

วิธีการหาบุเลิร์ชสำหรับแบบจำลองระบบพัสดุดังคลังโลหิตเมื่อพิจารณาความต้องการสองประเภท
Tabu Search Method for Model of Blood Inventory System with Two Priority

สุรัสวดี นัยนารถ และ กัญชลลา สุดตาชาติ*

สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิต, สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, จังหวัดนครราชสีมา, 30000
School of Manufacturing Engineering, Institute of Engineering, Suranaree University of Technology Nakhon Ratchasima, 30000

* corresponding author e-mail: kanchala@g.sut.ac.th

(Received: June 16, 2020, Revised: October 20, 2020, Accepted: November 13, 2020)

บทคัดย่อ

พัสดุเม็ดโลหิตแดงเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความสำคัญสำหรับการรักษาผู้ป่วยและยังจัดเป็นพัสดุ ที่เน่าเสียง่าย การขาดแคลนพัสดุเม็ดโลหิตแดงในคลังโลหิตอาจส่งผลทำให้เกิดการสูญเสียชีวิตของผู้ป่วยได้ งานวิจัยฉบับนี้จึงนำเสนอวิธีการหาอนุเสิร์ชเพื่อใช้ในการจัดการระบบพัสดุคงคลังสำหรับพัสดุเม็ดโลหิตแดง วัตถุประสงค์เพื่อกำหนดนโยบายการสั่งซื้อโลหิต (หน่วย) ในแต่ละช่วงเวลาและปริมาณระดับพัสดุคงคลังโลหิตสำรองที่เหมาะสม อีกทั้งเพื่อให้ได้ค่าคาดหวังค่าใช้จ่ายรวมที่ต่ำที่สุด โดยพิจารณาให้เกิดการขาดโลหิตน้อยที่สุดภายใต้สภาวะความต้องการที่ไม่แน่นอน และมีสมมติฐานคือ ความต้องการโลหิตมี 2 กรณี คือ ผู้ป่วยปกติและผู้ป่วยฉุกเฉิน พิจารณาการจ่ายโลหิตที่มีอายุการจัดเก็บน้อยกว่าให้แก่ผู้ป่วยก่อน โดยพิจารณาให้ผู้ป่วยฉุกเฉินได้รับโลหิต 100% โดยทำการทดลองเปรียบเทียบปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสมโดยใช้ข้อมูลความต้องการโลหิตที่เกิดขึ้นจริงของโรงพยาบาล การทดลองนโยบายที่เหมาะสมพบว่านโยบายปัจจุบันมีค่าคาดหวังค่าใช้จ่ายรวมมากที่สุดและมีร้อยละของการให้บริการที่น้อย นโยบายการสั่งซื้อแบบกำหนดระดับของพัสดุคงคลังและเวลาแปรผัน และนโยบายการสั่งซื้อแบบกำหนดระดับของพัสดุคงคลังและเวลาคงที่ โดยวิธีการหาอนุเสิร์ชมีค่าคาดหวังค่าใช้จ่ายรวมและร้อยละของการให้บริการที่ใกล้เคียงกันและมีค่าคาดหวังค่าใช้จ่ายรวมที่น้อยกว่าวิธีอื่นๆ

คำสำคัญ: พัสตคงคลังโลหิต, ความต้องการสองประเภท, ความต้องการไม่แน่นอน, วิธีการทาบเส้น

Abstract

Red bloods are an important product for treating patients and are considered as perishable inventory. The shortage of red blood cells in the blood vessels may result in the loss of patients' lives. This research proposes the tabu search (TS) method to use to manage the inventory system for red blood parcels. The objectives are to determine a blood ordering policy (unit) for each period, quantity of the appropriate blood inventory level and obtained the lowest expected total cost by considering the smallest shortage of blood occurring under uncertain conditions. We assume that there are two types of blood demands from regular patient and emergency patient demands. The blood transfusion policy will supply the blood with a shorter shelf life first to the patients (first come first serve). We assume that allocate the blood units to the emergency patients with 100 percent services level. The comparison of the appropriate order quantity units obtained from the tabu search (TS) method and from the current purchase policy are experimented by using the actual blood demand data from a hospital. Considering the appropriate policy, the results show that the current policy provides the highest total cost and the smallest percentage of service level. The results show that the inventory up to level policies with non-fixed period and the fixed period by using the TS search method provide the similar results of expected total costs and a percentage of service levels, and the lower expected total cost than other methods.

Keywords: Blood inventory, Two demand classes, Uncertainty demands, Tabu Search Method

1. ที่มาและความสำคัญ

ปัญหาการจัดการพัสดुकงคลังโลหิตนั้นเป็นปัญหาที่ซับซ้อน การตัดสินใจเกี่ยวกับปริมาณการเก็บพัสดุกงคลัง และปริมาณที่ระดับปลอดภัยซึ่งจะต้องมีสำรองไว้ในคลังเก็บโลหิตมีความสำคัญ ให้มีปริมาณโลหิตที่เพียงพอต่อการใช้งานโดยไม่เกิดการขาดโลหิต เพราะการขาดโลหิตมีผลต่อความรุนแรงของอาการผู้ป่วยเป็นอย่างมาก และจากการเข้าถึงข้อมูลจริงของการให้บริการโลหิตของ 2 โรงพยาบาลพบว่า การให้บริการโลหิตมีเปอร์เซ็นต์การให้บริการโลหิตที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการสูงถึง 99 % ซึ่งในทางสถิติอาจจะเป็นค่าที่สูงและดูน่าพอใจ แต่ในทางกลับกันนั้น 1% ที่ไม่สามารถให้บริการได้นั้นอาจหมายถึงโอกาสในการรักษาหรืออาจหมายถึงชีวิตของผู้ป่วย งานวิจัยฉบับนี้จึงสนใจที่จะพิจารณาปัญหาการจัดการพัสดुकงคลังโลหิต และเพื่อในการวิเคราะห์และหาแนวทางในการจัดการพัสดुकงคลังโลหิต เป็นไปตามสภาพของปัญหาที่เกิดขึ้นจริง (Real problem) เราจึงได้นำเสนอวิธีการ สโตแคสติกส์สำหรับแบบจำลองพัสดुकงคลังโลหิต (Stochastic blood inventory model) ร่วมกับเงื่อนไขของพัสดुकงคลังโลหิตซึ่งมีการหมดอายุตามกำหนดเวลา (Perishable product) โดยวิเคราะห์ด้วยวิธีการทาบูลารีซพิจารณาแหล่งที่สั่งซื้อพัสดุกงคลังโลหิตจากสภากาชาดไทย พิจารณาหมู่โลหิตประเภทเดียว (Single blood type) วิธีการดำเนินงานวิจัย ผู้วิจัยได้พิจารณาช่วงเวลาวางแผนเป็นแบบช่วง (Periodic review) แบ่งช่วงเวลาออกเป็นหน่วยสัปดาห์ (Week) เนื่องจากความซับซ้อนของปัญหาซึ่งต้องพิจารณาหลากหลายปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อตัดสินใจ การสร้างแบบจำลองจึงต้องมีความรอบคอบเป็นอย่างมาก การตัดสินใจเรื่องปริมาณโลหิตที่ต้องการจากการสั่งซื้อพัสดุกงคลังโลหิต (Replenishment decision) ต้องมีการตัดสินใจก่อนที่จะทราบปริมาณความต้องการโลหิตของผู้ป่วย (Before demand is realized) หากว่าปริมาณสั่งซื้อพัสดุกงคลังโลหิตจากสภากาชาดไทยและปริมาณการรับบริจาคไม่เพียงพอ จะกระทบต่อการรักษาผู้ป่วย แต่หากซื้อมากเกินไปโดยไม่ใช้งานจะเสียตามอายุ ดังนั้นงานวิจัยฉบับนี้จึงเป็นงานวิจัยที่น่าสนใจเป็นอย่างมากในการไปใช้แก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจริง ผู้วิจัยได้พิจารณาการจัดการพัสดुकงคลังโลหิตหมู่ O เพียงเท่านั้น เนื่องจากหมู่โลหิต O มีความต้องการมากและนับว่าเป็นหมู่โลหิตที่ขาดแคลนโดยแยกประเภทความต้องการโลหิตเป็น 2 ประเภท ตามประเภทของโลหิต หมู่ Rh- และ หมู่ Rh+ งานวิจัยฉบับนี้พิจารณาเฉพาะความต้องการหมู่โลหิต หมู่ Rh+ ซึ่งเป็นหมู่โลหิตที่พบมากในประเทศไทย

สำหรับงานวิจัยฉบับนี้ เราสร้างแบบจำลองระบบจัดการพัสดुकงคลังโลหิต โดยพิจารณาปัญหาที่เกิดขึ้นจริงโดยพิจารณา

ทุกขั้นตอนการจัดการพัสดุกงคลังโลหิตภายในคลังพัสดุกงคลังโลหิตและวิเคราะห์ทุกความไม่แน่นอนที่เกิดขึ้นในระบบการจัดการพัสดुकงคลังโลหิต โดยมีเป้าหมายการวิเคราะห์ต้นทุนของคลังพัสดุกงคลังโลหิตเพื่อให้ได้นโยบายที่เหมาะสมที่สุดในการจัดการระบบพัสดुकงคลัง ตัวชี้วัดระบบพัสดुकงคลังได้แก่ ค่าคาดหวังค่าใช้จ่ายรวม (The expected total cost) และ เปอร์เซ็นต์การให้บริการโลหิตกับผู้ป่วย (Percentage of service level)

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เริ่มต้นงานวิจัยเกี่ยวกับพัสดुकงคลังประเภทหมดอายุตามเวลาที่กำหนด (Perishable inventory) ศึกษาพัสดุกงคลังประเภทเดียว โดยเริ่มจากงานวิจัยของ Piaraskalla (1972) ศึกษาพัสดुकงคลังประเภทหมดอายุตามเวลาที่กำหนด (Perishable inventory) พิจารณาการตัดสินใจแบบช่วง มีสมมติฐานความต้องการคงที่พิจารณาทั้งกรณีขาดพัสดุกงคลังแล้วสามารถทดแทนได้ (Backlogging) และกรณีขาดพัสดุกงคลังแล้วไม่สามารถทดแทนได้ (Lost sales) ต่อมา Nahmais (1975) วิเคราะห์แบบจำลองกรณีหนึ่งช่วงเวลาและกรณีขาดพัสดุกงคลังแล้วสามารถทดแทนได้ (backlogging) สำหรับ Cohen (1976) ศึกษาว่าวิกฤตค่าเดียวเพื่อกำหนดนโยบายพัสดुकงคลังประเภทหมดอายุตามช่วงเวลากำหนด เมื่อช่วงอายุพัสดุกงคลัง เป็น m ช่วงเวลา และพิจารณากรณีขาดพัสดุกงคลังแล้วสามารถทดแทนได้ (Backlogging) ต่อมาแบบจำลองมาร์คอฟเชน (Markovian) สำหรับพัสดुकงคลังประเภทหมดอายุตามเวลานำเสนอโดย Chazan and Gal (1977) ผู้ซึ่งวิเคราะห์การแจกแจงอายุของพัสดุกงคลังโดยใช้มาร์คอฟเชน เมื่อช่วงเวลาจำกัด (Finite markov chain) งานวิจัยฉบับนี้มีสมมติฐานความต้องการเป็นแบบปัวซอง (Poisson) โดยกำหนดจำนวนพัสดुकงคลังเหลือเก็บคงที่ จุดประสงค์ คือ เพื่อกำหนดค่าคาดหวังที่ต่ำที่สุดของค่าใช้จ่ายการหมดอายุของพัสดุกงคลังต่อมา Nahmais (1977) ได้พัฒนาแบบจำลองโดยพิจารณาพัสดुकงคลังเสียตามกำหนดเวลา (Perishable inventory) ร่วมกับความต้องการแบบสุ่มและช่วงอายุพัสดุกงคลังแบบสุ่มกรณีขาดพัสดุกงคลังแล้วสามารถทดแทนได้ (Backlogging) และ Nahmias and Schmidt (1986) วิเคราะห์พิจารณาพัสดुकงคลังเสียตามกำหนดเวลา (Perishable inventory) โดยพิจารณาปัญหาทฤษฎี คอนเวอร์เจนซ์ (Convergence) สำหรับความต้องการมีการแจกแจงแบบช่วง ต่อมา Williams and Pattuwo (1999) พิจารณาพัสดुकงคลังเสียตามกำหนดเวลา (Perishable inventory) กรณีช่วงเวลานำ (Lead time) มากกว่าศูนย์ เมื่อมีสมมติฐานช่วงเวลาวางแผนพัสดุกงคลังหนึ่งช่วงเวลา ขณะที่ช่วงอายุพัสดุกงคลังเท่ากับสอง ผู้วิจัยได้พิจารณากรณีขาดพัสดุกงคลังแล้วไม่สามารถทดแทนได้ (lost sales) ต่อมา Haijema et al. (2007)

พิจารณาแบบจำลองพัสดุดังกล่าวแล้วพบว่าความต้องการ
เกิดใหม่และเกิดเก่าที่เก็บรักษาไว้เพื่อใช้งาน โดย
มีสมมติฐานว่าจะมีการเบิกใช้เกิดใหม่ที่มีอายุมากที่สุดก่อน
ต่อมา Kouki et al. (2010) ศึกษาแบบจำลองพัสดุดังกล่าวแบบ
ช่วงเมื่อช่วงอายุพัสดุเป็นแบบสุ่มกรณีขาดพัสดุแล้วไม่สามารถ
ทดแทนได้ (Lost sales) และช่วงเวลานำ (Lead Time) คงที่
ต่อมา Minner and Transchel (2010) พิจารณาพัสดุดังกล่าวแบบ
แบบช่วง (Periodic review) สำหรับพัสดุดังกล่าวเสียตาม
กำหนดเวลา (Perishable inventory) ภายใต้นโยบายที่ให้
ระดับการให้บริการตามเงื่อนไขและกำหนดช่วงเวลานำมากกว่า
ศูนย์ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์นโยบายระดับสั่งซื้อที่ประหยัดสุด
(Order-up-to-level policy) ต่อมา Puranam et al. (2017)
เสนอวิธีการแก้ปัญหาที่สามารถนำไปใช้ในทางปฏิบัติได้อย่าง
ง่ายดายและแก้ปัญหาการลดต้นทุนแบบหลายช่วงเวลาโดยใช้
โปรแกรมแบบพลวัต ต่อมา Yates et al. (2017) ได้ศึกษา
ติดตามระดับของพัสดุดังกล่าวและอัตราการสูญเสียของ
พัสดุในโรงพยาบาล โดยใช้วิธีการจำลองสถานการณ์เพื่อหาทาง
แก้ปัญหาการขาดแคลนพัสดุและการสูญเสียของพัสดุ Diabat et
al. (2016) เสนองานวิจัยเกี่ยวกับการจัดเส้นทางและการ
กระจายสินค้าของสินค้าที่เน่าเสียง่าย โดยเริ่มศึกษาจากแหล่ง
ผลิตที่มีศูนย์กระจายสินค้าและรถขนส่งที่มีความจุขนาดเท่ากัน
และศึกษาไปถึงผู้ค้าปลีกที่ยังมีสินค้าคงคลังค้างในคลังสินค้า
โดยใช้วิธี tabu ในการจัดเส้นทางขนส่งสินค้าที่ศึกษาของ
พื้นที่ในการหาคำตอบที่อาจจะมีคำตอบที่ดีที่สุดอยู่ในรอบการ
กระทำซ้ำถัดไป ซึ่งหลักการนี้มีการใช้อย่างแพร่หลายในเมตาฮิว
ริสติกที่พัฒนาในปัจจุบัน

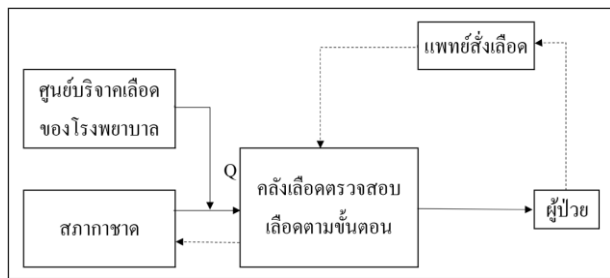
จากสรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้องข้างต้น สามารถระบุแนวทาง
และกรอบในการทำวิจัยได้ โดยการสร้างแบบจำลองทาง
คณิตศาสตร์และใช้วิธีฮิวริสติกมาเพื่อกำหนดนโยบายการสั่ง
พัสดุจากสภาขาดโดยใช้วิธีการสร้างกฎและเงื่อนไขในการ
ตัดสินใจ ซึ่งงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการพัสดุที่เน่าเสียง่าย
ทั้งหมดข้างต้น ส่วนใหญ่จะมุ่งเน้นไปที่การแก้ปัญหาเรื่องการ
ขนส่ง การตั้งศูนย์กระจายสินค้าและงานวิจัยที่ศึกษาปริมาณ
การสั่งจะใช้วิธีในการสั่ง โดยวิธีทางคณิตศาสตร์ที่เป็นการ
แก้ปัญหาซับซ้อนมากกว่า ซึ่งต้องคำนึงถึงความเข้ากันได้ของ
ผู้ให้และผู้รับ อายุของพัสดุ และความต้องการพัสดุที่มีความไม่
แน่นอน จึงมีความซับซ้อนกว่าในหลายๆ ด้าน ดังนั้น งานวิจัยนี้
มีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดนโยบายที่ใช้ในการสั่งพัสดุเข้ามา
จัดเก็บในคลังพัสดุเพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการ ที่อาจมีการ
เปลี่ยนแปลงของค่าความต้องการที่ไม่แน่นอน ค่าใช้จ่ายในการ
จัดเก็บ ค่าขนส่ง และค่าใช้จ่ายกรณีขาดพัสดุ เพื่อกำหนด
จำนวนการสั่งพัสดุเข้าคลังที่เหมาะสม หรือกำหนดระดับคลัง

พัสดุดังกล่าวที่เหมาะสม ที่ทำให้ค่าการขาดพัสดุ, ต้นทุนต่ำที่สุด
และร้อยละของการให้บริการมากที่สุด วิธีฮิวริสติกที่เหมาะสม
กับงานวิจัยนี้ ทางผู้วิจัยได้เลือกใช้วิธีการต้องห้ามหรือวิธีการ
ทาบูลีเซิร์ช อันเนื่องมาจากวิธีนี้เป็นวิธีที่จะจำกัดค่าที่สามารถ
เป็นคำตอบที่เหมาะสมก่อนหน้าและไม่ทำให้เกิดการเลือกค่านั้น
ซ้ำซ้อน ช่วยในการค้นหาคำตอบที่เหมาะสมได้รวดเร็วยิ่งขึ้น

3. แบบจำลองระบบพัสดุดังกล่าวแบบช่วง

3.1 อธิบายสภาพปัญหาที่พบ

งานวิจัยฉบับนี้พิจารณาแบบจำลองผลิตภัณฑ์พัสดุ หมู
พัสดุ O และ $Rh+$ โดยมีกำหนดช่วงระยะเวลาการเสียของผลิตภัณฑ์
พัสดุแบบคงที่ (Fixed lifetime) ศูนย์รับบริการพัสดุของ
สภาขาดไทยเป็นแหล่งให้หน่วยของพัสดุเพื่อเติมในคลังพัสดุ
พัสดุ (Replenish orders) ของโรงพยาบาลเทคโนโลยีสุรนารี
ซึ่งเป็นโรงพยาบาลกรณีศึกษา โดยกำหนดการสั่งซื้อพัสดุเป็น
แบบช่วง ในแต่ละช่วงเวลาหน่วยของพัสดุที่อยู่ในคลังเก็บพัสดุ
หากไม่มีการใช้รักษาผู้ป่วยจะหมดอายุ (Zero remaining
lifetime: Outdated) ผู้วิจัยพิจารณาต้นทุนการหมดอายุ
(Outdated cost) ต่อหน่วย นอกจากนี้แล้วแบบจำลอง
พิจารณาความต้องการของผู้ป่วย สามารถหารูปแบบการแจก
แจงได้ และรู้ค่าพารามิเตอร์ มีลักษณะเป็นการแจกแจงแบบช่วง
ความต้องการหน่วยพัสดุของผู้ป่วยมีการจัดลำดับความสำคัญ
(Priority) โดยความต้องการของผู้ป่วยที่มีความสำคัญมากกว่า
คือ ผู้ป่วยฉุกเฉิน (Emergency patients) และ ลำดับ
ความสำคัญรองลงมา คือ ผู้ป่วยปกติ (Regular patients)
แผนภาพแสดงการไหลการกระบวนการจัดการพัสดุดังกล่าว
แสดงดังรูปที่ 1 พิจารณาการเคลื่อนไหวของระบบ เราพิจารณา
พัสดุดังกล่าวเหลือค้างที่เริ่มต้นระบบ (Initial stock on-hand)
มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับศูนย์ได้ ที่สิ้นสุดช่วงเวลาของระบบ เรา
จะคำนวณค่าใช้จ่ายในการเก็บพัสดุพัสดุ (Holding cost) ต่อ
หน่วยพัสดุ, ค่าใช้จ่ายเนื่องจากพัสดุพัสดุหมดอายุก่อนใช้งาน
(Outdate cost) ต่อหน่วยพัสดุ และค่าใช้จ่ายในการสั่งพัสดุ
จากศูนย์สภาขาดไทย (Ordering cost) ต่อครั้ง ค่าใช้จ่ายใน
การขาดพัสดุพัสดุ (Shortage cost) โดยมีสมมติฐานว่า
สามารถหาทดแทนได้ทันที ในกรณีที่เกิดการขาดพัสดุพัสดุทางคลัง
พัสดุจะทำการยืม/แลกเปลี่ยนจากโรงพยาบาลใกล้เคียงหรือทำ
การเปิดรับบริจาค เราสร้างแบบจำลองระบบพัสดุพัสดุ
พิจารณาช่วงเวลาของระบบที่จำกัด (Finite horizon) ด้วย
วิธีการทาบูลีเซิร์ช (Tabu search method) พิจารณาช่วงเวลา
ทั้งหมดของระบบ (N) ต้องมากกว่า ช่วงเวลาที่หน่วยพัสดุ
หมดอายุ (m) เพราะฉะนั้น $N \geq m$ ช่วงเวลา



รูปที่ 1 แผนภาพการจำลองการสั่งโลหิตของงานวิจัย

$i=1$	$i=2$	$i=m$	$i=M$	
x_1^1	x_2^1	x_m^1	x_{m+1}^1	x_M^1
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
x_1^2	x_2^2	x_m^2	x_{m+1}^2	x_M^2
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
x_1^n	x_2^n	x_m^n	x_{m+1}^n	x_M^n
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
x_1^N	x_2^N	x_m^N	x_{m+1}^N	x_M^N

Blood stock of the hospital with FIFO

รูปที่ 2 แสดงการเปลี่ยนแปลงของสถานะของระบบพัสดुकคลังโลหิต

(1) พิจารณาการจัดการพัสดुकคลังโลหิตหมู่ O เพียงเท่านั้น เนื่องจากหมู่โลหิต O โดยพิจารณาความต้องการ หมู่โลหิต Rh+ โดยมีความต้องการจากผู้ป่วยฉุกเฉิน (Emergency patients) ซึ่งมีซึ่งมีความสำคัญมากกว่า และผู้ป่วยปกติ (Regular patients)

(2) พิจารณาจำกัดการวางแผนพัสดुकคลังแบบช่วง (Discrete) โดยที่แต่ละช่วงเวลาเป็น 7 วัน (1 สัปดาห์) จำนวนช่วงเวลาทั้งหมดจำกัดในการตัดสินใจนโยบายการจัดการระบบ (M weeks)

(3) ความต้องการพัสดุกโลหิตเป็นแบบสุ่ม (Random Variable) มีลักษณะเป็นแบบช่วง (Discrete) ในแต่ละวัน เราสามารถประมาณความน่าจะเป็นของความต้องการพัสดุกและรู้ค่าความแจกแจงความน่าจะเป็นนี้

(4) เริ่มต้นระบบมีจำนวนพัสดुकคลังโลหิต มากกว่าหรือเท่ากับศูนย์ได้ และทราบจำนวนพัสดुकคลังโลหิต ที่เริ่มต้นช่วงเวลารววางแผน

(5) นโยบายการจัดการพัสดुकคลังโลหิตอนุญาตให้เกิดการขาดพัสดุกโลหิต เฉพาะผู้ป่วยปกติ แต่สามารถสั่งพัสดุกโลหิตฉุกเฉินจากโรงพยาบาลใกล้เคียงได้ และไม่อนุญาตให้เกิดการขาดพัสดุกโลหิตสำหรับผู้ป่วยฉุกเฉิน

(6) ไม่พิจารณาช่วงเวลานำในการหาพัสดุกโลหิตมาเติมที่คลังพัสดุก

(7) จะทำการนำโลหิตจากการบริจาคเข้ามาที่คลังเลือดก็ต่อเมื่อมีการสั่งโลหิตเข้ามา เพื่อป้องกันโลหิตล้นคลัง

3.1.1 ศึกษาบริบทในการจัดการพัสดุกโลหิตของโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การศึกษารายละเอียดในการจัดการพัสดुकคลังโลหิต ได้ทำการศึกษาที่งานคลังโลหิตของโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และพบว่าการจัดการพัสดुकคลังโลหิตยังไม่มีวิธีการที่เหมาะสม โดยปัจจุบันการสั่งโลหิตเข้ามาในคลังโลหิตจะใช้ค่าเฉลี่ยของความต้องการโลหิตในช่วงเวลานั้นของเมื่อปีก่อนหน้า และเมื่อระดับของการใช้โลหิตลดระดับถึงค่าเฉลี่ยจึงจะทำการสั่งจากสภากาชาด และในกรณีที่เกิดการขาดโลหิตทางคลังโลหิตจะทำการยืม/แลกเปลี่ยนจากโรงพยาบาลใกล้เคียงหรือทำการเปิดรับบริจาค แต่ในบางกรณีก็ไม่สามารถยืม/แลกเปลี่ยนหรืออาจจะไม่มีโลหิตของผู้บริจาคที่ตรงกัน ซึ่งส่งผลต่อการได้รับการรักษาของผู้ป่วย ในทางกลับกันหากมีการสั่งโลหิตจากสภากาชาดเข้ามาในปริมาณที่มากเกินไปจนความจำเป็นโลหิตที่มีอายุครบ 35 วันที่ไม่ได้ใช้งานจะต้องถูกกำจัดทิ้ง ซึ่งกระบวนการที่กล่าวมาข้างต้นล้วนเป็นค่าใช้จ่ายที่ทางโรงพยาบาลต้องรับผิดชอบ และเป็นการสูญเสียของโลหิตแทนที่สภากาชาดจะสามารถกระจายโลหิตให้กับโรงพยาบาลที่มีความต้องการโลหิต

3.1.2 ศึกษาวิธีการเตรียมโลหิตให้ผู้ป่วยทั้งในภาวะปกติและในภาวะฉุกเฉิน

ผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบในส่วนงานคลังโลหิตของโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เพื่อกำหนดระยะเวลาในการให้บริการ ซึ่งระยะเวลาในการให้บริการที่เกิดขึ้นนี้ส่งผลต่ออายุของโลหิตด้วยเช่นกัน จากการศึกษาพบว่าในกรณีความต้องการโลหิตฉุกเฉินจะทำการสั่งจ่ายโลหิตในหมู่โลหิต O แก่ผู้ป่วยก่อน และจะทำการตรวจความเข้ากันของโลหิตกับผู้ป่วยควบคู่กันไป หากทำการตรวจความเข้ากันแล้วไม่สามารถเข้ากันได้ ทางแพทย์จะทำการหยุดให้โลหิตทันที และทำการสั่งโลหิตชุดใหม่เข้ามาแทนที่ ซึ่งจากกรณีข้างต้นหากไม่สามารถหาโลหิตที่เข้ากันได้อาจส่งผลกระทบต่อการรักษาชีวิตของผู้ป่วยด้วยเช่นกัน โดยการศึกษาวิธีการเตรียมโลหิตให้ผู้ป่วยในภาวะปกติและวิธีการเตรียมโลหิตให้ผู้ป่วยในภาวะฉุกเฉิน ของโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3.1.3 เครื่องหมายและสัญลักษณ์ตัวบ่งชี้

i, j บ่งชี้อายุที่เหลืออยู่เพื่อใช้ประโยชน์ของพัสดุกโลหิต (useful lifetime)

- m บ่งชี้อายุที่เหลืออยู่ของพัสดุโลหิตที่ช่วงเวลาใดๆ (สัปดาห์)
- E บ่งชี้ความต้องการสำหรับผู้ป่วยฉุกเฉิน (emergency type of demand)
- R บ่งชี้ความต้องการสำหรับผู้ป่วยปกติ (regular type of demand)
- n บ่งชี้ช่วงเวลาใดๆ (สัปดาห์) $n = 1, 2, 3, \dots, N$
- N จำนวนช่วงเวลามากสุดที่พิจารณาการวางแผนพัสดุโลหิต (สัปดาห์)
- M จำนวนอายุที่มากที่สุดของพัสดุโลหิต (สัปดาห์)

พารามิเตอร์

- Sc ต้นทุนการขาดพัสดุโลหิตต่อหน่วย ต้องหาทดแทนจากโรงพยาบาลใกล้เคียง (Shortage cost per unit) สำหรับผู้ป่วยปกติ
- B ค่าใช้จ่ายเมื่อมีการสั่งโลหิตเข้ามาในสัปดาห์นั้นจากสภากาชาดไทยต่อ ครั้ง (Ordering cost per time)
- Ma ค่าใช้จ่ายของเครื่องตรวจโลหิตเมื่อมีการจ่ายโลหิตไปให้บริการแก่ผู้ป่วย ต่อหน่วย
- T ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการขนส่งต่อครั้งเมื่อมีการสั่งโลหิตเข้ามา
- I ค่าใช้จ่ายในการเก็บพัสดุโลหิตต่อหน่วย ต่อสัปดาห์ (Holding cost per unit per week)
- O ค่าใช้จ่ายของพัสดุโลหิตที่หมดอายุโดยไม่ได้ใช้งานต่อหน่วย (Outdate cost per unit)
- d_D^n ปริมาณพัสดุโลหิตที่รับบริจาคได้ในช่วงเวลา n ใดๆ
- $P_D(d_D^n)$ ความน่าจะเป็นแบบช่วงของปริมาณพัสดุโลหิตที่ได้รับบริจาคในช่วงเวลา n มีการแจกแจงแบบช่วงที่รู้ความน่าจะเป็น $P_D(d_D^n)$
- d_E^n ความต้องการพัสดุโลหิตสำหรับผู้ป่วยฉุกเฉินในช่วงเวลา n ใดๆ มีการแจกแจงแบบช่วงที่รู้ความน่าจะเป็น $P_E(d_E^n)$
- $P_E(d_E^n)$ ความน่าจะเป็นแบบช่วงของความต้องการพัสดุโลหิตสำหรับผู้ป่วยฉุกเฉินในช่วงเวลา n
- d_R^n ความต้องการพัสดุโลหิตสำหรับผู้ป่วยปกติในช่วงเวลา n ใดๆ มีการแจกแจงแบบช่วงที่รู้ความน่าจะเป็น $P_R(d_R^n)$
- $P_R(d_R^n)$ ความน่าจะเป็นแบบช่วงของความต้องการพัสดุโลหิตสำหรับผู้ป่วยปกติในช่วงเวลา n
- $F^n(Q^n, x_i^n)$ ค่าคาดหวังค่าใช้จ่ายสำหรับแต่ละ Q^n และ x_i^n ที่ช่วงเวลา n ใดๆ

ตัวแปรแสดงสถานะของระบบ

- x_i^n ปริมาณพัสดुकคงคลังโลหิตที่มีการเก็บสต็อกไว้แบ่งเป็นพัสดุโลหิตที่เหลืออายุใช้งาน i สัปดาห์ เมื่อพิจารณาที่ช่วงเวลา n
- $z_{E,i}^n$ ปริมาณพัสดุโลหิตที่มีการจัดสรรให้กับผู้ป่วยฉุกเฉินแบ่งเป็นพัสดุโลหิตที่เหลืออายุใช้งาน i สัปดาห์ เมื่อพิจารณาที่ช่วงเวลา n
- $z_{R,i}^n$ ปริมาณพัสดุโลหิตที่มีการจัดสรรให้กับผู้ป่วยปกติแบ่งเป็นพัสดุโลหิตที่เหลืออายุใช้งาน i สัปดาห์ เมื่อพิจารณาที่ช่วงเวลา n

ตัวแปรที่ได้จากการคำนวณ

- s, r, ROP ระดับพัสดุโลหิตที่เหลือในคลังพัสดุ ณ. จุดสั่งพัสดุโลหิตจากสภากาชาดไทย
- SS ระดับพัสดุโลหิตที่ปลอดภัย
- d ความต้องการโลหิตเฉลี่ยตามช่วงเวลา
- $L\text{-bar}$ ช่วงเวลานำเฉลี่ยตั้งแต่สั่งพัสดุนจนกระทั่งได้รับพัสดุโลหิต
- $Z_d(\sigma_L)$ ความต้องการพัสดุที่แปรปรวนในช่วงเวลานำ

ตัวแปรตัดสินใจ

- $t^n = 1$ เมื่อมีการตัดสินใจสั่งพัสดุโลหิตจากสภากาชาดไทย ที่อย่างน้อย 1 หน่วยในช่วงเวลา $n = 0$ คือ อื่นๆ
- Q ปริมาณตัดสินใจสั่งพัสดุโลหิตจากสภากาชาดไทย พาส์โลหิตที่ได้รับจะมีอายุเหลือใช้งานสูงสุด M เมื่อพิจารณาที่ช่วงเวลา n ใดๆ
- S ปริมาณตัดสินใจสั่งพัสดุโลหิตจากสภากาชาดไทย จากระดับปัจจุบันเพื่อให้พัสดุโลหิตถึงระดับ S เมื่อพิจารณาที่ช่วงเวลา n ใดๆ ขณะที่พัสดุโลหิตที่ได้รับจะมีอายุเหลือใช้งานสูงสุด M
- s ปริมาณตัดสินใจสั่งพัสดุโลหิตจากสภากาชาดไทย เมื่อระดับปัจจุบันของพัสดุโลหิตอยู่ระดับ s หน่วยจะพิจารณาสั่งพัสดุโลหิต เมื่อพิจารณาที่ช่วงเวลา n ใดๆ

3.2 การประเมินการสั่งโลหิตด้วยอัลกอริทึม

การประเมินการสั่งโลหิตด้วยอัลกอริทึมที่มาจากชุดข้อมูลจำนวน 12 เดือน เพื่อประเมินอัตราความต้องการโลหิต โดยใช้ข้อมูลที่ตามคาบเวลา ซึ่งแสดงสูตรในการคำนวณในงานวิจัยเพื่อหาค่าคาดหวังค่าใช้จ่ายรวม อัตราการขาดแคลน อัตราการหมดอายุ และร้อยละของการให้บริการ ดังนี้

3.2.1 ค่าคาดหวังค่าใช้จ่ายรวม

ค่าคาดหวังค่าใช้จ่ายรวมเท่ากับผลรวมค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อ, ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บ, ค่าใช้จ่ายในกรณีขาดแคลน, ค่าใช้จ่ายของการเครื่องจักรที่ใช้ในการเตรียมวัสดุโลหิตเพื่อการถ่ายโลหิตและค่าใช้จ่ายในการขนส่ง โดยมีเงื่อนไขดังนี้

$$x_{m-1}^{n+1} = Q^n + d_D^n - z_{E,m}^n - z_{R,m}^n \quad (1)$$

$$x_{i-1}^{n+1} = x_i^n - z_{E,i}^n - z_{R,i}^n \quad \forall i=1,2,3,...,m-1 \quad (2)$$

(1) เมื่อมีการสั่งโลหิตเข้ามาในสัปดาห์จะพิจารณาจำนวนโลหิตที่มีอยู่ในคลังคงเหลืออยู่ที่จำนวน x_{m-1}^{n+1} ถัง ดังแสดงในสมการที่ 1 คือ เมื่อมีการสั่งเข้ามาในจำนวนที่ Q^n ถัง มีอัตราการบริการจาก d_D^n ถัง และมีการจ่ายให้ผู้ป่วยปกติ $z_{R,m}^n$ ถัง และผู้ป่วยฉุกเฉิน $z_{E,m}^n$ ถัง

(2) เมื่อในรอบสัปดาห์นั้นไม่มีการสั่งจะมีจำนวนที่มีโลหิตที่มีอยู่ในคลังจำนวน x_{i-1}^{n+1} ถัง โดยแสดงในสมการที่ 2 เมื่อโลหิตในคลังปัจจุบันมีจำนวน x_i^n ถังและมีการจ่ายให้ผู้ป่วยปกติ $z_{R,i}^n$ ถัง และผู้ป่วยฉุกเฉิน $z_{E,i}^n$ ถัง

$$(z_{E,j}^n - [d_E^n - \sum_{i=1}^{j-1} z_{E,i}^n]^+)^+ = 0 \quad (3)$$

$j = 2, 3, ..., m$

$$(z_{R,j}^n - [d_R^n - \sum_{i=1}^{j-1} z_{R,i}^n]^+)^+ = 0 \quad (4)$$

$j = 2, 3, ..., m$

(3) การจ่ายโลหิตในผู้ป่วยในแต่สัปดาห์ของผู้ป่วยปกติและผู้ป่วยฉุกเฉินจะเลือกใช้โลหิตที่มีอายุเหลือน้อยที่สุดออกไปก่อน ดังสมการที่ 3 และสมการที่ 4

$$Q^n + d_D^n - z_{E,m}^n \geq z_{R,m}^n \quad (5)$$

$$x_i^n - z_{E,i}^n \geq z_{R,i}^n \quad (6)$$

(4) ทำการจ่ายโลหิตให้แก่ผู้ป่วยฉุกเฉินก่อน และหากโลหิตในคลังมีไม่พอถึงจะทำการสั่งโลหิตเข้ามา ดังสมการที่ 5 และสมการที่ 6

$$d_D^n - \sum_{i=1}^n z_{E,i}^n = 0 \quad (7)$$

(5) เพื่อไม่ให้เกิดการขาดโลหิตในผู้ป่วยฉุกเฉินจะทำการเปิดรับบริจาค ดังสมการที่ 7

$$\begin{aligned} \sum_{n=1}^N F^n(Q^n, x_i^n) = & \sum_{n=1}^N [P_E(d_E^n) P_R(d_R^n) P_D(d_D^n)] [BQ^n \\ & + I \left(\sum_{i=2}^{n-1} x_i^n + \left(Q^n + d_D^n - \sum_{i=2}^n z_{R,i}^n - \sum_{i=2}^n z_{E,i}^n \right) \right)^+ \\ & + O(x_1^n - z_{E,1}^n - z_{R,1}^n)^+ + Sc \left(d_R^n - \sum_{i=1}^m z_{R,i}^n \right) \\ & + Ma \left(\sum_{i=1}^m z_{R,i}^n + \sum_{i=1}^m z_{E,i}^n \right) + T(\sum t^n)] \end{aligned} \quad (8)$$

จากสมการที่ 8 สามารถแสดงวิธีการคำนวณหาค่าคาดหวังค่าใช้จ่ายรวมที่เกิดขึ้น ดังต่อไปนี้

- 1) $\sum_{n=1}^N [P_E(d_E^n) P_R(d_R^n) P_D(d_D^n)]$ คือ พจน์ที่แสดงความต้องการโลหิตกับค่าความน่าจะเป็นของความต้องการโลหิต
- 2) BQ^n คือ ค่าใช้จ่ายเมื่อมีการสั่งโลหิตเข้ามาในสัปดาห์นั้น
- 3) $I \left(\sum_{i=2}^{n-1} x_i^n + \left(Q^n + d_D^n - \sum_{i=2}^n z_{R,i}^n - \sum_{i=2}^n z_{E,i}^n \right) \right)^+$ คือ ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการจัดเก็บ
- 4) $O(x_1^n - z_{E,1}^n - z_{R,1}^n)^+$ คือ ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการสูญเสียหรือการหมดอายุของโลหิต โดยไม่มีการนำไปใช้
- 5) $Sc \left(d_R^n - \sum_{i=1}^m z_{R,i}^n \right)$ คือ ค่าใช้จ่ายในกรณีโลหิตในคลังไม่เพียงพอต่อการให้บริการ
- 6) $Ma \left(\sum_{i=1}^m z_{R,i}^n + \sum_{i=1}^m z_{E,i}^n \right)$ คือ ค่าใช้จ่ายของเครื่องตรวจโลหิตเมื่อมีการจ่ายโลหิตไปให้บริการแก่ผู้ป่วย
- 7) $T(\sum t^n)$ คือ ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการขนส่ง กล่าวคือ มีค่าเท่ากับ 0 เมื่อไม่มีการสั่งโลหิต และจะมีค่าเท่ากับ 1 คูณด้วยค่าขนส่ง เมื่อมีการสั่งโลหิตเข้ามา

3.2.2 อัตราการขาดแคลน

อัตราการขาดแคลน = จำนวนความต้องการโลหิต - จำนวนการให้บริการโลหิตจริง

$$= d_R^n - \sum_{i=1}^m Z_{R,i} \quad (9)$$

3.2.3 อัตราการหมดอายุ

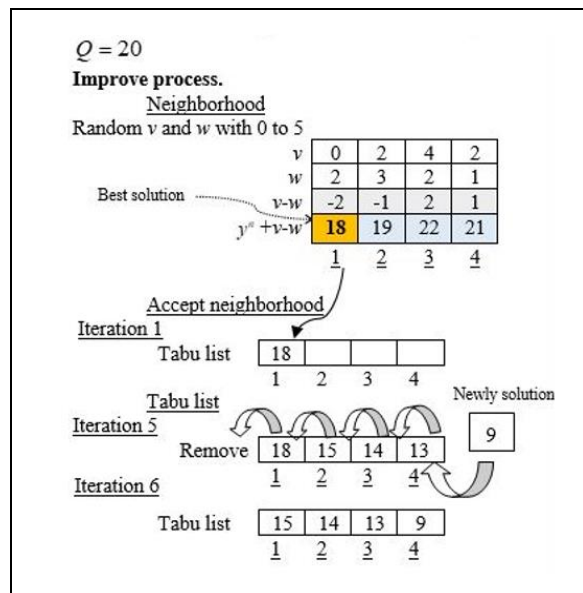
อัตราการหมดอายุ = จำนวนโลหิตที่หมดอายุในช่วงเวลา (อายุศูนย์วัน)

$$= x_1^n - Z_{E,1}^n - Z_{R,1}^n \quad (10)$$

3.2.4 ร้อยละของการให้บริการ

ร้อยละของการให้บริการ = (อัตราการขาดแคลน/จำนวนความต้องการโลหิต) * 100

(11)

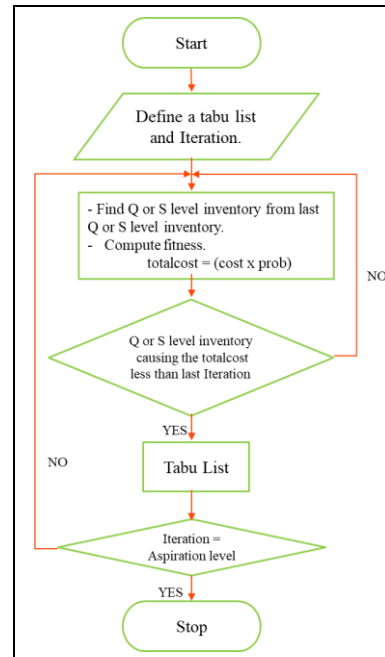


รูปที่ 3 วิธีการทาบูลิสต์

3.3 วิธีดำเนินงาน

3.3.1 สร้างวิธีทาบูลิสต์สำหรับการจัดการคลังพัสดุเม็ดโลหิตแดง

สร้างวิธีทาบูลิสต์และนำไปใช้กับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้นโยบายฮิวริสติก ดังรูปที่ 3 และรูปที่ 4 แสดงแผนภาพกระบวนการวิเคราะห์ด้วยวิธีทาบูลิสต์ โดยมีขั้นตอนดังนี้



รูปที่ 4 แผนภาพแสดงวิธีทาบูลิสต์ในการทดสอบของงานวิจัย

กำหนดให้

- 1) Q^n ที่ช่วงเวลา n ใดๆ เท่ากันหมด ดังนั้นจะได้ว่า $Q^n = Q$
- 2) S^n ที่ช่วงเวลา n ใดๆ เท่ากันหมด ดังนั้นจะได้ว่า $S^n = S$

ขั้นตอนของอัลกอริทึม

- 1) กำหนดค่าเริ่มต้น Q/S
- 2) ทำการหา Neighborhood โดยการสุ่มค่า 2 ค่า ที่มีช่วงการสุ่ม 0-5 แล้วนำมาที่ได้มาลบกัน
- 3) นำ Q/S มาลบผลลัพธ์ที่ได้ในขั้นตอนที่ 2
- 4) นำผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 3 มาหา Fitness และทำการเลือกค่า Q/S ที่ทำให้ Fitness มีค่าน้อยที่สุด ดังรูปที่ 4
- 5) นำค่า Q/S เก็บไว้ใน Tabu List ตำแหน่งที่ 1 ดังรูปที่ 3 กำหนดให้ Tabu List มีทั้งหมด 4 ตำแหน่ง
- 6) ทำซ้ำขั้นตอนที่ 2-5 จนครบตามรอบที่กำหนด
- 7) เมื่อ Tabu List ครบ 4 ตำแหน่ง และมีค่า Q/S ที่จะนำเข้ามาเก็บใน Tabu List ให้ทำการนำค่าที่อยู่ใน Tabu List ตำแหน่งที่ 1 ออก และเลื่อนตำแหน่งใน Tabu List ขึ้น

```

int y=0;
int Bst=1000000;
outloop:
while(inte<0){
    into=rand_inredint(5);
    int m=rand_inredint(5);
    y=y*(m*o);
    Mx=y;
    If (y>188&y<tab(0)&&y<tab(1)&&y<tab(2)&&y<tab(3)&&y<tab(4)){
        ans=comp น้อย/ได้ค่า Fitness
    }
    If (ans<Bst){ หาค่าที่น้อยกว่าค่า Bst ให้ข้อนี้
        Bst=ans;
    }
    If (inte<1){
        tab(0)=0; tab(1)=0; tab(2)=0; tab(3)=0; tab(4)=y;
    }
    If (inte>0){ เมื่อไม่สำเร็จวนค่า tab(0) is
        tab(0)=tab(1); tab(1)=tab(2); tab(2)=tab(3); tab(3)=tab(4);
    }
    inte++;
}
if (inte>20000){
    break;
}
    
```

รูปที่ 5 อัลกอริทึมของการหาค่า Q/S ด้วยวิธีทาบูเสิร์ช

3.3.2 การสร้างวิธีทาบูเสิร์ช

ทดสอบวิธีการทาบูเสิร์ชกับปัญหาขนาดใหญ่ ด้วยการทดสอบกับข้อมูลจริงโดยใช้วิธีการทดสอบ 4 แบบ คือ

1. นโยบายปัจจุบัน (Current policy)

2. นโยบายการสั่งซื้อแบบกำหนดระดับของพัสดุคงคลัง

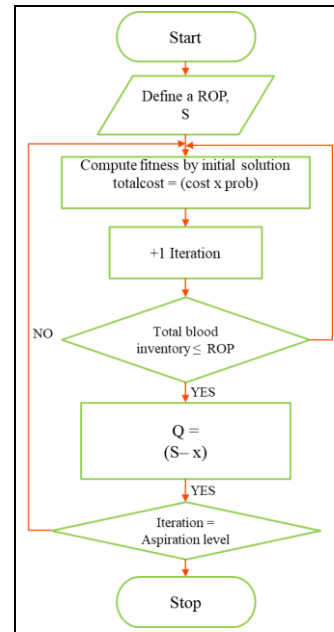
และเวลาแปรผัน โดยใช้วิธีการทาบูเสิร์ช (TS-Up to level-No Fixed time policy)

3. นโยบายการสั่งซื้อแบบจำนวนการสั่งซื้อคงที่และเวลาแปรผัน โดยใช้วิธีการทาบูเสิร์ช (TS-Fixed Q-No Fixed time policy)

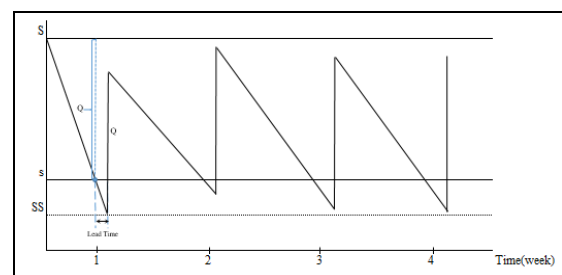
4. นโยบายการสั่งซื้อแบบกำหนดระดับของพัสดุคงคลังและเวลาคงที่ โดยใช้วิธีการทาบูเสิร์ช (TS-Up to level- Fixed time policy)

3.3.2.1 นโยบายปัจจุบัน (Current policy)

เป็นวิธีที่ทางโรงพยาบาลใช้อยู่ในปัจจุบัน กำหนดระดับการสั่งซื้อ โดยระดับการสั่งซื้อหาได้จากค่าเฉลี่ยของความถี่ความต้องการโลหิตต่อเดือน โดยใช้ข้อมูลความต้องการโลหิตในช่วงเดือนเดียวกันของปีก่อนหน้า ซึ่งระดับการสั่งซื้อของนโยบายปัจจุบันหาได้จากค่าเฉลี่ยความต้องการโลหิตในเดือนนั้นๆ โดยข้อมูลที่น่ามาหาเฉลี่ยใช้ข้อมูลจากปีก่อนหน้ามาคำนวณ



รูปที่ 6 วิธีการหาจำนวนการสั่งโลหิตในนโยบายปัจจุบัน



รูปที่ 7 ระดับพัสดุคงคลังของนโยบายการสั่งโลหิตในนโยบายปัจจุบัน (s, S)

วัตถุประสงค์ (Objective): ให้บริการโลหิตให้เพียงพอต่อความต้องการ

เงื่อนไข (Rule-based decision) :

(1) กำหนดร้อยละของการให้บริการผู้ป่วยฉุกเฉิน คือ ร้อยละ 100

(2) ในภาวะฉุกเฉินจะทำการส่งจ่ายโลหิตหมู่ O ควบคู่กับการตรวจสอบความเข้ากันของโลหิต หากไม่เข้ากันจะทำการระงับการให้โลหิต และทำการส่งจ่ายใหม่

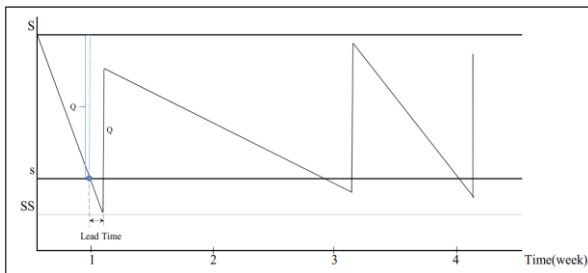
3.3.2.2 นโยบายการสั่งซื้อแบบกำหนดระดับของพัสดุคงคลังและเวลาแปรผัน โดยใช้วิธีการทาบูเสิร์ช (TS-Up to level-No Fixed time policy)

กำหนดระดับการสั่งซื้อ โดยระดับการสั่งซื้อสามารถหาได้จากสมการที่ 12

$$s = (d \times \bar{L}) + Zd(\sigma_L) \quad (12)$$

$$SS = Zd\sigma_L \quad (13)$$

เมื่อระดับของโลहितในคลังลดลงถึง s จะทำการสั่งโลहितเป็นจำนวน $S -$ (จำนวนโลहितที่เหลือในคลัง) เพื่อรักษาระดับโลहितในคลังให้อยู่ที่ระดับสูงสุด ซึ่งรอบของการสั่งอาจไม่แน่นอน โดยจะแปรผันกับระดับของโลहितในคลัง

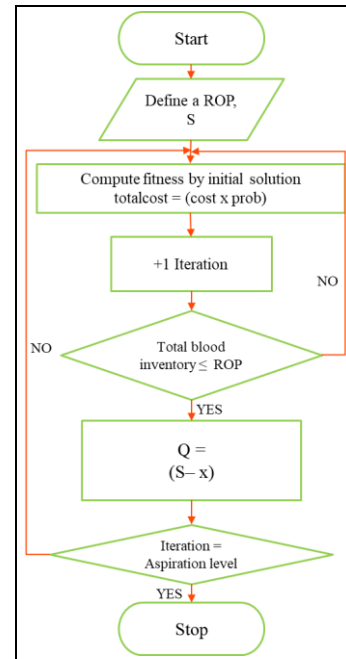


รูปที่ 8 ระดับพัสดุคงคลังนโยบายการสั่งซื้อแบบระดับของพัสดุคงคลังและเวลาแปรผันโดยใช้วิธีการทาบูเสิร์ซ (s, S)

เงื่อนไข (Rule-based decision) :

วัตถุประสงค์ (Objective) : ให้บริการโลहितให้เพียงพอต่อความต้องการมีค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นน้อยที่สุด มีการขาดแคลนน้อยที่สุด และร้อยละของการบริการสูงสุด

- (1) กำหนดร้อยละของการให้บริการ คือ ร้อยละ 100 สำหรับผู้ป่วยฉุกเฉิน
- (2) ทำการจ่ายโลहितให้ผู้ป่วยกรณีฉุกเฉินก่อน
- (3) กำหนด ROP และ SS
- (4) ค่าคาดหวังค่าใช้จ่ายรวมน้อยที่สุด
- (5) ทุกรอบสั่งซื้อ จำนวนโลहितที่ทำการสั่งจะทำให้ระดับของโลहितในคลังถึงระดับสูงสุด (S)



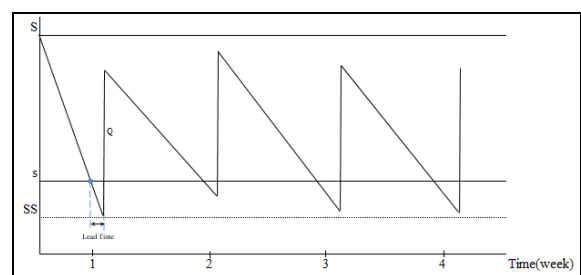
รูปที่ 9 วิธีการสั่งโลहितนโยบายการสั่งซื้อแบบกำหนดระดับของพัสดุคงคลังและเวลาแปรผันโดยใช้วิธีการทาบูเสิร์ซ

3.3.2.2 นโยบายการสั่งซื้อแบบจำนวนการสั่งซื้อคงที่และเวลาแปรผัน โดยใช้วิธีการทาบูเสิร์ซ (TS-Fixed Q-No Fixed time policy)

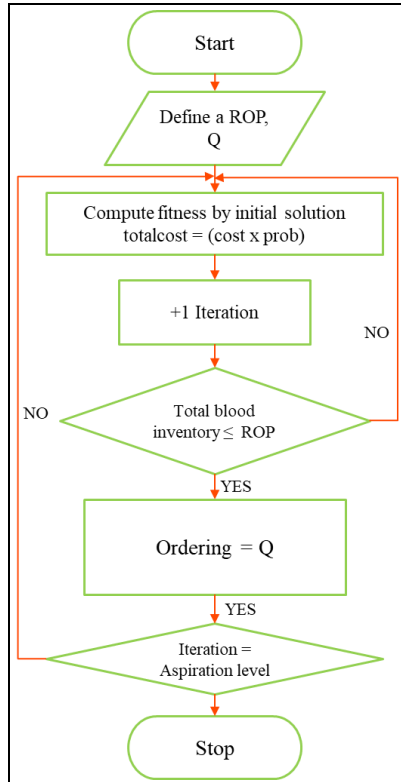
เมื่อระดับของโลहितในคลังลดลงถึง s จะทำการสั่งโลहितเป็นจำนวน Q ซึ่งจำนวน Q หาได้จากการใช้วิธีการทาบูและการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการคำนวณเพื่อให้ได้ค่า Q ตรงตามความต้องการ ซึ่งรอบของการสั่งอาจไม่แน่นอน โดยจะแปรผันกับระดับของโลहितในคลัง

$$s = (d \times \bar{L}) + Zd(\sigma_L) \quad (14)$$

$$SS = Zd(\sigma_L) \quad (15)$$



รูปที่ 10 ระดับพัสดุคงคลังของนโยบายการสั่งซื้อแบบจำนวนการสั่งซื้อคงที่และเวลาแปรผันโดยใช้วิธีการทาบูเสิร์ซ (r, Q)



รูปที่ 11 วิธีการหาจำนวนการสั่งโลหิตนโยบายการสั่งซื้อแบบจำนวนการสั่งซื้อคงที่และเวลาแปรผันโดยใช้วิธีการทาบูเสิร์ช

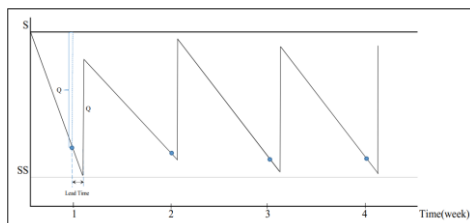
วัตถุประสงค์ (Objective): ให้บริการโลหิตให้เพียงพอต่อความต้องการ มีค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นน้อยที่สุด มีการขาดแคลนน้อยที่สุด และร้อยละของการบริการสูงสุด

เงื่อนไข (Rule-based decision):

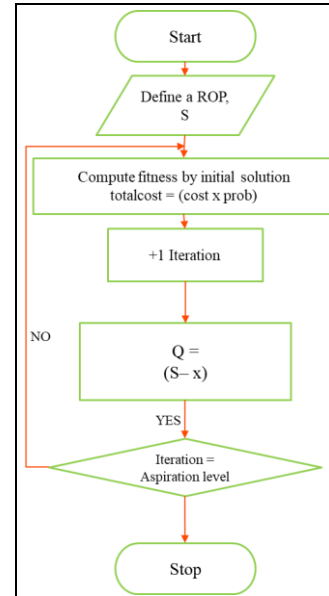
- (1) กำหนดร้อยละของการให้บริการ คือ ร้อยละ 100 สำหรับผู้ป่วยฉุกเฉิน
- (2) ทำการจ่ายโลหิตให้ผู้ป่วยกรณีฉุกเฉินก่อน
- (3) กำหนด ROP และ Safety Stock
- (4) ค่าคาดหวังค่าใช้จ่ายรวมน้อยที่สุด

3.3.2.4 นโยบายการสั่งซื้อแบบกำหนดระดับของพัสดุคงคลังและเวลาคงที่ โดยวิธีการทาบูเสิร์ช (TS-Up to level-Fixed time policy)

จะทำการสั่งซื้อทุกรอบสั่งซื้อ โดยจำนวนโลหิตที่ทำการสั่งจะทำให้ระดับของโลหิตในคลังถึงระดับสูงสุด (S)



รูปที่ 12 ระดับพัสดุคงคลังของนโยบายการสั่งซื้อแบบกำหนดระดับของพัสดุคงคลังและเวลาคงที่โดยวิธีการทาบูเสิร์ช (t, S)



รูปที่ 13 วิธีการหาจำนวนการสั่งโลหิตในวิธีการทาบูเสิร์ชแบบการกำหนดระดับของพัสดุคงคลังและเวลาคงที่

วัตถุประสงค์ (Objective) : ให้บริการโลหิตให้เพียงพอต่อความต้องการ มีค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นน้อยที่สุด มีการขาดแคลนน้อยที่สุด และร้อยละของการบริการสูงสุด

เงื่อนไข (Rule-based Decision):

- (1) กำหนดร้อยละของการให้บริการ คือ ร้อยละ 100 ของทั้งสองกรณี
- (2) ทำการสั่งเลือด โดยจะทำการสั่งทุกอาทิตย์
- (3) ให้บริการแก่ผู้ป่วยภาวะฉุกเฉินก่อน ผู้ป่วยภาวะปกติ
- (4) ทำการสั่งซื้อทุกรอบสั่งซื้อ โดยจำนวนโลหิตที่ทำการสั่งจะทำให้ระดับของโลหิตในคลังถึงระดับสูงสุด (S)

3.4 การเก็บข้อมูล

ทำการเก็บข้อมูลเชิงปริมาณที่ต้องการในการพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบไปด้วยชุดข้อมูลความต้องการโลหิตของหมู่โลหิต O จำนวนโลหิตที่ได้รับบริจาคและค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในการจัดการพัสดุคงคลังโลหิตของโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3.5 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อสร้างชุดข้อมูลสำหรับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบการกระจายตัวของความน่าจะเป็นของข้อมูล ความต้องการโลหิตของโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โดยใช้การวิเคราะห์สถิติพื้นฐานพบว่า การกระจายตัวของข้อมูลเป็นแบบความน่าจะเป็นแบบช่วง (Discrete probability) แสดงข้อมูลการทดสอบดังตาราง

ที่ 1 โดยทำการแยกข้อมูลเป็น 2 ภาวะ คือ ภาวะความต้องการปกติและภาวะความต้องการฉุกเฉิน และกำหนดให้โลหิตในกลุ่มที่มีอายุคงเหลือ 1-7 วัน มีจำนวนเท่ากับค่าความต้องการโลหิตสูงสุดสำหรับผู้ป่วยปกติของแต่ละเดือน เนื่องจากในความเป็นจริงแล้ว ทางคลังโลหิตจะทราบปริมาณความต้องการโลหิตของผู้ป่วยปกติล่วงหน้ามาก่อนแล้ว และสามารถสำรองโลหิตในคลังโลหิตได้เพียงพอต่อความต้องการวิเคราะห์ข้อมูลค่าคาดหวังค่าใช้จ่ายรวมทั้งที่เกิดขึ้นในการจัดการคลังโลหิตของโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ซึ่งได้แก่ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บ, ค่าใช้จ่ายจากการสั่งซื้อ, ค่าใช้ภายในในการขนส่ง, ค่าใช้ภายในกรณีเกิดการขาดของโลหิต ดังตารางที่ 2 โดยค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในกรณีเกิดการขาดจะมีค่าขนส่ง ซึ่งจะคิดค่าขนส่งจากระยะจากโรงพยาบาลที่ทำการยืมโลหิต ซึ่งอาจจะมีความเป็นไปได้ว่าอาจจะต้องทำการยืมหรือแลกเปลี่ยนโลหิตไกลออกไป จึงทำการคิดค่าขนส่งตามระยะของโรงพยาบาลที่ไกลที่สุด

ตารางที่ 1 ความต้องการโลหิตและความน่าจะเป็นของความต้องการโลหิตของโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Unit) ตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2561-กันยายน 2562

เดือน	ความต้องการโลหิต (หน่วย)							
	ผู้ป่วยปกติ				ผู้ป่วยฉุกเฉิน			
	Dem R1	Prob R1	Dem. R2	Prob. R2	Dem. E1	Prob. E1	Dem. E2	Prob. E2
ต.ค.	66	0.50	72	0.50	6	0.50	8	0.50
พ.ย.	48	0.50	51	0.50	4	0.50	5	0.50
ธ.ค.	48	0.50	51	0.50	4	0.50	5	0.50
ม.ค.	48	0.50	51	0.50	4	0.50	5	0.50
ก.พ.	48	0.50	51	0.50	4	0.50	5	0.50
มี.ค.	66	0.50	72	0.50	6	0.50	8	0.50
เม.ย.	66	0.50	72	0.50	6	0.50	8	0.50
พ.ค.	48	0.50	51	0.50	4	0.50	5	0.50
มิ.ย.	66	0.50	72	0.50	6	0.50	8	0.50
ก.ค.	48	0.50	51	0.50	4	0.50	5	0.50
ส.ค.	48	0.50	51	0.50	4	0.50	5	0.50
ก.ย.	48	0.50	51	0.50	4	0.50	5	0.50

หมายเหตุ

- 1) Dem. คือ ความต้องการโลหิตของผู้ป่วย และ Prob. คือ ความน่าจะเป็นของความต้องการ (โอกาสเกิดความต้องการ)
- 2) R1 หรือ R2 คือ ช่วงความต้องการโลหิตของผู้ป่วยปกติ ที่มีโอกาสต้องการเท่ากับ R1 หรือ R2 หน่วย
- 3) E1 หรือ E2 คือ ช่วงความต้องการโลหิตของผู้ป่วยปกติ ที่มีโอกาสต้องการเท่ากับ E1 หรือ E2 หน่วย

ตารางที่ 2 ค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับการบริการโลหิตของโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รายการ	ค่าใช้จ่าย
การส่ง	โลหิต 700 บาท/หน่วย
	ค่าขนส่ง 100 บาท/รอบ
การจัดเก็บ	พนักงาน 108 บาท/หน่วย
	ตู้แช่ 2 บาท/หน่วย/วัน
การใช้	ค่าเครื่องตรวจ 570 บาท/หน่วย/การใช้
การขาดแคลน	*ค่าขนส่ง 2000 บาท/รอบ
หมดอายุ	กำจัด 4 บาท/หน่วย

หมายเหตุ *ค่าขนส่ง ณ มกราคม 2562

4. ผลการดำเนินงานวิจัย

4.1 ผลการทดสอบความเท่ากัน (Equivalence testing) ของอัลกอริทึม

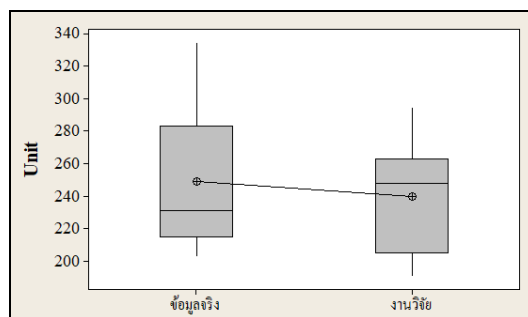
การศึกษาข้อมูลที่เกิดขึ้นจากโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีซึ่งมีความต้องการโลหิตในปริมาณที่มากสามารถระบุปัญหาที่เกิดขึ้นจากโรงพยาบาลกรณีศึกษาไว้ในหัวข้อ 3.1.1 และหัวข้อ 3.1.2 เพื่อความถูกต้องของผลการวิจัยทางผู้วิจัยได้ทำการทดสอบอัลกอริทึมจากงานวิจัย โดยนำจำนวนโลหิตที่ทำการส่งโลหิตที่ได้จากการใช้อัลกอริทึมในงานวิจัยของนโยบายปัจจุบันกับจำนวนการส่งโลหิตที่เกิดขึ้นจริงมาทำการทดสอบความเท่ากัน (Equivalence testing)

Two-Sample T-Test and CI: ข้อมูลจริง(Unit), งานวิจัย(Unit)

```
Two-sample T for ข้อมูลจริง(Unit) vs งานวิจัย(Unit)
N    Mean    StDev    SE Mean
ข้อมูลจริง(Unit)  12  248.9    43.9      13
งานวิจัย(Unit)   12  239.9    33.4      9.6

Difference = mu (ข้อมูลจริง(Unit)) - mu (งานวิจัย(Unit))
Estimate for difference:  9.0
95% CI for difference: (-24.2, 42.2)
T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 0.57 P-Value = 0.578 DF = 20
```

รูปที่ 14 ผลการทดสอบความเท่ากัน (Equivalence testing) ของอัลกอริทึม



รูปที่ 15 บล็อกพล็อตของผลการทดสอบความเท่ากัน (Equivalence testing) ของอัลกอริทึม

ผลการทดสอบสมมติฐานของโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี หลังจากได้ผลการรันด้วยโปรแกรมแล้วจึงนำค่าที่ได้มาทดสอบความเท่ากัน (Equivalence testing) ของอัลกอริทึมโดยใช้โปรแกรม Minitab ซึ่งผลที่ได้คือยอมรับได้ว่าผลของปริมาณการสั่งโลหิตที่ได้จากอัลกอริทึม มีค่าเท่ากับผลของการสั่งโลหิตที่ได้จากข้อมูลโรงพยาบาลเทคโนโลยีสุรนารีจริง อย่างมีนัยสำคัญ ที่ได้จากงานวิจัยเนื่องจาก ค่า P-Value ที่แสดงในรูปที่ 14 และรูปที่ 15 โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมีค่า P-Value เท่ากับ 0.57

4.2 ผลการประเมินนโยบายการสั่งโลหิตเมื่อความต้องการโลหิตมีการเปลี่ยนแปลงกรณีศึกษาโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

พิจารณาณนโยบายทั้งหมด 4 นโยบาย

(1) นโยบายการดำเนินงานปัจจุบัน (Current policy)

(2) นโยบายการสั่งซื้อแบบกำหนดระดับของพัสดุคงคลังและเวลาแปรผัน โดยใช้วิธีการทาบูเลิร์ซ (TS-Up to level-No Fixed time policy)

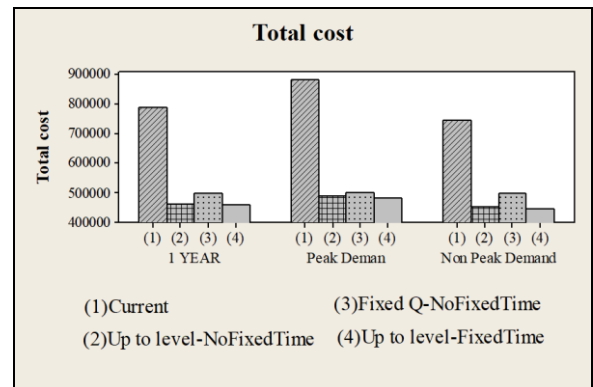
(3) นโยบายการสั่งซื้อแบบจำนวนการสั่งซื้อคงที่และเวลาแปรผัน โดยใช้วิธีการทาบูเลิร์ซ (TS-Fixed Q-No Fixed time policy)

(4) นโยบายการสั่งซื้อแบบกำหนดระดับของพัสดุคงคลังและเวลาคงที่ โดยใช้วิธีการทาบูเลิร์ซ (TS-Up to level- Fixed time policy)

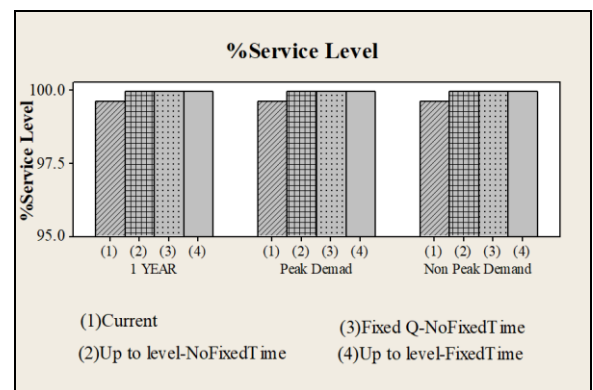
4.2.1 ผลการประเมินนโยบายการสั่งโลหิต

ความต้องการโลหิตจากข้อมูลจริง โดยจะทำการประเมินแบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ ผลการประเมินที่เกิดจากความต้องการรวมทั้งปี, ผลการประเมินในช่วงที่มีความต้องการโลหิตสูงและผลการประเมินในช่วงที่มีความต้องการโลหิตต่ำ จากรูปที่ 16 ผลการประเมินเปรียบเทียบกันของ 3 ช่วงเวลา นโยบายที่ 1 นโยบายการดำเนินงานปัจจุบัน มีค่าใช้จ่ายที่มากที่สุดที่คือ 2,545,870.75 บาท และนโยบายที่ 4 นโยบายการสั่งซื้อแบบกำหนดระดับของพัสดุคงคลังและเวลาคงที่ โดยใช้วิธีการทาบูเลิร์ซ (TS-Up to level- Fixed time policy) มีค่าใช้จ่ายที่น้อยที่สุดคือ 1,835,471.25 บาท จากรูปที่ 17 ผลการประเมินเปรียบเทียบกันของ 3 ช่วงเวลา นโยบายที่ 4 มีร้อยละของการให้บริการมากที่สุดคือร้อยละ 99.98 และนโยบายที่ 1 มีร้อยละของการให้บริการต่ำที่สุดคือร้อยละ 99.19 จากรูปที่ 18 จะเห็นได้ว่าในช่วงที่มีความต้องการโลหิตสูงจะเห็นได้ว่านโยบายที่ 2, 3 และ 4 มีค่าที่ใกล้เคียงกัน และในช่วงที่มีการใช้งานต่ำจะ

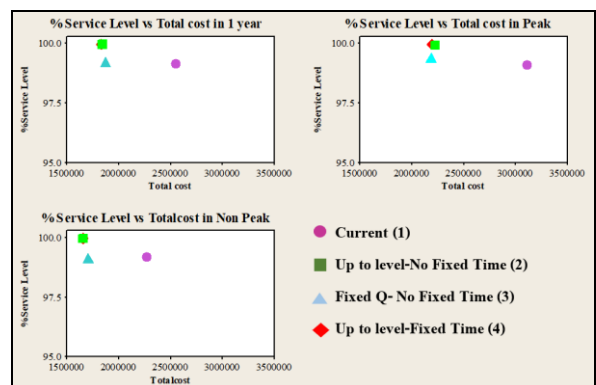
เห็นความแตกต่างกันได้อย่างชัดเจน ยกเว้นนโยบายที่ 4 และ 2 ที่มีค่าที่ใกล้เคียงกัน แต่เมื่อมองในภาพรวมแล้ว นโยบายที่ 4 จะมีร้อยละการให้บริการที่สูงและค่าคาดหวังค่าใช้จ่ายรวมที่น้อยที่สุด



รูปที่ 16 ค่าคาดหวังค่าใช้จ่ายรวมที่ใช้ข้อมูลความต้องการโลหิตจากข้อมูลจริง โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



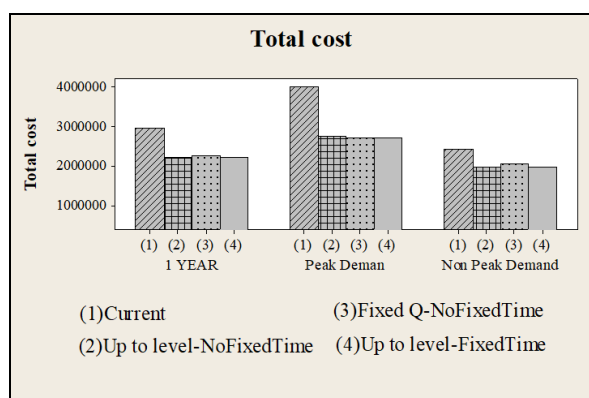
รูปที่ 17 ร้อยละของการให้บริการที่ใช้ข้อมูลความต้องการโลหิตจากข้อมูลจริง



รูปที่ 18 ร้อยละของการให้บริการเทียบกับค่าคาดหวังค่าใช้จ่ายรวมของทั้งสามช่วงเวลาโดยใช้ข้อมูล

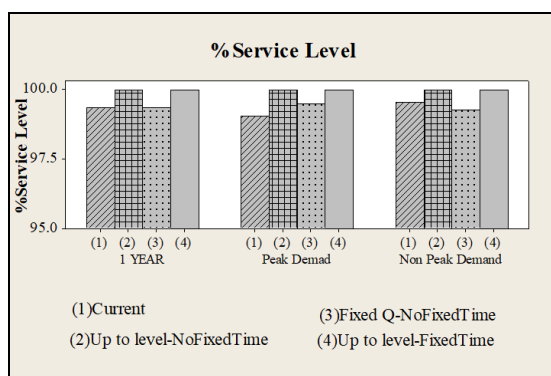
4.2.2 เมื่อความต้องการโลหิตมีความต้องการเพิ่มขึ้น 25%

โดยจะทำการประเมินแบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือผลการประเมินที่เกิดจากความต้องการรวมทั้งปี, ผลการประเมินในช่วงที่มีความต้องการโลหิตสูงและผลการประเมินในช่วงที่มีความต้องการโลหิตต่ำ จากรูปที่ 19 ผลการประเมินเปรียบเทียบกันของ 3 ช่วงเวลา นโยบายที่ 1 มีค่าใช้จ่ายที่มากที่สุดที่คือ 2,957,609.21 บาท และนโยบายที่ 4 มีค่าใช้จ่ายที่น้อยที่สุดคือ 2,227,83.83 บาท จากรูปที่ 20 ผลการประเมินเปรียบเทียบกันของ 3 ช่วงเวลา นโยบายที่ 4 มีร้อยละของการให้บริการมากที่สุดคือร้อยละ 99.98 และนโยบายที่ 1 มีร้อยละของการให้บริการต่ำที่สุดคือร้อยละ 99.04

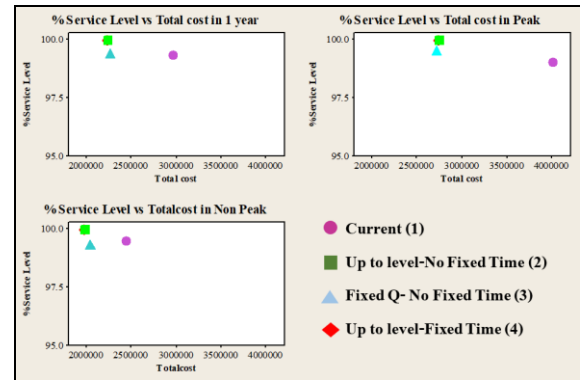


รูปที่ 19 ค่าคาดหวังค่าใช้จ่ายรวมเมื่อความต้องการโลหิตเพิ่มขึ้น 25%

จากรูปที่ 21 เมื่อค่าความต้องการโลหิตมีการเพิ่มขึ้น 25% จะเห็นได้ว่าในช่วงที่มีความต้องการโลหิตสูงนโยบายที่ 2 และ 4 มีค่าที่ใกล้เคียงกัน และในช่วงที่มีการใช้งานต่ำจะเห็นว่านโยบายที่ 2 และ 4 มีค่าเท่ากัน แต่เมื่อมองในภาพรวมแล้วนโยบายที่ 4 จะมีร้อยละการให้บริการที่สูงและค่าคาดหวังค่าใช้จ่ายรวมที่น้อยที่สุด



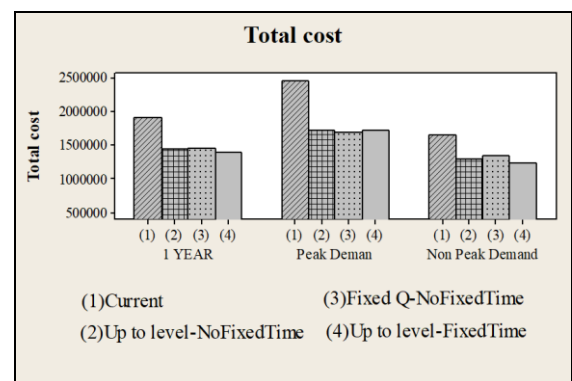
รูปที่ 20 ร้อยละของการให้บริการเมื่อความต้องการโลหิตเพิ่มขึ้น 25% ของ โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



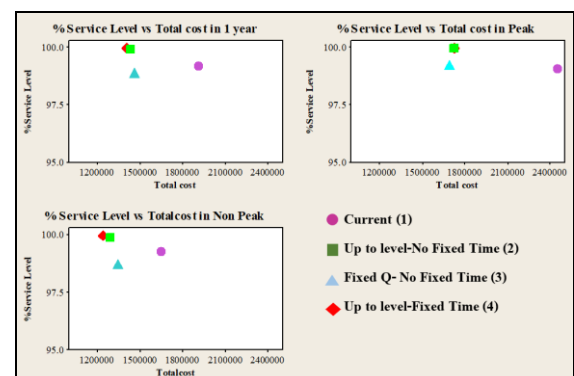
รูปที่ 21 ร้อยละของการให้บริการเทียบกับค่าคาดหวังค่าใช้จ่ายรวมของทั้งสามช่วงเวลาโดยใช้ข้อมูลความต้องการโลหิตเพิ่มขึ้น 25%

4.2.3 เมื่อความต้องการโลหิตมีความต้องการลดลง 25%

โดยจะทำการประเมินแบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือผลการประเมินที่เกิดจากความต้องการรวมทั้งปี, ผลการประเมินในช่วงที่มีความต้องการโลหิตสูงและผลการประเมินในช่วงที่มีความต้องการโลหิตต่ำ



รูปที่ 22 ค่าคาดหวังค่าใช้จ่ายรวมเมื่อความต้องการโลหิตลดลง 25%



รูปที่ 23 ร้อยละของการให้บริการเทียบกับค่าค่าใช้จ่ายรวมของทั้งสามช่วงเวลาโดยใช้ข้อมูลความต้องการโลหิตลดลง 25%

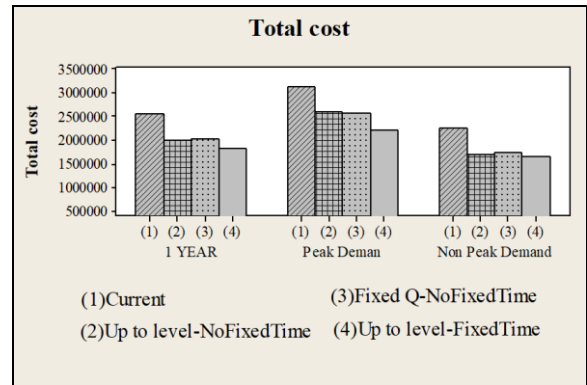
จากรูปที่ 22 ผลการประเมินเปรียบเทียบกันของ 3 ช่วงเวลานโยบายที่ 1 มีค่าใช้จ่ายที่มากที่สุดคือ 759,532.04 บาท และนโยบายที่ 4 มีค่าใช้จ่ายที่น้อยที่สุดคือ 325,986.10 บาท จากรูปที่ 23 ผลการประเมินเปรียบเทียบกันของ 3 ช่วงเวลา นโยบายที่ 4 มีร้อยละของการให้บริการมากที่สุดคือร้อยละ 99.99 และนโยบายที่ 1 มีร้อยละของการให้บริการต่ำที่สุดคือร้อยละ 99.55 จากรูปที่ 24 เมื่อค่าความต้องการโลหิตมีการลดลงขึ้น 25% จะเห็นได้ว่าในช่วงที่มีความต้องการโลหิตสูงนโยบายที่ 2 และนโยบายที่ 4 มีค่าเท่ากัน นโยบายที่ 3 จะมีค่าคาดหวังค่าใช้จ่ายรวมที่ต่ำที่สุดแต่มีร้อยละของการให้บริการต่ำกว่านโยบายที่ 2 และ 4 และในช่วงที่มีการใช้งานต่ำจะเห็นว่านโยบายที่ 2 และ 4 มีค่าใกล้เคียงกัน แต่เมื่อมองในภาพรวมแล้ว นโยบายที่ 4 จะมีร้อยละการให้บริการที่สูงและค่าคาดหวังค่าคาดหวังที่น้อยที่สุด

4.3 การประเมินนโยบายการสั่งโลหิตเมื่อค่าการจัดเก็บมีการเปลี่ยนแปลง

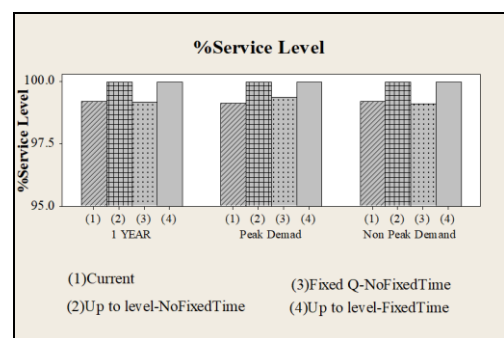
งานวิจัยนี้ศึกษาและพัฒนานโยบายทั้งสิ้น 4 นโยบายด้วยกัน ตามที่ระบุไว้ในวิธีดำเนินการวิจัย ทั้งนี้เพื่อให้สามารถประเมินผลได้จากชัดเจนและใกล้เคียงค่าที่ดีที่สุด จึงต้องทำการศึกษาในกรณีที่ค่าการจัดเก็บมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นและลดลง ซึ่งได้ประเมินว่าค่าการเปลี่ยนแปลงที่เป็นไปได้อยู่ที่ค่าประมาณ $\pm 10\%$

4.3.1 ผลการประเมินนโยบายการสั่งโลหิตเมื่อค่าการจัดเก็บมีการเปลี่ยนแปลงโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

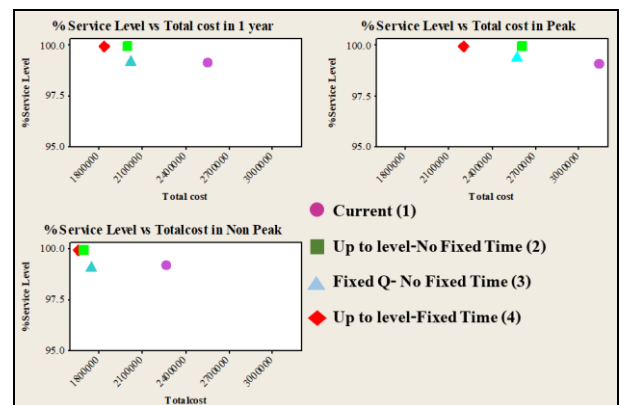
เมื่อค่าการจัดเก็บมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น 10% โดยจะทำการประเมินแบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ ผลการประเมินที่เกิดจากความต้องการรวมทั้งปี, ผลการประเมินในช่วงที่มีความต้องการโลหิตสูงและผลการประเมินในช่วงที่มีความต้องการโลหิตต่ำ จากรูปที่ 25 ผลการประเมินเปรียบเทียบกันของ 3 ช่วงเวลานโยบายที่ 1 มีค่าใช้จ่ายที่มากที่สุดคือ 2,549,327.67 บาท และนโยบายที่ 4 มีค่าใช้จ่ายที่น้อยที่สุดคือ 1,838,512.90 บาท จากรูปที่ 26 ผลการประเมินเปรียบเทียบกันของ 3 ช่วงเวลานโยบายที่ 4 มีร้อยละของการให้บริการมากที่สุดคือร้อยละ 99.98 และนโยบายที่ 1 มีร้อยละของการให้บริการต่ำที่สุดคือร้อยละ 99.19



รูปที่ 24 ค่าคาดหวังค่าใช้จ่ายรวมเมื่อค่าการจัดเก็บมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น 10%



รูปที่ 25 ร้อยละของการให้บริการเมื่อค่าการจัดเก็บมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น 10%



รูปที่ 26 ร้อยละของการให้บริการเทียบกับค่าคาดหวังค่าใช้จ่ายรวมของทั้งสามช่วงเวลาเมื่อค่าจัดเก็บมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น 10%

จากรูปที่ 26 เมื่อค่าการจัดเก็บมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น 10% จะเห็นได้ว่าในช่วงที่มีความต้องการโลหิตสูง นโยบายที่ 4 มีค่าที่ดีที่สุด และในช่วงที่มีการใช้งานต่ำจะเห็นว่านโยบาย ที่ 2 และ 4 มีใกล้เคียงกัน แต่เมื่อมองในภาพรวมแล้ว นโยบายที่ 4 จะมีร้อยละการให้บริการที่สูงและค่าใช้จ่ายรวมที่น้อยที่สุด

ตารางที่ 3 แสดงค่าคาดหวังค่าใช้จ่ายรวมทั้งปีแยกตามประเภทค่าใช้จ่ายของโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

กรณี	นโยบาย	ค่าใช้จ่าย(บาท)					
		โลหิต	เครื่องจักร	ค่าขนส่ง	โลหิตขาด	จัดเก็บ	โลหิตหมดอายุ
ความต้องการ โลหิตปกติ	Current (1)	986,309	803,137	2,896	320,333	427,680	5,515
	Up to level-NoFixedTime (2)	757,344	616,694	2,224	12,333	451,000	4,233
	Fixed Q-NoFixedTime (3)	<u>592,780</u>	<u>482,693</u>	<u>1,740</u>	315,232	472,120	<u>3,307</u>
	Up to level-FixedTime (4)	785,329	639,482	2,306	<u>8,833</u>	<u>395,120</u>	4,401
ความต้องการ โลหิต เพิ่มขึ้น	Current (1)	1,149,742	936,218	2,728	328,333	534,160	6,428
	Up to level-NoFixedTime (2)	914,484	744,651	2,170	16,750	557,040	5,111
	Fixed Q-NoFixedTime (3)	<u>749,869</u>	<u>610,608</u>	<u>1,779</u>	319,648	578,160	<u>4,185</u>
	Up to level-FixedTime (4)	949,761	773,377	2,253	<u>9,750</u>	<u>487,520</u>	5,323
ความต้องการ โลหิต ลดลง	Current (1)	629,185	512,337	2,492	229,500	534,160	3,467
	Up to level-NoFixedTime (2)	470,672	383,261	1,864	19,500	557,040	2,591
	Fixed Q-NoFixedTime (3)	<u>306,192</u>	<u>249,328</u>	<u>1,213</u>	322,398	578,160	<u>1,682</u>
	Up to level-FixedTime (4)	499,146	406,447	1,977	<u>5,500</u>	<u>487,520</u>	2,761
ค่าจัดเก็บ เพิ่มขึ้น	Current (1)	964,743	785,576	2,833	320,333	470,448	5,394
	Up to level-NoFixedTime (2)	813,405	662,344	2,388	12,446	501,424	4,545
	Fixed Q-NoFixedTime (3)	<u>647,682</u>	<u>527,398</u>	<u>1,902</u>	315,345	524,656	<u>3,613</u>
	Up to level-FixedTime (4)	762,401	620,812	2,238	<u>8,833</u>	<u>439,956</u>	4,272
ค่าจัดเก็บ ลดลง	Current (1)	1,011,232	823,432	2,969	320,333	384,912	5,654
	Up to level-NoFixedTime (2)	863,420	703,070	2,535	12,446	410,256	4,824
	Fixed Q-NoFixedTime (3)	<u>700,015</u>	<u>570,012</u>	<u>2,055</u>	315,345	429,264	<u>3,905</u>
	Up to level-FixedTime (4)	805,849	656,191	2,366	<u>8,833</u>	<u>359,964</u>	4,515

5. สรุปผลการดำเนินงาน

สรุปผลการวิจัยของการจัดการคลังโลหิตของโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมีวัตถุประสงค์เพื่อให้สามารถกำหนดนโยบายการสั่งซื้อโลหิต (หน่วย) ในแต่ละช่วงเวลาและปริมาณระดับพัสดุคลังโลหิตสำรองที่เหมาะสมโดยวิธีการทาบูลี่รีช พบว่านโยบายการสั่งซื้อแบบกำหนดระดับของพัสดุดังกล่าวและเวลาคงที่โดยวิธีการทาบูลี่รีช (TS-Up to level-Fixed time policy) ทำให้ได้ค่าคาดหวังค่าใช้จ่ายรวมน้อยที่สุด และมีร้อยละของการให้บริการสูงที่สุด ซึ่งแต่ละนโยบายมีเงื่อนไขที่จะต้องมีการเลือกใช้โลหิตที่มีอายุเหลือน้อยที่สุดก่อน และจะต้องจัดสรรโลหิตให้กับผู้ป่วยฉุกเฉินก่อนเป็นกรณีแรก ผลการประเมินเปรียบเทียบร้อยละของการให้บริการ และค่าคาดหวังค่าใช้จ่ายรวมที่เกิดขึ้น โดยทำการแยกพิจารณา ดังนี้

(1) การประเมินนโยบายการสั่งซื้อโลหิตเมื่อความต้องการโลหิตมีการเปลี่ยนแปลง พบว่าเมื่อค่าความต้องการโลหิตไม่มีการเปลี่ยนแปลง นโยบายที่ดีที่สุดคือนโยบายนโยบายการสั่งซื้อแบบกำหนดระดับของพัสดุดังกล่าวและเวลาคงที่โดยวิธีการทาบูลี่รีช (TS-Up to level- Fixed time policy) และเมื่อค่า

ความต้องการโลหิตมีการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงก็ไม่ส่งผลต่อนโยบายที่ดีที่สุด

(2) ผลการประเมินเปรียบเทียบร้อยละของการให้บริการ และค่าคาดหวังค่าใช้จ่ายรวมที่เกิดขึ้น โดยทำการแยกพิจารณาเป็น 2 กรณี คือ พิจารณาในช่วงที่มีความต้องการสูงและช่วงที่มีความต้องการต่ำ พบว่า ในช่วงที่มีความต้องการสูง นโยบายการสั่งซื้อแบบกำหนดระดับของพัสดุดังกล่าวและเวลาแปรผันโดยใช้วิธีการทาบูลี่รีช (TS-Up to level-No Fixed time policy) และนโยบายการสั่งซื้อแบบกำหนดระดับของพัสดุดังกล่าวและเวลาคงที่โดยวิธีการทาบูลี่รีช (TS-Up to level-Fixed time policy) มีค่าที่ใกล้เคียงกัน และในช่วงที่มีความต้องการต่ำ นโยบายการสั่งซื้อแบบกำหนดระดับของพัสดุดังกล่าวและเวลาคงที่โดยวิธีการทาบูลี่รีช (TS-Up to level-Fixed time policy) เป็นนโยบายที่มีแนวโน้มดีที่สุด สาเหตุที่นโยบายการสั่งซื้อแบบกำหนดระดับของพัสดุดังกล่าวและเวลาแปรผันโดยใช้วิธีการทาบูลี่รีช (TS-Up to level-No Fixed time policy) และนโยบายการสั่งซื้อแบบกำหนดระดับของพัสดุดังกล่าวและเวลาคงที่โดยวิธีการทาบูลี่รีช (TS-Up to level- Fixed time policy) มีค่าที่ใกล้เคียงกันสืบเนื่องมาจาก

นโยบายของทั้งมีลักษณะที่ใกล้เคียงกัน กล่าวคือ นโยบายการสั่งซื้อแบบกำหนดระดับของพัสดุคงคลังและเวลาแปรผันโดยใช้วิธีการทาบูลารี (TS-Up to level-No Fixed time policy) และนโยบายการสั่งซื้อแบบกำหนดระดับของพัสดุคงคลังและเวลาคงที่โดยวิธีการทาบูลารี (TS-Up to level- Fixed time policy) จะทำการสั่งซื้อสินค้าตามเดิมจนถึงระดับสูงสุดแตกต่างกันตรงที่นโยบายการสั่งซื้อแบบกำหนดระดับของพัสดุคงคลังและเวลาแปรผันโดยใช้วิธีการทาบูลารี (TS-Up to level-No Fixed time policy) จะทำการสั่งซื้อเมื่อระดับโลहितในคลังลดลงต่ำกว่าที่กำหนด แต่นโยบายการสั่งซื้อแบบกำหนดระดับของพัสดุคงคลังและเวลาคงที่โดยวิธีการทาบูลารี (TS-Up to level- Fixed time policy) จะทำการสั่งซื้อทุกสัปดาห์ และจากสาเหตุนี้จึงทำให้นโยบายการสั่งซื้อแบบกำหนดระดับของพัสดุคงคลังและเวลาแปรผันโดยใช้วิธีการทาบูลารี (TS-Up to level-No Fixed time policy) มีร้อยละของการให้บริการน้อยกว่า นโยบายการสั่งซื้อแบบกำหนดระดับของพัสดุคงคลังและเวลาคงที่โดยวิธีการทาบูลารี (TS-Up to level- Fixed time policy) จึงส่งผลให้นโยบายการสั่งซื้อแบบกำหนดระดับของพัสดุคงคลังและเวลาคงที่โดยวิธีการทาบูลารี (TS-Up to level- Fixed time policy) เป็นนโยบายที่เหมาะสมกับการใช้เป็นนโยบายในการจัดการพัสดุคงคลังโลหิต

การประยุกต์ผลงานวิจัย นโยบายที่ได้ทำการวิเคราะห์ออกมานั้น ทางผู้วิจัยได้ทำการสร้างโปรแกรมสำเร็จรูปขึ้นมาเพื่อให้ทางโรงพยาบาลสามารถนำไปใช้งานตามการใช้งานของแต่ละโรงพยาบาล ซึ่งในตัวโปรแกรมยังสามารถตรวจสอบสมมติฐานของระบบได้อีกด้วย

รูปที่ 27 แสดงผลลัพธ์การวางแผนสั่งวัสดุ เมื่อมีการรันโปรแกรมเสร็จสิ้น

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนโครงการวิจัย โครงการสนับสนุนทุนนักวิจัยใหม่ วท. ประจำปี 2560 ศูนย์ประสานงานนักเรียนทุนรัฐบาลทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ภายใต้ชื่อโครงการ แบบจำลองการจัดการระบบพัสดุคงคลังสำหรับพัสดุโลหิต (An Inventory Management Model for Blood Inventory) รหัสโครงการ FDA-CO-2561-5670-TH และได้รับการสนับสนุนในด้านสถานที่ดำเนินงานวิจัยและอุปกรณ์เครื่องมือต่างๆ จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ขอขอบคุณโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี แผนกห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ ที่ให้การสนับสนุนข้อมูลวิธีการดำเนินงาน ข้อมูลความต้องการโลหิตและข้อมูลสำคัญอื่นๆ

7. เอกสารอ้างอิง

- Chazan, D., & Gal, S. (1977). A markovian model for a perishable product inventory. *Management science*, 23(5), 512-521.
- Cohen, M. A. (1976). Analysis of single critical number ordering policies for perishable inventory. *Operations research*, 24(4), 726-741.
- Diabat, A., Abdallah, T., & Le, T. (2016). A hybrid tabu search based heuristic for the periodic distribution inventory problem with perishable goods. *Annals of Operations Research*, 242(2), 373-398. <https://doi.org/10.1007/s10479-014-1640-4>
- Haijema, R., van der Wal, J., & van Dijk, N. M. (2007). Blood platelet production: Optimization by dynamic programming and simulation. *Computers and operations research*, 34(3), 760-779.
- Kouki, C., Sahin, E., Jemai, Z., & Dallery, Y. (2010, May 10-12). *Periodic review inventory policy for perishables with random lifetime* [Conference presentation]. 8th International conference of modeling and simulation, Hammamet, Tunisia. <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.167.965&rep=rep1&type=pdf>

- Minner, S., & Transchel, S. (2010). Periodic review inventory- control for perishable products under service-level constraints. *OR Spectrum*, 32(4), 979-996.
- Nahmias, S. (1975). Ordering policies for perishable inventory II. *Operations research*, 23(4), 735-749.
- Nahmias, S. (1977). On ordering perishable inventory when both demand and lifetime are random. *Management science*, 24(1), 82-90.
- Nahmias, S., & Schmidt, C.P. (1986). An application of the theory of weak convergence to the dynamic perishable inventory. *Mathematics of operations research*, 11(1), 62-69.
- Pierskalla, W. P. (1972). Optimal issuing policies for perishable inventory. *Management science*, 18(11), 603-614.
- Puranam, K., Novak, D. C., Lucas, M. T., & Fung, M. (2017). Managing blood inventory with multiple independent sources of supply. *European Journal of Operational Research*. Elsevier, 259(2), 500-511.
- Williams, C. L., & Patuwo, B. E. (1999). A perishable inventory model with positive order lead times. *European journal of operational research*, 116(2), 352-373.

- Yates, N., Stanger, S., Wilding, R., & Cotton, S. (2017). Approaches to assessing and minimizing blood wastage in the hospital and blood supply chain. *ISBT Science Series*, 12(1), 91-98.

8. ประวัติผู้วิจัย

นางสาวสุรัสวดี นัยนารณ



ปริญญาโท: วิศวกรรมศาสตร
มหาบัณฑิต (วิศวกรรมเครื่องกลและ
ระบบกระบวนการ)



ผศ.ดร.กัญชลา สุดตาชาติ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร., สาขา
วิศวกรรมการผลิต, สำนักวิชา
วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย
เทคโนโลยีสุรนารี

ปริญญาเอก: Doctor of Philosophy
(Ph.D.), Industrial Engineering,
Clemson University, USA