0.9	139.1199	126.8978	135.1625	129.8922	-0.9	114.2224	126.8978	116.77	123.2409	
-0.7	97.33406	81.51065	88.34478	84.44485	-0.7	102.4392	81.51065	95.2148	86.51083	-0.7	82.45625	81.51065	81.06772	81.3587	-0.7	85.11281	81.51065	83.72385	82.35057	-0.7	79.20699	81.5																												

ตารางที่ 4.12 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ทั้ง 4 กรณี (ต่อ)

	Case 1 P ₀ , P _u	Case 2 Q ₀ , Q _u	Case 3 P ₀ , P _u	Case 4 Q ₀ , Q _u		Case 1 P ₀ , P _u	Case 2 Q ₀ , Q _u	Case 3 P ₀ , P _u	Case 4 Q ₀ , Q _u		Case 1 P ₀ , P _u	Case 2 Q ₀ , Q _u	Case 3 P ₀ , P _u	Case 4 Q ₀ , Q _u		Case 1 P ₀ , P _u	Case 2 Q ₀ , Q _u	Case 3 P ₀ , P _u	Case 4 Q ₀ , Q _u
0	7, 7	0.1, 0.1	7, 0.1	0.1, 7	0	8, 8	0.1, 0.1	8, 0.1	0.1, 8	0	9, 9	0.1, 0.1	9, 0.1	0.1, 9	0	10, 10	0.1, 0.1	10, 0.1	0.1, 10
-1	1244.221	1053.764	1188.28	1101.755	-1	949.2313	1053.764	974.6506	1025.581	-1	1176.3	1053.764	1141.569	1085.103	-1	948.9648	1053.764	974.4642	1025.503
-0.999	971.8641	821.923	927.742	859.7245	-0.999	739.2031	821.923	759.3032	799.5962	-0.999	918.8671	821.923	891.3355	846.7318	-0.999	738.9337	821.923	759.1146	799.5179
-0.9	125.984	114.26	122.3225	116.9257	-0.9	113.4166	114.26	113.4553	114.0064	-0.9	118.8235	114.26	117.3798	115.2574	-0.9	112.4088	114.26	112.716	113.7513
-0.7	76.86448	73.80412	75.77371	74.41008	-0.7	77.09758	73.80412	76.06539	74.60812	-0.7	74.34244	73.80412	73.99264	73.90105	-0.7	74.98542	73.80412	74.51564	74.12656
-0.4	61.14254	58.28311	60.03431	59.14123	-0.4	60.90352	58.28311	59.88358	59.05247	-0.4	59.24568	58.28311	58.82272	58.61809	-0.4	59.88393	58.28311	59.07793	58.84175
-0.1	57.69212	54.28235	56.13087	55.32194	-0.1	56.82058	54.28235	55.86542	55.13848	-0.1	55.40862	54.28235	54.87236	54.68119	-0.1	55.62651	54.28235	54.8658	54.72534
0	57.61158	54.04934	56.02498	55.22157	0	56.59982	54.04934	55.55142	54.93949	0	55.1894	54.04934	54.58658	54.4655	0	55.4707	54.04934	54.70344	54.58221
0.1	57.7859	54.09669	56.22404	55.35578	0.1	56.67723	54.09669	55.52026	54.99661	0.1	55.59703	54.09669	54.84828	54.64567	0.1	55.63571	54.09669	54.74938	54.67902
0.4	61.0233	56.61257	59.00709	58.01453	0.4	59.9552	56.61257	58.41456	57.73804	0.4	59.25575	56.61257	57.89208	57.56617	0.4	59.063	56.61257	57.69945	57.61049
0.7	69.88106	66.06118	68.06595	66.76894	0.7	69.58944	66.06118	67.819	67.06952	0.7	69.20106	66.06118	67.63493	67.21484	0.7	68.81228	66.06118	67.44276	67.25554
0.9	80.25389	74.61033	78.4212	76.31127	0.9	83.05423	74.61033	78.91996	87.8359	0.9	85.94175	74.61033	80.32522	89.55341	0.9	88.90148	74.61033	81.85444	81.23943
0.999	93.78878	140.2175	117.9336	116.227	0.999	98.80479	140.2175	120.6091	118.9711	0.999	103.439	140.2175	123.201	121.5176	0.999	108.682	140.2175	126.022	124.1959
0	7, 7	0.2, 0.2	7, 0.2	0.2, 7	0	8, 8	0.2, 0.2	8, 0.2	0.2, 8	0	9, 9	0.2, 0.2	9, 0.2	0.2, 9	0	10, 10	0.2, 0.2	10, 0.2	0.2, 10
-1	1244.221	1174.279	1224.182	1193.263	-1	949.2313	1174.279	1002.49	1109.026	-1	1176.3	1174.279	1175.71	1174.849	-1	948.9648	1174.279	1002.297	1108.942
-0.999	971.8641	916.0162	955.8285	931.1821	-0.999	739.2031	916.0162	781.0252	864.6892	-0.999	918.8671	916.0162	918.0478	916.8151	-0.999	738.9337	916.0162	780.8292	864.6035
-0.9	125.984	126.8978	125.7449	126.3772	-0.9	113.4166	126.8978	116.5011	123.1218	-0.9	118.8235	126.8978	120.5946	124.5141	-0.9	112.4088	126.8978	115.7547	122.835
-0.7	76.86448	81.51065	77.76792	80.12375	-0.7	77.09758	81.51065	77.90467	80.33649	-0.7	74.34244	81.51065	75.90311	79.5751	-0.7	74.98542	81.51065	76.30454	79.80128
-0.4	61.14254	64.27685	61.39143	63.60397	-0.4	60.90352	64.27685	61.39358	63.50699	-0.4	59.24568	64.27685	60.21284	63.03632	-0.4	59.88393	64.27685	60.49608	63.29639
-0.1	57.69212	58.82077	57.16535	58.96773	-0.1	56.82058	58.82077	56.75554	58.7524	-0.1	55.40862	58.82077	55.7612	58.25265	-0.1	55.62651	58.82077	55.74043	58.26573
0	57.61158	58.47042	56.97496	58.84369	0	56.59982	58.47042	56.43387	58.52159	0	55.1894	58.47042	55.40996	57.99651	0	55.4707	58.47042	55.54238	58.11833
0.1	57.7859	58.57086	57.05847	58.98565	0.1	56.67723	58.57086	56.37012	58.61564	0.1	55.59703	58.57086	55.59497	58.1724	0.1	55.63571	58.57086	55.63565	58.2183
0.4	61.0233	59.71046	59.13728	60.92858	0.4	59.9552	59.71046	58.48466	60.56674	0.4	59.25575	59.71046	57.99302	60.36129	0.4	59.063	59.71046	57.81633	60.33313
0.7	69.88106	64.85779	66.25622	67.47669	0.7	69.58944	64.85779	65.94642	67.76815	0.7	69.20106	64.85779	65.63136	67.84079	0.7	68.81228	64.85779	65.37669	67.82109
0.9	80.25389	77.17842	78.0853	78.87356	0.9	83.05423	77.17842	79.23958	80.28121	0.9	85.94175	77.17842	80.62534	81.89893	0.9	88.90148	77.17842	82.01525	83.5106
0.999	93.78878	95.76882	94.16319	95.15502	0.999	98.80479	95.76882	96.63125	97.85777	0.999	103.439	95.76882	98.81268	100.4037	0.999	108.682	95.76882	101.242	102.8978
0	7, 7	0.3, 0.3	7, 0.3	0.3, 7	0	8, 8	0.3, 0.3	8, 0.3	0.3, 8	0	9, 9	0.3, 0.3	9, 0.3	0.3, 9	0	10, 10	0.3, 0.3	10, 0.3	0.3, 10
-1	1244.221	1316.706	1264.3	1295.559	-1	949.2313	1316.706	1033.597	1202.31	-1	1176.3	1316.706	1213.86	1275.177	-1	948.9648	1316.706	1033.395	1202.218
-0.999	971.8641	1027.233	987.2146	1011.074	-0.999	739.2031	1027.233	805.2959	937.4661	-0.999	918.8671	1027.233	947.8977	995.1712	-0.999	738.9337	1027.233	805.0918	937.374
-0.9	125.984	141.9685	129.666	136.9499	-0.9	113.4166	141.9685	119.9716	133.187	-0.9	118.8235	141.9685	124.2881	134.8557	-0.9	112.4088	141.9685	119.227	132.9897
-0.7	76.86448	90.59199	80.00027	86.46171	-0.7	77.09758	90.59199	79.9516	86.65541	-0.7	74.34244	90.59199	78.01404	85.85881	-0.7	74.98542	90.59199	78.27166	86.08138
-0.4	61.14254	70.62294	62.74207	68.21324	-0.4	60.90352	70.62294	62.83985	68.09405	-0.4	59.24568	70.62294	61.60642	67.58736	-0.4	59.88393	70.62294	61.8708	67.86213
-0.1	57.69212	64.08242	58.17454	62.85166	-0.1	56.82058	64.08242	57.17284	62.55075	-0.1	55.40862	64.08242	56.82933	62.10977	-0.1	55.62651	64.08242	56.66278	62.03072
0	57.61158	63.09124	57.87458	62.40369	0	56.59982	63.09124	57.17693	62.04821	0	55.1894	63.09124	56.27084	61.49375	0	55.4707	63.09124	56.28875	61.57077
0.1	57.7859	62.75042	57.83085	62.39037	0.1	56.67723	62.75042	57.01398	61.99212	0.1	55.59703	62.75042	56.29186	61.47478	0.1	55.63571	62.75042	56.25281	61.51387
0.4	61.0233	63.22821	59.4021	63.99628	0.4	59.9552	63.22821	58.74674	63.49102	0.4	59.25575	63.22821	58.24479	63.23707	0.4	59.063	63.22821	58.23073	63.12368
0.7	69.88106	65.57323	64.97486	68.93559	0.7	69.58944	65.57323	64.81314	69.18156	0.7	69.20106	65.57323	64.50343	69.20944	0.7	68.81228	65.57323	64.36311	69.16821
0.9	80.25389	70.4185	73.27363	76.33914	0.9	83.05423	70.4185	74.6312	77.43415	0.9	85.94175	70.4185	75.93642	78.85816	0.9	88.90148	70.4185	77.22305	80.33732
0.999	93.78878	79.38211	85.28054	87.5078	0.999	98.80479	79.38211	87.65445	90.16046	0.999	103.439	79.38211	89.91026	92.63371	0.999	108.682	79.38211	92.25399	95.03637
0	7, 7	0.4, 0.4	7, 0.4	0.4, 7	0	8, 8	0.4, 0.4	8, 0.4	0.4, 8	0	9, 9	0.4, 0.4	9, 0.4	0.4, 9	0	10, 10	0.4, 0.4	10, 0.4	0.4, 10
-1	1244.221	1486.7	1309.435	1410.662	-1	949.2313	1486.7	1068.591	1307.273	-1	1176.3	1486.7	1256.779	1388.065	-1	948.9648	1486.7	1068.381	1307.171
-0.999	971.8641	1159.997	1022.528	1100.979	-0.999	739.2031	1159.997	832.6015	1019.364	-0.999	918.8671	1159.997	981.4821	1083.346	-0.999	738.9337	1159.997	832.3886	1019.261
-0.9	125.984	159.8715	134.1224	148.7423	-0.9	113.4166	159.8715	123.9315	144.7156	-0.9	118.8235	159.8715	128.4493	146.3959	-0.9	112.4088	159.8715	123.1891	143.3248
-0.7	76.86448	101.3527	82.40266	93.50533	-0.7	77.09758	101.3527	82.34774	93.65502	-0.7	74.34244	101.3527	80.36161	92.81542	-0.7	74.98542	101.3527	80.65545	93.03129
-0.4	61.14254	77.72758	64.13938	73.02998	-0.4	60.90352	77.72758	64.35867	72.92278	-0.4	59.24568	77.72758	63.00519	72.38769	-0.4	59.88393	77.72758	63.28507	72.67477
-0.1	57.69212	70.04228	59.1491	66.8185	-0.1	56.82058	70.04228	58.8309	66.47868	-0.1	55.40862	70.04228	57.95308	66.10161	-0.1	55.62651	70.04228	57.72562	66.00955
0	57.61158	68.48286	58.63435	66.09629	0	56.59982	68.48286	58.02094	65.66949	0	55.1894	68.48286	57.22981	65.1506	0	55.4707	68.48286	57.0762	65.14429
0.1	57.7859	67.42849	58.47572	65.74896	0.1	56.67723	67.42849	57.63823	65.30344	0.1	55.59703	67.42849	56.95171	64.73607	0.1	55.63571	67.42849	56.82762	64.7802
0.4	61.0233	66.59634	59.57433	66.71265	0.4	59.9552	66.59634	58.96701	66.10855	0.4	59.25575	66.59634	58.41546	65.8006	0.4	59.063	66.59634	58.43572	65.70122
0.7	69.88106	66.9753	64.04645	70.24899	0.7	69.58944													

ตารางที่ 4.12 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ทั้ง 4 กรณี (ต่อ)

	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4		Case 1	Case 2	Case 3	Case 4		Case 1	Case 2	Case 3	Case 4		Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
	P_0, P_{10}	α_0, α_{10}	P_0, P_{10}	α_0, α_{10}		P_0, P_{10}	α_0, α_{10}	P_0, P_{10}	α_0, α_{10}		P_0, P_{10}	α_0, α_{10}	P_0, P_{10}	α_0, α_{10}		P_0, P_{10}	α_0, α_{10}	P_0, P_{10}	α_0, α_{10}
θ	2, 2	0.6, 0.6	2, 0.6	0.6, 2	θ	3, 3	0.6, 0.6	3, 0.6	0.6, 3	θ	4, 4	0.6, 0.6	4, 0.6	0.6, 4	θ	5, 5	0.6, 0.6	5, 0.6	0.6, 5
-1	949.0202	1942.612	1153.503	1562.293	-1	1693.688	1942.612	1768.934	1858.813	-1	949.4196	1942.612	1153.768	1562.4	-1	1371.708	1942.612	1523.931	1740.759
-0.999	738.9983	1516.171	898.8561	1218.397	-0.999	1322.972	1516.171	1381.448	1451.091	-0.999	739.3956	1516.171	899.1194	1218.503	-0.999	1071.432	1516.171	1190.159	1358.846
-0.9	124.7501	207.0996	138.4876	174.9706	-0.9	173.7194	207.0996	182.1148	194.9989	-0.9	115.8021	207.0996	134.8692	172.8031	-0.9	139.1199	207.0996	155.6723	182.374
-0.7	97.33406	129.8765	100.0859	116.9037	-0.7	102.4392	129.8765	108.4509	119.8711	-0.7	82.45625	129.8765	91.87637	112.2711	-0.7	85.11281	129.8765	95.04607	113.6134
-0.4	89.55683	96.98121	87.25445	94.26645	-0.4	77.50729	96.98121	80.00746	90.07046	-0.4	69.77805	96.98121	73.71112	86.95781	-0.4	67.10083	96.98121	72.17396	86.20593
-0.1	85.77783	84.56161	81.51097	85.48201	-0.1	71.96414	84.56161	71.41726	80.38707	-0.1	65.02635	84.56161	66.74027	78.06243	-0.1	63.56223	84.56161	66.03753	77.64549
0	84.95324	81.69848	80.02181	83.21784	0	71.60601	81.69848	70.31195	78.82443	0	64.63545	81.69848	65.48362	76.22629	0	63.56894	81.69848	65.13757	76.01528
0.1	84.25171	79.26003	79.07305	81.2367	0.1	71.67014	79.26003	69.61994	77.47484	0.1	64.84543	79.26003	64.86375	75.00344	0.1	63.83435	79.26003	64.45352	74.90739
0.4	80.81457	74.36349	75.97963	77.24839	0.4	71.4681	74.36349	68.49308	75.29186	0.4	68.18717	74.36349	64.83546	73.83496	0.4	66.80116	74.36349	64.29907	73.87095
0.7	77.08821	71.43438	73.18234	73.91499	0.7	72.72077	71.43438	67.91031	73.65634	0.7	73.07426	71.43438	66.73806	74.07761	0.7	71.53499	71.43438	66.02796	74.54239
0.9	74.38399	68.9452	70.77433	73.37651	0.9	72.92932	68.9452	67.12519	71.91991	0.9	75.18162	68.9452	67.34866	74.40732	0.9	77.11476	68.9452	67.79474	74.72224
0.999	73.36517	68.76112	70.20342	70.93625	0.999	74.12191	68.76112	67.94211	71.73004	0.999	78.46368	68.76112	69.45626	74.09131	0.999	84.11985	68.76112	71.7437	76.16189
θ	2, 2	0.7, 0.7	2, 0.7	0.7, 2	θ	3, 3	0.7, 0.7	3, 0.7	0.7, 3	θ	4, 4	0.7, 0.7	4, 0.7	0.7, 4	θ	5, 5	0.7, 0.7	5, 0.7	0.7, 5
-1	949.0202	2253.522	1205.844	1719.264	-1	1693.688	2253.522	1856.38	2050.888	-1	949.4196	2253.522	1206.115	1719.377	-1	1371.708	2253.522	1597.396	1918.854
-0.999	738.9983	1759.144	939.7182	1340.932	-0.999	1322.972	1759.144	1449.872	1601.186	-0.999	739.3956	1759.144	939.9872	1341.043	-0.999	1071.432	1759.144	1247.652	1498.012
-0.9	124.7501	238.8991	144.1674	191.7346	-0.9	173.7194	238.8991	190.6303	214.1534	-0.9	115.8021	238.8991	140.6841	189.4394	-0.9	139.1199	238.8991	162.7468	200.1789
-0.7	97.33406	148.5489	103.7151	127.5215	-0.7	102.4392	148.5489	112.9033	130.8798	-0.7	82.45625	148.5489	95.53422	122.5985	-0.7	85.11281	148.5489	98.897	123.9973
-0.4	89.55683	109.4613	89.65604	101.8654	-0.4	77.50729	109.4613	82.52359	97.23163	-0.4	69.77805	109.4613	76.02787	93.67429	-0.4	67.10083	109.4613	74.47693	92.69655
-0.1	85.77783	93.56937	83.49227	91.71438	-0.1	71.96414	93.56937	72.836	85.60926	-0.1	65.02635	93.56937	68.25775	83.08476	-0.1	63.56223	93.56937	67.4142	82.69582
0	84.95324	90.101	81.79273	88.86215	0	71.60601	90.101	71.4117	83.53542	0	64.63545	90.101	66.37688	80.80718	0	63.56894	90.101	66.3624	83.53175
0.1	84.25171	86.90595	80.28302	86.39346	0.1	71.67014	86.90595	70.5064	81.88639	0.1	64.84543	86.90595	65.86364	79.08587	0.1	63.83435	86.90595	65.49301	78.93167
0.4	80.81457	79.43522	76.8113	81.10101	0.4	71.4681	79.43522	68.8919	78.46503	0.4	68.18717	79.43522	65.11004	76.5614	0.4	66.80116	79.43522	64.69918	76.58466
0.7	77.08821	74.31087	73.20528	76.62837	0.7	72.72077	74.31087	67.65233	75.67372	0.7	73.07426	74.31087	66.1779	73.73527	0.7	71.53499	74.31087	65.82103	76.27365
0.9	74.38399	70.85672	70.44059	73.15806	0.9	72.92932	70.85672	66.49688	73.2951	0.9	75.18162	70.85672	66.39699	74.38019	0.9	77.11476	70.85672	66.92266	75.63312
0.999	73.36517	69.88153	69.66894	72.13382	0.999	74.12191	69.88153	67.05197	72.70094	0.999	78.46368	69.88153	68.20234	74.48441	0.999	84.11985	69.88153	70.74324	76.34692
θ	2, 2	0.8, 0.8	2, 0.8	0.8, 2	θ	3, 3	0.8, 0.8	3, 0.8	0.8, 3	θ	4, 4	0.8, 0.8	4, 0.8	0.8, 4	θ	5, 5	0.8, 0.8	5, 0.8	0.8, 5
-1	949.0202	2645.489	1266.925	1902.444	-1	1693.688	2645.489	1958.421	2275.028	-1	949.4196	2645.489	1267.202	1902.562	-1	1371.708	2645.489	1683.124	2126.681
-0.999	738.9983	2065.548	987.4126	1483.952	-0.999	1322.972	2065.548	1529.73	1776.371	-0.999	739.3956	2065.548	987.6869	1484.069	-0.999	1071.432	2065.548	1314.755	1660.441
-0.9	124.7501	278.8011	150.69	211.1376	-0.9	173.7194	278.8011	200.5562	236.3497	-0.9	115.8021	278.8011	147.3112	208.6456	-0.9	139.1199	278.8011	170.9774	220.7627
-0.7	97.33406	171.6075	107.6218	139.5377	-0.7	102.4392	171.6075	118.0636	143.4638	-0.7	82.45625	171.6075	99.68522	134.3253	-0.7	85.11281	171.6075	103.3036	135.8132
-0.4	89.55683	124.1982	92.36609	110.2367	-0.4	77.50729	124.1982	85.46589	105.2152	-0.4	69.77805	124.1982	78.85586	101.1654	-0.4	67.10083	124.1982	77.16914	100.1411
-0.1	85.77783	104.291	85.62045	98.20733	-0.1	71.96414	104.291	74.469	91.31759	-0.1	65.02635	104.291	69.92524	88.50719	-0.1	63.56223	104.291	68.98514	88.09607
0	84.95324	99.60359	83.6684	95.01942	0	71.60601	99.60359	72.68078	88.53155	0	64.63545	99.60359	68.20121	85.74752	0	63.56894	99.60359	67.65586	85.44148
0.1	84.25171	95.68387	81.85677	91.97087	0.1	71.67014	95.68387	71.43275	86.46444	0.1	64.84543	95.68387	67.02184	83.42904	0.1	63.83435	95.68387	66.67865	83.24738
0.4	80.81457	85.59809	77.58289	84.94957	0.4	71.4681	85.59809	69.29928	81.74841	0.4	68.18717	85.59809	67.47136	79.38833	0.4	66.80116	85.59809	65.21396	79.45412
0.7	77.08821	78.3479	73.08619	79.43153	0.7	72.72077	78.3479	67.60786	77.94456	0.7	73.07426	78.3479	65.94518	77.54644	0.7	71.53499	78.3479	65.71194	78.09742
0.9	74.38399	73.5068	70.07285	72.22827	0.9	72.92932	73.5068	66.03215	74.94405	0.9	75.18162	73.5068	66.78681	76.39936	0.9	77.11476	73.5068	66.5887	76.6465
0.999	73.36517	72.25417	69.12571	73.75256	0.999	74.12191	72.25417	66.39206	73.97837	0.999	78.46368	72.25417	67.33053	75.20555	0.999	84.11985	72.25417	70.0462	77.01392
θ	2, 2	0.9, 0.9	2, 0.9	0.9, 2	θ	3, 3	0.9, 0.9	3, 0.9	0.9, 3	θ	4, 4	0.9, 0.9	4, 0.9	0.9, 4	θ	5, 5	0.9, 0.9	5, 0.9	0.9, 5
-1	949.0202	3149.338	1339.132	2118.99	-1	1693.688	3149.338	2079.044	2539.991	-1	949.4196	3149.338	1339.413	2119.113	-1	1371.708	3149.338	1784.466	2372.362
-0.999	738.9983	2459.534	1063.807	1653.061	-0.999	1322.972	2459.534	1624.15	1983.506	-0.999	739.3956	2459.534	1044.086	1653.183	-0.999	1071.432	2459.534	1394.096	1852.496
-0.9	124.7501	329.6018	158.272	233.769	-0.9	173.7194	329.6018	212.3123	262.4753	-0.9	115.8021	329.6018	154.9486	231	-0.9	139.1199	329.6018	180.7398	244.8896
-0.7	97.33406	200.3968	112.076	153.2511	-0.7	102.4392	200.3968	124.1695	157.9217	-0.7	82.45625	200.3968	104.4199	147.7061	-0.7	85.11281	200.3968	108.3032	149.4438
-0.4	89.55683	142.6406	95.38626	119.4617	-0.4	77.50729	142.6406	88.94585	114.1069	-0.4	69.77805	142.6406	82.01166	109.6791	-0.4	67.10083	142.6406	80.20969	108.593
-0.1	85.77783	117.5121	87.58001	104.8859	-0.1	71.96414	117.5121	76.4778	97.53068	-0.1	65.02635	117.5121	71.79975	94.49976	-0.1	63.56223	117.5121	70.76905	93.92503
0	84.95324	111.4207	85.58042	101.4766	0	71.60601	111.4207	74.27987	94.0986	0	64.63545	111.4207	69.81905	91.07132	0	63.56894	111.4207	69.14053	90.80045
0.1	84.25171	105.9756	83.56717	97.8837	0.1	71.67014	105.9756	72.62093	91.264	0.1	64.84543	105.9756	68.44455	88.30318	0.1	63.83435	105.9756	67.87417	87.9945
0.4	80.81457	93.48651	78.18425	88.95504	0.4	71.4681	93.48651	69.7408	85.11297	0.4	68.18717	93.48651	65.98288	82.49646	0.4	66.80116	93.48651	65	

ตารางที่ 4.12 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ทั้ง 4 กรณี (ต่อ)

	Case 1 P ₀ , P ₁	Case 2 Q ₀ , Q ₁	Case 3 P ₀ , Q ₁	Case 4 Q ₀ , P ₁		Case 1 P ₀ , P ₁	Case 2 Q ₀ , Q ₁	Case 3 P ₀ , Q ₁	Case 4 Q ₀ , P ₁		Case 1 P ₀ , P ₁	Case 2 Q ₀ , Q ₁	Case 3 P ₀ , Q ₁	Case 4 Q ₀ , P ₁		Case 1 P ₀ , P ₁	Case 2 Q ₀ , Q ₁	Case 3 P ₀ , Q ₁	Case 4 Q ₀ , P ₁
0	7, 7	0.6, 0.6	7, 0.6	0.6, 7	0	8, 8	0.6, 0.6	8, 0.6	0.6, 8	0	9, 9	0.6, 0.6	9, 0.6	0.6, 9	0	10, 10	0.6, 0.6	10, 0.6	0.6, 10
-1	1244.221	1942.612	1419.073	1690.273	-1	949.2313	1942.612	1153.593	1562.247	-1	1176.3	1942.612	1361.037	1662.295	-1	948.9648	1942.612	1153.362	1562.125
-0.999	971.8641	1516.171	1108.324	1319.422	-0.999	739.2031	1516.171	898.9397	1218.349	-0.999	918.8671	1516.171	1063.078	1297.591	-0.999	738.9337	1516.171	898.7055	1218.225
-0.9	125.984	207.0996	144.7412	177.0964	-0.9	113.4166	207.0996	133.4224	172.0731	-0.9	118.8235	207.0996	138.4802	174.1671	-0.9	112.4088	207.0996	132.6421	171.6285
-0.7	76.86448	129.8765	88.23069	110.3291	-0.7	77.09758	129.8765	88.20433	110.4657	-0.7	74.34244	129.8765	85.80288	109.4132	-0.7	74.98542	129.8765	86.44022	109.5765
-0.4	61.14254	96.98121	67.55655	84.01241	-0.4	60.90352	96.98121	67.99027	84.00627	-0.4	59.24568	96.98121	66.35309	83.37023	-0.4	59.88393	96.98121	66.77284	83.75732
-0.1	57.69212	84.56161	61.49256	75.35416	-0.1	56.82058	84.56161	61.31106	75.12096	-0.1	55.40862	84.56161	60.28067	74.63691	-0.1	55.62651	84.56161	60.33867	74.69859
0	57.61158	81.69848	60.50399	73.86215	0	56.59982	81.69848	60.22145	73.43462	0	55.1894	81.69848	59.29355	73.08504	0	55.4707	81.69848	59.2192	72.96386
0.1	57.7859	79.26003	59.92684	72.88966	0.1	56.67723	79.26003	59.35012	72.32963	0.1	55.59703	79.26003	58.655	71.84567	0.1	55.63571	79.26003	58.43646	71.77778
0.4	61.0233	74.36349	60.16126	71.90662	0.4	59.9552	74.36349	59.27001	71.29741	0.4	59.25575	74.36349	58.80085	70.78378	0.4	59.063	74.36349	58.78934	70.77306
0.7	69.88106	71.43438	63.10092	73.30793	0.7	69.58944	71.43438	62.93044	73.13956	0.7	69.20106	71.43438	62.76086	73.06531	0.7	68.81228	71.43438	62.83622	73.1409
0.9	80.25389	68.9452	67.91535	75.70145	0.9	83.05423	68.9452	69.41098	76.49258	0.9	85.94175	68.9452	70.71224	77.55398	0.9	88.90148	68.9452	72.08747	78.52321
0.999	93.78878	68.76112	75.42498	80.74918	0.999	98.80479	68.76112	77.81109	83.15454	0.999	103.439	68.76112	80.29541	85.53256	0.999	108.682	68.76112	82.80504	87.90688
0	7, 7	0.7, 0.7	7, 0.7	0.7, 7	0	8, 8	0.7, 0.7	8, 0.7	0.7, 8	0	9, 9	0.7, 0.7	9, 0.7	0.7, 9	0	10, 10	0.7, 0.7	10, 0.7	0.7, 10
-1	1244.221	2253.522	1486.563	1862.393	-1	949.2313	2253.522	1205.916	1719.2	-1	1176.3	2253.522	1425.214	1831.102	-1	948.9648	2253.522	1205.672	1719.065
-0.999	971.8641	1759.144	1161.149	1453.92	-0.999	739.2031	1759.144	939.7828	1340.864	-0.999	918.8671	1759.144	1113.318	1429.503	-0.999	738.9337	1759.144	939.5359	1340.728
-0.9	125.984	238.8991	151.2028	194.3231	-0.9	113.4166	238.8991	139.1449	188.7174	-0.9	118.8235	238.8991	144.5651	191.0004	-0.9	112.4088	238.8991	138.3302	188.2127
-0.7	76.86448	148.5489	91.80581	120.38	-0.7	77.09758	148.5489	91.72726	120.583	-0.7	74.34244	148.5489	89.14724	119.2828	-0.7	74.98542	148.5489	89.90059	119.5421
-0.4	61.14254	109.4613	69.65371	90.35113	-0.4	60.90352	109.4613	70.17147	90.42156	-0.4	59.24568	109.4613	68.50582	89.67977	-0.4	59.88393	109.4613	68.91616	90.22219
-0.1	57.69212	93.56937	62.89511	80.2449	-0.1	56.82058	93.56937	62.78619	79.89899	-0.1	55.40862	93.56937	61.6885	79.47266	-0.1	55.62651	93.56937	61.78973	79.5859
0	57.61158	90.101	61.72905	78.12549	0	56.59982	90.101	61.44697	77.77407	0	55.1894	90.101	60.43363	77.38045	0	55.4707	90.101	60.52417	77.33007
0.1	57.7859	86.90595	60.80889	76.68488	0.1	56.67723	86.90595	60.43579	76.15295	0.1	55.59703	86.90595	59.65964	75.75311	0.1	55.63571	86.90595	59.50037	75.63166
0.4	61.0233	79.43522	60.38256	74.49816	0.4	59.9552	79.43522	59.62085	73.88685	0.4	59.25575	79.43522	59.16217	73.35885	0.4	59.063	79.43522	59.02388	73.33499
0.7	69.88106	74.31087	62.85476	74.80716	0.7	69.58944	74.31087	62.75736	74.592	0.7	69.20106	74.31087	62.50513	74.40937	0.7	68.81228	74.31087	62.65475	74.52277
0.9	80.25389	70.85672	67.15809	76.30442	0.9	83.05423	70.85672	68.64542	77.03704	0.9	85.94175	70.85672	69.9808	77.99857	0.9	88.90148	70.85672	71.38491	78.84786
0.999	93.78878	69.88153	74.29432	80.4991	0.999	98.80479	69.88153	76.86931	82.77404	0.999	103.439	69.88153	79.22734	85.1377	0.999	108.682	69.88153	81.79597	87.47499
0	7, 7	0.8, 0.8	7, 0.8	0.8, 7	0	8, 8	0.8, 0.8	8, 0.8	0.8, 8	0	9, 9	0.8, 0.8	9, 0.8	0.8, 9	0	10, 10	0.8, 0.8	10, 0.8	0.8, 10
-1	1244.221	2645.489	1565.321	2063.249	-1	949.2313	2645.489	1266.971	1902.354	-1	1176.3	2645.489	1500.106	2028.093	-1	948.9648	2645.489	1266.713	1902.205
-0.999	971.8641	2065.548	1222.805	1610.902	-0.999	739.2031	2065.548	987.4515	1483.859	-0.999	918.8671	2065.548	1171.955	1583.466	-0.999	738.9337	2065.548	987.119	1483.708
-0.9	125.984	278.8011	158.6575	214.2471	-0.9	113.4166	278.8011	145.771	207.9361	-0.9	118.8235	278.8011	151.6153	210.5068	-0.9	112.4088	278.8011	144.8851	207.3747
-0.7	76.86448	171.6075	95.88446	131.8048	-0.7	77.09758	171.6075	95.72751	132.1253	-0.7	74.34244	171.6075	93.01678	130.5209	-0.7	74.98542	171.6075	93.79289	130.962
-0.4	61.14254	124.1982	72.11298	97.47049	-0.4	60.90352	124.1982	72.61854	97.61606	-0.4	59.24568	124.1982	70.82854	96.77256	-0.4	59.88393	124.1982	71.30437	97.44975
-0.1	57.69212	104.291	64.4372	85.50581	-0.1	56.82058	104.291	64.40709	85.2068	-0.1	55.40862	104.291	63.13101	84.76677	-0.1	55.62651	104.291	63.36764	84.90541
0	57.61158	99.60359	63.09112	82.78141	0	56.59982	99.60359	62.90269	82.48012	0	55.1894	99.60359	61.76283	82.03274	0	55.4707	99.60359	61.91448	82.12799
0.1	57.7859	95.68387	61.95806	80.75097	0.1	56.67723	95.68387	61.60686	80.32249	0.1	55.59703	95.68387	60.73203	79.96483	0.1	55.63571	95.68387	60.72711	79.83961
0.4	61.0233	85.59809	60.70107	77.28704	0.4	59.9552	85.59809	60.08012	76.71937	0.4	59.25575	85.59809	59.65998	76.05096	0.4	59.063	85.59809	59.47246	76.09045
0.7	69.88106	78.3479	62.84773	76.49243	0.7	69.58944	78.3479	62.61909	76.13475	0.7	69.20106	78.3479	62.43037	75.90853	0.7	68.81228	78.3479	62.53364	75.95304
0.9	80.25389	73.5068	66.73092	77.16728	0.9	83.05423	73.5068	68.21448	77.81616	0.9	85.94175	73.5068	69.57316	78.82536	0.9	88.90148	73.5068	70.97932	79.64354
0.999	93.78878	72.25417	73.61338	80.7928	0.999	98.80479	72.25417	76.2442	82.99653	0.999	103.439	72.25417	78.57321	85.28499	0.999	108.682	72.25417	81.07258	87.43808
0	7, 7	0.9, 0.9	7, 0.9	0.9, 7	0	8, 8	0.9, 0.9	8, 0.9	0.9, 8	0	9, 9	0.9, 0.9	9, 0.9	0.9, 9	0	10, 10	0.9, 0.9	10, 0.9	0.9, 10
-1	1244.221	3149.338	1658.422	2300.69	-1	949.2313	3149.338	1339.144	2118.867	-1	1176.3	3149.338	1588.637	2260.964	-1	948.9648	3149.338	1338.869	2118.701
-0.999	971.8641	2459.534	1295.707	1796.518	-0.999	739.2031	2459.534	1043.811	1652.934	-0.999	918.8671	2459.534	1241.287	1765.513	-0.999	738.9337	2459.534	1043.533	1652.766
-0.9	125.984	329.6018	167.3569	237.5862	-0.9	113.4166	329.6018	153.5672	230.3422	-0.9	118.8235	329.6018	159.0953	233.38	-0.9	112.4088	329.6018	152.5912	229.7192
-0.7	76.86448	200.3968	100.5599	144.8994	-0.7	77.09758	200.3968	100.3351	145.3704	-0.7	74.34244	200.3968	97.51911	143.4792	-0.7	74.98542	200.3968	98.21519	144.0155
-0.4	61.14254	142.6406	74.78292	105.6804	-0.4	60.90352	142.6406	75.43513	106.0171	-0.4	59.24568	142.6406	73.40443	104.9369	-0.4	59.88393	142.6406	73.99631	105.604
-0.1	57.69212	117.5121	66.07814	91.18796	-0.1	56.82058	117.5121	66.16749	90.99094	-0.1	55.40862	117.5121	64.71843	90.49822	-0.1	55.62651	117.5121	65.00348	90.74905
0	57.61158	111.4207	64.59402	88.04953	0	56.59982	111.4207	64.43559	87.68789	0	55.1894	111.4207	63.17319	87.24757	0	55.4707	111.4207	63.45613	87.36593
0.1	57.7859	105.9756	63.26187	85.27099	0.1	56.67723	105.9756	63.00042	84.93323	0.1	55.59703	105.9756	61.9875	84.4666	0.1	55.63571	105.9756	62.05436	84.51191
0.4	61.0233	93.48651	61.30721	80.35321	0.4	59.9552	93.48651	60.822	79.79702	0.4	59.25575	93.48651	60.27696	79.05634	0.4	59.063	93.48651	60.08266	79.16297
0.7	69.88106	83.66515	62.91004	78.21219	0.7	6													

4.5.3 ค่าเฉลี่ยสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Mean Absolute Scaled Error, MASE)

สามารถวัดค่าเฉลี่ยสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์รวมภายใต้ห่วงโซ่อุปทานแบบ 3 ระดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.13

กำหนดให้ พื้นที่แรงงาสีเข้ม = ค่าความคลาดเคลื่อนที่มีค่าน้อยที่สุดในหนึ่งแถวนั้น ๆ
พื้นที่แรงงาสีอ่อน = ค่าความคลาดเคลื่อนที่เป็นค่ากลาง ๆ ระหว่างค่าน้อยและมาก
พื้นที่สีขาว = ค่าความคลาดเคลื่อนที่มีค่ามากที่สุดในหนึ่งแถวนั้น ๆ

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์รวม ($MASE_{Total}$) เพื่อจัดลำดับวัดประสิทธิภาพทั้ง 4 กรณี สามารถจัดลำดับเพื่อวัดประสิทธิภาพมากที่สุดไปน้อยที่สุดได้ว่า

1. การจัดลำดับวัดประสิทธิภาพแต่ละกรณีในภาพรวมส่วนใหญ่

- อันดับที่ 1 คือ กรณีที่ 1 เมื่อแต่ละองค์กรในห่วงโซ่อุปทานใช้วิธีการพยากรณ์แบบถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่เหมือนกันและใช้ $p_R = p_M$ (Case 1) จะให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด หรือหมายถึงมีประสิทธิภาพมากกว่ากรณีอื่น ๆ โดยมีพื้นที่แรงงาสีเข้มมากที่สุด (มากกว่า 58%) เมื่อเทียบกับกรณีอื่น ๆ เท่ากับ 46 ตารางย่อยจากทั้งหมด 100 ตารางย่อยในตารางที่ 4.13

- อันดับที่ 2 คือ กรณีที่ 3 และ 4 เมื่อแต่ละองค์กรในห่วงโซ่อุปทานใช้วิธีการพยากรณ์ต่างกัน จะให้ค่าความคลาดเคลื่อนกลาง ๆ หรือมีประสิทธิภาพในระดับกลางระหว่างกรณีที่ 1 และกรณีที่ 2 โดยสามารถสังเกตจากพื้นที่แรงงาสีอ่อน ในกรณีที่ 3 และ 4 (Case 3, Case 4)

- อันดับที่ 3 คือ กรณีที่ 2 เมื่อแต่ละองค์กรในห่วงโซ่อุปทานใช้วิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลเหมือนกันและใช้ $\alpha_R = \alpha_M$ (Case 2) จะให้ค่าความคลาดเคลื่อนมากที่สุด หรือมีประสิทธิภาพน้อยกว่ากรณีอื่น ๆ โดยสามารถสังเกตจากพื้นที่สีขาว ในกรณีที่ 2 (Case 2)

2. การจัดลำดับวัดประสิทธิภาพแต่ละกรณีในภาพรวมส่วนน้อย

- อันดับที่ 1 คือ กรณีที่ 2 เมื่อองค์กรภายในห่วงโซ่อุปทานใช้ค่า α อยู่ในช่วงน้อย ๆ พบว่ากรณีที่ 2 (Case 2) จะให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด หรือมีประสิทธิภาพมากกว่ากรณีอื่น ๆ โดยมีพื้นที่แรงงาสีเข้มมากที่สุด (มากกว่า 58%) เมื่อเทียบกับกรณีอื่น ๆ เท่ากับ 20 ตารางย่อยจากทั้งหมด 100 ตารางย่อยในตารางที่ 4.13

- อันดับที่ 2 คือ กรณีที่ 3 และ 4 เมื่อแต่ละองค์กรในห่วงโซ่อุปทานใช้วิธีการพยากรณ์ต่างกัน (Case 3, 4) จะให้ค่าความคลาดเคลื่อนกลาง ๆ ไม่มากที่สุดและไม่น้อยที่สุด หรือมีประสิทธิภาพในระดับกลางระหว่างกรณีที่ 1 และกรณีที่ 2 โดยสามารถสังเกตจากพื้นที่แรงงาสีอ่อน ในกรณีที่ 3 และ 4 (Case 3, Case 4)

- อันดับที่ 3 คือ กรณีที่ 1 เมื่อองค์กรภายในห่วงโซ่อุปทานใช้ค่า α อยู่ในช่วงน้อย ๆ กรณีที่ 1 (Case 1) จะให้ค่าความคลาดเคลื่อนมากที่สุด หรือมีประสิทธิภาพน้อยกว่ากรณีอื่น ๆ โดยสามารถสังเกตจากพื้นที่สีขาว ในกรณีที่ 2 (Case 2)

3. การจัดลำดับวัดประสิทธิภาพแต่ละกรณีในบางจุด

จากการจำลองจะพบว่า มีผลลัพธ์ในบางจุดสำหรับกรณีที่ 3 และ 4 ที่ให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด หรือหมายถึงมีประสิทธิภาพมากกว่ากรณีอื่น ๆ ส่วนกรณีที่ 1 และ 2 ในจุดนี้ไม่สามารถสรุปได้ว่ากรณีไหนมีประสิทธิภาพมากกว่ากัน จึงจัดลำดับเพื่อวัดประสิทธิภาพมากที่สุดไปน้อยที่สุดได้ว่า

- อันดับที่ 1 คือ กรณีที่ 3 และ 4 เมื่อแต่ละองค์กรในห่วงโซ่อุปทานใช้วิธีการพยากรณ์ต่างกัน (Case 3, Case 4) จะให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดในบางจุด โดยมีพื้นที่แรงเงาสีเข้มมากที่สุด (มากกว่า 58%) เมื่อเทียบกับกรณีอื่น ๆ เท่ากับ 1 ตารางย่อยจากทั้งหมด 100 ตารางย่อยในตารางที่ 4.13

- อันดับที่ 2 คือ กรณีที่ 1 และ 2 เมื่อแต่ละองค์กรในห่วงโซ่อุปทานใช้วิธีการพยากรณ์เหมือนกัน จะให้ค่าความคลาดเคลื่อนมากที่สุดในบางจุดนั้น โดยสามารถสังเกตจากพื้นที่แรงเงาสีอ่อนและสีขาว ในกรณีที่ 1 และ 2 คละกันไป



ตารางที่ 4.13 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ทั้ง 4 กรณี

	Case 1 P ₀ , P ₁₀	Case 2 Q ₀ , Q ₁₀	Case 3 P ₀ , Q ₁₀	Case 4 Q ₀ , P ₁₀		Case 1 P ₀ , P ₁₀	Case 2 Q ₀ , Q ₁₀	Case 3 P ₀ , Q ₁₀	Case 4 Q ₀ , P ₁₀		Case 1 P ₀ , P ₁₀	Case 2 Q ₀ , Q ₁₀	Case 3 P ₀ , Q ₁₀	Case 4 Q ₀ , P ₁₀		Case 1 P ₀ , P ₁₀	Case 2 Q ₀ , Q ₁₀	Case 3 P ₀ , Q ₁₀	Case 4 Q ₀ , P ₁₀
0	2, 2	0.1, 0.1	2, 0.1	0.1, 2	0	3, 3	0.1, 0.1	3, 0.1	0.1, 3	0	4, 4	0.1, 0.1	4, 0.1	0.1, 4	0	5, 5	0.1, 0.1	5, 0.1	0.1, 5
-1	0.998853	1.052496	1.025694	1.025734	-1	1.334316	1.052496	1.193469	1.193381	-1	0.999087	1.052496	1.025743	1.025804	-1	1.20083	1.052496	1.126653	1.126641
-0.999	0.998152	1.05262	1.025412	1.025464	-0.999	1.335435	1.05262	1.194109	1.193994	-0.999	0.998451	1.05262	1.025473	1.025553	-0.999	1.201823	1.05262	1.12721	1.127193
-0.9	1.171993	1.083781	1.116499	1.096504	-0.9	1.334058	1.083781	1.203338	1.206092	-0.9	1.10098	1.083781	1.090194	1.084826	-0.9	1.192763	1.083781	1.135129	1.136804
-0.7	1.388512	1.151183	1.244736	1.21719	-0.7	1.350252	1.151183	1.243293	1.245288	-0.7	1.229401	1.151183	1.18182	1.176503	-0.7	1.236716	1.151183	1.190731	1.189793
-0.4	1.63855	1.273821	1.436489	1.410338	-0.4	1.476769	1.273821	1.362563	1.363734	-0.4	1.414371	1.273821	1.331522	1.328027	-0.4	1.381295	1.273821	1.325265	1.320733
-0.1	1.806165	1.428034	1.59248	1.581517	-0.1	1.674759	1.428034	1.531162	1.522782	-0.1	1.587767	1.428034	1.49638	1.487708	-0.1	1.572383	1.428034	1.502303	1.486791
0	1.853098	1.486167	1.637136	1.635804	0	1.746581	1.486167	1.597256	1.583053	0	1.650105	1.486167	1.559992	1.545947	0	1.644551	1.486167	1.568325	1.550881
0.1	1.904236	1.550048	1.686066	1.695258	0.1	1.822608	1.550048	1.665464	1.647863	0.1	1.7266	1.550048	1.637245	1.617313	0.1	1.720017	1.550048	1.637179	1.620358
0.4	2.040415	1.815611	1.86328	1.905722	0.4	2.011657	1.815611	1.881569	1.887198	0.4	2.023041	1.815611	1.914641	1.885681	0.4	2.002011	1.815611	1.900789	1.896872
0.7	2.140356	2.320126	2.07669	2.234702	0.7	2.232146	2.320126	2.188378	2.263085	0.7	2.35564	2.320126	2.292595	2.312649	0.7	2.33909	2.320126	2.296818	2.334952
0.9	2.197218	3.506403	2.409913	2.881616	0.9	2.377855	3.506403	2.676681	2.951277	0.9	2.562417	3.506403	2.840037	3.038361	0.9	2.660114	3.506403	2.919373	3.107012
0.999	2.23052	5.297075	2.964052	3.849058	0.999	2.491588	5.297075	3.421668	3.961218	0.999	2.748776	5.297075	3.701606	4.085201	0.999	2.984398	5.297075	3.882905	4.212567
0	2, 2	0.2, 0.2	2, 0.2	0.2, 2	0	3, 3	0.2, 0.2	3, 0.2	0.2, 3	0	4, 4	0.2, 0.2	4, 0.2	0.2, 4	0	5, 5	0.2, 0.2	5, 0.2	0.2, 5
-1	0.998853	1.111053	1.054989	1.050055	-1	1.334316	1.111053	1.222744	1.222649	-1	0.999087	1.111053	1.055042	1.050575	-1	1.20083	1.111053	1.155933	1.155911
-0.999	0.998152	1.11124	1.054742	1.054764	-0.999	1.335435	1.11124	1.223414	1.223292	-0.999	0.998451	1.11124	1.0548	1.054853	-0.999	1.201823	1.11124	1.156521	1.156492
-0.9	1.171993	1.140448	1.145073	1.124696	-0.9	1.334058	1.140448	1.23241	1.23431	-0.9	1.10098	1.140448	1.118067	1.113112	-0.9	1.192763	1.140448	1.16299	1.164933
-0.7	1.388512	1.204747	1.273326	1.24412	-0.7	1.350252	1.204747	1.27103	1.271842	-0.7	1.229401	1.204747	1.121095	1.1202708	-0.7	1.236716	1.204747	1.218623	1.216018
-0.4	1.63855	1.331698	1.46604	1.439479	-0.4	1.476769	1.331698	1.390586	1.392275	-0.4	1.414371	1.331698	1.362667	1.356053	-0.4	1.381295	1.331698	1.352285	1.348769
-0.1	1.806165	1.4673	1.619218	1.601317	-0.1	1.674759	1.4673	1.560146	1.540196	-0.1	1.587767	1.4673	1.522661	1.505707	-0.1	1.572383	1.4673	1.5256	1.502777
0	1.853098	1.525114	1.662914	1.655361	0	1.746581	1.525114	1.625617	1.61015	0	1.650105	1.525114	1.584936	1.563692	0	1.644551	1.525114	1.591097	1.567555
0.1	1.904236	1.592134	1.712505	1.716945	0.1	1.822608	1.592134	1.691717	1.688141	0.1	1.7266	1.592134	1.658097	1.635228	0.1	1.720017	1.592134	1.660774	1.637591
0.4	2.040415	1.817906	1.882398	1.906076	0.4	2.011657	1.817906	1.89478	1.886571	0.4	2.023041	1.817906	1.926986	1.881233	0.4	2.002011	1.817906	1.910875	1.891538
0.7	2.140356	2.166285	2.062654	2.154313	0.7	2.232146	2.166285	2.161706	2.179926	0.7	2.35564	2.166285	2.266107	2.225046	0.7	2.33909	2.166285	2.252263	2.245663
0.9	2.197218	2.728837	2.243454	2.497678	0.9	2.377855	2.728837	2.430889	2.561472	0.9	2.562417	2.728837	2.585307	2.453218	0.9	2.660114	2.728837	2.652728	2.699802
0.999	2.23052	3.462828	2.460508	2.926988	0.999	2.491588	3.462828	2.790483	3.024139	0.999	2.748776	3.462828	3.004045	3.134913	0.999	2.984398	3.462828	3.152874	3.247621
0	2, 2	0.3, 0.3	2, 0.3	0.3, 2	0	3, 3	0.3, 0.3	3, 0.3	0.3, 3	0	4, 4	0.3, 0.3	4, 0.3	0.3, 4	0	5, 5	0.3, 0.3	5, 0.3	0.3, 5
-1	0.998853	1.176504	1.087723	1.087734	-1	1.334316	1.176504	1.255459	1.255375	-1	0.999087	1.176504	1.087763	1.087803	-1	1.20083	1.176504	1.188651	1.188638
-0.999	0.998152	1.176768	1.087517	1.087532	-0.999	1.335435	1.176768	1.256165	1.256056	-0.999	0.998451	1.176768	1.087568	1.08762	-0.999	1.201823	1.176768	1.189276	1.189257
-0.9	1.171993	1.205267	1.176383	1.156724	-0.9	1.334058	1.205267	1.264284	1.266133	-0.9	1.10098	1.205267	1.15038	1.145072	-0.9	1.192763	1.205267	1.194348	1.196749
-0.7	1.388512	1.265339	1.305916	1.274266	-0.7	1.350252	1.265339	1.301782	1.301465	-0.7	1.229401	1.265339	1.240318	1.231893	-0.7	1.236716	1.265339	1.249673	1.245467
-0.4	1.63855	1.38397	1.497726	1.465508	-0.4	1.476769	1.38397	1.419753	1.417043	-0.4	1.414371	1.38397	1.392014	1.380004	-0.4	1.381295	1.38397	1.379793	1.372318
-0.1	1.806165	1.513104	1.645545	1.62308	-0.1	1.674759	1.513104	1.586235	1.559185	-0.1	1.587767	1.513104	1.545141	1.524414	-0.1	1.572383	1.513104	1.54836	1.519919
0	1.853098	1.559019	1.688945	1.670748	0	1.746581	1.559019	1.648852	1.614014	0	1.650105	1.559019	1.604257	1.575974	0	1.644551	1.559019	1.610701	1.577694
0.1	1.904236	1.616739	1.736316	1.728935	0.1	1.822608	1.616739	1.71625	1.67822	0.1	1.7266	1.616739	1.676248	1.641295	0.1	1.720017	1.616739	1.677301	1.643464
0.4	2.040415	1.828038	1.897518	1.912151	0.4	2.011657	1.828038	1.907664	1.889464	0.4	2.023041	1.828038	1.929522	1.878029	0.4	2.002011	1.828038	1.919181	1.887194
0.7	2.140356	2.08669	2.058923	2.114543	0.7	2.232146	2.08669	2.144902	2.135968	0.7	2.35564	2.08669	2.240126	2.174795	0.7	2.33909	2.08669	2.225839	2.191127
0.9	2.197218	2.37912	2.176293	2.315958	0.9	2.377855	2.37912	2.333384	2.368105	0.9	2.562417	2.37912	2.467198	2.440432	0.9	2.660114	2.37912	2.51854	2.484719
0.999	2.23052	2.751146	2.268602	2.55709	0.999	2.491588	2.751146	2.556991	2.633922	0.999	2.748776	2.751146	2.740051	2.732135	0.999	2.984398	2.751146	2.879909	2.827154
0	2, 2	0.4, 0.4	2, 0.4	0.4, 2	0	3, 3	0.4, 0.4	3, 0.4	0.4, 3	0	4, 4	0.4, 0.4	4, 0.4	0.4, 4	0	5, 5	0.4, 0.4	5, 0.4	0.4, 5
-1	0.998853	1.250145	1.12465	1.124564	-1	1.334316	1.250145	1.292266	1.292201	-1	0.999087	1.250145	1.124584	1.124631	-1	1.20083	1.250145	1.225461	1.225464
-0.999	0.998152	1.250502	1.12493	1.124412	-0.999	1.335435	1.250502	1.293014	1.29293	-0.999	0.998451	1.250502	1.124436	1.124497	-0.999	1.201823	1.250502	1.226129	1.226131
-0.9	1.171993	1.277856	1.210718	1.192406	-0.9	1.334058	1.277856	1.300102	1.301391	-0.9	1.10098	1.277856	1.186863	1.180631	-0.9	1.192763	1.277856	1.230386	1.232247
-0.7	1.388512	1.333739	1.340945	1.307293	-0.7	1.350252	1.333739	1.335911	1.334168	-0.7	1.229401	1.333739	1.274517	1.264754	-0.7	1.236716	1.333739	1.284224	1.277952
-0.4	1.63855	1.436788	1.53151	1.48938	-0.4	1.476769	1.436788	1.450308	1.439183	-0.4	1.414371	1.436788	1.420161	1.401859	-0.4	1.381295	1.436788	1.40872	1.393198
-0.1	1.806165	1.562175	1.671396	1.643834	-0.1	1.674759	1.562175	1.611799	1.577442	-0.1	1.587767	1.562175	1.569339	1.54093	-0.1	1.572383	1.562175	1.572224	1.536032
0	1.853098	1.601152	1.715525	1.688558	0	1.746581	1.601152	1.672414	1.627266	0	1.650105	1.601152	1.623522	1.588928	0	1.644551	1.601152	1.630886	1.587497
0.1	1.904236	1.644265	1.76163	1.737289	0.1	1.822608	1.644265	1.735075	1.683156	0.1	1.7266	1.644265	1.691985	1.643065	0.1	1.720017	1.644265	1.694375	1.644841
0.4	2.040415	1.828765	1.911467	1.909472	0.4	2.011657	1.828765	1.916277	1.881781	0.4	2.023041	1.828765	1.927466	1.865665	0.4	2.002011	1.828765	1.925257	1.872225
0.7	2.140356	2.029521	2.058694	2.07745															

ตารางที่ 4.13 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ทั้ง 4 กรณี (ต่อ)

	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4		Case 1	Case 2	Case 3	Case 4		Case 1	Case 2	Case 3	Case 4		Case 1	Case 2	Case 3	Case 4		Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
	P_0, P_{10}	α_0, α_{10}	P_0, P_{10}	α_0, α_{10}		P_0, P_{10}	α_0, α_{10}	P_0, P_{10}	α_0, α_{10}		P_0, P_{10}	α_0, α_{10}	P_0, P_{10}	α_0, α_{10}		P_0, P_{10}	α_0, α_{10}	P_0, P_{10}	α_0, α_{10}		P_0, P_{10}	α_0, α_{10}	P_0, P_{10}	α_0, α_{10}
θ	7, 7	0.1, 0.1	7, 0.1	0.1, 7	θ	8, 8	0.1, 0.1	8, 0.1	0.1, 8	θ	9, 9	0.1, 0.1	9, 0.1	0.1, 9	θ	10, 10	0.1, 0.1	10, 0.1	0.1, 10	θ	11, 11	0.1, 0.1	11, 0.1	0.1, 11
-1	1.143671	1.052496	1.098041	1.098092	-1	0.99893	1.052496	1.025669	1.025721	-1	1.112034	1.052496	1.082241	1.082271	-1	0.998775	1.052496	1.025605	1.025647	-1	1.091912	1.052496	1.072195	1.072204
-0.999	1.144625	1.05262	1.098569	1.098632	-0.999	0.998247	1.05262	1.025377	1.025444	-0.999	1.113	1.05262	1.08278	1.082817	-0.999	0.998046	1.05262	1.025294	1.025349	-0.999	1.09289	1.05262	1.072744	1.072754
-0.9	1.137018	1.083781	1.106823	1.107885	-0.9	1.084165	1.083781	1.08452	1.081487	-0.9	1.104896	1.083781	1.092318	1.0928	-0.9	1.07864	1.083781	1.081481	1.079181	-0.9	1.087497	1.083781	1.083748	1.084833
-0.7	1.127855	1.151183	1.157328	1.160172	-0.7	1.181105	1.151183	1.166296	1.163109	-0.7	1.158471	1.151183	1.15329	1.152621	-0.7	1.164886	1.151183	1.157968	1.155966	-0.7	1.143821	1.151183	1.154259	1.147593
-0.4	1.319384	1.273821	1.296901	1.291644	-0.4	1.30629	1.273821	1.285845	1.289801	-0.4	1.293906	1.273821	1.28513	1.280778	-0.4	1.301812	1.273821	1.285234	1.285424	-0.4	1.285946	1.273821	1.279244	1.27761
-0.1	1.499475	1.428034	1.461258	1.454037	-0.1	1.470211	1.428034	1.447057	1.449448	-0.1	1.452564	1.428034	1.439235	1.43801	-0.1	1.455038	1.428034	1.436208	1.439114	-0.1	1.45148	1.428034	1.439389	1.435368
0	1.562579	1.486167	1.522111	1.516823	0	1.531277	1.486167	1.50469	1.509446	0	1.513325	1.486167	1.497636	1.497051	0	1.51597	1.486167	1.496132	1.500103	0	1.511591	1.486167	1.500508	1.49482
0.1	1.632147	1.550048	1.590681	1.58437	0.1	1.599721	1.550048	1.569065	1.57458	0.1	1.586732	1.550048	1.566466	1.565013	0.1	1.584009	1.550048	1.560134	1.565922	0.1	1.581547	1.550048	1.56763	1.561523
0.4	1.928199	1.815611	1.868238	1.858434	0.4	1.896466	1.815611	1.850589	1.849988	0.4	1.888027	1.815611	1.846854	1.844738	0.4	1.887292	1.815611	1.845907	1.846492	0.4	1.877608	1.815611	1.846347	1.84182
0.7	2.401387	2.320126	2.342894	2.343824	0.7	2.410623	2.320126	2.352729	2.353888	0.7	2.416116	2.320126	2.364611	2.358754	0.7	2.406745	2.320126	2.361198	2.360117	0.7	2.418314	2.320126	2.371524	2.36285
0.9	2.921882	3.506403	3.16722	3.20708	0.9	3.037474	3.506403	3.239767	3.267256	0.9	3.171612	3.506403	3.325414	3.327886	0.9	3.280226	3.506403	3.383746	3.387405	0.9	3.396007	3.506403	3.431432	3.439934
0.999	3.486722	5.297075	4.330485	4.434318	0.999	3.681018	5.297075	4.454522	4.533001	0.999	3.888668	5.297075	4.593732	4.626524	0.999	4.084083	5.297075	4.702046	4.720901	0.999	4.316658	5.297075	4.859591	4.820969
θ	7, 7	0.2, 0.2	7, 0.2	0.2, 7	θ	8, 8	0.2, 0.2	8, 0.2	0.2, 8	θ	9, 9	0.2, 0.2	9, 0.2	0.2, 9	θ	10, 10	0.2, 0.2	10, 0.2	0.2, 10	θ	11, 11	0.2, 0.2	11, 0.2	0.2, 11
-1	1.143671	1.111053	1.127326	1.127363	-1	0.99893	1.111053	1.054955	1.054992	-1	1.112034	1.111053	1.111528	1.111543	-1	0.998775	1.111053	1.05489	1.054919	-1	1.091912	1.111053	1.101482	1.101476
-0.999	1.144625	1.11124	1.127886	1.127933	-0.999	0.998247	1.11124	1.054696	1.054745	-0.999	1.113	1.11124	1.11201	1.112119	-0.999	0.998046	1.11124	1.054612	1.054651	-0.999	1.09289	1.11124	1.102066	1.102057
-0.9	1.137018	1.140448	1.135046	1.136191	-0.9	1.084165	1.140448	1.112483	1.109571	-0.9	1.104896	1.140448	1.120326	1.120956	-0.9	1.07864	1.140448	1.109581	1.107226	-0.9	1.087497	1.140448	1.112251	1.112762
-0.7	1.127855	1.204747	1.185714	1.186137	-0.7	1.181105	1.204747	1.192683	1.188992	-0.7	1.158471	1.204747	1.181571	1.178673	-0.7	1.164886	1.204747	1.18431	1.18181	-0.7	1.143821	1.204747	1.172871	1.17353
-0.4	1.319384	1.331698	1.324433	1.319046	-0.4	1.30629	1.331698	1.316114	1.317223	-0.4	1.293906	1.331698	1.313975	1.308373	-0.4	1.301812	1.331698	1.314403	1.313263	-0.4	1.285946	1.331698	1.307582	1.305355
-0.1	1.499475	1.4673	1.486581	1.470629	-0.1	1.470211	1.4673	1.486635	1.465751	-0.1	1.452564	1.4673	1.461328	1.454431	-0.1	1.455038	1.4673	1.457858	1.454728	-0.1	1.45148	1.4673	1.460608	1.451204
0	1.562579	1.525114	1.546341	1.533958	0	1.531277	1.525114	1.527069	1.526326	0	1.513325	1.525114	1.519065	1.513885	0	1.51597	1.525114	1.517823	1.516772	0	1.511591	1.525114	1.519815	1.511692
0.1	1.632147	1.592134	1.612834	1.602379	0.1	1.599721	1.592134	1.591584	1.59324	0.1	1.586732	1.592134	1.586677	1.582293	0.1	1.584009	1.592134	1.584007	1.583426	0.1	1.581547	1.592134	1.58813	1.578996
0.4	1.928199	1.817906	1.87211	1.851656	0.4	1.896466	1.817906	1.852676	1.84163	0.4	1.888027	1.817906	1.849902	1.835938	0.4	1.887292	1.817906	1.849455	1.835158	0.4	1.877608	1.817906	1.848809	1.830775
0.7	2.401387	2.166285	2.284574	2.24962	0.7	2.410623	2.166285	2.291495	2.254937	0.7	2.416116	2.166285	2.297494	2.25715	0.7	2.406745	2.166285	2.292485	2.25655	0.7	2.418314	2.166285	2.301787	2.255652
0.9	2.921882	2.728837	2.838176	2.783556	0.9	3.037474	2.728837	2.905917	2.828759	0.9	3.171612	2.728837	2.980575	2.880856	0.9	3.280226	2.728837	3.038821	2.932759	0.9	3.396007	2.728837	3.099693	2.976939
0.999	3.486722	3.462828	3.499806	3.442618	0.999	3.681018	3.462828	3.604816	3.53161	0.999	3.888668	3.462828	3.723612	3.615438	0.999	4.084083	3.462828	3.818933	3.697361	0.999	4.316658	3.462828	3.948126	3.781873
θ	7, 7	0.3, 0.3	7, 0.3	0.3, 7	θ	8, 8	0.3, 0.3	8, 0.3	0.3, 8	θ	9, 9	0.3, 0.3	9, 0.3	0.3, 9	θ	10, 10	0.3, 0.3	10, 0.3	0.3, 10	θ	11, 11	0.3, 0.3	11, 0.3	0.3, 11
-1	1.143671	1.176504	1.16005	1.160091	-1	0.99893	1.176504	1.087676	1.08772	-1	1.112034	1.176504	1.144255	1.144273	-1	0.998775	1.176504	1.087612	1.087648	-1	1.091912	1.176504	1.134209	1.134206
-0.999	1.144625	1.176768	1.160648	1.160701	-0.999	0.998247	1.176768	1.087455	1.087513	-0.999	1.113	1.176768	1.144866	1.144888	-0.999	0.998046	1.176768	1.087371	1.087419	-0.999	1.09289	1.176768	1.134831	1.134827
-0.9	1.137018	1.205267	1.167381	1.168188	-0.9	1.084165	1.205267	1.144344	1.141359	-0.9	1.104896	1.205267	1.125202	1.125715	-0.9	1.07864	1.205267	1.141692	1.138928	-0.9	1.087497	1.205267	1.144446	1.144442
-0.7	1.127855	1.265339	1.21749	1.215231	-0.7	1.181105	1.265339	1.22205	1.217581	-0.7	1.158471	1.265339	1.212855	1.207917	-0.7	1.164886	1.265339	1.213277	1.210617	-0.7	1.143821	1.265339	1.203857	1.202799
-0.4	1.319384	1.38397	1.351834	1.342962	-0.4	1.30629	1.38397	1.344984	1.340933	-0.4	1.293906	1.38397	1.342892	1.332111	-0.4	1.301812	1.38397	1.342679	1.336987	-0.4	1.285946	1.38397	1.337089	1.32957
-0.1	1.499475	1.513104	1.511284	1.487944	-0.1	1.470211	1.513104	1.49184	1.481668	-0.1	1.452564	1.513104	1.487878	1.472517	-0.1	1.455038	1.513104	1.48069	1.470995	-0.1	1.45148	1.513104	1.486792	1.467409
0	1.562579	1.559019	1.569287	1.544238	0	1.531277	1.559019	1.545912	1.536596	0	1.513325	1.559019	1.541469	1.524677	0	1.51597	1.559019	1.537122	1.526333	0	1.511591	1.559019	1.538941	1.521707
0.1	1.632147	1.616739	1.63334	1.608669	0.1	1.599721	1.616739	1.608644	1.597743	0.1	1.586732	1.616739	1.60554	1.58147	0.1	1.584009	1.616739	1.600632	1.589023	0.1	1.581547	1.616739	1.603879	1.584914
0.4	1.928199	1.828038	1.879985	1.847402	0.4	1.896466	1.828038	1.86048	1.834664	0.4	1.888027	1.828038	1.857303	1.828262	0.4	1.887292	1.828038	1.862032	1.825403	0.4	1.877608	1.828038	1.857679	1.820674
0.7	2.401387	2.08669	2.243281	2.180358	0.7	2.410623	2.08669	2.254436	2.18721	0.7	2.416116	2.08669	2.260276	2.187987	0.7	2.406745	2.08669	2.258776	2.186839	0.7	2.418314	2.08669	2.266479	2.183316
0.9	2.921882	2.37912	2.682946	2.554254	0.9	3.037474	2.37912	2.746986	2.586645	0.9	3.171612	2.37912	2.820556	2.628768	0.9	3.280226	2.37912	2.870824	2.672522	0.9	3.396007	2.37912	2.928194	2.710977
0.999	3.486722	2.751146	3.189393	2.997416	0.999	3.681018	2.751146	3.2901	3.077812	0.999	3.888668	2.751146	3.405993	3.152771	0.999	4.084083	2.751146	3.498619	3.22559	0.999	4.316658	2.751146	3.61728	

ตารางที่ 4.13 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ทั้ง 4 กรณี (ต่อ)

	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4		Case 1	Case 2	Case 3	Case 4		Case 1	Case 2	Case 3	Case 4		Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
	P_0, P_{10}	α_0, α_{10}	P_0, P_{10}	α_0, α_{10}		P_0, P_{10}	α_0, α_{10}	P_0, P_{10}	α_0, α_{10}		P_0, P_{10}	α_0, α_{10}	P_0, P_{10}	α_0, α_{10}		P_0, P_{10}	α_0, α_{10}	P_0, P_{10}	α_0, α_{10}
θ	2, 2	0.6, 0.6	2, 0.6	0.6, 2	θ	3, 3	0.6, 0.6	3, 0.6	0.6, 3	θ	4, 4	0.6, 0.6	4, 0.6	0.6, 4	θ	5, 5	0.6, 0.6	5, 0.6	0.6, 5
-1	0.998853	1.429031	1.214015	1.214036	-1	1.334316	1.429031	1.381674	1.381659	-1	0.999087	1.429031	1.214028	1.214097	-1	1.20083	1.429031	1.314876	1.314923
-0.999	0.998152	1.42965	1.213995	1.214024	-0.999	1.335435	1.42965	1.382543	1.382523	-0.999	0.998451	1.42965	1.214011	1.2141	-0.999	1.201823	1.42965	1.315666	1.315727
-0.9	1.171993	1.450862	1.294679	1.277545	-0.9	1.334058	1.450862	1.386578	1.385585	-0.9	1.10098	1.450862	1.274377	1.265853	-0.9	1.192763	1.450862	1.317287	1.317482
-0.7	1.388512	1.501143	1.423774	1.385719	-0.7	1.350252	1.501143	1.416511	1.412121	-0.7	1.229401	1.501143	1.358348	1.344501	-0.7	1.236716	1.501143	1.366113	1.356444
-0.4	1.63855	1.580064	1.602973	1.545944	-0.4	1.476769	1.580064	1.517526	1.493208	-0.4	1.414371	1.580064	1.485813	1.454088	-0.4	1.381295	1.580064	1.475735	1.444638
-0.1	1.806165	1.672558	1.732619	1.686634	-0.1	1.674759	1.672558	1.663698	1.608716	-0.1	1.587767	1.672558	1.625331	1.573165	-0.1	1.572383	1.672558	1.627719	1.566789
0	1.853098	1.700366	1.765582	1.724922	0	1.746581	1.700366	1.719068	1.63914	0	1.650105	1.700366	1.669551	1.611921	0	1.644551	1.700366	1.681291	1.608511
0.1	1.904236	1.726905	1.809411	1.760413	0.1	1.822608	1.726905	1.777089	1.696643	0.1	1.7266	1.726905	1.727038	1.654747	0.1	1.720017	1.726905	1.735117	1.653119
0.4	2.040415	1.837593	1.942027	1.832426	0.4	2.011657	1.837593	1.939349	1.85551	0.4	2.023041	1.837593	1.933784	1.827393	0.4	2.002011	1.837593	1.934478	1.820808
0.7	2.140356	1.966363	2.053337	2.020179	0.7	2.232146	1.966363	2.105209	2.014567	0.7	2.35564	1.966363	2.173356	2.023707	0.7	2.33909	1.966363	2.177467	2.03379
0.9	2.197218	2.033821	2.111294	2.090802	0.9	2.377855	2.033821	2.214395	2.103564	0.9	2.562417	2.033821	2.310323	2.139368	0.9	2.660114	2.033821	2.371533	2.169266
0.999	2.23052	2.086657	2.152809	2.139172	0.999	2.491588	2.086657	2.31128	2.158337	0.999	2.748776	2.086657	2.466464	2.215347	0.999	2.984398	2.086657	2.588517	2.265339
θ	2, 2	0.7, 0.7	2, 0.7	0.7, 2	θ	3, 3	0.7, 0.7	3, 0.7	0.7, 3	θ	4, 4	0.7, 0.7	4, 0.7	0.7, 4	θ	5, 5	0.7, 0.7	5, 0.7	0.7, 5
-1	0.998853	1.539144	1.26909	1.269113	-1	1.334316	1.539144	1.43671	1.436727	-1	0.999087	1.539144	1.269088	1.26917	-1	1.20083	1.539144	1.369916	1.369992
-0.999	0.998152	1.539948	1.269168	1.269199	-0.999	1.335435	1.539948	1.437665	1.437687	-0.999	0.998451	1.539948	1.269166	1.269271	-0.999	1.201823	1.539948	1.370794	1.370892
-0.9	1.171993	1.5561	1.345403	1.328203	-0.9	1.334058	1.5561	1.439849	1.43635	-0.9	1.10098	1.5561	1.327257	1.317113	-0.9	1.192763	1.5561	1.370509	1.369006
-0.7	1.388512	1.600536	1.470277	1.432426	-0.7	1.350252	1.600536	1.465585	1.459276	-0.7	1.229401	1.600536	1.408417	1.393068	-0.7	1.236716	1.600536	1.416278	1.404251
-0.4	1.63855	1.667029	1.640083	1.580866	-0.4	1.476769	1.667029	1.558544	1.528305	-0.4	1.414371	1.667029	1.527895	1.487954	-0.4	1.381295	1.667029	1.518606	1.476863
-0.1	1.806165	1.737615	1.76677	1.71189	-0.1	1.674759	1.737615	1.692392	1.62724	-0.1	1.587767	1.737615	1.658589	1.592214	-0.1	1.572383	1.737615	1.658588	1.586821
0	1.853098	1.761862	1.79701	1.734266	0	1.746581	1.761862	1.74245	1.665429	0	1.650105	1.761862	1.692825	1.625357	0	1.644551	1.761862	1.709719	1.621312
0.1	1.904236	1.783322	1.831566	1.775393	0.1	1.822608	1.783322	1.79677	1.70566	0.1	1.7266	1.783322	1.750954	1.662331	0.1	1.720017	1.783322	1.760467	1.659945
0.4	2.040415	1.855953	1.958945	1.885417	0.4	2.011657	1.855953	1.948313	1.838793	0.4	2.023041	1.855953	1.941096	1.805123	0.4	2.002011	1.855953	1.945277	1.805534
0.7	2.140356	1.948173	2.053948	1.994644	0.7	2.232146	1.948173	2.098402	1.975501	0.7	2.35564	1.948173	2.157241	1.976735	0.7	2.33909	1.948173	2.171394	1.987531
0.9	2.197218	1.992031	2.103559	2.042027	0.9	2.377855	1.992031	2.196699	2.045004	0.9	2.562417	1.992031	2.295148	2.068577	0.9	2.660114	1.992031	2.346697	2.095797
0.999	2.23052	2.026014	2.139673	2.076678	0.999	2.491588	2.026014	2.285309	2.089436	0.999	2.748776	2.026014	2.427143	2.129555	0.999	2.984398	2.026014	2.556515	2.171451
θ	2, 2	0.8, 0.8	2, 0.8	0.8, 2	θ	3, 3	0.8, 0.8	3, 0.8	0.8, 3	θ	4, 4	0.8, 0.8	4, 0.8	0.8, 4	θ	5, 5	0.8, 0.8	5, 0.8	0.8, 5
-1	0.998853	1.667636	1.333361	1.333385	-1	1.334316	1.667636	1.500932	1.500988	-1	0.999087	1.667636	1.333341	1.333438	-1	1.20083	1.667636	1.434145	1.434256
-0.999	0.998152	1.668679	1.333566	1.333598	-0.999	1.335435	1.668679	1.502	1.502072	-0.999	0.998451	1.668679	1.33354	1.333666	-0.999	1.201823	1.668679	1.435137	1.43528
-0.9	1.171993	1.678862	1.403654	1.387151	-0.9	1.334058	1.678862	1.501943	1.495845	-0.9	1.10098	1.678862	1.387524	1.376407	-0.9	1.192763	1.678862	1.432428	1.428647
-0.7	1.388512	1.71536	1.520336	1.4856	-0.7	1.350252	1.71536	1.522461	1.513727	-0.7	1.229401	1.71536	1.465238	1.448256	-0.7	1.236716	1.71536	1.473681	1.458916
-0.4	1.63855	1.763517	1.68196	1.620787	-0.4	1.476769	1.763517	1.606509	1.569453	-0.4	1.414371	1.763517	1.579263	1.528051	-0.4	1.381295	1.763517	1.568724	1.517579
-0.1	1.806165	1.814149	1.803452	1.737562	-0.1	1.674759	1.814149	1.725418	1.650826	-0.1	1.587767	1.814149	1.695135	1.615446	-0.1	1.572383	1.814149	1.693745	1.61027
0	1.853098	1.827804	1.830296	1.766593	0	1.746581	1.827804	1.769433	1.679963	0	1.650105	1.827804	1.731857	1.642788	0	1.644551	1.827804	1.740274	1.638702
0.1	1.904236	1.845395	1.860383	1.792982	0.1	1.822608	1.845395	1.817337	1.715253	0.1	1.7266	1.845395	1.778657	1.672406	0.1	1.720017	1.845395	1.789382	1.669841
0.4	2.040415	1.888053	1.974648	1.877518	0.4	2.011657	1.888053	1.958944	1.825517	0.4	2.023041	1.888053	1.950718	1.787179	0.4	2.002011	1.888053	1.959171	1.782248
0.7	2.140356	1.949784	2.057879	1.969867	0.7	2.232146	1.949784	2.098812	1.942308	0.7	2.35564	1.949784	2.150488	1.93493	0.7	2.33909	1.949784	2.168192	1.945141
0.9	2.197218	1.968578	2.095191	2.03182	0.9	2.377855	1.968578	2.183611	1.97756	0.9	2.562417	1.968578	2.267684	2.006741	0.9	2.660114	1.968578	2.334189	2.031889
0.999	2.23052	1.996766	2.126321	2.028167	0.999	2.491588	1.996766	2.266055	2.032899	0.999	2.748776	1.996766	2.399816	2.058616	0.999	2.984398	1.996766	2.534218	2.096512
θ	2, 2	0.9, 0.9	2, 0.9	0.9, 2	θ	3, 3	0.9, 0.9	3, 0.9	0.9, 3	θ	4, 4	0.9, 0.9	4, 0.9	0.9, 4	θ	5, 5	0.9, 0.9	5, 0.9	0.9, 5
-1	0.998853	1.819523	1.409339	1.409365	-1	1.334316	1.819523	1.576848	1.576956	-1	0.999087	1.819523	1.409296	1.409414	-1	1.20083	1.819523	1.51007	1.510226
-0.999	0.998152	1.82088	1.409711	1.409745	-0.999	1.335435	1.82088	1.578065	1.578204	-0.999	0.998451	1.82088	1.409265	1.409807	-0.999	1.201823	1.82088	1.511214	1.511416
-0.9	1.171993	1.823159	1.471367	1.456295	-0.9	1.334058	1.823159	1.575486	1.566187	-0.9	1.10098	1.823159	1.456979	1.445695	-0.9	1.192763	1.823159	1.505871	1.498866
-0.7	1.388512	1.847798	1.577412	1.546339	-0.7	1.350252	1.847798	1.589759	1.576204	-0.7	1.229401	1.847798	1.530048	1.510884	-0.7	1.236716	1.847798	1.538808	1.521995
-0.4	1.63855	1.878328	1.728628	1.665336	-0.4	1.476769	1.878328	1.663238	1.61613	-0.4	1.414371	1.878328	1.635856	1.575442	-0.4	1.381295	1.878328	1.625326	1.565462
-0.1	1.806165	1.905898	1.837228	1.76166	-0.1	1.674759	1.905898	1.766045	1.677636	-0.1	1.587767	1.905898	1.736218	1.643012	-0.1	1.572383	1.905898	1.733669	1.636446
0	1.853098	1.910493	1.864228	1.789888	0	1.746581	1.910493	1.803431	1.700405	0	1.650105	1.910493	1.76895	1.663689	0	1.644551	1.910493	1.775048	1.660404
0.1	1.904236	1.915468	1.891701	1.81143	0.1	1.822608	1.915468	1.843717	1.726231	0.1	1.7266	1.915468	1.812687	1.688253	0.1	1.720017	1.915468	1.818537	1.684285
0.4	2.040415	1.942167	1.986886	1.874398	0.4	2.011657	1.942167	1.969675	1.816939	0.4	2.023041	1.942167	1.96434	1.777809	0.4	2.002011	1.942167	1.974283	

ตารางที่ 4.13 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ทั้ง 4 กรณี (ต่อ)

	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4		Case 1	Case 2	Case 3	Case 4		Case 1	Case 2	Case 3	Case 4		Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
	P_0, P_{10}	α_0, α_{10}	P_0, P_{10}	α_0, α_{10}		P_0, P_{10}	α_0, α_{10}	P_0, P_{10}	α_0, α_{10}		P_0, P_{10}	α_0, α_{10}	P_0, P_{10}	α_0, α_{10}		P_0, P_{10}	α_0, α_{10}	P_0, P_{10}	α_0, α_{10}
θ	7, 7	0, 0	0, 0	0, 0	θ	8, 8	0, 0	0, 0	0, 0	θ	9, 9	0, 0	0, 0	0, 0	θ	10, 10	0, 0	0, 0	0, 0
-1	1.143671	1.429031	1.286296	1.286383	-1	0.99893	1.429031	1.213903	1.214011	-1	1.112034	1.429031	1.27051	1.270567	-1	0.998775	1.429031	1.213839	1.213941
-0.999	1.144625	1.42965	1.287067	1.287179	-0.999	0.998247	1.42965	1.213849	1.213989	-0.999	1.113	1.42965	1.271296	1.27137	-0.999	0.998046	1.42965	1.213766	1.213899
-0.9	1.137018	1.450862	1.291697	1.289013	-0.9	1.084165	1.450862	1.267829	1.261915	-0.9	1.104896	1.450862	1.27614	1.273211	-0.9	1.07864	1.450862	1.26575	1.259517
-0.7	1.172855	1.501143	1.334643	1.327223	-0.7	1.181105	1.501143	1.340448	1.328438	-0.7	1.158471	1.501143	1.328223	1.319073	-0.7	1.164886	1.501143	1.333562	1.320527
-0.4	1.319384	1.580064	1.449505	1.417069	-0.4	1.30629	1.580064	1.448346	1.416992	-0.4	1.293906	1.580064	1.441387	1.408998	-0.4	1.301812	1.580064	1.443507	1.413863
-0.1	1.499475	1.672558	1.592505	1.531748	-0.1	1.470211	1.672558	1.579064	1.528181	-0.1	1.452564	1.672558	1.573666	1.520779	-0.1	1.455038	1.672558	1.571682	1.521722
0	1.562579	1.700366	1.636351	1.573711	0	1.531277	1.700366	1.623119	1.566801	0	1.513325	1.700366	1.620136	1.561151	0	1.51597	1.700366	1.612891	1.559192
0.1	1.632147	1.726905	1.688985	1.618915	0.1	1.599721	1.726905	1.670544	1.609421	0.1	1.586732	1.726905	1.669504	1.601217	0.1	1.584009	1.726905	1.659453	1.600066
0.4	1.928199	1.837593	1.902562	1.790178	0.4	1.896466	1.837593	1.876063	1.778421	0.4	1.888027	1.837593	1.874292	1.768509	0.4	1.887292	1.837593	1.878986	1.768302
0.7	2.401387	1.966363	2.182892	2.007009	0.7	2.410623	1.966363	2.192871	2.003356	0.7	2.416116	1.966363	2.202467	2.001745	0.7	2.406745	1.966363	2.207995	2.003385
0.9	2.921882	2.033821	2.499531	2.192224	0.9	3.037474	2.033821	2.566954	2.210772	0.9	3.171612	2.033821	2.637255	2.235657	0.9	3.280226	2.033821	2.69079	2.258381
0.999	3.486722	2.086657	2.844981	2.376093	0.999	3.681018	2.086657	2.945003	2.434167	0.999	3.888668	2.086657	3.062957	2.491581	0.999	4.084083	2.086657	3.161876	2.548949
θ	7, 7	0, 0	0, 0	0, 0	θ	8, 8	0, 0	0, 0	0, 0	θ	9, 9	0, 0	0, 0	0, 0	θ	10, 10	0, 0	0, 0	0, 0
-1	1.143671	1.539144	1.341347	1.341455	-1	0.99893	1.539144	1.268943	1.269081	-1	1.112034	1.539144	1.325565	1.32564	-1	0.998775	1.539144	1.268879	1.269012
-0.999	1.144625	1.539948	1.342208	1.342347	-0.999	0.998247	1.539948	1.268977	1.269155	-0.999	1.113	1.539948	1.326433	1.326359	-0.999	0.998046	1.539948	1.268894	1.269067
-0.9	1.137018	1.5561	1.344982	1.340711	-0.9	1.084165	1.5561	1.320365	1.313625	-0.9	1.104896	1.5561	1.329151	1.324656	-0.9	1.07864	1.5561	1.318352	1.311186
-0.7	1.172855	1.600536	1.385532	1.375332	-0.7	1.181105	1.600536	1.39099	1.376954	-0.7	1.158471	1.600536	1.37776	1.36656	-0.7	1.164886	1.600536	1.384516	1.368633
-0.4	1.319384	1.667029	1.49205	1.450258	-0.4	1.30629	1.667029	1.492069	1.451057	-0.4	1.293906	1.667029	1.486056	1.442643	-0.4	1.301812	1.667029	1.487592	1.448796
-0.1	1.499475	1.73615	1.626838	1.552831	-0.1	1.470211	1.73615	1.614823	1.548034	-0.1	1.452564	1.73615	1.60859	1.542125	-0.1	1.455038	1.73615	1.607601	1.543692
0	1.562579	1.761862	1.667597	1.58597	0	1.531277	1.761862	1.654198	1.580808	0	1.513325	1.761862	1.649807	1.575027	0	1.51597	1.761862	1.646633	1.574287
0.1	1.632147	1.783322	1.712403	1.625183	0.1	1.599721	1.783322	1.699311	1.616953	0.1	1.586732	1.783322	1.696697	1.610767	0.1	1.584009	1.783322	1.688112	1.608888
0.4	1.928199	1.855953	1.909144	1.76863	0.4	1.896466	1.855953	1.88651	1.757617	0.4	1.888027	1.855953	1.885202	1.748478	0.4	1.887292	1.855953	1.886104	1.748056
0.7	2.401387	1.948173	2.17496	1.98124	0.7	2.410623	1.948173	2.187211	1.95381	0.7	2.416116	1.948173	2.193983	1.950148	0.7	2.406745	1.948173	2.20196	1.952422
0.9	2.921882	1.992031	2.473609	2.11038	0.9	3.037474	1.992031	2.540553	2.126296	0.9	3.171612	1.992031	2.611591	2.147185	0.9	3.280226	1.992031	2.666161	2.165636
0.999	3.486722	2.026014	2.805469	2.264854	0.999	3.681018	2.026014	2.911985	2.316028	0.999	3.888668	2.026014	3.024851	2.369198	0.999	4.084083	2.026014	3.125915	2.421886
θ	7, 7	0, 0	0, 0	0, 0	θ	8, 8	0, 0	0, 0	0, 0	θ	9, 9	0, 0	0, 0	0, 0	θ	10, 10	0, 0	0, 0	0, 0
-1	1.143671	1.667636	1.405588	1.405721	-1	0.99893	1.667636	1.333168	1.333345	-1	1.112034	1.667636	1.38981	1.389907	-1	0.998775	1.667636	1.333106	1.333278
-0.999	1.144625	1.668679	1.406567	1.406739	-0.999	0.998247	1.668679	1.333517	1.333545	-0.999	1.113	1.668679	1.390807	1.390932	-0.999	0.998046	1.668679	1.333235	1.333457
-0.9	1.137018	1.678862	1.406456	1.400557	-0.9	1.084165	1.678862	1.381196	1.373349	-0.9	1.104896	1.678862	1.390571	1.384432	-0.9	1.07864	1.678862	1.37897	1.370928
-0.7	1.172855	1.71536	1.443588	1.430198	-0.7	1.181105	1.71536	1.449025	1.432494	-0.7	1.158471	1.71536	1.435075	1.421	-0.7	1.164886	1.71536	1.441832	1.42816
-0.4	1.319384	1.763517	1.541942	1.490278	-0.4	1.30629	1.763517	1.541121	1.491766	-0.4	1.293906	1.763517	1.534253	1.483143	-0.4	1.301812	1.763517	1.536714	1.490066
-0.1	1.499475	1.814149	1.664586	1.577662	-0.1	1.470211	1.814149	1.654115	1.573897	-0.1	1.452564	1.814149	1.644515	1.568358	-0.1	1.455038	1.814149	1.64666	1.570103
0	1.562579	1.827804	1.702338	1.603183	0	1.531277	1.827804	1.691114	1.59916	0	1.513325	1.827804	1.684399	1.593186	0	1.51597	1.827804	1.682581	1.594458
0.1	1.632147	1.845395	1.742912	1.634602	0.1	1.599721	1.845395	1.730341	1.628554	0.1	1.586732	1.845395	1.725724	1.623505	0.1	1.584009	1.845395	1.721157	1.621737
0.4	1.928199	1.888053	1.918616	1.753045	0.4	1.896466	1.888053	1.900186	1.743824	0.4	1.888027	1.888053	1.900232	1.732966	0.4	1.887292	1.888053	1.899719	1.733607
0.7	2.401387	1.949784	2.174733	1.915395	0.7	2.410623	1.949784	2.18269	1.908765	0.7	2.416116	1.949784	2.191503	1.904573	0.7	2.406745	1.949784	2.197923	1.905398
0.9	2.921882	1.968578	2.458987	2.042391	0.9	3.037474	1.968578	2.52569	2.05475	0.9	3.171612	1.968578	2.597289	2.07825	0.9	3.280226	1.968578	2.651942	2.092324
0.999	3.486722	1.996766	2.781673	2.175703	0.999	3.681018	1.996766	2.89007	2.221885	0.999	3.888668	1.996766	3.001513	2.269843	0.999	4.084083	1.996766	3.100135	2.314963
θ	7, 7	0, 0	0, 0	0, 0	θ	8, 8	0, 0	0, 0	0, 0	θ	9, 9	0, 0	0, 0	0, 0	θ	10, 10	0, 0	0, 0	0, 0
-1	1.143671	1.819523	1.481529	1.481695	-1	0.99893	1.819523	1.409089	1.409316	-1	1.112034	1.819523	1.465757	1.465881	-1	0.998775	1.819523	1.409028	1.40925
-0.999	1.144625	1.82088	1.482664	1.482879	-0.999	0.998247	1.82088	1.409387	1.40968	-0.999	1.113	1.82088	1.46691	1.467072	-0.999	0.998046	1.82088	1.409308	1.409594
-0.9	1.137018	1.823159	1.478195	1.470908	-0.9	1.084165	1.823159	1.452769	1.443177	-0.9	1.104896	1.823159	1.462791	1.454806	-0.9	1.07864	1.823159	1.450234	1.440792
-0.7	1.172855	1.847798	1.510139	1.492937	-0.7	1.181105	1.847798	1.514483	1.495948	-0.7	1.158471	1.847798	1.501764	1.483856	-0.7	1.164886	1.847798	1.506951	1.487285
-0.4	1.319384	1.878328	1.597932	1.538698	-0.4	1.30629	1.878328	1.597581	1.541792	-0.4	1.293906	1.878328	1.587703	1.531866	-0.4	1.301812	1.878328	1.592084	1.537996
-0.1	1.499475	1.905898	1.704755	1.605179	-0.1	1.470211	1.905898	1.696788	1.602928	-0.1	1.452564	1.905898	1.683972	1.597299	-0.1	1.455038	1.905898	1.687153	1.600165
0	1.562579	1.910493	1.74067	1.627039	0	1.531277	1.910493	1.729988	1.622653	0	1.513325	1.910493	1.721104	1.617313	0	1.51597	1.910493	1.722442	1.618748
0.1	1.632147	1.915468	1.77526	1.649268	0.1	1.599721	1.915468	1.767266	1.64926	0.1	1.586732	1.915468	1.759707	1.638926	0.1	1.584009	1.915468	1.75691	1.639509
0.4	1.928199	1.942167	1.936643	1.745756	0.4	1.896466	1.942167	1.922278	1.737438	0.4	1.888027	1.942167	1.91886	1.726361	0.4	1.887292	1.942167	1.918239	1.727956
0.7	2.401387	1.968043	2.176741	1.874584	0.7	2.410623	1.968043	2.18434											

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

ในบทนี้จะเป็นการสรุปผลการดำเนินงานวิจัยที่ได้ศึกษามาทั้งหมดและตอบคำถามของงานวิจัย พร้อมทั้งเสนอแนะแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขงานวิจัยและแนวทางในการพัฒนางานวิจัยนี้เพิ่มเติมในอนาคต ซึ่งสามารถแบ่งหัวข้อย่อยเป็น 5 หัวข้อย่อย โดยมีรายละเอียดดังนี้

- 5.1 สรุปผลที่เกี่ยวกับพารามิเตอร์ p ต่อค่าบูลิปีเอฟเฟค
- 5.2 สรุปผลที่เกี่ยวกับพารามิเตอร์ α ต่อค่าบูลิปีเอฟเฟค
- 5.3 สรุปผลที่เกี่ยวกับการใช้วิธีการพยากรณ์ที่แตกต่างกันและเหมือนกันในห่วงโซ่อุปทาน
- 5.4 การเปรียบเทียบบูลิปีเอฟเฟคกับผลรวมของดัชนีวัดความคลาดเคลื่อน
- 5.5 ข้อเสนอแนะของงานวิจัย

ในงานวิจัยนี้ศึกษาผลกระทบการใช้วิธีการพยากรณ์ที่แตกต่างกัน (รวมถึงเหมือนกัน) ของผู้ผลิตและผู้ค้าปลีกต่อค่าบูลิปีเอฟเฟคและศึกษาความสัมพันธ์ของค่าบูลิปีเอฟเฟคและผลรวมของดัชนีวัดความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ที่เกิดจากผู้ผลิตและผู้ค้าปลีก ภายใต้โครงสร้างห่วงโซ่อุปทาน 3 ระดับ ซึ่งประกอบด้วย ผู้จัดหาวัตถุดิบ (Supplier) 1 แห่ง, ผู้ผลิต (Manufacturer) 1 แห่ง, ผู้ค้าปลีก (Retailer) 1 แห่ง และลูกค้า (Customer) 1 กลุ่ม โดยได้กำหนดให้รูปแบบของความต้องการของลูกค้าให้เป็นไปตามตัวแบบออเทอร์เกรสชันอันดับที่หนึ่ง (AR(1)) และใช้เป็นความต้องการสินค้าเริ่มต้นสำหรับผู้ค้าปลีก จากนั้นผู้ค้าปลีกจะทำการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าและคำนวณระดับสินค้าคงคลังสูงสุด เพื่อใช้คำนวณหาปริมาณคำสั่งซื้อไปยังผู้ผลิต และผู้ผลิตจะพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าและคำนวณระดับสินค้าคงคลังสูงสุด เพื่อคำนวณหาปริมาณคำสั่งซื้อแล้วส่งไปยังผู้จัดหาวัตถุดิบ

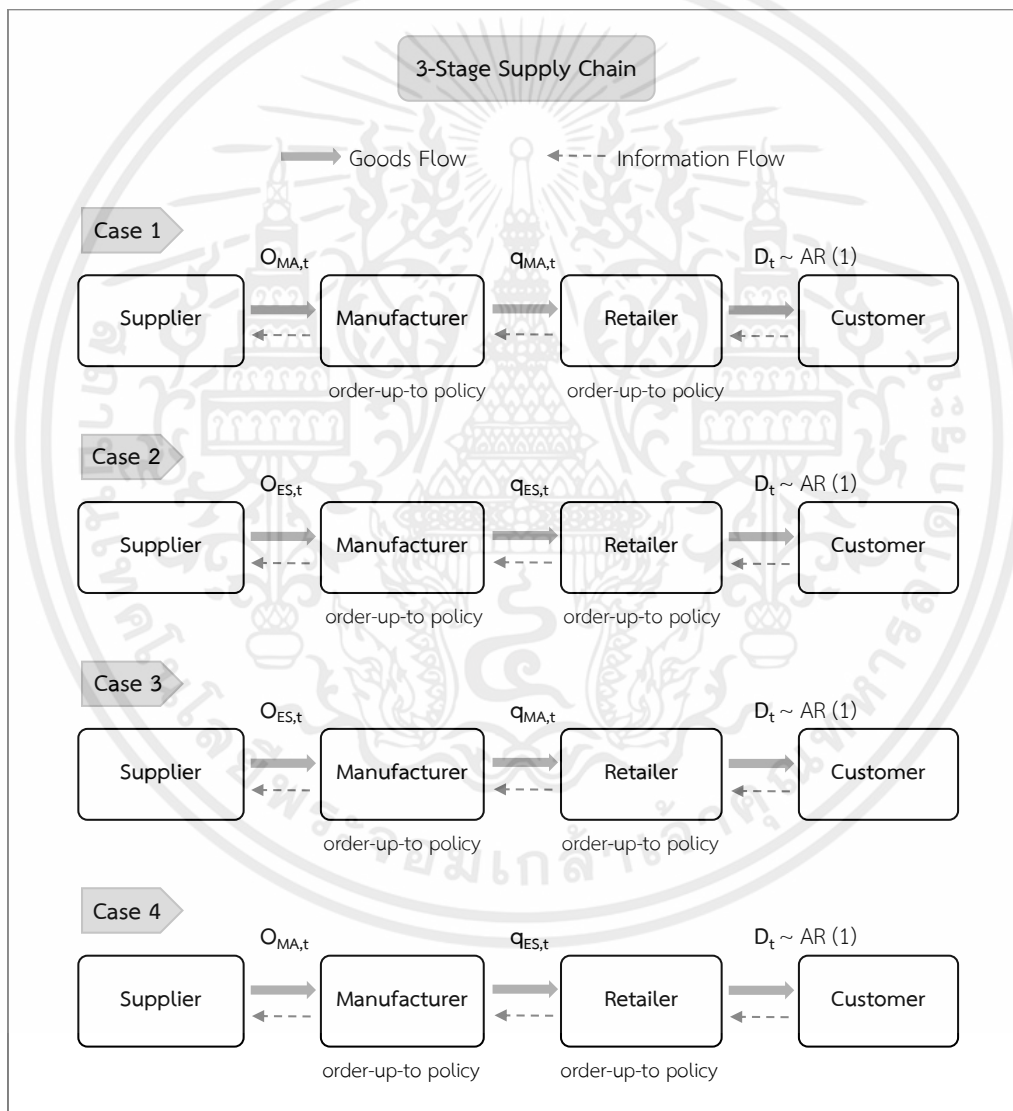
ซึ่งงานวิจัยนี้ได้แบ่งกรณีศึกษาออกเป็น 4 กรณี แสดงดังรูปที่ 5.1

กรณีที่ 1 ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่ (MA) ในการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า โดยใช้จำนวนข้อมูลในอดีตที่ใช้ในการคำนวณเหมือนกัน เปรียบเทียบพฤติกรรมของบูลิปีเอฟเฟคกับจำนวนข้อมูลในอดีตที่ใช้ในการคำนวณแตกต่างกัน

กรณีที่ 2 ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล (ES) ในการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า โดยใช้ค่าคงที่การปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลเหมือนกัน เปรียบเทียบพฤติกรรมของบูลิปีเอฟเฟคกับค่าคงที่การปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลแตกต่างกัน

กรณีที่ 3 ผู้ค้าปลีกจะพยากรณ์ความต้องการสินค้าของลูกค้าด้วยวิธีถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่ (MA) เพื่อให้ได้ปริมาณคำสั่งซื้อ $q_{MA,t}$ ไปเป็นความต้องการสินค้าของผู้ค้าปลีกสำหรับผู้ผลิต ส่วนผู้ผลิตจะพยากรณ์ความต้องการสินค้าของผู้ค้าปลีกด้วยวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล (ES) เพื่อให้ได้ปริมาณคำสั่งซื้อ $O_{ES,t}$ ไปยังผู้จัดหาวัตถุดิบต่อไป

กรณีที่ 4 ผู้ค้าปลีกจะพยากรณ์ความต้องการสินค้าของลูกค้าด้วยวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล (ES) เพื่อให้ได้ปริมาณคำสั่งซื้อ $q_{ES,t}$ ไปเป็นความต้องการสินค้าของผู้ค้าปลีกสำหรับผู้ผลิต ส่วนผู้ผลิตจะพยากรณ์ความต้องการสินค้าของผู้ค้าปลีกด้วยวิธีถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่ (MA) เพื่อให้ได้ปริมาณคำสั่งซื้อ $O_{MA,t}$ ไปยังผู้จัดหาวัตถุดิบต่อไป



รูปที่ 5.1 โครงสร้างห่วงโซ่อุปทาน 3 ระดับของกรณีศึกษาทั้ง 4 กรณี

5.1 สรุปผลที่เกี่ยวข้องพารามิเตอร์ p ต่อค่าบูลิเบียนเฟลค

สำหรับวิธีการพยากรณ์แบบถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่ จะมีพารามิเตอร์ p หรือจำนวนข้อมูลในอดีตที่ใช้ในการคำนวณค่าความต้องการสินค้าในอนาคตส่งผลกระทบต่อพฤติกรรมของบูลิเบียนเฟลค ดังตารางที่ 5.1 พบว่ากรณีที่ 1 ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีการพยากรณ์แบบถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่

1. ใช้จำนวนข้อมูลในอดีตมาคำนวณความต้องการสินค้าในจำนวนเท่ากัน ($p_R = p_M = p$) ส่งผลให้

(1) เมื่อผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้จำนวนข้อมูลในอดีตมากขึ้น ส่งผลให้ค่าบูลิเบียนเฟลคลดลง

- เมื่อ $\emptyset$ เข้าใกล้ -1 อิทธิพลของ p เลขคู่ ส่งผลให้ได้ค่าบูลิเบียนเฟลคน้อยกว่า p เลขคี่

- เมื่อ $\emptyset$ เข้าใกล้ 1 อิทธิพลของ p เลขคี่ ส่งผลให้ได้ค่าบูลิเบียนเฟลคน้อยกว่า p เลขคู่

(2) เมื่อผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้จำนวนข้อมูลในอดีตน้อยลง ส่งผลให้ค่าบูลิเบียนเฟลคเพิ่มขึ้น

- เมื่อ $\emptyset$ เข้าใกล้ -1 อิทธิพลของ p เลขคู่ส่งผลให้ได้ค่าบูลิเบียนเฟลคมากกว่า p เลขคี่

- เมื่อ $\emptyset$ เข้าใกล้ 1 อิทธิพลของ p เลขคี่จะส่งผลให้ได้ค่าบูลิเบียนเฟลคมากกว่า p เลขคู่

2. ใช้จำนวนข้อมูลในอดีตมาคำนวณความต้องการสินค้าในจำนวนที่ไม่เท่ากัน ($p_R \neq p_M$) ส่งผลให้

(1) เมื่อผู้ค้าปลีกใช้จำนวนข้อมูลในอดีตเป็นเลขคี่น้อย ๆ

หากผู้ผลิตใช้จำนวนข้อมูลในอดีตมากกว่าผู้ค้าปลีกเป็น p_M เลขคู่ ส่งผลให้ค่าบูลิเบียนเฟลคลดลงหรือใช้ p_M เป็นเลขคี่ส่งผลให้ค่าบูลิเบียนเฟลคลดลงเช่นกัน แต่เมื่อพารามิเตอร์ของตัวแบบบอเทอรีเกรสซัน ($\emptyset$) เข้าใกล้ -1 ค่าบูลิเบียนเฟลคจะเพิ่มขึ้น

(2) เมื่อผู้ค้าปลีกใช้จำนวนข้อมูลในอดีตเป็นเลขคู่มาก ๆ

หากผู้ผลิตใช้จำนวนข้อมูลในอดีตน้อยกว่าผู้ค้าปลีกเป็น p_M เลขคู่หรือ p_M เลขคี่ ส่งผลให้ค่าบูลิเบียนเฟลคเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน

(3) เมื่อผู้ค้าปลีกใช้จำนวนข้อมูลในอดีตเป็นเลขคี่น้อย ๆ

หากผู้ผลิตใช้จำนวนข้อมูลในอดีตมากกว่าผู้ค้าปลีกเป็น p_M เลขคู่หรือ p_M เลขคี่ ส่งผลให้ค่าบูลิเบียนเฟลคลดลงเช่นเดียวกัน

(4) เมื่อผู้ค้าปลีกใช้จำนวนข้อมูลในอดีตเป็นเลขคี่มาก ๆ

หากผู้ผลิตใช้จำนวนข้อมูลในอดีตน้อยกว่าผู้ค้าปลีกเป็น p_M เลขคู่ ส่งผลให้ค่าบูลิเบียนเฟลคเพิ่มขึ้นหรือใช้ p_M เป็นเลขคี่ส่งผลให้ค่าบูลิเบียนเฟลคเพิ่มขึ้นเช่นกัน แต่เมื่อพารามิเตอร์ $\emptyset$ เข้าใกล้ 1 ค่าบูลิเบียนเฟลคจะลดลง

กรณีที่ 2 ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลไม่มีการใช้พารามิเตอร์ p ในระบบห่วงโซ่อุปทาน พารามิเตอร์ p จึงไม่มีผลในกรณีนี้

กรณีที่ 3 ผู้ค้าปลีกใช้วิธีการพยากรณ์แบบถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่และผู้ผลิตใช้วิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล จะให้ค่าบูลิเบียนเฟลคเท่ากับกับกรณีที่ 4

กรณีที่ 4 ผู้ค้าปลีกใช้วิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลและผู้ผลิตใช้วิธีการพยากรณ์แบบถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่ เมื่อกำหนดให้ α คงที่ แล้วพิจารณาพารามิเตอร์ p ได้ว่า

- เมื่อผู้ผลิตใช้ p ที่มีค่ามากจะส่งผลให้ค่าบูลิวิเอฟเฟคมีค่าน้อย
- เมื่อผู้ผลิตใช้ p ที่มีค่าน้อยจะส่งผลให้ค่าบูลิวิเอฟเฟคมีค่ามาก
- พฤติกรรมของบูลิวิเอฟเฟคเมื่อผู้ผลิตใช้ p ที่เป็นเลขคู่ ในช่วงแรกค่าบูลิวิเอฟเฟคจะเพิ่มขึ้นตามค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบออเทอรีเกรสชัน (ϕ) จาก -1 จนถึงค่า ϕ ค่าหนึ่งจากนั้นเมื่อค่า ϕ เข้าใกล้ 0 ค่าบูลิวิเอฟเฟคจะค่อย ๆ ลดลง
- พฤติกรรมของบูลิวิเอฟเฟคเมื่อผู้ผลิตใช้ p ที่เป็นเลขคี่ ค่าบูลิวิเอฟเฟคจะลดลงตามการเพิ่มขึ้นของค่า ϕ จาก -0.999 จนเข้าใกล้ 1

5.2 สรุปผลที่เกี่ยวกับพารามิเตอร์ α ต่อค่าบูลิวิเอฟเฟค

สำหรับวิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล จะมีพารามิเตอร์ α หรือค่าคงที่ปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล ที่ใช้ในการคำนวณค่าความต้องการสินค้าในอนาคต ซึ่งส่งผลกระทบต่อพฤติกรรมของบูลิวิเอฟเฟค ดังตารางที่ 5.1 พบว่า

กรณีที่ 1 ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีการพยากรณ์แบบถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่ที่ไม่มีการใช้ พารามิเตอร์ α ในระบบห่วงโซ่อุปทาน พารามิเตอร์ α จึงไม่มีผลในกรณีนี้

กรณีที่ 2 ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล

1. ใช้ค่าคงที่ปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลมาคำนวณความต้องการสินค้าในจำนวนเท่ากันส่งผลให้
 - เมื่อผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้ค่าคงที่ปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลมากขึ้น ส่งผลให้ค่าบูลิวิเอฟเฟคเพิ่มขึ้นตามไปด้วย
 - เมื่อผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้ค่าคงที่ปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลน้อยลง ส่งผลให้ค่าบูลิวิเอฟเฟคลดลงตามไปด้วย

2. ใช้ค่าคงที่ปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลมาคำนวณความต้องการสินค้าในจำนวนที่ไม่เท่ากันส่งผลให้

- เมื่อผู้ผลิตใช้ค่าคงที่ปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลมากกว่าผู้ค้าปลีก ส่งผลให้ค่าบูลิวิเอฟเฟคมากขึ้น
- เมื่อผู้ผลิตใช้ค่าคงที่ปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลน้อยกว่าผู้ค้าปลีก ส่งผลให้ค่าบูลิวิเอฟเฟคลดลง

กรณีที่ 3 ผู้ค้าปลีกใช้วิธีการพยากรณ์แบบถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่และผู้ผลิตใช้วิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล เมื่อกำหนดให้ p คงที่ แล้วพิจารณาพารามิเตอร์ α ได้ว่า

- เมื่อผู้ผลิตใช้ α ที่มีค่ามาก จะส่งผลให้ค่าบูลิวิเอฟเฟคมีค่ามาก
- เมื่อผู้ผลิตใช้ α ที่มีค่าน้อย จะส่งผลให้ค่าบูลิวิเอฟเฟคมีค่าน้อยเช่นเดียวกัน

กรณีที่ 4 ผู้ค้าปลีกใช้วิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลและผู้ผลิตใช้วิธีการพยากรณ์แบบถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่ จะให้ค่าบูลิวิเอฟเฟคเท่ากับกรณีที่ 3

ตารางที่ 5.1 สรุปการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ p และ α ต่อพฤติกรรมบูลิวิเอฟเฟค

กรณีศึกษา	วิธีการ พยากรณ์	การ วิเคราะห์ แบบที่	เกณฑ์	การเปลี่ยนแปลง	พฤติกรรมของ บูลิวิเอฟเฟค
กรณีที่ 1	MA	1	$p_M = p_R =$ เลขคี่น้อยๆ	เพิ่ม p_M เป็นเลขคู่	BW ลดลง
				เพิ่ม p_M เป็นเลขคี่	BW ลดลง แต่เมื่อ $\emptyset$ เข้าใกล้ -1 BW จะเพิ่มขึ้น
		2	$p_M = p_R =$ เลขคู่มากๆ	ลด p_M เป็นเลขคู่	BW เพิ่มขึ้น
				ลด p_M เป็นเลขคี่	BW เพิ่มขึ้น
		3	$p_M = p_R =$ เลขคี่น้อยๆ	เพิ่ม p_M เป็นเลขคู่	BW ลดลง
				เพิ่ม p_M เป็นเลขคี่	BW ลดลง
		4	$p_M = p_R =$ เลขคี่มากๆ	ลด p_M เป็นเลขคู่	BW เพิ่มขึ้น แต่เมื่อ $\emptyset$ เข้าใกล้ -1 BW จะลดลง
				ลด p_M เป็นเลขคี่	BW เพิ่มขึ้น
กรณีที่ 2	ES	1	$\alpha_M = \alpha_R$ น้อยๆ	เพิ่ม α_M	BW เพิ่มขึ้น
		2	$\alpha_M = \alpha_R$ มากๆ	ลด α_M	BW ลดลง
กรณีที่ 3 และ กรณีที่ 4	MA และ ES	1	ที่ p คงที่ (เมื่อ α น้อย ๆ)	เพิ่ม α	BW เพิ่มขึ้น
			ที่ p คงที่ (เมื่อ α มาก ๆ)	ลด α	BW ลดลง
		2	ที่ α คงที่ (เมื่อ p เลขคี่น้อย ๆ)	เพิ่ม p	BW ลดลง
			ที่ α คงที่ (เมื่อ p เลขคู่มากๆ)	ลด p	BW เพิ่มขึ้น
			ที่ α คงที่ (เมื่อ p เลขคี่น้อย ๆ)	เพิ่ม p	BW ลดลง
			ที่ α คงที่ (เมื่อ p เลขคี่มากๆ)	ลด p	BW เพิ่มขึ้น

5.3 สรุปผลที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิธีการพยากรณ์ที่ต่างกันและเหมือนกันในห่วงโซ่อุปทาน

5.3.1 มุมมองของบูลิวิปเอฟเฟค

- ผลลัพธ์ส่วนใหญ่พบว่า กรณีที่ 1 เมื่อใช้จำนวนข้อมูลในอดีตด้วยค่ามาก ๆ จะให้ค่าบูลิวิปเอฟเฟคน้อยที่สุด (ประสิทธิภาพดีที่สุดอันดับที่หนึ่ง) กรณีที่ 3 และ 4 จะให้ค่าบูลิวิปเอฟเฟคน้อยเป็นอันดับรองลงมา และกรณีที่ 2 จะให้ค่าบูลิวิปเอฟเฟคมากที่สุด จัดเป็นอันดับสุดท้าย

- ผลลัพธ์ส่วนน้อยพบว่า กรณีที่ 2 เมื่อใช้ค่าคงที่ปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลด้วยค่าน้อย ๆ จะให้ค่าบูลิวิปเอฟเฟคน้อยที่สุด โดยเทียบกับกรณีอื่นที่ใช้วิธีการพยากรณ์ต่างกัน กรณีที่ 3 และ 4 จะให้ค่าบูลิวิปเอฟเฟคน้อยเป็นอันดับรองลงมา และกรณีที่ 1 จะให้ค่าบูลิวิปเอฟเฟคมากที่สุด จัดเป็นอันดับสุดท้าย

- ผลลัพธ์ในบางจุดพบว่า กรณีที่ 3 และ 4 จะให้บูลิวิปเอฟเฟคน้อยที่สุด เมื่อพารามิเตอร์ของตัวแบบออเทอรีเกรสชัน (ϕ) เข้าใกล้ 1 โดยเทียบกับกรณีอื่นที่ใช้วิธีการพยากรณ์เหมือนกัน

5.3.2 มุมมองของผลรวมดัชนีวัดความคลาดเคลื่อน

ผลรวมดัชนีวัดความคลาดเคลื่อนทั้งสามตัว (MSE, MAD, MASE) จะให้ผลลัพธ์ใกล้เคียงกับมุมมองของบูลิวิปเอฟเฟค

- ผลลัพธ์ส่วนใหญ่พบว่า กรณีที่ 1 เมื่อใช้จำนวนข้อมูลในอดีตด้วยค่ามาก ๆ จะให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด (ประสิทธิภาพดีที่สุดอันดับที่หนึ่ง) กรณีที่ 3 และ 4 จะให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยเป็นอันดับรองลงมา และกรณีที่ 2 จะให้ค่าความคลาดเคลื่อนมากที่สุด จัดเป็นอันดับสุดท้าย

- ผลลัพธ์ส่วนน้อยพบว่า กรณีที่ 2 เมื่อใช้ค่าคงที่ปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลด้วยค่าน้อย ๆ จะให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด โดยเทียบกับกรณีอื่นที่ใช้วิธีการพยากรณ์ต่างกัน กรณีที่ 3 และ 4 จะให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยเป็นอันดับรองลงมา และกรณีที่ 1 จะให้ค่าความคลาดเคลื่อนมากที่สุด จัดเป็นอันดับสุดท้าย

- ผลลัพธ์ในบางจุดพบว่า กรณีที่ 3 และ 4 จะให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด เมื่อพารามิเตอร์ของตัวแบบออเทอรีเกรสชัน (ϕ) เข้าใกล้ 1 โดยเทียบกับกรณีอื่นที่ใช้วิธีการพยากรณ์เหมือนกัน

5.4 ความสัมพันธ์ของค่าบูลิวิปเอฟเฟคกับผลรวมของดัชนีวัดความคลาดเคลื่อน

สำหรับกรณีที่ 1 เมื่อ $p_R = p_M$ และ $p_R \neq p_M$ กรณีที่ 2 เมื่อ $\alpha_R = \alpha_M$ และ $\alpha_R \neq \alpha_M$ กรณีที่ 3 เมื่อ $p_R \neq \alpha_M$ รวมถึงกรณีที่ 4 เมื่อ $\alpha_R \neq p_M$ สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. เมื่อพารามิเตอร์ของตัวแบบออเทอรีเกรสชัน (ϕ) เป็นลบ (-0.999 ถึง -0.1) พบว่า ผลรวมของดัชนีวัดความคลาดเคลื่อนทั้งสามตัวมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันกับค่าบูลิวิปเอฟเฟค คือ เมื่อค่าความคลาดเคลื่อนน้อยลงส่งผลให้ค่าบูลิวิปเอฟเฟคน้อยลง และเมื่อค่าความคลาดเคลื่อนมากขึ้นส่งผลให้ค่าบูลิวิปเอฟเฟคมากขึ้นตามไปด้วย

2. เมื่อพารามิเตอร์ของตัวแบบออเทอรีเกรสชัน ($\emptyset$) เป็นศูนย์และบวก (0 ถึง 0.999) พบว่า
- ค่า $\emptyset$ ตั้งแต่ 0 ถึง 0.7 ผลรวมของดัชนีวัดความคลาดเคลื่อนทั้งสามตัวมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันกับค่าบูลิปปอฟเฟค
 - ค่า $\emptyset$ ตั้งแต่ 0.7 ถึง 0.999 ผลรวมของดัชนีวัดความคลาดเคลื่อนทั้งสามตัวมีแนวโน้มไม่ไปในทิศทางเดียวกัน คือ เมื่อบูลิปปอฟเฟคมีค่าน้อยลง ค่าความคลาดเคลื่อนกลับเพิ่มมากขึ้น

5.5 ข้อเสนอแนะของงานวิจัย

งานวิจัยฉบับนี้เป็นงานวิจัยที่ศึกษาโครงสร้างห่วงโซ่อุปทานแบบ 3 ระดับ โดยกำหนดรูปแบบของความต้องการของลูกค้าเป็นไปตามแบบออเทอรีเกรสชันอันดับที่ 1 ใช้นโยบายการจัดการสินค้าคงคลังเป็นแบบสั่งซื้อที่เหมาะสม และใช้วิธีการพยากรณ์แบบถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่ (MA) และวิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล (ES) ซึ่งได้มีการกำหนดขอบเขตงานวิจัยที่จำเพาะเจาะจง ดังนั้นในงานวิจัยอื่น ๆ ในอนาคตสามารถศึกษาการลดค่าบูลิปปอฟเฟคได้โดยการใช้เทคนิคอื่น ๆ ดังนี้

1. ในการศึกษาครั้งต่อไปอาจจะศึกษาวิธีการพยากรณ์ที่แตกต่างกันออกไปจากศึกษาในครั้งนี้เพื่อประโยชน์ในการเปรียบเทียบหาวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดได้
2. สามารถสร้างรูปแบบความต้องการของลูกค้าแบบอื่น และใช้นโยบายสินค้าคงคลังแบบอื่น ๆ ได้
3. การเพิ่มตัวแปรและการเพิ่มข้อมูล จะช่วยสร้างเงื่อนไขในการสร้างรูปแบบพยากรณ์ที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งจะทำให้เกิดการพยากรณ์ที่แม่นยำมากขึ้น

แม้ว่าจะมีวิธีการต่าง ๆ มากมาย ที่สามารถลดบูลิปปอฟเฟคได้ แต่ท้ายที่สุดแล้วเราก็ไม่สามารถกำจัดบูลิปปอฟเฟคที่เกิดขึ้นในห่วงโซ่อุปทานได้อย่างสมบูรณ์ ทำได้เพียงลดการเกิดบูลิปปอฟเฟคให้น้อยที่สุด โดยท้ายที่สุดทางคณะผู้จัดทำหวังว่างานวิจัยนี้จะสามารถนำไปปรับใช้ให้เกิดประโยชน์กับงานวิจัยอื่นหรือสามารถนำไปปรับใช้ให้เกิดประโยชน์กับอุตสาหกรรมที่มีโครงสร้างห่วงโซ่อุปทานเช่นเดียวกับงานวิจัยนี้ได้

เอกสารอ้างอิง

- กุลเชษฐ์ มงคล. (2556). ปรากฏการณ์เส้มาในห่วงโซ่อุปทาน The Bullwhip Effect in Supply Chains. *MBA-KKU Journal*, 6(1), 11-14.
- นพพล คณากรยิ่งยง, & เจริญชัย โขมพัตรภรณ์. (2560). การพยากรณ์ของอุปสงค์หลายรูปแบบและการสั่งซื้อแบบตู้คอนเทนเนอร์ที่เหมาะสม กรณีศึกษา อุปกรณ์ออกกำลังกายนำเข้า. *Thai Journal of Operations Research: TJOR*, 5(1), 1-11.
- ลักขณา ฤกษ์เกษม (2557). การพยากรณ์ความต้องการสินค้า สำหรับการวางแผนการผลิต : กรณีศึกษาการผลิตชุดสะอาด. *Parichart Journal, Thaksin University ปีที่ 28 ฉบับที่ 3 (ฉบับพิเศษ)*.
- Agrawal, S., Sengupta, R. N., & Shanker, K. (2009). Impact of information sharing and lead time on bullwhip effect and on-hand inventory. *European Journal of Operational Research*, 192(2), 576-593.
- Bayraktar, E., Koh, S. L., Gunasekaran, A., Sari, K., & Tatoglu, E. (2008). The role of forecasting on bullwhip effect for E-SCM applications. *International Journal of Production Economics*, 113(1), 193-204.
- Chen, F., Drezner, Z., Ryan, J. K., & Simchi-Levi, D. (2000). Quantifying the bullwhip effect in a simple supply chain: The impact of forecasting, lead times, and information. *Management science*, 46(3), 436-443.
- 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.
- Dejonckheere, J., Disney, S. M., Lambrecht, M. R., & Towill, D. R. (2004). The impact of information enrichment on the bullwhip effect in supply chains: A control engineering perspective. *European journal of operational research*, 153(3), 727-750.
- Ducharme, C., Agard, B., & Trépanier, M. (2021). Forecasting a customer's Next Time Under Safety Stock. *International Journal of Production Economics*, 234, 108044.
- Geetha, A., Santhakumar, J., Sundaram, K. M., Usha, S., Thentral, T. T., Boopathi, C. S., ... & Sathyamurthy, R. (2022). Prediction of hourly solar radiation in Tamil Nadu using ANN model with different learning algorithms. *Energy Reports*, 8, 664-671.
- Ojha, D., Sahin, F., Shockley, J., & Sridharan, S. V. (2019). Is there a performance tradeoff in managing order fulfillment and the bullwhip effect in supply chains? The role of information sharing and information type. *International Journal of Production Economics*, 208, 529-543.

- Pishro-Nik, H. (2016). Introduction to probability, statistics, and random processes.
- Guinoubi, S., Hani, Y., & Elmhamedi, A. (2021). Demand forecast; a case study in the agri-food sector: Cold. *IFAC-PapersOnLine*, 54(1), 993-998.
- Hyndman, R. J., & Koehler, A. B. (2006). Another look at measures of forecast accuracy. *International journal of forecasting*, 22(4), 679-688.
- 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, April). An analysis of a three echelon supply chain model with minimum mean squared error forecasting. In *Second World Conference on POM and 15th Annual POM Conference, Cancún: México* (pp. 1-24).
- Khosroshahi, H., Hussein, S. M., & Marjani, M. R. (2016). The bullwhip effect in a 3-stage supply chain considering multiple retailers using a moving average method for demand forecasting. *Applied Mathematical Modelling*, 40(21-22), 8934-8951.
- Lampret, T., & Potočan, V. (2014). Bullwhip effect in the information flow of a supply chain: A Role of Culture. *Logistics & sustainable transport*, 5(1), 32-43.
- Lee, H. L., Padmanabhan, V., & Whang, S. (1997). The bullwhip effect in supply chains. *Sloan management review*, 38, 93-102.
- Luong, H. T. (2007). Measure of bullwhip effect in supply chains with autoregressive demand process. *European Journal of Operational Research*, 180(3), 1086-1097.
- Ma, J., & Ma, X. (2013, January). A comparison of bullwhip effect under various forecasting techniques in supply chains with two retailers. In *Abstract and Applied Analysis* (Vol. 2013). Hindawi.
- Ma, J., Zhu, L., Yuan, Y., & Hou, S. (2018). Study of the bullwhip effect in a multistage supply chain with callback structure considering two retailers. *Complexity*, 2018.
- Mentzer, J. T., DeWitt, W., Keebler, J. S., Min, S., Nix, N. W., Smith, C. D., & Zacharia, Z. G. (2001). Defining supply chain management. *Journal of Business logistics*, 22(2), 1-25.
- Sirikasemsuk, K., & Luong, H. T. (2017). Measure of bullwhip effect in supply chains with first-order bivariate vector autoregression time-series demand model. *Computers & Operations Research*, 78, 59-79.
- Tang, H. W. V., & Yin, M. S. (2012). Forecasting performance of grey prediction for education expenditure and school enrollment. *Economics of Education Review*, 31(4), 452-462.

- Wang, J. L., Kuo, J. H., Chou, S. Y., & Wang, S. Z. (2010). A comparison of bullwhip effect in a single-stage supply chain for autocorrelated demands when using Correct, MA, and EWMA methods. *Expert Systems with Applications*, 37(7), 4726-4736.
- Wawale, S. G., Bisht, A., Vyas, S., Narawish, C., & Ray, S. (2022). An overview: modeling and forecasting of time series data using different techniques in reference to human stress. *Neuroscience Informatics*, 100052.
- Wright, D., & Yuan, X. (2008). Mitigating the bullwhip effect by ordering policies and forecasting methods. *International Journal of Production Economics*, 113(2), 587-597.
- Zhang, X. (2004). The impact of forecasting methods on the bullwhip effect. *International journal of production economics*, 88(1), 15-27.
- Zhao, X., Xie, J., & Leung, J. (2002). The impact of forecasting model selection on the value of information sharing in a supply chain. *European Journal of Operational Research*, 142(2), 321-344.
- Zhao, Y., Meng, X., & Yang, H. (2015). Jackknife empirical likelihood inference for the mean absolute deviation. *Computational Statistics & Data Analysis*, 91, 92-101.



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



การจำลองความต้องการสินค้าในห่วงโซ่อุปทานแบบ 2 และ 3 ระดับ

เป็นการสร้างแบบจำลองข้อมูลโดยเริ่มตั้งแต่ข้อมูลที่เข้ามาในห่วงโซ่อุปทาน คือ จำนวนความต้องการสินค้าของลูกค้าเมื่อกำหนดให้เป็นไปตามตัวแบบออเทอริเกรสชันอันดับที่ 1 ในโปรแกรม Microsoft Excel ตลอดจนถึงการจำลองหาค่าพยากรณ์ความต้องการสินค้าในอนาคต ค่าบูลิปปอฟเฟคในห่วงโซ่อุปทานแบบ 2 และ 3 ระดับ และผลรวมดัชนีวัดความคลาดเคลื่อน

ในงานวิจัยนี้มีการกำหนดค่าพารามิเตอร์เริ่มต้นของระบบ ดังนี้

1. จำนวนวันที่ทำการศึกษา (t) เท่ากับ 365 วัน
2. พารามิเตอร์คงที่ของตัวแบบออเทอริเกรสชัน (δ) เท่ากับ 900
3. พารามิเตอร์ของตัวแบบออเทอริเกรสชัน ($\emptyset$) มีค่าเท่ากับ -1 ถึง 0.999 ($-1 \leq \emptyset \leq 0.999$) กำหนดให้เป็นค่าดังนี้ -1, -0.999, -0.9, -0.7, -0.4, -0.1, 0, 0.1, 0.4, 0.7, 0.9 และ 0.999 (หมายเหตุ: ค่า $\emptyset$ เท่ากับ 1 ไม่ได้ถูกนำมาพิจารณาเพราะไม่สามารถหาค่าได้)
4. ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน (σ_e^2) เท่ากับ 1089
5. จำนวนข้อมูลในอดีตที่ใช้ในการคำนวณค่าเฉลี่ย (p) กำหนดให้เป็นค่าดังนี้ 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, และ 11
6. ค่าคงที่การปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล (α) มีค่าเท่ากับ 0.1 ถึง 1 ($0.1 \leq \alpha \leq 1$) กำหนดให้เป็นค่าดังนี้ 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9 และ 1
7. ระยะเวลาขนส่งสินค้าระหว่างผู้ค้าปลีกกับผู้ผลิต (L) และระยะเวลานำส่งสินค้าระหว่างผู้ผลิตกับผู้จัดหาวัตถุดิบ (l) มีค่าเท่ากัน ($L=l$) คือเท่ากับ 1 วัน
8. ค่าความต้องการเริ่มต้นของลูกค้า (D_0) เป็นการปรับให้เป็นไปตามค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบออเทอริเกรสชัน ($\emptyset$) โดยค่าความต้องการเริ่มต้นดังกล่าวจะทำให้การสร้างรูปแบบความต้องการของลูกค้าในช่วงเวลา t ใด ๆ เข้าสู่ภาวะเสถียรได้เร็วขึ้น
9. กำหนดระดับการให้บริการ (Service Level) ที่ 95% ดังนั้นจึงได้ค่าคะแนนมาตรฐาน (z) เท่ากับ 1.645

		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
		ϕ	0.7	Forecasting Method (Retailer)	MA	L (Lead time)	1		Forecasting Method (Manufacturer)	MA	ℓ (Lead time)	1		VAR (q)	3895.87834			Evaluation of Forecasts			
		δ	900	P_R	2	Service level	95.00%		P_M	2	Service level	95.00%		VAR (D)	2356.660225	MSE_R	1298.350053	MAD_R	28.9272842	$MASE_R$	1.067382667
		variance error	1089			z	1.644853627				z	1.644853627		VAR (d)	1.653135356	MSE_M	3745.182391	MAD_M	48.16098162	$MASE_M$	1.072973034
		Dt (t=0)	3000			STDEV of error forecasting	36.29892172				STDEV of error forecasting	61.49151411		VAR (O)	8415.11259	MSE_{Total}	5043.532444	MAD_{Total}	77.08821004	$MASE_{Total}$	2.140355701
														VAR (D)	2356.660225	BW (3 stage)		3.570778894			
		t (time)	ϵ_t (normal dist.)	D_t (Real demand by AR(1))	$F_{R,t}$ (Forecasting of Retailer)	$e_{R,t}$ ($F_{R,t} - D_t$) (error of forecasting)	$S_{R,t}$ (Order-up-to inventory level of Retailer)	Q_t (Order quantity by Retailer)	$D_{M,t}$ (Demand for Manufacturer)	$F_{M,t}$ (Forecasting of Manufacturer)	$e_{M,t}$ ($F_{M,t} - D_{M,t}$) (error of forecasting)	$S_{M,t}$ (Order-up-to inventory level of Manufacturer)	O_t (Order quantity by Manufacturer)			$e^2_{R,t}$	$e^2_{M,t}$	$ e_{R,t} $	$ e_{M,t} $	$ D_t - D_{t-1} $	$ D_{M,t} - D_{M,t-1} $
9				3000																	
10	1	52.22348591		3052.223486																64.4034335	
11	2	-48.73638773		2987.820052																13.61713266	
12	3	9.963148386		3001.437185	3020.021769	18.58458409	3079.728182													38.21302652	89.52125653
13	4	38.64418204		3039.650212	2994.628619	-45.02159285	3054.335032	2976.044035	2976.044035											16.69913444	
14	5	27.56686399		3055.322012	3020.543698	-34.77831377	3080.250111	3065.565291	3065.565291											90.31179184	
15	6	-30.87358209		3007.851826	3047.486112	39.63428547	3107.192525	3082.264426	3082.264426	3020.804663	-61.4597627	3121.949203	3135.374621							15.67180051	
16	7	-5.248917887		3000.247361	3031.586919	31.33955866	3091.293332	2991.952634	2991.952634	3073.914858	81.96222462	3175.059398	3135.374621							47.47018572	
17	8	8.22447646		3008.397629	3004.405993	-4.348035384	3063.753007	2972.710035	2972.710035	3037.10853	64.39849488	3138.25307	2955.146305							19.24259896	
18	9	-8.130759852		2997.74758	3004.322495	6.574914369	3064.028908	3008.67053	3008.67053	2982.331334	-26.33919581	3083.475874	2917.932839							7.60465802	
19	10	-24.87691972		2973.546387	3003.072605	29.52621809	3062.779018	2996.49769	2996.49769	2990.690282	-5.807407778	3091.834822	3017.029478							38.21302652	
20	11	-23.20791623		2958.274554	2985.646983	27.374291	3045.353396	2956.120765	2956.120765	3002.58411	46.46334482	3103.72865	3008.391518							35.96049529	
21	12	14.54528274		2985.337471	2965.91047	-19.42700034	3025.616883	2938.538041	2938.538041	2976.309228	37.77118647	3077.453768	2929.845883							12.17283987	
22	13	14.81000027		3004.54623	2971.806013	-32.74021725	3031.512426	2991.233013	2991.233013	2947.329403	-43.90360956	3046.473943	2909.558217							40.37692489	
23	14	-36.11278316		2967.069578	2994.94185	27.87227259	3054.648263	2997.682068	2997.682068	2964.885527	-62.79654043	3068.030067	3008.789137							52.69497157	
24	15	26.94896466		3003.897669	2985.807904	-18.0897653	3045.514317	2957.935631	2957.935631	3009.45754	51.52190906	3110.62008	3072.254081							36.4463638	
25	16	26.6715665		3029.399935	2985.483623	-43.91631146	3045.190336	3003.573389	3003.573389	2992.808849	-10.76453932	3093.953389	2941.28694							69.74547571	
26	17	-46.35633104		2974.223623	3016.648802	42.4251786	3076.355215	3060.555113	3060.555113	2980.75451	-78.81063499	3081.89905	2991.519049							56.99172473	
27	18	-14.818404		2967.138132	3001.811779	34.67364675	3061.515297	2959.3866	2959.3866	3032.069251	72.68265055	3133.213791	3111.879585							64.4034335	
28	19	34.74710184		3011.743794	2970.680878	-41.06291663	3030.387291	2936.007231	2936.007231	3009.97857	73.96862585	3111.120397	2937.293206							13.61713266	
29	20	-36.68791351		2971.532743	2989.440963	17.90822725	3049.147376	3030.50388	3030.50388	2947.696916	-82.80696426	3048.841456	2873.72829							38.21302652	
30	21	-24.84609785		2955.526822	2991.638269	36.11144656	3051.344682	2973.730048	2973.730048	2983.255556	9.525507803	3084.400096	3066.06252							89.52125653	
31	22	-42.9924618		2925.969529	2963.529782	32.36025531	3023.233959	2927.418336	2927.418336	3002.116964	74.69862816	3103.261504	2992.591456							16.69913444	
32	23	14.03783244		2962.216503	2940.748176	-21.46832729	3000.455499	2903.187923	2903.187923	2950.574192	47.38626925	3051.718732	2875.875564							90.31179184	
33	24	-60.29316864		2913.258383	2944.093016	30.83463257	3003.799429	2965.561343	2965.561343	2915.303129	-50.25821422	3016.447669	2867.91686							64.4034335	
34	25	-5.48170874		2933.79916	2937.737443	3.93828357	2997.443856	2906.90281	2906.90281	2934.374633	27.47182246	3035.519173	2984.632847							15.67180051	
35	26	-60.8772862		2892.780683	2923.528772	30.74808838	2983.232777	2919.590488	2919.590488	2986.232077	16.64158891	3037.376617	2908.760254							47.47018572	
36	27	-10.55129701		2914.395181	2913.289921	-1.10529802	2972.906384	2882.541833	2882.541833	2913.246649	30.70481624	3014.391189	2896.60506							35.96049529	
37	28	31.6966225		2971.773249	2903.587932	-68.18531718	2963.294345	2904.693192	2904.693192	2901.06616	-3.627031458	3002.2107	2870.361344							12.17283987	
38	29	30.5931826		3010.834457	2943.084215	-67.75024188	3002.790628	3011.269532	3011.269532	2893.617512	-117.65202	2994.762052	2897.244544							52.69497157	
39	30	30.88926405		3038.473384	2991.303853	-47.16953082	3051.010266	3059.054095	3059.054095	2957.981362	-101.0727329	3059.125902	3075.633382							64.4034335	
40	31	-28.18356279		2998.747806	3024.653921	25.90611454	3084.303334	3071.823451	3071.823451	3035.161814	-36.66163764	3136.306354	3136.234547							16.69913444	
41	32	2.00691602		3001.13038	3018.610595	17.48021479	3078.317008	2992.70448	2992.70448	3065.438773	72.73429276	3166.583313	3102.100411							35.96049529	
42	33	77.17866538		3077.969932	2999.939093	-78.03083841	3059.645506	2982.458878	2982.458878	3032.263966	49.8050876	3133.408056	2959.529673							69.74547571	
43	34	-6.16121042		3048.417742	3039.550156	-8.86758575	3099.256569	3117.580994	3117.580994	2987.581679	-129.9993149	3088.726219	2937.776592							15.67180051	
44	35	6.158621773		3040.051041	3063.193837	23.14279567	3122.90025	3072.061422	3072.061422	3050.019936	-22.04148604	3151.164476	3180.019251							38.21302652	
45	36	-8.767229929		3019.268499	3044.234391	24.96589257	3103.940804	3021.091596	3021.091596	3094.821208	73.72961271	3195.965748	3116.862694							90.31179184	
46	37	21.6494368		3035.137386	3029.65977	-5.47761608	3089.366183	3004.693877	3004.693877	3046.576509	41.88263174	3147.721049	2972.846896							12.17283987	
47	38	49.55500117		3074.151171	3027.202942	-46.94822899	3086.909355	3032.680558	3032.680558	3012.892736	-19.78782196	3114.037276	2971.010105							35.96049529	
48	39	-35.96009304		3015.939727	3054.644279	38.70455173	3114.350692	3101.592508	3101.592508	3018.687218	-82.90528977	3119.831758	3038.47504							64.4034335	
49	40	-20.50405328		2990.653756	3045.045449	54.39169356	3104.751862	3006.340897	3006.340897	3067.136533	60.79563564	3168.281703	3150.041823							15.67180051	
360	351	-19.30487088		3002.018377	3023.872842	21.8544645	3083.579255	3048.568021	3048.568021	3007.854192	-40.71382976	3108.998732	3046.383669							47.47018572	
361	352	-44.67048257		2956.742382	3016.24008	59.49769864	3075.946493	2994.385616	2994.385616	3037.234137	42.84852097	3138.378677	3077.947966							16.69913444	
362	353	24.34680937		2994.066476	2979.380379	-14.68609704	3039.086792	2919.882681	2919.882681	3021.476818	101.5941377	3122.621358	2978.628298							89.52125653	
363	354	56.90106264		3052.747596	2975.404429	-77.34316716	3035.110842	2990.090526	2990.090526	2957.134148	-32.95637781	3086.278688	2855.54001							15.67180051	
364	355	2.130871053		3039.054188	3023.407036	-15.64751206	3083.113449	3100.750203	3100.750203	2954.986603	-145.7636001	3056.131143	2987.942981							64.4034335	
365	356	-5.77149745		3021.566782	3045.900892	24.33411014	3105.607305	3061.548004	3061.548004	3045.420365	-16.12767958	3146.564905	3191								

รูปที่ ผก.2 การจำลองความต้องการสินค้าในห่วงโซ่อุปทาน กรณีที่ 2 เมื่อผู้ค้าปลีกและผู้ผลิตใช้วิธี ES

รูปที่ ผก.3 การจำลองความต้องการสินค้าในห่วงโซ่อุปทาน กรณีที่ 3 เมื่อผู้ค้าปลีกใช้วิธี MA และผู้ผลิตใช้วิธี ES

รูปที่ ผก.4 การจำลองความต้องการสินค้าในห่วงโซ่อุปทาน กรณีที่ 4 เมื่อผู้ค้าปลีกใช้วิธี ES และผู้ผลิตใช้วิธี MA

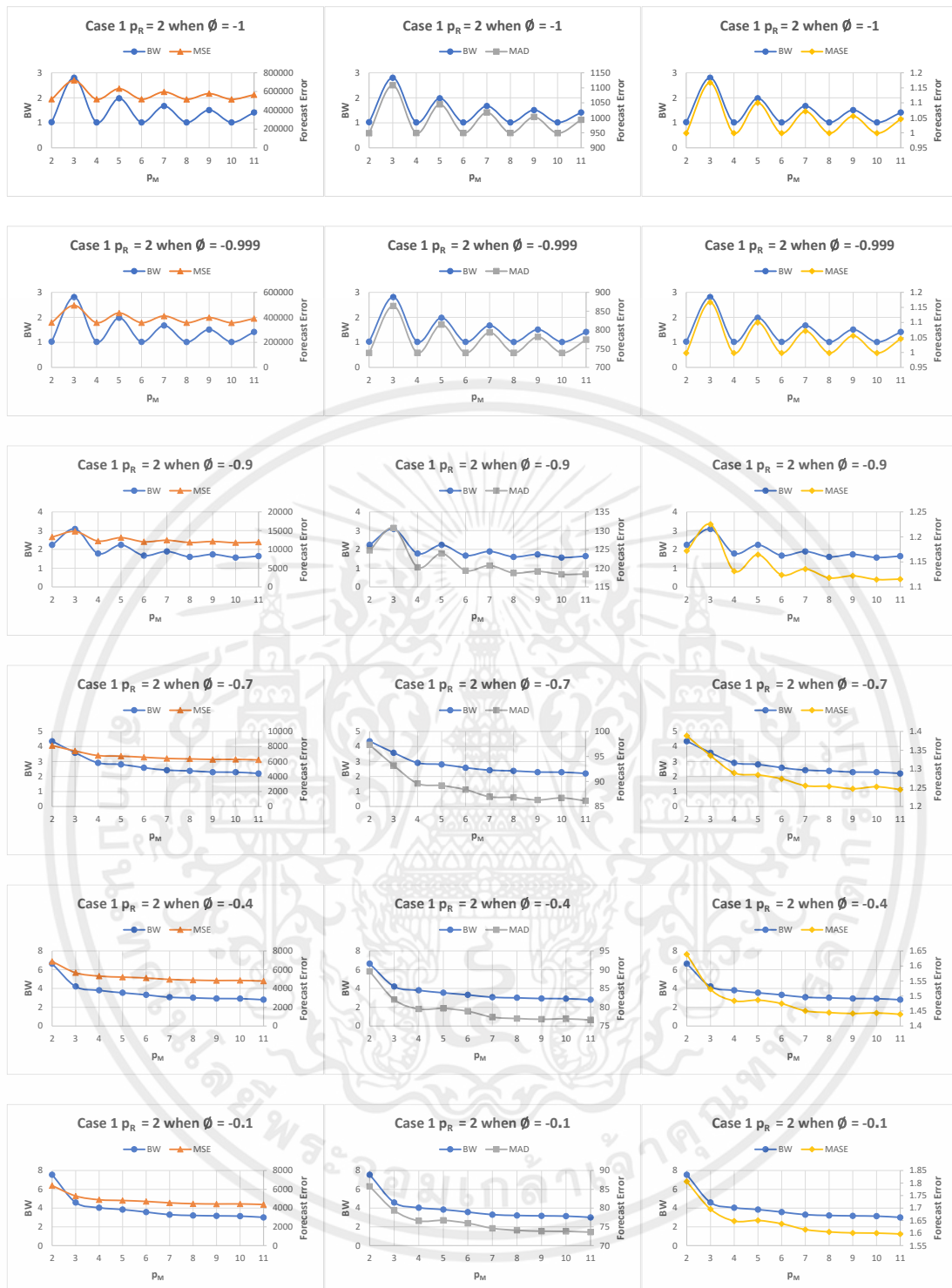


ภาคผนวก ข

ตารางและกราฟของค่าบูลิปปอฟเฟคและผลรวมดัชนีวัดความคลาดเคลื่อน
ของห่วงโซ่อุปทานแบบ 3 ระดับในกรณีที่ 1

ตารางที่ ผข.1 ค่าบูลิปเฟคและผลรวมดัชนีวัดความคลาดเคลื่อนของกรณีที่ 1 ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิต
ใช้วิธีการพยากรณ์แบบ MA เมื่อ $p_R = 2$

Case 1: BW 3-stage (MA) and Forecast Errors When $p_R = 2$												
p_M	$\emptyset = -1$				$\emptyset = -0.999$				$\emptyset = -0.9$			
	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE
2	1.023694	518352.3	949.0202	0.998853	1.033948	358345.7	738.9983	0.998152	2.241537	13312.52	124.7501	1.171993
3	2.801484	717886.2	1108.485	1.166646	2.8133	495754.2	863.9564	1.166873	3.085604	14787.48	130.7012	1.225141
4	1.017048	517494.6	949.1361	0.998974	1.02411	357459.7	739.1137	0.998307	1.777317	12229.74	120.2143	1.131486
5	1.977233	630435.5	1044.994	1.099839	1.986106	435324.3	814.4184	1.099986	2.237231	13130.47	123.9082	1.164475
6	1.015562	517395.9	949.1989	0.999041	1.021904	357346	739.176	0.998392	1.670233	12036.34	119.341	1.123687
7	1.668159	595801.1	1017.834	1.071261	1.675837	411391.3	793.2383	1.071388	1.889018	12447.98	120.6823	1.135666
8	1.013901	517168.5	949.1191	0.998957	1.019585	357129.7	739.0956	0.998283	1.600575	11849.86	118.7016	1.117977
9	1.508679	577394.2	1002.803	1.055445	1.516084	398702	781.5296	1.055578	1.733588	12112.27	119.1642	1.122108
10	1.012941	517042	949.0378	0.998871	1.018283	357014.2	739.0136	0.998172	1.565984	11781.9	118.3365	1.114716
11	1.411403	565967.8	993.2393	1.045381	1.418689	390828.2	774.0803	1.04552	1.639806	11934.15	118.428	1.115533
p_M	$\emptyset = -0.7$				$\emptyset = -0.4$				$\emptyset = -0.1$			
	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE
2	4.350048	8130.054	97.33406	1.388512	6.644942	6881.458	89.55683	1.63855	7.56649	6398.197	85.77783	1.806165
3	3.584519	7404.954	93.21362	1.335714	4.210759	5676.77	82.03788	1.522366	4.595026	5290.558	79.36639	1.695654
4	2.908523	6798.529	89.60959	1.289533	3.804821	5317.989	79.53251	1.483652	4.042097	4888.155	76.61054	1.648153
5	2.803013	6720.626	89.20095	1.284297	3.545905	5212.627	79.69544	1.48617	3.843139	4809.193	76.75327	1.650613
6	2.585868	6571.274	88.38471	1.273838	3.327796	5118.398	78.93489	1.474417	3.577269	4711.953	75.98094	1.637301
7	2.421373	6412.603	86.95539	1.255523	3.067155	4961.582	77.36577	1.450171	3.299161	4557.166	74.63608	1.61412
8	2.375501	6351.924	86.82348	1.253833	3.010664	4892.297	77.00358	1.444574	3.213698	4466.12	74.09209	1.604744
9	2.293085	6277.84	86.3165	1.247336	2.934087	4846.454	76.8014	1.44145	3.171262	4437.143	73.85958	1.600736
10	2.286118	6284.587	86.73519	1.252701	2.923031	4856.174	76.9252	1.443363	3.141857	4442.384	73.81234	1.599921
11	2.205491	6217.594	86.15936	1.245323	2.804857	4792.978	76.63144	1.438824	3.013843	4380.421	73.6071	1.596384
p_M	$\emptyset = 0$				$\emptyset = 0.1$				$\emptyset = 0.4$			
	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE
2	7.547671	6250.617	84.95324	1.853098	7.370275	6097.792	84.25171	1.904236	5.971236	5603.734	80.81457	2.040415
3	4.638739	5236.721	78.94548	1.746481	4.623741	5196.884	78.73437	1.80321	4.124865	5101.486	77.71322	1.9773
4	4.025404	4829.047	76.23192	1.698325	3.968368	4797.487	76.01299	1.753379	3.525343	4820	76.03079	1.943061
5	3.832093	4747.964	76.30002	1.699534	3.770427	4712.131	75.97979	1.752771	3.305167	4745.791	76.1267	1.945013
6	3.565313	4649.489	75.54407	1.686118	3.506934	4611.202	75.2063	1.738608	3.068442	4644.3	75.39692	1.930162
7	3.288215	4493.259	74.32156	1.664423	3.236188	4453.643	74.08927	1.718155	2.845067	4490.522	74.1917	1.905634
8	3.198193	4397.028	73.53306	1.65043	3.143631	4353.095	73.2958	1.703626	2.755441	4384.082	73.42415	1.890014
9	3.163203	4369.914	73.37769	1.647673	3.113503	4326.211	73.01761	1.698532	2.727723	4351.964	73.37199	1.888953
10	3.129763	4373.208	73.36385	1.647427	3.077557	4327.27	73.03704	1.698888	2.69206	4345.033	73.40213	1.889566
11	3.005137	4312.614	73.12899	1.643259	2.959207	4268.451	72.84294	1.695333	2.604643	4293.308	72.97437	1.880861
p_M	$\emptyset = 0.7$				$\emptyset = 0.9$				$\emptyset = 0.999$			
	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE
2	3.570779	5043.532	77.08821	2.140356	1.761377	4650.27	74.38399	2.197218	1.130764	4632.173	73.36517	2.23052
3	2.809096	4926.451	76.76865	2.133236	1.57276	4752.782	74.84944	2.208297	1.102645	4896.909	74.51923	2.258885
4	2.512789	4878.405	76.87868	2.135688	1.496433	4913.532	76.36988	2.24449	1.092243	5250.46	76.3074	2.302835
5	2.371325	4924.439	77.29254	2.144908	1.455766	5147.823	77.15317	2.263135	1.08748	5699.361	78.07881	2.346373
6	2.224921	4910.398	76.67664	2.131186	1.41137	5323.591	77.53249	2.272164	1.082088	6114.346	80.09775	2.395995
7	2.094248	4830.378	75.74489	2.110428	1.371961	5430.201	77.83419	2.279346	1.07741	6476.318	82.35717	2.451528
8	2.031644	4771.343	75.45602	2.103992	1.352547	5539.826	78.64899	2.298741	1.075651	6849.929	84.69693	2.509035
9	2.005942	4765.818	75.51366	2.105276	1.344592	5688.184	79.92163	2.329035	1.075544	7274.216	87.16401	2.569672
10	1.980688	4779.455	75.61983	2.107642	1.337362	5853.429	81.26537	2.361021	1.075472	7734.428	89.3627	2.623712
11	1.932807	4762.248	75.40505	2.102857	1.322434	5996.788	82.23438	2.384087	1.074319	8195.995	91.57675	2.67813



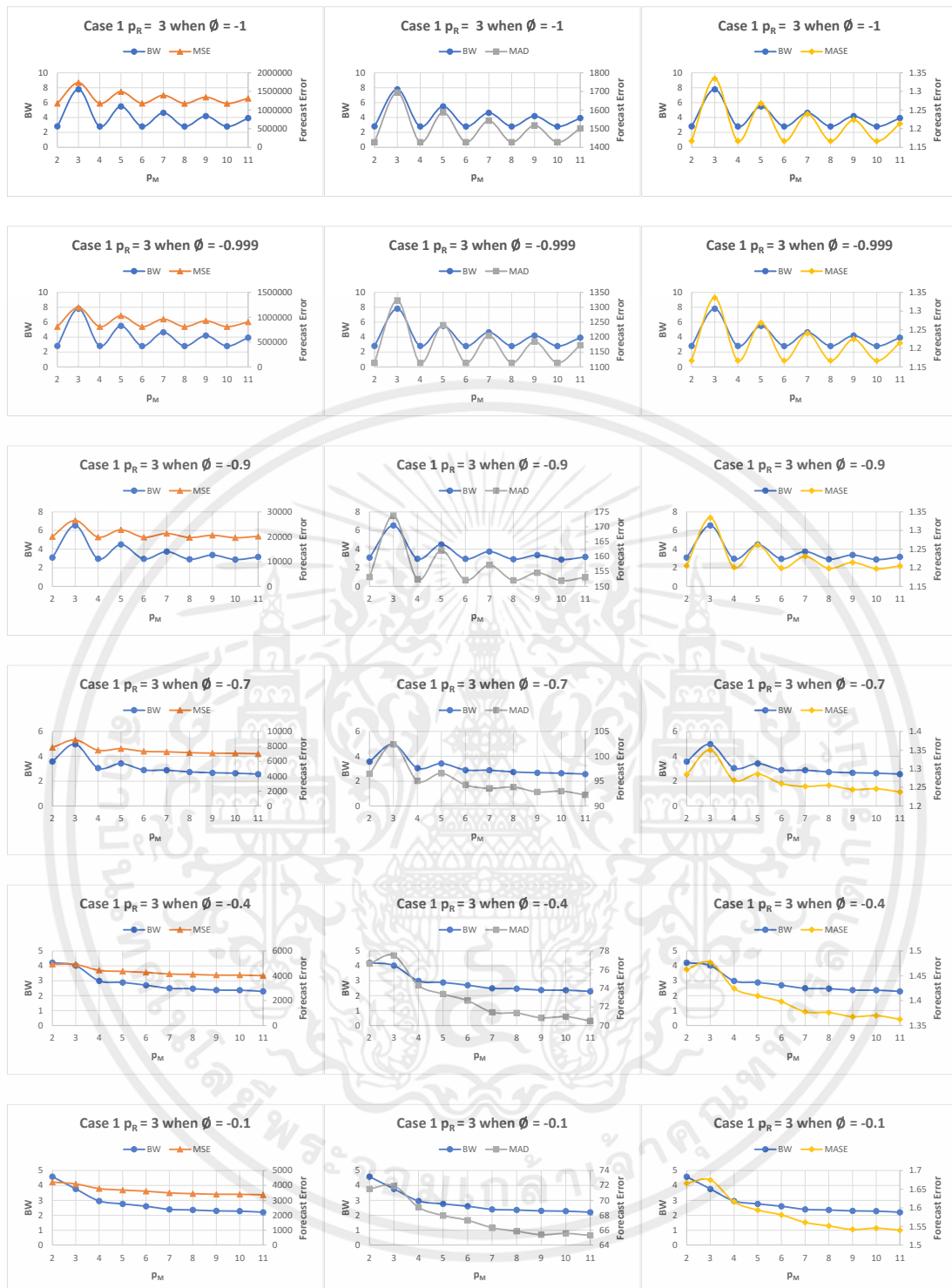
รูปที่ ผ.1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าบูลิเพฟเฟคและค่าความคลาดเคลื่อนของกรณีที่ 1 ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิต
ใช้วิธีการพยากรณ์แบบ MA เมื่อ $p_R = 2$



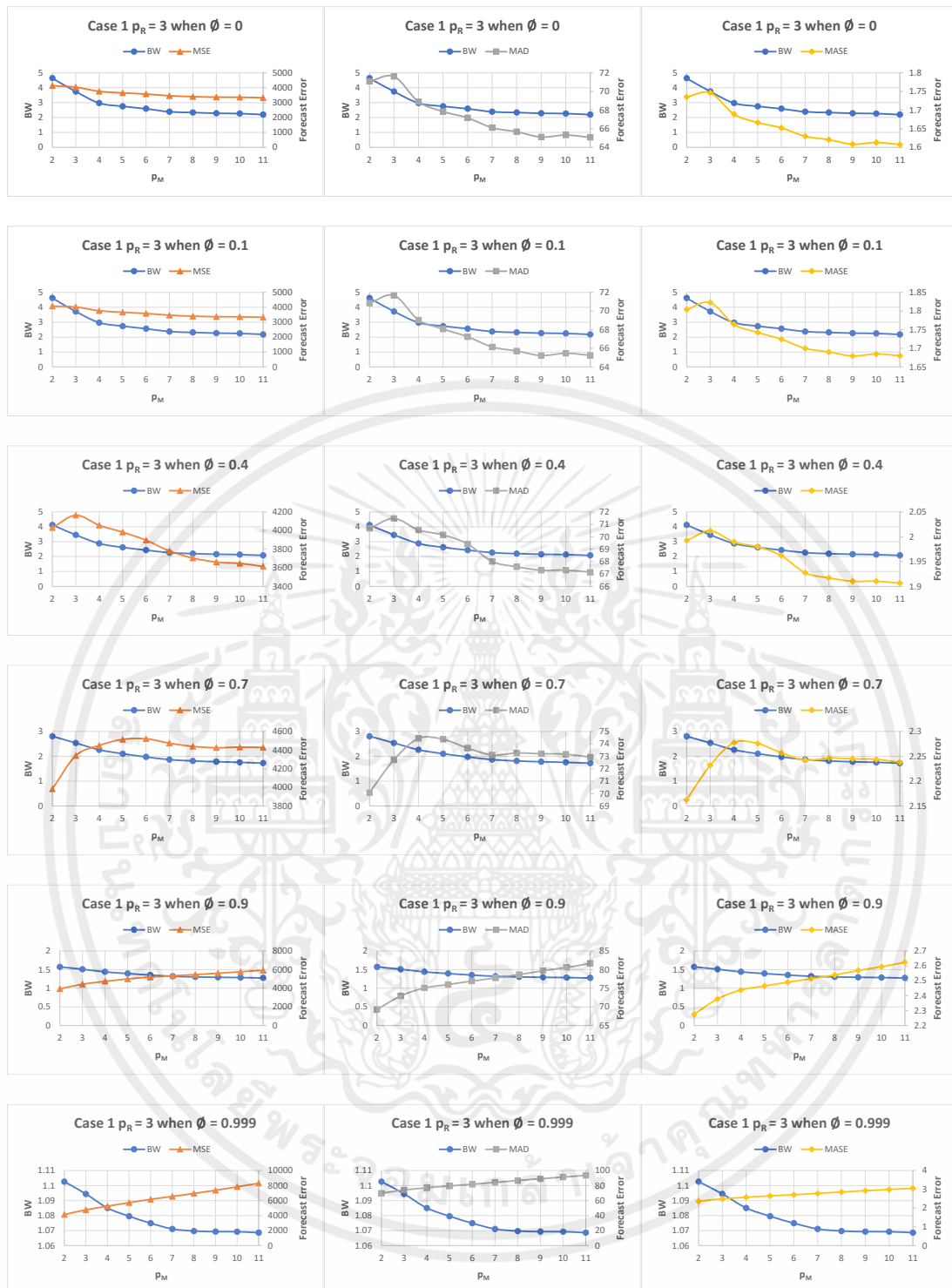
รูปที่ ผ.ข.1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าบูลิฟเฟคและค่าความคลาดเคลื่อนของกรณีที่ 1 ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิต
ใช้วิธีการพยากรณ์แบบ MA เมื่อ $p_R = 2$ (ต่อ)

ตารางที่ ผข.2 ค่าบูลิปอฟเฟคและผลรวมดัชนีวัดความคลาดเคลื่อนของกรณีที่ 1 ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิต
ใช้วิธีการพยากรณ์แบบ MA เมื่อ $p_R = 3$

Case 1: BW 3-stage (MA) and Forecast Errors When $p_R = 3$												
p_M	$\phi = -1$				$\phi = -0.999$				$\phi = -0.9$			
	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE
2	2.801484	1175800	1427.396	1.16672	2.8133	811741.5	1113.855	1.166969	3.085604	20031.28	153.1026	1.205084
3	7.7715	1734030	1693.688	1.334316	7.807547	1197814	1322.972	1.335435	6.533193	26578.46	173.7194	1.334058
4	2.799987	1175759	1427.456	1.166757	2.81101	811666.7	1113.914	1.167017	2.962034	19826.83	152.3899	1.200626
5	5.48296	1491274	1587.712	1.267618	5.508503	1029941	1240.117	1.268686	4.494776	22784.09	162.0566	1.261099
6	2.79924	1175700	1427.429	1.16674	2.810001	811602.7	1113.887	1.166995	2.945726	19760.89	152.1031	1.198832
7	4.625409	1395212	1542.37	1.239081	4.647294	963544.8	1204.685	1.240142	3.734186	21306.92	157.1441	1.230367
8	2.79748	1175445	1427.305	1.166662	2.807649	811373.1	1113.761	1.166894	2.913476	19648.97	152.0073	1.198232
9	4.181541	1344013	1517.231	1.223259	4.20198	928201.2	1185.051	1.224325	3.366282	20558.91	154.5833	1.214347
10	2.796192	1175243	1427.203	1.166598	2.805934	811188.5	1113.658	1.166811	2.882608	19576.46	151.8963	1.197538
11	3.910731	1312191	1501.232	1.21319	3.930306	906232.9	1172.557	1.21426	3.156119	20139.3	153.061	1.204825
p_M	$\phi = -0.7$				$\phi = -0.4$				$\phi = -0.1$			
	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE
2	3.584519	7850.561	96.50138	1.284806	4.210759	4926.773	76.6393	1.462619	4.595026	4224.752	71.52385	1.665854
3	4.975469	8872.783	102.4392	1.350252	4.015671	4916.958	77.50729	1.476769	3.768219	4100.346	71.96414	1.674759
4	3.049087	7481.476	95.0623	1.268945	2.989664	4444.891	74.29829	1.424456	2.960704	3789.333	69.06208	1.616066
5	3.4187	7691.938	96.60528	1.285951	2.884454	4359.154	73.37618	1.409424	2.763788	3686.763	67.96889	1.593957
6	2.896398	7330.536	94.25494	1.260046	2.700592	4279.212	72.66488	1.397829	2.603969	3614.48	67.32812	1.580998
7	2.881229	7271.572	93.55741	1.252358	2.491151	4149.471	71.40979	1.377369	2.397174	3498.721	66.33076	1.560826
8	2.739676	7159.448	93.82215	1.255276	2.467425	4115.863	71.32779	1.376032	2.354417	3447.14	65.86717	1.55145
9	2.676649	7091.648	92.81904	1.24422	2.371325	4057.505	70.81891	1.367736	2.293258	3407.768	65.3941	1.541883
10	2.636044	7066.385	92.99864	1.246199	2.366536	4058.951	70.94327	1.369763	2.27714	3404.763	65.56848	1.54541
11	2.568303	7008.832	92.24488	1.237891	2.287123	4017.043	70.49213	1.362409	2.203632	3369.859	65.30242	1.540029
p_M	$\phi = 0$				$\phi = 0.1$				$\phi = 0.4$			
	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE
2	4.638739	4135.448	71.07317	1.735252	4.623741	4081.374	70.838	1.804132	4.124865	4029.596	70.67452	1.992369
3	3.746416	4034.562	71.60601	1.746581	3.723433	4022.138	71.67014	1.822608	3.456788	4163.952	71.4681	2.011657
4	2.968705	3754.389	68.89822	1.68901	2.976229	3774.72	69.03674	1.764141	2.878091	4056.426	70.54619	1.98925
5	2.751975	3649.531	67.84283	1.666571	2.740583	3669.242	68.06285	1.742518	2.621038	3982.417	70.14893	1.979595
6	2.587609	3572.454	67.1626	1.652108	2.569469	3586.351	67.23524	1.724144	2.435594	3896.056	69.42042	1.961888
7	2.386523	3457.318	66.10653	1.629655	2.374905	3470.342	66.1368	1.699756	2.265838	3779.681	67.99933	1.927349
8	2.337007	3399.83	65.66795	1.62033	2.319637	3407.197	65.70777	1.690231	2.199583	3703.748	67.57893	1.917131
9	2.283514	3362.292	65.10517	1.608364	2.27163	3369.855	65.21487	1.679287	2.158504	3661.209	67.29909	1.910329
10	2.264376	3357.495	65.31963	1.612924	2.250024	3362.923	65.46078	1.684747	2.132445	3646.161	67.30912	1.910573
11	2.193393	3323.557	65.06302	1.607468	2.182245	3329.639	65.2397	1.679839	2.078381	3614.257	67.14076	1.906481
p_M	$\phi = 0.7$				$\phi = 0.9$				$\phi = 0.999$			
	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE
2	2.809096	3982.783	70.08162	2.162505	1.57276	3929.689	69.28243	2.275148	1.102645	4140.674	69.73936	2.363719
3	2.536725	4339.966	72.72077	2.232146	1.509426	4427.357	72.92932	2.377855	1.094459	4767.709	74.12191	2.491588
4	2.263752	4449.883	74.44141	2.27755	1.439259	4731.037	75.06986	2.438138	1.085081	5255.529	77.01346	2.575954
5	2.105474	4515.065	74.3754	2.275808	1.393605	4992.555	75.99792	2.464275	1.079601	5731.97	79.53775	2.649605
6	1.977533	4521.759	73.66087	2.256953	1.353886	5192.047	76.92336	2.490338	1.074954	6168.395	81.7044	2.712821
7	1.868162	4474.888	73.10732	2.242346	1.320029	5330.064	77.75976	2.513893	1.071136	6558.532	84.14714	2.784092
8	1.81468	4439.799	73.26763	2.246576	1.303352	5462.342	78.6589	2.539215	1.069764	6953.118	86.69317	2.858378
9	1.781946	4425.697	73.20908	2.245031	1.293338	5607.748	79.7033	2.568628	1.069335	7377.585	89.04426	2.926975
10	1.758842	4432.154	73.17253	2.244067	1.285848	5770.405	80.60243	2.59395	1.06928	7837.967	91.32206	2.993434
11	1.724457	4428.443	72.93283	2.237742	1.27431	5924.895	81.65608	2.623624	1.068655	8308.939	93.54327	3.058242



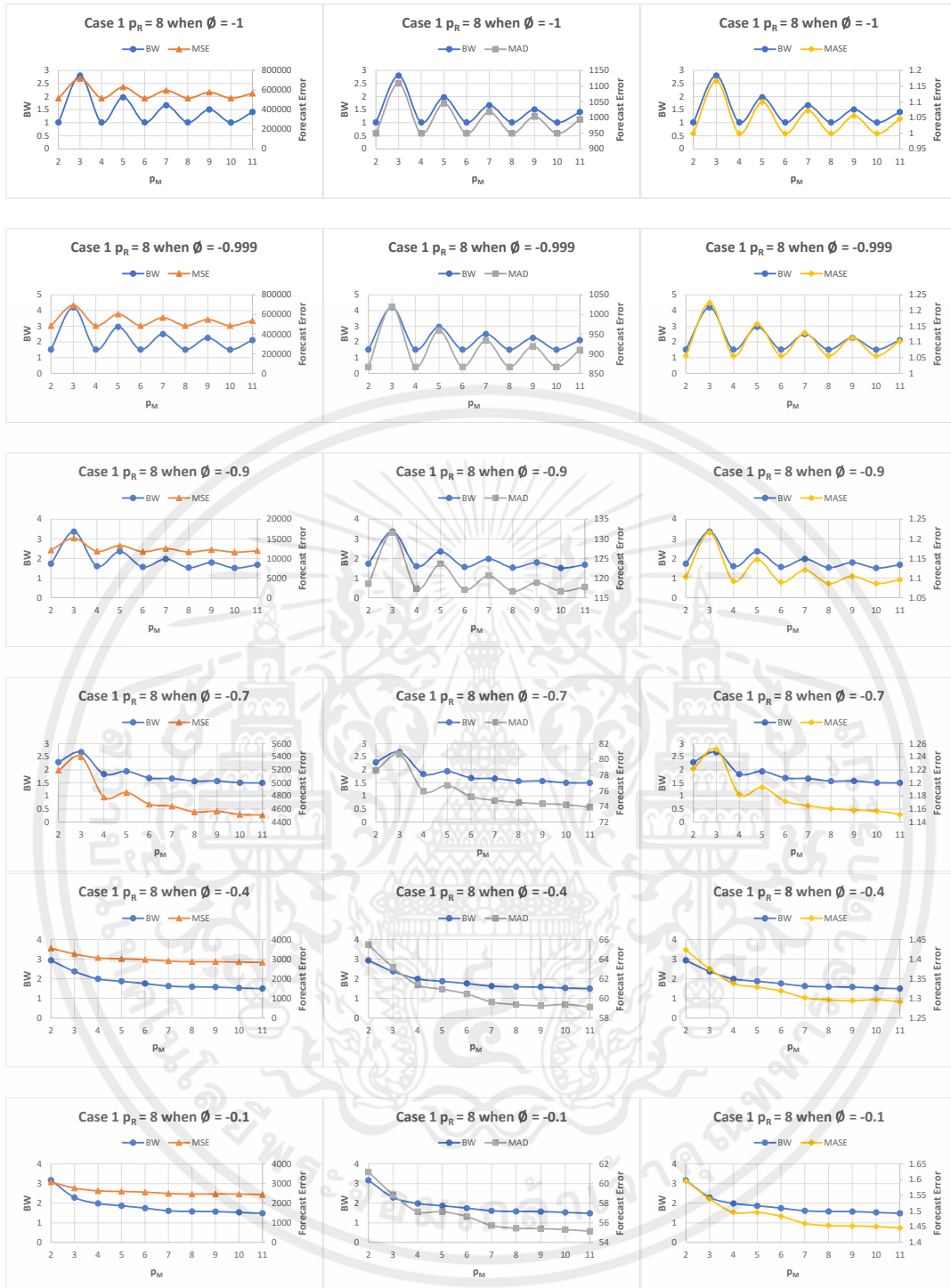
รูปที่ ผข.2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าบูลิฟเฟคและค่าความคลาดเคลื่อนของกรณีที่ 1 ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิต
ใช้วิธีการพยากรณ์แบบ MA เมื่อ $p_R = 3$



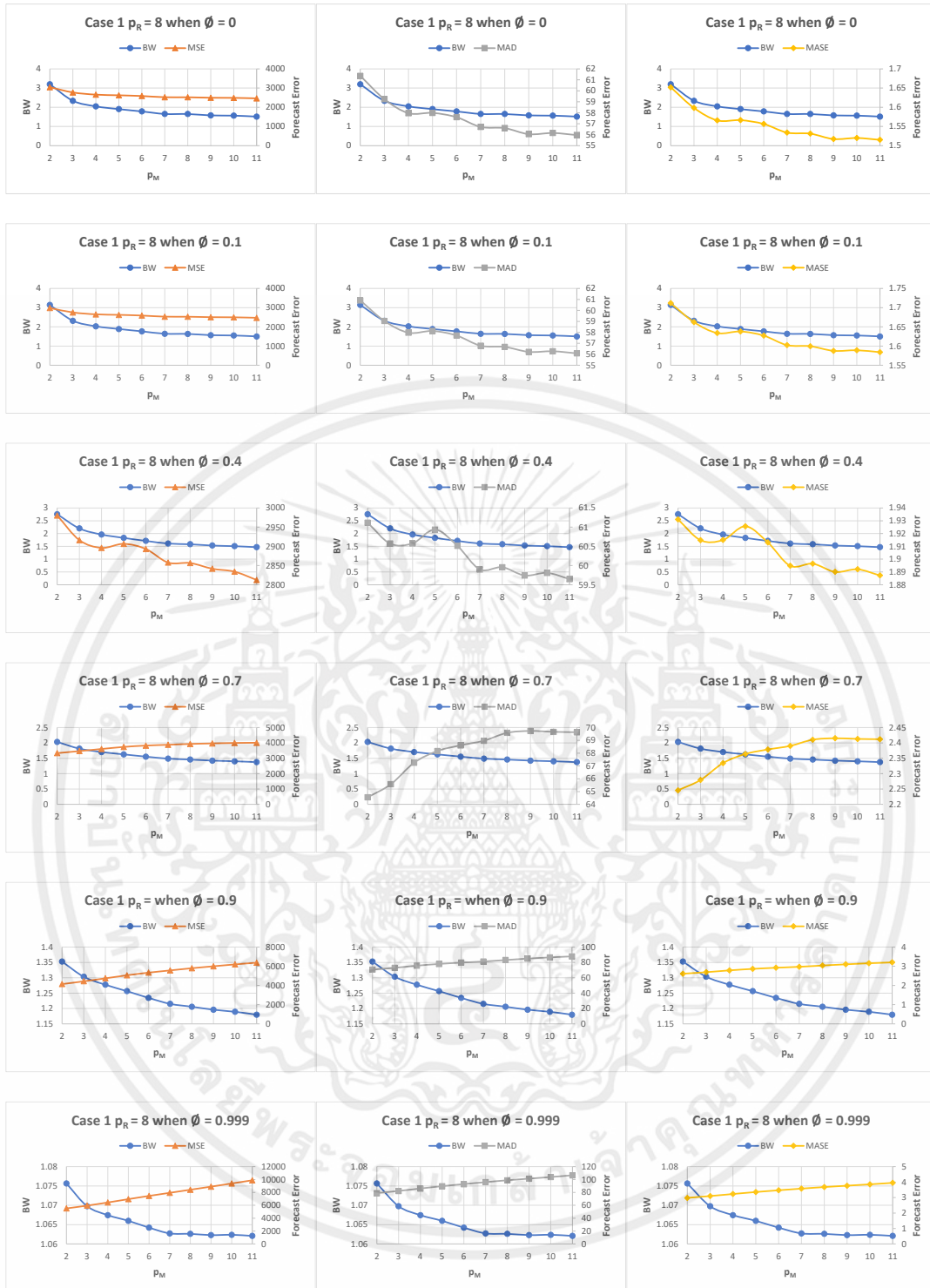
รูปที่ ผ.2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าบูลิฟเฟคและค่าความคลาดเคลื่อนของกรณีที่ 1 ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิต
ใช้วิธีการพยากรณ์แบบ MA เมื่อ $p_R = 3$ (ต่อ)

ตารางที่ ผข.3 ค่าบูลิปเอฟเฟคและผลรวมดัชนีวัดความคลาดเคลื่อนของกรณีที่ 1 ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิต
ใช้วิธีการพยากรณ์แบบ MA เมื่อ $p_R = 8$

Case 1: BW 3-stage (MA) and Forecast Errors When $p_R = 8$												
p_M	$\emptyset = -1$				$\emptyset = -0.999$				$\emptyset = -0.9$			
	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE
2	1.013901	516848.4	949.2544	0.998955	1.516084	486122.7	866.5583	1.055583	1.733588	12106.18	118.5419	1.102443
3	2.79748	717115.1	1108.529	1.166499	4.20198	693662.9	1020.181	1.22421	3.366282	15159.41	131.5486	1.215754
4	1.012496	516688.3	949.3286	0.999033	1.513793	485933.9	866.6327	1.055664	1.60411	11803.15	117.3079	1.091692
5	1.973428	629698.1	1045.088	1.099764	2.965194	603398.3	959.3179	1.157402	2.357509	13287.66	123.6379	1.146837
6	1.011755	516639.9	949.3294	0.999033	1.512834	485897.6	866.6386	1.055671	1.564071	11728.6	117.0261	1.089238
7	1.664813	595114.5	1017.959	1.071227	2.501832	567681.9	933.2843	1.128826	1.974146	12548.66	120.5651	1.120068
8	1.010704	516493.1	949.2313	0.99893	1.511243	485751.1	866.549	1.055572	1.530979	11638.4	116.6352	1.085831
9	1.50535	576730.1	1002.931	1.055419	2.26239	548684.5	918.8671	1.113	1.79357	12183.35	118.8235	1.104896
10	1.009742	516357.5	949.1514	0.998846	1.510239	485662.1	866.4722	1.055488	1.511208	11608.26	116.6628	1.086072
11	1.408234	565314.3	993.3691	1.04536	2.11616	536857.4	909.693	1.10293	1.67921	11953.95	117.7371	1.095431
p_M	$\emptyset = -0.7$				$\emptyset = -0.4$				$\emptyset = -0.1$			
	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE
2	2.293085	5193.042	78.60224	1.221567	2.934087	3557.646	65.47404	1.423146	3.171262	3079.393	61.18032	1.596028
3	2.676649	5401.106	80.62674	1.251554	2.371325	3262.844	63.15484	1.375022	2.293258	2770.887	58.86981	1.538597
4	1.838434	4781.526	75.93892	1.182118	1.992019	3067.566	61.36486	1.33788	1.990155	2631.191	57.14368	1.495692
5	1.943671	4854.301	76.69395	1.193301	1.871684	3021.846	60.93003	1.328857	1.870172	2602.216	57.14171	1.495643
6	1.687189	4674.229	75.2436	1.171819	1.758238	2978.802	60.45029	1.318902	1.751383	2566.895	56.64433	1.48328
7	1.665087	4643.681	74.78453	1.165019	1.624227	2903.443	59.62156	1.301706	1.612675	2497.229	55.72895	1.460527
8	1.568597	4555.252	74.48785	1.160625	1.593369	2870.467	59.36005	1.29628	1.582474	2466.002	55.44917	1.453572
9	1.57429	4566.971	74.34244	1.158471	1.575008	2871.507	59.24568	1.293906	1.574584	2473.4	55.40862	1.452564
10	1.505373	4516.961	74.23672	1.156905	1.529264	2856.046	59.37774	1.296647	1.531044	2465.642	55.3092	1.450093
11	1.500032	4509.368	73.88833	1.151745	1.496313	2835.551	59.12308	1.291362	1.485577	2441.819	55.15001	1.446136
p_M	$\emptyset = 0$				$\emptyset = 0.1$				$\emptyset = 0.4$			
	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE
2	3.198193	3043.189	61.35927	1.651974	3.143631	2984.972	60.91412	1.711985	2.755441	2980.29	61.11562	1.931021
3	2.337007	2770.654	59.23718	1.598159	2.319637	2754.863	59.04199	1.66238	2.199583	2916.117	60.57166	1.914823
4	2.046304	2655.786	57.9621	1.565823	2.031296	2654.537	57.97208	1.63403	1.962408	2896.016	60.57622	1.914959
5	1.902514	2622.63	57.98655	1.566444	1.889731	2627.25	58.12757	1.63815	1.830639	2906.438	60.93611	1.925676
6	1.782441	2585.226	57.59609	1.556542	1.767854	2591.466	57.71553	1.627233	1.714422	2893.042	60.51272	1.913068
7	1.650943	2521.262	56.70763	1.534011	1.643564	2532.921	56.78323	1.60253	1.611137	2857.746	59.89878	1.894786
8	1.648183	2520.687	56.59982	1.531277	1.633166	2529.877	56.67723	1.599721	1.582398	2856.476	59.9552	1.896466
9	1.575947	2493.392	56.04888	1.517306	1.568163	2505.977	56.22284	1.587681	1.532145	2841.654	59.74037	1.890069
10	1.564585	2488.531	56.15518	1.520001	1.5522	2499.48	56.27876	1.589163	1.507992	2834.003	59.8082	1.892089
11	1.5134	2462.369	55.96347	1.515139	1.503668	2474.071	56.08713	1.584085	1.467885	2812.389	59.6469	1.887286
p_M	$\emptyset = 0.7$				$\emptyset = 0.9$				$\emptyset = 0.999$			
	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE
2	2.031644	3336.932	64.55076	2.245856	1.352547	4144.623	70.62872	2.608951	1.075651	5526.743	78.82704	2.980621
3	1.81468	3469.948	65.5755	2.279366	1.303352	4434.519	72.9299	2.688313	1.069764	5959.264	82.2408	3.100304
4	1.704689	3607.176	67.25673	2.334343	1.277267	4745.75	75.70565	2.784041	1.067466	6446.155	85.99652	3.231975
5	1.628087	3739.676	68.16799	2.364141	1.25637	5060.27	77.9555	2.861632	1.065989	6963.436	89.625	3.359185
6	1.553922	3828.624	68.61292	2.378691	1.234397	5335.369	79.67405	2.920901	1.064226	7463.582	92.85704	3.472497
7	1.488854	3879.123	68.97295	2.390464	1.214942	5569.117	81.14356	2.97158	1.062738	7939.388	95.9298	3.580224
8	1.458894	3934.662	69.58944	2.410623	1.205701	5795.222	83.05423	3.037474	1.062624	8421.08	98.80479	3.681018
9	1.424958	3968.34	69.73453	2.415368	1.195867	5997.667	84.87371	3.100223	1.062296	8898.982	101.3374	3.769808
10	1.403138	3997.526	69.6653	2.413104	1.189147	6192.39	86.47588	3.155478	1.062381	9388.453	103.8615	3.858301
11	1.375086	4012.027	69.63589	2.412142	1.179737	6372.426	87.79877	3.201101	1.062095	9882.774	106.576	3.953469



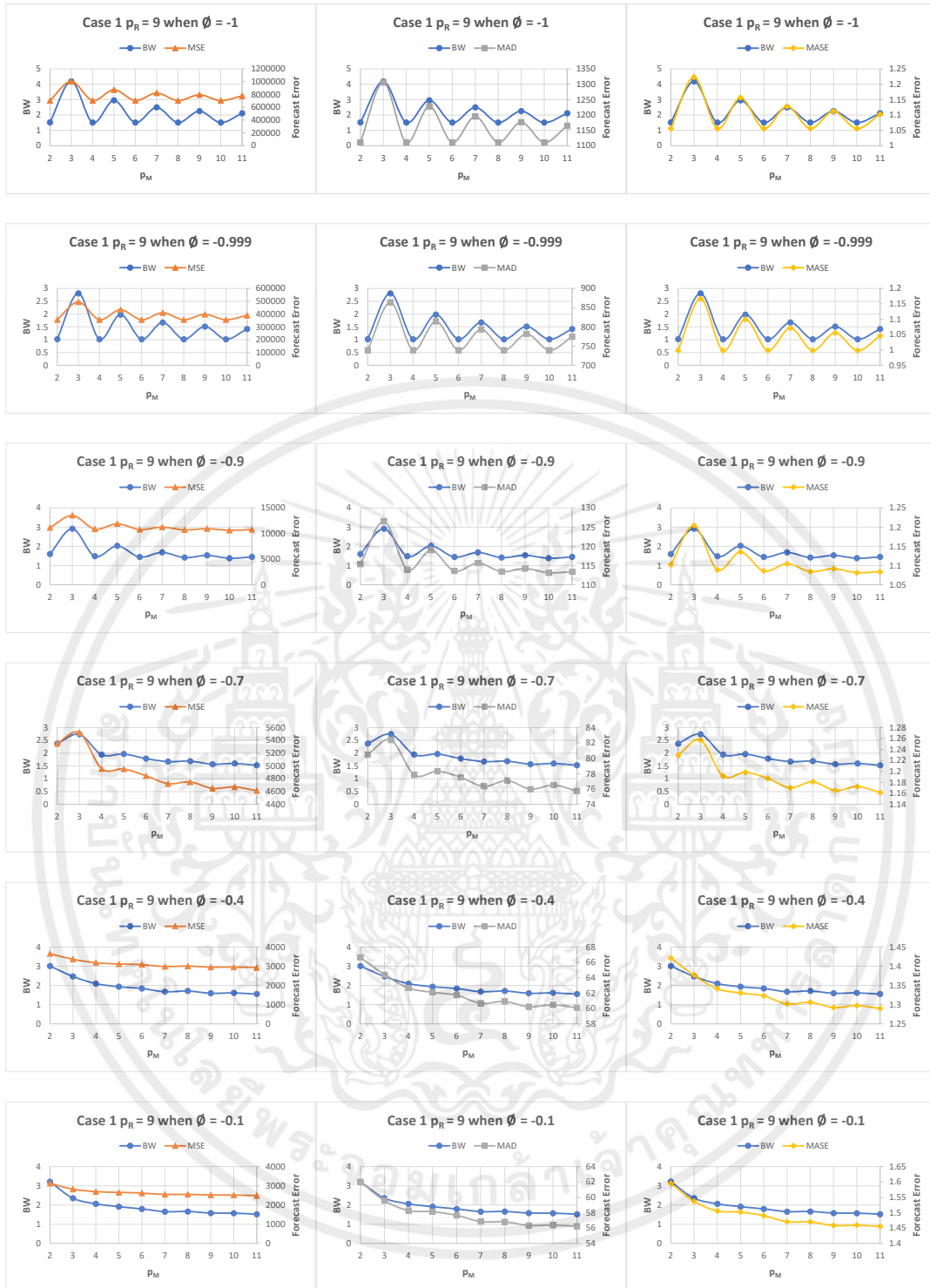
รูปที่ ผ.3 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าบูลิพเฟคและค่าความคลาดเคลื่อนของกรณีที่ 1 ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิต
ใช้วิธีการพยากรณ์แบบ MA เมื่อ $p_R = 8$



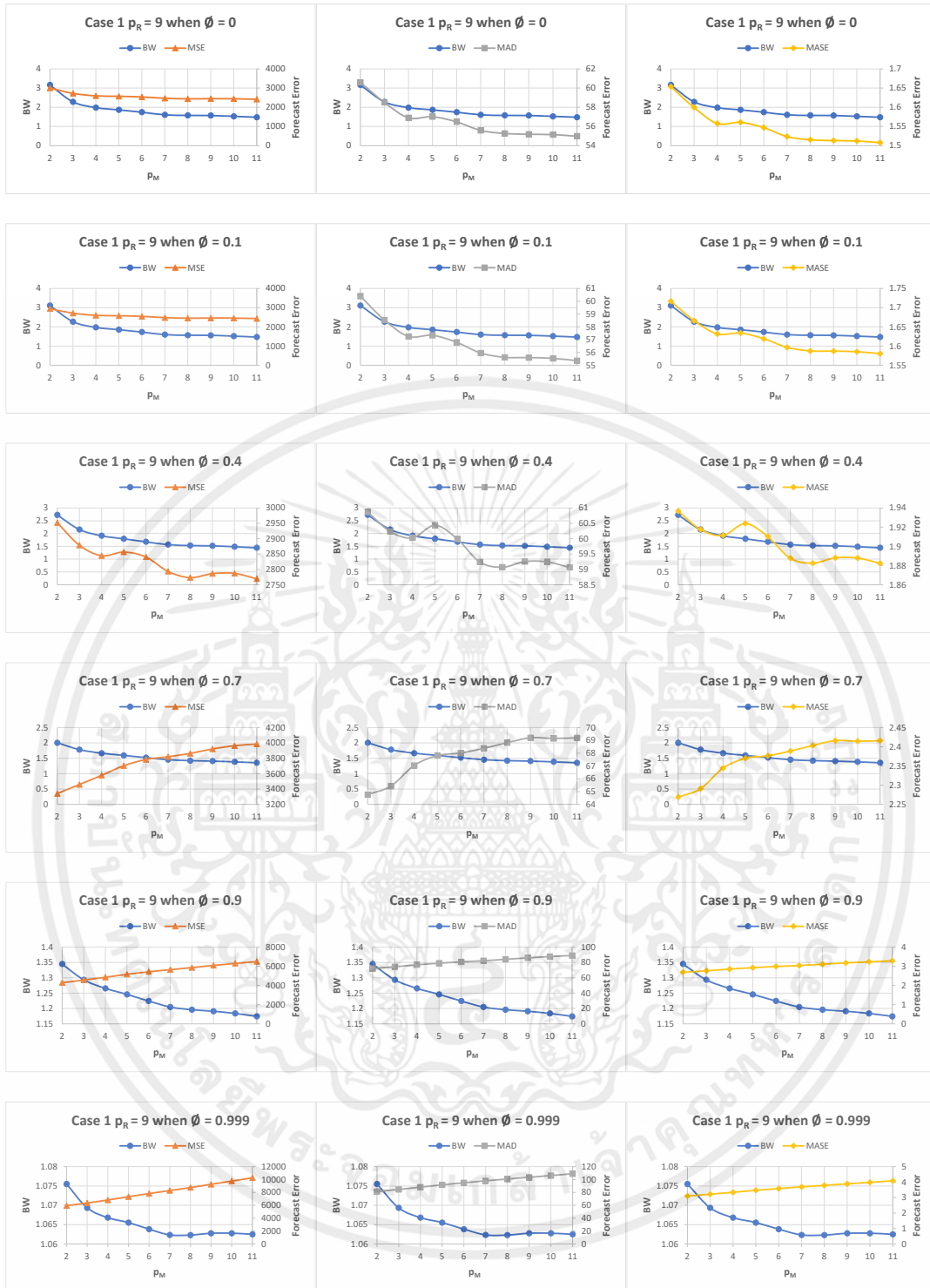
รูปที่ ผ.3 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าบูลิโอฟเฟคและค่าความคลาดเคลื่อนของกรณีที่ 1 ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิต
ใช้วิธีการพยากรณ์แบบ MA เมื่อ $p_R = 8$ (ต่อ)

ตารางที่ ผข.4 ค่าบูลิปเอฟเฟคและผลรวมดัชนีวัดความคลาดเคลื่อนของกรณีที่ 1 ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิต
ใช้วิธีการพยากรณ์แบบ MA เมื่อ $p_R = 9$

Case 1: BW 3-stage (MA) and Forecast Errors When $p_R = 9$												
p_M	$\emptyset = -1$				$\emptyset = -0.999$				$\emptyset = -0.9$			
	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE
2	1.508679	704100.5	1110.335	1.055446	1.019585	356785.4	739.2276	0.998281	1.600575	11152.7	115.3286	1.101718
3	4.181541	1004219	1305.851	1.223169	2.807649	494944.8	863.9944	1.166682	2.913476	13539.57	126.4726	1.204026
4	1.507194	703936.3	1110.41	1.055511	1.017443	356607	739.3014	0.99838	1.482437	10872.55	113.9282	1.088862
5	2.950512	873685.4	1228.046	1.156425	1.980579	434546.4	814.5059	1.099886	2.024913	11901.32	118.9653	1.135105
6	1.506527	703905.5	1110.417	1.055516	1.016378	356553.8	739.3018	0.998381	1.443255	10797.42	113.5737	1.085607
7	2.489188	822015.2	1194.752	1.127863	1.670957	410664.7	793.3576	1.071342	1.685975	11248.51	115.6404	1.104581
8	1.50535	703744.3	1110.328	1.05544	1.014957	356420.1	739.2031	0.998247	1.414995	10720.64	113.4166	1.084165
9	2.250529	794493.5	1176.3	1.112034	1.511243	397998.5	781.6523	1.055543	1.530979	10949.25	114.2157	1.091501
10	1.504599	703644.7	1110.252	1.055375	1.013633	356293.4	739.1224	0.998138	1.381135	10645.79	113.1111	1.081361
11	2.104808	777367.6	1164.558	1.101961	1.414076	390137.2	774.2049	1.04549	1.448552	10785.51	113.383	1.083857
p_M	$\emptyset = -0.7$				$\emptyset = -0.4$				$\emptyset = -0.1$			
	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE
2	2.375501	5349.053	80.48669	1.229727	3.010664	3657.121	66.63748	1.421229	3.213698	3130.632	62.02162	1.596289
3	2.739676	5521.477	82.38539	1.256966	2.467425	3363.843	64.41	1.376579	2.354417	2826.029	59.58298	1.537174
4	1.944302	4958.037	77.83512	1.191686	2.094371	3182.207	62.66222	1.341544	2.061759	2699.811	58.2853	1.505717
5	1.96766	4952.249	78.31151	1.19852	1.933861	3115.969	62.10664	1.330407	1.913318	2660.701	58.13781	1.502142
6	1.789065	4847.122	77.5243	1.187227	1.840469	3082.824	61.73231	1.322904	1.797072	2622.93	57.65866	1.490527
7	1.671436	4722.648	76.34004	1.170236	1.672863	2984.119	60.67738	1.301757	1.657804	2553.06	56.8484	1.470885
8	1.687919	4749.962	77.09758	1.181105	1.709007	3005.261	60.90352	1.30629	1.663468	2555.977	56.82058	1.470211
9	1.568597	4649.348	75.9863	1.165161	1.593369	2948.922	60.21883	1.292566	1.582474	2524.2	56.34311	1.458637
10	1.596111	4671.847	76.5059	1.172616	1.610687	2956.085	60.46625	1.297525	1.576782	2521.382	56.37532	1.459418
11	1.524489	4613.665	75.75137	1.161791	1.547797	2922.837	60.09232	1.29003	1.522976	2494.319	56.22174	1.455695
p_M	$\emptyset = 0$				$\emptyset = 0.1$				$\emptyset = 0.4$			
	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE
2	3.163203	3000.613	60.58339	1.653704	3.113503	2948.369	60.40711	1.716929	2.727723	2952.057	60.87008	1.936768
3	2.283514	2723.16	58.50509	1.599616	2.27163	2712.33	58.53771	1.666329	2.158504	2878.659	60.23485	1.917588
4	1.982304	2594.832	56.89988	1.55784	1.973353	2598.666	57.25398	1.631582	1.91409	2844.436	60.0289	1.91137
5	1.864245	2570.348	57.01615	1.560866	1.854612	2578.662	57.3411	1.63394	1.795333	2856.37	60.44025	1.92379
6	1.743026	2535.827	56.48135	1.546948	1.731977	2545.228	56.79481	1.619153	1.678141	2840.49	59.98802	1.910136
7	1.606944	2468.031	55.59069	1.523768	1.600197	2479.841	55.95784	1.596499	1.568086	2793.356	59.23993	1.887549
8	1.575947	2437.257	55.27245	1.515486	1.568163	2449.917	55.61995	1.587353	1.532145	2773.173	59.07105	1.88245
9	1.569639	2445.735	55.1894	1.513325	1.562103	2459.107	55.59703	1.586732	1.520223	2786.247	59.25575	1.888027
10	1.527151	2439.563	55.15193	1.512349	1.521027	2454.321	55.53832	1.585143	1.485112	2787.135	59.24749	1.887777
11	1.480126	2415.7	54.98221	1.507933	1.473712	2430.937	55.35725	1.580242	1.442998	2769.414	59.06277	1.8822
p_M	$\emptyset = 0.7$				$\emptyset = 0.9$				$\emptyset = 0.999$			
	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE
2	2.005942	3340.092	64.75889	2.26875	1.344592	4291.833	72.08876	2.685553	1.075544	5946.511	81.33158	3.099926
3	1.781946	3458.529	65.42244	2.290763	1.293338	4565.733	74.27361	2.762213	1.069335	6364.062	84.66079	3.218704
4	1.667339	3577.416	67.03819	2.344365	1.265521	4857.919	76.83881	2.852218	1.066806	6833.292	88.16192	3.343617
5	1.595601	3703.194	67.81204	2.370037	1.245877	5162.376	78.88342	2.923957	1.065535	7340.055	91.75008	3.471634
6	1.521584	3783.519	68.01119	2.376643	1.224209	5426.841	80.67608	2.986855	1.063824	7829.345	94.91518	3.584558
7	1.454885	3820.729	68.38003	2.388879	1.204707	5647.965	82.10532	3.037003	1.062335	8293.151	97.96981	3.69354
8	1.424958	3863.454	68.81701	2.403376	1.195867	5864.285	84.00677	3.103719	1.062296	8766.118	100.7459	3.792585
9	1.408792	3921.908	69.20106	2.416116	1.190921	6089.076	85.94175	3.171612	1.062752	9264.609	103.439	3.888668
10	1.384325	3964.001	69.15526	2.414597	1.183772	6297.572	87.5894	3.229423	1.062779	9767.149	106.1288	3.984634
11	1.35547	3986.07	69.19432	2.415893	1.174306	6486.754	89.01578	3.27947	1.06249	10270.24	108.9683	4.085943



รูปที่ ผ.4 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าบูลิพเฟคและค่าความคลาดเคลื่อนของกรณีที่ 1 ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิต
ใช้วิธีการพยากรณ์แบบ MA เมื่อ $p_R = 9$



รูปที่ ผ.4 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าบูลิโอฟเฟคและค่าความคลาดเคลื่อนของกรณีที่ 1 ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิต
ใช้วิธีการพยากรณ์แบบ MA เมื่อ $p_R = 9$ (ต่อ)



ภาคผนวก ค

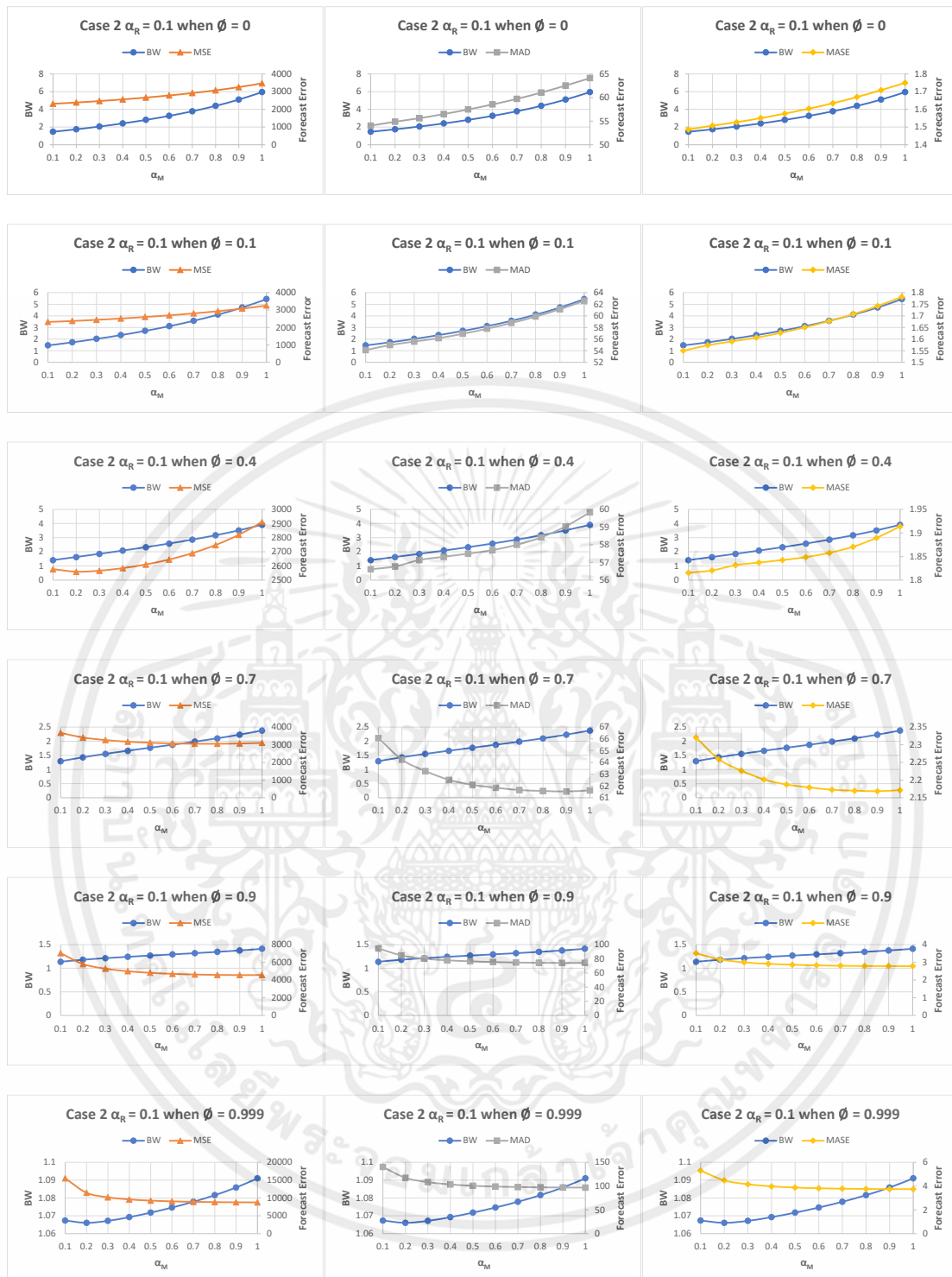
ตารางและกราฟของค่าบูลิปปอฟเฟคและผลรวมดัชนีวัดความคลาดเคลื่อน
ของห่วงโซ่อุปทานแบบ 3 ระดับในกรณีที่ 2

ตารางที่ ผค.1 ค่าบูลิปเอฟเฟคและผลรวมดัชนีวัดความคลาดเคลื่อนของกรณีที่ 2 ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิต
ใช้วิธีการพยากรณ์แบบ ES เมื่อ $\alpha_R = 0.1$

Case 2: BW 3-stage (MA) and Forecast Errors When $\alpha_R = 0.1$												
α_M	$\phi = -1$				$\phi = -0.999$				$\phi = -0.9$			
	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE
0.1	1.503594	634962.8	1053.764	1.052496	1.509562	438200.2	821.923	1.05262	1.488342	11069.77	114.26	1.083781
0.2	1.838612	674941.8	1084.588	1.081781	1.84591	465825.2	846.0101	1.081939	1.816727	11738.75	117.4023	1.112194
0.3	2.252884	722176.1	1119.032	1.114505	2.261833	498465.5	872.9256	1.114701	2.220129	12527.2	121.0048	1.144769
0.4	2.769213	778540.1	1157.781	1.15132	2.780229	537416.9	903.2081	1.151561	2.719237	13462.3	125.0215	1.181089
0.5	3.418739	846551.8	1201.703	1.193049	3.432369	584420.4	937.5362	1.193345	3.342065	14582.19	129.5881	1.222381
0.6	4.244782	929658.5	1251.907	1.240747	4.26176	641859.4	976.7806	1.241113	4.127172	15939.12	134.7138	1.26873
0.7	5.308885	1032681	1309.847	1.295794	5.330218	713068.1	1022.079	1.29625	5.128643	17605.33	140.546	1.321465
0.8	6.700624	1162531	1377.46	1.36003	6.727721	802825.9	1074.949	1.360603	6.424063	19682.93	147.2851	1.382403
0.9	8.554075	1329397	1457.384	1.435965	8.588966	918181.1	1137.459	1.436692	8.127719	22320.15	155.191	1.45389
1	11.07663	1548811	1553.321	1.527111	11.12234	1069878	1212.511	1.528045	10.4133	25739.13	164.7247	1.540096
α_M	$\phi = -0.7$				$\phi = -0.4$				$\phi = -0.1$			
	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE
0.1	1.489313	4444.134	73.80412	1.151183	1.497534	2779.371	58.28311	1.273821	1.479229	2356.953	54.28235	1.428034
0.2	1.810826	4693.515	75.63683	1.178369	1.807753	2912.629	59.70844	1.303425	1.767291	2440.697	55.1433	1.449569
0.3	2.200238	4985.532	77.71612	1.209211	2.17409	3067.543	61.06074	1.331513	2.095584	2539.292	56.14269	1.474566
0.4	2.674549	5327.407	80.04294	1.243725	2.608369	3245.121	62.42842	1.359919	2.470981	2650.121	57.22585	1.501659
0.5	3.256318	5730.7	82.68654	1.282938	3.125857	3449.597	63.9646	1.391826	2.902369	2774.653	58.39639	1.530938
0.6	3.975885	6211.21	85.74903	1.328365	3.746507	3687.078	65.87837	1.431575	3.40135	2915.897	59.60448	1.561155
0.7	4.874644	6790.21	89.15446	1.378878	4.496521	3965.492	67.97981	1.475222	3.982828	3077.71	61.0132	1.596391
0.8	6.010141	7496.857	93.01306	1.436114	5.410787	4295.219	70.39571	1.525401	4.666018	3264.867	62.54839	1.634791
0.9	7.464337	8372.194	97.4239	1.501541	6.536883	4690.351	73.11342	1.581848	5.476344	3483.628	64.17861	1.675567
1	9.357387	9475.774	102.5528	1.577619	7.941758	5170.787	76.05192	1.642881	6.448842	3742.763	65.99005	1.720876
α_M	$\phi = 0$				$\phi = 0.1$				$\phi = 0.4$			
	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE
0.1	1.469808	2317.616	54.04934	1.486167	1.458715	2316.734	54.09669	1.550048	1.40866	2576.938	56.61257	1.815611
0.2	1.748033	2386.984	54.87656	1.5078	1.72557	2370.638	54.95836	1.573537	1.628379	2558.883	56.77191	1.820478
0.3	2.060207	2470.407	55.62655	1.527414	2.019557	2438.638	55.56824	1.590162	1.852102	2565.982	57.13722	1.831636
0.4	2.411773	2563.968	56.50151	1.550295	2.344894	2515.305	56.15801	1.606239	2.082575	2584.057	57.31973	1.837211
0.5	2.809898	2668.492	57.47756	1.57582	2.70731	2600.844	56.91119	1.62677	2.323472	2610.207	57.49538	1.842576
0.6	3.26407	2786.46	58.54447	1.603721	3.114569	2697.327	57.78392	1.650561	2.579851	2645.026	57.69651	1.84872
0.7	3.786474	2921.084	59.71964	1.634453	3.576673	2807.52	58.76792	1.677384	2.857973	2690.169	57.99753	1.857914
0.8	4.392705	3076.255	61.05703	1.669427	4.106323	2934.693	59.86857	1.707387	3.16528	2747.629	58.41419	1.870641
0.9	5.10324	3256.98	62.54787	1.708415	4.720052	3082.958	61.14659	1.742226	3.510831	2819.805	59.03281	1.889537
1	5.946177	3470.249	64.12346	1.749618	5.440428	3258.012	62.58259	1.78137	3.906403	2909.971	59.82807	1.913828
α_M	$\phi = 0.7$				$\phi = 0.9$				$\phi = 0.999$			
	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE
0.1	1.292665	3669.076	66.06118	2.320126	1.137765	7034.443	94.61033	3.506403	1.067366	15510.93	140.2175	5.297075
0.2	1.429223	3409.118	64.23465	2.258967	1.180716	5810.721	84.84076	3.161523	1.066056	11441.9	117.3289	4.473944
0.3	1.54983	3264.894	63.26293	2.22643	1.213876	5289.285	80.27853	3.00047	1.067183	10176.13	108.3183	4.149902
0.4	1.660963	3173.373	62.52376	2.20168	1.242613	5000.822	77.96566	2.918823	1.069261	9582.412	103.4302	3.974113
0.5	1.767213	3113.207	62.09529	2.187334	1.268918	4822.362	76.53757	2.868409	1.071788	9247.526	100.5976	3.872247
0.6	1.872883	3075.683	61.85433	2.179265	1.294282	4706.848	75.54702	2.833441	1.074651	9040.684	98.95395	3.813136
0.7	1.9822	3057.01	61.65453	2.172576	1.320054	4632.673	74.87849	2.809841	1.077886	8908.215	97.9614	3.777442
0.8	2.099359	3055.527	61.58173	2.170138	1.347498	4588.748	74.49131	2.796173	1.081594	8824.342	97.34014	3.7551
0.9	2.228752	3070.817	61.53424	2.168548	1.377859	4569.143	74.28003	2.788715	1.085909	8775.528	96.95563	3.741272
1	2.375449	3103.619	61.62727	2.171663	1.412502	4571.037	74.2674	2.788269	1.091008	8754.611	96.84523	3.737301



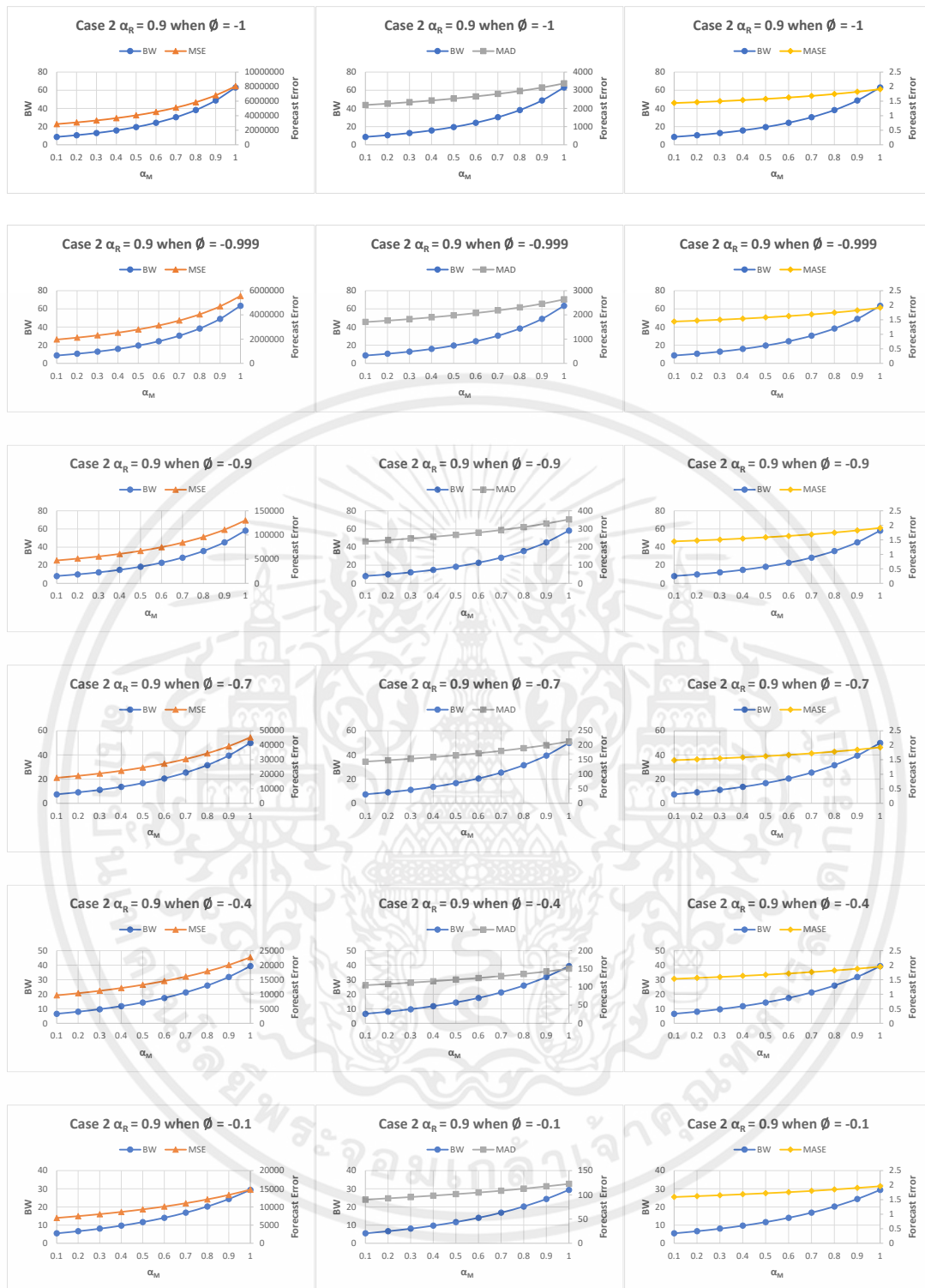
รูปที่ ผค.1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าบูลิเพอเพคและค่าความคลาดเคลื่อนของกรณีที่ 2 ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิต
ใช้วิธีการพยากรณ์แบบ ES เมื่อ $\alpha_R = 0.1$



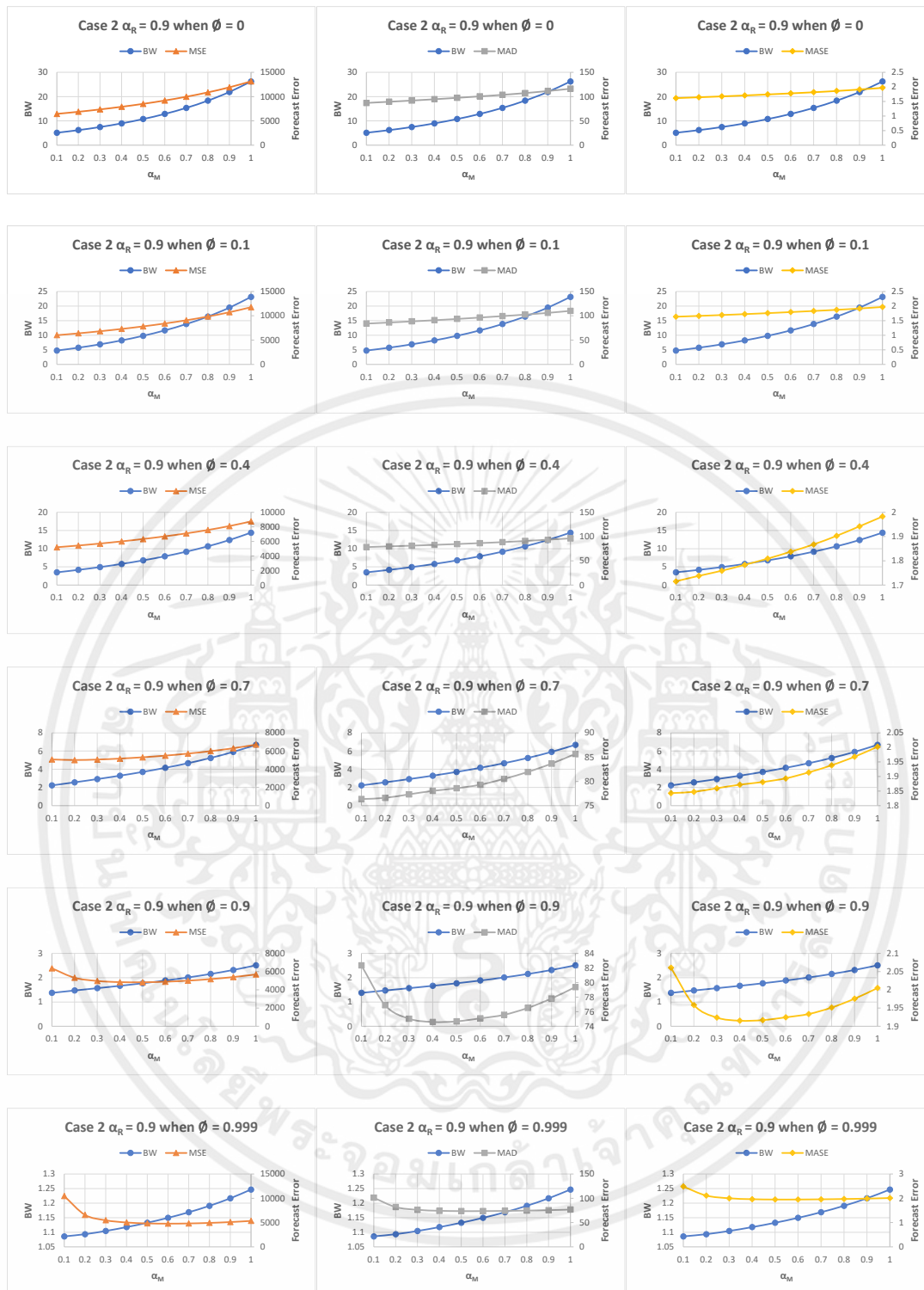
รูปที่ ผค.1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าบูลิโอฟเฟคและค่าความคลาดเคลื่อนของกรณีที่ 2 ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิต
ใช้วิธีการพยากรณ์แบบ ES เมื่อ $\alpha_R = 0.1$ (ต่อ)

ตารางที่ ผค.2 ค่าบูลิปีเอฟเฟคและผลรวมดัชนีวัดความคลาดเคลื่อนของกรณีที่ 2 ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิต
ใช้วิธีการพยากรณ์แบบ ES เมื่อ $\alpha_R = 0.9$

Case 2: BW 3-stage (MA) and Forecast Errors When $\alpha_R = 0.9$												
α_M	$\phi = -1$				$\phi = -0.999$				$\phi = -0.9$			
	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE
0.1	8.554075	2842210	2186.177	1.43611	8.588966	1962619	1706.289	1.43688	8.127719	47473.11	231.1105	1.446118
0.2	10.46033	3069755	2259.716	1.465384	10.50309	2119905	1763.772	1.466185	9.934624	51230.74	238.7775	1.475468
0.3	12.81768	3338622	2341.905	1.498102	12.87028	2305765	1828.02	1.498938	12.16304	55652.79	247.3358	1.508231
0.4	15.75592	3659476	2434.376	1.534913	15.82089	2527573	1900.313	1.535793	14.9302	60901.05	256.8742	1.544746
0.5	19.45228	4046644	2539.191	1.576637	19.53298	2795241	1982.267	1.577572	18.39481	67193.53	267.6673	1.586063
0.6	24.15335	4519747	2659.001	1.624331	24.25429	3122339	2075.957	1.625335	22.7753	74826.46	280.0264	1.633376
0.7	30.20943	5106225	2797.269	1.679372	30.33679	3527851	2184.097	1.680464	28.37833	84209.54	294.1368	1.687393
0.8	38.1304	5845420	2958.614	1.7436	38.29286	4038997	2310.309	1.744806	35.64426	95922.46	310.4865	1.749982
0.9	48.67945	6795336	3149.338	1.819523	48.8895	4695914	2459.534	1.82088	45.22247	110807.7	329.6018	1.823159
1	63.0371	8044386	3378.266	1.910654	63.31333	5559791	2638.692	1.912213	58.1007	130128.4	352.2724	1.909945
α_M	$\phi = -0.7$				$\phi = -0.4$				$\phi = -0.1$			
	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE
0.1	7.464337	17610.48	143.6888	1.485196	6.536883	9650.551	104.8667	1.531221	5.476344	6965.483	90.07708	1.592488
0.2	9.113192	18979.84	148.2691	1.514483	7.962342	10375.13	108.1955	1.56181	6.644849	7452.272	92.68512	1.622282
0.3	11.13353	20576.32	153.3729	1.547118	9.688806	11206.48	111.8899	1.595758	8.037247	8000.797	95.40136	1.653311
0.4	13.62066	22449.11	159.0525	1.583435	11.78288	12162.8	115.9381	1.632957	9.694234	8617.128	98.31051	1.686544
0.5	16.70092	24664.7	165.3417	1.623649	14.3301	13270.07	120.2929	1.672973	11.66696	9313.633	101.4196	1.722061
0.6	20.54417	27311.64	172.4286	1.668964	17.44164	14562.16	124.8924	1.715238	14.02052	10106.68	104.7239	1.759809
0.7	25.38264	30509.34	180.5159	1.720676	21.26389	16083.09	130.0505	1.762637	16.83835	11016.92	108.5044	1.802996
0.8	31.54019	34422.26	189.8191	1.780162	25.99293	17891.46	135.9819	1.817141	20.22914	12071.01	112.7782	1.851819
0.9	39.47951	39282.61	200.3968	1.847798	31.89782	20067.57	142.6406	1.878328	24.33828	13304.97	117.5121	1.905898
1	49.88063	45427.76	212.794	1.927068	39.35862	22725.05	150.3129	1.948829	29.36739	14769.72	122.6056	1.964083
α_M	$\phi = 0$				$\phi = 0.1$				$\phi = 0.4$			
	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE
0.1	5.10324	6435.329	86.84491	1.612429	4.720052	6008.931	84.00281	1.632963	3.510831	5190.656	78.32605	1.71544
0.2	6.180253	6867.981	89.30458	1.642261	5.702308	6392.506	86.20475	1.661274	4.187411	5425.469	79.83559	1.738015
0.3	7.454416	7352.834	91.80545	1.672593	6.854487	6820.636	88.53123	1.691186	4.951118	5696.815	81.24243	1.759055
0.4	8.958852	7893.057	94.47651	1.704988	8.202834	7293.733	90.95506	1.722349	5.813397	5994.333	82.87469	1.783465
0.5	10.7352	8498.486	97.37982	1.740201	9.780588	7819.668	93.56561	1.755913	6.789812	6321.156	84.58604	1.809059
0.6	12.83647	9182.516	100.4104	1.776956	11.63034	8409.707	96.43448	1.792798	7.901409	6684.906	86.48469	1.837453
0.7	15.33039	9961.884	103.5804	1.815404	13.80659	9077.817	99.38968	1.830793	9.175549	7095.146	88.49802	1.867563
0.8	18.30481	10857.98	107.2059	1.859375	16.37985	9841.595	102.4425	1.870043	10.6475	7563.258	90.8531	1.902784
0.9	21.87673	11899.55	111.4207	1.910493	19.44389	10724.53	105.9756	1.915468	12.36377	8103.767	93.48651	1.942167
1	26.20815	13127.3	116.1255	1.967556	23.12842	11759.86	110.1437	1.969057	14.38844	8736.892	96.18539	1.982529
α_M	$\phi = 0.7$				$\phi = 0.9$				$\phi = 0.999$			
	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE
0.1	2.228752	5070.291	76.36991	1.843009	1.377859	6366.866	82.36303	2.060833	1.085909	10472.61	101.1773	2.485828
0.2	2.566267	5008.187	76.62105	1.847314	1.475254	5330.322	76.88756	1.95838	1.093479	6601.017	82.07234	2.112966
0.3	2.919277	5059.627	77.3428	1.859684	1.569964	4974.807	75.04457	1.923896	1.10456	5484.41	76.30351	2.000379
0.4	3.296166	5165.355	78.0539	1.871871	1.667598	4846.803	74.58986	1.915388	1.117715	5032.77	74.30503	1.961375
0.5	3.705446	5310.343	78.5917	1.881088	1.771335	4832.305	74.67561	1.916992	1.132641	4844.211	73.64824	1.948557
0.6	4.157308	5492.81	79.32431	1.893645	1.884376	4891.167	75.08259	1.924607	1.149503	4794.142	73.69133	1.949398
0.7	4.663964	5716.02	80.52409	1.914208	2.01026	5008.093	75.56957	1.933719	1.16869	4834.174	74.09555	1.957287
0.8	5.240138	5985.82	81.94889	1.938628	2.153022	5178.393	76.51403	1.951391	1.190742	4943.998	74.74767	1.970014
0.9	5.904307	6310.69	83.66515	1.968043	2.317518	5403.501	77.81139	1.975666	1.216371	5116.545	75.58504	1.986357
1	6.681121	6703.206	85.66237	2.002273	2.510055	5690.216	79.37647	2.004951	1.246538	5353.249	76.81494	2.01036



รูปที่ ผค.2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าบูลิฟเฟคและค่าความคลาดเคลื่อนของกรณีที่ 2 ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิต
ใช้วิธีการพยากรณ์แบบ ES เมื่อ $\alpha_R = 0.9$



รูปที่ ผค.2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าบูลิฟเฟคและค่าความคลาดเคลื่อนของกรณีที่ 2 ผู้ค้าปลีกและผู้ผลิต
ใช้วิธีการพยากรณ์แบบ ES เมื่อ $\alpha_R = 0.9$ (ต่อ)

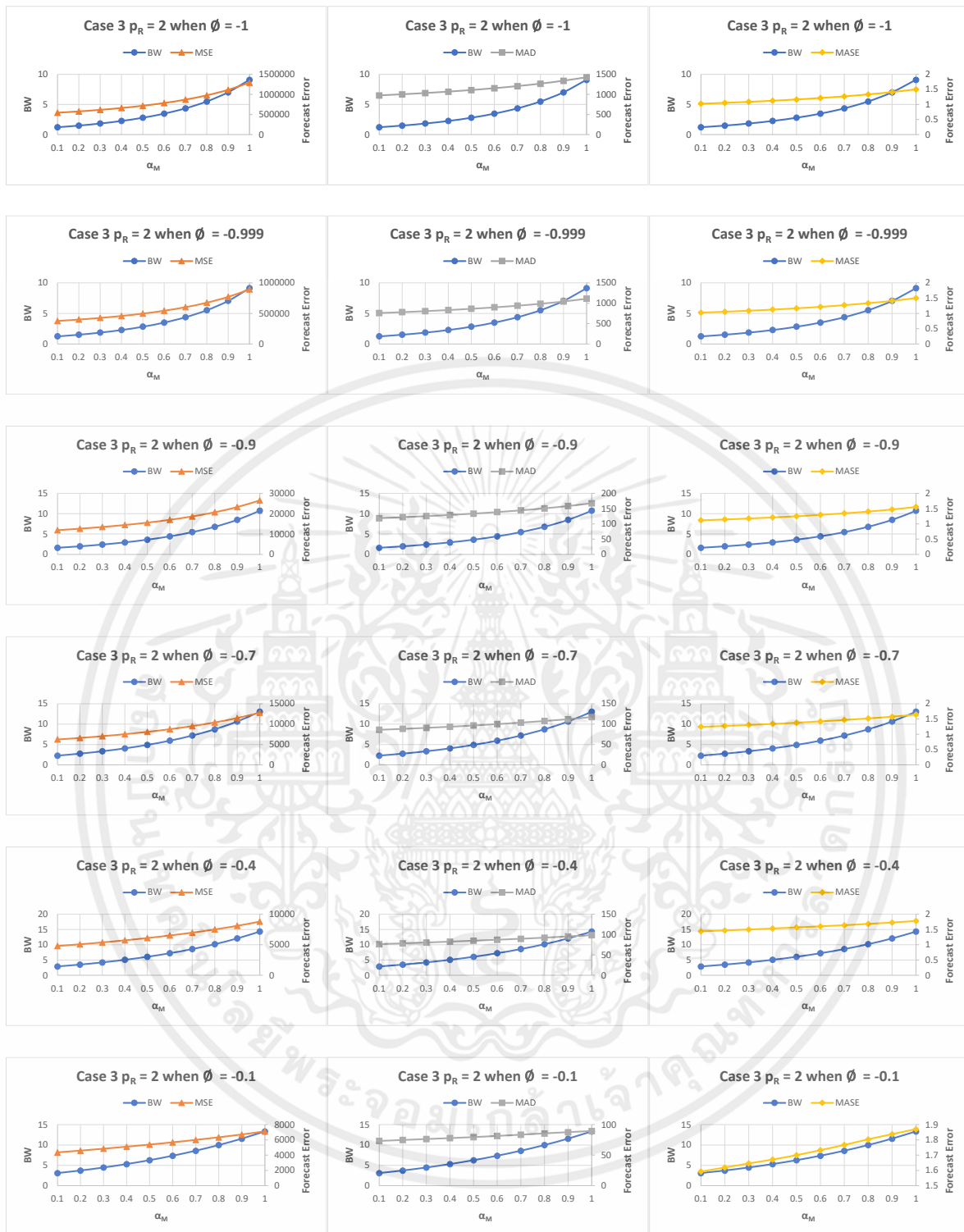


ภาคผนวก ง

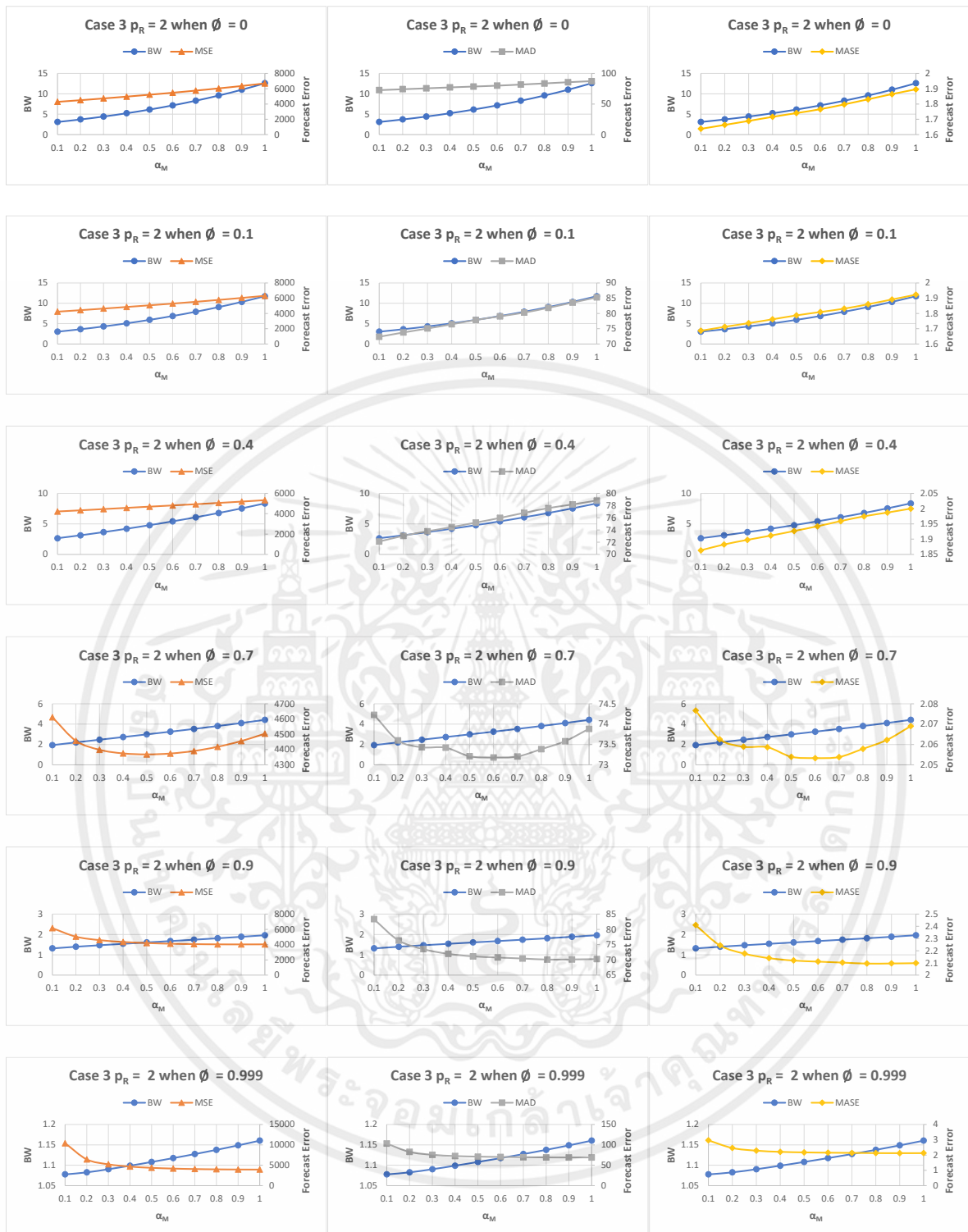
ตารางและกราฟของค่าบูลิปีเอฟเฟคและผลรวมดัชนีวัดความคลาดเคลื่อน
ของห่วงโซ่อุปทานแบบ 3 ระดับในกรณี 3

ตารางที่ ผง.1 ค่าบูลิพอฟเฟคและผลรวมดัชนีวัดความคลาดเคลื่อนของกรณีที่ 3
ผู้ค้าปลีกใช้วิธีพยากรณ์แบบ MA และผู้ผลิตใช้วิธีพยากรณ์แบบ ES เมื่อ $p_R = 2$

Case 3: BW 3-stage (MA, ES) and Forecast Errors When $p_R = 2$												
α_M	$\emptyset = -1$				$\emptyset = -0.999$				$\emptyset = -0.9$			
	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE
0.1	1.235071	544786.1	974.5297	1.025694	1.24117	376164.2	759.1875	1.025412	1.621448	11883.99	118.5362	1.116499
0.2	1.510236	577597	1002.37	1.054989	1.517681	398852	780.9102	1.054742	1.978226	12605.53	121.7358	1.145073
0.3	1.850453	616351.6	1033.479	1.087723	1.859545	425648.1	805.1836	1.087517	2.414025	13443.92	125.2416	1.176383
0.4	2.274408	662585.1	1068.479	1.12455	2.28552	457613.1	832.495	1.124393	2.948728	14424.16	129.0862	1.210718
0.5	2.807609	718358.7	1108.152	1.166295	2.821212	496171.1	863.4572	1.166199	3.608862	15581.24	133.4938	1.250081
0.6	3.485533	786493.5	1153.503	1.214015	3.502234	543271.2	898.8561	1.213995	4.430414	16962.41	138.4876	1.294679
0.7	4.358568	870934	1205.844	1.26909	4.379167	601638.7	939.7182	1.269168	5.46312	18632.22	144.1674	1.345403
0.8	5.500039	977333.5	1266.925	1.333361	5.52561	675179.7	987.4126	1.333566	6.777308	20680.98	150.69	1.403654
0.9	7.019671	1114027	1339.132	1.409339	7.051707	769653.8	1043.807	1.409711	8.475232	23238.73	158.272	1.471367
1	9.087154	1293716	1425.807	1.500541	9.127801	893839.4	1111.518	1.501136	10.71052	26499.09	167.2811	1.551824
α_M	$\emptyset = -0.7$				$\emptyset = -0.4$				$\emptyset = -0.1$			
	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE
0.1	2.256446	6235.543	86.11356	1.244736	2.875586	4793.412	76.49329	1.436689	3.09041	4364.366	73.38063	1.59248
0.2	2.745257	6615.887	88.34478	1.273326	3.485327	5074.259	78.39276	1.46604	3.725986	4595.346	74.93185	1.619218
0.3	3.333612	7048.071	90.88811	1.305916	4.205883	5384.392	80.44332	1.497726	4.46034	4843.19	76.45925	1.645545
0.4	4.04186	7540.113	93.62183	1.340945	5.053517	5725.282	82.62963	1.53151	5.301911	5105.08	77.959	1.671396
0.5	4.896084	8104.305	96.68943	1.380252	6.047992	6101.65	84.89336	1.566489	6.26076	5382.58	79.61538	1.699946
0.6	5.930172	8756.783	100.0859	1.423774	7.213577	6519.659	87.25445	1.602973	7.349036	5678.387	81.51097	1.732619
0.7	7.188718	9518.526	103.7151	1.470277	8.580082	6986.616	89.65604	1.640083	8.580945	5995.3	83.49227	1.76677
0.8	8.731529	10417.52	107.6218	1.520336	10.18456	7511.46	92.36609	1.68196	9.972952	6336.162	85.62045	1.803452
0.9	10.64099	11492.46	112.076	1.577412	12.07447	8105.949	95.38626	1.728628	11.5449	6704.445	87.58001	1.837228
1	13.03444	12798.75	117.3326	1.644767	14.31344	8786.698	98.59288	1.778178	13.32278	7105.398	89.50306	1.870375
α_M	$\emptyset = 0$				$\emptyset = 0.1$				$\emptyset = 0.4$			
	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE
0.1	3.079025	4288.973	72.78397	1.637136	3.028287	4235.753	72.36634	1.686606	2.649597	4219.925	72.11048	1.86328
0.2	3.703101	4503.334	74.23649	1.662914	3.63103	4431.515	73.78074	1.712505	3.129864	4329.693	73.04988	1.882398
0.3	4.41723	4731.288	75.70337	1.688945	4.312975	4638.199	75.0811	1.736316	3.646992	4452.323	73.79288	1.897518
0.4	5.227024	4968.57	77.2011	1.715525	5.077073	4849.927	76.46359	1.76163	4.199339	4573.537	74.47827	1.911467
0.5	6.13941	5216.144	78.59235	1.740214	5.927487	5067.213	77.86603	1.78731	4.786829	4692.123	75.21527	1.926465
0.6	7.163058	5476.293	80.02181	1.765582	6.870002	5292.206	79.07305	1.809411	5.41131	4810.444	75.97963	1.94202
0.7	8.308163	5751.309	81.79273	1.79701	7.911678	5527.047	80.28302	1.831566	6.075843	4931.201	76.8113	1.958945
0.8	9.586395	6043.296	83.6684	1.830296	9.060595	5773.525	81.85677	1.860383	6.784053	5056.456	77.58289	1.974648
0.9	11.01164	6354.651	85.58042	1.864228	10.32633	6033.466	83.56717	1.891701	7.540033	5187.76	78.18425	1.986886
1	12.60226	6689.088	87.34883	1.895611	11.72174	6309.661	85.26313	1.922755	8.349163	5326.858	78.81571	1.999737
α_M	$\emptyset = 0.7$				$\emptyset = 0.9$				$\emptyset = 0.999$			
	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE
0.1	1.940424	4612.39	74.23053	2.07669	1.315993	6158.126	83.31931	2.409913	1.07747	10395.98	103.2099	2.964052
0.2	2.209227	4457.728	73.60054	2.062654	1.397466	5036.33	76.32637	2.243454	1.082519	6443.128	82.72253	2.460508
0.3	2.473	4399.066	73.43307	2.058923	1.470843	4582.77	73.50491	2.176293	1.090206	5234.562	75.65508	2.286802
0.4	2.734819	4375.322	73.42279	2.058694	1.540415	4342.966	71.96703	2.139685	1.098892	4679.006	72.49764	2.209197
0.5	2.997222	4368.857	73.21135	2.053984	1.607874	4200.593	71.15237	2.120293	1.108045	4372.509	71.01668	2.172798
0.6	3.263287	4374.547	73.18234	2.053337	1.674662	4112.528	70.77433	2.111294	1.117551	4187.771	70.20342	2.152809
0.7	3.536302	4391.167	73.20528	2.053848	1.742118	4059.607	70.44099	2.103359	1.127452	4072.842	69.66894	2.139673
0.8	3.819355	4418.38	73.38619	2.057879	1.811403	4031.965	70.09785	2.095191	1.137835	4002.65	69.12571	2.126321
0.9	4.115243	4455.977	73.58176	2.062236	1.883484	4023.91	70.14138	2.096227	1.148795	3963.607	68.94394	2.121854
1	4.426817	4504.077	73.88674	2.06903	1.959237	4032.142	70.24172	2.098616	1.160432	3947.955	69.03388	2.124064



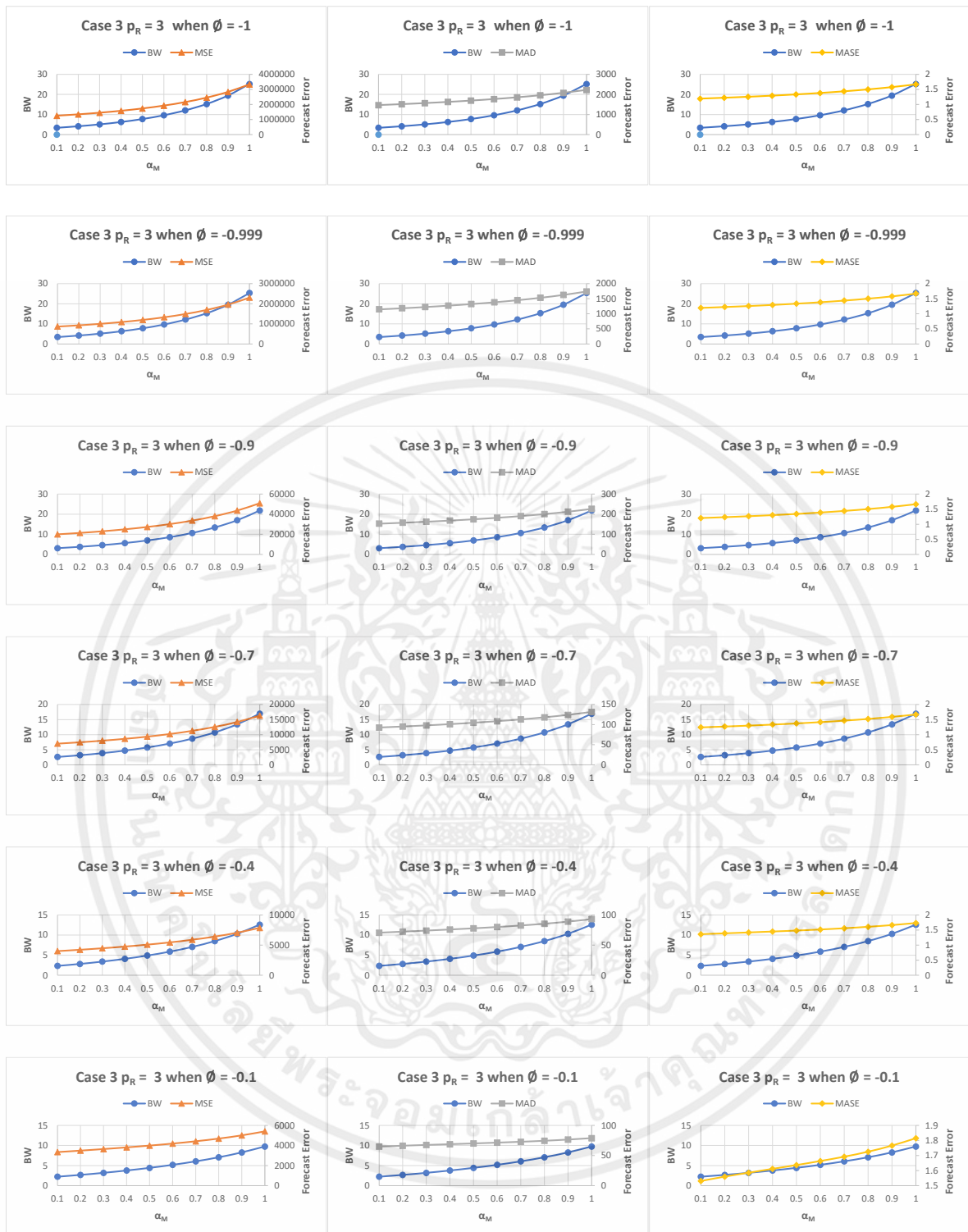
รูปที่ ผง.1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าบูลิเบอฟเฟคและค่าความคลาดเคลื่อนของกรณี 3
ผู้ค้าปลีกใช้วิธีพยากรณ์แบบ MA และผู้ผลิตใช้วิธีพยากรณ์แบบ ES เมื่อ $p_R = 2$



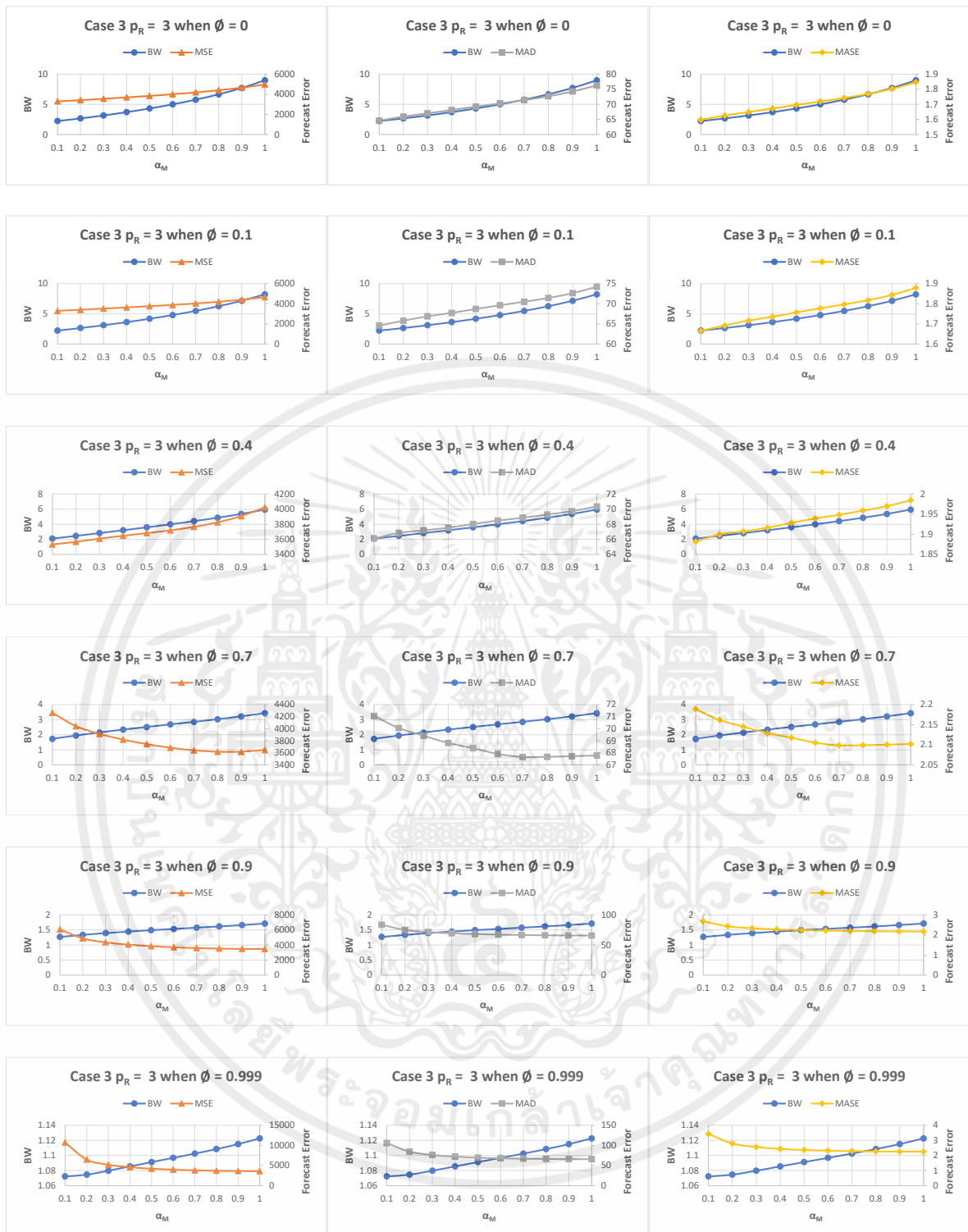
รูปที่ ผง.1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าบูลิเบอฟเฟคและค่าความคลาดเคลื่อนของกรณีที่ 3
ผู้ค้าปลีกใช้วิธีพยากรณ์แบบ MA และผู้ผลิตใช้วิธีพยากรณ์แบบ ES เมื่อ $p_R = 2$ (ต่อ)

ตารางที่ ผง.2 ค่าบูลิพอฟเฟคและผลรวมดัชนีวัดความคลาดเคลื่อนของกรณี 3
ผู้ค้าปลีกใช้วิธีพยากรณ์แบบ MA และผู้ผลิตใช้วิธีพยากรณ์แบบ ES เมื่อ $p_R = 3$

Case 3: BW 3-stage (MA, ES) and Forecast Errors When $p_R = 3$												
α_M	$\emptyset = -1$				$\emptyset = -0.999$				$\emptyset = -0.9$			
	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE
0.1	3.417204	1252910	1469.897	1.193469	3.431406	865022.9	1147.544	1.194109	3.066218	19961.54	152.8234	1.203338
0.2	4.178669	1343802	1516.412	1.222744	4.196061	927848.2	1183.921	1.223414	3.745544	21358.75	157.4707	1.23241
0.3	5.120301	1451192	1568.393	1.255459	5.141665	1002081	1224.574	1.256165	4.581468	23001.6	162.5658	1.264284
0.4	6.293942	1579342	1626.875	1.292266	6.320294	1090669	1270.316	1.293014	5.617415	24949.95	168.2915	1.300102
0.5	7.770392	1733979	1693.163	1.333986	7.803074	1197575	1322.169	1.334788	6.9126	27286.44	174.7535	1.340527
0.6	9.648154	1922944	1768.934	1.381674	9.68898	1328222	1381.448	1.382543	8.549124	30124.23	182.1148	1.386578
0.7	12.06719	2157203	1856.38	1.43671	12.11866	1490198	1449.872	1.437665	10.64297	33620.43	190.6303	1.439849
0.8	15.23124	2452477	1958.421	1.500932	15.29688	1694385	1529.73	1.502	13.36167	37998.06	200.5562	1.501943
0.9	19.44527	2831950	2079.044	1.576848	19.53023	1956828	1624.15	1.578065	16.95364	43582.38	212.3123	1.575486
1	25.18111	3330958	2223.829	1.667972	25.29307	2301990	1737.511	1.669389	21.79864	50862.8	226.3293	1.663173
α_M	$\emptyset = -0.7$				$\emptyset = -0.4$				$\emptyset = -0.1$			
	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE
0.1	2.621371	7038.887	92.73495	1.243293	2.335746	4014.541	70.50157	1.362563	2.246055	3346.139	64.86402	1.531162
0.2	3.192717	7493.842	95.25148	1.271103	2.827233	4236.146	72.2206	1.390586	2.695668	3491.89	66.29713	1.560146
0.3	3.886389	8021.098	98.04159	1.301782	3.407543	4484.806	74.00977	1.419753	3.207121	3648.569	67.5871	1.586235
0.4	4.732764	8636.104	101.1381	1.335911	4.093145	4764.18	75.88412	1.450308	3.786266	3814.767	68.8511	1.611799
0.5	5.77316	9361.943	104.5922	1.373981	4.906906	5082.692	77.81894	1.48185	4.442953	3994.563	70.08887	1.636832
0.6	7.064514	10230.18	108.4509	1.416511	5.880739	5452.205	80.00746	1.517526	5.192685	4194.556	71.41726	1.663698
0.7	8.686351	11283.82	112.9033	1.465585	7.05912	5888.419	82.52359	1.558544	6.05828	4423.165	72.836	1.692392
0.8	10.75175	12582.64	118.0636	1.522461	8.504526	6412.418	85.46589	1.606509	7.072475	4691.075	74.469	1.725418
0.9	13.42522	14211.85	124.1695	1.589759	10.3063	7053.462	88.94585	1.663238	8.282424	5012.544	76.4778	1.766045
1	16.95266	16296.61	131.4195	1.669667	12.5954	7853.571	93.15698	1.731887	9.75743	5407.644	78.88516	1.814733
α_M	$\emptyset = 0$				$\emptyset = 0.1$				$\emptyset = 0.4$			
	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE
0.1	2.233422	3292.067	64.58269	1.597256	2.219389	3289.228	64.59226	1.665464	2.103062	3533.314	66.11577	1.881569
0.2	2.671041	3420.217	65.91662	1.625617	2.6435	3399.818	65.77474	1.691717	2.461465	3566.991	66.85262	1.899478
0.3	3.161458	3556	67.00947	1.648852	3.110904	3515.63	66.8797	1.71625	2.831229	3609.296	67.18942	1.907664
0.4	3.70762	3696.529	68.11766	1.672414	3.622047	3632.177	67.72759	1.735075	3.209214	3647.611	67.54379	1.916277
0.5	4.316102	3845.162	69.2348	1.696166	4.180816	3752.281	68.70817	1.756846	3.595647	3682.823	68.03674	1.928258
0.6	4.998554	4007.822	70.31195	1.719068	4.795806	3881.512	69.61994	1.777089	3.99479	3720.063	68.49308	1.939349
0.7	5.772936	4191.954	71.4117	1.74245	5.481168	4026.755	70.5064	1.79677	4.414739	3765.618	68.8619	1.948313
0.8	6.66549	4406.726	72.68078	1.769433	6.25803	4196.187	71.43275	1.817337	4.867552	3826.165	69.29928	1.958944
0.9	7.714294	4664.075	74.27987	1.803431	7.15726	4400.115	72.62093	1.843717	5.370277	3909.171	69.7408	1.969675
1	8.97551	4980.576	76.29446	1.846265	8.224483	4652.567	74.21212	1.879045	5.947321	4023.974	70.36506	1.984848
α_M	$\emptyset = 0.7$				$\emptyset = 0.9$				$\emptyset = 0.999$			
	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE
0.1	1.724482	4264.88	71.06209	2.188378	1.266037	6065.96	83.54002	2.676681	1.072235	10706.32	105.9993	3.421668
0.2	1.943665	4042.679	70.05133	2.161706	1.335248	4876.002	74.81247	2.430889	1.074571	6471.071	84.36616	2.790483
0.3	2.146128	3913.512	69.41453	2.144902	1.39322	4354.481	71.35027	2.333384	1.079792	5197.224	76.36352	2.556991
0.4	2.334414	3818.922	68.81595	2.129107	1.444158	4048.544	69.3379	2.27671	1.085497	4578.762	72.12408	2.433297
0.5	2.511474	3743.225	68.38324	2.117689	1.489887	3843.297	68.13166	2.242739	1.091177	4212.783	69.57558	2.35894
0.6	2.681726	3683.316	67.91031	2.105209	1.532207	3696.97	67.12519	2.214395	1.096779	3973.184	67.94211	2.31128
0.7	2.850841	3640.377	67.65233	2.098402	1.573081	3592.036	66.49688	2.196699	1.102444	3809.468	67.05197	2.285309
0.8	3.02559	3617.126	67.66786	2.098812	1.614626	3520.81	66.03215	2.183611	1.108412	3698.488	66.39206	2.266055
0.9	3.214154	3617.31	67.72144	2.100226	1.659202	3480.547	65.72292	2.174903	1.114997	3629.255	65.87088	2.250848
1	3.427036	3646.173	67.78347	2.101862	1.709647	3471.878	65.64571	2.172728	1.122612	3597.506	65.70009	2.245865



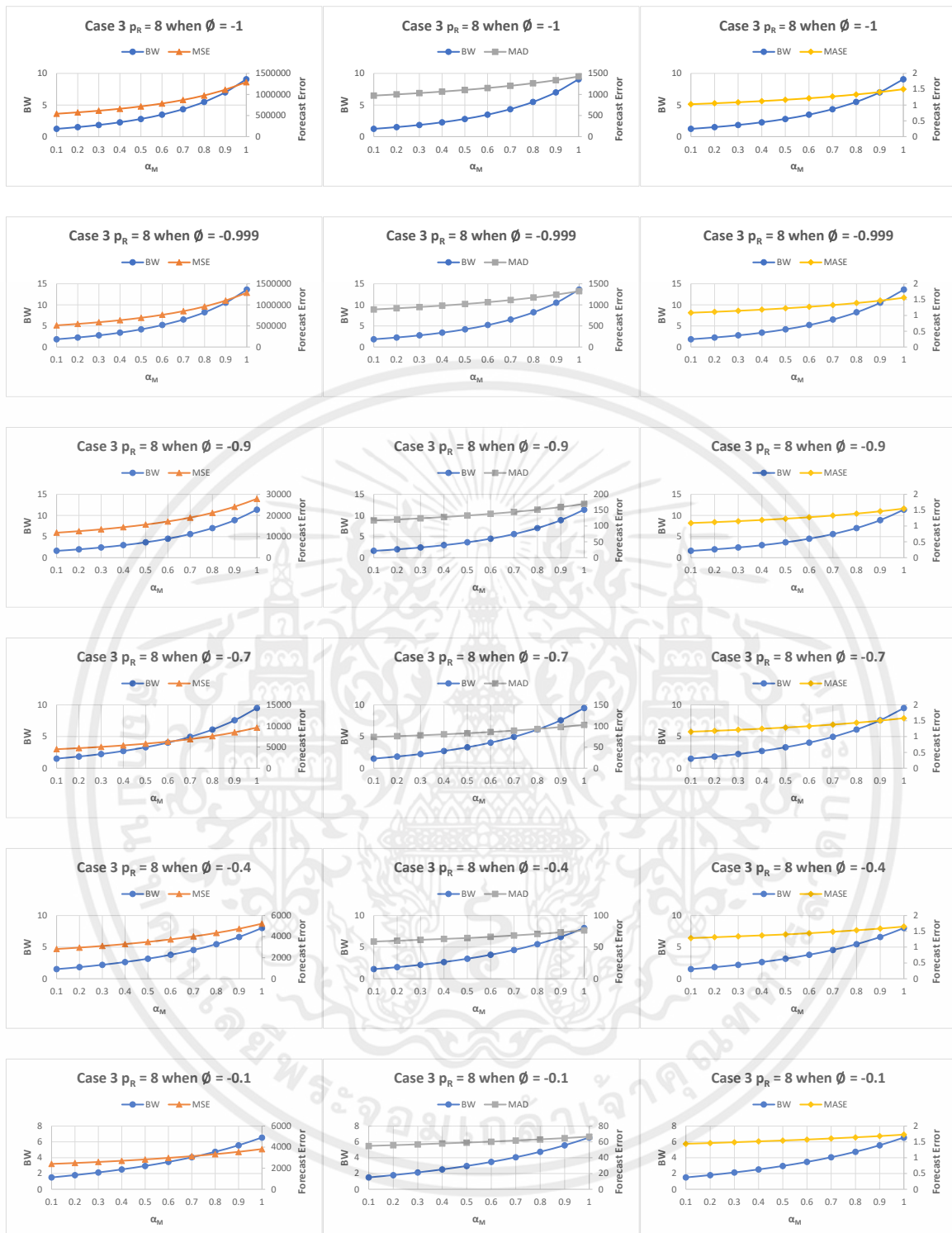
รูปที่ ผง.2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าบูลิฟเฟคและค่าความคลาดเคลื่อนของกรณีที่ 3
ผู้ค้าปลีกใช้วิธีพยากรณ์แบบ MA และผู้ผลิตใช้วิธีพยากรณ์แบบ ES เมื่อ $p_R = 3$



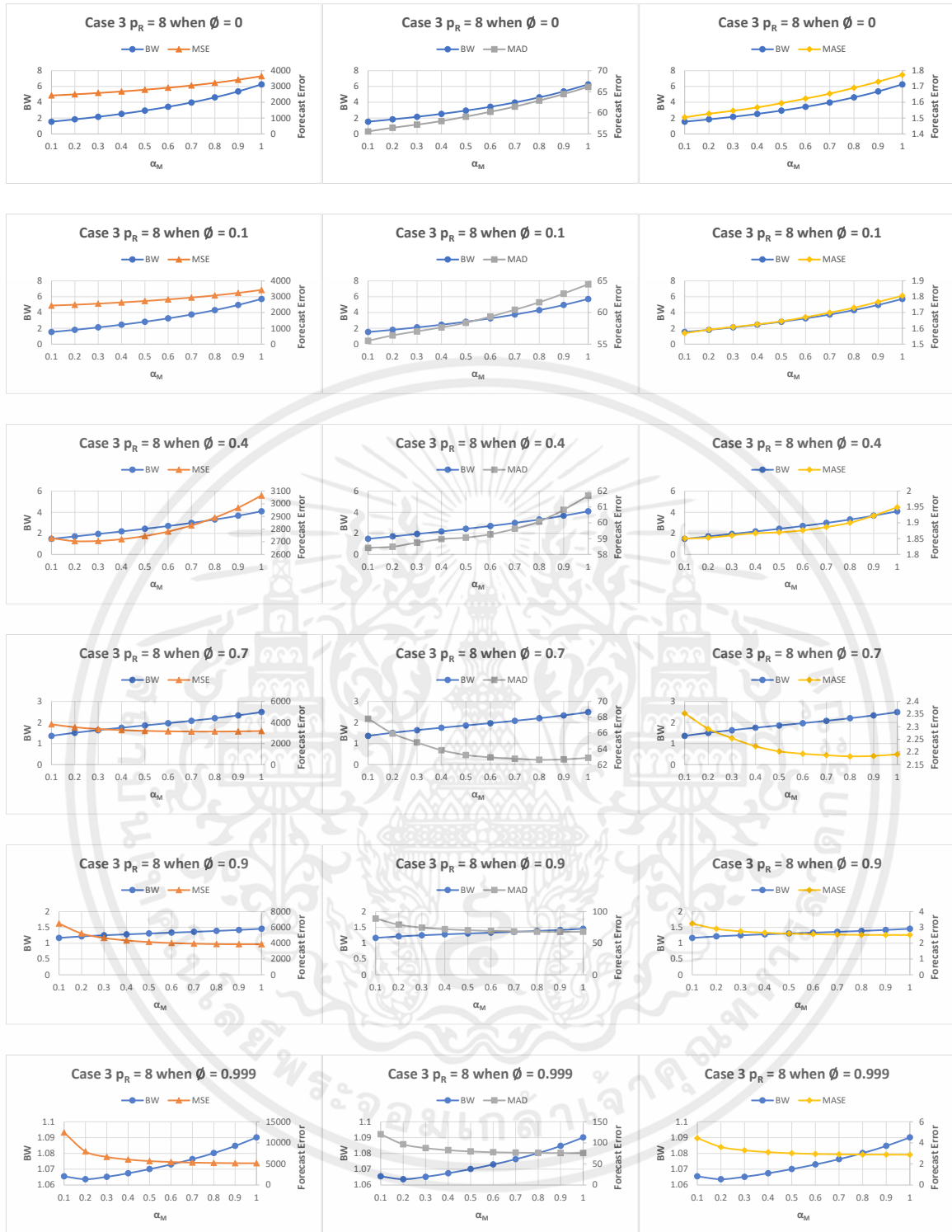
รูปที่ ผง.2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าบูลิเบอฟเฟคและค่าความคลาดเคลื่อนของกรณีที่ 3
ผู้ค้าปลีกใช้วิธีพยากรณ์แบบ MA และผู้ผลิตใช้วิธีพยากรณ์แบบ ES เมื่อ $p_R = 3$ (ต่อ)

ตารางที่ ผง.3 ค่าบูลิพเอฟเฟคและผลรวมดัชนีวัดความคลาดเคลื่อนของกรณีที่ 3
ผู้ค้าปลีกใช้วิธีพยากรณ์แบบ MA และผู้ผลิตใช้วิธีพยากรณ์แบบ ES เมื่อ $p_R = 8$

p Case 3: BW 3-stage (MA, ES) and Forecast Errors When $p_R = 8$												
α_M	$\emptyset = -1$				$\emptyset = -0.999$				$\emptyset = -0.9$			
	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE
0.1	1.231868	544124.8	974.6506	1.025669	1.847268	514648.2	891.3355	1.08278	1.620357	11830.94	117.3798	1.092318
0.2	1.506322	576880.4	1002.49	1.054955	2.258882	548450.7	918.0478	1.112101	1.978032	12560.64	120.5946	1.120326
0.3	1.845688	615577.9	1033.597	1.087676	2.767895	588391.3	947.8977	1.144866	2.417547	13421	124.2881	1.152502
0.4	2.268637	661752.7	1068.591	1.124488	3.402342	636056.9	981.4821	1.181731	2.961581	14442.12	128.4493	1.188753
0.5	2.800668	717467	1108.255	1.166211	4.200513	693578.7	1019.554	1.223521	3.640829	15665.85	133.1264	1.229499
0.6	3.477245	785543.1	1153.593	1.213903	5.215683	763874.9	1063.078	1.271296	4.497543	17149.52	138.4802	1.27614
0.7	4.348748	869927.8	1205.916	1.268943	6.523553	851028.2	1113.318	1.326443	5.591039	18972.54	144.5651	1.329151
0.8	5.488494	976277.9	1266.971	1.333168	8.234329	960891.7	1171.955	1.390807	7.006523	21247.4	151.6153	1.390571
0.9	7.006205	1112933	1339.144	1.409089	10.51301	1102098	1241.287	1.46691	8.869717	24137.77	159.9053	1.462791
1	9.071575	1292601	1425.773	1.500216	13.61491	1287811	1324.531	1.558284	11.37206	27889.42	169.7905	1.548909
α_M	$\emptyset = -0.7$				$\emptyset = -0.4$				$\emptyset = -0.1$			
	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE
0.1	1.515104	4508.407	73.99264	1.15329	1.520577	2824.278	58.82272	1.28513	1.512124	2416.265	54.87236	1.439235
0.2	1.841972	4761.14	75.90311	1.181588	1.835023	2958.127	60.21284	1.313975	1.80587	2499.976	55.7612	1.461328
0.3	2.23767	5057.269	78.01404	1.212855	2.205825	3113.947	61.60642	1.342892	2.139896	2598.915	56.82933	1.487878
0.4	2.719563	5404.31	80.36161	1.247627	2.645097	3292.994	63.00519	1.371917	2.521593	2710.9	57.95308	1.515811
0.5	3.310578	5813.877	82.9292	1.285658	3.168237	3499.333	64.48234	1.402568	2.960093	2837.175	59.05789	1.543272
0.6	4.041469	6301.832	85.80288	1.328223	3.795127	3738.806	66.35309	1.441387	3.466898	2980.384	60.28067	1.573666
0.7	4.954178	6889.647	89.14724	1.37776	4.55178	4019.114	68.50582	1.486056	4.056612	3144.076	61.6885	1.608659
0.8	6.107079	7606.886	93.01678	1.435075	5.472844	4350.463	70.82854	1.534253	4.748067	3332.805	63.13101	1.644515
0.9	7.583454	8495.318	97.51911	1.501764	6.605644	4746.82	73.40443	1.587703	5.566249	3552.66	64.71843	1.683972
1	9.505656	9615.756	102.7417	1.57912	8.016932	5228.013	76.41039	1.650078	6.545734	3812.279	66.58938	1.730477
α_M	$\emptyset = 0$				$\emptyset = 0.1$				$\emptyset = 0.4$			
	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE
0.1	1.54146	2432.784	55.55142	1.50469	1.528965	2435.574	55.52026	1.569065	1.480413	2728.456	58.41456	1.850589
0.2	1.832956	2503.692	56.43387	1.527069	1.808291	2489.712	56.37012	1.591584	1.710993	2705.092	58.48466	1.852676
0.3	2.159058	2588.955	57.17693	1.545912	2.114784	2558.087	57.01398	1.608644	1.943543	2706.383	58.74674	1.86048
0.4	2.526221	2685.751	58.02094	1.567316	2.453693	2636.538	57.63823	1.625184	2.182063	2720.633	58.96701	1.86704
0.5	2.942776	2795.225	59.08267	1.594241	2.831906	2725.601	58.37004	1.644575	2.431586	2745.432	59.0622	1.869874
0.6	3.419288	2919.88	60.22145	1.623119	3.258181	2827.305	59.35012	1.670544	2.698119	2781.102	59.27001	1.876063
0.7	3.969065	3062.962	61.44697	1.654198	3.74346	2944.35	60.43579	1.699311	2.988557	2828.887	59.62085	1.88651
0.8	4.609122	3228.566	62.90269	1.691114	4.3016	3080.109	61.60686	1.730341	3.310934	2890.547	60.08012	1.900186
0.9	5.361907	3422.129	64.43559	1.729988	4.95074	3239.014	63.00042	1.767266	3.675103	2968.496	60.822	1.922278
1	6.258247	3651.298	66.14866	1.77343	5.71569	3427.297	64.46823	1.806158	4.093976	3066.24	61.72596	1.949197
α_M	$\emptyset = 0.7$				$\emptyset = 0.9$				$\emptyset = 0.999$			
	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE
0.1	1.364264	3829.738	67.819	2.352729	1.167103	6486.651	88.91996	3.239767	1.06546	12447.87	120.6091	4.445452
0.2	1.510159	3550.255	65.94642	2.291495	1.214314	5229.352	79.23958	2.905917	1.063665	7966.181	96.63125	3.604816
0.3	1.636362	3385.273	64.81314	2.254436	1.249671	4669.999	74.6312	2.746986	1.065193	6663.204	87.65445	3.2901
0.4	1.750902	3277.735	63.82994	2.222285	1.279394	4352.357	72.14339	2.661188	1.067445	6038.825	82.68274	3.115798
0.5	1.859888	3206.88	63.22424	2.202479	1.306216	4153.889	70.52459	2.60536	1.070061	5682.453	79.67998	3.010525
0.6	1.968581	3163.058	62.93044	2.192871	1.332061	4025.445	69.41098	2.566954	1.073	5461.482	77.81109	2.945003
0.7	2.081727	3141.353	62.75736	2.187211	1.3585	3943.362	68.64542	2.540553	1.076339	5320.138	76.86931	2.911985
0.8	2.203844	3139.274	62.61909	2.18269	1.386915	3895.073	68.21448	2.52569	1.080197	5231.088	76.2442	2.89007
0.9	2.33964	3155.952	62.66956	2.18434	1.418651	3873.755	67.9886	2.517901	1.084724	5179.825	75.94111	2.879444
1	2.494609	3191.989	62.86515	2.190736	1.455181	3876.133	68.05299	2.520121	1.090114	5158.669	75.84514	2.876079



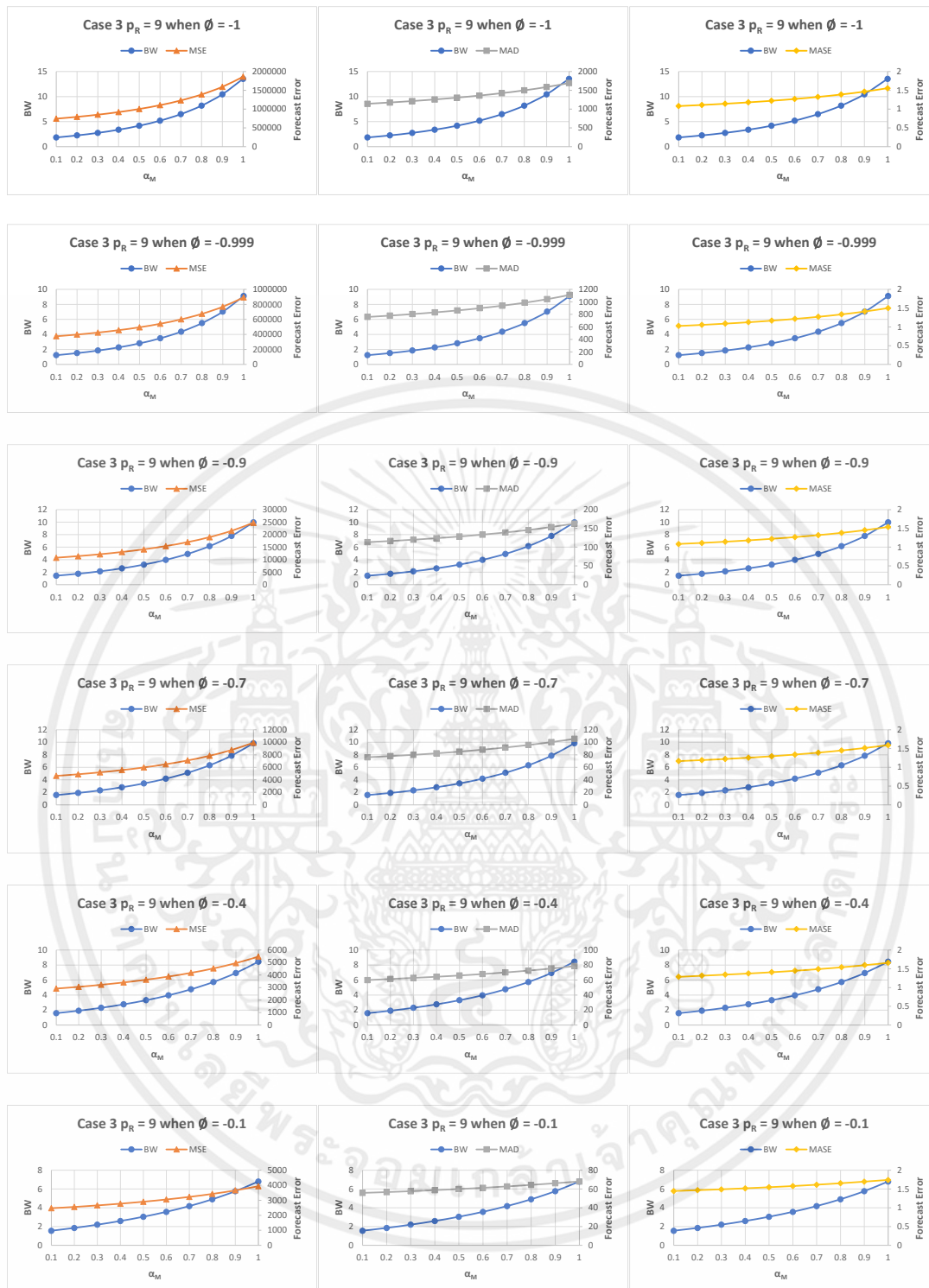
รูปที่ ผง.3 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าบูลิปอฟเฟคและค่าความคลาดเคลื่อนของกรณีที่ 3
ผู้ค้าปลีกใช้วิธีพยากรณ์แบบ MA และผู้ผลิตใช้วิธีพยากรณ์แบบ ES เมื่อ $p_R = 8$



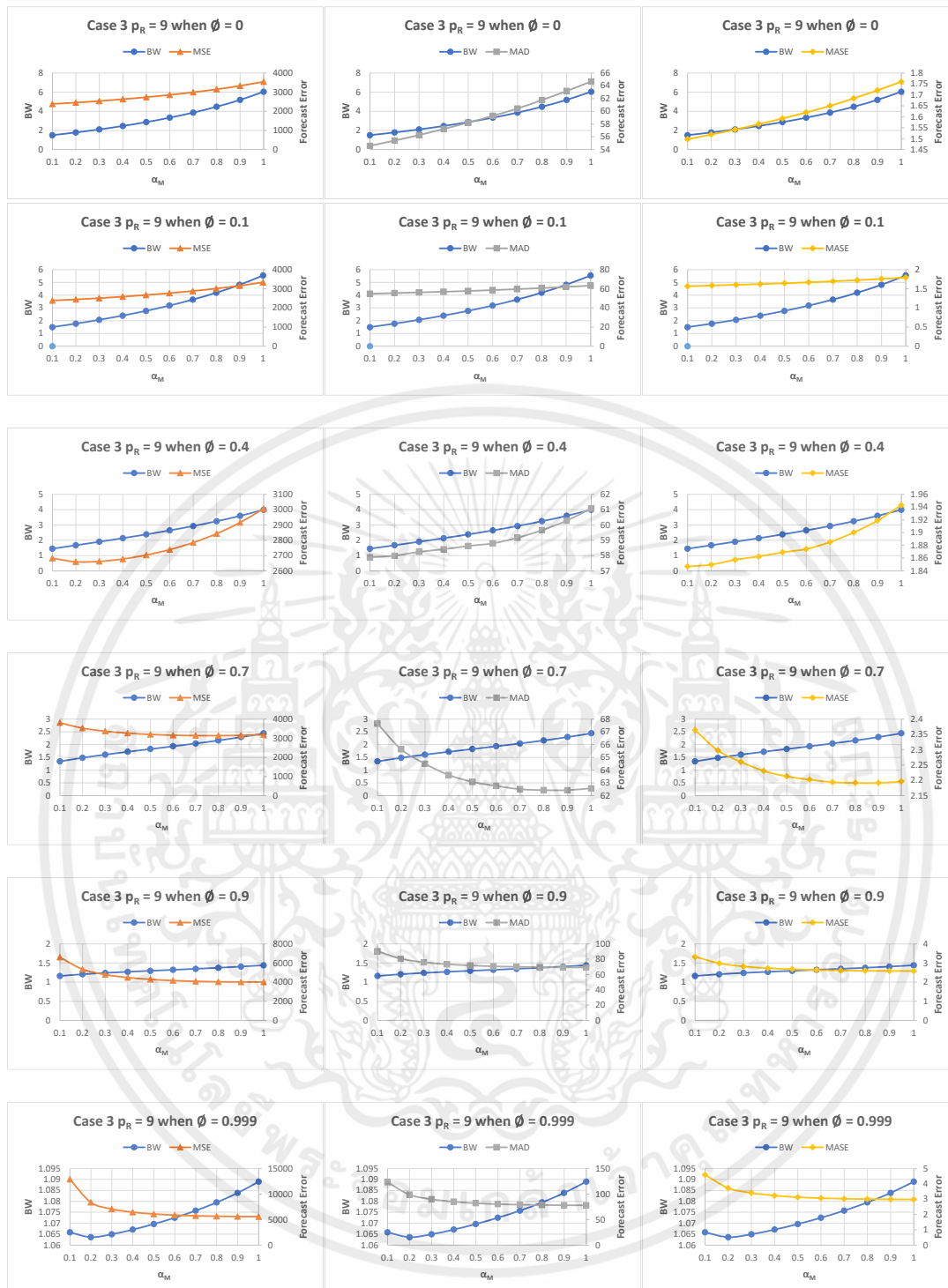
รูปที่ ผง.3 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าบูลิปเอฟเฟคและค่าความคลาดเคลื่อนของกรณีที่ 3
ผู้ค้าปลีกใช้วิธีพยากรณ์แบบ MA และผู้ผลิตใช้วิธีพยากรณ์แบบ ES เมื่อ $p_R = 8$ (ต่อ)

ตารางที่ ผง.4 ค่าบูลิพอฟเฟคและผลรวมดัชนีวัดความคลาดเคลื่อนของกรณีที่ 3
ผู้ค้าปลีกใช้วิธีพยากรณ์แบบ MA และผู้ผลิตใช้วิธีพยากรณ์แบบ ES เมื่อ $p_R = 9$

Case 3: BW 3-stage (MA, ES) and Forecast Errors When $p_R = 9$												
α_M	$\emptyset = -1$				$\emptyset = -0.999$				$\emptyset = -0.9$			
	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE
0.1	1.839005	745442.9	1141.569	1.082241	1.236516	375465.9	759.3032	1.025377	1.432562	10749.03	113.4553	1.08452
0.2	2.248772	794337.1	1175.71	1.111528	1.511999	398095.1	781.0252	1.054696	1.748347	11389.67	116.5011	1.112483
0.3	2.755487	852106.1	1213.86	1.144255	1.852635	424830.7	805.2959	1.087455	2.135987	12144.62	119.9716	1.144344
0.4	3.387053	921043.4	1256.779	1.181073	2.277167	456733.5	832.6015	1.12431	2.615285	13039.84	123.9315	1.180698
0.5	4.181569	1004230	1305.428	1.222806	2.811189	495228.7	863.5545	1.166089	3.213011	14111.6	128.3994	1.221715
0.6	5.192044	1105882	1361.037	1.27051	3.4903	542266.9	898.9397	1.213849	3.965933	15409.41	133.4224	1.267829
0.7	6.493791	1231901	1425.214	1.325565	4.365075	600575.8	939.7828	1.268977	4.925509	17001.59	139.1449	1.320365
0.8	8.196435	1390742	1500.106	1.38981	5.509119	674065.5	987.4515	1.333317	6.165398	18984.59	145.771	1.381196
0.9	10.46408	1594877	1588.637	1.465757	7.03259	768500.7	1043.811	1.409387	7.793843	21498.05	153.5672	1.452769
1	13.55059	1863314	1694.906	1.556919	9.105869	892667.1	1111.475	1.500716	9.974853	24750.59	162.8696	1.538171
α_M	$\emptyset = -0.7$				$\emptyset = -0.4$				$\emptyset = -0.1$			
	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE
0.1	1.566826	4634.346	76.06539	1.166296	1.583118	2917.737	59.88358	1.285845	1.553239	2471.989	55.86542	1.447057
0.2	1.90504	4896.143	77.90467	1.192683	1.91111	3058.077	61.39358	1.316114	1.855518	2558.5	56.75554	1.468635
0.3	2.314537	5202.718	79.9516	1.22205	2.298206	3221.27	62.83385	1.344984	2.199287	2660.348	57.71284	1.49184
0.4	2.81339	5562.132	82.34774	1.256426	2.757399	3409.125	64.35867	1.37555	2.59244	2775.875	58.8309	1.518943
0.5	3.42553	5986.641	85.08951	1.295761	3.305416	3626.334	66.05086	1.40947	3.045063	2906.875	60.02248	1.547828
0.6	4.183034	6492.826	88.20433	1.340448	3.963928	3879.404	67.99027	1.448346	3.569958	3056.452	61.31106	1.579064
0.7	5.129569	7102.997	91.72726	1.39099	4.761302	4176.803	70.17147	1.492069	4.183363	3228.596	62.78619	1.614823
0.8	6.325749	7847.75	95.77251	1.449025	5.73533	4529.725	72.61854	1.541121	4.906227	3428.403	64.40709	1.654115
0.9	7.857747	8770.098	100.3351	1.514483	6.937595	4953.446	75.43513	1.597581	5.766362	3662.686	66.16749	1.696788
1	9.851512	9932.233	105.5946	1.589938	8.440617	5469.52	78.54225	1.659864	6.802104	3941.031	68.05245	1.742482
α_M	$\emptyset = 0$				$\emptyset = 0.1$				$\emptyset = 0.4$			
	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE
0.1	1.505306	2383.05	54.58658	1.497636	1.496405	2389.399	54.84828	1.566466	1.452091	2682.996	57.89208	1.846854
0.2	1.789464	2451.938	55.40996	1.519065	1.76929	2442.15	55.59497	1.586677	1.677494	2659.606	57.99302	1.849902
0.3	2.107461	2535.293	56.27084	1.541469	2.068973	2509.486	56.29186	1.60554	1.905444	2662.206	58.24479	1.857503
0.4	2.465367	2629.734	57.22981	1.566427	2.400423	2586.62	56.95171	1.6234	2.139931	2678.051	58.41546	1.862656
0.5	2.870654	2735.839	58.22724	1.592385	2.769752	2673.475	57.77197	1.645603	2.38537	2703.773	58.62784	1.869068
0.6	3.33272	2855.67	59.29355	1.620136	3.184656	2771.646	58.655	1.669504	2.646914	2739.139	58.80085	1.874292
0.7	3.86344	2992.101	60.43363	1.649807	3.654821	2883.513	59.65964	1.696697	2.930575	2785.144	59.16217	1.885202
0.8	4.478012	3148.787	61.76283	1.684399	4.192554	3012.094	60.73203	1.725724	3.243457	2843.391	59.65998	1.900232
0.9	5.196469	3330.567	63.17319	1.721104	4.813954	3161.331	61.9875	1.759707	3.59429	2916.064	60.27696	1.91886
1	6.04644	3544.295	64.67242	1.760122	5.54114	3336.791	63.33669	1.796226	3.994537	3006.312	61.079	1.943076
α_M	$\emptyset = 0.7$				$\emptyset = 0.9$				$\emptyset = 0.999$			
	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE
0.1	1.341625	3805.513	67.63493	2.364161	1.160688	6607.748	90.32522	3.325414	1.065848	12902.29	123.201	4.593732
0.2	1.483459	3526.731	65.63136	2.297694	1.206396	5348.477	80.62534	2.985075	1.063637	8358.927	98.81268	3.723612
0.3	1.606504	3365.558	64.50343	2.260276	1.240619	4792.963	75.93642	2.820556	1.064966	7059.655	89.91026	3.405993
0.4	1.718909	3262.939	63.62127	2.23101	1.269637	4481.16	73.40038	2.731574	1.067095	6441.138	84.97892	3.230054
0.5	1.826344	3196.473	63.08065	2.213076	1.29602	4288.226	71.84094	2.676858	1.069634	6090.306	82.02672	3.124727
0.6	1.933477	3155.648	62.76086	2.202467	1.32148	4163.956	70.71224	2.637255	1.072511	5873.541	80.29541	3.062957
0.7	2.044504	3135.267	62.50513	2.193983	1.347403	4084.374	69.9808	2.611591	1.075771	5734.802	79.22734	3.024851
0.8	2.163468	3132.799	62.43037	2.191503	1.37503	4036.912	69.57316	2.597289	1.07951	5646.779	78.57321	3.001513
0.9	2.294601	3147.346	62.42989	2.191487	1.405573	4014.779	69.29058	2.587374	1.083857	5595.019	78.14363	2.986187
1	2.44283	3179.378	62.57236	2.196214	1.440363	4014.653	69.19223	2.583923	1.088983	5571.813	77.94459	2.979085



รูปที่ ผง.4 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าบูลิเบฟเฟคและค่าความคลาดเคลื่อนของกรณีที่ 3
ผู้ค้าปลีกใช้วิธีพยากรณ์แบบ MA และผู้ผลิตใช้วิธีพยากรณ์แบบ ES เมื่อ $p_R = 9$



รูปที่ ผง.4 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าบูลิพอฟเฟคและค่าความคลาดเคลื่อนของกรณีที่ 3
ผู้ค้าปลีกใช้วิธีพยากรณ์แบบ MA และผู้ผลิตใช้วิธีพยากรณ์แบบ ES เมื่อ $p_R = 9$ (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

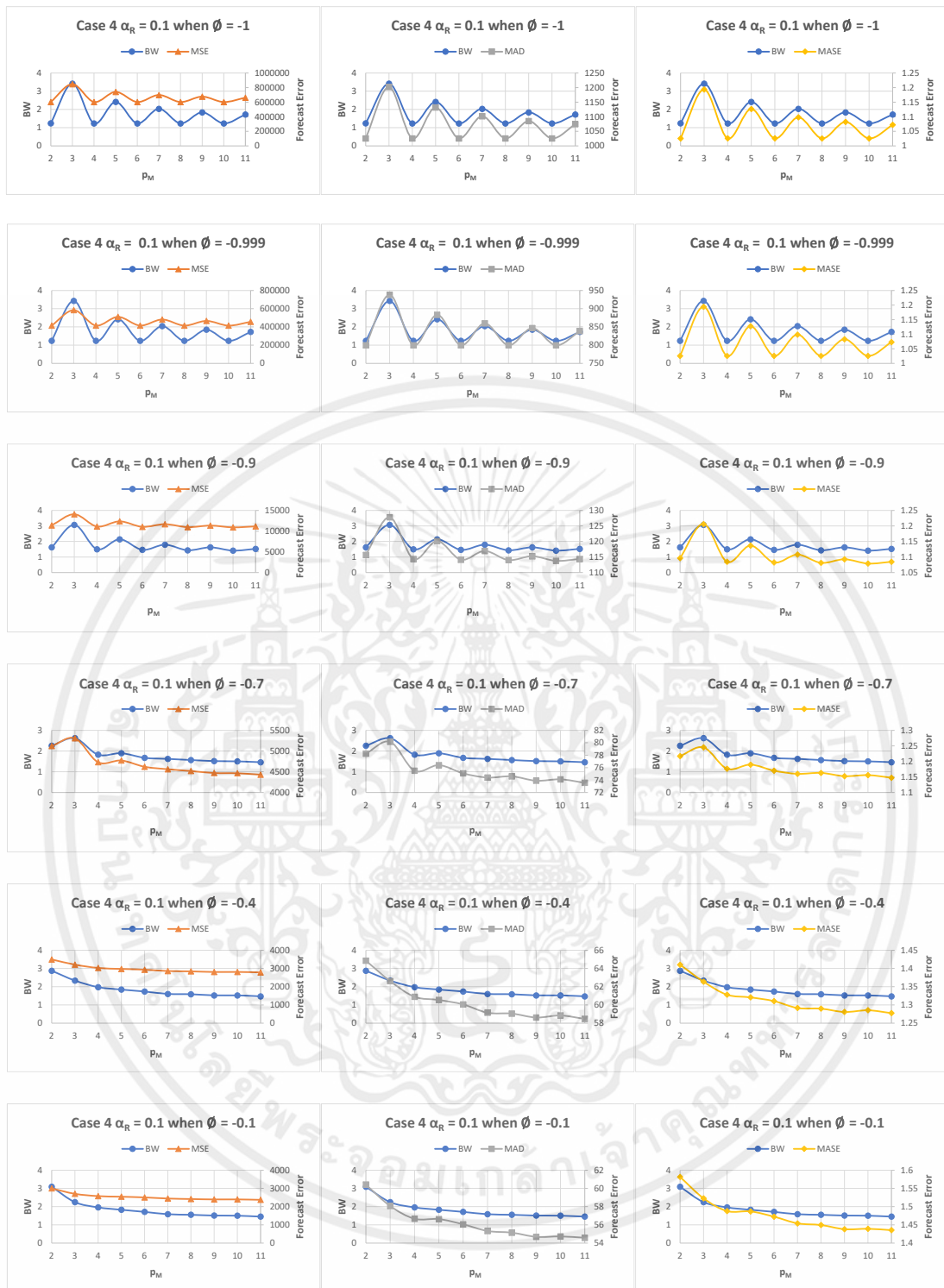


ภาคผนวก จ

ตารางและกราฟของค่าบูลิปปอฟเฟคและผลรวมดัชนีวัดความคลาดเคลื่อน
ของห่วงโซ่อุปทานแบบ 3 ระดับในกรณีที่ 4

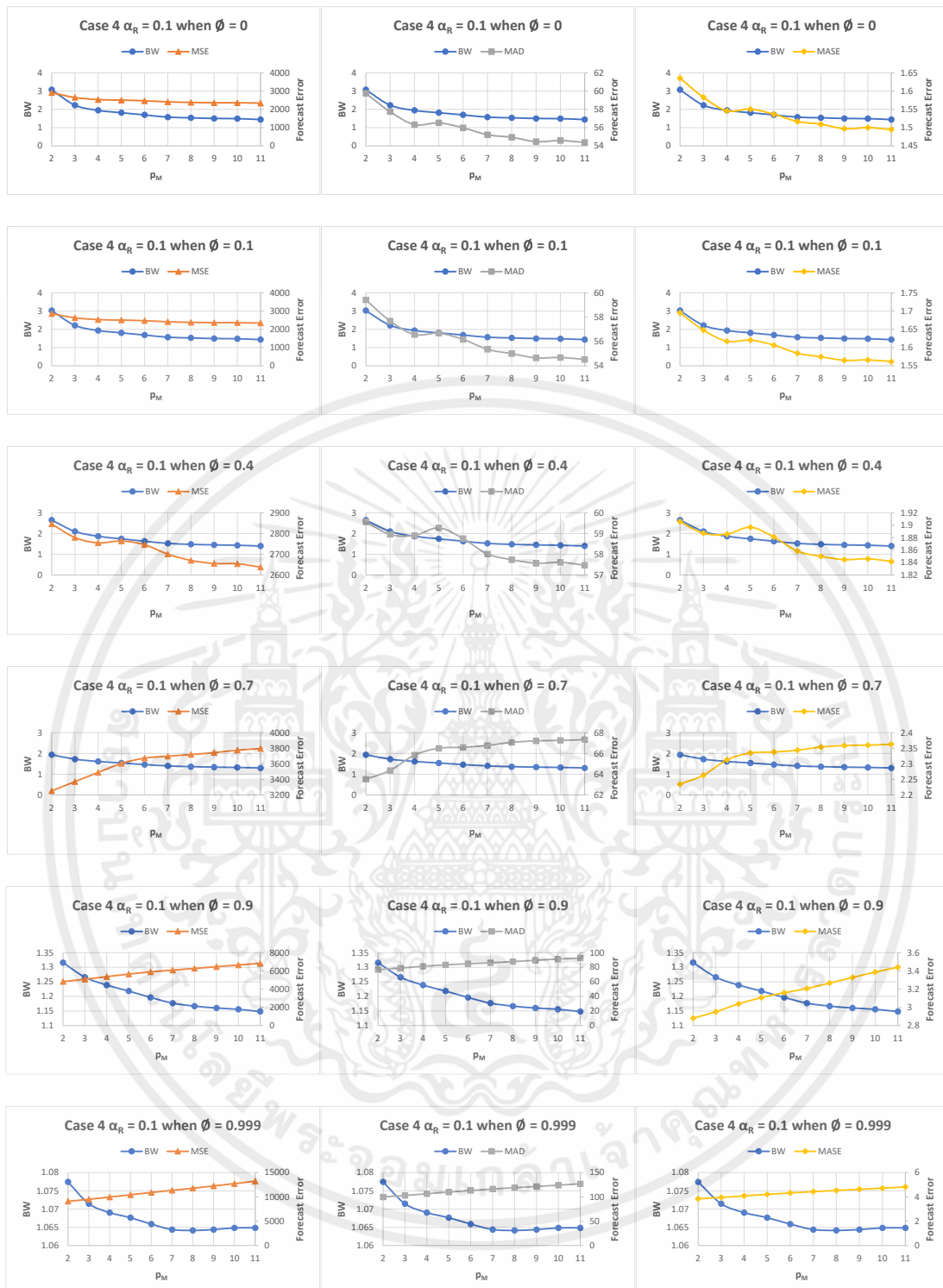
ตารางที่ ผจ.1 ค่าบูลิโอฟเฟคและผลรวมดัชนีวัดความคลาดเคลื่อนของกรณี ที่ 4
ผู้ค้าปลีกใช้วิธีพยากรณ์แบบ ES และผู้ผลิตใช้วิธีพยากรณ์แบบ MA เมื่อ $\alpha_R = 0.1$

Case 4: BW 3-stage (ES, MA) and Forecast Errors When $\alpha_R = 0.1$												
p_M	$\phi = -1$				$\phi = -0.999$				$\phi = -0.9$			
	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE
2	1.235071	601354.3	1025.595	1.025734	1.24117	415082.3	799.6124	1.025464	1.621448	11391.97	115.6671	1.096504
3	3.417204	846379.7	1202.052	1.193381	3.431406	584326.9	938.0696	1.193994	3.066218	14065.49	127.7866	1.206092
4	1.233648	601197.5	1025.669	1.025804	1.23898	414904.2	799.6859	1.025553	1.500713	11108.85	114.3756	1.084826
5	2.410998	739665.8	1131.805	1.126641	2.421156	510577.9	883.1888	1.127193	2.140942	12354.28	120.1239	1.136804
6	1.232936	601155.9	1025.671	1.025806	1.23796	414857.8	799.6874	1.025555	1.461553	11034.67	114.1145	1.082465
7	2.034017	697434.3	1101.755	1.098092	2.042776	481404.4	859.7245	1.098632	1.789079	11675.44	116.9257	1.107885
8	1.231867	601009.9	1025.581	1.025721	1.236516	414725.1	799.5962	1.025444	1.432562	10956.95	114.0064	1.081487
9	1.839005	674940.2	1085.103	1.082271	1.847268	465887.7	846.7318	1.082817	1.620357	11333.6	115.2574	1.0928
10	1.231097	600896.8	1025.503	1.025647	1.235475	414621.7	799.5179	1.025349	1.410715	10909.21	113.7513	1.079181
11	1.720099	660967	1074.507	1.072204	1.728116	456251.7	838.4642	1.072754	1.5245	11144.84	114.3764	1.084833
p_M	$\phi = -0.7$				$\phi = -0.4$				$\phi = -0.1$			
	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE
2	2.256446	5120.789	78.25406	1.21719	2.875586	3494.862	64.85588	1.410338	3.09041	3001.639	60.41852	1.581517
3	2.621371	5310.098	80.14826	1.245288	2.335744	3209.803	62.61206	1.363734	2.246053	2705.171	58.07035	1.522782
4	1.824646	4731.278	75.51107	1.176503	1.973237	3028.324	60.89292	1.328027	1.959013	2577.851	56.66808	1.487708
5	1.89596	4773.495	76.407	1.189793	1.839062	2976.293	60.54173	1.320733	1.827535	2544.622	56.63144	1.486791
6	1.673082	4622.546	75.0859	1.170196	1.732166	2933.675	60.05309	1.310583	1.712131	2507.379	56.05549	1.472385
7	1.620915	4562.708	74.41008	1.160172	1.600516	2859.798	59.14123	1.291644	1.585458	2445.502	55.32194	1.454037
8	1.566826	4519.589	74.60812	1.163109	1.583116	2840.966	59.05247	1.289801	1.553235	2417.28	55.13848	1.449448
9	1.515103	4471.165	73.90105	1.152621	1.520574	2806.164	58.61809	1.280778	1.512119	2395.714	54.68119	1.43801
10	1.502188	4465.27	74.12656	1.155966	1.520168	2809.764	58.84175	1.285424	1.503535	2396.875	54.72534	1.439114
11	1.459915	4430.9	73.56206	1.147593	1.467517	2783.055	58.46553	1.27761	1.451714	2373.613	54.57558	1.435368
p_M	$\phi = 0$				$\phi = 0.1$				$\phi = 0.4$			
	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE
2	3.079025	2918.051	59.77133	1.635804	3.028287	2860.855	59.42361	1.695258	2.649597	2846.424	59.56268	1.905722
3	2.233419	2652.437	57.75415	1.583053	2.219385	2636.075	57.68497	1.647863	2.103056	2780.992	58.95624	1.887198
4	1.947696	2535.98	56.33525	1.545947	1.935731	2533.648	56.56426	1.617313	1.868969	2755.201	58.90657	1.885681
5	1.819241	2507.644	56.52392	1.550881	1.808028	2510.271	56.67597	1.620358	1.745672	2764.321	59.27296	1.896872
6	1.701533	2471.56	55.98409	1.536764	1.688952	2475.673	56.16842	1.606523	1.630523	2746.395	58.75843	1.881156
7	1.577452	2411.653	55.22157	1.516823	1.568099	2417.584	55.35578	1.58437	1.525263	2700.907	58.01453	1.858434
8	1.541455	2381.233	54.93949	1.509446	1.52896	2385.504	54.99661	1.57458	1.480403	2670.517	57.73804	1.849988
9	1.505301	2361.739	54.4655	1.497051	1.496399	2367.297	54.64567	1.565013	1.45208	2655.585	57.56617	1.844738
10	1.494333	2362.026	54.58221	1.500103	1.483416	2366.703	54.67902	1.565922	1.435027	2654.124	57.61049	1.846092
11	1.444236	2339.758	54.38022	1.49482	1.435728	2345.528	54.51763	1.561523	1.397329	2638.38	57.47063	1.84182
p_M	$\phi = 0.7$				$\phi = 0.9$				$\phi = 0.999$			
	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE
2	1.940424	3252.454	63.50996	2.234702	1.315992	4830.978	76.91167	2.881616	1.07747	9111.303	99.95282	3.849058
3	1.724469	3371.208	64.35763	2.263085	1.266005	5094.563	78.885	2.951277	1.071471	9515.628	103.0716	3.961218
4	1.613725	3489.616	65.83789	2.312649	1.23897	5373.049	81.35187	3.038361	1.069038	9967.455	106.5192	4.085201
5	1.539748	3604.996	66.50399	2.334952	1.218652	5654.272	83.29658	3.107012	1.067641	10448.44	110.0608	4.212567
6	1.465523	3673.411	66.59795	2.338098	1.196768	5893.591	84.82386	3.160927	1.065887	10910.97	113.2726	4.328071
7	1.399235	3698.898	66.76894	2.343824	1.177224	6089.528	86.13127	3.20708	1.064393	11348.63	116.227	4.434318
8	1.364242	3719.514	67.06952	2.353888	1.167048	6272.823	87.8359	3.267256	1.064145	11788.99	118.9711	4.533001
9	1.3416	3744.614	67.21484	2.358754	1.160626	6457.178	89.55341	3.327886	1.064378	12248.8	121.5716	4.626524
10	1.325892	3775.867	67.25554	2.360117	1.156118	6646.051	91.23943	3.387405	1.064839	12732.16	124.1959	4.720901
11	1.301532	3795.73	67.33716	2.36285	1.148386	6825.825	92.72743	3.439934	1.064849	13226.25	126.9785	4.820969



รูปที่ ผจ.1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าบูลิฟเฟคและค่าความคลาดเคลื่อนของกรณีที่ 4
ผู้ค้าปลีกใช้วิธีพยากรณ์แบบ ES และผู้ผลิตใช้วิธีพยากรณ์แบบ MA เมื่อ $\alpha_R = 0.1$

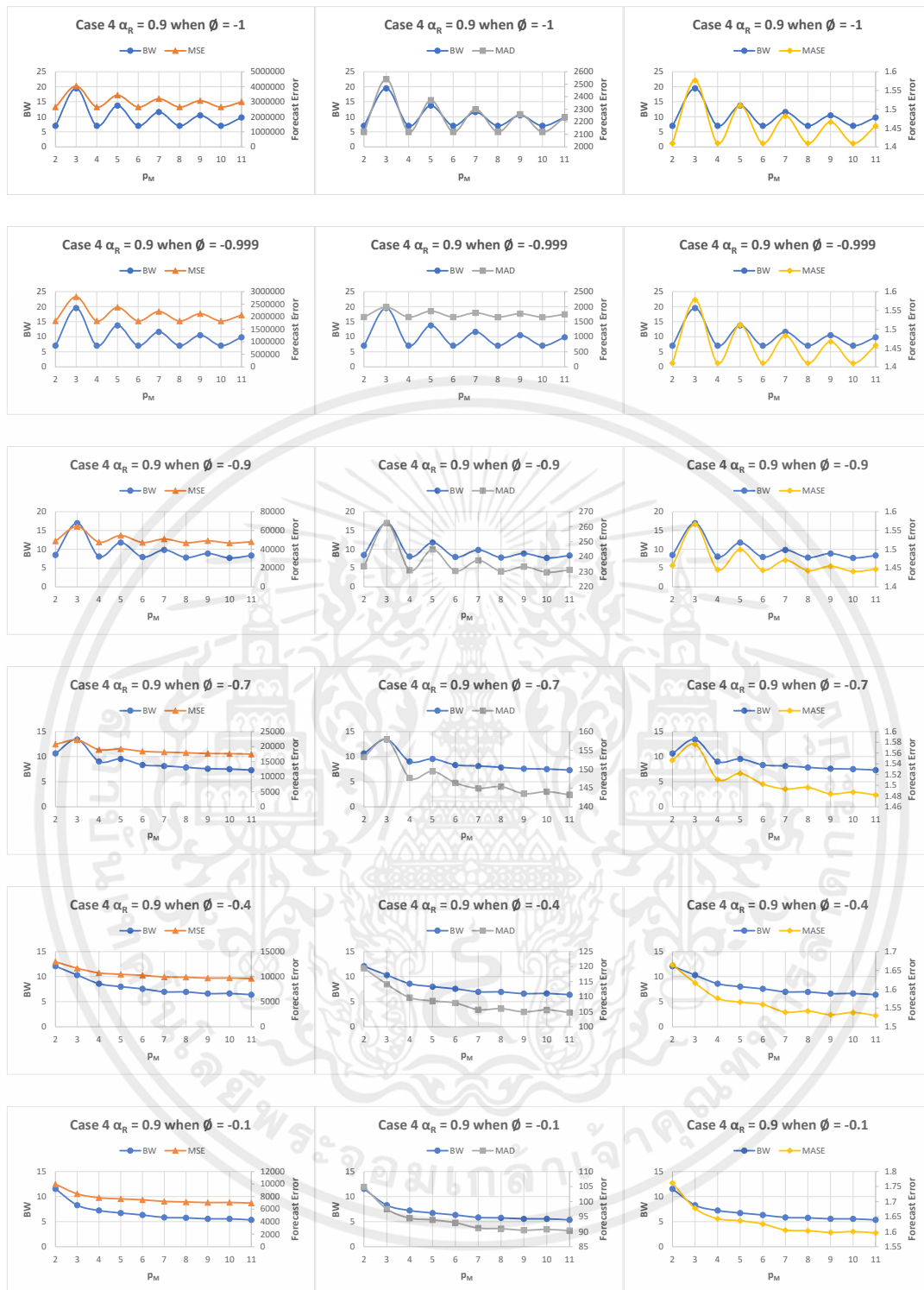
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



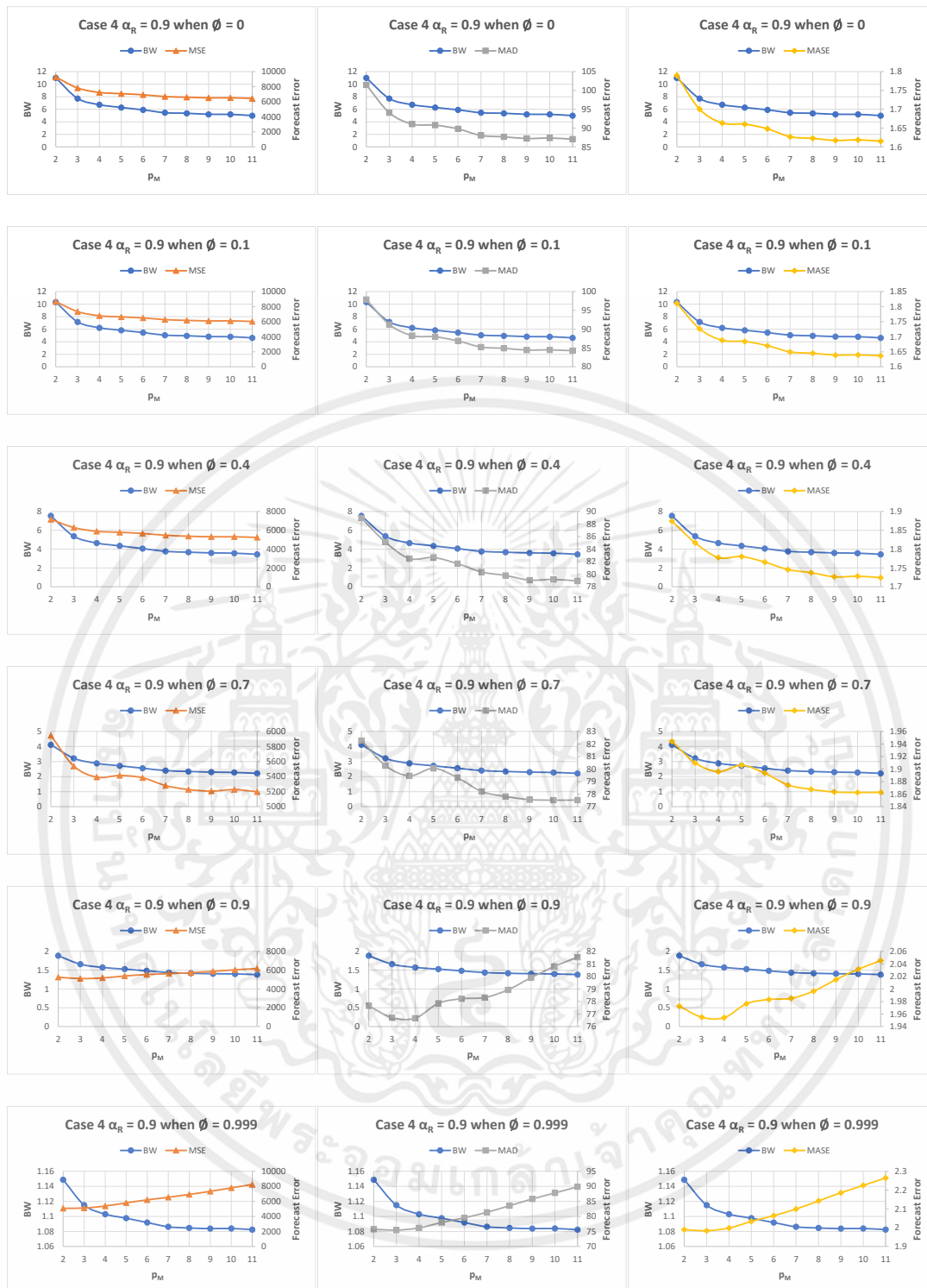
รูปที่ ผจ.1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าบูลิฟเฟคและค่าความคลาดเคลื่อนของกรณีที่ 4
ผู้ค้าปลีกใช้วิธีพยากรณ์แบบ ES และผู้ผลิตใช้วิธีพยากรณ์แบบ MA เมื่อ $\alpha_R = 0.1$ (ต่อ)

ตารางที่ ผจ.2 ค่าบูลิวิเอฟเฟคและผลรวมดัชนีวัดความคลาดเคลื่อนของกรณีที่ 4
ผู้ค้าปลีกใช้วิธีพยากรณ์แบบ ES และผู้ผลิตใช้วิธีพยากรณ์แบบ MA เมื่อ $\alpha_R = 0.9$

Case 4: BW 3-stage (ES, MA) and Forecast Errors When $\alpha_R = 0.9$												
p_M	$\phi = -1$				$\phi = -0.999$				$\phi = -0.9$			
	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE
2	7.019671	2650383	2118.99	1.409365	7.051707	1830447	1653.061	1.409745	8.475232	48704.78	233.769	1.456295
3	19.44527	4045552	2539.991	1.576956	19.53023	2794630	1983.506	1.578204	16.95364	64219.99	262.4753	1.566187
4	7.015487	2649705	2119.113	1.409414	7.045137	1829680	1653.183	1.409807	8.06976	47455.74	231	1.445695
5	13.71917	3438100	2372.362	1.510226	13.77965	2374684	1852.496	1.511416	11.76655	54595.34	244.8896	1.498866
6	7.011705	2649418	2119.076	1.409399	7.039967	1829383	1653.145	1.409788	7.916096	47102.56	230.5556	1.443994
7	11.57427	3197828	2300.69	1.481695	11.62647	2208663	1796.518	1.482879	9.813385	50819.56	237.5862	1.470908
8	7.006205	2648666	2118.867	1.409316	7.03259	1828693	1652.934	1.40968	7.793843	46761.27	230.3422	1.443177
9	10.46408	3069809	2260.964	1.465881	10.51301	2120320	1765.513	1.467072	8.869717	48924.06	233.38	1.454806
10	7.002101	2648086	2118.701	1.40925	7.027011	1828159	1652.766	1.409594	7.681585	46507.29	229.7192	1.440792
11	9.787276	2990292	2235.681	1.455817	9.83463	2065476	1745.781	1.457013	8.337257	47869.68	231.2545	1.446669
p_M	$\phi = -0.7$				$\phi = -0.4$				$\phi = -0.1$			
	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE
2	10.64099	20779.08	153.2511	1.546339	12.07447	12966.27	119.4617	1.665336	11.5449	9967.979	104.8859	1.76166
3	13.42522	22178.98	157.9217	1.576204	10.3063	11657.97	114.1069	1.61613	8.282424	8433.376	97.53068	1.677636
4	9.01895	18979.82	147.7061	1.510884	8.584682	10744.04	109.6791	1.575442	7.228466	7812.14	94.49976	1.643012
5	9.545507	19247	149.4438	1.521995	7.99236	10455.16	108.593	1.565462	6.728185	7624.329	93.92503	1.636446
6	8.34325	18426.34	146.3673	1.502323	7.55829	10270.23	107.8985	1.559081	6.334922	7474.383	92.97501	1.625593
7	8.139151	18156.45	144.8994	1.492937	6.96766	9927.942	105.6804	1.538698	5.841132	7218.807	91.18796	1.605179
8	7.857747	17950.83	145.3704	1.495948	6.937595	9881.832	106.0171	1.541792	5.766362	7136.886	90.99094	1.602928
9	7.583454	17695.43	143.4792	1.483856	6.605644	9701.722	104.9369	1.531866	5.566249	7037.177	90.49822	1.597299
10	7.520586	17662.66	144.0155	1.487285	6.630003	9728.286	105.604	1.537996	5.561808	7053.91	90.74905	1.600165
11	7.311496	17496.48	143.1908	1.482011	6.39391	9609.216	104.712	1.529799	5.349868	6955.793	90.35765	1.595693
p_M	$\phi = 0$				$\phi = 0.1$				$\phi = 0.4$			
	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE
2	11.01164	9277.643	101.4766	1.789888	10.32633	8667.472	97.8837	1.81143	7.540033	7156.639	88.95504	1.874398
3	7.714294	7826.682	94.0986	1.700405	7.15726	7337.965	91.264	1.726321	5.370277	6292.966	85.11297	1.816939
4	6.728081	7238.605	91.07132	1.663689	6.221613	6783.457	88.30318	1.688253	4.652478	5896.265	82.49646	1.777809
5	6.282978	7073.045	90.80045	1.660404	5.821001	6633.294	87.9945	1.684285	4.346243	5791.293	82.66621	1.780347
6	5.903744	6928.95	89.79457	1.648204	5.460783	6493.738	86.89172	1.670106	4.061866	5668.58	81.67865	1.765578
7	5.445064	6689.347	88.04953	1.627039	5.03868	6266.917	85.27099	1.649268	3.761359	5475.599	80.35321	1.745756
8	5.361907	6599.956	87.68789	1.622653	4.95074	6171.971	84.93323	1.644926	3.675103	5374.961	79.79702	1.737438
9	5.196469	6514.973	87.24757	1.617313	4.813954	6097.467	84.4666	1.638926	3.59429	5315.952	79.05634	1.726361
10	5.183878	6528.321	87.36593	1.618748	4.795096	6107.405	84.51191	1.639509	3.567581	5316.236	79.16297	1.727956
11	4.985435	6435.637	87.0634	1.615079	4.612935	6020.167	84.28581	1.636602	3.444869	5245.678	78.91636	1.724268
p_M	$\phi = 0.7$				$\phi = 0.9$				$\phi = 0.999$			
	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE	BW	MSE	MAD	MASE
2	4.115243	5946.056	82.27711	1.944253	1.883484	5256.455	77.65394	1.97272	1.148795	5082.249	75.75266	1.989628
3	3.214154	5538.73	80.26672	1.909797	1.659202	5110.241	76.70844	1.955029	1.114997	5117.938	75.46126	1.983941
4	2.878549	5392.497	79.45609	1.895903	1.573659	5179.68	76.66984	1.954306	1.103077	5384.637	76.18294	1.998026
5	2.714142	5414.234	80.05768	1.906214	1.528814	5386.168	77.8558	1.976497	1.097656	5804.966	78.00022	2.033493
6	2.555367	5384.456	79.31185	1.893431	1.48251	5543.387	78.21979	1.983308	1.091904	6201.591	79.56683	2.064067
7	2.398758	5280.435	78.21219	1.874584	1.436903	5629.249	78.31644	1.985116	1.086285	6545.782	81.37895	2.099434
8	2.33964	5227.931	77.81065	1.867702	1.418651	5742.479	78.93352	1.996663	1.084724	6922.554	83.58715	2.14253
9	2.294601	5207.124	77.5606	1.863417	1.405573	5877.425	79.90928	2.01492	1.083857	7334.297	85.81014	2.185915
10	2.273911	5227.328	77.51471	1.86263	1.39998	6044.81	80.79694	2.031529	1.084019	7793.574	87.81126	2.22497
11	2.213967	5198.358	77.52745	1.862848	1.38278	6177.062	81.5337	2.045315	1.082455	8243.811	89.85694	2.264895



รูปที่ ผจ.2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าบูลิพอฟเฟคและค่าความคลาดเคลื่อนของกรณีที่ 4
ผู้ค้าปลีกใช้วิธีพยากรณ์แบบ ES และผู้ผลิตใช้วิธีพยากรณ์แบบ MA เมื่อ $\alpha_R = 0.9$



รูปที่ ผจ.2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าบูลิฟเฟคและค่าความคลาดเคลื่อนของกรณีที่ 4
ผู้ค้าปลีกใช้วิธีพยากรณ์แบบ ES และผู้ผลิตใช้วิธีพยากรณ์แบบ MA เมื่อ $\alpha_R = 0.9$ (ต่อ)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้