



รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการ

การพัฒนาระบบเว็บเพื่อวัดระยะเวลาตอบสนองและพยากรณ์อุปสงค์
ภายในห่วงโซ่อุปทานโลหิต

โดย

อ. ดร. พงษ์ชัย จิตตะมัย

และ

นายวิชัย บุญญานุกูลิทธิ

20 กันยายน 2553

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ

การพัฒนาระบบเว็บเพื่อวัดระยะเวลาตอบสนองและพยากรณ์อุปสงค์
ภายในห่วงโซ่อุปทานโลหิต

ผู้วิจัย

สังกัด

อ. ดร. พงษ์ชัย จิตตะมัย	สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
นายวิจัย บุญญานุสสิทธิ์	สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ สำนักวิชาเทคโนโลยีสังคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)
(ความเห็นในรายงานเป็นของผู้วิจัย สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

การพัฒนาระบบเว็บเพื่อวัดระยะเวลาตอบสนองและพยากรณ์อุปสงค์
ภายในห่วงโซ่อุปทานโลหิต

นายวิชัย บุญญานุสิทธิ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ปีการศึกษา 2553

การพัฒนาระบบเว็บเพื่อวัดระยะเวลาตอบสนองและพยากรณ์อุปสงค์
ภายในห่วงโซ่อุปทานโลหิต

นายวิชัย บุญญานุสิทธิ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ปีการศึกษา 2553

**THE DEVELOPMENT OF A WEB-BASED SYSTEM TO
MEASURE RESPONSE TIME AND TO FORECAST DEMAND
WITHIN BLOOD SUPPLY CHAIN**

Mr. Wijai Boonyanusith

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Information Science in Information Technology**

Suranaree University of Technology

Academic Year 2010

วิจัย บุญญาสุสิทธิ์ : การพัฒนาระบบเว็บเพื่อวัดระยะเวลาตอบสนองและพยากรณ์อุปสงค์ภายในห่วงโซ่อุปทานโลหิต

(THE DEVELOPMENT OF A WEB-BASED SYSTEM TO MEASURE RESPONSE TIME AND TO FORECAST DEMAND WITHIN BLOOD SUPPLY CHAIN)

อาจารย์ที่ปรึกษา : อ. ดร.พงษ์ชัย จิตตะมัย, 231 หน้า.

ศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ ดำเนินกิจกรรมหลักที่สำคัญ คือ การจัดหา ตรวจสอบคัดกรอง จัดเก็บ และการเบิกจ่ายและกระจายโลหิตและส่วนประกอบโลหิตให้กับโรงพยาบาลในเครือข่าย การเบิกจ่ายโลหิตนั้นเป็นกิจกรรมที่สำคัญภายในห่วงโซ่อุปทานโลหิต ซึ่งประกอบไปด้วยภาคบริการโลหิตแห่งชาติและโรงพยาบาลเครือข่ายอันมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน โดยภาคบริการโลหิตแห่งชาติในประเทศไทย ณ ปัจจุบัน กิจกรรมดังกล่าวยังประสบปัญหาเกี่ยวกับการสื่อสารข้อมูลที่ดีและมีประสิทธิภาพเท่าที่ควร อันส่งผลให้ไม่สามารถเบิกจ่ายโลหิตและส่วนประกอบโลหิตได้ตามอุปสงค์ที่เกิดขึ้นภายในห่วงโซ่อุปทานโลหิตได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม การพัฒนาระบบเว็บเพื่อวัดระยะเวลาการตอบสนองและพยากรณ์อุปสงค์ภายในห่วงโซ่อุปทานโลหิต มีวัตถุประสงค์สำคัญเพื่อใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพด้านการสื่อสารข้อมูลภายในห่วงโซ่อุปทานโลหิต โดยมุ่งเน้นในการจัดการกับปัญหาในการค้นหาโลหิตตามหมู่โลหิตและจำนวนที่เหมาะสม ภายในภาคบริการโลหิตแห่งชาติที่ 5 นครราชสีมา ระบบเว็บต้นแบบสามารถแสดงผลถึงโรงพยาบาลเครือข่ายที่เหมาะสมในการร้องขอโลหิต ทั้งที่จำนวนโลหิตพอเพียงและไม่พอเพียง โดยเรียงลำดับตามระยะทางที่ใกล้กับภาคบริการโลหิตแห่งชาติที่ 5 ที่สุดไปยังไกลที่สุดอีกด้วย ซึ่งเป็นเหตุให้บุคลากรสามารถใช้สารสนเทศดังกล่าวในการตัดสินใจเพื่อการค้นหาโลหิตภายในห่วงโซ่อุปทานโลหิตได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมยิ่งขึ้น ระบบเว็บต้นแบบดังกล่าวยังได้รับการประเมินผลเบื้องต้นทางด้านระยะเวลาการตอบสนองในการค้นหาโลหิตตามหมู่โลหิตและจำนวนที่ต้องการ ผลปรากฏว่า ระบบเว็บมีระยะเวลาการตอบสนองเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 0.003887 วินาที และสมการคณิตศาสตร์ที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ซึ่งมาจากการหาระยะเวลาเฉลี่ยโดยรวมทั้งหมดด้วยจำนวนรอบในการจำลองสถานการณ์ ยิ่งไปกว่านั้น ในการวิจัยยังมีการค้นหาตัวแบบพยากรณ์อุปสงค์ของความต้องการโลหิตที่เกิดขึ้น ณ ภาคบริการโลหิตแห่งชาติที่ 5 แบบเดือนต่อเดือน ซึ่งจากการวิเคราะห์ข้อมูลสรุปการเบิกจ่ายโลหิตและส่วนประกอบโลหิตย้อนหลัง 5 ปี ประกอบกับการศึกษาตัวแบบพยากรณ์เชิงอนุกรมเวลาเปรียบเทียบกันในแต่ละตัวแบบ ผลปรากฏว่า ตัวแบบพยากรณ์วิธี Exponential Smoothing นั้นมีความเหมาะสมที่จะใช้พยากรณ์กับ

ข้อมูลดังกล่าวมากที่สุด เนื่องจากให้ค่าความค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ต่ำที่สุดที่
26.1492 ที่ค่าถ่วงน้ำหนัก $\alpha = 0.1$

WIJAI BOONYANUSITH : THE DEVELOPMENT OF A WEB-BASED SYSTEM
TO MEASURE RESPONSE TIME AND TO FORECAST DEMAND WITHIN
BLOOD SUPPLY CHAIN
ADVISOR : PHONGCHAI JITTAMAI, Ph.D. 231 PP.

In Thailand, the National Blood Centre of the Thai Red Cross Society is responsible for blood collection and distribution to hospitals within the network nationwide. Blood distribution is an important activity within this blood supply chain which includes the Regional Blood Centre and network hospitals. Nowadays, many Regional Blood Centers in Thailand confront with ineffective communication channel and insufficient information to fulfill its obligation. Thus, this leads to an inaccurate blood distribution and a waste of time, which can be harmful to patients with critical conditions. The main objective of this research is to develop a web-based system to manage blood requisition within the blood supply chain. The system was designed to cope with this problem. It aims to improve the efficiency of data communication within the supply chain to reduce response time for each blood demand request. The blood searching output from the system is shown indicating the list of hospitals sorted by the quantity of blood available in stocks and distance from the Regional Blood Centre for use as a decision making tool in fulfilling blood requisition of the staffs. This system has also been evaluated in the response time in blood searching and the result showed that an average duration of overall response times was 0.003887 seconds. This method can be applied into equation by dividing the overall average duration with total number of cycles in the simulation. Moreover, this research also has explored the demand forecasting model to forecast the blood demand in each month that occurs at the Regional Blood Centre V. The analysis has used the summary of distribution of blood and blood components in past 5 years along with the time series models analysis to compare in each model. The results has showed that the Exponential Smoothing method is the most suitable to be used to forecast with this statistical data according to the statistical data, the value of Mean Absolute Percentage Error of 26.1492%, using an alpha value equals to 0.1

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ บุคคลและคณะบุคคลหลากหลายฝ่าย ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา อันมีประโยชน์ ตลอดจนแนะนำและช่วยเหลืออย่างดียิ่ง ทั้งในด้านวิชาการ ด้านการดำเนินวิจัย และด้านอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานวิจัยนี้

- ขอกราบขอบพระคุณท่าน อ.ดร.พงษ์ชัย จิตตะมัย อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และหัวหน้าโครงการวิจัย ผู้ซึ่งประสิทธิ์ประสาทความรู้แก่ผู้วิจัยทั้งในตำราและนอกตำรา ถ่ายทอดประสบการณ์ในชีวิตที่มีค่า และให้คำแนะนำต่างๆ ที่มีประโยชน์อยู่เสมอมา ตลอดจนความกรุณาในการนำผู้วิจัยไปเสนอผลงานในการสัมมนาระดับนานาชาติ ณ ประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งเป็นหนึ่งในประสบการณ์ที่ดีและประทับใจในชีวิตของผู้วิจัย อันเป็นแรงขับเคลื่อนให้งานวิจัยสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

- ขอกราบขอบพระคุณท่าน อ.ดร.จิตติมนต์ อังสกุล ประธานในการสอบโครงร่างวิทยานิพนธ์และการสอบป้องกันวิทยานิพนธ์ ผู้ซึ่งได้ให้คำแนะนำที่มีประโยชน์อย่างมากในการทำวิจัย

- ขอกราบขอบพระคุณท่าน อ. ดร.พรศิริ จงกล กรรมการในการสอบโครงร่างวิทยานิพนธ์ และการสอบป้องกันวิทยานิพนธ์ ผู้ซึ่ง

- ขอกราบขอบพระคุณ คุณศิริลักษณ์ เพ็ญขุนทด หัวหน้าภาคบริการโลหิตแห่งชาติที่ 5 นครราชสีมา ที่ได้ให้โอกาสผู้วิจัยได้เข้าไปทำการสำรวจข้อมูลต่างๆ ภายในภาคบริการโลหิตฯ ซึ่งมีประโยชน์ต่องานวิจัยเป็นอย่างมาก และตลอดจนให้ความกรุณาในการชี้แนะแนวทางในการดำเนินงานวิจัยตามบริบทในการดำเนินงานบริการโลหิตของภาคบริการโลหิตฯ อย่างมีเมตตา

- ขอขอบพระคุณ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย โครงการทุนวิจัยมหาบัณฑิต สกว. ด้านโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน ที่สนับสนุนงบประมาณในการดำเนินงานวิจัยนี้

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัวบุญญานุสิทธิ์ อันเป็นที่รักและเคารพยิ่ง ซึ่งได้ให้กำเนิด อุปการะเลี้ยงดู อบรมบ่มนิสัย และส่งเสริมด้านการศึกษาที่ดีแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด ทำให้ผู้วิจัยดำเนินชีวิตได้อย่างมีสติสัมปชัญญะ และมุ่งที่จะศึกษาในระดับต่อไป

วิจัย บุญญานุสิทธิ์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ (ภาษาไทย).....	ก
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ).....	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช

บทที่

1 บทนำ

1.1 ที่มา	1
1.2 ความสำคัญของปัญหา	4
1.3 วัตถุประสงค์การวิจัย	7
1.4 ขอบเขตของเบื้องต้น	7
1.5 ขอบเขตของการวิจัย	8
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	9

2 ปรัชญาวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	10
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	36

3 วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 รูปแบบการวิจัย	42
3.2 วิธีดำเนินการวิจัย	43
3.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	46
3.4 เครื่องมือที่ใช้ทำการวิจัย	46
3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล	47
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล	49

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4	อภิปรายผลการวิจัย	
4.1	การวัดระยะเวลาตอบสนองด้วยการจำลองสถานการณ์	72
4.2	การพยากรณ์อุปสงค์ภายในห่วงโซ่อุปทานโลหิต	75
5	สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	
5.1	สรุปผลการวิจัย	83
5.2	ข้อจำกัดในงานวิจัย	85
5.3	ข้อเสนอแนะ	86
	รายการอ้างอิง	87
	ภาคผนวก	
	ภาคผนวก ก บทความวิจัยที่นำเสนอในการประชุมวิชาการ	93
	ภาคผนวก ข ชุดข้อมูลสำหรับแบบจำลองปัญหาที่ใช้ในการจำลองสถานการณ์	102
	ภาคผนวก ค ผลการแสดงผลการคำนวณการพยากรณ์ในแต่ละวิธีการ	106
	ประวัติผู้เขียน	231

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงตัวอย่างการคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนของวิธีพยากรณ์	35
3.1 แสดงปัจจัยที่ใช้ในการจำลองสถานการณ์	47
3.2 แสดงชุดข้อมูลที่ใช้เป็นข้อมูลในแบบจำลองปัญหา	47
3.3 แสดงอุปสงค์ของโลหิตที่เกิดขึ้นในภาคบริการโลหิตแห่งชาติที่ 5 ณ พ.ศ. 2547 – 2551...48	
3.4 แสดงระยะเวลาตอบสนองในเฉลี่ยรวมที่ได้จากการจำลองสถานการณ์	62
3.5 แสดงตัวอย่างข้อมูลที่ได้จากการคำนวณด้วยวิธีการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่	65
3.6 แสดงตัวอย่างข้อมูลที่ได้จากการคำนวณด้วยวิธีการ Single Exponential Smoothing	66
3.7 แสดงตัวอย่างข้อมูลที่ได้จากการคำนวณด้วยวิธีการ Double Exponential Smoothing	68
3.8 แสดงตัวอย่างข้อมูลที่ได้จากการคำนวณด้วยวิธีการ EXPOW	69
4.1 แสดงข้อมูลระยะเวลาการตอบสนองจากการจำลองสถานการณ์รอบที่ 1 ถึง 10	73
4.2 แสดงข้อมูลระยะเวลาการตอบสนองจากการจำลองสถานการณ์รอบที่ 11 ถึง 20	73
4.3 แสดงค่าความคลาดเคลื่อน MAPE ของวิธี Exponential Smoothing	81
4.4 แสดงค่าความคลาดเคลื่อน MAPE ของวิธี Double Exponential Smoothing	81

สารบัญภาพ

รูปที่	หน้า
1.1 แสดงการเคลื่อนไหวของข้อมูลและโลหิตภายในห่วงโซ่อุปทานโลหิต	3
1.2 แสดงกระบวนการเบิกจ่ายและกระจายโลหิตภายในห่วงโซ่อุปทานโลหิต	6
3.1 แสดงกิจกรรมหลักของระบบเว็บ	49
3.2 แสดงแผนผังความสัมพันธ์ของกลุ่มข้อมูล	50
3.3 แสดงแผนภาพต้นไม้แสดงหน้าจอหลักของระบบ	51
3.4 แสดงหน้าจอการเข้าสู่ระบบ	52
3.5 แสดงหน้าจอ Home ของภาคบริการโลหิตแห่งชาติ	53
3.6 แสดงหน้าจอ Stock ของภาคบริการโลหิตแห่งชาติ	54
3.7 แสดงหน้าจอ Blood Bank Stocks ของภาคบริการโลหิตแห่งชาติ	55
3.8 แสดงหน้าจอ Blood Searching ของภาคบริการโลหิตแห่งชาติ	56
3.9 แสดงหน้าจอผลลัพธ์ที่ได้จากการค้นหาโลหิตของภาคบริการโลหิตแห่งชาติ	57
3.10 แสดงหน้าจอ Statistical Data ของภาคบริการโลหิตแห่งชาติ	58
3.11 แสดงหน้าจอ Stock ของโรงพยาบาลเครือข่าย	59
3.12 แสดงหน้าจอ Blood Requisition ของโรงพยาบาลเครือข่าย.....	60
3.13 แสดงหน้าจอ Hospitals Management ของโรงพยาบาลเครือข่าย.....	61
3.14 กราฟพฤติกรรมของอุปสงค์ของข้อมูลการเบิกจ่ายโลหิตใน พ.ศ. 2547 – 2551	63
4.1 กราฟเปรียบเทียบค่าจริงและค่าพยากรณ์ด้วยวิธี Exponential Smoothing โดย $\alpha = 0.1$...	76
4.2 กราฟเปรียบเทียบค่าจริงและค่าพยากรณ์ด้วยวิธี Exponential Smoothing โดย $\alpha = 0.2$...	77
4.3 กราฟเปรียบเทียบค่าจริงและค่าพยากรณ์ด้วยวิธี Double Exponential Smoothing โดย $\alpha = 0.1$ และ $\beta = 0.1$	78
4.4 กราฟเปรียบเทียบค่าจริงและค่าพยากรณ์ด้วยวิธี Double Exponential Smoothing โดย $\alpha = 0.2$ และ $\beta = 0.2$	79
4.5 กราฟเปรียบเทียบค่าจริงและค่าพยากรณ์ระหว่างวิธี Exponential Smoothing และ Double Exponential Smoothing โดย $\alpha = 0.1$ และ $\beta = 0.1$	80

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มา

จากเหตุการณ์ความขัดแย้งต่างๆ อันก่อให้เกิดความรุนแรงภายในประเทศ ตลอดจนภัยพิบัติทางธรรมชาติขนาดใหญ่ ในระยะเวลาช่วง 5 ปีที่ผ่านมา ล้วนแล้วแต่ก่อให้เกิดความเสียหายทางด้านต่างๆ กับประเทศไทย ไม่ว่าจะเป็น ด้านเศรษฐกิจ ด้านการท่องเที่ยว ด้านการเงิน ด้านการเมือง หรือด้านความมั่นคง เป็นต้น ซึ่งปฏิเสธไม่ได้เลยว่า ความเสียหายที่นับว่าใหญ่หลวงที่สุด คือ การสูญเสียเลือดเนื้อและชีวิตของประชาชน รวมทั้ง ความบาดเจ็บทางกายภาพที่เกิดขึ้น ซึ่งสิ่งเหล่านี้ ทำให้หน่วยงานทางการแพทย์และสาธารณสุข ตระหนักถึงการรับมือและตอบสนองกับสิ่งที่เกิดขึ้น โดยจะเห็นได้ว่า มีการใช้นโยบายเพื่อจัดการกับภาวะฉุกเฉิน การพัฒนาคุณภาพของโรงพยาบาลและหน่วยงานสาธารณสุข การร่วมมือกันระหว่างโรงพยาบาลและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ตลอดจน การใช้เทคโนโลยีต่างๆ เพื่อสนับสนุนกิจกรรมทางการแพทย์ เป็นต้น เป็นผลทำให้ หน่วยงานทางการแพทย์และสาธารณสุขภายในประเทศไทย ได้รับผลกระทบ เสมือนเป็นแรงขับเคลื่อนให้เกิดการพัฒนาคุณภาพโดยรวมภายในและระหว่างหน่วยงาน

โลหิต เป็นทรัพยากรที่สำคัญประเภทหนึ่งในการดำเนินกิจกรรมทางการแพทย์และสาธารณสุข ความต้องการในการใช้โลหิตเกิดขึ้นจากการเจ็บป่วยของมนุษย์ซึ่งเป็นที่ไม่สามารถควบคุมได้ ตลอดจนการจัดหาโลหิตนั้นได้มาจากการรับบริจาคจากมนุษย์ที่มีความสมัครใจเพียงแหล่งเดียวเท่านั้น ยิ่งไปกว่านั้น โลหิตนั้นไม่มีต้นทุนทางตรงหรือไม่สามารถประเมินราคาได้และมีอายุจำกัดในระยะเวลาที่ค่อนข้างสั้น ด้วยเหตุผลเบื้องต้นเหล่านี้ ทำให้โลหิตเป็นทรัพยากรทางการแพทย์ที่สำคัญ ซึ่งควรได้รับการบริหารจัดการที่ดีเพื่อก่อให้เกิดความสูญเสียน้อยที่สุด ซึ่งเป็นที่ทราบกันดีว่า หน่วยงานทางการแพทย์และสาธารณสุขซึ่งมีหน้าที่ในการบริหารจัดการทรัพยากรโลหิตคือ ธนาคารเลือด อันเป็นหน่วยงานหนึ่งของโรงพยาบาล และภาคบริการโลหิตแห่งชาติ ซึ่งเป็นหน่วยงานในสังกัดของศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ สภากาชาดไทย

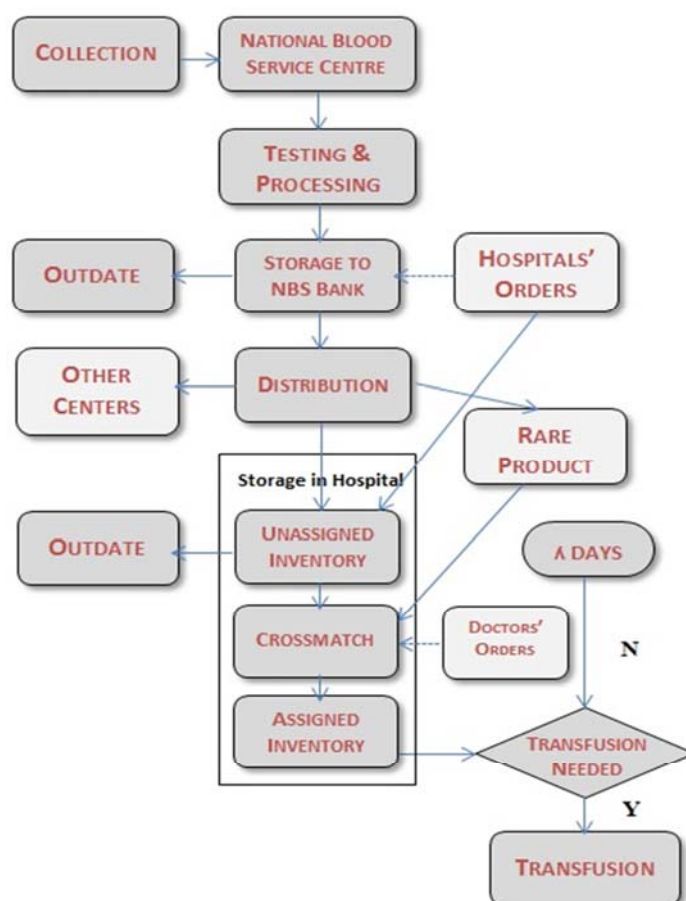
ศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ สภากาชาดไทย เป็นหน่วยงานทางการแพทย์เฉพาะด้าน ซึ่งมีบทบาทและความสำคัญอย่างมากต่อกิจกรรมหรืองานทางการแพทย์และสาธารณสุขที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานด้านโลหิตเป็นหลักภายในประเทศ โดยรับผิดชอบด้านการบริการโลหิตส่วนใหญ่

ของประเทศไทย และมีหน้าที่ในการจัดหาโลหิตจากผู้บริจาคซึ่งไม่หวังผลตอบแทน เพื่อนำไปใช้รักษาผู้ป่วยทั่วประเทศ โดยต้องดำเนินการจัดหาโลหิตให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้จากผู้บริจาค เพื่อนำไปจ่ายให้กับผู้ป่วยภายในโรงพยาบาลต่างๆ ทั่วประเทศ ในปัจจุบัน ศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติต้องจัดหาโลหิตให้ได้วันละ 1,500 ยูนิต เดือนหนึ่งไม่ต่ำกว่า 42,000 ยูนิต โดยแบ่งเป็น หมู่โลหิตที่จำเป็นต้องจัดหาในแต่ละวัน คือ หมู่ A จำนวน 400 ยูนิต หมู่ B จำนวน 400 ยูนิต หมู่ O จำนวน 600 ยูนิต และหมู่ AB จำนวน 100 ยูนิต แต่กระนั้นเอง ทางศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติไม่สามารถที่จะจัดหาโลหิตได้อย่างเพียงพอที่จะจ่ายให้กับโรงพยาบาลต่างๆ ทั่วประเทศ ประกอบกับข้อจำกัดด้านการหม่อาายุของโลหิตและระยะทางการขนส่งในระดับภาค ดังนั้น ศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ สภากาชาดไทย จึงได้จัดตั้ง ภาคบริการโลหิตแห่งชาติขึ้นเพื่อขยายการดำเนินงานบริการโลหิตให้สามารถรองรับความต้องการที่เกิดขึ้นในระดับภูมิภาคได้อย่างทั่วถึง

ภาคบริการโลหิตแห่งชาติแห่งแรกถูกจัดตั้งขึ้นใน พ.ศ.2539 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อดำเนินการตรวจสอบคุณภาพโลหิตให้ได้มาตรฐานเดียวกันทั่วประเทศ และเป็นจุดศูนย์กลางของการให้บริการเบิกจ่ายโลหิตและส่วนประกอบของโลหิต รวมทั้งเป็นศูนย์รวบรวมข้อมูลผู้บริจาคโลหิตให้กับโรงพยาบาลทั้งภาครัฐและเอกชน และสาขาบริการโลหิตแห่งชาติในเครือข่ายและพื้นที่ที่รับผิดชอบ ในส่วนของภาคบริการโลหิตแห่งชาติที่ 5 จังหวัดนครราชสีมา เป็นภาคบริการโลหิตแห่งชาติ แห่งที่ 5 จากจำนวน 12 แห่งทั่วประเทศ ซึ่งตั้งอยู่ ณ จังหวัดนครราชสีมา มีเครือข่ายการให้บริการงานด้านโลหิตกับจังหวัดนครราชสีมา บุรีรัมย์ สุรินทร์ และชัยภูมิ จำนวน 4 จังหวัด ภาคบริการโลหิตแห่งชาติที่ 5 เป็นหน่วยงานหลักในงานบริการโลหิต ทางด้านการจัดหา ตรวจสอบ จัดเก็บ และเบิกจ่ายโลหิต ให้กับโรงพยาบาลแห่งต่างๆ ภายในเครือข่ายและพื้นที่รับผิดชอบ ตลอดจน เป็นสถานที่หลักในการศึกษาและรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ในการศึกษาวิจัย กล่าวคือ มุ่งเน้นศึกษาข้อมูลต่าง ๆ ภายใน ภาคบริการโลหิตแห่งชาติที่ 5 จังหวัดนครราชสีมา เป็นหลักในงานวิจัยนี้

งานธนาคารเลือดภายในโรงพยาบาล มีความสำคัญมากในการรักษาชีวิตผู้ป่วย ในหลายๆกรณีเช่น ผู้ป่วยได้รับอุบัติเหตุเสียเลือดมาก ผู้ป่วยที่ต้องรับการผ่าตัด ผู้ป่วยที่มีภาวะเลือดออกในทางเดินอาหาร เป็นต้น ซึ่งการเตรียมโลหิตหรือส่วนประกอบโลหิตให้ผู้ป่วยที่รวดเร็ว และมีความปลอดภัย จะช่วยทำให้การรักษาของแพทย์มีประสิทธิภาพ และช่วยรักษาชีวิตผู้ป่วยไว้ได้ในที่สุด ดังนั้น การได้มาซึ่งถุงโลหิตและส่วนประกอบโลหิตที่ถูกต้องตามความต้องการอย่างรวดเร็ว นั้นจะส่งผลให้กิจกรรมดังกล่าวสามารถดำเนินไปได้ด้วยดี โดยบุคลากรภายในธนาคารเลือดของโรงพยาบาล ต้องสามารถจัดการและดำเนินกิจกรรมต่างๆ ภายในธนาคารเลือดได้อย่างมี

ประสิทธิภาพ ซึ่งกิจกรรมที่สำคัญดังกล่าวนี้ คือ การจัดหา จัดเก็บ และเบิกจ่ายโลหิตตามที่ได้กล่าวมาข้างต้นนั่นเอง ดังนั้น ภาคบริการโลหิตแห่งชาติที่ 5 จึงจำเป็นต้องมีกิจกรรมและกระบวนการดำเนินงานที่สามารถสนับสนุนประสิทธิภาพของธนาคารเลือดในโรงพยาบาลแต่ละแห่งนั้นเช่นเดียวกัน เพราะเปรียบเสมือนศูนย์กลางในการจัดหา ตรวจสอบ จัดเก็บ และเบิกจ่ายโลหิตให้กับโรงพยาบาลในเครือข่าย ซึ่งจะเห็นได้อย่างชัดเจนว่า กิจกรรมที่ทั้งภาคบริการโลหิตกับธนาคารเลือดของโรงพยาบาลนั้นต้องดำเนินการร่วมกันหรือพึ่งพาซึ่งกันและกัน นั่นคือ การเบิกจ่ายโลหิตและกระจายโลหิต กล่าวคือ ภาคบริการโลหิตแห่งชาติที่ 5 เปรียบเสมือน ศูนย์กระจายสินค้า โรงพยาบาลแต่ละแห่งในเครือข่ายแต่ละแห่ง เปรียบเสมือนลูกค้าหรือพ่อค้าคนกลาง และท้ายที่สุด ผู้ป่วยในโรงพยาบาลที่ต้องการโลหิตดังกล่าว เปรียบเสมือน ลูกค้าขั้นสุดท้าย ซึ่งทุกส่วนดังกล่าวนี้ มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันภายในห่วงโซ่อุปทาน โดยจัดเป็น ห่วงโซ่อุปทานโลหิต (blood supply chain) ซึ่งมีตัวแบบของห่วงโซ่อุปทานดังกล่าว ดังภาพ



ที่มา : Using simulation to improve the blood supply chain, Katsaliaki, K., and Brailsford, SC., 2007, Journal of the Operation Research Society, 2007, Vol.58, p.220.

รูปที่ 1.1 แสดงการเคลื่อนไหวของข้อมูลและโลหิตภายในห่วงโซ่อุปทานโลหิต

ธนาคารเลือดเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญที่สุดในห่วงโซ่อุปทานโลหิต เนื่องจากธนาคารเลือดต้องสามารถที่จะตอบสนองต่ออุปสงค์ที่เกิดขึ้นจากผู้ป่วยภายในโรงพยาบาลด้วยการบริหารจัดการอุปทานหรือโลหิตและส่วนประกอบโลหิตจากผู้บริจาคได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยการกระจายโลหิตและส่วนประกอบโลหิตในรายละเอียดที่ถูกต้องและปริมาณที่เหมาะสม ในระยะเวลาที่รวดเร็ว ถือเป็นกุญแจสำคัญในการจัดการห่วงโซ่อุปทานโลหิต ยิ่งไปกว่านั้น การสื่อสารข้อมูลที่มีประสิทธิภาพระหว่างพันธมิตร คือ เครื่องมือที่สำคัญในการสนับสนุนการกระจายโลหิตภายในห่วงโซ่อุปทานให้ดำเนินไปอย่างถูกต้องและเหมาะสมมากยิ่งขึ้น

การร้องขอและเบิกจ่ายโลหิตและส่วนประกอบโลหิตให้กับโรงพยาบาลเครือข่ายเป็นส่วนหนึ่งของการกระจายโลหิต ซึ่งความสัมพันธ์ของกิจกรรมดังกล่าวเกี่ยวข้องกับภาคบริการโลหิต และธนาคารเลือดของโรงพยาบาลในเครือข่ายเป็นหลัก การสื่อสารข้อมูลที่ดีและมีประสิทธิภาพนั้น สามารถทำให้ภาคบริการโลหิตสามารถเบิกจ่ายโลหิตได้ตรงกับความต้องการในการร้องขอจากโรงพยาบาลเครือข่าย ซึ่งถึงแม้การตัดสินใจในการร้องขอและเบิกจ่ายโลหิตนั้นขึ้นอยู่กับบุคลากรของภาคบริการโลหิตก็ตาม แต่การประมวลผลข้อมูลให้ได้มาซึ่งสารสนเทศด้วยระบบคอมพิวเตอร์อย่างมีเหตุผล สามารถสนับสนุนการตัดสินใจในการดำเนินงานดังกล่าวได้ ดังนั้น การร้องขอและเบิกจ่ายโลหิตระหว่างภาคบริการโลหิตและธนาคารเลือด จึงต้องอาศัยการสื่อสารข้อมูลที่เหมาะสม ตลอดจนสารสนเทศที่สามารถสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อเชื่อมโยงระหว่างอุปทานและอุปสงค์ที่เกิดขึ้นภายในห่วงโซ่อุปทานโลหิต อันเป็นที่มาในการศึกษาของงานวิจัยนี้

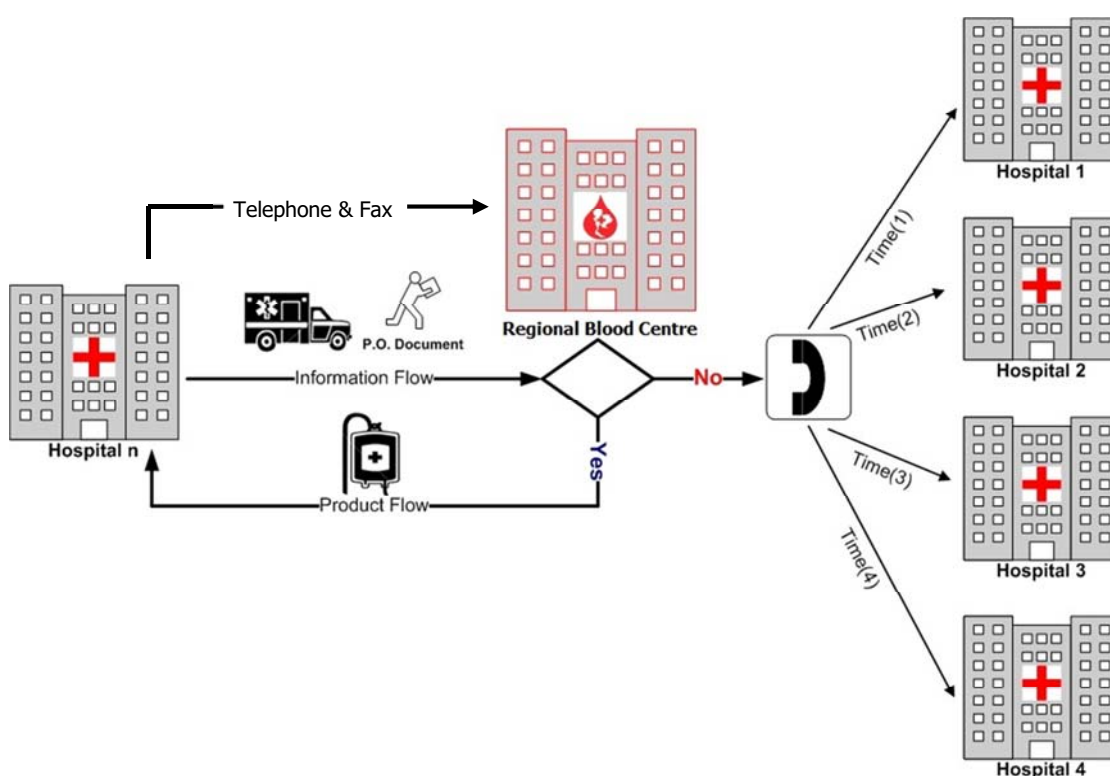
1.2 ความสำคัญของปัญหา

จากการสำรวจข้อมูลและศึกษาปัญหาเบื้องต้น โดยการสำรวจพื้นที่จริงและสัมภาษณ์บุคลากร ซึ่งเป็นหัวหน้าภาคบริการโลหิตแห่งชาติที่ 5 จังหวัดนครราชสีมา โดยมุ่งเน้นการสำรวจและศึกษา ในประเด็นด้านกระบวนการทำงานและเทคโนโลยีที่ใช้เป็นหลัก พบว่า มีการใช้เทคโนโลยีทางการแพทย์กับการดำเนินงานต่างๆ ภายในห้องปฏิบัติการ เช่น การตรวจสอบหมู่โลหิตและส่วนประกอบโลหิต การจัดเก็บโลหิตและส่วนประกอบโลหิต การตรวจสอบคุณภาพโลหิต การตรวจหาไวรัสตับอักเสบบีและซี และเอชไอวี ด้วยเทคนิคทางน้ำเหลืองวิทยาและวิธีชีววิทยาระดับโมเลกุล เป็นต้น ซึ่งเทคโนโลยีทางการแพทย์ที่ใช้ นั้น สามารถสนับสนุนงานภายในห้องปฏิบัติการได้อย่างดีและมีประสิทธิภาพ

ในส่วนของงานด้านการจัดเก็บ ร้องขอ เบิกจ่าย และกระจายโลหิต ซึ่งเป็นกระบวนการทำงานบนพื้นฐานของการบริหารและจัดการทรัพยากร พบว่า เทคโนโลยีการสื่อสารที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารระหว่างงานธนาคารเลือด ภาควิชาโลหิตแห่งชาติที่ 5 กับโรงพยาบาลแต่ละแห่งในเครือข่ายนั้น มีการใช้โทรศัพท์และเอกสารเป็นหลัก กล่าวคือ กรณีที่โรงพยาบาลแต่ละแห่งในเครือข่าย มีความต้องการในการใช้โลหิตและส่วนประกอบโลหิต จะทำการเดินทางมาส่งเอกสาร ซึ่งแสดงรายละเอียดในการร้องขอเพื่อเบิกโลหิตและส่วนประกอบ ณ ภาควิชาโลหิตแห่งชาติที่ 5 จากนั้น บุคลากรของภาควิชาโลหิตจะทำการตรวจสอบรายละเอียดของเอกสาร ในข้อมูลด้านรายละเอียด เช่น หมู่โลหิตและจำนวนที่ต้องการ และเปรียบเทียบกับจำนวนโลหิตที่มีอยู่จริง ณ เวลานั้น ภายในผู้จัดเก็บโลหิตและส่วนประกอบโลหิต ซึ่งถ้าหากมีเพียงพอต่อความต้องการ จะสามารถทำการเบิกจ่ายโลหิตและส่วนประกอบโลหิตให้ตรงตามความต้องการตามเอกสารในการเบิกจ่ายได้ แต่ในกรณีที่จำนวนโลหิตและส่วนประกอบภายในภาควิชาโลหิต ณ เวลานั้น ไม่เพียงพอต่อความต้องการ บุคลากรจะทำการติดต่อสื่อสารผ่านทางโทรศัพท์ไปยังธนาคารเลือดของโรงพยาบาลแห่งอื่นๆ ภายในจังหวัดนครราชสีมา เพื่อสอบถามข้อมูลโลหิตและส่วนประกอบโลหิต ด้านจำนวนและรายละเอียดตามความต้องการภายในเอกสารดังกล่าว ซึ่งถ้าหากทางธนาคารเลือด ของโรงพยาบาลที่ได้รับการติดต่อไปนั้น สามารถจัดหาและเบิกจ่ายโลหิตและส่วนประกอบโลหิตได้ตรงตามความต้องการที่ถูกร้องขอไปนั้น บุคลากรของภาควิชาโลหิตแห่งชาติที่ 5 จะปรับปรุงและยืนยันเอกสารการขอเบิกโลหิตและส่วนประกอบโลหิตดังกล่าว และให้เจ้าหน้าที่ผู้มาติดต่อนั้น เดินทางไปยื่นเอกสารการขอเบิกจ่ายดังกล่าวด้วยตนเอง ณ ธนาคารเลือด ของโรงพยาบาลที่ได้รับการติดต่อและยืนยันไป ซึ่งเจ้าหน้าที่ดังกล่าว จะได้รับโลหิตและส่วนประกอบโลหิตตามความต้องการและสามารถนำไปดำเนินการต่อไป

แต่ในกรณีที่เป็นปัญหา คือ ทางธนาคารเลือด ของโรงพยาบาลที่ได้รับการติดต่อจากบุคลากรของ ภาควิชาโลหิตแห่งชาติที่ 5 ไปแล้วนั้น ทำการตรวจสอบผู้จัดเก็บโลหิตและส่วนประกอบโลหิตของตนเอง และไม่สามารถเบิกจ่ายให้ตามความต้องการได้ อาจเนื่องมาจากโลหิตและส่วนประกอบโลหิตนั้นๆ มีผู้ป่วยในโรงพยาบาลอื่น ในเครือข่ายทำการจองไว้เพื่อใช้ในการขั้นตอนรักษา หรือมีจำนวนไม่เพียงพอจริงๆ เป็นต้น ทำให้บุคลากรของ ภาควิชาโลหิตแห่งชาติที่ 5 จำเป็นต้องติดต่อไปยังธนาคารเลือด ของโรงพยาบาลแห่งอื่นๆ ผ่านทางโทรศัพท์ เพื่อแจ้งความต้องการและสอบถามความเป็นไปได้ในการเบิกจ่ายโลหิตและส่วนประกอบโลหิตตามความต้องการดังกล่าว จนกว่าจะได้รับการยืนยันจากธนาคารเลือดของโรงพยาบาลแห่งใดแห่งหนึ่ง ซึ่งในการแจ้งความต้องการในการเบิกจ่ายโลหิตและส่วนประกอบโลหิตแต่ละครั้ง หากว่าธนาคารเลือดของโรงพยาบาลแต่ละแห่งที่ได้รับการติดต่อไปนั้น ไม่สามารถเบิกจ่ายได้ตามความ

ต้องการ จำนวนหลายโรงพยาบาลติดต่อกัน จะส่งผลให้เกิดการสูญเสียระยะเวลาในระดับหนึ่ง ในขั้นตอนการแจ้งความต้องการและสอบถามรายละเอียดของกระบวนการร้องขอและเบิกจ่าย โลหิตและส่วนประกอบโลหิต ซึ่งความล่าช้านี้ อาจส่งผลกระทบร้ายแรงต่อผู้ป่วยในกรณีที่ต้องใช้โลหิตและส่วนประกอบโลหิตอย่างเร่งด่วนได้ โดยกระบวนการสื่อสารเพื่อการร้องขอ เบิกจ่าย และกระจายถุงโลหิตและส่วนประกอบโลหิตภายในห่วงโซ่อุปทานโลหิตสามารถแสดงได้ ดังภาพ



รูปที่ 1.2 แสดงกระบวนการเบิกจ่ายและกระจายโลหิตภายในห่วงโซ่อุปทานโลหิต

ยิ่งไปกว่านั้น ปัญหาด้านการติดต่อสื่อสารในการเบิกจ่ายโลหิตและส่วนประกอบโลหิตดังกล่าว ยังก่อให้เกิดปัญหาที่ตามมา คือ บุคลากรภายในภาคบริการโลหิตแห่งชาติที่ 5 ไม่สามารถทราบจำนวนหรือความต้องการของโลหิตและส่วนประกอบโลหิตที่แท้จริงตามช่วงเวลาต่างๆ ได้ ส่งผลให้ ไม่สามารถคาดการณ์หรือพยากรณ์จำนวนความต้องการที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงตามช่วงเวลา ได้อย่างเหมาะสม ซึ่งเป็นสาเหตุให้การจัดเก็บโลหิตและส่วนประกอบโลหิตคงคลัง ไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร กล่าวคือ ในเมื่อไม่สามารถคาดการณ์หรือพยากรณ์ความต้องการโลหิตและส่วนประกอบโลหิตในแต่ละช่วงเวลาได้แล้วนั้น จะทำให้ไม่สามารถทราบถึงจำนวนโลหิต

และส่วนประกอบโลหิตคงคลังที่เหมาะสม ซึ่งควรเก็บสำรองไว้เพื่อตอบสนองความต้องการที่เกิดขึ้นได้

จะเห็นได้ว่า ปัญหาที่พบภายใน ภาคบริการโลหิตแห่งชาติที่ 5 จังหวัดนครราชสีมา เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีการสื่อสารและการจัดการทรัพยากรภายในห่วงโซ่อุปทานโลหิต เป็นหลัก โดยสามารถแบ่งเป็นประเด็นปัญหาได้ 2 ประเด็น คือ ปัญหาในการติดต่อสื่อสารเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างหน่วยงาน และ ปัญหาการขาดความสามารถในการจัดการโลหิตและส่วนประกอบโลหิตคงคลัง ซึ่งใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาแนวทางการแก้ไขปัญหาดังกล่าว โดยมุ่งเน้นที่แนวทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและแนวทางการจัดการห่วงโซ่อุปทานประกอบกันเป็นหลัก

1.3 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.3.1 เพื่อพัฒนาระบบเว็บสำหรับการร้องขอและเบิกจ่ายโลหิต ตามบริบทของตัวแบบห่วงโซ่อุปทานโลหิตที่เหมาะสม และวัดระยะเวลาตอบสนองในการค้นหาโลหิต ด้วยวิธีการจำลองสถานการณ์

1.3.2 เพื่อค้นหาตัวแบบการพยากรณ์อุปสงค์ที่เหมาะสม โดยการศึกษาถึงข้อมูลในอดีต เพื่อใช้เลือกตัวแบบการพยากรณ์อุปสงค์ที่สอดคล้อง และทดสอบด้วยวิธีการเฉพาะของแต่ละตัวแบบ ตลอดจนประเมินความเหมาะสมด้วยการคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบ

1.4 ข้อตกลงเบื้องต้น

1.4.1 งานวิจัยนี้ มุ่งศึกษาตัวแบบห่วงโซ่อุปทานโลหิต ด้วยเหตุผลด้านการร่วมใช้ข้อมูลและสื่อสารภายในห่วงโซ่อุปทานที่มีรูปแบบพลวัต เป็นหลัก

1.4.2 งานวิจัยนี้ มุ่งศึกษากระบวนการเบิกจ่ายและกระจายเฉพาะโลหิตภายในห่วงโซ่อุปทานโลหิตเท่านั้น โดยไม่เกี่ยวข้องกับกระบวนการขนส่งโลหิตและส่วนประกอบโลหิต และอื่นๆ

1.4.3 งานวิจัยนี้ถือว่า บุคลากรในภาคบริการโลหิตแห่งชาติที่ 5 จังหวัดนครราชสีมา ใช้ระยะเวลาในการโทรศัพท์เพื่อแจ้งความต้องการโลหิตไปยังโรงพยาบาลเครือข่าย 1 แห่ง ไม่แตกต่างกันในแต่ละครั้ง แต่มีความแตกต่างกันในแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น ในกรณีที่ต้องโทรศัพท์ไปยังโรงพยาบาลเครือข่าย 1 แห่งขึ้นไปตามลำดับ ต่อการแจ้งความต้องการโลหิต 1 รอบความต้องการ

1.4.4 งานวิจัยนี้ถือว่า ระยะเวลาตอบสนองในการค้นหาโลหิตสำหรับการร้องขอโลหิต ภายในห้วงโซ่อุปทานโลหิต คือ ระยะเวลาตั้งแต่จุดเริ่มต้นในการค้นหาโลหิต จนกว่าจะได้รับการ ผลลัพธ์ตอบสนองตามความต้องการที่ถูกต้องกลับมา ถือเป็นจุดสิ้นสุด โดยไม่เกี่ยวข้องกับ ระยะเวลาที่ใช้ในการขนส่งถุงเลือด และอื่นๆ

1.4.5 งานวิจัยนี้ถือว่า จำนวนโรงพยาบาลเครือข่ายภายในห้วงโซ่อุปทานโลหิต เป็นปัจจัย และตัวแปรสำคัญในการสร้างแบบจำลองปัญหา ในการจำลองสถานการณ์ เพื่อทดสอบระยะเวลา ตอบสนอง โดยไม่เกี่ยวข้องกับรายละเอียดด้านหมู่เลือด (ABO Rh)

1.4.6 งานวิจัยนี้ถือว่า การเกิดขึ้นของอุปสงค์หรือความต้องการถุงเลือด ภายในห้วงโซ่ อุปทานโลหิตเป็นไปในลักษณะของเหตุการณ์ไม่ต่อเนื่อง เนื่องจากตัวแบบห้วงโซ่อุปทานดังกล่าว เป็นแบบพลวัต

1.4.7 งานวิจัยนี้ถือว่า แบบจำลองปัญหาในการจำลองสถานการณ์นั้น ใช้เงื่อนไขการ ตัดสินใจเพียง มี และ มีไม่เพียงพอ เท่านั้น เนื่องจากต้องการศึกษาถึง ระยะเวลาในการตอบสนอง ต่อการค้นหาโลหิต ในแต่ละรอบของการจำลองสถานการณ์

1.4.8 งานวิจัยนี้ถือว่า ปัจจัยในการศึกษาเพื่อเลือกตัวแบบการพยากรณ์ คือ ช่วงเวลา, รูปแบบของข้อมูล และชนิดของตัวแบบเป็นสำคัญ โดยใช้ตัวแบบพยากรณ์อุปสงค์ด้านอนุกรม เวลาซึ่งสอดคล้องกับลักษณะของข้อมูลในรูปแบบฤดูกาลและแนวโน้ม ตลอดจนเป็นตัวแบบ พยากรณ์ด้านปริมาณเชิงสถิติ เนื่องจาก โลหิต นั้นจัดเป็นผลิตภัณฑ์ที่เน่าเสียง่าย จึงใช้การพยากรณ์ ในช่วงเวลานับพวันและระยะสั้น ตลอดจน เป็นการพยากรณ์โดยใช้ข้อมูลตัวเลขเป็นหลัก ซึ่ง สามารถตรวจสอบความแม่นยำและความคลาดเคลื่อนด้วยวิธีการทางสถิติ

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

1.5.1 ขอบเขตของการวิจัย ด้านเวลา

เวลาที่ใช้อยู่ในระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553

1.5.2 ขอบเขตของการวิจัย ด้านพื้นที่

ขอบเขตของการวิจัย ด้านพื้นที่ในการศึกษาข้อมูล

ภาคบริการโลหิตแห่งชาติที่ 5 จังหวัดนครราชสีมา ธนาคารเลือด โรงพยาบาล มหาราชนครราชสีมา และโรงพยาบาลแต่ละแห่ง ภายในเครือข่ายของภาคบริการโลหิตแห่งชาติที่ 5 ซึ่งอนุญาตให้สำรวจข้อมูล คือ พื้นที่และบริเวณที่จะทำการศึกษาปัญหา และสำรวจข้อมูล

เบื้องต้น รวมไปถึงขั้นตอนในการวิจัยที่จำเป็นต้องลงพื้นที่ ซึ่งได้รับความยินยอมจากผู้เชี่ยวชาญของ ภาควิชาการโลหิตแห่งชาติที่ 5 และ ธนาคารเลือด โรงพยาบาลมหาราชนครราชสีมา

1.5.3 ขอบเขตของการวิจัย ด้านข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

- ข้อมูลด้านปัจจัยและตัวแปรต่าง ๆ ภายในห่วงโซ่อุปทานโลหิต
- ข้อมูลที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ ด้วยแบบจำลองปัญหา ซึ่งปัจจัยที่สำคัญ

คือ ระยะเวลาตอบสนอง และ จำนวนรอบในการจำลองสถานการณ์

- ข้อมูลในอดีต ของธนาคารเลือด ตั้งแต่ปัจจุบัน ย้อนไปในอดีต 5 ปี ตั้งแต่ พ.ศ. 2547 – 2551 โดยข้อมูลหลักที่จำเป็นในการวิจัยคือ ช่วงเวลา และจำนวนอุปสงค์ในแต่ละคาบเวลา ส่วนข้อมูลอื่นๆ นั้น อาจจำเป็นต้องใช้ในการระบุปัจจัยอันเกี่ยวข้องกับการวิจัย

- ข้อมูลในขอบเขตที่เป็นกระบวนการและเงื่อนไขในการถ่ายเลือด (blood transfusion) ไม่ได้ถูกนำมาประกอบการวิจัย ทั้งในการวัดระยะเวลาการตอบสนองและการค้นหาตัวแบบพยากรณ์อุปสงค์

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 หากมีการนำระบบการร้องขอและเบิกจ่ายโลหิตผ่านเว็บ ไปประยุกต์ใช้ในงานธนาคารเลือด ทดแทนระบบงานเก่า ถือเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพ ทางด้านการลดระยะเวลาตอบสนอง และสามารถพยากรณ์อุปสงค์ได้อย่างเหมาะสม ส่งผลให้กระบวนการกระจายหรือเบิกจ่ายโลหิต มีความซับซ้อนน้อยลง ตลอดจนงานด้านการจัดการโลหิตคงคลังมีประสิทธิภาพมากขึ้น

1.6.2 ผลการวิจัย มีส่วนกระตุ้นให้หน่วยงานภาครัฐมีบทบาทและมีส่วนร่วม ในการให้ข้อมูลหรือร่วมสนับสนุนการวิจัย เพื่อเพิ่มขีดความสามารถทางด้านกิจกรรมด้านโลจิสติกส์และห่วงโซ่อุปทาน ทั้งภายในและระหว่างหน่วยงานและองค์กร

บทที่ 2

ปรัทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาทฤษฎีและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ในการพัฒนาระบบเว็บเพื่อวัดระยะเวลาการตอบสนองและพยากรณ์อุปสงค์ภายในห่วงโซ่อุปทานโลหิตนั้น ผู้วิจัยพบว่า มีแนวคิด ทฤษฎี และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 การจัดการห่วงโซ่อุปทาน

การจัดการห่วงโซ่อุปทาน (Supply Chain Management) หมายถึง การจัดการธุรกิจหลักทุกประเภทที่เชื่อมโยงระหว่างหน่วยธุรกิจที่อยู่ภายใต้ห่วงโซ่อุปทานทั้งหมด เพื่อเพิ่มคุณค่าให้แก่ผู้บริโภค เริ่มตั้งแต่แหล่งวัตถุดิบ การนำวัตถุดิบเข้าสู่โรงงาน กระบวนการผลิต การนำสินค้าสำเร็จไปสู่ผู้บริโภค และการนำสินค้าไปใช้ (ศิริ ภูพงษ์พัฒนา, 2550) ดังนั้นการจัดการห่วงโซ่อุปทานจึงมีขอบเขตกว้างขวางกว่าระบบโลจิสติกส์ คือจะครอบคลุมกิจกรรมต่างๆ เช่น

- การจัดการลูกค้าสัมพันธ์
- การบริการลูกค้า
- การจัดการอุปสงค์
- การจัดการเกี่ยวกับคำสั่งซื้อ
- การจัดการผลิต
- การจัดซื้อจัดหา
- การพัฒนาผลิตภัณฑ์

2.1.2 วัดอุปสงค์ของห่วงโซ่อุปทาน

การจัดการห่วงโซ่อุปทานโดยทั่วไป มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้บริโภคได้รับสินค้าที่มีคุณภาพดี เช่นเดียวกับคุณภาพตอนผลิตเสร็จใหม่ๆ การจัดการห่วงโซ่อุปทานจึงมุ่งเน้นไปที่ระบบทุกระบบ ตั้งแต่แหล่งวัตถุดิบ โรงงานผู้ผลิต จนถึงกระบวนการนำไปใช้โดยลูกค้า เพื่อให้เกิดความแน่นอน หรือไว้วางใจได้ (Reliability) การตอบสนองความต้องการของลูกค้าอย่างรวดเร็ว (Quick

Response) และสามารถสร้างความสัมพันธ์อันดีกับลูกค้าและคู่ค้า (Relationship) หรือที่เรียกรวมกันว่า 3R

การจัดการห่วงโซ่อุปทาน เป็นแนวคิดในการมองธุรกิจทั้งระบบตั้งแต่

1. แหล่งวัตถุดิบ กระบวนการผลิตวัตถุดิบ เพื่อให้ได้วัตถุดิบที่มีคุณภาพ และราคาตามที่บริษัทต้องการ
2. การนำวัตถุดิบเข้าสู่โรงงาน กระบวนการขนส่ง บทบาทของพ่อค้าคนกลาง เพื่อให้วัตถุดิบยังมีคุณภาพดีเหมือนเดิม
3. กระบวนการผลิตของบริษัท บริษัทต้องมีกระบวนการผลิตที่ดี เพื่อให้ได้สินค้าที่ตรงตามความต้องการ
4. การนำสินค้าสำเร็จรูปไปสู่ผู้บริโภค โดยผ่านพ่อค้าส่ง พ่อค้าปลีก เราจะต้องพิจารณาถึงการดูแลรักษาสินค้าของพ่อค้าคนกลางด้วย พ่อค้าคนกลางมีวิธีการเก็บรักษาสินค้าดีพอหรือไม่ เพื่อให้สินค้ายังคงมีคุณภาพดีเมื่อถึงมือผู้บริโภค
5. การนำสินค้าไปใช้ ผู้บริโภคเข้าใจถึงวิธีการใช้สินค้าดีพอหรือยัง หากผู้บริโภคไม่รู้วิธีใช้ที่ถูกต้องทำให้สินค้าเสื่อมสภาพเร็วกว่ากำหนด

2.1.3 องค์ประกอบหลักของการจัดการห่วงโซ่อุปทาน

กิจกรรมสำคัญของการจัดการห่วงโซ่อุปทานมีมากมายตั้งแต่แหล่งวัตถุดิบถึงการบริโภคสินค้า แต่จุดสำคัญในการเชื่อมประสานหน่วยธุรกิจภายใต้ห่วงโซ่อุปทานอยู่ที่ 4 องค์ประกอบหลัก คือ

1. การจัดการซื้อสินค้าหรือวัตถุดิบเข้าโรงงาน ผู้ผลิตควรจะจัดซื้อวัตถุดิบที่ดี มีกระบวนการการผลิตวัตถุดิบที่ได้มาตรฐาน และมีวิธีการนำวัตถุดิบเข้าโรงงานอย่างเหมาะสม ผู้ผลิตจึงจะได้วัตถุดิบที่ดีเพื่อนำไปผลิตสินค้า
2. กระบวนการผลิต ควรมีความยืดหยุ่นซึ่งคือความสามารถในการผลิตสินค้าได้ในทุกจำนวนสินค้า โดยไม่ทำให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มขึ้น จากเมื่อก่อนจะต้องเป็น Economy of scale คือ ยิ่งผลิตมากเท่าใด ยิ่งทำให้ต้นทุนการผลิตลดลง โดยลืมนึกไปว่าขนาดการผลิตที่ใหญ่มากเกินไป จะทำให้ขาดความสามารถในการผลิตสินค้าที่หลากหลายรูปแบบ ขนาดการผลิตที่ใหญ่มีประโยชน์อย่างเดียว คือ เรื่องของการประหยัดต้นทุนการผลิตเท่านั้น แต่ต้นทุนของสินค้าคงเหลือจะสูงขึ้น การตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าทำได้ยาก และความหลากหลายของสินค้าที่ผลิตหรือเสนอให้กับลูกค้าลดลง

3. การกระจายสินค้า ต้องคำนึงถึง Demand management ด้วย เนื่องจากเป็นกระบวนการที่คาดการณ์ความต้องการและตอบสนองความต้องการของลูกค้า เพื่อให้บรรลุเป้าหมายในเรื่องของการบริการลูกค้า ข้อมูลจะเป็นสิ่งสำคัญสำหรับ Demand management โดยข้อมูลที่ต้องใช้ คือ ข้อมูลที่ได้จากตลาด ข้อมูลจากการซื้อสินค้าของลูกค้า ข้อมูลจากโรงงานผลิต ข้อมูลเรื่องสินค้าคงคลัง ข้อมูลการส่งเสริมการขาย และต้องคำนึงถึงการนำไปประยุกต์ใช้ ผู้ผลิตควรจะรู้ว่าผู้บริโภคจะนำสินค้าที่ตนซื้อไปใช้อย่างไร หรือต้องระบุนรายละเอียดการใช้อย่างชัดเจน เนื่องจากผู้บริโภคบางรายไม่ทราบถึงวิธีใช้สินค้าอย่างแท้จริง

4. เทคโนโลยีสารสนเทศ การนำเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาช่วยจัดการในงานด้านต่างๆ ทั้งกิจกรรมสนับสนุนและกิจกรรมหลักของการจัดการห่วงโซ่อุปทาน

2.1.4 เทคโนโลยีสารสนเทศกับการจัดการห่วงโซ่อุปทาน

ในปัจจุบันนี้ เทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทอย่างมากกับการจัดการโลจิสติกส์และห่วงโซ่อุปทาน ซึ่งนอกจากการติดต่อสื่อสารทางโทรศัพท์ โทรสาร และจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ในแต่ละขั้นตอนและกิจกรรมระหว่างหน่วยงานต่างๆ จากลูกค้า ผู้ส่งวัตถุดิบ จนกระทั่ง ผ่านการผลิตเป็นสินค้าสำเร็จรูปออกจากโรงงาน ไปถึงผู้บริโภคผ่านร้านค้า เทคโนโลยีต่าง ๆ เป็นส่วนหรือองค์ประกอบที่สำคัญต่อการจัดการห่วงโซ่อุปทาน โดยเฉพาะเทคโนโลยีด้านซอฟต์แวร์ ซึ่งจะมีซอฟต์แวร์มากมายหลายระบบและหลายรูปแบบ บางระบบจะสามารถเชื่อมโยงเข้าด้วยกันได้ระหว่างโรงงานผู้ผลิตสินค้า ลูกค้า ผู้ผลิตวัตถุดิบ คลังสินค้า หรือ ศูนย์กระจายสินค้า บริษัทรับนำส่งสินค้า และบรรดาร้านค้าต่าง เป็นต้น โปรแกรมคอมพิวเตอร์ภายในหน่วยงานของแต่ละองค์กรจะจัดเก็บข้อมูล และเชื่อมระบบการจัดเก็บข้อมูลเข้าด้วยกัน มีการใช้ข้อมูลร่วมกันในบางส่วน ทำให้การจัดการห่วงโซ่อุปทานในแต่ละช่วงดำเนินไปอย่างสะดวก รวดเร็ว และมีผลลัพธ์ที่ดียิ่งขึ้น ระบบการจัดการห่วงโซ่อุปทานที่มีประสิทธิภาพสามารถเชื่อมต่อบริษัทและวิธีการดำเนินงานในแต่ละขั้นตอนขององค์กรให้เชื่อมโยง สอดคล้องไปในทิศทางเดียวกันเพื่อนำไปสู่ความพึงพอใจของบรรดาร้านค้าและผู้บริโภคขั้นสุดท้าย รวมไปถึงการลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานในห่วงโซ่อุปทานอีกด้วย (สายัณห์ จันทร์วิภาสวงศ์, 2549)

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของการจัดการห่วงโซ่อุปทาน ช่วยให้ผู้บริหารห่วงโซ่อุปทานสามารถสร้างความสัมพันธ์กับลูกค้าในรูปแบบใหม่ๆ ซึ่งลูกค้าและผู้ส่งมอบสินค้าช่วยกันสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ ที่มีการปรับปรุงการไหลของข้อมูลและองค์ความรู้ ซึ่งสิ่งเหล่านี้ได้สร้างความสัมพันธ์ในรูปแบบใหม่ เช่น การส่งผลิตสินค้าออนไลน์ การใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลลูกค้าทางด้านความรู้ใหม่ๆ เกี่ยวกับกิจกรรมที่เกิดขึ้นในตลาด

อาทิเช่น ผู้บริหารได้เชื่อมต่อระบบการวางแผนอุปสงค์ของตน เข้ากับระบบการจัดการข้อมูล ซึ่งมีความปลอดภัยในการแลกเปลี่ยนข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับยอดขายและการพยากรณ์ การเทียบเคียงผลการดำเนินงานขององค์กรที่อยู่ในห่วงโซ่อุปทานกับบริษัทอื่นๆ ก่อให้เกิดความสอดคล้องของผู้ผลิตสินค้า ผู้จัดจำหน่าย ตลอดจนผู้ค้าปลีก ซึ่งใช้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับอุปทานและอุปสงค์ในการจัดการร่วมกัน (สาธิต พะเนียงทอง, 2548)

การจัดการและประมวลผลข้อมูลก็นำไปสู่การปรับปรุงและการพัฒนาความสามารถใหม่ๆ ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้เพื่อที่จะรวบรวมความรู้ที่มีประโยชน์ เพื่อแบ่งปันข้อมูลที่มีความสะดวกในการเข้าถึงกับหน่วยงานอื่นๆ ที่อยู่ภายในองค์กรให้เป็นไปอย่างง่ายดายยิ่งขึ้น โดยแนวคิดของการใช้ระบบฐานข้อมูลเดียวกันของห่วงโซ่อุปทาน เป็นทางออกที่ดีของปัญหาการแลกเปลี่ยนข้อมูลกันระหว่างองค์กรโดยผ่านระบบอินเทอร์เน็ต ซึ่งในปัจจุบันระบบอินเทอร์เน็ตนั้นถือว่าเป็นวิธีการเข้าถึงข้อมูลที่ได้รับการยอมรับในสากล และได้ถูกนำมาใช้เป็นมาตรฐานในการสื่อสารระหว่างองค์กรทางธุรกิจ การใช้งานอินเทอร์เน็ตนั้นควรมีการกำหนดสิทธิการเข้าถึงข้อมูลเพื่อความปลอดภัยของข้อมูล เช่น กำหนดเนื้อหาของข้อมูลนั้นๆ ตามระดับผู้ใช้งาน และกำหนดรหัสผ่านในการเข้าสู่ระบบเพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้นักภายนอกที่ไม่เกี่ยวข้องเข้ามาในระบบ ข้อมูลจะทันสมัยและถูกต้องตลอดเวลา และผู้ประกอบการขนาดกลางและขนาดย่อมสามารถเข้าถึงแหล่งข้อมูลได้เช่นเดียวกับผู้ประกอบการรายใหญ่ และนอกจากการได้มาซึ่งข้อมูลแล้ว ยังสามารถสื่อสารตอบโต้ได้ทันที และสามารถเพิ่มมูลค่าในตัวสินค้า เนื่องจากสามารถสร้างความพึงพอใจแก่ลูกค้าได้อย่างดี

2.2.1 ระบบเว็บ

- **Web-based Application** คือ โปรแกรมหรือกลุ่มของโปรแกรมที่ได้รับการพัฒนาขึ้นเพื่อใช้งานในบริการ WWW ของระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตหรืออินทราเน็ต ที่ใช้โปรโตคอล TCP/IP เป็นมาตรฐานหลักในการสื่อสารข้อมูล โดยผู้ใช้งานสามารถติดต่อสื่อสารหรือเรียกใช้งานโปรแกรม Web-based Application ได้โดยใช้โปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ ซึ่งในการพัฒนา Web-based Application สามารถทำได้โดย การเขียนโปรแกรมในภาษาที่ถูกออกแบบมาสำหรับการพัฒนา Web-based Application บนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต อาทิเช่น PHP, ASP, JAVA, Visual Basic และ JSP เป็นต้น ตลอดจนอาจจะต้องมีการสร้างการติดต่อกับฐานข้อมูล เพื่อใช้ในการประมวลผล

- **เครือข่ายอินเทอร์เน็ต (Internet)** หมายถึง เครือข่ายของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ต่าง ๆ ที่เชื่อมโยงกันเป็นระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ โดยเครื่องคอมพิวเตอร์ทุกเครื่องสามารถติดต่อสื่อสารถึงกันได้ทั่วโลก โดยใช้มาตรฐานในการรับส่งข้อมูลที่เป็นโปรโตคอล (Protocol) เดียวกัน โปรโตคอลที่ใช้ในระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเรียกว่าทีซีพี/ไอพี (TCP/IP : Transmission Control Protocol/Internet Protocol) ลักษณะของระบบอินเทอร์เน็ตเปรียบเสมือนใยแมงมุมที่ครอบคลุมทั่วโลก ในแต่ละจุดที่เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตนั้น สามารถสื่อสารกันได้หลายเส้นทางตามความต้องการโดยไม่กำหนดตายตัว และไม่จำเป็นต้องทำการติดต่อไปตามเส้นทางโดยตรง แต่อาจจะผ่านจุดเชื่อมต่ออื่น ๆ หรือเลือกไปเส้นทางอื่นได้หลายเส้นทาง (พิรพร หนูสนธิ, 2551)

- **บริการบนอินเทอร์เน็ต** เป็นบริการที่ช่วยให้ผู้ใช้สามารถติดต่อรับส่งข้อมูลแลกเปลี่ยนกันได้ในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งจะมีความรวดเร็วกว่าการติดต่อด้วยวิธีการแบบธรรมดาและมีค่าใช้จ่ายค่อนข้างถูกกว่ามาก อาทิเช่น

- **World Wide Web (WWW)** เป็นบริการนำเสนอข้อมูลและข่าวสารผ่านทางอินเทอร์เน็ต ซึ่งกำลังเป็นที่นิยมแพร่หลายเป็นอย่างมากในปัจจุบัน เนื่องจากผู้ใช้คอมพิวเตอร์ทั่วโลกสามารถรับรู้ข่าวสารเหมือนกัน

- **จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (E-mail)** เป็นบริการในระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่สำคัญที่มีผู้นิยมใช้บริการกันแพร่หลาย โดยสามารถส่งตัวอักษร ข้อความ แฟ้มข้อมูล ภาพ เสียง ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไปยังผู้รับ อาจจะเป็นคนเดียว หรือกลุ่มคน ช่วยให้สามารถติดต่อสื่อสารระหว่างกันและกันได้ทั่วโลก มีความสะดวก รวดเร็วและสามารถสื่อสารถึงกันได้ตลอดเวลา โดยไม่ต้องคำนึงถึงว่าผู้รับจะอยู่ที่ไหน จะใช้เครื่องคอมพิวเตอร์อยู่หรือไม่ เพราะไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์จะเก็บ E-mail เหล่านั้นไว้เสมอ

- **สนทนาแบบออนไลน์ (Chat)** ผู้ใช้บริการสามารถคุยโต้ตอบกับผู้ใช้คนอื่นๆ ในอินเทอร์เน็ตได้ในเวลาเดียวกัน (โดยการพิมพ์เข้าไปทางคีย์บอร์ด) เสมือนกับการคุยกันแต่ผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ของทั้งสองที่ ซึ่งมีความรวดเร็วดี หรือจะคุยกันเป็นกลุ่มหลายๆ คนในลักษณะของการ Chat ซึ่งในปัจจุบันก็ได้พัฒนาไปถึงขั้นที่สามารถใช้ภาพสามมิติหรือภาพเคลื่อนไหวหรือแทนตัวคนที่สนทนากันได้แล้ว และยังสามารถคุยกันด้วยเสียงในแบบเดียวกับโทรศัพท์ซึ่งสามารถเห็นหน้าตาซึ่งกันและกันอีกด้วย ตลอดจน สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลบนจอภาพหรือในเครื่องของผู้สนทนาแต่ละฝ่ายได้อีกด้วย

- เว็บเพจและเว็บไซต์

- เว็บเพจ (Web Page) คือคำที่ใช้เรียกหน้าเอกสารแต่ละหน้าที่ใช้แสดงข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ บนเว็บไซต์ โดยข้อมูลจะถูกสร้างขึ้นจากภาษา HTML (Hypertext Markup Language) ซึ่งเป็นภาษามาตรฐานที่ถูกกำหนดขึ้นในการเขียนคำสั่งเพื่อการควบคุมเว็บเพจ

- เว็บไซต์ (Web Site) มีความหมายเช่นเดียวกับเว็บ (Web) ซึ่งหมายถึง กลุ่มของเว็บเพจที่มีความสัมพันธ์กัน รวมอยู่ด้วยกันเป็น 1 เว็บไซต์

- ภาษา HTML (Hypertext Markup Language) เป็นภาษาหลักที่ใช้ในการแสดงผลข้อมูลบนเว็บเบราว์เซอร์ โดยข้อมูลที่แสดงผลประกอบ ข้อความ ภาพ เสียง ภาพเคลื่อนไหวรวมทั้งการเชื่อมโยงต่างๆ HTML ถูกพัฒนาขึ้นและควบคุมมาตรฐานโดยองค์กรชื่อ W3C (World Wide Web Consortium) โดยใช้แม่แบบจากภาษา SGML (Standard Generalized Markup Language) และได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง และเป็นที่ยอมรับอย่างแพร่หลาย เนื่องจากเขียนและเข้าใจง่าย สามารถใช้ร่วมกับภาษาอื่นได้เป็นอย่างดี

ตัวอย่างโครงสร้าง HTML พื้นฐาน เช่น

```
<html>
< head>
< title>หัวเรื่องเว็บเพจ</title>
< /head>
<body>
ส่วนเนื้อหาที่ต้องการแสดงผล
</body>
< /html>
```

<html> ... </html> เป็นคำสั่งแรกของภาษา HTML ซึ่งบ่งบอกว่านี่คือภาษา HTML โดยจะเป็นจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุด ของเอกสารในแต่ละเว็บเพจ

<head> ... </head> เป็นส่วนกำหนดรายละเอียดเว็บเพจ สิ่งที่กำหนดในส่วนนี้จะถูกใช้ทั้งเว็บเพจในส่วน body

<title> ... </title> เป็นส่วนกำหนดชื่อหัวเรื่องเว็บเพจ จะปรากฏที่ Title bar และ Bookmark ของ

Browser และเป็น Keyword สำหรับ Search Engine

<body> ... </body> เป็นส่วนเนื้อหาทั้งหมดของเว็บเพจ

- Web Server และ Web Browser

- Web Server คือ เครื่องคอมพิวเตอร์ผู้ให้บริการเว็บไซต์บนอินเทอร์เน็ตผ่านโปรโตคอล HTTP ในการให้บริการข้อมูลข่าวสาร ทั้งภาพและเสียงไปยังที่ต่าง ๆ เป็นการติดต่อระหว่างผู้ใช้กับ Server โดยเข้าถึงข้อมูลได้ด้วย Web Browser โดย Web Server จะต้องติดตั้งโปรแกรมสำหรับทำหน้าที่เป็นศูนย์กลาง server เช่น IIS (Internet Information System) หรือ Apache เป็นต้น

- Web Browser หรือ บราวเซอร์ คือ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ที่ผู้ใช้สามารถดูข้อมูลและโต้ตอบกับข้อมูลสารสนเทศที่จัดเก็บ ในหน้าเว็บเพจที่สร้างขึ้นด้วยภาษาเฉพาะ เช่น ภาษา HTML ที่จัดเก็บไว้ที่ระบบบริการเว็บหรือ Web Server หรือ ระบบคลังข้อมูลอื่นๆ โดยเปรียบเสมือนสื่อในการติดต่อกับ World Wide Web ตัวอย่างบราวเซอร์ที่ได้รับความนิยม ได้แก่ Internet Explorer, Mozilla Firefox หรือ Opera เป็นต้น โดยขีดความสามารถของบราวเซอร์แต่ละตัวจะมีความแตกต่างกันไปด้วย

- หลักการทำงานระหว่าง Web Server และ Web Browser

กระบวนการทำงานจะเริ่มจากผู้ใช้งาน client กำหนด URL ของเว็บไซต์ที่ต้องการผ่าน URL Address ของโปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์เพื่อร้องขอเว็บเพจไปยัง server โดยข้อมูลการร้องขอจะถูกส่งผ่านโปรโตคอล HTTP ซึ่งกำหนดไว้กับ URL เมื่อคำร้องขอถูกส่งมายัง server จากนั้น web server จะทำการอ่านคำร้องขอ และค้นหาเว็บเพจที่ถูกร้องขอ เมื่อพบจะพิจารณาว่าเว็บเพจนั้นสามารถถูกประมวลผลจากฝั่ง client ได้หรือไม่ เช่น ถ้าเว็บเพจนั้นคือเว็บเพจในรูปแบบ HTML web server ก็จะส่งเว็บเพจดังกล่าวไปยัง client เพื่อให้เว็บเบราว์เซอร์แปลและประมวลผล แล้วนำผลลัพธ์ที่ได้ไปแสดงบนเว็บเบราว์เซอร์ แต่ถ้าหากเว็บเพจที่ถูกร้องขอนั้นต้องถูกประมวลผลจากฝั่ง server เท่านั้น web server จะทำการประมวลผลข้อมูลก่อนเสร็จแล้วจึงส่งกลับไปยังเว็บเบราว์เซอร์ที่ร้องขอข้อมูล

2.2.2 PHP (Hypertext Preprocessor) เป็นภาษา Server-Side Script มีการทำงานที่เครื่องคอมพิวเตอร์ฝั่ง Server ซึ่งรูปแบบในการเขียนคำสั่งการทำงานนั้นจะมีลักษณะคล้ายกับภาษา Perl หรือภาษา C และสามารถใช้งานร่วมกันกับ ภาษา HTML ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยในการสร้างเว็บจะใช้ Script อยู่ 2 รูปแบบคือ รูปแบบ Server-Side Script เป็นลักษณะการทำงานบนเครื่อง

Server และแปลออกมาเป็นภาษา HTML เช่น ASP หรือ CGI และรูปแบบ Client-Side Script เป็นลักษณะการทำงานบนเครื่อง Client เครื่องผู้ใช้ เช่น JavaScript หรือ VBScript

ความสามารถของ PHP นั้นสามารถที่จะทำงานเกี่ยวกับ Dynamic Web ได้ทุกรูปแบบ เหมือนกับ CGI หรือ ASP ไม่ว่าจะเป็นการจัดการดูแลระบบฐานข้อมูล ระบบรักษาความปลอดภัย การรับ – ส่ง Cookies โดยที่ PHP นั้นสามารถที่จะติดต่อกับโปรแกรมจัดการฐานข้อมูลที่มีอยู่มากมาย แต่ความสามารถที่พิเศษกว่านี้ก็คือ PHP สามารถที่จะติดต่อกับบริการต่างๆ ผ่านทางโปรโตคอล เช่น IMAP, SNMP, NNTP, POP3, HTTP และยังสามารถติดต่อกับ Socket ได้อีกด้วย

ตัวอย่างการแทรกโค้ด PHP ใน HTML พื้นฐาน เช่น

```
<html>
<head>
<title>ตัวอย่างการใช้งาน PHP</title>
</head>
<body>
    <?php echo " Hello World" ; ?>
</body>
</html>
```

2.2.3 SQL (Structured Query Language) คือ ภาษาที่ใช้ในการเข้าถึงข้อมูลในระบบจัดการฐานข้อมูล ทั้งโดยการโต้ตอบโดยตรง หรือเขียนโปรแกรมติดต่อกับระบบจัดการฐานข้อมูล เพื่อสร้าง ค้นหา ปรับปรุง หรือลบข้อมูลในระบบจัดการฐานข้อมูลนั้น โดยสามารถแบ่งประเภทตามการดำเนินการกับข้อมูลในฐานข้อมูลออกเป็น 4 ประเภท ดังต่อไปนี้

- ภาษาการควบคุมข้อมูล หรือ Data Control Language (DCL) เป็นคำสั่งที่ใช้ในการควบคุมการเข้าถึงข้อมูล ตัวอย่างเช่น ผู้จัดการสามารถเรียกดูข้อมูลทั้งหมดของลูกค้าได้ แต่พนักงานขายสามารถดูได้แค่ชื่อผู้ติดต่อ ชื่อบริษัท หรือเบอร์โทรศัพท์ของลูกค้าได้เท่านั้น โดยคำสั่งนี้ ผู้ใช้ทั่วไปไม่จำเป็นต้องเรียนรู้ มีเพียงแค่ผู้ดูแลฐานข้อมูลเท่านั้นที่ใช้คำสั่งประเภทนี้ติดต่อกับระบบจัดการฐานข้อมูล ตัวอย่างของคำสั่งประเภทนี้ เช่น คำสั่ง GRANT และ ALTER USER เป็นต้น

- ภาษาการนิยามข้อมูล หรือ Data Definition Language (DDL) เป็นคำสั่งที่ใช้ในการกำหนดและเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของข้อมูลที่เก็บไว้ในฐานข้อมูล คำสั่งประเภทนี้มีลักษณะเช่นเดียวกับ Data Control Language ผู้ใช้โดยทั่วไปไม่จำเป็นต้องใช้ ตัวอย่างเช่น หากต้องการ

สร้างตารางข้อมูลลูกค้าจะใช้ คำสั่ง CREATE TABLE ซึ่ง TABLE จะมีลักษณะคล้ายกับตารางที่เก็บข้อมูลลูกค้าไว้ การสร้างตารางจะต้องกำหนดว่ารายละเอียดของตารางมีอะไรบ้าง เช่น ชื่อบริษัท ชื่อลูกค้า ที่อยู่ เบอร์โทรศัพท์ เบอร์โทรสาร เป็นต้น หากต้องการลบ ตารางข้อมูลลูกค้าที่สร้างไว้ สามารถทำได้โดยใช้คำสั่ง DROP TABLE นอกจากนั้นเมื่อสร้างตารางข้อมูลลูกค้าขึ้นแล้ว หากต้องการปรับปรุงหรือเพิ่มเติมรายละเอียดของตารางนั้นสามารถทำได้โดยใช้คำสั่ง ALTER TABLE เป็นต้น

- ภาษาการจัดการขอมูล หรือ Data Manipulation Language (DML) เป็นคำสั่งที่ใช้ในการจัดการข้อมูลที่เก็บไว้ในฐานข้อมูลทั้งหมด เช่น การเพิ่ม ค้นหา ปรับปรุงและลบข้อมูลที่มีอยู่ในฐานข้อมูล คำสั่งประเภทนี้ ผู้ใช้ที่ติดต่อกับฐานข้อมูลส่วนใหญ่จำเป็นต้องรู้ ตัวอย่างเช่น ผู้จัดการต้องการเพิ่มข้อมูลลูกค้าใหม่ จะใช้คำสั่ง Insert หรือต้องการค้นหา ข้อมูลสินค้าที่ลูกค้าแต่ละรายสั่งซื้อ จะใช้คำสั่ง Select ต้องการปรับปรุงข้อมูลลูกค้าที่มีอยู่จะใช้คำสั่ง Update ถ้าหากต้องการลบข้อมูลลูกค้า จะใช้คำสั่ง Delete เป็นต้น

- คำสั่งควบคุมรายการเปลี่ยนแปลง หรือ Transaction Control Operation (TCL) เป็นคำสั่งของภาษาสอบถามเชิงโครงสร้างที่ใช้ในการควบคุมรายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น (Transaction) เมื่อใช้ภาษาจัดการข้อมูลทำการเปลี่ยนแปลง ทั้งเพิ่ม ปรับปรุง หรือลบข้อมูลในฐานข้อมูลนั้น ตัวอย่างเช่น หากทำการเปลี่ยนแปลง ในฐานข้อมูลแล้ว แต่ต้องการยกเลิกการเปลี่ยนแปลงนั้น จะใช้คำสั่ง Rollback เพื่อให้ยกเลิกการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดที่เกิดขึ้นให้กลับไปสู่สถานะก่อนหน้าที่จะเปลี่ยนแปลง หรือหากทำการเปลี่ยนแปลงข้อมูลในฐานข้อมูลแล้ว ต้องการยืนยันการเปลี่ยนแปลงนั้นกับฐานข้อมูล จะใช้คำสั่ง Commit เพื่อดำเนินการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างถาวรกับฐานข้อมูล เป็นต้น

2.3 การจำลองสถานการณ์

การจำลองสถานการณ์ (Simulation) เป็นกระบวนการออกแบบจำลอง (Model) ของระบบจริง (Real System) แล้วดำเนินการทดลองเพื่อให้เรียนรู้พฤติกรรมของระบบงานจริง ภายใต้ข้อกำหนดต่างๆ ที่กำหนดไว้ เพื่อประเมินผลการดำเนินงานของระบบ และวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลอง ก่อนนำไปใช้แก้ไขปัญหาในสถานการณ์จริงต่อไป การจำลองสถานการณ์โดยอาศัยตัวแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ ตัวแบบต้องทำงานได้เสมือนระบบงานจริง (รุ่งรัตน์ ภิรัชเพ็ญ, 2550)

กระบวนการจำลองสถานการณ์แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การสร้างแบบจำลองและการนำแบบจำลองไปใช้งานในเชิงวิเคราะห์ กลไกของวิธีการของการจำลองขึ้นอยู่กับแบบจำลองและการใช้งาน แบบจำลองอาจจะอยู่ในรูปหุ่น ระบบ หรือแนวความคิด โดยไม่จำเป็นต้องเหมือนกับระบบงานจริง แต่ต้องสามารถช่วยให้เข้าใจในระบบงานจริง เพื่อประโยชน์ในการอธิบายพฤติกรรมและเพื่อปรับปรุงการดำเนินงานของระบบจริง

การจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์เป็นการศึกษาถึงปัญหาของระบบงานด้วยแบบจำลองที่อยู่ในรูปของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นประเภทของแบบจำลองที่เป็นที่นิยมใช้มากที่สุด เพราะสามารถใช้ได้กับปัญหาของระบบงานหลากหลายประเภท โดยในการทำงานจะเกี่ยวข้องกับการคำนวณข้อมูลต่าง ๆ ซึ่งในการจัดเตรียมและการวิเคราะห์ข้อมูลจะใช้วิธีการทางสถิติ

2.3.1 ระบบ (System)

ในการที่จะสามารถสร้างแบบจำลองเพื่อเรียนรู้หรือประเมินการทำงานของระบบจริง ผู้ออกแบบต้องมีความเข้าใจในระบบงานจริงเป็นอย่างดี จึงจะสามารถสร้างแบบจำลองซึ่งใช้แทนระบบงานนั้น ๆ ได้

ระบบ หมายถึง กลุ่มขององค์ประกอบ (elements) ที่มีความสัมพันธ์กันในการศึกษาระบบงานใด ๆ เพื่อกำหนดเป็นลักษณะของระบบงานนั้น จะใช้วิธีการกำหนดขอบเขตของระบบงาน (System Boundaries) ประกอบด้วย

1. การกำหนดองค์ประกอบของระบบ โดยมีสิ่งที่จะต้องพิจารณาประกอบด้วย
 - ลักษณะเฉพาะตัว (Attributes)
 - กิจกรรม (Activities)
 - สถานภาพของระบบ (System Status) ภายหลังจากการทำกิจกรรม
2. การแสดงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบ
3. การกำหนดองค์ประกอบอื่น ๆ ภายนอกระบบที่มีผลกระทบต่อการทำงานของระบบ ซึ่งเรียกโดยรวมว่า สิ่งแวดล้อมระบบ (System Environment)

2.3.2 ประเภทของระบบ

การจำแนกประเภทของระบบ สามารถทำได้หลายวิธีขึ้นกับการนำไปใช้งาน สำหรับการจำลองสถานการณ์ จะจำแนกประเภทได้ตามลักษณะการเปลี่ยนสถานะภาพ โดยสามารถจำแนกประเภทได้ 2 ลักษณะ ประกอบด้วย

1. จำแนกตามพฤติกรรมในการเปลี่ยนสถานะภาพเทียบกับเวลา
 - ระบบต่อเนื่อง (Continuous Systems) เป็นระบบที่มีการเปลี่ยนสถานะภาพไปตามเวลาอย่างต่อเนื่อง
 - ระบบไม่ต่อเนื่อง (Discrete Systems) เป็นระบบที่มีการเปลี่ยนสถานะภาพในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง
2. จำแนกตามสถานะภาพที่เปลี่ยนแปลงไป
 - ระบบตายตัว (Deterministic Systems) เป็นระบบที่มีการเปลี่ยนแปลงสถานะภาพที่ระดับใหม่ สามารถบอกได้จากสถานะภาพและกิจกรรมของระบบที่ระดับก่อน
 - ระบบไม่แน่นอน (Stochastic Systems) เป็นระบบที่มีการเปลี่ยนสถานะภาพเป็นแบบสุ่ม โดยใช้หลักการของความน่าจะเป็นในการทำนายสถานะภาพที่ระดับใหม่

2.3.3 แบบจำลอง (Models)

ตัวแทนของวัตถุ ระบบ หรือแนวคิดลักษณะใดลักษณะหนึ่ง โดยสามารถนำไปใช้งานได้หลายลักษณะ

- เป็นเครื่องช่วยคิด (An aid to thought) ช่วยให้ผู้ออกแบบสามารถมองเห็นขั้นตอนการทำงานว่า มีกิจกรรมอะไรบ้างที่จะต้องทำ และทำอะไรก่อนอะไรหลัง
- เป็นเครื่องสื่อความหมาย (An aid to communication) ช่วยให้เข้าใจพฤติกรรมของระบบงาน และช่วยให้สามารถอธิบายพฤติกรรม ปัญหา และการแก้ปัญหาของระบบ
- เป็นเครื่องช่วยสอนและฝึกอบรม (A tool of training & instruction) เช่น แบบจำลองเครื่องควบคุมการบิน ช่วยให้นักบินทำความเข้าใจและความคุ้นเคยกับระบบควบคุมเครื่องบินก่อนขึ้นฝึกบินจริง
- เป็นเครื่องมือสำหรับการทำนาย (A tool of prediction) ช่วยให้ผู้ออกแบบสามารถคาดคะเนหรือทำนายได้ว่า เมื่อมีเหตุการณ์ที่มีผลกระทบต่อดังค์ประกอบเกิดขึ้น จะมีผลอะไรเกิดขึ้นกับระบบ

- เป็นเครื่องมือสำหรับการทดลอง (An aid to experimentation) ในกรณีที่ต้องการทดลองเงื่อนไขต่าง ๆ กับระบบงานจริงแต่ไม่สามารถทำได้ ก็จะนำเอาเงื่อนไขนั้น ๆ มาทดลองกับแบบจำลองเพื่อดูว่าจะให้ผลอย่างไร เพื่อประโยชน์ในการตัดสินใจว่าควรจะนำเงื่อนไขนั้น ๆ ไปใช้กับระบบงานจริงหรือไม่

2.3.4 ประเภทของแบบจำลอง

ในการจำแนกประเภทของแบบจำลอง สามารถจำแนกได้ตามประเภทของระบบงานที่แบบจำลองเป็นตัวแทน หรือจำแนกตามลักษณะพิเศษ ดังนี้

- แบบจำลองทางกายภาพ (Physical or Iconic Models) เป็นแบบจำลองที่มีลักษณะเหมือนกับระบบงานจริง โดยอาจมีขนาดเท่ากับของจริง หรือมีขนาดเล็กกว่า หรือใหญ่กว่า (Scaled Models) อาจเป็นแบบจำลองในมิติใดมิติหนึ่งหรือ 3 มิติ

- แบบจำลองอนาล็อก (Analog Models) เป็นแบบจำลองที่มีพฤติกรรมเหมือนระบบงานจริง แต่อาจมีรูปลักษณะแตกต่างกับระบบงานจริง

- เกมการบริหาร (Management Games) เป็นแบบจำลองการตัดสินใจ (Decision Models) ในกิจการต่าง ๆ เช่น ธุรกิจ การลงทุน สงคราม เป็นต้น เป็นแบบจำลองที่ใช้แสดงผลเปรียบเทียบเมื่อมีการตัดสินใจในรูปแบบต่างๆ เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับการตัดสินใจ

- แบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ (Computer Simulation Models) เป็นแบบจำลองที่อยู่ในรูปของโปรแกรมคอมพิวเตอร์นั่นเอง

- แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Models) แบบจำลองที่ใช้สัญลักษณ์และฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์แทนองค์ประกอบในระบบจริง เช่น X แทนค่าใช้จ่ายในการผลิต Y แทนจำนวนสินค้าที่ผลิต และแทนค่าลงในสูตรการคำนวณต่าง ๆ

2.3.5 โครงสร้างของแบบจำลอง (Structure of Simulation Models)

สามารถเขียนในรูปแบบฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ได้ ดังนี้

$$E = f(X_i, Y_i)$$

โดยที่ E = ผลของการปฏิบัติการของระบบ

X_i = ตัวแปรและพารามิเตอร์ที่สามารถควบคุมได้

Y_i = ตัวแปรและพารามิเตอร์ที่ไม่สามารถควบคุมได้

f = ความสัมพันธ์ระหว่าง X_i และ Y_i ที่ทำให้เกิด E

จากรูปแบบของฟังก์ชันข้างต้น โครงสร้างของแบบจำลองจะประกอบไปด้วย

1. องค์ประกอบ (Components) ทุกระบบจะต้องประกอบไปด้วยองค์ประกอบต่างๆ ในแบบจำลองที่ใช้แทนระบบจริง จะต้องประกอบไปด้วยองค์ประกอบที่จำเป็นสำหรับการทำงานของระบบ

2. ตัวแปรและพารามิเตอร์ (Variables & Parameters)

- ตัวแปร เป็นค่าที่ผันแปร มีได้หลายค่าตามสถานะจริงของการใช้งาน แยกออกได้เป็น 2 ประเภท

- ตัวแปรภายนอก (Exogenous Variables) มีลักษณะเป็นตัวแปรนำเข้า (Input Variables) ซึ่งหมายถึง ตัวแปรจากภายนอกระบบที่มีผลกระทบต่อสมรรถนะของระบบ หรือเป็นตัวแปรซึ่งเป็นผลมาจากปัจจัยภายนอกระบบ

- ตัวแปรภายใน (Endogenous Variables) เป็นตัวแปรที่เกิดขึ้นภายในระบบ มีลักษณะเป็น

● ตัวแปรสถานภาพ (Status Variables) ตัวแปรที่ใช้บอกสภาพหรือเงื่อนไขของระบบ

● ตัวแปรนำออก (Output Variables) - ผลที่ได้จากการใช้งานระบบ ในเชิงสถิติ ตัวแปรจากภายนอกจะเป็นตัวแปรอิสระ (Independent Variables) และตัวแปรภายในจะเป็นตัวแปรตาม (Dependent Variables)

- พารามิเตอร์ เป็นค่าคงที่ซึ่งผู้ใช้แบบจำลองเป็นผู้กำหนด อาจเป็นค่าที่กำหนดขึ้นเอง เพื่อศึกษาผลที่เกิดขึ้นจากค่าของพารามิเตอร์นั้น หรือเป็นค่าที่วัดหรือประเมินได้จากข้อมูล

3. ฟังก์ชันความสัมพันธ์ (Functional Relationships) เป็นฟังก์ชันที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรกับพารามิเตอร์ซึ่งมีได้ 2 ลักษณะ

- แน่นอนตายตัว (Deterministic) เมื่อใส่ข้อมูลนำเข้าจะสามารถหาผลลัพธ์ที่แน่นอนได้

- ไม่แน่นอน (Stochastic) เมื่อใส่ข้อมูลนำเข้าให้กับฟังก์ชัน จะไม่สามารถระบุผลลัพธ์ที่แน่นอนได้

รูปแบบของฟังก์ชันจะอยู่ในรูปของสมการทางคณิตศาสตร์ เช่น $Y = 4 + 0.7X$ ซึ่งฟังก์ชันความสัมพันธ์เหล่านี้ อาจหาได้จากสมมติฐานหรือประเมินจากข้อมูลร่วมกับวิธีการทางสถิติหรือทางคณิตศาสตร์

4. ข้อจำกัด (Constraints) ข้อจำกัดของค่าของตัวแปรต่าง ๆ ซึ่งอาจเป็นข้อจำกัดที่ผู้กำหนดขึ้น เช่น ปริมาณทรัพยากรในระบบ ปริมาณที่ผลิตได้ต่อวัน หรืออาจเป็นข้อจำกัดของระบบจริงโดยธรรมชาติ เช่น การขายสินค้าจะไม่สามารถขายได้มากกว่าปริมาณที่ผลิต

5. ฟังก์ชันเป้าหมาย (Criterion Functions) ข้อความที่บอกเป้าหมาย (Goals) หรือวัตถุประสงค์ (Objectives) ของระบบและวิธีประเมินผลตามเป้าหมาย โดยวัตถุประสงค์สามารถแบ่งได้ 2 ประเภท

- การคงสภาพของระบบ (Retentive) วัตถุประสงค์ที่จะทำให้ระบบสามารถคงสภาพการใช้ทรัพยากร เช่น เวลา พลังงาน ความชำนาญ หรือคงสถานภาพของระบบ เช่น ความสะดวกสบาย คุณภาพ ความปลอดภัย

- การแสวงหา (Acquisitive) วัตถุประสงค์ที่จะทำให้ระบบสามารถเพิ่มทรัพยากรต่างๆ เช่น กำไร ลูกคา หรือเปลี่ยนสถานภาพของระบบ เช่น ได้ส่วนแบ่งตลาดเพิ่มขึ้น ลำดับความนิยม

2.3.6 กระบวนการจำลอง (Simulation Process)

การจำลองในปัจจุบันมักจะนำคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ เนื่องจากสามารถรองรับปัญหาที่มีความยุ่งยากซับซ้อนและสามารถคำนวณหาข้อมูลต่าง ๆ ที่ต้องการสำหรับการวิเคราะห์หาวิธีการแก้ปัญหา ขั้นตอนการดำเนินงานสำหรับการจำลองที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการคำนวณประกอบด้วย

1. การตั้งปัญหาและให้คำจำกัดความของระบบ (Problem Formulation & System Definition) กำหนดวัตถุประสงค์ของระบบ การกำหนดขอบเขต ข้อจำกัดต่าง ๆ และวิธีการประเมินผล

2. การสร้างแบบจำลอง (Model Formulation) การเขียนแบบจำลองที่สามารถอธิบายพฤติกรรมของระบบตามวัตถุประสงค์ของการศึกษา

3. การจัดเตรียมข้อมูล (Data Preparation) การวิเคราะห์หาข้อมูลต่าง ๆ ที่จำเป็นสำหรับแบบจำลอง และจัดเตรียมให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถนำไปใช้งานกับแบบจำลองได้

4. การแปรรูปแบบจำลอง (Model Translation) แปลงแบบจำลองให้อยู่ในรูปแบบของโปรแกรมคอมพิวเตอร์

5. การทดสอบความถูกต้อง (Validation) การวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบว่าแบบจำลองสามารถใช้แทนระบบจริงตามวัตถุประสงค์ของการศึกษาได้

6. การออกแบบการทดลอง (Strategic Planning) การออกแบบการทดลองที่ทำให้แบบจำลองสามารถให้ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์หาผลลัพธ์ที่ต้องการ โดยกำหนดเงื่อนไขในการทดลอง

7. การวางแผนการใช้งานแบบจำลอง (Tactical Planning) การวางแผนว่าจะใช้แบบจำลองในการทดลองอย่างไรจึงจะได้ข้อมูลสำหรับวิเคราะห์ผลเพียงพอ

8. การดำเนินการทดลอง (Experimentation) การคำนวณหาข้อมูลต่าง ๆ ที่ต้องการ และความไวของการเปลี่ยนแปลงข้อมูลแบบจำลอง

9. การตีความผลการทดลอง (Interpretation) จากผลการทดลองที่ได้รับ ตีความว่าระบบจริงมีปัญหายังไร และการแก้ไขปัญหาคouldได้ผลอย่างไร

10. การนำไปใช้งาน (Implementation) เปรียบเทียบผลการทดลอง เลือกวิธีการที่แก้ไขปัญหาคouldดีที่สุดไปใช้กับระบบจริง

11. การจัดทำเอกสารการใช้งาน (Documentation) การบันทึกกิจกรรมในการจัดทำแบบจำลอง โครงสร้างของแบบจำลอง วิธีการใช้งานและผลที่ได้จากการใช้งาน เพื่อประโยชน์สำหรับผู้นำแบบจำลองไปใช้งาน และการปรับปรุงแบบจำลอง

2.3.7 การใช้งานแบบจำลอง (Applications of Simulation Models)

การจำลองเป็นเครื่องมือที่ใช้บอกผลต่าง ๆ อันจะเกิดจากระบบภายใต้เงื่อนไขต่าง ๆ ผลที่ได้จากแบบจำลองอาจนำไปใช้งานได้โดยตรงหรืออาจต้องนำไปวิเคราะห์ต่อ การจำลองเป็นวิธีการหนึ่งในหลาย ๆ วิธีที่อาจใช้ช่วยแก้ปัญหาในการดำเนินงานของระบบ โดยการใช้งานแบบจำลองแทนระบบจริง จะเหมาะสมสำหรับกรณีต่าง ๆ ดังนี้

1. การทดลองกับระบบจริง อาจก่อให้เกิดความขัดข้องในการดำเนินงานตามปกติ
2. การทดลองกับระบบจริง จะควบคุมเงื่อนไขต่าง ๆ ของการทดลองได้ยาก ทำให้ผลลัพธ์ที่ได้อาจมีความคลาดเคลื่อน
3. การทดลองกับระบบจริง ต้องใช้เวลาและค่าใช้จ่ายจำนวนมาก จึงจะได้ข้อมูลเพียงพอในการวิเคราะห์
4. การทดลองกับระบบจริง อาจจะเป็นไปไม่ได้ที่จะทดลองกับเงื่อนไขทุกรูปแบบที่ต้องการ

2.4 การพยากรณ์

การพยากรณ์หรือการประมาณการเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการวางแผนและช่วยให้ การตัดสินใจอยู่บนพื้นฐานที่มีเหตุผล ความจำเป็นในการจัดตั้งงบประมาณสำหรับทุกองค์กรในภาค ธุรกิจ หรือภาคอุตสาหกรรมมักจะทำให้เกิดความจำเป็นในการพยากรณ์อุปสงค์ของสินค้าและ บริการ และสำหรับภาครัฐบาล การพยากรณ์รายได้จากการเก็บภาษีเป็นตัวกำหนดว่างบประมาณ รายจ่ายของแผ่นดินควรจะอยู่ในระดับใด การพยากรณ์อย่างรวดเร็วจะช่วยให้ธุรกิจสามารถปรับตัว เองให้เข้ากับสถานการณ์ ทางเศรษฐกิจที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาได้ โดยปกติในธุรกิจน้อย ใหญ่จะมีการเก็บข้อมูลทางธุรกิจเช่นยอดขายและค่าใช้จ่าย ทางบัญชี แต่มัก ขาดความสนใจในการ สร้างระบบพยากรณ์ หรือไม่ก็มอบหมายภาระหน้าที่ในการพยากรณ์อันสำคัญนี้ให้ กับผู้ที่ขาด ความรู้ด้านการพยากรณ์ ดังนั้นคุณภาพของค่าพยากรณ์ที่ได้มาจึงไม่ดีเท่าที่ควร ผลกระทบของ การ ใช้ค่าพยากรณ์ด้อยคุณภาพเหล่านี้ในการตัดสินใจย่อมส่งผลกระทบต่อความอยู่รอด และความรุ่งเรืองของ องค์กร (สมรักษ์ รักษาทรัพย์, 2541)

2.4.1 การพยากรณ์กับการจัดการห่วงโซ่อุปทาน

ในปัจจุบัน การจัดการห่วงโซ่อุปทาน ครอบคลุมถึง หน้าที่ฝ่ายต่างๆในบริษัท กิจกรรมการผลิตสินค้าและบริการจากผู้ขาย ปัจจัยการผลิตในทุกชั้นถัดไป ลูกค้าของลูกค้าในทุก ระดับ รวมถึงกิจกรรมการจัดซื้อสินค้าคงคลัง การกำหนดการผลิต การกำหนดทำเลที่ตั้งโรงงาน และคลังสินค้า การขนส่ง และการกระจายสินค้า เป็นต้น โดยส่งผลกระทบในระยะสั้นต่อการ จัดการอุปสงค์ของสินค้า ส่วนในระยะยาวจะเกี่ยวกับการออกผลิตภัณฑ์ใหม่ และกระบวนการผลิต ความล้าหน้าทางเทคโนโลยี และการเปลี่ยนแปลงตลาด ซึ่งการดำเนินงานเหล่านี้ต้องมีการ พยากรณ์ในส่วนที่ได้รับผลกระทบทั้งระยะสั้นและระยะยาว โดยระยะสั้นจะมองที่การพยากรณ์ที่ แม่นยำ ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้แนวทางในการเก็บสินค้าคงคลังที่กระจายอยู่ในจุดต่างๆ และในระยะยาว ต้องมองการเปลี่ยนแปลงของโลก ทั้งทางเทคโนโลยี ตลาดในต่างประเทศ คู่แข่ง และปัจจัย ภายนอกทั้งหมด ไม่ว่าจะเป็นเศรษฐกิจ สังคม การเมือง ลูกค้า การเปลี่ยนแปลงตลาดใหม่ ยิ่งไปกว่า นั้นแนวโน้มในการออกแบบห่วงโซ่อุปทาน คือ การเติมสินค้าอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเกี่ยวข้องกับจากผู้ขาย สินค้า โดยใช้ยอดขายที่เชื่อมต่อผ่านอินเทอร์เน็ต เพื่อลดสินค้าคงคลัง การเพิ่มความเร็วในการส่ง สินค้าให้ลูกค้า วิธีการตอบสนองลูกค้าอย่างรวดเร็วอย่างรวดเร็ว และการไม่เก็บสต็อก ฉะนั้นการ

พยากรณ์ที่ต้องมีประวัติ และตัวเลข ยังมีตัวเลขในอดีตที่ผ่านมามากเกินไป ยิ่งทำให้การพยากรณ์แม่นยำมากขึ้น

การวางแผนเชิงกลยุทธ์ ในการที่จะทำให้ธุรกิจบรรลุเป้าหมาย และประสบความสำเร็จนั้น มีความจำเป็นอย่างยิ่งในการพยากรณ์อุปสงค์ในตลาดและผลิตภัณฑ์ในอนาคตที่แม่นยำ ต้องมองการพยากรณ์ทั้งระบบ ในการบริหารการผลิตมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องใช้ตัวเลขและจำลองเชิงปริมาณในการวางแผนและตัดสินใจดำเนินการตามหน้าที่ต่างๆ ทั้งระยะสั้นและระยะยาว ข้อมูลเชิงปริมาณอันหนึ่งซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งคือ อุปสงค์ของผลิตภัณฑ์ เพราะอุปสงค์ของลูกค้าเป็นตัวกำหนดเชิงปริมาณของกิจกรรม การบริหารการผลิตหลายประการ ทำให้สามารถจัดสรรทรัพยากรอันมีอยู่อย่างจำกัดขององค์กรให้เหมาะสมกับปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ลูกค้าต้องการ การล่วงรู้อุปสงค์ในอนาคตจะมีผลในการวางแผนกิจกรรมการบริหารการผลิตในระยะสั้นและระยะยาวได้ถูกต้อง ใกล้เคียงกับผลลัพธ์ที่ดีที่สุด ซึ่งการพยากรณ์ขึ้นกับกรอบเวลา พฤติกรรมอุปสงค์ และสาเหตุที่เกิดขึ้นของแต่ละพฤติกรรม

2.4.2 ความหมายและประโยชน์ของการพยากรณ์

การพยากรณ์ (Forecasting) เป็นการใช้วิธีการเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ เพื่อทำการคาดคะเนอุปสงค์ ของสินค้าและบริการในอนาคตของลูกค้าทั้งช่วงระยะสั้น ระยะปานกลาง และระยะยาว การพยากรณ์อุปสงค์ มีประโยชน์ในการวางแผนและการตัดสินใจต่อหลายฝ่ายขององค์กร คือ

- ฝ่ายการเงิน อุปสงค์ที่ประมาณการจะเป็นข้อมูลพื้นฐานในการจัดทำงบประมาณการขายซึ่งจะเป็นจุดเริ่มต้นในการทำงานงบประมาณการเงิน เพื่อจัดสรรทรัพยากรให้ทุกส่วนขององค์กรอย่างทั่วถึงและเหมาะสม
- ฝ่ายการตลาด อุปสงค์ที่ประมาณการไว้จะถูกใช้กำหนดโควตาการขายของพนักงานขาย หรือถูกนำไปสร้างเป็นยอดขายเป้าหมายของแต่ละผลิตภัณฑ์ เพื่อใช้ในการควบคุมงานของฝ่ายขายและการตลาด
- ฝ่ายการผลิต : อุปสงค์ที่ประมาณการไว้ถูกนำมาใช้เป็นข้อมูลในการดำเนินการต่างๆ ในฝ่ายการผลิต คือ

1. การบริหารสินค้าคงคลังและการจัดซื้อ เพื่อมีวัตถุดิบพอเพียงในการผลิต และมีสินค้าสำเร็จรูปพอเพียงต่อการขาย ภายใต้ต้นทุนสินค้าคงคลังในระดับที่เหมาะสม
2. การบริหารแรงงานโดยการจํากัดคนให้สอดคล้องกับปริมาณงานการผลิตที่พยากรณ์ไว้แต่ละช่วงเวลา
3. การกำหนดกำลังการผลิต เพื่อจัดให้มีขนาดของโรงงานที่เหมาะสม มีเครื่องจักร อุปกรณ์ หรือสถานประกอบการผลิตที่เพียงพอต่อการผลิตในปริมาณที่พยากรณ์ไว้ การวางแผนการผลิตรวม เพื่อจัดสรรแรงงานและกำลังการผลิตให้สอดคล้องกับการจัดซื้อวัตถุดิบและชิ้นส่วนที่ต้องใช้ในการผลิตแต่ละช่วงเวลา
4. การเลือกทำเลที่ตั้งสำหรับการผลิต คลังเก็บสินค้า หรือศูนย์กระจายสินค้าในแต่ละแหล่ง ลูกค้าหรือแหล่งการขายที่มีอุปสงค์มากพอ
5. การวางแผนผังกระบวนการผลิตและการจัดตารางการผลิต เพื่อจัดกระบวนการผลิตให้เหมาะสมกับปริมาณสินค้าที่ต้องผลิต และกำหนดเวลาการผลิตให้สอดคล้องกับช่วงของอุปสงค์

2.4.3 ความแม่นยำในการพยากรณ์

ในการพยากรณ์อุปสงค์ได้ถูกต้องใกล้เคียงกับความจริงเท่าใด ก็ยิ่งจะทำให้การวางแผนและการตัดสินใจดำเนินงานขององค์การเกิดประสิทธิผลมากขึ้นเท่านั้น ความผิดพลาดจากการพยากรณ์จะนำมาซึ่งปัญหาในการจัดการผลิตหลายประการ เช่น ซื้อวัตถุดิบมากเกินไปทำให้เกิดต้นทุนสินค้าคงคลังที่สูง โรงงานคับแคบเกินไปมีเครื่องจักรไม่เพียงพอที่จะผลิตสินค้าที่พยากรณ์อุปสงค์ไว้ต่ำเกินไป ทำให้เกิดการทํางานล่วงเวลา และค่าใช้จ่ายการซ่อมบำรุงเครื่องจักรที่สูงขึ้น ดังนั้น การพยากรณ์อุปสงค์ที่แม่นยำจึงเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการวางแผนการบริหารการผลิตทั้งหมด

วิธีการที่จะพยากรณ์ได้ผลที่แม่นยำ ถูกต้องใกล้เคียงกับความเป็นจริง มีดังต่อไปนี้

- ระบุวัตถุประสงค์ในการนำผลการพยากรณ์ไปใช้ และช่วงเวลาที่การพยากรณ์จะครอบคลุมถึงเพื่อที่จะเลือกใช้การพยากรณ์ได้ถูกต้องเหมาะสม

- รวบรวมข้อมูลอย่างมีระบบ ถูกต้องตามความเป็นจริง เพราะคุณภาพของข้อมูลมีผลอย่างยิ่งต่อการพยากรณ์
- เมื่อมีสินค้าหลายชนิดในองค์กร ควรจำแนกประเภทของสินค้าที่มีลักษณะของอุปสงค์คล้ายกันไว้เป็นกลุ่มเดียวกัน พยากรณ์สำหรับกลุ่ม แล้วจึงแยกกันพยากรณ์สำหรับแต่ละสินค้าในกลุ่มอีกครั้ง โดยเลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับแต่ละกลุ่มแต่ละสินค้า
- ควรบอกข้อจำกัดและสมมติฐานที่ตั้งไว้ในการพยากรณ์นั้น เพื่อผู้นำผลพยากรณ์ไปใช้จะทราบถึงเงื่อนไขข้อจำกัดที่มีผลต่อค่าพยากรณ์
- หมั่นตรวจสอบความถูกต้องแม่นยำของค่าพยากรณ์ได้กับค่าจริงที่เกิดขึ้นเป็นระยะ เพื่อปรับวิธีการ ค่าคงที่ หรือสมการที่ใช้ในการคำนวณให้เหมาะสมเมื่อเวลาเปลี่ยนไป

2.4.4 องค์ประกอบของการพยากรณ์อุปสงค์

การพยากรณ์ตามอนุกรมเวลาและพฤติกรรมอุปสงค์ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- การพยากรณ์ตามอนุกรมเวลาที่มีการพยากรณ์ครอบคลุมถึง
 1. การพยากรณ์ระยะสั้น เป็นการพยากรณ์ในช่วงเวลาที่ต่ำกว่า 3 เดือน ใช้พยากรณ์แต่ละสินค้าแยกเฉพาะ เพื่อใช้ในการบริหารสินค้าคงคลัง การจัดการรายการผลิตสายการประกอบ หรือการใช้แรงงานในช่วงเวลาแต่ละสัปดาห์ แต่ละเดือน หรือแต่ละไตรมาส หรืออีกนัยหนึ่งคือการพยากรณ์ระยะสั้นใช้ในการวางแผนระยะสั้น
 2. การพยากรณ์ระยะปานกลาง เป็นการพยากรณ์ในช่วงเวลาที่มากกว่า 3 เดือน จนถึง 2 ปี ใช้พยากรณ์ทั้งกลุ่มของสินค้าหรือยอดขายรวมขององค์กร เพื่อใช้ในการวางแผนด้านบุคลากร การวางแผนการผลิต การจัดการรายการผลิตรวม การจัดซื้อและการกระจายสินค้า ระยะเวลาที่นิยมพยากรณ์คือ 1 ปี เพราะเป็นหนึ่งรอบระยะเวลาบัญชีพอดี การพยากรณ์ระยะปานกลางใช้ในการวางแผนระยะปานกลาง
 3. การพยากรณ์ระยะยาว เป็นการพยากรณ์ในช่วงเวลา 2 ปีขึ้นไป ใช้พยากรณ์ยอดขายรวมขององค์กร เพื่อใช้ในการเลือกทำเลที่ตั้งของโรงงานและสิ่งอำนวยความสะดวก การวางแผนกำลังการผลิต และการจัดการกระบวนการผลิตในระยะยาว การพยากรณ์ระยะยาวใช้ในการวางแผนระยะยาว
- การพยากรณ์แบ่งตามพฤติกรรมอุปสงค์

แนวโน้มเป็นการบ่งชี้ระดับการเคลื่อนไหวของอุปสงค์ในระยะยาวว่า มากขึ้น หรือ ต่ำลง โดยปัจจุบันพฤติกรรมอุปสงค์เป็นค่าที่เป็นลักษณะการสุม ซึ่งไม่ใช่พฤติกรรมปกติ มีหลายรูปแบบ คือ พฤติกรรมที่เป็นรูปแบบแนวโน้ม วัฏจักร และฤดูกาล

- แนวโน้ม (Trend) เป็นเส้นที่เมื่อนำมาเขียนกราฟแล้วมีแนวโน้มเพิ่มอย่างต่อเนื่อง เป็นลักษณะการเป็นไปของยอดขายในอนาคต
- วัฏจักร (Cycle) เป็นเส้นที่เมื่อนำมาเขียนกราฟแล้วมีลักษณะเพิ่มขึ้น ลดลง เเท่ๆกัน เป็นวงจรชีวิตของผลิตภัณฑ์ที่ขึ้นอยู่กับเทคโนโลยี การแข่งขัน กฎหมาย และการเมือง ระบบเศรษฐกิจ อันเป็นปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้
- ฤดูกาล (Season) เป็นเส้นที่เมื่อนำมาเขียนกราฟแล้วมีลักษณะเพิ่มขึ้นเป็นช่วงสั้นๆ และลดลง เป็นช่วงเวลาในแต่ละปีที่ผลิตภัณฑ์จะทำยอดขายในลักษณะรูปแบบหนึ่งและลักษณะนี้เกิดขึ้นประจำปี เช่น พฤติกรรมการใช้โลชั่นในฤดูหนาว
- แนวโน้มและฤดูกาล เป็นเส้นที่มีลักษณะผสมระหว่างแนวโน้มและฤดูกาล เช่น พฤติกรรมการบริการซ่อมบำรุงระบบปรับอากาศของโลกร้อนขึ้นเรื่อยๆ คนจะใช้ระบบปรับอากาศในเมืองมากขึ้น ปริมาณอุปสงค์มากขึ้น แต่ในช่วงเดือนมีนาคมถึงพฤษภาคมในแต่ละปีคนจะเรียกใช้บริการมากที่สุด
- เหตุการณ์ผิดปกติ (Irregular Variation) เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นเหนือความคาดหมาย ซึ่งมีผลกระทบต่อยอดขายของผลิตภัณฑ์ เช่น โรคระบาด ภัยธรรมชาติ การค้นพบสิ่งใหม่โดยบังเอิญ ในห้องปฏิบัติการสงคราม จะพยากรณ์เหตุการณ์ผิดปกติไม่ได้เพราะไม่มีรูปแบบของการอนุมัติ

2.4.5 การพยากรณ์แบบอนุกรมเวลา

การพยากรณ์แบบอนุกรมเวลานั้นต้องอาศัยข้อมูลอนุกรมเวลา (Time Series Data) ในการพยากรณ์ ซึ่งหมายถึง ข้อมูลที่มีการบันทึกหรือเก็บรวบรวมมาเป็นระยะเวลาติดต่อกันตามช่วงเวลาที่ต้องการ เช่น อาจเป็นราย ชั่วโมง วัน สัปดาห์ เดือน ไตรมาส หรือเป็นปี เป็นต้น โดยสาเหตุที่มีการใช้ข้อมูลอนุกรมเวลามาเป็นข้อมูลในการพยากรณ์ข้อมูลในอนาคต เนื่องจากที่มีการเก็บรวบรวมข้อมูลตั้งแต่อดีตต่อเนื่องมาจนถึงปัจจุบัน จะทำให้ทราบถึงรูปแบบหรือพฤติกรรมของข้อมูล รวมทั้งแนวโน้มของข้อมูลที่กำลังสนใจและต้องการพยากรณ์ โดยมีสมมติฐานที่ว่า ข้อมูล

ที่จะพยากรณ์ในอนาคตนั้น ย่อมมีรูปแบบหรือพฤติกรรมเช่นเดียวกับข้อมูลในอดีตนั่นเอง (สุมิตรา เรื่องพีระกุล, 2540)

เทคนิคการพยากรณ์โดยอาศัยข้อมูลอนุกรมเวลา มีอยู่ด้วยกัน หลายเทคนิค คือ

1. วิธีการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average)

วิธีการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ เป็นการกำหนดตัวถ่วงน้ำหนักค่าเท่ากันให้กับแต่ละข้อมูลที่นำมาเฉลี่ย แล้วใช้ค่าเฉลี่ยเป็นที่ได้เป็นค่าพยากรณ์สำหรับช่วงเวลาถัดไป แต่จำเป็นต้องกำหนดจำนวนเทอมที่จะเฉลี่ยให้แน่นอนตายตัวตลอดการพยากรณ์ ถ้าหากมีปัจจัยสุ่มรวมอยู่ในอนุกรมเวลา การพยากรณ์ด้วยวิธีนี้จะตัดสินใจได้หลายทาง ควรจะกำจัดปัจจัยสุ่มนั้นออกจากข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ยของค่าสังเกตที่ใกล้เคียงปัจจุบันที่สุด วิธีการเฉลี่ยเคลื่อนที่ ทำได้โดยนำเซตของค่าสังเกตมาหาค่าเฉลี่ย แล้วนำค่าเฉลี่ยที่ได้เป็นค่าพยากรณ์ของช่วงเวลาที่จะมาถึง จำนวนค่าสังเกตจริงที่จะนำมาหาค่าเฉลี่ยต้องถูกกำหนดโดยผู้บริหาร และต้องเป็นค่าคงตัวตลอดการพยากรณ์ โดยการพยากรณ์วิธีนี้ให้ใช้ค่าสังเกตใหม่ (หรือปัจจุบันกว่า) และตัดค่าสังเกตตัวเก่าทิ้ง เพื่อนำมาหาค่าเฉลี่ยใหม่ แล้วนำค่าเฉลี่ยใหม่ที่ได้ใช้เป็นค่าพยากรณ์ของช่วงเวลาถัดไป

การพยากรณ์ค่าในวาระที่ $t + 1$ หาได้จากสมการ

$$F_{t+1} = 1/N [X_t + X_{t-1} + X_{t-2} + \dots + X_{t-N+1}] \quad \dots\dots\dots (1)$$

เมื่อ F_{t+1} เป็นค่าพยากรณ์ในวาระที่ $t + 1$

X_t เป็นค่าข้อมูล ณ วาระ t

X_{t-1} เป็นค่าข้อมูล ณ วาระ $t - 1$

X_{t-N+1} เป็นค่าข้อมูล ณ วาระ $t - N + 1$

N เป็นจำนวนเทอมที่ต้องการทำการเฉลี่ย

นอกจากนี้ยังมีวิธี Double Moving Average Triple Moving Average และ Centered Moving Average เป็นต้น

2. วิธีการเอ็กซ์โปเนนเชียล (Exponential Smoothing)

จากข้อจำกัดของการพยากรณ์ด้วยวิธีเคลื่อนที่หลายประการที่หาสามารถใช้ได้เฉพาะช่วงเวลาสั้นๆ และจำเป็นต้องเก็บข้อมูล N ค่าสุดท้ายไว้เพื่อการพยากรณ์ในช่วงเวลาถัดไป และอีกประการหนึ่ง คือ การพยากรณ์ด้วยวิธีเคลื่อนที่จะให้ความสำคัญกับข้อมูลในอดีตและปัจจุบันเท่าๆ กัน โดยทำการเฉลี่ยค่าข้อมูลที่จะทำการพยากรณ์ N ชุดสุดท้าย ส่วนข้อมูลก่อนหน้านี้ ในคาบ $t - N$ จะไม่มีการให้น้ำหนัก หรือน้ำหนักของแต่ละข้อมูลใน N ชุดสุดท้ายจะเป็น $1/N$ และน้ำหนักเป็น 0 สำหรับข้อมูลก่อนหน้านี้ เหตุผลหนึ่งที่สามารถทำได้ คือ ข้อมูลที่ปัจจุบันที่สุดจะประกอบด้วยรายละเอียดที่เกิดขึ้นในอนาคต จึงควรให้น้ำหนักที่มากกว่าน้ำหนักที่กับข้อมูลที่เป็นอดีตกว่า แนวทางนี้จึงเป็นแบบวิธีการเอ็กซ์โปเนนเชียล

- Single Exponential Smoothing

จากสมการพยากรณ์ของวิธีการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่

$$F_{t+1} = (X_t + X_{t-1} + X_{t-2} + \dots + X_{t-N+1}) / N$$

$$F_{t+1} = (X_t / N) + X_{t-1} + [(X_{t-1} + X_{t-2} + \dots + X_{t-N+1}) / N]$$

และจาก $F_t = (X_{t-1} + X_{t-2} + \dots + X_{t-N+1} + X_{t-N}) / N$

$$F_{t+1} = (X_t / N) + F_t - (X_{t-N} / N) \dots \dots \dots (1)$$

แต่เนื่องจากข้อมูล X_{t-N} ไม่สามารถหาค่าได้ชุดข้อมูลอนุกรมเวลาเป็นแบบ stationary ไม่มีรูปแบบใดในข้อมูล จึงประมาณค่าข้อมูล X_{t-N} จาก F_t จากสมการ (1) ได้เป็น

$$F_{t+1} = (X_t / N) + F_t - (X_{t-N} / N)$$

$$F_{t+1} = (1 / N) X_t + (1 - (1 / N)) F_t$$

กำหนดค่าถ่วงน้ำหนักเท่ากับ $1 / N$ สำหรับค่าข้อมูลปัจจุบันมากที่สุด และค่าถ่วงน้ำหนัก $(1 - (1 / N))$ สำหรับค่าพยากรณ์ที่ปัจจุบันมากที่สุด โดยให้ $\alpha = 1 / N$ และ $0 < \alpha < 1$ จะได้สมการการพยากรณ์ คือ

$$F_{t+1} = \alpha X_t + (1 - \alpha) F_t \dots \dots \dots (2)$$

สมการนี้เป็นรูปแบบพื้นฐานที่ใช้ในการคำนวณค่าพยากรณ์แบบวิธี Simple Exponential Smoothing และจากสมการ (2) สามารถกระจายอยู่ในรูปของค่าข้อมูลในอดีตได้ คือ

$$F_{t+1} = \alpha X_t + (1 - \alpha) [\alpha X_{t-1} + (1 - \alpha) F_{t-1}]$$

$$F_{t+1} = \alpha X_t + \alpha (1 - \alpha) X_{t-1} + (1 - \alpha)^2 F_{t-1}$$

$$F_{t+1} = \alpha X_t + \alpha (1 - \alpha) X_{t-1} + (1 - \alpha)^2 [\alpha X_{t-2} + (1 - \alpha) F_{t-2}]$$

$$F_{t+1} = \alpha X_t + \alpha (1 - \alpha) X_{t-1} + \alpha (1 - \alpha)^2 X_{t-2} + \alpha (1 - \alpha)^3 X_{t-3} + \dots$$

..... (3)

จากสมการ (2) สามารถกระจายได้เป็น

$$F_{t+1} = \alpha X_t + F_t - \alpha F_t = F_t + \alpha (X_t - F_t)$$

และ $e_t = X_t - F_t$ เป็นค่าความคลาดเคลื่อนในวาระ t

ได้ $F_{t+1} = F_t + \alpha e_t$

- Double Exponential Smoothing

จากข้อจำกัดของวิธีการพยากรณ์แบบการเฉลี่ยเคลื่อนที่ ที่ว่าเฉพาะข้อมูล N ชุดสุดท้ายเท่านั้นที่มีค่า และต้องเก็บรวบรวมไว้สำหรับการคำนวณ และการให้น้ำหนักสำหรับข้อมูลในแต่ละตัวเท่ากันและไม่ให้น้ำหนักสำหรับข้อมูลก่อนหน้าที่ $t - N$ ซึ่งจะทำให้น้ำหนักเป็นศูนย์ โดยข้อจำกัดนี้สามารถประยุกต์โดยใช้การเฉลี่ยเคลื่อนที่สองครั้ง เช่นเดียวกันกับ วิธีการ Double Exponential Smoothing นั้นสามารถประยุกต์ได้เหมือนกันกับการเฉลี่ยเคลื่อนที่สองครั้ง แต่สามารถแก้ข้อจำกัดดังกล่าวได้ ซึ่งที่จริงแล้ววิธี Double Exponential Smoothing ใช้ข้อมูลเพียง 3 ตัว ในการเก็บรวบรวมไว้เพื่อการคำนวณค่าพยากรณ์ จึงเป็นวิธีการที่มีข้อได้เปรียบกว่าวิธีการเฉลี่ยเคลื่อนที่สองครั้ง

โดยสมการของการพยากรณ์ คือ

$$F_{t+m} = a_t + b_t m$$

เมื่อ $a_t = 2 S_t - S_t''$

และ $b_t = [\alpha / (1 - \alpha)] [S_t - S_t'']$

โดย m เป็นจำนวนวาระที่ต้องการพยากรณ์ล่วงหน้า

α เป็นค่าถ่วงน้ำหนัก และ $0 < \alpha < 1$

S_t เป็นค่าจาก Single Exponential Smoothing ณ วัระ t

S_t'' เป็นค่าจาก Double Exponential Smoothing ณ วัระ t

เมื่อ $S_t = \alpha X_t + (1 - \alpha) S_{t-1}$

และ $S_t'' = \alpha S_t + (1 - \alpha) S_{t-1}''$

- Winter's Linear and Seasonal Exponential Smoothing (EXPOW)

การพยากรณ์วิธีนี้ดำเนินการคล้ายวิธีการของ Double Exponential Smoothing แต่มีข้อได้เปรียบพิเศษของการรวมปัจจัยฤดูกาลที่ปรับแล้วพอๆ กับปัจจัยแนวโน้มที่ปรับแล้วเช่นกัน ซึ่งวิธีนี้สามารถพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีปัจจัยฤดูกาลและปัจจัยแนวโน้มได้ โดยมีสมการที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

$$S_t = \alpha [X_t / I_{t-L}] + (1 - \alpha) (S_{t-1} + b_{t-1})$$

$$b_t = \gamma (S_t - S_{t-1}) + (1 - \gamma) b_{t-1}$$

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

และมีสมการในการพยากรณ์ คือ

$$F_{t+m} = (S_t + b_t m) I_{t-L+m}$$

เมื่อ L เป็นความยาวของฤดูกาล

I เป็นปัจจัยฤดูกาลที่ปรับแล้ว

β ใช้สำหรับปรับค่า seasonal

γ ใช้สำหรับปรับค่า Trend

α ใช้สำหรับปรับค่า Randomness

2.4.6 การวัดค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์

เนื่องจากการพยากรณ์มีหลายวิธีด้วยกัน ดังนั้น การที่จะตัดสินใจว่าวิธีพยากรณ์แบบใด ให้คำตอบที่ดีที่สุดจึงจำเป็นจะต้องมีดัชนีชี้วัด การสร้างดัชนีชี้วัดเพื่อนำมาเปรียบเทียบมีอยู่หลายวิธีเช่นกัน แต่ละวิธีจะมีแนวทางการดำเนินการในลักษณะเดียวกัน แต่สมการแตกต่างกัน เท่านั้น วิธีวัดค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์มีวิธีหลักๆ ที่นิยมใช้ ดังนี้

- Mean Square Error (MSE)

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - F_i)^2$$

โดยที่ $MSE \geq 0$

เป็นวิธีที่ใช้กันทั่วไป ข้อเสียคือ ไม่มีฐานเปรียบเทียบ และการที่ MSE มีค่าสูง แสดงว่า ค่าความคลาดเคลื่อนสูงหรือก็ไม่อาจจะแน่ใจได้ ขึ้นอยู่กับขนาดของข้อมูลด้วย

- Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{X_i - F_i}{X_i} \right| \times 100$$

โดยที่ $PE_i = \frac{X_i - F_i}{X_i} \times 100$

ซึ่งได้มาจากการเปรียบเทียบบัญญัติใดอย่างดังนี้

ค่าจริงเท่ากับ X_i วิธีพยากรณ์ให้ค่าความคลาดเคลื่อนไป $X_i - F_i$

ค่าจริงเท่ากับ 100 วิธีพยากรณ์ให้ค่าความคลาดเคลื่อนไป $\frac{X_i - F_i}{X_i} \times 100$

เช่น PE_{10} ของยอดขาย = 3% หมายความว่า วิธีพยากรณ์จะเนยอดขายของวาระที่ 10 ผิดไป 3%

- Mean Absolute Deviation (MAD)

$$MAD = \frac{\sum |X_t - F_t|}{n}$$

ตัวอย่างการคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนของวิธีพยากรณ์

ตาราง 2.1 แสดงตัวอย่างการคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนของวิธีพยากรณ์

ค่าขายจริง	ค่าพยากรณ์	ความคลาดเคลื่อน	ความคลาดเคลื่อน	ค่าสัมบูรณ์ของความคลาดเคลื่อน	ค่าสัมบูรณ์ของ % ความคลาดเคลื่อน
200	225	-25	625	25	12.5
240	220	20	400	20	8.3
300	285	15	225	15	5.0
270	290	-20	400	20	7.4
230	250	-20	400	20	8.7
260	240	20	400	20	7.7
210	250	-40	1600	40	19.0
275	240	35	1225	35	12.7
TOTAL		15	5275	195	81.3

คำนวณค่าความคลาดเคลื่อนในแต่ละวิธีได้ ดังต่อไปนี้

$$MSE = \frac{195}{8} = 24.4$$

$$MAPE = \frac{81.3\%}{8} = 10.2\%$$

และ $MAD = \frac{5275}{8} = 659.4$

ในงานวิจัยนี้ จะใช้ค่า MAPE มาเปรียบเทียบหาวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับอนุกรมเวลาแต่ละแบบ ซึ่งวิธีที่เหมาะสมจะมีจำนวนชุดที่มีค่า MAPE ต่ำที่สุด ในแต่ละขนาดของอนุกรมเวลาและช่วงคาบเวลาในการพยากรณ์

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในประเทศไทย มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนกิจกรรมหรืองานด้านธนาคารเลือด โดยเป็นการพัฒนาระบบสารสนเทศในส่วนของงานธนาคารเลือด (คมสันต์ พิทยาภรณ์, 2548) และระบบต้นแบบธนาคารเลือดบนอินเทอร์เน็ต (สิริลักษณ์ รัตนผ่องใส, 2545) เพื่อสนับสนุนงานบริการโลหิตของโรงพยาบาล โดยมุ่งเน้นการวัดประสิทธิภาพ ด้านการทำงานของระบบดังกล่าวเป็นหลัก ส่วนในประเทศอินเดีย มีความก้าวหน้าด้านการใช้เทคโนโลยีกับธนาคารเลือด โดยมีการทดลองใช้ระบบวางแผนทรัพยากรหรือ Enterprise Resource Planning กับธนาคารเลือดเพื่อเพิ่มคุณภาพ, ผลผลิต และกำไร (Gupta, Priyadarshini, Massoud, and Agrawal, 2004) และการพัฒนาโปรแกรมในโทรศัพท์มือถือเพื่อใช้ในการติดต่อสื่อสารและติดตามข้อมูลของผู้บริจาคโลหิตในกรณีเกิดเหตุจำเป็น (Singh, Bhagava, and Kain, 2007)

ในปัจจุบันมีการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการใช้ประโยชน์ทางการแพทย์และสาธารณสุขมากยิ่งขึ้น โดยถึงแม้ขอบเขตของปัญหาและวัตถุประสงค์ในการใช้งานนั้นแตกต่างกัน แต่ส่วนใหญ่มีแนวโน้มด้านรูปแบบในการใช้ระบบเว็บเป็นเครื่องมือในการสื่อสารและติดตามข้อมูลต่างๆ รวมทั้งการประมวลผลและการสนับสนุนการตัดสินใจทางการแพทย์และสาธารณสุข โดยระบบเว็บสามารถสนับสนุนการสื่อสารข้อมูลระหว่างหน่วยงานทางการแพทย์และสาธารณสุขที่อยู่ห่างไกลกันได้ในช่วงเวลาที่ลดลง (Mohamed, 2003) เช่น การส่งผ่านข้อมูลผู้ป่วยระหว่างแผนกผ่านระบบเว็บภายในโรงพยาบาลทั่วไปหรือการใช้ระบบเว็บในการจัดการฐานข้อมูลผู้บริจาคโลหิตของธนาคารเลือด. ยิ่งไปกว่านั้น, ยังมีการใช้ในการดำเนินงานเฉพาะทางมากขึ้น เช่น การใช้ระบบเว็บเป็นเครื่องมือในการพัฒนาระยะเวลาและคุณภาพที่เหมาะสมในการรายงานผลข้อมูลการตรวจวินิจฉัยโรคจากห้องปฏิบัติการในประเทศเปรู (Blaya, Yagui, Yale, Suarez, Asencios, Cegielski, and Fraser, 2007), การใช้ระบบเว็บในการจัดเก็บระเบียบทางการแพทย์เพื่อติดตามข้อมูลในการดูแลผู้ป่วย HIV ในประเทศเซดิล (Fraser, Jazayeri, Nevil, Karacaoglu, Farmer, Lyon, Fawzi, Leandre, Choi, and Mukherjee, 2004), และการใช้ระบบเว็บเป็นเครื่องมือในการจัดหา, ตรวจสอบและคัดกรอง, และกระจายโลหิตเพื่อป้องกันการแพร่กระจายของถุงโลหิตที่ติดเชื้อ HIV ซึ่งศึกษาใน 14 ประเทศในแถบแอฟริกาและคาริบเบียน (Thomas, Osuntogun, Pitman, Mulenga, and Vempala, 2009) เป็นต้น

ในประเทศสหรัฐอเมริกา ณ รัฐแคลิฟอร์เนีย มีการใช้เทคโนโลยีเพื่อยกระดับงานธนาคารเลือด ในการแก้ปัญหาด้านการจัดการคลังเลือดและการปฏิบัติงานภายในธนาคารเลือด (Peterson, 1969) อีกทั้งยังมีการจำลองสถานการณ์เพื่อศึกษาระบบงานด้านการเบิกจ่ายเลือดภายใน

โรงพยาบาล ด้วยวิธีการ recursive-statistics-optimization-simulation เพื่อใช้ในการกำหนดนโยบาย และจัดสรรทรัพยากร (Cohen and Pierskalla, n.d.) ส่วนทางประเทศอังกฤษนั้นมีการใช้โปรแกรม Simul8 ซึ่งใช้จำลองสถานการณ์ที่เกี่ยวกับการจัดการห่วงโซ่อุปทาน ในการจำลองการกระจายถุงเลือดให้กับโรงพยาบาลต่างๆ เพื่อศึกษาความซับซ้อนของห่วงโซ่อุปทานที่มีผลต่อการกระจายถุงเลือด (Mustafee, Taylor, Katsaliaki, and Brailsford, 2006) และในประเทศฟินแลนด์ มีการจำลองสถานการณ์โดยใช้ตัวแบบปัญหาในลักษณะของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นแบบไม่ต่อเนื่อง เพื่อศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของห่วงโซ่อุปทานเลือด (Ryttila and Spens, 2006)

ทั้งนี้ Sanchez, Ferrin, Ogazaon, Sepulveda, และ Ward (1999) ได้ระบุประเด็นความท้าทายที่ต้องคำนึงถึงในการจำลองสถานการณ์ในงานด้านสาธารณสุข ซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงกับความสามารถในการพิสูจน์ความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของตัวแบบ ความเข้าใจในความต้องการทางธุรกิจของลูกค้า และการสร้างการจำลองสถานการณ์ให้สามารถมองเห็นภาพได้ชัดเจนที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับประเด็นในการเพิ่มคุณภาพและประสิทธิผลของ ทั้ง 4 ด้าน สำหรับการจำลองสถานการณ์ในงาน ด้านสาธารณสุข คือ การพยากรณ์อุปสงค์, การวิเคราะห์รูปแบบวิธีปฏิบัติ, การจัดกลุ่มสิ่งอำนวยความสะดวก และการจัดทรัพยากรพยาบาล ซึ่งมีกรณีศึกษาในระบบงานที่ใช้ภายในธนาคารเลือดชื่อ BLOODCASE โดยวัดประสิทธิภาพด้านความพึงพอใจของผู้ใช้ ด้วยวิธีการแยกโครงสร้างและสมรรถภาพ เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการใช้งานโดยมนุษย์กับคอมพิวเตอร์ (Brataas, Hughes, and Solvberg, 1998)

Auramo et al. (2005) ได้ทำการศึกษาถึงการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการจัดการห่วงโซ่อุปทาน โดยการสังเกตข้อมูลจริงในบริษัท และได้จำแนกวัตถุประสงค์ของการใช้ออกเป็น 3 ประเด็น คือ การประมวลผลทางธุรกรรม, การวางแผนและการร่วมมือด้านห่วงโซ่อุปทาน และการติดตามการสั่งซื้อและการขนส่ง ตามลำดับ ซึ่งสิ่งที่สำคัญในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาสนับสนุนการจัดการห่วงโซ่อุปทาน คือ การใช้ทรัพยากรข้อมูลร่วมกัน (Simatupang and Sridharan, 2005) โดยสามารถกำหนดเป็นนโยบายเพื่อลดต้นทุนการดำเนินงานได้ (Pawlak and Malyszek, 2007) รวมทั้งยังเป็นการเพิ่มระดับความสามารถในการให้บริการแก่ลูกค้า (Zhao, Xie, and Zhang, 2002) ตลอดจน เป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับองค์กร เนื่องจากสามารถจัดการกับอุปสงค์ภายในห่วงโซ่ โดยการใช้ทรัพยากรข้อมูลร่วมกัน (Sahay, 2003) ทางด้านรูปแบบในการติดต่อสื่อสารและการใช้ทรัพยากรข้อมูลร่วมกันภายในห่วงโซ่นั้น ควรเป็นแบบพลวัต ตามผลการวิจัยของ Lam, Chan, Ip, and Lau (2008) ซึ่งใช้อัลกอริทึมทางพันธุกรรมใน การพัฒนาตัวแบบห่วงโซ่อุปทาน โดยถูกย้ําสำคัญในการปรับปรุงตัวแบบห่วงโซ่อุปทานรูปแบบเก่าซึ่งเป็นแบบ

สถิติ และพัฒนามาเป็นแบบพลวัต คือ การใช้ระบบอินเทอร์เน็ตและระบบผ่านเว็บ เพื่อสนับสนุนการร่วมใช้ทรัพยากรข้อมูลภายในห่วงโซ่อุปทาน (Lau, Huang, and Mak, 2002) อีกทั้งยังสามารถสนับสนุนกิจกรรมด้านการขนส่งสินค้า, การประมวลผลคำสั่งซื้อ, การมีปฏิสัมพันธ์กับลูกค้า, การจัดจ้างและจัดซื้อ, การบริการแก่ลูกค้า, การจัดการสินค้าคงคลัง และการจัดตารางเวลาการผลิตตามลำดับ (Rahman, 2004) ตลอดจนการพยากรณ์อุปสงค์และการเติมเต็มชั้นสินค้า ด้วยวิธีการใช้ทรัพยากรข้อมูลร่วมกัน ภายในห่วงโซ่อุปทานอีกด้วย (Holmstrom, Framling, Kaipia, and Saranen, 2002)

สำหรับการวัดผลและประเมินประสิทธิภาพของตัวแบบห่วงโซ่อุปทาน Beamon (1999) ได้ระบุถึงขอบเขตทั้ง 3 ด้าน ในการวัดประสิทธิภาพ คือ ด้านทรัพยากร, ด้านผลผลิต และด้านความยืดหยุ่น ประกอบกับการวัดประสิทธิภาพ ทั้งเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ ด้านปัจจัยและตัวแปรภายในห่วงโซ่อุปทาน ซึ่งมีการศึกษางานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อจำแนกปัจจัยและตัวแปรให้สอดคล้องกับเทคนิคหรือรูปแบบในการวัด (Sheperd and Gunter, 2006) ยิ่งไปกว่านั้น ในการวัดประสิทธิภาพของตัวแบบห่วงโซ่อุปทาน อาจค้นพบได้ตามเป้าหมายหรือปัญหาที่ต้องการแก้ไขภายในห่วงโซ่อุปทาน โดยปัญหาที่พบเห็นส่วนใหญ่ คือ ปัญหาด้านความล่าช้าในการตอบสนองต่อข้อมูลภายในห่วงโซ่ และความล่าช้าในการรอกอยสินค้าและวัตถุดิบ (Towill, 1996) ซึ่งทั้งสองประเด็นนั้น ถูกจัดเป็นปัญหาด้านระยะเวลาตอบสนอง (lead time) ภายในห่วงโซ่อุปทาน และเป็นหนึ่งในปัญหาหลักของปรากฏการณ์แส้ม้า (bullwhip effect) ซึ่งถือเป็นประเด็นปัญหาสำคัญในการจัดการห่วงโซ่อุปทาน (Paik and Bagchi, 2007)

นอกเหนือจากการวัดประสิทธิภาพแล้วนั้น การเปรียบเทียบเกณฑ์มาตรฐาน (benchmarking) สามารถใช้วัดประสิทธิภาพของตัวแบบห่วงโซ่อุปทานได้เช่นเดียวกัน โดยทำการเปรียบเทียบกับผู้ที่มีส่วนร่วมหรือเครือข่ายภายในห่วงโซ่อุปทานดังกล่าว ในขอบเขตทางด้านการใช้ทรัพยากรร่วมกัน, การตัดสินใจอย่างสอดคล้องกัน และการจัดแนวร่วมเพื่อกระตุ้นกิจกรรมภายในห่วงโซ่อุปทาน (Simatupang and Sridharan, 2004b) โดยวิธีการพัฒนาแบบแผนในการเปรียบเทียบขึ้นมา ซึ่งสามารถเชื่อมโยงกับเมตริก (metric) ในการวัดประสิทธิภาพได้ และจะถูกใช้ในการพิจารณาสถานะของการใช้ทรัพยากรข้อมูลร่วมกัน ตลอดจนการร่วมมือกันภายในห่วงโซ่อุปทาน เพื่อค้นหาช่องว่างของประสิทธิภาพที่เป็นปัญหาและพัฒนาแนวทางการแก้ไขปัญหาดังกล่าว (Simatupang and Sridharan, 2004a) หรือใช้วิธีการจำลองสถานการณ์ในตัวแบบปัญหาต่างๆ เช่น Mason-Jones and Towill (1997) ได้ทำการศึกษาประเด็นด้านคุณค่าของข้อมูลที่

ไหลเวียนภายในห่วงโซ่ เพื่อใช้ในการพัฒนาประสิทธิภาพด้านระยะเวลาตอบสนองภายในห่วงโซ่อุปทาน ด้วยวิธีการจำลองสถานการณ์

การจำลองสถานการณ์ (simulation) เป็นวิธีการในการทดสอบและประเมินประสิทธิภาพของห่วงโซ่อุปทานอีกรูปแบบหนึ่ง ซึ่งมุ่งศึกษาปัจจัยและตัวแปรของตัวแบบห่วงโซ่อุปทานที่ถูกกำหนดขึ้นตามความเหมาะสม โดยส่วนใหญ่เน้น ลักษณะของตัวแบบปัญหา (simulation model) ในการจำลองสถานการณ์ทางห่วงโซ่อุปทาน จะเป็นรูปแบบของเหตุการณ์แบบไม่ต่อเนื่อง (discrete event) เช่น Smaros, Lehtonen, Appelqvist, and Holmstrom (2003) ได้ใช้ตัวแบบจำลองเหตุการณ์แบบไม่ต่อเนื่อง เพื่อศึกษาผลกระทบ ด้านการเพิ่มขึ้นของอุปสงค์ (demand) ต่อประสิทธิภาพในการผลิตและการจัดการสินค้าคงคลัง, Verma (2006) ใช้ตัวแบบจำลองเหตุการณ์แบบไม่ต่อเนื่อง ในการพัฒนาความยืดหยุ่นของห่วงโซ่อุปทาน และ Thron, Nagy, and Wassan (2007) ใช้ตัวแบบจำลองเหตุการณ์แบบไม่ต่อเนื่อง ในการประเมินห่วงโซ่อุปทานอุตสาหกรรมการผลิตอาหาร เพื่อปรับเปลี่ยนกระบวนการกระจายสินค้าและการจัดสินค้าคงคลัง เป็นต้น

โดยในขั้นตอนการปฏิบัติการจำลองตัวแบบนี้ สามารถใช้โปรแกรมประยุกต์ทางการจำลองสถานการณ์ต่างๆ เพื่อสนับสนุนการจำลองสถานการณ์ทางห่วงโซ่อุปทานได้ เช่น การใช้โปรแกรมประยุกต์การจำลองสถานการณ์ SimProcess ในการจำลองตัวแบบห่วงโซ่อุปทาน เพื่อวัดประสิทธิภาพด้านความรวดเร็วในการขนส่งและความน่าเชื่อถือ (Chan, Tang, Lau, and Ip, 2001) และ การใช้โปรแกรมประยุกต์การจำลองสถานการณ์ Scoptimizer ในการจำลองรูปแบบของความร่วมมือ ระหว่างการรวมอำนาจและการกระจายอำนาจ ภายในห่วงโซ่อุปทาน เพื่อเปรียบเทียบและประเมินผลด้านต้นทุนการดำเนินงาน (Buxmann, Ahsen, and Diaz, 2008) เป็นต้น

ทั้งนี้ ผลที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ จะใช้ในการปรับปรุงตัวแบบห่วงโซ่เพื่อให้มีความถูกต้องและเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมภายในห่วงโซ่อุปทานดังกล่าว ซึ่งการจำลองสถานการณ์จะมีประโยชน์อย่างมาก ในกรณีของการจำลองห่วงโซ่อุปทานที่มีหลายระดับ (multi-echelon) ซึ่งหากทำการศึกษาจริง อาจต้องใช้ระยะเวลาและงบประมาณในการศึกษาเป็นจำนวนมาก เช่น ในกรณีที่ภายในห่วงโซ่อุปทานประกอบไปด้วย โรงงานผลิต, คลังสินค้า, ศูนย์กระจายสินค้า และลูกค้าจำนวนมาก ทำให้กระบวนการทำงานภายในห่วงโซ่ดังกล่าวมีความซับซ้อน ซึ่ง Ng, Piplani, and Viswanathan (2002) ได้ทำการจำลองสถานการณ์ เพื่อศึกษาการไหลเวียนของข้อมูลและสินค้า ในแต่ละระดับของห่วงโซ่ และนำไปพัฒนาสถาปัตยกรรมการสื่อสารข้อมูลในการแก้ปัญหาตามเงื่อนไขที่สนใจ ซึ่งนอกเหนือจากการใช้การจำลองสถานการณ์เพื่อวัดประสิทธิภาพของห่วงโซ่

อุปทานตามขอบเขตที่สนใจ ยังมีข้อดีที่ซ่อนเร้นอยู่จากวิธีการจำลองสถานการณ์ คือ เสมือนเป็น การศึกษาเพื่อสนับสนุนให้เกิดการใช้ทรัพยากรข้อมูลร่วมกัน ส่งผลให้มีการพัฒนาด้านการ ติดต่อสื่อสารภายในห่วงโซ่อุปทาน ซึ่ง Kaipia and Hartiala (2006) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการใช้ ทรัพยากรข้อมูลร่วมกันภายในห่วงโซ่อุปทาน และพบว่า การร่วมใช้ทรัพยากรข้อมูลภายในห่วงโซ่ นั้น สามารถยกระดับหรือเพิ่มมูลค่าให้กับห่วงโซ่อุปทานยิ่งขึ้น โดยหากใช้เพื่อคาดการณ์หรือ พยากรณ์ข้อมูลหรือเหตุการณ์ต่างๆ ที่สนใจร่วมกัน ภายในบริบทของห่วงโซ่อุปทานนั้น

การพยากรณ์ (forecast) คือ ขั้นตอนการปฏิบัติ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอันแสดงถึงแนวโน้ม ของเรื่องราวหรือเหตุการณ์ที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต ตามเวลาที่สนใจ แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ การพยากรณ์เชิงคุณภาพ ซึ่งไม่ได้ใช้ตัวเลขในการพยากรณ์เท่าใดนัก และการพยากรณ์เชิงปริมาณ ซึ่งเป็นการใช้ตัวเลขในอดีตมาทำการพยากรณ์สิ่งที่สนใจในอนาคต อาศัยข้อมูลจำนวนมากเพียงพอที่จะใช้วิเคราะห์ทางสถิติ และเหมาะกับการพยากรณ์ระยะสั้น หรือระยะกลาง

เทคนิคในการการพยากรณ์เชิงปริมาณนั้น มี 2 เทคนิคที่สำคัญ คือ การพยากรณ์ ความสัมพันธ์และการพยากรณ์ตามอนุกรมเวลา (time series) โดยการพยากรณ์ความสัมพันธ์ เป็น เทคนิคที่ใช้ปัจจัยอันคาดว่าจะมีความสัมพันธ์กับตัวแปรที่จะพยากรณ์ ในส่วนการหา ความสัมพันธ์ดังกล่าวจะใช้เทคนิค การวิเคราะห์ความถดถอยและสหสัมพันธ์ (regression & correlation) ส่วนการพยากรณ์ตามอนุกรมเวลา เป็นเทคนิคที่ใช้เฉพาะข้อมูลในอดีตของตัวแปรที่ ต้องการพยากรณ์ เพื่อพยากรณ์ค่าของตัวแปรนั้นในอนาคต โดยทั้ง 2 เทคนิคนี้ ต่างใช้หลักการทาง สถิติ และนอกจากนั้น ยังมีเทคนิคที่ใช้ในการพยากรณ์ประเภทอื่น เช่น การใช้ข่ายงานประสาท เทียม และ การคำนวณเชิงวิวัฒนาการ เป็นต้น

งานวิจัยที่ใช้การพยากรณ์บนพื้นฐานของหลักการทางสถิติ โดยใช้ตัวแบบต่างๆ พอที่จะ สรุปได้ ดังนี้ ธีธรัตน์ จันทวี (2539) ใช้วิธีการปรับให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลในการ พยากรณ์ความต้องการใช้ไฟฟ้าเพื่อการวางแผนการผลิตไฟฟ้าระยะสั้น, นวลพรรณ มีนาทุ่ง (2542) ใช้วิธีการวิธีบอกซ์-เจนกินส์ ในการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกอุตสาหกรรมสิ่งทอของไทย, มนฤดี เกิดสมบุญ (2542) ใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอย ในการพยากรณ์ผลผลิตและราคาสินค้าเกษตร และรัศมี หานนสายอ (2542) ใช้วิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบคลาสสิก ในการพยากรณ์ ปริมาณน้ำฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือเพื่อวางแผนการเพาะปลูกพืช เป็นต้น

การพยากรณ์อุปสงค์ทางห่วงโซ่อุปทานนั้น มักจะใช้วิธีการพยากรณ์เชิงปริมาณ ประกอบ กับเทคนิคการพยากรณ์ตามอนุกรมเวลา เป็นหลัก เนื่องจากการคาดการณ์อุปสงค์นั้น เปรียบเสมือน

การวางแผนระยะสั้น ถึงระยะกลางเท่านั้น โดยตัวแบบที่จะนำมาใช้ในการพยากรณ์นั้น ต้องส่งผลให้เกิดประสิทธิภาพในห่วงโซ่อุปทาน ทางด้านการวางแผนการผลิต, การขาย, ความเข้าใจในลูกค้า และตลาด, ความสัมพันธ์กับลูกค้า, การสื่อสารกับฝ่ายหรือแผนกในองค์กร และการใช้ข้อมูลเชิงปริมาณในการตัดสินใจแทนการเดาสุ่ม (Helms, Ettkin, and Chapman, 2000) ยิ่งไปกว่านั้น หากมีการร่วมกันพยากรณ์อุปสงค์ภายในองค์กรหรือระหว่างองค์กร จะส่งผลให้ห่วงโซ่อุปทานมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ทางด้าน ความรับผิดชอบต่อกระบวนการทำงาน, ความเชื่อมั่นในการผลิต, การจัดจำนวนสินค้าคงคลังที่เหมาะสม ตลอดจนเป็นการเพิ่มรายได้ให้กับองค์กร (McCarthy and Golitic, 2001) แต่อย่างไรก็ตาม คุณภาพของการพยากรณ์นั้น ขึ้นอยู่กับคุณภาพของข้อมูลที่นำมาใช้ในการคำนวณในขั้นตอนของการพยากรณ์ด้วย ซึ่งหากข้อมูลดังกล่าวมีคุณภาพต่ำ หรือไม่ถูกต้อง จะส่งผลให้การพยากรณ์นั้นไม่น่าเชื่อถือเท่าที่ควร (Forslund and Jonsson, 2007)

โดยในการพยากรณ์อุปสงค์ทางห่วงโซ่อุปทานนั้น จำเป็นต้องศึกษาแบบแผนของข้อมูลในอดีต (pattern) ให้ชัดเจนเสียก่อน เพื่อนำมาใช้ตัดสินใจเลือกตัวแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับรูปแบบของข้อมูลดังกล่าว อีกทั้งยังจำเป็นต้องตรวจสอบ ค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ด้วยวิธีการต่างๆ เช่น การวัดค่ากลางของความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MPE), การวัดค่ากลางของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) และการวัดค่ากลางของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) เป็นต้น

นอกจากนั้น ยังมีงานวิจัยที่ทำการประเมินต้นทุนของความผิดพลาด (cost of error) ในการพยากรณ์ โดยเปรียบเทียบกับ ผลลัพธ์ในการวัดความถูกต้องการพยากรณ์ด้วยวิธีการทางสถิติ (Catt, Barbour and Robb, 2008) ตลอดจน มีการจำลองสถานการณ์ ในการร่วมกันพยากรณ์อุปสงค์ เพื่อ วางแผนการผลิต ระหว่างเครือข่ายภายในห่วงโซ่อุปทาน ซึ่งพบว่าการติดต่อสื่อสารเพื่อการพยากรณ์อุปสงค์ร่วมกันภายในห่วงโซ่ ส่งผลกระทบต่อการลดระดับจำนวนสินค้าคงคลังและการเพิ่มประสิทธิภาพในการบริการลูกค้า (Poler, Hernandez, Mula, and Lario, 2008)

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 รูปแบบการวิจัย

งานวิจัยนี้มีกรอบแนวคิดการวิจัยอยู่บนพื้นฐานของเทคโนโลยีสารสนเทศและการจัดการห่วงโซ่อุปทานประกอบกัน กล่าวคือ เป็นการใช้ตัวแบบของห่วงโซ่อุปทานโลhitที่เหมาะสม ในการพัฒนาระบบสารสนเทศที่สนับสนุนตัวแบบห่วงโซ่อุปทานในกิจกรรมต่างๆ ดังกล่าว โดยยึดบริบทในการดำเนินงานจริงของภาคบริการโลhitแห่งชาติที่ 5 เป็นแนวทางหลักในการวิเคราะห์และออกแบบระบบ อีกทั้ง ยังมีการทดสอบประสิทธิภาพของระบบดังกล่าว โดยการจำลองสถานการณ์ที่ถูกต้อง ด้วยแบบจำลองปัญหาที่เหมาะสมกับการทดสอบ ในส่วนของการพยากรณ์อุปสงค์ภายในห่วงโซ่อุปทานโลhit มีการศึกษาตัวแบบการพยากรณ์อุปสงค์ของห่วงโซ่อุปทานโลhit โดยการวิเคราะห์และประเมินตัวแบบการพยากรณ์เชิงปริมาณด้านอนุกรมเวลาที่เหมาะสม ซึ่งมีหลักการเลือกตัวแบบการพยากรณ์ที่ใช้ โดยพิจารณาตามเกณฑ์และทฤษฎีอันสอดคล้องกับผลการศึกษาแบบแผนของข้อมูลในอดีตถึงปัจจุบัน

วิธีวิจัยและขั้นตอนมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

3.1.1 ศึกษาปัญหาหรือข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นจริงในระบบงานปัจจุบัน ด้านขอบเขตของหน้าที่ความรับผิดชอบ และกระบวนการในการร้องขอและเบิกจ่าย และกระจายโลhitให้กับโรงพยาบาลแต่ละแห่งในเครือข่ายของ ภาคบริการ โลhitแห่งชาติที่ 5 จังหวัดนครราชสีมา จากการสัมภาษณ์หัวหน้าภาคบริการโลhitแห่งชาติ และได้ทำการเข้าไปสำรวจจริงภายในสถานที่ดังกล่าว

3.1.2 กำหนดรายละเอียดของปัญหาอย่างชัดเจน โดยทำการตีกรอบในรายละเอียดต่างๆ ของปัญหาให้สามารถมองเห็นภาพได้ เพื่อที่จะสามารถกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหาดังกล่าว รวมทั้งวิธีการต่างๆ ที่ใช้ในการทดลองและพิสูจน์กระบวนการแก้ปัญหาดังกล่าว

โดยสามารถกำหนดขอบเขตของปัญหาโดยจำแนกออกเป็นข้อปัญหาได้ ดังนี้

- กระบวนการในการเบิกจ่ายและกระจายโลhitให้กับโรงพยาบาลที่ต้องการ ยังใช้การสอบถามผ่านทางโทรศัพท์ ทำให้ใช้ระยะเวลาพอสมควร คือ ประมาณ 5 นาที ในการ

สอบถามเพื่อให้ได้ข้อมูลตามต้องการใน 1 ครั้ง ซึ่งอาจมีความเสี่ยง ในกรณีฉุกเฉินที่โรงพยาบาลต่าง ๆ ต้องการโลหิตโดยเร่งด่วน

- ไม่สามารถทำการกระจายโลหิตให้กับโรงพยาบาลที่ต้องการได้ตามอุปสงค์ที่เกิดขึ้น เพราะ ทางภาคบริการโลหิตแห่งชาติที่ 5 จำเป็นต้องมีเก็บสำรองไว้ส่วนหนึ่ง ในกรณีที่มีโรงพยาบาลอื่นๆ อาจจะมีการแจ้งความต้องการโลหิต ในช่วงเวลาดังกล่าว เช่นกัน

- ไม่สามารถคาดการณ์อุปสงค์ที่แท้จริงในแต่ละคาบเวลาได้ ทำให้เกิดความสูญเสียด้านการหมดอายุของโลหิต กล่าวคือ ถูกละทิ้งนั้นหมดอายุโดยเปล่าประโยชน์ หรือ ไม่มีการนำโลหิตไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

- การขาดแคลนข้อมูลของการจัดเก็บจำนวนถุงโลหิตที่แท้จริง ส่งผลให้การเติมเต็มคลังโลหิตขาดประสิทธิภาพ เนื่องจาก ระยะเวลาในการปรับข้อมูลถุงโลหิตคงคลัง 1 ครั้งนั้นต้องรอถึง 24 ชั่วโมง (ปรับข้อมูลทุกเที่ยงคืนของทุกวัน)

3.1.3 ทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา ตลอดจนทฤษฎีต่างๆ เพื่อนำไปกำหนดกรอบทฤษฎีและแนวคิด และใช้เป็นแนวทางในการวิจัยที่ถูกต้อง ซึ่งเกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีสารสนเทศและการจัดการห่วงโซ่อุปทานเป็นหลัก ตลอดจนกำหนดวิธีการวิจัยที่สอดคล้องกับประเด็นปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหา

3.1.4 ขมวดปมปัญหาให้ชัดเจนยิ่งขึ้น เพื่อที่จะสามารถกำหนดขอบเขตของทฤษฎี แนวคิด และวิธีการที่จะนำมาใช้แก้ไขปัญหาได้ สอดคล้องกับกระบวนการขั้นทั้ง 2 ด้าน

3.1.5 วางรูปแบบวิธีในการวิจัย ตามกรอบแนวคิดการวิจัย

3.2 วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยได้ถูกจำแนกออกเป็น 3 ส่วนอย่างสอดคล้องกัน เพื่อความชัดเจนด้านรูปแบบและวิธีดำเนินการในแต่ละส่วน โดยทั้ง 3 ส่วนคือ การศึกษาตัวแบบห่วงโซ่อุปทานโลหิต การวัดระยะเวลาคอขวด และการพยากรณ์อุปสงค์โลหิต ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

3.2.1 การศึกษาตัวแบบห่วงโซ่อุปทานโลหิต

- ศึกษาถึงรายละเอียดตามขอบเขตที่ต้องการของห่วงโซ่อุปทานโลหิต ในระบบงานปัจจุบัน รวมทั้งปัจจัยและตัวแปรที่เกี่ยวข้องทั้งหมดภายในห่วงโซ่อุปทานดังกล่าว

- ทำการศึกษาตัวแบบจำลองห่วงโซ่อุปทานโลหิต จากรายละเอียด ปัจจัยและตัวแปรที่เกี่ยวข้องทั้งหมด ซึ่งได้จากการศึกษาห่วงโซ่อุปทาน

- ค้นหารายละเอียด ปัจจัยและตัวแปรที่มีแนวโน้มในการส่งผลให้ตัวแบบห่วงโซ่อุปทานโลหิตนั้นไร้ประสิทธิภาพ โดยระบุหรือจำแนกออกเป็นข้อรายการเพื่อความชัดเจน
- ศึกษาวิธีแก้ปัญหาในปัจจัยและตัวแปรที่ถูกจำแนกออกมา ตามขอบเขตด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการจัดการห่วงโซ่อุปทานประกอบกัน
- ปรับปรุงตัวแบบห่วงโซ่อุปทานโลหิต ตามแนวทางการแก้ไขปัญหามีเกี่ยวข้องกันอย่างสมเหตุสมผลกับสภาพความเป็นจริงของภาคบริการโลหิตแห่งชาติที่ 5
- ทบทวนตัวแบบห่วงโซ่อุปทานโลหิตที่ถูกปรับปรุง ด้านความถูกต้องและความสามารถในการแก้ไขข้อปัญหาจากตัวแบบห่วงโซ่อุปทานเก่าได้จริง โดยพิจารณาในปัจจัยและตัวแปรที่เกี่ยวข้อง
- สร้างตัวแบบห่วงโซ่อุปทานโลหิต ที่ได้จากการปรับปรุงและทบทวนจนถูกต้องแล้ว เป็นแผนภาพ อันประกอบไปด้วยรายละเอียดและส่วนประกอบที่สำคัญของตัวแบบอย่างชัดเจน

3.2.2 การจำลองสถานการณ์เพื่อวัดระยะเวลาตอบสนอง

- ศึกษาตัวแบบห่วงโซ่อุปทานโลหิตในเชิงระบบและกระบวนการทำงาน เพื่อกำหนดกรอบและขอบเขตการทำงานของระบบจัดการการกระจายโลหิตผ่านเว็บ
- วิเคราะห์และออกแบบระบบจัดการการกระจายโลหิตผ่านเว็บ ตามขั้นตอนและวิธีการการวิเคราะห์ ออกแบบ และพัฒนาระบบอย่างถูกต้อง
- พัฒนาระบบจัดการการกระจายโลหิตผ่านเว็บต้นแบบ ตามผลได้จากการวิเคราะห์สำหรับใช้เป็นตัวแบบในการจำลองสถานการณ์ เพื่อทดสอบความถูกต้องของระบบ
- ทดสอบการทำงานและการไหลเวียนของข้อมูล กระบวนการ และส่วนประกอบทั้งหมด ภายในขอบเขตของระบบจัดการการกระจายโลหิตผ่านเว็บ เพื่อตรวจสอบขั้นตอน การดำเนินงานของระบบให้เป็นไปอย่างถูกต้อง ตามตัวแบบห่วงโซ่อุปทานโลหิต
- ศึกษาปัจจัยและตัวแปรที่จะใช้ในรูปแบบจำลองปัญหา ตามขอบเขตของการจำลองสถานการณ์ที่ได้ออกแบบไว้ในตอนต้น
- วิเคราะห์และออกแบบแบบจำลองปัญหา ที่จะนำมาใช้ในการจำลองสถานการณ์ เพื่อวัดระยะเวลาตอบสนอง
- ปฏิบัติการจำลองสถานการณ์ ด้วยแบบจำลองปัญหา โดยการใส่ค่าตัวแปรตามขอบเขตของปัญหา ในแต่ละเงื่อนไขที่กำหนดไว้ จนกว่าจะได้ผลที่น่าพอใจ โดยในแต่ละรอบของการจำลองสถานการณ์ ต้องทำการบันทึกข้อมูลที่เกิดขึ้น ไว้ในฐานข้อมูลแบบตาราง

- ทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ เพื่อแสดงถึงรูปแบบและแนวโน้มของข้อมูลตามขอบเขตที่ต้องการ ซึ่งคือ ระยะเวลาตอบสนอง
- สร้างตัวแบบสมการทางคณิตศาสตร์ เพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการผันแปรของระยะเวลาการตอบสนองภายในห่วงโซ่อุปทานโลหิต โดยแสดงผลลัพธ์เป็นจำนวนเท่าที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงตามผลการวิจัย
- อภิปรายข้อมูลจากการเปรียบเทียบ และสรุปอย่างชัดเจน

3.2.3 การศึกษาตัวแบบพยากรณ์อุปสงค์

- ศึกษาข้อมูลในอดีต โดยพิจารณาถึงปัจจัยและตัวแปรที่เกี่ยวข้องทั้งหมด ตามขอบเขตของปัญหาที่สนใจ
 - จำแนกปัจจัยและตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับปัญหาโดยตรง ออกมาเป็นข้อรายการ
 - วิเคราะห์ข้อมูล ด้านปัจจัยและตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เพื่อค้นหารูปแบบของข้อมูล อธิบายรูปแบบของข้อมูลผ่านการวิเคราะห์ ด้านแนวโน้มและการกระจายตัว เพื่อกำหนดรูปแบบและคุณสมบัติของข้อมูลดังกล่าว
 - ตรวจสอบรายละเอียด ด้านประเภทของรูปแบบของข้อมูล ที่ได้จากการวิเคราะห์ เพื่อนำไปกำหนด ตัวแบบและวิธีการพยากรณ์อุปสงค์ ซึ่งเกี่ยวข้องและเหมาะสมกับการพยากรณ์อุปสงค์ ในรูปแบบของข้อมูลประเภทดังกล่าว
 - เลือกตัวแบบและวิธีการพยากรณ์อุปสงค์ ที่เกี่ยวข้องและเหมาะสมกับรูปแบบของข้อมูล เพื่อทำการศึกษาคำถามดังกล่าว
 - ศึกษาตัวแบบการพยากรณ์อุปสงค์และวิธีการของแต่ละตัวแบบที่เลือก อย่างละเอียดถี่ถ้วน เพื่อที่จะสามารถระบุค่าของปัจจัยและตัวแปรที่ใช้ในแต่ละวิธีของตัวแบบได้อย่างถูกต้อง
 - ทดสอบตัวแบบการพยากรณ์อุปสงค์ทุกตัวแบบ ตามวิธีการและขั้นตอนของแต่ละตัวแบบอย่างถูกต้อง โดยใช้ข้อมูลในอดีตถึงปัจจุบัน ซึ่งเป็นรายงานการเบิก-จ่ายโลหิตและส่วนประกอบโลหิตของภาคบริการโลหิตแห่งชาติที่ 5 ย้อนหลัง 5 ปี คือตั้งแต่ พ.ศ. 2547 – 2551
 - วัดค่าความคลาดเคลื่อนของทุกตัวแบบการพยากรณ์อุปสงค์ที่นำมาทดสอบด้วยวิธีคำนวณร้อยละของค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (Mean Absolute Percent Error; MAPE) เพื่อเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น จากทุกตัวแบบการพยากรณ์
 - ทำการเลือกตัวแบบการพยากรณ์อุปสงค์ ที่ผ่านการทดสอบ โดยมีค่าร้อยละของค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยที่ต่ำที่สุด
 - อภิปรายข้อมูลจากการพยากรณ์อุปสงค์โลหิต และสรุปอย่างชัดเจน

3.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.3.1 การจำลองสถานการณ์เพื่อวัดระยะเวลาตอบสนอง

ประชากร คือ โรงพยาบาลเครือข่าย ระยะห่างจากภาคบริการโลหิต หมู่โลหิต จำนวนโลหิตคงคลัง การค้นหาโลหิต ซึ่งเป็นส่วนประกอบของระบบที่ใช้เป็นแบบจำลองปัญหาในการจำลองสถานการณ์

กลุ่มตัวอย่าง คือ หมู่โลหิตและจำนวน โรงพยาบาล ระยะห่างจากภาคบริการโลหิต

3.3.2 การค้นหาตัวแบบการพยากรณ์อุปสงค์

ประชากร คือ ตัวแบบการพยากรณ์อนุกรมเวลาวิธีต่าง ๆ

กลุ่มตัวอย่าง คือ วิธีการพยากรณ์แบบ Moving Average, Exponential Smoothing, Double Exponential Smoothing และ Winter's Linear and Seasonal Exponential Smoothing

3.4 เครื่องมือที่ใช้ทำการวิจัย

3.4.1 ฮาร์ดแวร์

- เครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพาจำนวน 1 เครื่อง ประกอบด้วย
- หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) Intel Core 2 Duo 1.73 GHz
- หน่วยความจำหลัก (RAM) ขนาด 2 GB
- อุปกรณ์บันทึกข้อมูล (Hard Disk) ขนาด 120 GB
- หน้าจอแสดงผล (Monitor) 14 นิ้ว
- เครื่องพิมพ์เอกสารจำนวน 1 เครื่อง

3.4.2 ซอฟต์แวร์

- ระบบปฏิบัติการไมโครซอฟท์วินโดวส์เอ็กซ์พี (Microsoft Windows XP)
- เครื่องมือพัฒนาเว็บไซต์ อโดบี มาโครมีเดีย ดรีมเวฟเวอร์ ซีเอส3 (Adobe Macromedia Dreamweaver CS3)
- ระบบจัดการฐานข้อมูล มายเอสคิวแอล (MySQL)
- เว็บเซิร์ฟเวอร์ อาปาเช่ (Apache)
- โปรแกรมภาษาพีเอชพี (PHP)
- โปรแกรมทดสอบแบบจำลองสถานการณ์ Apache JMeter
- เครื่องมือในการจัดทำเอกสาร ไมโครซอฟท์ออฟฟิศ 2007 (Microsoft Office 2007)

3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

- ส่วนของการพัฒนาระบบ

การเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการพัฒนาระบบเบื้องต้นนั้นได้มาจากการศึกษาบริบทการดำเนินงานกิจกรรมต่าง ๆ รวมทั้งปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในระบบงานปัจจุบัน ในกระบวนการการร้องขอ เบิกจ่าย และกระจายโลหิตให้กับโรงพยาบาลแต่ละแห่งในเครือข่ายของ ภาควิชาการโลหิตแห่งชาติที่ 5 จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งข้อมูลส่วนใหญ่ได้มาจากการสัมภาษณ์หัวหน้าภาควิชาการโลหิตแห่งชาติ และได้ทำการเข้าไปสำรวจจริงภายในสถานที่ดังกล่าว โดยเป็นข้อมูลอ้างอิงจากตัวแบบห่วงโซ่อุปทานโลหิตที่ได้ทำการศึกษาในช่วงแรกของการวิจัย

- ส่วนของการจำลองสถานการณ์

ข้อมูลด้านระยะเวลาการตอบสนองที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ในแต่ละรอบ และข้อมูลที่ใช้เป็น Data Set ในแบบจำลองนั้น จะถูกจัดเก็บในรูปแบบตารางเสมอในทุก ๆ รอบของการจำลองสถานการณ์ ตัวอย่างเช่น

ตารางที่ 3.1 แสดงปัจจัยที่ใช้ในการจำลองสถานการณ์

ตัวแปรและพารามิเตอร์ (X_i)	ตัวแปรและพารามิเตอร์ (Y_i)	ระยะเวลาในการค้นหาโลหิต
โลหิตหมู่ A+	จำนวน 10 ถุง	$E = f(X_i, Y_i)$

ตารางที่ 3.2 แสดงชุดข้อมูลที่ใช้เป็นข้อมูลในแบบจำลองปัญหา

โรงพยาบาลในระบบ	ระยะห่างจาก ภาควิชาการโลหิต	จำนวนโลหิตคงคลัง ในแต่ละหมู่โลหิต
แห่งที่ 1	5 กิโลเมตร	A+ = 15
แห่งที่ 2	2.3 กิโลเมตร	A+ = 8
แห่งที่ 3	8 กิโลเมตร	A+ = 17
แห่งที่ 4	1.7 กิโลเมตร	A+ = 6
แห่งที่ 5	6.5 กิโลเมตร	A+ = 13
แห่งที่ 6	10 กิโลเมตร	A+ = 0
แห่งที่ 7	3.4 กิโลเมตร	A+ = 4
แห่งที่ 8	9 กิโลเมตร	A+ = 12
แห่งที่ 9	5.8 กิโลเมตร	A+ = 20
แห่งที่ 10	12.6 กิโลเมตร	A+ = 10

- ส่วนของการพยากรณ์

ข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบการพยากรณ์ในงานวิจัยนี้ ได้มาจากรายงานการเบิกจ่ายโลหิต และส่วนประกอบโลหิต ซึ่งมีคาบเวลาเป็นเดือน และใช้ข้อมูลย้อนหลัง 5 ปี คือ ตั้งแต่ พ.ศ. 2547 – 2551 ของภาคบริการโลหิตแห่งชาติที่ 5 จังหวัดนครราชสีมา โดยข้อมูลดังกล่าว นั้น ประกอบไปด้วยคาบเวลาและจำนวนโลหิตที่เบิกจ่ายให้กับโรงพยาบาลเครือข่าย

ตารางที่ 3.3 แสดงอุปสงค์ของโลหิตที่เกิดขึ้นในภาคบริการโลหิตแห่งชาติที่ 5 ณ พ.ศ. 2547 – 2551

เดือน	จำนวนโลหิตที่เบิกจ่าย				
	พ.ศ. 2547	พ.ศ. 2548	พ.ศ. 2549	พ.ศ. 2550	พ.ศ. 2551
มกราคม	787	1105	791	872	1072
กุมภาพันธ์	803	694	763	800	816
มีนาคม	755	682	930	825	599
เมษายน	1233	689	812	1251	675
พฤษภาคม	926	979	865	403	635
มิถุนายน	1175	1016	1228	527	906
กรกฎาคม	1250	860	894	937	985
สิงหาคม	1108	1299	1084	996	1376
กันยายน	962	1087	777	928	1152
ตุลาคม	785	890	1008	461	397
พฤศจิกายน	653	1163	981	639	331
ธันวาคม	992	1209	804	977	787

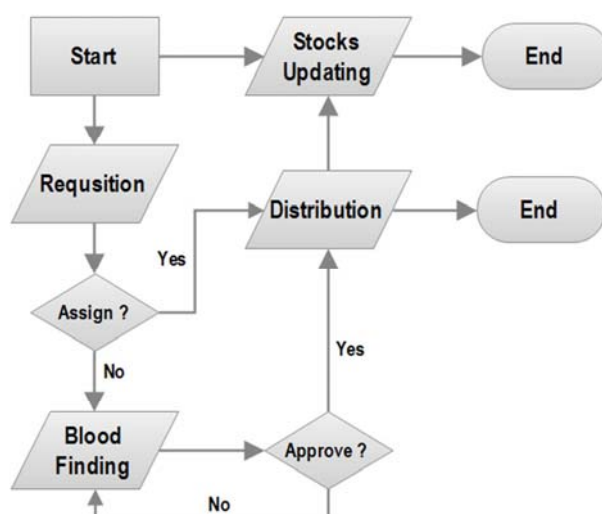
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

- ส่วนของการพัฒนาระบบ

- การวิเคราะห์และออกแบบระบบต้นแบบนั้นใช้เทคนิคและเทคโนโลยีในการสร้างเว็บแอปพลิเคชัน การเขียนสคริปต์ของระบบใช้ภาษา PHP ในการส่วนการทำงานของระบบเว็บ และส่วนติดต่อกับฐานข้อมูล โดยใช้ MySQL ในการสร้างตารางฐานข้อมูลเพื่อจัดเก็บข้อมูลและกฎในการทำงานต่างๆ

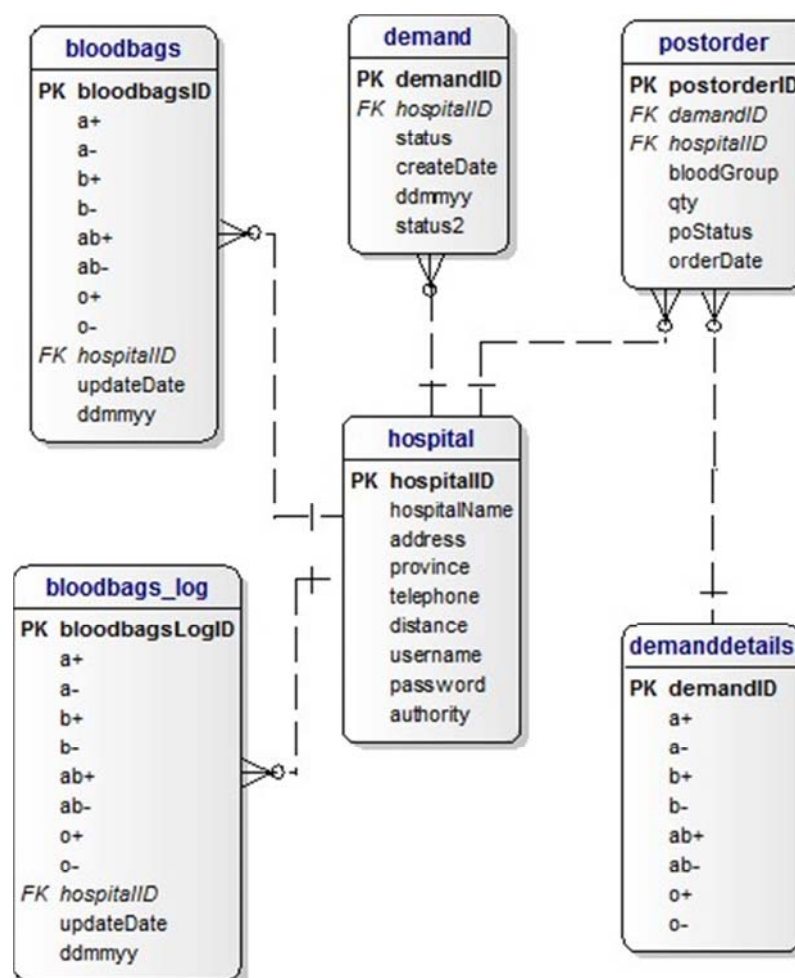
- โรงพยาบาลเครือข่ายสามารถร้องขอโลหิตมายังภาคบริการโลหิตผ่านระบบเว็บทดแทนการใช้อีเมลล์ นอกจากนี้ โรงพยาบาลเครือข่ายจำเป็นต้องอัปเดตข้อมูลของโลหิตภายในธนาคารเลือดของตนเองมายังภาคบริการโลหิตซึ่งเป็นข้อกำหนดของระบบ ข้อมูลดังกล่าวประกอบไปด้วย หมู่โลหิต(ABO Rh) และจำนวน (units) ในแต่ละหมู่โลหิตที่โรงพยาบาลเครือข่ายนั้นๆ อนุญาตให้มีการเบิกจ่ายได้ โดยข้อมูลในการร้องขอและการอัปเดตคลังโลหิตจะถูกจัดเก็บลงฐานข้อมูล ซึ่งทำให้ภาคบริการโลหิตนั้นทราบถึงข้อมูลของหมู่โลหิตและจำนวนซึ่งกระจายอยู่ตามโรงพยาบาลเครือข่าย

- ภาคบริการโลหิตแห่งชาติมีหน้าที่ในการจัดการกับการร้องขอโลหิตจากโรงพยาบาลเครือข่าย โดยบุคลากรสามารถเรียกดูการร้องขอโลหิตที่เกิดขึ้นในแต่ละวันผ่านระบบเว็บ และจะทำการตรวจสอบคลังโลหิตทันทีว่าสามารถเบิกจ่ายโลหิตได้ตามรายละเอียดจากการร้องขอหรือไม่ ขั้นตอนที่มีบทบาทสำคัญในการร้องขอและเบิกจ่ายโลหิต คือ การค้นหาโลหิต โดยมีวัตถุประสงค์ในการค้นหาคำตอบซึ่งแสดงตำแหน่งของโรงพยาบาลเครือข่ายที่เหมาะสมในการร้องขอโลหิต กรณีที่ไม่สามารถเบิกจ่ายโลหิตได้ตามปกติ บุคลากรสามารถใช้ระบบเว็บในการค้นหาโลหิตภายในธนาคารเลือดของโรงพยาบาลเครือข่ายแต่ละแห่งซึ่งถูกจัดเก็บอยู่ในฐานข้อมูลของระบบทดแทนการสอบถามผ่านทางโทรศัพท์ และเมื่อสามารถทำการเบิกจ่ายโลหิตได้แล้วนั้น บุคลากรในภาคบริการโลหิตจำเป็นต้องอัปเดตข้อมูลสถานะในการร้องขอโลหิต เช่นเดียวกันกับธนาคารเลือดที่ต้องปรับปรุงคลังโลหิตของตนเอง ภาพรวมของการดำเนินการอัปเดตคลังโลหิต การร้องขอโลหิต และการเบิกจ่ายโลหิตผ่านระบบเว็บสามารถแสดงได้ ดังภาพ



รูปที่ 3.1 แสดงกิจกรรมหลักของระบบเว็บ

- ทำการออกแบบฐานข้อมูลในรูปแบบตาราง ซึ่งจำเป็นต้องมีความสัมพันธ์กับกิจกรรมต่าง ๆ ของระบบ โดยสามารถแสดงเป็นแผนผังแสดงความสัมพันธ์ของกลุ่มข้อมูลได้ ดังภาพ



รูปที่ 3.2 แสดงแผนผังความสัมพันธ์ของกลุ่มข้อมูล

หน้าที่การทำงานของระบบเว็บแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก คือ ส่วนภาคบริการโลหิตและ ส่วนโรงพยาบาลเครือข่าย ซึ่งสามารถแสดงรายละเอียดได้ดังนี้

ส่วนของ ภาคบริการโลหิต

- อัปเดตข้อมูลด้านโลหิตภายในคลังโลหิตของภาคบริการโลหิต
- ค้นหาข้อมูลด้านหมู่โลหิตและโรงพยาบาลในเครือข่าย

- เรียกดูการร้องขอโลหิตของโรงพยาบาลในเครือข่ายในแต่ละวัน
- ค้นหาคำตอบที่เหมาะสมซึ่งเป็นตำแหน่งของโรงพยาบาลในเครือข่ายที่จะทำการ

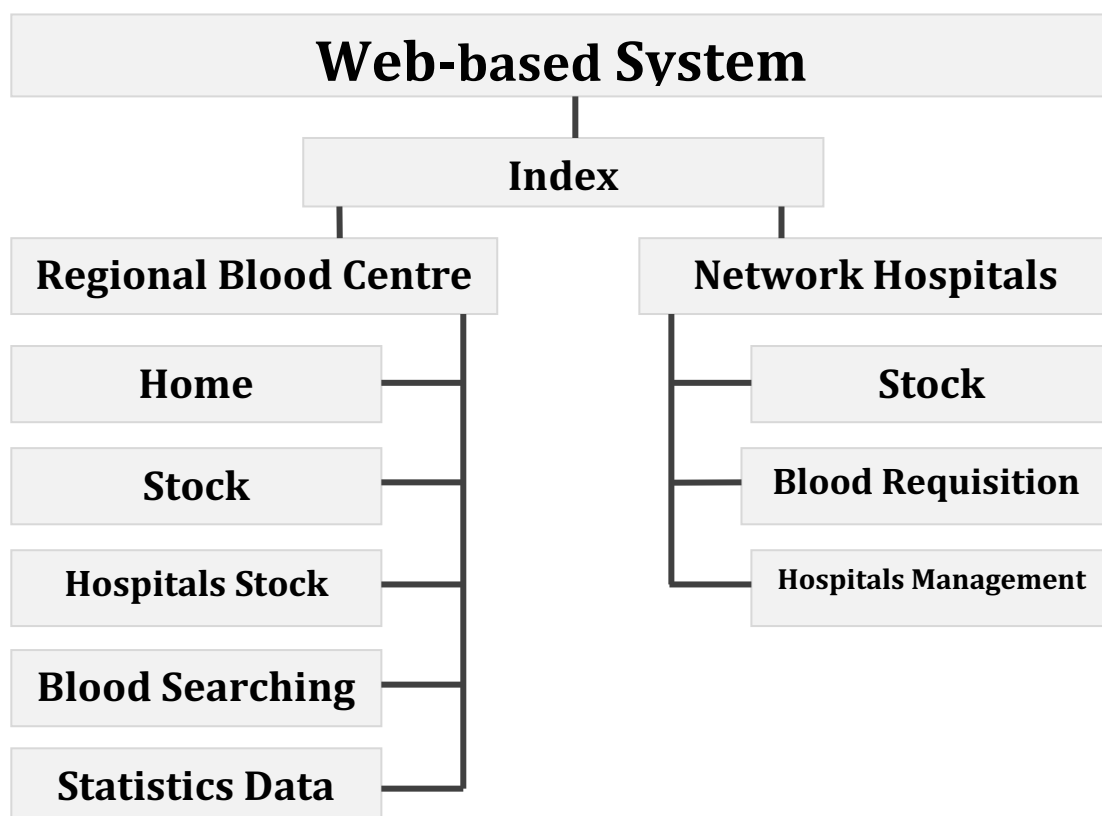
ร้องขอโลหิต

- จัดการข้อมูลของโรงพยาบาลภายในเครือข่าย

ส่วนของโรงพยาบาลในเครือข่าย

- อัปเดตข้อมูลด้านโลหิตภายในธนาคารเลือดของตนเองตามช่วงเวลา
- ร้องขอโลหิตมายังธนาคารเลือดของภาคบริการโลหิต

โดยสามารถแสดงเป็นแผนภาพต้นไม้แสดงรายละเอียดของหน้าจอหลักต่าง ๆ ของระบบได้ ดังภาพ



รูปที่ 3.3 แสดงแผนภาพต้นไม้แสดงหน้าจอหลักของระบบ

- หน้าจอในการดำเนินการหลักของระบบประกอบไปด้วย

หน้าจอการเข้าสู่ระบบ เพื่อกำหนดผู้ใช้งานเป็นภาคบริการโลหิต หรือ โรงพยาบาลเครือข่าย



ยินดีต้อนรับ : 24 January 2011

[เข้าสู่ระบบ](#) | [ออกจากระบบ](#)

Username :

Password :

[สมัครสมาชิก](#)

© มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
111 ถนนมหาวิทยาลัย ต.สุรนารี อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000 โทรศัพท์ 0-4422-3000 โทรสาร 0-4422-4070

© ภาคบริการโลหิตแห่งชาติที่ 5 นครราชสีมา
121 ถนนมหาไถย อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000 โทรศัพท์ 0-4426-8555 โทรสาร 0-4426-8729

รูปที่ 3.4 แสดงหน้าจอการเข้าสู่ระบบ

- หน้าจอ Home ของภาคบริการโลหิตแห่งชาติ โดยจะแสดงข้อมูลโลหิตที่ได้รับการร้องขอจากโรงพยาบาลเครือข่ายแต่ละแห่งในแต่ละวัน



ยินดีต้อนรับ : Regional Blood Centre V 24 January 2011

[หน้าแรก](#) | [คลังโลหิต](#) | [ธนาคารเลือด](#) | [ค้นหาโลหิต](#) | [เรียกดูข้อมูล](#) | [ออกจากระบบ](#)

เลือกแสดงข้อมูล

☒ All Status ☐ Pending ☐ Completed

แสดงเฉพาะ Emergency

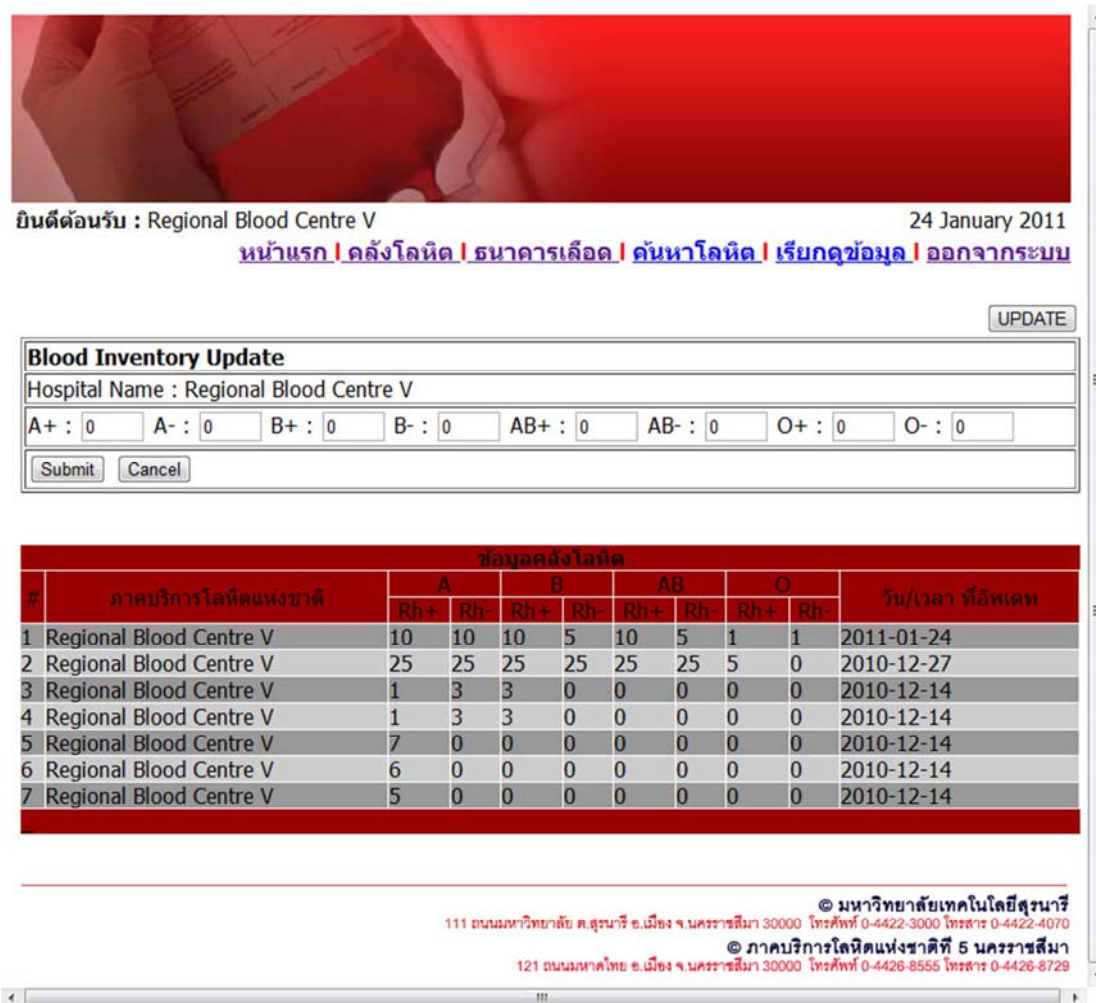
[พิมพ์หน้านี้](#)

#	โรงพยาบาล	ข้อมูลการร้องขอโลหิต								รวม	วัน/เวลา	ประเภท	สถานะ	#
		A Rh+	A Rh-	B Rh+	B Rh-	AB Rh+	AB Rh-	O Rh+	O Rh-					
1	Phimai Medical Hospital	30	0	0	0	0	0	0	0	30	2011-01-24	Emergency	Pending	✓
2	Bua Yai Hospital	5	0	5	0	5	0	0	0	15	2011-01-24	Daily	Pending	✓
3	Fort Suranari Hospital	10	0	20	0	10	0	5	0	45	2011-01-24	Emergency	Pending	✓
4	Saint Mary's Hospital	0	5	0	5	10	0	0	0	20	2011-01-24	Daily	Pending	✓
5	Korat Memorial Hospital	0	0	10	0	0	0	0	0	10	2011-01-24	Daily	Pending	✓
6	Maharach Hospital	20	0	20	0	20	0	0	0	60	2011-01-24	Daily	Pending	✓
7	Kham Thale So Hospital	0	0	10	0	0	0	0	0	10	2010-12-27	Daily	Pending	✓
8	P. Paet Nakhon Ratchasima Hospital	0	0	0	2	0	0	0	0	2	2010-12-16	Daily	Pending	✓
9	P. Paet Nakhon Ratchasima Hospital	2	0	0	0	0	0	0	0	2	2010-12-16	Emergency	Pending	✓
10	Maharach Hospital	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2011-01-24	Emergency	Completed	#
11	Korat Memorial Hospital	10	0	0	0	0	0	0	0	10	2010-12-21	Daily	Completed	#
12	Golden Gate Hostital	1	2	3	4	5	6	7	8	36	2010-12-13	Emergency	Completed	#
13	Golden Gate Hostital	3	0	0	0	0	0	0	0	3	2011-02-13	Emergency	Completed	#
14	Golden Gate Hostital	2	0	0	0	0	0	0	0	2	2010-12-13	Daily	Completed	#
15	Golden Gate Hostital	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2010-12-13	Daily	Completed	#

© มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
111 ถนนมหาวิทยาลัย ต.สุรนารี อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000 โทรศัพท์ 0-4422-3000 โทรสาร 0-4422-4070
© ภาคบริการโลหิตแห่งชาติที่ 5 นครราชสีมา
121 ถนนมหาศาลไทย อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000 โทรศัพท์ 0-4426-8555 โทรสาร 0-4426-8729

รูปที่ 3.5 แสดงหน้าจอ Home ของภาคบริการโลหิตแห่งชาติ

- หน้าจอ Stock ของภาคบริการโลหิตแห่งชาติ โดยจะแสดงข้อมูลโลหิตภายในคลังโลหิต
ของตนเองที่ได้รับการอัปเดตในแต่ละช่วงเวลา



ยินดีต้อนรับ : Regional Blood Centre V 24 January 2011

[หน้าแรก](#) | [คลังโลหิต](#) | [ธนาคารเลือด](#) | [ค้นหาโลหิต](#) | [เรียกดูข้อมูล](#) | [ออกจากระบบ](#)

UPDATE

Blood Inventory Update

Hospital Name : Regional Blood Centre V

A+ : 0 A- : 0 B+ : 0 B- : 0 AB+ : 0 AB- : 0 O+ : 0 O- : 0

Submit Cancel

#	ภาคบริการโลหิตแห่งชาติ	ข้อมูลคลังโลหิต								วัน/เวลา ที่อัปเดต
		A		B		AB		O		
		Rh+	Rh-	Rh+	Rh-	Rh+	Rh-	Rh+	Rh-	
1	Regional Blood Centre V	10	10	10	5	10	5	1	1	2011-01-24
2	Regional Blood Centre V	25	25	25	25	25	25	5	0	2010-12-27
3	Regional Blood Centre V	1	3	3	0	0	0	0	0	2010-12-14
4	Regional Blood Centre V	1	3	3	0	0	0	0	0	2010-12-14
5	Regional Blood Centre V	7	0	0	0	0	0	0	0	2010-12-14
6	Regional Blood Centre V	6	0	0	0	0	0	0	0	2010-12-14
7	Regional Blood Centre V	5	0	0	0	0	0	0	0	2010-12-14

© มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
111 ถนนมหาวิทยาลัย ต.สุรนารี อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000 โทรศัพท์ 0-4422-3000 โทรสาร 0-4422-4070
© ภาคบริการโลหิตแห่งชาติที่ 5 นครราชสีมา
121 ถนนมหาศไทย อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000 โทรศัพท์ 0-4426-8555 โทรสาร 0-4426-8729

รูปที่ 3.6 แสดงหน้าจอ Stock ของภาคบริการโลหิตแห่งชาติ

- หน้าจอ Blood Bank Stocks ของภาคบริการโลหิตแห่งชาติ โดยเป็นการแสดงข้อมูลจำนวนโลหิตที่มีอยู่ ณ เวลาปัจจุบัน ภายในธนาคารเลือดของทุกโรงพยาบาลในเครือข่ายได้



บันทึกต้อนรับ : Regional Blood Centre V

24 January 2011

[หน้าแรก](#) | [คลังโลหิต](#) | [ธนาคารเลือด](#) | [ค้นหาโลหิต](#) | [เรียกดูข้อมูล](#) | [ออกจากระบบ](#)

[พิมพ์หน้านี้](#)

ข้อมูลคลังโลหิตของแต่ละโรงพยาบาล										
#	โรงพยาบาล	A		B		AB		O		วัน/เวลา ที่อัปเดต
		Rh+	Rh-	Rh+	Rh-	Rh+	Rh-	Rh+	Rh-	
1	Saint Mary's Hospital	0	5	0	5	10	0	0	0	2011-01-24
2	Golden Gate Hospital	10	0	0	0	0	0	0	0	2010-12-28
3	Kham Thale So Hospital	13	10	20	5	10	5	0	0	2010-12-27
4	Korat Memorial Hospital	20	0	20	0	20	0	0	0	2010-12-21
5	P. Paet Nakhon Ratchasima Hospital	10	0	10	3	14	5	1	0	2010-12-03
6	Maharach Hospital	10	0	10	3	4	0	1	0	2010-12-03
7	Fort Suranari Hospital	30	10	20	13	14	15	21	13	2010-12-03
8	Bangkok Hospital	10	20	5	15	25	5	7	0	2010-12-03
9	Kaeng Sanam Nang Hospital	23	5	26	1	24	4	2	2	2010-12-01
10	Kham Sakae Saeng Hospital	28	30	22	4	5	17	5	1	2010-12-03
11	Khong Hospital	8	10	12	24	25	1	3	0	2010-12-03
12	Khon Buri Hospital	5	15	16	4	5	7	10	0	2010-12-03
13	Chakkarat Hospital	19	15	22	7	25	3	10	0	2010-12-03
14	Chum Phuang Hospital	45	3	28	7	25	2	1	1	2010-12-03
15	Dan Khun Thot Hospital	15	7	18	7	25	12	1	1	2010-12-03
16	Non Daeng Hospital	18	4	16	6	25	15	0	0	2010-12-03
17	Non Sung Hospital	22	8	19	5	25	12	3	1	2010-12-03
18	Bua Yai Hospital	33	9	15	4	15	10	3	2	2010-12-03
19	Ban Luam Hospital	5	2	11	3	20	7	2	1	2010-12-03
20	Prathai Hospital	15	2	12	2	7	5	5	0	2010-12-03
21	Pak Thong Chai Hospital	17	15	13	1	23	12	1	1	2010-12-03
22	Pak Chong Nana Hospital	22	2	10	2	18	6	7	2	2010-12-03
23	Pakchong Memorial Hospital	6	5	8	6	19	8	3	0	2010-12-03
24	Phra Thong Kham Hospital	3	9	3	8	12	9	0	0	2010-12-03
25	Phimai Hospital	19	7	5	2	6	4	5	0	2010-12-03
26	Phimai Medical Hospital	21	6	27	3	15	5	7	2	2010-12-03
27	Muang Yang Hospital	33	23	8	7	25	4	9	3	2010-12-03
28	Lam Thamenchai Hospital	22	13	11	7	12	6	2	1	2010-12-03
29	Wang Nam Khiao Hospital	19	9	2	17	5	6	5	1	2010-12-03
30	Soeng Sang Hospital	13	8	0	7	25	2	1	0	2010-12-03
31	Sikhiu Hospital	12	5	8	16	5	2	4	2	2010-12-03
32	Sung Noen Hospital	8	5	6	5	5	2	0	1	2010-12-03
33	Nong Bunmak Hospital	1	3	2	7	2	2	1	1	2010-12-03

© มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
111 ถนนมหาวิทยาลัย ต.สุรนารี อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000 โทรศัพท์ 0-4422-3000 โทรสาร 0-4422-4070

© ภาคบริการโลหิตแห่งชาติที่ 5 นครราชสีมา
121 ถนนภาคไทย อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000 โทรศัพท์ 0-4426-8555 โทรสาร 0-4426-8729

รูปที่ 3.7 แสดงหน้าจอ Blood Bank Stocks ของภาคบริการโลหิตแห่งชาติ

- หน้าจอ Blood Searching ของภาคบริการโลหิตแห่งชาติ ใช้สำหรับการค้นหาโลหิตภายในธนาคารเลือดของโรงพยาบาลเครือข่ายต่าง ๆ ในกรณีที่ภาคบริการโลหิตไม่สามารถเบิกจ่ายให้ได้ทันที



ยินดีต้อนรับ : Regional Blood Centre V 24 January 2011

[หน้าแรก](#) | [คลังโลหิต](#) | [ธนาคารเลือด](#) | [ค้นหาโลหิต](#) | [เรียกดูข้อมูล](#) | [ออกจากระบบ](#)

ระบุข้อมูลโลหิต

- Blood Group : ☒ A ☐ B ☐ AB ☐ O

- Rh Type : ☒ Rh+ ☐ Rh-

- Quantity : unit(s)

[พิมพ์หน้านี้](#)

ข้อมูลโลหิต

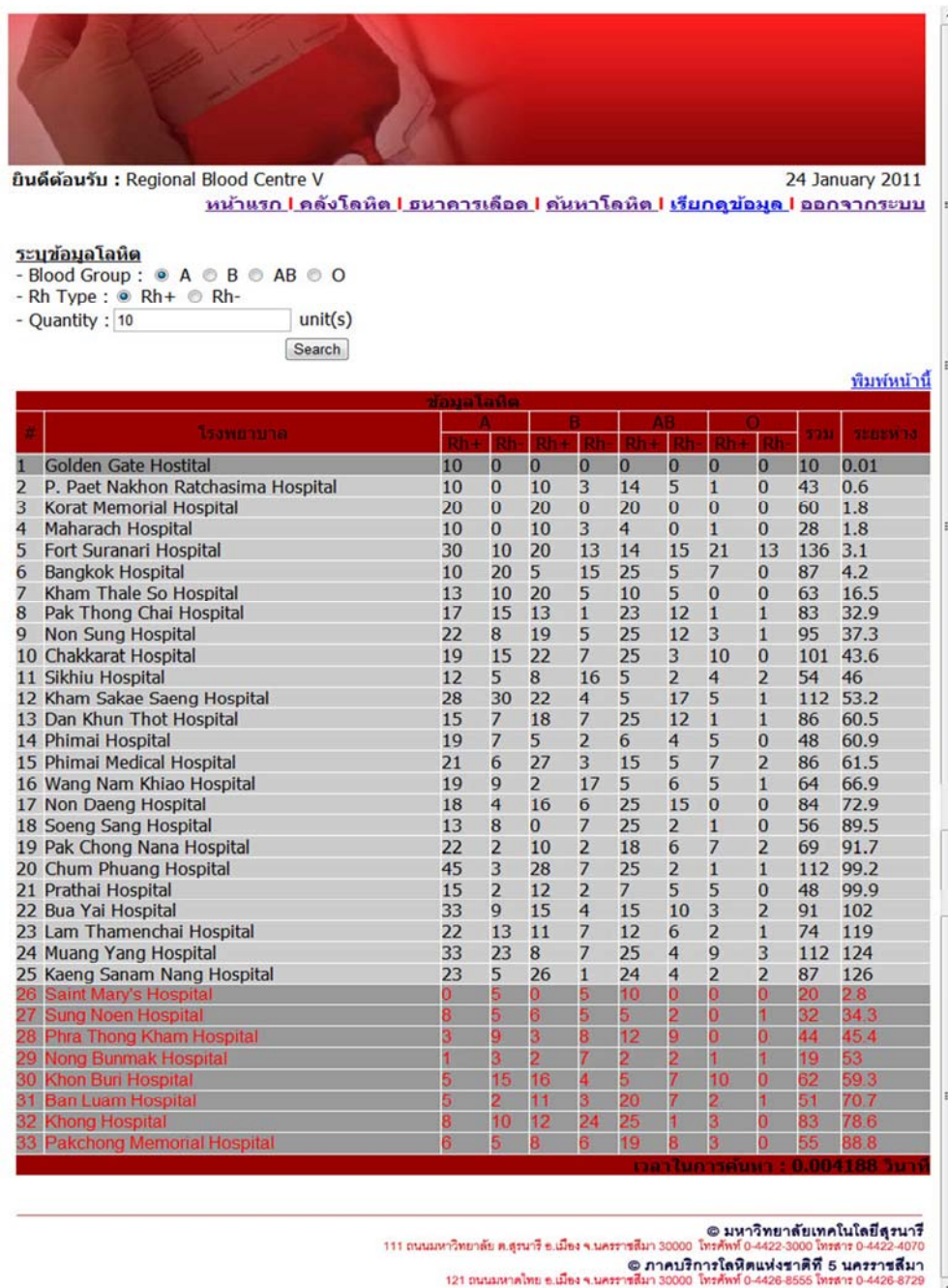
#	โรงพยาบาล	A		B		AB		O		รวม	ระยะทาง
		Rh+	Rh-	Rh+	Rh-	Rh+	Rh-	Rh+	Rh-		
--- No Result ---											

เวลาในการค้นหา : 0.639698 วินาที

© มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
111 ถนนมหาวิทยาลัย อ.สุรนารี อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000 โทรศัพท์ 0-4422-3000 โทรสาร 0-4422-4070
© ภาคบริการโลหิตแห่งชาติที่ 5 นครราชสีมา
121 ถนนมหาศาลไทย อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000 โทรศัพท์ 0-4426-8555 โทรสาร 0-4426-8729

รูปที่ 3.8 แสดงหน้าจอ Blood Searching ของภาคบริการโลหิตแห่งชาติ

- หน้าจอแสดงผลพัธ์ในการค้นหาโลหิต ของภาคบริการโลหิตแห่งชาติ ซึ่งเป็นการประมวลจากหน้าจอ Blood Searching โดยผลลัพธ์จะแสดงคำตอบของโรงพยาบาลเครือข่ายที่มีโลหิตเพียงพอและไม่เพียงพอต่อการร้องขอประกอบกัน อีกทั้งผลลัพธ์ดังกล่าวยังถูกเรียงลำดับระยะห่างระหว่างโรงพยาบาลเครือข่ายกับภาคบริการโลหิต จากใกล้ที่สุดไปยังไกลที่สุดอีกด้วย เพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจของบุคลากรในการร้องขอโลหิต



ยินดีต้อนรับ : Regional Blood Centre V 24 January 2011

[หน้าแรก](#) | [คลังโลหิต](#) | [ธนาคารเลือด](#) | [ค้นหาโลหิต](#) | [เริ่มกดข้อมูล](#) | [ออกจากระบบ](#)

ระบบข้อมูลโลหิต

- Blood Group : ☒ A ☐ B ☐ AB ☐ O

- Rh Type : ☒ Rh+ ☐ Rh-

- Quantity : unit(s)

[พิมพ์หน้านี้](#)

ร	โรงพยาบาล	A		B		AB		O		รวม	ระยะทาง
		Rh+	Rh-	Rh+	Rh-	Rh+	Rh-	Rh+	Rh-		
1	Golden Gate Hostital	10	0	0	0	0	0	0	0	10	0.01
2	P. Paet Nakhon Ratchasima Hospital	10	0	10	3	14	5	1	0	43	0.6
3	Korat Memorial Hospital	20	0	20	0	20	0	0	0	60	1.8
4	Maharach Hospital	10	0	10	3	4	0	1	0	28	1.8
5	Fort Suranari Hospital	30	10	20	13	14	15	21	13	136	3.1
6	Bangkok Hospital	10	20	5	15	25	5	7	0	87	4.2
7	Kham Thale So Hospital	13	10	20	5	10	5	0	0	63	16.5
8	Pak Thong Chai Hospital	17	15	13	1	23	12	1	1	83	32.9
9	Non Sung Hospital	22	8	19	5	25	12	3	1	95	37.3
10	Chakkarat Hospital	19	15	22	7	25	3	10	0	101	43.6
11	Sikhiu Hospital	12	5	8	16	5	2	4	2	54	46
12	Kham Sakae Saeng Hospital	28	30	22	4	5	17	5	1	112	53.2
13	Dan Khun Thot Hospital	15	7	18	7	25	12	1	1	86	60.5
14	Phimai Hospital	19	7	5	2	6	4	5	0	48	60.9
15	Phimai Medical Hospital	21	6	27	3	15	5	7	2	86	61.5
16	Wang Nam Khiao Hospital	19	9	2	17	5	6	5	1	64	66.9
17	Non Daeng Hospital	18	4	16	6	25	15	0	0	84	72.9
18	Soeng Sang Hospital	13	8	0	7	25	2	1	0	56	89.5
19	Pak Chong Nana Hospital	22	2	10	2	18	6	7	2	69	91.7
20	Chum Phuang Hospital	45	3	28	7	25	2	1	1	112	99.2
21	Prathai Hospital	15	2	12	2	7	5	5	0	48	99.9
22	Bua Yai Hospital	33	9	15	4	15	10	3	2	91	102
23	Lam Thamenchai Hospital	22	13	11	7	12	6	2	1	74	119
24	Muang Yang Hospital	33	23	8	7	25	4	9	3	112	124
25	Kaeng Sanam Nang Hospital	23	5	26	1	24	4	2	2	87	126
26	Saint Mary's Hospital	0	5	0	5	10	0	0	0	20	2.8
27	Sung Noen Hospital	8	5	6	5	5	2	0	1	32	34.3
28	Phra Thong Kham Hospital	3	9	3	8	12	9	0	0	44	45.4
29	Nong Bunmak Hospital	1	3	2	7	2	2	1	1	19	53
30	Khon Buri Hospital	5	15	16	4	5	7	10	0	62	59.3
31	Ban Luam Hospital	5	2	11	3	20	7	2	1	51	70.7
32	Khong Hospital	8	10	12	24	25	1	3	0	83	78.6
33	Pakchong Memorial Hospital	6	5	8	6	19	8	3	0	55	88.8

เวลาในการค้นหา : 0.004188 วินาที

© มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
111 ถนนมหาวิทยาลัย ต.สุรนารี อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000 โทรศัพท์ 0-4422-3000 โทรสาร 0-4422-4070
© ภาคบริการโลหิตแห่งชาติที่ 5 นครราชสีมา
121 ถนนมหาศาลา ต.เมือง จ.นครราชสีมา 30000 โทรศัพท์ 0-4426-8555 โทรสาร 0-4426-8729

รูปที่ 3.9 แสดงหน้าจอผลลัพธ์ที่ได้จากการค้นหาโลหิตของภาคบริการโลหิตแห่งชาติ

- หน้าจอ Statistical Data ของภาคบริการโลหิตแห่งชาติ ใช้สำหรับเรียกดูข้อมูลอันเป็นสถิติในการร้องขอโลหิตที่ถูกจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูล ซึ่งบุคลากรสามารถเลือกประเภทการแสดงผลได้ตามสถานะของการร้องขอโลหิต ประเภทของการร้องขอโลหิต เดือนและปีในการร้องขอโลหิต และโรงพยาบาลในการร้องขอโลหิต

ยินดีต้อนรับ : Regional Blood Centre V 24 January 2011

[หน้าแรก](#) | [คลังโลหิต](#) | [ธนาคารเลือด](#) | [ค้นหาโลหิต](#) | [เรียกดูข้อมูล](#) | [ออกจากระบบ](#)

เลือกแสดงข้อมูล

☒ All Status ☐ Pending ☐ Completed

ปี : 2011 เดือน : All month

All Hospital

แสดงทั้งหมด แสดงผล

ข้อมูลการร้องขอโลหิต																						
#	โรงพยาบาล	A				B				AB				O				รวม	วัน/เวลา	ประเภท	สถานะ	#
		Rh+	Rh-	Rh+	Rh-	Rh+	Rh-	Rh+	Rh-	Rh+	Rh-	Rh+	Rh-	Rh+	Rh-							
1	Phimai Medical Hospital	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	2011-01-24	Emergency	Pending	✓		
2	Bua Yai Hospital	5	0	5	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	2011-01-24	Daily	Pending	✓		
3	Fort Suranari Hospital	10	0	20	0	10	0	5	0	45	2011-01-24	Emergency	Pending	✓								
4	Saint Mary's Hospital	0	5	0	5	10	0	0	0	20	2011-01-24	Daily	Pending	✓								
5	Korat Memorial Hospital	0	0	10	0	0	0	0	0	10	2011-01-24	Daily	Pending	✓								
6	Maharach Hospital	20	0	20	0	20	0	0	0	60	2011-01-24	Daily	Pending	✓								
7	Kham Thale So Hospital	0	0	10	0	0	0	0	0	10	2010-12-27	Daily	Pending	✓								
8	P. Paet Nakhon Ratchasima Hospital	0	0	0	2	0	0	0	0	2	2010-12-16	Daily	Pending	✓								
9	P. Paet Nakhon Ratchasima Hospital	2	0	0	0	0	0	0	0	2	2010-12-16	Emergency	Pending	✓								
10	Maharach Hospital	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2011-01-24	Emergency	Completed	#							
11	Korat Memorial Hospital	10	0	0	0	0	0	0	0	10	2010-12-21	Daily	Completed	#								
12	Golden Gate Hostital	1	2	3	4	5	6	7	8	36	2010-12-13	Emergency	Completed	#								
13	Golden Gate Hostital	3	0	0	0	0	0	0	0	3	2011-02-13	Emergency	Completed	#								
14	Golden Gate Hostital	2	0	0	0	0	0	0	0	2	2010-12-13	Daily	Completed	#								
15	Golden Gate Hostital	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2010-12-13	Daily	Completed	#								

© มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
111 ถนนมหาวิทยาลัย อ.สุรนารี อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000 โทรศัพท์ 0-4422-3000 โทรสาร 0-4422-4070
© ภาคบริการโลหิตแห่งชาติที่ 5 นครราชสีมา
121 ถนนภาคไทย อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000 โทรศัพท์ 0-4426-8555 โทรสาร 0-4426-8729

รูปที่ 3.10 แสดงหน้าจอ Statistical Data ของภาคบริการโลหิตแห่งชาติ

- หน้าจอ Stocks ของโรงพยาบาลเครือข่าย เป็นการแสดงถึงข้อมูลและรายละเอียดการอัปเดตโลหิตและจำนวนภายในธนาคารเลือดในแต่ละช่วงเวลา ตลอดจนใช้สำหรับโดยบุคลากรสามารถอัปเดตจำนวนโลหิตที่มีอยู่ ณ เวลาปัจจุบัน ในธนาคารเลือดของตนเองได้

ยินดีต้อนรับ : Golden Gate Hostital 24 January 2011

[คลังโลหิต](#) | [ร้องขอโลหิต](#) | [ข้อมูลโรงพยาบาล](#) | [ออกจากระบบ](#)

UPDATE

Blood Inventory Update

Hospital Name : Golden Gate Hostital

A+ : 0 A- : 0 B+ : 0 B- : 0 AB+ : 0 AB- : 0 O+ : 0 O- : 0

Submit Cancel

#	โรงพยาบาล	A		B		AB		O		วัน/เวลา ที่อัปเดต
		Rh+	Rh-	Rh+	Rh-	Rh+	Rh-	Rh+	Rh-	
1	Golden Gate Hostital	7	0	2	0	1	0	0	0	2011-01-24
2	Golden Gate Hostital	1	0	1	0	1	0	1	0	2011-01-24
3	Golden Gate Hostital	3	1	2	1	3	1	0	0	2011-01-24
4	Golden Gate Hostital	5	0	5	0	5	0	5	0	2011-01-24
5	Golden Gate Hostital	10	0	0	0	0	0	0	0	2010-12-28
6	Golden Gate Hostital	3	0	0	0	0	0	0	0	2010-12-13
7	Golden Gate Hostital	2	0	0	0	0	0	0	0	2010-12-13
8	Golden Gate Hostital	1	0	0	0	0	0	0	0	2010-12-13

© มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
111 ถนนมหาวิทยาลัย ต.สุรนารี อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000 โทรศัพท์ 0-4422-3000 โทรสาร 0-4422-4070
© ภาควิชาโลหิตแห่งชาติที่ 5 นครราชสีมา
121 ถนนมหาศาลไทย อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000 โทรศัพท์ 0-4426-8555 โทรสาร 0-4426-8729

รูปที่ 3.11 แสดงหน้าจอ Stock ของโรงพยาบาลเครือข่าย

- หน้าจอ Blood Requisition ของโรงพยาบาลเครือข่าย ซึ่งใช้ในการร้องโลหิตไปยังภาคบริการโลหิต โดยสามารถระบุการร้องขอได้ 2 แบบ คือ แบบวันต่อวัน (Daily) และแบบฉุกเฉิน (Emergency)

ยินดีต้อนรับ : Golden Gate Hostital 24 January 2011

[คลังโลหิต](#) | [ร้องขอโลหิต](#) | [ข้อมูลโรงพยาบาล](#) | [ออกจากระบบ](#)

REQUEST

Request Type : ☒ Daily ☐ Emergency

Hospital Name : Golden Gate Hostital

A+ : 10 A- : 0 B+ : 10 B- : 0 AB+ : 5 AB- : 0 O+ : 0 O- : 0

Submit Cancel

ข้อมูลการร้องขอโลหิต											
#	โรงพยาบาล	A		B		AB		O		วัน/เวลา ที่ร้องขอ	สถานะ
		Rh+	Rh-	Rh+	Rh-	Rh+	Rh-	Rh+	Rh-		
1	Golden Gate Hostital	20	0	20	0	0	10	0	0	2011-01-24	Emergency
2	Golden Gate Hostital	1	2	3	4	5	6	7	8	2010-12-13	Emergency
3	Golden Gate Hostital	3	0	0	0	0	0	0	0	2011-02-13	Emergency
4	Golden Gate Hostital	2	0	0	0	0	0	0	0	2010-12-13	Daily
5	Golden Gate Hostital	1	0	0	0	0	0	0	0	2010-12-13	Daily

© มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
111 ถนนมหาวิทยาลัย ต.สุรนารี อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000 โทรศัพท์ 0-4422-3000 โทรสาร 0-4422-4070
© ภาคบริการโลหิตแห่งชาติที่ 5 นครราชสีมา
121 ถนนมหาศไทย อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000 โทรศัพท์ 0-4426-8555 โทรสาร 0-4426-8729

รูปที่ 3.12 แสดงหน้าจอ Blood Requisition ของโรงพยาบาลเครือข่าย

- หน้าจอ Hospitals Management ของภาคบริการโลหิตแห่งชาติ ใช้สำหรับจัดการข้อมูลพื้นฐานต่าง ๆ ของโรงพยาบาลในเครือข่ายแต่ละแห่ง



ยินดีต้อนรับ : Golden Gate Hostital 24 January 2011

[คลังโลหิต](#) | [ร้องขอโลหิต](#) | [ข้อมูลโรงพยาบาล](#) | [ออกจากระบบ](#)

hospitalID :	h02
hospitalName :	Golden Gate Hostital
address :	Nai Muang, Muang Nakho
province :	Nakhon Ratchasima
telephone :	044 242 658
distance :	0.01
Username :	h02
Password :	...
Rpt password :	...

© มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
111 ถนนมหาวิทยาลัย ต.สุรนารี อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000 โทรศัพท์ 0-4422-3000 โทรสาร 0-4422-4070
© ภาคบริการโลหิตแห่งชาติที่ 5 นครราชสีมา
121 ถนนมหาไศย อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000 โทรศัพท์ 0-4426-8555 โทรสาร 0-4426-8729

รูปที่ 3.13 แสดงหน้าจอ Hospitals Management ของโรงพยาบาลเครือข่าย

- ส่วนของการจำลองสถานการณ์

ในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการจำลองสถานการณ์นั้น ใช้ผลที่ได้จากการพัฒนาระบบเว็บ ในส่วนของการค้นหาโลหิตในแต่ละครั้งของภาคบริการโลหิตเป็นแบบจำลองปัญหาในการจำลองสถานการณ์ ซึ่งแบบจำลองนี้มีตัวแปรและพารามิเตอร์ตามที่ได้กล่าวไปในส่วนแรกแล้ว โดยมีตัวแปรที่ควบคุมได้ คือ หมู่โลหิตและจำนวนและตัวแปรที่ควบคุมไม่ได้ คือ จำนวนโรงพยาบาล และระยะเวลาการตอบสนองในการค้นหาในแต่ละรอบการจำลอง

ในการวิเคราะห์ข้อมูลระยะเวลาการตอบสนองในการค้นหาโลหิตนั้น ใช้ระยะเวลาในการค้นหาโลหิต N รอบ และนำมาหาค่าเฉลี่ยรวม จะได้เป็นผลลัพธ์ด้านระยะเวลาการตอบสนองเฉลี่ยโดยรวมของระบบในส่วนของการค้นหาโลหิต

ตัวอย่างการวิเคราะห์ข้อมูล

กำหนดค่าตัวแปรและพารามิเตอร์ คือ ต้องการค้นหาโลหิต หมู่ A+ จำนวน 10 ถุง

โดยที่ โรงพยาบาลในระบบมีจำนวน 10 โรงพยาบาล

และทำการจำลองแบบปัญหจำนวน 10 รอบ

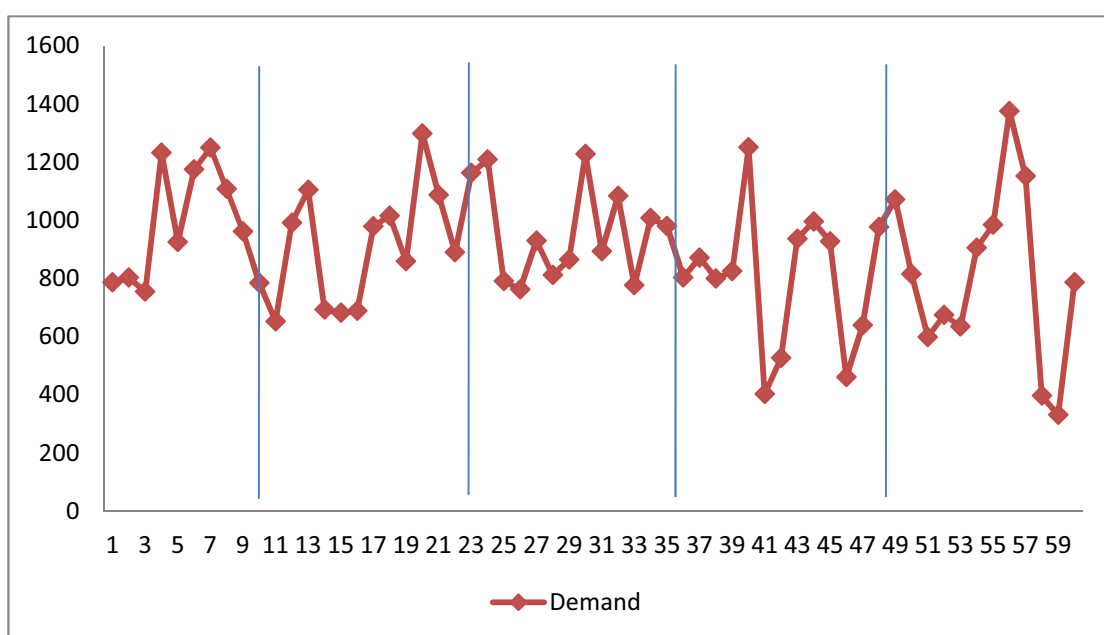
ตารางที่ 3.4 แสดงระยะเวลาตอบสนองในเฉลี่ยรวมที่ได้จากการจำลองสถานการณ์

จำนวนรอบ	ตัวแปรและพารามิเตอร์(X_i, Y_i)	ระยะเวลาการตอบสนอง (E_n)
1	A+ = 10	0.004024
2	A+ = 10	0.003292
3	A+ = 10	0.004208
4	A+ = 10	0.004555
5	A+ = 10	0.003483
6	A+ = 10	0.003692
7	A+ = 10	0.003861
8	A+ = 10	0.004083
9	A+ = 10	0.004030
10	A+ = 10	0.003941
ค่าเฉลี่ย N รอบ		0.003917

- ส่วนของการพยากรณ์

- การวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนแรกของขั้นตอนการพยากรณ์ในงานวิจัยนี้ คือ ระบุวัตถุประสงค์ในการนำผลการพยากรณ์ไปใช้ และช่วงเวลาที่การพยากรณ์จะครอบคลุมถึงเพื่อที่จะเลือกใช้การพยากรณ์ได้ถูกต้องเหมาะสม โดยสามารถระบุวัตถุประสงค์ได้ว่า เพื่อศึกษาตัวแบบที่เหมาะสมกับอุปสงค์ของข้อมูลรายงานการเบิกจ่ายโลหิตและส่วนประกอบของภาคบริการโลหิตแห่งชาติ ในพ.ศ. 2547 ถึง พ.ศ. 2551 จำนวน 5 ปี และช่วงเวลาที่พยากรณ์คือ 1 เดือนถัดไป เนื่องจากข้อจำกัดของระยะเวลาในการหมดอายุของโลหิตนั้น อยู่ที่ประมาณ 21 ถึง 35 วัน เท่านั้น ซึ่งถ้าหากพยากรณ์แบบหลายเดือนล่วงหน้านั้น อาจจะไม่เหมาะสมในการนำไปประยุกต์ใช้กับบริบทจริงนั่นเอง

- ทำการเลือกตัวแบบพยากรณ์ที่จะใช้ในการทดสอบข้อมูลดังกล่าว โดยคำนึงถึงรูปแบบของข้อมูลหรือพฤติกรรมของอุปสงค์ในระยะยาว โดยพฤติกรรมอุปสงค์เป็นค่าที่เป็นลักษณะการสุ่ม ซึ่งไม่ใช่พฤติกรรมปกติ อาจจะประกอบไปด้วย พฤติกรรมที่เป็นรูปแบบแนวโน้ม วัฏจักร และฤดูกาล อันแตกต่างกันไปในแต่ละประเภทข้อมูล



รูปที่ 3.14 แสดงกราฟพฤติกรรมของอุปสงค์ของข้อมูลการเบิกจ่ายโลหิตใน พ.ศ. 2547 - 2551

จากกราฟพฤติกรรมของอุปสงค์ของข้อมูลการเบิกจ่ายโลหิตใน พ.ศ. 2547 – 2551 ดังกล่าวนั้น สามารถระบุแนวโน้มหรือพฤติกรรมของอุปสงค์ได้นอกเหนือจากแบบสุ่ม คือ แบบวัฏจักรและแบบฤดูกาล ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่า พฤติกรรมอุปสงค์ของวัฏจักรในข้อมูลนี้มีลักษณะเพิ่มขึ้นและลดลงอันเป็นผลกระทบจากปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้ ซึ่งคือ อุบัติเหตุ ความพึงพอใจในการบริจาคโลหิต ความต้องการใช้โลหิตของผู้ป่วย เป็นต้น ในส่วนของพฤติกรรมอุปสงค์ของฤดูกาล สามารถอธิบายได้ว่า ในช่วงเดือนธันวาคมอันคาบเกี่ยวกับเดือนมกราคม และเดือนเมษายน จะมีอุปสงค์ที่แปรผันในลักษณะที่เพิ่มขึ้น เนื่องจาก มีปัจจัยในการใช้โลหิตในการรักษาผู้ป่วยจากอุบัติเหตุในช่วงเทศกาลปีใหม่และสงกรานต์ และในช่วงเดือนสิงหาคมและธันวาคม นั้น จะมีการรณรงค์ในการบริจาคโลหิต เนื่องในโอกาสวันแม่แห่งชาติในเดือนสิงหาคม และวันพ่อแห่งชาติในเดือนธันวาคม ซึ่งมีระยะห่างกันระหว่างเดือน มกราคม เมษายน สิงหาคม และธันวาคม เท่ากับ 3 เดือน

- กำหนดรูปแบบการพยากรณ์ โดยใช้รูปแบบการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลา โดยเลือกเทคนิคการพยากรณ์โดยอาศัยข้อมูลอนุกรมเวลาที่สนใจ เพราะต้องการพยากรณ์อุปสงค์โลหิตล่วงหน้าเพียง 1 เดือนเท่านั้น โดยผู้วิจัยได้เลือกมา 4 เทคนิคดังได้ระบุไปแล้วในการระบุกลุ่มตัวอย่างของเทคนิคการพยากรณ์

- เลือกวิธีการวัดค่าความคลาดเคลื่อนของเทคนิคการพยากรณ์ โดยงานวิจัยนี้ได้เลือกวิธี Mean Absolute Percentage Error (MAPE) ซึ่งค่าที่ได้จะอยู่ในรูปแบบของร้อยละสัมบูรณ์ ทำให้มีความง่ายในการอ่านค่าและเปรียบเทียบกับเทคนิคอื่นได้

ตัวอย่างการคำนวณข้อมูลในการพยากรณ์ 1 คาบเวลาในแต่ละวิธีพยากรณ์ และการคำนวณค่าความคลาดเคลื่อน

1. วิธีการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average)

สมการ
$$F_{t+1} = 1/N [X_t + X_{t-1} + X_{t-2} + \dots + X_{t-N+1}]$$

เมื่อ F_{t+1} เป็นค่าพยากรณ์ในวาระที่ $t + 1$

X_t เป็นค่าข้อมูล ณ วาระ t

X_{t-1} เป็นค่าข้อมูล ณ วาระ $t - 1$

X_{t-N+1} เป็นค่าข้อมูล ณ วาระ $t - N + 1$

N เป็นจำนวนเทอมที่ต้องการทำการเฉลี่ย

ตัวอย่างในการคำนวณวิธีการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่จากข้อมูลใน พ.ศ. 2547

ตารางที่ 3.5 แสดงตัวอย่างข้อมูลที่ได้จากการคำนวณด้วยวิธีการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่

เดือน	อุปสงค์	N = 2	e_t	ABS (e_t)	e_t / x_t
มกราคม	787				
กุมภาพันธ์	803				
มีนาคม	755	795	-40	40	0.05298
เมษายน	1233	779	454	454	0.368208
พฤษภาคม	926	994	-68	68	0.073434
มิถุนายน	1175	1079.5	95.5	95.5	0.081277
กรกฎาคม	1250	1050.5	199.5	199.5	0.1596
สิงหาคม	1108	1212.5	-104.5	104.5	0.094314
กันยายน	962	1179	-217	217	0.225572
ตุลาคม	785	1035	-250	250	0.318471
พฤศจิกายน	653	873.5	-220.5	220.5	0.337672
ธันวาคม	992	719	273	273	0.275202
มกราคม	1105	822.5	282.5	282.5	0.255656

$$F_{13} = (653 + 992) / 2$$

$$= 822.5$$

$$MAPE = 1/10 (0.052980132 + 0.368207624 + 0.073434125 + 0.081276596 + 0.1596 + 0.094314079 + 0.22557172 + 0.318471338 + 0.33767228 + 0.275201613)] \times 100$$

$$= 19.82 \%$$

2. วิธีการ Single Exponential Smoothing

สมการ
$$F_{t+1} = \alpha X_t + (1 - \alpha) F_t = F_t + \alpha (X_t - F_t)$$

และ
$$e_t = X_t - F_t$$
 เป็นค่าความคลาดเคลื่อนในวาระ t

ได้
$$F_{t+1} = F_t + \alpha e_t$$

ตัวอย่างในการคำนวณวิธีการ Single Exponential Smoothing จากข้อมูลใน พ.ศ. 2547

ตารางที่ 3.6 แสดงตัวอย่างข้อมูลที่ได้จากการคำนวณด้วยวิธีการ Single Exponential Smoothing

เดือน	อุปสงค์	$F_t \alpha = 0.5$	$e_t \alpha = 0.5$	$(e_t/X_t)100$	MAPE
มกราคม	787				
กุมภาพันธ์	803	787.0000	16.0000	1.9925	1.9925
มีนาคม	755	795.0000	-40.0000	-5.2980	5.2980
เมษายน	1233	775.0000	458.0000	37.1452	37.1452
พฤษภาคม	926	1004.0000	-78.0000	-8.4233	8.4233
มิถุนายน	1175	965.0000	210.0000	17.8723	17.8723
กรกฎาคม	1250	1070.0000	180.0000	14.4000	14.4000
สิงหาคม	1108	1160.0000	-52.0000	-4.6931	4.6931
กันยายน	962	1134.0000	-172.0000	-17.8794	17.8794
ตุลาคม	785	1048.0000	-263.0000	-33.5032	33.5032
พฤศจิกายน	653	916.5000	-263.5000	-40.3522	40.3522
ธันวาคม	992	784.7500	207.2500	20.8921	20.8921
มกราคม	1105	888.3750	216.6250	19.6041	19.6041

$$F_{13} = (0.5 \times 992) + (784.750 - (0.5 \times 784.750))$$

$$= 888.3750$$

$$e13 = (1105 - 888.3750)$$

$$= 216.6250$$

$$MAPE = (216.6250 / 1105) \times 100$$

$$= 19.6041 \%$$

3. วิธีการ Double Exponential Smoothing

สมการ $F_{t+m} = a_t + b_t m$

เมื่อ $a_t = 2 S_t - S_t''$

และ $b_t = [\alpha / (1 - \alpha)] [S_t - S_t'']$

โดย m เป็นจำนวนวาระที่ต้องการพยากรณ์ล่วงหน้า

α เป็นค่าถ่วงน้ำหนัก และ $0 < \alpha < 1$

S_t เป็นค่าจาก Single Exponential Smoothing ณ วาระ t

S_t'' เป็นค่าจาก Double Exponential Smoothing ณ วาระ t

เมื่อ $S_t = \alpha X_t + (1 - \alpha) S_{t-1}$

และ $S_t'' = \beta S_t + (1 - \beta) S_{t-1}''$

ตัวอย่างในการคำนวณวิธีการ Double Exponential Smoothing จากข้อมูลใน พ.ศ. 2547

ตารางที่ 3.7 แสดงตัวอย่างข้อมูลที่ได้จากการคำนวณด้วยวิธีการ Double Exponential Smoothing

เดือน	อุปสงค์	$S_t \alpha = 0.5$	$S_t'' \beta = 0.5$	a_t	b_t	F_{t+m}	e_t	e_t^2	MAPE
มกราคม	787	787.0000	787.0000						
กุมภาพันธ์	803	795.0000	791.0000	799.0000	4.0000				
มีนาคม	755	775.0000	783.0000	767.0000	-8.0000	803.0000	-48.0000	2304.0000	6.3576
เมษายน	1233	1004.0000	893.5000	1114.5000	110.5000	759.0000	474.0000	224676.0000	38.4428
พฤษภาคม	926	965.0000	929.2500	1000.7500	35.7500	1225.0000	299.0000	89401.0000	32.2894
มิถุนายน	1175	1070.0000	999.6250	1140.3750	70.3750	1036.5000	138.5000	19182.2500	11.7872
กรกฎาคม	1250	1160.0000	1079.8125	1240.1875	80.1875	1210.7500	39.2500	1540.5625	3.1400
สิงหาคม	1108	1134.0000	1106.9063	1161.0938	27.0938	1320.3750	212.3750	45103.1406	19.1674
กันยายน	962	1048.0000	1077.4531	1018.5469	-29.4531	1188.1875	226.1875	51160.7852	23.5122
ตุลาคม	785	916.5000	996.9766	836.0234	-80.4766	989.0938	204.0938	41654.2588	25.9992
พฤศจิกายน	653	784.7500	890.8633	678.6367	-106.1133	755.5469	102.5469	10515.8616	15.7040
ธันวาคม	992	888.3750	889.6191	887.1309	-1.2441	572.5234	419.4766	175960.5865	42.2859
มกราคม	1105	996.6875	943.1533	1050.2217	53.5342	885.8867	219.1133	48010.6300	19.8293

$$a_{12} = (2 \times 888.3750) - 889.6191$$

$$= 887.1309$$

$$b_{12} = (0.5 / (1 - 0.5)) \times (888.3750 - 889.6191)$$

$$= -1.2441$$

$$F_{13} = (887.1309 + ((-1.2441) \times 1))$$

$$= 885.8867$$

$$MAPE = (219.1133 / 1105) \times 100$$

$$= 19.8293 \%$$

4. วิธีการ Winter's Linear and Seasonal Exponential Smoothing (EXPOW)

สมการ $F_{t+m} = (S_t + b_t m) I_{t-L+m}$

เมื่อ $S_t = \alpha [X_t / I_{t-L}] + (1 - \alpha) (S_{t-1} + b_{t-1})$

$$b_t = \gamma (S_t - S_{t-1}) + (1 - \gamma) b_{t-1}$$

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

โดย L เป็นความยาวของฤดูกาล

ตัวอย่างในการคำนวณวิธีการ EXPOW จากข้อมูลใน พ.ศ. 2547 .ในรูปแบบไตรมาส (L=3 เดือน)

ตารางที่ 3.8 แสดงตัวอย่างข้อมูลที่ได้จากการคำนวณด้วยวิธีการ EXPOW

เดือน	อุปสงค์	S_t	I_t	b_t	F_{t+1}	$e_t (X_t - F_t)$	MAPE
มกราคม	787		0.8798				
กุมภาพันธ์	803		0.8977				
มีนาคม	755		0.8440				
เมษายน	1233	1233.0000	0.8858	109.8800			
พฤษภาคม	926	1187.1978	0.8918	94.3118	1205.5144	-279.5144	30.1851
มิถุนายน	1175	1336.8061	0.8458	99.8414	1081.6542	93.3458	7.9443
กรกฎาคม	1250	1423.8767	0.8854	98.5643	1272.6256	-22.6256	1.8100
สิงหาคม	1108	1382.4206	0.8873	84.5623	1357.7467	-249.7467	22.5403
กันยายน	962	1302.1887	0.8404	68.0829	1240.7633	-278.7633	28.9775
ตุลาคม	785	1128.4218	0.8759	43.8979	1213.2835	-428.2835	54.5584
พฤศจิกายน	653	954.1278	0.8772	22.0787	1040.2060	-387.2060	59.2965
ธันวาคม	992	1078.2697	0.8444	32.2850	820.4438	171.5562	17.2940
มกราคม	1105	1186.0253	0.8787	39.8321	972.7841	132.2159	11.9652

$$S_{13} = (0.5 \times (1105 / 0.8759)) + ((1-0.5) \times (992 + 32.2850))$$

$$= 1186.025$$

$$b_{13} = ((0.1) \times (1186.0253 - 1078.2697)) + ((1-0.1) \times 32.2850)$$

$$= 39.8321$$

$$I_{13} = (0.05 \times (1105 / 1186.0253)) + ((1-0.05) \times 0.8759)$$

$$= 0.8787$$

$$F_{13} = ((1078.2697 + (32.2850 \times 1)) \times 0.8759)$$

$$= 972.7841$$

$$MAPE = (132.2159 / 1105) \times 100$$

$$= 11.9652 \%$$

โดยเมื่อพิจารณาถึงข้อเสียของวิธี Moving Average นั้น จำเป็นต้องใช้เวลาและค่าใช้จ่ายในการหาข้อมูลค่อนข้างสูง ตลอดจนค่าเฉลี่ยที่คำนวณจะได้แสดงทิศทางของข้อมูลในอนาคตแต่ไม่ใกล้เคียงกับค่าจริง แม้จะมีวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนักที่ให้ผลการพยากรณ์ใกล้เคียงความจริงมากกว่า แต่วิธีคำนวณจะยุ่งยากและอาจผิดพลาดได้ง่าย ยิ่งไปกว่านั้นวิธี Winter's Linear and Seasonal Exponential Smoothing นั้นให้ความสำคัญกับข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีปัจจัยฤดูกาลและแนวโน้ม ซึ่งพฤติกรรมอุปสงค์ของปัจจัยฤดูกาลนั้นต้องมีความแปรผันเพิ่มขึ้นหรือลดลงในเดือนเดียวกันของทุก ๆ ปี แต่พฤติกรรมอุปสงค์ของข้อมูลในอดีตของภาคบริการโลหิตแห่งชาติที่ 5 นั้นมีความชัดเจนในระดับต่ำในปัจจัยฤดูกาลดังกล่าว อันเนื่องมาจากเหตุผล เช่น การระดมในการบริจาคโลหิตในเดือนมีนาคม เพื่อสำรองใช้ในเดือนเมษายน ซึ่งขึ้นอยู่กับจำนวนโลหิตคงคลังในแต่ละเดือนก่อนหน้าเดือนที่คาดการณ์ว่า จะต้องมีการรวบรวมรับบริจาคโลหิตจำนวนมาน้อยเพียงใด หรือแม้กระทั่งนโยบายการป้องกันอุบัติเหตุของรัฐบาลนั้นมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นกว่าปีก่อนหน้า ทำให้สถิติการเกิดอุบัติเหตุนั้นลดลง ซึ่งนั่นทำให้อัตราการใช้โลหิตลดลงตามไปด้วย จนมีความแตกต่างพอสมควรเมื่อเปรียบเทียบกับเดือนเดียวกันในแต่ละปี เหตุผลเบื้องต้นเหล่านี้ ทำให้

สามารถตัดปัจจัยแบบแนวโน้มและปัจจัยฤดูกาลออกจากข้อมูลในอดีต และใช้เป็นแนวทางในการเลือกตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมมากยิ่งขึ้นในงานวิจัย

ดังนั้น ในงานวิจัยนี้จึงให้ความสำคัญกับปัจจัยแบบวัฏจักร อันเป็นปัจจัยของพฤติกรรมของอุปสงค์ที่มีค่าแปรผันเพิ่มขึ้นและลดลงอันเนื่องมาจากปัจจัยภายนอกที่ควบคุมไม่ได้ ตามที่ได้ให้คำอธิบายไปเบื้องต้น โดยวิธีที่เลือกใช้ในการคำนวณข้อมูลในอดีตของภาคบริการโลหิตแห่งชาติที่ 5 เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบในการเลือกตัวแบบที่เหมาะสม คือ วิธี Exponential Smoothing และ Double Exponential Smoothing เนื่องจาก ใช้ข้อมูลในการเริ่มต้นคำนวณเพียงค่าเดียว ได้ค่าพยากรณ์เร็วกว่าและประหยัดค่าใช้จ่ายในการหาข้อมูลดีกว่าค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่

ในส่วนของการคำนวณในทุกเทคนิคพยากรณ์ที่เลือกมาใช้ในงานวิจัยนี้นั้น แสดงอยู่ในภาคผนวก ก โดย ใช้ค่าถ่วงน้ำหนัก α ตั้งแต่ 0.1 ถึง 0.9 เพื่อให้ได้มาซึ่งค่าความคลาดเคลื่อน MAPE ของการพยากรณ์แต่ละเทคนิค จำนวนหลากหลายค่าเพื่อให้สามารถเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบเทคนิคพยากรณ์อื่น ๆ ได้อย่างเหมาะสม

บทที่ 4

อภิปรายผลการวิจัย

งานวิจัย การพัฒนาระบบเว็บเพื่อวัดระยะเวลาตอบสนองและพยากรณ์อุปสงค์ภายในห่วงโซ่อุปทานโลหิต มีวัตถุประสงค์เพื่อ

1. เพื่อพัฒนาระบบการร้องขอและเบิกจ่ายโลหิต ตามบริบทของตัวแบบห่วงโซ่อุปทานโลหิตที่เหมาะสม และวัดระยะเวลาตอบสนองในการค้นหาโลหิต ด้วยวิธีการจำลองสถานการณ์
2. เพื่อค้นหาตัวแบบการพยากรณ์อุปสงค์ที่เหมาะสม โดยการศึกษาถึงข้อมูลในอดีต เพื่อใช้เลือกตัวแบบการพยากรณ์อุปสงค์ที่สอดคล้อง และทดสอบด้วยวิธีการเฉพาะของแต่ละตัวแบบ ตลอดจนประเมินความเหมาะสมด้วยการคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบ

โดยทำการศึกษาข้อมูลและปัญหาในภาคบริการโลหิตแห่งชาติที่ 5 จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งสามารถระบุปัญหาในการวิจัยตามที่กำลังไว้ในวิธีดำเนินการวิจัย และเพื่อความชัดเจนของการอภิปรายผลการวิจัย จึงได้แบ่งการอภิปรายผลการวิจัยออกเป็น 2 ส่วนเพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ คือ

1. การวัดระยะเวลาตอบสนองด้วยการจำลองสถานการณ์
2. การพยากรณ์อุปสงค์ภายในห่วงโซ่อุปทานโลหิต

4.1 การวัดระยะเวลาตอบสนองด้วยการจำลองสถานการณ์

การวัดระยะเวลาการตอบสนองด้วยการจำลองสถานการณ์นั้น อาศัยระบบเว็บในการค้นหาโลหิตเป็นแบบจำลองปัญหาในการจำลองสถานการณ์ เพื่อให้ได้มาซึ่งระยะเวลาการตอบสนองเป็นวินาทีในแต่ละรอบการจำลองสถานการณ์ และทำการจำลองสถานการณ์ไปเรื่อยๆ จนกว่าจะได้ผลลัพธ์เป็นที่น่าพอใจและเหมาะสมในการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งข้อมูลที่ได้รับการวิเคราะห์นั้น คือ ค่าเฉลี่ยโดยรวมของระยะเวลาการตอบสนองนั่นเอง

ตารางที่ 4.1 แสดงข้อมูลระยะเวลาการตอบสนองจากการจำลองสถานการณ์รอบที่ 1 ถึง 10

จำนวนรอบ	ตัวแปรและพารามิเตอร์(X_i, Y_i)	ระยะเวลาการตอบสนอง (E_n)
1	A+ = 10	0.004024
2	A+ = 10	0.003292
3	A+ = 10	0.004208
4	A+ = 10	0.004555
5	A+ = 10	0.003483
6	A+ = 10	0.003692
7	A+ = 10	0.003861
8	A+ = 10	0.004083
9	A+ = 10	0.004030
10	A+ = 10	0.003941

ตารางที่ 4.2 แสดงข้อมูลระยะเวลาการตอบสนองจากการจำลองสถานการณ์รอบที่ 11 ถึง 20

จำนวนรอบ	ตัวแปรและพารามิเตอร์(X_i, Y_i)	ระยะเวลาการตอบสนอง (E_n)
11	A+ = 10	0.004093
12	A+ = 10	0.003819
13	A+ = 10	0.004168
14	A+ = 10	0.004378
15	A+ = 10	0.003921
16	A+ = 10	0.004205
17	A+ = 10	0.003598
18	A+ = 10	0.002521
19	A+ = 10	0.003780
20	A+ = 10	0.004090
ค่าเฉลี่ย 20 รอบ		0.003887

จากข้อมูลระยะเวลาการตอบสนองในแต่ละรอบการจำลองสถานการณ์ สามารถนำมาหาค่าเฉลี่ยโดยรวม หรือ N รอบของการจำลองสถานการณ์ได้ ดังนี้

$$\begin{aligned}
 E_{20} &= (0.004024 + 0.003292 + 0.004208 + 0.004555 + 0.003483 + 0.003692 + 0.003861 + 0.004083 + \\
 &\quad 0.004030 + 0.003941 + 0.004093 + 0.003819 + 0.004168 + 0.004378 + 0.003921 + 0.004205 + \\
 &\quad 0.003598 + 0.002521 + 0.003780 + 0.004090) / 20 \\
 &= 0.077742 / 20 \\
 &= 0.003887 \text{ วินาที}
 \end{aligned}$$

และเมื่อพิจารณาจากสมการการจำลองสถานการณ์

$$E = f (X_i, Y_i)$$

โดยที่ E = ผลของการปฏิบัติการของระบบ

X_i = ตัวแปรและพารามิเตอร์ที่สามารถควบคุมได้

Y_i = ตัวแปรและพารามิเตอร์ที่ไม่สามารถควบคุมได้

f = ความสัมพันธ์ระหว่าง X_i และ Y_i ที่ทำให้เกิด E

สามารถประยุกต์ค่าเฉลี่ยรวมของการจำลองสถานการณ์ด้วยแบบจำลองปัญหาในการค้นหาโลहितได้ ดังนี้

จากสมการระยะเวลาการตอบสนอง 1 รอบ เท่ากับ

$$E = f (X_i, Y_i)$$

โดยที่ E = ระยะเวลาการตอบสนองในการค้นหาโลहित

X_i = หมูโลहित

Y_i = จำนวนโลहित

ดังนั้น สมการในการคำนวณระยะเวลาการตอบสนองเฉลี่ยรวม เท่ากับ

$$E_n = \frac{\sum_{i=1}^n (E_i + E_{i+1} + E_{i+2} + E_{i+3} + \dots + E_n)}{n}$$

โดยที่ E_n = ระยะเวลาการตอบสนองเฉลี่ยรวมในการค้นหาโลหิต

E_i = ระยะเวลาการตอบสนองในแต่ละรอบ

N = จำนวนรอบทั้งหมดในการจำลองสถานการณ์

4.2 การพยากรณ์อุปสงค์ภายในห่วงโซ่อุปทานโลหิต

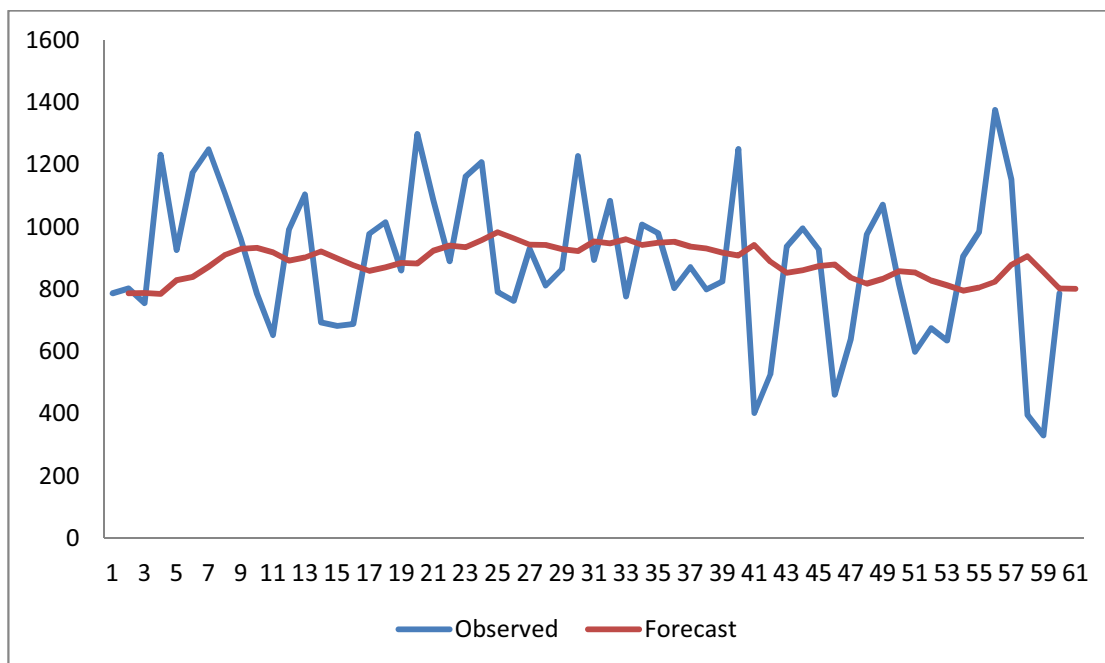
การพยากรณ์อุปสงค์ภายในห่วงโซ่อุปทานโลหิตใช้ข้อมูลอุปสงค์ในอดีตตั้งแต่ พ.ศ. 2547 ถึง 2551 เป็นข้อมูลหลักในการคำนวณและวิเคราะห์การพยากรณ์ในแต่ละวิธีการ ซึ่งหลังจากเลือกตัวแบบที่สอดคล้องกับพฤติกรรมอุปสงค์แล้วนั้น จึงทำการทดสอบตัวแบบด้วยการคำนวณในแต่ละวิธีการ และวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการคำนวณตัวแบบด้วยวิธีหาค่าความคลาดเคลื่อนด้วยวิธี MAPE ในแต่ละวิธีการพยากรณ์เพื่อเปรียบเทียบกัน

ตัวแบบพยากรณ์ที่ถูกใช้ในการวิเคราะห์คำนวณข้อมูล และการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนในการค้นหาตัวแบบที่เหมาะสม ประกอบไปด้วย 2 ตัวแบบ คือ

1. Exponential Smoothing
2. Double Exponential Smoothing

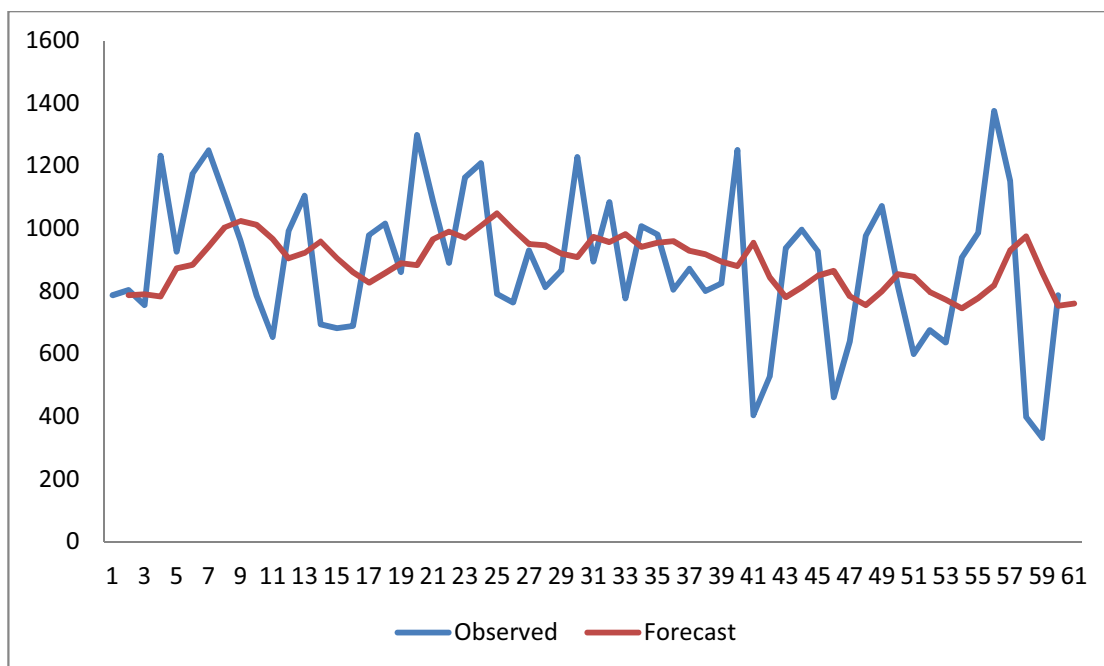
ซึ่งในส่วนแรกจะแสดงผลการวิจัยในรูปแบบกราฟเปรียบเทียบค่าของข้อมูลจริงและค่าพยากรณ์ในแต่ละคาบเวลา ที่ค่าถ่วงน้ำหนัก $\alpha = 0.1$ และ 0.2 และส่วนถัดไปนั้นเป็นการแสดงผลการวิจัยในการคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนเพื่อเปรียบเทียบกันในทั้ง 2 วิธีการ ทั้งนี้ได้แสดงตารางการคำนวณข้อมูลในแต่ละวิธีไว้ในภาคผนวก ข โดยใช้ค่าถ่วงน้ำหนักตั้งแต่ 0.1 ถึง 0.9 ในทุกวิธีการ

- วิธี Exponential Smoothing



รูปที่ 4.1 แสดงกราฟเปรียบเทียบค่าจริงและค่าพยากรณ์ด้วยวิธี Exponential Smoothing โดย $\alpha = 0.1$

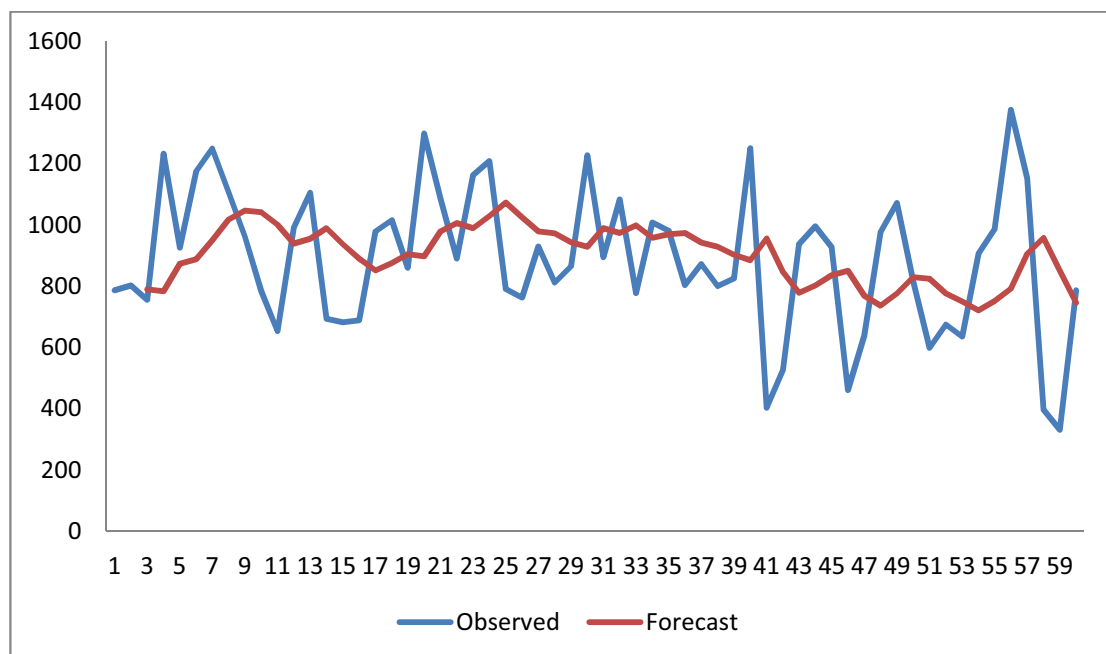
จากกราฟที่ 4.1 จะเห็นว่าค่าจริงของข้อมูลและค่าที่ได้จากการพยากรณ์มีรูปแบบเส้นกราฟในลักษณะที่แตกต่างกันในแต่ละคาบเวลา โดยที่เส้นค่าจริงของข้อมูลจะมีลักษณะปัจจัยแบบวัฏจักรอย่างชัดเจน และเส้นค่าพยากรณ์นั้นมีรูปแบบที่ถูกปรับทำให้เรียบลง ด้วยวิธี Exponential Smoothing ที่ค่าถ่วงน้ำหนัก α เท่ากับ 0.1



รูปที่ 4.2 แสดงกราฟเปรียบเทียบค่าจริงและค่าพยากรณ์ด้วยวิธี Exponential Smoothing โดย $\alpha = 0.2$

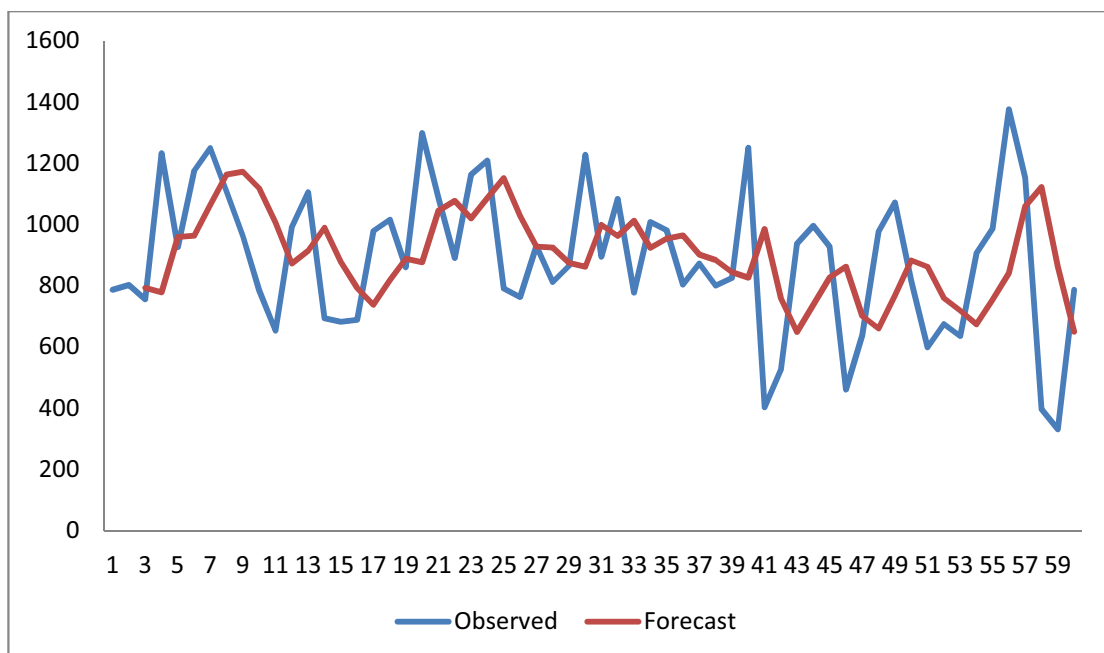
จากกราฟที่ 4.2 จะเห็นได้ว่าค่าจริงของข้อมูลและค่าที่ได้จากการพยากรณ์มีรูปแบบเส้นกราฟในลักษณะที่แตกต่างกันในแต่ละคาบเวลา โดยที่เส้นค่าจริงของข้อมูลจะมีลักษณะปัจจัยแบบวัฏจักรอย่างชัดเจน และเส้นค่าพยากรณ์นั้นมีรูปแบบที่ถูกปรับทำให้เรียบลง แต่ยังคงมีความแปรผันมากขึ้นและลดลงในแต่ละคาบเวลามากกว่า ค่าถ่วงน้ำหนัก α เท่ากับ 0.1 ด้วยวิธี Exponential Smoothing ที่ค่าถ่วงน้ำหนัก α เท่ากับ 0.2

- Double Exponential Smoothing



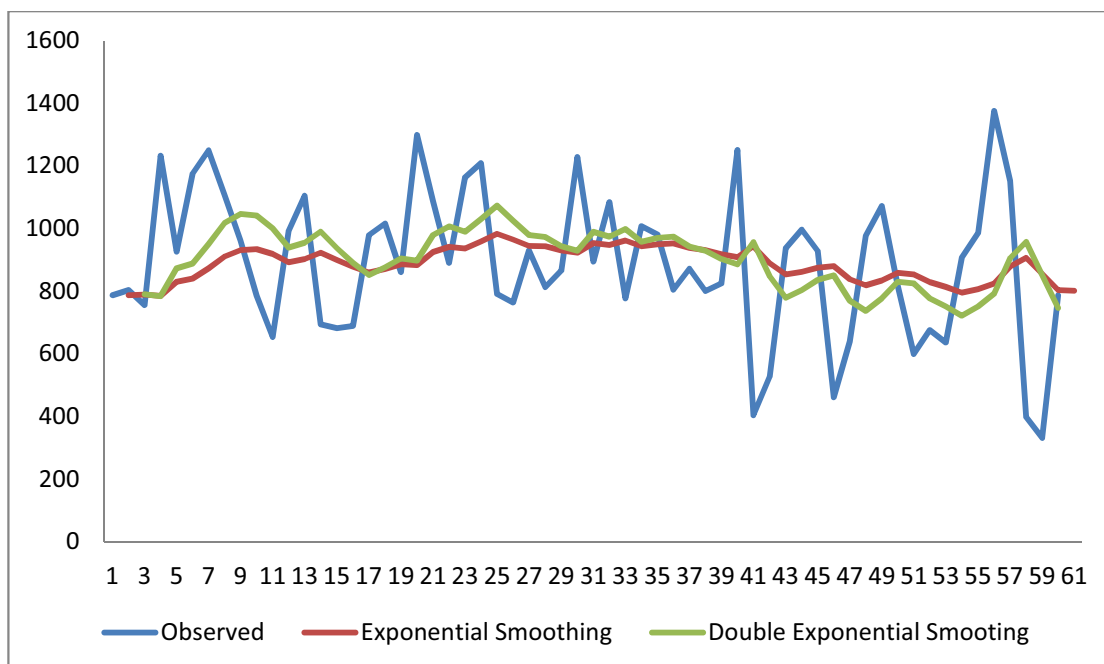
รูปที่ 4.3 แสดงกราฟเปรียบเทียบค่าจริงและค่าพยากรณ์ด้วยวิธี Double Exponential Smoothing โดย $\alpha = 0.1$ และ $\beta = 0.1$

จากกราฟที่ 4.3 จะเห็นได้ว่าค่าจริงของข้อมูลและค่าที่ได้จากการพยากรณ์มีรูปแบบเส้นกราฟในลักษณะที่แตกต่างกันในแต่ละคาบเวลา โดยที่เส้นค่าจริงของข้อมูลจะมีลักษณะปัจจัยแบบวัฏจักรอย่างชัดเจน และเส้นค่าพยากรณ์นั้นมีรูปแบบที่ถูกปรับทำให้เรียบลง แต่ยังคงมีความแปรผันมากขึ้นและลดลงในแต่ละคาบเวลา ด้วยวิธี Double Exponential Smoothing ที่ค่าถ่วงน้ำหนัก α เท่ากับ 0.1 และ $\beta = 0.1$



รูปที่ 4.4 แสดงกราฟเปรียบเทียบค่าจริงและค่าพยากรณ์ด้วยวิธี Double Exponential Smoothing โดย $\alpha = 0.2$ และ $\beta = 0.2$

จากกราฟที่ 4.4 จะเห็นได้ว่าค่าจริงของข้อมูลและค่าที่ได้จากการพยากรณ์มีรูปแบบเส้นกราฟในลักษณะที่แตกต่างกันในแต่ละคาบเวลา โดยที่เส้นค่าจริงของข้อมูลจะมีลักษณะปัจจัยแบบวัฏจักรอย่างชัดเจน และเส้นค่าพยากรณ์นั้นมีรูปแบบที่ถูกปรับทำให้เรียบลง แต่ยังคงมีความแปรผันมากขึ้นและลดลงในแต่ละคาบเวลามากกว่าค่าถ่วงน้ำหนัก α เท่ากับ 0.1 และ $\beta = 0.1$ ด้วยวิธี Double Exponential Smoothing ที่ค่าถ่วงน้ำหนัก α เท่ากับ 0.2 และ $\beta = 0.2$



รูปที่ 4.5 แสดงกราฟเปรียบเทียบค่าจริงและค่าพยากรณ์ระหว่างวิธี Exponential Smoothing และ Double Exponential Smoothing โดย $\alpha = 0.1$ และ $\beta = 0.1$

จากกราฟที่ 4.4 จะเห็นได้ว่าค่าจริงของข้อมูลและค่าที่ได้จากการพยากรณ์ด้วยวิธี Exponential Smoothing และ Double Exponential Smoothing มีรูปแบบเส้นกราฟในลักษณะที่แตกต่างกันในแต่ละคาบเวลา โดยที่เส้นค่าจริงของข้อมูลจะมีลักษณะปัจจัยแบบวัฏจักรอย่างชัดเจน และเส้นค่าพยากรณ์ของทั้ง 2 วิธีนั้นมีรูปแบบที่ถูกปรับทำให้เรียบลง แต่ยังคงมีความแปรผันมากขึ้นและลดลงในแต่ละคาบเวลา ซึ่งเส้นกราฟค่าพยากรณ์ด้วยวิธี Exponential Smoothing จะมีลักษณะราบเรียบกว่าซึ่งเส้นกราฟค่าพยากรณ์ด้วยวิธี Double Exponential Smoothing ที่ค่าถ่วงน้ำหนัก α เท่ากับ 0.1 และ $\beta = 0.1$

ทั้งนี้ เส้นค่าพยากรณ์นั้นมีรูปแบบที่เรียบลง แต่ยังคงมีความแปรผันมากขึ้นและลดลงในแต่ละคาบเวลา เนื่องมาจากในการคำนวณด้วยวิธีการ ทั้ง 2 วิธีนั้นมีการให้ความสำคัญกับค่าน้ำหนักข้อมูลที่เป็นปัจจุบันมากกว่า เพราะมีสิทธิ์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคตได้มากกว่า ตลอดจน การให้ค่าถ่วงน้ำหนักในระดับต่ำจะเป็นการถ่วงให้ข้อมูลที่อยู่ห่างจากช่วงพยากรณ์มีน้ำหนักมากกว่า

ค่าถ่วงน้ำหนักที่มีค่าสูง ดังนั้น ค่าถ่วงน้ำหนักที่มีค่าต่ำใกล้เคียง 0 จะทำให้เส้นกราฟของค่าพยากรณ์ราบเรียบเป็นเส้นตรงนั่นเอง ดังนั้น เส้นกราฟค่าพยากรณ์ของข้อมูลที่ใช้ค่าถ่วงน้ำหนัก = 0.1 ในการคำนวณ จึงมีความราบเรียบมากกว่า เส้นกราฟค่าพยากรณ์ของข้อมูลที่ใช้ค่าถ่วงน้ำหนัก = 0.2 ในการคำนวณ ด้วยวิธีการ Exponential Smoothing และ Double Exponential Smoothing

การเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนของวิธีการพยากรณ์

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าความคลาดเคลื่อน MAPE ของวิธี Exponential Smoothing

วิธีการ พยากรณ์	ค่าถ่วงน้ำหนัก (α)								
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
Exponential Smoothing	26.1492	26.7154	27.0489	27.3322	27.5097	27.5914	27.7296	27.7940	27.9442

จากตารางที่ 4.3 จะเห็นได้ว่าค่าความคลาดเคลื่อน MAPE มีค่าที่แตกต่างกัน โดย ค่าถ่วงน้ำหนัก 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8 และ 0.9 นั้นมีค่า MAPE เท่ากับ 26.1492, 26.7154, 27.0489, 27.3322, 27.5097, 27.5914, 27.7296, 27.7940 และ 27.9442 ตามลำดับ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกันแล้วนั้น ค่า MAPE ที่ต่ำที่สุดคือ 26.1492 ที่ค่าถ่วงน้ำหนัก $\alpha = 0.1$

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าความคลาดเคลื่อน MAPE ของวิธี Double Exponential Smoothing

วิธีการพยากรณ์	ค่าถ่วงน้ำหนัก (α, β)								
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
Double Exponential Smoothing	27.4961	28.4952	29.7395	30.8253	31.9274	33.2021	36.4716	40.3064	43.8367

จากตารางที่ 4.4 จะเห็นได้ว่าค่าความคลาดเคลื่อน MAPE มีค่าที่แตกต่างกัน โดย ค่าถ่วงน้ำหนัก 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8 และ 0.9 นั้นมีค่า MAPE เท่ากับ 27.4961, 28.4952, 29.7395, 30.8253, 31.9274, 33.2021, 36.4716, 27.7940 และ 43.8367 ตามลำดับ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกันแล้วนั้น ค่า MAPE ที่ต่ำที่สุดคือ 27.4961 ที่ค่าถ่วงน้ำหนัก $\alpha = 0.1$ และ $\beta = 0.1$

ทั้งนี้เมื่อพิจารณาตามค่าถ่วงน้ำหนักในแต่ละค่าของทุกวิธีพยากรณ์ในงานวิจัยนี้แล้วนั้นปรากฏว่า ค่า MAPE ของวิธี Exponential Smoothing มีค่าต่ำกว่าค่า MAPE ของวิธี Double Exponential Smoothing ในทุกๆ ค่าถ่วงน้ำหนักตั้ง 0.1 ถึง 0.9 และเมื่อพิจารณาถึงค่า MAPE ในแต่ละค่าถ่วงน้ำหนักของเฉพาะวิธี Exponential Smoothing พบว่าค่า MAPE ที่ต่ำที่สุด เท่ากับ 26.1492 ที่ค่าถ่วงน้ำหนัก $\alpha = 0.1$

ดังนั้นจากการวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนของการพยากรณ์ดังกล่าว จึงพอที่จะสรุปได้ว่าวิธีการ Exponential Smoothing โดยใช้ค่าถ่วงน้ำหนัก $\alpha = 0.1$ ซึ่งให้ค่า MAPE เท่ากับ 26.1492 เป็นวิธีการที่เหมาะสมที่สุดจากทั้ง 2 วิธี ในการใช้พยากรณ์อุปสงค์ของโลหิตภายในภาคบริการโลหิตแห่งชาติที่ 5 จังหวัดนครราชสีมา

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ในบทนี้เป็นการสรุปผลการวิจัย ข้อจำกัดในงานวิจัย ตลอดจนข้อเสนอแนะในงานวิจัยดังต่อไปนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 การพัฒนาระบบเว็บเพื่อวัดระยะเวลาการตอบสนองและพยากรณ์อุปสงค์ภายในห่วงโซ่อุปทานโลหิต มีวัตถุประสงค์เพื่อ

- เพื่อพัฒนาระบบการร้องขอและเบิกจ่ายโลหิต ตามบริบทของตัวแบบห่วงโซ่อุปทานโลหิตที่เหมาะสม และวัดระยะเวลาตอบสนองในการค้นหาโลหิต ด้วยวิธีการจำลองสถานการณ์

- เพื่อค้นหาตัวแบบการพยากรณ์อุปสงค์ที่เหมาะสม โดยการศึกษาถึงข้อมูลในอดีต เพื่อใช้เลือกตัวแบบการพยากรณ์อุปสงค์ที่สอดคล้อง และทดสอบด้วยวิธีการเฉพาะของแต่ละตัวแบบ ตลอดจนประเมินความเหมาะสมด้วยการคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบ

5.1.2 การพัฒนาระบบเว็บเพื่อวัดระยะเวลาการตอบสนองนั้น ประกอบไปด้วยกิจกรรมหลักระหว่างภาคบริการโลหิตแห่งชาติที่ 5 และโรงพยาบาลเครือข่าย คือ

- การอัปเดตโลหิตคงคลัง
- การร้องขอโลหิต
- การค้นหาโลหิต

โดยมุ่งเน้นการประมวลผลในการค้นหาโลหิตภายในห่วงโซ่อุปทานเพื่อให้บุคลากรสามารถใช้สารสนเทศดังกล่าวช่วยเหลือและสนับสนุนการตัดสินใจในการร้องขอโลหิตและเบิกจ่ายโลหิตได้อย่างเหมาะสมมากยิ่งขึ้น

5.1.3 ในการจำลองสถานการณ์เพื่อวัดระยะเวลาการตอบสนองนั้น ใช้เว็บเพจในการประมวลผลการค้นหาโลหิตเป็นตัวแทนปัญหาคอมพิวเตอร์ เพื่อวัดระยะเวลาตอบสนองในแต่ละ

รอบการจำลองสถานการณ์ ตลอดจนคำนวณค่าเฉลี่ยโดยรวมของการจำลองสถานการณ์ทั้งหมด เพื่อกำหนดสมการทางคณิตศาสตร์ในการวัดระยะเวลาการตอบสนองดังกล่าว

5.1.4 ระยะเวลาการตอบสนองเฉลี่ยโดยรวมในการค้นหาโลหิตของระบบ ซึ่งได้จากการจำลองสถานการณ์ทั้งหมด 20 รอบ มีค่าเท่ากับ .003887 วินาที

ระยะเวลาการตอบสนอง 1 รอบการจำลองสถานการณ์ มีสมการคือ $E = f(X_i, Y_i)$ ซึ่งสามารถประยุกต์เป็นสมการคณิตศาสตร์ในการคำนวณค่าเฉลี่ยโดยรวมของการจำลองสถานการณ์ทั้งหมดได้ ดังนี้

$$E_n = \frac{\sum_{i=1}^n (E_i + E_{i+1} + E_{i+2} + E_{i+3} + \dots + E_n)}{n}$$

โดยที่ E_n = ระยะเวลาการตอบสนองเฉลี่ยรวมในการค้นหาโลหิต

E_i = ระยะเวลาการตอบสนองในแต่ละรอบ

N = จำนวนรอบทั้งหมดในการจำลองสถานการณ์

5.1.5 การค้นหาตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมในการพยากรณ์อุปสงค์นั้น ใช้ข้อมูลในอดีตของรายงานการเบิกจ่ายโลหิตและส่วนประภิตโลหิตของภาคบริการโลหิตแห่งชาติที่ 5 ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2547 ถึง พ.ศ. 2551 โดยมีวัตถุประสงค์ในการพยากรณ์อุปสงค์โลหิตในคาบเวลาเท่ากับ 1 เดือนถัดไป ซึ่งจากการศึกษาพฤติกรรมข้อมูลดังกล่าว พบว่า มีปัจจัยแบบสุ่มเป็นหลัก ประกอบกับปัจจัยรูปแบบวัฏจักรและฤดูกาลรองลงมา เนื่องจาก ปัจจัยทางด้านการรับบริจาคโลหิตและการถ่ายโลหิต ซึ่งเป็นปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้

5.1.6 กลุ่มตัวอย่างของตัวแบบพยากรณ์ที่เลือกมาทำการศึกษา คือ พยากรณ์แบบ Moving Average, Exponential Smoothing, Double Exponential Smoothing และ Winter's Linear and Seasonal Exponential Smoothing ซึ่งในการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ได้ทำการตัด Moving Average และ Winter's Linear and Seasonal Exponential Smoothing ออก เนื่องจาก มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับพฤติกรรมของอุปสงค์

5.1.7 ในการทดสอบการคำนวณข้อมูลในอดีตในแต่ละวิธีนั้น จะมีการให้ค่าถ่วงน้ำหนัก α และ β ตั้งแต่ 0.1 ถึง 0.9 ในการคำนวณข้อมูล

5.1.8 หลักสถิติที่นำมาทำการคำนวณในการเลือกตัวแบบที่เหมาะสมที่สุดในการพยากรณ์ ซึ่งทดสอบคำนวณในข้อมูลในอดีตชุดเดียวกัน คือ ค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ โดยใช้ค่า

เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย หรือ Mean Absolute Percentage Error (MAPE) ซึ่งตัวแบบพยากรณ์ที่ให้ค่าดังกล่าวต่ำที่สุด จะถือเป็นตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุด

5.1.9 จากการทดสอบคำนวณในแต่ละตัวแบบ วิธี Exponential Smoothing, Double มีค่า MAPE ต่ำที่สุด เท่ากับ 26.1492 ที่ค่าถ่วงน้ำหนัก $\alpha = 0.1$ และวิธี Double Exponential Smoothing มีค่า MAPE ต่ำที่สุด เท่ากับ 27.4691 ที่ค่าถ่วงน้ำหนัก α และ $\beta = 0.1$

5.1.10 สรุปได้ว่า วิธีการ Exponential Smoothing โดยใช้ค่าถ่วงน้ำหนัก $\alpha = 0.1$ ซึ่งให้ค่า MAPE เท่ากับ 26.1492 เป็นวิธีการที่เหมาะสมที่สุดจากทั้ง 2 วิธี ในการใช้พยากรณ์อุปสงค์ของโลหิตภายในภาคบริการโลหิตแห่งชาติที่ 5 จังหวัดนครราชสีมา

5.2 ข้อจำกัดในงานวิจัย

5.2.1 งานวิจัยนี้ มุ่งศึกษากระบวนการเบิกจ่ายและกระจายเฉพาะโลหิตภายในห่วงโซ่อุปทานโลหิตเท่านั้น โดยไม่เกี่ยวข้องกับกระบวนการขนส่งโลหิตและส่วนประกอบโลหิต การถ่ายโลหิตและอื่นๆ เนื่องจากการขนส่งโลหิตและการถ่ายโลหิตเป็นปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้

5.2.2 งานวิจัยนี้ ให้ความสำคัญกับการพัฒนาระบบเว็บเพื่อค้นหาโลหิตเป็นส่วนหลัก และกิจกรรมอื่น ๆ ถือเป็นระบบต้นแบบ เนื่องจาก ในการจำลองสถานการณ์เพื่อวัดระยะเวลาตอบสนองนั้น จะใช้ระบบเว็บในการค้นหาโลหิตเป็นแบบจำลองปัญหาคอมพิวเตอร์สำหรับจำลองสถานการณ์

5.2.3 ผลลัพธ์ในการค้นหาโลหิตจากการประมวลผลสามารถช่วยบุคลากรภายในภาคบริการโลหิตแห่งชาติที่ 5 และโรงพยาบาลเครือข่ายในการตัดสินใจได้ในบางส่วน ทั้งนี้ บุคลากรต้องอาศัยข้อมูลภายในคลังโลหิต และธนาคารเลือดประกอบกัน ในการตัดสินใจในการเบิกจ่ายโลหิตออกไป เนื่องจาก การเบิกจ่ายโลหิตเป็นเรื่องที่ละเอียดอ่อนและสำคัญมาก ซึ่งมีผลกระทบกับห่วงโซ่อุปทานโลหิตทั้งห่วงโซ่

5.2.4 ในการจำลองสถานการณ์เพื่อวัดระยะเวลาในการตอบสนองนั้น ทำการจำลองเพียง 20 รอบการจำลอง เพื่อให้ได้ค่าเฉลี่ยรวมของระยะเวลาตอบสนองในการค้นหาเบื้องต้น ซึ่งถ้าหากมีการเพิ่มรอบการจำลองสถานการณ์มากขึ้น อาจจะทำให้ค่าเฉลี่ยรวมที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงก็ได้ ซึ่งความผันแปรดังกล่าวมีผลมาจากสภาพแวดล้อมในการจำลองสถานการณ์ซึ่งต้องอาศัยระบบอินเทอร์เน็ต ตลอดจนความสามารถของคอมพิวเตอร์ที่ส่งผลกระทบต่อกรจำลองสถานการณ์เช่นเดียวกัน

5.2.5 ผลลัพธ์ในการคำนวณการพยากรณ์ในตัวอย่างที่เหมาะสมที่สุดที่ได้จากงานวิจัยนี้อาจจะสามารถช่วยเหลือบุคลากรภายในภาคบริการโลหิตในการตัดสินใจในการจัดหาโลหิตในคาบเวลาถัดไปได้เพียงส่วนหนึ่งเท่านั้น เนื่องจาก ต้องอาศัยความสามารถและประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญประกอบกันด้วย ไม่สามารถใช้ค่าที่ได้จากพยากรณ์ได้อย่างทันที เพราะในความเป็นจริงเมื่อปัจจัยสภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไป จะส่งผลกระทบต่อพฤติกรรมอุปสงค์โลหิตในคาบเวลาถัดไปอย่างควบคุมไม่ได้

5.3 ข้อเสนอแนะ

การพัฒนาระบบเว็บเพื่อวัดระยะเวลาตอบสนองและพยากรณ์อุปสงค์ภายในห่วงโซ่อุปทานโลหิต ควรได้รับการพัฒนาต่อในส่วนของระบบเว็บต้นแบบนอกเหนือไปจากการประมวลผลในการค้นหาโลหิต เพื่อให้สามารถทดลองใช้จริงภายในภาคบริการโลหิตแห่งชาติที่ 5 จังหวัดนครราชสีมาได้ ตลอดจนในการจำลองสถานการณ์เพื่อวัดระยะเวลาตอบสนองนั้น ควรมีการจำลองสถานการณ์ในจำนวนรอบที่เพิ่มขึ้น และใช้ชุดข้อมูลในแบบจำลองปัญหาที่แตกต่างออกไปเพื่อให้สามารถเห็นภาพได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้นทั้งด้านระยะเวลาการตอบสนองเฉลี่ยรวม และผลการค้นหาโลหิตในแต่ละเงื่อนไข ยิ่งไปกว่านั้น ควรมีการทดสอบการพยากรณ์อุปสงค์ในวิธี Exponential Smoothing ในข้อมูลในอดีตชุดเดิม แต่ปรับเปลี่ยนค่าถ่วงน้ำหนักให้เหมาะสมและสอดคล้องกับเส้นกราฟในการพยากรณ์เพื่อปรับค่าในการคำนวณพยากรณ์ให้เหมาะสมในการพยากรณ์ข้อมูลในคาบเวลาถัดไปมากยิ่งขึ้น

รายการอ้างอิง

- คมสันต์ พิทยาภรณ์. (2548). ระบบสารสนเทศโรงพยาบาลในส่วนธนาคารเลือดและการรับบริจาคโลหิต. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ธิดารัตน์ จันทวี. (2539). การพยากรณ์ความต้องการใช้ไฟฟ้าเพื่อการวางแผนการผลิตไฟฟ้าระยะสั้น. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นวลพรรณ มีนาทุ่ง. (2542). การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกอุตสาหกรรมสิ่งทอของไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิรพร หมุนสนธิ. (2551). พื้นฐานการโปรแกรมบนเว็บ. กรุงเทพมหานคร : เคทีพี คอมพ์ แอนด์ คอนซัลท์.
- มนฤดี เกิดสมบุญ. (2542). การพยากรณ์ผลผลิตและราคาสินค้าเกษตร. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รุ่งรัตน์ ภิธัชเพ็ญ. (2550). คู่มือการสร้างแบบจำลองด้วยโปรแกรม Arena. กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- รัศมี หนานสายออ. (2542). การพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือเพื่อวางแผนการเพาะปลูกพืช. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศิริ ภู่งษ์วัฒนา. (2549). การจัดการช่องทางการตลาด. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แสงดาว.
- สมรักษ์ รักษาทรัพย์. (2541). วัฏจักรธุรกิจและการพยากรณ์ทางเศรษฐศาสตร์. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- สุมิตรา เรื่องพิระกุล. (2540). หลักสถิติเพื่อการพยากรณ์. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

สิริลักษณ์ รัตนผ่องใส. (2545). **แบบจำลองธนาคารเลือดบนอินเทอร์เน็ต**. วิทยานิพนธ์
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยมหิดล.

สาธิต พะเนียงทอง. (2548). **การจัดการโซ่อุปทานเชิงกลยุทธ์**. กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดดูเคชั่น

สายัณห์ จันทวิภาสวงศ์. (2549). **กลยุทธ์ Logistic รุก-รับ FTA**. กรุงเทพมหานคร : ด้านอุตสาหกรรม
การพิมพ์.

Auramo, J., et al. (2005, June). The roles of information technology in supply chain
management. **In Proceedings of the 17th Annual Conference of the Nordic Logistics
Research Network(NOFOMA)**. Copenhagen, Denmark.

Beamon, B. M. (1999). Measuring supply chain performance. **International Journal of
Operations & Production Management**. 19 (3): 275-292.

Blaya, J.A., Shin, S.S., Yagui, M.J., Yale, G., Suarez, C.Z., Asencios, L.L., Cegielski, J.P., and
Fraser, H.S. (2007). A web-based laboratory information system to improve quality of
care of tuberculosis patients in Peru: functional requirements, implementation and usage
statistics. **BMC Medical Informatics and Decision Making**. 7 (1) : 33

Brataas, G., Hughes, P. H., and Solvberg, A. (1998). Framework for performance engineering of
workflows: a blood bank case study. **System Sciences, 1998., Proceedings of the
Thirty-First Hawaii International Conference on**(Vol.1, pp.230-239). Kohala Coast,
HI, USA.

Buxmann, P., Ahsen, A. V., and Diaz, L .M. (2008). Economic evaluation of cooperation
scenarios in supply. **Journal of Enterprise Information Management**. 21 (3): 247-
262.

Catt, P. M., Barbour, R. H., and Robb, D. J. (2008). Assessing forecast model performance in an
ERP environment. **Industrial Management & Data Systems**. 108 (5): 677-697.

- Chan, F. T. S., Tang, N. K. H., Lau, H. C. W., and Ip, R. W. L. (2001). A simulation approach in supply chain management. **Integrated Manufacturing Systems**. 13 (2): 117-122.
- Cohen, M. A., and Pierskalla, W.P. (n.d.). Simulation of blood bank systems. **Simuletter**. (pp 14-18).
- Forslund, H., and Jonsson, P. (2007). The impact of forecast information quality on supply chain performance. **International Journal of Operations & Production Management**. 27 (1): 90-107.
- Fraser, H.S.F., Jazayeri, D., Nevil, P., Karacaoglu, Y., Farmer, P.E. , Lyon, E., Fawzi, M.K.C.S. , Leandre, F., Choi, S.S., and Mukherjee, S.S. (2004). An information system and medical record to support HIV treatment in rural Haiti. **BMJ(British Medical Journal)**. 329 : 1142-1146.
- Gupta, O., Priyadarshini, K., Massoud, S., and Agrawal, S. K. (2004). Enterprise resource planning: a case of blood bank. **Industrial Management & Data Systems**. 104 (7): 589-603.
- Helms, M. M., Ettkin, L. P., and Chapman, S. (2000). Supply chain forecasting collaborative forecasting supports supply chain management. **Business Process Management Journal**. 6 (5): 392-407.
- Holmstrom, J., Framling, K., Kaipia, R., and Saranen, J. (2002). Collaborative planning forecasting and replenishment: new solutions needed for mass collaboration. **Supply Chain Management: an International Journal**. 7 (3): 136-145.
- Kaipia, R., and Hartiala, H. (2006). Information-sharing in supply chains: five proposals on how to proceed. **The International Journal of Logistics Management**. (17) 3: 377-393.
- Lam, C. Y., Chan, S. L., Ip, W. H. and Lau, C. W. (2008). Collaborative supply chain network using embedded genetic algorithms. **Industrial Management & Data Systems**. 108 (8): 1101-1110.

- Lau, J. S. K., Huang, G. Q., and Mak, K. L. (2002). Web-based simulation portal for investigating impacts of sharing production information on supply chain dynamics from the perspective of inventory allocation. **Integrated Manufacturing Systems**. 13 (5): 345-358.
- Mason-Jones, R., and Towill, D. R. (1997). Information enrichment designing the supply chain for competitive advantage. **Supply Chain Management**. 2 (4): 137-148.
- McCarthy, T. M., and Golicic, S. L. (2001). Implementing collaborative forecasting to improve supply chain performance. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**. 32 (6): 431-454.
- Mohamed, S. (2003). Web-based Technology in support of construction supply chain networks. **Work Study**. 52 (1) 2003 : 13-19.
- Mustafee, N., Taylor, S. J. E., Katsaliaki, K., and Brailsford, S. (2006). Distributed simulation with Cots simulation packages: a case study in health care supply chain simulation. In L. F. Perrone, F. P. Wieland, J. Liu, B. G. Lawson, D. M. Nicol, and R.M. Fujimoto (eds.). In **Proceedings of the 2006 Winter Simulation Conference**. (pp 1136-1142).
- Ng, W. K., Piplani, R., and Viswanathan, S. (2002). Simulation workbench for analysing multi-echelon supply chains. **Integrated Manufacturing Systems**. 14 (5): 449-457.
- Paik, S-K., and Bagchi, P. K. (2007). Understanding the causes of the bullwhip effect in a supply chain. **International Journal of Retail & Distribution Management**. 35 (4): 308-324.
- Pawlak, M., and Malyszek, E. (2007). A local collaboration as the most successful co-ordination scenario in the supply chain. **Industrial Management & Data Systems**. 108 (1): 22-42.
- Peterson, E. L. (1969). Technology involved in whole blood inventory control. **Proceedings of the IEEE**. 57 (11): 2036-2038.

- Poler, R., Hernandez, J. G., Mula, J., and Lario, F. C. (2008). Collaborative forecasting in networked manufacturing enterprises. **Journal of Manufacturing Technology Management.** 19 (4): 514-528.
- Rahman, Z. (2004). Use of Internet in supply chain management a study of Indian companies. **Industrial Management & Data Systems.** 104 (1): 31-41.
- Rytila, J. S., and Spens, K. M. (2006). Using simulation to increase efficiency in blood supply chains. **Management Research News.** 29 (12): 801-819.
- Sahay, B. S. (2003). Supply chain collaboration the key to value creation. **Work Study.** 52 (2): 76-83.
- Sanchez, S. M., Ferrin, D. M., Ogazaon, T., Sepulveda, J. A., and Ward, T. J. (1999). Emerging issues in healthcare simulation. In J. A. Joines, R. R. Barton, K. Kang, and P. A. Fishwick (eds.). In **Proceedings of the 2000 Winter Simulation Conference.** (pp 1999-2003).
- Sheperd, C., and Gunter. (2006). Measuring supply chain performance: current research and future directions. **International Journal of Productivity and Performance Management.** 55 (3/4): 242-258.
- Simatupang, T. M., and Sridharan, R. (2004a). A benchmarking scheme for supply chain collaboration. **Benchmarking: an International Journal.** 11 (1): 9-30.
- Simatupang, T. M., and Sridharan, R. (2004b). Benchmarking supply chain collaboration An empirical study. **Benchmarking: an International Journal.** 11 (5): 484-503.
- Simatupang, T. M., and Sridharan, R. (2005). An integrative framework for supply chain collaboration. **The International of Logistics Management.** 16 (2): 257- 274.
- Singh, R., Bhagava, P., and Kain, S. (2007, October-December). Smart Phones to the rescue The virtual blood bank project. **Pervasive Computing.** 86-89.

- Smaros, J., Lehtonen, J-M., Appelqvist, P., and Holmstrom, J. (2003). The impact of increasing demand visibility on production and inventory control efficiency. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**. 33 (4): 336-354.
- Thomas, S. , Osuntogun, A., Pitman, J., Mulenga, B., and Vempala, S. (2009). Design and Deployment of a Blood Safety Monitoring Tool. **In Proceedings of the 3rd International Conference on Information and Communication Technologies and Development(ICTD)**. Doha, Qatar.
- Thron, T., Nagy, G., and Wassan, N. (2007). Evaluating alternative supply chain structures for perishable products. **The International Journal of Logistics Management**. 18 (3): 364-384.
- Towill, D. R. (1996). Time compression and supply chain management - a guided tour. **Logistics Information Management**. 9 (6): 41-53.
- Verma, A. K. (2006). Improving agility of supply chains using base stock model and computer based simulations. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**. 36 (6): 445-454.
- Zhao, X., Xie, J., and Zhang, W. J. (2002). The impact of information sharing and ordering coordination on supply chain performance. **Supply Chain Management: an International Journal**. 7 (1): 24-40.

ภาคผนวก ก

บทความวิจัยที่นำเสนอในการประชุมวิชาการ

7th International Conference on Information Technology (ITNG2010)

12 – 14 April, Las Vegas, Nevada, USA

The Development of Web-based System for Blood Requisition within Blood Supply Chain

Wijai Boonyanusith

School of Information Technology,
Suranaree University of Technology,
Nakhon Ratchasima 30000 THAILAND
e-mail: m5020072@g.sut.ac.th

Phongchai Jittamai

School of Industrial Engineering,
Suranaree University of Technology,
Nakhon Ratchasima 30000 THAILAND
e-mail: jittamai@sut.ac.th

Abstract—Blood bank has a major task to collect blood from donors, monitor blood quality and supply, and distribute blood and blood components to hospitals within the network. Blood distribution is an important activity within this blood supply chain. If the blood bank is able to deliver blood supply to its respective demand in a timely manner, patients' lives will be saved. Nowadays, many regional blood banks in Thailand confront with ineffective communication channel and insufficient information to fulfill its obligation. Thus, this leads to an inaccurate blood distribution and a waste of time, which can be harmful to patients with critical conditions. It is our goal to develop a web-based system to manage blood requisition within the blood supply chain. The system was designed to cope with this problem. The main objective is to improve the efficiency of data communication within the supply chain to reduce response time for each blood demand request. We also focused on managing blood inventory at each blood bank effectively. The results have shown that the proposed system helps enhancing the communication among blood partners within the supply chain network. The blood bank staffs are able to fulfill blood demand request in a timely manner.

Keywords—blood bags; local hospitals; regional blood bank; requisition; web-based system

I. INTRODUCTION

Blood is an important resource in the medical activities. The need of blood usage is caused by various kinds of illness, which is uncontrollable. Blood supply is generally gathered from voluntarily donors. Blood cannot be appraised in term of cost, has a limited shelf-life, which must be utilized in a relatively short period. Consequently, blood is known to be an important medical supply which must be managed well to minimize loss. Typically, the unit that administers and manages the requisition and distribution of blood is called the "blood bank".

In Thailand, the National Blood Center of Thai Red Cross Society is responsible for blood collection and distribution to hospitals within the network nationwide. Nowadays, the National Blood Center requires blood at approximately 1,500 units per day, which consists of 400, 400, 600, and 100 units of blood groups A, B, O, and AB, respectively. However, the National Blood Center cannot distribute enough blood to hospitals across the country because of inadequate blood supply. Due to short-life of blood, the National Blood Center of Thai Red Cross Society had established the Regional Blood Center in major provinces of Thailand to decentralize blood acquisition and distribution services in order to meet the rising demand from various regions of the country.

The Regional Blood Center was first established in 1996. Currently, there are 12 Regional Blood Centers nationwide. Its duty is to audit blood quality, acquire blood from donors and distribute blood to hospitals in each center's service area. The other important task of each Regional Blood Center is to match patient demands for blood from hospitals in the area to blood supply in the regional blood bank. Therefore, an efficient management of blood flow among the donors, blood bank center, hospitals, and patients are important to save patients' lives. This concept of this study is synonymous to the basic concept of blood supply chain management.

Blood bank plays the most important role in the blood supply chain. Its major responsibility is to supply blood to meet the rising demand from hospitals effectively. The distribution of blood in the right amount at the right time to the right destination is a key to an efficient management of blood supply chain. Furthermore, information flow among partners in blood supply chain is an important activity that enhances an effective

operation of blood distribution. Good communication can prevent errors in managing this supply chain. Blood requisition is an activity in the blood distribution process that any hospital in the network places a blood demand request to the blood bank. The appropriate communication channel as well as precise information can strongly help the blood bank to match supply in stock to each demand request. Thus, it helps reducing wait time for supply-demand matching and patients are able to access to the needed blood faster. Currently, the task to match blood supply and demand in National Blood Centers depends solely on the decision of blood bank staffs without much help from information technology. It is our objective to develop a model to represent blood requisition from the blood bank with a logical decision-making tool to manage blood supply and demand matching in order to minimize response time. Therefore, the requisition within the blood bank network needs a system with an appropriate communication channel, essential information and effective decision-making tool that links all supply and demand within the blood supply chain.

II. LITERATURE REVIEW AND RELATED WORKS

Information technology plays a critical role in the success of the organization. The development of the ability to share information within the supply chain was very important [1][4][12]. Incorporating information technology in supply chain management can be categorized into 3 main activities; (i) to process transactions, (ii) to plan and collaborate within the supply chain, and (iii) to track orders and shipments [6]. The ability to manage information and demand that occur within the supply chain using information technology helps reducing the operating costs [9], increasing the level of customer service [13], and creating value added to the organization [2]. Internet and web-based information system are key factors to support information sharing within the supply chain, which caused the supply chain to be more dynamic [8]. They also allowed business to function at a faster pace with a moderate cost through electronic communications. Moreover, the advantage of the internet and web-based system enables small and medium enterprises to gain benefit from communications and transactions in real time. This enhances an accurate management information flow within the supply chain [3]. However, the integration of information technology should be consistent with the context of

operations as well as policies and limitations of each organization.

Currently, there is further development of information systems for the medical and health benefits. Despite the difference in the scope of the problem and the objectives, most communication channels, data tracking tools, information processing, as well as decision support system in medical operations are in the form of web-based systems. The web-based system can support data communications to numerous medical centers in remote locations with reduced times [10], e.g., patient data transmission between departments in the hospital via web-based system, using web-based system to manage blood donor database. Moreover, web-based system is used as tools in some specific activities, such as in the development of appropriate time and quality of laboratory report in the detection of tuberculosis in Peru [7], to store medical records in order to track patient information on HIV treatment in Haiti [5], and in providing, monitoring, filtering, and distribution of blood to prevent the spread of HIV infected blood bags, which was conducted in 14 countries in the Africa and the Caribbean [11].

In Thailand, there has been a development of information systems to support blood banks operations, particularly in the blood donation unit. There was a prototype development for managing the blood bank system on the internet. However, the work in developing this prototype was focused mainly on blood procurement, blood monitoring and filtering, and donor data storing. There is no evidence of system development to support blood requisition in Thailand. It is our intention to study the framework on the issue of blood requisition and blood distribution between the regional blood bank and hospitals in the network. This work took the advantage of internet technology, web-based system, and database, as well as an integration of the supply chain management concept in the development of web-based system for requisition within the blood supply chain of regional blood bank in Thailand.

III. METHODOLOGY

A. Problem Study

The Regional Blood Center V, Nakhon Ratchasima province, is one of 12 regional blood centers in Thailand. It serves 6 lower northeastern provinces of Thailand, which are Nakhon Ratchasima, Buri Ram, Surin, Si Sa Ket,

Chaiyaphum, and Maha Sarakham. Blood bank is the major department of this regional blood center, which is responsible for every blood service operation for all hospitals in the network. We selected the requisition and distribution process of blood bags between this regional blood center and hospitals in the network in our study. Historical data show that there has been a high volume of operations related to data communications and blood bags distribution in Muang District, Nakhon Ratchasima. Therefore, we have focused this study mainly in Nakhon Ratchasima province.

Problems in blood requisition and distribution caused from ineffective data communication between hospitals in the network and their respective blood bank. In the current practice, blood bank staffs rely on document and phone calls to carry blood demand request tasks. Once the request is submitted to the blood bank, staff checks for blood availability at the bank. If there is no available blood supply at the blood bank to match demand, staff needs to make phone calls to each hospital in the network. This process usually takes about 5 minutes for each call to each hospital. There is no system that put together all relevant blood information that blood bank staff can access and obtain essential information in timely manner. This may contribute to delays and mistakes that can strongly affect the flexibility of blood supply chain due to inefficient flow of data and blood bags information.

The web-based system for blood bag requisition was designed and developed to reflect the real practice of the blood bank and hospitals in the blood supply chain network. It enhances information flow among all members within the supply chain and improves communication for making blood requisition more rapidly and accurately. Blood bank staffs are able to obtain the precise information regarding blood requests from the hospitals and make appropriate distribution. The flow of information and material within blood supply chain is shown in Fig. 1.

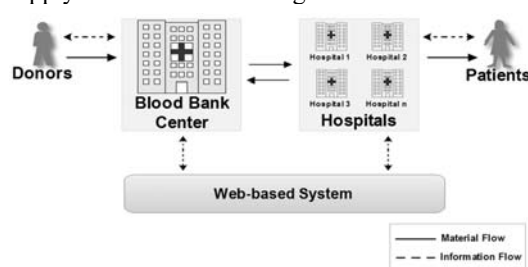


Figure 1. Blood supply chain.

B. Initial Design

The prototype system was designed by using techniques and technologies in building web applications. PHP language had been used to write the scripts of web-based and connected to database. MySQL was used to generate database to store data and stored procedures. Its function was divided into 2 main sections; blood bank and hospitals, followed by each process requirements.

Hospital network can request blood to blood bank via web use. In addition, hospitals are able to use this system to update the number of blood bags in their blood stocks and report online to blood banks. Essential data to be recorded are blood group (ABO Rh) and quantity (units) in each blood group that each hospital receives and distributes to various locations within the blood supply chain. This information is stored in the database and it allows blood bank staffs to monitor all blood bag flow within its supply chain network.

Blood bank is responsible for handling requests from hospitals. Staffs can retrieve each blood request via the web. Then, they are able to verify blood availability in blood bank stock right away. If there is blood supply in stock that matches demand staff can approve the request and immediately notify hospital that places the request.

The important step in the requisition is to search for blood in the correct group and quantity that matches demand requested. If there is no blood availability at the blood bank, staffs can search for blood from other locations in the supply chain network using the web-based system. All incoming and outgoing blood bags information will be updated in the system automatically and this system represents the real-time blood inventory information at each location. The flow process in fulfilling blood demand request is illustrated in Fig. 2.

Input data in blood search is the blood group and the quantity of blood requested. This flow process chart incorporates the concept of supply chain management to deliver right products at the right time. Algorithm for processing demand requests was designed based on two important factors; (i) the quantity of blood stocks in each hospitals, and (ii) the distance between blood bank and each hospital. In the first step, this system will search for requested blood group in the database. Then, it will sort a list of hospitals with that have blood availability in the group requested in ascending order.

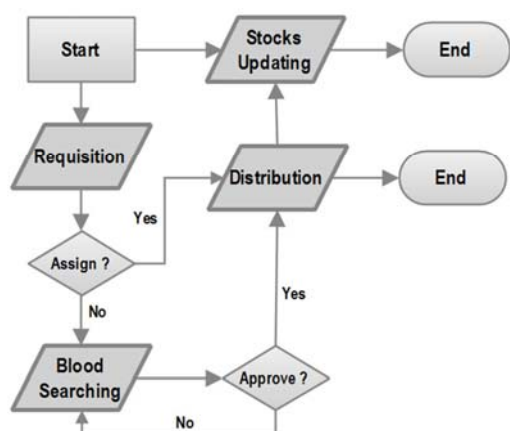


Figure 2. The flow of process in web-based system.

Next it searches for hospitals in the list that have adequate blood quantity and rearrange the list of hospitals according to the descending distance from each hospital to blood bank. Finally, the output result from this algorithm is shown indicating the list of hospitals sorted by the quantity of blood available in stocks and distance from the blood bank for use as a decision making tool in fulfilling blood requisition of the staffs. The chart of input data, processing conditions, and output result is as shown in Fig. 3.

We developed this web-based system as a decision support system for blood requisition within its blood supply chain. The user interface was designed for ease of use. Staff members who are familiar with using internet and web browser, such as submitting blood requisition request by email, are capable of using this system. If there is a request for blood requisition, the system will process all relevant data using the algorithm as illustrated in the flowchart of Fig. 2. An important factor to evaluate the performance of the system is system computation time to process and display result information. It is essential that the system provide accurate blood search result with less computation time. The output result shows a list of hospitals in the network that have available bloods to supply to the needed demand.

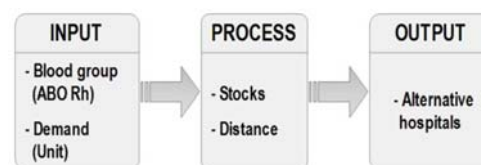


Figure 3. Input, process and output for making of a decision support tool for fulfilling blood requisition.

The output result can be shown in three different categories. The first output category displays only a single hospital that has adequate blood to supply and is nearest to the blood bank. The second category displays a list of all hospitals that have more blood supply than the demand requested in each single location. This list is sorted by the ascending order of distance from each hospital to the blood bank. The last category displays a list of all hospitals in the network, including hospitals that have both adequate and inadequate blood supply for demand requested. Distances from each hospital to the blood bank are sorted in an ascending order as well. All three output interfaces help blood bank staff members making decision more effectively. The second and the third interfaces are beneficial to the blood bank staff members to make decisions especially in a situation where there is not any one particular hospital in the network that carries enough blood supply for each demand but blood accumulation from at least two hospitals in the network is possible. Staffs are able to supervise blood supply throughout the network and make an accurate decision in a timely manner. An example of output result interface of the web-based system in blood searching is illustrated in Fig. 4. In this Figure, blood group A with Rh⁺ in the amount of 10 units is needed. The output interface shows hospitals in the network that have either adequate or inadequate blood to supply for this demand.

The output result shown in Fig. 4 can be explained as the following: the first row of the table indicated the result according to the first category; namely, the hospital that has more blood supply than the demand request and is nearest to the blood bank. It is highlighted in the darkest shade. The result shown in rows 2 to 7 are list of all hospitals in the network that have greater blood supply than the demand requested.

The screenshot shows a web application titled 'Welcome Regional Blood Centre V'. It has navigation links: Home, Stock, Blood Searching, Hospitals, and Sign Out. Below the navigation bar, there are input fields for 'Blood Group' (A, B, AB, O) and 'Rh Type' (Rh+, Rh-). A 'Quantity' field is set to 10. A 'Search' button is present. Below the search criteria, a table displays the results. The table has columns for Hospital Name, A, B, AB, O, Total, and Distance. The results are sorted by distance in ascending order. The first row is highlighted in a lighter shade, and the last three rows are highlighted in a lighter shade.

#	Hospital Name	A	B	AB	O	Total	Distance
1	Hospital 5	15	2	20	3	20	3
2	Hospital 7	12	3	25	8	15	3
3	Hospital 1	20	1	15	6	13	2
4	Hospital 3	11	0	5	1	15	0
5	Hospital 8	25	0	2	0	8	0
6	Hospital 9	11	1	4	2	10	0
7	Hospital 4	18	1	5	1	2	2
8	Hospital 10	8	1	1	3	3	2
9	Hospital 2	5	3	4	5	2	4
10	Hospital 6	7	2	3	1	4	1

Figure 4. The output interface of blood searching result.

The list is sorted in an ascending order of distance from each hospital to the blood bank. They are highlighted in a lighter shade. The last group of result is shown in rows 8 to 10 are hospitals that have inadequate blood supply to fulfill the demand. They are also listed in an ascending order of distance from each hospital to the blood bank. They are highlighted in the lightest shade.

IV. EVALUATION

A. Method Design

The evaluation of the web-based system is to assess the system response time to process from a period of receiving a requested demand to displaying the output result. A search criteria used in this study is based on the following four conditions.

- 1) Display a single hospital that carries adequate blood supply and is located and nearest to the Regional Blood Center V.
- 2) Display seven hospitals that have more blood supply than the requested demand, which is the total number of hospitals in Muang District.
- 3) Display seven hospitals that have less blood supply than the requested demand.
- 4) Display blood supply for all forty hospitals, which is the total number of hospitals in the network.

We used sets of data to test the system. For example, there is a demand submitted to request 10

units of blood group A Rh⁺. All four conditions were evaluated by the system and the result is shown in Table I.

B. Result

The web-based system conducted blood search within the blood supply chain network. The systems computed according to four conditions mentioned above. The result is shown in Table I. Computation times for each search condition are 0.36, 0.96, 1.05, and 1.63. seconds, respectively. System computation times for all four conditions are a lot less than conducting the search manually, which usually take more minutes up to an hour to find the result. Hence, it can be stated that conducting blood search using the web-based system is more efficient.

TABLE I. THE BLOOD SEARCH RESULT ACCORDING TO FOUR SEARCHING CONDITIONS AND THEIR COMPUTATION TIMES USING A WEB-BASED SYSTEM

Conditions	Quantity of hospitals as a result	Show adequate and inadequate suppliers	Usage time (seconds)
1	1	No	0.36
2	7	No	0.96
3	7	Yes	1.05
4	40	Yes	1.63

Moreover, the blood searching result follows the requirement of each searching condition. This result can be used as a decision support tool for blood bank staff to make a decision to fulfill the blood demand.

V. DISCUSSION

The result from this study suggests that the proposed web-based decision support system has an ability to fulfill blood at the faster pace compared to the current practice. The web-based system has advantages in terms of easy to access via the internet, cost-effectiveness, and take less time to process results. It allows blood bank to obtain the information accurately from within the blood supply chain. Moreover, it is an essential decision making tool for staffs to fulfill any demand request. The display of supply level and distance factors is also consistent to the policy of blood requisition in the regional blood bank. So this web-based can deal with the realities of the blood requisition problem.

An appropriate flow of information and material enhances the blood supply chain to be more flexible. Blood bank can handle the demand with the support of fast communication channel and accurate information processing. The system is designed to handle high volume of blood requisition, searching, and distribution requests that prone to be changed frequently. The design and development of user interface, algorithm, database and all system components are consistent to the actual operations of any regional blood bank, which runs under the same standard nationwide. Hence, it is our believe that the proposed system is capable to work for any other blood banks in the any Regional Blood Centers across Thailand.

ACKNOWLEDGMENT

This research is financially supported by the Thailand Research Fund (TRF).

REFERENCES

- [1] B. Knill, "Managing flow in the supply chain", *Transportation & Distribution*, Vol. 39, 1998, pp. 2-3.
- [2] B.S. Sahay, "Supply chain collaboration the key to value creation", *Work Study*, Vol. 52 No. 2, 2003, pp. 76-83.
- [3] D.C. Chou, X. Tan, and D.C. Yen, "Web technology and supply chain management", *Information Management & Computer Security*, Vol. 12 No. 4, 2004, pp. 338-349.
- [4] H.C. Sashittal, and D. Wilemon, "Integrating technology and marketing: implications for Improving customer responsiveness", *International Journal of Technology Management*, Vol. 9 No. 5, 1994, pp. 691-709.
- [5] H.S.F. Fraser, D. Jazayeri, P. Nevil, Y. Karacaoglu, P.E. Farmer, E. Lyon, M.K.C.S. Fawzi, F. Leandre, S.S. Choi, and J.S. Mukherjee, "An information system and medical record to support HIV treatment in rural Haiti", *BMJ(British Medical Journal)*, Vol. 329, 2004, pp. 1142-1146.
- [6] J. Auramo, A. Inkiläinen, J. Kauremaa, K. Kemppainen, M. Kärkkäinen, S. Laukkanen, S. Sarpola, and K. Tanskanen, "The roles of information technology in supply chain management", In *Proceedings of the 17th Annual Conference of the Nordic Logistics Research Network(NOFOMA)*, Copenhagen, Denmark, 2005.
- [7] J.A. Blaya, S.S. Shin, M.J. Yagui, G. Yale, C.Z. Suarez, L.L. Asencios, J.P. Cegielski, and H.S. Fraser, "A web-based laboratory information system to improve quality of care of tuberculosis patients in Peru: functional requirements, implementation and usage statistics", *BMC Medical Informatics and Decision Making*, Vol.7 No.1, 2007, pp. 33.
- [8] J.S.K. Lau, G.Q. Huang, and K.L. Mak, "Web-based simulation portal for investigating impacts of sharing production information on supply chain dynamics from the perspective of inventory allocation", *Integrated Manufacturing Systems*, Vol. 13 No. 5, 2002, pp. 345-358.
- [9] M. Pawlak, and E. Malyszek, "A local collaboration as the most successful co-ordination scenario in the supply chain", *Industrial Management & Data Systems*, Vol. 108 No. 1, 2007, pp. 22-42.
- [10] S. Mohamed, "Web-based Technology in support of construction supply chain networks", *Work Study*, Vol. 52 No. 1, 2003, pp. 13-19.
- [11] S. Thomas, A. Osuntogun, J. Pitman, B. Mulenga, and S. Vempala, "Design and Deployment of a Blood Safety Monitoring Tool", In *Proceedings of the 3rd International Conference on Information and Communication Technologies and Development(ICTD)*, Doha, Qatar, 2009.
- [12] T.M. Simatupang, and R. Sridharan, "An integrative framework for supply chain collaboration", *The International of Logistics Management*, Vol. 16 No. 2, 2005, pp. 2-3.
- [13] X. Zhao, J. Xie, and W. J. Zhang, "The impact of information sharing and ordering co-ordination on supply chain performance", *Supply Chain Management: an International Journal*, Vol. 7 No. 1, 2002, pp. 24-40.

ภาคผนวก ข

ชุดข้อมูลสำหรับแบบจำลองปัญหาที่ใช้ในการจำลองสถานการณ์

รอบที่ 1	
โรงพยาบาล	จำนวนโลหิต
1	15
2	12
3	19
4	16
5	13
6	10
7	13
8	11
9	15
10	17
ระยะเวลา ตอบสนอง	0.004024 วินาที

รอบที่ 2	
โรงพยาบาล	จำนวนโลหิต
1	19
2	14
3	24
4	8
5	6
6	9
7	5
8	25
9	14
10	23
ระยะเวลา ตอบสนอง	0.003292 วินาที

รอบที่ 3	
โรงพยาบาล	จำนวนโลหิต
1	3
2	1
3	21
4	5
5	21
6	16
7	5
8	0
9	17
10	16
ระยะเวลา ตอบสนอง	0.004208 วินาที

รอบที่ 4	
โรงพยาบาล	จำนวนโลหิต
1	3
2	7
3	8
4	20
5	15
6	6
7	14
8	0
9	4
10	10
ระยะเวลา ตอบสนอง	0.004555 วินาที

รอบที่ 5	
โรงพยาบาล	จำนวนโลหิต
1	26
2	22
3	14
4	7
5	7
6	8
7	0
8	1
9	14
10	24
ระยะเวลา ตอบสนอง	0.003483 วินาที

รอบที่ 6	
โรงพยาบาล	จำนวนโลหิต
1	16
2	23
3	12
4	16
5	23
6	15
7	1
8	5
9	22
10	15
ระยะเวลา ตอบสนอง	0.003692 วินาที

รอบที่ 7	
โรงพยาบาล	จำนวนโลหิต
1	6
2	2
3	14
4	9
5	20
6	2
7	4
8	18
9	16
10	4
ระยะเวลา ตอบสนอง	0.003861 วินาที

รอบที่ 8	
โรงพยาบาล	จำนวนโลหิต
1	1
2	2
3	21
4	8
5	14
6	19
7	18
8	7
9	16
10	13
ระยะเวลา ตอบสนอง	0.004083 วินาที

รอบที่ 9	
โรงพยาบาล	จำนวนโลหิต
1	13
2	18
3	16
4	3
5	13
6	11
7	3
8	8
9	3
10	7
ระยะเวลา ตอบสนอง	0.004030 วินาที

รอบที่ 10	
โรงพยาบาล	จำนวนโลหิต
1	5
2	6
3	28
4	28
5	16
6	26
7	23
8	3
9	10
10	29
ระยะเวลา ตอบสนอง	0.003941 วินาที

รอบที่ 11	
โรงพยาบาล	จำนวนโลหิต
1	25
2	20
3	3
4	25
5	25
6	22
7	6
8	5
9	13
10	11
ระยะเวลา ตอบสนอง	0.004093 วินาที

รอบที่ 12	
โรงพยาบาล	จำนวนโลหิต
1	19
2	25
3	5
4	23
5	10
6	6
7	3
8	1
9	1
10	18
ระยะเวลา ตอบสนอง	0.003819 วินาที

รอบที่ 13	
โรงพยาบาล	จำนวนโลหิต
1	15
2	15
3	10
4	19
5	14
6	5
7	21
8	0
9	2
10	11
ระยะเวลา ตอบสนอง	0.004168 วินาที

รอบที่ 14	
โรงพยาบาล	จำนวนโลหิต
1	17
2	4
3	10
4	20
5	4
6	7
7	0
8	18
9	10
10	2
ระยะเวลา ตอบสนอง	0.004378 วินาที

รอบที่ 15	
โรงพยาบาล	จำนวนโลหิต
1	6
2	3
3	17
4	12
5	1
6	0
7	27
8	25
9	25
10	7
ระยะเวลา ตอบสนอง	0.003921 วินาที

รอบที่ 16	
โรงพยาบาล	จำนวนโลหิต
1	14
2	0
3	1
4	21
5	10
6	4
7	14
8	23
9	3
10	1
ระยะเวลา ตอบสนอง	0.004205 วินาที

รอบที่ 17	
โรงพยาบาล	จำนวนโลหิต
1	14
2	8
3	13
4	6
5	8
6	10
7	9
8	9
9	5
10	20
ระยะเวลา ตอบสนอง	0.003598 วินาที

รอบที่ 18	
โรงพยาบาล	จำนวนโลหิต
1	9
2	19
3	15
4	6
5	15
6	13
7	11
8	8
9	14
10	18
ระยะเวลา ตอบสนอง	0.002521 วินาที

รอบที่ 19	
โรงพยาบาล	จำนวนโลหิต
1	2
2	16
3	8
4	7
5	0
6	15
7	16
8	8
9	11
10	6
ระยะเวลา ตอบสนอง	0.003780 วินาที

รอบที่ 20	
โรงพยาบาล	จำนวนโลหิต
1	5
2	14
3	13
4	27
5	7
6	12
7	17
8	11
9	25
10	11
ระยะเวลา ตอบสนอง	0.004090 วินาที

ภาคผนวก ค

ผลการแสดงการคำนวณการพยากรณ์ในแต่ละวิธีการ

1. วิธี MOVING AVERAGE

N=2

Year	Month	Demand	N = 2	e_t	ABS (e_t)	e_t / x_t
2547	มกราคม	787				
	กุมภาพันธ์	803				
	มีนาคม	755	795	-40	40	0.05298
	เมษายน	1233	779	454	454	0.368208
	พฤษภาคม	926	994	-68	68	0.073434
	มิถุนายน	1175	1079.5	95.5	95.5	0.081277
	กรกฎาคม	1250	1050.5	199.5	199.5	0.1596
	สิงหาคม	1108	1212.5	-104.5	104.5	0.094314
	กันยายน	962	1179	-217	217	0.225572
	ตุลาคม	785	1035	-250	250	0.318471
	พฤศจิกายน	653	873.5	-220.5	220.5	0.337672
	ธันวาคม	992	719	273	273	0.275202
2548	มกราคม	1105	822.5	282.5	282.5	0.255656
	กุมภาพันธ์	694	1048.5	-354.5	354.5	0.510807
	มีนาคม	682	899.5	-217.5	217.5	0.318915
	เมษายน	689	688	1	1	0.001451
	พฤษภาคม	979	685.5	293.5	293.5	0.299796
	มิถุนายน	1016	834	182	182	0.179134
	กรกฎาคม	860	997.5	-137.5	137.5	0.159884
	สิงหาคม	1299	938	361	361	0.277906
	กันยายน	1087	1079.5	7.5	7.5	0.0069
	ตุลาคม	890	1193	-303	303	0.340449
	พฤศจิกายน	1163	988.5	174.5	174.5	0.150043
	ธันวาคม	1209	1026.5	182.5	182.5	0.150951

Year	Month	Demand	N = 2	e_t	ABS (e_t)	e_t / x_t
2549	มกราคม	791	1186	-395	395	0.499368
	กุมภาพันธ์	763	1000	-237	237	0.310616
	มีนาคม	930	777	153	153	0.164516
	เมษายน	812	846.5	-34.5	34.5	0.042488
	พฤษภาคม	865	871	-6	6	0.006936
	มิถุนายน	1228	838.5	389.5	389.5	0.317182
	กรกฎาคม	894	1046.5	-152.5	152.5	0.170582
	สิงหาคม	1084	1061	23	23	0.021218
	กันยายน	777	989	-212	212	0.272844
	ตุลาคม	1008	930.5	77.5	77.5	0.076885
	พฤศจิกายน	981	892.5	88.5	88.5	0.090214
	ธันวาคม	804	994.5	-190.5	190.5	0.23694
2550	มกราคม	872	892.5	-20.5	20.5	0.023509
	กุมภาพันธ์	800	838	-38	38	0.0475
	มีนาคม	825	836	-11	11	0.013333
	เมษายน	1251	812.5	438.5	438.5	0.35052
	พฤษภาคม	403	1038	-635	635	1.575682
	มิถุนายน	527	827	-300	300	0.56926
	กรกฎาคม	937	465	472	472	0.503735
	สิงหาคม	996	732	264	264	0.26506
	กันยายน	928	966.5	-38.5	38.5	0.041487
	ตุลาคม	461	962	-501	501	1.086768
	พฤศจิกายน	639	694.5	-55.5	55.5	0.086854
	ธันวาคม	977	550	427	427	0.437052

Year	Month	Demand	N = 2	e_t	ABS (e_t)	e_t / x_t
2551	มกราคม	1072	808	264	264	0.246269
	กุมภาพันธ์	816	1024.5	-208.5	208.5	0.255515
	มีนาคม	599	944	-345	345	0.57596
	เมษายน	675	707.5	-32.5	32.5	0.048148
	พฤษภาคม	635	637	-2	2	0.00315
	มิถุนายน	906	655	251	251	0.277042
	กรกฎาคม	985	770.5	214.5	214.5	0.217766
	สิงหาคม	1376	945.5	430.5	430.5	0.312863
	กันยายน	1152	1180.5	-28.5	28.5	0.02474
	ตุลาคม	397	1264	-867	867	2.183879
	พฤศจิกายน	331	774.5	-443.5	443.5	1.339879
	ธันวาคม	787	364	423	423	0.537484
			559			17.87187
					MAPE	30.81356

N = 3

Year	Month	Demand	N = 3	e_t	ABS (e_t)	e_t / x_t
2547	มกราคม	787				
	กุมภาพันธ์	803				
	มีนาคม	755				
	เมษายน	1233	781.6667	451.3333	451.33333	0.366045
	พฤษภาคม	926	930.3333	-4.33333	4.3333333	0.00468
	มิถุนายน	1175	971.3333	203.6667	203.66667	0.173333
	กรกฎาคม	1250	1111.333	138.6667	138.66667	0.110933
	สิงหาคม	1108	1117	-9	9	0.008123
	กันยายน	962	1177.667	-215.667	215.66667	0.224186
	ตุลาคม	785	1106.667	-321.667	321.66667	0.409766
	พฤศจิกายน	653	951.6667	-298.667	298.66667	0.457376
	ธันวาคม	992	800	192	192	0.193548
2548	มกราคม	1105	810	295	295	0.266968
	กุมภาพันธ์	694	916.6667	-222.667	222.66667	0.320845
	มีนาคม	682	930.3333	-248.333	248.33333	0.364125
	เมษายน	689	827	-138	138	0.20029
	พฤษภาคม	979	688.3333	290.6667	290.66667	0.296902
	มิถุนายน	1016	783.3333	232.6667	232.66667	0.229003
	กรกฎาคม	860	894.6667	-34.6667	34.666667	0.04031
	สิงหาคม	1299	951.6667	347.3333	347.33333	0.267385
	กันยายน	1087	1058.333	28.66667	28.666667	0.026372
	ตุลาคม	890	1082	-192	192	0.21573
	พฤศจิกายน	1163	1092	71	71	0.061049
	ธันวาคม	1209	1046.667	162.3333	162.33333	0.134271

Year	Month	Demand	N = 3	e_t	ABS (e_t)	e_t / x_t
2549	มกราคม	791	1087.333	-296.333	296.33333	0.374631
	กุมภาพันธ์	763	1054.333	-291.333	291.33333	0.381826
	มีนาคม	930	921	9	9	0.009677
	เมษายน	812	828	-16	16	0.019704
	พฤษภาคม	865	835	30	30	0.034682
	มิถุนายน	1228	869	359	359	0.292345
	กรกฎาคม	894	968.3333	-74.3333	74.333333	0.083147
	สิงหาคม	1084	995.6667	88.3333	88.333333	0.081488
	กันยายน	777	1068.667	-291.667	291.66667	0.375375
	ตุลาคม	1008	918.3333	89.66667	89.666667	0.088955
	พฤศจิกายน	981	956.3333	24.66667	24.666667	0.025144
	ธันวาคม	804	922	-118	118	0.146766
2550	มกราคม	872	931	-59	59	0.067661
	กุมภาพันธ์	800	885.6667	-85.6667	85.666667	0.107083
	มีนาคม	825	825.3333	-0.33333	0.3333333	0.000404
	เมษายน	1251	832.3333	418.6667	418.66667	0.334666
	พฤษภาคม	403	958.6667	-555.667	555.66667	1.378825
	มิถุนายน	527	826.3333	-299.333	299.33333	0.567995
	กรกฎาคม	937	727	210	210	0.22412
	สิงหาคม	996	622.3333	373.6667	373.66667	0.375167
	กันยายน	928	820	108	108	0.116379
	ตุลาคม	461	953.6667	-492.667	492.66667	1.068691
	พฤศจิกายน	639	795	-156	156	0.244131
	ธันวาคม	977	676	301	301	0.308086

Year	Month	Demand	N = 3	e_t	ABS (e_t)	e_t / x_t
2551	มกราคม	1072	692.3333	379.6667	379.66667	0.354167
	กุมภาพันธ์	816	896	-80	80	0.098039
	มีนาคม	599	955	-356	356	0.594324
	เมษายน	675	829	-154	154	0.228148
	พฤษภาคม	635	696.6667	-61.6667	61.666667	0.097113
	มิถุนายน	906	636.3333	269.6667	269.66667	0.297645
	กรกฎาคม	985	738.6667	246.3333	246.33333	0.250085
	สิงหาคม	1376	842	534	534	0.388081
	กันยายน	1152	1089	63	63	0.054688
	ตุลาคม	397	1171	-774	774	1.949622
	พฤศจิกายน	331	975	-644	644	1.945619
	ธันวาคม	787	626.6667	160.3333	160.33333	0.203727
			505			17.53945
		MAPE				30.77097

N = 4

Year	Month	Demand	N = 3	e_t	ABS (e_t)	e_t / x_t
2547	มกราคม	787				
	กุมภาพันธ์	803				
	มีนาคม	755				
	เมษายน	1233				
	พฤษภาคม	926	894.5	31.5	31.5	0.034017
	มิถุนายน	1175	929.25	245.75	245.75	0.209149
	กรกฎาคม	1250	1022.25	227.75	227.75	0.1822
	สิงหาคม	1108	1146	-38	38	0.034296
	กันยายน	962	1114.75	-152.75	152.75	0.158784
	ตุลาคม	785	1123.75	-338.75	338.75	0.431529
	พฤศจิกายน	653	1026.25	-373.25	373.25	0.571593
	ธันวาคม	992	877	115	115	0.115927
2548	มกราคม	1105	848	257	257	0.232579
	กุมภาพันธ์	694	883.75	-189.75	189.75	0.273415
	มีนาคม	682	861	-179	179	0.262463
	เมษายน	689	868.25	-179.25	179.25	0.26016
	พฤษภาคม	979	792.5	186.5	186.5	0.190501
	มิถุนายน	1016	761	255	255	0.250984
	กรกฎาคม	860	841.5	18.5	18.5	0.021512
	สิงหาคม	1299	886	413	413	0.317937
	กันยายน	1087	1038.5	48.5	48.5	0.044618
	ตุลาคม	890	1065.5	-175.5	175.5	0.197191
	พฤศจิกายน	1163	1034	129	129	0.11092
	ธันวาคม	1209	1109.75	99.25	99.25	0.082093

Year	Month	Demand	N = 3	e_t	ABS (e_t)	e_t / x_t
2549	มกราคม	791	1087.25	-296.25	296.25	0.374526
	กุมภาพันธ์	763	1013.25	-250.25	250.25	0.327982
	มีนาคม	930	981.5	-51.5	51.5	0.055376
	เมษายน	812	923.25	-111.25	111.25	0.137007
	พฤษภาคม	865	824	41	41	0.047399
	มิถุนายน	1228	842.5	385.5	385.5	0.313925
	กรกฎาคม	894	958.75	-64.75	64.75	0.072427
	สิงหาคม	1084	949.75	134.25	134.25	0.123847
	กันยายน	777	1017.75	-240.75	240.75	0.309846
	ตุลาคม	1008	995.75	12.25	12.25	0.012153
	พฤศจิกายน	981	940.75	40.25	40.25	0.04103
	ธันวาคม	804	962.5	-158.5	158.5	0.197139
2550	มกราคม	872	892.5	-20.5	20.5	0.023509
	กุมภาพันธ์	800	916.25	-116.25	116.25	0.145313
	มีนาคม	825	864.25	-39.25	39.25	0.047576
	เมษายน	1251	825.25	425.75	425.75	0.340328
	พฤษภาคม	403	937	-534	534	1.325062
	มิถุนายน	527	819.75	-292.75	292.75	0.555503
	กรกฎาคม	937	751.5	185.5	185.5	0.197972
	สิงหาคม	996	779.5	216.5	216.5	0.217369
	กันยายน	928	715.75	212.25	212.25	0.228718
	ตุลาคม	461	847	-386	386	0.83731
	พฤศจิกายน	639	830.5	-191.5	191.5	0.299687
	ธันวาคม	977	756	221	221	0.226203

Year	Month	Demand	N = 3	e_t	ABS (e_t)	e_t / x_t
2551	มกราคม	1072	751.25	320.75	320.75	0.299207
	กุมภาพันธ์	816	787.25	28.75	28.75	0.035233
	มีนาคม	599	876	-277	277	0.462437
	เมษายน	675	866	-191	191	0.282963
	พฤษภาคม	635	790.5	-155.5	155.5	0.244882
	มิถุนายน	906	681.25	224.75	224.75	0.248068
	กรกฎาคม	985	703.75	281.25	281.25	0.285533
	สิงหาคม	1376	800.25	575.75	575.75	0.418423
	กันยายน	1152	975.5	176.5	176.5	0.153212
	ตุลาคม	397	1104.75	-707.75	707.75	1.782746
	พฤศจิกายน	331	977.5	-646.5	646.5	1.953172
	ธันวาคม	787	814	-27	27	0.034307
			666.75			16.63926
		MAPE				29.71296

2. SINGLE EXPONENTIAL SMOOTHING

$\alpha = 0.1$

Year	Month	Demand	$F_t \alpha = 0.1$	$e_t \alpha = 0.1$	$(e_t/X_t)100$	MAPE
2547	มกราคม	787				
	กุมภาพันธ์	803	787.0000	16.0000	1.9925	1.9925
	มีนาคม	755	788.6000	-33.6000	-4.4503	4.4503
	เมษายน	1233	785.2400	447.7600	36.3147	36.3147
	พฤษภาคม	926	830.0160	95.9840	10.3654	10.3654
	มิถุนายน	1175	839.6144	335.3856	28.5435	28.5435
	กรกฎาคม	1250	873.1530	376.8470	30.1478	30.1478
	สิงหาคม	1108	910.8377	197.1623	17.7944	17.7944
	กันยายน	962	930.5539	31.4461	3.2688	3.2688
	ตุลาคม	785	933.6985	-148.6985	-18.9425	18.9425
	พฤศจิกายน	653	918.8287	-265.8287	-40.7088	40.7088
	ธันวาคม	992	892.2458	99.7542	10.0559	10.0559
2548	มกราคม	1105	902.2212	202.7788	18.3510	18.3510
	กุมภาพันธ์	694	922.4991	-228.4991	-32.9249	32.9249
	มีนาคม	682	899.6492	-217.6492	-31.9134	31.9134
	เมษายน	689	877.8843	-188.8843	-27.4143	27.4143
	พฤษภาคม	979	858.9958	120.0042	12.2578	12.2578
	มิถุนายน	1016	870.9963	145.0037	14.2720	14.2720
	กรกฎาคม	860	885.4966	-25.4966	-2.9647	2.9647
	สิงหาคม	1299	882.9470	416.0530	32.0287	32.0287
	กันยายน	1087	924.5523	162.4477	14.9446	14.9446
	ตุลาคม	890	940.7970	-50.7970	-5.7075	5.7075
	พฤศจิกายน	1163	935.7173	227.2827	19.5428	19.5428
	ธันวาคม	1209	958.4456	250.5544	20.7241	20.7241

Year	Month	Demand	$F_t \alpha = 0.1$	$e_t \alpha = 0.1$	$(e_t/X_t)100$	MAPE
2549	มกราคม	791	983.5010	-192.5010	-24.3364	24.3364
	กุมภาพันธ์	763	964.2509	-201.2509	-26.3763	26.3763
	มีนาคม	930	944.1258	-14.1258	-1.5189	1.5189
	เมษายน	812	942.7133	-130.7133	-16.0977	16.0977
	พฤษภาคม	865	929.6419	-64.6419	-7.4731	7.4731
	มิถุนายน	1228	923.1777	304.8223	24.8227	24.8227
	กรกฎาคม	894	953.6600	-59.6600	-6.6734	6.6734
	สิงหาคม	1084	947.6940	136.3060	12.5744	12.5744
	กันยายน	777	961.3246	-184.3246	-23.7226	23.7226
	ตุลาคม	1008	942.8921	65.1079	6.4591	6.4591
	พฤศจิกายน	981	949.4029	31.5971	3.2209	3.2209
	ธันวาคม	804	952.5626	-148.5626	-18.4779	18.4779
2550	มกราคม	872	937.7064	-65.7064	-7.5351	7.5351
	กุมภาพันธ์	800	931.1357	-131.1357	-16.3920	16.3920
	มีนาคม	825	918.0221	-93.0221	-11.2754	11.2754
	เมษายน	1251	908.7199	342.2801	27.3605	27.3605
	พฤษภาคม	403	942.9479	-539.9479	-133.9821	133.9821
	มิถุนายน	527	888.9531	-361.9531	-68.6818	68.6818
	กรกฎาคม	937	852.7578	84.2422	8.9906	8.9906
	สิงหาคม	996	861.1820	134.8180	13.5359	13.5359
	กันยายน	928	874.6638	53.3362	5.7474	5.7474
	ตุลาคม	461	879.9975	-418.9975	-90.8888	90.8888
	พฤศจิกายน	639	838.0977	-199.0977	-31.1577	31.1577
	ธันวาคม	977	818.1879	158.8121	16.2551	16.2551

Year	Month	Demand	$F_t \alpha = 0.1$	$e_t \alpha = 0.1$	$(e_t/X_t)100$	MAPE
2551	มกราคม	1072	834.0691	237.9309	22.1950	22.1950
	กุมภาพันธ์	816	857.8622	-41.8622	-5.1302	5.1302
	มีนาคม	599	853.6760	-254.6760	-42.5169	42.5169
	เมษายน	675	828.2084	-153.2084	-22.6975	22.6975
	พฤษภาคม	635	812.8876	-177.8876	-28.0138	28.0138
	มิถุนายน	906	795.0988	110.9012	12.2407	12.2407
	กรกฎาคม	985	806.1889	178.8111	18.1534	18.1534
	สิงหาคม	1376	824.0700	551.9300	40.1112	40.1112
	กันยายน	1152	879.2630	272.7370	23.6751	23.6751
	ตุลาคม	397	906.5367	-509.5367	-128.3468	128.3468
	พฤศจิกายน	331	855.5831	-524.5831	-158.4843	158.4843
	ธันวาคม	787	803.1248	-16.1248	-2.0489	2.0489
			801.5123			1542.8002
						26.1492

$\alpha = 0.2$

Year	Month	Demand	$F_t \alpha = 0.2$	$e_t \alpha = 0.2$	$(e_t/X_t)100$	MAPE
2547	มกราคม	787				
	กุมภาพันธ์	803	787.0000	16.0000	1.9925	1.9925
	มีนาคม	755	790.2000	-35.2000	-4.6623	4.6623
	เมษายน	1233	783.1600	449.8400	36.4834	36.4834
	พฤษภาคม	926	873.1280	52.8720	5.7097	5.7097
	มิถุนายน	1175	883.7024	291.2976	24.7913	24.7913
	กรกฎาคม	1250	941.9619	308.0381	24.6430	24.6430
	สิงหาคม	1108	1003.5695	104.4305	9.4251	9.4251
	กันยายน	962	1024.4556	-62.4556	-6.4923	6.4923
	ตุลาคม	785	1011.9645	-226.9645	-28.9127	28.9127
	พฤศจิกายน	653	966.5716	-313.5716	-48.0202	48.0202
	ธันวาคม	992	903.8573	88.1427	8.8854	8.8854
2548	มกราคม	1105	921.4858	183.5142	16.6076	16.6076
	กุมภาพันธ์	694	958.1887	-264.1887	-38.0675	38.0675
	มีนาคม	682	905.3509	-223.3509	-32.7494	32.7494
	เมษายน	689	860.6807	-171.6807	-24.9174	24.9174
	พฤษภาคม	979	826.3446	152.6554	15.5930	15.5930
	มิถุนายน	1016	856.8757	159.1243	15.6618	15.6618
	กรกฎาคม	860	888.7005	-28.7005	-3.3373	3.3373
	สิงหาคม	1299	882.9604	416.0396	32.0277	32.0277
	กันยายน	1087	966.1683	120.8317	11.1161	11.1161
	ตุลาคม	890	990.3347	-100.3347	-11.2736	11.2736
	พฤศจิกายน	1163	970.2677	192.7323	16.5720	16.5720
	ธันวาคม	1209	1008.8142	200.1858	16.5580	16.5580

Year	Month	Demand	$F_t \alpha = 0.2$	$e_t \alpha = 0.2$	$(e_t/X_t)100$	MAPE
2549	มกราคม	791	1048.8514	-257.8514	-32.5981	32.5981
	กุมภาพันธ์	763	997.2811	-234.2811	-30.7053	30.7053
	มีนาคม	930	950.4249	-20.4249	-2.1962	2.1962
	เมษายน	812	946.3399	-134.3399	-16.5443	16.5443
	พฤษภาคม	865	919.4719	-54.4719	-6.2973	6.2973
	มิถุนายน	1228	908.5775	319.4225	26.0116	26.0116
	กรกฎาคม	894	972.4620	-78.4620	-8.7765	8.7765
	สิงหาคม	1084	956.7696	127.2304	11.7371	11.7371
	กันยายน	777	982.2157	-205.2157	-26.4113	26.4113
	ตุลาคม	1008	941.1726	66.8274	6.6297	6.6297
	พฤศจิกายน	981	954.5380	26.4620	2.6974	2.6974
	ธันวาคม	804	959.8304	-155.8304	-19.3819	19.3819
2550	มกราคม	872	928.6643	-56.6643	-6.4982	6.4982
	กุมภาพันธ์	800	917.3315	-117.3315	-14.6664	14.6664
	มีนาคม	825	893.8652	-68.8652	-8.3473	8.3473
	เมษายน	1251	880.0921	370.9079	29.6489	29.6489
	พฤษภาคม	403	954.2737	-551.2737	-136.7925	136.7925
	มิถุนายน	527	844.0190	-317.0190	-60.1554	60.1554
	กรกฎาคม	937	780.6152	156.3848	16.6899	16.6899
	สิงหาคม	996	811.8921	184.1079	18.4847	18.4847
	กันยายน	928	848.7137	79.2863	8.5438	8.5438
	ตุลาคม	461	864.5710	-403.5710	-87.5425	87.5425
	พฤศจิกายน	639	783.8568	-144.8568	-22.6693	22.6693
	ธันวาคม	977	754.8854	222.1146	22.7343	22.7343

Year	Month	Demand	$F_t \alpha = 0.2$	$e_t \alpha = 0.2$	$(e_t/X_t)100$	MAPE
2551	มกราคม	1072	799.3083	272.6917	25.4377	25.4377
	กุมภาพันธ์	816	853.8467	-37.8467	-4.6381	4.6381
	มีนาคม	599	846.2773	-247.2773	-41.2817	41.2817
	เมษายน	675	796.8219	-121.8219	-18.0477	18.0477
	พฤษภาคม	635	772.4575	-137.4575	-21.6468	21.6468
	มิถุนายน	906	744.9660	161.0340	17.7742	17.7742
	กรกฎาคม	985	777.1728	207.8272	21.0992	21.0992
	สิงหาคม	1376	818.7382	557.2618	40.4987	40.4987
	กันยายน	1152	930.1906	221.8094	19.2543	19.2543
	ตุลาคม	397	974.5525	-577.5525	-145.4792	145.4792
	พฤศจิกายน	331	859.0420	-528.0420	-159.5293	159.5293
	ธันวาคม	787	753.4336	33.5664	4.2651	4.2651
			760.1469			1576.2112
						26.7154

$\alpha = 0.3$

Year	Month	Demand	$F_t \alpha = 0.3$	$e_t \alpha = 0.3$	$(e_t/X_t)100$	MAPE
2547	มกราคม	787				
	กุมภาพันธ์	803	787.0000	16.0000	1.9925	1.9925
	มีนาคม	755	791.8000	-36.8000	-4.8742	4.8742
	เมษายน	1233	780.7600	452.2400	36.6780	36.6780
	พฤษภาคม	926	916.4320	9.5680	1.0333	1.0333
	มิถุนายน	1175	919.3024	255.6976	21.7615	21.7615
	กรกฎาคม	1250	996.0117	253.9883	20.3191	20.3191
	สิงหาคม	1108	1072.2082	35.7918	3.2303	3.2303
	กันยายน	962	1082.9457	-120.9457	-12.5723	12.5723
	ตุลาคม	785	1046.6620	-261.6620	-33.3327	33.3327
	พฤศจิกายน	653	968.1634	-315.1634	-48.2639	48.2639
	ธันวาคม	992	873.6144	118.3856	11.9340	11.9340
2548	มกราคม	1105	909.1301	195.8699	17.7258	17.7258
	กุมภาพันธ์	694	967.8910	-273.8910	-39.4656	39.4656
	มีนาคม	682	885.7237	-203.7237	-29.8715	29.8715
	เมษายน	689	824.6066	-135.6066	-19.6817	19.6817
	พฤษภาคม	979	783.9246	195.0754	19.9260	19.9260
	มิถุนายน	1016	842.4472	173.5528	17.0820	17.0820
	กรกฎาคม	860	894.5131	-34.5131	-4.0131	4.0131
	สิงหาคม	1299	884.1591	414.8409	31.9354	31.9354
	กันยายน	1087	1008.6114	78.3886	7.2115	7.2115
	ตุลาคม	890	1032.1280	-142.1280	-15.9694	15.9694
	พฤศจิกายน	1163	989.4896	173.5104	14.9192	14.9192
	ธันวาคม	1209	1041.5427	167.4573	13.8509	13.8509

Year	Month	Demand	$F_t \alpha = 0.3$	$e_t \alpha = 0.3$	$(e_t/X_t)100$	MAPE
2549	มกราคม	791	1091.7799	-300.7799	-38.0253	38.0253
	กุมภาพันธ์	763	1001.5459	-238.5459	-31.2642	31.2642
	มีนาคม	930	929.9822	0.0178	0.0019	0.0019
	เมษายน	812	929.9875	-117.9875	-14.5305	14.5305
	พฤษภาคม	865	894.5913	-29.5913	-3.4210	3.4210
	มิถุนายน	1228	885.7139	342.2861	27.8735	27.8735
	กรกฎาคม	894	988.3997	-94.3997	-10.5593	10.5593
	สิงหาคม	1084	960.0798	123.9202	11.4318	11.4318
	กันยายน	777	997.2559	-220.2559	-28.3470	28.3470
	ตุลาคม	1008	931.1791	76.8209	7.6211	7.6211
	พฤศจิกายน	981	954.2254	26.7746	2.7293	2.7293
	ธันวาคม	804	962.2578	-158.2578	-19.6838	19.6838
2550	มกราคม	872	914.7804	-42.7804	-4.9060	4.9060
	กุมภาพันธ์	800	901.9463	-101.9463	-12.7433	12.7433
	มีนาคม	825	871.3624	-46.3624	-5.6197	5.6197
	เมษายน	1251	857.4537	393.5463	31.4585	31.4585
	พฤษภาคม	403	975.5176	-572.5176	-142.0639	142.0639
	มิถุนายน	527	803.7623	-276.7623	-52.5166	52.5166
	กรกฎาคม	937	720.7336	216.2664	23.0807	23.0807
	สิงหาคม	996	785.6135	210.3865	21.1231	21.1231
	กันยายน	928	848.7295	79.2705	8.5421	8.5421
	ตุลาคม	461	872.5106	-411.5106	-89.2648	89.2648
	พฤศจิกายน	639	749.0574	-110.0574	-17.2234	17.2234
	ธันวาคม	977	716.0402	260.9598	26.7103	26.7103

Year	Month	Demand	$F_t \alpha = 0.3$	$e_t \alpha = 0.3$	$(e_t/X_t)100$	MAPE
2551	มกราคม	1072	794.3281	277.6719	25.9022	25.9022
	กุมภาพันธ์	816	877.6297	-61.6297	-7.5527	7.5527
	มีนาคม	599	859.1408	-260.1408	-43.4292	43.4292
	เมษายน	675	781.0986	-106.0986	-15.7183	15.7183
	พฤษภาคม	635	749.2690	-114.2690	-17.9951	17.9951
	มิถุนายน	906	714.9883	191.0117	21.0830	21.0830
	กรกฎาคม	985	772.2918	212.7082	21.5947	21.5947
	สิงหาคม	1376	836.1043	539.8957	39.2366	39.2366
	กันยายน	1152	998.0730	153.9270	13.3617	13.3617
	ตุลาคม	397	1044.2511	-647.2511	-163.0355	163.0355
	พฤศจิกายน	331	850.0758	-519.0758	-156.8205	156.8205
	ธันวาคม	787	694.3530	92.6470	11.7722	11.7722
			722.1471			1595.8865
						27.0489

$\alpha = 0.4$

Year	Month	Demand	$F_t \alpha = 0.4$	$e_t \alpha = 0.4$	$(e_t/X_t)100$	MAPE
2547	มกราคม	787				
	กุมภาพันธ์	803	787.0000	16.0000	1.9925	1.9925
	มีนาคม	755	793.4000	-38.4000	-5.0861	5.0861
	เมษายน	1233	778.0400	454.9600	36.8986	36.8986
	พฤษภาคม	926	960.0240	-34.0240	-3.6743	3.6743
	มิถุนายน	1175	946.4144	228.5856	19.4541	19.4541
	กรกฎาคม	1250	1037.8486	212.1514	16.9721	16.9721
	สิงหาคม	1108	1122.7092	-14.7092	-1.3275	1.3275
	กันยายน	962	1116.8255	-154.8255	-16.0941	16.0941
	ตุลาคม	785	1054.8953	-269.8953	-34.3816	34.3816
	พฤศจิกายน	653	946.9372	-293.9372	-45.0134	45.0134
	ธันวาคม	992	829.3623	162.6377	16.3949	16.3949
2548	มกราคม	1105	894.4174	210.5826	19.0573	19.0573
	กุมภาพันธ์	694	978.6504	-284.6504	-41.0159	41.0159
	มีนาคม	682	864.7903	-182.7903	-26.8021	26.8021
	เมษายน	689	791.6742	-102.6742	-14.9019	14.9019
	พฤษภาคม	979	750.6045	228.3955	23.3295	23.3295
	มิถุนายน	1016	841.9627	174.0373	17.1297	17.1297
	กรกฎาคม	860	911.5776	-51.5776	-5.9974	5.9974
	สิงหาคม	1299	890.9466	408.0534	31.4129	31.4129
	กันยายน	1087	1054.1679	32.8321	3.0204	3.0204
	ตุลาคม	890	1067.3008	-177.3008	-19.9214	19.9214
	พฤศจิกายน	1163	996.3805	166.6195	14.3267	14.3267
	ธันวาคม	1209	1063.0283	145.9717	12.0738	12.0738

Year	Month	Demand	$F_t \alpha = 0.4$	$e_t \alpha = 0.4$	$(e_t/X_t)100$	MAPE
2549	มกราคม	791	1121.4170	-330.4170	-41.7721	41.7721
	กุมภาพันธ์	763	989.2502	-226.2502	-29.6527	29.6527
	มีนาคม	930	898.7501	31.2499	3.3602	3.3602
	เมษายน	812	911.2501	-99.2501	-12.2229	12.2229
	พฤษภาคม	865	871.5500	-6.5500	-0.7572	0.7572
	มิถุนายน	1228	868.9300	359.0700	29.2402	29.2402
	กรกฎาคม	894	1012.5580	-118.5580	-13.2615	13.2615
	สิงหาคม	1084	965.1348	118.8652	10.9654	10.9654
	กันยายน	777	1012.6809	-235.6809	-30.3322	30.3322
	ตุลาคม	1008	918.4085	89.5915	8.8880	8.8880
	พฤศจิกายน	981	954.2451	26.7549	2.7273	2.7273
	ธันวาคม	804	964.9471	-160.9471	-20.0183	20.0183
2550	มกราคม	872	900.5682	-28.5682	-3.2762	3.2762
	กุมภาพันธ์	800	889.1409	-89.1409	-11.1426	11.1426
	มีนาคม	825	853.4846	-28.4846	-3.4527	3.4527
	เมษายน	1251	842.0907	408.9093	32.6866	32.6866
	พฤษภาคม	403	1005.6544	-602.6544	-149.5420	149.5420
	มิถุนายน	527	764.5927	-237.5927	-45.0840	45.0840
	กรกฎาคม	937	669.5556	267.4444	28.5426	28.5426
	สิงหาคม	996	776.5334	219.4666	22.0348	22.0348
	กันยายน	928	864.3200	63.6800	6.8621	6.8621
	ตุลาคม	461	889.7920	-428.7920	-93.0135	93.0135
	พฤศจิกายน	639	718.2752	-79.2752	-12.4061	12.4061
	ธันวาคม	977	686.5651	290.4349	29.7272	29.7272

Year	Month	Demand	$F_t \alpha = 0.4$	$e_t \alpha = 0.4$	$(e_t/X_t)100$	MAPE
2551	มกราคม	1072	802.7391	269.2609	25.1176	25.1176
	กุมภาพันธ์	816	910.4434	-94.4434	-11.5740	11.5740
	มีนาคม	599	872.6661	-273.6661	-45.6872	45.6872
	เมษายน	675	763.1996	-88.1996	-13.0666	13.0666
	พฤษภาคม	635	727.9198	-92.9198	-14.6330	14.6330
	มิถุนายน	906	690.7519	215.2481	23.7581	23.7581
	กรกฎาคม	985	776.8511	208.1489	21.1319	21.1319
	สิงหาคม	1376	860.1107	515.8893	37.4920	37.4920
	กันยายน	1152	1066.4664	85.5336	7.4248	7.4248
	ตุลาคม	397	1100.6798	-703.6798	-177.2493	177.2493
	พฤศจิกายน	331	819.2079	-488.2079	-147.4948	147.4948
	ธันวาคม	787	623.9247	163.0753	20.7211	20.7211
			689.1548			1612.5970
						27.3322

$\alpha = 0.5$

Year	Month	Demand	$F_t \alpha = 0.5$	$e_t \alpha = 0.5$	$(e_t/X_t)100$	MAPE
2547	มกราคม	787				
	กุมภาพันธ์	803	787.0000	16.0000	1.9925	1.9925
	มีนาคม	755	795.0000	-40.0000	-5.2980	5.2980
	เมษายน	1233	775.0000	458.0000	37.1452	37.1452
	พฤษภาคม	926	1004.0000	-78.0000	-8.4233	8.4233
	มิถุนายน	1175	965.0000	210.0000	17.8723	17.8723
	กรกฎาคม	1250	1070.0000	180.0000	14.4000	14.4000
	สิงหาคม	1108	1160.0000	-52.0000	-4.6931	4.6931
	กันยายน	962	1134.0000	-172.0000	-17.8794	17.8794
	ตุลาคม	785	1048.0000	-263.0000	-33.5032	33.5032
	พฤศจิกายน	653	916.5000	-263.5000	-40.3522	40.3522
	ธันวาคม	992	784.7500	207.2500	20.8921	20.8921

Year	Month	Demand	$F_t \alpha = 0.5$	$e_t \alpha = 0.5$	$(e_t/X_t)100$	MAPE
2548	มกราคม	1105	888.3750	216.6250	19.6041	19.6041
	กุมภาพันธ์	694	996.6875	-302.6875	-43.6149	43.6149
	มีนาคม	682	845.3438	-163.3438	-23.9507	23.9507
	เมษายน	689	763.6719	-74.6719	-10.8377	10.8377
	พฤษภาคม	979	726.3359	252.6641	25.8084	25.8084
	มิถุนายน	1016	852.6680	163.3320	16.0760	16.0760
	กรกฎาคม	860	934.3340	-74.3340	-8.6435	8.6435
	สิงหาคม	1299	897.1670	401.8330	30.9340	30.9340
	กันยายน	1087	1098.0835	-11.0835	-1.0196	1.0196
	ตุลาคม	890	1092.5417	-202.5417	-22.7575	22.7575
	พฤศจิกายน	1163	991.2709	171.7291	14.7660	14.7660
	ธันวาคม	1209	1077.1354	131.8646	10.9069	10.9069
2549	มกราคม	791	1143.0677	-352.0677	-44.5092	44.5092
	กุมภาพันธ์	763	967.0339	-204.0339	-26.7410	26.7410
	มีนาคม	930	865.0169	64.9831	6.9874	6.9874
	เมษายน	812	897.5085	-85.5085	-10.5306	10.5306
	พฤษภาคม	865	854.7542	10.2458	1.1845	1.1845
	มิถุนายน	1228	859.8771	368.1229	29.9774	29.9774
	กรกฎาคม	894	1043.9386	-149.9386	-16.7717	16.7717
	สิงหาคม	1084	968.9693	115.0307	10.6117	10.6117
	กันยายน	777	1026.4846	-249.4846	-32.1087	32.1087
	ตุลาคม	1008	901.7423	106.2577	10.5414	10.5414
	พฤศจิกายน	981	954.8712	26.1288	2.6635	2.6635
	ธันวาคม	804	967.9356	-163.9356	-20.3900	20.3900

Year	Month	Demand	$F_t \alpha = 0.5$	$e_t \alpha = 0.5$	$(e_t/X_t)100$	MAPE
2550	มกราคม	872	885.9678	-13.9678	-1.6018	1.6018
	กุมภาพันธ์	800	878.9839	-78.9839	-9.8730	9.8730
	มีนาคม	825	839.4919	-14.4919	-1.7566	1.7566
	เมษายน	1251	832.2460	418.7540	33.4735	33.4735
	พฤษภาคม	403	1041.6230	-638.6230	-158.4672	158.4672
	มิถุนายน	527	722.3115	-195.3115	-37.0610	37.0610
	กรกฎาคม	937	624.6557	312.3443	33.3345	33.3345
	สิงหาคม	996	780.8279	215.1721	21.6036	21.6036
	กันยายน	928	888.4139	39.5861	4.2657	4.2657
	ตุลาคม	461	908.2070	-447.2070	-97.0080	97.0080
	พฤศจิกายน	639	684.6035	-45.6035	-7.1367	7.1367
	ธันวาคม	977	661.8017	315.1983	32.2618	32.2618
2551	มกราคม	1072	819.4009	252.5991	23.5634	23.5634
	กุมภาพันธ์	816	945.7004	-129.7004	-15.8947	15.8947
	มีนาคม	599	880.8502	-281.8502	-47.0535	47.0535
	เมษายน	675	739.9251	-64.9251	-9.6185	9.6185
	พฤษภาคม	635	707.4626	-72.4626	-11.4114	11.4114
	มิถุนายน	906	671.2313	234.7687	25.9127	25.9127
	กรกฎาคม	985	788.6156	196.3844	19.9375	19.9375
	สิงหาคม	1376	886.8078	489.1922	35.5518	35.5518
	กันยายน	1152	1131.4039	20.5961	1.7879	1.7879
	ตุลาคม	397	1141.7020	-744.7020	-187.5824	187.5824
	พฤศจิกายน	331	769.3510	-438.3510	-132.4323	132.4323
	ธันวาคม	787	550.1755	236.8245	30.0921	30.0921
			668.5877			1623.0695
						27.5097

$\alpha = 0.6$

Year	Month	Demand	$F_t \alpha = 0.6$	$e_t \alpha = 0.6$	$(e_t/X_t)100$	MAPE
2547	มกราคม	787				
	กุมภาพันธ์	803	787.0000	16.0000	1.9925	1.9925
	มีนาคม	755	796.6000	-41.6000	-5.5099	5.5099
	เมษายน	1233	771.6400	461.3600	37.4177	37.4177
	พฤษภาคม	926	1048.4560	-122.4560	-13.2242	13.2242
	มิถุนายน	1175	974.9824	200.0176	17.0228	17.0228
	กรกฎาคม	1250	1094.9930	155.0070	12.4006	12.4006
	สิงหาคม	1108	1187.9972	-79.9972	-7.2200	7.2200
	กันยายน	962	1139.9989	-177.9989	-18.5030	18.5030
	ตุลาคม	785	1033.1995	-248.1995	-31.6178	31.6178
	พฤศจิกายน	653	884.2798	-231.2798	-35.4180	35.4180
	ธันวาคม	992	745.5119	246.4881	24.8476	24.8476
2548	มกราคม	1105	893.4048	211.5952	19.1489	19.1489
	กุมภาพันธ์	694	1020.3619	-326.3619	-47.0262	47.0262
	มีนาคม	682	824.5448	-142.5448	-20.9010	20.9010
	เมษายน	689	739.0179	-50.0179	-7.2595	7.2595
	พฤษภาคม	979	709.0072	269.9928	27.5784	27.5784
	มิถุนายน	1016	871.0029	144.9971	14.2714	14.2714
	กรกฎาคม	860	958.0011	-98.0011	-11.3955	11.3955
	สิงหาคม	1299	899.2005	399.7995	30.7775	30.7775
	กันยายน	1087	1139.0802	-52.0802	-4.7912	4.7912
	ตุลาคม	890	1107.8321	-217.8321	-24.4755	24.4755
	พฤศจิกายน	1163	977.1328	185.8672	15.9817	15.9817
	ธันวาคม	1209	1088.6531	120.3469	9.9542	9.9542

Year	Month	Demand	$F_t \alpha = 0.6$	$e_t \alpha = 0.6$	$(e_t/X_t)100$	MAPE
2549	มกราคม	791	1160.8613	-369.8613	-46.7587	46.7587
	กุมภาพันธ์	763	938.9445	-175.9445	-23.0596	23.0596
	มีนาคม	930	833.3778	96.6222	10.3895	10.3895
	เมษายน	812	891.3511	-79.3511	-9.7723	9.7723
	พฤษภาคม	865	843.7404	21.2596	2.4578	2.4578
	มิถุนายน	1228	856.4962	371.5038	30.2528	30.2528
	กรกฎาคม	894	1079.3985	-185.3985	-20.7381	20.7381
	สิงหาคม	1084	968.1594	115.8406	10.6864	10.6864
	กันยายน	777	1037.6638	-260.6638	-33.5475	33.5475
	ตุลาคม	1008	881.2655	126.7345	12.5729	12.5729
	พฤศจิกายน	981	957.3062	23.6938	2.4153	2.4153
	ธันวาคม	804	971.5225	-167.5225	-20.8361	20.8361
2550	มกราคม	872	871.0090	0.9910	0.1136	0.1136
	กุมภาพันธ์	800	871.6036	-71.6036	-8.9504	8.9504
	มีนาคม	825	828.6414	-3.6414	-0.4414	0.4414
	เมษายน	1251	826.4566	424.5434	33.9363	33.9363
	พฤษภาคม	403	1081.1826	-678.1826	-168.2835	168.2835
	มิถุนายน	527	674.2731	-147.2731	-27.9456	27.9456
	กรกฎาคม	937	585.9092	351.0908	37.4697	37.4697
	สิงหาคม	996	796.5637	199.4363	20.0237	20.0237
	กันยายน	928	916.2255	11.7745	1.2688	1.2688
	ตุลาคม	461	923.2902	-462.2902	-100.2799	100.2799
	พฤศจิกายน	639	645.9161	-6.9161	-1.0823	1.0823
	ธันวาคม	977	641.7664	335.2336	34.3125	34.3125

Year	Month	Demand	$F_t \alpha = 0.6$	$e_t \alpha = 0.6$	$(e_t/X_t)100$	MAPE
2551	มกราคม	1072	842.9066	229.0934	21.3707	21.3707
	กุมภาพันธ์	816	980.3626	-164.3626	-20.1425	20.1425
	มีนาคม	599	881.7451	-282.7451	-47.2028	47.2028
	เมษายน	675	712.0980	-37.0980	-5.4960	5.4960
	พฤษภาคม	635	689.8392	-54.8392	-8.6361	8.6361
	มิถุนายน	906	656.9357	249.0643	27.4905	27.4905
	กรกฎาคม	985	806.3743	178.6257	18.1346	18.1346
	สิงหาคม	1376	913.5497	462.4503	33.6083	33.6083
	กันยายน	1152	1191.0199	-39.0199	-3.3871	3.3871
	ตุลาคม	397	1167.6080	-770.6080	-194.1078	194.1078
	พฤศจิกายน	331	705.2432	-374.2432	-113.0644	113.0644
	ธันวาคม	787	480.6973	306.3027	38.9203	38.9203
			664.4789			1627.8908
						27.5914

$\alpha = 0.7$

Year	Month	Demand	$F_t \alpha = 0.7$	$e_t \alpha = 0.7$	$(e_t/X_t)100$	MAPE
2547	มกราคม	787				
	กุมภาพันธ์	803	787.0000	16.0000	1.9925	1.9925
	มีนาคม	755	798.2000	-43.2000	-5.7219	5.7219
	เมษายน	1233	767.9600	465.0400	37.7161	37.7161
	พฤษภาคม	926	1093.4880	-167.4880	-18.0873	18.0873
	มิถุนายน	1175	976.2464	198.7536	16.9152	16.9152
	กรกฎาคม	1250	1115.3739	134.6261	10.7701	10.7701
	สิงหาคม	1108	1209.6122	-101.6122	-9.1708	9.1708
	กันยายน	962	1138.4837	-176.4837	-18.3455	18.3455
	ตุลาคม	785	1014.9451	-229.9451	-29.2924	29.2924
	พฤศจิกายน	653	853.9835	-200.9835	-30.7785	30.7785
	ธันวาคม	992	713.2951	278.7049	28.0953	28.0953
2548	มกราคม	1105	908.3885	196.6115	17.7929	17.7929
	กุมภาพันธ์	694	1046.0166	-352.0166	-50.7228	50.7228
	มีนาคม	682	799.6050	-117.6050	-17.2441	17.2441
	เมษายน	689	717.2815	-28.2815	-4.1047	4.1047
	พฤษภาคม	979	697.4844	281.5156	28.7554	28.7554
	มิถุนายน	1016	894.5453	121.4547	11.9542	11.9542
	กรกฎาคม	860	979.5636	-119.5636	-13.9027	13.9027
	สิงหาคม	1299	895.8691	403.1309	31.0339	31.0339
	กันยายน	1087	1178.0607	-91.0607	-8.3773	8.3773
	ตุลาคม	890	1114.3182	-224.3182	-25.2043	25.2043
	พฤศจิกายน	1163	957.2955	205.7045	17.6874	17.6874
	ธันวาคม	1209	1101.2886	107.7114	8.9091	8.9091

Year	Month	Demand	$F_t \alpha = 0.7$	$e_t \alpha = 0.7$	$(e_t/X_t)100$	MAPE
2549	มกราคม	791	1176.6866	-385.6866	-48.7594	48.7594
	กุมภาพันธ์	763	906.7060	-143.7060	-18.8343	18.8343
	มีนาคม	930	806.1118	123.8882	13.3213	13.3213
	เมษายน	812	892.8335	-80.8335	-9.9549	9.9549
	พฤษภาคม	865	836.2501	28.7499	3.3237	3.3237
	มิถุนายน	1228	856.3750	371.6250	30.2626	30.2626
	กรกฎาคม	894	1116.5125	-222.5125	-24.8895	24.8895
	สิงหาคม	1084	960.7538	123.2462	11.3696	11.3696
	กันยายน	777	1047.0261	-270.0261	-34.7524	34.7524
	ตุลาคม	1008	858.0078	149.9922	14.8802	14.8802
	พฤศจิกายน	981	963.0024	17.9976	1.8346	1.8346
	ธันวาคม	804	975.6007	-171.6007	-21.3434	21.3434
2550	มกราคม	872	855.4802	16.5198	1.8945	1.8945
	กุมภาพันธ์	800	867.0441	-67.0441	-8.3805	8.3805
	มีนาคม	825	820.1132	4.8868	0.5923	0.5923
	เมษายน	1251	823.5340	427.4660	34.1699	34.1699
	พฤษภาคม	403	1122.7602	-719.7602	-178.6005	178.6005
	มิถุนายน	527	618.9281	-91.9281	-17.4437	17.4437
	กรกฎาคม	937	554.5784	382.4216	40.8134	40.8134
	สิงหาคม	996	822.2735	173.7265	17.4424	17.4424
	กันยายน	928	943.8821	-15.8821	-1.7114	1.7114
	ตุลาคม	461	932.7646	-471.7646	-102.3351	102.3351
	พฤศจิกายน	639	602.5294	36.4706	5.7075	5.7075
	ธันวาคม	977	628.0588	348.9412	35.7156	35.7156

Year	Month	Demand	$F_t \alpha = 0.7$	$e_t \alpha = 0.7$	$(e_t/X_t)100$	MAPE
2551	มกราคม	1072	872.3176	199.6824	18.6271	18.6271
	กุมภาพันธ์	816	1012.0953	-196.0953	-24.0313	24.0313
	มีนาคม	599	874.8286	-275.8286	-46.0482	46.0482
	เมษายน	675	681.7486	-6.7486	-0.9998	0.9998
	พฤษภาคม	635	677.0246	-42.0246	-6.6180	6.6180
	มิถุนายน	906	647.6074	258.3926	28.5202	28.5202
	กรกฎาคม	985	828.4822	156.5178	15.8901	15.8901
	สิงหาคม	1376	938.0447	437.9553	31.8281	31.8281
	กันยายน	1152	1244.6134	-92.6134	-8.0394	8.0394
	ตุลาคม	397	1179.7840	-782.7840	-197.1748	197.1748
	พฤศจิกายน	331	631.8352	-300.8352	-90.8868	90.8868
	ธันวาคม	787	421.2506	365.7494	46.4739	46.4739
			677.2752			1636.0447
						27.7296

$\alpha = 0.8$

Year	Month	Demand	$F_t \alpha = 0.8$	$e_t \alpha = 0.8$	$(e_t/X_t)100$	MAPE
2547	มกราคม	787				
	กุมภาพันธ์	803	787.0000	16.0000	1.9925	1.9925
	มีนาคม	755	799.8000	-44.8000	-5.9338	5.9338
	เมษายน	1233	763.9600	469.0400	38.0406	38.0406
	พฤษภาคม	926	1139.1920	-213.1920	-23.0229	23.0229
	มิถุนายน	1175	968.6384	206.3616	17.5627	17.5627
	กรกฎาคม	1250	1133.7277	116.2723	9.3018	9.3018
	สิงหาคม	1108	1226.7455	-118.7455	-10.7171	10.7171
	กันยายน	962	1131.7491	-169.7491	-17.6454	17.6454
	ตุลาคม	785	995.9498	-210.9498	-26.8726	26.8726
	พฤศจิกายน	653	827.1900	-174.1900	-26.6753	26.6753
	ธันวาคม	992	687.8380	304.1620	30.6615	30.6615

Year	Month	Demand	$F_t \alpha = 0.8$	$e_t \alpha = 0.8$	$(e_t/X_t)100$	MAPE
2548	มกราคม	1105	931.1676	173.8324	15.7314	15.7314
	กุมภาพันธ์	694	1070.2335	-376.2335	-54.2123	54.2123
	มีนาคม	682	769.2467	-87.2467	-12.7928	12.7928
	เมษายน	689	699.4493	-10.4493	-1.5166	1.5166
	พฤษภาคม	979	691.0899	287.9101	29.4086	29.4086
	มิถุนายน	1016	921.4180	94.5820	9.3093	9.3093
	กรกฎาคม	860	997.0836	-137.0836	-15.9400	15.9400
	สิงหาคม	1299	887.4167	411.5833	31.6846	31.6846
	กันยายน	1087	1216.6833	-129.6833	-11.9304	11.9304
	ตุลาคม	890	1112.9367	-222.9367	-25.0491	25.0491
	พฤศจิกายน	1163	934.5873	228.4127	19.6400	19.6400
	ธันวาคม	1209	1117.3175	91.6825	7.5833	7.5833
2549	มกราคม	791	1190.6635	-399.6635	-50.5264	50.5264
	กุมภาพันธ์	763	870.9327	-107.9327	-14.1458	14.1458
	มีนาคม	930	784.5865	145.4135	15.6359	15.6359
	เมษายน	812	900.9173	-88.9173	-10.9504	10.9504
	พฤษภาคม	865	829.7835	35.2165	4.0713	4.0713
	มิถุนายน	1228	857.9567	370.0433	30.1338	30.1338
	กรกฎาคม	894	1153.9913	-259.9913	-29.0818	29.0818
	สิงหาคม	1084	945.9983	138.0017	12.7308	12.7308
	กันยายน	777	1056.3997	-279.3997	-35.9588	35.9588
	ตุลาคม	1008	832.8799	175.1201	17.3730	17.3730
	พฤศจิกายน	981	972.9760	8.0240	0.8179	0.8179
	ธันวาคม	804	979.3952	-175.3952	-21.8153	21.8153

Year	Month	Demand	$F_t \alpha = 0.8$	$e_t \alpha = 0.8$	$(e_t/X_t)100$	MAPE
2550	มกราคม	872	839.0790	32.9210	3.7753	3.7753
	กุมภาพันธ์	800	865.4158	-65.4158	-8.1770	8.1770
	มีนาคม	825	813.0832	11.9168	1.4445	1.4445
	เมษายน	1251	822.6166	428.3834	34.2433	34.2433
	พฤษภาคม	403	1165.3233	-762.3233	-189.1621	189.1621
	มิถุนายน	527	555.4647	-28.4647	-5.4013	5.4013
	กรกฎาคม	937	532.6929	404.3071	43.1491	43.1491
	สิงหาคม	996	856.1386	139.8614	14.0423	14.0423
	กันยายน	928	968.0277	-40.0277	-4.3133	4.3133
	ตุลาคม	461	936.0055	-475.0055	-103.0381	103.0381
	พฤศจิกายน	639	556.0011	82.9989	12.9889	12.9889
	ธันวาคม	977	622.4002	354.5998	36.2948	36.2948
2551	มกราคม	1072	906.0800	165.9200	15.4776	15.4776
	กุมภาพันธ์	816	1038.8160	-222.8160	-27.3059	27.3059
	มีนาคม	599	860.5632	-261.5632	-43.6666	43.6666
	เมษายน	675	651.3126	23.6874	3.5092	3.5092
	พฤษภาคม	635	670.2625	-35.2625	-5.5532	5.5532
	มิถุนายน	906	642.0525	263.9475	29.1333	29.1333
	กรกฎาคม	985	853.2105	131.7895	13.3796	13.3796
	สิงหาคม	1376	958.6421	417.3579	30.3312	30.3312
	กันยายน	1152	1292.5284	-140.5284	-12.1986	12.1986
	ตุลาคม	397	1180.1057	-783.1057	-197.2558	197.2558
	พฤศจิกายน	331	553.6211	-222.6211	-67.2571	67.2571
	ธันวาคม	787	375.5242	411.4758	52.2841	52.2841
			704.7048			1639.8480
						27.7940

$\alpha = 0.9$

Year	Month	Demand	$F_t \alpha = 0.9$	$e_t \alpha = 0.9$	$(e_t/X_t)100$	MAPE
2547	มกราคม	787				
	กุมภาพันธ์	803	787.0000	16.0000	1.9925	1.9925
	มีนาคม	755	801.4000	-46.4000	-6.1457	6.1457
	เมษายน	1233	759.6400	473.3600	38.3909	38.3909
	พฤษภาคม	926	1185.6640	-259.6640	-28.0415	28.0415
	มิถุนายน	1175	951.9664	223.0336	18.9816	18.9816
	กรกฎาคม	1250	1152.6966	97.3034	7.7843	7.7843
	สิงหาคม	1108	1240.2697	-132.2697	-11.9377	11.9377
	กันยายน	962	1121.2270	-159.2270	-16.5517	16.5517
	ตุลาคม	785	977.9227	-192.9227	-24.5761	24.5761
	พฤศจิกายน	653	804.2923	-151.2923	-23.1688	23.1688
	ธันวาคม	992	668.1292	323.8708	32.6483	32.6483
2548	มกราคม	1105	959.6129	145.3871	13.1572	13.1572
	กุมภาพันธ์	694	1090.4613	-396.4613	-57.1270	57.1270
	มีนาคม	682	733.6461	-51.6461	-7.5727	7.5727
	เมษายน	689	687.1646	1.8354	0.2664	0.2664
	พฤษภาคม	979	688.8165	290.1835	29.6408	29.6408
	มิถุนายน	1016	949.9816	66.0184	6.4979	6.4979
	กรกฎาคม	860	1009.3982	-149.3982	-17.3719	17.3719
	สิงหาคม	1299	874.9398	424.0602	32.6451	32.6451
	กันยายน	1087	1256.5940	-169.5940	-15.6020	15.6020
	ตุลาคม	890	1103.9594	-213.9594	-24.0404	24.0404
	พฤศจิกายน	1163	911.3959	251.6041	21.6341	21.6341
	ธันวาคม	1209	1137.8396	71.1604	5.8859	5.8859

Year	Month	Demand	$F_t \alpha = 0.9$	$e_t \alpha = 0.9$	$(e_t/X_t)100$	MAPE
2549	มกราคม	791	1201.8840	-410.8840	-51.9449	51.9449
	กุมภาพันธ์	763	832.0884	-69.0884	-9.0548	9.0548
	มีนาคม	930	769.9088	160.0912	17.2141	17.2141
	เมษายน	812	913.9909	-101.9909	-12.5605	12.5605
	พฤษภาคม	865	822.1991	42.8009	4.9481	4.9481
	มิถุนายน	1228	860.7199	367.2801	29.9088	29.9088
	กรกฎาคม	894	1191.2720	-297.2720	-33.2519	33.2519
	สิงหาคม	1084	923.7272	160.2728	14.7853	14.7853
	กันยายน	777	1067.9727	-290.9727	-37.4482	37.4482
	ตุลาคม	1008	806.0973	201.9027	20.0300	20.0300
	พฤศจิกายน	981	987.8097	-6.8097	-0.6942	0.6942
	ธันวาคม	804	981.6810	-177.6810	-22.0996	22.0996
2550	มกราคม	872	821.7681	50.2319	5.7605	5.7605
	กุมภาพันธ์	800	866.9768	-66.9768	-8.3721	8.3721
	มีนาคม	825	806.6977	18.3023	2.2185	2.2185
	เมษายน	1251	823.1698	427.8302	34.1991	34.1991
	พฤษภาคม	403	1208.2170	-805.2170	-199.8057	199.8057
	มิถุนายน	527	483.5217	43.4783	8.2502	8.2502
	กรกฎาคม	937	522.6522	414.3478	44.2207	44.2207
	สิงหาคม	996	895.5652	100.4348	10.0838	10.0838
	กันยายน	928	985.9565	-57.9565	-6.2453	6.2453
	ตุลาคม	461	933.7957	-472.7957	-102.5587	102.5587
	พฤศจิกายน	639	508.2796	130.7204	20.4570	20.4570
	ธันวาคม	977	625.9280	351.0720	35.9337	35.9337

Year	Month	Demand	$F_t \alpha = 0.9$	$e_t \alpha = 0.9$	$(e_t/X_t)100$	MAPE
2551	มกราคม	1072	941.8928	130.1072	12.1369	12.1369
	กุมภาพันธ์	816	1058.9893	-242.9893	-29.7781	29.7781
	มีนาคม	599	840.2989	-241.2989	-40.2836	40.2836
	เมษายน	675	623.1299	51.8701	7.6845	7.6845
	พฤษภาคม	635	669.8130	-34.8130	-5.4824	5.4824
	มิถุนายน	906	638.4813	267.5187	29.5275	29.5275
	กรกฎาคม	985	879.2481	105.7519	10.7362	10.7362
	สิงหาคม	1376	974.4248	401.5752	29.1842	29.1842
	กันยายน	1152	1335.8425	-183.8425	-15.9585	15.9585
	ตุลาคม	397	1170.3842	-773.3842	-194.8071	194.8071
	พฤศจิกายน	331	474.3384	-143.3384	-43.3047	43.3047
	ธันวาคม	787	345.3338	441.6662	56.1202	56.1202
			742.8334		SUM	1648.7099
					MAPE	27.9442

3. DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING

$\alpha = 0.1$

Year	Month	Demand	$S_t \alpha = 0.1$	$S_t'' \beta = 0.1$	a_t	b_t	F_{t+m}	e_t	e_t^2	MAPE
2547	มกราคม	787	787.0000	787.0000						
	กุมภาพันธ์	803	788.6000	787.1600	790.0400	0.1600				
	มีนาคม	755	785.2400	786.9680	783.5120	-0.1920	790.2000	-35.2000	1239.0400	4.6623
	เมษายน	1233	830.0160	791.2728	868.7592	4.3048	783.3200	449.6800	202212.1024	36.4704
	พฤษภาคม	926	839.6144	796.1070	883.1218	4.8342	873.0640	52.9360	2802.2201	5.7166
	มิถุนายน	1175	873.1530	803.8116	942.4944	7.7046	887.9560	287.0440	82394.2579	24.4293
	กรกฎาคม	1250	910.8377	814.5142	1007.1612	10.7026	950.1990	299.8010	89880.6636	23.9841
	สิงหาคม	1108	930.5539	826.1181	1034.9897	11.6040	1017.8638	90.1362	8124.5403	8.1350
	กันยายน	962	933.6985	836.8762	1030.5208	10.7580	1046.5936	-84.5936	7156.0814	8.7935
	ตุลาคม	785	918.8287	845.0714	992.5859	8.1952	1041.2789	-256.2789	65678.8605	32.6470
	พฤศจิกายน	653	892.2458	849.7889	934.7027	4.7174	1000.7811	-347.7811	120951.7175	53.2590
	ธันวาคม	992	902.2212	855.0321	949.4103	5.2432	939.4202	52.5798	2764.6401	5.3004

Year	Month	Demand	$S_t \alpha = 0.1$	$S_t'' \beta = 0.1$	a_t	b_t	F_{t+m}	e_t	e_t^2	MAPE
2548	มกราคม	1105	922.4991	861.7788	983.2194	6.7467	954.6536	150.3464	22604.0518	13.6060
	กุมภาพันธ์	694	899.6492	865.5658	933.7325	3.7870	989.9661	-295.9661	87595.9225	42.6464
	มีนาคม	682	877.8843	866.7977	888.9708	1.2318	937.5196	-255.5196	65290.2486	37.4662
	เมษายน	689	858.9958	866.0175	851.9742	-0.7802	890.2027	-201.2027	40482.5229	29.2021
	พฤษภาคม	979	870.9963	866.5154	875.4771	0.4979	851.1940	127.8060	16334.3747	13.0548
	มิถุนายน	1016	885.4966	868.4135	902.5798	1.8981	875.9750	140.0250	19606.9972	13.7820
	กรกฎาคม	860	882.9470	869.8668	896.0271	1.4533	904.4779	-44.4779	1978.2823	5.1718
	สิงหาคม	1299	924.5523	875.3354	973.7692	5.4685	897.4804	401.5196	161217.9616	30.9099
	กันยายน	1087	940.7970	881.8816	999.7125	6.5462	979.2377	107.7623	11612.7145	9.9137
	ตุลาคม	890	935.7173	887.2651	984.1695	5.3836	1006.2587	-116.2587	13516.0849	13.0628
	พฤศจิกายน	1163	958.4456	894.3832	1022.5080	7.1180	989.5531	173.4469	30083.8188	14.9137
	ธันวาคม	1209	983.5010	903.2950	1063.7071	8.9118	1029.6261	179.3739	32175.0039	14.8366

Year	Month	Demand	$S_t \alpha = 0.1$	$S_t'' \beta = 0.1$	a_t	b_t	F_{t+m}	e_t	e_t^2	MAPE
2549	มกราคม	791	964.2509	909.3906	1019.1113	6.0956	1072.6189	-281.6189	79309.2103	35.6029
	กุมภาพันธ์	763	944.1258	912.8641	975.3876	3.4735	1025.2069	-262.2069	68752.4659	34.3653
	มีนาคม	930	942.7133	915.8490	969.5775	2.9849	978.8611	-48.8611	2387.4099	5.2539
	เมษายน	812	929.6419	917.2283	942.0556	1.3793	972.5624	-160.5624	25780.2944	19.7737
	พฤษภาคม	865	923.1777	917.8232	928.5322	0.5949	943.4349	-78.4349	6152.0276	9.0676
	มิถุนายน	1228	953.6600	921.4069	985.9130	3.5837	929.1272	298.8728	89324.9610	24.3382
	กรกฎาคม	894	947.6940	924.0356	971.3523	2.6287	989.4967	-95.4967	9119.6178	10.6820
	สิงหาคม	1084	961.3246	927.7645	994.8846	3.7289	973.9810	110.0190	12104.1750	10.1494
	กันยายน	777	942.8921	929.2773	956.5070	1.5128	998.6135	-221.6135	49112.5545	28.5217
	ตุลาคม	1008	949.4029	931.2898	967.5160	2.0126	958.0197	49.9803	2498.0289	4.9584
	พฤศจิกายน	981	952.5626	933.4171	971.7081	2.1273	969.5285	11.4715	131.5946	1.1694
	ธันวาคม	804	937.7064	933.8460	941.5667	0.4289	973.8354	-169.8354	28844.0592	21.1238

Year	Month	Demand	$S_t \alpha = 0.1$	$S_t'' \beta = 0.1$	a_t	b_t	F_{t+m}	e_t	e_t^2	MAPE
2550	มกราคม	872	931.1357	933.5750	928.6964	-0.2710	941.9956	-69.9956	4899.3824	8.0270
	กุมภาพันธ์	800	918.0221	932.0197	904.0246	-1.5553	928.4254	-128.4254	16493.0818	16.0532
	มีนาคม	825	908.7199	929.6897	887.7501	-2.3300	902.4693	-77.4693	6001.4898	9.3902
	เมษายน	1251	942.9479	931.0156	954.8803	1.3258	885.4201	365.5799	133648.6340	29.2230
	พฤษภาคม	403	888.9531	926.8093	851.0970	-4.2062	956.2061	-553.2061	306037.0256	137.2720
	มิถุนายน	527	852.7578	919.4042	786.1115	-7.4051	846.8907	-319.8907	102330.0765	60.7003
	กรกฎาคม	937	861.1820	913.5820	808.7821	-5.8222	778.7063	158.2937	25056.8831	16.8937
	สิงหาคม	996	874.6638	909.6901	839.6375	-3.8918	802.9599	193.0401	37264.4717	19.3815
	กันยายน	928	879.9975	906.7209	853.2740	-2.9693	835.7457	92.2543	8510.8512	9.9412
	ตุลาคม	461	838.0977	899.8586	776.3369	-6.8623	850.3048	-389.3048	151558.2027	84.4479
	พฤศจิกายน	639	818.1879	891.6915	744.6844	-8.1671	769.4745	-130.4745	17023.6071	20.4186
	ธันวาคม	977	834.0691	885.9293	782.2090	-5.7622	736.5173	240.4827	57831.9194	24.6144

Year	Month	Demand	$S_t \alpha = 0.1$	$S_t'' \beta = 0.1$	a_t	b_t	F_{t+m}	e_t	e_t^2	MAPE
2551	มกราคม	1072	857.8622	883.1226	832.6019	-2.8067	776.4468	295.5532	87351.6976	27.5703
	กุมภาพันธ์	816	853.6760	880.1779	827.1741	-2.9447	829.7952	-13.7952	190.3075	1.6906
	มีนาคม	599	828.2084	874.9810	781.4359	-5.1969	824.2295	-225.2295	50728.3081	37.6009
	เมษายน	675	812.8876	868.7716	757.0035	-6.2093	776.2389	-101.2389	10249.3169	14.9984
	พฤษภาคม	635	795.0988	861.4043	728.7933	-7.3673	750.7942	-115.7942	13408.2917	18.2353
	มิถุนายน	906	806.1889	855.8828	756.4951	-5.5215	721.4260	184.5740	34067.5601	20.3724
	กรกฎาคม	985	824.0700	852.7015	795.4386	-3.1813	750.9735	234.0265	54768.3923	23.7590
	สิงหาคม	1376	879.2630	855.3577	903.1684	2.6562	792.2573	583.7427	340755.5665	42.4232
	กันยายน	1152	906.5367	860.4756	952.5979	5.1179	905.8245	246.1755	60602.3543	21.3694
	ตุลาคม	397	855.5831	859.9863	851.1798	-0.4893	957.7158	-560.7158	314402.1948	141.2382
	พฤศจิกายน	331	803.1248	854.3002	751.9493	-5.6862	850.6905	-519.6905	270078.2534	157.0062
	ธันวาคม	787	801.5123	849.0214	754.0032	-5.2788	746.2632	40.7368	1659.4888	5.1762
									SUM	1594.7727
									MAPE	27.4961

$\alpha = 0.2$

Year	Month	Demand	$S_t \alpha = 0.2$	$S_t'' \beta = 0.2$	a_t	b_t	F_{t+m}	e_t	e_t^2	MAPE
2547	มกราคม	787	787.0000	787.0000						
	กุมภาพันธ์	803	790.2000	787.6400	792.7600	0.6400				
	มีนาคม	755	783.1600	786.7440	779.5760	-0.8960	793.4000	-38.4000	1474.5600	5.0861
	เมษายน	1233	873.1280	804.0208	942.2352	17.2768	778.6800	454.3200	206406.6624	36.8467
	พฤษภาคม	926	883.7024	819.9571	947.4477	15.9363	959.5120	-33.5120	1123.0541	3.6190
	มิถุนายน	1175	941.9619	844.3581	1039.5658	24.4010	963.3840	211.6160	44781.3315	18.0099
	กรกฎาคม	1250	1003.5695	876.2004	1130.9387	31.8423	1063.9667	186.0333	34608.3813	14.8827
	สิงหาคม	1108	1024.4556	905.8514	1143.0598	29.6511	1162.7810	-54.7810	3000.9571	4.9441
	กันยายน	962	1011.9645	927.0740	1096.8550	21.2226	1172.7109	-210.7109	44399.0776	21.9034
	ตุลาคม	785	966.5716	934.9736	998.1697	7.8995	1118.0776	-333.0776	110940.6765	42.4303
	พฤศจิกายน	653	903.8573	928.7503	878.9643	-6.2233	1006.0692	-353.0692	124657.8360	54.0688
	ธันวาคม	992	921.4858	927.2974	915.6742	-1.4529	872.7410	119.2590	14222.7061	12.0221

Year	Month	Demand	$S_t \alpha = 0.2$	$S_t'' \beta = 0.2$	a_t	b_t	F_{t+m}	e_t	e_t^2	MAPE
2548	มกราคม	1105	958.1887	933.4757	982.9017	6.1783	914.2214	190.7786	36396.4920	17.2650
	กุมภาพันธ์	694	905.3509	927.8507	882.8511	-5.6249	989.0799	-295.0799	87072.1578	42.5187
	มีนาคม	682	860.6807	914.4167	806.9448	-13.4340	877.2262	-195.2262	38113.2700	28.6255
	เมษายน	689	826.3446	896.8023	755.8869	-17.6144	793.5108	-104.5108	10922.5023	15.1685
	พฤษภาคม	979	856.8757	888.8170	824.9344	-7.9853	738.2725	240.7275	57949.7426	24.5891
	มิถุนายน	1016	888.7005	888.7937	888.6074	-0.0233	816.9491	199.0509	39621.2771	19.5916
	กรกฎาคม	860	882.9604	887.6270	878.2938	-1.1667	888.5841	-28.5841	817.0515	3.3237
	สิงหาคม	1299	966.1683	903.3353	1029.0014	15.7083	877.1272	421.8728	177976.6749	32.4767
	กันยายน	1087	990.3347	920.7352	1059.9342	17.3999	1044.7097	42.2903	1788.4730	3.8906
	ตุลาคม	890	970.2677	930.6417	1009.8938	9.9065	1077.3341	-187.3341	35094.0493	21.0488
	พฤศจิกายน	1163	1008.8142	946.2762	1071.3522	15.6345	1019.8003	143.1997	20506.1509	12.3130
	ธันวาคม	1209	1048.8514	966.7912	1130.9115	20.5150	1086.9867	122.0133	14887.2452	10.0921

Year	Month	Demand	$S_t \alpha = 0.2$	$S_t'' \beta = 0.2$	a_t	b_t	F_{t+m}	e_t	e_t^2	MAPE
2549	มกราคม	791	997.2811	972.8892	1021.6730	6.0980	1151.4265	-360.4265	129907.2777	45.5659
	กุมภาพันธ์	763	950.4249	968.3963	932.4534	-4.4929	1027.7709	-264.7709	70103.6542	34.7013
	มีนาคม	930	946.3399	963.9850	928.6947	-4.4113	927.9605	2.0395	4.1594	0.2193
	เมษายน	812	919.4719	955.0824	883.8614	-8.9026	924.2835	-112.2835	12607.5752	13.8280
	พฤษภาคม	865	908.5775	945.7814	871.3736	-9.3010	874.9588	-9.9588	99.1775	1.1513
	มิถุนายน	1228	972.4620	951.1176	993.8065	5.3361	862.0726	365.9274	133902.8270	29.7986
	กรกฎาคม	894	956.7696	952.2480	961.2913	1.1304	999.1426	-105.1426	11054.9689	11.7609
	สิงหาคม	1084	982.2157	958.2415	1006.1899	5.9935	962.4217	121.5783	14781.2868	11.2157
	กันยายน	777	941.1726	954.8277	927.5174	-3.4138	1012.1834	-235.1834	55311.2427	30.2681
	ตุลาคม	1008	954.5380	954.7698	954.3063	-0.0579	924.1036	83.8964	7038.6060	8.3231
	พฤศจิกายน	981	959.8304	955.7819	963.8790	1.0121	954.2484	26.7516	715.6498	2.7270
	ธันวาคม	804	928.6643	950.3584	906.9703	-5.4235	964.8911	-160.8911	25885.9414	20.0113

Year	Month	Demand	$S_t \alpha = 0.2$	$S_t'' \beta = 0.2$	a_t	b_t	F_{t+m}	e_t	e_t^2	MAPE
2550	มกราคม	872	917.3315	943.7530	890.9099	-6.6054	901.5468	-29.5468	873.0123	3.3884
	กุมภาพันธ์	800	893.8652	933.7755	853.9549	-9.9776	884.3046	-84.3046	7107.2580	10.5381
	มีนาคม	825	880.0921	923.0388	837.1455	-10.7367	843.9773	-18.9773	360.1397	2.3003
	เมษายน	1251	954.2737	929.2858	979.2617	6.2470	826.4088	424.5912	180277.6516	33.9401
	พฤษภาคม	403	844.0190	912.2324	775.8055	-17.0534	985.5086	-582.5086	339316.3204	144.5431
	มิถุนายน	527	780.6152	885.9090	675.3214	-26.3234	758.7522	-231.7522	53709.0691	43.9757
	กรกฎาคม	937	811.8921	871.1056	752.6787	-14.8034	648.9979	288.0021	82945.1850	30.7366
	สิงหาคม	996	848.7137	866.6272	830.8002	-4.4784	737.8753	258.1247	66628.3513	25.9161
	กันยายน	928	864.5710	866.2160	862.9260	-0.4113	826.3218	101.6782	10338.4511	10.9567
	ตุลาคม	461	783.8568	849.7441	717.9694	-16.4718	862.5147	-401.5147	161214.0686	87.0965
	พฤศจิกายน	639	754.8854	830.7724	678.9985	-18.9717	701.4976	-62.4976	3905.9475	9.7805
	ธันวาคม	977	799.3083	824.4796	774.1371	-6.2928	660.0267	316.9733	100472.0675	32.4435

Year	Month	Demand	$S_t \alpha = 0.2$	$S_t \beta = 0.2$	a_t	b_t	F_{t+m}	e_t	e_t^2	MAPE
2551	มกราคม	1072	853.8467	830.3530	877.3403	5.8734	767.8443	304.1557	92510.7006	28.3727
	กุมภาพันธ์	816	846.2773	833.5379	859.0168	3.1849	883.2138	-67.2138	4517.6893	8.2370
	มีนาคม	599	796.8219	826.1947	767.4491	-7.3432	862.2017	-263.2017	69275.1205	43.9402
	เมษายน	675	772.4575	815.4472	729.4678	-10.7474	760.1059	-85.1059	7243.0093	12.6083
	พฤษภาคม	635	744.9660	801.3510	688.5810	-14.0962	718.7203	-83.7203	7009.0925	13.1843
	มิถุนายน	906	777.1728	796.5153	757.8302	-4.8356	674.4848	231.5152	53599.3066	25.5536
	กรกฎาคม	985	818.7382	800.9599	836.5165	4.4446	752.9946	232.0054	53826.5018	23.5538
	สิงหาคม	1376	930.1906	826.8061	1033.5751	25.8461	840.9611	535.0389	286266.5953	38.8836
	กันยายน	1152	974.5525	856.3553	1092.7496	29.5493	1059.4213	92.5787	8570.8241	8.0363
	ตุลาคม	397	859.0420	856.8927	861.1913	0.5373	1122.2989	-725.2989	526058.4733	182.6949
	พฤศจิกายน	331	753.4336	836.2009	670.6663	-20.6918	861.7286	-530.7286	281672.8617	160.3410
	ธันวาคม	787	760.1469	820.9901	699.3037	-15.2108	649.9745	137.0255	18775.9888	17.4111
									SUM	1652.7196
									MAPE	28.4952

$\alpha = 0.3$

Year	Month	Demand	$S_t \alpha = 0.3$	$S_t'' \beta = 0.3$	a_t	b_t	F_{t+m}	e_t	e_t^2	MAPE
2547	มกราคม	787	787.0000	787.0000						
	กุมภาพันธ์	803	791.8000	788.4400	795.1600	1.4400				
	มีนาคม	755	780.7600	786.1360	775.3840	-2.3040	796.6000	-41.6000	1730.5600	5.5099
	เมษายน	1233	916.4320	825.2248	1007.6392	39.0888	773.0800	459.9200	211526.4064	37.3009
	พฤษภาคม	926	919.3024	853.4481	985.1567	28.2233	1046.7280	-120.7280	14575.2500	13.0376
	มิถุนายน	1175	996.0117	896.2172	1095.8062	42.7691	1013.3800	161.6200	26121.0244	13.7549
	กรกฎาคม	1250	1072.2082	949.0145	1195.4019	52.7973	1138.5753	111.4247	12415.4682	8.9140
	สิงหาคม	1108	1082.9457	989.1938	1176.6976	40.1794	1248.1992	-140.1992	19655.8134	12.6534
	กันยายน	962	1046.6620	1006.4343	1086.8897	17.2404	1216.8770	-254.8770	64962.2757	26.4945
	ตุลาคม	785	968.1634	994.9530	941.3738	-11.4813	1104.1302	-319.1302	101844.0655	40.6535
	พฤศจิกายน	653	873.6144	958.5514	788.6773	-36.4016	929.8925	-276.8925	76669.4661	42.4031
	ธันวาคม	992	909.1301	943.7250	874.5351	-14.8264	752.2757	239.7243	57467.7205	24.1658

Year	Month	Demand	$S_t \alpha = 0.3$	$S_t'' \beta = 0.3$	a_t	b_t	F_{t+m}	e_t	e_t^2	MAPE
2548	มกราคม	1105	967.8910	950.9748	984.8073	7.2498	859.7087	245.2913	60167.8201	22.1983
	กุมภาพันธ์	694	885.7237	931.3995	840.0480	-19.5753	992.0571	-298.0571	88838.0182	42.9477
	มีนาคม	682	824.6066	899.3616	749.8516	-32.0379	820.4726	-138.4726	19174.6710	20.3039
	เมษายน	689	783.9246	864.7305	703.1187	-34.6311	717.8137	-28.8137	830.2308	4.1820
	พฤษภาคม	979	842.4472	858.0455	826.8489	-6.6850	668.4876	310.5124	96417.9358	31.7173
	มิถุนายน	1016	894.5131	868.9858	920.0403	10.9403	820.1639	195.8361	38351.7594	19.2752
	กรกฎาคม	860	884.1591	873.5378	894.7805	4.5520	930.9806	-70.9806	5038.2443	8.2536
	สิงหาคม	1299	1008.6114	914.0599	1103.1629	40.5221	899.3325	399.6675	159734.1158	30.7673
	กันยายน	1087	1032.1280	949.4803	1114.7757	35.4204	1143.6850	-56.6850	3213.1893	5.2148
	ตุลาคม	890	989.4896	961.4831	1017.4961	12.0028	1150.1961	-260.1961	67701.9999	29.2355
	พฤศจิกายน	1163	1041.5427	985.5010	1097.5844	24.0179	1029.4989	133.5011	17822.5541	11.4790
	ธันวาคม	1209	1091.7799	1017.3847	1166.1751	31.8837	1121.6023	87.3977	7638.3534	7.2289

Year	Month	Demand	$S_t \alpha = 0.3$	$S_t'' \beta = 0.3$	a_t	b_t	F_{t+m}	e_t	e_t^2	MAPE
2549	มกราคม	791	1001.5459	1012.6330	990.4588	-4.7516	1198.0588	-407.0588	165696.8789	51.4613
	กุมภาพันธ์	763	929.9822	987.8378	872.1265	-24.7953	985.7072	-222.7072	49598.4974	29.1884
	มีนาคม	930	929.9875	970.4827	889.4923	-17.3551	847.3313	82.6687	6834.1202	8.8891
	เมษายน	812	894.5913	947.7153	841.4672	-22.7674	872.1372	-60.1372	3616.4875	7.4061
	พฤษภาคม	865	885.7139	929.1148	842.3129	-18.6004	818.6998	46.3002	2143.7071	5.3526
	มิถุนายน	1228	988.3997	946.9003	1029.8991	17.7855	823.7125	404.2875	163448.3869	32.9224
	กรกฎาคม	894	960.0798	950.8542	969.3054	3.9538	1047.6846	-153.6846	23618.9511	17.1907
	สิงหาคม	1084	997.2559	964.7747	1029.7371	13.9205	973.2593	110.7407	12263.5040	10.2159
	กันยายน	777	931.1791	954.6960	907.6622	-10.0787	1043.6576	-266.6576	71106.2574	34.3189
	ตุลาคม	1008	954.2254	954.5548	953.8959	-0.1412	897.5835	110.4165	12191.7951	10.9540
	พฤศจิกายน	981	962.2578	956.8657	967.6498	2.3109	953.7547	27.2453	742.3039	2.7773
	ธันวาคม	804	914.7804	944.2401	885.3207	-12.6256	969.9607	-165.9607	27542.9575	20.6419

Year	Month	Demand	$S_t \alpha = 0.3$	$S_t'' \beta = 0.3$	a_t	b_t	F_{t+m}	e_t	e_t^2	MAPE
2550	มกราคม	872	901.9463	931.5520	872.3406	-12.6881	872.6952	-0.6952	0.4833	0.0797
	กุมภาพันธ์	800	871.3624	913.4951	829.2297	-18.0569	859.6525	-59.6525	3558.4195	7.4566
	มีนาคม	825	857.4537	896.6827	818.2247	-16.8124	811.1729	13.8271	191.1900	1.6760
	เมษายน	1251	975.5176	920.3331	1030.7020	23.6505	801.4123	449.5877	202129.1246	35.9383
	พฤษภาคม	403	803.7623	885.3619	722.1627	-34.9713	1054.3525	-651.3525	424260.0590	161.6259
	มิถุนายน	527	720.7336	835.9734	605.4938	-49.3885	687.1915	-160.1915	25661.3053	30.3969
	กรกฎาคม	937	785.6135	820.8654	750.3616	-15.1080	556.1053	380.8947	145080.7473	40.6504
	สิงหาคม	996	848.7295	829.2247	868.2343	8.3592	735.2536	260.7464	67988.6598	26.1794
	กันยายน	928	872.5106	842.2104	902.8108	12.9858	876.5935	51.4065	2642.6288	5.5395
	ตุลาคม	461	749.0574	814.2645	683.8503	-27.9459	915.7966	-454.7966	206839.9519	98.6544
	พฤศจิกายน	639	716.0402	784.7972	647.2832	-29.4673	655.9044	-16.9044	285.7599	2.6455
	ธันวาคม	977	794.3281	787.6565	800.9998	2.8593	617.8159	359.1841	129013.2379	36.7640

Year	Month	Demand	$S_t \alpha = 0.3$	$S_t \beta = 0.3$	a_t	b_t	F_{t+m}	e_t	e_t^2	MAPE
2551	มกราคม	1072	877.6297	814.6485	940.6109	26.9920	803.8590	268.1410	71899.5703	25.0131
	กุมภาพันธ์	816	859.1408	827.9962	890.2854	13.3477	967.6029	-151.6029	22983.4361	18.5788
	มีนาคม	599	781.0986	813.9269	748.2702	-14.0693	903.6331	-304.6331	92801.3329	50.8569
	เมษายน	675	749.2690	794.5295	704.0085	-19.3974	734.2009	-59.2009	3504.7514	8.7705
	พฤษภาคม	635	714.9883	770.6671	659.3094	-23.8624	684.6111	-49.6111	2461.2605	7.8128
	มิถุนายน	906	772.2918	771.1545	773.4291	0.4874	635.4471	270.5529	73198.8888	29.8624
	กรกฎาคม	985	836.1043	790.6395	881.5691	19.4849	773.9165	211.0835	44556.2607	21.4298
	สิงหาคม	1376	998.0730	852.8695	1143.2765	62.2301	901.0540	474.9460	225573.7209	34.5164
	กันยายน	1152	1044.2511	910.2840	1178.2182	57.4145	1205.5065	-53.5065	2862.9464	4.6447
	ตุลาคม	397	850.0758	892.2215	807.9300	-18.0625	1235.6327	-838.6327	703304.7390	211.2425
	พฤศจิกายน	331	694.3530	832.8610	555.8451	-59.3605	789.8675	-458.8675	210559.4152	138.6307
	ธันวาคม	787	722.1471	799.6468	644.6474	-33.2142	496.4845	290.5155	84399.2289	36.9143
									SUM	1724.8889
									MAPE	29.7395

$\alpha = 0.4$

Year	Month	Demand	$S_t \alpha = 0.4$	$S_t'' \beta = 0.4$	a_t	b_t	F_{t+m}	e_t	e_t^2	MAPE
2547	มกราคม	787	787.0000	787.0000						
	กุมภาพันธ์	803	793.4000	789.5600	797.2400	2.5600				
	มีนาคม	755	778.0400	784.9520	771.1280	-4.6080	799.8000	-44.8000	2007.0400	5.9338
	เมษายน	1233	960.0240	854.9808	1065.0672	70.0288	766.5200	466.4800	217603.5904	37.8329
	พฤษภาคม	926	946.4144	891.5542	1001.2746	36.5734	1135.0960	-209.0960	43721.1372	22.5806
	มิถุนายน	1175	1037.8486	950.0720	1125.6253	58.5178	1037.8480	137.1520	18810.6711	11.6725
	กรกฎาคม	1250	1122.7092	1019.1269	1226.2915	69.0549	1184.1430	65.8570	4337.1392	5.2686
	สิงหาคม	1108	1116.8255	1058.2063	1175.4447	39.0795	1295.3464	-187.3464	35098.6616	16.9085
	กันยายน	962	1054.8953	1056.8819	1052.9087	-1.3244	1214.5241	-252.5241	63768.4449	26.2499
	ตุลาคม	785	946.9372	1012.9040	880.9703	-43.9779	1051.5843	-266.5843	71067.1806	33.9598
	พฤศจิกายน	653	829.3623	939.4873	719.2373	-73.4167	836.9924	-183.9924	33853.2209	28.1765
	ธันวาคม	992	894.4174	921.4594	867.3754	-18.0280	645.8206	346.1794	119840.1802	34.8971

Year	Month	Demand	$S_t \alpha = 0.4$	$S_t \beta = 0.4$	a_t	b_t	F_{t+m}	e_t	e_t^2	MAPE
2548	มกราคม	1105	978.6504	944.3358	1012.9651	22.8764	849.3474	255.6526	65358.2350	23.1360
	กุมภาพันธ์	694	864.7903	912.5176	817.0629	-31.8182	1035.8415	-341.8415	116855.6148	49.2567
	มีนาคม	682	791.6742	864.1802	719.1681	-48.3374	785.2447	-103.2447	10659.4744	15.1385
	เมษายน	689	750.6045	818.7499	682.4591	-45.4303	670.8307	18.1693	330.1222	2.6370
	พฤษภาคม	979	841.9627	828.0350	855.8904	9.2851	637.0288	341.9712	116944.3162	34.9307
	มิถุนายน	1016	911.5776	861.4521	961.7032	33.4170	865.1755	150.8245	22748.0389	14.8449
	กรกฎาคม	860	890.9466	873.2499	908.6433	11.7978	995.1202	-135.1202	18257.4694	15.7117
	สิงหาคม	1299	1054.1679	945.6171	1162.7188	72.3672	920.4411	378.5589	143306.8596	29.1423
	กันยายน	1087	1067.3008	994.2906	1140.3110	48.6735	1235.0860	-148.0860	21929.4684	13.6234
	ตุลาคม	890	996.3805	995.1265	997.6344	0.8360	1188.9844	-298.9844	89391.6913	33.5938
	พฤศจิกายน	1163	1063.0283	1022.2872	1103.7693	27.1607	998.4704	164.5296	27070.0045	14.1470
	ธันวาคม	1209	1121.4170	1061.9391	1180.8948	39.6519	1130.9300	78.0700	6094.9204	6.4574

Year	Month	Demand	$S_t \alpha = 0.4$	$S_t \beta = 0.4$	a_t	b_t	F_{t+m}	e_t	e_t^2	MAPE
2549	มกราคม	791	989.2502	1032.8635	945.6368	-29.0756	1220.5467	-429.5467	184510.3734	54.3043
	กุมภาพันธ์	763	898.7501	979.2182	818.2820	-53.6454	916.5612	-153.5612	23581.0538	20.1260
	มีนาคม	930	911.2501	952.0309	870.4692	-27.1872	764.6367	165.3633	27345.0305	17.7810
	เมษายน	812	871.5500	919.8386	823.2615	-32.1924	843.2820	-31.2820	978.5610	3.8525
	พฤษภาคม	865	868.9300	899.4752	838.3849	-20.3634	791.0691	73.9309	5465.7706	8.5469
	มิถุนายน	1228	1012.5580	944.7083	1080.4077	45.2331	818.0215	409.9785	168082.3914	33.3859
	กรกฎาคม	894	965.1348	952.8789	977.3907	8.1706	1125.6409	-231.6409	53657.4952	25.9106
	สิงหาคม	1084	1012.6809	976.7997	1048.5621	23.9208	985.5613	98.4387	9690.1738	9.0811
	กันยายน	777	918.4085	953.4432	883.3738	-23.3565	1072.4829	-295.4829	87310.1256	38.0287
	ตุลาคม	1008	954.2451	953.7640	954.7263	0.3208	860.0174	147.9826	21898.8596	14.6808
	พฤศจิกายน	981	964.9471	958.2372	971.6569	4.4732	955.0470	25.9530	673.5578	2.6456
	ธันวาคม	804	900.5682	935.1696	865.9669	-23.0676	976.1302	-172.1302	29628.7910	21.4092

Year	Month	Demand	$S_t \alpha = 0.4$	$S_t \beta = 0.4$	a_t	b_t	F_{t+m}	e_t	e_t^2	MAPE
2550	มกราคม	872	889.1409	916.7582	861.5237	-18.4115	842.8993	29.1007	846.8527	3.3372
	กุมภาพันธ์	800	853.4846	891.4487	815.5204	-25.3094	843.1123	-43.1123	1858.6672	5.3890
	มีนาคม	825	842.0907	871.7055	812.4760	-19.7432	790.2110	34.7890	1210.2760	4.2169
	เมษายน	1251	1005.6544	925.2851	1086.0238	53.5796	792.7328	458.2672	210008.8627	36.6321
	พฤษภาคม	403	764.5927	861.0081	668.1772	-64.2770	1139.6034	-736.6034	542584.5102	182.7800
	มิถุนายน	527	669.5556	784.4271	554.6841	-76.5810	603.9002	-76.9002	5913.6467	14.5921
	กรกฎาคม	937	776.5334	781.2696	771.7971	-3.1575	478.1031	458.8969	210586.3865	48.9751
	สิงหาคม	996	864.3200	814.4898	914.1503	33.2202	768.6396	227.3604	51692.7488	22.8273
	กันยายน	928	889.7920	844.6107	934.9734	30.1209	947.3704	-19.3704	375.2132	2.0873
	ตุลาคม	461	718.2752	794.0765	642.4739	-50.5342	965.0942	-504.0942	254111.0082	109.3480
	พฤศจิกายน	639	686.5651	751.0719	622.0583	-43.0045	591.9397	47.0603	2214.6678	7.3647
	ธันวาคม	977	802.7391	771.7388	833.7394	20.6669	579.0538	397.9462	158361.2070	40.7314

Year	Month	Demand	$S_t \alpha = 0.4$	$S_t \beta = 0.4$	a_t	b_t	F_{t+m}	e_t	e_t^2	MAPE
2551	มกราคม	1072	910.4434	827.2207	993.6662	55.4819	854.4062	217.5938	47347.0579	20.2979
	กุมภาพันธ์	816	872.6661	845.3988	899.9333	18.1782	1049.1481	-233.1481	54358.0345	28.5721
	มีนาคม	599	763.1996	812.5191	713.8801	-32.8797	918.1115	-319.1115	101832.1364	53.2740
	เมษายน	675	727.9198	778.6794	677.1602	-33.8397	681.0005	-6.0005	36.0055	0.8890
	พฤษภาคม	635	690.7519	743.5084	637.9954	-35.1710	643.3204	-8.3204	69.2294	1.3103
	มิถุนายน	906	776.8511	756.8455	796.8568	13.3371	602.8243	303.1757	91915.4815	33.4631
	กรกฎาคม	985	860.1107	798.1516	922.0698	41.3061	810.1939	174.8061	30557.1883	17.7468
	สิงหาคม	1376	1066.4664	905.4775	1227.4553	107.3259	963.3759	412.6241	170258.6775	29.9872
	กันยายน	1152	1100.6798	983.5584	1217.8012	78.0809	1334.7812	-182.7812	33408.9850	15.8664
	ตุลาคม	397	819.2079	917.8182	720.5976	-65.7402	1295.8822	-898.8822	807989.1877	226.4187
	พฤศจิกายน	331	623.9247	800.2608	447.5887	-117.5574	654.8574	-323.8574	104883.5998	97.8421
	ธันวาคม	787	689.1548	755.8184	622.4913	-44.4424	330.0313	456.9687	208820.4263	58.0646
									SUM	1787.8654
									MAPE	30.8253

$\alpha = 0.5$

Year	Month	Demand	$S_t \alpha = 0.5$	$S_t \beta = 0.5$	a_t	b_t	F_{t+m}	e_t	e_t^2	MAPE
2547	มกราคม	787	787.0000	787.0000						
	กุมภาพันธ์	803	795.0000	791.0000	799.0000	4.0000				
	มีนาคม	755	775.0000	783.0000	767.0000	-8.0000	803.0000	-48.0000	2304.0000	6.3576
	เมษายน	1233	1004.0000	893.5000	1114.5000	110.5000	759.0000	474.0000	224676.0000	38.4428
	พฤษภาคม	926	965.0000	929.2500	1000.7500	35.7500	1225.0000	-299.0000	89401.0000	32.2894
	มิถุนายน	1175	1070.0000	999.6250	1140.3750	70.3750	1036.5000	138.5000	19182.2500	11.7872
	กรกฎาคม	1250	1160.0000	1079.8125	1240.1875	80.1875	1210.7500	39.2500	1540.5625	3.1400
	สิงหาคม	1108	1134.0000	1106.9063	1161.0938	27.0938	1320.3750	-212.3750	45103.1406	19.1674
	กันยายน	962	1048.0000	1077.4531	1018.5469	-29.4531	1188.1875	-226.1875	51160.7852	23.5122
	ตุลาคม	785	916.5000	996.9766	836.0234	-80.4766	989.0938	-204.0938	41654.2588	25.9992
	พฤศจิกายน	653	784.7500	890.8633	678.6367	-106.1133	755.5469	-102.5469	10515.8616	15.7040
	ธันวาคม	992	888.3750	889.6191	887.1309	-1.2441	572.5234	419.4766	175960.5865	42.2859

Year	Month	Demand	$S_t \alpha = 0.5$	$S_t \beta = 0.5$	a_t	b_t	F_{t+m}	e_t	e_t^2	MAPE
2548	มกราคม	1105	996.6875	943.1533	1050.2217	53.5342	885.8867	219.1133	48010.6300	19.8293
	กุมภาพันธ์	694	845.3438	894.2485	796.4390	-48.9048	1103.7559	-409.7559	167899.8643	59.0426
	มีนาคม	682	763.6719	828.9602	698.3835	-65.2883	747.5342	-65.5342	4294.7287	9.6091
	เมษายน	689	726.3359	777.6481	675.0238	-51.3121	633.0952	55.9048	3125.3450	8.1139
	พฤษภาคม	979	852.6680	815.1580	890.1779	37.5099	623.7117	355.2883	126229.7975	36.2909
	มิถุนายน	1016	934.3340	874.7460	993.9220	59.5880	927.6879	88.3121	7799.0330	8.6921
	กรกฎาคม	860	897.1670	885.9565	908.3775	11.2105	1053.5099	-193.5099	37446.1003	22.5012
	สิงหาคม	1299	1098.0835	992.0200	1204.1470	106.0635	919.5880	379.4120	143953.4793	29.2080
	กันยายน	1087	1092.5417	1042.2809	1142.8026	50.2609	1310.2105	-223.2105	49822.9251	20.5345
	ตุลาคม	890	991.2709	1016.7759	965.7659	-25.5050	1193.0635	-303.0635	91847.4847	34.0521
	พฤศจิกายน	1163	1077.1354	1046.9557	1107.3152	30.1798	940.2609	222.7391	49612.7175	19.1521
	ธันวาคม	1209	1143.0677	1095.0117	1191.1238	48.0560	1137.4950	71.5050	5112.9649	5.9144

Year	Month	Demand	$S_t \alpha = 0.5$	$S_t \beta = 0.5$	a_t	b_t	F_{t+m}	e_t	e_t^2	MAPE
2549	มกราคม	791	967.0339	1031.0228	903.0449	-63.9889	1239.1798	-448.1798	200865.1169	56.6599
	กุมภาพันธ์	763	865.0169	948.0199	782.0140	-83.0029	839.0560	-76.0560	5784.5200	9.9680
	มีนาคม	930	897.5085	922.7642	872.2528	-25.2557	699.0111	230.9889	53355.8783	24.8375
	เมษายน	812	854.7542	888.7592	820.7493	-34.0050	846.9971	-34.9971	1224.7955	4.3100
	พฤษภาคม	865	859.8771	874.3182	845.4361	-14.4410	786.7443	78.2557	6123.9535	9.0469
	มิถุนายน	1228	1043.9386	959.1284	1128.7488	84.8102	830.9950	397.0050	157612.9405	32.3294
	กรกฎาคม	894	968.9693	964.0488	973.8897	4.9205	1213.5590	-319.5590	102117.9292	35.7449
	สิงหาคม	1084	1026.4846	995.2667	1057.7026	31.2179	978.8102	105.1898	11064.8938	9.7039
	กันยายน	777	901.7423	948.5045	854.9801	-46.7622	1088.9205	-311.9205	97294.3740	40.1442
	ตุลาคม	1008	954.8712	951.6878	958.0545	3.1833	808.2179	199.7821	39912.8832	19.8197
	พฤศจิกายน	981	967.9356	959.8117	976.0594	8.1239	961.2378	19.7622	390.5447	2.0145
	ธันวาคม	804	885.9678	922.8898	849.0458	-36.9220	984.1833	-180.1833	32466.0280	22.4109

Year	Month	Demand	$S_t \alpha = 0.5$	$S_t \beta = 0.5$	a_t	b_t	F_{t+m}	e_t	e_t^2	MAPE
2550	มกราคม	872	878.9839	900.9368	857.0310	-21.9529	812.1239	59.8761	3585.1511	6.8665
	กุมภาพันธ์	800	839.4919	870.2144	808.7695	-30.7224	835.0780	-35.0780	1230.4689	4.3848
	มีนาคม	825	832.2460	851.2302	813.2618	-18.9842	778.0471	46.9529	2204.5774	5.6913
	เมษายน	1251	1041.6230	946.4266	1136.8194	95.1964	794.2776	456.7224	208595.3850	36.5086
	พฤษภาคม	403	722.3115	834.3690	610.2539	-112.0575	1232.0158	-829.0158	687267.1872	205.7111
	มิถุนายน	527	624.6557	729.5124	519.7991	-104.8566	498.1964	28.8036	829.6472	5.4656
	กรกฎาคม	937	780.8279	755.1701	806.4856	25.6577	414.9425	522.0575	272544.0801	55.7159
	สิงหาคม	996	888.4139	821.7920	955.0358	66.6219	832.1434	163.8566	26849.0004	16.4515
	กันยายน	928	908.2070	864.9995	951.4144	43.2075	1021.6577	-93.6577	8771.7723	10.0924
	ตุลาคม	461	684.6035	774.8015	594.4055	-90.1980	994.6219	-533.6219	284752.3342	115.7531
	พฤศจิกายน	639	661.8017	718.3016	605.3019	-56.4999	504.2075	134.7925	18169.0270	21.0943
	ธันวาคม	977	819.4009	768.8512	869.9505	50.5496	548.8020	428.1980	183353.5347	43.8278

$\alpha = 0.6$

Year	Month	Demand	$S_t \alpha = 0.6$	$S_t'' \beta = 0.6$	a_t	b_t	F_{t+m}	e_t	e_t^2	MAPE
2547	มกราคม	787	787.0000	787.0000						
	กุมภาพันธ์	803	796.6000	792.7600	800.4400	5.7600				
	มีนาคม	755	771.6400	780.0880	763.1920	-12.6720	806.2000	-51.2000	2621.4400	6.7815
	เมษายน	1233	1048.4560	941.1088	1155.8032	161.0208	750.5200	482.4800	232786.9504	39.1306
	พฤษภาคม	926	974.9824	961.4330	988.5318	20.3242	1316.8240	-390.8240	152743.3990	42.2056
	มิถุนายน	1175	1094.9930	1041.5690	1148.4170	80.1360	1008.8560	166.1440	27603.8287	14.1399
	กรกฎาคม	1250	1187.9972	1129.4259	1246.5685	87.8569	1228.5530	21.4470	459.9755	1.7158
	สิงหาคม	1108	1139.9989	1135.7697	1144.2281	6.3438	1334.4254	-226.4254	51268.4654	20.4355
	กันยายน	962	1033.1995	1074.2276	992.1715	-61.5421	1150.5719	-188.5719	35559.3437	19.6021
	ตุลาคม	785	884.2798	960.2589	808.3007	-113.9687	930.6294	-145.6294	21207.9271	18.5515
	พฤศจิกายน	653	745.5119	831.4107	659.6131	-128.8482	694.3320	-41.3320	1708.3373	6.3296
	ธันวาคม	992	893.4048	868.6072	918.2024	37.1964	530.7649	461.2351	212737.7963	46.4955

Year	Month	Demand	$S_t \alpha = 0.6$	$S_t \beta = 0.6$	a_t	b_t	F_{t+m}	e_t	e_t^2	MAPE
2548	มกราคม	1105	1020.3619	959.6600	1081.0638	91.0529	955.3988	149.6012	22380.5153	13.5386
	กุมภาพันธ์	694	824.5448	878.5909	770.4987	-81.0691	1172.1167	-478.1167	228595.5427	68.8929
	มีนาคม	682	739.0179	794.8471	683.1887	-83.7438	689.4295	-7.4295	55.1978	1.0894
	เมษายน	689	709.0072	743.3431	674.6712	-51.5040	599.4449	89.5551	8020.1070	12.9978
	พฤษภาคม	979	871.0029	819.9390	922.0668	76.5958	623.1672	355.8328	126616.9554	36.3466
	มิถุนายน	1016	958.0011	902.7763	1013.2260	82.8373	998.6626	17.3374	300.5855	1.7064
	กรกฎาคม	860	899.2005	900.6308	897.7701	-2.1455	1096.0633	-236.0633	55725.8911	27.4492
	สิงหาคม	1299	1139.0802	1043.7004	1234.4599	143.0696	895.6246	403.3754	162711.6807	31.0528
	กันยายน	1087	1107.8321	1082.1794	1133.4847	38.4790	1377.5296	-290.5296	84407.4375	26.7277
	ตุลาคม	890	977.1328	1019.1515	935.1142	-63.0280	1171.9637	-281.9637	79503.5408	31.6813
	พฤศจิกายน	1163	1088.6531	1060.8525	1116.4538	41.7010	872.0862	290.9138	84630.8129	25.0141
	ธันวาคม	1209	1160.8613	1120.8577	1200.8648	60.0053	1158.1548	50.8452	2585.2343	4.2056

Year	Month	Demand	$S_t \alpha = 0.6$	$S_t \beta = 0.6$	a_t	b_t	F_{t+m}	e_t	e_t^2	MAPE
2549	มกราคม	791	938.9445	1011.7098	866.1792	-109.1479	1260.8700	-469.8700	220777.8555	59.4020
	กุมภาพันธ์	763	833.3778	904.7106	762.0450	-106.9992	757.0313	5.9687	35.6258	0.7823
	มีนาคม	930	891.3511	896.6949	886.0073	-8.0157	655.0458	274.9542	75599.8092	29.5650
	เมษายน	812	843.7404	864.9222	822.5587	-31.7727	877.9916	-65.9916	4354.8968	8.1270
	พฤษภาคม	865	856.4962	859.8666	853.1258	-5.0556	790.7860	74.2140	5507.7201	8.5797
	มิถุนายน	1228	1079.3985	991.5857	1167.2112	131.7191	848.0701	379.9299	144346.7099	30.9389
	กรกฎาคม	894	968.1594	977.5299	958.7889	-14.0558	1298.9303	-404.9303	163968.5823	45.2942
	สิงหาคม	1084	1037.6638	1013.6102	1061.7173	36.0803	944.7331	139.2669	19395.2823	12.8475
	กันยายน	777	881.2655	934.2034	828.3276	-79.4068	1097.7976	-320.7976	102911.0927	41.2867
	ตุลาคม	1008	957.3062	948.0651	966.5473	13.8617	748.9208	259.0792	67122.0412	25.7023
	พฤศจิกายน	981	971.5225	962.1395	980.9054	14.0744	980.4090	0.5910	0.3493	0.0602
	ธันวาคม	804	871.0090	907.4612	834.5568	-54.6783	994.9799	-190.9799	36473.3161	23.7537

Year	Month	Demand	$S_t \alpha = 0.6$	$S_t \beta = 0.6$	a_t	b_t	F_{t+m}	e_t	e_t^2	MAPE
2550	มกราคม	872	871.6036	885.9466	857.2606	-21.5146	779.8785	92.1215	8486.3771	10.5644
	กุมภาพันธ์	800	828.6414	851.5635	805.7194	-34.3831	835.7460	-35.7460	1277.7759	4.4682
	มีนาคม	825	826.4566	836.4994	816.4138	-15.0642	771.3362	53.6638	2879.7993	6.5047
	เมษายน	1251	1081.1826	983.3093	1179.0559	146.8100	801.3496	449.6504	202185.4534	35.9433
	พฤษภาคม	403	674.2731	797.8876	550.6585	-185.4218	1325.8659	-922.8659	851681.4833	228.9990
	มิถุนายน	527	585.9092	670.7006	501.1179	-127.1870	365.2368	161.7632	26167.3378	30.6951
	กรกฎาคม	937	796.5637	746.2184	846.9089	75.5179	373.9309	563.0691	317046.8308	60.0928
	สิงหาคม	996	916.2255	848.2227	984.2283	102.0042	922.4268	73.5732	5413.0127	7.3869
	กันยายน	928	923.2902	893.2632	953.3172	45.0405	1086.2325	-158.2325	25037.5289	17.0509
	ตุลาคม	461	645.9161	744.8549	546.9772	-148.4083	998.3577	-537.3577	288753.3202	116.5635
	พฤศจิกายน	639	641.7664	683.0018	600.5310	-61.8531	398.5690	240.4310	57807.0781	37.6261
	ธันวาคม	977	842.9066	778.9447	906.8685	95.9428	538.6779	438.3221	192126.2247	44.8641

[illegible]

$\alpha = 0.7$

Year	Month	Demand	$S_t \alpha = 0.7$	$S_t \beta = 0.7$	a_t	b_t	F_{t+m}	e_t	e_t^2	MAPE
2547	มกราคม	787	787.0000	787.0000						
	กุมภาพันธ์	803	798.2000	794.8400	801.5600	7.8400				
	มีนาคม	755	767.9600	776.0240	759.8960	-18.8160	809.4000	-54.4000	2959.3600	7.2053
	เมษายน	1233	1093.4880	998.2488	1188.7272	222.2248	741.0800	491.9200	241985.2864	39.8962
	พฤษภาคม	926	976.2464	982.8471	969.6457	-15.4017	1410.9520	-484.9520	235178.4423	52.3706
	มิถุนายน	1175	1115.3739	1075.6159	1155.1320	92.7688	954.2440	220.7560	48733.2115	18.7877
	กรกฎาคม	1250	1209.6122	1169.4133	1249.8111	93.7974	1247.9007	2.0993	4.4070	0.1679
	สิงหาคม	1108	1138.4837	1147.7625	1129.2048	-21.6507	1343.6085	-235.6085	55511.3521	21.2643
	กันยายน	962	1014.9451	1054.7903	975.0999	-92.9722	1107.5540	-145.5540	21185.9723	15.1304
	ตุลาคม	785	853.9835	914.2256	793.7415	-140.5648	882.1276	-97.1276	9433.7801	12.3729
	พฤศจิกายน	653	713.2951	773.5742	653.0159	-140.6514	653.1767	-0.1767	0.0312	0.0271
	ธันวาคม	992	908.3885	867.9442	948.8328	94.3700	512.3645	479.6355	230050.1667	48.3503

Year	Month	Demand	$S_t \alpha = 0.7$	$S_t \beta = 0.7$	a_t	b_t	F_{t+m}	e_t	e_t^2	MAPE
2548	มกราคม	1105	1046.0166	992.5949	1099.4383	124.6506	1043.2028	61.7972	3818.8910	5.5925
	กุมภาพันธ์	694	799.6050	857.5019	741.7080	-135.0929	1224.0889	-530.0889	280994.2257	76.3817
	มีนาคม	682	717.2815	759.3476	675.2154	-98.1543	606.6151	75.3849	5682.8867	11.0535
	เมษายน	689	697.4844	716.0434	678.9255	-43.3042	577.0610	111.9390	12530.3293	16.2466
	พฤษภาคม	979	894.5453	840.9948	948.0959	124.9514	635.6213	343.3787	117908.9516	35.0744
	มิถุนายน	1016	979.5636	937.9929	1021.1343	96.9982	1073.0473	-57.0473	3254.3908	5.6149
	กรกฎาคม	860	895.8691	908.5062	883.2319	-29.4867	1118.1324	-258.1324	66632.3600	30.0154
	สิงหาคม	1299	1178.0607	1097.1944	1258.9271	188.6881	853.7452	445.2548	198251.8246	34.2767
	กันยายน	1087	1114.3182	1109.1811	1119.4554	11.9867	1447.6152	-360.6152	130043.3283	33.1753
	ตุลาคม	890	957.2955	1002.8611	911.7298	-106.3199	1131.4421	-241.4421	58294.2662	27.1283
	พฤศจิกายน	1163	1101.2886	1071.7604	1130.8169	68.8992	805.4099	357.5901	127870.7049	30.7472
	ธันวาคม	1209	1176.6866	1145.2087	1208.1645	73.4483	1199.7161	9.2839	86.1902	0.7679

Year	Month	Demand	$S_t \alpha = 0.7$	$S_t \beta = 0.7$	a_t	b_t	F_{t+m}	e_t	e_t^2	MAPE
2549	มกราคม	791	906.7060	978.2568	835.1552	-166.9519	1281.6128	-490.6128	240700.9121	62.0244
	กุมภาพันธ์	763	806.1118	857.7553	754.4683	-120.5015	668.2032	94.7968	8986.4288	12.4242
	มีนาคม	930	892.8335	882.3101	903.3570	24.5548	633.9668	296.0332	87635.6657	31.8315
	เมษายน	812	836.2501	850.0681	822.4321	-32.2420	927.9118	-115.9118	13435.5406	14.2748
	พฤษภาคม	865	856.3750	854.4829	858.2671	4.4149	790.1901	74.8099	5596.5275	8.6485
	มิถุนายน	1228	1116.5125	1037.9036	1195.1214	183.4207	862.6820	365.3180	133457.2600	29.7490
	กรกฎาคม	894	960.7538	983.8987	937.6088	-54.0049	1378.5421	-484.5421	234781.0267	54.1993
	สิงหาคม	1084	1047.0261	1028.0879	1065.9643	44.1892	883.6039	200.3961	40158.6089	18.4867
	กันยายน	777	858.0078	909.0319	806.9838	-119.0560	1110.1535	-333.1535	110991.2778	42.8769
	ตุลาคม	1008	963.0024	946.8112	979.1935	37.7793	687.9278	320.0722	102446.2308	31.7532
	พฤศจิกายน	981	975.6007	966.9639	984.2376	20.1527	1016.9728	-35.9728	1294.0456	3.6670
	ธันวาคม	804	855.4802	888.9253	822.0351	-78.0386	1004.3902	-200.3902	40156.2354	24.9242

Year	Month	Demand	$S_t \alpha = 0.7$	$S_t \beta = 0.7$	a_t	b_t	F_{t+m}	e_t	e_t^2	MAPE
2550	มกราคม	872	867.0441	873.6084	860.4797	-15.3169	743.9966	128.0034	16384.8785	14.6793
	กุมภาพันธ์	800	820.1132	836.1618	804.0647	-37.4467	845.1628	-45.1628	2039.6805	5.6454
	มีนาคม	825	823.5340	827.3223	819.7456	-8.8395	766.6180	58.3820	3408.4577	7.0766
	เมษายน	1251	1122.7602	1034.1288	1211.3916	206.8065	810.9061	440.0939	193682.5991	35.1794
	พฤษภาคม	403	618.9281	743.4883	494.3678	-290.6405	1418.1981	-1015.1981	1030627.1177	251.9102
	มิถุนายน	527	554.5784	611.2514	497.9055	-132.2369	203.7273	323.2727	104505.2465	61.3421
	กรกฎาคม	937	822.2735	758.9669	885.5802	147.7155	365.6685	571.3315	326419.6298	60.9745
	สิงหาคม	996	943.8821	888.4075	999.3566	129.4406	1033.2957	-37.2957	1390.9671	3.7445
	กันยายน	928	932.7646	919.4575	946.0718	31.0500	1128.7972	-200.7972	40319.5292	21.6376
	ตุลาคม	461	602.5294	697.6078	507.4510	-221.8497	977.1217	-516.1217	266381.6401	111.9570
	พฤศจิกายน	639	628.0588	648.9235	607.1941	-48.6843	285.6013	353.3987	124890.6504	55.3050
	ธันวาคม	977	872.3176	805.2994	939.3359	156.3759	558.5098	418.4902	175134.0337	42.8342

$\alpha = 0.8$

Year	Month	Demand	$S_t \alpha = 0.8$	$S_t \beta = 0.8$	a_t	b_t	F_{t+m}	e_t	e_t^2	MAPE
2547	มกราคม	787	787.0000	787.0000						
	กุมภาพันธ์	803	799.8000	797.2400	802.3600	10.2400				
	มีนาคม	755	763.9600	770.6160	757.3040	-26.6240	812.6000	-57.6000	3317.7600	7.6291
	เมษายน	1233	1139.1920	1065.4768	1212.9072	294.8608	730.6800	502.3200	252325.3824	40.7397
	พฤษภาคม	926	968.6384	988.0061	949.2707	-77.4707	1507.7680	-581.7680	338454.0058	62.8259
	มิถุนายน	1175	1133.7277	1104.5834	1162.8720	116.5773	871.8000	303.2000	91930.2400	25.8043
	กรกฎาคม	1250	1226.7455	1202.3131	1251.1780	97.7297	1279.4493	-29.4493	867.2601	2.3559
	สิงหาคม	1108	1131.7491	1145.8619	1117.6363	-56.4512	1348.9077	-240.9077	58036.5257	21.7426
	กันยายน	962	995.9498	1025.9322	965.9674	-119.9297	1061.1851	-99.1851	9837.6868	10.3103
	ตุลาคม	785	827.1900	866.9384	787.4415	-158.9938	846.0377	-61.0377	3725.6053	7.7755
	พฤศจิกายน	653	687.8380	723.6581	652.0179	-143.2803	628.4477	24.5523	602.8159	3.7599
	ธันวาคม	992	931.1676	889.6657	972.6695	166.0076	508.7376	483.2624	233542.5795	48.7160

Year	Month	Demand	$S_t \alpha = 0.8$	$S_t \beta = 0.8$	a_t	b_t	F_{t+m}	e_t	e_t^2	MAPE
2548	มกราคม	1105	1070.2335	1034.1200	1106.3471	144.4543	1138.6771	-33.6771	1134.1483	3.0477
	กุมภาพันธ์	694	769.2467	822.2214	716.2721	-211.8986	1250.8013	-556.8013	310027.7377	80.2307
	มีนาคม	682	699.4493	724.0037	674.8949	-98.2176	504.3735	177.6265	31551.1901	26.0449
	เมษายน	689	691.0899	697.6726	684.5071	-26.3311	576.6773	112.3227	12616.3828	16.3023
	พฤษภาคม	979	921.4180	876.6689	966.1670	178.9963	658.1760	320.8240	102928.0436	32.7706
	มิถุนายน	1016	997.0836	973.0007	1021.1665	96.3317	1145.1633	-129.1633	16683.1591	12.7129
	กรกฎาคม	860	887.4167	904.5335	870.2999	-68.4672	1117.4983	-257.4983	66305.3652	29.9417
	สิงหาคม	1299	1216.6833	1154.2534	1279.1133	249.7199	801.8328	497.1672	247175.2440	38.2731
	กันยายน	1087	1112.9367	1121.2000	1104.6733	-33.0534	1528.8332	-441.8332	195216.5598	40.6470
	ตุลาคม	890	934.5873	971.9099	897.2648	-149.2901	1071.6200	-181.6200	32985.8103	20.4067
	พฤศจิกายน	1163	1117.3175	1088.2359	1146.3990	116.3261	747.9747	415.0253	172246.0351	35.6858
	ธันวาคม	1209	1190.6635	1170.1780	1211.1490	81.9420	1262.7251	-53.7251	2886.3825	4.4438

Year	Month	Demand	$S_t \alpha = 0.8$	$S_t \beta = 0.8$	a_t	b_t	F_{t+m}	e_t	e_t^2	MAPE
2549	มกราคม	791	870.9327	930.7818	811.0836	-239.3962	1293.0910	-502.0910	252095.4119	63.4755
	กุมภาพันธ์	763	784.5865	813.8256	755.3475	-116.9562	571.6874	191.3126	36600.5059	25.0737
	มีนาคม	930	900.9173	883.4990	918.3357	69.6734	638.3913	291.6087	85035.6201	31.3558
	เมษายน	812	829.7835	840.5266	819.0404	-42.9724	988.0090	-176.0090	30979.1797	21.6760
	พฤษภาคม	865	857.9567	854.4707	861.4427	13.9441	776.0680	88.9320	7908.9077	10.2812
	มิถุนายน	1228	1153.9913	1094.0872	1213.8955	239.6165	875.3868	352.6132	124336.0528	28.7144
	กรกฎาคม	894	945.9983	975.6161	916.3805	-118.4711	1453.5120	-559.5120	313053.6901	62.5852
	สิงหาคม	1084	1056.3997	1040.2429	1072.5564	64.6269	797.9093	286.0907	81847.8707	26.3921
	กันยายน	777	832.8799	874.3525	791.4073	-165.8904	1137.1833	-360.1833	129731.9751	46.3556
	ตุลาคม	1008	972.9760	953.2513	992.7007	78.8988	625.5169	382.4831	146293.3007	37.9447
	พฤศจิกายน	981	979.3952	974.1664	984.6240	20.9151	1071.5994	-90.5994	8208.2587	9.2354
	ธันวาคม	804	839.0790	866.0965	812.0616	-108.0699	1005.5391	-201.5391	40618.0085	25.0671

Year	Month	Demand	$S_t \alpha = 0.8$	$S_t \beta = 0.8$	a_t	b_t	F_{t+m}	e_t	e_t^2	MAPE
2550	มกราคม	872	865.4158	865.5519	865.2797	-0.5446	703.9917	168.0083	28226.8016	19.2670
	กุมภาพันธ์	800	813.0832	823.5769	802.5894	-41.9750	864.7351	-64.7351	4190.6333	8.0919
	มีนาคม	825	822.6166	822.8087	822.4246	-0.7682	760.6144	64.3856	4145.5089	7.8043
	เมษายน	1251	1165.3233	1096.8204	1233.8263	274.0117	821.6563	429.3437	184335.9737	34.3200
	พฤษภาคม	403	555.4647	663.7358	447.1935	-433.0846	1507.8380	-1104.8380	1220666.9250	274.1533
	มิถุนายน	527	532.6929	558.9015	506.4844	-104.8343	14.1089	512.8911	263057.2482	97.3228
	กรกฎาคม	937	856.1386	796.6912	915.5860	237.7897	401.6501	535.3499	286599.5646	57.1345
	สิงหาคม	996	968.0277	933.7604	1002.2950	137.0692	1153.3757	-157.3757	24767.0997	15.8008
	กันยายน	928	936.0055	935.5565	936.4546	1.7961	1139.3643	-211.3643	44674.8519	22.7763
	ตุลาคม	461	556.0011	631.9122	480.0900	-303.6443	938.2507	-477.2507	227768.2105	103.5251
	พฤศจิกายน	639	622.4002	624.3026	620.4978	-7.6096	176.4457	462.5543	213956.4795	72.3872
	ธันวาคม	977	906.0800	849.7246	962.4355	225.4219	612.8883	364.1117	132577.3641	37.2683

Year	Month	Demand	$S_t \alpha = 0.8$	$S_t \beta = 0.8$	a_t	b_t	F_{t+m}	e_t	e_t^2	MAPE
2551	มกราคม	1072	1038.8160	1000.9977	1076.6343	151.2732	1187.8575	-115.8575	13422.9541	10.8076
	กุมภาพันธ์	816	860.5632	888.6501	832.4763	-112.3476	1227.9075	-411.9075	169667.7549	50.4789
	มีนาคม	599	651.3126	698.7801	603.8451	-189.8700	720.1287	-121.1287	14672.1583	20.2218
	เมษายน	675	670.2625	675.9660	664.5590	-22.8141	413.9752	261.0248	68133.9590	38.6703
	พฤษภาคม	635	642.0525	648.8352	635.2698	-27.1308	641.7449	-6.7449	45.4940	1.0622
	มิถุนายน	906	853.2105	812.3354	894.0856	163.5002	608.1390	297.8610	88721.1979	32.8765
	กรกฎาคม	985	958.6421	929.3808	987.9034	117.0453	1057.5858	-72.5858	5268.6966	7.3691
	สิงหาคม	1376	1292.5284	1219.8989	1365.1580	290.5181	1104.9488	271.0512	73468.7765	19.6985
	กันยายน	1152	1180.1057	1188.0643	1172.1470	-31.8346	1655.6761	-503.6761	253689.5847	43.7219
	ตุลาคม	397	553.6211	680.5098	426.7325	-507.5546	1140.3125	-743.3125	552513.4402	187.2324
	พฤศจิกายน	331	375.5242	436.5213	314.5271	-243.9884	-80.8221	411.8221	169597.4022	124.4175
	ธันวาคม	787	704.7048	651.0681	758.3415	214.5468	70.5387	716.4613	513316.8227	91.0370
									SUM	2337.7685
									MAPE	40.3064

$\alpha = 0.9$

Year	Month	Demand	$S_t \alpha = 0.9$	$S_t \beta = 0.9$	a_t	b_t	F_{t+m}	e_t	e_t^2	MAPE
2547	มกราคม	787	787.0000	787.0000						
	กุมภาพันธ์	803	801.4000	799.9600	802.8400	12.9600				
	มีนาคม	755	759.6400	763.6720	755.6080	-36.2880	815.8000	-60.8000	3696.6400	8.0530
	เมษายน	1233	1185.6640	1143.4648	1227.8632	379.7928	719.3200	513.6800	263867.1424	41.6610
	พฤษภาคม	926	951.9664	971.1162	932.8166	-172.3486	1607.6560	-681.6560	464654.9023	73.6130
	มิถุนายน	1175	1152.6966	1134.5386	1170.8547	163.4224	760.4680	414.5320	171836.7790	35.2793
	กรกฎาคม	1250	1240.2697	1229.6966	1250.8428	95.1580	1334.2770	-84.2770	7102.6195	6.7422
	สิงหาคม	1108	1121.2270	1132.0739	1110.3800	-97.6226	1346.0007	-238.0007	56644.3465	21.4802
	กันยายน	962	977.9227	993.3378	962.5076	-138.7361	1012.7574	-50.7574	2576.3111	5.2762
	ตุลาคม	785	804.2923	823.1968	785.3877	-170.1410	823.7715	-38.7715	1503.2267	4.9390
	พฤศจิกายน	653	668.1292	683.6360	652.6225	-139.5608	615.2467	37.7533	1425.3102	5.7815
	ธันวาคม	992	959.6129	932.0152	987.2106	248.3792	513.0616	478.9384	229381.9629	48.2801

Year	Month	Demand	$S_t \alpha = 0.9$	$S_t \beta = 0.9$	a_t	b_t	F_{t+m}	e_t	e_t^2	MAPE
2548	มกราคม	1105	1090.4613	1074.6167	1106.3059	142.6015	1235.5899	-130.5899	17053.7112	11.8181
	กุมภาพันธ์	694	733.6461	767.7432	699.5491	-306.8735	1248.9074	-554.9074	307922.1731	79.9578
	มีนาคม	682	687.1646	695.2225	679.1068	-72.5207	392.6756	289.3244	83708.6243	42.4229
	เมษายน	689	688.8165	689.4571	688.1759	-5.7654	606.5860	82.4140	6792.0606	11.9614
	พฤษภาคม	979	949.9816	923.9292	976.0341	234.4721	682.4105	296.5895	87965.3597	30.2952
	มิถุนายน	1016	1009.3982	1000.8513	1017.9451	76.9221	1210.5062	-194.5062	37832.6735	19.1443
	กรกฎาคม	860	874.9398	887.5310	862.3487	-113.3203	1094.8671	-234.8671	55162.5742	27.3101
	สิงหาคม	1299	1256.5940	1219.6877	1293.5003	332.1567	749.0284	549.9716	302468.7982	42.3381
	กันยายน	1087	1103.9594	1115.5322	1092.3866	-104.1555	1625.6570	-538.6570	290151.3656	49.5545
	ตุลาคม	890	911.3959	931.8096	890.9823	-183.7227	988.2311	-98.2311	9649.3523	11.0372
	พฤศจิกายน	1163	1137.8396	1117.2366	1158.4426	185.4270	707.2597	455.7403	207699.2636	39.1866
	ธันวาคม	1209	1201.8840	1193.4192	1210.3487	76.1826	1343.8696	-134.8696	18189.8143	11.1555

Year	Month	Demand	$S_t \alpha = 0.9$	$S_t \beta = 0.9$	a_t	b_t	F_{t+m}	e_t	e_t^2	MAPE
2549	มกราคม	791	832.0884	868.2215	795.9553	-325.1977	1286.5313	-495.5313	245551.2964	62.6462
	กุมภาพันธ์	763	769.9088	779.7401	760.0776	-88.4814	470.7576	292.2424	85405.6383	38.3018
	มีนาคม	930	913.9909	900.5658	927.4160	120.8257	671.5962	258.4038	66772.5236	27.7854
	เมษายน	812	822.1991	830.0358	814.3624	-70.5300	1048.2417	-236.2417	55810.1240	29.0938
	พฤษภาคม	865	860.7199	857.6515	863.7883	27.6157	743.8324	121.1676	14681.5943	14.0078
	มิถุนายน	1228	1191.2720	1157.9099	1224.6340	300.2584	891.4041	336.5959	113296.8285	27.4101
	กรกฎาคม	894	923.7272	947.1455	900.3089	-210.7645	1524.8925	-630.8925	398025.3312	70.5696
	สิงหาคม	1084	1067.9727	1055.8900	1080.0554	108.7445	689.5445	394.4555	155595.1754	36.3889
	กันยายน	777	806.0973	831.0765	781.1180	-224.8135	1188.8000	-411.8000	169579.2124	52.9987
	ตุลาคม	1008	987.8097	972.1364	1003.4830	141.0599	556.3045	451.6955	204028.7807	44.8111
	พฤศจิกายน	981	981.6810	980.7265	982.6354	8.5901	1144.5429	-163.5429	26746.2834	16.6710
	ธันวาคม	804	821.7681	837.6639	805.8723	-143.0626	991.2255	-187.2255	35053.4015	23.2868

Year	Month	Demand	$S_t \alpha = 0.9$	$S_t \beta = 0.9$	a_t	b_t	F_{t+m}	e_t	e_t^2	MAPE
2550	มกราคม	872	866.9768	864.0455	869.9081	26.3816	662.8097	209.1903	43760.5907	23.9897
	กุมภาพันธ์	800	806.6977	812.4325	800.9629	-51.6131	896.2897	-96.2897	9271.7025	12.0362
	มีนาคม	825	823.1698	822.0960	824.2435	9.6636	749.3498	75.6502	5722.9468	9.1697
	เมษายน	1251	1208.2170	1169.6049	1246.8291	347.5088	833.9071	417.0929	173966.5114	33.3408
	พฤษภาคม	403	483.5217	552.1300	414.9134	-617.4749	1594.3379	-1191.3379	1419286.0297	295.6173
	มิถุนายน	527	522.6522	525.6000	519.7044	-26.5301	-202.5615	729.5615	532259.9641	138.4367
	กรกฎาคม	937	895.5652	858.5687	932.5617	332.9687	493.1743	443.8257	196981.2313	47.3667
	สิงหาคม	996	985.9565	973.2177	998.6953	114.6490	1265.5305	-269.5305	72646.6794	27.0613
	กันยายน	928	933.7957	937.7379	929.8534	-35.4799	1113.3444	-185.3444	34352.5291	19.9725
	ตุลาคม	461	508.2796	551.2254	465.3337	-386.5125	894.3736	-433.3736	187812.6475	94.0073
	พฤศจิกายน	639	625.9280	618.4577	633.3982	67.2323	78.8213	560.1787	313800.2100	87.6649
	ธันวาคม	977	941.8928	909.5493	974.2363	291.0916	700.6305	276.3695	76380.0904	28.2876

Year	Month	Demand	$S_t \alpha = 0.9$	$S_t \beta = 0.9$	a_t	b_t	F_{t+m}	e_t	e_t^2	MAPE
2551	มกราคม	1072	1058.9893	1044.0453	1073.9333	134.4960	1265.3279	-193.3279	37375.6734	18.0343
	กุมภาพันธ์	816	840.2989	860.6736	819.9243	-183.3717	1208.4293	-392.4293	154000.7343	48.0918
	มีนาคม	599	623.1299	646.8843	599.3755	-213.7893	636.5526	-37.5526	1410.1959	6.2692
	เมษายน	675	669.8130	667.5201	672.1059	20.6359	385.5862	289.4138	83760.3347	42.8761
	พฤษภาคม	635	638.4813	641.3852	635.5774	-26.1349	692.7417	-57.7417	3334.1061	9.0932
	มิถุนายน	906	879.2481	855.4618	903.0344	214.0767	609.4425	296.5575	87946.3618	32.7326
	กรกฎาคม	985	974.4248	962.5285	986.3211	107.0667	1117.1111	-132.1111	17453.3372	13.4123
	สิงหาคม	1376	1335.8425	1298.5111	1373.1739	335.9826	1093.3878	282.6122	79869.6607	20.5387
	กันยายน	1152	1170.3842	1183.1969	1157.5716	-115.3142	1709.1564	-557.1564	310423.3069	48.3643
	ตุลาคม	397	474.3384	545.2243	403.4526	-637.9727	1042.2574	-645.2574	416357.1272	162.5334
	พฤศจิกายน	331	345.3338	365.3229	325.3448	-179.9014	-234.5201	565.5201	319812.9633	170.8520
	ธันวาคม	787	742.8334	705.0823	780.5844	339.7594	145.4434	641.5566	411594.8589	81.5193
									SUM	2542.5260
									MAPE	43.8367

4. WINTER'S LINEAR AND SEASONAL EXPONENTIAL SMOOTHING

ความยาวฤดูกาล (ไตรมาส) = $L = 3$ (Months)

Seasonal = $\beta = 0.05$

Trend = $\gamma = 0.1$

$\bar{X} = 894.5$

$\alpha = 0.1$

Year	Month	Demand	S_t	I_t	b_t	F_{t+1}	$E_t (X_t - F_t)$	MAPE
2547	มกราคม	787		0.8798				
	กุมภาพันธ์	803		0.8977				
	มีนาคม	755		0.8440				
	เมษายน	1233	1233.0000	0.8858	109.8800			
	พฤษภาคม	926	1311.7436	0.8881	106.7664	1205.5144	-279.5144	30.1851
	มิถุนายน	1175	1415.8692	0.8433	106.5023	1197.2890	-22.2890	1.8969
	กรกฎาคม	1250	1511.2449	0.8829	105.3896	1348.5624	-98.5624	7.8850
	สิงหาคม	1108	1579.7291	0.8788	101.6991	1435.7644	-327.7644	29.5816
	กันยายน	962	1627.3558	0.8307	96.2918	1418.0132	-456.0132	47.4026
	ตุลาคม	785	1640.1949	0.8627	87.9466	1521.8002	-736.8002	93.8599
	พฤศจิกายน	653	1629.6347	0.8549	78.0959	1518.6608	-865.6608	132.5667
	ธันวาคม	992	1656.3707	0.8191	72.9599	1418.6609	-426.6609	43.0102

Year	Month	Demand	S _t	I _t	b _t	F _{t+1}	E _t (Xt-Ft)	MAPE
2548	มกราคม	1105	1684.4867	0.8523	68.4755	1491.8598	-386.8598	35.0099
	กุมภาพันธ์	694	1658.8471	0.8331	59.0640	1498.5701	-804.5701	115.9323
	มีนาคม	682	1629.3783	0.7991	50.2107	1407.2051	-725.2051	106.3351
	เมษายน	689	1592.4659	0.8314	41.4984	1431.5907	-742.5907	107.7780
	พฤษภาคม	979	1588.0874	0.8222	36.9107	1361.1787	-382.1787	39.0377
	มิถุนายน	1016	1589.6400	0.7911	33.3749	1298.5501	-282.5501	27.8100
	กรกฎาคม	860	1564.1581	0.8173	27.4892	1349.3123	-489.3123	56.8968
	สิงหาคม	1299	1590.4689	0.8219	27.3714	1308.6899	-9.6899	0.7459
	กันยายน	1087	1593.4581	0.7857	24.9332	1279.8899	-192.8899	17.7452
	ตุลาคม	890	1565.4493	0.8048	19.6390	1322.6859	-432.6859	48.6164
	พฤศจิกายน	1163	1568.0724	0.8179	17.9374	1302.8623	-139.8623	12.0260
	ธันวาคม	1209	1581.2916	0.7846	17.4656	1246.0690	-37.0690	3.0661

Year	Month	Demand	S _t	I _t	b _t	F _{t+1}	E _t (Xt-Ft)	MAPE
2549	มกราคม	791	1537.1610	0.7903	11.3060	1286.7541	-495.7541	62.6743
	กุมภาพันธ์	763	1486.9039	0.8027	5.1496	1266.5463	-503.5463	65.9956
	มีนาคม	930	1461.3787	0.7772	2.0822	1170.6771	-240.6771	25.8793
	เมษายน	812	1419.8562	0.7794	-2.2783	1156.6221	-344.6221	42.4411
	พฤษภาคม	865	1383.5820	0.7938	-5.6779	1137.8844	-272.8844	31.5473
	มิถุนายน	1228	1398.1174	0.7823	-3.6566	1070.9027	157.0973	12.7929
	กรกฎาคม	894	1369.7167	0.7731	-6.1310	1086.8584	-192.8584	21.5725
	สิงหาคม	1084	1363.7819	0.7939	-6.1114	1082.4427	1.5573	0.1437
	กันยายน	777	1321.2319	0.7725	-9.7552	1062.0421	-285.0421	36.6850
	ตุลาคม	1008	1310.7174	0.7729	-9.8312	1013.8700	-5.8700	0.5823
	พฤศจิกายน	981	1294.3692	0.7921	-10.4829	1032.7374	-51.7374	5.2739
	ธันวาคม	804	1259.5693	0.7658	-12.9146	991.8598	-187.8598	23.3657

Year	Month	Demand	S _t	I _t	b _t	F _{t+1}	E _t (Xt-Ft)	MAPE
2550	มกราคม	872	1234.8149	0.7695	-14.0985	963.5065	-91.5065	10.4939
	กุมภาพันธ์	800	1199.6455	0.7858	-16.2056	966.8971	-166.8971	20.8621
	มีนาคม	825	1172.8217	0.7627	-17.2675	906.3177	-81.3177	9.8567
	เมษายน	1251	1202.5637	0.7831	-12.5665	889.2439	361.7561	28.9174
	พฤษภาคม	403	1122.2819	0.7645	-19.3380	935.1153	-532.1153	132.0385
	มิถุนายน	527	1061.7449	0.7494	-23.4579	841.2299	-314.2299	59.6262
	กรกฎาคม	937	1054.1147	0.7884	-21.8752	813.0574	123.9426	13.2276
	สิงหาคม	996	1059.3007	0.7733	-19.1690	789.1232	206.8768	20.7708
	กันยายน	928	1059.9517	0.7557	-17.1870	779.4697	148.5303	16.0054
	ตุลาคม	461	996.9635	0.7721	-21.7672	822.0811	-361.0811	78.3256
	พฤศจิกายน	639	960.3133	0.7679	-23.2555	754.0854	-115.0854	18.0102
	ธันวาคม	977	972.6360	0.7681	-19.6976	708.1356	268.8644	27.5194

Year	Month	Demand	S _t	I _t	b _t	F _{t+1}	E _t (Xt-Ft)	MAPE
2551	มกราคม	1072	996.4923	0.7873	-15.3423	735.7339	336.2661	31.3681
	กุมภาพันธ์	816	989.3027	0.7707	-14.5270	753.3979	62.6021	7.6718
	มีนาคม	599	955.2787	0.7611	-16.4767	748.7645	-149.7645	25.0024
	เมษายน	675	930.6629	0.7842	-17.2906	739.0756	-64.0756	9.4927
	พฤษภาคม	635	904.4255	0.7673	-18.1853	703.9541	-68.9541	10.8589
	มิถุนายน	906	916.6568	0.7724	-15.1436	674.5046	231.4954	25.5514
	กรกฎาคม	985	936.9746	0.7975	-11.5975	706.9267	278.0733	28.2308
	สิงหาคม	1376	1012.1721	0.7969	-2.9180	710.0317	665.9683	48.3989
	กันยายน	1152	1057.4646	0.7883	1.9031	779.5982	372.4018	32.3265
	ตุลาคม	397	1003.2108	0.7774	-3.7126	844.8571	-447.8571	112.8104
	พฤศจิกายน	331	941.0845	0.7746	-9.5540	796.4973	-465.4973	140.6336
	ธันวาคม	787	938.2129	0.7908	-8.8858	734.3230	52.6770	6.6934
			836.3944	0.7386	-18.1790	722.4791	-722.4791	
							SUM	2201.0339
							MAPE	39.3042

$$\alpha = 0.2$$

Year	Month	Demand	S _t	I _t	b _t	F _{t+1}	E _t (Xt-Ft)	MAPE
2547	มกราคม	787		0.8798				
	กุมภาพันธ์	803		0.8977				
	มีนาคม	755		0.8440				
	เมษายน	1233	1233.0000	0.8858	109.8800			
	พฤษภาคม	926	1280.6071	0.8890	103.6527	1205.5144	-279.5144	30.1851
	มิถุนายน	1175	1385.8284	0.8442	103.8096	1168.3803	6.6197	0.5634
	กรกฎาคม	1250	1473.9315	0.8839	102.2389	1319.5661	-69.5661	5.5653
	สิงหาคม	1108	1510.2115	0.8812	95.6430	1401.1801	-293.1801	26.4603
	กันยายน	962	1512.5814	0.8338	86.3157	1355.7235	-393.7235	40.9276
	ตุลาคม	785	1456.7312	0.8667	72.0991	1413.3326	-628.3326	80.0424
	พฤศจิกายน	653	1371.2692	0.8610	56.3430	1347.2240	-694.2240	106.3130
	ธันวาคม	992	1380.0290	0.8281	51.5847	1190.3802	-198.3802	19.9980

Year	Month	Demand	S_t	I_t	b_t	F_{t+1}	$E_t (X_t-F_t)$	MAPE
2548	มกราคม	1105	1400.2844	0.8628	48.4518	1240.7638	-135.7638	12.2863
	กุมภาพันธ์	694	1320.2040	0.8442	35.5985	1247.3064	-553.3064	79.7271
	มีนาคม	682	1249.3612	0.8140	24.9544	1122.7076	-440.7076	64.6199
	เมษายน	689	1179.1631	0.8489	15.4392	1099.4933	-410.4933	59.5781
	พฤษภาคม	979	1187.6181	0.8432	14.7407	1008.4802	-29.4802	3.0113
	มิถุนายน	1016	1211.5289	0.8152	15.6577	978.6794	37.3206	3.6733
	กรกฎาคม	860	1184.3678	0.8427	11.3759	1041.7414	-181.7414	21.1327
	สิงหาคม	1299	1264.7052	0.8524	18.2720	1008.2565	290.7435	22.3821
	กันยายน	1087	1293.0654	0.8165	19.2808	1045.8810	41.1190	3.7828
	ตุลาคม	890	1261.0908	0.8359	14.1553	1105.9770	-215.9770	24.2671
	พฤศจิกายน	1163	1293.0734	0.8548	15.9380	1087.0199	75.9801	6.5331
	ธันวาคม	1209	1343.3620	0.8206	19.3731	1068.7690	140.2310	11.5989

Year	Month	Demand	S _t	I _t	b _t	F _{t+1}	E _t (Xt-Ft)	MAPE
2549	มกราคม	791	1279.4457	0.8250	11.0441	1139.1067	-348.1067	44.0084
	กุมภาพันธ์	763	1210.9235	0.8435	3.0875	1103.0469	-340.0469	44.5671
	มีนาคม	930	1197.8596	0.8184	1.4724	996.2731	-66.2731	7.1261
	เมษายน	812	1156.3106	0.8189	-2.8298	989.4660	-177.4660	21.8554
	พฤษภาคม	865	1127.8781	0.8397	-5.3900	972.9817	-107.9817	12.4834
	มิถุนายน	1228	1198.0762	0.8288	2.1688	918.6811	309.3189	25.1888
	กรกฎาคม	894	1178.5442	0.8159	-0.0013	982.8510	-88.8510	9.9386
	สิงหาคม	1084	1201.0254	0.8428	2.2469	989.6087	94.3913	8.7077
	กันยายน	777	1150.1269	0.8211	-3.0676	997.2240	-220.2240	28.3429
	ตุลาคม	1008	1164.7488	0.8183	-1.2987	935.8394	72.1606	7.1588
	พฤศจิกายน	981	1163.5467	0.8428	-1.2890	980.5930	0.4070	0.0415
	ธันวาคม	804	1125.6408	0.8158	-4.9507	954.3308	-150.3308	18.6979

Year	Month	Demand	S_t	I_t	b_t	F_{t+1}	$E_t (X_t-F_t)$	MAPE
2550	มกราคม	872	1109.6670	0.8167	-6.0530	917.1031	-45.1031	5.1724
	กุมภาพันธ์	800	1072.7242	0.8380	-9.1420	930.1767	-130.1767	16.2721
	มีนาคม	825	1053.1315	0.8141	-10.1871	867.6266	-42.6266	5.1669
	เมษายน	1251	1140.7059	0.8307	-0.4109	851.7852	399.2148	31.9117
	พฤษภาคม	403	1008.4183	0.8161	-13.5986	955.5580	-552.5580	137.1112
	มิถุนายน	527	925.3176	0.8019	-20.5488	809.9223	-282.9223	53.6854
	กรกฎาคม	937	949.4049	0.8385	-16.0852	751.6013	185.3987	19.7864
	สิงหาคม	996	990.7513	0.8255	-10.3420	761.6581	234.3419	23.5283
	กันยายน	928	1015.7750	0.8075	-6.8055	786.1995	141.8005	15.2802
	ตุลาคม	461	917.1310	0.8217	-15.9893	846.0432	-385.0432	83.5235
	พฤศจิกายน	639	875.7220	0.8207	-18.5313	743.9243	-104.9243	16.4201
	ธันวาคม	977	927.7360	0.8198	-11.4767	692.1759	284.8241	29.1529

$$\alpha = 0.3$$

Year	Month	Demand	S _t	I _t	b _t	F _{t+1}	E _t (Xt-Ft)	MAPE
2547	มกราคม	787		0.8798				
	กุมภาพันธ์	803		0.8977				
	มีนาคม	755		0.8440				
	เมษายน	1233	1233.0000	0.8858	109.8800			
	พฤษภาคม	926	1249.4707	0.8899	100.5391	1205.5144	-279.5144	30.1851
	มิถุนายน	1175	1362.6376	0.8450	101.8019	1139.4716	35.5284	3.0237
	กรกฎาคม	1250	1448.4394	0.8847	100.2018	1297.2445	-47.2445	3.7796
	สิงหาคม	1108	1457.5830	0.8834	91.0960	1378.1025	-270.1025	24.3775
	กันยายน	962	1425.6301	0.8365	78.7911	1308.5711	-346.5711	36.0261
	ตุลาคม	785	1319.2903	0.8702	60.2780	1330.9441	-545.9441	69.5470
	พฤศจิกายน	653	1187.4565	0.8667	41.0669	1218.7006	-565.7006	86.6310
	ธันวาคม	992	1215.7553	0.8354	39.7900	1027.5996	-35.5996	3.5887

Year	Month	Demand	S _t	I _t	b _t	F _{t+1}	E _t (Xt-Ft)	MAPE
2548	มกราคม	1105	1259.8265	0.8705	40.2182	1092.5817	12.4183	1.1238
	กุมภาพันธ์	694	1150.2476	0.8536	25.2385	1126.7732	-432.7732	62.3592
	มีนาคม	682	1067.7452	0.8256	14.4644	982.0318	-300.0318	43.9929
	เมษายน	689	994.9828	0.8616	5.7417	942.1174	-253.1174	36.7369
	พฤษภาคม	979	1044.5994	0.8577	10.1292	854.1687	124.8313	12.7509
	มิถุนายน	1016	1107.4999	0.8302	15.4063	870.7747	145.2253	14.2938
	กรกฎาคม	860	1085.4612	0.8582	11.6618	967.5478	-107.5478	12.5056
	สิงหาคม	1299	1222.3234	0.8680	24.1819	941.0385	357.9615	27.5567
	กันยายน	1087	1265.3597	0.8316	26.0673	1034.8248	52.1752	4.7999
	ตุลาคม	890	1215.1230	0.8519	18.4369	1108.2746	-218.2746	24.5252
	พฤศจิกายน	1163	1265.4585	0.8705	21.6268	1070.7087	92.2913	7.9356
	ธันวาคม	1209	1337.0943	0.8353	26.6277	1070.3710	138.6290	11.4664

Year	Month	Demand	S _t	I _t	b _t	F _{t+1}	E _t (Xt-Ft)	MAPE
2549	มกราคม	791	1233.1621	0.8414	13.5717	1161.7427	-370.7427	46.8701
	กุมภาพันธ์	763	1135.6553	0.8606	2.4638	1085.3257	-322.3257	42.2445
	มีนาคม	930	1130.7140	0.8346	1.7233	950.6171	-20.6171	2.2169
	เมษายน	812	1082.2344	0.8368	-3.2970	952.7973	-140.7973	17.3396
	พฤษภาคม	865	1056.7895	0.8585	-5.5118	928.5351	-63.5351	7.3451
	มิถุนายน	1228	1177.2957	0.8450	7.0900	877.4117	350.5883	28.5495
	กรกฎาคม	894	1149.5709	0.8339	3.6085	991.1120	-97.1120	10.8626
	สิงหาคม	1084	1186.0271	0.8613	6.8933	990.0014	93.9986	8.6715
	กันยายน	777	1110.8901	0.8378	-1.3097	1008.0622	-231.0622	29.7377
	ตุลาคม	1008	1139.3577	0.8364	1.6680	925.2330	82.7670	8.2110
	พฤศจิกายน	981	1140.4222	0.8612	1.6077	982.7326	-1.7326	0.1766
	ธันวาคม	804	1087.3325	0.8328	-3.8621	956.7440	-152.7440	18.9980

Year	Month	Demand	S _t	I _t	b _t	F _{t+1}	E _t (Xt-Ft)	MAPE
2550	มกราคม	872	1071.1979	0.8353	-5.0893	906.2157	-34.2157	3.9238
	กุมภาพันธ์	800	1024.9511	0.8572	-9.2051	918.1519	-118.1519	14.7690
	มีนาคม	825	1008.1979	0.8321	-9.9599	845.9546	-20.9546	2.5400
	เมษายน	1251	1148.0753	0.8480	5.0238	833.8113	417.1887	33.3484
	พฤษภาคม	403	948.2128	0.8356	-15.4648	988.4174	-585.4174	145.2649
	มิถุนายน	527	842.9218	0.8218	-24.4474	776.1520	-249.1520	47.2774
	กรกฎาคม	937	904.4173	0.8574	-15.8531	694.0674	242.9326	25.9266
	สิงหาคม	996	979.5932	0.8446	-6.7502	742.4618	253.5382	25.4556
	กันยายน	928	1019.7718	0.8262	-2.0573	799.4511	128.5489	13.8523
	ตุลาคม	461	873.7013	0.8409	-16.4587	872.5911	-411.5911	89.2822
	พฤศจิกายน	639	827.0322	0.8410	-19.4797	724.0557	-85.0557	13.3108
	ธันวาคม	977	920.0521	0.8380	-8.2297	667.1836	309.8164	31.7110

Year	Month	Demand	S _t	I _t	b _t	F _{t+1}	E _t (Xt-Ft)	MAPE
2551	มกราคม	1072	1020.7164	0.8514	2.6597	766.7647	305.2353	28.4734
	กุมภาพันธ์	816	1007.4336	0.8395	1.0654	860.6939	-44.6939	5.4772
	มีนาคม	599	920.3972	0.8286	-7.7448	845.0876	-246.0876	41.0831
	เมษายน	675	876.7056	0.8473	-11.3394	777.0149	-102.0149	15.1133
	พฤษภาคม	635	832.6822	0.8356	-14.6078	726.4585	-91.4585	14.4029
	มิถุนายน	906	900.6722	0.8375	-6.3481	677.8627	228.1373	25.1807
	กรกฎาคม	985	974.7783	0.8555	1.6974	757.7682	227.2318	23.0692
	สิงหาคม	1376	1177.5275	0.8523	21.8025	815.9790	560.0210	40.6992
	กันยายน	1152	1252.2010	0.8416	27.0896	1004.4067	147.5933	12.8119
	ตุลาคม	397	1034.7256	0.8319	2.6331	1094.3911	-697.3911	175.6653
	พฤศจิกายน	331	842.6618	0.8293	-16.8366	884.1227	-553.1227	167.1066
	ธันวาคม	787	858.6152	0.8453	-13.5576	695.0132	91.9868	11.6883
			591.5404	0.7903	-38.9093	702.9846	-702.9846	
							SUM	1745.8621
							MAPE	31.1761

$$\alpha = 0.4$$

Year	Month	Demand	S _t	I _t	b _t	F _{t+1}	E _t (X _t -F _t)	MAPE
2547	มกราคม	787		0.8798				
	กุมภาพันธ์	803		0.8977				
	มีนาคม	755		0.8440				
	เมษายน	1233	1233.0000	0.8858	109.8800			
	พฤษภาคม	926	1218.3342	0.8908	97.4254	1205.5144	-279.5144	30.1851
	มิถุนายน	1175	1346.2968	0.8455	100.4791	1110.5629	64.4371	5.4840
	กรกฎาคม	1250	1432.5079	0.8852	99.0523	1281.5977	-31.5977	2.5278
	สิงหาคม	1108	1416.4522	0.8854	87.5415	1364.3530	-256.3530	23.1365
	กันยายน	962	1357.5208	0.8386	72.8942	1271.6009	-309.6009	32.1830
	ตุลาคม	785	1212.9838	0.8733	51.1511	1266.1581	-481.1581	61.2940
	พฤศจิกายน	653	1053.4902	0.8721	30.0866	1119.2601	-466.2601	71.4028
	ธันวาคม	992	1123.2926	0.8409	34.0582	908.7319	83.2681	8.3940

Year	Month	Demand	S _t	I _t	b _t	F _{t+1}	E _t (Xt-Ft)	MAPE
2548	มกราคม	1105	1200.5551	0.8756	38.3786	1010.6776	94.3224	8.5360
	กุมภาพันธ์	694	1061.6656	0.8612	20.6518	1080.4970	-386.4970	55.6912
	มีนาคม	682	973.8184	0.8338	9.8019	910.0827	-228.0827	33.4432
	เมษายน	689	904.9188	0.8699	1.9318	861.2827	-172.2827	25.0047
	พฤษภาคม	979	998.8262	0.8671	11.1293	780.9770	198.0230	20.2271
	มิถุนายน	1016	1093.3580	0.8386	19.4696	842.1397	173.8603	17.1122
	กรกฎาคม	860	1063.1381	0.8669	14.5006	968.0638	-108.0638	12.5656
	สิงหาคม	1299	1245.7912	0.8759	31.3159	934.4687	364.5313	28.0625
	กันยายน	1087	1284.7420	0.8390	32.0794	1070.9932	16.0068	1.4726
	ตุลาคม	890	1200.7685	0.8606	20.4741	1141.5053	-251.5053	28.2590
	พฤศจิกายน	1163	1263.8424	0.8781	24.7341	1069.7144	93.2856	8.0211
	ธันวาคม	1209	1349.5584	0.8418	30.8323	1081.0932	127.9068	10.5796

Year	Month	Demand	S _t	I _t	b _t	F _{t+1}	E _t (Xt-Ft)	MAPE
2549	มกราคม	791	1195.8931	0.8506	12.3825	1187.9374	-396.9374	50.1817
	กุมภาพันธ์	763	1072.5192	0.8698	-1.1931	1061.0320	-298.0320	39.0605
	มีนาคม	930	1084.6923	0.8426	0.1435	901.8700	28.1300	3.0247
	เมษายน	812	1032.7392	0.8474	-5.0662	922.7863	-110.7863	13.6436
	พฤษภาคม	865	1014.3960	0.8689	-6.3939	893.8710	-28.8710	3.3377
	มิถุนายน	1228	1187.7561	0.8522	11.5815	849.3465	378.6535	30.8350
	กรกฎาคม	894	1141.5969	0.8442	5.8074	1016.3245	-122.3245	13.6828
	สิงหาคม	1084	1187.4373	0.8711	9.8107	997.0336	86.9664	8.0227
	กันยายน	777	1083.0657	0.8454	-1.6075	1020.2562	-243.2562	31.3071
	ตุลาคม	1008	1126.4924	0.8467	2.8959	912.9565	95.0435	9.4289
	พฤศจิกายน	981	1128.0750	0.8711	2.7646	983.8601	-2.8601	0.2916
	ธันวาคม	804	1058.9020	0.8411	-4.4292	956.0455	-152.0455	18.9111

Year	Month	Demand	S _t	I _t	b _t	F _{t+1}	E _t (Xt-Ft)	MAPE
2550	มกราคม	872	1044.6256	0.8461	-5.4139	892.8447	-20.8447	2.3905
	กุมภาพันธ์	800	990.8920	0.8679	-10.2459	905.2242	-105.2242	13.1530
	มีนาคม	825	980.7207	0.8411	-10.2384	824.8433	0.1567	0.0190
	เมษายน	1251	1173.6929	0.8571	10.0827	821.1472	429.8528	34.3607
	พฤษภาคม	403	896.0048	0.8470	-18.6944	1027.3781	-624.3781	154.9325
	มิถุนายน	527	777.0024	0.8330	-28.7252	737.9294	-210.9294	40.0246
	กรกฎาคม	937	886.2497	0.8671	-14.9280	641.3558	295.6442	31.5522
	สิงหาคม	996	993.1718	0.8548	-2.7430	737.9895	258.0105	25.9047
	กันยายน	928	1039.8847	0.8360	2.2026	825.0104	102.9896	11.0980
	ตุลาคม	461	837.9109	0.8513	-18.2150	903.6123	-442.6123	96.0113
	พฤศจิกายน	639	790.8452	0.8524	-21.1001	700.6520	-61.6520	9.6482
	ธันวาคม	977	929.3368	0.8467	-5.1409	643.4716	333.5284	34.1380

$$\alpha = 0.5$$

Year	Month	Demand	S _t	I _t	b _t	F _{t+1}	E _t (Xt-Ft)	MAPE
2547	มกราคม	787		0.8798				
	กุมภาพันธ์	803		0.8977				
	มีนาคม	755		0.8440				
	เมษายน	1233	1233.0000	0.8858	109.8800			
	พฤษภาคม	926	1187.1978	0.8918	94.3118	1205.5144	-279.5144	30.1851
	มิถุนายน	1175	1336.8061	0.8458	99.8414	1081.6542	93.3458	7.9443
	กรกฎาคม	1250	1423.8767	0.8854	98.5643	1272.6256	-22.6256	1.8100
	สิงหาคม	1108	1382.4206	0.8873	84.5623	1357.7467	-249.7467	22.5403
	กันยายน	962	1302.1887	0.8404	68.0829	1240.7633	-278.7633	28.9775
	ตุลาคม	785	1128.4218	0.8759	43.8979	1213.2835	-428.2835	54.5584
	พฤศจิกายน	653	954.1278	0.8772	22.0787	1040.2060	-387.2060	59.2965
	ธันวาคม	992	1078.2697	0.8444	32.2850	820.4438	171.5562	17.2940

Year	Month	Demand	S _t	I _t	b _t	F _{t+1}	E _t (Xt-Ft)	MAPE
2548	มกราคม	1105	1186.0253	0.8787	39.8321	972.7841	132.2159	11.9652
	กุมภาพันธ์	694	1008.5235	0.8677	18.0987	1075.2733	-381.2733	54.9385
	มีนาคม	682	917.1393	0.8394	7.1504	866.8986	-184.8986	27.1112
	เมษายน	689	854.1874	0.8751	0.1402	812.2023	-123.2023	17.8813
	พฤษภาคม	979	991.2931	0.8737	13.8367	741.3076	237.6924	24.2791
	มิถุนายน	1016	1107.7747	0.8433	24.1012	843.6841	172.3159	16.9602
	กรกฎาคม	860	1057.2961	0.8720	16.6432	990.5334	-130.5334	15.1783
	สิงหาคม	1299	1280.3570	0.8807	37.2850	938.3045	360.6955	27.7672
	กันยายน	1087	1303.3380	0.8428	35.8546	1111.1241	-24.1241	2.2193
	ตุลาคม	890	1179.8946	0.8662	19.9248	1167.8281	-277.8281	31.2166
	พฤศจิกายน	1163	1260.1453	0.8829	25.9574	1056.7365	106.2635	9.1370
	ธันวาคม	1209	1360.2996	0.8451	33.3771	1083.9329	125.0671	10.3447

Year	Month	Demand	S _t	I _t	b _t	F _{t+1}	E _t (Xt-Ft)	MAPE
2549	มกราคม	791	1153.4556	0.8571	9.3550	1207.1361	-416.1361	52.6089
	กุมภาพันธ์	763	1013.5263	0.8764	-5.5734	1026.5925	-263.5925	34.5468
	มีนาคม	930	1054.2053	0.8470	-0.9482	851.8239	78.1761	8.4060
	เมษายน	812	1000.3008	0.8549	-6.2438	902.7813	-90.7813	11.1800
	พฤษภาคม	865	990.5513	0.8762	-6.5944	871.1443	-6.1443	0.7103
	มิถุนายน	1228	1216.9269	0.8551	16.7026	833.3690	394.6310	32.1361
	กรกฎาคม	894	1139.7049	0.8513	7.3101	1054.5854	-160.5854	17.9626
	สิงหาคม	1084	1192.0895	0.8779	11.8176	1005.0117	78.9883	7.2867
	กันยายน	777	1056.3056	0.8491	-2.9426	1029.4175	-252.4175	32.4862
	ตุลาคม	1008	1118.6884	0.8538	3.5900	896.7716	111.2284	11.0346
	พฤศจิกายน	981	1119.8881	0.8778	3.3509	985.1965	-4.1965	0.4278
	ธันวาคม	804	1035.0677	0.8455	-5.4662	953.7309	-149.7309	18.6232

Year	Month	Demand	S _t	I _t	b _t	F _{t+1}	E _t (Xt-Ft)	MAPE
2550	มกราคม	872	1025.4427	0.8537	-5.8821	879.1017	-7.1017	0.8144
	กุมภาพันธ์	800	965.4856	0.8753	-11.2896	894.9299	-94.9299	11.8662
	มีนาคม	825	964.9904	0.8459	-10.2101	806.7473	18.2527	2.2124
	เมษายน	1251	1210.1225	0.8627	15.3241	815.0520	435.9480	34.8480
	พฤษภาคม	403	842.9295	0.8554	-22.9276	1072.6362	-669.6362	166.1628
	มิถุนายน	527	721.4865	0.8402	-32.7792	693.6775	-166.6775	31.6276
	กรกฎาคม	937	887.4411	0.8723	-12.9058	594.1204	342.8796	36.5933
	สิงหาคม	996	1019.4230	0.8615	1.5830	748.1141	247.8859	24.8881
	กันยายน	928	1062.7716	0.8418	5.7596	857.8193	70.1807	7.5626
	ตุลาคม	461	798.5036	0.8576	-21.2432	932.1006	-471.1006	102.1910
	พฤศจิกายน	639	759.4860	0.8605	-23.0206	669.6261	-30.6261	4.7928
	ธันวาคม	977	948.5218	0.8512	-1.8150	619.9725	357.0275	36.5432

$$\alpha = 0.6$$

Year	Month	Demand	S _t	I _t	b _t	F _{t+1}	E _t (X _t -F _t)	MAPE
2547	มกราคม	787		0.8798				
	กุมภาพันธ์	803		0.8977				
	มีนาคม	755		0.8440				
	เมษายน	1233	1233.0000	0.8858	109.8800			
	พฤษภาคม	926	1156.0613	0.8929	91.1981	1205.5144	-279.5144	30.1851
	มิถุนายน	1175	1334.1654	0.8459	99.8887	1052.7456	122.2544	10.4046
	กรกฎาคม	1250	1420.2852	0.8855	98.5118	1270.3283	-20.3283	1.6263
	สิงหาคม	1108	1352.0819	0.8892	81.8403	1356.0922	-248.0922	22.3910
	กันยายน	962	1255.9355	0.8419	64.0416	1212.9256	-250.9256	26.0837
	ตุลาคม	785	1059.8674	0.8783	38.0307	1168.8976	-383.8976	48.9042
	พฤศจิกายน	653	879.7786	0.8819	16.2187	976.2541	-323.2541	49.5029
	ธันวาคม	992	1065.3849	0.8463	33.1575	754.3257	237.6743	23.9591

Year	Month	Demand	S _t	I _t	b _t	F _{t+1}	E _t (Xt-Ft)	MAPE
2548	มกราคม	1105	1194.2847	0.8806	42.7317	964.8493	140.1507	12.6833
	กุมภาพันธ์	694	966.9934	0.8736	15.7294	1090.8682	-396.8682	57.1856
	มีนาคม	682	876.5796	0.8429	5.1151	831.7231	-149.7231	21.9535
	เมษายน	689	822.1057	0.8785	-0.8438	776.4614	-87.4614	12.6940
	พฤษภาคม	979	1000.8595	0.8789	17.1160	717.4921	261.5079	26.7117
	มิถุนายน	1016	1130.3823	0.8457	28.3566	858.0815	157.9185	15.5432
	กรกฎาคม	860	1050.8478	0.8755	17.5675	1017.9740	-157.9740	18.3691
	สิงหาคม	1299	1314.1851	0.8844	42.1445	939.0000	360.0000	27.7136
	กันยายน	1087	1313.7058	0.8448	37.8821	1147.0798	-60.0798	5.5271
	ตุลาคม	890	1150.5638	0.8704	17.7797	1183.3318	-293.3318	32.9586
	พฤศจิกายน	1163	1256.3912	0.8864	26.5845	1033.2250	129.7750	11.1586
	ธันวาคม	1209	1371.8460	0.8466	35.4715	1083.8693	125.1307	10.3499

Year	Month	Demand	S _t	I _t	b _t	F _{t+1}	E _t (Xt-Ft)	MAPE
2549	มกราคม	791	1108.1852	0.8626	5.5583	1224.9479	-433.9479	54.8607
	กุมภาพันธ์	763	961.9591	0.8818	-9.6202	987.2402	-224.2402	29.3893
	มีนาคม	930	1040.0168	0.8490	-0.8524	806.2817	123.7183	13.3030
	เมษายน	812	980.4819	0.8609	-6.7206	896.3641	-84.3641	10.3897
	พฤษภาคม	865	978.1040	0.8819	-6.2863	858.6179	6.3821	0.7378
	มิถุนายน	1228	1256.5590	0.8554	22.1878	825.0852	402.9148	32.8107
	กรกฎาคม	894	1134.5960	0.8572	7.7727	1100.8229	-206.8229	23.1346
	สิงหาคม	1084	1194.4590	0.8832	12.9817	1007.4373	76.5627	7.0630
	กันยายน	777	1027.9684	0.8504	-4.9655	1032.8754	-255.8754	32.9312
	ตุลาคม	1008	1114.7418	0.8596	4.2084	876.9334	131.0666	13.0026
	พฤศจิกายน	981	1114.0456	0.8830	3.7179	988.2193	-7.2193	0.7359
	ธันวาคม	804	1014.3365	0.8476	-6.6248	950.5986	-146.5986	18.2337

Year	Month	Demand	S _t	I _t	b _t	F _{t+1}	E _t (Xt-Ft)	MAPE
2550	มกราคม	872	1011.7636	0.8597	-6.2196	866.1953	5.8047	0.6657
	กุมภาพันธ์	800	945.7963	0.8812	-12.1944	887.9324	-87.9324	10.9916
	มีนาคม	825	957.4726	0.8483	-9.8073	791.2804	33.7196	4.0872
	เมษายน	1251	1252.1804	0.8667	20.6442	814.6901	436.3099	34.8769
	พฤษภาคม	403	783.5354	0.8628	-28.2847	1121.5844	-718.5844	178.3088
	มิถุนายน	527	674.8630	0.8449	-36.3235	640.6496	-113.6496	21.5654
	กรกฎาคม	937	904.1205	0.8751	-9.7654	553.3903	383.6097	40.9402
	สิงหาคม	996	1050.3424	0.8671	5.8333	771.6812	224.3188	22.5220
	กันยายน	928	1081.4888	0.8456	8.3647	892.3552	35.6448	3.8410
	ตุลาคม	461	752.0066	0.8620	-25.4200	953.7699	-492.7699	106.8915
	พฤศจิกายน	639	732.7948	0.8674	-24.7992	630.0281	8.9719	1.4041
	ธันวาคม	977	976.4732	0.8533	2.0486	598.6470	378.3530	38.7260

$$\alpha = 0.7$$

Year	Month	Demand	S _t	I _t	b _t	F _{t+1}	E _t (Xt-Ft)	MAPE
2547	มกราคม	787		0.8798				
	กุมภาพันธ์	803		0.8977				
	มีนาคม	755		0.8440				
	เมษายน	1233	1233.0000	0.8858	109.8800			
	พฤษภาคม	926	1124.9249	0.8940	88.0845	1205.5144	-279.5144	30.1851
	มิถุนายน	1175	1338.3747	0.8457	100.6210	1023.8369	151.1631	12.8649
	กรกฎาคม	1250	1419.4728	0.8856	98.6687	1274.7057	-24.7057	1.9765
	สิงหาคม	1108	1323.0223	0.8912	79.1568	1357.1899	-249.1899	22.4901
	กันยายน	962	1216.8785	0.8430	60.6267	1185.8806	-223.8806	23.2724
	ตุลาคม	785	1003.7566	0.8804	33.2519	1131.3190	-346.3190	44.1171
	พฤศจิกายน	653	824.0319	0.8862	11.9542	924.1362	-271.1362	41.5216
	ธันวาคม	992	1074.5388	0.8470	35.8095	704.7208	287.2792	28.9596

Year	Month	Demand	S _t	I _t	b _t	F _{t+1}	E _t (Xt-Ft)	MAPE
2548	มกราคม	1105	1211.6887	0.8820	45.9435	977.5436	127.4564	11.5345
	กุมภาพันธ์	694	925.4604	0.8794	12.7263	1114.5393	-420.5393	60.5964
	มีนาคม	682	845.0979	0.8450	3.4175	794.6364	-112.6364	16.5156
	เมษายน	689	801.3977	0.8809	-1.2943	748.3664	-59.3664	8.6163
	พฤษภาคม	979	1019.3086	0.8835	20.6262	703.6142	275.3858	28.1293
	มิถุนายน	1016	1153.6448	0.8468	31.9972	878.7371	137.2629	13.5101
	กรกฎาคม	860	1039.1154	0.8782	17.3446	1044.3850	-184.3850	21.4401
	สิงหาคม	1299	1346.1904	0.8875	46.3176	933.3366	365.6634	28.1496
	กันยายน	1087	1316.3359	0.8457	38.7004	1179.1441	-92.1441	8.4769
	ตุลาคม	890	1115.9176	0.8742	14.7885	1189.9910	-299.9910	33.7069
	พฤศจิกายน	1163	1256.4754	0.8894	27.3655	1003.5369	159.4631	13.7114
	ธันวาคม	1209	1385.8295	0.8471	37.5643	1085.7792	123.2208	10.1920

Year	Month	Demand	S _t	I _t	b _t	F _{t+1}	E _t (Xt-Ft)	MAPE
2549	มกราคม	791	1060.4217	0.8678	1.2671	1244.2828	-453.2828	57.3050
	กุมภาพันธ์	763	919.0003	0.8865	-13.0017	944.3030	-181.3030	23.7619
	มีนาคม	930	1040.3393	0.8494	0.4323	767.4360	162.5640	17.4800
	เมษายน	812	967.2556	0.8663	-6.9193	903.1342	-91.1342	11.2234
	พฤษภาคม	865	971.1428	0.8867	-5.8386	851.3147	13.6853	1.5821
	มิถุนายน	1228	1301.5940	0.8541	27.7904	819.9340	408.0660	33.2301
	กรกฎาคม	894	1121.1636	0.8629	6.9683	1151.7003	-257.7003	28.8255
	สิงหาคม	1084	1194.2094	0.8877	13.5760	1000.2998	83.7002	7.7214
	กันยายน	777	999.1407	0.8503	-7.2884	1031.5787	-254.5787	32.7643
	ตุลาคม	1008	1115.2697	0.8649	5.0533	855.8627	152.1373	15.0930
	พฤศจิกายน	981	1109.6357	0.8876	3.9846	994.5537	-13.5537	1.3816
	ธันวาคม	804	995.9814	0.8481	-7.7793	946.8952	-142.8952	17.7730

Year	Month	Demand	S _t	I _t	b _t	F _{t+1}	E _t (Xt-Ft)	MAPE
2550	มกราคม	872	1002.1747	0.8652	-6.3821	854.7350	17.2650	1.9799
	กุมภาพันธ์	800	929.6846	0.8862	-12.9929	883.8208	-83.8208	10.4776
	มีนาคม	825	955.9145	0.8489	-9.0706	777.4769	47.5231	5.7604
	เมษายน	1251	1296.1915	0.8702	25.8642	819.2074	431.7926	34.5158
	พฤษภาคม	403	714.9412	0.8701	-34.8473	1171.6093	-768.6093	190.7219
	มิถุนายน	527	638.6012	0.8477	-38.9965	577.3176	-50.3176	9.5479
	กรกฎาคม	937	933.6207	0.8769	-5.5949	521.7729	415.2271	44.3145
	สิงหาคม	996	1079.7164	0.8727	9.5741	807.4535	188.5465	18.9304
	กันยายน	928	1093.0984	0.8478	9.9549	923.3886	4.6114	0.4969
	ตุลาคม	461	698.9312	0.8660	-30.4573	967.2300	-506.2300	109.8113
	พฤศจิกายน	639	713.0917	0.8739	-25.9955	583.3745	55.6255	8.7051
	ธันวาคม	977	1012.8425	0.8536	6.5791	582.4931	394.5069	40.3794

Year	Month	Demand	S _t	I _t	b _t	F _{t+1}	E _t (Xt-Ft)	MAPE
2551	มกราคม	1072	1172.3375	0.8684	21.8707	882.8208	189.1792	17.6473
	กุมภาพันธ์	816	1011.9095	0.8705	3.6408	1043.5781	-227.5781	27.8895
	มีนาคม	599	795.8770	0.8486	-18.3265	866.8769	-267.8769	44.7207
	เมษายน	675	777.3553	0.8684	-18.3460	675.2421	-0.2421	0.0359
	พฤษภาคม	635	738.3332	0.8700	-20.4136	660.7120	-25.7120	4.0491
	มิถุนายน	906	962.7646	0.8532	4.0709	609.1938	296.8062	32.7601
	กรกฎาคม	985	1084.0235	0.8704	15.7897	839.6169	145.3831	14.7597
	สิงหาคม	1376	1437.1082	0.8743	49.5192	956.8048	419.1952	30.4648
	กันยายน	1152	1391.1595	0.8519	39.9724	1268.3589	-116.3589	10.1006
	ตุลาคม	397	748.6073	0.8534	-28.2801	1245.6990	-848.6990	213.7781
	พฤศจิกายน	331	481.0963	0.8650	-52.2032	629.8150	-298.8150	90.2764
	ธันวาคม	787	775.3218	0.8601	-17.5603	365.3844	421.6156	53.5725
			227.3285	0.8108	-70.6036	646.6916	-646.6916	
							SUM	1723.8036
							MAPE	30.7822

$\alpha = 0.8$

Year	Month	Demand	S _t	I _t	b _t	F _{t+1}	E _t (Xt-Ft)	MAPE
2547	มกราคม	787		0.8798				
	กุมภาพันธ์	803		0.8977				
	มีนาคม	755		0.8440				
	เมษายน	1233	1233.0000	0.8858	109.8800			
	พฤษภาคม	926	1093.7885	0.8952	84.9708	1205.5144	-279.5144	30.1851
	มิถุนายน	1175	1349.4340	0.8454	102.0383	994.9282	180.0718	15.3253
	กรกฎาคม	1250	1419.1791	0.8856	98.8090	1285.7578	-35.7578	2.8606
	สิงหาคม	1108	1293.8197	0.8932	76.3922	1358.8313	-250.8313	22.6382
	กันยายน	962	1184.4007	0.8437	57.8110	1158.3516	-196.3516	20.4108
	ตุลาคม	785	957.5836	0.8823	29.3482	1100.0755	-315.0755	40.1370
	พฤศจิกายน	653	782.2406	0.8903	8.8791	881.5414	-228.5414	34.9987
	ธันวาคม	992	1098.8164	0.8467	39.6488	667.4863	324.5137	32.7131

Year	Month	Demand	S _t	I _t	b _t	F _{t+1}	E _t (Xt-Ft)	MAPE
2548	มกราคม	1105	1229.6337	0.8831	48.7656	1004.4539	100.5461	9.0992
	กุมภาพันธ์	694	879.2952	0.8852	8.8552	1138.1492	-444.1492	63.9984
	มีนาคม	682	822.0318	0.8458	2.2433	751.9764	-69.9764	10.2605
	เมษายน	689	789.0160	0.8826	-1.2826	727.9219	-38.9219	5.6490
	พฤษภาคม	979	1042.2773	0.8879	24.1718	697.3341	281.6659	28.7708
	มิถุนายน	1016	1174.2444	0.8468	34.9514	902.0300	113.9700	11.2175
	กรกฎาคม	860	1021.3435	0.8806	16.1661	1067.2509	-207.2509	24.0989
	สิงหาคม	1299	1377.8465	0.8907	50.1998	921.2500	377.7500	29.0801
	กันยายน	1087	1312.5388	0.8459	38.6491	1209.2641	-122.2641	11.2479
	ตุลาคม	890	1078.7928	0.8778	11.4096	1189.8330	-299.8330	33.6891
	พฤศจิกายน	1163	1262.6295	0.8922	28.6523	971.0272	191.9728	16.5067
	ธันวาคม	1209	1401.7017	0.8467	39.6943	1092.2496	116.7504	9.6568

Year	Month	Demand	S _t	I _t	b _t	F _{t+1}	E _t (Xt-Ft)	MAPE
2549	มกราคม	791	1009.1693	0.8731	-3.5284	1265.2626	-474.2626	59.9573
	กุมภาพันธ์	763	885.2754	0.8907	-15.5650	897.2385	-134.2385	17.5935
	มีนาคม	930	1052.6501	0.8485	2.7290	736.3817	193.6183	20.8192
	เมษายน	812	955.0879	0.8720	-7.3001	921.4559	-109.4559	13.4798
	พฤษภาคม	865	966.4839	0.8909	-5.4305	844.1845	20.8155	2.4064
	มิถุนายน	1228	1349.9682	0.8516	33.4610	815.4893	412.5107	33.5921
	กรกฎาคม	894	1096.9087	0.8691	4.8089	1206.2922	-312.2922	34.9320
	สิงหาคม	1084	1193.7361	0.8918	14.0108	981.5254	102.4746	9.4534
	กันยายน	777	971.4758	0.8490	-9.6163	1028.5084	-251.5084	32.3692
	ตุลาคม	1008	1120.2165	0.8706	6.2194	835.9627	172.0373	17.0672
	พฤศจิกายน	981	1105.3415	0.8916	4.1099	1004.5140	-23.5140	2.3969
	ธันวาคม	804	979.4841	0.8476	-8.8868	941.9284	-137.9284	17.1553

Year	Month	Demand	S _t	I _t	b _t	F _{t+1}	E _t (Xt-Ft)	MAPE
2550	มกราคม	872	995.3629	0.8709	-6.4102	845.0475	26.9525	3.0909
	กุมภาพันธ์	800	915.6411	0.8907	-13.7414	881.7011	-81.7011	10.2126
	มีนาคม	825	959.0532	0.8482	-8.0260	764.4462	60.5538	7.3399
	เมษายน	1251	1339.3383	0.8741	30.8051	828.2663	422.7337	33.7917
	พฤษภาคม	403	636.0082	0.8778	-42.6084	1220.3293	-817.3293	202.8112
	มิถุนายน	527	615.7167	0.8486	-40.3767	503.3376	23.6624	4.4900
	กรกฎาคม	937	972.6614	0.8785	-0.6446	502.8897	434.1103	46.3298
	สิงหาคม	996	1102.1198	0.8791	12.3657	853.2433	142.7567	14.3330
	กันยายน	928	1097.7382	0.8484	10.6910	945.7649	-17.7649	1.9143
	ตุลาคม	461	641.4746	0.8705	-36.0045	973.7960	-512.7960	111.2356
	พฤศจิกายน	639	702.5962	0.8806	-26.2919	532.2703	106.7297	16.7026
	ธันวาคม	977	1056.4708	0.8523	11.7248	573.8100	403.1900	41.2682

$$\alpha = 0.9$$

Year	Month	Demand	S _t	I _t	b _t	F _{t+1}	E _t (X _t -F _t)	MAPE
2547	มกราคม	787		0.8798				
	กุมภาพันธ์	803		0.8977				
	มีนาคม	755		0.8440				
	เมษายน	1233	1233.0000	0.8858	109.8800			
	พฤษภาคม	926	1062.6520	0.8964	81.8572	1205.5144	-279.5144	30.1851
	มิถุนายน	1175	1367.3433	0.8448	104.1406	966.0195	208.9805	17.7856
	กรกฎาคม	1250	1417.1437	0.8856	98.7066	1303.4847	-53.4847	4.2788
	สิงหาคม	1108	1264.0435	0.8954	73.5259	1358.7976	-250.7976	22.6352
	กันยายน	962	1158.6014	0.8441	55.6291	1129.9935	-167.9935	17.4629
	ตุลาคม	785	919.1500	0.8841	26.1211	1075.3727	-290.3727	36.9902
	พฤศจิกายน	653	750.8811	0.8941	6.6821	846.3967	-193.3967	29.6166
	ธันวาคม	992	1133.4682	0.8456	44.2726	639.4486	352.5514	35.5395

Year	Month	Demand	S _t	I _t	b _t	F _{t+1}	E _t (Xt-Ft)	MAPE
2548	มกราคม	1105	1242.6954	0.8843	50.7680	1041.1957	63.8043	5.7741
	กุมภาพันธ์	694	827.9156	0.8913	4.2132	1156.5028	-462.5028	66.6431
	มีนาคม	682	809.0525	0.8455	1.9056	703.6826	-21.6826	3.1793
	เมษายน	689	782.3137	0.8841	-0.9588	717.1453	-28.1453	4.0849
	พฤษภาคม	979	1066.6693	0.8926	27.5726	696.4373	282.5627	28.8624
	มิถุนายน	1016	1190.9050	0.8459	37.2389	925.1896	90.8104	8.9380
	กรกฎาคม	860	998.2427	0.8830	14.2488	1085.8495	-225.8495	26.2616
	สิงหาคม	1299	1410.9530	0.8940	54.0950	903.7950	395.2050	30.4238
	กันยายน	1087	1303.0401	0.8453	37.8942	1239.2674	-152.2674	14.0080
	ตุลาคม	890	1041.2206	0.8816	7.9228	1184.0548	-294.0548	33.0399
	พฤศจิกายน	1163	1275.6607	0.8949	30.5745	937.9814	225.0186	19.3481
	ธันวาคม	1209	1417.8522	0.8457	41.7362	1104.1663	104.8337	8.6711

Year	Month	Demand	S _t	I _t	b _t	F _{t+1}	E _t (Xt-Ft)	MAPE
2549	มกราคม	791	953.4722	0.8790	-8.8754	1286.7664	-495.7664	62.6759
	กุมภาพันธ์	763	861.7848	0.8944	-17.1566	845.3452	-82.3452	10.7923
	มีนาคม	930	1074.2059	0.8467	5.8012	714.2802	215.7198	23.1957
	เมษายน	812	939.4043	0.8783	-8.2591	949.3214	-137.3214	16.9115
	พฤษภาคม	865	963.4825	0.8946	-5.0254	832.8621	32.1379	3.7154
	มิถุนายน	1228	1401.1824	0.8482	39.2472	811.5047	416.4953	33.9166
	กรกฎาคม	894	1060.1677	0.8765	1.2210	1265.0783	-371.0783	41.5076
	สิงหาคม	1084	1196.6626	0.8952	14.7484	949.5353	134.4647	12.4045
	กันยายน	777	945.6275	0.8468	-11.8300	1027.4756	-250.4756	32.2362
	ตุลาคม	1008	1128.3883	0.8774	7.6291	818.4871	189.5129	18.8009
	พฤศจิกายน	981	1099.8862	0.8950	4.0160	1016.9376	-35.9376	3.6634
	ธันวาคม	804	964.8610	0.8462	-9.8881	934.8285	-130.8285	16.2722

Year	Month	Demand	S _t	I _t	b _t	F _{t+1}	E _t (Xt-Ft)	MAPE
2550	มกราคม	872	990.0048	0.8775	-6.3850	837.8495	34.1505	3.9163
	กุมภาพันธ์	800	902.8182	0.8946	-14.4651	880.3540	-80.3540	10.0442
	มีนาคม	825	966.3269	0.8465	-6.6677	751.6907	73.3093	8.8860
	เมษายน	1251	1379.0037	0.8790	35.2667	842.1266	408.8734	32.6837
	พฤษภาคม	403	546.8735	0.8867	-51.4730	1265.1631	-862.1631	213.9363
	มิถุนายน	527	609.8199	0.8474	-40.0310	419.3770	107.6230	20.4218
	กรกฎาคม	937	1016.3544	0.8812	4.6255	500.8496	436.1504	46.5475
	สิงหาคม	996	1113.0525	0.8871	13.8328	905.2895	90.7105	9.1075
	กันยายน	928	1098.2640	0.8473	10.9706	954.9493	-26.9493	2.9040
	ตุลาคม	461	581.7828	0.8767	-41.7745	977.4075	-516.4075	112.0190
	พฤศจิกายน	639	702.2972	0.8882	-25.5456	479.0382	159.9618	25.0331
	ธันวาคม	977	1105.4409	0.8491	17.3233	573.4123	403.5877	41.3089

Year	Month	Demand	S _t	I _t	b _t	F _{t+1}	E _t (Xt-Ft)	MAPE
2551	มกราคม	1072	1212.7458	0.8771	26.3215	984.3462	87.6538	8.1767
	กุมภาพันธ์	816	950.7167	0.8867	-2.5136	1100.5806	-284.5806	34.8751
	มีนาคม	599	729.7080	0.8477	-24.3631	805.1444	-206.1444	34.4148
	เมษายน	675	763.1752	0.8774	-18.5801	618.6426	56.3574	8.3492
	พฤษภาคม	635	718.9576	0.8866	-21.1438	660.2596	-25.2596	3.9779
	มิถุนายน	906	1031.6624	0.8492	12.2410	591.5465	314.4535	34.7079
	กรกฎาคม	985	1114.7073	0.8778	19.3214	915.9704	69.0296	7.0081
	สิงหาคม	1376	1510.2614	0.8878	56.9447	1005.3854	370.6146	26.9342
	กันยายน	1152	1377.5798	0.8486	37.9821	1330.9309	-178.9309	15.5322
	ตุลาคม	397	548.6164	0.8701	-48.7125	1242.5193	-845.5193	212.9772
	พฤศจิกายน	331	385.5436	0.8863	-60.1485	443.8086	-112.8086	34.0812
	ธันวาคม	787	867.2196	0.8515	-5.9661	276.1265	510.8735	64.9140
			86.1254	0.8265	-83.4789	749.3346	-749.3346	
							SUM	1732.5770
							MAPE	30.9389

ประวัติผู้เขียน

นายวิชัย บุญญานุกูลสิทธิ์ เกิดเมื่อวันอาทิตย์ที่ 26 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2527 ในปัจจุบันมีอายุ 26 ปี สำเร็จการศึกษาในระดับประถมศึกษา จากโรงเรียนอัสสัมชัญนครราชสีมา ระดับมัธยมศึกษา จากโรงเรียนราชสีมาวิทยาลัย และระดับปริญญาตรีสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โดยในปี พ.ศ. 2550 ได้เข้าศึกษาต่อระดับบัณฑิตศึกษา ในสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ สำนักวิชาเทคโนโลยีสังคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โดยได้รับทุนวิจัยนี้จากสำนักประสานงานชุดโครงการวิจัยโลจิสติกส์ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)