รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการการพัฒนาระบบโลจิสติกส์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการ specimen ระหว่างโรงพยาบาลชุมชนและโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล

โดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธนกรณ์ แน่นหนา และคณะ

30 ธันวาคม 2557

สัญญาเลขที่ RDG5650039

รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการการพัฒนาระบบโลจิสติกส์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการ specimen ระหว่างโรงพยาบาลชุมชนและโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล

คณะผู้วิจัย	สังกัด
ผศ. ดร. ธนกรณ์ แน่นหนา	ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
อาจารย์ ดร. ธีรพล เปียฉ่ำ	ภาคจุลชีววิทยาคลินิกและเทคโนโลยีประยุกต์ คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยมหิดล

ชุดโครงการแผนงานการพัฒนาตัวแบบการจัดการโลจิสติกส์และห่วงโซ่อุปทานสุขภาพที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย

สนับสนุนโดยสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย วช.-สกว.ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

บทสรุปผู้บริหาร

ปัจจุบันนี้ หน่วยงานด้านสาธารณสุขในประเทศไทยมีการพัฒนาระบบสาธารณสุขในเชิงรุกมากขึ้น โดยมีการจัดตั้งหน่วยงานทางสาธารณสุขย่อยเพื่อรองรับการดูแลสุขภาพของประชาชนในแต่ละพื้นที่ ครอบคลุมการจัดการดูแลสุขภาพได้อย่างทั่วถึง เช่น โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล อย่างไรก็ตามในการเชื่อมโยงกับหน่วยงานเพื่อการดูแลรักษา เช่น โรงพยาบาลประจำอำเภอ หรือหน่วยงานทางสาธารณะสุขที่ใหญ่ขึ้น ยังคงต้องการระบบบริหารจัดการเพื่อให้เกิดการทำงานอย่างบูรณาการเป็นระบบ รวมทั้งปัจจุบันนี้ หน่วยงานด้านสาธารณสุขได้มีนโยบายในเชิงป้องกันเพื่อการดูแลสุขภาพของประชาชน จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีการกระจายการบริหารจัดการด้านการตรวจประเมินหรือตรวจวิเคราะห์สุขภาพของประชาชนจากสิ่งส่งตรวจ เช่น เลือด ปัสสาวะ อุจจาระ และสารน้ำต่างๆ ในร่างกายของผู้เข้ามารับบริการตรวจทางสุขภาพ ซึ่งถ้าได้สิ่งส่งตรวจที่มีคุณภาพย่อมจะส่งผลให้การบริการทางห้องปฏิบัติการมีความถูกต้อง แม่นยำ รวดเร็ว คุ้มค่า ได้คุณภาพตามมาตรฐานวิชาชีพเทคนิคการแพทย์ และสามารถตอบสนองความต้องการของแพทย์ พยาบาล และผู้ป่วย ก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดในกระบวนการรักษาพยาบาล และเกิดความพึงพอใจในการรับบริการ

ในปัจจุบันโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลมีการตรวจเฉพาะ ความเข้มของเลือด (Hematocrit) และ ตรวจระดับน้ำตาลเบื้องต้นส่วน การตรวจระดับไขมันในเลือด(Lipid Profile) จะส่งเลือดไปตรวจยังรพ.แม่ข่าย ไม่มีการตรวจตัวชี้วัดในเลือดอื่นๆไม่มีการตรวจปัสสวะ(Urine)และ อุจจาระ(feces) ถ้าจะตรวจจะใช้วิธีการ refer ไปยังโรงพยาบาลแม่ข่าย

การขนส่งสิ่งส่งตรวจจากโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล**ไปยัง**โรงพยาบาล**แม่ข่าย**ยังไม่มีระบบที่ชัดเจนโดนทางรพ.สต.ต้องทำการเก็บเลือดผู้ป่วยส่งไปยังรพ.แม่ข่ายเอง ระบบการบรรจุจัดเก็บไม่มีความชัดเจนโดยใส่เพียง rack ที่ใส่เลือดแล้วใช้กล่องพลาสติกปิดอีกชั้น และเดินทางโดยรถของรพ.สตเพื่อนำส่งเอง รวมไปถึงการไปรับผลการตรวจเองหลังจากส่งตรวจ 1 อาทิตย์ **(Lead Time)**

แต่เนื่องจากในปัจจุบัน ประชาชนยังคงต้องเดินทางเพื่อไปยังโรงพยาบาลที่มีห้องปฏิบัติการเพื่อตรวจประเมินหรือตรวจวิเคราะห์สุขภาพจากสิ่งส่งตรวจ ซึ่งทำให้เสียเวลาและเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ กระบวนการการจัดการสิ่งส่งตรวจระหว่างโรงพยาบาลและศูนย์สาธารณสุขมูลฐานยังมีขั้นตอนจากระบบงานที่เกี่ยวกับการส่งตรวจและการเรียกดูผลการตรวจวิเคราะห์ที่ล่าช้า ส่งผลให้การวินิจฉัยอาการของผู้ป่วยที่ต้องใช้ผลการวิเคราะห์สิ่งส่งตรวจไม่ทันต่อการรักษาได้อย่างทันท่วงที ด้วยเหตุนี้จึงควรมีการพัฒนากระบวนการการจัดการสิ่งส่งตรวจระหว่างโรงพยาบาลและศูนย์สาธารณสุขมูลฐานให้สามารถดำเนินงานได้รวดเร็วขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้ผู้รับบริการการตรวจสิ่งส่งตรวจสามารถทราบผลสิ่งส่งตรวจได้รวดเร็วขึ้น ลดเวลาการรอคอยผลตรวจวิเคราะห์สิ่งส่งตรวจ และสร้างความพึงพอใจในการให้บริการการตรวจรักษามากขึ้น

ซึ่งในที่นี้ทางผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาโมเดลโลจิสติกส์ของการจัดการสิ่งส่งตรวจระหว่างโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลและโรงพยาบาลชุมชนโดยจะสำรวจการจัดส่งสิ่งส่งตรวจระหว่างโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลและโรงพยาบาลชุมชนซึ่งมีลักษณะกึ่งเมืองกึ่งชนบท เพื่อนำมาพิจารณาในการเป็นตัวแทน

เบื้องต้นและจะนำไปขยายผลสู่ระดับประเทศในภายหลัง ซึ่งทางผู้วิจัยได้นำแนวคิดทางการบริหารจัดการโดยใช้กระบวนการโลจิสติกส์และเครื่องมืออื่นๆ ที่เกี่ยวข้องมาบริหารจัดการ เช่น โปรแกรมสำเร็จรูปทางด้านแผนที่ GIS (Geographic Information System) และการคำนวณเส้นทางการเดินรถซึ่งมีรากฐานมาจากทฤษฎี TSP (Traveling Salesman Problem) โดยนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้ เพื่อศึกษาเส้นทางของการนำส่งสิ่งส่งตรวจจากกลุ่มโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลไปสู่หน่วยตรวจวิเคราะห์ของโรงพยาบาลชุมชนอย่างเหมาะสม เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการสิ่งส่งตรวจระหว่างโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลและโรงพยาบาลชุมชน ตั้งแต่การนำส่งสิ่งส่งตรวจไปสู่ห้องปฏิบัติการการตรวจวิเคราะห์อย่างเหมาะสม รวมไปถึงการรายงานผลวิเคราะห์อย่างรวดเร็วและเป็นระบบ ซึ่งจะส่งผลช่วยการลดระยะเวลาในการจัดการสิ่งส่งตรวจและผลการตรวจระหว่างโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลและโรงพยาบาลชุมชน รวมทั้งลดเวลาในการเดินทางของประชาชนจากโรงพยาบาลสาธารณสุขตำบลไปยังโรงพยาบาลชุมชน อีกทั้งยังสามารถมีระบบบริหารจัดการในหน่วยงานสาธารณสุขภาครัฐเพื่อการพึ่งพาทรัพยากรทางโลจิสติกส์ร่วมกันและแข็งแกร่งในเชิงแข่งขันได้ ซึ่งจะก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการดูแลสุขภาพองค์รวมต่อไป

วัตถุประสงค์ของโครงการ

1 เพื่อรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานของการขนส่งสิ่งส่งตรวจ โดยใช้หน่วยงานสาธารณสุขในสังกัดของกระทรวงสาธารณสุขเป็นโมเดลพื้นฐานในการพัฒนาระบบโลจิสติกส์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการ specimen ระหว่างกลุ่มโรงพยาบาลชุมชนและโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล

2 เพื่อสร้างแบบจำลองโมเดลการขนส่งสิ่งส่งตรวจจากกลุ่มโรงพยาบาลตัวอย่างในพื้นที่ตัวอย่าง

ผลการวิจัย

จากกรณีศึกษาระบบขนส่งเลือดและสิ่งส่งตรวจของโรงพยาบาลนครปฐมซึ่งเป็นโรงพยาบาลประจำจังหวัด มี รพ.ช. ในสังกัดจำนวน 8 แห่ง และมี รพ.สต. ในสังกัดจำนวน 37 แห่ง ซึ่งการปฏิบัติงานในปัจจุบันเกี่ยวกับการรับส่งเลือดและสิ่งส่งตรวจของโรงพยาบาลนครปฐมแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบคือ การเก็บกลุ่มตัวอย่างจากโรงพยาบาลชุมชนที่อยู่ภายใต้การดูแลของโรงพยาบาลนครปฐม และการเก็บกลุ่มตัวอย่างจากโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลที่อยู่ภายใต้การดูแลของโรงพยาบาลนครปฐม โดยมีการกำหนดการเดินรถเพื่อไปรับเลือดและสิ่งส่งตรวจ 3 วันคือ วันอังคาร, วันพุธ และวันพฤหัสบดี ซึ่งแต่ละโรงพยาบาลจะมีรอบการไปรับแค่ 1 ครั้งต่อสัปดาห์ และยังมีเงื่อนไข ข้อจำกัดของโรงพยาบาลนครปฐมได้แก่ รถที่ใช้มีความจุไม่จำกัด, สามารถรับกลุ่มตัวอย่างไม่จำกัด, อัตราความเร็วของรถ 70 กิโลเมตรต่อชั่วโมง, ใช้เวลา 15 นาทีในการรับกลุ่มตัวอย่าง และระยะเวลาในการเดินทางรถต่อรอบภายใน 3 ชั่วโมง ทำให้ทราบปัญหาที่เกิดจากการขนส่งเลือด คือ

1. ระยะเวลาการขนส่งเลือดและสิ่งส่งตรวจไม่แน่นอน เนื่องจากระบบการขนส่งเลือดเป็นระบบรวมอยู่กับการขนส่งยา เวชภัณฑ์และเอกสารอื่น ๆ ของ โรงพยาบาล

2. ตัวอย่างเลือด และสิ่งส่งตรวจ ไม่มีคุณภาพเนื่องจากขาดความรู้ในการจัดเก็บที่ถูกต้องตามมาตรฐานระหว่างการขนส่ง ขาดเครื่องมือในการจัดเก็บสิ่งส่งตรวจที่เหมาะสม เช่น กล่องรักษาอุณหภูมิ เป็นต้

3. ไม่มีการคำนวณต้นทุนที่เกิดจากการขนส่งตัวอย่างและผลการวิเคราะห์เนื่องจากเป็นการใช้ทรัพยากรร่วมกับการขนส่งยาและเวชภัณฑ์อื่นๆไปยัง รพ.สต.

4. ขาดเทคโนโลยีรายงานผลการทดสอบระหว่าง รพ.สต. รพ.ช. และโรงพยาบาลศูนย์ ซึ่งระบบในปัจจุบันโรงพยาบาลศูนย์นครปฐมมีระบบสารสนเทศที่สามารถรายงานผลการวิเคราะห์ ออนไลน์ได้ แต่ไม่สามารถเชื่อมต่อได้กับรพ.สต. หรือโรงพยาบาลชุมชนได้

เมื่อศึกษาปัญหา และวิเคราะห์ปัญหาการขนส่งเลือดของโรงพยาบาลนครปฐม ทำให้ทราบแนวทางในการพัฒนาแบบจำลองในการแก้ไขปัญหาการขนส่งเลือดและสิ่งส่งตรวจ ซึ่งงานวิจัยนี้ได้พัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ให้สามารถหาเส้นทางในการเดินรถที่เหมาะสมที่สุด โดยใช้หลักการแก้ไขปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถ (Vehicle Routing Problem: VRP) และนำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้กับกระบวนการหาคำตอบเริ่มต้นจากกระบวนการหาเพื่อนบ้านที่ใกล้เคียงที่สุด (Nearest Neighbors Algorithm) จากนั้นนำเส้นทางที่ได้มาปรับปรุงด้วยกระบวนการเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm) โดยการพัฒนาโปรแกรมให้สามารถทำงานร่วมกันในระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งได้ติดตั้งและทดลองใช้ที่โรงพยาบาลนครปฐม

ผลจากการทดสอบแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และโปรแกรมการขนส่งเลือดและสิ่งส่งตรวจ สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการเดินรถซึ่งทำให้ระยะการเดินรถสั้นลง คุณภาพของเลือดและสิ่งส่งตรวจสามารถนำส่งได้ภายใน 3 ชั่วโมงและประหยัดค่าใช้จ่ายจากการขนส่งลดลง โดยสามารถทำให้ระยะทางรวมของเส้นทางลดลงโดยเฉลี่ยถึง 8.97 กิโลเมตรคิดเป็น 12.84% ซึ่งถ้ามีการใช้อย่างเต็มระบบอาจส่งผลให้มีประสิทธิภาพจากการขนส่งเพิ่มขึ้นอีก

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ใช้หลักการแก้ไขปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถ (Vehicle Routing Problem: VRP) ที่เป็นปัญหาแบบ NP-HARD เข้ามาร่วมใช้ในการจำลองปัญหาการจัดเส้นทางการเดินรถเพื่อขนส่งเลือด และสิ่งส่งตรวจจากโรงพยาบาลชุมชนหรือโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพประจำตำบล กับโรงพยาบาลศูนย์ที่อยู่ภายในจังหวัดนครปฐม ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ให้สามารถหาเส้นทางในการเดินรถที่เหมาะสมที่สุด การนำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้ โดยอาศัยกระบวนการหาคำตอบเริ่มต้นจากกระบวนการหาเพื่อนบ้านที่ใกล้เคียงที่สุด (Nearest Neighbors Algorithm) จากนั้นนำเส้นทางที่ได้มาปรับปรุงด้วยกระบวนการเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm) จากผลการทดสอบสามารถเปรียบเทียบได้ว่าในการจัดเส้นทางที่มีจำนวนโรงพยาบาลเท่ากัน และเป็นสถานที่เดียวกัน ถ้านำเอากระบวนการเชิงพันธุกรรมมาช่วยในการปรับปรุงเส้นทางต่อจากกระบวนการหาเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด (Nearest Neighbors Algorithm) จะทำให้ระยะทางรวมของเส้นทางลดลงถึง 8.97 กิโลเมตร โดยเฉลี่ย หรือคิดเป็น 12.84%

Abstract

This research used principles of vehicle routing problem in form NP-HARD. into the problem used to simulate the routing transport blood and specimens from hospitals or health promoting hospital district. The hospital within Nakhon Pathom, which aims to develop a mathematical model to find the optimal path of the transportation system. Applying mathematical models, through the process of finding answers begin the NN (Nearest Neighbors Algorithm), then take the path that has been updated with the GA. (Genetic Algorithm). Results that can be compared. In the same way that a number of hospitals. And the same place If you take the genetic process that helps to improve the process of finding a path from the nearest neighbor (Nearest Neighbors Algorithm) to make the total distance of the route down to 8.97 kilometers on average, equivalent to 12.84%.

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	ก
สารบัญตาราง	ค
สารบัญรูปภาพ	ง

บทที่	หน้า
1. บทนำ	**1**
ที่มาและความสำคัญของปัญหาที่นำไปสู่การค้นคว้าวิจัย	1
วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	3
ขอบเขตการศึกษาวิจัย	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย	3
2. แนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	**4**
กลุ่มตัวอย่างและการวินิจฉัย	4
ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถ (Vehicle Routing Problem: VRP)	5
การจัดเส้นทาง (Routing)	8
กระบวนการใกล้เคียง (Nearest Neighbor Algorithms)	10
วิธีการเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm : GA)	10
Unified Modelling Language (UML)	13
3. วิธีดำเนินการวิจัย	**16**
ศึกษาทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	17
ศึกษาสถานการณ์ปัจจุบันของกิจกรรมโลจิสติกส์ และกลุ่มตัวอย่าง	17
พัฒนาระบบโลจิสติกส์ และ Specimen	17
ทดสอบระบบ	18
การปรับปรุง และสรุปผลการวิจัย	18

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4. ผลการวิจัย	**19**
การจัดการโรงพยาบาลในจังหวัดนครปฐม	19
การเก็บข้อมูลเบื้องต้นจากการสัมภาษณ์	21
วิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และอุปสรรค์ ในปัจจุบัน	24
ข้อมูลตำแหน่งของโรงพยาบาลภายใต้การดูแลของโรงพยาบาลนครปฐม	26
การสร้างชุดข้อมูล	27
เงื่อนไขในเดินรถรับ – ส่งเลือดของโรงพยาบาลนครปฐม	30
โครงสร้างคณิตศาสตร์ของระบบ	30
การจัดเส้นทางด้วยวิธีกระบวนการใกล้เคียง (Nearest Neighbor Algorithms)	32
การจัดเส้นทางด้วยวิธีการเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm : GA)	35
การเปรียบเทียบการจัดเส้น	38
ระบบการจัดเส้นทางผ่านเว็บไซด์	42
5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	**46**
สรุปผลการวิจัย	46
ข้อเสนอแนะ	50
เอกสารอ้างอิง	**51**
ภาคผนวก	**53**
เอกสารประกอบการใช้งานเว็บไซด์	54
เปรียบเทียบการเส้นทางที่ใช้ในปัจจุบันกับเว็บไซด์ที่พัฒนาขึ้น	62

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

4.1 รายชื่อโรงพยาบาลที่อยู่ภายใต้การดูแลของโรงพยาบาลนครปฐม 21
4.2 วันออกเก็บกลุ่มตัวอย่างจากโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล 22
4.3 ตำแหน่งของโรงพยาบาลทั้ง 45 โรงพยาบาล 26
4.4 ผลการจัดเส้นทางด้วยกระบวนการหาเพื่อนบ้านใกล้เคียง 34
4.5 ตัวอย่างการคำนวณค่าความน่าจะเป็นในการคัดเลือก 35
4.6 ผลการปรับปรุงเส้นทางด้วยวิธีเชิงพันธุกรรม 37
4.7 เปรียบเทียบระยะทางของเส้นทางจาก 2 กระบวนการ 38
5.1 เปรียบเทียบเส้นทางในปัจจุบันกับเส้นทางจากระบบ 48
ก.1 รายชื่อ Username และ Password สำหรับลงทะเบียนเข้าใช้งาน 54
ข.1 เส้นทางเดินรถของวันที่ 15 ก.ค. 57 ในปัจจุบัน 62
ข.2 เส้นทางเดินรถของวันที่ 15 ก.ค. 57 จากระบบ 63
ข.3 เส้นทางเดินรถของวันที่ 16 ก.ค. 57 ในปัจจุบัน 64
ข.4 เส้นทางเดินรถของวันที่ 16 ก.ค. 57 จากระบบ 65
ข.5 เส้นทางเดินรถของวันที่ 17 ก.ค. 57 ในปัจจุบัน 66
ข.6 เส้นทางเดินรถของวันที่ 17 ก.ค. 57 จากระบบ 67

สารบัญรูปภาพ

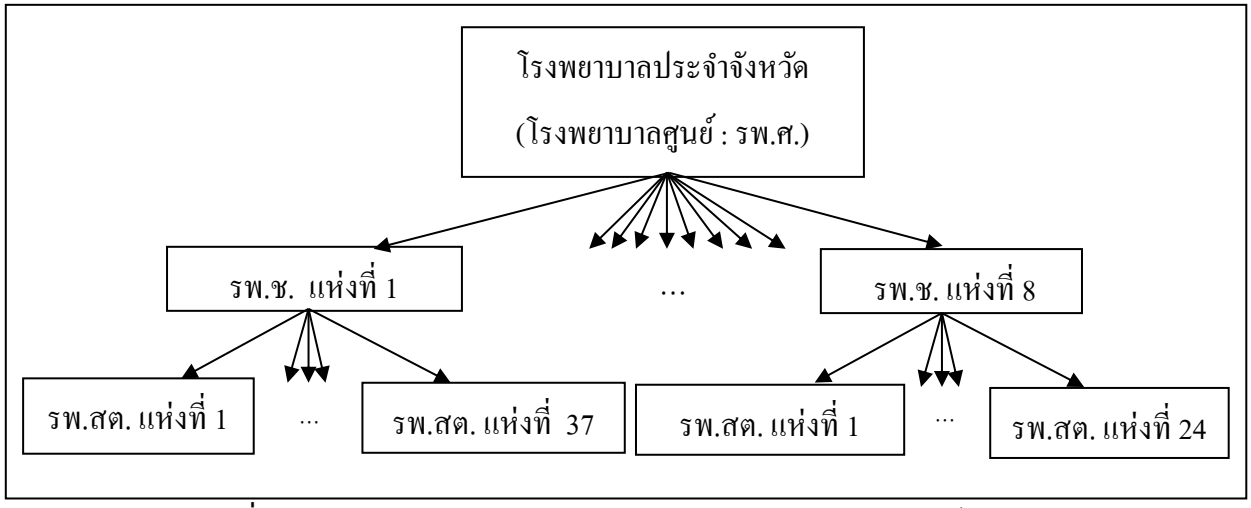
รูปที่		หน้า
1.1	โครงสร้างการบริหารงานของระบบสาธารณสุขของประเทศไทย	1
2.1	โครงสร้าง UML	13
2.2	ตัวอย่าง Use case	14
2.3	ตัวอย่าง Class diagram	14
2.4	ตัวอย่าง Sequence Diagram	15
3.1	การออกแบบงานวิจัย	16
4.1	ลำดับการบริหารงานของโรงพยาบาลภายในจังหวัดนครปฐม	20
4.2	ตารางการขนส่งเลือด	23
4.3	ระบบการรับกลุ่มตัวอย่าง และส่งผลการวิเคราะห์	23
4.4	การกระจายตัวของโรงพยาบาลภายใต้การดูแลของโรงพยาบาลนครปฐม	28
4.5	การวัดเส้นทางระหว่างโรงพยาบาลโดยใช้ Google map	28
4.6	เมทริกระยะทางระหว่างโรงพยาบาลภายใต้การดูแลของโรงพยาบาลนครปฐม	29
4.7	กระบวนการหาเพื่อนบ้านที่ใกล้เคียงที่สุด	33
4.8	กระบวนปรับปรุงคำตอบด้วยวิธีเชิงพันธุกรรม	36
4.9	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางและจำนวนการร้องขอ	40
4.10	**ระบบการรับ – ส่งเลือดของโรงพยาบาลนครปฐม**	**41**
4.11	หน้าต่างการรับความต้องการจากโรงพยาบาลชุมชน	42
4.12	หน้าต่างการรับความต้องการจากโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล	43
4.13	หน้าต่างแสดงเวลาการเข้ารับสิ่งตรวจ	43
4.14	รายการคำร้องขอจากโรงพยาบาลภายใต้การดูแลของโรงพยาบาลนครปฐม	44
4.15	ลำดับการเดินรถแต่ละคัน ภายในช่วงเวลาที่กำหนด	44
4.16	ตำแหน่งและเส้นทางการเดินรถบน Google map เรียงตามลำดับการจัดเส้นทาง	45
ก.1	หน้าต่างลงทะเบียนเข้าระบบ	54
ก.2	หน้าสำหรับแจ้งความต้องการในการส่งกลุ่มตัวอย่างเลือดมาวิเคราะห์ผล	56
ก.3	หน้าแจ้งเตือนเวลาโดยประมาณที่รถจะเข้าไปเก็บกลุ่มตัวอย่าง	56
ก.4	หน้าแจ้งแสดงข้อความเพื่อแจ้งเตือนว่าวันนี้ไม่มีรถเข้ามาเก็บกลุ่มตัวอย่าง	57
ก.5	หน้าสำหรับแจ้งความต้องการในการส่งกลุ่มตัวอย่างเลือดมาวิเคราะห์ผล	57
ก.6	หน้าแจ้งเตือนเวลาโดยประมาณที่รถจะเข้าไปเก็บกลุ่มตัวอย่าง	58
ก.7	หน้าสำหรับแจ้งความต้องการในการส่งกลุ่มตัวอย่างเลือดมาวิเคราะห์ผล	58

ก.8 หน้าสำหรับแสดงข้อมูลความต้องการทั้งหมดภายในรอบการขนส่ง 59
ก.9 หน้าจัดลำดับเส้นทางรอบเช้า 59
ก.10 หน้าจัดลำดับเส้นทางรอบบ่าย 60
ก.11 ตำแหน่งและเส้นทางการเดินรถบน Google map เรียงตามลำดับการจัดเส้นทาง 60
ก.12 หน้าแจ้งเตือนการทำรายการเสร็จสิ้นต้องรอรอบใหม่ 61
ข.1 ผลการจัดเส้นทางโดยระบบ ของวันที่ 15 ก.ค. 57 63
ข.2 ผลการจัดเส้นทางโดยระบบ ของวันที่ 16 ก.ค. 57 64
ข.3 ผลการจัดเส้นทางโดยระบบ ของวันที่ 17 ก.ค. 57 66

บทที่ 1
บทนำ

ที่มาและความสำคัญของปัญหาที่นำไปสู่การค้นคว้าวิจัย

การบริหารของระบบสาธารณะสุขของประเทศไทยกำหนดให้โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล (รพ.สต.) แต่ละแห่งขึ้นตรงกับดรงพยาบาลชุมชนของแต่ละอำเภอ ซึ่งในการบริหารงานของโรงพยาบาลภายในจังหวัดนครปฐม แบ่งการดูแลออกเป็น 3 ระดับ คือ โรงพยาบาลศูนย์หรือโรงพยาบาลประจำจังหวัด โรงพยาบาลชุมชน และโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล โดยแบ่งการดูแลตามลำดับจากบนลงล่าง ดังรูปที่ 1.1 โดยภายในจังหวัดนครปฐมมีโรงพยาบาลทั้งหมด 165 แห่ง แบ่งออกเป็น โรงพยาบาลศูนย์หรือโรงพยาบาลประจำจังหวัด 1 แห่ง โรงพยาบาลชุมชนทั้งหมด 8 แห่ง และโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลทั้งหมด 159 แห่ง



รูปที่ 1.1 โครงสร้างการบริหารงานของระบบสาธารณสุขของประเทศไทย

ในปัจจุบันโรงพยาบาลนครปฐมมีระบบการดูแลโรงพยาบาลภายใต้การดูแลโดยแบ่งวันออกไปรับกลุ่มตัวอย่างจากโรงพยาบาลต่าง ๆ กลับเข้ามาวิเคราะห์ผล และส่งผลกลับไปพร้อมการออกไปรับกลุ่มตัวอย่างในรอบถัดไป ซึ่งจากโรงพยาบาลทั้งหมด 45 แห่ง ที่อยู่ภายใต้การดูแลของโรงพยาบาลนครปฐม ประกอบไปด้วยโรงพยาบาลชุมชนจำนวน 8 แห่ง และโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลทั้งหมด 37 แห่ง ซึ่งในการจัดรถออกไปรับกลุ่มตัวอย่างในปัจจุบันมีเพียงการจัดรถออกไปรับกลุ่มตัวอย่างจากโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลเท่านั้น โดยแบ่งวันออกไปรับกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 วันได้แก่ วันอังคาร วันพุธ และวันพฤหัสบดี ตามพื้นที่ที่

ใกล้เคียง ตัวอย่างเช่น วันอังคารจัดรถออกไปรับกลุ่มตัวอย่างจากโรงพยาบาลที่อยู่ในทิศเหนือและทิศตะวันตกเฉียงเหนือของโรงพยาบาลนครปฐม เป็นต้น และการส่งกลุ่มตัวอย่างของโรงพยาบาลชุมชนมายังโรงพยาบาลนครปฐมทางโรงพยาบาลชุมชนต่าง ๆ จะต้องส่งกลุ่มตัวอย่างมายังโรงพยาบาลนครปฐมเองตามความต้องการที่มีในแต่ละวัน

การเดินทางออกไปรับกลุ่มตัวอย่าง อาจไม่ใช่การเดินทางที่รวดเร็วที่สุด ประกอบกับเงื่อนไขในการบริหารการจัดการ การจัดเก็บกลุ่มตัวอย่างให้เหมาะสมตามเงื่อนไขต่าง ๆ ของโรงพยาบาลนครปฐม จากการสอบถามเจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงาน ทำให้เห็นถึงปัญหาในการใช้ทรัพยากรให้เกิดประโยชน์สูงสุด เพื่อตอบสนองความต้องการในการขอรับการบริการของผู้ป่วยได้อย่างทันเวลา และมีมาตราฐานในการจัดการที่ดี ในการวิเคราะห์การออกแบบระบบโลจิสติกส์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการกลุ่มตัวอย่างจากโรงพยาบาลชุมชนและโครงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลภายใต้การดูแลของโรงพยาบาลนครปฐมมายังโรงพยาบาลนครปฐม ซึ่งระบบสามารถจัดเส้นทางเดินรถให้กับทางโรงพยาบาลนครปฐม จากการแจ้งความต้องการในแต่ละวันของโรงพยาบาลที่อยู่ภายใต้การดูแลทั้งหมดได้ภายในระยะเวลาที่รวดเร็ว และได้เส้นทางที่เหมาะสมที่สุด กับการเดินทางออกไปรับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งในการจัดเส้นทางเดินรถในกรณีนี้จะมีเงื่อนไขในการจัดเส้นทางที่จำกัดเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการทำงาน ค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด ระยะเวลาในการประมวลผลสั้นที่สุด จำนวนรถในการออกเดินทางน้อยที่สุด ระยะทางสั้นที่สุดในการเดินทางแต่ละวัน ในการออกเดินทางไปรับกลุ่มตัวอย่างจะเริ่มเดินทางจากจุดเริ่มต้นคือโรงพยาบาลนครปฐม และกลับมายังโรงพยาบาลนครปฐมเป็นที่สุดท้ายของแต่ละรอบการเดินทาง ซึ่งการออกแบบงานวิจัยครั้งนี้จะใช้การนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาเส้นทางที่เหมาะสม โดยใช้หลักการของปัญหาทางเดินรถ (Vehicle Routing Problem : VRP) ซึ่งเป็นการแก้ไขปัญหาโดยอาศัยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อนในการคำนวณ (NP-HARD) ในงานวิจัยฉบับนี้มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ให้สามารถหาคำตอบที่ดีที่สุดโดยการประยุกต์ใช้กระบวนการหาเพื่อนบ้านที่ใกล้เคียงที่สุด (Nearest Neighbors Algorithm) มาแก้ไขปัญหาในการจัดเส้นทางเดินรถ และปรับปรุงเส้นทางโดยใช้กระบวนการเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm) เพื่อให้ได้เส้นทางที่เหมาะสมกับการจัดรถออกไปรับกลุ่มตัวอย่างจากโรงพยาบาลต่าง ๆ ภายใต้การดูแลของโรงพยาบาลนครปฐม มายังโรงพยาบาลนครปฐม

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานของการขนส่งสิ่งส่งตรวจ โดยใช้หน่วยงานสาธารณสุขในสังกัดของกระทรวงสาธารณสุขเป็นโมเดลพื้นฐานในการพัฒนาระบบโลจิสติกส์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการ specimen ระหว่างกลุ่มโรงพยาบาลชุมชนและโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล
2. เพื่อสร้างแบบจำลองโมเดลการขนส่งสิ่งส่งตรวจจากกลุ่มโรงพยาบาลตัวอย่างในพื้นที่ตัวอย่าง

ขอบเขตการศึกษาวิจัย

โครงการวิจัยการพัฒนาระบบโลจิสติกส์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการกลุ่มตัวอย่างระหว่างโรงพยาบาลชุมชนและโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลนี้ จะทำการทำลองการรับ – ส่งกลุ่มตรวจระหว่างโรงพยาบาลชุมชนและโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลที่อยู่ภายใต้การดูแลของโรงพยาบาลนครปฐม กับโรงพยาบาลนครปฐม รวมทั้งสิ้น 45 แห่ง ประกอบไปด้วย โรงพยาบาลชุมชน 8 แห่ง และโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลทั้งหมด 37 แห่ง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. สามารถศึกษาสถานะปัจจุบันของกิจกรรมโลจิสติกส์ของการจัดการกลุ่มตัวอย่างระหว่างโรงพยาบลชุมชนและโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลที่อยู่ภายใต้การดูแลของโรงพยาบาลนครปฐมกับโรงพยาบาลนครปฐมได้
2. สามารถพัฒนาระบบโลจิสติกส์ในการบริหารการจัดกลุ่มกลุ่มตัวอย่างระหว่างโรงพยาบลชุมชนและโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลที่อยู่ภายใต้การดูแลของโรงพยาบาลนครปฐมกับโรงพยาบาลนครปฐมได้
3. สามารถพัฒนาโมเดลระบบโลจิสติกส์ระหว่างโรงพยาบลชุมชนและโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลที่อยู่ภายใต้การดูแลของโรงพยาบาลนครปฐมกับโรงพยาบาลนครปฐม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการกลุ่มตัวอย่างได้อย่างดี และประหยัดทรัพยากรมากกว่าในปัจจุบัน
4. สามารถพัฒนาระบบด้านการบริหารจัดการกลุ่มตัวอย่างระหว่างโรงพยาบลชุมชนและโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลที่อยู่ภายใต้การดูแลของโรงพยาบาลนครปฐมกับโรงพยาบาลนครปฐม ให้สามารถใช้ทรัพยากรและห้องปฏิบัติการร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

บทที่ 2

แนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กลุ่มตัวอย่างและการวินิจฉัย

การตรวจทางห้องปฏิบัติการมีประโยชน์ในการใช้วินิจฉัยโรควินิจฉัยแยกโรคให้แน่ชัด ประเมินสภาพผู้ป่วยเพื่อหาปัญหาใช้ติดตามผลการรักษา และดูการดำเนินของโรค ดังนั้นการเก็บตัวอย่าง เพื่อส่งตรวจจะต้องเก็บให้ถู คน ถูกวิธี เพียงพอ จึงจะได้ผลที่ถูกต้องน่าเชื่อถือ เป็นภาชนะสะอาดเตรียมไว้ เฉพาะใส่สารที่กันแข็งตัวของเลือดหรือสารเฉพาะเพื่อการตรวจนั้นๆ เช่น ในการตรวจปัสสาวะ 24 ชั่วโมง ถ้าภาชนะที่ปราศจากเชื้อจะต้องดูอายุการใช้ และระมัดระวังในการบรรจุมากเป็นพิเศษ การนำส่งตัวอย่างจะต้องเหมาะสม ควรส่งทันที ตัวอย่างบางอย่างผลเปลี่ยนแปลงจากการส่งช้า บางชนิดถ้าส่งไม่ได้สามารถเก็บในตู้เย็นได้ บางชนิดเก็บไม่ได้ และต้องระมัดระวังไม่ให้กระทบกระเทือนในบางการทดสอบ เพราะเม็ดเลือดแดงแตกได้ การเก็บเลือดจะใส่สารกันแข็งตัวของเลือด ที่ใช้มี 2 ชนิด คือ EDTA (Ethylene Diamine Tretra Acetic Acid) สารชนิดนี้ไม่ทำให้โครงสร้างของเซลล์เสียรูป เหมือนออกซาเลต ไม่มีพิษ และไทรโซเดียมซิเตรด 3.8% สารนี้ไม่เกิดอันตรายต่อแฟกเตอร์ต่างๆ เหมือนออกซาเลต การส่งตรวจจะได้วันเดียวกับที่ขอ ยกเว้น Hemoglobin Typing ใช้เวลา 7-15 วัน การตรวจบางอย่างควรให้ประวัติผู้ป่วยมาด้วย เพื่อจะได้ทดสอบให้แน่ใจไม่ผิดพลาดที่เทคนิค งานบริการโลหิตที่มีคุณภาพจึงต้องคำนึงถึง ระบบห่วงโซ่ ความเย็น(Blood Cold Chain) เนื่องจากอุณหภูมิที่เก็บรักษาโลหิตและส่วนประกอบโลหิตหลังการเจาะเก็บและปั่นแยกเป็นส่วนประกอบชนิดต่างๆแล้วมีผลกระทบโดยตรงต่อคุณภาพของโลหิต อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเก็บรักษาส่วนประกอบโลหิตแต่ละชนิดจะแตกต่างกัน กล่าวคือ ส่วนประกอบโลหิตชนิดเม็ด โลหิตแดงเข้มข้น (Packed red cells, PRC) เก็บที่อุณหภูมิ 2ไม่เปลี่ยนแปลง6 C เกล็ดโลหิตเข้มข้น (Platelet concentrates, PC) เก็บที่อุณหภูมิ 20 - 24 C พลาสมาสดแช่แข็ง (Fresh frozen plasma, FFP)และ Cryoprecipitate เก็บที่อุณหภูมิต่ำกว่า -18 C นอกจากการเก็บรักษา เพื่อรอการนำไปใช้แล้วการดูแลควบคุมอุณหภูมิระหว่างกระบวนการขนส่งไปยังธนาคารเลือดของโรงพยาบาลก็มีความสำคัญเช่นเดียวกัน ซึ่งเกณฑ์มาตรฐานขององค์การอนามัยโลกกำหนด อุณหภูมิสำหรับการขนส่ง PRC คือ 2- 10 C , CPC คือ 20-24 C และFFP คือ -18 C หรือต่ำกว่า และระยะเวลาขนส่งไม่ควรเกิน 24 ชั่วโมง การขนส่งในอุณหภูมิที่ไม่เหมาะสมจะทำให้ส่วนประกอบของโลหิตมีคุณภาพไม่ได้ตามมาตรฐานและเกิดผลเสียได้ เช่น PRC ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 0 C จะทำให้เม็ดเลือดแดงแตก (hemolyse) FFPและ Cryoprecipitate ที่อุณหภูมิสูงจะทำให้ปริมาณ factor V และ

factor VIII ซึ่งเป็น labile coagulation factor ที่สำคัญลดลงและ PC ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 20 C จะเกิดการเปลี่ยนรูปร่างและตายไป ส่งผลให้ส่วนประกอบโลหิตใช้ไม่ได้ผลในการรักษา อาจเป็นสาเหตุให้ ผู้ป่วยพิการหรือเสียชีวิตได้

ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถ (Vehicle Routing Problem: VRP)

ปัญหาการจัดเส้นทางขนส่ง เป็นการศึกษาถึงวิธีการจัดเส้นทางส่งสินค้าหรือบริการให้เป็นไปตามความต้องการของลูกค้าในเวลาและจำนวนที่จำกัด จากคลังสินค้า 1 แห่งหรือมากกว่า 1 แห่ง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ต้นทุนในการส่งสินค้าที่เกิดขึ้นนั้นน้อยที่สุด

Golden et al. (1977) ได้เสนอปัญหาการจัดเส้นทางของยานพาหนะจากคลังสินค้าไปยังลูกค้าหลายจุด ที่มีปริมาณความต้องการที่แตกต่างกัน ภายใต้เงื่อนไข ระยะทางที่ต่ำที่สุด ซึ่งส่งผลให้ค่าใช้จ่ายในการขนส่งต่ำที่สุดไปด้วย เพราะค่าใช้จ่ายในการขนส่งแปรผันตรงกับระยะทางในการเดินทาง

Bodin and Golden (1981) ได้เสนอลักษณะเฉพาะของสิ่งที่สามารถนำมาวิเคราะห์ปัญหาด้านการจัดเส้นทางเดินรถ เนื่องจากปัญหาที่เกี่ยวกับการขนส่งนั้นมีขอบเขตที่หลายหลาย และในการนำมาประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงาน

ประเภทของปัญหาในการจัดการเส้นทางเดินรถ

1. จำนวนของยานพาหนะ (Fleet)
    - จำนวน 1 คัน
    - จำนวนหลายคัน
2. ประเภทของยานพาหนะที่มี (Vehicle type)
    - ประเภทเดียวกันทั้งหมด
    - หลายประเภท
3. ที่จอดยานพาหนะ (Depot) หรือคลังสินค้า (Warehouse)
    - คลังสินค้ากลาง 1 แห่ง
    - คลังสินค้ามากกว่า 1 แห่ง
4. ความต้องการในการขนส่ง (Transport demand)
    - ความต้องการที่แน่นอน
    - ความต้องการที่ไม่แน่นอน
5. จุดกำเนิดความต้องการ (Demand location)

- ที่ตำแหน่ง (Node, Point)
- ที่เส้นทาง (Arc, Routing)

6. ความสามารถในการบรรทุกของยานพาหนะ)Vehicle capacity)
    - เท่ากันหมดทุกคัน
    - ไม่เท่ากัน
7. เวลาในการขนส่งที่ยอมรับได้มากที่สุด)Maximum route time)
    - กำหนดเท่ากันทุกเส้นทาง
    - กำหนดไม่เท่ากันทุกเส้นทาง
    - ไม่กำหนด
8. ข้อจำกัดในด้านเวลาในการขนส่ง)Time windows)
    - แบบด้านเดียว
    - แบบสองด้าน
9. ต้นทุน
    - ต้นทุนผันแปร
    - ต้นทุนคงที่
    - ต้นทุนขนส่งร่วม

โครงสร้างทางคณิตศาสตร์ทั่วไปของปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถ

วัตถุประสงค์

$$\text{Minimize} \quad \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}\sum_{v=1}^{NV} C_{ij}x_{ij}^{v} \tag{2.1}$$

ข้อกำหนด

$$\sum_{i=1}^{n}\sum_{v=1}^{NV} x_{ij}^{v} = 1 \ (j = 2, \dots, n) \tag{2.2}$$

$$\sum_{j=1}^{n}\sum_{v=1}^{NV} x_{ij}^{v} = 1 \ (i = 2, \dots, n) \tag{2.3}$$

$$\sum_{i=1}^{n} x_{ip}^{v} - \sum_{j=1}^{n} x_{pj}^{v} = 0 \ (v = 1, \dots, NV; p = 1, \dots, n) \tag{2.4}$$

$$x \in S \tag{2.5}$$

$$x_{ij}^{v} = 0 \ or \ 1 \ for \ all \ i, j, v \tag{2.6}$$

โดยที่

n คือ จำนวนของปม)Node) หรือจำนวนลูกค้า

NV คือ จำนวนของยานพาหนะ

C_{ij} คือ ค่าใช้จ่ายในการเดินทางจากปมi ไปปม j

$X_{ij}^{v} = 1$ คือ เส้นทาง i – j ถูกเชื่อมเส้นทางโดยยานพาหนะ v

$X_{ij}^{v} = 0$ คือ เส้นทาง i – j ไม่ถูกเชื่อมเส้นทางโดยยานพาหนะ v

X คือ เมทริกของ X = $\sum_{v=1}^{NV} X_{ij}^{v}$ แสดงการเชื่อมโยงกันของปม

S คือ เส้นทางของยานพาหนะแต่ละคันซึ่งไม่รวมจุดเริ่มต้น (คลังสินค้า)

จากสมการที่ 2.1 แสดงให้เห็นถึงวัตถุประสงค์ของการแก้ไขปัญหาการจัดเส้นทาง เพื่อให้ได้ระยะทางที่สั้นที่สุด เนื่องจากการเดินทางที่มีระยะทางสั้นที่สุดจะสะท้อนให้ค่าใช้จ่ายในการเดินทางน้อยที่สุดไปด้วย และในการแก้ไขปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถมีข้อกำหนดดังสมาการที่ 2.2 – 2.6 โดยที่สมการที่ 2.2 และสมการที่ 2.3 กำหนดให้การส่งสินค้าไปยังลูกค้าแต่ละแห่ง จะมีรถเข้าไปส่งเพียง 1 คันต่อ 1 ลูกค้าเท่านั้น สมการที่ 2.4 กำหนดให้เมื่อรถเข้าไปส่งสินค้าให้กับลูกค้าเรียบร้อยแล้ว จะต้องกลับออกจากลูกค้าเพื่อไปยังลูกค้าคนอื่น ๆ ต่อหรือกลับไปยังคลังสินค้าถ้าเป็นลูกค้ารายก่อนหน้าเป็นลูกค้ารายสุดท้าย สมการที่ 2.5 กำหนดให้ x เป็นจำนวนลูกค้าที่ต้องการสินค้า ซับเซตของ S ที่เป็นลูกค้าทั้งหมด สมาการที่ 2.6 กำหนดให้

เมื่อการจัดเส้นทางจากลูกค้า i ไปยังลูกค้า j จะมีค่าน้ำหนักเท่ากับ 1 แต่ถ้าไม่มีการจัดเส้นทางเดินทางจากลูกค้า i ไปยังลูกค้า j ค่าน้ำหนักจะเท่ากับ 0

รูปแบบของปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถ

1. ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถโดยควบคุมคุณภาพ
   (Capacitated Vehicle Routing Problem: CVRP)
2. ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถที่มีรถเที่ยวเปล่า
   (Vehicle Routing Problem with backhauls: VRPB)
3. ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถที่มีการกำหนดช่วงเวลา
   (Vehicle Routing Problem with time window: VRPTW)\
4. ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถที่มีความไม่แน่นอนเข้ามาเกี่ยวข้อง
   (Stochastic Vehicle Routing Problem: SVRP)
5. ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถที่รถขนส่งไม่ต้องเดินทางกลับมายังคลังสินค้า
   (Open Vehicle Routing Problem: OVRP)
6. ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถที่มีลูกค้าสามารถรับสินค้าจากรถขนส่งได้มากกว่า 1 คัน
   (Split delivery Vehicle Routing Problem: SDVRP)
7. ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถที่มีการเจาะจงประเภทรถขนส่งที่แตกต่างกัน
   (Site-Delivery Vehicle Routing Problem: SDVRP)
8. ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถที่มีคลังสินค้ามากกว่า 1 แห่ง
   (Multi-Depot Vehicle Routing Problem: MDVRP)

การจัดเส้นทาง (Routing)

การจัดเส้นทางเดินรถจากคลังสินค้าไปยังลูกค้าแต่ละราย จำเป็นที่จะต้องมีการวางแผนที่ดี และมีความเหมาะสม เพื่อให้ได้ต้นทุนการเดินทางที่น้อยที่สุด โดยสามารถกำหนดได้ว่าหากระยะทางในการเดินทางสั้นที่สุด จะทำให้ค่าใช้จ่ายในการเดินทางทั้งหมดน้อยที่สุดไปด้วย เนื่องจากการขนส่งจำเป็นจะต้องมีค่าจ้างคนขับรถที่นับเป็นชั่วโมง ค่าน้ำมันที่ขึ้นตรงกับระยะทาง ค่าเสียเวลา ดังนั้นหากระยะทางยิ่งสั้นก็จะช่วยให้ใช้เวลาในการเดินทางน้อยลง ส่งผลให้ค่าใช้จ่ายในการขนส่งน้อยลงตามไปด้วย

ในการจัดเส้นทางในโครงการวิจัยการออกแบบการขนส่งตัวอย่างเลือดและเนื้อเยื้อนี้เป็นการออกแบบเส้นทางโดยมีลักษณะคล้ายการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางของพนักงานขาย (Traveling salesman problem : TSP) ที่พนักงานขายจะต้องออกจากคลังสินค้าเพื่อไปส่งสินค้าให้ลูกค้าจำนวน n เมือง และเมื่อส่งครบทุกเมืองแล้วจะต้องกลับมายังคลังสินค้าอีกครั้ง ดังนั้นหลักการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางของพนักงานขายคือ การหาเส้นทางที่สั้นที่สุดเท่าที่จะทำได้ในแต่ละเมืองและเส้นทางนั้นจำเป็นที่จะต้องเชื่อมต่อกันด้วย เพื่อให้เขาสามารถเดินทางได้อย่างต่อเนื่องนั้นเอง

ปัญหาการจัดเส้นทางของพนักงานขาย โดยให้พนักงานขายต้องเดินทางออกไปขายของทั้งหมด n เมือง นั้นหมายความว่าจะมีเส้นทางที่เป็นไปได้ทั้งหมด (n-1) * (n-2) * (n-3) * ... * 1 หรือเท่ากับ (n – 1)! เส้นทาง ถ้าหากสมมติให้ n = 10 นั้นหมายความว่าจะมีเส้นทางทั้งหมด (10 – 1)! เท่ากับ 9! เท่ากับ 2,817,360 เส้นทาง ดังนั้นการหาเส้นทางที่สั้นที่สุดมาวิเคราะห์อาจจะต้องใช้เวลานานในการวิเคราะห์ที่ละเส้นทาง ดังนั้นจึงมีวิธีช่วยในการวิเคราะห์ 3 วิธีหลัก คือ

1. วิธีการหาคำตอบที่ดีที่สุด (Exact Approach) คือ วิธีการคำนวณการแก้ไขปัญหาทุกทางที่สามารถเป็นไปได้ และนำมาเปรียบเทียบเพื่อหาเส้นทางที่ดีที่สุด เหมาะสำหรับรูปแบบของเส้นทางที่มีข้อมูลขนาดเล็ก เนื่องจากการหาเส้นทางทุกเส้นทางมาเปรียบเทียบจะต้องใช้เวลาในการประมวลผลนาน ซึ่งวิธีที่ได้รับความนิยมคือ การแตกกิ่งและกำหนดขอบเขต (Branch and Bound)

2. วิธีฮิวริสติกส์ (Heuritics) คือวิธีการกำหนดเกณฑ์ในการหาคำตอบออกเป็นส่วน ๆ การแตกปัญหาออกเป็นประเด็นแต่ละประเด็นอาจจะมีความเกี่ยวข้องกันหรือซ้ำกัน นั้นหมายความว่าการหาคำตอบของประเด็นย่อย 1 ครั้งสามารถนำมาแก้ไขปัญหาได้หลายปัญหาใหญ่ วิธีนี้สามารถแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็วและสามารถใช้กับปัญหาที่มีขนาดใหญ่ได้ แต่จะไม่ได้คำตอบที่ดีที่สุด แต่จะเป็นคำตอบที่เหมาะสมที่สุด เพราะเกิดจากการวิเคราะห์หลายครั้ง ซึ่งวิธีที่นิยมใช้คือ การวาดเส้น (Sweep Algorithms), กระบวนการประหยัด (Saving Algorithms) และกระบวนการความใกล้)Nearest Neighbor Algorithms)

3. วิธีเมตาฮิวริสติกส์ ซึ่งคำว่า Meta ในภาษากรีกหมายความว่า สูงกว่า เหนือกว่า นั้นหมายความว่าเมตาฮิวริสติกส์ เกิดจากการพัฒนาโดยนำพื้นฐานของวิธีฮิวริสติกส์มาพัฒนาต่อ ทำให้สามารถแก้ไขปัญหาโดยเน้นคำตอบเชิงลึกและเชิงกว่าพร้อมกันได้ ซึ่งวิธีที่นิยมใช้คือ การจำลองการอบเหนียว (Simulated Annealing Algorithm: SA), การหาคำตอบแบบวนรอบซ้ำ (Iterated Local Search: ILS), การค้นหาต้องห้าม (Tabu Search: TS), วิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm: GA) และวิธีการอาณานิคมมด (Ant Colony Optimization: ACO)

กระบวนการใกล้เคียง (Nearest Neighbor Algorithms)

กระบวนการใกล้เคียงใช้สำหรับการจัดเส้นทางให้กับลูกค้า โดยเลือกการเดินทางที่มีเส้นทางใกล้จากลูกค้าคนที่ 1 ไปลูกค้าคนถัดไปเท่านั้น แต่ถ้าลูกค้าที่ใกล้ที่สุดลำดับถัดไปได้เคยไปมาแล้วก็ต้องเลือกลูกค้าที่ใกล้ที่สุดในลำดับถัดไปแทน เพราะในการแก้ไขปัญหาการจัดการเส้นทางเดินรถไม่สามารถให้เดินทางซ้ำกลับไปหาลูกค้าที่เคยเดินทางไป

โครงสร้างทางคณิตศาสตร์

เป้าหมายในการค้นหาเพื่อให้ได้เส้นทางที่สั้นที่สุด

$$\text{Minimize} \quad \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}\sum_{v=1}^{NV} C_{ij}x_{ij}^{v} \tag{2.7}$$

เมืองที่จะเลือกเดินทางลำดับถัดไป คือเมืองที่ใกล้ที่สุด

$$y' = \min[C_{ij}x_{ij}] \tag{2.8}$$

โดยที่

n คือ จำนวนของปม)Node) หรือจำนวนลูกค้า

NV คือ จำนวนของยานพาหนะ

C_{ij} คือ ค่าใช้จ่ายในการเดินทางจากปมi ไปปม j

ขั้นตอนกระบวนการใกล้เคียง

1. กำหนดจุดเริ่มต้นของเส้นทาง (ลูกค้าที่ใกล้คลังสินค้ามากที่สุด)
2. หาจุดที่มีระยะทางจากจุดเริ่มต้นน้อยที่สุด และให้จุดเริ่มต้นของเส้นทางแทน
3. วนทำไปจนกว่าความต้องการรวมจะเกินความสามารถของการบรรจุของยานพาหนะ เมื่อเกินให้เริ่มต้นยานพาหนะคันใหม่

วิธีการเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm : GA)

วิธีการเชิงพันธุกรรมถูกคิดค้นโดย Holland ในปี ค .ศ.1975 โดยได้รับแรงบันดาลในจากทฤษฎีของ Darwin เกี่ยวกับการวิวัฒนาการและการสืบทอดสายพันธุกรรม โดยมนุษย์แต่ละคนจะมีโครโมโซมไม่เหมือนกัน โดยโครโมโซมของพ่อ และโครโมโซมของแม่ จะส่งผลมายังโครโมโซมของลูก วิธีเชิงพันธุกรรมเป็นวิธีการค้นหาคำตอบที่เหมาะสมโดยใช้หลักการคัดเลือกแบบธรรมชาติจากการจำลองแนวคิดวิวัฒนาการของ

สิ่งมีชีวิต ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมสรุปได้ 5 ขั้นตอนคือ ขั้นตอนการสร้างประชากรต้นแบบ กระบวนการทางพันธุกรรม การคำนวณค่าความเหมาะสม, การคัดเลือก และการตรวจสอบเงื่อนไขหยุดการทำงาน (อภิรักษ์, 2011) งานวิจัยของ Yun and Gen (Yun and Gen, 2003) อ้างอิงองค์ประกอบของการพัฒนาวิธีการเชิงพันธุกรรมประกอบด้วย

1. Chromosome Encoding รูปแบบโครโมโซม คือ การถอดรหัสหรือการได้มาซึ่งโครโมโซม คือปัญหาแรกที่จะเริ่มแก้ปัญหาโดยใช้ Genetic Algorithm ในการถอดรหัสนั้นจะขึ้นอยู่กับปัญหา และในปัจจุบันปัญหามีมากมายจึงทำให้รูปแบบของโครโมโซมมีความแตกต่างกันออกไปตามปัญหานั้นๆ

2. Initial population คือ การสุ่มเลือกเพื่อสร้างประชากรต้นแบบขึ้นมาเพื่อใช้เป็นจุดเริ่มต้นของขั้นตอนการวิวัฒนาการขั้นตอนนี้จะเป็นขั้นตอนแรกที่เกิดขึ้นก่อนที่จะเริ่มเข้ากระบวนการของ Genetic Algorithm โดยประชากรกลุ่มแรก หรือประชากรต้นกำเนิด จะเกิดจากการสุ่มเลือกขึ้นมาจาก กลุ่มของประชากรทั้งหมดที่มีอยู่ โดยในการสุ่มเลือกจะทำการสุ่มตามจำนวนของประชากรที่ได้กำหนดไว้เป็น Parameter ของ Algorithm

3. Fitness Function เป็นวิธีการสำหรับประเมินค่าความเหมาะสม เพื่อให้คะแนนสำหรับคำตอบต่างๆ ที่เป็นไปได้ของปัญหาโครโมโซมทุกตัวจะมีค่าความเหมาะสมของตัวเองเพื่อใช้สำหรับพิจารณาว่าโครโมโซมตัวนั้น เหมาะหรือไม่ที่จะนำมาใช้สืบทอดพันธุกรรมสำหรับสร้างโครโมโซมรุ่มใหม่

4. Genetic Operator ซึ่งเป็นวิธีการปรับเปลี่ยนองค์ประกอบของข้อมูลทุกขั้นตอน Genetic Algorithm ซึ่งมีกระบวนการพื้นฐานที่สำคัญ มี ส่วน 3ได้แก่ การคัดเลือก (Selection), การข้ามสายพันธุ์ (Crossover) และการกลายพันธุ์ (Mutation)

5. Parameter เป็นวิธีการที่ใช้ในการสร้างจำนวนโครโมโซมรุ่นถัดไป ถ้ากำหนดให้จำนวนโครโมโซมในแต่ละรุ่นมากจะทำให้ Genetic Algorithm ประมวลผลได้ช้าลง

วิธีการเชิงพันธุกรรมนี้ได้รับความนิยมมากในแวดวงนักประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) ในการจัดเส้นทางเดินรถนั้นมองลำดับการเดินรถเป็นโครโมโซม โดยเลือกโครโมโซมที่เหมาะสมจากค่าฟังก์ชั่นความเหมาะสม (Fitness Function) โดยโคโมโซมที่มีค่าฟังก์ชั่นเหมาะสมสูงที่สุดจะนำมาแลกเปลี่ยนข้อมูลซึ่งกันและกัน เพื่อให้เกิดเป็นโครโมโซมใหม่ โดยการแลกเปลี่ยนนั้นทางพันธุกรรมมีหลายวิธีคือ การเปลี่ยนยีนข้ามโครโมโซม (Crossover) การเปลี่ยนภายในโครโมโซม (Mutation)

ในปัจจุบันมีการประยุกต์ใช้ทฤษฎี Genetic algorithm เพื่อแก้ปัญหาในการภาคธุรกิจ และอุตสาหกรรมอย่างมาก อ้างถึงงานวิจัยของ Hurley และทีมงานวิจัย (Hurley et al., 1995) ซึ่งใช้ทฤษฎี GA เพื่อแก้ปัญหาช่องทางการตลาดและการกระจายสินค้าเพื่อหาช่องทางการตลาดที่ดีที่สุด , Anna Lawrynowicz (Lawrynowicz, 2010) พัฒนากระบวนการปรับปรุงคุณภาพ วิธีกระจายสินค้าเพื่อแก้ปัญหา

การจัดส่งให้เป็นไปตามตาราง โดยทฤษฎี GA เพื่อหาคำตอบที่ดีที่สุดและสร้าง Supply networks ในรูปแบบใหม่, Noradding Mousazadeh Abbassi (Abbassi et al., 2014) นำทฤษฎี GA มาบูรณาการร่วมกับ Fuzzy เพื่อพยากรณ์ปริมาณสต๊อก และสร้างเป็นทฤษฎีสนับสนุนการตัดสินใจในการสั่งสินค้า และการบริการจัดการคลังสินค้าให้มีต้นทุนที่ต่ำที่สุด

โครงสร้างทางคณิตศาสตร์

เป้าหมายในการค้นหาเพื่อให้ได้เส้นทางที่สั้นที่สุด

$$\text{Minimize} \quad \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}\sum_{v=1}^{NV} C_{ij}x_{ij}^{v} \tag{2.9}$$

การสำหรับประเมินค่าความเหมาะสม

$$v_j = \sum_{i=1}^{N} b_i + c_i x_i \tag{2.10}$$

วิธีการเลือกค่าความเหมาะสมของโครโมโซม

$$f_{\tau k} = \min_{\tau j}\left(\frac{v_j}{v_{\tau k}}\right) \tag{2.11}$$

ความน่าจะเป็นที่โครโมโซมจะถูกเลือกจากประชากรทั้งหมดสามารถหาได้จาก

$$P_k = \frac{f_{\tau k}}{\sum_{j=1}^{N} f_j} \tag{2.12}$$

โดยที่

V_j คือ ต้นทุนรวมทั้งหมดสำหรับโครโมโซม j

b_i คือ ต้นทุนคงที่ของการใช้ยานพาหนะ

c_i คือ ต้นทุนแปรผันต่อหน่วยการใช้ยานพาหนะ

x_i คือ ระยะทางที่ยานพาหนะวิ่ง

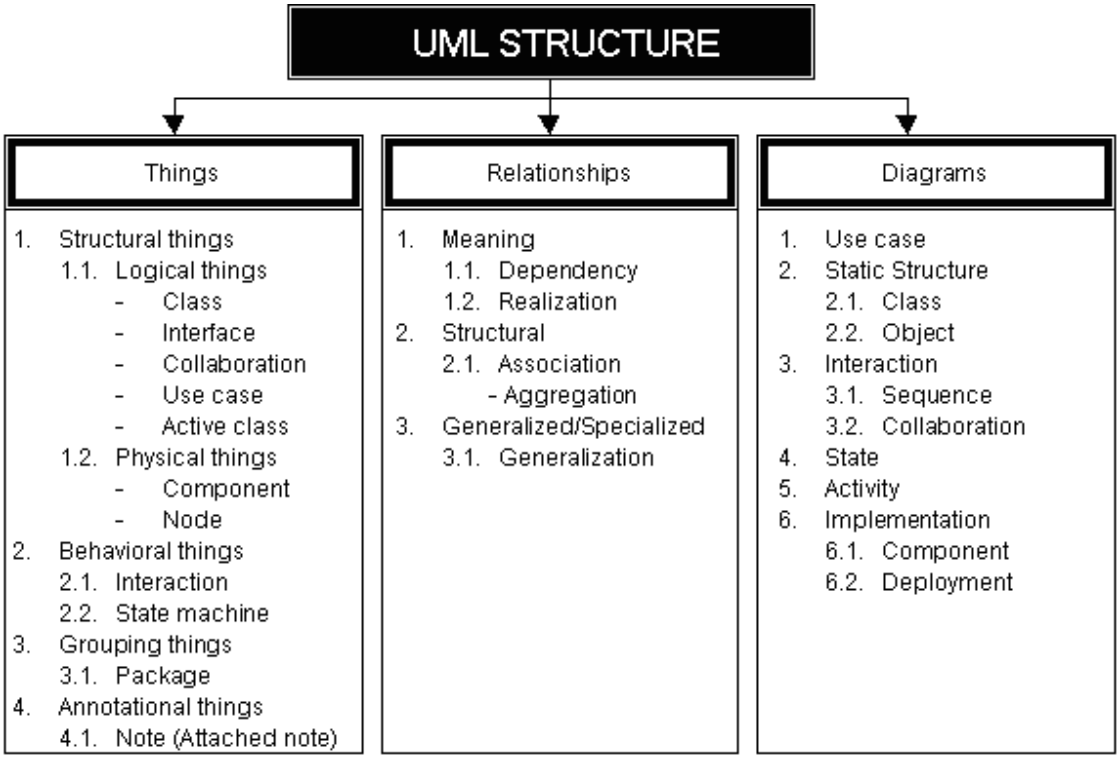
ขั้นตอนกระบวนทางพันธุกรรม

1. เลือกค่าเริ่มต้นของประชากรแต่ละตัว
2. คำนวณค่าความเหมาะสมของประชากรแต่ละตัว
3. เลือกยีนที่มีความเหมาะสมที่จะอยู่ในรุ่นปัจจุบัน
4. ทำการผลิตรุ่นใหม่โดยใช้วิธีทางพันธุกรรมต่าง ๆ
5. คำนวณค่าเหมาะสมของยีนรุ่นใหม่ที่ถูกสร้างขึ้นมา
6. แทนค่ายีนรุ่นใหม่ ในรุ่นเก่า

7. วนทำตั้งแต่ข้อ 3 - 6 จนกว่าจะได้คำตอบที่ตรงตามความต้องการ

Unified Modelling Language (UML)

UML เป็นเครื่องมือใหม่ที่ได้รับการยอมรับเพิ่มขึ้นตลอดเวลา เริ่มประยุกต์ใช้กับระบบงานมากขึ้น เพราะเป็นเครื่องมือที่มีความหลากหลายในการแสดงแบบซอฟต์แวร์ เป็นโมเดลมาตรฐานที่ใช้หลักการออกแบบ OOP (Object Oriented Programming) รูปแบบของภาษามี Notation ซึ่งหมายถึงการแสดงสัญลักษณ์สำหรับสื่อความหมาย มีกฎระเบียบที่มีความหมายต่อการเขียนโปรแกรม (Coding) ดังนั้นการใช้ UML จะต้องทราบความหมายของ Notation เช่น generalize, association, dependency, class และ package สิ่งเหล่านี้มีความจำเป็นต่อการตีความการออกแบบ ก่อนนำไป Implement ระบบงานจริง (บุรินทร์ รุจจนพันธุ์, Mohamed El-Attar, Jinho Kim and K.J. Rogers)



รูปที่ 2.1 โครงสร้าง UML

UML ประกอบด้วย 3 ส่วนหลักคือ

1. Things เป็นสิ่งที่ใช้อธิบายกลุ่มของ object หรือ method ที่มีคุณสมบัติ การทำงาน และความสัมพันธ์ที่เหมือนกัน โดยสัญลักษณ์ที่ใช้วาด Class จะแบ่งเป็น 3 ส่วนคือ ชื่อคลาส(Name), แอตทริบริวต์ (Attribute) และโอเปอร์เรชัน (Operation) Things แบ่ง 4 ประเภท คือ Structural things, Behavioral things, Group things และ Annotational things

2. Relationships เป็นความสัมพันธ์เชิงความหมายในสิ่งสนใจเรื่องความสัมพันธ์ของความหมาย เมื่อ things หนึ่งเกิดการเปลี่ยนแปลงจะส่งผลกระทบต่ออีก thing หนึ่ง เช่น ความสัมพันธ์ของการรับคำสั่งซื้อของลูกค้า และการจัดซื้อวัตถุดิบ Relationships แบ่งเป็น 3 ประเภท คือ Meaning, Structural และ Generalized/Specialized

3. Diagrams การสร้าง Diagram ในการวิเคราะห์ระบบแบ่ง 6 ประเภท คือ Use case, Static structure, Interaction, State, Activity และ Implementation

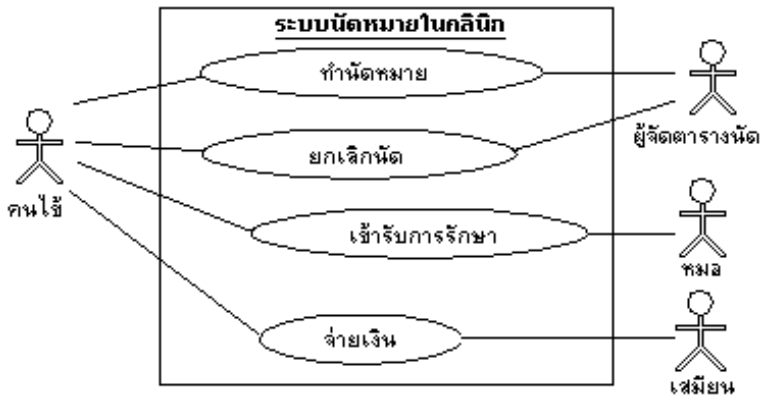
3.1 Use case Diagram เป็น Diagram ที่ทำหน้าที่ Capture requirement

3.1.1. เป็นเทคนิคในการสร้างแบบจำลอง เพื่อใช้อธิบายหน้าที่ของระบบใหม่หรือระบบปัจจุบัน

3.1.2. กระบวนการสร้าง Use case เป็นแบบวนซ้ำ (Iteration)

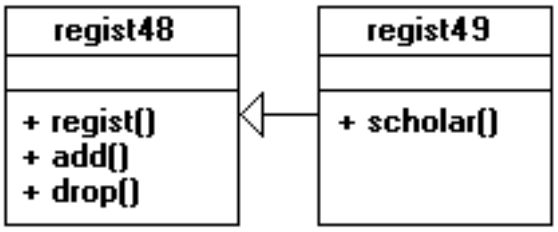
3.1.3. องค์ประกอบมี Use case, Actor, Use case Relation และ System

3.1.4. ความต้องการของระบบจะได้จาก ลูกค้า ผู้ใช้ + ผู้พัฒนาระบบ



รูปที่ 2.2 ตัวอย่าง Use case

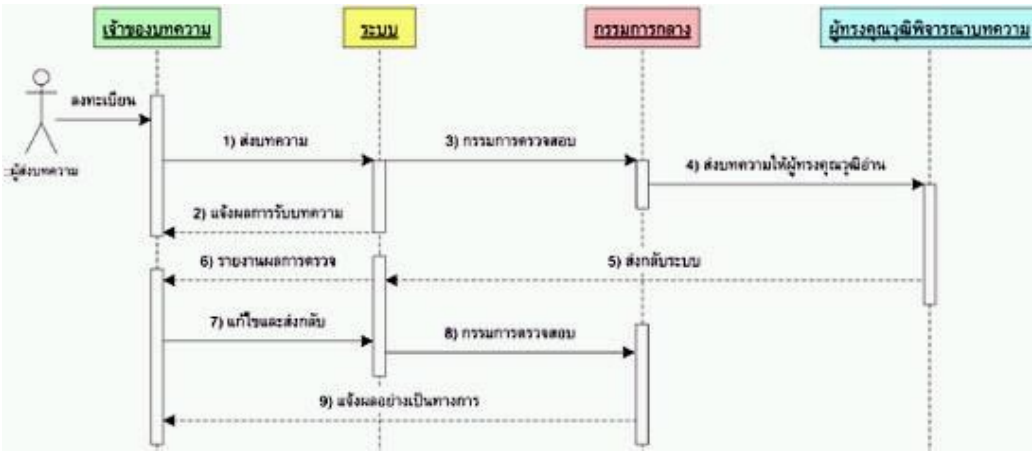
3.2 Class Diagram ประกอยด้วย Class และความสัมพันธ์ระหว่าง Class เช่น Dependency, Generalization, Association เป็นต้น Class Diagram สามารถแสดงรายละเอียดว่ามี Method และ Attribute อย่างไร



รูปที่ 2.3 ตัวอย่าง Class diagram

3.3 Object Diagram ประกอบด้วย Object และ Relation ระหว่าง Object โดยแต่ละ Object จะแสดง Instance ของแต่ละ class ที่มีในระบบ และความสัมพันธ์ระหว่าง Class เช่น Dependency, Generalization หรือ Association ซึ่งมีลักษณะเช่นเดียวกับ Class Diagram

3.4 Sequence Diagram จะแสดงลำดับการทำงานของระบบ โดยมี Object และ เวลาเป็นตัวกำหนดลำดับของงาน และเน้นไปที่ instant ของ Object Sequence Diagram เป็น Diagram ซึ่งแสดงปฏิสัมพันธ์ (Interaction) ระหว่าง Object ตามลำดับของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ณ เวลาที่กำหนด message ที่เกิดขึ้นระหว่าง class จะสามารถนำไปสู่การสร้าง method ใน class ที่เกี่ยวข้องได้

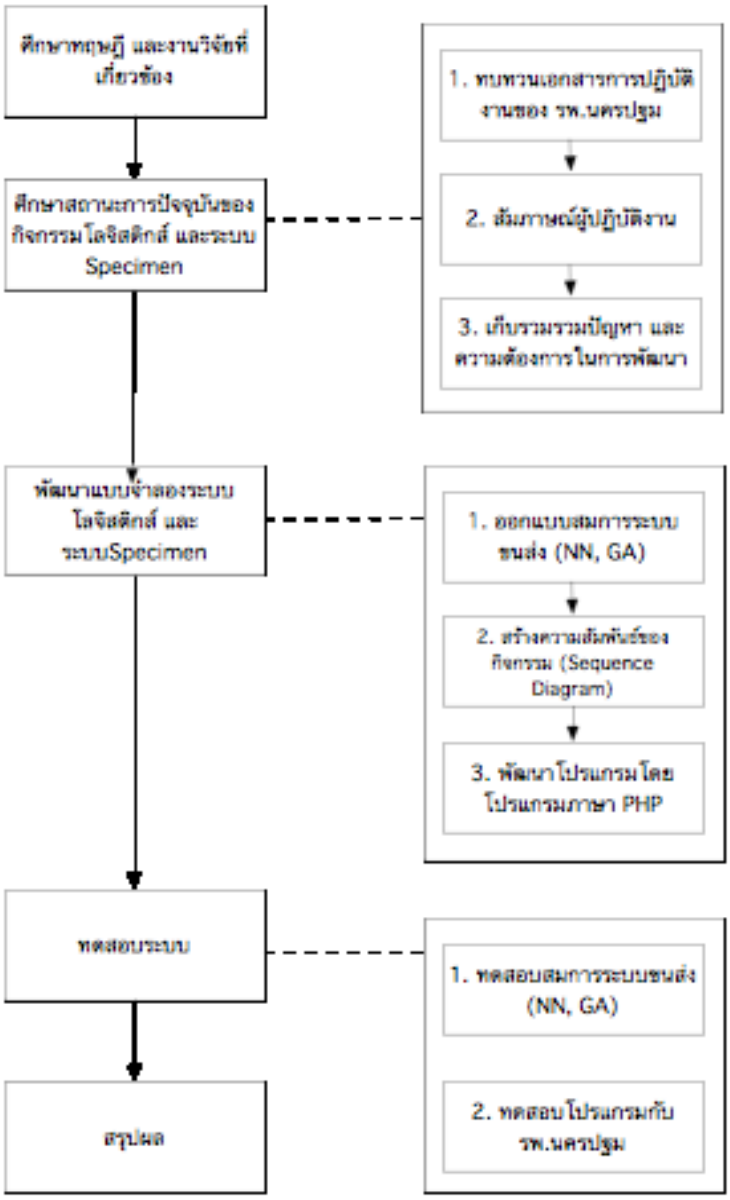


รูปที่ 2.4 ตัวอย่าง Sequence Diagram

ปัจจุบันมีการนำเทคนิคการพัฒนาระบบสารสนเทศโดยใช้ UML มาใช้จำลองการทำงานมากขึ้น ซึ่งนิยมใช้ในการปรับปรุงการทำงานในระบบเดิมที่มีอยู่แล้วให้มีความสัมพันธ์กัน และแก้ไขข้อผิดพลาดจากกระบวนการดำเนินงานให้ดีขึ้น หรือใช้เพื่อสร้างระบบใหม่ให้กับการองค์กร (Vicky Ching Gu et al., 2012)

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ มุ่งศึกษาสถานะปัจจุบันของกิจกรรมโลจิสติกส์ และการจัดการกลุ่มตัวอย่างระหว่างโรงพยาบาลศูนย์, โรงพยาบาลชุมชม และโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพประจำตำบล กรณีศึกษาโรงพยาบาลนครปฐม โดยวิธีการสังเกตการณ์ปฏิบัติงานประจำวัน และการเก็บรวบรวมข้อมูลกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งกลุ่มตัวอย่างนำมาวิเคราะห์, ออกแบบและพัฒนาแบบจำลองระบบโลจิสติกส์ รวมถึงการออกแบบระบบการขนส่งเลือด และเนื้อเยื่อ ซึ่งสามารถสรุปเป็นขั้นตอนต่าง ๆ ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 การออกแบบงานวิจัย

ศึกษาทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาทฤษฎี จากงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์ในวารสารทางวิชาการในประเทศ และระดับนานาชาติ ที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างระบบโลจิสติกส์, ระบบการขนส่งเลือดและเนื้อเยื่อ ซึ่งมีลักษณะของระบบการจัดการ และข้อจำกัดโดยเฉพาะเช่น เวลาในการขนส่งเลือด มีผลกระทบโดยตรงต่อคุณภาพของเลือดที่นำมาตรวจ ซึ่งถ้าใช้เวลาในการขนส่งนานเกินกว่า 3 ชั่วโมงอาจจะทำให้คุณภาพของเลือดลดลงและส่งผลต่อการวินิจฉัยโรค

ศึกษาสถานการณ์ปัจจุบันของกิจกรรมโลจิสติกส์ และกลุ่มตัวอย่าง

การศึกษาระบบโลจิสติกส์ และกลุ่มตัวอย่างเป็นการศึกษาสถานการณ์การปฏิบัติงานในปัจจุบัน ในกรณีศึกษาของโรงพยาบาลนครปฐม, โรงพยาบาลชุมชน และโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพประจำตำบลในจังหวัดนครปฐม เพื่อทำการวิเคราะห์ปัญหา และเก็บรวมรวมความต้องการเพิ่มเติมจากผู้ที่เกี่ยวข้องกับระบบโดยตรง มีรายละเอียดวิธีการ ดังนี้

1. ศึกษา ทบทวนเอกสารการปฏิบัติงานที่เกี่ยวกับระบบขนส่งกลุ่มตัวอย่างของโรงพยาบาลนครปฐม เช่น จำนวนโรงพยาบาล หรือหน่วยบริการที่ต้องเดินทางเพื่อไปจัดเก็บเลือด และสิ่งส่งตรวจทางพยาธิวิทยา, การจัดเวลาการเดินรถ เป็นต้น
2. สัมภาษณ์จากผู้ที่เกี่ยวข้องกับระบบรับกลุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์ผล โดยการแบ่งกลุ่มการสัมภาษณ์ ได้แก่
    2.1. หัวหน้างานพยาธิวิทยา
    2.2. เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการรับ - ส่งเลือดและสิ่งส่งตรวจ
    2.3. พนักงานขับรถ
3. เก็บรวบรวมปัญหา และความต้องการในการพัฒนาระบบขนส่งเลือด และสิ่งส่งตรวจใหม่ โดยมีเงื่อนไขการให้บริการทุกโรงพยาบาลในจังหวัดนครปฐม, เวลาในการขนส่ง และเส้นทางในการเดินรถ

พัฒนาระบบโลจิสติกส์ และ Specimen

การพัฒนาระบบโลจิสติกส์ และ Specimen ในการขนส่งเลือดและสิ่งส่งตรวจภายในหน่วยบริการทุกหน่วยในจังหวัดนครปฐม โดยสร้างเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อหาเส้นทางการเดินรถที่ดีที่สุด และดำเนินการพัฒนาเป็นระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ สามารถสนับสนุนการทำงานการเชื่อมต่อผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีรายละเอียดวิธีการ ดังนี้

1. ออกแบบสมการขนส่งระบบเลือด และสิ่งส่งตรวจ โดยอ้างอิงจากทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการขนส่ง และเงื่อนไข ข้อจำกัดของระบบเลือดจากกรณีศึกษาโรงพยาบาลนครปฐม

2. การสร้างความสัมพันธ์ของกิจกรรม โดยใช้เครื่องมือช่วยในการสร้าง และหาความเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมที่เกิดขึ้นจากระบบการขนส่งเลือดและสิ่งส่งตรวจ ได้แก่

2.1. Use case Diagram

2.2. Sequence Diagram

3. พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยนำสมการที่ได้, การสร้างความสัมพันธ์ของกิจกรรม มาพัฒนาเป็นโปรแกรมสำเร็จรูป ซึ่งใช้โปรแกรมภาษา PHP เป็นภาษาในการพัฒนา และเชื่อมต่อโปรแกรมการทำงานด้วยเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อให้ครอบคลุมทุกโรงพยาบาลในจังหวัดนครปฐม

ทดสอบระบบ

เมื่อทำการพัฒนาโปรแกรมเรียบร้อย นำโปรแกรมติดตั้งบน Free Web Server เพื่อให้บริการเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และทดสอบโปรแกรมโดย

1. หัวหน้างานพยาธิวิทยา
2. เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการรับ - ส่งเลือดและสิ่งส่งตรวจ

การปรับปรุง และสรุปผลการวิจัย

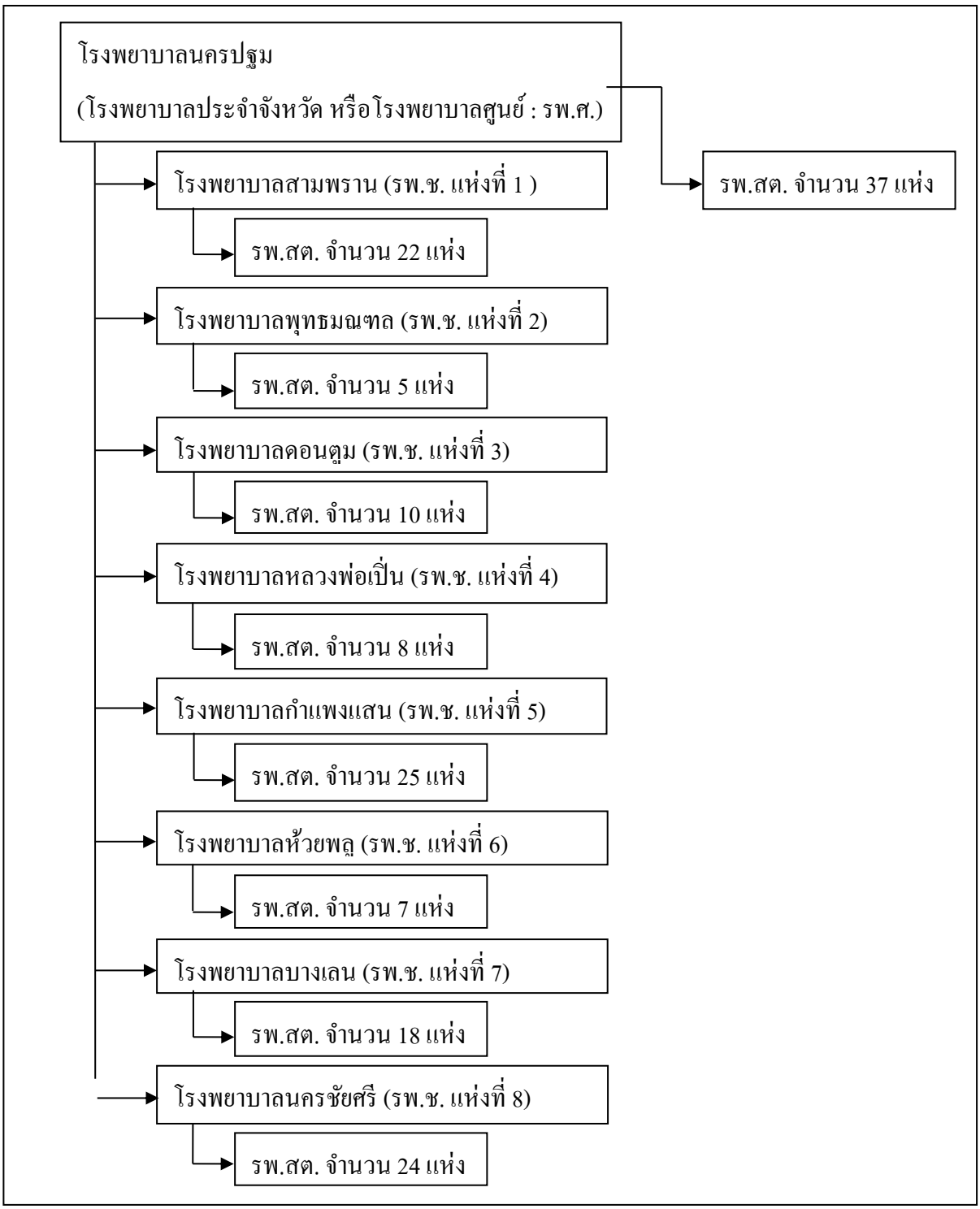
ขั้นตอนสุดท้ายคือการปรับปรุงข้อผิดพลาดของโปรแกรม หลังจากมีการทดสอบโปรแกรมแล้ว เพื่อให้โปรแกรมที่ได้สามารถทำงานในอย่างมีประสิทธิภาพ ลดเวลาการเดินรถ และการขนส่งเลือดให้สามารถส่งตรวจได้ทันเวลา

บทที่ 4
ผลการวิจัย

การจัดการโรงพยาบาลในจังหวัดนครปฐม

ภายในจังหวัดนครปฐมมีโรงพยาบาลทั้งหมด 165 โรงพยาบาล มีการบริหารงานโดยให้โรงพยาบาลนครปฐมเป็นโรงพยาบาลประจำจังหวัดที่ทำหน้าที่ดูแลโรงพยาบาลส่งเสริมสาธารณสุขชุมชนของที่ตัวเองรับผิดชอบ และดูแลส่วนของโรงพยาบาลชุมชนทั้งหมด 8 แห่งภายในจังหวัดนครปฐม และโรงพยาบาลชุมชนที่คอยดูแลโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพชุมชนในความรับผิดชอบตัวเอง ดังรูปที่ 4.1 โดยถูกแบ่งให้โรงพยาบาลชุมชนดูแลตามจำนวนต่อไปนี้

1. โรงพยาบาลนครปฐม
   รับผิดชอบโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล 37 แห่ง
2. โรงพยาบาลสามพราน
   รับผิดชอบโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล 22 แห่ง
3. โรงพยาบาลพุทธมณฑล
   รับผิดชอบโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล 5 แห่ง
4. โรงพยาบาลดอนตูม
   รับผิดชอบโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล 10 แห่ง
5. โรงพยาบาลหลวงพ่อเปิ่น
   รับผิดชอบโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล 8 แห่ง
6. โรงพยาบาลกำแพงแสน
   รับผิดชอบโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล 25 แห่ง
7. โรงพยาบาลห้วยพลู
   รับผิดชอบโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล 7 แห่ง
8. โรงพยาบาลบางเลน
   รับผิดชอบโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล 18 แห่ง
9. โรงพยาบาลนครชัยศรี
   รับผิดชอบโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล 24 แห่ง



รูปที่ 4.1 ลำดับการบริหารงานของโรงพยาบาลภายในจังหวัดนครปฐม

การเก็บข้อมูลเบื้องต้นจากการสัมภาษณ์

จากการสัมภาษณ์นักเทคนิคการแพทย์ประจำโรงพยาบาลนครปฐม พบว่าโรงพยาบาลนครปฐมมีโรงพยาบาลที่อยู่ภายใต้การดูแลทั้งหมด 45 แห่ง ประกอบไปด้วยโรงพยาบาลชุมชน 8 แห่ง และโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล 37 แห่ง ดังตารางที่ 4.1 ในการเก็บกลุ่มตัวอย่างจากโรงพยาบาลภายใต้การดูแลของโรงพยาบาลนครปฐมแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบคือ การเก็บกลุ่มตัวอย่างจากโรงพยาบาลชุมชนที่อยู่ภายใต้การดูแลของโรงพยาบาลนครปฐม และการเก็บกลุ่มตัวอย่างจากโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลที่อยู่ภายใต้การดูแลของโรงพยาบาลนครปฐม

ตารางที่ 4.1 รายชื่อโรงพยาบาลที่อยู่ภายใต้การดูแลของโรงพยาบาลนครปฐม

โรงพยาบาลชุมชน	โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล		
โรงพยาบาลกำแพงแสน	โรงพยาบาลวัดธรรมศาลา	โรงพยาบาลม่วงตารส	โรงพยาบาลโพรงมะเดื่อ
โรงพยาบาลบางเลน	โรงพยาบาลตลาดจินดา	โรงพยาบาลทุ่งน้อย	โรงพยาบาลหุบรัก
โรงพยาบาลดอนตูม	โรงพยาบาลบ้านตากแดด	โรงพยาบาลทัพหลวง	โรงพยาบาลบ้านยาง
โรงพยาบาลสามพราน	โรงพยาบาลสนามจันทร์	โรงพยาบาลหนองงูเหลือม	โรงพยาบาลหนองกระโดน
โรงพยาบาลพุทธมณฑล	โรงพยาบาลบางแขม	โรงพยาบาลสองห้อง	โรงพยาบาลอ้อยอีเตี้ย
โรงพยาบาลห้วยพลู	โรงพยาบาลบ้านต้นสำโรง	โรงพยาบาลบ้านนาสร้าง	โรงพยาบาลมาบแค
โรงพยาบาลนครชัยศรี	โรงพยาบาลเทศบาลดอนฯ	โรงพยาบาลวังตะกู	โรงพยาบาลบ่อพลับ
โรงพยาบาลหลวงพ่อเปิ่น	โรงพยาบาลดอนยายหอม	โรงพยาบาลบ้านคันไผ่	โรงพยาบาลห้วยขวาง
	โรงพยาบาลพระประโทน	โรงพยาบาลหนองดินแดง	โรงพยาบาลตาก้อง
	โรงพยาบาลห้วยจระเข้	โรงพยาบาลสระกระเทียม	โรงพยาบาลหนองปากโลง
	โรงพยาบาลบ้านเกาะวังไทร	โรงพยาบาลลาดหญ้าแพรก	โรงพยาบาลลำพยา
	โรงพยาบาลดอนเสาเกียด	โรงพยาบาลสวนป่าน	โรงพยาบาลดอนรวก
	โรงพยาบาลสามควายเผือก		

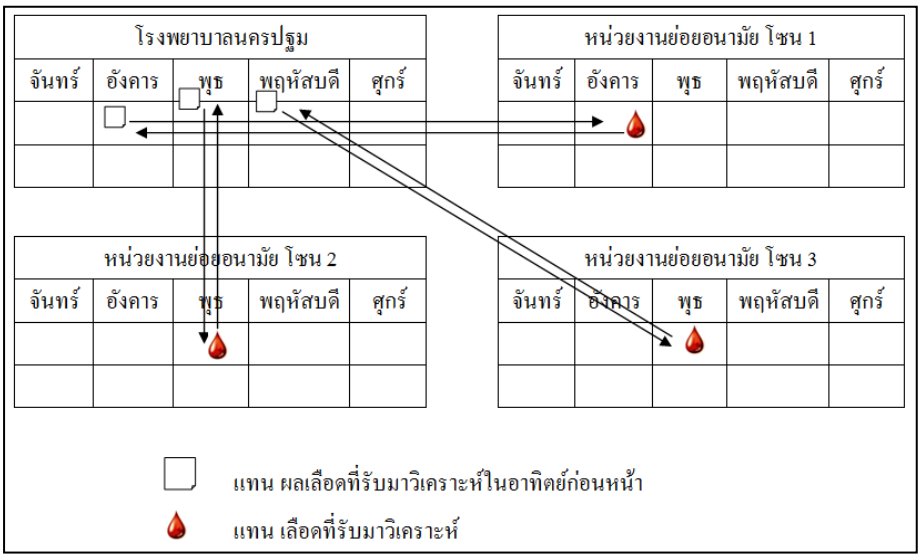
การเก็บกลุ่มตัวอย่างจากโรงพยาบาลชุมชนที่อยู่ภายใต้การดูแลของโรงพยาบาลนครปฐม ในปัจจุบันมีความไม่แน่นอนหลายอย่าง ทำให้ทางโรงพยาบาลชุมชนจัดรถมาส่งกลุ่มตัวอย่างที่โรงพยาบาลนครปฐมเองหรือโรงพยาบาลชุมชนส่วนใหญ่ ส่งตรวจต่อกับบริษัท กรุงเทพ อาร์ ไอ เอ แล็บ เนื่องจากไม่สามารถจัดเตรียมกลุ่มตัวอย่างให้ตรงตามรอบที่ทางโรงพยาบาลนครปฐมได้วางแผนเอาไว้ได้ แต่เนื่องจากในอนาคตจะมีการพัฒนาให้ทางโรงพยาบาลนครปฐม ทางโรงพยาบาลนครปฐมได้วางแผนไว้สำหรับการรับกลุ่มตัวอย่างจากทางโรงพยาบาลชุมชน โดยให้จัดรถออกไปรับกลุ่มตัวอย่างทุกวัน ตามความต้องการของโรงพยาบาลชุมชนที่ได้แจ้ง

ความต้องการเข้ามา ซึ่งทางโรงพยาบาลสามารถเลือกช่วงเวลาที่จะให้รถจากโรงพยาบาลนครปฐมเข้าไปรับกลุ่มตัวอย่างได้ 2 รอบคือ รอบเช้าเวลาประมาณ 09:00 – 12:00 น. หรือช่วงบ่ายเวลาประมาณ 13:00 – 16:00 น.

การเก็บกลุ่มตัวอย่างจากโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพชุมชนที่อยู่ภายใต้การดูแลของโรงพยาบาลนครปฐม ทางโรงพยาบาลนครปฐมได้แบ่งพื้นที่ให้บริการออกเป็น 3 พื้นที่ และแบ่งวันให้บริการเป็น 3 วัน คือ วันอังคาร วันพุธ และวันพฤหัสบดี สำหรับออกไปรับกลุ่มตัวอย่างจากโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลที่ได้จัดไว้ดังตารางที่ 4.2 และมีรูปแบบการรับ – ส่งกลุ่มตัวอย่าง ดังรูปที่ 4.2 นั่นคือการรับกลุ่มตัวอย่างมาก่อนในอาทิตย์และ และเมื่อถึงอาทิตย์ถัดไปถึงส่งผลการวิเคราะห์กลับไปยังโรงพยาบาลที่ส่งกลุ่มตัวอย่างมา จากนั้นจะรับกลุ่มตัวอย่างใหม่กลับมาวิเคราะห์ผลนั่นเอง

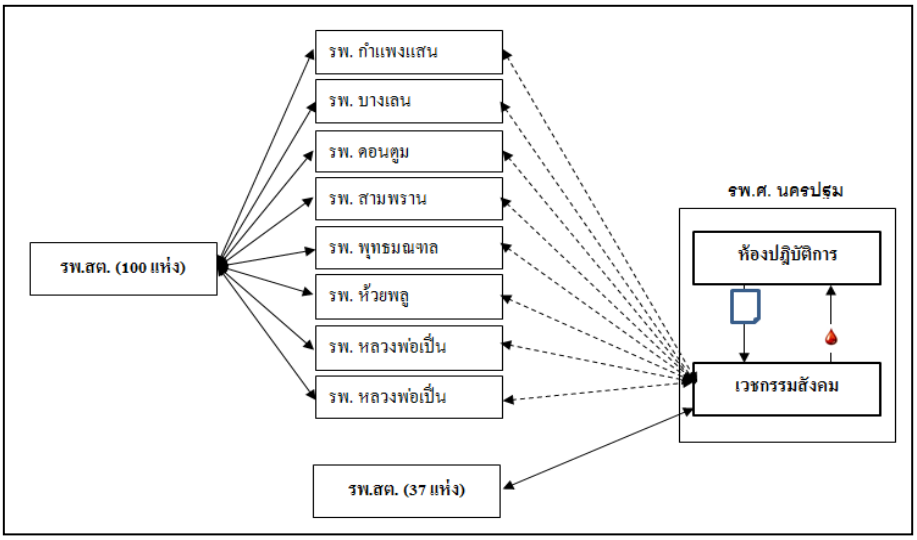
ตารางที่ 4.2 วันออกเก็บกลุ่มตัวอย่างจากโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล

วันอังคาร	วันพุธ	วันพฤหัสบดี
โรงพยาบาลวัดธรรมศาลา	โรงพยาบาลดอนรวก	โรงพยาบาลบ้านคันไผ่
โรงพยาบาลตลาดจินดา	โรงพยาบาลอ้อยอีเตี้ย	โรงพยาบาลหนองดินแดง
โรงพยาบาลบ้านตากแดด	โรงพยาบาลมาบแค	โรงพยาบาลสระกระเทียม
โรงพยาบาลสนามจันทร์	โรงพยาบาลบ่อพลับ	โรงพยาบาลลาดหญ้าแพรก
โรงพยาบาลบางแขม	โรงพยาบาลห้วยขวาง	โรงพยาบาลสวนป่าน
โรงพยาบาลบ้านต้นสำโรง	โรงพยาบาลตาก้อง	โรงพยาบาลหนองปากโลง
โรงพยาบาลเทศบาลดอนฯ	โรงพยาบาลม่วงตารส	โรงพยาบาลลำพยา
โรงพยาบาลดอนยายหอม	โรงพยาบาลทุ่งน้อย	โรงพยาบาลโพรงมะเดื่อ
โรงพยาบาลพระประโทน	โรงพยาบาลทัพหลวง	โรงพยาบาลหุบรัก
โรงพยาบาลห้วยจระเข้	โรงพยาบาลหนองงูเหลือม	โรงพยาบาลบ้านยาง
โรงพยาบาลบ้านเกาะวังไทร	โรงพยาบาลสองห้อง	โรงพยาบาลหนองกระโดน
โรงพยาบาลดอนเสาเกียด	โรงพยาบาลบ้านนาสร้าง	
โรงพยาบาลสามควายเผือก	โรงพยาบาลวังตะกู	



รูปที่ 4.2 ตารางการขนส่งเลือด

เมื่อรถรับกลุ่มตัวอย่างมาถึงโรงพยาบาลเจ้าหน้าที่จะนำกลุ่มตัวอย่างไปส่ง ณ ฝ่ายเวชกรรมสังคม และนำส่งสู่แผนกเพื่อทำการวิเคราะห์สิ่งส่งตรวจ ในสภาพความเป็นจริงทางห้องปฏิบัติการได้ขอร้องให้ส่งมายังห้องปฏิบัติการโดยไม่ผ่านเวชกรรมสังคม เพื่อประหยัดเวลา และทางห้องปฏิบัติการใช้เวลาในการวิเคราะห์ประมาณ 1 วัน และจะนำผลการตรวจส่งกลับคืนยังฝ่ายเวชกรรมสังคมเพื่อจัดส่งกลับไปแต่ละโรงพยาบาลที่ส่งกลุ่มตรวจมาให้ทำการวิเคราะห์



รูปที่ 4.3 ระบบการรับกลุ่มตัวอย่าง และส่งผลการวิเคราะห์

รายการกลุ่มตัวอย่าง

1. โรคเบาหวาน (Diabetes Mellitus)
2. Fasting Blood Sugar (FBS) หรือ Fasting Plasma Glucose (FPG)
3. 2hours. Postprandial Glucose (2hr. PPG)
4. Oral Glucose Tolerance Test (OGTT)
5. โรคความดันโลหิตสูง (Hypertension)
6. ระดับไขมันในเลือด

วิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และอุปสรรค์ ในปัจจุบัน

ข้อได้เปรียบ / จุดแข็ง

1. โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลทุกแห่งมีพยาบาลประจำเพื่อทำหน้าที่ในการจัดเก็บเลือดและตัวอย่างอื่นๆ ตามแพทย์สั่ง
2. ประเภทการทดสอบจากโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลส่วนมาก เกี่ยวกับ เบาหวาน ความดัน ไขมัน มีจำนวนเพียงเล็กน้อยที่จัดเก็บตามแพทย์สั่งซึ่งมากกว่าปกติ
3. ทุกโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลมีระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ต สามารถใช้งานได้ดี
4. คนไข้ที่ทำการเจาะเลือดหรือเก็บตัวอย่าง เป็นคนไข้ในระบบนัดก่อนล่วงหน้า 1 เดือน ซึ่งทำให้ประหยัดเวลาในการค้นหาประวัติคนไข้
5. ในกรณีที่มีจำนวนประชากรไม่มาก สามารถรวมพื้นที่ให้เป็นจุดเดียวกันได้ เพื่อเก็บตัวอย่างได้
6. การเก็บตัวอย่างจากโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลจะเป็นกรณีไม่เร่งด่วนเป็นการตรวจสอบประจำปี หรือการติดตามอาการ ในกรณีเร่งด่วนหรือร้ายแรงแพทย์จะนัดมาตรวจที่โรงพยาบาล จึงมีจำนวนผู้ป่วยไม่มากนัก

ปัญหา / จุดอ่อน

1. ระบบการขนส่งเลือด เป็นระบบซึ่งรวมอยู่กับการขนส่งยา เวชภัณฑ์และเอกสารอื่นๆของโรงพยาบาล ทำให้ระยะเวลาในการส่งไม่แน่นอน เจ้าหน้าฝ่ายห้องปฏิบัติการที่ไม่สามารถกำหนดเส้นทางหรือช่วงเวลาเดินทางได้ โดยปกติรถตู้ขนส่งตัวอย่างจะถึงโรงพยาบาลเวลา 13.00 น. แต่ต้องดำเนินการตามระบบบางครั้งทำให้ล่าช้า นอกจากนี้ในบางครั้งรถขนส่งตัวอย่างกลับมาถึงโรงพยาบาลเวลา 16.00 น. ซึ่งบางครั้งไม่มีเจ้าหน้าที่ในการรับเรื่อง ส่งผลต่อตัวอย่างเลือดและสิ่งส่งตรวจที่อาจได้การผลการวิเคราะห์ไม่แน่นอนหรือไม่สามารถใช้งานได้ ซึ่งทั้งนี้ต้องขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของแพทย์ผู้สั่งตรวจ การมีรถยนต์เฉพาะเพื่อเก็บสิ่งส่งตรวจจะส่งผลดีต่อระยะเวลาในการนำส่งที่ลดลง

2. ตัวอย่างและสิ่งส่งตรวจ ไม่มีคุณภาพเนื่องจากขาดความรู้ในการจัดเก็บที่ถูกต้องตามมาตรฐานระหว่างการขนส่ง ขาดเครื่องมือในการจัดเก็บสิ่งส่งตรวจที่เหมาะสม เช่น กล่องรักษาอุณหภูมิ เป็นต้น ทำให้ผลการวิเคราะห์มีโอกาสการผิดพลาดได้ ในกรณีตรวจสอบ โรคเฉพาะทาง

3. ไม่มีการคำนวณต้นทุนที่เกิดจากการขนส่งตัวอย่างและผลการวิเคราะห์เนื่องจากเป็นการใช้ทรัพยากรร่วมกับการขนส่งยาและเวชภัณฑ์อื่นๆไปยัง รพ.สต.

4. ขาดเทคโนโลยีรายงานผลการทดสอบระหว่าง รพ.สต. รพ.ช. และโรงพยาบาลศูนย์ ในปัจจุบันโรงพยาบาลศูนย์นครปฐมมีระบบสารสนเทศที่สามารถรายงานผลการวิเคราะห์ ออนไลน์ได้ แต่ไม่สามารถเชื่อมต่อได้กับรพ.สต. หรือโรงพยาบาลชุมชนได้

5. ขาดการเชื่อมต่อฐานข้อมูลของผู้ป่วย (เวชระเบียน) ระหว่าง รพ.สต. รพ.ช. และโรงพยาบาลศูนย์ทำให้ต้องส่งเอกสาร หรือผลวิเคราะห์ทางรถยนต์หรือแฟกซ์ ซึ่งใช้เวลานานในการรายงานผลการวิเคราะห์

6. ในการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่าง บางตัวอย่างโรงพยาบาลชุมชนจะส่งตรวจยังห้องปฏิบัติการของโรงพยาบาลหรือหน่วยงานของภาคเอกชน

โอกาส

1. ในอนาคตผู้คนจะหันมาสนใจการดูแลรักษา ตรวจสอบสุขภาพกันมากขึ้น ในขณะที่แนวโน้มในการรณรงค์ตรวจสุขภาพฟรีของหน่วยงานรัฐบาลมากขึ้น

2. ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีทีสามารถช่วยในการตรวจสอบผลการวิเคราะห์กลุ่มตรวจได้เร็วมากขึ้น

3. ผู้บริหารและหน่วยงานของโรงพยาบาลศูนย์นครปฐมสนับสนุนในการนำเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามาใช้ รวมถึงการปรับปรุงระบบให้สามารถอำนวยความสะดวกและเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน อาทิ เช่น ระบบการขนส่งเลือดโดยเฉพาะ เพื่อให้เกิดการขนส่งที่มีประสิทธิภาพ ระยะทางสั้นที่สุด ค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด

อุปสรรค/ความเสี่ยง

1. หน่วยงานเอกชนเข้ามามีบทบาทในด้านสาธารณสุขมากขึ้น

2. มีการคมนาคมที่สะดวกมากขึ้นทำให้ผู้ป่วยสามารถเดินทางไปรักษายังโรงพยาบาลอื่น ๆ ได้อย่างรวดเร็วมากกว่า

3. การส่งเลือดมีปัจจัยในการควบคุมอยู่หลายประการ ไม่ว่าจะเป็น เวลา อุณหภูมิ แรงสั่นสะเทือนและการจัดเก็บ ดังนั้นจำเป็นต้องมีวิธีการดูและระหว่างขนส่ง

4. ควรมีการฝึกอบรมพนักงานบนรถหรือรวมไปถึงการวางแผนการทำงานที่รัดกุม ซึ่งเป็นการเพิ่มภาระงานให้กับเจ้าหน้าที่ ซึ่งควรพิจารณาด้านความพึงพอใจของผู้ปฏิบัติงานด้วย

ข้อมูลตำแหน่งของโรงพยาบาลภายใต้การดูแลของโรงพยาบาลนครปฐม

เนื่องจากในการจัดเส้นทางจำเป็นต้องรู้ที่ตั้ง เพื่อนำมาคำนวณหาเส้นทางที่เหมาะสมที่สุด ในงานวิจัยฉบับนี้อ้างอิงจุดพิกัดโรงพยาบาลทั้ง 45 โรงพยาบาลจากข้อมูลของกระทรวงสาธารณะสุขประเทศไทย จากเว็บไซด์ http://www.ezymaps.com/ ดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ตำแหน่งของโรงพยาบาลทั้ง 45 โรงพยาบาล

ชื่อโรงพยาบาล	ละติจูด	ลองติจูด
โรงพยาบาลนครปฐม	13.81963178	100.07499873
รพ.สต.บ้านนาสร้าง	13.86165764	100.04468424
รพ.สต.ตำบลบางแขม	13.77411490	100.03200127
รพ.สต.ดอนเสาเกียด	13.73209673	100.03541471
รพ.สต.ตำบลพระประโทน	13.80241741	100.09224109
รพ.สต.บ้านต้นสำโรง	13.82361899	100.10143944
รพ.สต.ตำบลตาก้อง	13.88374121	100.05589717
รพ.สต.ตำบลสนามจันทร์	13.78493123	100.05070993
รพ.สต.ตำบลดอนยายหอม	13.73563822	100.08030235
รพ.สต.ตำบลถนนขาด	13.79530176	100.08151057
รพ.สต.บ้านอ้อยอีเตี้ย	13.83816483	100.06473062
รพ.สต.ตำบลบ่อพลับ	13.83696805	100.07380151
รพ.สต.ตำบลหนองดินแดง	13.79496345	99.99015052
รพ.สต.ตำบลหนองปากโลง	13.83444075	100.01990576
รพ.สต.ตำบลวังตะกู	13.84485154	100.02741795
รพ.สต.ตำบลสามควายเผือก	13.83067174	100.10722721
รพ.สต.ตำบลทุ่งน้อย	13.84872111	100.08741260
ชื่อโรงพยาบาล	ละติจูด	ลองติจูด
รพ.สต.ตำบลวังเย็น	13.76855669	100.01193311
รพ.สต.บ้านหุบรัก	13.84574600	99.97898428
รพ.สต.ตำบลโพรงมะเดื่อ	13.82169640	99.99042065
รพ.สต.ตำบลธรรมศาลา	13.81080882	100.11536674
รพ.สต.ตำบลลำพยา	13.81506920	100.01263310

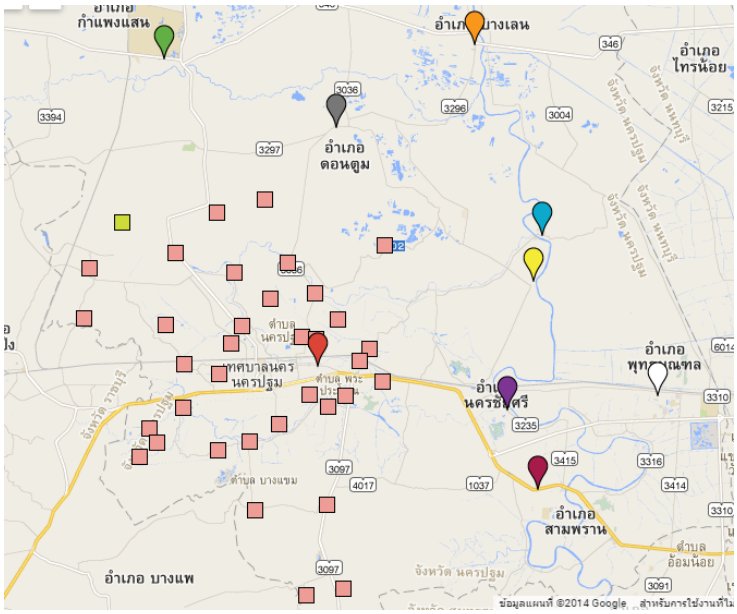
รพ.สต.ตำบลสระกระเทียม	13.77337771	99.97326186
รพ.สต.ตำบลสวนป่าน	13.76464163	99.96238527
รพ.สต.ลาดหญ้าแพรก	13.78212093	99.96873282
รพ.สต.ตำบลทัพหลวง	13.88924459	99.98505245
รพ.สต.บ้านม่วงดารส	13.87720454	100.02255678
รพ.สต.ตำบลห้วยจระเข้	13.80267537	100.06994410
รพ.สต.ตำบลบ้านยาง	13.84944542	99.92776806
รพ.สต.หนองกระโดน	13.87986170	99.93069020
รพ.สต.ตำบลหนองงูเหลือม	13.90792960	99.95150731
รพ.สต.ตำบลมาบแค	13.86468010	100.07327180
โรงพยาบาลกำแพงแสน	14.00731926	99.97805374
โรงพยาบาลบางเลน	14.01593344	100.17385818
โรงพยาบาลนครชัยศรี	13.792491484	100.19449782
โรงพยาบาลหลวงพ่อเปิ่น	13.89956189	100.21537625
โรงพยาบาลห้วยพลู	13.87167628	100.21100227
โรงพยาบาลดอนตูม	13.96544210	100.08459534
โรงพยาบาลสามพราน	13.74419443	100.21366437
โรงพยาบาลพุทธมณฑล	13.80153043	100.28957136

การสร้างชุดข้อมูล

ชุดข้อมูลที่นำเข้ามาใช้ในการประมวลผลของเว็บไซต์การจัดการสิ่งตรวจ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ชุดข้อมูลของระยะทาง และชุดข้อมูลความต้องการของลูกค้า โดยทางเว็บไซต์การจัดการสิ่งตรวจ ที่ทางคณะผู้จัดทำพัฒนาได้จัดทำขึ้นมานั้นสามารถตอบรับความต้องการจากผู้ใช้งานได้อย่างทันเวลา (Real – Time) และมีการจัดทำฐานข้อมูลสำหรับจัดเก็บตำแหน่งพิกัดของโรงพยาบาลต่าง ๆ ภายใต้การดูแลของโรงพยาบาลนครปฐม พร้อมทั้งสร้างเมทริตระยะทางระหว่างโรงพยาบาล สำหรับการประมวลผล ซึ่งการวัดระยะห่างระหว่างโรงพยาบาลนำข้อมูลมาจากการประมวลผลผ่านทาง Google map

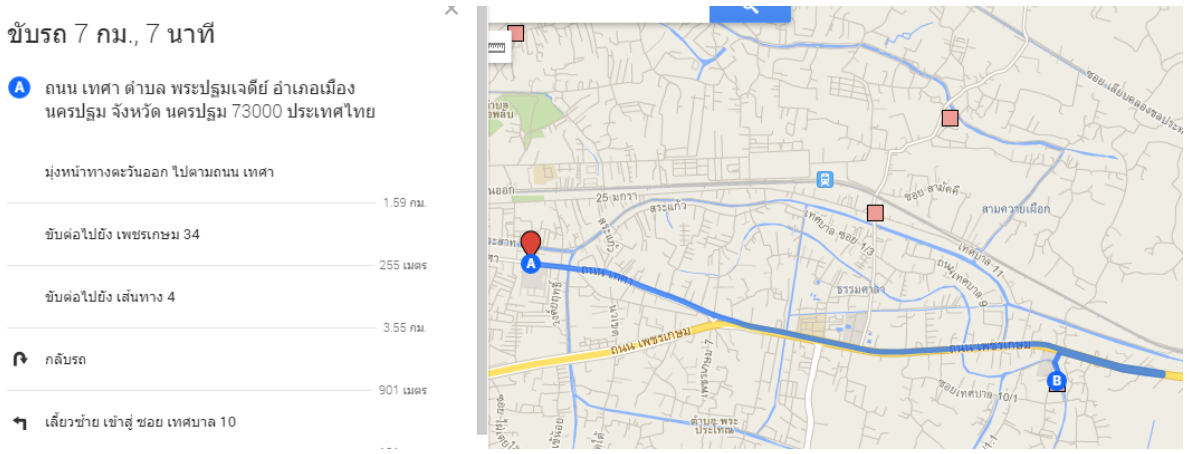
ข้อมูลระยะทาง

1. เพิ่มพิกัดโรงพยาบาลภายในจังหวัดนครปฐมลงใน Google map



รูปที่ 4.4 การกระจายตัวของโรงพยาบาลภายใต้การดูแลของโรงพยาบาลนครปฐม

2. วัดระยะห่างระหว่างโรงพยาบาล A กับทุก ๆ โรงพยาบาล



รูปที่ 4.5 การวัดเส้นทางระหว่างโรงพยาบาลโดยใช้ Google map

3. สร้างเมทริกระยะทางของโรงพยาบาลภายในจังหวัดนครปฐม

99999	4.8	13.2	18.3	4.79	23.7	4.49	6.97	6.7	10.4	15.4	3.99	5.15	14.2	4.96	3.7	6.58	3.62	14.9	19.3	16.3	23.9	9.77	11.5	8.33	10.6	12.8	11.3	15.2	15.3	17.9	8.05	8.73	11.3	17.2	23.6	20.8	31.5	33.7	14.4	22.4	22
6.57	99999	13	18.1	4.18	23.5	6.53	6.97	6.49	13.8	17.3	5.6	6.77	16.5	8.58	8.02	10.9	7.24	20.9	25.3	20.6	29.9	14.1	16.3	12.6	16.6	16.1	14.6	18.6	18.6	21.3	14.1	14.8	16.1	19.5	29.7	26.9	37.5	38	12.3	20	19.9
11.5	14.9	99999	8.66	8.75	8.19	10.9	13.1	8.16	10.7	5.79	12.3	13.5	23.2	15.3	14.7	17.6	13.9	27.6	32	27.3	36.6	20.8	23	19.3	23.3	12.6	21.3	18	25.3	19	20.8	21.5	22.8	26.2	36.4	33.6	44.2	44.7	22.7	30.7	30.3
22.3	25.7	11.2	99999	19.6	6.83	21.7	24	19	19.9	15	23.1	24.3	34	26.1	25.5	28.4	24.7	38.4	42.8	38.1	47.4	31.6	33.8	30.2	34.1	21.8	32.1	27.2	36.1	28.2	31.6	32.3	33.7	37	47.2	44.4	55.1	55.5	33.5	41.5	41.1
4.26	7.631	12.5	17.6	99999	23	5.98	9.74	3.31	9.05	14	5.05	6.21	15.9	8.03	7.46	10.3	6.69	20.3	24.8	20.1	29.3	13.5	15.8	12.1	16	11.4	14	18	18.1	20.7	13.5	13.2	15.6	18.9	29.1	26.3	37	37.4	15.4	23.5	23.1
19.8	23.2	8.73	13.8	17	99999	19.2	21.4	16.5	17.4	12.5	20.6	21.8	31.5	23.6	23	25.9	22.2	35.9	40.3	35.6	44.9	29.1	31.3	27.6	31.6	19.3	29.6	24.7	33.6	25.7	29.1	29.8	31.1	34.5	44.7	41.9	52.5	53	31	39	38.6
3.43	8.92	15.6	20.7	3.9	26.1	99999	5.21	2.87	6.82	11.7	6.34	7.51	17.2	10.7	6.63	9.51	7.94	16.7	21.1	19.2	25.7	12.7	12.5	11.4	12.4	9.13	10.4	14.3	14.4	17	9.87	10.6	11.9	15.2	25.5	22.6	33.3	36.6	16.7	24.8	24.4
6.61	6.61	14.1	23.8	8.5	19.4	5.21	99999	5.15	3.48	8.41	9.52	10.7	19.2	13.9	8.69	11.6	8.58	15.5	19.9	21.3	24.5	14.8	12.7	11.7	11.2	5.79	9.2	11.2	13.2	12.2	8.68	9.36	10.8	14.1	24.3	21.5	32.1	38.7	19.9	27.9	27.6
6.28	9.65	12	17.1	3.52	22.5	2.87	5.15	99999	6.77	11.7	7.07	8.23	17.9	10	9.48	12.42	8.7	20.7	25.1	22.1	29.6	15.6	17.9	16.8	16.4	9.08	14.4	14.5	18.4	15.5	13.8	14.5	15.9	19.2	29.4	26.6	37.3	39.4	17.5	25.5	25.1
10.1	15.6	10.7	16.4	10.1	16	6.82	8.41	6.77	99999	5.03	13	14.2	22.7	17.4	12.2	15.1	12.1	19	23.4	24.8	28	18.2	16.2	15.1	14.7	2.41	8.86	7.78	10.8	8.84	12.2	12.8	9.98	13.3	27.8	24.9	35.6	42.1	23.4	31.4	31
17.1	20.4	5.79	11.5	14.3	11	11.7	8.41	11.7	5.03	99999	17.9	19	28.7	20.8	17.1	20	19.5	23.9	28.3	29.7	32.9	23.2	21.1	20.1	19.6	6.91	13.4	12.3	15.3	13.3	17.1	17.8	14.9	18.2	32.7	29.9	40.6	47.1	28.3	36.3	35.9
3.42	4.89	13.5	18.6	4.64	24	6.99	10.8	6.95	14.2	17.8	99999	1.17	10.9	4.39	5.68	8.55	4.67	21.4	25.8	18.3	30.3	11.8	13.4	10.3	10.1	16.5	15.1	19	19.1	21.7	14.5	15.2	16.6	19.9	30.1	27.3	38	37.7	12.7	17.6	16.4
4.59	6.05	14.6	19.7	5.8	25.1	8.15	11.9	8.11	15.4	19	1.17	99999	10.5	4.09	6.55	6.58	4.62	22.5	27	16.9	31.5	10.4	14.6	8.95	11.3	17.7	16.2	20.2	20.3	22.9	15.7	16.4	17.8	21.1	31.3	28.5	39.2	36.7	13.9	16.6	15.4
14.8	16.4	28	33.1	19.5	38.5	16.5	18.9	21.5	22.4	27.3	11.5	10.5	99999	6.45	10.9	7.64	11.6	24.9	28.4	17.6	16.4	11	16.2	13	18.5	34.7	23.2	27.2	27.3	29.9	18.1	18.9	21.5	24.8	33.7	30.9	38.1	23.2	23.1	14.7	13.5
4.97	9.28	17	22.1	8.54	27.5	8.36	10.8	10.5	14.3	19.2	4.39	4.09	6.45	99999	3.66	2.82	2.37	16.8	21.3	12.5	12.4	6	13.7	7.95	10.4	16.6	15.1	19.1	19.2	21.8	9.99	10.8	13.4	16.7	25.6	8.64	33.5	29.9	17.1	17.5	16.4
4.3	10.9	17.5	22.6	9.09	28	6	8.47	11	12	16.9	8.29	9.45	10.9	3.66	99999	3.3	1.72	14.5	18.9	13	12.9	6.5	11.3	5.05	8.02	14.3	12.8	16.7	16.8	19.4	7.64	8.47	11.1	14.4	23.3	20.4	31.1	30.4	18.7	26.7	26.3
7.18	13.7	20.4	25.5	12	30.9	8.88	11.4	13.9	14.8	19.8	11.2	7.19	7.66	2.8	3.3	99999	4.04	17.4	21.8	9.83	9.65	3.29	8.45	5.25	10.9	17.1	15.7	19.6	19.7	22.3	10.5	11.3	13.9	17.2	26.1	23.3	28	27.2	21.6	21.9	20.7
4.37	10.9	17.6	22.7	9.16	28.1	6.07	8.55	11.1	12	17	4.67	4.62	11.6	2.37	1.72	4.04	99999	14.5	19	13.8	13.6	7.24	11.4	5.8	8.09	14.3	12.8	16.8	16.9	19.5	7.71	8.54	11.1	14.4	23.3	20.5	31.2	31.1	18.8	20.7	19.5
14	22.6	29.3	34.3	20.8	39.8	16.2	15	20.1	18.5	23.4	20	21.2	24.9	16.6	14.4	17.3	14.3	99999	4.52	13	9.08	10.4	5.24	9.89	7.06	20.8	17.3	21.3	21.4	24	24	9.15	12.9	15.5	6.08	7.62	16.7	39.4	30.4	38.4	38.1
20.1	28.7	35.3	40.4	26.9	45.8	22.3	21.1	26.2	24.6	29.5	26.1	27.3	31	22.7	20.5	23.4	20.4	5.39	99999	15.7	11.8	16.5	11.3	16	13.1	26.9	23.4	27.4	27.4	30.1	13	16.6	13.7	10.6	10.5	5.75	19.5	42.2	36.5	44.5	44.2
16	23.5	30.1	35.2	21.7	40.6	18.6	25.5	23.6	29	33.9	20.9	16.9	15.8	12.5	13	9.83	13.8	12.3	13.7	99999	4.78	6.99	7.48	9.98	17.6	17	27.8	31.8	31.9	34.5	19.7	23.4	26	17.6	24.1	21.3	15.7	22.7	31.3	29.4	28.2
19.8	28.4	35.1	40.2	26.7	45.6	22	20.8	26	24.3	29.2	25.9	27	16.4	13.1	20.3	10.4	20.1	7.64	9.03	4.75	99999	6.88	5.19	15.7	12.9	26.6	23.1	27.1	27.2	29.8	15	18.7	21.3	13	19.4	16.6	16.3	26.6	36.3	33.3	43.9
10.4	16.9	23.6	28.7	15.2	34.1	12.1	14.5	17.1	18	23	14.4	10.4	10.5	6	6.5	3.29	7.24	11.2	15.6	6.99	7.1	99999	5.68	3.45	7.77	20.3	18.9	22.8	22.9	25.5	13.7	14.5	17.1	13.5	19.9	17.1	25.1	24.3	24.8	24.7	23.5
10.9	17.4	24.1	29.2	15.7	34.6	13.8	12.6	17.8	16.1	21	14.9	15	15.6	13.5	11.3	8.45	11.2	6	10.4	7.44	5.19	5.68	99999	4.43	4.68	18.4	14.9	18.9	19	21.6	10.4	10.5	13.1	8.32	14.8	12	22.7	29.3	25.3	33.3	32.9
9.77	16.3	23	28.1	14.6	33.5	11.5	11.5	16.6	15	19.9	13.8	14.9	13	7.95	5.05	5.25	5.8	9.88	14.3	9.99	9.16	3.45	4.43	99999	4.32	17.3	13.8	17.8	17.9	20.5	9.3	10.6	13.2	12.2	18.7	15.8	26.5	27.3	24.2	27.3	26.1
7.51	16.1	22.8	27.9	14.3	33.3	9.69	8.5	13.7	12	16.9	13.5	14.7	18.4	10.1	7.95	10.8	7.83	9.86	14.3	11.9	9.68	9.2	4.54	5.75	99999	14.3	10.8	14.8	14.9	17.5	6.31	6.38	8.97	12.2	18.6	15.8	26.5	33.1	23.9	31.9	31.6
12.4	17.9	12.6	18.3	12.4	17.9	9.13	5.79	9.08	2.41	6.91	15.3	16.5	25	19.7	14.5	17.4	14.4	21.3	25.7	14.3	30.3	20.6	18.5	17.4	17	99999	5.45	5.37	8.38	6.43	14.5	7.87	8.11	11.4	22.8	27.3	37.9	44.5	25.7	33.7	33.3
16.3	19.8	19.1	31.5	18	24.3	13.8	12.2	15.5	8.86	13.4	17.2	18.3	26.6	18.3	16.1	19	16	20.4	24.8	33.3	29.3	22.2	19.3	18.2	16.1	6.45	99999	3.97	5.18	5.76	12.1	9.16	9.4	12.7	16.4	24.9	37	46.1	27.6	35.6	35.2
20.3	23.7	18	23.7	17.8	23.2	14.5	11.2	14.5	7.78	12.3	21.1	22.3	30.5	22.2	20.1	22.9	20	24.3	28.7	37.2	33.3	26.1	23.3	22.2	20	5.37	3.97	99999	3.95	2.03	16	13.1	13.3	16.6	20.3	28.8	40.9	50	31.5	39.5	39.2
18.1	21.5	21	33.2	19.7	26.2	15.5	14.3	17.5	10.8	15.3	18.9	20.1	28.3	20	17.9	20.7	17.7	22.1	26.5	35	31.1	23.9	21.1	20	17.8	8.38	4.09	3.95	99999	2.48	13.8	10.9	11.1	14.4	15.1	23.5	38.7	47.8	29.3	37.3	36.9
21.4	24.9	19	24.7	18.9	19.1	15.6	12.2	15.5	8.84	13.3	22.3	23.4	31.7	23.4	21.2	24.1	21.1	25.4	29.9	38.4	34.4	27.3	24.4	23.3	21.2	6.43	5.73	3.03	2.48	99999	17.2	14.3	14.5	17.9	15.8	24.3	42.1	51.2	32.7	40.7	40.3
7.17	15.6	22.2	27.3	13.8	32.7	9.6	8.42	13.6	11.9	16.8	13	14.1	18.1	9.78	7.61	10.5	7.5	25.4	12.7	21.2	17.2	13.7	8.11	9.73	3.96	14.2	10.2	14.2	14.2	16.9	99999	4.13	5.16	6.92	16.5	13.7	24.9	47.6	23.4	31.4	31
8	14.8	21.7	26.8	14.2	32.2	9.06	7.88	13	11.4	16.3	12.4	13.6	18.9	10.6	8.44	11.3	8.32	8.25	16.7	21.1	21.2	14.5	11.6	10.6	7.94	13.7	7.23	11.2	11.3	13.9	4.13	99999	3.23	6.54	16.8	14	28.9	38.4	22.8	30.9	30.5
14.7	17.1	23.8	28.9	15.3	34.4	11.2	9.97	15.1	13.5	18.4	14.5	15.7	21.5	13.2	11	13.9	10.9	12.2	13.7	23.6	26.7	17.1	14.2	13.1	13.4	8.79	7.47	11.3	11.5	14.1	5.16	3.23	99999	3.65	14	11.1	34.4	41	24.9	33	32.6
17	20.4	27.1	32.2	18.6	37.6	14.5	13.3	18.4	16.8	21.7	17.8	19	24.8	16.5	14.3	17.2	14.2	17.7	10.9	19.4	15.5	20.4	9.5	14.6	11.8	12.1	10.8	14.7	14.8	17.4	6.92	6.54	3.65	99999	11.5	8.64	23.1	45.8	28.3	36.3	35.9
23.3	30.7	37.4	42.5	28.9	47.9	24.8	23.6	28.7	27.1	32	28.1	29.3	34.3	25.9	23.8	26.7	23.7	6.49	10.8	25.8	21.9	21.5	16.4	21.1	18.2	25.1	18.6	22.6	16.7	17.5	16.5	16.8	14	10.9	99999	4.81	29.6	52.3	38.5	46.6	46.2
20.5	27.9	34.6	39.7	26.1	45.1	22	20.8	25.9	24.3	29.2	25.3	26.5	31.4	8.07	21	23.8	20.9	10.1	6.03	23	19.1	18.7	13.6	18.2	15.4	19.6	18.3	22.2	22.3	24.9	13.7	14	11.1	8.07	4.81	99999	26.8	49.5	35.7	43.7	43.4
30.5	39.1	45.8	50.9	37.4	56.3	32.7	31.5	36.7	35	39.9	36.6	37.7	33.8	29.9	31	27.2	30.9	18.4	19.7	14	12.2	19.1	21.8	26.4	23.6	37.3	33.9	37.8	37.9	40.5	25.7	29.4	32	23.7	30.1	27.3	99999	25.7	47	37.8	43.4
34.6	42.7	47.8	52.9	39.4	58.3	53.4	52.2	57.4	55.7	60.6	38	37	23.5	30.2	30.7	27.5	31.4	39	40.4	22.9	32.9	24.7	42.4	27.6	44.3	58	54.5	58.5	58.6	61.2	46.4	50.1	52.7	44.3	50.8	48	23.7	99999	35.6	16.9	26
14.4	10.2	22.6	27.7	13.8	33.1	16.1	19.9	16.1	23.4	26.9	15.2	16.4	23.1	18.2	17.6	20.5	16.8	30.5	34.9	30.2	39.5	23.7	25.9	22.2	26.2	25.7	24.2	28.2	28.2	30.9	23.7	24.4	25.8	29.1	39.3	36.5	47.1	35.3	99999	15.2	10.7
26.6	22.3	34.7	39.8	25.9	45.2	28.3	32	28.2	35.5	39.1	17.6	16.6	14.6	17.5	25.1	21.9	20.7	42.6	47.1	29.3	34.4	25.3	30.4	27.3	38.3	37.8	36.3	40.3	40.4	43	35.8	36.5	37.9	41.2	51.4	48.6	42.5	26.8	15.2	99999	5.56
22.1	17.8	30.3	35.4	21.4	40.8	23.8	27.6	23.8	31	34.6	16.4	15.4	13.5	16.4	24	20.7	19.5	38.2	42.6	28.1	33.2	24.1	33.6	26.1	33.9	33.3	31.9	35.8	35.9	38.5	31.3	32	33.4	36.7	46.9	44.1	44.1	25.7	10.7	5.56	99999

รูปที่ 4.6 เมทริกระยะทางระหว่างโรงพยาบาลภายใต้การดูแลของโรงพยาบาลนครปฐม

ตัวอย่างชุดข้อมูล

รายชื่อโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลที่มีความต้องการส่งกลุ่มตัวอย่าง

- โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลธรรมศาลา (Node2)
- โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพดอนยายหอม (Node3)
- โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลตลาดจินดา (Node4)
- โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลพระประโทน (Node5)

เมทริกซ์ระยะทาง

โรงพยาบาลต้นทาง / โรงพยาบาลปลายทาง	Node 1	Node 2	Node 3	Node 4	Node 5
Node 1	99999	4.8	13.2	18.3	4.79
Node 2	6.57	99999	13	18.1	4.18
Node 3	11.5	14.9	99999	8.66	8.75
Node 4	22.3	25.7	11.2	99999	19.6
Node 5	4.26	7.631	12.5	17.6	99999

เงื่อนไขในเดินรถรับ – ส่งเลือดของโรงพยาบาลนครปฐม

เงื่อนไขที่ 1: เงื่อนไขด้านเวลาในการรับ – ส่งสิ่งตรวจ

- กำหนดให้การวิ่งรถในแต่ละวัน โดยให้วิ่งวันละ 2 รอบ รอบละ 3 ชั่วโมง คือ รอบเช้า 09:00 – 12:00 น. และ รอบบ่าย 13:00 – 16:00 น.
- กำหนดเวลาในการ load สิ่งส่งตรวจขึ้นรถไม่เกิน 15 นาที ต่อ 1 โรงพยาบาล

เงื่อนไขที่ 2: เงื่อนไขด้านวันในการรับ – ส่งสิ่งตรวจ

- กำหนดให้ไปรับ – ส่งสิ่งตรวจจากโรงพยาบาลชุมชมทั้ง 8 โรงพยาบาลได้ทุกวัน
- กำหนดให้ไปรับ – ส่งสิ่งตรวจจาก รพ.สต. จำนวน 3 วัน เฉพาะรอบเช้าเท่านั้น

เงื่อนไขที่ 3: เงื่อนไขด้านความเร็วของรถ

- กำหนดให้รถที่ใช้รับ – ส่ง วิ่งด้วยความเร็วไม่เกิน 70 กิโลเมตร ต่อ ชั่วโมง

เงื่อนไขที่ 4: เงื่อนไขด้านจำนวนรถที่ใช้ในการรับ – ส่ง

- กำหนดให้รถที่ใช้ในการวิ่งรับ – ส่ง จำนวน 3 คัน โดยที่รถทุกคันสามารถ load สิ่งส่งตรวจได้ไม่จำกัด (Load Capacities no limit)

โครงสร้างคณิตศาสตร์ของระบบ

วัตถุประสงค์

$$\text{Minimize} \quad \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} CX_{ij} \tag{4.1}$$

ข้อกำหนด

$$\sum_{i=1}^{n}\sum_{v=1}^{3} x_{ij} = 1 \ (i = 2, \dots, n) \tag{4.2}$$

$$\sum_{j=1}^{n}\sum_{v=1}^{3} x_{ij} = 1 \ (i = 2, \dots, n) \tag{4.3}$$

$$\sum_{i=1}^{n} x_{ip} - \sum_{j=1}^{n} x_{pj} = 0 \ (v = 1, \dots, 3; p = 1) \tag{4.4}$$

$$\sum_{i=1}^{n} t_i \sum_{j=1}^{n} X_{ij} + \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} t_{ij}x_{ij} \le T_v \ (v = 1, \dots, 3) \tag{4.5}$$

$$\sum_{i=1}^{n} t_i^v \sum_{j=1}^{n} x_{ij}^v + \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} t_{ij}^v x_{ij}^v \le T_v \ (v = 1, \dots, NV) \tag{4.6}$$

กำหนดให้

C คือ ค่าใช้จ่ายในการเดินทางต่อ 1 กิโลเมตร

X_{ij} คือ ระยะทางจาก i ไปยัง j ในหน่วยกิโลเมตร

i คือ โรงพยาบาลจุดเริ่มต้นในการเดินทาง

j คือ โรงพยาบาลจุดปลายทางในการเดินทาง

n คือ จำนวนโรงพยาบาลทั้งหมดในแต่ละวัน

X_{ij} คือระยะทางจาก i ไปยัง j ในหน่วยกิโลเมตร

p คือ โรงพยาบาลนครปฐม

X_{ip} คือ ระยะทางจาก i ไปยัง p ในหน่วยกิโลเมตร

X_{pj} คือ ระยะทางจาก p ไปยัง j ในหน่วยกิโลเมตร

T_v คือ ข้อจำกัดเวลาสูงสุดของเส้นทางยานพาหนะ v

t_1^v คือ เวลาที่ต้องการสำหรับยานพาหนะ v ในการส่งมอบ ณ ปม i

t_{ij}^v คือ เวลาในการเดินทางสำหรับยานพาหนะ v จากปม i ไปยังปม j

จากสมการที่ 4.1 ในการออกแบบระบบการรับ – ส่งเลือดของโรงพยาบาลนครปฐมนี้จะคำนึงถึงระยะทางที่สั้นที่สุด เมื่อได้ระยะทางที่สั้นที่สุดจะทำให้สามารถได้ค่าใช้จ่ายในการเดินทางที่ถูกที่สุดด้วยเช่นกัน โดยจำนวนโรงพยาบาลจำนวนเหล่านั้นจะขึ้นอยู่กับความต้องการส่งกลุ่มตัวอย่างกลับมาตรวจของแต่ละโรงพยาบาลในแต่ระรอบการจัดรถออกไปรับกลุ่มตัวอย่าง

สมการที่ 4.2 – 4.3 ในการออกแบบระบบการรับ – ส่งเลือดของโรงพยาบาลนครปฐมนี้จะออกแบบให้ยานพาหนะที่วิ่งรับเลือดนั้นจะสามารถเข้าไปรับเลือดยังโรงพยาบาลต่าง ๆ ได้เพียง 1 ครั้งต่อรอบเท่านั้น และในแต่ละรอบการเก็บเลือดจะมีรถเพียง 1 คันเท่านั้นที่เข้าไปเก็บตัวอย่างเลือดมาวิเคราะห์ เพื่อลดปัญหาการทำงานซ้ำซ้อนกัน ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายที่สูงมากยิ่งขึ้น เพราะต้องเดินทางเข้าไปยังโรงพยาบาลหลายรอบทำให้เสียค่าใช้จ่ายสูงกว่า

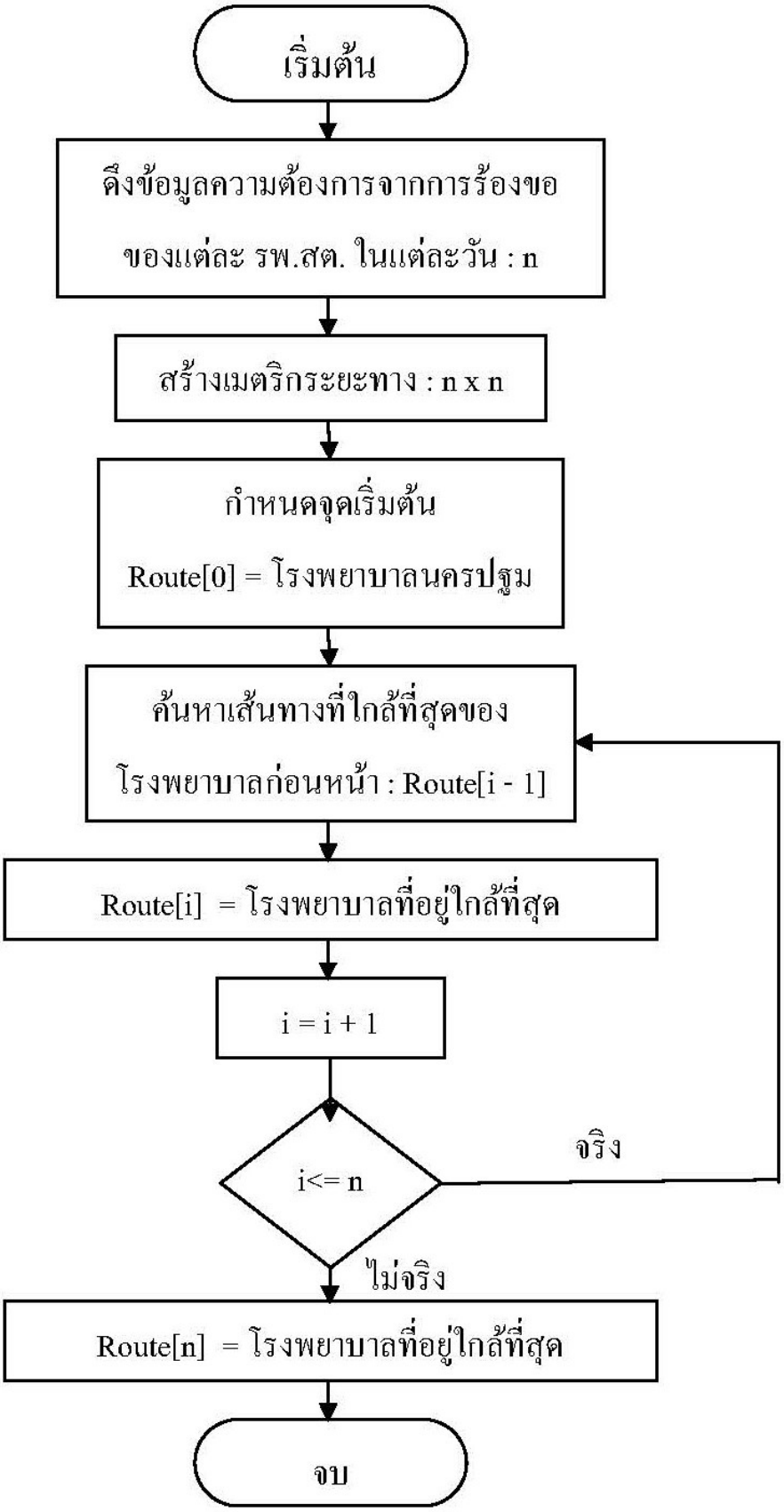
สมการที่ 4.4 ในการออกแบบระบบการรับ – ส่งเลือดของโรงพยาบาลนครปฐมนี้จะออกแบบให้ยานพาหนะที่วิ่งออกไปรับกลุ่มตัวอย่างเลือดจะต้องเริ่มวิ่งจากโรงพยาบาลนครปฐม และกลับมาจบที่โรงพยาบาลนครปฐมเป็นที่สุดท้าย เพื่อให้สามารถนำเอากลุ่มตัวอย่างกลับมาเข้าห้องปฏิบัติการได้อย่างทันเวลาในการวิเคราะห์ผลเลือด เพราะหากนำเลือดไปทิ้งไว้นานจนเกินไป จะทำให้การวิเคราะห์ผลเลือดไม่ตรงตามความเป็นจริง

สมการที่ 4.5 ในการออกแบบระบบการรับ – ส่งเลือดของโรงพยาบาลนครปฐมนี้จะออกแบบให้ยานพาหนะต้องกลับเข้ามายังโรงพยาบาลศูนย์นครปฐมภายในระยะเวลา 3 ชั่วโมง เพื่อป้องกันความผิดพลาดในการวิเคราะห์ผลเลือด เนื่องจากบางส่วนของเลือดที่จะนำมาวิเคราะห์ผลสามารถเสียหายได้ง่ายจากอากาศที่ร้อน หรือแรงสั่นสะเทือน เป็นต้น

สมการที่ 4.6 กำหนดระยะเวลาในการเดินทาง ไม่เกินไปกว่าระยะเวลาที่กำหนดไว้ โดยในการจัดเส้นทางสำหรับ รับตัวอย่างเลือดฉบับนี้กำหนดไว้ที่ 3 ชั่วโมง หรือ 180 นาที ในการจัดเดินทางและ โหลดสินค้าขึ้นรถ โดยในการโหลดสินค้าขึ้นรถถูกำหนดให้ทำเสร็จภายในเวลา 15 นาที ต่อโรงพยาบาล 1 แห่ง

การจัดเส้นทางด้วยวิธีกระบวนการใกล้เคียง (Nearest Neighbor Algorithms)

กระบวนการใกล้เคียง เริ่มการวิเคราะห์โดยการหาเส้นทางที่สั้นที่สุดเป็นเมืองถัดไปที่จะออกเดินทางจากเส้นทางทั้งหมด ตัวอย่างเช่น เริ่มเดินทางจากโรงพยาบาลนครปฐม ลำดับถัดไปจะต้องเป็น โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ ตำบลพระประโทน เพราะมีระยะทางสั้นที่สุด และอยู่ใกล้โรงพยาบาลนครปฐมที่สุด ลำดับถัดมาคือ โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ ดอนยายหอม เพราะอยู่ใกล้โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลพระประโทนมากที่สุด เป็นต้น การทำงานของกระบวนการใกล้เคียงจะเป็นการเลือกเมืองที่สั้นที่สุดเป็นลำดับถัดไปในการเดินทาง



รูปที่ 4.7 กระบวนการหาเพื่อนบ้านที่ใกล้เคียงที่สุด

ผลการจัดเส้นทางด้วยระบบด้วยกระบวนการหาเพื่อนบ้านใกล้เคียง

การจัดเส้นทางด้วยกระบวนการหาเพื่อนบ้านใกล้เคียง ที่ใช้ข้อมูลตำแหน่งจากโรงพยาบาลชุมชนและโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลที่อยู่ภายใต้การดูแลของโรงพยาบาลนครปฐม

ตารางที่ 4.4 ผลการจัดเส้นทางด้วยกระบวนการหาเพื่อนบ้านใกล้เคียง

จำนวนโรงพยาบาล (แห่ง)	ระยะทาง (กิโลเมตร)	จำนวนรถที่ใช้ (คัน)
3	29.3	1
4	48.76	
5	56.38	
6	69.71	
7	73.31	
8	81.38	2
9	83.87	
10	83.95	
11	84.07	
12	88.58	
13	90.91	
14	115.64	
15	106.26	
16	121.94	3
17	124.38	
18	126.02	
19	150.12	
20	160.74	
21	165.74	
22	169.29	4
23	178.55	
24	187.06	
25	189.01	
26	198.18	
27	202.47	
28	215.41	
29	218.3	5
30	222.37	
31	222.93	
32	226.09	
33	227.28	
34	231.54	
35	236.95	6
36	249.45	
37	249.51	
38	272.11	
39	287.51	
40	309.41	7
41	317.41	
42	317.47	
43	322.97	
44	352.47	
45	373.57	
เฉลี่ย	**182.29**	

การจัดเส้นทางด้วยวิธีการเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm : GA)

ในโครงการนี้เลือกใช้วิธีเชิงพันธุกรรมที่มีจำนวนโครโมโซมทั้งหมด 5 โครโมโซม โดยการสร้างโครโมโซมเบื้องต้น เกิดจากการนำเอาเส้นทางที่เกิดจากการกระบวนการความใกล้เคียงมาเป็นเส้นทางเริ่มต้น และโครโมโซมที่เหลืออีก 4 โครโมโซมเกิดจากการสุ่มเลือกผ่านทางวงล้อมรูเร็ต

การสร้างโครโมโซมพ่อ และโครโมโซมแม่ เกิดจากการสุ่มเลือกจากโครโมโซมตั้งต้นมาจาก 2 ใน 5 โดยไม่สามารถยินยอมให้โครโมโซมพ่อและโครโมโซมแม่เหมือนกัน นั้นหมายความว่า ความน่าจะเป็นของโครโมโซมพ่อจะเป็น 1 ใน 5 ของโครโมโซมทั้งหมด ส่วนโครโมโซมแม่จะเป็น 1 ใน 4 ของโครโมโซมทั้งหมด ซึ่งในการหาเกิดจากการสุ่มเลือกผ่านทางวงล้อรูเร็ต

ในการสุ่มเลือกผ่านทางวงล้อรูเร็ต คือการสุ่มเลือกจากวงล้อสัดส่วนค่าเหมาะสม (Roulette wheel selection) มีขั้นตอนในการคัดเลือกดังต่อไปนี้

1. คำนวณค่าความน่าจะเป็นในการคัดเลือก (Probability of selection : P_s) ได้มากจากระยะทางของแต่ละเส้นทาง หารด้วย ผลรวมของระยะทางของแต่ละเส้นทาง

ตารางที่ 4.5 ตัวอย่างการคำนวณค่าความน่าจะเป็นในการคัดเลือก

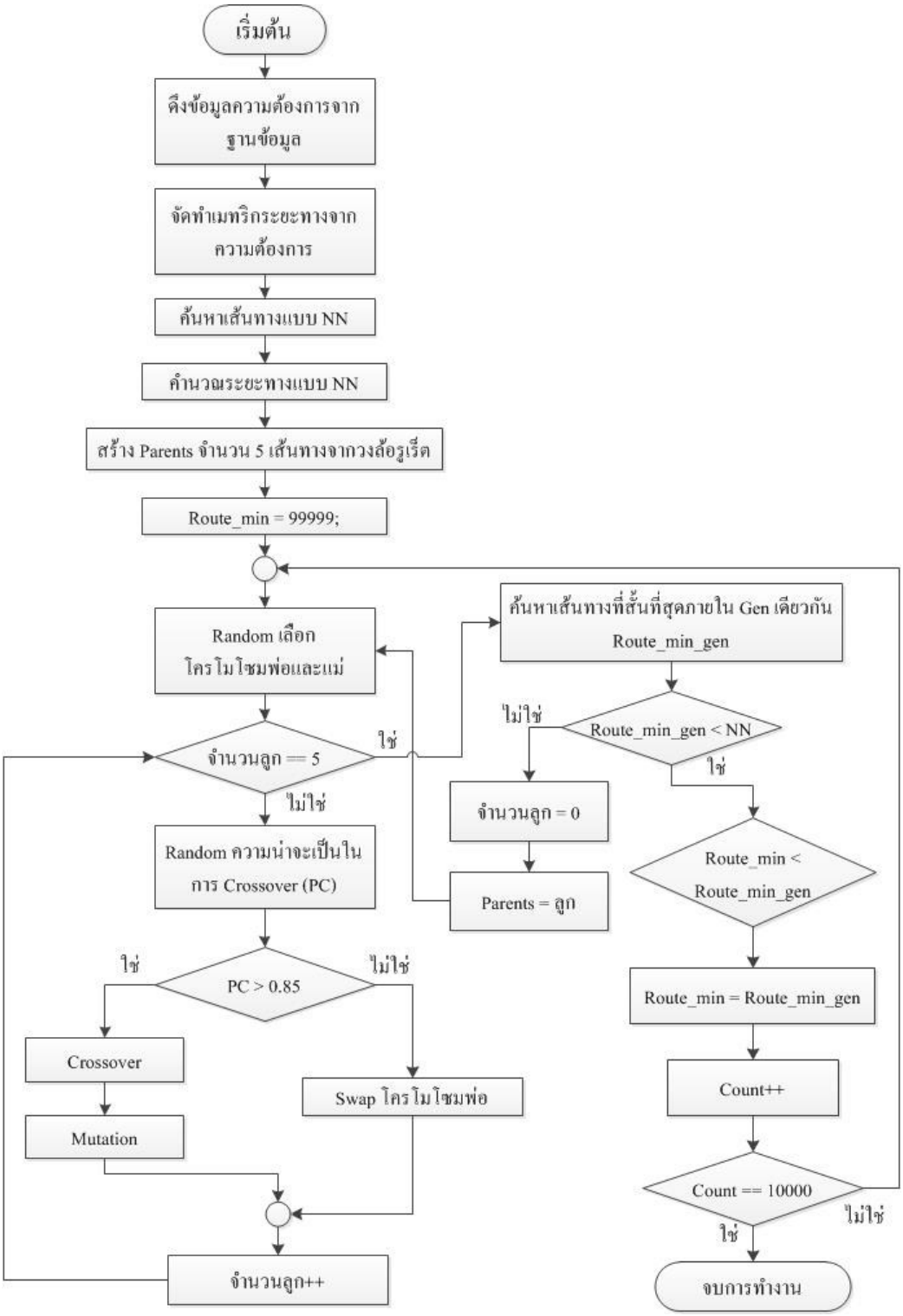
โครโมโซม	ยีนส์	ค่าความเหมาะสม	ค่าความน่าจะเป็น	ค่าความน่าจะเป็นในการคัดเลือก
1	1 5 2 3 6 4 1	69.71	0.165	0.165
2	1 4 2 5 3 6 1	89.21	0.212	0.377
3	1 6 3 2 4 5 1	86.08	0.204	0.581
4	1 3 4 5 6 2 1	85.60	0.203	0.784
5	1 2 3 4 5 6 1	90.97	0.216	1
		421.57		

2. การสุ่มค่าตัวเลขระหว่าง 0 – 1 ถ้าหากค่าที่ได้ตกไปอยู่ในช่วงค่าความน่าจะเป็นในการคัดเลือกของโครโมโซมใด นั้นหมายความว่าโครโมโซมนั้นถูกเลือก

การผสมยีนส์ข้ามสายพันธ์ (Crossover) มีลักษณะการผสมที่หลากหลายแตกต่างกันไป ทำให้เกิดการข้ามสายพันธ์เกิดขึ้น ในการผสมระหว่าง 2 โครโมโซมจะเกิดขึ้นได้ หากค่าความน่าจะเป็นของการข้ามสายพันธ์ (Crossover probability: P_C) มีค่าอยู่ในช่วง 0.8 นั่นหมายความว่า

ถ้าหาก Pc > 0.8 โครโมโซมลูกเท่ากับ โครโมโซมพ่อสลับตำแหน่งด้วยวิธีการ Swap

ถ้าหาก Pc < 0.8 โครโมโซมลูกเท่ากับ โครโมโซมพ่อและแม่สลับกันในตำแหน่งที่กำหนด



รูปที่ 4.8 กระบวนปรับปรุงคำตอบด้วยวิธีเชิงพันธุกรรม

ผลการปรับปรุงเส้นทางด้วยวิธีเชิงพันธุกรรม

จากการจัดเส้นทางด้วยกระบวนการหาเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุดดังที่กล่าวไปแล้วนั้น ในงานวิจัยฉบับนี้ได้นำเส้นทางดังกล่าวมาปรับปรุงด้วยวิธีเชิงพันธุกรรม

ตารางที่ 4.6 ผลการปรับปรุงเส้นทางด้วยวิธีเชิงพันธุกรรม

จำนวนโรงพยาบาล (แห่ง)	ระยะทาง (กิโลเมตร)	จำนวนรถที่ใช้ (คัน)
3	29.3	1
4	45.6	
5	47.11	
6	51.47	
7	56.47	
8	62.98	2
9	64.09	
10	65.57	
11	65.7	
12	73.3	
13	75.57	
14	93.26	
15	88.87	
16	95.31	3
17	96.2	
18	96.27	
19	121.11	
20	132.91	
21	137.04	
22	140.65	4
23	137.06	
24	139.92	
25	145.38	
26	149.73	
27	150.85	
28	170.15	

จำนวนโรงพยาบาล (แห่ง)	ระยะทาง (กิโลเมตร)	จำนวนรถที่ใช้ (คัน)
29	172.3	5
30	169.8	
31	169.36	
32	189.71	
33	200.46	
34	190.07	
35	205.5	6
36	214.7	
37	212.96	
38	243.07	
39	258.44	
40	285.12	7
41	288.29	
42	299.98	
43	298.43	
44	312.01	
45	329.55	
เฉลี่ย	**152.83**	

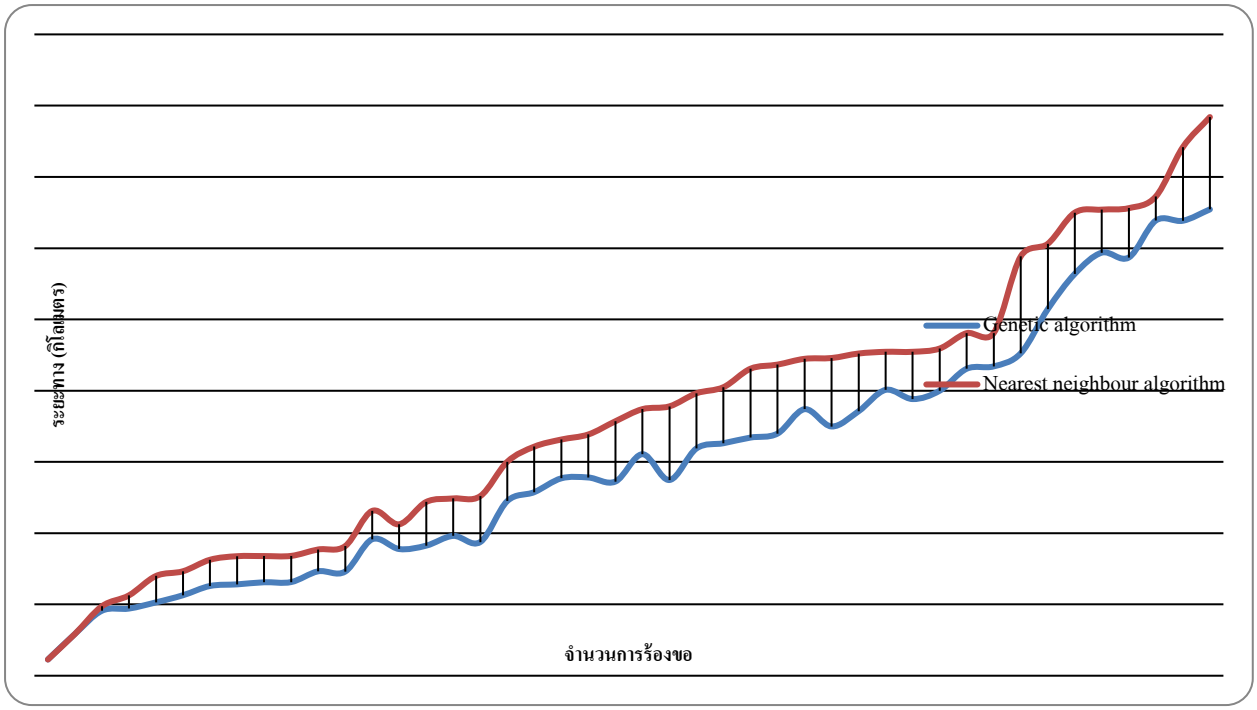
การเปรียบเทียบการจัดเส้น

การจัดเส้นทางของงานวิจัยฉบับนี้ ได้แบ่งออกการจัดเส้นทางออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนของการหาคำตอบด้วยกระบวนการหาเพื่อนบ้านที่ใกล้เคียงที่สุด และการปรับปรุงคำตอบด้วยวิธีเชิงพันธุกรรม จากผลการจัดเส้นด้วยวิธีดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่า การนำวิธีการเชิงพันธุกรรมมาปรับปรุงเส้นทาง ทำให้ระยะทางของเส้นทางแต่ละเส้นสั้นลง ดังแสดงในตารางที่ 4.7 และรูปที่ 4.9

ตารางที่ 4.7 เปรียบเทียบระยะทางของเส้นทางจาก 2 กระบวนการ

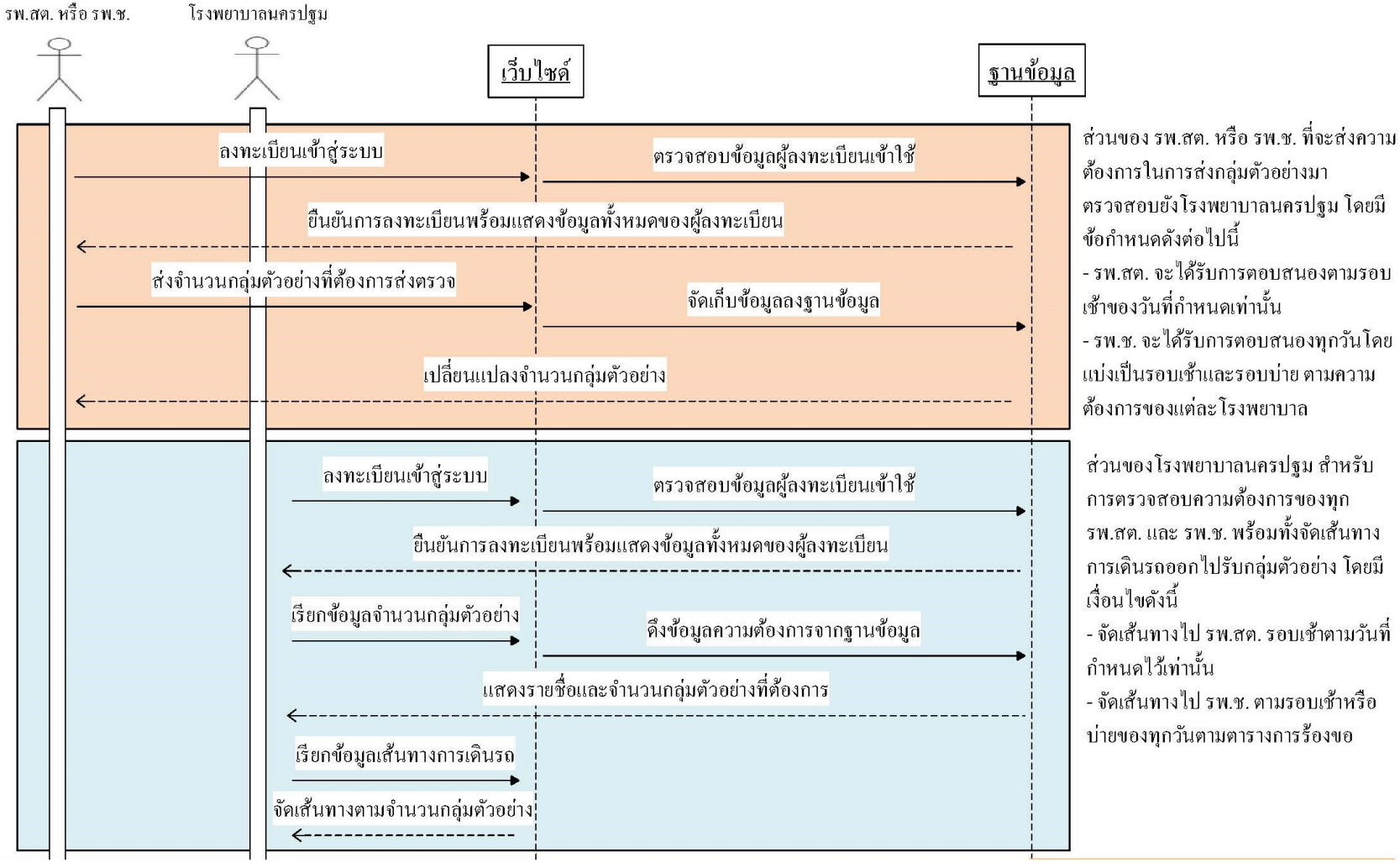
จำนวนโรงพยาบาล (แห่ง)	การหาคำตอบด้วยกระบวนการเพื่อนบ้าน ฯ (กิโลเมตร)	การปรับปรุงคำตอบด้วยวิธีเชิงพันธุกรรม (กิโลเมตร)	ค่าความต่าง (กิโลเมตร)	ค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง (%)
3	29.3	29.3	0	0.00
4	48.76	45.6	3.16	6.93
5	56.38	47.11	9.27	19.68
6	69.71	51.47	18.24	35.44
7	73.31	56.47	16.84	29.82
8	81.38	62.98	18.4	29.22
9	83.87	64.09	19.78	30.86
10	83.95	65.57	18.38	28.03
11	84.07	65.7	18.37	27.96
12	88.58	73.3	15.28	20.85
13	90.91	75.57	15.34	20.30
14	115.64	93.26	22.38	24.00
15	106.26	88.87	17.39	19.57
16	121.94	95.31	26.63	27.94
17	124.38	96.2	28.18	29.29
18	126.02	96.27	29.75	30.90
19	150.12	121.11	29.01	23.95
20	160.74	132.91	27.83	20.94
21	165.74	137.04	28.7	20.94

จำนวนโรงพยาบาล (แห่ง)	การหาคำตอบด้วยกระบวนการเพื่อนบ้าน ฯ (กิโลเมตร)	การปรับปรุงคำตอบด้วยวิธีเชิงพันธุกรรม (กิโลเมตร)	ค่าความต่าง (กิโลเมตร)	ค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง (%)
22	169.29	140.65	28.64	20.36
23	178.55	137.06	41.49	30.27
24	187.06	139.92	47.14	33.69
25	189.01	145.38	43.63	30.01
26	198.18	149.73	48.45	32.36
27	202.47	150.85	51.62	34.22
28	215.41	170.15	45.26	26.60
29	218.3	172.3	46	26.70
30	222.37	169.8	52.57	30.96
31	222.93	169.36	53.57	31.63
32	226.09	189.71	36.38	19.18
33	227.28	200.46	26.82	13.38
34	231.54	190.07	41.47	21.82
35	236.95	205.5	31.45	15.30
36	249.45	214.7	34.75	16.19
37	249.51	212.96	36.55	17.16
38	272.11	243.07	29.04	11.95
39	287.51	258.44	29.07	11.25
40	309.41	285.12	24.29	8.52
41	317.41	288.29	29.12	10.10
42	317.47	299.98	17.49	5.83
43	322.97	298.43	24.54	8.22
44	352.47	312.01	40.46	12.97
45	373.57	329.55	44.02	13.36
เฉลี่ย	182.29	152.83	29.46	19.28



รูปที่ 4.9 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางและจำนวนการร้องขอ

จากกราฟในรูปที่ 4.9 แสดงให้เห็นว่า วิธีเชิงพันธุกรรมมีความสามารถในการออกแบบเส้นทางที่ดีกว่าวิธีการเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด และยิ่งจำนวนการร้องขอที่เพิ่มมากขึ้น จะยิ่งทำให้เกิดผลต่างในการจัดเส้นทางมากขึ้นตามไปด้วย



รูปที่ 4.10 ระบบการรับ – ส่งเลือดของโรงพยาบาลนครปฐม

ระบบการจัดเส้นทางผ่านเว็บไซด์

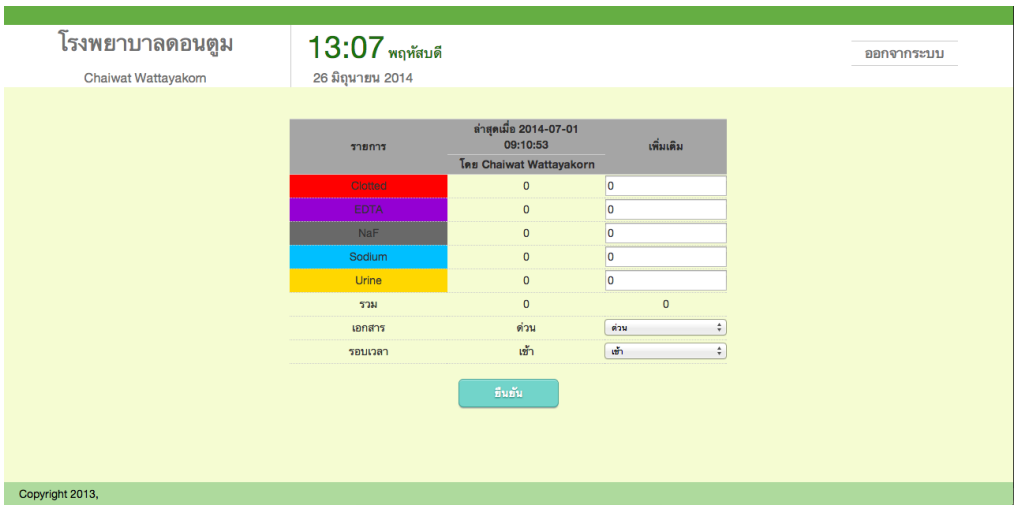
การจัดเส้นทางเว็บไซด์ สามารถทำได้ทั้ง 2 ฝั่ง

1. ฝั่งส่งข้อมูลความต้องการ
2. ฝั่งจัดเส้นทาง

ข้อมูลความต้องการ

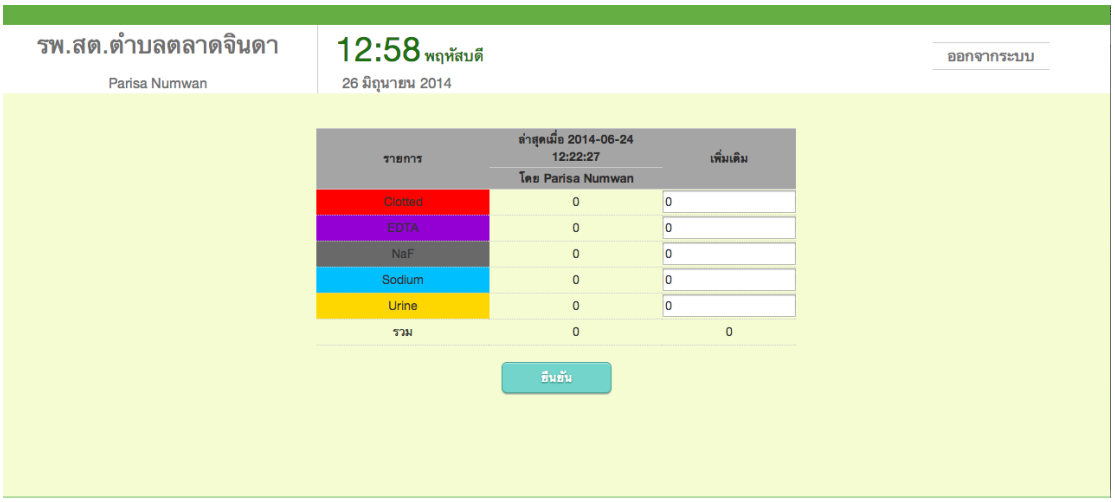
ทางเว็บไซด์การจัดการสิ่งตรวจ ได้มีการวางแผนสำหรับแต่ละโรงพยาบาลภายใต้การดูแลของโรงพยาบาลนครปฐมให้สามารถส่งความต้องการในแต่ละวันมายังโรงพยาบาลนครปฐมได้ในช่วงเวลาที่รถรับสิ่งตรวจยังไม่ออกจากโรงพยาบาลนครปฐม ซึ่งหน้าเว็บสามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนของโรงพยาบาลชุมชน และส่วนของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล

โรงพยาบาลชุมชน สามารถเลือกช่วงเวลาได้ 2 เวลาในการเข้ารับสิ่งตรวจนั่นคือ ช่วงเช้าและช่วงบ่าย เพราะทางโรงพยาบาลนครปฐมเห็นว่าในบางวันทางโรงพยาบาลชุมชน อาจจะยังไม่ได้รับสิ่งตรวจมาจากโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพที่ตนดูแล ถ้าหากทางโรงพยาบาลนครปฐมออกรถไปก่อน จะทำให้เกิดการรอคอย และเกิดการสูญเสียเกินความจำเป็น



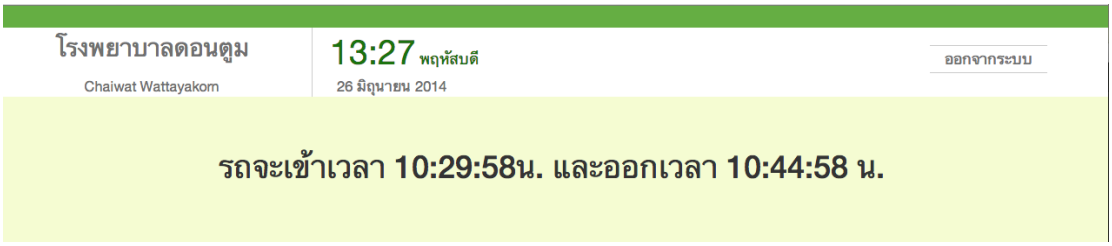
รูปที่ 4.11 หน้าต่างการรับความต้องการจากโรงพยาบาลชุมชน

โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล ไม่สามารถเลือกช่วงเวลาในการเข้ารับสิ่งตรวจได้ เนื่องจากทางโรงพยาบาลนครปฐมยืนยันที่จะเข้าไปรับสิ่งตรวจกับทางโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลที่ดูแลในช่วงเช้าเท่านั้น ตามข้อตกลงที่ได้ตกลงกันเอาไว้



รูปที่ 4.12 หน้าต่างการรับความต้องการจากโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล

การส่งความต้องการของทั้ง 2 แบบจะไม่สามารถส่งได้หากทางโรงพยาบาลนครปฐมได้ส่งรถออกไปรับสิ่งตรวจแล้ว โดยทางโรงพยาบาลจะสามารถรู้เวลาเดินทางถึงโดยประมาณผ่านหน้าเว็บ และไม่สามารถร้องขอส่งสิ่งตรวจเพิ่มเติมได้ในภายหลัง



รูปที่ 4.13 หน้าต่างแสดงเวลาการเข้ารับสิ่งตรวจ

การจัดเส้นทาง

ข้อมูลคำร้องขอจากทางโรงพยาบาลส่งเสริมตำบล และโรงพยาบาลชุมชนที่ทางโรงพยาบาลศูนย์ได้รับ จะนำมาแสดงผ่านทางเว็บไซด์ ดังรูปที่ 4.14

โรงพยาบาลนครปฐม

Weerachai Nukitram

17:40 อังคาร

14 ตุลาคม 2014

ข้อมูล | เส้นทาง | สรุป | ออกจากระบบ

ลำดับ	ชื่อโรงพยาบาล	รายการ					รวม	เอกสาร	รอบ	ตารางเวลา	ผู้รับผิดชอบ	วันที่	เวลา
		Clotted	EDTA	NaF	Sodium	Urine							
1	รพ.สต.ดอนเสาเกียด	0	0	0	0	0	0	ด่วน	เช้า	วันอังคาร	Kornvalee Khositkullaporn	10-08	03:16:59
2	รพ.สต.ตำบลบางแขม	0	0	0	0	0	0	ด่วน	เช้า	วันอังคาร	Kanoknipa Pirom	10-08	03:16:53
3	รพ.สต.บ้านเกาะวังไทร	0	0	0	0	0	0	ด่วน	เช้า	วันอังคาร	Chanyapa Pakrobdee	10-08	03:16:43
4	รพ.สต.ตำบลสนามจันทร์	0	0	0	0	0	0	ด่วน	เช้า	วันอังคาร	Warunya Kitjalund	10-08	03:16:39
5	รพ.สต.ตำบลห้วยจระเข้	0	0	0	0	0	0	ด่วน	เช้า	วันอังคาร	Lanjana Hungtong	10-08	03:16:34
6	รพ.สต.บ้านตากแดด	0	0	0	0	0	0	ด่วน	เช้า	วันอังคาร	Linda Jidjaidee	10-08	03:16:30
7	รพ.สต.ตำบลพระประโทน	0	0	0	0	0	0	ด่วน	เช้า	วันอังคาร	Natare Wandee	10-08	03:16:27
8	รพ.สต.ตำบลตลาดจินดา	0	0	0	0	0	0	ด่วน	เช้า	วันอังคาร	Parisa Numwan	10-08	03:16:23
9	รพ.สต.ตำบลดอนยายหอม	0	0	0	0	0	0	ด่วน	เช้า	วันอังคาร	Tana Wandee	10-08	03:13:43
10	รพ.สต.ตำบลธรรมศาลา	0	0	0	0	0	0	ด่วน	เช้า	วันอังคาร	Surachai Sirisart	10-08	03:13:39
	รวมทั้งหมด	0	0	0	0	0	0						

รูปที่ 4.14 รายการคำร้องขอจากโรงพยาบาลภายใต้การดูแลของโรงพยาบาลนครปฐม

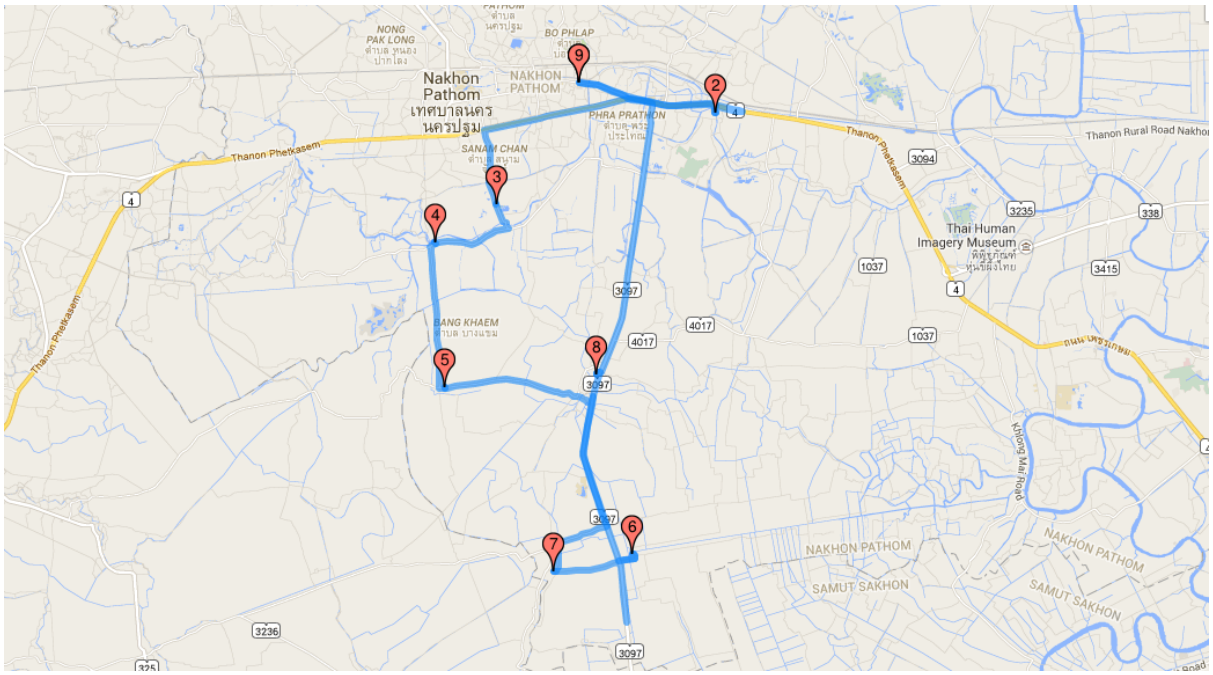
การจัดเส้นทาง สามารถแบ่งรอบการทำงานได้เป็น รอบเช้า และรอบบ่าย ดังที่ทางโรงพยาบาลชุมชนได้เลือกไว้ ส่วนโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล สามารถส่งได้แค่รอบเช้าภายในวันที่กำหนดเท่านั้น ซึ่งการจัดเส้นทางจะแสดงลำดับการเดินทางผ่านทางหน้าเว็บไซด์ ดังรูปที่ 4.15

เส้นทาง		ชื่อโรงพยาบาล	เวลา		กลุ่มตัวอย่าง				
คันที่	ลำดับ		เวลาเข้า	เวลาออก	Clotted	EDTA	NaF	Sodium	Urine
1	1	โรงพยาบาลนครปฐม	-	17:43:03	0	0	0	0	0
1	2	รพ.สต.ตำบลสนามจันทร์	17:49:03	18:04:03	0	0	0	0	0
1	3	รพ.สต.ตำบลบางแขม	18:07:03	18:22:03	0	0	0	0	0
1	4	รพ.สต.ดอนเสาเกียด	18:27:03	18:42:03	0	0	0	0	0
1	5	รพ.สต.ตำบลตลาดจินดา	18:52:03	19:07:03	0	0	0	0	0
1	6	รพ.สต.บ้านตากแดด	19:12:03	19:27:03	0	0	0	0	0
1	7	รพ.สต.ตำบลดอนยายหอม	19:35:03	19:50:03	0	0	0	0	0
1	8	รพ.สต.บ้านเกาะวังไทร	19:57:03	20:12:03	0	0	0	0	0
1	9	โรงพยาบาลนครปฐม	20:27:03	-	0	0	0	0	0
		Distance : 56.98				Time : 2 hr 44 min			
2	1	โรงพยาบาลนครปฐม	-	17:43:03	0	0	0	0	0
2	2	รพ.สต.ตำบลห้วยจระเข้	17:47:03	18:02:03	0	0	0	0	0
2	3	รพ.สต.ตำบลธรรมศาลา	18:10:03	18:25:03	0	0	0	0	0
2	4	รพ.สต.ตำบลพระประโทน	18:29:03	18:44:03	0	0	0	0	0
2	5	โรงพยาบาลนครปฐม	18:59:03	-	0	0	0	0	0
		Distance : 21.85				Time : 1 hr 16 min			

ระยะเวลาในการประมวลผล 15.73 วินาที

รูปที่ 4.15 ลำดับการเดินรถแต่ละคัน ภายในช่วงเวลาที่กำหนด

ซึ่งการจัดเส้นทางจะคำนึงถึงการเดินทางที่จะต้องไปและกลับ ภายในระยะเวลา 3 ชั่วโมง เนื่องจากข้อจำกัดทางเวลาของการวิเคราะห์กลุ่มตัว ที่ไม่สามารถอยู่ในสภาพแวดล้อมปกติ ที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิและการกันกระแทนได้นาน จากรูปที่ 4.15 ทางคนขับรถ หรือเจ้าหน้าที่ที่ดูแลหน้าเว็บไซด์สามารถตรวจสอบเส้นทาง หรือพิมพ์แผนที่จาก Google map ได้โดยการที่เลขรถ จะได้ดังรูปที่ 4.16



รูปที่ 4.16 ตำแหน่งและเส้นทางการเดินรถบน Google map เรียงตามลำดับการจัดเส้นทาง

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

วัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้ เพื่อศึกษาสถานะการณ์ปัจจุบัน, ทำการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นของระบบโลจิสติกส์ และกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งเลือด และสิ่งส่งตรวจ รวมถึงการพัฒนาแบบจำลอง (Model) ระบบขนส่ง และพัฒนาระบบสารสนเทศสนับสนุนการทำงานด้านการขนส่งเลือดและสิ่งส่งตรวจ ภายใต้โครงสร้างระบบบริหารสถานบริการสาธารณสุขภาครัฐ สังกัดกระทรวงสาธารณสุขของประเทศไทย ซึ่งกระทรวงฯ ได้มีการกำหนดโครงสร้างการบริหารสถานบริการ หรือโรงพยาบาลในสังกัดไว้ 4 ระดับ ได้แก่

1. โรงพยาบาลศูนย์ (รพ.ศ.) หรือโรงพยาบาลประจำจังหวัดประจำภูมิภาค ซึ่งมีขีดความสามารถระดับตติยภูมิ และมีจำนวนเตียงมากกว่า 500 เตียง

2. โรงพยาบาลทั่วไป (รพ.ท.) โดยเป็นโรงพยาบาลประจำจังหวัดทั่วไป หรือโรงพยาบาลประจำอำเภอขนาดใหญ่ที่มีขีดความสามารถระดับทุติยภูมิ ที่มีจำนวนเตียง 120 - 500 เตียง

3. โรงพยาบาลชุมชน (รพ.ช.) คือโรงพยาบาลประจำอำเภอทั่วไป ที่มีขีดความสามารถระดับปฐมภูมิหรือทุติยภูมิ และมีจำนวนเตียง 10 - 120 เตียง

4. โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพประจำตำบล (รพ.สต.) เดิมคือสถานีอนามัย หรือศูนย์สุขภาพชุมชน มีขีดความสามารถในระดับปฐมภูมิ ซึ่งไม่มีแพทย์ประจำ และไม่รับผู้ป่วยใน โดยจะอาศัยความร่วมมือกับ รพ.ช.

ในกรณีศึกษา รพ.ศ. ประจำจังหวัดนครปฐมคือ โรงพยาบาลนครปฐมที่ต้องสนับสนุนการให้บริการขนส่งเลือด และสิ่งส่งตรวจต่าง ๆ จาก รพ.ช และ รพ.สต ภายในจังหวัดนครปฐม โดยเฉพาะเงื่อนไขต่าง ๆ ในการบริหารงานของโรงพยาบาล, ระบบการขนส่ง (จำนวนรถ, เวลาเดินรถ, การจัดลำดับและเส้นทางการเดินรถ, และค่าใช้จ่ายในการเดินทาง) และข้อจำกัดเกี่ยวกับการรักษาคุณภาพของเลือด ซึ่งเงื่อนไขและข้อจำกัดของโรงพยาบาลทำให้เกิดปัญหากับเลือดและสิ่งส่งตรวจ และงานวิจัยนี้จึงได้เสนอแนวทางในการพัฒนาแบบจำลองระบบโลจิสติกส์การขนส่งเลือดและสิ่งส่งตรวจให้มีประสิทธิภาพ

5.1 สถานการณ์การขนส่งเลือดและสิ่งส่งตรวจในปัจจุบัน

จากรูป 4.1 คือจำนวน รพ.ช. และ รพ.สต. ที่โรงพยาบาลนครปฐมจะต้องจัดรถเพื่อไปรับเลือดและสิ่งส่งตรวจ เพื่อนำกลับเข้ามาตรวจในโรงพยาบาลให้ทันเวลาก่อนที่คุณภาพของเลือดจะลดลง

การจัดเส้นทางของโรงพยาบาลนครปฐม อาศัยความชำนาญเส้นทางของคนขับรถเป็นผู้วางแผนการเดินทาง ทำให้ไม่สามารถทราบเวลา และลำดับที่แน่นอนได้ว่าจะเข้าไปรับเลือด และสิ่งส่งตรวจที่ รพ.ช. หรือ รพ.สต. แห่งใดก่อน สาเหตุเพราะก่อนออกเดินทางไม่ได้มีการแจ้งลำดับการเดินทางและเพื่อยืนยันการเดินทาง

ไป รพ.ช. หรือ รพ.สต. ในบางครั้งเมื่อไปถึง รพ.ช. หรือ รพ.สต. บางแห่งแล้วไม่มีสิ่งส่งตรวจ เนื่องจากไม่มีการแจ้งความต้องการล่วงหน้า ทำให้การเดินรถต้องไปทุก รพ.ช. และ รพ.สต. ซึ่งทำให้เสียเวลาในการเดินทาง และอาจส่งผลต่อคุณภาพของเลือด และสิ่งส่งตรวจได้

เหตุผลที่สำคัญที่ทำให้เสียเวลาในการเดินทางไปทุก รพ.ช และ รพ.สต. คือระบบการเดินรถเพื่อขนส่งเลือดและสิ่งส่งตรวจของโรงพยาบาลนครปฐม ไม่ได้ใช้เพื่อการขนส่งเลือดและสิ่งส่งตรวจเพียงอย่างเดียว โดยในแต่ละรอบของการเดินรถ จะมีการขนส่งสิ่งของอื่นร่วมไปด้วย เช่น ยา, เวชภัณฑ์ทางการแพทย์ และเอกสารต่าง ๆ จึงจำเป็นที่ต้องเดินทางจนครบทุก รพ.ช. และ รพ.สต. ซึ่งเป็นปัญหาที่สำคัญมาก และส่งผลต่อคุณภาพของเลือดได้หากไม่สามารถนำเลือดกลับมาที่โรงพยาบาลนครปฐมได้ภายใน 3 ชั่วโมง เนื่องจากระบบการจัดเก็บเลือดและรักษาคุณภาพเลือดภายในรถระหว่างการขนส่ง สามารถรักษาสภาพเลือดได้ 3 ชั่วโมง

5.2 การพัฒนาระบบโลจิสติกส์

การเริ่มต้นการพัฒนาระบบโลจิสติกส์ การขนส่งเลือดและสิ่งส่งตรวจของโรงพยาบาลนครปฐม จำเป็นที่ต้องรู้เส้นทางทั้งหมดในจังหวัดนครปฐม เพื่อนำมาสร้างสมการทางคณิตศาสตร์ และนำมาคำนวณหาเส้นทางที่เหมาะสม ซึ่งนำมาเป็นข้อมูลในการพัฒนาแบบจำลอง (โมเดล) การขนส่ง และการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการทำงาน

จากตาราง 4.3 เป็นการหาตำแหน่งพิกัดของ รพ.ศ., รพ.ช., รพ.สต. เพื่อนำมาเป็นข้อมูลในการพัฒนาระบบโลจิสติกส์ของระบบการขนส่งเลือด และสิ่งส่งตรวจ ในงานวิจัยฉบับนี้อ้างอิงจุดพิกัดโรงพยาบาลจากข้อมูลของกระทรวงสาธารณะสุขประเทศไทย จากเว็บไซด์ http://www.ezymaps.com/

การนำพิกัดที่คำนวณมาได้ รวมกับเงื่อนไขเฉพาะที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งเลือดของโรงพยาบาลนครปฐม ได้แก่ การจัดเวลา, จำนวน รพ.ช และ รพ.สต. ที่ต้องเดินทางในแต่ละวัน มาสร้างเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ ได้แก่สมการที่ 4.1-4.5 เพื่อคำนวณหาเส้นทางที่เหมาะสมในการเดินรถ

5.2.1 การพัฒนาแบบจำลอง (โมเดล) การขนส่งเลือด

หลังจากได้สมการทางคณิตศาสตร์ และมีการทดสอบแล้ว จึงนำสมการที่ได้มาจัดเส้นทาง ซึ่งในโครงการวิจัยฉบับนี้ได้วิเคราะห์การจัดเส้นทางออกเป็น 2 แบบ คือ

1) การจัดเส้นทางด้วยกระบวนการเพื่อนบ้านที่ใกล้เคียง เริ่มต้นการวิเคราะห์โดยการหาเส้นทางที่สั้นที่สุดเป็น รพ.ช หรือ รพ.สต. ถัดไปที่จะออกเดินทาง จากเส้นทางทั้งหมด

2) การปรับปรุงเส้นทางด้วยวิธีเชิงพันธุกรรม ซึ่งใช้วิธีการเชิงพันธุกรรมที่มีจำนวนโครโมโซมทั้งหมด 5 โครโมโซม โดยการสร้างโครโมโซมเบื้องต้น เกิดจากการนำเอาเส้นทางที่เกิดจากการกระบวนการความใกล้เคียงมาเป็นเส้นทางเริ่มต้น และโครโมโซมที่เหลืออีก 4 โครโมโซมเกิดจากการสุ่มเลือกผ่านทางวงล้อมรูเร็ต

5.2.2 การพัฒนาระบบสารสนเทศ

ระบบ web base โลจิสติกส์ของการจัดการขนส่ง specimen ระหว่างโรงพยาบาลนครปฐมและโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลที่อยู่ภายใต้การดูแลของโรงพยาบาลนครปฐม การพัฒนาระบบนี้ทำเพื่อออกแบบระบบสารสนเทศ เพื่อรองรับความต้องการจาก รพ.ช. และ รพ.สต. ที่อยู่ภายใต้การกำกับดูแลของโรงพยาบาลนครปฐม โดยนำข้อมูลพิกัด และสมการทางคณิตศาสตร์มาออกแบบระบบการวางแผนจัดเส้นทางเดินรถในแต่ละวันของโรงพยาบาลนครปฐม ซึ่งระบบนี้พัฒนาโดยใช้ภาษา PHP เป็นภาษาหลักในการประมวลผลเส้นทาง และแสดงผลของโปรแกรม หรือส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้ (user interfaces) ด้วยภาษา HTML ตกแต่งหน้าจอให้สวยงามด้วยภาษา CSS ซึ่งเป็นการสร้างหน้าเว็บไซด์สำหรับทำงานในการรับความต้องการและจัดเส้นทาง

เมื่อพัฒนาระบบสารสนเทศเรียบร้อยแล้ว ได้มีการทดสอบระบบสารสนเทศ ผลที่ได้เป็นไปตามวัตถุประสงค์การพัฒนาระบบสารสนเทศสำหรับการบริหารจัดการโลจิสติกส์ และกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งเลือดและสิ่งส่งตรวจ เพิ่มประสิทธิภาพการจัดการเลือด และการขนส่งระหว่าง รพ.ช และ รพ.สต. ที่อยู่ภายใต้การดูแลของโรงพยาบาลนครปฐม สามารถควบคุมปัจจัยที่เกี่ยวข้องหลายประการ เช่น ปริมาณของรถ ข้อจำกัดของคุณภาพเลือด ความต้องการส่งเลือด ความสามารถในการจัดการ ระยะเวลาในการเดินทาง เป็นต้น

ตารางที่ 5.1 เปรียบเทียบเส้นทางในปัจจุบันกับเส้นทางจากระบบ

วันที่	ลำดับเส้นทางในปัจจุบัน	ระยะทางในปัจจุบัน (กิโลเมตร)	ระยะเวลาในปัจจุบัน (นาที)	ลำดับเส้นทางจากระบบ	ระยะทางจากระบบ (กิโลเมตร)	ระยะเวลาจาก ระบบ (นาที)
15 ก.ค.57	1	65.20	191	1	48.03	95
				2	40.60	51
16 ก.ค.57	1	116.7	295	1	40.65	154
				2	72.27	141
17 ก.ค.57	1	113	247	1	67.31	154
				2	38.70	80

จากตารางที่ 5.1 แสดงให้เห็นว่า

1) การจัดเส้นทางด้วยระบบ ต้องใช้ปริมาณรถที่มากกว่า แต่สามารถจำกัดเวลาในการเดินทางให้อยู่ภายในเวลา 3 ชั่วโมง เพื่อกลับมายังโรงพยาบาลนครปฐมได้มากกว่า การจัดเส้นทางในแบบปัจจุบันที่เกินระยะเวลา 3 ชั่วโมงอยู่เป็นจำนวนมาก ซึ่งอาจส่งผลให้ผลการวิเคราะห์กลุ่มตัวอย่างมีความผิดพลาด ทำให้การวินิจฉัยของทีมแพทย์ให้แก่ผู้ป่วยมีความคาดเคลื่อนได้ หรือต้องรอการนำส่งตรวจใหม่ในสัปดาห์ถัดไป ทำให้ต้องเสียเวลาทั้งทีมแพทย์ และตัวผู้ป่วยอีกด้วย

2) การปรับเปลี่ยนระยะเวลา และระยะทางลดลง จากตาราง 5.1 จะเห็นว่าเวลาเดินทางลดลง หรือจำนวนระยะทางลดลง

- วันแรก เวลาลดลง 45 นาที
  ระยะทางเพิ่มขึ้น 23.43 กิโลเมตร เนื่องจากต้องเดินทางกลับมา รพ.ศ. 1 รอบเพื่อต้องกลับมาให้ทันภายใน 3 ชั่วโมง
- วันที่สอง เวลาคงที
  ระยะทางลดลง 3.78 กิโลเมตร
- วันที่สาม เวลาลดลง 13 นาที
  ระยะทางลดลง 6.99 กิโลเมตร

จากการทดสอบซึ่งให้ความสำคัญกับคุณภาพของเลือด โดยต้องมาถึงโรงพยาบาลนครปฐมภายใน 3 ชั่วโมง

ระบบ web base โลจิสติกส์ของการจัดการขนส่ง specimen ระหว่างโรงพยาบาลนครปฐมและโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลที่อยู่ภายใต้การดูแลของโรงพยาบาลนครปฐม สามารถเชื่อมโยงข้อมูลการรับส่ง specimen ระหว่างโรงพยาบาลนครปฐมและโรงพยาบาลชุมชน รวมถึงโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล ซึ่งทำให้โรงพยาบาลนครปฐมและโรงพยาบาลในเครือข่ายสามารถดำเนินการจัดการส่งตรวจ specimenได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพสร้างความพึงพอใจในการให้บริการการตรวจ specimenมากขึ้น นอกจากนี้ระบบ web base โลจิสติกส์ของการจัดการขนส่ง specimen ระหว่างโรงพยาบาลศูนย์และโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลในเครือข่าย สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการ specimen ระหว่างโรงพยาบาลศูนย์และโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล โดยช่วยให้การจัดการ specimenระหว่างโรงพยาบาลศูนย์และโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลสามารถดำเนินงานได้รวดเร็วขึ้น สามารถนำไปใช้เพื่อจัดการระบบการขนส่งสิ่งส่งตรวจจากหน่วยงานสาธารณสุขมูลฐานที่ไม่มีห้องปฏิบัติไปสู่ห้องปฏิบัติการเทคนิคการแพทย์ที่มีความพร้อม และกระจายตัวอยู่ในพื้นที่นั้นๆ เพื่อใช้ทรัพยากรร่วมกันอย่างเหมาะสม รวมถึงมีการใช้ทรัพยากรทางห้องปฏิบัติการร่วมกันอันก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด ส่งผลให้ผู้รับบริการการตรวจspecimenมีความสะดวกในการเข้ารับการตรวจประเมินสุขภาวะทั้งทางเจ็บป่วยและการป้องการจากหน่วยสาธารณสุขใกล้บ้าน และสร้างความพึงพอใจในการให้บริการการตรวจ specimenมากขึ้น

ข้อเสนอแนะ

ผลลัพธ์ที่ได้จากสมการคณิตศาสตร์ และแบบจำลองการพัฒนาระบบการขนส่งเลือดและสิ่งส่งตรวจนั้นมีข้อจำกัด และเงื่อนไขที่เกิดขึ้นมาก ทำให้ระบบที่พัฒนาขึ้นมาไม่สามารถใช้งานได้เต็มประสิทธิภาพ หากมีการปรับปรุงข้อจำกัด หรือลดเงื่อนไขในการดำเนินงานให้น้อยลง เพื่อให้สามารถใช้งานระบบ และเพิ่มประสิทธิภาพการขนส่ง ดังนี้

1) เนื่องจากในปัจจุบันยังมีการแบ่งรอบการออกไปรับกลุ่มตัวอย่างจากโรงพยาบาลเป็นเพียงอาทิตย์ละ 1 ครั้งหากในอนาคตความต้องการมีสูงมากขึ้น และกำลังการวิเคราะห์ผลของโรงพยาบาลมีมากขึ้น ควรมีการขยับขยายความสามารถในการออกไปรับกลุ่มตัวอย่างเป็นทุกวัน โดยออกไปรับกลุ่มตัวอย่างตามความต้องการที่แต่ละโรงพยาบาลส่งคำร้องข้อมา

2) ปรับปรุงการบรรทุกเลือด และการขนส่งโดยเงื่อนไขการเดินทางภายใน 3 ชั่วโมง โดยการซื้ออุปกรณ์ป้องกันการกระแทกและรักษาอุณหภูมิสำหรับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อให้ระยะเวลาในการเดินรถมีมากขึ้นสามารถออกไปรับกลุ่มตัวอย่างในแต่ละรอบได้ไกลมากขึ้น

3) ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถรองรับการทำงานได้กับรถหลายคัน ซึ่งหากมีปริมาณความต้องการเพิ่มขึ้น โรงพยาบาลนครปฐมสามารถปรับเปลี่ยน หรือกำหนดเส้นทางการเดินรถได้ ซึ่งระบบสนับสนุนการจัดรอบการเดินรถแต่ละคัน (Route Sequencing) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

4) การเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องให้มีความถูกต้อง ครบถ้วน เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลที่ดีในการปรับปรุงคุณภาพการให้บรการการขนส่งเลือดและสิ่งส่งตรวจ เช่น ต้นทุนค่าขนส่งที่ชัดเจนขึ้น

5) การวิจัยนี้ เป็นการจัดเส้นทางด้วยกระบวนการเพื่อนบ้านที่ใกล้เคียง และการปรับปรุงเส้นทางด้วยวิธีเชิงพันธุกรรม ซึ่งยังมีแบบจำลองการจัดเส้นทางที่น่าสนใจได้แก่ วิธีหาค่าเหมาะสมที่สุดด้วยระบบอาณาจักรมด (Ant colony)

เอกสารอ้างอิง

จิตพิพัฒน์พงศ์, พ., ช. มณฑาทิพย์กุล, and *ระบบชาญฉลาดในการจัดตารางการขนส่งสินค้า*, 2557

โชคณัติ, พ., et al., *วิธีการวิวัฒนาการโดยใช้ผลต่างเพื่อแก้ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะ.* การประชุมวิชาการด้านการวิจัยดำเนินงานแห่งชาติ, 2556: p. 1-12.

พิณทิรา ตันเถียรและคณะ, *การศึกษาวิธีการบรรจุส่วนประกอบโลหิตที่เหมาะสมเพื่อการขนส่ง.* วารโลหิตวิทยาและเวชศาสตร์บริการโลหิต 2550. 17(1).

วานิชย์บัญชา, ก., *สถิติสำหรับงานวิจัย*, ed. 42522, กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อภิรักษ์ ขัดวิลาศ, การประยุกต์วิธีเชิงพันธุกรรมสำหรับปัญหาการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด, RMUTP Research Journal, Vol. 5, No. 2, September 2011.

บุรินทร์ รุจจนพันธุ์ และคณะ, การโปรแกรมเชิงวัตถุ และยูเอ็มแอล (UML - Unified Modeling Language), 2555 (ออนไลน์), แหล่งที่มา http://www.thaiall.com/uml/indexo.html, 30 ตุลาคม 2557.

Chanasit, C. and S. Yaovasuwanchai, Development on Vehicle Routing Problem Program: A Case Study of a Transportation Service Provider. WMS Journal of Management, 2013. 2(1): p. 55-69.

Jia, H., et al., An Improved Tabu search Approach to Vehicle Routing Problem. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 2013. 96: p. 1208-1217.

Kuo, Y. and C.-C. Wang, Optimizing the VRP by minimizing fuel consumption. Management of Environmental Quality: International Journal, 2011. 22(4): p. 440-450.

Lee, T.-R. and J.-H. Ueng, A study of vehicle routing problems with load-balancing. International Journal of Physical Distribution & logistics Management, 1999. 29(10): p. 646-658.

Youngsu Yun and Mitsuo Gen, Performance Analysis of Adaptive Genetic Algorithms with Fuzzy Logic and Heuristics, Fuzzy Optimization and Decision Making, 2, 161-175, 2003.

Jinho Kim and K.J. Rogers, An object-oriented approach for building a flexible supply chain model, International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 2005, PP 481-502.

Mohamed El-Attar, A framework for improving quality in misuse case models, Business Process Management Journal, 2012, PP 168-196.

Vicky Ching Gu, Qing Cao, Wenjing Duan, Unified Modelling Language (UML) IT adoption - A holistic model of organisational capabilities perspective, Decision Support System Journal, 2012.

Dantzig, G.B., Ramser,J. H., "The Truck Dispatching Problem", in Management Science. 1959. p. 80 - 91.

Ralphs, T.K., Kopman, L.,Pulleyblank, W. R.,Trotter, L. E., "On the capacitated vehicle routing problem." Mathematical Programming, 2003. 94: p. 343 - 359.

Paolo Toth, D.V., "An overview of vehicle routing problems," in The Vehicle Routing Problem. p. i-xviii.

Kallehauge, B., "Formulations and exact algorithms for the vehicle routing problem with time windows." Computers & Operations Research, 2008. 35(7): p. 2307-2330.

Rosenkrantz, D., R. Stearns, and I. Lewis, P., "An Analysis of Several Heuristics for the Traveling Salesman Problem." SIAM Journal on Computing, 1977. 6(3): p. 563-581.

Golden, B.L., T.L. Magnanti, and H.Q. Nguyen, "Implementing vehicle routing algorithms. Networks", 1977. 7(2): p. 113-148.

Desrosiers, J., et al., "Chapter 2 Time constrained routing and scheduling", in Handbooks in Operations Research and Management Science, T.L.M.C.L.M. M.O. Ball and G.L. Nemhauser, Editors. 1995, Elsevier. p. 35-139.

Sam R. Thangiah , I.H.O.,Tong Sun,"Hybrid Genetic Algorithm, Simulated Annealing and Tabu Search Methods for Vehicle Routing Problems with Time Windows." 1993: p.347-381.

Ghoseiri, K. and S.F. Ghannadpour, "Multi-objective vehicle routing problem with time windows using goal programming and genetic algorithm." Applied Soft Computing, 2010. 10(4): p. 1096-1107.

Lin, C.-C. and P.-C. Wang, "A rock-paper-scissors evolutionary algorithm for the TDMA broadcast scheduling problem." Computers & Operations Research,2013.40(8): p. 1963-1971.

Zanakis, S.H., J.R. Evans, and A.A. Vazacopoulos, "Heuristic methods and applications": A categorized survey. European Journal of Operational Research, 1989. 43(1): p. 88-110.

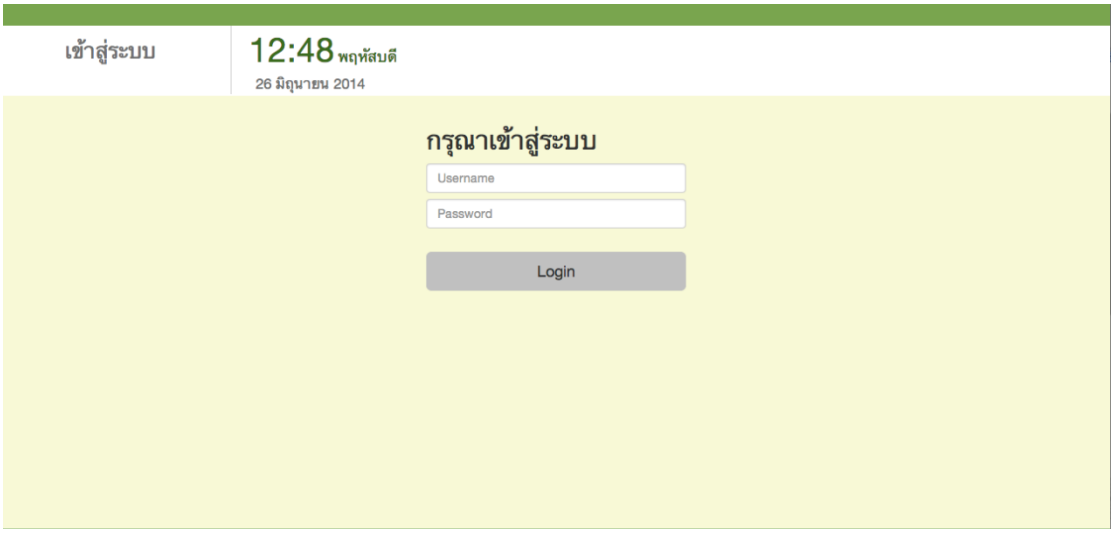
Holland, J.H., "Adaptation in Natural and Artificial Systems":. 1975: The University of Michigan Press.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

เอกสารประกอบการใช้งานเว็บไซต์

การเข้าสู่ระบบ



รูปที่ ก.1 หน้าต่างลงทะเบียนเข้าระบบ

ในการลงทะเบียนเข้าใช้ระบบ ทางระบบได้แบ่งการผู้เข้าใช้ออกเป็น 3 ส่วน ดังต่อไปนี้

1. ผู้ดูแลฝั่งโรงพยาบาลศูนย์ หรือโรงพยาบาลประจำจังหวัด
2. ผู้ดูแลฝั่งโรงพยาบาลชุมชน
3. ผู้ดูแลฝั่งโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล

ในการลงทะเบียนด้วยระบบจำลองนี้ ได้ตั้งชื่อ Username และ Password ดังตารางที่ ก.1 แต่ในการใช้งานจริง ผู้ใช้สามารถตั้ง Username และ Password ได้

ตารางที่ ก.1 รายชื่อ Username และ Password สำหรับลงทะเบียนเข้าใช้งาน

ชื่อโรงพยาบาล	Username	Password
โรงพยาบาลนครปฐม	node1	node1
รพตำบลธรรมศาลา.สต.	node2	node2
รพตำบลดอนยายหอม.สต.	node3	node3
รพตำบลตลาดจินดา.สต.	node4	node4
รพตำบลพระประโทน.สต.	node5	node5
รพบ้านตากแดด.สต.	node6	node6
รพตำบลห้วยจระเข้.สต.	node7	node7
รพตำบลสนามจันทร์.สต.	node8	node8
รพบ้านเกาะวังไทร.สต.	node9	node9
รพตำบลบางแขม.สต.	node10	node10
รพดอนเสาเกียด.สต.	node11	node11
รพบ้านต้นสำโรง.สต.	node12	node12
รพตำบลสามควายเผือก.สต.	node13	node13
รพตำบลดอนรวก.สต.	node14	node14
รพตำบลทุ่งน้อย.สต.	node15	node15
รพบ้านอ้อยอีเตี้ย.สต.	node16	node16
รพตำบลมาบแค.สต.	node17	node17
รพตำบลบ่อพลับ.สต.	node18	node18
รพตำบลทัพหลวง.สต.	node19	node19
รพตำบลหนองงูเหลือม.สต.	node20	node20
รพบ้านสองห้อง.สต.	node21	node21
รพตำบลห้วยขวาง.สต.	node22	node22
รพตำบลตาก้อง.สต.	node23	node23

ชื่อโรงพยาบาล	Username	Password
รพบ้านม่วงดารส.สต.	node24	node24
รพบ้านนาสร้าง.สต.	node25	node25
รพตำบลวังตะกู.สต.	node26	node26
รพบ้านคันไผ่.สต.	node27	node27
รพตำบลหนองดินแดง.สต.	node28	node28
รพตำบลสระกระเทียม.สต.	node29	node29
รพลาดหญ้าแพรก.สต.	node30	node30
รพตำบลสวนป่าน.สต.	node31	node31
รพตำบลหนองปากโลง.สต.	node32	node32
รพตำบลลำพยา.สต.	node33	node33
รพตำบลโพรงมะเดื่อ.สต.	node34	node34
รพบ้านหุบรัก.สต.	node35	node35
รพตำบลบ้านยาง.สต.	node36	node36
รพหนองกระโดน.สต.	node37	node37
โรงพยาบาลกำแพงแสน	node38	node38
โรงพยาบาลบางเลน	node39	node39
โรงพยาบาลนครชัยศรี	node40	node40
โรงพยาบาลหลวงพ่อเปิ่น	node41	node41
โรงพยาบาลห้วยพลู	node42	node42
โรงพยาบาลดอนตูม	node43	node43
โรงพยาบาลสามพราน	node44	node44
โรงพยาบาลพุทธมลฑล	node45	node45

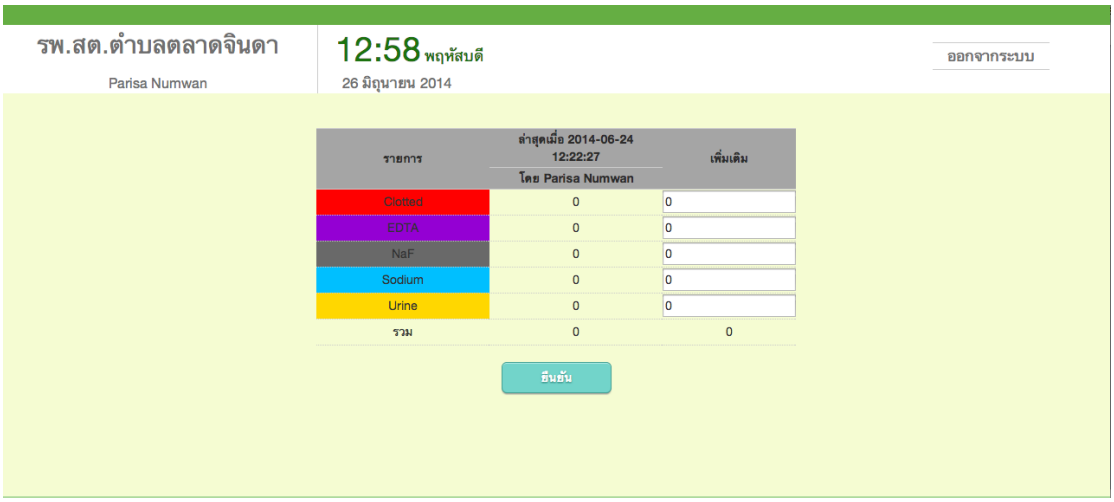
การทำงานฝั่งโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพชุมชน

ส่วนที่ 1 : ส่วนการส่งข้อมูล

node2 – node13 : เป็นโรงพยาบาลที่จะนำรถไปรับทุกวันอังคาร

node14 – node 26: เป็นโรงพยาบาลที่จะนำรถไปรับทุกวันพุธ

node27 – node 37: เป็นโรงพยาบาลที่จะนำรถไปรับทุกวันพฤหัสบดี

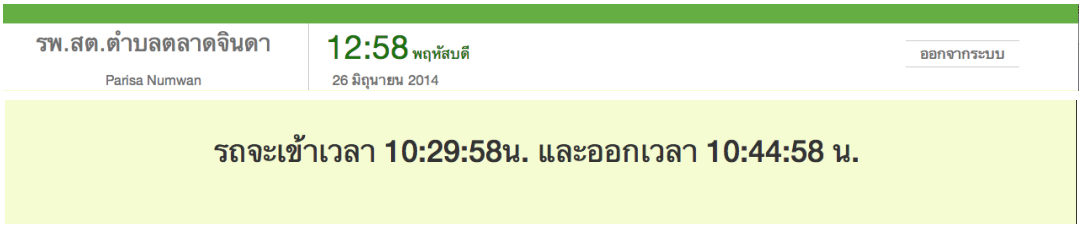


รูปที่ ก.2 หน้าสำหรับแจ้งความต้องการในการส่งกลุ่มตัวอย่างเลือดมาวิเคราะห์ผล

เมื่อเข้าสู่ระบบในส่วนของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพชุมชน จะสามารถเลือกกรอกปริมาณกลุ่มตัวอย่างที่ทางโรงพยาบาลต้องการส่งตรวจได้ โดยการส่งข้อมูลจะทำการจัดเก็บรายชื่อคนส่งตรวจ ตามรหัสที่ได้ทำการเข้าสู่ระบบเข้ามาในหน้า login

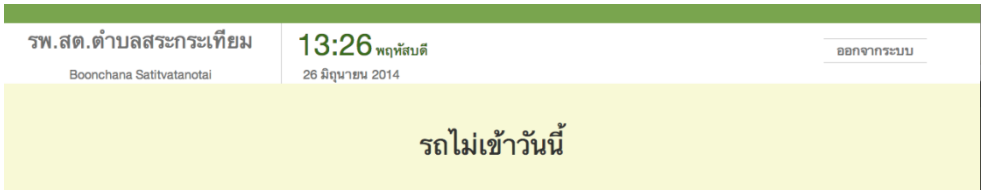
ส่วนที่ 2 : ส่วนการแสดงผลเมื่อรถออกจากโรงพยาบาลนครปฐม

หากทางโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลมีการแจ้งขอรับบริการ จะได้รับเวลาที่รถจะเข้ามารับกลุ่มตัวอย่าง และเวลาออก



รูปที่ ก.3 หน้าแจ้งเตือนเวลาโดยประมาณที่รถจะเข้าไปเก็บกลุ่มตัวอย่าง

หากทางโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลไม่มีการแจ้งขอรับบริการ

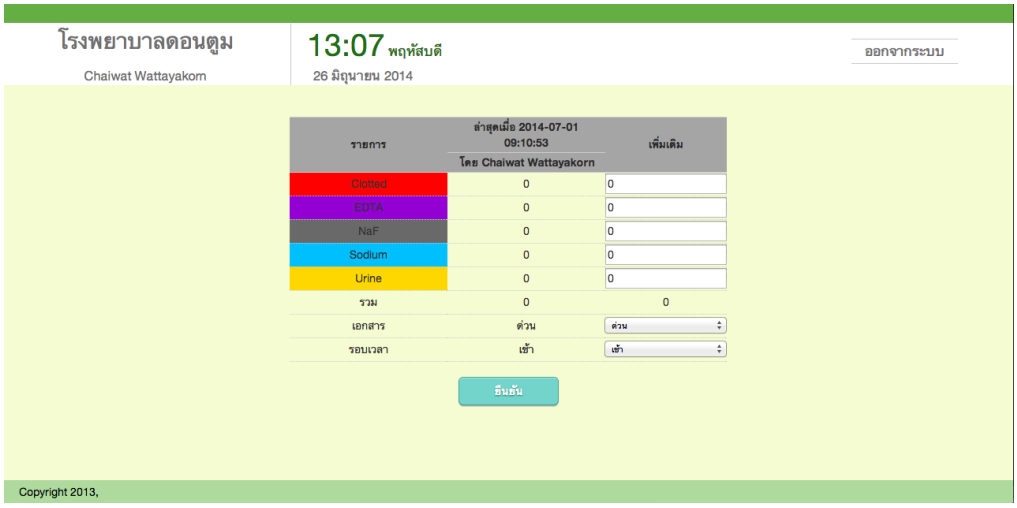


รูปที่ ก.4 หน้าแจ้งแสดงข้อความเพื่อแจ้งเตือนว่าวันนี้ไม่มีรถเข้ามาเก็บกลุ่มตัวอย่าง

การทำงานฝั่งโรงพยาบาลชุมชน

ส่วนที่ 1 : ส่วนการส่งข้อมูล

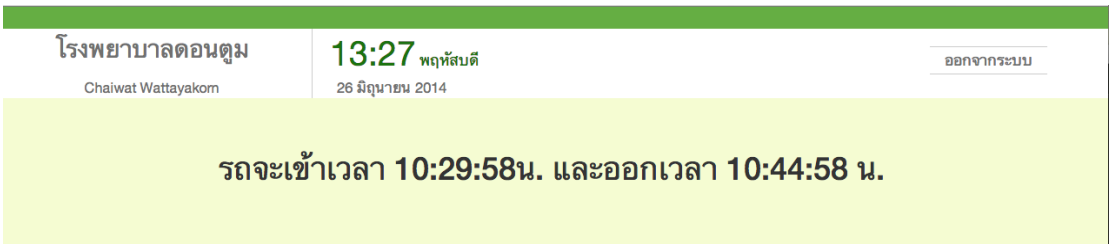
node38 – node45 : เป็นโรงพยาบาลชุมชนที่จะนำรถออกไปรับทุกวัน



รูปที่ ก.5 หน้าสำหรับแจ้งความต้องการในการส่งกลุ่มตัวอย่างเลือดมาวิเคราะห์ผล

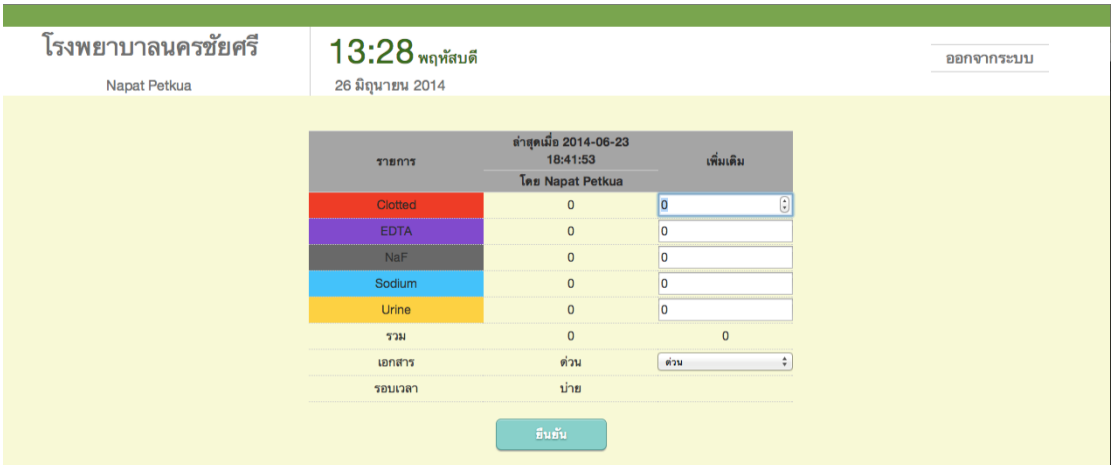
ส่วนที่ 2 : ส่วนการแสดงผลเมื่อรถออกจากโรงพยาบาลนครปฐม

หากโรงพยาลชุมชนทำการแจ้งร้องรอขอรับบริการ จะได้รับเวลาที่รถจะเข้ามารับกลุ่มตัวอย่าง และเวลาออก



รูปที่ ก.6 หน้าแจ้งเตือนเวลาโดยประมาณที่รถจะเข้าไปเก็บกลุ่มตัวอย่าง

หากโรงพยาบาลไม่ได้ส่งคำร้องขอ จะยังมีโอกาสเลือกรอบการบริการในรอบบ่ายได้อีก โดยระบบจะบังคับเลือกรอบบ่ายเท่านั้น

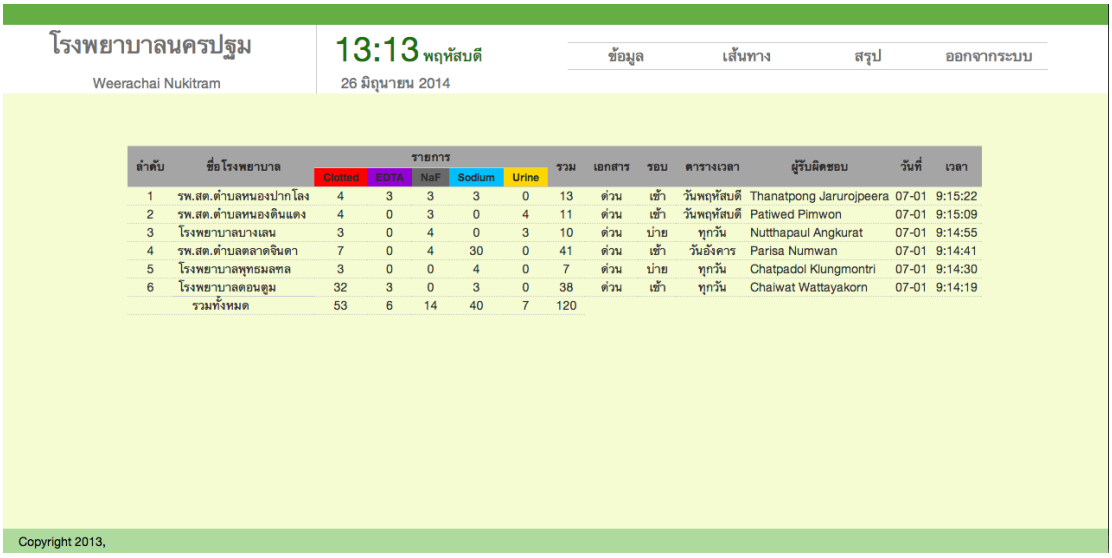


รูปที่ ก.7 หน้าสำหรับแจ้งความต้องการในการส่งกลุ่มตัวอย่างเลือดมาวิเคราะห์ผล

การทำงานฝั่งโรงพยาบาลศูนย์

node1 : โรงพยาบาลนครปฐม

ส่วนที่ 1: ส่วนของข้อมูลความต้องการของแต่ละโรงพยาบาลเป็นรายรอบการออกเดินรถ

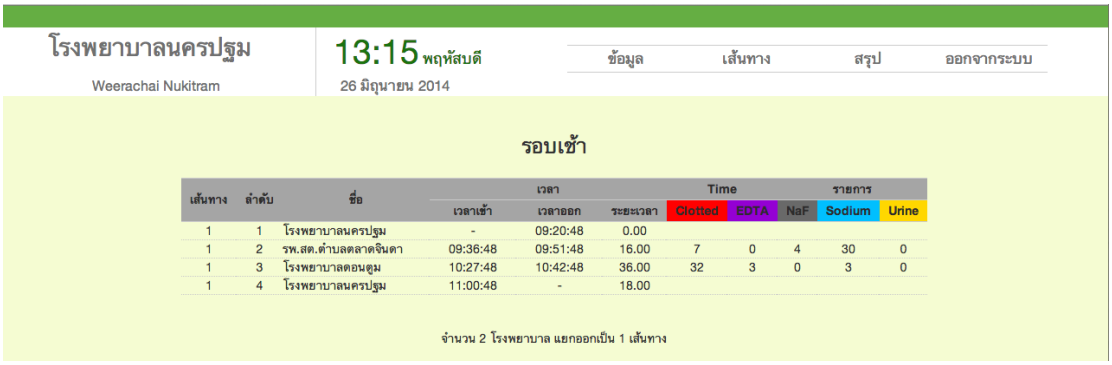


ลำดับ	ชื่อโรงพยาบาล	รายการ					รวม	เอกสาร	รอบ	ตารางเวลา	ผู้รับผิดชอบ	วันที่	เวลา
		Clotted	EDTA	NaF	Sodium	Urine							
1	รพ.สต.ตำบลหนองปากโลง	4	3	3	3	0	13	ด่วน	เช้า	วันพฤหัสบดี	Thanatpong Jarurojpeera	07-01	9:15:22
2	รพ.สต.ตำบลหนองดินแดง	4	0	3	0	4	11	ด่วน	เช้า	วันพฤหัสบดี	Patiwed Pimwon	07-01	9:15:09
3	โรงพยาบาลบางเลน	3	0	4	0	3	10	ด่วน	บ่าย	ทุกวัน	Nutthapaul Angkurat	07-01	9:14:55
4	รพ.สต.ตำบลตลาดจินดา	7	0	4	30	0	41	ด่วน	เช้า	วันอังคาร	Parisa Numwan	07-01	9:14:41
5	โรงพยาบาลพุทธมลฑล	3	0	0	4	0	7	ด่วน	บ่าย	ทุกวัน	Chatpadol Klungmontri	07-01	9:14:30
6	โรงพยาบาลดอนตูม	32	3	0	3	0	38	ด่วน	เช้า	ทุกวัน	Chaiwat Wattayakorn	07-01	9:14:19
	รวมทั้งหมด	53	6	14	40	7	120						

รูปที่ ก.8 หน้าสำหรับแสดงข้อมูลความต้องการทั้งหมดภายในรอบการขนส่ง

ส่วนที่ 2: ส่วนการจัดเส้นทาง สามารถแบ่งการจัดเส้นทางออกเป็น 2 ส่วนคือ

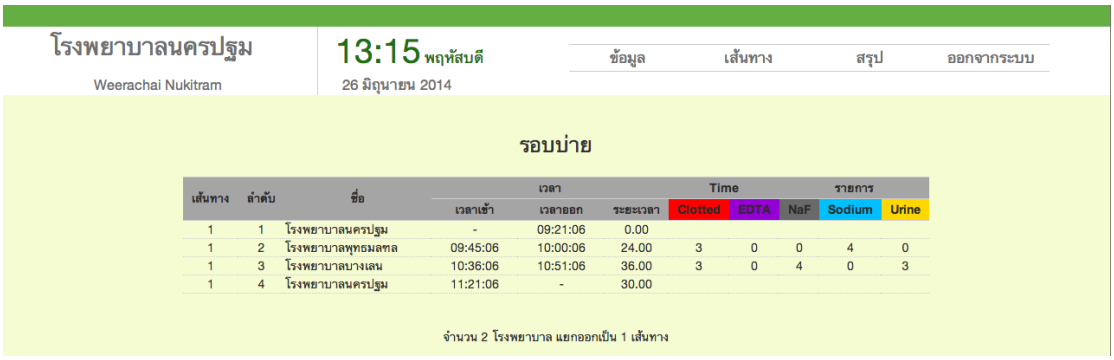
รอบเช้า : สำหรับทุกโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลในแต่ละวัน และโรงพยาบาลชุมชนบางส่วนเท่านั้น



เส้นทาง	ลำดับ	ชื่อ	เวลา			Time			รายการ	
			เวลาเช้า	เวลาออก	ระยะเวลา	Clotted	EDTA	NaF	Sodium	Urine
1	1	โรงพยาบาลนครปฐม	-	09:20:48	0.00					
1	2	รพ.สต.ตำบลตลาดจินดา	09:36:48	09:51:48	16.00	7	0	4	30	0
1	3	โรงพยาบาลดอนตูม	10:27:48	10:42:48	36.00	32	3	0	3	0
1	4	โรงพยาบาลนครปฐม	11:00:48	-	18.00					

รูปที่ ก.9 หน้าจัดลำดับเส้นทางรอบเช้า

รอบบ่าย : สำหรับโรงพยาบาลชุมชนบางโรงพยาบาล



โรงพยาบาลนครปฐม

Weerachai Nukitram

13:15 พฤหัสบดี

26 มิถุนายน 2014

ข้อมูล เส้นทาง สรุป ออกจากระบบ

รอบบ่าย

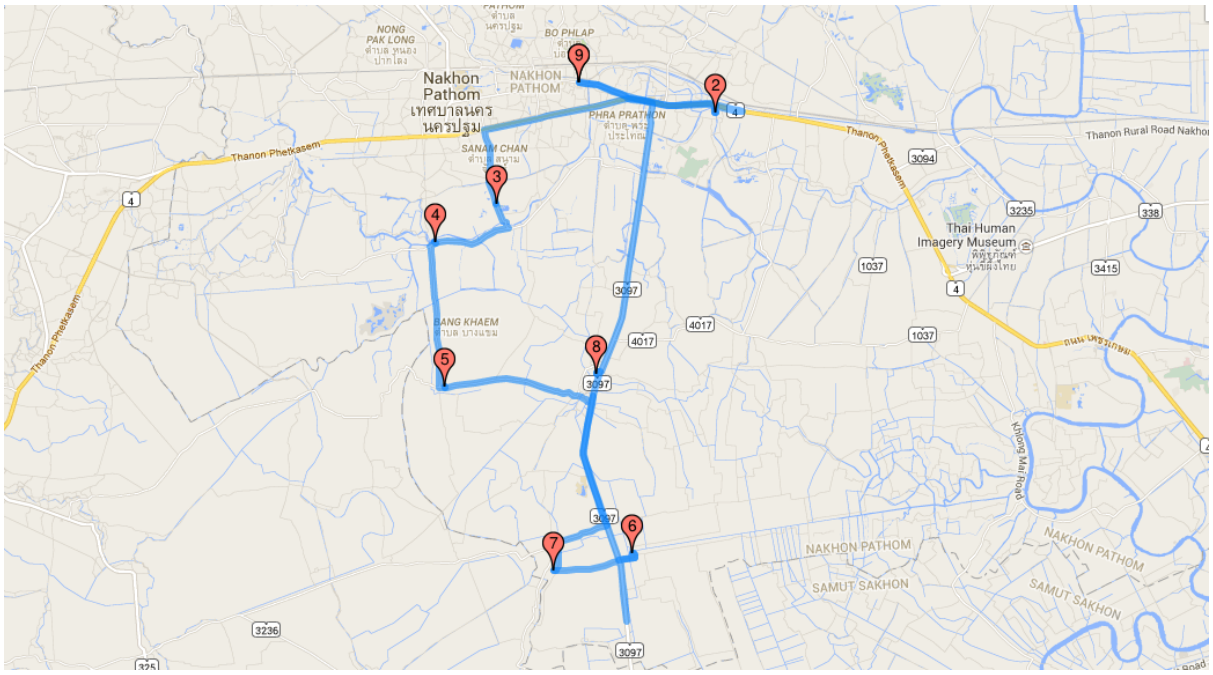
เส้นทาง	ลำดับ	ชื่อ	เวลา			Time			รายการ	
			เวลาเข้า	เวลาออก	ระยะเวลา	Clotted	EDTA	NaF	Sodium	Urine
1	1	โรงพยาบาลนครปฐม	-	09:21:06	0.00					
1	2	โรงพยาบาลพุทธมลฑล	09:45:06	10:00:06	24.00	3	0	0	4	0
1	3	โรงพยาบาลบางเลน	10:36:06	10:51:06	36.00	3	0	4	0	3
1	4	โรงพยาบาลนครปฐม	11:21:06	-	30.00					

จำนวน 2 โรงพยาบาล แยกออกเป็น 1 เส้นทาง

รูปที่ ก.10 หน้าจัดลำดับเส้นทางรอบบ่าย

ส่วนที่ 3: การดูเส้นทางเดินรถบน Google map

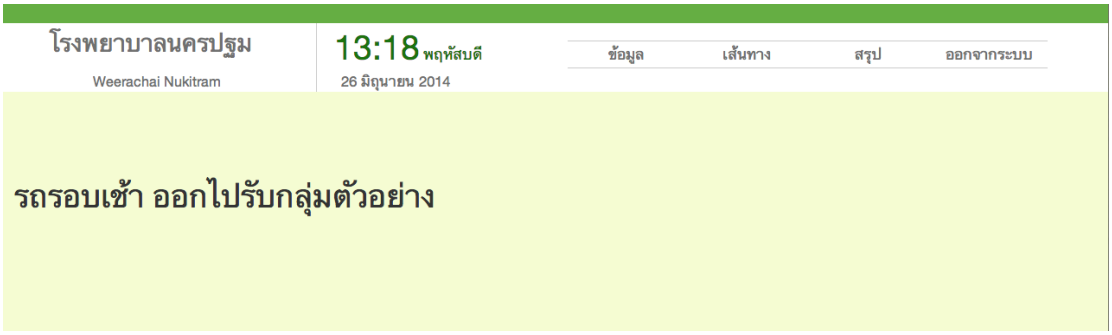
เจ้าหน้าที่ที่ดูแลหน้าเว็บไซต์สามารถตรวจสอบเส้นทาง หรือพิมพ์แผนที่จาก Google map ได้โดยการที่เลขรถ จะได้ดังรูปที่ ก.11



รูปที่ ก.11 ตำแหน่งและเส้นทางการเดินรถบน Google map เรียงตามลำดับการจัดเส้นทาง

ส่วนที่ 4: การยืนยันการวิ่งรถ

ระบบจะยังไม่สามารถจัดเส้นทางใหม่ได้ จนกว่าจะถึงรอบถัดไป



รูปที่ ก.12 หน้าแจ้งเตือนการทำรายการเสร็จสิ้นต้องรอรอบใหม่

ภาคผนวก ข.

เปรียบเทียบการเส้นทางที่ใช้ในปัจจุบันกับเว็บไซด์ที่พัฒนาขึ้น

วันอังคารที่ 15 กรกฎาคม 2557

ลำดับการเดินทางในปัจจุบัน

ตารางที่ ข.1 เส้นทางเดินรถของวันที่ 15 ก.ค. 57 ในปัจจุบัน

ชื่อโรงพยาบาล	ระยะทาง	ระยะทางสะสม	เวลา*	เวลาสะสม**
โรงพยาบาลนครปฐม	0.00	0.00	0	0
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ ห้วยจระเข้	3.60	3.60	3	18
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ บ้านเกาะวังไทร	3.00	6.60	3	36
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ สนามจันทร์	5.00	11.60	4	55
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ บางแขม	3.50	15.10	3	73
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ ดอนยายหอม	10.70	25.80	9	97
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ ตลาดจินดา	9.00	34.80	8	120
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ พระประโทน	19.60	54.40	17	152
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ ต้นสำโรง	5.00	59.40	4	171
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ สามควายเผือก	1.20	60.60	1	187
โรงพยาบาลนครปฐม	4.60	65.20	4	191

*เวลาในการเดินทางอ้างอิงจาก 70 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

**เวลาสะสมรวมระหว่างเวลาในการเดินทาง กับเวลาในการตรวจรับกลุ่มตัวอย่างที่ โรงพยาบาลละ 15 นาที

ลำดับการเดินทางจากระบบ

เส้นทาง	ลำดับ	ชื่อ	ระยะทาง		เวลา				Time			รายการ	
			ระยะ	ระยะรวม	เวลาเข้า	เวลาออก	เวลา	เวลาสะสม	Clotted	EDTA	NaF	Sodium	Urine
1	1	โรงพยาบาลนครปฐม	0	0	-	08:30:03	0.00	0.00					
1	2	รพ.สต.บ้านต้นสำโรง	3.99	3.99	08:34:03	08:49:03	4.00	19.00	0	0	0	0	0
1	3	รพ.สต.ตำบลสามควายเผือก	1.17	5.16	08:51:03	09:06:03	2.00	36.00	0	0	0	0	0
1	4	รพ.สต.ตำบลพระประโทน	5.80	10.96	09:11:03	09:26:03	5.00	56.00	0	0	0	0	0
1	5	รพ.สต.บ้านเกาะวังไทร	3.31	14.27	09:29:03	09:44:03	3.00	74.00	0	0	0	0	0
1	6	รพ.สต.ตำบลห้วยจระเข้	2.87	17.14	09:47:03	10:02:03	3.00	92.00	0	0	0	0	0
1	7	รพ.สต.ตำบลสนามจันทร์	5.21	22.35	10:07:03	10:22:03	5.00	112.00	0	0	0	0	0
1	8	รพ.สต.ตำบลบางแขม	3.48	25.83	10:25:03	10:40:03	3.00	130.00	0	0	0	0	0
1	9	รพ.สต.ตำบลดอนยายหอม	10.70	36.53	10:50:03	11:05:03	10.00	155.00	0	0	0	0	0
1	10	โรงพยาบาลนครปฐม	11.50	48.03	11:13:03	-	8.00	163.00	0	0	0	0	0
2	1	โรงพยาบาลนครปฐม	0	0	-	08:30:03	0.00	0.00					
2	2	รพ.สต.ตำบลตลาดจินดา	18.30	18.3	08:46:03	09:01:03	16.00	31.00	0	0	0	0	0
2	3	โรงพยาบาลนครปฐม	22.30	40.6	09:21:03	-	20.00	51.00					

รูปที่ ข.1 ผลการจัดเส้นทางโดยระบบ ของวันที่ 15 ก.ค. 57

ตารางที่ ข.2 เส้นทางเดินรถของวันที่ 15 ก.ค. 57 จากระบบ

ชื่อโรงพยาบาล	ระยะทาง	ระยะทางสะสม	เวลา	เวลาสะสม
เส้นทางที่ 1				
โรงพยาบาลนครปฐม	0.00	0.00	0	0
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ ต้นสำโรง	3.99	3.99	4	19
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ สามควายเผือก	1.17	5.16	2	36
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ พระประโทน	5.80	10.96	5	56
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ บ้านเกาะวังไทร	3.31	14.27	3	74
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ ห้วยจระเข้	2.87	17.14	3	92
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ สนามจันทร์	5.21	22.35	5	112
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ บางแขม	3.48	25.83	3	130
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ ดอนยายหอม	10.70	36.53	10	155
โรงพยาบาลนครปฐม	11.50	**48.03**	8	**163**
เส้นทางที่ 2				
โรงพยาบาลนครปฐม	0.00	0.00	0	0
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ ตลาดจินดา	18.3	18.3	16	31
โรงพยาบาลนครปฐม	22.30	40.60	20	51

วันพุธที่ 16 กรกฎาคม 2557

ลำดับการเดินทางในปัจจุบัน

ตารางที่ ข.3 เส้นทางเดินรถของวันที่ 16 ก.ค. 57 ในปัจจุบัน

ชื่อโรงพยาบาล	ระยะทาง	ระยะทางสะสม	เวลา	เวลาสะสม
โรงพยาบาลนครปฐม	0.00	0.00	3	0
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ บ่อพลับ	3.60	3.60	3	18
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ มาบแค	4.00	7.60	3	37
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ ตาก้อง	3.30	10.90	3	54
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ บ้านนาสร้าง	3.50	14.40	3	72
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ วังตะกู	4.30	18.70	4	91
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ ม่วงดารส	4.50	23.20	4	110
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ ทัพหลวง	6.00	29.20	5	130
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ ห้วยขวาง	9.10	38.30	8	153
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ สองห้อง	4.70	43.00	4	172
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ อ้อยอีเตี้ย	13.00	56.00	11	198
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ ทุ่งน้อย	3.70	59.70	3	216
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ ดอนรวก	7.60	67.30	7	238
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ หนองงูเหลือม	29.30	96.60	25	278
โรงพยาบาลนครปฐม	20.10	**116.70**	17	**295**

ลำดับการเดินทางจากระบบ

เส้นทาง	ลำดับ	ชื่อ	ระยะทาง		เวลา				Time			รายการ	
			ระยะ	ระยะรวม	เวลาเข้า	เวลาออก	เวลา	เวลาสะสม	Clotted	EDTA	NaF	Sodium	Urine
1	1	โรงพยาบาลนครปฐม	0	0	-	08:30:02	0.00	0.00					
1	2	รพ.สต.ตำบลบ่อพลับ	3.62	3.62	08:34:02	08:49:02	4.00	19.00	0	0	0	0	0
1	3	รพ.สต.บ้านอ้อยอีเตี้ย	1.72	5.34	08:51:02	09:06:02	2.00	36.00	0	0	0	0	0
1	4	รพ.สต.ตำบลมาบแค	3.30	8.64	09:09:02	09:24:02	3.00	54.00	0	0	0	0	0
1	5	รพ.สต.ตำบลทุ่งน้อย	2.80	11.44	09:27:02	09:42:02	3.00	72.00	0	0	0	0	0
1	6	รพ.สต.ตำบลตาก้อง	6.00	17.44	09:48:02	10:03:02	6.00	93.00	0	0	0	0	0
1	7	รพ.สต.บ้านนาสร้าง	3.45	20.89	10:06:02	10:21:02	3.00	111.00	0	0	0	0	0
1	8	รพ.สต.ตำบลวังตะกู	4.32	25.21	10:25:02	10:40:02	4.00	130.00	0	0	0	0	0
1	9	รพ.สต.บ้านม่วงดารส	4.54	29.75	10:44:02	10:59:02	4.00	149.00	0	0	0	0	0
1	10	โรงพยาบาลนครปฐม	10.90	40.65	11:04:02	-	5.00	154.00	0	0	0	0	0
2	1	โรงพยาบาลนครปฐม	0	0	-	08:30:02	0.00	0.00					
2	2	รพ.สต.ตำบลดอนรวก	14.20	14.2	08:43:02	08:58:02	13.00	28.00	0	0	0	0	0
2	3	รพ.สต.ตำบลห้วยขวาง	16.40	30.6	09:13:02	09:28:02	15.00	58.00	0	0	0	0	0
2	4	รพ.สต.บ้านสองห้อง	4.75	35.35	09:33:02	09:48:02	5.00	78.00	0	0	0	0	0
2	5	รพ.สต.ตำบลทัพหลวง	12.30	47.65	09:59:02	10:14:02	11.00	104.00	0	0	0	0	0
2	6	รพ.สต.ตำบลหนองงูเหลือม	4.52	52.17	10:18:02	10:33:02	4.00	123.00	0	0	0	0	0
2	7	โรงพยาบาลนครปฐม	20.10	72.27	10:51:02	-	18.00	141.00					

รูปที่ ข.2 ผลการจัดเส้นทางโดยระบบ ของวันที่ 16 ก.ค. 57

ตารางที่ ข.4 เส้นทางเดินรถของวันที่ 16 ก.ค. 57 จากระบบ

ชื่อโรงพยาบาล	ระยะทาง	ระยะทางสะสม	เวลา	เวลาสะสม
เส้นทางที่ 1				
โรงพยาบาลนครปฐม	0.00	0.00	0	0
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ บ่อพลับ	3.62	3.62	4	19
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ อ้อยอีเตี้ย	1.72	5.34	2	36
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ มาบแค	3.30	8.64	3	54
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ ทุ่งน้อย	2.80	11.44	3	73
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ ตาก้อง	6.00	17.44	6	93
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ บ้านนาสร้าง	3.45	20.89	3	111
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ วังตะกู	4.32	25.21	4	130
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ ม่วงดารส	4.54	29.75	4	149
โรงพยาบาลนครปฐม	10.90	40.65	5	154
เส้นทางที่ 2				
โรงพยาบาลนครปฐม	0.00	0.00	0	0
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ ดอนรวก	14.20	14.20	13	28
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ ห้วยขวาง	16.40	30.60	15	58
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ สองห้อง	4.75	35.35	5	78
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ ทัพหลวง	12.30	47.65	11	104
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ หนองงูเหลือม	4.52	52.17	4	123
โรงพยาบาลนครปฐม	20.10	72.27	18	141

วันพฤหัสบดีที่ 17 กรกฎาคม 2557

ลำดับการเดินทางในปัจจุบัน

ตารางที่ ข.5 เส้นทางเดินรถของวันที่ 17 ก.ค. 57 ในปัจจุบัน

ชื่อโรงพยาบาล	ระยะทาง	ระยะทางสะสม	เวลา	เวลาสะสม
โรงพยาบาลนครปฐม	0.00	0.00	0	0
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ โพรงมะเดื่อ	11.30	11.30	10	25
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ ลำพยา	3.20	14.50	3	42
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ หนองดินแดง	7.30	21.80	6	64
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ ลาดหญ้าแพรก	5.20	27.00	4	83
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ สระกระเทียม	4.00	31.00	3	102
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ สวนป่าน	2.00	33.00	2	118
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ หุบรัก	17.80	50.80	15	149
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ บ้านยาง	11.50	62.30	10	173
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ หนองปากโลง	16.50	78.80	14	203
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ หนองกระโดน	13.70	92.50	12	229
โรงพยาบาลนครปฐม	20.50	113.00	18	247

ลำดับการเดินทางจากระบบ

เส้นทาง	ลำดับ	ชื่อ	ระยะทาง		เวลา				Time			รายการ	
			ระยะ	ระยะรวม	เวลาเข้า	เวลาออก	เวลา	เวลาสะสม	Clotted	EDTA	NaF	Sodium	Urine
1	1	โรงพยาบาลนครปฐม	0	0	-	08:30:04	0.00	0.00					
1	2	รพ.สต.ตำบลหนองปากโลง	8.05	8.05	08:37:04	08:52:04	7.00	22.00	0	0	0	0	0
1	3	รพ.สต.ตำบลลำพยา	4.13	12.18	08:56:04	09:11:04	4.00	41.00	0	0	0	0	0
1	4	รพ.สต.ตำบลโพรงมะเดื่อ	3.23	15.41	09:14:04	09:29:04	3.00	59.00	0	0	0	0	0
1	5	รพ.สต.บ้านหุบรัก	3.65	19.06	09:33:04	09:48:04	4.00	78.00	0	0	0	0	0
1	6	รพ.สต.หนองกระโดน	8.64	27.7	09:56:04	10:11:04	8.00	101.00	0	0	0	0	0
1	7	รพ.สต.ตำบลบ้านยาง	4.81	32.51	10:16:04	10:31:04	5.00	121.00	0	0	0	0	0
1	8	รพ.สต.ลาดหญ้าแพรก	16.70	49.21	10:46:04	11:01:04	15.00	151.00	0	0	0	0	0
1	9	โรงพยาบาลนครปฐม	18.10	67.31	11:04:04	-	3.00	154.00	0	0	0	0	0
2	1	โรงพยาบาลนครปฐม	0	0	-	08:30:04	0.00	0.00					
2	2	รพ.สต.ตำบลหนองดินแดง	11.30	11.3	08:40:04	08:55:04	10.00	25.00	0	0	0	0	0
2	3	รพ.สต.ตำบลสระกระเทียม	3.97	15.27	08:59:04	09:14:04	4.00	44.00	0	0	0	0	0
2	4	รพ.สต.ตำบลสวนป่าน	2.03	17.3	09:16:04	09:31:04	2.00	61.00	0	0	0	0	0
2	5	โรงพยาบาลนครปฐม	21.40	38.7	09:50:04	-	19.00	80.00					

รูปที่ ข.3 ผลการจัดเส้นทางโดยระบบ ของวันที่ 17 ก.ค. 57

ตารางที่ ข.6 เส้นทางเดินรถของวันที่ 17 ก.ค. 57 จากระบบ

ชื่อโรงพยาบาล	ระยะทาง	ระยะทางสะสม	เวลา	เวลาสะสม
เส้นทางที่ 1				
โรงพยาบาลนครปฐม	0.00	0.00	0	0
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ หนองปากโลง	8.05	8.05	7	22
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ ลำพยา	4.13	12.18	4	41
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ โพรงมะเดื่อ	3.23	15.41	3	59
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ หุบรัก	3.65	19.06	4	78
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ หนองกระโดน	8.64	27.70	8	101
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ บ้านยาง	4.81	32.51	5	121
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ ลาดหญ้าแพรก	16.70	49.21	15	151
โรงพยาบาลนครปฐม	18.10	67.31	3	154
เส้นทางที่ 2				
โรงพยาบาลนครปฐม	0.00	0.00	0	0
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ หนองดินแดง	11.30	11.30	10	25
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ สระกระเทียม	3.97	15.27	4	44
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ สวนป่าน	2.03	17.30	2	61
โรงพยาบาลนครปฐม	21.40	38.70	19	80

ภาคผนวก ค.

ตารางเปรียบเทียบวัตถุประสงค์และผลดำเนินงาน

วัตถุประสงค์	ผลการดำเนินงาน
1. เพื่อรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานของการขนส่งสิ่งส่งตรวจ โดยใช้หน่วยงานสาธารณสุขในสังกัดของกระทรวงสาธารณสุขเป็นโมเดลพื้นฐานในการพัฒนาระบบโลจิสติกส์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการ specimen ระหว่างกลุ่มโรงพยาบาลชุมชนและโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล	ศึกษาการจัดการขนส่ง specimen ระหว่างโรงพยาบาลนครปฐมและโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลที่อยู่ภายใต้การดูแลของโรงพยาบาลนครปฐม
2 เพื่อสร้างแบบจำลองโมเดลการขนส่งสิ่งส่งตรวจจากกลุ่มโรงพยาบาลตัวอย่างในพื้นที่ตัวอย่าง	ระบบ web base โลจิสติกส์ของการจัดการขนส่ง specimen ระหว่างโรงพยาบาลนครปฐมและโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลที่อยู่ภายใต้การดูแลของโรงพยาบาลนครปฐม

ตารางแผนการดำเนินงาน

	กิจกรรมที่วางแผน
	กิจกรรมที่ทำจริง

กิจกรรม	เดือน											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.ศึกษาสถานะปัจจุบันของกิจกรรมโลจิสติกส์ของการจัดการ specimen ระหว่างโรงพยาบาลชุมชนและโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล รวบรวมพิกัดที่ตั้งและระยะทางระหว่างกลุ่มหน่วยสาธารณสุขตัวอย่าง												
2.นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อพัฒนาระบบโลจิสติกส์ในการบริหารจัดการจัดกลุ่มโรงพยาบาลชุมชนและโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล												
3.พัฒนาโมเดลระบบโลจิสติกส์จากกลุ่มโรงพยาบาลชุมชนและโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการ specimen โดยพัฒนาระบบรถรับสิ่งส่งตรวจจากกลุ่มโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลในพื้นที่ไปยังศูนย์กลาง (Hub)การรับสิ่งส่งตรวจ โรงพยาบาลชุมชน												
4.นำระบบที่ได้มาเสนอและพัฒนาระบบด้านการบริหารจัดการสิ่งส่งตรวจใช้ระบบโลจิสติกส์เป็นตัวสนับสนุนการใช้ทรัพยากรรถรับส่ง												

และห้องปฏิบัติการร่วมกัน												
5..สรุปผลวิจัย												
6.จัดทำเอกสารรายงานการวิจัย												