



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมอุตสาหการ)

ปริญญา

วิศวกรรมอุตสาหการ

วิศวกรรมอุตสาหการ

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการจัดเส้นทางยานพาหนะเพื่อการขนส่ง
โดยใช้เทคโนโลยีแผนที่อิเล็กทรอนิกส์

Development of Decision Support System for Delivery Vehicle Routing Planning Base
on Web Mapping Technology

นามผู้วิจัย นายชิตานันต์ ชิตานนท์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์พรเทพ อนุสรณินิตสาร, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(อาจารย์สุภารัตน์ วงศ์วีระเกียรติ, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิสุทธิ์ สุพิทักษ์, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา ชีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

สิงสิงห์ มตาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการจัดเส้นทางยานพาหนะเพื่อการขนส่งโดยใช้
เทคโนโลยีแผนที่อิเล็กทรอนิกส์

Development of Decision Support System for Delivery Vehicle Routing Planning Base on Web
Mapping Technology

โดย

นายชิตานันต์ ชิตานนท์

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมอุตสาหกรรม)

พ.ศ. 2557

จิตานันต์ จิตานนท์ 2557: การพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการจัด
เส้นทางยานพาหนะเพื่อการขนส่งโดยใช้เทคโนโลยีแผนที่อิเล็กทรอนิกส์ ปรินญา
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมอุตสาหกรรม) สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก:
ผู้ช่วยศาสตราจารย์พรเทพ อนุสรณินิตสาร, Ph.D. 162 หน้า

ธุรกิจในปัจจุบันมีการแข่งขันกันอย่างสูงโดยเฉพาะในธุรกิจขนาดย่อมที่มีอยู่เป็นจำนวน
มาก ซึ่งการจัดการระบบการขนส่งที่ดีนั้นสามารถลดค่าใช้จ่าย เพิ่มมูลค่า รวมทั้งมีส่วนช่วยใน
การเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันทางธุรกิจ โดยในปัจจุบันเทคโนโลยีแผนที่อิเล็กทรอนิกส์มีความ
ทันสมัยมากยิ่งขึ้นและเปิดให้ผู้ใช้งานมีการใช้งานได้อย่างแพร่หลายโดยไม่เสียค่าใช้จ่าย ทำให้
ผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะสร้างเครื่องมือที่สามารถนำประโยชน์จากแผนที่อิเล็กทรอนิกส์มาใช้ในการ
จัดการระบบการขนส่ง กล่าวคือ ได้มีการนำระยะทางและเวลาจากเส้นทางจริงบนแผนที่
อิเล็กทรอนิกส์มาประยุกต์ใช้สำหรับการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะ ทำให้คำตอบที่ได้
จากการคำนวณใกล้เคียงความเป็นจริงมากยิ่งขึ้น ซึ่งเครื่องมือสามารถใช้แก้ปัญหาเกี่ยวกับการจัด
เส้นทางยานพาหนะได้แก่ ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Traveling Salesman Problem:
TSP) ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่มีข้อจำกัดด้านความปริมาตร (Capacitated Vehicle
Routing Problem : CVRP) และปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่มีเรื่องเวลามาเกี่ยวข้อง
(Vehicle Routing Problem with Time Windows : VRPTW) สำหรับคำตอบที่ได้เป็นคำตอบที่ดี
ที่สุด (Optimal Solution) ของปัญหานั้นๆ นอกจากนี้ยังสามารถเปิดให้ผู้ที่มีความสนใจนำ
โปรแกรมการจัดเส้นทางยานพาหนะนี้ไปใช้งานหรือพัฒนาในส่วนของอัลกอริทึมต่อไปได้ใน
อนาคต

Chitanant Chitanont 2014: Development of Decision Support System for Delivery Vehicle Routing Planning Base on Web Mapping Technology. Master of Engineering (Industrial Engineering), Major Field: Industrial Engineering, Department of Industrial Engineering. Thesis Advisor: Assistant Professor Pornthep Anussornnitisarn, Ph.D. 162 pages.

Nowadays, the competition among businesses, especially among small businesses is very high. An effective transportation management system will be able to reduce the expenses and increase the value added even if it develops the potential of business competition. The electronic map technology is modern. Moreover, users can use it for free extensively. These reasons make the researchers propose the idea for generating the tool which utilizes the electronic map to manage the transportation system. In others words, the distance and time from the real route on the electronic map for resolving the vehicle rout management problem causing the result from the calculation to be more accurate. The tool which is able to solve the problem of the managing vehicle route such as Traveling Salesman Problem, Capacitated Vehicle Routing Problem and Vehicle Routing Problem with Time Windows can give the optimal solution to these problems. Moreover, Users can download this program to use and develop their own algorithm for usefulness in the future.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร.พรเทพ อนุสรณินดีสาร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และ ดร.สุภารัตน์ วงศ์วีระเกียรติ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ให้คำปรึกษาในการค้นคว้าวิจัย ตลอดจนการตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์ และกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.อนันต์ มุ่งวัฒนา ประธานการสอบวิทยานิพนธ์ และ ดร.ระพี กาญจนะ ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอกที่ได้ให้ความกรุณาตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอนทำให้ข้าพเจ้าสามารถนำความรู้มาประยุกต์ใช้ในการทำงานวิจัยและในภาคหน้าที่ในส่วนของการทำงานและส่วนของการใช้ชีวิต

ขอขอบคุณครอบครัว พี่ๆ เพื่อนๆ น้องๆ ทุกคน ที่ให้ความช่วยเหลือทั้งความรู้ทางเทคนิคทางปฏิบัติและให้กำลังใจส่งผลให้สามารถทำวิทยานิพนธ์ได้สำเร็จลุล่วง

และความดีหรือประโยชน์อันใดที่เกิดจากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยขอมอบแต่บิดามารดา ครู อาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน ที่ได้ให้ความกรุณาและให้กำลังใจมาโดยตลอด

ชิตานันต์ ชิตานนท์

มิถุนายน 2557

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำอธิบายสัญลักษณ์และอักษรย่อ	(8)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	14
อุปกรณ์	14
วิธีการ	14
ผลและวิจารณ์	47
ผล	47
วิจารณ์	73
สรุปและข้อเสนอแนะ	74
สรุป	74
ข้อเสนอแนะ	75
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	76
ภาคผนวก	78
ภาคผนวก ก คู่มือการใช้งานเครื่องมือการจัดเส้นทางยานพาหนะเพื่อการขนส่ง	79
ภาคผนวก ข การติดตั้งเครื่องมือสำหรับจัดการฐานข้อมูล	84
ภาคผนวก ค การยื่นขอคู่มืออิเล็กทรอนิกส์	91
ภาคผนวก ง รูปแบบของฟอร์มการเขียนโจทย์ที่ใช้กับเครื่องมือแก้ปัญหา	95
ภาคผนวก จ รายละเอียดผลในการทำการทดสอบแบบจำลองและปัจจัยที่มีผลต่อ	
เวลาการคำนวณของปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะ	102
ภาคผนวก ฉ รายละเอียดการเขียนโค้ดในการพัฒนาเครื่องมือสำหรับการจัด	
เส้นทางยานพาหนะเพื่อการขนส่ง	109
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	162

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ความสามารถของโปรแกรมช่วยคำนวณเอสซีไอพี	20
2	จำนวนของโจทย์ปัญหาและประเภทของปัญหาที่นำมาทดสอบ	23
3	โจทย์ปัญหาที่นำมาทดสอบเพื่อยืนยันผลสำหรับปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย	24
4	โจทย์ปัญหาที่นำมาทดสอบเพื่อยืนยันผลสำหรับปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่มีข้อจำกัดด้านความจุ	25
5	โจทย์ปัญหาที่นำมาทดสอบเพื่อยืนยันผลสำหรับปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่มีเรื่องเวลามาเกี่ยวข้อง	26
6	ข้อจำกัดในการขึ้นขอเอพีไอจากกูเกิล	42
7	ผลการทดสอบแบบจำลองปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย	69
8	ผลการทดสอบแบบจำลองปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่มีข้อจำกัดด้านความจุ	70
9	ผลจากการทดสอบแบบจำลองปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่มีเรื่องเวลามาเกี่ยวข้อง	71
10	ผลการเปรียบเทียบปัจจัยที่มีผลต่อเวลาในการคำนวณ	72

ตารางผนวกที่

จ1	เวลาและรายละเอียดที่ใช้ในการทดสอบแบบจำลองปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย	103
จ2	เวลาและรายละเอียดที่ใช้ในการทดสอบแบบจำลองปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่มีข้อจำกัดด้านความจุ	104
จ3	เวลาและรายละเอียดที่ใช้ในการทดสอบแบบจำลองปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่มีเรื่องเวลามาเกี่ยวข้อง	105
จ4	รายละเอียดการทดสอบปัจจัยที่มีผลต่อเวลาในการคำนวณของปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย	106

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
จ5 รายละเอียดการทดสอบปัจจัยที่มีผลต่อเวลาในการคำนวณของปัญหาการจัด เส้นทางยานพาหนะที่มีข้อจำกัดด้านความจุ	107
จ6 รายละเอียดการทดสอบปัจจัยที่มีผลต่อเวลาในการคำนวณของปัญหาการจัด เส้นทางยานพาหนะที่มีเรื่องเวลามาเกี่ยวข้อง	108

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	เครือข่ายเส้นทางยานพาหนะ	6
2	ปัญหาพื้นฐานของ VRP และ ความเกี่ยวข้องกันของปัญหา VRP	7
3	ขั้นตอนการทำงานของเครื่องมือสำหรับการจัดเส้นทางยานพาหนะเพื่อการขนส่ง	16
4	ตัวอย่างการนำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มาวางบนอิเล็กทรอนิกส์เปรตซีท	19
5	เปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการแก้ปัญหาเชิงเส้นจำนวนเต็มแบบผสม (MILP) ระหว่างโปรแกรมช่วยคำนวณแบบ Non-commercial และ Commercial	20
6	การเชื่อมต่อแบบจำลองเข้ากับโปรแกรมช่วยคำนวณ	21
7	การไหลของขั้นตอนการเชื่อมต่อแบบจำลองเข้ากับโปรแกรมช่วยคำนวณ	22
8	ลำดับการทำงานของเครื่องมือสำหรับการจัดเส้นทางยานพาหนะเพื่อการขนส่งในส่วนของการคำนวณ	28
9	ตัวอย่างการจัดการของเครื่องมือกรณีที่มีความจุของยานพาหนะมากที่สุดน้อยกว่าความต้องการของลูกค้ามากที่สุด	30
10	การไหลของการทำงานของเครื่องมือสำหรับการจัดเส้นทางยานพาหนะเพื่อการขนส่งในส่วนของการคำนวณ	31
11	หน้าต่างการใช้งานสำหรับเครื่องมือการจัดเส้นทางยานพาหนะเพื่อการขนส่งในส่วนของการคำนวณ	32
12	แผนที่กูเกิลบนเว็บเพจหลังจากรันโค้ดด้วยหลักแมชอัป	34
13	ลักษณะของไฟล์ข้อมูลที่อัปโหลดขึ้นบนเว็บแอปพลิเคชัน	35
14	ฐานข้อมูลที่สร้างขึ้นด้วย phpMyAdmin	35
15	การนำไฟล์ข้อมูลอัปโหลดเข้าสู่เว็บแอปพลิเคชัน	36
16	การไหลของการอัปโหลดไฟล์ข้อมูลลงบนเว็บแอปพลิเคชัน	37
17	การไหลของกระบวนการดึงพิกัดจากกูเกิลเชฟเวอร์	39
18	การไหลของกระบวนการสร้างเมทริกซ์	41
19	การไหลของขั้นตอนการสร้างไฟล์จากฐานข้อมูล	44
20	การนำคำตอบที่ได้จากเครื่องมือส่วนของการคำนวณเข้าสู่เว็บแอปพลิเคชัน	44

สารบัญภาพ (ต่อ)

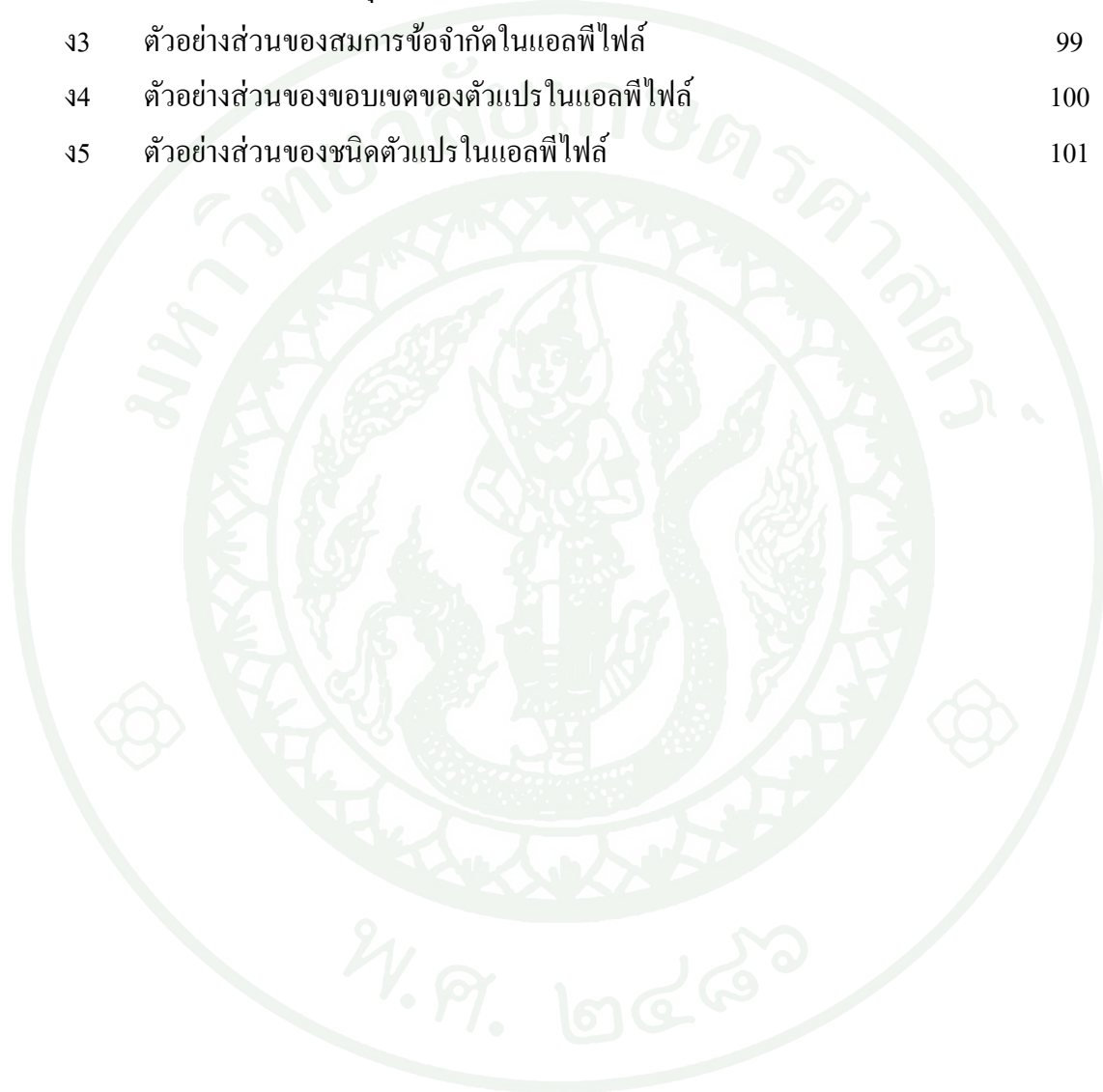
ภาพที่	หน้า	
21	การไหลของขั้นตอนการนำเส้นทางคำตอบที่ได้พล็อตลงแผนที่	46
22	ส่วนการทำงานของโปรแกรมการจัดเส้นทางยานพาหนะเพื่อการขนส่ง	48
23	ตัวอย่างการเลือกไฟล์ข้อมูลที่จะนำอ้างอิงในการคำนวณ	48
24	ตัวอย่างอย่างการระบุปัญหาที่ต้องการคำนวณ	49
25	ตัวอย่างหน้าต่างสำหรับเพิ่มยานพาหนะ	50
26	ตัวอย่างส่วนสำหรับแสดงรายละเอียดยานพาหนะที่เลือก	50
27	(1) หน้าต่างสำหรับเพิ่มลูกค้าของปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (2) หน้าต่างสำหรับเพิ่มลูกค้าของปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่มีข้อจำกัดด้านความจุ (3) หน้าต่างสำหรับเพิ่มลูกค้าของปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่มีเรื่องเวลามาเกี่ยวข้อง	51
28	ตัวอย่างส่วนสำหรับแสดงรายละเอียดลูกค้าที่เลือก	52
29	ตัวอย่างการแสดงผลคำตอบของโปรแกรมการจัดเส้นทางยานพาหนะเพื่อการขนส่ง	53
30	ตัวอย่างเอกสารที่ระบุรายละเอียดสำหรับพนักงานขับรถ	54
31	ตัวอย่างหน้าเว็บแอปพลิเคชัน	55
32	ตัวอย่างผลการสร้างข้อมูลลูกค้าใหม่	56
33	ตัวอย่างผลการอัปเดตข้อมูลลูกค้าจากเครื่องลงฐานข้อมูล	57
34	ตัวอย่างผลการสร้างข้อมูลยานพาหนะใหม่	58
35	ตัวอย่างผลการอัปเดตข้อมูลยานพาหนะจากบนเครื่องลงฐานข้อมูล	59
36	ตัวอย่างผลการสร้างเมตริกซ์ระยะทางจากฐานข้อมูล	60
37	ตัวอย่างผลการสร้างเมตริกซ์เวลาจากฐานข้อมูล	61
38	ตัวอย่างผลการเพิ่มข้อมูลลูกค้าจากข้อมูลเดิมที่มีอยู่	62
39	ตัวอย่างผลการเพิ่มข้อมูลยานพาหนะจากข้อมูลเดิมที่มีอยู่	62
40	การอัปเดตข้อมูลเมตริกซ์ระยะทางและเวลา	63
41	การส่งออกข้อมูลในฐานข้อมูลออกมาเป็นเอกเซลล์ไฟล์	64
42	ตัวอย่างชีทข้อมูลยานพาหนะ	65

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
43	ตัวอย่างชีทข้อมูลเมทริกซ์ระยะทาง	65
44	ตัวอย่างชีทข้อมูลเมทริกซ์เวลา	66
45	ตัวอย่างชีทข้อมูลยานพาหนะ	66
46	ตัวอย่างเส้นทางคำตอบจากเครื่องมือการจัดเส้นทางยานพาหนะในส่วนของ การคำนวณ	67
47	ตารางแสดงลิสต์เส้นทางยานพาหนะที่มี	67
48	การแสดงจุดส่งของยานพาหนะบนแผนที่ ระยะทาง และเวลาในการเดินทาง อย่างคร่าวๆ	68
ภาพผนวกที่		
ก1	ตัวอย่างไฟล์ที่มีความจำเป็นสำหรับการใช้งานเครื่องมือการจัดเส้นทาง ยานพาหนะเพื่อการขนส่งในส่วนของ การคำนวณ	81
ข1	ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม AppServ	85
ข2	แสดงรายละเอียดเงื่อนไขการ GNU License	86
ข3	เลือกปลายทางการติดตั้งโปรแกรม AppServ	86
ข4	เลือก Package Components ที่ต้องการติดตั้ง	87
ข5	แสดงการกำหนดค่าคอนฟิกค่า Apache Web Server	88
ข6	แสดงการกำหนดค่าคอนฟิกของ MySQL Database	89
ข7	แสดงหน้าจอขั้นตอนสิ้นสุดการติดตั้งโปรแกรม AppServ	90
ค1	แสดงหน้าเว็บเพจสำหรับขอกูเกิลเอพีไอ	92
ค2	หน้าต่างสำหรับสร้าง API key	93
ค3	หน้าต่างสำหรับการใส่ไอพีในการสร้าง API key	93
ค4	หน้าต่างที่แสดง API key	93
ค5	การเปิดใช้ API	94
ง1	ตัวอย่างรูปแบบของการเขียนไฟล์สคริปต์	98

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่	หน้า
ง2 ตัวอย่างส่วนของวัตถุประสงคในแอลพีไฟล์	99
ง3 ตัวอย่างส่วนของสมการข้อจำกัดในแอลพีไฟล์	99
ง4 ตัวอย่างส่วนของขอบเขตของตัวแปรในแอลพีไฟล์	100
ง5 ตัวอย่างส่วนของชนิดตัวแปรในแอลพีไฟล์	101



คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

AJAX	=	Asynchronous JavaScript and XML : เป็นกลุ่มของเทคนิคในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันเพื่อให้ความสามารถโต้ตอบกับผู้ใช้ได้ดีขึ้น โดยการรับส่งข้อมูลในฉากหลัง ทำให้ทั้งหน้าไม่ต้องโหลดใหม่ทุกครั้งที่มีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งช่วยทำให้เพิ่มการตอบสนอง ความรวดเร็ว และการใช้งานโดยรวม
API	=	Application Program Interface : วิธีการเฉพาะสำหรับการเรียกใช้ระบบปฏิบัติการหรือแอปพลิเคชันอื่นๆ หรือชุดโค้ด คอมพิวเตอร์ซึ่งทำหน้าที่เชื่อมต่อการทำงานระหว่างแอปพลิเคชันกับระบบปฏิบัติการ
GIS	=	Geographic Information System : กระบวนการทำงานเกี่ยวกับข้อมูลเชิงพื้นที่ด้วยระบบคอมพิวเตอร์
GPS	=	Global Positioning System : ระบบบอกตำแหน่งบนพื้นผิวโลก โดยอาศัยการคำนวณจากความถี่สัญญาณนาฬิกาที่ส่งมาจากดาวเทียมที่โคจรรอบโลกซึ่งทราบตำแหน่ง ทำให้ระบบนี้สามารถบอกตำแหน่ง ณ จุดที่สามารถรับสัญญาณได้ทั่วโลก
HTML	=	Hyper Text Markup Language : ภาษามาร์กอัปหลักในปัจจุบันที่ใช้ในการสร้างเว็บเพจ หรือข้อมูลอื่นที่เรียกดูผ่านทางเว็บเบราว์เซอร์ ซึ่งตัวโค้ดจะแสดงโครงสร้างของข้อมูล
JSON	=	JavaScript Object Notation : เป็นรูปแบบสำหรับแลกเปลี่ยนข้อมูลคอมพิวเตอร์รูปแบบ JSON นั้นอยู่ในรูปข้อความธรรมดาที่ทั้งมนุษย์และโปรแกรมคอมพิวเตอร์สามารถอ่านเข้าใจได้
LP	=	Linear Programming : ปัญหากำหนดการเชิงเส้น

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ (ต่อ)

MySQL	=	Program of multi-user SQL database management : เป็นระบบจัดการฐานข้อมูลโดยใช้ภาษาเอสคิวแอล
PHP	=	Hypertext Preprocessor : ภาษาคอมพิวเตอร์ในลักษณะสคริปต์ฝั่งเซิร์ฟเวอร์ โดยลิขสิทธิ์อยู่ในลักษณะโอเพนซอร์ส ภาษาพีเอชพีใช้สำหรับจัดทำเว็บไซต์ และแสดงผลออกมาในรูปแบบเอสทีเอ็มแอล (HTML)
URL	=	Uniform Resource Locator : คือ ที่อยู่ (Address) ของข้อมูลต่างๆ ในอินเทอร์เน็ต เช่น ที่อยู่ของไฟล์หรือเว็บไซต์บนอินเทอร์เน็ต
VBA	=	Visual Basic for Application : เป็นเครื่องมือที่ใช้พัฒนาแอปพลิเคชันใน Microsoft Office (ใช้ภาษา Visual Basic)
XML	=	Extensible Markup Language : เป็นภาษามาร์กอัปสำหรับการใช้งานทั่วไป พัฒนาโดยW3C โดยมีจุดประสงค์เพื่อเป็น สิ่งที่เอาไว้ติดต่อกันในระบบที่มีความแตกต่างกัน

การพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการจัดเส้นทางยานพาหนะเพื่อการ ขนส่งโดยใช้เทคโนโลยีแผนที่อิเล็กทรอนิกส์

Development of Decision Support System for Delivery Vehicle Routing Planning Base on Web Mapping Technology

คำนำ

ปัญหาการจัดเส้นทางรถขนส่งเป็นปัญหาหนึ่งที่มีความสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศต่างๆ ประเทศ ซึ่งการจัดระบบการขนส่งที่ดินนอกจากจะเป็นการช่วยให้เพิ่มมูลค่าในตัวสินค้าของกลุ่มธุรกิจต่างๆ ของภาคเอกชนแล้วนั้น ยังมีประโยชน์ในส่วนของการภาครัฐทำให้ภาครัฐสามารถตอบสนองความต้องการในด้านการคมนาคมให้กับประชาชนได้อย่างรวดเร็วและเพียงพอต่อความต้องการ โดยประเทศไทยหรือประเทศที่กำลังพัฒนา การคมนาคม และการขนส่งหลักของประเทศเหล่านี้คือทางบก ซึ่งปัญหาการขนส่งทางบกเป็นปัญหาที่มีความยุ่งยาก เนื่องจากมีปัจจัยที่เป็นข้อจำกัดอยู่หลายๆ ปัจจัย เช่น จำนวนยานพาหนะที่มี จำกัดความสามารถในการบรรทุกสินค้าของพาหนะเหล่านั้น การจำกัดทางด้านเวลา จำนวนคลังสินค้าที่มี และปัญหาในด้านการคิดคำนวณระยะทางให้ได้ระยะทางที่แท้จริงเพื่อการคำนวณที่ถูกต้องแม่นยำ ซึ่งมีผู้ให้บริการหลายรายได้สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางรถขนส่งแต่ส่วนใหญ่ผู้ใช้บริการที่ต้องการใช้นั้นต้องเสียค่าบริการแก่ผู้ให้บริการรวมทั้งเครื่องมือที่ผู้ให้บริการให้บริการนั้นยังคงใช้ค่าพารามิเตอร์ที่นำมาคิดคำนวณมาจากการประมาณ เช่น ระยะทางที่ใช้ในการขนส่งระหว่างสถานที่ เป็นต้น

ทางกูเกิล (Google) ได้เปิดบริการด้านแผนที่ที่มีประสิทธิภาพสูงหรือที่รู้จักกันในชื่อกูเกิลแมพ (Google Maps) โดยได้เริ่มเปิดให้บริการตั้งแต่กลางปี พ.ศ.2548 ซึ่งผู้ใช้สามารถเข้ามาใช้งานได้โดยไม่เสียค่าบริการ ผู้ใช้งานสามารถค้นหาแผนที่และภาพถ่ายทางดาวเทียมคุณภาพดีครอบคลุมพื้นผิวโลกในมาตราส่วนต่างๆ และในปัจจุบันทางกูเกิลได้มีการพัฒนาให้มีการบอกระยะทางระหว่างจุดเริ่มต้นและจุดหมายปลายทางที่ผู้ใช้ต้องการจะทราบ โดยระยะทางที่แสดงคิดคำนวณจากถนนที่มีอยู่จริงทำให้ได้ระยะทางที่ตรงกับความเป็นจริง และยังให้ระยะเวลาการเดินทางระหว่างจุดหมายปลายทางออกมาเป็นค่าประมาณอีกด้วย

ด้วยเหตุผล ปัญหา และนวัตกรรมที่เกิดขึ้นในปัจจุบันทำให้ผู้วิจัยได้แนวคิดที่จะพัฒนาเครื่องมือที่นำเทคโนโลยีจากกูเกิลแมพเพื่อให้ได้ระยะทางที่แท้จริงมาใช้ร่วมกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวกับการปัญหาจัดเส้นทางรถขนส่ง เพื่อให้ได้คำตอบที่มีความใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด โดยสามารถแก้ปัญหาคอมplexข้อจำกัดหลักๆของปัญหาการจัดเส้นทางรถขนส่งได้



วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาเครื่องมือที่ใช้แก้ปัญหาเกี่ยวกับปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะ ซึ่งมีการนำเทคโนโลยีแผนที่มาประยุกต์เข้ากับตัวเครื่องมือ เพื่อใช้ในการประเมินระยะทางการวิ่งของรถระหว่างจุดเริ่มต้นและเป้าหมายให้ได้ระยะทางที่มีความแม่นยำและใกล้เคียงกับในความเป็นจริงมากยิ่งขึ้น โดยให้ผู้ที่มีความสนใจสามารถนำปัญหาเกี่ยวกับการจัดเส้นทางยานพาหนะที่มีมาทดลองใช้งานได้ต่อไป

ขอบเขตของงานวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาโปรแกรมสำหรับการจัดเส้นทางยานพาหนะโดยจะมีการนำอัลกอริทึมที่มีอยู่มาประยุกต์ใช้ในการคำนวณการจัดเส้นทางยานพาหนะ ซึ่งค่าพารามิเตอร์บางค่าจะมีการนำเทคโนโลยีแผนที่ที่ถูกลิขสิทธิ์มาช่วยในการคำนวณเพื่อให้ได้คำตอบสำหรับเส้นทางยานพาหนะที่มีคำตอบถูกต้องและเหมาะสมโดยอยู่ภายใต้เงื่อนไขดังนี้

1. เครื่องมือที่พัฒนาจะต้องสามารถนำมาหาคำตอบของปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะหลักๆได้ เช่น ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Traveling Salesman Problem: TSP) ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่มีข้อจำกัดด้านความจุ (Capacitated Vehicle Routing Problem : CVRP) ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่มีเรื่องเวลามาเกี่ยวข้อง (Vehicle Routing Problem with Time Windows : VRPTW) โดยคำตอบที่ได้จะต้องให้คำตอบที่เป็นค่าที่ดีที่สุด (Optimal Solution) และเป็นปัญหาที่มีจุดกระจายสินค้าเพียงที่เดียว (Single Depot)
2. ระยะทางและเวลาของเส้นทางที่ใช้ในการคำนวณมาจากระบบแผนที่ที่ถูกลิขสิทธิ์ โดยการเข้าถึงระบบแผนที่นั้นจะต้องไม่ละเมิดลิขสิทธิ์
3. เครื่องมือที่พัฒนาขึ้นสามารถให้บุคคลที่สนใจใช้งานได้โดยสามารถใช้งานได้ในระบบปฏิบัติการวินโดวส์
4. เครื่องมือที่ออกแบบเหมาะสมสำหรับนำไปใช้ในธุรกิจขนาดย่อม

การตรวจเอกสาร

การตรวจเอกสารประกอบไปด้วย 3 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 เกี่ยวกับทฤษฎีและอัลกอริทึมที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับการจัดเส้นทางยานพาหนะ, ส่วนที่ 2 เกี่ยวกับโปรแกรมที่นำมาใช้ในการพัฒนาเครื่องมือและแผนที่ภูเก็ล, ส่วนที่ 3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะ

1.1 วิธีการแก้ปัญหการจัดเส้นทางขนส่งหรือจัดเส้นทางยานพาหนะ

สุทธิชา (2554) กล่าวว่า Dantzing and Raiser ได้พูดถึงปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะเป็นปัญหาในส่วนของการขนส่ง และกระบวนการกระจายสินค้า ซึ่งหากมีการจัดการและแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพจะสามารถลดต้นทุนลงได้อยู่ในช่วงร้อยละ 5 ถึงร้อยละ 20 ของต้นทุนค่าขนส่งทั้งหมด ซึ่งวิธีการในการแก้ปัญหการจัดเส้นทางยานพาหนะมีดังนี้

1.1.1 วิธีหาคำตอบที่ดีที่สุด (Exact Approach) วิธีการนี้จะทำการคำนวณหาการแก้ปัญหาทุกทางที่สามารถเป็นไปได้ จนกว่าจะพบผลเฉลยที่ดีที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากปัญหาของการจัดเส้นทางเดินรถเป็นปัญหาการโปรแกรมเชิงจำนวนเต็ม (Integer Linear Programming) การแก้ปัญหามีหลายวิธี แต่วิธีในการหาผลเฉลยที่ดีที่สุด (Optimal Solution) แต่ใช้เวลาในการแก้ปัญหานั้นนานมาก จึงเหมาะสำหรับปัญหาที่มีขนาดเล็กเท่านั้น

1.1.2 วิธีฮิวริสติก (Heuristics) เป็นวิธีที่กำหนดกฎเกณฑ์บางประการขึ้นมาเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา ข้อดีของวิธีฮิวริสติกคือ สามารถแก้ปัญหาได้รวดเร็วและสามารถใช้กับปัญหาที่มีขนาดใหญ่ แม้ผลเฉลยที่ได้จะไม่ใช่ว่าผลเฉลยที่ดีที่สุด แต่ก็ยังเป็นผลเฉลยที่เหมาะสม การแก้ปัญหด้วยวิธีฮิวริสติกมีอยู่ด้วยกันหลายวิธี ขึ้นอยู่กับกฎเกณฑ์ที่ตั้งขึ้นมาเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาดังอย่างเช่น การจัดกลุ่มจุดรับสินค้าก่อนแล้วจึงจัดเส้นทางเดินรถ (Cluster First-Route Second) การจัดเส้นทางเดินรถก่อนแล้วจึงแบ่งกลุ่มรับสินค้า (Route First-Cluster Second) เป็นต้น

1.2 ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย

ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Traveling Salesman Problems: TSP) ถูกเสนอขึ้นครั้งแรกโดยเซอร์วิลเลียม ฮามิลตัน ในรูปแบบเกมสที่ชื่อว่า ไอโคเซียน (Icosian Game) ต่อมาใน พ.ศ.2473 คาร์ล เมนเกอร์ ได้ตีพิมพ์ปัญหานี้ในวารสารและปัญหานี้ได้เป็นที่รู้จักกันในหมู่นักวิจัย

TSP เป็นรูปแบบหนึ่งของวิธีในการดำเนินการแก้ปัญหาการขนส่ง ที่มีวัตถุประสงค์คือ ต้องการหาเส้นทางที่ทำให้การเดินทางไปยังลูกค้าทุกคนเกิดขึ้นด้วยค่าใช้จ่ายที่ต่ำที่สุด โดยที่ลูกค้าแต่ละรายจะได้รับการบริการจากพนักงานขายเพียงครั้งเดียวข้อมูลที่มีได้แก่ ระยะทางจากจุดหนึ่งไปยังทุกจุดที่เหลือ แสดงอยู่ในรูปแบบเมตริกซ์ที่เรียกว่าเมตริกซ์ระยะทาง (Distance Matrix) โดยความสำเร็จของปัญหา TSP เริ่มต้นจากการใช้กำหนดการเชิงเส้นตรง (Linear Programming) ควบคู่กับการใช้ระนาบตัดเพื่อให้ตัวแปรที่เป็นเศษส่วนเป็นจำนวนเต็ม ในปัจจุบันปัญหา TSP ได้มีการพัฒนาขึ้นและได้มีแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แบบวิธีหาคำตอบที่ดีที่สุดดังนี้

$$\text{Minimize } z = \sum_{i=0}^n \sum_{j \neq i, j=0}^n d_{ij} x_{ij} \quad (1)$$

Subject to

$$\sum_{i=0, i \neq j}^n x_{ij} = 1 \quad ; \text{ for } j = 0, 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

$$\sum_{j=0, j \neq i}^n x_{ij} = 1 \quad ; \text{ for } i = 0, 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

$$u_i - u_j + nx_{ij} \leq n-1 \quad ; \text{ for } i \neq j; i=1, 2, \dots, n; j=1, 2, \dots, n \quad (4)$$

$$x_{ij} \in \{0,1\} \quad (5)$$

เมื่อ n คือ จำนวนเมืองหรือลูกค้าที่เราต้องการจะนำไปส่ง

d_{ij} คือ ระยะทางทางจากเมือง i ไปเมือง j

x_{ij} คือ ตัวแปร ไบนารีแสดงถึงเส้นทางระหว่างตำแหน่ง i และ j

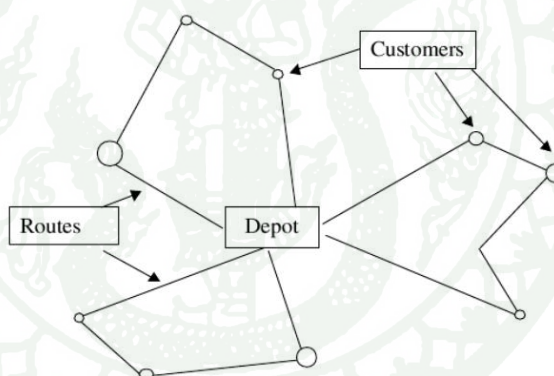
u คือ ตัวแปรที่สร้างขึ้นเพื่อป้องกันการเกิดเส้นทางย่อย

รูปแบบทางคณิตศาสตร์ข้างต้นมีวัตถุประสงค์ในการหาค่าใช้จ่ายที่ต่ำที่สุดดังแสดงในสมการที่ (1) โดยมีข้อจำกัดดังนี้ สมการที่ (2) และ (3) เป็นการควบคุมการส่งให้เดินทางไปยังครบทุกเมือง สมการที่ (4) เป็นสมการที่ใช้ป้องกันการเกิดเส้นทางย่อย (Subtour) และสมการที่ (5) เป็น

การแสดงความเชื่อมโยงระหว่างปม i และ j โดยจะให้ค่าเท่ากับ 1 เมื่อมีการเชื่อมโยงระหว่างปม i และ j และให้ค่าเท่ากับ 0 เมื่อไม่เกิดการเชื่อมโยงเกิดขึ้น

1.3 ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะ

ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะ (Vehicle Routing Problem : VRP) เป็นปัญหาการตัดสินใจที่มีความซับซ้อนในระดับเอ็นพีฮาร์ด (NP-Hard Problem) ซึ่งมีความแตกต่างกับปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย เป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการเดินทางไปยังจุดขนส่งสินค้าหลาย ๆ จุดที่เริ่มจากท่ารถไปยังจุดรับในที่ตั้งต่าง ๆ โดยจุดรับแต่ละจุดสามารถไปพบได้เพียงครั้งเดียวด้วยรถคันเดียว โดยที่มีข้อจำกัดต่างๆ เช่น ปริมาณความต้องการสินค้าของจุดรับในแต่ละเส้นทางจะต้องไม่เกินความจุของรถหรือยานพาหนะที่ใช้ในการขนส่ง ระยะเวลาที่ลูกค้ากำหนดหรือระยะเวลาที่มีโดยมีจุดประสงค์เพื่อให้มีค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการเดินทางรวมน้อยที่สุด



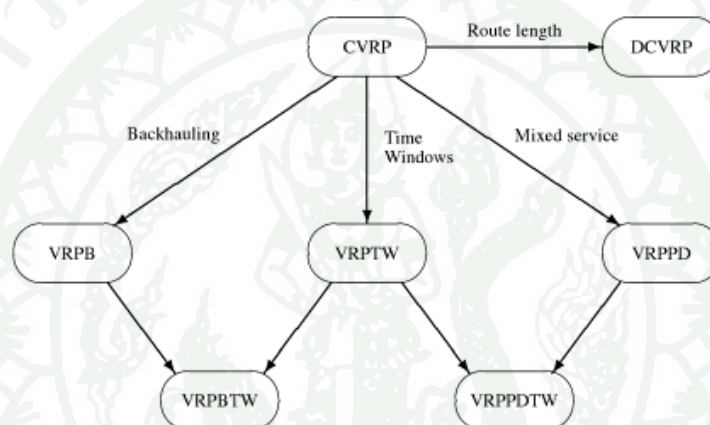
ภาพที่ 1 เครือข่ายเส้นทางยานพาหนะ

ที่มา : Toth and Vigo (2000)

1.3.1 รูปแบบข้อจำกัดโดยทั่วไปของปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะ

Toth and Vigo (2000) ได้แบ่งปัญหาพื้นฐานของการจัดเส้นทางเดินรถไว้ด้วยกัน 7 ปัญหาคือ ปัญหาปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่มีข้อจำกัดด้านความจุ (Capacitated Vehicle Routing Problem : CVRP) ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่มีข้อจำกัดด้านความจุและระยะทาง (Distance-constrained Capacitated Vehicle Routing Problems : DCVRP) ปัญหาการจัดเส้นทาง

ยานพาหนะที่มีเรื่องเวลามาเกี่ยวข้อง (Vehicle Routing Problem with Time Windows : VRPTW) ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่มีการเดินรถที่ขากลับ (Vehicle Routing Problem with Backhaul : VRPB) ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่มีการเดินรถที่ขากลับและมีกรอบเวลาจำกัด (Vehicle Routing Problem with Backhaul and Time Window; VRPBTW) ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะแบบมีการรับและส่งสินค้า (Vehicle Routing Problem with Pickup and Delivery : VRPPD) ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะแบบมีการรับและส่งสินค้าที่มีกรอบเวลา (Vehicle Routing Problem with Pickup and Delivery with Time Window : VRPPDTW) ซึ่งเป็นไปตามแผนภาพ



ภาพที่ 2 ปัญหาพื้นฐานของ VRP และ ความเกี่ยวข้องกันของปัญหาเหล่านั้น

ที่มา : Toth and Vigo (2000)

ซึ่งในที่นี้ผู้วิจัยสนใจปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะเพียง 2 ปัญหาคือ ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่มีข้อจำกัดด้านความจุ และปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่มีเรื่องเวลาเนื่องจากปัญหาที่ประสบพบเจอกันบ่อยและเป็นปัญหาโดยหลักๆของปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะ

ก. ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่มีเรื่องเวลามาเกี่ยวข้อง (Vehicle Routing Problem with Time Windows : VRPTW) เป็นปัญหาที่ใกล้เคียงกับปัญหาขนส่งที่เกี่ยวข้องเรื่องน้ำหนักในการบรรทุก แต่มีเงื่อนไขเพิ่มเติมเรื่องกรอบเวลาที่ลูกค้ากำหนดขึ้นว่าจะต้องไปส่งให้

ทันเวลาในช่วงเวลาหนึ่งๆ โดย Qureshi (2010) ได้เสนอแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แบบวิหาคำตอบที่ดีที่สุดดังนี้

$$\text{Minimize } z = \sum_{k \in K} \sum_{(i,j) \in A} d_{ijk} x_{ijk} \quad (6)$$

Subject to

$$\sum_{k \in K} \sum_{j \in V} x_{ijk} = 1 \quad ; \text{ for } \forall i \in C \quad (7)$$

$$\sum_{i \in C} D_i \sum_{j \in V} x_{ijk} \leq q_k \quad ; \text{ for } \forall k \in K \quad (8)$$

$$\sum_{j \in V} x_{0jk} = 1 \quad ; \text{ for } \forall k \in K \quad (9)$$

$$\sum_{i \in V} x_{ihk} - \sum_{j \in V} x_{hjk} = 0 \quad ; \text{ for } \forall h \in C; \forall k \in K \quad (10)$$

$$\sum_{i \in V} x_{i0k} = 1 \quad ; \text{ for } \forall k \in K \quad (11)$$

$$s_{ik} + t_{ij} - s_{jk} \leq (1 - x_{ijk})M \quad ; \text{ for } \forall (i, j) \in A; \forall k \in K \quad (12)$$

$$a_i \leq s_{ik} \leq b_i \quad ; \text{ for } \forall i \in V; \forall k \in K \quad (13)$$

$$x_{ihk} \in \{1, 0\} \quad ; \text{ for } \forall (i, j) \in A; \forall k \in K \quad (14)$$

$$s_{0k} = 0 \quad (15)$$

เมื่อ n คือ จำนวนเมืองหรือลูกค้าที่เราต้องการจะนำของไปส่ง

d_{ij} คือ ระยะทางทางจากเมือง i ไปเมือง j

x_{ij} คือ ตัวแปรไบนารีแสดงถึงเส้นทางระหว่างตำแหน่ง i และ j

D_i คือ ความต้องการสินค้าที่เมืองที่ i

q คือ ความสามารถในการบรรทุกสินค้าของพาหนะต่อคัน

s_{ik} คือ เวลาที่ยานพาหนะคันที่ k เริ่มให้บริการเมืองที่ i

s_{jk} คือ เวลาที่พาหนะคันที่ k เริ่มให้บริการเมืองที่ j

M คือ ค่าคงที่ค่าหนึ่งที่มีค่ามากๆ

a_i คือ เวลาขอบบนที่กำหนดว่าพาหนะต้องถึงเมืองที่ i เท่าไร

b_i คือ เวลาขอบล่างที่กำหนดว่าพาหนะต้องถึงเมืองที่ i เท่าไร

K คือ จำนวนยานพาหนะที่มีทั้งหมด

C แทนด้วยเซตซึ่งมีสมาชิกคือ $1, 2, 3, \dots, n$

V แทนด้วยเซตซึ่งมีสมาชิกคือ $0, 1, 2, 3, \dots, n$

A แทนด้วยเซตซึ่งมีสมาชิกคือ $0, 1, 2, 3, \dots, n$ โดยขึ้นอยู่กับจำนวน K

รูปแบบทางคณิตศาสตร์ข้างต้นมีวัตถุประสงค์ในการหาค่าใช้จ่ายที่ต่ำที่สุดดังแสดงในสมการที่ (6) โดยมีข้อจำกัดดังนี้ สมการที่ (7) เป็นการควบคุมการส่งให้รถที่มีเดินทางไปส่งครบทุกเมือง สมการที่ (8) คือข้อจำกัดทางด้านความจุของยานพาหนะ สมการที่ (9) เป็นสมการที่บังคับให้รถต้องเริ่มต้นที่เมืองแรกที่เป็นคลังสินค้า สมการที่ (10) เป็นสมการที่บังคับให้เมื่อพาหนะคันใดๆ ไปเยือนเมืองไหนก็ต้องออกจากเมืองนั้น สมการที่ (11) เป็นสมการที่บังคับให้ยานพาหนะที่ออกจากคลังสินค้าจะต้องกลับเข้ามาที่คลังสินค้าเมื่อทำการส่งสินค้าเสร็จ สมการที่ (12) และ (13) แสดงข้อจำกัดทางด้านกรอบเวลา และสมการที่ (14) เป็นการแสดงการเชื่อมโยงระหว่าง i และ j โดยจะให้ค่าเท่ากับ 1 เมื่อมีการเชื่อมโยงระหว่าง i และ j และให้ค่าเท่ากับ 0 เมื่อไม่เกิดการเชื่อมโยงเกิดขึ้น

ข. ปัญหาปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่มีข้อจำกัดด้านความจุ (Capacitated Vehicle Routing Problem : CVRP) คือปัญหาขนส่งที่เกี่ยวกับการทราบความต้องการของลูกค้าว่ามีความต้องการสินค้าจำนวนเท่าไร น้ำหนักเท่าไร แต่จะมีข้อจำกัดด้านการบรรทุกสินค้าของพาหนะว่าสามารถขนส่งสินค้าได้กี่ชิ้นหรือสามารถรับน้ำหนักได้ปริมาณเท่าไร ต้องมีการจัดปริมาณสินค้าให้สอดคล้องกับปริมาณพาหนะซึ่งสิ่งที่ต้องการคือหาต้นทุนที่ต่ำที่สุดในเส้นทางขนส่งแต่ละเที่ยว ซึ่งแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ผู้วิจัยได้นำแบบจำลองที่ Qureshi (2010) เสนอเพื่อแก้ปัญหา VRPTW มาปรับปรุงเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา CVRP โดยมีการปรับเปลี่ยนสมการจากสมการที่ (13) ในแบบจำลองข้างต้นมาเป็นสมการดังนี้

$$0 \leq s_{ik} \leq M \quad ; \text{ for } \forall i \in V; \forall k \in K \quad (16)$$

2. แผนที่ถูกเกิด

2.1 คำจำกัดความของแผนที่ถูกเกิด

วรวิมล (2553) แผนที่ถูกเกิดเป็นเว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) ซึ่งเว็บแอปพลิเคชันนี้ได้ถูกริเริ่มขึ้นโดยบริษัทกูเกิล (Google Inc.) ให้ Lars and Rasmussen J. เป็นผู้พัฒนาซอฟต์แวร์ และ แอปพลิเคชันนี้ได้เริ่มให้ใช้ครั้งแรกในปี ค.ศ. 2005 โดยไม่คิดค่าใช้จ่าย ซึ่งแผนที่ถูกเกิดได้ใช้เป็นภาษาจาวาสคริปต์ (JavaScript) และเอ็กซ์เอ็มแอล (XML) เป็นหลัก แต่ผู้ที่จะนำแผนที่ถูก

เกิดไปใช้เพื่อเป็นองค์ประกอบของเว็บเพจ (Web Page) ต้องอาศัยเอพีไอแผนที่กูเกิล (Google Maps API) ซึ่งเว็บแอปพลิเคชันของแผนที่กูเกิลที่เปิดให้บริการได้ให้บริการแผนที่เพื่อหาตำแหน่ง ระยะทาง และเส้นทางในการเดินทาง โดยอาศัยการปักหมุด (Push Pin) การป้อนค่าละติจูดและ ลองจิจูด หรือการป้อนชื่อสถานที่ลงบนแผนที่กูเกิลก็จะแสดงเส้นทาง และสามารถเลือกเส้นทางในการเดินทางได้ เช่น การเดินทางด้วยเดินเท้า การเดินทางด้วยรถ ซึ่งจะแสดงเส้นทางพร้อมทั้ง ระยะทาง และเวลาในการเดินทาง ทั้งยังสามารถเลือกตำแหน่งเพื่อให้เห็นแสดงละติจูดและลองจิจูด เพื่อทำการหาตำแหน่งที่ตั้งสถานที่นั้น สามารถเลือกให้แสดงภาพที่มีลักษณะถ่ายจากดาวเทียมเพื่อความเสมือนจริง หรือเลือกมุมมองอื่นที่แผนที่กูเกิลเปิดให้บริการ นอกจากนั้นยังมีการแสดง อัตราส่วนในแผนที่ เพื่อเปรียบเทียบกับสถานที่จริงในอัตราส่วนต่างๆ

2.2 เอพีไอแผนที่กูเกิล (Google Maps API)

เอพีไอ (API: Application Programming Interface) คือ การติดต่อระหว่างโปรแกรมของผู้ใช้งานกับโปรแกรมอื่น เพื่อให้สามารถติดต่อระหว่างโปรแกรมที่ต่างกัน ซึ่งในงานวิจัยนี้ ก็คือการที่นำระบบแผนที่กูเกิลมาใช้งานเว็บเพจของโปรแกรมวิเคราะห์เส้นทางเดินรถขนส่ง โดยติดต่อขอรหัสเอพีไอแผนที่กูเกิล เพื่อทำการเชื่อมต่อระหว่างเว็บเพจที่พัฒนาโปรแกรมขึ้นกับเว็บเซิร์ฟเวอร์ของระบบแผนที่จากกูเกิล เอพีไอของแผนที่กูเกิลจะช่วยให้ผู้ต้องการพัฒนาโปรแกรมที่อาศัยข้อมูลจากระบบแผนที่ สามารถแทรกแผนที่กูเกิลเข้าไปเป็นองค์ประกอบหนึ่งในเว็บเพจ จากการเขียนโค้ด (Code) ด้วยภาษาเอชทีเอ็มแอล (HTML) และจาวาสคริปต์ ไม่เช่นนั้นทางด้านเซิร์ฟเวอร์ของกูเกิลจะไม่อนุญาตให้นำระบบแผนที่มาแสดงบนเว็บเพจของผู้ใช้ หรือใช้ในการคำนวณได้ เอพีไอของแผนที่กูเกิลมีคำสั่ง และฟังก์ชันในการนำมาประยุกต์ใช้ที่หลากหลาย มีการแสดงข้อมูลของระบบแผนที่ในลักษณะการปักหมุด ซึ่งสามารถกำหนดให้แสดงระบบแผนที่พร้อมข้อมูลของตำแหน่งที่ทำการปักหมุด หรือแสดงลักษณะระบบแผนที่แบบเส้น (Polyline) แบบพื้นที่ (Polygon) หรือแบบภาพ (Ground Overlay)

เนื่องจากเอพีไอของแผนที่กูเกิลเป็นโปรแกรมโค้ดเปิด (Open Source Program) ในภาษาจาวาสคริปต์ ดังนั้นผู้ใช้ที่เป็นนักพัฒนาโปรแกรมสามารถเข้าไปดูรายละเอียดของโค้ดโปรแกรมได้สะดวก รวมทั้งสามารถปรับเปลี่ยนแก้ไขโปรแกรมได้ในภาษาจาวาสคริปต์ ทำให้เอพีไอของแผนที่กูเกิลมีผู้ใช้งานอย่างแพร่หลาย ประกอบกับเหตุผลสำคัญที่สนับสนุน คือ ระบบแผนที่และภาพถ่ายดาวเทียมคุณภาพดี การนำเสนอระบบแผนที่ครอบคลุมพื้นที่ต่างๆ รวมถึงในประเทศ

ไทย และจากระบบโลกกูเกิล (Google Earth) ที่มีการเปิดบริการก่อนแผนที่กูเกิลนั้นเป็นที่นิยม และมีการนำมาประยุกต์ใช้งานกันในวงกว้าง

2.3 แมชอัปแผนที่กูเกิล (Google Maps Mashup)

แมชอัป (Mashup) เป็นวิธีการสร้างแอปพลิเคชันที่ต้องการ โดยการนำข้อมูลจากเว็บแอปพลิเคชันหลายที่มาประยุกต์ใช้ สำหรับนักพัฒนาแอปพลิเคชันที่ต้องการสร้างเว็บเซิร์ฟเวอร์ประเภทที่สามารถพัฒนา แก้ไข หรือเพิ่มเติมได้ แมชอัปที่กล่าวถึงกันมากในแวดวงนักพัฒนาแอปพลิเคชันที่ใช้บนอินเทอร์เน็ตมีองค์ประกอบอย่างน้อย 2 ส่วน คือ ส่วนแรกเป็นเอพีไอและทรัพยากรสนับสนุนจากเซิร์ฟเวอร์ของผู้ให้บริการ และส่วนที่ 2 คือ โปรแกรมและทรัพยากรของผู้พัฒนาแอปพลิเคชัน ซึ่งในงานวิจัยนี้ ก็คือการนำแผนที่กูเกิลผนวกใช้บนเว็บเพจของโปรแกรมวิเคราะห์เส้นทางเดินรถขนส่ง ในการจัดทำแมชอัปแผนที่กูเกิล ระดับขั้นต้นต้องใช้ความรู้พื้นฐานในการสร้างเว็บเพจด้วยภาษาเอชทีเอ็มแอล การเขียนโปรแกรมจาวาสคริปต์ ความรู้เรื่องการแผนที่ และภูมิศาสตร์ ดังนั้นแมชอัปแผนที่กูเกิลจะหมายถึงเว็บเพจที่นักพัฒนาเว็บไซต์สร้างขึ้นให้มีส่วนประกอบของระบบแผนที่ ที่สามารถทำงานแบบโต้ตอบกับผู้ใช้ได้ โดยอาศัยพื้นฐานระบบแผนที่จากเซิร์ฟเวอร์ของกูเกิล และมีข้อมูลแผนที่ของผู้พัฒนาซ้อนทับในลักษณะปักหมุด หรือลักษณะอื่นตามความต้องการของผู้พัฒนาแอปพลิเคชัน

3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Solomon *et al.* (1987) ได้ทำการเปรียบเทียบอัลกอริทึมต่างๆดังนี้ 1.Savings 2.Savings, waiting time limit 3.Insertion criterion 4.Nearest neighbor 5.Sweep เพื่อหาว่าวิธีใดให้ผลดีที่สุดสำหรับปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถขนส่งซึ่งมีเงื่อนไขเรื่องกรอบเวลาและรถขนส่งมีขนาดเดียว โดยแบ่งปัญหาเป็นประเภท R1,C1,RC1,R2,C2 และ RC2 ปัญหาในกลุ่ม R1 และ R2 ถูกกำหนดตำแหน่งและการกระจายอย่างสุ่มกลุ่ม C1 และ C2 มีการแบ่งลูกค้าแล้วและกลุ่ม RC1 และ RC2 เป็นการผสมผสานระหว่างแบบสุ่มและแบบจัดกลุ่มแล้วปัญหาในกลุ่ม R1,C1,RC1 เป็นลักษณะการจัดตารางเดินรถแบบสั้นโดยมีจำนวนลูกค้าไม่มากภายในเส้นทางหนึ่งๆส่วนกลุ่ม R2,C2,RC2 เป็นลักษณะการจัดตารางเดินรถแบบยาวโดยมีลูกค้าจำนวนมากภายในเส้นทางหนึ่งๆที่ให้บริการ โดยรถขนส่งเพียงคันเดียวพบว่าวิธีการที่ให้ผลดีที่สุดคือวิธี Insertion criterion

จิรนนท์ และ ชุมพล (2549) ได้เสนอวิธีการสำหรับการจัดเส้นทางของรถเดมรอนบัตร สำหรับตู้เอทีเอ็มหนึ่งคัน โดยได้นำโมเดลสำหรับการแก้ปัญหาการเดินทางของเซลส์แมน โดยทั่วไป (General Traveling Salesman Problem) ในการหากลุ่มของเส้นทางที่มีระยะการเดินทางรวมต่ำสุด โดยมีการนำสเปคตริทมาใช้ในการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้คำตอบของกลุ่มของเส้นทางที่ต้องการวิธีการที่นำเสนอมีประสิทธิภาพสูงกว่าวิธีการที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ซึ่งพบว่าวิธีการที่นำเสนอให้ระยะเดินทางรวมที่ลดลง 42.6% และ 46.4%

วรรณวิมล (2553) ได้พัฒนาโปรแกรมวิเคราะห์เส้นทางเดินรถขนส่งผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อเป็นเครื่องมือพื้นฐานสำหรับประยุกต์ใช้กับการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถ โดยได้อาศัยหลักการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถขนส่งแบบมีข้อจำกัด (Capacitated Vehicle Routing Problem: CVRP) ด้วยวิธีการจัดเส้นทางก่อนแล้วจึงแบ่งส่วน (Route First – Cluster Second Methods) และปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Traveling Salesman Problem: TSP) ด้วยวิธีการหาตำแหน่งที่ใกล้ที่สุด (Nearest – neighbor Heuristic) ในการคำนวณ

จตุรนต์ (2555) ได้พัฒนาเครื่องมือการหาค่าดีที่สุดแบบเปิดรหัสด้วยฐานข้อมูลจากเว็บ โดยได้พัฒนาเครื่องมือที่ให้บริการการแก้ไขปัญหาคำหนดการเชิงเส้น และกำหนดการเชิงเส้นแบบผสมโดยมีการนำโปรแกรมช่วยคำนวณแบบเปิดรหัสสามารถรวมเข้ากับเทคโนโลยีเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งปรากฏว่าเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นสามารถแก้ไขปัญหาคำหนดการเชิงเส้น และกำหนดการเชิงเส้นแบบผสมได้จริงและผู้ใช้งานสามารถเข้าไปใช้งานได้ฟรีโดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย

Laporte (1992) ได้กล่าวถึงภาพรวมของปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะว่าสามารถอธิบายเกี่ยวกับการเลือกเส้นทางที่ดีที่สุดในปัญหาประเภทที่มีจุดกระจายสินค้าแห่งเดียวหรือมากกว่าหนึ่งแห่งและปัญหาดังกล่าวนั้นยังขึ้นอยู่กับข้อจำกัดต่างๆที่มีอีกด้วย นอกจากนี้ยังมีการอธิบายและแสดงแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ทั้งแบบวิธีแม่นยำตรงว่าประกอบด้วยหลายๆเทคนิควิธีดังนี้ 1.Branch-and-Bound algorithm 2.The k-degree center Algorithm 3.Dynamic programming 4.Set partitioning and column generation 5.A three-index vehicle flow formulation 6.A two-index vehicle flow formulation และวิธีการแบบประมาณ (Approximate Algorithms) ประกอบด้วยหลายๆเทคนิควิธีดังนี้ 1.The Clarke and Wright algorithm 2.The sweep algorithm 3.The Christofides-Mingozzi-Toth two phase algorithm 4.Tabu search algorithm โดยให้ข้อสรุปว่าวิธี

แน่นอนว่าเป็นวิธีที่ให้คำตอบที่ดีที่สุดแต่เหมาะกับปัญหาที่มีขนาดเล็กแต่ถ้าเป็นวิธีการแบบประมาณ แม้จะไม่ให้คำตอบที่ดีที่สุดแต่ก็เหมาะสมกับปัญหาขนาดใหญ่

Toth and Vigo (2000) ได้วิจัยเกี่ยวกับปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะโดยที่จะมุ่งเน้นไปทำในส่วนข้อจำกัดทางด้านความจุ ซึ่งจะเน้นใช้เทคนิค branch-and-bound ของวิธีการแน่นอนตรงมาหาคำตอบ โดยที่ต้องการจะพัฒนาแบบจำลองที่ใช้วิธี branch-and-bound ที่มีประสิทธิภาพสามารถแก้ปัญหาที่มีขนาดใหญ่มากขึ้นและอย่างน้อยที่สุดคือสามารถแก้ไขปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่มีข้อจำกัดทางด้านความจุและมีเมตริกซ์ของค่าใช้จ่ายที่ไม่สมมาตรได้ ผลสรุปของการทดลองหลังจากเอาแบบจำลองที่คิดค้นขึ้นไปเทียบกับวิธีการที่เป็นวิธีฮิวริสติกปรากฏว่าโมเดลที่สร้างขึ้นสามารถแก้ปัญหาที่มีขนาดใหญ่ได้มากกว่า 100 เมืองซึ่งมากกว่าโมเดลที่เคยมี

Azi *et al.* (2006) ได้ทำงานวิจัยเกี่ยวกับปัญหาการจัดเส้นทางขนส่งโดยมีกรอบเวลาและยานพาหนะเป็นยานพาหนะแบบเดียว ซึ่งมีแรงบันดาลใจเกี่ยวกับปัญหานี้มาจากการส่งของที่เสียและเน่าเปื่อยง่ายตามบ้าน วิธีการที่ใช้เป็นวิธีแน่นอนตรงโดยมีพื้นฐานมาจากหลักการของวิธีการหาเส้นทางที่สั้นที่สุดกับข้อจำกัดทางทรัพยากร (Shortest Path Algorithm with Resource Constraints) ผลที่แสดงให้เห็นคือวิธีการนี้มีความอ่อนไหวต่อข้อจำกัดด้านเวลาอย่างมากต้องมีการกำหนดข้อจำกัดให้ดี เมื่อข้อจำกัดที่ได้กำหนดไม่มีความหนักแน่นพอก็จะทำให้คำตอบหรือช่วงของคำตอบมีช่วงที่กว้างมาก

Qureshi *et al.* (2010) ได้เสนอวิธีการจัดการปัญหาการจัดเส้นทางขนส่งแบบมีกรอบเวลาแบบผ่อนผันได้ (Vehicle Routing with Soft Time Window) โดยมีกฎว่าถ้ามาสายจะต้องมีการลงโทษโดยมีค่าใช้จ่ายเพิ่ม (Penalty Cost) แต่ถ้ามาสายในช่วงแรกจะค่าปรับที่ให้น้อยและมากขึ้นไปเรื่อยแปรผันตามเวลา ดังนั้นจึงให้ชื่อวิธีการนี้ว่า “Vehicle Routing with Semi Soft Time Window” วิธีการที่นำเสนออยู่บนพื้นฐานของวิธีแน่นอนตรงแต่ที่ผู้วิจัยจะเลือกใช้วิธีแน่นอนตรงกับปัญหาขนาดเล็กเพราะถ้านำไปใช้กับปัญหาขนาดใหญ่จะต้องใช้เวลาในการคำนวณมาก ดังนั้นจึงได้มีการประยุกต์นำวิธีฮิวริสติกส์ 2 วิธีคือ GA Algorithm และ Greedy Algorithm มาใช้กับปัญหาขนาดใหญ่ด้วย แต่ก็จะมีการนำวิธีฮิวริสติกส์ไปคำนวณร่วมกับวิธีแน่นอนตรงในปัญหาขนาดเล็กเช่นกัน หลังจากทำการเทียบผลระหว่างสองวิธี GA มีผลลัพธ์ตรงกับวิธีแน่นอนตรงและเหมาะสมกับปัญหาที่มีขนาดใหญ่ ส่วน Greedy มีผลลัพธ์ตรงกับวิธีแน่นอนตรงแต่มีประชากรไม่เกิน 200 เท่านั้นจึงเหมาะกับปัญหาขนาดเล็ก

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล : Toshiba R840, Intel® Core™ i5-2520M CPU @ 2.50GHz, RAM 4.00GB
2. โปรแกรมสำเร็จรูปไมโครซอฟท์เอ็กเซลล์
3. โปรแกรมสำเร็จรูป Adobe Dreamweaver
4. ชุดโปรแกรมสำเร็จรูป AppServ Version 2.5.10

วิธีการ

1. ความรู้พื้นฐานที่ใช้สำหรับการนำไปใช้ในการพัฒนาเครื่องมือสำหรับปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะ

1.1 ความรู้พื้นฐานในส่วนของอัลกอริทึมที่ใช้สำหรับแก้ปัญหา

ทำความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาการจัดเส้นทาง (Routing Problem) ในแบบต่างๆเพื่อที่จำแนกข้อดีข้อเสียของแต่ละวิธี จำจำกัดความ และทำความเข้าใจหลักการทำงาน ข้อจำกัดพารามิเตอร์ต่างๆที่ใช้ในการคำนวณโดยปัญหาเกี่ยวกับการจัดเส้นทางที่ต้องทำความเข้าใจมีดังนี้

1.1.1 ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย

1.1.2 ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่มีเรื่องเวลามาเกี่ยวข้อง

1.1.3 ปัญหาปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่มีข้อจำกัดด้านความจุ

1.2 ความรู้พื้นฐานสำหรับการสร้างเครื่องมือและแผนที่ภูิก

1.2.1 ความรู้พื้นฐานสำหรับการสร้างตัวเครื่องมือหลักและระบบที่ใช้ควบคุมการ สั่งงานทั้งหมด

ก. ไมโครซอฟต์เอ็กเซลล์ (Microsoft Excel)

ข. ไมโครซอฟต์เอ็กเซลล์วีบีเอ (Microsoft Excel – VBA)

1.2.2 ความรู้พื้นฐานสำหรับการทำงานเบื้องต้นในการพัฒนาแมชอัปของแผนที่ภูิก

ก. เอชทีเอ็มแอลและเอ็กเอชทีเอ็มแอล

ข. จาวาสคริปต์

ค. ความรู้พื้นฐานด้านระบบแผนที่และภูมิศาสตร์

1.2.3 ความรู้เพิ่มเติมสำหรับการทำงานในการพัฒนาแมชอัปของแผนที่ภูิกขั้นสูง

ก. เทคนิคเอ็กเอ็มแอล

ข. เอแจ็กซ์ (AJAX)

ค. เจสัน (JSON)

1.2.4 ความรู้เพิ่มเติมสำหรับการทำงานในการพัฒนาแมชอัปของแผนที่ภูิกสำหรับ งานพิเศษ

ก. การทำงานฝั่งเซิร์ฟเวอร์ เช่น ภาษาพีเอชพี

ข. โปรแกรมสำหรับฐานข้อมูล เช่น มายเอสคิวแอล

1.2.5 ความรู้เพิ่มเติมอื่นที่เกี่ยวข้อง สำหรับด้านกราฟฟิก ระบบแผนที่

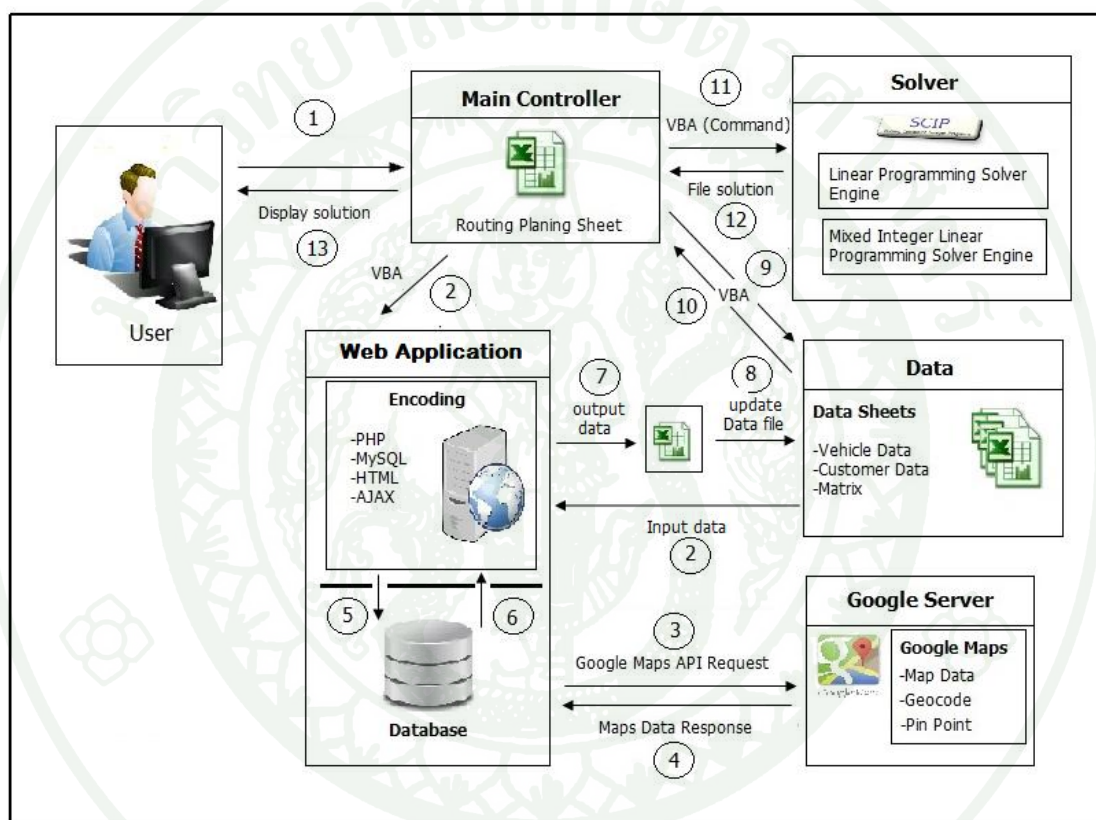
ก. ความรู้ด้านการบริการข้อมูลแผนที่ผ่านทางเว็บ (WMS)

ข. ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS)

ค. ระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก (GPS)

2. หลักการทำงานของเครื่องมือสำหรับการจัดเส้นทางยานพาหนะเพื่อการขนส่ง

หลักการทำงานของเครื่องมือสำหรับการจัดเส้นทางยานพาหนะเพื่อการขนส่งจะแบ่งเป็น 2 ส่วนหลักคือส่วนที่เป็นเครื่องมือสำหรับควบคุมการคำนวณ (Main Controller) และส่วนที่สองคือส่วนในการคำนวณหาระยะทาง เวลา และ จัดการข้อมูลลูกค้าและยานพาหนะ (Web Application) โดยการทำงานจะเป็นไปตามลำดับขั้นตอนดังรายละเอียดแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ขั้นตอนการทำงานของเครื่องมือสำหรับการจัดเส้นทางยานพาหนะเพื่อการขนส่ง

ขั้นตอนที่ 1 ผู้ใช้งานทำการเรียก เอ็กเซลล์ชีทที่เป็นเครื่องมือสำหรับการใช้ในการหาเส้นทางยานพาหนะซึ่งเป็นชีทหลักสำหรับการควบคุมการคำนวณและสั่งการต่างๆ

ขั้นตอนที่ 2 เป็นขั้นตอนของการเพิ่มหรืออัปเดตข้อมูลลูกค้า ข้อมูลรถ ข้อมูลเมทริกซ์ระยะทาง ข้อมูลเมทริกซ์เวลา ซึ่งในกรณีที่ผู้ใช้งานไม่ต้องการจะเพิ่มหรืออัปเดตข้อมูลเหล่านี้สามารถข้ามไปยังขั้นตอนที่ 9 (หมายเลข 9) ได้เลย โดยขั้นตอนที่ 2 มีดังต่อไปนี้ หลังจากที่ผู้ใช้งาน

ต้องการจะอัปเดตข้อมูลผู้ใช้งานจะทำการกดปุ่มที่มีฟังก์ชันการเรียกหน้าเว็บแอปพลิเคชันจากเอ็กเซลล์ชีท โดยเอ็กเซลล์ชีทจะใช้คำสั่งจากวีบีเอเรียกหน้าเว็บแอปพลิเคชันจากเว็บเซิร์ฟเวอร์ขึ้นมาซึ่งผู้ใช้งานจะต้องทำการจะอัปเดตข้อมูลจากไฟล์ข้อมูลที่มีอยู่บนเครื่องไปวางไว้บนฐานข้อมูลที่อยู่ในเว็บแอปพลิเคชัน หลังจากนั้นข้อมูลที่อัปเดตสู่เว็บแอปพลิเคชันจะปรากฏบนหน้าเว็บเพจในส่วนของแผนที่และตารางข้อมูล

ขั้นตอนที่ 3 การเพิ่มข้อมูล (ลูกค้า) ใหม่ผู้ใช้งานทำการป้อนข้อมูลพร้อมใส่รายละเอียดต่างๆทางเว็บเซิร์ฟเวอร์จะทำการส่งค่าที่ผู้ใช้สั่งการและทำการประมวลผลเพื่อแปลงสารสนเทศให้เป็นข้อมูลและส่งข้อความเพื่อร้องขอเอพีไอแผนที่ที่เกิด ดังหมายเลข 3

ขั้นตอนที่ 4 ฟังก์ชันเว็บเซิร์ฟเวอร์จะทำการประมวลผล ตามข้อความที่ร้องขอจากฝั่งเว็บเซิร์ฟเวอร์ เพื่อนำข้อมูลแผนที่ พิกัดละติจูด ลองจิจูด และระยะทางกับเวลาของตำแหน่งที่ร้องขอเทียบกับตำแหน่งอื่นๆที่มีอยู่ในฐานข้อมูล ส่งกลับไปยังฝั่งเว็บเซิร์ฟเวอร์ ดังหมายเลข 4

ขั้นตอนที่ 5 ฝั่งเว็บเซิร์ฟเวอร์จะทำการรับข้อมูลจากฝั่งฟังก์ชันเว็บเซิร์ฟเวอร์รวมถึงข้อมูลลูกค้าที่ผู้ใช้ป้อน และนำข้อมูลเหล่านั้นไปเก็บไว้ในฐานข้อมูล (Data Base) ดังหมายเลข 5

ขั้นตอนที่ 6 เว็บเซิร์ฟเวอร์จะทำการประมวลผลข้อมูลที่อยู่ในฐานข้อมูลเพื่อแสดงให้ผู้ใช้งานทางหน้าจอ

ขั้นตอนที่ 7 เป็นขั้นตอนในการสร้างหรืออัปเดตชีทข้อมูลซึ่งที่มีอยู่เครื่อง โดยผู้ใช้งานสั่งการใช้เว็บแอปพลิเคชันสร้างไฟล์ข้อมูลขึ้นมาจากข้อมูลในฐานข้อมูล ข้อมูลที่สร้างขึ้นมาได้แก่ข้อมูล ยานพาหนะ ข้อมูลลูกค้า เมทริกซ์ระยะทาง เมทริกซ์เวลา

ขั้นตอนที่ 8 ชีทข้อมูลหลักทำการดึงข้อมูลจากไฟล์ข้อมูลข้างต้นมาอัปเดตข้อมูลในส่วนที่ยังไม่มี

ขั้นตอนที่ 9 เป็นขั้นตอนที่กลับมาทำบนชีทหลักอีกครั้งผู้ใช้งานระบุปัญหาที่ต้องการจะหาคำตอบ เช่นการเติมข้อมูลรถ (Vehicle) การใส่หรือเลือกข้อมูลลูกค้า (Customer) ที่ต้องการให้โปรแกรมจัดเส้นทางให้ รวมถึงระบุข้อกำหนดของลูกค้าซึ่งชีทหลักจะทำการส่งคำสั่งด้วยภาษาวีบีเอเพื่อเปิดชีทข้อมูล (ในขั้นตอนที่ 8) ออกมาเพื่อดึงข้อมูลต่างๆสำหรับไปใช้ในการคำนวณ

ขั้นตอนที่ 10 ตัวข้อมูลที่ชี้ทห้หลักร่องขอจะถูกรนำไปใส่ในตำแหน่งต่างๆตามคำสั่ง หลังจาก นั้นผู้ใช้จะเริ่มทำการหาคำตอบด้วยการกดปุ่ม solve ซึ่งตัวโปรแกรมจะทำการสร้างไฟล์สำหรับ โจทย์ปัญหาข้อนี้และทำการเซฟออกมาเป็นเอลพีไฟล์ (.lp)

ขั้นตอนที่ 11 หลังจากกดปุ่ม solve ซึ่ทห้หลักจะทำการส่งต่อคำสั่ง (Command) ไปยัง เครื่องมือช่วยคำนวณ (Solver Engine) เพื่อให้โปรแกรมช่วยคำนวณถึงโจทย์ปัญหาที่ได้ทำการเซฟ ไว้ในขั้นตอนที่ 10 ออกมาคำนวณ ดังหมายเลข 11

ขั้นตอนที่ 12 เครื่องมือช่วยคำนวณส่งกลับผลลัพธ์กลับไปวางลงบนชีทหลัก

ขั้นตอนที่ 13 ผู้ใช้สามารถดูผลลัพธ์ซึ่งเป็นเส้นทางของรถแต่ละคันได้โดยผ่านทางชีทหลัก หรือสามารถตั้งเปิดเว็บเพจขึ้นมาเพื่อแสดงคำตอบแบบดิสเพล (พล็อตเส้นทางที่เป็นคำตอบลงบน แผนที่)

3.การเลือกแบบจำลองจากปัญหาที่สนใจ เลือกโปรแกรมช่วยคำนวณ และ เชื่อมต่อแบบจำลองเข้ากับโปรแกรมช่วยคำนวณ

เนื่องจากผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์ที่จะออกแบบเครื่องมือที่ใช้สำหรับจัดเส้นทางยานพาหนะ โดยต้องการที่จะให้ตัวเครื่องมือสามารถให้ผลลัพธ์ออกมาเป็นผลลัพธ์ที่ดีที่สุด (Optimal Solution) จากปัญหาเหล่านั้น ซึ่งสิ่งที่จำเป็นและขาดไม่ได้เลยคือสองส่วนสำคัญ ส่วนแรกคือส่วนของอัลกอริทึมที่นำมาใช้หาต้องสามารถให้คำตอบออกมาได้อย่างถูกต้อง และส่วนที่สองคือส่วนของโปรแกรมที่จะนำมาใช้ในการคำนวณหาคำตอบต้องมีประสิทธิภาพในการคำนวณมากเพียงพอซึ่งผู้วิจัยได้ทำการคัดเลือกอัลกอริทึมและโปรแกรมช่วยคำนวณด้วยวิธีการดังต่อไปนี้

3.1 การหาแบบจำลองที่เหมาะสมจากปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่สนใจ

ขั้นตอนที่ 1 ผู้วิจัยทำการระบุปัญหาเกี่ยวกับการจัดเส้นทางยานพาหนะที่ผู้วิจัยต้องการ ศึกษาโดยทำการทบทวนวรรณกรรมเพื่อเลือกปัญหาเกี่ยวกับการจัดเส้นทางยานพาหนะที่คิดว่าเหมาะสมโดยใช้เกณฑ์การเลือกปัญหาโดยที่เลือกประเภทของปัญหาที่เป็นปัญหาโดยพื้นฐานและพบโดยทั่วไปในชีวิตจริงซึ่งผลที่ได้ออกมาคือผู้วิจัยสนใจปัญหาการจัดเส้นทางเดินยานพาหนะอยู่ 3 ประเภทปัญหาดังกันคือ ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (TSP) ปัญหาปัญหาการจัด

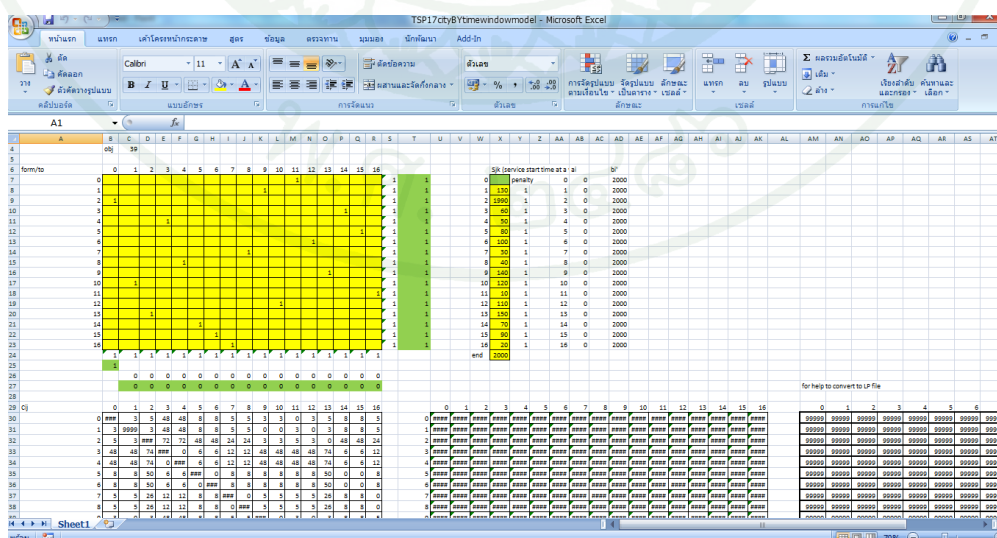
เส้นทางยานพาหนะที่มีข้อจำกัดด้านความจุ (CVRP) และ ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่มีเรื่องเวลามาเกี่ยวข้อง (VRPTW)

ขั้นตอนที่ 2 ผู้วิจัยทำการสืบค้นหาแบบจำลองหรืออัลกอริทึมหลายๆแบบจำลองที่สามารถแก้ปัญหาข้างต้นได้ โดยที่แบบจำลองหรืออัลกอริทึมนั้นต้องให้คำตอบที่ดีที่สุดของปัญหาออกมาหรือเรียกอัลกอริทึมนั้นว่าเอ็กแซกต์อัลกอริทึม (Exact Algorithm)

ขั้นตอนที่ 3 เลือกแบบจำลองที่คิดว่าเหมาะสมที่สุดจากหลายๆแบบจำลองที่ได้ทำการค้นคว้าไว้

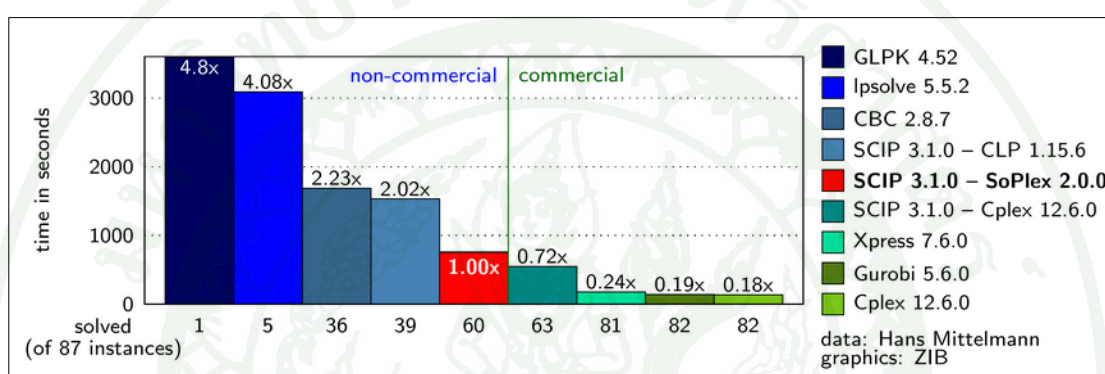
3.2 การเลือกโปรแกรมช่วยคำนวณ

การนำแบบจำลองมาใช้ทางผู้วิจัยได้นำแบบจำลองที่ได้เลือกมาสร้างบนเอ็กเซลล์สเปรตชีทเพื่อที่จะง่ายต่อการสังเกตและติดตามผลซึ่งในเอ็กเซลล์สเปรตชีตนั้นมีโปรแกรมสำหรับช่วยคำนวณปัญหาเชิงเส้นที่ติดตั้งมากับเอ็กเซลล์ด้วยนั้นคือ เอ็กเซลล์โซลเวอร์ (Excel Solver) แต่เอ็กเซลล์โซลเวอร์ก็มีข้อจำกัดคือสามารถคำนวณแบบจำลองเชิงเส้นที่มีตัวแปรตัดสินใจได้ไม่เกิน 200 ตัวแปรเท่านั้นจึงไม่เหมาะสมเป็นอย่างยิ่งที่จำนำโปรแกรมช่วยคำนวณดังกล่าวมาใช้คำนวณปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะดังนั้นผู้วิจัยได้ทำการหาโปรแกรมช่วยคำนวณที่มีประสิทธิภาพเพียงพอสำหรับการคำนวณ



ภาพที่ 4 ตัวอย่างการนำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มาวางบนเอ็กเซลล์สเปรตชีท

Achterberg et al. (2008) ได้พัฒนาโปรแกรมช่วยคำนวณสำหรับสมการเชิงเส้นและสมการเชิงเส้นแบบผสมขึ้นชื่อ เอสซีไอพี (SCIP) ซึ่งได้มีการเปรียบเทียบโปรแกรมเอสซีไอพีกับโปรแกรมช่วยคำนวณอื่นๆที่ใช้สำหรับระบบปฏิบัติการวินโดวส์ดังเช่น โปรแกรมจีแอลพีเค (GLPK), แอลพีโซว (LPSolve), ซิบซี (CBC), กูโรบี (Gurobi), ซีเพล็กซ์ (Cplex) รวม 9 โปรแกรม โดยได้มีการวัดประสิทธิภาพในการทำงานซึ่งปรากฏว่าโปรแกรมที่มีประสิทธิภาพและไม่เสียค่าใช้จ่ายในการบริการคือโปรแกรมเอสซีไอพี ดังที่แสดงในภาพที่ 5 และความสามารถของโปรแกรมช่วยคำนวณเอสซีไอพีดังตารางที่ 1



ภาพที่ 5 เปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการแก้ปัญหาลำดับจำนวนเต็มแบบผสม (MILP) ระหว่างโปรแกรมช่วยคำนวณแบบ Non-commercial และ Commercial

ที่มา : <http://scip.zib.de/#about> (2014)

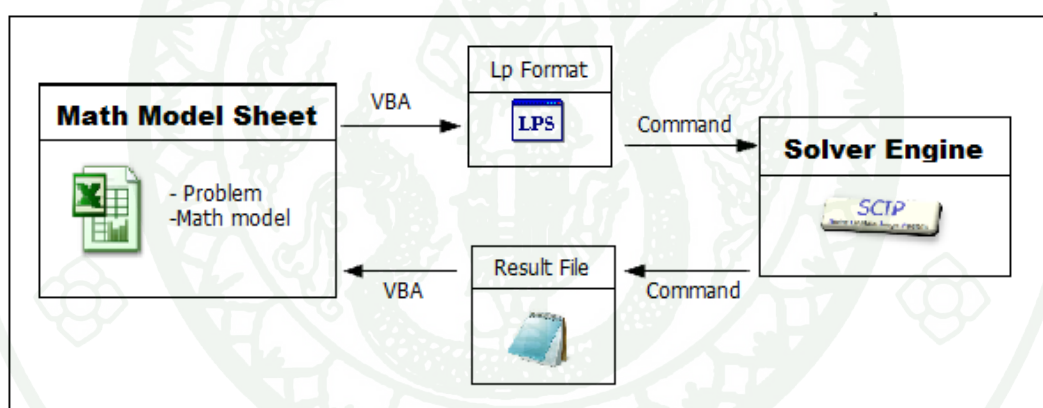
ตารางที่ 1 ความสามารถของโปรแกรมช่วยคำนวณเอสซีไอพี

ความสามารถของโปรแกรมเอสซีไอพี	
ประเภทของปัญหาที่สามารถคำนวณได้	MIP, MIQCP, CIP, SAT, or PBO
รูปแบบของปัญหา	MPS, LP, RLP, ZIMPL, flatzinc, CNF, OPB, WBO, PIP, or CIP
ระบบปฏิบัติการที่ใช้ได้	Linux, Mac, Windows, SunOS, Android

3.3 เชื่อมต่อแบบจำลองเข้ากับโปรแกรมช่วยคำนวณ

จากหัวข้อที่ 3.2 ผู้วิจัยได้เลือกโปรแกรมเอสซีไอพีมาใช้ โดยโปรแกรมช่วยคำนวณที่เลือกสามารถคำนวณรูปแบบ (Format) ของปัญหาในแบบต่างๆ ได้ดังที่แสดงในตารางที่ 1 ซึ่งรูปแบบของปัญหาที่รู้จักและคุ้นเคยกันก็คือ เอลพี (LP) โดยรูปแบบส่วนประกอบของเอลพีฟอร์เมทได้อธิบายไว้ในภาคผนวก ง

ดังที่ได้กล่าวไปในข้อ 3.1 ผู้วิจัยได้สร้างแบบจำลองไว้ในเอ็กเซลล์สเปรตชีต ดังนั้นการที่จะนำปัญหาที่อยู่ในเอ็กเซลล์สเปรตชีตมาเชื่อมต่อกับโปรแกรมคำนวณที่ไม่ได้เป็นโปรแกรมเดียวกันกับเอ็กเซลล์ต้องมีการนำปัญหาที่อยู่ในเอ็กเซลล์สเปรตชีตแปลงออกมาเป็นฟอร์เมทที่โปรแกรมช่วยคำนวณสามารถคำนวณได้ คือเอลพีฟอร์เมท โดยขั้นตอนดังกล่าวรายละเอียดเป็นดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 การเชื่อมต่อแบบจำลองเข้ากับโปรแกรมช่วยคำนวณ

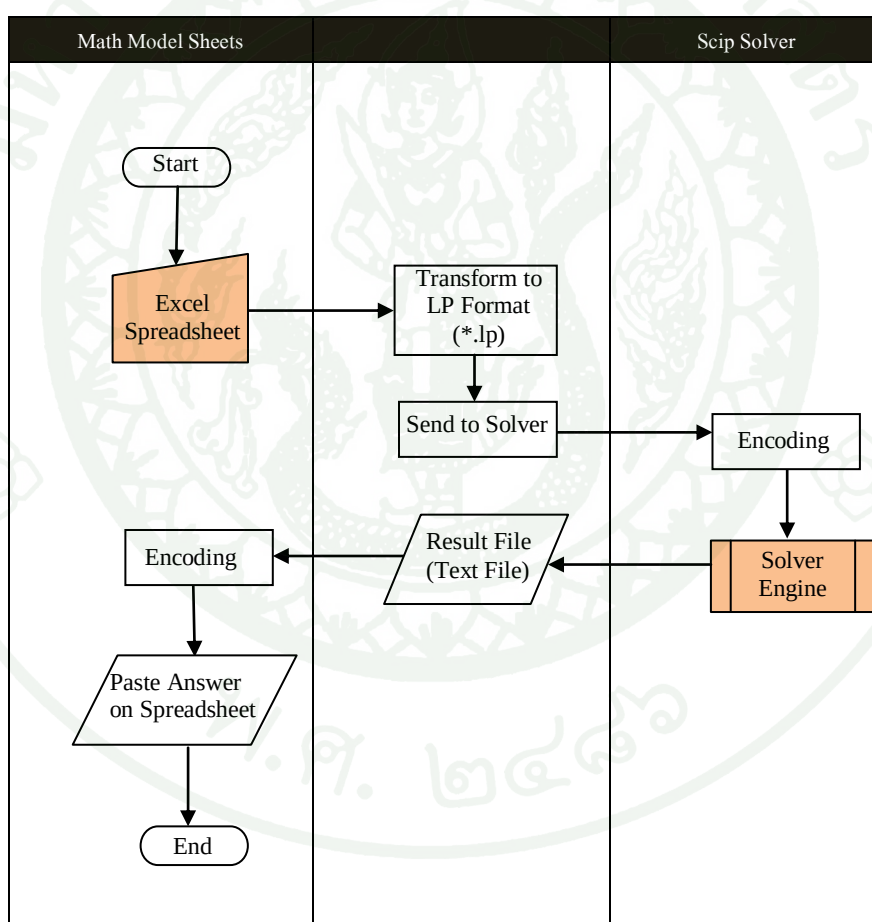
จากภาพที่ 6 ได้เป็นการแสดงขั้นตอนการนำโจทย์ปัญหาออกจากเอ็กเซลล์สเปรตชีตเพื่อนำไปคำนวณในโซลเวอร์และเป็นการส่งคำตอบจากโซลเวอร์กลับมาสู่เอ็กเซลล์สเปรตชีตอีกครั้งโดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 โปรแกรมเอ็กเซลล์สั่งการให้โมเดลปัญหาภายในเอ็กเซลล์สเปรตชีตเปลี่ยนมาเป็นแอลพีฟอร์เมทด้วยโค้ดภาษาวีบีเอ โดยโค้ดภาษาวีบีเอนี้สามารถดูได้ที่ภาคผนวก จ

ขั้นตอนที่ 2 โปรแกรมเอ็กเซลส่งโค้ดวีบีเอสั่งเปิดดอส (Dos) เพื่อป้อนคำสั่งคอมพิวเตอร์ (Command Line) เพื่อให้โปรแกรมเอชชีไอพีทำงานและเริ่มนำปัญหาที่เป็นแอลพีฟอร์เมทที่ได้สร้างไว้ในขั้นตอนที่ 1 ไปประมวลผลหาคำตอบ

ขั้นตอนที่ 3 หลังจากได้คำตอบจากโซลเวอร์คำสั่งจากคอมพิวเตอร์ในขั้นตอนยังคงทำงานซึ่งจะสั่งให้โปรแกรมเอชชีไอพีบันทึกคำตอบออกมาเป็นไฟล์ข้อมูล (Text File)

ขั้นตอนที่ 4 โปรแกรมเอ็กเซลสั่งดึงคำตอบจากไฟล์ข้อมูลลงมาวางบนเอ็กเซลสเปรดชีทด้วยคำสั่งจากโค้ดวีบีเอ



ภาพที่ 7 การไหลของขั้นตอนการเชื่อมต่อแบบจำลองเข้ากับโปรแกรมช่วยคำนวณ

4. การทดสอบความถูกต้องในการคำนวณของแบบจำลองที่เลือก

การทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองเป็นส่วนที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งเนื่องจากวัตถุประสงค์หลักของการพัฒนาเครื่องมือคือสามารถสร้างเครื่องมือที่สามารถให้คำตอบของปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่ถูกต้องและเป็นคำตอบที่ดีที่สุด โดยการทดสอบจะแบ่งการทดสอบปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะออกเป็น 3 ประเภทปัญหาคือ ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (TSP) ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่มีข้อจำกัดด้านความจุ (CVRP) และ ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่มีเรื่องเวลามาเกี่ยวข้อง (VRPTW) ซึ่งมีจำนวนโจทย์ปัญหานำมาทำการทดสอบดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 จำนวนของโจทย์ปัญหาและประเภทของปัญหาที่นำมาทดสอบ

ประเภทของปัญหา	ความยากของโจทย์ (ข้อ)		
	ง่าย	ปานกลาง	ยาก
TSP	2	7	3
CVRP	2	5	0
VRPTW	0	15	5

จากตารางที่ 2 ผู้วิจัยได้ทำการกำหนดจำนวนการทดสอบจากโจทย์ปัญหาที่เป็นที่ยอมรับทางวิชาการ ซึ่งได้แบ่งขนาดของปัญหาออกเป็น 3 ระดับด้วยกันคือ โจทย์ปัญหามีขนาดเล็กหมายถึง โจทย์ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่มีจำนวนเมืองที่ต้องตัดสินใจในการจัดเส้นทางยานพาหนะไม่เกิน 20 เมือง โจทย์ปัญหามีขนาดกลางหมายถึง โจทย์ที่มีจำนวนเมืองที่ต้องตัดสินใจในการจัดเส้นทางยานพาหนะตั้งแต่ 21 เมืองจนถึง 50 เมือง และสุดท้าย โจทย์ปัญหามีขนาดใหญ่หมายถึง โจทย์ที่มีจำนวนเมืองที่ต้องตัดสินใจในการจัดเส้นทางยานพาหนะตั้งแต่ 51 เมืองขึ้นไป โดยมีรายละเอียดของโจทย์และที่มาดังนี้

4.1 โจทย์ปัญหาสำหรับการทดสอบแบบจำลองกับปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย

สำหรับการทดสอบแบบจำลองกับปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย ผู้วิจัยได้นำชุดของโจทย์ปัญหามาจากเว็บไซต์ที่รวบรวมโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย คือ เว็บไซต์ <https://www.iwr.uni-heidelberg.de/groups/comopt/software/TSPLIB95/> โดยทางเว็บไซต์ได้มีผลเฉลยคำตอบที่ดีที่สุด แต่ไม่มีมีผลเฉลยของเส้นทางที่ดีที่สุดของโจทย์ปัญหาแต่ละข้อซึ่งทางผู้จัดทำได้ทำการรวบรวมโจทย์ปัญหามาได้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 โจทย์ปัญหาที่นำมาทดสอบเพื่อยืนยันผลสำหรับปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย

ลำดับที่	โจทย์	จำนวนเมือง	ตัวแปรตัดสินใจ	ข้อจำกัด
1	Ulsses16	16	273	319
2	Br17	17	307	357
3	bays29	29	871	956
4	ftv33	34	1191	1293
5	ftv35	36	1333	1439
6	ftv38	39	1561	1676
7	swiss42	42	1807	1931
8	TSPas46	46	2163	2300
9	ry48p	48	2353	2495
10	TSP51	51	2653	2805
11	ft53	53	2863	3022
12	ftv55	56	3193	3359

4.2 โจทย์ปัญหาสำหรับการทดสอบแบบจำลองกับปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่มีข้อจำกัดด้านความจุ

สำหรับการทดสอบแบบจำลองกับปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่มีข้อจำกัดด้านความจุ ผู้วิจัยได้นำชุดของโจทย์ปัญหามาจากเว็บไซต์ <http://neo.lcc.uma.es/vrp/known-best-results/> โดยทางเว็บไซต์ได้มีผลเฉลยคำตอบที่ดีที่สุด และมีผลเฉลยของเส้นทางที่ดีที่สุดของโจทย์ปัญหาแต่ละข้อซึ่งทางผู้จัดทำได้ทำการรวบรวมโจทย์ปัญหามาได้ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 โจทย์ปัญหาที่นำมาทดสอบเพื่อยืนยันผลสำหรับปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่มีข้อจำกัดด้านความจุ

ลำดับที่	โจทย์	จำนวนเมือง	จำนวนรถ	ตัวแปรตัดสินใจ	ข้อจำกัด
1	En-13-k4	13	4	732	852
2	P-n19-k2	19	2	762	856
3	P-n20-k2	20	2	842	943
4	P-n21-k2	21	2	926	1032
5	P-n22-k2	22	2	1014	1123
6	P-n22-k4	22	4	2028	2229
7	E-n23-k3	23	3	1659	1819

4.3 โจทย์ปัญหาสำหรับการทดสอบแบบจำลองกับปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่มีเรื่องเวลามาเกี่ยวข้อง

สำหรับการทดสอบแบบจำลองกับปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่มีเรื่องเวลามาเกี่ยวข้องผู้วิจัยได้นำชุดของโจทย์ปัญหามาจากเว็บไซต์ ที่รวบรวมปัญหาเกี่ยวกับการจัดเส้นทางยานพาหนะแบบมีกรอบเวลาซึ่งโจทย์ชุดนี้เป็นโจทย์ของผู้วิจัยที่มีชื่อเสียงในด้านระบบการจัดการสายโซ่อุปทาน (Supply Chain Management) ชื่อ Marius Solomon ซึ่งเว็บไซต์คือ <http://w.cba.neu.edu/~msolomon/problems.htm> และ <http://mschyns.be/demonstration/vrp/vrpbp.php> ซึ่งโจทย์ที่ได้รวบรวมมาดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 โจทย์ปัญหาที่นำมาทดสอบเพื่อยืนยันผลสำหรับปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่มี
เรื่องเวลามาเกี่ยวข้อง

ลำดับที่	โจทย์	จำนวนเมือง	จำนวนรถ	ตัวแปร ตัดสินใจ	ข้อจำกัด
1	R208	26	1	703	781
2	C208	26	2	1406	1538
3	C207	26	2	1406	1537
4	C202	26	2	1406	1537
5	R204	26	2	1406	1537
6	VRPTW01	26	2	1406	1537
7	C201	26	2	1406	1537
8	RC102	26	3	2109	2293
9	R205	26	3	2109	2293
10	C104	26	3	2109	2293
11	C103	26	3	2109	2293
12	C106	26	3	2109	2293
13	C107	26	3	2109	2293
14	R201	26	4	2812	3049
15	R202	26	4	2812	3049
16	C208	51	2	5306	5562
17	C202	51	3	7959	8318
18	C205	51	3	7959	8318
19	C201	51	3	7959	8318
20	C207	51	3	7959	8318

5. การสร้างเครื่องมือสำหรับการจัดเส้นทางยานพาหนะเพื่อการขนส่งในส่วนของการคำนวณสำหรับผู้ใช้งาน ข้อจำกัดในการใช้งาน และการทำงาน

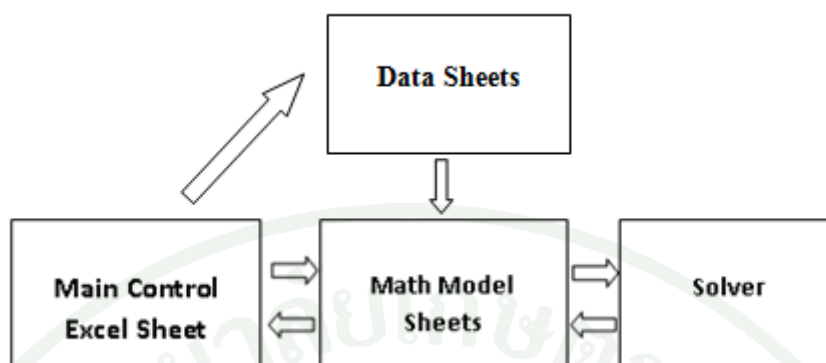
หน้าต่างของเครื่องมือสำหรับการจัดเส้นทางยานพาหนะเพื่อการขนส่งในส่วนของการคำนวณ ผู้วิจัยได้ออกแบบโดยสร้างส่วนของการควบคุมการคำนวณหลักไว้ในเอ็กเซลล์สเปรดชีต เพื่อความสะดวกและง่ายต่อการควบคุมเครื่องมือและสะดวกสำหรับผู้ใช้งานด้วยเหตุผลดังนี้ เหตุผลแรกเนื่องจากโปรแกรมเอ็กเซลล์เป็นโปรแกรมพื้นฐานโดยทั่วไปที่ผู้ใช้งานคอมพิวเตอร์ในระบบวินโดวส์จะมีติดเครื่องอยู่แล้ว จึงสามารถลดความยุ่งยากในส่วนของการศึกษาวิธีการใช้และติดตั้งโปรแกรม เหตุผลที่สอง โปรแกรมเอ็กเซลล์ง่ายต่อผู้ใช้ที่จะสามารถติดตามผลลัพธ์ซึ่งสามารถแสดงผลที่ผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบคำตอบได้ง่าย และเหตุผลสุดท้ายคือการออกแบบระบบการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และการคำนวณซึ่งได้กล่าวไปในหัวข้อที่ 3 และที่ 4 ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบให้ใช้งานในเอ็กเซลล์สเปรดชีตทั้งสิ้นหน้าต่างการควบคุมการทำงานหลัก จึงควรสร้างไว้ในเอ็กเซลล์สเปรดชีตเช่นกัน โดยเครื่องมือมีข้อจำกัด และฟังก์ชันการคำนวณที่พิเศษเพิ่มเข้ามามีดังนี้

5.1 ข้อจำกัดของเครื่องมือการจัดเส้นทางยานพาหนะในส่วนของการคำนวณ

เนื่องจากโปรแกรมในการคำนวณได้ถูกออกแบบให้เหมาะสมกับการใช้งานในธุรกิจขนาดย่อมซึ่งส่วนใหญ่จะมีจำนวนลูกค้าและจำนวนรถที่ต้องใช้ในแต่ละวันเป็นจำนวนไม่มาก และข้อจำกัดในด้านของระยะเวลาในการคำนวณของโปรแกรมเนื่องจากสมการทางคณิตศาสตร์ที่ได้กล่าวไปข้างต้นคือสมการที่ให้คำตอบที่ดีที่สุด (Exact Approach) จึงอาจจะต้องเสียเวลาในการคำนวณหากโจทย์ที่ป้อนเข้าไปมีจำนวนเมืองและรถที่มีจำนวนมาก ผู้วิจัยจึงจำกัดให้ผู้ใช้งานสามารถเลือกจำนวนรถที่ต้องการได้มากที่สุด 4 คัน และ จำนวนลูกค้าที่ต้องการ ไปส่งมากที่สุด 20 แห่ง

5.2 การทำงานของเครื่องมือสำหรับการจัดเส้นทางยานพาหนะเพื่อการขนส่งในส่วนของการคำนวณ

สำหรับขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมในส่วนคำนวณจะมีการไหลของการทำงานหลักๆดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 ลำดับการทำงานของเครื่องมือสำหรับการจัดเส้นทางยานพาหนะเพื่อการขนส่งในส่วนของการคำนวณ

จากภาพการทำงานจะแบ่งเป็น 4 ส่วนหลักๆซึ่งส่วนแรกเป็นการทำงานของส่วนที่เป็นชีทหลักหรือส่วนที่รับข้อมูลจากผู้ใช้งาน และ จะทำการดึงข้อมูลระยะทาง ข้อมูลเวลา ของลูกค้าที่ผู้ใช้งานได้เลือกไว้จากชีทข้อมูล (ส่วนที่ 2) หลังจากนั้น จะทำการนำข้อมูลจากส่วนที่ 1 และส่วนที่ 2 ไปสร้างในชีทแบบจำลอง (ส่วนที่ 3) ที่ได้เตรียมไว้เพื่อและเติมค่าต่างๆที่ผู้ใช้ป้อนเข้าสู่แบบจำลอง ซึ่งชีทแบบจำลองจะมีจำนวน 3 ชีทตามประเภทของปัญหาได้แก่ แบบจำลองปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (TSP) แบบจำลองปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่มีข้อจำกัดด้านความจุ (CVRP) และ แบบจำลองปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่มีเรื่องเวลามาเกี่ยวข้อง (VRPTW) ซึ่งแล้วแต่ผู้ใช้จะทำการระบุปัญหาที่ได้ป้อน และส่วนที่ 4 คือนำปัญหาที่สร้างเสร็จส่งออกไปคำนวณในโปรแกรมช่วยคำนวณ หลังจากนั้นจะเป็นการย้อนกลับซึ่งเมื่อโปรแกรมช่วยคำนวณคำนวณได้คำตอบออกมา ก็จะส่งคำตอบกลับมาวางบนชีทแบบจำลองในส่วนที่ 3 หลังจากนั้นชีทส่วนที่ 1 จะทำการอ่านค่าจากคำตอบเพื่อแสดงให้ผู้ใช้งานทราบบนชีทหลักในส่วนที่ 1

โดยขั้นตอนการส่งข้อมูลจากส่วนที่ 3 ไปยังส่วนที่ 4 และ ส่วนที่ 4 กลับมายังส่วนที่ 3 ได้กล่าวอย่างละเอียดไปแล้วในหัวข้อที่ 3.3 จึงขอไม่ลงรายละเอียดในหัวข้อนี้แต่จะแสดงรายละเอียดของการทำงานในส่วนของชีทหลักส่วนที่ 1 ส่วนที่ 2 และการส่งค่าจากชีทหลักไปวางไว้ในชีทแบบจำลองในส่วนที่ 3 ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ผู้ใช้งานทำการเลือกประเภทปัญหา เลือกยานพาหนะ เลือกลูกค้าที่ต้องการ และป้อนค่าพารามิเตอร์ต่างๆลงบนเชิทหลัก และสั่งเริ่มการคำนวณ

ขั้นตอนที่ 2 ซิทหลักทำการตรวจสอบว่าความจุยานพาหนะรวมทั้งหมดที่ผู้ใช้งานป้อน ห้ามน้อยกว่าความต้องการรวม เนื่องจากข้อจำกัดของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์คือรถทุกคันต้องวิ่งส่งของให้ครบตามจำนวนความต้องการของลูกค้า ซึ่งหากความจุรวมของรถน้อยกว่าความต้องการรวมของลูกค้าจะทำให้ผิดจากเงื่อนไขข้อจำกัดในสมการจึงทำให้ผลลัพธ์ออกมาเป็นไม่มีคำตอบที่เป็นไปได้เครื่องมือจึงต้องทำการตรวจสอบก่อนจะนำเข้าไปคำนวณในสมการ หากเงื่อนไขความจุรวมมากกว่าความต้องการรวมเป็นจริงจะทำการตรวจสอบในขั้นตอนถัดไป หากเงื่อนไขไม่เป็นจริงจะทำการแจ้งเตือนให้ผู้ใช้งานเพิ่มจำนวนยานพาหนะหรือเลือกยานพาหนะที่มีความจุมากกว่าแทนแล้วจึงเริ่มส่งคำนวณอีกครั้ง

ขั้นตอนที่ 3 หากกาตรวจสอบในขั้นตอนที่ 2 เป็นจริงจะทำการตรวจสอบอีกครั้งโดยจะเป็นการตรวจสอบว่าค่าความจุที่น้อยที่สุดของยานพาหนะที่มีในแต่ละคันมีค่ามากกว่าความต้องการของลูกค้าที่มากที่สุดหรือไม่ เนื่องจากในสมการทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้ทำการเลือกใช้นั้นมีข้อจำกัดว่าสถานที่แต่ละแห่งของลูกค้าต้องให้รถเข้าไปส่งของได้เพียงครั้งเดียว หากกรณีที่มีบางสถานที่มีความต้องการของลูกค้ามากกว่าจำนวนความจุของยานพาหนะก็จะส่งผลให้ที่บางแห่งได้รับสินค้าไม่ครบ หลังจากตรวจสอบถ้าหากเป็นไปตามเงื่อนไขก็จะเข้าสู่ขั้นตอนต่อไป หากผิดเงื่อนไขตัวโปรแกรมจะหาทางทำให้ความต้องการลดลงโดยมีวิธีการคือ จัดรถที่มีความจุน้อยที่สุดที่ผู้ใช้งานเลือกรับผิดชอบลูกค้ารายนั้นไปต่างหากและทำการตรวจสอบอีกครั้งว่ายังมีความต้องการของลูกค้าที่มากกว่าจำนวนความจุอีกหรือไม่ถ้ามีก็ต้องทำเช่นเดิมไปเรื่อยๆจนกว่าจะไม่มีความต้องการที่มากกว่าความจุอีก ดังตัวอย่างดังภาพที่ 9

ขั้นตอนที่ 4 ซิทหลักสั่งเปิดชีทข้อมูลเพื่อดึงข้อมูลเมทริกซ์เวลาและระยะทางของลูกค้าที่ผู้ใช้งานเลือกทั้งหมดมาเก็บไว้

ขั้นตอนที่ 5 ซิทหลักสั่งเปิดชีทที่มีแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และนำค่าที่เก็บไว้ได้แต่ค่าระยะทาง เวลา มาสร้างเป็นเมทริกซ์ และค่าพารามิเตอร์อื่นๆที่จำเป็น ต้องใส่ในแบบจำลองที่ผู้ใช้งานได้ป้อนไว้ในขั้นตอนที่ 1 ลงไปใส่ไว้ในตำแหน่งต่างๆเพื่อให้แบบจำลองสมบูรณ์

ขั้นตอนที่ 6 ได้กล่าวอย่างละเอียดไปแล้วในข้อ 3.3 คือการนำแบบจำลองออกไปคำนวณหาคำตอบในโปรแกรมช่วยคำนวณหลังจากนั้นนำคำตอบจากโปรแกรมช่วยคำนวณกลับลงมาวางในชีทแบบจำลอง

ขั้นตอนที่ 7 คำตอบที่อยู่บนชีทแบบจำลองถูกชี้ทหัดดึงกลับมาวางบนชีทหลักเพื่อให้ผู้ใช้งานได้เห็นคำตอบ

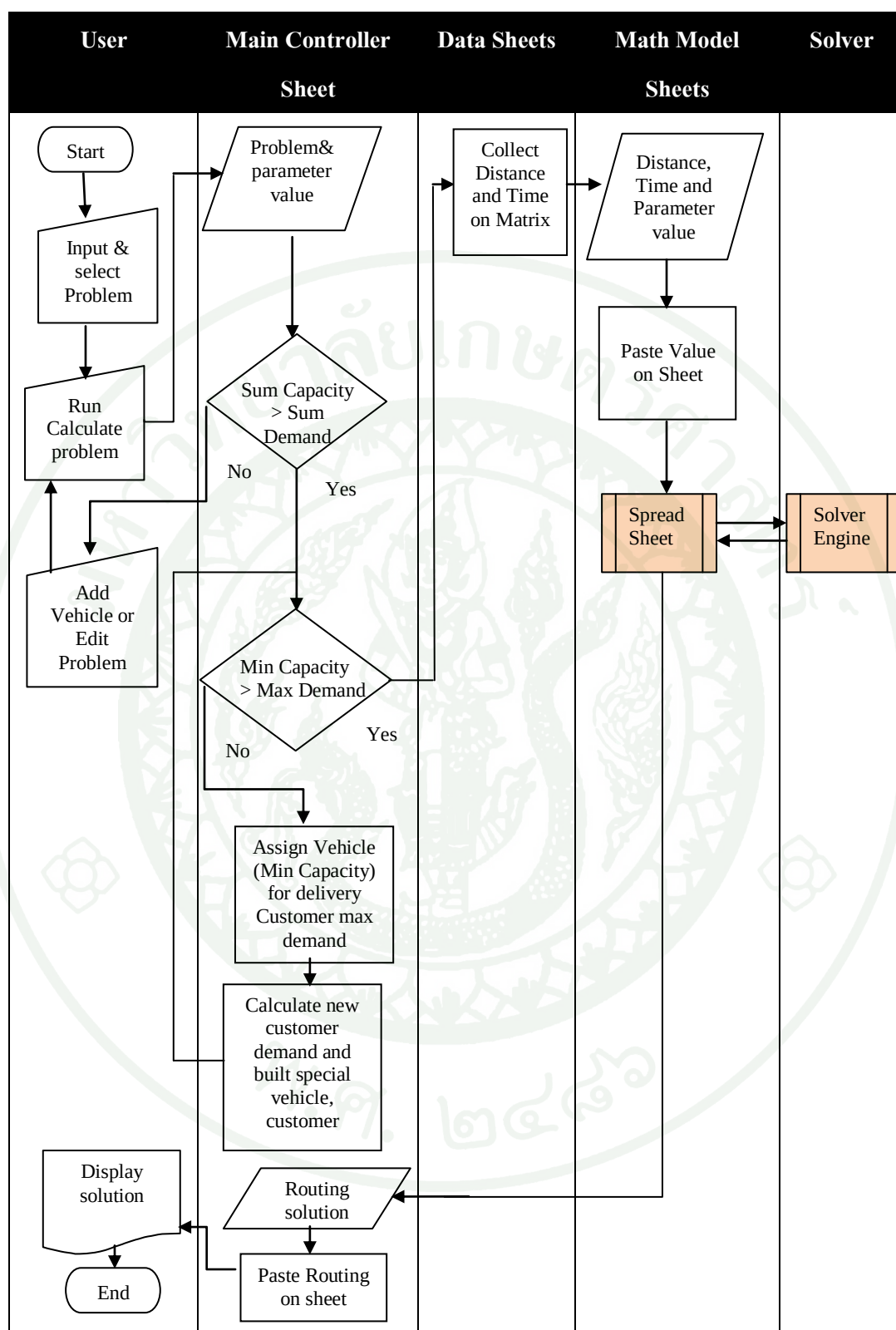
ซึ่งขั้นตอนการทำงานเหล่านี้ถูกสั่งการด้วยโค้ดภาษาวีบีเอซึ่งสามารถศึกษาได้ในภาคผนวก ง

ชนิดของยานพาหนะที่เลือก	ความจุ	ลูกค้ที่เลือก	ความต้องการ
รถ1	300	ลูกค้า 1	200
รถ2	200	ลูกค้า 2	400
รถ3	300	ลูกค้า 3	100
		ลูกค้า 4	50
		ลูกค้า 5	50
		ลูกค้า 6	50
ยานพาหนะสำหรับกรณีพิเศษ	ความจุ	ลูกค้าสำหรับกรณีพิเศษ	ความต้องการ
-	-	-	-



ชนิดของยานพาหนะที่เลือก	ความจุ	ลูกค้ที่เลือก	ความต้องการ
รถ1	300	ลูกค้า 1	200
รถ3	300	ลูกค้า 2	200
		ลูกค้า 3	100
		ลูกค้า 4	50
		ลูกค้า 5	50
		ลูกค้า 6	50
ยานพาหนะสำหรับกรณีพิเศษ	ความจุ	ลูกค้าสำหรับกรณีพิเศษ	ความต้องการ
รถ2	200	ลูกค้า 2	200

ภาพที่ 9 ตัวอย่างการจัดการของเครื่องมือกรณีที่ความจุของยานพาหนะมากที่สุดน้อยกว่าความต้องการของลูกค้ามากที่สุด



ภาพที่ 10 การไหลของการทำงานของเครื่องมือสำหรับการจัดเส้นทางยานพาหนะเพื่อการขนส่งในส่วนของการคำนวณ

Vehicle Routing Planning

#Vehicle: 4 Release Vehicle Time: 8:00 Add Time: #Customer: 13

Select Vehicle: Clear all Select Customer: Clear all Problem: ☒ Limited Vehicle Capacity ☐ Customer Time Request

Ve. No.	Ve. model	Driver name	Capacity
1	Isuzu	Somchai	350
2	TOYOTA Vigo	Somsri	350
3	Isuzu	Somsak	350

no.	Customer ID.	ชื่อบริษัท	Demand	timeLb	timeUb	Unload Time
1	14947	Kasetsart University	100	10:15	13:15	10
2	13189	Central Ladprao	150	9:00	9:00	10
3	14938	The Mall Ngam Wong Wan	50	8:00	12:00	10
6	22234	Central Pinkrao	10	10:50	11:55	10
11	28032	Central Rama 2	510	13:00	16:00	10
4	25423	Majon-Rangsitpethin	50	9:00	9:00	10
5	32456	Central Plaza Rattasathaphet	70	10:15	11:00	10
7	12344	The Mall Bangkai	150	9:00	13:00	10
8	22222	Central World	300	9:00	10:50	15
10	56894	Central Rama 3	150	8:00	9:00	10
9	55555	Central Chidlom	30	14:00	16:00	15
12	15289	Central Siam Complex	10	10:00	14:00	10
13	74854	Central Future Park Rangsit	90	9:00	16:00	10

Delivery Plan No. 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

ve1: [Grid]

ve2: [Grid]

ve3: [Grid]

ve4: [Grid]

Solve Problem **SOLVE PROBLEM**

Print Routing Document **Print**

Change Data Source Datafile/VRPTW.xlsx **Change**

Update Vehicle and Customer Data **Click**

ภาพที่ 11 หน้าต่างการใช้งานสำหรับเครื่องมือการจัดเส้นทางยานพาหนะเพื่อการขนส่งในส่วนของการคำนวณ

6. การออกแบบและการสร้างเว็บแอปพลิเคชัน

6.1 การออกแบบเว็บแอปพลิเคชัน

วัตถุประสงค์หลักในการสร้างเว็บแอปพลิเคชันคือการทำให้เว็บแอปพลิเคชันเปรียบเสมือนกับเครื่องมือที่ช่วยคำนวณเท่านั้น โดยผู้ใช้งานต้องทำการอัปโหลดข้อมูลลูกค้า ข้อมูลรถยนต์ ข้อมูลระยะทางและข้อมูลเวลาที่มียู่เข้าไปในฐานข้อมูลและสั่งการให้เว็บแอปพลิเคชันจัดการกับข้อมูลเหล่านั้น เช่น การอัปเดตข้อมูลเวลา ข้อมูลระยะทางจากของเดิมที่มีอยู่ให้เป็นปัจจุบันยิ่งขึ้น หรือ การจะเพิ่มข้อมูลใหม่นอกจากข้อมูลเดิมที่มีอยู่ ซึ่งสิ่งที่ได้จากเว็บแอปพลิเคชันก็คือข้อมูลที่มีความเสมือนจริงเนื่องจากเว็บแอปพลิเคชันได้ถูกออกแบบมาสำหรับการดึงข้อมูลระยะทางและเวลาจากกูเกิลแมพโดยเฉพาะซึ่งระยะทางที่ได้จากกูเกิลแมพนั้นมีความน่าเชื่อถือสูงเพราะเป็นระยะทางที่คำนวณจากถนนจริง โดยเว็บแอปพลิเคชันจะมีส่วนประกอบหลักตามฟังก์ชันการใช้งานอยู่ 5 ส่วนด้วยกัน คือ ส่วนแรกคือการนำเข้าไฟล์ข้อมูลจากตัวเครื่องเพื่อมาสร้างฐานข้อมูลในเว็บแอปพลิเคชัน ส่วนที่สองฟังก์ชันการสร้างและแก้ไขข้อมูลลูกค้า ส่วนที่สามคือฟังก์ชันการสร้างและแก้ไขข้อมูลยานพาหนะ ส่วนที่สี่คือฟังก์ชันการสร้างและอัปเดตเมตริกซ์ ส่วนที่ห้าฟังก์ชันการส่งออกไฟล์ข้อมูล โดยฟังก์ชันต่างๆมีรายละเอียดดังนี้

6.1.1 ฟังก์ชันการนำไฟล์ข้อมูลจากบนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ผู้ใช้งานใช้งานอยู่อัปโหลดข้อมูลไปวางไว้บนเว็บแอปพลิเคชันเพื่อแสดงข้อมูลลูกค้าจุดต่างๆของลูกค้าที่ผู้ใช้งานมีอยู่และเก็บไว้ทั้งหมดรวมถึงข้อมูลเมทริกซ์เวลาและระยะทาง

6.1.2 ฟังก์ชันการสร้างและแก้ไขข้อมูลลูกค้า หลังจากทำการอัปโหลดข้อมูลที่มีอยู่ลงไปฐานข้อมูลเรียบร้อยแล้ว หลักการทำงานของฟังก์ชันนี้คือ เว็บแอปพลิเคชันสามารถให้ผู้ใช้งานทำการสร้างข้อมูลลูกค้าใหม่ได้โดยการป้อนตำแหน่งของลูกค้าลงบนแผนที่หรือสามารถพิมพ์ชื่อลูกค้าลงในช่องสำหรับเพิ่มลูกค้าเพื่อระบุตำแหน่งแทนการป้อนได้ และยังสามารถใส่รายละเอียดต่างๆให้กับลูกค้าแต่ละรายโดยจะมีการส่วนสำหรับกรอกข้อมูลเหล่านี้ทุกครั้งเมื่อสร้างข้อมูลลูกค้าใหม่เมื่อกดยืนยันการสร้างข้อมูลของลูกค้าใหม่จะถูกส่งไปเก็บไว้ในส่วนของฐานข้อมูล ซึ่งเราสามารถเข้าไปแก้ไขหรือลบฐานข้อมูลของลูกค้าที่เก็บไว้หากมีการเปลี่ยนแปลงรายละเอียดหรือต้องการอัปเดตข้อมูลเพิ่มเติม

6.1.3 ฟังก์ชันการสร้างและแก้ไขข้อมูลของยานพาหนะ หลักการทำงานของฟังก์ชันนี้ใกล้เคียงกับฟังก์ชันก่อนหน้านี้จะมีการเพิ่มข้อมูลของยานพาหนะที่ผู้ใช้งานมีทั้งหมด ซึ่งสามารถใส่ข้อมูลของคนขับ ข้อมูลของรถบรรทุก ขนาดความจุของรถ โดยการเลือกที่แถบการเพิ่มข้อมูลยานพาหนะบนเว็บแอปพลิเคชัน ซึ่งความแตกต่างคือส่วนของยานพาหนะจะไม่เกี่ยวข้องกับส่วนของแผนที่ การเพิ่มและการแก้ไขลบข้อมูลสามารถทำได้โดยการเข้าไปแก้ไขฐานข้อมูลของยานพาหนะ

6.1.4 ฟังก์ชันการสร้างและอัปเดตเมทริกซ์ เป็นฟังก์ชันที่ใช้สำหรับการสร้างเมทริกซ์ข้อมูลเวลาและระยะทางจากสถานที่หนึ่งไปยังสถานที่หนึ่งเพื่อเก็บไว้ในฐานข้อมูลเพื่อใช้ในการคำนวณ

6.1.5 ฟังก์ชันการส่งออกไฟล์ข้อมูล เป็นฟังก์ชันการนำข้อมูลจากฐานข้อมูล ได้แก่ ข้อมูลของลูกค้า ข้อมูลของยานพาหนะ และ ข้อมูลเมทริกซ์ ส่งออกมาจากเว็บแอปพลิเคชันเพื่อให้หน้าที่หลักซึ่งเป็นซอฟต์แวร์สำหรับการคำนวณนำข้อมูลเหล่านี้ไปใช้ในการคำนวณต่อไป

6.2 การสร้างเว็บแอปพลิเคชัน

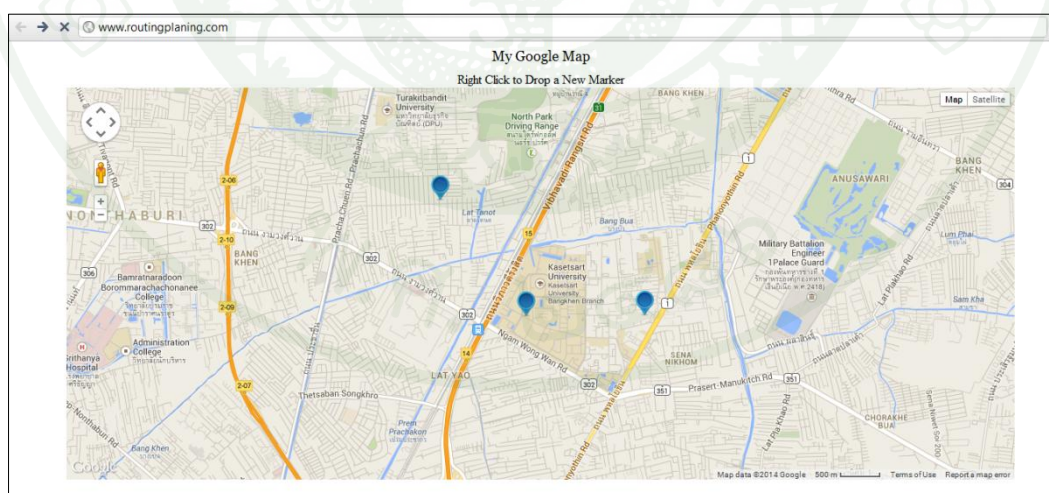
การสร้างเว็บแอปพลิเคชันเป็นขั้นตอนการลงมือสร้างเว็บจริงหลังจากการออกแบบเพื่อมองภาพรวมโดยการสร้างเว็บแอปพลิเคชันจะแบ่งขั้นตอนการสร้างออกเป็นดังนี้

6.2.1 การสร้างแผนที่กูเกิลบนเว็บเพจด้วยหลักแม่ข้อป

เป็นการขอใช้แผนที่จากทางกูเกิลเซิร์ฟเวอร์เพื่อให้สามารถนำแผนที่มาวางไว้ในเว็บเพจได้ โดยการสร้างแผนที่บนเว็บทำให้ผู้ใช้งานสามารถเลือกสถานที่ของลูกค้ายรวมถึงการสร้างเมตริกซ์และตรวจสอบข้อมูลต่างๆ ซึ่งหลักการแม่ข้อปแผนที่ที่มีดังนี้

ก. ยื่นขอรหัสเอพีไอแผนที่กูเกิล เพื่อนำแผนที่ไปแปะไว้บนเว็บที่ต้องการพัฒนา ก่อนอื่นผู้วิจัยต้องมีไอดีของกูเกิลก่อนหลังจากนั้นจึงทำการยื่นขอเอพีไอแผนที่สำหรับยูอาร์แอลของเว็บไซต์หรือเว็บแอปพลิเคชัน

ข. สร้างเว็บเพจสำหรับนำเอากูเกิลแมพเข้าไปแทรกไว้ด้วยโปรแกรมดรีมวีฟเวอร์ (Dreamweaver)



ภาพที่ 12 แผนที่กูเกิลบนเว็บเพจหลังจากรันโค๊ดด้วยหลักแม่ข้อป

6.2.2 การสร้างระบบฐานข้อมูลบนเว็บแอปพลิเคชัน

การสร้างระบบฐานข้อมูลบนเว็บแอปพลิเคชันมีวัตถุประสงค์เพื่อรองรับข้อมูลจากไฟล์ข้อมูลที่ใช้งานต้องการอัปเดตเข้าไปซึ่งรูปแบบต้องและลักษณะต้องมีความสอดคล้องกับรูปแบบของไฟล์ข้อมูลต้นทางที่อัปเดตเข้าไปด้วย ซึ่งการสร้างและออกแบบฐานข้อมูลผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรม MySQL ของ AppServ เนื่องจากการใช้คำสั่งใน MySQL โดยตรงเป็นเรื่องยากผู้วิจัยจึงได้ใช้โปรแกรม phpMyAdmin ควบคุมและช่วยในการจัดการและสร้างฐานข้อมูลอีกทีหนึ่ง โดยสามารถจัดการฐานข้อมูล MySQL ผ่านเว็บเบราว์เซอร์ได้ ซึ่งฐานข้อมูลจะประกอบด้วยฐานข้อมูลของลูกค้าเอาไว้เก็บพิกัดหรือจุดที่ตั้งของลูกค้าเพื่อนำไปแสดงบนแผนที่หรือการเพิ่มข้อมูลลูกค้าก็ต้องนำไปเก็บไว้ในฐานข้อมูลนี้ ฐานข้อมูลของยานพาหนะไว้เก็บข้อมูลยานพาหนะฐานข้อมูลเวลาหรือข้อมูลเมตริกซ์เวลา ฐานข้อมูลระยะทางหรือข้อมูลเมตริกซ์ระยะทาง

	A	B	C	D	E	F
1	No.	Customer ID.	ชื่อบริษัท	ที่อยู่	cood X	cood y
2	0		0 My Company	Pak Kret	13.911574	100.56603
3	1		14567 Kasetsart University	50 Ngam Wong Wan Rd Ladyaw Chatuchak Bangkok 10900	13.852	100.5675
4	2		13289 Central Ladprao	Central Ladprao	13.81764	100.56089
5	3		14938 The Mall Ngam Wong Wan	39-50 Ngamwongwan Rd Bangken Nonthaburi 11000	13.855289	100.54181
6	4		25123 Major Ratchayothin	Chatuchak	13.828412	100.56919
7	5		32456 Central Plaza Rattanaiphet	Central Plaza Rattanaiphet	13.86508	100.49727
8	6		22234 Central Pinkrao	7/1 Borom Rachachonnane Rd Arun Amarin Bangkok Noi Bangkok 10700	13.777745	100.47627
9	7		12344 The Mall BangKae	The Mall BangKae Bangkok 10160	13.711557	100.40846
10	8		22222 Central World	Pathum Wan Bangkok 10330	13.747722	100.54035
11	9		55555 Central Chidlom	1027 Soi Somkid Thanon Phloen Chit Lumpini Pratumwan Bangkok	13.74464	100.54456
12	10		56894 Central Rama 3	Yan Nawa Bangkok	13.665	100.437
13	11		26032 Central Rama 2	Bang Khun Thian Bangkok	13.699	100.539
14	12		15289 Central Silom Complex	Silom Bang Rak Bangkok	13.729	100.518
15	13		74654 Central Future Park Rangsit	Phahonyothin Road Prachathipat Pathum Thani	13.991	100.616

ภาพที่ 13 ลักษณะของไฟล์ข้อมูลที่อัปเดตขึ้นบนเว็บแอปพลิเคชัน

+ Options

↶

↷

▼

		id	code	name	address	lat	lng	type
☐	 Edit  Copy  Delete	1	12345	My Company	Pak Kret	13.911574	100.566025	restaurant
☐	 Edit  Copy  Delete	2	14567	Kasetsart University	50 Ngam Wong Wan Rd, Ladyaw Chatuchak Bangkok 109...	13.852000	100.567497	bar
☐	 Edit  Copy  Delete	3	13289	Central Ladprao	Central Ladprao	13.817640	100.560890	restaurant
☐	 Edit  Copy  Delete	4	14938	The Mall Ngam Wong Wan	39-50 Ngamwongwan Rd, Bangken, Nonthaburi 11000	13.855289	100.541809	restaurant
☐	 Edit  Copy  Delete	5	25123	Major Ratchayothin	Chatuchak	13.828412	100.569191	restaurant
☐	 Edit  Copy  Delete	6	32456	Central Plaza Rattanaiphet	Central Plaza Rattanaiphet	13.865080	100.497269	restaurant
☐	 Edit  Copy  Delete	7	22234	Central Pinkrao	7/1 Borom Rachachonnane Rd., Arun Amarin, Bangkok...	13.777745	100.476273	restaurant
☐	 Edit  Copy  Delete	8	12344	The Mall BangKae	The Mall BangKae Bangkok 10160	13.711557	100.408455	restaurant
☐	 Edit  Copy  Delete	9	22222	Central World	Pathum Wan, Bangkok 10330	13.747722	100.540352	restaurant
☐	 Edit  Copy  Delete	10	55555	Central Chidlom	1027, Soi Somkid, Thanon Phloen Chit, Lumpini, Pra...	13.744640	100.544563	restaurant
☐	 Edit  Copy  Delete	11	56894	Central Rama 3	Yan Nawa Bangkok	13.665000	100.436996	restaurant
☐	 Edit  Copy  Delete	12	26032	Central Rama 2	Bang Khun Thian Bangkok	13.699000	100.539001	restaurant
☐	 Edit  Copy  Delete	13	15289	Central Silom Complex	Silom Bang Rak Bangkok	13.729000	100.517998	restaurant
☐	 Edit  Copy  Delete	14	74654	Central Future Park Rangsit	Phahonyothin Road Prachathipat Pathum Thani	13.991000	100.615997	restaurant
☐	 Edit  Copy  Delete	15	99999	Thanachart Bank	Thanachart Bank	13.786675	100.573517	restaurant
☐	 Edit  Copy  Delete	16	88888	Lumpini Ville	Lumpini Ville Cultural Center	13.771566	100.584236	restaurant

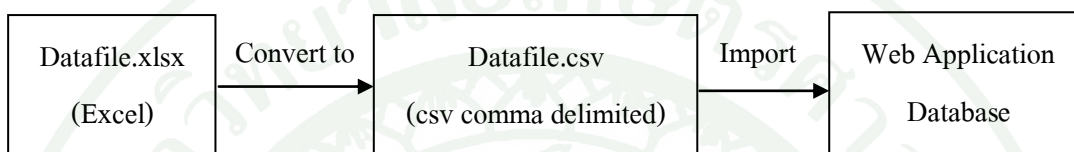
↑

Check All / Uncheck All With selected:  Change  Delete  Export

ภาพที่ 14 ฐานข้อมูลที่สร้างขึ้นด้วย phpMyAdmin

6.2.3 การอัปโหลดข้อมูลบนเครื่องลงฐานข้อมูลของเว็บแอปพลิเคชัน

เนื่องจากการออกแบบเว็บแอปพลิเคชันมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ตัวเว็บเป็นเสมือนเครื่องมือคำนวณเท่านั้น ดังนั้นฐานข้อมูลภายในเว็บจะว่างเปล่า ซึ่งผู้ใช้งานสามารถนำข้อมูลต่างๆ เข้าไปได้ไว้หลังจากนั้นตัวเว็บจะทำหน้าที่จัดการข้อมูลต่างๆ เช่นการเพิ่มข้อมูล การสร้างเมตริกซ์ เป็นต้น โดยการนำข้อมูลที่อยู่บนเครื่องมีหลักการดังภาพที่ 15



ภาพที่ 15 การนำไฟล์ข้อมูลอัปโหลดเข้าสู่เว็บแอปพลิเคชัน

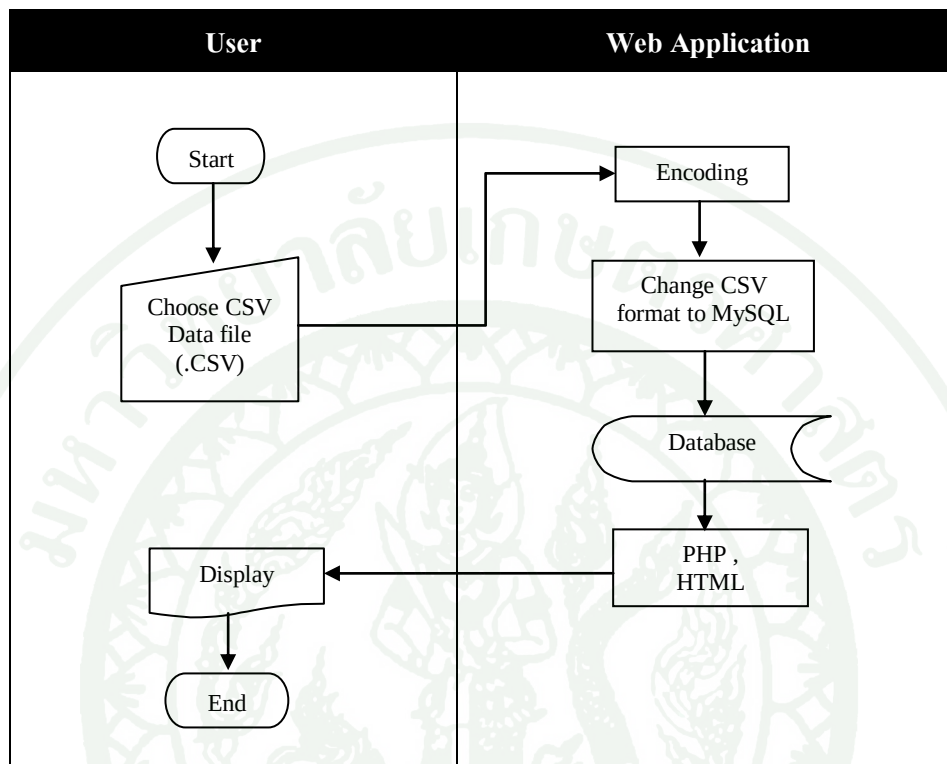
จากภาพการอัปโหลดข้อมูลบนเครื่องลงฐานข้อมูลมีการทำงานหลักอยู่ 3 ส่วนด้วยกันคือการนำไฟล์ข้อมูลที่อยู่บนเครื่องซึ่งเป็นไฟล์นามสกุลคอตเอกเซลล์ (.xlsx) บันทึกเป็นไฟล์ข้อมูลที่มีนามสกุลเป็นซีเอสวีซึ่งเป็นนามสกุลที่ฐานข้อมูลสามารถอ่านได้โดยการบันทึกเครื่องมือในส่วนของการคำนวณจะทำการบันทึกให้โดยอัตโนมัติเมื่อผู้ใช้งานทำการเรียกเว็บแอปพลิเคชันขึ้นมาเพื่อทำการอัปโหลดข้อมูล (ซึ่งฟังก์ชันการเรียกเว็บแอปพลิเคชันเป็นฟังก์ชันหนึ่งบนเครื่องมือในส่วนของการคำนวณ) หลังจากนั้นจึงทำการนำไฟล์ดังกล่าวอัปโหลดลงฐานข้อมูล โดยส่วนของการอัปโหลดข้อมูลที่มีนามสกุลซีเอสวีลงบนฐานข้อมูลมีรายละเอียดดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 หลังจาก que ผู้ใช้งานทำการบันทึกไฟล์ใหม่เป็นนามสกุลซีเอสวีแล้ว ผู้ใช้งานเปิดเว็บแอปพลิเคชันเพื่อทำการอัปโหลดไฟล์ข้อมูล

ขั้นตอนที่ 2 ผู้ใช้งานทำการเลือกไฟล์ซีเอสวีที่ต้องการจะอัปโหลดโดยการอัปโหลดจะต้องแยกอัปโหลดเป็นข้อมูลแต่ละประเภทเช่น ข้อมูลยานพาหนะ ข้อมูลลูกค้า ข้อมูลคำตอบเส้นทาง จากนั้นทำการอัปโหลดไฟล์ลงฐานข้อมูล

ขั้นตอนที่ 3 เว็บแอปพลิเคชันทำการเข้ารหัสไฟล์ข้อมูลโดยจะทำการอ่านข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบนามสกุลซีเอสวีและเปลี่ยนให้กลายเป็นภาษาเอสคิวแอลเพื่อนำไปเก็บในฐานข้อมูล

ขั้นตอนที่ 4 เว็บแอปพลิเคชันแสดงข้อมูลที่อัปโหลดลงในฐานข้อมูลให้ผู้ใช้งาน
ได้ดูผ่านตารางบนเว็บ



ภาพที่ 16 การไหลของการอัปโหลดไฟล์ข้อมูลลงบนเว็บแอปพลิเคชัน

6.2.4 การสร้างข้อมูลเมตริกซ์เวลาและระยะทาง

หัวใจหลักของการสร้างเว็บแอปพลิเคชันขึ้นคือการสร้างเพื่อหาระยะทางและเวลาระหว่างสถานที่และทำการสร้างเป็นเมตริกซ์ ซึ่งก่อนที่โปรแกรมจะสามารถดึงข้อมูลระยะทางและเวลาได้นั้นอันดับแรกจะ โปรแกรมจะต้องมีข้อมูลพิกัดของแต่ละสถานที่เก็บไว้ก่อนเพื่อนำค่าพิกัดเหล่านั้นมาร้องขอต่อทางกูเกิลเซฟเวอร์เพื่อสร้างเป็นระยะทางต่อไปซึ่งในหัวข้อนี้จะขอกล่าวถึงขั้นตอนการดึงพิกัดของสถานที่ การสร้างเมตริกซ์ระยะทางและเวลา และข้อจำกัดในการร้องขอเอพีไอพิกัดและเมตริกซ์จากทางกูเกิลโดยมีรายละเอียดดังนี้

ก. การดิ่งพิกัดของสถานที่จากระบบกูเกิลเชฟเวอร์

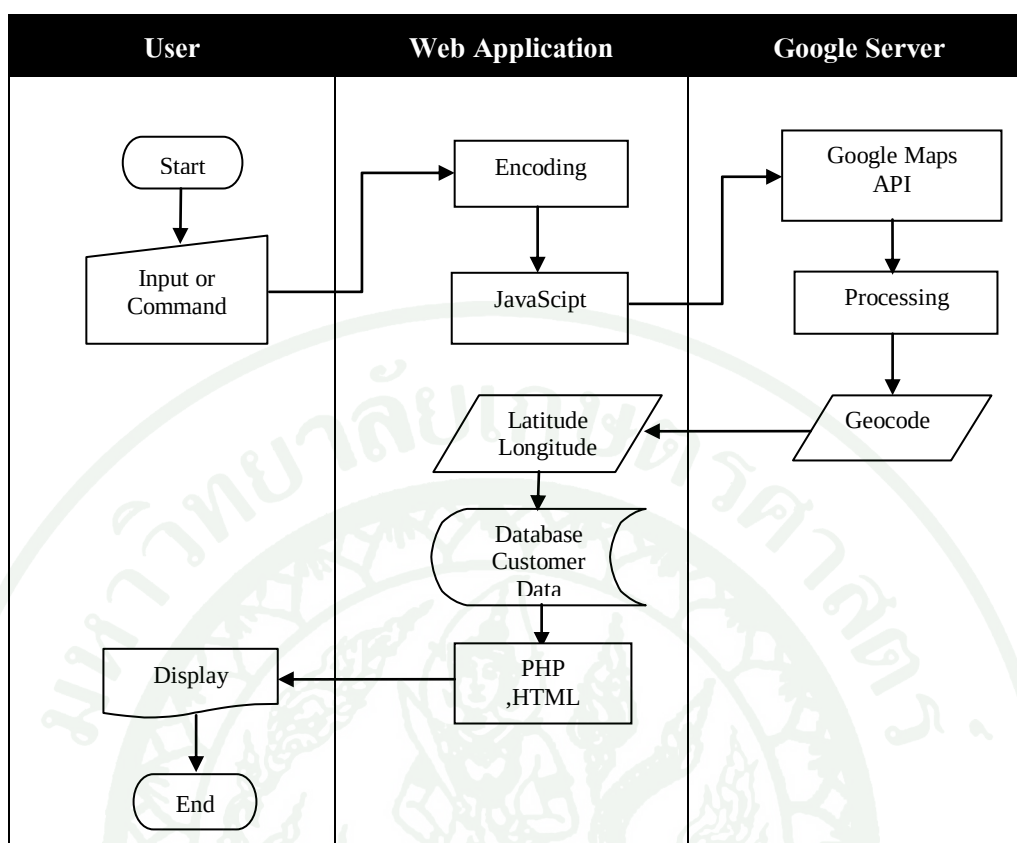
การดิ่งพิกัดของสถานที่จะประกอบด้วยส่วนที่มาทำงานร่วมกัน 3 ส่วนคือ ส่วนของผู้ใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน (User) ส่วนของเว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) และส่วนของกูเกิลเชฟเวอร์ (Google Server) โดยการใช้เว็บแอปพลิเคชันดิ่งข้อมูลดังกล่าวมีขั้นตอนการทำงานต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 ผู้ใช้งานจะทำการป้อนชื่อหรือปิกหมุดลูกค้ารายใหม่ลงไปบนแผนที่บนเว็บเพจหรือเว็บแอปพลิเคชัน ซึ่งสามารถป้อนลูกค้ารายใหม่กี่รายก็ได้โดยหมุดที่ปักลูกค้ารายใหม่จะเป็นสีแดง หลังจากผู้ใช้งานยืนยันการสร้างและทำการเลือกฟังก์ชันการอัปเดตข้อมูลเป็นการอัปเดตข้อมูลเฉพาะลูกค้ารายใหม่ หลังจากนั้นระบบจะทำการแปลงการกระทำของผู้ใช้งาน (ในที่นี้คือจุดที่ปักลงบนแผนที่และชื่อสถานที่) ให้เป็นภาษาจาวา หลังจากนั้นยื่นคำสั่งส่งไปยังเว็บเซิร์ฟเวอร์ของกูเกิลผ่านเอพีไอ

ขั้นตอนที่ 2 ฟังก์ชันเซิร์ฟเวอร์ของกูเกิลเมื่อได้รับคำสั่งจะทำการประมวลผลและทำการส่งค่าละติจูดกับลองจิจูด และที่อยู่ (Address) ของลูกค้าที่ได้ทำการส่งไปกลับมายังส่วนของเว็บแอปพลิเคชัน

ขั้นตอนที่ 3 เว็บแอปพลิเคชันทำการส่งข้อมูลที่ได้รับไปเก็บไว้ยังฐานข้อมูลในส่วน of ข้อมูลลูกค้า (Customer Data) ด้วยภาษามายเอสคิวแอล

ขั้นตอนที่ 4 เว็บแอปพลิเคชันนำข้อมูลในฐานข้อมูลแปลงให้เป็นภาษา PHP และ HTML เพื่อแสดงรายละเอียดละติจูด ลองจิจูดของลูกค้าแต่ละรายบน “Location List” และ “Customer Data”



ภาพที่ 17 การไหลของกระบวนการดิ่งพิคจากกูเกิลเซิร์ฟเวอร์

ข. การสร้างเมตริกซ์ระยะทางและเวลา

การสร้างเมตริกซ์ระยะทางและเวลาสามารถเลือกการสร้างได้เป็น 2 ฟังก์ชัน คือ การอัปเดตเมตริกซ์ใหม่เฉพาะข้อมูลที่เพิ่มมาใหม่ และการสร้างเมตริกซ์ใหม่ทั้งหมดโดยการนำข้อมูลที่มีทั้งหมดในฐานข้อมูลมาอัปเดตเมตริกซ์ใหม่ ซึ่งหลักการทำงานหรือการไหลของเมตริกซ์ระยะทางและเวลาจะของทั้งสองฟังก์ชันข้างต้นประกอบไปด้วยส่วนที่มาทำงานร่วมกัน 3 ส่วน คือ ส่วนของผู้ใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน (User) ส่วนของเว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) และ ส่วนของกูเกิลเซิร์ฟเวอร์ (Google Server) โดยการไหลของการสร้างเมตริกซ์ระยะทางและเวลาเป็นไปตามภาพที่ 18

(1) ฟังก์ชันการอัปเดตเมตริกซ์เฉพาะข้อมูลที่เพิ่มมาใหม่ เป็นการอัปเดตเฉพาะเมื่อมีการเพิ่มหรือป้กหมดลงบนแผนที่ใหม่เท่านั้น โดยขั้นตอนและการไหลของกระบวนการสร้างเมตริกซ์มีดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ผู้ใช้งานสั่งการฟังก์ชันการอัปเดตเมตริกซ์เฉพาะข้อมูลที่เพิ่มมาใหม่ ให้เริ่มทำงาน เว็บแอปพลิเคชันเปลี่ยนคำสั่งของผู้ใช้งานเป็นภาษาจาวาโดยทำการดึงข้อมูลลูกค้าที่อยู่ภายในฐานข้อมูลลูกค้า

ขั้นตอนที่ 2 เว็บแอปพลิเคชันทำดึงข้อมูลสถิติจุดและลองจิจูดที่ต้องการตามโค้ดคำสั่งมาเก็บไว้เพื่อเตรียมร้องขอไปยังกูเกิลเชฟเวอร์

ขั้นตอนที่ 3 เว็บเซิร์ฟเวอร์ทำการร้องขอเอพีไอเมตริกซ์ระยะทางไปยังกูเกิลเชฟเวอร์ โดยครั้งนี้จะเป็นการส่งค่าสถิติจุดกับลองจิจูดของข้อมูลใหม่เทียบกับข้อมูลเก่าทั้งหมด เช่น NewCustData > OldCustData1, NewCustData > OldCustData2, NewCustData > OldCustData3, ..., NewCustData > OldCustData N เพื่อขอระยะทางและเวลาจากทางกูเกิล

ขั้นตอนที่ 4 กูเกิลเซิร์ฟเวอร์ทำการประมวลผลตามคำขอและส่งข้อมูลระยะทางและเวลากลับมาที่เว็บเซิร์ฟเวอร์อีกครั้ง โดยเว็บเซิร์ฟเวอร์จะนำข้อมูลเหล่านั้นเข้าไปเก็บในฐานข้อมูลเมตริกซ์

ขั้นตอนที่ 5 เว็บแอปพลิเคชันแสดงข้อมูลระยะทางและเวลาบนตารางเพื่อให้ผู้ใช้งานได้รับทราบ

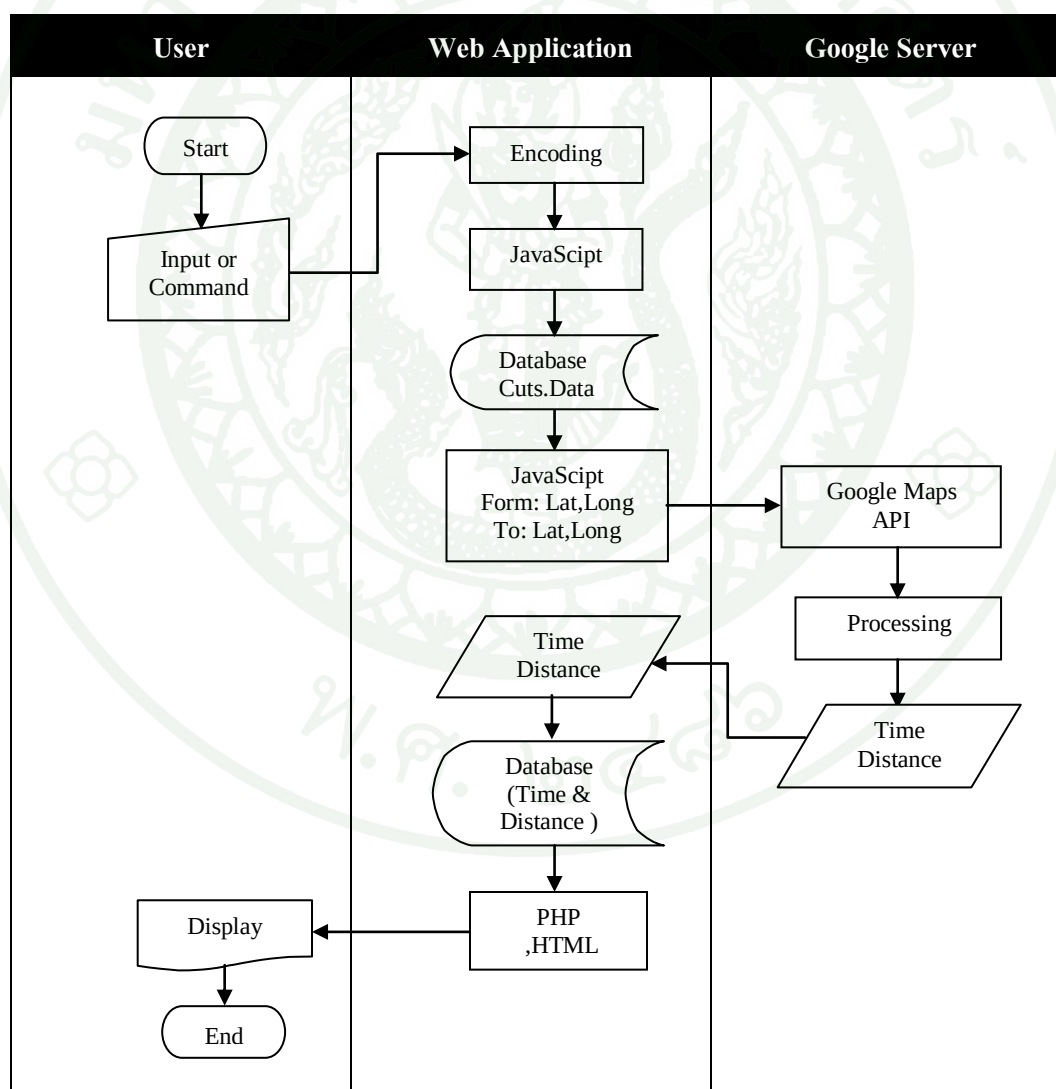
(2) ฟังก์ชันการอัปเดตเมตริกซ์ใหม่ทั้งหมด เป็นการนำข้อมูลลูกค้าในระบบออกมาหาเมตริกซ์ใหม่ทั้งหมดซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่อมีการเข้าใช้งานเว็บแอปพลิเคชันครั้งแรกโดยไม่มีข้อมูลเมตริกซ์ที่ได้สร้างอยู่ในระบบอยู่เลย โดยขั้นตอนหรือการไหลของการอัปเดตเมตริกซ์ใหม่ทั้งหมดมีดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ผู้ใช้งานสั่งการฟังก์ชันการอัปเดตเมตริกซ์ใหม่ทั้งหมดให้เริ่มทำงาน เว็บแอปพลิเคชันเปลี่ยนคำสั่งของผู้ใช้งานเป็นภาษาจาวาโดยทำการดึงข้อมูลลูกค้าที่อยู่ภายในฐานข้อมูลลูกค้า

ขั้นตอนที่ 2 เว็บแอปพลิเคชันทำดึงข้อมูลสถิติจุดและลองจิจูดที่ต้องการตามโค้ดคำสั่งมาเก็บไว้เพื่อเตรียมร้องขอไปยังกูเกิลเซิร์ฟเวอร์

ขั้นตอนที่ 3 เว็บเซิร์ฟเวอร์ทำการร้องขอเอพียูเอเมตริกซ์ระยะทางไปยังกูเกิลเซิร์ฟเวอร์ โดยครั้งนี้จะเป็นการส่งค่าละติจูดและลองจิจูดของลูกค้าในฐานข้อมูลออกมาทั้งหมดเทียบกับ เช่น CustData1 > CustData2, CustData1 > CustData3, CustData1>CustData4,... ,CustData N > CustData N เพื่อขอระยะทางและเวลาจากทางกูเกิล

ขั้นตอนที่ 4 กูเกิลเซิร์ฟเวอร์ทำการประมวลผลตามคำขอและส่งข้อมูลระยะทางและเวลากลับมาที่เว็บเซิร์ฟเวอร์อีกครั้ง โดยเว็บเซิร์ฟเวอร์จะนำข้อมูลเหล่านั้นเข้าไปเก็บในฐานข้อมูลเมตริกซ์และเว็บแอปพลิเคชันแสดงข้อมูลระยะทางและเวลาที่เก็บไว้บนตารางเพื่อให้ผู้ใช้งานได้รับทราบ



ภาพที่ 18 การไหลของกระบวนการสร้างเมตริกซ์

ค. ข้อจำกัดสำหรับการดึงแมทริกซ์ระยะทาง ทางเว็บเซิร์ฟเวอร์ได้มีการอนุญาตให้บุคคลทั่วไปสามารถยื่นขอ Google Maps API ได้โดยมีข้อแม้ว่าต้องทำการสมัครและขึ้นลงทะเบียนยูอาร์แอล (URL) เว็บไซต์ที่เชื่อมต่อกับ Google Maps API โดยมีข้อจำกัดสำหรับบุคคลทั่วไปที่ไม่เสียค่าใช้จ่ายและบุคคลที่เสียค่าใช้จ่าย ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ข้อจำกัดในการยื่นขอเอพีไอจากกูเกิล

Features	Maps API	Maps API for Business
Street View	✓	✓
Geocoding Web Service	2500 requests per 24 hour period	100 000 requests per 24 hour period
Directions Web Service	2500 requests per 24 hour period with 10 waypoints per request	100 000 requests per 24 hour period with 23 waypoints per request
Distance Matrix Web Service	100 elements per query 100 elements per 10 seconds 2500 elements per 24 hour period	625 elements per query 1000 elements per 10 seconds 100 000 elements per 24 hour period
Elevation Web Service	2500 requests per 24 hour period with 25 000 samples per 24 hour period	100 000 requests per 24 hour period with 1 000 000 samples per 24 hour period
Static Maps API maximum resolution	640 x 640	2048 x 2048
Static Maps API maximum scale	2X	4X
Street View Image API maximum resolution	640 x 640	2048 x 2048

จากตารางข้อจำกัดสรุปได้คือการขอละติจูดและลองจิจูดสามารถขอได้ 2500 ข้อมูลต่อวันการขอเมตริกซ์สามารถขอได้ 2500 อิลิเมนต์ต่อวันและภายใน 10 วินาทีสามารถขอได้ 100 อิลิเมนต์ ซึ่งการขอระยะทางจากจุดเริ่มต้นไปถึงจุดปลายทาง (Form to) 1 เส้นทางภูเก็ลจะให้ค่าไปและกลับมาเป็นจำนวน 2 อิลิเมนต์ถ้าหากต้องการสร้างเมตริกซ์ 2×2 อิลิเมนต์ที่ภูเก็ลให้มาคือ 4 จึงสรุปได้ว่าใน 10 วินาทีสามารถสร้างเมตริกซ์ได้ไม่เกิน $10 \times 10 = 100$ อิลิเมนต์ ถ้าต้องการสร้างเมตริกซ์ขนาดใหญ่จำเป็นต้องใช้เวลานานตามขนาดเมตริกซ์ด้วย

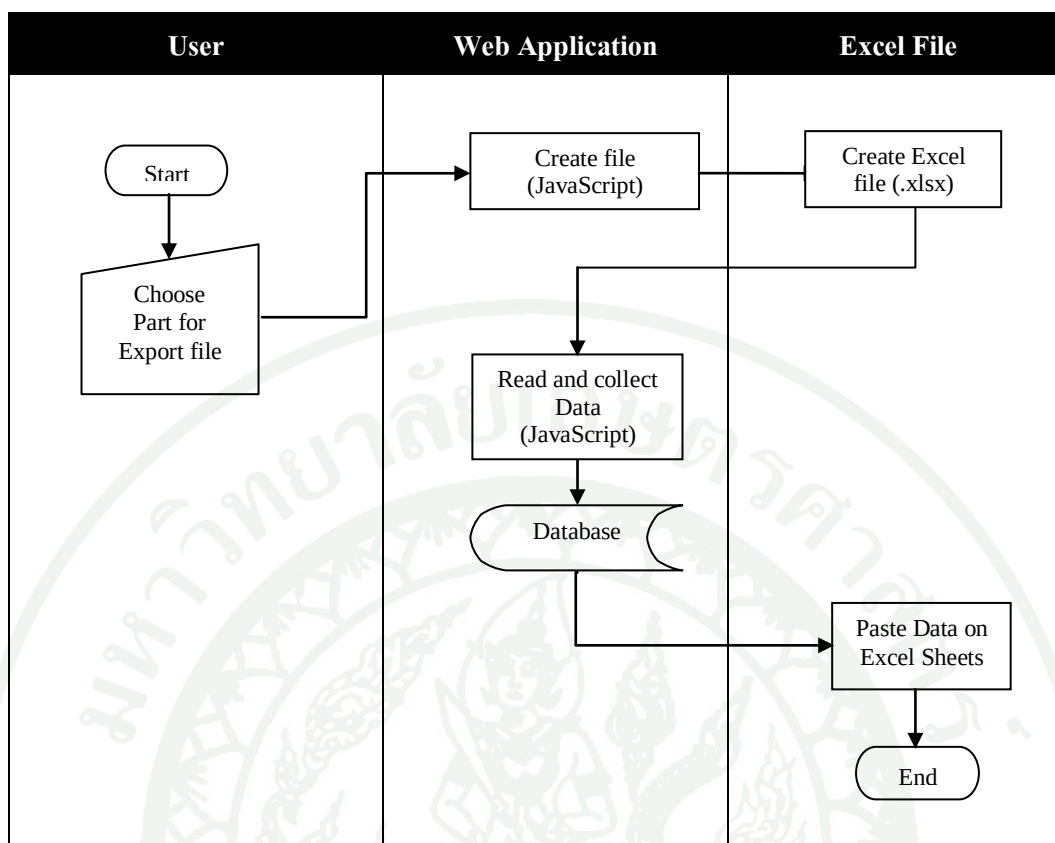
6.2.5 การสร้างไฟล์ข้อมูลจากฐานข้อมูล

การสร้างไฟล์ข้อมูลจากฐานข้อมูลมีวัตถุประสงค์เพื่อนำข้อมูลที่สร้างและจัดการด้วยเว็บแอปพลิเคชันไปใช้ในการคำนวณหรือเป็นข้อมูลอ้างอิงสำหรับคำนวณในโปรแกรมการจัดเส้นทางยานพาหนะในส่วนของการคำนวณต่อไป โดยขั้นตอนการไหลของการสร้างไฟล์ข้อมูลมีดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ผู้ใช้งานทำการเลือกจุดที่ต้องการบันทึกไฟล์และทำการส่งบันทึกไฟล์

ขั้นตอนที่ 2 เว็บแอปพลิเคชันทำการสร้างไฟล์เอ็กเซลล์เปล่าขึ้นและอ่านข้อมูลที่อยู่บนฐานข้อมูลหรือภาษาเอสคิวเอล (SQL) และเก็บไว้ ด้วยคำสั่งจากภาษาจาวาสคริป

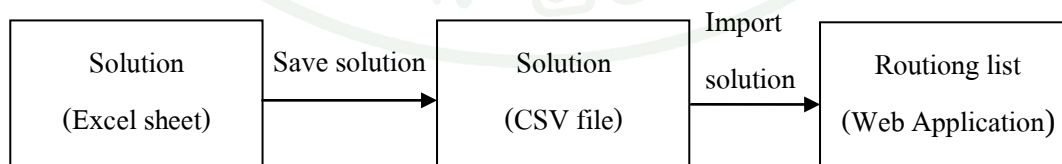
ขั้นตอนที่ 3 เว็บแอปพลิเคชันทำการวางข้อมูลที่อ่านมาจากฐานข้อมูลลงบนไฟล์เอ็กเซลล์ที่สร้างตามตำแหน่งที่ตั้งด้วยภาษาจาวาสคริป



ภาพที่ 19 การไหลของขั้นตอนการสร้างไฟล์จากฐานข้อมูล

7. การนำคำตอบที่คำนวณได้แสดงเป็นเส้นทางบนแผนที่

การนำคำตอบของเส้นทางที่คำนวณได้แสดงลงบนเว็บแอปพลิเคชัน มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถมองภาพของการขนส่งได้ดียิ่งขึ้น สำหรับขั้นตอนการนำคำตอบที่ได้ไปแสดงลงบนแผนที่ที่มีลำดับขั้นตอนดังภาพที่ 20



ภาพที่ 20 การนำคำตอบที่ได้จากเครื่องมือส่วนของการคำนวณเข้าสู่เว็บแอปพลิเคชัน

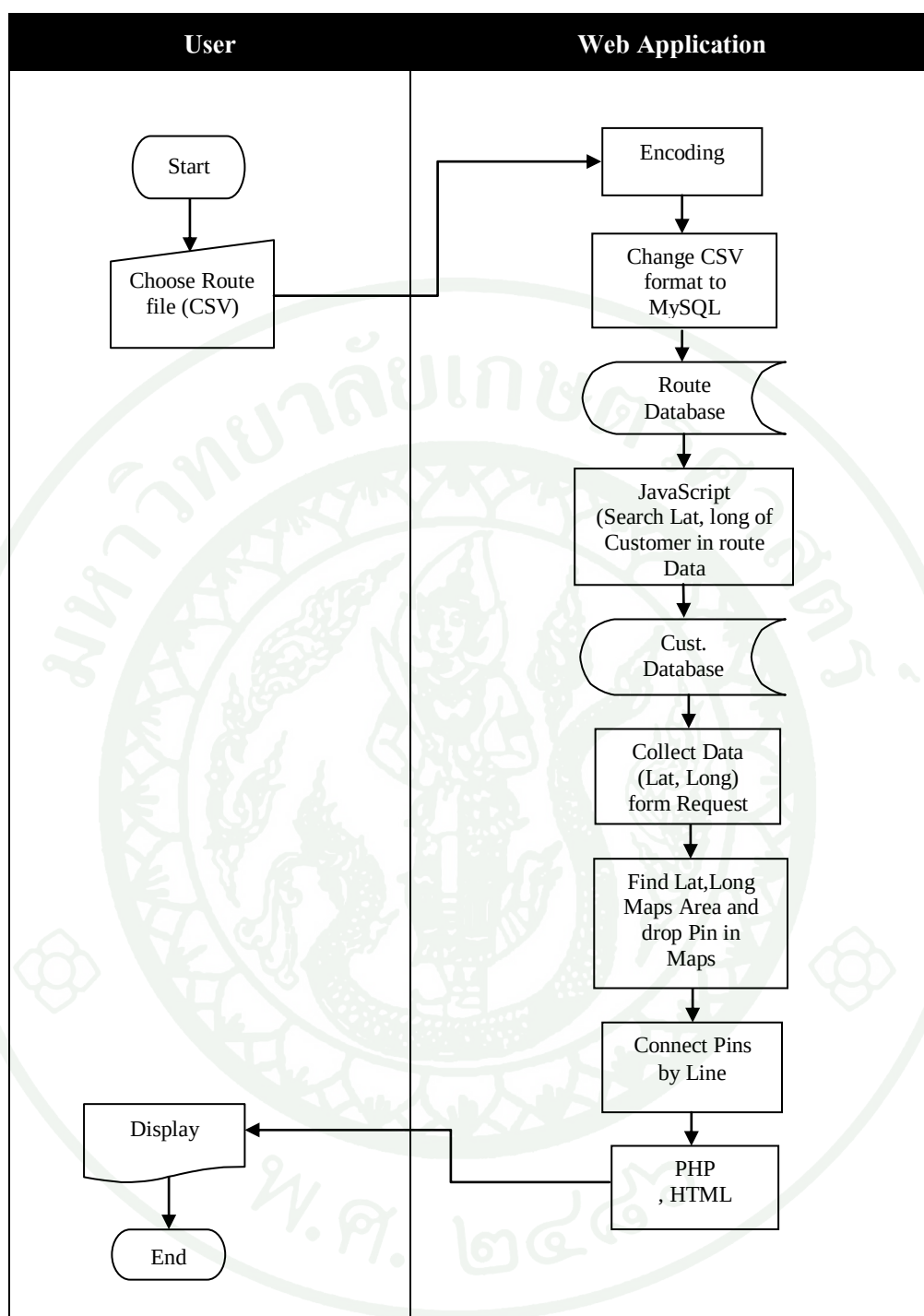
จากภาพการนำคำตอบเข้ามาแสดงในเว็บแอปพลิเคชันหลังจากที่ผู้ใช้งานคำนวณคำตอบเสร็จเรียบร้อยแล้วโปรแกรมจะทำการบันทึกคำตอบเป็นไฟล์คำตอบนามสกุลซีเอสวีโดยอัตโนมัติ ผู้ใช้งานต้องทำการอัปโหลดไฟล์คำตอบผ่านฟังก์ชันการอัปโหลดคำตอบของตัวเว็บแอปพลิเคชัน หลังจากนั้นเว็บแอปพลิเคชันจะนำคำตอบที่อัปโหลดไปพล็อตลงแผนที่โดยมีขั้นตอนที่เว็บแอปพลิเคชันทำการประมวลผลคำตอบเพื่อนำไปพล็อตและลากเส้นเชื่อมคำตอบมีดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 หลังจากผู้ใช้งานได้เส้นทางคำตอบมาจากในส่วนของเครื่องมือคำนวณแล้วทำการอัปโหลดเส้นทางคำตอบที่ได้ลงเว็บแอปพลิเคชันผ่านทางเมนูสำหรับการอัปโหลด โดยมีข้อแม้ว่าตัวเว็บแอปพลิเคชันต้องมีฐานข้อมูลทั้งหมดของลูกข่ายอัปโหลดไว้อยู่แล้ว

ขั้นตอนที่ 2 ผู้ใช้งานกดปุ่มฟังก์ชันการแสดงจุดคำตอบ เว็บแอปพลิเคชันจะทำการประมวลผลโดยการค้นหาละติจูดและลองจิจูดของเมืองที่เป็นเส้นทางคำตอบเพื่อนำเมืองเหล่านั้นมาเก็บไว้ ตัวอย่างเช่น ถ้าเส้นทางคำตอบคือ เมือง $2 > 1 > 3$ เว็บแอปพลิเคชันจะทำการค้นหาละติจูดและลองจิจูดของเมืองดังกล่าวโดยอ้างอิงจากลำดับในลิสต์และเก็บค่าละติจูดของเมืองทั้ง 3 เมืองข้างต้นเอาไว้และนำไปทำการประมวลผล

ขั้นตอนที่ 3 เว็บแอปพลิเคชันทำการนำละติจูดและลองจิจูดที่เก็บไว้มาหาตำแหน่งบนแผนที่หลังจากนั้นทำการครอบหมุดลงไปด้วยบนหมุดมีตัวอักษรแสดงลำดับเส้นทาง เช่น เส้นทางคำตอบคือเส้นทางเมือง $2 > 1 > 3$ ตามลำดับ ตัวอักษรที่แสดงบนหมุดที่อยู่บนตำแหน่งของเมืองที่ 2 คือตัว “A” หมุดที่อยู่บนตำแหน่งของเมืองที่ 1 คือตัว “B” และ หมายเลขบนหมุดที่เมืองที่ 3 คือตัว “C” เพื่อให้ผู้ใช้งานได้ดูตำแหน่งของเมืองที่ต้องนำสินค้าไปส่งและลำดับการส่งด้วย

ขั้นตอนที่ 4 เว็บแอปพลิเคชันทำการลากเชื่อมจุดคำตอบตามเส้นทางจริงบนถนนเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถดูเส้นทางของการขนส่งของยานพาหนะ



ภาพที่ 21 การไหลของขั้นตอนการนำเส้นทางคำตอบที่ได้พล็อตลงแผนที่

ผลและวิจารณ์

ผล

1. เครื่องมือการจัดเส้นทางยานพาหนะเพื่อการขนส่ง

โปรแกรมการจัดเส้นทางยานพาหนะเพื่อการขนส่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วน โดยส่วนแรกเป็นส่วนที่ใช้สำหรับการคำนวณหาเส้นทางยานพาหนะ ซึ่งส่วนนี้ส่วนควบคุมการทำงานทั้งหมดอยู่บนอิเล็กทรอนิกส์ และส่วนที่ 2 เป็นส่วนสำหรับการคำนวณเมตริกซ์ระยะทางและเวลา ซึ่งส่วนนี้จะถูกสร้างเป็นเว็บแอปพลิเคชันเพื่อเชื่อมต่อกับทางกูเกิลเชฟเวอร์เพื่อดึงระยะทาง โดยการใช้งานของแต่ละส่วนมีดังนี้

1.1 การใช้งานเครื่องมือการจัดเส้นทางยานพาหนะเพื่อการขนส่งในส่วน of เครื่องมือคำนวณ

1.1.1 หลังจากผู้ใช้งานทำการติดตั้งไฟล์เครื่องมือไว้ในตำแหน่งที่ระบุไว้ในภาคผนวก ก เรียบร้อยแล้วตัวเครื่องมือจะสามารถใช้งานได้อย่างปกติ สำหรับเครื่องมือที่ใช้สำหรับควบคุมการคำนวณหลักจะอยู่ในเวิร์กบุ๊กที่ชื่อ “Routing Planning.xml” โดยหน้าตาของเวิร์กบุ๊กจะมีหน้าตา ดังภาพที่ 22 ซึ่งสามารถแบ่งส่วนของการทำงานได้ 4 ส่วนตามที่แสดงหมายเลขบนภาพดังนี้ ส่วนที่ 1 เป็นส่วนสำหรับแสดงรายละเอียดยานพาหนะที่ผู้ใช้งานเลือกสำหรับการคำนวณ ส่วนที่ 2 เป็นส่วนสำหรับแสดงรายละเอียดของลูกค้าหรือจุดที่ผู้ใช้งานต้องการจะวางแผนส่งของ ส่วนที่ 3 เป็นส่วนที่สำหรับการแสดงเส้นทางคำตอบหลังจากการคำนวณ และส่วนที่ 4 เป็นส่วนควบคุมการทำงานของเครื่องมือ

ภาพที่ 22 ส่วนการทำงานของโปรแกรมการจัดเส้นทางยานพาหนะเพื่อการขนส่ง

1.1.2 การเลือกไฟล์ข้อมูลที่จะนำมาใช้อ้างอิงการคำนวณ ผู้ใช้งานสามารถเลือกไฟล์ข้อมูลที่จะนำมาทำการคำนวณตามที่ต้องการ ซึ่งไฟล์ข้อมูลที่แตกต่างกันข้อมูลดิบภายในก็ต่างกันด้วย โดยการเลือกไฟล์ข้อมูลที่จะนำมาใช้ผู้ใช้งานทำการกดปุ่ม “Change” ในส่วนควบคุมการทำงานของเครื่องมือซึ่งจะปรากฏฟอร์มขึ้นมาให้ผู้ใช้งานเลือกไฟล์ข้อมูลที่มีอยู่ในเครื่องมาใช้ในการคำนวณ หลังจากนั้นผู้ใช้งานทำการเลือกไฟล์ข้อมูลจากลิสต์แล้วกดปุ่ม “Change” ที่อยู่บนฟอร์ม หลังจากนั้นชื่อไฟล์ที่เลือกจะมาปรากฏบนกล่องข้อความดังภาพที่ 23 เป็นอันเสร็จสิ้นการเลือกไฟล์ข้อมูล

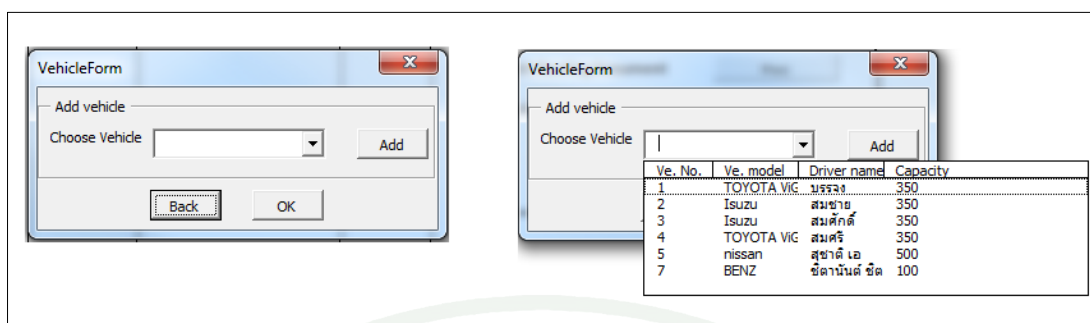
ภาพที่ 23 ตัวอย่างการเลือกไฟล์ข้อมูลที่จะนำอ้างอิงในการคำนวณ

1.1.3 ระบุประเภทของปัญหาที่ต้องการคำนวณ ก่อนที่ผู้ใช้งานจะทำการใส่ข้อมูลต่างๆ ที่จะนำมาทำการคำนวณผู้ใช้งานจะต้องทำการระบุเงื่อนไขสำหรับการคำนวณก่อน เช่น มีความต้องการของลูกค้าหรือไม่ มีเวลาที่ลูกค้ากำหนดในการส่งหรือไม่ หากมีผู้ใช้งานจะต้องทำการตีกรอบเครื่องหมายลูกกลิ้งไปในช่องในส่วนของปัญหา สำหรับการเลือก “Customer Demand” หมายถึง ประเภทของปัญหาที่ผู้ใช้งานต้องการคำนวณคือ ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่มีข้อจำกัดด้าน ความจุ หากเลือก “Customer Time Request” หมายถึงประเภทของปัญหาที่ผู้ใช้งานต้องการคำนวณ คือ ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่มีเรื่องเวลามาเกี่ยวข้อง หากเลือกทั้งคู่ หมายถึง ปัญหาที่ต้องการคำนวณมีข้อจำกัดทั้งคู่ หากไม่เลือกทั้ง 2 อย่าง หมายถึงปัญหาที่ต้องการคำนวณคือปัญหา การเดินทางของพนักงานขาย

Problem	☒ Customer Demand	☒ Customer Time Request
---------	---	---

ภาพที่ 24 ตัวอย่างการระบุปัญหาที่ต้องการคำนวณ

1.1.4 การเลือกยานพาหนะผู้ใช้งานสามารถเลือกยานพาหนะที่จะนำไปคำนวณผู้ใช้งาน สามารถเลือกได้โดยการกดปุ่ม “Select Vehicle” หน้าต่างสำหรับการเพิ่มยานพาหนะที่ต้องการ เลือกปรากฏขึ้นผู้ใช้งานสามารถเพิ่มยานพาหนะที่ต้องการได้ 2 วิธีคือการพิมพ์รหัสหรือจากการ เลือกจากข้อมูลที่ปรากฏซึ่งข้อมูลที่ปรากฏเป็นข้อมูลที่ถูกดึงมาจากซีท “Datafile” เมื่อเลือกเสร็จ ผู้ใช้งานกดปุ่ม “Add” ข้อมูลยานพาหนะที่เลือกจะไปปรากฏบนตารางข้อมูลยานพาหนะในสเปรด ชีท หากเลือกผิดสามารถย้อนกลับการเลือกไปได้โดยกดปุ่ม “Back” โดยการเลือกสามารถเลือก ยานพาหนะได้มากที่สุด 4 คัน เมื่อทำการเลือกยานพาหนะที่ต้องการเรียบร้อยแล้วให้กดปุ่ม “OK” จำนวนลูกค้าที่เลือกจะปรากฏในช่อง “#Vehicle” การระบุเวลาของยานพาหนะเพื่อแสดงเวลาของ ยานพาหนะที่พร้อมสำหรับการออกไปส่งของให้กับลูกค้าสามารถทำได้โดยการกดปุ่ม “Add Time” หลังจากนั้นผู้ใช้งานกรอกเวลาแล้วจึงกดปุ่ม “Add” เวลาจะแสดงในช่อง “Release Vehicle Time”



ภาพที่ 25 ตัวอย่างหน้าต่างสำหรับเพิ่มยานพาหนะ

#Vehicle Release Vehicle Time

Ve. No.	Ve. model	Driver name	Capacity
5	nissan	สุชาติ เอ	500
2	Isuzu	สมชาย	350
4	TOYOTA ViGo	สมศรี	350
1	TOYOTA ViGo	บรรจง	350
Ve. No.	Ve. model	Driver name	Capacity

ภาพที่ 26 ตัวอย่างส่วนสำหรับแสดงรายละเอียดยานพาหนะที่เลือก

1.1.5 การเลือกลูกค้าที่จะนำมาทำการคำนวณผู้ใช้งานสามารถเลือกโดยการกดปุ่ม “Select Customer” หน้าต่างสำหรับเลือกลูกค้าจะปรากฏขึ้นผู้ใช้งานสามารถเลือกลูกค้าที่ต้องการได้ 2 วิธีคือ การกรอกไอดีลูกค้าโดยตรงหรือเลือกจากข้อมูลที่ปรากฏซึ่งข้อมูลที่ปรากฏเป็นข้อมูลที่ถูกรวบรวมจากซีท “Datafile” ผู้ใช้งานต้องทำการเติมรายละเอียดเกี่ยวกับลูกค้าให้ครบทุกช่อง หลังจากนั้นให้กดปุ่ม “Add” ข้อมูลและรายละเอียดของลูกค้าจะปรากฏที่ตารางข้อมูลลูกค้า หากเลือกผิดสามารถย้อนกลับการเลือกไปได้โดยกดปุ่ม “Back” โดยสามารถเพิ่มลูกค้าที่จะทำการคำนวณสูงสุดได้ 20 ราย หลังจากเลือกลูกค้าที่จะทำการคำนวณครบผู้ใช้งานกดปุ่ม “OK” จำนวนลูกค้าที่เลือกจะปรากฏในช่อง “#Customer”

(1)

(3)

(2)

ภาพที่ 27 (1) หน้าต่างสำหรับเพิ่มลูกค้าของปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย

(2) หน้าต่างสำหรับเพิ่มลูกค้าของปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่มีข้อจำกัดด้าน
ความจุ

(3) หน้าต่างสำหรับเพิ่มลูกค้าของปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่มีเรื่องเวลามาเกี่ยวข้อง

#Customer:

Select Customer

no.	Customer ID.	ชื่อบริษัท	Demand	timeLb	timeUb	Unload Time
1	14567	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	100	8:00	10:00	10
7	12344	The Mall Bangkae	100	8:00	10:00	10
6	22234	เซ็นทรัล ปิ่นเกล้า	150	12:00	15:00	10
2	13289	Central Ladprao	10	15:00	16:00	10
3	14938	The Mall Ngam Wong Wan	15	8:00	9:00	10
10	56894	Central Rama 3	20	10:30	11:30	10
4	25123	Major Cineplex (Major Ratchayothin)	10	8:00	12:00	10
5	32456	ห้างเซ็นทรัลลาดพร้าว	250	13:00	14:00	10
8	22222	Central World	50	10:15	11:15	10
9	55555	Central Chidlom	15	10:15	12:00	10
11	26032	Central Rama 2	25	12:00	13:00	10
12	15289	Central Silom Complex	25	8:00	9:00	10
13	74654	Central Future Park Rangsit	10	8:00	16:00	10
no.	Customer ID.	ชื่อบริษัท	Demand	timeLb	timeUb	Unload Time

ภาพที่ 28 ตัวอย่างส่วนสำหรับแสดงรายละเอียดลูกค้าที่เลือก

1.1.6 การแสดงผลลัพธ์ของปัญหาที่คำนวณ หลังจากผู้ใช้งานกรอกข้อมูลต่างๆที่จำเป็นต้องใช้ในการคำนวณครบสมบูรณ์ผู้ใช้งานสามารถสั่งให้โปรแกรมเริ่มการคำนวณได้โดยการกดปุ่ม “SOLVE PROBLEM” เครื่องมือจะเริ่มเข้าสู่กระบวนการคำนวณซึ่งรายละเอียดได้กล่าวไปข้างต้นในหัวข้อ 5.2 เมื่อโปรแกรมทำการคำนวณเสร็จคำตอบที่ได้จะปรากฏขึ้นในช่องของรถแต่ละคันแสดงหน้าที่ความรับผิดชอบในการส่งของให้กับลูกค้าของรถแต่ละคันดังภาพที่ 29 จากภาพสามารถอ่านคำตอบได้คือ ยานพาหนะคันที่ 1 รับผิดชอบเส้นทางในการส่งสินค้าให้ลูกค้าเบอร์ 1>7>9>8>6>2 ตามลำดับ ยานพาหนะคันที่ 2 รับผิดชอบเส้นทางในการส่งสินค้าให้ลูกค้าเบอร์ 4>12>10>11>13 ตามลำดับ ยานพาหนะคันที่ 3 รับผิดชอบเส้นทางในการส่งสินค้าให้ลูกค้าเบอร์ 3>5 ตามลำดับและยานพาหนะคันที่ 4 รับผิดชอบเส้นทางในการส่งสินค้าให้ลูกค้าเบอร์ 11

Delivery Plan

No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ve1	5	0	1	7	9	8	6	2	0											
ve2	2	0	4	12	10	11	13	0												
ve3	4	0	3	5	0															
ve4	1	0	11	0																

Solve Problem SOLVE PROBLEM

Print Routing Document Print

Change Data Source Change

Update Vehicle and Customer Data

Click

ภาพที่ 29 ตัวอย่างการแสดงผลคำตอบของโปรแกรมการจัดเส้นทางยานพาหนะเพื่อการขนส่ง

1.1.7 การพิมพ์เส้นทางคำตอบออกมาเป็นเอกสาร ประโยชน์สำหรับการพิมพ์เส้นทางออกมาเพื่อให้พนักงานขับรถไปส่งของได้ทราบลำดับเส้นทางและระยะเวลาสำหรับการเดินทางเพื่อพนักงานขับรถจะได้วางแผนและควบคุมเวลารวมถึงของสำหรับจัดส่งให้อยู่ในเงื่อนไขที่กำหนด การสร้างเอกสารตารางการจัดส่งสามารถทำได้หลังจากการคำนวณคำตอบเสร็จสิ้น ผู้ใช้งานกดปุ่ม “Print” ในส่วนของการควบคุมที่อยู่ในหัวข้อ “Print Routing Document” ซึ่งจะปรากฏเอกสารดังภาพที่ 30 ภายในมีรายละเอียดของรถแต่ละคัน ระบุ เช่น ใครเป็นผู้ส่ง ใช้รถยี่ห้ออะไร ลำดับการส่ง ชื่อสถานที่และที่อยู่ของสถานที่ที่ต้องไปส่ง จำนวนสินค้าที่ต้องส่ง เวลานั้นนัดหมาย เวลาที่คาดว่าจะถึง เวลาถึงเร็วที่สุดที่เป็นไปได้ เวลาเข้าส่งของ และเวลารอคอยระหว่างเข้าส่งของ

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1											
2			ตารางการจัดส่งของสำหรับคนขับรถ								
3											
4		ชื่อ-นามสกุล พนักงานขับรถ :	สุชาติ เอ								
5		ยี่ห้อ-รุ่น :	nissan								
6											
7	ลำดับ	ชื่อสถานที่	ที่อยู่	จำนวน	เวลาเริ่มต้น	เวลาเข้าส่ง	เวลาถึง	เร็วที่สุด	เวลารอส่งของ		
8	การส่ง			ของ	ของ	ของ	ที่เกินไป	(นาที)			
9	1	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	50 Ngam Wong Wan Rd, Ladyaow Chatuchak Bangkok 10900	100	8:00 ถึง 10:00	8:13	8:13	8:13	0		
10	2	The Mall Bangkake	The Mall Bangkake เขต บางแค กรุงเทพมหานคร 10160	100	8:00 ถึง 10:00	8:44	8:44	8:44	0		
11	3	Central Chidlom	1027, Soi Somkid,, Thanon Phloen Chit, แขวง ลุมพินี เขต ปทุมวัน กรุงเทพมหานคร	15	10:15 ถึง 12:00	10:15	9:17	9:17	58		
12	4	Central World	Pathum Wan, Bangkok 10330	50	10:15 ถึง 11:15	10:26	10:26	9:28	0		
13	5	เซ็นทรัล ปิ่นเกล้า	7/1 Borom Rachachonnane Rd., Arun Amarin, Bangkok Noi, Bangkok 10700	150	12:00 ถึง 15:00	12:00	10:57	9:59	63		
14	6	Central Ladprao	1697 ศูนย์การค้าเซ็นทรัล ลาดพร้าว ยูนิคG64-66 ชั้นG ถ.พหลโยธิน 13 48 59	10	15:00 ถึง 16:00	15:00	12:32	10:31	148		
15	7										
16											

ภาพที่ 30 ตัวอย่างเอกสารที่ระบุรายละเอียดสำหรับพนักงานขับรถ

1.2 การใช้เครื่องมือการจัดเส้นทางยานพาหนะเพื่อการขนส่งในส่วน of เว็บแอปพลิเคชัน

1.2.1 การเรียกใช้งานเว็บแอปพลิเคชันสามารถเรียกได้ 2 วิธี คือ เรียกผ่านเอจเชลล์สเปคตริทในส่วนของการคำนวณ และเรียกใช้งานผ่านเว็บเบราว์เซอร์โดยการพิมพ์ยูอาร์แอล “http://localhost/projects/mapsave” โดยการเรียกผ่านเอจเชลล์สามารถทำได้โดยการกดปุ่ม “Click” ในส่วนควบคุมของเครื่องมือหลังจากนั้นหน้าเว็บแอปพลิเคชันจะปรากฏขึ้นดังภาพที่ 31

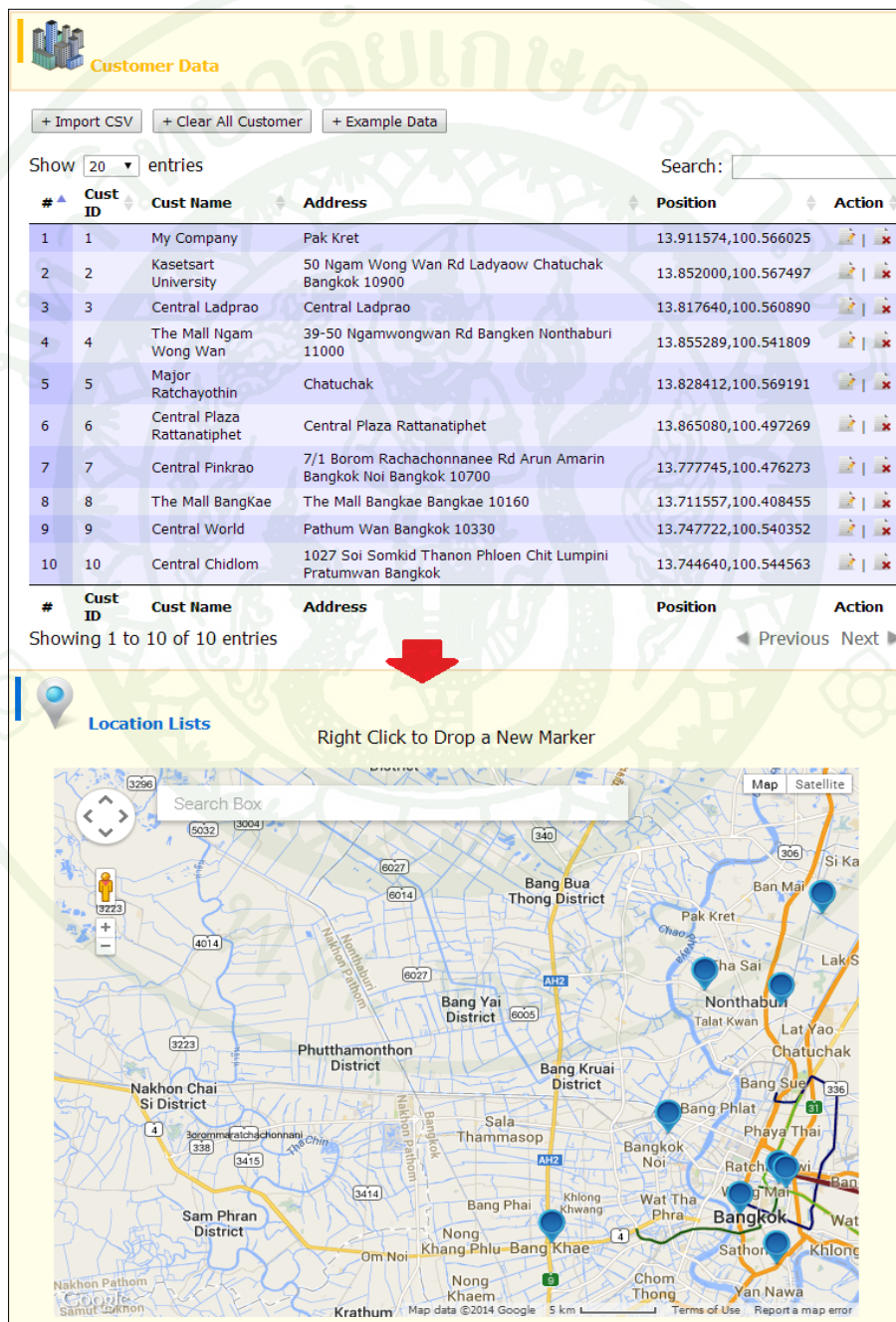


ภาพที่ 31 ตัวอย่างหน้าเว็บแอปพลิเคชัน

1.2.2 การเพิ่มหรืออัปเดตข้อมูลลงสู่ฐานข้อมูล เนื่องจากเริ่มต้นเว็บแอปพลิเคชันจะไม่มีข้อมูลใดๆอยู่ในฐานข้อมูลเนื่องจากวัตถุประสงค์หลักของการสร้างเว็บแอปพลิเคชันคือการสร้างเว็บให้เปรียบเสมือนเครื่องมือสำหรับการจัดการข้อมูลและสร้างเมทริกซ์เพื่อนำไปอ้างอิงในการคำนวณในส่วนของการคำนวณต่อไป ดังนั้นผู้ใช้งานต้องทำการเพิ่มข้อมูลหรืออัปเดตข้อมูลที่มีอยู่บนเครื่องลงไปในฐานข้อมูลโดยฐานข้อมูลที่ต้องทำการอัปเดตมีอยู่ 2 ส่วน ส่วนที่ 1 คือ ฐานข้อมูลลูกค้า และส่วนที่ 2 คือ ฐานข้อมูลยานพาหนะ ซึ่งมีวิธีการเพิ่มหรืออัปเดตดังนี้

ก. การเพิ่มหรืออัปเดตฐานข้อมูลลูกค้า โดยเริ่มแรกหากผู้ใช้งานไม่มีข้อมูลใดๆอยู่ในเครื่องที่จะนำมาอัปเดตเข้าฐานข้อมูลผู้ใช้งานสามารถเริ่มสร้างข้อมูลใหม่ได้โดยเข้าสู่หน้าหลักที่ที่แผนที่หรือเลือกเมนูด้านขวามือที่มีชื่อ “Location List” หลังจากนั้นทำการคลิกขวาลงบนตำแหน่งที่ต้องการบนแผนที่จะปรากฏหมุม ณ ตำแหน่งที่เราคลิกเพื่อแสดงให้ผู้ใช้งานทราบว่า

กรณีผู้ใช้งานมีข้อมูลลูกค้าอยู่ในเครื่องที่ต้องการอัปโหลดอยู่แล้วผู้ใช้งานเลือกเมนู “Customer Data” หลังจากนั้นกดปุ่ม “+Import CSV” หลังจากนั้นกดปุ่ม “Choose File” และเลือกไฟล์ข้อมูลลูกค้าตามสกุลซีเอสวีที่ต้องการอัปโหลด กดปุ่ม “Submit” ข้อมูลลูกค้าที่อัปโหลดมาจากเครื่องจะแสดงบนตารางในหน้า “Customer Data” และแผนที่บริเวณหน้า “Location Lists” จะปรากฏตำแหน่งของลูกค้าที่ผู้ใช้งานได้ทำการอัปโหลดดังภาพที่ 33



Customer Data

+ Import CSV + Clear All Customer + Example Data

Show 20 entries Search:

#	Cust ID	Cust Name	Address	Position	Action
1	1	My Company	Pak Kret	13.911574,100.566025	
2	2	Kasetsart University	50 Ngam Wong Wan Rd Ladyaow Chatuchak Bangkok 10900	13.852000,100.567497	
3	3	Central Ladprao	Central Ladprao	13.817640,100.560890	
4	4	The Mall Ngam Wong Wan	39-50 Ngamwongwan Rd Bangken Nonthaburi 11000	13.855289,100.541809	
5	5	Major Ratchayothin	Chatuchak	13.828412,100.569191	
6	6	Central Plaza Rattanaipheth	Central Plaza Rattanaipheth	13.865080,100.497269	
7	7	Central Pinkrao	7/1 Borom Rachachonnane Rd Arun Amarin Bangkok Noi Bangkok 10700	13.777745,100.476273	
8	8	The Mall BangKae	The Mall BangKae BangKae 10160	13.711557,100.408455	
9	9	Central World	Pathum Wan Bangkok 10330	13.747722,100.540352	
10	10	Central Chidlom	1027 Soi Somkid Thanon Phloen Chit Lumpini Pratumwan Bangkok	13.744640,100.544563	

Showing 1 to 10 of 10 entries Previous Next

Location Lists

Right Click to Drop a New Marker

Search Box

Map Satellite

Map data ©2014 Google 5 km Terms of Use Report a map error

ภาพที่ 33 ตัวอย่างผลการอัปโหลดข้อมูลลูกค้าจากเครื่องลงฐานข้อมูล

ข. การเพิ่มหรืออัปเดตข้อมูลยานพาหนะ โดยเริ่มแรกหากผู้ใช้งานไม่มีข้อมูลใดๆอยู่ในเครื่องที่จะนำมาอัปเดตเข้าฐานข้อมูลผู้ใช้งานสามารถเริ่มสร้างข้อมูลใหม่โดยการเลือกเมนู “Vehicle Data” หลังจากนั้นผู้ใช้งานทำการกด “Add New” จะปรากฏหน้าต่างสำหรับการกรอกข้อมูลและรายละเอียด ผู้ใช้งานทำการกรอกข้อมูลรายละเอียดของยานพาหนะทั้งหมด หลังจากนั้นกดปุ่ม “Submit” ข้อมูลยานพาหนะจะปรากฏขึ้นดังภาพที่ 34

Add Vehicle Data

Vehicle ID:

Vehicle Code:

Vehicle Model:

Vehicle Driver:

Vehicle Capacity:

Vehicle Data

Show entries

Search:

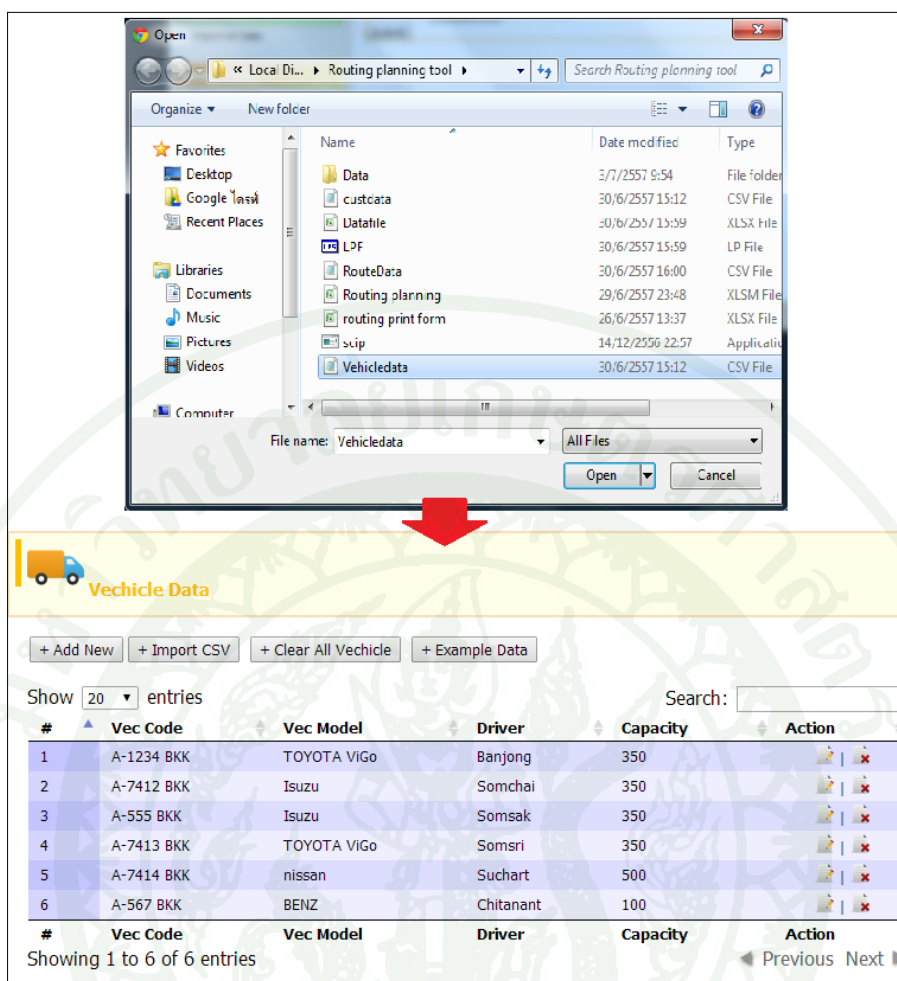
#	Vec Code	Vec Model	Driver	Capacity	Action
1	A-1234 BKK	D-max	Mr.suchart	200	

Showing 1 to 1 of 1 entries

◀ Previous Next ▶

ภาพที่ 34 ตัวอย่างผลการสร้างข้อมูลยานพาหนะใหม่

ในกรณีผู้ใช้งานมีข้อมูลยานพาหนะเตรียมอยู่บนเครื่องแล้วแล้วผู้ใช้งานเลือกเมนู “Vehicle Data” หลังจากนั้นกดปุ่ม “+Import CSV” หลังจากนั้นกดปุ่ม “Choose File” และเลือกไฟล์ข้อมูลยานพาหนะนามสกุลซีเอสวีที่ต้องการอัปเดต กดปุ่ม “Submit” ข้อมูลลูกค้าที่อัปเดตมาจากเครื่องจะปรากฏขึ้นบนตารางในหน้า “Vehicle Data” ดังภาพที่ 35

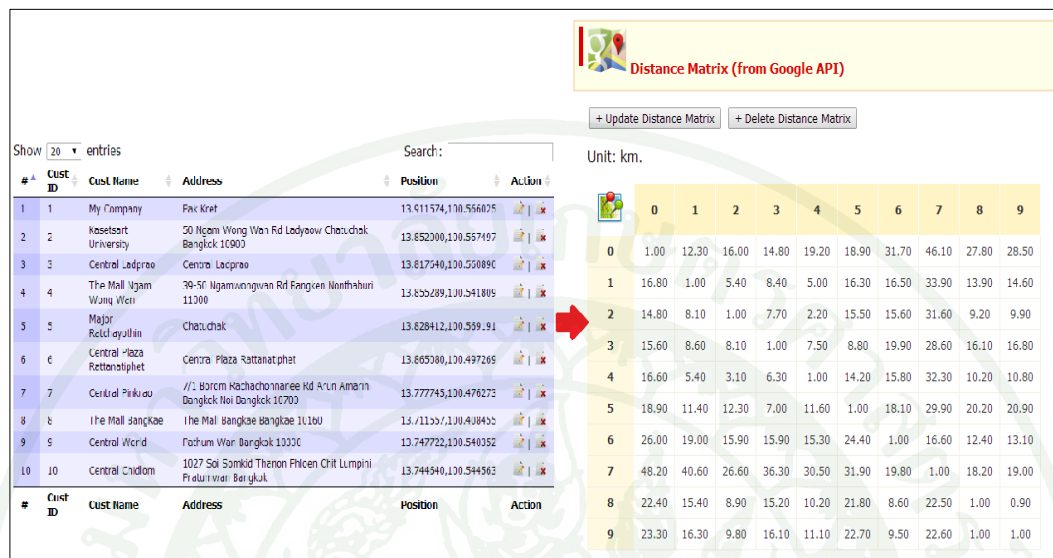


ภาพที่ 35 ตัวอย่างผลการอัปโหลดข้อมูลยานพาหนะจากบนเครื่องลงฐานข้อมูล

1.2.3 การสร้างเมทริกซ์ระยะทางและเวลา ผู้ใช้งานต้องทำการอัปโหลดข้อมูลลูกค้าให้เรียบร้อยเสียก่อนเนื่องจากการสร้างเมทริกซ์ตัวเว็บแอปพลิเคชันจะดึงละติจูดและลองจิจูดในของข้อมูลลูกค้าในส่วน of “Custsomer Data” ทั้งหมดแล้วนำค่าละติจูดและลองจิจูดเหล่านั้นทำการร้องขอไปยังกูเกิลเชฟเวอร์เพื่อดึงค่าเมทริกซ์กลับมา ซึ่งหากมีข้อมูลดังกล่าวอยู่บนฐานข้อมูลเรียบร้อยแล้วผู้ใช้งานสามารถทำการเริ่มสร้างเมทริกซ์ระยะทางและเวลาได้ดังนี้

ก. การสร้างเมทริกซ์ระยะทางผู้ใช้งานเลือกเมนู “Distance Matrix” ทางซ้ายมือเว็บแอปพลิเคชันจะเข้าสู่หน้า “Distance Matrix (Form Google API)” ผู้ใช้งานกดปุ่ม “+Update Distance Matrix” แล้วทำการรอกอยจนกว่าจะมีตารางเมทริกซ์ปรากฏขึ้นซึ่งเมทริกซ์ที่สร้างเว็บแอปพลิเคชันจะอ้างอิงจากข้อมูลของลูกค้าที่ได้สร้างในหัวข้อ 1.2.2 จากภาพจะเห็นว่าฐานข้อมูลมี

ลูกค้า 10 ราย ดังนั้นเมทริกซ์ที่ได้จะปรากฏระยะทาง (Form to) ของลูกค้าทั้ง 10 รายขึ้นเป็นอันเสร็จสิ้นขั้นตอนการสร้างเมทริกซ์ระยะทาง



ภาพที่ 36 ตัวอย่างผลการสร้างเมทริกซ์ระยะทางจากฐานข้อมูล

ข. การสร้างเมทริกซ์เวลาผู้ใช้งานเลือกเมนู “Time Matrix” ทางซ้ายมือเว็บแอปพลิเคชันจะเข้าสู่หน้า “Time Matrix (from Google API)” ผู้ใช้งานกดปุ่ม “+Update Time Matrix” แล้วทำการรอกอยจนกว่าจะมีตารางเมทริกซ์ปรากฏขึ้นซึ่งเมทริกซ์ที่สร้างเว็บแอปพลิเคชันจะอ้างอิงจากข้อมูลของลูกค้าที่ได้สร้างในหัวข้อ 1.2.2 จากภาพจะเห็นว่าฐานข้อมูลมีลูกค้า 10 ราย ดังนั้นเมทริกซ์เวลาที่ได้จะปรากฏเวลา (Form to) ของลูกค้าทั้ง 10 รายขึ้นเป็นอันเสร็จสิ้นขั้นตอนการสร้างเมทริกซ์เวลา

<

ภาพที่ 37 ตัวอย่างผลการสร้างเมทริกซ์เวลาจากฐานข้อมูล

1.2.4 การเพิ่มข้อมูลลูกค้าข้อมูลยานพาหนะและข้อมูลเมทริกซ์จากข้อมูลที่มีอยู่

วัตถุประสงค์ของการใช้เรียกใช้เว็บแอปพลิเคชันส่วนหนึ่งคือการสร้างข้อมูลใหม่และนำข้อมูลเหล่านั้นไปใช้ในการอ้างอิงในการคำนวณ และอีกวัตถุประสงค์หนึ่งสำหรับการใช้เว็บแอปพลิเคชันและเกี่ยวข้องกับขั้นตอนนี้โดยตรงคือการนำข้อมูลที่มีอยู่มาแก้ไขสร้างข้อมูลหรืออัปเดตข้อมูลเพิ่มเติมให้ข้อมูลที่มีอยู่เพิ่มมากขึ้น เช่น การได้รับข้อมูลลูกค้ารายใหม่ การได้ยานพาหนะใหม่ หรือข้อมูลที่มีอยู่เดิมเช่น เมทริกซ์อาจจะล้าสมัยและต้องการอัปเดตข้อมูลให้เป็นปัจจุบันยิ่งขึ้น ซึ่งการเพิ่มลูกค้าใหม่ต้องทำหลังจากการอัปเดตข้อมูลที่มีอยู่และสร้างเมทริกซ์เสร็จเสียก่อน (การอัปเดตข้อมูลในหัวข้อ 1.2.2 และการสร้างเมทริกซ์ในหัวข้อที่ 1.2.3) หลังจากนั้นผู้ใช้งานจึงทำการเพิ่มข้อมูลจากที่ต้องการ โดยมีวิธีการดังต่อไปนี้

ก. การเพิ่มข้อมูลลูกค้าเทคนิคนี้จะเหมือนการสร้างข้อมูลลูกค้าใหม่ในหัวข้อ 1.2.2 (ก.) โดยวิธีการคือ ผู้ใช้งานทำการเลือกเมนู “Location List” หลังจากนั้นทำการคลิกขวาตรงจุดลูกค้ารายใหม่ลงในแผนที่และกรอกรายละเอียดต่างๆ ให้ครบและทำการกดปุ่ม “Save Marker Details” ข้อมูลลูกค้ารายใหม่ (รายชื่อ 11) จะปรากฏดังภาพที่ 38

Location Lists Right Click to Drop a New Marker

Search Box

Location Name: New Marker

Description:

Cust ID : 11111

Cust Name : LamLuk ka

Address : LamLuk ka

Type : Place

Save Marker Details

Position: (13.963388675891338, 100.86685180664062)

Remove Marker

Customer Data

+ Import CSV + Clear All Customer + Example Data

Show 20 entries Search:

#	Cust ID	Cust Name	Address	Position	Action
1	1	My Company	Pek Kret	13.911574,100.566025	
2	2	Kasetsart University	50 Ngam Wong Wan Rd Ladyao Chaturak Bangkok 10900	13.852000,100.567497	
3	3	Central Ladprao	Central Ladprao	13.817640,100.560890	
4	4	The Mall Ngam Wong Wan	39-50 Ngamwongwan Rd Banglen Nonthaburi 11000	13.855289,100.541809	
5	5	Major Ratchayothin	Chatuchak	13.828412,100.569191	
6	6	Central Plaza Rattana	Central Plaza Rattana	13.865080,100.497269	
7	7	Central Pinkrao	7/1 Sorom Rachachonnane Rd Arun Amarin Bangkok Noi Bangkok 10700	13.777745,100.476273	
8	8	The Mall Bangkai	The Mall Bangkai Bangkok 10160	13.711557,100.408455	
9	9	Central World	Pathum Wan Bangkok 10330	13.747722,100.540352	
10	10	Central Chidlom	1027 Soi Somkid Thanon Phloen Chit Lumpini Pratumwan Bangkok	13.744640,100.544563	
11	13	LamLuk ka	LamLuk ka	13.971385,100.770035	

Showing 1 to 11 of 11 entries Previous Next

ภาพที่ 38 ตัวอย่างผลการเพิ่มข้อมูลลูกค้าจากข้อมูลเดิมที่มีอยู่

ข. การเพิ่มข้อมูลยานพาหนะเทคนิควิธีจะเหมือนการสร้างยานพาหนะใหม่ในหัวข้อที่ 1.2.2 (ข.) โดยวิธีการคือเลือกเมนู “Vehicle Data” ทางด้านซ้ายมือหลังจากนั้นกดปุ่ม “+Add New” จะมีหน้าต่างสำหรับการกรอกข้อมูลยานพาหนะรายใหม่ขึ้นมาผู้ใช้งานทำการกรอกข้อมูลยานพาหนะจนครบและกดปุ่ม “Submit.” ข้อมูลยานพาหนะคันใหม่ (คันที่ 7) จะปรากฏขึ้นดังภาพที่ 39

Add Vehicle Data

Vehicle ID: 7

Vehicle Code: B-1234 BKK

Vehicle Model: D-max

Vehicle Driver: som

Vehicle Capacity: 450

Submit

Vehicle Data

+ Add New + Import CSV + Clear All Vehicle + Example Data

Show 20 entries Search:

#	Vec Code	Vec Model	Driver	Capacity	Action
1	A-1234 BKK	TOYOTA ViGo	Banjong	350	
2	A-7412 BKK	Isuzu	Sornchai	350	
3	A-555 BKK	Isuzu	Somsak	350	
4	A-7413 BKK	TOYOTA ViGo	Somsri	350	
5	A-7414 BKK	nissan	Suchart	500	
6	A-567 BKK	BENZ	Chitanant	100	
7	B-1234 BKK	D-max	som	450	

ภาพที่ 39 ตัวอย่างผลการเพิ่มข้อมูลยานพาหนะจากข้อมูลเดิมที่มีอยู่

ค. การอัปเดตข้อมูลเมทริกซ์ระยะทางและเวลา หลังจากผู้ใช้งานทำการเพิ่มข้อมูลลูกค้าและยานพาหนะผู้ใช้งานสามารถทำการสร้างเมทริกซ์เพิ่มให้ข้อมูลเมทริกซ์และข้อมูลลูกค้ามีความสอดคล้องกัน (ผู้ใช้งานสามารถเพิ่มข้อมูลลูกค้าที่รายก็ได้แล้วจึงมากดอัปเดตเมทริกซ์ในครั้งเดียว) โดยวิธีการการอัปเดตเมทริกซ์คือ ผู้ใช้งานเลือกเมนู “Distance Matrix” หลังจากนั้นกดปุ่ม “+Update Distance Matrix” และรอจนกว่าเมทริกซ์ใหม่จะปรากฏซึ่งจะมีการสร้างเมทริกซ์ในส่วนของลูกค้าที่เพิ่มเข้ามา และในทำนองเดียวกันการสร้างเมทริกซ์เวลาสามารถทำได้โดยวิธีที่คล้ายกันคือ ผู้ใช้งานเลือกเมนู “Time Matrix” หลังจากนั้นทำการกด “+Update Time Matrix” ซึ่งข้อมูลเมทริกซ์ที่ปรากฏขึ้นจะเป็นไปดังภาพที่ 40 จะเห็นว่าข้อมูลลูกค้ารายที่ 11 จะปรากฏขึ้นบนเมทริกซ์ (โดยการอัปเดตเมทริกซ์ตัวโปรแกรมจะทำการอัปเดตเฉพาะแถวและหลักของข้อมูลที่เพิ่มขึ้นมาใหม่เท่านั้นโดยข้อมูลเมทริกซ์ส่วนเดิมที่มีอยู่เดิมจะยังคงอยู่โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลง)

Customer Data

+ Import CSV + Clear All Customer + Example Data

Show 20 entries Search:

#	Cust ID	Cust Name	Address	Position	Action
1	1	My Company	Pak Kret	13.911574,100.566025	
2	2	Kasetsart University	50 Ngam Wong Wan Rd Ladyaow Chatuchak Bangkok 10900	13.852000,100.567497	
3	3	Central Ladprao	Central Ladprao	13.817640,100.560890	
4	4	The Mall Ngam Wong Wan	39-50 Ngamwongwan Rd Bangken Nonthaburi 11000	13.855289,100.541809	
5	5	Major Ratchayothin	Chatuchak	13.828412,100.569191	
6	6	Central Plaza Rattanaiphiet	Central Plaza Rattanaiphiet	13.865080,100.497269	
7	7	Central Pinkrao	7/1 Borom Rachachonnanee Rd Arun Amarin Bangkok Noi Bangkok 10700	13.777745,100.476273	
8	8	The Mall Bangkoe	The Mall Bangkoe Bangkoe 10160	13.711557,100.408455	
9	9	Central World	Pathum Wan Bangkok 10330	13.747722,100.540352	
10	10	Central Chidlom	1027 Soi Somkid Thanon Phloen Chit Lumpini Pratumwan Bangkok	13.744640,100.544563	
11	11	LamLuk ka	LamLuk ka	13.971385,100.770035	

Distance Matrix (from Google API)

+ Update Distance Matrix + Delete Distance Matrix

Unit: km.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	1.00	12.30	16.00	14.80	19.20	18.90	31.70	46.10	27.80	28.50	33.10
1	16.80	1.00	5.40	8.40	5.00	16.30	16.50	33.90	13.90	14.60	35.90
2	14.80	8.10	1.00	7.70	2.20	15.50	15.60	31.60	9.20	9.90	38.20
3	15.60	8.60	8.10	1.00	7.50	8.80	19.90	28.60	16.10	16.80	39.50
4	16.60	5.40	3.10	6.30	1.00	14.20	15.80	32.30	10.20	10.80	34.80
5	18.90	11.40	12.30	7.00	11.60	1.00	18.10	29.90	20.20	20.90	42.30
6	26.00	19.00	15.90	15.90	15.30	24.40	1.00	16.60	12.40	13.10	55.20
7	48.20	40.60	26.60	36.30	30.50	31.90	19.80	1.00	18.20	19.00	63.00
8	22.40	15.40	8.90	15.20	10.20	21.80	8.60	22.50	1.00	0.90	42.20
9	23.30	16.30	9.80	16.10	11.10	22.70	9.50	22.60	1.00	1.00	43.10
10	44.90	37.80	41.40	40.80	37.20	48.50	53.20	69.10	44.10	44.80	1.00

Time Matrix (from Google API)

+ Update Time Matrix + Delete Time Matrix

Unit: km.

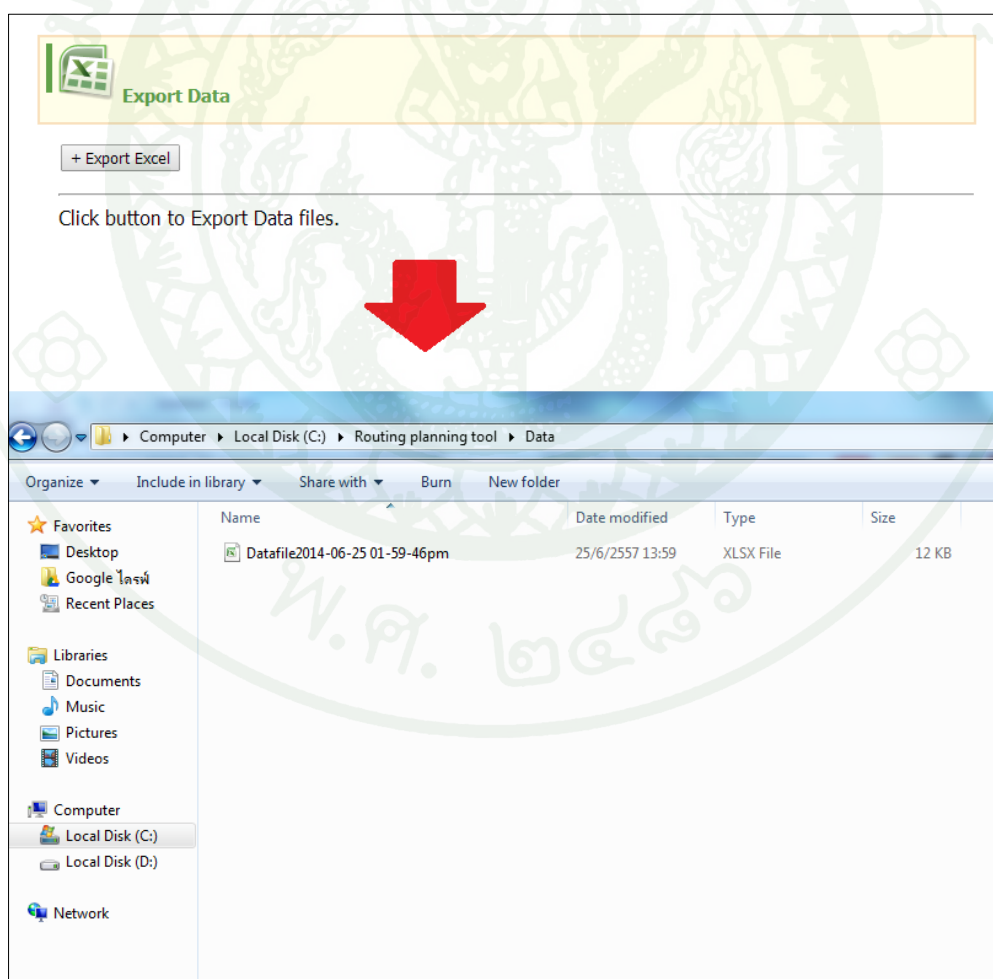
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	1.00	21.00	22.00	19.00	21.00	29.00	35.00	45.00	31.00	33.00	50.00
1	27.00	1.00	10.00	13.00	9.00	25.00	24.00	36.00	18.00	20.00	42.00
2	21.00	13.00	1.00	10.00	6.00	22.00	24.00	34.00	13.00	15.00	44.00
3	20.00	14.00	12.00	1.00	10.00	15.00	24.00	27.00	20.00	22.00	46.00
4	23.00	11.00	6.00	9.00	1.00	21.00	23.00	34.00	15.00	17.00	40.00
5	24.00	16.00	16.00	11.00	14.00	1.00	28.00	29.00	25.00	27.00	48.00
6	38.00	28.00	24.00	27.00	22.00	28.00	1.00	18.00	21.00	23.00	56.00
7	48.00	40.00	34.00	35.00	34.00	33.00	22.00	1.00	30.00	32.00	1.00
8	27.00	17.00	12.00	16.00	15.00	28.00	19.00	30.00	1.00	3.00	42.00
9	30.00	20.00	14.00	19.00	17.00	30.00	19.00	29.00	3.00	1.00	44.00
10	54.00	44.00	45.00	49.00	43.00	59.00	56.00	1.00	46.00	48.00	1.00

ภาพที่ 40 การอัปเดตข้อมูลเมทริกซ์ระยะทางและเวลา

1.2.5 การสร้างไฟล์ข้อมูลจากฐานข้อมูลสำหรับนำไปใช้อ้างอิงในการคำนวณ

โดยวัตถุประสงค์หลักของการสร้างเว็บแอปพลิเคชันคือการให้เว็บแอปพลิเคชันเป็นเครื่องมือสำหรับการจัดการข้อมูลและสร้างเมตริกซ์ระยะทางและเวลาที่คิดตามเส้นทางจริงเพื่อนำไปใช้ในการคำนวณเพื่อให้คำตอบที่ได้มีความถูกต้องและใกล้เคียงกับความจริงมากที่สุด

ซึ่งขั้นตอนนี้จะเป็นการนำไฟล์ที่สร้างจากเว็บออกมาเป็นข้อมูลสำหรับการคำนวณ โดยขั้นตอนการสร้างไฟล์จากฐานข้อมูลคือ ผู้ใช้งานทำการเลือกเมนู “Excel Format” ตรงหัวข้อ “Export Data” หลังจากนั้นกดปุ่ม “+ Export Excel.” เว็บแอปพลิเคชันจะทำการเซฟไฟล์เป็นไฟล์เอ็กเซลดังภาพที่ 41 โดยชื่อไฟล์ที่บันทึกจะชื่อ “Datafile” ตามด้วยวันและเวลาที่ผู้ใช้งานสั่งบันทึกข้อมูล



ภาพที่ 41 การส่งออกข้อมูลในฐานข้อมูลออกมาเป็นเอ็กเซลไฟล์

โดยไฟล์ที่สร้างจากขั้นตอนนี้จะถูกนำไปเก็บไว้ในโฟลเดอร์สำหรับการเก็บไฟล์ข้อมูลโดยเฉพาะและหลังจากนั้นตัวเครื่องมือการจัดเส้นทางยานพาหนะในส่วนของการคำนวณจะทำการดึงไฟล์เหล่านี้ไปทำการคำนวณต่อไปโดยในหัวข้อ 1.1.2 เป็นการนำไฟล์ที่สร้างมาจากเว็บแอปพลิเคชันไปทำการคำนวณในส่วนของการคำนวณต่อไป

ไฟล์ข้อมูลที่สร้างขึ้นจากเว็บแอปพลิเคชันจะประกอบด้วย 4 เอ็กเซลล์เวิร์กชีต (Excel-Worksheets) ได้แก่ชีทข้อมูลของลูกค้า ชีทข้อมูลเมทริกซ์ระยะทาง ชีทข้อมูลเมทริกซ์เวลา และชีทข้อมูลยานพาหนะ ตามลำดับโดยมีตัวอย่างดังนี้

	A	B	C	D	E	F
1	No.	Customer ID.	ชื่อบริษัท	ที่อยู่	cood X	cood y
2	1	0	My Company	Pak Kret	13.911574	100.566025
3	2	14567	Kasetsart University	50 Ngam Wong Wan Rd Ladyaow Chatuchak Bangkok 10900	13.852	100.567497
4	3	13289	Central Ladprao	Central Ladprao	13.81764	100.56089
5	4	14938	The Mall Ngam Wong Wan	39-50 Ngamwongwan Rd Bangken Nonthaburi 11000	13.855289	100.541809
6	5	25123	Major Ratchayothin	Chatuchak	13.828412	100.569191
7	6	32456	Central Plaza Rattanathiphet	Central Plaza Rattanathiphet	13.86508	100.497269
8	7	22234	Central Pinkrao	7/1 Borom Rachachonnane Rd Arun Amarin Bangkok Noi Bangkok 10700	13.777745	100.476273
9	8	12344	The Mall BangKae	The Mall BangKae BangKae 10160	13.711557	100.408455
10	9	22222	Central World	Pathum Wan Bangkok 10330	13.747722	100.540352
11	10	55555	Central Chidlom	1027 Soi Somkid Thanon Phloen Chit Lumpini Pratumwan Bangkok	13.74464	100.544563
12	11	11111	LamLuk ka	LamLuk ka	13.971385	100.770035
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						

ภาพที่ 42 ตัวอย่างชีทข้อมูลยานพาหนะ

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
2		0	0	12.3	16	14.8	19.2	18.9	31.7	46.1	27.8	28.5	33.1	
3		1	16.8	0	5.4	8.4	5	16.3	16.5	33.9	13.9	14.6	35.9	
4		2	14.8	8.1	0	7.7	2.2	15.5	15.6	31.6	9.2	9.9	38.2	
5		3	15.6	8.6	8.1	0	7.5	8.8	19.9	28.6	16.1	16.8	39.5	
6		4	16.6	5.4	3.1	6.3	0	14.2	15.8	32.3	10.2	10.8	34.8	
7		5	18.9	11.4	12.3	7	11.6	0	18.1	29.9	20.2	20.9	42.3	
8		6	26	19	15.9	15.9	15.3	24.4	0	16.6	12.4	13.1	55.2	
9		7	48.2	40.6	26.6	36.3	30.5	31.9	19.8	0	18.2	19	63	
10		8	22.4	15.4	8.9	15.2	10.2	21.8	8.6	22.5	0	0.9	42.2	
11		9	23.3	16.3	9.8	16.1	11.1	22.7	9.5	22.6	0	0	43.1	
12		10	44.9	37.8	41.4	40.8	37.2	48.5	53.2	69.1	44.1	44.8	0	
13														
14														
15														
16														
17														

ภาพที่ 43 ตัวอย่างชีทข้อมูลเมทริกซ์ระยะทาง

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
2		0	21	22	19	21	29	35	45	31	33	50		
3		1	27	0	10	13	9	25	24	36	18	20	42	
4		2	21	13	0	10	6	22	24	34	13	15	44	
5		3	20	14	12	0	10	15	24	27	20	22	46	
6		4	23	11	6	9	0	21	23	34	15	17	40	
7		5	24	16	16	11	14	0	28	29	25	27	48	
8		6	38	28	24	27	22	28	0	18	21	23	56	
9		7	48	40	34	35	34	33	22	0	30	32	0	
10		8	27	17	12	16	15	28	19	30	0	3	42	
11		9	30	20	14	19	17	30	19	29	3	0	44	
12		10	54	44	45	49	43	59	56	0	46	48	0	
13														
14														
15														
16														
17														

ภาพที่ 44 ตัวอย่างข้อมูลเมทริกซ์เวลา

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Ve. No.	Ve. Code	Ve. model	Driver name	Capacity							
2	1	A-1234 BKK	TOYOTA ViGo	Banjong	350							
3	2	A-7412 BKK	Isuzu	Somchai	350							
4	3	A-555 BKK	Isuzu	Somsak	350							
5	4	A-7413 BKK	TOYOTA ViGo	Somsri	350							
6	5	A-7414 BKK	nissan	Suchart	500							
7	6	A-567 BKK	BENZ	Chitanant	100							
8	7	B-1234 BKK	D-max	som	450							
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												

ภาพที่ 45 ตัวอย่างข้อมูลยานพาหนะ

1.2.6 การนำคำตอบที่คำนวณได้ในส่วนของการคำนวณมาแสดงบนเว็บแอปพลิเคชันมีประโยชน์สำหรับผู้ใช้งานหากต้องการดูเส้นทางการเดินทางจริงของยานพาหนะบนแผนที่ ซึ่งหลังจากคำนวณเสร็จ (ในหัวข้อที่ 1.1.6) เครื่องมือการจัดเส้นทางจะส่งในส่วนของการคำนวณ จะทำการสร้างไฟล์คำตอบขึ้นมาทุกครั้ง โดยผู้ใช้งานต้องทำการอัปโหลดไฟล์คำตอบเข้าสู่เว็บแอปพลิเคชันเพื่อสั่งงานให้เว็บแสดงคำตอบที่ได้บนแผนที่ โดยมีข้อแม้ว่าต้องมีข้อมูลลูกค้าที่ใช้ในการคำนวณอัปโหลดอยู่บนเว็บแอปพลิเคชันแล้ว เพื่อที่จะทำให้คำตอบที่ได้มีความสอดคล้องกับข้อมูลจริงบนเว็บแอปพลิเคชัน ซึ่งมีตัวอย่างดังต่อไปนี้

ก. ผู้ใช้งานทำการคำนวณคำตอบจากเครื่องมือในส่วนของการคำนวณโดยคำตอบที่ได้จากการคำนวณเป็นไปดังภาพที่ 46

Delivery Plan																				
No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ve1	3	0	9	7	0															
ve2	4	0	6	8	4	0														
ve3	5	0	1	2	3	5	0													
ve4	1	0	4	0																

ภาพที่ 46 ตัวอย่างเส้นทางคำตอบจากเครื่องมือการจัดเส้นทางยานพาหนะในส่วนของกรคำนวณ

จากภาพยานพาหนะหมายเลข 3 รับผิดชอบเส้นทางที่ 1 โดยมีลำดับการส่งคือ 0>9>7>0 ยานพาหนะหมายเลข 4 รับผิดชอบเส้นทางที่ 2 โดยมีลำดับการส่งคือ 0>6>8>4>0 ยานพาหนะหมายเลข 5 รับผิดชอบเส้นทางที่ 3 โดยมีลำดับการส่งคือ 0>1>2>3>5>0 และ ยานพาหนะหมายเลข 1 รับผิดชอบเส้นทางที่ 4 โดยมีลำดับการส่งคือ 0>4>0

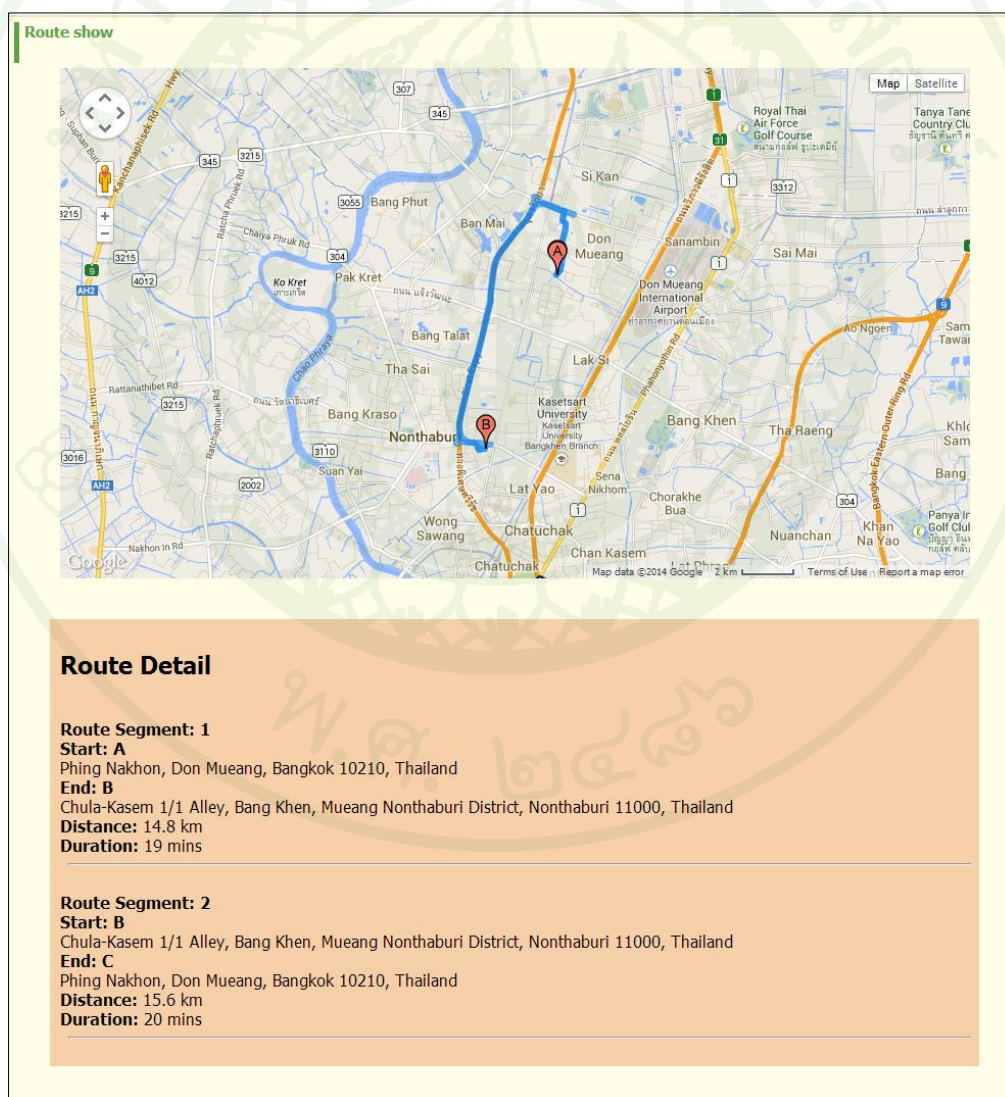
ข. ผู้ใช้งานเข้าสู่หน้าจอของเว็บแอปพลิเคชัน และทำการเลือกเมนู “Route Data” หลังจากนั้นกดปุ่ม “+Import CSV” และกด “Choose file” จะปรากฏหน้าต่างสำหรับเลือกไฟล์เส้นทาง ผู้ใช้งานทำการเลือกไฟล์ “RouteData.csv” ที่ปรากฏหลังจากนั้นกด “Submit” ข้อมูลลำดับเส้นทาง ข้างต้นจะปรากฏขึ้นบนเว็บ หลังจากนั้นผู้ใช้งานเลือกเมนู “Route List” ทางซ้ายมือ จะปรากฏตารางที่แสดงเส้นทางดังภาพที่ 47

Route Lists		
Show	10	entries
Route ID	Route Location	Action
A-1234 BKK		
4	My Company - The Mall Ngam Wong Wan - My Company - - - - -	
A-555 BKK		
1	My Company - Central World - Central Pinkrao - My Company - - - - -	
A-7413 BKK		
2	My Company - Central Plaza Rattanaipheth - The Mall BangKae - The Mall Ngam Wong Wan - My Company - - - - -	
A-7414 BKK		
3	My Company - My Company - Kasetsart University - Central Ladprao - Major Ratchayothin - My Company - - - - -	
Route ID	Route Location	Action
Showing 1 to 4 of 4 entries		
◀ Previous Next ▶		

ภาพที่ 47 ตารางแสดงลิสต์เส้นทางยานพาหนะที่มี

จากภาพหมายเลขที่แสดงอยู่น้ำสตูดิโอของตารางแสดงถึงเส้นทางและอักษรข้างบนแสดงถึงไอคิของยานพาหนะ เช่น ตารางบรรทัดแรก แสดงถึงรถไอคิ “A-1234 BKK” รับผิดชอบเส้นทางที่ 4 มีลำดับการเดินทางคือ จากบริษัท > เดอะมอลล์งามวงศ์วาน > บริษัทอีกครั้ง

ค. การแสดงทางผู้ใช้งานกรูปรูปแผนที่ที่อยู่ข้างลิสต์ปรากฏเส้นทางบนแผนที่ดังกล่าว ซึ่งจะเห็นหมุดที่แสดงลำดับอักษรให้ทราบถึงลำดับการเดินทางดังกล่าว ยานพาหนะเริ่มต้นออกเดินทางจากจุด A ซึ่งจากที่กล่าวไปข้างต้นก็คือ บริษัท ไปยังเดอะมอลล์งามวงศ์วานคือ จุด B และกลับมาถึงจุดอีกครั้ง โดยนอกจากเว็บแอปพลิเคชันจะแสดงเส้นทางแล้วยังแสดงเวลาและระยะทางในการเดินทางกล่าวๆบริเวณตารางด้านล่างด้วย



ภาพที่ 48 การแสดงจุดส่งของยานพาหนะบนแผนที่ ระยะทาง และเวลาในการเดินทางอย่างคร่าวๆ

2. ผลการทดสอบความถูกต้องของการคำนวณของแบบจำลอง

การทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองเป็นการแสดงว่าแบบจำลองที่เลือกมาให้คำตอบที่ถูกต้องและเป็นคำตอบที่ดีที่สุดจริงจากที่กล่าวไปข้างต้นในหัวข้อที่ 4 คือ โจทย์ที่ได้เลือกมาทดสอบปรากฏว่าการทดสอบได้ผลดังนี้

2.1 ผลจากการทดสอบแบบจำลองปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย

ตารางที่ 7 ผลการทดสอบแบบจำลองปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย

ลำดับ ที่	โจทย์	จำนวนเมือง	คำตอบจากเฉลย	คำตอบที่ได้	เส้นทางที่ได้ ตรงกับเฉลย
1	Ulsses16	16	1565	1565	-
2	Br17	17	39	39	-
3	bays29	29	2020	2020	-
4	ftv33	34	1286	1286	-
5	ftv35	36	1473	1473	-
6	ftv38	39	1530	1530	-
7	swiss42	42	1273	1273	-
8	TSPas46	46	550	550	-
9	ry48p	48	14422	14422	-
10	TSP51	51	600	600	-
11	ft53	53	6905	6905	-
12	ftv55	56	1553	1553	-

จากผลการทดสอบโจทย์ 12 ข้อด้วยแบบจำลองปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย ผลสรุปออกมาว่าแบบจำลองที่เลือกสามารถคำนวณผลคำตอบออกมาตรงตามเฉลยคำตอบที่มีทั้งหมด

2.2 ผลจากการทดสอบแบบจำลองปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่มีข้อจำกัดด้านความ

จุ

ตารางที่ 8 ผลการทดสอบแบบจำลองปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่มีข้อจำกัดด้านความจุ

ลำดับ ที่	โจทย์	จำนวน เมือง	จำนวน รถ	คำตอบจาก การทดสอบ	คำตอบ จากเฉลย	เส้นทางตรงกับ เฉลย
1	En-13-k4	13	4	251	247	✓
2	P-n19-k2	19	2	212	212	✓
3	P-n20-k2	20	2	217	216	✓
4	P-n21-k2	21	2	212	211	✓
5	P-n22-k2	22	2	217	216	✓
6	E-n23-k3	23	3	569	569	✓
7	P-n22-k4	22	4	375	375	✓

จากผลการทดสอบโจทย์ 6 ข้อด้วยแบบจำลองปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่มีข้อจำกัดด้านความจุ ผลสรุปออกมาว่าแบบจำลองที่เลือกสามารถคำนวณผลคำตอบและเส้นทางออกมาตรงตามเฉลยคำตอบที่มี โดยมี 1 ข้อที่ได้คำตอบต่างจากค่าเฉลยไม่ถึง 1% แต่สำหรับเส้นทางที่ได้จากข้อดังกล่าวปรากฏว่าตรงตามเฉลยจึงสรุปได้ว่าผลของคำตอบตรงตามเฉลยทั้งหมด

2.3 ผลจากการทดสอบแบบจำลองปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่มีเรื่องเวลามาเกี่ยวข้อง

ตารางที่ 9 ผลจากการทดสอบแบบจำลองปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่มีเรื่องเวลามาเกี่ยวข้อง

ลำดับ ที่	โจทย์	จำนวน เมือง	จำนวน รถ	คำตอบจาก การทดสอบ	คำตอบ จากเฉลย	เส้นทางตรง กับเฉลย
1	R208	26	1	329.33	328.2	✓
2	C208	26	2	215.37	214.5	✓
3	C207	26	2	215.37	214.5	✓
4	C202	26	2	215.54	214.7	✓
5	R204	26	2	355.89	355	✓
6	VRPTW01	26	2	270	270	✓
7	C201	26	2	215.5	214.7	✓
8	RC102	26	3	352.5	351.8	✓
9	R205	26	3	389.27	393	✓
10	C104	26	3	187.45	186.9	✓
11	C103	26	3	190.74	190.3	✓
12	C106	26	3	191.81	191.3	✓
13	C107	26	3	191.81	191.3	✓
14	R201	26	4	463.48	463.3	✓
15	R202	26	4	411.49	410.5	✓
16	C208	51	2	352.1	350.5	✓
17	C202	51	3	361.41	360.2	✓
18	C205	51	3	361.41	359.8	✓
19	C201	51	3	361.79	360.2	✓
20	C207	51	3	361.2	359.6	✓

จากผลการทดสอบโจทย์ 20 ข้อด้วยแบบจำลองปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่มีเรื่องเวลามาเกี่ยวข้อง ผลสรุปออกมาว่าแบบจำลองที่เลือกสามารถคำนวณผลคำตอบและเส้นทาง

ออกมาตรงตามเฉลยคำตอบที่มี โดยมีค่าคลาดเคลื่อนกับคำตอบไม่ถึง 1% แต่สำหรับเส้นทางที่ได้จากการทดลองดังกล่าวปรากฏว่าตรงตามเฉลยจึงสรุปได้ว่าผลของคำตอบตรงตามเฉลยทั้งหมด

3. การทดสอบปัจจัยที่มีผลต่อเวลาในการคำนวณ

เป็นการทดสอบความสัมพันธ์เพื่อดูว่าปัจจัยใดมีผลต่อเวลาในการคำนวณด้วยวิธีการหาสมการถดถอย ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการทดลองโดยนำโจทย์ที่ใช้ทดสอบมาจากโจทย์ในข้อ 2.3 และสร้างโจทย์เพิ่มให้ได้จำนวนโจทย์ที่นำมาทดสอบปัญหาละ 20 โจทย์ หลังจากนั้นทำการคำนวณโดยมีการจับเวลาในการคำนวณหลังจากนั้นทำการเปรียบเทียบระหว่างจำนวนตัวแปรตัดสินใจและจำนวนเมืองกับเวลาในการคำนวณซึ่งได้ผลการเปรียบเทียบระหว่างแต่ละปัจจัยดังนี้

ตารางที่ 10 ผลการเปรียบเทียบปัจจัยที่มีผลต่อเวลาในการคำนวณ

ปัญหา	จำนวนเมืองกับเวลา		จำนวนตัวแปรตัดสินใจกับเวลา		จำนวนเมือง*ตัวแปรตัดสินใจกับเวลา	
	R^2	R_{adj}^2	R^2	R_{adj}^2	R^2	R_{adj}^2
TSP	19.3%	14.8%	26.1%	22.0%	32.5%	28.7%
CVRP	42.8%	39.7%	65.6%	63.7%	63.7%	61.7%
VRPTW	1.2%	0.0%	0.3%	0.0%	0.7%	0.0%

ผลการเปรียบเทียบการทดสอบความสัมพันธ์ปรากฏว่าจำนวนตัวแปรตัดสินใจ จำนวนเมืองในปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย และปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่มีข้อจำกัดด้านความจุมีผลกับเวลาการคำนวณจริงซึ่งดูได้จากค่า R^2 แต่ความสัมพันธ์ในปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่มีเรื่องเวลามาเกี่ยวข้องกับตัวแปรหรือจำนวนเมืองกับเวลา ไม่มีความสัมพันธ์กัน รายละเอียดของค่าที่นำมาคำนวณอยู่ในภาคผนวก จ

วิจารณ์

จากผลของการทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองปรากฏว่าคำตอบได้มีความคลาดเคลื่อนจากเฉลยประมาณ ประมาณไม่ถึง 1 % บางคำตอบคลาดเคลื่อนโดยให้ค่าดีกว่าเฉลย บางคำตอบให้ค่าสูงกว่าเฉลยซึ่งเมื่อเช็คคำตอบที่เป็นส่วนของเส้นทางแล้วปรากฏว่าได้คำตอบของเส้นทางที่ตรงกันซึ่งหมายความว่าแบบจำลองที่เลือกสามารถให้คำตอบที่ดีที่สุดจริง โดยผู้วิจัยคาดว่าความคลาดเคลื่อนของคำตอบเกิดจากการสร้างเมทริกซ์ระยะทางจากโหนดซึ่งรูปแบบโหนดที่ผู้วิจัยเลือกมีรูปแบบโหนดที่กำหนดพิกัดของแต่ละเมืองแบบ EUC_2D หรือให้ค่าแกน x และ แกน y มา ซึ่งการหาระยะห่างระหว่างจุด 2 จุดผู้วิจัยใช้วิธีการหาพิทาโกรัสซึ่งการคำนวณหาอาจจะมีการปัดเศษทศนิยมซึ่งอาจจะทำให้ระยะทางที่ได้คลาดเคลื่อนและส่งผลให้คำตอบคลาดเคลื่อนด้วย

จากการทดสอบปัจจัยที่มีผลต่อเวลาในการคำนวณซึ่งผลออกมาว่าปัจจัยที่มีผลต่อเวลาคือจำนวนเมืองและจำนวนตัวแปรตัดสินใจ ซึ่งปัญหาที่เห็นว่าจำนวนเมืองและจำนวนตัวแปรตัดสินใจมีผลต่อเวลาชัดเจนคือปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่มีข้อจำกัดทางด้านความจุ และปัญหาที่ไม่มีความสัมพันธ์ใดๆระหว่างปัจจัยที่สนใจกับเวลาการคำนวณเลยคือปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่มีเรื่องเวลามาเกี่ยวข้องโดยเหตุผลหลักที่ส่งผลกระทบต่อระยะเวลาในการคำนวณในปัญหาดังกล่าวคือข้อจำกัดของเวลานั้นเองซึ่งกรอบเวลาที่กำหนดสามารถบีบพื้นที่คำตอบให้น้อยลงได้ซึ่งพื้นที่คำตอบในการคำนวณน้อยทำให้เวลาในการคำนวณน้อยลงด้วย นอกจากนี้รูปแบบเมทริกซ์ระยะทางนั้นส่งผลทำให้ระยะเวลาในการคำนวณน้อยลงอย่างเช่นโหนดที่มีเมทริกซ์ระยะทางแบบสมมาตรทำให้การคำนวณใช้ระยะเวลาช้ากว่าโหนดที่ไม่สมมาตร ซึ่งการสรุปผลเรื่องระยะเวลาในการคำนวณหรือความยากของโหนดสำหรับการคำนวณในงานวิจัยนี้ยังไม่ได้มีการศึกษาอย่างชัดเจน

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

จากการศึกษางานวิจัย ผู้วิจัยได้ทำการสร้างเครื่องมือสำหรับการจัดเส้นทางยานพาหนะเพื่อการขนส่ง โดยได้มีการนำอัลกอริทึมที่สามารถหาค่าที่ดีที่สุดสำหรับการคำนวณปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะ 3 แบบคือ ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่มีข้อจำกัดด้านความจุ และ ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่มีเรื่องเวลามาเกี่ยวข้อง มาใช้กับตัวโปรแกรม นอกจากนั้นส่วนของเวลาและระยะทางที่ต้องใช้คำนวณในอัลกอริทึมผู้วิจัยมีการสร้างเว็บแอปพลิเคชันเพื่อนำระยะทางและเวลามาจากเส้นทางจริงบนเทคโนโลยีแผนที่หรือกูเกิลมาใช้ในการประกอบการตัดสินใจ ปรากฏว่าสามารถช่วยให้ผลการคำนวณมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น เพราะระยะทางที่ได้เป็นระยะทางที่คิดจากเส้นทางจริงและเวลาเป็นเวลาที่มาจากการประมาณจากเส้นทางจริงบนแผนที่

งานวิจัยนี้เป็นประโยชน์สำหรับการผู้ที่ต้องการศึกษาและพัฒนาเกี่ยวกับระบบการจัดเส้นทางขนส่งต่อไปในอนาคตเนื่องจากในงานวิจัยได้มีการนำระบบสารสนเทศมาใช้ซึ่งเหมาะกับยุคสมัยในปัจจุบันที่มีการพัฒนาระบบสารสนเทศอย่างกว้างขวาง นอกจากนี้ยังเกิดประโยชน์สำหรับผู้ประกอบการขนาดเล็กที่นำเครื่องมือนี้ไปช่วยในการประกอบการตัดสินใจในการวางแผนการจัดส่งสินค้า โดยเครื่องมือนี้เปิดให้ผู้สนใจจะนำไปใช้หรือพัฒนาสามารถนำไปใช้ได้ต่อไป

ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากเครื่องมือสำหรับการจัดเส้นทางยานพาหนะเพื่อการขนส่งที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์สำหรับการใช้เป็นเครื่องมือต้นแบบในการพัฒนาเครื่องมือสำหรับการจัดเส้นทางต่อไปในอนาคต ซึ่งผู้ที่มีความสนใจอาจจะทำการเพิ่มรูปแบบการแก้ปัญหาของเครื่องมือให้ครอบคลุมกับปัญหามากยิ่งขึ้น เช่น การพัฒนาเครื่องมือให้สามารถแก้ไขปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่มีแบบหลายคลังสินค้า (Multiple-Depot Vehicle Routing Problem : MDVRP) ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะแบบมีการรับและส่งสินค้า (Vehicle Routing Problem with Pickup and Delivery : VRPPD) ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่มีการเดินรถเที่ยวกลับ (Vehicle Routing Problem with Backhaul : VRPB) เป็นต้น หรืออาจจะพัฒนาในส่วนของอัลกอริทึมและโปรแกรมสำหรับช่วยคำนวณที่มีอยู่ให้สามารถแก้ไขปัญหาได้เร็วขึ้น นอกจากนี้ในส่วนของค่าของเวลาที่ได้จากคู่มือในเครื่องมือนี้เป็นเพียงเวลาโดยประมาณของเส้นทางเท่านั้นซึ่งปัจจุบันคู่มือได้มีการพัฒนาให้มีการคิดเวลาเป็นแบบเรียลไทม์โดยมีการประเมินสภาพการจราจรด้วยซึ่งผู้ที่สนใจอาจจะทำการพัฒนาให้เครื่องมือคิดเวลาเป็นแบบเรียลไทม์ได้ด้วย

นอกจากนั้นเครื่องมือส่วนนี้ยังสามารถนำไปพัฒนาเป็นเว็บเซอร์วิสต่อไปในอนาคต เนื่องจากเครื่องในส่วนของการคำนวณผู้วิจัยได้ออกแบบให้อยู่ในเอ็กซ์เซลล์สเปรตชีทซึ่งถ้าหากสามารถนำเครื่องมือในส่วนคำนวณสร้างบนเว็บเช่นเดียวกับเครื่องมือในส่วนเว็บแอปพลิเคชันแล้วจะสามารถลดความซับซ้อนของขั้นตอนในการใช้งานและทำให้การจัดการข้อมูลต่างๆง่ายขึ้นและยังสามารถเปิดให้ผู้สนใจนำไปใช้งานได้มีความสะดวกมากขึ้น

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กิตตินันท์ พลสวัสดิ์. 2556. **Basic Excel VBA**. พิมพ์ครั้งที่ 1. บริษัท ไอดีซี พรีเมียร์ จำกัด, กรุงเทพฯ.

จิรนนท์ แซ่จิว และ ชุมพล มณฑาทิพย์กุล. 2549. การหาเส้นทางการเดินทางรถขนบรรทุกเพื่อเติมตู้เอทีเอ็มโดยคำนึงถึงความปลอดภัย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

จาตุรนต์ จันทา. 2555. การพัฒนาเครื่องมือการหาค่าที่ดีที่สุดแบบเปิดรหัสด้วยระบบฐานจากเว็บ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปรัชญาพร ทองอ่อน. 2552. การประยุกต์ใช้โปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็มแบบผสมและการพัฒนาอีวิริสติกส์เพื่อลดการวิ่งรถเที่ยวเปล่า. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธรีณี มณีศรี. 2552. ขั้นตอนวิธีการสำหรับการหาผลเฉลยเชิงทันทานของปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถขนส่งแบบมีกรอบเวลาและเวลาเดินทางไม่แน่นอน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุทธิชา ทับดารา. 2554. การจัดการขยะชุมชนในกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อรประไพ จำรูพัฒน์ และ ปวีณา เชาวลิทวงศ์. 2556. อีวิริสติกส์สำหรับการจัดเส้นทางเดินรถแบบเปิดเพื่อลดต้นทุนการขนส่ง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อุบลรัตน์ เขียวธนาคม. 2551. การใช้วิธีเชิงอีวิริสติกส์เพื่อแก้ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่มีคลังสินค้าหลายแห่ง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- Qureshi, A.G., E. Taniguchi and T. Yamada. 2001. Exact Solution for The Vehicle Routing Problem With Semi Soft Time Windows and Its Application. **Procedia Social and Behavioral Sciences 2**: 5931-5943.
- Toth, P. and D. Vigo. 2000. Model, relaxations and exact approaches for the capacitated vehicle routing problem. **Discrete Applied Mathematics 123**: 487-512.
- Toth, P. and D. Vigo. 2000. **The Vehicle Routing Problem**. Society for Industrial and Applied Mathematics Philadelphia, USA
- Solomon, M.M. 1987. Algorithm for the vehicle routing and scheduling problems with time windows constraints. **Operations Research 35**: 254-265.
- Laporte, G. 1992. The Vehicle Routing Problem: An overview of exact and approximate algorithms. **European Journal of Operational Research 59**: 345-358.
- Anzi,N., M. Gendreau and J.Y. Potvin. 2006. An exact algorithm for single-vehicle routing problem with time windows and multiple routes. **European Journal of Operational Research 178**: 755-766.
- Achterberg,T., T. Berthold, T. Koch and K. Wolter. 2008. Integration of AI and OR Techniques in Constraint Programming for Combinatorial Optimization Problems. **CPAIOR 2008(5015)**: 6-20





ภาคผนวก ก

คู่มือการใช้งานเครื่องมือการจัดเส้นทางยานพาหนะเพื่อการขนส่ง

1. สิ่งที่ต้องเตรียมสำหรับผู้ใช้งานเครื่องมือการจัดเส้นทางยานพาหนะเพื่อการขนส่งสำหรับใช้วิเคราะห์ปัญหา

1.1 ความรู้ทั่วไปสำหรับผู้ใช้งานเครื่องมือ

1.1.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการใช้งานเอ็กเซลล์และเอ็กเซลล์วีบีเอ

1.1.2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการใช้งานกูเกิลแมพ

1.2 การเตรียมซอฟต์แวร์และการติดตั้งเครื่องมือสำหรับผู้ใช้งานเครื่องมือฯ

1.2.1 ผู้ใช้งานติดตั้งโปรแกรม Microsoft Excel เวอร์ชัน 2007 ขึ้นไป สำหรับการใช้เครื่องมือการจัดเส้นทางยานพาหนะในส่วนของการคำนวณ

1.2.2 การนำไฟล์ข้อมูลและไฟล์ที่เกี่ยวข้องทั้งหมดที่อยู่ในโฟลเดอร์ “Routing Planning tool” วางบนไดฟ์ C:\ ซึ่งพาร์ทของไฟล์หลังวางจะเป็นดังนี้ C:\Routing planning tool โดยภายในโฟลเดอร์ต้องประกอบด้วยไฟล์ดังนี้

ก) Routing Planning.xlsx คือไฟล์เครื่องมือหลักสำหรับการคำนวณการคำนวณทั้งหมด

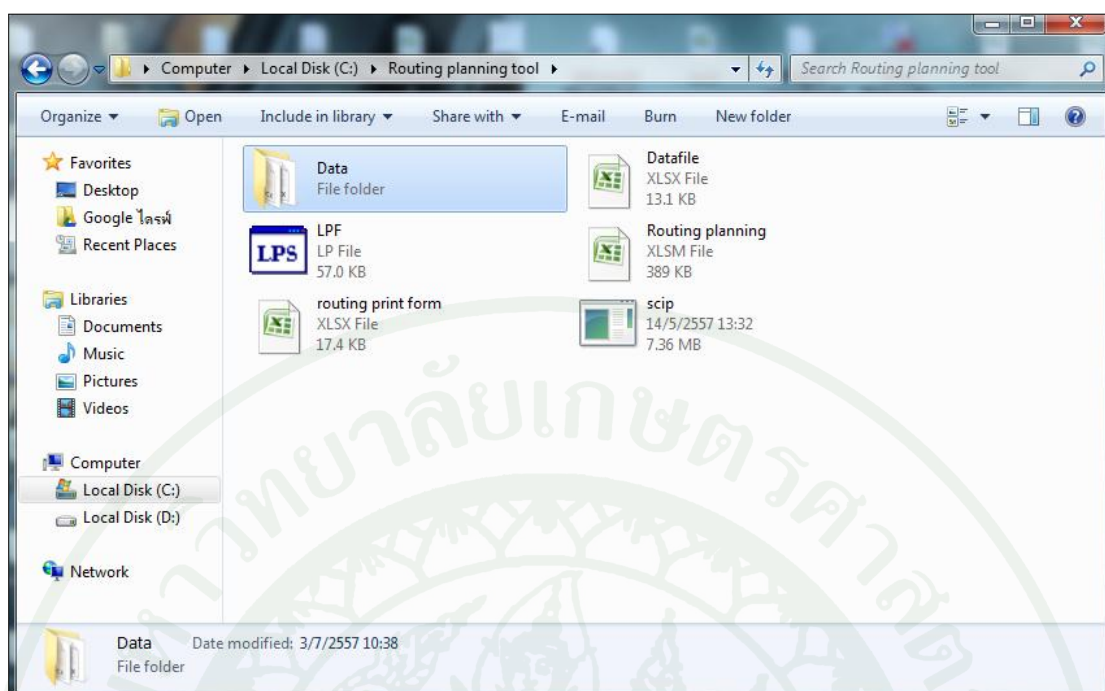
ข) Datafile.xlsx คือไฟล์สำหรับเก็บข้อมูลลูกค้า ข้อมูลยานพาหนะ ข้อมูลระยะทาง และข้อมูลเวลาสำหรับนำไปใช้ในการคำนวณ

ค) routing print form.xlsx คือ ไฟล์สำหรับแสดงข้อมูลลำดับเส้นทางเวลา

ง) scip.exe คือ โปรแกรมสำหรับช่วยคำนวณปัญหาเชิงเส้นและปัญหาเชิงเส้นแบบผสม

จ) LPF.lp คือ ไฟล์สำหรับเก็บแบบจำลองที่แปลงจากแบบจำลองในเอ็กเซลล์สเปรดชีทให้เป็นเอลพีฟอร์แมตสำหรับนำเข้าไปคำนวณในโปรแกรมช่วยคำนวณ

ฉ) โฟลเดอร์ Data สำหรับเก็บข้อมูลที่ส่งออกมาจากเว็บแอปพลิเคชัน



ภาพผนวกที่ ก1 ตัวอย่างไฟล์ที่มีความจำเป็นสำหรับการใช้งานเครื่องมือการจัดเส้นทางยานพาหนะ
เพื่อการขนส่งในส่วนของการคำนวณ

1.2.3 ติดตั้งเว็บเบราว์เซอร์เพื่อเข้าใช้เว็บแอปพลิเคชันโดยเว็บเบราว์เซอร์ที่แนะนำคือ
Google Chrome Browser

1.2.4 ติดตั้งโปรแกรม Apache เพื่อทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์เป็นตัวจำลองเซิร์ฟเวอร์
ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในโปรแกรม AppServ (รายละเอียดการใช้งานและวิธีการติดตั้งโปรแกรมอยู่ใน
ภาคผนวก ข) ซึ่งการกำหนดชื่อเซิร์ฟเวอร์ควรใช้ชื่อ localhost ซึ่งเป็นมาตรฐานสากลและเพื่อ
สะดวกในการใช้งาน สำหรับการตั้งชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านในขั้นตอนการติดตั้ง หลังจากขั้นตอน
ดังกล่าวให้ผู้ใช้โปรแกรมฯ แกะไขชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านในไฟล์ config_info.php ให้ตรงกับขั้นตอน
การติดตั้งโปรแกรม AppServ

1.2.5 นำไฟล์โค้ดทั้งหมดของโปรแกรมฯ เก็บไว้ในโฟลเดอร์ C:\AppServ\www โดย
ไฟล์โค้ดเก็บอยู่ในโฟลเดอร์ map save และสำหรับในส่วนของไฟล์โค้ดฐานข้อมูลให้เก็บไว้ในโฟลด์
เดอร์ C:\AppServ\MySQL\data โดยไฟล์ฐานข้อมูลชื่อ google map.sql

1.3 การเข้าใช้งานเครื่องมือ

1.3.1 เครื่องมือในส่วนของการคำนวณค่าใช้จ่ายในไฟล์ชื่อ Routing Planning.xlsm

1.3.2 เครื่องมือในส่วน of เว็บแอปพลิเคชันเข้าใช้โดยเข้าผ่านเว็บเบราว์เซอร์พิมพ์ยูอาร์แอล <http://localhost/projects/mapsave>

2. สิ่งที่ต้องเตรียมสำหรับผู้นำเครื่องมือการจัดเส้นทางยานพาหนะเพื่อการขนส่งไปพัฒนา

2.1 ความรู้เกี่ยวกับการนำเครื่องมือไปพัฒนาต่อ

2.1.1 ความรู้ขั้นสูงสำหรับการใช้งานเอ็กเซลล์วีบีเอ ผู้ที่มีความสนใจที่จะพัฒนาเครื่องมือสำหรับในส่วน of เครื่องมือที่ใช้คำนวณ ผู้ศึกษาต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับคำสั่งต่างๆ of วีบีเอ การเชื่อมโยงของโมดูลต่างๆ เพื่อที่จะสามารถอ่านและทำความเข้าใจโค้ดของโปรแกรมได้ โดยโค้ดสำหรับเครื่องมือการจัดเส้นทางยานพาหนะในส่วนที่ใช้คำนวณทั้งหมดอยู่ในไฟล์ Routing Planning.xlsm ซึ่งผู้สนใจสามารถเข้าไปศึกษาได้ โดยมีโมดูลต่างๆ ซึ่งได้อธิบายอย่างไว้ในภาคผนวก จ

2.1.2 ความรู้พื้นฐานที่ผู้ใช้โปรแกรมฯ ควรมี คือ การสร้างเซิร์ฟเวอร์จำลอง, ภาษา PHP, MySQL, JavaScript, และ HTML โดยเฉพาะภาษา PHP ต้องใช้สำหรับการคำนวณและใช้เรียกฐานข้อมูลรวมกับ MySQL JavaScript จะใช้ในการเขียนโปรแกรมเพื่อนำผลที่ได้จากการคำนวณมาแสดงเส้นทางบนแผนที่ และ HTML จะช่วยในการจัดรูปแบบเพื่อแสดงผลลัพธ์ไปยังทางฝั่งไคลเอนต์

2.2 การเตรียมซอฟต์แวร์และการติดตั้งเครื่องมือสำหรับการนำเครื่องมือไปพัฒนาต่อ

2.2.1 ติดตั้งโปรแกรม Apache เพื่อทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์เป็นตัวจำลองเซิร์ฟเวอร์ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในโปรแกรม AppServ (รายละเอียดการใช้งานและวิธีการติดตั้งโปรแกรมอยู่ในภาคผนวก ข) ซึ่งการกำหนดชื่อเซิร์ฟเวอร์ควรใช้ชื่อ localhost ซึ่งเป็นมาตรฐานสากลและเพื่อสะดวกในการใช้งาน สำหรับการตั้งชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านในขั้นตอนการติดตั้ง หลังจากขั้นตอน

ดังกล่าวให้ผู้ใช้โปรแกรมฯ แก้ไขชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านในไฟล์ config_info.php ให้ตรงกับขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม AppServ

2.2.2 การนำไฟล์ข้อมูลและไฟล์ที่เกี่ยวข้องทั้งหมดที่อยู่ในโฟลเดอร์ “Routing Planning tool” วางบนไดฟ์ C:\ ซึ่งพาร์ทของไฟล์หลังวางจะเป็นดังนี้ C:\Routing planning tool ซึ่งรายละเอียดได้กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 1.2.2

2.2.3 ขอรหัสเอพีไอแผนที่ที่ถูกรหัส ดังรายละเอียดการตรวจสอบเอกสารในส่วนเอพีไอแผนที่ที่ถูกรหัสในภาคผนวก ค

2.2.4 เครื่องมือสำหรับการเขียนโค้ดภาษา javascript, php, HTML ซึ่งผู้วิจัยแนะนำโปรแกรม Adobe Dreamweaver

2.2.5 นำไฟล์โค้ดทั้งหมดของโปรแกรมฯ เก็บไว้ในโฟลเดอร์ C:\AppServ\www โดยไฟล์โค้ดเก็บอยู่ในโฟลเดอร์ map save และสำหรับในส่วนของไฟล์โค้ดฐานข้อมูลให้เก็บไว้ในโฟลเดอร์ C:\AppServ\MySQL\data โดยไฟล์ฐานข้อมูลชื่อ google map.sql

2.3 การใช้งานเครื่องมือ

2.3.1 เครื่องมือในส่วนของการคำนวณค่าใช้จ่ายในไฟล์ชื่อ Routing Planning.xlsm

2.3.2 เครื่องมือในส่วนของเว็บแอปพลิเคชันเข้าใช้โดยเข้าผ่านเว็บเบราว์เซอร์พิมพ์ยูอาร์แอล <http://localhost/projects/mapsave>

2.3.3 หน้าเว็บเพจสำหรับเข้าถึงฐานข้อมูลให้พิมพ์ยูอาร์แอลดังนี้ <http://localhost/modules>

2.3.4 โค้ดของเครื่องมือทุกส่วนสามารถดูได้ในภาคผนวก จ หรือ สามารถเข้าไปดูได้ในส่วนของโปรแกรมโดยตรงโดยโค้ดในส่วนเครื่องมือในส่วนของการคำนวณอยู่ในไฟล์ Routing Planning.xlsm เข้าดูได้ในส่วนของนักพัฒนา (VBA) และโค้ดในส่วนเว็บแอปพลิเคชันสามารถเข้าดูได้ในโฟลเดอร์ Map Save



การติดตั้งเครื่องมือ AppServ เพื่อใช้ในการจัดการฐานข้อมูล

ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม AppServ

1. การเตรียมโปรแกรมเพื่อการติดตั้ง

ดาวน์โหลดโปรแกรม AppServ จากเว็บไซต์ <http://www.appservnetwork.com> โดยเลือกเวอร์ชันที่ต้องการติดตั้งระหว่างเวอร์ชัน 2.4.x และ 2.5.x ซึ่งความแตกต่างของ 2 เวอร์ชันนี้คือ 2.4.x คือเวอร์ชันที่นำ Package ที่มีความเสถียรเป็นหลัก เหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการความมั่นคงของระบบ โดยไม่ได้มุ่งเน้นที่จะใช้ฟังก์ชันใหม่ 2.5.x คือเวอร์ชันที่นำ Package ใหม่ ๆ นำมาใช้งานโดยเฉพาะ เหมาะสำหรับนักพัฒนาที่ต้องการระบบใหม่ ๆ หรือต้องการทดสอบ ทดลองใช้งานฟังก์ชันใหม่ ซึ่งอาจจะไม่ได้ความเสถียรของระบบได้ 100% เนื่องจากว่า Package จากนักพัฒนานั้น ยังอยู่ในช่วงของขั้นทดสอบ ทดลองเพื่อหาข้อผิดพลาดอยู่

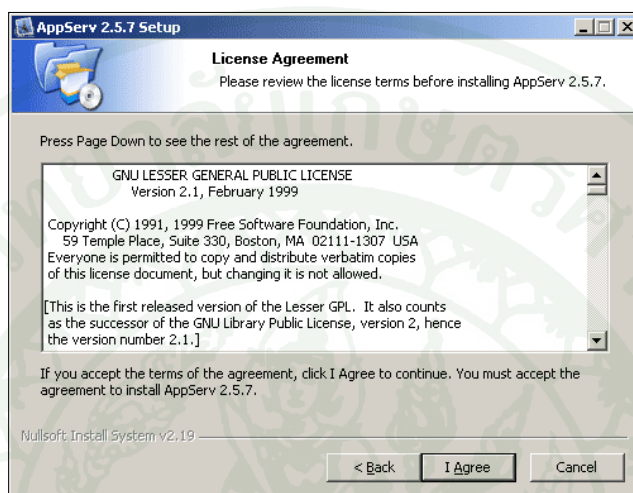
2. ขั้นตอนการติดตั้ง AppServ

2.1 ดับเบิลคลิกไฟล์ appserv-win32-x.x.x.exe เพื่อทำการติดตั้ง จะปรากฏหน้าจอตามภาพ
 ภาพที่ ข1



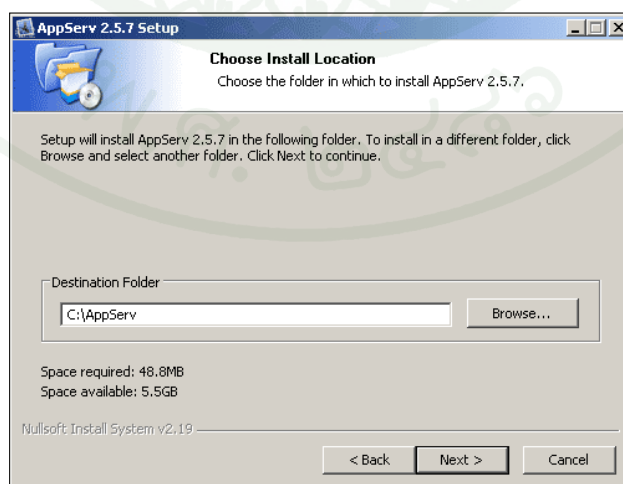
ภาพผนวกที่ ข1 ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม AppServ

2.2 เข้าสู่ขั้นตอนเงื่อนไขการใช้งานโปรแกรม โดยโปรแกรม AppServ ได้แจกจ่ายในรูปแบบ GNU License หากผู้ติดตั้งอ่านเงื่อนไขต่างๆ เสร็จสิ้นแล้ว หากยอมรับเงื่อนไขให้กด Next เพื่อเข้าสู่การติดตั้งในขั้นต่อไป แต่หากว่าไม่ยอมรับเงื่อนไขให้กด Cancel เพื่อออกจากการติดตั้งโปรแกรม AppServ ตามภาพผนวกที่ ข2



ภาพผนวกที่ ข2 แสดงรายละเอียดเงื่อนไขการ GNU License

2.3 เข้าสู่ขั้นตอนการเลือกปลายทางที่ต้องการติดตั้ง โดยค่าเริ่มต้นปลายทางที่ติดตั้งจะเป็น C:\AppServ หากต้องการเปลี่ยนปลายทางที่ติดตั้ง ให้กด Browse แล้วเลือกปลายทางที่ต้องการ ตามภาพผนวกที่ ข3 เมื่อเลือกปลายทางเสร็จสิ้นให้กดปุ่ม Next



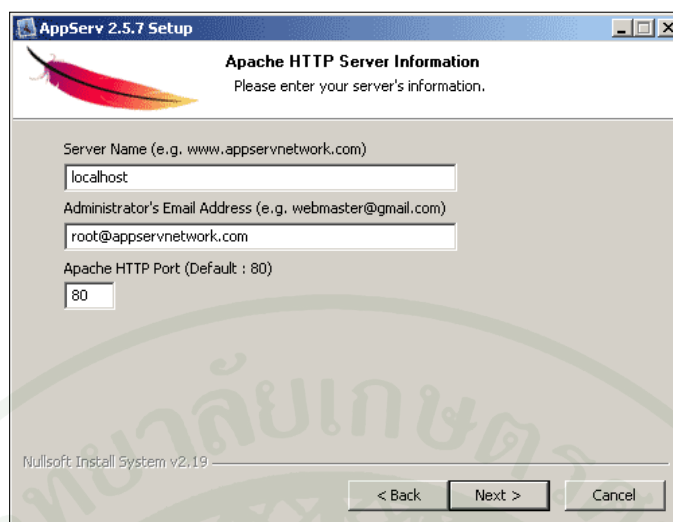
ภาพผนวกที่ ข3 เลือกปลายทางการติดตั้งโปรแกรม AppServ

2.4. เลือก AppServ Package Components ที่ต้องการติดตั้ง โดยค่าเริ่มต้นนั้นจะให้เลือกลงทุก Package แต่หากว่าผู้ใช้งานต้องการเลือกเฉพาะบาง Package ก็สามารถเลือกตามข้อที่ต้องการออก สำหรับผู้ใช้โปรแกรมวิเคราะห์เส้นทางเดินรถขนส่งต้องการใช้สำหรับช่วยในการวิเคราะห์การจัดเส้นทางติดตั้งเฉพาะ Apache HTTP Server แต่สำหรับผู้ที่ต้องการนำโปรแกรมวิเคราะห์เส้นทางเดินรถขนส่งไปพัฒนาต่อ ควรเลือกติดตั้งครบทั้ง Package เมื่อทำการเลือก Package ตามภาพผนวกที่ ข4 เรียบร้อยแล้ว ให้กด “Next” เพื่อเข้าสู่ขั้นตอนการติดตั้งต่อไป



ภาพผนวกที่ ข4 เลือก Package Components ที่ต้องการติดตั้ง

2.5 กำหนดค่าคอนฟิกของ Apache Web Server มีอยู่ด้วยกันทั้งหมด 3 ส่วนตามภาพผนวกที่ ข4 คือ ส่วนที่ 1 Server Name คือช่องสำหรับป้อนชื่อ Web Server ส่วนที่ 2 Admin Email คือช่องสำหรับป้อนข้อมูล อีเมลผู้ดูแลระบบ ส่วนที่ 3 HTTP Port คือช่องสำหรับระบุ Port ที่จะเรียกใช้งาน Apache Web Server โดยทั่วไปแล้ว Protocol HTTP นั้นจะมีค่าหลักคือ 80 หากว่าท่านต้องการหลีกเลี่ยงการใช้ Port 80 ก็สามารถแก้ไขได้หากมีการเปลี่ยนแปลง Port การเข้าใช้งาน Web Server แล้ว ทุกครั้งที่เรียกใช้งานเว็บไซต์ จำเป็นที่ต้องระบุหมายเลข Port ด้วย เช่น หากเลือกใช้ Port 99 ในการเข้าเว็บไซต์ทุกครั้งต้องใช้ <http://www.appservnetwork.com:99> จึงจะสามารถเข้าใช้งานได้



ภาพผนวกที่ ข5 แสดงการกำหนดค่าคอนฟิกค่า Apache Web Server

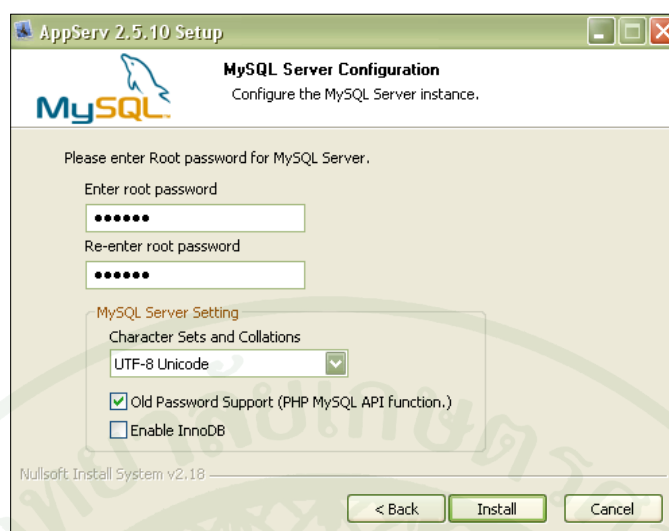
2.6. กำหนดค่าคอนฟิกของ MySQL Database มีอยู่ด้วยกันทั้งหมด 3 ส่วน ตามภาพผนวกที่ ข6 คือ

ก) Root Password คือช่องสำหรับป้อนรหัสผ่านการใช้งานฐานข้อมูลของ Root หรือผู้ดูแลระบบทุกครั้งที่ใช้ฐานข้อมูลในลักษณะที่เป็นผู้ดูแลระบบ ให้ระบุ user คือ root

ข) Character Sets ใช้ในการกำหนดค่าระบบภาษาที่ใช้ในการจัดเก็บฐานข้อมูล, เรียงลำดับฐานข้อมูล, Import ฐานข้อมูล, Export ฐานข้อมูล, ติดต่อฐานข้อมูล

ค) Old Password หากท่านมีปัญหาเกี่ยวกับการใช้งาน PHP กับ MySQL API เวอร์ชันเก่า โดยเจอ Error Client does not support authentication protocol requested by server; consider upgrading MySQL client ให้เลือกในส่วนของ Old Password เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหานี้

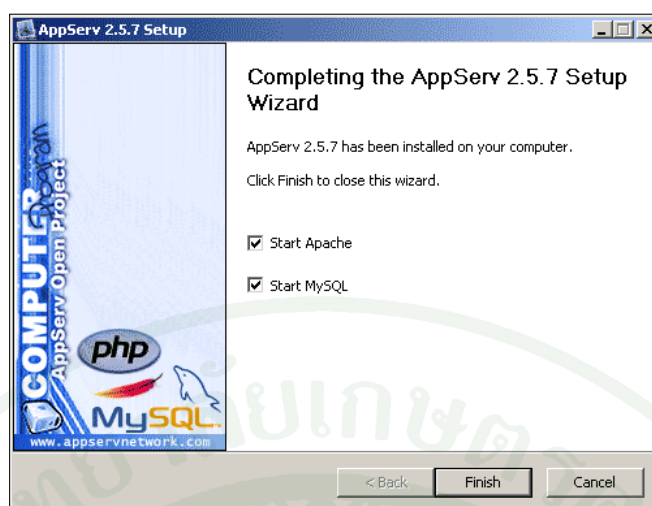
ง) Enable InnoDB หากท่านต้องการใช้งานฐานข้อมูลในรูปแบบ InnoDB ให้เลือกในส่วนนี้ด้วย



ภาพผนวกที่ ข6 แสดงการกำหนดค่าคอนฟิกของ MySQL Database

หลังจากกรอกรายละเอียดครบทั้งหมดผู้ใช้งานกดปุ่ม “Install” ซึ่งผู้ใช้งานจะต้องรอคอยสักครู่จนกว่าแถบการติดตั้งที่ปรากฏขึ้นจะครบ 100 % เมื่อติดตั้งเสร็จจะปรากฏหน้าต่างในข้อที่ 2.7 ต่อไป

2.7 การสิ้นสุดขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม AppServ สำหรับขั้นตอนสุดท้ายนี้จะปรากฏขึ้นหลังจากการติดตั้งโปรแกรมเสร็จซึ่งจะมีหน้าต่างปรากฏขึ้นสำหรับให้เลือกว่าต้องการสั่งให้มีการรัน Apache และ MySQL ทันทีหรือไม่ หากผู้ใช้งานได้ต้องการจะใช้งานโปรแกรมโดยทันทีให้กดเอาเครื่องหมายถูกออกจากหัวข้อ “Start Apache” และ “Start MySQL” จากนั้นกดปุ่ม “Finish” เพื่อเสร็จสิ้นการติดตั้งโปรแกรม AppServ อย่างสมบูรณ์



ภาพผนวกที่ ข7 แสดงหน้าจอขั้นตอนสิ้นสุดการติดตั้งโปรแกรม AppServ



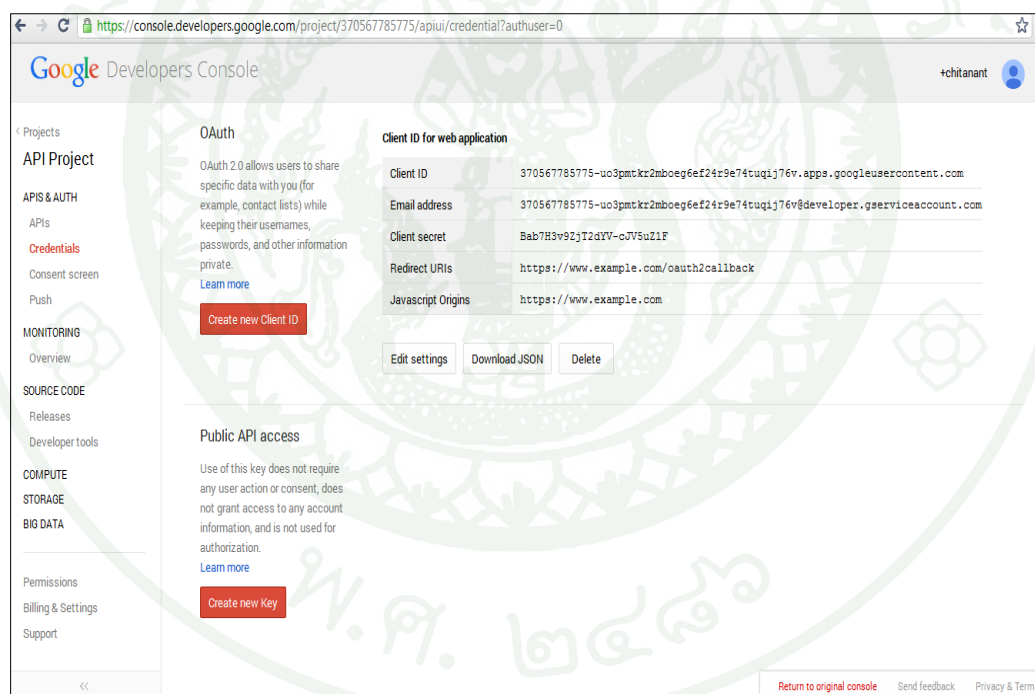
การยื่นขอใช้ OAuth

1. การสมัครกูเกิลไอดี

1.1 ผู้ที่จะยื่นขอ OAuth ไอดีแรกต้องมีไอดีของกูเกิลซึ่งวิธีการสมัครไอดีที่ง่ายที่สุดคือการสมัครอีเมลของกูเกิล (Gmail)

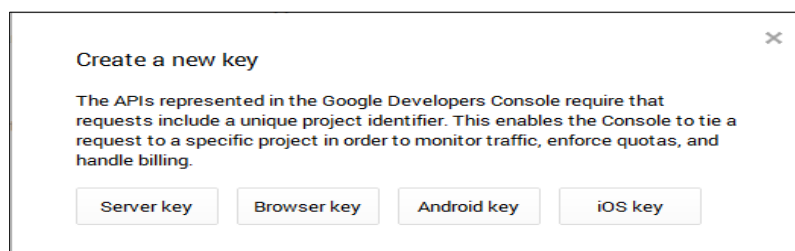
2. การยื่นขอ OAuth

2.1 พิมพ์ยูอาร์แอลดังนี้ <http://console.developer.google.com> หน้าเว็บเพจจะเข้ามาในส่วนของกูเกิลคอนโซลให้เลือก เมนู credentials ดังภาพผนวกที่ ค1



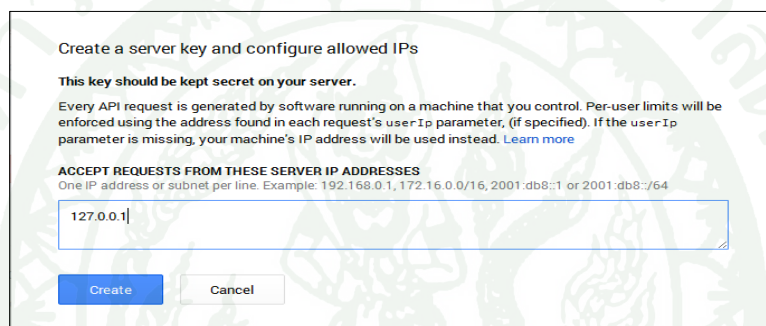
ภาพผนวกที่ ค1 แสดงหน้าเว็บเพจสำหรับขอกูเกิล OAuth

2.2 เลือก Create New Key ตรงหัวข้อ Public API access จะปรากฏหน้าต่างขึ้นมามีภาพผนวกที่ ค2



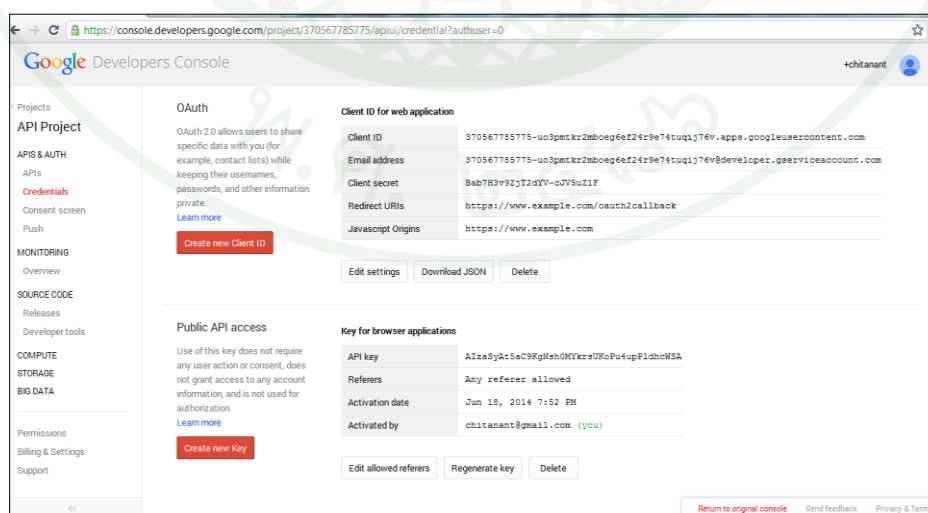
ภาพผนวกที่ ๓๒ หน้าต่างสำหรับสร้าง API key

2.3 เลือก server key จะมีหน้าต่างปรากฏขึ้นมาดังภาพผนวกที่ ๓๓ ให้ใส่ IP ลงไป



ภาพผนวกที่ ๓๓ หน้าต่างสำหรับการใส่ไอพีในการสร้าง API key

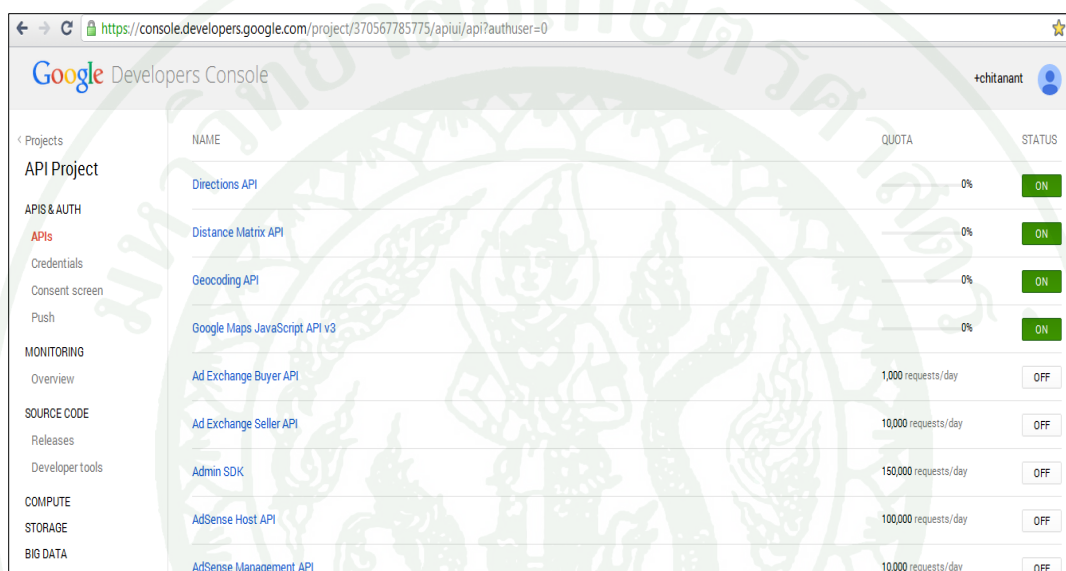
2.4 กด Create เป็นอันเสร็จขั้นตอนการสร้างจะมี API key ปรากฏขึ้นดังภาพผนวกที่ ๓๔



ภาพผนวกที่ ๓๔ หน้าต่างที่แสดง API key

3. การเปิดใช้ Distance Matrix API และ Geocoding API สำหรับใช้กับเว็บแอปพลิเคชัน

3.1 หลังจากขอรหัส API เสร็จแล้วให้ไปเปิดใช้ API ที่ต้องการ โดยการเลือกเมนู APIs ทางซ้ายมือหลังจากนั้นเปิดใช้ API ได้แก่ Direction API , Geocoding API , Distance Matrix API และ Google maps javascript API V3 หลังจากนั้นนำ API key ที่สร้างในข้อ 2 ไปใช้งานใน โค้ดของเว็บแอปพลิเคชัน



ภาพผนวกที่ ๕ การเปิดใช้ API



ภาคผนวก ง

รูปแบบของฟอร์มการเขียน โจทย์ที่ใช้กับเครื่องมือแก้ปัญหา

รูปแบบของฟอร์มการเขียนโจทย์ที่ใช้กับเครื่องมือแก้ปัญหา

รูปแบบทั่วไปของปัญหาคำหนดการเชิงเส้น

รูปแบบทั่วไปของปัญหาคำหนดการเชิงเส้นจะประกอบด้วยส่วนประกอบ 3 ส่วน คือ ส่วนของสมการเป้าหมายซึ่งจะอยู่ในรูปแบบของค่าสูงสุดและค่าต่ำสุด ส่วนที่ 2 คือ ส่วนของข้อจำกัด และส่วนสุดท้ายคือ ส่วนของขอบเขตของตัวแปรตัดสินใจ

$$\begin{aligned} \text{หาค่าสูงสุดหรือต่ำสุดของ} \quad & z = \sum_{j=1}^n c_j x_j \\ \text{ข้อจำกัด} \quad & \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \{ \geq, =, \leq \} b_i, \quad i = 1, 2, \dots, m \\ & x_j \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n \end{aligned}$$

แอลพี (LP) : Linear Programming Format

การเขียนไฟล์โจทย์ปัญหาในรูปแบบแอลพี (LP format) จะเป็นวิธีที่บุคคลธรรมดาทั่วไปสามารถอ่านเข้าใจได้ง่ายเพราะมีรูปแบบใกล้เคียงกับรูปแบบทั่วไปของกำหนดการเชิงเส้นคือ ประกอบด้วย 5 ส่วน โดยสามส่วนแรกจะมีรูปแบบเหมือนกับกำหนดการเชิงเส้น คือ ส่วนของสมการเป้าหมายหรือส่วนของวัตถุประสงค์ ส่วนของข้อจำกัด และส่วนของขอบเขต ซึ่งส่วนที่ 4 และส่วนที่ 5 จะเป็นส่วนของตัวแปรและส่วนของการจบการเขียนฟอร์แมต ซึ่งจะขอยกตัวอย่างโจทย์กำหนดการเชิงเส้นโดยทั่วไปและการเปลี่ยนกำหนดการเชิงเส้นให้เป็นแอลพีฟอร์แมต

ตัวอย่างสมการของปัญหาการตัดสินใจเชิงเส้น

Minimize or maximize

$$z = X_1 + 2X_5 - X_8$$

Subject to:

$$\begin{aligned} 2.5 &\leq 3.0 X_1 + X_2 - 2.0 X_4 - X_5 - X_8 \\ 2.0 X_2 + 1.1 X_3 &\leq 2.1 \\ X_3 + X_6 &= 4.0 \\ 1.8 &\leq 2.8 X_4 - 1.2 X_7 \leq 5.0 \\ 3.0 &\leq 5.6 X_1 + X_5 + 1.9 X_8 \leq 15.0 \end{aligned}$$

ข้อจำกัด :

$$\begin{aligned} 2.5 &\leq X_1 \\ 0 &\leq X_2 \leq 4.1 \\ 0 &\leq X_3 \\ 0 &\leq X_4 \\ 0.5 &\leq X_5 \leq 4.0 \\ 0 &\leq X_6 \\ 0 &\leq X_7 \\ 0 &\leq X_8 \leq 4.3 \end{aligned}$$

จากตัวอย่างดังกล่าวสามารถแปลงเป็นแอลพีฟอร์มเมทได้ดังนี้

```

1 Minimize
2   OBJ: +COL01 +2 COL05 -COL08
3
4 Subject To
5   ROW01: +3 COL01 +COL02 -2 COL04 -COL05 -COL08 >= 2.5
6   ROW02: +2 COL02 +1.1 COL03 <= 2.1
7   ROW03: +COL03 +COL06 = 4
8   ROW04: +2.8 COL04 -1.2 COL07 >= 1.8
9           +2.8 COL04 -1.2 COL07 <= 5
10  ROW05: +5.6 COL01 +COL05 +1.9 COL08 <= 15
11          +5.6 COL01 +COL05 +1.9 COL08 >= 3
12
13 Bounds
14  COL01 >= 2.5
15  COL02 <= 4.1
16  COL05 >= 0.5
17  COL05 <= 4
18  COL08 <= 4.3
19
20 End

```

ภาพผนวกที่ ง1 ตัวอย่างรูปแบบของการเขียนไฟล์สกุลแอลพี

ชื่อของตัวแปรถือเป็นสิ่งสำคัญในไฟล์แอลพี ตัวแปรแต่ละตัวจะต้องมีชื่อที่เป็นเอกลักษณ์ของตัวเอง โดยชื่อที่จะตั้งต้องมีขนาดไม่เกิน 255 ตัวอักษร และเพื่อหลีกเลี่ยงความสับสนไม่ควรเริ่มต้นชื่อตัวแปรด้วยตัวเลข หรือสัญลักษณ์ใด ๆ เช่น +, --, *, <, >, = หรือ : โดยไฟล์แอลพี จะใช้เครื่องหมาย “/” (Backslash) ในการวางไว้หน้าการเขียนวิจารณ์ (Comment)

โครงสร้างของแอลพีไฟล์จะถูกแบ่งออกเป็นส่วนๆ ดังนี้

2.1. ส่วนของวัตถุประสงค์

จะเป็นส่วนแรกในไฟล์ที่ใช้บอกวัตถุประสงค์ของโจทย์ปัญหานั้นๆ ซึ่งวัตถุประสงค์จะมีให้เลือกเขียน 6 แบบ ประกอบไปด้วย : Minimize, Maximize, Minimum, Maximum, min, หรือ max การเขียนวัตถุประสงค์จะเริ่มต้นด้วยชื่อวัตถุประสงค์ ตามด้วยเครื่องหมาย “:” ตามด้วยช่องว่าง (เว้นวรรค) และตามด้วยสมการเชิงเส้นเป้าหมาย ซึ่งการเขียนวัตถุประสงค์สามารถเขียนได้หนึ่งบรรทัด หรือหลายบรรทัดก็ได้

วัตถุประสงค์อาจจะต่อด้วยสมการกำลังสอง โดยส่วนของสมการกำลังสองอาจจะประกอบไปด้วย ส่วนของเลขยกกำลังสอง (เช่น $2x^2$) หรือข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์ (เช่น $3xy$) ซึ่งทั้งหมดจะต้องอยู่ภายในสัญลักษณ์ “[-]” และถ้าไม่มีการกำหนดสมการวัตถุประสงค์ สมการวัตถุประสงค์จะถูกกำหนดให้เป็น 0

ตัวอย่างสมการวัตถุประสงค์จะมีลักษณะดังต่อไปนี้ :

```
1 Minimize
2 obj : 3.1 X + 4.5 Y + 10 Z + [x ^ 2 + 2 y * x + 3 Y ^ 2] / 2
3
```

ภาพผนวกที่ 2 ตัวอย่างส่วนของวัตถุประสงค์ในแอลพีไฟล์

2.2. ส่วนของข้อจำกัด

ส่วนของข้อจำกัดจะเป็นส่วนที่ต่อจากส่วนของวัตถุประสงค์ จะเริ่มต้นด้วยข้อความดังต่อไปนี้ข้อความใดก็ได้ : subject to, such that, st หรือ s.t. ข้อจำกัดสามารถใส่ตัวเลขลำดับของข้อจำกัดแต่ละข้อ โดยการเขียนข้อจำกัดจะเขียนคล้ายกันกับการเขียนวัตถุประสงค์ คือ ชื่อข้อจำกัดตามด้วยเครื่องหมาย “ : ”, ตามด้วยช่องว่าง (เว้นวรรค) ตามด้วยสมการข้อจำกัด และลงท้ายด้วยตัวดำเนินการเปรียบเทียบ (=, <=, <, >= หรือ >) ตามด้วยค่าคงที่เป็นตัวเลขและตัวแบ่งบรรทัด

โปรดสังเกตว่ารูปแบบแอลพีจะไม่สามารถแยกแยะระหว่างความไม่เท่ากันแบบเข้มงวด และแบบไม่เข้มงวดได้ เช่น < และ <= จะเทียบเท่ากัน

ตัวอย่างสมการข้อจำกัดมีลักษณะที่ถูกต้องดังต่อไปนี้ :

```
1 c01 : 2.5 X + Y + Z <= 8.1
2 c02 : 2.5 x + 2.3 y + 5.3 z <= 8.1
3
```

ภาพผนวกที่ 3 ตัวอย่างส่วนของสมการข้อจำกัดในแอลพีไฟล์

* ไฟล์รูปแบบแอลพีทุกไฟล์ จะต้องมีส่วนของข้อจำกัด

2.3. ส่วนของขอบเขต

ส่วนถัดไปจะเป็นส่วนขอบเขต จะเริ่มต้นด้วยข้อความ “ Bounds ” และตามด้วยรายการของขอบเขตตัวแปร โดยแต่ละบรรทัดจะระบุขอบเขตขั้นต่ำสุด ขอบเขตขั้นสูงสุด หรือทั้งสองขอบเขตสำหรับตัวแปรเดียว

“ inf ” หรือ “ infinity ” ใช้ในการระบุขอบเขตที่ไม่มีกัณสิ้นสุด “ free ” ใช้ในการระบุขอบเขตที่ไม่มีกัณสิ้นสุดไม่ว่าจะเป็นในทิศทางใด

ตัวอย่างขอบเขตของตัวแปรมีลักษณะการเขียนที่ถูกต้องดังต่อไปนี้

```
1  0 <= X0 <= 1
2  X1 <= 1.2
3  X2 >= 3
4  X3 free
5  X2 >= - inf
6
```

ภาพผนวกที่ 4 ตัวอย่างส่วนของขอบเขตของตัวแปรในแอลพีไฟล์

มันไม่จำเป็นที่จะต้องระบุขอบเขตสำหรับตัวแปรทั้งหมด โดยระบบจะตั้งค่าเริ่มต้นของตัวแปรแต่ละตัวไว้ที่ขอบเขตต่ำสุดเท่ากับ 0 และขอบเขตสูงสุดเท่ากับอนันต์

2.4. ส่วนประเภทของตัวแปร

ส่วนถัดไปจะเป็นส่วนที่บ่งบอกประเภทของตัวแปร โดยประเภทของตัวแปรทั้งหมดจะมีดังต่อไปนี้ ไบนารี (Binary), จำนวนเต็มทั่วไป (General Integer) หรือแบบกึ่งต่อเนื่อง (Semi-continuous)

ตัวอย่างของชนิดตัวแปรมีลักษณะการเขียนที่ถูกต้องดังต่อไปนี้

1	Binary
2	x y z
3	
4	Generals
5	x y z
6	

ภาพผนวกที่ ๖5 ตัวอย่างส่วนของชนิดตัวแปรในแอลพีไฟล์

การกำหนดชนิดตัวแปรไม่จำเป็นต้องปรากฏตามลำดับใด ๆ (เช่น จำนวนเต็มทั่วไปสามารถนำหน้า หรือตามหลังไบนารี) ถ้าตัวแปรหนึ่งตัวถูกกำหนดให้มีหลายๆ ชนิดตัวแปร ตัวแปรตัวนั้นจะเป็นไปตามชนิดของตัวแปรล่าสุดที่ถูกกำหนดให้ คำหลักที่ถูกต้องสำหรับบ่งบอกชนิดของตัวแปร : binary, binaries, bin, generals, gen, semi-continuous, semis หรือ semi ถ้าไม่มีการกำหนดค่าในส่วนนี้ให้กับตัวแปร ระบบจะตั้งค่าเริ่มต้นของตัวแปรเป็นตัวแปรต่อเนื่อง

2.5. ส่วนสุดท้าย

แสดงการสิ้นสุดของไฟล์ด้วยข้อความ “ End ” ที่ตำแหน่งบรรทัดสุดท้ายของแอลพีไฟล์



ภาคผนวก จ

รายละเอียดผลในการทำการทดสอบแบบจำลองและปัจจัยที่มีผลต่อเวลาการคำนวณของปัญหาการ
จัดเส้นทางยานพาหนะ

ตารางผนวกที่ จ1 เวลาและรายละเอียดที่ใช้ในการทดสอบแบบจำลองปัญหาการเดินทางของ
พนักงานขาย

ลำดับ ที่	โจทย์	จำนวน เมือง	ตัวแปร ตัดสินใจ	ข้อจำกัด	คำตอบ จากการ ทดสอบ	คำตอบ จาก เฉลย	เส้นทาง ตรงกับ เฉลย	เวลา คำนวณ (วินาที)
1	GenTSP16*	16	273	319	98.26	-	-	0.13
2	Ulsses16	16	273	319	1565	1565	-	0.60
3	Br17	17	307	357	39	39	-	705.33
4	GenTSP19*	19	381	436	86.33	-	-	0.62
5	GenTSP20	20	421	479	281.57	-	-	1.56
6	bays29	29	871	956	2020	2020	-	21.29
7	ftv33	34	1191	1293	1286	1286	-	9.95
8	GenTSP34*	34	1191	1293	62.76	-	-	41.29
9	ftv35	36	1333	1439	1473	1473	-	48.74
10	ftv38	39	1561	1676	1530	1530	-	21.36
11	GenTSP41*	41	1723	1844	161.94	-	-	649.62
12	swiss42	42	1807	1931	1273	1273	-	30.24
13	TSPas46	46	2163	2300	550	550	-	101.2
14	ry48p	48	2353	2495	14422	14422	-	904.50
15	TSP51	51	2653	2805	600	600	-	305.2
16	GenTSP51*	51	2653	2805	428.87	-	-	60.89
17	GenTSP52*	52	2757	2911	7544.36	-	-	20.68
18	ft53	53	2863	3022	6905	6905	-	2442.15
19	ftv55	56	3193	3359	1553	1553	-	11.04
20	GenTSP61*	61	3783	3964	655.64	-	-	3035.09

**ตารางผนวกที่ จ2 เวลาและรายละเอียดที่ใช้ในการทดสอบแบบจำลองปัญหาการจัดเส้นทาง
ยานพาหนะที่มีข้อจำกัดด้านความจุ**

ลำดับ ที่	โจทย์	จำนวน เมือง	จำนวน รถ	ตัวแปร ตัดสินใจ	ข้อจำกัด	คำตอบ จากการทดสอบ	คำตอบ จาก เฉลย	เส้นทาง ตรงกับ เฉลย	เวลา คำนวณ (วินาที)
1	En-13-k4	13	4	732	852	251	247	✓	40.87
2	P-n19-k2	19	2	762	856	212	212	✓	702.55
3	P-n20-k2	20	2	842	943	217	216	✓	439.47
4	P-n21-k2	21	2	926	1032	212	211	✓	207.45
5	P-n22-k2	22	2	1014	1123	217	216	✓	601.86
6	E-n23-k3	23	3	1659	1819	569	569	✓	959.91
7	Cvrp20-k4*	20	4	1684	1867	543.34	-	-	2234.53
8	Cvrp29-k2*	29	2	1742	1886	343.57	-	-	1188.17
9	cvrp21-k4*	21	4	1852	2044	553.99	-	-	2806.24
10	cvrp30-k2*	30	2	1862	2013	345.99	-	-	1532.15
11	P-n22-k4	22	4	2028	2229	375	375	✓	12025.6
12	cvrp22-k4*	22	4	2028	2229	602.38	-	-	8309.36
13	cvrp26-k3*	26	3	2109	2293	350.41	-	-	528
14	Cvrp27-k3*	27	3	2271	2459	562.79	-	-	4216.15
15	cvrp23-k4*	23	4	2212	2422	352.23	-	-	10587.1
16	Cvrp35-k2*	35	2	2522	2698	374.45	-	-	1602.4
17	Cvrp25-k4*	25	4	2604	2832	493.3	-	-	35726.7
18	cvrp30-k3*	30	3	2793	3005	581.61	-	-	44837.4
19	cvrp40-k2*	40	2	3282	3483	433.34	-	-	33644.5
20	Cvrp45-k2	45	2	4142	4368	470	-	-	52342.8

ตารางผนวกที่ จ3 เวลาและรายละเอียดที่ใช้ในการทดสอบแบบจำลองปัญหาการจัดเส้นทาง
ยานพาหนะที่มีเรื่องเวลามาเกี่ยวข้อง

ลำดับ ที่	โหนด	จำนวน เมือง	จำนวน รถ	ตัวแปร ตัด สิน ใจ	ข้อ จำกัด	คำตอบ จาก การทดสอบ	คำตอบ จาก เฉลย	เส้นทาง ตรงกับ เฉลย	เวลา คำนวณ (วินาที)
1	R208	26	1	703	781	329.33	328.2	✓	42.17
2	C208	26	2	1406	1538	215.37	214.5	✓	9.93
3	C207	26	2	1406	1537	215.37	214.5	✓	17.88
4	C202	26	2	1406	1537	215.54	214.7	✓	5.60
5	R204	26	2	1406	1537	355.89	355	✓	853.42
6	VRPTW01	26	2	1406	1537	270	270	✓	0.31
7	C201	26	2	1406	1537	215.5	214.7	✓	0.29
8	RC102	26	3	2109	2293	352.5	351.8	✓	12123.8
9	R205	26	3	2109	2293	389.27	393	✓	68.64
10	C104	26	3	2109	2293	187.45	186.9	✓	9763.29
11	C103	26	3	2109	2293	190.74	190.3	✓	749.30
12	C106	26	3	2109	2293	191.81	191.3	✓	12.16
13	C107	26	3	2109	2293	191.81	191.3	✓	0.25
14	R201	26	4	2812	3049	463.48	463.3	✓	9.47
15	R202	26	4	2812	3049	411.49	410.5	✓	1332.91
16	C208	51	2	5306	5562	352.1	350.5	✓	444.67
17	C202	51	3	7959	8318	361.41	360.2	✓	192.94
18	C205	51	3	7959	8318	361.41	359.8	✓	90.23
19	C201	51	3	7959	8318	361.79	360.2	✓	3.06
20	C207	51	3	7959	8318	361.2	359.6	✓	3532.94

ตารางผนวกที่ ๑4 รายละเอียดการทดสอบปัจจัยที่มีผลต่อเวลาในการคำนวณของปัญหาการ
เดินทางของพนักงานขาย

ลำดับที่	โจทย์	จำนวนเมือง TSP	จำนวนตัว แปร TSP	เมือง*ตัวแปร TSP	เวลาtsp
1	GenTSP16*	16	273	4368	0.13
2	Ulsses16	16	273	4368	0.6
3	Br17	17	307	5219	705.33
4	GenTSP18*	19	381	7239	0.62
5	GenTSP20	20	421	8420	1.56
6	bays29	29	871	25259	21.29
7	ftv33	34	1191	40494	9.95
8	GenTSP33*	34	1191	40494	41.29
9	ftv35	36	1333	47988	48.74
10	ftv38	39	1561	60879	21.36
11	GenTSP41*	41	1723	70643	649.62
12	swiss42	42	1807	75894	30.24
13	TSPas46	46	2163	99498	0.88
14	ry48p	48	2353	112944	904.5
15	TSP51	51	2653	135303	2.75
16	GenTSP51*	51	2653	135303	60.89
17	GenTSP52*	52	2757	143364	20.68
18	ft53	53	2863	151739	2442.15
19	ftv55	56	3193	178808	11.04
20	GenTSP60*	61	3783	230763	3035.09

ตารางผนวกที่ จ5 รายละเอียดการทดสอบปัจจัยที่มีผลต่อเวลาในการคำนวณของปัญหาการจัด
เส้นทางยานพาหนะที่มีข้อจำกัดด้านความจุ

ลำดับที่	โจทย์	จำนวนเมือง cvrp	จำนวนตัวแปร cvrp	เมือง*ตัวแปร CVRP	เวลาcvrp
1	En-13-k4	13	732	9516	40.87
2	P-n19-k2	19	762	14478	702.55
3	P-n20-k2	20	842	16840	439.47
4	P-n21-k2	21	926	19446	207.45
5	P-n22-k2	22	1014	22308	601.86
6	E-n23-k3	23	1659	38157	959.91
7	cvrp19-k4*	20	1684	33680	2234.53
8	Cvrp29-k2*	29	1742	50518	1188.17
9	cvrp20-k4*	21	1852	38892	2806.24
10	cvrp30-k2*	30	1862	55860	1532.15
11	P-n22-k4	22	2028	44616	12025.6
12	cvrp22-k4*	22	2028	44616	8309.36
13	cvrp26-k3*	26	2109	54834	528
14	Cvrp27-k3*	27	2271	61317	4216.15
15	cvrp23-k4*	23	2212	50876	10587.1
16	Cvrp35-k2*	35	2522	88270	1602.4
17	Cvrp25-k4*	25	2604	65100	35726.7
18	cvrp30-k3*	30	2793	83790	44837.4
19	cvrp40-k2*	40	3282	131280	33644.5
20	Cvrp45-k2	45	4142	186390	52342.8

ตารางผนวกที่ ๖6 รายละเอียดการทดสอบปัจจัยที่มีผลต่อเวลาในการคำนวณของปัญหาการจัด
เส้นทางยานพาหนะที่มีเรื่องเวลามาเกี่ยวข้อง

ลำดับที่	โจทย์	จำนวนเมือง vrptw	จำนวนตัวแปร vrptw	เมือง*ตัวแปร vrptw	เวลาvrptw
1	R208	26	703	18278	42.17
2	C208	26	1406	36556	9.93
3	C207	26	1406	36556	17.88
4	C202	26	1406	36556	5.6
5	R204	26	1406	36556	853.42
6	VRPTW01	26	1406	36556	360.53
7	C201	26	1406	36556	0.29
8	RC102	26	2109	54834	12123.8
9	R205	26	2109	54834	68.64
10	C104	26	2109	54834	9763.29
11	C103	26	2109	54834	749.3
12	C106	26	2109	54834	12.16
13	C107	26	2109	54834	0.25
14	R201	26	2812	73112	9.47
15	R202	26	2812	73112	1332.91
16	C208	51	5306	270606	444.67
17	C202	51	7959	405909	192.94
18	C205	51	7959	405909	90.23
19	C201	51	7959	405909	3.06
20	C207	51	7959	405909	3532.94



ภาคผนวก จ

รายละเอียดการเขียนโค้ดในการพัฒนาเครื่องมือสำหรับการจัดเส้นทางยานพาหนะเพื่อการขนส่ง

รายละเอียดในการเขียนโค้ดของเครื่องมือสำหรับการแบ่งเส้นทางยานพาหนะจะแบ่งเป็น 2 ส่วนในส่วนแรกจะเป็นส่วนของตัวชี้พิกัดหลักที่ใช้สำหรับการควบคุมการคำนวณการจัดเส้นทางยานพาหนะ และส่วนที่สองจะเป็นส่วนของเว็บแอปพลิเคชันที่ใช้ในการควบคุมการสร้างฐานข้อมูลตั้งแต่การสร้างข้อมูลลูกค้า ข้อมูลยานพาหนะ ข้อมูลเมตริกซ์ระยะทาง และข้อมูลของเมตริกซ์เวลา ซึ่งโค้ดต่างๆจะเป็นไปดังต่อไปนี้

1. โค้ดในส่วนของตัวชี้พิกัดหลักที่ใช้ในการคำนวณหาเส้นทาง

1.1 โค้ดในส่วนของการควบคุมการทำงานชีทหลัก

เป็นโค้ดสำหรับการเช็คเงื่อนไขของโจทย์ที่ป้อนสามารถใช้กับแบบจำลองที่เลือกได้หรือไม่ และเป็นการนำค่าพารามิเตอร์จากหน้าชีทหลักที่ผู้ใช้งานป้อนไปใส่ไว้บนชีทแบบจำลองก่อนทำการสร้างแบบจำลองและทำการคำนวณ โดยโค้ดดังกล่าวได้เขียนไว้บน Sheet4 (Overall) ดังนี้

Private Sub SolveProblem_Click()

Dim NOCUST, NOVEHICLE As Integer

Dim b As Integer

Dim a As Integer

Dim c As Integer

Dim d As Integer

Dim WS As String

Dim i As Integer

Dim j As Integer

Dim k As Integer

Dim aa As Integer

Dim M As Integer

Dim DistanceValue, Timevalue As Double

Dim textstr1, textstr2, textstr3 As String

Dim wrdstr1, wrdstr2, wrdstr3, wrdstr4, wrdstr5, wrdstr6 As Integer

```

Dim sumcapacity, sumdemand As Integer

Workbooks.Open ("C:\Routing planning tool\Datafile.xlsx")

Workbooks("Routing planning").Activate

Workbooks("Routing planning").Worksheets("Constrain").Range("B1:B100").Value = ""

If CheckBox2.Value = True Then

Workbooks("Routing planning").Worksheets("Constrain").Range("B1").Value = "VRPTW"

ElseIf CheckBox1.Value = True Then

Workbooks("Routing planning").Worksheets("Constrain").Range("B1").Value = "CVRP"

Else

Workbooks("Routing planning").Worksheets("Constrain").Range("B1").Value = "TSP"

End If

If Workbooks("Routing planning").Worksheets("Constrain").Range("B1").Value = "TSP" Then

WS = "TSPPProblem"

ElseIf Workbooks("Routing planning").Worksheets("Constrain").Range("B1").Value = "CVRP"

Then

WS = "CVRPproblem"

ElseIf Workbooks("Routing planning").Worksheets("Constrain").Range("B1").Value =

"VRPTW" Then

WS = "VRPTWproblem"

End If

'number of vehicle

M = 7

Do While Workbooks("Routing planning").Worksheets("Overall").Cells(M, 1).Value <> ""

M = M + 1

Loop

NOVEHICLE = M - 7

'number of customer

b = 7

Do While Workbooks("Routing planning").Worksheets("Overall").Cells(b, 6).Value <> ""

b = b + 1

Loop

```


NOCUST = b - 7

'check #VEHICLE match with type of problem

If NOVEHICLE > 1 Then

If WS = "TSPPProblem" Then

GoTo line2

End If

End If

'check error if Demand > supply

sumcapacity = 0

For i = 1 To NOCUST

sumdemand = sumdemand + Workbooks("Routing planning").Worksheets("Overall").Cells(6 + i, 9).Value

Next i

For k = 1 To NOVEHICLE

sumcapacity = sumcapacity + Workbooks("Routing planning").Worksheets("Overall").Cells(6 + k, 4).Value

Next k

If sumdemand > sumcapacity Then

GoTo line1

End If

'check maxdemand vehicle > mincapacity

Dim maxdemand As Integer

Dim mincapacity As Integer

Dim h, l As Integer

Dim p As Integer

p = 0

Do

maxdemand = 0

mincapacity = 9999

h = 0

l = 0

```

For i = 1 To NOCUST
  If Workbooks("Routing planning").Worksheets("Overall").Cells(6 + i, 9).Value > maxdemand
  Then
    maxdemand = Workbooks("Routing planning").Worksheets("Overall").Cells(6 + i, 9).Value
  End If
Next i

Do While Workbooks("Routing planning").Worksheets("Overall").Cells(6 + h, 9).Value <>
maxdemand
  h = h + 1
Loop

For k = 1 To NOVEHICLE
  If Workbooks("Routing planning").Worksheets("Overall").Cells(6 + k, 4).Value < mincapacity
  Then
    mincapacity = Worksheets("Overall").Cells(6 + k, 4).Value
    l = l + 1
  End If
Next k

If maxdemand > mincapacity Then
  Workbooks("Routing planning").Worksheets("Overall").Cells(29 + p, 6).Value =
  Workbooks("Routing planning").Worksheets("Overall").Cells(6 + h, 6).Value
  Workbooks("Routing planning").Worksheets("Overall").Cells(29 + p, 7).Value =
  Workbooks("Routing planning").Worksheets("Overall").Cells(6 + h, 7).Value
  Workbooks("Routing planning").Worksheets("Overall").Cells(29 + p, 8).Value =
  Workbooks("Routing planning").Worksheets("Overall").Cells(6 + h, 8).Value
  Workbooks("Routing planning").Worksheets("Overall").Cells(29 + p, 9).Value = mincapacity
  Workbooks("Routing planning").Worksheets("Overall").Cells(29 + p, 10).Value =
  Workbooks("Routing planning").Worksheets("Overall").Cells(6 + h, 10).Value
  Workbooks("Routing planning").Worksheets("Overall").Cells(29 + p, 11).Value =
  Workbooks("Routing planning").Worksheets("Overall").Cells(6 + h, 11).Value
  Workbooks("Routing planning").Worksheets("Overall").Cells(29 + p, 12).Value =
  Workbooks("Routing planning").Worksheets("Overall").Cells(6 + h, 12).Value

```

```

Workbooks("Routing planning").Worksheets("Overall").Cells(13 + p, 1).Value =
Workbooks("Routing planning").Worksheets("Overall").Cells(6 + 1, 1).Value
Workbooks("Routing planning").Worksheets("Overall").Cells(13 + p, 2).Value =
Workbooks("Routing planning").Worksheets("Overall").Cells(6 + 1, 2).Value
Workbooks("Routing planning").Worksheets("Overall").Cells(13 + p, 3).Value =
Workbooks("Routing planning").Worksheets("Overall").Cells(6 + 1, 3).Value
Workbooks("Routing planning").Worksheets("Overall").Cells(13 + p, 4).Value =
Workbooks("Routing planning").Worksheets("Overall").Cells(6 + 1, 4).Value
Workbooks("Routing planning").Worksheets("Overall").Cells(6 + h, 9).Value =
Workbooks("Routing planning").Worksheets("Overall").Cells(6 + h, 9).Value - mincapacity
Workbooks("Routing planning").Worksheets("Overall").Range("A" & 7 + 1 & ":D" &
NOVEHICLE + 6).Select
    Selection.Copy
    Workbooks("Routing planning").Worksheets("Overall").Range("A" & 6 + 1).Select
    ActiveSheet.Paste
Workbooks("Routing planning").Worksheets("Overall").Range("A" & NOVEHICLE + 6 & ":D"
& NOVEHICLE + 6).ClearContents
    Application.CutCopyMode = False
End If
p = p + 1
'number of vehicle
M = 7
Do While Workbooks("Routing planning").Worksheets("Overall").Cells(M, 1).Value <> ""
M = M + 1
Loop
NOVEHICLE = M - 7
Loop Until mincapacity >= maxdemand
'fill distance matrix to model
For i = 0 To NOCUST
    If i = 0 Then
        c = 0

```

```

Else
c = Workbooks("Routing planning").Worksheets("Overall").Cells(i + 6, 6).Value
End If
For j = 0 To NOCUST
If j = 0 Then
d = 0
Else
d = Workbooks("Routing planning").Worksheets("Overall").Cells(j + 6, 6).Value
End If
aa = 1
For k = 1 To NOVEHICLE
DistanceValue = Workbooks("Datafile").Worksheets("DistanceData").Cells(2 + c, 2 + d).Value
Workbooks("Routing planning").Worksheets(WS).Cells(32 + i, aa + 1 + j) = DistanceValue
aa = aa + 22
Next k
Next j
Next i
'fill Time matrix to model
For i = 0 To NOCUST
If i = 0 Then
c = 0
Else
c = Workbooks("Routing planning").Worksheets("Overall").Cells(i + 6, 6).Value
End If
For j = 0 To NOCUST
If j = 0 Then
d = 0
Else
d = Workbooks("Routing planning").Worksheets("Overall").Cells(j + 6, 6).Value
End If
aa = 1

```

```

For k = 1 To NOVEHICLE
    Timevalue = Workbooks("Datafile").Worksheets("TimeData").Cells(2 + c, 2 + d).Value
    If i = 0 Then
        Workbooks("Routing planning").Worksheets(WS).Cells(55 + i, aa + 1 + j) = Timevalue
    Else
        Workbooks("Routing planning").Worksheets(WS).Cells(55 + i, aa + 1 + j) = Timevalue +
        Workbooks("Routing planning").Worksheets("Overall").Cells(i + 6, 12).Value
    End If
    aa = aa + 22
Next k
Next j
Next i
'add demand and time
If CheckBox2.Value = True Then
    If CheckBox1.Value = True Then
        For i = 1 To NOCUST
            textstr1 = Workbooks("Routing planning").Worksheets("Overall").Cells(6 + i, 10).Value
            textstr2 = Workbooks("Routing planning").Worksheets("Overall").Cells(6 + i, 11).Value
            textstr3 = Workbooks("Routing planning").Worksheets("Overall").Range("F2").Value
            wrdstr1 = Split(textstr1, ":")(0)
            wrdstr2 = Split(textstr1, ":")(1)
            wrdstr3 = Split(textstr2, ":")(0)
            wrdstr4 = Split(textstr2, ":")(1)
            wrdstr5 = Split(textstr3, ":")(0)
            wrdstr6 = Split(textstr3, ":")(1)
            Workbooks("Routing planning").Worksheets(WS).Cells(79 + i, 2).Value =
            Workbooks("Routing planning").Worksheets("Overall").Cells(6 + i, 9).Value
            Workbooks("Routing planning").Worksheets(WS).Cells(6 + i, 99).Value = ((wrdstr1 * 60) +
            wrdstr2) - ((wrdstr5 * 60) + wrdstr6)
            Workbooks("Routing planning").Worksheets(WS).Cells(6 + i, 105).Value = ((wrdstr3 * 60) +
            wrdstr4) - ((wrdstr5 * 60) + wrdstr6)
        
```



```

Next i
Else
    For i = 1 To NOCUST
        Workbooks("Routing planning").Worksheets(WS).Cells(79 + i, 2).Value = 0
        Workbooks("Routing planning").Worksheets(WS).Cells(6 + i, 99).Value =
        Workbooks("Routing planning").Worksheets("Overall").Cells(6 + i, 10).Value
        Workbooks("Routing planning").Worksheets(WS).Cells(6 + i, 105).Value =
        Workbooks("Routing planning").Worksheets("Overall").Cells(6 + i, 11).Value
    Next i
End If
ElseIf CheckBox1.Value = True Then
    For i = 1 To NOCUST
        Workbooks("Routing planning").Worksheets(WS).Cells(79 + i, 2).Value =
        Workbooks("Routing planning").Worksheets("Overall").Cells(6 + i, 9).Value
        Workbooks("Routing planning").Worksheets(WS).Cells(6 + i, 99).Value = 0
        Workbooks("Routing planning").Worksheets(WS).Cells(6 + i, 105).Value = 5000
    Next i
End If
'add capacity
If WS = "TSPProblem" Then
    Else
        For k = 1 To NOVEHICLE
            Workbooks("Routing planning").Worksheets(WS).Cells(79 + k, 9).Value = Workbooks("Routing
            planning").Worksheets("Overall").Cells(6 + k, 4).Value
        Next k
    End If
    Workbooks("Datafile").Close
    Call BuiltandcreateLPFile
    Exit Sub
line1:
MsgBox "Vehicle not enough for supply customer"

```

Exit Sub

line2:

MsgBox "#vehicle = " & NOVEHICLE & " are not match with TSPPROBLEM"

Exit Sub

End Sub

1.2 โค้ดในส่วนของการควบคุมการคำนวณ

1.2.1 โค้ดในส่วนของการสร้างแบบจำลอง

เป็นโค้ดที่ใช้สำหรับการสร้างโมเดลโจทย์ปัญหาหลังจากที่ผู้ใช้งานป้อนลงใน ส่วน โจทย์ปัญหาลงในชีทหลักแล้วส่วนนี้จะนำโจทย์ดังกล่าวมาสร้างเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับการคำนวณซึ่งตัวโมเดลจะเป็นชีทที่ถูกซ่อนไว้อยู่ในเวิร์กบุ๊กเดียวกับกับชีทหลักซึ่งชีทที่ซ่อนไว้สำหรับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มีอยู่ 3 ชีทซึ่งสอดคล้องกับ 3 ประเภทปัญหาที่เครื่องมือสามารถแก้ได้ โดยโค้ดส่วนนี้อยู่ในส่วนของโมดูลหนึ่ง (Module 1)

Option Explicit

Dim a As String

Dim b As String

Dim i, j, k, l As Integer

Dim c As String

Dim address1, address2, address3, address4, address5, address6, address7, address8, address9, address10, address11, address12, address13, address14, address15, address16, address17, address18, address19, address20, address21, address22, address23, address24, address25, address26, address27, address28, address29, address30, address31, address32, address33, address34, address35, address36, address37, address38, address39, address40, address41, address42, address43, address44, address45, address46, address47 As String

Dim city As Integer

Dim d As String

Dim e As String

Dim f As String

```

Dim g As String
Dim h As String
Dim z As String
Dim q As String
Dim n As String
Dim o As String
Dim p As String
Dim r As String
Dim s As String
Dim M, aa, BB, CC As Integer
Dim NOCUST As Integer
Dim NOVEHICLE As Integer
Dim changingcellvalue1 As String

```

Sub BuiltandcreateLPFile()

```

'number of customer
M = 7
Do While Worksheets("Overall").Cells(M, 6).Value <> ""
M = M + 1
Loop
NOCUST = M - 7
city = 1 + NOCUST
'number of vehicle
M = 7
Do While Worksheets("Overall").Cells(M, 1).Value <> ""
M = M + 1
Loop
NOVEHICLE = M - 7
If Worksheets("Constrain").Range("B1").Value = "TSP" Then
Worksheets("TSPproblem").Range("B6:V26,AB6:AB28").Value = ""
Call CREATETSP

```

```

ElseIf Worksheets("Constrain").Range("B1").Value = "CVRP" Then
Worksheets("CVRPproblem").Range("B6:V26,X6:AR26,AT6:BN26,BP6:CJ26,CW6:CZ27").Value = ""
Call CREATECVRP
ElseIf Worksheets("Constrain").Range("B1").Value = "VRPTW" Then
Worksheets("VRPTWproblem").Range("B6:V26,X6:AR26,AT6:BN26,BP6:CJ26,CW6:CZ27").Value = ""
Call CREATEVRPTW
End If
End Sub

```

Sub CREATETSP()

```

'TSP problem
'add formula in TSPproblem sheet
'objective formula
address7 = Cells(city + 5, city + 1).Address
address6 = Cells(city + 31, city + 1).Address
e = "=SUMPRODUCT(B32:" & address6 & ",B6:" & address7 & ")"
Worksheets("TSPProblem").Range("C3").Formula = e
'constraint formula
For i = 6 To city + 5
address1 = Cells(i, city + 1).Address
address2 = Cells(i, 23).Address
c = "=SUM(B" & i & ":" & address1 & ")"
Worksheets("TSPProblem").Range(address2).Formula = c
address3 = Cells(6, 2 + i - 6).Address
address4 = Cells(5 + city, 2 + i - 6).Address
address5 = Cells(27, 2 + i - 6).Address
d = "=SUM(" & address3 & ":" & address4 & ")"
Worksheets("TSPProblem").Range(address5).Formula = d
Next i

```

```

'Create constrain target changing cell
'Targetcell
Worksheets("Constrain").Range("B2").Formula = "TSPPProblem!$C$3"
'Changingcell
address8 = Cells(5 + city, 28).Address
Worksheets("Constrain").Range("B3").Formula = "TSPPProblem!$B$6:" & address7 &
",TSPPProblem!$AB$6:" & address8 & ",TSPPProblem!$AB$27"
'Constrain
address9 = Cells(28, 1 + city).Address
address10 = Cells(29, 1 + city).Address
address9 = Replace(address9, "$", "")
address10 = Replace(address10, "$", "")
address11 = Cells(5 + city, 23).Address
address12 = Cells(5 + city, 24).Address
address11 = Replace(address11, "$", "")
address12 = Replace(address12, "$", "")
address13 = Cells(5 + city, 28).Address
address14 = Cells(5 + city, 26).Address
address13 = Replace(address13, "$", "")
address14 = Replace(address14, "$", "")
address15 = Cells(5 + city, 29).Address
address15 = Replace(address15, "$", "")
address16 = Cells(31 + city, 38 + city).Address
address17 = Cells(31 + city, 61 + city).Address
address16 = Replace(address16, "$", "")
address17 = Replace(address17, "$", "")
address7 = Replace(address7, "$", "")
a = "C28:" & address9 & " = C29:" & address10
b = "W6:" & address11 & " = X6:" & address12
f = "AB7:" & address13 & " >= Z7:" & address14
g = "AB7:" & address13 & " <= AC7:" & address15

```



```

h = "AM32:" & address16 & " <= BJ32:" & address17
z = "Binary = B6:" & address7

Worksheets("Constrain").Range("B4").Formula = "B27 = B28"
Worksheets("Constrain").Range("B5").Formula = a
Worksheets("Constrain").Range("B6").Formula = b
Worksheets("Constrain").Range("B7").Formula = "AB6 = 0"
Worksheets("Constrain").Range("B8").Formula = f
Worksheets("Constrain").Range("B9").Formula = g
Worksheets("Constrain").Range("B10").Formula = "AB27 <= AC27"
Worksheets("Constrain").Range("B11").Formula = h
Worksheets("Constrain").Range("B12").Formula = z

Call GamsCreate
End Sub

Sub CREATECVRP0
'objective formula
aa = 22
For k = 1 To NOVEHICLE
If k = 1 Then
address7 = Cells(city + 5, city + 1).Address
address6 = Cells(city + 31, city + 1).Address
e = "=SUMPRODUCT(B32:" & address6 & ",B6:" & address7 & ")"
Else
address7 = Cells(city + 5, city + 1 + aa).Address
address6 = Cells(city + 31, city + 1 + aa).Address
address20 = Cells(6, 2 + aa).Address
address21 = Cells(32, 2 + aa).Address
e = e & "+SUMPRODUCT(" & address21 & ":" & address6 & "," & address20 & ":" &
address7 & ")"
aa = aa + 22
End If

```

```

Worksheets("CVRPPProblem").Range("C3").Formula = e
Next k
'constraint formula
aa = 22
For k = 1 To NOVEHICLE
If k = 1 Then
For i = 6 To city + 5
address1 = Cells(i, city + 1).Address
address2 = Cells(i, 23).Address
c = "=SUM(B" & i & ":" & address1 & ")"
Worksheets("CVRPPProblem").Range(address2).Formula = c
address3 = Cells(6, 2 + i - 6).Address
address4 = Cells(5 + city, 2 + i - 6).Address
address5 = Cells(27, 2 + i - 6).Address
d = "=SUM(" & address3 & ":" & address4 & ")"
Worksheets("CVRPPProblem").Range(address5).Formula = d
If i > 6 Then
address26 = Cells(73 + i, k + 2).Address
Worksheets("CVRPPProblem").Range(address26).Formula = c
End If
Next i
Else
For i = 6 To city + 5
address1 = Cells(i, city + aa + 1).Address
address2 = Cells(i, aa + 23).Address
address22 = Cells(i, aa + 2).Address
c = "=SUM(" & address22 & ":" & address1 & ")"
Worksheets("CVRPPProblem").Range(address2).Formula = c
address3 = Cells(6, 2 + aa + i - 6).Address
address4 = Cells(5 + city, 2 + aa + i - 6).Address
address5 = Cells(27, 2 + aa + i - 6).Address

```

```

d = "=SUM(" & address3 & ":" & address4 & ")"
Worksheets("CVRPPProblem").Range(address5).Formula = d

If i > 6 Then
address26 = Cells(73 + i, k + 2).Address
Worksheets("CVRPPProblem").Range(address26).Formula = c
End If

Next i
aa = aa + 22
End If

address19 = Cells(80, 2).Address
address19 = Replace(address19, "$", "")
address28 = Cells(80 + city - 2, 2).Address
address28 = Replace(address28, "$", "")
address29 = Cells(80, 2 + k).Address
address29 = Replace(address29, "$", "")
address30 = Cells(80 + city - 2, 2 + k).Address
address30 = Replace(address30, "$", "")

q = "=SUMPRODUCT(" & address19 & ":" & address28 & "," & address29 & ":" & address30
& ")"
address27 = Cells(79 + k, 7).Address
Worksheets("CVRPPProblem").Range(address27).Formula = q

Next k

For i = 7 To city + 5
aa = 23

For k = 1 To NOVEHICLE
If k = 1 Then
address18 = "=" & Worksheets("CVRPPProblem").Cells(i, aa).Address
Else
address18 = address18 & "+" & Worksheets("CVRPPProblem").Cells(i, aa).Address
End If
aa = aa + 22

```

```

Next k

Worksheets("CVRPProblem").Cells(i, 90).Formula = address18

Next i

'Create constrain target changing cell

'Targetcell

Worksheets("Constrain").Range("B2").Formula = "CVRPproblem!$C$3"

'Changingcell

aa = 23

BB = 1

For k = 1 To NOVEHICLE

If k = 1 Then

address7 = Cells(city + 5, city + 1).Address

address8 = ":" & Cells(5 + city, 101).Address

changingcellvalue1 = "CVRPproblem!$B$6:" & address7

Else

address7 = Cells(city + 5, city + aa).Address

address8 = ":" & Cells(5 + city, 101 + BB).Address

address23 = Cells(6, aa + 1).Address

address25 = ":" & Cells(27, 101 + BB).Address

changingcellvalue1 = changingcellvalue1 + ",CVRPproblem!" & address23 & ":" & address7

aa = aa + 22

BB = BB + 1

End If

Next k

changingcellvalue1 = changingcellvalue1 + ",CVRPproblem!$CW$6" & address8 &
",CVRPproblem!$CW$27" & address25

Worksheets("Constrain").Range("B3").Formula = changingcellvalue1

Dim bincell As String

'Constrain

aa = 23

For k = 1 To NOVEHICLE

```

```

If k = 1 Then
address7 = Cells(city + 5, city + 1).Address
address7 = Replace(address7, "$", "")
z = "Binary = B6:" & address7
Else
address23 = Cells(6, aa + 1).Address
address23 = Replace(address23, "$", "")
address7 = Cells(city + 5, city + aa).Address
address7 = Replace(address7, "$", "")
bincell = "," & address23 & ":" & address7
z = z + bincell
aa = aa + 22
End If
Next k
Worksheets("Constrain").Range("B4").Formula = z
address31 = Cells(5 + city, 90).Address
address32 = Cells(5 + city, 91).Address
address31 = Replace(address31, "$", "")
address32 = Replace(address32, "$", "")
b = "CL7:" & address31 & " = CM7:" & address32
Worksheets("Constrain").Range("B5").Formula = b
address33 = Cells(79 + NOVEHICLE, 7).Address
address34 = Cells(79 + NOVEHICLE, 9).Address
address33 = Replace(address33, "$", "")
address34 = Replace(address34, "$", "")
n = "G80:" & address33 & " <= I80:" & address34
Worksheets("Constrain").Range("B6").Formula = n
BB = 1
CC = 1
For k = 1 To NOVEHICLE
address9 = Cells(27, 1 + BB).Address

```



```

address9 = Replace(address9, "$", "")
address10 = Cells(28, 1 + BB).Address
address10 = Replace(address10, "$", "")
address11 = Cells(28, BB + 2).Address
address11 = Replace(address11, "$", "")
address12 = Cells(28, BB + city).Address
address12 = Replace(address12, "$", "")
address13 = Cells(29, BB + 2).Address
address13 = Replace(address13, "$", "")
address14 = Cells(29, BB + city).Address
address14 = Replace(address14, "$", "")
address35 = Cells(6, 22 + BB).Address
address35 = Replace(address35, "$", "")
address36 = Cells(5, 22 + BB).Address
address36 = Replace(address36, "$", "")
address37 = Cells(6, 100 + k).Address
address37 = Replace(address37, "$", "")
address38 = Cells(7, 100 + k).Address
address38 = Replace(address38, "$", "")
address39 = Cells(5 + city, 100 + k).Address
address39 = Replace(address39, "$", "")
address40 = Cells(7, 99).Address
address40 = Replace(address40, "$", "")
address41 = Cells(5 + city, 99).Address
address41 = Replace(address41, "$", "")
address42 = Cells(7, 105).Address
address42 = Replace(address42, "$", "")
address43 = Cells(5 + city, 105).Address
address43 = Replace(address43, "$", "")
address44 = Cells(27, 100 + k).Address
address44 = Replace(address44, "$", "")

```

```

address16 = Cells(31 + city, 98 + BB + city).Address
address17 = Cells(78 + city, 98 + BB + city).Address
address16 = Replace(address16, "$", "")
address17 = Replace(address17, "$", "")
address45 = Cells(32, 99 + BB).Address
address46 = Cells(79, 99 + BB).Address
address45 = Replace(address45, "$", "")
address46 = Replace(address46, "$", "")
o = address9 & " = " & address10
a = address11 & ":" & address12 & " = " & address13 & ":" & address14
p = address35 & " = " & address36
r = address37 & " = 0"
f = address38 & ":" & address39 & " >= " & address40 & ":" & address41
g = address38 & ":" & address39 & " <= " & address42 & ":" & address43
s = address44 & " <= DA27"
h = address45 & ":" & address16 & " <= " & address46 & ":" & address17
Worksheets("Constrain").Cells(6 + CC, 2).Formula = o
Worksheets("Constrain").Cells(7 + CC, 2).Formula = a
Worksheets("Constrain").Cells(8 + CC, 2).Formula = p
Worksheets("Constrain").Cells(9 + CC, 2).Formula = r
Worksheets("Constrain").Cells(10 + CC, 2).Formula = f
Worksheets("Constrain").Cells(11 + CC, 2).Formula = g
Worksheets("Constrain").Cells(12 + CC, 2).Formula = s
Worksheets("Constrain").Cells(13 + CC, 2).Formula = h
BB = BB + 22
CC = CC + 8
Next k
Call GamsCreate
End Sub

```

Sub CREATEVRPTW()

'objective formula

aa = 22

For k = 1 To NOVEHICLE

If k = 1 Then

address7 = Cells(city + 5, city + 1).Address

address6 = Cells(city + 31, city + 1).Address

e = "=SUMPRODUCT(B32:" & address6 & ",B6:" & address7 & ")"

Else

address7 = Cells(city + 5, city + 1 + aa).Address

address6 = Cells(city + 31, city + 1 + aa).Address

address20 = Cells(6, 2 + aa).Address

address21 = Cells(32, 2 + aa).Address

e = e & "+SUMPRODUCT(" & address21 & ":" & address6 & "," & address20 & ":" & address7 & ")"

aa = aa + 22

End If

Worksheets("VRPTWproblem").Range("C3").Formula = e

Next k

'constraint formula

aa = 22

For k = 1 To NOVEHICLE

If k = 1 Then

For i = 6 To city + 5

address1 = Cells(i, city + 1).Address

address2 = Cells(i, 23).Address

c = "=SUM(B" & i & ":" & address1 & ")"

Worksheets("VRPTWproblem").Range(address2).Formula = c

address3 = Cells(6, 2 + i - 6).Address

address4 = Cells(5 + city, 2 + i - 6).Address

address5 = Cells(27, 2 + i - 6).Address

```

d = "=SUM(" & address3 & ":" & address4 & ")"
Worksheets("VRPTWproblem").Range(address5).Formula = d

If i > 6 Then
address26 = Cells(73 + i, k + 2).Address
Worksheets("VRPTWproblem").Range(address26).Formula = c
End If

Next i

Else
For i = 6 To city + 5
address1 = Cells(i, city + aa + 1).Address
address2 = Cells(i, aa + 23).Address
address22 = Cells(i, aa + 2).Address
c = "=SUM(" & address22 & ":" & address1 & ")"
Worksheets("VRPTWproblem").Range(address2).Formula = c
address3 = Cells(6, 2 + aa + i - 6).Address
address4 = Cells(5 + city, 2 + aa + i - 6).Address
address5 = Cells(27, 2 + aa + i - 6).Address
d = "=SUM(" & address3 & ":" & address4 & ")"
Worksheets("VRPTWproblem").Range(address5).Formula = d
If i > 6 Then
address26 = Cells(73 + i, k + 2).Address
Worksheets("VRPTWproblem").Range(address26).Formula = c
End If
Next i

aa = aa + 22

End If

address19 = Cells(80, 2).Address
address19 = Replace(address19, "$", "")
address28 = Cells(80 + city - 2, 2).Address
address28 = Replace(address28, "$", "")
address29 = Cells(80, 2 + k).Address

```

```

address29 = Replace(address29, "$", "")
address30 = Cells(80 + city - 2, 2 + k).Address
address30 = Replace(address30, "$", "")
q = "=SUMPRODUCT(" & address19 & ":" & address28 & "," & address29 & ":" & address30
& ")"
address27 = Cells(79 + k, 7).Address
Worksheets("VRPTWproblem").Range(address27).Formula = q
Next k
For i = 7 To city + 5
aa = 23
For k = 1 To NOVEHICLE
If k = 1 Then
address18 = "=" & Worksheets("VRPTWproblem").Cells(i, aa).Address
Else
address18 = address18 & "+" & Worksheets("VRPTWproblem").Cells(i, aa).Address
End If
aa = aa + 22
Next k
Worksheets("VRPTWproblem").Cells(i, 90).Formula = address18
Next i
'Create constrain target changing cell
'Targetcell
Worksheets("Constrain").Range("B2").Formula = "VRPTWproblem!$C$3"
'Changingcell
aa = 23
BB = 1
For k = 1 To NOVEHICLE
If k = 1 Then
address7 = Cells(city + 5, city + 1).Address
address8 = ":" & Cells(5 + city, 101).Address
changingcellvalue1 = "VRPTWproblem!$B$6:" & address7

```



```

Else
address7 = Cells(city + 5, city + aa).Address
address8 = ":" & Cells(5 + city, 101 + BB).Address
address23 = Cells(6, aa + 1).Address
address25 = ":" & Cells(27, 101 + BB).Address
changingcellvalue1 = changingcellvalue1 + ",VRPTWproblem!" & address23 & ":" & address7
aa = aa + 22
BB = BB + 1
End If
Next k
changingcellvalue1 = changingcellvalue1 + ",VRPTWproblem!$CW$6" & address8 &
",VRPTWproblem!$CW$27" & address25
Worksheets("Constrain").Range("B3").Formula = changingcellvalue1
Dim bincell As String
'Constrain
aa = 23
For k = 1 To NOVEHICLE
If k = 1 Then
address7 = Cells(city + 5, city + 1).Address
address7 = Replace(address7, "$", "")
z = "Binary = B6:" & address7
Else
address23 = Cells(6, aa + 1).Address
address23 = Replace(address23, "$", "")
address7 = Cells(city + 5, city + aa).Address
address7 = Replace(address7, "$", "")
bincell = "," & address23 & ":" & address7
z = z + bincell
aa = aa + 22
End If
Next k

```

Worksheets("Constrain").Range("B4").Formula = z

address31 = Cells(5 + city, 90).Address

address32 = Cells(5 + city, 91).Address

address31 = Replace(address31, "\$", "")

address32 = Replace(address32, "\$", "")

b = "CL7:" & address31 & " = CM7:" & address32

Worksheets("Constrain").Range("B5").Formula = b

address33 = Cells(79 + NOVEHICLE, 7).Address

address34 = Cells(79 + NOVEHICLE, 9).Address

address33 = Replace(address33, "\$", "")

address34 = Replace(address34, "\$", "")

n = "G80:" & address33 & " <= I80:" & address34

Worksheets("Constrain").Range("B6").Formula = n

BB = 1

CC = 1

For k = 1 To NOVEHICLE

address9 = Cells(27, 1 + BB).Address

address9 = Replace(address9, "\$", "")

address10 = Cells(28, 1 + BB).Address

address10 = Replace(address10, "\$", "")

address11 = Cells(28, BB + 2).Address

address11 = Replace(address11, "\$", "")

address12 = Cells(28, BB + city).Address

address12 = Replace(address12, "\$", "")

address13 = Cells(29, BB + 2).Address

address13 = Replace(address13, "\$", "")

address14 = Cells(29, BB + city).Address

address14 = Replace(address14, "\$", "")

address35 = Cells(6, 22 + BB).Address

address35 = Replace(address35, "\$", "")

address36 = Cells(5, 22 + BB).Address

```

address36 = Replace(address36, "$", "")
address37 = Cells(6, 100 + k).Address
address37 = Replace(address37, "$", "")
address38 = Cells(7, 100 + k).Address
address38 = Replace(address38, "$", "")
address39 = Cells(5 + city, 100 + k).Address
address39 = Replace(address39, "$", "")
address40 = Cells(7, 99).Address
address40 = Replace(address40, "$", "")
address41 = Cells(5 + city, 99).Address
address41 = Replace(address41, "$", "")
address42 = Cells(7, 105).Address
address42 = Replace(address42, "$", "")
address43 = Cells(5 + city, 105).Address
address43 = Replace(address43, "$", "")
address44 = Cells(27, 100 + k).Address
address44 = Replace(address44, "$", "")
address16 = Cells(31 + city, 98 + BB + city).Address
address17 = Cells(78 + city, 98 + BB + city).Address
address16 = Replace(address16, "$", "")
address17 = Replace(address17, "$", "")
address45 = Cells(32, 99 + BB).Address
address46 = Cells(79, 99 + BB).Address
address45 = Replace(address45, "$", "")
address46 = Replace(address46, "$", "")
o = address9 & " = " & address10
a = address11 & ":" & address12 & " = " & address13 & ":" & address14
p = address35 & " = " & address36
r = address37 & " = 0"
f = address38 & ":" & address39 & " >= " & address40 & ":" & address41
g = address38 & ":" & address39 & " <= " & address42 & ":" & address43

```

```

s = address44 & " <= DA27"
h = address45 & ":" & address16 & " <= " & address46 & ":" & address17
Worksheets("Constrain").Cells(6 + CC, 2).Formula = o
Worksheets("Constrain").Cells(7 + CC, 2).Formula = a
Worksheets("Constrain").Cells(8 + CC, 2).Formula = p
Worksheets("Constrain").Cells(9 + CC, 2).Formula = r
Worksheets("Constrain").Cells(10 + CC, 2).Formula = f
Worksheets("Constrain").Cells(11 + CC, 2).Formula = g
Worksheets("Constrain").Cells(12 + CC, 2).Formula = s
Worksheets("Constrain").Cells(13 + CC, 2).Formula = h
BB = BB + 22
CC = CC + 8
Next k

Call GamsCreate
End Sub

```

1.2.2 โค้ดในส่วนของการเปลี่ยนแบบจำลองในเอ็กเซลสเปรดชีตให้เป็นแอลพีฟอร์แมต

หลังจากที่ได้สร้างแบบจำลองไว้ในชีตที่ซ่อนไว้แล้วในส่วนนี้จะเป็นการเปลี่ยนแบบจำลองที่อยู่ในเอ็กเซลสเปรดชีตให้เป็นแอลพีฟอร์แมตเพื่อที่จะนำโจทย์ออกไปคำนวณในโปรแกรมช่วยคำนวณในส่วนนี้จะอยู่ใน โมดูลสอง (Module 2)

```

Public Filename, LPFormat, fileres, Field, njob As String
Public IC As Integer
Public msg As String
Public TMPE As String
Public TMP As String
Public Target() As String
Dim LGA() As String

```

```

Dim RGA() As String
Dim LGG() As String
Dim T() As String
Dim s() As String
Dim MINT() As String
Dim i, j, f, x As Integer
Public val_exe As Long

```

Sub GamsCreate()

```

    LPFormat = FreeFile()
    ChDir ("C:\Routing planning tool")
    Filename = "LPF.lp"
    Open Filename For Output As #LPFormat

    Dim tmpint As String
    Dim tmpbin As String
    Dim TMPE As String
    Dim TMM As String
    Dim TMS As String
    Dim ChangingCell As String
    Dim Targetcell As String
    ChangingCell = Worksheets("constrain").Range("B3").Value
    Targetcell = Worksheets("constrain").Range("B2").Value
    TMP = CStr(Range(ChangingCell).Address)
    Field = TMP
    TMP = Replace(TMP, "$", "")
    Dim A As Variant
    Dim b As Variant
    Dim p As Variant
    Dim M As Variant
    Dim IntB As Integer
    Dim WS As String

```



```

If Worksheets("Constrain").Range("B1").Value = "TSP" Then
    WS = "TSPPProblem"
ElseIf Worksheets("Constrain").Range("B1").Value = "CVRP" Then
    WS = "CVRPproblem"
ElseIf Worksheets("Constrain").Range("B1").Value = "VRPTW" Then
    WS = "VRPTWProblem"
End If
ActiveWorkbook.Sheets(WS).Activate
'Read Changing Cells
A = Split(TMP, ",")
For i = LBound(A) To UBound(A)
    For x = 1 To Range(A(i)).Count
        Range(A(i)).Cells(x) = Replace(Range(A(i)).Cells(x).Address, "$", "")
    Next x
Next i
Next i
'Target Cell
TMPE = Range(Targetcell).Formula
TMPE = Replace(TMPE, "=", "")
TMPE = Replace(TMPE, " ", "")
TMP = TMPE
TMM = ""
'Analysis target cell
Call Choose(TMPE, TMM)
'Print LP Format
Dim Maxormin As String
Maxormin = "Minimize"
Print #LPFormat, Maxormin
Dim MOBJ() As String
Dim ns As Integer
Dim nrob As Integer
Dim obj As String

```

```

Dim pobj As String
Dim priobj As Variant
ns = Len(TMM)
nrob = Int(ns / 60000)
ReDim MOBJ(nrob) As String
For i = 0 To nrob
    MOBJ(i) = Mid(TMM, (i * 60000) + 1, 60000)
    If i = 0 Then
        obj = MOBJ(i)
    Else
        obj = Replace(MOBJ(i), "+ ", "+•", 1, 1)
    End If
    pobj = pobj & obj
Next i
priobj = Split(pobj, "•")
Dim pob As Integer
For pob = LBound(priobj) To UBound(priobj)
    'write objective function
    If pob = LBound(priobj) Then
        Print #LPFormat, " obj: " & priobj(pob)
    Else
        Print #LPFormat, priobj(pob)
    End If
Next pob
Print #LPFormat, ""
Print #LPFormat, "Subject to"
'Constrain
Dim c As Variant
Dim LG, RG As String
Dim intlg, intrg As Integer
Dim LGB, RGB As Variant

```

```

Dim tmpCondition As String
Dim nc As Integer
Dim nm As Integer
Dim myloop As Integer
Dim tmpsp As String
'Count constrain
nc = 1
nm = UserForm5.ListBox1.ListCount - 1
For myloop = 0 To nm
nextmyloop:
    If myloop > nm Then
        Exit For
    End If
    TMP = UserForm5.ListBox1.List(myloop)
    tmpsp = TMP
'Condition
    If InStr(TMP, ">= ") > 0 Then
        tmpCondition = ">= "
        c = Split(TMP, tmpCondition)
    ElseIf InStr(TMP, "<= ") > 0 Then
        tmpCondition = "<= "
        c = Split(TMP, tmpCondition)
'Integer
        Dim VInt As Integer
        Dim g As Variant
        Dim cg As Integer
        Dim k As Integer
        ElseIf InStr(TMP, "Integer") > 0 Then
            TMP = Replace(tmpsp, "Integer = ", "")
            VInt = 1
            If InStr(TMP, ",") > 0 Then

```

```

g = Split(TMP, ",")
tmpsp = ""
For cg = LBound(g) To UBound(g)
    For k = 1 To Range(g(cg)).Count
        tmpsp = tmpsp & " " & Replace(Range(g(cg)).Cells(k).Address, "$", "")
    Next k
Next cg
Else
    tmpsp = ""
    For k = 1 To Range(TMP).Count
        tmpsp = tmpsp & " " & Replace(Range(TMP).Cells(k).Address, "$", "")
    Next k
End If
tmpint = tmpsp
myloop = myloop + 1
GoTo nextmyloop
'Binary
ElseIf InStr(TMP, "Binary") > 0 Then
    TMP = Replace(tmpsp, "Binary = ", "")
    VInt = 1
    If InStr(TMP, ",") > 0 Then
        g = Split(TMP, ",")
        tmpsp = ""
        For cg = LBound(g) To UBound(g)
            For k = 1 To Range(g(cg)).Count
                tmpsp = tmpsp & " " & Replace(Range(g(cg)).Cells(k).Address, "$", "")
            Next k
        Next cg
    Else
        tmpsp = ""
        For k = 1 To Range(TMP).Count

```

```

    tmpsp = tmpsp & " " & Replace(Range(TMP).Cells(k).Address, "$", "")
    Next k
End If

tmpbin = tmpsp
myloop = myloop + 1
GoTo nextmyloop
ElseIf InStr(TMP, "=") > 0 Then
    tmpCondition = "="
    c = Split(TMP, tmpCondition)
End If
LG = ""
RG = ""
intlg = 0
intrg = 0
Dim Group As Integer
Dim inglg As Integer
Dim lGr As String
Dim gg As String
Dim rgr As String
For Group = LBound(c) To UBound(c)
    If Group = 0 Then
        For x = 1 To Range(c(Group)).Count
            intlg = inglg + 1
            lGr = Range(c(Group)).Cells(x).Address
            gg = Replace(Replace(Replace(Range(Replace(lGr, "$", "")).Formula, "=", ""), "$", ""),
" ", "")
            LG = LG & gg & If(x = Range(c(Group)).Count, "", "•")
        Next x
    Else
        intrg = 1
        For k = 65 To 91

```



```

If InStr(c(Group), Chr(k)) > 0 Then
    For x = 1 To Range(c(Group)).Count
        rgr = Range(c(Group)).Cells(x).Address
        rgr = Replace(Replace(Replace(Range(Replace(rgr, "$", "")).Formula, "=", ""), "$",
""), " ", "")
        If Range(c(Group)).Count > 1 Then
            RG = RG & rgr & IIf(x = Range(c(Group)).Count, "", ",")
        ElseIf Range(c(Group)).Count = 1 Then
            For i = 1 To Range(c(Group - 1)).Count
                RG = RG & rgr & IIf(i = Range(c(Group - 1)).Count, "", ",")
            Next i
        End If
    Next x
Exit For
End If

If k = 91 Then
    rgr = c(Group)
    For i = 1 To Range(c(Group - 1)).Count
        RG = RG & rgr & IIf(i = Range(c(Group - 1)).Count, "", ",")
    Next i
End If
Next k
End If
Next Group

If intlg <> intrg Then
    MsgBox ("Data not correct")
Exit Sub
End If

LGA = Split(LG, "•")
LGB = Split(LG, "•")

```

```
    RGA = Split(RG, ",")
```

```
    RGB = Split(RG, ",")
```

```
'Left Hand Side
```

```
Dim CST As String
```

```
For i = LBound(LGB) To UBound(LGB)
```

```
    CST = ""
```

```
    Call Choose(LGB(i), CST)
```

```
    LGA(i) = CST
```

```
Next i
```

```
'Right Hand Side
```

```
For j = LBound(RGB) To UBound(RGB)
```

```
    For k = 65 To 91
```

```
        If InStr(RGB(j), Chr(k)) = 1 Then
```

```
            RGA(j) = Replace(RGA(j), RGB(j), Range(RGB(j)).Value)
```

```
            Exit For
```

```
        End If
```

```
    If k = 91 Then
```

```
        RGB(j) = RGB(j)
```

```
    End If
```

```
Next k
```

```
Next j
```

```
    TMP = UserForm5.ListBox1.List(myloop)
```

```
'Print Constrains
```

```
    If (TMP <> "") Then
```

```
        For i = LBound(LGA) To UBound(LGA)
```

```
            Print #LPFormat, " r" & nc & ": " & LGA(i) & " " & tmpCondition & " " & RGA(i)
```

```
            nc = nc + 1
```

```
        Next i
```

```
    End If
```

```
Next myloop
```

```
Dim bin As Variant
```

```

Dim tmpbinint As String
Dim nrbi As Integer
If (tmpbin <> "") Then
    bin = Split(tmpbin, " ")
    Print #LPFormat, ""
    Print #LPFormat, "Bounds"

    For i = LBound(bin) + 1 To UBound(bin)
        Print #LPFormat, " " & bin(i) & " <= 1"
        If (tmpint <> "") Then
            tmpint = Replace(tmpint, " " & bin(i), "")
        End If
    Next i
    tmpbinint = tmpbin & tmpint
    ns = Len(tmpbinint)
    nrbi = Int(ns / 60000)
    ReDim MINT(nrbi) As String
    Dim binint As String
    Dim priint As String
    Dim piint As Variant
    Dim pin As Integer
    Dim nri As Integer
    Dim pint As String
    For i = 0 To nrbi
        MINT(i) = Mid(tmpbinint, (i * 60000) + 1, 60000)
        If i = 0 Then
            binint = MINT(i)
        Else
            binint = Replace(MINT(i), " ", "•", 1, 1)
        End If
        priint = priint & binint
    
```

```

Next i
Print #LPFormat, ""
Print #LPFormat, "Integer"
piint = Split(priint, ".")
For pin = LBound(piint) To UBound(piint)
Print #LPFormat, piint(pin)
Next pin
Print #LPFormat, ""
ElseIf (tmpint <> "") Then
ns = Len(tmpint)
nri = Int(ns / 60000)
ReDim MINT(nri) As String
For i = 0 To nri
MINT(i) = Mid(tmpint, (i * 60000) + 1, 60000)
If i = 0 Then
pint = MINT(i)
Else
pint = Replace(MINT(i), " ", ".", 1, 1)
End If
priint = priint & pint
Next i
Print #LPFormat, ""
Print #LPFormat, "Integer"
piint = Split(priint, ".")
For pin = LBound(piint) To UBound(piint)
Print #LPFormat, piint(pin)
Next pin
Print #LPFormat, ""
End If
Print #LPFormat, "End"
Close #LPFormat

```

Call sequence

End Sub

Sub Choose(ByRef TMPE, ByRef TMM)

'Select Case

Dim p As Variant

Dim plus As Variant

Dim M As Variant

Dim minus As Variant

p = Split(TMPE, "+")

For plus = 0 To UBound(p)

M = Split(p(plus), "-")

For minus = 0 To UBound(M)

TMPE = M(minus)

If InStr(TMPE, "SUMPRODUCT") = 1 Then

Call sumproduct(TMPE)

ElseIf InStr(TMPE, "SUM") = 1 Then

Call Sum(TMPE)

Else

Call Normal(TMPE)

End If

If minus <> 0 Then

TMP = " - " & TMP

TMP = Replace(TMP, "+", "-")

Else

If plus <> 0 Then

TMP = " + " & TMP

End If

End If

TMM = TMM & TMP

Next minus

Next plus

End Sub

Sub sumproduct(TMPE)

'SUMPRODUCT

Dim g As Variant

Dim cg As Variant

Dim TMS As String

TMPE = Replace(TMPE, "SUMPRODUCT(", "")

TMPE = Replace(TMPE, ")", "")

TMPE = Replace(TMPE, "\$", "")

g = Split(TMPE, ",")

TMPE = ""

For cg = 1 To Range(g(1)).Count

 'If Range(G(0)).Count = 1 Then

 ' cs = 1

 'Else

 ' cs = cg

 'End If

TMS = Range(g(1)).Cells(cg).Formula

 If InStr(TMS, "SUM") = 2 Then

 TMS = Replace(TMS, "=SUM(", "")

 TMS = Replace(TMS, ")", "")

 TMP = TMS

 TMS = ""

Dim sg As Variant

For sg = 1 To Range(TMP).Count

 If sg = Range(TMP).Count Then

 TMPE = TMPE & Replace(Range(g(0)).Cells(cg).Address, "\$", "") & " " &

Replace(Range(TMP).Cells(sg).Address, "\$", "")

 Else

```

        TMPE = TMPE & Replace(Range(g(0)).Cells(cg).Address, "$", "") & " " &
Replace(Range(TMP).Cells(sg).Address, "$", "") & "+"
    End If
Next sg
Else
Dim ng As Variant
For ng = LBound(g) To UBound(g)
    If ng = UBound(g) Then
        TMPE = TMPE & Replace(Range(g(ng)).Cells(cg).Address, "$", "")
    Else
        TMPE = TMPE & Replace(Range(g(ng)).Cells(cg).Address, "$", "") & " "
    End If
Next ng
End If
If cg <> Range(g(1)).Count Then
    TMPE = TMPE & "+"
End If
Next cg
TMP = TMPE
Call LoopTMP
End Sub

```

Sub Sum(TMPE)

```

Dim k As Integer
'SUM
    TMPE = Replace(TMPE, "SUM(", "")
    TMPE = Replace(TMPE, ")", "")
    TMP = TMPE
    TMPE = ""
    For k = 1 To Range(TMP).Count
        If k = Range(TMP).Count Then

```

```

    TMPE = TMPE & Replace(Range(TMP).Cells(k).Address, "$", "")
Else
    TMPE = TMPE & Replace(Range(TMP).Cells(k).Address, "$", "") & "+"
End If
Next k
TMP = TMPE
Call LoopTMP
End Sub

```

Sub Normal(TMPE)

```

Normal
    TMPE = Range(TMPE).Formula
    TMPE = Replace(TMPE, "=", "")
    TMPE = Replace(TMPE, "$", "") ***
    If InStr(TMPE, "SUMPRODUCT") = 1 Then
        Call sumproduct(TMPE)
    ElseIf InStr(TMPE, "SUM") = 1 Then
        Call Sum(TMPE)
    Else
        TMP = TMPE
        Call LoopTMP
    End If
End Sub

```

Sub MaxCap()

```

    nr = Len(tmpbin)
    For i = 1 To nr
        tmpbin = Replace(tmpbin, " ", "•", i * 60000, 1)
    Next nr
    PriBin = Split(tmpbin, "•")
    For BB = LBound(PriBin) To UBound(PriBin)

```

Print #LPFormat, PriBin(BB)

Next BB

End Sub

1.2.3 โค้ดในส่วนของการนำแอลพีฟอร์แมตไปคำนวณในโปรแกรมช่วยคำนวณและ
ส่งคำตอบกลับมายาวไว้ที่หน้าซีทหลัก

ในส่วนนี้จะเป็นการนำแอลพีไฟล์ที่ได้สร้างไว้ไปคำนวณกับโปรแกรมช่วย
คำนวณเอสซีไอพีเพื่อหาคำตอบเซฟได้ไฟล์คำตอบออกมาเป็นไฟล์ข้อมูลหลังจากนั้นนำค่าจาก
ไฟล์คำตอบมายาวไว้ที่หน้าซีทหลักเพื่อให้ผู้ใช้งานได้ดูคำตอบโดยส่วนนี้จะเป็นส่วนของโมดูลสาม
(Module 3)

Sub solveproblembyscip()

Dim A, AA, M, NOCUST As Integer

Dim b As Integer

Dim c As Integer

Dim d As Integer

Dim i As Integer

Dim sumproduct As Integer

Dim j As Integer

Dim k, NOVEHICLE As Integer

Dim mc

Dim strconstrain As String

Dim e As String

Dim txtfilename_in As String

Dim txtfilenumber_in As Long

Dim txtfileline_in As String

Dim txtfilename_out As String

Dim txtfilenumber_out As Long

Dim txtfileline_out As String

Dim fileres As String

```

Dim Tempresult As String
Dim FirstVar As String
Dim LastVar As String
Dim Path_Original As String
Dim Sheet_Ori As String
Dim thefile As String
Dim thefileexists As Integer
Dim f As Integer
Dim g As Integer
Dim city As Integer
Dim roundrun As Integer
Dim TimerActive As Boolean
Dim T As Integer
Dim nosequence As Integer
roundrun = 1
'Do
If Worksheets("Constrain").Range("B1").Value = "TSP" Then
Worksheets("TSPproblem").Range("B6:V26,AB6:AB28").Value = ""
ElseIf Worksheets("Constrain").Range("B1").Value = "CVRP" Then
Worksheets("CVRPproblem").Range("B6:V26,X6:AR26,AT6:BN26,BP6:CJ26,CW6:CZ27").Value = ""
ElseIf Worksheets("Constrain").Range("B1").Value = "VRPTW" Then
Worksheets("VRPTWproblem").Range("B6:V26,X6:AR26,AT6:BN26,BP6:CJ26,CW6:CZ27").Value = ""
End If
Worksheets("Overall").Range("O8:AJ11").Value = ""
'solve problem by vba
If roundrun = 1 Then
Shell ("cmd.exe /c cd c:\Routing planning tool & scip -f LPF.lp > destination.txt & copy nul > dummy.txt ")
ElseIf roundrun > 1 Then

```



```

Shell ("cmd.exe /c cd c:\Routing planning tool & scip -f LPFout" & rundrun - 1 & ".lp >
destination.txt & copy nul > dummy.txt")

End If

'check file output form cmd

thefile = "C:\Routing planning tool\dummy.txt"

thefileexists = 0

Do
If Dir(thefile) <> "" Then
    thefileexists = 1
End If
Loop Until thefileexists = 1

'convert solution to excel
Path_Original = ActiveWorkbook.Name
Sheet_Ori = ActiveSheet.Name

fileres = "C:\Routing planning tool\destination.txt"
Workbooks.OpenText Filename:=fileres, Origin:=874, StartRow _
:=1, DataType:=xlFixedWidth, FieldInfo:=Array(Array(0, 1), Array(35, 1), Array _
(55, 1), Array(92, 1), Array(101, 1), Array(103, 1)), TrailingMinusNumbers:=True
Tempresult = "C:\Routing planning tool\tpre.xls"
ActiveWorkbook.SaveAs Filename:=Tempresult, FileFormat:=xlExcel8, _
Password:="", WriteResPassword:="", ReadOnlyRecommended:=False, _
CreateBackup:=False
On Error GoTo err_line1
Cells.Find(What:="objective value:", After:=ActiveCell, LookIn:= _
xlFormulas, LookAt:=xlPart, SearchOrder:=xlByRows, SearchDirection:= _
xlNext, MatchCase:=False, SearchFormat:=False).Activate
FirstVar = Selection.Address
Cells.Find(What:="Statistics", After:=ActiveCell, LookIn:= _
xlFormulas, LookAt:=xlPart, SearchOrder:=xlByRows, SearchDirection:= _
xlNext, MatchCase:=False, SearchFormat:=False).Activate
LastVar = Selection.Offset(-1, 1).Address

```

```

Range(FirstVar, LastVar).Activate
    Selection.Copy
Sheets.Add After:=ActiveSheet
    Range("a1").Select
    ActiveSheet.Paste
    Dim n As Integer
    Dim Row As Integer
    n = Range("a1").End(xlDown).Row
    Row = 2
    For Row = 2 To n
        Workbooks(Path_Original).Worksheets(Sheet_Ori).Range(Cells(Row, 1).Value).Value =
CInt(Cells(Row, 2).Value)
        On Error Resume Next
    Next Row
    ActiveWorkbook.Save
    ActiveWorkbook.Close
    Kill Tempresult
    Workbooks(Path_Original).Worksheets(Sheet_Ori).Activate
    Kill fileres
'sequence
Dim WS As String
If Worksheets("Constrain").Range("B1").Value = "TSP" Then
    WS = "TSPPProblem"
ElseIf Worksheets("Constrain").Range("B1").Value = "CVRP" Then
    WS = "CVRPproblem"
ElseIf Worksheets("Constrain").Range("B1").Value = "VRPTW" Then
    WS = "VRPTWProblem"
End If
Worksheets(WS).Range("C1:W1,Y1:AS1,AU1:BO1,BQ1:CK1").Value = ""
M = 7
Do While Worksheets("Overall").Cells(M, 1).Value <> ""

```

M = M + 1

Loop

NOVEHICLE = M - 7

M = 7

Do While Worksheets("Overall").Cells(M, 6).Value <> ""

M = M + 1

Loop

NOCUST = M - 7

city = 1 + NOCUST

AA = 0

For k = 1 To NOVEHICLE

A = 3

Do

b = Worksheets(WS).Cells(1, AA + A - 1).Value

d = 0

c = 0

sumproduct = 0

For i = 1 To city

sumproduct = Worksheets(WS).Cells(6 + b, AA + 1 + i).Value * Worksheets(WS).Cells(5, AA + 1 + i).Value

d = d + sumproduct

Next i

Worksheets(WS).Cells(1, AA + A).Value = d

A = A + 1

Loop Until Worksheets(WS).Cells(1, AA + A - 1).Value = "0"

AA = AA + 22

Next k

'convert sequence to path solution

AA = 0

For k = 1 To NOVEHICLE

Worksheets("overall").Cells(7 + k, 15).Value = 0

```

nosequence = 0
Do While Worksheets(WS).Cells(1, nosequence + 3 + AA).Value <> ""
nosequence = nosequence + 1
Loop
For i = 1 To nosequence
T = Worksheets(WS).Cells(1, 2 + i + AA).Value
If T <> 0 Then
Worksheets("Overall").Cells(7 + k, 15 + i).Value = Worksheets("Overall").Cells(6 + T, 6).Value
ElseIf T = 0 Then
Worksheets("Overall").Cells(7 + k, 15 + i).Value = 0
End If
Next i
AA = AA + 22
Next k
Dim NOSPACIALVEHICLE As Integer
NOSPACIALVEHICLE = 0
Do While Worksheets("Overall").Cells(13 + NOSPACIALVEHICLE, 1).Value <> ""
NOSPACIALVEHICLE = NOSPACIALVEHICLE + 1
Loop
'fill spacial sequence
If Worksheets("overall").Range("A13").Value <> "" Then
For i = 1 To NOSPACIALVEHICLE
Worksheets("overall").Cells(7 + i + NOVEHICLE, 15).Value = 0
Worksheets("overall").Cells(7 + i + NOVEHICLE, 16).Value = Worksheets("overall").Cells(28 +
i, 6).Value
Worksheets("overall").Cells(7 + i + NOVEHICLE, 17).Value = 0
Next i
End If
Kill thefile
Worksheets("Overall").Activate
MsgBox "success"

```

Exit Sub

err_line1:

 ActiveWorkbook.Close

 ActiveWorkbook.Save

 Kill Tempresult

 Kill fileres

 Kill thefile

 Worksheets("Overall").Activate

 MsgBox ("Infeasible solution")

 Exit Sub

End Sub

Function LoopTMP()

 Dim target As Variant

 Dim i As Variant

 TMPE = TMP

 TMPE = Replace(TMPE, "+", "•")

 TMPE = Replace(TMPE, "-", "•")

 TMPE = Replace(TMPE, " ", "•")

 TMPE = Replace(TMPE, "*", "•")

 TMPE = Replace(TMPE, "/", "•")

 TMPE = Replace(TMPE, "=", "")

 TMPE = Replace(TMPE, "(", "")

 TMPE = Replace(TMPE, ")", "")

 TMPE = LCase(TMPE)

 target = Split(TMPE, "•")

 TMP = Replace(TMP, "+", " + ")

 TMP = Replace(TMP, "-", " - ")

 TMP = Replace(TMP, "*", " ")

 TMP = Replace(TMP, "=", "")

 TMP = Replace(TMP, "(", "")


```

    TMP = Replace(TMP, ")", "")
    TMP = LCase(TMP)
Dim k As Integer
For i = LBound(target) To UBound(target)
    On Error GoTo nextTMP
    For k = 97 To 123
        If InStr(target(i), Chr(k)) = 1 Then
            TMP = Replace(TMP, target(i), IIf(Range(target(i)).Value <> "",
Range(target(i)).Value, "0"), 1, 1)
            Exit For
        End If
        If k = 123 Then
            target(i) = target(i)
        End If
    Next k
nextTMP:
    Next i
End Function

```

2. โค้ดในส่วนของเว็บแอปพลิเคชัน

2.1 โค้ดในส่วนของเว็บแอปพลิเคชันโดยในส่วนนี้เป็นโค้ดสำหรับการหาเมตริกซ์ระยะทางซึ่งเป็นหัวใจหลักสำหรับการสร้างเว็บแอปพลิเคชัน ซึ่งหลักการทำงานอยู่ในหัวข้อ การสร้างข้อมูลเมตริกซ์เวลาและระยะทางและภาพที่ 18 ในส่วนของวิธีการ

```
<?php
include("config.inc.php");
require_once 'ProgressBar.class.php';
$sql = "SELECT * FROM markers ORDER BY id ASC";
$data1 = @mysql_query($sql) or die(mysql_error());
$arr_length = @mysql_num_rows($data1);
$bar = new ProgressBar();
$elements = 100000;
$bar->initialize($elements);
for($i=0;$i<$arr_length;$i++) {
    // calculations
    for($j=0;$j<$arr_length;$j++) {
        $sql_chk = "SELECT * FROM google_routes WHERE start_mid =
        ".@mysql_result($data1,$i,"id")." AND end_mid = ".@mysql_result($data1,$j,"id").";";
        $data_chk = @mysql_query($sql_chk) or die(mysql_error());
        if(@mysql_num_rows($data_chk) == 0){
            // Request Google Distance Matrix API in order to get Response in JSON Data
            $url="https://maps.googleapis.com/maps/api/distancematrix/json?origins=".@mysql_res
            ult($data1,$i,"lat").",".@mysql_result($data1,$i,"lng")."&destinations=".@mysql_result($data1,$
            j,"lat").",".@mysql_result($data1,$j,"lng")."&mode=driving&language=en-EN&key=".$apikey;
            $json = @file_get_contents($url);
            $json_data = json_decode($json, true);
            //var_dump($json_data);
            $str_sd = strlen($json_data['rows'][0]['elements'][0]['distance']['text']);
            $str_ed = strpos( $json_data['rows'][0]['elements'][0]['distance']['text'], " ", 0);
```

```

$sub_d = $str_sd - $str_ed;
$str_dis = substr($json_data['rows'][0]['elements'][0]['distance']['text'],0,$str_ed);
$str_st = strlen($json_data['rows'][0]['elements'][0]['duration']['text']);
$str_et = strpos( $json_data['rows'][0]['elements'][0]['duration']['text'], " ", 0);
$sub_t = $str_st - $str_et;

// INSERT JSON Data to MySQL

$sql_ins = "INSERT INTO google_routes
VALUES(".".@mysql_result($data1,$i,"id").".".@mysql_result($data1,$j,"id").".".$str_dis.");";

@mysql_query($sql_ins);
$bar->increase();
    }
    }
    }

for($i=0;$i<$elements;$i++){
    $bar->increase(); //calls the bar with every processed element
    }
?>

```

2.2 โค้ดในส่วนของเว็บแอปพลิเคชันโดยในส่วนนี้เป็นโค้ดสำหรับการหาเมตริกซ์เวลาซึ่งการทำงานในส่วนของการขอเมตริกซ์เวลาจะเหมือนกับเมตริกซ์ระยะทางเพียงแต่เปลี่ยนจากการขอค่าระยะทางจากกูเกิลเชฟเวอร์เป็นเวลา

```

<?php
include("config.inc.php");
require_once 'ProgressBar.class.php';

$sql = "SELECT * FROM markers ORDER BY id ASC";
$data1 = @mysql_query($sql) or die(mysql_error());
$bar_length = @mysql_num_rows($data1);
$bar = new ProgressBar();
$elements = 100000;
$bar->initialize($elements);

```

```

for($i=0;$i<$arr_length;$i++) {
    // calculations
    for($j=0;$j<$arr_length;$j++) {
        $sql_chk = "SELECT * FROM google_times WHERE start_mid =
        ".@mysql_result($data1,$i,"id")." AND end_mid = ".@mysql_result($data1,$j,"id")."";
        $data_chk = @mysql_query($sql_chk) or die(mysql_error());
        if(@mysql_num_rows($data_chk) == 0){
            // Request Google Distance Matrix API in order to get Response in JSON Data
            $url="https://maps.googleapis.com/maps/api/distancematrix/json?origins=".@m
            ysql_result($data1,$i,"lat").",".@mysql_result($data1,$i,"lng")."&destinations=".@mysql_result(
            $data1,$j,"lat").",".@mysql_result($data1,$j,"lng")."&mode=driving&language=en-
            EN&key=".$apikey;
            $json = @file_get_contents($url);
            $json_data = json_decode($json, true);
            $str_sd = strlen($json_data['rows'][0]['elements'][0]['distance']['text']);
            $str_ed = strpos( $json_data['rows'][0]['elements'][0]['distance']['text'], " ", 0);
            $sub_d = $str_sd - $str_ed;
            $str_dis = substr($json_data['rows'][0]['elements'][0]['distance']['text'],0,$str_ed);
            $str_st = strlen($json_data['rows'][0]['elements'][0]['duration']['text']);
            $str_et = strpos( $json_data['rows'][0]['elements'][0]['duration']['text'], " ", 0);
            $sub_t = $str_st - $str_et;
            $str_time =
            substr($json_data['rows'][0]['elements'][0]['duration']['text'],0,$str_et);
            // INSERT JSON Data to MySQL
            $sql_ins = "INSERT INTO google_times
            VALUES(".@mysql_result($data1,$i,"id").",".@mysql_result($data1,$j,"id").",".$str_time.");";
            @mysql_query($sql_ins);
            $bar->increase();
        }
    }
}
}

```

```
for($i=0;$i<$elements;$i++){  
    $bar->increase(); //calls the bar with every processed element  
}
```

?>



ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ-นามสกุล	นายชิตานันต์ ชิตานนท์
วัน เดือน ปี ที่เกิด	วันที่ 19 กุมภาพันธ์ 2532
สถานที่เกิด	กรุงเทพฯ
ประวัติการศึกษา	วศ.บ. (วิศวกรรมอุตสาหการ) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	ได้รับทุนผู้ช่วยสอนจากภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (พ.ศ. 2556)