



การพัฒนาตัวแบบห่วงโซ่อุปทานและโลจิสติกส์สำหรับมะม่วงดิบ

ภายในจังหวัดพิบูลย์โลก

MODELING OF SUPPLY CHAIN AND LOGISTICS

FOR PREMATURE MANGO IN PITSANULOK

นางสาวปริยญารัตน์ บุตรเงิน รหัส 48316615

นายณัฐพร เอี่ยมปิยะ รหัส 49371538

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ..... 10, ก.ค. 2555
เลขทะเบียน..... 15927390
เลขเรียกหนังสือ..... 158
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2558

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2552



ชื่อหัวข้อโครงการ	การพัฒนาตัวแบบห่วงโซ่อุปทานและโลจิสติกส์สำหรับมะม่วงดิบใน จังหวัดพิจิตร โลก
ผู้ดำเนินโครงการ	นางสาวปริญญารัตน์ บุตรเงิน รหัส 48316615 นายณัฐพร เขียมปิยะ รหัส 49371538
ที่ปรึกษาโครงการ	ผศ.ดร. ภูพงษ์ พงษ์เจริญ
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหกรรม
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหกรรม
ปีการศึกษา	2552

### บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาห่วงโซ่อุปทานและโลจิสติกส์ของมะม่วงดิบในจังหวัดพิจิตร โลก โดยใช้ตัวแบบคณิตศาสตร์ช่วยในการวิจัย เพื่อเป็นแนวทางในการลดค่าต้นทุนการขนส่งมะม่วงดิบภายในจังหวัดพิจิตร โลก จากการศึกษาพบว่าปัญหาที่สำคัญที่ทำให้ต้นทุนการขนส่งมะม่วงดิบสูงขึ้น คือ ปัญหาต้นทุนค่าน้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งมีสาเหตุหลักมาจากปัจจัยภายในคือการกำหนดเส้นทางในการขนส่งและปริมาณการขนส่งมะม่วง และปัจจัยภายนอกคือ อัตราค่าน้ำมันเชื้อเพลิงในตลาดโลกที่มีความผันผวน ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงได้ศึกษาห่วงโซ่อุปทานของมะม่วงดิบที่แท้จริงและวิเคราะห์เส้นทางการขนส่งมะม่วงดิบภายในจังหวัดพิจิตร โลก ซึ่งใช้การสร้างตัวแบบ (สมการเชิงคณิตศาสตร์) เพื่อใช้แก้ปัญหาการขนส่ง (Transportation Problem) โดยจัดเส้นทางและจัดปริมาณการขนส่งมะม่วงที่เหมาะสม หลังจากนั้นจึงนำมาพิจารณาค่าใช้จ่ายในการขนส่ง จากผลการดำเนินงานพบว่า มะม่วงดิบมีการกระจายผลผลิตตั้งแต่ชมรมผู้ปลูกมะม่วงไปยังศูนย์กระจายสินค้าไปยังตลาดค้าปลีกและมีผลผลิตส่วนใหญ่ที่ส่งให้กับศูนย์กระจายสินค้าเกษตรเพื่อส่งออกต่างประเทศ เมื่อทราบเส้นทางการขนส่งมะม่วงแล้วผู้วิจัยได้นำเส้นทางการขนส่งมาวิเคราะห์หาต้นทุนที่ต่ำที่สุดและปริมาณการขนส่งที่เหมาะสมโดยใช้ Excel Solver พบว่าได้ปริมาณในการขนส่งมะม่วงที่เหมาะสมและได้ต้นทุนการขนส่งที่ต่ำที่สุดในการขนส่งมะม่วงจากชมรมผู้ปลูกมะม่วงไปยังศูนย์กระจายสินค้าไปยังตลาดค้าปลีกและทำเรือส่งสินค้าครั้งนี้ แบบจำลองที่ 1 การหาต้นทุนค่าน้ำมันเชื้อเพลิงในการขนส่ง สามารถหาต้นทุนการขนส่งได้ เท่ากับ 2,180,233.74 บาท แบบจำลองที่ 2 การหาต้นทุนค่าน้ำมันเชื้อเพลิงในการขนส่งโดยพิจารณาทั้งเที่ยวไปและกลับ สามารถหาต้นทุนการขนส่งได้ เท่ากับ 3,815,409.05 บาท แบบจำลองที่ 3 การหาต้นทุนค่าน้ำมันเชื้อเพลิงในการขนส่งทั้งเที่ยวไปและกลับ และคิดต้นทุนค่าตอบแทนพนักงาน

ข้าวรถ สามารถหาต้นทุนการขนส่งได้เท่ากับ 5,486,109.05 บาท และ แบบจำลองที่ 4 หาต้นทุน  
ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงในการขนส่งทั้งหมดไปและกลับ คิดค่าตอบแทนพนักงานขับรถ และค่าซ่อม  
บำรุงยานพาหนะ สามารถหาต้นทุนการขนส่งได้เท่ากับ 5,845,982.57 บาท



## กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับความอนุเคราะห์ข้อมูลจากสำนักงานเกษตรจังหวัดพิษณุโลกและสำนักงานคลังเขตจังหวัดพิษณุโลกและชมรมผู้ปลูกมะม่วงจังหวัดพิษณุโลกและกรมการขนส่งทางบกจังหวัดพิษณุโลก ขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ ดร. ภูพงษ์ พงษ์เจริญ, ดร. ขวัญนิธิ คำเมือง, ดร. สมลักษณ์ วรรณฤมดี และ ท่านอาจารย์ สุชาดา อิศราภรณ์ ที่ให้คำปรึกษาด้านวิชาการ และขอขอบพระคุณภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่สนับสนุนค่าใช้จ่าย



คณะผู้ดำเนินโครงการวิศวกรรม

นางสาวปริญญารัตน์ บุตรเงิน

นายณัฐพร เอี่ยมปิยะ

พฤษภาคม 2553

# สารบัญ

	หน้า
ใบรับรองปริญญาโท.....	ก
บทคัดย่อ.....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ง
สารบัญ.....	จ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญรูป.....	ซ
<b>บทที่ 1 บทนำ.....</b>	<b>1</b>
1.1 หลักการและเหตุผล.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	4
1.3 เกณฑ์ที่วัดผล (output).....	4
1.4 เกณฑ์ที่วัดผลสำเร็จ (outcome).....	4
1.5 ขอบเขตในการดำเนินงานวิจัย.....	4
1.6 ข้อตกลงเบื้องต้น.....	5
1.7 สถานที่ในการดำเนินการวิจัย.....	5
1.8 ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย.....	5
1.9 ขั้นตอนและแผนการดำเนินงานวิจัย.....	6
<b>บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี.....</b>	<b>7</b>
2.1 ความหมายของ Supply chain และ Logistics.....	7
2.2 การจัดส่งมะม่วงดิบในระบบห่วงโซ่อุปทาน.....	8
2.3 องค์ประกอบของการขนส่งมะม่วงดิบ.....	9
2.4 หลักการวิเคราะห์ต้นทุนการขนส่งมะม่วงดิบ.....	19
2.5 หลักการในการวิเคราะห์ปัญหาด้านการขนส่ง (Transportation Problem).....	25
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	31

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย .....	33
3.1 ศึกษาทฤษฎีและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับห่วงโซ่อุปทานมะม่วงดิบใน จังหวัดพิษณุโลก.....	34
3.2 ศึกษาทฤษฎีการใช้ตัวแบบคณิตศาสตร์ของปัญหาการขนส่งมะม่วงดิบ .....	34
3.3 ศึกษาต้นทุนที่เกิดขึ้นในการขนส่งมะม่วงดิบแล้วนำมาวิเคราะห์ผล .....	34
3.4 การพัฒนาตัวแบบตัวคณิตศาสตร์.....	35
3.5 จัดทำผลการวิเคราะห์การพัฒนาตัวแบบคณิตศาสตร์.....	35
3.6 ปรับปรุงและสรุปผลการดำเนินการวิจัย .....	35
3.7 จัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์ .....	35
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิเคราะห์ .....	36
4.1 การศึกษาความสัมพันธ์ห่วงโซ่อุปทานในกระบวนการขนส่งมะม่วงดิบ.....	36
4.2 การพัฒนาตัวแบบคณิตศาสตร์ของปัญหาการขนส่งมะม่วงดิบ.....	39
4.3 การวิเคราะห์ความไว (Sensitivity Analysis).....	49
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ .....	53
5.1 สรุป .....	53
5.2 ข้อเสนอแนะ .....	54
เอกสารอ้างอิง .....	55
ภาคผนวก ก วิธีการติดตั้ง Solver ใน Microsoft Excel 2003.....	57
ภาคผนวก ข การวิเคราะห์ผลลัพธ์โดยใช้ Excel Solver.....	61
ภาคผนวก ค ผลลัพธ์ที่ได้จากการใช้ Excel Solver.....	84
ประวัตินักศึกษา .....	90

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 ขั้นตอนและการดำเนินงาน (Gantt Chart) ทุก 2 สัปดาห์ .....	6
2.1 ข้อมูลชมรมผู้ปลูกมะม่วงใน จ.พิษณุโลก.....	9
2.2 ศูนย์กระจายสินค้าใน จ.พิษณุโลก.....	10
2.3 ข้อมูลตลาดค้าปลีก จ.พิษณุโลก .....	10





## สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1.1 พื้นที่ปลูก (ไร่) ในภาคเหนือตอนล่างปี 2550.....	2
1.2 พื้นที่ที่ให้ผลผลิต (ไร่) ในภาคเหนือตอนล่าง ปี 2550.....	2
1.3 พื้นที่แสดงการปลูกมะม่วงใน ปี 2546.....	3
2.1 ผังการจัดส่งมะม่วง.....	8
2.2 ประเภทของรถที่ใช้ในการขนส่งสัตว์และสิ่งของ (รถบรรทุก).....	12
2.3 ประเภทของรถที่ใช้ในการขนส่งสัตว์และสิ่งของ (รถบรรทุก) 2 .....	13
2.4 น้าหนักรถบรรทุกประเภทต่างๆ .....	13
2.5 ทำเรือระหว่างประเทศที่สำคัญและเป็นท่าเรือของรัฐ .....	14
2.6 โครงข่ายทางหลวง .....	15
2.7 การสำรวจเส้นทางโดยใช้ Google Maps.....	16
2.8 ข้อมูลระยะทางที่ใช้ในการเดินทาง.....	16
2.9 กระบวนการขนถ่ายมะม่วง .....	17
2.10 ต้นทุนเบื้องต้น .....	20
2.11 ต้นทุนในการดำเนินงาน .....	20
2.12 ต้นทุนในการวิ่งขนส่ง .....	20
2.13 ค่าใช้จ่ายในการขนส่งโดยคิดเป็นสัดส่วน .....	21
2.14 ราคาน้ำมันขายปลีกของ บริษัท ปตท. ....	23
2.15 รายงานต่าง ๆ ที่กระทำทุกระยะทางในการตรวจและซ่อมบำรุงยานพาหนะ.....	24
2.16 แบบ โครงข่ายปัญหาการขนส่ง.....	25
2.17 แผนผังการค้นหาคำตอบ .....	26
2.18 แบบจำลองโยใช้โปรแกรม Excel Solver.....	30
3.1 แผนภาพขั้นตอนการดำเนินงาน .....	33
4.1 การไหลของมะม่วง.....	37
4.2 การกระจายของมะม่วง.....	39
4.3 ตัวอย่าง Target Cell และ Adjustable Cell ใน Answer Report ของแบบจำลองที่ 4.....	50
4.4 ตัวอย่าง Constraints ใน Answer Report.....	51
4.5 Report Sensitivity ของแบบจำลองที่ 4.....	51
4.6 Constraint ใน Report Sensitivity ของแบบจำลองที่ 4.....	52

# บทที่ 1

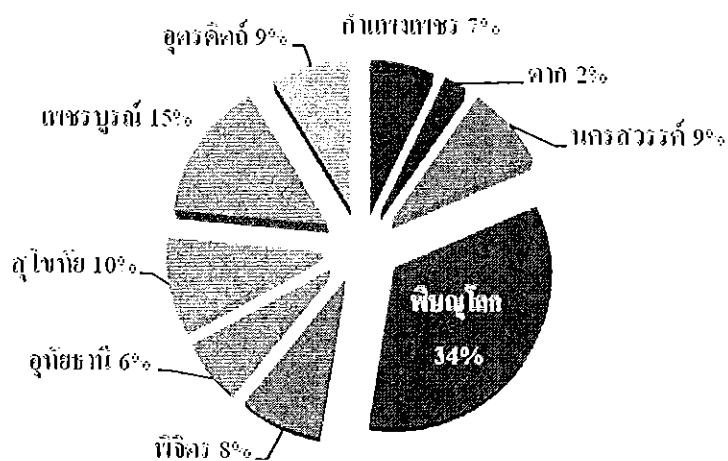
## บทนำ

### 1.1 หลักการและเหตุผล

ในปัจจุบันองค์กรส่วนใหญ่หันมาให้ความสำคัญกับแนวคิดการจัดการห่วงโซ่อุปทาน (Supply Chain Management) ซึ่งถือว่าเป็นแนวคิดการจัดการที่จะช่วยสร้างให้เกิดคุณภาพตลอดขั้นต้นจนแรกถึงขั้นตอนสุดท้ายของกระบวนการผลิต อันจะส่งผลช่วยให้เกิดการลดต้นทุนและสามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากสภาวะปัจจุบันราคาน้ำมันมีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องและส่งผลกระทบต่อระบบการขนส่งสินค้า ซึ่งถือว่าเป็นระบบที่มีความสำคัญเป็นอันดับต้นๆ ในกระบวนการผลิตต่างๆ และยังเป็นตัวแปรที่สำคัญในการพัฒนาตัวแบบสมการเชิงคณิตศาสตร์ที่ช่วยในการวิเคราะห์ปัญหาเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาระบบขนส่งสินค้าให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นอีกด้วย การขนส่งมะม่วงดิบ ก็เช่นเดียวกันต้องคำนึงถึงระบบการขนส่งเนื่องจากมะม่วงดิบมีระยะเวลาในความสด ถ้าการขนส่งสินค้าใช้เวลานานจะส่งผลทำให้มะม่วงดิบมีคุณภาพที่ต่ำลงอันเกิดจากการเน่าเสียของผลมะม่วง ส่งผลทำให้มูลค่าของมะม่วงดิบนั้นลดต่ำลง และยังส่งผลเสียถึงค่าใช้จ่ายโดยรวมในระบบ ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องศึกษาและพัฒนาตัวแบบสมการเชิงคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาทางด้านการขนส่งของมะม่วงดิบในจังหวัดพิษณุโลกให้มีประสิทธิภาพในการลดต้นทุนในส่วนของการขนส่งมะม่วงดิบซึ่งช่วยลดต้นทุนของระบบได้อีกทางหนึ่ง

ในจังหวัดพิษณุโลกมีพื้นที่ในการเพาะปลูกมะม่วงจำนวนมาก จากข้อมูลในปี 2550 พบว่าพื้นที่เพาะปลูกมะม่วงมีอยู่ประมาณ 64,302 ไร่ คิดเป็น 34% ของภาคเหนือตอนล่าง ดังรูปที่ 1.1 และยังพบว่ามีผลผลิตมะม่วงที่เกิดขึ้นประมาณ 72,086 ตัน คิดเป็น 40% ของภาคเหนือตอนล่าง ดังแสดงรูปที่ 1.2 และจากรูปที่ 1.3 แผนที่แสดงการเพาะปลูกมะม่วงในปี 2546 พบว่าในภาคเหนือตอนล่างนี้มีจังหวัดที่มีพื้นที่เพาะปลูกมะม่วงมากกว่า 40,000 ไร่ ได้แก่ พิษณุโลก และเพชรบูรณ์ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า จังหวัดพิษณุโลกมีพื้นที่ที่ใช้เพาะปลูกมะม่วงจำนวนมากตั้งแต่ปี 2546 และได้ขยายพื้นที่เพาะปลูกมะม่วงเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน



รูปที่ 1.1 พื้นที่ปลูกมะม่วง (ไร่) ในภาคเหนือตอนล่าง ปี 2550

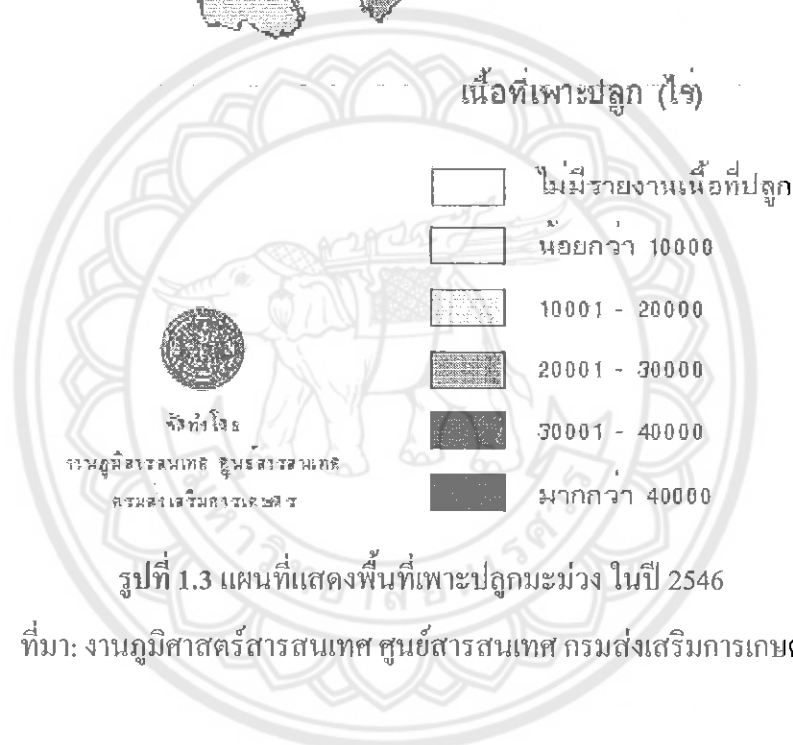
ที่มา: กรมส่งเสริมการเกษตร จังหวัดพิจิตร



รูปที่ 1.2 พื้นที่ที่ให้ผลผลิต (ไร่) ในภาคเหนือตอนล่าง ปี 2550

ที่มา: กรมส่งเสริมการเกษตร จังหวัดพิจิตร

เนื้อที่เพาะปลูกมะม่วง  
ปี 2546 (ไร่)



ผู้วิจัยจึงมีความประสงค์ที่จะศึกษาความสัมพันธ์ห่วงโซ่อุปทานในกระบวนการขนส่งมะม่วงดิบเพื่อพัฒนาตัวแบบสมการเชิงคณิตศาสตร์ในการวิเคราะห์ปัญหาทางด้านการขนส่งมะม่วงดิบในจังหวัดพิจิตร โดยใช้ทฤษฎีห่วงโซ่อุปทาน (Supply Chain) การวิจัยดำเนินงาน (Operations Research) การวิเคราะห์ปัญหาการขนส่ง (Transportation problem) และการวิเคราะห์ต้นทุน (Cost analysis) ช่วยในการวิเคราะห์โครงการนี้ เพื่อช่วยลดต้นทุนด้านการขนส่งมะม่วงดิบที่มีผลผลิตที่เกิดภายในจังหวัดพิจิตรต่อไปในอนาคตได้

## 1.2 วัตถุประสงค์

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างโซ่อุปทานและพัฒนาตัวแบบคณิตศาสตร์ของปัญหาการขนส่งมะม่วงสดภายในจังหวัดพิษณุโลก

## 1.3 เกณฑ์ชี้วัดผล (Output)

ตัวแบบคณิตศาสตร์ของปัญหาการขนส่งมะม่วงสดภายในจังหวัดพิษณุโลก

## 1.4 เกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ (Outcome)

ตัวแบบคณิตศาสตร์นี้สามารถวิเคราะห์ต้นทุนการขนส่งมะม่วงสดภายในจังหวัดพิษณุโลกเพื่อหามีค่าใช้จ่ายในการขนส่งที่ต่ำที่สุดได้

## 1.5 ขอบเขตในการดำเนินงานวิจัย

ในการศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของห่วงโซ่อุปทานในกระบวนการขนส่งมะม่วงสดและพัฒนาตัวแบบคณิตศาสตร์ของปัญหาทางด้านการขนส่งมะม่วงสดภายในจังหวัดพิษณุโลก

โดยการวิเคราะห์ต้นทุนที่เกิดจากการขนส่งมะม่วงสดนี้ ผู้วิจัยได้พิจารณาถึงต้นทุนที่เกิดขึ้นซึ่งประกอบไปด้วย

- 1) ต้นทุนค่าน้ำมันเชื้อเพลิง
- 2) ต้นทุนค่าซ่อมบำรุงรักษายานพาหนะ
- 3) ต้นทุนค่าตอบแทนพนักงานขับรถขนส่งมะม่วงสด

และในการดำเนินงานวิจัยมีขอบเขตในการดำเนินงาน ดังนี้

1.5.1 พิจารณาผลผลิตที่ได้จากชมรมผู้ปลูกมะม่วงภายในจังหวัดพิษณุโลกเท่านั้น

1.5.2 ศึกษากิจกรรมการขนส่งมะม่วงสดจากชมรมผู้ปลูกมะม่วงไปยังศูนย์กระจายสินค้าและจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังตลาดค้าปลีกในเขตพื้นที่จังหวัดพิษณุโลก

1.5.3 ศึกษากิจกรรมการขนส่งมะม่วงสดจากศูนย์กระจายสินค้าส่งออกต่างประเทศที่อยู่ภายในจังหวัดพิษณุโลกไปยังท่าเรือกรุงเทพฯ เท่านั้น

## 1.6 ข้อตกลงเบื้องต้น

1.6.1 ผลผลิตมะม่วงที่ได้ในจังหวัดพิจญ์โลกจะถูกบริโภคโดยประชาชนในจังหวัดตามความต้องการมะม่วงในจังหวัด ส่วนที่เหลือจะถูกส่งไปขายต่างประเทศโดยศูนย์กระจายสินค้าส่งออกต่างประเทศที่ตั้งอยู่ภายในจังหวัดพิจญ์โลก

1.6.2 พิจารณากิจกรรมการขนส่งมะม่วง ที่มีผลผลิตรวมต่อปีเท่านั้น

1.6.3 ใช้การขนส่งมะม่วงด้วยรถบรรทุก 6 ล้อ มีความสามารถในการบรรทุก 6 ตัน เท่านั้น (กรมการขนส่งทางบก จังหวัดพิจญ์โลก)

1.6.4 การขนส่งมะม่วงจากศูนย์กระจายสินค้าเพื่อการส่งจำหน่ายต่างประเทศจะส่งไปยังท่าเรือ (เพื่อส่งออกขายต่างประเทศ) จะพิจารณาระยะทางของท่าเรือกรุงเทพฯ เพียงท่าเรือเดียวเท่านั้น

## 1.7 สถานที่ในการดำเนินการวิจัย

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

## 1.8 ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย

เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 ถึง เดือน เมษายน พ.ศ. 2553



## บทที่ 2

### หลักการและทฤษฎี

ในการศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาตัวแบบคณิตศาสตร์ของปัญหาการขนส่งมะม่วงดิบภายในจังหวัดพิษณุโลกในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องโดยสรุปและกำหนดเป็นประเด็นในการนำเสนอดังต่อไปนี้

- 2.1 ความหมายของ Supply Chain และ Logistics
- 2.2 การจัดส่งมะม่วงดิบในระบบห่วงโซ่อุปทาน
- 2.3 องค์ประกอบของการขนส่งมะม่วงดิบ
- 2.4 หลักการวิเคราะห์ต้นทุนการขนส่งมะม่วงดิบ
- 2.5 หลักการวิเคราะห์ปัญหาด้านการขนส่ง (Transportation Problem)
- 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 ความหมายของ Supply chain และ Logistics

โซ่อุปทาน (Supply Chain) หมายถึง กระบวนการในการรวบรวมผู้จัดส่งสินค้า บริการ หรือวัตถุดิบ ผู้ผลิต คงคลังสินค้า ร้านค้า เข้าด้วยกันเพื่อที่จะได้ผลิตสินค้าและจัดส่งในปริมาณ สถานที่เวลาที่ถูกต้อง เพื่อให้ต้นทุนทั้งระบบลดลง และสร้างความพึงพอใจสูงสุดต่อลูกค้า

โลจิสติกส์ (Logistics) หมายถึง กระบวนการในการจัดส่งสินค้าหรือบริการไปยังสถานที่ตามที่กำหนดภายในเวลาที่ถูกต้อง ตามความต้องการของลูกค้าโดยทำให้ต้นทุนขององค์กรในการดำเนินการต่ำที่สุด

การจัดการโซ่อุปทาน (Supply Chain Management) หมายถึง การจัดการกระบวนการดำเนินธุรกิจทั้งหมด ที่มีผลโดยตรงต่อการสร้างความพึงพอใจสำหรับลูกค้า โดยเริ่มตั้งแต่กระบวนการจัด หา และจัดซื้อวัตถุดิบ (Sourcing & Procurement) การผลิต (Manufacturing) การจัดจำหน่าย (Distribution) การขนส่ง (Transportation) การบริหารสินค้าคงคลัง (Inventory Management) รวมทั้งเทคโนโลยีสารสนเทศ (Information Technology) กระบวนการที่เกี่ยวข้องทั้งหมดนี้จะต้องถูกจัดระบบให้ประสานงานกันอย่างคล่องตัว และไปในทิศทางที่สร้างความพึงพอใจสูงสุดให้ลูกค้าและยังสร้างความได้เปรียบในการแข่งขันให้กับองค์กรอีกด้วย



## 2.2 การจัดส่งมะม่วงดิบในระบบห่วงโซ่อุปทาน

การจัดส่งมะม่วงดิบในระบบห่วงโซ่อุปทานทำให้ทราบถึงเส้นทางการเคลื่อนย้ายมะม่วงดิบ โดยทั่วไปซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 6 ส่วนที่สำคัญ ดังนี้

2.2.1 ผู้ปลูกมะม่วง (Grower)

2.2.2 การเก็บเกี่ยวมะม่วงและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว (Harvest and Postharvest Technology)

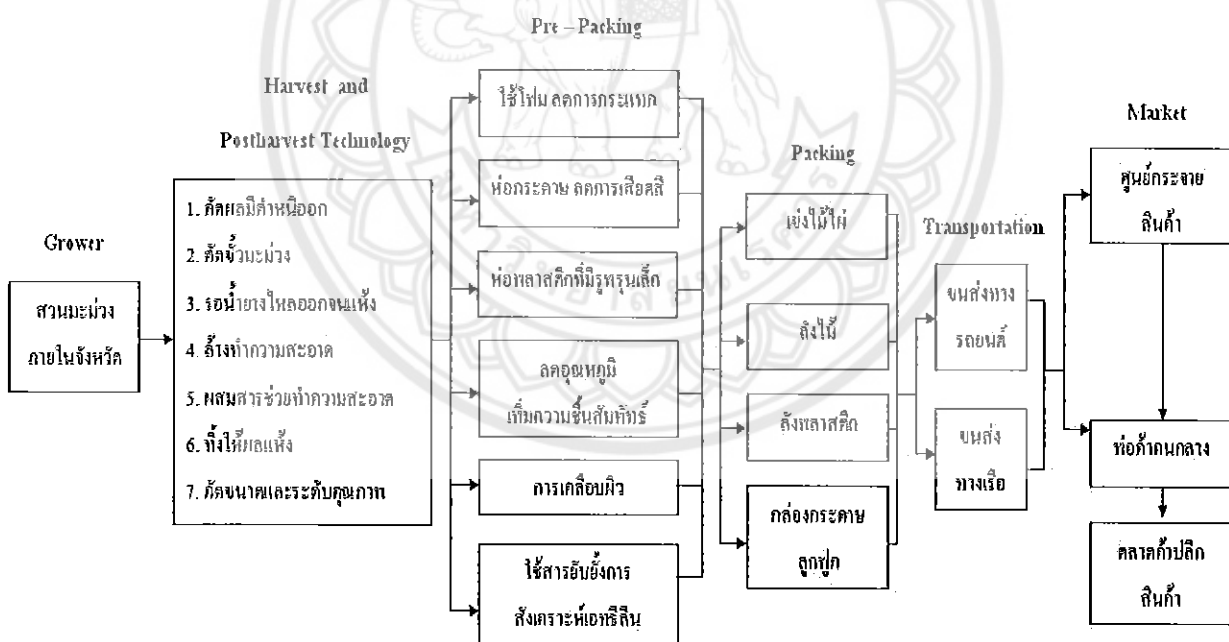
2.2.3 กระบวนการก่อนบรรจุภัณฑ์ (Pre-Packing)

2.2.4 การบรรจุภัณฑ์ (Packing)

2.2.5 การขนส่ง (Transportation)

2.2.6 แหล่งจำหน่าย (Market)

ผังรูปที่ 2.1 แสดงผังการจัดส่งมะม่วงดิบ ซึ่งได้แสดงให้เห็นเส้นทางการเคลื่อนย้ายของมะม่วงดิบตั้งแต่ผู้ปลูกมะม่วงไปจนถึงตลาดที่จำหน่ายมะม่วงดิบทั้งในและนอกประเทศ



รูปที่ 2.1 ผังการจัดส่งมะม่วงดิบ

ที่มา: กิตติคุณ อนกวิทย์, 2552

## 2.3 องค์ประกอบของการขนส่งมะม่วงดิบ

จากการศึกษา โครงสร้างการจัดส่งมะม่วงดิบในระบบห่วงโซ่อุปทาน ทำให้ทราบว่า มีหลายกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งมะม่วงดิบในจังหวัดพิษณุโลก โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บข้อมูล ดังนี้

### 2.3.1 ห่วงโซ่อุปทานการขนส่งมะม่วงดิบ

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับห่วงโซ่อุปทานในการขนส่งมะม่วงดิบที่ทำการศึกษาพบว่า มีประเภทผู้ดำเนินธุรกิจ 5 ประเภทด้วยกัน ดังนี้

2.3.1.1 ชมรมผู้เพาะปลูกมะม่วงในจังหวัดพิษณุโลก หมายถึง กลุ่มผู้เพาะปลูกมะม่วงที่รวมตัวกัน จัดตั้งไว้เพื่อช่วยในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ให้บรรดาเป้าหมายร่วมกัน โดยกลุ่มผู้เพาะปลูกมะม่วงได้มีการจดทะเบียนเป็นวิสาหกิจชุมชนและมีการดำเนินการในทุกส่วนที่เกี่ยวข้องกับการปลูก ผลผลิตที่ได้ การประเมินคุณภาพผลผลิต การป้องกันโรคในมะม่วง จนกระทั่งถึงการจำหน่ายมะม่วงทั้งภายในและนอกประเทศ ดังแสดงใน ตารางที่ 2.1 ข้อมูลชมรมผู้ปลูกมะม่วงใน จ.พิษณุโลก

ตารางที่ 2.1 ข้อมูลชมรมผู้ปลูกมะม่วง ใน จ.พิษณุโลก

ลำดับที่	ชื่อกลุ่ม	จำนวนสมาชิกที่เข้าร่วมกลุ่ม (แห่ง)	ที่อยู่	หมายเหตุ (ประธานกลุ่ม)
1	วิสาหกิจชุมชนพัฒนาการผลิตมะม่วงเพื่อการส่งออก	78	เลขที่ 53 หมู่ที่ 16 ถนนค.พันชาติ อ.วังทอง จ.พิษณุโลก	คุณอำนาจ เขตร์จำลอง โทร. 055-268912, 089-2716531
2	วิสาหกิจชุมชนผู้ปลูกมะม่วงบ้านหนองหิน	75	103 หมู่ 11 ค.พันชาติ อ.วังทอง จ.พิษณุโลก	คุณบัญญัติ ชาญพันธ์ โทร. 089-53322255
3	ชมรมผู้ปลูกมะม่วงอำเภอเนินมะปราง	45	69/4 หมู่ที่ 4 บ้านเนินกะบาก ค.เนินมะปราง อ.เนินมะปราง จ.พิษณุโลก	คุณศิลปชัย ตระกูลทิพย์ โทร. 055-311380
4	วิสาหกิจชุมชนปรับปรุงมะม่วงบ้านหนองไผ่ยางดำ	30	82/2 ม. 1 ค.บ้านน้อยซุ้มจี่เหล็ก อ.เนินมะปราง	คุณสนิท ชังคะนาด โทร. 08-1971-6491
5	วิสาหกิจชุมชนผู้ปลูกมะม่วง ตำบลหินลาด	25	หมู่ 7 ตำบลหินลาด อำเภอวัดโบสถ์ จังหวัดพิษณุโลก	คุณสมชาย โทร. 081-8872818

ที่มา: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร จ.พิษณุโลก, 2552

2.3.1.2 ศูนย์กระจายสินค้าหรือ ตลาดกลางสินค้าเกษตร หมายถึง ตลาดซื้อขายพืชผัก และผลไม้ต่าง ๆ รวมไปถึงมะม่วงดิบด้วย โดยส่วนใหญ่การขายจะเป็นการขายตามความต้องการของผู้ซื้อที่ต้องการมะม่วงดิบเป็นน้ำหนักเท่าใด โดยมีการเปรียบเทียบราคาในการขายจากสหกรณ์การเกษตร ซึ่งในจังหวัดพิจญ โลกมีศูนย์กระจายสินค้าอยู่ด้วยกัน 2 แห่ง ดังนี้

### ตารางที่ 2.2 ศูนย์กระจายสินค้าใน จ.พิจญ โลก

ลำดับ	ชื่อ	ที่ตั้ง
1	ตลาดไทยเจริญ	ต.วัดโบสถ์ อ.วัดโบสถ์ จ.พิจญ โลก
2	ตลาดรวมใจ	ต.ในเมือง อ.เมือง จ.พิจญ โลก

ที่มา: กลุ่มงานคุ้มครองผู้บริโภค สนง.เศรษฐกิจการเกษตร, 2552

2.3.1.3 ตลาดกลางสินค้าเกษตรเพื่อการส่งออก หมายถึง ตลาดที่รวบรวมพืชผักและผลไม้ที่ได้จากการเพาะปลูกภายในจังหวัดพิจญ โลก เพื่อส่งออกจำหน่ายไปยังประเทศผู้บริ โภค โดยมีการควบคุมในเรื่องของคุณภาพของพืชผักผลไม้ นั้น ๆ ซึ่งในจังหวัดพิจญ โลกมีตลาดกลางสินค้าเกษตรเพื่อการส่งออก 1 แห่ง คือ ตลาดกลางสินค้าเกษตรเพื่อการส่งออกหรือจุดแลกเปลี่ยนสินค้าเกษตรเพื่อการส่งออก

2.3.1.4 ตลาดขายปลีกสินค้า หมายถึง สถานที่ที่ชุมชนหรือเป็นที่ชุมนุมเพื่อซื้อ และขายสินค้าทั้งในรูปของวัตถุดิบและสินค้าสำเร็จรูปเป็นประจำ โดยที่ตั้งของตลาดอาจมีเพียงที่เดียว หรือหลายที่ตั้งที่มีทำเลเหมาะสม ซึ่งในจังหวัดพิจญ โลกมีตลาดค้าปลีกสินค้าทั้งหมด 21 แห่ง ดังนี้

### ตารางที่ 2.3 ข้อมูลตลาดค้าปลีกใน จ.พิจญ โลก

ลำดับที่	รายชื่อตลาด (เป็นทางการ)	ตำบล	อำเภอ
1	ตลาดกสิกร	ในเมือง	เมือง
2	ตลาดหลังวัดใหญ่	ในเมือง	เมือง
3	ตลาดที่อปแลนด์	ในเมือง	เมือง
4	ตลาดโคกมะตูม	ในเมือง	เมือง
5	ตลาดบ้านคลอง	ในเมือง	เมือง
6	ตลาดพิจญ โลกรวมใจ	ในเมือง	เมือง

### ตารางที่ 2.3 (ต่อ) ข้อมูลตลาดค้าปลีกใน จ.พิษณุโลก

ลำดับที่	รายชื่อตลาด (เป็นทางการ)	ตำบล	อำเภอ
7	ตลาดหัวรอ	หัวรอ	เมือง
8	ตลาดบ้านใหม่	บ้านใหม่	เมือง
9	ตลาดสดเทศบาลบางกระทุ่ม	บางกระทุ่ม	บางกระทุ่ม
10	ตลาดเนินกุ่ม	เนินกุ่ม	บางกระทุ่ม
11	ตลาดวัดคายนม	วัดคายนม	บางกระทุ่ม
12	ตลาดวังทองใหม่	วังทอง	วังทอง
13	ตลาดทรัพย์สินไพรวัลย์	ทรัพย์สินไพรวัลย์	วังทอง
14	ตลาดวังทองเก่า	วังทอง	วังทอง
15	ตลาดตำบลเนินมะปราง	เนินมะปราง	เนินมะปราง
16	ตลาดตำบลนครไทย	นครไทย	นครไทย
17	ตลาดตำบลชาติตระการ	ชาติตระการ	ชาติตระการ
18	ตลาดตำบลวัดโบสถ์	วัดโบสถ์	วัดโบสถ์
19	ตลาดตำบลพรหมพิราม	พรหมพิราม	พรหมพิราม
20	ตลาดสดหนองคม	วังจ้อง	พรหมพิราม
21	ตลาดตำบลบางระกำ	บางระกำ	บางระกำ

ที่มา: กลุ่มงานคุ้มครองผู้บริโภค สنج.เศรษฐกิจการเกษตร, 2552

2.3.1.5 ท่าเรือ หมายถึง สถานที่ที่ใช้เคลื่อนย้ายสินค้าต่าง ๆ เพื่อจำหน่ายยังประเทศ ผู้บริโภค โดยมะม่วงและสินค้าเกษตรส่วนใหญ่จะถูกจัดส่งโดยท่าเรือด้วยเช่นกัน ผู้วิจัยได้พิจารณาท่าเรือกรุงเทพฯ ซึ่งเป็นท่าเรือที่ใหญ่ที่สุดในการจัดส่งสินค้าที่มาจากจังหวัดพิษณุโลกเพียงแห่งเดียวเท่านั้น



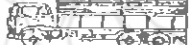








## 2.3.2 ประเภทของการขนส่ง (Transportation)

### 2.3.2.1 ทางถนน (Road)

ในการขนส่งมะม่วงดิบ ส่วนใหญ่จะเป็นการขนส่งทางถนนโดยใช้รถบรรทุก เป็นประเภทการขนส่งสินค้าที่สะดวกและได้รับความนิยมมากที่สุด เพราะสามารถถึงที่หมายได้โดยไม่ต้องเปลี่ยนพาหนะ มีการควบคุมเวลาได้ดีและยืดหยุ่นในด้านเวลาก่อนข้างสูงรวดเร็ว สามารถขนส่งสินค้าตั้งแต่ปริมาณน้อยจนถึงปริมาณมาก และยังขนส่งสินค้าได้หลายประเภทครอบคลุมพื้นที่การขนส่งได้กว้างไกล แต่ก็มีข้อเสียคือ เรื่องระยะทางที่ไกลหรือน้ำหนักมากจะมี

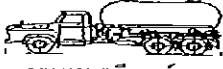



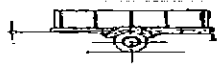
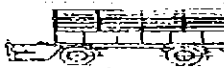
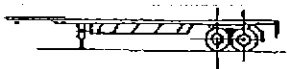
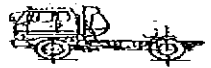
ต้นทุนค่าขนส่งสูง การขนส่งโดยทางถนนนี้มักจะใช้ร่วมกับการขนส่งวิธีอื่น เช่น การขนส่งทางน้ำ พอถึงท่าเรือปลายทางก็จะขนขึ้นรถบรรทุกไปส่งที่หมาย

จากข้อมูล ปี พ.ศ. 2547 ของกระทรวงคมนาคม พบว่า ปริมาณการขนส่งสินค้าที่ใช้การขนส่งทางถนนมีประมาณ 435 ล้านตัน หรือคิดเป็นสัดส่วนประมาณร้อยละ 88 ของการขนส่งสินค้าในประเทศทั้งหมด และเพิ่มขึ้นในอัตราเฉลี่ยร้อยละ 2.26 ต่อปี นับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2543 เป็นต้นมา (สถานบริการวิศวกรรม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และสำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร กระทรวงคมนาคม, 2551) ในเรื่องน้ำหนักบรรทุกอนุญาต ได้มีการปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมกับวิวัฒนาการขนส่ง และการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ โดยรัฐบาลได้ออกบทเฉพาะกาลผ่อนผันให้รถบรรทุก 10 ล้อ สามารถบรรทุกสินค้าได้เพิ่มขึ้นเป็นน้ำหนักรวมรถ 26 ตัน จนถึงวันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ. 2548 โดยล่าสุดเมื่อ ปี พ.ศ. 2549 ได้ประกาศน้ำหนักบรรทุกใหม่ (สถานบริการวิศวกรรม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และสำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร กระทรวงคมนาคม, 2551) รายละเอียดดังแสดงในรูปที่ 2.8

ลักษณะขรถ	รูปร่างภายนอกขรถ	
1. รถกระบะบรรทุก	 รถกระบะบรรทุกพื่นเรียบ	 รถกระบะบรรทุกท้ายลาด
	 รถกระบะบรรทุกมีส้จกสคิม	 รถกระบะบรรทุกมีศรีจกทุ่แรง
	 รถกระบะบรรทุกพื่นยกได้	
2. รถตู้บรรทุก	 รถตู้บรรทุก	
3. รถบรรทุกของเหลว	 รถบรรทุกของเหลว	
4. รถบรรทุกวัตถุอันตราย	 รถบรรทุกน้ำมัน	 รถบรรทุกก๊าซ
6. รถบรรทุกเฉพาะกิจ *	 รถบรรทุกถังผสมคอนกรีต	 รถบรรทุกเครื่องทุ่แรง

รูปที่ 2.2 ประเภทของรถที่ใช้ในการขนส่งสัตว์และสิ่งของ (รถบรรทุก)

ที่มา : ระบบฐานข้อมูลด้าน โลจิสติกส์และการขนส่งของประเทศไทย, 2552

ลักษณะของรถ	รูปร่างภายนอกของรถ	
5. รถบรรทุกเฉพาะกิจ *	 รถบรรทุกซีเมนต์ผง	 รถบรรทุกซีเมนต์ผง
6. รถพ่วง *	 รถบรรทุกระยะมูลฝอย	 บรรทุกขนาด เครื่องดีเซล
7. รถกึ่งพ่วง *	 รถพ่วง 1 เพลา	 รถพ่วง 2 เพลา
8. รถกึ่งพ่วงบรรทุกวัสดุยาว *		
9. รถลากจูง		

รูปที่ 2.3 ประเภทของรถที่ใช้ในการขนส่งสัตว์และสิ่งของ (รถบรรทุก) 2

ที่มา : ระบบฐานข้อมูลด้านโลจิสติกส์และการขนส่งของประเทศไทย, 2552

รูป	น้ำหนักบรรทุกสูงสุดรวม (กิโลกรัม)
 รถ 6 ล้อ (6 Wheel) 3 เพลา	15,000 (15-15.5)
 รถ 10 ล้อ (10 Wheel) 3 เพลา	25,000 (25-30,000-30)
 รถ 12 ล้อ (12 Wheel) 3 เพลา	30,000 (30-35,000-30)
 รถกึ่งพ่วง 16 ล้อ (Semi-Trailer) 5 เพลา	45,000 (45-50,000-45)
 รถกึ่งพ่วง 22 ล้อ (Semi-Trailer) 6 เพลา	50,000 (50-55,000-50)
 รถพ่วง 18 ล้อ (Trailer)	47,000 (47-50,000-47)
 รถพ่วง 22 ล้อ (Trailer)	50,000 (50-55,000-50)

รูปที่ 2.4 น้ำหนักรถบรรทุกประเภทต่างๆ

ที่มา : ระบบฐานข้อมูลด้าน โลจิสติกส์และการขนส่งของประเทศไทย, 2552

### 2.3.2.2 ทางน้ำ (Harbour)

เป็นการขนส่งที่มีค่าใช้จ่ายต่ำสุด มักใช้กับสินค้าที่มีปริมาณและน้ำหนักมาก เช่น ทราย ข้าว น้ำมัน เรือบรรทุกสินค้ามักจะมีควมจุบรรทุกมากซึ่งเหมาะกับการขนส่งระยะไกล เช่น การขนส่งระหว่างประเทศ แต่มีข้อจำกัดหลายประการ คือ ค่อนข้างที่จะล่าช้า มี

เส้นทางขนส่งจำกัดที่เป็นแหล่งน้ำเท่านั้น แต่การขนส่งทางน้ำก็เป็นที่นิยมที่สุดของการค้าระหว่างประเทศ ท่าเรือระหว่างประเทศของไทยที่มีความสำคัญและเป็นท่าเรือของรัฐ ได้แก่ ท่าเรือกรุงเทพ ฯ ท่าเรือแหลมฉบัง ท่าเรือมาบตาพุด ท่าเรือสงขลา ท่าเรือภูเก็ต ส่วนท่าเรือสำคัญที่เป็นของเอกชน อาทิเช่น ท่าเรือศรีราชาฮาร์เบอร์ ท่าเรือสยามซีพอร์ต ดังแสดงในรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 ท่าเรือระหว่างประเทศที่สำคัญและเป็นท่าเรือของรัฐ

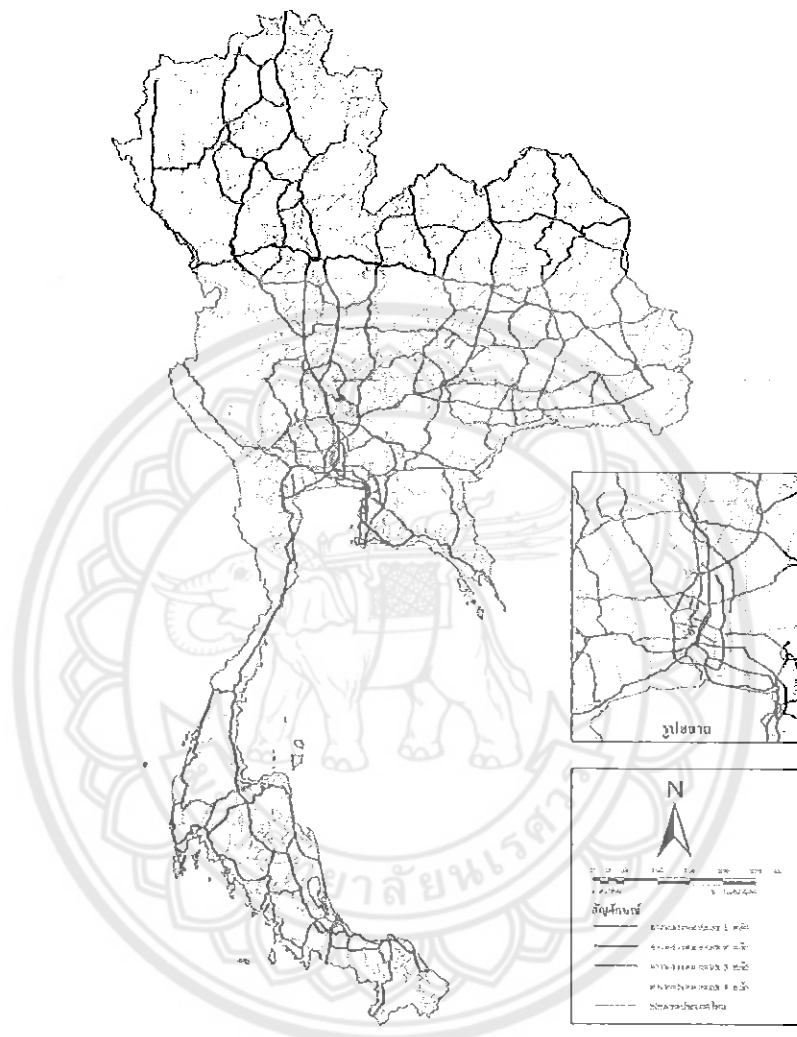
ที่มา : ระบบฐานข้อมูลด้าน โลจิสติกส์และการขนส่งของประเทศไทย, 2552

2.3.3 เส้นทางที่ใช้ในการขนส่งทางถนน

2.3.4.1 โครงข่ายถนนในปัจจุบัน

โครงข่ายทางหลวงของประเทศไทยตามพระราชบัญญัติทางหลวง พ.ศ. 2535

สามารถแบ่งทางหลวงในประเทศได้ 6 ประเภท ซึ่งในปี พ.ศ. 2548 กรมทางหลวงมีความยาวทางหลวงที่อยู่ในความรับผิดชอบประมาณ 51,777 กิโลเมตร และมีลักษณะโครงข่ายทางหลวงเชื่อมโยงไปยังภูมิภาคต่างๆ ของประเทศ ดังแสดงในรูปที่ 2.6 โครงข่ายทางหลวง



รูปที่ 2.6 โครงข่ายทางหลวง

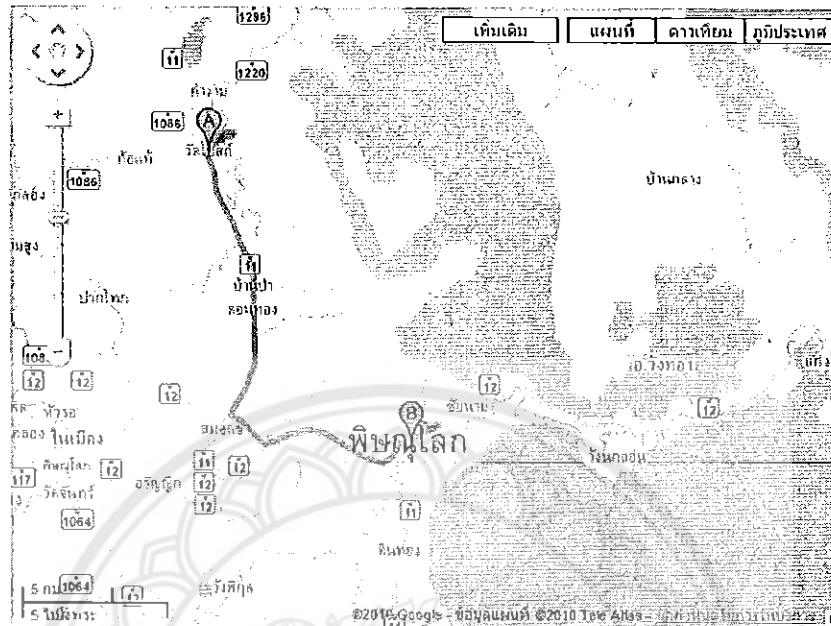
ที่มา: ข้อมูลด้านโลจิสติกส์และการขนส่งของประเทศไทย, 2552

#### 2.3.4.2 การสำรวจเส้นทางโดยใช้ Google Maps

Google Maps เป็นบริการแผนที่ซึ่งสามารถใช้งานได้กับเว็บเบราว์เซอร์โดยมีการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตสามารถดูแผนที่พื้นฐานหรือแผนที่ที่กำหนดเองและข้อมูลธุรกิจท้องถิ่นสามารถใช้งานง่ายและมีประสิทธิภาพ ซึ่งครอบคลุมสถานที่ตั้งของธุรกิจ ข้อมูลที่ติดต่อ และเส้นทางที่ขับขี่ด้วย นอกจากนี้ Google Maps ยังสามารถบอกข้อมูลระยะทางที่ใช้ในการเดินทาง



จากต้นทาง ไปจนถึงปลายทางตามที่ต้องการได้อีกด้วย ดังแสดงในรูปที่ 2.7 การสำรวจเส้นทางโดยใช้ Google Maps



รูปที่ 2.7 การสำรวจเส้นทางโดยใช้ Google Maps

ที่มา: Google Maps, 2552

ขอเส้นทาง แผนที่ของฉัน

Ⓐ วัดโบสถ์ อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก

Ⓑ จ.พิษณุโลก

เพิ่มจุดหมาย - แสดงหัวเลี้ยว

หารถยนต์

ขอเส้นทาง

เส้นทางการขับรถไปยัง จ.พิษณุโลก

เส้นทางที่แนะนำ

เส้นทาง 11 และ เส้นทาง 12  
27.6 กม. 27 นาที

เส้นทาง 12  
31.1 กม. 37 นาที

Ⓐ วัดโบสถ์  
อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก

1. มุ่งไปทางทิศ ตะวันตก ไปยัง เส้นทาง 11 0.1 กม.
2. เลี้ยวซ้าย ที่ เส้นทาง 11 15.6 กม.
3. ให้ออกไปตาม เส้นทาง 12 11.4 กม.
4. เลี้ยวขวา 0.3 กม.

รูปที่ 2.8 ข้อมูลระยะทางที่ใช้ในการเดินทาง

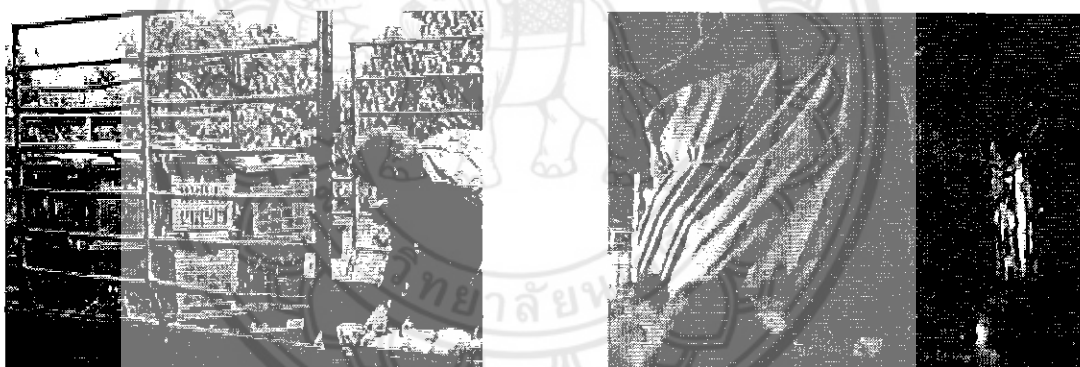
ที่มา: Google Maps, 2552

### 2.3.4.3 ขั้นตอนการขนส่งมะม่วงดิบ

การขนส่งทางรถบรรทุกนี้มีความสำคัญอย่างมากเนื่องจากสามารถส่งสินค้าได้อย่างรวดเร็ว แต่จะมีค่าใช้จ่ายสูงกว่าการขนส่งโดยรถไฟ ในการขนส่งมะม่วงโดยรถบรรทุกใช้พาหนะขนส่ง 2 ประเภท ดังนี้

ก. รถ 6 ล้อ ทั้งแบบมีหลังคาและไม่มีหลังคา ขนส่งแต่ละครั้งประมาณ 200-300 ตะกร้า หรือ 4-6 คัน รถแบบไม่มีหลังคาจะมีการใช้ผ้าพลาสติกคลุมด้านบน เช่นเดียวกับรถสิบล้อ ตะกร้าวางซ้อนกัน 8 ชั้น

ข. รถกระบะ 4 ล้อ ทั้งแบบมีหลังคาและไม่มีหลังคา รถแบบไม่มีหลังคาจะใช้ผ้าพลาสติกคลุมขณะขนส่ง เกษตรกรนิยมใช้รถชนิดนี้มากที่สุด รถ 1 คัน บรรจุมะม่วงได้ประมาณ 100 ตะกร้า ขณะขนส่งจะใช้ผ้าพลาสติกคลุมด้านบนของตะกร้า ตะกร้าวางซ้อนกัน 6-7 ชั้น ถ้าขนส่งเป็นแข่ง รถ 1 คัน บรรจุมะม่วงได้ประมาณ 40 แข่ง โดยเกษตรกรจะตัดแปลงรถให้มีโครงเหล็กด้านข้างทั้ง 2 ด้าน แล้วใช้ไม้กระดานสอดตรงกลางแบ่งเป็นชั้นๆ เพื่อไม่ให้มะม่วงในแข่งซ้อนทับกัน ดังภาพแสดงให้เห็นขั้นตอนในการบรรทุกมะม่วงและการคลุมผ้าใบเพื่อขนส่งมะม่วง



(ก)

(ข)

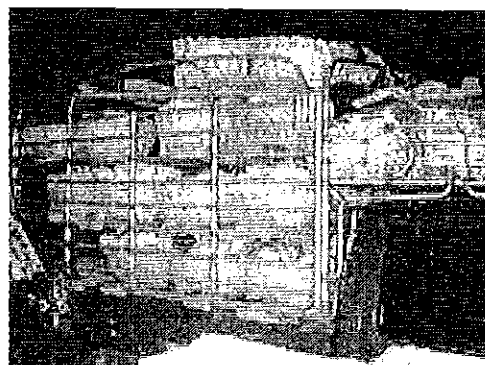
รูปที่ 2.9 กระบวนการขนถ่ายมะม่วง

(ก) คนงานกำลังขนมะม่วงขึ้นรถกระบะ

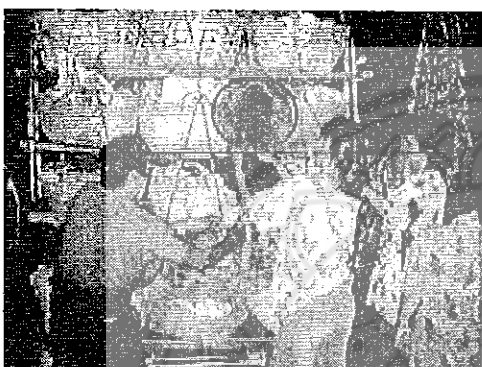
(ข) การใช้ผ้าพลาสติกคลุมแข่งมะม่วงขณะขนส่ง



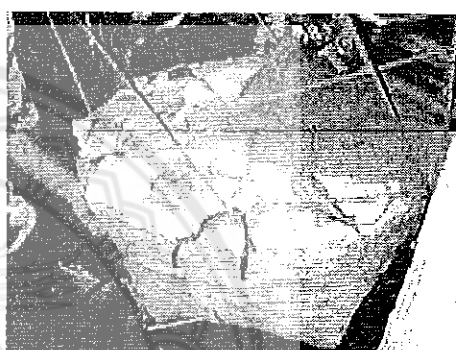
(ค)



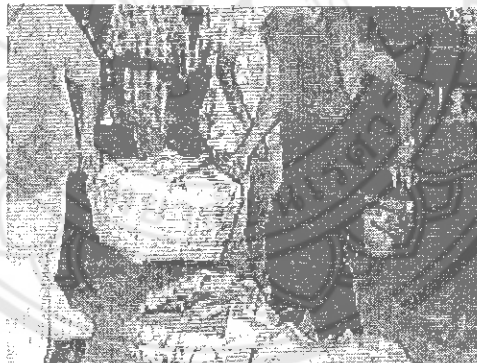
(ง)



(จ)



(ฉ)



(ช)

### รูปที่ 2.9 (ต่อ) กระบวนการขนถ่ายมะม่วง

- (ค) ฝ้ายางพลาสติกอีกแบบที่ใช้ คลุมตะกร้ามะม่วง
  - (ง) มะม่วงในแข่งที่ขนส่งจนถึงปลายทาง
  - (จ) ขนแข่งมะม่วงลงจากรถ
  - (ฉ) มะม่วงในแข่งที่พร้อมจำหน่าย
  - (ช) การขนแข่งมะม่วงในตลาดที่วางจำหน่าย
- ที่มา: บ้านมะม่วง, 2552

ค. เส้นทางขนส่งที่หมาย จากการเก็บข้อมูลการจำหน่ายจากสวนมะม่วง ในเขตภาคเหนือพบว่ามีการขนส่งมะม่วงไปยังที่ต่างๆ ดังนี้

- 1) ภาคเหนือ ได้แก่ จ.เชียงใหม่ จ.เชียงราย
- 2) ภาคกลาง ได้แก่ ตลาดไท ตลาดสี่มุมเมือง ปากคลองตลาด ตลาดสดก. ตลาดสะพานขาว
- 3) ภาคอีสาน ได้แก่ อุดรธานี ขอนแก่น

ง. การขนส่ง-ลงจากรถ การขนส่งมะม่วงขึ้นลงจากรถจะใช้แรงงานคนยกมะม่วงที่บรรจุในกล่อง (มะม่วงดิบสำหรับส่งออก) ในตะกร้า (มะม่วงดิบสำหรับขายในประเทศ) และในเข่ง (มะม่วงที่ป่มจนสุกแล้ว) จะขนส่งแยกกัน การเคลื่อนย้ายหลังจากที่ยกลงจากรถแล้ว อาจจะมีการใช้ล้อเลื่อนหรือรถเข็น โดยตะกร้าหรือกล่องมะม่วงจะถูกนำไปวางบนแผงไม้ แล้วใช้ล้อเลื่อนหรือรถเข็นเคลื่อนย้ายไปตำแหน่งที่ต้องการ การขนส่งมีทั้งเวลากลางวันและกลางคืน

## 2.4 หลักการวิเคราะห์ต้นทุนในการขนส่งมะม่วงดิบ

การขนส่งเป็นกิจกรรมที่สำคัญมาก เนื่องจากมะม่วงเป็นผลไม้ที่ต้องรักษาคุณภาพในเรื่องความสดอยู่เสมอ ดังนั้นจึงต้องอาศัยความเร็วและระยะเวลาที่สั้นที่สุดของการขนส่งมะม่วง นอกจากนี้การขนส่งยังต้องคำนึงถึงค่าใช้จ่ายในการขนส่ง เพื่อให้ต้นทุนในการขนส่งลดลงแต่มะม่วงยังคงมีคุณภาพที่ดี ถ้าระบบห่วงโซ่อุปทานมีการจัดการด้านการขนส่งที่ดี จะส่งผลให้ห่วงโซ่อุปทานมะม่วงดิบมีประสิทธิภาพมากขึ้น

### 2.4.1 ต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งมะม่วงดิบ

ในการขนส่งมะม่วงดิบมีต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งอยู่หลายประเภท ดังนี้

#### 2.4.1.1 ต้นทุนเบื้องต้น (Initial Cost)

เป็นเงินที่ใช้ในการเริ่มกิจการทั้งทางด้านการผลิต หรือการขนส่งสินค้า ต้นทุนที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่เกิดจากการซื้อรถบรรทุก การต่อตัวถังหรือการติดตั้งเครื่องมืออุปกรณ์บนรถ



รูปที่ 2.10 ต้นทุนเบื้องต้น

ที่มา: ทำทราขายกรด ต้นทุนการขนส่ง, 2552

#### 2.4.1.2 ต้นทุนในการดำเนินงาน (Operation Cost)

ต้นทุนในส่วนนี้ส่วนใหญ่ จะเป็นต้นทุนคงที่และลดต้นทุนในส่วนนี้ได้ยาก เช่น เงินเดือนพนักงาน ค่าประกันภัย ภาษีรถ ค่าใช้จ่ายสำนักงาน ค่าเช่า ค่าเสื่อมราคาต่างๆ เป็นต้น



รูปที่ 2.11 ต้นทุนในการดำเนินงาน

ที่มา: ทำทราขายกรด ต้นทุนการขนส่ง, 2552

#### 2.4.1.3 ต้นทุนในการวิ่งขนส่ง (Running Cost)

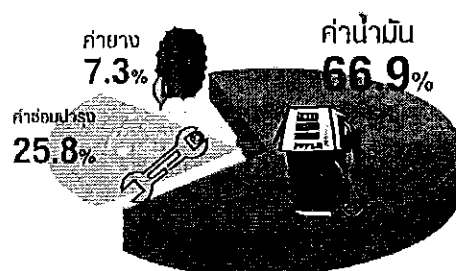
เป็นต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับ ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง ค่าซ่อมบำรุง และค่ายาง ต้นทุนในส่วนนี้เป็นต้นทุนที่สำคัญ ธุรกิจขนส่งจะมีกำไรหรือขาดทุนก็ขึ้นอยู่กับการบริหารจัดการต้นทุนในการวิ่งขนส่ง และ ขึ้นอยู่กับเชื้อเพลิงที่ใช้ในการขนส่งว่ามีประสิทธิภาพเพียงพอหรือไม่ ปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่อการขึ้นลงของต้นทุนในการวิ่งขนส่ง คือ สภาพรถ สมรรถนะ การจัดการด้านต่างๆ ระบบการบริหารงาน แต่ปัจจัยที่สำคัญมากที่สุด คือ บุคลากร (พนักงานขับรถ)



รูปที่ 2.12 ต้นทุนในการวิ่งขนส่ง

ที่มา: ทำทราขายกรด ต้นทุนการขนส่ง, 2552

### Running Cost



ข้อมูลจากประเทศญี่ปุ่น

### รูปที่ 2.13 ค่าใช้จ่ายในการขนส่งโดยคิดเป็นสัดส่วน

ที่มา: ท่าทรายขจรภรต ต้นทุนการขนส่ง, 2552

#### 2.4.2 การวิเคราะห์ต้นทุนการขนส่งมะม่วงดิบ

##### 2.4.2.1 ต้นทุนคงที่ (Fixed cost)

เป็นค่าใช้จ่ายที่ไม่แปรผันตามปริมาณการขนส่ง เช่น ค่าเสื่อมราคาของรถบรรทุก ค่าต่อทะเบียน ค่าประกันภัยรถ เงินเดือนพนักงานคนขับรถ เป็นต้น

##### ก. ค่าเสื่อมราคา (Depreciation) ของรถบรรทุก

ในการคำนวณอัตราค่าเสื่อมราคาของรถบรรทุก นิยมใช้วิธีการคำนวณแบบเส้นตรง (Straight – Line Method) เนื่องจากเป็นวิธีที่ง่ายและเหมาะสมสำหรับรถบรรทุกที่มีการเสื่อมสภาพไปตามระยะเวลาซึ่งเป็นการเสื่อมสภาพที่ใกล้เคียงกันทุกปี โดยสามารถคำนวณได้ ดังนี้

$$\frac{(\text{มูลค่ารถที่ซื้อ} - \text{มูลค่าซากที่จะขายได้})}{\text{จำนวนอายุการใช้งาน (ปี)}} \quad (2.1)$$

การคำนวณค่าเสื่อมราคาควรคำนึงถึง รถที่ออกมาใหม่ป้ายแดงจะกำหนดให้มีอายุการใช้งาน 5-7 ปี และรถเก่าส่วนใหญ่ไม่นำค่านีมาคำนวณในต้นทุนการขนส่งสินค้า เนื่องจากอายุการใช้งานมาก มูลค่าซากก็จะมีค่าน้อยลงไปด้วย (กรมการขนส่งทางบก, 2553)

##### ข. ค่าผลตอบแทนของพนักงานขับรถ

การจ่ายค่าผลตอบแทนให้พนักงานขับรถนั้นต้องขึ้นอยู่กับเงื่อนไขและข้อตกลงที่มีอยู่หลายรูปแบบด้วยกัน ดังนี้

- 1) การจ่ายเป็นเงินเดือนและจ่ายค่าเบี้ยเลี้ยงเป็นรายเที่ยวการขนส่งเพิ่ม
- 2) การจ่ายเป็นเงินเดือนและจ่ายค่าเบี้ยเลี้ยงที่เหมาะสมเชื่อเพลิง  
ไปด้วย ซึ่งจะต้องมีข้อตกลงเป็นกรณี ดังนี้

กรณีที่ 1 มีการจ่ายเงินเดือนพนักงานขับรถ โดยให้พนักงานขับรถ  
ให้บริการในส่วนของภาระขนถ่ายสินค้าด้วย ทำให้ได้เบี้ยเลี้ยงพร้อมเงินเดือน มีค่าใช้จ่าย ประมาณ  
12,000 บาท/เดือน/คน

กรณีที่ 2 มีการจ้างพนักงานขนถ่ายสินค้าแยก แต่ส่วนใหญ่จะเป็น  
บุคคลภายในครอบครัวของพนักงานขับรถเอง ทำให้มีค่าใช้จ่าย ประมาณ 6,000 บาท/เดือน/คน  
(กองเวช ทรงแสง, 2552)

#### ก. ค่าประกันภัยสำหรับรถบรรทุก

การประกันภัยสำหรับรถบรรทุกส่วนใหญ่จะเลือกใช้แบบ ประกันภัยชั้น 1  
สำหรับรถบรรทุก 6 ล้อ จะมีเบี้ยประกัน ประมาณ 40,000 – 50,000 บาท/ปี ส่วนประกันภัยชั้น 1  
สำหรับรถบรรทุก 4 ล้อ จะมีเบี้ยประกัน ประมาณ 6,000 – 8,000 บาท/ปี (กองเวช ทรงแสง, 2552)

#### 2.4.2.2 ต้นทุนผันแปร (Variable Cost)

เป็นค่าใช้จ่ายที่แปรผันไปตามปริมาณการขนส่ง เช่น ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง ค่า  
ซ่อมบำรุง และค่าจ้างในการขนถ่ายสินค้า เป็นต้น

#### ก. ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง

ในการคำนวณต้นทุนค่าเชื้อเพลิง รถบรรทุกส่วนใหญ่จะใช้น้ำมันดีเซลเป็น  
เชื้อเพลิง จากข้อมูลมาตรฐานการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงของรถบรรทุกแต่ละชนิด โดยอัตราการใช้น้ำมัน  
เชื้อเพลิงได้รวมน้ำหนักบรรทุกของรถและรถเปล่า ได้ดังนี้

- 1) เมื่อมีบรรทุก รถ 6 ล้อ มีอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง 5 - 6 กิโลกรัม/ลิตร
- 2) เมื่อไม่บรรทุก รถ 6 ล้อ มีอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง 8 กิโลกรัม/ลิตร

(กรมการขนส่งทางบก, 2553) โดยค่าน้ำมันเชื้อเพลิงได้ยึดตาม ราคาน้ำมันของ บริษัทปตท. ซึ่งมี  
การกำหนดทุกวันที 1 ของแต่ละเดือนเป็นเกณฑ์ ดังแสดงในรูป 2.14 ราคาน้ำมันขายปลีกของ  
บริษัท ปตท.

(หน่วยเป็น บาท/ลิตร ยกเว้นเอ็นจีวี บาท/กิโลกรัม)

วันที่	ราคาขายปลีก กทม.และปริมณฑล ประจำปี พ.ศ. 2553									
	ALPHA X	ALPHA X	โรสทรี	Rosholly	เอ็อบ	DELTA X	ESPlus	เอ็นจีวี	NGV	NGV
05 ม.ค. 2553 05:00	35.64	32.04	31.24	29.74	18.72	27.99	26.59	25.79	8.5	
09 ม.ค. 2553 05:00	36.24	32.64	31.64	30.34	18.72	28.59	27.19	27.19	8.5	
23 ม.ค. 2553 05:00	36.24	32.64	31.84	30.34	18.72	27.99	26.79	26.79	8.5	
27 ม.ค. 2553 05:00	35.84	32.24	31.44	29.94	18.72	27.59	26.39	26.39	8.5	
05 ก.พ. 2553 05:00	36.34	32.74	31.94	30.44	18.72	28.09	26.89	26.89	8.5	
09 ก.พ. 2553 05:00	36.34	32.74	31.24	30.44	18.72	27.59	26.39	26.39	8.5	
20 ก.พ. 2553 05:00	36.34	32.74	31.24	30.44	18.72	28.09	26.89	26.89	8.5	
24 ก.พ. 2553 05:00	36.94	33.34	31.84	31.04	18.72	28.69	27.49	27.49	8.5	
10 มี.ค. 2553 05:00	37.44	33.84	32.34	31.54	19.22	29.19	27.99	27.99	8.5	

\* ตัวหนังสือเข้ม คือ วันที่มีการเปลี่ยนแปลงราคาขาย

## การเชื่อมโยงราคาน้ำมัน

รูปที่ 2.14 ราคาน้ำมันขายปลีกของ บริษัท ปตท.

ที่มา: บริษัท ปตท.จำกัด มหาชน, 2553

โดยมีสูตรการคำนวณ ดังนี้

$$\begin{aligned}
 & \left[ \frac{\text{ราคาน้ำมัน(บาท/ลิตร)}}{\text{อัตราการใช้ น้ำมัน(บาท/กิโลเมตร)}} \times \text{ระยะขาไป(กิโลเมตร)} \right] \\
 & + \left[ \frac{\text{ราคาน้ำมัน(บาท/ลิตร)}}{\text{อัตราการใช้ น้ำมัน(บาท/กิโลเมตร)}} \times \text{ระยะขากลับ(กิโลเมตร)} \right] \quad (2.2)
 \end{aligned}$$

ข. ค่าซ่อมบำรุงยานพาหนะ (Maintenance)

สำหรับค่าซ่อมบำรุงรักษารถยนต์ ผู้ผลิตได้กำหนดลักษณะไว้ 2 แบบ

ด้วยกัน คือ

1) การซ่อมบำรุงตามกำหนดระยะเวลา (นับตั้งแต่วันที่ออกรถ)

2) การซ่อมบำรุงตามกำหนดระยะทาง (ที่วิ่งใช้งานไปแล้ว) ในการซ่อม

บำรุงรักษารถ หากมีการใช้รถน้อยก็ควรคำนวณจากระยะเวลาในการใช้รถตั้งแต่เริ่มออกรถมาใหม่ แต่ถ้าหากมีการใช้รถยนต์เป็นปกติถึง ไร่ มากก็ควรคิดจากระยะทางปัจจุบัน (ที่แสดงบนมาตรวัด) ควรทำการตรวจเช็ครถหลังจากใช้ไปแล้ว 1,000 กิโลเมตร แรกก่อนต่อจากนั้น ควรนำรถเข้าตรวจเช็คทุก ๆ 10,000 กิโลเมตร ดังแสดงใน รูปที่ 2.15 รายงานต่าง ๆ ที่กระทำทุกระยะทางในการตรวจและซ่อมบำรุงยานพาหนะ



ลักษณะ	ระยะเวลา (ส.บ.ทาง) ในการตรวจ/เปลี่ยน	สังเกตที่ตรง
น้ำมันเครื่อง	ทุก ๆ 5,000 กม. หรือ 3 เดือน ทุก ๆ 10,000 กม. หรือ 6 เดือน	เครื่องยนต์จืดจาง, มั่นชื้น, น้ำมันดำ สิ่งอุดตันส่วนหรืออุปกรณ์เกี่ยวกับระบบหล่อลื่นทั้งหมด, ทำให้อายุการใช้งาน และประสิทธิภาพต่ำลง
น้ำยาหล่อเย็นหม้อน้ำ	ครั้งแรกที่ 180,000 กม. ครั้งต่อไปทุก ๆ 80,000 กม.	การหล่อเย็นของเครื่องยนต์เสื่อมประสิทธิภาพ, การรั่วไหล อุณหภูมิของเครื่องยนต์สูง, สำหรับเครื่องยนต์ในตู้ที่จำเป็นต้องมีการระบายความร้อนด้วยน้ำ ทำให้อายุการใช้งานทำงานได้อย่างสมบูรณ์ การส่งกำลังได้เต็มที่ ก็จะเกิดประสิทธิผลน้ำมันเชื้อเพลิงได้ นั่นเอง
แฉกหม้อน้ำ	ทุก 20,000 กม. หรือ 12 เดือน	การจุดประกายไฟเต็มประสิทธิภาพ, แฉกหม้อน้ำสมบูรณ์ ทำให้กำลังเครื่องยนต์มีอย่างเต็มที่ ซึ่งก็จะทำให้ประสิทธิภาพดี ประหยัดเชื้อเพลิงได้เป็นอย่างดี
แบตเตอรี่	1 ½ ปี → ขึ้นไป	การดีดเครื่องยนต์ครั้งแรก เครื่องยนต์หมุนดี ส่วนผสมเชื้อเพลิงดี เครื่องยนต์ที่เจ็ดง่ายขึ้น การเผาไหม้สมบูรณ์ ดังนั้น ก็จะประหยัดเชื้อเพลิงได้เป็นอย่างดี
ไส้กรองอากาศ	ทุก ๆ 20,000 กม. หรือ 12 เดือน	ด้วยผสมระหว่างเชื้อเพลิงกับอากาศดี มั่นทำให้การเผาไหม้สมบูรณ์กำลังของเครื่องยนต์เต็มประสิทธิภาพ ทำให้มีการประหยัดเชื้อเพลิงได้เป็นอย่างดี
น้ำยาล้าง	ทุก 40,000 กม. หรือ 24 เดือน	ล้างถ่ายแรงเบรคดี การเบรคนิ่งไปอย่างสมบูรณ์ ไม่เกิดอาการเบรคกระตุก ขึ้นส่วนการทำงานเบรคคงทน ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายได้อย่างมาก นั่นเอง
น้ำมันเกียร์	ทุก 40,000 กม. หรือ 24 เดือน	การเคลื่อนไหลของเกียร์คล่องตัว การเข้าเกียร์ได้ง่าย ชลเร็ว การส่งถ่ายกำลังงานดีรวดเร็ว ดังนั้น เมื่อส่งถ่ายกำลังดีก็ทำให้ประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงได้ นั่นเอง
ยาง	ทุก 2 ปี หรือ 50,000 กม.	ความมั่นคงในการขับขี่ การควบคุมรถดี, ความเจ็บของห้องโดยสารน้อย, ระบบเบรค และที่ทำการประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงได้, ภาวะประหยัด เพราะยางใหม่เมื่อมีการเคลื่อนที่รถยนต์ กำลังงานที่ได้รับมาจากเกียร์ หรือ เฟืองเกียร์นั้น ส่งถ่ายไปสู่อุปกรณ์ยึดติดต่อกับล้อสัมผัสกับพื้นถนน จะมีความดีดที่น้อย ดังนั้น การสูญเสียกำลังงานไปกับแรงเสียดทานมีน้อย ทำให้การเคลื่อนที่ของรถเป็นอย่างไรดี จึงส่งผลให้ประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิง นั่นเอง
ความถี่เปลี่ยนยาง	ทุกๆ 4 เดือน หรือ ทุกครั้งที่เปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่อง	ความถี่ในการขับขี่, การควบคุมรถดี, การบรรทุกดีเยี่ยม, ประสิทธิภาพของการเบรคดี ผลที่ประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงได้ เพราะความถี่ของยางเป็นตัวแปรสำคัญอันดับหนึ่ง ในกรณีลมยางมาก หน้าสัมผัสระหว่างยางกับถนนมีน้อยลง การส่งถ่ายแรงในการเคลื่อนที่น้อยลง ทำให้เกิดการสูญเสียกำลังงานและต้องนำพลังงานที่สูญเสียไปมาเติมสลับกับเปลี่ยนยางได้ก็เป็นส่วนหนึ่งของสภาพของยางจึงเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา (ขวงขาย) แทนที่จะสัมผัสกับพื้นได้เต็มที่ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของลมยางได้มากกว่าลมยางแข็ง นอกจากนี้ การสูญเสียกำลังงานก็เกิดขึ้น ถ้าทำลมยางต้องใช้แรงมากสลับก็ต้องเร่งมากขึ้น การใช้เชื้อเพลิงก็มากขึ้นตามไปด้วย นั่นเอง

รูปที่ 2.15 รายงานต่าง ๆ ที่กระทำทุกระยะทางในการตรวจและซ่อมบำรุงยานพาหนะ

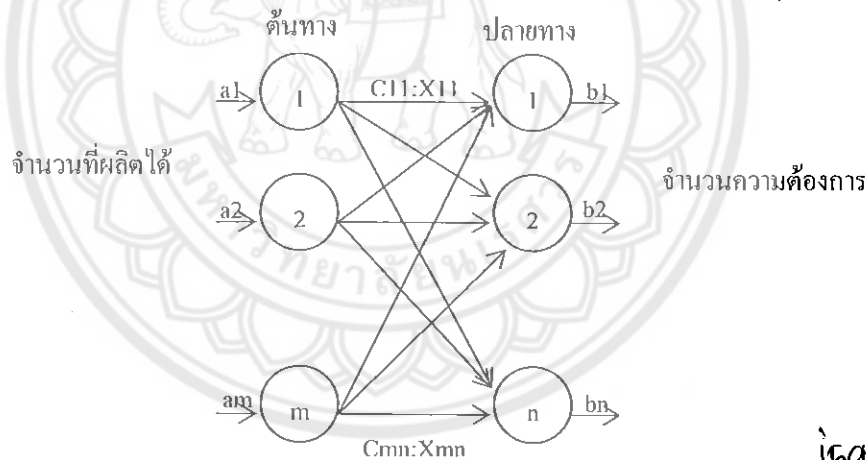
ที่มา: บริษัท พิธานพาณิชย์ จำกัด, 2552

## 2.5 หลักการในการวิเคราะห์ปัญหาด้านการขนส่ง (Transportation Problem)

การขนส่ง สินค้า วัสดุคิบ หรือพืชผลทางการเกษตร จากต้นทางหรือจากแหล่งผลิต (Sources) ไปยังปลายทางหรือจุดรับสินค้า (Destinations) จะต้องมีเรื่องของค่าใช้จ่ายในการขนส่งมาเกี่ยวข้อง ซึ่งจะส่งผลโดยตรงกับต้นทุนสินค้าหรือบริการนั้น ปัญหาด้านการขนส่งเป็นเรื่องที่ต้องพิจารณาและถ้าหากการตัดสินใจเลือกเส้นทางในการขนส่งที่มีความซับซ้อนมาก การตัดสินใจก็จะทำได้ยากขึ้น การศึกษาเรื่องปัญหาการขนส่งก็ เพื่อจัดวางเส้นทางในการขนส่งเพื่อลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งให้ต่ำที่สุด ซึ่งจะมีข้อกำหนดทั้งทางด้าน ราคาขนส่ง ระยะทาง ปริมาณความต้องการ (Demand) และความสามารถในการแจกจ่ายของแหล่งผลิต (Supply)

### 2.5.1 ตัวแบบการขนส่ง (Transportation Model)

หลักการแก้ไขปัญหาการขนส่ง-ประยุกต์มาจากการแก้ไขปัญหาโดยการใช้งานโปรแกรมเชิงเส้น ตัวแบบปัญหาการขนส่งทั่วไปสามารถ แสดงในรูปแบบที่ 2.16 แบบโครงข่ายปัญหาการขนส่ง ดังนี้



รูปที่ 2.16 แบบโครงข่ายปัญหาการขนส่ง

ที่มา: คำนาย อภิปรัชญาสกุล, 2552

1592 7390

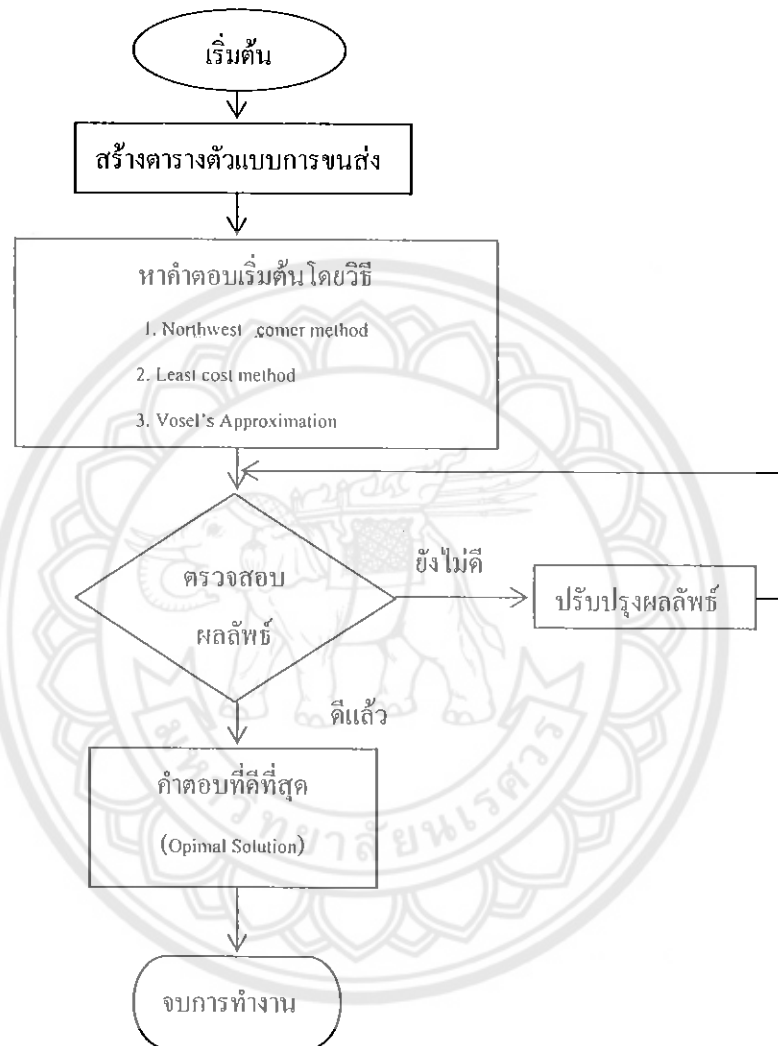
๒๖.

๒๕๕๑

2052

จากรูปมีแหล่งผลิต หรือต้นทางจำนวน  $m$  ตำแหน่ง และปลายทางจำนวน  $n$  ตำแหน่ง ทิศทางของการส่งจะแสดงด้วยลูกศร โดยกำหนด  $i$  และ  $j$  คือปลายทางของการขนส่ง  $C_{ij}$  คือค่าใช้จ่ายในการขนส่ง หรือกล่าวได้ว่า  $C_{ij}$  คือค่าใช้จ่ายในการขนส่งสำหรับเส้นทาง  $X_{ij}$  นั้นเอง

ขั้นตอนการแก้ปัญหาการขนส่งมีลักษณะที่คล้ายกับการใช้โปรแกรมเชิงเส้นแต่จะต่างกันที่วิธีในการค้นหาคำตอบ วิธีของการแก้ปัญหาการขนส่งมีข้อกำหนดว่าจำนวนของ คำตอบ จะมีค่าเท่ากับ  $m+n+1$  เมื่อ  $m$  คือ จำนวนของแหล่งจ่ายต้นทาง และ  $n$  คือ จำนวนของแหล่งความต้องการปลายทาง ดัง รูปที่ 2.17 แผนผังการค้นหาคำตอบ ต่อไปนี้



รูปที่ 2.17 แผนผังการค้นหาคำตอบ

ที่มา: คำนาย อภิปรัชญาสกุล, 2552

### 2.5.2 ปัญหาการขนส่งแบบทั่วไป (Generalized Transportation Problem)

เป็นปัญหากำหนดการเชิงเส้นในการคิดค่าขนส่งที่ต้องใช้เวลาอย่างมากถ้าใช้วิธี Simplex Method ในการแก้ปัญหา ซึ่งมีวัตถุประสงค์ ข้อจำกัด ข้อสมมติ ดังนี้

- ถ้าให้  $C_{ij}$  เป็นต้นทุนการขนส่งต่อหน่วย  
 $X_{ij}$  เป็นปริมาณขนส่งจากจุดต้นทาง  $i$  ไปจุดปลายทาง  $j$   
 $a_i$  เป็นความต้องการขายของจุดต้นทาง  $i$   
 $b_j$  เป็นความต้องการซื้อของจุดปลายทาง  $j$   
 $n$  จำนวนจุดปลายทาง  
 $m$  จำนวนจุดต้นทาง

วัตถุประสงค์ 
$$\text{MinCost} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m C_{ij} X_{ij} \quad (2.3)$$

ข้อจำกัด

ความต้องการขาย 
$$\sum_{j=1}^m X_{ij} = a_i \quad i = 1, 2, 3, \dots, n \quad (2.4)$$

ความต้องการซื้อ 
$$\sum_{i=1}^n X_{ij} = b_j \quad j = 1, 2, 3, \dots, m \quad (2.5)$$

ข้อสมมติ 
$$X_{ij} \geq 0 \quad (2.6)$$

### 2.5.3 แบบจำลองที่ใช้ในการแก้ปัญหา

แบบจำลองเป็นตัวแบบที่ช่วยในการนำเสนอข้อมูลต่าง ๆ ของระบบ เพื่อนำข้อมูลไปใช้ในการแก้ไขปัญหาซึ่งอาจจะเป็น โปรแกรมที่มีความสามารถในการใช้สูตรคำนวณทางคณิตศาสตร์เพื่อวิเคราะห์ข้อมูล ค้นหาคำตอบ หรือจำลองให้เห็นภาพของข้อมูลเพื่อนำไปใช้แก้ไขปัญหา นั้น ๆ ได้

#### 2.5.3.1 ประเภทของแบบจำลอง

แบบจำลองที่ใช้ในการแก้ไขปัญหาสามารถจำแนกได้ ดังนี้

- ก. แบบจำลองเชิงบรรยาย (Description Model)
- ข. แบบจำลองคงที่และแบบพลวัต (Static and Dynamic Model)
- ค. แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematics Model)

### 2.5.3.2 แบบจำลองที่ใช้ Algorithm

เลือกใช้เมื่อการหาคำตอบนั้นยุ่งยากเกินไปสำหรับวิธีแบบ Decision Table และ Decision Tree ดังนั้นแบบจำลองที่มีการใช้ Algorithm ในการทำงานจึงเหมาะกับปัญหาที่มีทางเลือกมากมาย ผู้ตัดสินใจเกิดความสับสนไม่สามารถเลือกทางเลือกได้ถูกต้องจึงต้องใช้ Algorithm มาช่วยในการวิเคราะห์ ซึ่งประกอบด้วย

#### ก. แบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming Model)

ใช้กับการวิเคราะห์เชิงปริมาณ การจัดการด้านงานผลิตและเป็นวิธีหนึ่งในการหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุด โดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์แก้ปัญหาที่มีความซับซ้อนได้ ใช้เพื่อหาคำตอบที่ดีที่สุดได้ สามารถหาคำตอบได้หลายแนวทาง เช่น การใช้ Linear Programming ด้วยวิธีการกราฟ การใช้ Linear Programming ด้วยวิธีการคำนวณทางคณิตศาสตร์ และ การใช้ Linear Programming ด้วยโปรแกรมกระดาดคำนวณ (Spreadsheet)

#### ข. แบบจำลองโปรแกรมเป้าหมาย (Goal Programming Model)

ใช้กับการหาผลลัพธ์จากเป้าหมายหลาย ๆ ค่า ทำการเปรียบเทียบค่าในแต่ละค่าเป้าหมายจนกว่าจะได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด วิธีนี้จะใช้แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นภายใต้ข้อจำกัดที่เรียมักนิยมใช้ในการวิเคราะห์การตัดสินใจทางธุรกิจ

#### ค. แบบจำลองเครือข่าย (Network model)

เป็นลักษณะคล้ายกับ Net หรือ Graph ซึ่งแต่ละ Node มักจะแทนด้วยเมืองต่าง ๆ ที่ต้องการเดินทาง แต่ละเมืองจะเชื่อมถึงกันเรียมักนำ Network Model มาใช้ในการแก้ปัญหาการเดินทางเพื่อให้ใช้ระยะทางสั้นที่สุด หรือแก้ปัญหาการขนส่งที่เดินทางน้อยสุด หรือแก้ปัญหาการขนส่งที่เดินทางน้อยสุด

### 2.5.3.3 ประโยชน์ของแบบจำลอง

ก. ด้านเศรษฐศาสตร์ ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์สำหรับแก้ปัญหาในธุรกิจมีความน่าเชื่อถือมากกว่าการใช้ประสบการณ์เพียงอย่างเดียว อีกทั้งยังมีค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์ไม่มากและสามารถทำงานได้รวดเร็ว

ข. ด้านระยะเวลา สามารถทำงานได้ภายใต้ความกดดันด้านเวลาและทันต่อความต้องการใช้งาน

ค. ด้านการทดลองแทนมนุษย์ ใช้ทดลองเหตุการณ์ทำงานต่าง ๆ ที่เสี่ยงต่อมนุษย์ เช่น แบบจำลองการหาสาเหตุของเครื่องบินตก เป็นต้น

ง. สามารถทำความเข้าใจและมองภาพของปัญหาภายในได้อย่างชัดเจน

#### 2.5.4 เครื่องมือที่ใช้ในการสร้างและพัฒนาแบบจำลอง

2.5.4.1 การเขียนโปรแกรมด้วยภาษาต่าง ๆ ตามความถนัด เช่น Visual Basic (VB), VB.Net, Delphi, C, C++, Visual C, Java, Power Builder ฯลฯ แต่ภาษาที่เลือกใช้นั้นต้องคำนึงถึงความเหมาะสมกับลักษณะของงานด้วย

2.5.4.2 การใช้โปรแกรม Spreadsheet เช่น Excel หรือ Lotus

2.5.4.3 การคำนวณด้วยสูตรทางคณิตศาสตร์และสถิติ

2.5.4.4 การใช้ Tools ในการวิเคราะห์ เช่น Cognos DBMiner เป็นต้น ผู้พัฒนาระบบ DSS ควรศึกษาถึงความสามารถและลักษณะเด่นของ Tools ในแต่ละชนิดเพื่อที่จะเลือกใช้ได้อย่างเหมาะสมกับประเภทของงาน

#### 2.5.5 การแก้ไขปัญหาการขนส่งโดยใช้คำสั่ง Excel Solver

ปัญหาการขนส่งเป็นปัญหาที่มีลักษณะยุ่งยากเป็นการจัดสรรทรัพยากรระหว่างหน่วยงาน เช่น การขนส่งสินค้าจากโรงงานมายังคลังสินค้า ปัญหาคือ ควรจะขนส่งสินค้าจำนวนเท่าใดจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งให้มีผลเป็นค่าใช้จ่ายในการขนส่งที่ต่ำที่สุด โดยมีข้อบ่งชี้ว่าคลังสินค้าแต่ละแห่งมีขนาดความสามารถในการจัดเก็บสินค้าต่างกัน

ขั้นตอนในการหาคำตอบที่ดีที่สุด ใน Excel Solver ดังนี้

##### 2.5.5.1 วิเคราะห์โจทย์

ก. กำหนดให้  $X_{ij}$  แทนการขนส่งสินค้าจากคลังสินค้าไปร้านค้าปลีก

ข. กำหนด Function วัตถุประสงค์ (Objective function)

ค. กำหนดข้อจำกัด (Constrain function)

ง. กำหนดขอบเขตของตัวแปร

##### 2.5.5.2 กำหนดสูตรในการคำนวณ

ก. ในช่องร้านค้ารับเข้า (B14:D14) คือ ผลรวมของจำนวนที่ร้านค้าสามารถรองรับทั้ง 3 คลังสินค้าได้

ข. ในช่องขนส่งไป (F11:F13) คือ ปริมาณสินค้าที่ขนจากคลังไปยังร้านค้าปลีกทั้ง 3 ร้าน ต้องไม่เกินข้อจำกัด

ค. ค่าขนส่งรวม (B16) คือ ปริมาณการขนส่ง คุณ ระยะเวลา ของทั้ง 3 คลัง, 3 ร้านค้าปลีก

2.5.5.3 สร้างแบบจำลองในโปรแกรม Excel

	A	B	C	D	E	F	G
3	ระบะทางการขนส่งจากคลังไปร้านค้าปลีก						
4		R1	R2	R3			
5	S1	121	150	140			
6	S2	135	130	122			
7	S3	155	120	125			
8							
9	ปริมาณการขนส่ง						
10		R1	R2	R3		ขนไป	สินค้าที่ หอง ในคลัง
11	S1						5,000
12	S2						10,000
13	S3						8,000
14	ร้านค้ารับเข้า				(1)	(2)	
15	ร้านค้าต้องการ	4,500	11,000	7,500			
16	ค่าขนส่งรวม			<< Objective fn			
17							

รูปที่ 2.18 แบบจำลองในโปรแกรม Excel Solver

ที่มา: การกำหนดและการแก้ไขปัญหาโดยใช้ Solver – Excel, 2552

2.5.5.4 การวิเคราะห์ด้วย Solver

กำหนดเงื่อนไข ดังนี้

- Set Target Cell : D16 คือ ค่าขนส่งรวมเป็น Objective fn
- Equal To : Min คือ ต้องการค่าขนส่งที่ต่ำที่สุด
- By Changing Cells : B11:D13 คือ ปริมาณการขนส่งและการรองรับของร้านเป็นตัวแปรการตัดสินใจ
- Subject to the constraints : B14:D14 <= B15:D15 คือ จำนวนที่ร้านค้ารับเข้าจะต้องเท่ากับร้านค้าต้องการ F11:F13=G13 คือ จำนวนสินค้าที่ขนไปจะต้องเท่ากับสินค้าที่อยู่ในคลังสินค้า B11:D13 >= 0 คือ เป็นขอบเขตตัวแปร คือ เป็นการขนส่งและจัดเก็บของร้านค้าจะต้องมากกว่า 0

## 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาการพัฒนาตัวแบบสมการเชิงคณิตศาสตร์ของปัญหาการขนส่งมะม่วงสด ในจังหวัดพิษณุโลก ผู้วิจัยได้ทำการศึกษางานวิจัยที่มีความเกี่ยวข้อง โดยมีรายละเอียดของ ตัวอย่างงานวิจัย ดังนี้

### 2.6.1 งานวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบ Supply Chain และ Logistics ของการส่งออกมะม่วง

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษารูปแบบระบบ Supply Chain และ Logistics ของผลไม้ (มะม่วง) ในปัจจุบัน และ เพื่อพัฒนารูปแบบ Supply Chain และ Logistics ของผลไม้ (มะม่วง) ที่มีประสิทธิภาพ ในเนื้อหาของงานวิจัยนี้จะกล่าวถึง

#### 2.6.1.1 ความหมายของ Supply Chain และ Logistics

#### 2.6.1.2 องค์ประกอบของ Supply Chain และ Logistics ของมะม่วงในปัจจุบัน

#### 2.6.1.3 การวิเคราะห์ระบบ Supply Chain และ Logistics ของมะม่วง

โดยมีการวิเคราะห์ในเรื่องของตัวชี้วัดประสิทธิภาพ (KPI) ในส่วนของต้นทุนในระบบต่างๆ จากนั้นก็ได้ทำการวิเคราะห์ปัญหาที่มีอยู่ในระบบ Chain แต่ละส่วนแล้วทำการเลือกส่วนที่ทำให้เกิดผลกระทบกับส่วนอื่นๆ มากที่สุด

จากการหาแนวทางในการพัฒนาระบบ Supply Chain และ Logistics ของมะม่วง พบว่า ได้มีการกำหนดกลยุทธ์ในการพัฒนาระบบ Supply Chain และ Logistics ของมะม่วง คือ กลยุทธ์ด้านปริมาณและกลยุทธ์ด้านคุณภาพ จากการปรับปรุงกลยุทธ์ได้ผลสรุปดังนี้

กลยุทธ์ด้านปริมาณ จากผลการทดลอง โดยใช้ข้อมูลการส่งออกในอดีตพบว่าถ้าใช้วิธีการแบบ Exponential smoothing with trend adjustment จะมีค่า MAP (mean absolute percent error) ดีที่สุดที่ 23.94 % และอาจจะนำมากำหนดยุทธศาสตร์ของระบบ Supply Chain และ Logistics ให้ดีขึ้นได้ แต่จากการที่มีค่า error มากจึงต้องมีการพัฒนารูปแบบให้มีค่า error น้อยกว่า 23.94 % ซึ่งควรจะต้องมีการศึกษาต่อไปในอนาคตเพื่อให้ประสิทธิภาพของระบบ Supply Chain และ Logistics ดีขึ้น

กลยุทธ์ทางด้านคุณภาพ จากการวิเคราะห์ผลกระทบที่เกิดขึ้นทางการเกษตรพบว่า ปัญหาที่เกิดจากแหล่งน้ำและพื้นที่เพาะปลูกจะส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพตัวชี้วัดประสิทธิภาพ (KPI) ในด้านค่าใช้จ่ายและต้นทุนมากที่สุด เนื่องจากแหล่งน้ำและพื้นที่เพาะปลูกเป็นที่มาของปัญหาที่ต้นเหตุสำหรับปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อตัวชี้วัดประสิทธิภาพในด้านการตอบสนองความต้องการของลูกค้า คือ การบันทึกข้อมูลแบบไร้ทิศทางส่งผลให้ขาดประสิทธิภาพในด้านการจัดส่ง



สินค้า ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายจากการจัดจ้างที่เปลี่ยนแปลงรูปแบบของปัญหาเหล่านี้หากได้รับการจัดการที่ดี จะส่งผลให้ทั้งการผลิตและความรวดเร็วในการตอบสนองต่อลูกค้า มีประสิทธิภาพสูงมากขึ้น (กิตติคุณ อเนกวิทย์, 2552)

## 2.6.2 การสร้างตัวแบบห่วงโซ่อุปทานสำหรับอุตสาหกรรมกุ้งแช่เยือกแข็ง

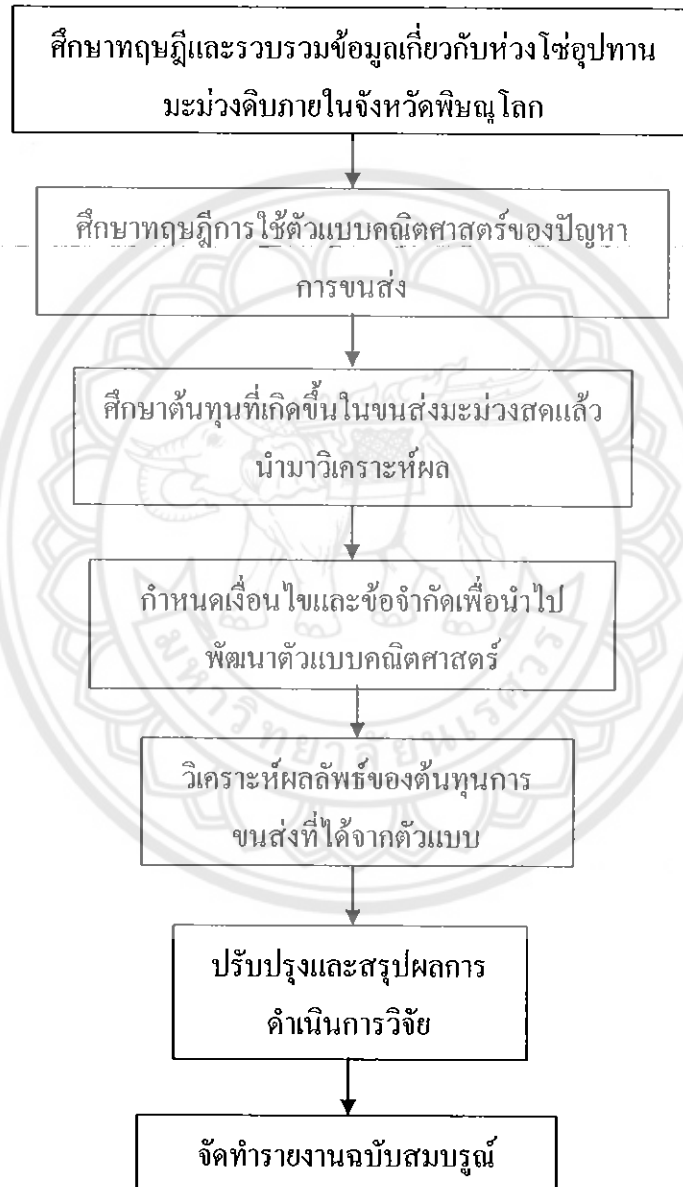
งานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของกระบวนการทำงานในห่วงโซ่อุปทานของอุตสาหกรรมกุ้งแช่เยือกแข็งซึ่งเป็นกุ้งเลี้ยง และศึกษาต้นทุนที่เกิดขึ้นในแต่ละกระบวนการ และสร้างตัวแบบห่วงโซ่อุปทานเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ต้นทุนรวมของอุตสาหกรรมกุ้งแช่เยือกแข็ง จากการศึกษาโครงสร้างอุตสาหกรรมกุ้งแช่เยือกแข็งในประเทศไทย ทำให้ทราบว่าอุตสาหกรรมสนับสนุนหลายอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องในห่วงโซ่อุปทานของอุตสาหกรรมกุ้งแช่เยือกแข็ง ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีขอบเขตการวิจัยเริ่มตั้งแต่ฟาร์มเลี้ยงกุ้งไปจนถึงการขนย้ายผลิตภัณฑ์ไปยังท่าเรือเพื่อส่งออกให้กับลูกค้า โดยองค์ประกอบของโครงสร้างอุปทานในอุตสาหกรรมกุ้งแช่เยือกแข็งประกอบด้วย ฟาร์มเลี้ยงกุ้ง แพกุ้ง ตลาดกลางซื้อ-ขายกุ้ง ห้องเย็น/โรงงาน และท่าเรือ

ผลจากการศึกษาด้านต้นทุนห่วงโซ่อุปทานประกอบด้วย 4 ส่วน คือ ต้นทุนการผลิต ต้นทุนการจัดซื้อ ต้นทุนการขนส่งและต้นทุนคลังสินค้า แต่ละกระบวนการมีต้นทุนเกิดขึ้นแตกต่างกันและเมื่อนำต้นทุนที่เกิดขึ้นในแต่ละกระบวนการไปวิเคราะห์โดยตัวแบบห่วงโซ่อุปทาน ทำให้ทราบต้นทุนรวมของอุตสาหกรรม ซึ่งสามารถนำผลการวิเคราะห์ไปสร้างแผนกลยุทธ์เพื่อพัฒนาห่วงโซ่อุปทานของอุตสาหกรรมกุ้งแช่เยือกแข็งได้ในอนาคตได้ (พรรณวดี วีระกุลพิศุทธิ, 2552)

### บทที่ 3

#### ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

ในการศึกษาโครงการการใช้ตัวแบบห่วงโซ่อุปทานและโลจิสติกส์สำหรับการมะม่วงดิบ  
ภายในจังหวัดพิจิตร โลก นี้ได้จัดแบ่งขั้นตอนการดำเนินงานออกเป็นทั้งหมด 7 ขั้นตอน ดังนี้



รูปที่ 3.1 แผนภาพขั้นตอนการดำเนินงาน

### 3.1 ศึกษาทฤษฎีและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับห่วงโซ่อุปทานมะม่วงดิบในจังหวัดพิษณุโลก

ศึกษาองค์ประกอบของห่วงโซ่อุปทานมะม่วงดิบ

3.1.1 ห่วงโซ่อุปทานในการขนส่งมะม่วงดิบ

3.1.2 การสำรวจข้อมูล

3.1.2.1 ข้อมูลการจัดส่งมะม่วงดิบในระบบห่วงโซ่อุปทาน

3.1.2.2 ข้อมูลในส่วนของผู้เพาะปลูกมะม่วงในจังหวัดพิษณุโลก

3.1.2.3 ข้อมูลในส่วนของตลาดกลางและตลาดค้าปลีกสินค้าเกษตรภายในจังหวัด

3.1.2.4 ข้อมูลในส่วนของการต้องการของผู้บริโภคมะม่วงดิบ

3.1.2.5 ข้อมูลในส่วนของคุณภาพของการขนส่ง

3.1.2.6 ข้อมูลในส่วนของคุณภาพเส้นทางที่ใช้ในการขนส่ง

3.1.3 หลักการวิเคราะห์ต้นทุนในการขนส่งมะม่วงดิบ

3.1.3.1 ต้นทุนค่าน้ำมันเชื้อเพลิง

3.1.3.2 ต้นทุนค่าตอบแทนพนักงานขับรถ

3.1.3.3 ต้นทุนค่าซ่อมบำรุงยานพาหนะ

3.1.4 หลักการวิเคราะห์ปัญหาด้านการขนส่งมะม่วงดิบ

3.1.4.1 ตัวแบบการขนส่ง

3.1.4.2 ปัญหาการขนส่งแบบทั่วไป

3.1.4.3 แบบจำลองที่ใช้ในการแก้ปัญหา

3.1.4.4 เครื่องมือที่ใช้ในการสร้างและพัฒนาแบบจำลอง

3.1.4.5 การแก้ปัญหการขนส่งโดยใช้คำสั่ง Excel Solver

3.1.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 3.2 ศึกษาทฤษฎีการใช้ตัวแบบคณิตศาสตร์ของปัญหาการขนส่ง

ศึกษารูปแบบการขนส่งในระบบห่วงโซ่อุปทานมะม่วงดิบ จากนั้นกำหนดปัญหาและขอบเขตในงานวิจัย

### 3.3 ศึกษาต้นทุนที่เกิดขึ้นในการขนส่งมะม่วงดิบแล้วนำมาวิเคราะห์ผล

ศึกษาด้านต้นทุนทางด้านการขนส่งมะม่วงดิบในจังหวัดพิษณุโลก

3.3.1 ต้นทุนค่าน้ำมันเชื้อเพลิง (Oil Costs)

3.3.2 ต้นทุนค่าซ่อมบำรุงยานพาหนะ (Maintenance Costs)

3.3.3 ต้นทุนค่าตอบแทนพนักงานขับรถ (Bonus Driver)

### 3.4 การพัฒนาตัวแบบคณิตศาสตร์

ทำการพัฒนาตัวแบบคณิตศาสตร์ของปัญหาการขนส่งแล้วนำมาใช้ในการวิเคราะห์หาเส้นทางการขนส่งมะม่วงและปริมาณที่เหมาะสมในการขนส่ง โดยปรับปรุงสมการคณิตศาสตร์ให้เหมาะสมกับเงื่อนไขและข้อกำหนด เพื่อให้ได้ผลการวิเคราะห์ต้นทุนการขนส่งมะม่วงคิบที่ต่ำที่สุด กล่าวได้ว่า การขนส่งมะม่วงมีประสิทธิภาพมากขึ้นนั่นเอง

### 3.5 จัดทำผลการวิเคราะห์การพัฒนาตัวแบบคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ปัญหาการขนส่งมะม่วงคิบโดยใช้ Solver ใน Microsoft office Excel 2007 มาช่วยในการประมวลผล จากนั้นจะนำผลลัพธ์ที่ได้มาตรวจสอบเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องตรงตามเงื่อนไขและขอบเขตที่กำหนดไว้

### 3.6 ปรับปรุงและสรุปผลการดำเนินการวิจัย

จากการวิเคราะห์ปัญหาโดยใช้ตัวแบบคณิตศาสตร์นั้น ถ้าการประมวลยังไม่พบคำตอบที่ดีที่สุด ผู้วิจัยจะดำเนินการปรับปรุงและวิเคราะห์ผลใหม่เพื่อให้ได้ค่าที่ดีที่สุดตามเงื่อนไขและข้อกำหนดที่ได้ระบุไว้ จากนั้นจึงทำการสรุปผลการดำเนินงานต่อไป

### 3.7 จัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์

จัดทำรายงานตามรูปแบบของคู่มือการจัดทำสารนิพนธ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ฉบับ พ.ศ. 2553

## บทที่ 4

### ผลการทดลองและวิเคราะห์

ในบทนี้จะอธิบายเกี่ยวกับการพัฒนาตัวแบบสมการทางคณิตศาสตร์ของปัญหาการขนส่งมะม่วงดิบในจังหวัดพิษณุโลก โดยเริ่มจากการศึกษาความสัมพันธ์ห่วงโซ่อุปทานในกระบวนการขนส่งมะม่วงดิบโดยการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อให้ได้ทราบถึงห่วงโซ่อุปทานที่ถูกต้องที่สุด หลังจากนั้นในหัวข้อถัดไปจะเป็นการอธิบายถึงการศึกษาตัวแบบสมการทางคณิตศาสตร์ของปัญหาการขนส่งและอธิบายถึงการพัฒนาตัวแบบสมการทางคณิตศาสตร์ของปัญหาการขนส่งมะม่วงดิบและจะกล่าวถึงการใช้โปรแกรม Excel Solver ในการแก้ปัญหาการขนส่งมะม่วงดิบ ในจังหวัดพิษณุโลก ดังต่อไปนี้

4.1 การศึกษาความสัมพันธ์ห่วงโซ่อุปทานในกระบวนการขนส่งมะม่วงดิบ

4.2 การพัฒนาตัวแบบทางคณิตศาสตร์ของปัญหาการขนส่งมะม่วงดิบ

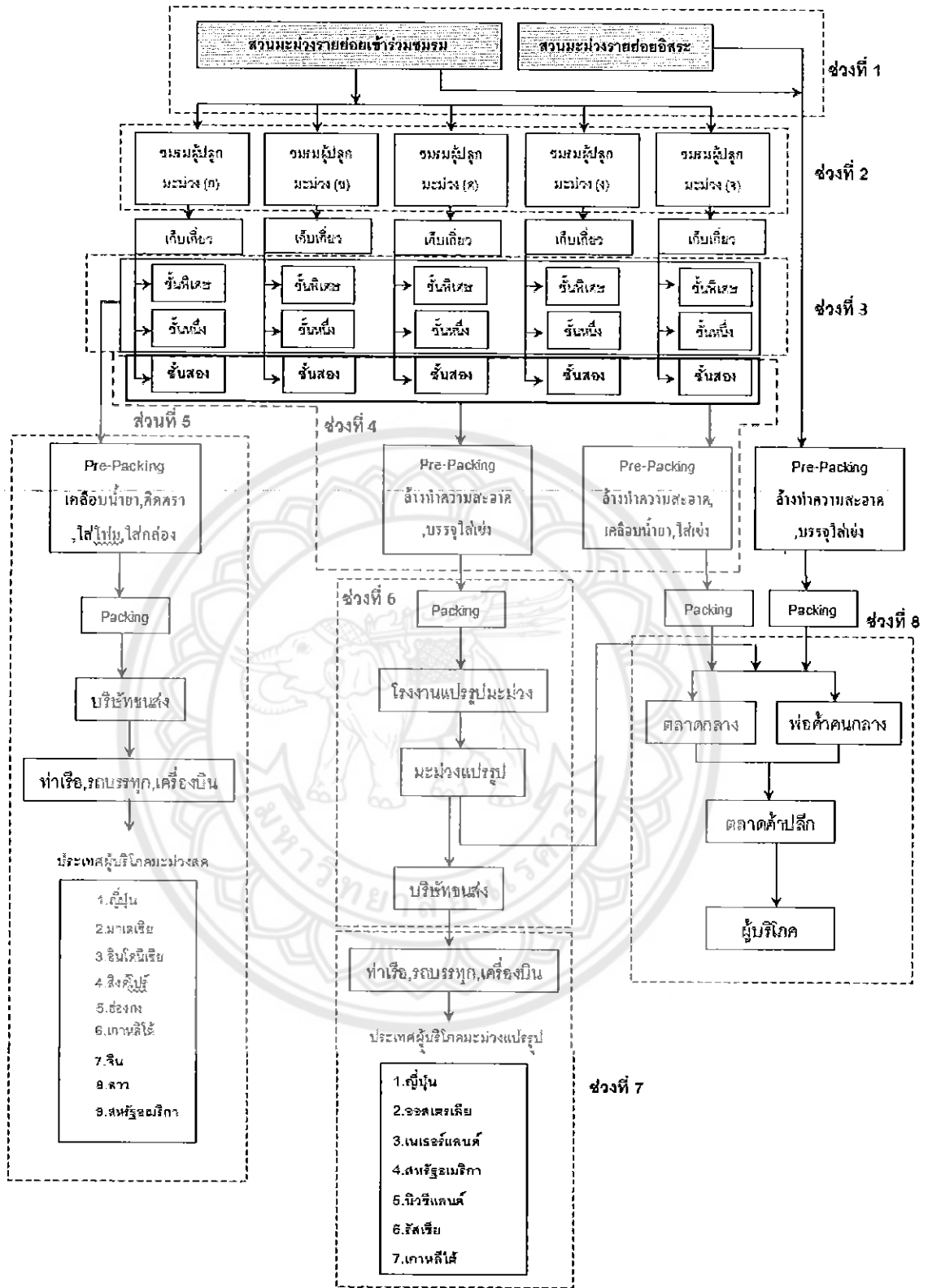
#### 4.1 การศึกษาความสัมพันธ์ห่วงโซ่อุปทานในกระบวนการขนส่งมะม่วงดิบ

จากการศึกษาความสัมพันธ์ห่วงโซ่อุปทานในกระบวนการขนส่งมะม่วงดิบ พบความจริงในเรื่องทิศทางการเคลื่อนที่ของมะม่วงดิบและได้ทำการศึกษารายละเอียดในส่วนของเส้นทาง การเคลื่อนที่ของมะม่วงดิบเพิ่มเติม ดังแสดงในรูป 4.1 แสดงการไหลของมะม่วงดิบ

จากรูปที่ 4.1 สามารถอธิบายถึงรายละเอียดของการเคลื่อนที่ของมะม่วง โดยได้แบ่งการไหลออกเป็นช่วงเพื่อให้เข้าใจง่ายขึ้น ดังนี้

ช่วงที่ 1 เกษตรกรปลูกมะม่วงรายย่อยทั้งหมด สามารถแบ่งได้ 2 กลุ่ม ได้แก่ 1) เกษตรกรที่เข้าร่วมกลุ่มชมรมผู้ปลูกมะม่วงในพื้นที่ต่าง ๆ และ 2) เกษตรกรที่ไม่ได้เข้าร่วมกลุ่ม เมื่อมีผลผลิตเกิดขึ้นเกษตรกรในกลุ่มที่ 2 และ กลุ่มที่ 1 ที่มีผลผลิตบางส่วนที่ไม่ส่งให้กับกลุ่มชมรมผู้ปลูกมะม่วง แต่จะส่งขายเองโดยมีการล้างทำความสะอาดก่อนที่จะบรรจุลงแข่งแล้วนำไปส่งที่ตลาดหรือมีพ่อค้าคนกลางมารับมะม่วงไปส่งอีกต่อหนึ่ง

ช่วงที่ 2 ผลผลิตส่วนใหญ่ของเกษตรกรที่เข้าร่วมชมรมผู้ปลูกมะม่วงจะส่งเข้าสู่กระบวนการคัดเกรดมะม่วงก่อนส่งออกจำหน่าย ส่วนผลผลิตของเกษตรกรที่ไม่เข้าร่วมกลุ่มจะส่งมะม่วงไปที่ตลาดภายในประเทศโดยตรง



รูปที่ 4.1 การไหลของมะม่วงดิบ

ช่วงที่ 3 ชมรมผู้ปลูกมะม่วงแต่ละแห่งได้ทำการคัดเกรดมะม่วงโดยแบ่งเกรดของมะม่วง ดังนี้

1) ชั้นพิเศษ คือ มะม่วงมีคุณภาพดีที่สุดใน ไม่มีตำหนิใด ๆ เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนเรื่องขนาดไม่เกิน 5%

2) ชั้นหนึ่ง คือ มะม่วงมีคุณภาพดี สามารถมีตำหนิได้เล็กน้อย จากการเสียดสีหรือการรับแดดจัดและรอยต่าง ๆ ที่เกิดจากยาง ตำหนิที่ผิวโดยรวมต่อผลต้องไม่เกิน 1-5 cm<sup>2</sup> จุดเหลืองที่ผิวจากการรับแดดจัดไม่เกิน 30% ของพื้นที่ผิวมะม่วงทั้งหมด

3) ชั้นที่สอง คือ มะม่วงคุณภาพต่ำ มีตำหนิที่ผิวโดยรวมต่อผลไม่เกิน 1-7 cm<sup>2</sup> จุดเหลืองที่ผิวจากการรับแดดจัดไม่เกิน 40% ของพื้นที่ผิวมะม่วงทั้งหมด

ช่วงที่ 4 ชมรมผู้ปลูกมะม่วงได้นำมะม่วง เกรด ชั้นพิเศษ และ ชั้นหนึ่ง เข้าสู่กระบวนการเคลือบผิวด้วยน้ำยากันความชื้น ติดเครื่องหิมายกัรค่า ใส่โฟมห่อผลมะม่วง และบรรจุมะม่วงลงกล่องที่บริษัทได้เตรียมไว้ ส่วนมะม่วงชั้นที่สองชมรมได้ทำความสะอาดจากนั้นน้ันบรรจุลงเข่งบางส่วนส่งให้กับโรงงานแปรรูปมะม่วง บางส่วนส่งไปจำหน่ายที่ตลาดภายในประเทศ

ช่วงที่ 5 เมื่อชมรมผู้ปลูกได้ทำการบรรจุมะม่วงดิบที่มีคุณภาพลงกล่องส่งให้บริษัทขนส่ง บริษัทขนส่งจะส่งมะม่วงโดยใช้วิธีการส่งไปยังประเทศต่าง ๆ ดังนี้

- 1) ทางเรือ = อินโดนีเซีย 4.98%, สิงคโปร์ 0.43%, ยองกง 0.66% และ จีน 0.66%
- 2) ทางรถบรรทุก = ลาว 4.95% และ มาเลเซีย 69.73%
- 3) ทางเครื่องบิน = เกาหลีใต้ 0.85%, ญี่ปุ่น 12.12% และ สหรัฐอเมริกา 0.087%

(กรมศุลกากร, 2552)

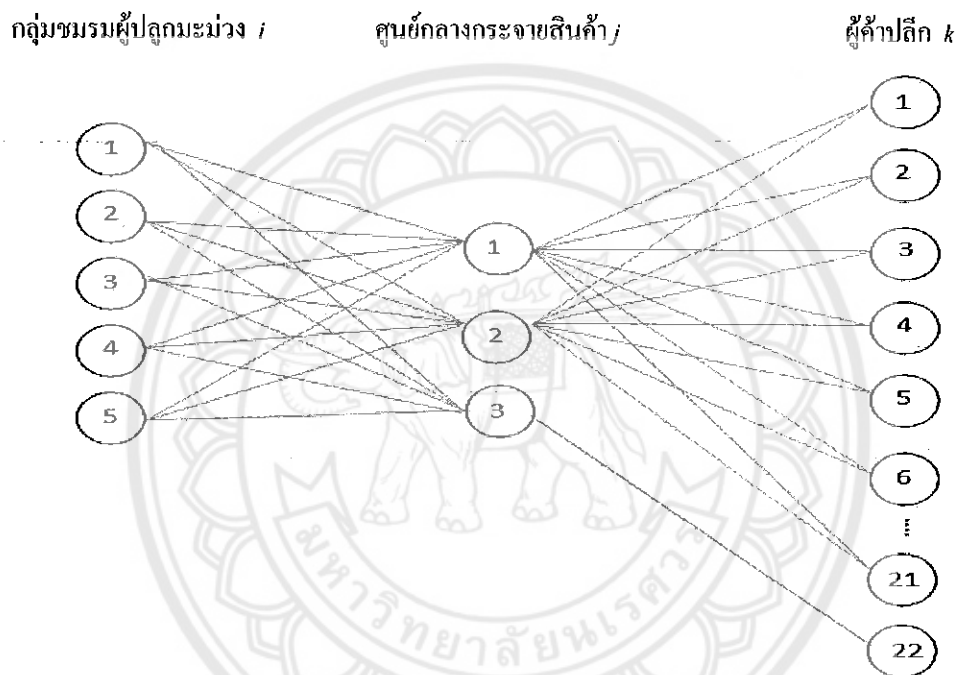
ช่วงที่ 6 เมื่อชมรมผู้ปลูกได้ส่งมะม่วงดิบเข้าสู่โรงงานแปรรูปมะม่วงแล้ว ได้เป็นผลิตภัณฑ์มะม่วงแปรรูปจากนั้นโรงงานส่งผลิตภัณฑ์บางส่วนเข้าสู่ตลาดภายในประเทศ และบางส่วนส่งให้กับบริษัทขนส่ง เพื่อส่งผลิตภัณฑ์ไปขายที่ต่างประเทศ

ช่วงที่ 7 บริษัทขนส่งได้ส่งมะม่วงแปรรูปไปยังประเทศผู้บริโภคร ดังนี้ เนเธอร์แลนด์ 2.95%, ออสเตรเลีย 9.86%, นิวซีแลนด์ 2.67%, รัสเซีย 1.36%, เกาหลีใต้ 0.44%, ญี่ปุ่น 35.38% และ สหรัฐอเมริกา 6.04% (กรมศุลกากร เรื่อง ตลาดส่งออกมะม่วงแปรรูปที่สำคัญ, 2552)

ช่วงที่ 8 เมื่อชมรมผู้ปลูกมะม่วงได้ส่งมะม่วง ชั้นสองบางส่วนให้กับตลาดภายในประเทศ มะม่วงอีกส่วนที่จะเข้าสู่ตลาดในประเทศ คือ มะม่วงจากเกษตรกร ผลมะม่วงที่ได้รับนี้จะเข้าสู่ตลาดกลางบางส่วน และบางส่วนจะมีพ่อค้าคนกลางไปรับมะม่วงจากสวนของเกษตรกรหรือจากชมรมผู้ปลูกมะม่วง จากนั้นผลมะม่วงจะถูกกระจายเพื่อจำหน่ายสู่ตลาดค้าปลีกสินค้าในหลาย ๆ พื้นที่ภายในประเทศ

## 4.2 การพัฒนาตัวแบบคณิตศาสตร์ของปัญหาการขนส่งมะม่วงดิบ

การขนส่งมะม่วงดิบไปยังผู้รับในเขตจังหวัดพิษณุโลกและบางส่วนส่งไปให้กับท่าเรือเพื่อส่งออกไปยังต่างประเทศนั้น สามารถเลือกเส้นทางได้หลายเส้นทาง ซึ่งการขนส่งมะม่วงในแต่ละครั้งจำเป็นต้องเลือกเส้นทางในการขนส่งที่เหมาะสมที่สุดและเกิดต้นทุนค่าใช้จ่ายในการขนส่งที่ต่ำที่สุด โดยผู้วิจัยได้พิจารณาจากจุดที่ตั้งของผู้รับสินค้า ระยะทางในการขนส่ง ความจุและความสามารถของยานพาหนะที่ใช้ขนส่งมะม่วง



รูปที่ 4.2 แสดงการกระจายของมะม่วงดิบ

ผู้วิจัยจึงได้ทำการพัฒนาแบบจำลองคณิตศาสตร์ขึ้นมา โดยแบ่งการพิจารณา ดังนี้

4.2.1 แบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อหาต้นทุนค่าน้ำมันเชื้อเพลิงในการขนส่งที่ต่ำที่สุด

4.2.2 แบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อหาต้นทุนค่าน้ำมันเชื้อเพลิงในการขนส่งที่ต่ำที่สุด โดยพิจารณาทั้งเที่ยวไปและเที่ยวกลับ

4.2.3 แบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อหาต้นทุนค่าน้ำมันเชื้อเพลิงในการขนส่งที่ต่ำที่สุด โดยพิจารณาทั้งเที่ยวไปและเที่ยวกลับ และคิดต้นทุนค่าตอบแทนพนักงานขับรถ

4.2.4 แบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อหาต้นทุนค่าน้ำมันเชื้อเพลิงในการขนส่งที่ต่ำที่สุด โดยพิจารณาทั้งเที่ยวไปและเที่ยวกลับ คิดต้นทุนค่าตอบแทนพนักงานขับรถและคิดต้นทุนค่าซ่อมบำรุงยานพาหนะ



#### 4.2.1 แบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อหาต้นทุนค่าน้ำมันเชื้อเพลิงในการขนส่งที่ต่ำที่สุด

แบบจำลองคณิตศาสตร์นี้เป็นการหาต้นทุนค่าเชื้อเพลิงในการขนส่งมะม่วงดิบจาก  
 ชมรมผู้ปลูกมะม่วงไปยังศูนย์กระจายสินค้าและ ศูนย์กระจายสินค้าไปยังตลาดค้าปลีก โดยผู้วิจัยได้  
 พิจารณาเพียงต้นทุนค่าน้ำมันเชื้อเพลิงในการขนส่ง (เที่ยวไป) เท่านั้น โดยมีข้อกำหนดดังนี้  
 สมมติฐาน

- 1) กำหนดให้ชมรมผู้ปลูกมะม่วงทุกชมรมในเขตจังหวัดพิษณุโลกขายมะม่วงดิบที่ได้ทั้งหมด  
 ให้แก่ศูนย์กระจายสินค้าในเขตจังหวัดพิษณุโลกเท่านั้น
- 2) กำหนดให้ศูนย์กระจายสินค้าในเขตจังหวัดพิษณุโลกขายมะม่วงดิบที่ได้ทั้งหมดให้แก่  
 ตลาดค้าปลีกในเขตจังหวัดพิษณุโลกเท่านั้น
- 3) กำหนดให้ศูนย์กระจายสินค้าในเขตจังหวัดพิษณุโลกกระจายมะม่วงดิบให้แก่ตลาดค้าปลีก  
 ภายในจังหวัดพิษณุโลกและศูนย์กระจายสินค้าเพื่อส่งออกที่อยู่ในเขตจังหวัดพิษณุโลกกระจาย  
 มะม่วงดิบให้แก่ท่าเรือ กทม. เท่านั้น
- 4) กำหนดให้ยานพาหนะที่ใช้ในการขนส่ง คือ รถบรรทุก 6 ล้อ มีการบรรทุกเต็มพิกัด 6 ตัน  
 (กรมทางหลวง, 2548) โดยมีอัตราการบริโภคน้ำมันเมื่อบรรทุกเต็มพิกัดบรรทุก เท่ากับ 6  
 กิโลเมตร/ลิตร (รถยนต์กับคอนออนไลน์, 2553)
- 5) ยานพาหนะที่ใช้ในการขนส่งจะมีความเร็วคงที่ และอัตราการบริโภคน้ำมันเชื้อเพลิงคงที่
- 6) กำหนดให้ตลาดค้าปลีกในจังหวัดพิษณุโลกและท่าเรือ มีความสามารถในการรับซื้อ  
 มะม่วงเท่ากับจำนวนมะม่วงที่ผลิตได้
- 7) อ้างอิงราคาน้ำมันดีเซล (B5 Plus) ของบริษัท ปตท. ณ วันที่ 24 เมษายน 2553 เท่ากับ 29.08  
 บาท/ลิตร (บริษัท ปตท. จำกัด มหาชน, 2553)

#### ดัชนี (Indices)

$i$	=	ดัชนีกลุ่มชมรมผู้ปลูกมะม่วง (Suppliers)	$(i = 1, 2, 3, \dots, S)$
$j$	=	ดัชนีศูนย์กลางกระจายสินค้า (Distribution center)	$(j = 1, 2, 3, \dots, DC)$
$k$	=	ดัชนีตลาดค้าปลีก (Retailer Store)	$(k = 1, 2, 3, \dots, N)$
$S$	=	ดัชนีของจำนวนกลุ่มชมรมผู้ปลูกมะม่วง	
$DC$	=	ดัชนีของจำนวนศูนย์กลางกระจายสินค้า	
$N$	=	ดัชนีของจำนวนตลาดค้าปลีก	

### ข้อมูลค่าคงที่ (Parameter)

$Z$  = ค่าใช้จ่ายในการขนส่ง (บาท)

$D_{ij}$  = ระยะทางในการขนส่งมะม่วง จากชมรมผู้ปลูกมะม่วง  $i$  ไปยังศูนย์กลางกระจายสินค้า  $j$  (กิโลเมตร)

$D_{jk}$  = ระยะทางในการขนส่งมะม่วง จากศูนย์กลางกระจายสินค้า  $j$  ไปยังตลาดค้าปลีก  $k$  (กิโลเมตร)

$R$  = อัตราการบริโภคน้ำมันเชื้อเพลิงของยานพาหนะเมื่อมีการบรรทุกเต็มพิกัดความจุ (กิโลเมตร/ลิตร)

$C_{BS}$  = ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลต่อหน่วย (บาท/ลิตร)

$CP_i$  = ผลผลิตมะม่วงของชมรมผู้ปลูกมะม่วง  $i$  (ตัน)

$CP_j$  = ความสามารถในการจัดเก็บมะม่วงของศูนย์กลางกระจายสินค้า  $j$  (ตัน)

$CP_k$  = ความต้องการรับซื้อมะม่วงของตลาดค้าปลีก  $k$  (ตัน)

$L$  = พิกัดบรรทุกของยานพาหนะ (ตัน/ครั้ง)

### ตัวแปรการตัดสินใจ (Decision Variable)

$X_{ij}$  = ปริมาณการขนส่งมะม่วงจากชมรมผู้ปลูกมะม่วง  $i$  ไปยังศูนย์กลางกระจายสินค้า  $j$  (ตัน/ครั้ง)

$X_{jk}$  = ปริมาณการขนส่งมะม่วงจากศูนย์กลางกระจายสินค้า  $j$  ไปยังตลาดค้าปลีก  $k$  (ตัน/ครั้ง)

### สมการเป้าหมาย (Objective function)

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^S \sum_{j=1}^{DC} \frac{C_{BS} D_{ij}}{R} \frac{X_{ij}}{L} + \sum_{j=1}^{DC} \sum_{k=1}^N \frac{C_{BS} D_{jk}}{R} \frac{X_{jk}}{L} \quad (4.1)$$

จากสมการเป้าหมายจะเห็นได้ว่ามีค่าใช้จ่ายรวมแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 เป็นการหาต้นทุนค่าเชื้อเพลิงในการขนส่งมะม่วงจากผู้ปลูกมะม่วง  $i$  ไปยังศูนย์กลางกระจายสินค้า  $j$

$$\sum_{i=1}^S \sum_{j=1}^{DC} \frac{C_{BS} D_{ij}}{R} \frac{X_{ij}}{L}$$

และส่วนที่ 2 เป็นการหาต้นทุนค่าเชื้อเพลิงในการขนส่งมะม่วงจากศูนย์กลางกระจายสินค้า  $j$  ไปยังตลาดค้าปลีก  $k$

$$\sum_{j=1}^{DC} \sum_{k=1}^N \frac{C_{BS}}{R} D_{jk} \frac{X_{jk}}{L}$$

ขอบเขต (Subject to)

1) ปริมาณการขนส่งมะม่วงจากผู้ปลูกมะม่วง  $i$  ไปยังศูนย์กลางกระจายสินค้า  $j$  จะต้องไม่เกินความสามารถในการผลิตมะม่วงของชมรมผู้ปลูก  $i$

$$\sum_{j=1}^{DC} X_{ij} \leq CP_i, \text{ for all } i. \quad (4.2)$$

2) ปริมาณมะม่วงที่ขนส่งจากผู้ปลูกมะม่วง  $i$  ไปยังศูนย์กลางกระจายสินค้า  $j$  ต้องไม่เกินขีดความสามารถในการจัดเก็บมะม่วงของศูนย์กลางกระจายสินค้า  $j$

$$\sum_{i=1}^S X_{ij} \leq CP_j, \text{ for all } j. \quad (4.3)$$

3) ปริมาณมะม่วงที่ขนส่งจากศูนย์กลางกระจายสินค้า  $j$  ไปยังตลาดค้าปลีก  $k$  ต้องไม่เกินกว่ามะม่วงที่ถูกจัดเก็บไว้ในศูนย์กลางกระจายสินค้า  $j$

$$\sum_{j=1}^{DC} X_{jk} \leq CP_j, \text{ for all } j. \quad (4.4)$$

4) ปริมาณมะม่วงทั้งหมดที่ขนส่งจากชมรมผู้ปลูกมะม่วง  $i$  ไปยังศูนย์กลางกระจายสินค้า  $j$  และขนส่งจากศูนย์กลางกระจายสินค้า  $j$  ไปยังตลาดค้าปลีก  $k$  นั้นต้องมีปริมาณเท่ากัน หมายความว่าปริมาณผลผลิตมะม่วงที่ขนส่งเข้ามายังศูนย์กระจายสินค้าจะต้องมีปริมาณเท่ากับผลผลิตที่จะขนส่งออกจากศูนย์กระจายสินค้า

$$\sum_{i=1}^S X_{ij} = \sum_{k=1}^N X_{jk} = CP_k, \text{ for all } j, k. \quad (4.5)$$

5) อสมการบังคับตัวแปรตัดสินใจ

$$X_{ij}, X_{jk} \geq 0, \text{ for all } i, j, k. \quad (4.6)$$

จากสมการที่ 4.1 สมการเป้าหมายข้างต้นสามารถลดรูปได้ดังนี้

$$\text{Min } Z = \frac{C_{BS}}{R \times L} \left[ \left( \sum_{i=1}^S \sum_{j=1}^{DC} D_{ij} X_{ij} \right) + \left( \sum_{j=1}^{DC} \sum_{k=1}^N D_{jk} X_{jk} \right) \right] \quad (4.7)$$

สำหรับวิธีการหาค่าตอบที่ดีที่สุดและผลคำตอบต้นทุนค่าน้ำมันเชื้อเพลิงที่ต่ำที่สุดของแบบจำลองที่ 1 ผู้วิจัยได้แสดงไว้ใน ภาคผนวก ข และภาคผนวก ค

**4.2.2 แบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อหาดัชนีทุนค่าน้ำมันเชื้อเพลิงในการขนส่งที่ต่ำที่สุด โดยพิจารณาทั้งเที่ยวไปและเที่ยวกลับ**

แบบจำลองคณิตศาสตร์นี้ผู้วิจัยได้ทำการหาดัชนีทุนค่าน้ำมันเชื้อเพลิงในการขนส่งที่ต่ำที่สุด โดยพิจารณาทั้งเที่ยวไปและเที่ยวกลับ เมื่อยานพาหนะทำการขนส่งมะม่วงที่จุดปลายทางเสร็จสิ้นแล้วจะเดินทางกลับมายังจุดเริ่มต้น แต่เนื่องจากในการเดินทางเที่ยวกลับยานพาหนะไม่ได้บรรทุกมะม่วงกลับมาจึงส่งผลให้อัตราการบริโภคน้ำมันเชื้อเพลิงเที่ยวไปและกลับไม่เท่ากัน โดยจากแบบจำลองนี้มี สมมติฐาน พารามิเตอร์ และสมการเป้าหมายที่เพิ่มเติมจากแบบจำลองคณิตศาสตร์ที่ 4.2.1 ดังนี้

**สมมติฐาน**

- 1) กำหนดให้เส้นทางการจราจรเป็นแบบ Two-way เมื่อยานพาหนะส่งมะม่วงที่จุดปลายทางเสร็จสิ้นแล้วจะต้องกลับมาที่จุดต้นทางด้วยเส้นทางเดิมเสมอ
- 2) กำหนดให้อัตราการบริโภคน้ำมันเชื้อเพลิงของรถบรรทุก 6 ล้อ เมื่อไม่มีน้ำหนักบรรทุกเท่ากับ 8 กิโลเมตร/ลิตร (รถยนต์กับคนออนไลน์, 2553)
- 3) กำหนดให้ในการขนส่งรอบสุดท้ายหากว่าปริมาณการขนส่งจะไม่เต็มพิกัดบรรทุกของยานพาหนะก็ยังคงถือว่าให้ยานพาหนะมีอัตราการบริโภคน้ำมันเชื้อเพลิง เท่ากับการบรรทุกเต็มพิกัดความจุ

### ข้อมูลค่าคงที่ (Parameter)

ใช้พารามิเตอร์เหมือนกับแบบจำลองคณิตศาสตร์ที่ 4.2.1 แต่มีเพิ่มเติม คือ  
 $R_0$  = อัตราการบริโภคน้ำมันเชื้อเพลิงของรถบรรทุก 6 ล้อ เมื่อไม่มีการบรรทุก (กิโลเมตร/ลิตร)  
 (รถยนต์กับคนออนไลน์, 2553)

### สมการเป้าหมาย (Objective function)

$$\begin{aligned} \text{Min } Z = & \sum_{i=1}^S \sum_{j=1}^{DC} \frac{C_{B5} D_{ij}}{R} \frac{X_{ij}}{L} + \sum_{j=1}^{DC} \sum_{k=1}^N \frac{C_{B5} D_{jk}}{R} \frac{X_{jk}}{L} + \sum_{i=1}^S \sum_{j=1}^{DC} \frac{C_{B5} D_{ij}}{R_0} \frac{X_{ij}}{L} + \\ & \sum_{j=1}^{DC} \sum_{k=1}^N \frac{C_{B5} D_{jk}}{R_0} \frac{X_{jk}}{L} \end{aligned} \quad (4.8)$$

จากสมการเป้าหมายจะเห็นได้ว่ามีค่าใช้จ่ายรวมแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 เป็นการหาต้นทุนค่าเชื้อเพลิงในเส้นทางกลับจากศูนย์กลางกระจายสินค้า  $j$  ไปยัง ผู้ปลูกมะม่วง  $i$

$$\sum_{i=1}^S \sum_{j=1}^{DC} \frac{C_{B5} D_{ij}}{R_0} \frac{X_{ij}}{L}$$

และส่วนที่ 2 เป็นการหาต้นทุนค่าเชื้อเพลิงในเส้นทางกลับจากตลาดค้าปลีก  $k$  ไปยัง ศูนย์กลางกระจายสินค้า  $j$

$$\sum_{j=1}^{DC} \sum_{k=1}^N \frac{C_{B5} D_{jk}}{R_0} \frac{X_{jk}}{L}$$

จากสมการที่ 4.11 สมการเป้าหมายข้างต้นสามารถลดรูปได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{Min } Z = & \frac{C_{B5}}{R \times L} \left[ \left( \sum_{i=1}^S \sum_{j=1}^{DC} D_{ij} X_{ij} \right) + \left( \sum_{j=1}^{DC} \sum_{k=1}^N D_{jk} X_{jk} \right) \right] + \\ & \frac{C_{B5}}{R_0 \times L} \left[ \left( \sum_{i=1}^S \sum_{j=1}^{DC} D_{ij} X_{ij} \right) + \left( \sum_{j=1}^{DC} \sum_{k=1}^N D_{jk} X_{jk} \right) \right] \end{aligned} \quad (4.9)$$

สำหรับดัชนี สมการเงื่อนไข และตัวแปรตัดสินใจ ยังคงใช้เหมือนกับแบบจำลองคณิตศาสตร์ที่ 4.2.1

สำหรับวิธีการหาคำตอบที่ดีที่สุดและผลคำตอบต้นทุนค่าน้ำมันเชื้อเพลิงที่ต่ำที่สุด โดยพิจารณาทั้งเที่ยวไปและเที่ยวกลับ ของแบบจำลองที่ 2 ผู้วิจัยได้แสดงไว้ใน ภาคผนวก ข และ ภาคผนวก ค

**4.2.3 แบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อหาดัชนีทุนค่าน้ำมันเชื้อเพลิงในการขนส่งที่ต่ำที่สุดโดยพิจารณาทั้งเที่ยวไปและเที่ยวกลับ และคิดต้นทุนค่าตอบแทนพนักงานขับรถ**

ในแบบจำลองนี้ผู้วิจัยได้ทำการเพิ่มต้นทุนค่าตอบแทนพนักงานขับรถเข้ามา เนื่องจากในการคิดค่าตอบแทนของพนักงานขับรถนั้นจะคิดโดยการเหมาค่าตอบแทนเป็นต่อกิโลเมตรของการขนส่งนั้น เป็นการคิดค่าจ้างรวมระยะทางในเส้นทางไป และเส้นทางกลับมาที่จุดเริ่มต้นด้วย ดังนี้

**สมมติฐาน**

1) กำหนดให้ยานพาหนะที่ใช้ในการขนส่ง คือ รถบรรทุก 6 ล้อ มีการบรรทุกเต็มพิกัดความจุ 6 ตัน (กรมทางหลวง, 2548)

2) กำหนดอัตราค่าตอบแทนพนักงานขับรถ ตามระยะทางที่กำหนด ดังนี้

- การขนส่งภายในจังหวัด ระยะทาง น้อยกว่า 20 กิโลเมตร ไม่มีการคิดค่าตอบแทนใด ๆ
- การขนส่งภายในจังหวัด ระยะทาง 20-50 กิโลเมตร คิดค่าตอบแทน 200 บาท/รอบ
- การขนส่งภายในจังหวัด ระยะทาง 51-110 กิโลเมตร คิดค่าตอบแทน 350 บาท/รอบ
- การขนส่งไปยังท่าเรือ กรุงเทพ ฯ คิดค่าตอบแทน ประมาณ 1,200 บาท/รอบ

ซึ่งอัตราค่าตอบแทนที่ว่่านี้ได้รวมการเดินทางไปส่งมะม่วงและเดินทางกลับมายังจุดเริ่มต้นแล้ว (คุณศิษฐ์ชัย ตระกูลทิพย์, 2553)

3) กำหนดให้เส้นทางที่จะทำการขนส่งสินค้ามียานพาหนะอยู่แล้ว ไม่ได้ทำการเช่ามาจากแหล่งอื่นแต่อย่างใด

**ข้อมูลค่าคงที่ (Parameter)**

ใช้พารามิเตอร์เหมือนกับแบบจำลองคณิตศาสตร์ที่ 4.2.1 และ 4.2.2 แต่มีเพิ่มเติม คือ

$C_D$  = ค่าตอบแทนพนักงานขับรถบรรทุก 6 ล้อ (บาท/รอบ)

**สมการเป้าหมาย (Objective function)**

$$\begin{aligned} \text{Min } Z = & \sum_{i=1}^S \sum_{j=1}^{DC} \frac{C_{BS}}{R} D_{ij} \frac{X_{ij}}{L} + \sum_{j=1}^{DC} \sum_{k=1}^N \frac{C_{BS}}{R} D_{jk} \frac{X_{jk}}{L} + \sum_{i=1}^S \sum_{j=1}^{DC} \frac{C_{BS}}{R_0} D_{ij} \frac{X_{ij}}{L} + \\ & \sum_{j=1}^{DC} \sum_{k=1}^N \frac{C_{BS}}{R_0} D_{jk} \frac{X_{jk}}{L} + \sum_{i=1}^S \sum_{j=1}^{DC} \frac{X_{ij}}{L} C_D + \sum_{j=1}^{DC} \sum_{k=1}^N \frac{X_{jk}}{L} C_D \end{aligned} \quad (4.10)$$

จากสมการเป้าหมายจะเห็นได้ว่ามีค่าใช้จ่ายรวมแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 เป็นการหาต้นทุนค่าตอบแทนพนักงานขับรถจากผู้ปลูกมะม่วง  $i$  ไปยังศูนย์กลางกระจายสินค้า  $j$  และ จากศูนย์กลางกระจายสินค้า  $j$  กลับมายัง ผู้ปลูกมะม่วง  $i$

$$\sum_{i=1}^S \sum_{j=1}^{DC} \frac{X_{ij}}{L} C_D$$

และส่วนที่ 2 เป็นการหาต้นทุนค่าตอบแทนพนักงานขับรถจากศูนย์กลางกระจายสินค้า  $j$  ไปยังตลาดค้าปลีก  $k$  และ จากตลาดค้าปลีก  $k$  กลับมายังศูนย์กลางกระจายสินค้า  $j$

$$\sum_{j=1}^{DC} \sum_{k=1}^N \frac{X_{jk}}{L} C_D$$

จากสมการที่ 4.15 สมการเป้าหมายข้างต้นสามารถลดรูปได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{Min } Z = & \frac{C_{BS}}{R \times L} \left[ \left( \sum_{i=1}^S \sum_{j=1}^{DC} D_{ij} X_{ij} \right) + \left( \sum_{j=1}^{DC} \sum_{k=1}^N D_{jk} X_{jk} \right) \right] + \\ & \frac{C_{BS}}{R_0 \times L} \left[ \left( \sum_{i=1}^S \sum_{j=1}^{DC} D_{ij} X_{ij} \right) + \left( \sum_{j=1}^{DC} \sum_{k=1}^N D_{jk} X_{jk} \right) \right] + \\ & \frac{C_D}{L} \left[ \left( \sum_{i=1}^S \sum_{j=1}^{DC} X_{ij} \right) + \left( \sum_{j=1}^{DC} \sum_{k=1}^N X_{jk} \right) \right] \end{aligned} \quad (4.11)$$

สมการเงื่อนไข ดัชนี พารามิเตอร์และตัวแปร ยังคงเหมือนกับแบบจำลองคณิตศาสตร์ที่ 4.2.1 และ 4.2.2

สำหรับวิธีการหาค่าตอบที่ดีที่สุดและผลคำตอบต้นทุนค่าน้ำมันเชื้อเพลิงที่ต่ำที่สุดโดยพิจารณาทั้งเที่ยวไปและเที่ยวกลับและคิดต้นทุนค่าตอบแทนพนักงานขับรถ ของแบบจำลองที่ 3 ผู้วิจัยได้แสดงไว้ใน ภาคผนวก ข และภาคผนวก ค

4.2.4 แบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อหาต้นทุนค่าน้ำมันเชื้อเพลิงในการขนส่งที่ต่ำที่สุดโดยพิจารณาทั้งเที่ยวไปและเที่ยวกลับ และคิดต้นทุนค่าตอบแทนพนักงานขับรถ กับ คิดต้นทุนค่าซ่อมบำรุงยานพาหนะ

สำหรับแบบจำลองคณิตศาสตร์นี้ผู้วิจัยได้เพิ่มการคิดต้นทุนค่าซ่อมบำรุงเข้ามาด้วย เนื่องจากผู้วิจัยได้วิเคราะห์อัตราการซ่อมบำรุงยานพาหนะเป็นแบบวิเคราะห์ระยะทางที่รถวิ่ง โดย

กำหนดการระยะทางที่ใช้ในการซ่อมบำรุง คือ ตรวจเช็ครถในช่วงระยะ 1,000 กิโลเมตรแรก ที่รถวิ่งได้ (ตั้งแต่ออกรถมาใหม่) ต่อจากนั้น ตรวจเช็ครถในระยะทางทุก 10,000 กิโลเมตร โดย 1 ครั้ง ในการตรวจเช็คระบบและทำการซ่อมบำรุงมีค่าใช้จ่าย ดังนี้

- น้ำมันเครื่อง มีค่าใช้จ่าย ประมาณ 1,500 บาท
- น้ำยากันสนิมหม้อน้ำ มีค่าใช้จ่าย ประมาณ 200 บาท
- หัวเทียน มีค่าใช้จ่าย ประมาณ 700 บาท
- แบตเตอรี่ มีค่าใช้จ่าย ประมาณ 2,500 บาท
- ไล่กรองอากาศ มีค่าใช้จ่าย ประมาณ 800 บาท
- น้ำมันเบรก มีค่าใช้จ่าย ประมาณ 700 บาท
- น้ำมันเกียร์ มีค่าใช้จ่าย ประมาณ 600 บาท
- ตรวจเช็คระบบ มีค่าใช้จ่าย ประมาณ 1,000 บาท

รวมค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการตรวจเช็คระบบและทำการซ่อมบำรุง ประมาณ 8,000 บาท (คุณภัสสิริรา เกียรติเกษมสุข ศูนย์ซ่อมบำรุง โตโยต้ามอเตอร์, 2553)

ซึ่งในแบบจำลองคณิตศาสตร์นี้ ยังคงมีสมมติฐาน พารามิเตอร์ และสมการเป้าหมายที่เพิ่มเติมจากแบบจำลองก่อนหน้านี้ ดังนี้

#### สมมติฐาน

- 1) กำหนดให้ยานพาหนะที่ใช้ในการขนส่ง คือ รถบรรทุก 6 ล้อ มีการบรรทุกสินค้าเต็มพิกัดความจุ 6 ตัน (กรมทางหลวง, 2548)
- 2) กำหนดอัตราค่าซ่อมบำรุงยานพาหนะนั้นอยู่ที่ 0.8 บาท/กิโลเมตร (คุณภัสสิริรา เกียรติเกษมสุข ศูนย์ซ่อมบำรุง โตโยต้ามอเตอร์, 2553)
- 3) กำหนดให้กักระยะทางในการขนส่งสินค้ารวมการเดินทางไปส่งสินค้าและเดินทางกลับมายังจุดเริ่มต้น
- 4) กำหนดให้อัตราค่าซ่อมบำรุงยานพาหนะคงที่ การบรรทุกเต็มความจุหรือไม่เต็มไม่มีผลต่อค่าซ่อมบำรุงนี้

#### ข้อมูลค่าคงที่ (Parameter)

ใช้พารามิเตอร์เหมือนกับแบบจำลองคณิตศาสตร์ที่ 4.2.1 4.2.2 และ 4.2.3 แต่มีเพิ่มเติม คือ

$$C_M = \text{อัตราค่าซ่อมบำรุงยานพาหนะ รถบรรทุก 6 ล้อ (บาท/กิโลเมตร)}$$



สมการเป้าหมาย (Objective function)

$$\begin{aligned}
 \text{Min } Z = & \sum_{i=1}^S \sum_{j=1}^{DC} \frac{C_{BS} D_{ij}}{R} \frac{X_{ij}}{L} + \sum_{j=1}^{DC} \sum_{k=1}^N \frac{C_{BS} D_{jk}}{R} \frac{X_{jk}}{L} + \sum_{i=1}^S \sum_{j=1}^{DC} \frac{C_{BS} D_{ij}}{R_0} \frac{X_{ij}}{L} + \\
 & \sum_{j=1}^{DC} \sum_{k=1}^N \frac{C_{BS} D_{jk}}{R_0} \frac{X_{jk}}{L} + \sum_{i=1}^S \sum_{j=1}^{DC} \frac{X_{ij}}{L} C_D + \sum_{j=1}^{DC} \sum_{k=1}^N \frac{X_{jk}}{L} C_D + \sum_{i=1}^S \sum_{j=1}^{DC} \frac{X_{ij}}{L} D_{ij} C_M \\
 & + \sum_{j=1}^{DC} \sum_{k=1}^N \frac{X_{jk}}{L} D_{jk} C_M
 \end{aligned} \tag{4.12}$$

จากสมการเป้าหมายจะเห็นได้ว่ามีค่าใช้จ่ายรวมแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 เป็นการหาต้นทุนค่าซ่อมบำรุงยานพาหนะจากผู้ปลูกมะม่วง  $i$  ไปยัง ศูนย์กลางกระจายสินค้า  $j$

$$\sum_{i=1}^S \sum_{j=1}^{DC} \frac{X_{ij}}{L} D_{ij} C_M$$

และส่วนที่ 2 เป็นการหาต้นทุนค่าซ่อมบำรุงยานพาหนะจากศูนย์กลางกระจายสินค้า  $j$  ไปยัง ตลาดค้าปลีก  $k$

$$\sum_{j=1}^{DC} \sum_{k=1}^N \frac{X_{jk}}{L} D_{jk} C_M$$

จากสมการที่ 4.26 สมการเป้าหมายข้างต้นสามารถลดรูปได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 \text{Min } Z = & \frac{C_{BS}}{R \times L} \left[ \left( \sum_{i=1}^S \sum_{j=1}^{DC} D_{ij} X_{ij} \right) + \left( \sum_{j=1}^{DC} \sum_{k=1}^N D_{jk} X_{jk} \right) \right] + \\
 & \frac{C_{BS}}{R_0 \times L} \left[ \left( \sum_{i=1}^S \sum_{j=1}^{DC} D_{ij} X_{ij} \right) + \left( \sum_{j=1}^{DC} \sum_{k=1}^N D_{jk} X_{jk} \right) \right] + \\
 & \frac{C_D}{L} \left[ \left( \sum_{i=1}^S \sum_{j=1}^{DC} X_{ij} \right) + \left( \sum_{j=1}^{DC} \sum_{k=1}^N X_{jk} \right) \right] + \\
 & \frac{C_M}{L} \left[ \left( \sum_{i=1}^S \sum_{j=1}^{DC} D_{ij} X_{ij} \right) + \left( \sum_{j=1}^{DC} \sum_{k=1}^N D_{jk} X_{jk} \right) \right]
 \end{aligned} \tag{4.13}$$

สำหรับสมการเงื่อนไข ดัชนี พารามิเตอร์และตัวแปรตัดสินใจ ยังคงใช้เหมือนแบบจำลองคณิตศาสตร์ที่ 4.2.1 4.2.2 และ 4.2.3

สำหรับวิธีการหาคำตอบที่ดีที่สุดและผลคำตอบต้นทุนค่าน้ำมันเชื้อเพลิงที่ต่ำที่สุด โดยพิจารณาทั้งเที่ยวไปและเที่ยวกลับและคิดต้นทุนค่าตอบแทนพนักงานขับรถกับ คิดต้นทุนค่าซ่อมบำรุงยานพาหนะของแบบจำลองที่ 4 ผู้วิจัยได้แสดงไว้ใน ภาคผนวก ข และภาคผนวก ค

### 4.3 การวิเคราะห์ความไว (Sensitivity Analysis)

เป็นการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของคำตอบที่ดีที่สุด เมื่อค่าคงที่ ตัวแปร และข้อจำกัดของตัวแบบในสมการคณิตศาสตร์เปลี่ยนไป หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า การวิเคราะห์ผลลัพธ์หลังจากหาคำตอบที่ดีที่สุด (Post optimality analysis)

หลังจากที่ได้คำตอบที่เหมาะสมของปัญหาเรียบร้อยแล้ว แต่ปรากฏว่าเกิดการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของปัญหาไปจากเดิมเพียงบางส่วน เช่น มีการเปลี่ยนแปลงข้อจำกัด หรือเปลี่ยนแปลงสัมประสิทธิ์ของตัวแปร คำตอบของปัญหาข้อมเปลี่ยนไป ในการที่จะวิเคราะห์ผลคำตอบใหม่ ผู้วิจัยได้ใช้ Solver ของ Microsoft Excel โดยเลือกคำสั่ง Sensitivity เพื่อช่วยในการวิเคราะห์ผลคำตอบ ดังนี้

#### 4.3.1 Answer Report

เป็นการแสดงรายละเอียดของผลคำตอบของแบบจำลองคณิตศาสตร์ในแบบจำลองที่ 4 ของผู้วิจัย โดยโปรแกรม Excel Solver 2007 หาคำตอบที่ดีที่สุด

จากรูปที่ 4.3 Objective Cell คือ รายละเอียดของเซลล์เป้าหมาย ว่าต้องการให้มีค่าเป็นอย่างไร ในที่นี้ผู้วิจัยได้กำหนดให้มีค่าเป็น Min ซึ่ง คือ ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงที่ต่ำที่สุด Cell \$B\$214 ได้ถูกกำหนดให้เป็นเซลล์เป้าหมาย และเซลล์นี้มีชื่อว่า ค่าเชื้อเพลิงที่ต่ำที่สุด โดยที่ Original Value รายงานค่าก่อนที่จะใช้โปรแกรมหาคำตอบ คือ 0 และ Final Value รายงานค่าสุดท้ายที่ใช้หาคำตอบ คือ 22,861,788.104 บาท (ค่าเชื้อเพลิงที่ใช้ในการขนส่งที่ต่ำที่สุด) ค่าเชื้อเพลิงใน Answer Report ที่โปรแกรมแสดงนี้ไม่ได้นำจำนวนรอบในการขนส่งมาคำนวณด้วยเนื่องจากโปรแกรมมีข้อจำกัดในการคำนวณ

รูปที่ 4.4 อธิบายถึงรายละเอียดของ Constrain ในเซลล์ที่ได้กำหนดเงื่อนไขข้อจำกัดของเซลล์ต่าง ๆ ว่าอย่างไร ตัวอย่าง เช่น เซลล์ \$B\$134 คือความต้องการของตลาดค้าปลีกไทยเจริญ ที่มีค่าเท่ากับ 500 ตันต่อปี โดยมีข้อจำกัดคือ \$B\$134<=\$B\$133 คือ ความต้องการของตลาดค้าปลีกไทยเจริญจะต้องน้อยกว่าหรือเท่ากับความต้องการส่งของศูนย์กระจายสินค้า ซึ่งจะทำให้ Slack มีค่าเท่ากับ 0 และ Status เป็น Binding

1	Microsoft Excel 12.0 Answer Report			
2	Worksheet: [Solver ในไฟล์สมุด01.xlsx]Model 4			
3	Report Created: 16/5/2553 21:36:49			
4				
5				
6	Target Cell (Min)			
7	Cell	Name	Original Value	Final Value
8	\$B\$214	ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงที่ต่ำที่สุด	0.000	22861788.104
9				
10				
11	Adjustable Cells			
12	Cell	Name	Original Value	Final Value
13	\$B\$21	1 วิทยาลัยชุมชนพัฒนาการผลิตมะม่วงเพื่อการส่งออก 1 ตลาดไทยเจริญ	0.00	0.00
14	\$C\$21	1 วิทยาลัยชุมชนพัฒนาการผลิตมะม่วงเพื่อการส่งออก 2 ตลาดรวมใจ	0.00	0.00
15	\$D\$21	1 วิทยาลัยชุมชนพัฒนาการผลิตมะม่วงเพื่อการส่งออก 3 ศกส.เพื่อการส่งออก	4000.00	4000.00
16	\$B\$22	2 วิทยาลัยชุมชนผู้ปลูกมะม่วงบ้านหนองหิน 1 ตลาดไทยเจริญ	0.00	0.00
17	\$C\$22	2 วิทยาลัยชุมชนผู้ปลูกมะม่วงบ้านหนองหิน 2 ตลาดรวมใจ	0.00	0.00
18	\$D\$22	2 วิทยาลัยชุมชนผู้ปลูกมะม่วงบ้านหนองหิน 3 ศกส.เพื่อการส่งออก	250.00	250.00
19	\$B\$23	3 ชมรมผู้ปลูกมะม่วง อำเภอเก็บมะพร้าว 1 ตลาดไทยเจริญ	0.00	0.00
20	\$C\$23	3 ชมรมผู้ปลูกมะม่วง อำเภอเก็บมะพร้าว 2 ตลาดรวมใจ	0.00	0.00
21	\$D\$23	3 ชมรมผู้ปลูกมะม่วง อำเภอเก็บมะพร้าว 3 ศกส.เพื่อการส่งออก	50.00	50.00
22	\$B\$24	4 วิทยาลัยชุมชนปรับปรุงคุณภาพมะม่วงบ้านหนองไผ่ยางสา 1 ตลาดไทยเจริญ	500.00	500.00

รูปที่ 4.3 ตัวอย่าง Target Cell และ Adjustable Cell ใน Answer Report ของแบบจำลองที่ 4

Slack คือ สิ่งที่แสดงให้เห็นว่าข้อจำกัดนั้นใช้หมดไป ถ้าเท่ากับ 0 หมายถึงข้อจำกัดได้ใช้หมดไปและเหลือส่วนที่ไม่ได้ใช้เท่ากับ Slack และ Binding คือ มีการใช้ทรัพยากรจนหมดทำให้ Slack เท่ากับ 0 และจะทำให้ส่วนของ Status เป็น Binding แต่ถ้าใช้ทรัพยากรไม่หมด ทำให้ Slack ไม่เท่ากับ 0 จะทำให้ Status เป็น Not Binding

การวิเคราะห์ข้างต้นนี้เป็นเพียงการแสดงตัวอย่างของวิธีการวิเคราะห์เท่านั้น เนื่องจากข้อจำกัดทางด้านพื้นที่ของเล่มงานวิจัยทำให้ไม่สามารถนำผลของ Answer Report มาแสดงได้หมด

95						
96	Constraints					
97	Cell	Name	Cell Value	Formula	Status	Slack
98	\$B\$134	ตลาดไทยเจริญ	500.00	\$B\$134<=\$B\$133	Binding	0
99	\$C\$134	ตลาดรวมใจ	570.00	\$C\$134<=\$C\$133	Binding	0

รูปที่ 4.4 ตัวอย่าง Constraints ใน Answer Report ของแบบจำลองที่ 4

### 4.3.2 การวิเคราะห์ความไว

ในโปรแกรม Excel Solver สามารถที่จะวิเคราะห์ความไวได้ผ่านทาง Sensitivity Report เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลเพิ่มเติมหลังจากได้คำตอบที่ดีที่สุดแล้ว สามารถวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสัมประสิทธิ์ของสมการเป้าหมาย และการเปลี่ยนแปลงของสมการเงื่อนไข

Cell	Name	Final Value	Reduced Cost	Objective Coefficient	Allowable Increase	Allowable Decrease
\$B\$21	1 วิสาหกิจชุมชนพัฒนาการผลิขนมวงเพื่อการส่งออก 1 ตลาดไทยเจริญ	0.00	111.96	315.5179322	1E+30	111.9579176
\$C\$21	1 วิสาหกิจชุมชนพัฒนาการผลิขนมวงเพื่อการส่งออก 2 ตลาดรวมไว	0.00	114.50	390.156731	1E+30	114.5025499
\$D\$21	1 วิสาหกิจชุมชนพัฒนาการผลิขนมวงเพื่อการส่งออก 3 ตลาดเพื่อการส่งออก	4000.00	0.00	651.57	111.9579154	1E+30
\$B\$22	2 วิสาหกิจชุมชนผู้ผลิขนมวงบ้านหนองหิน 1 ตลาดไทยเจริญ	0.00	719.25	331.6749901	1E+30	719.2453222

รูปที่ 4.5 Report Sensitivity ของแบบจำลองที่ 4

จากรูปที่ 4.5 ในช่องของ Reduced Cost หมายถึง ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการเป้าหมาย จะต้องได้รับการเปลี่ยนแปลงก่อนที่จะ Solver จะนำตัวแปรดังกล่าวมาพิจารณาเป็นคำตอบที่ดีที่สุดได้ ส่วน Final Value คือ ปริมาณการขนส่งขนมวงจะที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง ถ้ามีค่า Reduced Cost เท่ากับ 0 แสดงว่า ไม่ต้องการเปลี่ยนแปลงค่าสัมประสิทธิ์ของสมการเป้าหมาย เพราะตัวแปรนี้ได้เป็นคำตอบที่ดีที่สุดแล้ว แต่ถ้าค่า Final Value เป็น 0 ค่า Reduce Cost จะมีค่ามากกว่า 0 เนื่องจากการขนส่งจะมีต้นทุนที่ต่ำที่สุดก็ต่อเมื่อต้นทุนค่าเชื้อเพลิงลดลงเป็นจำนวนเท่ากับ Reduce Cost ของเซลล์นั้น ๆ แต่ถ้าในการขนส่งนั้นทำให้ต้นทุนการขนส่งมีค่าเพิ่มขึ้นเท่ากับค่าของ Reduce Cost ของเซลล์นั้น ๆ ก็จะทำให้ต้นทุนการขนส่งเพิ่มขึ้นไปด้วย

ส่วนในช่องของ Objective Coefficient Allowable Increase และ Allowable Decrease เป็นการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของค่าสัมประสิทธิ์ในเซลล์เป้าหมายโดยที่ค่าเชื้อเพลิงของการขนส่งที่ต่ำที่สุดนั้นยังเหมือนเดิม ส่วนในช่อง Allowable Increase จะบอกถึงว่าค่าเชื้อเพลิงในการเดินทางระหว่างโหนดสามารถเพิ่มขึ้นได้เท่าไรคำตอบที่ดีที่สุดจึงจะเท่าเดิม และช่อง Allowable Decrease จะบอกค่าเชื้อเพลิงในการเดินทางระหว่างโหนดสามารถลดลงได้เท่าไรคำตอบที่ดีที่สุดจึงจะเท่าเดิม

	A	B	C	D	E	F	G	H
91	Constraints							
92				Final	Shadow	Constraint	Allowable	Allowable
93		Cell	Name	Value	Price	R.H. Side	Increase	Decrease
94		1						
		\$B\$134	ตลาดไทยเจริญ	500.00	0.00	500	1E+30	0

#### รูปที่ 4.6 Constrain ใน Report Sensitivity ของแบบจำลองที่ 4

จากรูปที่ 4.6 ในช่อง Shadow Price คือ ค่าลดลงของสมการเป้าหมายต่อการเปลี่ยนแปลงข้อจำกัดหนึ่งหน่วย และในช่องของ Constrain R.H. Side Allowable Increase และ Allowable Decrease เป็นช่องแสดงค่าสูงสุดและต่ำสุดของข้อจำกัดที่สามารถทำได้ แต่ไม่สามารถลดจำนวนการขนส่งได้ เพราะ Allowable Decrease เป็น 0 และการเพิ่มหรือลดข้อจำกัดทำให้คำตอบที่ดีที่สุดเพิ่มขึ้นหรือลดลงตามสัดส่วนของ Shadow Price ด้วย



## บทที่ 5

### บทสรุปและข้อเสนอแนะ

ในบทนี้เป็นการสรุปผลการดำเนินงานที่ได้จากการศึกษาโครงสร้างความสัมพันธ์ของห่วงโซ่อุปทานมะม่วงดิบและการใช้ตัวแบบคณิตศาสตร์ของปัญหาการขนส่งมะม่วงดิบ ดังนี้

#### 5.1 สรุป

##### 5.1.1 การศึกษาโครงสร้างความสัมพันธ์ของห่วงโซ่อุปทานมะม่วงดิบ

จากผลการดำเนินงานศึกษาความสัมพันธ์ห่วงโซ่อุปทานมะม่วงดิบภายในเขต จังหวัด พิษณุโลกซึ่งผู้วิจัยได้ทำการแบ่งช่วงการไหลของมะม่วงดิบเพื่อศึกษาความสัมพันธ์

จะเห็นได้ว่าความสัมพันธ์ห่วงโซ่อุปทานนี้แสดงให้เห็นถึงความเป็นจริงของเส้นทางการเคลื่อนที่ของมะม่วงดิบตั้งแต่ผู้ปลูกมะม่วงไปจนถึงผู้บริโภคมะม่วงได้อย่างชัดเจนมากยิ่งขึ้นซึ่งจากผลการดำเนินงานนี้ สามารถทำให้ผู้วิจัยได้นำความสัมพันธ์ของการขนส่งที่แท้จริงไปทำการพัฒนาตัวแบบคณิตศาสตร์ของปัญหาการขนส่งเพื่อช่วยในการวิเคราะห์หาต้นทุนการขนส่งที่ต่ำที่สุดได้

##### 5.1.2 การศึกษาการใช้ตัวแบบคณิตศาสตร์ของต้นทุนการขนส่งมะม่วงดิบในเขตจังหวัด

#### พิษณุโลก

การใช้ตัวแบบคณิตศาสตร์สำหรับแก้ปัญหาการขนส่งเพื่อหาค่าเชื้อเพลิงที่ต่ำที่สุด โดยการสร้างแบบจำลองคณิตศาสตร์ขึ้นมาแล้วใช้โปรแกรม Excel Solver ช่วยในการคำนวณหาคำตอบที่ดีที่สุดออกมา ซึ่งหลังจากการใช้โปรแกรม Excel Solver คำนวณค่าเชื้อเพลิงในการขนส่งที่ต่ำที่สุดออกมาแล้วซึ่งตรงกับสมมติฐานสมการเป้าหมายและสมการเงื่อนไขทุกประการและได้ค่าใช้จ่ายในการขนส่งที่ต่ำที่สุดออกมา ซึ่งเป็นผลลัพธ์ที่ดีที่สุดซึ่งนอกจากจะได้ค่าคำตอบที่ดีที่สุดแล้ว Excel Solver ยังสามารถหาคำตอบจากการวิเคราะห์ความไวได้อีกประการหนึ่งด้วย ซึ่งเป็นการทดสอบความมั่นคงของข้อสรุปที่ได้จากการวิเคราะห์บนพิสัยของการประมาณค่าความน่าจะเป็น แล้วพิจารณาผลลัพธ์ของการวิเคราะห์ความไวว่าแตกต่างไปจากค่าคำตอบเดิมมากน้อยเพียงใด ซึ่งตัวโปรแกรมเองสามารถวิเคราะห์ความไวและแสดงผลลัพธ์ได้ทาง Sensitivity Analysis

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

### 5.2.1 แนวทางในการพัฒนางานวิจัย

5.2.1.1 การศึกษาในครั้งนี้ได้กำหนดพารามิเตอร์หลายอย่างให้เป็นค่าคงที่ เพื่อให้การแก้ปัญหาคำนวณส่งเป็นไปได้อย่างราบรื่น

5.2.1.2 งานวิจัยนี้ใช้แก้ปัญหาคำนวณส่งขนาดเล็ก จึงสามารถใช้ Solver ของ Microsoft excel ได้ ถ้าผู้ศึกษาได้ทำการขยายขอบเขตงานวิจัยนี้ ควรจะใช้โปรแกรมอื่น ๆ ที่เหมาะสมกับขนาดงานวิจัยเพื่อให้สามารถหาคำตอบที่ดีที่สุดได้

5.2.1.3 ควรศึกษาความสัมพันธ์ของห่วงโซ่อุปทานให้ละเอียดเพื่อให้ง่ายต่อความเข้าใจในการพิจารณาการไหลของสินค้าหรือผลผลิตนั้น ๆ

### 5.2.2 ปัญหาที่พบในการดำเนินงานวิจัย

5.2.2.1 ปัญหาเกี่ยวกับการเก็บข้อมูลทางการเกษตร เนื่องจากในจังหวัดพิษณุโลกมีเกษตรกรเป็นจำนวนมาก จึงทำให้การจดทะเบียนเพื่อเก็บข้อมูลเบื้องต้นของ สำนักงานของรัฐทำได้ยาก ทำให้ข้อมูลบางส่วนที่นำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้ต้องทำการวิเคราะห์และประมาณค่าเทียบจากข้อมูลอื่น ๆ

5.2.2.2 ปัญหาคำ Run solver ของ Microsoft excel เนื่องจากโปรแกรมไม่สามารถแสดงตำแหน่งของเงื่อนไขและข้อจำกัดที่ผิดได้ ส่งผลให้ผู้วิจัยจะต้องหาตำแหน่งที่ผิดด้วยตัวเอง ซึ่งทำให้เสียเวลาในการ Run solver เพื่อหาคำตอบ

5.2.2.3 ปัญหาในขั้นตอนการสร้างแบบจำลองที่ใช้แทนปัญหา โดยเฉพาะการกำหนดข้อมูลเพื่อแสดงถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรและข้อจำกัดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งหมดอาจจะมีควมซับซ้อน ผู้วิจัยต้องประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหาคำนวณ และมีความเกี่ยวเนื่องกันของตัวแปรที่หลากหลาย อาจจะทำให้การกำหนดตัวแปรและข้อจำกัดทำได้ยากและใช้เวลานาน

## เอกสารอ้างอิง

- กิตติคุณ อเนกวิทย์, ชานนท์ โนนศรีชัย. (2548). การศึกษาและพัฒนาระบบ Logistics และ Supply Chain ของการส่งออกมะม่วง.วิทยานิพนธ์ วศ.บ., มหาวิทยาลัยขอนแก่น ,ขอนแก่น.
- กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2552). มาตรฐานมะม่วงของประเทศไทย,สืบค้นเมื่อ วันที่ 15 ตุลาคม 2552,จาก <http://www.moac.go.th>.
- กรมศุลกากร. (2550). ตลาดส่งออกมะม่วงแปรรูปที่สำคัญ,สืบค้นเมื่อ วันที่ 10 ตุลาคม 2552, จาก <http://www.customs.go.th>
- กลุ่มงานคุ้มครองผู้บริโภค. (2548). เศรษฐกิจการเกษตร,สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์,สืบค้นเมื่อ วันที่ 10 ตุลาคม 2552,จาก [http://msci.chandra.ac.th/econ/or\\_04.pdf](http://msci.chandra.ac.th/econ/or_04.pdf)
- การกำหนดและการแก้ไขปัญหาโดยใช้ Solver – Excel, สืบค้นเมื่อ วันที่ 15 ธันวาคม 2552, จาก <http://office.microsoft.com/th-th/excel/HP051996711054.aspx>
- ข้อมูลด้านโลจิสติกส์และการขนส่งของประเทศไทย,สืบค้นเมื่อ วันที่ 15 ธันวาคม 2552, จาก <http://www.thaitrucknavigator.org/truck/thaitrucknavigator>
- คงเดช ทรงแสง. (2551). สาขาการจัดการ โลจิสติกส์ ม.เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี,สืบค้นวันที่ 10 ตุลาคม 2552
- คำนาย อภิปรัชญาสกุล.(2547).โลจิสติกส์เพื่อการผลิต และการจัดการดำเนินงาน Manufacturing Logistics and Operation Management.กรุงเทพฯ: บริษัท ห้างหุ้นส่วน นัฐพรการพิมพ์.
- ดวงพรรณ กริชชาณชัย ศฤงคารินทร์. (2549). โซ่อุปทาน และ โลจิสติกส์:ทฤษฎี-งานวิจัย-กรณี. กรุงเทพฯ: บริษัท ไอทีแอด เทค มีเดีย จำกัด.
- พรรณณวดี วีระกุลพิศุทธิ. (2548). การสร้างตัวแบบห่วงโซ่อุปทานสำหรับอุตสาหกรรมกุ้งแช่เย็นแช่แข็ง. วิทยานิพนธ์ วศ.บ., มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา
- ท่าทรายกรรณ ดันทุนการขนส่ง,สืบค้นเมื่อ วันที่ 10 ธันวาคม 2552,จาก <http://www.kanok.co.th/>
- บริษัท พิธานพาณิชย์ จำกัด, สืบค้นเมื่อ วันที่ 26 เมษายน 2553,จาก <http://www.phithan-toyota.com>
- บริษัท ปตท.จำกัด(มหาชน),สืบค้นเมื่อ วันที่ 24 เมษายน 2553, จาก <http://www.pttplc.com/TH/>
- บ้านมะม่วง,สืบค้นเมื่อ วันที่ 18 ตุลาคม 2552, จาก [www.phtnet.org/postech/web/mango.htm](http://www.phtnet.org/postech/web/mango.htm)



ภูวนาท แสมนา, วรรณะ กระจุกพันธ์.(2550).การวางแผนด้านพื้นที่และโครงข่ายการขนส่ง  
เพื่อลดต้นทุน Logistics ของอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทรายในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.วิทยานิพนธ์ วศ.บ., มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น

รถยนต์กับคนออนไลน์,สืบค้นเมื่อ วันที่ 24 เมษายน 2553, จาก <http://www.caronline.net/>

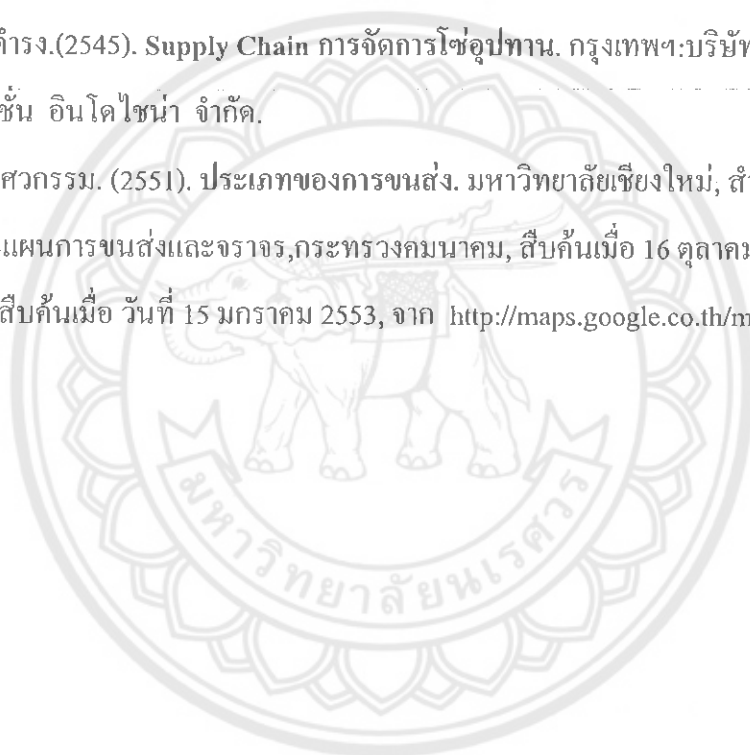
ระบบฐานข้อมูลด้านโลจิสติกส์และการขนส่งของประเทศไทย.พระราชบัญญัติการขนส่งทางบก  
พ.ศ. 2522, สืบค้นเมื่อ วันที่ 18 ตุลาคม 2552

วันชัย ธีรวิช.(2540). การวิเคราะห์ต้นทุนอุตสาหกรรมและงบประมาณ. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่ง  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิทยา สุหฤทธดำรง.(2545). Supply Chain การจัดการโซ่อุปทาน. กรุงเทพฯ:บริษัท เพียร์สัน เอ็ด  
เคชั่น อินโดไชน่า จำกัด.

สถานบริการวิศวกรรม. (2551). ประเภทของการขนส่ง. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, สำนักงานนโยบาย  
และแผนการขนส่งและจราจร,กระทรวงคมนาคม, สืบค้นเมื่อ 16 ตุลาคม 2551

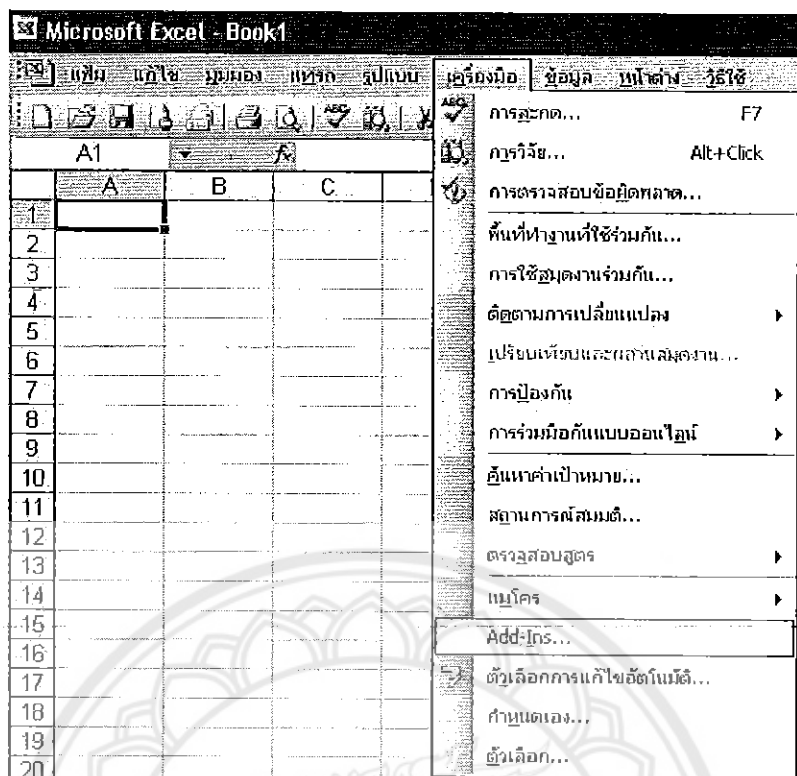
Google maps,สืบค้นเมื่อ วันที่ 15 มกราคม 2553, จาก <http://maps.google.co.th/maps?>



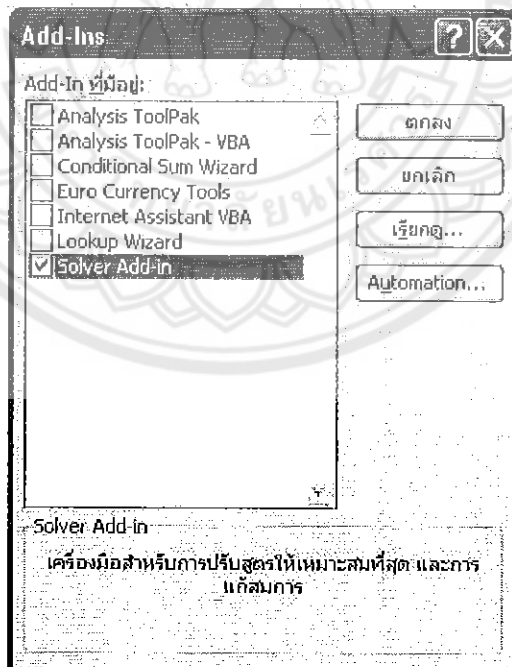


ภาคผนวก ก

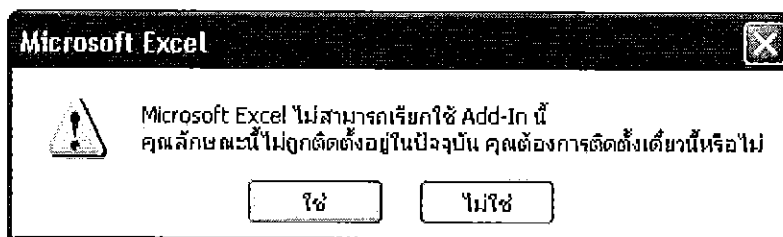
วิธีการติดตั้ง Solver ใน Microsoft Excel 2003



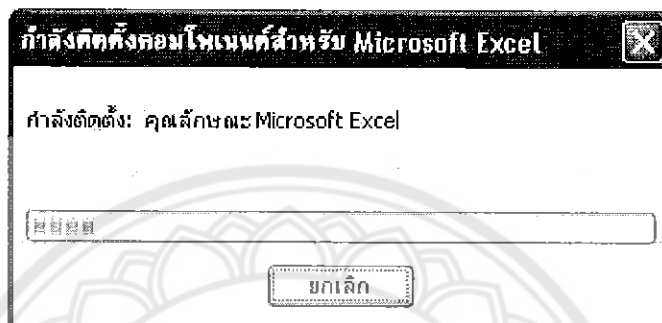
รูปที่ ก.1 แสดงการเลือกคำสั่ง Add-Ins เพื่อเลือก Solver



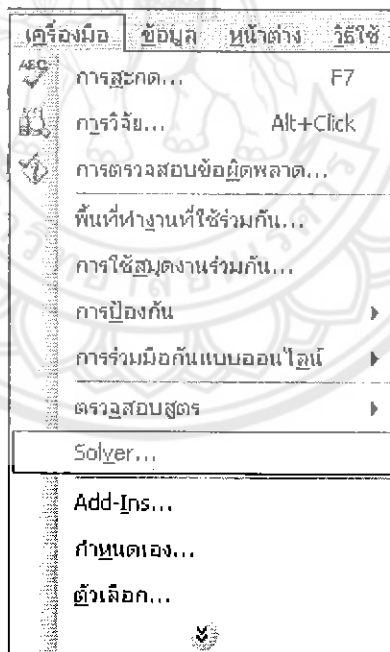
รูปที่ ก.2 แสดงการเลือก icon Solver Add-in จากนั้นเลือก ตกลง



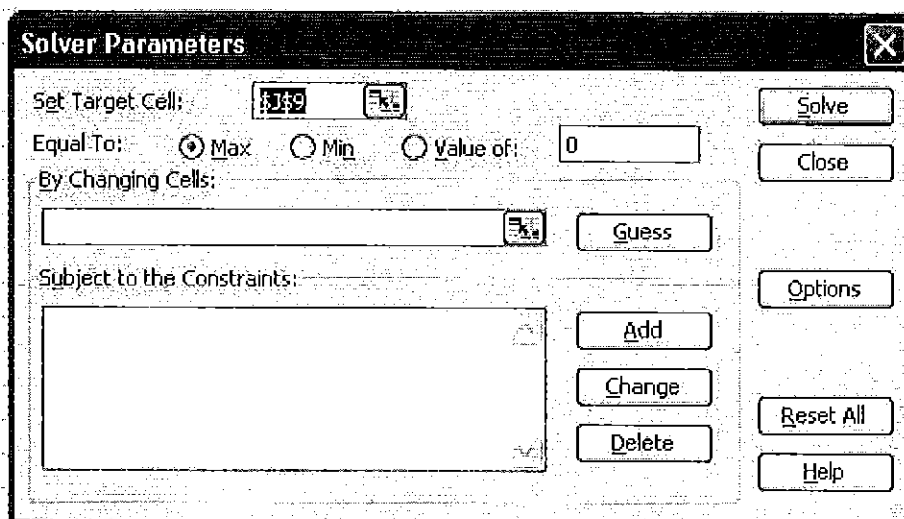
รูปที่ ก.3 แสดงการสอบถามว่าจะทำการติดตั้งหรือไม่ เลือก ใช่



รูปที่ ก.4 แสดงการรอเพื่อให้โปรแกรมติดตั้ง Solver



รูปที่ ก.5 เมื่อติดตั้งเรียบร้อยแล้ว เมนู Solver จะปรากฏที่เมนู เครื่องมือ



รูปที่ ก.6 เมื่อเลือกเมนู Solver จะปรากฏหน้าต่างพร้อมใช้งาน





ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์ผลลัพธ์โดยใช้ Excel Solver

มหาวิทยาลัยนเรศวร

	A	B	C
1	ผลผลิตมะม่วงในเขตจังหวัดพิษณุโลก ( $CP_j$ )		
2	ลำดับ	กลุ่มชมรมผู้ปลูกมะม่วง	ผลผลิตมะม่วง (ตัน/ปี)
3	1	วิสาหกิจชุมชนพัฒนาการผลิตมะม่วงเพื่อการส่งออก	4000
4	2	วิสาหกิจชุมชนผู้ปลูกมะม่วงบ้านหนองหิน	250
5	3	ชมรมผู้ปลูกมะม่วง อำเภอเนินมะปราง	50
6	4	วิสาหกิจชุมชนปรับปรุงคุณภาพมะม่วงบ้านหนองไ้ม่ยงต้า	1600
7	5	วิสาหกิจชุมชนผู้ปลูกมะม่วงตำบลหินลาด	1200
8			7100

รูปที่ ข.1 ตารางผลผลิตมะม่วงในเขตจังหวัดพิษณุโลก ( $CP_j$ ) ใน Excel Solver

	A	B	C	D
10				
11	ความจุที่เก็บมะม่วงของศูนย์กระจายสินค้าในเขตจังหวัดพิษณุโลก ( $CP_j$ )			
12	ลำดับ	ชื่อศูนย์กระจายสินค้า	ความจุที่เก็บมะม่วง (ตัน/ปี)	
13	1	ตลาดไทยเจริญ	500	
14	2	ตลาดร่วมใจ	570	
15	3	ตลาดกลางสินค้าเกษตรส่งออก	6,030	
16			7,100	

รูปที่ ข.2 ตารางความจุที่เก็บมะม่วงของศูนย์กระจายสินค้า ( $CP_j$ ) ใน Excel Solver

	A	B	C
19	ความต้องการมะม่วงของตลาดค้าปลีกในเขตจังหวัดพิษณุโลก ( $CP_k$ )		
20	ลำดับ	ชื่อตลาดค้าปลีก	ความต้องการมะม่วง (ตัน/ปี)
21	1	ตลาดกิดิกร	82
22	2	ตลาดหลังวัดใหญ่	81
23	3	ตลาดท็อปแลนด์	137.05
24	4	ตลาดโคกมะตูม	73.75
25	5	ตลาดบ้านคลอง	71
26	6	ตลาดพิษณุโลกร่วมใจ	89.75
27	7	ตลาดหัวรอ	26.45
28	8	ตลาดบ้านใหม่	28.5
29	9	ตลาดสดเทศบาลบางกระทุ่ม	27.5
30	10	ตลาดเนินกุ่ม	42.25
31	11	ตลาดวัดตายม	26.5
32	12	ตลาดวังทองใหม่	34.25
33	13	ตลาดทรัพย์ไพรวัลย์	24.75
34	14	ตลาดวังทองเก่า	27.5
35	15	ตลาดตำบลเนินมะปราง	38.25
36	16	ตลาดตำบลนครไทย	31.25
37	17	ตลาดตำบลชาติตระการ	42
38	18	ตลาดตำบลวัดโบสถ์	57.25
39	19	ตลาดตำบลพรหมพิราม	44.5
40	20	ตลาดสดหนองตม	48.25
41	21	ตลาดตำบลบางระกำ	36.25
42	22	ท่าเรือกรุงเทพ	6030
43			7100

รูปที่ ข.3 ตารางความต้องการมะม่วงของตลาดค้าปลีก ( $CP_k$ ) ใน Excel Solver

	A	B	C	D
24	ระยะทางจากชมรมผู้ปลูกมะม่วง $i$ ไปยัง ศูนย์กระจายสินค้า $j$			
25	ระยะทาง ผู้ปลูกชาว $i$ ถึงท่าชาว $j$ (กม.) ( $D_{ij}$ )	1 ตลาดไทยเจริญ	2 ตลาดร่วมใจ	3 ศกส.เพื่อ การส่งออก
26	1 วิทยาลัยชุมชนพัฒนาการผลิตมะม่วงเพื่อการส่งออก	37.2	46	78
27	2 วิทยาลัยชุมชนผู้ปลูกมะม่วงบ้านหนองหิน	45	46.6	14.2
28	3 ชมรมผู้ปลูกมะม่วง อำเภอเนินมะปราง	60	69.7	101
29	4 วิทยาลัยชุมชนปรับปรุงคุณภาพมะม่วงบ้านหนองไม้ยางดำ	59	67.5	113
30	5 วิทยาลัยชุมชนผู้ปลูกมะม่วง ตำบลหินลาด	42	53.5	22.6

รูปที่ ข.4 ตารางระยะทางจากชมรมผู้ปลูกมะม่วง  $i$  ไปยังศูนย์กระจายสินค้า  $j$  ใน Excel Solver



	A	B	C
1	1. อ้างอิงราคาปาล์มดีเซล (B5 Plus) ของบริษัท ปตท. ณ วันที่ 24 เมษายน 2553 (Cbs)	29.08	บาท/ลิตร
2			
3	2. กำหนดพิคคบรรทุกของยานพาหนะ คือ รถบรรทุก 6 ล้อ เท่ากับ (L)	6	คัน
4			
5	3. กำหนดอัตราการบริโภคน้ำมันเชื้อเพลิง ของยานพาหนะ เมื่อไม่มีการบรรทุก เท่ากับ (R <sub>0</sub> )	8	กม./ลิตร
6			
7	4. กำหนดอัตราการบริโภคน้ำมันเชื้อเพลิง ของยานพาหนะ เมื่อบรรทุกเต็มพิคคบรรทุก เท่ากับ (R)	6	กม./ลิตร
8			
9	5. ดังนั้น ยานพาหนะ เมื่อบรรทุกเต็มพิคคบรรทุก "จะเสียค่าเชื้อเพลิง กิโลเมตรละ" (Cbs/R)	4.847	บาท
10			
11	6. ดังนั้น ยานพาหนะ เมื่อไม่มีการบรรทุก "จะเสียค่าเชื้อเพลิง กิโลเมตรละ" (Cbs/R <sub>0</sub> )	3.635	บาท
12			
13	7. กำหนดอัตราค่าจ้างของพนักงานขับรถ ระยะ น้อยกว่า 20 กม. เท่ากับ (C <sub>D</sub> )	0	บาท/รอบ
14	ระยะ มากกว่า 20 กม. แต่ไม่น้อยกว่า 50 กม. เท่ากับ (C <sub>D</sub> )	200	บาท/รอบ
15	ระยะ มากกว่า 50 กม. แต่ไม่น้อยกว่า 110 กม. เท่ากับ (C <sub>D</sub> )	350	บาท/รอบ
16	ระยะ มากกว่า 110 กม. ขึ้นไป (ท่าเรือ) เท่ากับ (C <sub>D</sub> )	1200	บาท/รอบ
17			
18	8. กำหนดอัตราค่าซ่อมบำรุงยานพาหนะ เท่ากับ (C <sub>M</sub> )	0.8	บาท/กม.
19			

รูปที่ ข.5 ข้อมูลเบื้องต้นและการกำหนดพารามิเตอร์ ใน Excel Solver

	A	B	C	D
33	ค่าเชื้อเพลิงเมื่อบรรทุกเต็มพิคคบรรทุกจากจากผู้ประกอบการ i ไปยัง ศูนย์กระจายสินค้า j			
34	ค่าเชื้อเพลิง ชมรมผู้ปลูกมะม่วง i ถึงไปยังศูนย์กระจาย สินค้า j (บาท) (Cbs/R)D <sub>ij</sub>	1 ตลาดไทย เจริญ	2 ตลาดร่วมใจ	3 ศกส.เพื่อ การส่งออก
35	1 วิทยาลัยชุมชนพัฒนาการผลัดมะม่วงเพื่อการส่งออก	180.30	222.95	378.04
36	2 วิทยาลัยชุมชนผู้ปลูกมะม่วงบ้านหนองหิน	218.10	225.85	68.82
37	3 ชมรมผู้ปลูกมะม่วง อำเภอเนินมะปราง	290.80	337.81	489.51
38	4 วิทยาลัยชุมชนปรับปรุงคุณภาพมะม่วงบ้านหนองไผ่ยางดำ	285.95	327.15	547.67
39	5 วิทยาลัยชุมชนผู้ปลูกมะม่วง ตำบลหินลาด	203.56	259.30	109.53

รูปที่ ข.6 ตารางค่าเชื้อเพลิงเมื่อบรรทุกเต็มพิคคบรรทุก จากชมรมผู้ปลูกมะม่วง i ไปยังศูนย์กระจาย

สินค้า j ใน Excel Solver

ตารางที่ ข.1 ตารางอธิบายรายละเอียดการคำนวณ ค่าเชื้อเพลิงเมื่อบรรทุกเต็มพิกัดบรรทุก จากชมรมผู้ปลูกมะม่วง  $i$  ไปยังศูนย์กระจายสินค้า  $j$

การคำนวณใน Excel Solver		คำอธิบาย																								
$f_{ij} = \$B\$10 * B26$		(B10)ค่าเชื้อเพลิงต่อกิโลเมตร คูณด้วย (B26) ระยะทาง $i-j$																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>B</th> <th>C</th> <th>D</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>26</td> <td>37.2</td> <td>46</td> <td>78</td> </tr> <tr> <td>27</td> <td>45</td> <td>46.6</td> <td>14.2</td> </tr> <tr> <td>28</td> <td>60</td> <td>69.7</td> <td>101</td> </tr> <tr> <td>29</td> <td>59</td> <td>67.5</td> <td>113</td> </tr> <tr> <td>30</td> <td>42</td> <td>53.5</td> <td>22.6</td> </tr> </tbody> </table>			B	C	D	26	37.2	46	78	27	45	46.6	14.2	28	60	69.7	101	29	59	67.5	113	30	42	53.5	22.6	แสดงระยะทางที่จะนำไป คูณ กับ ค่าเชื้อเพลิงต่อกิโลเมตร
	B	C	D																							
26	37.2	46	78																							
27	45	46.6	14.2																							
28	60	69.7	101																							
29	59	67.5	113																							
30	42	53.5	22.6																							
1	1. อ้างอิงราคาม้ำมันเชื้อเพลิง (B5 Plus) ของบริษัท ปตท.																									
2	ณ วันที่ 24 เมษายน 2553 (C6)	29.08 บาท/ลิตร																								
7	3. ส่วนผลิตรถการบริโภคน้ำมันเชื้อเพลิง ของยานพาหนะ เมื่อบรรทุกเต็มพิกัดบรรทุก																									
8	เท่ากับ (R)	6 กม./ลิตร																								
9	5. ดังนั้น ยานพาหนะ เมื่อบรรทุกเต็มพิกัดบรรทุก																									
10	"จะเสียค่าเชื้อเพลิง กิโลเมตรละ" (C8/R)	4.847 บาท																								

แสดงค่าเชื้อเพลิงต่อกิโลเมตร  
โดย มาจากการคำนวณ  
(B2)ราคาน้ำมัน หาดด้วย (B8)  
อัตราการใช้ น้ำมัน

	A	B	C	D
42	ค่าเชื้อเพลิงเมื่อไม่มีการบรรทุกจากจากชมรมผู้ปลูกมะม่วง $i$ ไปยัง ศูนย์กระจายสินค้า $j$			
43	ค่าเชื้อเพลิง ชมรมผู้ปลูกมะม่วง $i$ ถึงไปยังศูนย์กระจาย สินค้า $j$ (บาท) (C8/R <sub>0</sub> )D <sub>ij</sub>	1 ตลาดใหม่ เจริญ	2 ตลาดร่วมใจ	3 สศส.เพื่อ การส่งออก
44	1 วิสาหกิจชุมชนพัฒนาการผลิตมะม่วงเพื่อการส่งออก	135.22	167.21	283.53
45	2 วิสาหกิจชุมชนผู้ปลูกมะม่วงบ้านหนองหิน	163.58	169.39	51.62
46	3 ชมรมผู้ปลูกมะม่วง อำเภอเนินมะปราง	218.10	253.36	367.14
47	4 วิสาหกิจชุมชนปรับปรุงคุณภาพมะม่วงบ้านหนองไผ่ยางดำ	214.47	245.36	410.76
48	5 วิสาหกิจชุมชนผู้ปลูกมะม่วง ตำบลเนินลาด	152.67	194.47	82.15

รูปที่ ข.7 ตารางค่าเชื้อเพลิงเมื่อไม่มีการบรรทุก จากชมรมผู้ปลูกมะม่วง  $i$  ไปยังศูนย์กระจาย  
สินค้า  $j$  ใน Excel Solver

ตารางที่ ข.2 ตารางอธิบายรายละเอียดการคำนวณ ค่าเชื้อเพลิงเมื่อไม่มีการบรรทุกจาก ชมรมผู้ปลูกมะม่วง  $i$  ไปยังศูนย์กระจายสินค้า  $j$

การคำนวณใน Excel Solver		คำอธิบาย																								
$f_{ij} = \$B\$12 * B26$		(B12)ค่าเชื้อเพลิงต่อ กิโลเมตร คูณด้วย (B26) ระยะทาง $i$ - $j$																								
<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>B</th> <th>C</th> <th>D</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>26</td> <td>37.2</td> <td>46</td> <td>78</td> </tr> <tr> <td>27</td> <td>45</td> <td>46.6</td> <td>14.2</td> </tr> <tr> <td>28</td> <td>60</td> <td>69.7</td> <td>101</td> </tr> <tr> <td>29</td> <td>59</td> <td>67.5</td> <td>113</td> </tr> <tr> <td>30</td> <td>42</td> <td>53.5</td> <td>22.6</td> </tr> </tbody> </table>			B	C	D	26	37.2	46	78	27	45	46.6	14.2	28	60	69.7	101	29	59	67.5	113	30	42	53.5	22.6	แสดงระยะทางที่จะนำไป คูณ กับ ค่าเชื้อเพลิงต่อ กิโลเมตร
	B	C	D																							
26	37.2	46	78																							
27	45	46.6	14.2																							
28	60	69.7	101																							
29	59	67.5	113																							
30	42	53.5	22.6																							
1	1. กำลังราคาน้ำมันดีเซล (B5 Plus) ของบริษัท ปตท. ณ วันที่ 24 เมษายน 2553 (Cas)	29.08 บาท/ลิตร	แสดงค่าเชื้อเพลิงต่อ กิโลเมตร โดย มาจากการ คำนวณ (B2)ราคาน้ำมัน หากร ด้วย (B6) อัตราการใช้ น้ำมัน																							
5	2. ค่าเฉลี่ยอัตราการบริโภคน้ำมันเชื้อเพลิง ของยานพาหนะ เท่ากับ (R <sub>0</sub> )	8 กม/ลิตร																								
11	6. ดึงเก็บ ยานพาหนะ เมื่อไม่มีการบรรทุก	8																								
12	"จะเสียค่าเชื้อเพลิง กิโลเมตร" (Cas/R <sub>0</sub> )	3.635 บาท																								

	G	H	I	J
24	<b>คำตอบแทนพนักงานขับรถ ผู้ชมรมผู้ปลูกมะม่วง <math>i</math> ไปยัง ศูนย์กระจายสินค้า <math>j</math></b>			
25	คำตอบแทนพนักงานขับรถ ผู้ปลูกข้าว/ ถึงท่าข้าว/ (บาท/ รอบ) $CD$	1 ตลาดไทยเจริญ	2 ตลาดรวมใจ	3 ต.ส.เพื่อการ ส่งออก
26	1 วิสาหกิจชุมชนพัฒนาการผลิตมะม่วงเพื่อการส่งออก	200	200	350
27	2 วิสาหกิจชุมชนผู้ปลูกมะม่วงบ้านหนองหิน	200	200	0
28	3 ชมรมผู้ปลูกมะม่วง อำเภอเนินมะปราง	350	350	350
29	4 วิสาหกิจชุมชนปรับปรุงคุณภาพมะม่วงบ้านหนองไม้ยางลำ	350	350	1200
30	5 วิสาหกิจชุมชนผู้ปลูกมะม่วง ตำบลหินลาด	200	350	200

รูปที่ ข.8 ตารางคำตอบแทนพนักงานขับรถ จากชมรมผู้ปลูกมะม่วง  $i$  ไปยังศูนย์กระจาย  
สินค้า  $j$  ใน Excel Solver

ตารางที่ ข.3 ตารางอธิบายรายละเอียดการคำนวณ ค่าตอบแทนพนักงานขับรถ จากชมรมผู้ปลูก  
มะม่วง  $i$  ไปยังศูนย์กระจายสินค้า  $j$

การคำนวณใน Excel Solver			คำอธิบาย	
	A	B	C	<p>ได้มีการกำหนดค่าตอบแทนพนักงานขับรถโดยค่าตอบแทนนี้ขึ้นอยู่กับระยะทางในการขนส่ง (B25:D30)</p>
13	7. กำหนดอัตราค่าจ้างของพนักงานขับรถ			
14	ระยะ น้อยกว่า 20 กม. เท่ากับ (Co)	0	บาท/รอบ	
15	ระยะ มากกว่า 20 กม. แต่ไม่น้อยกว่า 50 กม. เท่ากับ (Co)	200	บาท/รอบ	
16	ระยะ มากกว่า 50 กม. แต่ไม่น้อยกว่า 110 กม. เท่ากับ (Co)	350	บาท/รอบ	
17	ระยะ มากกว่า 110 กม. ขึ้นไป (ท่าเรือ) เท่ากับ (Co)	1200	บาท/รอบ	
<p><math>=\text{IF}(B26&lt;20,"0",\text{IF}(B26&lt;50,"200",\text{IF}(B26&lt;110,"350",1200)))</math></p>			<p>ถ้าระยะทาง &lt; 20 กม. ไม่เสียค่าใช้จ่าย</p> <p>ถ้าระยะทาง &lt; 50 กม. จ่าย 200 บ.</p> <p>ถ้าระยะทาง &lt; 110 กม. จ่าย 350 บ.</p> <p>ถ้าระยะทางที่ใช้พิจารณาเป็นเท็จ ให้แสดง ค่าใช้จ่าย 1200 บ.</p>	

	A	B	C	D
53	ระยะทางจากศูนย์กระจายสินค้า $j$ ไปยัง ตลาดค้าปลีก $k$			
	ระยะทาง ศูนย์กระจายสินค้า $j$ ถึง ตลาดค้าปลีก $k$ (กม.)	1	2	3
54	(DJK)	ตลาดใหม่เจริญ	ตลาดร่วมใจ	คลังสินค้า
55	1 ตลาดคึกคัก	12.6	1.9	0
56	2 ตลาดหลังวัดใหญ่	11.4	0.8	0
57	3 ตลาดหือปแลนด์	10	1.6	0
58	4 ตลาดโคกมะตูม	10.5	2.8	0
59	5 ตลาดบ้านคลอง	13.7	5.3	0
60	6 ตลาดพืชผักโลกภูมิใจ	14	5.7	0
61	7 ตลาดหัวรอ	27	17.8	0
62	8 ตลาดบ้านใหม่	65.2	37.3	0
63	9 ตลาดสดเทศบาลบางกระทุ่ม	52.6	48.3	0
64	10 ตลาดเนินกุ่ม	45.2	50.3	0
65	11 ตลาดวัดยายม	14.8	19.9	0
66	12 ตลาดวังทอง	44.3	49.4	0
67	13 ตลาดทรัพย์สินไพรวัลย์	14.8	19.9	0
68	14 ตลาดวังทองเก่า	60.9	66	0
69	15 ตลาดสามเนินมะปราง	92.9	107	0
70	16 ตลาดสามนครไทย	99.1	108	0
71	17 ตลาดสามขาดีดระการ	18.3	27.4	0
72	18 ตลาดสามลัดโบสถ์	45.9	29.4	0
73	19 ตลาดสามพรนพรมพิราม	48	41.1	0
74	20 ตลาดสดหนองดม	29.8	21.4	0
75	21 ตลาดสามนบางระกำ	38.2	29.8	0
76	22 ท่าเรือ กรุงเทพ	0	0	364

รูปที่ ข.9 ตารางระยะทางจากศูนย์กระจายสินค้า  $j$  ไปยัง ตลาดค้าปลีก  $k$  ใน Excel Solver

	A	B	C	D	E
79	<b>ค่าเชื้อเพลิงเมื่อบรรทุกเต็มพิกัดบรรทุกจากศูนย์กระจายสินค้า j ไปยัง ตลาดค้าปลีก k</b>				
80	ค่าเชื้อเพลิง ศูนย์กระจายสินค้า j ถึง ตลาดค้าปลีก k (กม.) (Djk)	1 ตลาดไทยเจริญ	2 ตลาดร่วมใจ	3 ศกส.เพื่อการค้าส่งออก	
81	1 ตลาดก๊กดิگر	81.07	9.21	0.00	
82	2 ตลาดหลังวัดใหญ่	55.25	3.88	0.00	
83	3 ตลาดหือปลานต์	48.47	7.75	0.00	
84	4 ตลาดโคกมะตูม	50.89	13.57	0.00	
85	5 ตลาดบ้านคลอง	56.40	25.69	0.00	
86	6 ตลาดพืษกุโลกร่วมใจ	67.85	27.63	0.00	
87	7 ตลาดหัวรอ	130.86	86.27	0.00	
88	8 ตลาดบ้านใหม่	316.00	180.78	0.00	
89	9 ตลาดสดเทศบาลบางกระพุ่ม	254.93	234.09	0.00	
90	10 ตลาดเนินกุ่ม	219.07	243.79	0.00	
91	11 ตลาดวัดตายน	71.73	96.45	0.00	
92	12 ตลาดวังทอง	214.71	239.43	0.00	
93	13 ตลาดทรัพย์สินไพรวัลย์	71.73	96.45	0.00	
94	14 ตลาดวังทองเก่า	295.16	319.88	0.00	
95	15 ตลาดผ่านเฉลิมพระพราง	450.26	518.59	0.00	
96	16 ตลาดผ่านเขตรไทย	480.30	523.44	0.00	
97	17 ตลาดผ่านลพชาดิศรคาร	88.69	132.80	0.00	
98	18 ตลาดผ่านลวดโบสถ์	222.46	142.49	0.00	
99	19 ตลาดผ่านลพพรหมพิราม	222.95	199.20	0.00	
100	20 ตลาดสดหนองดม	144.43	103.72	0.00	
101	21 ตลาดผ่านลพจระง่า	185.14	144.43	0.00	
102	22 ท่าเรือ กรุงเทพ	0.00	0.00	1764.19	

รูปที่ ข.10 ตารางค่าเชื้อเพลิงเมื่อบรรทุกเต็มพิกัดบรรทุก จากศูนย์กระจายสินค้า j ไปยัง ตลาดค้าปลีก k ใน Excel Solver

ตารางที่ ข.4 ตารางอธิบายรายละเอียดการคำนวณ ค่าเชื้อเพลิงเมื่อบรรทุกเต็มพิกัดบรรทุก จากศูนย์กระจายสินค้า j ไปยัง ตลาดค้าปลีก k

การคำนวณใน Excel Solver		คำอธิบาย
$f_x = B55 * \$B\$10$		(B10)ค่าเชื้อเพลิงต่อกิโลเมตร คูณด้วย (B55) ระยะทาง j-k (รูปที่ ก.9)
1	A 1. อ้างอิงราคาปาล์มดีเซล (B5 Plus) ของบริษัท ปตท.	แสดงค่าเชื้อเพลิงต่อกิโลเมตร โดย มาจากการคำนวณ (B2)ราคาน้ำมัน หาร์ดด้วย (B8) อัตราการใช้น้ำมัน
2	ก. วันที่ 24 เมษายน 2553 (C68)	
	B 29.08 บาท/ลิตร	
7	A 3. กำหนดอัตราการบริโภคน้ำมันเชื้อเพลิง ของยานพาหนะ เมื่อบรรทุกเต็มพิกัดบรรทุก	
8	เท่ากับ (R)	B 6 กม/ลิตร
9	A 5. ดังนั้น ยานพาหนะ เมื่อบรรทุกเต็มพิกัดบรรทุก	
10	"จะเสียค่าเชื้อเพลิง กิโลเมตรละ" (C68/R)	B 4.847 บาท

	A	B	C	D
105	<b>ค่าเชื้อเพลิงเมื่อไม่มีการบรรทุกจากศูนย์กระจายสินค้า j ไปยัง ตลาดค้าปลีก k</b>			
106	<b>ค่าเชื้อเพลิง ศูนย์กระจายสินค้า j ถึง ตลาดค้าปลีก k (km) (DJK)</b>	<b>1 ตลาดใหม่ เรียว</b>	<b>2 ตลาดข้ามใจ</b>	<b>3 ต.ก.เพื่อ การส่งออก</b>
107	1 ตลาดกีดกร	45.80	6.91	0.00
108	2 ตลาดหลังวัดใหญ่	41.44	2.91	0.00
109	3 ตลาดหือปแลนด์	39.35	5.82	0.00
110	4 ตลาดโคกมะตูม	38.17	10.18	0.00
111	5 ตลาดบ้านคลอง	49.80	19.27	0.00
112	6 ตลาดพิษณุโลกร่วมใจ	50.89	20.72	0.00
113	7 ตลาดหัวรอ	98.15	64.70	0.00
114	8 ตลาดบ้านใหม่	237.00	135.59	0.00
115	9 ตลาดสดเทศบาลบางกระพุ่ม	191.20	175.57	0.00
116	10 ตลาดเนินกุ่ม	164.30	182.84	0.00
117	11 ตลาดวัดตามม	53.80	72.34	0.00
118	12 ตลาดวังทอง	101.03	179.57	0.00
119	13 ตลาดทรัพย์ไพรวัลย์	53.80	72.34	0.00
120	14 ตลาดวังทองเก่า	221.37	239.91	0.00
121	15 ตลาดผ่านสเบียงประจ	337.69	388.95	0.00
122	16 ตลาดผ่านนครไทย	360.23	392.56	0.00
123	17 ตลาดผ่านลชาติตระการ	66.52	99.60	0.00
124	18 ตลาดผ่านลวัดโบสถ์	166.86	106.87	0.00
125	19 ตลาดผ่านลพรหมพิราม	167.21	149.40	0.00
126	20 ตลาดสดหนองสม	108.32	77.79	0.00
127	21 ตลาดผ่านลบางระลำ	138.86	108.32	0.00
128	22 ท่าเรือ กรุงเทพ	0.00	0.00	1323.14

รูปที่ ข.11 ตารางค่าเชื้อเพลิงเมื่อไม่มีการบรรทุก จากศูนย์กระจายสินค้า j ไปยัง ตลาดค้าปลีก k ใน Excel Solver

ตารางที่ ข.5 ตารางอธิบายรายละเอียดการคำนวณ ค่าเชื้อเพลิงเมื่อไม่มีการบรรทุกจากศูนย์กระจายสินค้า j ไปยัง ตลาดค้าปลีก k

การคำนวณใน Excel Solver		คำอธิบาย											
$f_{jk} = B55 * \$B\$12$		(B12)ค่าเชื้อเพลิงต่อกิโลเมตร คูณด้วย (B55) ระยะทาง j-k (รูปที่ ก.9)											
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1. ม้างอิงราคาไปมันคิเซล (B5 Plus) ของบริษัท ปตท.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>ณ วันที่ 24 เมษายน 2553 (C6)</td> <td>29.08</td> <td>บาท/ลิตร</td> </tr> </tbody> </table>		A	B	C	1	1. ม้างอิงราคาไปมันคิเซล (B5 Plus) ของบริษัท ปตท.			2	ณ วันที่ 24 เมษายน 2553 (C6)	29.08	บาท/ลิตร	แสดงค่าเชื้อเพลิงต่อกิโลเมตรโดยมาจากการคำนวณ (B2)ราคาน้ำมันหารด้วย (B6) อัตราการใช้น้ำมัน
	A	B	C										
1	1. ม้างอิงราคาไปมันคิเซล (B5 Plus) ของบริษัท ปตท.												
2	ณ วันที่ 24 เมษายน 2553 (C6)	29.08	บาท/ลิตร										
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5</td> <td>2. ส่วนต่ออัตราบริโภคไปมันเชื้อเพลิง ของยานพาหนะ เมื่อไม่มีการบรรทุก</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>เท่ากับ (R<sub>0</sub>)</td> <td>8</td> <td>กม./ลิตร</td> </tr> </tbody> </table>		A	B	C	5	2. ส่วนต่ออัตราบริโภคไปมันเชื้อเพลิง ของยานพาหนะ เมื่อไม่มีการบรรทุก			6	เท่ากับ (R <sub>0</sub> )	8	กม./ลิตร	
	A	B	C										
5	2. ส่วนต่ออัตราบริโภคไปมันเชื้อเพลิง ของยานพาหนะ เมื่อไม่มีการบรรทุก												
6	เท่ากับ (R <sub>0</sub> )	8	กม./ลิตร										
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>11</td> <td>6. คิวบิกเมตร ยานพาหนะ เมื่อไม่มีการบรรทุก</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>"เฉลี่ยค่าเชื้อเพลิง กิโลเมตรละ" (C6/R<sub>0</sub>)</td> <td>3.635</td> <td>บาท</td> </tr> </tbody> </table>		A	B	C	11	6. คิวบิกเมตร ยานพาหนะ เมื่อไม่มีการบรรทุก			12	"เฉลี่ยค่าเชื้อเพลิง กิโลเมตรละ" (C6/R <sub>0</sub> )	3.635	บาท	
	A	B	C										
11	6. คิวบิกเมตร ยานพาหนะ เมื่อไม่มีการบรรทุก												
12	"เฉลี่ยค่าเชื้อเพลิง กิโลเมตรละ" (C6/R <sub>0</sub> )	3.635	บาท										

G		H	I	J
53	ค่าตอบแทนพนักงานขับรถ ศูนย์กระจายสินค้า j ถึง ตลาดค้าปลีก k			
	ค่าตอบแทนพนักงานขับรถ ศูนย์กระจายสินค้า j ถึง ตลาดค้าปลีก k (บาท/รอบ) Co	1 ตลาดในเขตฯ	2 นอกเขตฯ	3 ส่งเพื่อการ ส่งออก
54				
55	1 ตลาดก๊กนคร	0	0	0
56	2 ตลาดหลังวัดใหญ่	0	0	0
57	3 ตลาดหีบแปด	0	0	0
58	4 ตลาดโคกมะตูม	0	0	0
59	5 ตลาดบ้านคลอง	0	0	0
60	6 ตลาดพิษณุโลกร่วมใจ	0	0	0
61	7 ตลาดน้ำรอ	200	0	0
62	8 ตลาดบ้านใหม่	350	200	0
63	9 ตลาดสดเทศบาลบางกระพุ่ม	350	200	0
64	10 ตลาดเนินกุ่ม	200	350	0
65	11 ตลาดวัดตาบม	0	0	0
66	12 ตลาดวังทอง	200	200	0
67	13 ตลาดทรัพย์สินไพรวัลย์	0	0	0
68	14 ตลาดวังทองเก่า	350	350	0
69	15 ตลาดสาบอบเนินประราง	350	350	0
70	16 ตลาดสาบนครไทย	350	350	0
71	17 ตลาดสาบลำบัวใต้พระสาร	0	200	0
72	18 ตลาดสาบลำบัวใต้โบสถ์	200	200	0
73	19 ตลาดสาบลำบัวพระนันทิราม	200	200	0
74	20 ตลาดสดหนองเตม	200	200	0
75	21 ตลาดสาบลำบัวบางระสา	200	200	0
76	22 ท่าเรือ กรุงเทพ	0	0	1200

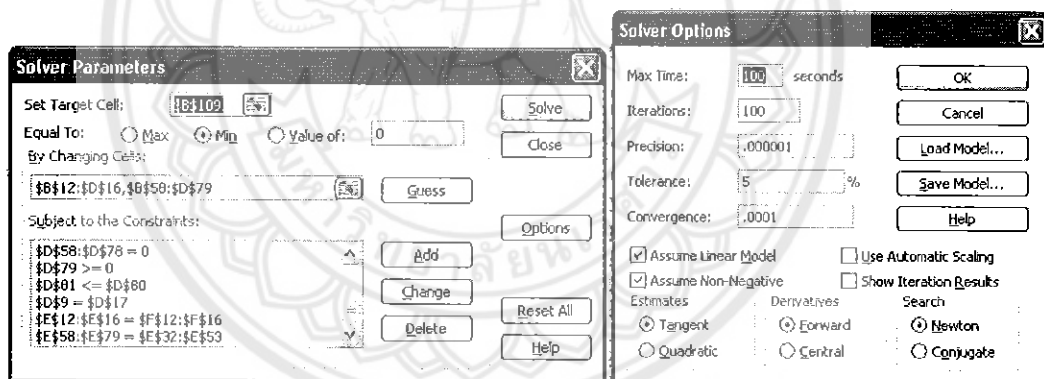
รูปที่ ข.12 ตารางค่าตอบแทนพนักงานขับรถ จากศูนย์กระจายสินค้า j ไปยัง ตลาดค้าปลีก k ใน Excel Solver

ตารางที่ ข.6 ตารางอธิบายรายละเอียดการคำนวณ ค่าตอบแทนพนักงานขับรถ จาก ศูนย์กระจายสินค้า j ไปยัง ตลาดค้าปลีก k

การคำนวณใน Excel Solver			คำอธิบาย
	A	B	C
13	7. ส่วนต่ออัตราค่าจ้างของพนักงานขับรถ		
14	ระยะ น้อยกว่า 20 กม. เท่ากับ (Co)	0	บาท/รอบ
15	ระยะ มากกว่า 20 กม. แต่ไม่น้อยกว่า 50 กม. เท่ากับ (Co)	200	บาท/รอบ
16	ระยะ มากกว่า 50 กม. แต่ไม่น้อยกว่า 110 กม. เท่ากับ (Co)	350	บาท/รอบ
17	ระยะ มากกว่า 110 กม. ขึ้นไป (ท่าเรือ) เท่ากับ (Co)	1200	บาท/รอบ
$f_x = \text{=}(IF(B55<20,"0",IF(B55<50,"200",IF(B55<110,"350",1200))))$			<p>ได้มีการกำหนดค่าตอบแทนพนักงานขับรถโดยค่าตอบแทนนั้นขึ้นอยู่กับระยะทางในการขนส่ง (B25:D30)</p> <p>ถ้าระยะทาง &lt; 20 กม. ไม่เสียค่าใช้จ่าย</p> <p>ถ้าระยะทาง &lt; 50 กม. จ่าย 200 บ.</p> <p>ถ้าระยะทาง &lt; 110 กม. จ่าย 350 บ.</p> <p>ถ้าระยะทางที่ใช้พิจารณาเป็นเท็จ ให้แสดง ค่าใช้จ่าย 1200 บ.</p>

	A	B	C	D	E
2	" การคำนวณค่าใช้จ่ายอื่นเนื่องมาจากค่าซื้อเบตงในการขนส่งนมผง จากนมรวมผู้ปลูก i ไปยังศูนย์กระจายสินค้า j "				
3	ค่าซื้อเพลิง ชมรมผู้ปลูกนมผง i ถึงไปยังศูนย์กระจายสินค้า j (บาท) $(C_{os}/R)D_{ij}$	1 ตลาดไทยเจริญ	2 ตลาดร่วมใจ	3 ต.ส.เพื่อการส่งออก	ผลผลิตนมผง (ตัน)
4	1 วิชาเกษตรพัฒนาการผลิตนมผงเพื่อการส่งออก	130.30	222.95	378.04	4,000
5	2 วิชาเกษตรชมรมผู้ปลูกนมผงบ้านหนองดิน	218.10	225.85	68.82	250
6	3 ชมรมผู้ปลูกนมผง อำเภอเนินมะปราง	290.80	337.81	489.51	50
7	4 วิชาเกษตรปรับปรุงคุณภาพนมผงบ้านหนองไม้ยางคำ	285.95	327.15	547.87	1,600
8	5 วิชาเกษตรชมรมผู้ปลูกนมผง ตำบลเนินลาด	203.56	259.30	109.53	1,200
9	ความสามารถจัดเก็บนมผง (ตัน)	500.00	570.00	6,030	
10					
11	จำนวนนมผง ชมรมผู้ปลูกนมผง j ถึงไปยังศูนย์กระจายสินค้า j (ตัน) $(X_{ij})$	1 ตลาดไทยเจริญ	2 ตลาดร่วมใจ	3 ต.ส.เพื่อการส่งออก	ผลผลิตนมผง (ตัน)
12	1 วิชาเกษตรพัฒนาการผลิตนมผงเพื่อการส่งออก	0.00	0.00	4000.00	4,000
13	2 วิชาเกษตรชมรมผู้ปลูกนมผงบ้านหนองดิน	0.00	0.00	250.00	250
14	3 ชมรมผู้ปลูกนมผง อำเภอเนินมะปราง	0.00	0.00	50.00	50
15	4 วิชาเกษตรปรับปรุงคุณภาพนมผงบ้านหนองไม้ยางคำ	500.00	570.00	570.00	1,600
16	5 วิชาเกษตรชมรมผู้ปลูกนมผง ตำบลเนินลาด	0.00	0.00	1200.00	1,200
17	ปริมาณรับเข้านมผง (ตัน)	500.00	570.00	6,030	

รูปที่ ข.13 การหาคำตอบที่ดีที่สุด จากนมรวมผู้ปลูกนมผง i ไปยังศูนย์กระจายสินค้า j ของแบบจำลองที่ 1 ใน Excel Solver



รูปที่ ข.14 แสดงหน้าต่างการใส่ค่าต่างๆ และการกำหนด Option ของ Solver เพื่อใช้ในการวิเคราะห์หาคำตอบที่ดีที่สุด



ตารางที่ ข.7 ตารางอธิบายรายละเอียดการหาคำตอบที่ดีที่สุด(ปริมาณในการขนส่ง และเส้นทางในการขนส่ง) จากชมรมผู้ปลูกมะม่วง  $i$  ไปยังศูนย์กระจายสินค้า  $j$  ของแบบจำลองที่ 1

ลำดับ	สมการ	Cell
1	Set target Cell	B109
2	Equal To	Min
3	By Changing Cells	B12 : D16 , B58 : D79
4	Subject to the Constraints	-
5	$X_{ij} , X_{jk} \geq 0$	B12 : D16 , B58 : C78 , D79
6	ปริมาณการรับเข้ามะม่วง (i-j) $\leq$ ความสามารถจัดเก็บ (i-j)	B17 <= B9 , C17 <= C9 , D9 <= D17
7	ปริมาณการรับเข้ามะม่วง (j-k) $\leq$ ความสามารถจัดเก็บ (j-k)	B 81 <= B 80 , C 81 <= C 80 , D 81 <= D 80
8	ไม่มีการรับเข้าของมะม่วง X 1 22 และ X 2 22 = 0	B 79 : C 79 = 0
9	ไม่มีการรับเข้าของมะม่วง X 3 1 ถึง X 3 21 = 0	D 58 : D 78 = 0
10	ปริมาณผลผลิตที่ได้ของแต่ละ $i$ = ผลรวมของปริมาณในการขนส่งแต่ละ $i$ X11 ถึง X13 = SUM X11 : X13 X21 ถึง X23 = SUM X21 : X23 X31 ถึง X33 = SUM X31 : X33 X41 ถึง X43 = SUM X41 : X43 X51 ถึง X53 = SUM X51 : X53	E 12 : E 16 = F 12 : F 16
11	ปริมาณการขนส่งมะม่วงให้แก่ตลาดค้าปลีก = ความต้องการมะม่วงของตลาดค้าปลีก	E 58 : E 79 = E 32 : E 53

	A	B	C	D
19	<b>จำนวนรอบการขนส่ง ชมรมผู้ปลูก <math>i</math> ถึงศูนย์กระจายสินค้า <math>j</math></b>			
20	<b>จำนวนรอบการขนส่ง ชมรมผู้ปลูกมะม่วง <math>i</math> ถึงไปยังศูนย์กระจายสินค้า <math>j</math> (<math>X_{ij}/L</math>)</b>	<b>1 ตลาดใหม่เจริญ</b>	<b>2 ตลาดรวมใจ</b>	<b>3 ศกส.เพื่อการส่งออก</b>
21	1 วิทยาลัยชุมชนพัฒนาการผลิตมะม่วงเพื่อการส่งออก	0	0	687
22	2 วิทยาลัยชุมชนผู้ปลูกมะม่วงบ้านหนองหิน	0	0	42
23	3 ชมรมผู้ปลูกมะม่วง สาเกอเนินมะปราง	0	0	9
24	4 วิทยาลัยชุมชนปรับปรุงคุณภาพมะม่วงบ้านหนองไม้ยางสำ	84	95	89
25	5 วิทยาลัยชุมชนผู้ปลูกมะม่วง บ้านเนินลาด	0	0	200

รูปที่ ข.15 จำนวนรอบที่ใช้ในการขนส่งมะม่วง จากชมรมผู้ปลูกมะม่วง  $i$  ไปยังศูนย์กระจายสินค้า  $j$  ของแบบจำลองที่ 1 ใน Excel Solver

ตารางที่ ข.8 ตารางอธิบายรายละเอียดการหาจำนวนรอบในการขนส่งมะม่วง จากชมรมผู้ปลูกมะม่วง i ไปยังศูนย์กระจายสินค้า j ของแบบจำลองที่ 1

การคำนวณใน Excel Solver				คำอธิบาย																								
$f_i = \text{=ROUNDUP}(B12/\text{ค่าเชื้อเพลิง}!\$B\$4,0)$				ROUNDUP = การกำหนดให้ปัดเศษของผลคำตอบขึ้นให้เป็นจำนวนเต็ม - ปริมาณในการขนส่งที่เหมาะสม หารด้วย พิกัดบรรทุกของรถ 6 ล้อ																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 40%; text-align: center;">A</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">B</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">C</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3</td> <td>2. กำหนดพิกัดบรรทุกของยานพาหนะ คือ รถบรรทุก 6 ล้อ</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">เท่ากับ (L)</td> <td style="text-align: center;">6</td> <td style="text-align: center;">ล้อ</td> </tr> </table>					A	B	C	3	2. กำหนดพิกัดบรรทุกของยานพาหนะ คือ รถบรรทุก 6 ล้อ			4	เท่ากับ (L)	6	ล้อ	B 12 = พิกัดบรรทุกของรถ 6 ล้อ												
	A	B	C																									
3	2. กำหนดพิกัดบรรทุกของยานพาหนะ คือ รถบรรทุก 6 ล้อ																											
4	เท่ากับ (L)	6	ล้อ																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 20%; text-align: center;">B</td> <td style="width: 20%; text-align: center;">C</td> <td style="width: 20%; text-align: center;">D</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">12</td> <td style="text-align: center;">0.00</td> <td style="text-align: center;">0.00</td> <td style="text-align: center;">4000.00</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">13</td> <td style="text-align: center;">0.00</td> <td style="text-align: center;">0.00</td> <td style="text-align: center;">250.00</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">14</td> <td style="text-align: center;">0.00</td> <td style="text-align: center;">0.00</td> <td style="text-align: center;">50.00</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">15</td> <td style="text-align: center;">500.00</td> <td style="text-align: center;">570.00</td> <td style="text-align: center;">530.00</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">16</td> <td style="text-align: center;">0.00</td> <td style="text-align: center;">0.00</td> <td style="text-align: center;">1200.00</td> </tr> </table>					B	C	D	12	0.00	0.00	4000.00	13	0.00	0.00	250.00	14	0.00	0.00	50.00	15	500.00	570.00	530.00	16	0.00	0.00	1200.00	B12 : D 16 = ปริมาณในการขนส่งที่เหมาะสมที่สุด
	B	C	D																									
12	0.00	0.00	4000.00																									
13	0.00	0.00	250.00																									
14	0.00	0.00	50.00																									
15	500.00	570.00	530.00																									
16	0.00	0.00	1200.00																									

* การคำนวณค่าใช้จ่ายอันเนื่องมาจากค่าเชื้อเพลิงในการขนส่งมะม่วง จากศูนย์กระจายสินค้า j ไปยังตลาดค้าปลีก k *					
	A	B	C	D	E
	ค่าเชื้อเพลิง ศูนย์กระจายสินค้า j ถึง ตลาดค้าปลีก k (บาท) (CBS/R)Djk	ผลได้โดยเฉลี่ย	ตลาดผลไม้	พิสัย เพื่อการส่งออก	ความต้องการมะม่วงของตลาดค้าปลีก (ตัน)
31					
32	1 ตลาดกิลีกร	61.07	9.21	0.00	82.00
33	2 ตลาดหึงวัดใหญ่	55.25	3.88	0.00	81.00
34	3 ตลาดหือปแลนด์	48.47	7.75	0.00	137.05
35	4 ตลาดโดกมะดุม	50.89	13.57	0.00	73.75
36	5 ตลาดบ้านคลอง	66.40	25.69	0.00	71.00
37	6 ตลาดพินทุโลกรวมใจ	67.85	27.63	0.00	89.75
38	7 ตลาดหัวรอ	130.85	65.27	0.00	26.45
39	8 ตลาดบ้านใหม่	316.00	150.78	0.00	28.50
40	9 ตลาดสดเทศบาลบางกระพุ่ม	254.93	234.09	0.00	27.50
41	10 ตลาดเนินกุ่ม	219.07	243.79	0.00	42.25
42	11 ตลาดวัดดามย	71.73	95.45	0.00	26.50
43	12 ตลาดวังทอง	214.71	239.43	0.00	34.25
44	13 ตลาดพรหมมีไพรวัลย์	71.73	95.45	0.00	24.75
45	14 ตลาดวังทองเก่า	295.16	319.88	0.00	27.50
46	15 ตลาดสามปลื้มประจ	450.28	518.59	0.00	38.25
47	16 ตลาดสามแควไทย	480.30	523.44	0.00	31.25
48	17 ตลาดสามลชาติดระการ	88.69	132.80	0.00	42.00
49	18 ตลาดสามลวัดโบสถ์	222.48	142.49	0.00	57.25
50	19 ตลาดสามพรนพพิราม	222.95	199.20	0.00	44.50
51	20 ตลาดสดหนองคณ	144.43	103.72	0.00	48.25
52	21 ตลาดสามลบางระฟ้า	185.14	144.43	0.00	36.25
53	22 ท่าเรือ กรุงเทพ	0.00	0.00	1764.19	6,030.00
54	ความสามารถการจัดเก็บมะม่วง (ตัน)	500.00	570.00	6,030	

รูปที่ ข.16 ต้นทุนค่าเชื้อเพลิง จากศูนย์กระจายสินค้า j ไปยังตลาดค้าปลีก k ของแบบจำลองที่ 1 ใน Excel Solver

	A	B	C	D	E
56					
	จำนวนแผง ศูนย์กระจายสินค้า j ถึง ตลาดค้าปลีก k (ตัว)	1	2	3	ตามต้องการ
	$X_{jk}$	ตลาดใหม่เจริญ	ตลาดร่วมใจ	สภ.เพื่อการส่งออก	แผงของ
57					ตลาดค้าปลีก
58	1 ตลาดกิดิกร	0.00	32.00	0	(ตัน)
59	2 ตลาดหลังวัดใหญ่	0.00	31.00	0	82.00
60	3 ตลาดหือปแลนด์	0.00	137.05	0	81.00
61	4 ตลาดโคกมะตูม	73.75	0.00	0	137.05
62	5 ตลาดบ้านคลอง	0.00	71.00	0	73.75
63	6 ตลาดพินุกุโลกร่วมใจ	37.50	2.25	0	71.00
64	7 ตลาดหัวรอ	0.00	29.45	0	89.75
65	8 ตลาดบ้านใหม่	0.00	28.50	0	26.45
66	9 ตลาดสดเทศบาลบางกระทุ่ม	27.50	0.00	0	28.50
67	10 ตลาดเนินกุ่ม	42.25	0.00	0	27.50
68	11 ตลาดวัดตาแยบ	28.50	0.00	0	42.25
69	12 ตลาดวังทอง	34.25	0.00	0	26.50
70	13 ตลาดทรัพย์ไพโรวัลย์	24.75	0.00	0	34.25
71	14 ตลาดวังทองเก่า	27.50	0.00	0	24.75
72	15 ตลาดสามลเนินประราง	35.25	0.00	0	27.50
73	16 ตลาดสามนนครไทย	31.25	0.00	0	35.25
74	17 ตลาดสามขาดีตระการ	42.00	0.00	0	31.25
75	18 ตลาดสามลวัดโบสถ์	0.00	57.25	0	42.00
76	19 ตลาดสามลพรมพิราม	44.50	0.00	0	57.25
77	20 ตลาดสดหนองดม	0.00	43.25	0	44.50
78	21 ตลาดสามลบางระกำ	0.00	36.25	0	43.25
79	22 ท่าเรือ กรุงเทพ	0	0	6,030.00	36.25
80	ความสามารถถรรวัดกับแผง (ตัน)	500.00	570.00	6,030	6,030.00

รูปที่ ข.17 ปริมาณในการขนส่งแผงที่เหมาะสม จากศูนย์กระจายสินค้า j ไปยังตลาดค้าปลีก k ของแบบจำลองที่ 1 ใน Excel Solver

	A	B	C	D
82	จำนวนรอบการขนส่ง ศูนย์กระจายสินค้า j ถึง ตลาดค้าปลีก K			
	จำนวนรอบการขนส่ง ศูนย์กระจายสินค้า j ถึง ตลาดค้าปลีก k $(X_{jk}/L)$	1	2	3
		ตลาดใหม่เจริญ	ตลาดร่วมใจ	สภ.เพื่อการส่งออก
83				
84	1 ตลาดกิดิกร	0	14	0
85	2 ตลาดหลังวัดใหญ่	0	14	0
86	3 ตลาดหือปแลนด์	0	23	0
87	4 ตลาดโคกมะตูม	13	0	0
88	5 ตลาดบ้านคลอง	0	12	0
89	6 ตลาดพินุกุโลกร่วมใจ	15	1	0
90	7 ตลาดหัวรอ	0	5	0
91	8 ตลาดบ้านใหม่	0	5	0
92	9 ตลาดสดเทศบาลบางกระทุ่ม	5	0	0
93	10 ตลาดเนินกุ่ม	3	0	0
94	11 ตลาดวัดตาแยบ	5	0	0
95	12 ตลาดวังทอง	8	0	0
96	13 ตลาดทรัพย์ไพโรวัลย์	5	0	0
97	14 ตลาดวังทองเก่า	5	0	0
98	15 ตลาดสามลเนินประราง	7	0	0
99	16 ตลาดสามนนครไทย	6	0	0
100	17 ตลาดสามขาดีตระการ	7	0	0
101	18 ตลาดสามลวัดโบสถ์	0	10	0
102	19 ตลาดสามลพรมพิราม	3	0	0
103	20 ตลาดสดหนองดม	0	9	0
104	21 ตลาดสามลบางระกำ	0	7	0
105	22 ท่าเรือ กรุงเทพ	0	0	1005

รูปที่ ข.18 จำนวนรอบในการขนส่งแผง จากศูนย์กระจายสินค้า j ไปยังตลาดค้าปลีก k ของแบบจำลองที่ 1 ใน Excel Solver

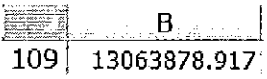
ตารางที่ ข.9 ตารางอธิบายรายละเอียดการหาจำนวนรอบในการขนส่งมะม่วง จากศูนย์กระจาย  
สินค้า j ไปยัง ตลาดค้าปลีก k ของแบบจำลองที่ 1

การคำนวณใน Excel Solver		คำอธิบาย																																																																																													
$f_k = \text{ROUNDUP}(B58/\text{ค่าเชื้อเพลิง!$B$4,0)$		ROUNDUP = การกำหนดให้ปัดเศษของผลคำตอบขึ้นให้เป็นจำนวนเต็ม - ปริมาณในการขนส่งที่เหมาะสมหารด้วย พิกัดบรรทุกของรถ 6 ล้อ																																																																																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3</td> <td colspan="3">2. ส่วนต่อที่กักตุนของขบวนรถบรรทุก คือ รถบรรทุก 6 ล้อ</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td colspan="3">เท่ากับ (L)</td> </tr> </tbody> </table>			A	B	C	3	2. ส่วนต่อที่กักตุนของขบวนรถบรรทุก คือ รถบรรทุก 6 ล้อ			4	เท่ากับ (L)			B 12 = พิกัดบรรทุกของรถ 6 ล้อ																																																																																	
	A	B	C																																																																																												
3	2. ส่วนต่อที่กักตุนของขบวนรถบรรทุก คือ รถบรรทุก 6 ล้อ																																																																																														
4	เท่ากับ (L)																																																																																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>B</th> <th>C</th> <th>D</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>58</td><td>0.00</td><td>32.00</td><td>0</td></tr> <tr><td>59</td><td>0.00</td><td>31.00</td><td>0</td></tr> <tr><td>60</td><td>0.00</td><td>137.05</td><td>0</td></tr> <tr><td>61</td><td>73.75</td><td>0.00</td><td>0</td></tr> <tr><td>62</td><td>0.00</td><td>71.00</td><td>0</td></tr> <tr><td>63</td><td>37.50</td><td>2.25</td><td>0</td></tr> <tr><td>64</td><td>0.00</td><td>28.45</td><td>0</td></tr> <tr><td>65</td><td>0.00</td><td>28.50</td><td>0</td></tr> <tr><td>66</td><td>27.50</td><td>0.00</td><td>0</td></tr> <tr><td>67</td><td>42.25</td><td>0.00</td><td>0</td></tr> <tr><td>68</td><td>26.50</td><td>0.00</td><td>0</td></tr> <tr><td>69</td><td>34.25</td><td>0.00</td><td>0</td></tr> <tr><td>70</td><td>24.75</td><td>0.00</td><td>0</td></tr> <tr><td>71</td><td>27.50</td><td>0.00</td><td>0</td></tr> <tr><td>72</td><td>38.25</td><td>0.00</td><td>0</td></tr> <tr><td>73</td><td>31.25</td><td>0.00</td><td>0</td></tr> <tr><td>74</td><td>42.00</td><td>0.00</td><td>0</td></tr> <tr><td>75</td><td>0.00</td><td>57.25</td><td>0</td></tr> <tr><td>76</td><td>44.50</td><td>0.00</td><td>0</td></tr> <tr><td>77</td><td>0.00</td><td>48.25</td><td>0</td></tr> <tr><td>78</td><td>0.00</td><td>36.25</td><td>0</td></tr> <tr><td>79</td><td>0</td><td>0</td><td>6030.00</td></tr> </tbody> </table>			B	C	D	58	0.00	32.00	0	59	0.00	31.00	0	60	0.00	137.05	0	61	73.75	0.00	0	62	0.00	71.00	0	63	37.50	2.25	0	64	0.00	28.45	0	65	0.00	28.50	0	66	27.50	0.00	0	67	42.25	0.00	0	68	26.50	0.00	0	69	34.25	0.00	0	70	24.75	0.00	0	71	27.50	0.00	0	72	38.25	0.00	0	73	31.25	0.00	0	74	42.00	0.00	0	75	0.00	57.25	0	76	44.50	0.00	0	77	0.00	48.25	0	78	0.00	36.25	0	79	0	0	6030.00	B58 : D 79 = ปริมาณในการขนส่งที่เหมาะสมที่สุด	
	B	C	D																																																																																												
58	0.00	32.00	0																																																																																												
59	0.00	31.00	0																																																																																												
60	0.00	137.05	0																																																																																												
61	73.75	0.00	0																																																																																												
62	0.00	71.00	0																																																																																												
63	37.50	2.25	0																																																																																												
64	0.00	28.45	0																																																																																												
65	0.00	28.50	0																																																																																												
66	27.50	0.00	0																																																																																												
67	42.25	0.00	0																																																																																												
68	26.50	0.00	0																																																																																												
69	34.25	0.00	0																																																																																												
70	24.75	0.00	0																																																																																												
71	27.50	0.00	0																																																																																												
72	38.25	0.00	0																																																																																												
73	31.25	0.00	0																																																																																												
74	42.00	0.00	0																																																																																												
75	0.00	57.25	0																																																																																												
76	44.50	0.00	0																																																																																												
77	0.00	48.25	0																																																																																												
78	0.00	36.25	0																																																																																												
79	0	0	6030.00																																																																																												

	A	B	C
109		13063878.917	
110	ค่าคงที่ต้นทุน	ค่าคงที่	ค่าคงที่ของรถบรรทุก

รูปที่ ข.19 ผลคำตอบที่ดีที่สุด แบบจำลองที่ 1 ใน Excel Solver

ตารางที่ ข.10 ตารางอธิบายรายละเอียดการหาค่าใช้จ่ายที่ต่ำที่สุดในการขนส่งมะม่วง ของ  
แบบจำลองที่ 1

การคำนวณใน Excel Solver	คำอธิบาย
$f_1 = \text{SUMPRODUCT}(B4:D8, B12:D16) + \text{SUMPRODUCT}(B32:D53, B58:D79)$ 	<p>สูตรสำหรับคำนวณหาผลรวมของผลคำตอบของค่าที่ใช้อ้างอิงเพื่อใช้ในการคำนวณค่าใช้จ่ายการขนส่ง โดย</p> <p>B4:D8 = ค่าเชื้อเพลิง i-j            B12:D16 = ปริมาณการขนส่ง i-j            B32:D53 = ค่าเชื้อเพลิง j-k            B58:D79 = ปริมาณการขนส่ง j-k</p>
$f_2 = \text{SUMPRODUCT}(B4:D8, B21:D25) + \text{SUMPRODUCT}(B32:D53, B84:D105)$ 	<p>สูตรสำหรับคำนวณหาผลรวมของผลคำตอบค่าใช้จ่ายการขนส่ง โดย</p> <p>B4:D8 = ค่าเชื้อเพลิง i-j            B21:D25 = จ.น.รอบในการส่ง i-j            B32:D53 = ค่าเชื้อเพลิง j-k            B84:D105 = จ.น.รอบในการส่ง j-k</p>

	A	B	C	D
1	" การคำนวณค่าใช้จ่ายอันเนื่องมาจากค่าเชื้อเพลิงในการขนส่งมะม่วง จากชมรมผู้ปลูก 1 ไปยังศูนย์กระจายสินค้า j " (คิดทั้งไปและกลับ)			
	ค่าเชื้อเพลิง ชมรมผู้ปลูกมะม่วง i ถึงไปยังศูนย์กระจายสินค้า j (บาท) <ไม่มีการบรรทุก> ( $C_{es}/R_{oj}$ ) $D_{ij}$	1 ตลาดไทยเจริญ	2 ตลาดรวมใจ	3 ศกส.เพื่อการส่งออก
3	1 วิชากิจชมรมพัฒนาการผลิตมะม่วงเพื่อการส่งออก	135.22	167.21	283.53
4	2 วิชากิจชมรมผู้ปลูกมะม่วงบ้านหนองหิน	163.58	169.39	51.62
5	3 ชมรมผู้ปลูกมะม่วง อำเภอเทพประธา	218.10	253.36	367.14
6	4 วิชากิจชมรมปรับปรุงคุณภาพมะม่วงบ้านหนองไผ่ยางลำ	214.47	245.36	410.76
7	5 วิชากิจชมรมผู้ปลูกมะม่วง ตำบลนิลลาด	152.67	194.47	82.15

รูปที่ ข.20 ต้นทุนค่าเชื้อเพลิง คิดทั้งไปและกลับ (จากกลับไม่มีการบรรทุก) จากชมรมผู้ปลูกมะม่วง i ไปยังศูนย์กระจายสินค้า j ของ แบบจำลองที่ 2 ใน Excel Solver

	A	B	C	D	E
38	" การคำนวณค่าใช้จ่ายอื่นเนื่องมาจากค่าเช่าเพลงในการขนส่งมะม่วง จากศูนย์กระจายสินค้า j ไปยังตลาดค้าปลีก k " (คิดทั้งไปและรับ)				
39	ค่าเช่าเพลง ศูนย์กระจายสินค้า j ถึง ตลาดค้าปลีก k (บาท) <ไม่มีค่าธรรมเนียม> (CBS/R0)D/k	1 ตลาดไทยเจริญ	2 ตลาดรวมใจ	3 ตลาดเพื่อการส่งออก	
40	1 ตลาดกสิกร	45.80	6.91	0.00	
41	2 ตลาดหลังวัดใหญ่	41.44	2.91	0.00	
42	3 ตลาดท็อปแลนด์	36.35	5.82	0.00	
43	4 ตลาดโคกมะสุบ	38.17	10.18	0.00	
44	5 ตลาดบ้านคลอง	49.80	19.27	0.00	
45	6 ตลาดพัฒนาโลกร่วมใจ	50.89	20.72	0.00	
46	7 ตลาดหัวรอ	98.15	64.70	0.00	
47	8 ตลาดบ้านใหม่	237.00	135.59	0.00	
48	9 ตลาดสดเทศบาลบางกระพุ่ม	191.20	175.57	0.00	
49	10 ตลาดเนินกุ่ม	164.30	182.84	0.00	
50	11 ตลาดวัดคายนม	53.80	72.34	0.00	
51	12 ตลาดวังแสง	161.03	179.57	0.00	
52	13 ตลาดราษฎร์ไพโรจน์	53.80	72.34	0.00	
53	14 ตลาดวังทองเก่า	221.37	239.91	0.00	
54	15 ตลาดสาบถื่นเมะปรอง	337.69	388.95	0.00	
55	16 ตลาดตำบลนครไทย	360.23	392.58	0.00	
56	17 ตลาดตำบลชาติตระการ	66.52	99.60	0.00	
57	18 ตลาดตำบลวัดโบสถ์	166.85	106.87	0.00	
58	19 ตลาดตำบลพรหมพิราม	167.21	149.40	0.00	
59	20 ตลาดสดหนองคณ	108.32	77.79	0.00	
60	21 ตลาดตำบลบางระบัว	138.86	108.32	0.00	
61	22 หัวเรือ กรุงเทพ	0.00	0.00	1323.14	

รูปที่ ข.21 ต้นทุนค่าเช่าเพลง คิดทั้งไปและกลับ (ขาดกลับไม่มีการบรรทุก) จากศูนย์กระจาย  
สินค้า j ไปยังตลาดค้าปลีก k ของ แบบจำลองที่ 2 ใน Excel Solver

	A	B	C
143		22861788.104	
144			

รูปที่ ข.22 ผลคำตอบที่ดีที่สุดของแบบจำลองที่ 2 ใน Excel Solver

ตารางที่ ข.11 ตารางอธิบายรายละเอียดการหาค่าใช้จ่ายที่ต่ำที่สุดในการขนส่งมะม่วง ของ  
แบบจำลองที่ 2

การคำนวณใน Excel Solver	คำอธิบาย
<p><math display="block">=SUMPRODUCT(B3:D7,B21:D25)+SUMPRODUCT(B12:D16,B21:D25)+SUMPRODUCT(B40:D61,B92:D113)+SUMPRODUCT(B66:D87,B92:D113)</math></p> <p>22861788.104</p>	<p>สูตรสำหรับคำนวณหาผลรวมของผลคำตอบของค่าที่ใช้อ้างอิงเพื่อใช้ในการคำนวณค่าใช้จ่ายการขนส่ง โดย</p> <p>B3:D7 = ค่าเชื้อเพลิงไม่บรรทุก i-j</p> <p>B21:D25 = ปริมาณการขนส่ง i-j</p> <p>B12:D16 = ค่าเชื้อเพลิงบรรทุกเต็ม i-j</p> <p>B21:D25 = ปริมาณการขนส่ง i-j</p> <p>B40:D61=ค่าเชื้อเพลิงไม่บรรทุก j-k</p> <p>B92:D113 = ปริมาณการขนส่ง j-k</p> <p>B66:D87=ค่าเชื้อเพลิงบรรทุกเต็ม j-k</p> <p>B92:D113 = ปริมาณการขนส่ง j-k</p>
<p><math display="block">=SUMPRODUCT(B3:D7,B30:D34)+SUMPRODUCT(B12:D16,B30:D34)+SUMPRODUCT(B40:D61,B118:D139)+SUMPRODUCT(B66:D87,B118:D139)</math></p> <p>144   <b>คำตอบที่ดีที่สุด</b>    MIN Z =    3,815,409.05    บาท</p>	<p>สูตรสำหรับคำนวณหาผลรวมของผลคำตอบค่าใช้จ่ายการขนส่ง โดย</p> <p>B3:D7 = ค่าเชื้อเพลิงไม่บรรทุก i-j</p> <p>B30:D34 = จ.น.รอบในการส่ง i-j</p> <p>B12:D16 =ค่าเชื้อเพลิงบรรทุกเต็ม i-j</p> <p>B30:D34 =จ.น.รอบในการส่ง i-j</p> <p>B40:D61 = ค่าเชื้อเพลิงไม่บรรทุก j-k</p> <p>B118:D139 = จ.น.รอบในการส่ง j-k</p> <p>B66:D87 =ค่าเชื้อเพลิงบรรทุกเต็ม j-k</p> <p>B118:D139 = จ.น.รอบในการส่ง j-k</p>

	A	B	C	D
37	<b>คำตอบแทนพนักงานขับรถ ชมรมผู้ปลูก i ถึง ศูนย์กระจายสินค้า j</b>			
	คำตอบแทนพนักงานขับรถ ชมรมผู้ปลูกมะม่วง i ถึงไปยัง ศูนย์กระจายสินค้า j $(X_{ij}/L) C_D$	1 ตลาดไทยเจริญ	2 ตลาดรวมใจ	3 ผกส.เพื่อการส่งออก
38				
39	1 วิชาเกษตรพัฒนาการคิดมะม่วงเพื่อการส่งออก	0	0	233450
40	2 วิชาเกษตรชุมชนผู้ปลูกมะม่วงบ้านหนองหิน	0	0	0
41	3 ชมรมผู้ปลูกมะม่วง อำเภอเนินมะปราง	0	0	3150
42	4 วิชาเกษตรปรับปรุงคุณภาพมะม่วงบ้านหนองไผ่ยางคำ	29400	33250	106800
43	5 วิชาเกษตรชุมชนผู้ปลูกมะม่วง ตำบลหินลาด	0	0	40000

รูปที่ ข.23 ต้นทุนคำตอบแทนพนักงานขับรถ จากชมรมผู้ปลูกมะม่วง i ไปยัง ศูนย์กระจาย  
สินค้า j ของ แบบจำลองที่ 3 ใน Excel Solver

	A	B	C	D
151	<b>คำตอบแทนพนักงานขับรถ ศูนย์กระจายสินค้า j ถึง ตลาดค้าปลีก k</b>			
	คำตอบแทนพนักงานขับรถ ศูนย์กระจายสินค้า j ถึง ตลาด ค้าปลีก k $(X_{jk}/L) C_D$	1 ตลาดไทยเจริญ	2 ตลาดรวมใจ	3 ผกส.เพื่อการส่งออก
152				
153	1 ตลาดกสิกร	0	0	0
154	2 ตลาดหลังวัดใหญ่	0	0	0
155	3 ตลาดห้วยแสน	0	0	0
156	4 ตลาดโคกมะตูม	0	0	0
157	5 ตลาดบ้านคลอง	0	0	0
158	6 ตลาดหินฤๅโลกร่วมใจ	0	0	0
159	7 ตลาดหัวรถ	0	0	0
160	8 ตลาดบ้านใหม่	0	1000	0
161	9 ตลาดสดเทศบาลบางกระทุ่ม	1750	0	0
162	10 ตลาดเนินกุ่ม	1600	0	0
163	11 ตลาดวัดตายม	0	0	0
164	12 ตลาดวังทอง	1200	0	0
165	13 ตลาดทรัพย์ไพรวัลย์	0	0	0
166	14 ตลาดวังทองเก่า	1750	0	0
167	15 ตลาดสามถันเนินมะปราง	2450	0	0
168	16 ตลาดสามนครไทย	2100	0	0
169	17 ตลาดสามขาดีตระการ	0	0	0
170	18 ตลาดสามลัดบัวสด	0	2000	0
171	19 ตลาดสามพรหมพิราม	1600	0	0
172	20 ตลาดสดหนองตม	0	1800	0
173	21 ตลาดสามนางระค่า	0	1400	0
174	22 ท่าเรือ กรุงเทพฯ	0	0	1206000

รูปที่ ข.24 ต้นทุนคำตอบแทนพนักงานขับรถ จากศูนย์กระจายสินค้า j ไปยังตลาดค้าปลีก k  
ของ แบบจำลองที่ 3 ใน Excel Solver

	A	B	C
179		22861788.104	
180			
181	คำตอบแทนพนักงานขับรถ	1,810,700.00	บาท
182	คำตอบแทนตลาด	3,675,390.05	บาท
183	"ดังนั้น ค่าใช้จ่ายรวม" =	5,486,109.05	บาท

รูปที่ ข.25 ผลคำตอบที่ดีที่สุด แบบจำลองที่ 3 ใน Excel Solver



ตารางที่ ข.12 ตารางอธิบายรายละเอียดการหาค่าใช้จ่ายที่ต่ำที่สุดในการขนส่งมะม่วง ของ  
แบบจำลองที่ 3

การคำนวณใน Excel Solver	คำอธิบาย								
<p><b>f</b> =SUMPRODUCT(B3:D7,B21:D25)+SUMPRODUCT(B12:D16,B21:D25) +SUMPRODUCT(B49:D70,B101:D122)+SUMPRODUCT(B75:D96,B101:D122)</p> <table border="1" data-bbox="486 857 751 925"> <tr> <td></td> <td>B</td> </tr> <tr> <td>179</td> <td>22861788.104</td> </tr> </table>		B	179	22861788.104	<p>สูตรสำหรับคำนวณหาผลรวมของผลคำตอบของค่าที่ใช้อ้างอิงเพื่อใช้ในการคำนวณค่าใช้จ่ายการขนส่ง โดย</p> <p>B3:D7 = ค่าเชื้อเพลิงไม่บรรทุก i-j</p> <p>B21:D25 = ปริมาณการขนส่ง i-j</p> <p>B12:D16 = ค่าเชื้อเพลิงบรรทุกเต็ม i-j</p> <p>B21:D25 = ปริมาณการขนส่ง i-j</p> <p>B40:D61=ค่าเชื้อเพลิงไม่บรรทุก j-k</p> <p>B92:D113 = ปริมาณการขนส่ง j-k</p> <p>B66:D87=ค่าเชื้อเพลิงบรรทุกเต็ม j-k</p> <p>B92:D113 = ปริมาณการขนส่ง j-k</p>				
	B								
179	22861788.104								
<p><b>f</b> =SUMPRODUCT(B3:D7,B30:D34)+SUMPRODUCT(B12:D16,B30:D34) +SUMPRODUCT(B49:D70,B127:D148)+SUMPRODUCT(B75:D96,B127:D148)</p> <table border="1" data-bbox="284 1429 954 1485"> <tr> <td></td> <td>A</td> <td>B</td> <td>C</td> </tr> <tr> <td>182</td> <td>คำตอบที่ดีที่สุด</td> <td>MIN Z =</td> <td>3,815,409.05 บาท</td> </tr> </table>		A	B	C	182	คำตอบที่ดีที่สุด	MIN Z =	3,815,409.05 บาท	<p>สูตรสำหรับคำนวณหาผลรวมของผลคำตอบค่าใช้จ่ายการขนส่ง โดย</p> <p>B3:D7 = ค่าเชื้อเพลิงไม่บรรทุก i-j</p> <p>B30:D34 = จ.น.รอบในการส่ง i-j</p> <p>B12:D16 =ค่าเชื้อเพลิงบรรทุกเต็ม i-j</p> <p>B30:D34 =จ.น.รอบในการส่ง i-j</p> <p>B40:D61 = ค่าเชื้อเพลิงไม่บรรทุก j-k</p> <p>B118:D139 = จ.น.รอบในการส่ง j-k</p> <p>B66:D87 =ค่าเชื้อเพลิงบรรทุกเต็ม j-k</p> <p>B118:D139 = จ.น.รอบในการส่ง j-k</p>
	A	B	C						
182	คำตอบที่ดีที่สุด	MIN Z =	3,815,409.05 บาท						
<p><b>f</b> =SUM(B39:D43)+SUM(B153:D174)</p> <table border="1" data-bbox="300 1798 962 1865"> <tr> <td></td> <td>A</td> <td>B</td> <td>C</td> </tr> <tr> <td>181</td> <td>ค่าตอบแทนพนักงานขับรถ =</td> <td>1,670,700.00</td> <td>บาท</td> </tr> </table>		A	B	C	181	ค่าตอบแทนพนักงานขับรถ =	1,670,700.00	บาท	<p>ผลรวมของ ผลบวก</p> <p>B39:D43 = ค่าตอบแทนพนักงานขับรถ จาก i-j</p> <p>B153:D174 = ค่าตอบแทนพนักงานขับรถ จาก j-k</p>
	A	B	C						
181	ค่าตอบแทนพนักงานขับรถ =	1,670,700.00	บาท						
<table border="1" data-bbox="300 1955 946 2011"> <tr> <td></td> <td>A</td> <td>B</td> <td>C</td> </tr> <tr> <td>183</td> <td>"ดังนั้น ค่าใช้จ่ายรวม" =</td> <td>5,486,109.05</td> <td>บาท</td> </tr> </table>		A	B	C	183	"ดังนั้น ค่าใช้จ่ายรวม" =	5,486,109.05	บาท	<p>ผลรวมของค่าน้ำมันเชื้อเพลิง กับค่าตอบแทนพนักงานขับรถ</p>
	A	B	C						
183	"ดังนั้น ค่าใช้จ่ายรวม" =	5,486,109.05	บาท						

	A	B	C	D
46	<b>ค่าซ่อมบำรุงยานพาหนะ ผู้ชมรมผู้ปลูกมะม่วง i ไปยัง ศูนย์กระจายสินค้า j</b>			
47	<b>ค่าซ่อมบำรุงยานพาหนะ ผู้ปลูกข้าว i ถึงท่าข้าว j (บาท) (CM x Dij x (Xij/L))</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
48	1 วิทยาลัยชุมชนพัฒนาการผลิตมะม่วงเพื่อการส่งออก	ตลาดใหม่เจริญ	ตลาดร่วมใจ	ศกส.เพื่อการส่งออก
49	2 วิทยาลัยชุมชนผู้ปลูกมะม่วงบ้านหนองหิน	0.00	0.00	41629.86
50	3 ชมรมผู้ปลูกมะม่วง อำเภอเนินมะปราง	0.00	0.00	477.12
51	4 วิทยาลัยชุมชนปรับปรุงคุณภาพมะม่วงบ้านหนองไม้ยางดำ	0.00	0.00	727.20
52	5 วิทยาลัยชุมชนผู้ปลูกมะม่วง ตำบลเนินลาด	3984.80	5130.00	8045.80
		0.00	0.00	3616.00

รูปที่ ข.26 ต้นทุนค่าซ่อมบำรุงยานพาหนะ จากชมรมผู้ปลูกมะม่วง i ไปยัง ศูนย์กระจายสินค้า j ของ แบบจำลองที่ 4 ใน Excel Solver

	A	B	C	D
186				
187	<b>ค่าซ่อมบำรุงยานพาหนะ ศูนย์กระจายสินค้า j ถึง ตลาดค้าปลีก k</b>			
	<b>ค่าตอบแทนพนักงานขับรถ ศูนย์กระจายสินค้า j ถึง ตลาดค้าปลีก k (CM x Djk x (Xjkl))</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
188		ตลาดใหม่เจริญ	ตลาดร่วมใจ	ศกส.เพื่อการส่งออก
189	1 ตลาดศักดิ์กร	0	21.25	0
190	2 ตลาดหลังวัดใหญ่	0	6.98	0
191	3 ตลาดห้วยปลานึ่ง	0	29.44	0
192	4 ตลาดโคกมะตูม	199.2	0	0
193	5 ตลาดบ้านคลอง	0	50.83	0
194	6 ตลาดพันศุภโลกร่วมใจ	189	4.58	0
195	7 ตลาดท่าเรือ	0	71.2	0
196	8 ตลาดบ้านใหม่	0	149.2	0
197	9 ตลาดสดเทศบาลบางกระพุ่ม	210.4	0	0
198	10 ตลาดเนินกุ่ม	269.35	0	0
199	11 ตลาดวัดดาบม	59.2	0	0
200	12 ตลาดวังทอง	210.54	0	0
201	13 ตลาดนรธานีไพรวัลย์	59.2	0	0
202	14 ตลาดวังทองเก่า	243.8	0	0
203	15 ตลาดสามปลื้มมะปราง	529.24	0	0
204	16 ตลาดสามนครไทย	475.83	0	0
205	17 ตลาดสามปลื้มชาติตระการ	102.48	0	0
206	18 ตลาดสามปลื้มวัดโบสถ์	0	235.1	0
207	19 ตลาดสามปลื้มหรมพิราม	83.4	0	0
208	20 ตลาดสดเขืองดม	0	164.93	0
209	21 ตลาดสามปลื้มบางระกำ	0	163.83	0
210	22 ท่าเรือ กรุงเทพฯ	0	0	2528.88

รูปที่ ข.27 แสดงต้นทุนค่าซ่อมบำรุงยานพาหนะ จากศูนย์กระจายสินค้า j ไปยังตลาดค้าปลีก k ของ แบบจำลองที่ 4 ใน Excel Solver

	A	B	C
213			
214		22861788.104	
215	<b>ค่าซ่อมบำรุงยานพาหนะ =</b>	<b>359873.520</b>	<b>บาท</b>
216	<b>ค่าตอบแทนพนักงานขับรถ =</b>	<b>1,670,700.00</b>	<b>บาท</b>
217	<b>ค่าตอบแทนที่ต่ำที่สุด MIN Z =</b>	<b>3,815,409.05</b>	<b>บาท</b>
218	<b>"ดังนั้น ค่าใช้จ่ายรวม" =</b>	<b>5,845,982.57</b>	<b>บาท</b>

รูปที่ ข.28 ผลคำตอบที่ดีที่สุด แบบจำลองที่ 4 ใน Excel Solver

ตารางที่ ข.13 ตารางอธิบายรายละเอียดการหาค่าใช้จ่ายที่ต่ำที่สุดในการขนส่งมะม่วง ของ

แบบจำลองที่ 4

การคำนวณใน Excel Solver	คำอธิบาย
<p><b>สูตร</b> =SUMPRODUCT(B3:D7,B21:D25)+SUMPRODUCT(B12:D16,B21:D25)+SUMPRODUCT(B40:D61,B92:D113)+SUMPRODUCT(B66:D87,B92:D113)</p> <p>22861788.104</p>	<p>สูตรสำหรับคำนวณหาผลรวมของผลคำตอบของค่าใช้จ่ายอ้างอิงเพื่อใช้ในการคำนวณค่าใช้จ่ายการขนส่ง โดย</p> <p>B3:D7 = ค่าเชื้อเพลิงไม่บรรทุก i-j</p> <p>B21:D25 = ปริมาณการขนส่ง i-j</p> <p>B12:D16 = ค่าเชื้อเพลิงบรรทุกเต็ม i-j</p> <p>B21:D25 = ปริมาณการขนส่ง i-j</p> <p>B40:D61=ค่าเชื้อเพลิงไม่บรรทุก j-k</p> <p>B92:D113 = ปริมาณการขนส่ง j-k</p> <p>B66:D87=ค่าเชื้อเพลิงบรรทุกเต็ม j-k</p> <p>B92:D113 = ปริมาณการขนส่ง j-k</p>
<p><b>สูตร</b> =SUMPRODUCT(B3:D7,B30:D34)+SUMPRODUCT(B12:D16,B30:D34)+SUMPRODUCT(B40:D61,B118:D139)+SUMPRODUCT(B66:D87,B118:D139)</p> <p>144 คำตอบที่ดีที่สุด MIN Z = 3,815,409.05 บาท</p>	<p>สูตรสำหรับคำนวณหาผลรวมของผลคำตอบค่าใช้จ่ายการขนส่ง โดย</p> <p>B3:D7 = ค่าเชื้อเพลิงไม่บรรทุก i-j</p> <p>B30:D34 = จ.น.รอบในการส่ง i-j</p> <p>B12:D16 =ค่าเชื้อเพลิงบรรทุกเต็ม i-j</p> <p>B30:D34 =จ.น.รอบในการส่ง i-j</p> <p>B40:D61 = ค่าเชื้อเพลิงไม่บรรทุก j-k</p> <p>B118:D139 = จ.น.รอบในการส่ง j-k</p> <p>B66:D87 =ค่าเชื้อเพลิงบรรทุกเต็ม j-k</p> <p>B118:D139 = จ.น.รอบในการส่ง j-k</p>
<p><b>สูตร</b> =SUM(B39:D43)+SUM(B153:D174)</p> <p>181 คำตอบแทนพนักงานขับรถ = 1,670,700.00 บาท</p>	<p>ผลรวมของ ผลบวก</p> <p>B39:D43 = ค่าตอบแทนพนักงานขับรถ จาก i-j</p> <p>B153:D174 = ค่าตอบแทนพนักงานขับรถ จาก j-k</p>

การคำนวณใน Excel Solver	คำอธิบาย								
<p><b>f</b> =SUM(B48:D52)+SUM(B189:D210)</p> <table border="1" data-bbox="240 443 917 504"> <thead> <tr> <th></th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>215</td> <td>ค่าซ่อมบำรุงยานพาหนะ =</td> <td>359073.520</td> <td>บาท</td> </tr> </tbody> </table>		A	B	C	215	ค่าซ่อมบำรุงยานพาหนะ =	359073.520	บาท	<p>ผลรวมของ ผลบวก            B48:D52 = ค่าซ่อมบำรุง จาก i-j            B189:D210 = ค่าซ่อมบำรุง จาก j-k</p>
	A	B	C						
215	ค่าซ่อมบำรุงยานพาหนะ =	359073.520	บาท						
<table border="1" data-bbox="240 616 917 676"> <thead> <tr> <th></th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>218</td> <td>"ตั้งให้ ค่าใช้จ่ารวม" =</td> <td>5,845,982.57</td> <td>บาท</td> </tr> </tbody> </table>		A	B	C	218	"ตั้งให้ ค่าใช้จ่ารวม" =	5,845,982.57	บาท	<p>ผลรวมของค่าน้ำมันเชื้อเพลิง ,            ค่าตอบแทนพนักงานขับรถ และค่า            ซ่อมบำรุงยานพาหนะ ที่ต่ำที่สุดใน            การขนส่งมะม่วง</p>
	A	B	C						
218	"ตั้งให้ ค่าใช้จ่ารวม" =	5,845,982.57	บาท						





ภาคผนวก ค

ผลลัพธ์ที่ได้จากการใช้ Excel Solver ในการวิเคราะห์

ตารางที่ ค.1 ปริมาณการไหลของมะม่วงสด จากชมรมผู้ปลูกมะม่วง  $i$  ไปยังศูนย์กระจาย  
สินค้า  $j$  ภายใน 1 ปี

ปริมาณการขนส่งมะม่วงจากชมรมผู้ปลูกมะม่วง $i$ ถึงไปยัง ศูนย์กระจายสินค้า $j$	1 ตลาดไทยเจริญ	2 ตลาดร่วมใจ	3 ศกส. เพื่อ การส่งออก
1.วิสาหกิจชุมชนพัฒนาการผลิตมะม่วงเพื่อการส่งออก	0.00	0.00	4000.00
2. วิสาหกิจชุมชนผู้ปลูกมะม่วงบ้านหนองหิน	0.00	0.00	250.00
3. ชมรมผู้ปลูกมะม่วง อำเภอเนินมะปราง	0.00	0.00	50.00
4. วิสาหกิจชุมชนปรับปรุงคุณภาพมะม่วงบ้านหนองไม้ยางคำ	500.00	570.00	530.0
5. วิสาหกิจชุมชนผู้ปลูกมะม่วง ตำบลหินลาด	0.00	0.00	1200.00

หมายเหตุ หน่วย : ตัน

ตารางที่ ค.2 จำนวนรอบในการขนส่งมะม่วง จาก ชมรมผู้ปลูกมะม่วง  $i$  ไปยังศูนย์กระจาย  
สินค้า  $j$  ภายใน 1 ปี

จำนวนรอบในการขนส่งมะม่วงจากชมรมผู้ปลูกมะม่วง $i$ ถึง ไปยังศูนย์กระจายสินค้า $j$	1 ตลาดไทยเจริญ	2 ตลาดร่วมใจ	3 ศกส. เพื่อ การส่งออก
1.วิสาหกิจชุมชนพัฒนาการผลิตมะม่วงเพื่อการส่งออก	0	0	667
2. วิสาหกิจชุมชนผู้ปลูกมะม่วงบ้านหนองหิน	0	0	42
3. ชมรมผู้ปลูกมะม่วง อำเภอเนินมะปราง	0	0	9
4. วิสาหกิจชุมชนปรับปรุงคุณภาพมะม่วงบ้านหนองไม้ยางคำ	84	95	89
5. วิสาหกิจชุมชนผู้ปลูกมะม่วง ตำบลหินลาด	0	0	200

หมายเหตุ หน่วย : รอบ

ตารางที่ ค.3 ปริมาณการไหลของมะม่วงดิบ จากศูนย์กระจายสินค้า  $j$  ไปยังตลาดค้าปลีก  $k$   
ภายใน 1 ปี

ปริมาณการขนส่งมะม่วงดิบจากศูนย์กระจายสินค้า $j$ ไปยัง ตลาดค้าปลีก $k$	1 ตลาดไทยเจริญ	2 ตลาดร่วมใจ	3 ศกส. เพื่อ การส่งออก
1. ตลาดกิติกร	61.07	9.21	0.00
2. ตลาดหลังวัดใหญ่	55.25	3.88	0.00
3. ตลาดท็อปแลนด์	48.47	7.75	0.00
4. ตลาด โลกมะตูม	50.89	13.57	0.00
5. ตลาดบ้านคลอง	66.40	25.69	0.00
6. ตลาดหิษณุโลกร่วมใจ	67.85	27.63	0.00
7. ตลาดหัวรอ	130.86	86.27	0.00
8. ตลาดบ้านใหม่	316.00	180.78	0.00
9. ตลาดสหเทศบาลบางกระทุ่ม	254.93	234.09	0.00
10. ตลาดเนินกุ่ม	219.07	243.79	0.00
11. ตลาดวัดคายนม	71.73	96.45	0.00
12. ตลาดวังทอง	214.71	239.43	0.00
13. ตลาดทรัพย์ไพรวัลย์	71.73	96.45	0.00
14. ตลาดวังทองเก่า	295.16	319.88	0.00
15. ตลาดตำบลเนินมะปราง	450.26	518.59	0.00
16. ตลาดตำบลนครไทย	480.30	523.44	0.00
17. ตลาดตำบลชาติตระการ	88.69	132.80	0.00
18. ตลาดตำบลวัดโบสถ์	222.46	142.49	0.00
19. ตลาดตำบลพรหมพิราม	222.95	199.20	0.00
20. ตลาดหนองตม	144.43	103.72	0.00
21. ตลาดตำบลบางระกำ	185.14	144.43	0.00
22. ท่าเรือ กรุงเทพฯ ฯ	0.00	0.00	1764.19

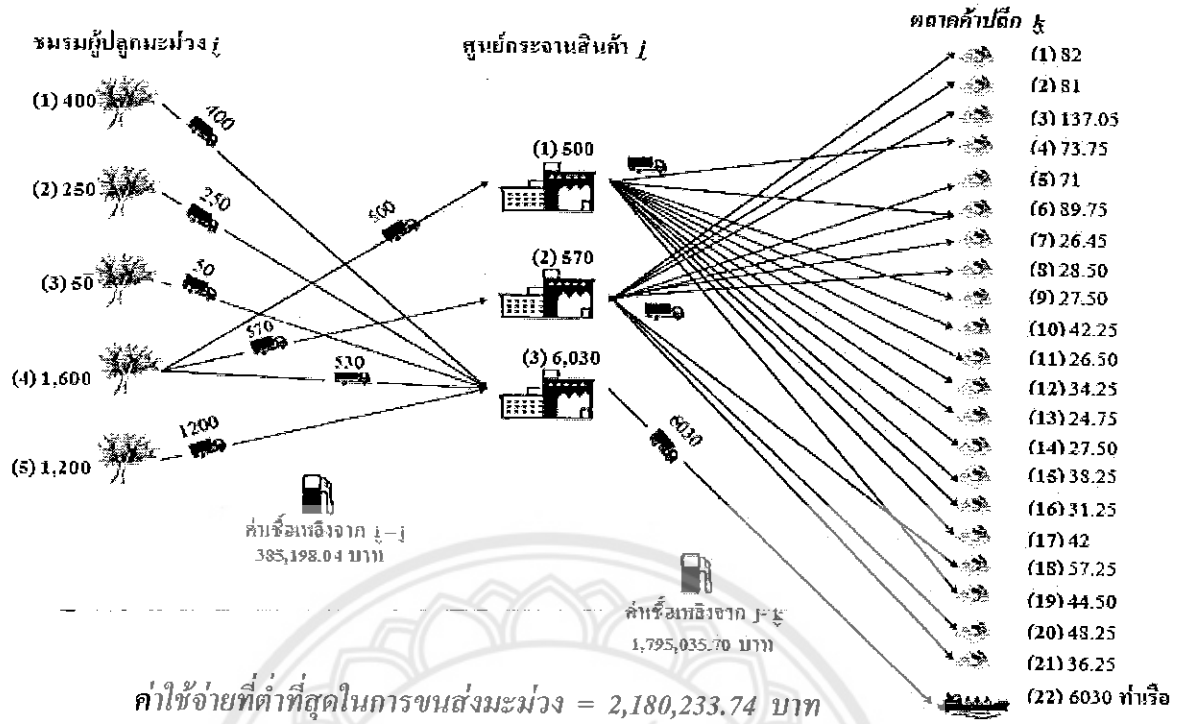
หมายเหตุ หน่วย : ตัน

ตารางที่ ค.4 จำนวนรอบในการขนส่งมะม่วงดิบ จากศูนย์กระจายสินค้า  $j$  ไปยังตลาดค้าปลีก  $k$   
ภายใน 1 ปี

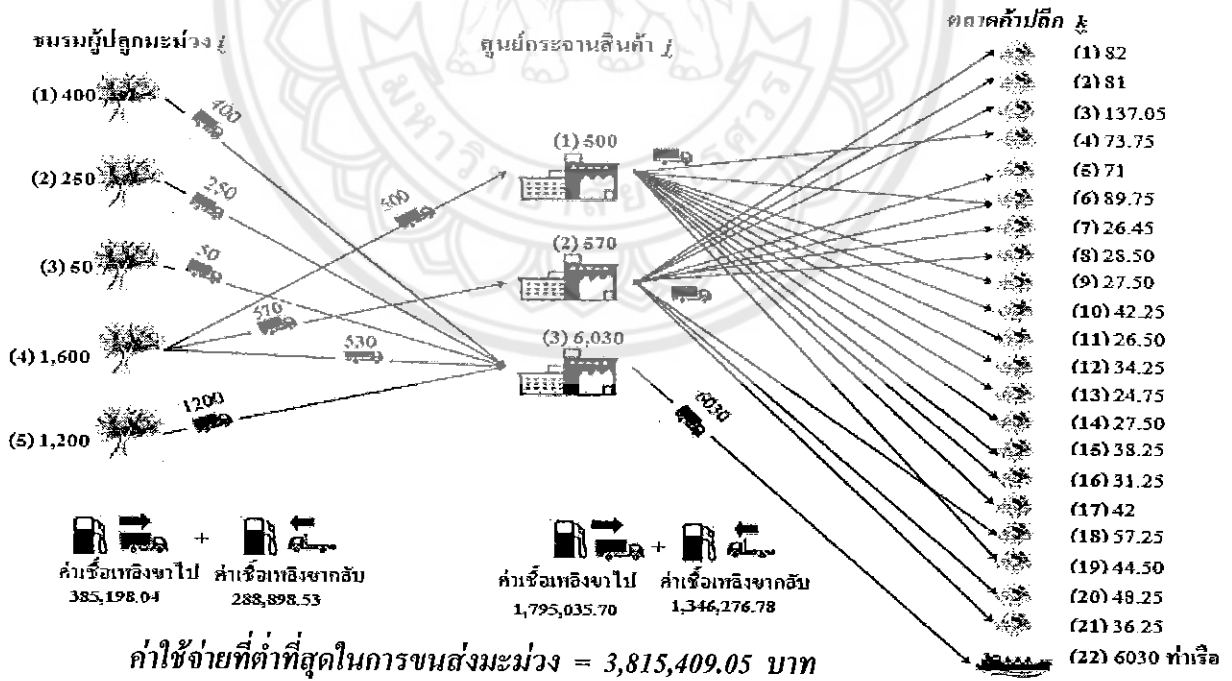
จำนวนรอบในการขนส่งมะม่วงดิบจากศูนย์กระจายสินค้า $j$ ไปยัง ตลาดค้าปลีก $k$	1 ตลาดไทยเจริญ	2 ตลาดร่วมใจ	3 ศกศ. เพื่อ การส่งออก
1. ตลาดกิติกร	0	14	0
2. ตลาดหลังวัดใหญ่	0	14	0
3. ตลาดที่อำเภอแลนค์	0	23	0
4. ตลาด โคมะตุม	13	0	0
5. ตลาดบ้านคลอง	0	12	0
6. ตลาดพินิจโลกร่วมใจ	15	1	0
7. ตลาดหัวรอ	0	5	0
8. ตลาดบ้านใหม่	0	5	0
9. ตลาดสหเทศบาลบางกระทู้	5	0	0
10. ตลาดเนินกุ่ม	8	0	0
11. ตลาดวัดตายน	5	0	0
12. ตลาดวังทอง	6	0	0
13. ตลาดทรัพย์ไพรวัลย์	5	0	0
14. ตลาดวังทองเก่า	5	0	0
15. ตลาดตำบลเนินมะปราง	7	0	0
16. ตลาดตำบลนครไทย	6	0	0
17. ตลาดตำบลชาติตระการ	7	0	0
18. ตลาดตำบลวัดโบสถ์	0	10	0
19. ตลาดตำบลพรหมพิราม	8	0	0
20. ตลาดหนองตม	0	9	0
21. ตลาดตำบลบางระกำ	0	7	0
22. ท่าเรือ กรุงเทพฯ ฯ	0	0	1005

หมายเหตุ หน่วย : รอบ

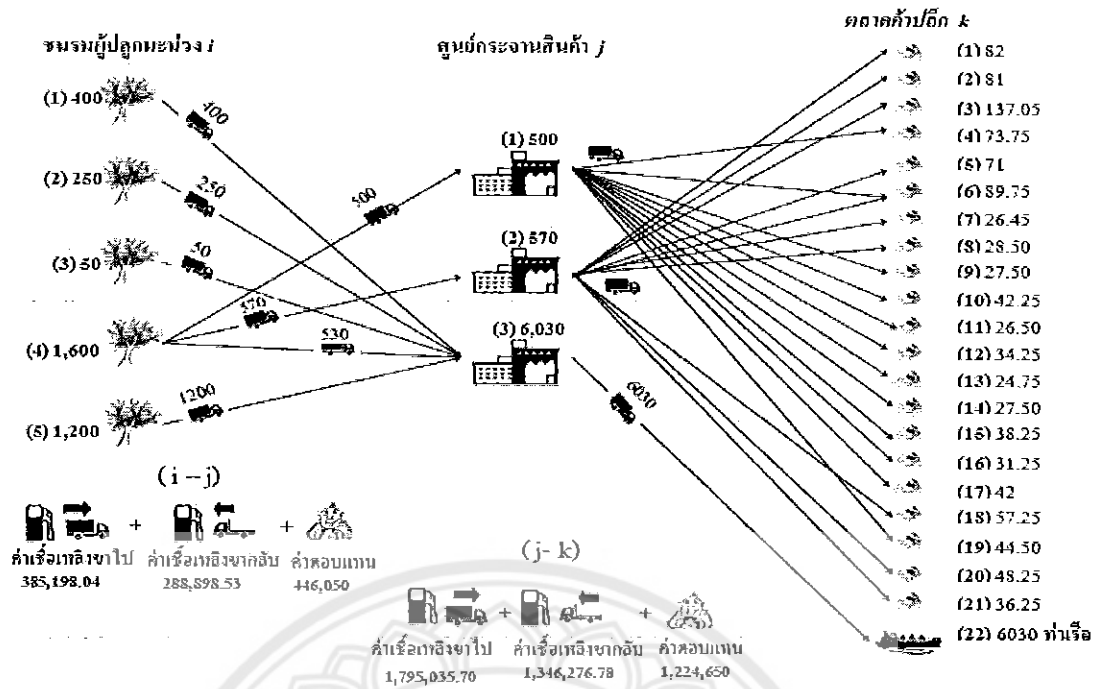




รูปที่ ค.1 โครงข่ายของผลคำตอบที่ดีที่สุดของแบบจำลองที่ 1

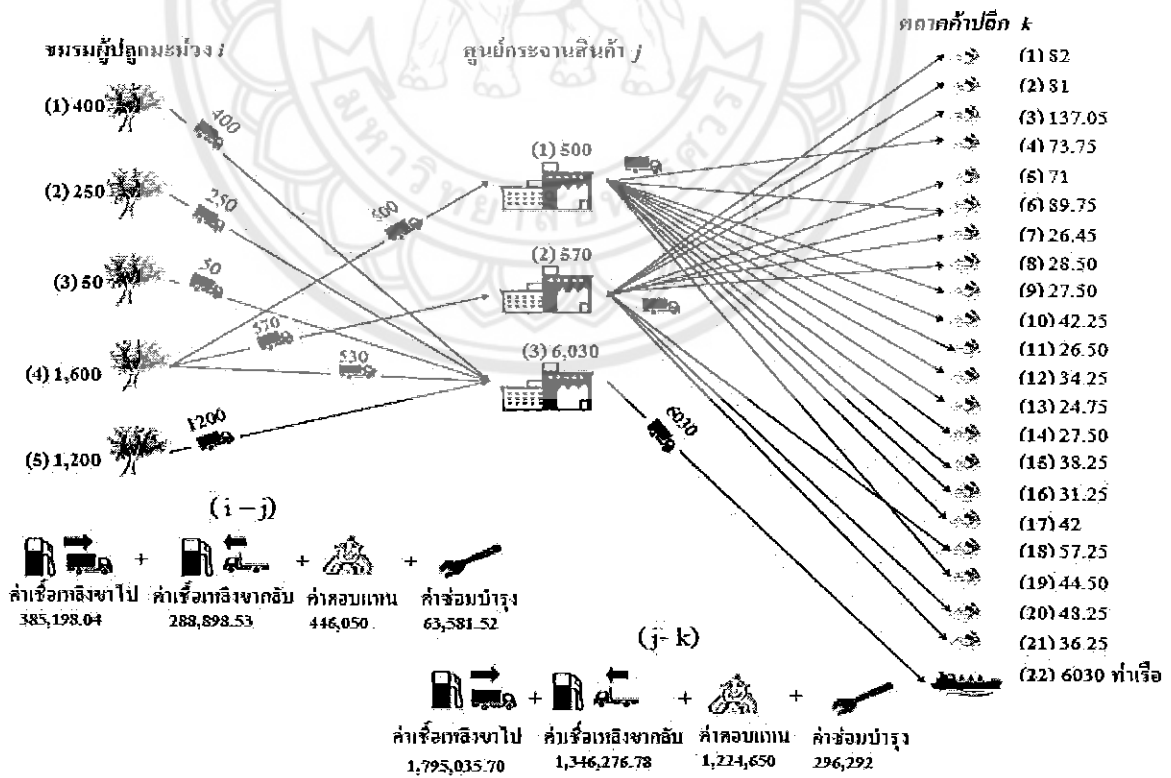


รูปที่ ค.2 โครงข่ายของผลคำตอบที่ดีที่สุดของแบบจำลองที่ 2



ค่าใช้จ่ายที่ต่ำที่สุดในการขนส่งมะม่วง = 5,486,109.05 บาท

รูปที่ ค.3 โครงข่ายของผลคำตอบที่ดีที่สุดของแบบจำลองที่ 3



ค่าใช้จ่ายที่ต่ำที่สุดในการขนส่งมะม่วง = 5,845,982.57 บาท

รูปที่ ค.4 โครงข่ายของผลคำตอบที่ดีที่สุดของแบบจำลองที่ 4

## ประวัติผู้ดำเนินโครงการ



ชื่อ นายณัฐพร เอี่ยมปิยะ  
ภูมิลำเนา 84/51 ถ. พระร่วง ต. ในเมือง อ. เมือง  
จ. พิชญโลก

### ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนพิชญโลก  
พิทยาคม
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4  
สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม  
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: tle215293\_1@hotmail.com



ชื่อ นางสาวปริญญารัตน์ บุตรเงิน  
ภูมิลำเนา 209 ถ. สุนทร โวหาร ต. ทางเกวียน อ. แกลง  
จ. ระยอง

### ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนแกลง "วิทย์  
สถาวร"
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 5  
สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม  
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: parinyarat102@gmail.com