

แอปพลิเคชันสำหรับงานตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการเทคนิคการแพทย์
โดยใช้เทคโนโลยีจาวา

นายรุ่งสวัสดิ์ ศิริชา



การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
แขนงวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

พ.ศ. 2562

แอปพลิเคชันสำหรับงานตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการเทคนิคการแพทย์
โดยใช้เทคโนโลยีจาวา

นายรุ่งสวัสดิ์ ศิริชา



การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
แขนงวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

พ.ศ. 2562

**An Application for Medical Technology Laboratory Analysis Using Java
Technology**

Mr.Rungsawat Siricha

An Independent Study Submitted in Partial Fulfilment of the Requirements for
the Degree of Master of Science Program in Information and Communication Technology


Sukhothai Thammathirat Open University


2019

หัวข้อการศึกษาค้นคว้าอิสระ แอปพลิเคชันสำหรับงานตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ
ชื่อและนามสกุล เทคนิคการแพทย์โดยใช้เทคโนโลยีจาวา
แขนงวิชา นายรุ่งสวัสดิ์ ศิริชา
สาขาวิชา เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร
อาจารย์ที่ปรึกษา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
รองศาสตราจารย์ ดร.วรัญญา ปุณณวัฒน์

การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้ ได้รับความเห็นชอบให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรระดับปริญญาโท เมื่อวันที่ 24 ธันวาคม 2561

คณะกรรมการสอบการศึกษาค้นคว้าอิสระ


..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.วรัญญา ปุณณวัฒน์)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุวรรณิ อัสกุลชัย)


.....
(อาจารย์ ดร.สิทธิชัย รัชชโยธิน)

ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชื่อการศึกษา **ค้นคว้าอิสระ** แอปพลิเคชันสำหรับงานตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการเทคนิค

การแพทย์โดยใช้เทคโนโลยีจาวา

ผู้ศึกษา นายรุ่งสวัสดิ์ ศิริษา รหัสนักศึกษา 2599600323

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร)

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.วรัญญา ปุณณวัฒน์ ปีการศึกษา 2562

บทคัดย่อ

งานตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการเทคนิคการแพทย์บางรายการจำเป็นต้องใช้สูตรคำนวณ โดยเฉพาะเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องแม่นยำ แต่พบว่าสูตรและพารามิเตอร์ที่ใช้คำนวณมักจะจดจำกันไม่ได้ การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) พัฒนาแอปพลิเคชันโดยใช้เทคโนโลยีจาวาสำหรับงานตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการเทคนิคการแพทย์ และ (2) ประเมินประสิทธิภาพของแอปพลิเคชัน

การศึกษานี้ใช้วิธีการแบบเจาะลึกในการพัฒนาแอปพลิเคชัน การประเมินประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันดำเนินการโดยเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการเทคนิคการแพทย์จำนวน 10 คน สำหรับงานตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการเทคนิคการแพทย์ 3 รายการแรกทำการตรวจและประเมินด้วยการใช้เครื่องคิดเลขเปรียบเทียบกับการใช้แอปพลิเคชัน และสำหรับหมู่เลือดระบบเอบีโอ 100 ตัวอย่างทำการตรวจและประเมินด้วยตนเองเปรียบเทียบกับการใช้แอปพลิเคชัน ผลการประเมินมีดังนี้ เวลาเฉลี่ยในงานตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการเทคนิคการแพทย์สำหรับการนับแก้จำนวนเม็ดเลือดขาว การหาปริมาณ โปรตีน 24 ชั่วโมงในปัสสาวะ และการหาปริมาณครีเอทีนิน 24 ชั่วโมงในปัสสาวะ ลดลง 0.98 นาที 2.14 นาที และ 2.22 นาที ตามลำดับ และข้อผิดพลาดของการแปลผลหมู่เลือดระบบเอบีโอ ลดลงจาก 5 รายเหลือ 0 ราย

โดยสรุป แอปพลิเคชันนี้สามารถนำมาใช้แก้ปัญหาทางงานตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการเทคนิคการแพทย์ที่โรงพยาบาลวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี โดยสามารถลดระยะเวลาเฉลี่ยของงานตรวจวิเคราะห์ฯ ทั้ง 3 รายการได้มากกว่าร้อยละ 50 และสามารถแปลผลหมู่เลือดระบบเอบีโอได้ถูกต้อง 100 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ งานตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการเทคนิคการแพทย์ การนับแก้จำนวนเม็ดเลือดขาว

โปรตีน 24 ชั่วโมงในปัสสาวะ ครีเอทีนิน 24 ชั่วโมงในปัสสาวะ หมู่เลือดเอบีโอ

Independent Study title: An Application for Medical Technology Laboratory Analysis Using Java Technology

Student: Mr. Rungsawat Siricha; **ID:** 2599600323;

Degree: Master of Science (Information and Communication Technology);

Independent study advisor: Dr. Waranya Poonnawat, Associate Professor; **Academic year:** 2019

Abstract

Some medical technology laboratory analysis requires a specific formula for calculation to get the accuracy results, but these formulas and parameters for calculation are not able to be recognized. The objectives of this study were to (1) develop an application using Java technology for the medical technology laboratory analysis, and (2) evaluate the performance of the application.

This study used agile method to develop the application. The application performance was evaluated by ten medical technologists. The first three items of medical technology laboratory analysis were inspected and evaluated by comparing between using a calculator versus the application. The 100 samples of ABO Grouping were inspected and evaluated by comparing between using a manual method versus the application. The evaluation results showed that the average time of medical technology laboratory analysis for WBC Corrected, Urine Protein 24 Hours and Urine Creatinine 24 Hours reduced 0.98 minute, 2.14 minutes and 2.22 minutes, respectively, and the number of error for ABO Grouping Interpretation reduced from 5 cases to 0 case.

In summary, this application was able to solve the problem for the medical technology laboratory analysis at Warinchamrap Hospital, Ubon Ratchathani to reduce the average time more than 50% for the three items of medical technology laboratory analysis and to interpret ABO Grouping correctly at 100%.

Keywords Medical Technology Laboratory Analysis, WBC Corrected, Urine Protein 24 Hours, Urine Creatinine 24 Hours, ABO Grouping Interpretation

ฉ

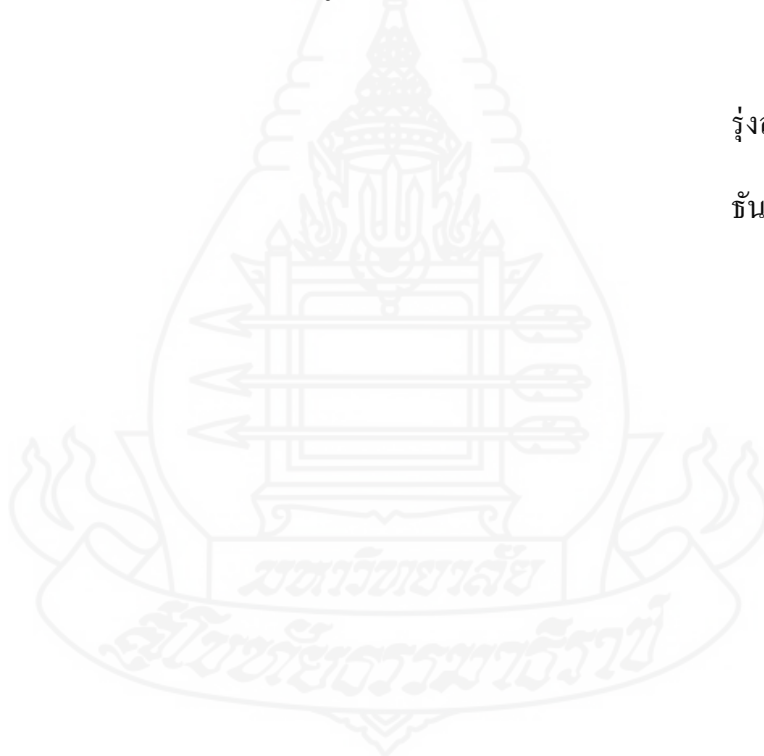
กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาค้นคว้าอิสระเล่มนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาช่วยเหลือแนะนำอย่างดีจาก
รองศาสตราจารย์ ดร.วรัญญา ปุณณวัฒน์ อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระที่ได้ให้คำแนะนำแก้ไข
ข้อบกพร่องตลอดจนข้อเสนอแนะต่างๆของการศึกษาค้นคว้าอิสระมาโดยตลอดผู้ศึกษา
ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณนักเทคนิคการแพทย์ห้องปฏิบัติการโรงพยาบาลวารินชำราบ จังหวัด
อุบลราชธานีทุกท่านที่ได้ช่วยทำแบบประเมินและทดสอบการใช้แอปพลิเคชันในการศึกษาครั้งนี้
ประโยชน์และคุณค่าของการศึกษาค้นคว้าอิสระเล่มนี้ ผู้ศึกษาขอมอบแด่ บิดา มารดา
ครอบครัวศิริษาอันเป็นที่รักยิ่งตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน

รุ่งสวัสดิ์ ศิริษา

ธันวาคม 2561



สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ	
ภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ณ
สารบัญภาพ.....	ฐ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์การศึกษา.....	3
ขอบเขตการศึกษา.....	4
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	4
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	5
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง.....	6
การพัฒนาแอปพลิเคชัน.....	8
เทคโนโลยีจาวา.....	11
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	24
วิธีดำเนินการศึกษา.....	24
การวิเคราะห์ระบบ.....	26
การสำรวจความต้องการของผู้ใช้.....	30

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย (ต่อ)	
การออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้.....	33
การออกแบบและพัฒนาโปรแกรม.....	34
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา.....	57
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	58
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	58
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	67
บทที่ 5 สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	82
สรุปการวิจัย.....	82
อภิปรายผล.....	85
ข้อเสนอแนะ.....	87
บรรณานุกรม.....	89
ภาคผนวก.....	91
เครื่องมือพัฒนาจาวาแอปพลิเคชัน.....	92
ผลการทดสอบแอปพลิเคชัน.....	95
ประวัติผู้ศึกษา.....	100

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 3.1 หัวข้อแบบสอบถามเพื่อใช้เก็บข้อมูล White Blood Cell Correction Count.....	30
ตารางที่ 3.2 หัวข้อแบบสอบถามเพื่อใช้เก็บข้อมูลการคำนวณ Urine Protein 24 ชั่วโมง.....	31
ตารางที่ 3.3 หัวข้อแบบสอบถามเพื่อใช้เก็บข้อมูลการคำนวณ Urine Creatinine 24 ชั่วโมง.....	31
ตารางที่ 3.4 หัวข้อแบบสอบถามเพื่อใช้เก็บข้อมูลการแปลผลหมู่เลือด ABO Grouping.....	32
ตารางที่ 3.5 เงื่อนไขที่ใช้ทดสอบโปรเกรม WBC Corrected.....	37
ตารางที่ 3.6 เงื่อนไขที่ใช้ทดสอบโปรเกรม Urine Protein 24 Hours.....	42
ตารางที่ 3.7 เงื่อนไขที่ใช้ทดสอบโปรเกรม Urine Creatinine 24 Hours.....	47
ตารางที่ 3.8 ผลการเกิดปฏิกิริยาการเกาะกลุ่ม (Agglutination) แบบ Cell Grouping ของหมู่เลือด ABO.....	51
ตารางที่ 3.9 ผลการเกิดปฏิกิริยาการเกาะกลุ่ม (Agglutination) แบบ Serum Grouping ของหมู่เลือด ABO.....	52
ตารางที่ 3.10 เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการศึกษาวิจัย.....	57
ตารางที่ 4.1 ผลการสุ่มป้อนค่า WBC และ NRC ที่ใช้ในการคำนวณหาค่า WBC Corrected....	58
ตารางที่ 4.2 ผลการสุ่มป้อนค่า Urine Protein และ Urine Volume ที่ใช้ในการคำนวณหาค่า Urine Protein 24 ชั่วโมง.....	59
ตารางที่ 4.3 ผลการสุ่มป้อนค่า Urine Creatinine และ Urine Volume ที่ใช้ในการคำนวณหาค่า Urine Creatinine 24 ชั่วโมง.....	60
ตารางที่ 4.4 ข้อมูลผลการทดสอบป้อนผลปฏิกิริยาการเกาะกลุ่มเพื่อแปลผลหมู่เลือด แบบ Cell Grouping.....	61

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ 4.5 ข้อมูลผลการทดสอบป้อนผลปฏิกิริยาการเกาะกลุ่มเพื่อแปลผลหมู่เลือด	
แบบ Serum Grouping.....	62
ตารางที่ 4.6 ข้อมูลผลการทดสอบป้อนผลปฏิกิริยาการเกาะกลุ่มเพื่อแปลผลหมู่เลือด	
แบบ Cell Grouping ร่วมกับ Serum Grouping.....	63
ตารางที่ 4.7 ผลการประเมินจากแบบสอบถามของผู้ใช้งานโปรแกรม WBC Corrected.....	64
ตารางที่ 4.8 ข้อมูลแบบสอบถามของผู้ใช้งานโปรแกรม Urine Protein 24 Hours.....	65
ตารางที่ 4.9 ข้อมูลแบบสอบถามของผู้ใช้งานโปรแกรม Urine Creatinine 24 Hours.....	65
ตารางที่ 4.10 ข้อมูลแบบสอบถามของผู้ใช้งานโปรแกรม ABO Grouping Interpretation.....	66
ตารางที่ 4.11 ร้อยละของคะแนนความพึงพอใจต่อโปรแกรม WBC Corrected.....	67
ตารางที่ 4.12 ผลเปรียบเทียบเวลาในการคำนวณก่อนและหลังการใช้โปรแกรม	
การนับแก้จำนวนเม็ดเลือดขาว.....	68
ตารางที่ 4.13 ปัญหาและอุปสรรคก่อนและหลังใช้โปรแกรมนับแก้จำนวนเม็ดเลือดขาว.....	68
ตารางที่ 4.14 ร้อยละของคะแนนความพึงพอใจต่อโปรแกรม Urine Protein 24 Hours.....	69
ตารางที่ 4.15 ผลเปรียบเทียบเวลาในการคำนวณก่อนและหลังการใช้โปรแกรม	
การหาปริมาณโปรตีน 24 ชั่วโมงในปัสสาวะ.....	70
ตารางที่ 4.16 ปัญหาและอุปสรรคก่อนและหลังใช้โปรแกรมการหา	
ปริมาณโปรตีน 24 ชั่วโมงในปัสสาวะ.....	70
ตารางที่ 4.17 ร้อยละของคะแนนความพึงพอใจต่อโปรแกรม Urine Creatinine 24 Hours.....	71

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 4.18 ผลเปรียบเทียบเวลาในการคำนวณก่อนและหลังการใช้โปรแกรม	
การหาปริมาณครีเอทีนิน 24 ชั่วโมงในปัสสาวะ.....	72
ตารางที่ 4.19 ปัญหาและอุปสรรคก่อนและหลังใช้โปรแกรม	
การหาปริมาณครีเอทีนิน 24 ชั่วโมงในปัสสาวะ.....	72
ตารางที่ 4.20 ร้อยละของคะแนนความพึงพอใจต่อ โปรแกรม ABO Grouping Interpretation..	73
ตารางที่ 4.21 ผลเปรียบเทียบการอ่านปฏิกิริยาและรายงานผลก่อนและหลังการใช้โปรแกรม	
การแปลผลหมู่เลือดระบบ ABO.....	74
ตารางที่ 4.22 ปัญหาและอุปสรรคก่อนและหลังใช้โปรแกรมการแปลผลหมู่เลือดระบบ ABO.....	74
ตารางที่ 4.23 ร้อยละความถูกต้องของการทำงานของแอปพลิเคชัน WBC Corrected.....	75
ตารางที่ 4.24 ร้อยละความถูกต้องของการทำงานของแอปพลิเคชัน Urine Protein 24 Hours..	76
ตารางที่ 4.25 ร้อยละความถูกต้องของการทำงานของแอปพลิเคชัน Urine Creatinine 24 Hours.....	77
ตารางที่ 4.26 ร้อยละความถูกต้องของการทำงานของแอปพลิเคชัน ABO Grouping Interpretation สำหรับการตรวจแบบ Cell Grouping.....	78
ตารางที่ 4.27 ร้อยละความถูกต้องของการทำงานของแอปพลิเคชัน ABO Grouping Interpretation สำหรับการตรวจแบบ Serum Grouping.....	78
ตารางที่ 4.28 ร้อยละความถูกต้องของการทำงานของแอปพลิเคชัน ABO Grouping Interpretation.....	79
ตารางที่ 4.29 ร้อยละคะแนนความพึงพอใจต่อการใช้งาน โปรแกรม.....	80

ฉ

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 4.30 ร้อยละคะแนนความถูกต้องของการทำงานของโปรแกรมทั้ง 4 โปรแกรม.....80



สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 2.1 หลักการพัฒนาแอปพลิเคชันแบบอะไจล์.....	9
ภาพที่ 2.2 Java Components ที่นำมาใช้ในการพัฒนาแอปพลิเคชัน.....	13
ภาพที่ 2.3 Java Components แสดง JDialog ที่ใช้แสดงข้อมูลแจ้งเตือนต่างๆ.....	13
ภาพที่ 2.4 Java Components แสดง JTextArea ที่ใช้แสดงข้อมูลเนื้อหา.....	14
ภาพที่ 2.5 จีโนไทป์หมู่เลือดระบบ ABO.....	21
ภาพที่ 2.6 การอ่านปฏิกิริยา Agglutination ของหมู่เลือดระบบ ABO.....	22
ภาพที่ 3.1 แผนภาพแสดงลำดับขั้นตอนการทำงานในระบบงานปัจจุบัน.....	25
ภาพที่ 3.2 Use Case Diagram แสดง White Blood Cell Corrected.....	26
ภาพที่ 3.3 Use Case Diagram แสดง Urine Protein 24 Hours.....	27
ภาพที่ 3.4 Use Case Diagram แสดง Urine Creatinine 24 Hours.....	28
ภาพที่ 3.5 Use Case Diagram แสดง ABO Grouping Interpretation.....	29
ภาพที่ 3.6 Flow Chart ลำดับขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมที่มีผู้ใช้งานป้อนข้อมูล.....	33
ภาพที่ 3.7 หน้าหลักของโปรแกรมในโหมดกราฟฟิก.....	34
ภาพที่ 3.8 หน้าหลักของโปรแกรมในส่วนของการ ใ้ค้ดเพื่อเพิ่มฟังก์ชันการทำงาน.....	35
ภาพที่ 3.9 หน้าหลักของโปรแกรมในโหมดการใช้งาน.....	35
ภาพที่ 3.10 หน้าจอโปรแกรม WBC Corrected.....	36
ภาพที่ 3.11 ผลการทำงานของโปรแกรม WBC Corrected กรณีป้อนค่าทั้งหมดถูกต้อง.....	38
ภาพที่ 3.12 ผลการทำงานของโปรแกรม WBC Corrected กรณีป้อนค่า Wbc Count น้อยกว่า 100.....	38

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 3.13 ผลการทำงานของโปรแกรม WBC Corrected กรณีป้อนค่า NRC เท่ากับ 10.....	39
ภาพที่ 3.14 ผลการทำงานของโปรแกรม WBC Corrected กรณีป้อนค่า NRC น้อยกว่า 10.....	39
ภาพที่ 3.15 ผลการทำงานของโปรแกรม WBC Corrected กรณีไม่ป้อนค่าใดๆ.....	40
ภาพที่ 3.16 ผลการทำงานของโปรแกรม WBC Corrected กรณีป้อนค่าที่ไม่ใช่ตัวเลข.....	40
ภาพที่ 3.17 ข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับ WBC Corrected เมื่อผู้ใช้งานคลิกที่ปุ่ม More About WBC Corrected.....	41
ภาพที่ 3.18 โปรแกรมคำนวณ Urine Protein 24 Hours.....	41
ภาพที่ 3.19 ผลการทำงานของโปรแกรม Urine Protein 24 Hours กรณีป้อนค่าที่ไม่ใช่ตัวเลข...	43
ภาพที่ 3.20 ผลการทำงานของโปรแกรม Urine Protein 24 Hours กรณีไม่ป้อนค่าใดๆ.....	43
ภาพที่ 3.21 ผลการทำงานของโปรแกรม Urine Protein 24 Hours กรณีป้อนค่าถูกต้องและค่าที่ได้อยู่ในช่วงค่าปกติ.....	44
ภาพที่ 3.22 ผลการทำงานของโปรแกรม Urine Protein 24 Hours กรณีป้อนค่าเป็น 0.0.....	44
ภาพที่ 3.23 ผลการทำงานของโปรแกรม Urine Protein 24 Hours กรณีป้อนค่าถูกต้องและค่าที่ได้อยู่ในช่วงค่าสูงกว่าค่าอ้างอิง.....	45
ภาพที่ 3.24 ข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับ Urine Protein 24 ชั่วโมง เมื่อผู้ใช้งานคลิกที่ปุ่ม More About Urine Protein 24 Hours.....	45
ภาพที่ 3.25 โปรแกรมคำนวณ Urine Creatinine 24 Hours.....	46
ภาพที่ 3.26 ผลการทำงานของโปรแกรม Urine Creatinine 24 Hours กรณีป้อนค่าที่ไม่ใช่ตัวเลข.....	47

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ 3.27 ผลการทำงานของโปรแกรม Urine Creatinine 24 Hours กรณีไม่ป้อนค่าใดๆ.....48

ภาพที่ 3.28 ผลการทำงานของโปรแกรม Urine Creatinine 24 Hours กรณีป้อนค่าเป็น 0.048

ภาพที่ 3.29 ผลการทำงานของโปรแกรม Urine Creatinine 24 Hours
 กรณีป้อนค่าถูกต้องและค่าที่ได้อยู่ในช่วงค่าสูงกว่าค่าอ้างอิง.....49

ภาพที่ 3.30 ผลการทำงานของโปรแกรม Urine Creatinine 24 Hours
 กรณีป้อนค่าถูกต้องและค่าที่ได้อยู่ในช่วงค่าต่ำกว่าค่าอ้างอิง.....49

ภาพที่ 3.31 ข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับ Urine Creatinine 24 ชั่วโมง
 เมื่อผู้ใช้งานคลิกที่ปุ่ม More About Urine Protein 24 Hours.....50

ภาพที่ 3.32 โปรแกรม ABO Grouping Interpretation.....51

ภาพที่ 3.33 การแปลผลหมู่เลือดของโปรแกรม ABO Grouping Interpretation
 กรณีเลือกรูปแบบปฏิกิริยาได้ถูกต้องแบบ Cell Grouping52

ภาพที่ 3.34 การแปลผลหมู่เลือดของโปรแกรม ABO Grouping Interpretation53

ภาพที่ 3.35 การแปลผลหมู่เลือดของโปรแกรม ABO Grouping Interpretation
 กรณีเลือกรูปแบบปฏิกิริยาได้ถูกต้องแบบ Serum Grouping.....54

ภาพที่ 3.36 การแปลผลหมู่เลือดของโปรแกรม ABO Grouping Interpretation54

ภาพที่ 3.37 การแปลผลหมู่เลือดของโปรแกรม ABO Grouping Interpretation
 กรณีเลือกรูปแบบปฏิกิริยาที่ไม่ถูกต้องแบบ Cell Grouping ร่วมกับ
 Serum Grouping.....55

ณ

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 3.38 การแปลผลหมู่เลือดของโปรแกรม ABO Grouping Interpretation

กรณีเลือกรูปแบบปฏิกิริยาที่ไม่ถูกต้องแบบ Cell Grouping ร่วมกับ

Serum Grouping56

ภาพที่ 3.39 ข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับ ABO Grouping Interpretation

เมื่อผู้ใช้งานคลิกที่ปุ่ม More About ABO Grouping Interpretation.....56



บทที่ 1

บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการเทคนิคการแพทย์ถือเป็นงานหนึ่งที่สำคัญเป็นอย่างมากต่อการวินิจฉัยโรคของแพทย์ที่ทำการรักษา นอกเหนือไปจากการซักประวัติอาการเจ็บป่วย ดังนั้นผลการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการจึงมีบทบาทสำคัญในการแยก จำแนก และระบุถึงอาการเจ็บป่วยในแต่ละโรคได้เป็นอย่างดี ซึ่งจะช่วยให้แพทย์ที่ทำการรักษาผู้ป่วยสามารถทำการรักษาได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ และรวดเร็วยิ่งขึ้น ประกอบกับการมีเทคโนโลยีทางการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการที่ทันสมัยมากขึ้นในปัจจุบัน ยิ่งทำให้ความต้องการในการส่งตรวจทางห้องปฏิบัติการมีความซับซ้อนและหลากหลายมากยิ่งขึ้น

ห้องปฏิบัติการ ในแต่ละแห่งทั้งที่ตั้งเป็นหน่วยงานหนึ่งอยู่ภายในโรงพยาบาลและห้องปฏิบัติการที่ดำเนินงานเป็นเอกเทศที่อยู่ภายนอกโรงพยาบาล ต่างมีศักยภาพในการเลือกใช้เครื่องตรวจวิเคราะห์ที่แตกต่างกัน ตามศักยภาพและงบประมาณที่มีในการดำเนินงาน ซึ่งปัจจัยดังกล่าวทำให้ห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่เลือกใช้เครื่องมือที่เหมาะสมตามความจำเป็นและคุ้มค่าที่สุดในงานตรวจวิเคราะห์ที่จำเป็นต้องใช้จริงๆ เท่านั้น ด้วยเหตุนี้ค่าการคำนวณต่างๆ ในงานตรวจวิเคราะห์หลายรายการจึงจำเป็นต้องได้รับการคำนวณโดยนักเทคนิคการแพทย์ผู้ทำการตรวจวิเคราะห์เอง ก่อนการรายงานผลให้แพทย์ทราบและนำผลการตรวจวิเคราะห์นั้นไปใช้อย่างถูกต้อง ซึ่งจะส่งผลโดยตรงต่อความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของผลการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ และเนื่องจากเครื่องตรวจวิเคราะห์จากหลายบริษัท ยังไม่มีการผลิตซอฟต์แวร์หรือแอปพลิเคชันที่ใช้ในการคำนวณค่าเหล่านั้นให้ผู้ทดสอบทราบโดยตรง ประกอบกับมีรายการทดสอบหลายรายการที่จำเป็นต้องคำนวณผลโดยนักเทคนิคการแพทย์ที่ทำการตรวจวิเคราะห์ ซึ่งมักจะก่อให้เกิดความยุ่งยากและไม่สะดวกในการจดจำและนำพารามิเตอร์ต่างๆ ไปคำนวณซึ่งอาจมีข้อผิดพลาดในการจดจำและแทนค่าการคำนวณต่างๆ ของผู้ปฏิบัติงานเองได้ อีกทั้งยังขาดเครื่องมือที่ช่วยในการอำนวยความสะดวกในงานดังกล่าว

ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงได้สังเกตเห็นปัญหาและอุปสรรคดังกล่าวประกอบกับการตระหนักถึงประโยชน์และความสำคัญในการนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาช่วยในการพัฒนาซอฟต์แวร์ในการจัดการงานดังกล่าวให้ง่ายและสะดวกรวดเร็ว มีความถูกต้องความน่าเชื่อถือในการคำนวณมากขึ้น

ทำให้ลดภาระการจดบันทึกหรือจดจำพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ต้องใช้ในการคำนวณ รวมทั้งสามารถสร้างกฎเพื่อให้เกิดความถูกต้องของข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณได้ด้วย

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาแอปพลิเคชันที่ใช้สำหรับการช่วยคำนวณ การแปลผล และรายงานผล ในงานตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการเทคนิคการแพทย์ สำหรับ 4 รายการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการที่สำคัญ ซึ่งเป็นการตรวจวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการเทคนิคการแพทย์ส่วนใหญ่จำเป็นต้องใช้ โดยมีรายการตรวจวิเคราะห์ฯ ดังนี้

1.1 การนับแก้จำนวนเม็ดเลือดขาว (White Blood Cells Corrected หรือ WBC Corrected) การนับแก้จำนวนเม็ดเลือดขาว ถือเป็นค่าหนึ่งในการรายงานของการตรวจนับเม็ดเลือดอย่างสมบูรณ์ (Complete Blood Count - CBC) โดยเหตุผลในการนับแก้เม็ดเลือดขาวนั้นเป็นเพราะว่า การตรวจวิเคราะห์เลือดด้วยเครื่องตรวจวิเคราะห์อัตโนมัติทางห้องปฏิบัติการในปัจจุบันนี้ โดยหลักการทั่วไปเครื่องจะนับแยกเม็ดเลือดขาว (White Blood Cell) ออกจากเม็ดเลือดแดง (Red Blood Cell) โดยการจำแนกการมีกับไม่มีนิวเคลียส ซึ่งเม็ดเลือดขาวเป็นเซลล์ที่มีนิวเคลียส ส่วนเม็ดเลือดแดงเป็นเซลล์ที่ไม่มีนิวเคลียส แต่ในคนไข้บางโรคหรือบางพยาธิสภาพจะมีเซลล์เม็ดเลือดแดงชนิดหนึ่งที่เรียกว่า Nucleated Red Blood Cell (NRBC) ซึ่งเป็นเม็ดเลือดแดงที่มีนิวเคลียสออกมาในกระแสเลือด กรณีแบบนี้เครื่องตรวจวิเคราะห์อัตโนมัติจะทำการนับ NRBC เข้าไปรวมกับ WBC ทำให้จำนวน WBC ที่ตรวจนับได้สูงกว่าความเป็นจริง ดังนั้นนักเทคนิคการแพทย์ผู้ปฏิบัติงานต้องทำการตรวจเสมียร์เลือด (Blood Smear) ด้วยกล้องจุลทรรศน์ก่อน เพื่อบันทึกจำนวน NRBC ใน WBC ทั้งหมด 100 เซลล์ หากพบว่า มี NRBC มากกว่า 10 เซลล์ขึ้นไป จะต้องนำ NRBC ที่นับได้มาคำนวณเพื่อปรับแก้ค่า WBC ก่อนที่จะรายงานค่า WBC ที่ปรับแก้ค่าแล้ว (WBC Corrected) ต่อไป

1.2 การหาปริมาณโปรตีน 24 ชั่วโมงในปัสสาวะ (Urine Protein 24 Hours) การตรวจหาปริมาณโปรตีน 24 ชั่วโมงในปัสสาวะ ใช้เป็นรายการตรวจวิเคราะห์ที่ช่วยในการวินิจฉัยเกี่ยวกับภาวะการกรองและการทำงานของไตอย่างหนึ่ง การพบปริมาณโปรตีนที่สูงผิดปกติในปัสสาวะ สามารถประกอบการวินิจฉัยและช่วยบ่งชี้ถึงความสามารถในการกรองของไตได้ โดยเมื่อเครื่องตรวจวิเคราะห์อัตโนมัติรายงานค่า Urine Protein แล้ว ต้องมีการนำมาคำนวณอีกครั้งก่อนการรายงานผล

1.3 การหาปริมาณครีเอตินิน 24 ชั่วโมงในปัสสาวะ (Urine Creatinine 24 Hours) การตรวจหาปริมาณครีเอตินิน 24 ชั่วโมงในปัสสาวะ ใช้เป็นรายการตรวจวิเคราะห์ที่ช่วยในการวินิจฉัยเกี่ยวกับภาวะการกรองและการทำงานของไตอย่างหนึ่ง การพบปริมาณครีเอตินินที่สูงผิดปกติในปัสสาวะ สามารถประกอบการวินิจฉัยและช่วยบ่งชี้ถึงความสามารถในการกรองของไต

ได้ โดยเมื่อเครื่องตรวจวิเคราะห์หัตถ์โนมิตรางานค่า Urine Creatinine แล้ว ต้องมีการนำมาคำนวณอีกครั้งก่อนการรายงานผล

1.4 การแปลผลหมู่เลือดระบบ ABO (ABO Grouping Interpretation) การตรวจวิเคราะห์หมู่เลือด (ABO Grouping) ซึ่งเป็นหมู่เลือดหลัก (Major Blood Group) โดยมาตรฐานจะมีการตรวจวิเคราะห์ 2 แบบ ก่อนการรายงานผล คือ

1) การตรวจแบบ Cell Grouping จะนำเซลล์เม็ดเลือดของผู้ที่ต้องการตรวจหาหมู่เลือดมาทำปฏิกิริยากับสารมาตรฐาน 3 ตัว ที่เรียกว่า Anti-A, Anti-B และ Anti-A,B เพื่อทดสอบและอ่านผลปฏิกิริยาการเกาะกลุ่มระหว่างเซลล์เม็ดเลือดกับสารมาตรฐานทั้ง 3 ตัว โดยหากพบการเกาะกลุ่มกับสารมาตรฐานตัวใดก็จะแปลผลว่าเป็นหมู่เลือดนั้น เช่น พบการเกาะกลุ่มกับสารมาตรฐาน Anti-A และ Anti-A,B ก็จะแปลผลว่าเป็นหมู่เลือด A หากไม่พบการเกาะกลุ่มกับสารมาตรฐานตัวใดเลย ก็จะแปลผลว่าเป็นหมู่เลือด O เป็นต้น

2) การตรวจแบบ Serum Grouping จะนำซีรัมของผู้ที่ต้องการตรวจหาหมู่เลือดมาทำปฏิกิริยากับเซลล์มาตรฐาน 2 ตัวที่เรียกว่า A-Cell และ B-Cell เพื่อทดสอบและอ่านผลปฏิกิริยาการเกาะกลุ่มระหว่างซีรัมกับเซลล์มาตรฐานทั้ง 2 ตัว โดยหากพบการเกาะกลุ่มกับเซลล์มาตรฐานตัวใด ก็จะแปลผลหมู่เลือดแบบตรงข้ามกับการตรวจแบบ Cell Grouping เช่น พบการเกาะกลุ่มกับเซลล์มาตรฐาน A-Cell ก็จะแปลผลว่าเป็นหมู่เลือด B หากไม่พบการเกาะกลุ่มกับเซลล์มาตรฐานตัวใดเลย ก็จะแปลผลว่าเป็นหมู่เลือด AB เป็นต้น

2. วัตถุประสงค์การศึกษา

2.1 เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันโดยใช้เทคโนโลยีจาวาสคริปต์สำหรับงานตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการเทคนิคการแพทย์

2.2 เพื่อประเมินประสิทธิภาพของแอปพลิเคชัน

3. ขอบเขตของการศึกษา

3.1 แอปพลิเคชันที่พัฒนา คือ รายการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการเทคนิคการแพทย์ ที่สำคัญ 4 รายการ ได้แก่ การนับแก้จำนวนเม็ดเลือดขาว (WBC Corrected) การหาปริมาณโปรตีน 24 ชั่วโมงในปัสสาวะ (Urine Protein 24 Hours) การหาปริมาณครีเอตินิน 24 ชั่วโมงในปัสสาวะ (Urine Creatinine 24 Hours) และการแปลผลหมู่เลือดระบบ ABO (ABO Grouping Interpretation)

3.2 กลุ่มผู้ใช้งานแอปพลิเคชัน คือ เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการเทคนิคการแพทย์ของโรงพยาบาลทั่วไปของรัฐขนาด 300 เตียง จำนวน 10 คน

3.3 แอปพลิเคชันที่พัฒนา เป็น Desktop Application ที่ทดสอบและทำงานบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ (Windows Platform) งานวิจัยนี้จะพัฒนาแอปพลิเคชันด้วยหลักการอะไจล์ (agile) และกระบวนการพัฒนาแบบวนซ้ำโดยเริ่มจากการศึกษาและวิเคราะห์ความต้องการใช้งาน (requirements) จากผู้ปฏิบัติงาน จำนวน 10 คน โดยเป็นนักเทคนิคการแพทย์ จำนวน 8 คน และเจ้าพนักงานวิทยาศาสตร์การแพทย์ จำนวน 2 คน ที่ปฏิบัติงานอยู่ภายในห้องปฏิบัติการเทคนิคการแพทย์ โรงพยาบาลวชิรพยาบาล จังหวัดอุบลราชธานี เพื่อนำความต้องการของผู้ใช้ไปออกแบบและพัฒนาแอปพลิเคชัน ในส่วนของสูตรและพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ต้องใช้ในการคำนวณจะอ้างอิงจากมาตรฐานงานเทคนิคการแพทย์และเอกสารวิชาการของงานเทคนิคการแพทย์ รวมทั้งเอกสารประกอบการปฏิบัติงานของห้องปฏิบัติการ (work instruction) ตลอดจนคู่มือการใช้งานเครื่องตรวจวิเคราะห์อัตโนมัติ (user operation manual) ของบริษัทผู้ผลิตเครื่องมือ

4. นิยามศัพท์เฉพาะ

4.1 การนับแก้จำนวนเม็ดเลือดขาว หมายถึง การนับจำนวนเซลล์เม็ดเลือดที่มีนิวเคลียสได้แก่ เม็ดเลือดขาวและเม็ดเลือดแดงตัวอ่อนรวมกันแล้วมาทำการคำนวณเพื่อหาค่าจำนวนเม็ดเลือดขาวเพียงอย่างเดียว

4.2 ปริมาณโปรตีน 24 ชั่วโมงในปัสสาวะ หมายถึง ปริมาณโปรตีนที่ร่างกายขับออกมาในปัสสาวะในช่วงระยะเวลา 24 ชั่วโมง

4.3 ปริมาณครีเอตินิน 24 ชั่วโมงในปัสสาวะ หมายถึง ปริมาณครีเอตินินที่ร่างกายขับออกมาในปัสสาวะในช่วงระยะเวลา 24 ชั่วโมง

4.4 หมู่เลือดระบบ ABO หมายถึง ระบบหมู่เลือดหลักของมนุษย์ซึ่งมีอยู่ทั้งหมด 4 หมู่ คือ หมู่ A, หมู่ B, หมู่ O และ หมู่ AB

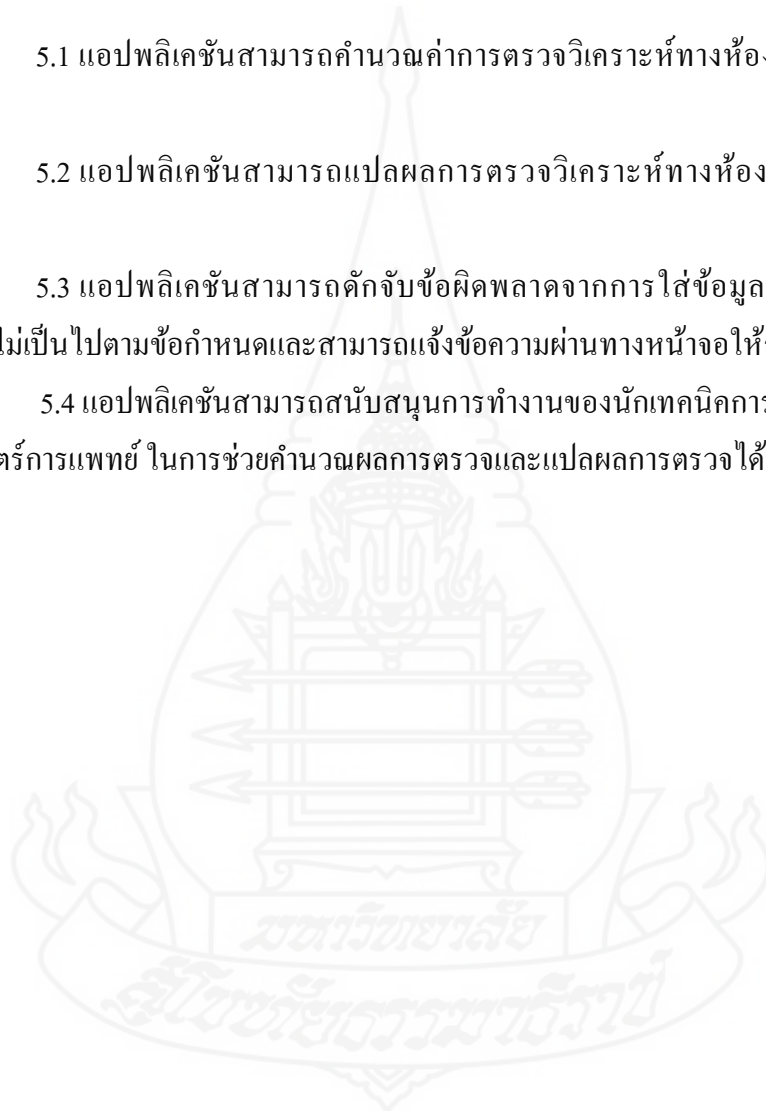
5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

5.1 แอปพลิเคชันสามารถคำนวณค่าการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการได้อย่างถูกต้อง

5.2 แอปพลิเคชันสามารถแปลผลการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการได้อย่างถูกต้อง

5.3 แอปพลิเคชันสามารถดักจับข้อผิดพลาดจากการใส่ข้อมูลพารามิเตอร์ในการคำนวณที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดและสามารถแจ้งข้อความผ่านทางหน้าจอให้กับผู้ใช้งานทราบได้

5.4 แอปพลิเคชันสามารถสนับสนุนการทำงานของนักเทคนิคการแพทย์/เจ้าพนักงานวิทยาศาสตร์การแพทย์ ในการช่วยคำนวณผลการตรวจและแปลผลการตรวจได้อย่างถูกต้อง



บทที่ 2

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

เนื่องจากการศึกษาวิจัยนี้มุ่งเน้นที่การพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการเทคนิคการแพทย์ โดยเน้นไปที่รายการตรวจวิเคราะห์ที่ต้องมีการคำนวณและแปลผลการตรวจวิเคราะห์ก่อนการรายงานผลในขั้นตอนสุดท้ายของการตรวจวิเคราะห์ ซึ่งจะเป็นการนำแอปพลิเคชันมาใช้ทดแทนการคำนวณและการแปลผลแบบเดิมด้วยตัวผู้ตรวจวิเคราะห์เอง ซึ่งข้อดีของการใช้แอปพลิเคชันคือมีความถูกต้อง แม่นยำ และลดข้อผิดพลาดจากการคำนวณและแปลผลของผู้ตรวจวิเคราะห์

1. การตรวจหาเม็ดเลือดแดงที่มีนิวเคลียสด้วยเครื่อง Sysmex XE-2100 ในผู้ป่วยธาลัสซีเมียและเด็กแรกเกิด

งานวิจัยนี้ได้กล่าวถึงการศึกษาเปรียบเทียบผลการนับแยก NRBC (Nucleated Red Blood Cell) เพื่อทำการนับแยกจำนวนเม็ดเลือดขาว (White Blood Cells Corrected) โดยทำการศึกษาเปรียบเทียบโดยวิธีการตรวจนับด้วยเครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติกับวิธีการนับแยกโดยผู้เชี่ยวชาญโดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบแสง (Sabrina Buoro et al. (2015, October). Evaluation of nucleated red blood cell count by Sysmex XE-2100 in patients with thalassemia and in neonates. *Pubmed*, 13(4). Retrieve from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25761322/>) ซึ่งพบว่าให้ผลลัพธ์ที่ไม่แตกต่างกัน ดังนั้นหากใช้เครื่องตรวจวิเคราะห์อัตโนมัติที่สามารถตรวจนับ NRC และคำนวณค่า WBC Corrected ได้โดยอัตโนมัติก็จะสามารถใช้ทดแทนการตรวจนับโดยผู้ปฏิบัติงานได้ เนื่องจากการตรวจนับ NRC ด้วยกล้องจุลทรรศน์ ยังจำเป็นต้องนำ NRC ที่นับได้มาคำนวณค่า WBC Corrected โดยผู้ทำการตรวจนับเอง ก่อนรายงานผลต่อไป

2. การหาชนิดหมู่เลือดจากวิธีการตรวจแบบเดิมสู่วิธีการตรวจแบบหาแอนติบอดีโดยเทคนิคทางโมเลกุล

งานวิจัยนี้กล่าวถึงการนำเสนอเทคโนโลยี Molecular Imprinting (Adnan Mujahid, Franz L Dickert.(2015, December). Blood Group Typing: From Classical Strategies to the Application of Synthetic Antibodies Generated by Molecular Imprinting. *Pubmed*, 16(1). Retrieve from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26729127/>) สำหรับการตรวจหาหมู่เลือดเพื่อทดแทนการตรวจหาหมู่เลือดด้วยเทคนิคดั้งเดิมแบบ Agglutination โดยมีจุดเด่นที่มีความไวในการทดสอบสูง เหมาะกับห้องปฏิบัติการอ้างอิง (Reference Laboratory) แต่ค่อนข้างใช้เวลานานในการตรวจวิเคราะห์และต้นทุนการตรวจวิเคราะห์ค่อนข้างสูงไม่เหมาะกับห้องปฏิบัติการทั่วไป ซึ่งเมื่อเทียบกับการตรวจแบบ Agglutination ซึ่งมีความไวต่ำกว่าแต่ใช้เวลาในการตรวจวิเคราะห์น้อยกว่า และมีต้นทุนการตรวจวิเคราะห์ต่ำกว่ามาก สำหรับงานวิจัยนี้ต้องการพัฒนาเครื่องมือที่มาช่วยสนับสนุนผู้ปฏิบัติงานในการแปลผลหมู่เลือดด้วยเทคนิคดั้งเดิมที่ใช้ในห้องปฏิบัติการทั่วไปคือ เทคนิค Agglutination

3. แนวปฏิบัติในการคำนวณและการแปลผลการตรวจวิเคราะห์โปรตีนในปัสสาวะ

งานวิจัยนี้กล่าวถึงการคำนวณค่าการตรวจวิเคราะห์ Microalbumin ในปัสสาวะ (Vilas U. Chavan et al. (2011, March). Practical Aspects of Calculation, Expression and Interpretation Of Urine Albumin Measurement. *National Journal of Integrated Research in Medicine*, 2(1). Retrieve from <http://nicpd.ac.in/ojs-/index.php/njirm/article/view/1893>) ทั้งแบบประเภทปัสสาวะแบบสุ่ม (Random Urine) ซึ่งเป็นการเก็บปัสสาวะที่ไม่จำกัดเรื่องช่วงเวลา สามารถเก็บตัวอย่างปัสสาวะเวลาใดก็ได้เพื่อส่งตรวจแต่การเก็บปัสสาวะแบบนี้ นำผลการตรวจไปใช้ประโยชน์ได้น้อย เนื่องจากค่าโปรตีนในปัสสาวะแต่ละช่วงเวลามีความแตกต่างกันส่วนการเก็บ ปัสสาวะแบบเก็บในช่วงเวลา 24 ชั่วโมง (24 Hours Urine) เป็นการเก็บปัสสาวะในช่วงระยะเวลาจนครบ 24 ชั่วโมงจึงนำไปตรวจโดยมีการนำปริมาตรปัสสาวะที่เก็บได้ทั้งหมดในช่วงเวลา 24 ชั่วโมงมาใช้ในการคำนวณด้วยซึ่งการเก็บแบบนี้มีประโยชน์และแม่นยำมากกว่าเนื่องจากการวัดปริมาณรวมของโปรตีนในปัสสาวะทั้งหมด ซึ่งงานวิจัยนี้ได้ใช้สูตรคำนวณพื้นฐานทั่วไปซึ่งสามารถนำมาปรับใช้ได้กับการคำนวณหาค่า Urine Protein 24 Hours และ Urine Creatinine 24 Hours เพื่อพัฒนา

เครื่องมือช่วยในการคำนวณได้อย่างถูกต้องเช่นเดียวกับการตรวจด้วยเครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติที่มีซอฟต์แวร์สำหรับการคำนวณมาพร้อมกับเครื่องตรวจวิเคราะห์

4. การพัฒนาแอปพลิเคชัน

4.1 วงจรชีวิตของการพัฒนาซอฟต์แวร์

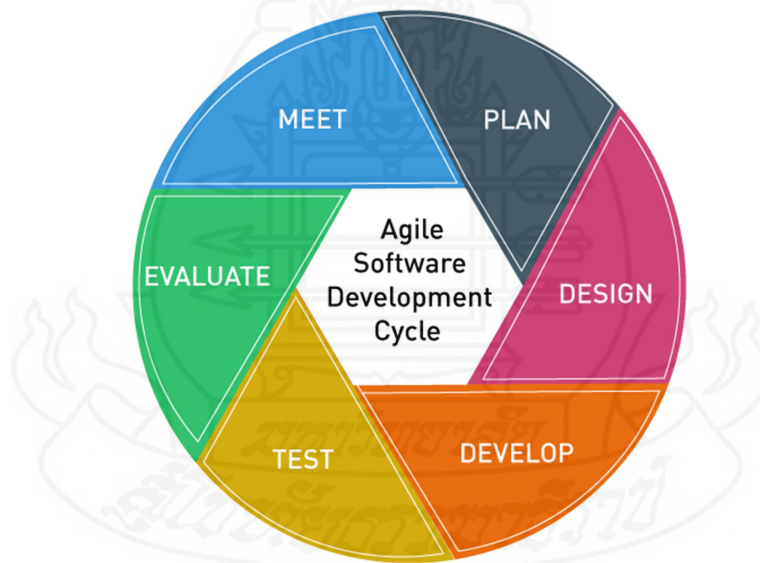
ขั้นตอนการพัฒนาแอปพลิเคชันตามวงจรชีวิตของการพัฒนาซอฟต์แวร์ (Software Development Life Cycle; SDLC) มีขั้นตอนในการพัฒนา ดังนี้

- 1) การวางแผน (Planning) เป็นขั้นตอนการวางแผนงานโดยกำหนดรูปแบบของซอฟต์แวร์ ประมาณการต้นทุนในการพัฒนาระบบ กำหนดแนวทางของการพัฒนาระบบ กำหนดระยะเวลา เป็นต้น
- 2) การวิเคราะห์ความต้องการ (Analysis) เป็นขั้นตอนของการค้นหาความต้องการของระบบ และวิเคราะห์ความต้องการนั้น เพื่อให้เข้าใจภาพรวมและหน้าที่การทำงานของระบบ
- 3) การออกแบบ (Design) เป็นขั้นตอนการออกแบบส่วนประกอบต่างๆของซอฟต์แวร์ เพื่อให้ตรงกับความต้องการที่ได้วิเคราะห์มาแล้ว
- 4) การพัฒนา (Development) เป็นขั้นตอนการสร้างระบบโดยการเขียนโปรแกรม ตามแนวทางการออกแบบจากขั้นตอนการออกแบบ
- 5) การทดสอบ (Testing) เป็นขั้นตอนการนำระบบที่พัฒนาขึ้นมาทดสอบการใช้งานว่าทำงานถูกต้องตามความต้องการหรือไม่ ซึ่งการทดสอบนี้จะรวมถึงการทดสอบการเชื่อมโยงกับระบบซอฟต์แวร์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งระบบด้วย
- 6) การนำไปใช้ (Implementation) เมื่อดำเนินการทดสอบระบบจนมั่นใจว่า ระบบที่ได้รับ การทดสอบนั้นพร้อมที่จะนำไปติดตั้งเพื่อใช้งานบนสถานการณ์จริง เมื่อระบบสามารถทำงานได้จนเป็นที่น่าพอใจของผู้ใช้แล้ว ก็จะต้องจัดทำเอกสารคู่มือระบบ รวมถึงการฝึกอบรมผู้ใช้
- 7) การประเมิน (Evaluation) เป็นขั้นตอนการประเมินว่าระบบที่ผ่านการทดสอบแล้วเหมาะสมที่จะนำไปใช้งานได้หรือไม่

- 8) การบำรุงรักษาระบบ (Maintenance) หลังจากระบบงานที่พัฒนาขึ้นใหม่ได้ถูกนำไปใช้งานเป็นที่เรียบร้อยแล้วจะต้องมีขั้นตอนการบำรุงรักษาเกิดขึ้น เนื่องจากข้อบกพร่องในด้านการทำงานของโปรแกรมอาจพืงถูกค้นพบ ซึ่งจะต้องดำเนินการแก้ไขให้ถูกต้อง นอกจากนี้งานบำรุงรักษายังเกี่ยวข้องกับการเขียน โปรแกรมเพิ่มเติมกรณี que ผู้ใช้มีความต้องการเพิ่มขึ้น

4.2 หลักการพัฒนาแบบอะไจล์

จากหลักการของการพัฒนาแอปพลิเคชันแบบอะไจล์ (Agile Development) ที่ได้นำมาใช้เป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ นั้น มีจุดเด่นที่การพัฒนาแอปพลิเคชันจะมุ่งเน้นไปที่การทำแอปพลิเคชันให้สามารถใช้งานได้อย่างรวดเร็วในช่วงระยะเวลา 1-2 สัปดาห์ มากกว่าการจัดทำเอกสาร โปรแกรม อีกทั้งยังสามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบการออกแบบการทำงานของโปรแกรมได้อย่างรวดเร็วตามความต้องการของผู้ใช้งานเนื่องจากการพบปะพูดคุย และแลกเปลี่ยนข้อมูลกับผู้ใช้งานอยู่เสมอ



ภาพที่ 2.1 หลักการพัฒนาแอปพลิเคชันแบบอะไจล์

ที่มา: <https://www.pngwave.com/png-clip-art-fccwh>

จากภาพที่ 2.1 สามารถอธิบายขั้นตอนการพัฒนาแอปพลิเคชันแบบอะไจล์ ดังนี้

- 1) Meet ขั้นตอนการพบปะพูดคุย ในขั้นตอนนี้จะเป็นการพบปะพูดคุยกับผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียทุกคน (Stakeholder) ที่เกี่ยวข้องกับแอปพลิเคชันที่จะพัฒนาขึ้น

2) Plan ขั้นตอนการวางแผน ในขั้นตอนนี้จะเป็นการวางแผนร่วมกันกับ Stakeholder เพื่อกำหนดถึงตารางการทำงาน ความถี่ในการพบปะพูดคุย รวมถึงกำหนดการส่งมอบงานในแต่ละขั้นตอน

3) Design ขั้นตอนการออกแบบแอปพลิเคชัน ในขั้นตอนนี้จะเป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ระบบและข้อมูลความต้องการของผู้ใช้มาทำการออกแบบแอปพลิเคชัน โดยมีการส่งมอบความคืบหน้าของงานให้ผู้ใช้ทราบเป็นระยะตามที่ตกลงกันในขั้นตอนการวางแผน

4) Develop ขั้นตอนการพัฒนาแอปพลิเคชัน ในขั้นตอนนี้จะเป็นการดำเนินการพัฒนาแอปพลิเคชันตามที่ได้ออกแบบไว้ในขั้นตอน Design โดยในแต่ละงานที่พัฒนาเสร็จแล้วจะมีการส่งมอบให้ผู้ใช้งานทราบเป็นระยะเพื่อปรับเปลี่ยนตามความเหมาะสมและสอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้

5) Test ขั้นตอนการทดสอบแอปพลิเคชัน ในขั้นตอนนี้จะเป็นการทดสอบแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้น ว่าสามารถทำงานได้ตามการออกแบบและพัฒนาหรือไม่ มีข้อผิดพลาดจากการทำงานของแอปพลิเคชันเกิดขึ้นหรือไม่ รวมถึงแอปพลิเคชันสามารถทำงานได้ตามที่ผู้ใช้ต้องการหรือไม่

6) Evaluate ขั้นตอนการประเมินแอปพลิเคชัน ในขั้นตอนนี้จะเป็นการประเมินการทำงานและประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันด้านต่างๆ เช่น ความถูกต้องในการทำงาน ความรวดเร็วในการทำงาน การปรากฏข้อผิดพลาดระหว่างการทำงานของแอปพลิเคชัน

สำหรับแนวทางในการพัฒนาแอปพลิเคชันแบบอะไจล์ (Agile Development) แสดงดังภาพที่ 2.1 จะมุ่งเน้นให้ความสำคัญกับ 4 ประเด็นสำคัญ ดังนี้

- 1) การให้ความสำคัญกับผู้ร่วมงานมากกว่าขั้นตอนการทำงานและเครื่องมือ
- 2) การสร้างซอฟต์แวร์ที่ใช้งานได้จริงมากกว่าการทำเอกสาร
- 3) การทำงานร่วมกับผู้ใช้งานซอฟต์แวร์ที่กำลังพัฒนา
- 4) การตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงความต้องการมากกว่าการยึดมั่นทำตามแผนการที่กำหนดไว้

ถึงแม้ว่าขั้นตอนการทำงานและการวางแผนงานต่างๆ ตลอดจนการจัดทำเอกสารจะยังคงเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องดำเนินการเหมือนเดิม แต่การมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ร่วมงาน การพัฒนาซอฟต์แวร์ การทำงานร่วมกับผู้ใช้งานซอฟต์แวร์ และการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงความต้องการ ซึ่งในการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบอะไจล์สิ่งเหล่านี้กลับต้องให้ความสำคัญมากกว่า

4.3 ลักษณะสำคัญของอะไหล่

แนวคิดของอะไหล่เกิดขึ้นมาตั้งแต่ช่วงปี ค.ศ. 1970 จากการศึกษาวิจัยพบว่าแนวคิดแบบอะไหล่เกิดขึ้นมาเนื่องจากว่า การพัฒนาซอฟต์แวร์ในรูปแบบเดิม (traditional method) นั้นมีข้อเสียมากมาย โดยเฉพาะเรื่องความพึงพอใจต่อลูกค้าและระยะเวลาที่ใช้ในการพัฒนา ดังนั้นนักพัฒนาซอฟต์แวร์จึงได้แนะนำให้เปลี่ยนไปใช้อะไหล่ ซึ่งมีลักษณะสำคัญ ดังนี้

- 1) ส่งมอบซอฟต์แวร์ให้ผู้ใช้งานก่อนเวลาหรือทันเวลาและสม่ำเสมอ
- 2) ยินดีที่จะเปลี่ยนแปลงความต้องการซอฟต์แวร์ถึงแม้จะทำให้การพัฒนาดำเนินออกไปบ้าง
- 3) ส่งมอบซอฟต์แวร์ที่ใช้งานได้บ่อยๆ รายสัปดาห์มากกว่ารายเดือน
- 4) เน้นการติดต่อประสานงานแบบเห็นหน้ากัน
- 5) วัดความก้าวหน้าของงานจากซอฟต์แวร์ที่ใช้งานได้จริง
- 6) เน้นการทำงานแบบเรียบง่าย
- 7) สามารถปรับตัวได้อย่างสม่ำเสมอและทันต่อการเปลี่ยนแปลง
- 8) เน้นพัฒนาและส่งมอบซอฟต์แวร์ในส่วนที่ผู้ใช้ต้องการใช้งานก่อน

5. เทคโนโลยีจาวา

เทคโนโลยีจาวา (Java Technology) ที่นำมาพัฒนาแอปพลิเคชันในการศึกษาวิจัยครั้งนี้คือเวอร์ชัน Java SE หรือ Java Standard Edition ซึ่งใช้พัฒนาจาวาแอปพลิเคชันสำหรับใช้งานทั่วไปบนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (Personal Computer) โดยมีจุดเด่นอยู่ที่เป็นเทคโนโลยีที่ไม่ขึ้นกับแพลตฟอร์มของคอมพิวเตอร์ระบบใดระบบหนึ่ง (Platform Independent) เนื่องจากในการทำงานของจาวาแอปพลิเคชันจะทำงานภายใต้ระบบที่เรียกว่า JRE (Java Runtime Environment) ซึ่งผู้ใช้งานต้องติดตั้งลงในเครื่องที่ต้องการใช้งานจาวาแอปพลิเคชันอยู่แล้ว

เนื่องจากในการพัฒนาจาวาแอปพลิเคชันในการศึกษาวิจัยนี้ เป็นการพัฒนาแอปพลิเคชันที่ใช้งานแบบโต้ตอบกับผู้ใช้แบบกราฟฟิก (Graphical User Interface) จึงมีองค์ประกอบของจาวาเทคโนโลยีที่นำมาใช้พัฒนาแอปพลิเคชันดังนี้

5.1 Java Container

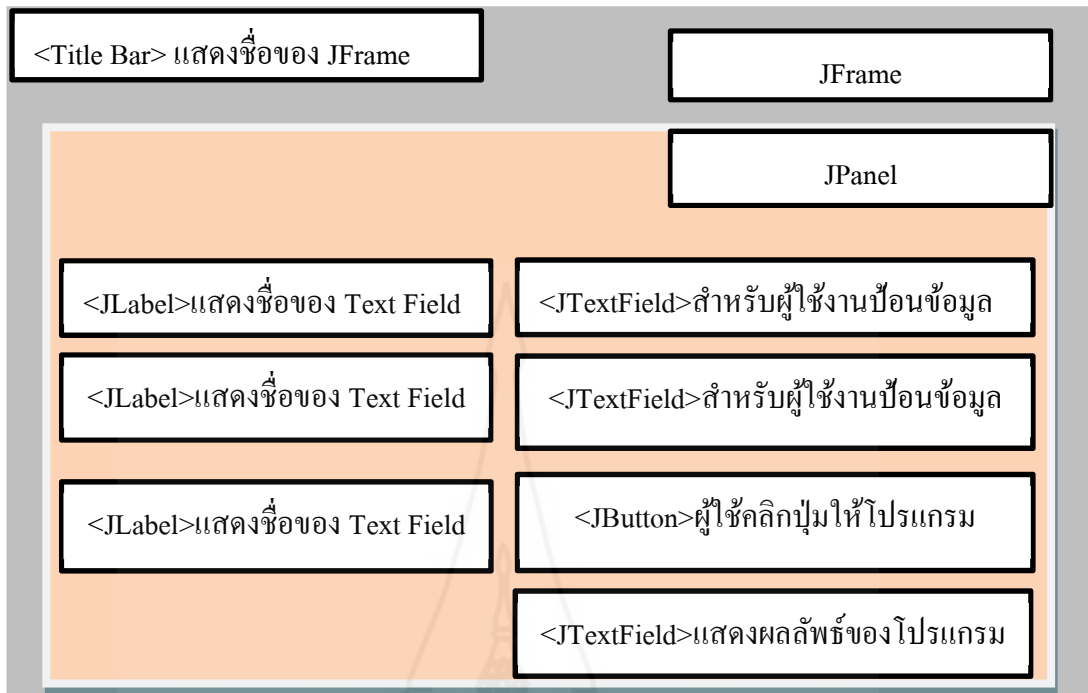
Java Container เป็น Java Components แบบหนึ่งที่สามารถให้ components อื่นๆ มาวางอยู่บน container ได้ สำหรับ Java Container ที่นำมาใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

- 1) JFrame ใช้สำหรับนำ Java Components อื่นๆ ไปวางได้ โดยจะมีการกำหนด Title Bar ที่ Container นี้
- 2) JPanel ใช้สำหรับนำ Components ต่างๆ มาวางไว้เพื่อสำหรับการทำงานของแอปพลิเคชัน เช่น JButton JLabel JTextField JTextArea เป็นต้น
- 3) JDialog ใช้สำหรับเป็นพื้นที่แสดงข้อความต่างๆ ให้ผู้ใช้ทราบผ่านทางหน้าจอ ดังภาพที่ 2.3

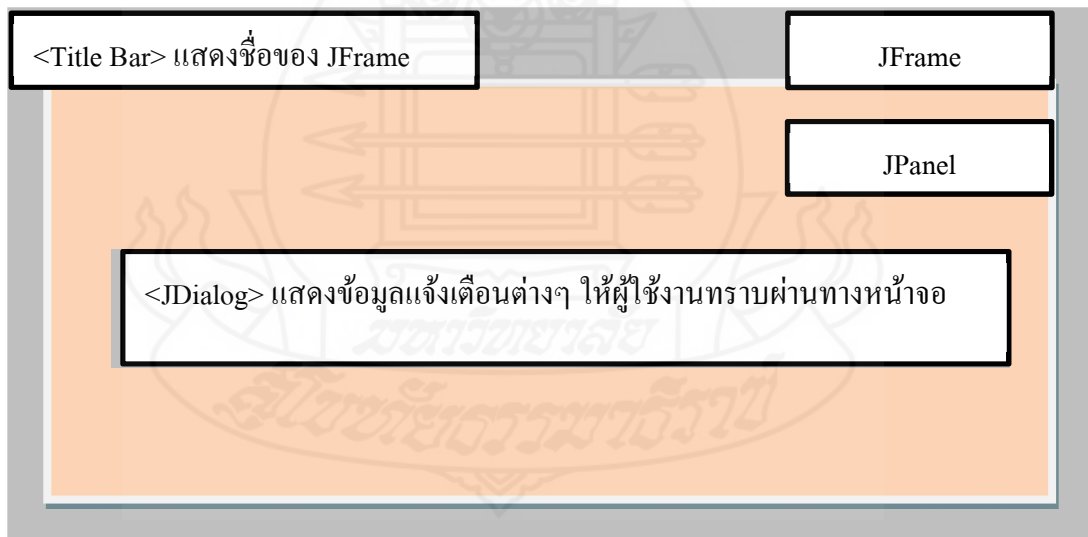
5.2 Java Components

Java Component เป็นส่วนของ components ที่นำไปวางไว้บน container เพื่อทำหน้าที่ตอบสนองต่อการทำงานของผู้ใช้งานแอปพลิเคชัน ดังภาพที่ 2.2 สำหรับ Java Components ที่นำมาใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

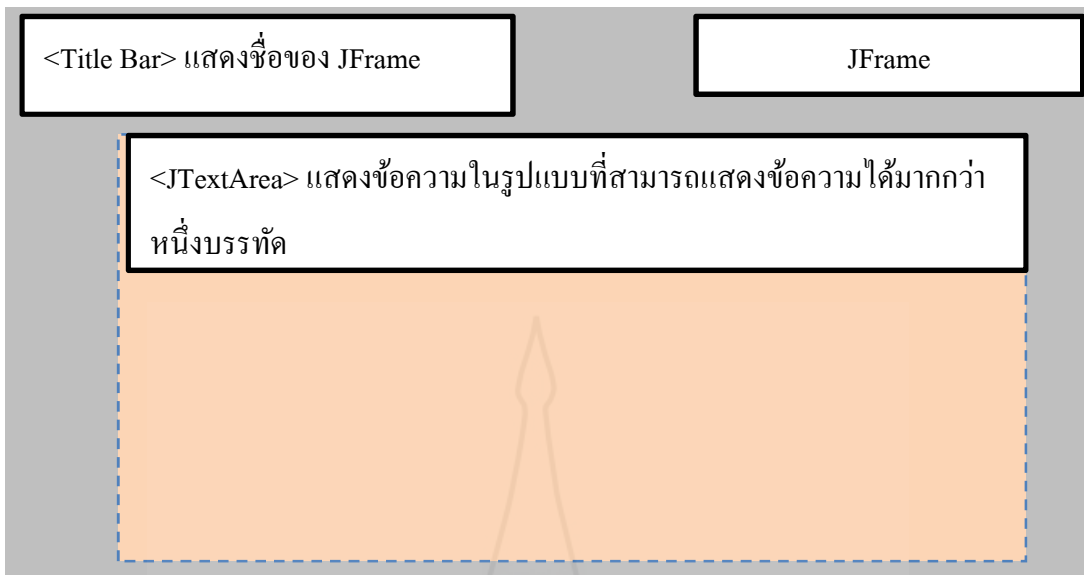
- 1) JLabel ใช้สำหรับกำหนดการแสดงผลข้อความต่างๆ โดย JLabel จะเป็นข้อความที่เป็นแบบอ่านอย่างเดียวไม่สามารถแก้ไขข้อความได้
- 2) JTextField ใช้สำหรับเป็นพื้นที่แบบบรรทัดเดียวที่ให้ผู้ใช้งานใส่ข้อความตัวอักษรหรือตัวเลขต่างๆ เข้าไปและสามารถแก้ไขข้อความที่ใส่เข้าไปใน JTextField ได้
- 3) JButton ใช้สำหรับใส่ฟังก์ชันการทำงานรูปแบบต่างๆ ตามการออกแบบการทำงานของแอปพลิเคชันเมื่อผู้ใช้ทำการคลิกที่ปุ่ม
- 4) JTextArea ใช้สำหรับใส่ข้อความต่างๆ ที่มีจำนวนข้อความมากกว่าหนึ่งบรรทัดขึ้นไป ดังภาพที่ 2.4 ซึ่ง JTextArea สามารถกำหนดให้ทำการแก้ไขได้หรือแก้ไขไม่ได้ของข้อความที่อยู่ใน JTextArea โดยการเข้าไปกำหนดคุณสมบัติ (Properties) ของ JTextArea
- 5) JTabbedPane ใช้สำหรับให้ผู้ใช้งานสามารถสลับหน้าต่างการทำงาน โดยที่ไม่ต้องปิดหรือเปิดหน้าจอการทำงานใหม่



ภาพที่ 2.2 Java Components ที่นำมาใช้ในการพัฒนาแอปพลิเคชัน



ภาพที่ 2.3 Java Components แสดง JDialog ที่ใช้แสดงข้อมูลแจ้งเตือนต่างๆ



ภาพที่ 2.4 Java Components แสดง JTextArea ที่ใช้แสดงข้อมูลเนื้อหา

6. การนับแก้จำนวนเม็ดเลือดขาว

เซลล์ของเม็ดเลือดทุกชนิดจะมีต้นกำเนิดจาก Stem cell ได้มีการพัฒนาไปเป็นเซลล์ชนิดอื่นๆ ตามหน้าที่ของเซลล์แต่ละชนิด สำหรับเม็ดเลือดแดงก่อนที่จะออกสู่กระแสเลือดจะเป็นเซลล์ตัวอ่อนเม็ดเลือดแดงที่มี nucleus เรียกว่า Nucleated Red Blood Cells (NRC) ซึ่งหมายถึงเซลล์ตัวอ่อนของเม็ดเลือดแดง สาเหตุที่ทำให้เม็ดเลือดแดงตัวอ่อน (NRC) จำนวนหนึ่ง มีโอกาสหลุดออกจากไขกระดูกเข้าสู่กระแสเลือดได้ซึ่งสามารถพบได้ในโรคหรือภาวะดังต่อไปนี้

- 1) โรคโลหิตจางและมีการสร้างเม็ดเลือดแดงเพิ่มมากขึ้น เช่น ธาลัสซีเมีย การเสียเลือดมากๆ
- 2) ไขกระดูกได้รับสารเคมีหรือสารพิษ เช่น สารตะกั่วเป็นพิษ สารพิษจากการติดเชื้อ
- 3) เนื้องอกในไขกระดูก เช่น primary myelodysplasia
- 4) โรคมะเร็งเม็ดเลือด
- 5) มีการสร้างเม็ดเลือดแดงนอกไขกระดูก
- 6) การทำงานของม้ามผิดปกติ เช่น ภาวะตัดม้าม หรือม้ามไม่ทำงาน
- 7) เม็ดเลือดแดงแตกรุนแรง

Nucleated Red Cell (NRC) เป็นเม็ดเลือดแดงที่มีนิวเคลียสอยู่ภายใน ปกติจะไม่พบในเลือดของคนปกติยกเว้นในเด็กทารก การพบเม็ดเลือดชนิดนี้อาจจะบ่งบอกถึงภาวะมีการสร้างเม็ดเลือดแดงมากผิดปกติ มีการสร้างเม็ดเลือดแดงนอกไขกระดูกหรือไขกระดูกถูกแทนที่ด้วยเซลล์มะเร็ง การพบเป็นจำนวนมากในกระแสเลือด มักพบใน hemolytic disease of the new-born (HDN) และ Thalassemia major (โดยเฉพาะอย่างยิ่งหลังตัดม้าม) ในกลุ่ม erythroleukemia จะพบร่วมกับตัวอ่อนของเม็ดเลือดขาว Nucleated red cell ระยะเวลาที่พบได้บ่อยที่สุดคือ ระยะเวลา Polychromatic normoblast และ Orthochromatic normoblast ส่วนระยะ Pronormoblast และ Basophilic normoblast อาจพบได้บ้าง

6.1 การนับจำนวน NRC

การรายงานผล การนับจำนวน NRC จะรายงานเป็นจำนวน NRC ต่อการนับเม็ดเลือดขาว 100 ตัว ซึ่งมีวิธีการคำนวณดังนี้

สมมติให้จำนวนเซลล์เม็ดเลือดขาว (White Blood Cell: WBC) ที่นับแยกจากสไลด์ 100 เซลล์ ได้จากการนับเซลล์ทั้งหมด $100 + N$ โดยที่ $N =$ จำนวน NRC ที่นับได้จากสไลด์ หากจำนวนเม็ดเลือดขาวจริงทั้งหมด (WBC Corrected) จะได้จากการนับของเครื่องเป็น W

ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการคำนวณได้ดังนี้

สมการที่ 1 WBC Corrected

$$\text{WBC Corrected} = (W \times 100) / (100 + N) \quad (1)$$

$W =$ จำนวนเม็ดเลือดที่มีนิวเคลียสทั้งหมดที่เครื่องตรวจวิเคราะห์ตรวจนับได้

$N =$ จำนวน NRC ที่ผู้ตรวจวิเคราะห์ตรวจนับได้จากสไลด์ผ่านกล้องจุลทรรศน์

สำหรับการคำนวณเพื่อรายงานค่า WBC Corrected มีขั้นตอนโดยทั่วไป ดังนี้

- 1) ตรวจนับเพื่อหาค่าจำนวนเม็ดเลือดขาวรวม (WBC Count: W)
- 2) นับจำนวน N จากสไลด์
- 3) ทราบถึงเกณฑ์ของจำนวน NRC ที่เข้าเกณฑ์ในการนำไปหาค่า WBC Corrected
- 4) นำค่า W คูณด้วย 100
- 5) นำค่า N ที่นับได้จากสไลด์ บวกด้วย 100
- 6) นำค่าที่ได้จากข้อ 4) หารด้วยค่าที่ได้จากข้อ 5)
- 7) รายงานผล WBC Corrected

7. การหาปริมาณโปรตีน 24 ชั่วโมงในปัสสาวะ

7.1 โปรตีนในปัสสาวะ (Urine Protein)

โปรตีนในปัสสาวะ (Urine Protein) มีชื่อเรียกอย่างอื่นว่า Albumin-Urine, Urine Albumin, Proteinuria และ Albuminuria ซึ่งวัตถุประสงค์ของการตรวจหาค่า Urine Protein (Random Urine) ก็เพื่อดูว่าโปรตีนในปัสสาวะมีมากน้อยเพียงใดและอยู่ในระดับที่ปกติหรือไม่ โดยปกติแล้ว โปรตีนมักจะถูกไตกรองกลับมาเพื่อใช้ประโยชน์ในร่างกายเสมอ ดังนั้นจึงไม่ควรตรวจพบโปรตีนในปัสสาวะเลยเว้นแต่โปรตีนชนิดอัลบูมินที่มีขนาดเล็กกว่าโปรตีนทั่วไปจึงอาจตรวจพบปนอยู่ในน้ำปัสสาวะได้บ้าง ซึ่งทั้งนี้หากพบโปรตีนในปัสสาวะปริมาณมากก็อาจแสดงได้ว่ากำลังเกิดความผิดปกติบางอย่างขึ้นกับไต

7.2 การตรวจหาค่าโปรตีนในปัสสาวะแบบสุ่ม (Random Urine Protein)

การตรวจหาค่าโปรตีนในปัสสาวะ หากสุ่มตรวจในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งอาจไม่สามารถได้ข้อสรุปที่แน่ชัด เพราะการตรวจแต่ละครั้งจะให้ผลลัพธ์ที่แตกต่างกันไป กล่าวคือหากตรวจในเวลากลางวันอาจพบค่าโปรตีนในปัสสาวะแต่เมื่อตรวจในเวลากลางคืนก็อาจไม่พบค่าโปรตีนเลยนั่นเอง ดังนั้นการจะตรวจหาค่าโปรตีนในปัสสาวะได้อย่างชัดเจนก็ต้องตรวจแบบรอบระยะเวลา 24 ชั่วโมงนั่นเอง นอกจากนี้ การตรวจค่าโปรตีนในปัสสาวะแม้เพียงเล็กน้อยก็อาจแสดงได้ว่าผู้ตรวจกำลังมีความผิดปกติที่ไต จึงไม่ควรละเลยอย่างเด็ดขาดโดยต้องตรวจหาโรคไตโดยด่วนเพื่อผลการตรวจที่แน่ชัดและจะได้ทำการรักษาได้อย่างทันทั่วถึง หากค่าโปรตีนในปัสสาวะที่ตรวจได้มีการกระเพื่อมสูงขึ้นเป็นครั้งคราว นั้นอาจเกิดได้จากหลายสาเหตุ เช่น การมีความเครียดอย่างรุนแรงทั้งทางร่างกายและจิตใจ การติดเชื้อบางอย่าง การออกกำลังกายที่หักโหม และการกินยารักษาโรคบางชนิดที่อาจส่งผลให้เกิดความผิดปกตินี้ได้ นอกจากนี้สารคัดหลั่ง (Secretions) จากต่อมลูกหมากของผู้ชายหรือจากช่องคลอดของผู้หญิงที่ปนมากับน้ำปัสสาวะก็ถือเป็นโปรตีนชนิดหนึ่งเช่นกัน แต่จะเรียกว่าโปรตีนนูเรีย (Proteinuria) ซึ่งเป็นศัพท์ที่ใช้เรียกโดยเฉพาะ สำหรับการพบโปรตีนในปัสสาวะอาจสูงขึ้นเนื่องจากกรณีอื่นๆ ได้อีกด้วย เช่น การกลั้นปัสสาวะเป็นเวลานานจนทำให้ปัสสาวะเข้มข้นเกินกว่าปกติและการทานอาหารที่มีโปรตีนมากเกินไป จึงทำให้โปรตีนในปัสสาวะสูงเกินและหลุดมากับน้ำปัสสาวะได้ในที่สุด

7.3 การตรวจหาค่าโปรตีนในปัสสาวะแบบรอบเวลา 24 ชั่วโมง (Urine Protein 24 Hours)

Urine Protein 24 Hours เป็นการตรวจหาโปรตีนที่ปนมากับน้ำปัสสาวะในรอบระยะเวลา 24 ชั่วโมง ว่ามีค่าผิดปกติมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลที่ตรวจได้ก็สามารถบ่งชี้ได้ถึงการป่วยด้วยโรคไตหรือโรคอื่นๆอีกด้วย โดยการตรวจด้วยวิธีนี้ก็จะให้ผลการตรวจที่มีความแม่นยำและแน่นอนกว่ามากเนื่องจากมีปัจจัยที่ต้องพิจารณา ดังนี้

1) การตรวจหาค่าโปรตีนที่ได้ในปัสสาวะด้วยวิธีการสุ่ม การตรวจหาค่าโปรตีนในปัสสาวะแบบสุ่มมักจะได้ผลลัพธ์ที่ไม่ค่อยแน่นอนมากนัก เนื่องจากในช่วงเวลาต่างๆค่าโปรตีนที่ได้มักจะมีความต่างกันอยู่เสมอในขณะที่การตรวจในรอบ 24 ชั่วโมง จะทำให้ได้ข้อมูลที่ชัดเจนมากกว่า ว่าในช่วงเวลานั้นมีโปรตีนในปัสสาวะมากน้อยเพียงใดและถือเป็นการผิดปกติหรือไม่จึงนิยมตรวจหาโปรตีนในปัสสาวะด้วยการเก็บรวบรวมผลในรอบ 24 ชั่วโมงมากกว่า

2) การตรวจหาค่าโปรตีนในปัสสาวะในรอบ 24 ชั่วโมง การตรวจด้วยวิธีนี้อาจทำให้ได้ค่าโปรตีนที่มากขึ้นตามระดับน้ำปัสสาวะไปด้วย แต่ก็ไม่เป็นผลกับความแม่นยำในการตรวจแต่อย่างใด เพราะโดยหลักแล้วค่าโปรตีนที่ได้ควรจะมียุทธศาสตร์ต่ำอยู่เสมอไม่ว่าน้ำปัสสาวะที่นำมาตรวจจะมากน้อยเพียงใดก็ตาม

สำหรับการคำนวณหาโปรตีน 24 ชั่วโมงในปัสสาวะมีแนวทางในการคำนวณ ดังนี้
สมมติให้ค่า Urine Protein ที่ตรวจวัดได้คือ P มีหน่วยเป็น mg/dl (มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ; มิลลิกรัมต่อ 1 ใน 10 ลิตร)

สมการที่ 2 Urine Protein 24 Hours

$$\text{Urine Protein 24 Hours} = 10 \times V \times P \quad (2)$$

ให้ V คือ ปริมาตรปัสสาวะที่เก็บได้ในรอบ 24 ชั่วโมงมีหน่วยเป็น ml (มิลลิลิตร)
เพื่อให้ง่ายต่อการใช้สูตรคำนวณจึงเปลี่ยนหน่วยปริมาตรปัสสาวะเป็น Litre (ลิตร)

ปริมาตร 1 ใน 10 ลิตร ของปัสสาวะ มีโปรตีนอยู่ P mg

ปริมาตร 1 ลิตร ของปัสสาวะจะมีโปรตีนอยู่ (P x 1) / (1/10) mg

ปัสสาวะ V ลิตร จะมีโปรตีนอยู่ 10 x V x P mg

ดังนั้น Urine Protein 24 Hours เท่ากับ 10 x V x P mg/ 24 Hours

สำหรับการคำนวณเพื่อรายงานค่า Urine Protein 24 Hours มีขั้นตอนโดยทั่วไป ดังนี้

1) วัดปริมาตรของ Urine ที่เก็บได้ในรอบ 24 ชั่วโมง สมมุติวัดปริมาตรได้ 1,200 มิลลิลิตร

2) ตรวจวิเคราะห์เพื่อหาค่า Urine Protein สมมุติตรวจได้ P มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร

3) นำค่า Urine Protein ที่ตรวจวัดได้มาแจกแจงเพื่อคำนวณ

ใน Urine ปริมาตร 0.1 ลิตร (เดซิลิตร) มี Urine Protein อยู่ P มิลลิกรัม

4) ทำหน่วยปริมาตรให้ตรงกันเพื่อคำนวณ

ทำปริมาตร Urine ใน ข้อ1 ให้เป็นหน่วยลิตร ได้เท่ากับ 1.2 ลิตร

Urine Protein ที่ตรวจวัดได้คือ P มิลลิกรัม ใน Urine 0.1 ลิตร

5) เทียบบัญญัติไตรยางค์เพื่อคำนวณหาค่า Urine Protein 24 Hours

ใน Urine ปริมาตร 0.1 ลิตร มี Urine Protein เท่ากับ P มิลลิกรัม

ใน Urine ปริมาตร 1.2 ลิตร มี Urine Protein เท่ากับ $(P \times 1.2) / 0.1$

มิลลิกรัม

6) รายงานผล Urine Protein 24 Hours ที่คำนวณได้ หน่วยเป็น mg/24 Hours

8. การตรวจหาปริมาณครีเอตินิน 24 ชั่วโมงในปัสสาวะ

Creatinine เป็นสารชีวเคมีที่เกิดจากการเผาผลาญของกล้ามเนื้อ เมื่อไตทำงานได้ตามปกติ ไตจะทำหน้าที่กรอง Creatinine และของเสียอื่นๆ ออกจากเลือด สารเหล่านี้ถูกนำออกจากร่างกายโดยการถ่ายปัสสาวะ การทดสอบ Creatinine ในปัสสาวะโดยการวัดปริมาณของครีเอตินินในปัสสาวะ จะสามารถช่วยให้แพทย์ประเมินว่า ไตทำงานได้ดีเพียงใด ซึ่งเป็นประโยชน์สำหรับการวินิจฉัยโรคไตและสาเหตุอื่นๆ ที่มีผลต่อไต ซึ่งสามารถใช้ตัวอย่างปัสสาวะแบบสุ่ม (Random Urine) เพื่อทดสอบครีเอตินิน อย่างไรก็ตามการทดสอบปริมาณปัสสาวะตลอด 24 ชั่วโมงสำหรับ Creatinine จะมีความแม่นยำมากกว่าการตรวจจาก Random Urine เนื่องจากปริมาณ Creatinine ที่ขับออกมาในปัสสาวะมีระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกันในแต่ละช่วงเวลา

สำหรับการคำนวณหาครีเอตินิน 24 ชั่วโมงในปัสสาวะ มีแนวทางในการคำนวณดังนี้ สมมติให้ค่า Urine Creatinine ที่ตรวจวัดได้คือ C มีหน่วยเป็น mg/dl (มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ; มิลลิกรัมต่อ 1 ใน 10 ลิตร)

สมการที่ 3 Urine Creatinine 24 Hours

$$\text{Urine Creatinine 24 Hours} = 10 \times V \times C \quad (3)$$

ให้ V คือ ปริมาตรปัสสาวะที่เก็บได้ในรอบ 24 ชั่วโมงมีหน่วยเป็น ml (มิลลิลิตร)

เพื่อให้ง่ายต่อการใช้สูตรคำนวณจึงเปลี่ยนหน่วยปริมาตรปัสสาวะเป็น Litre (ลิตร)

ปริมาตร 1 ใน 10 ลิตร ของปัสสาวะ มีครีเอตินินอยู่ C mg

ปริมาตร 1 ลิตร ของปัสสาวะ จะมีครีเอตินีนอยู่	$(C \times 1) / (1/10)$	mg
ปัสสาวะ V ลิตร จะมีครีเอตินีนอยู่	$10 \times V \times C$	mg
ดังนั้น Urine Creatinine 24 Hours เท่ากับ	$10 \times V \times C$	mg/ 24 Hours

สำหรับการคำนวณเพื่อรายงานค่า Urine Creatinine 24 Hours มีขั้นตอนโดยทั่วไป ดังนี้

1) วัดปริมาตรของ Urine ที่เก็บได้ในรอบ 24 ชั่วโมง สมมุติวัดปริมาตรได้ 1,200

มิลลิลิตร

2) ตรวจวิเคราะห์เพื่อหาค่า Urine Creatinine สมมุติตรวจได้ C

มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร

3) นำค่า Urine Creatinine ที่ตรวจวัดได้มาแจกแจงเพื่อคำนวณ

ใน Urine ปริมาตร 0.1 ลิตร (เดซิลิตร) มี Urine Creatinine อยู่ C มิลลิกรัม

4) ทำหน่วยปริมาตรให้ตรงกันเพื่อคำนวณ

ทำปริมาตร Urine ใน ข้อ 1 ให้เป็นหน่วยลิตร ได้เท่ากับ 1.2 ลิตร

Urine Creatinine ที่ตรวจวัดได้คือ C มิลลิกรัม ใน Urine 0.1 ลิตร

5) เทียบบัญญัติไตรยางค์เพื่อคำนวณหาค่า Urine Creatinine 24 Hours

ใน Urine ปริมาตร 0.1 ลิตร มี Urine Creatinine เท่ากับ C มิลลิกรัม

ใน Urine ปริมาตร 1.2 ลิตร มี Urine Creatinine เท่ากับ $(C \times 1.2) / 0.1$ มิลลิกรัม

5) รายงานผล Urine Creatinine 24 Hours ที่คำนวณได้ หน่วยเป็น mg/24 Hours

9. การแปลผลหมู่เลือดระบบ ABO

หมู่เลือดระบบ ABO เป็นหมู่เลือดที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติในคนทุกคน ซึ่งมีลักษณะแตกต่างกันไปตามชนิดของยีน (Gene) ที่ได้รับการถ่ายทอดมาจากพ่อและแม่ “ยีน/จิน” เป็นสารพันธุกรรมที่กำหนดในการสร้างสารชีวเคมีแต่ละชนิดที่เรียกว่า แอนติเจน และมีการตั้งชื่อกำกับตามที่ยูคีนพบกำหนด แอนติเจนในระบบเอบีโอ นอกจากพบบนผิวเม็ดเลือดแดง ยังพบได้บนเกล็ดเลือด เม็ดเลือดขาว บนเซลล์ของเนื้อเยื่อต่างๆ เช่น เนื้อเยื่ออวัยวะภายในอวัยวะต่างๆ (เช่น ไต) และในสารคัดหลั่งของร่างกาย เช่น น้ำลาย น้ำนม เป็นต้น

การค้นพบหมู่เลือดระบบเอบีโอเริ่มในปี ค.ศ. 1900 (พ.ศ. 2443) โดยคาร์ล ลานด์สไตเนอร์ (Karl Landsteiner, นักชีววิทยาและแพทย์ชาวออสเตรีย-อเมริกัน) ซึ่งได้ทดลองเจาะเลือดของผู้ร่วมงานจำนวน 6 คน แล้วนำมาแยกเม็ดเลือดแดงและน้ำเหลืองของเลือด/พลาสมา (Plasma) ออกจากกัน ต่อจากนั้นได้นำเม็ดเลือดแดงและน้ำเหลืองของแต่ละคนมาทำปฏิกิริยาสลบกันไปมา

ผลปรากฏว่า บางคู่เกิดปฏิกิริยาจับกลุ่ม/การตกตะกอนของเลือด บางคู่เลือดก็ผสมเป็นเนื้อเดียวกัน โดยไม่มีการจับกลุ่ม จากปรากฏการณ์นี้ต่อมาในปี ค.ศ. 1901 (พ.ศ. 2444) คาร์ล ลานด์ซ์ไตเนอร์ จึงสรุปผลการทดลองค้นคว้าว่า เลือดแบ่งออกเป็น 3 หมู่คือ เอ, บี และ โอ (เลือดประกอบด้วยส่วนที่เป็นเม็ดเลือดและส่วนที่เป็นน้ำเหลือง/พลาสมา (Plasma) ส่วนที่เป็นเม็ดเลือดมีทั้งเม็ดเลือดแดง เม็ดเลือดขาว และเกล็ดเลือด) สำหรับหมู่ที่ 4 คือ หมู่เอบี (AB) ค้นพบโดย อัลเฟรด ฟอน ดีคาสเตลโล และ อะเดรียโน สเตอริ (Alfred von Decastello and Adriano Sturli ทั้ง 2 ท่านถูกระบุว่าเป็นผู้ร่วมงานของ Karl Landsteiner ในเวียนนา แต่ไม่มีการระบุถึงรายละเอียดของอาชีพและเชื้อชาติ) ในปี ค.ศ. 1902 (พ.ศ. 2445)

9.1 หมู่เลือดระบบเอบีโอประกอบด้วยหมู่เลือดหลัก 4 หมู่ได้แก่

- 1) หมู่เอ (A)
- 2) หมู่บี (B)
- 3) หมู่โอ (O)
- 4) หมู่เอบี (AB)

ซึ่งกำหนดหมู่เลือดได้โดยชนิดของแอนติเจน/สารก่อภูมิคุ้มกันที่อยู่บนผิวของเม็ดเลือดแดงและแอนติบอดี/สารภูมิคุ้มกัน (Antibody) ที่อยู่ในน้ำเหลืองหรือพลาสมาซึ่งถูกสร้างขึ้นโดยธรรมชาติเช่นกัน แต่จะพบว่าคนเราจะไม่สร้างแอนติบอดีต่อแอนติเจนที่ตนเองมีอยู่แล้ว (แอนติบอดีหรือสารภูมิคุ้มกันเป็นสารที่ร่างกายสร้างขึ้นเมื่อมีสารแปลกปลอมหรือแอนติเจนเข้าสู่ร่างกาย) ดังนั้นเราสามารถบอกชนิดของหมู่เลือดของแต่ละคนได้โดยการตรวจหาแอนติเจนและแอนติบอดีจากเลือด

9.2 ลักษณะแอนติเจนและแอนติบอดีของหมู่เลือดแต่ละหมู่ มีดังนี้

- 1) หมู่ A มีแอนติเจน A บนผิวเม็ดเลือดแดง มีแอนติบอดี B ในพลาสมา
- 2) หมู่ B มีแอนติเจน B บนผิวเม็ดเลือดแดง มีแอนติบอดี A ในพลาสมา
- 3) หมู่ O ไม่มีแอนติเจนทั้ง A และ B บนผิวเม็ดเลือดแดง แต่มีทั้งแอนติบอดี A และ B ในพลาสมา
- 4) หมู่ AB มีแอนติเจนทั้ง A และ B บนผิวเม็ดเลือดแดง แต่ไม่มีทั้งแอนติบอดี A และ B ในพลาสมา

9.3 มาตรฐานการรายงานผลหมู่เลือดมี 2 แบบคือ

- 1) การตรวจแบบ Cell Grouping จะนำเซลล์เม็ดเลือดของผู้ที่ต้องการตรวจหาหมู่เลือดมาทำปฏิกิริยากับสารมาตรฐาน 3 ตัว ที่เรียกว่า Anti-A , Anti-B และ Anti-A,B โดยหากพบการเกาะกลุ่มกับสารมาตรฐานตัวใดก็จะแปลผลว่าเป็นหมู่เลือดนั้น เช่น พบการเกาะกลุ่มกับสาร

มาตรฐาน Anti-A และ Anti-A,B ก็จะแปลผลว่าเป็นหมู่เลือด A หากไม่พบการเกาะกลุ่มกับสารมาตรฐานตัวใดเลย ก็จะแปลผลว่าเป็นหมู่เลือด O เป็นต้น

2) การตรวจแบบ Serum Grouping จะนำซีรัมของผู้ที่ต้องการตรวจหาหมู่เลือดมาทำปฏิกิริยากับเซลล์มาตรฐาน 2 ตัวที่เรียกว่า A-Cell และ B-Cell โดยหากพบการเกาะกลุ่มกับเซลล์มาตรฐานตัวใดก็จะแปลผลหมู่เลือดแบบตรงข้ามกับการตรวจแบบ Cell Grouping เช่น พบการเกาะกลุ่มกับเซลล์มาตรฐาน A-Cell ก็จะแปลผลว่าเป็นหมู่เลือด B หากไม่พบการเกาะกลุ่มกับเซลล์มาตรฐานตัวใดเลย ก็จะแปลผลว่าเป็นหมู่เลือด AB เป็นต้น

Blood group	Antigen(s) present on the red blood cells	Antibodies present in the serum	Genotype(s)
A	A antigen	Anti-B	AA or AO
B	B antigen	Anti-A	BB or BO
AB	A antigen and B antigen	None	AB
O	None	Anti-A and Anti-B	OO

ภาพที่ 2.5 จีโนไทป์หมู่เลือดระบบ ABO

ที่มา: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/books/NBK2267/>

จากภาพที่ 2.5 แสดงจีโนไทป์ของหมู่เลือดแต่ละหมู่สามารถอธิบายได้ดังนี้

- 1) คนหมู่เลือด A สามารถมีจีโนไทป์ได้ 2 แบบคือ AA หรือ AO โดยที่มีแอนติเจนชนิด A ที่ผิวเซลล์เม็ดเลือดและมีแอนติบอดีชนิด B ในซีรัม
- 2) คนหมู่เลือด B สามารถมีจีโนไทป์ได้ 2 แบบคือ BB หรือ BO โดยที่มีแอนติเจนชนิด B ที่ผิวเซลล์เม็ดเลือดและมีแอนติบอดีชนิด A ในซีรัม
- 3) คนหมู่เลือด AB สามารถมีจีโนไทป์ได้แบบเดียวคือ AB โดยที่มีทั้งแอนติเจนชนิด A และแอนติเจนชนิด B ที่ผิวเซลล์เม็ดเลือดแต่ไม่มีทั้งแอนติบอดีชนิด A และแอนติบอดีชนิด B ในซีรัม

4) คนหมู่เลือด O สามารถมีจีโนไทป์ได้แบบเดียวคือ OO โดยที่ไม่มีทั้งแอนติเจนชนิด A และ แอนติเจนชนิด B ที่ผิวเซลล์เม็ดเลือดแต่ละจะมีทั้งแอนติบอดีชนิด A และแอนติบอดีชนิด B ในซีรัม

ภาพแสดงรูปแบบปฏิกิริยาการเกาะกลุ่มของหมู่เลือดหมู่ต่างๆ แบบ Cell

Grouping และ Serum Grouping

	Anti-A	Anti-B	Anti-AB		A cells	B cells	O cells
A							
B							
AB							
O							

ภาพที่ 2.6 การอ่านปฏิกิริยา Agglutination ของหมู่เลือดระบบ ABO

ที่มา: <https://www.slideshare.net/achintbt/blood-groups-blood-donations>

จากภาพที่ 2.6 การอ่านปฏิกิริยาการเกาะกลุ่ม (Agglutination) ทั้งแบบ Cell Grouping และ Serum Grouping สามารถอธิบายได้ดังนี้

คนหมู่เลือด A เมื่อทดสอบการเกาะกลุ่มของเซลล์เม็ดเลือดแดงกับสารมาตรฐาน Anti serum พบว่าพบการเกิดปฏิกิริยาการเกาะกลุ่มกับสารมาตรฐานชนิด Anti-A และชนิด Anti-AB และเมื่อนำซีรัมไปทดสอบกับเซลล์มาตรฐานจะพบการเกาะกลุ่มกับเซลล์มาตรฐานชนิด B cell เท่านั้น

คนหมู่เลือด B เมื่อทดสอบการเกาะกลุ่มของเซลล์เม็ดเลือดแดงกับสารมาตรฐาน Anti serum พบว่าพบการเกิดปฏิกิริยาการเกาะกลุ่มกับสารมาตรฐานชนิด Anti-B และชนิด Anti-AB

และเมื่อนำซีรัมไปทดสอบกับเซลล์มาตรฐานจะพบการเกาะกลุ่มกับเซลล์มาตรฐานชนิด A cell เท่านั้น

คนหมู่เลือด AB เมื่อทดสอบการเกาะกลุ่มของเซลล์เม็ดเลือดแดงกับสารมาตรฐาน Anti serum พบว่าพบการเกิดปฏิกิริยาการเกาะกลุ่มกับสารมาตรฐานชนิด Anti-A ชนิด Anti-B และชนิด Anti-AB และเมื่อนำซีรัมไปทดสอบกับเซลล์มาตรฐานจะไม่พบการเกาะกลุ่มกับเซลล์มาตรฐานทั้งชนิด A cell, B cell และ O cell

คนหมู่เลือด O เมื่อทดสอบการเกาะกลุ่มของเซลล์เม็ดเลือดแดงกับสารมาตรฐาน Anti serum พบว่าไม่พบการเกิดปฏิกิริยาการเกาะกลุ่มกับสารมาตรฐานทั้งชนิด Anti-A ชนิด Anti-B และชนิด Anti-AB และเมื่อนำซีรัมไปทดสอบกับเซลล์มาตรฐานจะพบการเกาะกลุ่มกับเซลล์มาตรฐานชนิด A cell ชนิด B cell เท่านั้น

สำหรับการรายงานผลหมู่เลือดระบบ ABO มีขั้นตอนทั่วไปในการรายงานผลดังนี้

- 1) ทำการทดสอบแบบ Cell Grouping โดยการอ่านและบันทึกผลปฏิกิริยา Agglutination
- 2) ทำการแปลผลหมู่เลือดตามรูปแบบของปฏิกิริยาที่อ่านผลได้
- 3) ทำการทดสอบแบบ Serum Grouping โดยการอ่านและบันทึกผลปฏิกิริยา Agglutination
- 4) ทำการแปลผลหมู่เลือดตามรูปแบบของปฏิกิริยาที่อ่านผลได้
- 5) นำผลการแปลผลหมู่เลือดจากทั้งแบบ Cell Grouping และ Serum Grouping มาแปลผลร่วมกัน
- 6) ทำการตรวจสอบความถูกต้องของการแปลผลหมู่เลือดก่อนการรายงานผล
- 7) รายงานผลหมู่เลือดในระบบ ABO

จากงานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องทั้งหมดที่กล่าวมาจะเห็นว่า การคำนวณและการแปลผลการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ ล้วนต้องมีการคำนวณจากพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องก่อนการแปลผลและรายงานผล ดังนั้นการพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อใช้งานจะช่วยเพิ่มความสะดวก ถูกต้อง รวดเร็วให้กับผู้ใช้งานเป็นอย่างมาก อีกทั้งแอปพลิเคชันที่พัฒนาด้วยภาษา Java ยังมีความยืดหยุ่นสูง สามารถนำไปติดตั้งได้บนคอมพิวเตอร์ทุกแพลตฟอร์ม (Platform Independent)

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในบทนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนการดำเนินการวิจัยซึ่งในการพัฒนาแอปพลิเคชันนั้นจะพัฒนาตามแนวทางของวัฏจักรการพัฒนาซอฟต์แวร์ (Software Development Life Cycle: SDLC) ซึ่งประกอบไปด้วยขั้นตอนหลัก ได้แก่ การศึกษาปัญหาและการวิเคราะห์รวบรวมความต้องการของระบบโดยเก็บข้อมูลจากการปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการของนักเทคนิคการแพทย์ โรงพยาบาลวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี เมื่อได้ความต้องการระบบแล้วก็ต้องนำมาวิเคราะห์ระบบ (Analysis Phase) และขั้นตอนการออกแบบระบบ (Design Phase) จนถึงขั้นตอนสุดท้ายที่ต้องทำให้โปรแกรมสามารถนำไปใช้งานได้ถูกต้องสมบูรณ์ตามที่ได้ออกแบบไว้ (Implementation Phase) ซึ่งการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ ได้นำแนวทางการพัฒนาแอปพลิเคชันแบบอะไจล์ (Agile) มาใช้ในการพัฒนาแอปพลิเคชัน โดยสามารถอธิบายรายละเอียดขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1. วิธีดำเนินการศึกษา

1.1 การศึกษาปัญหาและการเก็บรวบรวมความต้องการของระบบ

การศึกษาปัญหาและการเก็บรวบรวมความต้องการระบบนี้ เป็นการเก็บข้อมูลจากการปฏิบัติงานจริงของนักเทคนิคการแพทย์ในห้องปฏิบัติการ โรงพยาบาลวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี โดยศึกษาลักษณะและรูปแบบการปฏิบัติงานในปัจจุบัน เพื่อพัฒนาโปรแกรมสำหรับการทำงานในรูปแบบใหม่ และเพื่อให้เห็นถึงประโยชน์จากการพัฒนาโปรแกรมขึ้นมาใช้งานจึงได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบรูปแบบการทำงานในระบบเดิมและการใช้งาน

1) ระบบงานปัจจุบัน การคำนวณค่ารายการตรวจในปัจจุบันและการแปลผลหมู่เลือดต้องใช้วิธีจดจำข้อมูลสูตรการคำนวณและการทราบถึงขอบเขตข้อมูลของพารามิเตอร์ที่ต้องใช้ในการคำนวณ จากนั้นจึงทำการแทนค่าสูตรโดยใช้เครื่องหมาย โดยระบบการทำงานปัจจุบันจะเป็นลักษณะขั้นตอนดังภาพที่ 3.1 ส่วนการแปลผลหมู่เลือดในระบบ ABO (ABO Grouping) นั้น ผู้ทดสอบที่รายงานผลจะต้องจดจำรูปแบบการแปลผลจากการอ่านปฏิริยาการทดสอบด้วยตัวเอง

สำหรับงานตรวจวิเคราะห์ 3 รายการเพื่อคำนวณหาผลการตรวจ ได้แก่ การนับแก้เม็ดเลือดขาว (White blood cell corrected) การตรวจวิเคราะห์โปรตีน 24 ชั่วโมงในปัสสาวะ (Urine protein 24 hours) และ การตรวจวิเคราะห์ครีเอทีนิน 24 ชั่วโมงในปัสสาวะ (Urine Creatinine 24 hours) สามารถแสดงขั้นตอนการทำงานในระบบงานเดิมได้ดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 แผนภาพแสดงลำดับขั้นตอนการทำงานในระบบงานปัจจุบัน

2) ปัญหาของระบบงานปัจจุบัน

จากการเก็บข้อมูลจากการสังเกตการปฏิบัติงานจริงในห้องปฏิบัติการของนักเทคนิคการแพทย์จำนวน 10 คน พบว่า ผู้ปฏิบัติงานประสบปัญหาเรื่องการจดจำสูตรในการคำนวณและการแทนค่าสูตรเพื่อคำนวณถึง 8 ใน 10 คน คิดเป็น 80% โดยปัญหาที่พบส่วนใหญ่คือ การจดจำสูตรคำนวณไม่ได้ การไม่แน่ใจในการแทนค่าสูตร การจดจำค่าที่เป็นไปได้ของข้อมูลที่แทนในสูตร และการแปลผลหมู่เลือดผิดพลาด

3) การวิเคราะห์ความต้องการระบบ

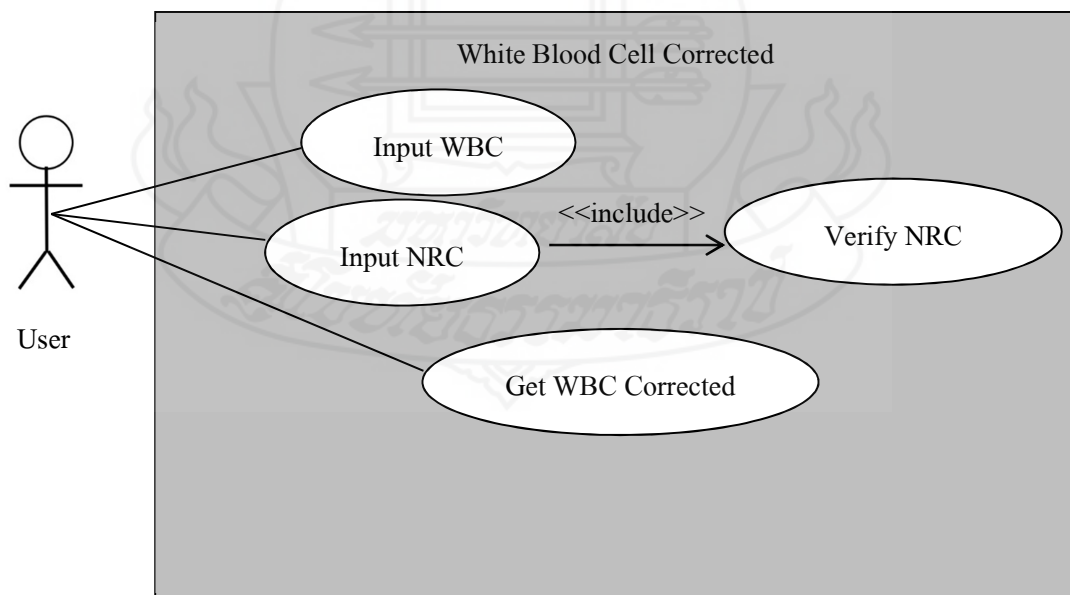
จากปัญหาและอุปสรรคในการทำงานของระบบงานเดิม สามารถวิเคราะห์ระบบงานใหม่ที่ต้องการพัฒนาได้ดังนี้คือ ผู้ปฏิบัติงานไม่ต้องจดจำสูตรในการคำนวณ ระบบต้องสามารถดึงข้อมูลผิดพลาดในการคำนวณได้ ระบบต้องสามารถแจ้งข้อผิดพลาดให้ผู้ใช้งานทราบได้ ระบบต้องสามารถแปลผลให้ผู้ใช้งานได้อย่างถูกต้องแม่นยำ 100 เปอร์เซ็นต์

2. การวิเคราะห์ระบบ

จากแผนภาพของระบบใหม่ที่ออกแบบขึ้นมา สามารถนำมาวิเคราะห์และนำเสนอในรูปแบบจำลองต่างๆ ได้ดังนี้

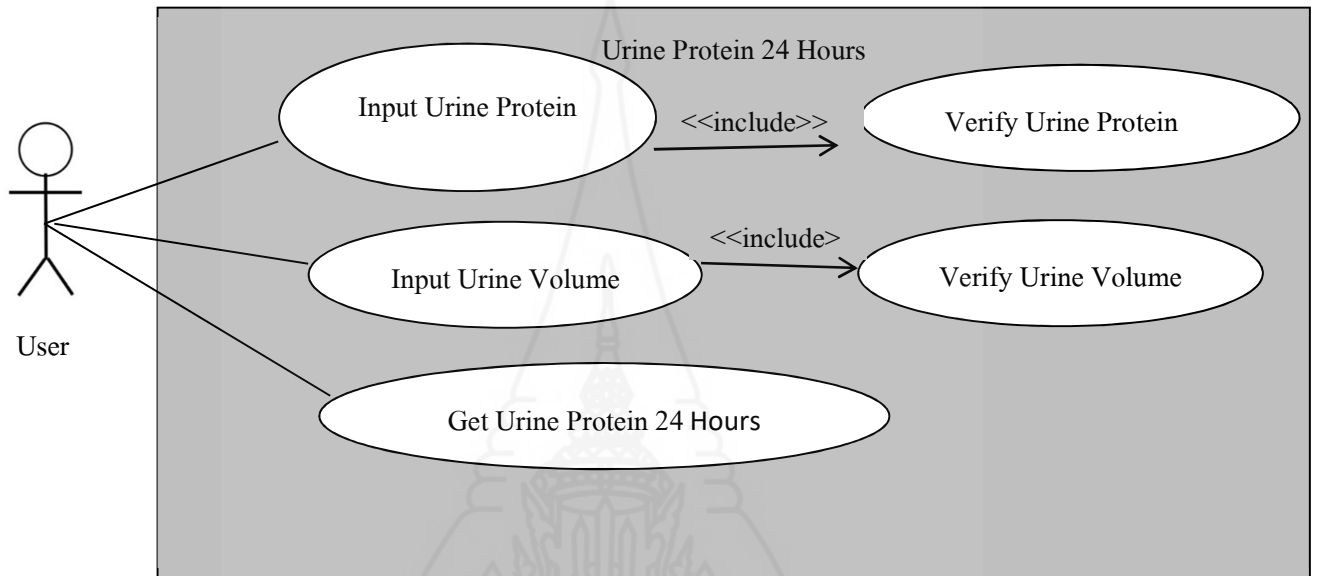
1) Use Case Diagram

สำหรับแอปพลิเคชันที่ช่วยในการคำนวณ 3 รายการ ได้แก่ การนับแก้เม็ดเลือดขาว (White Blood Cell Corrected) สามารถแสดงแบบจำลอง Use Case Diagram ได้ดังภาพที่ 3.2 การตรวจวิเคราะห์โปรตีน 24 ชั่วโมงในปัสสาวะ (Urine Protein 24 hours) สามารถแสดงแบบจำลอง Use Case Diagram ได้ดังภาพที่ 3.3 และการตรวจวิเคราะห์ครีเอทีนีน 24 ชั่วโมงในปัสสาวะ (Urine Creatinine 24 hours) สามารถแสดงแบบจำลอง Use Case Diagram ได้ดังภาพที่ 3.4



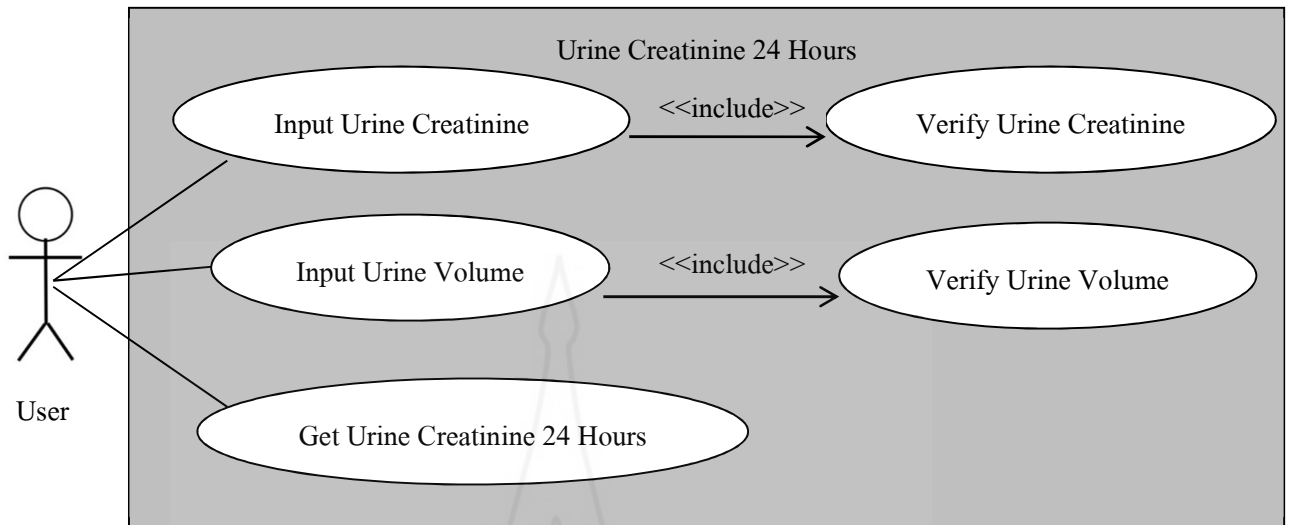
ภาพที่ 3.2 Use Case Diagram แสดง White Blood Cell Corrected

จากภาพที่ 3.2 สามารถอธิบาย Use Case Diagram ดังนี้คือ เมื่อ User ต้องการหาค่า การนับเม็ดเม็ดเลือดขาว User จะมีการเรียกใช้ Use Case Input WBC และ Use Case Input NRC โดยที่ Use Case Input NRC จะมีการเรียกใช้ Use Case Verify NRC เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของจำนวน NRC เมื่อข้อมูลถูกต้อง Use Case Get WBC Corrected จะคำนวณค่าให้ User ทราบ



ภาพที่ 3.3 Use Case Diagram แสดง Urine Protein 24 Hours

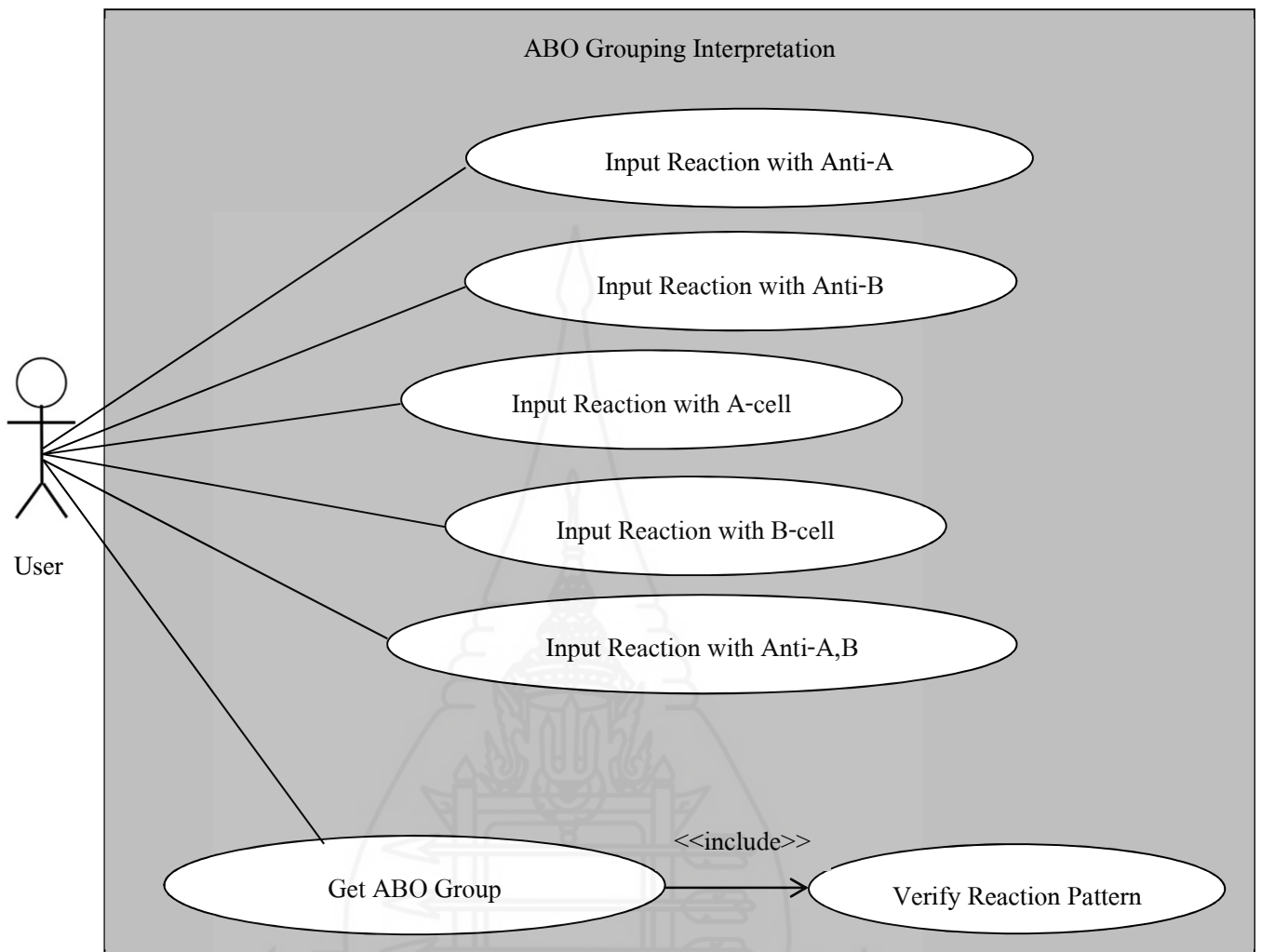
จากภาพที่ 3.3 สามารถอธิบาย Use Case Diagram ดังนี้คือ เมื่อ User ต้องการหา การตรวจวิเคราะห์โปรตีน 24 ชั่วโมงในปัสสาวะ จะมีการเรียกใช้ Use Case Input Urine Protein โดย Use Case Input Urine Protein จะมีการเรียกใช้ Use Case Verify Urine Protein เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของค่า Urine Protein จากนั้น User จะมีการเรียกใช้ Use Case Input Urine Volume โดย Use Case Input Urine Volume จะมีการเรียกใช้ Use Case Verify Urine Volume เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของค่า Urine Volume เมื่อถูกต้องทั้งหมดแล้ว Use Case Get Urine Protein 24 Hours จะคำนวณค่าให้ User ทราบ



ภาพที่ 3.4 Use Case Diagram แสดง Urine Creatinine 24 Hours

จากภาพที่ 3.4 สามารถอธิบาย Use Case Diagram ดังนี้คือ เมื่อ User ต้องการหา การตรวจวิเคราะห์ครีเอทีนิน 24 ชั่วโมงในปัสสาวะ จะมีการเรียกใช้ Use Case Input Urine Creatinine โดย Use Case Input Urine Creatinine จะมีการเรียกใช้ Use Case Verify Urine Creatinine เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของค่า Urine Creatinine จากนั้น User จะมีการเรียกใช้ Use Case Input Urine Volume โดย Use Case Input Urine Volume จะมีการเรียกใช้ Use Case Verify Urine Volume เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของค่า Urine Volume เมื่อถูกต้องทั้งหมดแล้ว Use Case Get Urine Creatinine 24 Hours จะคำนวณค่าให้ User ทราบ

สำหรับแอปพลิเคชันสำหรับแปลผลหมู่เลือดในระบบ ABO สามารถแสดงแบบจำลอง Use Case Diagram ได้ดังภาพที่ 3.5



ภาพที่ 3.5 Use Case Diagram แสดง ABO Grouping Interpretation

จากภาพที่ 3.5 สามารถอธิบาย Use Case Diagram ดังนี้คือ เมื่อ User ต้องการหา การแปลผลหมู่เลือดในระบบ ABO จะมีการเรียกใช้ Use Case เกี่ยวกับรูปแบบปฏิกิริยาหมู่เลือดทั้งหมด 5 Use Case ได้แก่ Use Case Input Reaction with Anti-A, Input Reaction with Anti-B, Input Reaction with A-cell, Input Reaction with B-cell และ Use Case Input Reaction with AntiA,B จากนั้น Use Case Get ABO Group จะทำการแปลผลหมู่เลือด โดยที่ Use Case Get ABO Group จะมีการเรียกใช้ Use Case Verify Reaction Pattern เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของการแปลผลก่อนแจ้งให้ User ทราบ

3. การสำรวจความต้องการของผู้ใช้งาน

ผู้ศึกษาวิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลความต้องการการใช้งาน โดยใช้ข้อมูล แบบสอบถาม จากนักเทคนิคการแพทย์ที่ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการจำนวน 10 คน โดยมีหัวข้อที่ใช้สำหรับเก็บข้อมูลดังนี้คือ

- 1) ความต้องการใช้ซอฟต์แวร์
- 2) ความสำคัญของรายการตรวจวิเคราะห์ที่เลือกมาพัฒนาซอฟต์แวร์
- 3) การประสบปัญหาจากการปฏิบัติงานในรูปแบบการทำงานแบบเดิม
- 4) ความต้องการกำจัดความผิดพลาดจากการทำงานด้วยวิธีการทำงานด้วยมือ (Manual)
- 5) ความต้องการความถูกต้อง แม่นยำ รวดเร็ว ในการทำงาน

ตารางที่ 3.1 หัวข้อแบบสอบถามเพื่อใช้เก็บข้อมูล White Blood Cell Correction Count

White Blood Cell Correction count		
หัวข้อสำรวจข้อมูล	ใช่	ไม่ใช่
1.ท่านต้องการใช้ซอฟต์แวร์ช่วยคำนวณ		
2.รายการตรวจนี้เหมาะสมสำหรับนำมาพัฒนาซอฟต์แวร์		
3.ท่านประสบปัญหาในการจดจำสูตรคำนวณ		
4.ท่านเคยคำนวณผิดพลาดจากการป้อนค่าผิด		
5.ท่านคิดว่าซอฟต์แวร์ช่วยท่านคำนวณได้อย่างถูกต้อง		

ตารางที่ 3.2 หัวข้อแบบสอบถามเพื่อใช้เก็บข้อมูลการคำนวณ Urine Protein 24 ชั่วโมง

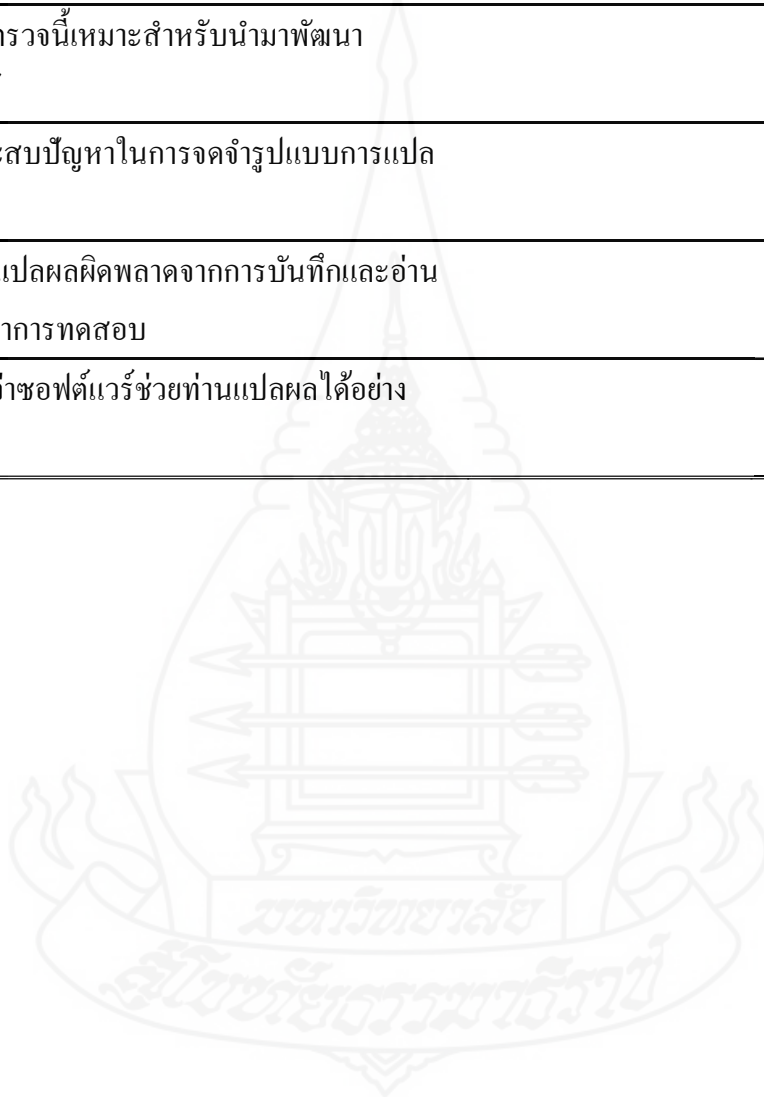
Urine Protein 24 Hours		
หัวข้อสำรวจข้อมูล	ใช่	ไม่ใช่
1.ท่านต้องการใช้ซอฟต์แวร์ช่วยคำนวณ		
2.รายการตรวจนี้เหมาะสำหรับนำมาพัฒนาซอฟต์แวร์		
3.ท่านประสบปัญหาในการจดจำสูตรคำนวณ		
4.ท่านเคยคำนวณผิดพลาดจากการป้อนค่าผิด		
5.ท่านคิดว่าซอฟต์แวร์ช่วยท่านคำนวณได้อย่างถูกต้อง		

ตารางที่ 3.3 หัวข้อแบบสอบถามเพื่อใช้เก็บข้อมูลการคำนวณ Urine Creatinine 24 ชั่วโมง

Urine Creatinine 24 Hours		
หัวข้อสำรวจข้อมูล	ใช่	ไม่ใช่
1.ท่านต้องการใช้ซอฟต์แวร์ช่วยคำนวณ		
2.รายการตรวจนี้เหมาะสำหรับนำมาพัฒนาซอฟต์แวร์		
3.ท่านประสบปัญหาในการจดจำสูตรคำนวณ		
4.ท่านเคยคำนวณผิดพลาดจากการป้อนค่าผิด		
5.ท่านคิดว่าซอฟต์แวร์ช่วยท่านคำนวณได้อย่างถูกต้อง		

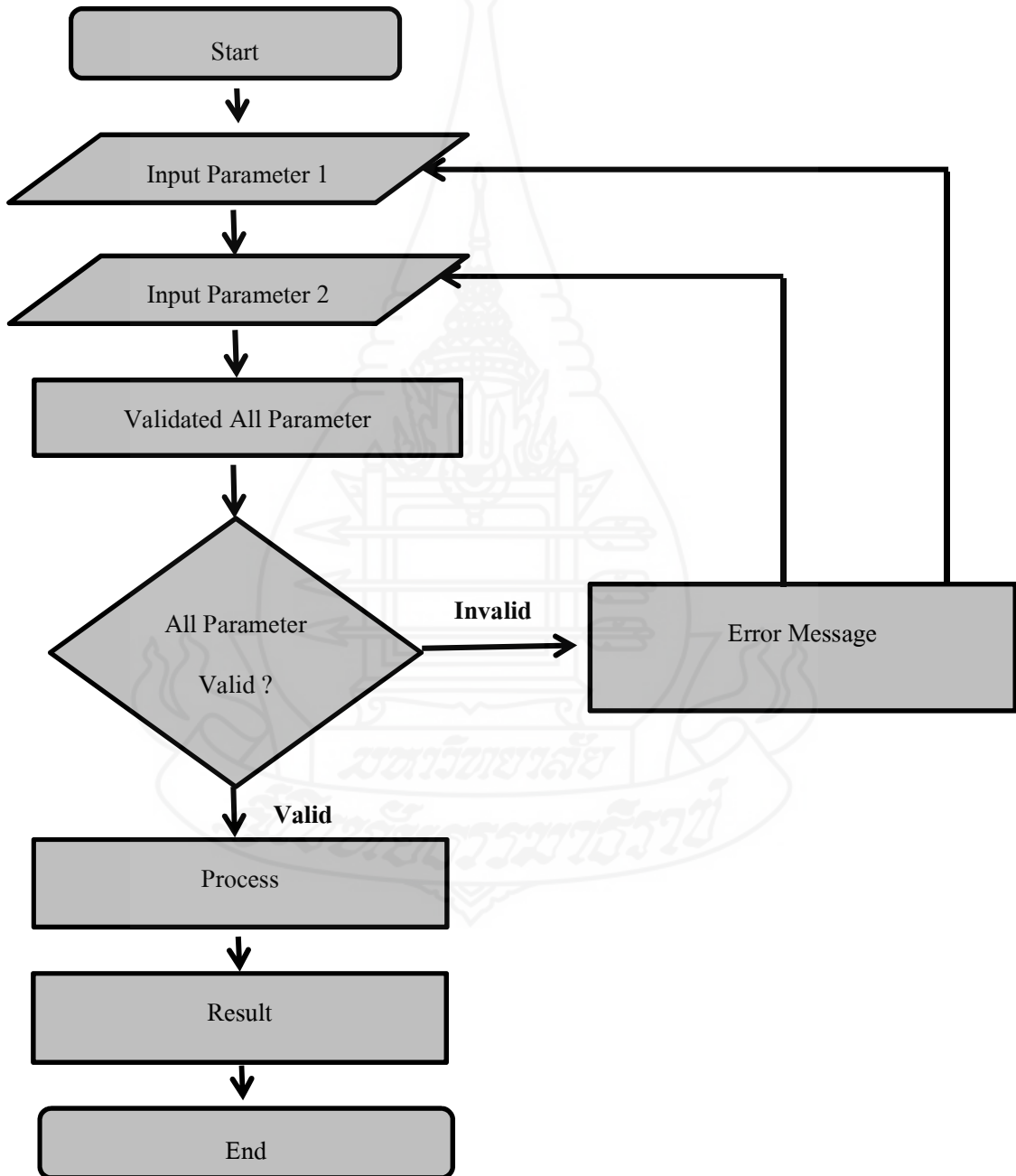
ตารางที่ 3.4 หัวข้อแบบสอบถามเพื่อใช้เก็บข้อมูลการแปลผลหมู่เลือด ABO Grouping

ABO Grouping Interpretation		
หัวข้อสำรวจข้อมูล	ใช่	ไม่ใช่
1.ท่านต้องการใช้ซอฟต์แวร์ช่วยในการแปลผล		
2.รายการตรวจนี้เหมาะสำหรับนำมาพัฒนาซอฟต์แวร์		
3.ท่านประสบปัญหาในการจดจำรูปแบบการแปลผล		
4.ท่านเคยแปลผลผิดพลาดจากการบันทึกและอ่านผลปฏิบัติการทดสอบ		
5.ท่านคิดว่าซอฟต์แวร์ช่วยท่านแปลผลได้อย่างถูกต้อง		



4. การออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้

การออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้ (User Interface Design) เป็นแบบกราฟฟิก (Graphical User Interface) เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งานของผู้ใช้ โดยผู้ใช้งานสามารถป้อนข้อมูลตามที่โปรแกรมกำหนด และหากมีข้อผิดพลาดจากการป้อนข้อมูล โปรแกรมก็สามารถแจ้งเตือนข้อผิดพลาดให้ผู้ใช้งานทราบได้ผ่านทางหน้าจอ ซึ่งสามารถแสดงเป็น Flow Chart ดังภาพที่ 3.6



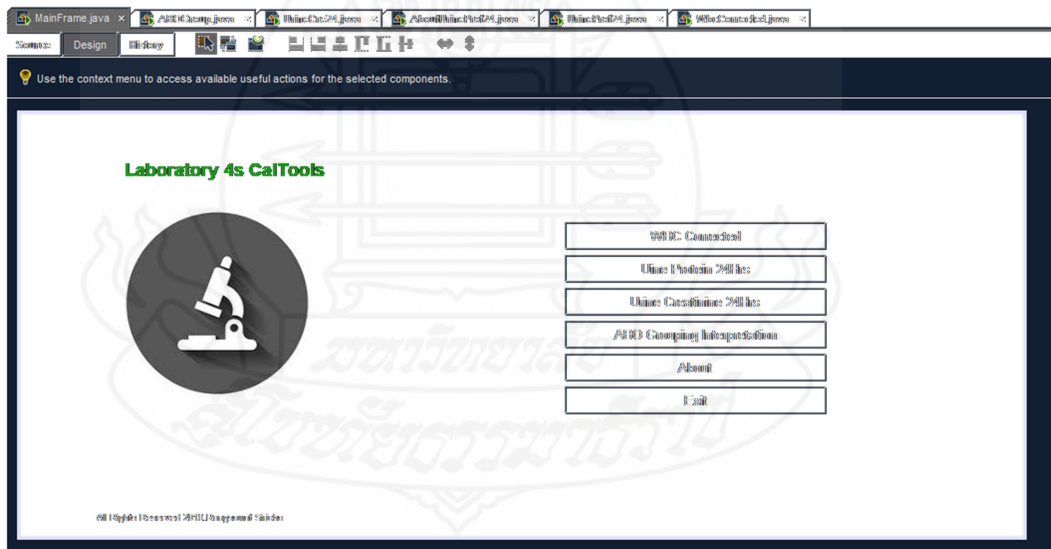
ภาพที่ 3.6 Flow Chart ลำดับขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมที่มีผู้ใช้งานป้อนข้อมูล

จากภาพที่ 3.6 สามารถอธิบายขั้นตอนของ Flow Chart ดังนี้ คือ เมื่อเริ่มขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม ผู้ใช้งานจะทำการป้อนข้อมูล หากตรวจสอบแล้วข้อมูลถูกต้องทั้งหมด ก็จะทำกรประมวลผลและแจ้งผลการทำงานให้ผู้ใช้ทราบและจบการทำงานของโปรแกรม แต่หากตรวจสอบแล้วมีข้อมูลไม่ถูกต้อง ก็จะมีการแจ้งข้อความแสดงข้อผิดพลาดให้ผู้ใช้ทราบเพื่อป้อนข้อมูลที่ถูกต้องใหม่

5. การออกแบบและพัฒนาโปรแกรม

1) การออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้แบบกราฟิก (Graphical User Interface Design)

เครื่องมือที่ใช้พัฒนาโปรแกรมในครั้งนี่คือ NetBeans 8.2 IDE ซึ่งสามารถพัฒนาโปรแกรมได้ทั้งในโหมดการเขียนซอร์สโค้ดทั้งหมด และการพัฒนาโปรแกรมในโหมดกราฟิก ดังภาพที่ 3.7 จากนั้นจึงให้ผู้พัฒนาเข้าไปเพิ่มโค้ด (coding) ในส่วนของฟังก์ชันการทำงานต่างๆ ได้ ภายหลัง ดังภาพที่ 3.8 ซึ่งสามารถแสดงหน้าจอหลักในโหมดใช้งานได้ดังภาพที่ 3.9



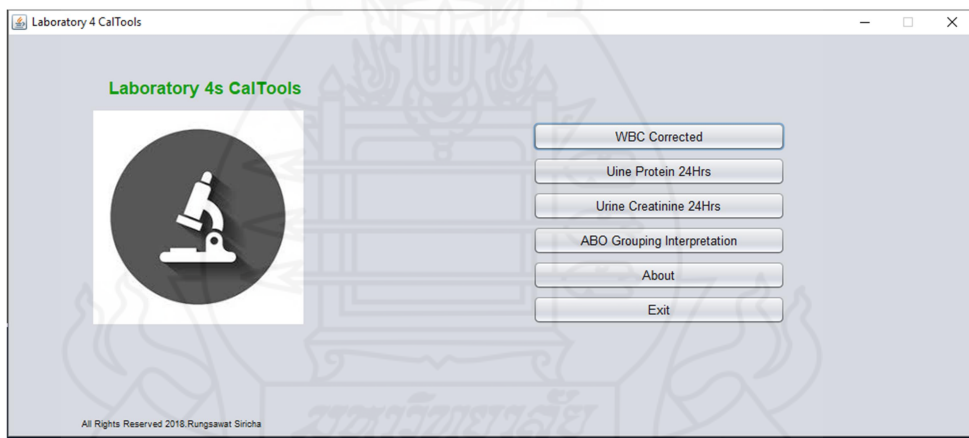
ภาพที่ 3.7 หน้าหลักของโปรแกรมในโหมดกราฟิก

```

1.156
1.157 private void jButton2ActionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
1.158     // TODO add your handling code here:
1.159     new WbcCorrectedDialog().setVisible(true);
1.160 }
1.161
1.162 private void jButton3ActionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
1.163     // TODO add your handling code here:
1.164     new UrineProtein24HrsDialog().setVisible(true);
1.165 }
1.166
1.167 private void jButton1ActionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
1.168     // TODO add your handling code here:
1.169     new UrineCreatinine24HrsDialog().setVisible(true);
1.170 }
1.171
1.172 private void jButton6ActionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
1.173     // TODO add your handling code here:

```

ภาพที่ 3.8 หน้าหลักของโปรแกรมในส่วนของการโค้ดเพื่อเพิ่มฟังก์ชันการทำงาน



ภาพที่ 3.9 หน้าหลักของโปรแกรมในโหมดการใช้งาน

ภาพที่ 3.9 แสดงหน้าจอหลักของโปรแกรมที่ปรากฏเมื่อผู้ใช้งานเรียกใช้โปรแกรม ซึ่งในหน้าจอหลักจะประกอบไปด้วยปุ่มเมนูทั้งหมด 6 ปุ่ม ได้แก่

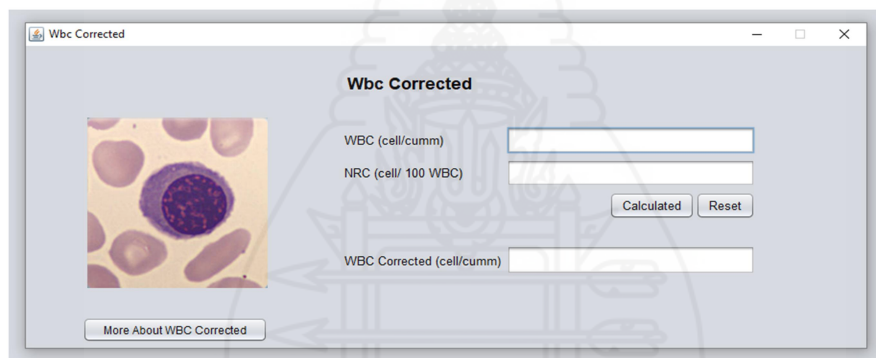
- 1) WBC Corrected สำหรับเรียกใช้งานแอปพลิเคชัน WBC Corrected
- 2) Urine Protein 24 Hrs สำหรับเรียกใช้งานแอปพลิเคชัน Urine Protein 24

Hrs

- 3) Urine Creatinine 24 Hrs สำหรับเรียกใช้งานแอปพลิเคชัน Urine Creatinine 24 Hrs
- 4) ABO Grouping Interpretation สำหรับเรียกใช้งานแอปพลิเคชัน ABO Grouping Interpretation
- 5) About สำหรับเรียกดูหน้าจอที่แสดงข้อมูลเกี่ยวกับโปรแกรมและผู้พัฒนาโปรแกรม
- 6) Exit สำหรับปิดและออกจากโปรแกรม

2 การทดสอบโปรแกรม (Program Testing)

- 1) หน้าจอใช้งานของโปรแกรม Wbc Corrected



ภาพที่ 3.10 หน้าจอโปรแกรม Wbc Corrected

จากภาพที่ 3.10 โปรแกรมนี้เป็นการคำนวณเพื่อนับแก้จำนวนเม็ดเลือดขาวให้ถูกต้องก่อนการรายงานผล โดยหน้าจอโปรแกรมที่ผู้ใช้เรียกใช้งานจะแสดงหน้าจอ ดังภาพที่ 3.10 ซึ่งมีข้อมูล 2 อย่างที่ผู้ใช้งานต้องป้อนค่าเข้าไปคือ ค่าตรวจนับ WBC หน่วยเป็นจำนวนเซลล์ต่อลูกบาศก์มิลลิเมตร (cell/cumm) และค่า NRC (Nucleated Red Blood Cell) หน่วยเป็นจำนวนเซลล์ที่ตรวจนับได้จาก Blood Smear ต่อจำนวน WBC Differential 100 เซลล์ที่ตรวจนับจาก Blood Smear จากนั้นโปรแกรมจะคำนวณค่า Wbc Corrected หน่วยเป็น cell/cumm

การคำนวณได้จากสมการด้านล่าง

$$\text{WBC Corrected} = (W \times 100) / (100 + N)$$

โดยที่ W = จำนวนเม็ดเลือดขาวที่เครื่องตรวจวิเคราะห์ตรวจนับได้

N = จำนวน NRC ที่นับแยกได้จาก Blood Smear ต่อจำนวน WBC 100 เซลล์ที่นับแยก

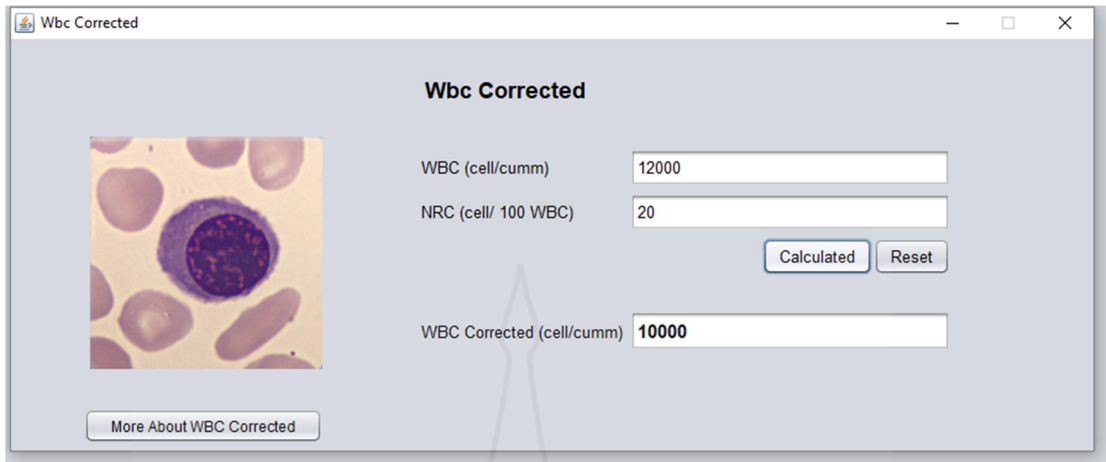
จาก Blood Smear

WBC Corrected = จำนวน WBC ที่ผ่านการนับแก้ (Corrected) แล้ว

สำหรับการแทนค่าข้อมูลแต่ละค่าของ โปรแกรมนี้ มีเงื่อนไขที่ต้องทำการทดสอบ ดังตารางที่ 3.5

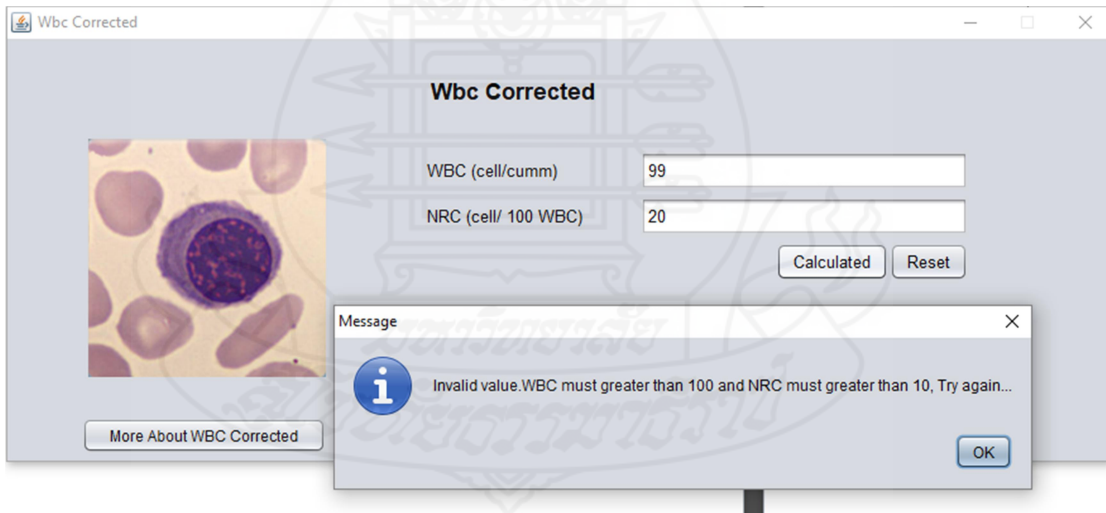
ตารางที่ 3.5 เงื่อนไขที่ใช้ทดสอบโปรแกรม WBC Corrected

กรณีทดสอบ	เงื่อนไขการทดสอบ	ผลที่คาดหวัง	ผลการทำงานของโปรแกรม
1.ค่า WBC count	มากกว่า 100	ยอมรับ	ยอมรับ
	น้อยกว่า 100	ไม่ยอมรับ / แจ้งเตือน	ไม่ยอมรับ / แจ้งเตือน
2.ค่า NRC	มากกว่า 10	ยอมรับ	ยอมรับ
	น้อยกว่าหรือเท่ากับ 10	ไม่ยอมรับ / แจ้งเตือน	ไม่ยอมรับ / แจ้งเตือน
3.การป้อนค่าที่ไม่ใช่ตัวเลข	ป้อนอักขระอื่นที่ไม่ใช่ตัวเลข	ไม่ยอมรับ / แจ้งเตือน	ไม่ยอมรับ / แจ้งเตือน
4.เมื่อไม่ป้อนค่าใดๆ	เป็นค่าว่าง	ไม่ยอมรับ / แจ้งเตือน	ไม่ยอมรับ / แจ้งเตือน



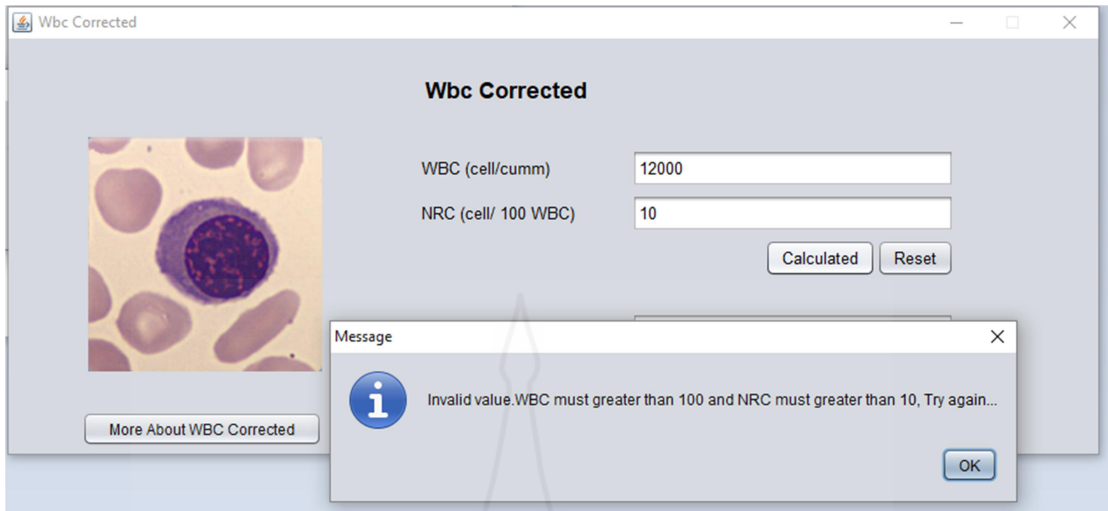
ภาพที่ 3.11 ผลการทำงานของโปรแกรม WBC Corrected กรณีป้อนค่าทั้งหมดถูกต้อง

จากภาพที่ 3.11 กรณีที่ผู้ใช้งานป้อนค่าข้อมูลถูกต้องตามเงื่อนไข คือ จำนวน WBC Count (W) มากกว่า 100 และจำนวน NRC (N) มากกว่า 10 โปรแกรมจะทำการคำนวณค่า WBC Corrected ออกมา



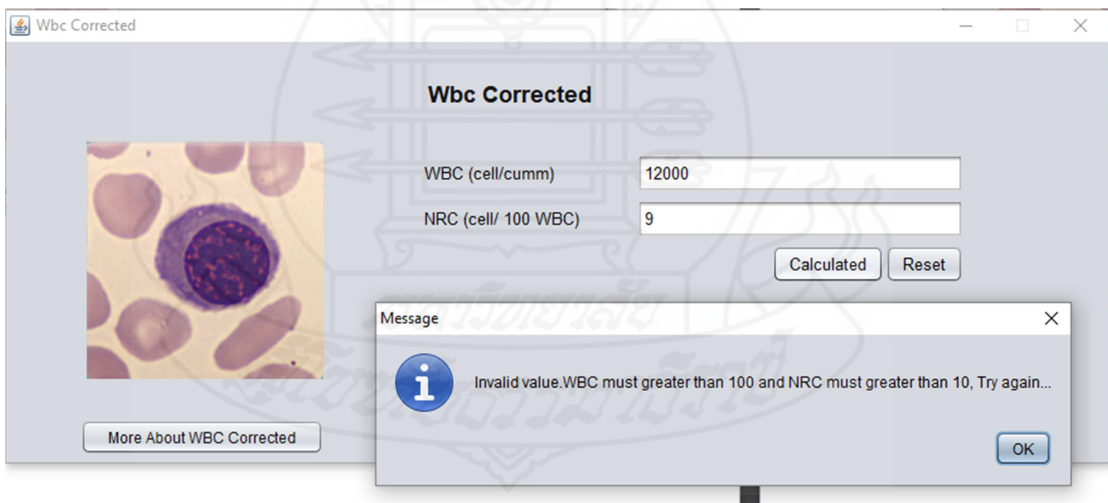
ภาพที่ 3.12 ผลการทำงานของโปรแกรม WBC Corrected กรณีป้อนค่า Wbc Count น้อยกว่า 100

จากภาพที่ 3.12 กรณีที่ผู้ใช้งานป้อนค่าข้อมูลที่ไม่ถูกต้องตามเงื่อนไข คือ จำนวน WBC Count (W) น้อยกว่า 100 โปรแกรมจะไม่คำนวณค่า WBC Corrected ให้ และจะแจ้งข้อความแสดงรายละเอียดข้อผิดพลาดให้ผู้ใช้งานทราบ



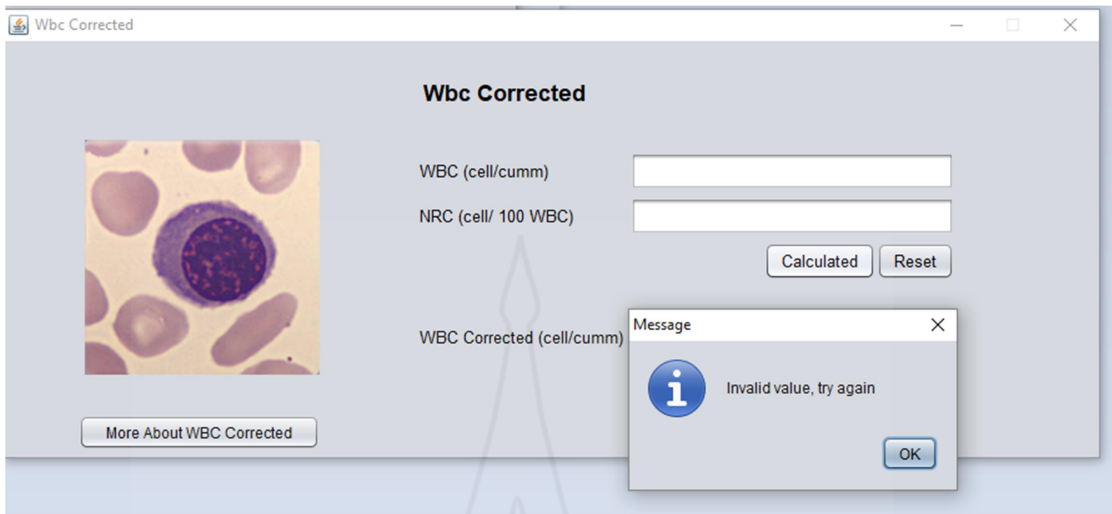
ภาพที่ 3.13 ผลการทำงานของโปรแกรม WBC Corrected กรณีป้อนค่า NRC เท่ากับ 10

จากภาพที่ 3.13 กรณีที่ผู้ใช้งานป้อนค่าข้อมูลที่ไม่ถูกต้องตามเงื่อนไข คือ จำนวน NRC (N) มีจำนวนเท่ากับ 10 โปรแกรมจะไม่คำนวณค่า WBC Corrected ให้ และจะแจ้งข้อความแสดงรายละเอียดข้อผิดพลาดให้ผู้ใช้งานทราบ



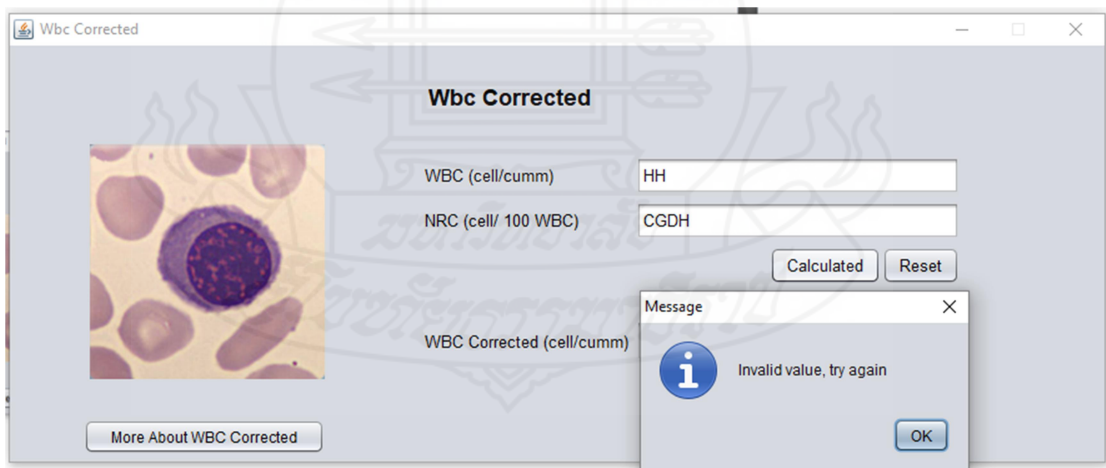
ภาพที่ 3.14 ผลการทำงานของโปรแกรม WBC Corrected กรณีป้อนค่า NRC น้อยกว่า 10

จากภาพที่ 3.14 กรณีที่ผู้ใช้งานป้อนค่าข้อมูลที่ไม่ถูกต้องตามเงื่อนไข คือ จำนวน NRC (N) มีจำนวนน้อยกว่า 10 โปรแกรมจะไม่คำนวณค่า WBC Corrected ให้ และจะแจ้งข้อความแสดงรายละเอียดข้อผิดพลาดให้ผู้ใช้งานทราบ



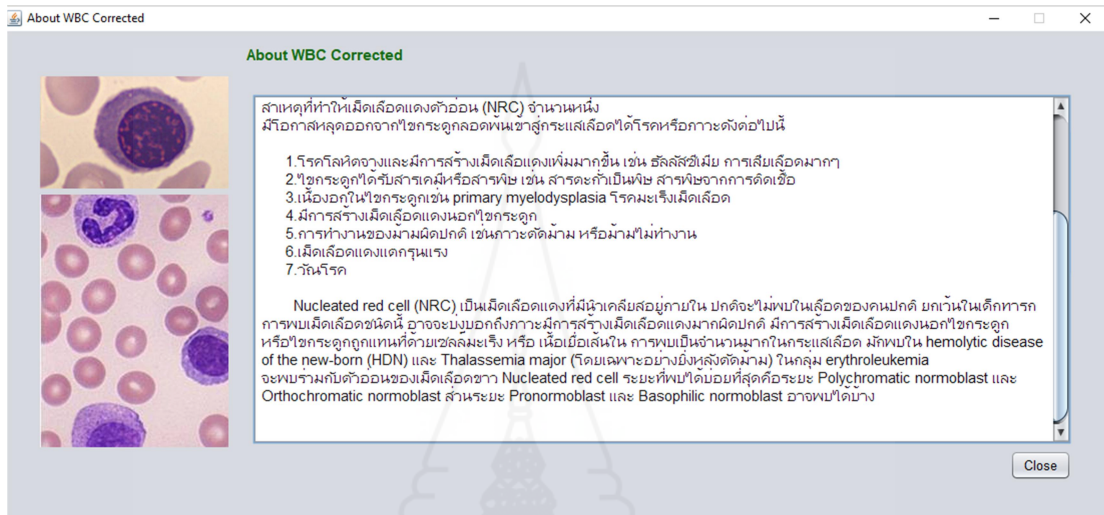
ภาพที่ 3.15 ผลการทำงานของโปรแกรม WBC Corrected กรณีไม่ป้อนค่าใดๆ

จากภาพที่ 3.15 กรณีที่ผู้ใช้งานป้อนค่าข้อมูลที่ไม่ถูกต้องตามเงื่อนไข คือ ผู้ใช้งานไม่ได้ป้อนค่าใดๆ โปรแกรมจะไม่คำนวณค่า WBC Corrected ให้ และจะแจ้งข้อความแสดงรายละเอียดข้อผิดพลาดให้ผู้ใช้งานทราบ



ภาพที่ 3.16 ผลการทำงานของโปรแกรม WBC Corrected กรณีป้อนค่าที่ไม่ใช่ตัวเลข

จากภาพที่ 3.16 กรณีที่ผู้ใช้งานป้อนค่าข้อมูลที่ไม่ถูกต้องตามเงื่อนไข คือป้อนข้อมูลเป็นตัวอักษรหรืออักขระอื่นที่ไม่ใช่ตัวเลข โปรแกรมจะไม่คำนวณค่า WBC Corrected ให้ และจะแจ้งข้อความแสดงรายละเอียดข้อผิดพลาดให้ผู้ใช้งานทราบ



ภาพที่ 3.17 ข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับ WBC Corrected

เมื่อผู้ใช้งานคลิกที่ปุ่ม More About WBC Corrected

จากภาพที่ 3.17 เมื่อผู้ใช้งานกดที่ปุ่ม More About WBC Corrected ในหน้าจอแอปพลิเคชัน WBC Corrected จะแสดงข้อมูลเชิงวิชาการเกี่ยวกับการนับแก้จำนวนเม็ดเลือดขาว

2) หน้าจอต่างๆ ของ Urine Protein 24 Hours

Urine Protein 24 Hrs

Urine Protein (mg/dl)

Urine Volume (Litre)

Urine Protein 24 Hrs. (mg/24 Hrs)

Reference Range: < 100 mg/ 24 Hrs.

Calculate Reset

More About Urine Protein

ภาพที่ 3.18 โปรแกรมคำนวณ Urine Protein 24 Hours

โปรแกรมนี้เป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับคำนวณหาค่า Protein 24 ชั่วโมงในปัสสาวะ โดยมีค่าที่ผู้ใช้งานต้องป้อนเข้าไปในโปรแกรมคือ ค่า Urine Protein ที่เครื่องตรวจวิเคราะห์ตรวจวัดได้ หน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อเดซิลิตร (mg/dl) และค่าปริมาตรของ Urine ที่เก็บในช่วงระยะเวลา 24 ชั่วโมงหน่วยเป็นลิตร จากนั้นโปรแกรมจะคำนวณค่า Urine Protein 24 Hours ออกมาโดยมีหน่วยเป็น มิลลิกรัมต่อ 24 ชั่วโมง (mg/24 Hrs) นอกจากนี้ผู้ศึกษาวิจัยยังได้เพิ่มโค้ดการทำงานของโปรแกรมให้แสดงการแจ้งเตือน (Message Alert) แสดงข้อความต่อท้ายผลการคำนวณกรณีค่าสูงกว่าค่าอ้างอิง (Reference Value) ให้แสดงข้อความสีแดง “High” โดยค่าอ้างอิงที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้คือ น้อยกว่า 100 mg/24 Hrs (< 100 mg/dl) ตามเอกสารน้ำยา (Package Insert) ที่ใช้ในการตรวจวิเคราะห์

สมการที่ใช้ในการคำนวณเป็นดังนี้

$$\text{Urine Protein 24 Hours} = 10 \times V \times P \quad (2)$$

โดยที่ V = ปริมาตรของ Urine ที่เก็บในช่วงระยะเวลา 24 ชั่วโมง หน่วยเป็นลิตร (Litre)

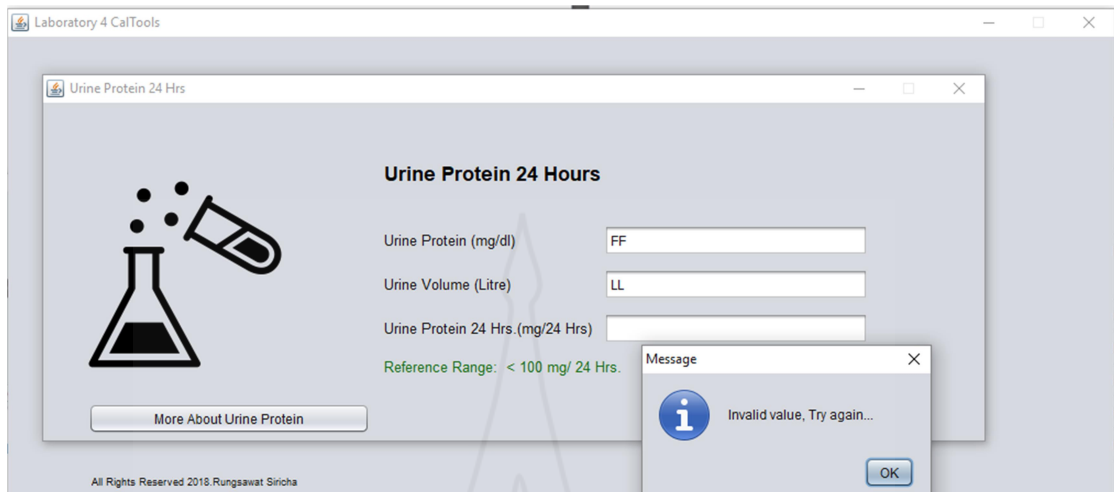
P = ปริมาณของ Protein ในปัสสาวะที่เครื่องตรวจวัดได้ หน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อเดซิลิตร (mg/dl)

Urine Protein 24 Hours = ปริมาณ Protein ในปัสสาวะที่คำนวณได้ หน่วยเป็น มิลลิกรัมต่อ 24 ชั่วโมง (mg/ 24 Hrs)

สำหรับการแทนค่าข้อมูลแต่ละค่าในโปรแกรมมีเงื่อนไขที่ต้องทดสอบ ดังตารางที่ 3.6

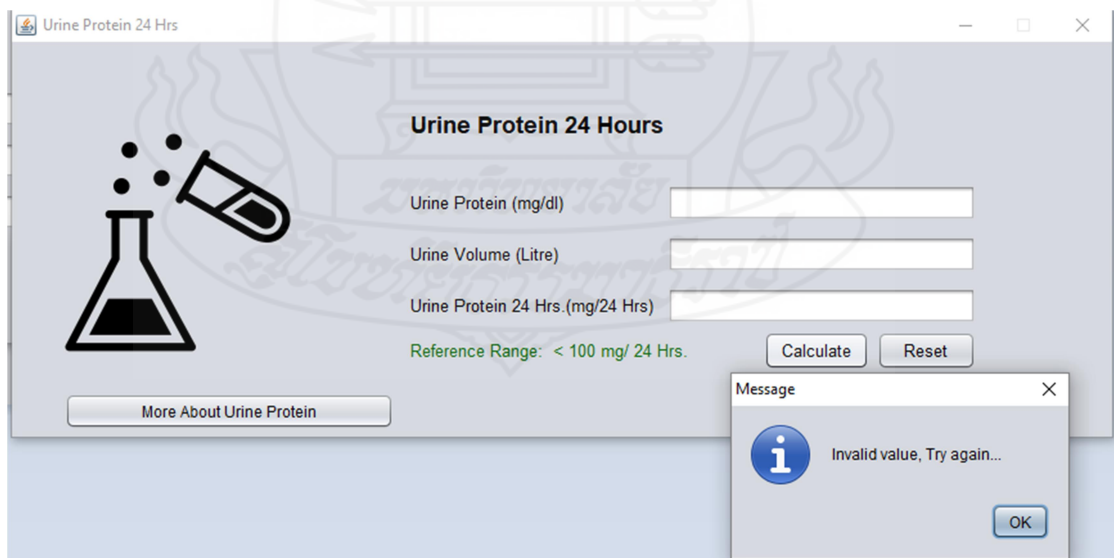
ตารางที่ 3.6 เงื่อนไขที่ใช้ทดสอบ โปรแกรม Urine Protein 24 Hours

กรณีทดสอบ	เงื่อนไขการทดสอบ	ผลที่คาดหวัง	ผลการทำงานของโปรแกรม
1.การป้อนค่าที่ไม่ใช่ตัวเลข	ป้อนอักขระอื่นที่ไม่ใช่ตัวเลข	ไม่ยอมรับ / แจ้งเตือน	ไม่ยอมรับ / แจ้งเตือน
2.เมื่อไม่ป้อนค่าใดๆ	เป็นค่าว่าง	ไม่ยอมรับ / แจ้งเตือน	ไม่ยอมรับ / แจ้งเตือน
3.ค่า Urine Protein	มากกว่า 0.0	ยอมรับ	ยอมรับ
	น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.0	ไม่ยอมรับ / แจ้งเตือน	ไม่ยอมรับ / แจ้งเตือน
4.ค่า Urine Volume	มากกว่า 0.0	ยอมรับ	ยอมรับ
	น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.0	ไม่ยอมรับ / แจ้งเตือน	ไม่ยอมรับ / แจ้งเตือน



ภาพที่ 3.19 ผลการทำงานของโปรแกรม Urine Protein 24 Hours กรณีป้อนค่าที่ไม่ใช่ตัวเลข

จากภาพที่ 3.19 กรณีที่ผู้ใช้งานป้อนค่าข้อมูลที่ไม่ถูกต้องตามเงื่อนไข คือป้อนข้อมูลเป็นตัวอักษรหรืออักขระอื่นที่ไม่ใช่ตัวเลข โปรแกรมจะไม่คำนวณค่า Urine Protein 24 Hours ให้ และจะแจ้งข้อความแสดงรายละเอียดข้อผิดพลาดให้ผู้ใช้งานทราบ



ภาพที่ 3.20 ผลการทำงานของโปรแกรม Urine Protein 24 Hours กรณีไม่ป้อนค่าใดๆ

จากภาพที่ 3.20 กรณีที่ผู้ใช้งานป้อนค่าข้อมูลที่ไม่ถูกต้องตามเงื่อนไข คือ ผู้ใช้งานไม่ได้ป้อนค่าใดๆ โปรแกรมจะไม่คำนวณค่า Urine Protein 24 Hours ให้ และจะแจ้งข้อความแสดงรายละเอียดข้อผิดพลาดให้ผู้ใช้งานทราบ

The screenshot shows a web application window titled "Urine Protein 24 Hrs". On the left is an icon of a flask and test tube. The main area contains the following fields and values:

Field	Value
Urine Protein (mg/dl)	5
Urine Volume (Litre)	1.5
Urine Protein 24 Hrs. (mg/24 Hrs)	75.0

Below the fields, the "Reference Range" is displayed as "< 100 mg/ 24 Hrs.". There are "Calculate" and "Reset" buttons. A "More About Urine Protein" button is located at the bottom left.

ภาพที่ 3.21 ผลการทำงานของโปรแกรม Urine Protein 24 Hours กรณีป้อนค่าถูกต้องและค่าปกติ

จากภาพที่ 3.21 กรณีที่ผู้ใช้งานป้อนค่าตัวเลขได้ถูกต้องครบทุกพารามิเตอร์ โปรแกรมจะคำนวณค่า Urine Protein 24 Hours ให้ และหากค่าที่คำนวณได้อยู่ในช่วงปกติก็จะมีไม่มีการแสดงข้อความ High ตัวสีแดงหลังค่าที่คำนวณได้ให้ผู้ใช้งานเห็น

The screenshot shows the same web application window, but with the input fields set to 0.0. A "Message" dialog box is displayed over the bottom right, containing the text "Invalid value, Try again..." and an "OK" button. The "Urine Protein 24 Hrs. (mg/24 Hrs)" field is empty.

ภาพที่ 3.22 ผลการทำงานของโปรแกรม Urine Protein 24 Hours กรณีป้อนค่าเป็น 0.0

จากภาพที่ 3.22 กรณีที่ผู้ใช้งานป้อนค่าข้อมูลที่ไม่ถูกต้องตามเงื่อนไข คือป้อนค่าเป็น 0.0 ซึ่งเป็นค่าที่เป็นไปไม่ได้ โปรแกรมจะไม่คำนวณค่า Urine Protein 24 Hours ให้ และจะแจ้งข้อความแสดงรายละเอียดข้อผิดพลาดให้ผู้ใช้งานทราบ

ภาพที่ 3.23 ผลการทำงานของโปรแกรม Urine Protein 24 Hours และค่าสูง

จากภาพที่ 3.23 กรณีที่ผู้ใช้งานป้อนค่าตัวเลขได้ถูกต้องครบทุกพารามิเตอร์ โปรแกรมจะคำนวณค่า Urine Protein 24 Hours ให้ และหากค่าที่คำนวณได้อยู่ในช่วงสูงกว่าค่าอ้างอิงปกติก็จะมี การแสดงข้อความ High ตัวสีแดงหลังค่าที่คำนวณได้ให้ผู้ใช้งานเห็น

ภาพที่ 3.24 ข้อมูล Urine Protein 24 ชั่วโมงเมื่อคลิกที่ More About Urine Protein 24 Hours

จากภาพที่ 3.24 เมื่อผู้ใช้งานกดที่ปุ่ม More About Urine Protein ในหน้าจอแอปพลิเคชัน Urine Protein 24 Hours จะแสดงข้อมูลเชิงวิชาการเกี่ยวกับการตรวจหา Urine Protein

3) หน้าจอต่างๆ ของ Urine Creatinine 24 Hours

ภาพที่ 3.25 โปรแกรมคำนวณ Urine Creatinine 24 Hours

โปรแกรมนี้เป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับคำนวณหาค่า Creatinine 24 ชั่วโมงในปัสสาวะ โดยมีค่าที่ผู้ใช้งานต้องป้อนเข้าไปในโปรแกรมคือ ค่า Urine Creatinine ที่เครื่องตรวจวิเคราะห์ตรวจวัดได้ หน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อเดซิลิตร (mg/dl) และค่าปริมาตรของ Urine ที่เก็บในช่วงระยะเวลา 24 ชั่วโมงหน่วยเป็นลิตร จากนั้นโปรแกรมจะคำนวณค่า Urine Creatinine 24 Hours ออกมาโดยมีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อ 24 ชั่วโมง (mg/24 Hrs) นอกจากนั้นผู้ศึกษาวิจัยยังได้เพิ่มการทำงานของโปรแกรมให้แสดงการแจ้งเตือน (Message Alert) แสดงข้อความต่อท้ายผลการคำนวณกรณีค่าสูงกว่าค่าอ้างอิง (Reference Value) ให้แสดงข้อความสีแดง “High” และแสดงข้อความ “Low” กรณีค่าตรวจวิเคราะห์น้อยกว่าค่าอ้างอิง โดยค่าอ้างอิงที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้คือ 500-2000 mg/24 Hrs ตามเอกสารของน้ำยา (Package Insert) ที่ใช้ในการตรวจวิเคราะห์

สมการที่ใช้ในการคำนวณเป็นดังนี้

$$\text{Urine Creatinine 24 Hours} = 10 \times V \times C \quad (3)$$

โดยที่ V = ปริมาตรของ Urine ที่เก็บในช่วงระยะเวลา 24 ชั่วโมง หน่วยเป็นลิตร (Litre)

C = ปริมาณของ Creatinine ในปัสสาวะที่เครื่องตรวจวัดได้ หน่วยเป็น มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร (mg/dl)

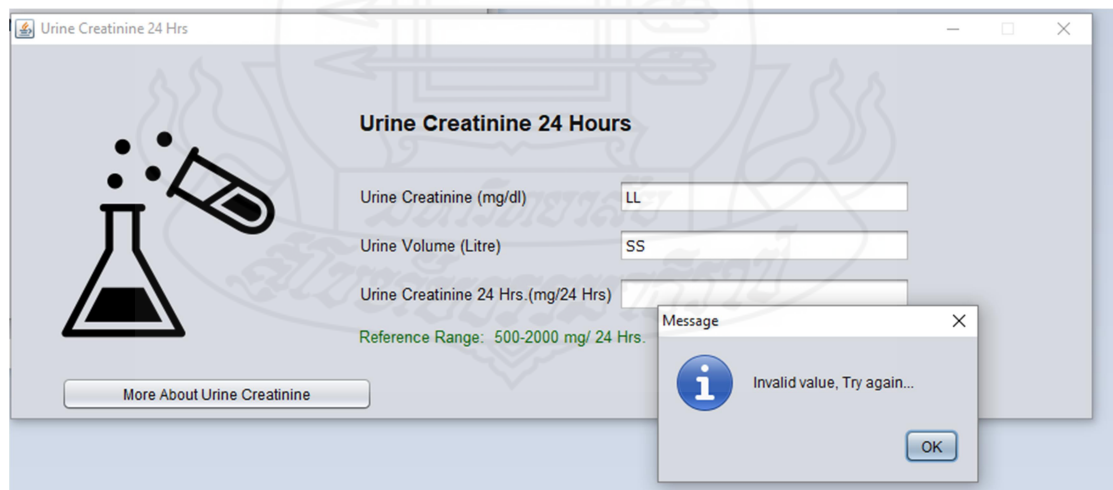
Urine Creatinine 24 Hours = ปริมาณ Creatinine ในปัสสาวะที่คำนวณได้

หน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อ 24 ชั่วโมง (mg/ 24 Hrs)

สำหรับการแทนค่าข้อมูลแต่ละค่าในโปรแกรมมีเงื่อนไขที่ต้องทดสอบ ดังตารางที่ 3.7

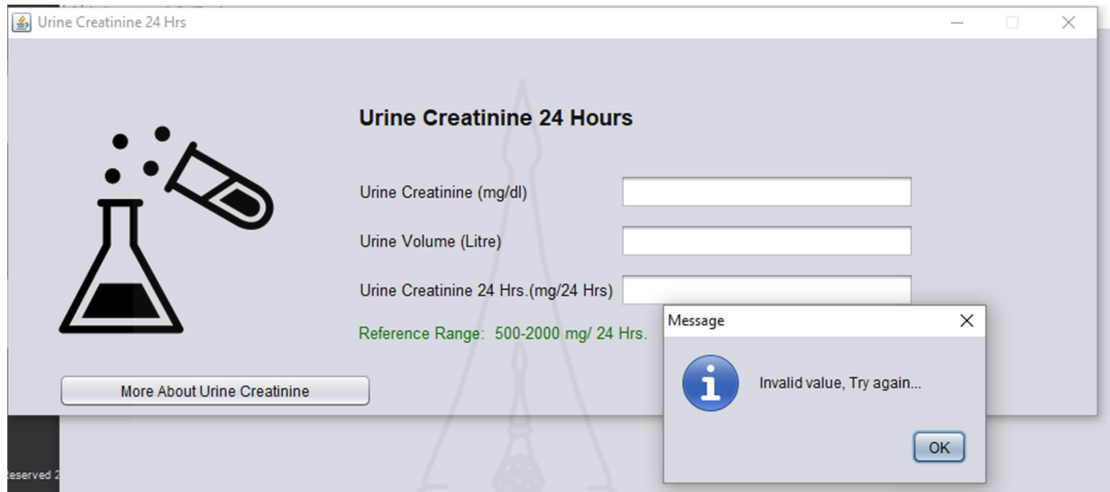
ตารางที่ 3.7 เงื่อนไขที่ใช้ทดสอบ โปรแกรม Urine Creatinine 24 Hours

กรณีทดสอบ	เงื่อนไขการทดสอบ	ผลที่คาดหวัง	ผลการทำงานของโปรแกรม
1.การป้อนค่าที่ไม่ใช่ตัวเลข	ป้อนอักขระอื่นที่ไม่ใช่ตัวเลข	ไม่ยอมรับ / แจ้งเตือน	ไม่ยอมรับ / แจ้งเตือน
2.เมื่อไม่ป้อนค่าใดๆ	เป็นค่าว่าง	ไม่ยอมรับ / แจ้งเตือน	ไม่ยอมรับ / แจ้งเตือน
3.ค่า Urine Creatinine	มากกว่า 0.0	ยอมรับ	ยอมรับ
	น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.0	ไม่ยอมรับ / แจ้งเตือน	ไม่ยอมรับ / แจ้งเตือน
4.ค่า Urine Volume	มากกว่า 0.0	ยอมรับ	ยอมรับ
	น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.0	ไม่ยอมรับ / แจ้งเตือน	ไม่ยอมรับ / แจ้งเตือน



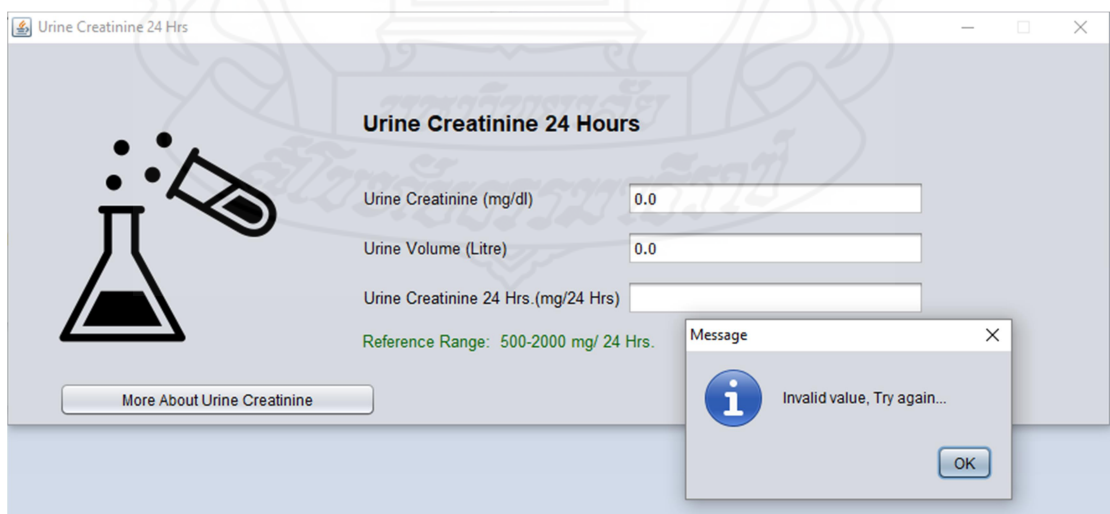
ภาพที่ 3.26 ผลการทำงานของโปรแกรม Urine Creatinine 24 Hours กรณีป้อนค่าที่ไม่ใช่ตัวเลข

จากภาพที่ 3.26 กรณีที่ผู้ใช้งานป้อนค่าข้อมูลที่ไม่ถูกต้องตามเงื่อนไข คือป้อนข้อมูลเป็นตัวอักษรหรืออักขระอื่นที่ไม่ใช่ตัวเลข โปรแกรมจะไม่คำนวณค่า Urine Creatinine 24 Hours ให้และจะแจ้งข้อความแสดงรายละเอียดข้อผิดพลาดให้ผู้ใช้งานทราบ



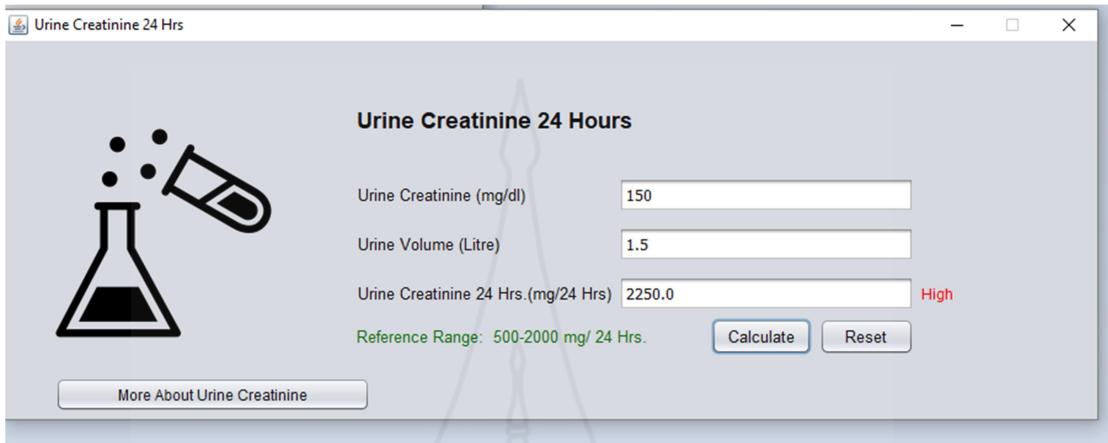
ภาพที่ 3.27 ผลการทำงานของโปรแกรม Urine Creatinine 24 Hours กรณีไม่ป้อนค่าใดๆ

จากภาพที่ 3.27 กรณีที่ผู้ใช้งานป้อนค่าข้อมูลที่ไม่ถูกต้องตามเงื่อนไข คือ ผู้ใช้งานไม่ได้ป้อนค่าใดๆ โปรแกรมจะไม่คำนวณค่า Urine Creatinine 24 Hours ให้ และจะแจ้งข้อความแสดงรายละเอียดข้อผิดพลาดให้ผู้ใช้งานทราบ



ภาพที่ 3.28 ผลการทำงานของโปรแกรม Urine Creatinine 24 Hours กรณีป้อนค่าเป็น 0.0

จากภาพที่ 3.28 กรณีที่ผู้ใช้งานป้อนค่าข้อมูลที่ไม่ถูกต้องตามเงื่อนไข คือป้อนค่าเป็น 0.0 ซึ่งเป็นค่าที่เป็นไปไม่ได้ โปรแกรมจะไม่คำนวณค่า Urine Creatinine 24 Hours ให้ และจะแจ้งข้อความแสดงรายละเอียดข้อผิดพลาดให้ผู้ใช้งานทราบ

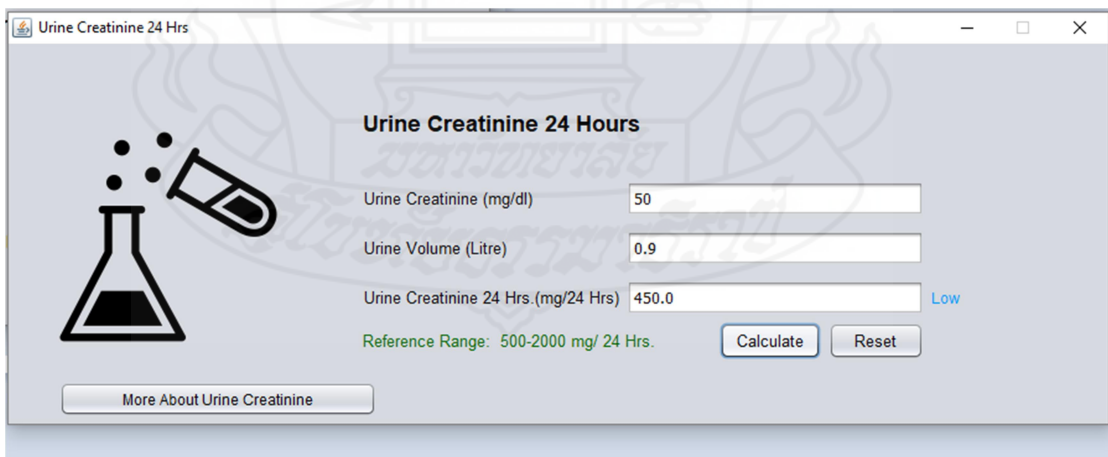


The screenshot shows a web application window titled "Urine Creatinine 24 Hrs". On the left is an icon of a flask and test tube. The main area contains the following fields and text:

- Urine Creatinine (mg/dl)**: Input field with value 150
- Urine Volume (Litre)**: Input field with value 1.5
- Urine Creatinine 24 Hrs. (mg/24 Hrs)**: Output field with value 2250.0, followed by the word "High" in red.
- Reference Range**: 500-2000 mg/ 24 Hrs.
- Buttons: "Calculate" and "Reset"
- Link: "More About Urine Creatinine"

ภาพที่ 3.29 ผลการทำงานของโปรแกรม Urine Creatinine 24 Hours กรณีป้อนค่าถูกต้องและค่าสูง

จากภาพที่ 3.29 กรณีที่ผู้ใช้งานป้อนค่าตัวเลขได้ถูกต้องครบทุกพารามิเตอร์ โปรแกรมจะคำนวณค่า Urine Creatinine 24 Hours ให้ และหากค่าที่คำนวณได้อยู่ในช่วงสูงกว่าค่าอ้างอิงปกติ ก็จะมีการแสดงข้อความ High ตัวสีแดงหลังค่าที่คำนวณได้ให้ผู้ใช้งานเห็น

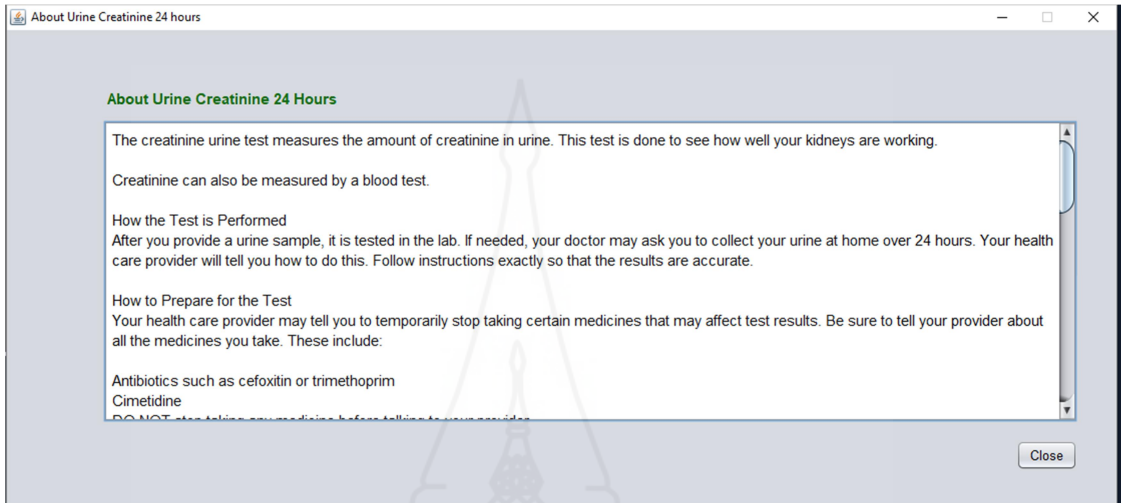


The screenshot shows the same web application window. The input fields are:

- Urine Creatinine (mg/dl)**: Input field with value 50
- Urine Volume (Litre)**: Input field with value 0.9
- Urine Creatinine 24 Hrs. (mg/24 Hrs)**: Output field with value 450.0, followed by the word "Low" in blue.
- Reference Range**: 500-2000 mg/ 24 Hrs.
- Buttons: "Calculate" and "Reset"
- Link: "More About Urine Creatinine"

ภาพที่ 3.30 ผลการทำงานของโปรแกรม Urine Creatinine 24 Hour กรณีป้อนค่าถูกต้องและค่าต่ำ

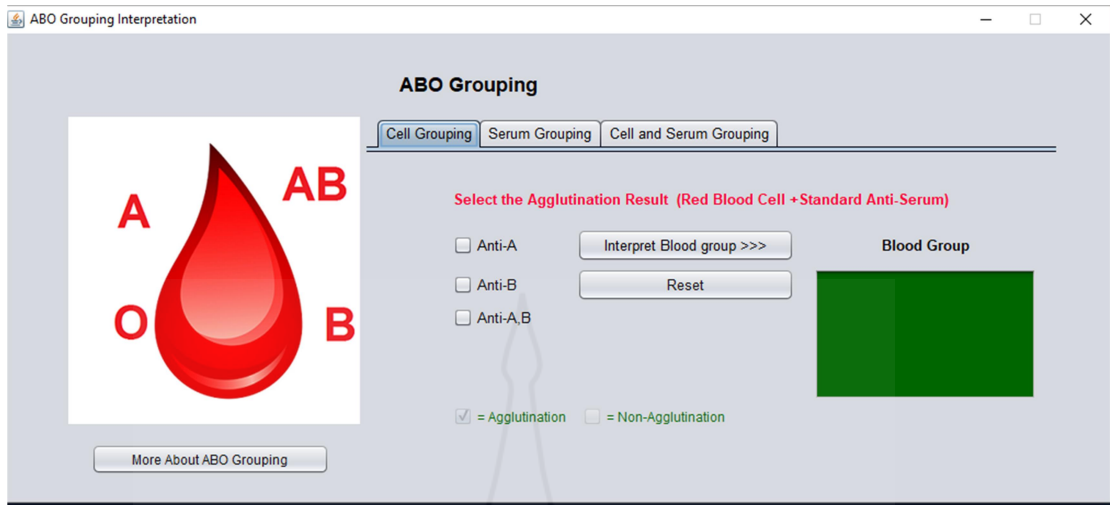
จากภาพที่ 3.30 กรณีที่ผู้ใช้งานป้อนค่าตัวเลขได้ถูกต้องครบทุกพารามิเตอร์ โปรแกรมจะคำนวณค่า Urine Creatinine 24 Hours ให้ และหากค่าที่คำนวณได้อยู่ในช่วงต่ำกว่าค่าอ้างอิงปกติ ก็จะมีการแสดงข้อความ Low ตัวสีฟ้าหลังค่าที่คำนวณได้ให้ผู้ใช้งานเห็น



ภาพที่ 3.31 ข้อมูล Urine Creatinine 24 ชั่วโมงเมื่อคลิกที่ More About Urine Creatinine 24 Hours

จากภาพที่ 3.31 เมื่อผู้ใช้งานกดที่ปุ่ม More About Urine Creatinine 24 Hours ในหน้าจอแอปพลิเคชัน Urine Creatinine 24 Hours จะแสดงข้อมูลเชิงวิชาการเกี่ยวกับการตรวจหา Urine Creatinine

4) หน้าจอต่างๆ ของ ABO Grouping Interpretation



ภาพที่ 3.32 โปรแกรม ABO Grouping Interpretation

จากภาพที่ 3.32 โปรแกรมแปลผลหมู่เลือดในระบบ ABO จะเป็นการให้ผู้ใช้งานป้อนผลจากการอ่านปฏิกิริยาการเกาะกลุ่มของเซลล์กับสารมาตรฐานที่ใช้ในการทดสอบปฏิกิริยาการเกาะกลุ่ม (Agglutination) ซึ่งเมื่อป้อนผลการอ่านปฏิกิริยาได้ถูกต้องตามรูปแบบการแปลผล โปรแกรมจะแจ้งผลหมู่เลือดให้ผู้ใช้งานทราบ

สำหรับรูปแบบการเกิดปฏิกิริยาการเกาะกลุ่มที่ใช้ในการป้อนข้อมูลเข้าสู่โปรแกรมมีดังนี้

4.1) Cell Grouping เป็นผลจากการทำปฏิกิริยาการเกาะกลุ่มระหว่าง Unknown Red Blood Cell กับ Standard Anti-Serum ดังตารางที่ 3.8

ตารางที่ 3.8 การเกิดปฏิกิริยาการเกาะกลุ่ม (Agglutination) แบบ Cell Grouping ของหมู่เลือด ABO

หมู่เลือด	ผลการเกิดปฏิกิริยาการเกาะกลุ่ม (Agglutination) กับ Unknown Red Blood Cell		
	Standard Anti-A	Standard Anti-B	Standard Anti-A,B
A	Agglutination	Non-Agglutination	Agglutination
B	Non-Agglutination	Agglutination	Agglutination
O	Non-Agglutination	Non-Agglutination	Non-Agglutination
AB	Agglutination	Agglutination	Agglutination

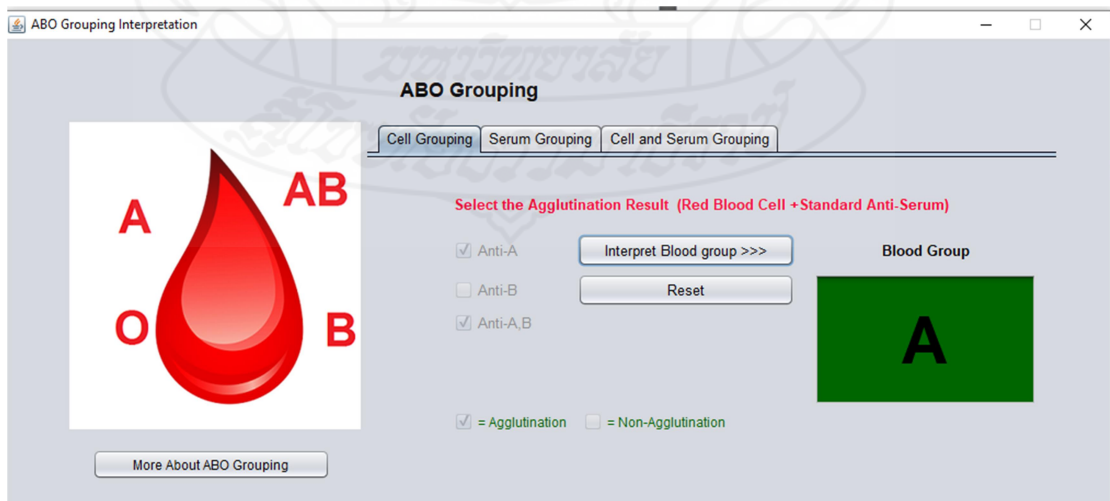
4.2) Serum Grouping เป็นผลจากการทำปฏิกิริยาการเกาะกลุ่มระหว่าง Unknown Serum กับ Standard Cell ดังตารางที่ 3.9

ตารางที่ 3.9 การเกิดปฏิกิริยาการเกาะกลุ่ม (Agglutination) แบบ Serum Grouping หมู่เลือด ABO

หมู่เลือด	ผลการเกิดปฏิกิริยาการเกาะกลุ่ม (Agglutination) กับ Unknown Serum	
	Standard A-Cell	Standard B-cell
A	Non-Agglutination	Agglutination
B	Agglutination	Non-Agglutination
O	Agglutination	Agglutination
AB	Non-Agglutination	Non-Agglutination

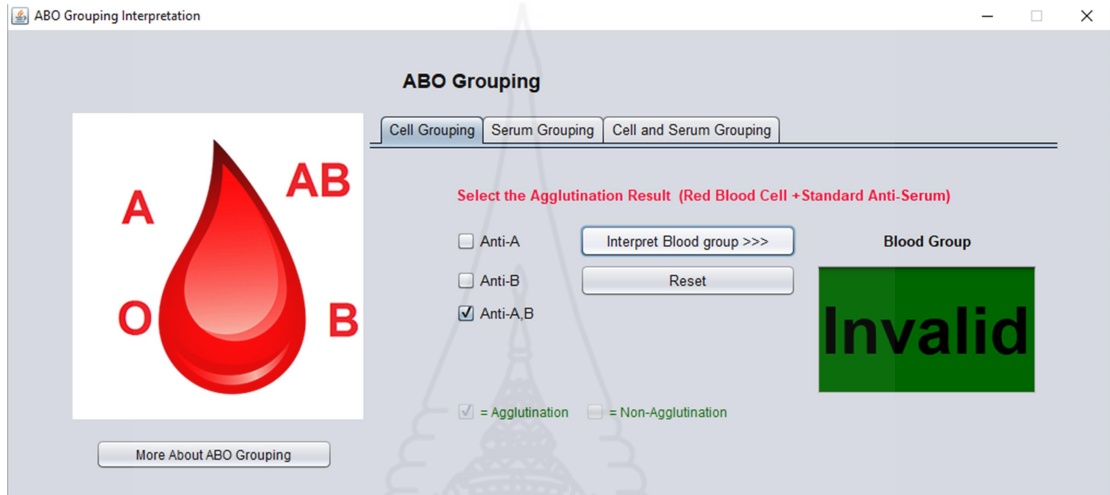
สำหรับผลของปฏิกิริยาที่ผู้ใช้งานจะต้องป้อนเข้าสู่โปรแกรมจะเป็นแบบ Radio Button คือเลือกผลทดสอบระหว่าง Agglutination กับ Non-Agglutination แล้วโปรแกรมจะแปลผลหมู่เลือดตามรูปแบบของปฏิกิริยาการเกาะกลุ่มที่สอดคล้องกับหมู่เลือดตามที่กำหนดไว้ในฟังก์ชันการทำงาน of โปรแกรม โดยหากผู้ใช้ป้อนข้อมูลการเกิดปฏิกิริยาไม่สอดคล้องกับรูปแบบการแปลผลที่เข้ากันได้กับหมู่เลือดทั้ง 4 หมู่คือ หมู่ A หมู่ B หมู่ O และหมู่ AB

ก็จะมีการแจ้งเตือนให้ผู้ใช้งานทราบและไม่มีมีการแปลผลหมู่เลือดจนกว่าผู้ใช้งานจะป้อนข้อมูลรูปแบบการเกิดปฏิกิริยาให้ถูกต้องตามที่กำหนดไว้ในฟังก์ชันการทำงาน of โปรแกรม



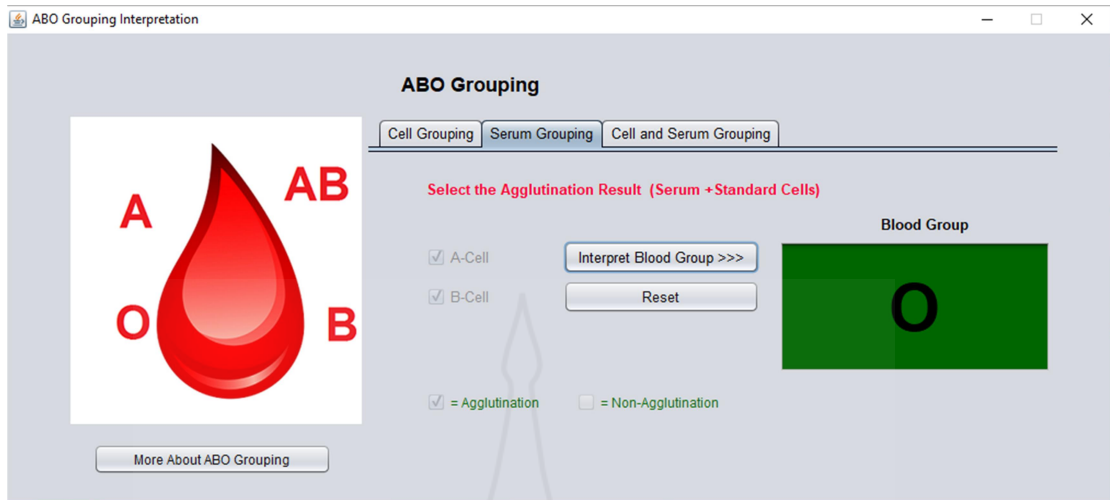
ภาพที่ 3.33 การแปลผลหมู่เลือดของโปรแกรมที่ถูกต้อง แบบ Cell Grouping

จากภาพที่ 3.33 กรณีที่ผู้ใช้งานเลือกรูปแบบการเกิดปฏิกิริยาแบบ Cell Grouping ได้ถูกต้อง คือ เกิดปฏิกิริยา Agglutination กับ Anti-A และ Anti-A,B แต่ไม่เกิดปฏิกิริยา Agglutination กับ Anti-B ซึ่งเป็นรูปแบบการเกิดปฏิกิริยาที่ถูกต้องของหมู่เลือด A โปรแกรมจะทำการแปลผลหมู่เลือดให้ผู้ใช้งานทราบ



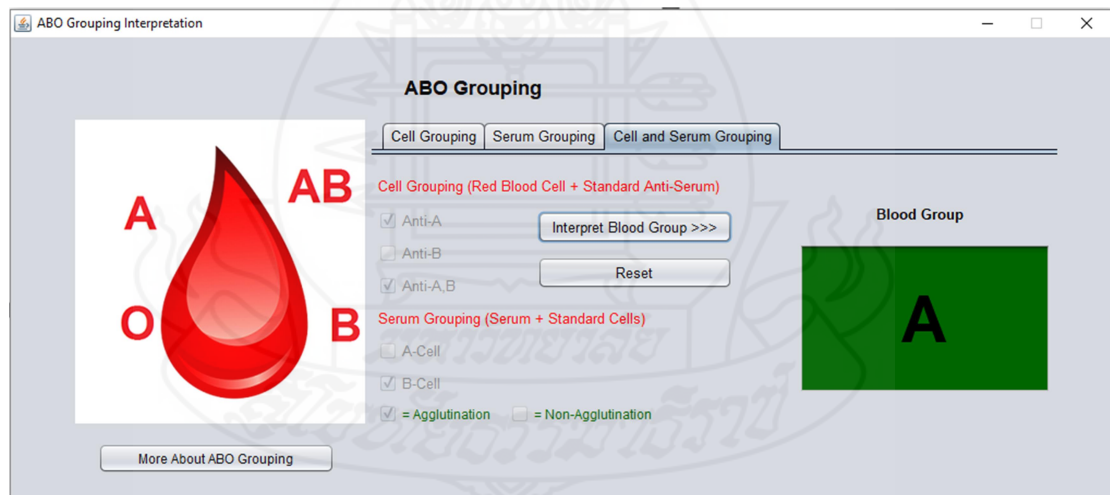
ภาพที่ 3.34 การแปลผลหมู่เลือดของโปรแกรมที่ไม่ถูกต้อง แบบ Cell Grouping

จากภาพที่ 3.34 กรณีที่ผู้ใช้งานเลือกรูปแบบการเกิดปฏิกิริยาแบบ Cell Grouping ไม่ถูกต้อง คือเลือกการเกิดปฏิกิริยา Agglutination กับ Anti-A,B เพียงอย่างเดียว ซึ่งไม่ใช่รูปแบบการเกิดปฏิกิริยาที่ถูกต้องที่จะแปลผลหมู่เลือดได้ โปรแกรมจะแสดงข้อความ “Invalid” ให้ผู้ใช้งานทราบที่ช่องการแปลผลหมู่เลือด



ภาพที่ 3.35 การแปลผลหมู่เลือดของโปรแกรมที่ถูกต้องแบบ Serum Grouping

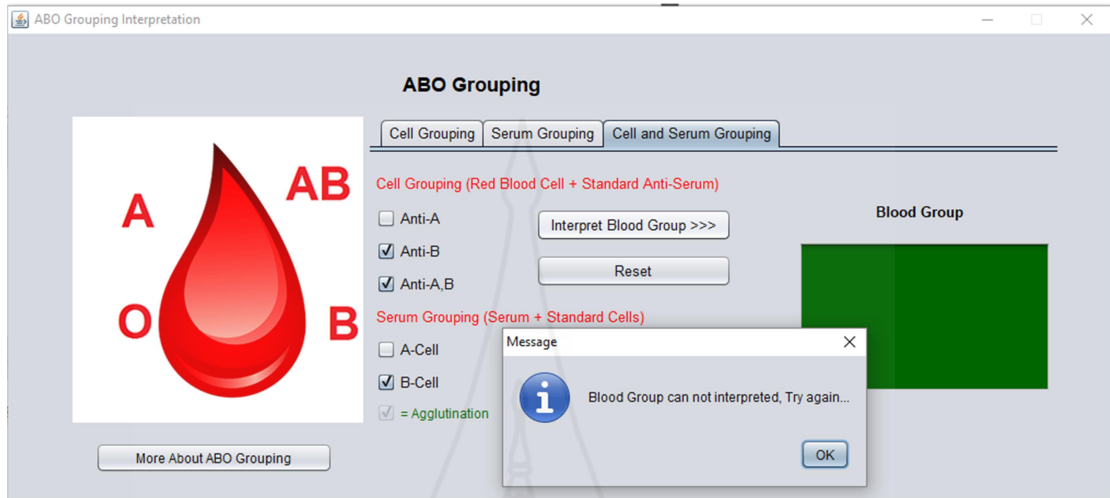
จากภาพที่ 3.35 กรณีที่ผู้ใช้งานเลือกรูปแบบการเกิดปฏิกิริยาแบบ Serum Grouping ได้ถูกต้อง คือ เลือกรูปแบบการเกิดปฏิกิริยากับ A-Cell และ B-Cell ซึ่งเป็นรูปแบบการเกิดปฏิกิริยาที่ถูกต้องของหมู่เลือด O โปรแกรมจะทำการแปลผลหมู่เลือดให้ผู้ใช้งานทราบ



ภาพที่ 3.36 การแปลผลหมู่เลือดที่ถูกต้อง แบบ Cell Grouping ร่วมกับ Serum Grouping

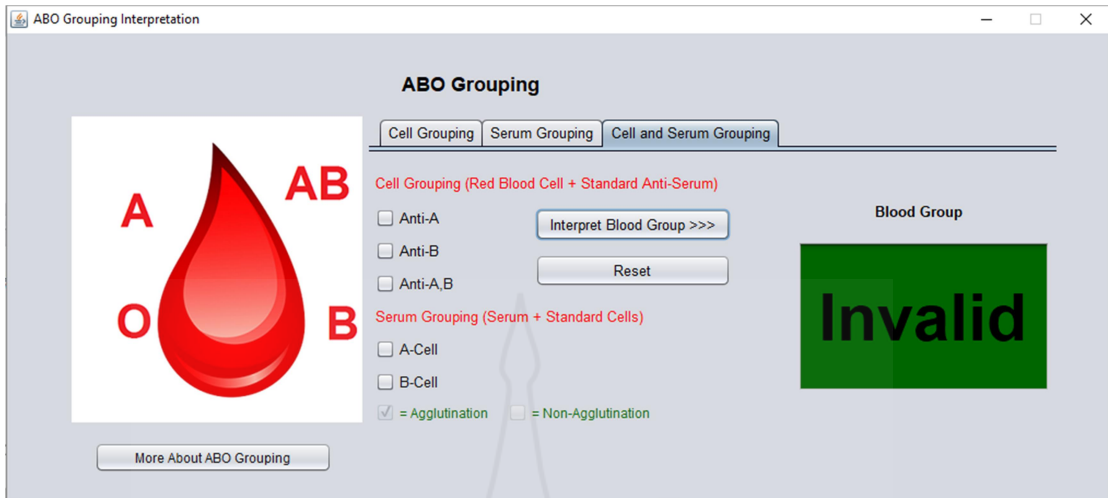
จากภาพที่ 3.36 กรณีที่ผู้ใช้งานเลือกรูปแบบการเกิดปฏิกิริยาแบบ Cell Grouping ร่วมกับรูปแบบการเกิดปฏิกิริยาแบบ Serum Grouping ได้ถูกต้องคือ เลือกรูปแบบการเกิดปฏิกิริยา Agglutination กับ Anti-A และ Anti-A,B ในแบบ Cell Grouping และเลือกรูปแบบการเกิดปฏิกิริยา

Agglutination กับ B-Cell ในแบบ Serum Grouping ซึ่งเป็นรูปแบบการเกิดปฏิกิริยาที่ถูกต้องของ หมู่เลือด A โปรแกรมจะทำการแปลผลหมู่เลือดให้ผู้ใช้งานทราบ



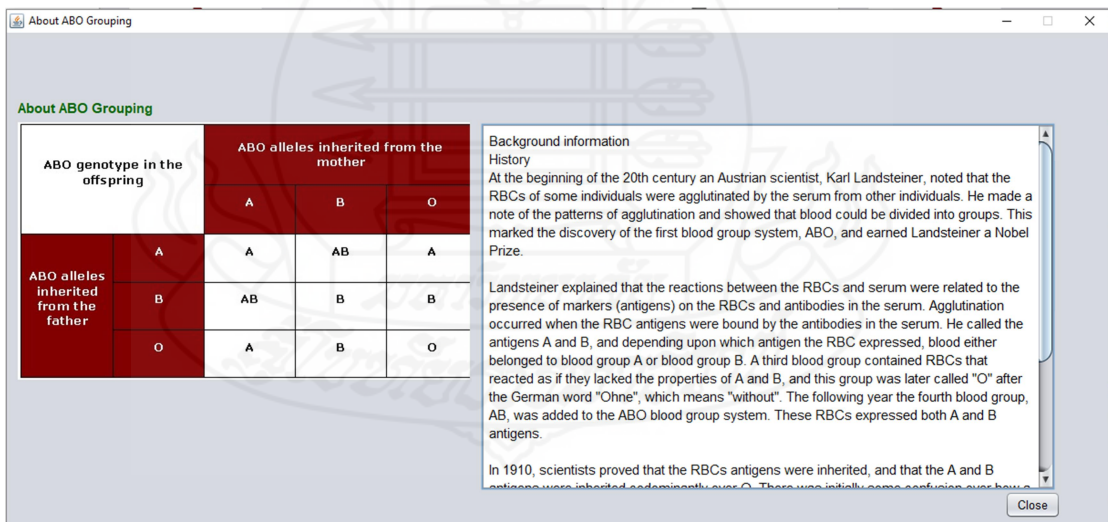
ภาพที่ 3.37 การแปลผลหมู่เลือดที่ไม่ถูกต้อง แบบ Cell Grouping ร่วมกับ Serum Grouping

จากภาพที่ 3.37 กรณีที่ผู้ใช้งานเลือกรูปแบบการเกิดปฏิกิริยาแบบ Cell Grouping ร่วมกับรูปแบบการเกิดปฏิกิริยาแบบ Serum Grouping ได้ไม่ถูกต้องคือ เลือกการเกิดปฏิกิริยา Agglutination กับ Anti-B และ Anti-A,B ในแบบ Cell Grouping และเลือกการเกิดปฏิกิริยา Agglutination กับ B-Cell ในแบบ Serum Grouping ซึ่งไม่ใช่รูปแบบการเกิดปฏิกิริยาที่ถูกต้องที่จะแปลผลหมู่เลือดได้ โปรแกรมจะแสดงข้อความแจ้งเตือนให้ผู้ใช้งานทราบ



ภาพที่ 3.38 การแปลผลหมู่เลือดกรณีไม่มีการเลือกรูปแบบการเกิดปฏิกิริยา

จากภาพที่ 3.38 กรณีที่ผู้ใช้งานไม่ได้มีการเลือกรูปแบบการเกิดปฏิกิริยาใดๆ ทั้งในแบบ Cell Grouping และ Serum Grouping ซึ่งไม่ใช่รูปแบบการเกิดปฏิกิริยาที่ถูกต้องที่จะแปลผลหมู่เลือดได้ โปรแกรมจะแสดงข้อความ “Invalid” ให้ผู้ใช้งานทราบที่ช่องการแปลผลหมู่เลือด



ภาพที่ 3.39 ข้อมูลเกี่ยวกับ ABO Grouping เมื่อคลิกที่ More About ABO Grouping Interpretation

จากภาพที่ 3.39 เมื่อผู้ใช้งานกดที่ปุ่ม More About ABO Grouping ในหน้าจอแอปพลิเคชัน ABO Grouping Interpretation จะแสดงข้อมูลเชิงวิชาการเกี่ยวกับหมู่เลือดในระบบ ABO

6. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ ทำการออกแบบและพัฒนาแอปพลิเคชันโดยใช้เครื่องมือในการพัฒนาสำหรับใช้งานบนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลเป็นหลัก (Desktop PC) สำหรับฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนาแอปพลิเคชันแสดงดังตารางที่ 3.10

ตารางที่ 3.10 เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการศึกษาวิจัย

ฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบ	
CPU	Intel Core i3 2.00 GHz
RAM	4 GB
Hard Drive	1 TB
Graphic Card	Intel HD Graphics 520 (Dell)
Monitor	LCD Monitor 24 Inch
Printer	Cannon Image Class MF-4320D
ซอฟต์แวร์ที่ใช้พัฒนาระบบ	
Operating System	Windows 10 Home Single Language 64-bit
Application Software	Java SE 8 (Standard Edition)
Tool Development	NetBeans 8.2 IDE
Windows Installer Software	Inno Setup Compiler 5

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้แบ่งการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็น 2 ส่วนคือ ข้อมูลการทดสอบการทำงานของโปรแกรมโดยผู้ศึกษาวิจัย และข้อมูลการใช้งานโปรแกรมของผู้ใช้คือ นักเทคนิคการแพทย์ในห้องปฏิบัติการโรงพยาบาลวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี จำนวน 10 คน มีข้อมูลดังนี้

1.1) ข้อมูลทดสอบการทำงานของโปรแกรม

1.1.1) WBC Corrected

ผู้ศึกษาวิจัยได้ทำการทดสอบการป้อนข้อมูลต่างๆ เพื่อเปรียบเทียบกับผลการทดสอบตามทฤษฎีเพื่อประเมินความสามารถของโปรแกรม ค่าที่ยอมรับคือตั้งแต่ 100 cell/cumm ขึ้นไป โดยข้อมูลที่ทดสอบมีทั้งหมด 10 ครั้งจากการสุ่มป้อนค่าของข้อมูล ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการสุ่มป้อนค่า WBC และ NRC ที่ใช้ในการคำนวณหาค่า WBC Corrected

ข้อมูลนำเข้า	ผลคำนวณตามสูตร	ผลคำนวณจากโปรแกรม
WBC=12000,NRC=20	10000	10000
WBC=12000,NRC=10	คำนวณไม่ได้	Invalid
WBC=0,NRC=0	คำนวณไม่ได้	Invalid
WBC=1000,NRC=12	892	892
WBC=500,NRC=20	416	416
WBC=120000,NRC=600	17142	17142
WBC=200000,NRC=9	คำนวณไม่ได้	Invalid
WBC=50000,NRC=11	45045	45045
WBC=1900,NRC=30	1461	1461
WBC=1500,NRC=10	คำนวณไม่ได้	Invalid

1.1.2) Urine Protein 24 Hours

ผู้ศึกษาวิจัยได้ทำการทดสอบการป้อนข้อมูลต่างๆ เพื่อเปรียบเทียบกับผลการทดสอบตามทฤษฎีเพื่อประเมินความสามารถของโปรแกรม โดยค่าที่ยอมรับคือ มากกว่า 0.0 โดยข้อมูลที่ทดสอบมีทั้งหมด 10 ครั้งจากการสุ่มป้อนค่าของข้อมูล ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 การสุ่มป้อนค่า Urine Protein และ Urine Volume หาค่า Urine Protein 24 ชั่วโมง

ข้อมูลนำเข้า	ผลคำนวณตามสูตร	ผลคำนวณจากโปรแกรม
V=0 , P=0	คำนวณไม่ได้	Invalid
V=1.5 , P=12	180.0	180.0
V=0.2 , P=5	10.0	10.0
V=0.1 , P=3	3.0	3.0
V=1.0 , P=5	50.0	50.0
V=2.9 , P=15	435.0	435.0
V=0 , P=5	คำนวณไม่ได้	Invalid
V=0.8 , P=0.1	0.8	0.8
V= 1.1 , P=6	66.0	66.0
V= 1.8 , P=20	360.0	360.0

1.1.3) Urine Creatinine 24 Hours

ผู้ศึกษาวิจัยได้ทำการทดสอบการป้อนข้อมูลต่างๆ เพื่อเปรียบเทียบกับผลการทดสอบตามทฤษฎีเพื่อประเมินความสามารถของโปรแกรม โดยค่าที่ยอมรับคือ มากกว่า 0.0 โดยข้อมูลที่ทดสอบมีทั้งหมด 10 ครั้งจากการสุ่มป้อนค่าของข้อมูล ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 การสุ่มป้อนค่า Urine Creatinine และ Urine Volume หาค่า Urine Creatinine 24 ชั่วโมง

ข้อมูลนำเข้า	ผลคำนวณตามสูตร	ผลคำนวณจากโปรแกรม
V=0 , C=0	คำนวณไม่ได้	Invalid
V=1.5 , C=30	450.0	450.0
V=0.2 , C=40	80.0	80.0
V=0.1 , C=60	60.0	60.0
V=1.0 , C=15	150.0	150.0
V=2.9 , C=200	5800.0	5800.0
V=0 , C=5	คำนวณไม่ได้	Invalid
V=0.8 , C=0.1	0.8	0.8
V= 1.1 , C=10	110.0	110.0
V= 1.8 , C=40	720.0	720.0

1.1.4) ABO Grouping Interpretation

ผู้ศึกษาวิจัยได้ทำการทดสอบการป้อนข้อมูลต่างๆ เพื่อเปรียบเทียบกับผลการแปลผลตามทฤษฎีเทียบกับผลการแปลผลหมู่เลือดที่ได้จากโปรแกรมเพื่อประเมินความสามารถของโปรแกรม โดยการทดสอบป้อนข้อมูลผลการเกิดปฏิกิริยาการเกาะกลุ่ม (Agglutination) แสดงข้อมูล ดังตารางที่ 4.4 ตารางที่ 4.5 และ ตารางที่ 4.6

1) Cell Grouping ในตารางที่ 4.4 เป็นรูปแบบการเกิดปฏิกิริยาการเกาะกลุ่มแบบต่างๆ ที่ผู้ศึกษาวิจัยใช้ป้อนข้อมูลเพื่อทดสอบการทำงานของโปรแกรมในการแปลผลหมู่เลือดแบบ Cell Grouping

ตารางที่ 4.4 การทดสอบป้อนผลปฏิกิริยาการเกาะกลุ่มเพื่อแปลผลหมู่เลือดแบบ Cell Grouping

Anti-A	Anti-B	Anti-A,B	หมู่เลือดตามทฤษฎี	หมู่เลือดจาก โปรแกรม
+	-	+	A	A
-	+	+	B	B
+	+	+	AB	AB
-	-	-	O	O
-	-	+	แปลผลไม่ได้	Invalid
+	+	-	แปลผลไม่ได้	Invalid
-	+	-	แปลผลไม่ได้	Invalid
+	-	-	แปลผลไม่ได้	Invalid

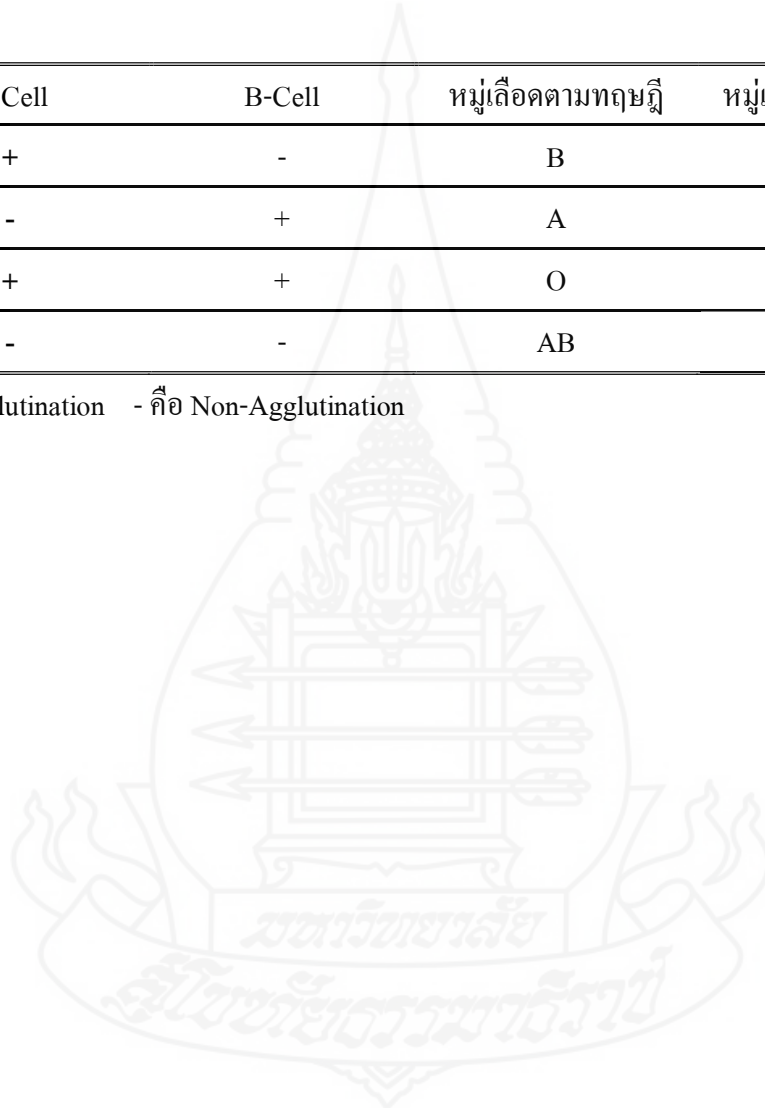
+ คือ Agglutination - คือ Non-Agglutination

- 2) Serum Grouping ในตารางที่ 4.5 เป็นรูปแบบการเกิดปฏิกิริยาการเกาะกลุ่มแบบต่างๆ ที่ผู้ศึกษาวิจัยใช้ป้อนข้อมูลเพื่อทดสอบการทำงานของโปรแกรมในการแปลผลหมู่เลือดแบบ Serum Grouping

ตารางที่ 4.5 การทดสอบป้อนผลปฏิกิริยาการเกาะกลุ่มเพื่อแปลผลหมู่เลือดแบบ Serum Grouping

A-Cell	B-Cell	หมู่เลือดตามทฤษฎี	หมู่เลือดจากโปรแกรม
+	-	B	B
-	+	A	A
+	+	O	O
-	-	AB	AB

+ คือ Agglutination - คือ Non-Agglutination



- 3) Cell Grouping ร่วมกับ Serum Grouping ในตารางที่ 4.6 เป็นรูปแบบการเกิดปฏิกิริยาการเกาะกลุ่มแบบต่างๆ ที่ผู้ศึกษาวิจัยใช้ป้อนข้อมูลเพื่อทดสอบการทำงานของโปรแกรมในการแปลผลหมู่เลือดแบบ Cell Grouping ร่วมกับแบบ Serum Grouping

ตารางที่ 4.6 การทดสอบป้อนผลปฏิกิริยาการเกาะกลุ่มแบบ Cell Grouping กับ Serum Grouping

Anti-A	Anti-B	Anti-A,B	A-Cell	B-Cell	หมู่เลือดตาม ทฤษฎี	หมู่เลือดจาก โปรแกรม
+	-	+	-	+	A	A
-	+	+	+	-	B	B
+	+	+	-	-	AB	AB
-	-	-	+	+	O	O
-	-	+	+	+	แปลผลไม่ได้	Invalid
+	+	-	-	-	แปลผลไม่ได้	Invalid
-	+	-	+	-	แปลผลไม่ได้	Invalid
+	-	-	-	+	แปลผลไม่ได้	Invalid
+	+	+	+	+	แปลผลไม่ได้	Invalid
-	-	-	-	-	แปลผลไม่ได้	Invalid

+ คือ Agglutination - คือ Non-Agglutination

1.2 การประเมินแอปพลิเคชัน

สำหรับการประเมินแอปพลิเคชันที่พัฒนาสำหรับการศึกษาวิชัยนี้ ใช้แบบสอบถามเพื่อเก็บข้อมูลในการประเมินแอปพลิเคชันและสรุปผลการประเมินแอปพลิเคชันเป็นค่าสถิติร้อยละโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Microsoft Excel

1.3 ข้อมูลผลการประเมินจากผู้ใช้งาน

ผลการประเมินจากผู้ใช้งานทั้งหมด 10 คน เป็นการเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม โดยเป็นนักเทคนิคการแพทย์จำนวน 8 คน และเจ้าพนักงานวิทยาศาสตร์การแพทย์ จำนวน 2 คน ที่ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ โรงพยาบาลวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี คะแนนแบ่งเป็น 5 ระดับ แต่ละระดับหมายถึง 5 = ดีมาก 4 = ดี 3 = ปานกลาง 2 = พอใช้ และ 1 = ควรปรับปรุง

ผลการประเมินจากแบบสอบถามแสดงข้อมูล ดังตารางที่ 4.7 ตารางที่ 4.8 ตารางที่ 4.9 และ ตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.7 ผลการประเมินจากแบบสอบถามของผู้ใช้งาน โปรแกรม WBC Corrected

หัวข้อประเมิน	จำนวนผู้ให้คะแนนแต่ละระดับ				
	5	4	3	2	1
1.ส่วนต่อประสานผู้ใช้ (User Interface) ของแอปพลิเคชัน	7	3			
2.ความง่ายในการใช้งาน	9	1			
3.ความมีประโยชน์ต่องานที่ทำ	6	4			
4.ความถูกต้องแม่นยำของแอปพลิเคชัน	10				
5.ความเร็วในการทำงานของแอปพลิเคชัน	8	2			
6.การแจ้งข้อผิดพลาดของแอปพลิเคชัน	5	3	2		
7. ความพร้อมในการเรียกใช้งานของแอปพลิเคชัน	7	2	1		
8. ความพอใจโดยรวมต่อแอปพลิเคชัน	9	1			

ตารางที่ 4.8 ข้อมูลแบบสอบถามของผู้ใช้งานโปรแกรม Urine Protein 24 Hours

หัวข้อประเมิน	จำนวนผู้ให้คะแนนแต่ละระดับ				
	5	4	3	2	1
1. ส่วนต่อประสานผู้ใช้ (User Interface) ของแอปพลิเคชัน	8	2			
2. ความง่ายในการใช้งาน	9	1			
3. ความมีประโยชน์ต่องานที่ทำ	8	2			
4. ความถูกต้องแม่นยำของแอปพลิเคชัน	10				
5. ความเร็วในการทำงานของแอปพลิเคชัน	9	1			
6. การแจ้งข้อผิดพลาดของแอปพลิเคชัน	7	3			
7. ความพร้อมในการเรียกใช้งานของแอปพลิเคชัน	8	1	1		
8. ความพอใจโดยรวมต่อแอปพลิเคชัน	8	2			

ตารางที่ 4.9 ข้อมูลแบบสอบถามของผู้ใช้งานโปรแกรม Urine Creatinine 24 Hours

หัวข้อประเมิน	จำนวนผู้ให้คะแนนแต่ละระดับ				
	5	4	3	2	1
1. ส่วนต่อประสานผู้ใช้ (User Interface) ของแอปพลิเคชัน	8	2			
2. ความง่ายในการใช้งาน	9	1			
3. ความมีประโยชน์ต่องานที่ทำ	8	2			
4. ความถูกต้องแม่นยำของแอปพลิเคชัน	10				
5. ความเร็วในการทำงานของแอปพลิเคชัน	9	1			
6. การแจ้งข้อผิดพลาดของแอปพลิเคชัน	7	3			
7. ความพร้อมในการเรียกใช้งานของแอปพลิเคชัน	8	1	1		
8. ความพอใจโดยรวมต่อแอปพลิเคชัน	8	2			

ตารางที่ 4.10 ข้อมูลแบบสอบถามของผู้ใช้งานโปรแกรม ABO Grouping Interpretation

หัวข้อประเมิน	จำนวนผู้ให้คะแนนแต่ละระดับ				
	5	4	3	2	1
1.ส่วนต่อประสานผู้ใช้ (User Interface) ของแอปพลิเคชัน	9	1			
2.ความง่ายในการใช้งาน	10				
3.ความมีประโยชน์ต่องานที่ทำ	9	1			
4.ความถูกต้องแม่นยำของแอปพลิเคชัน	10				
5.ความเร็วในการทำงานของแอปพลิเคชัน	10				
6.การแจ้งข้อผิดพลาดของแอปพลิเคชัน	9	1			
7.ความพร้อมในการเรียกใช้งานของแอปพลิเคชัน	9	1			
8.ความพอใจโดยรวมต่อแอปพลิเคชัน	9	1			



4) การวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามที่ประเมินการใช้งานจากผู้ใช้งานโปรแกรมทั้งหมด 10 คน ในแต่ละโปรแกรม ได้ข้อมูลดังนี้

- 1) WBC Corrected ตามตารางที่ 4.11 พบว่าร้อยละคะแนนความพึงพอใจต่อโปรแกรม WBC Corrected มีคะแนนมากกว่าร้อยละ 80 ทั้ง 8 หัวข้อประเมิน โดยมีความพึงพอใจต่อหัวข้อความถูกต้องแม่นยำของแอปพลิเคชันมากที่สุด

ตารางที่ 4.11 ร้อยละของคะแนนความพึงพอใจต่อโปรแกรม WBC Corrected

หัวข้อประเมิน	จำนวนผู้ให้คะแนนแต่ละระดับ				
	5	4	3	ค่าเฉลี่ย ความพึง พอใจ	ร้อยละ คะแนน
1.ส่วนต่อประสานผู้ใช้ (User Interface) ของแอปพลิเคชัน	7	3		4.7	94
2.ความง่ายในการใช้งาน	9	1		4.9	98
3.ความมีประโยชน์ต่องานที่ทำ	6	4		4.6	92
4.ความถูกต้องแม่นยำของแอปพลิเคชัน	10			5.0	100
5.ความเร็วในการทำงานของแอปพลิเคชัน	8	2		4.8	96
6.การแจ้งข้อผิดพลาดของแอปพลิเคชัน	5	3	2	4.3	86
7.ความพร้อมในการเรียกใช้งานของแอปพลิเคชัน	7	2	1	4.6	92
8.ความพอใจโดยรวมต่อแอปพลิเคชัน	9	1		4.9	98

ตารางที่ 4.12 ผลเปรียบเทียบเวลาก่อนและหลังการใช้โปรแกรมการนับแก้จำนวนเม็ดเลือดขาว

User No.	Manual Time (second)	Application Time (second)	Time Reduction (minute)
1	70	12	0.97
2	75	12	1.05
3	65	10	0.92
4	66	10	0.93
5	62	11	0.85
6	62	10	0.87
7	75	13	1.03
8	72	11	1.01
9	80	13	1.11
10	77	12	1.08

ตารางที่ 4.13 ปัญหาและอุปสรรคก่อนและหลังใช้โปรแกรมนับแก้จำนวนเม็ดเลือดขาว

ปัญหาและอุปสรรค	
ก่อนใช้แอปพลิเคชัน	หลังใช้แอปพลิเคชัน
1. จำสูตรคำนวณไม่ได้	1. ต้องมีคอมพิวเตอร์ที่รองรับภาษา Java
2. ไม่แน่ใจเกณฑ์ของจำนวน NRC ที่ต้องนับแก้	

1) Urine Protein 24 Hours ตามตารางที่ 4.14 พบว่าร้อยละคะแนนความพึงพอใจต่อโปรแกรม Urine Protein 24 Hours มีคะแนนมากกว่าร้อยละ 80 ทั้ง 8 หัวข้อประเมิน โดยมีความพึงพอใจต่อหัวข้อความถูกต้องแม่นยำของแอปพลิเคชันมากที่สุด

ตารางที่ 4.14 ร้อยละของคะแนนความพึงพอใจต่อ โปรแกรม Urine Protein 24 Hours

หัวข้อประเมิน	จำนวนผู้ให้คะแนนแต่ละระดับ				
	5	4	3	ค่าเฉลี่ย ความพึง พอใจ	ร้อยละ คะแนน
1.ส่วนต่อประสานผู้ใช้ (User Interface) ของแอปพลิเคชัน	8	2		4.8	96
2.ความง่ายในการใช้งาน	9	1		4.9	98
3.ความมีประโยชน์ต่องานที่ทำ	8	2		4.8	96
4.ความถูกต้องแม่นยำของแอปพลิเคชัน	10			5.0	100
5.ความเร็วในการทำงานของแอปพลิเคชัน	9	1		4.9	98
6.การแจ้งข้อผิดพลาดของแอปพลิเคชัน	7	3		4.7	94
7.ความพร้อมในการเรียกใช้งานของแอปพลิเคชัน	8	1	1	4.7	94
8.ความพอใจโดยรวมต่อแอปพลิเคชัน	8	2		4.8	96

ตารางที่ 4.15 ผลเปรียบเทียบเวลาก่อนและหลังใช้โปรแกรมการหาปริมาณโปรตีน 24 ชั่วโมง

User No.	ManualTime (second)	ApplicationTime (second)	Time Reduction (minute)
1	135	11	2.07
2	145	13	2.20
3	127	12	1.92
4	140	14	2.10
5	130	16	1.90
6	120	15	1.75
7	160	13	2.45
8	152	10	2.37
9	161	10	2.52
10	144	18	2.10

ตารางที่ 4.16 ปัญหาและอุปสรรคก่อนและหลังใช้โปรแกรมการหาปริมาณโปรตีน 24 ชั่วโมง

ปัญหาและอุปสรรค	
ก่อนใช้แอปพลิเคชัน	หลังใช้แอปพลิเคชัน
1. จำสูตรคำนวณไม่ได้	1. ต้องมีคอมพิวเตอร์ที่รองรับภาษา
2. ต้องแปลงหน่วย Urine Protein จาก mg/dl ให้เป็น mg/L	Java
3. ต้องแปลงหน่วย Urine Volume จาก ml ให้เป็น Litre	
4. ต้องเทียบบัญญัติไตรยางค์หาค่า mg/24 Hours	

1) Urine Creatinine 24 Hours ตามตารางที่ 4.17 พบว่าร้อยละคะแนนความพึงพอใจ ต่อโปรแกรม Urine Protein 24 Hours มีคะแนนมากกว่าร้อยละ 80 ทั้ง 8 หัวข้อประเมิน โดยมีความ พึงพอใจต่อหัวข้อความถูกต้องแม่นยำของแอปพลิเคชันมากที่สุด

ตารางที่ 4.17 ร้อยละของคะแนนความพึงพอใจต่อ โปรแกรม Urine Creatinine 24 Hours

หัวข้อประเมิน	จำนวนผู้ให้คะแนนแต่ละระดับ				
	5	4	3	ค่าเฉลี่ย ความพึง พอใจ	ร้อยละ คะแนน
1.ส่วนต่อประสานผู้ใช้ (User Interface) ของแอปพลิเคชัน	8	2		4.8	96
2.ความง่ายในการใช้งาน	9	1		4.9	98
3.ความมีประโยชน์ต่องานที่ทำ	8	2		4.8	96
4.ความถูกต้องแม่นยำของแอปพลิเคชัน	10			5.0	100
5.ความเร็วในการทำงานของแอปพลิเคชัน	9	1		4.9	98
6.การแจ้งข้อผิดพลาดของแอปพลิเคชัน	7	3		4.7	94
7.ความพร้อมในการเรียกใช้งานของแอปพลิเคชัน	8	1	1	4.7	94
8.ความพอใจโดยรวมต่อแอปพลิเคชัน	8	2		4.8	96

ตารางที่ 4.18 ผลเปรียบเทียบเวลาก่อนและหลังใช้โปรแกรมการหาปริมาณครีเอตินีน 24 ชั่วโมง

User No.	ManualTime (second)	ApplicationTime (second)	Time Reduction (minute)
1	144	15	2.15
2	136	13	2.05
3	133	11	2.03
4	152	16	2.23
5	163	12	2.52
6	145	13	2.20
7	122	11	1.85
8	136	10	2.10
9	167	9	2.63
10	155	13	2.37

ตารางที่ 4.19 ปัญหาและอุปสรรคก่อนและหลังใช้โปรแกรมการหาปริมาณครีเอตินีน 24 ชั่วโมง

ปัญหาและอุปสรรค	
ก่อนใช้แอปพลิเคชัน	หลังใช้แอปพลิเคชัน
1. จำสูตรคำนวณไม่ได้	1. ต้องมีคอมพิวเตอร์ที่รองรับภาษา
2. ต้องแปลงหน่วย Urine Creatinine จาก mg/dl ให้เป็น mg/L	Java
3. ต้องแปลงหน่วย Urine Volume จาก ml ให้เป็น Litre	
4. ต้องเทียบบัญญัติไตรยางค์หาค่า mg/24 Hours	

4) ABO Grouping Interpretation ตามตารางที่ 4.20 พบว่าร้อยละคะแนนความพึงพอใจต่อโปรแกรม ABO Grouping Interpretation มีคะแนนมากกว่าร้อยละ 80 ทั้ง 8 หัวข้อประเมิน โดยมีความพึงพอใจมากที่สุด 3 หัวข้อประเมินคือ ความถูกต้องแม่นยำของแอปพลิเคชัน ความง่ายในการใช้งาน และความเร็วในการทำงานของแอปพลิเคชัน

ตารางที่ 4.20 ร้อยละของคะแนนความพึงพอใจต่อโปรแกรม ABO Grouping Interpretation

หัวข้อประเมิน	จำนวนผู้ให้คะแนนแต่ละระดับ				
	5	4	3	คะแนนรวม (50)	ร้อยละ คะแนน
1.ส่วนต่อประสานผู้ใช้ (User Interface) ของแอปพลิเคชัน	9	1		49	98
2.ความง่ายในการใช้งาน	10			50	100
3.ความมีประโยชน์ต่องานที่ทำ	9	1		49	98
4.ความถูกต้องแม่นยำของแอปพลิเคชัน	10			50	100
5.ความเร็วในการทำงานของแอปพลิเคชัน	10			50	100
6.การแจ้งข้อผิดพลาดของแอปพลิเคชัน	9	1		49	98
7.ความพร้อมในการเรียกใช้งานของแอปพลิเคชัน	9	1		49	98
8.ความพอใจโดยรวมต่อแอปพลิเคชัน	9	1		49	98

ตารางที่ 4.21 ผลเปรียบเทียบการแปลผลก่อนและหลังใช้โปรแกรมแปลผลหมู่เลือดระบบ ABO

User No.	Manual		Application	
	ถูกต้อง (specimen)	ไม่ถูกต้อง(specimen)	ถูกต้อง (specimen)	ไม่ถูกต้อง(specimen)
1	10	0	10	0
2	9	1	10	0
3	10	0	10	0
4	10	0	10	0
5	9	1	10	0
6	10	0	10	0
7	9	1	10	0
8	10	0	10	0
9	9	1	10	0
10	9	1	10	0

ตารางที่ 4.22 ปัญหาและอุปสรรคก่อนและหลังใช้โปรแกรมการแปลผลหมู่เลือดระบบ ABO

ปัญหาและอุปสรรค	
ก่อนใช้แอปพลิเคชัน	หลังใช้แอปพลิเคชัน
1. แปลผลหมู่เลือดไม่ตรงกับรูปแบบปฏิกิริยา	1. ต้องมีคอมพิวเตอร์ที่รองรับภาษา
2. ไม่มีเครื่องมือช่วยตรวจสอบการแปลผล	Java
3. ไม่สามารถทราบได้กรณีแปลผลไม่สอดคล้องกับรูปแบบปฏิกิริยา	2. ใช้เวลาทำงานเพิ่มขึ้น
4. มีโอกาสรายงานผลหมู่เลือดผิด	3. มีโอกาสป้อนข้อมูลผิด

ประสิทธิภาพการคำนวณและการแปลผลของแอปพลิเคชัน

1) WBC Corrected ตามตารางที่ 4.23 พบว่าความถูกต้องของการทำงานของแอปพลิเคชัน WBC Corrected สามารถทำงานได้ถูกต้องทั้งหมด ทั้ง 4 กรณีทดสอบ

ตารางที่ 4.23 ร้อยละความถูกต้องของการทำงานของแอปพลิเคชัน WBC Corrected

กรณีทดสอบ	เงื่อนไขการทดสอบ	ผลที่คาดหวัง	ร้อยละความถูกต้อง ต้องการทำงานของ แอปพลิเคชัน
1.ค่า WBC count	มากกว่า 100	ยอมรับ	100
	น้อยกว่า 100	ไม่ยอมรับ / แจ้งเตือน	100
2.ค่า NRC	มากกว่า 10	ยอมรับ	100
	น้อยกว่าหรือเท่ากับ 10	ไม่ยอมรับ / แจ้งเตือน	100
3.การป้อนค่าที่ไม่ใช่ ตัวเลข	ป้อนอักขระอื่นที่ไม่ใช่ ตัวเลข	ไม่ยอมรับ / แจ้งเตือน	100
4.เมื่อไม่ป้อนค่าใดๆ	เป็นค่าว่าง	ไม่ยอมรับ / แจ้งเตือน	100

2) Urine Protein 24 Hours ตามตารางที่ 4.24 พบว่าความถูกต้องของการทำงานของแอปพลิเคชัน Urine Protein 24 Hours สามารถทำงานได้ถูกต้องทั้งหมด ทั้ง 4 กรณีทดสอบ

ตารางที่ 4.24 ร้อยละความถูกต้องของการทำงานของแอปพลิเคชัน Urine Protein 24 Hours

กรณีทดสอบ	เงื่อนไขการทดสอบ	ผลที่คาดหวัง	ร้อยละความถูกต้องการทำงานของแอปพลิเคชัน
1.การป้อนค่าที่ไม่ใช่ตัวเลข	ป้อนอักขระอื่นที่ไม่ใช่ตัวเลข	ไม่ยอมรับ / แจ้งเตือน	100
2.เมื่อไม่ป้อนค่าใดๆ	เป็นค่าว่าง	ไม่ยอมรับ / แจ้งเตือน	100
3.ค่า Urine Protein	มากกว่า 0.0	ยอมรับ	100
	น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.0	ไม่ยอมรับ / แจ้งเตือน	100
4.ค่า Urine Volume	มากกว่า 0.0	ยอมรับ	100
	น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.0	ไม่ยอมรับ / แจ้งเตือน	100

3) Urine Creatinine 24 Hours ตามตารางที่ 4.25 พบว่าความถูกต้องของการทำงานของแอปพลิเคชัน Urine Creatinine 24 Hours สามารถทำงานได้ถูกต้องทั้งหมด ทั้ง 4 กรณีทดสอบ

ตารางที่ 4.25 ร้อยละความถูกต้องของการทำงานของแอปพลิเคชัน Urine Creatinine 24 Hours

กรณีทดสอบ	เงื่อนไขการทดสอบ	ผลที่คาดหวัง	ร้อยละความถูกต้องการทำงานของแอปพลิเคชัน
1.การป้อนค่าที่ไม่ใช่ตัวเลข	ป้อนอักขระอื่นที่ไม่ใช่ตัวเลข	ไม่ยอมรับ / แจ้งเตือน	100
2.เมื่อไม่ป้อนค่าใดๆ	เป็นค่าว่าง	ไม่ยอมรับ / แจ้งเตือน	100
3.ค่า Urine Creatinine	มากกว่า 0.0	ยอมรับ	100
	น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.0	ไม่ยอมรับ / แจ้งเตือน	100
4.ค่า Urine Volume	มากกว่า 0.0	ยอมรับ	100
	น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.0	ไม่ยอมรับ / แจ้งเตือน	100

4) ABO Grouping Interpretation สำหรับการทดสอบความถูกต้องการทำงานของแอปพลิเคชัน แสดงข้อมูลร้อยละความถูกต้องของแอปพลิเคชัน ดังตารางที่ 4.26, ตารางที่ 4.27 และตารางที่ 4.28

4.1) Cell Grouping ตามตารางที่ 4.26 พบว่าความถูกต้องของการทำงานของแอปพลิเคชันมีความถูกต้องร้อยละ 100 สำหรับการตรวจแบบ Cell Grouping

ตารางที่ 4.26 ร้อยละความถูกต้องของแอปพลิเคชัน ABO Grouping สำหรับแบบ Cell Grouping

Anti-A	Anti-B	Anti-A,B	หมู่เลือดตามทฤษฎี	หมู่เลือดจากโปรแกรม	ร้อยละความถูกต้องการทำงานของแอปพลิเคชัน
+	-	+	A	A	100
-	+	+	B	B	100
+	+	+	AB	AB	100
-	-	-	O	O	100
-	-	+	แปลผลไม่ได้	Invalid	100
+	+	-	แปลผลไม่ได้	Invalid	100
-	+	-	แปลผลไม่ได้	Invalid	100
+	-	-	แปลผลไม่ได้	Invalid	100

4.2) Serum Grouping ตามตารางที่ 4.27 พบว่าความถูกต้องของการทำงานของแอปพลิเคชันมีความถูกต้องร้อยละ 100 สำหรับการตรวจแบบ Serum Grouping

ตารางที่ 4.27 ร้อยละความถูกต้องของแอปพลิเคชัน ABO Grouping สำหรับแบบ Serum Grouping

A-Cell	B-Cell	หมู่เลือดตามทฤษฎี	หมู่เลือดจากโปรแกรม	ร้อยละความถูกต้องการทำงานของแอปพลิเคชัน
+	-	B	B	100
-	+	A	A	100
+	+	O	O	100
-	-	AB	AB	100

4.3) Cell Grouping ร่วมกับ Serum Grouping ตามตารางที่ 4.28 พบว่าความถูกต้องของการทำงานของแอปพลิเคชันมีความถูกต้องร้อยละ 100 สำหรับการตรวจแบบ Cell Grouping ร่วมกับการตรวจแบบ Serum Grouping

ตารางที่ 4.28 ร้อยละความถูกต้องของแอปพลิเคชัน ABO Grouping แบบ Cell กับ Serum Grouping

Anti-A	Anti-B	Anti-A,B	A-Cell	B-Cell	หมู่เลือดตามทฤษฎี	หมู่เลือดจากโปรแกรม	ร้อยละความถูกต้องการทำงานของแอปพลิเคชัน
+	-	+	-	+	A	A	100
-	+	+	+	-	B	B	100
+	+	+	-	-	AB	AB	100
-	-	-	+	+	O	O	100
-	-	+	+	+	แปลผลไม่ได้	Invalid	100
+	+	-	-	-	แปลผลไม่ได้	Invalid	100
-	+	-	+	-	แปลผลไม่ได้	Invalid	100
+	-	-	-	+	แปลผลไม่ได้	Invalid	100
+	+	+	+	+	แปลผลไม่ได้	Invalid	100
-	-	-	-	-	แปลผลไม่ได้	Invalid	100

จากคะแนนประเมินการใช้งานโปรแกรมของผู้ใช้งานทั้งหมด 10 คน สามารถแสดงข้อมูล ดังตารางที่ 4.29

ตารางที่ 4.29 ร้อยละคะแนนความพึงพอใจต่อการใช้งาน โปรแกรม

โปรแกรม	ร้อยละคะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจ
1.WBC Corrected	94.50
2.Urine Protein 24 Hrs	96.50
3.Urine Creatinine 24 Hrs	96.50
4.ABO Grouping Interpretation	98.75

จากข้อมูลการศึกษาดังกล่าวพบว่า ร้อยละของคะแนนความพึงพอใจต่อการใช้งานแอปพลิเคชันทั้ง 4 รายการ มีคะแนนเกินกว่าร้อยละ 90 ทั้ง 4 แอปพลิเคชัน ซึ่งถือเป็นคะแนนที่สามารถยอมรับได้ในระดับที่น่าพอใจในการพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ 4 รายการ ได้แก่

1. การนับแก้เม็ดเลือดขาว (WBC Corrected)
2. การคำนวณ โปรตีน 24 ชั่วโมงในปัสสาวะ (Urine Protein 24 Hours)
3. การคำนวณครีเอทีนิน 24 ชั่วโมงในปัสสาวะ (Urine Creatinine 24 Hours)
4. การแปลผลหมู่เลือดในระบบ ABO (ABO Grouping Interpretation)

ผลการทดสอบประสิทธิภาพความถูกต้องของแอปพลิเคชัน แสดงดังตารางที่ 4.30

ตารางที่ 4.30 ร้อยละคะแนนความถูกต้องของการทำงานของโปรแกรมทั้ง 4 โปรแกรม

โปรแกรม	ร้อยละความถูกต้องของการทำงานของแอปพลิเคชัน
1. WBC Corrected	100
2. Urine Protein 24 Hours	100
3. Urine Creatinine 24 Hours	100
4. ABO Grouping Interpretation	100

จากข้อมูลที่ได้เมื่อทำการทดสอบการคำนวณและการแปลผลของทั้ง 4 รายการ พบว่า ในส่วนของแอปพลิเคชันที่ใช้ในการคำนวณ 3 รายการคือ WBC Corrected, Urine Protein 24 Hours และ Urine Creatinine 24 Hours สามารถคำนวณผลได้อย่างถูกต้องร้อยละ 100 และในส่วนของรายการที่ช่วยในการแปลผลหมู่เลือดระบบ ABO (ABO Grouping Interpretation) สามารถแปลผลหมู่เลือดได้อย่างถูกต้องร้อยละ 100 เช่นเดียวกัน ซึ่งในส่วนของประสิทธิภาพความถูกต้องในการทำงานของแอปพลิเคชันนั้นพบว่าได้ผลอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถยอมรับได้



บทที่ 5

สรุปการศึกษา อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

1. สรุปการศึกษา

จากการศึกษาวิจัยการพัฒนาแอปพลิเคชันทางห้องปฏิบัติการเทคนิคการแพทย์ทั้ง 4 รายการ ได้แก่ การนับแก้จำนวนเม็ดเลือดขาว (WBC Corrected) การตรวจหาโปรตีน 24 ชั่วโมงในปัสสาวะ (Urine Protein 24 Hours) การตรวจหาครีเอตินิน 24 ชั่วโมงในปัสสาวะ (Urine Creatinine 24 Hours) และการแปลผลหมู่เลือดในระบบ ABO (ABO Grouping Interpretation)

1.1 ด้านความพึงพอใจต่อการใช้งานแอปพลิเคชันของผู้ใช้งาน

สำหรับข้อมูลคะแนนผลการประเมินการใช้งานจากผู้ใช้งานทั้ง 10 คน โดยเป็นนักเทคนิคการแพทย์ จำนวน 8 คน และเจ้าพนักงานวิทยาศาสตร์การแพทย์ จำนวน 2 คน ที่ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการเทคนิคการแพทย์ โรงพยาบาลวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี สามารถสรุปผลการศึกษาในครั้งนี้ได้ดังนี้

1) การนับแก้จำนวนเม็ดเลือดขาว (WBC Corrected) มีคะแนนความพึงพอใจเฉลี่ยร้อยละ 94.50

2) การตรวจหาโปรตีน 24 ชั่วโมงในปัสสาวะ (Urine Protein 24 Hours) มีคะแนนความพึงพอใจเฉลี่ยร้อยละ 96.50

3) การตรวจหาครีเอตินิน 24 ชั่วโมงในปัสสาวะ (Urine Creatinine 24 Hours) มีคะแนนความพึงพอใจเฉลี่ยร้อยละ 96.50

4) การแปลผลหมู่เลือดในระบบ ABO (ABO Grouping Interpretation) มีคะแนนความพึงพอใจเฉลี่ยร้อยละ 98.75

5) การแจ้งเตือนความผิดพลาดของแอปพลิเคชัน แอปพลิเคชันสามารถแจ้งเตือนความผิดพลาดจากการป้อนข้อมูลที่ไม่ถูกต้องให้ผู้ใช้งานทราบได้

จะเห็นว่าผู้ใช้งานทั้ง 10 คน ที่ได้ใช้งานโปรแกรม ต่างมีความพึงพอใจในการใช้งานแอปพลิเคชันในระดับที่คะแนนเฉลี่ยมากกว่าร้อยละ 90

ด้านการพัฒนาแอปพลิเคชัน ผู้ทำการศึกษาพบว่า แอปพลิเคชันที่พัฒนาสามารถทำงานได้ตามการออกแบบและครอบคลุมการทำงานตามที่ได้วิเคราะห์ระบบและเก็บรวบรวมความต้องการของระบบตั้งแต่ต้น อีกทั้งยังมีการออกแบบและพัฒนาการใช้งานแบบ Graphical User Interface เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งานและสามารถแจ้งข้อผิดพลาดในการใช้งานให้ผู้ใช้ทราบผ่านทางหน้าจอได้ด้วย

1.2 ด้านประสิทธิภาพความถูกต้องของการทำงานของแอปพลิเคชัน

สำหรับด้านประสิทธิภาพความถูกต้องของการทำงานของแอปพลิเคชันได้ทำการทดสอบโดยการป้อนค่าการทดสอบตามเงื่อนไขต่างๆ พบว่าแอปพลิเคชันมีประสิทธิภาพความถูกต้องในการทำงานดังนี้

1) การนับแก้จำนวนเม็ดเลือดขาว (WBC Corrected)

จากการกำหนดเงื่อนไขการทดสอบเป็น 4 กรณีการทดสอบและทั้ง 4 กรณีการทดสอบแยกเป็นเงื่อนไขการทดสอบรวมทั้งหมด 7 เงื่อนไขการทดสอบ โดยครอบคลุมค่าการป้อนข้อมูลที่ไม่ถูกต้องและค่าที่ไม่อยู่ในเงื่อนไขการทำงานของแอปพลิเคชันพบว่า แอปพลิเคชันสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องทุกเงื่อนไขการทดสอบ

2) การตรวจหาโปรตีน 24 ชั่วโมงในปัสสาวะ (Urine Protein 24 Hours)

จากการกำหนดเงื่อนไขการทดสอบเป็น 4 กรณีการทดสอบและทั้ง 4 กรณีการทดสอบแยกเป็นเงื่อนไขการทดสอบรวมทั้งหมด 6 เงื่อนไขการทดสอบ โดยครอบคลุมค่าการป้อนข้อมูลที่ไม่ถูกต้อง ค่าสูง ค่าต่ำและค่าที่ไม่อยู่ในเงื่อนไขการทำงานของแอปพลิเคชันพบว่า แอปพลิเคชันสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องทุกเงื่อนไขการทดสอบ

3) การตรวจหาครีเอทีนิน 24 ชั่วโมงในปัสสาวะ (Urine Creatinine 24 Hours)

จากการกำหนดเงื่อนไขการทดสอบเป็น 4 กรณีการทดสอบและทั้ง 4 กรณีการทดสอบแยกเป็นเงื่อนไขการทดสอบรวมทั้งหมด 6 เงื่อนไขการทดสอบ โดยครอบคลุมค่าการป้อนข้อมูลที่ไม่ถูกต้อง ค่าสูง ค่าต่ำและค่าที่ไม่อยู่ในเงื่อนไขการทำงานของแอปพลิเคชันพบว่า แอปพลิเคชันสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องทุกเงื่อนไขการทดสอบ

4) การแปลผลหมู่เลือดระบบ ABO (ABO Grouping Interpretation)

จากการทดสอบการป้อนข้อมูลผลการอ่านปฏิกิริยาการเกาะกลุ่ม (Agglutination) ของการแปลผลหมู่เลือดแบบ Cell Grouping ได้ทดสอบการป้อนข้อมูลทั้งหมด 8 ครั้ง โดยเป็นข้อมูลในรูปแบบผลการทดสอบถูกต้อง 4 ครั้ง และรูปแบบผลการทดสอบที่ไม่ถูกต้อง 4 ครั้ง พบว่าแอปพลิเคชันสามารถรายงานผลได้ถูกต้องทุกกรณี และเมื่อทำการป้อนข้อมูลการอ่านปฏิกิริยาการเกาะ

กลุ่ม (Agglutination) ของการแปลผลหมู่เลือดแบบ Cell Grouping ร่วมกับการแปลผลหมู่เลือดแบบ Serum Grouping ได้ทำการทดสอบป้อนข้อมูลทั้งหมด 10 ครั้ง

โดยเป็นข้อมูลรูปแบบผลการทดสอบที่ถูกต้อง 4 ครั้งและรูปแบบผลการทดสอบที่ไม่ถูกต้อง 6 ครั้ง พบว่าแอปพลิเคชันยังคงสามารถรายงานผลได้ถูกต้องทุกกรณี

จากข้อมูลดังกล่าวจะเห็นว่าแอปพลิเคชันสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องตามการออกแบบและพัฒนา โดยมีประสิทธิภาพความถูกต้องที่สามารถดักจับข้อมูลที่ไม่ถูกต้องหรือไม่อยู่ในเงื่อนไขการทำงานของแอปพลิเคชันและแจ้งข้อผิดพลาดให้ผู้ใช้ทราบได้ นอกจากนี้ยังสามารถให้ผลการทำงานที่ถูกต้องในกรณีการป้อนข้อมูลถูกต้องครบถ้วน ซึ่งสอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้ที่ต้องการความถูกต้องน่าเชื่อถือจากการทำงานของแอปพลิเคชัน

1.3 ด้านการศึกษาวิเคราะห์และออกแบบระบบ (System Analysis and System Design)

จากการศึกษาครั้งนี้เนื่องจากแอปพลิเคชันที่พัฒนา เป็นแอปพลิเคชันที่เกี่ยวข้องกับงานทางห้องปฏิบัติการเทคนิคการแพทย์ ซึ่งต้องอาศัยองค์ความรู้และทฤษฎีทางวิชาการทางด้านห้องปฏิบัติการค่อนข้างมาก ดังนั้นการวิเคราะห์และออกแบบระบบผู้พัฒนาต้องเก็บข้อมูลความต้องการของระบบ (System Requirements) ที่จะพัฒนาให้ถูกต้องและครอบคลุมมากที่สุด และในการศึกษาครั้งนี้เนื่องจากผู้ทำการศึกษาเป็นนักเทคนิคการแพทย์ซึ่งปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการเทคนิคการแพทย์อยู่แล้ว การวิเคราะห์และออกแบบระบบจึงสามารถทำได้ครอบคลุมตามกรอบของทฤษฎีทางวิชาการได้ครบถ้วน ตลอดจนทราบถึงข้อกำหนดและข้อจำกัดของข้อมูลที่ต้องนำมาใช้ในการออกแบบและพัฒนาแอปพลิเคชันได้เป็นอย่างดี

1.4 ด้านการเลือกเครื่องมือในการพัฒนาและออกแบบระบบ

จากการศึกษาครั้งนี้ผู้ทำการศึกษาได้เลือกเครื่องมือในการพัฒนาแอปพลิเคชันคือ NetBeans IDE เนื่องจากรองรับการออกแบบแบบแอปพลิเคชันแบบ GUI ได้ด้วย ซึ่งทำให้การออกแบบและพัฒนาเป็นไปด้วยความคล่องตัว แต่ทั้งนี้การเพิ่มฟังก์ชันการทำงานของแอปพลิเคชันก็ยังคงต้องมีการเพิ่มเติมในส่วนของการเขียนรหัสโปรแกรม (Coding) ด้วยเช่นกัน และจากการศึกษาครั้งนี้พบว่า ทรัพยากรด้านซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการพัฒนาจะต้องมีประสิทธิภาพในระดับที่ต้องเพียงพอต่อการใช้งานและพัฒนาระบบ เนื่องจากเป็นการทำงานในระบบกราฟฟิก (Graphic User Interface: GUI) ซึ่งต้องใช้ทรัพยากรเครื่องค่อนข้างมาก

สำหรับชุดพัฒนาของภาษาจาวา (Java Software Development Kit: Java SDK) จำเป็นจะต้องใช้รุ่น (version) ที่ใหม่ตั้งแต่ version 7 ขึ้นไป เนื่องจากบางคอมโพเนนต์ของจาวา (Java Component) ไม่สามารถรองรับและใช้งานได้รุ่นที่เก่ากว่านี้

2. อภิปรายผล

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้เลือกแนวทางการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบอะไจล์ (Agile) โดยเน้นไปที่การพัฒนาตัวแอปพลิเคชันและการมีส่วนร่วมของผู้ใช้งานมากกว่าการจัดทำเอกสารโปรแกรม ทั้งนี้เพื่อให้ง่ายและคล่องตัวในการพัฒนาแอปพลิเคชันตั้งแต่ขั้นตอนการระบุนความต้องการของผู้ใช้งาน โดยเฉพาะการปรับเปลี่ยนความต้องการของผู้ใช้งานที่ได้จากการแลกเปลี่ยนข้อมูลในการทำงานกันอย่างสม่ำเสมอเนื่องจากผู้พัฒนาแอปพลิเคชันและผู้ใช้งานเป็นผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการเดียวกันทำให้การสื่อสารระหว่างกันเก็บข้อมูลเพื่อทำการศึกษาวิจัยเป็นไปด้วยความคล่องตัวและเข้าใจได้ง่าย

สำหรับแอปพลิเคชันที่ใช้สำหรับช่วยในการคำนวณทั้ง 3 รายการ ได้แก่ การนับเม็ดจำนวนเม็ดเลือดขาว (WBC Corrected) การตรวจหาปริมาณโปรตีน 24 ชั่วโมงในปัสสาวะ (Urine Protein 24 Hours) และการตรวจหาปริมาณครีเอทีนิน 24 ชั่วโมงในปัสสาวะ (Urine Creatinine 24 Hours) โดยแอปพลิเคชันต่างก็สามารถเข้ามาช่วยแก้ปัญหาในเรื่องของการลดความยุ่งยากและข้อผิดพลาดจากการคำนวณผลตรวจวิเคราะห์ได้เป็นอย่างดี

ในส่วนการแปลผลหมู่เลือดในระบบ ABO (ABO Grouping Interpretation) จากความซับซ้อนของรูปแบบการเกิดปฏิกิริยาการเกาะกลุ่มในการอ่านผลและแปลผลหมู่เลือดในระบบ ABO นั้น การที่มีเครื่องมือช่วยในการแปลผลโดยที่ผู้ทดสอบไม่ต้องจดจำรูปแบบการแปลผลเลย อีกทั้งยังแจ้งเตือนข้อผิดพลาดในการแปลผลหากมีการป้อนข้อมูลรูปแบบการเกิดปฏิกิริยาการเกาะกลุ่มที่ไม่ถูกต้องและสอดคล้องเข้าไปในโปรแกรม ซึ่งในส่วนนี้ถือว่าจำเป็นและมีประโยชน์เป็นอย่างมากต่อการรายงานผลที่ถูกต้องของหมู่เลือดในระบบ ABO แต่ทั้งนี้จะมีขั้นตอนและเวลาที่เพิ่มขึ้นจากการที่ต้องป้อนข้อมูลการอ่านผลปฏิกิริยาการเกาะกลุ่มเข้าสู่โปรแกรม รวมทั้งอาจเกิดข้อผิดพลาดจากการป้อนข้อมูลที่ผิดพลาดของผู้ใช้งานได้เนื่องจากยังเป็นการป้อนข้อมูลด้วยมือ แต่อย่างไรก็ตามหากการป้อนข้อมูลปฏิกิริยาให้ผลที่ไม่สอดคล้องกับรูปแบบการแปลผลหมู่เลือดในระบบ ABO โปรแกรมก็ยังสามารถที่จะเป็นเครื่องมือช่วยตรวจสอบและแจ้งข้อมูลให้ผู้ใช้งานทราบได้เพื่อตรวจสอบข้อมูลอีกครั้งก่อนการรายงานผลต่อไป

จากการทดสอบการทำงานของแอปพลิเคชัน โดยการกำหนดเงื่อนไขการทดสอบต่างๆ กันเพื่อให้โปรแกรมสามารถตรวจสอบเงื่อนไขต่างๆ ของข้อมูลที่ผู้ใช้งานป้อนเข้าไปที่โปรแกรม และในกรณีป้อนข้อมูลที่ไม่ถูกต้อง โปรแกรมก็สามารถแจ้งเตือนให้ผู้ใช้งานทราบได้จากเงื่อนไขการทดสอบต่างๆ สามารถอภิปรายผลการทดสอบได้ดังนี้

2.1 เมื่อทดสอบเงื่อนไขการป้อนข้อมูลที่ไม่ใช่ตัวเลข พบว่าโปรแกรมสามารถแจ้งเตือนให้ผู้ใช้งานทราบได้

2.2 เมื่อทดสอบเงื่อนไขการป้อนข้อมูลที่เป็นค่าว่าง พบว่าโปรแกรมสามารถแจ้งเตือนให้ผู้ใช้งานทราบได้

2.3 เมื่อทดสอบเงื่อนไขการป้อนข้อมูลที่ค่าของข้อมูลไม่เป็นไปตามข้อกำหนด พบว่าโปรแกรมสามารถแจ้งเตือนให้ผู้ใช้งานทราบได้

2.4 เมื่อทดสอบเงื่อนไขการป้อนข้อมูลที่ไม่เป็นไปตามรูปแบบการแปลผลที่กำหนด ในส่วนของการแปลผลหมู่เลือดระบบ ABO (ABO Grouping Interpretation) พบว่าโปรแกรมสามารถแจ้งเตือนให้ผู้ใช้งานทราบได้และจะไม่รายงานผลหรือแปลผลให้จนกว่าจะป้อนข้อมูลที่ถูกต้อง

2.5 ถึงแม้จะมีการพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อช่วยอำนวยความสะดวกในการทำงาน แต่การนำเข้าข้อมูลยังเป็นการป้อนข้อมูลของผู้ปฏิบัติงานเอง ซึ่งอาจมีข้อผิดพลาดจากขั้นตอนนี้ได้

2.6 แอปพลิเคชันที่พัฒนาในการศึกษาครั้งนี้ สามารถทำงานได้ทั้งบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ (Windows OS) และบนระบบปฏิบัติการแมคอินทอช (Mac OS) อีกทั้งตัวแอปพลิเคชันเองสามารถพกพาไปใช้งานเครื่องอื่น โดยการเรียกใช้งานแอปพลิเคชันผ่านทางแฟลชไดรฟ์ (Flash Drive) ได้ด้วย

2.7 แอปพลิเคชันสามารถรายงานผลเฉพาะค่าที่เป็นไปได้ตามขอบเขตการตรวจวิเคราะห์เท่านั้น กรณีผลการคำนวณที่เป็นไปไม่ได้ จะไม่มีการรายงานค่าออกมาและแจ้งข้อความผิดพลาดนั้นให้ผู้ใช้งานทราบผ่านทางหน้าจอ

จากการทดสอบแอปพลิเคชันพบว่า แอปพลิเคชันสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องตั้งแต่การรับข้อมูลจากผู้ใช้งานและการรายงานผลที่ถูกต้อง นอกจากนี้ยังสามารถแจ้งเตือนให้ผู้ใช้งานทราบกรณีมีข้อผิดพลาดจากการป้อนข้อมูลทำให้ผู้ใช้งานสามารถทำงานได้อย่างรวดเร็วและถูกต้องมากขึ้นและมั่นใจได้ว่าข้อมูลถูกต้องครบถ้วนตั้งแต่ข้อมูลนำเข้า (Data Input) จนถึงผลลัพธ์ที่ได้จากการทำงานของแอปพลิเคชัน

2 ข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิจัยนี้เป็นการพัฒนาแอปพลิเคชันที่เกี่ยวข้องกับผลการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการซึ่งบางรายการตรวจวิเคราะห์นั้นข้อมูลที่ต้องป้อนเข้าสู่โปรแกรมเป็นข้อมูลที่ได้รับการตรวจนับค่าโดยเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการเอง เช่น การนับแก้จำนวนเม็ดเลือดขาว (White Blood Cell Corrected) ข้อมูลจำนวน NRC ซึ่งเป็นค่าหนึ่งที่ต้องป้อนเข้าสู่โปรแกรมเพื่อใช้ในการคำนวณเป็นค่าที่ได้จากการตรวจนับผ่านกล้องจุลทรรศน์ซึ่งทักษะความชำนาญและประสบการณ์ในการทำงานมีผลต่อการนับแยก NRC ซึ่งส่งผลต่อจำนวน NRC ที่นับได้ในแต่ละคนที่ทำการตรวจนับ อาจมีความแตกต่างกันได้ ซึ่งการที่จะได้ผลการตรวจที่ถูกต้องจากการใช้แอปพลิเคชันนั้น ข้อมูลนำเข้าย่อมมีความสำคัญมากเช่นกันทั้งนี้การควบคุมคุณภาพการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการทั้งภายในและภายนอกหน่วยงาน (Internal and External Quality Control) ถือเป็นเครื่องมืออันหนึ่งที่จะเข้ามาควบคุมคุณภาพของผลการตรวจวิเคราะห์ตรงส่วนนี้ได้

ในส่วนของการคำนวณค่า Urine Protein 24 ชั่วโมงและ Urine Creatinine 24 ชั่วโมงนั้น การศึกษาวิจัยต่อไปในอนาคตนั้น สามารถทำโปรแกรมเชื่อมต่ออัตโนมัติ (Interface) ระหว่างเครื่องตรวจวิเคราะห์กับตัวแอปพลิเคชันได้โดยตรง เนื่องจากการป้อนค่าตรวจวิเคราะห์เป็นตัวเลขเข้าสู่โปรแกรมด้วยมืออาจมีความผิดพลาดจากการป้อนข้อมูลของผู้ใช้งานได้ การนำเข้าข้อมูลโดยอัตโนมัติผ่านทางโปรแกรมเชื่อมต่ออัตโนมัติ จะช่วยแก้ไขปัญหานี้ได้เป็นอย่างมาก นอกจากนั้นยังสามารถส่งผลการตรวจวิเคราะห์เข้าสู่ระบบ LIS (Laboratory Information System) และ HIS (Hospital Information System) ได้โดยอัตโนมัติ

สำหรับการแจ้งเตือนข้อผิดพลาดให้ผู้ใช้งานทราบของแอปพลิเคชันนั้น เนื่องจากการแจ้งเตือนแบบภาพรวมที่ไม่ได้มีการระบุรายละเอียดของข้อผิดพลาดแต่ละประเด็นให้ผู้ใช้งาน จึงทำให้คะแนนประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ในส่วนนี้อยู่ในเกณฑ์ที่ไม่ดีนัก ดังนั้นในการพัฒนาต่อไปอาจต้องเพิ่มรายละเอียดการแจ้งเตือนข้อผิดพลาดให้ผู้ใช้งานทราบ

สำหรับการวิจัยและพัฒนาในอนาคตในส่วนของการแปลผลหมู่เลือดในระบบ ABO สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีการประมวลผลด้วยภาพ (Image Processing Technology) สำหรับวิเคราะห์ข้อมูลการอ่านผลปฏิกิริยาการเกาะกลุ่ม เพื่อทดแทนการอ่านด้วยตาของผู้ปฏิบัติงาน

ในส่วนของการนำไปใช้งาน แอปพลิเคชันนี้สามารถนำไปใช้งานในห้องปฏิบัติการของโรงพยาบาลอื่นๆ ที่มีขนาดเล็กกว่าหรือใกล้เคียงกับโรงพยาบาลวารินชำราบ ที่ยังมีข้อจำกัดเรื่องงบประมาณในการจัดหาซอฟต์แวร์ซึ่งมักจะต้องซื้อพร้อมกับเครื่องตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการที่ราคาสูงมากเท่านั้น

การศึกษานี้มุ่งสร้างจาวาแอปพลิเคชันโดยเลือก JAVA SE ซึ่งเป็น Standard Edition มาใช้ในการพัฒนาแอปพลิเคชันที่ช่วยในการทำงานเกี่ยวกับการตรวจทางห้องปฏิบัติการเทคนิคการแพทย์ โดยเลือก 4 รายการที่สำคัญและเป็นความต้องการของผู้ใช้งานมาพัฒนาด้วยภาษาจาวา ซึ่งเป็นภาษาที่มีคุณสมบัติเด่นคือไม่ขึ้นกับคอมพิวเตอร์แพลตฟอร์มใดแพลตฟอร์มหนึ่ง (Platform Independent) อีกทั้งยังมีความยืดหยุ่นสูง ซึ่งในการศึกษานี้แอปพลิเคชันที่พัฒนาเป็นแบบ Java Desktop Application ซึ่งต้องมีการติดตั้งไปที่เครื่องที่ต้องการใช้งานก่อนในทุกเครื่องที่ต้องการใช้งาน ซึ่งอาจเป็นข้อจำกัดหนึ่ง ดังนั้นหากสามารถพัฒนาในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชัน (Java Web Application) โดยต้องอาศัย JAVA EE ซึ่งเป็น Enterprise Edition ที่เหมาะสำหรับการพัฒนา Java Web Application ก็จะทำให้การใช้งานสะดวกและคล่องตัวมากยิ่งขึ้น อีกทั้งการที่อุปกรณ์เคลื่อนที่ (Mobile Devices) ที่ได้รับความนิยมมากขึ้นในปัจจุบัน การต่อยอดพัฒนาเป็นแอปพลิเคชันมือถือ (Mobile Application) ก็น่าจะเป็นการดีและสะดวกต่อการใช้งาน โดยเฉพาะการพัฒนาเป็น Android Application เนื่องจากพื้นฐานโครงสร้างภาษาที่ใช้พัฒนา Android Application ซึ่งมาจากภาษาจาวานั้นเอง

บรรณานุกรม



บรรณานุกรม

- มณเฑียร พันธุมธากุล. (2540). *การทดสอบพื้นฐานทางห้องปฏิบัติการโลหิตวิทยา*.
(พิมพ์ ครั้งที่ 1) ขอนแก่น: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- ลิ่มทอง พรหมดี. (2540). *คู่มือปฏิบัติการเคมีคลินิก*. ขอนแก่น: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สุดา เขียวมนตรี. (2555). *คู่มือเขียนโปรแกรมภาษา Java ฉบับสมบูรณ์*. (พิมพ์ครั้งที่ 1)
นนทบุรี: บริษัท ไอดีซี พรีเมียร์.
- Arneson Wendy. (2013). *Clinical Chemistry: A Laboratory Perspective*. USA:
Philadelphia F. A. Davis.
- Adnan Mujahid and Franz L. Dickert. (2015). *Blood Group Typing: From Classical
Strategies to the Application of Synthetic Antibodies Generated by Molecular
Imprinting*. 16(1). Retrieved from
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4732084/>
- Atul Palandurkar. (2013). *NetBeans IDE How-to*. UK: PACKT Publishing.
- Sabrina Buoro and Mauro Vavassori. (2015). *Evaluation of nucleated red blood cell count
by Sysmex XE-2100 in patients with thalassaemia or sickle cell anaemia and in
neonates*. 13(4).
Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4624534/>
- SR MehdiMD. (2013). *Essentials of Blood Banking*. India: Jaypee Brothers Medical Pub.
- Vilas U. Chavan and Anjum K. Sayyed. (2011). *Practical Aspects of Calculation,
Expression and Interpretation Of Urine Albumin Measurement*. 2(1).
Retrieved from <http://njirm.pbworks.com/f/7.precticle+aspect+of+calclution.pdf>



ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

สืบราชสันตติวงศ์



ภาคผนวก ก
เครื่องมือพัฒนาจาวาแอปพลิเคชัน

เว็บไซต์ทางการของโปรแกรม Java SE: <https://www.oracle.com/java/technologies/javase-downloads.html>

Java SE Downloads

Java Platform, Standard Edition

Java SE 15

Java SE 15.0.1 is the latest release for the Java SE Platform

- Documentation
- Installation Instructions
- Release Notes
- Oracle License
 - Binary License
 - Documentation License
- Java SE Licensing Information User Manual
 - Includes Third Party Licenses
- Certified System Configurations
- Readme

Oracle JDK

↓ JDK Download

↓ Documentation Download

เว็บไซต์ทางการของโปรแกรม NetBeans IDE: <https://netbeans.org/downloads/8.2/rc/>

HOME / Download

NetBeans IDE 8.2 RC Download 8.1 | 8.2 RC | Development | Archive

Email address (optional): IDE Language: English Platform: Windows

Subscribe to newsletters: Monthly Weekly NetBeans can contact me at this address

Note: Greyed out technologies are not supported for this platform.

Supported technologies *	Java SE	Java EE	HTML5/JavaScript	PHP	C/C++	All
NetBeans Platform SDK	•	•				•
Java SE	•	•				•
Java FX	•	•				•
Java EE	•	•				•
Java ME						•
HTML5/JavaScript		•	•	•		•
PHP			•	•		•
C/C++					•	•
Groovy						•
Java Card™ 3 Connected						•
Bundled servers						
GlassFish Server Open Source Edition 4.1.1		•				•
Apache Tomcat 8.0.27		•				•

Download Download Download x86 Download x86 Download x86 Download x64 Download x64 Download x64 Download

Free, 95 MB Free, 197 MB Free, 108 - 112 MB Free, 108 - 112 MB Free, 105 - 110 MB Free, 221 MB

เว็บไซต์ทางการของโปรแกรม Inno Setup: <https://jrsoftware.org/isinfo.php>

Inno Setup

Inno Setup is a *free* installer for Windows programs by Jordan Russell and Martijn Laan. First introduced in 1997, Inno Setup today rivals and even surpasses many commercial installers in feature set and stability.

- **Features**
Learn more about what Inno Setup can do.
- **Download Inno Setup**
Get the latest version of Inno Setup here.
- **Mailing List**
Be notified by e-mail whenever major new versions are released.
- **Frequently Asked Questions**
Get answers to common questions and problems.
- **Third-Party Files**
Here you can find various useful tools for Inno Setup (for example, GUI script editors) and translations of the Setup text in many languages.
- **Donate**
Support the Inno Setup project.

Don't forget to check out the Inno Setup [forum](#), the primary source for Inno Setup support. Additionally, a large number of questions and answers can be found on [Stack Overflow](#).

Want to be notified by e-mail of updates? Then [click here to subscribe](#) to the Inno Setup announcements mailing list. **If you subscribed before October 2019, please resubscribe.**

Key features:

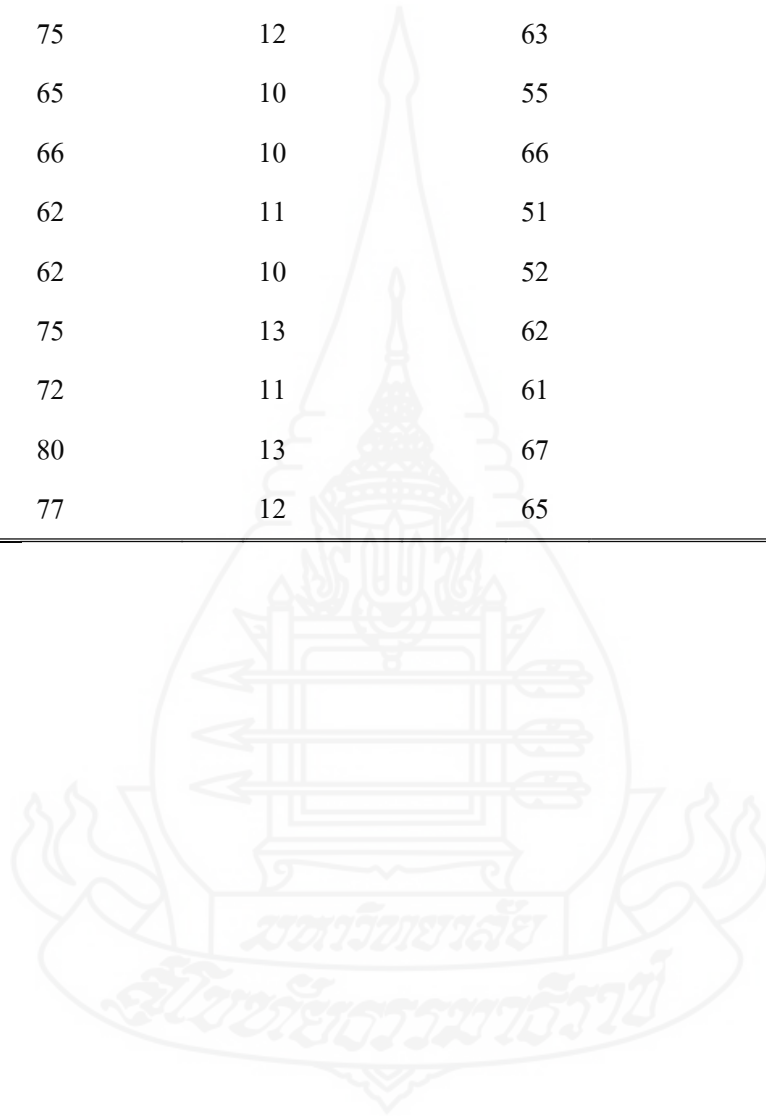


ภาคผนวก ข
ผลการทดสอบแอปพลิเคชัน



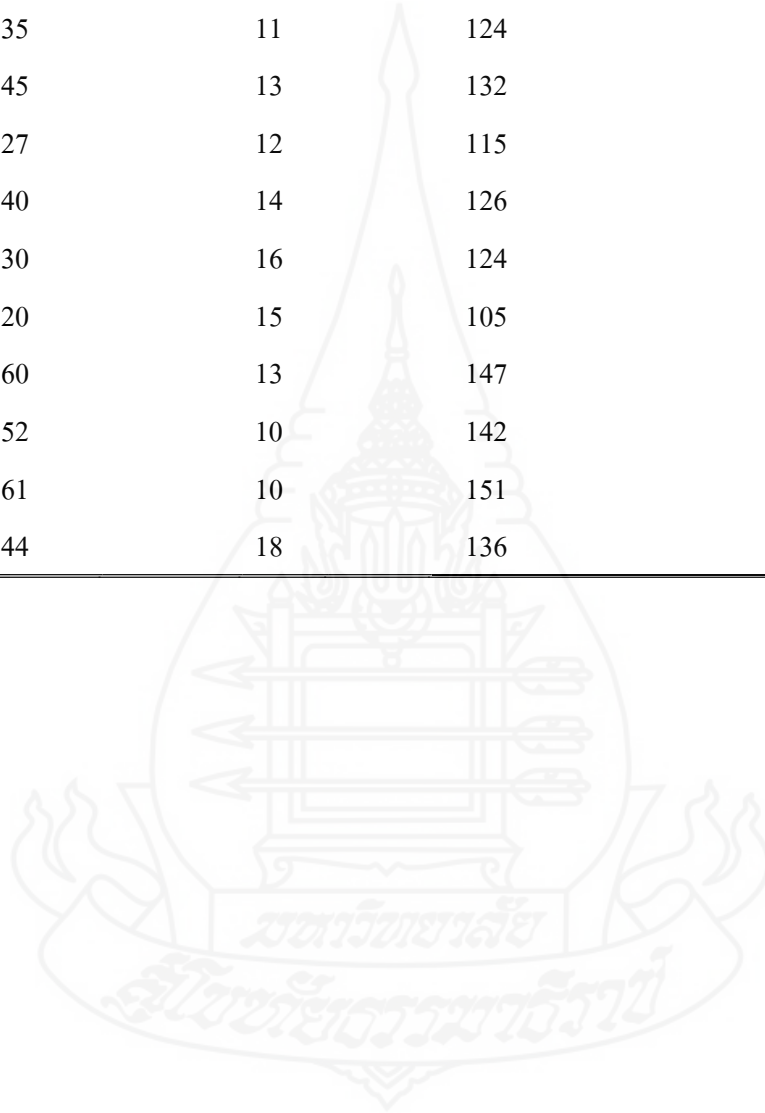
เปรียบเทียบเวลาในการคำนวณก่อนและหลังการใช้แอปพลิเคชัน การนับแก้จำนวนเม็ดเลือดขาว

User No.	Manual Time (second)	Application Time (second)	Reduction Time (second)	Reduction Time (%)
1	70	12	58	82.9
2	75	12	63	84.0
3	65	10	55	84.6
4	66	10	66	84.8
5	62	11	51	82.3
6	62	10	52	83.9
7	75	13	62	82.7
8	72	11	61	84.7
9	80	13	67	83.8
10	77	12	65	84.4



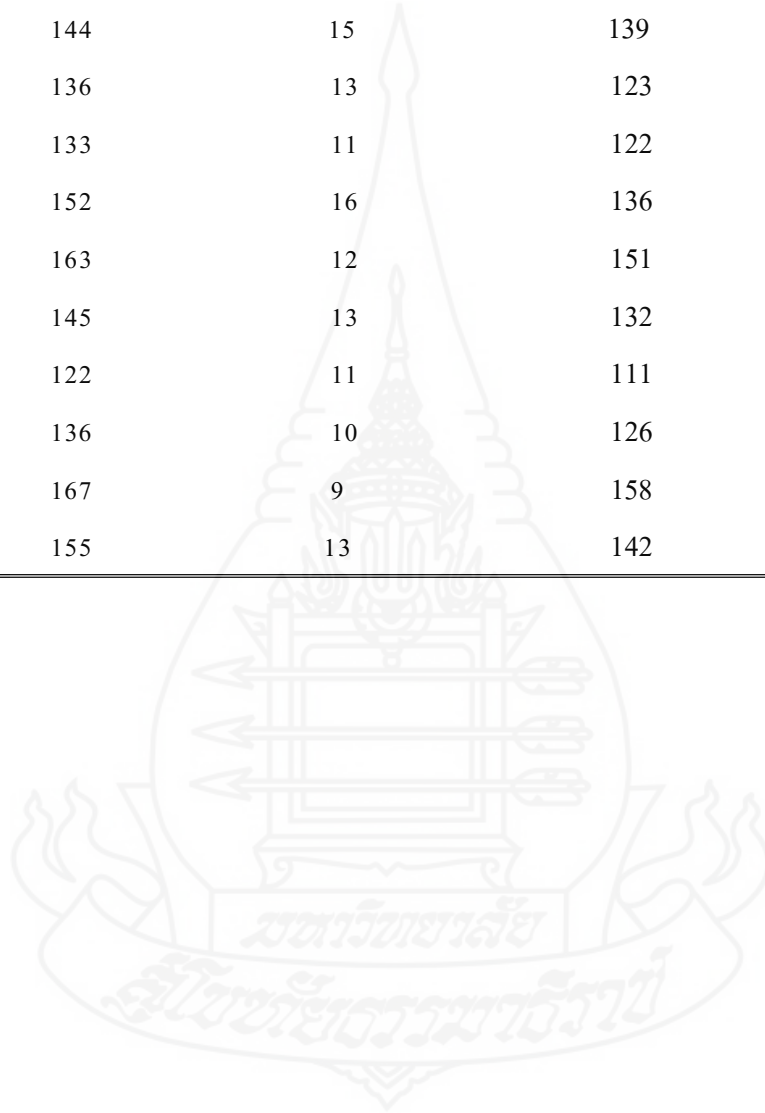
เปรียบเทียบเวลาในการคำนวณก่อนและหลังการใช้แอปพลิเคชัน การหาปริมาณโปรตีน 24 ชั่วโมง
ในปีสภาวะ

User No.	Manual Time (second)	Application Time (second)	Reduction Time (second)	Reduction Time (%)
1	135	11	124	91.9
2	145	13	132	91.0
3	127	12	115	90.6
4	140	14	126	90.0
5	130	16	124	87.7
6	120	15	105	87.5
7	160	13	147	91.9
8	152	10	142	93.4
9	161	10	151	93.8
10	144	18	136	87.5



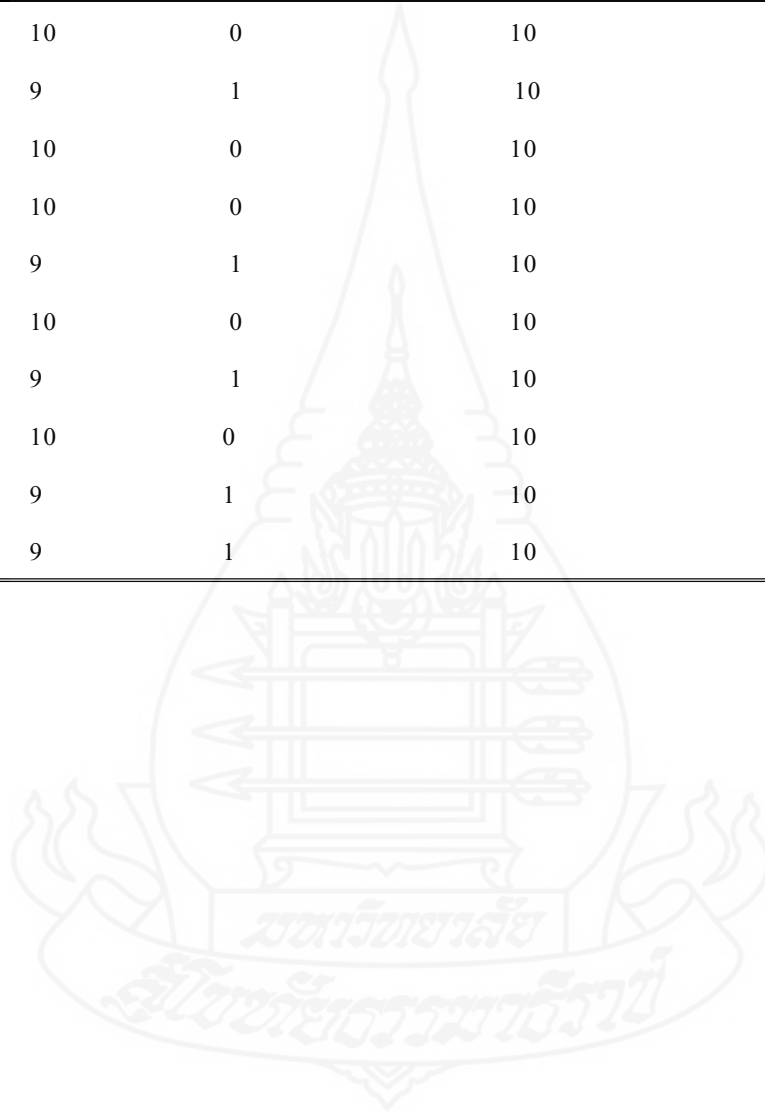
เปรียบเทียบเวลาในการคำนวณก่อนและหลังการใช้แอปพลิเคชัน การหาปริมาณครีเอทีฟ 24 ชั่วโมงในป่าสภาวะ

User No.	Manual Time (second)	Application Time (second)	Reduction Time (second)	Reduction Time (%)
1	144	15	139	89.6
2	136	13	123	90.4
3	133	11	122	91.7
4	152	16	136	89.5
5	163	12	151	92.6
6	145	13	132	91.0
7	122	11	111	91.0
8	136	10	126	92.6
9	167	9	158	94.6
10	155	13	142	91.6



เปรียบเทียบการอ่านปฏิริยาและรายงานผลก่อนและหลังการใช้แอปพลิเคชัน การแปลผลและ
รายงานผลหมู่เลือดระบบ ABO

User No.	Manual Interpreted		Application Interpreted	
	ถูกต้อง (specimen)	ไม่ถูกต้อง (specimen)	ถูกต้อง (specimen)	ไม่ถูกต้อง (specimen)
1	10	0	10	0
2	9	1	10	0
3	10	0	10	0
4	10	0	10	0
5	9	1	10	0
6	10	0	10	0
7	9	1	10	0
8	10	0	10	0
9	9	1	10	0
10	9	1	10	0



ประวัติผู้ศึกษา

ชื่อ	นายรุ่งสวัสดิ์ ศิริษา
วัน เดือน ปีเกิด	1 พฤษภาคม 2523
สถานที่เกิด	อำเภอภูดั่ง จังหวัดมหาสารคาม
ประวัติการศึกษา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคนิคการแพทย์) มหาวิทยาลัยขอนแก่น พ.ศ. 2546 วิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร) มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช พ.ศ. 2558
สถานที่ทำงาน	โรงพยาบาลวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี
ตำแหน่ง	นักเทคนิคการแพทย์

