

พลวัตของระบบ : ผลกระทบจากการจัดหาโลหิตต่อคลังโลหิต  
ของศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ สภากาชาดไทย



นางสาว สุกัญญา ตันติกุล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2545

ISBN 974-17-1289-8

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- 4 ก.พ. 2547

1 2069 8069

SYSTEM DYNAMICS : EFFECT OF RECRUITMENT ON BLOOD INVENTORY  
OF NATIONAL BLOOD CENTER , THAI RED CROSS SOCIETY

Miss Sukanya Tuntikul

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Engineering in Industrial Engineering

Department of Industrial Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

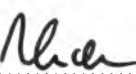
Academic Year 2002

ISBN 974-17-1289-8

หัวข้อวิทยานิพนธ์ : พลวัตของระบบ : ผลกระทบจากการจัดหาโลหิตต่อคลังโลหิต  
ของศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ สภากาชาดไทย  
โดย : นางสาวสุกัญญา ตันติกุล  
สาขาวิชา : วิศวกรรมอุตสาหการ  
อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เจริญ บุญดีสกุลโชค  
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม : อาจารย์นันทพร ลีลายนกุล


---


คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยานิพนธ์ฉบับนี้  
เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต


  
..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์  
(ศาสตราจารย์ ดร. สมศักดิ์ ปัญญาแก้ว)


คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
..... ประธานกรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร. ชูเวช ชาญสง่าเวช)

  
..... อาจารย์ที่ปรึกษา  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เจริญ บุญดีสกุลโชค)

  
..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม  
(อาจารย์นันทพร ลีลายนกุล)

  
..... กรรมการ  
(อาจารย์ ดร. ปวีณา เชาวลิตรวงค์)

  
..... กรรมการ  
(อาจารย์ ดร. วิภาวี ธรรมภรณ์พิลาศ)

สุกัญญา ตันติกุล : พลวัตของระบบ : ผลกระทบจากการจัดหาโลหิตต่อคลังโลหิต ของศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ สภากาชาดไทย. ( SYSTEM DYNAMICS : EFFECT OF RECRUITMENT ON BLOOD INVENTORY OF NATIONAL BLOOD CENTER , THAI RED CROSS SOCIETY ) อ.ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เจริญ บุญศิษฏกุลโชค , อ.ที่ปรึกษาร่วม : อาจารย์ นันทพร ลีลายนกุล ,345 หน้า. ISBN 974-17-1289-8.

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างพลวัตของระบบคลังโลหิต ของศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ สภากาชาดไทย และศึกษาผลกระทบจากการจัดหาโลหิตต่อคลังโลหิต เพื่อเสนอแนวทางในการปรับปรุงกิจกรรมการจัดการจัดหาโลหิต โดยการปรับเปลี่ยนนโยบายต่างๆ ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยนี้เป็นข้อมูลเฉลี่ยซึ่งได้มาจากเอกสารสถิติข้อมูล ซึ่งหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้รวบรวมไว้ ในช่วงเดือนมกราคม พ.ศ. 2544 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2545 และข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่และบุคลากรที่เกี่ยวข้อง และนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมของระบบคลังโลหิต หาความสัมพันธ์ทางโครงสร้างของระบบแล้วจึงสร้างแบบจำลองพลวัตของระบบคลังโลหิต โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการเขียนแบบจำลองพลวัตของระบบ จะใช้โปรแกรม Vensim Professional Version และทำการวิเคราะห์พฤติกรรมของระบบคลังโลหิต โดยใช้กราฟแสดงความสัมพันธ์อธิบายผลกระทบจากการจัดหาโลหิตต่อคลังโลหิต ในช่วงเดือนมกราคม พ.ศ.2544 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2545

ผลการวิจัยพบว่า แบบจำลองพลวัตของระบบคลังโลหิตที่สร้างขึ้นมา สามารถอธิบายพฤติกรรมของระบบคลังโลหิตและการจัดหาโลหิตได้ โดยจะพบว่าในช่วงเทศกาลปีใหม่ ช่วงเทศกาลสงกรานต์ ช่วงปิดเทอมภาคฤดูร้อน และช่วงปิดเทอมเดือนตุลาคม จะทำให้มีการจัดหาโลหิตได้ลดน้อยลงกว่าช่วงปกติ ส่งผลให้ปริมาณโลหิตในคลังโลหิตมีปริมาณที่ลดน้อยลง ในขณะที่มีปริมาณโลหิตที่ทางสถานพยาบาลทำการขอเบิกโลหิตมีปริมาณมาก ดังนั้นในช่วงสัปดาห์เหล่านี้ จะส่งผลให้มีการขาดแคลนโลหิตเกิดขึ้น ในทางกลับกัน ในช่วงเปิดเทอมต้น ช่วงเปิดเทอมปลาย และช่วงวันเฉลิมพระชนมพรรษาฯ ในช่วงนี้จะส่งผลกระทบทำให้ปริมาณโลหิตในคลังมีปริมาณเพิ่มสูงขึ้น และหลังจากช่วงนี้ประมาณ 3 สัปดาห์ จะทำให้มีปริมาณโลหิตหมดอายุมากตามไปด้วย

จากการวิเคราะห์ผลของแบบจำลองพลวัตของระบบคลังโลหิต พบว่าเมื่อมีการปรับปรุงระบบการเบิกและการจ่ายโลหิต และมีการจัดหาระบบการใช้ถุงบรรจุโลหิตที่รักษาอายุโลหิตได้ยาวนานกว่าเดิม จะส่งผลให้ปริมาณโลหิตหมดอายุของหมู่โลหิตเอ บี โอ และเอบี มีเปอร์เซ็นต์ของปริมาณโลหิตหมดอายุที่ลดลงจากเดิมเป็นจำนวน 27.87%, 44.76%, 46.75% และ 19.14% ส่งผลให้ค่าใช้จ่ายที่ต้องสูญเสียจากการจำหน่ายทิ้งโลหิตหมดอายุลดลงได้ และเมื่อปรับค่าจำนวนหน่วยเคลื่อนที่ให้เหมาะสม อัตราการขาดแคลนโลหิตก็จะลดน้อยลงด้วยเช่นกัน

ภาควิชา .....วิศวกรรมอุตสาหกรรม  
สาขาวิชา .....วิศวกรรมอุตสาหกรรม  
ปีการศึกษา .....2545.....

ลายมือชื่อนิสิต .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

## 4370562221 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEY WORD : SYSTEM DYNAMICS / RECRUITMENT / BLOOD INVENTORY / THAI RED CROSS SOCIETY

SUKANYA TUNTIKUL: SYSTEM DYNAMICS: EFFECT OF RECRUITMENT ON BLOOD INVENTORY OF NATIONAL BLOOD CENTER , THAI RED CROSS SOCIETY. THESIS ADVISOR : ASSISTANT PROFESSOR REIN BOONDISKULCHOK, Ph.D. , THESIS COADVISOR : MISS NUNTAPORN LEELARYONKUL , 345 pp. ISBN 974-17-1289-8.

The objectives of this research are, firstly, to create the system dynamics of blood inventory system of The National Blood Center, Thai Red Cross Society and, secondly, to study the impact of blood recruitment on blood inventory system in order to improve blood providing service level.

All data used in this research is from previous statistical documents, which are collected by involved department from January 2001 to February 2002, and interviewed from involved officers. Afterward, the data is analyzed to locate the factors that affect system behavior, the structural relations and then create the system dynamics of blood inventory system of National Blood Center, Thai Red Cross Society.

Vensim Professional Version computer software is used to create system dynamics model and analyze the behavior of blood inventory system by using relational graph to give explanation in blood providing activity impact upon blood inventory system from January 2001 to December 2002.

The research results showed that, the system dynamics model constructed was capable of explaining the behavior of blood inventory and blood recruitment in both normal situation and special one during some national holidays. As will be seen from the studied system dynamics model that in some national holidays like Songkran festival, the blood inventory level will drop down rapidly due to increasing demand and decreasing supply. And in some national holidays like His Majesty The King's birthday ; people will come to donate blood much more than usual and rise up the blood stock rapidly.

The analysis of the system dynamics model of blood inventory and blood recruitment showed that, after adjusting the blood supplying system and managing blood bag, it can be extended the blood-life longer than the past and the number of expired blood of group A, B, O, and AB has been decreasing by 27.87%, 44.76%, 46.75%, and 19.14% respectively. So, this adjusting can reduce the waste of expired blood. Moreover, if efficiently manage the number of mobile units, the shortage of blood will decrease significantly.

Department.....INDUSTRIAL ENGINEERING  
Concentration.....INDUSTRIAL ENGINEERING  
Academic year .....2002.....

Student's signature.....*[Signature]*.....  
Advisor's signature.....*[Signature]*.....  
Co-advisor's signature.....*[Signature]*.....

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ ด้วยความกรุณาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เจริญ บุญดีสกุลโชค อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ อาจารย์ นันทพร ลีลายนกุล อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ซึ่งได้ให้คำแนะนำเกี่ยวกับความรู้เชิงทฤษฎี หลักการ ตลอดจนแนวทางการแก้ไขปัญหา และอุปสรรคที่เกิดขึ้นในระหว่างการทำวิจัยอย่างสม่ำเสมอตลอดมา อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. ชูเวช ชาญสง่าเวช ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร. ปวีณา เชาวลิทวงศ์ และ อาจารย์ ดร. วิภาวี ธรรมภรณ์พิลาศ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้สละเวลามาเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ และให้ความกรุณาให้คำแนะนำ และแง่คิดที่เป็นประโยชน์ในการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ แพทย์หญิงรัชณี โอเจริญ ผู้อำนวยการศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ สภากาชาดไทย ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ในการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ และขอกราบขอบพระคุณ หัวหน้าแผนกทุกแผนก และเจ้าหน้าที่ ของศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ สภากาชาดไทย ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูล และสละเวลาให้คำแนะนำเป็นอย่างดี

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ผู้ประสิทธิ์ประสาทความรู้ ให้แก่ผู้วิจัย และขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และพี่สาวทั้งสี่คน ของผู้วิจัยที่ได้ให้ความเมตตากรุณา ให้กำลังใจและกำลังทรัพย์แก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด รวมทั้งขอขอบคุณ คุณเอกรัตน์ ศิริไชยบุญยวัฒน์ สำหรับกำลังใจที่ดีเสมอมา

สำหรับคุณประโยชน์อันพึงมีของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้แก่ ศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ สภากาชาดไทย เพื่อนำไปพัฒนางานบริการโลหิตให้บรรลุวัตถุประสงค์ในการรณรงค์เพิ่มจำนวนผู้บริจาคโลหิต เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานที่มีคุณภาพต่อไป

สุกัญญา ตันติกุล

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญภาพ.....	ณ

## บทที่ 1 : บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	3
1.4 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย.....	4
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	5
1.6 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	5

## บทที่ 2 : เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับพลวัตของระบบ ( System Dynamics ).....	8
2.1.1 คำจำกัดความของพลวัตของระบบ.....	8
2.1.2 โครงสร้างของแบบจำลองพลวัตของระบบ.....	10
2.1.3 กระบวนการในการสร้างแบบจำลองพลวัตของระบบ.....	13
2.1.4 แผนผังที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองของพลวัตของระบบ.....	15
2.1.5 ซอฟต์แวร์ที่ใช้ดำเนินงานพลวัตของระบบ.....	16
2.1.6 การทดสอบความถูกต้องของแบบจำลอง.....	17
2.1.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับพลวัตของระบบ.....	18
2.2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโลหิต.....	21
2.2.1 หน้าที่ของโลหิต.....	21
2.2.2 ส่วนประกอบของโลหิต ( Blood Components ).....	22
2.2.3 หมู่โลหิต.....	23

## สารบัญ ( ต่อ )

	หน้า
2.2.3.1 หมู่โลหิตระบบ ABO.....	24
2.2.3.2 หมู่โลหิตระบบ Rh.....	25
2.2.4 ความสำคัญของหมู่โลหิต Rh ลบ.....	26
2.2.5 ผลิตภัณฑ์ของโลหิต ( Blood Product ).....	27
2.2.6 การจัดหาโลหิตเพื่อใช้กับผู้ป่วย.....	34
2.2.7 รูปแบบของงานบริการโลหิต.....	35
2.2.8 การบริจาคโลหิต.....	36
2.2.9 ขั้นตอนการบริจาคโลหิต.....	37
2.2.10 ขั้นตอนของงานบริการโลหิตในประเทศไทย.....	38
2.2.11 ปัญหาจากการรับการถ่ายโลหิต.....	40
2.2.12 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโลหิต.....	41

### บทที่ 3 : แบบจำลองพลวัตของระบบคลังโลหิต

3.1 แบบจำลองพลวัตของระบบ.....	46
3.2 แบบจำลองกลุ่มผู้บริจาคโลหิต.....	50
3.3 แบบจำลองการจัดการจัดหาโลหิต.....	54
3.4 แบบจำลองคลังโลหิตของโลหิตครบส่วน ( Whole Blood ).....	57
3.4.1 การจัดหาโลหิตครบส่วน.....	59
3.4.2 การจัดเก็บโลหิตครบส่วนที่คลังโลหิต.....	61
3.4.3 การขอเบิก – การจ่าย โลหิตครบส่วนไปยังหน่วยงานต่างๆ.....	62
3.4.4 ปริมาณโลหิตครบส่วนที่หมดอายุ.....	65
3.5 แบบจำลองการติดเชื้อในโลหิตบริจาค.....	66
3.5.1 แบบจำลองการติดเชื้อซิฟิลิส.....	68
3.5.2 แบบจำลองการติดเชื้อไวรัสตับอักเสบบี ( HBsAg ).....	71
3.5.3 แบบจำลองการติดเชื้อไวรัสตับอักเสบบี ( Anti – HCV ).....	73
3.5.4 แบบจำลองการติดเชื้อไวรัสเอชไอวี ( Anti – HIV ).....	76
3.5.5 แบบจำลองการติดเชื้อรวมทุกประเภท และ อัตราการติดเชื้อของโลหิตที่ได้จากการรับบริจาค.....	78



## สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.6 แบบจำลองความพร้อมและอัตราการขาดแคลนในการจ่ายโลหิต.....	79
--	----

### บทที่ 4 : ผลของแบบจำลองพลวัตของระบบคลังโลหิต

4.1 ปริมาณโลหิตที่ได้จากผู้บริจาคโลหิตแบ่งตามช่วงอายุของผู้บริจาคโลหิต.....	80
4.1.1 ปริมาณโลหิตที่ได้จากผู้บริจาคโลหิตที่มีอายุน้อยกว่า 21 ปี.....	80
4.1.2 ปริมาณโลหิตที่ได้จากผู้บริจาคโลหิตที่มีอายุระหว่าง 21 – 30 ปี.....	84
4.1.3 ปริมาณโลหิตที่ได้จากผู้บริจาคโลหิตที่มีอายุระหว่าง 31 – 40 ปี.....	85
4.1.4 ปริมาณโลหิตที่ได้จากผู้บริจาคโลหิตที่มีอายุระหว่าง 41 – 50 ปี.....	87
4.1.5 ปริมาณโลหิตที่ได้จากผู้บริจาคโลหิตที่มีอายุระหว่าง 51 – 60 ปี.....	88
4.1.6 ปริมาณโลหิตที่ได้จากผู้บริจาคโลหิตที่มีอายุระหว่าง 61 – 70 ปี.....	89
4.2 ปริมาณโลหิตที่ได้จากผู้บริจาคโลหิตแบ่งตามประเภทของผู้บริจาคโลหิต.....	90
4.2.1 ปริมาณโลหิตที่ได้จากผู้บริจาคโลหิตแบ่งตามเพศ และประเภทของผู้บริจาคโลหิต.....	90
4.2.2 ปริมาณโลหิตที่ได้จากผู้บริจาคโลหิตแบ่งตามสถานที่ ที่รับบริจาคและประเภทของผู้บริจาคโลหิต.....	92
4.3 ปริมาณโลหิตที่ได้จากผู้บริจาคโลหิตแบ่งตามสถานที่ที่รับบริจาคโลหิต.....	95
4.4 จำนวนหน่วยเคลื่อนที่ที่รับบริจาคโลหิต.....	97
4.5 ปริมาณโลหิตที่มีการติดเชื้อ.....	98
4.5.1 ปริมาณโลหิตที่มีการติดเชื้อซิฟิลิส.....	98
4.5.2 ปริมาณโลหิตที่มีการติดเชื้อไวรัสตับอักเสบบี.....	99
4.5.3 ปริมาณโลหิตที่มีการติดเชื้อไวรัสตับอักเสบซี.....	100
4.5.4 ปริมาณโลหิตที่มีการติดเชื้อเอชไอวี.....	101
4.5.5 ปริมาณโลหิตที่มีการติดเชื้อรวมทั้งหมดและอัตราการติดเชื้อ.....	102
4.6 ปริมาณโลหิตครบส่วนในคลังโลหิต.....	104
4.6.1 ปริมาณโลหิตครบส่วนของหมู่โลหิตเอในคลังโลหิต.....	104
4.6.2 ปริมาณโลหิตครบส่วนของหมู่โลหิตบีในคลังโลหิต.....	106
4.6.3 ปริมาณโลหิตครบส่วนของหมู่โลหิตเอบีในคลังโลหิต.....	108
4.6.4 ปริมาณโลหิตครบส่วนของหมู่โลหิตโอในคลังโลหิต.....	110

## สารบัญ ( ต่อ )

	หน้า
4.7 ปริมาณการเบิก – การจ่ายโลหิตครบส่วน.....	112
4.7.1 ปริมาณการเบิก – การจ่ายโลหิตครบส่วนของหมู่โลหิตเอ.....	112
4.7.2 ปริมาณการเบิก – การจ่ายโลหิตครบส่วนของหมู่โลหิตบี.....	114
4.7.3 ปริมาณการเบิก – การจ่ายโลหิตครบส่วนของหมู่โลหิตเอบี.....	116
4.7.4 ปริมาณการเบิก – การจ่ายโลหิตครบส่วนของหมู่โลหิตโอ.....	118
<b>บทที่ 5 : การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองพลวัตของระบบ</b>	
5.1 การตรวจสอบพฤติกรรมของแบบจำลองพลวัตของระบบ เปรียบเทียบกับพฤติกรรมของระบบจริง.....	120
5.2 การตรวจสอบค่าความแตกต่างระหว่างปริมาณโลหิตในคลัง ที่ได้จากระบบจริงและปริมาณโลหิตในคลังที่ได้จากแบบจำลอง.....	123
5.3 การตรวจสอบความสามารถในการใช้แบบจำลองพยากรณ์ แทนระบบคลังโลหิตในปัจจุบัน.....	128
<b>บทที่ 6 : การวิเคราะห์แบบจำลองพลวัตของระบบคลังโลหิต</b>	
6.1 ปัญหาที่พบจากการวิเคราะห์ผล จากแบบจำลองพลวัต ของระบบคลังโลหิตในปัจจุบัน.....	131
6.2 วิธีการแก้ปัญหาที่พบจากการวิเคราะห์ผลจากแบบจำลองพลวัต ของระบบคลังโลหิตในปัจจุบัน.....	132
6.2.1 วิธีการแก้ไขปัญหาของโลหิตครบส่วนที่หมดอายุ และการ ขาดแคลนโลหิตครบส่วนในขณะที่คลังโลหิตสามารถ ทำการจ่ายโลหิตได้.....	132
6.2.2 ผลจากการแก้ไขปัญหาของโลหิตครบส่วนที่หมดอายุ และ การขาดแคลนโลหิตครบส่วนในขณะที่คลังโลหิตสามารถ ทำการจ่ายโลหิตได้.....	134
6.3 การปรับระบบการจ่ายโลหิตโดยใช้ถุงที่สามารถเก็บรักษาโลหิต ได้นาน 21 วัน.....	135

## สารบัญ ( ต่อ )

หน้า

6.4 การปรับระบบการใช้ถุงบรรจุโลหิต โดยใช้ถุงบรรจุโลหิตที่รักษาอายุโลหิตได้นาน 35 วัน เมื่อคลังโลหิตมีปริมาณมากเกินไปเกินกว่าปริมาณที่ทางสถานพยาบาลเคยทำการขอเบิก แต่ใช้ระบบการจ่ายโลหิตแบบเดิม.....	139
6.5 การปรับระบบการจ่ายโลหิต พร้อมกับเปลี่ยนมาใช้ถุงบรรจุโลหิตที่สามารถรักษาอายุโลหิตได้นาน 35 วัน.....	144
6.6 การปรับหน่วยเคลื่อนที่ เมื่อปริมาณโลหิตในคลังลดลงต่ำ.....	158
<b>บทที่ 7 : สรุปผลการวิจัย</b>	
7.1 สรุปผลของแบบจำลองพลวัตของระบบคลังโลหิต.....	163
7.2 สรุปผลการวิเคราะห์แบบจำลองพลวัตของระบบคลังโลหิต.....	169
7.3 ข้อเสนอแนะ.....	170
รายการอ้างอิง.....	173
ภาคผนวก.....	178
ภาคผนวก ก. ค่าสถิติพื้นฐานจากผลของแบบจำลองพลวัตของระบบคลังโลหิต.....	179
ภาคผนวก ข. คำจำกัดความของตัวแปรในแบบจำลองพลวัตของระบบคลังโลหิต.....	252
ภาคผนวก ค. ซอร์สโค้ด โปรแกรมของแบบจำลองพลวัตของระบบคลังโลหิตในปัจจุบัน.....	264
ภาคผนวก ง. ซอร์สโค้ด โปรแกรมของแบบจำลองพลวัตของระบบคลังโลหิตที่ได้ทำการปรับปรุง.....	310
ภาคผนวก จ. เปรียบเทียบของค่าผลต่างระหว่างปริมาณโลหิตในคลังของระบบจริงกับปริมาณโลหิตในคลังที่ได้จากแบบจำลองเทียบกับปริมาณโลหิตในคลังของระบบจริง.....	336
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	345

## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1	การถ่ายทอดหมู่โลหิตระบบ ABO ของพ่อ-แม่-ลูก ที่เป็นไปได้..... 25
ตารางที่ 2.2	ตารางหมู่โลหิตระบบ ABO และระบบ Rh..... 26
ตารางที่ 3.1	อัตราการเพิ่มจำนวนของผู้บริจาคโลหิตในแต่ละประเภท ของผู้บริจาคโลหิต..... 53
ตารางที่ 3.2	ร้อยละของโลหิตแต่ละหมู่ต่อโลหิตที่ได้รับบริจาครวม..... 60
ตารางที่ 3.3	ปริมาณโลหิตสำรองในคลังโลหิตครบส่วน ในแต่ละหมู่โลหิต..... 61
ตารางที่ 3.4	ปริมาณโลหิตในคลังโลหิตของโลหิตครบส่วนในแต่ละหมู่โลหิต ที่สามารถจ่ายโลหิตให้กับสถานพยาบาลได้เต็มจำนวนที่มาขอเบิก และอัตราส่วนการจ่ายโลหิตให้กับสถานพยาบาลที่มาขอเบิกในกรณี ที่ปริมาณโลหิตในคลังมีจำนวนไม่ถึงปริมาณที่กำหนดให้จ่ายเต็มที ในแต่ละหมู่โลหิต..... 64
ตารางที่ 3.5	อัตราการติดเชื้อซีฟิลิสจำแนกตามกลุ่มช่วงอายุผู้บริจาคโลหิต..... 68
ตารางที่ 3.6	อัตราการติดเชื้อซีฟิลิสจำแนกตามประเภทผู้บริจาคโลหิต..... 70
ตารางที่ 3.7	อัตราการติดเชื้อไวรัสตับอักเสบบีจำแนกตามกลุ่มช่วงอายุ ผู้บริจาคโลหิต..... 72
ตารางที่ 3.8	อัตราการติดเชื้อไวรัสตับอักเสบบีจำแนกตามประเภท ผู้บริจาคโลหิต..... 73
ตารางที่ 3.9	อัตราการติดเชื้อไวรัสตับอักเสบบีจำแนกตามกลุ่มช่วงอายุ ผู้บริจาคโลหิต..... 74
ตารางที่ 3.10	อัตราการติดเชื้อไวรัสตับอักเสบบีจำแนกตามประเภท ผู้บริจาคโลหิต..... 75
ตารางที่ 3.11	อัตราการติดเชื้อไวรัสเอชไอวีจำแนกตามกลุ่มช่วงอายุผู้บริจาคโลหิต..... 76
ตารางที่ 3.12	อัตราการติดเชื้อไวรัสเอชไอวี จำแนกตามประเภทผู้บริจาคโลหิต..... 77
ตารางที่ 5.1	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับปริมาณโลหิตหมู่เอในคลัง ที่ได้จากแบบจำลองและปริมาณโลหิตหมู่เอในคลังที่ได้จากข้อมูลจริง..... 129
ตารางที่ 5.2	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับปริมาณโลหิตหมู่บีในคลัง ที่ได้จากแบบจำลองและปริมาณโลหิตหมู่บีในคลังที่ได้จากข้อมูลจริง..... 129

## สารบัญตาราง ( ต่อ )

	หน้า	
ตารางที่ 5.3	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับปริมาณ โลหิตหมู่โอในคลัง ที่ได้จากแบบจำลองและปริมาณ โลหิตหมู่โอในคลังที่ได้จากข้อมูลจริง.....	129
ตารางที่ 5.4	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับปริมาณ โลหิตหมู่เอบีในคลัง ที่ได้จากแบบจำลองและปริมาณ โลหิตหมู่เอบีในคลังที่ได้จากข้อมูลจริง.....	130
ตารางที่ 6.1	ปริมาณ โลหิตครบส่วนในคลัง ที่ใช้เป็นจุดที่จะมีการเริ่ม ทำการบรรจุโลหิตครบส่วนในถุง CPD-A1.....	134
ตารางที่ 6.2	ปริมาณ โลหิตที่หมดอายุและค่าใช้จ่ายของโลหิตที่หมดอายุใน ระบบปัจจุบันและระบบปรับปรุงของโลหิตครบส่วนหมู่โลหิตเอ.....	151
ตารางที่ 6.3	ปริมาณ โลหิตที่หมดอายุและค่าใช้จ่ายของโลหิตที่หมดอายุใน ระบบปัจจุบันและระบบปรับปรุงของโลหิตครบส่วนหมู่โลหิตเอบี.....	152
ตารางที่ 6.4	ปริมาณ โลหิตที่หมดอายุและค่าใช้จ่ายของโลหิตที่หมดอายุใน ระบบปัจจุบันและระบบปรับปรุงของโลหิตครบส่วนหมู่โลหิตบี.....	153
ตารางที่ 6.5	ปริมาณ โลหิตที่หมดอายุและค่าใช้จ่ายของโลหิตที่หมดอายุใน ระบบปัจจุบันและระบบปรับปรุงของโลหิตครบส่วนหมู่โลหิตโอ.....	154
ตารางที่ 6.6	สรุปปริมาณ โลหิตที่หมดอายุและค่าใช้จ่ายของโลหิตที่หมดอายุ ในระบบปัจจุบันและระบบปรับปรุงของโลหิตครบส่วนทุกหมู่โลหิต ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 1 – 104 ( เดือนมกราคม 2544 – เดือนธันวาคม 2545 ).....	157
ตารางที่ ก.1	ค่าสถิติพื้นฐานของปริมาณ โลหิตที่ได้จากผู้บริจาคโลหิต ที่มีอายุน้อยกว่า 21 ปี.....	180
ตารางที่ ก.2	ค่าสถิติพื้นฐานของปริมาณ โลหิตที่ได้จากผู้บริจาคโลหิต ที่มีอายุระหว่าง 21 – 30 ปี.....	183
ตารางที่ ก.3	ค่าสถิติพื้นฐานของปริมาณ โลหิตที่ได้จากผู้บริจาคโลหิต ที่มีอายุระหว่าง 31 – 40 ปี.....	186
ตารางที่ ก.4	ค่าสถิติพื้นฐานของปริมาณ โลหิตที่ได้จากผู้บริจาคโลหิต ที่มีอายุระหว่าง 41 – 50 ปี.....	189
ตารางที่ ก.5	ค่าสถิติพื้นฐานของปริมาณ โลหิตที่ได้จากผู้บริจาคโลหิต ที่มีอายุระหว่าง 51 – 60 ปี.....	192

## สารบัญตาราง ( ต่อ )

		หน้า
ตารางที่ ก.6	ค่าสถิติพื้นฐานของปริมาณ โลหิตที่ได้จากผู้บริจาคโลหิต ที่มีอายุระหว่าง 61 – 70 ปี.....	195
ตารางที่ ก.7	ค่าสถิติพื้นฐานของปริมาณ โลหิตที่ได้จากผู้บริจาคโลหิต แบ่งตามเพศและประเภทของผู้บริจาคโลหิต.....	198
ตารางที่ ก.8	ค่าสถิติพื้นฐานของปริมาณ โลหิตที่ได้จากผู้บริจาคโลหิต รายใหม่แบ่งตามสถานที่ที่รับบริจาค.....	201
ตารางที่ ก.9	ค่าสถิติพื้นฐานของปริมาณ โลหิตที่ได้จากผู้บริจาคโลหิต ซ้ำแบ่งตามสถานที่ที่รับบริจาค.....	204
ตารางที่ ก.10	ค่าสถิติพื้นฐานของปริมาณ โลหิตที่ได้จากผู้บริจาค.....	207
ตารางที่ ก.11	ค่าสถิติพื้นฐานของจำนวนหน่วยเคลื่อนที่และปริมาณ โลหิต ที่ได้รับบริจาคต่อหนึ่งหน่วยเคลื่อนที่.....	210
ตารางที่ ก.12	ค่าสถิติพื้นฐานของปริมาณ โลหิตที่มีการติดเชื้อซิฟิลิส.....	213
ตารางที่ ก.13	ค่าสถิติพื้นฐานของปริมาณ โลหิตที่มีการติดเชื้อไวรัสตับอักเสบบี.....	216
ตารางที่ ก.14	ค่าสถิติพื้นฐานของปริมาณ โลหิตที่มีการติดเชื้อไวรัสตับอักเสบบี.....	219
ตารางที่ ก.15	ค่าสถิติพื้นฐานของปริมาณ โลหิตที่มีการติดเชื้อเอชไอวี.....	222
ตารางที่ ก.16	ค่าสถิติพื้นฐานของปริมาณ โลหิตที่มีการติดเชื้อรวมทั้งหมดและ อัตราการติดเชื้อจากโลหิตที่ได้รับบริจาค.....	225
ตารางที่ ก.17	ค่าสถิติพื้นฐานของปริมาณ โลหิตครบส่วนในคลัง โลหิตและ ปริมาณ โลหิตครบส่วนหมดอายุของหมู่โลหิตเอ.....	228
ตารางที่ ก.18	ค่าสถิติพื้นฐานของปริมาณ โลหิตครบส่วนในคลัง โลหิตและ ปริมาณ โลหิตครบส่วนหมดอายุของหมู่โลหิตบี.....	231
ตารางที่ ก.19	ค่าสถิติพื้นฐานของปริมาณ โลหิตครบส่วนในคลัง โลหิตและ ปริมาณ โลหิตครบส่วนหมดอายุของหมู่โลหิตเอบี.....	234
ตารางที่ ก.20	ค่าสถิติพื้นฐานของปริมาณ โลหิตครบส่วนในคลัง โลหิตและ ปริมาณ โลหิตครบส่วนหมดอายุของหมู่โลหิตโอ.....	237
ตารางที่ ก.21	ค่าสถิติพื้นฐานของปริมาณการเบิก – การจ่าย และอัตราการ ขาดแคลนโลหิตครบส่วนของหมู่โลหิตเอ.....	240

## สารบัญตาราง ( ต่อ )

	หน้า
ตารางที่ ก.22	ค่าสถิติพื้นฐานของปริมาณการเบิก – การจ่าย และอัตราการ ขาดแคลนโลหิตครบส่วนของหมู่โลหิตบี..... 243
ตารางที่ ก.23	ค่าสถิติพื้นฐานของปริมาณการเบิก – การจ่าย และอัตราการ ขาดแคลนโลหิตครบส่วนของหมู่โลหิตเอบี..... 246
ตารางที่ ก.24	ค่าสถิติพื้นฐานของปริมาณการเบิก – การจ่าย และอัตราการ ขาดแคลนโลหิตครบส่วนของหมู่โลหิตโอ..... 249
ตารางที่ จ.1	ตารางแสดงเปอร์เซ็นต์ของค่าผลต่างเทียบกับระบบจริงของโลหิตหมู่เอ..... 337
ตารางที่ จ.2	ตารางแสดงเปอร์เซ็นต์ของค่าผลต่างเทียบกับระบบจริงของโลหิตหมู่บี..... 339
ตารางที่ จ.3	ตารางแสดงเปอร์เซ็นต์ของค่าผลต่างเทียบกับระบบจริงของโลหิตหมู่โอ..... 341
ตารางที่ จ.4	ตารางแสดงเปอร์เซ็นต์ของค่าผลต่างเทียบกับระบบจริงของโลหิตหมู่เอบี..... 343

## สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 2.1	แสดงโครงสร้างแบบจำลองพื้นฐานของพลวัตของระบบ..... 10
ภาพที่ 2.2	แสดงองค์ประกอบภายในฟังก์ชันการตัดสินใจ..... 11
ภาพที่ 2.3	แสดงวงจรป้อนกลับ ( Feedback Loop ) ของพลวัตของระบบ..... 11
ภาพที่ 2.4	แสดงการกำหนดโครงสร้างและวิเคราะห์แบบจำลอง..... 13
ภาพที่ 2.5	แสดงขั้นตอนของกระบวนการสร้างแบบจำลองพลวัตของระบบ..... 14
ภาพที่ 2.6	แสดงส่วนประกอบของโลหิต ( Blood Components )..... 23
ภาพที่ 2.7	แสดงขั้นตอนของงานบริการโลหิต..... 40
ภาพที่ 3.1	ความสัมพันธ์ของแบบจำลองพลวัตของระบบจำลอง พฤติกรรมของระบบคลังโลหิตและการจัดหาโลหิต..... 47
ภาพที่ 3.2	แผนผังวงจรสาเหตุ( Causal- Loop Diagrams )ของระบบคลังโลหิต..... 49
ภาพที่ 3.3	แบบจำลองกลุ่มผู้บริจาค โลหิตรายใหม่เพศชาย..... 51
ภาพที่ 3.4	แบบจำลองกลุ่มผู้บริจาค โลหิตรายใหม่เพศหญิง..... 51
ภาพที่ 3.5	แบบจำลองกลุ่มผู้บริจาค โลหิตซ้ำเพศชาย..... 52
ภาพที่ 3.6	แบบจำลองกลุ่มผู้บริจาค โลหิตซ้ำเพศหญิง..... 52
ภาพที่ 3.7	แบบจำลองการจัดการโลหิต..... 55
ภาพที่ 3.8	แบบจำลองคลังโลหิตของโลหิตครบส่วนหมู่โลหิตโอ..... 57
ภาพที่ 3.9	แบบจำลองคลังโลหิตของโลหิตครบส่วนหมู่โลหิตเอ..... 57
ภาพที่ 3.10	แบบจำลองคลังโลหิตของโลหิตครบส่วนหมู่โลหิตบี..... 58
ภาพที่ 3.11	แบบจำลองคลังโลหิตของโลหิตครบส่วนหมู่โลหิตเอบี..... 58
ภาพที่ 3.12	แบบจำลองคลังโลหิตของโลหิตครบส่วนรวมทุกหมู่โลหิต..... 59
ภาพที่ 3.13	แบบจำลองปริมาณโลหิตครบส่วนที่หมดอายุในทุกหมู่โลหิต..... 65
ภาพที่ 3.14	แบบจำลองการติดเชื้อฟิลิสจำแนกตามช่วงอายุผู้บริจาค โลหิต..... 68
ภาพที่ 3.15	แบบจำลองการติดเชื้อฟิลิสจำแนกตามประเภทผู้บริจาค โลหิต..... 69
ภาพที่ 3.16	แบบจำลองการติดเชื้อไวรัสตับอักเสบบีจำแนกตาม ช่วงอายุผู้บริจาค โลหิต..... 71
ภาพที่ 3.17	แบบจำลองการติดเชื้อไวรัสตับอักเสบบีจำแนกตาม ประเภทผู้บริจาค โลหิต..... 72



## สารบัญญภาพ ( ต่อ )

	หน้า	
ภาพที่ 3.18	แบบจำลองการติดเชื้อไวรัสตับอักเสบบีจำแนกตาม ช่วงอายุผู้บริจาคโลหิต.....	73
ภาพที่ 3.19	แบบจำลองการติดเชื้อไวรัสตับอักเสบบีจำแนกตาม ประเภทผู้บริจาคโลหิต.....	74
ภาพที่ 3.20	แบบจำลองการติดเชื้อไวรัสเอชไอวีจำแนกตาม ช่วงอายุผู้บริจาคโลหิต.....	76
ภาพที่ 3.21	แบบจำลองการติดเชื้อไวรัสเอชไอวีจำแนกตาม ประเภทผู้บริจาคโลหิต.....	77
ภาพที่ 3.22	แบบจำลองการติดเชื้อรวมทุกประเภทและอัตราการติดเชื้อ ของโลหิตที่ได้จากการรับบริจาค.....	78
ภาพที่ 3.23	แบบจำลองความพร้อมและอัตราการขาดแคลน ในการจ่ายโลหิตครบส่วน.....	79
ภาพที่ 4.1	กราฟพลวัตของปริมาณโลหิตที่ได้จากผู้บริจาคโลหิต ที่มีอายุน้อยกว่า 21 ปี.....	80
ภาพที่ 4.2	กราฟพลวัตของปริมาณโลหิตที่ได้จากผู้บริจาคโลหิต ที่มีอายุระหว่าง 21 - 30 ปี.....	84
ภาพที่ 4.3	กราฟพลวัตของปริมาณโลหิตที่ได้จากผู้บริจาคโลหิต ที่มีอายุระหว่าง 31 - 40 ปี.....	85
ภาพที่ 4.4	กราฟพลวัตของปริมาณโลหิตที่ได้จากผู้บริจาคโลหิต ที่มีอายุระหว่าง 41 - 50 ปี.....	87
ภาพที่ 4.5	กราฟพลวัตของปริมาณโลหิตที่ได้จากผู้บริจาคโลหิต ที่มีอายุระหว่าง 51 - 60 ปี.....	88
ภาพที่ 4.6	กราฟพลวัตของปริมาณโลหิตที่ได้จากผู้บริจาคโลหิต ที่มีอายุระหว่าง 61 - 70 ปี.....	89
ภาพที่ 4.7	กราฟแสดงพลวัตของปริมาณโลหิตที่ได้จากผู้บริจาคโลหิต แบ่งตามประเภทของผู้บริจาคโลหิต.....	90
ภาพที่ 4.8	กราฟแสดงพลวัตของปริมาณโลหิตที่ได้จากผู้บริจาคโลหิต รายใหม่แบ่งตามสถานที่ที่รับบริจาค.....	92

## สารบัญญภาพ ( ต่อ )

	หน้า
ภาพที่ 4.9	กราฟแสดงพลวัตของปริมาณ โลหิตที่ได้จากผู้บริจาคโลหิตซ้ำ แบ่งตามสถานที่ที่รับบริจาค ..... 93
ภาพที่ 4.10	กราฟแสดงพลวัตของปริมาณ โลหิตที่ได้จากผู้บริจาคโลหิต รายใหม่และผู้บริจาคโลหิตซ้ำ ..... 95
ภาพที่ 4.11	กราฟแสดงพลวัตของปริมาณ โลหิตที่ได้จากผู้บริจาค โลหิต แบ่งตามสถานที่ที่รับบริจาค โลหิต ..... 95
ภาพที่ 4.12	กราฟแสดงพลวัตของจำนวนหน่วยเคลื่อนที่ที่รับบริจาค โลหิต ..... 97
ภาพที่ 4.13	กราฟแสดงพลวัตของปริมาณ โลหิตที่ได้รับบริจาค ต่อหนึ่งหน่วยเคลื่อนที่ ..... 98
ภาพที่ 4.14	กราฟแสดงพลวัตของปริมาณ โลหิตที่มีการคิดเชื้อซิฟิลิส ..... 98
ภาพที่ 4.15	กราฟแสดงพลวัตของปริมาณ โลหิตที่มีการคิดเชื้อ ไวรัสตับอักเสบบี ..... 99
ภาพที่ 4.16	กราฟแสดงพลวัตของปริมาณ โลหิตที่มีการคิดเชื้อ ไวรัสตับอักเสบบี ..... 100
ภาพที่ 4.17	กราฟแสดงพลวัตของปริมาณ โลหิตที่มีการคิดเชื้อ เอชไอวี ..... 101
ภาพที่ 4.18	กราฟแสดงพลวัตของปริมาณ โลหิตที่มีการคิดเชื้อ รวมทั้งหมด ..... 102
ภาพที่ 4.19	กราฟแสดงพลวัตของอัตราการคิดเชื้อจาก โลหิตที่ได้รับบริจาค ..... 103
ภาพที่ 4.20	กราฟแสดงพลวัตของปริมาณ โลหิตครบส่วนของหมู่โลหิตเอ ในคลังโลหิตและปริมาณ โลหิตครบส่วนหมดอายุของหมู่โลหิตเอ ..... 104
ภาพที่ 4.21	กราฟแสดงพลวัตของปริมาณ โลหิตครบส่วนของหมู่โลหิตบี ในคลังโลหิตและปริมาณ โลหิตครบส่วนหมดอายุของหมู่โลหิตบี ..... 106
ภาพที่ 4.22	กราฟแสดงพลวัตของปริมาณ โลหิตครบส่วนของหมู่โลหิตเอบี ในคลังโลหิตและปริมาณ โลหิตครบส่วนหมดอายุของหมู่โลหิตเอบี ..... 108
ภาพที่ 4.23	กราฟแสดงพลวัตของปริมาณ โลหิตครบส่วนของหมู่โลหิต โอ ในคลังโลหิตและปริมาณ โลหิตครบส่วนหมดอายุของหมู่โลหิต โอ ..... 110
ภาพที่ 4.24	กราฟแสดงพลวัตของปริมาณการเบิก – จ่ายโลหิตครบส่วน ของหมู่โลหิตเอ ..... 112
ภาพที่ 4.25	กราฟแสดงพลวัตของอัตราการขาดแคลน โลหิตครบส่วน ของหมู่โลหิตเอ ..... 113

## สารบัญญภาพ ( ต่อ )

	หน้า
ภาพที่ 4.26	กราฟแสดงพลวัตของปริมาณการเบิก – จำย โลหิตครบส่วน ของหมู โลหิตบี..... 114
ภาพที่ 4.27	กราฟแสดงพลวัตของอัตราการขาดแคลน โลหิตครบส่วน ของหมู โลหิตบี..... 115
ภาพที่ 4.28	กราฟแสดงพลวัตของปริมาณการเบิก – จำย โลหิตครบส่วน ของหมู โลหิตเอบี..... 116
ภาพที่ 4.29	กราฟแสดงพลวัตของอัตราการขาดแคลน โลหิตครบส่วน ของหมู โลหิตเอบี..... 117
ภาพที่ 4.30	กราฟแสดงพลวัตของปริมาณการเบิก – จำย โลหิตครบส่วน ของหมู โลหิตโอ..... 118
ภาพที่ 4.31	กราฟแสดงพลวัตของอัตราการขาดแคลน โลหิตครบส่วน ของหมู โลหิตโอ..... 119
ภาพที่ 5.1	ปริมาณ โลหิตครบส่วนของหมู โลหิตเอในคลัง โลหิตจริงและ ปริมาณ โลหิตครบส่วนของหมู โลหิตเอในคลัง โลหิตของแบบจำลอง..... 121
ภาพที่ 5.2	ปริมาณ โลหิตครบส่วนของหมู โลหิตบีในคลัง โลหิตจริงและ ปริมาณ โลหิตครบส่วนของหมู โลหิตบีในคลัง โลหิตของแบบจำลอง..... 121
ภาพที่ 5.3	ปริมาณ โลหิตครบส่วนของหมู โลหิตโอในคลัง โลหิตจริงและ ปริมาณ โลหิตครบส่วนของหมู โลหิตโอในคลัง โลหิตของแบบจำลอง..... 122
ภาพที่ 5.4	ปริมาณ โลหิตครบส่วนของหมู โลหิตเอบีในคลัง โลหิตจริงและ ปริมาณ โลหิตครบส่วนของหมู โลหิตเอบีในคลัง โลหิตของแบบจำลอง..... 122
ภาพที่ 5.5	Normal Probability Plot ของค่าความแตกต่างระหว่างปริมาณ โลหิตหมูเอในคลัง โลหิตจริงกับปริมาณ โลหิตหมูเอที่ได้จากแบบจำลอง..... 124
ภาพที่ 5.6	Normal Probability Plot ของค่าความแตกต่างระหว่างปริมาณ โลหิตหมูบีในคลัง โลหิตจริงกับปริมาณ โลหิตหมูบีที่ได้จากแบบจำลอง..... 124
ภาพที่ 5.7	Normal Probability Plot ของค่าความแตกต่างระหว่างปริมาณ โลหิตหมูโอในคลัง โลหิตจริงกับปริมาณ โลหิตหมูโอที่ได้จากแบบจำลอง..... 125
ภาพที่ 5.8	Normal Probability Plot ของค่าความแตกต่างระหว่างปริมาณ โลหิตหมูเอบีในคลัง โลหิตจริงกับปริมาณ โลหิตหมูเอบีที่ได้จากแบบจำลอง... 125

## สารบัญญภาพ ( ต่อ )

	หน้า
ภาพที่ 5.9	กราฟแสดงการกระจายของค่าแตกต่างระหว่างปริมาณ โลหิตหมู่เอ ในคลังโลหิตจริงกับปริมาณ โลหิตหมู่เอที่ได้จากแบบจำลอง..... 126
ภาพที่ 5.10	กราฟแสดงการกระจายของค่าแตกต่างระหว่างปริมาณ โลหิตหมู่บี ในคลังโลหิตจริงกับปริมาณ โลหิตหมู่บีที่ได้จากแบบจำลอง..... 126
ภาพที่ 5.9	กราฟแสดงการกระจายของค่าแตกต่างระหว่างปริมาณ โลหิตหมู่โอ ในคลังโลหิตจริงกับปริมาณ โลหิตหมู่โอที่ได้จากแบบจำลอง..... 127
ภาพที่ 5.9	กราฟแสดงการกระจายของค่าแตกต่างระหว่างปริมาณ โลหิตหมู่เอบี ในคลังโลหิตจริงกับปริมาณ โลหิตหมู่เอบีที่ได้จากแบบจำลอง..... 127
ภาพที่ 6.1	กราฟแสดงพลวัตของอัตราการขาดแคลนโลหิตครบส่วนหมู่โลหิตเอ ในระบบปัจจุบันกับอัตราการขาดแคลน โลหิตครบส่วนหมู่โลหิตเอ เมื่อมีการปรับระบบการจ่ายโลหิต..... 135
ภาพที่ 6.2	กราฟแสดงพลวัตของอัตราการขาดแคลนโลหิตครบส่วนหมู่โลหิตบี ในระบบปัจจุบันกับอัตราการขาดแคลน โลหิตครบส่วนหมู่โลหิตบี เมื่อมีการปรับระบบการจ่ายโลหิต..... 136
ภาพที่ 6.3	กราฟแสดงพลวัตของอัตราการขาดแคลนโลหิตครบส่วนหมู่โลหิตโอ ในระบบปัจจุบันกับอัตราการขาดแคลน โลหิตครบส่วนหมู่โลหิตโอ เมื่อมีการปรับระบบการจ่ายโลหิต..... 137
ภาพที่ 6.4	กราฟแสดงพลวัตของอัตราการขาดแคลนโลหิตครบส่วนหมู่โลหิตเอบี ในระบบปัจจุบันกับอัตราการขาดแคลน โลหิตครบส่วนหมู่โลหิตเอบี เมื่อมีการปรับระบบการจ่ายโลหิต..... 138
ภาพที่ 6.5	แบบจำลองคลังโลหิตของโลหิตครบส่วนหมู่โลหิตโอ ที่ได้ทำการใช้ถุงบรรจุโลหิตชนิดใหม่..... 139
ภาพที่ 6.6	แบบจำลองคลังโลหิตของโลหิตครบส่วนหมู่โลหิตเอ ที่ได้ทำการใช้ถุงบรรจุโลหิตชนิดใหม่..... 140
ภาพที่ 6.7	แบบจำลองคลังโลหิตของโลหิตครบส่วนหมู่โลหิตบี ที่ได้ทำการใช้ถุงบรรจุโลหิตชนิดใหม่..... 140
ภาพที่ 6.8	แบบจำลองคลังโลหิตของโลหิตครบส่วนหมู่โลหิตเอบี ที่ได้ทำการใช้ถุงบรรจุโลหิตชนิดใหม่..... 141

## สารบัญภาพ ( ต่อ )

	หน้า
ภาพที่ 6.9	กราฟแสดงพลวัตของปริมาณ โลหิตครบส่วนหมดอายุของ หมู่โลหิตเอในระบบปัจจุบันและปริมาณ โลหิตครบส่วนหมด อายุของหมู่โลหิตเอเมื่อปรับระบบการให้ถุงบรรจุโลหิต.....142
ภาพที่ 6.10	กราฟแสดงพลวัตของปริมาณ โลหิตครบส่วนหมดอายุของ หมู่โลหิตบีในระบบปัจจุบันและปริมาณ โลหิตครบส่วนหมด อายุของหมู่โลหิตบีเมื่อปรับระบบการให้ถุงบรรจุโลหิต.....142
ภาพที่ 6.11	กราฟแสดงพลวัตของปริมาณ โลหิตครบส่วนหมดอายุของ หมู่โลหิตโอในระบบปัจจุบันและปริมาณ โลหิตครบส่วนหมด อายุของหมู่โลหิต โอเมื่อปรับระบบการให้ถุงบรรจุโลหิต.....143
ภาพที่ 6.12	กราฟแสดงพลวัตของปริมาณ โลหิตครบส่วนหมดอายุของ หมู่โลหิตเอบีในระบบปัจจุบันและปริมาณ โลหิตครบส่วนหมด อายุของหมู่โลหิตเอบีเมื่อปรับระบบการให้ถุงบรรจุโลหิต.....143
ภาพที่ 6.13	กราฟแสดงพลวัตของอัตราการขาดแคลน โลหิตครบส่วนหมู่โลหิตเอ ในระบบปัจจุบันกับอัตราการขาดแคลน โลหิตครบส่วนหมู่โลหิตเอ เมื่อมีการปรับระบบการจ่ายโลหิตและการถุงบรรจุโลหิต.....145
ภาพที่ 6.14	กราฟแสดงพลวัตของอัตราการขาดแคลน โลหิตครบส่วนหมู่โลหิตเอบี ในระบบปัจจุบันกับอัตราการขาดแคลน โลหิตครบส่วนหมู่โลหิตเอบี เมื่อมีการปรับระบบการจ่ายโลหิตและการถุงบรรจุโลหิต.....146
ภาพที่ 6.15	กราฟแสดงพลวัตของอัตราการขาดแคลน โลหิตครบส่วนหมู่โลหิตบี ในระบบปัจจุบันกับอัตราการขาดแคลน โลหิตครบส่วนหมู่โลหิตบี เมื่อมีการปรับระบบการจ่ายโลหิตและการถุงบรรจุโลหิต.....147
ภาพที่ 6.16	กราฟแสดงพลวัตของอัตราการขาดแคลน โลหิตครบส่วนหมู่โลหิตโอ ในระบบปัจจุบันกับอัตราการขาดแคลน โลหิตครบส่วนหมู่โลหิต โอ เมื่อมีการปรับระบบการจ่ายโลหิตและการถุงบรรจุโลหิต.....148
ภาพที่ 6.17	กราฟแสดงพลวัตของปริมาณ โลหิตครบส่วนหมดอายุของ หมู่โลหิตโอ( ปัจจุบัน )และปริมาณ โลหิตครบส่วนหมดอายุ ของหมู่โลหิตโอ ( ปรับปรุง ).....149

## สารบัญภาพ ( ต่อ )

	หน้า
ภาพที่ 6.18 กราฟแสดงพลวัตของปริมาณโลหิตครบส่วนหมาอายุของ หมูโลหิตเอ( ปัจจุบัน )และปริมาณโลหิตครบส่วนหมาอายุ ของหมูโลหิตเอ ( ปรับปรุง ).....	149
ภาพที่ 6.19 กราฟแสดงพลวัตของปริมาณโลหิตครบส่วนหมาอายุของ หมูโลหิตบี( ปัจจุบัน )และปริมาณโลหิตครบส่วนหมาอายุ ของหมูโลหิตบี ( ปรับปรุง ).....	150
ภาพที่ 6.20 กราฟแสดงพลวัตของปริมาณโลหิตครบส่วนหมาอายุของ หมูโลหิตเอบี( ปัจจุบัน )และปริมาณโลหิตครบส่วนหมาอายุ ของหมูโลหิตเอบี ( ปรับปรุง ).....	150
ภาพที่ 6.21 แบบจำลองการจัดการโลหิตโดยการปรับหน่วยเคลื่อนที่ เมื่อพิจารณาจากปริมาณโลหิตในคลังปริมาณโลหิตที่ขอเบิก.....	158
ภาพที่ 6.22 กราฟแสดงพลวัตของอัตราการขาดแคลนโลหิตครบส่วนหมู โลหิตโอในระบบการปรับการจ่ายโลหิตและปรับดูโลหิตกับอัตราการ ขาดแคลนโลหิตครบส่วนหมูโลหิตโอเมื่อมีการปรับระบบการจ่ายโลหิต, การปรับดูโลหิตและการปรับหน่วยเคลื่อนที่.....	159
ภาพที่ 6.23 กราฟแสดงพลวัตของอัตราการขาดแคลนโลหิตครบส่วนหมู โลหิตเอในระบบการปรับการจ่ายโลหิตและปรับดูโลหิตกับอัตราการ ขาดแคลนโลหิตครบส่วนหมูโลหิตเอเมื่อมีการปรับระบบการจ่ายโลหิต, การปรับดูโลหิตและการปรับหน่วยเคลื่อนที่.....	160
ภาพที่ 6.24 กราฟแสดงพลวัตของอัตราการขาดแคลนโลหิตครบส่วนหมู โลหิตบีในระบบการปรับการจ่ายโลหิตและปรับดูโลหิตกับอัตราการ ขาดแคลนโลหิตครบส่วนหมูโลหิตบีเมื่อมีการปรับระบบการจ่ายโลหิต, การปรับดูโลหิตและการปรับหน่วยเคลื่อนที่.....	161
ภาพที่ 6.25 กราฟแสดงพลวัตของอัตราการขาดแคลนโลหิตครบส่วนหมู โลหิตเอบีในระบบการปรับการจ่ายโลหิตและปรับดูโลหิตกับอัตราการ ขาดแคลนโลหิตครบส่วนหมูโลหิตเอบีเมื่อมีการปรับระบบการจ่ายโลหิต, การปรับดูโลหิตและการปรับหน่วยเคลื่อนที่.....	162