

2559



การพัฒนาเครื่องมือช่วยจัดเส้นทางขนส่ง กรณีศึกษา : โรงงานผลิตน้ำดื่ม
DEVELOPMENT OF VEHICLE ROUTING TOOL : A CASE
STUDY OF DRINKING WATER MANUFACTURING PLANT

นายทศพร จุพัฒนกุล รหัส 56361181
นายธนวัฒน์ ศิลปธร รหัส 56361228

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยนครสวรรค์
วันลงทะเบียน..... ๑๒.๐๓.๒๕๕๙
เลขทะเบียน..... ๑๗๒๒๒๖๒๒
เลขเรียกหนังสือ..... ๑/๕

๓๒๓๑ก
๒๕๕๙

ปฏิญานีพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์
ปีการศึกษา ๒๕๕๙

ชื่อหัวข้อโครงการ	การพัฒนาเครื่องมือช่วยจัดเส้นทางการขนส่ง กรณีศึกษา : โรงงานผลิตน้ำดื่ม		
ผู้ดำเนินโครงการ	นายทศพร จูพัฒน์กุล	รหัส	56361181
	นายธนวัฒน์ ศิลปธร	รหัส	56361228
ที่ปรึกษาโครงการ	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศรีสัจจา	วิทยศักดิ์	
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ		
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ		
ปีการศึกษา	2559		

บทคัดย่อ

ปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้ จัดทำขึ้นเพื่อพัฒนาเครื่องมือช่วยจัดเส้นทางการขนส่ง กรณีศึกษา : โรงงานผลิตน้ำดื่มบรรจุขวด จังหวัดพิษณุโลก ซึ่งผลิตภัณฑ์มีขนาดบรรจุ 600 มิลลิลิตร และขนาด 1500 มิลลิลิตร ในขั้นตอนการจัดการขนส่งผลิตภัณฑ์ยังไม่มีเส้นทางที่แน่นอน จึงเกิดความสูญเสียด้านระยะทางการขนส่ง ซึ่งก่อให้เกิดค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น โครงการนี้จึงได้ทำการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมเพื่อจัดเส้นทางการขนส่งด้วยวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึมและวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบ โปรแกรมสามารถคำนวณระยะทางจากการจัดลำดับการขนส่งให้แก่ลูกค้าเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจของผู้ประกอบการในการเลือกเส้นทางขนส่งให้กับพนักงานขับรถ

ผลจากการจัดเส้นทางการขนส่งเมื่อเปรียบเทียบการขนส่งในปัจจุบันพบว่า ระยะทางการขนส่งที่คำนวณด้วยวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึมสามารถลดระยะทางได้ร้อยละ 10.23 สำหรับระยะทางการขนส่งที่ได้จากวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบสามารถลดระยะทางได้ร้อยละ 16.53 โดยวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบให้ระยะทางสั้นกว่าวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม เพราะวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบทำการคำนวณระยะทางของทุกคำตอบที่เป็นไปได้ทั้งหมดและเลือกคำตอบที่ดีที่สุด ส่วนคำตอบของวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึมจะมีบางกรณีที่เกิดคำตอบที่ดีกว่าวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบ ซึ่งเกิดจากการตัดแบ่งรอบน้ำหนักรถในการขนส่ง ในส่วนของเวลาการประมวลผลโปรแกรมของทั้งสองวิธีพบว่า วิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม ใช้เวลาคำนวณหาคำตอบได้น้อยกว่าวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบ เนื่องจากวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบต้องคำนวณคำตอบที่เป็นไปได้ทั้งหมดจึงใช้เวลานานในการคำนวณ ส่วนวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึมคำนวณเพียงค่าประหยัดเท่านั้น

Research topic Development of vehicle routing tool : a case study of drinking water manufacturing plant

Researcher Mr. Tossaporn Jupatthanakul Student ID 56361181
 Mr. Tanawat Sinlapathorn Student ID 56361228

Research Advisor Mrs. Srisatja Vitayasak

Faculty Engineering

Major Industrial Engineering

Academic year 2559

.....

Abstract

The objective of the research was to develop tools of transport routing a case study of drinking water manufacturing plant. This factory product are 600 ml and 1500 ml bottle drinking water. Ineffective transportation can cause higher cost. Vehicle routing tool is designed using saving algorithm and full search method that can generated a sequence of customer and calculate the transport distances.

The experimental results showed that transportation distances obtained from the saving algorithm and the full search method were decreased 10.23% and 16.53% ,respectively ,comparing the existing vehicle routing. The full search method can generate shorter distance than the saving algorithm because all candidate solution are investigated. The saving algorithm was more effective than the full search method in term of computational time

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศรีสัจจา วิทยศักดิ์ และคณะกรรมการทั้ง 2 ท่าน ได้แก่ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ขวัญนิธิ คำเมือง และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภูพงษ์ พงษ์เจริญ ที่แนะนำการดำเนินโครงการเป็นอย่างดีโดยตลอดมา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นคร ไชยวงศ์ศักดิ์ ตำแหน่งอาจารย์ประจำโปรแกรมวิชาวิศวกรรม โลจิสติกส์และการจัดการ ที่ได้ให้ความรู้ในด้านวิชาการและให้คำปรึกษาตลอดจนการช่วยสอนการใช้ โปรแกรม Microsoft Excel ในส่วนของการใช้คำสั่ง และสูตรที่ใช้ในโปรแกรม Microsoft Excel เบื้องต้น

ขอขอบคุณสถานประกอบการ กรณีศึกษา : โรงงานผลิตน้ำดื่มบรรจุขวด จังหวัดพิษณุโลก ที่อนุเคราะห์ผู้ดำเนินโครงการให้ได้เข้าไปเก็บข้อมูลการดำเนินโครงการ เพื่อนำมาศึกษาและแก้ไขในการต่อไป

ผู้ดำเนินโครงการขอกราบขอบพระคุณบิดามารดา ที่ทำให้ผู้จัดทำมีโอกาสศึกษา และได้สัมผัสกับวิชาการทางด้านนี้ ตลอดจนให้การสนับสนุนทั้งในด้านการเงิน และกำลังใจแก่ผู้ดำเนินโครงการเสมอมา

ผู้ดำเนินโครงการ
นายทศพร จุพัฒน์กุล
นายธนวัฒน์ ศิลปธร
เมษายน 2560

สารบัญ

	หน้า
ใบรับรองปริญญาโทก	
บทคัดย่อข	
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ (Abstract)ค	
กิตติกรรมประกาศง	
สารบัญจ	
สารบัญตารางช	
สารบัญรูปฉ	
บทที่ 1 บทนำ..... 1	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญโครงการ 1	
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ 1	
1.3 เกณฑ์ชี้วัดผลงาน 2	
1.4 เกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ 2	
1.5 ขอบเขตในการดำเนินโครงการ 2	
1.6 ข้อตกลงเบื้องต้น 2	
1.7 สถานที่ในการดำเนินโครงการ 2	
1.8 ระยะเวลาในการดำเนินงาน 2	
1.9 ขั้นตอนและแผนการดำเนินโครงการ 3	
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี..... 4	
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 4	
2.2 ทฤษฎีการขนส่งทั่วไป 5	
2.3 ระบบการขนส่งหรือโลจิสติกส์ 5	
2.4 แนวคิดเซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving Algorithm) 6	
2.5 ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Travelling Salesman Problems) 7	
2.6 การหาผลลัพธ์ทุกคำตอบ 8	
2.7 โปรแกรม Visual Basic for Applications (VBA) 9	
2.8 การเขียน VBA 9	
2.8.1 องค์ประกอบของหน้าต่างโปรแกรม Visual Basic Editor 9	
2.8.2 ตำแหน่งของหน้าต่างโปรแกรม Visual Basic Editor 10	

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.9 โปรแกรม Microsoft Excel	10
2.10 เกณฑ์ที่ใช้ในการวัดผลประเมิน	11
บทที่ 3 วิธีดำเนินโครงการ	12
3.1 ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	12
3.2 เก็บข้อมูลเบื้องต้นจากสถานประกอบการ	12
3.2.1 ข้อมูลทั่วไปของกรณีศึกษาโรงงานบรรจุน้ำดื่ม	13
3.2.2 การขนส่งโดยยานพาหนะและวิธีการขนส่ง	13
3.2.3 ความจุของรถยนต์ในการบรรทุกน้ำดื่มบรรจุขวด	13
3.2.4 การขนส่งน้ำดื่มบรรจุขวด	14
3.3 ศึกษาวิธีเซฟวิ้งอัลกอริทึมและวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบ	14
3.4 พัฒนาเครื่องมือเซฟวิ้งอัลกอริทึมและวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบ	14
3.4.1 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม	17
3.5 ทดลองใช้เครื่องมือเซฟวิ้งอัลกอริทึมและวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบ	19
3.6 จัดทำคู่มือการใช้เครื่องมือ	19
3.7 เปรียบเทียบผลก่อนและหลังปรับปรุง	19
3.8 สรุปผลและจัดทำรูปเล่ม	19
บทที่ 4 ผลการดำเนินโครงการ	20
4.1 ผลที่ได้จากการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	20
4.2 ผลที่ได้จากการเก็บข้อมูลเพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์	20
4.2.1 เส้นทางขนส่งก่อนทำการปรับปรุงเส้นทางที่ 1.....	21
4.2.2 เส้นทางขนส่งก่อนทำการปรับปรุงเส้นทางที่ 2.....	22
4.2.3 เส้นทางขนส่งก่อนทำการปรับปรุงเส้นทางที่ 3.....	23
4.2.4 เส้นทางขนส่งก่อนทำการปรับปรุงเส้นทางที่ 4.....	24
4.2.5 เส้นทางขนส่งก่อนทำการปรับปรุงเส้นทางที่ 5.....	25
4.2.6 เส้นทางขนส่งก่อนทำการปรับปรุงเส้นทางที่ 6.....	26
4.2.7 เส้นทางขนส่งก่อนทำการปรับปรุงเส้นทางที่ 7.....	27
4.3 ผลที่ได้จากการศึกษาวิธีเซฟวิ้งอัลกอริทึมและวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบ	28
4.3.1 การจัดเส้นทางของวิธีเซฟวิ้งอัลกอริทึมเพื่อนำมาใช้ในการคำนวณ	29

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.3.2 การจัดเส้นทางด้วยวิธีการหาผลลัพท์ทุกคำตอบ.....	31
4.4 ผลที่ได้จากการพัฒนาเครื่องมือเซฟวิงอัลกอริทึมและวิธีการหาผลลัพท์ทุกคำตอบ	33
4.4.1 หน้าต่างเข้าสู่โปรแกรม	33
4.4.2 หน้าต่างหลักของโปรแกรม	33
4.4.3 หน้าต่างคำนวณระยะทาง	34
4.4.4 หน้าต่างจัดการลูกค้า.....	37
4.4.5 หน้าต่างประวัติการขนส่ง	39
4.5 ทดลองใช้เครื่องมือเซฟวิงอัลกอริทึมและวิธีการหาผลลัพท์ทุกคำตอบ	40
4.6 เปรียบเทียบผลก่อนและหลังปรับปรุง	41
4.6.1 เปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุงเส้นทางที่ 1.....	41
4.6.2 เปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุงเส้นทางที่ 2	42
4.6.3 เปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุงเส้นทางที่ 3.....	43
4.6.4 เปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุงเส้นทางที่ 4.....	44
4.6.5 เปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุงเส้นทางที่ 5.....	45
4.6.6 เปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุงเส้นทางที่ 6.....	46
4.6.7 เปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุงเส้นทางที่ 7.....	47
4.7 สรุปผลการเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุงเส้นทาง	48
4.7.1 สรุปผลการเปรียบเทียบเส้นทางเดิมและวิธีเซฟวิงอัลกอริทึม	48
4.7.2 สรุปผลการเปรียบเทียบเส้นทางเดิมและวิธีการหาผลลัพท์ทุกคำตอบ	49
4.8 อภิปรายตรวจสอบการใช้งาน	49
4.9 อภิปรายผลประสิทธิภาพด้านการหาคำตอบ	49
4.10 อภิปรายการเปรียบเทียบประสิทธิภาพด้านเวลา	51
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....	54
5.1 บทสรุป	54
5.2 ข้อจำกัดของโปรแกรมคำนวณระยะทางในการขนส่ง โรงงานผลิตน้ำดื่ม	54
5.3 ข้อเสนอแนะ	54

เอกสารอ้างอิง	55
ภาคผนวก ก	56
ภาคผนวก ข	63
ภาคผนวก ค	67
ภาคผนวก ง	76
ประวัติผู้จัดทำโครงการ	83



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 ขั้นตอนและแผนการดำเนินโครงการ	3
2.1 เกณฑ์การให้คะแนน	11
2.2 เกณฑ์ที่ใช้ในการวัดผลประเมิน	11
4.1 แสดงข้อมูลระยะทางและน้ำหนักของการเดินรถก่อนปรับปรุงเส้นทางที่ 1	21
4.2 แสดงข้อมูลระยะทางและน้ำหนักของการเดินรถก่อนปรับปรุงเส้นทางที่ 2	22
4.3 แสดงข้อมูลระยะทางและน้ำหนักของการเดินรถก่อนปรับปรุงเส้นทางที่ 3	23
4.4 แสดงข้อมูลระยะทางและน้ำหนักของการเดินรถก่อนปรับปรุงเส้นทางที่ 4	24
4.5 แสดงข้อมูลระยะทางและน้ำหนักของการเดินรถก่อนปรับปรุงเส้นทางที่ 5	25
4.6 แสดงข้อมูลระยะทางและน้ำหนักของการเดินรถก่อนปรับปรุงเส้นทางที่ 6	26
4.7 แสดงข้อมูลระยะทางและน้ำหนักของการเดินรถก่อนปรับปรุงเส้นทางที่ 7	27
4.8 ตัวอย่างการจัดทำตารางเรียงตามลำดับค่าประหยัดจากมากไปน้อย	29
4.9 ตัวอย่างการจับคู่และสรุปเส้นทาง	29
4.10 ตัวอย่างการแสดงคำตอบทั้งหมดที่เป็นไปได้	32
4.11 ผลการประเมินโดยเฉลี่ยของผู้ใช้งานโปรแกรมคำนวณการคำนวณระยะทาง การขนส่ง	40
4.12 ตารางเปรียบเทียบผลการปรับปรุงของเซฟวิงอัลกอริทึม	48
4.13 ตารางเปรียบเทียบผลการปรับปรุงของวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบ	48
4.14 แสดงการเปรียบเทียบเวลาของวิธีการค้นหาทุกคำตอบและวิธีเซฟวิงอัลกอริทึม	52

สารบัญรูปภาพ

รูปที่	หน้า
2.1 วิธีการคิดของเซฟวิ่งอัลกอริทึม	7
2.2 ตัวอย่างของเส้นทางการเดินทางของปัญหา TSP ที่มีจำนวนจุด 15 จุด แบบที่ 1.....	7
2.3 ตัวอย่างของเส้นทางการเดินทางของปัญหา TSP ที่มีจำนวนจุด 15 จุด แบบที่ 2.....	8
2.4 แสดงคำตอบทุกคำตอบที่เกิดขึ้น	8
2.5 แสดงถึงแถบเครื่องมือสำหรับออกคำสั่ง	9
2.6 หน้าต่าง Visual Basic Editor	10
3.1 แสดงขั้นตอนการดำเนินงานของโปรแกรม	15
4.1 แสดงเส้นทางรถเส้นทางที่ 1 ที่วิ่งจากคลังสินค้าไปยังตำแหน่งลูกค้า	21
4.2 แสดงเส้นทางรถเส้นทางที่ 2 ที่วิ่งจากคลังสินค้าไปยังตำแหน่งลูกค้า	22
4.3 แสดงเส้นทางรถเส้นทางที่ 3 ที่วิ่งจากคลังสินค้าไปยังตำแหน่งลูกค้า	23
4.4 แสดงเส้นทางรถเส้นทางที่ 4 ที่วิ่งจากคลังสินค้าไปยังตำแหน่งลูกค้า	24
4.5 แสดงเส้นทางรถเส้นทางที่ 5 ที่วิ่งจากคลังสินค้าไปยังตำแหน่งลูกค้า	25
4.6 แสดงเส้นทางรถเส้นทางที่ 6 ที่วิ่งจากคลังสินค้าไปยังตำแหน่งลูกค้า	26
4.7 แสดงเส้นทางรถเส้นทางที่ 7 ที่วิ่งจากคลังสินค้าไปยังตำแหน่งลูกค้า	27
4.8 ระยะทางระหว่างสถานี (Node) ที่ได้จากการคำนวณโดย Google Map.....	28
4.9 ตารางระยะทางระหว่างสถานี (Node).....	28
4.10 หน้าต่างเข้าสู่โปรแกรม	33
4.11 หน้าต่างหลักของโปรแกรม	34
4.12 หน้าต่างคำนวณระยะทาง	35
4.13 หน้าต่างจัดการลูกค้า	35
4.14 หน้าต่างประวัติการขนส่ง	36
4.15 หน้าต่างคำนวณระยะทางเมื่อกดปุ่มลบ	36
4.16 หน้าต่างแสดงการคำนวณ	37
4.17 หน้าต่างจัดการลูกค้า	37
4.18 หน้าต่างเพิ่มข้อมูล	38
4.19 หน้าต่างปุ่มแก้ไขข้อมูล	38
4.20 หน้าต่างลบข้อมูล	39
4.21 หน้าต่างประวัติการขนส่ง	39

สารบัญรูปร่าง (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.22 แสดงการคำนวณระยะทางและการจัดลำดับการส่งน้ำดื่มบรรจุขวดระหว่าง วิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึมและวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบเส้นทางที่ 1	41
4.23 แสดงการคำนวณระยะทางและการจัดลำดับการส่งน้ำดื่มบรรจุขวดระหว่าง วิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึมและวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบเส้นทางที่ 2	42
4.24 แสดงการคำนวณระยะทางและการจัดลำดับการส่งน้ำดื่มบรรจุขวดระหว่าง วิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึมและวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบเส้นทางที่ 3	43
4.25 แสดงการคำนวณระยะทางและการจัดลำดับการส่งน้ำดื่มบรรจุขวดระหว่าง วิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึมและวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบเส้นทางที่ 4	44
4.26 แสดงการคำนวณระยะทางและการจัดลำดับการส่งน้ำดื่มบรรจุขวดระหว่าง วิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึมและวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบเส้นทางที่ 5	45
4.27 แสดงการคำนวณระยะทางและการจัดลำดับการส่งน้ำดื่มบรรจุขวดระหว่าง วิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึมและวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบเส้นทางที่ 6	46
4.28 แสดงการคำนวณระยะทางและการจัดลำดับการส่งน้ำดื่มบรรจุขวดระหว่าง วิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึมและวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบเส้นทางที่ 7	47
4.29 กรณีที่ผลลัพธ์ของวิธีการค้นหาผลลัพธ์ทุกคำตอบโดยกว่าวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม	50
4.30 กรณีที่ผลลัพธ์ของวิธีการค้นหาผลลัพธ์ทุกคำตอบดีกว่าวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม	51
4.31 แสดงการเปรียบเทียบเวลาของวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึมและวิธีการค้นหาทุกคำตอบ	52
ก.1 Code นำไปสู่แบบฟอร์มสำหรับการแก้ไขข้อมูลลูกค้าปัจจุบัน	57
ก.2 Code นำไปสู่แบบฟอร์มสำหรับการเลือกลูกค้าสำหรับการคำนวณ	58
ก.3 Code นำไปสู่แบบฟอร์มประวัติการขนส่ง	60
ก.4 Code นำไปสู่แบบฟอร์มการคำนวณ	61
ข.1 แบบประเมินความพึงพอใจในการใช้โปรแกรมการจัดการการขนส่ง สำหรับผู้ประกอบการ กรณีศึกษา : โรงงานผลิตน้ำดื่มบรรจุขวด	64
ข.2 ตัวอย่างการทำแบบประเมินของผู้ประกอบการ	65
ค.1 ชื่อไฟล์โปรแกรมคำนวณระยะทางในการขนส่ง	68
ค.2 การเปิดใช้งานโปรแกรม	68
ค.3 หน้าต่างเพื่อเข้าสู่โปรแกรม	69
ค.4 หน้าต่างหลักของโปรแกรม	69

สารบัญรูปร่างภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
ค.5 หน้าต่างคำนวณระยะทาง	70
ค.6 เลือกลูกค้าที่ต้องการจะทำการขนส่ง	70
ค.7 หน้าเลือกจำนวนสินค้าที่ต้องการไปส่งลูกค้าแต่ละราย	71
ค.8 ต่างหน้าใส่ข้อมูลก่อนที่จะเริ่มการคำนวณ	71
ค.9 หน้าต่างแสดงผลการคำนวณ	72
ค.10 หน้าต่างการจัดการลูกค้า	72
ค.11 หน้าต่างรายชื่อลูกค้า	73
ค.12 หน้าต่างการเพิ่มข้อมูลลูกค้า	73
ค.13 หน้าต่างการแก้ไขข้อมูลลูกค้า	74
ค.14 หน้าต่างยืนยันการลบข้อมูลลูกค้า	74
ค.15 หน้าต่างประวัติการขนส่ง	75
ง.1 แสดงเส้นทางจากการหาคำตอบโดยวิธีการหาผลลัพท์ทุกคำตอบเส้นทางที่ 1	77
ง.2 แสดงเส้นทางจากการหาคำตอบโดยวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึมเส้นทางที่ 1	77
ง.3 แสดงเส้นทางจากการหาคำตอบโดยวิธีการหาผลลัพท์ทุกคำตอบเส้นทางที่ 2	78
ง.4 แสดงเส้นทางจากการหาคำตอบโดยวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึมเส้นทางที่ 2	78
ง.5 แสดงเส้นทางจากการหาคำตอบโดยวิธีการหาผลลัพท์ทุกคำตอบเส้นทางที่ 3	79
ง.6 แสดงเส้นทางจากการหาคำตอบโดยวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึมเส้นทางที่ 3	79
ง.7 แสดงเส้นทางจากการหาคำตอบโดยวิธีการหาผลลัพท์ทุกคำตอบเส้นทางที่ 4	80
ง.8 แสดงเส้นทางจากการหาคำตอบโดยวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึมเส้นทางที่ 4	80
ง.9 แสดงเส้นทางจากการหาคำตอบโดยวิธีการหาผลลัพท์ทุกคำตอบเส้นทางที่ 5	81
ง.10 แสดงเส้นทางจากการหาคำตอบโดยวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึมเส้นทางที่ 5	81
ง.11 แสดงเส้นทางจากการหาคำตอบโดยวิธีการหาผลลัพท์ทุกคำตอบเส้นทางที่ 6	82
ง.12 แสดงเส้นทางจากการหาคำตอบโดยวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึมเส้นทางที่ 6	82
ง.13 แสดงเส้นทางจากการหาคำตอบโดยวิธีการหาผลลัพท์ทุกคำตอบเส้นทางที่ 7	83
ง.14 แสดงเส้นทางจากการหาคำตอบโดยวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึมเส้นทางที่ 7	83

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ

ในปัจจุบันการขนส่งเป็นกิจกรรมที่สำคัญที่การทำธุรกิจหลายธุรกิจต้นทุนจากการขนส่งสินค้า นับเป็นต้นทุนที่สำคัญและส่งผลกระทบต่อต้นทุนรวมของผลิตภัณฑ์ ในภาพรวมต้นทุนโลจิสติกส์ของประเทศไทยในปี 2556 มีมูลค่ารวม 1,835.2 พันล้านบาท ซึ่งต้นทุนค่าขนส่งสินค้าคิดเป็นร้อยละ 51.9 มีมูลค่าถึง 953.2 พันล้านบาท (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ , 2557) ซึ่งถือเป็นต้นทุนสูงสุดของกิจกรรมโลจิสติกส์ ในปัจจุบันทุกๆ โรงงานอุตสาหกรรมต่างกำลังประสบปัญหาเดียวกัน คือ ต้องการควบคุมต้นทุนการขนส่งเป็นผลมาจากราคาน้ำมันที่เกิดการผันผวนไม่คงที่ ซึ่งมีผลโดยตรงกับต้นทุนการผลิตในอุตสาหกรรม จึงจำเป็นต้องมีมาตรการในการควบคุมค่าใช้จ่ายในการผลิตให้ลดลง โดยไม่ให้มีผลกระทบต่อคุณภาพของสินค้า ดังนั้น บริษัทหรือโรงงานอุตสาหกรรมจึงมุ่งเน้นให้ความสำคัญในการหาแนวทางการปรับปรุงกระบวนการขนส่งเป็นสำคัญ

เมื่อผู้ดำเนินโครงการเข้าไปสำรวจโรงงานบรรจุน้ำดื่ม ได้พบปัญหาเกี่ยวกับความสูญเสียจากการขนส่ง โดยทางโรงงานไม่มีการวางแผนการขนส่งล่วงหน้า ทั้งนี้การขนส่งน้ำดื่มไปยังลูกค้าจุดต่างๆ ทางโรงงานมีการขนส่งทั้งในจังหวัดพิษณุโลกและต่างจังหวัด ซึ่งทางโรงงานไม่ได้มีการจัดบันทึกการขนส่ง มาตรฐานระยะทางเส้นทางการขนส่ง กล่าวคือการวางแผนเส้นทางการขนส่งที่ผิดพลาดทำให้เกิดระยะทางที่เกินความจำเป็น และสินค้าที่เกิดความเสียหายในระหว่างการขนส่ง ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นโดยไม่เกิดประโยชน์ และเวลาที่สูญเสียไปในแต่ละครั้ง ทางโรงงานจึงควรแก้ไขในส่วนของการวางแผนการขนส่งเพื่อควบคุมค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการขนส่ง ซึ่งหากสามารถควบคุมความสูญเสียจากสาเหตุข้างต้นได้จะทำให้ช่วยลดต้นทุนในการขนส่งแล้วยังช่วยเพิ่มมูลค่าในการขายอีกด้วย หากไม่มีแก้ไขปัญหานี้จะทำให้ผู้ประกอบการสูญเสียรายได้ในส่วนที่ควรจะได้โดยเปล่าประโยชน์

จากปัญหาความสูญเสียการขนส่งดังกล่าว ผู้ดำเนินโครงการจึงมีแนวคิดเพื่อแก้ไข และลดความสูญเสียที่เกิดขึ้น โดยการลดความสูญเสียที่เกิดจากระยะทาง โดยผู้จัดทำโครงการจะพัฒนาเครื่องมือที่สามารถจัดเส้นทาง และใช้วิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึมและวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบมาประยุกต์ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาในด้านระยะทาง

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

เพื่อพัฒนาเครื่องมือช่วยจัดเส้นทางการขนส่ง โดยใช้วิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึมและวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบ

1.3 เกณฑ์ชี้วัดผลงาน (Output)

ได้เครื่องมือช่วยจัดเส้นทางทางขนส่ง โดยใช้วิธีเซฟริงอัลกอริทึมและวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบ

1.4 เกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ (Outcome)

ความพึงพอใจโดยเฉลี่ยของผู้ประกอบการ ภูมิศึกษา : โรงงานผลิตน้ำดื่มบรรจุขวด จังหวัด พิษณุโลก โดยวัดจากแบบประเมินความพึงพอใจอยู่ในระดับดีขึ้น (ดูรายละเอียดในบทที่ 2 ตารางที่ 2.1 และ 2.2)

1.5 ขอบเขตในการดำเนินโครงการ

- 1.5.1 ศึกษาเฉพาะเส้นทางและการจัดลำดับลูกค้าในการขนส่ง
- 1.5.2 ระยะทางอ้างอิงจาก Google Map
- 1.5.3 ยานพาหนะที่ใช้ในการขนส่งสามารถรับน้ำหนักได้ 3,000 กิโลกรัม
- 1.5.4 ขนาดของบรรจุภัณฑ์ที่ทำการขนส่ง มีขนาด 600 มิลลิลิตร และ 1,500 มิลลิลิตร เท่านั้น

1.6 ข้อตกลงเบื้องต้น

- 1.6.1 ระยะทางในการไปกลับของสถานที่หนึ่งกับสถานที่หนึ่งเท่านั้น
- 1.6.2 เส้นทางใหม่ที่ได้จากการเพิ่มลูกค้าเป็นเส้นทางแนะนำที่สั้นที่สุดที่ได้จาก Google Map
- 1.6.3 ภายในหนึ่งวันสถานประกอบการสามารถขนส่งน้ำดื่มได้มากกว่า 1 รอบ การขนส่ง
- 1.6.4 ไม่พิจารณาการจราจรในเส้นทางที่มีการจราจรติดขัด
- 1.6.5 น้ำดื่มขนาด 600 มิลลิลิตร 1 แพ็ค มีจำนวน 12 ขวด มีน้ำหนัก 7.5 กิโลกรัม และขนาด 1,500 มิลลิลิตร 1 แพ็ค มีจำนวน 6 ขวด มีน้ำหนัก 9 กิโลกรัม

1.7 สถานที่ในการดำเนินโครงการ

โรงงานผลิตน้ำดื่ม และคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

1.8 ระยะเวลาในการดำเนินงาน

ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2559 ถึง เดือนเมษายน พ.ศ.2560

บทที่ 2

หลักการและทฤษฎีเบื้องต้น

ในการดำเนินโครงการลดความสูญเสียจากการขนส่ง ของโรงงานบรรจุน้ำดื่ม กรณีศึกษา นี้ ประกอบด้วยหลักการ และทฤษฎีหลายเรื่องด้วยกัน ซึ่งผู้ดำเนินโครงการได้แบ่งรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การแบ่งพื้นที่การบริการ (Service Zoning) หากต้องการให้ขนส่งสินค้าเป็นไปอย่างประหยัดที่สุด สิ่งที่ต้องทำ คือ การใช้รถขนส่งจำนวนน้อยที่สุด แต่ส่งสินค้าให้ลูกค้าได้ ครบถ้วนทุกราย รถขนส่งแต่ละคันจึงควรวิ่งไปส่งสินค้าให้แก่ ลูกค้าจำนวนมากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ในแต่ละวัน ดังนั้น ควรจัดให้ลูกค้าอยู่กันแบบเกาะกลุ่ม เพื่อโอกาสที่รถจะวิ่งส่งสินค้าได้หลายๆ แห่งในเส้นทางเดียวกันก็จะเป็นไปได้มากขึ้น การจัดให้เส้นทางเดินรถไปส่งสินค้าให้แก่ลูกค้าที่อยู่ห่างไกลกันมากอาจทำให้รถแต่ละคันส่งสินค้าให้แก่ลูกค้าได้เพียงสอง สามรายเป็นอย่างมาก ในแต่ละวันในทางปฏิบัติจึงจัดแบ่ง พื้นที่บริการรวมออกเป็นพื้นที่บริการย่อยๆ โดยให้แต่ละพื้นที่ย่อยมีลูกค้าอยู่กันเป็นกลุ่มเป็นก้อน รถขนส่งเพียงคันเดียว หรือจำนวนไม่มากสามารถไปส่งสินค้าให้ลูกค้าในพื้นที่ย่อยนั้นได้หมดภายในหนึ่งวัน การจัดแบ่งพื้นที่บริการยังมีประโยชน์อย่างยิ่งต่อการคำนวณวิเคราะห์จัดลำดับการส่งสินค้าในแต่ละเส้นทางอีกด้วย เนื่องจากทำให้ปัญหาเดียวแต่มีขนาดใหญ่ ประกอบด้วยคำสั่งซื้อจำนวนมากต้องใช้เวลาในการคำนวณที่ยาวนานมากกลายเป็นปัญหาการจัดลำดับการ

ส่งสินค้าสำหรับแต่ละพื้นที่บริการย่อยหลายๆ ปัญหา ซึ่งทำให้การคำนวณวิเคราะห์ง่ายขึ้น และคำนวณได้อย่างรวดเร็วอย่างมาก การจัดเส้นทางรถเดินรถ (Vehicle Routing) เป็นปัญหาประจำของบริษัทขนส่ง ในแต่ละวันจะมีลูกค้าจำนวนมากบ้างน้อยบ้างต้องการให้นำสินค้าไปส่งให้ ปัญหาที่น่าท้าทายคือผู้จัดการจะต้องใช้รถขนส่งกี่คัน และควรที่จะจัดลำดับการส่งสินค้าอย่างไร รถคันไหนควรไปส่งสินค้าให้แก่ลูกค้ารายใดบ้าง และจะจัดลำดับการส่งสินค้าของลูกค้าแต่ละรายอย่างไร ในทางคณิตศาสตร์แล้วถือว่าปัญหาการจัดเส้นทางรถเดินรถ (Vehicle Routing Problem) เป็นปัญหาที่ยากมากๆ ในการที่จะวิเคราะห์หาแผนการเดินทางที่ดีที่สุด ในบรรดาแผนที่เป็นไปได้จำนวนมากโดยเฉพาะอย่างยิ่ง หากคำสั่งซื้อจากลูกค้า และรถส่งสินค้ามีจำนวนมาก ซึ่งแทบจะไม่มีโอกาสเลยที่จะจัดเส้นทางรถเดินรถให้ประหยัดที่สุด อย่างดีที่สุดคงทำได้เพียงการวิเคราะห์ให้ได้แผนที่ค่อนข้างดี มาใช้ปฏิบัติเท่านั้น ในกรณีที่มีลูกค้าจำนวนมาก การหาเส้นทางที่เป็นไปได้ทั้งหมดแล้วเลือกเอาเส้นทางขนส่งที่มีต้นทุนต่ำที่สุดเป็นสิ่งที่แทบจะเป็นไปไม่ได้ในทางปฏิบัติเพราะจะต้องใช้เวลาในการคำนวณวิเคราะห์ที่ยาวนานมากจนไม่ทันการณ์ จึงจำเป็นต้องมีวิธีการอื่นๆ มาช่วยให้ได้คำตอบที่เร็วซึ่งมีวิธีการหนึ่งที่เป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในการจัดเส้นทางรถเดินรถ ได้แก่ การจัด

เส้นทางโดยค่าประมาณ (Approximation Methods) ซึ่งคำตอบของเส้นทางขนส่งที่ได้รับจากการใช้วิธีการนี้อาจจะไม่ดีที่สุดแต่จะได้คำตอบที่ดีพอใช้ภายในระยะเวลาที่ไม่นานมาก นำไปใช้งานได้ทันเวลา วิธีการจัดเส้นทางโดยค่าประมาณนี้ยังมีหลากหลายวิธี คำตอบที่ได้รับจากแต่ละวิธีอาจจะมีคุณภาพแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับลักษณะรายละเอียดของปัญหาแต่ละกรณีซึ่งวิธีที่ได้รับความนิยมเข้าใ้ใจง่ายวิธีหนึ่งคือวิธีเซฟวิงอัลกอริทึม (Saving Algorithm) ซึ่งเสนอโดย Clarke and Wright นักวิจัยในประเทศอังกฤษ ในปีค.ศ. 1964 ซึ่งได้พิจารณาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่มีความต้องการของลูกค้าหลายราย และยานพาหนะมีความจุหลายขนาดส่งสินค้าออกจากคลังพัสดุแห่งเดียว

2.2 ทฤษฎีการขนส่งทั่วไป

การขนส่งเป็นอุตสาหกรรมบริการ (Service Industry) ประเภทหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตประจำวัน หรือเป็นสิ่งที่จำเป็นต่อการปฏิบัติการกิจต่างๆ เพราะเกี่ยวข้องกับการขนส่งมาตั้งแต่สมัยดึกดำบรรพ์ ไม่ว่าจะเป็นการเดินทาง หรือการเคลื่อนย้ายสินค้าจากที่แห่งหนึ่ง และการเคลื่อนย้ายตัวคนเอง สัตว์ หรือสิ่งของก็ตาม ต้องอาศัยการขนส่งในการเคลื่อนย้ายด้วยกันทั้งสิ้น

การขนส่งเป็นวิชาแขนงหนึ่ง ซึ่งมีบทบาทที่สำคัญ เพราะการขนส่งนำเข้าไปเกี่ยวข้องกับการกิจกรรมต่างๆ เช่น สินค้าอุปโภคบริโภคต่างๆ ที่ทุกคนใช้อยู่ในชีวิตประจำวัน ก็มีค่าขนส่งรวมอยู่ในราคาสินค้าและบริการนั้นด้วยตลอดช่องทางการกระจายสินค้า จึงเห็นว่าการขนส่งเป็นกิจกรรมที่มีความสำคัญและจำเป็นแก่การดำรงชีวิตประจำวันที่ควรได้ศึกษาไว้

ความหมายของการขนส่ง คือ การเคลื่อนย้ายคน และสิ่งของจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง การขนส่งแบ่งออกเป็นหมวดใหญ่ ดังนี้ ทางบก ทางน้ำ ทางอากาศ และอื่นๆ เราสามารถพิจารณาการขนส่งได้จากหลายมุมมอง โดยคร่าวๆ แล้ว เราจะพิจารณาในสามมุม คือ มุมของโครงสร้างพื้นฐาน, ยานพาหนะ, และการดำเนินการ โครงสร้างพื้นฐาน พิจารณาโครงข่ายการขนส่งที่ใช้ เช่น ถนน ทางรถไฟ เส้นทางการบิน คลอง หรือท่อส่ง รวมไปถึงสถานีการขนส่ง เช่น ท่าอากาศยาน สถานีรถไฟ ท่าเรือ และท่าเรือ ในขณะที่ ยานพาหนะ คือ สิ่งที่เคลื่อนที่ไปบนโครงข่ายนั้น เช่น รถยนต์ รถไฟ เครื่องบิน เรือ ส่วน การดำเนินการ นั้นจะสนใจเกี่ยวกับการควบคุมระบบ เช่น ระบบจราจร ระบบควบคุมการบิน และนโยบาย เช่น วิธีการจัดการเงินของระบบ เช่น การเก็บค่าผ่านทาง หรือการเก็บภาษีน้ำมัน เป็นต้น โดยมีลักษณะของการขนส่งดังต่อไปนี้คือ

- 2.2.1 เป็นกิจกรรมที่ต้องมีการเคลื่อนย้ายบุคคล สิ่งของ จากที่แห่งหนึ่งไปยังที่แห่งหนึ่ง
- 2.2.2 การเคลื่อนย้ายนั้น ต้องกระทำด้วยยานพาหนะ หรืออุปกรณ์ในการขนส่ง
- 2.2.3 ต้องเป็นไปตามความต้องการ และเกิดประโยชน์ตามวัตถุประสงค์ที่ทำการขนส่ง

2.3 ระบบการขนส่งหรือโลจิสติกส์

คำว่าโลจิสติกส์ หรือลอจิสติกส์ (logistics) คือ ระบบการจัดการการส่งสินค้า ข้อมูล และทรัพยากรอย่างอื่นต่างๆ ทุกอย่างที่มีการขนส่ง หรือเคลื่อนย้ายจากจุดต้นทางไปยังจุดบริโภคตาม

ความต้องการของลูกค้า โลจิสติกส์เกี่ยวข้องกับการผสมผสานของข้อมูลการขนส่ง การบริหารวัสดุคงคลัง การจัดการวัตถุดิบ การบรรจุหีบห่อ โลจิสติกส์เป็นช่องทางหนึ่งของห่วงโซ่อุปทานที่เพิ่มมูลค่าของการใช้ประโยชน์ของเวลาและสถานที่ สรุปง่ายก็คือ ทุกอย่างที่มีเกี่ยวกับการขนส่งจะเกี่ยวข้องกับโลจิสติกส์ทั้งหมด เป้าหมายของโลจิสติกส์นั้นเพื่อ ให้ลดค่าใช้จ่าย ลดระยะเวลาในการขนส่ง ลดระยะทาง ลดปัญหาต่างๆ ทุกอย่างที่จะเกิดขึ้น โดยใช้ต้นทุนน้อยที่สุด

2.4 แนวคิดเซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving Algorithm)

แนวคิด Saving Algorithm คือ การพิจารณาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่มีความต้องการของลูกค้าหลายแห่ง ยานพาหนะมีความจุหลายขนาด ส่งสินค้าสินค้าออกจากคลังสินค้าแห่งเดียว ซึ่งได้พัฒนาขั้นตอนให้สามารถเลือกเส้นทางของยานพาหนะที่เหมาะสมที่สุด ผลที่ได้จากการแก้ปัญหานี้คือ ทำให้ทราบจำนวนยานพาหนะที่จะใช้ขนส่ง และปริมาณสินค้าที่ส่งของยานพาหนะแต่ละคัน โดยมีขั้นตอนการทำงานดังต่อไปนี้

2.4.1 เลือกจุดเริ่มต้นจากคลังสินค้าขึ้นมาหนึ่งจุดให้เป็น จุดที่หนึ่ง

2.4.2 คำนวณค่าของระยะเวลา, ระยะทาง หรือค่าใช้จ่าย ในการขนส่งที่ประหยัด (Saving Cost) เมื่อ i, j คือลูกค้า และ D คือคลังสินค้า ดังสมการที่ 2.1 (นคร ไชยวงศ์ศักดิ์, 2555: หน้า 5)

$$S_{ij} = C_{iD} + C_{Dj} - C_{ij} \quad (2.1)$$

ความหมายของตัวแปร

S_{ij} คือ ค่าความประหยัดที่ได้จากการจับคู่ของลูกค้าโหนด i และโหนด j มีหน่วยเป็นกิโลเมตร

C_{iD} คือ ระยะทางระหว่างสถานประกอบการไปถึงลูกค้าโหนด i มีหน่วยเป็นกิโลเมตร

C_{Dj} คือ ระยะทางระหว่างสถานประกอบการไปถึงลูกค้าโหนด j มีหน่วยเป็นกิโลเมตร

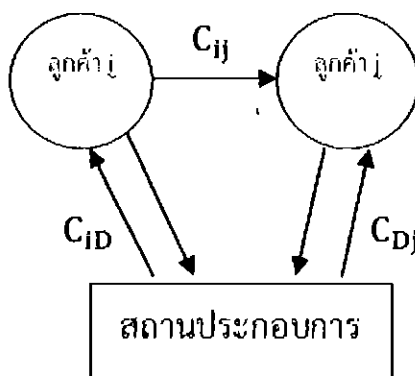
C_{ij} คือ ระยะทางระหว่างลูกค้าโหนด i ไปถึงลูกค้าโหนด j มีหน่วยเป็นกิโลเมตร

2.4.3 เรียงลำดับค่า S_{ij} จากมากไปหาน้อย

2.4.4 สร้างเส้นทางของยานพาหนะโดยเชื่อม i และ j ที่มีค่า S_{ij} มากที่สุด

2.4.5 ทำซ้ำจนกว่าจะจัดเส้นทางได้ครบ โดยมีเงื่อนไขของข้อจำกัดในการเดินทางแต่ละยานพาหนะจะต้องมีสินค้าไม่เกินความจุของยานพาหนะ และต้องใช้เวลาในการเดินทางไม่เกินระยะเวลาที่กำหนด

วิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึมเป็นทฤษฎีที่เป็นที่ยอมรับในการจัดการปัญหาการขนส่งยานพาหนะ ใจความของทฤษฎีไม่ ซับซ้อน คือ พิจารณาการส่งจากคลังสินค้า D ดังรูปที่ 2.1

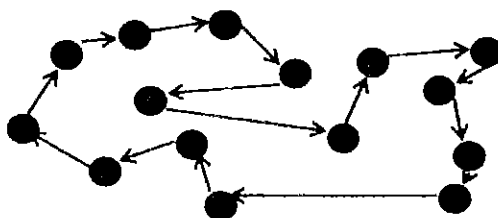


รูปที่ 2.1 วิธีการคิดของเซฟวิ้งอัลกอริทึม

ค่าประหยัด $S(i, j)$ ที่ได้คือระยะทางที่สามารถลดได้ หากระยะทางระหว่างลูกค้าใดทำให้เกิดค่าประหยัดสูงก็หมายความว่า สามารถลดระยะทางได้มาก

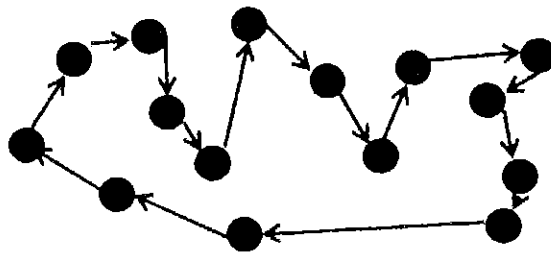
2.5 ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Travelling Salesman Problems)

ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Traveling Salesman Problem : TSP) เป็นที่รู้จักกันในนามของปัญหา TSP เป็นหนึ่งในปัญหาที่เป็นปัญหาที่ได้รับความสนใจจากนักวิจัยอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลายาวนานในการพัฒนาวิธีการในการหาคำตอบให้ดี และเร็ว โดยปัญหา TSP นี้เป็นปัญหาที่ทำการตัดสินใจหาเส้นทางการเดินทาง เมื่อมีเมือง หรือสถานที่ที่ต้องเดินทางไปจำนวน N เมือง หรือ N สถานที่ การเดินทางจะเดินทางจากเมืองใดเมืองหนึ่งในจำนวน N เมือง โดยเส้นทางการเดินทางนั้นๆ จะต้องเดินทางผ่านเมืองทุกเมืองใน N และกลับมาที่เมืองที่ทำการเริ่มต้นในการเดินทางเหมือนการเดินทางวนรอบ เช่นพนักงานขายเดินทางไปขายสินค้าให้กับลูกค้าจำนวน 15 รายได้แก่เมือง 1 ถึงเมือง 15 โดยเมืองที่ 4 เป็นที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้าของพนักงานขายรายนี้ พนักงานขายรายนี้จะเดินทางเริ่มต้นจากเมืองที่ 4 แล้วเดินไปตามเส้นทางดังนี้ 4-1-10-2-15-9-14-3-13-8-12-7-5-6-11-4 ซึ่งเป็น การเดินทางจากเมืองที่ 4 ต่อด้วยการเดินทางไปเมืองที่ 1 และ 10 ไปเรื่อยๆ จนกระทั่งลูกค้าทุกรายในจำนวน 15 รายได้รับการเยี่ยมชมจากพนักงานขายแล้วพนักงานขายก็ย้อนกลับมาที่เมืองที่ 4 เช่นเดิม การมีเส้นทางการเดินทางที่แตกต่างกันซึ่งจะทำให้เกิดต้นทุนในการเดินทางแตกต่างกันเนื่องจากใช้ระยะเวลา หรือเส้นทางที่แตกต่างกันไปตามลักษณะ ดังรูปที่ 2.2 และ 2.3



รูปที่ 2.2 ตัวอย่างของเส้นทางการเดินทางของปัญหา TSP ที่มีจำนวนจุด 15 จุด แบบที่ 1

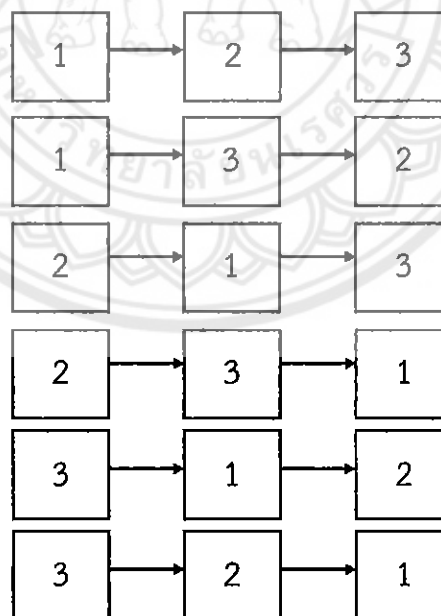
ที่มา : http://www.ubu.ac.th/~pitakaso/1302476/new_doc/ch05_s.pdf



รูปที่ 2.3 ตัวอย่างของเส้นทางการเดินทางของปัญหา TSP ที่มีจำนวนจุด 15 จุด แบบที่ 2
ที่มา : http://www.ubu.ac.th/~pitakaso/1302476/new_doc/ch05_s.pdf

2.6 วิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบ

วิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบ (Full Search Method) เป็นการค้นหาคำตอบที่สามารถเป็นไปได้ทั้งหมดเพื่อนำมาพิจารณาเลือกค่าที่ดีที่สุดที่ต้องการจะใช้แนวคิดจะเหมือนวิธีแฟกทอเรียล (Factorial) โดยวิธีนี้มีประโยชน์ในการทำโจทย์เกี่ยวกับการจัดเรียงสับเปลี่ยนสิ่งที่มีโอกาสจะสามารถเปลี่ยนแปลงได้ อย่างเช่น มีลูกค้ำที่ต้องเดินทางไปส่งของทั้งหมด 3 ราย จะมีวิธีการจัดเรียงเส้นทางได้ทั้งหมด $3!$ นั่นคือจะเท่ากับ 6 คำตอบที่แตกต่างกัน โดยแทนหมายเลขที่ 1 หมายเลข 2 และหมายเลข 3 แทน ลูกค้ำรายที่ 1 ลูกค้ำรายที่ 2 และลูกค้ำรายที่ 3 ตามลำดับ ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 แสดงคำตอบทุกคำตอบที่เกิดขึ้น

เมื่อได้คำตอบทั้งหมดที่เกิดขึ้นแล้ว จึงเลือกเส้นทางที่ดีที่สุดมาเพียง 1 เส้นทางเพื่อนำมาเป็นคำตอบของวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบ

2.7 โปรแกรม Visual Basic for Applications (VBA)

โปรแกรม Visual Basic for Applications (VBA) คือการใช้ภาษา Visual Basic เพื่อสั่งงานให้โปรแกรม Microsoft Excel ทำงานตามความต้องการแบบอัตโนมัติ ซึ่งจะช่วยให้ผู้ใช้งานลดขั้นตอน และความซับซ้อนของงานที่กระทำบ่อยๆ ซึ่งอาจเกิดข้อผิดพลาดได้ โปรแกรม Visual Basic for Applications ทำงานได้รวดเร็ว เหมาะสำหรับงานที่ต้องการการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างโปรแกรมสำนักงาน งานที่เกี่ยวข้องกับฐานข้อมูล ซึ่ง VBA ใน Microsoft Excel มีจุดเด่นในการวิเคราะห์ข้อมูล และการคำนวณที่ซับซ้อน สามารถดึงเครื่องมือต่างๆ ที่มีอยู่ใน Excel มาใช้ได้ทันที

2.8 การเขียน VBA

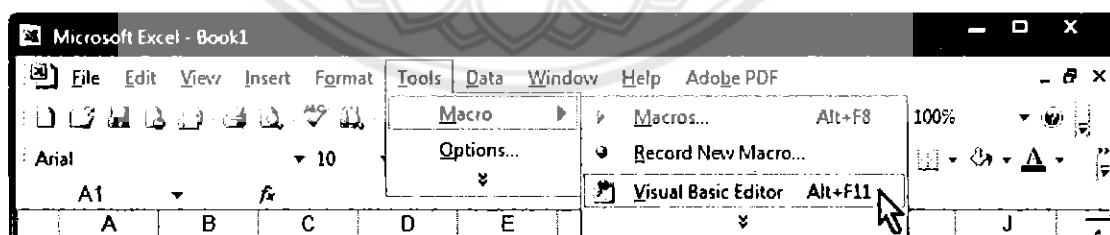
ความสามารถหนึ่งของโปรแกรมเอ็กเซลที่สามารถพัฒนาให้โปรแกรมสามารถทำงานเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้มากกว่าเดิม ก็คือ ความสามารถในการพัฒนาโปรแกรมด้วยการบันทึกการทำงาน (มาโคร) หรือการเขียนรหัสคำสั่ง Visual Basic for Application (VBA) เพื่อให้โปรแกรมสามารถทำงานได้มากกว่าความสามารถพื้นฐานของโปรแกรม หรือสามารถทำงานได้ซับซ้อนขึ้น (รัฐพล พัฒนศิริ, 2554: หน้า 1)

2.8.1 องค์ประกอบของหน้าต่างโปรแกรม Visual Basic Editor

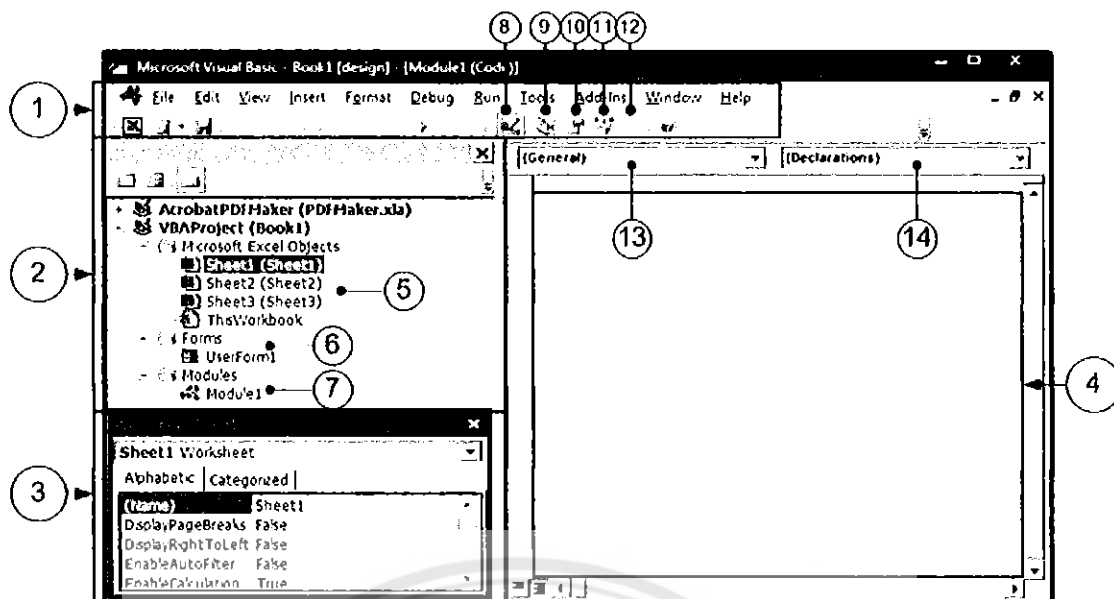
รหัสคำสั่ง VBA ก็คือ ส่วนของหน้าต่าง Visual Basic Editor ซึ่งเป็นหน้าต่างหลักที่ใช้ในการสร้าง การแก้ไข การสร้างฟอร์มต่างๆ การกำหนดคุณสมบัติของวัตถุในการสร้างรหัสคำสั่ง VBA ในโปรแกรมเอ็กเซลนั้น จะกระทำในหน้าต่าง Visual Basic Editor ซึ่งการเรียกหน้าต่างออกมานั้นทำได้ดังนี้

2.8.1.1 คลิกที่เมนูบาร์เลือก Tools>Macro>Visual Basic Editor

2.8.1.2 หน้าต่าง Visual Basic Editor จะปรากฏขึ้น ดังรูปที่ 2.5 และ 2.6



รูปที่ 2.5 แสดงถึงแถบเครื่องมือสำหรับออกคำสั่ง



รูปที่ 2.6 หน้าต่าง Visual Basic Editor

2.8.2 ตำแหน่งของหน้าต่างโปรแกรม Visual Basic Editor

2.8.2.1 หมายเลข 1 แสดงเมนูบาร์

2.8.2.2 หมายเลข 2 แสดง Project Explorer คือ หน้าต่างของโปรเจ็ค

2.8.2.3 หมายเลข 3 แสดง Properties Window คือ หน้าต่างคุณสมบัติของคำสั่งต่างๆ

2.8.2.4 หมายเลข 4 แสดงส่วนพื้นที่สำหรับเขียนรหัสคำสั่ง

2.8.2.5 หมายเลข 5 แสดงหน้าของสมุดงาน

2.8.2.6 หมายเลข 6 แสดงฟอร์มต่างๆ ที่สร้างขึ้น

2.8.2.7 หมายเลข 7 แสดง Module คือ ที่เก็บรหัสคำสั่งต่างๆ ที่เขียนขึ้นมา

2.8.2.8 หมายเลข 8 แสดงปุ่ม Design mode

2.8.2.9 หมายเลข 9 แสดงปุ่มใช้หน้าต่าง Project Explorer

2.8.2.10 หมายเลข 10 แสดงปุ่มใช้หน้าต่าง Properties Window

2.8.2.11 หมายเลข 11 แสดงปุ่มใช้หน้าต่าง Object Browser

2.8.2.12 หมายเลข 12 แสดงปุ่ม Toolbox คือ กล่องเครื่องมือต่างๆ ที่ใช้ในการสร้าง

องค์ประกอบของฟอร์ม

2.8.2.13 หมายเลข 13 แสดงปุ่ม DropDownList ของ Object

2.8.2.14 หมายเลข 14 แสดงปุ่ม DropDownList ของ Procedure

2.9 โปรแกรม Microsoft Excel

โปรแกรม Microsoft Excel เป็นโปรแกรมตารางคำนวณ หรือที่ทั่วๆ ไป เรียกว่า เป็นโปรแกรมประเภทรวบรวมข้อมูลให้ถูกจัดเป็นกลุ่ม ซึ่งนิยมใช้สำหรับจัดเก็บข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลขที่มีปริมาณมาก เพื่อนำข้อมูลเหล่านั้นมาวิเคราะห์ หรือคำนวณผล โดยใช้สูตรทางคณิตศาสตร์ตั้งแต่ขั้นพื้นฐานจนถึงขั้นซับซ้อน เช่น การสรุปข้อมูลทางการตลาด บัญชีเงินเดือนของพนักงาน หรือข้อมูลรายรับรายจ่ายของบริษัท และการคิดคะแนนเพื่อตัดเกรดให้กับนักศึกษา เป็นต้น ซึ่งผลจากการใช้โปรแกรมนี้จะช่วย

ให้เราทำงานได้เร็วขึ้น และมีความแม่นยำทางการคำนวณที่มีประสิทธิภาพ โดยทั่วไปแล้วการใช้โปรแกรม Microsoft Excel ในลักษณะการคำนวณตัวเลขจำนวนมาก สร้างกราฟเพื่อแสดงผลของตัวเลขสถิติ สร้างแผนภูมิเพื่อแสดงภาพ สร้างแบบฟอร์มการบันทึกข้อมูลขององค์กร เป็นฐานข้อมูลแบบย่อ หรือตารางกำหนดการทำงาน

2.10 เกณฑ์ที่ใช้ในการวัดผลประเมิน

เกณฑ์ที่ใช้ในการวัดผลประเมิน คือ รายการคำถามที่สร้างขึ้นเพื่อสำรวจถามความพึงพอใจของผู้ใช้งาน โดยจะมีเกณฑ์ที่ใช้ในการวัดผลประเมิน มาจากเกณฑ์การให้คะแนน 5 ระดับ ซึ่งมีคะแนนสูงสุด 5 คะแนน และน้อยสุด 1 คะแนน โดยจะนำคะแนนที่ได้จากเกณฑ์การให้คะแนนมาหาค่าเฉลี่ยเพื่อวัดผลประเมิน ซึ่งจะมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังตารางที่ 2.1 และเกณฑ์ที่ใช้ในการวัดผลประเมิน ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.1 เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน	ระดับความพึงพอใจ
1	ควรปรับปรุง
2	พอใช้
3	ปานกลาง
4	ดี
5	ดีมาก

ที่มา : เกณฑ์การประเมินของสำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา
และสำนักงานรับรองมาตรฐานประเมินคุณภาพการศึกษา

ตารางที่ 2.2 เกณฑ์ที่ใช้ในการวัดผลประเมิน

ช่วงคะแนนเฉลี่ย	ระดับความพึงพอใจ
1.00 - 1.50	ควรปรับปรุง
1.51 - 2.50	พอใช้
2.51 - 3.50	ปานกลาง
3.51 - 4.50	ดี
4.51 - 5.00	ดีมาก

ที่มา : เกณฑ์การประเมินของสำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา
และสำนักงานรับรองมาตรฐานประเมินคุณภาพการศึกษา

บทที่ 3

วิธีการดำเนินโครงการ

ในการดำเนินการศึกษางานโครงการ ผู้ดำเนินโครงการนั้นได้แบ่งเป็นขั้นตอนการศึกษา เป็น 8 ขั้นตอน ดังนี้

- 3.1 ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
- 3.2 เก็บข้อมูลเบื้องต้นจากสถานประกอบการ
- 3.3 ศึกษาวิธีเซฟวิงอัลกอริทึมและวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบ
- 3.4 พัฒนาเครื่องมือเซฟวิงอัลกอริทึมและวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบ
- 3.5 ทดลองใช้เครื่องมือเซฟวิงอัลกอริทึมและวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบ
- 3.6 เปรียบเทียบผลก่อนและหลังปรับปรุง
- 3.7 จัดทำคู่มือการใช้เครื่องมือ
- 3.8 สรุปผลและจัดทำรูปเล่ม

3.1 ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การจัดเส้นทางการเดินทางเป็นกระบวนการเพื่อลดต้นทุนในการขนส่งและระยะทางในการจัดส่งสินค้า เส้นทางที่สั้นลง หมายถึง ค่าน้ำมันที่ลดลง และค่าแรงที่ลดลง การเลือกรูปแบบเส้นทาง การเดินทางมีความยาก เนื่องจากมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องค่อนข้างมาก เช่น ระยะเวลาที่ลูกค้ารับสินค้าได้ ช่วงเวลาห้ามเดินทาง สภาพถนน ความล่าช้าของการส่งสินค้าในจุดต่างๆ เป็นต้น การจัดเส้นทาง การเดินทาง จึงกลายเป็นปัญหาที่สำคัญอย่างหนึ่งในองค์กร (ซุสึกร ชนะสิทธิ์, 2554) จึงทำให้ผู้ดำเนินโครงการได้เล็งเห็นสาเหตุของความสูญเสียที่เกิดจากระยะทาง หรือเส้นทาง การเดินทาง ผู้ดำเนินโครงการจึงได้เริ่มสนใจในสาเหตุนี้ เพื่อนำไปประกอบการดำเนินโครงการในขั้นตอนต่อไป

3.2 เก็บข้อมูลเบื้องต้นจากสถานประกอบการ

ผู้ดำเนินโครงการได้ทำการค้นคว้าและศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของสถานประกอบการ กรณีศึกษา โรงงานผลิตน้ำดื่มบรรจุขวดแห่งนี้ โดยเริ่มจากการสำรวจปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นทั้งภายในและภายนอกโรงงาน ได้ทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้นทั้งในอดีตและปัจจุบันของโรงงานกรณีศึกษา โดยปัญหาหลักๆ มักเกิดขึ้นระหว่างการทำงานโดยมีตัวแปรสำคัญที่ทำให้เกิดปัญหาคือตัวพนักงาน ซึ่งโดยส่วนใหญ่แล้วผู้ประกอบการมักปล่อยปะละเลยไม่ค่อยสนใจในส่วนของปัญหาที่เกิดขึ้นมากเท่าไร ผู้ดำเนินโครงการจึงได้ถือว่าเป็นโอกาสดีในการจัดทำโครงการในครั้งนี้เพื่อเข้าไปช่วยเหลือในเรื่องของความสูญเสียเนื่องจากการขนส่งรวมทั้งเก็บข้อมูลทั้งข้อมูลโดยรวมของสถานประกอบการ และข้อมูลรายละเอียดต่างๆ ซึ่งแบ่งได้ดังนี้

3.2.1 ข้อมูลทั่วไปของกรณีศึกษาโรงงานบรรจุน้ำดื่ม

กรณีศึกษาโรงงานบรรจุน้ำดื่มนี้ ตั้งอยู่ในเขตจังหวัดพิษณุโลก มีพื้นที่รวมทั้งสิ้น 134 ตารางวา มีพนักงานรวมทั้งสิ้น 18 คน แบ่งออกเป็นหลายๆ แผนกด้วยกัน ดังนี้

3.2.1.1 แผนกเป่าขวดขึ้นรูป 2 คน

3.2.1.2 แผนกสกรีนฉลาก 2 คน

3.2.1.3 แผนกติดฉลาก 3 คน

3.2.1.4 แผนกตรวจสอบมาตรฐานน้ำ 2 คน

3.2.1.5 แผนกบรรจุน้ำ 3 คน

3.2.1.6 แผนกหุ้มพลาสติกที่ฝา 2 คน

3.2.1.7 แผนกยกแพ็คเกจสำเร็จรูป 2 คน

3.2.1.8 พนักงานขับรถขนส่ง 2 คน

โดยแต่ละแผนกนี้จะแบ่งแยกออกเป็นสัดส่วนอย่างชัดเจน เช่น แผนกเป่าขึ้นรูป แผนกสกรีนฉลาก และแผนกติดฉลาก จะจัดอยู่ใกล้ๆ กัน เพราะเมื่อเป่าขวดเสร็จแล้วก็นำฉลากที่สกรีนไว้มาติดขวด แผนกตรวจสอบมาตรฐานน้ำ แผนกบรรจุน้ำ และแผนกหุ้มพลาสติกที่ฝาขวดก็จะอยู่บริเวณใกล้เคียงกัน เพราะเมื่อตรวจคุณภาพน้ำผ่านก็นำน้ำมาบรรจุขวดและปิดพลาสติกที่ฝา ส่วนสุดท้ายนั้น ก็มีพนักงานยกแพ็คเกจสำเร็จรูปขึ้นรถกระบะที่จอดรอไว้เพื่อที่จะทำการให้พนักงานขับรถจัดส่งให้ลูกค้าต่อไป

3.2.2 การขนส่งโดยยานพาหนะและวิธีการขนส่ง

กรณีศึกษาโรงงานผลิตน้ำดื่มบรรจุขวด ใช้รถยนต์เป็นยานพาหนะในการขนส่งน้ำดื่มบรรจุขวด จำนวน 2 คัน แบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้

3.2.2.1 Toyota Hilux 4x4 จำนวน 1 คัน

3.2.2.2 Ford ranger ตอนเดียว 4x4 จำนวน 1 คัน

วิธีการขนส่งของรถทั้ง 2 คันนี้ คือ กำหนดเครือข่ายลูกค้าในเส้นทางนั้นหากลูกค้าที่อยู่ในเส้นทางเดียวกันจะขนส่งไปพร้อมกัน ซึ่งวิธีการขนส่งนั้นใช้ประสบการณ์ และความเคยชินของพนักงานขับรถ บางเส้นทางอาจยังไม่เป็นเส้นทางที่สั้นที่สุด ดังนั้น จึงควรเลือกหาเส้นทางที่มีระยะทางสั้นที่สุดซึ่งจะเป็นการประหยัดค่าใช้จ่าย

รถยนต์ในการขนส่งน้ำดื่มบรรจุขวดของกรณีศึกษานี้ มีจำนวน 2 คัน แบ่งเป็น Toyota Hilux 4x4 จำนวน 1 คัน และ Ford ranger ตอนเดียว 4x4 จำนวนอีก 1 คัน

3.2.3 ความจุของรถยนต์ในการบรรทุกน้ำดื่มบรรจุขวด

รถยนต์ที่ใช้ในการบรรทุกน้ำดื่มบรรจุขวดนี้ สามารถรับน้ำหนักได้ไม่เกิน 3 ตัน (3,000 กิโลกรัม) หรือสามารถบรรทุกน้ำดื่มบรรจุขวดขนาด 600 มิลลิลิตร ได้ไม่เกิน 400 แพ็ค ในแต่ละครั้งไม่ควรบรรทุกเกินที่กำหนดเพราะจะยังทำให้รถยนต์เสื่อมสมรรถภาพมากขึ้น อีกทั้งยังส่งผลเสียในการทรงตัวของรถยนต์อีกด้วย

3.2.4 การขนส่งน้ำดื่มบรรจุขวด

รถยนต์ขนส่งน้ำดื่มบรรจุขวด จะทำการขนส่งน้ำดื่มบรรจุขวดจากโรงงานผลิต กรณีศึกษาแห่งนี้จนเต็มคัน หรือบางครั้งอาจไม่เต็มคันแล้วนำไปส่งในสถานที่ต่างๆ ทั้งภายในจังหวัดพิษณุโลก และจังหวัดใกล้เคียง ซึ่งมีระยะทางโดยเฉลี่ยในแต่ละพื้นที่แล้วไม่ต่ำกว่า 100 กิโลเมตร ซึ่งการเดินทางขนส่งในแต่ละครั้งพนักงานขับรถขนส่งมักจะใช้ความเคยชินในการใช้เส้นทางจราจรซ้ำๆ จึงทำให้ระยะทางที่ใช้ในการขนส่งนั้นอาจจะยังไม่เป็นเส้นทางที่สั้นและดีที่สุดนั่นเอง

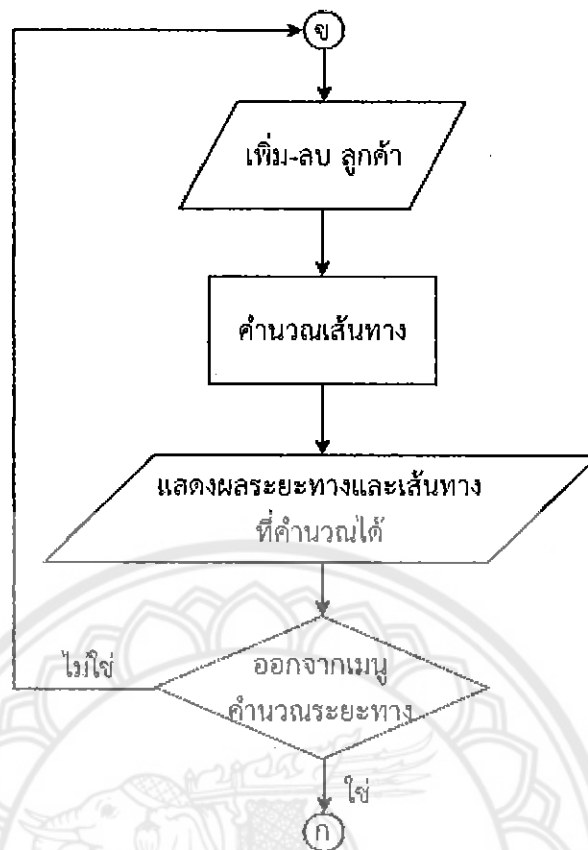
3.3 ศึกษาวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึมและวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบ

จากที่ได้ทำการเก็บข้อมูลจากสถานประกอบการแล้ว จึงได้มีความคิดเห็นร่วมกันว่าควรหาวิธีจัดหาเส้นทางเพื่อใช้ในการลดระยะทางในการขนส่ง จึงได้ทำการศึกษาวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึมและวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบ

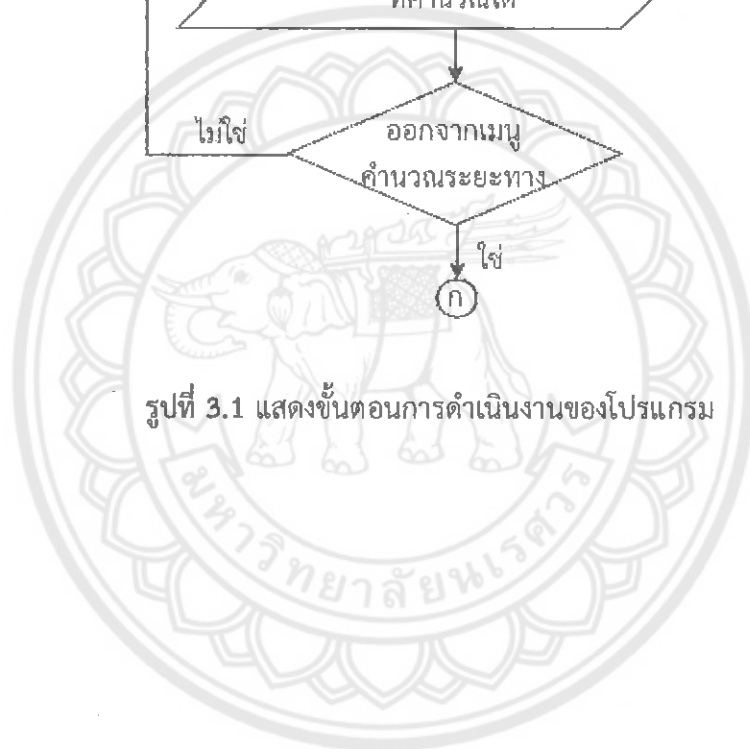
ผู้ดำเนินโครงการได้ใช้วิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึมและวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบ เพื่อให้ง่ายต่อการวางแผนเส้นทางที่สะดวกและรวดเร็วในการจัดส่งสินค้านั่นเอง

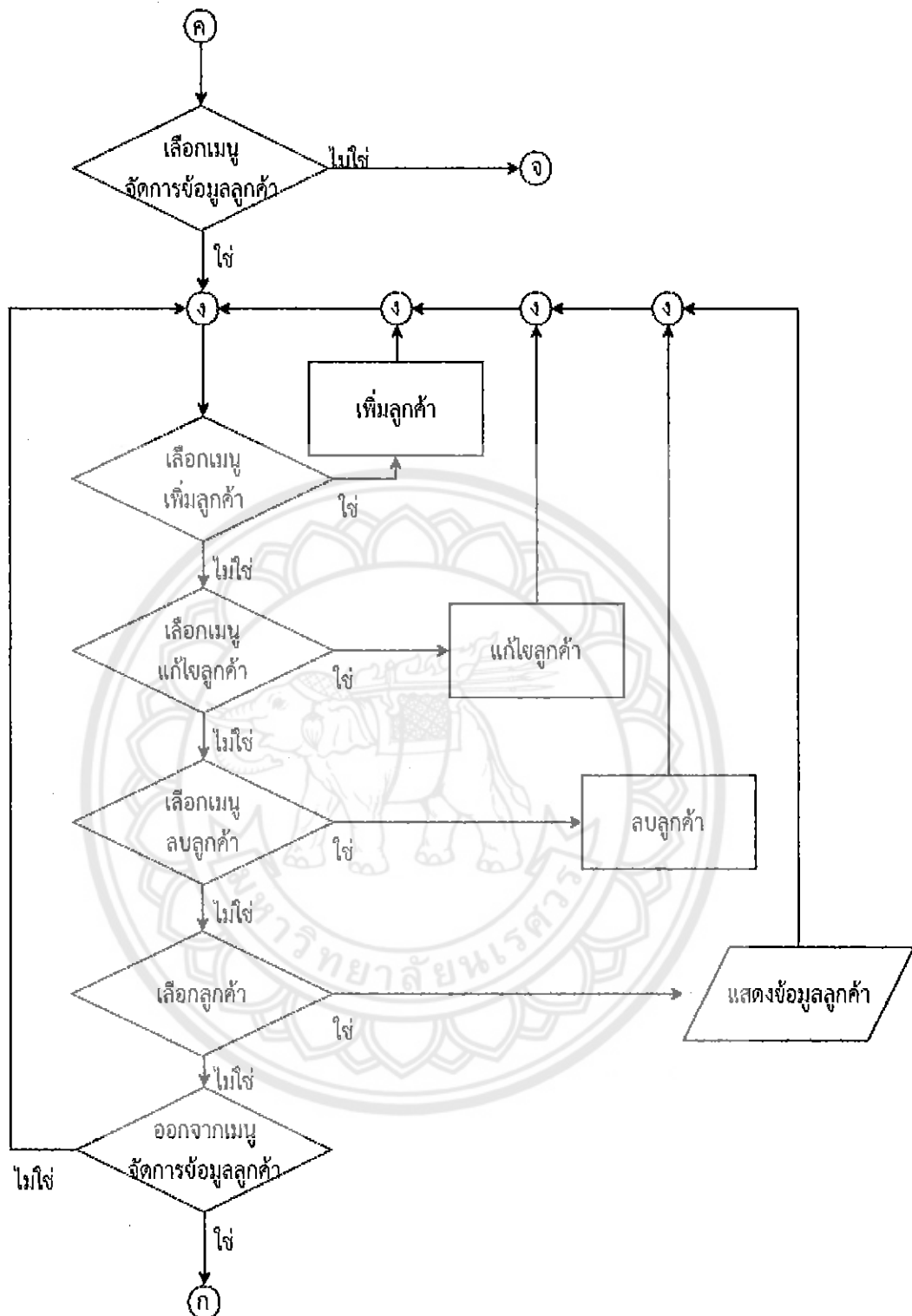
3.4 พัฒนาเครื่องมือเซฟวิ่งอัลกอริทึมและวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบ

ผู้ดำเนินโครงการได้ทำการพัฒนาเครื่องมือเซฟวิ่งอัลกอริทึมและวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบ ซึ่งสามารถทำได้ในไมโครซอฟต์เอ็กเซล (Microsoft Excel) โดยผู้ดำเนินโครงการได้ออกแบบขั้นตอนการดำเนินงานของเครื่องมือช่วยในการจัดเส้นทางขนส่งดังรูปที่ 3.1

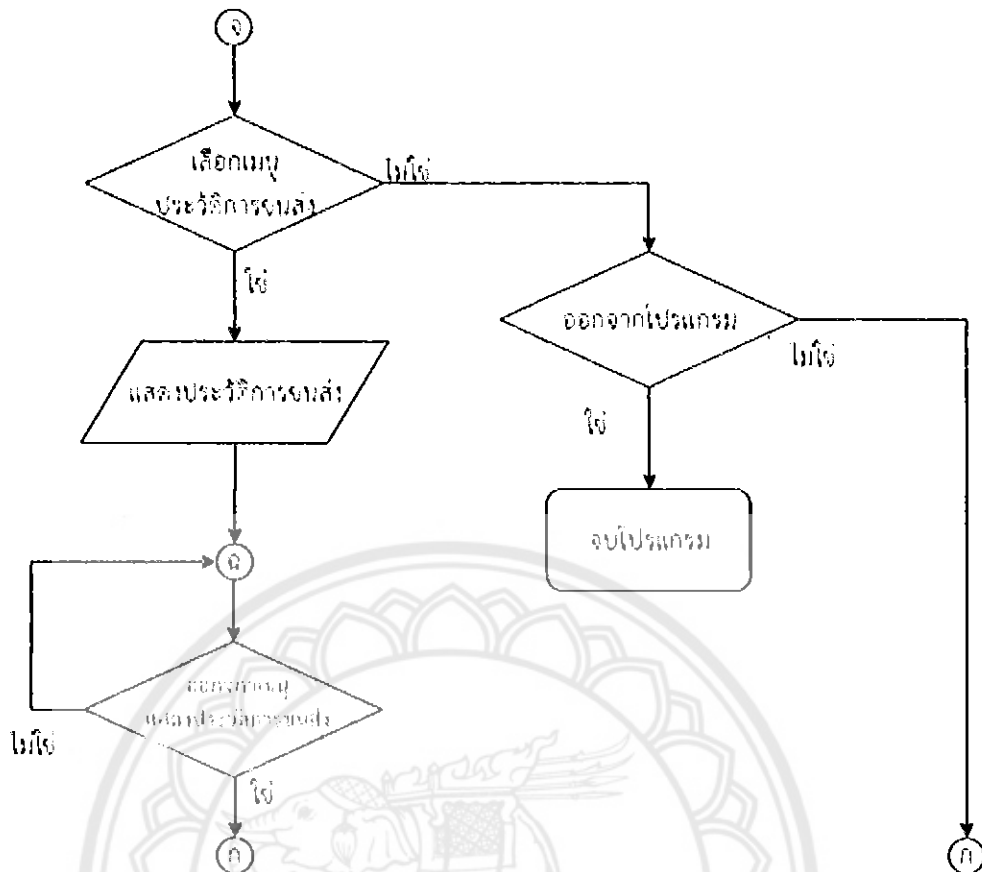


รูปที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการดำเนินงานของโปรแกรม





รูปที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการดำเนินงานของโปรแกรม (ต่อ)



รูปที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการดำเนินงานของโปรแกรม (ต่อ)

3.4.1 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม

3.4.1.1 เริ่มเข้าหน้าหลักของโปรแกรม

3.4.1.2 เลือกเมนูหน้าโปรแกรม

3.4.1.3 เลือกเมนูคำนวณระยะทาง

ก. หากใช่ จะเข้าสู่หน้าโปรแกรมสำหรับคำนวณระยะทาง

ข. หากไม่ใช่ จะเข้าสู่หน้าต่างอื่นที่ไม่ใช่สำหรับหน้าต่างคำนวณระยะทาง

3.4.1.4 เพิ่ม-ลบ ลูกค้า คือปุ่มสำหรับเพิ่ม หรือลบ ลูกค้าที่จะไปในเส้นทางนั้นๆ

3.4.1.5 คำนวณเส้นทาง คือ ปุ่มสำหรับกดเพื่อคำนวณเส้นทางเมื่อเลือกลูกค้าลงใน

รายการแล้ว

3.4.1.6 แสดงผลระยะทางและเส้นทางที่คำนวณได้ คือ หน้าต่างที่แสดงผลการคำนวณเรียบร้อยแล้ว

3.4.1.7 ออกจากเมนูคำนวณระยะทาง

ก. หากใช่ จะออกมาสู่หน้าเริ่มโปรแกรม

ข. หากไม่ใช่ จะออกมาสู่หน้าที่ใช้เพิ่ม-ลบ ลูกค้าตามเดิม

- 3.4.1.8 เลือกเมนูจัดการข้อมูลลูกค้า
- ก. หากใช่ จะเข้าสู่หน้าต่างการจัดการลูกค้าในรายการ
 - ข. หากไม่ใช่ จะเข้าสู่หน้าต่างอื่น ที่ไม่ใช่หน้าต่างการจัดการลูกค้า
- 3.4.1.9 เลือกเมนูเพิ่มลูกค้า คือ ปุ่มที่ใช่เพิ่มลูกค้าที่เข้ามาทำการตลาดรายใหม่
- ก. หากใช่ จะเป็นเมนูการเพิ่มลูกค้ารายใหม่
 - ข. หากไม่ใช่ จะมีเมนูอื่นปรากฏขึ้นที่ไม่ใช่การเพิ่มลูกค้ารายใหม่
- 3.4.1.10 เลือกเมนูแก้ไขลูกค้า คือ ปุ่มสำหรับแก้ไขรายชื่อลูกค้าที่มีการปรับเปลี่ยนใหม่
- ก. หากใช่ จะเป็นเมนูการแก้ไขรายชื่อลูกค้า
 - ข. หากไม่ใช่ จะมีเมนูอื่นปรากฏขึ้นที่ไม่ใช่การแก้ไขรายชื่อลูกค้า
- 3.4.1.11 เลือกเมนูลบลูกค้า คือ ปุ่มสำหรับลบลูกค้าที่ไม่ได้ทำการตลาดด้วยแล้ว
- ก. หากใช่ จะเป็นเมนูการลบลูกค้าออกจากโปรแกรม
 - ข. หากไม่ใช่ จะมีเมนูอื่นปรากฏขึ้นที่ไม่ใช่เมนูการลบรายชื่อลูกค้า
- 3.4.1.12 เลือกลูกค้า คือ ปุ่มสำหรับดูข้อมูลลูกค้า
- ก. หากใช่ จะแสดงข้อมูลลูกค้าที่เลือก
 - ข. หากไม่ใช่ จะมีเมนูอื่นปรากฏขึ้นที่ไม่ใช่เมนูเลือกลูกค้า
- 3.4.1.13 ออกจากเมนูจัดการข้อมูลลูกค้า
- ก. หากใช่ จะออกจากหน้าจัดการข้อมูลลูกค้ามาหน้าโปรแกรมหลัก
 - ข. หากไม่ใช่ จะยังอยู่ในหน้าเมนูจัดการลูกค้าเช่นเดิม
- 3.4.1.14 เลือกเมนูประวัติการขนส่ง
- ก. หากใช่ จะแสดงประวัติการขนส่งครั้งก่อน
 - ข. หากไม่ใช่ จะเป็นการออกจากโปรแกรม
 - ก.1 หากใช่ จะเป็นการจบโปรแกรม
 - ก.2 หากไม่ใช่ จะเป็นการออกไปสู่หน้าเริ่มโปรแกรม
- 3.4.1.15 ออกจากเมนูประวัติการขนส่ง
- ก. หากใช่ จะออกจากประวัติการขนส่งไปสู่หน้าเริ่มโปรแกรม
 - ข. หากไม่ใช่ จะยังอยู่บนหน้าประวัติการขนส่งตามเดิม

3.5 ทดลองใช้เครื่องมือเซฟวิ่งอัลกอริทึมและวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบ

การดำเนินงานในส่วนนี้ถือเป็นการชี้วัดผลงานของประสิทธิภาพการใช้เครื่องมือเซฟวิ่งอัลกอริทึมและวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบที่ผู้ดำเนินโครงการได้ศึกษามา ซึ่งต้องใช้ข้อมูลที่ได้จากการใช้เครื่องมือเซฟวิ่งอัลกอริทึมและวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบ เพื่อตรวจสอบว่ามีความผิดพลาดเกิดขึ้นในขณะที่เครื่องมือกำลังทำงานในส่วนใดบ้าง

3.6 จัดทำคู่มือการใช้เครื่องมือ

จัดทำเครื่องมือวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึมและวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบ ซึ่งประกอบด้วยวิธีการใช้งาน และคำอธิบายทฤษฎีที่ได้นำมาใช้

3.7 เปรียบเทียบผลก่อนและหลังปรับปรุง

เมื่อทำการทดลองใช้เครื่องมือเซฟวิ่งอัลกอริทึมและวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบ จึงทำการเปรียบเทียบระยะเวลาทางการขนส่งสินค้าก่อนและหลังปรับปรุงเส้นทางการขนส่ง

3.8 สรุปผลและจัดทำรูปเล่ม

สรุปผลการใช้เครื่องมือช่วยคำนวณระยะเวลาทางการขนส่ง ที่สามารถทำได้ออกมาเป็นข้อมูลเชิงตัวเลข และจัดทำรูปเล่มปฏิญานิพนธ์

บทที่ 4

ผลการดำเนินโครงการ

ผลการดำเนินโครงการของการใช้วิธีเซฟริงอัลกอริทึม และวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบของกรณีศึกษา โรงงานน้ำดื่มบรรจุขวด จังหวัดพิษณุโลก

4.1 ผลที่ได้จากการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องของการใช้วิธีเซฟริงอัลกอริทึมและวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบ ผู้ดำเนินโครงการจึงได้ลองใช้วิธีการคำนวณหาค่าประหยัดของวิธีเซฟริงอัลกอริทึมโดยที่ไม่ใช้เทคโนโลยีเข้ามาเกี่ยวข้องก่อนอันดับแรก ส่วนตัวแบบปัญหาของพนักงานขายนั้น ผู้ดำเนินโครงการได้ทำการเลือกวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบมาใช้ในการแก้ปัญหา เพื่อที่จะนำทั้ง 2 วิธีมาประยุกต์ใช้กับเครื่องมือที่ผู้ดำเนินโครงการต้องการพัฒนาต่อไป

4.2 ผลที่ได้จากการเก็บข้อมูลเพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลทั่วไปและนำมาวิเคราะห์ในเชิงข้อมูลในการขนส่งเพียงอย่างเดียว จึงได้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งของโรงงานกรณีศึกษาดังนี้

การขนส่งปัจจุบัน มีรายละเอียด ดังนี้

4.2.1 รถที่ใช้ในการขนส่งมี 2 คัน (สำหรับภายในจังหวัดพิษณุโลก 1 คัน และต่างจังหวัด 1 คัน)

4.2.2 ชนิดของน้ำที่ส่ง ขนาดบรรจุขวด 600 มิลลิลิตร และขนาด 1500 มิลลิลิตร

4.2.3 ระยะเวลาในการส่ง ตั้งแต่ วันจันทร์ – วันอาทิตย์ (เดือนตุลาคม 2559)

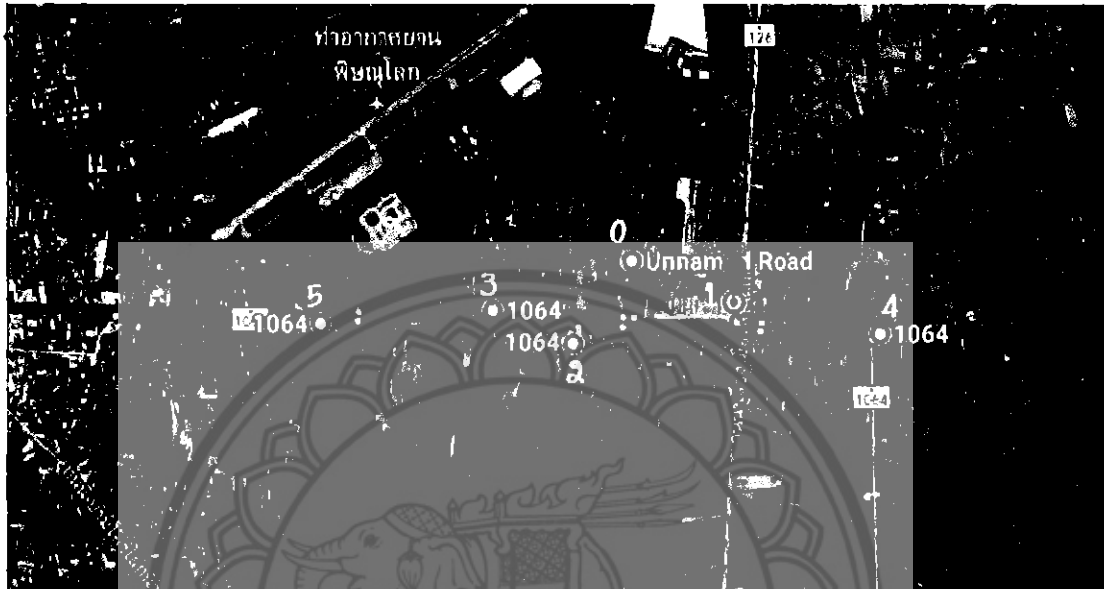
4.2.4 เส้นทางในการขนส่ง ภายในจังหวัดพิษณุโลก

เลือกยกตัวอย่างเส้นทางเดิมของรถที่ใช้บรรทุกส่งน้ำ จำนวน 7 เส้นทาง (เลือกวันที่มีการขนส่งที่มีปริมาณลูกค้ามากกว่า 3 รายขึ้นไป ภายในเดือน ตุลาคม 2559)

4.2.1 เส้นทางรถขนส่งก่อนทำการปรับปรุงเส้นทางที่ 1

เส้นทางเดิมที่ 1 ส่งให้ ลูกค้า 1 ลูกค้า 2 ลูกค้า 3 ลูกค้า 4 ลูกค้า 5

หมายเหตุ กำหนดให้คลังสินค้าเป็นเลข 0 และเลข 1-5 คือตำแหน่งลูกค้าที่ทำการขนส่ง ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 แสดงเส้นทางรถเส้นทางที่ 1 ที่วิ่งจากคลังสินค้าไปยังตำแหน่งลูกค้า

การขนส่ง (เดิม) รอบที่ 1 มีลูกค้าทั้งหมด 5 ราย มีระยะทางรวมทั้งหมด 18.2 กิโลเมตร และมีน้ำหนักบรรทุกรวมทั้งหมด 2,175 กิโลกรัม ดังตารางที่ 4.1

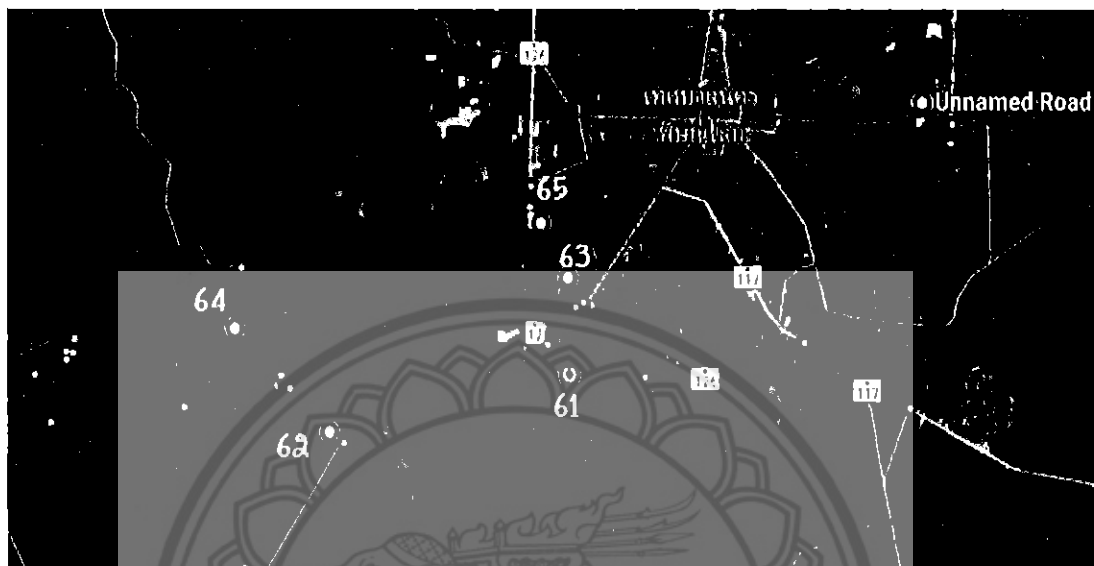
ตารางที่ 4.1 แสดงข้อมูลระยะทาง และน้ำหนักของการเดินทางก่อนปรับปรุงเส้นทางที่ 1

เส้นทาง	ระยะทาง (กิโลเมตร)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)
บริษัท - ลูกค้า 5	6.9	150
ลูกค้า 5 - ลูกค้า 3	4.6	225
ลูกค้า 3 - ลูกค้า 2	1.6	450
ลูกค้า 2 - ลูกค้า 4	2.6	750
ลูกค้า 4 - ลูกค้า 1	1.4	600
ลูกค้า 1 - บริษัท	1.1	0
รวม	18.2	2,175

4.2.2 เส้นทางรถขนส่งก่อนทำการปรับปรุงเส้นทางที่ 2

เส้นทางเดิมที่ 2 ส่งให้ ลูกค้า 61 ลูกค้า 62 ลูกค้า 63 ลูกค้า 64 ลูกค้า 65

หมายเหตุ กำหนดให้คลังสินค้าเป็นเลข 0 และเลข 61-65 คือตำแหน่งลูกค้าที่ทำการขนส่ง ดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 แสดงเส้นทางรถเส้นทางที่ 2 ที่วิ่งจากคลังสินค้าไปยังตำแหน่งลูกค้า

การขนส่ง (เดิม) รอบที่ 2 มีลูกค้าทั้งหมด 5 ราย มีระยะทางรวมทั้งหมด 92.8 กิโลเมตร และมีน้ำหนักบรรทุกรวมทั้งหมด 3,000 กิโลกรัม ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงข้อมูลระยะทาง และน้ำหนักของการเดินทางก่อนปรับปรุงเส้นทางที่ 2

เส้นทาง	ระยะทาง (กิโลเมตร)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)
บริษัท – ลูกค้า 65	23.7	750
ลูกค้า 65 – ลูกค้า 64	12.2	450
ลูกค้า 64 – ลูกค้า 62	16.9	675
ลูกค้า 62 – ลูกค้า 63	9.6	375
ลูกค้า 63 – ลูกค้า 61	8.2	750
ลูกค้า 61 – บริษัท	22.2	0
รวม	92.8	3,000

4.2.3 เส้นทางรถขนส่งก่อนทำการปรับปรุงเส้นทางที่ 3

เส้นทางเดิมที่ 3 ส่งให้ ลูกค้า 66 ลูกค้า 67 ลูกค้า 68 ลูกค้า 69 ลูกค้า 70

หมายเหตุ กำหนดให้คลังสินค้าเป็นเลข 0 และเลข 66-70 คือตำแหน่งลูกค้าที่ทำการขนส่ง ดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 แสดงเส้นทางรถเส้นทางที่ 3 ที่วิ่งจากคลังสินค้าไปยังตำแหน่งลูกค้า

การขนส่ง (เดิม) รอบที่ 3 มีลูกค้าทั้งหมด 5 ราย มีระยะทางรวมทั้งหมด 65.7 กิโลเมตร และมีน้ำหนักบรรทุกรวมทั้งหมด 2,865 กิโลกรัม ดังตารางที่ 4.3

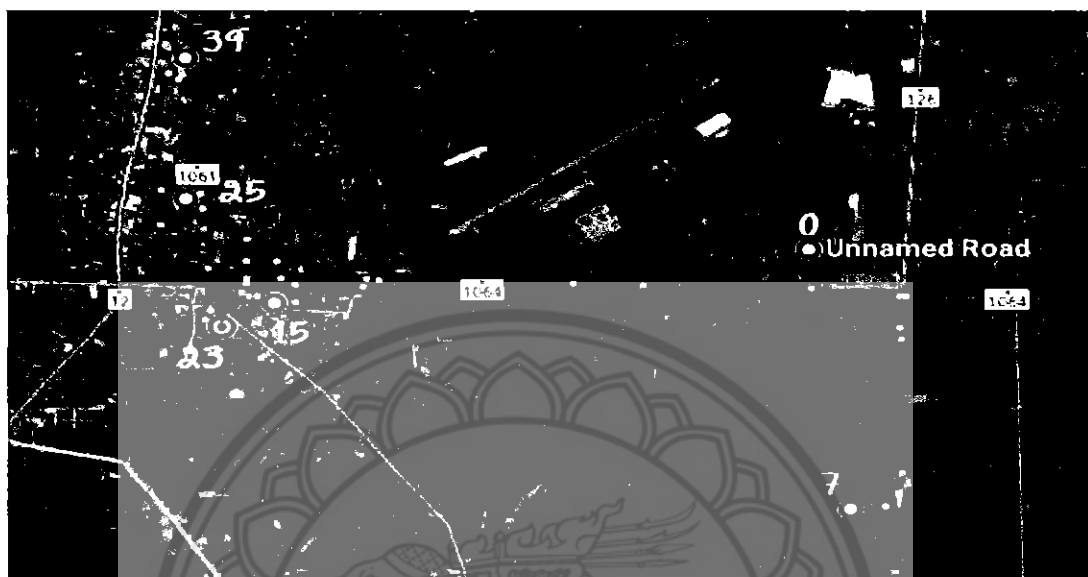
ตารางที่ 4.3 แสดงข้อมูลระยะทาง และน้ำหนักของการเดินทางก่อนปรับปรุงเส้นทางที่ 3

เส้นทาง	ระยะทาง (กิโลเมตร)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)
บริษัท - ลูกค้า 66	19.6	750
ลูกค้า 66 - ลูกค้า 69	9.3	450
ลูกค้า 69 - ลูกค้า 67	9.6	390
ลูกค้า 67 - ลูกค้า 68	8.8	825
ลูกค้า 68 - ลูกค้า 70	1.9	450
ลูกค้า 70 - บริษัท	16.5	0
รวม	65.7	2,865

4.2.4 เส้นทางขนส่งก่อนทำการปรับปรุงเส้นทางที่ 4

เส้นทางเดิมที่ 4 ส่งให้ ลูกค้า 7 ลูกค้า 15 ลูกค้า 23 ลูกค้า 25 ลูกค้า 39

หมายเหตุ กำหนดให้คลังสินค้าเป็นเลข 0 และเลข 7,15,23,25 และ 39 คือตำแหน่งลูกค้าที่ทำการขนส่ง ดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 แสดงเส้นทางรถเส้นทางที่ 4 ที่วิ่งจากคลังสินค้าไปยังตำแหน่งลูกค้า

การขนส่ง (เดิม) รอบที่ 4 มีลูกค้าทั้งหมด 5 ราย มีระยะทางรวมทั้งหมด 50.2 กิโลเมตร และมีน้ำหนักบรรทุกรวมทั้งหมด 2,340 กิโลกรัม ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 แสดงข้อมูลระยะทาง และน้ำหนักของการเดินรถก่อนปรับปรุงเส้นทางที่ 4

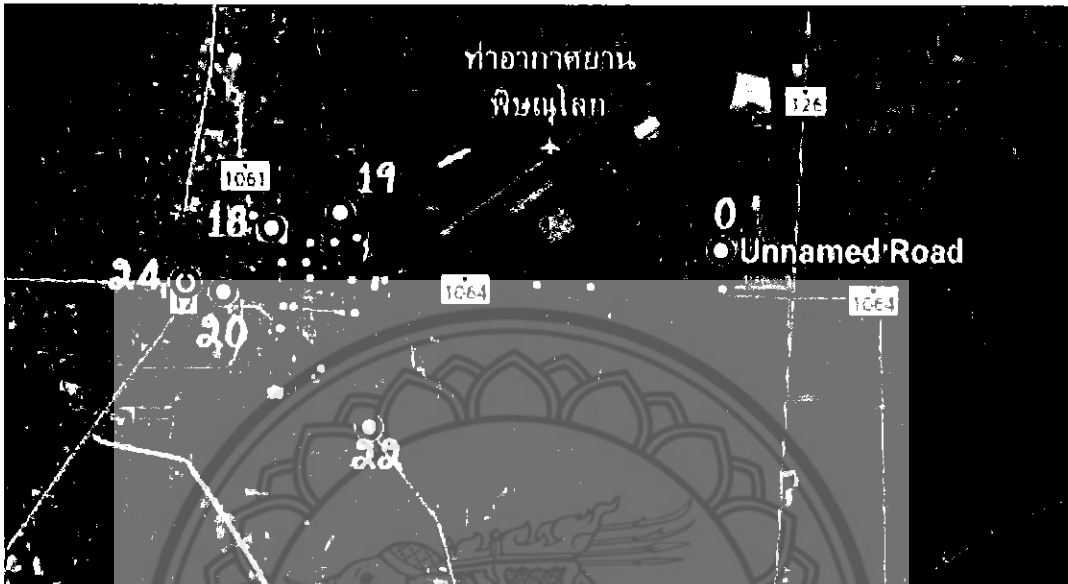
เส้นทาง	ระยะทาง (กิโลเมตร)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)
บริษัท – ลูกค้า 39	8.6	600
ลูกค้า 39 – ลูกค้า 15	3.7	300
ลูกค้า 15 – ลูกค้า 25	3.0	240
ลูกค้า 25 – ลูกค้า 7	16.3	450
ลูกค้า 7 – ลูกค้า 23	11.8	750
ลูกค้า 23 – บริษัท	6.8	0
รวม	50.2	2,340

17222622

4.2.5 เส้นทางฯขนส่งก่อนทำการปรับปรุงเส้นทางที่ 5

เส้นทางเดิมที่ 5 ส่งให้ ลูกค้า 18 ลูกค้า 19 ลูกค้า 20 ลูกค้า 22 ลูกค้า 24

หมายเหตุ กำหนดให้คลังสินค้าเป็นเลข 0 และเลข 18,19,20,22 และ 24 คือตำแหน่ง
ลูกค้าที่ทำการขนส่ง ดังรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 แสดงเส้นทางรถเส้นทางที่ 5 ที่วิ่งจากคลังสินค้าไปยังตำแหน่งลูกค้า

การขนส่ง (เดิม) รอบที่ 5 มีลูกค้าทั้งหมด 5 ราย มีระยะทางรวมทั้งหมด 22.3 กิโลเมตร
และมีน้ำหนักบรรทุกรวมทั้งหมด 2,610 กิโลกรัม ดังตารางที่ 4.5

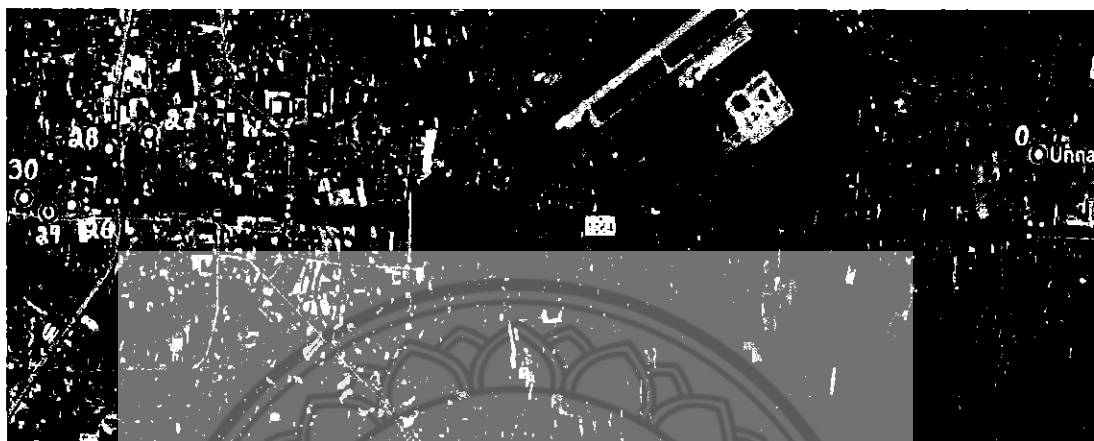
ตารางที่ 4.5 แสดงข้อมูลระยะทาง และน้ำหนักของการเดินทางก่อนปรับปรุงเส้นทางที่ 5

เส้นทาง	ระยะทาง (กิโลเมตร)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)
บริษัท – ลูกค้า 18	6.5	750
ลูกค้า 18 – ลูกค้า 19	1.6	450
ลูกค้า 19 – ลูกค้า 22	3.7	450
ลูกค้า 22 – ลูกค้า 20	2.9	495
ลูกค้า 20 – ลูกค้า 24	0.6	465
ลูกค้า 24 – บริษัท	7.0	0
รวม	22.3	2,610

4.2.6 เส้นทางรถขนส่งก่อนทำการปรับปรุงเส้นทางที่ 6

เส้นทางเดิมที่ 6 ส่งให้ ลูกค้า 26 ลูกค้า 27 ลูกค้า 28 ลูกค้า 29 ลูกค้า 30

หมายเหตุ กำหนดให้คลังสินค้าเป็นเลข 0 และเลข 26,27,28,29 และ 30 คือตำแหน่งลูกค้าที่ทำการขนส่ง ดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 แสดงเส้นทางรถเส้นทางที่ 6 ที่วิ่งจากคลังสินค้าไปยังตำแหน่งลูกค้า

การขนส่ง (เดิม) รอบที่ 6 มีลูกค้าทั้งหมด 5 ราย มีระยะทางรวมทั้งหมด 18.8 กิโลเมตร และมีน้ำหนักบรรทุกทั้งหมด 1,050 กิโลกรัม ดังตารางที่ 4.6

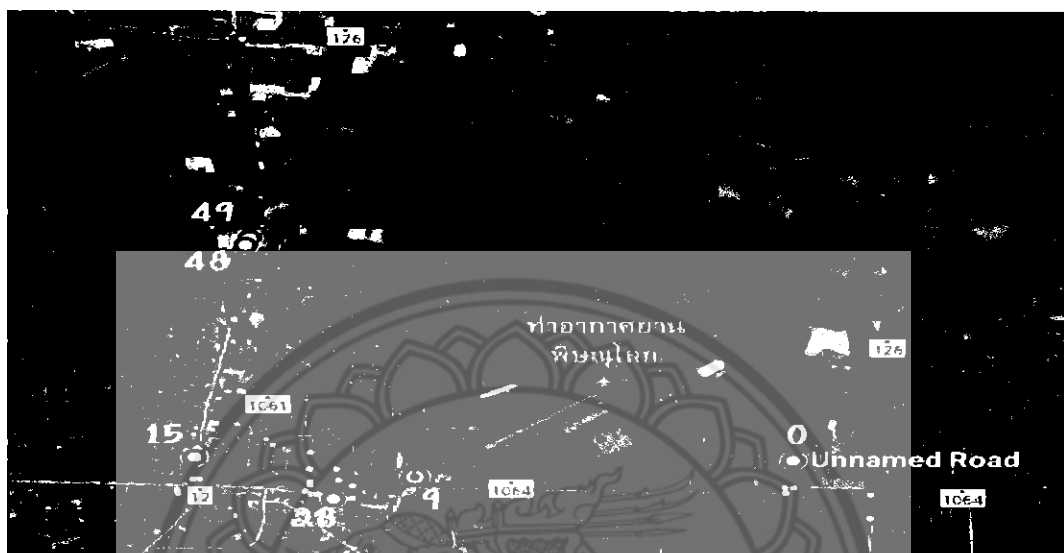
ตารางที่ 4.6 แสดงข้อมูลระยะทาง และน้ำหนักของการเดินทางก่อนปรับปรุงเส้นทางที่ 6

เส้นทาง	ระยะทาง (กิโลเมตร)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)
บริษัท – ลูกค้า 27	7.5	450
ลูกค้า 27 – ลูกค้า 28	1.5	30
ลูกค้า 28 – ลูกค้า 30	1.1	330
ลูกค้า 30 – ลูกค้า 26	0.6	90
ลูกค้า 26 – ลูกค้า 29	0.5	150
ลูกค้า 29 – บริษัท	7.6	0
รวม	18.8	1,050

4.2.7 เส้นทางรถขนส่งก่อนทำการปรับปรุงเส้นทางที่ 7

เส้นทางเดิมที่ 7 ส่งให้ ลูกค้า 9 ลูกค้า 15 ลูกค้า 28 ลูกค้า 48 ลูกค้า 49

หมายเหตุ กำหนดให้คลังสินค้าเป็นเลข 0 และเลข 9,15,28,48 และ 49 คือตำแหน่งลูกค้าที่ทำการขนส่ง ดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 แสดงเส้นทางรถเส้นทางที่ 7 ที่วิ่งจากคลังสินค้าไปยังตำแหน่งลูกค้า

การขนส่ง (เดิม) รอบที่ 7 มีลูกค้าทั้งหมด 5 ราย มีระยะทางรวมทั้งหมด 26.0 กิโลเมตร และมีน้ำหนักบรรทุกรวมทั้งหมด 2,250 กิโลกรัม ดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 แสดงข้อมูลระยะทาง และน้ำหนักของการเดินทางก่อนปรับปรุงเส้นทางที่ 7

เส้นทาง	ระยะทาง (กิโลเมตร)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)
บริษัท - ลูกค้า 49	10.0	900
ลูกค้า 49 - ลูกค้า 48	0.2	300
ลูกค้า 48 - ลูกค้า 15	4.9	300
ลูกค้า 15 - ลูกค้า 28	2.7	150
ลูกค้า 28 - ลูกค้า 9	3.5	600
ลูกค้า 9 - บริษัท	4.7	0
รวม	26.0	2,250

4.3 ผลที่ได้จากการศึกษาวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึมและการค้นหาผลลัพธ์ทุกคำตอบ

ก่อนที่จะเริ่มขั้นตอนของวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึมและการค้นหาผลลัพธ์ทุกคำตอบนั้นต้องสร้างตารางระยะทาง (Distance Matrix) เพื่อให้ทราบระยะทางในการเดินทางระหว่างลูกค้า i ไป ลูกค้า j ซึ่งตารางระยะทาง (Distance Matrix) คำนวณจากระยะทางที่สั้นที่สุดจากแผนที่ใน Google Map ในการศึกษาครั้งนี้จะเลือกเส้นทางที่สั้นที่สุด ดังรูปที่ 4.8 ซึ่งเป็นเส้นทางที่กำหนดว่าพนักงานขับรถจะใช้ในการเดินทาง



รูปที่ 4.8 ระยะทางระหว่างสถานี (Node) ที่ได้จากการคำนวณโดย Google Map

จากนั้นนำข้อมูลมาสร้างตารางระยะทางระหว่างจุดแสดง ดังรูปที่ 4.9

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
0	0	1.1	1.2	1.6	2.7	6.3	1.1	4.4	5.1	4.7	5	5.6	5.5	6.3	5.9	5.6	6.3	9.5	6.5
1		0	1.7	2.2	1.4	6.8	1.7	3.6	5.6	5.3	5.5	6.2	6	6.9	6.4	6.2	6.9	10.1	7
2			0	1.6	2.6	5.4	2.9	4.2	4.3	3.9	4.2	4.8	4.6	5.5	5.1	4.8	5.5	8.7	5.7
3				0	3.1	4.6	3.5	4.8	3.3	3	3.1	3.7	3.7	4.7	4	4	4.5	7.8	4.7
4					0	7.6	2.3	4	6.5	6.1	6.4	7	6.8	7.7	7.3	7	7.7	10.9	7.9
5						0	4.8	6.1	6.9	6.5	6.6	7.3	7.2	8.3	7.5	7.6	8.1	11.3	8.3
6							0	4.3	6.9	6.5	6.8	7.4	7.2	8.1	7.7	7.4	8.1	11.3	8.3
7								0	13.4	13.1	13.3	14	13.8	14.7	14.2	14	14.7	17.9	14.8
8									0	0.6	0.5	0.6	1.1	1.8	0.8	1.4	1.3	4.6	1.5
9										0	0.076	0.6	1.1	1.9	0.7	1.2	1.7	4.9	1.9
10											0	0.5	1.1	2	0.6	1.3	1.5	4.9	1.8
11												0	0.6	2.1	0.3	2	1	4.3	1.2
12													0	2.7	0.8	2	1.5	4.9	1.8
13														0	2.5	1.1	1.5	3.6	1.4
14															0	2.2	1.2	4.6	1.5
15																0	1.6	4.6	1.5
16																	0	3.6	0.5
17																		0	3.5
18																			0

รูปที่ 4.9 ตารางระยะทางระหว่างสถานี (Node)

4.3.1 การจัดเส้นทางของวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึมเพื่อนำมาใช้ในการคำนวณ

การจัดเส้นทางของวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึมเพื่อนำมาใช้ในการคำนวณมีขั้นตอนดังนี้

4.3.1.1 จัดทำตารางระยะทางระหว่างสถานี โดยระยะทางสามารถค้นหา และบันทึกได้จาก Google Map จัดเรียงเป็นตารางตามรูปที่ 4.9

4.3.1.2 คำนวณค่าประหยัดที่ได้ จาก สมการที่ 2.1 และจัดทำตารางให้เรียงลำดับค่าที่ได้จากมากที่สุดไปหาค่าที่น้อยที่สุดเนื่องจากค่าประหยัดที่ได้มากที่สุดจะถูกเลือกเป็นเส้นทางก่อนดัง ตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ตัวอย่างการจัดทำตารางเรียงตามลำดับค่าประหยัดจากมากไปน้อย

ลูกค้า i	ลูกค้า j	ค่าประหยัด
65	66	46.4
63	65	45.8
63	66	41.3
54	63	40.4
54	62	40.3
66	55	30
..
N	m	Sij

4.3.1.3 กรอกข้อมูลจำนวนน้ำหนักรถบรรทุกของลูกค้าแต่ละเจ้าที่สั่งในแต่ละวัน แล้วทำการจับคู่เส้นทางที่เป็นไปได้ จากค่าประหยัดที่มากที่สุดไปหาค่าที่น้อยที่สุด โดยต้องไม่เกินกว่าความสามารถในการบรรทุกของรถส่งน้ำ จำนวนของน้ำหนักรถบรรทุกที่ลูกค้าแต่ละเจ้า อาจเกิดการเปลี่ยนแปลงทุกวันดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ตัวอย่างการจับคู่และสรุปเส้นทาง

ลูกค้า i	ลูกค้า j	ค่าประหยัด	เส้นทาง	น้ำหนัก ลูกค้า i (กก.)	น้ำหนัก ลูกค้า j (กก.)	รวมน้ำหนัก ที่บรรทุก (กก.)
65	66	46.4	-	3000	1200	
63	65	45.8	-	-	3000	
54	66	40.4	0-54-66-0	900	1200	1200
54	63	40.4	-	900	-	
54	62	40.3	-	900	3000	-
66	55	30	0-54-66-55-0	1200	1500	1700

เริ่มจากเส้นทาง 65 – 66 ที่มีค่าประหยัดมากที่สุด ไม่สามารถเกิดเส้นทางขึ้นได้ เนื่องจากน้ำหนักเมื่อรวมแล้วมีค่าเกินความสามารถในการบรรทุก ที่ 3000 กิโลกรัม ถัดมาคือ เส้นทาง 63-65 ไม่สามารถเกิดเส้นทางได้เช่นกัน เนื่องจาก น้ำหนักของลูกค้ำรายที่ 63 เท่ากับ 0 หมายความว่าไม่มีการสั่งซื้อสินค้าจากลูกค้ำรายที่ 63 ในวันนั้น ถัดมาคือ เส้นทาง 54 – 66 สามารถเกิดเส้นทางได้เนื่องจาก ลูกค้ำรายที่ 54 และลูกค้ำรายที่ 66 มีค่ามากกว่า 0 และน้ำหนักไม่เกินกว่าที่รถสามารถบรรทุกไปได้ จึงเกิดเส้นทาง 0 - 54 - 66 - 0

4.3.1.4 ค่าประหยัดสามารถรวมกับลูกค้ำเจ้าอื่นๆ เพิ่มได้หลังจากการจับคู่ในขั้นตอนที่ 4.3.1.3 หลังจากจับคู่ 0-54-66-0 แล้วยังสามารถรวมกับเส้นทาง 66 – 55 ได้อีกด้วยซึ่งไม่เกินความสามารถในการบรรทุก ทำให้เกิดเส้นทาง 0 – 54 – 66 – 55 – 0 ได้

หลังจากทำจนครบแล้วจะพบว่า บางลูกค้ำไม่สามารถจับคู่กับลูกค้ำอื่นได้เลย เนื่องจากน้ำหนักการบรรทุกที่เกินความสามารถในการบรรทุกนั้น ทำให้เกิด การไปส่งสินค้าที่จุดเดียวแล้วกลับ และถ้ามีการจับคู่ที่มีน้ำหนักเกิน เราจะสามารถตัดรอบรถให้เกิดรถได้มากกว่า 1 รอบ หรือการส่งมากกว่า 1 รอบนั่นเอง

4.3.1.5 การตัดรอบรถการขนส่ง หรือการส่งมากกว่า 1 รอบของวิธีเซฟวิ้งอัลกอริทึมนี้ สามารถเกิดขึ้นได้หากเกิดการบรรทุกน้ำหนักเกินความจุในแต่ละรอบซึ่งในกรณีศึกษาตั้งแต่รอบสามารถบรรทุกสินค้าได้มากที่สุด 3000 กิโลกรัม หรือถ้าคิดเป็นจำนวนแพ็คคิดได้ 400 แพ็คต่อ 1 รอบการขนส่ง หากเกินความจุที่สามารถบรรทุกได้จะต้องมีการแบ่งรอบการขนส่งเกิดขึ้นดังตัวอย่าง

ตัวอย่างการแบ่งรอบการขนส่งของวิธีเซฟวิ้งอัลกอริทึม

ลูกค้ำรายที่ 1 ส่งสินค้าทั้งหมด 250 แพ็ค

ลูกค้ำรายที่ 2 ส่งสินค้าทั้งหมด 150 แพ็ค

ลูกค้ำรายที่ 3 ส่งสินค้าทั้งหมด 80 แพ็ค

ลูกค้ำรายที่ 4 ส่งสินค้าทั้งหมด 90 แพ็ค

เมื่อทำการจับคู่ค่าประหยัดแล้วได้คำตอบ 0 – 2 – 3 – 1 – 4 – 0 เมื่อ 1 2 3 4 แทนลูกค้ำรายที่ 1 2 3 4 ตามลำดับ และ 0 แทนด้วยโรงงาน เนื่องจากทั้งหมดส่งรวมคิดเป็น 570 แพ็ค ซึ่งเกินความจุในการบรรทุกสินค้าดังนั้นจึงต้องแบ่งการขนส่งออกเป็น 2 รอบดังนี้

รอบที่ 1 0 – 2(150) – 3(80)–0

รอบที่ 2 0 – 1(250) – 4(90)–0

จากการแบ่งรอบการขนส่งจะเห็นได้ว่า รอบที่ 1 มีน้ำหนักไม่เกินบรรทุก และเรียงตามค่าประหยัดที่ได้แต่ รอบการขนส่งที่ 1 ยังสามารถบรรทุกสินค้าได้อีกดังนั้นจึงย้ายลูกค้ำรายที่ 4 ไปไว้ในรอบการขนส่งรอบที่ 1 สรุปการแบ่งรอบรถได้ดังนี้

รอบที่ 1 0 – 2(150) – 3(80) – 4(90)-0

รอบที่ 2 0 – 1(250) – 0

4.3.2 การจัดเส้นทางด้วยวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบ

จากการศึกษาค้นคว้าวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบ ผู้ดำเนินโครงการได้พบว่า วิธีตัวแบบปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย มีวิธีการแก้ปัญหาได้หลากหลายวิธี ซึ่งผู้ดำเนินโครงการได้เลือกใช้วิธีการหาผลลัพธ์ทุกคนตอบเข้ามาแก้ปัญหาโดยหาผลลัพธ์ทุกคำตอบแล้วเลือกคำตอบที่ดีที่สุดมา

4.3.2.1 จัดทำตารางระยะทางระหว่างสถานี โดยระยะทางสามารถค้นหา และบันทึกได้จาก Google Map จัดเรียงเป็นตารางตามรูปที่ 4.9

4.3.2.2 เลือกลูกค้าอย่างน้อย 2 เจ้า ที่ต้องการคำนวณเพื่อให้วิธีการสร้างเส้นทางที่เป็นไปได้ทั้งหมดมีจำนวนที่หลากหลายเพื่อนำไปเปรียบเทียบ

4.3.2.3 การตัดรอบรถการขนส่ง หรือการส่งมากกว่า 1 รอบของวิธีการค้นหาทุกคำตอบนั้นสามารถเกิดขึ้นได้หากเกิดการบรรทุกน้ำหนักเกินความจุในแต่ละรอบซึ่งในกรณีศึกษาในแต่ละรอบสามารถบรรทุกสินค้าได้มากที่สุด 3000 กิโลกรัม หรือถ้าคิดเป็นจำนวนแพ็คเกจได้ 400 แพ็คเกจต่อ 1 รอบการขนส่ง หากเกินความจุที่สามารถบรรทุกได้จะต้องมีการแบ่งรอบการขนส่งเกิดขึ้น ดังตัวอย่าง

ลูกค้ารายที่ 1 สั่ง 350 แพ็ค

ลูกค้ารายที่ 2 สั่ง 90 แพ็ค

ลูกค้ารายที่ 3 สั่ง 80 แพ็ค

ลูกค้ารายที่ 4 สั่ง 90 แพ็ค

จากการคำนวณวิธีการค้นหาทุกคำตอบได้คำตอบออกมาเป็น 0 - 1 - 4 - 2 - 3 - 0 เมื่อ 1 2 3 4 แทนลูกค้ารายที่ 1 2 3 4 ตามลำดับ และ 0 แทนด้วยโรงงาน เนื่องจากทั้งหมดสั่งรวมคิดเป็น 610 แพ็ค ซึ่งเกินความจุในการบรรทุกสินค้าดังนั้นจึงต้องแบ่งการขนส่งออกเป็น 2 รอบดังนี้

รอบที่ 1 0 - 1 - 0

รอบที่ 2 0 - 4 - 2 - 3 - 0

จากการแบ่งรอบการขนส่งของวิธีการค้นหาทุกคำตอบ รอบที่ 1 ไม่สามารถเพิ่มลูกค้ารายอื่นเข้าไปได้เลยจึงทำให้ ในรอบที่ 1 ไปส่งลูกค้าเพียงเจ้าเดียวนั้นคือลูกค้ารายที่ 1 และลูกค้ารายที่เหลือจึงนำมาส่งในรอบที่ 2 ทั้งหมด ซึ่งไม่เกินความจุน้ำหนักที่บรรทุกได้

4.3.2.4 ตัวอย่างการเลือก และการคำนวณของการค้นหาผลลัพธ์ทุกคำตอบ

มีลูกค้ารายที่ 1 ลูกค้ารายที่ 2 ลูกค้ารายที่ 3 และลูกค้ารายที่ 4 มีลูกค้าที่ต้องนำสินค้าไปส่งทั้งหมด 4 ราย จึงทำให้คำตอบที่เป็นไปได้ทั้งหมดมี $4! = 24$ คำตอบที่เป็นไปได้ ดังตารางที่ 4.10

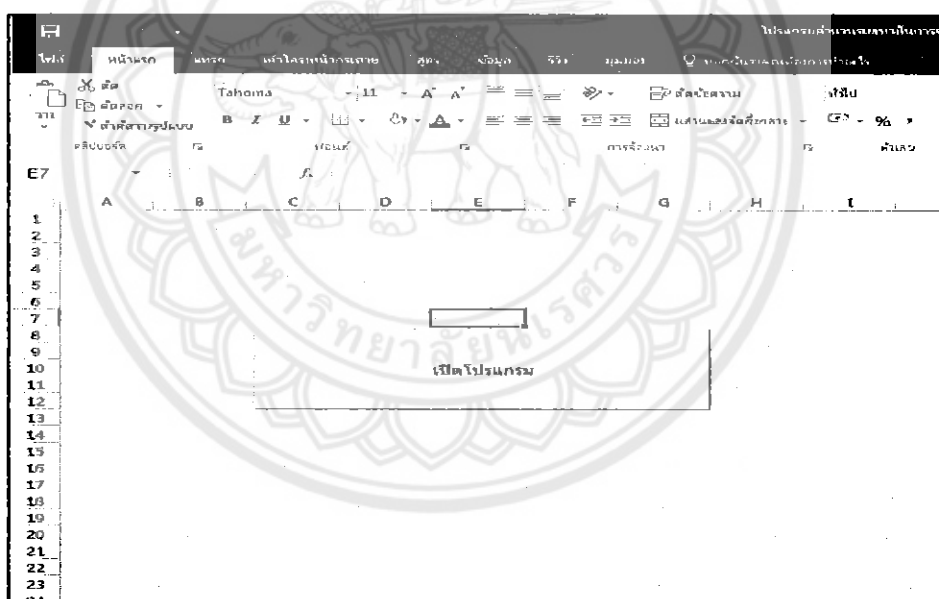
ซึ่งเป็นผลจากการสลับตำแหน่งในการขนส่งแต่ก่อให้เกิดระยะทางเท่าเดิมเนื่องจากผู้จัดทำกำหนดให้ ค่าระยะทางไป และค่าระยะทางกลับ จากตำแหน่งที่ 1 ไป ตำแหน่งที่ 2 และตำแหน่งที่ 2 กลับไปยังตำแหน่งที่ 1 มีระยะทางเท่ากัน ขึ้นอยู่กับผู้ใช้ว่าต้องการใช้เส้นทางใดในการขนส่ง

4.4 ผลที่ได้จากการพัฒนาเครื่องมือเซฟวิ่งอัลกอริทึมและวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบ

หลังจากการสร้างตารางระยะทางระหว่างสถานี ที่ได้จากการคำนวณโดย Google Map และการศึกษาทฤษฎีเซฟวิ่งอัลกอริทึมและวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบ ผู้ดำเนินโครงการได้ทำการพัฒนาเครื่องมือเซฟวิ่งอัลกอริทึมและวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบจนได้เป็น โปรแกรมคำนวณระยะทางในการขนส่ง และได้แบ่งโครงสร้างของโปรแกรมไว้ดังนี้

4.4.1 หน้าต่างเข้าสู่โปรแกรม

หน้าต่างเข้าสู่โปรแกรม เป็นหน้าเริ่มต้นสำหรับโปรแกรมคำนวณระยะทางในการขนส่ง แสดงดังรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 หน้าต่างเข้าสู่โปรแกรม

4.4.2 หน้าต่างหลักของโปรแกรม

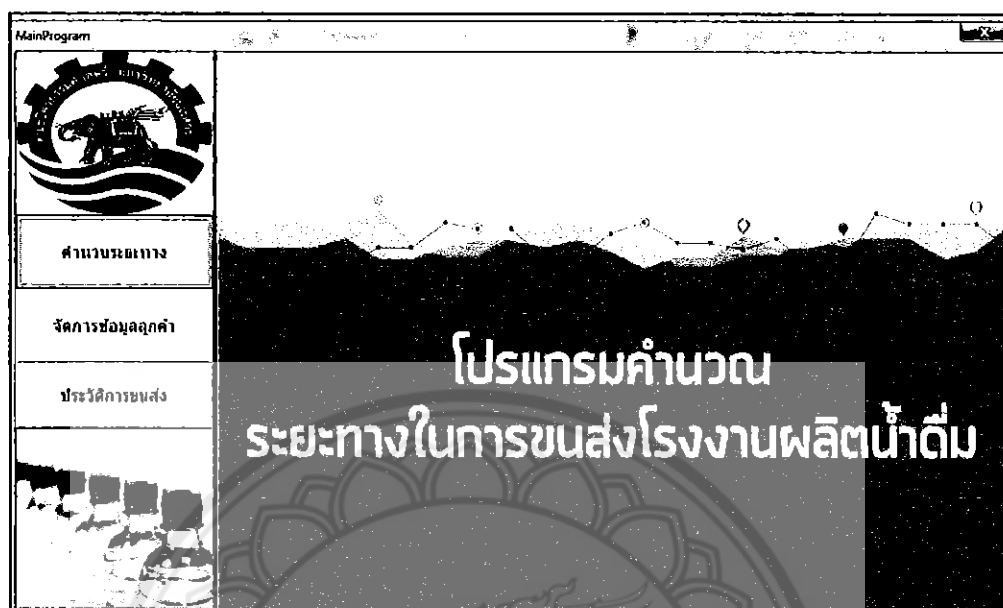
หน้าต่างหลักของโปรแกรมเป็นหน้าต่างเริ่มต้นเข้าสู่การใช้งานของโปรแกรมคำนวณระยะทางในการขนส่ง จะแสดงทางเลือกใช้งานอยู่ 3 ทางเลือก ดังนี้

4.4.2.1 ปุ่มคำนวณระยะทาง จะเข้าสู่หน้าการคำนวณระยะทางในการขนส่ง

4.4.2.2 ปุ่มการจัดการลูกค้า จะเข้าสู่หน้าแสดงข้อมูลของลูกค้าที่ละราย

4.4.2.3 ปุ่มประวัติการขนส่ง จะเข้าสู่หน้าประวัติในการขนส่งที่ได้ทำการส่งในแต่ละครั้ง

ซึ่งทางเลือกข้างต้นนี้ ได้ออกแบบมาเพื่อช่วยแก้ปัญหาที่พบจากการดำเนินงานของ โรงงานผลิตน้ำดื่ม ดังรูปที่ 4.11



รูปที่ 4.11 หน้าต่างหลักของโปรแกรม

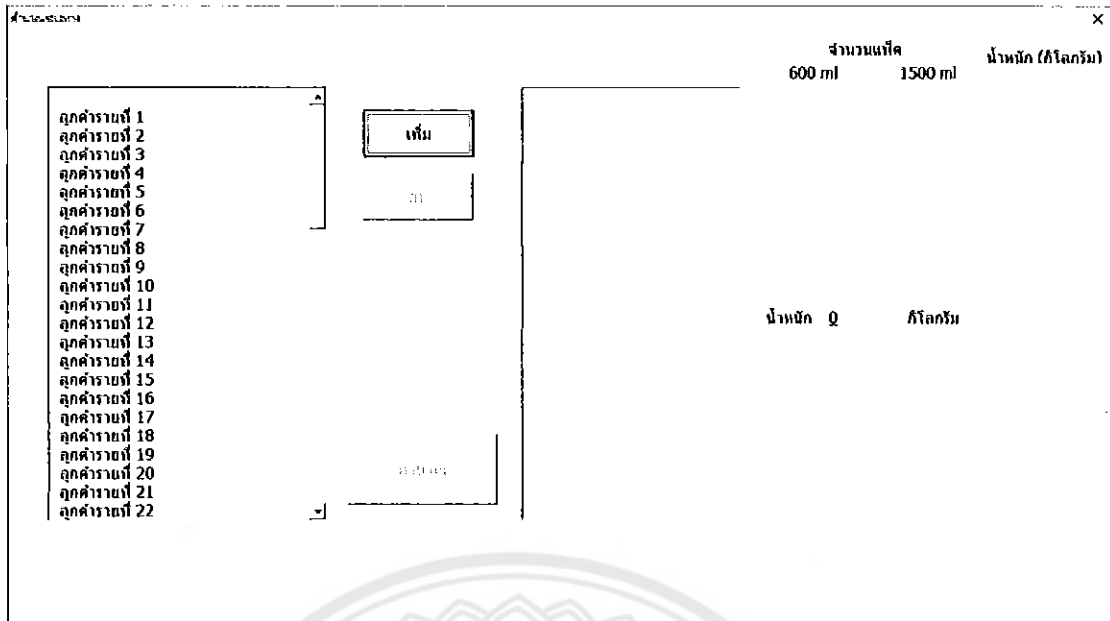
4.4.3 หน้าต่างคำนวณระยะทาง

หน้าต่างคำนวณระยะทาง ในหน้าต่างนี้จะแสดงค่าการคำนวณระยะทาง โดยการเลือกลูกค้า และคำนวณโดยใช้วิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึมและวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบ และมีปุ่มอำนวยความสะดวกแสดงดังรูปที่ 4.12

4.4.3.1 ปุ่มเพิ่ม

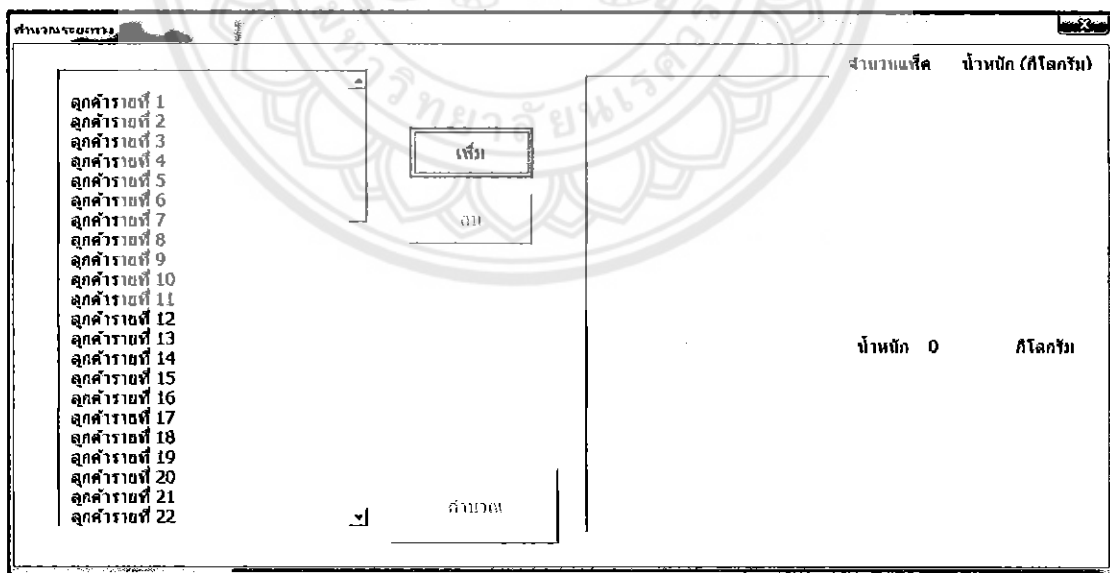
4.4.3.2 ปุ่มลบ

4.4.3.3 ปุ่มคำนวณ



รูปที่ 4.12 หน้าต่างคำนวณระยะทาง

4.4.3.1 ปุ่มเพิ่ม จะเข้าสู่การเพิ่มลูกคำที่เลือกจากรายชื่อลูกคำทางด้านซ้ายมือเมื่อเลือกลูกคำแล้วกดปุ่มเพิ่มจะมีหน้าต่างให้กรอก จำนวนแพ็ค และเลือกขนาดของปริมาตรน้ำดื่ม ดังรูปที่ 4.13 และเมื่อกดปุ่มยืนยัน รายชื่อของลูกคำที่เลือกจะปรากฏอยู่ทางด้านฝั่งขวาพร้อมกับข้อมูลที่กรอกไปในหน้าต่างแสดงอยู่ข้างๆ ดังรูปที่ 4.14



รูปที่ 4.13 หน้าต่างการกรอกข้อมูลสำหรับเลือกลูกคำ

จำนวนแพ็คเกจ	จำนวนแพ็คเกจ	น้ำหนัก (กิโลกรัม)
600 ml	1500 ml	
50	00	915
	น้ำหนัก 915	กิโลกรัม

รูปที่ 4.14 หน้าต่างคำนวณระยะทางเมื่อกดปุ่มเพิ่ม

4.4.3.2 ปุ่มลบ จะเป็นการเลือกลูกค้ำที่ไม่ต้องใช้ข้อมูลในการคำนวณแล้วให้ออกไปจากช่องทางฝั่งขวา เมื่อกดเลือกรายชื่อลูกค้ำทางฝั่งขวาแล้วกดปุ่มลบจะทำให้รายชื่อลูกค้ำนั้นกลับไปอยู่ที่ฝั่งซ้ายเหมือนเดิมดังรูปที่ 4.15

รูปที่ 4.15 หน้าต่างคำนวณระยะทางเมื่อกดปุ่มลบ

4.4.3.3 ปุ่มคำนวณ เป็นปุ่มที่เมื่อกดแล้วจะแสดงหน้าต่างการดำเนินการคำนวณระยะทางโดยหน้าต่างแสดงการคำนวณนี้จะบอก รอบที่ส่ง ระยะทางทั้งหมด จำนวนสินค้าที่ส่ง โดยแสดงการคำนวณทั้ง 2 วิธี ดังรูปที่ 4.16

รอบที่	ระยะทาง (km)	จำนวนแท่ง 600ml	จำนวนแท่ง 1500ml	เส้นทาง
1	16.7	290	0	โรงงาน -> จุดค้ารายที่ 3(30x600ml) -> จุดค้ารายที่ 5(20x600ml) -> จุด
รวม	16.7	290	0	

รอบที่	ระยะทาง (km)	จำนวนแท่ง 600ml	จำนวนแท่ง 1500ml	เส้นทาง
1	16.7	290	0	โรงงาน -> จุดค้ารายที่ 3(30x600ml) -> จุดค้ารายที่ 5(20x600ml) -> จุด
รวม	16.7	290	0	

รูปที่ 4.16 หน้าต่างแสดงการคำนวณ

4.4.4 หน้าต่างจัดการลูกค้า

หน้าต่างจัดการลูกค้าจะเป็นหน้าต่างที่สามารถเรียกดูเบอร์โทรศัพท์ ที่อยู่ของลูกค้าที่ต้องการเรียกดู เพิ่มข้อมูล หรือแก้ไขข้อมูลถ้าหากลูกค้าเปลี่ยนแปลงข้อมูล และมีปุ่มอำนวยความสะดวกดังนี้แสดงดังรูปที่ 4.17

เบอร์ลูกค้า
1
ชื่อ
เลข 87nda
844

เพิ่มข้อมูล	แก้ไขข้อมูล	ลบข้อมูล
-------------	-------------	----------

รูปที่ 4.17 หน้าต่างจัดการลูกค้า

4.4.4.1 ปุ่มเพิ่มข้อมูล เป็นปุ่มที่สามารถเพิ่มข้อมูลลูกค้าเพื่อนำมาใช้ในการคำนวณได้จะมีหน้าตาต่างขึ้นมาเพื่อกรอกข้อมูล เช่น ชื่อ เบอร์โทรศัพท์ ที่อยู่ ดังรูปที่ 4.18

รูปที่ 4.18 หน้าต่างเพิ่มข้อมูล

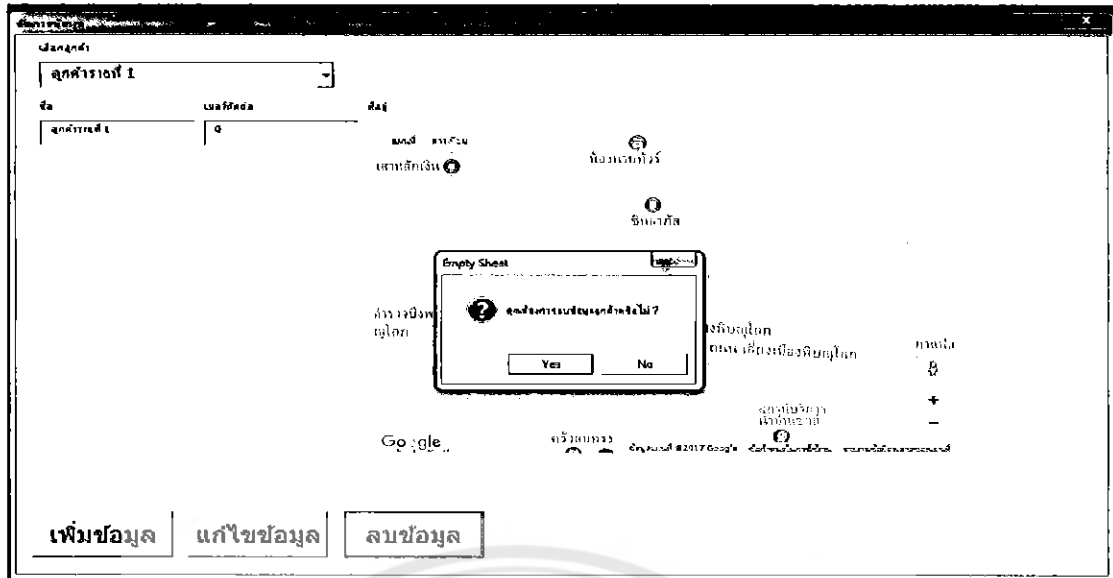
เมื่อกดปุ่มเพิ่ม ข้อมูลลูกค้ารายใหม่จะปรากฏอยู่ในรายชื่อลูกค้าที่พร้อมจะทำการคำนวณ

4.4.4.2 ปุ่มแก้ไขข้อมูล เป็นปุ่มที่สามารถแก้ไขชื่อ เบอร์โทรศัพท์ หรือที่อยู่ของลูกค้าในกรณีที่เปลี่ยนชื่อ เบอร์โทรศัพท์ และที่อยู่ ดังรูปที่ 4.19

รูปที่ 4.19 หน้าต่างปุ่มแก้ไขข้อมูล

เมื่อแก้ไขข้อมูลที่ต้องการเรียบร้อยแล้ว กดปุ่มแก้ไข ก็จะทำการแก้ไขข้อมูลที่เปลี่ยนแปลงลงในฐานข้อมูล

4.4.4.3 ปุ่มลบข้อมูล เป็นปุ่มที่เอาไว้ใช้ลบข้อมูลลูกค้าที่ไม่ได้ใช้แล้วออกจากฐานข้อมูล โดยเมื่อกดปุ่มลบข้อมูลแล้วจะมีหน้าต่างให้กดยืนยันเพื่อเตือนอีกรอบในการลบข้อมูล ดังรูป ที่ 4.20



รูปที่ 4.20 หน้าต่างลบข้อมูล

4.4.5 หน้าต่างประวัติการขนส่ง

หน้าตัดประวัติการขนส่ง จะเป็นหน้าตัดสำหรับแสดงประวัติการคำนวณของวิเศษฟังก์ชัน อัลกอริทึมและวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบ รวมถึงการส่งแต่ละรอบเพื่อให้ผู้ใช้โปรแกรมสามารถตรวจสอบย้อนหลังได้แสดงดังรูปที่ 4.21

วัน/เวลา	เนื้อหา	จำนวนสินค้า 600kg	จำนวนสินค้า 1500kg	ระยะทาง (km)
14/5/2561 12:44:24	เนื้อหาขนส่งที่ 1: (ปริมาณ -> ลูกค้ารายที่ 1(90x600kg) -> ลูกค้ารายที่ 1(90x600kg) -> ลูกค้ารายที่ 7(50...	150	0	25.8
	เนื้อหาขนส่งที่ 2:	0	0	0
	เนื้อหาขนส่งที่ 3:	0	0	0
	รวม	150	0	25.8

รูปที่ 4.21 หน้าตัดประวัติการขนส่ง

4.5 ทดลองใช้เครื่องมือเซฟวิ่งอัลกอริทึมและวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบ

เมื่อผู้ดำเนินโครงการ ได้ทำการทดสอบโปรแกรมคำนวณระยะทางการขนส่ง โรงงานผลิตน้ำดื่มว่าสามารถใช้งานได้แล้ว ได้นำโปรแกรมคำนวณระยะทางการขนส่ง โรงงานผลิตน้ำดื่ม จึงได้จัดทำแบบประเมินความพึงพอใจในการใช้งานของโปรแกรม ไปให้ผู้ที่ใช้งานโปรแกรมได้ทำการประเมิน โดยผู้ประเมินคือผู้ประกอบการ หรือเจ้าของสถานประกอบการ โรงงานผลิตน้ำดื่มบรรจุนั่นเอง จากการประเมินพบว่า คะแนนเฉลี่ยของโปรแกรมการคำนวณระยะทางการขนส่ง โรงงานผลิตน้ำดื่ม อยู่ที่ 4.75 คะแนน จากคะแนนเต็ม 5 คะแนน โดยมีรายละเอียดจากการประเมินดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 ผลการประเมินโดยเฉลี่ยของผู้ใช้งานโปรแกรมคำนวณการคำนวณระยะทางการขนส่ง

หัวข้อการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
1. ด้านรูปแบบ					
1.1 การจัดวางองค์ประกอบต่างๆ ของโปรแกรมทำให้ใช้งานง่าย	✓				
1.2 ขนาดและสีที่แสดงในโปรแกรมมีความชัดเจน	✓				
1.3 ความสะดวกในการใช้งานโปรแกรม ความเข้าใจในการใช้งาน	✓				
1.4 ข้อมูลในโปรแกรมมีความถูกต้อง แม่นยำ และครบถ้วน		✓			
1.5 รูปแบบโปรแกรมเป็นทางการ และทุกคนสามารถใช้งานได้ง่าย	✓				
2. ด้านขั้นตอนการใช้งาน					
2.1 การจัดวางองค์ประกอบของโปรแกรมทำให้ใช้งานได้ง่าย	✓				
2.2 โปรแกรมง่ายต่อการแก้ไขข้อมูลของที่อยู่ปัจจุบันของสถาน	✓				
2.3 ประวัติลูกค้าของสถานประกอบการมีความละเอียด และเพียงพอ		✓			
2.4 สามารถดูข้อมูลย้อนหลังได้หลังจากที่ทำการใช้งานโปรแกรม	✓				
2.5 ขั้นตอนการใช้งานมีขั้นตอนที่แน่นอน และเรียบง่าย	✓				
3. ด้านการทำงานของโปรแกรมโดยภาพรวม					
3.1 ง่ายต่อการเพิ่ม และแก้ไขข้อมูล	✓				
3.2 ง่ายต่อการคัดกรองข้อมูลเพื่อตรวจสอบความถูกต้องลูกค้า		✓			
3.3 การใช้งานโปรแกรมของแต่ละส่วนครบตามความต้องการของผู้ใช้	✓				
3.4 ความสามารถของโปรแกรมในการนำไปใช้ประโยชน์	✓				
3.5 โปรแกรมมีข้อมูลที่ครบถ้วนตามความต้องการของผู้ประกอบการ		✓			
3.6 ความพึงพอใจในภาพรวมต่อการใช้งานโปรแกรม	✓				
4. ด้านรูปแบบคู่มือการใช้โปรแกรม					
4.1 คู่มือมีความเข้าใจง่าย	✓				
4.2 การวางองค์ประกอบของข้อมูลโปรแกรมเป็นระเบียบเรียบร้อย	✓				
4.3 การจัดลำดับความสำคัญของคู่มือการใช้งาน		✓			
4.4 ความเหมาะสม และภาษาที่ใช้ในการเขียนคู่มือการใช้งาน	✓				
คะแนนเฉลี่ย	4.75				

4.6 เปรียบเทียบผลก่อนและหลังปรับปรุง

4.6.1 เปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุงเส้นทางที่ 1

4.6.1.1 ก่อนปรับปรุงการจัดลำดับลูกค้าเส้นทางที่ 1

เรียงลำดับการส่งให้ลูกค้า จะได้ดังนี้

โรงงาน > ลูกค้า5 > ลูกค้า3 > ลูกค้า2 > ลูกค้า4 > ลูกค้า1 > โรงงาน

ระยะทางทั้งหมด คือ 18.2 กิโลเมตร

4.6.1.2 หลังปรับปรุงการจัดลำดับลูกค้าเส้นทางที่ 1

เรียงลำดับการส่งแบบวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบ จะได้ดังนี้

โรงงาน > ลูกค้า3 > ลูกค้า5 > ลูกค้า2 > ลูกค้า4 > ลูกค้า1 > โรงงาน

ระยะทางทั้งหมด คือ 16.7 กิโลเมตร และเรียงลำดับการส่งแบบเซฟวิงอัลกอริทึม จะได้ดังนี้

โรงงาน > ลูกค้า3 > ลูกค้า5 > ลูกค้า2 > ลูกค้า4 > ลูกค้า1 > โรงงาน

ระยะทางทั้งหมด คือ 16.7 กิโลเมตร ดังรูปที่ 4.22

รอบที่	ระยะทาง (km)	จำนวนเหล็ก 600ml	จำนวนเหล็ก 1500ml	เส้นทาง
1	16.7	290	0	โรงงาน -> ลูกค้ารอบที่ 3(30x600ml) -> ลูกค้ารอบที่ 5(20x600ml) -> ลูก
รวม	16.7	290	0	

รอบที่	ระยะทาง (km)	จำนวนเหล็ก 600ml	จำนวนเหล็ก 1500ml	เส้นทาง
1	16.7	290	0	โรงงาน -> ลูกค้ารอบที่ 3(30x600ml) -> ลูกค้ารอบที่ 5(20x600ml) -> ลูก
รวม	16.7	290	0	

รูปที่ 4.22 แสดงการคำนวณระยะทาง และการจัดลำดับการส่งน้ำดื่มบรรจุขวดระหว่าง
วิธีเซฟวิงอัลกอริทึมและวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบทางที่ 1

4.6.2 เปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุงเส้นทางที่ 2

4.6.2.1 ก่อนปรับปรุงการจัดลำดับลูกค้าเส้นทางที่ 2

เรียงลำดับการส่งให้ลูกค้า จะได้ดังนี้

โรงงาน > ลูกค้า65 > ลูกค้า64 > ลูกค้า62 > ลูกค้า63 > ลูกค้า61 > โรงงาน

ระยะทางทั้งหมด คือ 92.8 กิโลเมตร

4.6.2.2 หลังปรับปรุงการจัดลำดับลูกค้าเส้นทางที่ 2

เรียงลำดับการส่งแบบวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบ จะได้ดังนี้

โรงงาน > ลูกค้า63 > ลูกค้า65 > ลูกค้า64 > ลูกค้า62 > ลูกค้า61 > โรงงาน

ระยะทางทั้งหมด คือ 80.0 กิโลเมตร และเรียงลำดับการส่งแบบเซฟวิงอัลกอริทึม จะได้ดังนี้

โรงงาน > ลูกค้า64 > ลูกค้า65 > ลูกค้า61 > ลูกค้า62 > ลูกค้า63 > โรงงาน

ระยะทางทั้งหมด คือ 92.3 กิโลเมตร ดังรูปที่ 4.23

Full Search				
รอบที่	ระยะทาง (km)	จำนวนเหล็ก 600ml	จำนวนเหล็ก 1500ml	เส้นทาง
1	80	400	0	โรงงาน -> ลูกค้ารวมที่ 63(50x600ml) -> ลูกค้ารวมที่ 65(100x600ml) ->
รวม	80	400	0	

Saving Algorithm				
รอบที่	ระยะทาง (km)	จำนวนเหล็ก 600ml	จำนวนเหล็ก 1500ml	เส้นทาง
1	92.3	400	0	โรงงาน -> ลูกค้ารวมที่ 64(60x600ml) -> ลูกค้ารวมที่ 65(100x600ml) ->
รวม	92.3	400	0	

รูปที่ 4.23 แสดงการคำนวณระยะทาง และการจัดลำดับการส่งน้ำดื่มบรรจุขวดระหว่าง
วิเศษวิงอัลกอริทึมและวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบทางที่ 2

4.6.3 เปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุงเส้นทางที่ 3

4.6.3.1 ก่อนปรับปรุงการจัดลำดับลูกค้าเส้นทางที่ 3

เรียงลำดับการส่งให้ลูกค้า จะได้ดังนี้

โรงงาน > ลูกค้า66 > ลูกค้า69 > ลูกค้า67 > ลูกค้า68 > ลูกค้า70 > โรงงาน

ระยะทางทั้งหมด คือ 65.7 กิโลเมตร

4.6.3.2 หลังปรับปรุงการจัดลำดับลูกค้าเส้นทางที่ 3

เรียงลำดับการส่งแบบวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบ จะได้ดังนี้

โรงงาน > ลูกค้า70 > ลูกค้า69 > ลูกค้า68 > ลูกค้า66 > ลูกค้า67 > โรงงาน

ระยะทางทั้งหมด คือ 57 กิโลเมตร และเรียงลำดับการส่งแบบเซฟวิงอัลกอริทึม จะได้ดังนี้

โรงงาน > ลูกค้า68 > ลูกค้า69 > ลูกค้า70 > ลูกค้า66 > ลูกค้า67 > โรงงาน

ระยะทางทั้งหมด คือ 59.2 กิโลเมตร ดังรูปที่ 4.24

Distance

x

Full Search

รอบที่	ระยะทาง (km)	จำนวนเหล็ก 600ml	จำนวนเหล็ก 1500ml	เส้นทาง
1	57	382	0	โรงงาน -> ลูกค้ารายที่ 70(60x600ml) -> ลูกค้ารายที่ 69(60x600ml) -> ลูก
รวม	57	382	0	

Saving Algorithm

รอบที่	ระยะทาง (km)	จำนวนเหล็ก 600ml	จำนวนเหล็ก 1500ml	เส้นทาง
1	59.2	382	0	โรงงาน -> ลูกค้ารายที่ 68(110x600ml) -> ลูกค้ารายที่ 69(60x600ml) -> ลูก
รวม	59.2	382	0	

รูปที่ 4.24 แสดงการคำนวณระยะทาง และการจัดลำดับการส่งน้ำดื่มบรรจุขวดระหว่าง
วิธีเซฟวิงอัลกอริทึมและวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบทางที่ 3

4.6.4 เปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุงเส้นทางที่ 4

4.6.4.1 ก่อนปรับปรุงการจัดลำดับลูกค้าเส้นทางที่ 4

เรียงลำดับการส่งให้ลูกค้า จะได้ดังนี้

โรงงาน > ลูกค้า39 > ลูกค้า15 > ลูกค้า25 > ลูกค้า7 > ลูกค้า23 > โรงงาน

ระยะทางทั้งหมด คือ 50.2 กิโลเมตร

4.6.4.2 หลังปรับปรุงการจัดลำดับลูกค้าเส้นทางที่ 4

เรียงลำดับการส่งแบบวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบ จะได้ดังนี้

โรงงาน > ลูกค้า15 > ลูกค้า25 > ลูกค้า39 > ลูกค้า23 > ลูกค้า7 > โรงงาน

ระยะทางทั้งหมด คือ 30.9 กิโลเมตร และเรียงลำดับการส่งแบบเซฟวิ้งอัลกอริทึม จะได้ดังนี้

โรงงาน > ลูกค้า25 > ลูกค้า39 > ลูกค้า23 > ลูกค้า15 > ลูกค้า7 > โรงงาน

ระยะทางทั้งหมด คือ 33.3 กิโลเมตร ดังรูปที่ 4.25

Distance x

Full Search

รอบที่	ระยะทาง (km)	จำนวนเหล็ก 600ml	จำนวนเหล็ก 1500ml	เส้นทาง
1	30.9	312	0	โรงงาน -> ลูกค้ารอบที่ 15(40x600ml) -> ลูกค้ารอบที่ 25(32x600ml) -> ลูกค้ารอบที่ 39(80x600ml) -> โรงงาน
รวม	30.9	312	0	

Saving Algorithm

รอบที่	ระยะทาง (km)	จำนวนเหล็ก 600ml	จำนวนเหล็ก 1500ml	เส้นทาง
1	33.3	312	0	โรงงาน -> ลูกค้ารอบที่ 25(32x600ml) -> ลูกค้ารอบที่ 39(80x600ml) -> ลูกค้ารอบที่ 15(40x600ml) -> โรงงาน
รวม	33.3	312	0	

รูปที่ 4.25 แสดงการคำนวณระยะทาง และการจัดลำดับการส่งน้ำดื่มบรรจุขวดระหว่าง
วิธีเซฟวิ้งอัลกอริทึมและวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบทางที่ 4

4.6.5 เปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุงเส้นทางที่ 5

4.6.5.1 ก่อนปรับปรุงการจัดลำดับลูกค้าเส้นทางที่ 5

เรียงลำดับการส่งให้ลูกค้า จะได้ดังนี้

โรงงาน > ลูกค้า 18 > ลูกค้า 19 > ลูกค้า 22 > ลูกค้า 20 > ลูกค้า 24 > โรงงาน

ระยะทางทั้งหมด คือ 22.3 กิโลเมตร

4.6.5.2 หลังปรับปรุงการจัดลำดับลูกค้าเส้นทางที่ 5

เรียงลำดับการส่งแบบวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบ จะได้ดังนี้

โรงงาน > ลูกค้า 19 > ลูกค้า 18 > ลูกค้า 24 > ลูกค้า 20 > ลูกค้า 22 > โรงงาน

ระยะทางทั้งหมด คือ 20.1 กิโลเมตร และเรียงลำดับการส่งแบบเซฟวิ้งอัลกอริทึม จะได้ดังนี้

โรงงาน > ลูกค้า 20 > ลูกค้า 24 > ลูกค้า 18 > ลูกค้า 19 > ลูกค้า 22 > โรงงาน

ระยะทางทั้งหมด คือ 21.1 กิโลเมตร ดังรูปที่ 4.26

Full Search				
รอบที่	ระยะทาง (km)	จำนวนเหล็ก 600ml	จำนวนเหล็ก 1500ml	เส้นทาง
1	20.1	348	0	โรงงาน -> ลูกค้ารายที่ 19(60x600ml) -> ลูกค้ารายที่ 18(100x600ml) ->
รวม	20.1	348	0	

Saving Algorithm				
รอบที่	ระยะทาง (km)	จำนวนเหล็ก 600ml	จำนวนเหล็ก 1500ml	เส้นทาง
1	21.1	348	0	โรงงาน -> ลูกค้ารายที่ 20(66x600ml) -> ลูกค้ารายที่ 24(62x600ml) ->
รวม	21.1	348	0	

รูปที่ 4.26 แสดงการคำนวณระยะทาง และการจัดลำดับการส่งน้ำดื่มบรรจุขวดระหว่างวิธีเซฟวิ้งอัลกอริทึมและวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบทางที่ 5

4.6.6 เปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุงเส้นทางที่ 6

4.6.6.1 ก่อนปรับปรุงการจัดลำดับลูกค้าเส้นทางที่ 6

เรียงลำดับการส่งให้ลูกค้า จะได้ดังนี้

โรงงาน > ลูกค้า27 > ลูกค้า28 > ลูกค้า30 > ลูกค้า26 > ลูกค้า29 > โรงงาน

ระยะทางทั้งหมด คือ 18.8 กิโลเมตร

4.6.6.2 หลังปรับปรุงการจัดลำดับลูกค้าเส้นทางที่ 6

เรียงลำดับการส่งแบบวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบ จะได้ดังนี้

โรงงาน > ลูกค้า27 > ลูกค้า26 > ลูกค้า30 > ลูกค้า29 > ลูกค้า28 > โรงงาน

ระยะทางทั้งหมด คือ 18.2 กิโลเมตร และเรียงลำดับการส่งแบบเซฟวิงอัลกอริทึม จะได้ดังนี้

โรงงาน > ลูกค้า29 > ลูกค้า30 > ลูกค้า26 > ลูกค้า28 > ลูกค้า27 > โรงงาน

ระยะทางทั้งหมด คือ 18.5 กิโลเมตร ดังรูปที่ 4.27

Distance ×

Full Search

รอบที่	ระยะทาง (km)	จำนวนเหล็ก 600ml	จำนวนเหล็ก 1500ml	เส้นทาง
1	18.2	140	0	โรงงาน -> ลูกค้ารวมที่ 27(60x600ml) -> ลูกค้ารวมที่ 26(12x600ml) -> โรงงาน
รวม	18.2	140	0	

Saving Algorithm

รอบที่	ระยะทาง (km)	จำนวนเหล็ก 600ml	จำนวนเหล็ก 1500ml	เส้นทาง
1	18.5	140	0	โรงงาน -> ลูกค้ารวมที่ 29(20x600ml) -> ลูกค้ารวมที่ 30(44x600ml) -> โรงงาน
รวม	18.5	140	0	

รูปที่ 4.27 แสดงการคำนวณระยะทาง และการจัดลำดับการส่งน้ำดื่มบรรจุขวดระหว่าง
วิธีเซฟวิงอัลกอริทึมและวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบทางที่ 6

4.6.7 เปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุงเส้นทางที่ 7

4.6.7.1 ก่อนปรับปรุงการจัดลำดับลูกค้าเส้นทางที่ 7

เรียงลำดับการส่งให้ลูกค้า จะได้ดังนี้

โรงงาน > ลูกค้า49 > ลูกค้า48 > ลูกค้า15 > ลูกค้า28 > ลูกค้า9 > โรงงาน

ระยะทางทั้งหมด คือ 26.0 กิโลเมตร

4.6.7.2 หลังปรับปรุงการจัดลำดับลูกค้าเส้นทางที่ 7

เรียงลำดับการส่งแบบวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบ จะได้ดังนี้

โรงงาน > ลูกค้า15 > ลูกค้า28 > ลูกค้า49 > ลูกค้า48 > ลูกค้า9 > โรงงาน

ระยะทางทั้งหมด คือ 22.5 กิโลเมตร และเรียงลำดับการส่งแบบเซฟวิงอัลกอริทึม จะได้ดังนี้

โรงงาน > ลูกค้า48 > ลูกค้า49 > ลูกค้า28 > ลูกค้า15 > ลูกค้า9 > โรงงาน

ระยะทางทั้งหมด คือ 22.8 กิโลเมตร ดังรูปที่ 4.28

Distance x

Full Search

รอบที่	ระยะทาง (km)	จำนวนเหล็ก 600กป	จำนวนเหล็ก 1500ml	เส้นทาง
1	22.5	300	0	โรงงาน -> ลูกค้ารอบที่ 15(10x600ml) -> ลูกค้ารอบที่ 28(20x600ml) -> ...
รวม	22.5	300	0	

Saving Algorithm

รอบที่	ระยะทาง (km)	จำนวนเหล็ก 600กป	จำนวนเหล็ก 1500ml	เส้นทาง
1	22.8	300	0	โรงงาน -> ลูกค้ารอบที่ 48(40x600ml) -> ลูกค้ารอบที่ 49(120x600ml) -> ...
รวม	22.8	300	0	

รูปที่ 4.28 แสดงการคำนวณระยะทาง และการจัดลำดับการส่งน้ำดื่มบรรจุขวดระหว่าง
วิธีเซฟวิงอัลกอริทึมและวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบทางที่ 7

4.7 สรุปผลการเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุงเส้นทาง

ตารางที่ 4.12 ตารางเปรียบเทียบผลการปรับปรุงของเซฟวิ่งอัลกอริทึม

เส้นทางที่	ก่อนปรับปรุง(Km)	หลังปรับปรุง(Km)	คิดเป็นร้อยละ
1	18.2	16.7	8.24
2	92.8	92.3	0.54
3	65.7	59.2	9.89
4	50.2	33.3	33.67
5	22.3	21.1	5.38
6	18.8	18.5	1.60
7	26.0	22.8	12.30
รวม	294	263.9	ร้อยละ 10.23

ตารางที่ 4.13 ตารางเปรียบเทียบผลการปรับปรุงของวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบ

เส้นทางที่	ก่อนปรับปรุง(Km)	หลังปรับปรุง(Km)	คิดเป็นร้อยละ
1	18.2	16.7	8.24
2	92.8	80.0	13.8
3	65.7	57.0	13.24
4	50.2	30.9	38.45
5	22.3	20.1	9.87
6	18.8	18.2	3.19
7	26.0	22.5	13.46
รวม	294	245.4	ร้อยละ 16.53

4.7.1 สรุปผลการเปรียบเทียบเส้นทางเดิมและวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม

4.7.1.1 เส้นทางที่ 1 มีระยะทางที่สั้นลงจากเดิม คิดเป็นร้อยละ 8.24 ของเส้นทางเดิม

4.7.1.2 เส้นทางที่ 2 มีระยะทางที่สั้นลงจากเดิม คิดเป็นร้อยละ 0.54 ของเส้นทางเดิม

4.7.1.3 เส้นทางที่ 3 มีระยะทางที่สั้นลงจากเดิม คิดเป็นร้อยละ 9.89 ของเส้นทางเดิม

4.7.1.4 เส้นทางที่ 4 มีระยะทางที่สั้นลงจากเดิม คิดเป็นร้อยละ 33.7 ของเส้นทางเดิม

4.7.1.5 เส้นทางที่ 5 มีระยะทางที่สั้นลงจากเดิม คิดเป็นร้อยละ 5.38 ของเส้นทางเดิม

4.7.1.6 เส้นทางที่ 6 มีระยะทางที่สั้นลงจากเดิม คิดเป็นร้อยละ 1.60 ของเส้นทางเดิม

4.7.1.7 เส้นทางที่ 7 มีระยะทางที่สั้นลงจากเดิม คิดเป็นร้อยละ 12.3 ของเส้นทางเดิม

ผลการสรุปรวมสรุปได้ว่าลดระยะทาง เหลือเพียง 263.9 กิโลเมตร จากเดิม 294 กิโลเมตร เฉลี่ยเป็นร้อยละได้ผลการเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 10.23 ของเส้นทางเดิมรวมทั้งหมด

4.7.2 สรุปผลการเปรียบเทียบเส้นทางเดิมและวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบ

- 4.7.2.1 เส้นทางที่ 1 มีระยะทางที่สั้นลงจากเดิม คิดเป็นร้อยละ 8.24 ของเส้นทางเดิม
- 4.7.2.2 เส้นทางที่ 2 มีระยะทางที่สั้นลงจากเดิม คิดเป็นร้อยละ 13.8 ของเส้นทางเดิม
- 4.7.2.3 เส้นทางที่ 3 มีระยะทางที่สั้นลงจากเดิม คิดเป็นร้อยละ 13.24 ของเส้นทางเดิม
- 4.7.2.4 เส้นทางที่ 4 มีระยะทางที่สั้นลงจากเดิม คิดเป็นร้อยละ 38.45 ของเส้นทางเดิม
- 4.7.2.5 เส้นทางที่ 5 มีระยะทางที่สั้นลงจากเดิม คิดเป็นร้อยละ 9.87 ของเส้นทางเดิม
- 4.7.2.6 เส้นทางที่ 6 มีระยะทางที่สั้นลงจากเดิม คิดเป็นร้อยละ 3.19 ของเส้นทางเดิม
- 4.7.2.7 เส้นทางที่ 7 มีระยะทางที่สั้นลงจากเดิม คิดเป็นร้อยละ 13.46 ของเส้นทางเดิม

ผลการสรุปรวมสรุปได้ว่า ลดระยะทางเหลือเพียง 245.4 กิโลเมตร จากเดิม 294 กิโลเมตร เฉลี่ยเป็นร้อยละได้ผลการเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 16.53 ของเส้นทางเดิมรวมทั้งหมด

4.8 อภิปรายตรวจสอบการใช้งาน

หลังจากที่ผู้ดำเนินโครงการได้ทำการปรับปรุงเส้นทางใหม่โดยใช้เครื่องมือช่วยคำนวณระยะทางการขนส่ง ได้ผลปรากฏว่า

- 4.8.1 เส้นทางที่ 1 ใช้งานได้ และเดินทางได้จริง
- 4.8.2 เส้นทางที่ 2 ใช้งานได้ และเดินทางได้จริง
- 4.8.3 เส้นทางที่ 3 ใช้งานได้ และเดินทางได้จริง
- 4.8.4 เส้นทางที่ 4 ใช้งานได้ และเดินทางได้จริง
- 4.8.5 เส้นทางที่ 5 ใช้งานได้ และเดินทางได้จริง
- 4.8.6 เส้นทางที่ 6 ใช้งานได้จริง แต่เส้นทางนี้อาจคับแคบ และไม่สะดวกในการเดินทาง
- 4.8.7 เส้นทางที่ 7 ใช้งานได้ และเดินทางได้จริง

ผลการตรวจสอบการใช้งานสรุปได้ว่า เส้นทางทั้งหมด 7 เส้นทางตัวอย่าง สามารถใช้งานได้จริง ทั้ง 7 เส้นทาง ถึงแม้จะมีเพียงเส้นทางที่ 6 เพียงเส้นทางเดียวที่อาจคับแคบ และไม่สามารถสะดวกในการเดินทาง

4.9 อภิปรายผลประสิทธิภาพด้านการหาคำตอบ

หลังจากการทดลองใช้โปรแกรมที่มีการแก้ไขปัญหาดังกล่าวด้วยวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบ และวิธีเซฟวิงอัลกอริทึมนั้น จะเกิดบางกรณีที่ผลลัพธ์ของวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบจะมีค่าที่ต่ำกว่า วิธีเซฟวิงอัลกอริทึมและบางกรณีที่ผลลัพธ์ของวิธีเซฟวิงอัลกอริทึมมีค่าต่ำกว่าวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบ ได้ยกตัวอย่างกรณีที่คำตอบของวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบจะมีค่าที่ต่ำกว่า วิธีเซฟวิงอัลกอริทึม

และบางกรณีที่ผลลัพธ์ของวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึมมีค่าดีน้อยกว่าวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบ โดยยกตัวอย่างมา 2 กรณี

ตัวอย่างที่ 1 กรณีที่ผลลัพธ์ของวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบจะมีค่าที่ดีน้อยกว่าวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึมดังรูปที่ 4.29

Full Search			
รอบที่	ระยะทาง (km)	จำนวนแท็ค 600ml	เส้นทาง
1	20.8	330	โรงงาน -> จุดสำรวจที่ 5(150x600ml) -> จุดสำรวจที่ 10(90x600ml) -> จุดสำรวจที่ 19(90x600ml) -> โรงงาน
2	19	200	โรงงาน -> จุดสำรวจที่ 17(200x600ml) -> โรงงาน
รวม	39.8	530	

Saving Algorithm			
รอบที่	ระยะทาง (km)	จำนวนแท็ค 600ml	เส้นทาง
1	20.5	330	โรงงาน -> จุดสำรวจที่ 17(200x600ml) -> จุดสำรวจที่ 19(90x600ml) -> จุดสำรวจที่ 10(90x600ml) -> โรงงาน
2	12.6	150	โรงงาน -> จุดสำรวจที่ 5(150x600ml) -> โรงงาน
รวม	33.1	530	

รูปที่ 4.29 กรณีที่ผลลัพธ์ของวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบดีน้อยกว่าวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม

สาเหตุที่เกิดกรณีที่ผลลัพธ์ของวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบดีน้อยกว่าวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึมนั้นเกิดจากการที่วิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึมจะแสดงคำตอบที่ดีกว่าในเหตุการณ์ที่มีการส่งมากกว่า 1 รอบเนื่องจากวิธีค้นหาผลลัพธ์ทุกคำตอบเมื่อเกิดการส่งที่มากกว่า 1 รอบจะทำให้เกิดระยะทางที่เพิ่มมากขึ้นมากกว่าวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม

ตัวอย่างที่ 2 กรณีที่ผลลัพธ์ของวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบจะมีค่าดีกว่าวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม
ดังรูปที่ 4.30

Full Search			
รอบที่	ระยะเวลา...	จำนวนแคช 600ml	เส้นทาง
1	43.4	340	โรงงาน -> จุดสำรองที่ 38(90x600ml) -> จุดสำรองที่ 5(40x600ml) -> จุดสำรองที่ 27(50x600ml) ->
รวม	43.4	340	

Saving Algorithm			
รอบที่	ระยะเวลา...	จำนวนแคช 600ml	เส้นทาง
1	44.3	340	โรงงาน -> จุดสำรองที่ 17(80x600ml) -> จุดสำรองที่ 47(80x600ml) -> จุดสำรองที่ 27(50x600ml) ->
รวม	44.3	340	

รูปที่ 4.30 กรณีที่ผลลัพธ์ของวิธีการค้นหาผลลัพธ์ทุกคำตอบดีกว่าวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม

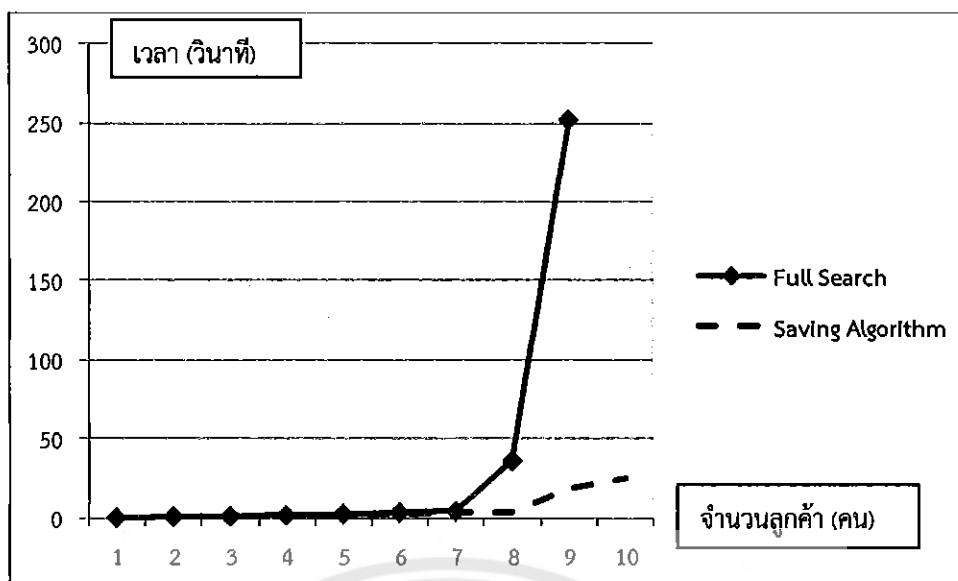
สาเหตุที่เกิดกรณีที่ผลลัพธ์ของวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบดีกว่าวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึมนั้นเกิดจากการที่วิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบจะแสดงคำตอบที่ดีกว่าในเหตุการณ์ที่มีการส่งเพียง รอบเดียวเท่านั้น เพราะวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบเป็นการหาคำตอบทุกคำตอบที่เป็นไปได้แล้วเลือกคำตอบที่ดีที่สุดมาใช้ หากไม่มีการแบ่งรอบการขนส่ง วิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึมจะได้คำตอบที่ดีด้วยวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบ อย่างมากที่สุดวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึมจะได้คำตอบเท่ากับวิธีค้นหาทุกคำตอบ

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า วิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบจะได้ค่าที่ดีกว่า หรือเท่ากับวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึมก็ต่อเมื่อเกิดเหตุการณ์ขนส่งเพียงรอบเดียวไม่มีมีการแบ่งรอบการขนส่ง

ส่วนวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึมจะได้คำตอบที่ดีกว่าวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบก็ต่อเมื่อเกิดเหตุการณ์ที่ต้องแบ่งรอบการขนส่ง หรือการขนส่งที่มีจำนวนมากกว่า 1 รอบขึ้นไป

4.10 อภิปรายการเปรียบเทียบประสิทธิภาพด้านเวลา

หลังการได้พัฒนาโปรแกรมเป็นที่เรียบร้อยแล้วผู้ดำเนินโครงการได้ทดสอบความเร็วในการประมวลผลคำตอบของแต่ละวิธีในการหาคำตอบ ดังแสดงในรูปที่ 4.31



รูปที่ 4.31 แสดงการเปรียบเทียบเวลาของวิธีเซฟวิ้งอัลกอริทึมและวิธีการค้นหาผลลัพธ์ทุกคำตอบ

การทดสอบความเร็วในการใช้โปรแกรมช่วยคำนวณระยะทาง สามารถทดสอบและเปรียบเทียบวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบและวิธีเซฟวิ้งอัลกอริทึมได้ ดังตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 แสดงการเปรียบเทียบเวลาของวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบและวิธีเซฟวิ้งอัลกอริทึม

จำนวนลูกค้า (คน)	วิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบ (วินาที)	วิธีเซฟวิ้งอัลกอริทึม (วินาที)
1	0.00	0.00
2	0.75	0.65
3	0.98	0.75
4	1.58	1.22
5	2.48	1.73
6	3.50	2.50
7	4.18	3.00
8	36.00	3.25
9	252.00	18.76
10	limit	25.50

หมายเหตุ ผลลัพธ์ limit แสดงถึงเวลาที่ใช้ในการคำนวณเกิน 12 ชั่วโมง

จากรูปที่ 4.31 และตารางที่ 4.14 แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างในด้านของเวลาในการใช้งานโปรแกรมระหว่างวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving Algorithm) และวิธีการค้นหาทุกคำตอบ (Full Search) ซึ่งหากเทียบกันในจำนวนรอบที่มีการสั่งซื้อของลูกค้าไม่เกินจำนวน 1 รอบ เราจะเห็นได้ว่าหากจำนวนลูกค้ายังไม่มาก การทำงานของโปรแกรมจะไม่ใช้เวลาคำนวณคำตอบนานจึงทำให้ทั้งวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม และวิธีการค้นหาทุกคำตอบมีผลลัพธ์ด้านเวลาไม่ต่างกันมากนัก แต่เมื่อจำนวนลูกค้าที่สั่งซื้อมากขึ้นทำให้โปรแกรมถูกใช้งานมากขึ้นจะแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างด้านเวลาอย่างเห็นได้ชัด โดยที่วิธีการค้นหาทุกคำตอบนั้นช้ากว่าอย่างชัดเจนเนื่องจากโปรแกรมทำการคำนวณหาทุกคำตอบที่เป็นไปได้ทั้งหมด ซึ่งต่างจากวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึมที่คำนวณเพียงแค่ค่าประหยัดคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการทดสอบมีประสิทธิภาพ ดังนี้ Intel(R) Core(TM) i7-4720HQ CPU @ 2.60GHz 2.59 GHz ซึ่งหากใช้คอมพิวเตอร์ที่ใช้งานจริงมีประสิทธิภาพดีกว่าคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการทดสอบโปรแกรมจะทำให้เวลาที่ใช้ในการคำนวณลดน้อยลง



บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 บทสรุป

จากการดำเนินโครงการโปรแกรมคำนวณระยะทางในการขนส่ง โรงงานผลิตน้ำดื่มแห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก ผู้ดำเนินโครงการได้จัดทำโปรแกรมขึ้นมาโดยการประยุกต์ใช้โปรแกรม VBA ซึ่งโปรแกรมมีความสามารถในการคำนวณระยะทางอีกทั้งยังสามารถจัดลำดับการส่งสินค้าให้กับลูกค้า การแก้ไขข้อมูลลูกค้า และสามารถค้นดูประวัติย้อนหลังในการคำนวณได้อีกด้วย โปรแกรมมีหน้าต่างสำหรับคำนวณระยะทาง และจัดลำดับการส่งของให้ลูกค้าทั้งวิธีเซฟวิ่งกอรี่ทิมและวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบ โดยหน้าต่างโปรแกรมจะแสดงการคำนวณของทั้ง 2 วิธีแยกกันเป็นส่วนล่างและส่วนบนของหน้าต่างโปรแกรม โปรแกรมมีหน้าต่างสำหรับการเพิ่มข้อมูลลูกค้า ลบข้อมูลลูกค้าที่ไม่จำเป็น โดยหน้าต่างโปรแกรมนี้สามารถเพิ่มลูกค้าที่เข้ามาใหม่ที่ยังไม่มีในข้อมูลเดิม และสามารถลบข้อมูลลูกค้าเก่าที่ไม่จำเป็นต่อการใช้งาน หน้าต่างโปรแกรมยังสามารถแก้ไขข้อมูลลูกค้าได้ โดยที่การแก้ไขข้อมูลลูกค้านั้นสามารถทำก็ต่อเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงที่อยู่ เบอร์โทรศัพท์หรือชื่อของลูกค้านั่นเอง โปรแกรมมีความสามารถในการค้นดูประวัติย้อนหลังการจัดลำดับการส่ง โดยที่หน้าต่างโปรแกรมจะแสดงการส่งรอบลำดับลูกค้า และบันทึกวันที่ในการส่งของรอบลูกค้านั้นๆ เมื่อผู้ประกอบการนำโปรแกรมดังกล่าวไปทดลองใช้ พบว่า ผู้ประกอบการสามารถจัดการกับปัญหาการจัดการขนส่งได้ดีขึ้น ลดการสูญเสียในด้านของระยะทางที่ไม่จำเป็น ง่ายต่อการวางแผนการขนส่งของพนักงานในงานขับรถของโรงงาน จากการนำโปรแกรมไปทดลองใช้จริง พบว่าผู้ประกอบการมีความพึงพอใจเฉลี่ยอยู่ที่ 4.75 คะแนน จากคะแนนเต็ม 5 คะแนน ซึ่งอยู่ในระดับดีมาก

5.2 ข้อจำกัดของโปรแกรมคำนวณระยะทางในการขนส่ง โรงงานผลิตน้ำดื่ม

5.2.1 ผู้ใช้งานโปรแกรมคำนวณระยะทางในการขนส่ง โรงงานผลิตน้ำดื่ม ควรใช้งานบนโปรแกรม Microsoft Excel 2016 เพื่อความเหมาะสมในการใช้งาน

5.2.2 โปรแกรมคำนวณระยะทางในการขนส่ง โรงงานผลิตน้ำดื่มนี้ สามารถช่วยแก้ปัญหาการเดินทางได้ในระยะเวลาที่จำกัด แต่ยังไม่เป็นโปรแกรมที่ดีที่สุด

5.2.3 เมื่อโปรแกรมคำนวณวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบตั้งแต่ 10 ลูกค้าขึ้นไปจะทำให้โปรแกรมใช้เวลาในการคำนวณเกินกว่า 12 ชั่วโมง

5.3 ข้อเสนอแนะ

คอมพิวเตอร์ของผู้ใช้งานโปรแกรมควรเป็นคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพเทียบเท่าหรือดีกว่าคอมพิวเตอร์ที่ใช้ทดลองโปรแกรม เพื่อที่จะสามารถใช้งานโปรแกรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ และอาจจะคำนวณวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบของลูกค้า 10 คน ใช้เวลานี้น้อยกว่า 12 ชั่วโมง

เอกสารอ้างอิง

- ชัยมงคล ลี้มเพียรชอบ และวิทยา จันทร์ทรงง. (2548). การจัดเส้นทางรถขนขยะในเขตเทศบาล พิษณุโลกโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (The Truck Route for Garbage Collecting of Phitsanulok Municipality, Applying Geographic Information Systems). ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ชุตีพงศ์ มัธยมกุล. (2555). การวิเคราะห์ต้นทุนและความสูญเสียจากการขนส่งสินค้าเกษตร กรณีศึกษา การขนส่งผักกะหล่ำปลีในจังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ วศ.ม., ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นิตินพล เกื้อกุล. (2550). การลดต้นทุนการขนส่งสินค้า : กรณีศึกษาโรงงานผลิตเส้นใยสังเคราะห์. สารนิพนธ์ วศ.บ., ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- บุญฤทธิ คงสมร และพงศธร เพชรรัตน์. (2558). โปรแกรมการพยากรณ์ยอดจำหน่าย กรณีศึกษา : ศูนย์กระจายผลิตภัณฑ์ไอศกรีมวอลล์นาโพธิ์แดง. ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- นคร ไชยวงศ์ศักดิ์ดา. (2558). การจัดเส้นทางรถขนส่งโดยใช้เซฟวิ่งอัลกอริทึมและตัวแบบปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย กรณีศึกษาโรงงานน้ำดื่ม. คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย.
- “การขนส่งสินค้าด้วยรถบรรทุก” [ออนไลน์]. <http://www.sme.go.th/th/images/data/es/downloadองค์ความรู้กลุ่มธุรกิจขนส่งและโลจิสติกส์/การขนส่งทางบก.PDF>. เมื่อวันที่ 10 ตุลาคม 2558.
- ชินภัทร อ่อนนิม และนันท์ สุทธิการณัญญ. (2555). การเพิ่มประสิทธิภาพการขนส่งสินค้าสำหรับ ศูนย์กระจายสินค้าบางนาด้วยวิธีการจัด Routing สายรถขนส่งในกรุงเทพฯและปริมณฑล. สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์ คณะบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย.

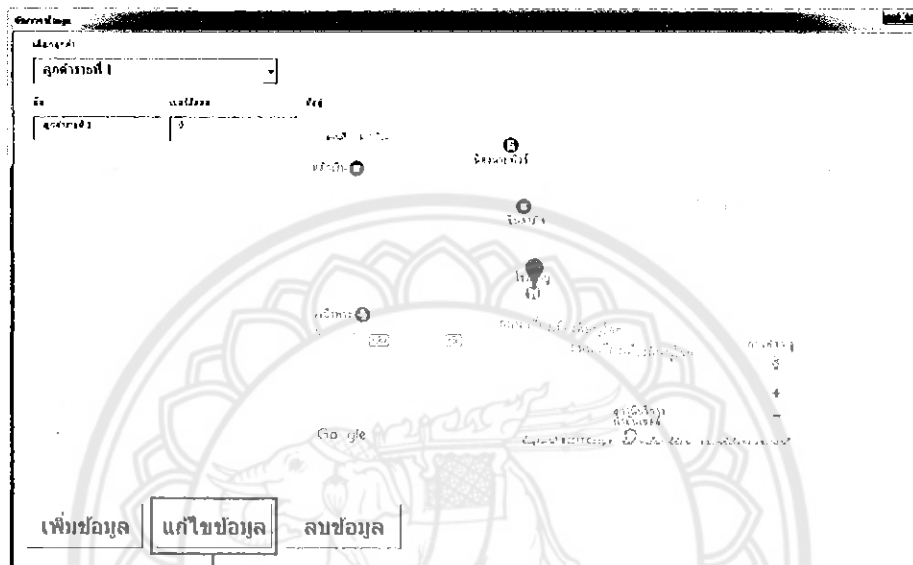


ภาคผนวก ก
Code คำสั่งที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม VBA
(Visual Basic for Applications)

ก. Code ที่ใช้เขียนในการเขียนโปรแกรม

โปรแกรม Visual Basic for Applications (VBA) มีคำสั่งเฉพาะในการทำงาน จึงทำให้การเขียน Code ต้องทำความเข้าใจลักษณะการเขียนคำสั่งให้โปรแกรมทำงานตามที่ต้องการมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

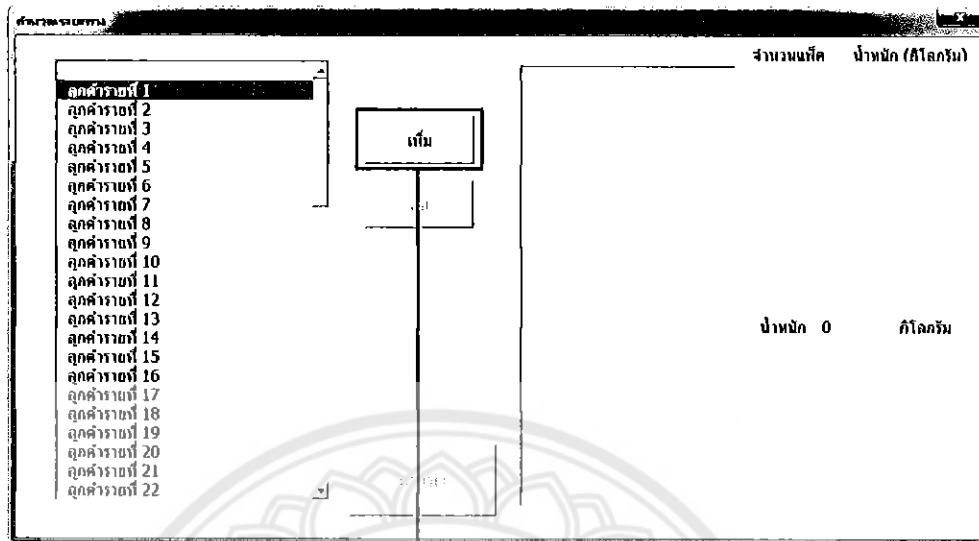
ก.1 Code นำไปสู่แบบฟอร์มสำหรับการแก้ไขข้อมูลลูกค้าปัจจุบัน ดังรูปที่ ก.1



```
Code นำไปสู่แบบฟอร์มสำหรับการแก้ไขข้อมูลลูกค้าปัจจุบัน มีดังนี้
Private Sub CommandButton2_Click()
EditCustomer.Show
End Sub
```

รูปที่ ก.1 Code นำไปสู่แบบฟอร์มสำหรับการแก้ไขข้อมูลลูกค้าปัจจุบัน

ก.2 Code นำไปสู่แบบฟอร์มสำหรับการเลือกลูกค่าสำหรับการคำนวณ ดังรูปที่ ก.2



Code นำไปสู่แบบฟอร์มสำหรับการเลือกลูกค่าสำหรับการคำนวณ มีดังนี้

```

Private Sub CommandButton1_Click()
Dim X As Integer
X = 0
For i = 0 To ListBox2.ListCount - 1
    For j = 0 To ListBox1.ListCount - 1
        If (ListBox2.List(i) = j + 2) And (ListBox1.Selected(j + 1) = True) Then
            X = X + 1
        End If
    Next j
Next i

```

รูปที่ ก.2 Code นำไปสู่แบบฟอร์มสำหรับการเลือกลูกค่าสำหรับการคำนวณ

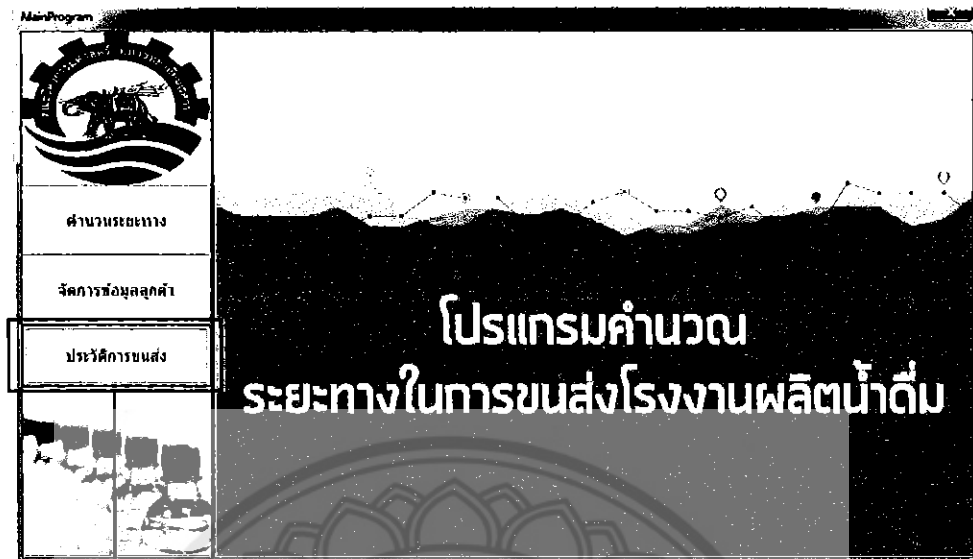
```

If X = 0 And ListBox1.Selected(0) = False Then
For i = 0 To ListBox1.ListCount - 1
    If ListBox1.Selected(i) = True Then
        ListBox2.AddItem i + 1
        ListBox3.AddItem ListBox1.List(i)
        ListBox1.List(i) = ""
        EnterCapacity.Show
    End If
Next i
Else
    MsgBox "มีรายการนี้อยู่แล้ว", vbCritical
End If
If ListBox3.ListCount = 10 Then
    CommandButton1.Enabled = False
End If
If ListBox3.ListCount > 0 Then
    CommandButton2.Enabled = True
End If
If ListBox3.ListCount > 1 Then
    CommandButton3.Enabled = True
End If
End Sub

```

รูปที่ ก.2 (ต่อ) Code นำไปสู่แบบฟอร์มสำหรับการเลือกลูกค้าสำหรับการคำนวณ

ก.3 Code นำไปสู่แบบฟอร์มประวัติการขนส่ง ดังรูปที่ ก.3



```
Code นำไปสู่แบบฟอร์มประวัติการขนส่งมีดังนี้
Private Sub CommandButton3_Click()
HistoryCalculate.Show
End Sub
```

รูปที่ ก.3 Code นำไปสู่แบบฟอร์มประวัติการขนส่ง

ก.4 Code นำไปสู่แบบฟอร์มการคำนวณ ดังรูปที่ ก.4

ลูกช้างรายที่	จำนวนแต่ด	น้ำหนัก (กิโลกรัม)
ลูกช้างรายที่ 1	50	375
ลูกช้างรายที่ 5	80	600
ลูกช้างรายที่ 10	100	750
ลูกช้างรายที่ 13	120	900
ลูกช้างรายที่ 15	30	225
น้ำหนัก		2850
		9000

Code นำไปสู่แบบฟอร์มการคำนวณ มีดังนี้

```
Private Sub CommandButton3_Click()
```

```
ListBox5.Clear
```

```
ListBox6.Clear
```

```
ListBox7.Clear
```

```
ListBox8.Clear
```

```
ListBox10.Clear
```

```
ListBox11.Clear
```

```
ListBox12.Clear
```

```
ListBox13.Clear
```

```
ListBox14.Clear
```

```
ListBox15.Clear
```

```
ListBox16.Clear
```

```
ListBox17.Clear
```

```
ListBox19.Clear
```

```
ListBox20.Clear
```

รูปที่ ก.4 Code นำไปสู่แบบฟอร์มการคำนวณ

```
ListBox21.Clear  
ListBox22.Clear  
ListBox23.Clear  
ListBox24.Clear  
ListBox25.Clear  
ListBox26.Clear  
ListBox27.Clear  
ListBox28.Clear  
ListBox29.Clear  
ListBox30.Clear  
TSPAlgor  
SavingAlgor  
DistanceFrom.Show  
End Sub
```

รูปที่ ก.4 (ต่อ) Code นำไปสู่แบบฟอร์มการคำนวณ



ภาคผนวก ข

แบบประเมินความพึงพอใจในการใช้โปรแกรมการจัดการการขนส่ง
สำหรับผู้ประกอบการ กรณีศึกษา : โรงงานผลิตน้ำดื่มบรรจุขวด



ข.1 แบบประเมินความพึงพอใจในการใช้โปรแกรมการจัดการการขนส่ง สำหรับผู้ประกอบการ กรณีศึกษา : โรงงานผลิตน้ำดื่มบรรจุขวด

แบบฟอร์มสำหรับใช้ในการประเมินความพึงพอใจของผู้ประกอบการในการใช้โปรแกรมการจัดการการขนส่ง กรณีศึกษา : โรงงานผลิตน้ำดื่ม จังหวัดพิษณุโลก

**แบบประเมินความพึงพอใจในการใช้โปรแกรมการจัดการการขนส่ง
สำหรับผู้ประกอบการ กรณีศึกษา : โรงงานผลิตน้ำดื่มบรรจุขวด**

ส่วนที่ 1 ข้อมูลเบื้องต้น

คำชี้แจง แบบประเมินนี้: โรงงานหรือบริษัทฯ แร่ธาตุหรือบริษัทผู้ขนส่ง

ผู้ประเมินมีตำแหน่งเป็น: ผู้จัดการ พนักงาน พนักงานขับรถ

ส่วนที่ 2 ความถี่ในการใช้งาน

ครั้ง 5 = มากที่สุดทุกวัน 4 = มากครั้ง 3 = บางครั้งสัปดาห์ 2 = ไม่ค่อยใช้ทุกวัน 1 = ไม่ใช้ทุกสัปดาห์เลย

หัวข้อการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
1. ด้านคุณสมบัติ					
1.1 การใช้งานของโปรแกรมขนส่งในรถบรรทุกให้มีความง่าย					
1.2 ความปลอดภัยในการใช้โปรแกรมขนส่งในรถบรรทุก					
1.3 ความรวดเร็วในการใช้งานโปรแกรมขนส่งในรถบรรทุก					
1.4 ข้อมูลที่โปรแกรมขนส่งในรถบรรทุกมีความถูกต้อง					
1.5 ความปลอดภัยในการใช้งานโปรแกรมขนส่งในรถบรรทุก					
2. ด้านขั้นตอนการใช้งาน					
2.1 การจัดการของโปรแกรมขนส่งในรถบรรทุกให้มีความง่าย					
2.2 ความปลอดภัยในการใช้งานโปรแกรมขนส่งในรถบรรทุก					
2.3 ความรวดเร็วในการใช้งานโปรแกรมขนส่งในรถบรรทุก					
2.4 ความปลอดภัยในการใช้งานโปรแกรมขนส่งในรถบรรทุก					
2.5 ความปลอดภัยในการใช้งานโปรแกรมขนส่งในรถบรรทุก					
3. ด้านการที่ช่วยขอไปจากโปรแกรม					
3.1 ความปลอดภัยในการใช้งานโปรแกรมขนส่งในรถบรรทุก					
3.2 ความปลอดภัยในการใช้งานโปรแกรมขนส่งในรถบรรทุก					
3.3 ความรวดเร็วในการใช้งานโปรแกรมขนส่งในรถบรรทุก					
3.4 ความปลอดภัยในการใช้งานโปรแกรมขนส่งในรถบรรทุก					
3.5 ความปลอดภัยในการใช้งานโปรแกรมขนส่งในรถบรรทุก					
4. ด้านคุณสมบัติการใช้งาน					
4.1 ความปลอดภัยในการใช้งานโปรแกรมขนส่งในรถบรรทุก					
4.2 ความรวดเร็วในการใช้งานโปรแกรมขนส่งในรถบรรทุก					
4.3 ความปลอดภัยในการใช้งานโปรแกรมขนส่งในรถบรรทุก					
4.4 ความปลอดภัยในการใช้งานโปรแกรมขนส่งในรถบรรทุก					

**รูปที่ ข.1 แบบประเมินความพึงพอใจในการใช้โปรแกรมการจัดการการขนส่ง
สำหรับผู้ประกอบการ กรณีศึกษา : โรงงานผลิตน้ำดื่มบรรจุขวด**

ข.1.1 ตัวอย่างการทำแบบประเมินของผู้ประกอบการ

ผู้ใช้งานโปรแกรมได้แก่ ผู้ประกอบการโดยมีตัวอย่างการทำแบบประเมินดังรูปที่ ข.2

**แบบประเมินความพึงพอใจในการใช้โปรแกรมการจัดการขนส่ง
สำหรับผู้ประกอบการ กรณีศึกษา : โรงงานผลิตน้ำดื่มบรรจุขวด**

ส่วนที่ 1 คำชี้แจงและผู้ประเมิน

คำชี้แจง แบบประเมิน : โปรดเติมเครื่องหมาย ✓ และกรอกข้อความให้สมบูรณ์

ผู้ประเมินมีตำแหน่งเป็นตำแหน่ง ผู้ปกครอง วันที่ 13/05/2560

ส่วนที่ 2 ความพึงพอใจต่อโครงการ

ระดับ 5 = มากที่สุดหรือดีมาก 4 = มากหรือดี 3 = ปานกลางหรือพอใช้ 2 = น้อยหรือต่ำกว่ามาตรฐาน 1 = น้อยที่สุดหรือต้องปรับปรุงแก้ไข

หัวข้อการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
1. ด้านรูปแบบ					
1.1 การจัดวางองค์ประกอบต่าง ๆ ของโปรแกรมทำให้ใช้งานง่าย	✓				
1.2 ขนาดและสีที่แสดงในโปรแกรมมีความชัดเจน	✓				
1.3 ความสะดวกในการใช้งานโปรแกรม ความเข้าใจในการใช้งาน	✓				
1.4 ข้อมูลในโปรแกรมมีความถูกต้อง แม่นยำและครบถ้วน		✓			
1.5 รูปแบบโปรแกรมเป็นทางการและทุกคนสามารถใช้งานได้ง่าย	✓				
2. ด้านขั้นตอนการใช้งาน					
2.1 การจัดวางองค์ประกอบของโปรแกรมทำให้ใช้งานได้ง่าย	✓				
2.2 โปรแกรมง่ายต่อการแก้ไขข้อมูลของที่อยู่ปัจจุบันของสถานประกอบการ	✓				
2.3 ประสิทธิภาพของสถานประกอบการมีความละเอียดและเพียงพอ		✓			
2.4 สามารถดูข้อมูลย้อนหลังได้หลังจากที่ทำการใช้งานโปรแกรม	✓				
2.5 ขั้นตอนการใช้งานมีขั้นตอนที่แน่นอน และเรียบง่าย	✓				
3. ด้านการทำงานของโปรแกรมโดยภาพรวม					
3.1 ง่ายต่อการเพิ่มและแก้ไขข้อมูล	✓				
3.2 ง่ายต่อการคัดกรองข้อมูลเพื่อตรวจสอบความถูกต้องลูกค้า		✓			
3.3 การใช้งานโปรแกรมของแยะส่วนครบตามความต้องการของผู้ใช้	✓				
3.4 ความสามารถของโปรแกรมในการนำไปใช้ประโยชน์	✓				
3.5 โปรแกรมมีข้อมูลที่ครบถ้วนตามความต้องการของผู้ประกอบการ		✓			
3.6 ความพึงพอใจในภาพรวมต่อการใช้งานโปรแกรม	✓				
4. ด้านรูปแบบคู่มือการใช้งานโปรแกรม					
4.1 คู่มือมีความเข้าใจง่าย	✓				
4.2 การวางองค์ประกอบของข้อมูลโปรแกรมเป็นระเบียบเรียบร้อย	✓				
4.3 การจัดลำดับความสำคัญของคู่มือการใช้งาน		✓			
4.4 ความเหมาะสมและภาษาที่ใช้ในการเขียนคู่มือการใช้งาน	✓				

ส่วนที่ 3 ข้อเสนอแนะ

3.1 สิ่งที่ทำหน้าที่พึงพอใจในการใช้โปรแกรมการจัดการขนส่ง ในครั้งนี้

รายการที่ตรงใจต้องรู้ และว่าทางวิศวกรรมคอมพิวเตอร์และด้านระบบคอมพิวเตอร์
การที่เว็บไซต์มีความง่ายต่อการใช้งานและมีความปลอดภัย

รูปที่ ข.2 ตัวอย่างการทำแบบประเมินของผู้ประกอบการ

3.2 สิ่งที่สามารถเสนอแนะไปพัฒนาการใช้โปรแกรมการจัดการขนส่ง ในครั้งนี้

*๑๑๑ *การคงค่าคงโปรแกรมให้คงความ **

ขอขอบคุณในความร่วมมือ
คณะผู้จัดทำโครงการ



รูปที่ ข.2 (ต่อ) ตัวอย่างการทำแบบประเมินของผู้ประกอบการ



ภาคผนวก ค

คู่มือการใช้งานโปรแกรมคำนวณระยะทางในการขนส่ง

ค. คู่มือการใช้โปรแกรมคำนวณระยะทางในการขนส่ง

การสร้างคู่มือการใช้งานโปรแกรมคำนวณระยะทางในการขนส่ง เพื่อให้ผู้ใช้งานโปรแกรมใช้งานได้ง่ายและสะดวกมากยิ่งขึ้นโดยมีรายละเอียดดังนี้

ค.1 ข้อกำหนดเบื้องต้นสำหรับโปรแกรม

- ค.1.1 โปรแกรม Microsoft Excel ควรจะเป็น Microsoft Excel 2017
- ค.1.2 คอมพิวเตอร์ที่ใช้งานโปรแกรมควรมีระบบปฏิบัติการตั้งแต่ windows 7 ขึ้นไป
- ค.1.3 โปรแกรมสามารถคำนวณรอบการขนส่งได้มากกว่า 1 รอบ
- ค.1.4 สามารถเพิ่มลูกค้าในการคำนวณได้มากที่สุดเพียง 9 รายเท่านั้น หากมากกว่านั้นจะทำให้โปรแกรมการอาการค้างเพราะมีการคำนวณคำตอบที่มากเกินไปทำให้เกิดการค้างได้
- ค.1.5 สามารถเลือกขนาดบรรจุภัณฑ์ได้ 2 ขนาด คือ 600 มิลลิลิตร และ 1500 มิลลิลิตร
- ค.1.6 ระยะทางที่นำมาคำนวณอ้างอิงจากระยะทางที่สั้นที่สุดจาก Google Maps

ค.2 การเปิดโปรแกรมคำนวณระยะทาง

ค.2.1 ในส่วนการเริ่มต้นโปรแกรม เป็นส่วนที่เมื่อผู้ใช้งานเปิดโปรแกรมโดยกดเอกสารเพื่อเข้าสู่ตัวโปรแกรม ดังในรูปที่ ค.1



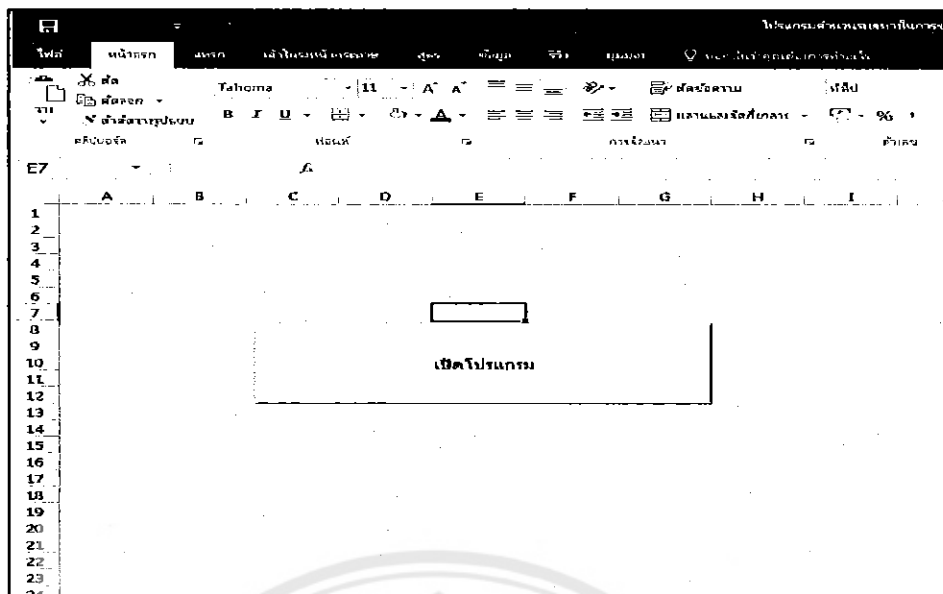
รูปที่ ค.1 ชื่อไฟล์โปรแกรมคำนวณระยะทางในการขนส่ง

ค.2.2 เมื่อเข้าสู่โปรแกรมจะปรากฏแถบคำเตือนเกี่ยวกับความปลอดภัย ให้กดปุ่ม เปิดใช้งานเนื้อหา ดังในรูปที่ ค.2

! คำเตือนเกี่ยวกับความปลอดภัย แมโครถูกปิดใช้งาน

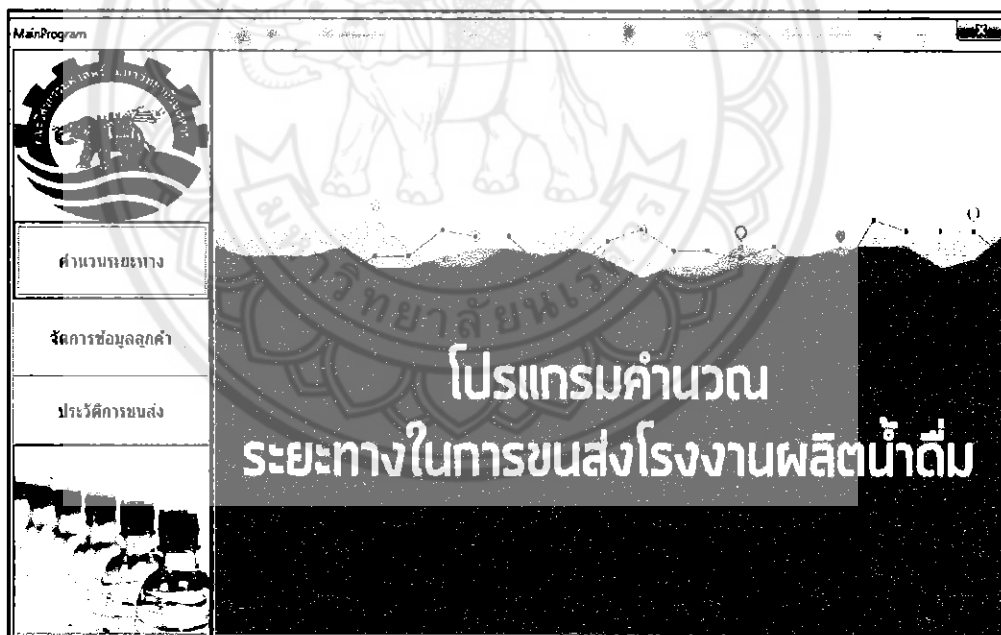
รูปที่ ค.2 การเปิดใช้งานโปรแกรม

ค.2.3 เมื่อกดปุ่ม เปิดใช้งานเนื้อหาแล้ว จะปรากฏหน้าต่างเพื่อเข้าสู่โปรแกรม ดังรูปที่ ค.3



รูปที่ ค.3 หน้าต่างเพื่อเข้าสู่โปรแกรม

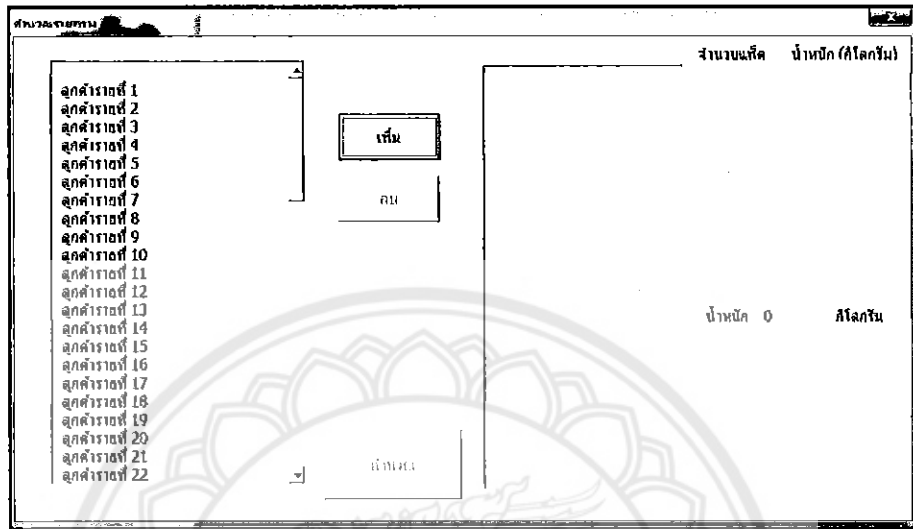
ค.2.4 เมื่อกดปุ่ม เปิดโปรแกรมแล้วจะเข้าไปสู่หน้าต่างหลักของโปรแกรม ดังรูปที่ ค.4



รูปที่ ค.4 หน้าต่างหลักของโปรแกรม

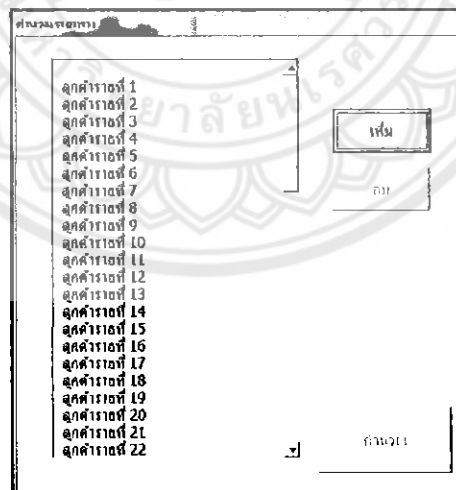
ค.2 ส่วนของคำนวณระยะทาง

ในส่วนของคำนวณระยะทาง หน้าต่างคำนวณระยะทาง ในหน้าต่างนี้จะแสดงค่าการคำนวณระยะทาง โดยการเลือกลูกค้า และ คำนวณโดยใช้วิธีเซฟวิงอัลกอริทึมและวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบ แสดงดังรูป ค.5



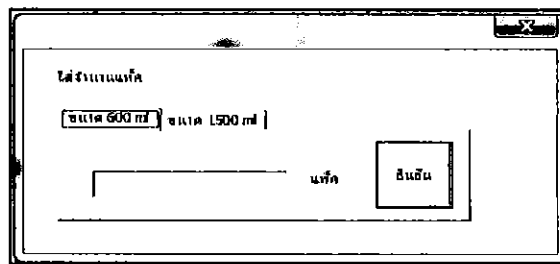
รูปที่ ค.5 หน้าต่างคำนวณระยะทาง

ค.2.1 เลือกลูกค้าที่ต้องการจะทำการขนส่ง จะมีรายชื่อลูกค้าให้เลือก ดังรูปที่ ค.6



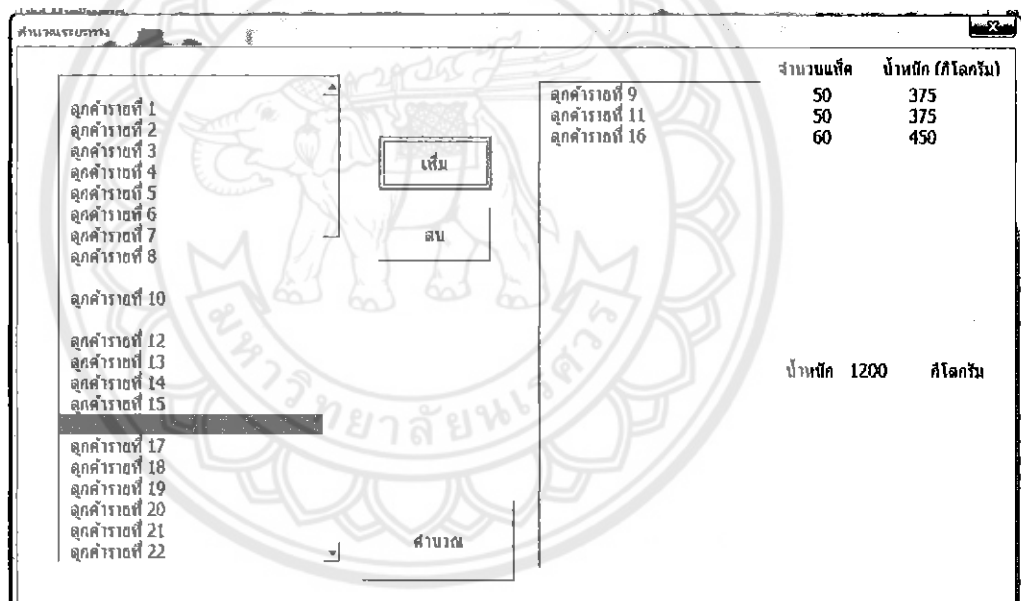
รูปที่ ค.6 เลือกลูกค้าที่ต้องการจะทำการขนส่ง

ค.2.2 เมื่อเลือกลูกค้าที่ต้องการแล้วให้กดไปที่ปุ่มเพิ่ม จะมีหน้าต่างแสดงขึ้นมาให้เลือกว่าจะส่งของให้กับลูกค้ารายนี้เป็นจำนวนเท่าไร ดังรูปที่ ค.7



รูปที่ ค.7 หน้าเลือกจำนวนสินค้าที่ต้องการไปส่งลูกค้าแต่ละราย

ค.2.3 เมื่อกดปุ่มยืนยัน รายชื่อลูกค้าและจำนวนของที่ส่งจะอยู่ในกล่องข้อความฝั่งขวาของหน้าต่างคำนวณระยะทาง ซึ่งจะแสดงรายชื่อลูกค้า จำนวนสินค้าที่ลูกค้าแต่ละรายสั่ง น้ำหนักของสินค้ารวมของลูกค้าแต่ละเจ้า และ น้ำหนักรวมทั้งหมดของรอบนั้น ดังรูปที่ ค.8



รูปที่ ค.8 หน้าต่างใส่ข้อมูลก่อนที่จะเริ่มการคำนวณ

ค.2.4 เมื่อกดปุ่มคำนวณ โปรแกรมจะแสดงผลออกมาคือการคำนวณระยะทางที่สั้นที่สุดในการขนส่งโดยเรียงข้อมูลว่าต้องไปส่งลูกค้าเจ้าไหนก่อนบ้าง แต่ละเจ้าสั่งสินค้าเป็นจำนวนเท่าไร และใช้ระยะทางรวมทั้งหมดเท่าไร โดยแสดงค่าทั้งวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึมและวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบ ดังรูปที่ ค.9

Full Search				
รอบที่	ระยะทาง (km)	จำนวนแท็ค 600ml	จำนวนแท็ค 1500ml	เส้นทาง
1	16.7	290	0	โรงงาน -> จุดค้ารวมที่ 3(30x600ml) -> จุดค้ารวมที่ 5(20x600ml) -> จุดค้ารวมที่ 4(20x600ml)
รวม	16.7	290	0	

Saving Algorithm				
รอบที่	ระยะทาง (km)	จำนวนแท็ค 600ml	จำนวนแท็ค 1500ml	เส้นทาง
1	16.7	290	0	โรงงาน -> จุดค้ารวมที่ 3(30x600ml) -> จุดค้ารวมที่ 5(20x600ml) -> จุดค้ารวมที่ 4(20x600ml)
รวม	16.7	290	0	

รูปที่ ค.9 หน้าต่างแสดงผลการคำนวณ

ค.3 ส่วนการจัดการข้อมูลลูกค้า

ในส่วนของการจัดข้อมูลลูกค้าจะเป็นการเพิ่มข้อมูลลูกค้ารายใหม่ การแก้ไขข้อมูลลูกค้ารายเก่า และการลบข้อมูลลูกค้าที่ไม่ได้ใช้ข้อมูลแล้ว ดังรูปที่ ค.10

จัดการข้อมูล			
เพิ่มลูกค้า			
แก้ไข	ลบข้อมูล	ค้นหา	
<div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> เพิ่มข้อมูล แก้ไขข้อมูล ลบข้อมูล </div>			

รูปที่ ค.10 หน้าต่างการจัดการลูกค้า

ค.3.1 คลิกปุ่มเลือกลูกค้า จะมีรายชื่อลูกค้าขึ้นมาให้เลือกดังรูปที่ ค.11

เลือกลูกค้า

ลูกค้ารายที่ 1

ลูกค้ารายที่ 2

ลูกค้ารายที่ 3

ลูกค้ารายที่ 4

ลูกค้ารายที่ 5

ลูกค้ารายที่ 6

ลูกค้ารายที่ 7

ลูกค้ารายที่ 8

รูปที่ ค.11 หน้าต่างรายชื่อลูกค้า

ค.3.2 กดปุ่มเพิ่มข้อมูลลูกค้าจะเป็นการเพิ่มลูกค้ารายใหม่โดยจะเพิ่มข้อมูลชื่อ ที่อยู่ และเบอร์ติดต่อ เมื่อกดปุ่มเพิ่มข้อมูลของลูกค้ารายใหม่จะไปอยู่ในส่วนของการเลือกลูกค้า ดังรูปที่ ค.12

เพิ่มข้อมูล

ชื่อ-สกุล

เบอร์ติดต่อ

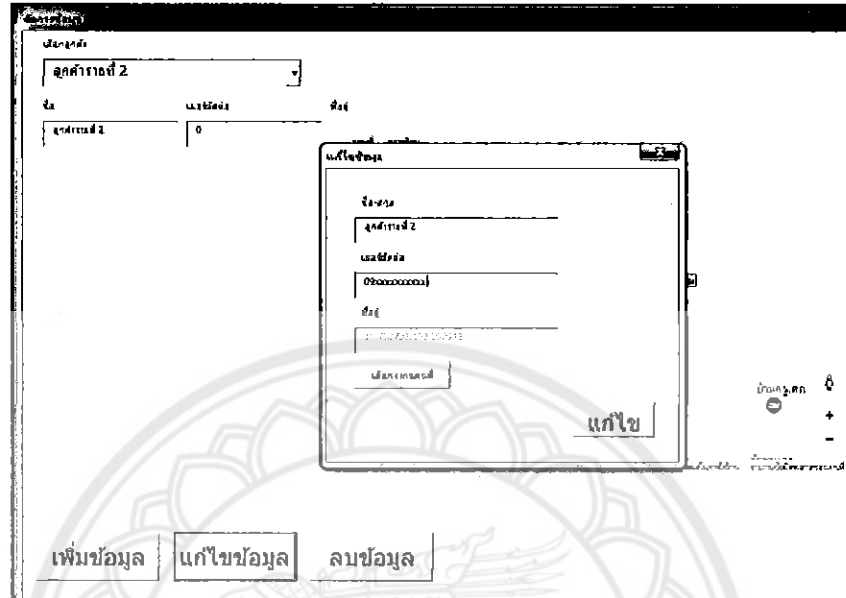
ที่อยู่

เลือกจากแคต

เพิ่ม

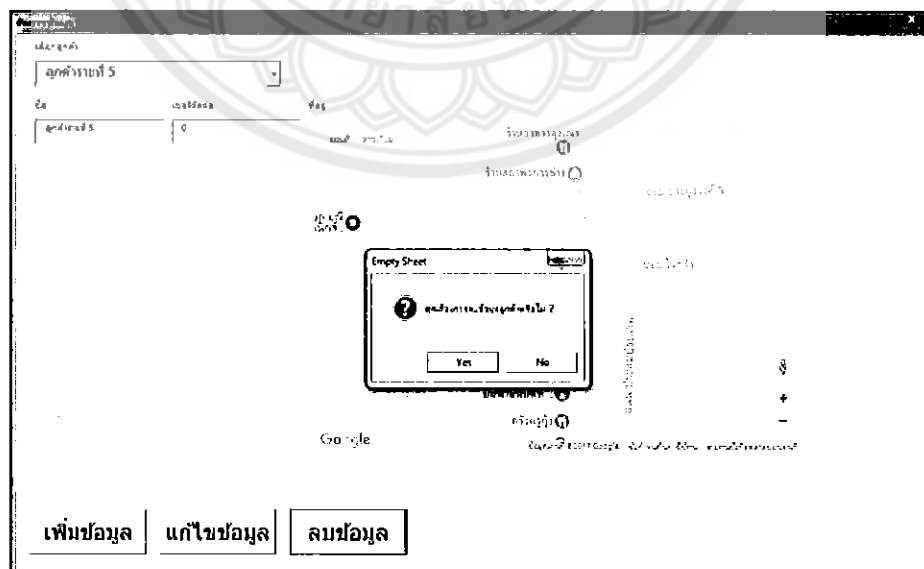
รูปที่ ค.12 หน้าต่างการเพิ่มข้อมูลลูกค้า

ค.3.3 กดปุ่มแก้ไขข้อมูลจะเป็นการแก้ไขข้อมูลลูกค้ารายที่มีอยู่แล้ว เพื่อไว้สำหรับการเปลี่ยนแปลงในอนาคต เมื่อแก้ไขเสร็จสิ้นแล้วกดปุ่มแก้ไข ข้อมูลก็จะเปลี่ยนแปลงตามที่ปรับเปลี่ยนในลูกค้ารายนั้นๆ ดังรูปที่ ค.13



รูปที่ ค.13 หน้าต่างการแก้ไขข้อมูลลูกค้า

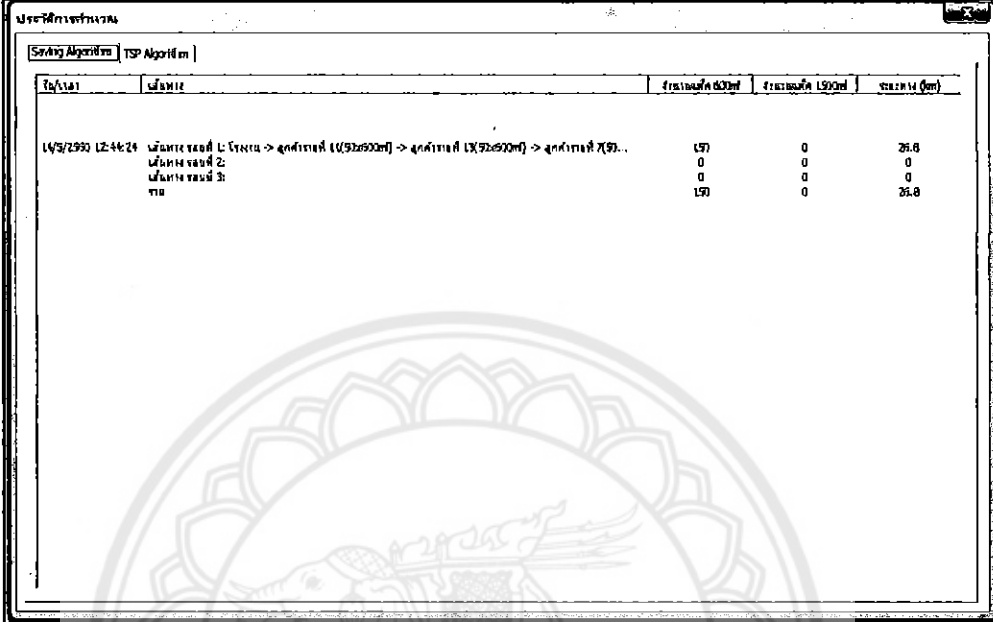
ค.3.4 กดปุ่มลบข้อมูลจะเป็นการลบข้อมูลลูกค้ารายที่เก่าที่ไม่ทำการสั่งซื้อแล้ว เมื่อกดลบข้อมูลจะมีหน้าต่างยืนยันว่าต้องการลบข้อมูลลูกค้าหรือไม่ ดังในรูปที่ ค.14



รูปที่ ค.14 หน้าต่างยืนยันการลบข้อมูลลูกค้า

ค.4 ประวัติการขนส่ง

ในส่วนของหน้าต่างประวัติการขนส่ง จะเป็นหน้าต่างสำหรับแสดงประวัติการคำนวณของวิธีเซฟวิงอัลกอริทึมและวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบ รวมถึงการส่งแต่ละรอบเพื่อให้ผู้ใช้โปรแกรมสามารถตรวจสอบย้อนหลังได้ แสดงดังรูปที่ ค.15



วันที่	เมือง	จำนวนรถ (000คัน)	จำนวนรถ (500คัน)	รวมค่า (บาท)
14/3/2550 12:44:24	เมือง 1	150	0	25.8
	เมือง 2	0	0	0
	เมือง 3	0	0	0
	700	150	0	25.8

รูปที่ ค.15 หน้าต่างประวัติการขนส่ง



ภาคผนวก ง

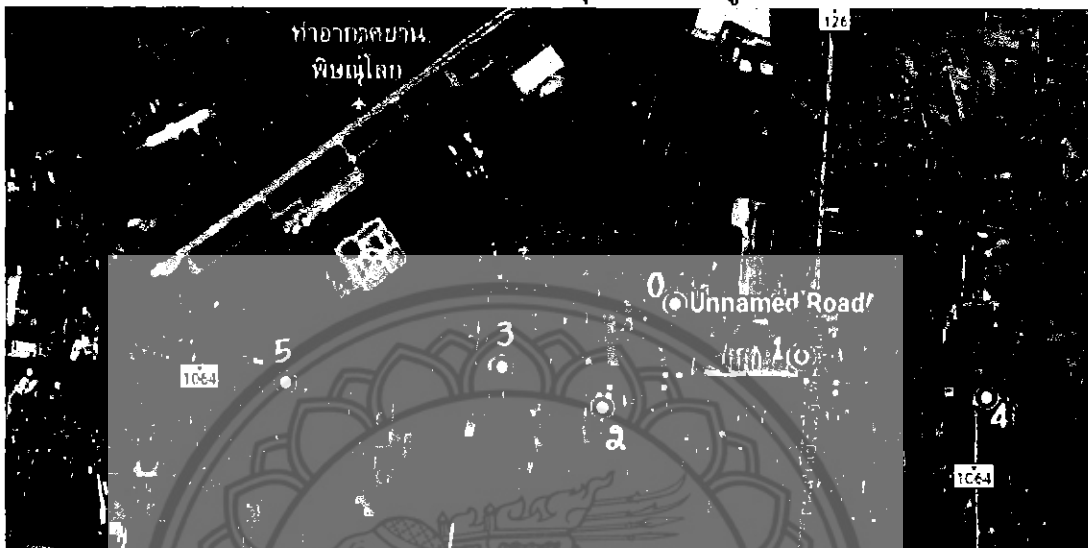
แผนที่เส้นทางใหม่หลังจากการปรับปรุงจากเส้นทางเดิม

กรณีศึกษา : โรงงานน้ำดื่มบรรจุขวด จังหวัดพิษณุโลก

ง. แผนที่เส้นทางใหม่หลังจากการปรับปรุงจากเส้นทางเดิม กรณีศึกษา :
โรงงานน้ำดื่มบรรจุขวด จังหวัดพิษณุโลก

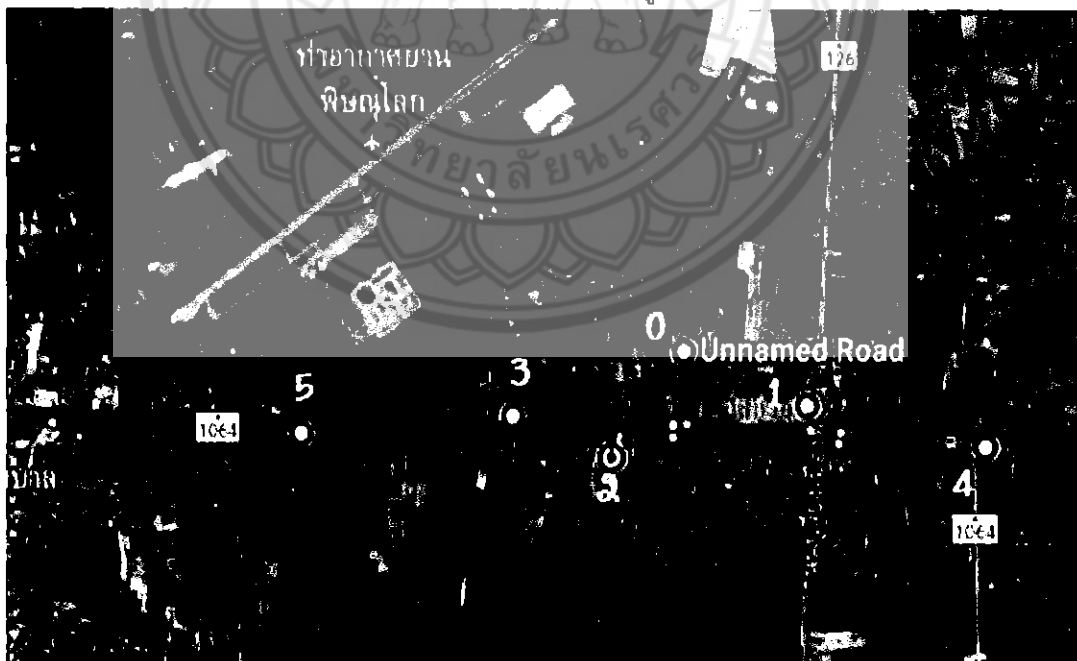
ง.1 เส้นทางใหม่เส้นทางที่ 1

เส้นทางจากการหาคำตอบโดยวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบ ดังรูปที่ ง.1



รูปที่ ง.1 แสดงเส้นทางจากการหาคำตอบโดยวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบเส้นทางที่ 1

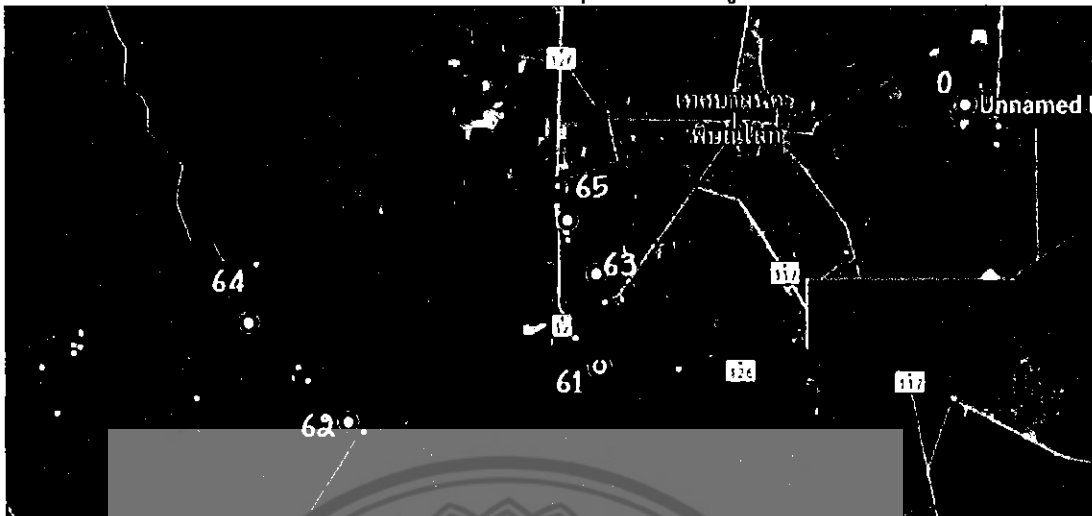
เส้นทางจากการหาคำตอบโดยวิธีเซฟวิงอัลกอริทึม ดังรูปที่ ง.2



รูปที่ ง.2 แสดงเส้นทางจากการหาคำตอบโดยวิธีเซฟวิงอัลกอริทึมเส้นทางที่ 1

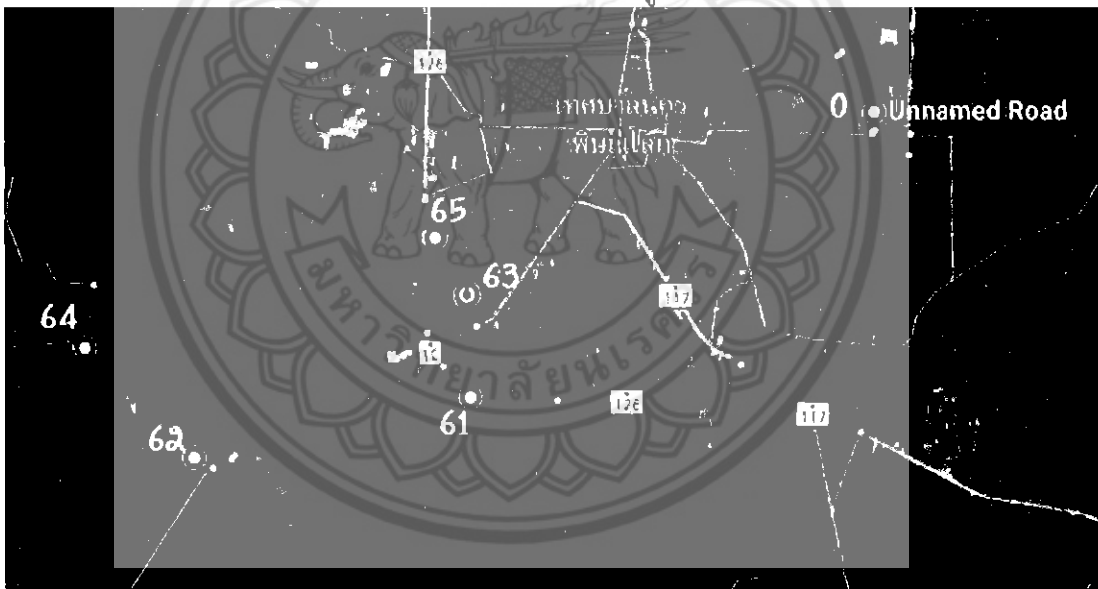
ง.2 เส้นทางใหม่เส้นทางที่ 2

เส้นทางจากการหาคำตอบโดยวิธีการหาค่าผลลัพท์ทุกคำตอบ ดังรูปที่ ง.3



รูปที่ ง.3 แสดงเส้นทางจากการหาคำตอบโดยวิธีการหาค่าผลลัพท์ทุกคำตอบเส้นทางที่ 2

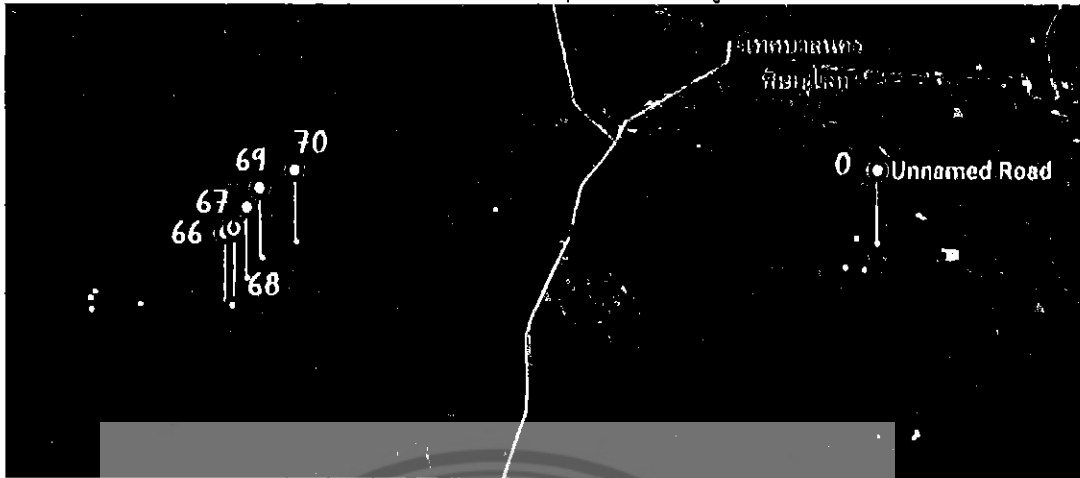
เส้นทางจากการหาคำตอบโดยวิธีเซฟวิ้งอัลกอริทึม ดังรูปที่ ง.4



รูปที่ ง.4 แสดงเส้นทางจากการหาคำตอบโดยวิธีเซฟวิ้งอัลกอริทึมเส้นทางที่ 2

ง.3 เส้นทางใหม่เส้นทางที่ 3

เส้นทางจากการหาคำตอบโดยวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบ ดังรูปที่ ง.5



รูปที่ ง.5 แสดงเส้นทางจากการหาคำตอบโดยวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบเส้นทางที่ 3

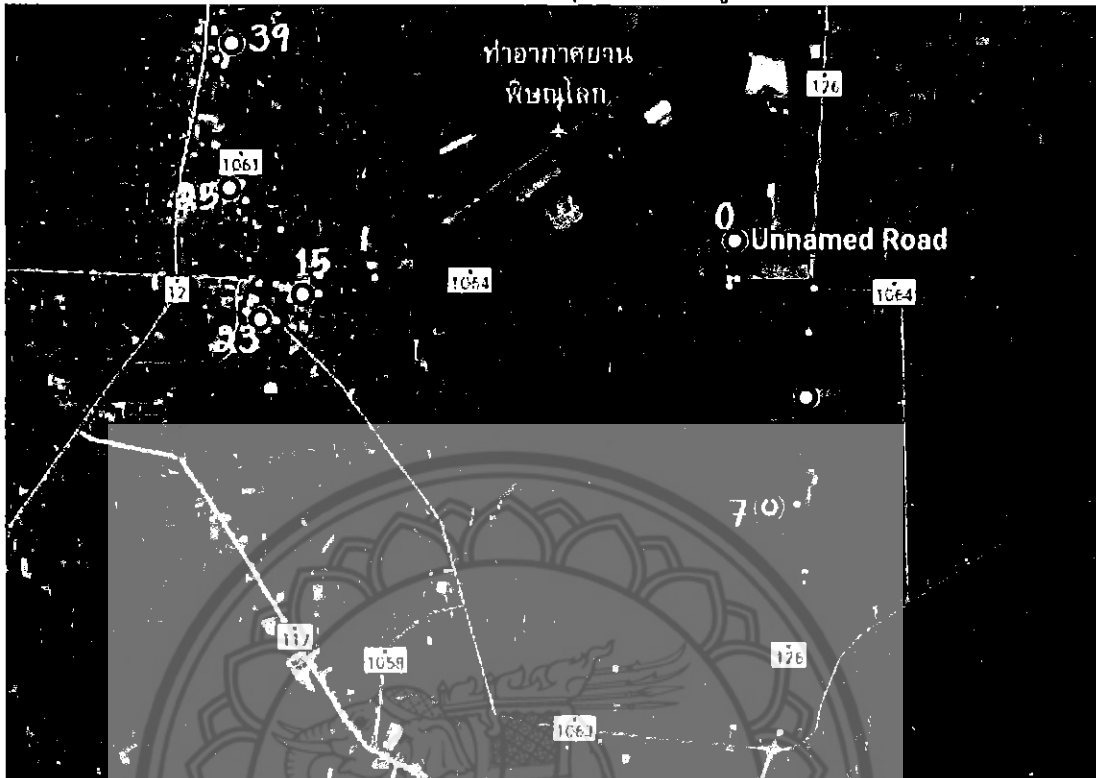
เส้นทางจากการหาคำตอบโดยวิธีเซฟริงอัลกอริทึม ดังรูปที่ ง.6



รูปที่ ง.6 แสดงเส้นทางจากการหาคำตอบโดยวิธีเซฟริงอัลกอริทึมเส้นทางที่ 3

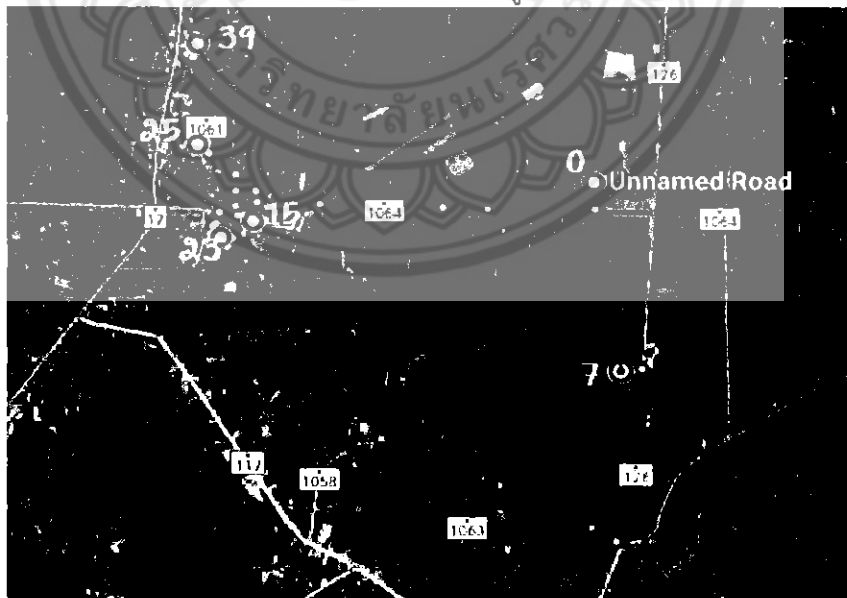
ง.4 เส้นทางใหม่เส้นทางที่ 4

เส้นทางจากการหาคำตอบโดยวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบ ดังรูปที่ ง.7



รูปที่ ง.7 แสดงเส้นทางจากการหาคำตอบโดยวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบเส้นทางที่ 4

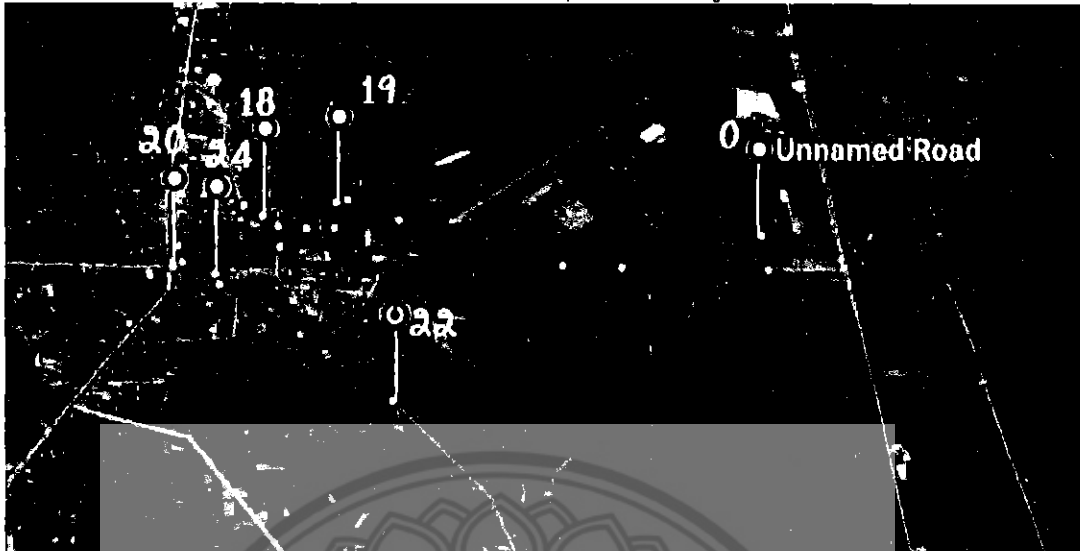
เส้นทางจากการหาคำตอบโดยวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม ดังรูปที่ ง.8



รูปที่ ง.8 แสดงเส้นทางจากการหาคำตอบโดยวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึมเส้นทางที่ 4

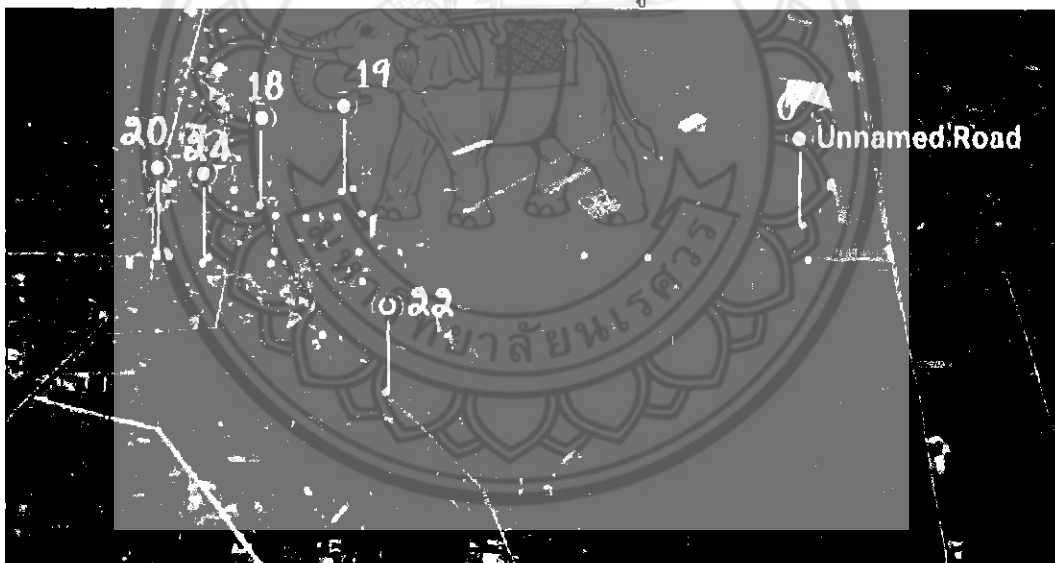
ง.5 เส้นทางใหม่เส้นทางที่ 5

เส้นทางจากการหาคำตอบโดยวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบ ดังรูปที่ ง.9



รูปที่ ง.9 แสดงเส้นทางจากการหาคำตอบโดยวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบเส้นทางที่ 5

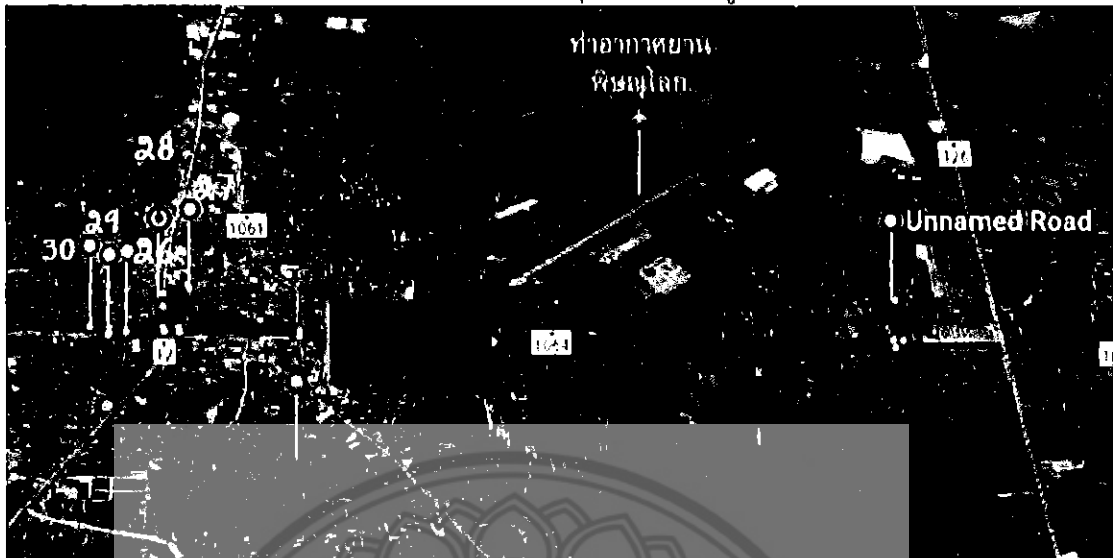
เส้นทางจากการหาคำตอบโดยวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม ดังรูปที่ ง.10



รูปที่ ง.10 แสดงเส้นทางจากการหาคำตอบโดยวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึมเส้นทางที่ 5

ง.6 เส้นทางใหม่เส้นทางที่ 6

เส้นทางจากการหาคำตอบโดยวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบ ดังรูปที่ ง.11



รูปที่ ง.11 แสดงเส้นทางจากการหาคำตอบโดยวิธีการหาผลลัพธ์ทุกคำตอบเส้นทางที่ 6

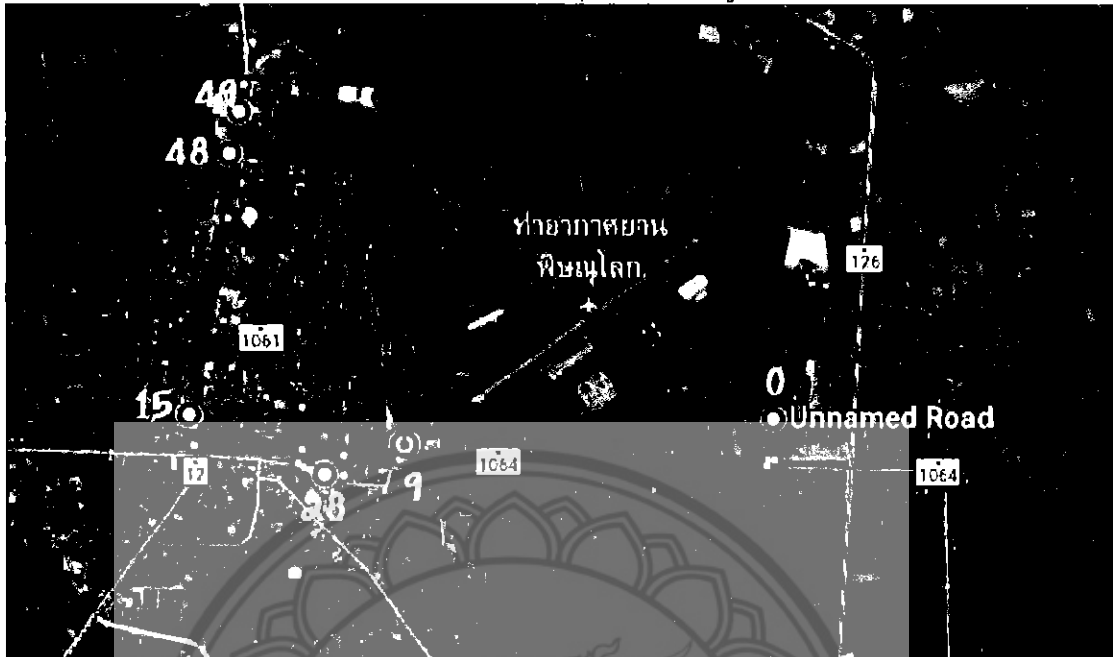
เส้นทางจากการหาคำตอบโดยวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม ดังรูปที่ ง.12



รูปที่ ง.12 แสดงเส้นทางจากการหาคำตอบโดยวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึมเส้นทางที่ 6

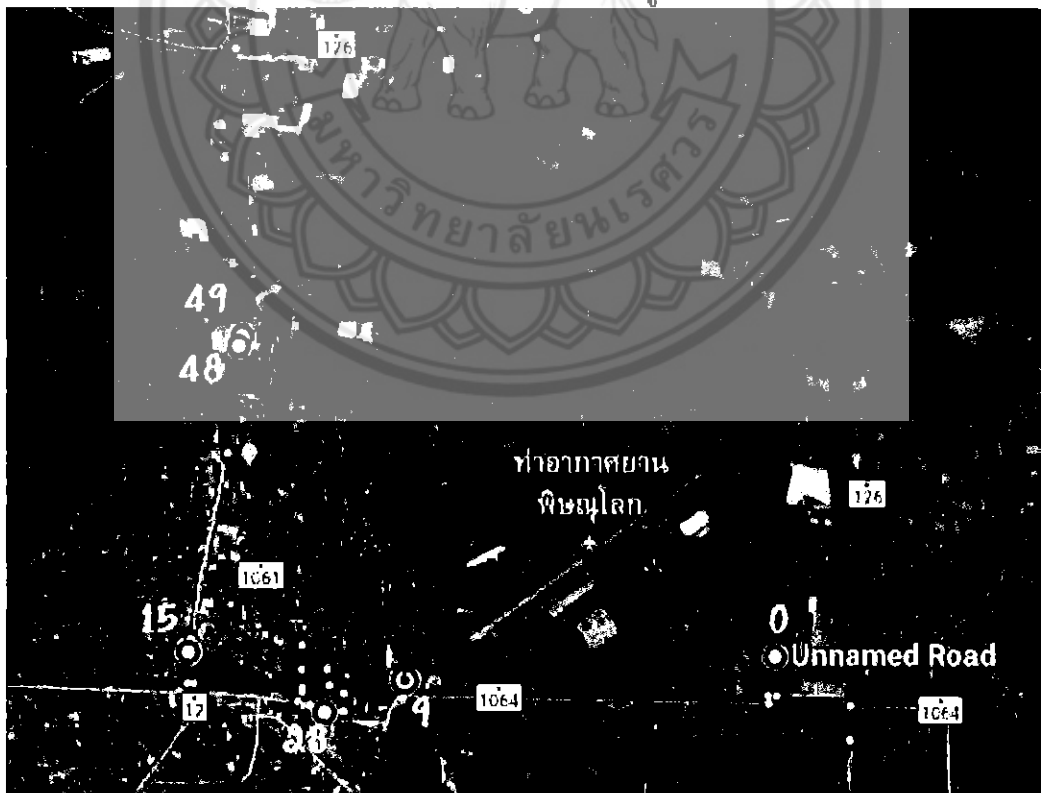
ง.7 เส้นทางใหม่เส้นทางที่ 7

เส้นทางจากการหาคำตอบโดยวิธีการหาผลลัพท์ทุกคำตอบ ดังรูปที่ ง.13



รูปที่ ง.13 แสดงเส้นทางจากการหาคำตอบโดยวิธีการหาผลลัพท์ทุกคำตอบเส้นทางที่ 7

เส้นทางจากการหาคำตอบโดยวิธีเซฟวิงอัลกอริทึม ดังรูปที่ ง.14



รูปที่ ง.14 แสดงเส้นทางจากการหาคำตอบโดยวิธีเซฟวิงอัลกอริทึมเส้นทางที่ 7

ประวัติผู้จัดทำโครงการ



ชื่อ นายทศพร จูพัฒนกุล
ภูมิลำเนา 900 ม.2 ตำบลท่ามะเขือ อำเภอคลองขลุง จังหวัด
กำแพงเพชร
ประวัติการศึกษา
- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียน วัชรวิทยา
จังหวัดกำแพงเพชร
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4
สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail : tossaporn.ju@gmail.com



ชื่อ นายชนวิวัฒน์ ศิลปธร
ภูมิลำเนา 28/6 ม.2 ตำบลหล่มเก่า อำเภอหล่มเก่า จังหวัด
เพชรบูรณ์
ประวัติการศึกษา
- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนหล่มเก่าพิทยาศ
คม จังหวัดเพชรบูรณ์
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4
สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail : bsstar13@gmail.com