โครงการพัฒนาศักยภาพ-สมรรถนะการบริหารทรัพยากรและระบบงานเชิงบูรณาการสำหรับหน่วยงานภาคอุตสาหกรรมการผลิตและการบริการและภาครัฐ ส่วนเพิ่มเติม ระบบการบริหารเวชภัณฑ์แบบศูนย์กลาง

(Central Managed Inventory for Medical Supplies)

เล่มที่ 2 / 4

ระบบกำหนดนโยบายการสั่งซื้อเวชภัณฑ์

โดย

เหรียญ บุญดีสกุลโชค
ปวีณา เชาวลิตวงศ์
ภูมิ เหลืองจามีกร
วรโชค ไชยวงศ์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โครงการวิจัยเลขที่ 89G-IE-2550
ทุนงบประมาณแผ่นดินปี 2550

คณะวิศวกรรมศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
กรุงเทพฯ
พฤษภาคม 2550

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ไม่รับผิดชอบต่อผลเสียใดๆ อันอาจเกิดจากการนำความคิดเห็นในเอกสารฉบับนี้ไปใช้ ความคิดเห็นที่ปรากฏในเอกสารเป็นความคิดเห็นของผู้เขียนซึ่งไม่จำเป็นต้องเป็นความคิดเห็นของคณะฯ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โครงการพัฒนาศักยภาพ-สมรรถนะการบริหารทรัพยากรและระบบงานเชิงบูรณาการ
สำหรับหน่วยงานภาคอุตสาหกรรมการผลิตและการบริการและภาครัฐ
ส่วนเพิ่มเติม ระบบการบริหารเวชภัณฑ์แบบศูนย์กลาง
(Central Managed Inventory for Medical Supplies)

เล่มที่ 2 / 4

ระบบกำหนดนโยบายการสั่งซื้อเวชภัณฑ์

โดย

เหรียญ บุญดีสกุลโชค D.Eng. (AIT)

ปวีณา เชาวลิตวงศ์ Ph.D. (Florida)

ภูมิ เหลืองจามีกร M.Eng. (Lehigh)

วรโชค ไชยวงศ์ M.Eng. (Chula)

สถาบันวิทยบริการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โครงการวิจัยเลขที่ 89G-IE-2550

ทุนงบประมาณแผ่นดินปี 2550

คณะวิศวกรรมศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กรุงเทพฯ

พฤษภาคม 2550

สารบัญ

หน้า

สารบัญ .... ก

สารบัญตาราง .... ค

สารบัญรูป .... ง

1. หลักการและทฤษฎีที่ใช้ 2

1.1 หลักการและแนวคิด 2

1.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 3

2. ระบบสำหรับกำหนดนโยบายการสั่งซื้อเวชภัณฑ์ 14

3. ส่วนการพยากรณ์ความต้องการเวชภัณฑ์ 17

3.1 การตรวจสอบข้อมูลรายการเวชภัณฑ์และโรคหรืออาการบาดเจ็บในมาตรฐานการใช้เวชภัณฑ์ในการรักษา 17

3.2 การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบการพยากรณ์ 17

3.3 การพยากรณ์เวชภัณฑ์โดยระบบ 19

3.4 การตรวจสอบจำนวนข้อมูลของข้อมูลที่ใช้ในการพยากรณ์ 22

3.5 การวิเคราะห์ลักษณะของข้อมูล 23

3.5.1 กรณีที่จำนวนข้อมูลมีมากกว่าหรือเท่ากับ 10 ช่วงเวลาแต่น้อยกว่า 2 เท่าของจำนวนช่วงเวลาใน 1 ปีบวก 2 23

3.5.2 กรณีที่จำนวนข้อมูลมีมากกว่าหรือเท่ากับ 2 เท่าของจำนวนช่วงเวลาใน 1 ปีบวก 2 25

3.6 การเลือกตัวแบบในการพยากรณ์ 27

4. ส่วนการกำหนดปริมาณสั่งซื้อเวชภัณฑ์ 27

4.1 การกำหนดปริมาณการสั่งซื้อเวชภัณฑ์ในรอบการสั่งซื้อปกติ 27

4.2 การกำหนดปริมาณการสั่งซื้อเวชภัณฑ์ระหว่างรอบการสั่งซื้อ 31

5. ส่วนการตรวจสอบคงคลังเวชภัณฑ์ 34

6. สรุป 36

รายการอ้างอิง 37

ภาคผนวก 38

ภาคผนวก ก การตั้งค่าเริ่มต้นของระบบ 39

ภาคผนวก ข การกำหนดปริมาณการสั่งซื้อ 49

ภาคผนวก ค ตัวอย่างการพยากรณ์โดยเจ้าหน้าที่ศูนย์กลางการบริหารเวชภัณฑ์ 51

ภาคผนวก ง สูตรการคำนวณของตัวแบบพยากรณ์ 54

ภาคผนวก จ ตัวอย่างการคำนวณ 62

ภาคผนวก ฉ ตารางพื้นที่ใต้โค้งปกติ 83

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 วิธีจับสัญญาณและขีดควบคุมสำหรับการพยากรณ์ 11

ตารางที่ 2 ตัวอย่างข้อมูลมาตรฐานการใช้เวชภัณฑ์ในการรักษา 13

ตารางที่ 3 การแบ่งประเภทผู้ป่วย 19

ตารางที่ 4 ตัวแบบการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลา 22

ตารางที่ 5 ข้อมูลขั้นต่ำของตัวแบบการพยากรณ์ 23

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1 การบริหารคงคลังเวชภัณฑ์แบบศูนย์กลาง 2

รูปที่ 2 ระบบกำหนดนโยบายการสั่งซื้อเวชภัณฑ์ 14

รูปที่ 3 การพยากรณ์ความต้องการเวชภัณฑ์ 17

รูปที่ 4 การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบการพยากรณ์ 18

รูปที่ 5 ประเภทของเวชภัณฑ์ 20

รูปที่ 6 ขั้นตอนของระบบการพยากรณ์ความต้องการเวชภัณฑ์ที่ใช้ในการรักษาโรคหรืออาการบาดเจ็บที่ระบุในมาตรฐานการใช้เวชภัณฑ์ในการรักษา 21

รูปที่ 7 การวิเคราะห์ลักษณะของข้อมูลที่มีจำนวนมากกว่าหรือเท่ากับ 10 ช่วงเวลาแต่น้อยกว่า 2 เท่าของจำนวนช่วงเวลาใน 1 ปีบวก 2 $(10 \leq n < 2L+2)$ 24

รูปที่ 8 การวิเคราะห์ลักษณะของข้อมูลที่มีมากกว่าหรือเท่ากับ 2 เท่าของจำนวนช่วงเวลาใน 1 ปีบวก 2 $(n \geq 2L+2)$ 26

รูปที่ 9 ขั้นตอนการกำหนดปริมาณสั่งซื้อเวชภัณฑ์ในรอบการสั่งซื้อปกติ 28

รูปที่ 10 ระบบคงคลังโดยกำหนดรอบการสั่งซื้อคงที่ 28

รูปที่ 11 ปริมาณคงคลังเวชภัณฑ์เมื่อลบปริมาณเวชภัณฑ์ที่ผู้ขายจะส่งให้ 30

รูปที่ 12 ขั้นตอนการกำหนดปริมาณสั่งซื้อเวชภัณฑ์ระหว่างรอบการสั่งซื้อ 31

รูปที่ 13 การกำหนดปริมาณสั่งซื้อเวชภัณฑ์ระหว่างรอบการสั่งซื้อ 32

รูปที่ 14 ระดับคงคลังที่ถึงจุดสั่งซื้อก่อนวันสั่งซื้อปกติที่ได้รับเวชภัณฑ์จากผู้ขายก่อนถึงจุดสั่งซื้อ 33

รูปที่ 15 ขั้นตอนการตรวจสอบคงคลังเวชภัณฑ์ 34

รูปที่ 16 การกำหนดจุดสั่งซื้อเวชภัณฑ์ 35

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ระบบกำหนดนโยบายการสั่งซื้อเวชภัณฑ์
(Design of Medical Supplies Replenishing System)

จากงานวิจัย "ระบบเพื่อสนับสนุนการบริหารจัดการโรงพยาบาล ส่วนเพิ่มเติมเพื่อการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างโรงพยาบาล" ซึ่งเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างโรงพยาบาล ซึ่งเป็นการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อให้แต่ละโรงพยาบาลสามารถเรียกดูข้อมูลที่จำเป็นต่อการตรวจรักษาของแพทย์ผู้รักษา นอกจากการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างโรงพยาบาลทางด้านการตรวจรักษาแล้ว ยังมีการการเชื่อมโยงข้อมูลทางด้านเวชภัณฑ์คงคลังด้วย

เมื่อกลุ่มโรงพยาบาลนำระบบดังกล่าวไปใช้กลุ่มโรงพยาบาลจะรวมตัวกันเป็นเครือข่าย (Hospital Network) แต่ระบบการบริหารจัดการเวชภัณฑ์คงคลังของแต่ละโรงพยาบาลยังเป็นการบริหารที่แยกจากกัน คือ แต่ละโรงพยาบาลบริหารจัดการเวชภัณฑ์คงคลังของตนเอง โดยการจัดการเวชภัณฑ์คงคลังด้านการจัดซื้อเวชภัณฑ์ เภสัชกรจะมีหน้าที่ในการกำหนดปริมาณสั่งซื้อเวชภัณฑ์ โดยจะพิจารณาจากข้อมูลการใช้เวชภัณฑ์และใช้วิจารณญาณซึ่งเป็นการพยากรณ์ที่ไม่มีความซับซ้อนนัก และไม่เป็นระบบมากนัก

เมื่อมองกลุ่มโรงพยาบาลรวมกันเป็นเครือข่ายแล้ว การบริหารจัดการเวชภัณฑ์คงคลังควรจะมีระบบการบริหารคงคลังเวชภัณฑ์แบบศูนย์กลาง เพื่อทำหน้าที่การบริหารจัดการเวชภัณฑ์คงคลังให้กับโรงพยาบาลในเครือข่าย เพื่อลดภาระในการบริหารจัดการเวชภัณฑ์คงคลังของแต่ละโรงพยาบาล เพราะการบริหารจัดการเวชภัณฑ์คงคลังจัดว่าเป็นสิ่งสำคัญสำหรับโรงพยาบาลเนื่องจากเป็นส่วนที่มีค่าใช้จ่ายสูง

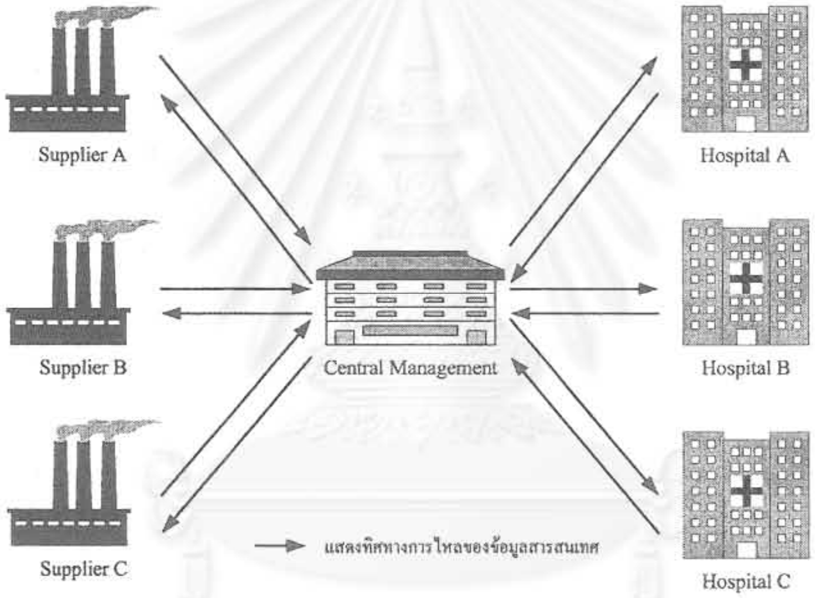
ดังนั้นจึงเกิดแนวทางในการพัฒนาระบบกำหนดนโยบายการสั่งซื้อเวชภัณฑ์ซึ่งเป็นระบบที่ช่วยสนับสนุนการทำงานของระบบการบริหารคงลังแบบศูนย์กลาง และทำงานแทนเภสัชกรที่ทำหน้าที่กำหนดปริมาณสั่งซื้อเวชภัณฑ์ ในการกำหนดปริมาณสั่งซื้อเวชภัณฑ์อย่างเป็นระบบและเหมาะสม ทำให้โรงพยาบาลเครือข่ายเสียเงินลงทุนไปกับการซื้อเวชภัณฑ์ที่มากเกินความจำเป็นและลดปัญหาเวชภัณฑ์ขาดมือ เมื่อมีการรวมปริมาณสั่งซื้อเวชภัณฑ์ของโรงพยาบาลต่างๆ โรงพยาบาลเครือข่าย ก็จะสามารถต่อรองเรื่องราคาเวชภัณฑ์ ช่วยให้โรงพยาบาลสามารถลดต้นทุนรวมในการจัดซื้อและการบริหารจัดการด้านคลังเวชภัณฑ์

1. หลักการและทฤษฎีที่ใช้

1.1 หลักการและแนวคิด

การบริหารคงคลังเวชภัณฑ์แบบศูนย์กลาง หมายถึง การรวมอำนาจการบริหารคงคลังเวชภัณฑ์ในเรื่อง การเติมเต็มเวชภัณฑ์คงคลังไว้ที่ศูนย์กลาง เพื่อลดค่าใช้จ่ายและภาระในการบริหารเวชภัณฑ์คงคลังของโรงพยาบาลในเครือข่าย

ระบบการบริหารจัดการคงคลังเวชภัณฑ์ จะรับข้อมูลสารสนเทศของโรงพยาบาลในเครือข่าย และข้อมูลจาก ผู้ขาย(Supplier) แล้วนำมาประมวลผล เพื่อนำผลลัพธ์ที่ได้ มาใช้ในการบริหารคงคลังเวชภัณฑ์ของโรงพยาบาล เช่น การออกใบสั่งซื้อ การออกเอกสารอื่นๆในการปฏิบัติงานในด้านการบริหารคงคลัง



รูปที่ 1 การบริหารคงคลังเวชภัณฑ์แบบศูนย์กลาง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ระบบกำหนดนโยบายการสั่งซื้อเวชภัณฑ์จะเป็นระบบที่ช่วยสนับสนุนการบริหารคงคลังเวชภัณฑ์แบบศูนย์กลางของโรงพยาบาลเครือข่าย ในด้านการกำหนดนโยบายสั่งซื้อ ซึ่งการเชื่อมโยงข้อมูลกันของระบบการบริหารคงคลังแบบศูนย์กลาง ทำให้มีความสะดวกในการนำข้อมูลด้านคงคลังต่างๆ ของโรงพยาบาลมาใช้กำหนดโยบายการสั่งซื้อ

ระบบกำหนดนโยบายการสั่งซื้อเวชภัณฑ์ จะรับข้อมูลเกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการเวชภัณฑ์ในส่วนการกำหนดนโยบายการสั่งซื้อเวชภัณฑ์ของโรงพยาบาลเครือข่าย เช่น ปริมาณการใช้เวชภัณฑ์ ปริมาณผู้ป่วยที่เข้ารับการบริการ ระดับการให้บริการของแต่ละโรงพยาบาล เป็นต้น แล้วกำหนดปริมาณและรายการเวชภัณฑ์ที่ต้องสั่งซื้อให้กับโรงพยาบาลเครือข่าย

เมื่อศูนย์กลางการการบริหารคงคลังแบบศูนย์กลาง ได้รับปริมาณและรายการสั่งซื้อเวชภัณฑ์ที่เหมาะสมของแต่ละโรงพยาบาล ก็สามารถรวบรวมข้อมูลดังกล่าวเพื่อใช้สั่งซื้อเวชภัณฑ์กับผู้ขาย

1.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1.2.1 การพยากรณ์

ในการวางแผนการผลิตในอุตสาหกรรม มีจำเป็นต้องทราบถึงปริมาณความต้องการของผลิตภัณฑ์ที่จะเกิดขึ้นในช่วงเวลาข้างหน้า เพื่อที่จะให้ สามารถวางแผนเพื่อเตรียมปัจจัยในการผลิตให้พร้อมที่จะดำเนินการให้ตอบสนองต่อความต้องการที่เกิดขึ้นในอนาคต ซึ่งไม่ต่างกับการบริการของโรงพยาบาลที่จำเป็นต้องมีการวางแผนการสั่งซื้อเวชภัณฑ์ให้สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้บริการ หรือผู้ป่วย โดยข้อมูลของความต้องการที่ดีสุด ก็คือ ความต้องการที่จะเกิดขึ้นจริงๆ ซึ่งในทางปฏิบัติจะสามารถหาได้จากปริมาณความต้องการที่เกิดขึ้นจริง ซึ่งเมื่อทราบข้อมูลดังกล่าว ทำให้โรงพยาบาลมีเวลาน้อยเกินกว่าที่จะเตรียมการสั่งซื้อเวชภัณฑ์ได้ทันท่วงที ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องหากระบวนการอื่นในการหาความต้องการที่เกิดขึ้นได้โดยมีช่วงเวลาที่ยาวพอที่จะวางแผนและเตรียมการสั่งซื้อ วิธีการพยากรณ์ เป็นวิธีการที่ดีสำหรับการหาความต้องการในช่วงเวลาสั้นหรือยาวการวางแผนการผลิตที่แม่นยำนั้นจะขึ้นกับการพยากรณ์เป็นส่วนสำคัญ หากการพยากรณ์มีความแม่นยำย่อมทำให้การวางแผนผลิตมีความแม่นยำตามไปด้วย

วิธีการพยากรณ์แบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

- การพยากรณ์เชิงปริมาณ(Qualitative Forecasting) เป็นการใช้หลักทางสถิติและคณิตศาสตร์คำนวณค่าพยากรณ์โดยอาศัยข้อมูลในอดีต ซึ่งมีอยู่ 2 วิธี
    - วิธีแบบอนุกรมเวลา(Time Series Model) จะเป็นการพยากรณ์จะเป็นการพยากรณ์โดยถือว่าขึ้นลงแปรผันกับเวลาอย่างเดียว แล้วใช้วิธีคำนวณหาค่าพยากรณ์ที่จะเกิดขึ้นในช่วงรอบเวลาข้างหน้า
    - วิธีทางความเป็นเหตุเป็นผล (Casual Method) จะข้อมูลขึ้นกับหลายๆปัจจัยนอกจากปัจจัยเวลา ซึ่งเป็นปัจจัยที่จะส่งผลต่อค่าพยากรณ์ แล้วสร้างความสัมพันธ์ระหว่างค่าพยากรณ์และตัวแปรอิสระ
- การพยากรณ์เชิงคุณภาพ(Qualitative Forecasting) เป็นวิธีการหาค่าพยากรณ์โดยอาศัยความคิดวิจารณญาณ ประสบการณ์ และการตัดสินใจของผู้เชี่ยวชาญ การพยากรณ์เชิงคุณภาพส่วนใหญ่จะจึงไม่มีไม่มีรูปแบบ กฎเกณฑ์และสูตรที่แน่นอนในการพยากรณ์ จึงไม่ต้องอาศัยตัวแบบทางคณิตศาสตร์ในการพยากรณ์

- การพยากรณ์โดยใช้วิจารณญาณ (Subjective Forecasting Method) เป็นการพยากรณ์ที่ใช้กันมากในหมู่ผู้บริหาร เป็นการซักถามความคิดเห็นของผู้มีความรู้ หรือผู้มีประสบการณ์
- การพยากรณ์โดยใช้วิธีการค้นหา (exploratory Forecasting Method) เป็นการสืบเสาะหาข้อเท็จจริงเกี่ยวกับความต้องการในอดีตจนถึงปัจจุบันและนำข้อมูลนั้นมาใช้ในการพยากรณ์ ทั้งนี้ต้องอาศัยความรู้ วิจารณญาณ ตลอดจนลางสังหรณ์ของผู้พยากรณ์หลังจากพิจารณาความเป็นไปได้ทั้งหมดที่มีอยู่
- การพยากรณ์โดยใช้แบบอย่าง (Normative Method) วิธีนี้มีลักษณะตรงกันข้ามกับวิธีการค้นหา นั่นคือ การพยากรณ์โดยใช้แบบอย่าง จะเริ่มจากเป้าหมายที่กำหนดไว้ในอนาคต จากเป้าหมายนั้นก็จะพิจารณาย้อนหลังว่าอะไรสามารถทำได้หรือทำไม่ได้ ทั้งนี้จะต้องพิจารณาอย่างรอบคอบถึงปัญหาอุปสรรคทรัพยากรต่างๆ ตลอดจนเทคโนโลยีที่มีอยู่ในปัจจุบัน

1.2.2 อนุกรมเวลาที่เป็นสเตชันนารีและไม่เป็นสเตชันนารี(Stationary and Non-Stationary Time Series)

อนุกรมเวลาที่เป็นสเตชันนารี (Stationary time series) เป็นอนุกรมเวลาที่ค่าสังเกต(X_t) มีคุณสมบัติทางสถิติ คือ ค่าเฉลี่ย ($E(X_t)$) ค่าความแปรปรวน ($V(X_t)$) และฟังก์ชั่นความน่าจะเป็นของค่าสังเกต ณ เวลาต่างๆ คงที่ กล่าว คือ ไม่มีความเปลี่ยนแปลงตามเวลาที่เปลี่ยนไป

อนุกรมเวลาที่ไม่เป็นสเตชันนารี (Non-stationary time series) เป็นอนุกรมเวลาที่ค่าสังเกต (X_t) มีคุณสมบัติทางสถิติไม่คงที่ คือ เปลี่ยนแปลงตามเวลาที่เปลี่ยนไป โดย ลักษณะของอนุกรมเวลาที่ไม่เป็นสเตชันนารี สามารถ แบ่งได้เป็น

- อนุกรมเวลาที่มีลักษณะเป็นแนวโน้ม(Trend) โดยลักษณะของข้อมูลมีแนวโน้มสูงขึ้นหรือลดลง ซึ่งแนวโน้มอาจมีลักษณะเป็นเส้นตรง(Additive Trend) หรือเส้นโค้ง (Multiplicative Trend) ก็ได้
- อนุกรมเวลาที่มีความผันแปรของฤดูกาล (Seasonal) โดยลักษณะของข้อมูลมีลักษณะขึ้นลงตามฤดูกาล
- อนุกรมเวลาที่มีความผันแปรของฤดูกาลและแนวโน้มผสมกัน โดยการผสมกันนั้นจะอยู่ในรูปของผลบวก (Additive Seasonal Trend) หรือผลคูณ (Multiplicative Seasonal Trend) โดยลักษณะของแนวโน้มอาจเป็นเส้นตรง หรือ เส้นโค้งก็ได้

- อนุกรมเวลาที่มีลักษณะเป็นวัฏจักร (Cyclical) เป็นรูปแบบที่เกิดขึ้นโดยได้รับอิทธิพลจากปัจจัยทางเศรษฐกิจในช่วงเวลาที่ยาวนานกว่าการเกิดตามลักษณะแบบฤดูกาล โดยปกติจะยาวนานกว่า 1 ปีแล้วจึงจะเกิดลักษณะแบบเดิมอีก

อนุกรมเวลาที่ไม่เป็นสเตชันนารีที่มีลักษณะเป็นแนวโน้มสามารถทำให้เป็นอนุกรมเวลาที่เป็นสเตชันนารีได้โดยการหาผลต่างของข้อมูล

กำหนดให้ $x_1, x_2, ..., x_n$ เป็นข้อมูลอนุกรมเวลาที่ไม่เป็นสเตชันนารี (Non-Stationary) โดยไม่มีลักษณะของฤดูกาลผสมอยู่

ผลต่างของข้อมูล คือ z_t โดยที่

$$z_t = \nabla x_t = x_t - x_{t-1} \qquad \text{for } t = 2,...,n$$

ลักษณะของอนุกรมเวลาที่หาผลต่าง มีลักษณะดังนี้

ข้อมูลเดิม	ผลต่างของข้อมูล
x_1	
x_2	$z_2 = \nabla x_2 = x_2 - x_1$
x_3	$z_3 = \nabla x_3 = x_3 - x_2$
$\vdots$	$\vdots$
x_{n-1}	$\vdots$
x_n	$z_n = \nabla x_n = x_n - x_{n-1}$

การหาผลต่างเพื่อแปลงอนุกรมเวลาตามลักษณะข้างต้น เรียกว่า ผลต่างลำดับ 1 (First Difference) สำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาที่ไม่เป็นสเตชันนารี โดยไม่มีลักษณะของฤดูกาลผสมอยู่ ถ้าการหาผลต่างลำดับ 1 ยังไม่สามารถแปลงข้อมูลไปเป็นอนุกรมเวลาที่เป็นสเตชันนารีได้ เราสามารถหาผลต่างลำดับที่ 2 เพื่อแปลงข้อมูลไปเป็นอนุกรมเวลาที่เป็นสเตชันนารี

จากอนุกรมเวลา ผลต่างของข้อมูลลำดับที่ 2 คือ

$$z_t = \nabla^2 x_t = x_t - 2x_{t-1} + x_{t-2} \qquad \text{for } t = 3,...,n$$

ลักษณะของอนุกรมเวลาที่หาผลต่างลำดับที่ 2 มีลักษณะดังนี้

ข้อมูลเดิม	ผลต่างของข้อมูล
x_1	
x_2	
x_3	$z_3 = \nabla^2 x_3 = x_3 - 2x_2 + x_1$
x_4	$z_4 = \nabla^2 x_4 = x_4 - 2x_3 + x_2$
$\vdots$	$\vdots$
x_{n-2}	$\vdots$
x_{n-1}	$\vdots$
x_n	$z_n = \nabla^2 x_n = x_n - 2x_{n-1} + x_{n-2}$

สมมุติว่า อนุกรมเวลา $z_{a,} z_{a+1}, ..., z_n$ เป็นอนุกรมเวลาที่เป็นสเตชันนารี

ถ้า a =2 หมายความว่า อนุกรมเวลา $z_{a,} z_{a+1}, ..., z_n$ จะเป็นผลต่างลำดับที่ 1 ของอนุกรมเวลาเริ่มต้น $x_1, x_2, ..., x_n$ โดยที่

$$z_a = z_2 = \nabla x_2 = x_2 - x_1$$

ถ้า a=3 หมายความว่า อนุกรมเวลา $z_{a,} z_{a+1}, ..., z_n$ จะเป็นผลต่างลำดับที่ 2 ของอนุกรมเวลาเริ่มต้น $x_1, x_2, ..., x_n$ โดยที่

$$z_a = z_3 = \nabla^2 x_3 = x_3 - 2x_2 + x_1$$

ถ้า a=1 หมายความว่า อนุกรมเวลา $z_{a,} z_{a+1}, ..., z_n$ จะเท่ากับ อนุกรมเวลาเริ่มต้น $x_1, x_2, ..., x_n$ โดยที่

$$z_a = z_1 = x_1$$

สำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาที่ไม่เป็นสเตชันนารีที่มีความผันแปรของฤดูกาล นั้น สามารถแปลงให้เป็นสเตชันนารีได้โดยการผลต่างฤดูกาลของข้อมูล

จากการหาผลต่างของข้อมูล

ผลต่างลำดับที่ 1 คือ $z_t = \nabla x_t = x_t - x_{t-1}$

ผลต่างลำดับที่ 2 คือ $z_t = \nabla^2 x_t = x_t - 2x_{t-1} + x_{t-2}$

ในการหาผลต่างฤดูกาลเมื่อเขียนแทน ∇ ด้วย

$$\nabla = 1 - B$$

โดย

ตัวดำเนินการย้อนกลับ(Backshift Operator: B) คือการย้ายข้อมูลย้อนกลับมา 1 ช่วงเวลา

$$Bx_t = x_{t-1} \text{ เช่น } Bx_{50} = x_{49}$$

$$Bz_t = z_{t-1} \text{ เช่น } Bz_{50} = z_{49}$$

เมื่อย้ายข้อมูลย้อนกลับมา k ช่วงเวลา จะได้

$$B^k x_t = x_{t-k} \text{ เช่น } B^{12} x_{50} = x_{38}$$

$$B^k z_t = z_{t-k} \text{ เช่น } B^{12} z_{50} = z_{38}$$

ดังนั้น

$$\nabla x_t = (1-B) = x_t - Bx_t = x_t - x_{t-1}$$

และ

$$\begin{aligned}\nabla^2 x_t &= (1-B)^2 x_t \\ &= (1-2B+B^2)x_t \\ &= y_t - 2Bx_t + B^2 x_t\end{aligned}$$

ในรูปทั่วไป

$$\nabla^d x_t = (1-B)^d x_t$$

เมื่อ d เป็นลำดับของผลต่างของข้อมูล เมื่อต้องการแปลงอนุกรมเวลาให้เป็นอนุกรมเวลาที่เป็นสเตชันนารี ให้ L เป็นจำนวนฤดูกาลใน 1 ปี เช่น L=12 เมื่อข้อมูลเป็นข้อมูลรายเดือน และ L=4 เมื่อข้อมูลเป็นข้อมูลรายไตรมาส จะได้

$$\nabla_L = (1-B^L)$$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ดังนั้น

$$\nabla_L x_t = (1-B^L)x_t = x_t - B^L x_t = x_t - x_{t-L}$$

นั่นคือ

$$\nabla_L x_t = x_t - x_{t-L}$$

ในทำนองเดียวกัน

$$\begin{aligned}\nabla_L^2 x_t &= (1-B^L)^2 x_t \\ &= (1-2B^L+B^{2L})x_t \\ &= y_t - 2B^L x_t + B^{2L} x_t \\ &= y_t - 2x_{t-L} + x_{t-2L}\end{aligned}$$

นั่นคือ

$$\nabla_L^2 x_t = x_t - 2x_{t-L} + x_{t-2L}$$

รูปทั่วไป

$$\nabla_L^D x_t = (1-B^L)^D x_t$$

เมื่อ D เป็นลำดับของผลต่างฤดูกาลของข้อมูล เมื่อต้องการแปลงอนุกรมเวลาที่มีความผันแปรของฤดูกาล ไปเป็นอนุกรมเวลาที่เป็นสเตชันนารี

อนุกรมเวลาที่ไม่เป็นสเตชันนารีที่มีความผันแปรของฤดูกาลและแนวโน้มนั้นสามารถ ทำให้เป็นอนุกรมเวลาที่เป็นสเตชันนารีได้ โดยการหาผลต่างของข้อมูลเพื่อกำจัดความเป็นแนวโน้มออกจากอนุกรมเวลา แล้วหาผลต่างฤดูกาลเพื่อกำจัดความผันแปรของฤดูกาลออกจากอนุกรมเวลา

1.2.3 การวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเอง (Autocorrelation Analysis)

สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเอง (ρ_k) เป็นค่าวัดความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลอนุกรมเวลาชุดเดียวกันโดยมีช่วงเวลาห่างกันเท่ากับ k (lag k) เช่น อนุกรมเวลา $z_t, z_{t-1}, z_{t-2}, \ldots$ กับ อนุกรมเวลา $z_{t-1}, z_{t-2}, z_{t-3}, \ldots$ เป็นอนุกรมเวลาชุดเดียวกันแต่มีช่วงเวลาห่างกันเท่ากับ 1 (lag 1)

สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองมีค่าอยู่ในช่วง $[-1,1]$ และ $\rho_k = \rho_{-k}$ ดังนั้นจะพิจารณาระยะห่างของช่วงเวลาที่เป็นบวกเท่านั้น ถ้าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเอง มีค่าเข้าใกล้ 1

หมายความว่า ความสัมพันธ์ของข้อมูลอนุกรมเวลามีลักษณะเป็นแนวโน้ม โดยมีความชันเป็นบวก แต่ถ้าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเอง มีค่าเข้าใกล้ -1 หมายความว่า ความสัมพันธ์ของข้อมูลมีลักษณะเป็นแนวโน้ม โดยมีความชันเป็นลบ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองของอนุกรมนั้น ไม่สามารถหาค่าที่แน่นอนได้ แต่สามารถประมาณค่าได้ โดยค่าประมาณนี้ เรียกว่า ตัวอย่างสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเอง (Sample Autocorrelation: r_k) ซึ่งมีการคำนวณดังนี้

$$r_k = \frac{\sum_{t=1}^{n-k}(z_t - \overline{z})(z_{t+k} - \overline{z})}{\sum_{t=1}^{n}(z_t - \overline{z})^2}$$

โดยที่

$$\overline{z} = \frac{\sum_{t=a}^{n} z_t}{n-a+1}$$

ถ้าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเอง(ρ_k) มีค่าเท่ากับ 0 อนุกรมเวลาที่นำมาพิจารณานั้นจะมีลักษณะเป็นสเตชันนารี โดย

$$|r_k| \le 2\frac{1}{(n-a+1)^{1/2}}\left(1+2\sum_{j=1}^{k} r_j^2\right)^{1/2}$$

การพิจารณาระยะห่างของช่วงเวลาจะพิจารณามากกว่าหรือเท่ากับสองเท่าของจำนวนฤดูกาล(จำนวนข้อมูล) ใน 1 ปีบวกสอง (2L+2) เพราะ ข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีความผันแปรของฤดูกาลตัวอย่างของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองของระยะห่างของเวลาที่ L, 2L ... จะมีค่ามากกว่า ตัวอย่างของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองของระยะห่างของเวลาอื่นๆ ถ้าพิจารณาค่าตัวอย่างสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเอง ของอนุกรมเวลาที่มีความผันแปรของฤดูกาล โดยพิจารณาระห่างของช่วงเวลาน้อยกว่าที่กำหนด อาจทำให้การวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าวคลาดเคลื่อนหากตัวอย่างสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองอยู่ในขีดควบคุมที่กำหนด

1.2.4 การเลือกตัวแบบการพยากรณ์

การเลือกตัวแบบการพยากรณ์แต่ละวิธีนั้นผู้พยากรณ์จะต้องพิจารณาถึงหลักดังนี้

- ระยะเวลาที่ใช้ในการพยากรณ์ โดยตัวแบบในการพยากรณ์แต่ละชนิดนั้นมีความเหมาะสมกับช่วงระยะเวลาในการพยากรณ์แตกต่างกัน

- ลักษณะของข้อมูล เช่น ข้อมูลที่มีลักษณะราบเรียบ สม่ำเสมอในแนวนอน เทคนิคที่เหมาะสม ได้แก่ เทคนิค Single Moving Average หรือ Single Exponential Smoothing เป็นต้น ข้อมูลที่มีลักษณะเป็นแนวโน้ม เทคนิคที่เหมาะ ได้แก่ เทคนิค Moving Average, หรือExponential Smoothing เป็นต้น
- ชนิดของตัวแบบการพยากรณ์ สามารถแบ่งออกเป็น 2 แบบคือ 1) เทคนิคการพยากรณ์เชิงปริมาณ ซึ่งสามารถแบ่งเป็นเทคนิคอนุกรมเวลา และความสัมพันธ์ของข้อมูล 2) เทคนิคการพยากรณ์เชิงคุณภาพ เทคนิคอนุกรมเวลาและเทคนิคเชิงคุณภาพนั้นไม่ใช่เทคนิคทางสถิติที่ทำการตรวจสอบสมมุติฐานได้
- ค่าใช้จ่ายในการพยากรณ์ ค่าใช้จ่ายในการพยากรณ์นั้นจะแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ ค่าใช้จ่ายในการพัฒนาตัวแบบ ค่าใช้จ่ายในการเก็บข้อมูล และค่าใช้จ่ายเมื่อทำการพยากรณ์
- ความถูกต้องหรือความแม่นยำของการพยากรณ์ ความแม่นยำ หมายถึง ค่าที่พยากรณ์ได้มีความใกล้เคียงกับข้อมูลที่เกิดขึ้นจริง ในการเลือกเทคนิคการพยากรณ์โดยใช้ความแม่นยำในการพยากรณ์ ผู้เลือกอาจใช้วิธีการพยากรณ์ 2-3 วิธี แล้วคำนวณค่าความผิดพลาด โดยจะเลือกตัวแบบที่มีค่าความผิดพลาดต่ำสุดในบรรดาวิธีการพยากรณ์แบบต่างๆที่นำมาเปรียบเทียบ
- การนำไปใช้ โดยปกติแล้วผู้พยากรณ์ในที่นี้คือ ระบบการพยากรณ์เวชภัณฑ์ และผู้ใช้ค่าพยากรณ์ จะเป็นคนละบุคคล ดังนั้นจึงจำเป็นต้องคำนึงถึงความยากง่ายในการแปลความหมายผลการพยากรณ์และความยากง่ายในการนำผลนั้นไปใช้ วิธีการพยากรณ์ที่มีความซับซ้อนทางคณิตศาสตร์และสถิติ อาจจะมีความยุ่งยากในการแปลความหมาย ส่วนวิธีการพยากรณ์ที่ง่ายก็ไม่ได้หมายความว่าคุณภาพของการพยากรณ์นั้นต่ำเสมอไป โดยหลักการแล้ววิธีการพยากรณ์ที่ง่ายต่อความเข้าใจของผู้ใช้และมีความผิดพลาดไม่มากจนเกินไปจะเป็นวิธีที่สมควรอย่างยิ่งในการพิจารณา

จากปัจจัยในการเลือกตัวแบบในการพยากรณ์ ระบบกำหนดนโยบายการสั่งซื้อเวชภัณฑ์ เลือกตัวแบบที่เหมาะสมกับลักษณะข้อมูลที่นำมาพยากรณ์ ซึ่งเราสามารถทราบลักษณะของข้อมูลได้โดยการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเอง(หัวข้อ 1.2.3) โดยตัวแบบที่เหมาะสม (ระบุในหัวข้อ 1.2.2) ถ้ามีมากกว่าหนึ่งตัวแบบ ก็จะใช้ความแม่นยำของตัวแบบเป็นตัวเลือกตัวแบบการพยากรณ์

ตัววัดความแม่นยำในการพยากรณ์ ที่ระบบใช้ คือ เปอร์เซ็นความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย(Mean Absolute Percentage Error: MAPE) ซึ่งเป็นการวัดความแม่นยำจากค่าความ

คลาดเคลื่อนเทียบกับค่าข้อมูลจริง โดยไม่คิดถึงเครื่องหมาย ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย เป็นค่าวัดที่ไม่มีหน่วย จึงเหมาะที่จะใช้กับการเปรียบเทียบอนุกรมเวลาหลายชุดเมื่อใช้วิธีการพยากรณ์เดียวกัน หรือ เปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์หลายวิธีเมื่อใช้ข้อมูลชุดเดียวกัน

$$\text{MAPE} = \frac{\sum_{i=1}^{n}\left|\frac{e_t}{\hat{x}_t}\right|}{n}\times 100$$

โดยที่

$e_t = x_t - \hat{x}_t$

e_t = ค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ ณ ช่วงเวลา t

x_t = ปริมาณการใช้เวชภัณฑ์จริง ณ ช่วงเวลา t

$\hat{x}_t$ = ค่าพยากรณ์การใช้เวชภัณฑ์ ณ ช่วงเวลา t

n = จำนวนค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์

1.2.5 การตรวจสอบความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์

การตรวจสอบความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์จะใช้วิธีจับสัญญาณ(Tracking Signal) โดยพิจารณาว่าความคลาดเคลื่อนที่ของการพยากรณ์ในช่วงเวลาที่แตกต่างกันเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องหรือไม่ และเกิดขึ้นในทิศทางใด เมื่อจับสัญญาณได้ว่าค่าความคลาดเคลื่อนออกนอกขีดควบคุม แสดงให้เห็นว่าตัวแบบการพยากรณ์ที่ใช้อยู่หรือตัวแปรในตัวแบบการพยากรณ์ไม่เหมาะสมที่จะใช้พยากรณ์ต่อไป ดังนั้นเราจำเป็นต้องเปลี่ยนตัวแบบการพยากรณ์ หรือตัวแปรของตัวแบบให้มีความเหมาะสมในการพยากรณ์

ความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์นั้นจะสามารถคำนวณได้จากปริมาณการใช้เวชภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจริงซึ่งเป็นข้อมูลคงคลังของโรงพยาบาลเครือข่าย กับค่าพยากรณ์ที่ได้จากการคำนวณของระบบ

ตารางที่ 1 วิธีจับสัญญาณและขีดควบคุมสำหรับการพยากรณ์

ลำดับที่	วิธีจับสัญญาณ	ขีดควบคุม(ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05)
1	$TS_1 = e_t$	$\pm 1.96\hat{\sigma}_e$
2	$TS_2 = \frac{SUM_t}{\sqrt{t}}$	$\pm 1.96\hat{\sigma}_e$

- TS_1 ค่าความคลาดเคลื่อน ณ เวลา t (individual error) หรือ e_t
- TS_2 ค่าผลรวมสะสมของค่าพยากรณ์ ณ เวลา t (cumulative sum of error) หรือ SUM_t เป็นค่าที่ได้จากการหาผลรวมของค่าความตลาดเคลื่อนของค่าพยากรณ์ตั้งแต่ค่าที่ 1 จนถึงค่าที่ t โดยที่

$$SUM_t = e_1 + e_2 + e_3 + ... + e_t = \sum_{t=1}^{t} e_t$$

สำหรับส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์($\hat{\sigma}_e$) คือ

$$\hat{\sigma}_e = S_e = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^{n} e_t^2}{n}}$$

โดยที่

n = จำนวนค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์

1.2.6 <u>มาตรฐานการใช้เวชภัณฑ์ในการรักษา</u>

ข้อมูลมาตรฐานการใช้เวชภัณฑ์ในการรักษาจะถูกกำหนดโดยแพทย์และเภสัชกรที่ทำงานอยู่ในโรงพยาบาล ซึ่งข้อมูลมาตรฐานเป็นข้อมูลที่ช่วยในการพยากรณ์ความต้องการเวชภัณฑ์ ซึ่งประกอบไปด้วย

- ชื่อโรคหรืออาการบาดเจ็บ (Problem) การกำหนดโรคหรืออาการบาดเจ็บนั้นจะกำหนดโรคหรืออาการบาดเจ็บที่พบได้เป็นส่วนใหญ่
- ความรุนแรงของโรค (Severity) กำหนดจากอาการป่วยหรืออาการบาดเจ็บที่แตกต่างกันของผู้ป่วย เพราะ อาการป่วยหรืออาการบาดเจ็บที่ต่างกันจะมีการใช้เวชภัณฑ์ที่แตกต่างกัน
- กลุ่มอายุผู้ป่วย (Age Group) กลุ่มอายุของผู้ป่วยที่แตกต่างกันนั้นจะมีการใช้เวชภัณฑ์ที่แตกต่างกัน การกำหนดกลุ่มอายุของผู้ป่วยนั้นควรกำหนดอย่างน้อย 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีอายุน้อยกว่า 5 ปี และกลุ่มที่อายุมากกว่า 5 ปี
- เปอร์เซ็นต์การใช้เวชภัณฑ์ในการรักษาโรคแต่ละชนิด (% Cases Treated with Regimen: P) จากการวินิจฉัยของแพทย์ ผู้ป่วยแต่ละคนนั้นอาจมีการใช้เวชภัณฑ์ต่างกัน คือ บางคนอาจใช้เวชภัณฑ์ทั้งหมด แต่บางคนอาจใช้เวชภัณฑ์

บางชนิด ที่กำหนดในข้อมูลมาตรฐาน จึงจำเป็นต้องมีการกำหนดเปอร์เซ็นต์การใช้เวชภัณฑ์ในการรักษา

- เวชภัณฑ์ที่ใช้ในการรักษา (Medical Supplies) เป็นการกำหนดชนิดเวชภัณฑ์ที่ใช้ในการรักษาโรคและ อาการบาดเจ็บที่กำหนดไว้
- หน่วยของเวชภัณฑ์ (Basic Unit) ที่ใช้กับผู้ป่วย 1 คน
- ปริมาณการใช้ยาในการรักษาใน 1 มื้อ (Basic Unit per Dose: DCU)
- จำนวนเวชภัณฑ์ที่ใช้ในการรักษาต่อวัน (Dose per Day: ND)
- จำนวนวันในการรักษา (Number of Days: LD)
- จำนวนเวชภัณฑ์แต่ละชนิดที่ใช้ในการรักษา (Basic Unit per Episode: QE)

โดยที่

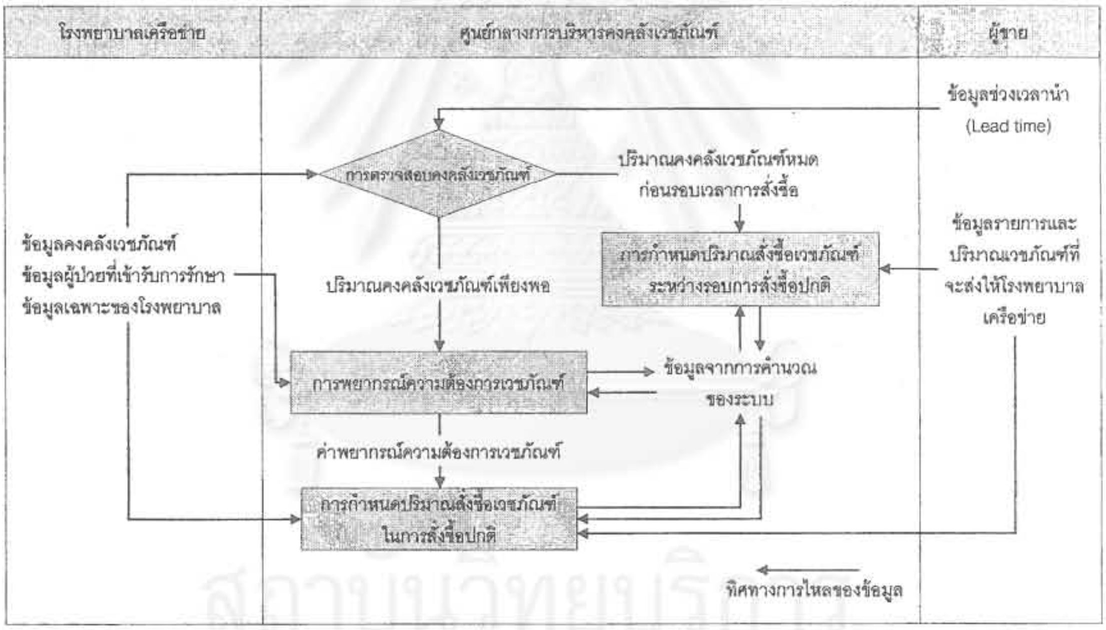
$$Q_E = D_{CU} \times N_D \times L_D$$

ตารางที่ 2 ตัวอย่างข้อมูลมาตรฐานการใช้เวชภัณฑ์ในการรักษา

Problem	Severity	Age Group	No. of Regimen	% Cases Treated with Regimen	Medical Supplies	Basic Unit	Basic Unit per Dose	Dose per day	Number of Days	Basic Unit per Episode
Malaria	1	<5	1	100%	Chloroquine 150 mg base	Tablet	0.50	1	2	1.00
			2	80%	Paracetamal solution 120 mg/5 mL	mL	1.50	4	10	60.00
		>5	1	100%	Chloroquine 150 mg base	Tablet	2	2	2	8.00
			2	80%	Paracetamal 500 mg	Tablet	2	4	5	40.00
	2	<5	1	100%	Quinine injection 300 mg/mL	mL	0.50	3	1	1.50
				100%	Quinine 300 mg	Tablet	0.50	3	6	9.00
			2	100%	Paracetamal solution 120 mg/5 mL	mL	1.50	4	10	60.00
		>5	1	100%	Quinine injection 300 mg/mL	mL	2	3	1	6.00
				100%	Quinine 300 mg	Tablet	2	3	6	36.00
			2	100%	Paracetamal 500 mg	Tablet	2	4	10	80.00
Conjunctivitis	-	<5	1	100%	Tetracycline 1% eye ointment	5 g Tube	1	3	7	21.00
		>5	1	100%	Tetracycline 1% eye ointment	5 g Tube	1	3	7	21.00
Gastritis,	-	<5	1	100%	Antcacid suspension	mL	5	4	5	100.00
heartburn		>5	1	70%	Antcacid suspension	mL	10	4	5	200.00
			2	30%	Cimentidine 300 mg	Tablet	1	4	5	20.00

จากตารางที่ 3 ตัวอย่างข้อมูลมาตรฐานการใช้เวชภัณฑ์ในการรักษาโรคและอาการบาดเจ็บ จะเห็นว่าผู้ป่วย Malaria ที่ความรุนแรงระดับ 1 กลุ่มอายุน้อยกว่า 5 ปี โดยผู้ป่วยทั้งหมด (100%) จะได้รับ Chloroquine 150 mg base และ ผู้ป่วย 80 %ได้รับ Paracetamal solution 120 mg/5 mLหมายความว่า มีผู้ป่วย 80% ได้รับ Chloroquine 150 mg base และ Paracetamal solution 120 mg/5 mL ส่วนอีก 20% ได้รับ Chloroquine 150 mg base เพียงอย่างเดียว ส่วนผู้ป่วย Malaria ที่ความรุนแรงระดับ 2 กลุ่มอายุ น้อยกว่า 5 ปี ทั้งหมดจะได้รับ Quinine injection 300 mg/mL, Quinine 300 mg และ Paracetamal solution 120 mg/5 mL โดย Quinine injection 300 mg/mL และ Quinine 300 mg มีการใช้ร่วมกันจึงใช้ No. of Regimenเดียวกัน

2. ระบบสำหรับกำหนดนโยบายการสั่งซื้อเวชภัณฑ์



รูปที่ 2 ระบบกำหนดนโยบายการสั่งซื้อเวชภัณฑ์

ระบบกำหนดนโยบายการสั่งซื้อเวชภัณฑ์จะทำหน้าที่ในการกำหนดรายการและปริมาณการสั่งซื้อเวชภัณฑ์ให้กับโรงพยาบาลเครือข่าย โดยรายการและปริมาณการสั่งซื้อเวชภัณฑ์นั้นจะมีการกำหนดรอบในการสั่งซื้อคงที่ เช่น สั่งซื้อเวชภัณฑ์ทุกสัปดาห์หรือเดือนตามแต่โรงพยาบาลเครือข่ายกำหนด ซึ่งหมายความว่าโรงพยาบาลเครือข่ายต้องตกลงกันว่าระยะเวลาของรอบการสั่งซื้อนั้นจะเป็นเท่าใด เพราะทุกโรงพยาบาลจะใช้รอบการสั่งซื้อตรงกัน เพื่อความสะดวกในการรวมปริมาณการสั่งซื้อ โดยระบบมีส่วนประกอบย่อย 4 ส่วน คือ

- ส่วนการตรวจสอบคงคลังเวชภัณฑ์
- ส่วนการพยากรณ์ความต้องการเวชภัณฑ์
- ส่วนการกำหนดปริมาณสั่งซื้อเวชภัณฑ์ระหว่างรอบการสั่งซื้อ
- ส่วนการกำหนดปริมาณสั่งซื้อเวชภัณฑ์ในการสั่งซื้อปกติ

เนื่องจากระบบใช้รอบในการสั่งซื้อคงที่ ทำให้มีความเสี่ยงที่เวชภัณฑ์หมดก่อน ที่จะได้รับเวชภัณฑ์จากสั่งซื้อในรอบถัดไป ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีการตรวจสอบคงคลังเวชภัณฑ์ของโรงพยาบาลเครือข่ายอย่างต่อเนื่อง โดยส่วนการตรวจสอบคงคลังเวชภัณฑ์ หากปริมาณคงคลังเวชภัณฑ์ลดลงถึงจุดสั่งซื้อ (Reorder point) ที่กำหนดไว้ ก่อนการสั่งซื้อเวชภัณฑ์ตามปกติ ระบบจะแจ้งเตือนและกำหนดรายการและปริมาณเวชภัณฑ์ของโรงพยาบาลเครือข่ายที่ต้องการใช้ในรอบเวลานั้น โดยส่วนการกำหนดปริมาณสั่งซื้อเวชภัณฑ์ระหว่างรอบการสั่งซื้อ แต่หากคงคลังเวชภัณฑ์ยังไม่ถึงระดับดังกล่าว ก็จะสั่งซื้อเวชภัณฑ์ตามเวลาปกติ โดยเริ่มจากการพยากรณ์ปริมาณความต้องการเวชภัณฑ์ โดยส่วนการพยากรณ์ความต้องการเวชภัณฑ์ จากปริมาณความต้องการเวชภัณฑ์ดังกล่าวจะนำไปเป็นข้อมูลในการสั่งซื้อเวชภัณฑ์ โดยส่วนการกำหนดปริมาณสั่งซื้อเวชภัณฑ์ในรอบการสั่งซื้อปกติ

ส่วนการกำหนดปริมาณสั่งซื้อเวชภัณฑ์ทั้งสองส่วนนั้น เมื่อระบบกำหนดปริมาณสั่งซื้อแล้ว ผู้ใช้ หรือเจ้าหน้าที่ศูนย์กลางการบริหารคงคลังเวชภัณฑ์นั้น สามารถใช้วิจารณญาณในการปรับแก้ไขปริมาณสั่งซื้อเวชภัณฑ์ ก่อนจะนำไปออกใบสั่งซื้อเวชภัณฑ์ ซึ่งแสดงในหัวข้อ 8.3 แต่ถ้าค่าพยากรณ์นั้นเป็นค่าพยากรณ์ที่มาจากการพยากรณ์โดยเจ้าหน้าที่ศูนย์กลางบริหารคงคลังเวชภัณฑ์เนื่องจากไม่มีข้อมูลการปริมาณการใช้เวชภัณฑ์ ปริมาณสั่งซื้อเวชภัณฑ์จะเท่ากับค่าพยากรณ์

ส่วนการพยากรณ์ความต้องการเวชภัณฑ์ นอกจากทำหน้าที่พยากรณ์ความต้องการเวชภัณฑ์ตามรอบเวลาการสั่งซื้อนั้น ยังสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านอื่นๆโดย เจ้าหน้าที่ศูนย์กลางบริหารคงคลังเวชภัณฑ์จะใช้ส่วนการพยากรณ์ พยากรณ์ความต้องการเวชภัณฑ์ เพื่อประโยชน์ในการบริหารคงคลังเวชภัณฑ์ในด้านอื่นๆ เช่น พยากรณ์ความต้องการ เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้ในการเลือกผู้ขายเวชภัณฑ์ โดยตัวอย่างแสดงในหัวข้อที่ 7.3

โดยข้อมูลที่ใช้ในการทำงานของระบบนั้นมี 3 ส่วน คือ

- ข้อมูลที่รับจากโรงพยาบาลเครือข่าย
    - ข้อมูลจำนวนผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาพยาบาล เพื่อใช้ในการคำนวณยาที่ใช้ในการรักษาโรคหรืออาการบาดเจ็บที่ระบุในมาตรฐานการใช้เวชภัณฑ์ในการรักษาโรคหรืออาการบาดเจ็บ

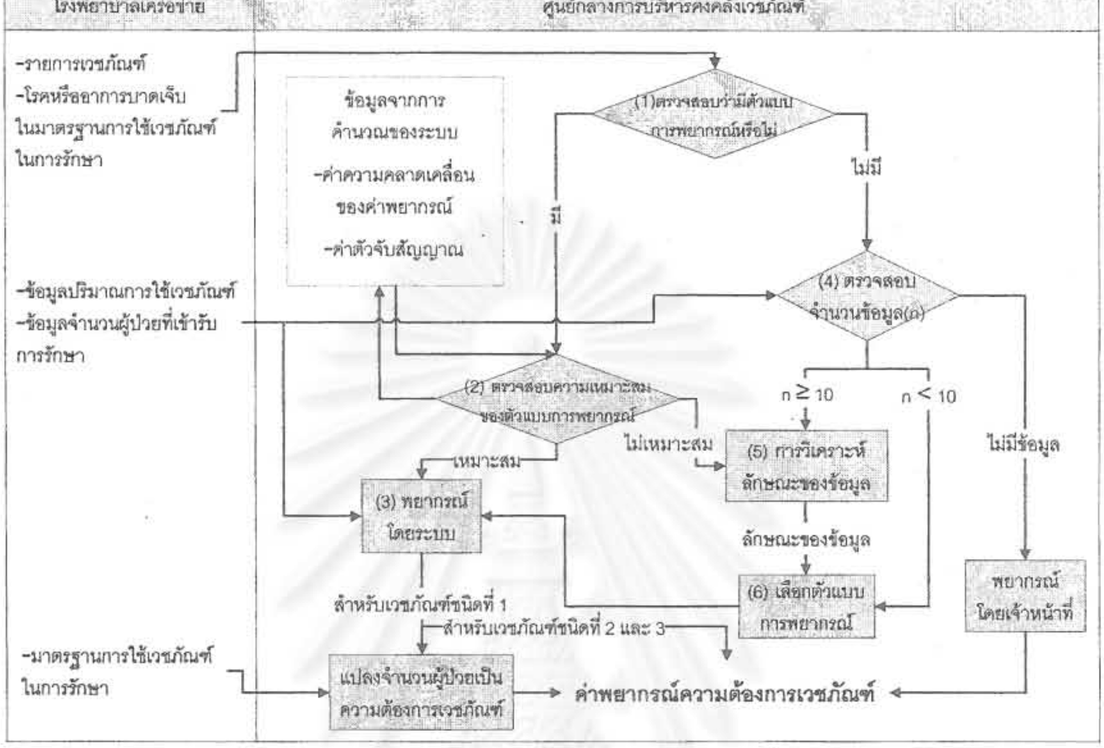
- o ข้อมูลเวชภัณฑ์คงคลัง คลัง เช่น รายการเวชภัณฑ์ ปริมาณการรับ-จ่ายเวชภัณฑ์และปริมาณคงคลังเวชภัณฑ์คงเหลือ เพื่อใช้ในการพยากรณ์ยาที่ใช้รักษาโรคหรือ อาการบาดเจ็บที่ไม่ระบุในมาตรฐานการใช้เวชภัณฑ์ในการักษา และเวชภัณฑ์ที่ไม่ใช่ยา
- o ข้อมูลเฉพาะของโรงพยาบาลเครือข่าย ประกอบด้วย ระดับการให้บริการ (Service Level) ของโรงพยาบาล และ มาตรฐานใช้เวชภัณฑ์ในการรักษา (หัวข้อ 1.2.6)

- ข้อมูลที่รับจากผู้ขาย
    - o ข้อมูลช่วงเวลานำ(Lead Time) คือ ข้อมูลช่วงเวลานำ(Lead Time) เป็นข้อมูลที่ใช้ในการกำหนดจุดสั่งซื้อ (Reorder point) สำหรับการตรวจสอบคงคลัง
    - o ข้อมูลรายการและปริมาณเวชภัณฑ์ที่จะส่งให้โรงพยาบาลเครือข่าย เป็นข้อมูลที่ใช้ในการกำหนดปริมาณการสั่งซื้อเวชภัณฑ์ ซึ่งเวชภัณฑ์ดังกล่าวเป็นเวชภัณฑ์ที่ส่งไม่ครบ ส่งผิด หรือมีการเปลี่ยนเวชภัณฑ์ เป็นต้น
- ข้อมูลที่ได้จากการคำนวณของระบบ

ข้อมูลที่ได้จากการคำนวณของระบบจะได้จาก การนำข้อมูลที่รับจากโรงพยาบาลและผลจากการคำนวณของระบบ เช่น ค่าความคลาดเคลื่อนของค่าพยากรณ์ ตัวแปรต่างๆที่ใช้สำหรับการพยากรณ์ เป็นต้น ซึ่งข้อมูลดังกล่าวจะถูกใช้ในส่วนประกอบย่อยของระบบโดยรายละเอียดของข้อมูลต่างๆ แสดงในหัวข้อ 3, 4 5 และ 6

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. ส่วนการพยากรณ์ความต้องการเวชภัณฑ์



รูปที่ 3 การพยากรณ์ความต้องการเวชภัณฑ์

ส่วนการพยากรณ์ความต้องการเวชภัณฑ์ มีขั้นตอนการทำงานดังนี้

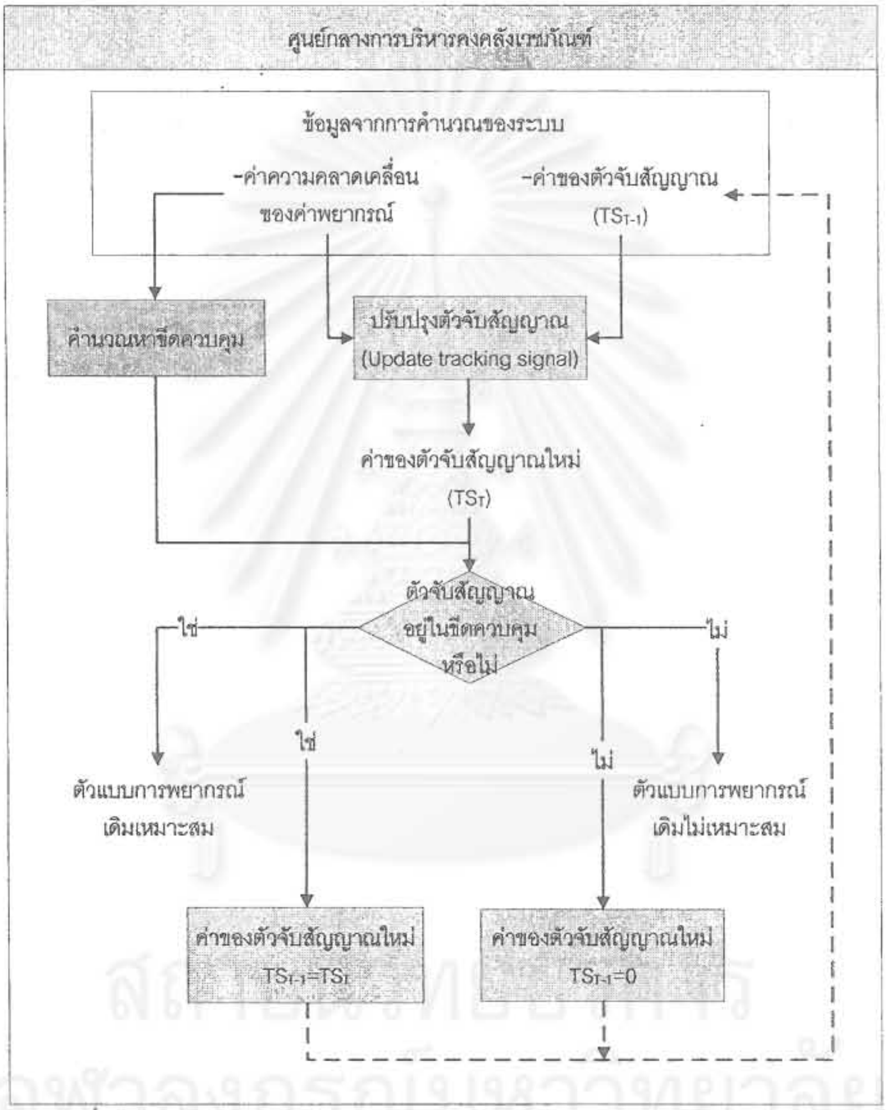
3.1 การตรวจสอบข้อมูลรายการเวชภัณฑ์และโรคหรืออาการบาดเจ็บในมาตรฐานการใช้เวชภัณฑ์ในการรักษา

ทำการตรวจสอบว่ารายการเวชภัณฑ์หรือโรคหรืออาการบาดเจ็บดังกล่าว มีตัวแบบที่ใช้ในการพยากรณ์หรือไม่ เพราะโรงพยาบาลเครือข่ายอาจมีการนำเวชภัณฑ์ชนิดใหม่มาใช้หรือมีการปรับปรุงมาตรฐานการใช้เวชภัณฑ์ในการรักษา เมื่อตรวจสอบแล้วถ้าเวชภัณฑ์หรือโรค มีตัวแบบที่ใช้ในการพยากรณ์แล้ว ก็จะตรวจสอบว่าตัวแบบที่ใช้อยู่ยังสามารถใช้ต่อไปได้อีกหรือไม่ในขั้นตอนที่ 2 แต่ถ้ายังไม่มีตัวแบบในการพยากรณ์ก็จะตรวจสอบจำนวนข้อมูลในขั้นตอนที่ 4

3.2 การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบการพยากรณ์

จะใช้ตัวจับสัญญาณ (Tracking signal) เป็นตัวตรวจสอบความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ ว่าอยู่ในขอบเขตที่รับได้ ซึ่งกำหนดไว้ที่ ระดับนัยสำคัญ 0.05 เปอร์เซ็นต์ หากตัวจับสัญญาณออกนอกขีดควบคุม แสดงว่าตัวแบบการพยากรณ์ที่ใช้ในรอบการสั่งซื้อที่ผ่านมา (รอบการสั่งซื้อที่ T-1) ไม่เหมาะที่จะนำมาใช้พยากรณ์ความต้องการเวชภัณฑ์ในรอบการสั่งซื้อปัจจุบัน

(รอบการสั่งซื้อที่ T) ระบบจะตรวจสอบลักษณะของข้อมูลและเลือกตัวแบบที่เหมาะสมกับการพยากรณ์ต่อไป ถ้าตัวจับสัญญาณอยู่ในขีดควบคุม แสดงว่า ตัวแบบการพยากรณ์ที่ใช้ในรอบการสั่งซื้อที่ผ่านมา เหมาะที่จะใช้พยากรณ์ความต้องการเวชภัณฑ์ในรอบการสั่งซื้อปัจจุบันในรอบการสั่งซื้อปัจจุบัน



รูปที่ 4 การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบการพยากรณ์

ตัวจับสัญญาณที่ใช้ในระบบนั้น จะใช้ตัวจับสัญญาณ 2 ตัว หากตัวจับสัญญาณตัวใดตัวหนึ่งออกนอกขีดควบคุมที่กำหนด ระบบจะถือว่า ตัวแบบการพยากรณ์ที่ใช้ในรอบการสั่งซื้อที่ผ่านมา ไม่เหมาะที่จะใช้พยากรณ์ในรอบการสั่งซื้อปัจจุบัน

3.3 การพยากรณ์เวชภัณฑ์โดยระบบ

การใช้เวชภัณฑ์ในโรงพยาบาล สถานพยาบาล นั้นจะมีการใช้เพื่อรักษาการเจ็บป่วยของผู้เข้ารับการรักษาพยาบาล โดยพฤติกรรมการใช้เวชภัณฑ์แต่ละชนิดในการรักษา ผู้ป่วยนั้นจะขึ้นอยู่กับอาการเจ็บป่วย ความรุนแรงของอาการ อายุของผู้ป่วย และการจ่ายยาของแพทย์ผู้รักษา ถ้าแตกต่างกันชนิดหรือปริมาณเวชภัณฑ์ที่ผู้ป่วยจะได้รับก็จะแตกต่างกัน จากการใช้เวชภัณฑ์ดังกล่าวนั้นทำให้การใช้เวชภัณฑ์ เช่น Paracetamal 500 mg Tablet สามารถใช้ในการรักษาโรคได้หลายชนิด และใช้ได้ในหลายกลุ่มอายุของผู้ป่วยแต่ปริมาณที่ใช้อาจแตกต่างกัน

จากการใช้เวชภัณฑ์ดังกล่าว การพยากรณ์ความต้องการเวชภัณฑ์จำเป็นต้องสอดคล้องกับพฤติกรรมความต้องการใช้เวชภัณฑ์ คือ พยากรณ์จำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารักษาพยาบาลแล้วนำจำนวนผู้ป่วยที่พยากรณ์ได้มาหาความต้องการเวชภัณฑ์ ซึ่งคล้ายกับการหาความต้องการ สกรูมาตรฐานที่ใช้ในการผลิตโทรทัศน์ เมื่อเราทราบปริมาณโทรทัศน์ที่ต้องผลิต ก็จะสามารถคำนวณหาความต้องการสกรูได้

การพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยจะพยากรณ์ตามประเภทของผู้ป่วย การแบ่งประเภทของผู้ป่วยนั้นต้องสอดคล้องกับพฤติกรรมความต้องการใช้เวชภัณฑ์ ซึ่งจะแบ่งโดยโรค ความรุนแรงของโรค และกลุ่มอายุ เช่น ผู้ป่วยประเภทที่ 1 คือ ผู้ป่วยโรค Malaria ที่ความรุนแรงระดับ 1 กลุ่มอายุ น้อยกว่า 5 ปี เป็นต้น

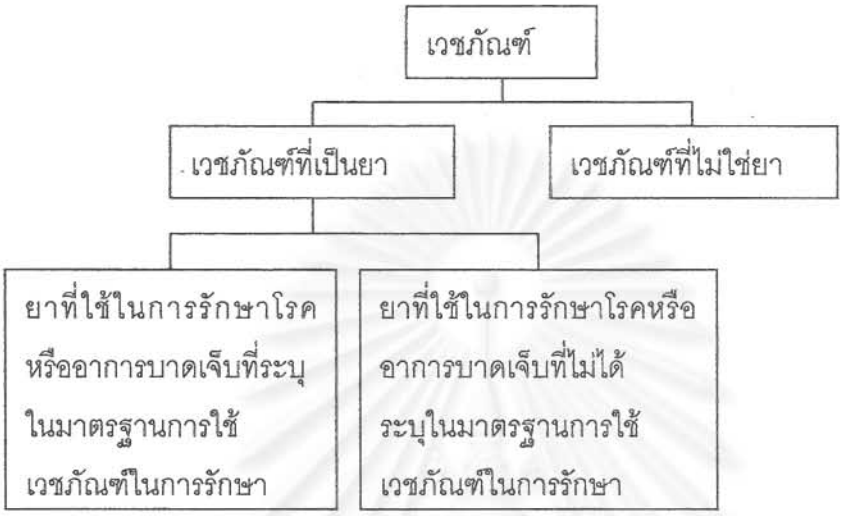
ตารางที่ 3 การแบ่งประเภทผู้ป่วย

ผู้ป่วยประเภทที่	โรค	ความรุนแรง	กลุ่มอายุ(ปี)
1	Malaria	1	< 5
2			> 5
3		2	< 5
4			> 5
:	:	:	:

การหาความต้องเวชภัณฑ์จากค่าการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาแต่ละประเภทนั้นจำเป็นจะต้องมี มาตรฐานการใช้เวชภัณฑ์ในการรักษา(หัวข้อที่ 1.2.6) ซึ่งมาตรฐานดังกล่าวจะมีข้อมูลชนิด ปริมาณเวชภัณฑ์และเปอร์เซ็นต์ในการใช้เวชภัณฑ์ชนิดต่างๆ ที่แพทย์ใช้ในการรักษาผู้ป่วย ซึ่งจะสอดคล้องกับพฤติกรรมการใช้เวชภัณฑ์ที่เกิดจากการจ่ายยาของแพทย์

แต่เนื่องจากไม่สามารถที่จะระบุโรคหรืออาการบาดเจ็บที่จะเกิดขึ้นในโรงพยาบาลเครือข่ายได้ทั้งหมด จึงแบ่งประเภทของเวชภัณฑ์ออกเป็น 3 ประเภท คือ เวชภัณฑ์ที่เป็นยาที่ใช้ในการรักษาโรคหรืออาการบาดเจ็บในมาตรฐานการใช้เวชภัณฑ์ในการรักษา เวชภัณฑ์ที่เป็นยาที่ไม่

ใช้ในการรักษาโรคหรืออาการบาดเจ็บในมาตรฐานการใช้เวชภัณฑ์ในการรักษา และเวชภัณฑ์ที่ไม่ใช่ยา โดยเวชภัณฑ์ที่เป็นยาทั้งสองประเภทนั้นอาจเป็นเวชภัณฑ์ชนิดเดียวกันได้ เพราะ ในการรักษาโรคหรืออาการบาดเจ็บที่แตกต่างกัน อาจใช้ยาชนิดเดียวกันในการรักษาได้



รูปที่ 5 ประเภทของเวชภัณฑ์

เพื่อความสะดวกในการอธิบายรายละเอียดต่างๆ จะกำหนดชนิดของเวชภัณฑ์ดังนี้

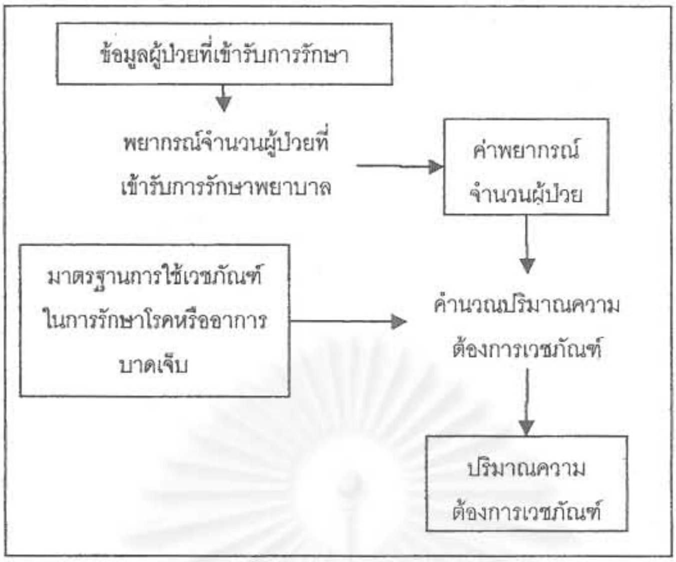
เวชภัณฑ์ที่เป็นยาที่ใช้ในการรักษาโรคหรืออาการบาดเจ็บในมาตรฐานการใช้เวชภัณฑ์ในการรักษา จะเรียกว่า เวชภัณฑ์ชนิดที่ 1

เวชภัณฑ์ที่เป็นยาที่ไม่ใช้ในการรักษาโรคหรืออาการบาดเจ็บในมาตรฐานการใช้เวชภัณฑ์ในการรักษา จะเรียกว่า เวชภัณฑ์ชนิดที่ 2

เวชภัณฑ์ที่ไม่ใช่ยา จะเรียกว่า เวชภัณฑ์ชนิดที่ 3

การพยากรณ์ เวชภัณฑ์ชนิดที่ 1 ทำได้โดยนำค่าพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยแต่ละประเภทมาคูณกับปริมาณเวชภัณฑ์ที่กำหนดตามมาตรฐานการใช้เวชภัณฑ์ในการรักษา จะทำให้สามารถหาความต้องการเวชภัณฑ์ได้ จากหัวข้อที่ 1.2.6

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 6 ขั้นตอนของระบบการพยากรณ์ความต้องการเวชภัณฑ์ที่ใช้ในการรักษาโรคหรืออาการบาดเจ็บที่ระบุในมาตรฐานการใช้เวชภัณฑ์ในการรักษา

ปริมาณความต้องการเวชภัณฑ์ชนิดที่ 1 ของช่วงเวลาที่ $t+T$ ที่พยากรณ์ ณ ช่วงเวลา t $(\hat{x}_t(\tau))$

$$\hat{x}_t(\tau) = Q_E \times \hat{F}_t(\tau) \times P$$

โดยที่

$\hat{F}_t(\tau)$ = ค่าพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยที่เป็นโรคที่กำหนดในมาตรฐาน ของช่วงเวลาที่ $t+T$ ที่พยากรณ์ ณ ช่วงเวลา t

Q_E =จำนวนเวชภัณฑ์ที่ใช้ในการรักษา

P =เปอร์เซ็นต์การใช้เวชภัณฑ์ในการรักษาโรคหรืออาการบาดเจ็บ

ส่วนการพยากรณ์ความต้องการเวชภัณฑ์ชนิดที่ 2 และ 3 จะใช้ปริมาณการใช้เวชภัณฑ์ที่เกิดขึ้นมาพยากรณ์ความต้องการโดยตรง

ระบบกำหนดนโยบายการการสั่งซื้อเวชภัณฑ์ จะใช้เทคนิคในการพยากรณ์เชิงปริมาณแบบอนุกรมเวลา และการพยากรณ์เชิงคุณภาพโดยใช้วิจารณญาณ ในการพยากรณ์ความต้องการเวชภัณฑ์ โดยการพยากรณ์เชิงคุณภาพแบบอนุกรมเวลา ระบบจะหาค่าพยากรณ์โดยใช้ตัวแบบอนุกรมเวลา ส่วนการพยากรณ์เชิงคุณภาพโดยใช้วิจารณญาณนั้น จะใช้วิจารณญาณของเจ้าหน้าที่ของศูนย์กลางการบริหารคงคลังเวชภัณฑ์

ตัวแบบในการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลาสามารถแบ่งตามลักษณะอนุกรมเวลาของข้อมูลที่นำมาใช้ในการพยากรณ์ดังนี้

ตารางที่ 4 ตัวแบบการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลา

ลักษณะของข้อมูล		ตัวแบบการพยากรณ์
Stationary		Naïve Model
		Moving Average
		Single Exponential Smoothing
Non-Stationary	Linear Trend	Double Exponential Smoothing
		Linear Regression
	Curve Trend	Triple Exponential Smoothing
		Quadratic Regression Model
	Seasonal	Horizontal Seasonal Model
	Seasonal & Linear Trend	Additive Trend Seasonal Model
		Multiplication Trend Seasonal Model
	Seasonal & Curve Trend	Exponential Smoothing : Pegels' Classification (C-2: Additive Seasonal & Multiplicative Trend)
		Exponential Smoothing : Pegels' Classification (C-3: Multiplicative Seasonal & Multiplicative Trend)

ตัวแบบในการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลา มีมากมายหลายรูปแบบ ตัวแบบที่แสดงในตารางเป็นเพียงตัวแบบที่ใช้ในระบบกำหนดนโยบายการสั่งซื้อเวชภัณฑ์ โดยแบ่งตามลักษณะอนุกรมเวลาที่เหมาะสมสำหรับตัวแบบ ส่วนอนุกรมเวลาที่มีลักษณะเป็นวัฏจักร ไม่ได้มีการเสนอตัวแบบเนื่องจาก การพยากรณ์อนุกรมเวลาดังกล่าวเป็นการพยากรณ์ระยะยาว(มากกว่า 2 ปี) ซึ่งต่างจากการพยากรณ์ความต้องการเวชภัณฑ์ซึ่งเป็นการพยากรณ์ระยะสั้น (1-3 เดือนล่วงหน้า) ถึงระยะกลาง (3 เดือนถึง 2 ปี) โดยสูตรการคำนวณของตัวแบบการพยากรณ์ในตารางที่ 1 แสดงไว้ในหัวข้อที่ 7.4

3.4 การตรวจสอบจำนวนข้อมูลของข้อมูลที่ใช้ในการพยากรณ์

เนื่องจากในการเลือกตัวแบบในการพยากรณ์ของระบบจะพิจารณาจากลักษณะของข้อมูล โดยจะทราบจากวิเคราะห์ลักษณะของข้อมูล ซึ่งจำเป็นจะต้องมีจำนวนข้อมูลที่เพียงพอจึงจะสามารถพิจารณาได้ โดยมีแนวทางในการตรวจสอบจำนวนข้อมูลดังนี้

- ถ้าตรวจสอบแล้วพบว่ารายการเวชภัณฑ์ไม่มีข้อมูลปริมาณการใช้ หรือโรคหรืออาการบาดเจ็บที่ไม่มีข้อมูลจำนวนผู้ป่วย ระบบจะแจ้งให้เจ้าหน้าที่ศูนย์กลางการบริหารคงคลังเวชภัณฑ์เป็นผู้พยากรณ์
- ถ้าจำนวนข้อมูลน้อยกว่า 10 ช่วงเวลา ($n < 10$) ระบบจะไม่พิจารณาลักษณะของข้อมูล แต่จะเข้าสู่ส่วนการเลือกตัวแบบในการพยากรณ์ เนื่องจากจำนวน

ข้อมูลไม่เพียงพอที่จะวิเคราะห์ข้อมูลที่ไม่เป็นสเตชันนารีที่มีแนวโน้มหรือความผันแปรของฤดูกาล

- ถ้าจำนวนข้อมูลมากกว่า 10 ($n \geq 10$) ช่วงเวลาระบบจะเข้าสู่ขั้นตอนที่ 5 การวิเคราะห์ลักษณะของข้อมูล

ตารางที่ 5 ข้อมูลขั้นต่ำของตัวแบบการพยากรณ์

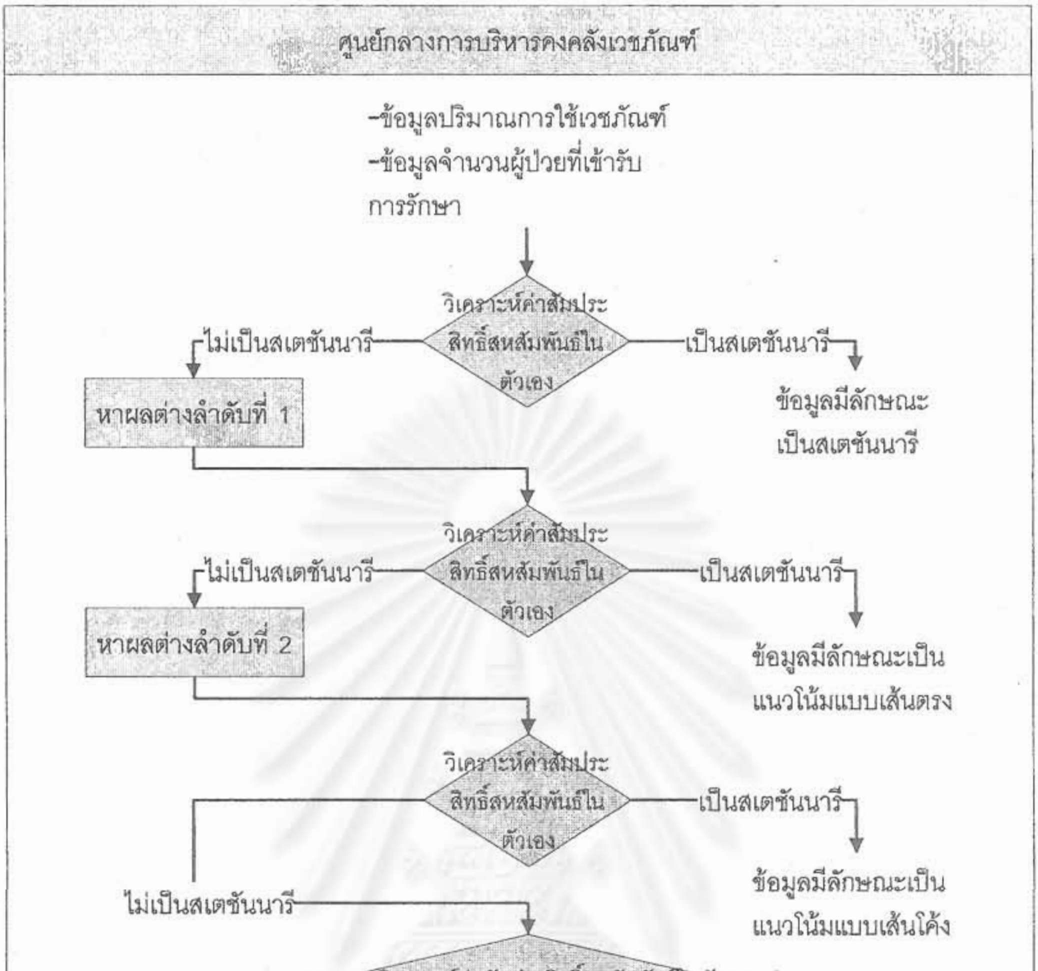
ลักษณะข้อมูล		ตัวแบบการพยากรณ์	ความต้องการข้อมูลขั้นต่ำ
Stationary		Naïve Model	1
		Moving Average	5
		Single Exponential Smoothing	2
Non-Stationary	Linear Trend	Double Exponential Smoothing	5
		Linear Regression	20
	Curve Trend	Triple Exponential Smoothing	4
		Quadratic Regression Model	20
	Seasonal	Horizontal Seasonal Model	2L
	Seasonal & Linear Trend	Additive Trend Seasonal Model	2L
		Multiplication Trend Seasonal Model	2L

3.5 การวิเคราะห์ลักษณะของข้อมูล

การวิเคราะห์ลักษณะของข้อมูล จะทำให้ทราบถึงลักษณะของอนุกรมเวลาโดยใช้การวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเอง(หัวข้อ 1.2.3) เมื่อทราบลักษณะของข้อมูลก็จะนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้ในการเลือกตัวแบบการพยากรณ์โดยมีแนวทางในการวิเคราะห์ดังนี้

3.5.1 กรณีที่จำนวนข้อมูลมีมากกว่าหรือเท่ากับ 10 ช่วงเวลาแต่น้อยกว่า 2 เท่าของจำนวนช่วงเวลาใน 1 ปีบวก 2

กรณีที่จำนวนข้อมูลมีมากกว่าหรือเท่ากับ 10 ช่วงเวลาแต่น้อยกว่า 2 เท่าของจำนวนช่วงเวลาใน 1 ปีบวก 2 ($10 \leq n < 2L+2$) ระบบจะสามารถที่จะพยากรณ์ข้อมูลที่มีความผันแปรของฤดูกาลได้เนื่องจากจำนวนข้อมูลที่น้อยที่สุดที่ตัวแบบการพยากรณ์ข้อมูลที่มีความผันแปรของฤดูกาลใช้พยากรณ์คือ 2 เท่าของช่วงเวลาใน 1 ปี ($2L+2$) จึงจะพิจารณาความเป็นแนวโน้มของข้อมูลเท่านั้น



สถาบันวิทยบริการ

รูปที่ 7 การวิเคราะห์ลักษณะของข้อมูลที่มีจำนวนมากกว่าหรือเท่ากับ 10 ช่วงเวลาแต่น้อยกว่า 2 เท่าของจำนวนช่วงเวลาใน 1 ปีบวก 2 ($10 \leq n < 2L+2$)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเอง จะหาจำนวนตัวอย่างสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองเท่ากับจำนวนข้อมูลลบ 1 (r1, r2, r3, ..., rn-1) ถ้าข้อมูลเป็นสเตชันนารี ตัวอย่างสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองทุกค่าจะอยู่ในขีดควบคุมทั้งหมด

การหาผลต่างของข้อมูล เป็นการลดแนวโน้มของข้อมูล

ถ้าการหาผลต่างลำดับที่ 1 ทำให้ข้อมูลเป็นสเตชันนารีแสดงว่าข้อมูลเริ่มต้นมีแนวโน้มแบบเส้นตรง

ถ้าการหาผลต่างลำดับที่ 2 ทำให้ข้อมูลเป็นสเตชันนารีแสดงว่าข้อมูลเริ่มต้นมีแนวโน้มแบบเส้นโค้ง

แต่ถ้าหาผลต่างลำดับที่ 2 แล้วข้อมูลยังไม่เป็นสเตชันนารี แสดงว่าข้อมูลอาจมีความผันแปรของฤดูกาล ซึ่งระบบจะพิจารณาตัวอย่างสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเอง (rk) ว่าระยะห่างของช่วงเวลาที่น้อยที่สุด (k น้อยที่สุด) ที่เข้าสู่ขีดควบคุมเป็น เพราะ ตัวอย่างสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองค่าที่มีระยะห่างช่วงเวลามาก (k มาก) จะมีค่าลดลงเรื่อยๆ

ถ้าระยะห่างของช่วงเวลาของข้อมูลเริ่มต้น น้อยที่สุด ระบบจะสมมุติให้ข้อมูลเริ่มต้นเป็นสเตชันนารี

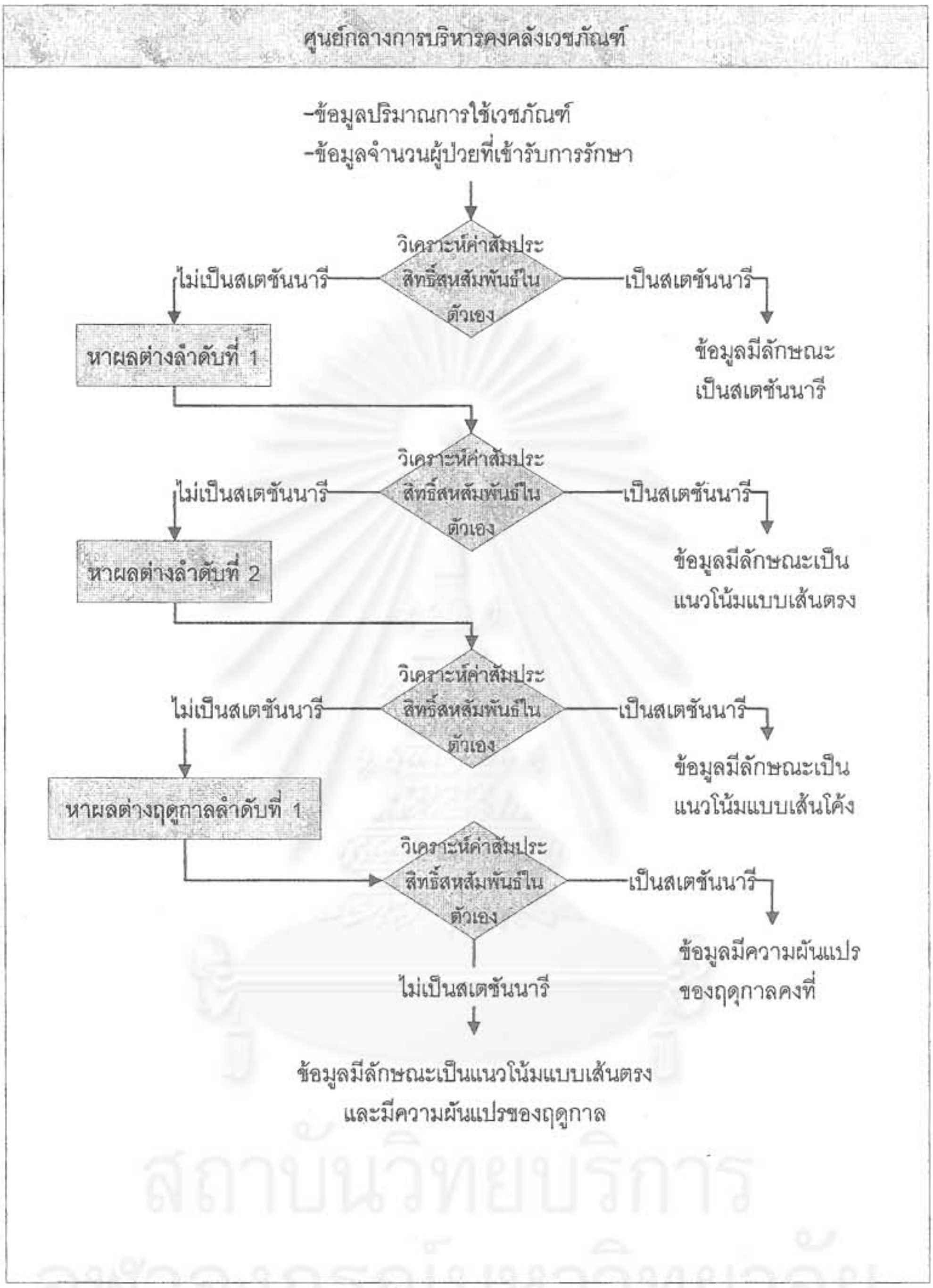
ถ้าระยะห่างของช่วงเวลาของผลต่างลำดับที่ 1 น้อยที่สุด ระบบจะสมมุติให้ข้อมูลเริ่มต้นมีลักษณะเป็นแนวโน้มแบบเส้นตรง

ถ้าระยะห่างของช่วงเวลาของผลต่างลำดับที่ 2 น้อยที่สุด ระบบจะสมมุติให้ข้อมูลเริ่มต้นมีลักษณะเป็นแนวโน้มแบบเส้นโค้ง

3.5.2 กรณีที่จำนวนข้อมูลมีมากกว่าหรือเท่ากับ 2 เท่าของจำนวนช่วงเวลาใน 1 ปีบวก 2

กรณีที่จำนวนข้อมูลมีมากกว่าหรือเท่ากับ 2 เท่าของจำนวนช่วงเวลาใน 1 ปีบวก 2 ($n \geq 2L+2$) จะมีการวิเคราะห์ดังนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 8 การวิเคราะห์ลักษณะของข้อมูลที่มีมากกว่าหรือเท่ากับ 2 เท่าของจำนวนช่วงเวลาใน 1 ปี บวก 2 $(n \geq 2L+2)$

การวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเอง จะมีลักษณะคล้ายกับการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีมากกว่า 10 แต่น้อยกว่า 2 เท่าของจำนวนช่วงเวลาใน 1 ปี แต่จะมีความแตกต่าง คือ ถ้าผลต่างลำดับที่ 2 ของข้อมูลไม่เป็นสเตชันนารี ระบบจะหาผลต่างของฤดูกาลลำดับที่ 1 ถ้าเป็น สเตชันนารี แสดงว่าข้อมูลเริ่มต้นมีความผันแปรของฤดูกาลคงที่ ถ้าผลต่างของฤดูกาลลำดับที่ 1 ไม่เป็นสเตชันนารี แสดงว่า ข้อมูลเริ่มต้นมีแนวโน้มแบบเส้นตรงและมีความผันแปรของฤดูกาล

3.6 การเลือกตัวแบบในการพยากรณ์

การเลือกตัวแบบในการพยากรณ์ เมื่อทราบลักษณะของข้อมูล ระบบจะเลือกตัวแบบที่เหมาะสมกับข้อมูล หากตัวแบบที่เหมาะสมกับลักษณะของข้อมูลมีมากกว่าหนึ่งตัวแบบ ระบบจะเลือกตัวแบบที่มีความแม่นยำในการพยากรณ์มากที่สุดโดยพิจารณาจาก เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (หัวข้อที่ 1.2.4)

- กรณีที่ไม่ทราบลักษณะของข้อมูลเนื่องจาก จำนวนข้อมูลน้อยกว่า 10 ช่วงเวลา ($n < 10$) ระบบจะพิจารณาจากความต้องการข้อมูลขั้นต่ำของตัวแบบการพยากรณ์ถ้ามีตัวแบบที่สามารถใช้ในการพยากรณ์ได้มากว่า 1 ตัวแบบ ระบบจะเลือกตัวแบบที่มีความแม่นยำมากที่สุดเมื่อทราบแล้วก็จะเข้าสู่การพยากรณ์ต่อไป
- กรณีที่จำนวนข้อมูลมีมากกว่าหรือเท่ากับ 2 เท่าของจำนวนช่วงเวลาใน 1 ปี ถ้าผลจากการวิเคราะห์ ระบุว่าลักษณะของข้อมูลมีมีแนวโน้มผสมกับความผันแปรของฤดูกาล ระบบจะเลือกตัวแบบที่มีความแม่นยำ ระหว่างตัวแบบที่ใช้ในการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับแนวโน้มที่ผสมกับความผันแปรของฤดูกาลในรูปการบวก และ ตัวแบบที่เหมาะสมกับแนวโน้มที่ผสมกับความผันแปรของฤดูกาลในรูปการคูณ

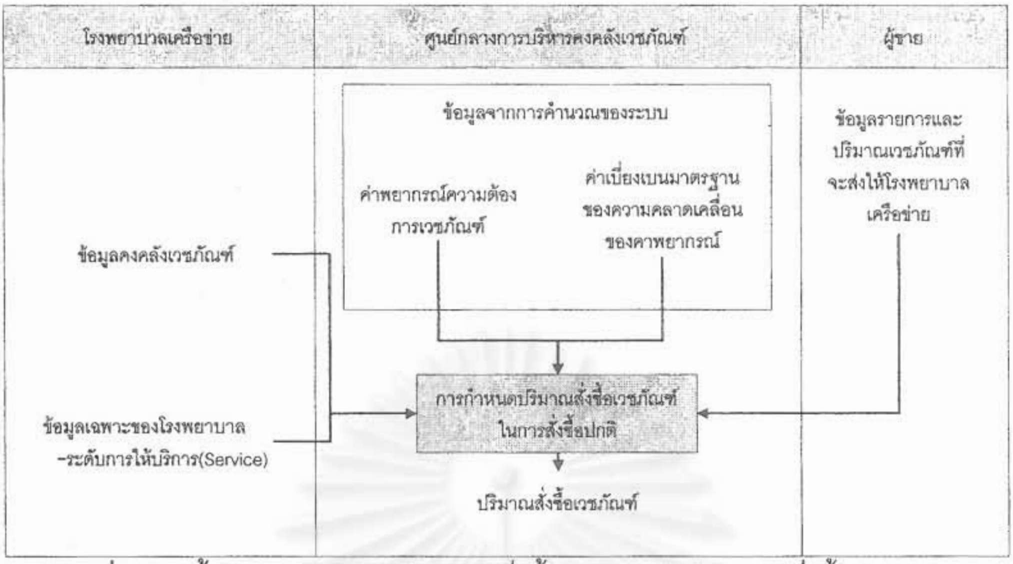
4. ส่วนการกำหนดปริมาณสั่งซื้อเวชภัณฑ์

ส่วนการกำหนดปริมาณสั่งซื้อเวชภัณฑ์จะทำหน้าที่ในการกำหนดปริมาณสั่งซื้อเวชภัณฑ์ให้โรงพยาบาลเครือข่ายโดยจะกำหนดปริมาณสั่งซื้อ 2 กรณี คือ

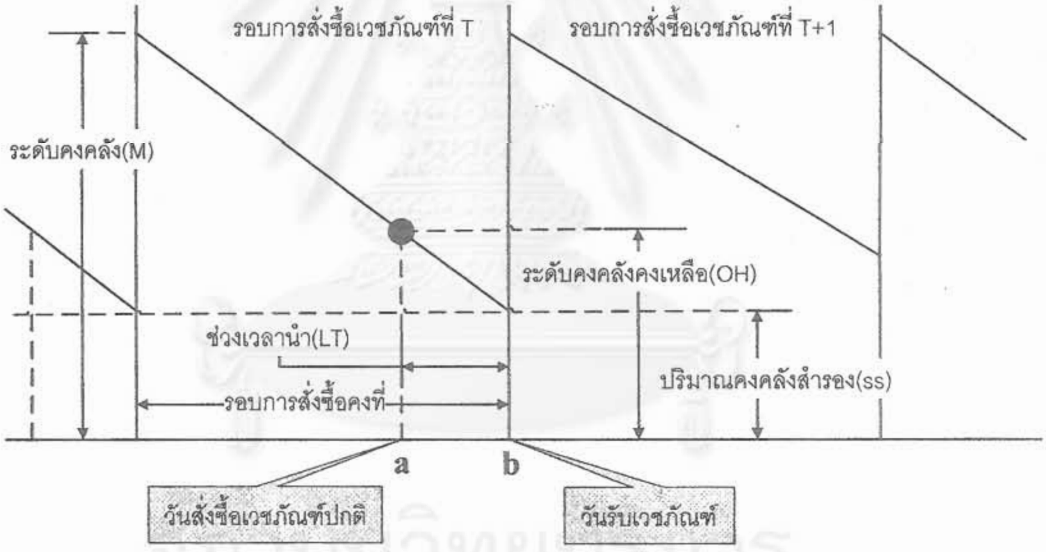
4.1 การกำหนดปริมาณการสั่งซื้อเวชภัณฑ์ในรอบการสั่งซื้อปกติ

การกำหนดปริมาณสั่งซื้อเวชภัณฑ์ในรอบการสั่งซื้อปกตินั้น เป็นกระบวนการที่ปฏิบัติเป็นประจำในทุกๆรอบการสั่งซื้อ ซึ่งมีขั้นตอนดังแสดงในรูปที่ 9

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 9 ขั้นตอนการกำหนดปริมาณสั่งซื้อเวชภัณฑ์ในรอบการสั่งซื้อปกติ



รูปที่ 10 ระบบคงคลังโดยกำหนดรอบการสั่งซื้อคงที่

การกำหนดปริมาณการสั่งซื้อเวชภัณฑ์ในการสั่งซื้อปรกติ ณ วันสั่งซื้อ มีการคำนวณดังนี้

$$OQ_T(1) = \hat{x}_T(1) + \left(d \times LT\right) + ss - OH - OR - OR^*$$

โดยที่

OQT(1) = ปริมาณการสั่งซื้อเวชภัณฑ์ ณ รอบการสั่งซื้อ T สำหรับรอบการสั่งซื้อ T+1

$\hat{x}_T(1)$ = ค่าพยากรณ์การใช้เวชภัณฑ์ ณ รอบการสั่งซื้อ T สำหรับรอบการสั่งซื้อ T+1

$d =$ = อัตราการใช้เวชภัณฑ์ของรอบการสั่งซื้อที่ T

LT = ช่วงเวลานำของผู้ขาย

ss = ปริมาณคงคลังสำรอง

OH = ปริมาณคงคลังคงเหลือ (On Hand)

OR = ปริมาณเวชภัณฑ์ที่ผู้ขายจะส่งให้โรงพยาบาลเครือข่าย (On Order) ของรอบการสั่งซื้อที่ T+1

OR*=ปริมาณเวชภัณฑ์ที่ผู้ขายจะส่งให้โรงพยาบาลเครือข่าย (On Order) ซึ่งจะได้รับระหว่างวันสั่งซื้อเวชภัณฑ์ในรอบการสั่งซื้อที่ T และวันรับเวชภัณฑ์ (ระหว่างวันที่ a และ b) ซึ่งหากไม่มีการหักลบออกจะทำให้ปริมาณคงคลังของรอบการสั่งซื้อที่ T+1 มากเกินความจำเป็น

ปริมาณคงคลังสำรองนั้นเป็นปริมาณคงคลังที่สำรองไว้เพื่อป้องกันความไม่แน่นอนของปริมาณที่คำนวณได้จากค่าพยากรณ์ โดยปริมาณคงคลังสำรองคือ

$$ss = z \times \sigma_e$$

โดยที่

z คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานปรกติ(Normal Standard Deviation) ซึ่งกำหนดได้จากระดับการให้บริการ (Service Level) โดยระดับการให้บริการ หมายถึง ความน่าจะเป็นที่ปริมาณคงคลังสำรองมากกว่าปริมาณความคลาดเคลื่อนของค่าพยากรณ์ เช่น ระดับการให้บริการ 90% หมายถึง ความน่าจะเป็นที่ปริมาณคงคลังสำรองมากกว่าปริมาณความคลาดเลื่อนของค่าพยากรณ์ อยู่ 90%

σ_e คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนของค่าพยากรณ์โดยจะคำนวณใหม่ในทุกรอบที่มีการกำหนดปริมาณการสั่งซื้อเวชภัณฑ์ ซึ่งการคำนวณนั้นจะใช้ตัวอย่างความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ จากช่วงเวลาที่ผ่านมา โดยมีการคำนวณดังนี้

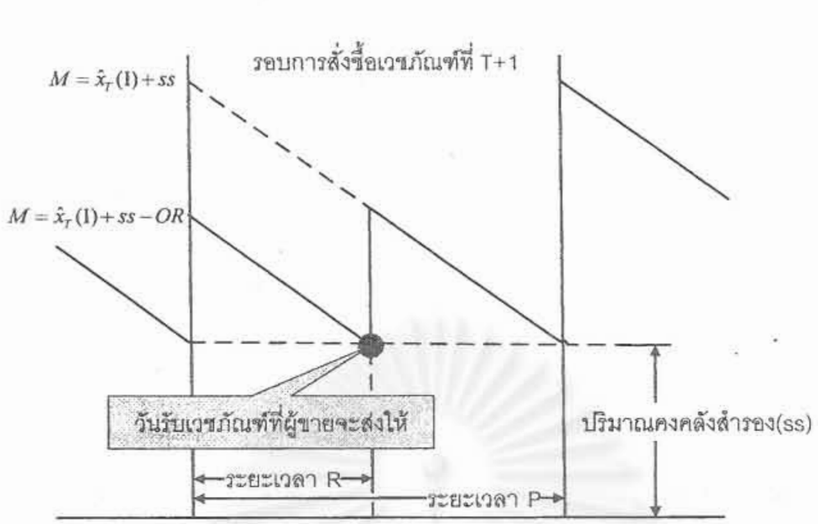
$$\sigma_e = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^{n} e_t^2}{n}}$$

โดยที่

e_t = ค่าความคลาดเคลื่อนของค่าพยากรณ์ความต้องการเวชภัณฑ์ ณ ช่วงเวลา t

n = จำนวนค่าความคลาดเคลื่อนของค่าพยากรณ์ความต้องการเวชภัณฑ์

ถ้ามีเวชภัณฑ์ที่ผู้ขายจะส่งให้โรงพยาบาลเครือข่ายในรอบการสั่งซื้อถัดไป (OR) ปริมาณเวชภัณฑ์ดังกล่าว จะถูกนำมาลบออกจากปริมาณสั่งซื้อเพื่อไม่ให้มีเวชภัณฑ์มากเกินความต้องการ ถ้ามีการส่งหลายครั้งจะพิจารณาครั้งที่ส่งก่อนเพียงครั้งเดียวเท่านั้น ซึ่งจะต้องพิจารณาเวลาที่จะได้รับเวชภัณฑ์ดังนี้



รูปที่ 11 ปริมาณคงคลังเวชภัณฑ์เมื่อลบปริมาณเวชภัณฑ์ที่ผู้ขายจะส่งให้

จากรูปที่ 11 ปริมาณคงคลัง (M) เมื่อไม่มีปริมาณเวชภัณฑ์ที่ผู้ขายจะส่งให้เท่ากับ $\hat{x} + ss$ ดังนั้นอัตราการใช้เวชภัณฑ์เฉลี่ย (d_n) คือ

$$d_n = \frac{\hat{x}}{p}$$

ถ้ามีปริมาณเวชภัณฑ์ที่ผู้ขายจะส่งให้ (*OR*) ปริมาณคงคลัง (*M*) ณ วันรับเวชภัณฑ์ จะเท่ากับ

$$M = \hat{x} + ss - OR$$

เมื่อเวลาผ่านไป *R* ปริมาณคงคลังเท่ากับปริมาณคงคลังสำรองจะได้สมการ

$$M - R\left(d_n\right) = ss$$

$$M - R\left(\frac{\hat{x}}{p}\right) = ss$$

$$M - ss = R\left(\frac{\hat{x}}{p}\right)$$

$$\left(\hat{x} - OR\right)\left(\frac{p}{\hat{x}}\right) = R$$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ถ้าปริมาณเวชภัณฑ์ที่ผู้ขายจะส่งให้ สอดคล้องกับสมการข้างต้น หมายความว่า เมื่อคงคลังลดลงถึงระดับคงคลังสำรอง โรงพยาบาลเครือข่ายจะได้รับเวชภัณฑ์จากผู้ขาย ณ วันที่กำหนด

ดังนั้นถ้า $(\hat{x}-OR)\left(\frac{p}{\hat{x}}\right)\geq R$ หมายความว่า โรงพยาบาลเครือข่ายจะได้รับเวชภัณฑ์จากผู้ขาย เมื่อปริมาณคงคลังเท่ากับปริมาณคงคลังสำรอง หรือก่อนที่ปริมาณคงคลังจะลดลงถึงระดับคงคลังสำรอง ซึ่งในการกำหนดปริมาณสั่งซื้อ คือ

$$OQ_n = \hat{x} + (d \times LT) + ss - OH - OR - OR^*$$

แต่ถ้า $(\hat{x}-OR)\left(\frac{p}{\hat{x}}\right)< R$ หมายความว่า โรงพยาบาลเครือข่ายจะได้รับเวชภัณฑ์จากผู้ขาย หลังจากที่ปริมาณคงคลังจะลดลงถึงระดับคงคลังสำรอง ทำให้มีความเสี่ยงที่เวชภัณฑ์จะหมดก่อนที่จะได้รับรับเวชภัณฑ์จากผู้ขาย เพื่อลดความเสี่ยงดังกล่าวจึงไม่นำปริมาณที่ผู้ขายจะส่งให้โรงพยาบาลเครือข่ายในรอบเวลาที่ *T+1* ในการกำหนดปริมาณสั่งซื้อ จะเท่ากับ

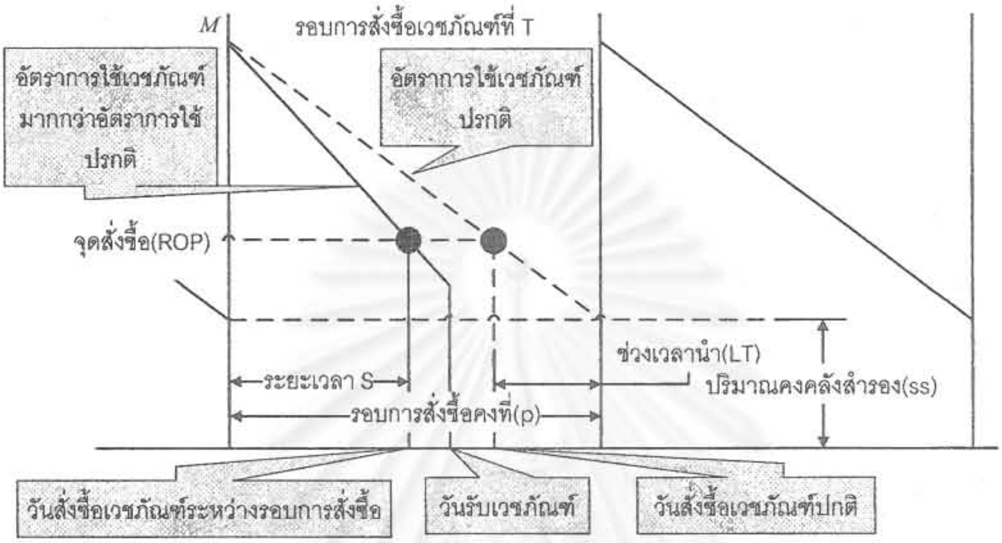
$$OQ_n = \hat{x} + (d \times LT) + ss - OH - OR^*$$

4.2 การกำหนดปริมาณการสั่งซื้อเวชภัณฑ์ระหว่างรอบการสั่งซื้อ

รูปที่ 12 ขั้นตอนการกำหนดปริมาณสั่งซื้อเวชภัณฑ์ระหว่างรอบการสั่งซื้อ

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การกำหนดปริมาณการสั่งซื้อและสั่งซื้อเวชภัณฑ์ระหว่างรอบการสั่งซื้อ จะทำเมื่อระดับคงคลังลดลง ถึงจุดสั่งซื้อ(หัวข้อที่ 5) ก่อนการสั่งซื้อปกติ ซึ่งปริมาณเวชภัณฑ์ที่สั่งซื้อนั้นจะเป็นปริมาณที่จะใช้ในรอบเวลาที่สั่งซื้อเท่านั้น



รูปที่ 13 การกำหนดปริมาณสั่งซื้อเวชภัณฑ์ระหว่างรอบการสั่งซื้อ

จากรูปที่ 13 ระดับคงคลังถึงจุดสั่งซื้อเมื่อเวลาผ่านไป S โดยจุดสั่งซื้อเวชภัณฑ์เท่ากับ ROP หน่วย ปริมาณคงคลัง ณ วันรับเวชภัณฑ์เท่ากับ M หน่วย ดังนั้นอัตราการใช้เวชภัณฑ์ (d_b) จะเท่ากับปริมาณเวชภัณฑ์ที่ใช้ในระยะเวลา S หารด้วย ระยะเวลา S

$$d_b = \frac{\sum_{i=1}^{S} y}{S}$$

$$= \frac{M - ROP}{S}$$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โดย

$\sum_{i=1}^{S} y$ =ปริมาณเวชภัณฑ์ที่ใช้ในระยะเวลา S

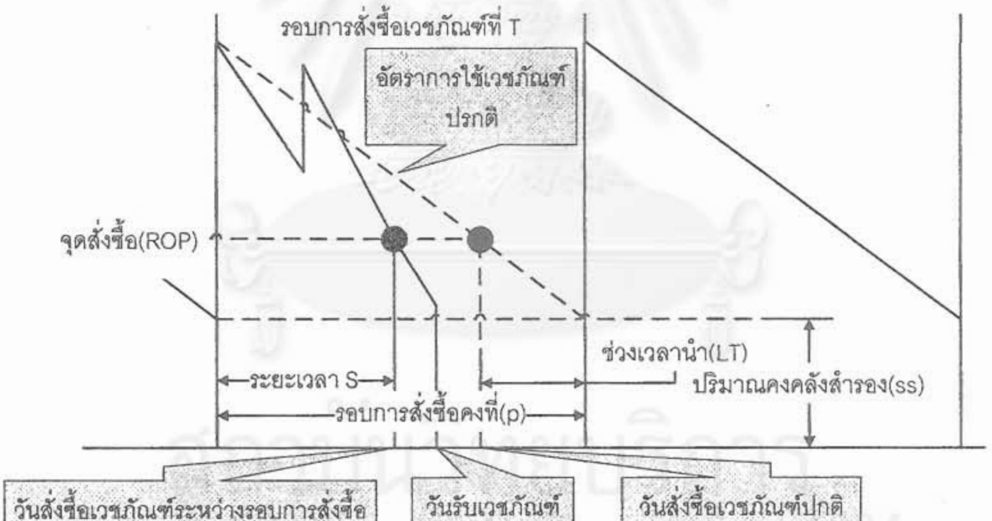
ปริมาณการสั่งซื้อเวชภัณฑ์ระหว่างรอบการสั่งซื้อที่ T (OQ_T^*) จะเท่ากับปริมาณเวชภัณฑ์ที่ใช้ตั้งแต่เวลา s ถึง T คือ

$$OQ_T^* = d_b(p-S)$$
$$= \left(\frac{M-ROP}{S}\right)(p-S)$$

ถ้ามีเวชภัณฑ์ที่ผู้ขายจะส่งให้โรงพยาบาลเครือข่าย (OR) ส่งให้กับโรงพยาบาล ระหว่างวันสั่งซื้อเวชภัณฑ์ระหว่างรอบการสั่งซื้อและวันรับเวชภัณฑ์ ปริมาณการสั่งซื้อเวชภัณฑ์ระหว่างรอบการสั่งซื้อ (OQ_T^*) คือ

$$OQ_T^* = d_b(p-S) - OR$$
$$= \left(\frac{M-ROP}{S}\right)(p-S) - OR$$

ถ้ามีการปริมาณเวชภัณฑ์ที่ผู้ขายจะส่งให้โรงพยาบาลเครือข่าย ก่อนที่ระดับคงคลังจะถึงจุดสั่งซื้อก่อนการสั่งซื้อปกติ ดังภาพที่



รูปที่ 14 ระดับคงคลังที่ถึงจุดสั่งซื้อก่อนวันสั่งซื้อปกติที่ได้รับเวชภัณฑ์จากผู้ขายก่อนถึงจุดสั่งซื้อ

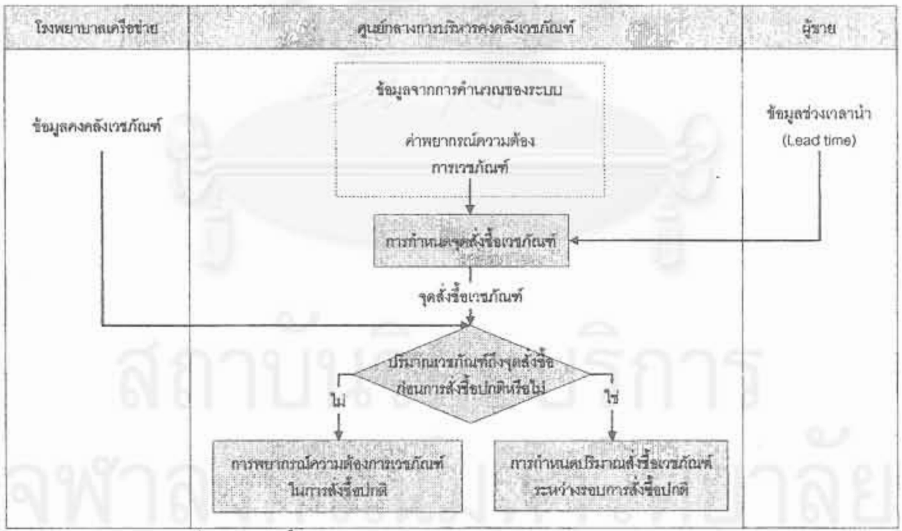
ปริมาณการสั่งซื้อเวชภัณฑ์ระหว่างรอบการสั่งซื้อที่ T (OQ_T^*) จะเท่ากับปริมาณเวชภัณฑ์ที่ใช้ตั้งแต่เวลา s ถึง T คือ

$$OQ_T^* = d_b(p-S)$$
$$= \left(\frac{\sum_{i=1}^{S} y}{S} \right) (p-S)$$

ถ้ามีเวชภัณฑ์ที่ผู้ขายจะส่งให้โรงพยาบาลเครือข่าย (*OR*) ส่งให้กับโรงพยาบาล ระหว่างวันสั่งซื้อเวชภัณฑ์ระหว่างรอบการสั่งซื้อและวันรับเวชภัณฑ์ ปริมาณการสั่งซื้อเวชภัณฑ์ระหว่างรอบการสั่งซื้อ (OQ_T^*) คือ

$$OQ_T^* = d_b(p-S) - OR$$
$$= \left(\frac{\sum_{i=1}^{S} y}{S} \right) (p-S) - OR$$

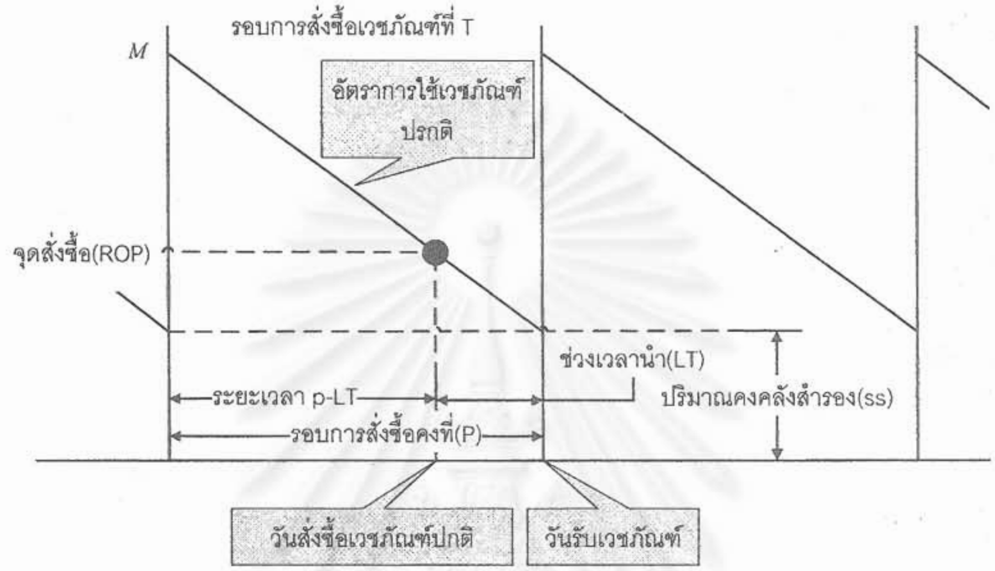
5. ส่วนการตรวจสอบคงคลังเวชภัณฑ์



รูปที่ 15 ขั้นตอนการตรวจสอบคงคลังเวชภัณฑ์

การตรวจสอบคงคลังเวชภัณฑ์นั้นจะมีการตรวจสอบอย่างต่อเนื่องทุกวัน วันละหนึ่งครั้ง โดยจะรับข้อมูลคงคลังเวชภัณฑ์ของโรงพยาบาลเครือข่าย แล้วตรวจสอบคงคลังคงเหลือว่าถึงจุดสั่งซื้อก่อนการสั่งซื้อปกติหรือไม่ หากต่ำกว่าจุดสั่งซื้อระบบจะมีการแจ้งเตือน และกำหนดปริมาณสั่งซื้อเวชภัณฑ์ เพื่อป้องกันปัญหาเวชภัณฑ์ขาดมือ โดยข้อมูลที่ใช้ในการตรวจสอบคงคลัง

เวชภัณฑ์ คือ จุดสั่งซื้อเวชภัณฑ์ ซึ่งจะมีการคำนวณทุกรอบในวันที่รับเวชภัณฑ์จากการสั่งซื้อในรอบการสั่งซื้อปกติ ส่วนข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณ คือ ปริมาณคงคลัง และ ข้อมูลช่วงเวลานำของผู้ขาย โดยมีการคำนวณ ดังนี้



รูปที่ 16 การกำหนดจุดสั่งซื้อเวชภัณฑ์

จากรูปที่ 16 กำหนดให้ปริมาณคงคลัง ณ วันรับเวชภัณฑ์ เท่ากับ *M* หน่วย ระยะเวลารอบการสั่งซื้อที่ *T* เท่ากับ *p* ช่วงเวลานำ *LT*

ถ้าปริมาณการใช้เวชภัณฑ์ในรอบการสั่งซื้อพอดีกับค่าพยากรณ์($\hat{x}$) จะได้อัตราการใช้เวชภัณฑ์ (d_n)

$$d_n = \frac{\hat{x}}{p}$$

ปริมาณเวชภัณฑ์ ณ วันสั่งซื้อเวชภัณฑ์ในการซื้อปกติ จะเป็นจุดสั่งซื้อเวชภัณฑ์ (*ROP*) ซึ่งเท่ากับปริมาณเวชภัณฑ์ ที่ใช้ตั้งแต่วันที่รับเวชภัณฑ์จนถึงวันสั่งซื้อเวชภัณฑ์

$$\begin{aligned} ROP &= M - d_n(p - LT) \\ &= M - \left(\frac{\hat{x}}{p}\right)(p - LT) \end{aligned}$$

เมื่ออัตราการใช้เวชภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจริงมีมากกว่าอัตราการใช้เวชภัณฑ์ที่คำนวณ(d_n) จะทำให้ระดับคงคลังลดลงถึงจุดสั่งซื้อก่อนวันสั่งซื้อเวชภัณฑ์ตามรอบการสั่งซื้อปกติ ระบบจะแจ้งเตือนและกำหนดรายการและปริมาณเวชภัณฑ์ที่จำเป็นต้องใช้

6. สรุป

การทำงานของระบบกำหนดนโยบายการสั่งซื้อเวชภัณฑ์ จะเริ่มจากการวิเคราะห์ลักษณะของข้อมูลที่ใช้ในการพยากรณ์ เพื่อเลือกตัวแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับลักษณะของข้อมูล เมื่อพยากรณ์ความต้องการเวชภัณฑ์ ระบบจะกำหนดปริมาณสั่งซื้อเวชภัณฑ์ ซึ่งการกำหนดปริมาณสั่งซื้อจะมีการกระทำทุกๆรอบการสั่งซื้อ ซึ่งในการพยากรณ์แต่ละรอบนั้นจะมีการพิจารณาความเหมาะสมของตัวแบบการพยากรณ์ที่ใช้ในรอบที่ผ่านมา ว่ามีความเหมาะสมที่จะใช้พยากรณ์ในรอบการส่งซื้อปัจจุบันหรือไม่ ถ้าไม่เหมาะสมจะมีการเลือกตัวแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมมาใช้แทน สำหรับระบบคงคลังที่กำหนดรอบการสั่งซื้อคงที่จะมีการกำหนดเวลาสั่งซื้อไว้แน่นอน จึงมีความเสี่ยงที่เวชภัณฑ์จะไม่เพียงพอกับความต้องการในรอบการสั่งซื้อ เมื่อระบบตรวจสอบคงคลังแล้วพบว่ามีความสียงที่จะไม่เพียงพอต่อความต้องการ ระบบจะกำหนดปริมาณสั่งซื้อเวชภัณฑ์ระหว่างรอบการสั่งซื้อปกติเพื่อป้องกันปัญหาเวชภัณฑ์ขาดมือ

ระบบกำหนดนโยบายการสั่งซื้อเวชภัณฑ์เป็นระบบที่สนับสนุนระบบการบริหารคงคลังเวชภัณฑ์แบบศูนย์กลางในด้านการกำหนดนโยบายการสั่งซื้อเวชภัณฑ์ที่เหมาะสมกับความต้องการของโรงพยาบาลเครือข่าย ซึ่งจะช่วยลดต้นทุนในการจัดเก็บเวชภัณฑ์ที่มากเกินความต้องการและลดลดปัญหาเวชภัณฑ์ขาดมือ ระบบยังทำหน้าที่แทนเภสัชกรที่กำหนดปริมาณสั่งซื้อเวชภัณฑ์ซึ่งจะช่วยลดต้นทุนในการบริหารคงคลังเวชภัณฑ์ในส่วนดังกล่าว

จากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ ในการนำระบบไปใช้นั้นสามารถนำไปใช้ได้ และมีการทำงานที่เป็นระบบกว่าการที่เภสัชกรเป็นผู้กำหนดปริมาณสั่งซื้อ แต่จำเป็นต้องมีการกำหนดมาตรฐานการใช้เวชภัณฑ์ในการรักษา และเก็บข้อมูลเปอร์เซ็นการใช้เวชภัณฑ์ในการรักษาเพราะโรงพยาบาลหรือสถานพยาบาลยังไม่มีการเก็บข้อมูลเหล่านี้ไว้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

อัจฉรา จันฉาย. 2544. การพยากรณ์เพื่อการตัดสินใจทางธุรกิจ. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ

กุณฑลี รื่นรมย์ฉาย. 2549. การพยากรณ์การขาย. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ

สมเกียรติ เกตุเอี่ยม. 2548. เทคนิคการพยากรณ์ สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยทักษิณ, สงขลา

พิภพ ลลิตาภรณ์. 2549. การบริหารคงคลังระบบ MRP และ ROP. สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น), กรุงเทพฯ

ภาษาอังกฤษ

Jonathan D. Quick., 1997. Managing drug Supply, Kumarian Press, USA

N.T. Thomopolos., 1980. Appied Forecasting Methods, Prentice-Hall, USA

Bowerman, Bruce L., 1979. Forecasting & Time Series, Duxbury, USA

Makridakis, Spyros G., 1978. Interactive Forecasting, Holden-Day, USA

Makridakis, Spyros G., 1978. Forecasting Methods and Appliation, John Wiley & Sons, USA

Griffith., 1995. Estimating Drug Requirements: A Practice Manual, WHO, Switzerland

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

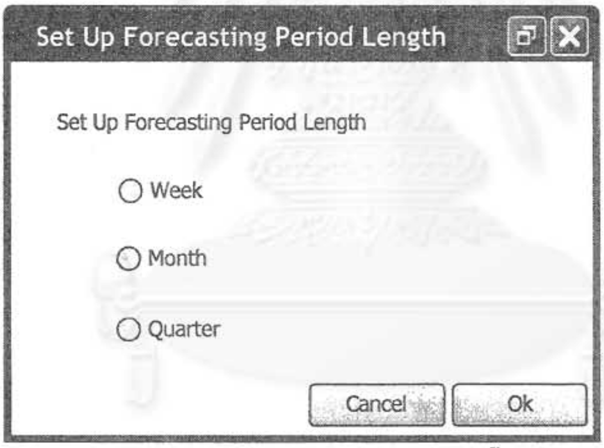
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก
การตั้งค่าเริ่มต้นของระบบ

ระบบกำหนดนโยบายการสั่งซื้อเวชภัณฑ์ จำเป็นต้องมีการตั้งค่าเริ่มต้นของระบบ เพื่อเป็นข้อมูลที่ใช้ในการทำงานของระบบ โดยการตั้งค่าเริ่มต้นที่จะต้องตังค่ามีดังนี้

1. การตั้งค่ารอบการพยากรณ์

การตั้งค่ารอบการพยากรณ์ คือ การกำหนดระยะเวลาของค่าพยากรณ์ซึ่งจะเท่ากับระยะเวลาของรอบการสั่งซื้อ โดยทุกโรงพยาบาลในเครือข่ายจะใช้ค่าเดียวกัน โดยสามารถเลือกได้ 3 แบบ คือ สัปดาห์ เดือน และไตรมาส เช่น ถ้ารอบของการพยากรณ์เท่ากับเดือน ค่าพยากรณ์ที่ได้จะเป็นปริมาณการใช้เวชภัณฑ์ต่อเดือน และระยะเวลาของรอบการสั่งซื้อจะเท่ากับ 1 เดือน



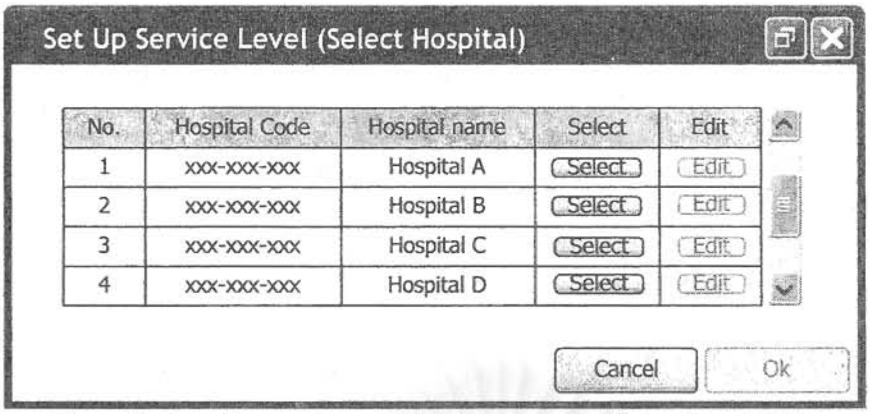
รูปที่ ก.1 ตัวอย่างหน้าจอการทำงาน (User Interface) ของการตั้งค่ารอบการพยากรณ์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. การตั้งค่าระดับการให้บริการ

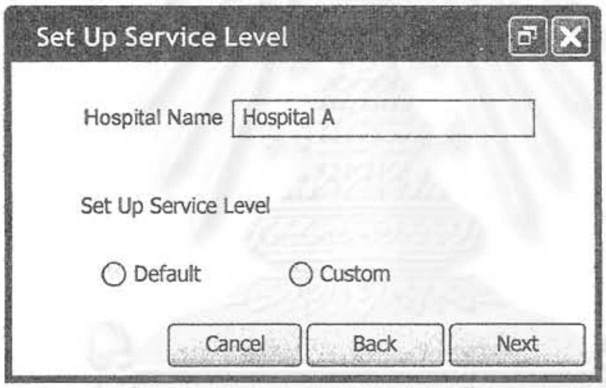
การกำหนดปริมาณสั่งซื้อเวชภัณฑ์ มีการนำข้อมูลระดับการให้บริการของโรงพยาบาลเครือข่ายไปใช้ โดยข้อมูลดังกล่าวจะกำหนดจากการตั้งค่า โดยการตั้งค่าเริ่มต้นของระดับการให้บริการของโรงพยาบาลเครือข่าย มีขั้นตอนดังนี้

1) เลือกโรงพยาบาลในเครือที่จะทำการตั้งค่าระดับการให้บริการ เพราะระดับการให้บริการนั้นเป็นนโยบายของแต่ละโรงพยาบาล โดยเลือกจากปุ่มเลือกเลือก(Select button)



รูปที่ ก.2 ตัวอย่างหน้าจอการทำงานการเลือกโรงพยาบาลที่จะตั้งค่าระดับการให้บริการ

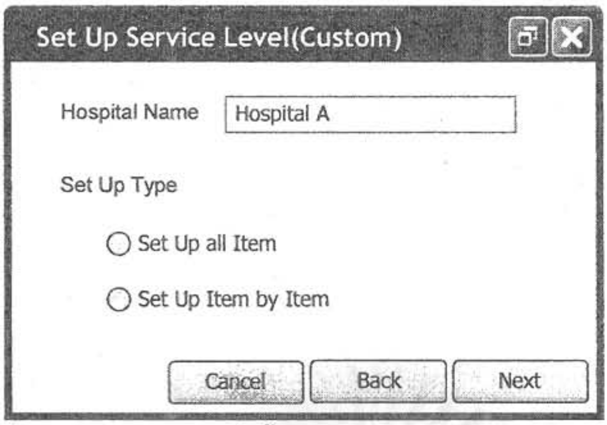
2) เลือกรูปแบบการตั้งค่าแบบอัตโนมัติ(Default) ซึ่งระบบจะกำหนดระดับการให้บริการไว้ที่ 95 เปอร์เซ็นต์ หรือตั้งค่าโดยผู้ตั้ง(Custom) ซึ่งจะตั้งค่าตามนโยบายของแต่ละโรงพยาบาล



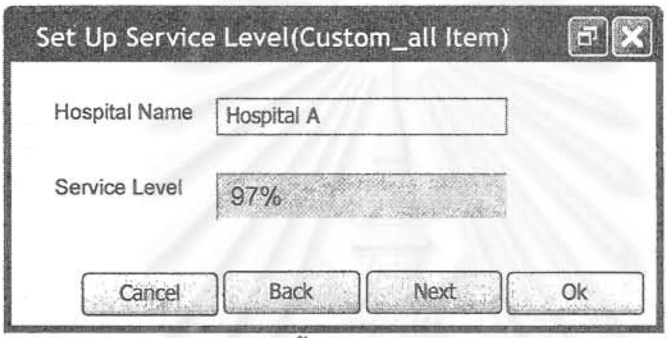
รูปที่ ก.3 ตัวอย่างหน้าจอการทำงานการเลือกรูปแบบการตั้งค่าระดับการให้บริการ

3) เลือกว่าจะตั้งค่าระดับการให้บริการของเวชภัณฑ์ทุกชนิด(Set up all Item) ซึ่งจะกำหนดให้เวชภัณฑ์ทุกชนิดมีค่าระดับการให้บริการเท่ากัน หรือทีละชนิด(Set up Item by item) ซึ่งผู้ตั้งค่าจะตั้งค่าระดับการให้บริการที่ละรายการ ในการตั้งค่าจะใส่ค่าที่ต้องการลงในช่องระดับการให้บริการ

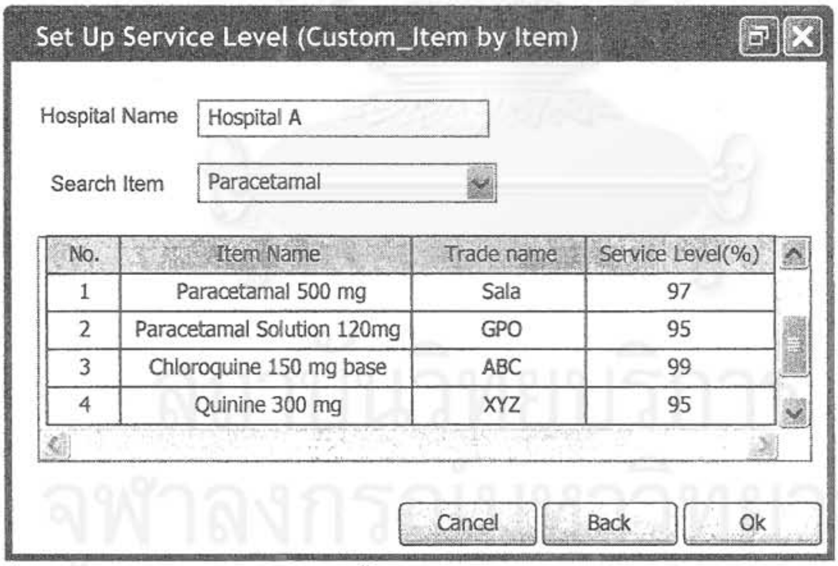
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ก.4 ตัวอย่างหน้าจอการทำงานการเลือกเพื่อตั้งค่าระดับการให้บริการของเวชภัณฑ์ทุกชนิด หรือทีละชนิด

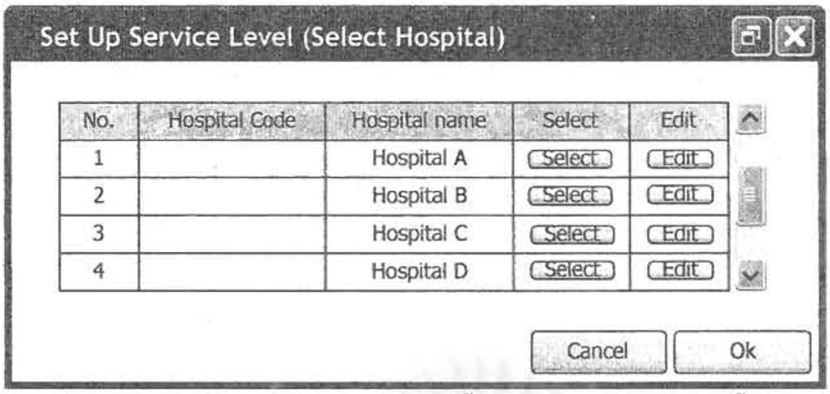


รูปที่ ก.5 ตัวอย่างหน้าจอการทำงานการตั้งค่าค่าระดับการให้บริการของเวชภัณฑ์ทุกชนิด



รูปที่ ก.6 ตัวอย่างหน้าจอการทำงานการตั้งค่าค่าระดับการให้บริการของเวชภัณฑ์ทีละชนิดชนิด

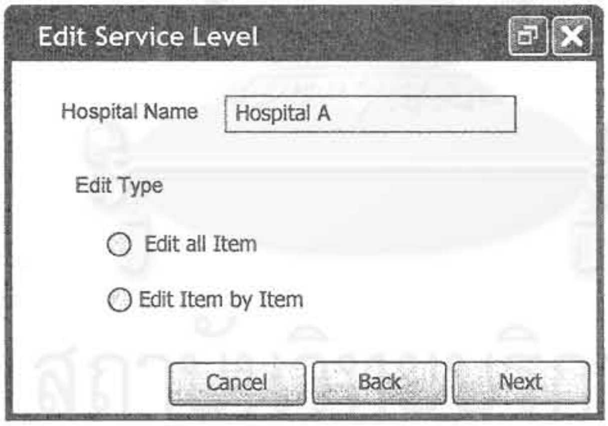
4) เมื่อตั้งค่าระดับการให้บริการของโรงพยาบาลใดโรงพยาบาลหนึ่งเสร็จ ก็จะเริ่มตั้งค่าระดับการให้บริการของโรงพยาบาลอื่นๆจนครบทุกโรงพยาบาล เมื่อครบแล้วปุ่มตกลง (Ok button) จะปรากฏขึ้น เมื่อกดปุ่มตกลง ก็จะเป็นการเสร็จสิ้นการตั้งค่าระดับการให้บริการ



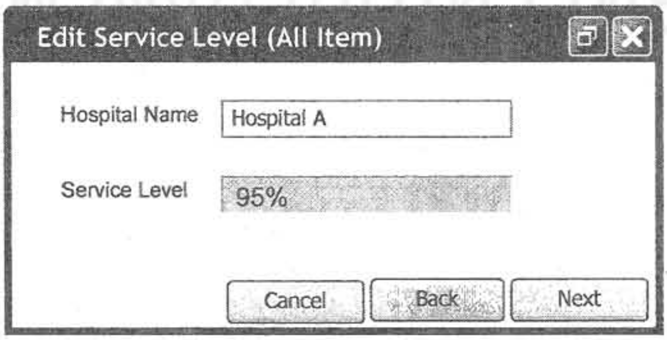
รูปที่ ก.7 ตัวอย่างหน้าจอการทำงานการเลือกโรงพยาบาลที่จะตั้งค่าระดับการให้บริการ เมื่อตั้งค่าระดับการให้บริการครบทุกโรงพยาบาล

5) เมื่อตั้งค่าระดับการให้บริการของโรงพยาบาลใดโรงพยาบาลหนึ่งแล้ว ปุ่มการแก้ไข(Edit button) จะปรากฏขึ้น เมื่อกดปุ่มแก้ไข ของโรงพยาบาลใดก็จะเป็นการแก้ไขค่าของโรงพยาบาลนั้น

6) เมื่อเลือกโรงพยาบาลที่ต้องการแก้ไขค่าจะต้องทำการเลือกว่าจะแก้ไขค่าที่ตั้งไว้ทั้งหมด(Edit all Item) ซึ่งจะเป็นการแก้ไขค่าที่ตั้งไว้ของเวชภัณฑ์ทั้งหมด โดยค่าที่ตั้งใหม่จะเป็นระดับการให้บริการของเวชภัณฑ์ทุกชนิด หรือการแก้ไขทีละเวชภัณฑ์

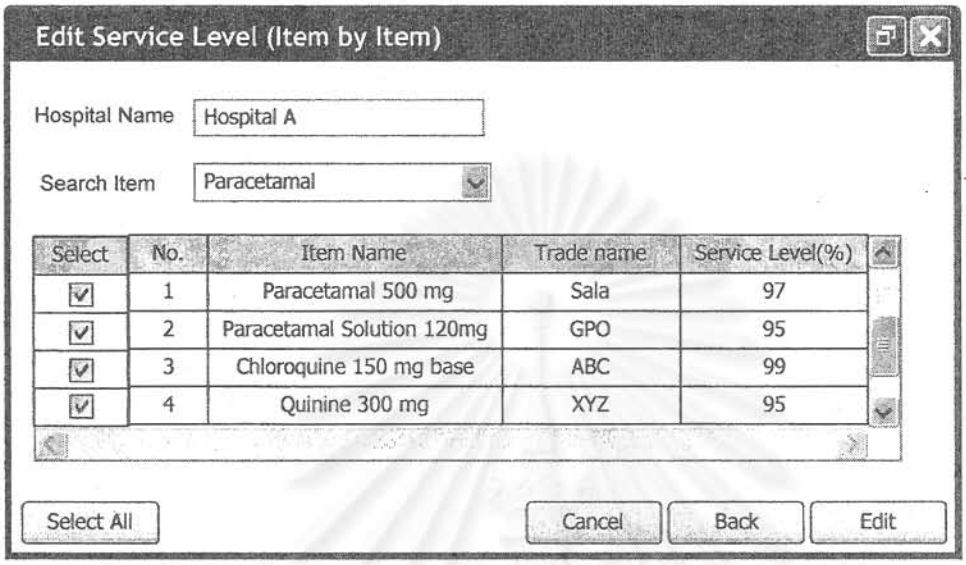


รูปที่ ก.8 ตัวอย่างหน้าจอการทำงานการเลือกการแก้ไขค่าระดับการให้บริการของเวชภัณฑ์ทั้งหมด หรือทีละชนิด



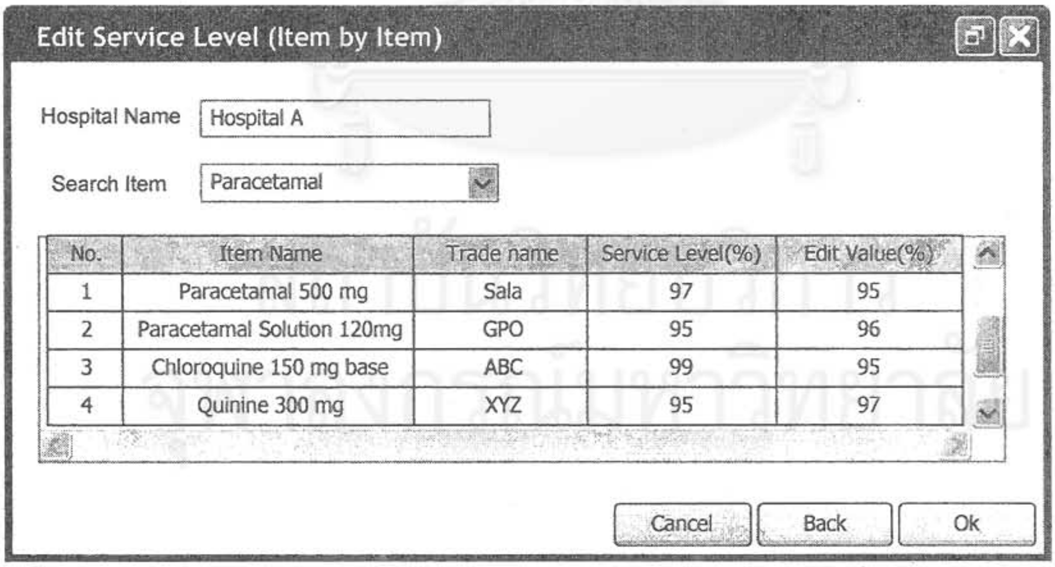
รูปที่ ก.9 ตัวอย่างหน้าจอการทำงานการแก้ไขค่าระดับการให้บริการของเวชภัณฑ์ทั้งหมด

7) เมื่อเลือกการแก้ไขระดับการให้บริการทีละเวชภัณฑ์จะต้องเลือกว่าจะแก้ ไขเวชภัณฑ์ใด โดยเลือกจากกล่องเลือก(Select box) แล้วกดปุ่มแก้ไข(Edit button) หรือเลือกจะแก้ไขทั้งหมดโดยกดปุ่มเลือกทั้งหมด แล้วกดปุ่มแก้ไข



รูปที่ ก.10 ตัวอย่างหน้าจอการทำงานการเลือกเวชภัณฑ์ที่จะการแก้ไขค่าระดับการให้บริการ

8) เมื่อเลือกชนิดเวชภัณฑ์ที่จะแก้ไขให้ใส่ค่าระดับการให้บริการใหม่ลงในช่องแก้ไข (Edit Value)



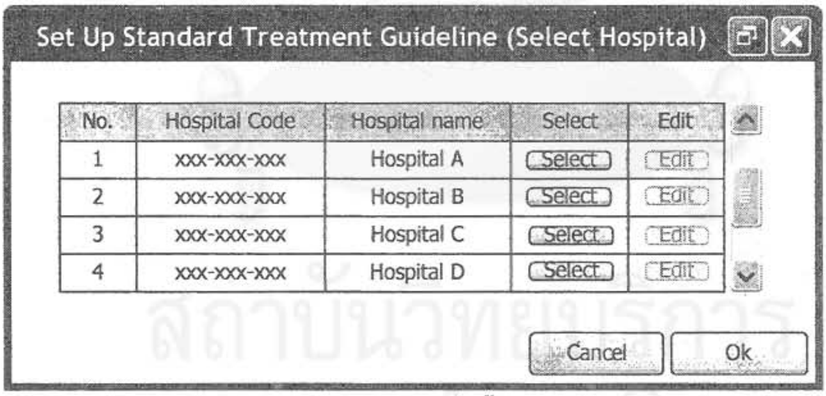
รูปที่ ก.11 ตัวอย่างหน้าจอการทำงานการแก้ค่าระดับการให้บริการของเวชภัณฑ์ที่เลือกไว้

3. การตั้งค่าข้อมูลมาตรฐานการใช้เวชภัณฑ์

การกำหนดข้อมูลมาตรฐานการใช้เวชภัณฑ์ในการรักษา โรงพยาบาลแต่ละแห่งในเครือข่าย จะกำหนด หรือไม่กำหนดก็ได้ หากไม่มีการกำหนด ระบบจะพยากรณ์ความต้องการเวชภัณฑ์จากปริมาณการใช้เวชภัณฑ์ที่เกิดขึ้นเท่านั้น

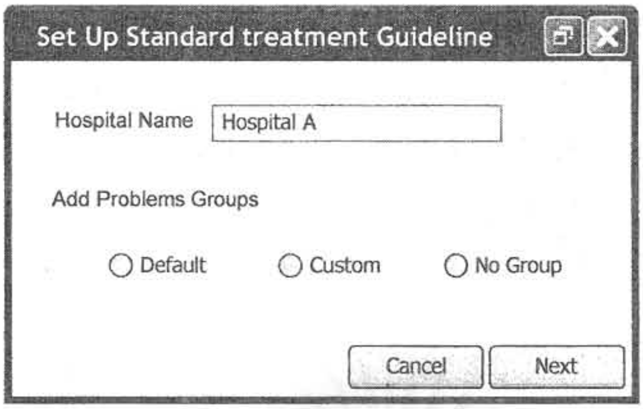
ถ้ามีการกำหนดข้อมูลมาตรฐานการใช้เวชภัณฑ์ ระบบจะพยากรณ์ความต้องการเวชภัณฑ์จากจำนวนผู้ป่วยที่เป็นโรคหรืออาการบาดเจ็บที่กำหนดไว้ในข้อมูลมาตรฐานการใช้เวชภัณฑ์ในการรักษา และปริมาณการใช้เวชภัณฑ์ที่เกิดขึ้น ข้อมูลมาตรฐานการใช้เวชภัณฑ์ในการรักษานั้น เป็นข้อมูลที่ช่วยในการแปลงปริมาณผู้ป่วยที่พยากรณ์ได้ ไปเป็นปริมาณความต้องการเวชภัณฑ์ ในการกำหนดข้อมูลมาตรฐานเวชภัณฑ์ในการรักษา มีขั้นตอนดังนี้

1) เลือกโรงพยาบาลที่จะกำหนดมาตรฐานการใช้เวชภัณฑ์ในการรักษาโดยกดปุ่มเลือก(Select button) เมื่อเลือกแล้วใส่ค่าต่างๆ จนครบแล้ว ปุ่มแก้ไข (Edit button) จะปรากฏขึ้นเพื่อใช้ในการแก้ไขค่าที่ตั้งไว้แล้ว ถ้าโรงพยาบาลใดไม่มีการตั้งค่าดังกล่าว ก็ไม่ต้องกดปุ่มเลือก หากกดปุ่มตกลงโดยการตั้งค่าของโรงพยาบาลที่เลือกไม่ครบ ข้อมูลที่ใส่ไว้แล้วจะไม่ถูกลบ แต่การทำงานของระบบในส่วนที่ต้องใช้ข้อมูลมาตรฐานการใช้เวชภัณฑ์ในการรักษาของโรงพยาบาลนั้นจะไม่สามารถทำงานได้



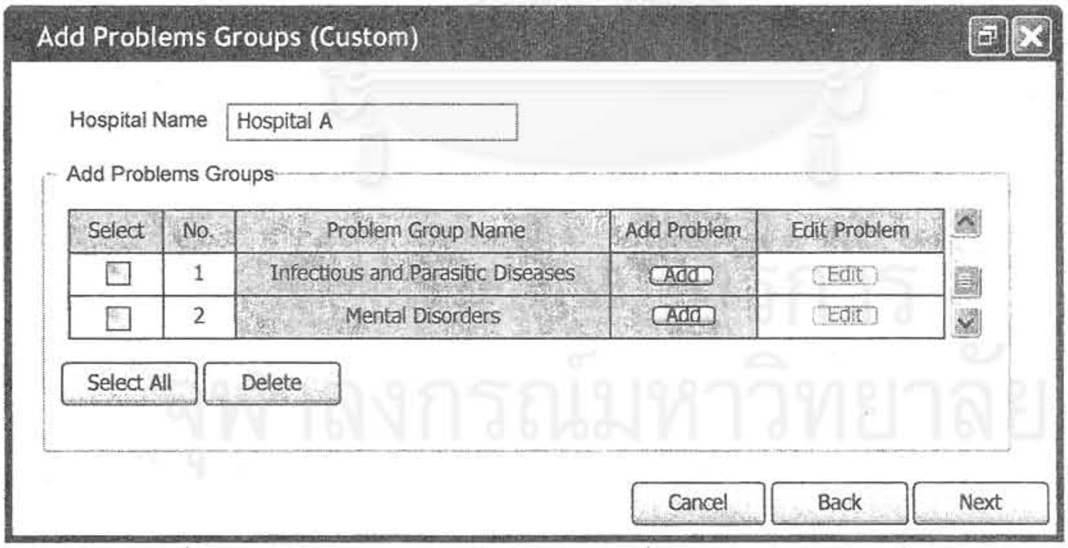
รูปที่ ก.12 ตัวอย่างหน้าจอการทำงานการเลือกโรงพยาบาลเพื่อตั้งค่าข้อมูลมาตรฐานการใช้เวชภัณฑ์ในการรักษา

2) เลือกการกำหนดกลุ่มโรคหรืออาการบาดเจ็บ(Add Problem Group) ซึ่งเป็นการแบ่งโรคหรืออาการบาดเจ็บออกเป็นกลุ่มเพื่อประโยชน์ ในการอ่านรายงานการใช้เวชภัณฑ์ของผู้ป่วยโรคต่างๆ ของโรงพยาบาล ซึ่งโรงพยาบาล จะกำหนดกลุ่มโรคหรืออาการบาดเจ็บหรือไม่ก็ได้ ถ้ากำหนดจะต้องเลือกว่าจะกำหนดโดยอัตโนมัติ(Default) หรือผู้ตั้งค่ากำหนดเอง(Custom) ถ้าไม่กำหนดเลือกไม่กดกลุ่ม(No Group) แล้วเข้าสู่ขั้นตอนที่ 6



รูปที่ ก.13 ตัวอย่างหน้าจอการทำงานการเลือกรูปแบบการเพิ่มกลุ่มโรคหรืออาการบาดเจ็บ

3) การกำหนดกลุ่มโรคหรืออาการบาดเจ็บโดยผู้ตั้งค่าจะกำหนดโดยพิมพ์ชื่อกลุ่มโรคหรืออาการบาดเจ็บลงในช่องชื่อกลุ่มโรค(Problem Group Name) ถ้าจะเพิ่มแถวชื่อกลุ่มโรคให้กดปุ่ม Enter ถ้าจะลบชื่อกลุ่มโรคให้เลือกกล่องเลือก(Select box) แล้วกดปุ่มลบ (Delete button) หากต้องการลบทั้งหมดให้กดปุ่มเลือกทั้งหมด(Select All button) แล้วกดปุ่มลบ เมื่อใส่ค่าต่างๆ ของกลุ่มโรคหรืออาการบาดเจ็บที่เลือกครบแล้ว ปุ่มแก้ไข (Edit button) ของกลุ่มโรคหรืออาการบาดเจ็บนั้น จะปรากฏขึ้นเพื่อใช้ในการแก้ไขค่าที่ตั้งไว้แล้ว หากกดปุ่มตกลงโดยที่ยังตั้งค่าไม่ครบข้อมูลที่ตั้งไว้แล้วจะไม่ถูกลบ แต่การทำงานของระบบในส่วนที่ต้องใช้ข้อมูลมาตรฐานการใช้เวชภัณฑ์ในการรักษาจะไม่สามารถทำงานได้



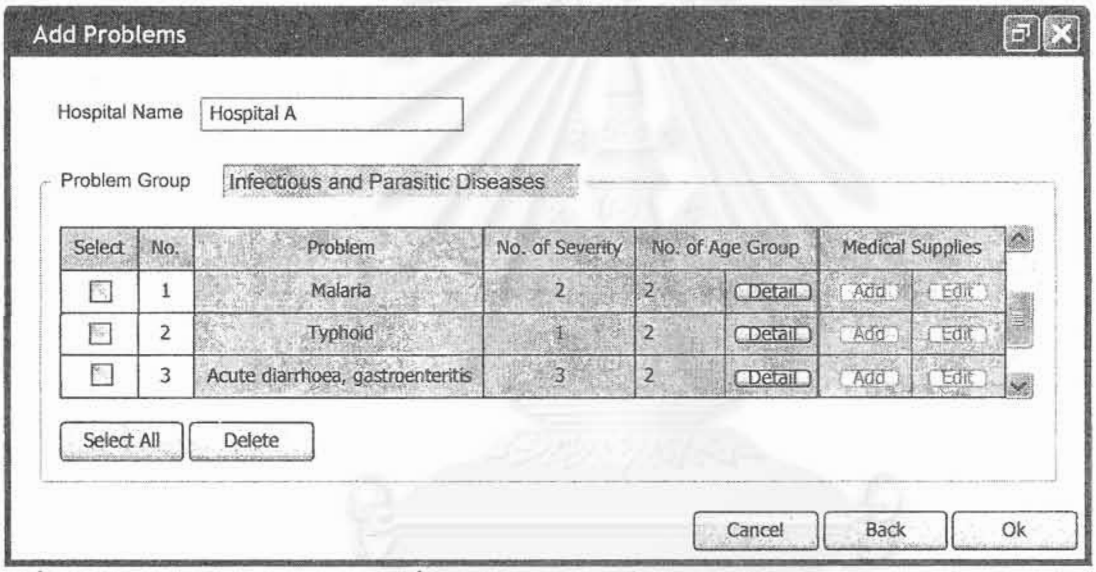
รูปที่ ก.14 ตัวอย่างหน้าจอการทำงานการการกำหยดชื่อกลุ่มโรคหรืออาการบาดเจ็บ

4) ถ้าเลือกการกำหนดกลุ่มโรคหรืออาการบาดเจ็บแบบอัตโนมัติ ระบบจะมีใช้ชื่อกลุ่มโรคหรืออาการบาดเจ็บตามเอกสารอ้างอิงที่ [10]

5) เมื่อมีการจัดกลุ่มโรคหรืออาการบาดเจ็บแบบอัตโนมัติหรือแบบกำหนดเอง จำเป็นจะต้องใส่ชื่อโรคหรืออาการบาดเจ็บ จำนวนระดับความรุนแรงของโรคหรืออาการบาดเจ็บ จำนวนกลุ่มอายุของแต่ละดับความรุนแรง และเวชภัณฑ์ที่ใช้ในการรักษา ตามกลุ่มโรคหรืออาการบาดเจ็บที่กำหนดไว้ แล้วกดปุ่มลบ โดยมีขั้นตอนการตั้งค่าดังนี้

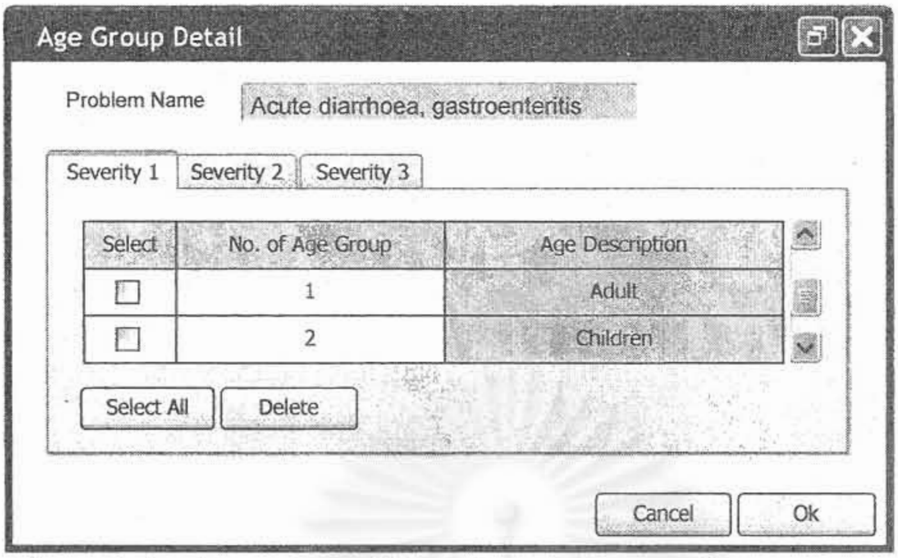
5.1) พิมพ์ชื่อโรคหรืออาการบาดเจ็บลงในช่องโรคหรืออาการบาดเจ็บ (problem) ถ้าต้องการเพิ่มแถวให้กดปุ่ม Enter ถ้าจะลบแถวให้เลือกกล่องเลือก (Select box) แล้วกดปุ่มลบ (Delete button) หากุต้องการลบทั้งหมดให้กดปุ่มเลือกทั้งหมด (Select All button)

5.2) พิมพ์จำนวนระดับความรุนแรงของโรคหรืออาการบาดเจ็บเป็นตัวเลข



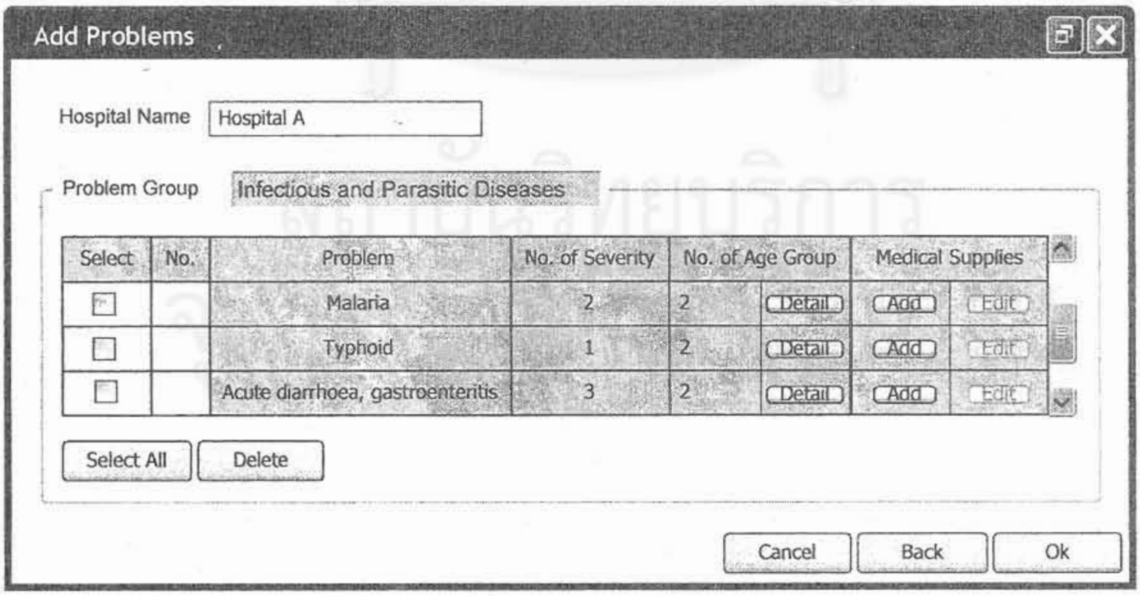
รูปที่ ก.15 ตัวอย่างหน้าจอการทำงานการใส่ชื่อโรคหรืออาการบาดเจ็บ จำนวนระดับความรุนแรง และ จำนวนของกลุ่มอายุของแต่ละระดับความรุนแรง

5.3) พิมพ์จำนวนกลุ่มอายุของระดับความรุนแรง เช่น หากมีระดับความรุนแรง 3 ระดับโดยแต่ละระดับมีกลุ่มอายุ 2 กลุ่ม จะต้อง พิมพ์ 3,2 (3 ลูกน้ำ 2) ถ้าต้องการใส่รายละเอียดของกลุ่มอายุให้กดปุ่มรายละเอียด (Detail button) โดยรายละเอียดจะใส่เป็นตัวเลขหรือตัวอักษรก็ได้ ถ้าต้องการเพิ่มแถวให้กดปุ่ม Enter ถ้าจะลบชื่อกลุ่มโรคให้เลือกกล่องเลือก(Select box) แล้วกดปุ่มลบ (Delete button) หากต้องการลบทั้งหมดให้กดปุ่มเลือกทั้งหมด (Select All button) แล้วกดปุ่มลบ โดยเมื่อมีการเพิ่มแถวหรือลดแถว จำนวนกลุ่มอายุของระดับความรุนแรงที่เลือกจะมีเท่ากับจำนวนที่เพิ่มหรือลดแล้ว

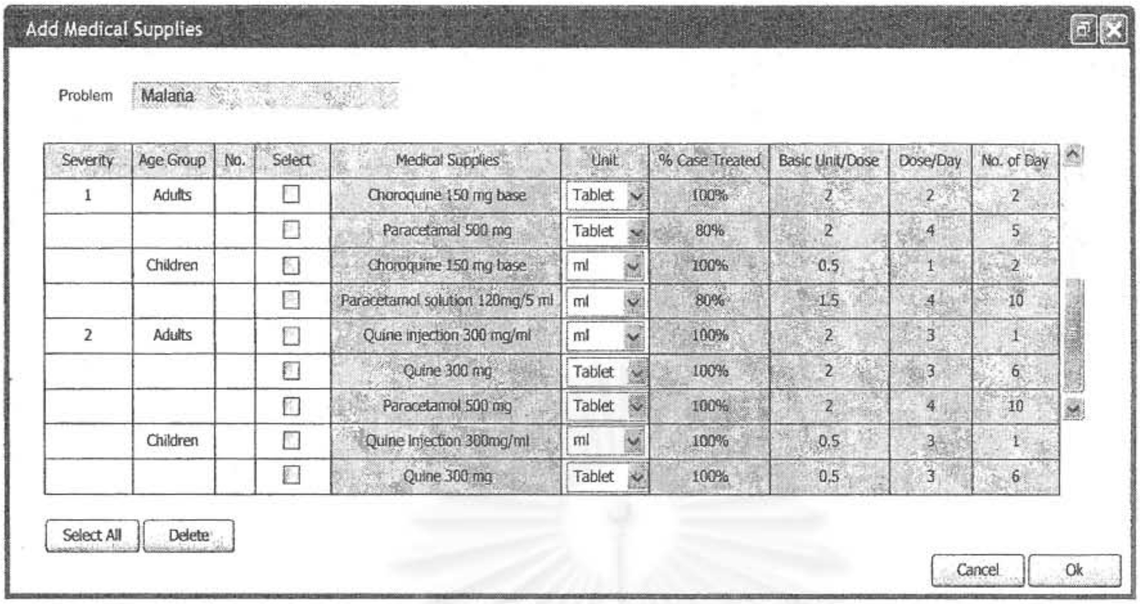


รูปที่ ก.16 ตัวอย่างหน้าจอการทำงานการใส่รายละเอียดของกลุ่มอายุของระดับความรุนแรงต่างๆ

5.4) เมื่อใส่ข้อมูลตามขั้นตอนที่ 5.1, 5.2 และ 5.3 ปุ่มเพิ่ม (Add Button) จะปรากฏขึ้น เพื่อให้ใส่ชื่อเวชภัณฑ์ (Medical Supplies) เปอร์เซ็นต์การใช้เวชภัณฑ์ (% Treated) หน่วย (Unit) ปริมาณที่ใช้ต่อมื้อ (Basic Unit per Does) จำนวนมื้อใน 1 วัน (Dose per Day) จำนวนวันในการรักษา (No. of Days) เมื่อใส่ค่าต่างๆ จนครบแล้ว ปุ่มแก้ไข (Edit button) จะปรากฏขึ้นเพื่อใช้ในการแก้ไขค่าที่ตั้งไว้แล้ว หากกดปุ่มตกลงโดยที่ยังตั้งค่าไม่ครบข้อมูลที่ตั้งไว้แล้วจะไม่ถูกลบ แต่การทำงานของระบบในส่วนที่ต้องใช้ข้อมูลมาตรฐานการใช้เวชภัณฑ์ในการรักษาจะไม่สามารถทำงานได้



รูปที่ ก.17 ตัวอย่างหน้าจอการทำงานเมื่อใส่ชื่อโรคหรืออาการบาดเจ็บ ระดับความรุนแรง และจำนวนของกลุ่มอายุของระดับความรุนแรงต่างๆ แล้ว


Add Medical Supplies

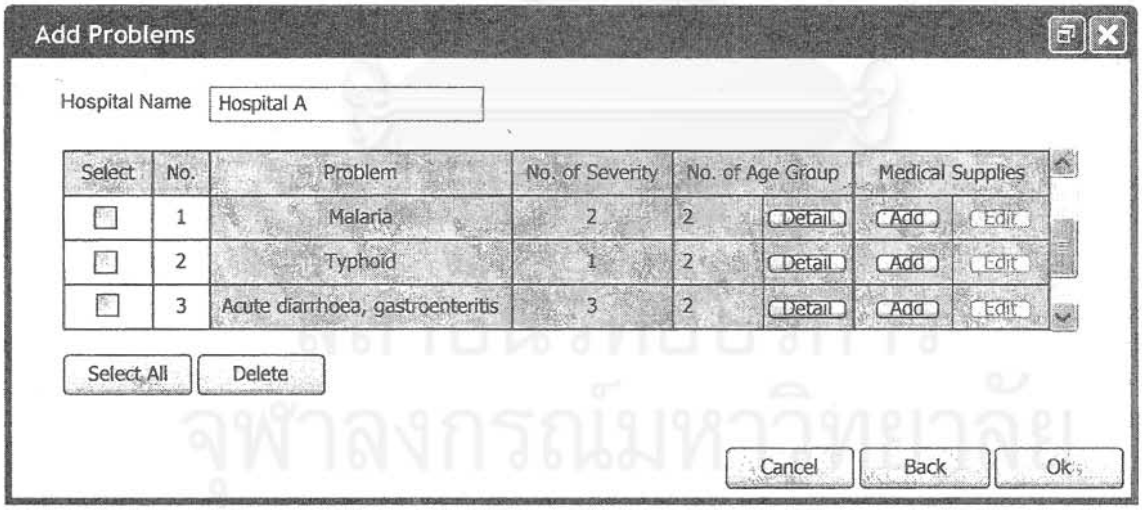
Problem: Malaria

Severity	Age Group	No.	Select	Medical Supplies	Unit	% Case Treated	Basic Unit/Dose	Dose/Day	No. of Day
1	Adults		☐	Choroquine 150 mg base	Tablet	100%	2	2	2
			☐	Paracetamal 500 mg	Tablet	80%	2	4	5
	Children		☐	Choroquine 150 mg base	ml	100%	0.5	1	2
			☐	Paracetamol solution 120mg/5 ml	ml	80%	1.5	4	10
2	Adults		☐	Quine injection 300 mg/ml	ml	100%	2	3	1
			☐	Quine 300 mg	Tablet	100%	2	3	6
			☐	Paracetamol 500 mg	Tablet	100%	2	4	10
	Children		☐	Quine injection 300mg/ml	ml	100%	0.5	3	1
			☐	Quine 300 mg	Tablet	100%	0.5	3	6

Select All | Delete | Cancel | Ok

รูปที่ ก.18 ตัวอย่างหน้าจอการทำงานการใส่ชื่อเวชภัณฑ์ และรายละเอียดต่างๆ ของโรคหรืออาการบาดเจ็บ

6) เมื่อไม่มีการกำหนดกลุ่มโรคหรืออาการบาดเจ็บการ การใส่ชื่อโรคหรืออาการบาดเจ็บ จำนวนระดับความรุนแรงของโรคหรืออาการบาดเจ็บ จำนวนกลุ่มอายุของแต่ละดับความรุนแรง และเวชภัณฑ์ที่ใช้ในการรักษา โดยมีขั้นตอนเหมือนกับขั้นตอนที่ 5.1, 5.2, 5.3 และ 5.4


Add Problems

Hospital Name: Hospital A

Select	No.	Problem	No. of Severity	No. of Age Group		Medical Supplies	
☐	1	Malaria	2	2	Detail	Add	Edit
☐	2	Typhoid	1	2	Detail	Add	Edit
☐	3	Acute diarrhoea, gastroenteritis	3	2	Detail	Add	Edit

Select All | Delete | Cancel | Back | Ok

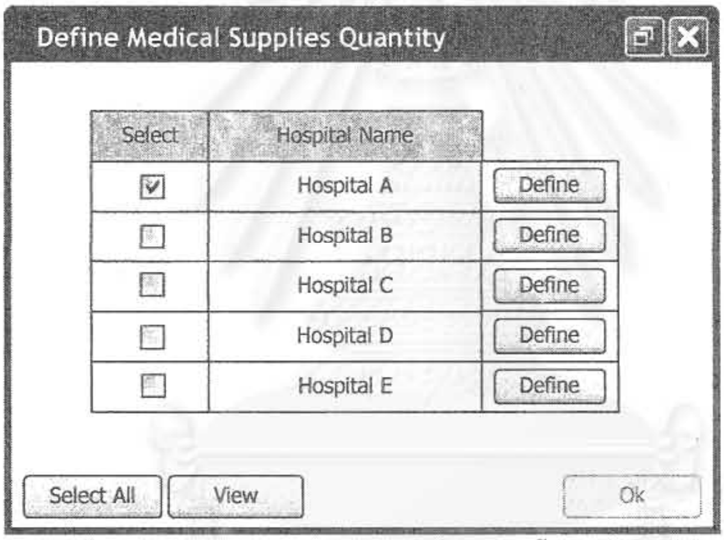
รูปที่ ก.19 ตัวอย่างหน้าจอการทำงานการใส่ชื่อโรคหรืออาการบาดเจ็บ จำนวนระดับความรุนแรง และ จำนวนของกลุ่มอายุของแต่ละระดับความรุนแรง เมื่อไม่มีการกำหนดกลุ่มโรคหรืออาการบาดเจ็บ

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข
การกำหนดปริมาณการสั่งซื้อเวชภัณฑ์

การกำหนดปริมาณการสั่งซื้อเวชภัณฑ์จะทำโดยระบบ โดยมีขั้นตอนดังนี้

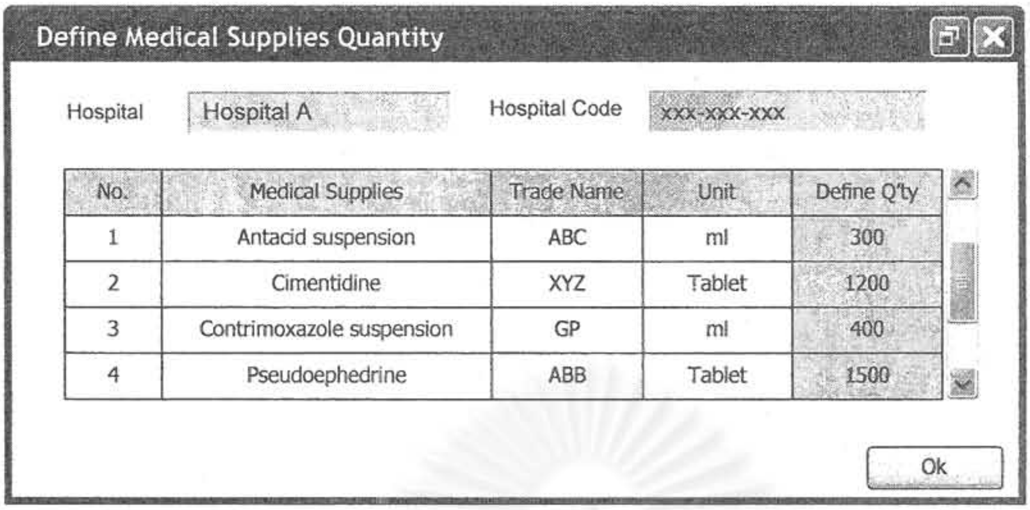
1) สำหรับการกำหนดปริมาณสั่งซื้อเวชภัณฑ์นั้นหากโรงพยาบาลได้มีการนำเวชภัณฑ์ใหม่มาใช้ซึ่งไม่มีข้อมูลการใช้เวชภัณฑ์ หรือมีการบรรจุโรคหรืออาการบาดเจ็บใหม่ลงในข้อมูลมาตรฐานการใช้เวชภัณฑ์ในการรักษา ซึ่งไม่มีข้อมูลปริมาณผู้ป่วยระบบจะมีการแจ้งเตือนเพื่อให้เจ้าหน้าศูนย์กลางการบริหารเวชภัณฑ์เป็นผู้กำหนด โดยแสดงรายชื่อโรงพยาบาลที่มีความจำเป็นที่จะกำหนดปริมาณ ดังกล่าว โดยเลือกโรงพยาบาลที่จะกำหนดค่า เมื่อกำหนดค่าครบทุกโรงพยาบาลแล้ว ปุ่มตกลง(Ok button) จะปรากฏขึ้น เมื่อกดปุ่มตกลงก็จะเข้าสู่ขั้นตอนที่ 3



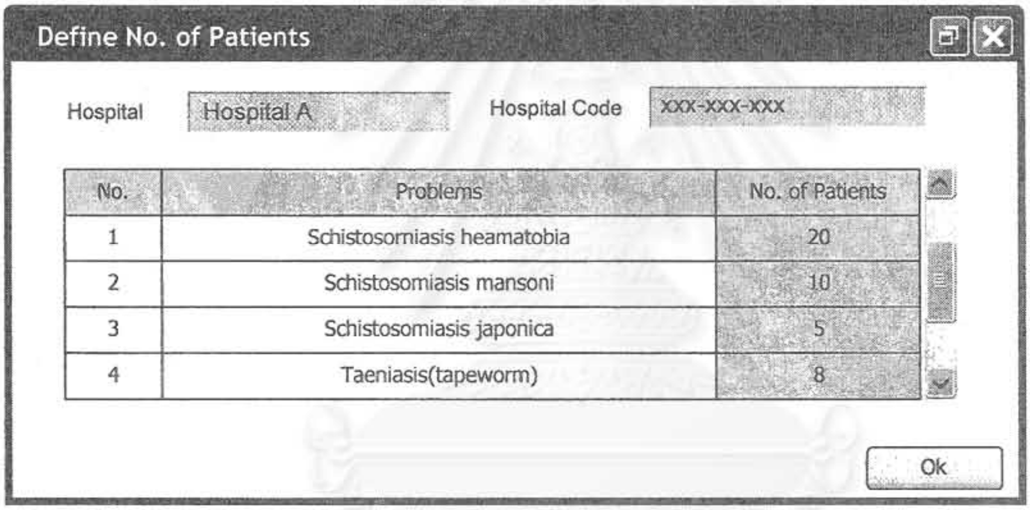
รูปที่ ข.1 หน้าจอการทำงานการเลือกโรงพยาบาลที่จะกำหนดปริมาณสั่งซื้อเวชภัณฑ์ใหม่ และ ปริมาณผู้ป่วย

2) เมื่อเลือกโรงพยาบาลที่จะกำหนดค่าแล้ว ระบบจะแสดงรายการเวชภัณฑ์ที่เจ้าหน้าที่จะต้องกำหนดปริมาณการสั่งซื้อ หรือ รายการจำนวนผู้ป่วยที่เจ้าหน้าที่จะต้องกำหนด โดยเจ้าหน้าที่จะใส่ค่าลงในช่อง กำหนดปริมาณ (Define Q'ty) หรือ ช่องจำนวนผู้ป่วย(No. of Patients)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



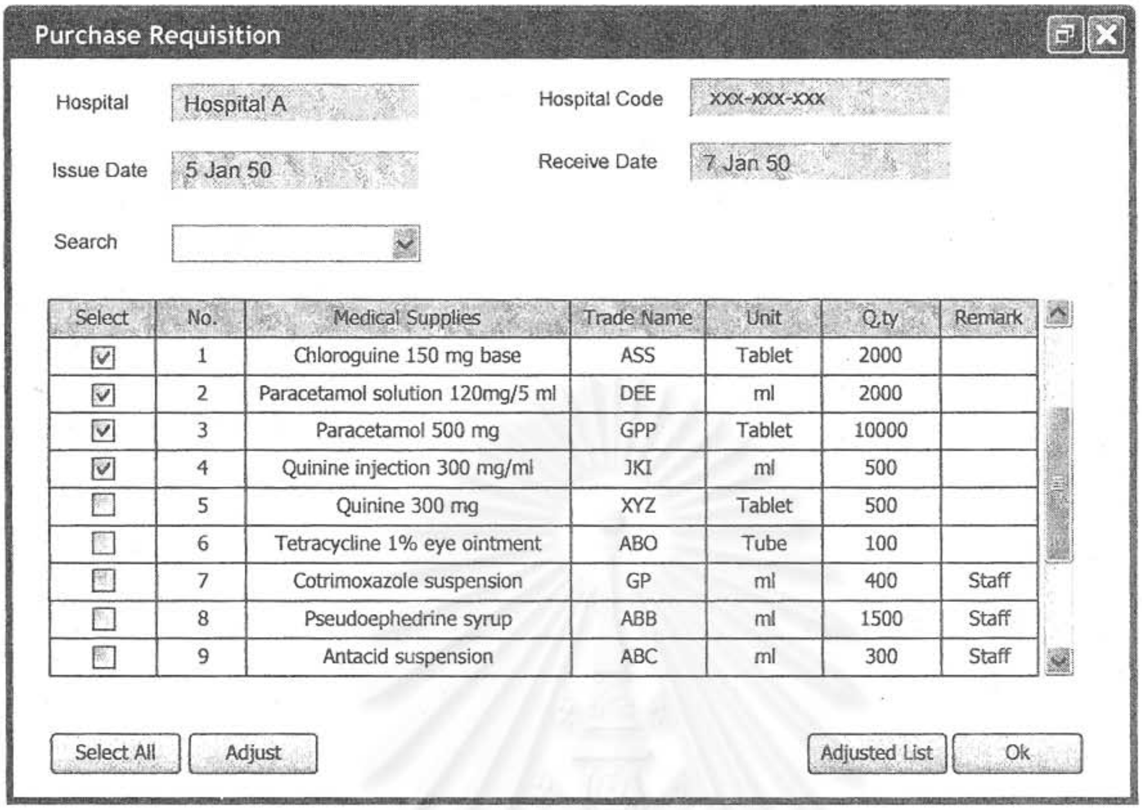
รูปที่ ข.2 ตัวอย่างหน้าจอการทำงานการกำหนดปริมาณเวชภัณฑ์



รูปที่ ข.3 ตัวอย่างหน้าจอการทำงานการกำหนดจำนวนผู้ป่วย

3) เมื่อกำหนดปริมาณเวชภัณฑ์ และจำนวนผู้ป่วย ระบบจะรวบรวมปริมาณเวชภัณฑ์ที่จะสั่งซื้อ ซึ่งขั้นตอนนี้จะแสดงรายการและปริมาณสั่งซื้อเวชภัณฑ์ทั้งหมด โดยอนุญาตให้เจ้าหน้าที่ สามารถปรับแก้ไขปริมาณสั่งซื้อเวชภัณฑ์ได้ โดยเลือกเวชภัณฑ์ที่ต้องการปรับค่าจากกล่องเลือก(Select box) แล้วกดปุ่มปรับ(Adjust button) หากไม่มีการแก้ไขเข้ามูลดังกล่าวจะถูกส่งไปออกใบสั่งซื้อเวชภัณฑ์ต่อไป รายการเวชภัณฑ์ที่มีคำว่า Staff ปรากฏที่ช่องหมายเหตุ (Remark) หมายความว่า เวชภัณฑ์นั้นถูกกำหนดปริมาณโดยเจ้าหน้าที่ศูนย์กลางบริหารเวชภัณฑ์

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



Purchase Requisition

Hospital: Hospital A | Hospital Code: xxx-xxx-xxx

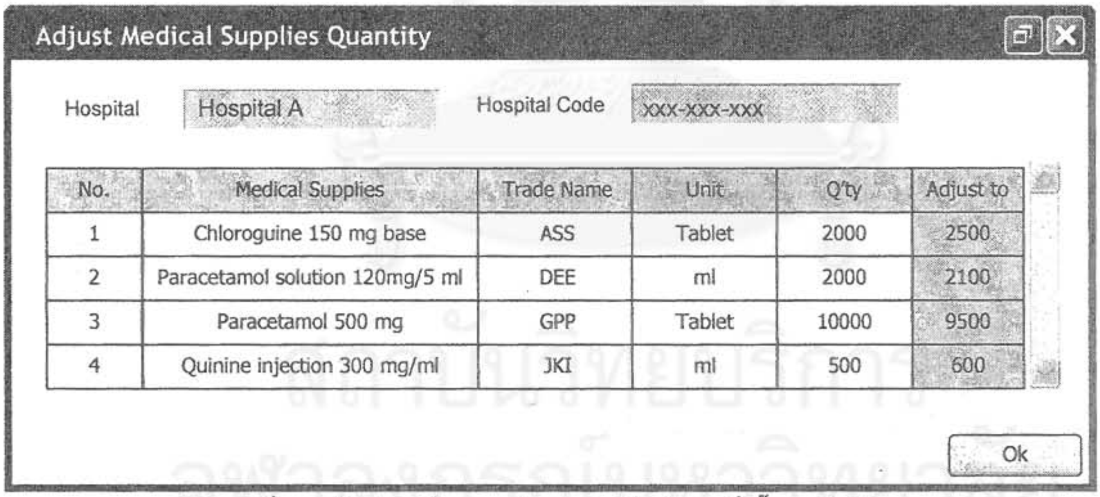
Issue Date: 5 Jan 50 | Receive Date: 7 Jan 50

Search:

Select	No.	Medical Supplies	Trade Name	Unit	Q.ty	Remark
☑	1	Chloroguine 150 mg base	ASS	Tablet	2000	
☑	2	Paracetamol solution 120mg/5 ml	DEE	ml	2000	
☑	3	Paracetamol 500 mg	GPP	Tablet	10000	
☑	4	Quinine injection 300 mg/ml	JKI	ml	500	
☐	5	Quinine 300 mg	XYZ	Tablet	500	
☐	6	Tetracycline 1% eye ointment	ABO	Tube	100	
☐	7	Cotrimoxazole suspension	GP	ml	400	Staff
☐	8	Pseudoephedrine syrup	ABB	ml	1500	Staff
☐	9	Antacid suspension	ABC	ml	300	Staff

Select All | Adjust | Adjusted List | Ok

รูปที่ ข.4 ตัวอย่างหน้าจอการทำงานการเลือกเวชภัณฑ์ที่จะปรับปริมาณสั่งซื้อ



Adjust Medical Supplies Quantity

Hospital: Hospital A | Hospital Code: xxx-xxx-xxx

No.	Medical Supplies	Trade Name	Unit	Q'ty	Adjust to
1	Chloroguine 150 mg base	ASS	Tablet	2000	2500
2	Paracetamol solution 120mg/5 ml	DEE	ml	2000	2100
3	Paracetamol 500 mg	GPP	Tablet	10000	9500
4	Quinine injection 300 mg/ml	JKI	ml	500	600

Ok

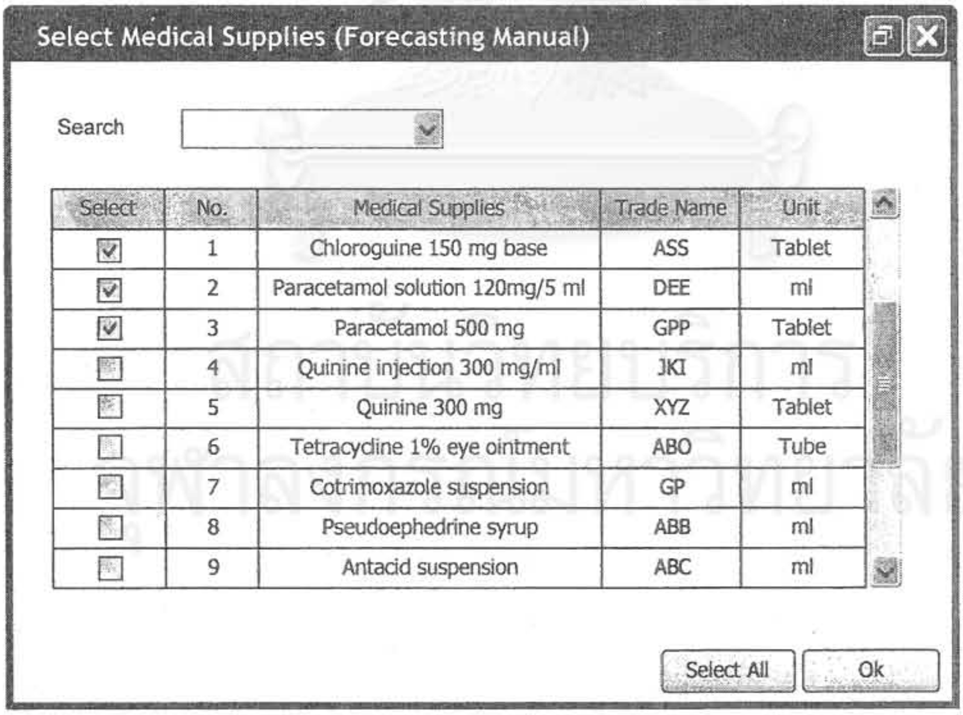
รูปที่ ข.5 ตัวอย่างหน้าจอการทำงานการปรับปริมาณสั่งซื้อเวชภัณฑ์

ภาคผนวก ค
ตัวอย่างการพยากรณ์โดยเจ้าหน้าที่ศูนย์กลางการบริหารเวชภัณฑ์

ปกติการพยากรณ์ความต้องการเวชภัณฑ์นั้น จะทำโดยระบบ ซึ่งจะพยากรณ์ล่วงหน้าเพียง 1 ช่วงเวลา โดยเริ่มจากการวิเคราะห์ข้อมูลการใช้เวชภัณฑ์เพื่อเลือกตัวแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสม ในกรณีที่เวชภัณฑ์ยังไม่มีตัวแบบที่ใช้ในการพยากรณ์ หรือพิจารณาความเหมาะสมของตัวแบบการพยากรณ์ว่าเหมาะสมที่จะใช้หรือไม่ ในกรณีที่เวชภัณฑ์มีตัวแบบที่ใช้ในการพยากรณ์อยู่แล้ว

อย่างไรก็ตามระบบ ยังมีส่วนการทำงานที่ให้เจ้าหน้าที่ศูนย์กลางการบริหารเวชภัณฑ์ เป็นผู้เลือกตัวแบบการพยากรณ์เพื่อใช้ในการพยากรณ์ความต้องการเวชภัณฑ์ ที่สามารพยากรณ์ล่วงหน้าได้มากกว่า 1 ช่วงเวลา โดยข้อมูลปริมาณการใช้เวชภัณฑ์ จะเป็นข้อมูลการใช้เวชภัณฑ์รวมรวมของโรงพยาบาล สำหรับตัวแบบการพยากรณ์นั้น จะใช้ตัวแบบที่ระบบมีอยู่ เพื่อใช้ข้อมูลค่าพยากรณ์ในการเลือกผู้ขายเวชภัณฑ์ ซึ่งมีขั้นตอนการทำงานดังนี้

1) เลือกเวชภัณฑ์ที่จะพยากรณ์ความต้องการ โดยเลือกจากกล่องเลือก(Check box) ถ้าต้องการเลือกทั้งหมดให้กดปุ่มเลือกทั้งหมด(Select All button)



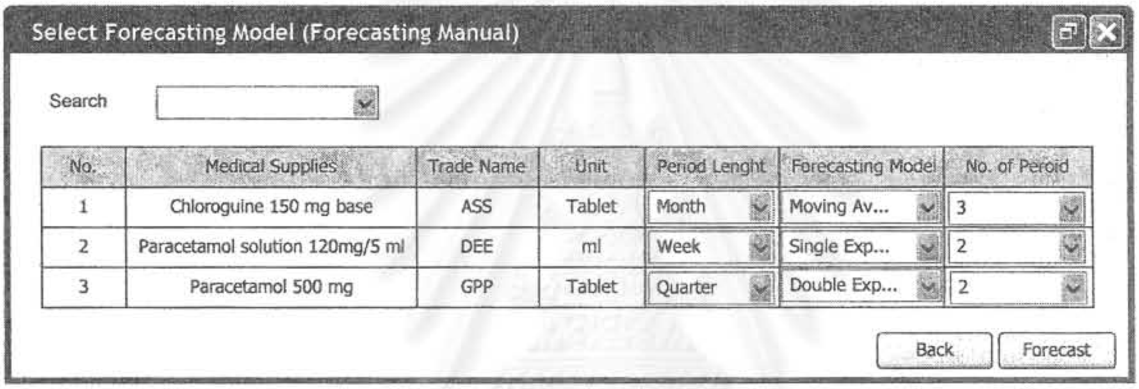
Select	No.	Medical Supplies	Trade Name	Unit
☑	1	Chloroguine 150 mg base	ASS	Tablet
☑	2	Paracetamol solution 120mg/5 ml	DEE	ml
☑	3	Paracetamol 500 mg	GPP	Tablet
☐	4	Quinine injection 300 mg/ml	JKI	ml
☐	5	Quinine 300 mg	XYZ	Tablet
☐	6	Tetracycline 1% eye ointment	ABO	Tube
☐	7	Cotrimoxazole suspension	GP	ml
☐	8	Pseudoephedrine syrup	ABB	ml
☐	9	Antacid suspension	ABC	ml

รูปที่ ค.1 ตัวอย่างหน้าจอการทำงานการเลือกเวชภัณฑ์ที่จะพยากรณ์

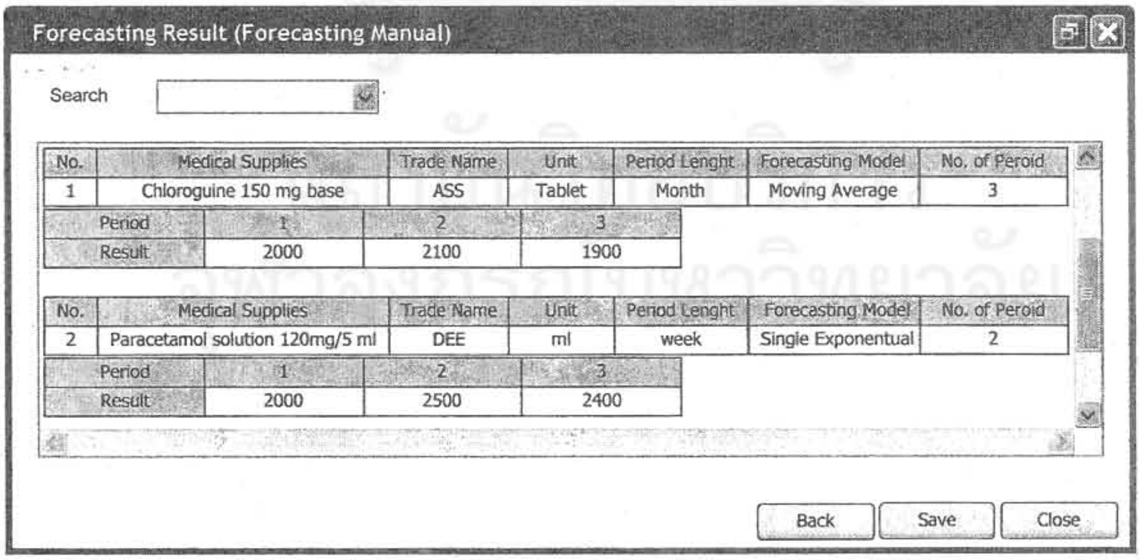
2) เลือกความยาวของช่วงเวลา ซึ่งมีให้เลือก 3 แบบ คือ สัปดาห์ เดือน ไตรมาส (เช่น ความยาวของช่วงเวลา คือ เดือน ค่าพยากรณ์ที่ได้ จะเป็นปริมาณการใช้เวชภัณฑ์ ต่อ เดือน

3) เลือกตัวแบบการพยากรณ์ โดยตัวแบบที่จะสามารถเลือกได้นั้น จะขึ้นอยู่กับปริมาณข้อมูลการใช้เวชภัณฑ์ที่มีอยู่ เช่น ข้อมูลการใช้เวชภัณฑ์มีน้อยกว่า 2 เท่าของจำนวนชุดข้อมูลใน 1 ปี ก็จะไม่สามารถเลือกตัวแบบการพยากรณ์ที่สามารถพยากรณ์ความเป็นฤดูกาล เช่น ถ้าเลือกความยาวของช่วงเวลา เป็นเดือน จำนวนชุดข้อมูลใน 1 ปี จะเท่ากับ 12 ชุดข้อมูล

4) เลือกจำนวนช่วงเวลาที่จะพยากรณ์ล่วงหน้า โดยตัวแบบการพยากรณ์ที่สามารถพยากรณ์ความเป็นฤดูกาลจะไม่สามารถเลือกได้ไม่เกิน 1 เท่าของจำนวนช่วงเวลาใน 1 ปี เช่น ถ้าเลือกความยาวของช่วงเวลา เป็นเดือน จะพยากรณ์ล่วงหน้าได้มากที่สุดเท่า 12 ช่วงเวลา



รูปที่ ค.2 ตัวอย่างหน้าจอการทำงานการเลือกความยาวของช่วงเวลา ตัวแบบการพยากรณ์ และช่วงเวลาที่จะพยากรณ์ล่วงหน้า



รูปที่ ค.3 ตัวอย่างหน้าจอการทำงานแสดงค่าพยากรณ์ความต้องการเวชภัณฑ์

ภาคผนวก ง

สูตรการคำนวณของตัวแบบพยากรณ์

ตารางที่ ง.1 สูตรของตัวแบบการพยากรณ์ที่ใช้ในระบบ

Model	Equation	Parameter
Naïve Model	$\hat{x}_T(\tau)=x_T$ (1)	$\hat{x}_T(\tau)$=ค่าพยากรณ์ ณ เวลา T สำหรับเวลา $T+\tau$
		x_T =ความต้องการจริง ณ เวลา T
		τ = ช่วงเวลาที่พยากรณ์ล่วงหน้า
Moving Average	$\hat{x}_T(1)=M_T$ (1) $M_T=\frac{x_{T-N+1}+\ldots+x_{T-1}+x_T}{N}$ (2)	$\hat{x}_T(\tau)$=ค่าพยากรณ์ ณ เวลา T สำหรับเวลา $T+1$
		M_T = Moving Average ณ เวลา T
		x_T =ความต้องการจริง ณ เวลา T
		N=ช่วงเวลาที่หาMoving Average
Single Exponential Smoothing	$\hat{x}_T(\tau)=S_T$ (1) $S_T=\alpha x_T+(1-\alpha)S_{T-1}$ (2) $S_0=x_1$ (3)	$\hat{x}_T(\tau)$=ค่าพยากรณ์ ณ เวลา T สำหรับเวลา $T+\tau$
		τ = ช่วงเวลาที่พยากรณ์ล่วงหน้า
		S_T =Smoothed average
		x_T =ความต้องการ ณ เวลา T
		α =Smoothing Parameter
Double Exponential Smoothing	$\hat{x}_T(\tau)=\hat{a}_T+\hat{b}_T\tau$ (1) $\hat{a}_T=x_T+(1-\alpha)^2e_T$ (2) $\hat{b}_T=\hat{b}_{T-1}-\alpha^2e_T$ (3) $e_T=\hat{x}_{T-1}(1)-x_T$ (4)	$\hat{x}_T(\tau)$=ค่าพยากรณ์ ณ เวลา T สำหรับเวลา $T+\tau$
		τ = ช่วงเวลาที่พยากรณ์ล่วงหน้า
		$\hat{a}_T$ =coefficient $\hat{a}_T$
		$\hat{b}_T$ = coefficient $\hat{b}_T$
		x_T =ความต้องการจริง ณ เวลา T
		α = Smoothing Parameter
		e_T =ความคลาดเคลื่อนของค่าพยากรณ์ ณ เวลา T

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Linear Regression	$\hat{x}_T(\tau)=\hat{a}_T+\hat{b}_T\tau$ (1) $\hat{b}=\dfrac{\frac{-(N-1)}{2}\sum x_{T-j}+\sum(jx_{T-j})}{\frac{N(N-1)^2}{4}-\frac{N(N-1)(2N-1)}{6}}$ (2) $\hat{a}=\dfrac{\sum x_{T-j}+\hat{b}\frac{N(N-1)}{2}}{N}=\bar{x}+\hat{b}\frac{N-1}{2}$ (3) $j=0$ to $j=N-1$ (4)	$\hat{x}_T(\tau)$=ค่าพยากรณ์ ณ เวลา T สำหรับเวลา $T+\tau$ τ = ช่วงเวลาที่พยากรณ์ล่วงหน้า $\hat{a}_T$ = coefficient $\hat{a}_T$ $\hat{b}$ = coefficient $\hat{b}$ $\bar{x}$ =ค่าเฉลี่ยจำนวนข้อมูลความต้องการ N= จำนวนข้อมูลความต้องการ
Triple Exponential Smoothing	$\hat{x}_T(\tau)=\hat{a}_T+\hat{b}_T\tau+\frac{1}{2}\hat{c}_T\tau^2$ (1) $\hat{a}_T=x_T+(1-\alpha)^3e_T$ (2) $\hat{b}_T=\hat{b}_{T-1}+\hat{c}_{T-1}-1.5\alpha^2(2-\alpha)e_T$ (3) $\hat{c}_T=\hat{c}_{T-1}-\alpha^3e_T$ (4) $e_T=\hat{x}_{T-1}(1)-x_T$ (5)	$\hat{x}_T(\tau)$=ค่าพยากรณ์ ณ เวลา T สำหรับเวลา $T+\tau$ τ = ช่วงเวลาที่พยากรณ์ล่วงหน้า $\hat{a}_T$ = coefficient $\hat{a}_T$ $\hat{b}_T$ = coefficient $\hat{b}_T$ $\hat{c}_T$ = coefficient $\hat{c}_T$ x_T =ความต้องการจริง ณ เวลา T α = Smoothing Parameter e_T = ความคลาดเคลื่อนของค่าพยากรณ์ ณ เวลา T
Quadratic Regression Model	$\hat{x}_T(\tau)=\hat{a}+\hat{b}(\tau+\frac{N-1}{2})+\hat{c}(\tau+\frac{N-1}{2})^2$ (1) $t'=-\frac{N-1}{2}\,to\,\frac{N-1}{2}$ (2) $\hat{b}=\dfrac{\sum t'x_t}{\sum t'^2}$ (3) $\hat{c}=\dfrac{\sum x_t\sum t'^2-N\sum t'^2x_t}{(\sum t'^2)^2-N\sum t'^4}$ (4) $\hat{a}=\dfrac{\sum x_t-\hat{c}\sum t'^2}{N}$ (5)	$\hat{x}_T(\tau)$=ค่าพยากรณ์ ณ เวลา T สำหรับเวลา $T+\tau$ τ = ช่วงเวลาที่พยากรณ์ล่วงหน้า $\hat{a}$ = coefficient $\hat{a}$ $\hat{b}$ = coefficient $\hat{b}$ $\hat{c}$ = coefficient $\hat{c}$ x_T =ความต้องการจริง ณ เวลา T N = จำนวนข้อมูลความต้องการ t' = coefficient t' x_T =ความต้องการจริง ณ เวลา T
Horizontal Seasonal Model	$J=\dfrac{T}{M}$	J= จำนวนปีที่มีข้อมูล

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

	1) หาค่าความต้องการเฉลี่ยความต้องการของแต่ละปี	M= จำนวนช่วงเวลา (Period) ของข้อมูลใน 1 ปี
	$\overline{x}_{(1)} = \frac{1}{M}(x_1 + x_2 + ... + x_M)$ $\overline{x}_{(2)} = \frac{1}{M}(x_{M+1} + x_{M+2} + ... + x_{2M})$ $\vdots$	T=จำนวนข้อมูลทั้งหมด
	$\overline{x}_{(J)} = \frac{1}{M}(x_{T-M-1} + x_{T-M} + ... + x_T)$	$\overline{x}_{(J)}$ =ค่าเฉลี่ยความต้องการของ ปีที่ J
	1) คำนวณ Seasonal Ratio ของแต่ละช่วงเวลาของข้อมูล $\tilde{r}_t = \begin{cases} \frac{x_t}{\overline{x}_{(1)}} & \text{for } t = 1,2,...,M \\ \frac{x_t}{\overline{x}_{(2)}} & \text{for } t = M+1, M+2,...2M \\ \vdots & \\ \frac{x_T}{\overline{x}_{(J)}} & \text{for } t = T-M-1,...,T \end{cases}$	$\tilde{r}_t$ =Seasonal Ratio ของช่วงเวลา t
		x_T =ความต้องการจริง ณ เวลา T
	2) คำนวณ $\hat{r}_M$ (Average Seasonal Ratio) ของช่วงเวลา (M ช่วง)	$\hat{r}_M$ =Average Seasonal Ratio ของช่วงเวลา M
	$\hat{r}_1 = \frac{1}{J}(\tilde{r}_1 + \tilde{r}_{M+1} + ... + \tilde{r}_{T-M-1})$	$\hat{a}_t$ = coefficient $\hat{a}_t$
	$\hat{r}_2 = \frac{1}{J}(\tilde{r}_2 + \tilde{r}_{M+2} + ... + \tilde{r}_{T-M})$ $\vdots$ $\hat{r}_M = \frac{1}{J}(\tilde{r}_M + \tilde{r}_{2M} + ... + \tilde{r}_T)$	α = Smoothing Parameter
	2) กำหนด $\hat{a}_0 = \overline{x}_{(1)}$ โดยเริ่มต้น $t=1$ จนกระทั่ง $t=T$ คำนวณ $\hat{a}_T$ และ $\hat{r}_{t+M}$	γ = =Smoothing Parameter

	$\hat{a}_t = \alpha\left(\dfrac{x_t}{\hat{r}_t}\right) + (1-\alpha)\hat{a}_{t-1}$ $\hat{r}_{t+M} = \gamma\left(\dfrac{x_t}{\hat{a}_t}\right) + (1-\gamma)\hat{r}_t$	$\bar{r}$ = ค่าเฉลี่ย Average Seasonal Ration
	3) คำนวณ $\bar{r}$ (Average Seasonal Ratio)	$r_{T+\tau}$ = Seasonal Ratio ที่ใช้ในการพยากรณ์ล่วงหน้า τ ช่วง
	$\bar{r} = \dfrac{1}{M}(\hat{r}_{T+1} + ... + \hat{r}_{T+m})$	$\hat{x}_T(\tau)$ =ค่าพยากรณ์ ณ เวลา T สำหรับเวลา $T+\tau$
	4) คำนวณ $r_{T+\tau}$ (Seasonal Ratio ของช่วงเวลาที่จะพยากรณ์) $r_{T+\tau} = \dfrac{\hat{r}_{T+\tau}}{\bar{r}}$ 5) ตัวแบบในการพยากรณ์ $\hat{x}_T(\tau) = \hat{a}_T r_{T+\tau}$	τ = ช่วงเวลาที่พยากรณ์ล่วงหน้า ($\tau \leq M$)
Additive Trend Seasonal Model	$J = \dfrac{T}{M}$	J= จำนวน ปีมีข้อมูล
	6) หาค่าความต้องการเฉลี่ยความต้องการ ของปีที่ 1 และ J	M= จำนวนช่วงเวลาของข้อมูลใน 1 ปี
	$\bar{x}_{(1)} = \dfrac{1}{M}(x_1 + x_2 + ... + x_M)$	T=จำนวนข้อมูลทั้งหมด
	$\bar{x}_{(J)} = \dfrac{1}{M}(x_{T-M-1} + x_{T-M} + ... + x_T)$	$\bar{x}_{(J)}$ =ค่าเฉลี่ยความต้องการของ ปีที่ 1 และ J
	1) หาค่าความชัน $\bar{b}_0 = \dfrac{1}{T-M}(\bar{x}_{(J)} - \bar{x}_{(1)})$	$\bar{b}_0$ =ค่าความชันของความต้องการ
	2) คำนวณ $\bar{a}_0$ โดยที่	$\bar{a}_t$ = level ของช่วงเวลา t ถึง T

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

	$\overline{a}_0 = \overline{x}_{(1)} - \frac{(1+M)}{2}\overline{b}_0$	$\tilde{d}_t =$ Seasonal Incremental ของช่วงเวลา t ถึง T
	3) คำนวณ $\overline{a}_t$ โดยที่ $\overline{a}_t = \overline{a}_0 + \overline{b}_0 t$	x_T =ความต้องการจริง ณ เวลา T
	4) คำนวณ $\tilde{d}_t$ ของข้อมูลทุกช่วงเวลา $\tilde{d}_t = x_t - \overline{a}_t$	$\overline{d}_t$ =Average Seasonal Incremental ของช่วงเวลา t ถึง M
	คำนวณ $\overline{d}_t$ ของข้อมูลทุกช่วงเวลาในปีที่ 1 และ J	$\overline{d}_a$ = coefficient $\overline{d}_a$
	$\overline{d}_1 = \frac{1}{J}(\tilde{d}_1 + \tilde{d}_{M+1} + ... + \tilde{d}_{T-M-1})$ $\overline{d}_2 = \frac{1}{J}(\tilde{d}_2 + \tilde{d}_{M+2} + ... + \tilde{d}_{T-M})$	$\hat{d}_t =$ Normal seasonal Incremental ของช่วงเวลา t ถึง T
	$\vdots$ $\overline{d}_M = \frac{1}{J}(\tilde{d}_M + \tilde{d}_{2M} + ... + \tilde{d}_T)$	$\hat{a}_t$ = Coefficient $\hat{a}_t$
		$\hat{b}_t$ = Coefficient $\hat{b}_t$
	5) คำนวณ $\overline{d}_a$ และ $\hat{d}_t$ $\overline{d}_a = \frac{1}{M}\sum_{t=1}^{M}\overline{d}_t$ $\hat{d}_t = \overline{d}_t - \overline{d}_a \quad \text{for } t = 1,2,...,M$	$\hat{d}_{t+M} =$ Normal seasonal Incremental ของช่วงเวลา t +1 ถึง t +M
	7) กำหนด $\hat{a}_0 = \overline{a}_0$ และ $\hat{b}_0 = \overline{b}_0$ คำนวณ	α = Smoothing Parameter
	$\hat{a}_t$, $\hat{b}_t$ และ $\hat{d}_{t+M}$ โดยเริ่มต้น t =1 จนกระทั่ง t=T	β = Smoothing Parameter
	$\hat{a}_t = \alpha(x_t - \hat{d}_t) + (1-\alpha)(\hat{a}_{t-1} + \hat{b}_{t-1})$ $\hat{b}_t = \beta(\hat{a}_t - \hat{a}_{t-1}) + (1-\beta)\hat{b}_{t-1}$ $\hat{d}_{t+M} = \gamma(x_t - \hat{a}_t) + (1-\gamma)\hat{d}_t$	γ = Smoothing Parameter
	6) คำนวณ $\overline{d}_b$ และ $d_{T+\tau}$	$\overline{d}_b$ = Coefficient $\overline{d}_b$

	$\overline{d}_b = \frac{1}{M}(\hat{d}_{T+1} + \hat{d}_{T+2} ... + \hat{d}_{T+M})$ $d_{T+\tau} = \hat{d}_{T+\tau} - \overline{d}_b$ for τ=1,2,...,M 7) ตัวแบบในการพยากรณ์ $\hat{x}_T(\tau) = \hat{a}_T + \hat{b}_T\tau + d_{T+\tau}$	$d_{T+\tau}$ = Seasonal Incremental สำหรับพยากรณ์ช่วงเวลา $T+1$ ถึง $T+M$ $\hat{x}_T(\tau)$=ค่าพยากรณ์ ณ เวลา T สำหรับเวลา $T+\tau$ τ = ช่วงเวลาที่พยากรณ์ล่วงหน้า ($\tau \leq M$)
Multiplication Trend Seasonal Model	$J = \frac{T}{M}$ 8) หาค่าความต้องการเฉลี่ยความต้องการ ของปีที่ 1 และ J $\overline{x}_{(1)} = \frac{1}{M}(x_1 + x_2 + ... + x_M)$ $\overline{x}_{(J)} = \frac{1}{M}(x_{T-11} + x_{T-10} + ... + x_T)$ 1) หาค่าความชัน $\overline{b}_0 = \frac{1}{T-M}(\overline{x}_{(J)} - \overline{x}_{(1)})$ 2) คำนวณ $\overline{a}_0$ โดยที่ $\overline{a}_0 = \overline{x}_{(1)} - \frac{(1+M)}{2}\overline{b}_0$ 3) คำนวณ $\overline{a}_t$ โดยที่ $\overline{a}_t = \overline{a}_0 + \overline{b}_0 t$ 4) คำนวณ Seasonal Ratio ของช่วงเวลา t $\tilde{r}_t = \frac{x_t}{\overline{a}_t}$ $t = 1,2,...,T$ 5) คำนวณ Average Seasonal Ratio	J= จำนวน ปีที่มีข้อมูล M= จำนวนช่วงเวลา (Period) ของข้อมูลใน 1 ปี T=จำนวนข้อมูลทั้งหมด x_T =ความต้องการจริง ณ เวลา T $\overline{x}_{(J)}$ =ค่าเฉลี่ยความต้องการของ ปีที่ 1 และ J $\overline{b}_0$ =ความชันของความต้องการ $\overline{a}_t$ = level ของช่วงเวลา t ถึง T $\tilde{r}_t$ =Seasonal ratio ของช่วงเวลา t $\overline{r}_M$ =Average Seasonal Ratio ของช่วงเวลา 1 ถึง M $\overline{r}_a$ = Coefficient $\overline{r}_a$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

	ของ ช่วงเวลาทั้งหมดใน 1 ปี $\overline{r}_1 = \frac{1}{J}(\tilde{r}_1 + \tilde{r}_{M+1} + ... + \tilde{r}_{T-M-1})$ $\overline{r}_2 = \frac{1}{J}(\tilde{r}_2 + \tilde{r}_{M+2} + ... + \tilde{r}_{T-M})$ $\vdots$ $\overline{r}_M = \frac{1}{J}(\tilde{r}_M + \tilde{r}_{2M} + ... + \tilde{r}_T)$ 6) คำนวณ $\overline{r}_a$ (Average Seasonal Ratio) และ $\hat{r}_t$ $\overline{r}_a = \frac{1}{M}(\overline{r}_1 + \overline{r}_2 + ... + \overline{r}_M)$ $\hat{r}_t = \frac{\overline{r}_t}{\overline{r}_a}$ 7) เริ่มต้น $t=1$ จนกระทั่ง $t=T$ คำนวณ $\hat{a}_t$ $\hat{b}_t$ และ $\hat{r}_{t+M}$ $\hat{a}_t = \alpha\left(\frac{x_t}{\hat{r}_t}\right) + (1-\alpha)(\hat{a}_{t-1} + \hat{b}_{t-1})$ $\hat{b}_t = \beta(\hat{a}_t - \hat{a}_{t-1}) + (1-\beta)\hat{b}_{t-1}$ $\hat{r}_{t+M} = \gamma\left(\frac{x_t}{\hat{a}_t}\right) + (1-\gamma)\hat{r}_t$ 9) คำนวณ Seasonal Ratio ของ ช่วงเวลาที่ $T+\tau$ $\overline{r}_b = \frac{1}{M}(\hat{r}_{T+1} + ... + \hat{r}_{T+M})$ $r_{T+\tau} = \frac{1}{\overline{r}_b}\hat{r}_{T+\tau} \quad \text{for } \tau = 1,2,...,M$ 8) ตัวแบบในการพยากรณ์ $\hat{x}_T(\tau) = (\hat{a}_T + \hat{b}_t\tau)r_{T+\tau}$	$\hat{r}_t$ = Normal Seasonal Ratio ของช่วงเวลา t ถึง T $\hat{a}_t$ =Coefficient $\hat{a}_t$ $\hat{b}_t$ =Coefficient $\hat{b}_t$ $\hat{r}_{t+M}$ = Normal Seasonal Ratio ของช่วงเวลา $t+1$ ถึง $T+M$ α = Smoothing Parameter β = Smoothing Parameter γ = Smoothing Parameter $r_{T+\tau}$ = Seasonal Ratio สำหรับพยากรณ์ช่วงเวลา $T+1$ ถึง $T+M$ $\hat{x}_T(\tau)$=ค่าพยากรณ์ ณ เวลา T สำหรับเวลา $T+\tau$ τ = ช่วงเวลาที่พยากรณ์ล่วงหน้า ($\tau \leq M$)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Exponential Smoothing : Pegels' Classification(C-2:Additive Seasonal)	$\hat{x}_T(\tau)=S_T B_T^{\tau}+C_{T-L+\tau}$ (1) $S_T=\alpha(x_T-C_{T-L})+(1-\alpha)S_{T-1}B_{T-1}$ (2) $B_T=\gamma\left(\frac{S_T}{S_{T-1}}\right)+(1-\gamma)B_{T-1}$ (3) $C_T=\delta(x_T-S_T)+(1-\delta)C_{T-L}$ (4)	$\hat{x}_T(\tau)$=ค่าพยากรณ์ ณ เวลา T สำหรับเวลา $T+\tau$ τ = ช่วงเวลาที่พยากรณ์ล่วงหน้า x_T =ความต้องการจริง ณ เวลา T $S_T=S_T$ Parameter $B_T=B_T$ Parameter $C_T=C_T$ Parameter α = Smoothing Parameter γ = Smoothing Parameter δ = Smoothing Parameter T=จำนวนข้อมูล L=จำนวนช่วงเวลา (Period) ของข้อมูลใน 1 ปี
Exponential Smoothing : Pegels' Classification(C-3:Multiplicative Seasonal)	$\hat{x}_T(\tau)=S_T D_{T-L+\tau}B_T^{\tau}$ (1) $S_T=\alpha\left(\frac{x_T}{D_{T-L}}\right)+(1-\alpha)S_{T-1}B_{T-1}$ (2) $B_T=\gamma\left(\frac{S_T}{S_{T-1}}\right)+(1-\gamma)B_{T-1}$ (3) $D_T=\theta\left(\frac{x_T}{S_T}\right)+(1-\theta)D_{T-L}$ (4)	$\hat{x}_T(\tau)$=ค่าพยากรณ์ ณ เวลา T สำหรับเวลา $T+\tau$ τ = ช่วงเวลาที่พยากรณ์ล่วงหน้า x_T =ความต้องการจริง ณ เวลา T $S_T=S_T$ Parameter $B_T=B_T$ Parameter $D_T=D_T$ Parameter α = Smoothing Parameter γ = Smoothing Parameter θ = Smoothing Parameter T=จำนวนข้อมูล L=จำนวนช่วงเวลา (Period) ของข้อมูลใน 1 ปี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก จ
ตัวอย่างการคำนวณ

1. การวิเคราะห์ลักษณะของข้อมูล

กำหนดตารางด้านล่างแสดงปริมาณการใช้ Paracetamol ต่อเดือน (10,000 เม็ด/เดือน) ของโรงพยาบาล A

ตารางที่ จ.1 ปริมาณการใช้ Paracetamol ต่อเดือน (หน่วย 10,000 เม็ด)

เดือนที่ (t)	ปริมาณการใช้ (x_t)	เดือนที่ (t)	ปริมาณการใช้ (x_t)	เดือนที่ (t)	ปริมาณการใช้ (x_t)
1	15.0000	13	17.7876	25	11.9515
2	14.4064	14	17.7354	26	12.0328
3	14.9383	15	17.0010	27	11.2142
4	16.0374	16	17.7458	28	11.7023
5	15.6320	17	18.1888	29	12.5905
6	14.3975	18	18.5997	30	12.1991
7	13.8959	19	17.5859	31	10.7752
8	14.0765	20	15.7389	32	10.1129
9	16.3750	21	13.6971	33	9.9330
10	16.5342	22	15.0059	34	11.7435
11	16.3839	23	16.2574	35	12.2590
12	17.0006	24	14.3506	36	12.5009

ในการวิเคราะห์ลักษณะของข้อมูลจะเริ่มจากการหาตัวอย่างค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเอง(r_k) โดย

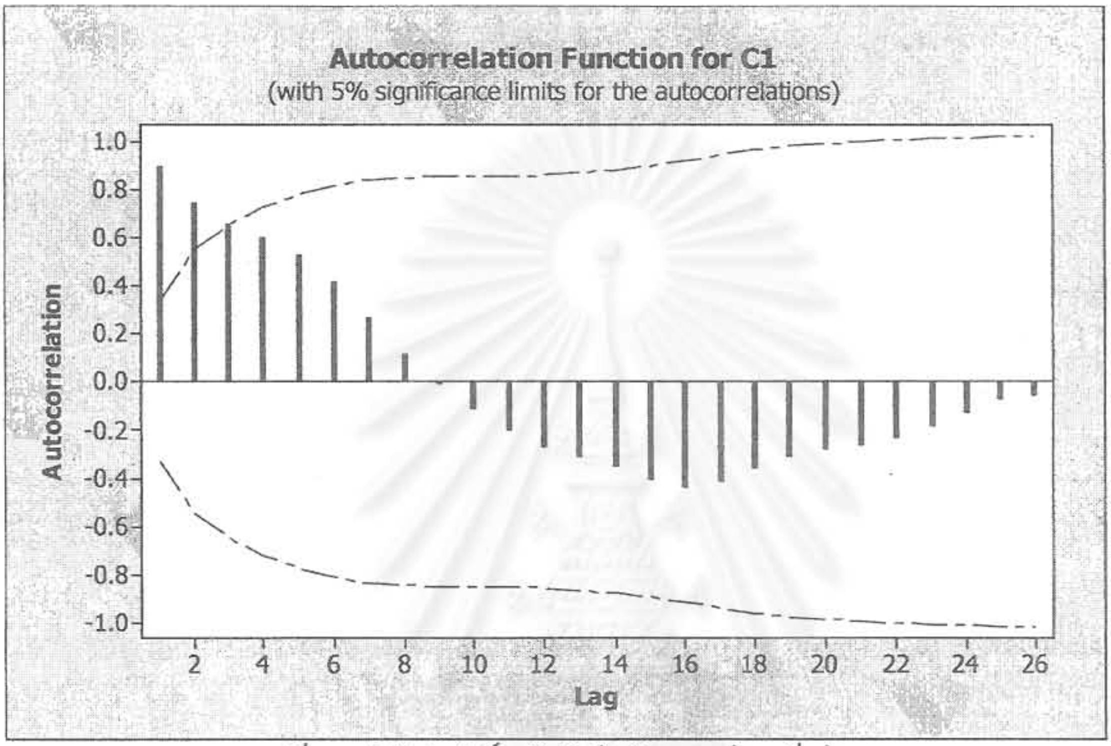
$$r_k = \frac{\sum_{t=a}^{n-k}(z_t - \overline{z})(z_{t+k} - \overline{z})}{\sum_{t=1}^{n}(z_t - \overline{z})^2}$$

ถ้า

$$|r_k| \le 2\frac{1}{(n-a+1)^{1/2}}\left(1+2\sum_{j=1}^{k} r_j^2\right)^{1/2}$$

ข้อมูลจะมีมีลักษณะเป็นสเตชันนารี

จำนวนตัวอย่างค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองที่จะนำมาพิจารณาจะพิจารณา 26 ค่า ซึ่งเท่ากับ 2 เท่าจำนวนช่วงเวลาใน 1 ปีบวก 2 โดยจำนวนช่วงเวลาใน 1 ปี คือ 12 กราฟด้านล่างแสดงให้เห็นว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองเกินขีดควบคุม (เส้นสีแดง) แสดงว่าข้อมูลชุดนี้ไม่เป็นสเตชันนารี



รูปที่ จ.1 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองของข้อมูลเริ่มต้น

ตัวอย่างการคำนวณ

เนื่องจากนำข้อมูลตั้งต้นมาหาค่าตัวค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเอง ดังนั้น $x_t = z_t$ และ $a = 1$

$$\bar{z} = \frac{15.0000 + 14.4064 + 14.9383 + \ldots + 12.5009}{36} = 14.5390$$

$$r_1 = \frac{\sum_{t=1}^{36-1}(z_t - \bar{z})(z_{t+1} - \bar{z})}{\sum_{t=1}^{36}(z_t - \bar{z})^2}$$

$$r_1 = \frac{(15.0000-14.5390)(14.4064-14.5390)+(14.4064-14.5390)(14.9383-14.5390)+...+(12.2590-14.5390)(12.5009-14.53}{(15.0000-14.5390)^2+(14.4064-14.5390)^2+...+(12.5009-14.5390)^2}$$

$= 0.8955$

$$2\frac{1}{(n-a+1)^{1/2}}\left(1+2\sum_{j=1}^{q} r_j^2\right)^{1/2} = 2\frac{1}{(36\text{-}1\text{+}1)^{1/2}}\left(1+2\sum_{j=1}^{1} r_1^2\right)^{1/2}$$

$$= \frac{2}{6}\left(1+(2\times 0.8955)\right)^{1/2}$$

$$= \frac{1.6706}{3} = 0.5569$$

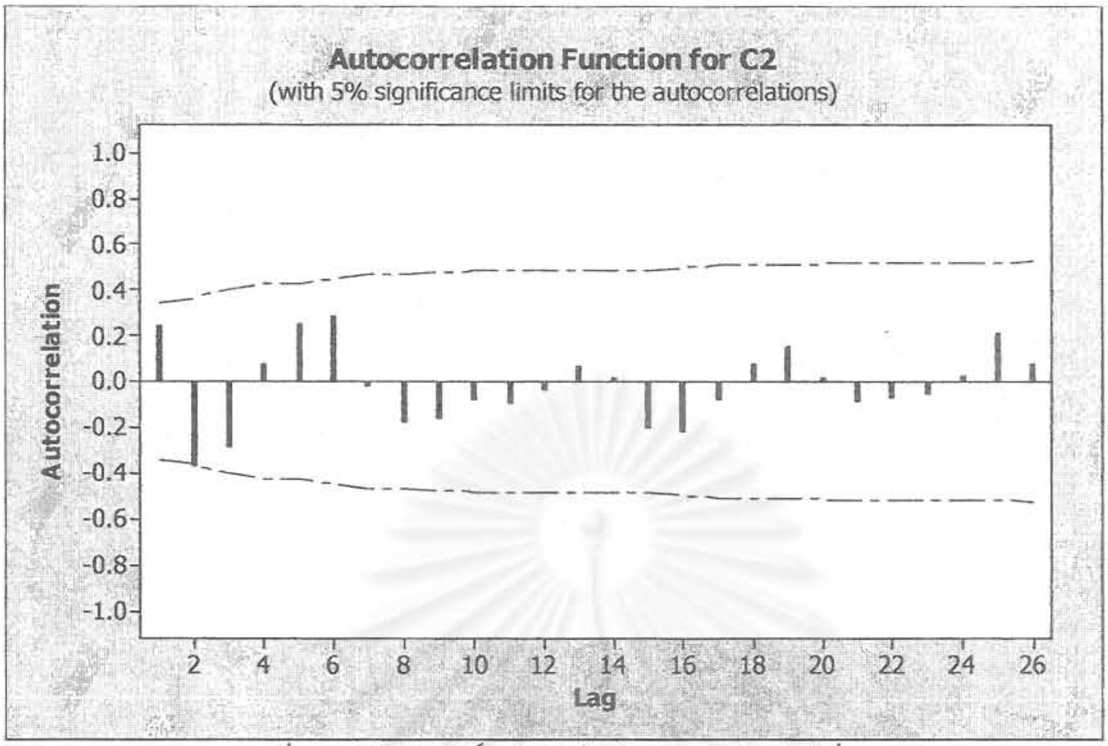
เมื่อข้อมูลไม่เป็นสเตชันนารีจะต้องทำการหาผลต่างของข้อมูล โดย

$$z_2 = x_2 - x_1 = 14.4064 - 15.0000 = -0.5936$$
$$z_3 = x_3 - x_2 = 14.9383 - 14.4064 = 0.5391$$
$$\vdots$$
$$z_{36} = x_{36} - x_{35} = 12.5009 - 12.2590 = 0.2419$$

ตารางที่ จ.2ผลต่างลำดับที่ 1 ของข้อมูลการใช้ Paracetamol

t	z_t	t	z_t	t	z_t
2	-0.5936	14	-0.0522	26	0.0813
3	0.5319	15	-0.7344	27	-0.8186
4	1.0991	16	0.7448	28	0.4881
5	-0.4054	17	0.4430	29	0.8882
6	-1.2345	18	0.4109	30	-0.3914
7	-0.5016	19	-1.0138	31	-1.4239
8	0.1806	20	-1.8470	32	-0.6623
9	2.2985	21	-2.0418	33	-0.1799
10	0.1592	22	1.3088	34	1.8105
11	-0.1503	23	1.2515	35	0.5155
12	0.6167	24	-1.9068	36	0.2419
13	0.7870	25	-2.3991		

เมื่อหาผลต่างของข้อมูลลำดับที่ 1 ของข้อมูลตั้งต้นจะเห็นว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเอง อยู่ในขีดควบคุม แสดงว่าผลต่างลำดับที่ 1 ของข้อมูลมีเป็นสเตชันนารี



รูปที่ จ.2 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองของผลต่างลำดับที่ 1

ตัวอย่างการคำนวณ

เนื่องจากนำผลต่างลำดับที่ 1 ของข้อมูลมาหาค่าตัวค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเอง ดังนั้น z_t เริ่มต้นเท่ากับ z_2 และ $a = 2$

$$\overline{z} = \frac{-0.5936 + 0.5319 + ... + 0.2419}{35} = -0.0714$$

$$r_1 = \frac{\sum_{t=2}^{36-1}(z_t - \overline{z})(z_{t+1} - \overline{z})}{\sum_{t=1}^{35}(z_t - \overline{z})^2}$$

$$r_1 = \frac{(-0.5936+0.0714)(0.5319+0.0714)+(0.5319+0.0714)(1.0991+0.0714)+...+(0.5155+0.0714)(0.2419+0.0714)}{(-0.5936+0.0714)^2+(0.5319+0.0714)^2+...+(0.2419+0.0714)^2}$$

$$= 0.2450$$

$$2\frac{1}{(n-a+1)^{1/2}}\left(1+2\sum_{j=1}^{q}r_j^2\right)^{1/2} = 2\frac{1}{(36-2+1)^{1/2}}\left(1+2\sum_{j=1}^{1}r_1^2\right)^{1/2}$$
$$= \frac{2}{5.9160}\left(1+(2\times 0.2450)\ \right)^{1/2}$$
$$= \frac{2.4413}{5.9160} = 0.4127$$

จากผลการวิเคราะห์ลักษณะของข้อมูล เมื่อทำการหาผลต่างลำดับที่ 1 ทำให้ผลต่างลำดับที่ 1 ของข้อมูลเป็นสเตชันนารี หมายความว่า ข้อมูลตั้งต้นมีลักษณะไม่เป็นสเตชันนารีที่มีแนวโน้มแบบเส้นตรง

2. การเลือกตัวแบบการพยากรณ์

จากตัวอย่างข้อมูลการใช้ Paracetamol ในหัวข้อที่ 7.5.1 เมื่อวิเคราะห์ลักษณะของข้อมูล ทำให้ทราบว่าข้อมูลมีลักษณะไม่เป็นสเตชันนารีที่มีแนวโน้มเป็นเส้นตรง โดยมีจำนวนชุดข้อมูล 36 ชุด ซึ่งระบบมีตัวแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับลักษณะของข้อมูล อยู่ 2 ตัวแบบ คือ Linear Regression และ Double Exponential Smoothing ซึ่งระบบจะเลือกตัวแบบที่มีความแม่นยำในการพยากรณ์มากที่สุด โดยพิจารณาจาก ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยสัมบูรณ์

การจะวัดความแม่นยำของตัวแบบการพยากรณ์ จะทำโดยนำข้อมูลที่มีอยู่แบ่งเป็น 2 ส่วนโดยส่วนแรกจะนำใช้เพื่อหาค่าตัวแปรต่างๆของตัวแบบ ส่วนที่ 2 จะนำมาใช้ในการหาค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์

ตัวแบบ Linear Regression

$$\hat{x}_T(\tau) = \hat{a}_T + \hat{b}_T\tau$$

โดยที่

$$\hat{b}_T = \frac{\frac{-(N-1)}{2}\sum x_{T-j} + \sum(jx_{T-j})}{\frac{N(N-1)^2}{4} - \frac{N(N-1)(2N-1)}{6}}$$

$$\hat{a}_T = \frac{\sum x_{T-j} + \hat{b}\frac{N(N-1)}{2}}{N} = \bar{x} + \hat{b}\frac{N-1}{2}$$

$j = 0$ to $j = N-1$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

$\hat{x}_T(\tau)$ =ค่าพยากรณ์ ณ เวลา $T+\tau$

τ = ช่วงเวลาที่พยากรณ์ล่วงหน้า

$\bar{x}$ =ค่าเฉลี่ยการใช้เวชภัณฑ์

N= จำนวนข้อมูลการใช้เวชภัณฑ์

จำนวนข้อมูลที่จะใช้ในการพยากรณ์ที่น้อยที่สุดสำหรับตัวแบบ Linear Regression ที่ใช้ในการพยากรณ์ คือ 10 ชุดข้อมูล แต่จำนวนข้อมูลที่มีอยู่มีจำนวน 36 ชุด ดังนั้น จะใช้ข้อมูลชุดที่ 17 ถึง 26 ในการหาค่าตัวแปรต่างๆที่ใช้ในการพยากรณ์ และข้อมูลชุดที่ 27 ถึง 36 ในการหาค่าเปอร์เซ็นความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย

ตารางที่ จ.3 แสดงรายละเอียดของการพยากรโดยใช้ตัวแบบ Linear Regression

T	x_T	$\hat{a}_T$	$\hat{b}_T$	$\hat{x}_T(1)$	e_T	PE_T
17	18.1888					
18	18.5997					
19	17.5859					
20	15.7389					
21	13.6971					
22	15.0059					
23	16.2574					
24	14.3506					
25	11.9515					
26	12.0328	12.1976	-0.6985	11.4991		
27	11.2142	11.3416	-0.7337	10.6079	-0.2849	-0.0254
28	11.7023	11.1168	-0.6304	10.4864	1.0944	0.0935
29	12.5905	11.3724	-0.4626	10.9098	2.1041	0.1671
30	12.1991	11.3958	-0.3787	11.0170	1.2893	0.1057
31	10.7752	10.7120	-0.4658	10.2462	-0.2418	-0.0224
32	10.1129	10.2206	-0.4662	9.7543	-0.1333	-0.0132
33	9.9330	10.1842	-0.3338	9.8504	0.1787	0.0180
34	11.7435	10.7369	-0.1530	10.5838	1.8931	0.1612
35	12.2590	11.1300	-0.0725	11.0575	1.6752	0.1366
36	12.5009	11.6062	0.0229	11.6291	1.4434	0.1155

ตัวอย่างการคำนวณ

$$\hat{b}_{26} = \frac{\frac{-(10-1)}{2}\sum x_{10-j} + \sum(jx_{10-j})}{\frac{10(10-1)^2}{4} - \frac{10(10-1)((2\times 10)-1)}{6}}$$

$$\sum_{j=0}^{9} x_{10-j} = 12.0328 + 11.9515 + 14.3506 + \ldots + 18.1888 = 153.4086$$

$$\sum_{j=0}^{9} jx_{10-j} = 0\times 12.0328 + 1\times 11.9515 + \ldots + 9\times 18.1888 = 747.9655$$

$$\begin{aligned}\hat{b}_{26} &= \frac{\frac{-(10-1)}{2}153.4086 + 747.9655}{\frac{10(10-1)^2}{4} - \frac{10(10-1)((2\times 10)-1)}{6}} \\ &= \frac{\left(-\frac{9}{2}\times 153.4086\right) + 747.9655}{\frac{10(81)}{4} - \frac{10(9)(19)}{6}} \\ &= \frac{-690.3387 + 747.9655}{202.5 - 285} \\ &= \frac{57.6268}{-82.5} = -0.6850\end{aligned}$$

$$\hat{a}_{26} = \overline{x} - 0.6850\frac{10-1}{2}$$

$$\begin{aligned}\overline{x} &= \frac{18.1888 + 18.5997 + 17.5859 + \ldots + 12.0328}{10} \\ &= 15.3409\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\hat{a}_{26} &= 15.3409 - 0.6850\frac{10-1}{2} \\ &= 12.1976\end{aligned}$$

จะได้

$$\begin{aligned}\hat{x}_{26}(\tau) &= \hat{a}_{10} + \hat{b}_{10}\tau \\ &= 12.1976 - 0.6850\tau\end{aligned}$$

ดังนั้น

$$\begin{aligned}\hat{x}_{26}(1) &= 12.1976 - 0.6850 \\ &= 11.4991\end{aligned}$$

ระบบกำหนดนโยบายการสั่งซื้อเวชภัณฑ์จะการพยากรณ์ล่วงหน้าเพียง 1 ช่วงเวลา ดังนั้นเมื่อเข้าสู่ช่วงเวลาที่ 27 จะมีการหาค่า $\hat{a}_{27}$ และ $\hat{b}_{27}$ ซึ่งจะใช้ข้อมูลชุดที่ 18 ถึง 27 ถ้าต้องการหาค่า $\hat{a}_n$ และ $\hat{b}_n$ จะใช้ข้อมูลชุดที่ n-9 ถึงชุดที่ n

$$\hat{b}_{27} = \frac{\frac{-(10-1)}{2}\sum x_{10-j} + \sum(jx_{10-j})}{\frac{10(10-1)^2}{4} - \frac{10(10-1)((2\times 10)-1)}{6}}$$

$$\sum_{j=0}^{9} x_{10-j} = 11.2142 + 12.0328 + 11.9515 + \ldots + 18.5997 = 146.4340$$

$$\sum_{j=0}^{9} jx_{10-j} = 0\times 11.2142 + 1\times 12.0328 + \ldots + 9\times 18.5997 = 719.4861$$

$$\hat{b}_{27} = \frac{\frac{-(10-1)}{2}146.4340 + 719.4861}{\frac{10(10-1)^2}{4} - \frac{10(10-1)((2\times 10)-1)}{6}}$$
$$= -0.7337$$

$$\hat{a}_{27} = \overline{x} - 0.7337\frac{10-1}{2}$$

$$\overline{x} = \frac{18.1888 + 18.5997 + 17.5859 + \ldots + 11.2142}{10}$$
$$= 14.6434$$

$$\hat{a}_{27} = 14.6434 - 0.73373\frac{10-1}{2}$$
$$= 11.3416$$

จะได้

$$\hat{x}_{27}(\tau) = \hat{a}_{10} + \hat{b}_{10}\tau$$
$$= 11.3416 - 0.7337\tau$$

ดังนั้น

$$\hat{x}_{26}(1) = 11.3416 - 0.7337$$
$$= 10.6079$$

ค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์(e_T) จะเท่ากับ $e_T = x_T - \hat{x}_{T-1}(1)$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ดังนั้น

$$\begin{aligned} e_{27} &= x_{27} - \hat{x}_{27-1}(1) \\ &= x_{27} - \hat{x}_{26}(1) \\ &= 11.2142 - 11.4991 = -0.2849 \end{aligned}$$

ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยสัมบูรณ์(MAPE)

$$\begin{aligned} MAPE &= \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n}\left|PE_T\right| \\ &= \frac{1}{n}\sum_{T=1}^{n}\left|\frac{e_T}{x_T}\right| \\ &= \frac{1}{10}\left|-0.0254 + 0.0935 + 0.1671 + \ldots + 0.1155\right| \\ &= 0.0859 \end{aligned}$$

ตัวแบบ Double Exponential Smoothing

$$\hat{x}_T(\tau) = \hat{a}_T + \hat{b}_T\tau$$

โดยที่

$\hat{a}_T = x_T + (1-\alpha)^2 e_T$

$\hat{b}_T = \hat{b}_{T-1} - \alpha^2 e_T$

$e_T = \hat{x}_{T-1}(1) - x_T$

$\hat{x}_T(\tau)$ =ค่าพยากรณ์ ณ เวลา T+τ

τ = ช่วงเวลาที่พยากรณ์ล่วงหน้า

x_T =ความต้องการ ณ เวลา T

α = Smoothing Parameter

e_T =ความคลาดเคลื่อนของค่าพยากรณ์ ณ เวลา T

จำนวนข้อมูลน้อยที่สุดที่เหมาะสมในการพยากรณ์ของตัวแบบ Double Exponential Smoothing จำเป็นต้องใช้ในการพยากรณ์ คือ 5 ชุดข้อมูล ในการหาค่าตัวแปรต่างๆของตัวแบบ เนื่องจากตัวแบบ Linear Regression ใช้ข้อมูลชุดที่ 17 ถึง 26 สำหรับหาค่าตัวแปรต่างๆที่ใช้ในการพยากรณ์ และข้อมูลชุดที่ 27 ถึง 36 ในการหาค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย ดังนั้นตัวแบบ Double Exponential Smoothing จะใช้ข้อมูลชุดที่ 17 ถึง 26 สำหรับหาค่าตัวแปรต่างๆที่ใช้ในการพยากรณ์ และจะใช้ข้อมูลชุดที่ 27 ถึง 36 ในการหาค่าเปอร์เซ็นต์

ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย เพื่อที่จะนำค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย มาเปรียบเทียบกันได้

Smoothing Parameter (α) เป็นค่าที่ให้น้ำหนักของข้อมูลที่เกิดขึ้นล่าสุดมากที่สุด และจะลดหลั่นกันไปในลักษณะแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล สำหรับตัวแบบการพยากรณ์ที่ใช้ Smoothing Parameter กำลัง 1(Single Exponential Smoothing) ค่า Smoothing Parameter ที่เหมาะสมในการพยากรณ์มีค่าอยู่ในช่วง 0.01 ถึง 0.3 แต่สำหรับตัวแบบการพยากรณ์ที่ใช้ค่า Smoothing Parameter กำลังมากว่า 1 เช่น Double Exponential Smoothing ถ้าเราต้องการใช้ค่าน้ำหนักของข้อมูลที่เกิดขึ้นของตัวแบบ Double Exponential Smoothing เท่ากับ Single Exponential Smoothing จะสามารถหาค่า Smoothing Parameter โดย

$$\alpha_k = 1-(1-\alpha_1)^{\frac{1}{k}}$$

โดยที่

α_1 = Smoothing Parameter ของตัวแบบการพยากรณ์ที่ใช้ Smoothing Parameter กำลัง 1

α_k = Smoothing Parameter ของตัวแบบการพยากรณ์ที่ใช้ Smoothing Parameter กำลัง K

สำหรับ Smoothing parameter ของตัวแบบ Double Exponential Smoothing โดยจะให้ค่าน้ำหนักเท่ากับตัวแบบ Single Exponential Smoothing ซึ่งมีค่าที่เป็นไปได้หลายค่า ดังนั้นจะทำการทดลองใช้ค่า Smoothing Parameter หลายๆค่า โดยจะเลือก Smoothing Parameter ที่ให้ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย ซึ่งในที่นี้จะทดลอง 3 ค่า ดังตารางด้านล่าง

ตารางที่ จ.4 ค่า Smoothing Parameter (α_2) ของตัวแบบ Double Exponential Smoothing

α_1	0.1	0.2	0.3
α_2	0.051	0.106	0.163

ตัวอย่างการคำนวณ

$$\begin{aligned}\alpha_2 &= 1-(1-0.1)^{\frac{1}{2}} \\ &= 1-0.9^{\frac{1}{2}} \\ &= 0.051\end{aligned}$$

ตารางที่ จ.5แสดงรายละเอียดของการพยากรโดยใช้ตัวแบบ Double Exponential Smoothing (α =0.051)

T	x_T	$\hat{a}_T$	$\hat{b}_T$	$\hat{x}_T(1)$	e_T	PE_T
17	18.1888					
18	18.5997					
19	17.5859					
20	15.7389					
21	13.6971					
22	15.0059					
23	16.2574					
24	14.3506					
25	11.9515					
26	12.0328	12.1976	-0.6985	11.4991		
27	11.2142	10.9576	-0.6978	10.2599	-0.2849	-0.0254
28	11.7023	13.0014	-0.7015	12.2999	1.4424	0.1233
29	12.5905	12.8523	-0.7023	12.1500	0.2906	0.0231
30	12.1991	12.2433	-0.7024	11.5409	0.0491	0.0040
31	10.7752	10.0856	-0.7004	9.3852	-0.7657	-0.0711
32	10.1129	10.7683	-0.7023	10.0660	0.7277	0.0720
33	9.9330	9.8132	-0.7019	9.1113	-0.1330	-0.0134
34	11.7435	14.1141	-0.7088	13.4053	2.6322	0.2241
35	12.2590	11.2267	-0.7058	10.5208	-1.1463	-0.0935
36	12.5009	14.2841	-0.7110	13.5732	1.9801	0.1584

ตัวอย่างการคำนวณ

ค่าพยากรณ์ของช่วงเวลาที่ 27 คือ $\hat{x}_{26}(1)$ ซึ่ง

$$\hat{x}_{26}(1) = \hat{a}_{26} + \hat{b}_{26}(1)$$

โดย $\hat{a}_{26}$ และ $\hat{b}_{26}$ จะเป็นค่าเริ่มต้นในการพยากรณ์จะหาโดย วิธี Linear Regression ดังที่กล่าวไปแล้ว ซึ่ง $\hat{a}_{26} = 12.1976$ และ $\hat{b}_{26} = -0.6985$

ดังนั้น

$$\begin{aligned}\hat{x}_{26}(1) &= \hat{a}_{26} + \hat{b}_{26}(1) \\ &= 12.1976 - 0.6985 \\ &= 11.4991\end{aligned}$$

ในการหาค่าพยากรณ์ของช่วงเวลาที่ 28 คือ $\hat{x}_{27}(1)$ ซึ่ง

$$\hat{x}_{27}(1) = \hat{a}_{27} + \hat{b}_{27}(1)$$

ในการหาค่า $\hat{a}_{27}$ และ $\hat{b}_{27}$ จะหาได้โดย

$$\hat{a}_{27} = x_{27} + (1-\alpha)^2 e_{27}$$

$$\hat{b}_{27} = \hat{b}_{27-1} - \alpha^2 e_{27}$$

โดยที่

$$\begin{aligned} e_{27} &= x_{27} - \hat{x}_{27-1}(1) \\ &= x_{27} - \hat{x}_{26}(1) \\ &= 11.2142 - 11.4991 = -0.2849 \end{aligned}$$

ดังนั้น

$$\begin{aligned} \hat{a}_{27} &= 11.2142 + (1-0.051)^2(-0.2849) \\ &= 10.9576 \end{aligned}$$

และ

$$\begin{aligned} \hat{b}_{27} &= -0.6985 - (0.051)^2(-0.2849) \\ &= -0.6978 \end{aligned}$$

จะได้

$$\begin{aligned} \hat{x}_{27}(1) &= 10.9576 - 0.6978(1) \\ &= 10.2599 \end{aligned}$$

ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยสัมบูรณ์(MAPE)

$$\begin{aligned} MAPE &= \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n}|PE_T| \\ &= \frac{1}{n}\sum_{T=1}^{n}\left|\frac{e_T}{x_T}\right| \\ &= \frac{1}{10}\left|-0.0254 + 0.1233 + 0.0231 + \ldots + 0.1584\right| \\ &= 0.0808 \end{aligned}$$

เมื่อทดลองใช้ Smoothing Parameter อื่นๆ ได้ผลดังนี้

ตารางที่ จ.6 แสดงค่าเปอร์เซ็นความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของตัวแบบ Double Exponential Smoothing ที่ใช้ ค่า Smoothing Parameter ต่างๆ

α_2	0.051	0.106	0.163
MAPE	0.0808	0.0706	0.0668

จากตารางด้านบนค่า Smoothing Parameter ที่เหมาะสมกับการพยากรณ์ คือ 0.163 ซึ่งทำให้ค่าเปอร์เซ็นความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยน้อยที่สุด

เมื่อพิจารณาค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของตัวแบบ Linear Regression เท่ากับ 0.0859 แต่ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของตัวแบบ Double Exponential Smoothing เท่ากับ 0.0668 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า ของตัวแบบ Linear Regression ดังนั้นตัวแบบที่เหมาะสมกับข้อมูลชุดนี้ คือ Double Exponential Smoothing

3. การพยากรณ์

ในหัวข้อที่ 3 ได้กล่าวถึงการพยากรณ์เวชภัณฑ์ ซึ่งแบ่งไว้ 3 ประเภท คือ

- เวชภัณฑ์ที่เป็นยาที่ใช้ในการรักษาโรคหรืออาการบาดเจ็บในมาตรฐานการใช้เวชภัณฑ์ในการรักษา จะเรียกว่า เวชภัณฑ์ชนิดที่ 1
- เวชภัณฑ์ที่เป็นยาที่ไม่ใช้ในการรักษาโรคหรืออาการบาดเจ็บในมาตรฐานการใช้เวชภัณฑ์ในการรักษา จะเรียกว่า เวชภัณฑ์ชนิดที่ 2
- เวชภัณฑ์ที่ไม่ใช่ยา จะเรียกว่า เวชภัณฑ์ชนิดที่ 3

ซึ่งเวชภัณฑ์ชนิดที่ 2 และ 3 สามารถพยากรณ์การใช้เวชภัณฑ์ได้จากข้อมูลการใช้เวชภัณฑ์ ซึ่งแตกต่างจากการพยากรณ์เวชภัณฑ์ชนิดที่ 1 ซึ่งจะต้องใช้ค่าพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษา มาหาค่าปริมาณการใช้เวชภัณฑ์โดยในที่นี้จะแสดงการพยากรณ์เวชภัณฑ์ชนิดที่1

กำหนดให้ค่าพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคมาลาเรีย มีจำนวนดังตารางด้านล่าง

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ.7 จำนวนผู้ป่วยโรคมาลาเรีย

ระดับความรุนแรงที่ 1		ระดับความรุนแรงที่ 2	
กลุ่มอายุ		กลุ่มอายุ	
<5(Children)	>5(Adult)	<5(Children)	>5(Adult)
13	20	5	12

ตารางที่ จ.8ข้อมูลมาตรฐานการใช้เวชภัณฑ์ในการรักษาโรคมาลาเรีย

Severity	Age Group	No. of Regimen	% Cases Treated with Regimen	Medical Supplies	Basic Unit	Basic Unit per Dose	Dose per day	Number of Days	Basic Unit per Episode
1	<5	1	100%	Chloroquine 150 mg base	Tablet	0.50	1	2	1.00
		2	80%	Paracetamal solution 120 mg/5 mL	mL	1.50	4	10	60.00
	>5	1	100%	Chloroquine 150 mg base	Tablet	2	2	2	8.00
		2	80%	Paracetamal 500 mg	Tablet	2	4	5	40.00
2	<5	1	100%	Quinine injection 300 mg/mL	mL	0.50	3	1	1.50
			100%	Quinine 300 mg	Tablet	0.50	3	6	9.00
		2	100%	Paracetamal solution 120 mg/5 mL	mL	1.50	4	10	60.00
	>5	1	100%	Quinine injection 300 mg/mL	mL	2	3	1	6.00
			100%	Quinine 300 mg	Tablet	2	3	6	36.00
		2	100%	Paracetamal 500 mg	Tablet	2	4	10	80.00

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ.9 ปริมาณความต้องการเวชภัณฑ์ในการรักษาโรคมาลาเรีย

Severity	Age Group	No. of Regimen	% Cases Treated with Regimen	Medical Supplies	Basic Unit	Basic Unit per Dose	Dose per day	Number of Days	Basic Unit per Episode	No. of Patients	Medical Supplies Q'ty
1	<5	1	100%	Chloroquine 150 mg base	Tablet	0.50	1	2	1.00	13	13
		2	80%	Paracetamal solution 120 mg/5 mL	mL	1.50	4	10	60.00	13	624
	>5	1	100%	Chloroquine 150 mg base	Tablet	2	2	2	8.00	20	160
		2	80%	Paracetamal 500 mg	Tablet	2	4	5	40.00	20	640
2	<5	1	100%	Quinine injection 300 mg/mL	mL	0.50	3	1	1.50	5	7.5
			100%	Quinine 300 mg	Tablet	0.50	3	6	9.00	5	45
		2	100%	Paracetamal solution 120 mg/5 mL	mL	1.50	4	10	60.00	5	300
	>5	1	100%	Quinine injection 300 mg/mL	mL	2	3	1	6.00	12	72
			100%	Quinine 300 mg	Tablet	2	3	6	36.00	12	432
		2	100%	Paracetamal 500 mg	Tablet	2	4	10	80.00	12	960

ตัวอย่างการคำนวณ

ปริมาณการใช้เวชภัณฑ์ Chloroquine 150 mg base ($\hat{x}$) ในการรักษาผู้ป่วยโรคมาลาเรียระดับความรุนแรง 1 อายุน้อยกว่า 5 ปี มีดังนี้

$$\hat{x} = Q_E \times \hat{x}_p \times P$$

โดยที่

$$Q_E = D_{CU} \times N_D \times L_D$$

$$Q_E = 0.5 \times 1 \times 2$$
$$= 1$$

จะได้

$$\hat{x} = 1 \times 13 \times 100\%$$
$$= 13$$

เมื่อหาปริมาณความต้องการเวชภัณฑ์ของเวชภัณฑ์ทุกชนิดได้แล้ว นำปริมาณเวชภัณฑ์ที่ซ้ำกันมารวมกันอีกครั้งหนึ่ง

ตารางที่ จ.10 ปริมาณการใช้เวชภัณฑ์ในการรักษาผู้ป่วยโรคมาลาเรีย

Medical Supplies	Basic Unit	Q'ty
Chloroquine 150 mg base	Tablet	173
Paracetamal solution 120 mg/5 mL	mL	924
Paracetamal 500 mg	Tablet	1600
Quinine injection 300 mg/mL	mL	79.5
Quinine 300 mg	Tablet	477

4. การตรวจสอบความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์

การตรวจสอบความคลาดเคลื่อนทำเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบการพยากรณ์ที่ใช้ในรอบการสั่งซื้อล่าสุด ว่าสามารถพยากรณ์ความต้องการเวชภัณฑ์ในรอบการสั่งซื้อปัจจุบัน ได้หรือไม่ ซึ่งการตรวจสอบจะใช้ตัวจับสัญญาณ 2 (TS1 และ TS2) ตัวในการตรวจสอบ

จากหัวข้อ 7.5.2 ได้เลือกตัวแบบ Double Exponential Smoothing (α =0.163) มาใช้ในการพยากรณ์ตั้งแต่ช่วงเวลาที่ 36 โดยการตรวจสอบจะเกิดขึ้นก่อนการพยากรณ์เดือนที่ 37 ถ้าตัวจับสัญญาณทั้งสองอยู่ในขีดควบคุม ในเดือนที่ 37 จะใช้ตัวแบบ Double Exponential Smoothing ในการพยากรณ์ ความต้องการเวชภัณฑ์ของเดือนที่ 38 จากตารางด้านล่าง การพยากรณ์ในเดือนที่ 44 ตัวจับสัญญาณที่ 2 (TS2) อยู่ในขีดควบคุม แต่ตัวจับสัญญาณที่ 1 (TS1) ออกนอกขีดควบคุม เมื่อมีตัวจับสัญญาณตัวใดตัวหนึ่งออกนอกขีดควบคุม ระบบจะทำการตรวจสอบลักษณะของข้อมูลและเลือกตัวแบบการพยากรณ์ใหม่

ตารางที่ จ.11 ตัวจับสัญญาณที่ 1 ตัวจับสัญญาณที่ 2 และขีดควบคุม

T	x_T	$\hat{x}_{T-1}(1)$	e_T	TS1T	TS2T	$Limit_T$
37	11.5378	12.5737	-1.0359	-1.0359	-1.0359	±2.0718
38	9.6649	10.0063	-0.3414	-0.3414	-0.9739	±1.5425
39	10.1043	8.6290	1.4753	1.4753	0.0566	±2.1185
40	10.3452	9.5384	0.0433	0.0433	0.0707	±1.8352
41	9.2835	8.2746	-0.2549	-0.2549	-0.0508	±1.6572
42	7.7219	6.5191	-0.5527	-0.5527	-0.2720	±1.5787
43	6.8300	6.2239	0.3109	0.3109	-0.1343	±1.4804
44	8.2046	8.7157	1.9807	1.9807	0.5746	±1.9696

ตัวอย่างการคำนวณ

$$TS1_T = e_T$$
$$TS1_{37} = e_{37}$$
$$= -1.0359$$

$$TS2_T = \frac{\sum_{T=1}^{n} e_T}{\sqrt{n}}$$
$$TS2_{37} = \frac{e_{37}}{\sqrt{1}}$$
$$= -1.0359$$

$$TS2_{40} = \frac{e_{37} + e_{38} + e_{39} + e_{40}}{\sqrt{4}}$$
$$= 0.0707$$

$Limit_T = \pm 2\hat{\sigma}_e(T)$ (ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%)

โดยที่

$$\hat{\sigma}_e(T) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{T} e_T^2}{T}}$$
$$\hat{\sigma}_e(37) = \sqrt{\frac{1.0359^2}{1}}$$
$$= 1.0359$$

$$\hat{\sigma}_e(44) = \sqrt{\frac{1.0359^2 + 0.3414^2 + ... + 1.9807^2}{8}}$$
$$= 0.9848$$

จะได้

$$Limit_{44} = \pm 2\hat{\sigma}_e(44)$$
$$= \pm 2 \times 0.9848$$
$$= \pm 1.9696$$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5. **การกำหนดปริมาณสั่งซื้อเวชภัณฑ์ในรอบการสั่งซื้อปกติ**

เมื่อพยากรณ์ความต้องการเวชภัณฑ์ก่อนจะออกใบสั่งซื้อเวชภัณฑ์จะต้องกำหนดปริมาณสั่งซื้อเวชภัณฑ์ ซึ่งปริมาณสั่งซื้อเวชภัณฑ์เท่ากับ

$$OQ_n = \hat{x} + \left(d \times LT\right) + ss - OH - OR - OR^*$$

โดยที่

OQn = ปริมาณการสั่งซื้อเวชภัณฑ์

$\hat{x}$ = ค่าพยากรณ์การใช้เวชภัณฑ์

d = อัตราการใช้เวชภัณฑ์ของรอบการสั่งซื้อ

LT = ช่วงเวลานำของผู้ขาย

ss = ปริมาณคงคลังสำรอง

OH = ปริมาณคงคลังคงเหลือ (On Hand)

OR = ปริมาณเวชภัณฑ์ที่ผู้ขายจะส่งให้โรงพยาบาลเครือข่าย (On Order) ของรอบการสั่งซื้อถัดไป

OR*=ปริมาณเวชภัณฑ์ที่ผู้ขายจะส่งให้โรงพยาบาลเครือข่าย (On Order) หลังจากสั่งซื้อเวชภัณฑ์ในรอบการสั่งซื้อปัจจุบัน

ตัวอย่างการคำนวณ

จากหัวข้อที่ 7.5.4 ค่าพยากรณ์ความต้องการพาราเซตามอลของเดือนที่ 38($\hat{x}_{37}(1)$) เท่ากับ 10.0063 (หน่วย 10,000 เม็ด) กำหนดให้ปริมาณคงคลังคงเหลือเท่ากับ 2.0000 ระดับการให้บริการของเวชภัณฑ์เท่ากับ 95% ปริมาณเวชภัณฑ์ที่ผู้ขายจะส่งให้โรงพยาบาลเครือข่าย (On Order) หลังจากสั่งซื้อเวชภัณฑ์ในรอบการสั่งซื้อปัจจุบัน (OR*) เท่ากับ 1.5000 ช่วงเวลานำในการส่งเวชภัณฑ์ 1 สัปดาห์

ถ้าเดือนที่ 38 มี 30 วัน อัตราการใช้เวชภัณฑ์ต่อวัน (d) จะเท่ากับ

$$\begin{aligned} d &= \frac{\hat{x}}{p} \\ &= \frac{10.0063}{30} \\ &= 0.3335 \end{aligned}$$

ปริมาณคงคลังสำรอง(ss)เท่ากับ

$$ss = z \times \sigma_e$$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ระดับการให้บริการของเวชภัณฑ์ 95% จากตารางพื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติ

$$z = 1.6450$$

ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ ของเดือนที่ 37 จากหัวข้อที่ 7.5.4

$$\sigma_e = 1.0359$$

ดังนั้น ปริมาณสั่งซื้อเวชภัณฑ์รอบการสั่งซื้อปกติ

$$\begin{aligned} OQ_n &= \hat{x} + (d \times LT) + ss - OH - OR - OR^* \\ &= 10.0063 + (0.3335 \times 7) + (1.6450 \times 1.0359) - 2.0000 - 0 - 1.5000 \\ &= 10.0063 + 2.3345 + 1.7040 - 2.0000 - 1.5000 \\ &= 10.5808 \end{aligned}$$

ถ้ามีปริมาณเวชภัณฑ์ที่ผู้ขายจะส่งให้โรงพยาบาลเครือข่าย (On Order) ของรอบการสั่งซื้อถัดไป (OR) เท่ากับ 1.2550 โดยจะได้รับในสัปดาห์ที่ 2 ของเดือนที่ 38

ถ้า $(\hat{x} - OR)\left(\frac{p}{\hat{x}}\right) \geq R$ จะนำถ้ามีปริมาณที่ผู้ขายจะส่งให้โรงพยาบาลเครือข่าย (On Order) ของรอบการสั่งซื้อถัดไป มาพิจารณาโดยลบออกจากปริมาณสั่งซื้อ

ได้รับเวชภัณฑ์ในสัปดาห์ที่ 2 ดังนั้น $R = 14$

$$\begin{aligned} (\hat{x} - OR)\left(\frac{p}{\hat{x}}\right) &= (10.0063 - 1.2550)\left(\frac{30}{10.0063}\right) \\ &= 8.7513 \times 2.9981 \\ &= 26.2372 \geq 14 \end{aligned}$$

ดังนั้นปริมาณสั่งซื้อเวชภัณฑ์เท่ากับ

$$\begin{aligned} OQ_n &= 10.5808 - 1.2550 \\ &= 9.2358 \end{aligned}$$

6. **การกำหนดจุดสั่งซื้อ**

การกำหนดจุดสั่งซื้อจะกำหนดเพื่อใช้ในการตรวจสอบคงคลังเพื่อป้องกันการเกิดปัญหาเวชภัณฑ์ขาดมือ ถ้าระดับคงคลังเวชภัณฑ์ลดลงถึงจุดสั่งซื้อก่อนการสั่งซื้อเวชภัณฑ์ตามปกติ ระบบจะกำหนดปริมาณสั่งซื้อเวชภัณฑ์ระหว่างรอบการสั่งซื้อ เพื่อสั่งซื้อเวชภัณฑ์ต่อไป

จากหัวข้อ 7.5.5 กำหนดให้ปริมาณสั่งซื้อเวชภัณฑ์ของเดือนที่ 37 (สำหรับเดือนที่ 38) สั่งซื้อเท่ากับ 10.5808 เมื่อไม่มีปริมาณเวชภัณฑ์ที่ผู้ขายจะส่งให้โรงพยาบาลเครือข่าย (On Order) ของรอบการสั่งซื้อถัดไป (OR*) กำหนดให้ช่วงเวลานำในการส่งเวชภัณฑ์ เท่ากับ 7 วัน

ตัวอย่างการคำนวณ

เมื่อได้รับเวชภัณฑ์ปริมาณคงคลังจะเท่ากับ

$$\begin{aligned} M &= OQ + OH \\ &= 10.5808 + 2.0000 \\ &= 12.5808 \end{aligned}$$

จุดสั่งซื้อเวชภัณฑ์สำหรับเดือนที่ 38 เท่ากับ

$$\begin{aligned} ROP &= M - \left(\frac{\hat{x}}{p}\right)(p - LT) \\ &= 12.5808 - \left(\frac{10.0063}{30}\right)(30 - 7) \\ &= 12.5808 - (0.3335 \times 23) \\ &= 12.5808 - 7.6705 \\ &= 4.9103 \end{aligned}$$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

7. การกำหนดปริมาณสั่งซื้อเวชภัณฑ์ระหว่างรอบการสั่งซื้อ

จากหัวข้อ 7.5.6 ปริมาณคงคลังเริ่มต้นของเดือนที่ 38 เท่ากับ 12.5808 จุดสั่งซื้อเท่ากับ 4.9103 โดยวันสั่งซื้อเวชภัณฑ์ปกติ คือวันที่ 23 ของเดือน กำหนดให้เมื่อเวลาผ่านไป 15 วัน ระดับคงคลังลดลงถึงจุดสั่งซื้อ

ตัวอย่างการคำนวณ

$$
\begin{aligned}
OQ_T^* &= \left(\frac{M - ROP}{S}\right)(p - S) \\
&= \left(\frac{12.5808 - 4.9103}{15}\right)(30 - 15) \\
&= 0.5114 \times 15 \\
&= 7.6710
\end{aligned}
$$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

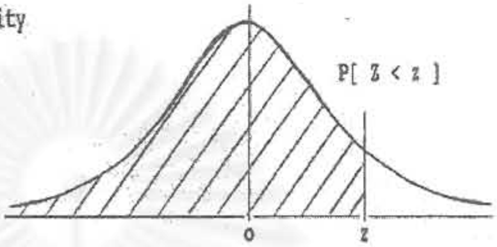
ภาคผนวก ฉ
ตารางพื้นที่ใต้โค้งปกติ

STANDARD STATISTICAL TABLES

1. Areas under the Normal Distribution

The table gives the cumulative probability up to the standardised normal value z i.e.

$$P[\, Z < z \,] = \int_{-\infty}^{z} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp(-\tfrac{1}{2}Z^2)\, dZ$$



z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5159	0.5199	0.5239	0.5279	0.5319	0.5359
0.1	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636	0.5675	0.5714	0.5753
0.2	0.5793	0.5832	0.5871	0.5910	0.5948	0.5987	0.6026	0.6064	0.6103	0.6141
0.3	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406	0.6443	0.6480	0.6517
0.4	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772	0.6808	0.6844	0.6879
0.5	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123	0.7157	0.7190	0.7224
0.6	0.7257	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7422	0.7454	0.7486	0.7517	0.7549
0.7	0.7580	0.7611	0.7642	0.7673	0.7704	0.7734	0.7764	0.7794	0.7823	0.7854
0.8	0.7881	0.7910	0.7939	0.7967	0.7995	0.8023	0.8051	0.8078	0.8106	0.8133
0.9	0.8159	0.8186	0.8212	0.8238	0.8264	0.8289	0.8315	0.8340	0.8365	0.8389
1.0	0.8413	0.8438	0.8461	0.8485	0.8508	0.8531	0.8554	0.8577	0.8599	0.8621
1.1	0.8643	0.8665	0.8686	0.8708	0.8729	0.8749	0.8770	0.8790	0.8804	0.8830
1.2	0.8849	0.8869	0.8888	0.8907	0.8925	0.8944	0.8962	0.8980	0.8997	0.9015
1.3	0.9032	0.9049	0.9066	0.9082	0.9099	0.9115	0.9131	0.9147	0.9162	0.9177
1.4	0.9192	0.9207	0.9222	0.9236	0.9251	0.9265	0.9279	0.9292	0.9306	0.9319
1.5	0.9332	0.9345	0.9357	0.9370	0.9382	0.9394	0.9406	0.9418	0.9429	0.9441
1.6	0.9452	0.9463	0.9474	0.9484	0.9495	0.9505	0.9515	0.9525	0.9535	0.9545
1.7	0.9554	0.9564	0.9573	0.9582	0.9591	0.9599	0.9608	0.9616	0.9625	0.9633
1.8	0.9641	0.9649	0.9656	0.9664	0.9671	0.9678	0.9686	0.9693	0.9699	0.9706
1.9	0.9713	0.9719	0.9726	0.9732	0.9738	0.9744	0.9750	0.9756	0.9761	0.9767
2.0	0.9773	0.9778	0.9783	0.9788	0.9793	0.9798	0.9803	0.9808	0.9812	0.9817
2.1	0.9821	0.9826	0.9830	0.9834	0.9838	0.9842	0.9846	0.9850	0.9854	0.9857
2.2	0.9861	0.9865	0.9868	0.9871	0.9874	0.9878	0.9881	0.9884	0.9887	0.9890
2.3	0.9893	0.9896	0.9898	0.9901	0.9904	0.9906	0.9909	0.9911	0.9913	0.9916
2.4	0.9918	0.9920	0.9922	0.9924	0.9927	0.9929	0.9931	0.9932	0.9934	0.9936
2.5	0.9938	0.9940	0.9941	0.9943	0.9945	0.9946	0.9948	0.9949	0.9951	0.9952
2.6	0.9953	0.9955	0.9956	0.9957	0.9959	0.9960	0.9961	0.9962	0.9963	0.9964
2.7	0.9965	0.9966	0.9967	0.9968	0.9969	0.9970	0.9971	0.9972	0.9973	0.9974
2.8	0.9974	0.9975	0.9976	0.9977	0.9977	0.9978	0.9979	0.9980	0.9980	0.9981
2.9	0.9981	0.9982	0.9982	0.9983	0.9984	0.9984	0.9985	0.9985	0.9986	0.9986

z	3.00	3.10	3.20	3.30	3.40	3.50	3.60	3.70	3.80	3.90
P	0.9986	0.9990	0.9993	0.9995	0.9997	0.9998	0.9998	0.9999	0.9999	1.0000

รูปที่ ฉ.1 ตารางพื้นที่ใต้โค้งปกติ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย