การเปรียบเทียบค่าบูลวิปเอฟเฟคระหว่างระบบการรวมและการกระจายคลังสินค้าในโซ่อุปทาน

COMPARISON OF BULLWHIP EFFECTS BETWEEN CENTRALIZED AND DECENTRALIZED SYSTEMS IN SUPPLY CHAIN

นางสาวสุพรรณษา ฟ่องเอม
MISS SUPHANNASA FONGEM

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2557

การเปรียบเทียบค่าบูลวิปเอฟเฟคระหว่างระบบการรวมและการกระจายคลังสินค้าในโซ่อุปทาน

COMPARISON OF BULLWHIP EFFECTS BETWEEN CENTRALIZED AND DECENTRALIZED SYSTEMS IN SUPPLY CHAIN

นางสาวสุพรรณษา ฟองเอม
MISS SUPHANNASA FONGEM

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COMPARISON OF BULLWHIP EFFECTS BETWEEN CENTRALIZED AND DECENTRALIZED SYSTEMS IN SUPPLY CHAIN

MISS SUPHANNASA FONGEM

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEERING IN INDUSTRIAL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2014

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

หัวข้อปริญญานิพนธ์ การเปรียบเทียบค่าบูลวิปเอฟเฟคระหว่างระบบการรวมและการกระจายคลังสินค้าในโซ่อุปทาน
COMPARISON OF BULLWHIP EFFECTS BETWEEN CENTRALIZED AND DECENTRALIZED SYSTEMS IN SUPPLY CHAIN

นักศึกษา นางสาวสุพรรณษา ฟองเอม รหัสประจำตัว 54011405

หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์

กิตติวัฒน์ สิริเกษมสุข

(ดร.กิตติวัฒน์ สิริเกษมสุข)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การเปรียบเทียบค่าบูลวิปเอฟเฟคระหว่างระบบการรวมและการกระจายคลังสินค้าในโซ่อุปทาน
นักศึกษา	นางสาวสุพรรณษา ฟองเอม
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา	2557
อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	ดร.กิตติวัฒน์ สิริเกษมสุข

บทคัดย่อ

โครงงานปริญญานิพนธ์นี้จัดทำขึ้นเพื่อเปรียบเทียบค่าบูลวิปเอฟเฟคระหว่างการรวมคลังสินค้ากับการกระจายคลังสินค้าในโซ่อุปทาน และศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อค่าบูลวิบเอฟเฟค ซึ่งในระบบการรวมคลังสินค้าจะประกอบด้วยหนึ่งผู้ผลิตกับหนึ่งคลังสินค้าและสองกลุ่มลูกค้า และในระบบการกระจายคลังสินค้าจะประกอบด้วยหนึ่งผู้ผลิตกับสองคลังสินค้าและสองกลุ่มลูกค้า โดยที่ความต้องการที่เข้ามาในคลังสินค้าโดยรวมให้เป็นไปตามตัวแบบออเทอรีเกรสชั่นอันดับที่หนึ่ง [AR(1)] และแต่ละคลังสินค้าจะทำการคำนวณหาปริมาณการสั่งซื้อส่งให้กับผู้ผลิต โดยใช้เทคนิคการพยากรณ์แบบถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่และใช้นโยบายการจัดการสินค้าคงคลังเป็นแบบสั่งซื้อที่เหมาะสม (Order-Up-To Inventory Level) ผู้วิจัยได้จำลองโมเดลของทั้งสองระบบขึ้นมา พบว่า ส่วนแบ่งทางการตลาดของทั้งสองระบบไม่มีผลกระทบต่อค่าบูลวิปเอฟเฟค และเมื่อใช้ค่าพารามิเตอร์เริ่มต้นเดียวกัน ค่าบูลวิปเอฟเฟคทั้งสองระบบมีค่าเท่ากัน นอกจากนี้ จากการกำหนดเงื่อนไขและวิธีการวิจัยดังกล่าว จะเกิดพฤติกรรมบูลวิปเอฟเฟคขึ้นทั้งสองระบบตลอด เนื่องจากค่าบูลวิปเอฟเฟคมากกว่าหนึ่งเสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Comparison of Bullwhip Effects between Centralized and Decentralized Systems in Supply Chain
Student	Miss Suphannasa Fongem
Degree	Bachelor of Engineering in Industrial Engineering King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Academic Year	2014
Thesis Advisor	Dr.Kittiwat Sirikasemsuk

ABSTRACT

This project shows the comparison of the bullwhip effects between the models of centralized and decentralized warehouses in the supply chain; and concerned factors are examined. The centralized system consists of one manufacturer, one warehouse and two customer groups, while the decentralized system consists of one manufacturer, two warehouses and two customer groups. The incoming demand process is assumed to be the first order autoregressive [AR(1)] model. Every members i.e., the warehouses, will calculate the order quantities received by the manufacturers with the moving average forecasting technique and the order-up-to inventory policy. The researcher simulates the both two models; and finds that the parameter of market share of the both systems does not affect the bullwhip effect. If the starting parameters for the both two systems have the same values, the bullwhip effects of the two systems will not significantly different. In addition, the bullwhip effects of the two systems always exist, because the values of bullwhip effects are always greater than one.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เรื่อง การเปรียบเทียบค่าบูลวิปเอฟเฟคระหว่างการรวมคลังสินค้ากับการกระจายคลังสินค้าในโซ่อุปทาน สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบุคคลทุกคนที่มีส่วนเกี่ยวข้องส่งผลให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

ดร.กิตติวัฒน์ สิริเกษมสุข อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง สำหรับการให้โอกาสในการศึกษาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ รวมทั้งความรู้ คำแนะนำ ความช่วยเหลือและความเอาใจใส่ในทุกๆ ด้านตลอดเวลาที่ผ่านมา

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง รศ.ดร.ฤดี มาสุจันท์ และ รศ.ดร.ทศพล เกียรติเจริญผล สำหรับคำแนะนำ ความเอาใจใส่และความช่วยเหลือในทุกๆด้าน รวมถึงอาจารย์สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการทุกท่าน สำหรับคำแนะนำที่เป็นประโยชน์

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง รศ.ดร.สิทธิพร พิมพ์สกุล สำหรับคำแนะนำเกี่ยวกับการจัดทำรูปเล่มปริญญานิพนธ์ และความช่วยเหลือในทุกๆ ด้านตลอดการศึกษาระดับปริญญาตรี ในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

ขอบคุณทุกคนในครอบครัวและเพื่อนๆ สำหรับความช่วยเหลือตลอดจนคอยเป็นกำลังใจที่ดีให้ตลอดมา และทำให้ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

นางสาวสุพรรณษา ฟองเอม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ข

กิตติกรรมประกาศ ..... ค

สารบัญ ..... ง

สารบัญตาราง ..... ช

สารบัญรูป ..... ซ

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 3

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 5

1.5 วิธีดำเนินการวิจัย 5

1.6 ลำดับขั้นตอนในการทำวิจัย 5

1.7 สัญลักษณ์ที่ใช้ในงานวิจัย 6

1.8 เงื่อนไขเบื้องต้นของพารามิเตอร์ 8

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความหมายของปรากฏการณ์บูลวิปเอฟเฟค 9

2.2 ตัวแบบออเทอรีเกรสชั่นอันดับที่หนึ่ง [AR(1)] 13

2.2.1 การวิเคราะห์อนุกรมเวลา 13

2.2.2 รูปแบบออเทอรีเกรสชั่นอันดับที่หนึ่ง 13

2.3 การพยากรณ์โดยวิธีอนุกรมเวลาแบบถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ 13

2.4 นโยบายการจัดการสินค้าคงคลัง 15

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 17

บทที่ 3 การจำลองค่าบูลวิปเอฟเฟคแบบระบบการรวมคลังสินค้า

3.1 โครงสร้างของโซ่อุปทานแบบรวมคลังสินค้า 18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

3.2 กระบวนการของการสั่งซื้อของคลังสินค้า และรูปแบบความต้องการเริ่มต้นของระบบการรวมคลังสินค้า 20
3.2.1 รูปแบบความต้องการของลูกค้าเริ่มต้นของระบบการรวมคลังสินค้า 20
3.2.2 คลังสินค้าพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าที่ช่วงเวลาถัดไป 22
3.2.3 วิธีการคำนวณหาปริมาณการสั่งซื้อของคลังสินค้าแบบการรวมคลังสินค้า 23
3.3 การสร้างแบบจำลองเพื่อหาค่าบูลวิปเอฟเฟคของระบบการรวมคลังสินค้า 24
3.3.1 ค่าพารามิเตอร์เริ่มต้นของระบบการรวมคลังสินค้า 24
3.3.2 การสร้างรูปแบบความต้องการของลูกค้า 25
3.3.3 การสร้างค่าพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า 27
3.3.4 การคำนวณหาค่าปริมาณการสั่งซื้อ 28
3.3.5 การคำนวณหาค่าบูลวิปเอฟเฟคของระบบการรวมคลังสินค้า 31
3.4 การศึกษาปัจจัยต่างๆ ที่มีผลกระทบต่อค่าบูลวิปเอฟเฟคของระบบการรวมคลังสินค้า 32
3.4.1 การศึกษาผลกระทบของปัจจัย Ø ต่อ BW_{cw} 33
3.4.2 การศึกษาผลกระทบของปัจจัย p_c ต่อ BW_{cw} 35
3.4.3 ส่วนขยายผลของปัจจัย Ø และ p_c ต่อค่า BW_{cw} 37

บทที่ 4 การจำลองค่าบูลวิปเอฟเฟคแบบระบบการกระจายคลังสินค้า

4.1 โครงสร้างของโซ่อุปทานแบบการกระจายคลังสินค้า 40
4.2 กระบวนการของการสั่งซื้อของคลังสินค้า และรูปแบบความต้องการเริ่มต้นของระบบการกระจายคลังสินค้า 42
4.2.1 รูปแบบความต้องการของลูกค้าเริ่มต้นของระบบการกระจายคลังสินค้า 42
4.2.2 คลังสินค้าพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าที่ช่วงเวลาถัดไป 43
4.2.3 วิธีการคำนวณหาปริมาณการสั่งซื้อของคลังสินค้าแบบการกระจายคลังสินค้า 44
4.3 การสร้างแบบจำลองเพื่อหาค่าบูลวิปเอฟเฟคของระบบการกระจายคลังสินค้า 46
4.3.1 ค่าพารามิเตอร์เริ่มต้นของระบบการกระจายคลังสินค้า 46
4.3.2 การสร้างรูปแบบความต้องการของลูกค้า 47
4.3.3 การสร้างค่าพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า 48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

4.3.4 การคำนวณหาค่าปริมาณการสั่งซื้อ 49
4.3.5 การคำนวณหาค่าบูลวิปเอฟเฟคของระบบการกระจายคลังสินค้า 52
4.4 การศึกษาปัจจัยต่างๆ ที่มีผลกระทบต่อค่าบูลวิปเอฟเฟคของระบบการกระจายคลังสินค้า 53
4.4.1 การศึกษาผลกระทบของปัจจัย α ต่อ BW_{cw} 54
4.4.2 ศึกษาผลกระทบของปัจจัย $\emptyset$ และ p (กรณีที่ $p_c=p_{d1}=p_{d2}$) 56

บทที่ 5 การเปรียบเทียบค่าบูลวิปเอฟเฟคระหว่างระบบการรวมคลังสินค้ากับระบบการกระจายคลังสินค้า

5.1 การออกแบบการทดลองและค่าพารามิเตอร์เริ่มต้นของการเปรียบเทียบ 57
5.2 ผลการทดลองและค่าทางสถิติของการเปรียบเทียบ 59

บทที่ 6 สรุปผลการวิจัย

6.1 พฤติกรรมของบูลวิปเอฟเฟคสำหรับระบบการรวมคลังสินค้า 61
6.2 พฤติกรรมของบูลวิปเอฟเฟคสำหรับระบบการกระจายคลังสินค้า 62
6.3 การเปรียบเทียบค่าบูลวิปเอฟเฟคระหว่างระบบการรวมคลังสินค้าและระบบการกระจายคลังสินค้า 62
6.4 ข้อเสนอแนะของงานวิจัย 62
6.4.1 ด้านการนำไปใช้ประโยชน์ 62
6.4.2 ด้านการศึกษาวิจัย 63

บรรณานุกรม 64

ภาคผนวก

ภาคผนวก 1 โมเดลของระบบการรวมคลังสินค้า ..... ผ 1
ภาคผนวก 2 โมเดลของระบบการกระจายคลังสินค้า ..... ผ 2
ภาคผนวก 3 การเปรียบเทียบค่าบูลวิปเอฟเฟคระหว่างระบบการรวมคลังสินค้ากับบทความงานวิจัยของ Chen et al. (2000) ..... ผ 4
ภาคผนวก 4 กราฟเปรียบเทียบค่าบูลวิปเอฟเฟคกรณีที่ $p_c=p_{d1}\neq p_{d2}$ ..... ผ 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในงานวิจัยนี้ 6

ตารางที่ 3.1 ผลจากการรันโมเดลในระบบการรวมคลังสินค้าของปัจจัย $\emptyset$ เมื่อ p_c=4 33

ตารางที่ 3.2 ผลจากการรันโมเดลในระบบการรวมคลังสินค้าของปัจจัย p_c 35

ตารางที่ 4.1 ผลจากการรันโมเดลในระบบการกระจายคลังสินค้าของปัจจัย α เมื่อ $p_{d1}=p_{d2}=5$ 54

ตารางที่ 5.1 ตารางที่ใช้เก็บข้อมูลค่าบูลวิปเอฟเฟคของทั้งสองระบบ 58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1.1 ลักษณะของคลื่นจากการสะบัดแส้ 2
รูปที่ 1.2 ความผันแปรที่เพิ่มขึ้นของปริมาณการสั่งซื้อตั้งแต่ต้นน้ำไปยังปลายน้ำในโซ่อุปทาน 2
รูปที่ 1.3 โครงสร้างของระบบการรวมคลังสินค้าเข้าสู่ศูนย์กลาง 3
รูปที่ 1.4 โครงสร้างของระบบการกระจายคลังสินค้า 3
รูปที่ 2.1 เส้นเวลาที่ใช้แสดงเวลาของข้อมูล 14
รูปที่ 3.1 ระบบการรวมคลังสินค้าเข้าสู่ศูนย์กลาง 18
รูปที่ 3.2 โครงสร้างของโซ่อุปทานแบบการรวมคลังสินค้าพิจารณาที่ความต้องการของลูกค้าเริ่มต้น 20
รูปที่ 3.3 โครงสร้างของโซ่อุปทานแบบการรวมคลังสินค้าเมื่อ α ไม่มีผล 21
รูปที่ 3.4 โครงสร้างของโซ่อุปทานแบบการรวมคลังสินค้าพิจารณาที่การพยากรณ์ 22
รูปที่ 3.5 โครงสร้างของโซ่อุปทานแบบการรวมคลังสินค้าพิจารณาที่การสั่งซื้อ 23
รูปที่ 3.6 ค่าความคลาดเคลื่อนที่ช่วงเวลา t ของตัวแบบออเทอรีเกรสชั่น 25
รูปที่ 3.7 วิธีการคำนวณหาค่าความต้องการของลูกค้าในช่วงเวลา t 26
รูปที่ 3.8 วิธีการคำนวณค่าความต้องการของลูกค้าที่ใช้การพยากรณ์แบบถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ 27
รูปที่ 3.9 วิธีการคำนวณค่าระดับสินค้าคงคลังสูงสุด 28
รูปที่ 3.10 การหาปริมาณการสั่งซื้อของคลังสินค้าแบบการรวมคลังสินค้าที่ช่วงเวลา t 29
รูปที่ 3.11 ค่าบูลวิปเอฟเฟคในแบบจำลองระบบการรวมคลังสินค้า 31
รูปที่ 3.12 การคัดกรองปัจจัยที่มีผลต่อค่าบูลวิปเอฟเฟคในระบบการรวมคลังสินค้า 32
รูปที่ 3.13 ผลของ ANOVA ของปัจจัย Ø ในระบบการรวมคลังสินค้า 33
รูปที่ 3.14 แผนภูมิกล่องของปัจจัย Ø ในระบบการรวมคลังสินค้า เมื่อ p_c=4 34
รูปที่ 3.15 ผลของ ANOVA ของปัจจัย p_c ในระบบการรวมคลังสินค้า 35
รูปที่ 3.16 แผนภูมิกล่องของปัจจัย p_c ในระบบการรวมคลังสินค้า เมื่อ Ø=0.8 36
รูปที่ 3.17 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย Ø ต่อ BW_{cw} 37
รูปที่ 3.18 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย p_c ต่อ BW_{cw} เมื่อค่า Ø เป็นลบ 38
รูปที่ 3.19 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย p_c ต่อ BW_{cw} เมื่อค่า Ø เป็นบวก 38
รูปที่ 4.1 ระบบการกระจายคลังสินค้าจากศูนย์กลาง 40
รูปที่ 4.2 โครงสร้างของโซ่อุปทานแบบการกระจายคลังสินค้าพิจารณาที่ความต้องการของลูกค้าเริ่มต้น 42
รูปที่ 4.3 โครงสร้างของโซ่อุปทานแบบการกระจายคลังสินค้าพิจารณาที่การพยากรณ์ 43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

รูปที่ 4.4 โครงสร้างของโซ่อุปทานแบบการกระจายคลังสินค้าพิจารณาที่การสั่งซื้อ 44
รูปที่ 4.5 วิธีการคำนวณหาค่าความต้องการของลูกค้าทั้งสองกลุ่มในช่วงเวลา t 47
รูปที่ 4.6 วิธีการคำนวณค่าความต้องการของลูกค้าที่ใช้พยากรณ์แบบถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ 48
รูปที่ 4.7 การหาปริมาณการสั่งซื้อของคลังสินค้าแบบการรวมคลังสินค้าที่ช่วงเวลา t 50
รูปที่ 4.8 ค่าบูลวิปเอฟเฟคในแบบจำลองระบบการกระจายคลังสินค้า 52
รูปที่ 4.9 การคัดกรองปัจจัยที่มีผลต่อค่าบูลวิปเอฟเฟคในระบบการกระจายคลังสินค้า 53
รูปที่ 4.10 ตาราง ANOVA ของปัจจัย α ในระบบการรวมคลังสินค้าด้วยโปรแกรม Minitab 55
รูปที่ 4.11 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของปัจจัย α ต่อ BW_{cw} 55
รูปที่ 5.1 แผนภูมิกล่องของระบบการรวมคลังสินค้าและระบบการกระจายคลังสินค้า 59
รูปที่ 5.2 ผลลัพธ์จากการทดลอง สำหรับกรณีที่ 1 ด้วยโปรแกรม Minitab 59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

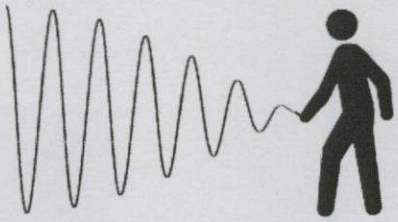
บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

การจัดเก็บสินค้าคงคลังเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค ซึ่งสามารถพยากรณ์ได้มาจากข้อมูลการจำหน่ายสินค้าในอดีตที่ผ่านมา จากธุรกิจขายปลีกซึ่งจัดจำหน่ายสินค้าให้แก่ผู้บริโภคโดยตรง เสมือนว่าอยู่ที่ตำแหน่งปลายน้ำในโซ่อุปทานไปยังระดับถัดขึ้นไปคือ ผู้ผลิต (Manufacturer) และ ผู้จัดส่งสินค้า (Supplier) หรือก็คือที่ตำแหน่งต้นน้ำ ถ้าแต่ละขั้นมีการสื่อสารกันที่ไม่ดี หรือต่างคนต่างพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าด้วยตนเองแล้ว ก็จะทำให้เกิดความผิดเพี้ยนของข้อมูลและทำให้มีปริมาณของความแปรปรวนมากขึ้นเรื่อยๆ ในแต่ละองค์กรถัดไปได้ ซึ่งปรากฏการณ์นี้ถูกเรียกว่า ปรากฏการณ์บูลวิปเอฟเฟค (Bullwhip Effect) โดยส่งผลให้เกิดพัสดุคงคลังในปริมาณสูง การบริการลูกค้าที่แย่ การวางแผนกำลังการผลิตที่ผิดพลาด การส่งสินค้าที่ไม่พอเพียงและมีต้นทุนที่สูงขึ้น เป็นต้น ดังนั้นเพื่อให้ระบบการจัดการโซ่อุปทานนั้นมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และเพื่อลดค่าใช้จ่ายของการจัดเก็บสินค้า องค์กรในโซ่อุปทานใดๆ ควรจะให้ความสำคัญเรื่องของปรากฏการณ์บูลวิปเอฟเฟค (Bullwhip Effect) เพื่อที่ศึกษาพฤติกรรมดังกล่าวพร้อมกับหาวิธีลดหรือกำจัดออกไป

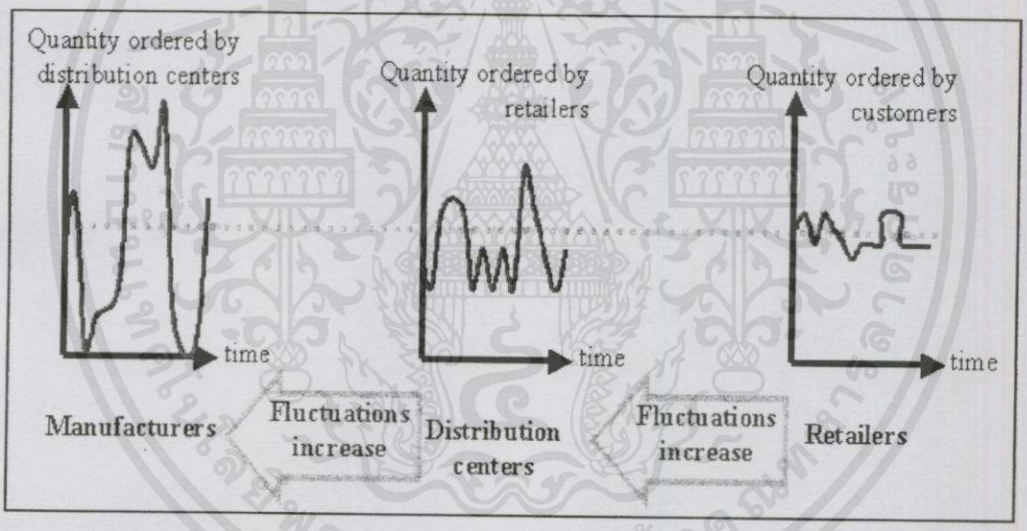
บูลวิปเอฟเฟค (Bullwhip Effect) หรือในบางบทความถูกเรียกว่า ปรากฏการณ์แส้ม้า หมายถึงปรากฏการณ์ที่มีความผันผวนในการบริหารงานโซ่อุปทาน ซึ่งรูปแบบของปัญหานี้คือ การที่มีสินค้าขาดหรือสินค้าเกินจากความต้องการของตลาด โดยสาเหตุหลักของปัญหานี้เกิดจากการขาดประสิทธิภาพของกระบวนการ ขาดความสอดคล้องของสารสนเทศ และขาดการประสานงานของคู่ค้าในห่วงโซ่อุปทาน ทำให้สมาชิกในโซ่อุปทานไม่ทราบข้อมูลความต้องการที่แท้จริงของลูกค้า จึงทำให้มีการสั่งซื้อสินค้าหรือวัตถุดิบเกินความจำเป็น ซึ่งเมื่อข้อมูลนี้ถูกส่งต่อๆกันไป ก็จะทำให้มีการเผื่อสินค้าเอาไว้ในแต่ละชั้นมากขึ้นเรื่อยๆ เปรียบเสมือนกับคลื่นของแส้ม้าที่สะบัดโดยลูกค้า ซึ่งเริ่มแรกจะมีลักษณะเป็นคลื่นเล็กๆ และจะขยายกว้างออกไปเมื่อคลื่นนั้นไหลไปยังที่ปลายแส้ซึ่งเปรียบเสมือนแหล่งผลิตสินค้านั้นๆ ดังรูปที่ 1.1 และรูปที่ 1.2 (บุษบา พฤกษาพันธุ์รัตน์, 2552 หน้า 210)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.1 ลักษณะของคลื่นจากการสะบัดแส้

จากรูปที่ 1.1 แสดงให้เห็นถึงลักษณะการเคลื่อนที่ของคลื่นที่เกิดจากการสะบัดแส้ โดยมีทิศทางจากจุดที่มีอออกแรงสะบัดไปยังปลายเชือก พบว่าคลื่นจะมีขนาดใหญ่ขึ้นเรื่อยๆ เปรียบเสมือนกับการขาดประสิทธิภาพในการสื่อสารข้อมูลที่ดีภายในโซ่อุปทาน ส่งผลให้เกิดความผันแปรของปริมาณการสั่งซื้อในระบบสูงขึ้น และสูงกว่าความผันแปรความต้องการของลูกค้า ดังรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 ความผันแปรที่เพิ่มขึ้นของปริมาณการสั่งซื้อตั้งแต่ต้นน้ำไปยังปลายน้ำในโซ่อุปทาน

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1) เพื่อสร้างโมเดลแสดงพฤติกรรมของบูลวิปเอฟเฟค (Bullwhip Effect) ของระบบการรวมคลังสินค้า (Centralized Warehouse) และระบบการกระจายคลังสินค้า (Decentralized Warehouse) และทำการเปรียบเทียบค่าบูลวิปเอฟเฟค (Bullwhip Effect) ทั้งสองระบบ

2) เพื่อศึกษาปัจจัยหรือพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง ที่มีผลกระทบต่อค่าบูลวิปเอฟเฟค (Bullwhip Effect) ทั้งสองระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

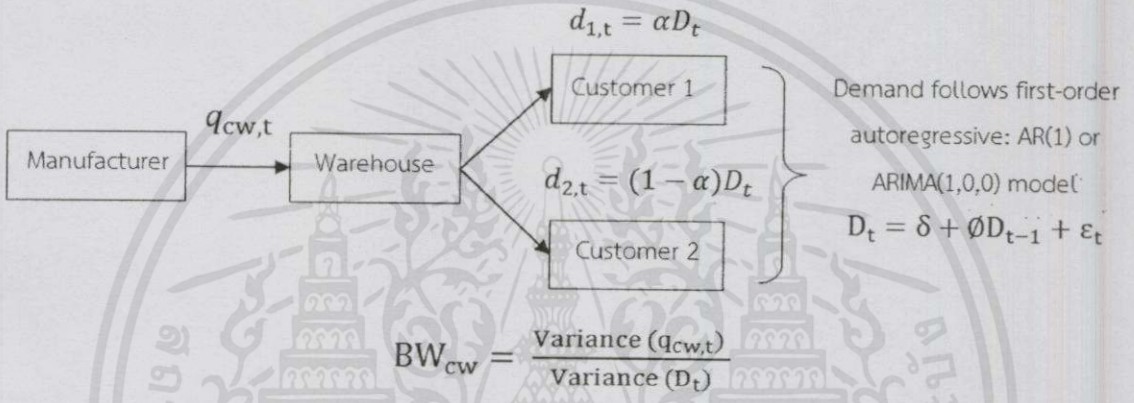
1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ในหัวข้อนี้จะเป็นการกล่าวถึงโครงสร้างของโซ่อุปทานที่ทำการศึกษา การกำหนดความต้องการของลูกค้าเริ่มต้นและนโยบายการจัดการสินค้าคงคลัง รวมถึงวิธีการคำนวณค่าบูลวิปเอฟเฟคในงานวิจัยนี้

สัญลักษณ์ที่จะพบในงานวิจัยฉบับนี้ จะถูกประกาศและอธิบายในหัวข้อ 1.7 สัญลักษณ์ที่ใช้ในงานวิจัย ตามตารางที่ 1.1

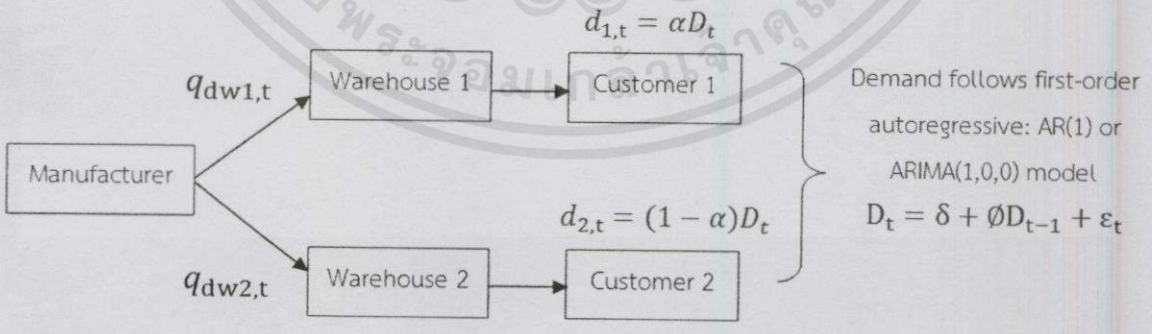
โครงสร้างของโซ่อุปทานที่ให้ความสนใจมี 2 โครงสร้าง คือ 1) ระบบการรวมคลังสินค้า และ 2) ระบบการกระจายคลังสินค้า ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) ระบบการรวมคลังสินค้า ประกอบไปด้วย ผู้ผลิต 1 แห่ง คลังสินค้า 1 แห่ง และกลุ่มของลูกค้า 2 กลุ่ม ดังรูปที่ 1.3



รูปที่ 1.3 โครงสร้างของระบบการรวมคลังสินค้าเข้าสู่ศูนย์กลาง (Centralized Warehouse Model)

2) ระบบการกระจายคลังสินค้า ประกอบไปด้วย ผู้ผลิต 1 แห่ง คลังสินค้า 2 แห่ง และกลุ่มของลูกค้า 2 กลุ่ม ดังรูปที่ 1.4



$$BW_{dw} = \frac{\text{Variance}\,(q_{dw1,t} + q_{dw2,t})}{\text{Variance}\,(D_t)}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 1.4 โครงสร้างของระบบการกระจายคลังสินค้า (Decentralized Warehouse Model)

รูปแบบความต้องการเริ่มต้นและนโยบายการจัดการสินค้าคงคลัง

1) กำหนดให้ความต้องการของลูกค้าเป็นแบบ First Order Autoregressive Model [AR(1)] ซึ่งหาได้จาก สมการที่ 1.1 ดังนี้

$$D_t = \delta + \emptyset D_{t-1} + \varepsilon_t \quad (1.1)$$

2) กำหนดให้ทุกสมาชิกในโซ่อุปทานใช้การพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าด้วยวิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average Method)

3) กำหนดให้ทุกสมาชิกในโซ่อุปทานมีเวลานำระหว่างการสั่งซื้อจนถึงส่งมอบ (Lead Time) มีค่าเท่ากับ 1 หน่วยเวลา (หรือ 1 วัน)

4) ในการศึกษานี้ใช้นโยบายการจัดการสินค้าคงคลังแบบ (R,S) เมื่อ R=1 หน่วยเวลา นั่นก็คือมีการทบทวนระดับสินค้าทุกๆ 1 วัน ปริมาณการสั่งซื้อของแต่ละช่วงเวลา (Order Quantity, q_t) มีค่าเท่ากับระดับสินค้าคงคลังสูงสุดลบด้วยระดับสินค้าคงคลังที่เหลือจากครั้งก่อน หรือสามารถหาได้จากสมการที่ 1.2

$$q_t = S_t - (S_{t-1} - D_{t-1}) \quad (1.2)$$

5) วิธีการคำนวณค่าบูลวิปเอฟเฟค (Bullwhip Effect) สามารถหาได้จากความสัมพันธ์ในสมการที่ 1.3 ดังนี้

$$\text{บูลวิปเอฟเฟค (Bullwhip Effect, BW)} = \frac{\text{ค่าความแปรปรวนของปริมาณการสั่งซื้อ}}{\text{ความแปรปรวนของความต้องการ}} \quad (1.3)$$

6) หน่วยเวลาที่ใช้ในงานวิจัยนี้จะเป็นหน่วย "วัน" นั่นก็คือกำหนดให้ t มีหน่วยเป็นวัน

หมายเหตุ

- ในงานวิจัยนี้จะกำหนดให้ทุกสมาชิกพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าด้วยวิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ เพราะเป็นการพยากรณ์อย่างง่ายและนิยมใช้กันทั่วไป
- ทุกคลังสินค้า (All Warehouses) จะไม่รู้ว่าความต้องการของลูกค้าที่ปลายน้ำว่าเป็นแบบ AR(1)
- ผู้วิจัยจะไม่กำหนดให้คลังสินค้าใช้เทคนิคการพยากรณ์ด้วย AR(1) เพราะจะทำให้ไม่เกิดปรากฏการณ์บูลวิปเอฟเฟคขึ้น และจะทำให้ความสำคัญของปัญหาจะไม่เกิดขึ้น
- เวลานำระหว่างการสั่งซื้อจนถึงส่งมอบ สามารถมีค่าเท่ากับ 0 ได้ นั่นหมายความว่า เมื่อมีการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สั่งซื้อสินค้าจากคลังสินค้า คลังสินค้าจะได้รับสินค้าทันที มีผลทำให้ไม่เกิดปรากฏการณ์บูลวิปเอฟเฟคขึ้น และความสำคัญของปัญหาจะไม่เกิดขึ้น

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) ระบบโรงงานอุตสาหกรรมที่มีรูปแบบพฤติกรรมของความต้องการของลูกค้า และการบริหารงานจัดการที่ตรงกับแบบจำลอง สามารถนำผลการวิจัยนี้ไปใช้ประโยชน์ได้โดยตรง

2) เป็นแนวทางช่วยให้ผู้จัดการห่วงโซ่อุปทานในการตัดสินใจ เพื่อเลือกใช้ระหว่างการรวมคลังสินค้า (Centralized Warehouse Model) กับการกระจายคลังสินค้า (Decentralized Warehouse Model) ในการลดค่าบูลวิปเอฟเฟค

1.5 วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัยนี้ จะใช้วิธีการจำลองแบบ Simulation ในการดำเนินงาน

1.6 ลำดับขั้นตอนในการทำวิจัย

1) ศึกษาเนื้อหาและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
   - วางแผนขั้นตอนการดำเนินงาน
   - ศึกษาความหมายและบทความที่เกี่ยวข้องของปรากฏการณ์บูลวิปเอฟเฟค
   - ศึกษาเรื่องการพยากรณ์โดยวิธีอนุกรมเวลาแบบถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่
   - ศึกษานโยบายสินค้าคงคลัง
   - ศึกษาพฤติกรรมความต้องการแบบออเทอรีเกรสชั่นอันดับที่หนึ่ง

2) สร้างโซ่อุปทานการรวมคลังสินค้า (Centralized Warehouse Model) และวิเคราะห์พารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง

3) สร้างโซ่อุปทานการกระจายคลังสินค้า (Decentralized Warehouse Model) และวิเคราะห์พารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง

4) เปรียบเทียบค่าบูลวิปเอฟเฟคระหว่างระบบการรวมคลังสินค้ากับระบบการกระจายคลังสินค้า

5) สรุปผลการวิจัย

6) เรียบเรียงเนื้อหาเพื่อจัดทำรูปเล่มปริญญานิพนธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.7 สัญลักษณ์ที่ใช้ในงานวิจัย

ตารางที่ 1.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในงานวิจัยนี้

สัญลักษณ์	ชื่อภาษาไทย	ชื่อภาษาอังกฤษ
BW_{cw}	บูลวิปเอฟเฟคของระบบการรวมคลังสินค้า	Bullwhip effect for centralized warehouse model
BW_{dw}	บูลวิปเอฟเฟคของระบบการกระจายคลังสินค้า	Bullwhip effect for decentralized warehouse model
D_t	ความต้องการของลูกค้าทั้งหมดในช่วงเวลา t	Total demand of the customer in time period t
$d_{1,t}$	ความต้องการของลูกค้ากลุ่มที่ 1 ในช่วงเวลา t	Demand of the customer group 1 in time period t
$d_{2,t}$	ความต้องการของลูกค้ากลุ่มที่ 2 ในช่วงเวลา t	Demand of the customer group 2 in time period t
q_t	ปริมาณการสั่งซื้อของช่วงเวลา t	Order quantity in time period t
$q_{cw,t}$	ปริมาณการสั่งซื้อของคลังสินค้าแบบรวมคลังสินค้าที่เริ่มต้นของช่วงเวลา t	Order quantity placed by centralized warehouse at the beginning of period t
$q_{dw,t}$	ปริมาณการสั่งซื้อของคลังสินค้าแบบการกระจายคลังสินค้าทั้งสองแห่งที่เริ่มต้นของช่วงเวลา t	Total order quantity placed by two decentralized warehouses at the beginning of period t
$q_{dw1,t}$	ปริมาณการสั่งซื้อของคลังสินค้าแบบการกระจายคลังสินค้าแห่งที่ 1 ที่เริ่มต้นของช่วงเวลา t	Order quantity placed by decentralized warehouse 1 at the beginning of period t
$q_{dw2,t}$	ปริมาณการสั่งซื้อของคลังสินค้าแบบการกระจายคลังสินค้าแห่งที่ 2 ที่เริ่มต้นของช่วงเวลา t	Order quantity placed by decentralized warehouse 2 at the beginning of period t
AR(1)	ออเทอรีเกรสชั่นอันดับที่หนึ่ง	The first-order autoregressive
δ	พารามิเตอร์คงที่ของตัวแบบออเทอรีเกรสชั่น (เดลต้า)	Constant parameter of AR(1)
$\emptyset$	พารามิเตอร์ของตัวแบบออเทอรีเกรสชั่น	Autoregression parameter
ε_t	ค่าความคลาดเคลื่อนที่ช่วงเวลา t ของตัวแบบออเทอรีเกรสชั่น โดยที่มีการแจกแจงแบบปกติด้วยพารามิเตอร์ค่ากลางเท่ากับ 0 และค่าความแปรปรวนเท่ากับ σ_ε^2 ซึ่งแต่ละค่าจะมีความเป็นอิสระต่อกัน	Error term of AR(1) in which ε_t~normal(0, σ_ε^2) with independent and identically distributed (i.i.d.)
σ_ε^2	ความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อน	Variance of error terms

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในงานวิจัยนี้ (ต่อ)

สัญลักษณ์	ชื่อภาษาไทย	ชื่อภาษาอังกฤษ
α	ส่วนแบ่งทางตลาด (แอลฟา)	Market share
L	ระยะเวลานำส่งสินค้าระหว่างผู้ผลิตถึงคลังสินค้า	Lead time between the manufacturer and the warehouse
p_c	ช่วงเวลาในการพยากรณ์ความต้องการแบบถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ของคลังสินค้าแบบการรวมคลังสินค้า	Period of moving average forecasting method for centralized warehouse
p_{d1}	ช่วงเวลาในการพยากรณ์ความต้องการแบบถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ของคลังสินค้าแบบการกระจายคลังสินค้าแห่งที่ 1	Period of moving average forecasting method for decentralized warehouse 1
p_{d2}	ช่วงเวลาในการพยากรณ์ความต้องการแบบถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ของคลังสินค้าแบบการกระจายคลังสินค้าแห่งที่ 2	Period of moving average forecasting for decentralized warehouse 2
z	ระดับการให้บริการ	Service level
S_t	ระดับสินค้าคงคลังสูงสุดที่ต้องการ ณ ช่วงเวลา t	Order up to level in time period t
$\widehat{D}_t$	ค่าพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าในช่วงเวลา t	Forecasting demand in time period t
$\widehat{D}_t^L$	ค่าความต้องการของลูกค้าระหว่างระยะเวลานำจากการพยากรณ์ของคลังสินค้าแบบรวมคลังสินค้า	Forecasting demand during lead time for centralized warehouse
$\widehat{d}_{1,t}^L$	ค่าความต้องการของลูกค้าระหว่างระยะเวลานำจากการพยากรณ์แบบการกระจายคลังสินค้าแห่งที่ 1	Forecasting demand during lead time for decentralized warehouse 1
$\widehat{d}_{2,t}^L$	ค่าความต้องการของลูกค้าระหว่างระยะเวลานำจากการพยากรณ์แบบการกระจายคลังสินค้าแห่งที่ 2	Forecasting demand during lead time for decentralized warehouse 1
$\widehat{\sigma}_t^L$	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความคลาดเคลื่อนระหว่างค่าความต้องการของลูกค้าที่พยากรณ์กับความต้องการของลูกค้าที่เกิดขึ้นจริงระหว่างระยะเวลานำของคลังสินค้าแบบการรวมคลังสินค้า	Standard deviation of error of forecasting demand during lead time for centralized warehouse
$\widehat{\sigma}_{1,t}^L$	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความคลาดเคลื่อนระหว่างค่าความต้องการของลูกค้าที่พยากรณ์กับความต้องการของลูกค้าที่เกิดขึ้นจริงระหว่างระยะเวลานำในระบบการกระจายคลังสินค้าแห่งที่ 1	Standard deviation of error of forecasting demand during lead time for decentralized warehouse 1
$\widehat{\sigma}_{2,t}^L$	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความคลาดเคลื่อนระหว่างค่าความต้องการของลูกค้าที่พยากรณ์กับความต้องการของลูกค้าที่เกิดขึ้นจริงระหว่างระยะเวลานำในระบบการกระจายคลังสินค้าแห่งที่ 2	Standard deviation of error of forecasting demand during lead time for decentralized warehouse 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.8 เงื่อนไขเบื้องต้นของพารามิเตอร์

1) δ เป็นพารามิเตอร์คงที่ของตัวแบบออเทอรีเกรสชั่น ที่ไม่ติดลบ

2) $\emptyset$ เป็นพารามิเตอร์ของตัวแบบออเทอรีเกรสชั่น มีค่าตั้งแต่ -1 ถึง 1 ($-1 \leq \emptyset \leq 1$)

3) α เป็นจำนวนจริงมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ($0 \leq \alpha \leq 1$)

4) L เป็นจำนวนเต็มบวก แต่ในงานวิจัยนี้กำหนดให้ L=1 ทุกๆ สมาชิกของโซ่อุปทาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีและงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งช่วยให้เกิดความเข้าใจมากยิ่งขึ้นและดำเนินงานต่างๆ เป็นไปอย่างถูกต้อง โดยแบ่งออกเป็น 5 หัวข้อย่อยดังนี้

2.1 ความหมายของปรากฏการณ์บูลวิปเอฟเฟค

2.2 ตัวแบบออเทอรีเกรสชั่นอันดับที่หนึ่ง [AR(1)]

2.3 การพยากรณ์โดยวิธีอนุกรมเวลาแบบถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่

2.4 นโยบายการจัดการสินค้าคงคลัง

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความหมายของปรากฏการณ์บูลวิปเอฟเฟค

ข้อมูลที่บิดเบือนหรือข้อมูลที่ไม่ครบถ้วน ที่เกิดจากค่าอุปสงค์ของลูกค้าหรือค่าพยากรณ์ที่ไม่แม่นยำจากลูกค้า อาจส่งผลกระทบไปยังต้นน้ำตลอดโซ่อุปทาน และมีปริมาณของความแปรปรวนมากขึ้นเรื่อยๆ ในแต่ละขั้น ซึ่งส่งผลให้เกิดพัสดุคงคลังในปริมาณสูง การบริการลูกค้าที่แย่ การผลิตที่ไม่เป็นไปตามแผนการผลิต การวางแผนกำลังการผลิตที่ผิดพลาด การส่งสินค้าที่ไม่พอเพียงและต้นทุนที่สูง มักสังเกตพบในอุตสาหกรรมต่างๆ เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า ปรากฏการณ์บูลวิปเอฟเฟค (Lee et al., 1997)

ปรากฏการณ์นี้ เกิดขึ้นเมื่อมีความแปรปรวนของความต้องการสินค้าเกิดขึ้นที่ต้นน้ำในปริมาณที่น้อยกว่าที่ปลายน้ำ และมีปริมาณการขยายตัวมากขึ้นเรื่อยๆ เมื่อมีการส่งข้อมูลย้อนกลับไปหาต้นน้ำในระบบโซ่อุปทาน ในรูปที่ 1.2 ในบทที่ 1 จะเห็นได้ว่าที่ปลายน้ำมีความแปรปรวนเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อย แต่เมื่อมีการส่งข้อมูลย้อนกลับมายังส่วนต่างๆ ก็ยิ่งมีความแปรปรวนของความต้องการสินค้าในปริมาณที่สูงขึ้นเรื่อยๆ

ตัวอย่างของการเกิดปรากฏการณ์บูลวิปเอฟเฟค เมื่อสมาชิกในโซ่อุปทานมีการตัดสินใจสั่งซื้อด้วยความต้องการของตน โดยที่ไม่ทราบแน่ชัดถึงความต้องการที่แท้จริงของสมาชิกในโซ่อุปทานที่อยู่ในลำดับถัดไป ถ้าสมาชิกในโซ่อุปทานมีความไม่แน่นอนและไม่มั่นใจในปริมาณของความต้องการสินค้า ทำการสั่งซื้อจากผู้ส่งมอบ และมีการพยากรณ์เองทำให้เกิดพัสดุคงคลังที่สูงเกินกว่าความต้องการได้ หรือจำเป็นต้องเผื่อสินค้าไว้เพื่อความปลอดภัยสำหรับกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงความต้องการ โดยผู้กระจายสินค้าเองก็ไม่ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้น ผู้กระจายสินค้าก็จะเผื่อความต้องการที่อาจมีการเปลี่ยนแปลงนี้ไว้มากเกินความจำเป็น โรงงานผู้ผลิตเองก็จะต้องเผื่อสินค้าไว้มากขึ้น ให้เพียงพอกับความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้องการของผู้กระจายสินค้าและผู้ส่งมอบ ซึ่งก็จะเป็นการเผื่อไว้ในปริมาณที่มากขึ้นเรื่อยๆ เนื่องจากต้องส่งวัตถุดิบให้กับโรงงานให้เพียงพอ วิธีการหนึ่งที่จะช่วยลดผลกระทบของปรากฏการณ์นี้ก็คือ การแบ่งปันข้อมูลความต้องการสินค้าระหว่างสมาชิกในโซ่อุปทาน ซึ่งจะเป็นการลดผลกระทบจากความไม่แน่นอนในแต่ละขั้นของโซ่อุปทานลงไปได้ (บุษบา พฤกษาพันธุ์รัตน์, 2552 หน้า 209)

นอกจากนี้ Business Connection Knowledge (2009) ได้อธิบายความหมายของปรากฏการณ์บูลวิปเอฟเฟคหรือปรากฏการณ์แส้ม้าคือ เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดการผันผวนในการบริหารงานโซ่อุปทาน คือในกรณีที่สินค้าขาดหรือสินค้าล้นตลาด เหตุผลก็เพราะไม่สามารถรู้ความต้องการของลูกค้า หรือความต้องการมีความผันผวน ก็ด้วยเพราะการที่โซ่อุปทานมีหลายขั้นตอน ส่วนสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาสินค้าขาดบ้างเกินบ้างก็คือ แต่ละหน่วยงานในโซ่อุปทาน ต่างคนต่างทำ ต่างคนต่างตัดสินใจ ไม่ทำงานเป็นทีม และข้อมูลความต้องการของลูกค้า ไม่สามารถไหลมาถึงปลายทางภายในองค์กรได้

กล่าวโดยสรุปคือ ปรากฏการณ์บูลวิปเอฟเฟค หมายถึง ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในห่วงโซ่อุปทาน เนื่องจากการขาดการสื่อสารที่ดีระหว่างอุปสงค์หรือความต้องการที่แท้จริงของลูกค้ากับอุปทานหรือความต้องการในการผลิตสินค้าของผู้ผลิต ทำให้เกิดความเข้าใจคำสั่งซื้อของลูกค้าตนเองผิดไป

ผลกระทบของบูลวิปเอฟเฟค คือ

- มีปริมาณพัสดุคงคลังที่สูงเกินไป
- มีปัญหาทางด้านคุณภาพ
- มีค่าใช้จ่ายในการทำงานล่วงเวลา
- มีช่วงเวลานำที่ยาวขึ้น
- มีต้นทุนค่าขนส่งที่สูงขึ้น
- สูญเสียการบริการลูกค้าที่ดี เป็นต้น

(บุษบา พฤกษาพันธุ์รัตน์, 2552 หน้า 209)

ปัจจัยที่ส่งผลกับปรากฏการณ์บูลวิปเอฟเฟค ได้แก่

1) การประมาณการความต้องการ (Demand Forecasting)
2) การปันส่วนสินค้า (Product Sharing)
3) การจัดชุดคำสั่งซื้อ (Order Batching)
4) การตั้งราคาสินค้า (Product Pricing)
5) การวัดสมรรถนะของการทำงาน

(Business Connection Knowledge, 2009 เข้าถึงได้จาก: http://businessconnectionknowledge.blogspot.com วันที่ค้นข้อมูล 20 สิงหาคม 2557)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) การประมาณการความต้องการ (Demand Forecasting)

การประมาณการความต้องการ มีความสำคัญเพราะ ถ้าไม่รู้ความต้องการต้นทางของลูกค้า ทำให้การคาดการณ์เกิดจากการคาดเดา ถ้าผู้ผลิตปลายทางสามารถรู้ได้ว่าต้นทางหรือลูกค้าต้องการเท่าไหร่ มันก็จะลดความผันผวนลงได้ แต่ปัจจุบันนี้ไม่รู้ลูกค้า (End User Requirement) ว่าต้องการอะไร จะรู้แต่เพียงว่าผู้ค้าปลีกต้องการอะไร คลังสินค้าต้องการอะไร ขบวนการนี้จึงก่อให้เกิดความผิดเพี้ยนจากการประมาณความต้องการของสินค้า

2) การปันส่วนสินค้า (Product Sharing)

เมื่อมีความต้องการสินค้าเข้ามามากกว่ากำลังการผลิต หรือความสามารถการผลิต ซึ่งยอดซื้อที่รับเข้ามาจะบิดเบือนความเป็นจริง และเมื่อเราเอาข้อมูลการสั่งซื้อชุดนี้ เพื่อไปเตรียมการสั่งซื้อวัตถุดิบต่างๆ อาจจะผิดพลาดได้ เพราะข้อมูลสั่งซื้อที่ใช้ ไม่ได้มาจากความเป็นจริง

3) การจัดชุดคำสั่งซื้อ (Order Batching)

บางครั้งลูกค้าสั่งของเข้ามา ซึ่งยังไม่ถึงจุดคุ้มทุนที่จะดำเนินการส่งของ จึงกักตุนสินค้าไว้ ไม่ทำการส่ง โดยไม่ได้แจ้งให้ลูกค้าทราบ ทำให้ลูกค้าเข้าใจว่าของยังขาดอยู่ จึงอาจมีการสั่งของซ้ำ

4) การตั้งราคาสินค้า (Product Pricing)

เนื่องจากการเลือกสินค้าในปัจจุบัน ลูกค้าอาจจะยังไม่ซื้อสินค้านั้นโดยทันที ถ้าลูกค้าไม่มั่นใจว่าสินค้าชิ้นนี้เป็นชิ้นที่ถูกที่สุด ความต้องการของลูกค้าแบบนี้จึงไม่ใช่ความต้องการที่แท้จริง เพราะว่าลูกค้าจะรอเพื่อให้ได้ของที่ถูกที่สุด เพราะฉะนั้นปริมาณสินค้าที่อยู่บนชั้นวางสินค้า อาจไม่ได้สะท้อนภาพความต้องการที่แท้จริง

5) การวัดผลการดำเนินงานของการทำงาน

ในกระบวนการการบริหารการจัดการทั้งหมดตั้งแต่สั่งซื้อสินค้า ผลิต และส่งถึงผู้บริโภค ถ้าแต่ละกระบวนการแข่งกันทำให้เกิดผลการดำเนินงานที่ดีจะกลายเป็นดีใครดีมัน แต่จะไม่ทำให้เกิดผลการดำเนินงานที่ดีที่เป็นองค์รวม แต่ละหน่วยงานก็จะมองแค่ส่วนงานที่ตนเองทำ ซึ่งทำให้ข้อมูลบิดเบือนจากความเป็นจริง

ปัจจัยหลักของสาเหตุบูลวิปเอฟเฟค คือ

- ขาดประสิทธิภาพของกระบวนการ
- ขาดความสอดคล้องของสารสนเทศ
- ขาดการประสานของคู่ค้าในห่วงโซ่อุปทาน เป็นต้น

(บุษบา พฤกษาพันธุ์รัตน์, 2552 หน้า 210)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวทางการปรับปรุง คือ

- มีการแชร์ข้อมูล ณ จุดขาย (Point of Sale, POS)

- เพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินการ โดยการนำเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาช่วย เช่น E-business, บาร์โค้ด, Radio Frequency Identification (RFID) เป็นต้น

- มีการทำระบบโซ่อุปทานของสมาชิกให้มีความสอดคล้องเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน โดยมีการพยากรณ์และการสั่งที่มีประสิทธิภาพ

(บุษบา พฤกษาพันธุ์รัตน์, 2552 หน้า 210)

การลดความรุนแรงของปรากฏการณ์บูลวิปเอฟเฟค

เนื่องจากบูลวิปเอฟเฟคเกิดจากการขาดการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างผู้เกี่ยวข้องในห่วงโซ่อุปทาน ดังนั้นการร่วมมือกัน การสื่อสารกันมากขึ้น มีความเข้าใจอุปสงค์ของลูกค้า ณ ปลายน้ำตรงกัน จะช่วยบรรเทาความรุนแรงของบูลวิปเอฟเฟคได้ เช่น การเป็นหุ้นส่วนทางกลยุทธ์ (Strategic Partnership) การใช้ระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี (Just in Time) การที่ซัพพลายเออร์เข้าไปบริหารระบบจัดการสินค้าคงคลังให้ลูกค้าของตน (VMI) เพื่อตนเองจะได้ทราบจำนวนสินค้าที่แท้จริง และลูกค้าของตนก็ยินดีกับระบบการบริหารที่เป็นระบบระเบียบ

ลักษณะคำสั่งซื้อก็มีส่วนทำให้เกิดบูลวิปเอฟเฟค ดังนั้นการลดขนาดชุดคำสั่งซื้อลง การสร้างข้อตกลงเรื่องกฎระเบียบ การยกเลิกคำสั่งซื้อหรือนโยบายคืนของระหว่างผู้ซื้อกับผู้ขายให้เข้มงวดมากขึ้น และการเติมสินค้าบ่อยครั้งขึ้นจะช่วยทำให้การเก็บสินค้าคงคลังลดลง นอกจากนี้ ควรมีการขจัดแรงจูงใจที่จะบิดเบือนอุปสงค์ของลูกค้าไปด้วยการใช้นโยบายราคาเดียว เช่น นโยบาย everyday low price ของ Walmart

(Logisticafe, 2009 เข้าถึงได้จาก: http://www.logisticafe.com/2009/09/bullwhip-effect วันที่ค้นข้อมูล 27 เมษายน 2558)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ตัวแบบออเทอรีเกรสชั่นอันดับที่หนึ่ง [AR(1)]

พฤติกรรมความต้องการของลูกค้านั้นมีอยู่หลากหลายรูปแบบ ซึ่งปริญญานิพนธ์นี้ได้เน้นที่พฤติกรรมความต้องการของลูกค้าที่มีลักษณะตามตัวแบบออเทอรีเกรสชั้นอันดับที่หนึ่ง โดยอธิบายไว้ในหัวข้อต่อไปนี้

2.2.1 การวิเคราะห์อนุกรมเวลา (Time Series Analysis)

การวิเคราะห์อนุกรมเวลาเป็นวิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลหรือค่าสังเกตที่มีการเปลี่ยนแปลงไปตามลำดับเวลาที่เกิดขึ้น หรือการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรในช่วงเวลาที่ผ่านไป ลักษณะของการเปลี่ยนแปลงอาจมีหรือไม่มีรูปแบบก็ได้ แต่ถ้าอนุกรมเวลาแสดงให้เห็นรูปแบบการเปลี่ยนแปลงในช่วงเวลาที่ผ่านมาในอดีต ก็จะทำให้สามารถคาดการณ์ได้ว่าในอนาคตลักษณะการเปลี่ยนแปลงควรอยู่ในรูปแบบใดและสามารถพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงข้อมูลในอนาคตได้ การวิเคราะห์ของข้อมูลอนุกรมเวลานี้จะขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นของเวลาในอดีตเป็นพื้นฐาน (ศิริลักษณ์ เล็กสมบูรณ์, 2531)

2.2.2 รูปแบบออเทอรีเกรสชั่นอันดับที่หนึ่ง (First Order Autoregressive Model)

สมการตัวแบบที่นำมาใช้ในการหาค่าความต้องการจริงในแต่ละช่วงระยะเวลาของงานวิจัยนี้คือ (Chen et al., 2000)

$$D_t = \delta + \emptyset D_{t-1} + \varepsilon_t \qquad (2.1)$$

ดูคำอธิบายในหัวข้อ 1.6 สัญลักษณ์ที่ใช้ในงานวิจัยตามตารางที่ 1.1 เพิ่มเติม

2.3 การพยากรณ์โดยวิธีอนุกรมเวลาแบบถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่

การพยากรณ์วิธีอนุกรมเวลา (Time Series Methods) เป็นวิธีหนึ่งที่ใช้ข้อมูลในอดีต โดยมีสมมติฐานว่า ข้อมูลในอดีตสามารถใช้ในการพยากรณ์ข้อมูลในอนาคตได้ การพยากรณ์โดยวิธีนี้จะพิจารณาปัจจัยเดียว คือ เวลา โดยข้อมูลในอดีตสามารถจัดเป็นรูปแบบที่เกิดขึ้นซ้ำๆ ได้ วิธีการที่จัดอยู่ในประเภทอนุกรมเวลา เช่น วิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล หรือวิธีแนวโน้มเชิงเส้น เป็นต้น วิธีการเหล่านี้เป็นวิธีการที่นิยมใช้ในการพยากรณ์ในระยะสั้นทั้งในอุตสาหกรรมและการบริการต่างๆ มากที่สุด เนื่องจากเป็นวิธีการที่ง่ายในการใช้งานและทำความเข้าใจ ในการเลือกว่าจะใช้วิธีการใดนั้นจะขึ้นอยู่กับลักษณะของข้อมูลว่ามีกระบวนการเกิดในลักษณะใด ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้วิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ในการพยากรณ์ข้อมูลในอนาคต (บุษบา พฤกษาพันธุ์รัตน์, 2552 หน้า 38-40)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average Method) เป็นวิธีการที่รวมเอาวิธีการอย่างง่าย คือ วิธีการใช้จุดข้อมูลสุดท้าย (Last Data Point, LDP) และวิธีการหาค่าเฉลี่ยไว้ด้วยกัน การกำหนด

ระยะเวลาในการพยากรณ์อาจเป็น 3 เดือนหรือ 5 เดือน ขึ้นอยู่กับนักพยากรณ์ว่าต้องการให้ข้อมูลเรียบร้อยมากน้อยเพียงใด โดยถ้าใช้ข้อมูลปริมาณมาก ก็จะทำให้มีความราบเรียบมากขึ้น

ให้ N เป็นจำนวนช่วงเวลาที่เราจะพิจารณาในวิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่

d_t เป็นปริมาณความต้องการของลูกค้าที่เกิดขึ้นจริงในช่วงเวลา t

M_T เป็นค่าที่พยากรณ์ความต้องการข้อมูลลูกค้าในช่วงเวลา T

ถ้า ณ ปัจจุบันอยู่ที่เวลา T ค่าถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่คำนวณหาได้จากผลรวมของข้อมูล N ข้อมูลสุดท้าย ดังนั้นจะได้สมการที่ 2.2 และ 2.3

$$M_T = \frac{1}{N}(d_{T-N+1} + d_{T-N+2} + \cdots + d_T) \qquad (2.2)$$

$$M_T = \frac{1}{N}\sum_{t=T-N+1}^{T} d_t \qquad (2.3)$$

ตัวอย่างเส้นเวลาเพื่อใช้แสดงเวลาของข้อมูลในแต่ละช่วงเวลา t สามารถดูได้จากรูปที่ 2.1

รูปที่ 2.1 เส้นเวลาที่ใช้แสดงเวลาของข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำเอาความสัมพันธ์ของสมการที่ 2.3 มากำหนดตัวแปรใหม่ เพื่อให้เกิดความสอดคล้องกับทฤษฎีที่ใช้ในหัวข้อถัดไป โดยกำหนดให้ $\widehat{D}_t$ แทน M_T , p แทน N และ D_{t-i} คือ d_t ซึ่งสามารถเขียนสมการที่นำไปใช้ในปริญญานิพนธ์นี้ตามสมการที่ 2.4 ดังนี้

$$\widehat{D}_t = \frac{\sum_{i=1}^{p} D_{t-i}}{p} \qquad (2.4)$$

ซึ่ง $\widehat{D}_t$ เป็นค่าพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า

และ p เป็นช่วงเวลาในการพยากรณ์ความต้องการแบบถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 นโยบายการจัดการสินค้าคงคลัง

นโยบายการจัดการสินค้าคงคลังของงานวิจัยนี้ ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบการสั่งซื้อที่เหมาะสม (Order-up-to Inventory Model) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

Cachon และ Terwiesch (2006) กล่าวว่า ในการผลิตสินค้าจัดเก็บเป็นสินค้าคลังประเภทที่มีอายุผลิตภัณฑ์นาน ความต้องการของลูกค้าค่อนข้างแน่นอน และสามารถผลิตสินค้าได้โดยไม่ต้องคำนึงถึงปริมาณสินค้าคงคลังที่จะมากเกินไป เมื่อสินค้าคงคลังลดลงจนอยู่ในระดับที่จะต้องเริ่มผลิตสินค้า โรงงานผู้ผลิตจะผลิตสินค้าเพื่อเติมสินค้าให้เต็มตามปกติ หากความต้องการมีสูงจนสินค้าคงคลังมีไม่เพียงพอ ทางโรงงานผู้ผลิตก็สามารถสลับสับเปลี่ยนแผนการผลิต เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้อย่างทันท่วงที เพราะความล้าสมัยของสินค้าไม่ใช่ปัจจัยสำคัญ และโรงงานผลิตไม่ได้ผลิตสินค้าประเภทเดียวเท่านั้น ดังนั้นเครื่องมือที่สามารถใช้งานได้ดีกับสินค้าประเภทนี้คือ รูปแบบการสั่งที่เหมาะสม (Order-up-to Inventory Model)

รูปแบบการสั่งที่เหมาะสม (Order-up-to Inventory Model) ถูกออกแบบเพื่อจัดการสินค้าคงคลังสำหรับสินค้าประเภทผลิตเพื่อจัดเก็บ (Make to Stock) โดยในที่นี้ได้อธิบายสมมติฐานของรูปแบบดังกล่าว และวิธีในการนำไปปฏิบัติ รวมถึงการพิจารณาในส่วนของการประเมินตัวเลขในการวัดประสิทธิภาพ ซึ่งข้อมูลย้อนหลังสามารถถูกนำไปใช้ในการเลือกการกระจายเพื่อหาตัวแทนความต้องการและทำอย่างไรที่จะปรับรูปแบบให้บรรลุวัตถุประสงค์

ผลิตภัณฑ์ประเภทเดี่ยว (Single Product) ที่ถูกขายเป็นเวลานาน ช่องทางการเติมเต็มสินค้าคงคลังจะเกิดขึ้นในช่วงเวลาที่สม่ำเสมอ ซึ่งเวลาระหว่างการสั่งครั้งแรกถึงการสั่งครั้งถัดไป เรียกว่า "ช่วงเวลา (Period)" ความต้องการที่ไม่แน่นอนเกิดขึ้นในแต่ละช่วงเวลา ส่วนใหญ่ในรูปแบบการสั่งที่เหมาะสม (Order-up-to Inventory Model) ปัจจัยนำเข้า (Input) ที่ใส่เข้าไปคือ ตัวแปรของการกระจายความต้องการ (Demand Distribution) อย่างไรก็ตามสมมติฐานของรูปแบบการกระจายความต้องการจะต้องเหมือนกัน จากวันที่สั่งสินค้าจนได้รับสินค้า เวลาดังกล่าวเรียกว่า เวลานำ (Lead Time) แทนตัวแปร "L"

ความหมายที่ใช้ในการอธิบายระบบสินค้าคงคลัง โดยจะแสดงให้เห็นว่าระดับการสั่งที่เหมาะสม (Order-up-to Level) ถูกใช้ในการเลือกปริมาณการสั่ง ดังต่อไปนี้ (สุชีรา เทียมเมฆ, 2553)

On-order Inventory คือ ปริมาณสินค้าคงคลังที่สั่งไปแล้วแต่ยังไม่ได้รับสินค้า โดยที่จำนวนดังกล่าวไม่ควรติดลบ แต่สามารถเป็นศูนย์ (อย่างไรก็ตาม แต่หากจำนวนดังกล่าวติดลบ จะมีความหมายว่าเป็นจำนวนที่ได้รับคืนแต่เราจะไม่นำมาพิจารณาในที่นี้)

On-hand Inventory คือ ปริมาณสินค้าคงคลังที่มีอยู่ในมือหรือในปัจจุบัน และสามารถที่จะรองรับความต้องการได้ทันที

Back Order คือ ปริมาณความต้องการที่เกิดขึ้น แต่ไม่สามารถตอบสนองได้หรือไม่สามารถจัดส่งได้ ในการคำนวณของรูปแบบ Order-up-to Model จำเป็นต้องสมมติว่า ความต้องการทั้งหมดจะถูกเติมเต็มในที่สุด นั่นคือถ้าความต้องการเกิดขึ้น และยังไม่มีสินค้าคงคลังในขณะนั้นจะถูกเรียกว่า "Back Order"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดย Back Order จะถูกจัดส่งให้ลูกค้าทันทีเมื่อมีสินค้าเข้าคลัง และสมมติว่าจะไม่มีการสูญเสียการขาย (Lost Sales) ซึ่งระดับสินค้าคงคลัง (Inventory Level) มีสมการที่สอดคล้องของ On -hand Inventory กับ Back Order ดังสมการที่ 2.5 นี้

$$\text{Inventory Level} = \text{On-hand Inventory} - \text{Back Order} \qquad (2.5)$$

Inventory Level สามารถติดลบได้ ไม่เหมือนกับในกรณีที่ On-hand Inventory และ Back Order ที่ไม่สามารถติดลบได้ Inventory Level จะติดลบได้ในกรณีที่ปริมาณ Back Order มีมากกว่า On-hand Inventory รวมทั้งคำสั่งซื้อของช่วงเวลาก่อนหน้า ตามสมการที่ 2.6 ดังนี้

$$\begin{aligned}\text{Inventory Position} &= \text{On-order Inventory} + (\text{On-hand Inventory} - \text{Back Order}) \qquad (2.6)\\ &= \text{On-order Inventory} + \text{Inventory Level}\end{aligned}$$

ดังนั้นระดับการสั่งที่เหมาะสม (Order-up-to Level) คือ ตำแหน่งสินค้าคงคลังสูงสุดที่พึงมี ซึ่งแทนตัวแปร "S" บางครั้งถูกเรียกว่า "Base Stock Model"

การนำไปใช้มีดังนี้คือ ถ้าเราสังเกต ณ จุดเริ่มต้นของแต่ละช่วงเวลา ตำแหน่งของสินค้าคงคลัง (Inventory Position) น้อยกว่าระดับการสั่งที่เหมาะสม (Order-up-to Level, S) ดังนั้นเราจะทำการสั่งในปริมาณเพิ่มขึ้นจากตำแหน่งของสินค้าคงคลัง จนถึง S นั่นคือ แต่ละช่วงเวลาเราจะสั่งในปริมาณที่ต่างกันอยู่ระหว่าง S และตำแหน่งของสินค้าคงคลัง (Inventory Position) ตามสมการที่ 2.7

$$\text{Each period's Order Quantity} = S - \text{Inventory Position} \qquad (2.7)$$

รูปแบบการสั่งที่เหมาะสม (Order-up-to Level) เป็นตัวอย่างการจัดการระบบดึง (Pull System) เป็นกุญแจสำคัญที่จะดำเนินการผลิตสินค้าเมื่อความต้องการเกิดขึ้น ดังนั้นในระบบดึง (Pull System) สินค้าคงคลังจะถูกดึงผ่านระบบหากความต้องการเกิดขึ้น ในทางตรงกันข้ามกับระบบผลัก (Push System) การผลิตสินค้าเกิดจากการพยากรณ์ความต้องการ เช่น สินค้าแฟชั่นเป็นระบบผลัก เป็นต้น ขณะที่การผลิตกลุ่มเครื่องจักรเป็นระบบดึง ระบบดึงได้กำหนดแนวทางในการป้องกันการผลิตสินค้าคงคลังที่มากเกินความจำเป็น แต่จะไม่เหมาะสมกับการคาดเดาความต้องการในอนาคต ดังนั้นระบบดึงจะมีประสิทธิภาพสูงสุดเมื่อค่าเฉลี่ยความต้องการคงที่ ซึ่งเท่ากับว่าเป็นการสมมติฐานในรูปแบบการสั่งที่เหมาะสม (Order-up-to Model) นี้เอง (สุชีรา เทียมเมฆ, 2553)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บทความงานวิจัยของ Chen et al. (2000) ได้กล่าวถึงเรื่องการศึกษาค่าบูลวิปเอฟเฟคสำหรับโซ่อุปทานที่มีรูปแบบอย่างง่าย หรือแบบสองระยะในโซ่อุปทาน ประกอบด้วย หนึ่งผู้ค้าปลีกกับหนึ่งผู้ผลิต ซึ่งมีปัจจัยที่ทำการพิจารณาอยู่สองปัจจัย ได้แก่ การพยากรณ์ความต้องการและระยะเวลาในการสั่งซื้อจนถึงส่งมอบ ซึ่งสามารถขยายผลลัพธ์เหล่านี้ไปสู่ห่วงโซ่อุปทานแบบหลายระยะ โดยทำการรวมข้อมูลความต้องการของลูกค้าจากภายนอกเข้าสู่ศูนย์กลางและทดลองให้เห็นได้จริงว่า บูลวิปเอฟเฟค สามารถลดลงได้แต่ยังไม่สามารถกำจัดได้โดยสมบูรณ์ ด้วยวิธีการรวมข้อมูลเข้าสู่ระบบศูนย์กลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การจำลองค่าบูลวิปเอฟเฟคแบบระบบการรวมคลังสินค้า

หลังจากที่ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับความหมายของค่าบูลวิปเอฟเฟค และได้กำหนดขอบเขตของงานวิจัย ในบทนี้จะทำการศึกษาค่าบูลวิปเอฟเฟคของระบบการรวมคลังสินค้าโดยเริ่มจาก

3.1 โครงสร้างของโซ่อุปทานแบบรวมคลังสินค้า

3.2 กระบวนการของการสั่งซื้อของคลังสินค้า และรูปแบบความต้องการเริ่มต้นของระบบการรวมคลังสินค้า

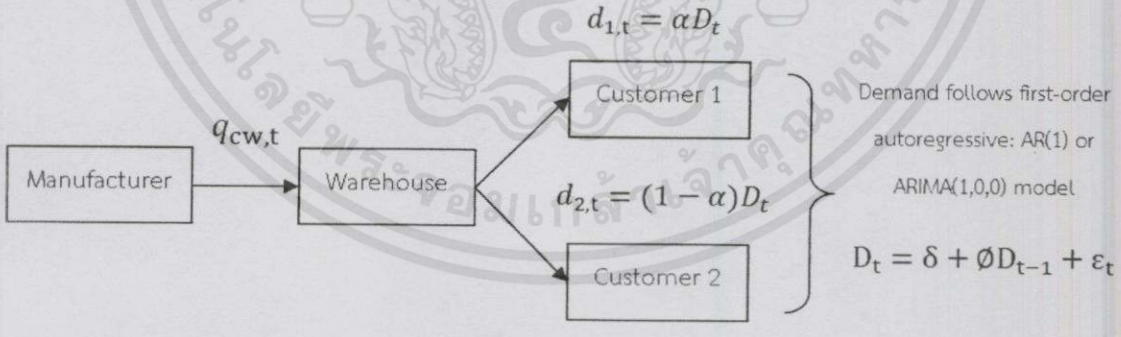
3.3 การสร้างแบบจำลองเพื่อหาค่าบูลวิปเอฟเฟคของระบบการรวมคลังสินค้า

3.4 การศึกษาปัจจัยต่างๆที่มีผลกระทบต่อค่าบูลวิปเอฟเฟคของระบบการรวมคลังสินค้า

3.1 โครงสร้างของโซ่อุปทานแบบรวมคลังสินค้า

สำหรับระบบการรวมคลังสินค้า โครงสร้างของรูปแบบห่วงโซ่อุปทานจะประกอบไปด้วย ผู้ผลิต (Manufacturer) 1 แห่ง, คลังสินค้า (Warehouse) 1 แห่ง และกลุ่มลูกค้า (Customer) 2 กลุ่ม ดังรูปที่ 3.1

หมายเหตุ : กลุ่มลูกค้าในที่นี้เป็นได้ทั้งกลุ่มผู้บริโภคโดยตรงหรือกลุ่มผู้ค้าปลีก



รูปที่ 3.1 ระบบการรวมคลังสินค้าเข้าสู่ศูนย์กลาง (Centralized Warehouse Model)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่วงเวลา t ใดๆ ความต้องการของลูกค้าส่วนหนึ่งจะมาจากลูกค้ากลุ่มที่ 1 ให้เป็น $d_{1,t}$ และความต้องการของลูกค้าส่วนที่เหลือจะเกิดจากลูกค้ากลุ่มที่ 2 ให้เป็น $d_{2,t}$ กำหนดให้ผลรวมความต้องการของลูกค้าทั้งสองกลุ่มให้เป็น D_t มีพฤติกรรมเป็นแบบ AR(1) ดังนั้นในรูปแบบดังกล่าวจะใช้ส่วนแบ่งการตลาดให้เป็น α เป็นตัวที่มาแบ่งความต้องการของลูกค้าทั้งหมดที่เกิดขึ้นออกเป็น 2 ส่วน จะได้ความสัมพันธ์ คือ $d_{1,t} = \alpha D_t$ และ $d_{2,t} = (1-\alpha)D_t$ ลูกค้าทั้งสองกลุ่มทำการเบิกหรือซื้อสินค้าจากคลังสินค้าเพียงแห่งเดียว และคลังสินค้าดังกล่าวจะคำนวณหาปริมาณการสั่งซื้อโดยอาศัยเทคนิคการพยากรณ์แบบถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ และนโยบายการจัดการคลังสินค้ารูปแบบการสั่งซื้อที่เหมาะสม

ที่ทุกๆ สิ้นสุดของช่วงเวลา t คลังสินค้าถึงจะรับรู้ความต้องการของลูกค้าที่เกิดขึ้นในช่วงเวลา t ทั้งหมดจริงๆ และที่ทุกๆ เริ่มต้นของช่วงเวลา t จะมีการทบทวนระดับสินค้าคงคลังที่เหลือ ว่าอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าระดับสินค้าคงคลังสูงสุดที่ต้องการ ณ ช่วงเวลา t (S_t) เท่าไหร่ ซึ่งปริมาณที่ขาดไปนั้นก็จะถูกไปสั่งเพิ่มเข้ามา

เนื่องจากว่า กำหนดให้ทุกๆ สมาชิกในโซ่อุปทานมีเวลาในการนำส่งสินค้าคือ 1 หน่วยเวลา หรือ 1 วัน ดังนั้น เมื่อคลังสินค้าทำการสั่งสินค้าที่เริ่มต้นของช่วงเวลา t ผู้ผลิตหลังจากได้รับคำสั่งซื้อจะทำการส่งมอบให้ที่สิ้นสุดของช่วงเวลา t (หรือที่เริ่มต้นของช่วงเวลา t+1)

หมายเหตุ : ถ้าระดับสินค้าคงคลังที่เหลืออยู่จากครั้งก่อน ($S_{t-1} - D_{t-1}$) มีค่ามากกว่าระดับสินค้าคงคลังสูงสุดที่ต้องการ ณ ช่วงเวลา t (S_t) จะไม่มีการสั่งซื้อไปยังผู้ผลิต $q_t = 0$ หมายความว่าค่าปริมาณการสั่งซื้อของแต่ละช่วงเวลา (q_t) จะไม่เป็นค่าลบหรือไม่มีนโยบายการส่งของกลับคืนไปให้ที่ผู้ผลิตหากมีสินค้าคงคลังเกินจากค่า S_t นั่นเอง

ค่าบูลวิปเอฟเฟคหาจากความสัมพันธ์ดังนี้

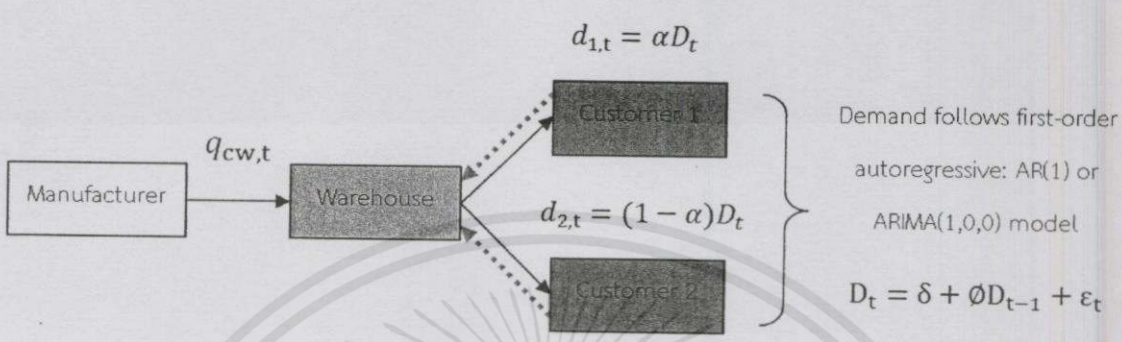
$$\text{บูลวิปเอฟเฟค } (BW_{cw}) = \frac{\text{ค่าความแปรปรวนของปริมาณการสั่งซื้อ}}{\text{ความแปรปรวนของความต้องการ}}$$

$$BW_{cw} = \frac{VAR(q_{cw,t})}{VAR(d_{1,t}+d_{2,t})} = \frac{VAR(q_{cw,t})}{VAR(D_t)} \qquad (3.1)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 กระบวนการของการสั่งซื้อของคลังสินค้า และรูปแบบความต้องการเริ่มต้นของระบบการรวมคลังสินค้า

3.2.1 รูปแบบความต้องการของลูกค้าเริ่มต้นของระบบการรวมคลังสินค้า



◄··· ลูกศรเส้นประ แสดงการไหลของข้อมูลจากลูกค้าไปยังคลังสินค้าในโซ่อุปทาน

——► ลูกศรเส้นทึบ แสดงการไหลของสินค้าคลังสินค้าไปยังลูกค้าในโซ่อุปทาน

รูปที่ 3.2 โครงสร้างของโซ่อุปทานแบบการรวมคลังสินค้าพิจารณาที่ความต้องการของลูกค้าเริ่มต้น

จากรูปที่ 3.2 กำหนดให้ความต้องการของลูกค้าโดยรวมในช่วงเวลา t เป็นแบบออเทอรีเกรสชั่นอันดับที่หนึ่ง (First-order autoregressive model, AR(1)) ซึ่งมีความสัมพันธ์คือ

$$D_t = \delta + \emptyset D_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3.2)$$

โดยที่ค่าความคลาดเคลื่อนที่ช่วงเวลา t ของตัวแบบออเทอรีเกรสชั่น (ε_t) เป็นไปตาม i.i.d. $N(0,\sigma_\varepsilon^2)$

ความต้องการลูกค้าในช่วงเวลา t (D_t) จากสมการที่ 1 จะถูกแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มย่อยด้วยส่วนแบ่งทางการตลาด (α) ซึ่งสามารถคำนวณได้จาก

$$d_{1,t} = \alpha D_t \quad (3.3)$$

$$d_{2,t} = (1-\alpha) D_t \quad (3.4)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ $d_{1,t}$ คือ ความต้องการของลูกค้ากลุ่มที่ 1 ในช่วงเวลา t

$d_{2,t}$ คือ ความต้องการของลูกค้ากลุ่มที่ 2 ในช่วงเวลา t

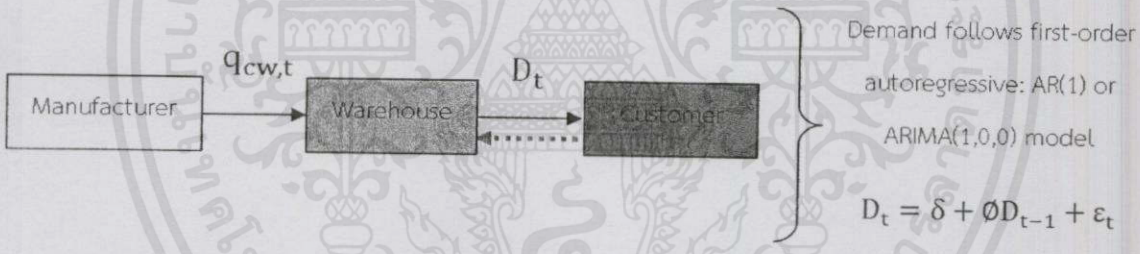
α คือ ส่วนแบ่งทางการตลาดสำหรับลูกค้ากลุ่มที่ 1 โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 และจะทำให้ได้ความสัมพันธ์ดังสมการที่ 3.5

$$D_t = d_{1,t} + d_{1,t} = \alpha D_t + (1-\alpha)D_t = D_t \quad (3.5)$$

ทำให้ความแปรปรวนของผลรวมของความต้องการของลูกค้ากลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 มีความสัมพันธ์กันดังสมการที่ 3.6

$$VAR(d_{1,t} + d_{2,t}) = VAR(\alpha D_t + (1-\alpha)D_t) = VAR(D_t) \quad (3.6)$$

ดังนั้นปัจจัยส่วนแบ่งทางการตลาด (α) ของระบบการรวมคลังสินค้า ไม่มีผลค่าความแปรปรวนของความต้องการของลูกค้าโดยรวม และส่งผลให้ส่วนแบ่งทางการตลาด (α) ไม่มีผลต่อค่าบูลวิปเอฟเฟคด้วย จึงสามารถเขียนโครงสร้างของระบบการรวมคลังสินค้าใหม่ได้ดังรูปที่ 3.3 ซึ่งจะประกอบไปด้วยผู้ผลิต 1 แห่ง คลังสินค้า 1 แห่ง และกลุ่มลูกค้า (ซึ่งรวมกลุ่มลูกค้า 2 กลุ่มเข้าด้วยกันแล้ว) 1 กลุ่มใหญ่



รูปที่ 3.3 โครงสร้างของโซ่อุปทานแบบการรวมคลังสินค้าเมื่อ α ไม่มีผล

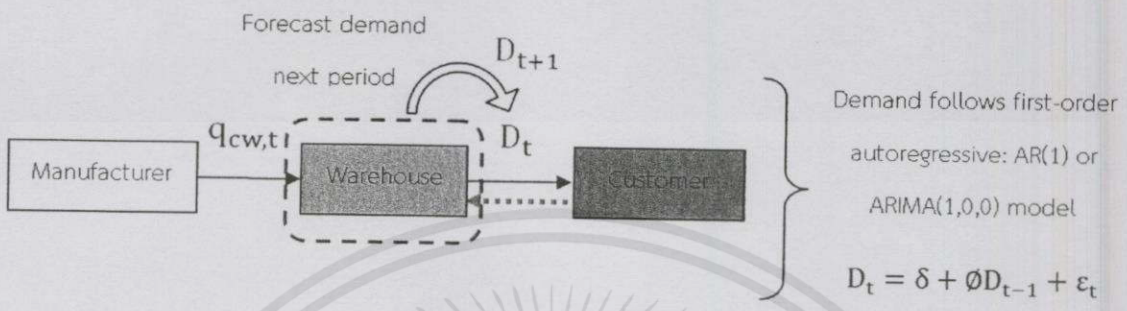
เมื่อโครงสร้างของโซ่อุปทานแบบการรวมคลังสินค้าในรูปที่ 3.2 เท่ากับ รูปที่ 3.3 ดังนั้นในบทที่ 3 นี้จะใช้โครงสร้างของรูปที่ 3.3 ในการศึกษาโซ่อุปทานแบบการรวมคลังสินค้าแทน

ดูวิธีการคำนวณและการจำลองค่าความต้องการของลูกค้าในหัวข้อ 3.3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 คลังสินค้าพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าที่ช่วงเวลาถัดไป

เนื่องจากว่าที่เริ่มต้นของช่วงเวลา t ทางคลังสินค้าจะไม่รู้ความต้องการของลูกค้าที่เกิดขึ้นจริงๆ ในช่วงเวลาอนาคต ทำให้คลังสินค้าต้องใช้การพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าในอนาคต และในงานวิจัยนี้จะเลือกใช้วิธีการพยากรณ์แบบถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่



รูปที่ 3.4 โครงสร้างของโซ่อุปทานแบบการรวมคลังสินค้าพิจารณาที่การพยากรณ์

จากรูปที่ 3.4 คลังสินค้าจะทำการการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าที่ช่วงเวลาถัดไป โดยใช้ข้อมูลความต้องการของลูกค้าในอดีตมาช่วยในการคำนวณ ซึ่งจะมีช่วงเวลาในการพยากรณ์ (p_c) เป็นตัวกำหนดว่าจะใช้ข้อมูลย้อนกลับไปทั้งหมดกี่ตัว ซึ่งเป็นวิธีของการพยากรณ์แบบถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average Method) โดยใช้สูตรดังสมการที่ 3.7

$$\widehat{D}_t = \frac{\sum_{i=1}^{p_c} D_{t-i}}{p_c} \qquad (3.7)$$

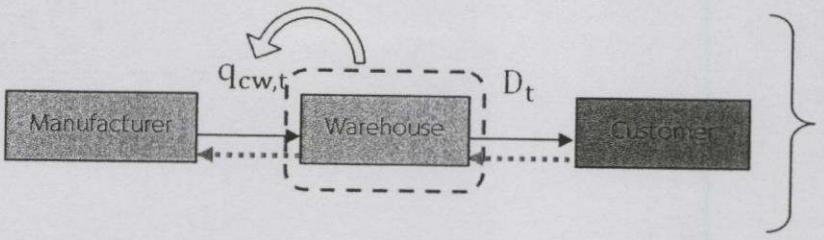
โดยที่ p_c คือ ช่วงเวลาในการพยากรณ์ความต้องการแบบถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่

ตัวอย่างเช่น กำหนดให้ L=1 เมื่อสิ้นสุดช่วงเวลา t=5 หรือเมื่อเริ่มต้นของช่วงเวลา t=6 ที่คลังสินค้าจะมีการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าที่คาดว่าจะเกิดขึ้นสำหรับตลอดช่วงเวลา t=6 โดยรวมปริมาณความต้องการลูกค้าจากสองกลุ่มลูกค้าเข้าด้วยกันแล้ว

ดูวิธีการคำนวณและการจำลองค่าการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า โดยคลังสินค้าเป็นผู้พยากรณ์ ในหัวข้อ 3.3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 วิธีการคำนวณหาปริมาณการสั่งซื้อของคลังสินค้าแบบการรวมคลังสินค้า



รูปที่ 3.5 โครงสร้างของโซ่อุปทานแบบการรวมคลังสินค้าพิจารณาที่การสั่งซื้อ

คลังสินค้าจะทำหน้าที่ในการคำนวณหาค่าปริมาณการสั่งซื้อที่ช่วงเริ่มต้นเวลา t ใดๆ เพื่อส่งให้กับผู้ผลิต ซึ่งผู้ผลิตจะทำการผลิตสินค้าออกมาในปริมาณที่เพียงพอกับความต้องการของคลังสินค้า โดยวิธีการคำนวณค่าปริมาณการสั่งซื้อสามารถหาได้จาก

ปริมาณการสั่งซื้อของแต่ละช่วงเวลา = ระดับสินค้าคงคลังสูงสุด - ระดับสินค้าคงคลังที่เหลืออยู่ครั้งก่อน

และสามารถเขียนอธิบายออกมาในรูปแบบสมการทางคณิตศาสตร์ ดังสมการที่ 3.8

$$q_{cw,t} = S_t - (S_{t-1} - D_{t-1}) \tag{3.8}$$

ซึ่งระดับสินค้าคงคลังสูงสุดที่ต้องการ (S_t) สามารถหาได้จากสมการที่ 3.9

$$S_t = \hat{D}_t^L + z\hat{\sigma}_t^L \tag{3.9}$$

โดยที่ $\hat{D}_t^L$ คือ ค่าความต้องการของลูกค้าระหว่างระยะเวลานำ สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 3.10

$$\hat{D}_t^L = L\hat{D}_t \tag{3.10}$$

เนื่องจากกำหนดให้ L=1 จึงทำให้ $\hat{D}_t^L = \hat{D}_t$ และทำให้การพยากรณ์ในช่วงระยะเวลานำส่งสินค้าจะเหลือเพียงช่วงเวลา t เท่านั้นด้วย เพราะจาก t+L-1=t

แต่ในงานวิจัยนี้กำหนดถ้าค่า z ในสมการที่ 3.9 มีค่าเท่ากับ 0 ดังนั้นค่า $\hat{\sigma}_t^L$ จึงไม่ถูกนำมาคิดด้วย ดูวิธีการคำนวณและการจำลองค่าปริมาณการสั่งซื้อให้กับผู้ผลิต ในหัวข้อ 3.3.4 ถัดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$\hat{\sigma}_t^L$ คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความคลาดเคลื่อนระหว่างค่าความต้องการของลูกค้าที่พยากรณ์กับความต้องการของลูกค้าที่เกิดขึ้นจริงระหว่างระยะเวลานำ สามารถคำนวณได้จาก

$$\hat{\sigma}_t^L = \left(L\hat{D}_t - (D_t + D_{t+1} + \cdots + D_{t+L-1})\right)$$

3.3 การสร้างแบบจำลองเพื่อหาค่าบูลวิปเอฟเฟคของระบบการรวมคลังสินค้า

การสร้างแบบจำลองจะเริ่มด้วยการกำหนดค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ทั้งหมด และต่อด้วยการสร้างรูปแบบความต้องการของลูกค้าออกมา จากนั้นก็พยากรณ์ความต้องการของลูกค้า แล้วมาคำนวณหาค่าปริมาณการสั่งซื้อ และสุดท้ายคือ การคิดค่าบูลวิปเอฟเฟคของระบบ ซึ่งมีรายละเอียดของแต่ละหัวข้อดังต่อไปนี้

3.3.1 ค่าพารามิเตอร์เริ่มต้นของระบบการรวมคลังสินค้า

- จำนวนวันที่ทำการศึกษาในแบบจำลองคือ 360 วันหรือประมาณ 1 ปี
- ระยะเวลานำส่งสินค้า (Lead Time, L) มีค่าเท่ากับ 1 วัน
- ระดับการให้บริการ (Service Level, z) มีค่าเท่ากับ 0
- ความต้องการเริ่มต้น (D_0) มีค่าเท่ากับ 960
- *พารามิเตอร์คงที่ของตัวแบบออเทอรีเกรสชั่น (δ) มีค่าเท่ากับ 1050
- *ความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อน (σ_ε^2) มีค่าเท่ากับ 2.6
- *พารามิเตอร์ออเทอรีเกรสชั่น ($\emptyset$) มีค่าเท่ากับ 0.8
- *ช่วงเวลาในการพยากรณ์ความต้องการแบบถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ (p_c) มีค่าเท่ากับ 4

*หมายเหตุ : ค่าพารามิเตอร์ σ_ε^2, δ, $\emptyset$, และ p_c จะเป็นพารามิเตอร์ที่สนใจ ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงค่าได้ ปัจจัยดังกล่าวจะถูกนำมาศึกษาถึงผลกระทบต่อค่าบูลวิปเอฟเฟคในหัวข้อ 3.4 ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 การสร้างรูปแบบความต้องการของลูกค้า

1) เริ่มจากการสร้างข้อมูลของค่าความคลาดเคลื่อนที่ช่วงเวลา t ของตัวแบบของ AR(1) ขึ้นมาเป็นจำนวน 360 ข้อมูล โดยในเบื้องต้นกำหนดให้ข้อมูลมีการกระจายแบบปกติโดยที่มีค่าเฉลี่ย (μ) เท่ากับ 0 และค่าความแปรปรวน (σ_ε^2) เท่ากับ 2.6 ดังรูปที่ 3.6 ในคอลัมน์ B ซึ่งค่า ε_t นี้เป็นส่วนหนึ่งในการหาปริมาณความต้องการของลูกค้า (D_t) ในลำดับถัดไป

สูตรที่ใช้ในโปรแกรม Microsoft Office Excel คือ = NORMINV(RAND(),0,SQRT($B$3))

	A	B
1	phi (ø)	0.8
2	delta	1050
3	variance error	2.6
4	Dt (t>0)	960
5	t (time)	error (normal dist.)
6	0	
7	1	-0.896106849
8	2	-0.730366062
9	3	-0.846637592
10	4	-0.560801806
11	5	1.962943106
12	6	1.437853578
13	7	0.546581351
14	8	-0.229997842
15	9	0.598575317
16	10	-3.26025121
17	11	1.287105981
18	12	1.940239923
19	13	-0.35648949
20	14	0.101331484
21	15	1.213927959
22	16	1.61763702
23	17	1.494957315
24	18	-1.079932461
25	19	1.371987467
26	20	-0.372763654
27	21	0.422716066
28	22	-0.935520827
29	23	0.296177202
30	24	-1.691081944
.	.	.
.	.	.
.	.	.
364	358	-2.045389946
365	359	-0.296774256
366	360	-0.473396718

รูปที่ 3.6 ค่าความคลาดเคลื่อนที่ช่วงเวลา t ของตัวแบบออเทอรีเกรสชั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) สร้างข้อมูลความต้องการของลูกค้าจากตัวแบบ AR(1) โดยที่ในเบื้องต้นกำหนดให้พารามิเตอร์ต่างๆมีค่าดังนี้ D_0=960 , δ = 1050 และ $\emptyset$ = 0.8 ซึ่งความต้องการของลูกค้าในช่วงเวลา t สามารถหาได้จากสมการที่ 3.2 ดังนั้นความต้องการของลูกค้าที่เกิดขึ้นจริงในแต่ละช่วงเวลา t สามารถดูได้จากรูปที่ 3.7 คอลัมน์ C

	A	B	C
1	phi (ø)	0.8	Lead Time (LT)
2	delta	1050	z (service level=50%)
3	variance error	2.6	period of moving average forcasting
4	Dt (t=0)	960	
5	t (time)	error (normal dst.)	D(t) real demand by AR(1)
6	0		960
7	1	-0.896106849	1817.103893
8	2	-0.730366062	2502.952748
9	3	-0.846637592	3051.515561
10	4	-0.560801806	3490.651647
11	5	1.962943106	3844.484261
12	6	1.437853578	4127.025262
13	7	0.546581351	4352.166791
14	8	-0.229997842	4531.503435
15	9	0.598575317	4675.801323
16	10	-3.26025121	4787.380807
17	11	1.287105981	4881.191752
18	12	1.940239923	4956.893641
19	13	-0.35648949	5015.158424
20	14	0.101331484	5062.22807
21	15	1.213927959	5100.996384
22	16	1.61763702	5132.414744
23	17	1.494957315	5157.426753
24	18	-1.079932461	5174.86147
25	19	1.371987467	5191.261163
26	20	-0.372763654	5202.636167
27	21	0.422716066	5212.53165
28	22	-0.935520827	5219.089799
29	23	0.296177202	5225.568016
30	24	-1.691081944	5228.763331
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
364	358	-2.045389946	5247.253281
365	359	-0.296774256	5247.505851
366	360	-0.473396718	5247.531284

รูปที่ 3.7 วิธีการคำนวณหาค่าความต้องการของลูกค้าในช่วงเวลา t

ตัวอย่างการคำนวณความต้องการของลูกค้าที่เกิดขึ้นจริง เช่น

- เมื่อสิ้นสุดช่วงเวลา t=18 จากสมการที่ 3.2 จะได้ว่า

$$D_{18} = \delta + \emptyset D_{17} + \varepsilon_{18}$$
$$= 1050 + (0.8 \times 5157.4268) + (-1.0799)$$
$$= 5174.8615 \text{ (ตามรูปที่ 3.7 เซลล์ที่ C24)}$$

- เมื่อสิ้นสุดช่วงเวลา t=19

$$D_{19} = \delta + \emptyset D_{18} + \varepsilon_{19}$$
$$= 1050 + (0.8 \times 5174.8615) + 1.3720$$
$$= 5191.2612 \text{ (ตามรูปที่ 3.7 เซลล์ที่ C25)}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 การสร้างค่าพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า

เมื่อคลังสินค้าได้รับรู้ยอดความต้องการจากลูกค้าในช่วงเวลาในอดีต ในขั้นตอนถัดมาคือ การพยากรณ์หาความต้องการของลูกค้าที่ช่วงเวลาถัดไป ซึ่งใช้วิธีการพยากรณ์แบบถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average Method) จากสมการที่ 3.7 ในเบื้องต้นกำหนดให้ p_c=4 ดังนั้นในแต่ละเริ่มต้นของช่วงเวลา t ดังนั้นคลังสินค้าจะสามารถทำนายหลังพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าออกมาได้ตามรูปที่ 3.8 คอลัมน์ D

D11 =IF(ROW()<$D$3+2,"",SUM(OFFSET(C11,-1,0):OFFSET(C11,-$D$3,0))/$D$3)

	A	B	C	D	R
1	phi (ϕ)	0.8	Lead Time (LT)	1	
2	delta	1050	z (service level=50%)	0	
3	variance error	2.6	period of moving average forcasting	4	
4	Dt (t=0)	960			
5	t (time)	error (normal dist.)	D(t) real demand by AR(1)	Moving average forecasting with 4 period	
6	0		960	0	
7	1	-0.896106849	1817.103893	240	
8	2	-0.730366062	2502.952748	694.2759733	
9	3	-0.846637592	3051.515561	1320.01416	
10	4	-0.560801806	3490.651647	2082.893051	
11	5	1.962943106	3844.484261	2715.555962	
12	6	1.437853578	4127.025262	3222.401054	
13	7	0.546581351	4352.166791	3628.419183	
14	8	-0.229997842	4531.503435	3953.58199	
15	9	0.598575317	4675.801323	4213.794937	
16	10	-3.26025121	4787.380807	4421.624203	
17	11	1.287105981	4881.191752	4586.713089	
18	12	1.940239923	4956.893641	4718.969329	
19	13	-0.35648949	5015.158424	4825.316881	
20	14	0.101331484	5062.22807	4910.156156	
21	15	1.213927959	5100.996384	4978.867972	
22	16	1.61763702	5132.414744	5033.81913	
23	17	1.494957315	5157.426753	5077.699406	
24	18	-1.079932461	5174.86147	5113.266488	
.	.	.	.	.	
.	.	.	.	.	
.	.	.	.	.	
364	358	-2.045389946	5247.253281	5248.09179	
365	359	-0.296774256	5247.505851	5248.033564	
366	360	-0.473396718	5247.531284	5247.833815	

รูปที่ 3.8 วิธีการคำนวณค่าความต้องการของลูกค้าที่ใช้การพยากรณ์แบบถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4 การคำนวณหาค่าปริมาณการสั่งซื้อ

ค่าความต้องการของลูกค้าที่พยากรณ์มาได้ในแต่ละช่วงเวลาถัดไป คลังสินค้าจะนำไปใช้ในการกำหนดระดับสินค้าคงคลังสูงสุดของช่วงเวลานั้นๆ (S_t) โดยมีช่วงเวลานำและระดับการให้บริการเข้ามาเกี่ยวข้อง โดยใช้ความสัมพันธ์ของสมการที่ 3.9 กำหนดให้ L=1 และ z=0 ดังนั้นสามารถคำนวณหาค่าระดับสินค้าคงคลังสูงสุด (S_t) ได้ดังรูปที่ 3.9 คอลัมน์ H

H11 =$F11+($D$2*(STDEV($G$100:$G$350)))

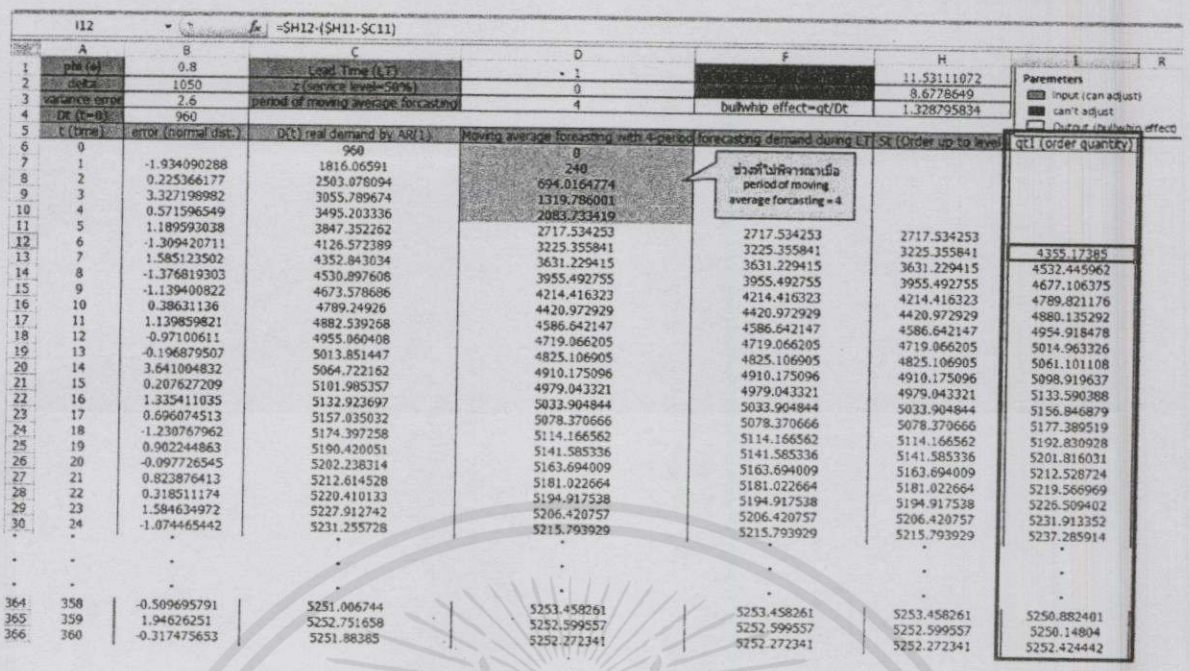
	A	B	C	D	F	H
1	phi (ø)	0.8	Lead Time (LT)	1		10.45116135
2	delta	1050	z (service level=50%)	0		7.836004738
3	variance error	2.6	period of moving average forcasting	4	bullwhip effect=qt/Dt	1.333735966
4	Dt (t=0)	960				
5	t (time)	error (normal dist.)	D(t) real demand by AR(1)	Moving average forecasting with 4 period	forecasting demand during LT	St (Order up to level)
6	0		960	0		
7	1	-1.129313042	1816.870687	240		
8	2	2.22854313	2505.725093	694.2176717		
9	3	-0.430272868	3054.149801	1320.648945		
10	4	2.330061001	3495.649902	2084.186395		
11	5	1.226159503	3847.746081	2718.098871	2718.098871	2718.098871
12	6	-0.269180569	4127.927684	3225.817719	3225.817719	3225.817719
13	7	0.683387125	4353.025535	3631.368367	3631.368367	3631.368367
14	8	1.929086174	4534.349514	3956.087301	3956.087301	3956.087301
15	9	4.05856356	4681.538175	4215.762203	4215.762203	4215.762203
16	10	1.542803006	4796.873343	4424.210227	4424.210227	4424.210227
17	11	2.624829051	4890.123503	4591.446641	4591.446641	4591.446641
18	12	3.184007842	4965.28281	4725.721134	4725.721134	4725.721134
19	13	0.377279466	5022.603528	4833.454458	4833.454458	4833.454458
20	14	0.699689292	5068.782512	4918.720796	4918.720796	4918.720796
21	15	-0.270293488	5104.755716	4986.698088	4986.698088	4986.698088
22	16	-0.369597427	5133.434975	5040.356141	5040.356141	5040.356141
23	17	-0.810118809	5155.937861	5082.394183	5082.394183	5082.394183
24	18	2.707713721	5177.458003	5115.727766	5115.727766	5115.727766
25	19	-0.51222457	5191.454178	5142.896639	5142.896639	5142.896639
26	20	0.135412413	5203.298755	5164.571254	5164.571254	5164.571254
27	21	1.11863308	5213.757637	5182.037199	5182.037199	5182.037199
28	22	-0.41220471	5220.593905	5196.492143	5196.492143	5196.492143
29	23	1.840315986	5228.31544	5207.276118	5207.276118	5207.276118
30	24	-1.682203202	5230.970149	5216.491434	5216.491434	5216.491434
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
364	358	0.095785504	5246.577272	5246.290464	5246.290464	5246.290464
365	359	1.81628538	5249.078103	5245.738952	5245.738952	5245.738952
366	360	2.149900066	5251.412383	5246.380364	5246.380364	5246.380364

ช่วงที่ไม่พิจารณา เนื่อง period of moving average forcasting = 4

รูปที่ 3.9 วิธีการคำนวณค่าระดับสินค้าคงคลังสูงสุด

เมื่อหาค่า S_t ได้แล้ว ลำดับถัดไปคือการคำนวณหาปริมาณการสั่งซื้อของคลังสินค้า ($q_{cw,t}$) โดยคลังสินค้าจะทำการส่งคำสั่งซื้อไปยังผู้ผลิต เพื่อให้ผู้ผลิตทำการผลิตสินค้าออกมาในจำนวนที่ต้องการในช่วงเวลานั้นๆ ซึ่งปริมาณการสั่งซื้อสามารถหาได้จากระดับสินค้าคงคลังสูงสุดลบระดับสินค้าคงคลังที่เหลืออยู่ตามสมการที่ 3.8 และสุดท้ายคลังสินค้าจะสามารถคำนวณคำสั่งซื้อในช่วงเริ่มต้นของแต่ละช่วงเวลาออกมาได้ตามรูปที่ 3.10 คอลัมน์ I

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



	A	B	C	D	F	H	I
1	phi (φ)	0.8	Lead Time (LT)	1		11.53111072	Paremeters
2	delta	1050	z (service level=50%)	0		8.6778649	input (can adjust)
3	variance error	2.6	period of moving average forcasting	4	bullwhip effect=qt/Dt	1.328795834	can't adjust
4	Dt (t=0)	960					Output (bullwhip effect)
5	t (time)	error (normal dist.)	D(t) real demand by AR(1)	Moving average forecasting with 4-period forecasting demand during LT	St (Order up to level)		qt (order quantity)
6	0		960	0			
7	1	-1.934090288	1816.06591	240	ช่วงที่ไม่พิจารณาเมื่อ period of moving average forcasting = 4		
8	2	0.225366177	2503.078094	694.0164774			
9	3	3.327198982	3055.789674	1319.786001			
10	4	0.571596549	3495.203336	2083.733419			
11	5	1.189593038	3847.352262	2717.534253	2717.534253	2717.534253	
12	6	-1.309420711	4126.572389	3225.355841	3225.355841	3225.355841	4355.17385
13	7	1.585123502	4352.843034	3631.229415	3631.229415	3631.229415	4532.445962
14	8	-1.376819303	4530.897608	3955.492755	3955.492755	3955.492755	4677.106375
15	9	-1.139400822	4673.578686	4214.416323	4214.416323	4214.416323	4789.821176
16	10	0.38631136	4789.24926	4420.972929	4420.972929	4420.972929	4880.135292
17	11	1.139859821	4882.539268	4586.642147	4586.642147	4586.642147	4954.918478
18	12	-0.97100611	4955.860408	4719.066205	4719.066205	4719.066205	5014.963326
19	13	-0.196879507	5013.851447	4825.106905	4825.106905	4825.106905	5061.101108
20	14	3.641004832	5064.722162	4910.175096	4910.175096	4910.175096	5098.919637
21	15	0.207627209	5101.985357	4979.043321	4979.043321	4979.043321	5133.590388
22	16	1.335411035	5132.923697	5033.904844	5033.904844	5033.904844	5156.846879
23	17	0.696074513	5157.035032	5078.370666	5078.370666	5078.370666	5177.389519
24	18	-1.230767962	5174.397258	5114.166562	5114.166562	5114.166562	5192.830928
25	19	0.902244863	5190.420051	5141.585336	5141.585336	5141.585336	5201.816031
26	20	-0.097726545	5202.238314	5163.694009	5163.694009	5163.694009	5212.528724
27	21	0.823876413	5212.614528	5181.022664	5181.022664	5181.022664	5219.566969
28	22	0.318511174	5220.410133	5194.917538	5194.917538	5194.917538	5226.509402
29	23	1.584634972	5227.912742	5206.420757	5206.420757	5206.420757	5231.913352
30	24	-1.074465442	5231.255728	5215.793929	5215.793929	5215.793929	5237.285914
364	358	-0.509695791	5251.006744	5253.458261	5253.458261	5253.458261	5250.882401
365	359	1.94626251	5252.751658	5252.599557	5252.599557	5252.599557	5250.14804
366	360	-0.317475653	5251.88385	5252.272341	5252.272341	5252.272341	5252.424442

รูปที่ 3.10 การหาปริมาณการสั่งซื้อของคลังสินค้าแบบการรวมคลังสินค้าที่ช่วงเวลา t

ตัวอย่างการคำนวณหาปริมาณการสั่งซื้อของคลังสินค้า เพื่อส่งคำสั่งซื้อไปหาผู้ผลิต สมมติว่าเวลา ณ ปัจจุบันอยู่ที่ช่วงเริ่มต้นของช่วงเวลา t=20 ณ เวลาดังกล่าว คลังสินค้าจะรู้ปริมาณความต้องการของลูกค้าที่เกิดขึ้นจริงในช่วงเวลา t=19,18,17,16,...,1 เพราะเป็นช่วงเวลาที่ผ่านมาแล้ว เช่น

$D_{16} = 5132.9237$ (ตามรูปที่ 3.10 เซลล์ที่ C22)

$D_{17} = 5157.0350$ (ตามรูปที่ 3.10 เซลล์ที่ C23)

$D_{18} = 5174.3973$ (ตามรูปที่ 3.10 เซลล์ที่ C24)

$D_{19} = 5190.4201$ (ตามรูปที่ 3.10 เซลล์ที่ C25)

แต่คลังสินค้า ณ เวลาปัจจุบันดังกล่าว (เริ่มต้นของช่วงเวลา t=20) จะไม่รู้ปริมาณความต้องการจริงที่จะเกิดขึ้น (D_{20}) เพราะยังไม่เกิดขึ้น และคลังสินค้าจะรู้ค่าปริมาณความต้องการในช่วงเวลา t=20 ได้ก็ต่อเมื่อสิ้นสุดช่วงเวลา t=20 แล้ว ดังนั้นคลังสินค้าจำเป็นต้องอาศัยเทคนิคการพยากรณ์เพื่อทำนายปริมาณความต้องการของลูกค้าในช่วงเวลา t=20 ในงานวิจัยนี้ได้ใช้เทคนิคการพยากรณ์แบบถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ด้วย p_c=4 ค่าพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า ($\widehat{D}_{20}$) สามารถคำนวณได้ในสมการที่ 3.7 และสามารถคำนวณหาได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\hat{D}_t = \frac{\sum_{i=1}^{p_c} D_{t-i}}{p_c}$$

$$\hat{D}_{20} = \frac{\sum_{i=1}^{4} D_{20-i}}{4} = \frac{D_{19}+D_{18}+D_{17}+D_{16}}{4}$$

$$= \frac{(5190.4201+5174.3973+5157.0350+5132.9237)}{4}$$

$$= 5163.6940 \text{ (ตามรูปที่ 3.10 เซลล์ที่ F26)}$$

- ระดับสินค้าคงคลังสูงสุด คือ

$$S_t = \hat{D}_t^L + z\hat{\sigma}_t^L$$

$$S_{20} = \hat{D}_{20}^L + z\hat{\sigma}_{20}^L$$

$$S_{20} = 5163.6940 \times 1 \text{ เมื่อ z=0}$$

$$= 5163.6940 \text{ (ตามรูปที่ 3.10 เซลล์ที่ H26)}$$

- ปริมาณการสั่งซื้อของคลังสินค้าที่ช่วงเริ่มต้นของช่วงเวลา t=20 เพื่อจะสั่งผู้ผลิต สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$q_{cw,t} = S_t - (S_{t-1} - D_{t-1})$$

$$q_{cw,20} = S_{20} - (S_{19} - D_{19})$$

$$= 5163.6940 - (5141.5853 - 5190.4200)$$

$$= 5212.5287 \text{ (ตามรูปที่ 3.10 เซลล์ที่ I25)}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.5 การคำนวณหาค่าบูลวิปเอฟเฟคของระบบการรวมคลังสินค้า

การหาค่าบูลวิปเอฟเฟคของระบบการรวมคลังสินค้า โดยการนำค่าความแปรปรวนของปริมาณการสั่งซื้อหารด้วยค่าความแปรปรวนของปริมาณความต้องการของลูกค้าตามสมการที่ 3.1

	A	B	C	D	F	H	I	R
1	phi (ø)	0.8	Lead Time (LT)	1		11.53111072	Paremeters	
2	delta	1050	z (service level=50%)	0		8.6778649	Input (can adjust)	
3	variance error	2.6	period of moving average forcasting	4			can't adjust	
4	Dt (t=0)	960			bullwhip effect=qt/Dt	1.328795834	Output (bullwhip effect)	
5	t (time)	error (normal dist.)	D(t) real demand by AR(1)	Moving average forecasting with 4-period forecasting demand during LT		St (Order up to level)	qt) (order quantity)	
6	0		960	0				
7	1	-1.934090288	1816.06591	240	ช่วงที่ไม่พิจารณาเนื่อง period of moving average forcasting=4			
8	2	0.225366177	2503.078094	694.0164774				
9	3	3.327198982	3055.789674	1319.786001				
10	4	0.571596549	3495.203336	2083.733419				
11	5	1.189593038	3847.352262	2717.534253	2717.534253	2717.534253	4355.17385	
12	6	-1.309420711	4126.572389	3225.355841	3225.355841	3225.355841	4532.445962	
13	7	1.585123502	4352.843034	3631.229415	3631.229415	3631.229415	4677.106375	
14	8	-1.376819303	4530.897608	3955.492755	3955.492755	3955.492755	4789.821176	
15	9	-1.139400822	4673.578686	4214.416323	4214.416323	4214.416323	4880.135292	
16	10	0.38631136	4789.24926	4420.972929	4420.972929	4420.972929	4954.918478	
17	11	1.139859821	4882.539268	4586.642147	4586.642147	4586.642147	5014.963326	
18	12	-0.97100611	4955.060408	4719.066205	4719.066205	4719.066205	5061.101108	
19	13	-0.196879507	5013.851447	4825.106905	4825.106905	4825.106905	5098.919637	
20	14	3.641004832	5064.722162	4910.175096	4910.175096	4910.175096	5133.590388	
21	15	0.207627209	5101.985357	4979.043321	4979.043321	4979.043321	5156.846879	
22	16	1.335411035	5132.923697	5033.904844	5033.904844	5033.904844	5177.389519	
23	17	0.696074513	5157.035032	5078.370666	5078.370666	5078.370666	5192.830928	
24	18	-1.230767962	5174.397258	5114.166562	5114.166562	5114.166562	5201.816031	
25	19	0.902244863	5190.420051	5141.585336	5141.585336	5141.585336	5212.528724	
26	20	-0.097726545	5202.238314	5163.694009	5163.694009	5163.694009	5219.566969	
27	21	0.823876413	5212.614528	5181.022664	5181.022664	5181.022664	5226.509402	
28	22	0.318511174	5220.410133	5194.917538	5194.917538	5194.917538	5231.913352	
29	23	1.584634972	5227.912742	5206.420757	5206.420757	5206.420757	5237.285914	
30	24	-1.074465442	5231.255728	5215.793929	5215.793929	5215.793929		

รูปที่ 3.11 ค่าบูลวิปเอฟเฟคในแบบจำลองระบบการรวมคลังสินค้า

ต่อไปนี้จะแสดงตัวอย่างวิธีการคำนวณหาค่าบูลวิปเอฟเฟค โดยที่ค่าพารามิเตอร์เริ่มต้นยังมีค่าตามหัวข้อ 3.31 (โดยที่ $\emptyset$=0.8, p_c=4)

การหาค่าบูลวิปเอฟเฟค สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 3.1

จากการจำลองระบบห่วงโซ่อุปทานแบบการรวมคลังสินค้าทั้งหมด 360 วัน แต่ในช่วงเริ่มต้น คือ ตั้งแต่เวลา t=0 จนถึง t=99 (โดยประมาณ) ระบบการจำลองยังไม่เข้าสู่สภาวะเสถียร ดังนั้นช่วงเวลาดังกล่าวจะไม่ถูกนำมาคิดหาค่าบูลวิปเอฟเฟค

ตัวอย่างการคำนวณหาค่าบูลวิปเอฟเฟคด้วยค่าเริ่มต้นตามหัวข้อ 3.3.1 จะสามารถคำนวณค่าความแปรปรวนของความต้องการของลูกค้าที่เกิดขึ้นจริง (VAR(D_t))=8.6779 และค่าความแปรปรวนของปริมาณการสั่งซื้อ (VAR($q_{cw.t}$))=11.5311 (ตามรูปที่ 3.11 เซลล์ที่ H2 และ H1)

ดังนั้นตัวอย่างนี้จะสามารถคำนวณหาค่าบูลวิปเอฟเฟค ดังนี้

$$BW_{cw} = \frac{VAR(q_{cw,t})}{VAR(D_t)} = \frac{11.5311}{8.6779} = 1.3288$$

เนื่องจากค่า BW_{cw} มีค่ามากกว่า 1.00 ดังนั้นปรากฏการณ์บูลวิปเอฟเฟคหรือปรากฏการณ์แส้ม้าจะเกิดขึ้น เพราะความแปรปรวนของ $q_{cw,t}$ มากกว่าความแปรปรวนของ D_t

หัวข้อถัดไปค่าพารามิเตอร์ต่อไปนี้ σ_ε^2, δ, $\emptyset$ และ p_c สามารถเปลี่ยนค่าได้ เพื่อทำการศึกษาผลกระทบพารามิเตอร์เหล่านี้ต่อค่าบูลวิปเอฟเฟค

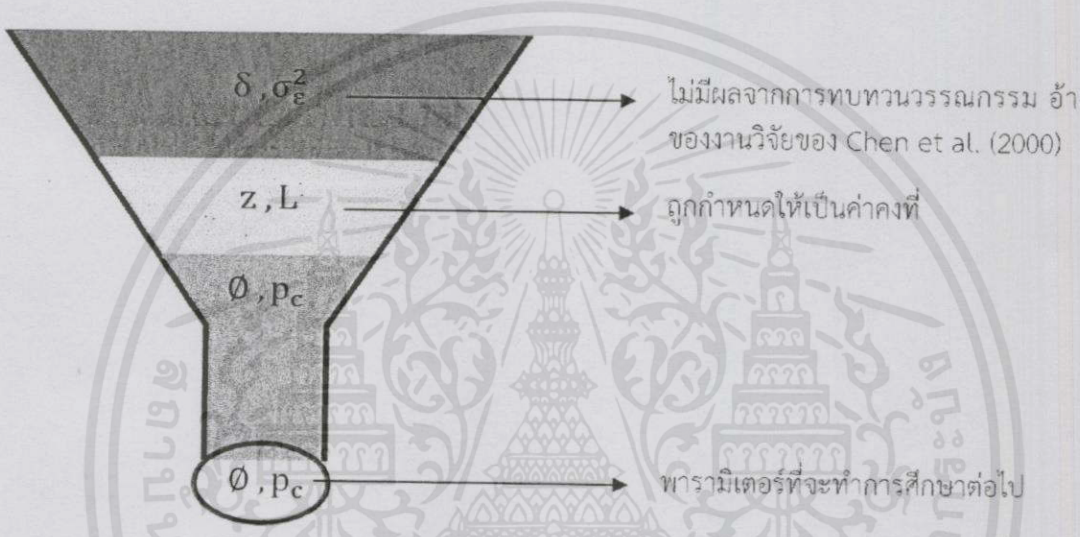
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การศึกษาปัจจัยต่างๆ ที่มีผลกระทบต่อค่าบูลวิปเอฟเฟคของระบบการรวมคลังสินค้า

จากการศึกษาปรากฏการณ์บูลวิปเอฟเฟคของระบบการรวมคลังสินค้า พบว่ามีปัจจัยที่เกี่ยวข้องทั้งหมด 6 ปัจจัย ได้แก่ δ, σ_ε^2, $\emptyset$, p_c, L, z

ปัจจัยที่กำหนดให้มีค่าคงที่ตลอดงานวิจัยนี้ (หรือค่าไม่เปลี่ยนแปลง) คือ ระยะเวลาในการนำส่งสินค้า (L) เท่ากับ 1 วัน และระดับการให้บริการ (z) เท่ากับ 0 เพื่อลดความซับซ้อนของระบบการจำลอง

ปัจจัยส่วนแบ่งทางตลาด (α) ของระบบการรวมคลังสินค้าจะไม่ทำการพิจารณา เนื่องจากไม่มีผลต่อค่าความต้องการของลูกค้าในช่วงเวลา t (D_t) ทำให้ไม่มีผลกระทบใดๆ ต่อค่าบูลวิปเอฟเฟคของระบบการรวมคลังสินค้า



รูปที่ 3.12 การคัดกรองปัจจัยที่มีผลต่อค่าบูลวิปเอฟเฟคในระบบการรวมคลังสินค้า

จากรูปที่ 3.12 หลังจากที่ได้ทำการกรองปัจจัยที่มีผลต่อค่าบูลวิปเอฟเฟคของระบบ ด้วยเหตุผลดังที่กล่าวมา พบว่าจะเหลือปัจจัยที่ต้องทำการพิจารณาต่อไปคือ $\emptyset$ และ p_c ในโซ่อุปทานแบบการรวมคลังสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.1 การศึกษาผลกระทบของปัจจัย Ø ต่อ BW_{cw}

- สถิติที่ใช้ทดสอบ คือ การวิเคราะห์ความแปรปรวนกรณีการทดลองแบบปัจจัยเดียว (One way ANOVA) โดยมีการตั้งสมมติฐาน ดังนี้

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5$$
$$H_1: \mu_i \neq \mu_j \text{ อย่างน้อย 1 คู่}$$

เมื่อ μ_i เป็นค่าเฉลี่ยของประชากรในแต่ละระดับของตารางที่ 3.1

- ค่าพารามิเตอร์เริ่มต้น $\delta = 1050, \sigma_\varepsilon^2 = 2.6, p_c = 4, D_0 = 960, L = 1, z = 0$

- ปัจจัยที่ต้องการศึกษามี 1 ปัจจัย คือ Ø โดยทำการแบ่งเป็น 5 ระดับ คือ Ø=-0.9, -0.5, 0, 0.5 และ 0.9

- การทำการทดลองและการบันทึกข้อมูล ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ผลจากการรันโมเดลในระบบการรวมคลังสินค้าของปัจจัย Ø เมื่อ $p_c = 4$

	ค่าบูลวิปเอฟเฟค				
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5
Ø= -0.9	1.2858	1.2863	1.2066	1.3011	1.2094
Ø= -0.5	1.5005	1.5683	1.5856	1.6493	1.5576
Ø= 0	1.6423	1.6332	1.5114	1.5757	1.5660
Ø= 0.5	1.5901	1.5896	1.5855	1.6832	1.5388
Ø= 0.9	1.2468	1.2140	1.2537	1.3019	1.1890

- ผลการทดลองและค่าทางสถิติ ดังรูปที่ 3.13

One-way ANOVA: BW(cw) versus phi

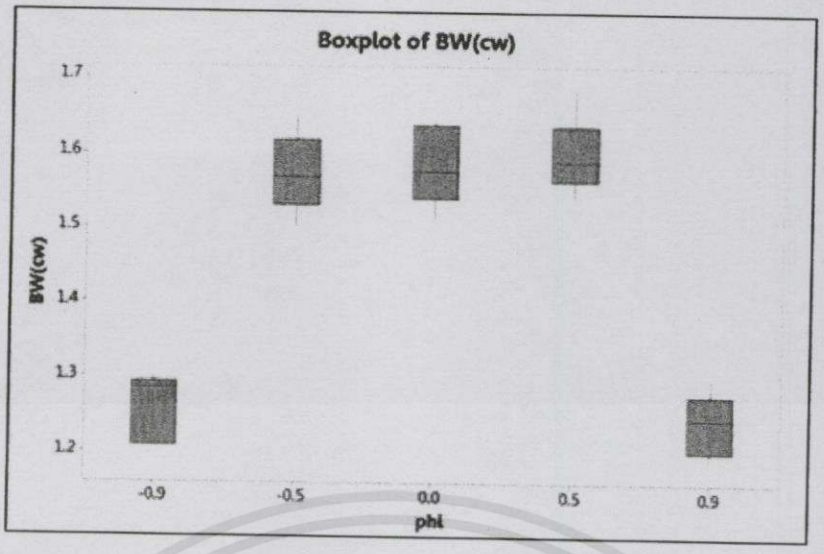
Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
phi	4	0.67838	0.169594	68.13	0.000
Error	20	0.04978	0.002489		
Total	24	0.72816			

รูปที่ 3.13 ผลของ ANOVA ของปัจจัย Ø ในระบบการรวมคลังสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของลิขสิทธิ์ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลองจากตาราง ANOVA จะได้ค่า P-value = 0.000 < α = 0.05 จึงทำให้ปฏิเสธ H_0 ซึ่งสามารถกล่าวได้ว่าปัจจัย Ø มีผลต่อค่าบูลวิปเอฟเฟคที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.14 แผนภูมิกล่องของปัจจัย Ø ในระบบการรวมคลังสินค้า เมื่อ $p_c = 4$

จากแผนภูมิกล่องในรูปที่ 3.14 แสดงถึงความสัมพันธ์ของชุดข้อมูล Ø ในแต่ละระดับโดยที่แกน x คือ Ø และแกน y คือ BW_{cw} โดยกำหนดให้ค่า $p_c = 4$ ซึ่งสังเกตได้ว่าที่ค่า Ø เป็นบวกมากๆ หรือเป็นลบมากๆ จะมีความแตกต่างกับชุดข้อมูล Ø ที่มีค่าเข้าใกล้ 0 เป็นอย่างมาก ซึ่งความแตกต่างระหว่างของชุดข้อมูลที่เกิดขึ้นนี้หมายถึงค่า Ø มีผลกระทบต่อค่าบูลวิปเอฟเฟค

ผลการทดลองที่ทุกระดับของ Ø จะได้ค่า BW_{cw}>1 นั่นคือจะเกิดปรากฏการณ์บูลวิปเอฟเฟคขึ้น และด้วยเทคนิคทฤษฎีการจัดเก็บสินค้าคงคลัง, การพยากรณ์แบบถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ เมื่อเผชิญกับ AR(1) จะเกิดบูลวิปเอฟเฟคขึ้นอย่างแน่นอนจากการทดลอง โดยที่ค่า BW_{cw} จะมีลักษณะคล้ายกับรูปพาราโบลาคว่ำ เมื่อค่า Ø เพิ่มขึ้น ที่กำหนดให้ $p_c = 4$ ซึ่งสอดคล้องกับตาราง ANOVA ที่ให้ค่า P-value<α=0.05 จึงทำให้สรุปได้ว่าปัจจัย Ø มีผลต่อค่าบูลวิปเอฟเฟค โดยมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 การศึกษาผลกระทบของปัจจัย p_c ต่อ BW_{cw}

- สถิติที่ใช้ทดสอบ คือ การวิเคราะห์ความแปรปรวนกรณีการทดลองแบบปัจจัยเดียว (One way ANOVA) โดยมีการตั้งสมมติฐาน ดังนี้

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$$
$$H_1: \mu_i \neq \mu_j \text{ อย่างน้อย 1 คู่}$$

เมื่อ μ_i เป็นค่าเฉลี่ยของประชากรในแต่ละระดับของตารางที่ 3.2

- ค่าพารามิเตอร์เริ่มต้น $\emptyset = 0.8, \delta = 1050, \sigma_\varepsilon^2 = 2.6, D_0 = 960, L = 1, z = 0$
- ปัจจัยที่ต้องการศึกษามี 1 ปัจจัยคือ p_c โดยทำการแบ่งเป็น 4 ระดับ คือ p_c=2, 5, 8, 11
- การทำการทดลองและการบันทึกข้อมูล ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ผลจากการรันโมเดลในระบบการรวมคลังสินค้าของปัจจัย p_c

	ค่าบูลวิปเอฟเฟค				
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5
p_c=2	1.4625	1.4427	1.5065	1.4710	1.4589
p_c=5	1.2480	1.2938	1.2828	1.3575	1.2758
p_c=8	1.2227	1.2025	1.1906	1.2530	1.1982
p_c=11	1.2061	1.1640	1.1641	1.1651	1.1882

- ผลการทดลองและค่าทางสถิติ ดังรูปที่ 3.16

One-way ANOVA: BW(cw) versus period

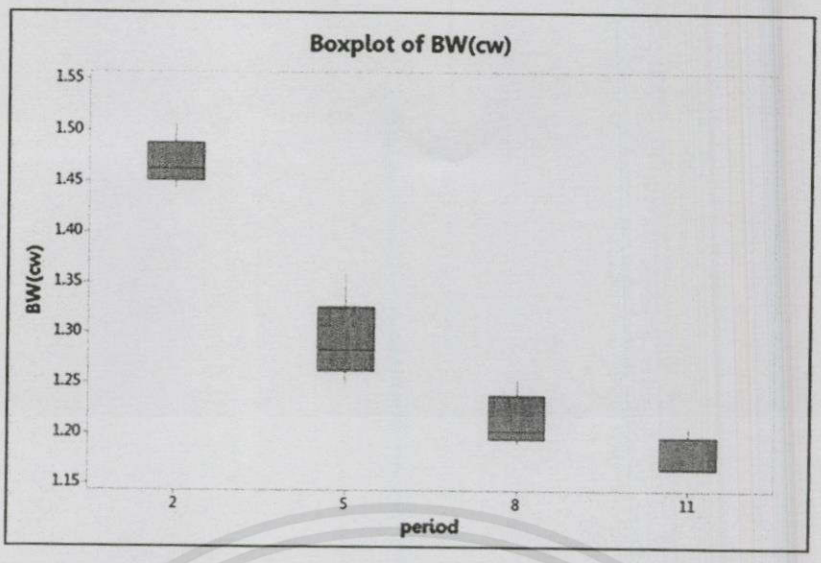
Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
period	3	0.25152	0.083839	104.86	0.000
Error	16	0.01279	0.000799		
Total	19	0.26431			

รูปที่ 3.15 ผลของ ANOVA ของปัจจัย p_c ในระบบการรวมคลังสินค้า

สรุปผลการทดลองจากตาราง ANOVA จะได้ค่า P-value = 0.000 < α = 0.05 จึงทำให้ปฏิเสธ H_0 ซึ่งสามารถกล่าวได้ว่าปัจจัย p_c มีผลต่อค่าบูลวิปเอฟเฟคที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังรูปที่ 3.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ และโฆษณาด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.16 แผนภูมิกล่องของปัจจัย p_c ในระบบการรวมคลังสินค้า เมื่อ $\emptyset$=0.8

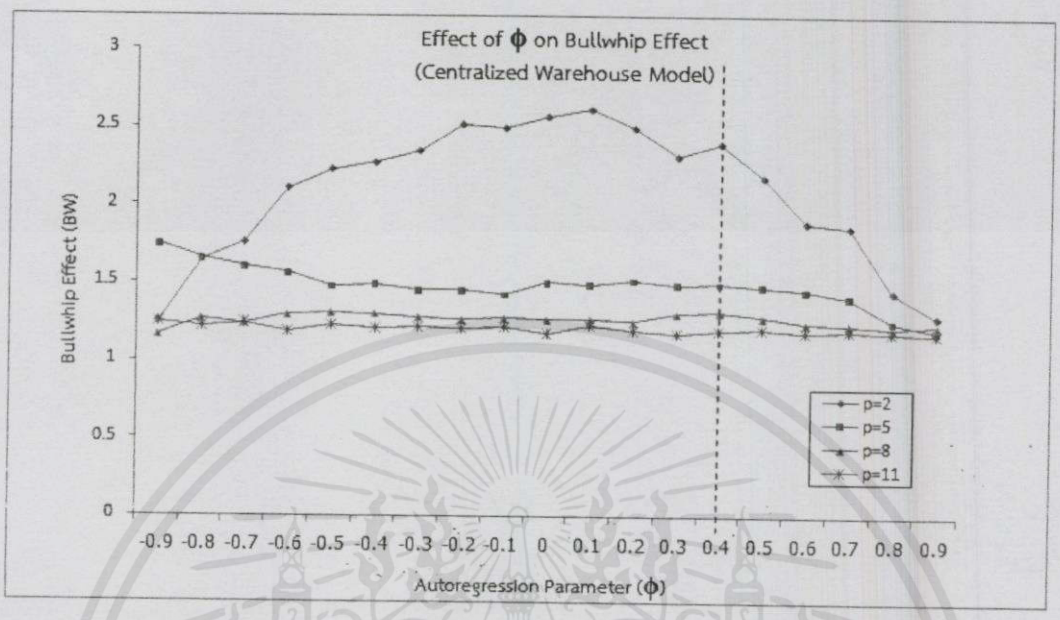
จากแผนภูมิกล่องในรูปที่ 3.17 แสดงถึงความสัมพันธ์ของชุดข้อมูล p_c ในแต่ละระดับโดยที่แกน x คือ p_c และแกน y คือ BW_{cw} โดยกำหนดให้ค่า $\emptyset$=0.8 ซึ่งสังเกตได้ว่าชุดข้อมูลแต่ละระดับของ p_c นั้นมีความแตกต่างกัน ซึ่งหมายความว่าปัจจัย p_c มีผลต่อค่าบูลวิปเอฟเฟค ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับรูปเอ็กโพเนนเชียลโดยค่าที่ p_c น้อยๆ จะให้ค่า BW_{cw} สูง และเมื่อ p_c มากขึ้นเรื่อยๆ ค่า BW_{cw} จะค่อยๆ ปรับลดลงและเริ่มเข้าสู่สภาวะคงที่ ณ ช่วงเวลาในการพยากรณ์ความต้องการหนึ่งๆ

ผลการทดลองที่ทุกระดับของ p_c จะได้ค่า BW_{cw}>1 นั่นคือจะเกิดปรากฏการณ์บูลวิปเอฟเฟคขึ้น และด้วยเทคนิคทฤษฎีการจัดเก็บสินค้าคงคลัง, การพยากรณ์แบบถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ และเมื่อเผชิญกับ AR(1) จะเกิดบูลวิปเอฟเฟคขึ้นอย่างแน่นอนจากการทดลอง โดยที่ค่า BW_{cw} จะมีลักษณะคล้ายกับรูปเอ็กโพแนนเชียล คือมีแนวโน้มของค่าบูลวิปเอฟเฟคที่เกิดขึ้นค่อยๆลดลง เมื่อค่า p_c เพิ่มขึ้น โดยกำหนดให้ $\emptyset$=0.8 ซึ่งสอดคล้องกับตาราง ANOVA ที่ให้ค่า P-value<α=0.05 จึงทำให้สรุปได้ว่าปัจจัย p_c มีผลต่อค่าบูลวิปเอฟเฟค โดยมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3 ส่วนขยายผลของปัจจัย Ø และ p_c ต่อค่า BW_{cw}

- ผลกระทบของปัจจัย Ø ต่อ BW_{cw}



รูปที่ 3.17 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย Ø ต่อ BW_{cw}

จากรูป 3.17 พบว่า ที่ค่า p_c น้อยๆ เช่น p_c=2 ค่า BW_{cw} จะเพิ่มขึ้นค่อนข้างจะเร็ว เมื่อ Ø เพิ่มขึ้นจาก -1 ไปจนถึง Ø คงที่ค่าหนึ่ง (Ø อยู่ระหว่าง -0.1 ถึง 0.1 โดยประมาณ) หลังจากนั้นค่า BW_{cw} จะค่อยๆ ลดลง เมื่อ Ø มีค่า 0 หรือ 0.1 ไปจนสู่เข้าสู่ Ø=1 โดยที่ BW_{cw} มีลักษณะเป็นรูปพาราโบล่าคว่ำ

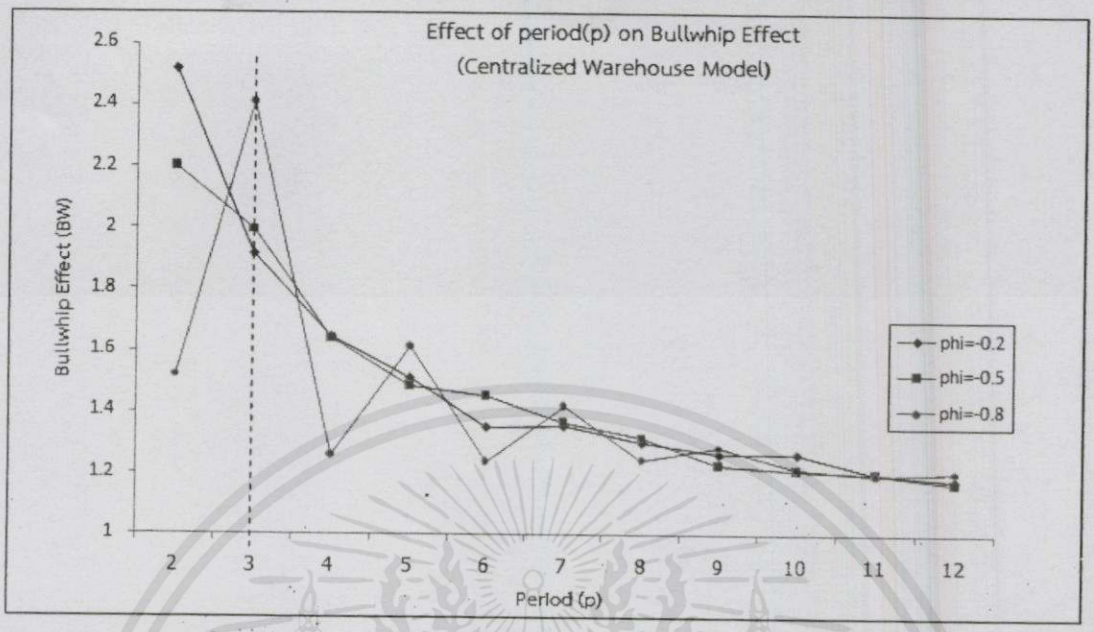
เมื่อค่า p_c=5 ค่า BW_{cw} จะค่อยๆ ลดลงอย่างช้าๆ เมื่อ Ø เพิ่มขึ้น จาก -1 ไปจนถึง 1

เมื่อค่า p_c=8 และ 11 ค่า BW_{cw} จะค่อนข้างคงที่ หรือเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย เมื่อ Ø เปลี่ยนแปลงไปตามช่วง -1 ถึง 1 แต่ที่ p_c=8 จะให้ค่า BW_{cw} ที่มากกว่า p_c=11

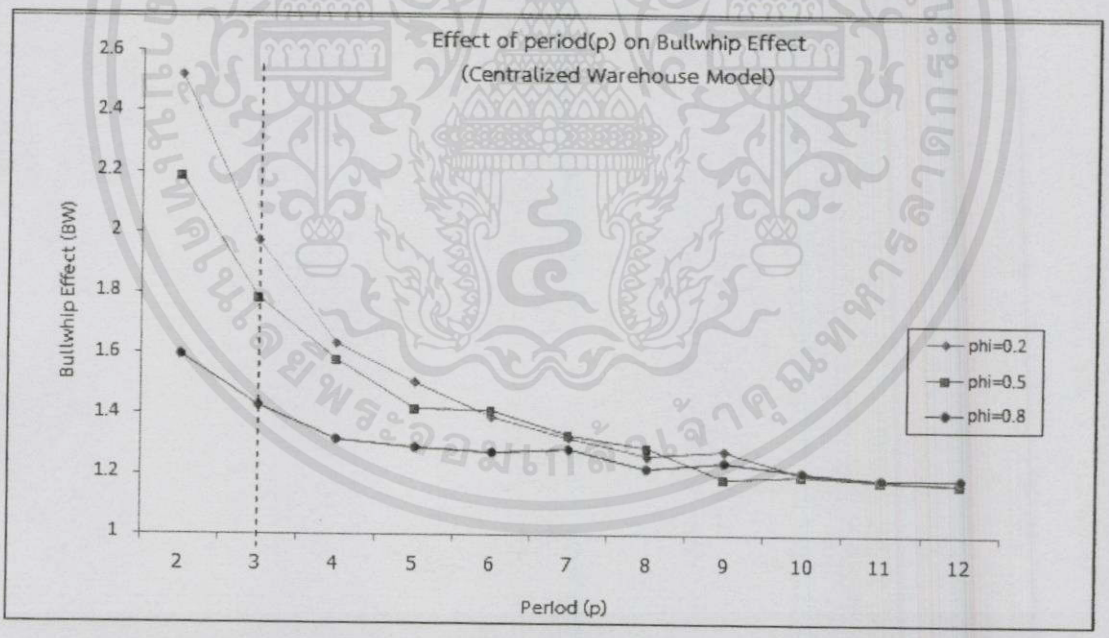
ดังนั้น ดูเหมือนว่าที่ p_c มีค่าน้อย เมื่อค่า Ø เปลี่ยนไป ค่า BW_{cw} จะอ่อนไหวและเปลี่ยนแปลงง่ายกว่าที่ p_c มีค่ามากๆ ผู้วิจัยให้ข้อสังเกตว่า ที่ p_c มีค่าน้อย ค่า Ø จะส่งผลต่อค่า BW_{cw} เป็นอย่างมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ผลกระทบของปัจจัย p_c ต่อ BW_{cw}



รูปที่ 3.18 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย p_c ต่อ BW_{cw} เมื่อค่า Ø เป็นลบ



รูปที่ 3.19 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย p_c ต่อ BW_{cw} เมื่อค่า Ø เป็นบวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.18 และ 3.19 ภาพรวมจะพบว่า เมื่อ p_c เพิ่มขึ้นจากน้อยไปมาก จะทำให้ค่า BW_{cw} มีลักษณะลดลงเป็นลักษณะเอ็กโพเนนเชียล และที่ p_c มากๆ จะทำให้ค่าบูลวิปเอฟเฟคลดลงและลู่เข้าหาค่าคงที่ค่าหนึ่ง

นอกจากนี้ที่ p_c มากๆ ดูเหมือนว่าค่า BW_{cw} จะมีความคงทนต่อการเปลี่ยนแปลงของค่า $\emptyset$

จากรูปที่ 3.18 แสดงค่า BW_{cw} เมื่อพิจารณาค่า $\emptyset$ เป็นลบ ถ้าค่า p_c น้อยๆ ค่า BW_{cw} จะมีการเปลี่ยนแปลงหรือการกวัดแกว่งมาก และถ้าค่า p_c เพิ่มมากขึ้น ค่าBW_{cw} จะมีการเปลี่ยนแปลงหรือการกวัดแกว่างลดลง

จากรูปที่ 3.19 แสดงค่า BW_{cw} เมื่อพิจารณาค่า $\emptyset$ เป็นบวก เมื่อค่า p_c น้อยๆ ค่า BW_{cw} จะมีการเปลี่ยนแปลงหรือมีการกวัดแกว่งไม่มาก สามารถทำนายต่อได้ว่า ที่ค่า $\emptyset$ เป็นบวกน้อยๆ จะให้ค่า BW_{cw} ที่สูงกว่าที่ค่า $\emptyset$ เป็นบวกมากๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การจำลองค่าบูลวิปเอฟเฟคแบบระบบการกระจายคลังสินค้า

จากการศึกษาในบทที่ 3 ได้ทำการสร้างแบบจำลองเพื่อหาค่าบูลวิปเอฟเฟคของระบบการรวมคลังสินค้า และศึกษาปัจจัยต่างๆ ที่มีผลกระทบต่อค่าบูลวิปเอฟเฟค ซึ่งในบทที่ 4 นี้จะศึกษาเกี่ยวกับแบบจำลองของระบบการกระจายคลังสินค้าโดยเริ่มต้นจาก

4.1 โครงสร้างของโซ่อุปทานแบบการกระจายคลังสินค้า

4.2 กระบวนการของการสั่งซื้อของคลังสินค้า และรูปแบบความต้องการเริ่มต้นของระบบการกระจายคลังสินค้า

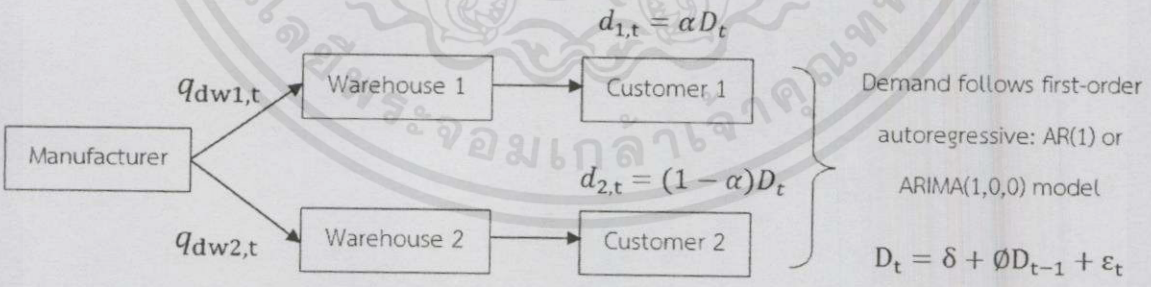
4.3 การสร้างแบบจำลองเพื่อหาค่าบูลวิปเอฟเฟคของระบบการกระจายคลังสินค้า

4.4 การศึกษาปัจจัยต่างๆที่มีผลกระทบต่อค่าบูลวิปเอฟเฟคของระบบการกระจายคลังสินค้า

4.1 โครงสร้างของโซ่อุปทานแบบการกระจายคลังสินค้า

สำหรับระบบการกระจายคลังสินค้า โครงสร้างของรูปแบบห่วงโซ่อุปทานจะประกอบไปด้วยผู้ผลิต (Manufacturer) 1 แห่ง, คลังสินค้า (Warehouse) 2 แห่ง และกลุ่มลูกค้า (Customer) 2 กลุ่ม ดังรูปที่ 4.1

หมายเหตุ : กลุ่มลูกค้าในที่นี้เป็นได้ทั้งกลุ่มผู้บริโภคโดยตรงหรือกลุ่มผู้ค้าปลีก



รูปที่ 4.1 ระบบการกระจายคลังสินค้าจากศูนย์กลาง (Decentralized Warehouse Model)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลไกของระบบการกระจายคลังสินค้า จะมีวิธีการของการดำเนินกิจกรรมที่เหมือนกับระบบการรวมคลังสินค้า ซึ่งจะแตกต่างกันที่มีจำนวนคลังสินค้าสำหรับการขายให้แก่ลูกค้ามี 2 แห่ง โดยที่ลูกค้ากลุ่มที่ 1 จะทำการซื้อกับคลังสินค้าที่ 1 และลูกค้ากลุ่มที่ 2 จะทำการซื้อกับคลังสินค้าที่ 2

คลังสินค้าที่ 1 จะทำการส่งสินค้าให้แก่ลูกค้ากลุ่มที่ 1 และคลังสินค้าที่ 2 จะทำการส่งสินค้าให้แก่ลูกค้ากลุ่มที่ 2 นั่นก็คือ ระบบการกระจายคลังสินค้าจะมีสถานที่เก็บสินค้าอยู่ 2 แห่ง คือ คลังสินค้าที่ 1 และที่ 2

กำหนดให้ ความต้องการของลูกค้ากลุ่มที่ 1 มีค่า $d_{1,t}$ ซึ่งมีค่าเท่ากับ αD_t และความต้องการของลูกค้ากลุ่มที่ 2 มีค่า $d_{2,t}$ ซึ่งมีค่าเท่ากับ $(1-\alpha)D_t$ ดังนั้น คลังสินค้าที่ 1 จะรับความต้องการของลูกค้าเท่ากับ $d_{1,t}$ จากลูกค้ากลุ่มที่ 1 และคลังสินค้าที่ 2 จะรับความต้องการของลูกค้าเท่ากับ $d_{2,t}$

ในลำดับถัดมาคลังสินค้าของแต่ละแห่งก็จะทำการคำนวณหาปริมาณการสั่งซื้อเพื่อส่งไปที่ผู้ผลิตแห่งเดียวกัน โดยแต่ละคลังสินค้า จะคำนวณหาปริมาณการสั่งซื้ออย่างอิสระต่อกัน หลังจากที่มีความต้องการของลูกค้าเข้ามาที่เริ่มต้นช่วงเวลา t แต่ละคลังสินค้าที่ 1 และที่ 2 จะทำการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าของตัวเอง และมีการคำนวณระดับสินค้าคงคลังสูงสุดที่ต้องการ เพื่อไปสู่การคำนวณหาปริมาณการสั่งซื้อ $q_{dw1,t}$ และ $q_{dw2,t}$ ตามลำดับ

ผู้ผลิตจะทำการรับความต้องการของคลังสินค้าที่ 1 และที่ 2 เป็น $q_{dw1,t}$ และ $q_{dw2,t}$ ที่เริ่มต้นช่วงเวลา t พร้อมกัน และผู้ผลิตจะทำการส่งมอบสินค้าไปยังคลังสินค้าทั้ง 2 แห่งด้วยเวลานำส่ง 1 หน่วยเวลา นั่นคือคลังสินค้าทั้ง 2 แห่ง จะได้รับสินค้าที่เริ่มต้นของช่วงเวลา t+1

ค่าบูลวิปเอฟเฟคหาจากความสัมพันธ์

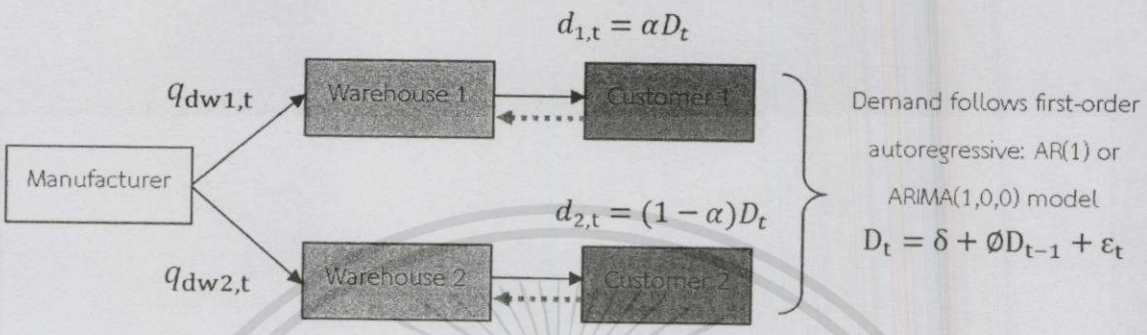
$$\text{บูลวิปเอฟเฟค } (BW_{dw}) = \frac{\text{ค่าความแปรปรวนของปริมาณการสั่งซื้อ}}{\text{ความแปรปรวนของความต้องการ}}$$

$$BW_{dw} = \frac{VAR(q_{dw1,t}+q_{dw2,t})}{VAR(d_{1,t}+d_{2,t})} = \frac{VAR(q_{dw,t})}{VAR(D_t)} \qquad (4.1)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 กระบวนการของการสั่งซื้อของคลังสินค้า และรูปแบบความต้องการเริ่มต้นของระบบการกระจายคลังสินค้า

4.2.1 รูปแบบความต้องการของลูกค้าเริ่มต้นของระบบการกระจายคลังสินค้า



◄···· ลูกศรเส้นประ แสดงการไหลของข้อมูลจากลูกค้าไปยังคลังสินค้าในโซ่อุปทาน

——► ลูกศรเส้นทึบ แสดงการไหลของสินค้าคลังสินค้าไปยังลูกค้าในโซ่อุปทาน

รูปที่ 4.2 โครงสร้างของโซ่อุปทานแบบการกระจายคลังสินค้าพิจารณาที่ความต้องการของลูกค้าเริ่มต้น

ความต้องการของลูกค้าโดยรวมในช่วงเวลา t เป็นแบบออเทอรีเกรสชั่นอันดับที่หนึ่ง (First Order Autoregressive Model, AR(1)) ซึ่งได้จากสมการที่ 3.2 ในบทที่ 3

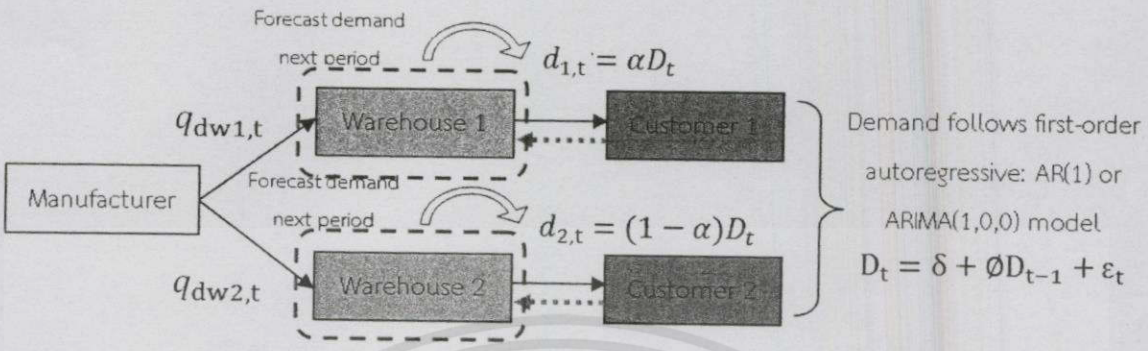
ความต้องการลูกค้าในช่วงเวลา t (D_t) จากสมการที่ 1 จะถูกแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มย่อยด้วยส่วนแบ่งทางการตลาด (α) ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 3.3 และ 3.4 ในบทที่ 3 โดยที่ความต้องการของลูกค้ากลุ่มที่ 1 ในช่วงเวลา t ($d_{1,t}$) จะขายโดยคลังสินค้าแห่งที่ 1 และความต้องการของลูกค้ากลุ่มที่ 2 ในช่วงเวลา t ($d_{2,t}$) จะขายโดยคลังสินค้าแห่งที่ 2 ตามรูปที่ 4.2

ความแปรปรวนของผลรวมของความต้องการของลูกค้ากลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ยังสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 3.6 ในบทที่ 3 แต่ปัจจัยส่วนแบ่งทางการตลาด (α) ของระบบการกระจายคลังสินค้า จะถูกนำมาใช้คำนวณหาปริมาณการสั่งซื้อของคลังสินค้าแต่ละแห่ง และส่วนแบ่งทางการตลาด (α) นี้ อาจจะส่งผลต่อค่าความแปรปรวนของปริมาณการสั่งซื้อสำหรับคลังสินค้าแต่ละแห่ง สิ่งนี้จะถูกศึกษาต่อไปในงานวิจัยนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 คลังสินค้าพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าที่ช่วงเวลาถัดไป

ในงานวิจัยนี้จะเลือกใช้วิธีการพยากรณ์แบบถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่



รูปที่ 4.3 โครงสร้างของโซ่อุปทานแบบการกระจายคลังสินค้าพิจารณาที่การพยากรณ์

จากรูปที่ 4.3 คลังสินค้าทั้ง 2 แห่งจะทำการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าที่ช่วงเวลาถัดไป โดยใช้ข้อมูลความต้องการของลูกค้าแต่ละแห่งก่อนหน้าในการคำนวณ ซึ่งคลังสินค้าแต่ละแห่งจะมีช่วงเวลาในการพยากรณ์ของแหล่งที่ 1 และ 2 คือ p_{d1} และ p_{d2} เป็นตัวกำหนดว่าจะใช้ข้อมูลย้อนกลับไปทั้งหมดกี่ตัว

คลังสินค้าแห่งที่ 1 และแห่งที่ 2 สามารถหาค่าพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าทั้งสองแห่งได้จากสมการที่ 4.2 และ 4.3 ตามลำดับ

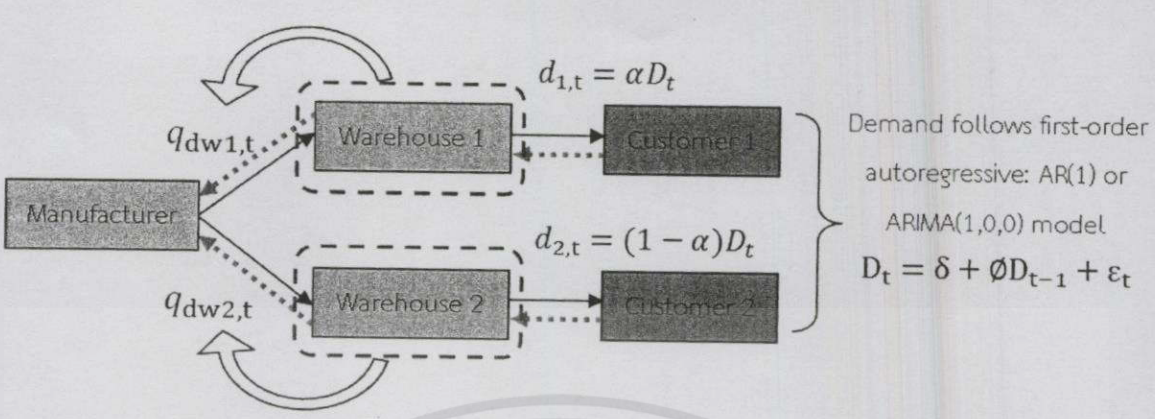
$$\hat{d}_{1,t} = \frac{\sum_{i=1}^{p_{d1}} d_{1,t-i}}{p_{d1}} \tag{4.2}$$

$$\hat{d}_{2,t} = \frac{\sum_{i=1}^{p_{d2}} d_{2,t-i}}{p_{d2}} \tag{4.3}$$

โดยที่ p_{d1} และ p_{d2} คือ ช่วงเวลาในการพยากรณ์ความต้องการแบบถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ของระบบการกระจายคลังสินค้าของแห่งที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 วิธีการคำนวณหาปริมาณการสั่งซื้อของคลังสินค้าแบบการกระจายคลังสินค้า



รูปที่ 4.4 โครงสร้างของโซ่อุปทานแบบการกระจายคลังสินค้าพิจารณาที่การสั่งซื้อ

คลังสินค้าของแต่ละแห่งจะทำหน้าที่ในการคำนวณหาค่าปริมาณการสั่งซื้อเพื่อส่งให้กับผู้ผลิต ซึ่งผู้ผลิตจะทำการผลิตสินค้าออกมาในปริมาณที่เพียงพอกับความต้องการของคลังสินค้าทั้งสองแหล่ง

วิธีการคำนวณของคลังสินค้าแต่ละแห่งในระบบการกระจายคลังสินค้า จะมีวิธีการคำนวณเหมือนกับระบบการรวมคลังสินค้า และสามารถเขียนอธิบายออกมาในรูปแบบสมการทางคณิตศาสตร์ ดังสมการที่ 4.4 และ 4.5

$$q_{dw1,t} = s_{1,t} - (s_{1,t-1} - d_{1,t-1}) \tag{4.4}$$

$$q_{dw2,t} = s_{2,t} - (s_{2,t-1} - d_{2,t-1}) \tag{4.5}$$

กำหนดให้ $s_{1,t}$ และ $s_{2,t}$ เป็นระดับสินค้าคงคลังสูงสุดที่ต้องการของคลังสินค้าที่ 1 และคลังสินค้าที่ 2 ตามลำดับ และสามารถคำนวณหาได้จากสมการที่ 4.6 และ 4.7 ดังนี้

$$s_{1,t} = \hat{d}_{1,t}^{L} + z\hat{\sigma}_{1,t}^{L} \tag{4.6}$$

$$s_{2,t} = \hat{d}_{2,t}^{L} + z\hat{\sigma}_{2,t}^{L} \tag{4.7}$$

โดยที่ $\hat{d}_{1,t}^{L}, \hat{d}_{2,t}^{L}$ คือ ค่าความต้องการของลูกค้าระหว่างระยะเวลานำจากการพยากรณ์ของคลังสินค้าที่ 1 และคลังสินค้าที่ 2 สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 4.8 และ 4.9 ตามลำดับ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\hat{d}_{1,t}^{L} = L\hat{d}_{1,t} \tag{4.8}$$

$$\hat{d}_{2,t}^{L} = L\hat{d}_{2,t} \tag{4.9}$$

และ $\hat{\sigma}_{1,t}^{L}, \hat{\sigma}_{2,t}^{L}$ คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความคลาดเคลื่อนระหว่างค่าความต้องการของลูกค้าที่พยากรณ์กับความต้องการของลูกค้าที่เกิดขึ้นจริงของคลังสินค้าที่ 1 และ 2 ระหว่างระยะเวลานำ สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 4.10 และ 4.11

$$\hat{\sigma}_{1,t}^{L} = \left(L\hat{d}_{1,t} - \left(d_{1,t} + d_{1,t+1} + \cdots + d_{1,t+L-1}\right)\right) \tag{4.10}$$

$$\hat{\sigma}_{2,t}^{L} = \left(L\hat{d}_{2,t} - \left(d_{2,t} + d_{2,t+1} + \cdots + d_{2,t+L-1}\right)\right) \tag{4.11}$$

จากสมการที่ 4.8 และ 4.9 เนื่องจากกำหนดให้ L=1 จึงทำให้ $\hat{d}_{1,t}^{L} = \hat{d}_{1,t}$ และ $\hat{d}_{2,t}^{L} = \hat{d}_{2,t}$ ทำให้การพยากรณ์ในช่วงระยะเวลานำส่งสินค้าจะเหลือเพียงช่วงเวลา t เท่านั้นด้วย เพราะจาก t+L-1=t ในงานวิจัยนี้ กำหนดให้ค่า z=0 ดังนั้น $\hat{\sigma}_{1,t}^{L}$ และ $\hat{\sigma}_{2,t}^{L}$ จะไม่ถูกนำมาพิจารณา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การสร้างแบบจำลองเพื่อหาค่าบูลวิปเอฟเฟคของระบบการกระจายคลังสินค้า

การสร้างแบบจำลองจะเริ่มด้วยการกำหนดค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ทั้งหมด และต่อด้วยการสร้างรูปแบบความต้องการของลูกค้าออกมา จากนั้นก็พยากรณ์ความต้องการของลูกค้า แล้วมาคำนวณหาค่าปริมาณการสั่งซื้อ และสุดท้ายคือ การคิดค่าบูลวิปเอฟเฟคของระบบ ซึ่งมีรายละเอียดของแต่ละหัวข้อดังต่อไปนี้

4.3.1 ค่าพารามิเตอร์เริ่มต้นของระบบการกระจายคลังสินค้า

- จำนวนวันที่ทำการศึกษาในแบบจำลองคือ 360 วันหรือประมาณ 1 ปี
- ระยะเวลานำส่งสินค้า (Lead time, L) มีค่าเท่ากับ 1 วัน
- ระดับการให้บริการ (Service Level, z) มีค่าเท่ากับ 0
- ความต้องการเริ่มต้น (D_0) มีค่าเท่ากับ 960
- *พารามิเตอร์คงที่ของตัวแบบออเทอรีเกรสชั่น (δ) มีค่าเท่ากับ 1050
- *ความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อน (σ_ε^2) มีค่าเท่ากับ 2.6
- *พารามิเตอร์ออเทอรีเกรสชั่น ($\emptyset$) มีค่าเท่ากับ 0.8
- *ช่วงเวลาในการพยากรณ์ความต้องการแบบถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ (p_{d1}) และ (p_{d2}) เท่ากับ 6
- *ส่วนแบ่งทางการตลาด (α) เท่ากับ 0.5

*หมายเหตุ : ค่าพารามิเตอร์ σ_ε^2, δ, $\emptyset$, α, p_{d1} และ p_{d2} จะเป็นพารามิเตอร์ที่สนใจ ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงค่าได้ ปัจจัยดังกล่าวจะถูกนำมาศึกษาถึงผลกระทบต่อค่าบูลวิปเอฟเฟคในหัวข้อ 4.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 การสร้างรูปแบบความต้องการของลูกค้า

1) เริ่มจากการสร้างข้อมูลของค่าความคลาดเคลื่อนที่ช่วงเวลา t จำนวน 360 ข้อมูล โดยใช้วิธีการสร้างเหมือนกับหัวข้อ 3.3.2 ในบทที่ 3 ดังแสดงในรูปที่ 4.5 คอลัมน์ B

2) สร้างข้อมูลความต้องการของลูกค้าจากตัวแบบ AR(1) ตามสมการที่ (3.2) ซึ่งจะได้ความต้องการของลูกค้าที่เกิดขึ้นจริงในแต่ละช่วงเวลา t ดังรูปที่ 4.5 คอลัมน์ C

3) ทำการแบ่งปริมาณความต้องการของลูกค้าออกเป็น 2 กลุ่มย่อยด้วยส่วนแบ่งทางการตลาด (α) ดังสมการที่ (3.3) และ (3.4) โดยกำหนดให้ α=0.5 จะได้ค่า $d_{1,t}$ และ $d_{2,t}$ ดังแสดงในรูปที่ 4.5 คอลัมน์ D และ J ตามลำดับ

	A	B	C	D	J
1	phi (ϕ)	0.8	Lead Time (LT)	1	
2	delta	1050	z (service level=50%)	0	
3	Dt (t=0)	960	period of moving average forcasting(1	6	
4	variance error	2.6	period of moving average forcasting(2	6	
5	market share (α)	0.5			
6	t (time)	error (normal dist.)	D(t) real demand by AR(1)	demand customer 1 (d1,t)	demand customer 2 (d2,t)
7	0		960	480	480
8	1	-1.527880128	1816.47212	908.2360599	908.2360599
9	2	-0.918657639	2502.259038	1251.129519	1251.129519
10	3	0.340277411	3052.147508	1526.073754	1526.073754
11	4	0.109196931	3491.827203	1745.913602	1745.913602
12	5	1.376059167	3844.837822	1922.418911	1922.418911
13	6	0.570064549	4126.440322	2063.220161	2063.220161
14	7	1.269826042	4352.422084	2176.211042	2176.211042
15	8	1.025719551	4532.963386	2266.481693	2266.481693
16	9	-1.038942424	4675.331767	2337.665883	2337.665883
17	10	2.446297821	4792.711711	2396.355856	2396.355856
18	11	-0.696812262	4883.472557	2441.736278	2441.736278
19	12	-1.222372857	4955.555673	2477.777836	2477.777836
20	13	0.110724795	5014.555263	2507.277631	2507.277631
21	14	-1.111067983	5060.533142	2530.266571	2530.266571
22	15	1.842494195	5100.269008	2550.134504	2550.134504
23	16	0.713336108	5130.928543	2565.464271	2565.464271
24	17	-0.446190174	5154.296644	2577.148322	2577.148322
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
364	357	2.28726637	5253.619117	2626.809558	2626.809558
365	358	1.046267968	5253.941561	2626.970781	2626.970781
366	359	-0.67020118	5252.483048	2626.241524	2626.241524
367	360	1.89728001	5253.883718	2626.941859	2626.941859

รูปที่ 4.5 วิธีการคำนวณหาค่าความต้องการของลูกค้าทั้งสองกลุ่มในช่วงเวลา t

ตัวอย่างการคำนวณความต้องการของลูกค้าที่เกิดขึ้นจริง เช่น

- เมื่อสิ้นสุดช่วงเวลา t=18

$$\begin{aligned} D_{18} &= \delta + \emptyset D_{17} + \varepsilon_{18} \\ &= 1050 + (0.8 \times 5157.1449) + (1.2301) \\ &= 5176.946 \text{ (ตามรูปที่ 4.5 เซลล์ที่ C25)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d_{1,18} &= \alpha D_{18} \\ &= 0.5 \times 5176.946 \\ &= 2588.473 \text{ (ตามรูปที่ 4.5 เซลล์ที่ D25)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d_{2,18} &= (1-\alpha) D_{18} \\ &= (1-0.5) \times 5176.946 \\ &= 2588.473 \text{ (ตามรูปที่ 4.5 เซลล์ที่ J25)} \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เมื่อสิ้นสุดช่วงเวลา t=19

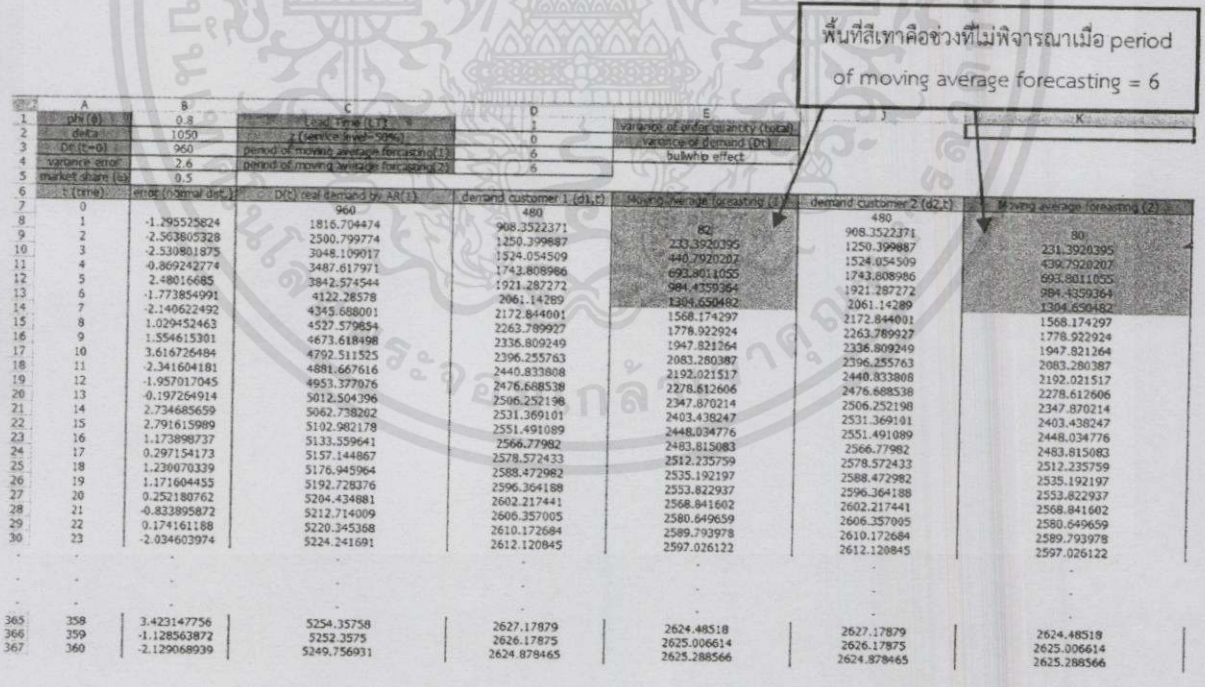
$$D_{19} = \delta + \emptyset D_{18} + \varepsilon_{19}$$
$$= 1050 + (0.8 \times 5192.7284) + (1.1716)$$
$$= 5192.7284 \text{ (ตามรูปที่ 4.5 เซลล์ที่ C26)}$$

$$d_{1,19} = \alpha D_{19}$$
$$= 0.5 \times 5192.7284$$
$$= 2596.3642 \text{ (ตามรูปที่ 4.6 เซลล์ที่ D26)}$$

$$d_{2,19} = (1-\alpha) D_{19}$$
$$= (1-0.5) \times 5192.7284$$
$$= 2596.3642 \text{ (ตามรูปที่ 4.6 เซลล์ที่ J26)}$$

4.3.3 การสร้างค่าพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า

เมื่อคลังสินค้าได้รับรู้ยอดความต้องการจากลูกค้าในช่วงเวลาในอดีต ในขั้นตอนถัดมาคือ การพยากรณ์หาความต้องการของลูกค้าที่ช่วงเวลาถัดไป ซึ่งใช้วิธีการพยากรณ์แบบถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average Method) จากสมการที่ 3.7 ในเบื้องต้นกำหนดให้ p_{d1}=6, p_{d2}=6 ดังนั้นในแต่ละเริ่มต้นของช่วงเวลา t ดังนั้นคลังสินค้าจะสามารถทำนายหลังพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าออกมาได้ตามรูปที่ 4.6 คอลัมน์ E และ K



	A	B	C	D	E	J	K
1	phi (θ)	0.8	Lead Time (LT)	1	variance of error quantity (total)		
2	delta	1050	z (service level=90%)	0	variance of demand (Dt)		
3	Dt (t=0)	960	period of moving average forcasting (1)	6	bullwhip effect		
4	variance error	2.6	period of moving average forcasting (2)	6			
5	market share (α)	0.5					
6	t (time)	error (~normal dist.)	Dt: real demand by AR(1)	demand customer 1 (d1,t)	Moving average forecasting (1)	demand customer 2 (d2,t)	Moving average forecasting (2)
7	0		960	480		480	
8	1	-1.295525824	1816.704474	908.3522371	82	908.3522371	80
9	2	-2.563805328	2500.799774	1250.399887	220.3920395	1250.399887	231.3920395
10	3	-2.530801875	3048.109017	1524.054509	440.7920207	1524.054509	439.7920207
11	4	-0.869242774	3487.617971	1743.808986	693.8011055	1743.808986	693.8011055
12	5	2.48016685	3842.574544	1921.287272	984.4359364	1921.287272	984.4359364
13	6	-1.773854991	4122.28578	2061.14289	1304.650482	2061.14289	1304.650482
14	7	-2.140622492	4345.688001	2172.844001	1568.174297	2172.844001	1568.174297
15	8	1.029452463	4527.579854	2263.789927	1778.922924	2263.789927	1778.922924
16	9	1.554615301	4673.618498	2336.809249	1947.821264	2336.809249	1947.821264
17	10	3.616726484	4792.511525	2396.255763	2083.280387	2396.255763	2083.280387
18	11	-2.341604181	4881.667616	2440.833808	2192.021517	2440.833808	2192.021517
19	12	-1.957017045	4953.377076	2476.688538	2278.612606	2476.688538	2278.612606
20	13	-0.197264914	5012.504396	2506.252198	2347.870214	2506.252198	2347.870214
21	14	2.734685659	5062.738202	2531.369101	2403.438247	2531.369101	2403.438247
22	15	2.791615989	5102.982178	2551.491089	2448.034776	2551.491089	2448.034776
23	16	1.173898737	5133.559641	2566.77982	2483.815083	2566.77982	2483.815083
24	17	0.297154173	5157.144867	2578.572433	2512.235759	2578.572433	2512.235759
25	18	1.230070339	5176.945964	2588.472982	2535.192197	2588.472982	2535.192197
26	19	1.171604455	5192.728376	2596.364188	2553.822937	2596.364188	2553.822937
27	20	0.252180762	5204.434881	2602.217441	2568.841602	2602.217441	2568.841602
28	21	-0.833895872	5212.714009	2606.357005	2580.649659	2606.357005	2580.649659
29	22	0.174161188	5220.345368	2610.172684	2589.793978	2610.172684	2589.793978
30	23	-2.034603974	5224.241691	2612.120845	2597.026122	2612.120845	2597.026122
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
365	358	3.423147756	5254.35758	2627.17879	2624.48518	2627.17879	2624.48518
366	359	-1.128563872	5252.3575	2626.17875	2625.006614	2626.17875	2625.006614
367	360	-2.129068939	5249.756931	2624.878465	2625.288566	2624.878465	2625.288566

รูปที่ 4.6 วิธีการคำนวณค่าความต้องการของลูกค้าที่ใช้พยากรณ์แบบถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่

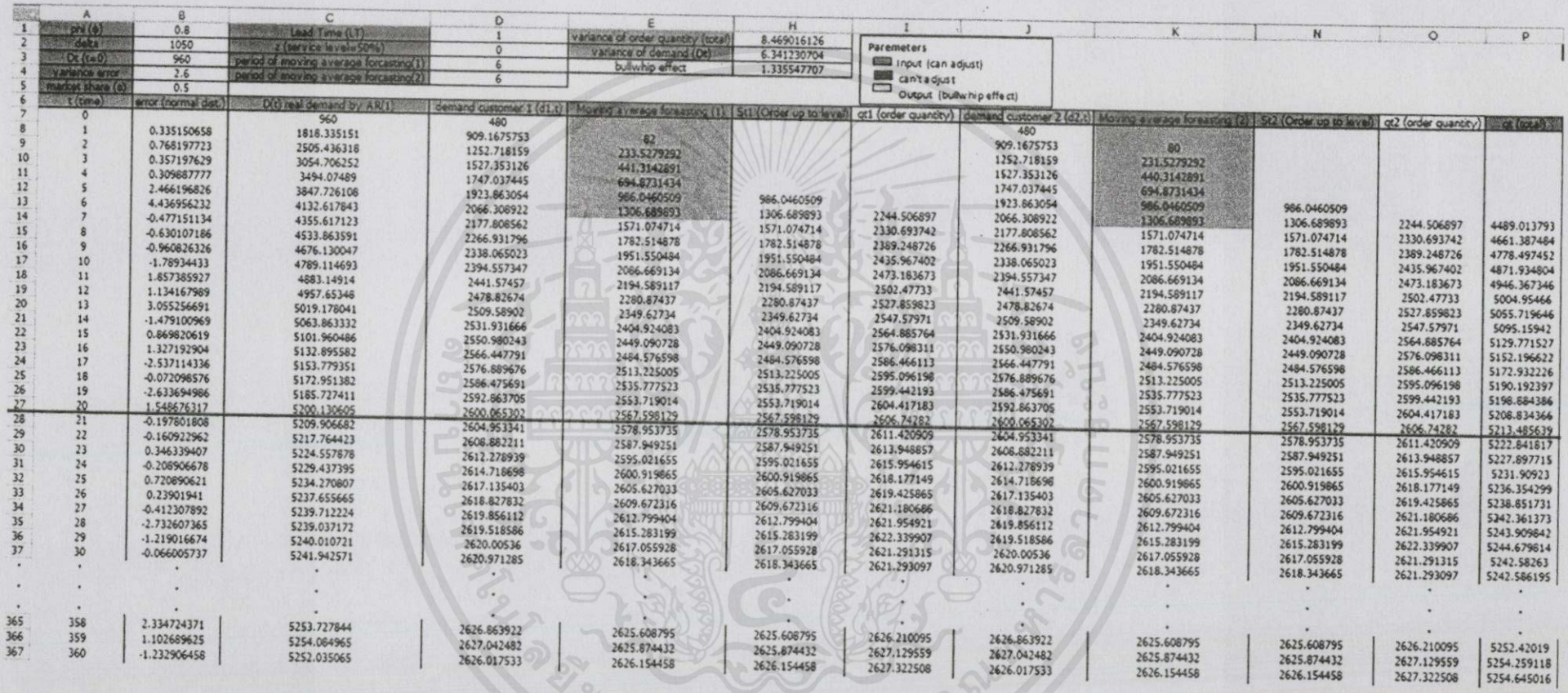
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.4 การคำนวณหาค่าปริมาณการสั่งซื้อ

ค่าความต้องการของลูกค้าที่พยากรณ์มาได้ในแต่ละช่วงเวลาถัดไป คลังสินค้าแต่ละแห่งจะนำไปใช้ในการกำหนดระดับสินค้าคงคลังสูงสุดของช่วงเวลานั้นๆ $S_{1,t}$ และ $S_{2,t}$ โดยมีช่วงเวลานำและระดับการให้บริการ (z) เข้ามาเกี่ยวข้อง จากความสัมพันธ์ของสมการที่ 4.6 และ 4.7 กำหนดให้ L=1 และ z=0 ดังนั้นสามารถคำนวณหาค่าระดับสินค้าคงคลังสูงสุดได้ดังรูปที่ 4.7 คอลัมน์ H และ N ตามลำดับ

หลังจากที่หาระดับสินค้าคงคลังสูงสุดที่ต้องการ ณ ช่วงเวลา t ของแต่ละคลังสินค้าได้แล้ว ในลำดับถัดไปคือการคำนวณหาปริมาณการสั่งซื้อของคลังสินค้า $q_{dw1,t}$ และ $q_{dw2,t}$ โดยคลังสินค้าแต่ละแห่งจะทำการส่งคำสั่งซื้อไปยังผู้ผลิตในช่วงเริ่มต้นเวลา t เพื่อให้ผู้ผลิตทำการผลิตสินค้าออกมาในจำนวนที่ต้องการของทั้งสองคลังสินค้า ซึ่งปริมาณการสั่งซื้อสามารถหาได้จากผลต่างของระดับสินค้าคงคลังสูงสุดที่ต้องการ ณ ช่วงเวลา t กับระดับสินค้าคงคลังที่เหลืออยู่ตามสมการที่ 4.4 และ 4.5 ซึ่งสุดท้ายคลังสินค้าแต่ละแห่งจะมีปริมาณการซื้อในช่วงเริ่มต้นของแต่ละช่วงเวลาออกมาดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.7 คอลัมน์ I และ O

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



	A	B	C	D	E	H	I	J	K	N	O	P
1	phi (ϕ)	0.8	Lead Time (LT)	1	variance of order quantity (total)	8.469016126	Paremeters					
2	delta	1050	z (service level=50%)	0	variance of demand (Dt)	6.341230704	Input (can adjust)					
3	Dt (t=0)	960	period of moving average forcasting(1)	6	bullwhip effect	1.335547707	can't adjust					
4	variance error	2.6	period of moving average forcasting(2)	6			Output (bullwhip effect)					
5	market share (α)	0.5										
6	t (time)	error (normal dist.)	D(t) real demand by AR(1)	demand customer 1 (d1,t)	Moving average forcasting (1)	St1 (Order up to level)	qt1 (order quantity)	demand customer 2 (d2,t)	Moving average forcasting (2)	St2 (Order up to level)	qt2 (order quantity)	qt (total)
7	0		960	480				480				
8	1	0.335150658	1818.335151	909.1675753	82			909.1675753	80			
9	2	0.768197723	2505.436318	1252.718159	233.5279292			1252.718159	231.5279292			
10	3	0.357197629	3054.706252	1527.353126	441.3142891			1527.353126	440.3142891			
11	4	0.309687777	3494.07489	1747.037445	694.8731434			1747.037445	694.8731434			
12	5	2.466196826	3847.726108	1923.863054	986.0460509	986.0460509		1923.863054	986.0460509	986.0460509		
13	6	4.436956232	4132.617843	2066.308922	1306.689893	1306.689893	2244.506897	2066.308922	1306.689893	1306.689893	2244.506897	4489.013793
14	7	-0.477151134	4355.617123	2177.808562	1571.074714	1571.074714	2330.693742	2177.808562	1571.074714	1571.074714	2330.693742	4661.387484
15	8	-0.630107186	4533.863591	2266.931796	1782.514878	1782.514878	2389.248726	2266.931796	1782.514878	1782.514878	2389.248726	4778.497452
16	9	-0.960826326	4676.130047	2338.065023	1951.550484	1951.550484	2435.967402	2338.065023	1951.550484	1951.550484	2435.967402	4871.934804
17	10	-1.78934433	4789.114693	2394.557347	2086.669134	2086.669134	2473.183673	2394.557347	2086.669134	2086.669134	2473.183673	4946.367346
18	11	1.857385927	4883.14914	2441.57457	2194.589117	2194.589117	2502.47733	2441.57457	2194.589117	2194.589117	2502.47733	5004.95466
19	12	1.134167989	4957.65348	2478.82674	2280.87437	2280.87437	2527.859823	2478.82674	2280.87437	2280.87437	2527.859823	5055.719646
20	13	3.055256691	5019.178041	2509.58902	2349.62734	2349.62734	2547.57971	2509.58902	2349.62734	2349.62734	2547.57971	5095.15942
21	14	-1.479100969	5063.863332	2531.931666	2404.924083	2404.924083	2564.885764	2531.931666	2404.924083	2404.924083	2564.885764	5129.771527
22	15	0.869820619	5101.960486	2550.980243	2449.090728	2449.090728	2576.098311	2550.980243	2449.090728	2449.090728	2576.098311	5152.196622
23	16	1.327192904	5132.895582	2566.447791	2484.576598	2484.576598	2586.466113	2566.447791	2484.576598	2484.576598	2586.466113	5172.932226
24	17	-2.537114336	5153.779351	2576.889676	2513.225005	2513.225005	2595.096198	2576.889676	2513.225005	2513.225005	2595.096198	5190.192397
25	18	-0.072096576	5172.951382	2586.475691	2535.777523	2535.777523	2599.442193	2586.475691	2535.777523	2535.777523	2599.442193	5198.884386
26	19	-2.633694986	5185.727411	2592.863705	2553.719014	2553.719014	2604.417183	2592.863705	2553.719014	2553.719014	2604.417183	5208.834366
27	20	1.548676317	5200.130605	2600.065302	2567.598129	2567.598129	2606.74282	2600.065302	2567.598129	2567.598129	2606.74282	5213.485639
28	21	-0.197801808	5209.906682	2604.953341	2578.953735	2578.953735	2611.420909	2604.953341	2578.953735	2578.953735	2611.420909	5222.841817
29	22	-0.160922962	5217.764423	2608.882211	2587.949251	2587.949251	2613.948857	2608.882211	2587.949251	2587.949251	2613.948857	5227.897715
30	23	0.346339407	5224.557878	2612.278939	2595.021655	2595.021655	2615.954615	2612.278939	2595.021655	2595.021655	2615.954615	5231.90923
31	24	-0.208906678	5229.437395	2614.718698	2600.919865	2600.919865	2618.177149	2614.718698	2600.919865	2600.919865	2618.177149	5236.354299
32	25	0.720890621	5234.270807	2617.135403	2605.627033	2605.627033	2619.425865	2617.135403	2605.627033	2605.627033	2619.425865	5238.851731
33	26	0.23901941	5237.655665	2618.827832	2609.672316	2609.672316	2621.180686	2618.827832	2609.672316	2609.672316	2621.180686	5242.361373
34	27	-0.412307892	5239.712224	2619.856112	2612.799404	2612.799404	2621.954921	2619.856112	2612.799404	2612.799404	2621.954921	5243.909842
35	28	-2.732607365	5239.037172	2619.518586	2615.283199	2615.283199	2622.339907	2619.518586	2615.283199	2615.283199	2622.339907	5244.679614
36	29	-1.219016674	5240.010721	2620.00536	2617.055928	2617.055928	2621.291315	2620.00536	2617.055928	2617.055928	2621.291315	5242.58263
37	30	-0.066005737	5241.942571	2620.971285	2618.343665	2618.343665	2621.293097	2620.971285	2618.343665	2618.343665	2621.293097	5242.586195
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
365	358	2.334724371	5253.727844	2626.863922	2625.608795	2625.608795	2626.210095	2626.863922	2625.608795	2625.608795	2626.210095	5252.42019
366	359	1.102689625	5254.084965	2627.042482	2625.874432	2625.874432	2627.129559	2627.042482	2625.874432	2625.874432	2627.129559	5254.259118
367	360	-1.232906458	5252.035065	2626.017533	2626.154458	2626.154458	2627.322508	2626.017533	2626.154458	2626.154458	2627.322508	5254.645016

รูปที่ 4.7 การหาปริมาณการสั่งซื้อของคลังสินค้าแบบการรวมคลังสินค้าที่ช่วงเวลา t

ตัวอย่างการคำนวณหาปริมาณการสั่งซื้อของคลังสินค้า ตามที่ได้อธิบายไว้ในบทที่ 3 คือ เนื่องจาก ณ เวลาปัจจุบันคลังสินค้าจะไม่รู้ปริมาณความต้องการจริงที่จะเกิดขึ้น ดังนั้นคลังสินค้าจึงจำเป็นต้องทำการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าของเวลาปัจจุบันโดยพิจารณาจากข้อมูลในอดีตย้อนหลังไป ซึ่งมีวิธีการคำนวณดังสมการที่ 4.2 และ 4.3 ดังนี้

สมมติว่าเวลา ณ ปัจจุบันอยู่ที่ช่วงเริ่มต้นของช่วงเวลา t=20

- ค่าพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าของคลังสินค้าที่ 1 คือ

$$\hat{d}_{1,t} = \frac{\sum_{i=1}^{p} d_{1,t-i}}{p_{d1}}$$

$$\hat{d}_{1,20} = \frac{\sum_{i=1}^{6} d_{1,20-i}}{6}$$

$$= \frac{d_{1,19}+d_{1,18}+d_{1,17}+d_{1,16}+d_{1,15}+d_{1,14}}{6}$$

$$= \frac{2592.864+2586.476+2576.890+2566.448+2550.980+2531.931}{6}$$

$$= 2567.598$$ (ตามรูปที่ 4.7 เซลล์ที่ E27)

จากกระบวนการดังกล่าว ค่าพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าของคลังสินค้าที่ 2 คือ 2567.598 (ตามรูปที่ 4.7 เซลล์ที่ K27)

ในที่นี้ค่า $\hat{d}_{1,t} = \hat{d}_{2,t}$ เพราะใช้ส่วนแบ่งทางการตลาดเท่ากับ 0.5 หรือ 50 เปอร์เซ็นต์ และจะทำให้ระดับสินค้าคงคลังสูงสุดที่ต้องการและปริมาณการสั่งซื้อของคลังสินค้าทั้งสองแห่งเท่ากันตามมา

- ระดับสินค้าคงคลังสูงสุดของคลังสินค้าที่ 1 คือ

$$s_{1,t} = \hat{d}^{L}_{1,t} + z\hat{\sigma}^{L}_{1,t}$$

$$s_{1,20} = \hat{d}^{L}_{1,20} + z\hat{\sigma}^{L}_{1,20}$$

$$= 2567.598 \times 1$$ เมื่อ z=0

$$= 2567.598$$ (ตามรูปที่ 4.7 เซลล์ที่ H27)

จากกระบวนการดังกล่าว ระดับสินค้าคงคลังสูงสุดของคลังสินค้าที่ 2 คือ 2567.598 (ตามรูปที่ 4.7 เซลล์ที่ N27)

- ปริมาณการสั่งซื้อของคลังสินค้าที่ช่วงเริ่มต้นของช่วงเวลา t=20 เพื่อจะสั่งผู้ผลิต คำนวณได้ดังนี้

คลังสินค้าที่ 1 และ 2 (กรณีที่ α=0.5)

$$q_{dw1,t} = q_{dw2,t} = s_{1,t} - (s_{1,t-1} - d_{1,t-1})$$

$$q_{dw1,20} = q_{dw2,20} = s_{1,20} - (s_{1,20-1} - d_{1,20-1})$$

$$= 2567.598 - (2533.719 - 2592.864)$$

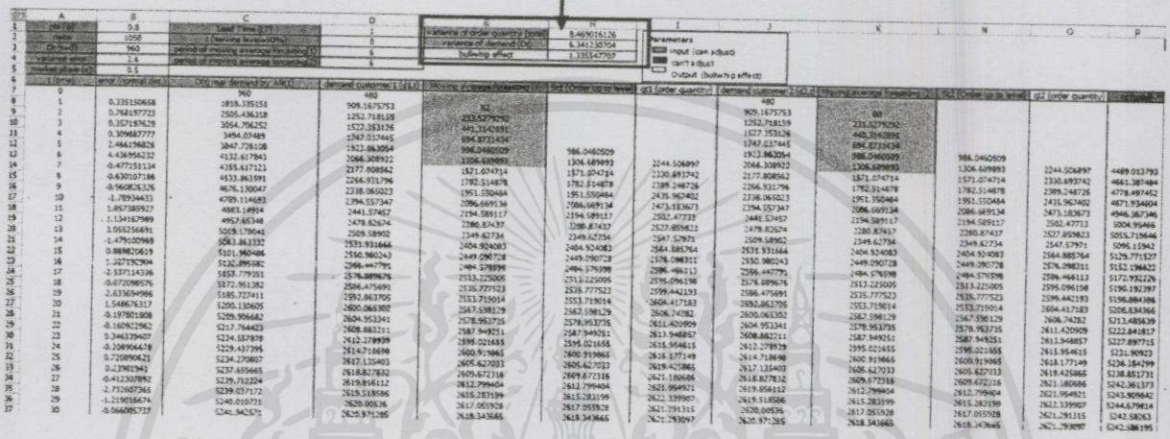
$$= 2606.743$$ (ตามรูปที่ 4.7 เซลล์ที่ I27 และ O27)

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.5 การคำนวณหาค่าบูลวิปเอฟเฟคของระบบการกระจายคลังสินค้า

ค่าบูลวิปเอฟเฟคของระบบกระจายคลังสินค้าหาจากการนำค่าความแปรปรวนของผลรวมปริมาณการสั่งซื้อของทั้งสองคลังสินค้าหารด้วยค่าความแปรปรวนของปริมาณความต้องการของลูกค้าตามสมการที่ 4.1

E	H
variance of order quantity (total)	8.469016126
variance of demand (Dt)	6.341230704
bullwhip effect	1.335547707



รูปที่ 4.8 ค่าบูลวิปเอฟเฟคในแบบจำลองระบบการกระจายคลังสินค้า

การหาค่าบูลวิปเอฟเฟค สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 4.1

จากการจำลองระบบห่วงโซ่อุปทานแบบการกระจายคลังสินค้าทั้งหมด 360 วัน แต่ในช่วงเริ่มต้นคือ ตั้งแต่เวลา t=0 จนถึง t=99 (โดยประมาณ) ระบบการจำลองยังไม่เข้าสู่สภาวะเสถียร ดังนั้นช่วงเวลาดังกล่าวจะไม่ถูกนำมาคิดหาค่าบูลวิปเอฟเฟค

ตัวอย่างการคำนวณหาค่าบูลวิปเอฟเฟคด้วยค่าเริ่มต้นตามหัวข้อ 4.3.1 จะสามารถคำนวณค่าความแปรปรวนของความต้องการของลูกค้าที่เกิดขึ้นจริง VAR(D_t) = 6.3412 และค่าความแปรปรวนของปริมาณการสั่งซื้อ VAR $(q_{dw1,t} + q_{dw2,t})$ = 84690 (ตามรูปที่ 4.8 เซลล์ที่ H2 และ เซลล์ที่ H1 ตามลำดับ)

ดังนั้นตัวอย่างนี้จะสามารถคำนวณหาค่าบูลวิปเอฟเฟค ได้เท่ากับ 1.3355 ดังแสดงไว้ตามนี้

$$BW_{dw} = \frac{VAR(q_{dw1,t} + q_{dw2,t})}{VAR(D_t)} = \frac{8.4690}{6.3412} = 1.3355$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากค่า BW_{dw} มีค่ามากกว่า 1.00 ดังนั้นแสดงว่าปรากฏการณ์บูลวิปเอฟเฟคจะเกิดขึ้น เพราะความแปรปรวนของ $q_{dw1,t} + q_{dw2,t}$ มากกว่าความแปรปรวนของ D_t

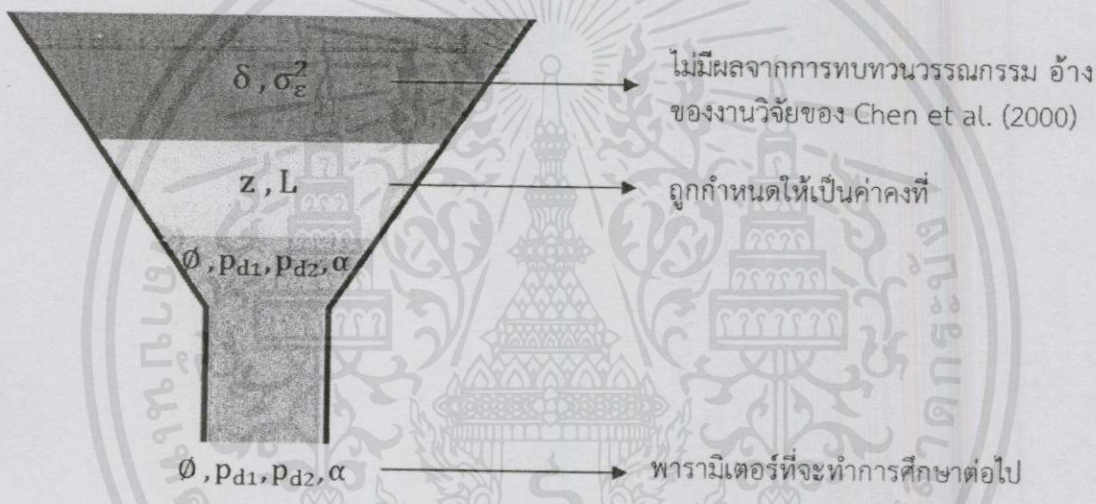
4.4 การศึกษาปัจจัยต่างๆ ที่มีผลกระทบต่อค่าบูลวิปเอฟเฟคของระบบการกระจายคลังสินค้า

จากการศึกษาปรากฏการณ์บูลวิปเอฟเฟคของระบบการกระจายคลังสินค้า พบว่ามีปัจจัยที่เกี่ยวข้องทั้งหมด 8 ปัจจัย ได้แก่ δ, σ_ε^2, $\emptyset$, p_{d1}, p_{d2} , L, z และ α

ปัจจัยที่กำหนดให้มีค่าคงที่ตลอดงานวิจัยนี้ (หรือค่าไม่เปลี่ยนแปลง) คือ ระยะเวลาในการนำส่งสินค้า (L) เท่ากับ 1 วัน และระดับการให้บริการ (z) เท่ากับ 0 เพื่อลดความซับซ้อนของระบบการจำลอง

ในหัวข้อนี้จะทำการพิจารณาปัจจัยส่วนแบ่งทางตลาด (α) เพิ่มเข้ามา เนื่องจากค่าความต้องการของลูกค้าในช่วงเวลา t (D_t) จะถูกส่งให้กับคลังสินค้า 2 แห่ง ซึ่งสันนิษฐานว่าอาจมีผลต่อค่าบูลวิปเอฟเฟคของระบบ

จากการทบทวนในงานวิจัยของ Chen et al. (2000) พบว่า ปัจจัยที่ไม่มีผลต่อค่าบูลวิปเอฟเฟค คือ δ และ σ_ε^2



รูปที่ 4.9 การคัดกรองปัจจัยที่มีผลต่อค่าบูลวิปเอฟเฟคในระบบการกระจายคลังสินค้า

จากรูปที่ 4.9 หลังจากที่ได้ทำการกรองปัจจัยที่มีผลต่อค่าบูลวิปเอฟเฟคของระบบ พบว่าในตอนสุดท้ายจะเหลือปัจจัยที่ต้องทำการพิจารณาต่อไปคือ $\emptyset$, p_{d1}, p_{d2} และ α

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.1 การศึกษาผลกระทบของปัจจัย α ต่อ BW_{cw}

- สถิติที่ใช้ทดสอบ คือ การวิเคราะห์ความแปรปรวนกรณีการทดลองแบบปัจจัยเดียว (One way ANOVA) โดยมีการตั้งสมมติฐาน ดังนี้

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5$$
$$H_1: \mu_i \neq \mu_j \text{ อย่างน้อย 1 คู่}$$

เมื่อ μ_i เป็นค่าเฉลี่ยของประชากรในแต่ละระดับของตารางที่ 4.1

- ค่าพารามิเตอร์เริ่มต้น $\emptyset = 0.8, \delta = 1050, \sigma_\varepsilon^2 = 2.6, p_{d1} = p_{d2} = 5, D_0 = 960, L = 1, z = 0$

- ปัจจัยที่ต้องการศึกษามี 1 ปัจจัยคือ α โดยทำการแบ่งเป็น 5 ระดับ คือ α = 0.1, 0.2, 0.3, 0.4 และ 0.5

- การทำการทดลองและการบันทึกข้อมูล ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลจากการรันโมเดลในระบบการกระจายคลังสินค้าของปัจจัย α เมื่อ $p_{d1} = p_{d2} = 5$

	ค่าบูลวิปเอฟเฟค				
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5
α= 0.1	1.4196	1.3932	1.3001	1.3605	1.3304
α= 0.2	1.2375	1.2936	1.3097	1.3472	1.3728
α= 0.3	1.3726	1.4187	1.3599	1.3616	1.3006
α= 0.4	1.3265	1.3276	1.3514	1.3758	1.4087
α= 0.5	1.4219	1.2450	1.3742	1.3860	1.2617

หมายเหตุ :

(1) ในการทดสอบจากตารางที่ 4.1 นี้จะสนใจค่า α ตั้งแต่ 0 ถึง 0.5 เท่านั้น แต่สำหรับค่า α ที่มากกว่า 0.5 ถึง 1 จะไม่ถูกพิจารณา เพราะตัวแบบจำลองจะไปสมมาตรกับค่า α ตั้งแต่ 0 ถึง 0.5 อยู่แล้ว

(2) ถ้า α เท่ากับ 0 หรือ 1 ระบบการกระจายคลังสินค้าจะกลายเป็นระบบการรวมคลังสินค้าทันที แต่เนื่องจากตอนนี้กำลังพิจารณาที่ระบบการกระจายคลังสินค้าอยู่ จึงทำให้ไม่พิจารณาที่ค่า α ดังกล่าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ผลการทดลองในค่าทางสถิติดังรูปที่ 4.10

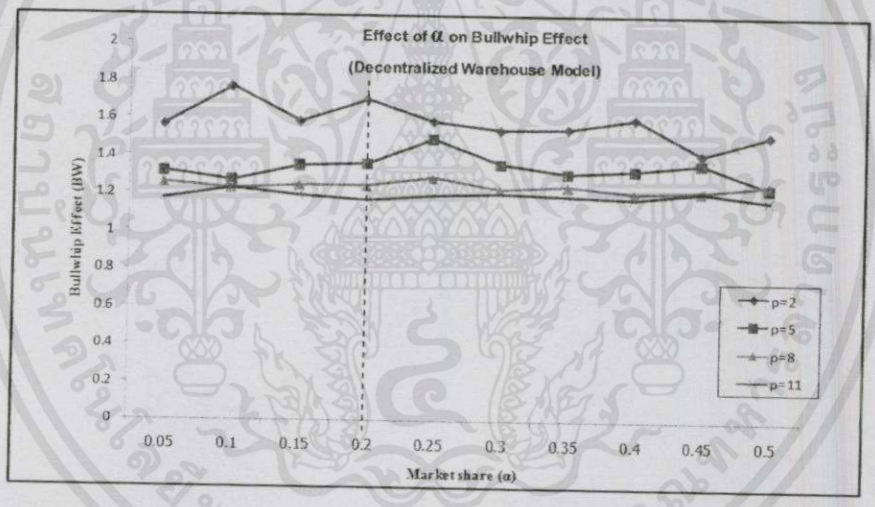
One-way ANOVA: BW(dw) versus market share

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
market share	4	0.009264	0.002316	0.81	0.532
Error	20	0.057016	0.002851		
Total	24	0.066280			

รูปที่ 4.10 ตาราง ANOVA ของปัจจัย α ในระบบการรวมคลังสินค้าด้วยโปรแกรม Minitab

สรุปผลการทดลองจากตาราง ANOVA จะได้ค่า P-value = 0.532 > α= 0.05 จึงทำให้ไม่ปฏิเสธ H_0 ดังนั้นไม่มีหลักฐานเพียงพอที่จะบอกว่าปัจจัยส่วนแบ่งทางตลาด (α) มีผลต่อค่าบูลวิปเอฟเฟคที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังรูปที่ 4.10 นั่นคือ α ไม่มีผลต่อค่าบูลวิปเอฟเฟค เมื่อพิจารณา $p_{d1} = p_{d2}$



รูปที่ 4.11 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของปัจจัย α ต่อ BW_{cw}

จากรูปที่ 4.11 เป็นการยืนยันว่า เมื่อค่า α เปลี่ยนแปลงไปตามแกน x ค่าบูลวิปเอฟเฟคมีลักษณะเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก (จากวิธีการจำลองรูปแบบ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.2 ศึกษาผลกระทบของปัจจัย Ø และ p (กรณีที่ $p_c = p_{d1} = p_{d2}$)

มีผลการทดลองเหมือนกับหัวข้อ 3.4.1, 3.4.2, และ 3.4.3 ในบทที่ 3 การจำลองค่าบูลวิปเอฟเฟคแบบระบบการรวมคลังสินค้า (Centralized Warehouse Model) และจะถูกกล่าวโดยละเอียดอีกครั้งในบทที่ 5 เรื่องการเปรียบเทียบค่าบูลวิปเอฟเฟคระหว่างระบบการรวมคลังสินค้ากับระบบการกระจายคลังสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
การเปรียบเทียบค่าบูลวิปเอฟเฟคระหว่างระบบการรวมคลังสินค้ากับระบบการกระจายคลังสินค้า

ในบทนี้จะเป็นการกล่าวถึงการเปรียบเทียบค่าบูลวิปเอฟเฟคระหว่างระบบการรวมคลังสินค้ากับระบบการกระจายคลังสินค้า เฉพาะในกรณีที่ $p_c = p_{d1} = p_{d2}$ เท่านั้น โดยใช้ปัจจัยที่มีผลกระทบกับค่าบูลวิปเอฟเฟคที่ได้ศึกษาไปทั้งในบทก่อนหน้านี้ (บทที่ 3 และบทที่ 4) มาใช้ในการตั้งเป็นเงื่อนไขของกรณีศึกษา ซึ่งจะช่วยเป็นแนวทางในการตัดสินใจเลือกระบบที่เหมาะสมตามข้อกำหนดต่างๆ

ในการศึกษาครั้งนี้ จะใช้ค่าพารามิเตอร์ออเทอรีเกรสชั่น (Ø) ที่เท่ากันทั้งสองระบบ

5.1 การออกแบบการทดลองและค่าพารามิเตอร์เริ่มต้นของการเปรียบเทียบ

- สถิติที่ใช้ทดสอบ คือ การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแบบจับคู่ (Paired t-test โดยมีการตั้งสมมติฐาน ดังนี้

$$H_0: \mu_D = \Delta_0$$
$$H_1: \mu_D \neq \Delta_0$$

เมื่อ μ_D คือ ค่าเฉลี่ยของประชากรของค่าผลต่าง ตามตารางที่ 5.1

- ตัวสถิติที่ใช้คือ แบบที (t-Distribution) ซึ่งมีความสัมพันธ์ดังสมการที่ 5.1 โดยมีองศาเสรี (Degree of Freedom) เท่ากับ n-1

$$T_0 = \frac{\bar{D} - \Delta_0}{S_D/\sqrt{n}} \qquad (5.1)$$

- ค่าพารามิเตอร์เริ่มต้นของทั้งสองระบบ เพื่อใช้ในการจำลองระบบ δ = 1050, D_0=960, σ_ε^2= 2.6, α = 0.5, L=1 และ z=0

- การทดสอบค่าบูลวิปเอฟเฟคของทั้งสองโมเดลจะทดสอบด้วยเงื่อนไขเดียวกันที่ p = 2, 5, 8, 11 โดยที่แต่ละค่า p จะมีระดับของ Ø อยู่ทั้งหมด 5 ระดับ ได้แก่ -0.9, -0.5, 0, 0.5 และ 0.9 ดังแสดงในตารางที่ 5.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

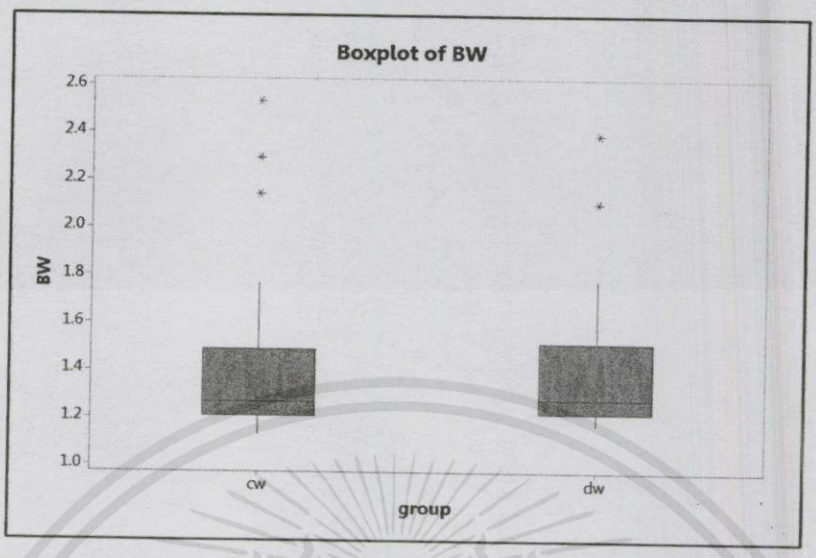
ตารางที่ 5.1 ตารางที่ใช้เก็บข้อมูลค่าบูลวิปเอฟเฟคของทั้งสองระบบ

p	Ø	BW_{cw} ของการรวมคลังสินค้า	BW_{dw} ของการกระจายคลังสินค้า
2	-0.9	1.262183073	1.292331049
	-0.5	2.297567721	2.106346745
	0	2.531708083	2.392883372
	0.5	2.140122748	2.104426275
	0.9	1.229725582	1.268251476
5	-0.9	1.770233661	1.780993710
	-0.5	1.487545444	1.519713699
	0	1.477746031	1.507647760
	0.5	1.489061827	1.488333751
	0.9	1.174599584	1.217009996
8	-0.9	1.130887993	1.197634876
	-0.5	1.273687996	1.277951432
	0	1.301628912	1.287397248
	0.5	1.307079624	1.250777032
	0.9	1.143502605	1.228017334
11	-0.9	1.216594495	1.282405915
	-0.5	1.223798480	1.187073068
	0	1.207808389	1.228473371
	0.5	1.229440692	1.176432986
	0.9	1.136837931	1.168110641

หมายเหตุ : $p_c = p_{d1} = p_{d2} = p$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การสร้างแผนภูมิกล่องเพื่อแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งสองระบบ ดังรูปที่ 5.1



รูปที่ 5.1 แผนภูมิกล่องของระบบการรวมคลังสินค้าและระบบการกระจายคลังสินค้า

เมื่อนำข้อมูลที่เก็บจากแบบจำลองทั้งสองระบบมาสร้างเป็นแผนภูมิกล่อง แสดงให้เห็นว่าชุดข้อมูลของทั้งคู่นั้น มีลักษณะที่ไม่แตกต่างกัน ซึ่งเมื่อนำข้อมูลดังกล่าวนี้ไปทดสอบหาค่าความแตกต่างของข้อมูลด้วยโปรแกรม Minitab โดยใช้เครื่องมือ Paired t จะได้ผลลัพธ์ออกมาดังแสดงไว้ในหัวข้อถัดไป

5.2 ผลการทดลองและค่าทางสถิติของการเปรียบเทียบ

Paired T-Test and CI: BW(cw), BW(dw)

```
Paired T for BW(cw) - BW(dw)

              N    Mean   StDev  SE Mean
BW(cw)       20  1.4517  0.4110   0.0919
BW(dw)       20  1.4481  0.3619   0.0809
Difference   20  0.0036  0.0680   0.0152

95% lower bound for mean difference: -0.0227
T-Test of mean difference = 0 (vs > 0): T-Value = 0.23  P-Value = 0.408
```

รูปที่ 5.2 ผลลัพธ์จากการทดลอง สำหรับกรณีที่ 1 ด้วยโปรแกรม Minitab

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดลองพบว่า P-value=0.408 ซึ่งมีค่ามากกว่า α=0.05 ดังนั้น เราจึงไม่สามารถปฏิเสธสมมติฐานหลักได้ เนื่องจากไม่มีหลักฐานเพียงพอที่จะบอกได้ว่าค่าบูลวิปเอฟเฟคของระบบการรวมคลังสินค้ากับระบบการกระจายคลังสินค้านั้นแตกต่างกัน นั่นก็คือ ค่าบูลวิปเอฟเฟคของระบบการรวมคลังสินค้าจะเท่ากับระบบการกระจายคลังสินค้า เมื่อกำหนดให้ช่วงเวลาของการพยากรณ์ความต้องการเท่ากันทั้งสองระบบ และมีค่าพารามิเตอร์ออเทอรีเกรสชั่น ($\emptyset$) เท่ากันในการเปรียบเทียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
สรุปผลการวิจัย

ในบทที่ 6 นี้จะเป็นการกล่าวถึงผลสรุปของงานวิจัยทั้งหมดที่ได้ดำเนินการไปในบทก่อนหน้า รวมถึงการให้ข้อเสนอแนะหรือแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนางานวิจัย

ในงานวิจัยนี้ได้สมมติให้ความต้องการของลูกค้าเริ่มต้นเป็นรูปแบบ AR(1) เมื่อสมาชิกในโซ่อุปทานได้ใช้เทคนิคการพยากรณ์แบบถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ และใช้รูปแบบการสั่งซื้อที่เหมาะสม จะทำให้เกิดบูลวิปเอฟเฟคขึ้นเสมอในทั้งสองระบบโซ่อุปทาน เนื่องจากค่าบูลวิปเอฟเฟคมากกว่าหนึ่งเสมอในงานวิจัยนี้ จุดนี้เป็นหนึ่งในผลการทดลองที่สำคัญ เพราะด้วยเทคนิคการพยากรณ์หรือนโยบายคลังสินค้าดังกล่าวไม่สามารถกำจัดบูลวิปเอฟเฟคได้

6.1 พฤติกรรมของบูลวิปเอฟเฟคสำหรับระบบการรวมคลังสินค้า

จากการศึกษาในบทที่ 3 สามารถสรุปได้ว่าปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อค่าบูลวิปเอฟเฟค คือ พารามิเตอร์ของตัวแบบออเทอรีเกรสชั่น ($\emptyset$) และช่วงเวลาในการพยากรณ์ความต้องการแบบถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ (p_c)

นอกจากนี้ยังพบว่า

(1) ที่ค่า p_c น้อย ค่าบูลวิปเอฟเฟคจะมีแนวโน้มที่สูงกว่าที่ค่า p_c มาก

(2) ที่ค่า p_c น้อย เมื่อค่า $\emptyset$ เปลี่ยนแปลงไปตาม -1 ถึง 1 จะทำให้ค่าบูลวิปเอฟเฟคเปลี่ยนแปลงมากในแต่ละค่าของการเปลี่ยนแปลง $\emptyset$ หรืออาจเรียกว่า บูลวิปเอฟเฟคมีความอ่อนไหวมากต่อการเปลี่ยนแปลงของ $\emptyset$

(3) ที่ค่า p_c มาก เมื่อค่า $\emptyset$ เปลี่ยนแปลงไปตาม -1 ถึง 1 ค่าบูลวิปเอฟเฟคจะมีการเปลี่ยนแปลงน้อย หรืออาจจะเรียกว่าบูลวิปเอฟเฟคมีความคงทนต่อการเปลี่ยนแปลงของ $\emptyset$

(4) α ไม่มีผลต่อค่าบูลวิปเอฟเฟค สำหรับระบบการรวมคลังสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2 พฤติกรรมของบูลวิปเอฟเฟคสำหรับระบบการกระจายคลังสินค้า

จากการศึกษาในบทที่ 4 สามารถสรุปได้ว่าปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อค่าบูลวิปเอฟเฟคจะเหมือนกับในหัวข้อที่ 6.1 ได้แก่ พารามิเตอร์ของตัวแบบออเทอรีเกรสชั่น ($\emptyset$) และช่วงเวลาในการพยากรณ์ความต้องการแบบถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ (p) และผลกระทบของ $\emptyset$ และ p ต่อค่าบูลวิปเอฟเฟค มีลักษณะการสรุปเหมือนกันกับหัวข้อ 6.1

ปัจจัยที่ทำการศึกษาเพิ่มเติมในหัวข้อนี้คือ ส่วนแบ่งทางการตลาด (α) ซึ่งจากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าค่า α ไม่มีผลต่อค่าบูลวิปเอฟเฟค เมื่อกำหนดให้ $p_{d1} = p_{d2}$ ซึ่งสามารถดูพฤติกรรมของค่าบูลวิปเอฟเฟคได้จากรูปที่ 4.11

6.3 การเปรียบเทียบค่าบูลวิปเอฟเฟคระหว่างระบบการรวมคลังสินค้าและระบบการกระจายคลังสินค้า

จากการศึกษาในบทที่ 5 เมื่อกำหนดให้ค่าพารามิเตอร์เริ่มต้นเท่ากัน คือ $\emptyset$ ทั้งสองระบบเท่ากัน p ทั้งสองระบบเท่ากัน ($p_c = p_{d1} = p_{d2}$) ค่าบูลวิปเอฟเฟคระหว่างระบบการรวมคลังสินค้าและระบบการกระจายคลังสินค้า จะให้ค่าบูลวิปเอฟเฟคเท่ากันทั้งสองระบบ โดยที่ α ไม่มีผลต่อบูลวิปเอฟเฟค

กล่าวอีกนัยหนึ่งว่า ระบบการกระจายคลังสินค้า ซึ่งจะมีคลังสินค้าอยู่ 2 แห่ง หรือมีการเก็บสินค้าอยู่ 2 แห่งด้วย (เพื่อบริการลูกค้า 2 กลุ่มแยกกัน พร้อมกับต้องมีการพยากรณ์ความต้องการและใช้นโยบายควบคุมสินค้าคงคลังอยู่ 2 ครั้ง) ด้วยในโซ่อุปทานที่พิจารณา จะให้ค่าบูลวิปเอฟเฟคมีค่าเท่ากับระบบการรวมคลังสินค้า (ซึ่งจะมีคลังสินค้าอยู่ 1 แห่ง หรือมีการเก็บสินค้าอยู่ 1 แห่ง ในการบริการลูกค้า 2 กลุ่ม)

6.4 ข้อเสนอแนะของงานวิจัย

ในการศึกษางานวิจัยครั้งนี้ มีข้อเสนอแนะ 2 ด้าน ดังนี้

6.4.1 ด้านการนำไปใช้ประโยชน์

ในงานวิจัยฉบับนี้ ได้สร้างโมเดลสำหรับใช้ในการคำนวณหาค่าบูลวิปเอฟเฟคของระบบโซ่อุปทานแบบรวมคลังสินค้าและแบบกระจายคลังสินค้า ซึ่งผู้ที่สนใจจะศึกษาหรือระบบโรงงานอุตสาหกรรมที่มีรูปแบบพฤติกรรมของความต้องการของลูกค้าและการบริหารงานจัดการที่ตรงกับแบบจำลองสามารถนำผลงานและข้อสรุปจากงานวิจัยนี้ไปใช้ประโยชน์ได้โดยตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.4.2 ด้านการศึกษาวิจัย

ในงานวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบค่าบูลวิปเอฟเฟคระหว่างการรวมคลังสินค้ากับการกระจายคลังสินค้าในโซ่อุปทาน ด้วยกรณีศึกษาเพียงกรณีเดียวเท่านั้นคือ $p_c = p_{d1} = p_{d2}$ ซึ่งผู้ที่มีความสนใจที่จะศึกษาในเรื่องนี้ต่อไปสามารถทำการเปลี่ยนแปลงวิธีการต่างๆ ได้ตามความเหมาะสม เช่น การพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าอาจใช้เป็นวิธีปรับเรียบเอ็กโพเนนเชียล แล้วเทียบหาค่าบูลวิปเอฟเฟค ออกมา นอกจากนี้ยังสามารถเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องภายในระบบเป็นค่าอื่นๆ เพื่อหาค่าบูลวิปเอฟเฟคที่ดีที่สุดออกมาได้

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับค่าบูลวิปเอฟเฟคเพียง 3 ปัจจัย คือ พารามิเตอร์ของตัวแบบออเทอรีเกรสชั่น ($\emptyset$) ช่วงเวลาในการพยากรณ์ความต้องการแบบถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ (p) และส่วนแบ่งทางการตลาด (α) ซึ่งผู้ที่สนใจสามารถลองศึกษาปัจจัยอื่นๆ เพิ่มเติมจากตัวปัจจัยที่ถูกกำหนดให้เป็นค่าคงที่ได้ เช่น ระยะเวลานำส่งสินค้าระหว่างผู้ผลิตถึงคลังสินค้า (L) และระดับการให้บริการ (z) เพื่อดูว่าแนวโน้มของค่าบูลวิปเอฟเฟคของทั้งสองระบบจะเป็นอย่างไรต่อไป

นอกจากนี้ผู้ที่มีความสนใจในเรื่องงานวิจัยนี้ ยังสามารถพัฒนาระบบของการกระจายคลังสินค้าให้มีจำนวนคลังสินค้ามากกว่าสองแห่งขึ้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- บุษบา พฤกษาพันธุ์รัตน์, 2552. การวางแผนและควบคุมการผลิต. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : ท้อป.
- ศิริลักษณ์ เล็กสมบูรณ์, 2531. การวิเคราะห์อนุกรมเวลา. ตำราประกอบการเรียนรู้อนุกรมเวลาและดัชนี, มหาสารคาม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒมหาสารคาม.
- สุจินดา เจียระวรพจน์, ปรารถนา ปรารถนาดี, จิรชัย พุทธกุลสมศิริ, 2552. การปรับปรุงระบบการจัดการสินค้าคงคลังของบริษัทผู้แทนจำหน่ายผลิตภัณฑ์สมุนไพร. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 47.
- Douglas C. Montgomery and George C. Runger, 2554. สถิติวิศวกรรม Engineering Statistics. แปลโดย รศ. ดร. ประไพศรี สุทัศน์ ณ อยุธยา, รศ.ดร. พงศ์ชนัน เหลืองไพบูลย์. กรุงเทพฯ : ท้อป.
- Frank Chen, Zvi Drezner, Jennifer K. Ryan and David Simchi-Levi, 2000. Quantify the Bullwhip Effect in a Simple Supply Chain: The Impact of Forecasting, Lead Times, and Information, Vol. 46, No. 3, March 2000 pp. 436-443.
- Gerard Cachon and Christian Terwiesch, 2006. Matching Supply with Demand, 1st ed, McGRAW-HILL, New Tork, pp. 242-279.
- Hau L. Lee, V. Padmanabhan and Seungin Whang, 1997. Information Distortion in a Supply Chain: The Bullwhip Effect, Management Science, 43, 4, pp. 546-558.
- Huynh Trung Luong, 2007. Measure of bullwhip in supply chains with autoregressive demand process, Available online 11 July 2006, European Journal of Operation Research 180 (2007) 1086-1097.
- Logisticafe, 2009. ปรากฏการณ์แส้ม้า (Bullwhip Effect) คืออะไร [Online]. สืบค้นจาก: http://www.logisticafe.com/2009/09/bullwhip-effect [วันที่ 27 เมษายน 2558].
- สุชีรา เทียมเมฆ, 2553. รูปแบบการสั่งซื้อที่เหมาะสม (The Order-up-to Inventory Model). [Online]. สืบค้นจาก: http://www.logisticscorner.com [วันที่ 27 เมษายน 2558].
- Business Connection Knowledge, 2009. ปรากฏการณ์แส้ม้า (Bullwhip Effect in Supply Chain) [Online]. สืบค้นจาก: http://businessconnectionknowledge.blogspot.com [วันที่ 20 สิงหาคม 2557].

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ในส่วนของภาคผนวกจะประกอบด้วยรายละเอียดดังต่อไปนี้

ภาคผนวก 1 โมเดลของระบบการรวมคลังสินค้า

ภาคผนวก 2 โมเดลของระบบการกระจายคลังสินค้า

ภาคผนวก 3 การเปรียบเทียบค่าบูลวิปเอฟเฟคระหว่างระบบการรวมคลังสินค้ากับบทความงานวิจัยของ Chen et al. (2000)

ภาคผนวก 4 กราฟเปรียบเทียบค่าบูลวิปเอฟเฟคระหว่างระบบการรวมคลังสินค้ากับระบบกระจายคลังสินค้า ในกรณีที่ $p_c = p_{d1} \neq p_{d2}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก 1

โมเดลของระบบการรวมคลังสินค้า

	A	B	C	D	F	G	H	I
1	phi (e)	0.8	Lead Time (LT)	1		8.001750025	Paremeters	
2	delta	1050	z (service level=50%)	0		5.824285085	Input (can adjust)	
3	variance error	2.6	period of moving average forcasting	4	bullwhip effect=qt/Dt	1.373859608	can't adjust	
4	Dt (t=0)	960					Output (bullwhip effect)	
5	t (time)	error (normal dist.)	D(t) real demand by AR(1)	Moving average forecasting with 4 period	forecasting demand during LT	Error of forecasting demand during LT	St (Order up to level)	qt1 (order quantity)
6	0		960	0				
7	1	3.002224757	1821.002225	240				
8	2	-2.0410125	2504.760767	695.2505562	ช่วงที่ไม่พิจารณาเนื่อง period of moving average forcasting = 4			
9	3	-0.805809477	3053.002804	1321.440748				
10	4	-1.231419887	3491.170824	2084.691449				
11	5	-2.440569836	3840.496089	2717.484155	2717.484155	-1123.011934	2717.484155	
12	6	-3.55742612	4118.839445	3222.357621	3222.357621	-896.481824	3222.357621	4345.369555
13	7	-0.255398505	4344.816158	3625.877291	3625.877291	-718.9388671	3625.877291	4522.359115
14	8	1.689184436	4527.542111	3948.830629	3948.830629	-578.7114817	3948.830629	4667.769496
15	9	-0.44542731	4671.588261	4207.923451	4207.923451	-463.6648105	4207.923451	4786.634932
16	10	0.696370829	4787.96698	4415.696494	4415.696494	-372.2704861	4415.696494	4879.361304
17	11	2.06870309	4882.442287	4582.978377	4582.978377	-299.4639096	4582.978377	4955.248863
18	12	-0.955368728	4954.998461	4717.38491	4717.38491	-237.6135512	4717.38491	5016.848819
19	13	-2.172350785	5011.826418	4824.248997	4824.248997	-187.5774207	4824.248997	5061.862548
20	14	1.787925864	5061.24906	4909.308536	4909.308536	-151.9405238	4909.308536	5096.885957
21	15	-1.225130728	5097.774117	4977.629056	4977.629056	-120.145061	4977.629056	5129.56958
22	16	-1.045064438	5127.174229	5031.462014	5031.462014	-95.71221544	5031.462014	5151.607075
23	17	-4.246368491	5147.493015	5074.505956	5074.505956	-72.98705888	5074.505956	5170.218172
24	18	-0.059151693	5167.93526	5108.422606	5108.422606	-59.51265486	5108.422606	5181.409664
25	19	0.51153179	5184.85974	5135.094156	5135.094156	-49.76558452	5135.094156	5194.60681
26	20	0.941858542	5198.829651	5156.865561	5156.865561	-41.96408936	5156.865561	5206.631146
27	21	0.414281035	5209.478002	5174.779417	5174.779417	-34.69858499	5174.779417	5216.743506
28	22	-1.171116681	5216.411285	5190.275663	5190.275663	-26.13562139	5190.275663	5224.974248
29	23	0.632408119	5223.761436	5202.394669	5202.394669	-21.36676656	5202.394669	5228.530291
30	24	-1.480201153	5227.528947	5212.120093	5212.120093	-15.40885434	5212.120093	5233.48686
31	25	-0.515919766	5231.507238	5219.294917	5219.294917	-12.21232088	5219.294917	5234.703772
32	26	1.762198161	5236.967989	5224.802226	5224.802226	-12.16576223	5224.802226	5237.014547
33	27	0.515331005	5240.089722	5229.941403	5229.941403	-10.14831945	5229.941403	5242.107165
.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.
363	357	4.131320636	5255.356259	5251.944185	5251.944185	-3.412073743	5251.944185	5250.978121
364	358	0.196962246	5254.481969	5252.665808	5252.665808	-1.816160929	5252.665808	5256.077882
365	359	1.56386891	5255.149444	5253.851522	5253.851522	-1.297921745	5253.851522	5255.667683
366	360	1.555321097	5255.674876	5254.129711	5254.129711	-1.54516538	5254.129711	5255.427633

ภาคผนวก 2

โมเดลของระบบการกระจายคลังสินค้า

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	phi (ϕ)	0.8	Lead Time (LT)	1	variance of order quantity (total)	9.161661746			
2	delta	1050	z (service level = 50%)	0	variance of demand (Dt)	7.105771996			
3	Dt (t=0)	960	period of moving average forcasting (1)	5	bullwhip effect	1.289326726			
4	variance error	2.6	period of moving average forcasting (2)	5					
5	market share (α)	0.5							
6	t (time)	error (normal dist.)	D(t) real demand by AR(1)	demand customer 1 (df,t)	Moving average forcasting (1)	forcasting demand during LT (1)	error of forcasting demand during LT (1)	St1 (Order up to level)	qt1 (order quantity)
7	0		960	480					
8	1	-1.735178507	1816.264821	908.1324107	2				
9	2	0.214460551	2503.226318	1251.613159	98				
10	3	-1.302260131	3051.278794	1525.639397	278.6264821				
11	4	-3.549467791	3487.473567	1743.736784	527.9491139				
12	5	0.762551984	3840.741406	1920.370703	833.0769933				
13	6	-3.135800744	4119.457324	2059.728662	1181.82435	1181.82435			
14	7	-1.660482292	4343.905377	2171.952688	1469.898491	1469.898491	-738.5463529	1181.82435	
15	8	2.361306508	4527.485608	2263.742804	1700.217741	1700.217741	-589.8301713	1469.898491	2208.444844
16	9	-0.644186076	4671.3443	2335.67215	1884.285647	1884.285647	-471.7349475	1700.217741	2290.047912
17	10	-1.487796731	4785.587644	2392.793822	2031.906328	2031.906328	-379.4571572	1884.285647	2356.020594
18	11	0.5959556	4879.06607	2439.533035	2150.293402	2150.293402	-303.7658219	2031.906328	2411.363485
19	12	0.355092616	4953.607949	2476.803974	2244.778025	2244.778025	-242.5004202	2150.293402	2454.059223
20	13	0.401661398	5013.288021	2506.64401	2320.7389	2320.7389	-194.7550099	2244.778025	2487.278446
21	14	-1.077975865	5059.552441	2529.77622	2381.709157	2381.709157	-156.0650746	2320.7389	2515.49391
22	15	2.28066398	5099.922616	2549.961308	2430.289398	2430.289398	-124.9348531	2381.709157	2537.774232
23	16	-0.297287336	5129.640806	2564.820403	2469.110212	2469.110212	-99.48682191	2430.289398	2555.224252
24	17	-0.281664883	5153.43098	2576.71549	2500.54371	2500.54371	-80.85109581	2469.110212	2568.597034
25	18	0.014216988	5172.759001	2586.3795	2525.601183	2525.601183	-64.27669321	2500.54371	2581.394806
26	19	1.622680506	5189.829881	2594.914941	2545.583486	2545.583486	-51.11430665	2525.601183	2589.877876
27	20	1.82288109	5203.686786	2601.843393	2561.530584	2561.530584	-40.79601408	2545.583486	2596.697793
28	21	0.587240123	5213.536669	2606.768334	2574.558328	2574.558328	-33.38435623	2561.530584	2602.326598
29	22	-0.30246583	5220.526869	2610.263435	2584.934745	2584.934745	-27.2850646	2574.558328	2607.942685
30	23	-1.572893127	5224.848602	2612.424301	2593.324332	2593.324332	-21.83358911	2584.934745	2612.21981
31	24	0.269176722	5230.148059	2615.074029	2600.033921	2600.033921	-16.93910299	2593.324332	2615.157921
32	25	-1.936990978	5232.181456	2616.090728	2605.242881	2605.242881	-12.39038054	2600.033921	2616.973024
33	26	-0.696346338	5235.048818	2617.524409	2609.274699	2609.274699	-9.831148517	2605.242881	2617.633261
34	27	-1.319820198	5236.719235	2618.359617	2612.124166	2612.124166	-6.816029427	2609.274699	2619.105847
	.	.	.	.	2614.27538	2614.27538	-5.400243682	2612.124166	2618.940195
	.	.	.	.	.	.	-4.084236801	2614.27538	2619.675624
	.	.	.	.	.	.	.	.	.
364	357	1.347380019	5248.596265	2624.298133	2623.567989	2623.567989	.	.	.
365	358	-2.811403213	5246.065609	2623.032805	2623.762378	2623.762378	-0.730143698	2623.567989	2623.269095
366	359	2.340379063	5249.192866	2624.596433	2623.615592	2623.615592	0.729573464	2623.762378	2624.492522
367	360	1.937719843	5251.292013	2625.646006	2623.81069	2623.81069	-0.980840689	2623.615592	2622.886019
							-1.835316598	2623.81069	2624.791531

Paremeters
- Input (can adjust)
- can't adjust
- Output (bullwhip effect)

ช่วงที่ไม่พิจารณาเนื่อง period of moving average forcasting = 5

โมเดลของระบบการกระจายคลังสินค้า

	A	B	C	J	K	L	M	N	O	P
6	t (time)	error (normal dist.)	D(t) real demand by AR(1)	demand customer 2 (d2,t)	Moving average forcasting (2)	forecastoo demand during LT (2)	error of forecasting demand during LT (2)	St2 (Order up to level)	qt2 (order quantity)	qt (total)
7	0		960	480	2					
8	1	2.083922699	1820.083923	910.0419613	98	ช่วงที่ไม่พิจารณาเมื่อ period of moving average forcasting = 5				
9	2	-0.613904828	2505.453233	1252.726617	279.0083923					
10	3	-1.742680134	3052.619907	1526.309953	528.5537156					
11	4	1.002012307	3493.097938	1746.548969	833.8157063					
12	5	-0.035449318	3844.442901	1922.22145	1183.1255	1183.1255	-739.0959503	1183.1255		
13	6	0.521894634	4126.076215	2063.038108	1471.56979	1471.56979	-591.4683175	1471.56979	2210.66574	4421.331481
14	7	-1.348060903	4349.512911	2174.756456	1702.169019	1702.169019	-472.5874363	1702.169019	2293.637337	4587.274674
15	8	-1.382946652	4528.227382	2264.113691	1886.574987	1886.574987	-377.5387041	1886.574987	2359.162423	4718.324847
16	9	2.276153623	4674.85806	2337.42903	2034.135735	2034.135735	-303.293295	2034.135735	2411.674439	4823.348878
17	10	-0.456442478	4789.430005	2394.715003	2152.311747	2152.311747	-242.4032557	2152.311747	2455.605042	4911.210084
18	11	-2.757957262	4878.786047	2439.393023	2246.810457	2246.810457	-192.5825661	2246.810457	2489.213713	4978.427426
19	12	-0.603627104	4952.42521	2476.212605	2322.081441	2322.081441	-154.1311647	2322.081441	2514.664007	5029.328013
20	13	2.885654999	5014.825823	2507.412912	2382.37267	2382.37267	-125.0402412	2382.37267	2536.503835	5073.00767
21	14	-0.783211219	5061.077447	2530.538724	2431.032515	2431.032515	-99.50620919	2431.032515	2556.072756	5112.145511
22	15	-0.989798549	5097.872159	2548.93608	2469.654453	2469.654453	-79.28162639	2469.654453	2569.160662	5138.321325
23	16	0.216541264	5128.514269	2564.257134	2500.498669	2500.498669	-63.75846566	2500.498669	2579.780295	5159.56059
24	17	1.063853448	5153.875268	2576.937634	2525.471491	2525.471491	-51.46614331	2525.471491	2589.229957	5178.459913
25	18	-2.187595358	5170.912619	2585.45631	2545.616497	2545.616497	-39.83981297	2545.616497	2597.08264	5194.16528
26	19	-0.092950843	5186.637145	2593.318572	2561.225176	2561.225176	-32.093396	2561.225176	2601.064989	5202.129979
27	20	-0.305570523	5199.004145	2599.502073	2573.781146	2573.781146	-25.72092654	2573.781146	2605.874542	5211.749084
28	21	2.106588067	5211.309904	2605.654952	2583.894345	2583.894345	-21.76060747	2583.894345	2609.615271	5219.230542
29	22	3.983614832	5223.031538	2611.515769	2592.173908	2592.173908	-19.34186091	2592.173908	2613.934516	5227.869031
30	23	1.649428377	5230.074659	2615.037329	2599.089535	2599.089535	-15.9477943	2599.089535	2618.431396	5236.862792
31	24	-0.324325834	5233.735401	2616.867701	2605.005739	2605.005739	-11.86196153	2605.005739	2620.953533	5241.907067
32	25	-0.732006111	5236.256315	2618.128157	2609.715565	2609.715565	-8.412592678	2609.715565	2621.577526	5243.155053
33	26	2.636386775	5241.641439	2620.820719	2613.440782	2613.440782	-7.379937597	2613.440782	2621.853374	5243.706749
34	27	-0.626161628	5242.686989	2621.343495	2616.473935	2616.473935	-4.86955946	2616.473935	2623.853873	5247.707746
35	28	-1.248218609	5242.901373	2621.450686	2618.43948	2618.43948	-3.011206105	2618.43948	2623.30904	5246.61808
36	29	-0.019350191	5244.301748	2622.150874	2619.722152	2619.722152	-2.42872233	2619.722152	2622.733358	5245.466716
37	30	0.61864431	5246.060043	2623.030021	2620.778786	2620.778786	-2.251234995	2620.778786	2623.207509	5246.415017
38	31	1.16110292	5248.009137	2624.004569	2621.759159	2621.759159	-2.24540939	2621.759159	2624.010394	5248.020788
39	32	-1.908582985	5246.498727	2623.249363	2622.395929	2622.395929	-0.853434339	2622.395929	2624.641338	5249.282677
40	33	-2.923013977	5244.275967	2622.137984	2622.777103	2622.777103	0.639119061	2622.777103	2623.630537	5247.261074
41	34	1.173039967	5246.593814	2623.296907	2622.914562	2622.914562	-0.382344726	2622.914562	2622.275443	5244.550886
	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
364	357	-1.118121647	5247.870427	2623.935213	2623.292743	2623.292743	-0.64247088	2623.292743	2624.377738	5248.755476
365	358	0.631387904	5248.927729	2624.463865	2623.363209	2623.363209	-1.100655532	2623.363209	2624.00568	5248.01136
366	359	1.672131679	5250.814315	2625.407158	2623.790036	2623.790036	-1.617121557	2623.790036	2624.890692	5249.781383
367	360	1.478473978	5252.129926	2626.064963	2624.389195	2624.389195	-1.675768111	2624.389195	2626.006317	5252.012633

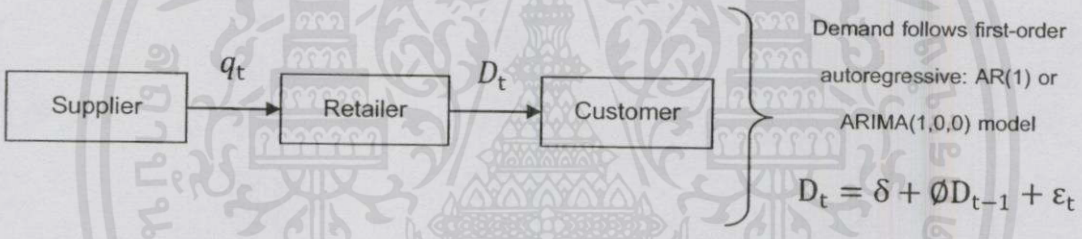
ภาคผนวก 3

การเปรียบเทียบค่าบูลวิปเอฟเฟคระหว่างระบบการรวมคลังสินค้า
กับบทความงานวิจัยของ Chen et al. (2000)

ในเริ่มต้นได้ทำการศึกษาค่าบูลวิปเอฟเฟค (Bullwhip Effect) ของแบบจำลองสถานการณ์อย่างง่าย ซึ่งโครงสร้างของระบบ ประกอบด้วย ผู้ค้าปลีก (Single-retailer) และผู้จัดส่งสินค้า (Single-supplier) จากนั้นทำการสร้างแบบจำลองขึ้นมา เพื่อตรวจสอบความเข้าใจและเพื่อนำเอาแบบจำลองที่สร้างมาได้ไปพัฒนาต่อในระบบที่มีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น

ซึ่งมีงานวิจัยหนึ่งที่ได้รับการยอมรับเกี่ยวกับการศึกษาค่าบูลวิปเอฟเฟคที่พบว่ามีโครงสร้างของระบบโซ่อุปทานที่เหมือนกัน แต่ใช้วิธีการหาค่าบูลวิปเอฟเฟคที่แตกต่างกัน นั่นก็คือ งานวิจัยของ Chen et al. (2000) ซึ่งใช้วิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Mathematics Approach) ในการหาค่าบูลวิปเอฟเฟค

ดังนั้นจึงได้นำค่าบูลวิปเอฟเฟคของแบบจำลองสถานการณ์อย่างง่ายเปรียบเทียบกับงานวิจัยของ Chen et al. (2000) เพื่อทดสอบว่าโมเดลนี้สามารถใช้งานได้จริง



รูปที่ ผ 1 โครงสร้างของแบบจำลองสถานการณ์อย่างง่าย (Simple Model)

ค่าบูลวิปเอฟเฟคของงานวิจัยของ Chen et al. (2000) สามารถหาได้จากวิธีทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Approach) ซึ่งมีความสัมพันธ์ตามสมการข้างล่างนี้ คือ

$$Bullwhip\ effect\ (BW_{chen}) = 1 + \left(\frac{2L}{p} + \frac{2L^2}{p^2}\right)(1 - \emptyset^p)$$

ผลที่ได้จากการทดลองพบว่า แบบจำลองสถานการณ์อย่างง่ายให้ค่าบูลวิปเอฟเฟคไม่แตกต่างกับค่าที่หาได้จากสมการในงานวิจัยของ Chen et al. (2000) โดยมีนัยสำคัญทางสถิติ

สรุปได้ว่า แบบจำลองสถานการณ์อย่างง่ายที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้งานได้จริง และเป็นพื้นฐานของการทำแบบจำลองเพื่อหาค่าบูลวิปเอฟเฟคในระบบห่วงโซ่อุปทานที่มีความซับซ้อนมากขึ้นต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

t-Test: Paired Two Sample for Means		
	Variable 1	*Variable 2*
Mean	1.474208333	1.4616628
Variance	0.041645019	0.041451311
Observations	21	21
Pearson Correlation	0.954460112	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	20	
t Stat	0.934543471	
P(T<=t) one-tail	0.180585379	
t Critical one-tail	1.724718218	
P(T<=t) two-tail	0.361170759	
t Critical two-tail	2.085963441	

รูปที่ ผ 2 การทดสอบทางสถิติของข้อมูล 2 ชุดด้วยวิธี Paired t-Test

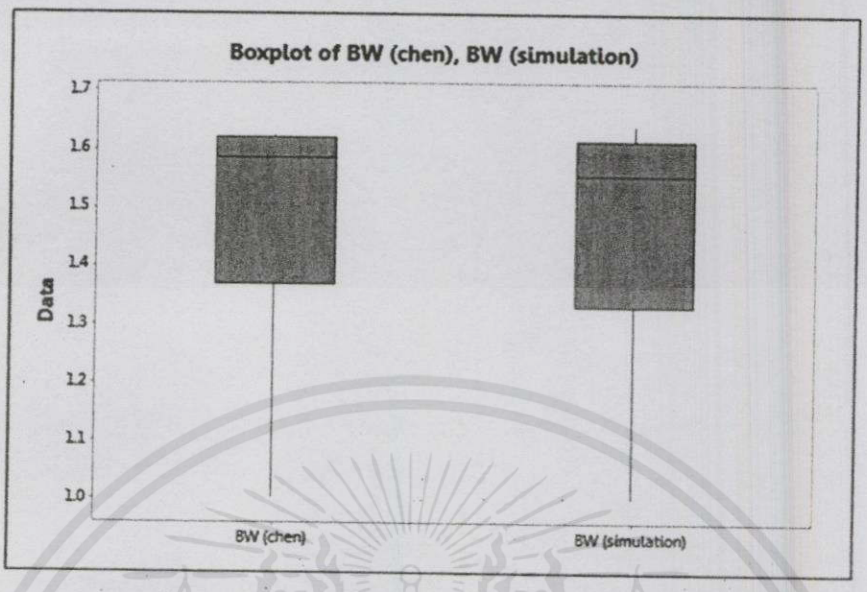
การทดสอบทางสถิติเพิ่มเติมเกี่ยวกับความแตกต่างของค่าบูลวิปเอฟเฟคระหว่างชุดข้อมูลของงานวิจัย Chen et al. (2000) และแบบจำลองสถานการณ์อย่างง่าย ซึ่งเป็นการทดสอบเกี่ยวกับอัตราส่วนของความแปรปรวน โดยใช้วิธี F-test และผลที่ได้คือ แบบจำลองสถานการณ์อย่างง่ายให้ค่าความแปรปรวนของค่าบูลวิปเอฟเฟคไม่แตกต่างกับงานวิจัยของ Chen et al. (2000) โดยมีนัยสำคัญทางสถิติ

F-Test Two-Sample for Variances		
	Variable 1 (the work of Chen)	*Variable 2 simulation (my work)*
Mean	1.474208333	1.4616628
Variance	0.041645019	0.041451311
Observations	21	21
df	20	20
F	1.004673137	
P(F<=f) one-tail	0.495892699	
F Critical one-tail	2.124155213	

รูปที่ ผ 3 การทดสอบค่าความแปรปรวนของข้อมูล 2 ชุดด้วยวิธี F-Test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองนี้สามารถสร้าง Box plot ออกมาได้ดังนี้



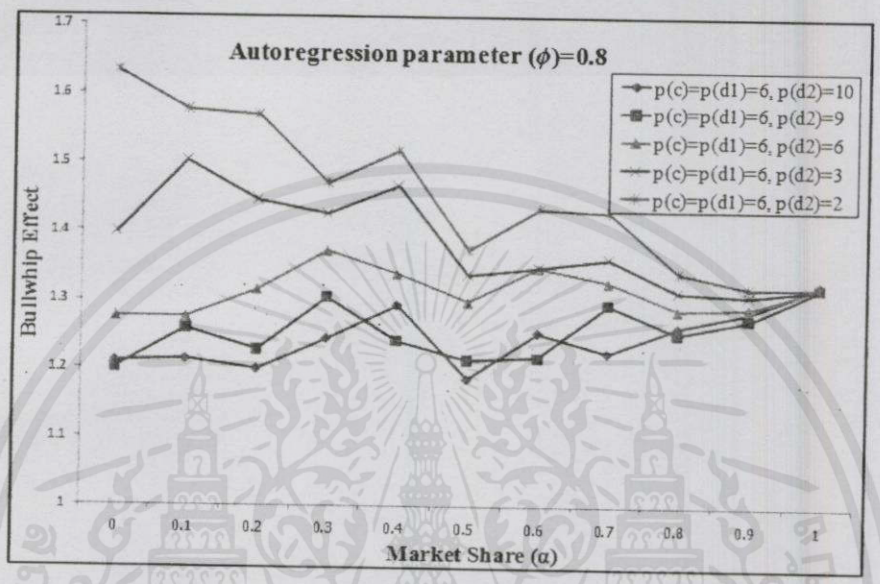
รูปที่ ผ 4 กราฟ Box plot ของค่าบูลวิบเอฟเฟคระหว่างงานวิจัยของ Chen กับแบบจำลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

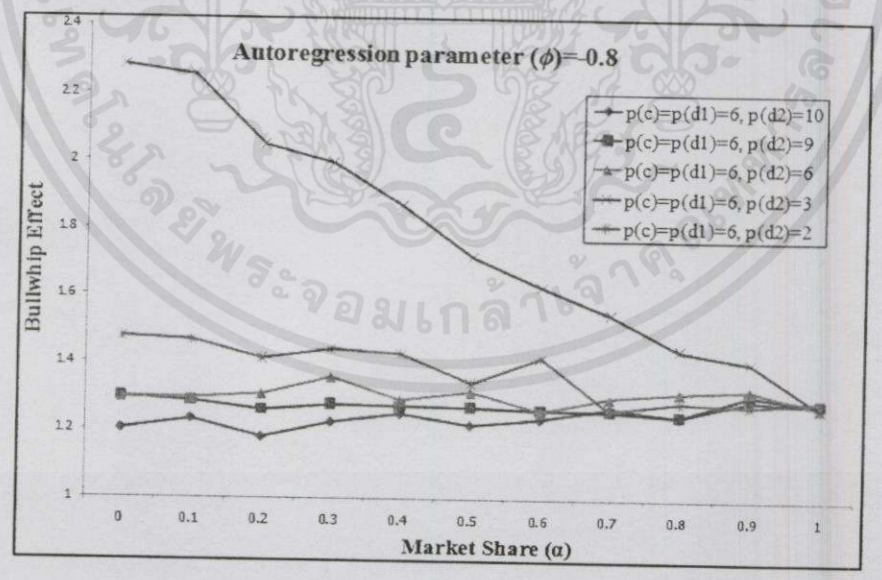
ภาคผนวก 4

กราฟเปรียบเทียบค่าบูลวิปเอฟเฟคกรณีที่ $p_c = p_{d1} \neq p_{d2}$

เมื่อ α เข้าใกล้ 1 ค่าบูลวิปเอฟเฟคจะขึ้นอยู่กับค่า p_{d1} เพียงอย่างเดียว ในขณะที่ เมื่อ α เข้าใกล้ 0 ค่าบูลวิปเอฟเฟคจะขึ้นอยู่กับค่า p_{d2} เพียงอย่างเดียวและ p_{d2} ในกราฟเปลี่ยนแปลง



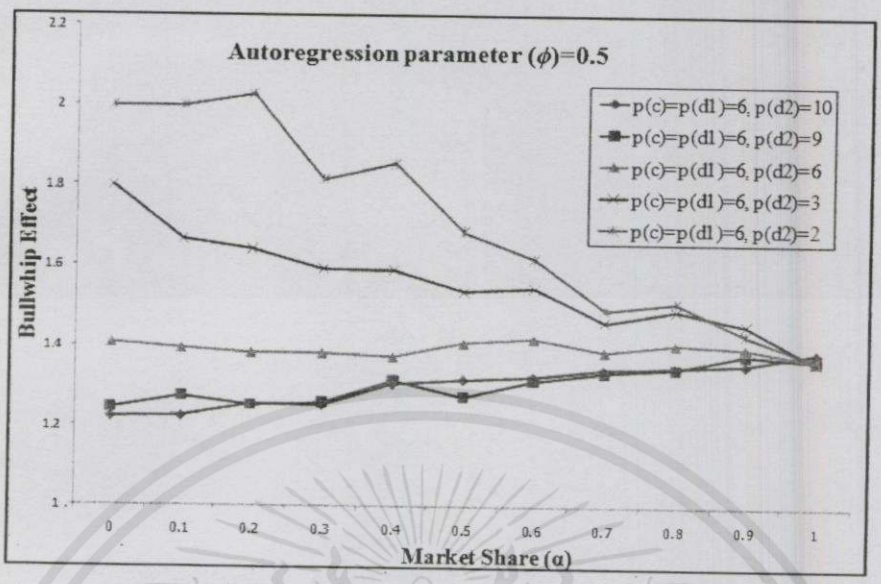
รูปที่ ผ 5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย α ต่อ BW เมื่อค่า $\emptyset$ = 0.8



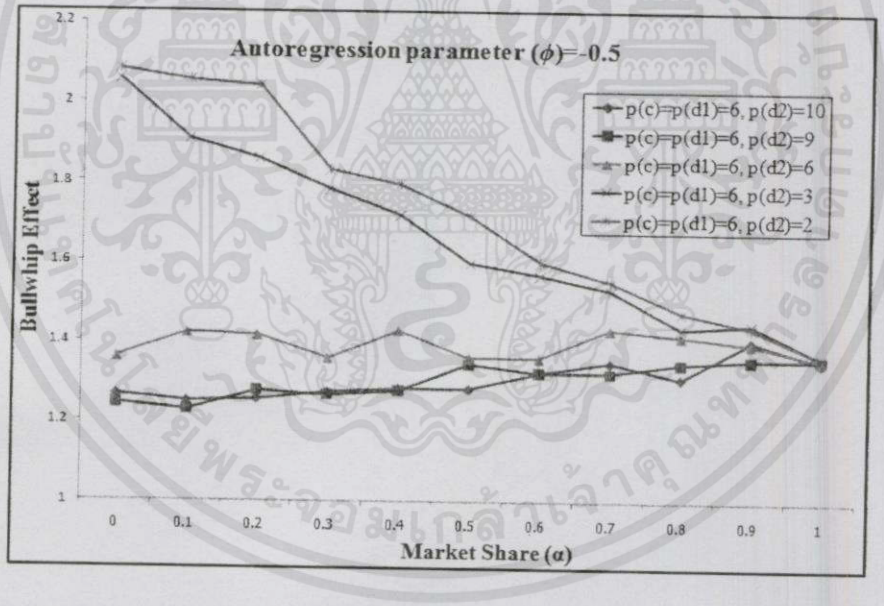
รูปที่ ผ 6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย α ต่อ BW เมื่อค่า $\emptyset$ = -0.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟเปรียบเทียบค่าบูลวิปเอฟเฟคกรณีที่ $p_c = p_{d1} \neq p_{d2}$



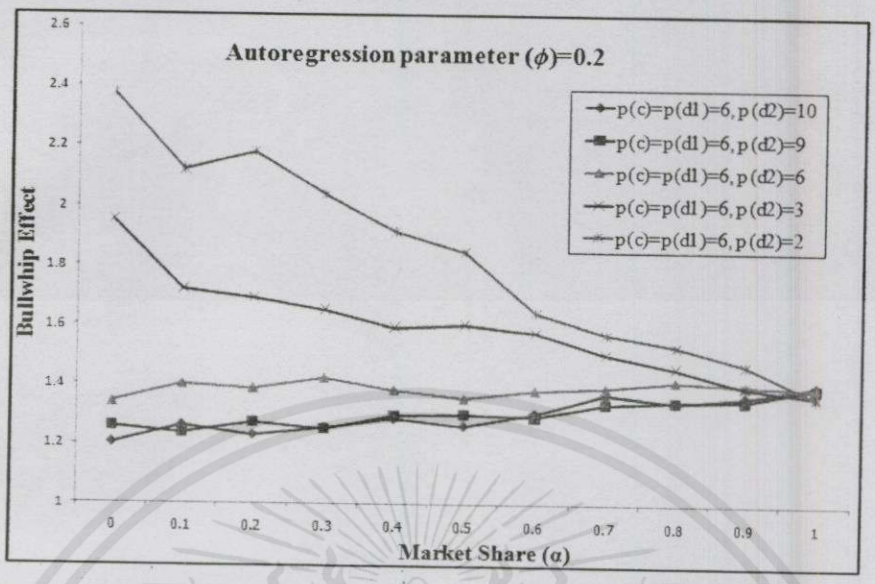
รูปที่ ผ 7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย α ต่อ BW เมื่อค่า $\emptyset$ = 0.5



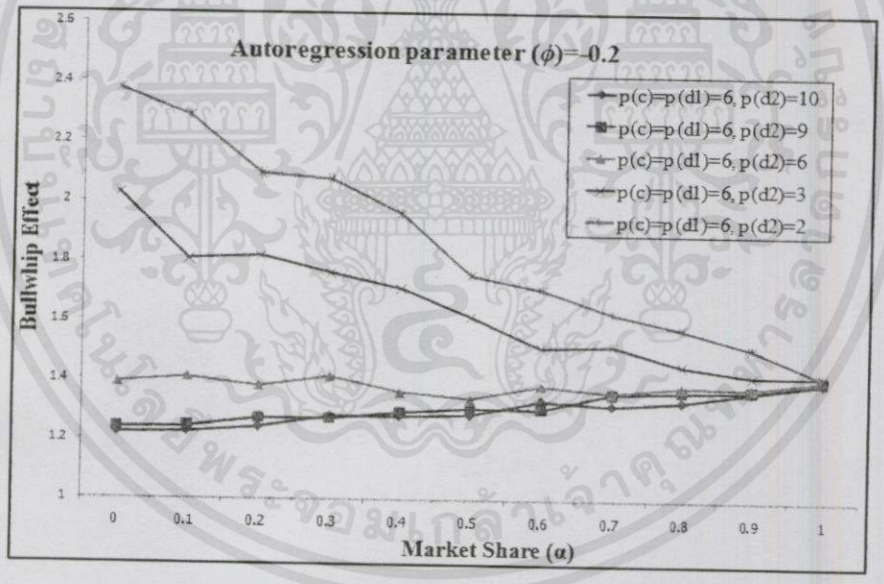
รูปที่ ผ 8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย α ต่อ BW เมื่อค่า $\emptyset$ = -0.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟเปรียบเทียบค่าบูลวิปเอฟเฟคกรณีที่ $p_c = p_{d1} \neq p_{d2}$



รูปที่ ผ 9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย α ต่อ BW เมื่อค่า $\emptyset$ = 0.2



รูปที่ ผ 10 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย α ต่อ BW เมื่อค่า $\emptyset$ = -0.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้