



การใช้ตัวแบบคณิตศาสตร์สำหรับปัญหาการขนส่งของห่วงโซ่อุปทานกล้วย  
MATHEMATICAL MODELING OF TRANSPORTATION PROBLEM FOR  
BANANA SUPPLY CHAIN

นายณัฐพล	ทองเกล็ด	รหัส 49360549
นางสาววิมลสิริ	หงษ์นันท์	รหัส 49361898
นางสาวอุษณา	จบหิมเวศน์	รหัส 49362628

ห้องสมุดคณะวิทยาศาสตร์
วันที่รับ..... 13 ก.ค. 2553
เลขทะเบียน..... 17060060
เลขเรียกหนังสือ..... 45
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 6N342 7

2562


ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ  
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์  
ปีการศึกษา 2552



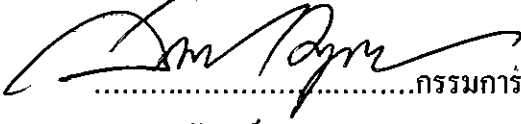
## ใบรับรองปริญญาโท

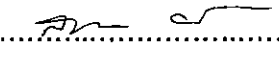
ชื่อหัวข้อโครงการ	การใช้ตัวแบบคณิตศาสตร์สำหรับปัญหาการขนส่งของห่วงโซ่อุปทาน กล้วย
ผู้ดำเนินโครงการ	นายณัฐพล ทองเกล็ด รหัส 49360549
	นางสาววิมลสิริ หงษ์นันทน์ รหัส 49361898
	นางสาวอุษณา จบหิมเวศน์ รหัส 49362628
ที่ปรึกษาโครงการ	ผศ. ดร. กุพงษ์ พงษ์เจริญ
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหกรรม
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหกรรม
ปีการศึกษา	2552

.....  
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญาโทฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง  
ของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม

  
.....ที่ปรึกษาโครงการ  
(ผศ. ดร. กุพงษ์ พงษ์เจริญ)

  
.....กรรมการ  
(ดร. ชิวัญปิติ คำเมือง)

  
.....กรรมการ  
(ดร. สมลักษณ์ วรรณฤมล)

  
.....กรรมการ  
(อ. สุชาดา อิศราภรณ์)

ชื่อหัวข้อโครงการ	การใช้ตัวแบบคณิตศาสตร์สำหรับปัญหาการขนส่งของห่วงโซ่อุปทาน กล้วย		
ผู้ดำเนินโครงการ	นายณัฐพล	ทองเกล็ด	รหัส 49360549
	นางสาววิมลสิริ	หงษ์นันท์	รหัส 49361898
	นางสาวอุษณา	จบหิมเวศน์	รหัส 49362628
ที่ปรึกษาโครงการ	ผศ. ดร.ภูพงษ์ พงษ์เจริญ		
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหกรรม		
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหกรรม		
ปีการศึกษา	2552		

### บทคัดย่อ

กล้วยเป็นพืชเศรษฐกิจที่ปลูกได้ในทุกภูมิภาคของประเทศไทย สามารถให้ผลผลิตตลอดทั้งปี และนำมาใช้ประโยชน์ได้ทุกส่วน เกษตรกรสามารถปลูกกล้วยเพื่อนำผลผลิตไปจำหน่าย และยังสามารถนำมาแปรรูป เพื่อเพิ่มมูลค่าของผลผลิตอีกด้วย โครงการนี้ได้ศึกษาในเรื่อง การประยุกต์ใช้ตัวแบบคณิตศาสตร์สำหรับปัญหาการขนส่งของห่วงโซ่อุปทานกล้วย ในเขตจังหวัดภาคเหนือตอนล่างอันประกอบด้วย จังหวัดพิษณุโลก สุโขทัย และพิจิตร โดยได้ทำการศึกษาตั้งแต่ เกษตรกรที่เป็นผู้ปลูกซึ่งมีทั้งหมด 26 แห่ง ผ่านพ็อคเก็ตส่ง 10 ราย จนกระทั่งถึงแหล่งแปรรูปที่ทำให้วัตถุดิบเปลี่ยนเป็นผลิตภัณฑ์ 25 แห่ง โดยชนิดของตัวแบบคณิตศาสตร์ เป็นแบบจำลองคณิตศาสตร์สำหรับหาค่าตอบต้นทุนที่ต่ำที่สุด ซึ่งในโครงการนี้มีแบบจำลองคณิตศาสตร์ทั้งหมด 3 แบบ ได้แก่ 1) การหาต้นทุนค่าเชื้อเพลิงในการขนส่งที่ต่ำที่สุด ซึ่งได้ผลลัพธ์เท่ากับ 44,289.134 บาท 2) การหาต้นทุนค่าเชื้อเพลิงในการขนส่งที่ต่ำที่สุด โดยมีการรวมค่าเชื้อเพลิงที่เอวกลับไว้ด้วย ซึ่งได้ผลลัพธ์เท่ากับ 79,720.441 บาท 3) การหาต้นทุนค่าขนส่งที่ต่ำที่สุด โดยรวมค่าเชื้อเพลิงที่เอวกลับและค่าจ้างพนักงานขับรถไว้ด้วย ซึ่งได้ผลลัพธ์เท่ากับ 134,120.441 บาท ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้เป็นคำตอบที่ดีที่สุดของแต่ละแบบจำลอง

## กิตติกรรมประกาศ

โครงการเรื่องการใช้ตัวแบบคณิตศาสตร์สำหรับปัญหาการขนส่งของห่วงโซ่อุปทานกล้วย  
ประสบความสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีต้องขอขอบคุณ ผศ. ดร.ภูพงษ์ พงษ์เจริญ อาจารย์ที่ปรึกษา  
โครงการ ที่ให้คำปรึกษาและคำแนะนำในการทำโครงการนี้เป็นอย่างดีตลอดมา

ขอขอบคุณหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง, อาจารย์, บุคลากรของภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรมและ  
เพื่อนๆ พี่ๆ ทุกคนที่คอยให้คำปรึกษาแนะนำ ตักเตือนและให้ความอนุเคราะห์ในการดำเนิน  
โครงการนี้

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่คอยให้กำลังใจ ตักเตือน ให้ทุนการศึกษาใน  
การทำโครงการและสนับสนุนจนสำเร็จการศึกษา

คณะผู้ดำเนิน โครงการวิศวกรรม

นายณัฐพล ทองเกี๋ย

นางสาววิมลสิริ หงษ์นันท์

นางสาวอุษณา จบหิมเวศน์

เมษายน 2553



# สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญาโท.....	ก
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญรูป.....	ช

บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 หลักการและเหตุผล.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	3
1.3 เกณฑ์ชี้วัดผลงาน (Output).....	3
1.4 เกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ (Outcome).....	3
1.5 สมมติฐานในการวิจัย.....	3
1.6 ขอบเขตของงานวิจัย.....	4
1.7 นิยามศัพท์เฉพาะ.....	4
1.8 ระยะเวลาในการดำเนินงานวิจัย.....	4
1.9 แผนการดำเนินการวิจัย.....	5
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี.....	6
2.1 การจัดการห่วงโซ่อุปทาน.....	6
2.2 การขนส่งและโลจิสติกส์.....	8
2.3 ปัจจัยที่มีผลต่อต้นทุนการขนส่งสินค้า.....	10
2.4 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ Solver - Excel 2003.....	11
2.5 การวิเคราะห์หลังจากได้ผลลัพธ์เหมาะสมหรือการวิเคราะห์ความไว (Post Optimality or Sensitivity Analysis).....	15
2.6 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับกล้วย.....	19
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	21

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีดำเนินโครงการ.....	23
3.1 ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	24
3.2 เก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง.....	24
3.3 การสร้างสมการคณิตศาสตร์.....	24
3.4 วิเคราะห์ผลต้นทุนการขนส่งที่เกิดขึ้นโดยใช้ตัวแบบห่วงโซ่อุปทาน.....	24
3.5 สรุปผลการดำเนินการวิจัย.....	24
3.6 จัดพิมพ์รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์.....	24
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิเคราะห์.....	25
4.1 การศึกษาและเก็บข้อมูล.....	25
4.2 โครงข่ายของระบบโลจิสติกส์ของกล้วย.....	25
4.3 แบบจำลองคณิตศาสตร์สำหรับค่าใช้จ่ายรวมในการขนส่งของกล้วย ในเขตจังหวัดภาคเหนือตอนล่าง.....	33
4.4 การวิเคราะห์ความไว (Sensitivity analysis).....	61
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....	70
5.1 สรุปผล.....	70
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	72
เอกสารอ้างอิง.....	75
ภาคผนวก ก ข้อมูลกำลังการผลิตผลสด ความสามารถในการรับซื้อกล้วยน้ำว้า ของเกษตรกร พ่อค้าส่ง และแหล่งแปรรูปในแต่ละอำเภอในเขต 3 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดพิจิตร โลก พิจิตร และสุโขทัย.....	76
ภาคผนวก ข ระยะเวลาในการขนส่ง.....	83
ภาคผนวก ค วิธีการ Download Program Risk Solver Platform Microsoft Excel Version 9.6....	86

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 ตารางแสดงผลผลิตกล้วยน้ำว้ารวมทั้งจังหวัด.....	2
1.2 แสดงแผนการดำเนินการวิจัย.....	5
2.1 การประมาณการปริมาณบริการเพื่อรักษาระดับของต้นทุนต่อครั้ง.....	18
4.1 แสดงพื้นที่การเพาะปลูกและผลผลิตกล้วยน้ำว้า.....	38
4.2 แสดงพ่อค้าส่งในแต่ละจังหวัดและความสามารถในการรับซื้อกล้วยน้ำว้าของพ่อค้าส่ง.....	39
4.3 แสดงจำนวนแหล่งแปรรูปและกำลังผลิตของแหล่งแปรรูป.....	40
4.4 คำอธิบายค่าต่างๆ ในโปรแกรม Risk Solver Platform V.9.6 for Microsoft Excel ใน ส่วนของแบบจำลองคณิตศาสตร์ที่ 4.3.1.....	44
4.5 คำอธิบายค่าต่างๆ ในโปรแกรม Risk Solver Platform V.9.6 for Microsoft Excel ในส่วนของแบบจำลองคณิตศาสตร์ที่ 4.3.2.....	54
4.6 คำอธิบายค่าต่างๆ ในโปรแกรม Risk Solver Platform V.9.6 for Microsoft Excel ในส่วนของแบบจำลองคณิตศาสตร์ที่ 4.3.3.....	60
ก.1 ตารางแสดงข้อมูลกำลังการผลิตผลกล้วยสดของแต่ละอำเภอภายในจังหวัดพิษณุโลก พิจิตรและสุโขทัย.....	77
ก.2 ข้อมูลความสามารถในการรับซื้อผลสดของกล้วยน้ำว้าของพ่อค้าส่ง ในจังหวัดพิษณุโลก พิจิตรและสุโขทัย.....	79
ก.3 ข้อมูลกำลังการผลิตของแหล่งแปรรูปกล้วยน้ำว้าในจังหวัดพิษณุโลก พิจิตรและสุโขทัย... 80	
ข.1 แสดงระยะทางการขนส่งจากผู้ผลิตผลสดของกล้วยน้ำว้าไปยังพ่อค้าส่ง.....	84
ข.2 แสดงระยะทางการขนส่งผลสดของกล้วยน้ำว้าจากพ่อค้าส่ง ไปยังแหล่งแปรรูปกล้วย.....	85

## สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1.1 แสดงพื้นที่เพาะปลูกกล้วยน้ำว้า.....	1
2.1 แสดงโครงข่ายของโซ่อุปทาน.....	6
2.2 แสดงเรือบรรทุกสินค้าในการขนส่งระหว่างประเทศ.....	9
2.3 แสดงตัวอย่างตารางข้อมูลสำหรับคำนวณ โดยใช้ Solve .....	12
2.4 แสดงหน้าต่างการกำหนดค่าใน Solver .....	12
2.5 แสดงการกำหนดเงื่อนไขใน Solver .....	13
2.6 แสดงหน้าต่าง Solver Results.....	13
2.7 แสดงหน้าต่าง Report.....	14
2.8 แสดงความอ่อนไหวของรายจ่ายต่อครั้งของบริการผู้ป่วยนอกตาม การเปลี่ยนแปลงของค่าวัสดุ.....	16
2.9 แสดงการวิเคราะห์ความอ่อนไหวที่แสดงส่วนผสมของเงินเดือนแพทย์ และ จำนวนชั่วโมงในการทำงานที่ทำให้ได้ต้นทุนต่อครั้งของบริการผู้ป่วยนอกเท่าเดิม.....	17
2.10 แสดงการวิเคราะห์ความอ่อนไหวที่แสดงส่วนผสมของเงินเดือนแพทย์ และจำนวนชั่วโมงในการทำงาน ที่ทำให้ได้ต้นทุนต่อครั้งของบริการผู้ป่วยนอก เท่าเดิมเมื่อมีการใช้บัญชียา 1 และบัญชียา 2 ของโรงพยาบาล.....	18
3.1 แผนภาพขั้นตอนการดำเนินงาน.....	23
4.1 แสดงห่วงโซ่อุปทานกล้วย.....	29
4.2 แสดงโครงข่ายห่วงโซ่อุปทาน.....	31
4.3 แสดงโครงข่ายการขนส่งกล้วยในเขตจังหวัดภาคเหนือตอนล่าง.....	33
4.4 แสดงค่าน้ำมันเชื้อเพลิง อัตราการบริโภคน้ำมัน และพิถีพิถันของยานพาหนะ.....	41
4.5 แสดงข้อมูลที่กรอกลงไปโปรแกรม โปรแกรม Risk Solver Platform Microsoft Excel Version 9.6.....	43
4.6 แสดงค่าใช้จ่ายค่าสุดท้ายที่ใช้ในการขนส่งอันเนื่องมาจากค่าน้ำมันเชื้อเพลิง จากเกษตรกรผู้ปลูกกล้วยไปยังพ่อค้าส่ง และจากพ่อค้าส่งไปยังแหล่งแปรรูปกล้วย.....	45
4.7 แสดงปริมาณการไหลของกล้วย จากเกษตรกรผู้ปลูกกล้วย $i$ ไปยังพ่อค้าส่ง $j$ .....	46
4.8 แสดงจำนวนรอบที่ใช้ในการขนส่ง จากเกษตรกรผู้ปลูกกล้วย $i$ ไปยังพ่อค้าส่ง $j$ .....	47
4.9 แสดงปริมาณการไหลของกล้วย จากพ่อค้าส่ง $j$ ไปยังแหล่งแปรรูปกล้วย $k$ .....	48
4.10 แสดงจำนวนรอบที่ใช้ในการขนส่ง จากพ่อค้าส่ง $j$ ไปยังแหล่งแปรรูป $k$ .....	49

## สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.11 แสดงข้อมูลพารามิเตอร์ที่เพิ่มขึ้นจากแบบจำลองที่4.3.1.....	52
4.12แสดงข้อมูลที่กรอกลงไปโปรแกรม โปรแกรม Risk Solver Platform Microsoft Excel Version 9.6.....	53
4.13 แสดงจำนวนค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการขนส่งอันเนื่องมาจากค่าน้ำมันเชื้อเพลิง จากเกษตรกรผู้ปลูกกล้วย ไปยังพ่อค้าส่ง.....	55
4.14 แสดงข้อมูลพารามิเตอร์ที่เพิ่มขึ้นจากแบบจำลองที่4.3.2.....	58
4.15แสดงข้อมูลที่กรอกลงไปโปรแกรม โปรแกรม Risk Solver Platform Microsoft Excel Version 9.6.....	59
4.16 แสดงแสดงจำนวนค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการขนส่งอันเนื่องมาจาก ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงจากพ่อค้าส่ง $j$ ไปยังแหล่งแปรรูปกล้วย $k$ .....	61
4.17 แสดง Answer Report1.....	62
4.18 แสดง Sensitivity Report1.....	63
4.19 แสดง Answer Report2.....	66
4.20 แสดง Sensitivity Report2.....	67
ค.1 แสดงหน้าแรกของ <a href="http://www.solver.com">www.solver.com</a> .....	87
ค.2 แสดงการกรอกข้อมูลเพื่อสมัครสมาชิก.....	88
ค.3 แสดงหน้าเว็บไซต์ที่จะดาวน์โหลดโปรแกรม Risk Solver Platform Version 9.6.....	88
ค.4 แสดงหน้าเว็บไซต์ที่จะดาวน์โหลดโปรแกรม Risk Solver Platform Version 9.6.....	89
ค.5 แสดงหน้าเว็บไซต์ที่จะดาวน์โหลดโปรแกรม Risk Solver Platform Version 9.6.....	90

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 หลักการและเหตุผล

เนื่องจากกล้วยเป็นพืชที่อยู่คู่กับคนไทยมานานและมีคุณประโยชน์สูง ส่วนต่างๆของกล้วยสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้แทบทุกส่วน คนไทยทุกคนรู้จักกล้วยและคงมีไม่กี่คนที่ไม่เคยรับประทานกล้วยไม่ว่าจะเป็นกล้วยสด หรือในรูปแบบที่แปรรูปแล้วก็ตาม โดยพันธุ์กล้วยที่นิยมปลูกและมีผลผลิตมากที่สุดคือกล้วยน้ำว้า เนื่องจากกล้วยน้ำว้านี้ปลูกง่าย ดูแลง่าย และรสชาติดี อีกทั้งยังสามารถนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆได้หลากหลาย ส่งผลให้ความต้องการของตลาดมีอยู่อย่างต่อเนื่อง



รูปที่ 1.1 แสดงพื้นที่เพาะปลูกกล้วยน้ำว้า (ไร่)

ที่มา : งานภูมิสารสนเทศ ศูนย์สารสนเทศ กรมส่งเสริมการเกษตร

ตารางที่ 1.1 ตารางแสดงผลผลิตกล้วยน้ำว้ารวมทั้งจังหวัด(ตัน)

ปี	2546	2547	2548	2549	2550
กำแพงเพชร	12,876	14,257	16,047	15,390	-
ตาก	18,893	27,385	4,538	11,950	6,129
นครสวรรค์	12,253.32	3,192.96	3,381.00	4,510.00	3,549.00
พิจิตร	16,517.28	15,399.78	21,671.35	11,356.66	10,136.66
พิษณุโลก	160,006.00	79,955.00	81,008.00	54,519.50	68,162.00
เพชรบูรณ์	5,510.78	12,510.09	8,509.55	2,971.38	4,041.07
สุโขทัย	84,264	64,103	10,205	30,493	
อุตรดิตถ์	8,132.04	1,854.08	6,792.86	13,433.01	11,528.81
อุทัยธานี	5,931	5,707	2,547	2,847	-

ที่มา : กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

จากแผนภาพแสดงพื้นที่แสดงการเพาะปลูกกล้วยน้ำว้า (ไร่) และตารางแสดงผลผลิตรวมของแต่ละจังหวัด จะเห็นว่าในเขตจังหวัดภาคเหนือตอนล่าง มีพื้นที่เพาะปลูกและให้ผลผลิตของกล้วยน้ำว้าค่อนข้างมาก โดยเฉพาะจังหวัดพิษณุโลก พิจิตร และสุโขทัยให้ผลผลิตกล้วยน้ำว้าในปริมาณมาก แสดงถึงการเป็นผู้ผลิตและส่งออกรายใหญ่เป็นอันดับต้นๆของประเทศ ทำให้มีเรื่องต้นทุนของการขนส่งเข้ามาเกี่ยวข้องกับซึ่งเป็นเรื่องที่สำคัญอย่างหนึ่งที่มีผลกระทบต่อผู้ผลิต ผู้ส่ง พ่อค้าคนกลาง ไปจนถึงผู้บริโภค

เนื่องจากภาวะเศรษฐกิจที่ไม่ดีและราคาน้ำมัน พลังงานเชื้อเพลิงต่างๆ มีราคาสูงและมีแนวโน้มว่าจะสูงขึ้นเรื่อยๆ ทำให้การขนส่งสินค้าต่างๆที่ต้องใช้พลังงานเหล่านี้ได้รับผลกระทบโดยตรง ทำให้ราคาสินค้าสูงขึ้นเกินจริงเมื่อเทียบกับราคาจริงของสินค้าที่ผู้ผลิตตั้งไว้โดยยังไม่รวมค่าขนส่ง เพราะฉะนั้นถ้าเราลดเรื่องของราคาค่าขนส่งออกไปได้มาก จะทำให้ผู้ผลิต ผู้ส่ง พ่อค้าคนกลาง มีกำไรสูงขึ้น ตลอดจนถึงผู้บริโภคอาจจะได้บริโภคผลผลิตที่มีราคาที่ยุติธรรมขึ้นด้วย

กล้วยเป็นสินค้าหนึ่งที่ได้รับผลกระทบด้านราคาจากค่าขนส่งมากเนื่องจากราคาน้ำมันเชื้อเพลิงที่สูงขึ้น แต่อย่างไรก็ตามเราไม่สามารถไปควบคุมในส่วนของน้ำมันเชื้อเพลิงได้

เพราะฉะนั้นสิ่งที่เราทำได้ในการลดต้นทุนการขนส่งของกล้วยคือการวางแผนที่ดี มีประสิทธิภาพมากที่สุด

และเนื่องจากห่วงโซ่อุปทาน คือ การเชื่อมต่อของจุดหรือหน่วยต่างๆในการผลิตสินค้า โดยเริ่มต้นจากการจัดหาวัตถุดิบไปจนถึงสุดท้ายสุดคือลูกค้า ทำให้เห็นค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในขั้นตอนต่างๆได้อย่างชัดเจน เมื่อเราใช้ห่วงโซ่อุปทานมาช่วยในการลดต้นทุนการขนส่งจะช่วยให้เห็นภาพมากขึ้นในการที่จะจัดการเกี่ยวกับการลดต้นทุนการขนส่งในห่วงโซ่อุปทาน

เพราะฉะนั้นการลดต้นทุนการขนส่งในห่วงโซ่อุปทานของกล้วยน้ำว้าในเขตจังหวัดภาคเหนือตอนล่าง ซึ่งประกอบไปด้วยจังหวัดพิษณุโลก พิจิตร และสุโขทัยจึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจ ที่จะนำมาศึกษาวิเคราะห์ เพื่อเกิดประโยชน์แก่ผู้ศึกษาต่อไป

## 1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อศึกษาและสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ปัญหาการขนส่งห่วงโซ่อุปทานของอุตสาหกรรมกล้วย

## 1.3 เกณฑ์ชี้วัดผลงาน (Output)

ตัวแบบคณิตศาสตร์ปัญหาการขนส่งห่วงโซ่อุปทานของอุตสาหกรรมกล้วย

## 1.4 เกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ (Outcome)

ตัวแบบคณิตศาสตร์ปัญหาการขนส่งนี้ สามารถวิเคราะห์ต้นทุนการขนส่ง เพื่อหาต้นทุนน้ำมันเชื้อเพลิงที่ต่ำที่สุดในห่วงโซ่อุปทานของอุตสาหกรรมกล้วยได้

## 1.5 ขอบเขตของงานวิจัย

1.5.1 ศึกษาการลดต้นทุนน้ำมันเชื้อเพลิงในการขนส่ง และปริมาณในการกระจายสินค้าในตัวแบบปัญหาการขนส่งของอุตสาหกรรมกล้วย

1.5.2 โดยมุ่งเน้นศึกษาไปที่กล้วยน้ำว้า และศึกษาเฉพาะพื้นที่ในเขตจังหวัดภาคเหนือตอนล่าง ซึ่งประกอบไปด้วย จังหวัดพิษณุโลก พิจิตร และสุโขทัย

1.5.3 ศึกษาการขนส่งจากเกษตรกรผู้ปลูกกล้วยไปยังพ่อค้าส่ง และจากพ่อค้าส่งไปยังแหล่งแปรรูปกล้วย โดยพิจารณาจากความต้องการของแหล่งแปรรูปและของผู้บริโภคในเขตจังหวัดภาคเหนือตอนล่าง ซึ่งประกอบไปด้วยจังหวัดพิษณุโลก พิจิตร และสุโขทัย



1.5.4 การขนส่งจะขนส่งภายในเขตจังหวัดภาคเหนือตอนล่าง ซึ่งประกอบไปด้วยจังหวัด พิจิตร โลก พิษณุโลก และสุโขทัย

## 1.6 ข้อตกลงเบื้องต้น

1.6.1 ผลผลิตกล้วยที่ได้จะถูกบริโภคโดยผู้บริโภคในเขตจังหวัดภาคเหนือตอนล่าง ซึ่งประกอบไปด้วยจังหวัดพิษณุโลก พิษณุโลก และสุโขทัย ตามความต้องการของผู้บริโภคในเขต จังหวัดภาคเหนือตอนล่าง ส่วนที่เหลือจะถูกขายในลักษณะการรับประทานผลสด และจำหน่ายไปยังต่างจังหวัด

1.6.2 กิจกรรมการขนส่งกล้วยจะดำเนินทุกสัปดาห์

1.6.3 เกษตรกรจะขายผลผลิตกล้วยทั้งหมดให้กับพ่อค้าส่ง

## 1.7 สถานที่ในการดำเนินงานวิจัย

1.7.1 ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

1.7.2 สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยนเรศวร

## 1.8 ระยะเวลาในการดำเนินงานวิจัย

ใช้เวลาในการดำเนินงานวิจัย 8 เดือน เริ่มตั้งแต่ มิถุนายน 2552 ถึง เมษายน 2553



## บทที่ 2

### หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 การจัดการห่วงโซ่อุปทาน

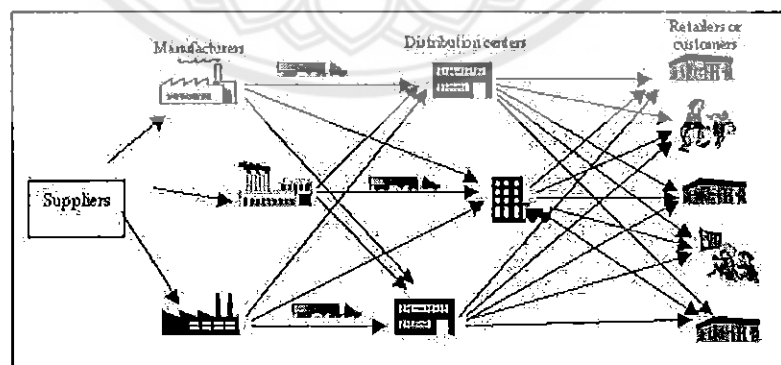
ห่วงโซ่อุปทาน หมายถึง การเชื่อมต่อของหน่วยหรือจุดต่างๆ ในการผลิตสินค้าหรือบริการที่เริ่มต้น จากวัตถุดิบไปยังจุดสุดท้ายคือลูกค้าโดยทั่วไปแล้วห่วงโซ่อุปทานประกอบด้วยจุดที่สำคัญๆคือ (ดังแสดงในรูปที่ 2.1)

ผู้ส่งมอบ (Suppliers) หมายถึงผู้ที่ส่งวัตถุดิบให้กับโรงงานหรือหน่วยบริการ เช่น เกษตรกรที่ปลูกมันสำปะหลังหรือปาล์ม โดยที่เกษตรกรเหล่านี้จะนำหัวมันไปส่งโรงงานทำแป้งมันหรือโรงงานทำกลูโคส หรือนำผลปาล์มไปส่งที่โรงงานผลิตน้ำมันปาล์ม เป็นต้น

โรงงานผู้ผลิต (Manufacturers) หมายถึงผู้ที่ทำหน้าที่ในการแปรรูปวัตถุดิบที่ได้รับจากผู้ส่งมอบให้มีคุณค่าสูงขึ้น

ศูนย์กระจายสินค้า (Distribution Centers) หมายถึง จุดที่ทำหน้าที่ในการกระจายสินค้าไปให้ถึงมือผู้บริโภคหรือลูกค้าที่ศูนย์กระจายสินค้าหนึ่งๆ อาจจะมีสินค้าที่มาจากหลายโรงงานการผลิต เช่น ศูนย์กระจายสินค้าของซูเปอร์มาร์เก็ตต่างๆ จะมีสินค้ามาจากโรงงานที่ต่างๆกัน เช่น โรงงานผลิตยาสระผม , โรงฆ่าสัตว์,เบเกอรี่ เป็นต้น

ร้านค้าย่อยและลูกค้าหรือผู้บริโภค (Retailers or Customers) คือจุดปลายทางของห่วงโซ่อุปทาน ซึ่งเป็นจุดที่สินค้าหรือบริการต่างๆจะต้องถูกใช้จนหมดมูลค่าและโดยที่ไม่มีการเพิ่มคุณค่าให้กับสินค้าหรือบริการนั้นๆ



รูปที่ 2.1 แสดงโครงข่ายของห่วงโซ่อุปทาน

ที่มา : <http://www.ismed.or.th> สืบค้นเมื่อวันที่ 2 กรกฎาคม พ.ศ. 2552

## ห่วงโซ่อุปทานมีความสำคัญอย่างไร

สินค้าหรือบริการต่างๆ ที่ผลิตออกสู่ตลาดจะต้องผ่านทุกจุดหรือหน่วยต่างๆ ตลอดทั้งสายของห่วงโซ่อุปทาน ดังนั้นคุณภาพของสินค้าและบริการนั้น จะขึ้นอยู่กับทุกหน่วยมิใช่หน่วยใดหน่วยหนึ่งโดยเฉพาะ ด้วยเหตุผลนี้เองจึงทำให้มีแนวความคิดในการบูรณาการทุกๆ หน่วยเพื่อให้เกิดการผลิตสินค้าหรือบริการเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีคุณภาพตามที่ลูกค้าคาดหวัง ดังเช่น น้ำมันปาล์มประกอบอาหารในสายของห่วงโซ่อุปทานประกอบด้วยผู้ส่งมอบซึ่งมักจะเป็นเกษตรกรผู้นำผลปาล์มมาส่งให้กับโรงงานหีบเพื่อนำน้ำมันปาล์มดิบออกจากผลปาล์ม ในขั้นตอนต่อไปน้ำมันปาล์มดิบก็จะถูกส่งต่อไปให้โรงงานผลิตน้ำมันปาล์มสำหรับใช้ประกอบอาหาร น้ำมันปาล์มประกอบอาหารนี้ก็จะถูกบรรจุในถังกระดาศและถูกส่งออกจากโรงงานและส่งต่อไปยังผู้ประกอบการรายต่อไป เช่น ผู้ดำเนินการซูเปอร์มาร์เก็ตหรือร้านค้าปลีกย่อย เพื่อที่จะนำไปวางขายบนชั้นวางของตามซูเปอร์มาร์เก็ตหรือร้านค้าปลีกย่อยเพื่อให้ผู้บริโภคได้มาทำการเลือกซื้อสินค้า จากตัวอย่างข้างต้นจะเห็นว่า ทุกๆ จุดในสายของห่วงโซ่อุปทานมีผลต่อคุณภาพของน้ำมันปาล์มประกอบอาหารซึ่งเป็นหนึ่งในหัวใจหลักของการสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้าที่กำลังเลือกซื้อสินค้า

### กิจกรรมหลักในห่วงโซ่อุปทาน

การจัดหา (Procurement) เป็นการจัดหาวัตถุดิบหรือวัสดุที่ป้อนเข้าไปยังจุดต่างๆ ในสายของห่วงโซ่อุปทาน จากตัวอย่างข้างต้น หากโรงงานได้ผลปาล์มที่มีคุณภาพต่ำ ถึงแม้ว่าจะมีเครื่องมือเครื่องจักรที่ทันสมัย ก็ส่งผลกระทบต่อคุณภาพและต้นทุน ฉะนั้นการจัดหาถือเป็นการหนึ่งที่จะส่งผลกระทบต่อคุณภาพและต้นทุนการผลิต

การขนส่ง (Transportation) เป็นกิจกรรมที่เพิ่มมูลค่าของสินค้าในแง่ของการย้ายสถานที่ หากน้ำมันปาล์มประกอบอาหารถูกขายอยู่ที่หน้าโรงงานผลิตอาจจะไม่มีลูกค้ามาซื้อเลยก็ได้ อีกประการหนึ่งก็คือ หากการขนส่งไม่ดี สินค้าอาจจะได้รับความเสียหายระหว่างทางจะเห็นว่าการขนส่งก็มีผลต่อต้นทุนโดยตรง

การจัดเก็บ (Warehousing) เป็นกิจกรรมที่มีได้เพิ่มมูลค่าให้กับตัวสินค้าเลยแต่ก็เป็นกิจกรรมที่ต้องมีเพื่อรองรับกับความต้องการของลูกค้าที่ไม่คงที่ รวมทั้งประโยชน์ในด้านของการประหยัดเมื่อมีการผลิตของจำนวนมากในแต่ละครั้งหรือผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรที่มีปริมาณวัตถุดิบที่ไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับฤดูกาลและสภาพลม ฟ้า อากาศ

การกระจายสินค้า (Distribution) เป็นกิจกรรมที่ช่วยกระจายสินค้าจากจุดจัดเก็บส่งต่อไปยังร้านค้าปลีกหรือซูเปอร์มาร์เก็ต

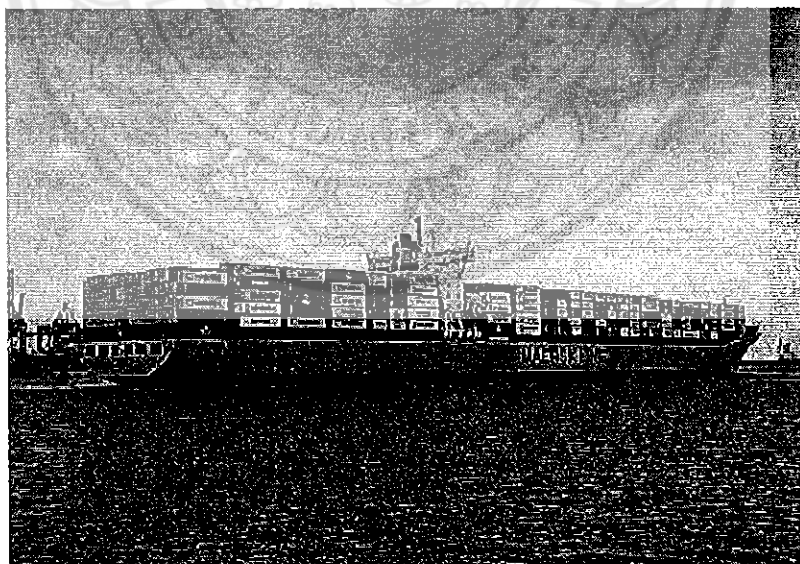
## 2.2 การขนส่งและโลจิสติกส์ (Transportation and Logistics)

คือการขนส่งเคลื่อนย้ายสินค้าระหว่างสถานที่ที่บ่อยครั้งอยู่ห่างไกลกันมาก และความสามารถในการขนส่งสินค้าให้ถึงจุดหมายอย่างรวดเร็ว และอย่างมีประสิทธิภาพจะเพิ่มความพึงพอใจให้แก่ลูกค้า ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญอย่างหนึ่งในยุทธวิธีการตลาด การขนส่งสร้างอรรถประโยชน์ด้านสถานที่และช่วยก่อให้เกิดอรรถประโยชน์ด้านเวลาซึ่งทั้ง 2 ปัจจัยเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับความสำเร็จในการดำเนินธุรกิจ การตัดสินใจทางธุรกิจอาจขึ้นอยู่กับ การขนส่งที่มี (Availability) หรือความเหมาะสมของบริการการขนส่ง (Adequacy) และต้นทุนขนส่ง (Cost) ค่าใช้จ่ายของการขนส่งอาจมีสัดส่วนถึงร้อยละ 50 หรือมากกว่าของราคาวัสดุก่อสร้างเช่น ทราาย หิน ถ่านหิน ส่วนสินค้าประเภทคอมพิวเตอร์ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ค่าใช้จ่ายในการขนส่งอาจมีสัดส่วนน้อยกว่าร้อยละ 1 ของราคาสินค้า กล่าวโดยทั่วไป การจัดการการขนส่งที่มีประสิทธิภาพจะทวีความสำคัญมากขึ้น เมื่อสัดส่วนค่าใช้จ่ายของค่าขนส่งเทียบกับราคาสินค้าเพิ่มมากขึ้น สำหรับสินค้านำเข้าใน Term of Absolute Monetary Cost อาจสูงแต่เมื่อคิดเป็นอัตราส่วน (Percentage) แล้วอาจจะต่ำ ในทางตรงข้ามสินค้านำเข้าถูก ค่าขนส่งต่อหน่วยอาจต่ำแต่ในรูปของอัตราส่วนแล้วมักจะสูงกว่า ผู้บริหารด้านโลจิสติกส์จะต้องสามารถบริหารต้นทุนการขนส่งได้อย่างมีประสิทธิภาพ เริ่มต้นตั้งแต่การนำเข้าปัจจัยการผลิตหรือวัตถุดิบในการผลิต อุปกรณ์เครื่องจักรอะไหล่ กระทั่งถึงค่าใช้จ่ายในการส่งสินค้าไปถึงมือผู้บริโภค

รูปแบบ (Mode) ของการขนส่งแต่ละประเภท เช่น การขนส่งทางถนน การขนส่งทางรถไฟ การขนส่งทางอากาศ การขนส่งทางน้ำและการขนส่งทางท่อจะมีลักษณะและขีดความสามารถในการให้บริการที่แตกต่างกัน เช่น การขนส่งทางอากาศมีความเร็วสูงแต่มีค่าภาระสูงด้วย การขนส่งทางน้ำและรถไฟมีค่าใช้จ่ายในการเคลื่อนย้ายสินค้าต่ำแต่ต้องมีค่าใช้จ่ายในการขนถ่ายและขนส่งเชื่อมโยงเพิ่มขึ้น การขนส่งทางถนนมีความสะดวก รวดเร็ว แต่มีขีดความสามารถ (Capacity) ต่ำ มีความเสี่ยงที่จะเกิดอุบัติเหตุสูง เป็นต้น ผู้บริหารโลจิสติกส์ ต้องวางแผน ตัดสินใจที่จะเลือกใช้ Mode การขนส่งที่เหมาะสมที่สุด ผู้ใช้บริการสามารถเลือกใช้การขนส่งสินค้านี้รูปแบบใดรูปแบบหนึ่งหรือมีการใช้ผสมผสานระหว่างการขนส่งหลายๆ รูปแบบก็ได้เพื่อลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดส่งมากกว่าการพึ่งพา รูปแบบการขนส่งใดๆ เพียงรูปแบบหนึ่งมากเกินไป นอกจากนี้ ในด้านผู้ให้บริการขนส่งก็มีอยู่หลากหลาย เช่น ตัวแทนรับจัดการขนส่ง สมาคมผู้ส่งสินค้า ตัวแทนผู้ส่งสินค้า ผู้ให้บริการโลจิสติกส์ตามสัญญา และกิจการขนส่งพัสดุภัณฑ์ทางอากาศ เป็นต้น ในประเทศสหรัฐอเมริกา อุตสาหกรรมการขนส่งทางถนนหรืออุตสาหกรรมการขนส่งด้วยรถบรรทุกมีส่วนแบ่งร้อยละ 52 เป็นรถบรรทุกส่วนบุคคลร้อยละ 29 เป็นรถบรรทุกสาธารณะ ร้อยละ 10 เป็นรถบรรทุกสินค้าพัสดุภัณฑ์และร้อยละ 9 เป็นการขนส่งแบบไม่เต็มตู้สินค้า (Less-than Container Load) โดยหากพิจารณาด้านสินค้าที่ทำกรขนส่ง พบว่ามากกว่าร้อยละ 75 เป็นการขนส่ง

ผลิตภัณฑ์เกษตร อาทิ เนื้อสดและเนื้อแช่แข็ง ผลิตภัณฑ์นม ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ ของขบเคี้ยว เครื่องดื่มและผลิตภัณฑ์จากใบยาสูบ เป็นต้น ส่วนสินค้าอุตสาหกรรมก็มีหลายชนิดที่นิยมใช้การขนส่งด้วยรถบรรทุก เช่น อุปกรณ์กีฬา นาฬิกา เครื่องยนต์ วิทยุและเครื่องรับโทรทัศน์ พรม เสื้อผ้า ยา อุปกรณ์เครื่องใช้สำนักงาน และเฟอร์นิเจอร์ สำหรับการขนส่งภายในประเทศสหรัฐฯ การขนส่งทางถนนมีคู่แข่งที่สำคัญคือการขนส่งทางอากาศ (สินค้าขนาดเล็ก) และการขนส่งทางรถไฟ (สินค้าขนาดใหญ่ที่มีขนาดน้ำหนักเกินกว่า 100,000 ปอนด์) ซึ่งกิจการรถบรรทุกหลายรายก็อยู่ระหว่างพัฒนาบริการขนส่งให้มีความเร็วทัดเทียมกับการขนส่งทางอากาศ โดยเร่งความสะดวก ด้านของการปฏิบัติงานในสถานีสินค้าและการเร่งการปฏิบัติงานขนส่งและรับสินค้าส่วนในประเทศไทย การขนส่งทางถนนได้รับความนิยมสูงสุดมากกว่าร้อยละ 90 ทั้งนี้เนื่องจากงบประมาณที่รัฐได้ให้การขนส่งทางถนน และการที่มีการประกอบการค่อนข้างเสรี อัตราภาษีรถบรรทุกจะต่ำกว่ารถประเภทอื่น ค่าน้ำมันก็ได้รับการสนับสนุนในการควบคุมราคาให้อยู่ในระดับต่ำกว่าที่ควรจะเป็น รวมทั้งการบรรทุกน้ำหนักสูงกว่าที่กฎหมายกำหนด เมื่อเปรียบเทียบกับค่าขนส่งในประเทศต้องถือว่า ค่าขนส่งภายในประเทศของไทยอยู่ในระดับที่ต่ำมาก และอาจเป็นเหตุผลหนึ่งที่ทำให้ไทยมีศักยภาพในการแข่งขันกับหลายๆ ประเทศในโลกได้เป็นอย่างดี

สำหรับการขนส่งระหว่างประเทศนั้น โดยมากประเทศส่วนใหญ่ใช้การขนส่งทางทะเล เป็นรูปแบบการขนส่งหลักในการค้าระหว่างประเทศ โดยมีอัตราส่วนประมาณร้อยละ 94-95



รูปที่ 2.2 แสดงเรือบรรทุกสินค้าในการขนส่งระหว่างประเทศ

ถึงแม้ประเทศไทยจะไม่มีเรือของตนเองมากนัก แต่เนื่องจากการขนส่งทางทะเลระหว่างประเทศเป็นธุรกิจที่เปิดเสรีเรือของต่างประเทศทุกๆประเทศ สามารถเข้ามารับทำการขนส่งระหว่างประเทศได้อย่างเสรี จึงทำให้มีบริการการขนส่งได้อย่างพอเพียง และอัตราค่าการะก็ไม่สูงเกิน สามารถรองรับการค้าระหว่างประเทศของไทยได้เป็นอย่างดี

### 2.3 ปัจจัยที่มีผลต่อต้นทุนการขนส่งสินค้า

ในปัจจุบันการขนส่งมีความสำคัญต่อธุรกิจเกือบทุกประเภททั้งในส่วนของบริหารจัดการการผลิต การขาย และการจัดจำหน่ายในหลายธุรกิจ ต้นทุนจากการขนส่งนับเป็นต้นทุนที่สำคัญและส่งผลกระทบต่อต้นทุนรวมของผลิตภัณฑ์/บริการ นอกเหนือจากนี้ การขนส่งยังเป็นกิจกรรมที่ช่วยเพิ่มมูลค่าของสินค้าหรือบริการ ทำให้ผู้บริโภคที่อยู่ในสถานที่ที่การขนส่งเข้าไปถึงได้มีสินค้าหรือบริการบริโภคตามที่ตนต้องการ เนื่องจากการขนส่งจะช่วยนำสินค้าจากแหล่งผลิตผ่านมือคนกลางจนกระทั่งถึงมือผู้บริโภค ดังนั้น การดำเนินธุรกิจใดๆ ย่อมอาศัยการขนส่งทั้งสิ้น หากจะพิจารณาจากมุมมองทางเศรษฐกิจในท้องถิ่นใดที่มีการขนส่งดี ถนนดี และมียานพาหนะที่ใช้ในการขนส่งเพียงพอ ก็ย่อมทำให้การลำเลียงสินค้าจากแหล่งผลิตไปสู่ตลาดทำได้สะดวกรวดเร็วเป็นผลให้เศรษฐกิจในท้องถิ่นนั้นเจริญ ดังนั้นการขนส่งจึงมีบทบาทสำคัญต่อ ชีวิตรมนุษย์ไม่ยิ่งหย่อนไปกว่ากิจกรรมอื่นๆ

ต้นทุนของการขนส่ง (Cost of Transportation) ต้นทุนที่เกิดขึ้นจากการขนส่งสามารถจำแนกออกเป็นหลายประเภท ตามลักษณะของกิจกรรมที่ เกิดส่งผลให้เกิดต้นทุน ดังนี้

1) ต้นทุนคงที่ (Fixed Cost) เป็นต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงใดๆ ตามการผลิตไม่ว่าจะทำการผลิตหรือไม่ผลิตก็ตาม ต้นทุนนี้จะเกิดขึ้นเป็นจำนวนที่คงที่ ต้นทุนนี้ถึงแม้จะมีการผลิตเป็นจำนวนมากหรือจำนวนน้อยเพียงใด ก็จะต้องเสียค่าใช้จ่ายในอัตราเท่าเดิมอยู่ตลอดเวลา เช่น ค่าเช่าที่ดิน อาคาร ค่าประกันภัย ค่าทะเบียนยานพาหนะ ค่าเสื่อมราคาเงินเดือนประจำ ค่าใบอนุญาตเช่าสถานที่ เป็นต้น ในบางครั้งต้นทุนประเภทนี้อาจเรียกชื่อได้อย่างอื่นอีก เช่น Constant Cost หรือ Overhead Cost ต้นทุนชนิดนี้แม้จะให้บริการมากน้อยเพียงใดหรือไม่ได้ให้บริการเลย ก็ต้องเสียเป็นจำนวนเท่ากัน เป็นต้น

2) ต้นทุนผันแปร (Variable Cost) เป็นต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายที่จะมีการเปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณของการผลิต อาจเรียกชื่อเป็นอย่างอื่นได้อีก คือต้นทุนดำเนินงาน (Operation Cost) ถ้าให้บริการขนส่งมากต้นทุนชนิดนี้ก็มากด้วย ถ้าผลิตบริการขนส่งน้อยต้นทุนนี้ก็น้อย ถ้าไม่ให้บริการเลยก็ไม่ต้องจ่ายต้นทุนนี้เลย ต้นทุนผันแปรได้แก่ ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง ค่าซ่อมแซม ค่าน้ำมันหล่อลื่น ค่าใช้จ่ายในการขนส่ง เป็นต้น

3) ต้นทุนรวม (Total Cost หรือ Joint Cost) เป็นต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายต่างๆ โดยรวมเอาต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปรมารวมกัน ถือเป็นต้นทุนของการบริการทั้งหมด ในการขนส่งถือว่าเป็นต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นสำหรับการขนส่งสินค้า โดยไม่สามารถจะแยกออกได้ว่าต้นทุนของการขนส่งสินค้าหรือบริการแต่ละอย่างแต่ละประเภทนั้นเป็นเท่าใด เช่น การขนส่งทางรถไฟ โดยรถขบวนหนึ่งอาจมีทั้งผู้โดยสาร สินค้าและบริการอยู่ในขบวนเดียวกัน ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจะเป็นต้นทุนร่วมกัน เพราะไม่สามารถจะแยกออกได้ว่าเป็นต้นทุนในการขนส่งผู้โดยสารหรือเป็นต้นทุนสำหรับการขนส่ง สินค้าและบริการ เป็นต้น ดังนั้น ต้นทุนที่เกิดขึ้นในการขนส่งที่ขบวนนั้น ก็ควรจะแบ่งสรรไปยังสินค้าแต่ละชนิดที่ขนส่งในขบวนนั้น การที่ต้องแบ่งสรรต้นทุนเช่นนี้ก็จะเป็นประโยชน์แก่ธุรกิจ เพื่อจะได้ทราบว่าสินค้าแต่ละประเภทที่ดำเนินการอยู่นั้น มีต้นทุนและให้กำไรเพียงใด ต้นทุนร่วมที่สามารถแยกแยะได้ชัดเจน เช่น ค่าน้ำมันซึ่งอาจคิดเฉลี่ยค่าน้ำมันแต่ละเที่ยวไปตามน้ำหนักบรรทุกทุกสินค้า เป็นต้น

4) ต้นทุนเที่ยวกลับ (Back Haul Cost) เป็นต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายที่ได้รวมเอาลักษณะของค่าเสียโอกาส (Opportunity Cost) เข้าไปด้วยถือเป็นค่าชดเชยที่ต้องทำให้เสียโอกาสขึ้น ในกรณีของการขนส่งหมายถึงการที่ต้องบรรทุกผู้โดยสาร สินค้าหรือบริการ ไปส่งยังจุดหมายปลายทางแล้วในเที่ยวกลับนั้นไม่ได้บรรทุกอะไรกลับมาเลย กรณีนี้จึงต้องมีการคิดถึงต้นทุนเที่ยวกลับรวมไว้ใน การคิดต้นทุนค่าบริการขนส่งด้วย ซึ่งในบางครั้งลักษณะเช่นนี้ ถือว่าการสูญเปล่าได้เกิดขึ้นและถือเป็นการขนส่งที่ไม่ทำให้เกิดการประหยัดอีกด้วยผู้ประกอบการขนส่งต้องคำนึงถึงต้นทุนเที่ยวกลับด้วย หรือในกรณีของธุรกิจที่มีรถบรรทุกสินค้าเองก็ควรคำนึง ถึงต้นทุนนี้ด้วยเช่นกัน

## 2.4 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ Solver - Excel 2003

Solver เป็นอีกเครื่องมือที่ช่วยในการวิเคราะห์ What-If Analysis แบบย้อนกลับ คือ ทราบผลลัพธ์ (Output) จากนั้น Excel จะคำนวณหาเซลล์ Input ให้ โดยเซลล์ Input อาจมีได้หลายเซลล์ และสามารถกำหนดเงื่อนไขในการคำนวณได้หลากหลาย รวมถึงกำหนดให้ Excel คำนวณค่าโดยให้ได้ผลลัพธ์สูงสุดหรือต่ำสุด เช่น คำนวณหาจำนวนสินค้าที่ขายได้แต่ละชนิด เพื่อให้ได้กำไรสูงสุด ซึ่งแตกต่างจาก Goal Seek ที่สามารถใช้หาค่าเซลล์ Input ได้แค่เซลล์เดียว ตัวอย่าง ตารางสินค้า ซึ่งต้องคำนวณว่าควรผลิตสินค้าแต่ละชนิดอย่างละจำนวนเท่าไร ซึ่งสินค้าแต่ละประเภทจะมีกำไรต่างกัน ถ้าดูจากกำไรอย่างเดียวจะเห็นว่าก็น่าจะผลิตสินค้า C ทั้งหมดเลย เพราะได้กำไรมากกว่า



	A	B	C	D	E
1	สินค้า	จำนวน	กำไรต่อหน่วย	กำไรทั้งหมด	
2	A	100	10	1,000	
3	B	100	20	2,000	
4	C	100	30	3,000	
5	รวม	300		6,000	
6					

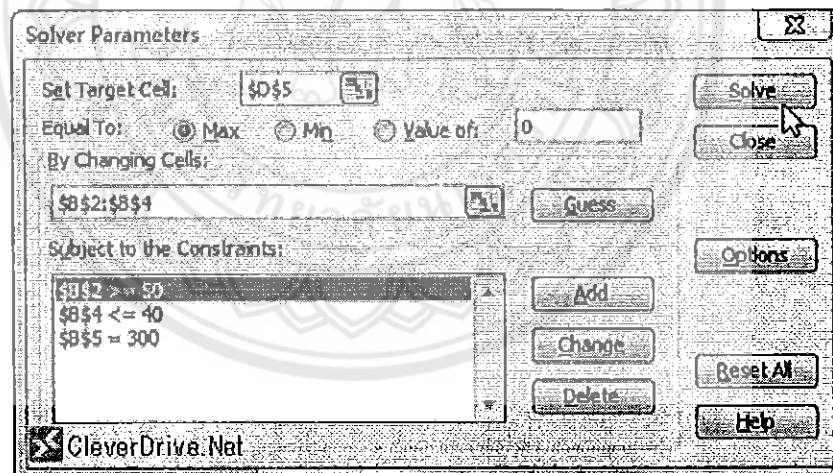
รูปที่ 2.3 แสดงตัวอย่างตารางข้อมูลสำหรับคำนวณ โดยใช้ Solver

แต่ในความเป็นจริง อาจมีเงื่อนไขอื่นๆ เช่น

- กำลังการผลิตของโรงงานสามารถผลิตได้ 300 ชิ้นต่อวัน
- สินค้า C ถึงแม้จะมีกำไรสูง แต่จำนวนผู้ซื้อมีน้อย ถ้าผลิตเกิน 40 ชิ้นต่อวันจะขายไม่หมด
- สินค้า A ต้องผลิตขั้นต่ำ 50 ชิ้น ตามใบสั่งซื้อที่มีเข้ามาล่วงหน้า

จากเงื่อนไขเหล่านี้ ต้องการทราบว่า บริษัทต้องผลิตสินค้าชนิดละกี่ชิ้น เพื่อให้ได้กำไรสูงสุด ปัญหาลักษณะนี้สามารถใช้ Solver เพื่อคำนวณค่าออกมา ตามเงื่อนไขที่กำหนดได้

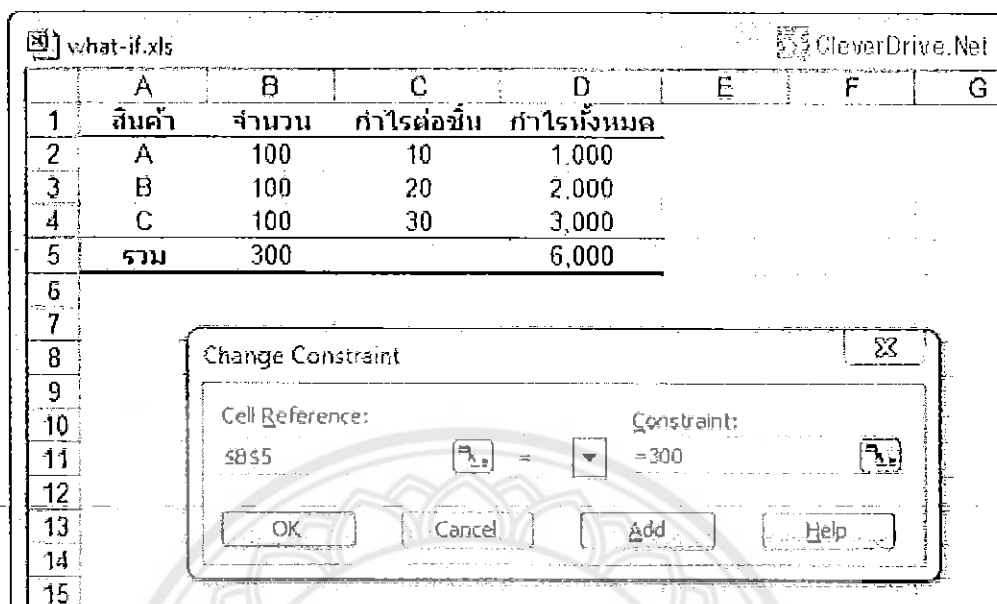
- 1) เลือกเมนู Tools > Solver
- 2) จะมีหน้าต่าง Solver Parameter ขึ้นมา ให้กำหนดเงื่อนไขต่างๆ ดังนี้



รูปที่ 2.4 แสดงหน้าต่างการกำหนดค่าใน Solver

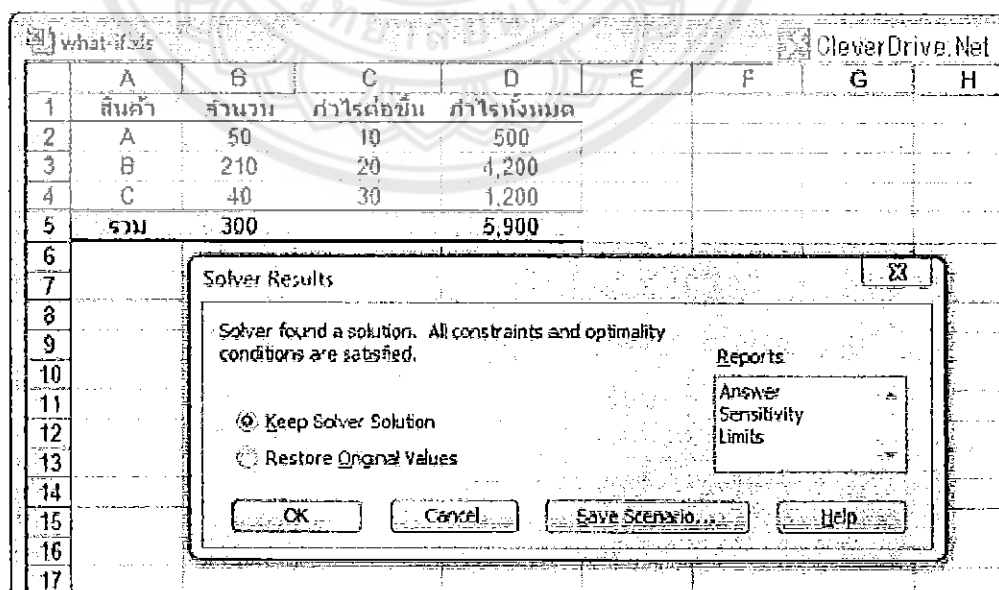
- Set Target Cell เป็นเซลล์ผลลัพธ์ที่ต้องการ ในที่นี้คือ D5 (กำไรรวม)
- Equal To เป็นการกำหนดให้ผลลัพธ์นั้นเป็นเท่าไร ซึ่งสามารถกำหนดให้คำนวณหาค่าสูงสุด (Max), ค่าต่ำสุด (Min) หรือกำหนดค่าที่ต้องการเอง (Value of)
- By Changing Cells เป็นเซลล์ที่ต้องการให้เปลี่ยนค่า ในตัวอย่างเป็นเซลล์แสดงจำนวนสินค้าแต่ละชนิด

o Subject to the Constraints เป็นการกำหนดเงื่อนไขในการคำนวณ ให้คลิกปุ่ม Add เพิ่มเงื่อนไข ที่ต้องการ



รูปที่ 2.5 แสดงการกำหนดเงื่อนไขใน Solver

- 3) กดปุ่ม Solver เพื่อคำนวณค่า
- 4) เมื่อคำนวณเสร็จจะมีหน้าต่าง Solver Results ขึ้นมา โดยในหน้าต่างจะแสดงผลลัพธ์จากการคำนวณ



รูปที่ 2.6 แสดงหน้าต่าง Solver Results

- ถ้าเลือกเป็น Keep Solver Solution - Excel จะเปลี่ยนค่าเซลล์ให้เลย
- ถ้าเลือกเป็น Restore Original Values - Excel จะแสดงค่าเดิมก่อนการคำนวณ

ออกมา

○ ถ้าต้องการให้แสดงรายงาน สามารถคลิกเลือก Reports ต่างๆ ได้ (กดปุ่ม Shift เพื่อคลิกเลือก Report หลายฉบับพร้อมกัน)

○ ปุ่ม Save Scenario ใช้สำหรับบันทึก Scenario เก็บไว้เพื่อให้ Scenario Manger สามารถนำค่านี้ไปใช้คำนวณต่อได้

5) ถ้าเลือก Report แล้วกด OK - Excel จะแสดงรายงานการคำนวณต่างๆ ในชีทใหม่โดยอัตโนมัติ เช่น Answer Report จะแสดงค่าในเซลล์ที่เกี่ยวข้อง ทั้งก่อนและหลังการคำนวณ

Microsoft Excel 11.0 Answer Report  
Worksheet: [what-if.xls] Solver  
Report Created: 07-Oct-08 11:27:13 PM

Target Cell (Max)

Cell	Name	Original Value	Final Value
\$D\$5	รวม ค่าไรท์เทมด	6,000	5,900

Adjustable Cells

Cell	Name	Original Value	Final Value
\$B\$2	A จำนวน	100	50
\$B\$3	B จำนวน	100	210
\$B\$4	C จำนวน	100	40

Constraints

Cell	Name	Cell Value	Formula	Status	Slack
\$B\$5	รวม จำนวน	300	\$B\$5=300	Not Binding	0
\$B\$4	C จำนวน	40	\$B\$4<=40	Binding	0
\$B\$2	A จำนวน	50	\$B\$2>=50	Binding	0

Answer Report 1 / Sensitivity Report-1 / Limits Report-1 / Glevor Drive Net

รูปที่ 2.7 แสดงหน้าต่าง Report

## 2.5 การวิเคราะห์หลังจากได้ผลลัพธ์เหมาะสมหรือการวิเคราะห์ความไว

### (Postoptimality or Sensitivity Analysis)

การวิเคราะห์ความไว (Sensitivity Analysis) เป็นการทดสอบความมั่นคงของข้อสรุปที่ได้จากการวิเคราะห์บนพีสัยของการประมาณค่าความน่าจะเป็น การใช้คุณพินิจเกี่ยวกับตัวเลขต่างๆ ตลอดจนข้อสมมติพื้นฐานที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ครั้งนั้น ทั้งนี้โดยการแทนที่ข้อสมมติ หรือตัวเลขตัวใหม่ ซึ่งแตกต่างไปจากเดิมในระดับที่กำหนดหรือต้องการทดสอบลงไปแทนข้อสมมติ หรือตัวเลขที่ใช้อยู่เดิมในการประมาณการงบประมาณ และทำการคำนวณใหม่อีกครั้ง แล้วพิจารณาผลลัพธ์ของการวิเคราะห์ว่าแตกต่างไปจากเดิมมากน้อยเพียงใด หากผลการวิเคราะห์ไม่แตกต่างไปจากเดิมมากนัก หรือแตกต่างเพียงเล็กน้อยในระดับที่ไม่มีผลในทางปฏิบัติ อาจกล่าวได้ว่า วิธีการที่ใช้วิเคราะห์ต้นทุนหรือประมาณการงบประมาณนั้นมีความมั่นคง ไม่อ่อนไหว ได้ผลการวิเคราะห์ที่น่าเชื่อถือและถูกต้อง แต่หากผลลัพธ์ที่ได้แตกต่างจากเดิมมาก จะทำให้เกิดความไม่มั่นใจในความน่าเชื่อถือและความถูกต้องของผลการวิเคราะห์ที่ได้มาก่อนหน้า

คำถามที่สำคัญในการทำการวิเคราะห์ความไว คือ

#### 1) ตัวแปรใดหรือข้อมูลตัวใดที่ควรนำมาประเมินความอ่อนไหว

โดยทั่วไปมักพิจารณาตัวแปรที่มีความสำคัญ และผู้วิเคราะห์ไม่มีความมั่นใจในความถูกต้องของข้อมูลที่ได้มา และต้องการประเมินว่าหากข้อมูลตัวเลขหรือข้อสมมติที่ใช้มีความคลาดเคลื่อน จะทำให้ตัวเลขผลลัพธ์คำนวณได้แตกต่างไปจากค่าเดิมมากน้อยเพียงใด เช่น วิธีคิดค่าเสื่อมราคาของครุภัณฑ์และอาคารสถานที่ การประมาณการจำนวนครั้งของการมาใช้บริการในปีต่อไป เป็นต้น

#### 2) ตัวเลขใดหรือวิธีการทำงานแบบใดที่ควรนำมาใช้แทนค่าตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ไว้เดิมเพื่อวิเคราะห์ความอ่อนไหว

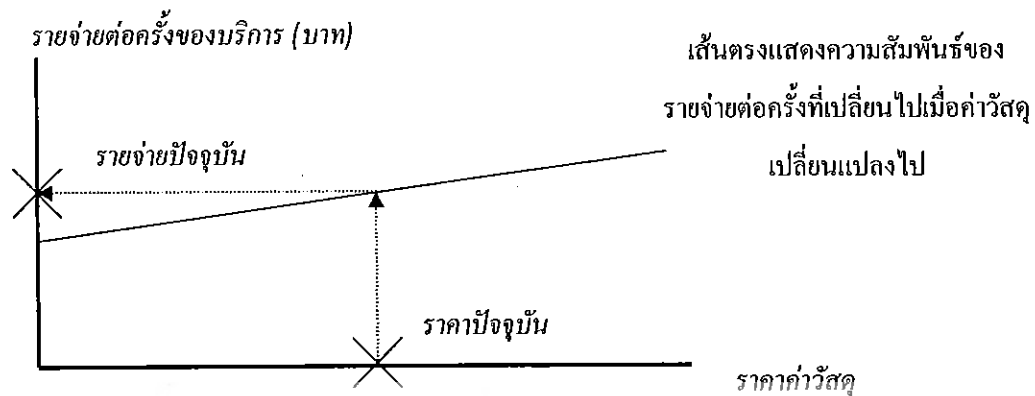
โดยทั่วไปในกรณีของตัวเลขมักจะใช้ค่าสูงสุดหรือค่าต่ำสุดที่มีความเป็นไปได้มาใช้เป็นตัวแทนเพื่อการคำนวณในการวิเคราะห์ความไว บางครั้งอาจนำร้อยละของความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้หรือมีความเป็นไปได้มาใช้ และนำตัวเลขเป้าหมายหรือตัวเลขที่คาดหวังให้เป็นมาทดแทนก็ได้

การวิเคราะห์ความไวที่นิยมทำกัน มี 3 ประเภท ได้แก่ การวิเคราะห์ความไวแบบทางเดียว (One-way Sensitivity Analysis) การวิเคราะห์ความไวแบบสองทาง (Two-way Sensitivity Analysis) และการวิเคราะห์ความไวแบบสามทาง (Three-way Sensitivity Analysis)

### 2.5.1 การวิเคราะห์ความไวแบบทางเดียว

การวิเคราะห์ความไวแบบทางเดียวเป็นการวิเคราะห์ความไวที่มีการประเมินการเปลี่ยนแปลงของผลลัพธ์จากการเปลี่ยนแปลงค่าของตัวแปรหรือองค์ประกอบในการวิเคราะห์ทีละ

ตัว เช่น การวิเคราะห์คุณผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงราคาค่าวัสดุต่อรายจ่ายต่อครั้งของบริการผู้ป่วยนอก ดังแสดงในรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 แสดงความอ่อนไหวของรายจ่ายต่อครั้งของบริการผู้ป่วยนอกตามการเปลี่ยนแปลงของราคาวัสดุ

ที่มา: <http://web.schq.mi.th/~suriyon/it/29/Analysis/Sensitivity/2.doc> (2552)

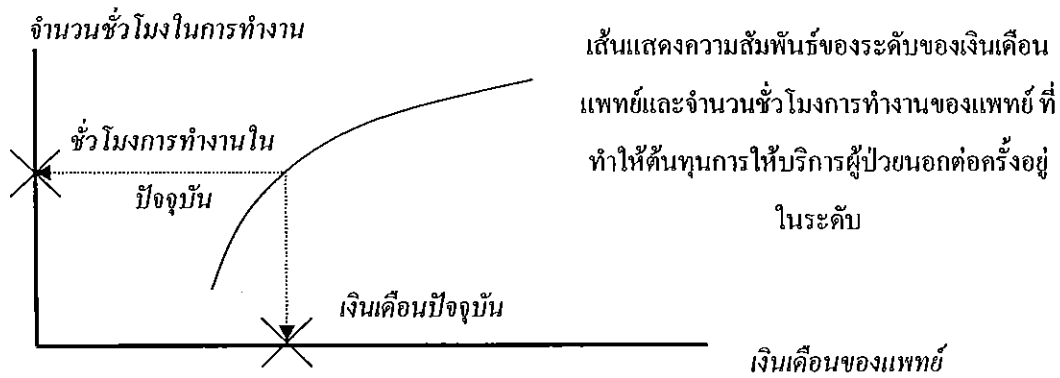
จากรูปที่ 2.8 สมมติว่าปัจจุบันราคาค่าวัสดุอยู่ที่ 5 บาทต่อชิ้น ในขณะที่รายจ่ายต่อครั้งของการบริการอยู่ที่ 20 บาทต่อครั้ง ความสัมพันธ์ระหว่างรายจ่ายต่อครั้งและราคาค่าวัสดุเป็นไปตามสมการเส้นตรงต่อไปนี้

$$\text{รายจ่ายต่อครั้ง} = 10 + (2 \times \text{ราคาวัสดุต่อชิ้น}) \quad (2.1)$$

หากราคาค่าวัสดุเพิ่มเป็น 7 บาทต่อชิ้น จะทำให้วิเคราะห์ได้ว่า รายจ่ายต่อครั้งของการบริการจะเพิ่มจาก 20 ต่อครั้ง เป็น 24 บาทต่อครั้ง รายจ่ายดังกล่าวจะทำให้ตัวเลขในการจัดงบประมาณต่างๆ ต้องเปลี่ยนแปลงไป

### 2.5.2 การวิเคราะห์ความไวแบบสองทาง

การวิเคราะห์ความไวแบบสองทางเป็นการวิเคราะห์ความไว ที่มีการประเมินการเปลี่ยนแปลงของผลลัพธ์จากการเปลี่ยนแปลงค่าของตัวแปรหรือองค์ประกอบในการวิเคราะห์ 2 ปัจจัยไปพร้อมๆ กัน ซึ่งการส่วนผสมของปัจจัยทั้งสองในระดับหนึ่ง จะทำให้ผลลัพธ์ที่ได้ ได้ตัวเลขผลลัพธ์เท่าเดิม การวิเคราะห์วิธีนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสมดุลของการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยที่สามารถบริหารหรือควบคุมได้ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์เช่นเดิม เช่น การวิเคราะห์คุณผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงเงินเดือนของแพทย์ และจำนวนชั่วโมงของแพทย์ในการทำงานจะทำให้ต้นทุนต่อครั้งของบริการผู้ป่วยนอกเท่าเดิม ดังแสดงในรูปที่ 2.9

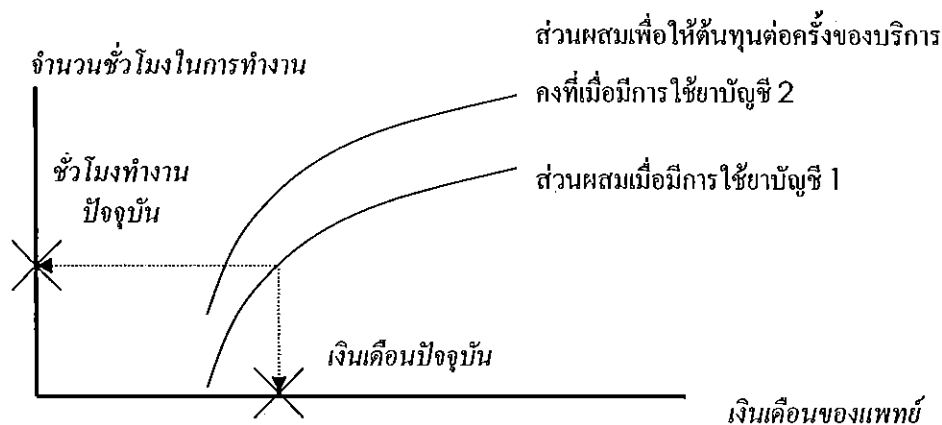


รูปที่ 2.9 แสดงการวิเคราะห์ความอ่อนไหวที่แสดงส่วนผสมของเงินเดือนแพทย์ และจำนวน ชั่วโมงในการทำงานที่ทำให้ได้ต้นทุนต่อครั้งของการบริการผู้ป่วยนอกเท่าเดิม  
ที่มา: <http://web.schq.mi.th/~suriyon/it/29/Analysis/Sensitivity/2.doc> (2552)

จากรูปที่ 2.9 จะเห็นว่า การคำนวณการเปลี่ยนแปลงของเงินเดือนและชั่วโมงการทำงาน ของแพทย์ โดยให้ต้นทุนการให้บริการผู้ป่วยนอกต่อครั้งอยู่ในอัตราเท่าเดิมนั้น แสดงให้เห็นว่า ถ้า จะเพิ่มเงินเดือนให้แพทย์ จะต้องเพิ่มชั่วโมงการทำงานให้มากขึ้นและเป็นสัดส่วนกันด้วย เพื่อ ไม่ให้มีผลกระทบต่อต้นทุนต่อครั้งของการบริการ เพราะเมื่อเพิ่มจำนวนชั่วโมงการทำงาน แพทย์ จะสามารถให้บริการดูแลผู้ป่วยเป็นจำนวนมากขึ้นด้วย จะมีผลต่อการเพิ่มประมาณการปริมาณ บริการ และงบประมาณรายจ่ายในภาพรวม

### 2.5.3 การวิเคราะห์ความไวแบบสามทาง

การวิเคราะห์ความไวแบบสามทางเป็นการวิเคราะห์โดยการทำการวิเคราะห์ความไว แบบสองทางซ้ำหลายๆ รอบ โดยเปลี่ยนแปลงค่าของตัวแปรตัวที่ 3 ไปทีละค่าตามที่ต้องการ แล้ว สร้างภาพแผนภูมิแสดงเส้นสมมูลหลายๆ เส้น ตามแต่ค่าตัวแปรตัวที่ 3 นั้นเองดังแสดงในรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 แสดงการวิเคราะห์ความอ่อนไหวที่แสดงส่วนผสมของเงินเดือนแพทย์ และจำนวน ชั่วโมงในการทำงาน ที่ทำให้ได้ต้นทุนต่อครั้งของบริการผู้ป่วยนอกเท่าเดิมเมื่อมีการ ใช้บัญชียา 1 และบัญชียา 2 ของโรงพยาบาล

ที่มา: <http://web.schq.mi.th/~suriyon/it/29/Analysis/Sensitivity/2.doc> (2552)

จากรูปที่ 2.10 แสดงให้เห็นว่า เมื่อผสมผสานปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อต้นทุนต่อครั้งของ บริการผู้ป่วยนอกเพื่อให้ได้ต้นทุนเท่าเดิม จะสามารถคำนวณตัวเลขที่ต้องใช้ออกมาได้ ตัวแปรที่ ถูกผลกระทบ คือ การประมาณการปริมาณบริการซึ่งจะต้องเพิ่มขึ้นด้วย เพื่อรักษาระดับของต้นทุน ต่อครั้งไว้ ดังตัวอย่างในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 การประมาณการปริมาณบริการเพื่อรักษาระดับของต้นทุนต่อครั้ง

ทางเลือก	เงินเดือน แพทย์	จำนวนชั่วโมงออก ตรวจต่อสัปดาห์	บัญชียา	จำนวนครั้ง ของบริการ	ต้นทุน ต่อครั้ง
ทางเลือกที่ 1	10,000	8	1	100	300
ทางเลือกที่ 2	20,000	16	1	200	300
ทางเลือกที่ 3	10,000	12	2	100	300
ทางเลือกที่ 4	20,000	24	2	200	300

ที่มา: <http://web.schq.mi.th/~suriyon/it/29/Analysis/Sensitivity/2.doc> (2552)

## 2.6 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับกล้วย

กล้วยเป็นผลไม้ที่มีการเพาะปลูก และนิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากรับประทานง่าย มีราคาถูก และอุดมด้วยคุณค่าทางอาหาร แหล่งเพาะปลูกกล้วยที่สำคัญของโลก อยู่ในประเทศแถบเอเชีย มีปริมาณการผลิตกล้วยรวมกันมากถึงครึ่งหนึ่งของผลผลิตกล้วยทั้งหมดของโลก ประเทศที่ผลิตกล้วยได้มากที่สุดในโลก คืออินเดีย รองลงมาได้แก่ ฟิลิปปินส์ อินโดนีเซีย มาเลเซีย จีน ไทย และเวียดนาม สำหรับแหล่งเพาะปลูกกล้วยในประเทศไทยกระจายอยู่ทั่วไปในทุกภาคของประเทศ ปัจจุบันรัฐบาลเล็งเห็นถึงศักยภาพของการเพาะปลูกและส่งออกกล้วย จึงช่วยส่งเสริมและสนับสนุนให้เกษตรกรหันมาปลูกกล้วยเพื่อการส่งออกมากขึ้น

การจำหน่ายทั้งกล้วยสดและผลิตภัณฑ์กล้วย ส่วนใหญ่มีการแปรรูปกล้วยในอุตสาหกรรมอาหารและยา ซึ่งเราสามารถแปรรูปเพื่อเพิ่มมูลค่าของกล้วย กลุ่มภาคเหนือตอนล่างมีการปลูกกล้วยเพื่อการค้าเป็นจำนวนมากโดยพันธุ์กล้วยที่นิยมปลูกส่วนใหญ่ คือ กล้วยไข่และกล้วยน้ำว้า กล้วยไข่จำหน่ายในรูปกล้วยสด ส่วนกล้วยน้ำว้าจะนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์กล้วยในรูปแบบต่างๆ เพื่อส่งจำหน่ายในตลาดต่อไป

### 2.6.1 พื้นที่เพาะปลูกกล้วย

การปลูกกล้วยในกลุ่มจังหวัดภาคเหนือตอนล่าง มีการปลูกกล้วยเพื่อการค้าเป็นจำนวนมาก โดยพันธุ์กล้วยที่นิยมปลูกส่วนใหญ่ คือ กล้วยไข่ และกล้วยน้ำว้า กล้วยไข่จำหน่ายในรูปกล้วยสด ส่วนกล้วยน้ำว้าจะนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์กล้วยในรูปแบบต่างๆ เพื่อส่งจำหน่ายในตลาดต่อไป โดยจากการเก็บรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นพบว่ากลุ่มภาคเหนือตอนล่าง 3 จังหวัด คือ ตาก สุโขทัย และพิษณุโลก

จังหวัดตาก อำเภอที่ปลูกกล้วยเพื่อจำหน่ายมี 2 อำเภอ ดังนี้

อำเภอสามเงา เขตพื้นที่อำเภอสามเงามีการส่งออกกล้วยปริมาณสูง โดยมีเกษตรกรทั้งรายเล็กและรายใหญ่ เกษตรกรรายใหญ่ปัจจุบันได้มีการขยายพื้นที่เพาะปลูกไปยังอำเภออื่นๆ เกษตรกรในพื้นที่ปลูกกล้วย 2 พันธุ์คือ

- กล้วยไข่ มีพื้นที่เพาะปลูกในเขตอำเภอสามเงาทั้งหมด 6,000 ไร่ ให้ปริมาณผลผลิต 10,900 ตัน/ปี และมีช่องทางการจำหน่าย 2 ทางคือ การจำหน่ายให้จตุรัสซึ้งซึ่งมีทั้งหมด 6 จุด โดยมีลักษณะเป็นโรงงานรับซื้อและคัดเกรดกล้วยไข่เพื่อบรรจุลงกล่อง แล้วใส่ตู้คอนเทนเนอร์ส่งจำหน่ายยังประเทศจีน และได้วันส่วนอีกหนึ่งช่องทางการจำหน่าย คือ การรับซื้อกล้วยลาย (กล้วยที่ไม่ได้คุณภาพ) เพื่อส่งจำหน่ายภายในประเทศต่อไป

- กล้วยน้ำว้ามีพื้นที่เพาะปลูก 500 ไร่ ให้ปริมาณผลผลิตทั้งหมด 1,400 ตัน/ปี โดยมีพ่อค้าคนกลางมารับซื้อถึงสวนและจำหน่ายในประเทศ



อำเภอพบพระ เกษตรกรนิยมปลูกกล้วยไข่ซึ่งมีพื้นที่เพาะปลูก 1,280 ไร่ ปริมาณผลผลิต 2,560 ตัน/ปี ซึ่งมีบริษัทหรือโรงงานรับซื้อที่จังหวัดเชียงใหม่ และกรุงเทพฯ

จังหวัดสุโขทัย อำเภอที่ปลูกกล้วยเพื่อจำหน่ายมี 2 อำเภอ ดังนี้

อำเภอกงไกรลาส เกษตรกรมีการลดปริมาณการปลูกกล้วยน้ำว้า ซึ่งส่วนใหญ่จะเน้นเรื่องของการแปรรูปเป็นกล้วยอบเนยเพื่อการจำหน่ายทั้งในและต่างประเทศ มีกลุ่มเกษตรกรที่ทำการแปรรูปหลายกลุ่ม มีพ่อค้าจากต่างชาติเข้ามารับซื้อเพื่อส่งออกจำหน่ายสู่ประเทศจีนโดยการบรรทุกใส่ตู้คอนเทนเนอร์ ซึ่งมีการส่งออกไปยังประเทศจีนเป็นเวลา 2-3 ปีแล้ว ผู้ประกอบการบางรายมีความสามารถในการหาตลาดเอง เช่น เจ้ากิมล้าน ปัจจุบันส่งออกไปยัง ประเทศมาเลเซีย หรือสิงคโปร์ กลุ่มเกษตรกรแปรรูปรายอื่นๆ ส่งผลิตภัณฑ์จำหน่ายที่ตลาดสี่มุมเมือง หรือบางรายส่งจำหน่ายที่ภาคอีสาน

อำเภอคีรีมาศ ปัจจุบันมีพื้นที่เพาะปลูกกล้วยน้ำว้าประมาณ 6,000 ไร่ ซึ่งผลผลิตโดยเฉลี่ยประมาณ 1.2 ตัน/ไร่ มีการจำหน่ายผ่านพ่อค้าคนกลาง

จังหวัดพิษณุโลก อำเภอที่ปลูกกล้วยเพื่อจำหน่ายมี 2 อำเภอ ดังนี้

อำเภอชาติตระการ เกษตรกรนิยมปลูกกล้วยน้ำว้า ซึ่งมีพื้นที่ปลูก 700 – 1,000 ไร่ โดยพื้นที่ปลูกส่วนใหญ่อยู่ที่ตำบลท่าสะแก การจำหน่ายกล้วย มี 2 รูปแบบ คือ จำหน่ายกล้วยสดโดยผ่านพ่อค้าคนกลางเพื่อไปจำหน่ายต่อที่ตลาดไท จำหน่ายผลิตภัณฑ์กล้วยแปรรูปของกลุ่มแม่บ้านเพื่อจำหน่ายในพื้นที่ และผ่านพ่อค้าคนกลาง

อำเภอบางกระทุ่ม เกษตรกรปลูกกล้วยน้ำว้ามาเป็นเวลานาน มีพื้นที่ปลูกทั้งหมด 2,900 ไร่ ผลผลิตโดยเฉลี่ยประมาณ 1.35 ตัน/ไร่ ช่องทางการจำหน่ายหลัก คือ จำหน่ายให้โรงงานแปรรูปในท้องถิ่นซึ่งมีหลายโรงงาน และจำหน่ายผ่านพ่อค้าคนกลาง โดยปัจจุบันมีพ่อค้าคนกลาง 2 ราย จากจังหวัดพิจิตร รับซื้อเพื่อทำกล้วยตาก หรือกล้วยเคลือบน้ำตาล กล้วยอบน้ำผึ้ง

## 2.6.2 การขนส่งของกล้วย

การขนส่งอาจทำได้โดยรถยนต์ รถไฟ หรือเรือ ทั้งนี้แล้วแต่ชนิดของกล้วย ปริมาณกล้วยที่ต้องการขนส่ง และระยะทางที่ขนส่ง ในกล้วยไข่ที่ส่งไปตลาดท้องถิ่น หรือตลาดภายในประเทศจะทำการชำแหละกล้วยเป็นหัว ๆ นำไปเรียงบนรถบรรทุก ที่พื้นและข้างๆ ทุกด้านของรถบรรทุกจะปูและบุด้วยใบกล้วย 2-3 ชั้นเพื่อกันกล้วยช้ำ การเรียงหวีกล้วยนี้เรียกว่า “การเรียงหมอน” หรือ “ตีหมอน” ทำโดยการวางหวีกล้วยคว่ำลงให้ซ้อนกันเป็นชั้นๆ เรียงไปจนกระทั่งเต็มรถคันใหญ่ รถบรรทุกขนาดใหญ่จะบรรจุกล้วยได้คันละประมาณ 8 ตัน ส่วนรถบรรทุกเล็กจะบรรจุกล้วยไข่ได้คันละประมาณ 2 ตัน

การขนส่งทางรถไฟจะต้องเป็นตู้รถไฟที่เป็นตู้ห้องเย็น มีเครื่องระบายอากาศ ในขณะเดียวกันต้องมีเครื่องทำความร้อนด้วยหากจำเป็นเมื่ออุณหภูมิภายนอกต่ำมาก จะต้องมีเครื่องบันทึกอุณหภูมิภายใน และหมั่นตรวจตราอยู่เสมอตลอดระยะเวลาการขนส่ง

การขนส่งทางเรือจะต้องเป็นเรือที่ทำการเป็นพิเศษเพื่อสะดวกและรวดเร็วในการขนถ่าย ควรเป็นเรือที่มีความเร็วสูง มีห้องเย็น มีระวางบรรทุกขนาดใหญ่เท่าที่จะเป็นไปได้ การขนถ่ายกล้วยจะนำผ่านสายพานที่แข็งแรง

การขนส่งกล้วยจะกระทำในขณะที่กล้วยยังดิบอยู่ เปลือกที่เป็นสีเขียวยังดำเนินการสุกอยู่ตลอดเวลา ดังนั้น สภาพการขนส่งไม่ว่าจะเป็นทางรถไฟหรือเรือ อุณหภูมิของสภาพการขนส่งของกล้วยแต่ละพันธุ์อาจจะแตกต่างกันบ้าง เช่น กล้วยหอมทองเก็บได้ที่อุณหภูมิระหว่าง 10-12 องศาเซลเซียส กล้วยหอมเขียวเก็บได้ที่อุณหภูมิประมาณ 13 องศาเซลเซียส นอกจากนั้นห้องเก็บควรมีเครื่องให้ความสะดวกอื่น ๆ พื้นระวางบรรทุกดีด้วยไม้ระแนง เพื่อให้มีการถ่ายเทอากาศทั้งที่ทั้งเบื้องบนและเบื้องล่างทั้งห้องเก็บ ในห้องเก็บแต่ละห้องควรมีคอกไม้กัน เพื่อป้องกันเครื่องกล้วยที่อาจกระทบกระเทือนทำให้ชอกช้ำได้ ควรวางกล้วยให้แน่นพอประมาณ แต่ไม่ให้กล้วยช้ำ และไม่ถึงกับหลวมจนทำให้กล้วยโคลงลง

## 2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สฤษฎ์ เสงี่ยมวิบูลย์ (2546) การจำลองตัวแบบปัญหาการขนส่งในการจัดการ โลจิสติกส์และห่วงโซ่อุปทาน การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์สำคัญอยู่ 2 ประการคือ เพื่อศึกษาหลักการเกี่ยวกับการจัดการ โลจิสติกส์และห่วงโซ่อุปทานและเพื่อวิเคราะห์ต้นทุนค่าขนส่งรวมและปริมาณการกระจายสินค้า จากตัวแบบปัญหาการขนส่ง การวิเคราะห์ต้นทุน ค่าขนส่งรวม และปริมาณการกระจายสินค้า เป็นการศึกษาในส่วนที่เป็นกรณีของปริมาณสินค้าที่จุดต้นทางรวมกันต้องเท่ากับปริมาณที่จุดปลายทางรวมกัน จากตัวแบบปัญหาการขนส่งมีการจำลองตัวแบบจากกรณีศึกษา เพื่อใช้ในการวิเคราะห์คือ มีโรงงานอยู่ 3 แห่ง ต้องการขนส่งสินค้าไปยังศูนย์กระจายที่มีอยู่ 4 แห่ง โดยต้องการหาวิธีที่ทำให้ต้นทุน ค่าขนส่งรวมต่ำที่สุด ซึ่งมีวิธีการวิเคราะห์เพื่อหาคำตอบเริ่มต้นอยู่ 3 วิธี คือ วิธี Northwest Corner วิธี Least Cost และวิธี VAM (Vogel's Approximation Method) แล้วนำคำตอบที่ได้มาเปรียบเทียบ เพื่อวิธีที่ให้ต้นทุนต่ำกว่าแล้วนำไปทดสอบและปรับปรุงด้วยวิธี MODI (Modified Distribution Method) เพื่อให้ได้วิธีที่ให้ต้นทุนต่ำที่สุด

ผลจากการศึกษาพบว่า การวิเคราะห์หาคำตอบ เริ่มต้นด้วยวิธี Least Cost และวิธี VAM จะให้ต้นทุนที่ต่ำกว่าวิธี Northwest Corner โดยคำตอบที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี Least Cost และวิธี VAM มีค่าเท่ากันเมื่อนำไปทดสอบ และปรับปรุงด้วยวิธี MODI (Modified Distribution Method) แล้วดัชนีปรับปรุงไม่ติดลบ แสดงว่าเป็นคำตอบที่ให้ต้นทุนต่ำที่สุด

วีรพัฒน์ เศรษฐสมบูรณ์ และคณะ (2549) ได้ทำการศึกษากลยุทธ์การพัฒนาห่วงโซ่อุปทานของอุตสาหกรรมกล้วยและผลิตภัณฑ์กล้วยในภาคเหนือตอนล่าง โดยได้กล่าวถึงกล้วยเป็นพืชที่เกษตรกรไทยรู้จักเป็นอย่างดี ปลูกได้ง่ายเจริญเติบโตและให้ผลผลิตตลอดทั้งปี รวมถึงยังให้คุณค่า

ทางโภชนาการสูง และสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ตลอดทุกส่วน เกษตรกรสามารถปลูกกล้วย เพื่อนำผลผลิตไปจำหน่ายหรือนำมาเพิ่มคุณค่าโดยการแปรรูป บทความนี้กล่าวถึงปัญหาอุปสรรค โอกาสการพัฒนา และข้อจำกัดในการพัฒนากล้วยโช่อุปทานของอุตสาหกรรมกล้วยและผลิตภัณฑ์กล้วยในจังหวัดภาคเหนือตอนล่าง โดยพิจารณาตามแผนแม่บท เริ่มตั้งแต่ การเพิ่มผลผลิต พัฒนาคุณภาพและลดต้นทุน การแปรรูป เพื่อเพิ่มและสร้างคุณค่า การพัฒนาระบบตลาด และการสร้างเครือข่ายห่วงโซ่อุปทานซึ่งเชื่อมโยงกระบวนการดำเนินงานธุรกิจทุกขั้นตอนที่เกี่ยวข้องเข้าด้วยกันเป็นห่วงโซ่อุปทาน และมีการพัฒนาในรูปแบบเครือข่าย(Cluster Development) เพื่อยกระดับอุตสาหกรรมให้มีการดำเนินงานที่มีประสิทธิภาพและคุณภาพผลิตภัณฑ์สูงขึ้น และเป็นการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของอุตสาหกรรมกล้วยต่อไป

โรจนานพร ข่ายม่าน (2546) การวิเคราะห์การตอบสนองอุปทานกล้วยและแนวโน้มการผลิตในประเทศไทย โดยมีวัตถุประสงค์สำคัญของการศึกษาเรื่องนี้ เพื่อที่จะวิเคราะห์การตอบสนองอุปทานกล้วย และการคาดการณ์แนวโน้มของอุปทานผลผลิตกล้วย ในระดับภูมิภาคที่เป็นปัญหาสำคัญ โดยใช้ข้อมูลจากปี 2528 – 2542

ศักรินทร์ ทิพย์เนตร (2541) การวิเคราะห์ต้นทุนผลตอบแทนในการผลิตและส่งออกกล้วยหอมทองปลอดสารพิษ : กรณีศึกษาสหกรณ์เกษตรกรทำยาง จำกัด จังหวัดเพชรบุรี โดยงานวิจัยนี้มีมีจุดประสงค์เพื่อศึกษาสถานการณ์ด้านการผลิต และการส่งออกกล้วยหอมทอง โดยศึกษาเปรียบเทียบกรรมวิธีการผลิต วิธีการตลาด ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิต และวิเคราะห์ต้นทุน

### บทที่ 3

#### ขั้นตอนการดำเนินงาน

ในการศึกษาการสร้างตัวแบบห่วงโซ่อุปทานของอุตสาหกรรมกล้วยนี้ ได้จัดแบ่งขั้นตอนการดำเนินงานออกเป็นทั้งหมด 6 ขั้นตอน แสดง ได้ดังนี้



รูปที่ 3.1 แผนภาพขั้นตอนการดำเนินงาน

### 3.1 ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

- 3.1.1 การจัดการห่วงโซ่อุปทาน
- 3.1.2 การขนส่งและโลจิสติกส์ (Transportation and Logistics)
- 3.1.3 ปัจจัยที่มีผลต่อต้นทุนการขนส่งสินค้า
- 3.1.4 การวิเคราะห์หลังจากได้ผลลัพธ์เหมาะสมหรือการวิเคราะห์ความไว
- 3.1.5 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับกล้วย

### 3.2 เก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

คือการศึกษาและเก็บข้อมูลห่วงโซ่อุปทานของอุตสาหกรรมกล้วย ในเขตจังหวัดภาคเหนือตอนล่าง ซึ่งประกอบไปด้วยจังหวัดพิษณุโลก พิจิตร และสุโขทัย เพื่อศึกษาด้านต้นทุนการขนส่งอันเนื่องมาจากน้ำมันเชื้อเพลิง โดยจะเก็บข้อมูลจากเส้นทางการไหลของผลผลิตตั้งแต่ผู้ผลิตไปจนถึงผู้บริโภค

### 3.3 การสร้างสมการคณิตศาสตร์

การสร้างสมการคณิตศาสตร์ เป็นการวิเคราะห์ต้นทุนการขนส่งของกล้วยที่มีค่าใช้จ่ายในการขนส่งที่ต่ำที่สุด โดยมีการกำหนดสมมติฐาน พารามิเตอร์ ตัวแปรที่ใช้ในการตัดสินใจ สมการเป้าหมาย สมการข้อบ่งชี้ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ต้นทุนที่ใช้ในการขนส่งอันเนื่องมาจากน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีค่าใช้จ่ายต่ำที่สุด

### 3.4 วิเคราะห์ผลต้นทุนการขนส่งที่เกิดขึ้นโดยใช้ตัวแบบห่วงโซ่อุปทาน

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวม โดยนำข้อมูลที่เก็บได้นั้นมาใช้ในการกับสมการคณิตศาสตร์ที่ได้สร้างไว้

### 3.5 สรุปผลการดำเนินการวิจัย

นำคำตอบหรือผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณซึ่งเป็นต้นทุนในการขนส่งที่ต่ำที่สุดนำมาทำการสรุปผลการดำเนินการวิจัย

### 3.6 จัดพิมพ์รายงานฉบับสมบูรณ์

จัดทำรายงานตามรูปแบบของคู่มือการจัดทำสารนิพนธ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ฉบับ พ.ศ. 2552

## บทที่ 4

### ผลการทดลองและวิเคราะห์

1506 0060

นร.

ธช 34217

2562

#### 4.1 การศึกษาและเก็บข้อมูล

##### 4.1.1 ศึกษาและเก็บข้อมูลเกี่ยวกับโครงข่ายห่วงโซ่อุปทานของกล้วย

โดยการสอบถามและเก็บข้อมูลจากนักวิชาการผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับโครงข่ายห่วงโซ่อุปทานกล้วย จากสถาบันวิจัยและพัฒนาพืชไร่ อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก สอบถามข้อมูลจากผู้ประกอบการแปรรูปกล้วยน้ำว้า และค้นคว้าจากเว็บไซต์ในอินเทอร์เน็ต เพื่อนำข้อมูลที่ได้ นั้นมาเขียนโครงข่ายห่วงโซ่อุปทานของกล้วยที่เกิดขึ้นในประเทศไทย

##### 4.1.2 ศึกษาและเก็บข้อมูลจากหน่วยงานราชการและสถานที่ที่เกี่ยวข้องในห่วงโซ่อุปทานกล้วย

4.1.2.1 ศึกษาและเก็บข้อมูลของเกษตรกรผู้ปลูกกล้วยน้ำว้าจากสำนักงานเกษตรจังหวัดในเขตจังหวัดภาคเหนือตอนล่าง ซึ่งประกอบไปด้วยจังหวัดพิษณุโลก พิจิตร และสุโขทัย เพื่อให้ทราบถึงปริมาณผลผลิตกล้วยที่ผลิตได้ในแต่ละอำเภอ และเพื่อนำข้อมูลนั้นมาใช้ในการวิเคราะห์แบบจำลองคณิตศาสตร์

4.1.2.2 ศึกษาและเก็บข้อมูลของพ่อค้าส่งผลไม้ที่รับซื้อกล้วยน้ำว้า จากสำนักงานการค้าภายในของจังหวัดพิษณุโลก พิจิตร สุโขทัย เพื่อทราบถึงสถานที่ตั้ง และจำนวนของพ่อค้าส่งที่มีอยู่ในพื้นที่ เพื่อทราบถึงความสามารถในการรับซื้อกล้วยน้ำว้าของแต่ละราย และนำข้อมูลนั้นมาใช้ในการวิเคราะห์แบบจำลองคณิตศาสตร์

4.1.2.3 ศึกษาและเก็บข้อมูลของแหล่งแปรรูปกล้วยน้ำว้า จากอินเทอร์เน็ตในเว็บไซต์ของกระทรวงพาณิชย์ เกี่ยวกับวิสาหกิจชุมชนในแต่ละจังหวัด เพื่อให้ทราบถึงที่ตั้ง และจำนวนของแหล่งแปรรูป และทราบถึงกำลังการผลิตของแต่ละแห่ง เพื่อนำข้อมูลที่ได้นั้นมาใช้ในการวิเคราะห์แบบจำลองคณิตศาสตร์

#### 4.2 โครงข่ายของระบบโลจิสติกส์ของกล้วย

โครงข่ายของระบบโลจิสติกส์ของกล้วยนั้นประกอบไปด้วยกิจกรรมหลายกิจกรรมซึ่งประกอบด้วยผู้ที่เกี่ยวข้องหลายส่วนด้วยกัน โดยเริ่มที่เกษตรกรผู้ปลูกกล้วยจะทำการคัดเลือกพันธุ์กล้วยเพื่อมาทำการปลูก การปลูกกล้วยที่ได้ผลดีนั้น ควรปลูกในช่วงต้นฤดูฝน เริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคม ซึ่งดินมีความชุ่มชื้นในช่วงฤดูฝนเหมาะสำหรับการเจริญเติบโตทางลำต้นและออกปลีจนสามารถเก็บเกี่ยวกล้วยได้ในช่วงปลายฤดูฝนพอดี (ที่มา : สำนักบริการคอมพิวเตอร์, 29

มกราคม 2544) การเก็บเกี่ยว จะเก็บเกี่ยวกล้วยระยะใดขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการขนส่ง หากขนส่งไปขายไกลๆอาจตัดกล้วยเมื่อความแก่ประมาณ 75% การดูแลลักษณะความอ่อนแก่ของกล้วย อาจดูจากลักษณะผล เช่น ขนาดลูกกล้วย เหลี่ยมกล้วย หรือใช้วิธีการนับอายุจากวันแทงกล้วย หรือวันตัดปลีในการตัดจะต้องพิจารณาถึงต้นสูงหรือเตี้ย ถ้าสูงก็ให้ตัดบริเวณโคนต้น เพื่อให้ต้นเอียงลงมา โดยให้อีกคนหนึ่งจับหรือรับเครือกล้วยไว้จะต้องเหลือก้านให้ยาวพอสมควร นำไปยังโรงเรือนเพื่อคัดขนาดบรรจุต่อไป (ที่มา : <http://piak168.tripod.com/list4d/list1.html>) หลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิตกล้วยแล้วนั้น เกษตรกรจะทำการชำแหละกล้วย คัดเกรดกล้วย และส่งขายต่อไป โดยกล้วยจะถูกขนส่งไปขายเพื่อรับประทานผลสด และเพื่อการแปรรูป การขนส่งจะขนส่งโดยรถยนต์

#### 4.2.1 การขนส่งกล้วยเพื่อรับประทานผลสด

กรณีที่ 1 เกษตรกรขายกล้วยให้กับพ่อค้าส่งในท้องถิ่น โดยเกษตรกรจะชำแหละกล้วยออกเป็นลักษณะของหวี ขณะเดียวกันจะทำการคัดขนาดหวีและผลกล้วย โดยคัดตามขนาดใหญ่ กลาง เล็ก และบรรจุหีบห่อ แล้วขายกล้วยให้กับพ่อค้าส่งในท้องถิ่น โดยพ่อค้าส่งอาจจะเป็นผู้มาซื้อกล้วยที่สวนของเกษตรกรเอง หรือเกษตรกรอาจเป็นผู้ขนส่งกล้วยเพื่อไปขายให้กับพ่อค้าส่ง ซึ่งพ่อค้าส่งจะทำการคัดเกรดกล้วย ชั่งน้ำหนัก และทำการประเมินราคา ตกลงซื้อขายกัน แล้วพ่อค้าส่งในท้องถิ่นจะขายต่อไปยังพ่อค้าปลีกในท้องถิ่นซึ่งพ่อค้าปลีกท้องถิ่นก็จะทำการคัดเกรดกล้วย ชั่งน้ำหนัก และประเมินราคา เช่นเดียวกับพ่อค้าส่ง แล้วพ่อค้าปลีกก็จะขายกล้วยต่อไปยังผู้บริโภคในท้องถิ่น

กรณีที่ 2 เกษตรกรขายกล้วยให้กับพ่อค้าส่งในท้องถิ่น แล้วพ่อค้าส่งในท้องถิ่นจะขนส่งกล้วยต่อไปยังตลาดกลางในกรุงเทพฯ และจากตลาดในกรุงเทพฯ จะขายส่งให้กับพ่อค้าส่งรายย่อยและพ่อค้าปลีกในกรุงเทพฯ

กรณีที่ 3 พ่อค้าส่งต่างจังหวัดมารับซื้อกล้วยจากเกษตรกรเพื่อไปขายต่อยังพ่อค้าปลีกต่างจังหวัด แล้วพ่อค้าปลีกต่างจังหวัดจะขายกล้วยต่อไปยังผู้บริโภคต่างจังหวัด

กรณีที่ 4 พ่อค้าส่งต่างจังหวัดมารับซื้อกล้วยจากเกษตรกรเพื่อไปขายต่อยังตลาดกลางในกรุงเทพฯ และจากตลาดกลางในกรุงเทพฯ จะขายส่งไปยังพ่อค้าส่งรายย่อย และพ่อค้าปลีกในกรุงเทพฯ

กรณีที่ 5 เกษตรกรขายกล้วยไปยังตลาดต่างประเทศ โดยที่กล้วยสดมีสัดส่วนส่งออกมากที่สุดในการส่งออกกล้วย และผลิตภัณฑ์กล้วยส่งออกทั้งหมด ชนิดของกล้วยที่นิยมส่งออกในลักษณะกล้วยสดแช่เย็น ได้แก่

กล้วยหอม โดยเฉพาะกล้วยหอมทอง ที่นิยมรับประทานผลสด ปลูกมากที่จังหวัดชุมพร ระนอง และสุโขทัย ตลาดส่งออกกล้วยหอม ที่สำคัญของไทยได้แก่ ญี่ปุ่น จีน ฮองกง และไต้หวัน

กล้วยอื่นๆ เช่น กล้วยไข่ และกล้วยน้ำว้า ตลาดส่งออกสำคัญได้แก่ ฮองกง จีน และ ญี่ปุ่น (ที่มา : กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2549)

#### 4.2.2 การขนส่งกล้วยเพื่อแปรรูป

กรณีที่ 1 เกษตรกรขายกล้วยให้กับแหล่งแปรรูปโดยตรง ซึ่งเกษตรกรอาจเป็นผู้ขนส่งกล้วยมาให้กับแหล่งแปรรูป หรือแหล่งแปรรูปอาจเป็นผู้ไปรับกล้วยที่สวนของเกษตรกรเอง

กรณีที่ 2 เกษตรกรขายกล้วยให้กับพ่อค้าส่งในท้องถิ่น แล้วพ่อค้าส่งในท้องถิ่นจะขายกล้วยต่อไปยังแหล่งแปรรูปกล้วย

กรณีที่ 3 เกษตรกรขายกล้วยให้กับพ่อค้าส่งในท้องถิ่น แล้วพ่อค้าส่งในท้องถิ่นขายให้พ่อค้าปลีกในท้องถิ่น แล้วพ่อค้าปลีกในท้องถิ่นส่งให้แหล่งแปรรูปอีกที

กรณีที่ 4 เกษตรกรขายกล้วยให้พ่อค้าส่งต่างจังหวัด แล้วพ่อค้าส่งต่างจังหวัดส่งให้แหล่งแปรรูปกล้วย

กรณีที่ 5 เกษตรกรขายกล้วยให้พ่อค้าส่งต่างจังหวัด แล้วพ่อค้าส่งต่างจังหวัดขายให้พ่อค้าปลีกต่างจังหวัด หลังจากนั้นพ่อค้าปลีกต่างจังหวัดจะส่งให้แหล่งแปรรูปอีกที

การแปรรูปกล้วยนั้นสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทคือ

ก) การแปรรูปจากกล้วยดิบ เช่น การทำกล้วยอบเนย กล้วยฉาบ แป้งกล้วย

ข) การแปรรูปจากกล้วยสุก เช่น น้ำผลไม้ เครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ กล้วยตาก กล้วยกวน ทอफीกล้วย ข้าวเกรียบกล้วย

ในการแปรรูปกล้วยโดยการทำเป็นกล้วยตาก กล้วยอบกรอบ กล้วยอบเนยนั้น จะมีการซื้อกล้วยดิบกันในหน่วยของกิโลกรัม เมื่อนำกล้วยมาปอกเปลือกแล้วคือจากกล้วยเขียวเป็นกล้วยขาว น้ำหนักของกล้วยจะลดลงเหลือ 60 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งวิธีการทำกล้วยฉาบนั้นจะนำกล้วยมาคิก (ฝาน) เป็นชิ้นๆ และทำการแยกชิ้นที่ฝานแล้วออกจากกันเพื่อนำไปทอดจากนั้นนำไปตากแดดในส่วนผสมเพื่อให้เป็นรสชาติต่างๆ เสร็จแล้วบรรจุภัณฑ์ ส่วนการทำกล้วยตากนั้นคือการนำกล้วยดิบมาบ่มให้สุก โดยการใช้ผ้าขางคลุม จากนั้นปอกเปลือก นำกล้วยไปตาก 5-6 แดด เสร็จแล้วจึงบรรจุภัณฑ์ (ที่มา : สอบถามจากกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้แปรรูปกล้วย)

#### 4.2.3 การขนส่งกล้วยแปรรูปเพื่อจำหน่าย

หลังจากโรงงานแปรรูปได้แปรรูปกล้วยเป็นผลิตภัณฑ์แล้ว จะมีการขนส่งกล้วยแปรรูปเพื่อจำหน่ายได้ดังนี้

##### 4.2.3.1 พ่อค้าส่งมารับกล้วยแปรรูปจากแหล่งผลิต

หลังจากที่โรงงานแปรรูปได้แปรรูปกล้วยเป็นผลิตภัณฑ์แล้วนั้นจะทำการคัดคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ชั่งน้ำหนัก และบรรจุหีบห่อ ซึ่งการบรรจุหีบห่อนั้นบางโรงงานแปรรูปจะบรรจุในลักษณะที่เป็นถุงใหญ่ เพื่อส่งขายต่อให้กับพ่อค้าส่งแล้วพ่อค้าส่งจะทำการชั่งน้ำหนัก และบรรจุหีบห่อใหม่โดยใช้ชื่อผลิตภัณฑ์ของตัวเอง แล้วส่งขายให้กับผู้บริโภคเลย หรืออาจขายส่ง



บรรจุหีบห่อใหม่โดยใช้ชื่อผลิตภัณฑ์ของตัวเอง แล้วส่งขายให้กับผู้บริโภคเลย หรืออาจขายส่งให้กับพ่อค้าปลีก แล้วพ่อค้าปลีกจึงนำมาขายต่อให้กับผู้บริโภค ซึ่งผู้บริโภคนั้นอาจเป็นทั้งผู้บริโภคในท้องถิ่นและต่างจังหวัด และการขนส่งจะเป็นการขนส่งโดยใช้รถยนต์

#### 4.2.3.2 พ่อค้าปลีกมารับกล้วยแปรรูปจากแหล่งผลิต

พ่อค้าปลีกมารับกล้วยแปรรูปจากแหล่งผลิตแล้วส่งขายต่อไปยังผู้บริโภค โดยพ่อค้าปลีกจะมีการตรวจสอบคุณภาพ บรรจุหีบห่อ และประเมินราคา

#### 4.2.3.3 พ่อค้าส่งออกมารับกล้วยแปรรูปจากแหล่งผลิต เพื่อไปขายต่อยังตลาดต่างประเทศ

#### 4.2.3.4 โรงงานอุตสาหกรรมส่งออกกล้วยจากแหล่งแปรรูป เพื่อส่งออกไปขายยังตลาดต่างประเทศ

โดยผลิตภัณฑ์กล้วยที่สำคัญได้แก่

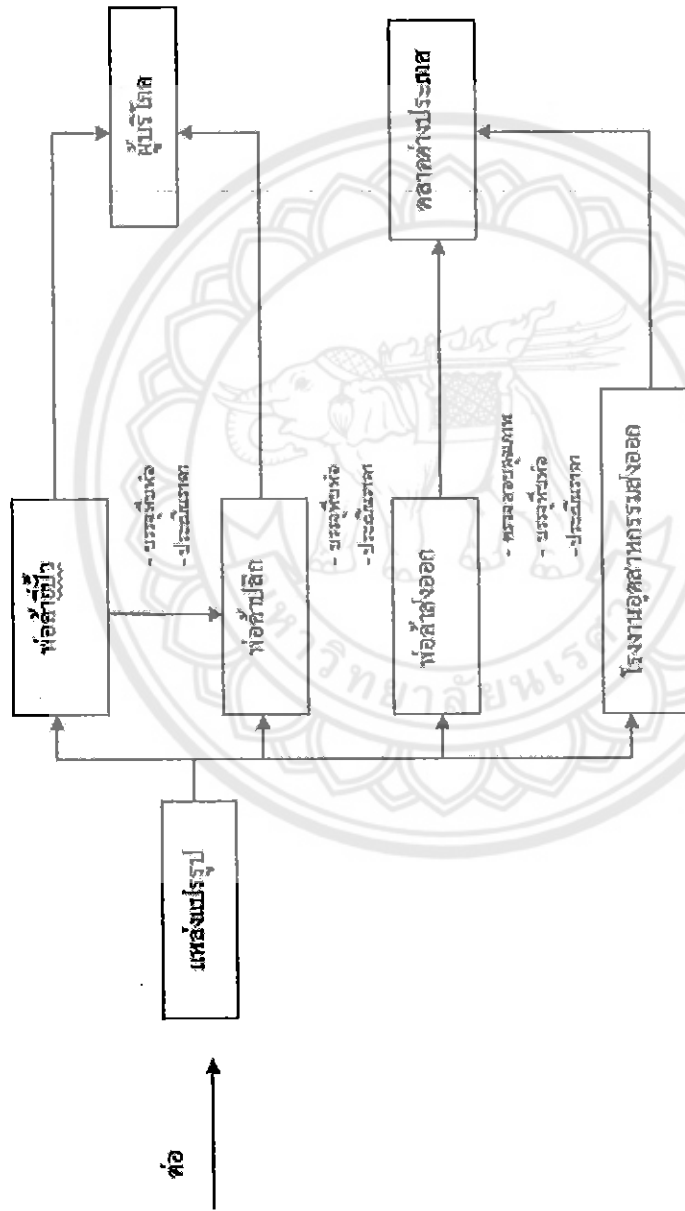
- กล้วยแปรรูปอย่างง่าย เช่น กล้วยกวน กล้วยตาก และกล้วยอบกรอบ(Banana Chip) ปัจจุบันมีการควบคุมความสะอาดในการผลิต และคุณภาพของสินค้าอย่างเคร่งครัด เพื่อให้สินค้าได้มาตรฐานตามที่ตลาดต้องการ ตลาดส่งออกกล้วยแปรรูปอย่างง่ายที่สำคัญของไทยได้แก่ สหภาพยุโรป สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น และออสเตรเลีย

- กล้วยกระป๋อง วัตถุดิบที่ใช้ส่วนใหญ่ได้แก่ กล้วยน้ำว้า และกล้วยไข่ที่สุกแล้ว ตลาดส่งออกกล้วยกระป๋องที่สำคัญของไทยได้แก่ สหรัฐอเมริกา แคนาดา และฝรั่งเศส

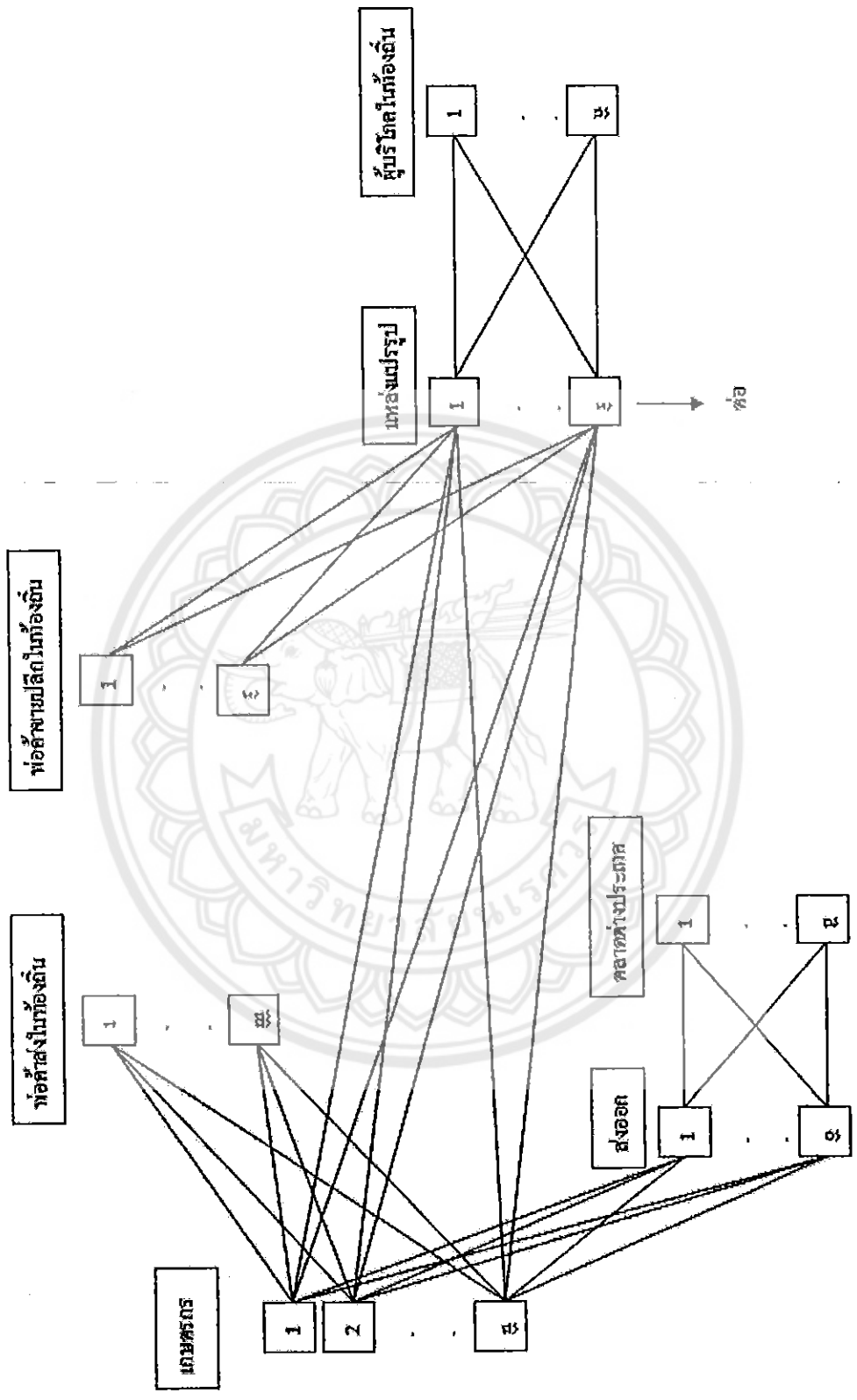
- สารปรุงแต่งรสและกลิ่นกล้วย ตลาดส่งออกที่สำคัญได้แก่ สหรัฐอเมริกา ฝรั่งเศส อิตาลี ออสเตรเลีย และญี่ปุ่น (ที่มา : กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2549)

โดยพ่อค้าส่งออกจะทำการตรวจสอบคุณภาพ ซึ่งน้ำหนัก ซึ่งการขนส่งจะขนส่งโดยรถบรรทุก โรงงานอุตสาหกรรมส่งออกมารับกล้วยแปรรูปจากแหล่งผลิต เพื่อไปขายต่อยังตลาดต่างประเทศ ซึ่งการขนส่งจะเป็นการขนส่งโดยใช้รถบรรทุก

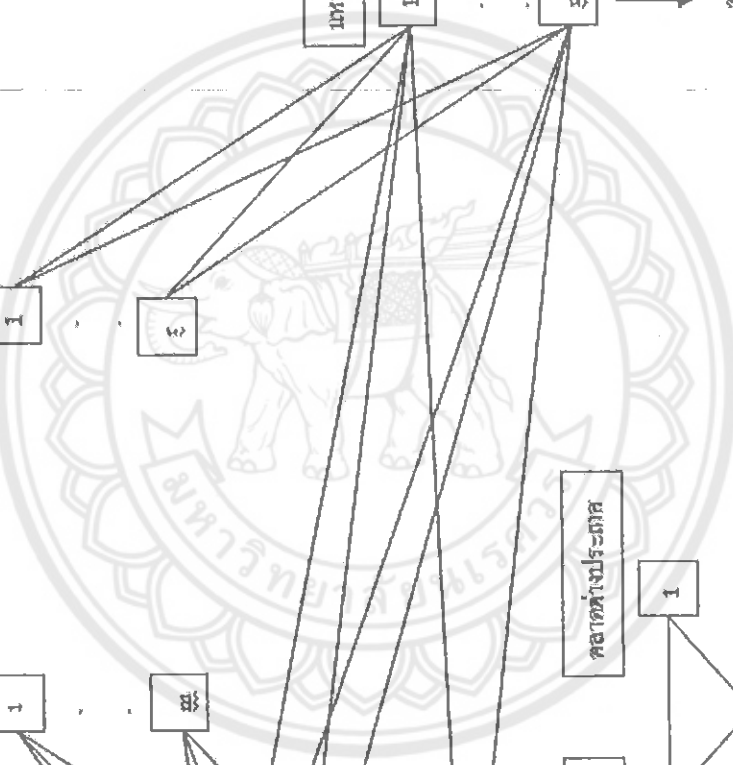


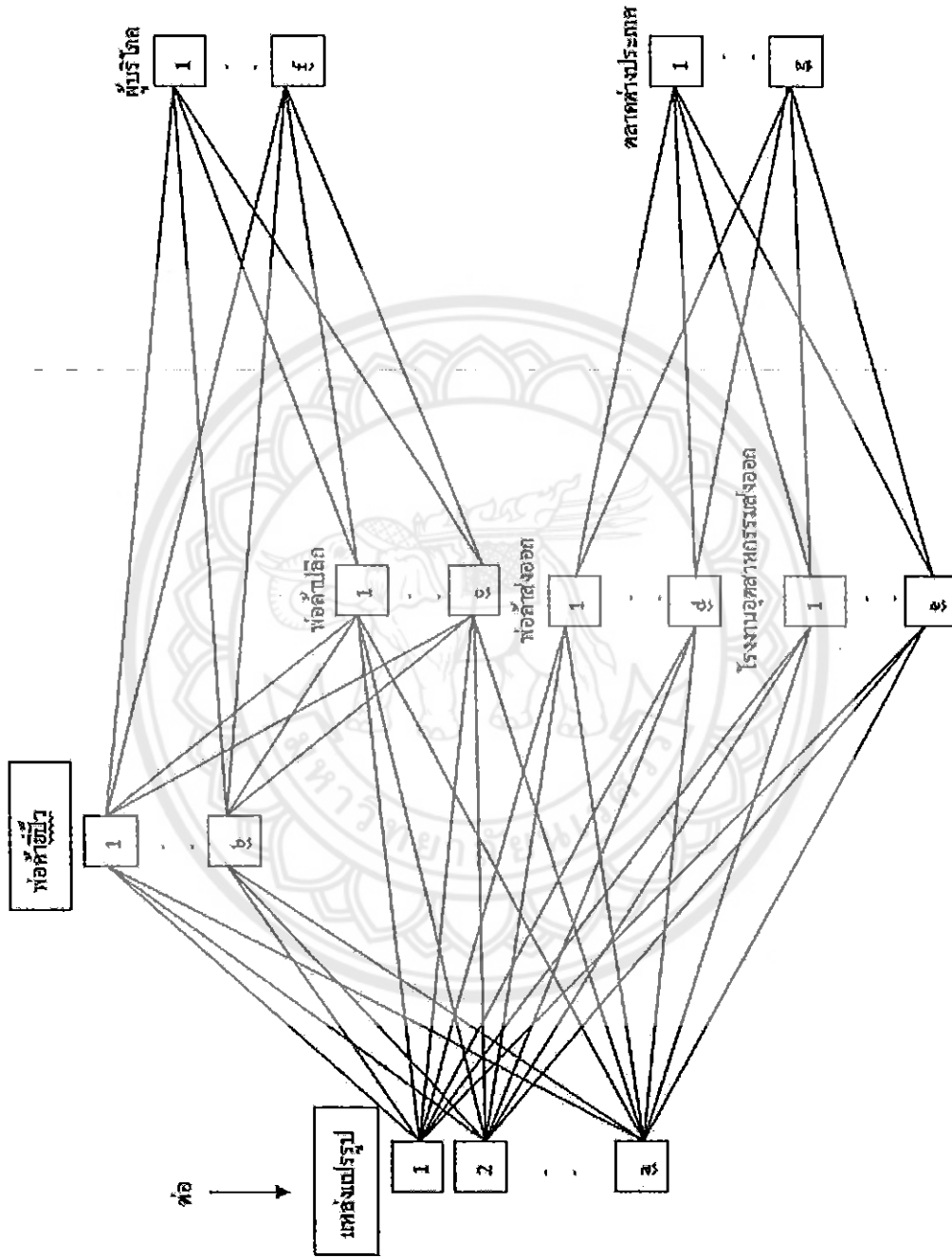


รูปที่ 4.1 แสดงห่วงโซ่อุปทานกล้วย (ต่อ)



รูปที่ 4.2 แสดง โครงข่ายห่วงโซ่อุปทาน



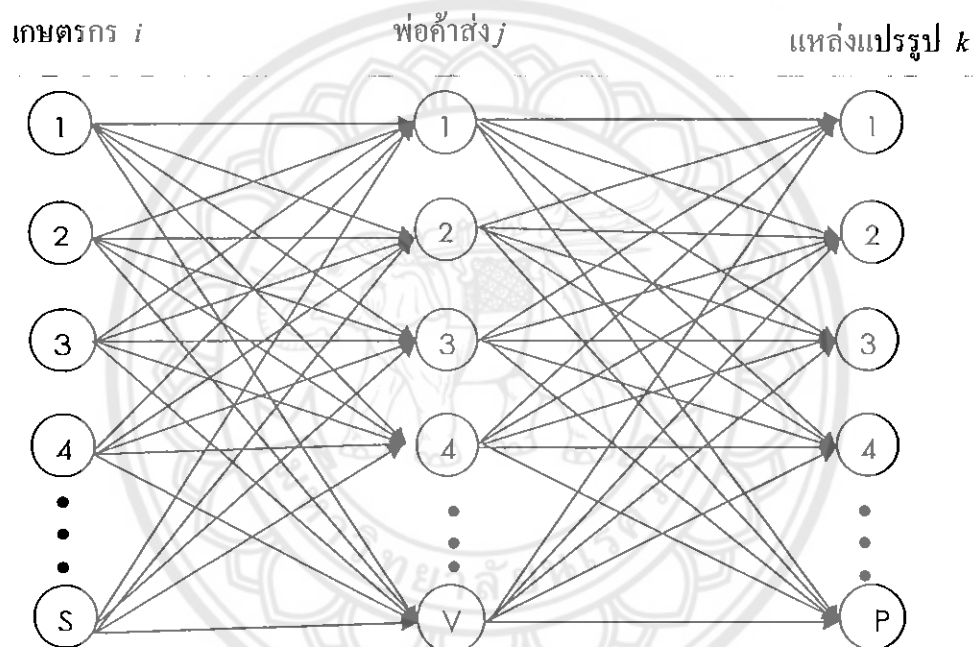


รูปที่ 4.2 แสดง โครงข่ายห่วงโซ่อุปทาน(ต่อ)

### 4.3 แบบจำลองคณิตศาสตร์สำหรับค่าใช้จ่ายรวมในการขนส่งของกล้วยในเขตจังหวัดภาคเหนือตอนล่าง

กิจกรรมการขนส่งกล้วยน้ำว้าในเขตจังหวัดภาคเหนือตอนล่างนั้น มีการกระจายอยู่ตามพื้นที่ต่างๆ มีเส้นทางที่ใช้ในการขนส่งได้หลายเส้นทาง ซึ่งการขนส่งในแต่ละครั้งนั้นมีความจำเป็นที่จะต้องเลือกเส้นทางการขนส่งที่เหมาะสมที่สุด และเกิดค่าใช้จ่ายในการขนส่งต่ำที่สุด โดยพิจารณาจากค่าใช้จ่ายในการขนส่ง ระยะทางในการขนส่ง และพิถีพิถันของยานพาหนะ

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์นี้จะอยู่ในรูปแบบของสมการคณิตศาสตร์ของปัญหาการขนส่ง โดยอาจมีการกำหนดสถานการณ์ต่างๆ เพื่อให้สอดคล้องกับการขนส่งกล้วยที่เกิดขึ้นจริงในเขตจังหวัดภาคเหนือตอนล่าง ซึ่งประกอบไปด้วย 3 จังหวัด ได้แก่ พิชณุโลก พิษณุโลก และสุโขทัย



รูปที่ 4.3 แสดงโครงข่ายการขนส่งกล้วยในเขตจังหวัดภาคเหนือตอนล่าง

#### 4.3.1 แบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อหาต้นทุนในการขนส่งที่ต่ำที่สุด

แบบจำลองคณิตศาสตร์นี้เป็นการหาต้นทุนที่ต่ำที่สุดในการขนส่งกล้วยน้ำว้า โดยเริ่มจากเกษตรกรผู้ปลูกกล้วยไปจนถึงแหล่งแปรรูปผลิตภัณฑ์กล้วยน้ำว้า โดยคำนึงถึงค่าใช้จ่ายที่ต่ำที่สุดอันเนื่องมาจากน้ำมันเชื้อเพลิง โดยมีได้คำนึงถึงปัจจัยภายนอกต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นได้

##### สมมติฐาน

- 1) กำหนดให้เกษตรกรผู้ปลูกกล้วยน้ำว้าทุกคนขายผลผลิตกล้วยน้ำว้าทั้งหมดให้กับพ่อค้าส่งในเขตจังหวัดภาคเหนือตอนล่าง ซึ่งประกอบด้วยจังหวัดพิษณุโลก พิษณุโลก และสุโขทัย

2) กำหนดให้พ่อค้าส่งขายกล้วยให้กับแหล่งแปรรูปกล้วยในเขตจังหวัดภาคเหนือตอนล่างเท่านั้น หากผลผลิตกล้วยที่ปลูกได้ มีเกินความต้องการหรือกำลังการผลิตของแหล่งแปรรูป ให้ถือว่าผลผลิตกล้วยที่เหลือนั้น ถูกส่งขายในรูปของการรับประทานผลสด หรือถูกส่งขายให้กับจังหวัดที่อยู่นอกเขตพื้นที่นี้

3) กำหนดให้ยานพาหนะที่ใช้ในการขนส่งนั้นเป็นรถกระบะ 4 ล้อ มีการบรรทุกเต็มพิกัด 2 ตัน อัตราการบริโภคน้ำมัน 8 กิโลเมตร / ลิตร (สอบถามข้อมูลจากเกษตรกร)

4) กำหนดให้ยานพาหนะที่ใช้ในการขนส่งมีความเร็วคงที่ และอัตราในการบริโภคน้ำมันคงที่

5) เนื่องจากเส้นทางที่ใช้ในการขนส่งนั้น อ้างอิงมาจากแผนที่อิเล็กทรอนิกส์ (Google Map) ซึ่งสามารถลงรายละเอียดของระยะทางได้เพียงระดับตำบลเท่านั้น จึงทำให้เส้นทางการขนส่งที่อยู่ในระดับตำบลเดียวกันนั้นไม่สามารถวัดระยะทางได้จริง จึงได้มีการกำหนดเส้นทางของสถานที่ตั้งที่อยู่ในตำบลเดียวกันให้มีระยะทางห่างกัน 1 กิโลเมตร

6) กำหนดให้ข้อมูลของเกษตรกรผู้ปลูกกล้วยที่เก็บข้อมูลมาได้นั้นเป็นข้อมูลระดับอำเภอ จึงได้มีการวัดเส้นทางระดับอำเภอ ส่วนข้อมูลของพ่อค้าส่งและแหล่งแปรรูปกล้วยเป็นข้อมูลระดับตำบลจึงมีการวัดเส้นทางระดับตำบล

#### ดัชนี (Indices)

$i$  = ดัชนีของเกษตรกรผู้ปลูกกล้วย (Suppliers) ( $i = 1, 2, 3, \dots, S$ )

$j$  = ดัชนีของพ่อค้าส่ง (Venders) ( $j = 1, 2, 3, \dots, V$ )

$k$  = ดัชนีของแหล่งแปรรูปกล้วย (Plant) ( $k = 1, 2, 3, \dots, P$ )

$S$  = ดัชนีของจำนวนผู้ปลูกกล้วย

$V$  = ดัชนีของพ่อค้าส่ง

$P$  = ดัชนีของจำนวนแหล่งแปรรูปกล้วย

#### พารามิเตอร์ (Parameters)

$Z$  = ค่าใช้จ่ายรวมในการขนส่ง (บาท)

$D_{ij}$  = ระยะทางในการขนส่งผลผลิตกล้วยจากเกษตรกรผู้ปลูกกล้วย  $i$  ไปยังพ่อค้าส่ง  $j$  (กิโลเมตร)

$D_{jk}$  = ระยะทางในการขนส่งกล้วยจากพ่อค้าส่ง  $j$  ไปยังแหล่งแปรรูปกล้วย  $k$  (กิโลเมตร)

$C$  = อัตราการบริโภคน้ำมันเชื้อเพลิงของยานพาหนะ (กิโลเมตร/ลิตร)

$Co$  = ราคาน้ำมันดีเซล (บาท/ลิตร)

$L$  = พิกัดบรรทุกของยานพาหนะที่ใช้ในการขนส่งกล้วย (ตัน)

$CP_i$  = ผลผลิตกล้วยของเกษตรกรผู้ปลูกกล้วย  $i$  (ตัน)

$CP_j$  = ความสามารถในการรับซื้อกล้วยของพ่อค้าส่ง  $j$  (ตัน)

$CP_k$  = กำลังการผลิตของแหล่งแปรรูปกล้วย  $k$  (ตัน)

### ตัวแปรตัดสินใจ (Decision Variable)

$X_{ij}$  = ปริมาณการขนส่งผลผลิตกล้วยจากเกษตรกรผู้ปลูกกล้วย  $i$  ไปยังพ่อค้าส่ง  $j$  (ตัน/ครั้ง)

$X_{jk}$  = ปริมาณการขนส่งกล้วยจากพ่อค้าส่ง  $j$  ไปยังแหล่งแปรรูป  $k$  (ตัน/ครั้ง)

### Verbal model

เพื่อหาปริมาณการขนส่งกล้วยน้ำว่า จากเกษตรกรผู้ปลูกกล้วย  $i$  ไปยังพ่อค้าส่ง  $j$  และจากพ่อค้าส่ง  $j$  ไปยังแหล่งแปรรูปกล้วย  $k$  เพื่อให้ค่าใช้จ่ายในการขนส่งต่ำที่สุด และทำให้การขนส่งกล้วยน้ำว่าเป็นไปตามข้อกำหนด

### Minimizes :

(ค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง  $\times$  ระยะทางจากเกษตรกรผู้ปลูกกล้วยไปยังพ่อค้าส่ง  $x$  รอบในการขนส่งจากเกษตรกรผู้ปลูกกล้วยไปยังพ่อค้าส่ง) + (ค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง  $\times$  ระยะทางจากพ่อค้าส่งไปยังแหล่งแปรรูป  $x$  รอบในการขนส่งจากพ่อค้าส่งไปยังแหล่งแปรรูปกล้วย)

### Subject to :

- ข้อจำกัดทางด้านผลผลิตที่เกษตรกรปลูกได้ (ตัน/สัปดาห์)
- ข้อจำกัดเกี่ยวกับความสามารถในการจัดเก็บกล้วยน้ำว่าของพ่อค้าส่ง (ตัน/สัปดาห์)
- ข้อจำกัดเกี่ยวกับกำลังการผลิตของแหล่งแปรรูป (ตัน/สัปดาห์)
- ข้อจำกัดเกี่ยวกับปริมาณการขนส่งกล้วยน้ำว่า จากเกษตรกรผู้ปลูกกล้วยไปยังพ่อค้าส่ง และจากพ่อค้าส่งไปยังแหล่งแปรรูปกล้วย

### สมการเป้าหมาย (Objective function)

สมการเป้าหมายเป็นผลรวมของค่าใช้จ่ายที่ใช้สำหรับการขนส่งกล้วยน้ำว่า จากเกษตรกรผู้ปลูกกล้วย  $i$  ไปยังพ่อค้าส่ง  $j$  (บาท) และผลรวมของค่าใช้จ่ายที่ใช้สำหรับการขนส่งกล้วยน้ำว่า จากพ่อค้าส่ง  $j$  ไปยังแหล่งแปรรูปกล้วย  $k$  (บาท) ดังแสดงในสมการที่ 4.1

$$MinZ = \sum_{i=1}^S \sum_{j=1}^V \frac{Co}{C} \frac{X_{ij}}{L} D_{ij} + \sum_{j=1}^V \sum_{k=1}^P \frac{Co}{C} \frac{X_{jk}}{L} D_{jk} \quad (4.1)$$

จากสมการเป้าหมายข้างต้นสามารถลดรูปสมการใหม่ได้ดังนี้

$$MinZ = \frac{Co}{C * L} \left( \sum_{i=1}^S \sum_{j=1}^V X_{ij} D_{ij} + \sum_{j=1}^V \sum_{k=1}^P X_{jk} D_{jk} \right)$$



ซึ่งมีค่าใช้จ่ายดังต่อไปนี้

1) ค่าใช้จ่ายในการขนส่งกล้วยน้ำว้า จากเกษตรกรผู้ปลูกกล้วย  $i$  ไปยังพ่อค้าส่ง  $j$  โดยคำนวณได้จากผลรวมของค่าน้ำมันเชื้อเพลิง(ซึ่งได้มาจาก ราคาน้ำมันเชื้อเพลิง หารด้วย อัตราการบริโภคน้ำมันของยานพาหนะ) คูณกับระยะทางการขนส่งจากเกษตรกรผู้ปลูกกล้วย  $i$  ไปยังพ่อค้าส่ง  $j$  คูณกับจำนวนรอบในการขนส่งกล้วยจากเกษตรกรผู้ปลูกกล้วย  $i$  ไปยังพ่อค้าส่ง  $j$  (ซึ่งจำนวนรอบนั้นหาได้จาก ปริมาณการขนส่ง หารด้วยพิกัดบรรทุกของยานพาหนะ)

$$\sum_{i=1}^S \sum_{j=1}^V \frac{Co}{C} \frac{X_{ij}}{L} D_{ij}$$

2) ค่าใช้จ่ายในการขนส่งกล้วยน้ำว้า จากพ่อค้าส่ง  $j$  ไปยังแหล่งแปรรูป  $k$  โดยคำนวณได้จากผลรวมของค่าน้ำมันเชื้อเพลิง(ซึ่งได้มาจาก ราคาน้ำมันเชื้อเพลิง หารด้วย อัตราการบริโภคน้ำมันของยานพาหนะ) คูณกับระยะทางการขนส่งจากพ่อค้าส่ง  $j$  ไปยังแหล่งแปรรูป  $k$  คูณกับจำนวนรอบในการขนส่งกล้วยจากพ่อค้าส่ง  $j$  ไปยังแหล่งแปรรูปกล้วย  $k$  (ซึ่งจำนวนรอบนั้นหาได้จาก ปริมาณการขนส่ง หารด้วยพิกัดบรรทุกของยานพาหนะ)

$$\sum_{j=1}^V \sum_{k=1}^P \frac{Co}{C} \frac{X_{jk}}{L} D_{jk}$$

#### เงื่อนไข (Constraints)

1) เงื่อนไขเกี่ยวกับผลรวมของปริมาณกล้วยที่ขนส่ง จากเกษตรกรผู้ปลูกกล้วย  $i$  ไปยังพ่อค้าส่ง  $j$  (ตัน/สัปดาห์) ต้องไม่เกินผลผลิตกล้วยที่เกษตรกรปลูกได้ เขียนเป็นรูปอสมการได้ดังนี้

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

2) เงื่อนไขเกี่ยวกับผลรวมของปริมาณกล้วยที่ขนส่ง จากพ่อค้าส่ง  $j$  ไปยังแหล่งแปรรูป  $k$  (ตัน/สัปดาห์) ต้องไม่เกินความสามารถในการรับซื้อกล้วยของพ่อค้าส่ง สามารถเขียนเป็นรูปอสมการได้ดังนี้

$$\sum_{k=1}^P X_{jk} \leq CP_j, \quad \text{for all } j \quad (4.3)$$

3) เงื่อนไขเกี่ยวกับผลรวมของปริมาณกล้วยที่ขนส่ง จากพ่อค้าส่ง  $j$  ไปยังแหล่งแปรรูป  $k$  (ต้น/สัปดาห์) จะต้องเท่ากับกำลังการผลิตของแหล่งแปรรูป สามารถเขียนเป็นรูปสมการได้ดังนี้

$$\sum_{j=1}^V X_{jk} = CP_k, \quad \text{for all } k \quad (4.4)$$

4) เงื่อนไขเกี่ยวกับผลรวมของปริมาณกล้วยที่ขนส่ง จากเกษตรกรผู้ปลูกกล้วย  $i$  ไปยังพ่อค้าส่ง  $j$  (ต้น/สัปดาห์) จะต้องเท่ากับ ผลรวมของปริมาณกล้วยที่ขนส่ง จากพ่อค้าส่ง  $j$  ไปยังแหล่งแปรรูป  $k$  (ต้น/สัปดาห์) สามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

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

5) เงื่อนไขเกี่ยวกับการบังคับตัวแปรตัดสินใจ ปริมาณกล้วยที่ขนส่งจากเกษตรกรผู้ปลูกกล้วย  $i$  ไปยังพ่อค้าส่ง  $j$  (ต้น/สัปดาห์) และปริมาณการขนส่งกล้วยจากพ่อค้าส่ง  $j$  ไปยังแหล่งแปรรูป  $k$  (ต้น/สัปดาห์) ต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0

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

#### Math Model

$$\text{Min} Z = \sum_{i=1}^S \sum_{j=1}^V \frac{C_o}{C} \frac{X_{ij}}{L} D_{ij} + \sum_{j=1}^V \sum_{k=1}^P \frac{C_o}{C} \frac{X_{jk}}{L} D_{jk} \quad (4.1)$$

Subject to :

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

$$\sum_{k=1}^P X_{jk} \leq CP_j, \quad \text{for all } j \quad (4.3)$$

$$\sum_{j=1}^V X_{jk} = CP_k, \quad \text{for all } k \quad (4.4)$$

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

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

## การวิเคราะห์ผลแบบจำลองคณิตศาสตร์

## Indices

- $i$  = ดัชนีของเกษตรกรผู้ปลูกกล้วย (Suppliers) ( $i = 1, 2, 3, \dots, 26$ )
- $j$  = ดัชนีของพ่อค้าส่ง (Venders) ( $j = 1, 2, 3, \dots, 10$ )
- $k$  = ดัชนีของแหล่งแปรรูปกล้วย (Plant) ( $k = 1, 2, 3, \dots, 25$ )

## ข้อมูลค่าพารามิเตอร์

1) ข้อมูลเกี่ยวกับเกษตรกรผู้ปลูกกล้วย ซึ่งประกอบด้วยระยะทางในการขนส่ง จากเกษตรกรผู้ปลูกกล้วย  $i$  ไปยังพ่อค้าส่ง  $j$  และจากพ่อค้าส่ง  $j$  ไปยังแหล่งแปรรูป  $k$  ซึ่งระยะทางนั้นได้ระบุไว้ในภาคผนวก ข

2) ข้อมูลเกี่ยวกับผลผลิตที่ปลูกได้ ความสามารถในการรับซื้อ กำลังการผลิตของแต่ละกิจกรรม ซึ่งสามารถแสดงได้ดังตารางต่อไปนี้

2.1) แสดงพื้นที่การเพาะปลูกกล้วยน้ำว้า ซึ่งประกอบไปด้วย 26 พื้นที่ และผลผลิตกล้วยน้ำว้าที่เกษตรกรแต่ละพื้นที่นั้นปลูกได้

ตารางที่ 4.1 แสดงพื้นที่การเพาะปลูกและผลผลิตกล้วยน้ำว้า

ลำดับที่	พื้นที่ในการปลูกกล้วยน้ำว้า	ผลผลิตกล้วยน้ำว้าที่เกษตรกรปลูกได้ (ตัน/สัปดาห์)
1	อำเภอเมืองพิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก	7.46
2	อำเภอลำบัว จังหวัดพิษณุโลก	4.73
3	อำเภอวัดโบสถ์ จังหวัดพิษณุโลก	20.53
4	อำเภอพรหมพิราม จังหวัดพิษณุโลก	3.4
5	อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก	138.13
6	อำเภอบางกระทุ่ม จังหวัดพิษณุโลก	34.29
7	อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก	1.37
8	อำเภอนครไทย จังหวัดพิษณุโลก	2.95
9	อำเภอชาติตระการ จังหวัดพิษณุโลก	0.8
10	อำเภอเมืองพิจิตร จังหวัดพิจิตร	43.27

ตารางที่ 4.1 แสดงพื้นที่การเพาะปลูกและผลผลิตกล้วยน้ำว้า (ต่อ)

ลำดับที่	พื้นที่ในการปลูกกล้วยน้ำว้า	ผลผลิตกล้วยน้ำว้าที่เกษตรกรปลูกได้ (ตัน/สัปดาห์)
11	อำเภอโพธิ์ประทับช้าง จังหวัดพิจิตร	3
12	อำเภอตะพานหิน จังหวัดพิจิตร	1.5
13	อำเภอบางมูลนาก จังหวัดพิจิตร	3.56
14	อำเภอโพทะเล จังหวัดพิจิตร	32.28
15	อำเภอสามง่าม จังหวัดพิจิตร	14.95
16	อำเภอทับคล้อ จังหวัดพิจิตร	2.93
17	อำเภอศากเหล็ก จังหวัดพิจิตร	2.35
18	อำเภอบึงนาราง จังหวัดพิจิตร	65.77
19	อำเภอดงเจริญ จังหวัดพิจิตร	2.5
20	อำเภอเมืองสุโขทัย จังหวัดสุโขทัย	1.82
21	อำเภอบ้านด่านลานหอย จังหวัดสุโขทัย	2.78
22	อำเภอคีรีมาศ จังหวัดสุโขทัย	54.13
23	อำเภอกงไกรลาส จังหวัดสุโขทัย	150.13
24	อำเภอศรีสัชนาลัย จังหวัดสุโขทัย	220.58
25	อำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย	1.65
26	อำเภอสวรรคโลก จังหวัดสุโขทัย	5.45

2.2) ข้อมูลเกี่ยวกับพ่อค้าส่งในแต่ละจังหวัด ซึ่งประกอบไปด้วยจำนวนพ่อค้าส่ง 10 ราย และความสามารถในการรับซื้อกล้วยน้ำว้าของพ่อค้าส่งในแต่ละราย

ตารางที่ 4.2 แสดงพ่อค้าส่งในแต่ละจังหวัดและความสามารถในการรับซื้อกล้วยน้ำว้าของพ่อค้าส่ง

ลำดับที่	สถานที่ตั้งของพ่อค้าส่งกล้วยน้ำว้า	ความสามารถในการรับซื้อกล้วยน้ำว้า (ตัน/สัปดาห์)
1	ตลาดไทยเจริญ	164.462
2	ตลาดรวมใจ	164.462
3	ตลาดสี่แยกอินโดจีน	164.462
4	ตลาดสดเทศบาล 2 อ.เมืองพิจิตร จ.พิจิตร	46.99

ตารางที่ 4.2 แสดงพ่อค้าส่งในแต่ละจังหวัดและความสามารถในการรับซื้อกล้วยน้ำว้า  
ของพ่อค้าส่ง (ต่อ)

ลำดับที่	สถานที่ตั้งของพ่อค้าส่งกล้วยน้ำว้า	ความสามารถในการรับซื้อกล้วยน้ำว้า (ตัน/สัปดาห์)
5	ตำบลสะพานหิน อ.สะพานหิน จ.พิจิตร	46.99
6	ตำบลสากเหล็ก อ.สากเหล็ก จ.พิจิตร	46.99
7	คุณชัยชัย ต.ธานี อ.เมืองสุโขทัย จ.สุโขทัย	46.99
8	คุณลออ ต.ธานี อ.เมืองสุโขทัย จ.สุโขทัย	46.99
9	หน้าวัดราชธานี ต.เมือง อ.เมืองสุโขทัย จ.สุโขทัย	46.99
10	สี่แยกธนาคารทหารไทย ต.ธานี อ.เมืองสุโขทัย จ.สุโขทัย	46.99

3) ข้อมูลเกี่ยวกับแหล่งแปรรูปกล้วยในแต่ละจังหวัด ซึ่งประกอบไปด้วยจำนวนแหล่งแปรรูปกล้วย 25 แห่ง และกำลังการผลิตของแหล่งแปรรูปแต่ละแห่ง

ตารางที่ 4.3 แสดงจำนวนแหล่งแปรรูปและกำลังผลิตของแหล่งแปรรูป

ลำดับที่	แหล่งแปรรูปกล้วยน้ำว้า	กำลังการผลิตของแหล่งแปรรูป (ตัน/สัปดาห์)
1	กลุ่มแม่บ้านเกษตรวัดจันทร์	2.45
2	กลุ่มแม่บ้านขอนแก่นสองสิ่ง	1.2
3	กลุ่มแม่บ้านเกษตรบ้านกรับพวงกลาง	0.84
4	กลุ่มสตรีสหกรณ์บ้านบางกระน้อย	4.5
5	กลุ่มแม่บ้านตะไคร้สร้างสรรค์	21
6	แม่โสมกล้วยตาก	3
7	กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านเกาะคู	1
8	กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรไผ่ล้อม	2.1
9	กลุ่มแปรรูปผลิตผลทางการเกษตร	0.35
10	โรงงานกล้วยตากแม่ตะเพียน	98
11	กลุ่มอาชีพกล้วยหวานสี่รส	2.2

ตารางที่ 4.3 แสดงจำนวนแหล่งแปรรูปและกำลังผลิตของแหล่งแปรรูป (ต่อ)

ลำดับที่	แหล่งแปรรูปกล้วยน้ำว้า	กำลังการผลิตของแหล่งแปรรูป (ตัน/สัปดาห์)
12	กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรสระประทุมร่วมใจ	1.75
13	กลุ่มส่งเสริมอาชีพบ้านดงป่าคำใต้	2.8
14	กลุ่มอาชีพกล้วยแปรรูป กล้วยทอดกรอบ	0.7
15	กลุ่มกล้วยหวานบ้านท่าชัยลานสินค้าชุมชน	49
16	กลุ่มวิสาหกิจชุมชนกล้วยหวานย้อนยุค	0.35
17	กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรแสนสุข	1.4
18	กลุ่มอาชีพกล้วยอบเนยบ้านกว้าง	1.75
19	กล้วยทอด (อบเนย) สมกมล	7
20	กลุ่มอาชีพกล้วยอบเนยสีนวล	3.5
21	กลุ่มกล้วยอบเนยบ้านหนองจิก	10.5
22	กลุ่มสตรีทำกล้วยอบบ้านคูกเหนือ	7
23	ผลิตภัณฑ์แปรรูปจากผลไม้ 2/1 หนองตุม	9
24	กล้วยตากไทไท	250
25	กล้วยตากจิราพร	35

4) ข้อมูลเกี่ยวกับค่าน้ำมันเชื้อเพลิง อัตราการบริโภคน้ำมัน และฟีดแบคของยานพาหนะ

1. ราคาน้ำมันดีเซล(DEL-TAX) ของบริษัท ปตท.จำกัด มหาชน			
ณ. วันที่ 14 เมษายน 2553 (Co)	29.89	บาท/ลิตร	
2. กำหนดให้อัตราการบริโภคน้ำมันเชื้อเพลิงของรถกระบะ 4 ล้อ เมื่อมีการบรรทุกเต็มฟีดแบคบรรทุก			
เท่ากับ (C)	8	กม./ลิตร	
4. ดังนั้นรถกระบะ 4 ล้อ เมื่อมีการบรรทุกเต็มฟีดแบคบรรทุก			
จะเสียค่าน้ำมันเชื้อเพลิงกี่ลิตรเมตรละ(C <sub>o</sub> /C)	3.736	บาท	
6. กำหนดให้รถกระบะ 4 ล้อ มีฟีดแบคบรรทุก			
เท่ากับ (L)	2	ตัน	

รูปที่ 4.4 แสดงค่าน้ำมันเชื้อเพลิง อัตราการบริโภคน้ำมัน และฟีดแบคของยานพาหนะ

จากข้อมูลเบื้องต้นสามารถแทนค่าตัวแปรต่างๆ ในสมการคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

$$\text{Min}Z = \sum_{i=1}^{26} \sum_{j=1}^{10} 3.736 \frac{X_{ij}}{2} D_{ij} + \sum_{j=1}^{10} \sum_{k=1}^{25} 3.736 \frac{X_{jk}}{2} D_{jk} \quad (4.1)$$

Subject to :

$$\sum_{j=1}^{10} X_{ij} \leq CP_i, \quad \text{for all } i \quad (4.2)$$

$$\sum_{k=1}^{25} X_{jk} \leq CP_j, \quad \text{for all } j \quad (4.3)$$

$$\sum_{j=1}^{10} X_{jk} = CP_k, \quad \text{for all } k \quad (4.4)$$

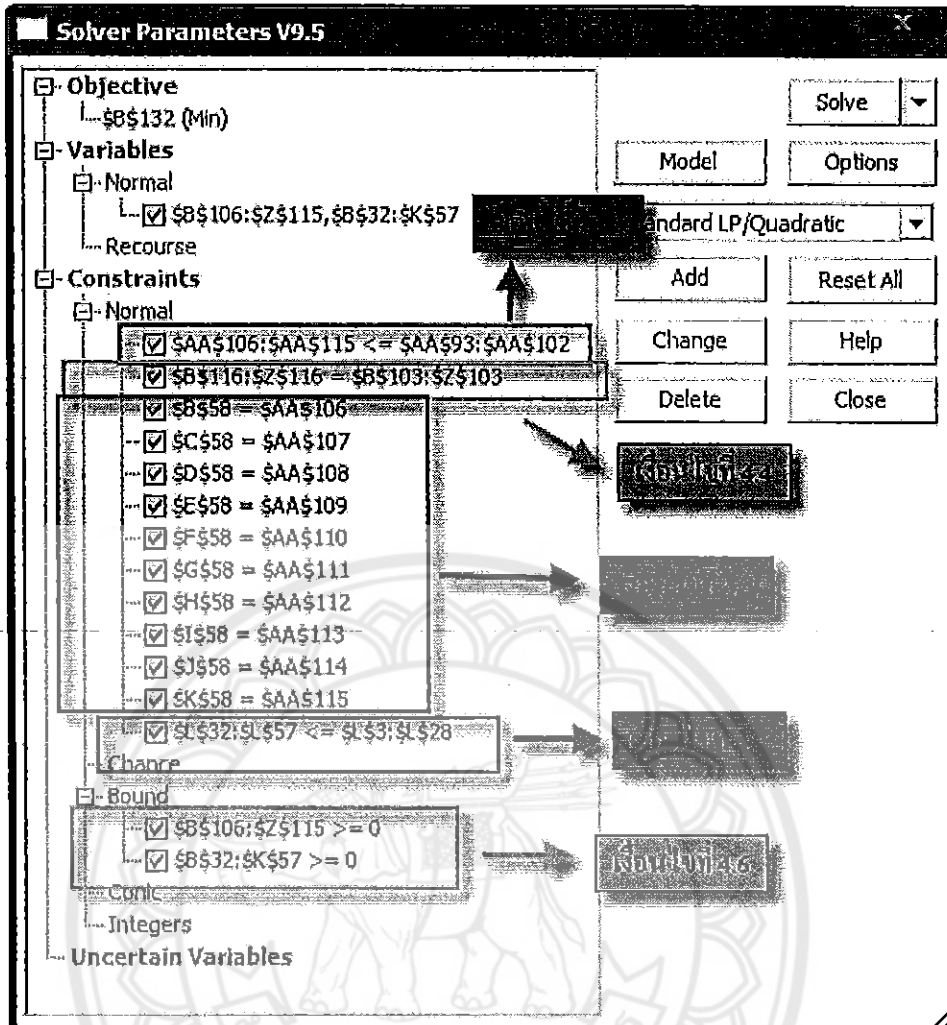
$$\sum_{i=1}^S X_{ij} = \sum_{k=1}^P X_{jk}, \quad \text{for all } j \quad (4.5)$$

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

ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ผลการทดลอง

การหาคำตอบของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ สามารถหาคำตอบได้ โดยการใช้ โปรแกรม Risk Solver Platform Microsoft Excel Version 9.6 ซึ่งเป็นโปรแกรมสำหรับหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุดสำหรับปัญหาเชิงเส้น (Linear Programming) สำหรับปัญหาที่มีตัวแปรการตัดสินใจ (Decision Variables) ระหว่าง 1-8,000 ตัวแปรเป็นการพัฒนาและปรับปรุงมาจาก Standard Microsoft Excel Solver ซึ่งเป็นเครื่องมือซอฟต์แวร์ที่มีอยู่ใน Microsoft Excel แต่โปรแกรม Risk Solver Platform Microsoft Excel Version 9.6 เป็นโปรแกรมที่มีความสามารถในการใช้งานได้มากกว่า Standard Microsoft Excel Solver ซึ่งสามารถดาวน์โหลดมาเพื่อทดลองใช้งานได้นานเพียง 15 วันเท่านั้น จาก [www.solver.com](http://www.solver.com) (วิธีการดาวน์โหลดกล่าวไว้ในภาคผนวก ค )

ข้อมูลที่กรอกลงไปโปรแกรม Risk Solver Platform Microsoft Excel Version 9.6



รูปที่ 4.5 แสดงข้อมูลที่กรอกลงไปโปรแกรม โปรแกรม Risk Solver Platform  
Microsoft Excel Version 9.6

จากข้อมูลสามารถสร้างเป็นตารางแสดงคำอธิบายค่าต่างๆ ในโปรแกรม Risk Solver Platform V.9.6 for Microsoft Excel ได้ดังนี้



ตารางที่ 4.4 คำอธิบายค่าต่างๆ ในโปรแกรม Risk Solver Platform V.9.6 for Microsoft Excel ใน ส่วนของแบบจำลองคณิตศาสตร์ที่ 4.3.1

Field in Solver Parameters	ค่าที่ป้อนเข้าไป	เงื่อนไข	คำอธิบาย
Set Target Cell (Objective)	\$B\$132	4.1	เป็นการหาค่าน้ำมันเชื้อเพลิงในการขนส่ง
Equal To	Min		เป็นการหาค่าตอบที่ต่ำที่สุด
By Changing Cell (Variables)	\$B\$106:\$H\$115, \$B\$32:\$K\$56		เพื่อทราบค่าปริมาณการขนส่งกล้วยที่เหมาะสมควรมีปริมาณเท่าไรและขนส่งไปจุดใดบ้าง
Constraints (Subject to)	\$L\$32:\$L\$57 <= \$L\$3:\$L\$8	4.2	ปริมาณการขนส่งกล้วยจาก $i$ ไป $j$ ต้องไม่เกินผลผลิตกล้วยที่ $i$ ปลูกได้
Constraints (Subject to)	\$AA\$106:\$AA\$115 <= \$AA\$93:\$AA\$102	4.3	ปริมาณการขนส่งกล้วยจาก $j$ ไป $k$ ต้องไม่เกินความสามารถในการรับซื้อของ $j$
Constraints (Subject to)	\$B\$116:\$Z\$116 = \$B\$103:\$Z\$103	4.4	ปริมาณการขนส่งกล้วยจาก $j$ ไป $k$ ต้องเท่ากับกำลังการผลิตของ $k$
Constraints (Subject to)	\$B\$58 Copy to \$K\$58 = \$AA\$106 Copy to \$AA\$115	4.5	ปริมาณการขนส่งกล้วยจาก $i$ ไป $j$ จะต้องเท่ากับ ปริมาณการขนส่งกล้วยจาก $j$ ไป $k$
Constraints (Subject to)	\$B\$106:\$Z\$115, \$B\$32:\$K\$57 >= 0	4.6	เป็นสมการบังคับตัวแปรตัดสินใจ

จากการใช้โปรแกรม Risk Solver Platform Microsoft Excel Version 9.6 เพื่อใช้ในการหาคำตอบของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ จากการประมวลผลพบว่าผลรวมของค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการ

ขนส่งจากเกษตรกรผู้ปลูกกล้วยไปยังพ่อค้าส่ง และจากพ่อค้าส่ง ไปยังแหล่งแปรรูปกล้วย และ ปริมาณการไหลของกล้วยที่ขนส่งในแต่ละโหนด จะได้ค่าดังต่อไปนี้

1) ค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการขนส่งอันเนื่องมาจากค่าน้ำมันเชื้อเพลิง จากเกษตรกรผู้ปลูกกล้วย ไปยังพ่อค้าส่ง และจากพ่อค้าส่งไปยังแหล่งแปรรูปกล้วย ที่ค่าใช้จ่ายที่ต่ำที่สุด คือ 44,289.134 บาท ดังแสดงในรูปที่ 4.6

C133       $Z = \text{SUMPRODUCT}(B3:K28, B62:K87) + \text{SUMPRODUCT}(B93:Z102, B121:Z130)$

	A	B	C	D	E
118	จำนวนรอบที่ใช้ในการขนส่ง จากพ่อค้าส่ง ไปยังแหล่งแปรรูป K				
119					
120	หน่วยขนส่งต่อหน่วยเวลาแปรรูปกล้วย (X <sub>ij</sub> )				
121	1	2	3	4	5
121	0.000	1.000	1.000	1.000	0.000
122	2.000	0.000	0.000	0.000	0.000
123	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
124	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
125	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
126	0.000	0.000	0.000	0.000	3.000
127	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
128	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
129	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
131					
132		83548.743			
133	คำตอบที่ดีที่สุด	Min Z =	44289.134	บาท	
134					
135					

รูปที่ 4.6 แสดงค่าใช้จ่ายต่ำสุดที่ใช้ในการขนส่งอันเนื่องมาจากค่าน้ำมันเชื้อเพลิง จากเกษตรกรผู้ปลูกกล้วย ไปยังพ่อค้าส่ง และจากพ่อค้าส่งไปยังแหล่งแปรรูปกล้วย

2) ปริมาณการไหลของกล้วย และจำนวนรอบที่ใช้ในการขนส่ง จากเกษตรกรผู้ปลูกกล้วยไปยังพ่อค้าส่ง และจากพ่อค้าส่งไปยังแหล่งแปรรูป ดังแสดงในรูปต่อไปนี้

รายการ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. เงินอุดหนุนจากรัฐบาล	0.000	7.450	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2. เงินอุดหนุนจากหน่วยงานอื่น	0.000	0.000	4.730	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3. เงินอุดหนุนจากภาคเอกชน	20.530	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
4. เงินอุดหนุนจากประชาชน	0.000	0.000	3.400	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
5. เงินอุดหนุนจากต่างประเทศ	0.000	0.000	138.130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
6. เงินอุดหนุนจากมูลนิธิ	0.000	0.000	0.000	0.000	34.290	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
7. เงินอุดหนุนจากกองทุน	0.000	0.000	0.000	0.000	1.370	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
8. เงินอุดหนุนจากเงินบริจาค	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
9. เงินอุดหนุนจากเงินลงทุน	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10. เงินอุดหนุนจากเงินช่วยเหลือ	0.000	0.000	43.270	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
11. เงินอุดหนุนจากเงินช่วยเหลือ	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
12. เงินอุดหนุนจากเงินช่วยเหลือ	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
13. เงินอุดหนุนจากเงินช่วยเหลือ	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
14. เงินอุดหนุนจากเงินช่วยเหลือ	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
15. เงินอุดหนุนจากเงินช่วยเหลือ	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
16. เงินอุดหนุนจากเงินช่วยเหลือ	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
17. เงินอุดหนุนจากเงินช่วยเหลือ	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
18. เงินอุดหนุนจากเงินช่วยเหลือ	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
19. เงินอุดหนุนจากเงินช่วยเหลือ	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20. เงินอุดหนุนจากเงินช่วยเหลือ	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
21. เงินอุดหนุนจากเงินช่วยเหลือ	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
22. เงินอุดหนุนจากเงินช่วยเหลือ	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
23. เงินอุดหนุนจากเงินช่วยเหลือ	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24. เงินอุดหนุนจากเงินช่วยเหลือ	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
25. เงินอุดหนุนจากเงินช่วยเหลือ	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
26. เงินอุดหนุนจากเงินช่วยเหลือ	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

รูปที่ 4.7 แสดงปริมาณการไหลของก๊วช จากเกษตรกรผู้ปลูกกล้วย ไปยังพ่อค้าส่ง j (ตัน)









#### 4.3.2 แบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อหาต้นทุนในการขนส่งที่ต่ำที่สุด (ไปและกลับ)

เนื่องจากสถานการณ์จริงที่เกิดขึ้น ในการขนส่งสินค้าไปยังปลายทางเสร็จแล้วนั้นจะต้องมีการวิ่งรถกลับมายังจุดต้นทาง แต่ในการเดินทางกลับมายังจุดต้นทางนั้นจะไม่มีสินค้าบรรทุกกลับมาด้วย ทำให้ยานพาหนะที่ใช้ในการขนส่งมีน้ำหนักเบาขึ้น จึงทำให้อัตราการบริโภคน้ำมันเชื้อเพลิงของยานพาหนะเปลี่ยนแปลงไป ดังนั้นแบบจำลองคณิตศาสตร์ในหัวข้อนี้ จึงมีสมมติฐานพารามิเตอร์ และสมการเป้าหมายที่เปลี่ยนแปลงไป

##### สมมติฐาน

- 1) กำหนดให้เส้นทางจราจรเป็นแบบ 2 – way เมื่อยานพาหนะส่งสินค้าที่จุดปลายทางเสร็จสิ้นแล้วจะต้องกลับมาที่จุดต้นทางด้วยเส้นทางเดิมเสมอ
- 2) กำหนดให้อัตราการบริโภคน้ำมันของรถกระบะ 4 ล้อ เมื่อไม่มีน้ำหนักบรรทุกเท่ากับ 10 กิโลเมตร/ลิตร (จากการสอบถามข้อมูลจากผู้ใช้จริง)

##### พารามิเตอร์ (Parameters)

$D_{ji}$  = ระยะทางในการเดินทางกลับจากพ่อค้าส่ง  $j$  มายังเกษตรกรผู้ปลูกกล้วย  $i$  (กิโลเมตร)

$D_{kj}$  = ระยะทางในการเดินทางกลับจากแหล่งแปรรูป  $k$  มายังพ่อค้าส่ง  $j$  (กิโลเมตร)

$C_u$  = อัตราการบริโภคน้ำมันเชื้อเพลิงของยานพาหนะเมื่อไม่มีการบรรทุกสินค้า (กิโลเมตร/ลิตร)

$L$  = พิกัดบรรทุกของยานพาหนะที่ใช้ในการขนส่งกล้วยน้ำว้า (ตัน)

##### ตัวแปรตัดสินใจ (Decision Variable)

ตัวแปรตัดสินใจยังคงใช้เหมือนกับแบบจำลองคณิตศาสตร์ก่อนหน้านี้ เนื่องจากในเที่ยวกลับไม่มีการบรรทุกกล้วยในยานพาหนะ

##### Verbal model

เพื่อหาปริมาณการขนส่งกล้วยน้ำว้าที่เหมาะสม จากเกษตรกรผู้ปลูกกล้วย  $i$  ไปยังพ่อค้าส่ง  $j$  และจากพ่อค้าส่ง  $j$  ไปยังแหล่งแปรรูปกล้วย  $k$  เพื่อให้ค่าใช้จ่ายในการขนส่งต่ำที่สุด และทำให้การขนส่งกล้วยน้ำว้าเป็นไปตามข้อกำหนด สิ่งที่เพิ่มเติมจากแบบจำลองคณิตศาสตร์ที่ 4.3.1 คือค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงในเที่ยวกลับ ซึ่งจะถูกรวมเข้ามาเป็นค่าใช้จ่ายในการขนส่งทั้งหมดด้วย

##### Minimizes :

(ค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง  $\times$  ระยะทางจากเกษตรกรผู้ปลูกกล้วยไปยังพ่อค้าส่ง  $\times$  รอบในการขนส่งจากเกษตรกรผู้ปลูกกล้วยไปยังพ่อค้าส่ง) + (ค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง  $\times$  ระยะทางจากพ่อค้าส่งไปยังแหล่งแปรรูป  $\times$  รอบในการขนส่งจากพ่อค้าส่งไปยังแหล่งแปรรูปกล้วย) + (ค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงเมื่อไม่มีการบรรทุก  $\times$  ระยะทางจากพ่อค้าส่ง ไปยังเกษตรกรผู้ปลูกกล้วย  $\times$  รอบในการขนส่งจากเกษตรกรผู้ปลูกกล้วยไปยังพ่อค้าส่ง) + (ค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงเมื่อไม่มี

การบรรทุก  $x$  ระยะทางจากแหล่งแปรรูปกล้วยไปยังพ่อค้าส่ง  $x$  รอบในการขนส่งจากพ่อค้าส่งไปยังแหล่งแปรรูปกล้วย)

**Subject to :**

ข้อจำกัดยังคงเหมือนแบบจำลองคณิตศาสตร์ก่อนหน้านี้

**สมการเป้าหมาย (Objective function)**

สมการเป้าหมายเป็นผลรวมของค่าใช้จ่ายที่ใช้สำหรับการขนส่งกล้วยน้ำว่า จากเกษตรกรผู้ปลูกกล้วย  $i$  ไปยังพ่อค้าส่ง  $j$  (บาท) ผลรวมของค่าใช้จ่ายที่ใช้สำหรับการขนส่งกล้วยน้ำว่าจากพ่อค้าส่ง  $j$  ไปยังแหล่งแปรรูปกล้วย  $k$  (บาท) ผลรวมของค่าใช้จ่ายที่ใช้สำหรับการเดินทางในเที่ยวกลับจากพ่อค้าส่ง  $j$  ไปยังเกษตรกรผู้ปลูกกล้วย  $i$  และผลรวมของค่าใช้จ่ายที่ใช้สำหรับการเดินทางในเที่ยวกลับจากแหล่งแปรรูปกล้วย  $k$  ไปยังพ่อค้าส่ง  $j$  ดังแสดงในสมการที่ 4.8

$$\begin{aligned} \text{Min}Z = & \sum_{i=1}^S \sum_{j=1}^V \frac{Co}{C} \frac{X_{ij}}{L} D_{ij} + \sum_{j=1}^V \sum_{k=1}^P \frac{Co}{C} \frac{X_{jk}}{L} D_{jk} + \sum_{i=1}^S \sum_{j=1}^V \frac{Co}{Cu} \frac{X_{ij}}{L} D_{ji} + \\ & \sum_{j=1}^V \sum_{k=1}^P \frac{Co}{Cu} \frac{X_{jk}}{L} D_{kj} \end{aligned} \quad (4.8)$$

จากสมการเป้าหมายข้างต้นสามารถลดรูปสมการใหม่ได้ดังนี้

$$\text{Min}Z = \frac{Co}{C * L} \left( \sum_{i=1}^S \sum_{j=1}^V X_{ij} D_{ij} + \sum_{j=1}^V \sum_{k=1}^P X_{jk} D_{jk} \right) + \frac{Co}{Cu * L} \left( \sum_{i=1}^S \sum_{j=1}^V X_{ij} D_{ji} + \sum_{j=1}^V \sum_{k=1}^P X_{jk} D_{kj} \right)$$

ซึ่งจะมีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นจากแบบจำลองคณิตศาสตร์ที่ 4.3.1 ดังนี้

1) ค่าใช้จ่ายในการขนส่ง จากพ่อค้าส่ง  $j$  ไปยังเกษตรกรผู้ปลูกกล้วย  $i$  โดยคำนวณได้จากผลรวมของค่าน้ำมันเชื้อเพลิงเมื่อไม่มีการบรรทุก (ซึ่งได้มาจาก ราคา น้ำมันเชื้อเพลิง หารด้วย อัตราการบริโภคน้ำมันของยานพาหนะเมื่อไม่มีการบรรทุก) คูณกับระยะทางการขนส่งจากพ่อค้าส่ง  $j$  ไปยังเกษตรกรผู้ปลูกกล้วย  $i$  คูณกับจำนวนรอบในการขนส่งกล้วยจากเกษตรกรผู้ปลูกกล้วย  $i$  ไปยังพ่อค้าส่ง  $j$  (ซึ่งจำนวนรอบนั้นหาได้จาก ปริมาณการขนส่ง หารด้วยพิกัดบรรทุกของยานพาหนะ)

$$\sum_{i=1}^S \sum_{j=1}^V \frac{Co}{Cu} \frac{X_{ij}}{L} D_{ji}$$

2) ค่าใช้จ่ายในการขนส่ง จากแหล่งแปรรูปกล้วย  $k$  ไปยังพ่อค้าส่ง  $j$  โดยคำนวณได้จากผลรวมของค่าน้ำมันเชื้อเพลิงเมื่อไม่มีการบรรทุก (ซึ่งได้มาจาก ราคา น้ำมันเชื้อเพลิง หารด้วย



ไปยังพ่อค้าส่ง  $j$  (ซึ่งจำนวนรอบนั้นหาได้จาก ปริมาณการขนส่งหารด้วยพิกัดบรรทุกของยานพาหนะ)

$$\sum_{j=1}^V \sum_{k=1}^P \frac{Co}{Cu} \frac{X_{jk}}{L} D_{kj}$$

สำหรับเงื่อนไข และตัวแปรตัดสินใจ ยังคงใช้เหมือนกับแบบจำลองคณิตศาสตร์ที่

4.3.1 ไม่มีการเพิ่มเติมหรือเปลี่ยนแปลงใดๆ

#### ข้อมูลพารามิเตอร์

ข้อมูลในส่วนที่เป็นระยะทาง ความสามารถในการผลิต กำลังการผลิตนั้น ราคาน้ำมันเชื้อเพลิง พิกัดบรรทุก ยังคงใช้ค่าเดิมเหมือนแบบจำลองคณิตศาสตร์ที่ 4.3.1 ส่วนข้อมูลที่เปลี่ยนแปลงไปมีดังนี้

1. ราคาน้ำมันดีเซล(DIESEL-TAX) ของบริษัท ปตท.จำกัด มหาชน ณ. วันที่ 14 เมษายน 2553 (Co)	29.89	บาท/ลิตร
2. กำหนดให้อัตราการบริโภคน้ำมันเชื้อเพลิงของรถกระบะ 4 ล้อ เมื่อมีการบรรทุกเต็มพิกัดบรรทุก เท่ากับ (C)	8	กม./ลิตร
3. กำหนดให้อัตราการบริโภคน้ำมันเชื้อเพลิงของรถกระบะ 4 ล้อ เมื่อไม่มีการบรรทุก เท่ากับ (C <sub>0</sub> )	10	กม./ลิตร
4. ดั่งนั้นรถกระบะ 4 ล้อ เมื่อมีการบรรทุกเต็มพิกัดบรรทุก จะเสียค่าน้ำมันเชื้อเพลิงกี่ โหลเมตรละ (C <sub>0</sub> /C)	3.736	บาท
5. ดั่งนั้นรถกระบะ 4 ล้อ เมื่อไม่มีการบรรทุก จะเสียค่าน้ำมันเชื้อเพลิงกี่ โหลเมตรละ	2.989	บาท
6. กำหนดให้รถกระบะ 4 ล้อ มีพิกัดบรรทุก เท่ากับ	2	ตัน

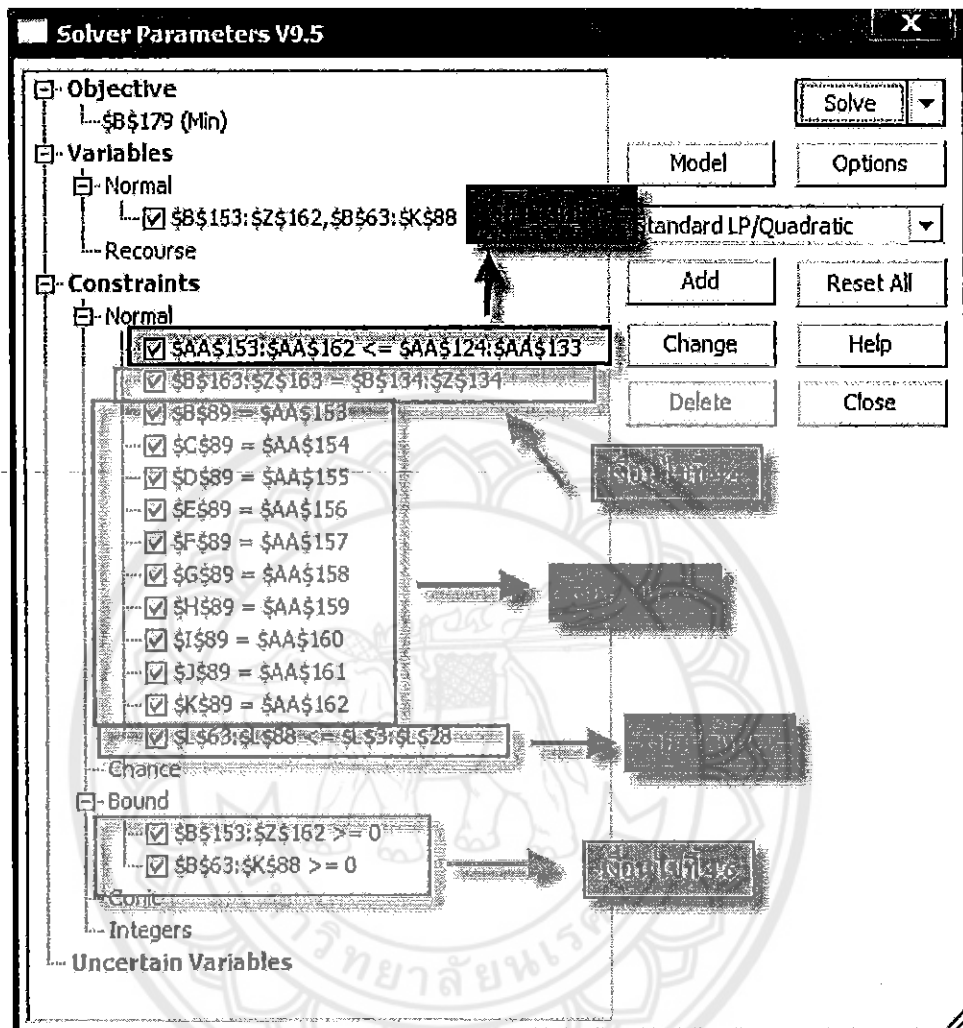
รูปที่ 4.11 แสดงข้อมูลพารามิเตอร์ที่เพิ่มขึ้นจากแบบจำลองคณิตศาสตร์ที่ 4.3.1

ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ผลการทดลอง

เนื่องจากข้อมูลที่กรอกลงไป ใน โปรแกรม Risk Solver Platform Microsoft Excel Version 9.6 ในแบบจำลองคณิตศาสตร์ที่ 4.3.2 นี้ เหมือนกันกับแบบจำลองคณิตศาสตร์ที่ 4.3.1 ทุกประการ เนื่องมาจากการที่มีสมการเงื่อนไขเหมือนกัน และ โครงสร้างของสมการเป้าหมายก็คล้ายคลึงกัน เพียงแต่แบบจำลองคณิตศาสตร์ที่ 4.3.2 นั้นมีการเพิ่มพจน์ของค่าเชื้อเพลิงในเที่ยวกลับ ซึ่งการ

คำนวณค่าเชิงเพลิงในเทียวกลับนั้นก็ใช้ฟังก์ชันในโปรแกรม Microsoft Excel 2003 ช่วยในการคำนวณ

ข้อมูลที่กรอกลงไปโปรแกรม Risk Solver Platform Microsoft Excel Version 9.6



รูปที่ 4.12 แสดงข้อมูลที่กรอกลงไปโปรแกรม โปรแกรม Risk Solver Platform Microsoft Excel Version 9.6

จากข้อมูลสามารถสร้างเป็นตารางแสดงคำอธิบายค่าต่างๆ ในโปรแกรม Risk Solver Platform V.9.6 for Microsoft Excel ได้ดังนี้

ตารางที่ 4.5 คำอธิบายค่าต่างๆ ในโปรแกรม Risk Solver Platform V.9.6 for Microsoft Excel ใน ส่วนของแบบจำลองคณิตศาสตร์ที่ 4.3.2

Field in Solver Parameters	ค่าที่ป้อนเข้าไป	สมการ	คำอธิบาย
Set Target Cell (Objective)	\$B\$179	4.7	เป็นการหาค่าน้ำมันเชื้อเพลิงในการขนส่ง
Equal To	Min		เป็นการหาค่าตอบที่ต่ำที่สุด
By Changing Cell (Variables)	\$B\$153:\$Z\$162, \$B\$63:\$K\$88		เพื่อทราบค่าปริมาณการขนส่งกล้วยที่เหมาะสมควรมีปริมาณเท่าไรและไปขนส่งไปจุดใดบ้าง
Constraints (Subject to)	\$L\$63:\$L\$88 <= \$L\$3:\$L\$28	4.2	ปริมาณการขนส่งกล้วยจาก $i$ ไป $j$ ต้องไม่เกินผลผลิตกล้วยที่ $i$ ปลูกได้
Constraints (Subject to)	\$AA\$153:\$AA\$162 <= \$AA\$124:\$AA\$133	4.3	ปริมาณการขนส่งกล้วยจาก $i$ ไป $k$ ต้องไม่เกินความสามารถในการรับซื้อของ $j$
Constraints (Subject to)	\$B\$163:\$Z\$163 = \$B\$134:\$Z\$134	4.4	ปริมาณการขนส่งกล้วยจาก $i$ ไป $k$ ต้องเท่ากับกำลังการผลิตของ $k$
Constraints (Subject to)	\$B\$89 Copy to \$K\$89 = \$AA\$153 Copy to \$AA\$162	4.5	ปริมาณการขนส่งกล้วยจาก $i$ ไป $j$ จะต้องเท่ากับ ปริมาณการขนส่งกล้วยจาก $j$ ไป $k$
Constraints (Subject to)	\$B\$153:\$Z\$162, \$B\$63:\$K\$88 >= 0	4.6	เป็นสมการบังคับตัวแปรตัดสินใจ

จากการใช้โปรแกรม Risk Solver Platform Microsoft Excel Version 9.6 เพื่อใช้ในการหาคำตอบของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ จากการประมวลผลพบว่าผลรวมของค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการ

ขนส่งจากเกษตรกรผู้ปลูกกล้วยไปยังพ่อค้าส่ง และจากพ่อค้าส่ง ไปยังแหล่งแปรรูปกล้วย และ ปริมาณการไหลของกล้วยที่ขนส่งในแต่ละโหนด จะได้ค่าดังต่อไปนี้

1) ค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการขนส่งทั้งเที่ยวไปและเที่ยวกลับอันเนื่องมาจากค่าน้ำมันเชื้อเพลิง จากเกษตรกรผู้ปลูกกล้วยไปยังพ่อค้าส่ง และจากพ่อค้าส่งไปยังแหล่งแปรรูปกล้วย ที่ค่าใช้จ่ายที่ต่ำที่สุด คือ 79,720.441 บาท ดังแสดงในรูปที่ 4.13

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
168		0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
169		2.000	0.000	0.000	0.000	11.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
170		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
171		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	24.000
172		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	20.000
173		0.000	0.000	0.000	3.000	0.000	2.000	1.000	2.000	0.000	6.000
174		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
175		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
176		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
177		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
178											
179			150387.738								
180	ค่าคอมที่ต่ำที่สุด		Min Z =	79720.441	บาท						
181											
182											

รูปที่ 4.13 แสดงจำนวนค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการขนส่งอันเนื่องมาจากค่าน้ำมันเชื้อเพลิงทั้งเที่ยวไปและ กลับ จากเกษตรกรผู้ปลูกกล้วยไปยังพ่อค้าส่ง และจากพ่อค้าส่งไปยังแหล่งแปรรูป

2) ปริมาณการไหลของกล้วย และจำนวนรอบที่ใช้ในการขนส่ง จากเกษตรกรผู้ปลูกกล้วยไปยังพ่อค้าส่ง และจากพ่อค้าส่งไปยังแหล่งแปรรูปยังคงมีค่าเท่ากับ แบบจำลองคณิตศาสตร์ที่ 4.3.1 4.3.3 แบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อหาต้นทุนค่าเชื้อเพลิงในการขนส่งทั้งเที่ยวไปและเที่ยวกลับที่ต่ำที่สุดโดยมีการคิดต้นทุนค่าจ้างพนักงานขับรถ

แบบจำลองคณิตศาสตร์ในหัวข้อนี้มีการเพิ่มเติมการคำนวณ โดยได้จัดให้มีการคิดต้นทุนของ ค่าจ้างพนักงานขับรถเพิ่มขึ้น กล่าวคือในการคิดค่าจ้างพนักงานขับรถนั้นจะคิดโดยการเหมาค่าจ้าง ต่อรอบของการขนส่ง ซึ่งเป็นการคิดค่าจ้างรวมระยะทางในเส้นทางทั้งเที่ยวไปและเที่ยวกลับ ใน สถานการณ์นี้คงยังมีการคิดต้นทุนค่าเชื้อเพลิงในการวิ่งของรถเที่ยวกลับ ฉะนั้นแล้วสถานการณ์นี้ จึงมีสมมติฐาน พารามิเตอร์ และสมการเป้าหมายที่เพิ่มเติมจากแบบจำลองคณิตศาสตร์ก่อนหน้า ดังนี้

**สมมติฐาน**

1) กำหนดให้ยานพาหนะที่ใช้ในการขนส่งคือรถกระบะ 4 ล้อ มีการบรรทุกทุกเต็มพิกัดความจุ 2 ตัน และกำหนดอัตราค่าจ้างของพนักงานขับรถคือ 100 บาท/รอบ และอัตราค่าจ้างพนักงานขับรถ นั้นเป็นอัตราเดียวกันหมด ซึ่งอัตราค่าจ้างที่วานี้ได้รวมการเดินทางไปส่งสินค้าและเดินทางกลับมา ยังจุดต้นทางแล้ว

2) กำหนดให้เส้นทางที่จะทำการขนส่งสินค้านั้นมียานพาหนะอยู่แล้ว มิได้ทำการเช่ามาจากแหล่งอื่นแต่อย่างใด

#### พารามิเตอร์ (Parameters)

$L$  = พิกัดบรรทุกของยานพาหนะที่ใช้ในการบรรทุกกล้วยน้ำว้า (ตัน)

$C_e$  = ค่าใช้จ่ายในการจ้างพนักงานขับรถ (บาท/รอบ)

#### ตัวแปรตัดสินใจ (Decision Variable)

ตัวแปรตัดสินใจยังคงใช้เหมือนกับแบบจำลองคณิตศาสตร์ที่ 4.3.2

#### Verbal model

เพื่อหาปริมาณการขนส่งกล้วยน้ำว้าที่เหมาะสม จากเกษตรกรผู้ปลูกกล้วย  $i$  ไปยังพ่อค้าส่ง  $j$  และจากพ่อค้าส่ง  $j$  ไปยังแหล่งแปรรูปกล้วย  $k$  เพื่อให้ค่าใช้จ่ายในการขนส่งทั้งหมดต่ำสุด และทำให้การขนส่งกล้วยน้ำว้าเป็นไปตามข้อกำหนด สิ่งเพิ่มเติมจากแบบจำลองคณิตศาสตร์ที่ 4.3.2 คือค่าใช้จ่ายในการจ้างพนักงานขับรถ ซึ่งจะถูกรวมเข้ามาเป็นค่าใช้จ่ายในการขนส่งทั้งหมดด้วย

#### Minimizes :

(ค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง  $\times$  ระยะทางจากเกษตรกรผู้ปลูกกล้วยไปยังพ่อค้าส่ง  $\times$  รอบในการขนส่งจากเกษตรกรผู้ปลูกกล้วยไปยังพ่อค้าส่ง) + (ค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง  $\times$  ระยะทางจากพ่อค้าส่งไปยังแหล่งแปรรูป  $\times$  รอบในการขนส่งจากพ่อค้าส่งไปยังแหล่งแปรรูปกล้วย) + (ค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงเมื่อไม่มีการบรรทุก  $\times$  ระยะทางจากพ่อค้าส่งไปยังเกษตรกรผู้ปลูกกล้วย  $\times$  รอบในการขนส่งจากเกษตรกรผู้ปลูกกล้วยไปยังพ่อค้าส่ง) + (ค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงเมื่อไม่มีการบรรทุก  $\times$  ระยะทางจากแหล่งแปรรูปกล้วยไปยังพ่อค้าส่ง  $\times$  รอบในการขนส่งจากพ่อค้าส่งไปยังแหล่งแปรรูปกล้วย) + (ค่าใช้จ่ายในการจ้างพนักงานขับรถ  $\times$  รอบในการขนส่งจากเกษตรกรผู้ปลูกกล้วยไปยังพ่อค้าส่ง) + (ค่าใช้จ่ายในการจ้างพนักงานขับรถ  $\times$  รอบในการขนส่งจากพ่อค้าส่งไปยังแหล่งแปรรูป)

#### Subject to :

ข้อจำกัดยังคงเหมือนแบบจำลองคณิตศาสตร์ที่ 4.3.2

#### สมการเป้าหมาย (Objective function)

สมการเป้าหมายเป็นผลรวมของค่าใช้จ่ายที่ใช้สำหรับการขนส่งกล้วยน้ำว้า จากเกษตรกรผู้ปลูกกล้วย  $i$  ไปยังพ่อค้าส่ง  $j$  (บาท) ผลรวมของค่าใช้จ่ายที่ใช้สำหรับการขนส่งกล้วยน้ำว้าจากพ่อค้าส่ง  $j$  ไปยังแหล่งแปรรูปกล้วย  $k$  (บาท) ผลรวมของค่าใช้จ่ายที่ใช้สำหรับการเดินทางในเที่ยวกลับจากพ่อค้าส่ง  $j$  ไปยังเกษตรกรผู้ปลูกกล้วย  $i$  (บาท) ผลรวมของค่าใช้จ่ายที่ใช้สำหรับการเดินทาง

สมการเป้าหมายเป็นผลรวมของค่าใช้จ่ายที่ใช้สำหรับการขนส่งกล้วยน้ำว้า จากเกษตรกรผู้ปลูกกล้วย  $i$  ไปยังพ่อค้าส่ง  $j$  (บาท) ผลรวมของค่าใช้จ่ายที่ใช้สำหรับการขนส่งกล้วยน้ำว้าจากพ่อค้าส่ง  $j$  ไปยังแหล่งแปรรูปกล้วย  $k$  (บาท) ผลรวมของค่าใช้จ่ายที่ใช้สำหรับการเดินทางในเที่ยวกลับจากพ่อค้าส่ง  $j$  ไปยังเกษตรกรผู้ปลูกกล้วย  $i$  (บาท) ผลรวมของค่าใช้จ่ายที่ใช้สำหรับการเดินทางในเที่ยวกลับจากแหล่งแปรรูปกล้วย  $k$  ไปยังพ่อค้าส่ง  $j$  (บาท) ผลรวมของค่าจ้างพนักงานขับรถจากเกษตรกรผู้ปลูกกล้วย  $i$  ไปยังพ่อค้าส่ง  $j$  (บาท) และผลรวมของค่าจ้างพนักงานขับรถจากพ่อค้าส่ง  $j$  ไปยังแหล่งแปรรูป  $k$  (บาท) ดังแสดงในสมการที่ 4.8

$$\begin{aligned} \text{Min}Z = & \sum_{i=1}^S \sum_{j=1}^V \frac{Co}{C} \frac{X_{ij}}{L} D_{ij} + \sum_{j=1}^V \sum_{k=1}^P \frac{Co}{C} \frac{X_{jk}}{L} D_{jk} + \sum_{i=1}^S \sum_{j=1}^V \frac{Co}{Cu} \frac{X_{ij}}{L} D_{ji} + \\ & \sum_{j=1}^V \sum_{k=1}^P \frac{Co}{Cu} \frac{X_{jk}}{L} D_{kj} + \sum_{i=1}^S \sum_{j=1}^V \frac{X_{ij}}{L} Ce + \sum_{j=1}^V \sum_{k=1}^P \frac{X_{jk}}{L} Ce \end{aligned} \quad (4.8)$$

จากสมการเป้าหมายข้างต้นสามารถลดรูปสมการได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{Min}Z = & \frac{Co}{C * L} \left( \sum_{i=1}^S \sum_{j=1}^V X_{ij} D_{ij} + \sum_{j=1}^V \sum_{k=1}^P X_{jk} D_{jk} \right) + \frac{Co}{Cu * L} \left( \sum_{i=1}^S \sum_{j=1}^V X_{ij} D_{ji} + \sum_{j=1}^V \sum_{k=1}^P X_{jk} D_{kj} \right) \\ & + \frac{Ce}{L} \left( \sum_{i=1}^S \sum_{j=1}^V X_{ij} + \sum_{j=1}^V \sum_{k=1}^P X_{jk} \right) \end{aligned}$$

ซึ่งจะมีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นจากสมการก่อนหน้าดังนี้

1) ค่าใช้จ่ายในการจ้างพนักงานขับรถจากเกษตรกรผู้ปลูกกล้วย  $i$  ไปยังพ่อค้าส่ง  $j$  โดยค่าจ้างของพนักงานขับรถขึ้นอยู่กับจำนวนของรอบการขนส่ง และจำนวนของรอบการขนส่งนั้นหามาได้จาก (นำปริมาณกล้วยที่ต้องขนส่งหารด้วยพิสัยบรรทุกของยานพาหนะ)

$$\sum_{i=1}^S \sum_{j=1}^V \frac{X_{ij}}{L} Ce$$

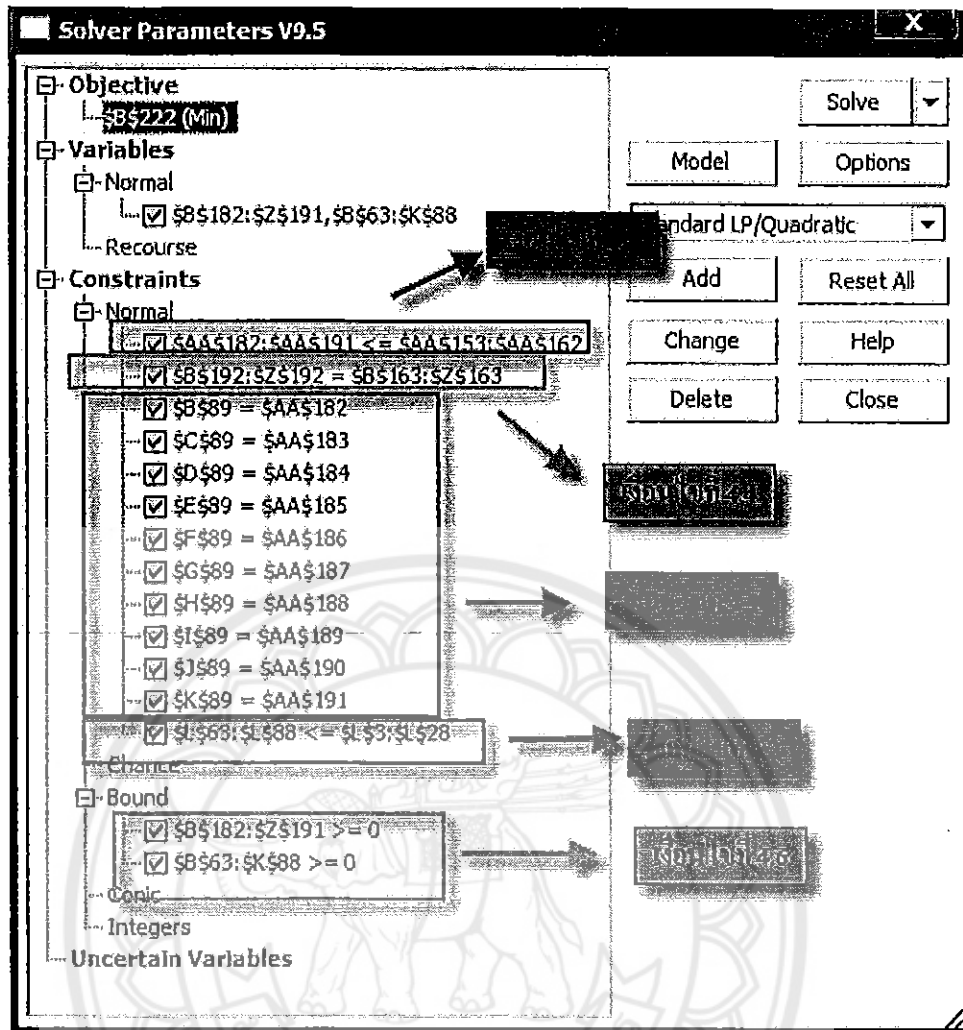
1. ราคาน้ำมันดีเซล(DEL-TAX) ของบริษัท ปตท.จำกัด มหาชน			
ณ. วันที่ 14 เมษายน 2553 (Co)	29.89	บาท/ลิตร	
2. กำหนดให้อัตราการบริโภคน้ำมันเชื้อเพลิงของรถกระบะ 4 ล้อ เมื่อมีการบรรทุกเต็มพิกัดบรรทุก			
เท่ากับ (C)	8	กม./ลิตร	
3. กำหนดให้อัตราการบริโภคน้ำมันเชื้อเพลิงของรถกระบะ 4 ล้อ เมื่อไม่มีการบรรทุก			
เท่ากับ (C <sub>u</sub> )	10	กม./ลิตร	
4. ดึงน้ำมันรถกระบะ 4 ล้อ เมื่อมีการบรรทุกเต็มพิกัดบรรทุก			
จะเสียน้ำมันเชื้อเพลิงกี่ลิตรต่อระยะ(C <sub>u</sub> /C)	3.736	บาท	
5. ดึงน้ำมันรถกระบะ 4 ล้อ เมื่อไม่มีการบรรทุก			
จะเสียน้ำมันเชื้อเพลิงกี่ลิตรต่อระยะ(C <sub>u</sub> /C)	2.989	บาท	
6. กำหนดให้รถกระบะ 4 ล้อ มีพิกัดบรรทุก			
เท่ากับ (L)	2	ตัน	
7. กำหนดให้อัตราค่าจ้างของพนักงานขับรถ			
เท่ากับ (C <sub>e</sub> )	100	บาท/รอบ	

รูปที่ 4.14 แสดงข้อมูลพารามิเตอร์ที่เพิ่มขึ้นจากแบบจำลองที่ 4.3.2

ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ผลการทดลองทดลอง

เนื่องจากข้อมูลที่กรอกลงไปโปรแกรม Risk Solver Platform Microsoft Excel Version 9.6 ในแบบจำลองคณิตศาสตร์ที่ 4.3.3 นี้เหมือนกันกับแบบจำลองคณิตศาสตร์ที่ 4.3.2 ทุกประการ เนื่องมาจากการที่มีสมการเงื่อนไขเหมือนกัน และโครงสร้างของสมการเป้าหมายก็คล้ายคลึงกัน เพียงแต่แบบจำลองคณิตศาสตร์ที่ 4.3.3 นั้นมีการเพิ่มพจน์ของค่าจ้างพนักงานขับรถ ซึ่งการคำนวณค่าจ้างพนักงานนั้นก็ใช้ฟังก์ชันในโปรแกรม Microsoft Excel 2003 ช่วยในการคำนวณ

ข้อมูลที่กรอกลงไปโปรแกรม Risk Solver Platform Microsoft Excel Version 9.6



รูปที่ 4.15 แสดงข้อมูลที่กรอกลงไปโปรแกรม โปรแกรม Risk Solver Platform Microsoft Excel Version 9.6

จากข้อมูลสามารถสร้างเป็นตารางแสดงคำอธิบายค่าต่างๆ ใน โปรแกรม Risk Solver Platform V.9.6 for Microsoft Excel ได้ดังนี้



ตารางที่ 4.6 คำอธิบายค่าต่างๆ ใน โปรแกรม Risk Solver Platform V.9.6 for Microsoft Excel ใน ส่วนของแบบจำลองคณิตศาสตร์ที่ 4.3.3

Field in Solver Parameters	ค่าที่ป้อนเข้าไป	สมการ	คำอธิบาย
Set Target Cell (Objective)	\$B\$222	4.8	เป็นการหาค่าน้ำมันเชื้อเพลิงในการขนส่ง
Equal To	Min		เป็นการหาค่าตอบที่ต่ำที่สุด
By Changing Cell (Variables)	\$B\$182:\$Z\$191; \$B\$63:\$K\$88		เพื่อทราบค่าปริมาณการขนส่งด้วยที่เหมาะสมควรมีปริมาณเท่าไรและขนส่งไปจุดใดบ้าง
Constraints (Subject to)	\$L\$63:\$L\$88 <= \$L\$3:\$L\$28	4.2	ปริมาณการขนส่งด้วยจาก $i$ ไป $j$ ต้องไม่เกินผลผลิตด้วยที่ $i$ ปลูกได้
Constraints (Subject to)	\$B\$89:\$K\$89 <= \$B\$29:\$B\$29	4.3	ปริมาณการขนส่งด้วยจาก $i$ ไป $j$ ต้องไม่เกินความสามารถในการรับซื้อด้วยของ $j$
Constraints (Subject to)	\$AA\$182:\$AA\$191 <= \$AA\$153:\$AA\$162	4.4	ปริมาณการขนส่งด้วยจาก $j$ ไป $k$ ต้องไม่เกินความสามารถในการรับซื้อของ $j$
Constraints (Subject to)	\$B\$192:\$Z\$192 = \$B\$163:\$Z\$163	4.5	ปริมาณการขนส่งด้วยจาก $j$ ไป $k$ ต้องเท่ากับกำลังการผลิตของ $k$
Constraints (Subject to)	\$B\$89 Copy to \$K\$89 = \$AA\$182 Copy to \$AA\$196	4.6	ปริมาณการขนส่งด้วยจาก $i$ ไป $j$ จะต้องเท่ากับ ปริมาณการขนส่งด้วยจาก $j$ ไป $k$
Constraints (Subject to)	\$B\$182:\$Z\$191 , \$B\$63:\$K\$88 >= 0	4.7	เป็นสมการบังคับกับตัวแปรตัดสินใจ

จากการใช้โปรแกรม Risk Solver Platform Microsoft Excel Version 9.6 เพื่อใช้ในการหาคำตอบของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ จากการประมวลผลพบว่าผลรวมของค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการขนส่งจากเกษตรกรผู้ปลูกกล้วยไปยังพ่อค้าส่ง และจากพ่อค้าส่ง ไปยังแหล่งแปรรูปกล้วย และปริมาณการไหลของกล้วยที่ขนส่งในแต่ละโหนด จะได้ค่าดังต่อไปนี้

1) ค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการขนส่งอันเนื่องมาจากค่าน้ำมันเชื้อเพลิงรวมกับค่าจ้างพนักงานขับรถ จากเกษตรกรผู้ปลูกกล้วย ไปยังพ่อค้าส่ง และจากพ่อค้าส่งไปยังแหล่งแปรรูปกล้วย ที่ค่าใช้จ่ายที่ต่ำที่สุด คือ 134,120.441 บาท ดังแสดงในรูปที่ 4.16

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
211	2 ค่ารถบรรทุก 2 คัน	200,000	0.000	0.000	0.000	1,120,000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
212	3 ค่ารถบรรทุก 3 คัน	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
213	4 ค่ารถบรรทุก 4 คัน	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
214	5 ค่ารถบรรทุก 5 คัน	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
215	6 ค่ารถบรรทุก 6 คัน	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
216	7 ค่ารถบรรทุก 7 คัน	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
217	8 ค่ารถบรรทุก 8 คัน	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
218	9 ค่ารถบรรทุก 9 คัน	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
219	10 ค่ารถบรรทุก 10 คัน	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
220											
221											
222		150,387.738	54,400.000								
223											
224	คำตอบที่ดีที่สุด										
225											

รูปที่ 4.16 แสดงจำนวนค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการขนส่งอันเนื่องมาจากค่าน้ำมันเชื้อเพลิงทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกลับรวมกับค่าจ้างพนักงานขับรถจากเกษตรกร ไปยังพ่อค้าส่ง และจากพ่อค้าส่ง ไปยังแหล่งแปรรูป

2) ปริมาณการไหลของกล้วย และจำนวนรอบที่ใช้ในการขนส่ง จากเกษตรกรผู้ปลูกกล้วย ไปยังพ่อค้าส่ง และจากพ่อค้าส่งไปยังแหล่งแปรรูปยังคงมีค่าเท่ากับ แบบจำลองคณิตศาสตร์ที่ 4.3.2

#### 4.4 การวิเคราะห์ความไว (Sensitivity analysis)

วิเคราะห์เพื่อทดสอบผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หลังจากการคำนวณจนได้คำตอบที่เหมาะสมที่สุดแล้ว เนื่องจากคำตอบที่เหมาะสมที่สุดที่เราหาได้นั้น เป็นคำตอบที่เกิดจากการที่ประมาณค่าพารามิเตอร์บางตัว ซึ่งในชีวิตจริงค่าพารามิเตอร์เหล่านั้นอาจเปลี่ยนแปลงได้เสมอ

##### การวิเคราะห์ความไว โมเดลที่ 1

จากการประมวลผลโดยการใช้โปรแกรม Risk Solver Platform Microsoft Excel Version 9.6 ได้คำตอบที่เหมาะสมที่สุดคือ 83,548.743 บาท และได้ใช้โปรแกรม Risk Solver Platform ประมวลผลเพื่อให้ได้ Answer Report (แสดงดังรูปที่ 4.15 ) คือรายงานที่แสดงรายละเอียด โดย

สรุปของโมเดล ที่ใช้ Solver ทำการหาคำตอบที่ดีที่สุด และ Sensitivity Report (แสดงดังรูปที่ 4.16) คือ รายงานการวิเคราะห์ความไวของโปรแกรมเชิงเส้นตรง เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเพิ่มเติมหลังจากที่ได้คำตอบที่ดีที่สุดแล้ว เพื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในสมการเป้าหมายหรือการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของค่าคงที่ ด้านขวามือของสมการข้อจำกัด (Constrains Hand Side)

Microsoft Excel 11.0 Answer Report  
 Worksheet: [Solver...xls]โมเดลที่1  
 Report Created: 25/4/2553 12:55:41  
 Result: Solver found a solution. All constraints and optimality conditions are satisfied.  
 Engine: Standard LP/Quadratic  
 Solution Time: 00 Seconds  
 Iterations: 0  
 Subproblems: 0  
 Incumbent Solutions: 0

Objective Cell (Min)				
Cell	Name	Original Value	Final Value	
\$B\$132		83548.74321	83548.74321	

Decision Variable Cells				
Cell	Name	Original Value	Final Value	Type
\$B\$106	1. ตลาดไทยเจริญ ต.วัดโบสถ์ อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก	0.000	0.000	Normal
\$C\$106	1. ตลาดไทยเจริญ ต.วัดโบสถ์ อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก	1.200	1.200	Normal
\$D\$106	1. ตลาดไทยเจริญ ต.วัดโบสถ์ อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก	0.840	0.840	Normal
\$E\$106	1. ตลาดไทยเจริญ ต.วัดโบสถ์ อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก	0.000	0.000	Normal
\$F\$106	1. ตลาดไทยเจริญ ต.วัดโบสถ์ อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก	0.000	0.000	Normal
\$G\$106	1. ตลาดไทยเจริญ ต.วัดโบสถ์ อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก	0.000	0.000	Normal
\$H\$106	1. ตลาดไทยเจริญ ต.วัดโบสถ์ อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก	0.000	0.000	Normal
\$I\$106	1. ตลาดไทยเจริญ ต.วัดโบสถ์ อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก	0.000	0.000	Normal
\$J\$106	1. ตลาดไทยเจริญ ต.วัดโบสถ์ อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก	0.000	0.000	Normal
\$K\$106	1. ตลาดไทยเจริญ ต.วัดโบสถ์ อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก	0.000	0.000	Normal
\$L\$106	1. ตลาดไทยเจริญ ต.วัดโบสถ์ อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก ผลผลิตกล้วยที่			
\$L\$106	เกษตรกรปลูกได้CPI (ตัน)	0.000	0.000	Normal
\$M\$106	1. ตลาดไทยเจริญ ต.วัดโบสถ์ อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก	0.000	0.000	Normal
\$N\$106	1. ตลาดไทยเจริญ ต.วัดโบสถ์ อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก	0.000	0.000	Normal

รูปที่ 4.17 แสดง Answer Report1

Cell	Name	Cell Value	Formula	Status	Slack
\$AA\$106	1. ตลาดไทยเจริญ ต.วัดโบสถ์ อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก ความสามารถในการรับซื้อกล้วย ของพ่อค้าส่งCPj (ต้น)	20.53	\$AA\$106<=\$AA\$93	Not Binding	143.932
\$AA\$107	2. ตลาดรวมใจ ต.ในเมือง อ.เมือง จ.พิษณุโลก ความสามารถในการรับซื้อกล้วย ของพ่อค้าส่งCPj (ต้น)	107.488	\$AA\$107<=\$AA\$94	Not Binding	56.974
\$AA\$108	3. ตลาดสี่แยกอินโดจีน ต.สมอแข อ.เมือง จ.พิษณุโลก ความสามารถในการรับซื้อกล้วย ของพ่อค้าส่งCPj (ต้น)	164.462	\$AA\$108<=\$AA\$95	Binding	0
\$AA\$109	4. ตลาดสดเทศบาล 2 อ.เมืองพิจิตร จ.พิจิตร ความสามารถในการรับซื้อกล้วย ของพ่อค้าส่งCPj (ต้น)	46.99	\$AA\$109<=\$AA\$96	Binding	0
\$AA\$110	5. ส่วนสะพานหิน อ.คชพนาหิน จ.พิจิตร ความสามารถในการรับซื้อกล้วย ของพ่อค้าส่งCPj (ต้น)	46.99	\$AA\$110<=\$AA\$97	Binding	0
\$AA\$111	6. ส่วนลสาเหล็ก อ.สากเหล็ก จ.พิจิตร ความสามารถในการรับซื้อกล้วย ของพ่อค้าส่งCPj (ต้น)	40.43	\$AA\$111<=\$AA\$98	Not Binding	6.56
\$AA\$112	7. ศูนย์ชัย ต.ธานี อ.เมืองสุโขทัย จ.สุโขทัย ความสามารถในการรับซื้อกล้วย ของพ่อค้าส่งCPj (ต้น)	33.55	\$AA\$112<=\$AA\$99	Not Binding	13.44
\$AA\$113	8. ศูนย์อ ต.ธานี อ.เมืองสุโขทัย จ.สุโขทัย ความสามารถในการรับซื้อกล้วย ของพ่อค้าส่งCPj (ต้น)	0	\$AA\$113<=\$AA\$100	Not Binding	46.99
\$AA\$114	9. หน้าวัดราชธานี ต.เมือง อ.เมืองสุโขทัย จ.สุโขทัย ความสามารถในการรับซื้อกล้วย ของพ่อค้าส่งCPj (ต้น)	39.95	\$AA\$114<=\$AA\$101	Not Binding	7.04
\$AA\$115	10. สี่แยกกรมการทหารไทย ต.ธานี อ.เมืองสุโขทัย จ.สุโขทัย ความสามารถในการรับซื้อกล้วย ของพ่อค้าส่งCPj (ต้น)	16	\$AA\$115<=\$AA\$102	Not Binding	30.99

รูปที่ 4.17 แสดง Answer Report1 (ต่อ)

Microsoft Excel 11.0 Sensitivity Report  
Worksheet: [Solver....xls]โมเดลที่1  
Report Created: 25/4/2553 12:55:44

Objective Cell (Mn)

Cell	Name	Final Value
\$B\$132		83548.74321

Decision Variable Cells

Cell	Name	Final Value	Reduced Cost	Objective Coefficient	Allowable Increase	Allowable Decrease
\$B\$106	1. ตลาดไทยเจริญ ต.วัดโบสถ์ อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก	0.000	67.626	101.999625	1E+30	67.626125
\$C\$106	1. ตลาดไทยเจริญ ต.วัดโบสถ์ อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก	1.200	0.000	297.031875	110.9666251	1E+30
\$D\$106	1. ตลาดไทยเจริญ ต.วัดโบสถ์ อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก	0.840	0.000	105.735875	20.1757501	1E+30
\$E\$106	1. ตลาดไทยเจริญ ต.วัดโบสถ์ อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก	0.000	77.340	213.339875	1E+30	77.340375
\$F\$106	1. ตลาดไทยเจริญ ต.วัดโบสถ์ อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก	0.000	77.340	171.12025	1E+30	77.340375
\$G\$106	1. ตลาดไทยเจริญ ต.วัดโบสถ์ อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก	0.000	101.626	221.93325	1E+30	101.626
\$H\$106	1. ตลาดไทยเจริญ ต.วัดโบสถ์ อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก	0.000	101.626	221.93325	1E+30	101.626
\$I\$106	1. ตลาดไทยเจริญ ต.วัดโบสถ์ อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก	0.000	174.483	267.141875	1E+30	174.482875
\$J\$106	1. ตลาดไทยเจริญ ต.วัดโบสถ์ อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก	0.000	325.427	407.25125	1E+30	325.427375
\$K\$106	1. ตลาดไทยเจริญ ต.วัดโบสถ์ อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก	0.000	193.538	307.867	1E+30	193.53775
\$L\$106	1. ตลาดไทยเจริญ ต.วัดโบสถ์ อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก ผลผลิตกล้วยที่ เกษตรกรปลูกได้CPj (ต้น)	0.000	232.395	328.416375	1E+30	232.39475
\$M\$106	1. ตลาดไทยเจริญ ต.วัดโบสถ์ อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก	0.000	192.417	355.317375	1E+30	192.416875
\$N\$106	1. ตลาดไทยเจริญ ต.วัดโบสถ์ อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก	0.000	291.054	349.339375	1E+30	291.053875
\$O\$106	1. ตลาดไทยเจริญ ต.วัดโบสถ์ อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก	0.000	112.088	267.141875	1E+30	112.0875
\$P\$106	1. ตลาดไทยเจริญ ต.วัดโบสถ์ อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก	0.000	355.691	474.50375	1E+30	355.691
\$Q\$106	1. ตลาดไทยเจริญ ต.วัดโบสถ์ อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก	0.000	360.175	295.911	1E+30	360.1745
\$R\$106	1. ตลาดไทยเจริญ ต.วัดโบสถ์ อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก	0.000	331.405	493.185	1E+30	331.405375
\$S\$106	1. ตลาดไทยเจริญ ต.วัดโบสถ์ อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก	0.000	331.405	493.185	1E+30	331.405375
\$T\$106	1. ตลาดไทยเจริญ ต.วัดโบสถ์ อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก	0.000	235.010	290.68025	1E+30	235.010125
\$U\$106	1. ตลาดไทยเจริญ ต.วัดโบสถ์ อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก	0.000	355.691	474.50375	1E+30	355.691

รูปที่ 4.18 แสดง Sensitivity Report1

Constraints						
Cell	Name	Final Value	Shadow Price	Constraint R.H. Side	Allowable Increase	Allowable Decrease
\$AA\$106	1. ตลาดไทยเจริญ ค.วิคโมสต์ อ.วิคโมสต์ จ.พิษณุโลก ความสามารถในการรับซื้อกล้วย ของพ่อค้าส่งCPJ (ตัน)	20.53	0	164.462	1E+30	143.932
\$AA\$107	2. ตลาดรวมใจ ค.ในเมือง อ.เมือง จ.พิษณุโลก ความสามารถในการรับซื้อกล้วย ของพ่อค้าส่งCPJ (ตัน)	107.488	0	164.462	1E+30	56.974
\$AA\$108	3. ตลาดสี่แยกอินโดจีน ค.สมอแแบ อ.เมือง จ.พิษณุโลก ความสามารถในการรับซื้อกล้วย ของพ่อค้าส่งCPJ (ตัน)	164.462	0	164.462	1E+30	0
\$AA\$109	4. ตลาดสดเทศบาล 2 อ.เมืองพิจิตร จ.พิจิตร ความสามารถในการรับซื้อกล้วย ของพ่อค้าส่งCPJ (ตัน)	46.99	-147.20825	46.99	0	3.72
\$AA\$110	5. ตำบลทามทัน อ.ตะพานหิน จ.พิจิตร ความสามารถในการรับซื้อกล้วย ของพ่อค้าส่งCPJ (ตัน)	46.99	0	46.99	1E+30	0
\$AA\$111	6. ตำบลสากเหล็ก อ.สากเหล็ก จ.พิจิตร ความสามารถในการรับซื้อกล้วย ของพ่อค้าส่งCPJ (ตัน)	40.43	0	46.99	1E+30	6.56
\$AA\$112	7. คุณชัย ช.ธานี อ.เมืองสุโขทัย จ.สุโขทัย ความสามารถในการรับซื้อกล้วย ของพ่อค้าส่งCPJ (ตัน)	33.55	0	46.99	1E+30	13.44
\$AA\$113	8. คุณล่อจ ช.ธานี อ.เมืองสุโขทัย จ.สุโขทัย ความสามารถในการรับซื้อกล้วย ของพ่อค้าส่งCPJ (ตัน)	0	0	46.99	1E+30	46.99
\$AA\$114	9. นายวีระชธานี ค.เมือง อ.เมืองสุโขทัย จ.สุโขทัย ความสามารถในการรับซื้อกล้วย ของพ่อค้าส่งCPJ (ตัน)	39.95	0	46.99	1E+30	7.04
\$AA\$115	10. สันเขื่อนอาคารทหารไทย ค.ธานี อ.เมืองสุโขทัย จ.สุโขทัย ความสามารถในการรับซื้อกล้วย ของพ่อค้าส่งCPJ (ตัน)	16	0	46.99	1E+30	30.99

รูปที่ 4.18 แสดง Sensitivity Report1 (ต่อ)

6

จากรูปที่ 4.15 ถึง รูปที่ 4.16 ได้แสดงรายละเอียดต่างๆ ดังนี้

หมายเลขที่ 1 หมายถึง ค่าใช้จ่ายที่ต่ำที่สุดที่ใช้สำหรับการขนส่งกล้วยน้ำว้าอันเนื่องมาจากค่าน้ำมันเชื้อเพลิงคือ 83548.743 บาท

หมายเลขที่ 2 หมายถึง ปริมาณที่เหมาะสมสำหรับการขนส่งกล้วยน้ำว้าไปยังสถานที่ต่างๆ

หมายเลขที่ 3 หมายถึง Constrains ซึ่งสามารถอธิบายรายละเอียดของเซลล์ที่ได้กำหนดข้อจำกัดให้เซลล์ต่างๆเป็นดังนี้

ตัวอย่างเช่น

\$AA\$106 คือปริมาณกล้วยที่ต้องขนส่ง เท่ากับ 20.53 โดยมีข้อจำกัดคือ  $\$AA\$106 \leq \$AA\$93$  ซึ่งทรัพยากรนั้นถูกใช้ไปไม่หมด โดยมีทรัพยากรที่เหลืออยู่เท่ากับ 143.932 (ทำให้ Slack = 143.932 Status เป็น Not Binding

$\$AA\$108 \leq \$AA\$95$  ซึ่งทรัพยากรที่มีอยู่นั้นถูกใช้ไปหมด (ทำให้ Slack เท่ากับ 0 และ Status เป็น Binding

หมายเลขที่ 4 หมายถึง Reduced Cost คือ ค่าที่ใช้วัดความสามารถในการลดต้นทุน โดยถ้าค่า Reduced Cost เป็น 0 ถือว่ามีความสามารถในการลดต้นทุนอยู่แล้ว โดยค่าของ Final Value ถูกใช้ไป แต่ถ้าค่า Final Value เป็น 0 ค่าของ Reduced Cost จะมีมากกว่า 0 แสดงดังตัวอย่างจากรูปที่ 4.16 ในบรรทัดแรกของ Decision Variable Cells จะเห็นได้ว่า มีค่า Final Value เป็น 0 และมีค่า Reduced Cost คือ 67.626 หมายความว่า ปริมาณการขนส่งกล้วยจากเกษตรกรไปยังพ่อค้าส่ง จะมีต้นทุนต่ำที่สุดเมื่อต้นทุนต่อหน่วยของกล้วยน้ำว้าต้องลดลงอย่างน้อย 67.626 บาทต่อตัน แต่ถ้าทำการขนส่ง จะทำให้ต้นทุนเพิ่มขึ้นไป 67.626 บาทต่อการขนส่งกล้วยน้ำว้า 1 ตัน

หมายเลขที่ 5 หมายถึง การเปลี่ยนแปลงในส่วนของต้นทุนค่าน้ำมันเชื้อเพลิงในการขนส่งกล้วยน้ำว้า แสดงดังตัวอย่างจากรูปที่ 4.19 ในบรรทัดแรกของ Decision Variable Cells ค่าของ objective coefficient หมายถึงต้นทุนในการขนส่งกล้วยน้ำว้าปัจจุบันคือ 101.999 บาทต่อตัน ค่าของ Allowable Increase หมายถึงต้นทุนสามารถเพิ่มขึ้นได้อย่างไม่จำกัด หรือลดลงได้ไม่เกิน 67.626 บาทต่อตัน โดยปริมาณการขนส่งกล้วยน้ำว้าจากเกษตรกรยังคงเท่าเดิม ส่วนในบรรทัดที่ 2 ค่าของ Final Value คือ 1.2 ตัน Reduced Cost เท่ากับ 0 มีความสามารถในการลดต้นทุนอยู่แล้ว ค่าของ objective coefficient หมายถึงต้นทุนในการขนส่งกล้วยน้ำว้าปัจจุบันคือ 297.031 บาทต่อตัน ค่าของ Allowable Increase หมายถึงต้นทุนที่สามารถเพิ่มขึ้นได้ คือ 110.966 หรือลดลงได้ไม่จำกัด

หมายเลขที่ 6 หมายถึง Constraints แสดงรายละเอียดของเซลล์ที่เป็นข้อจำกัดที่กำหนดมีรายละเอียดดังนี้

Cell : เซลล์ที่ใช้ในการกำหนดเงื่อนไข ในที่นี้คือ \$AA108\$

Final Value : ค่าสุดท้ายของการคำนวณที่แสดงผลออกมา คือ 164.462

Shadow Price : เป็นการแสดงค่าที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงของสมการเป้าหมาย ในเซลล์นี้ Shadow เท่ากับ 0

Allowable Increase : แสดงค่าสูงสุดที่สามารถเพิ่มขึ้นได้ ในเซลล์นี้หมายถึงค่าสามารถเพิ่มขึ้นได้ อย่างไม่จำกัด

Allowable Decrease : แสดงค่าต่ำสุดที่สามารถลดลงได้ ในเซลล์นี้หมายถึง ค่าสามารถลดลงได้ เท่ากับ 0

การวิเคราะห์ความไว โมเดลที่ 2

จากการประมวลผลโดยการใช้โปรแกรม Risk Solver Platform Microsoft Excel Version 9.6 ได้คำตอบที่เหมาะสมที่สุดคือ 150,387.737 บาท และได้ใช้โปรแกรม Risk Solver Platform ประมวลผลเพื่อให้ได้ Answer Report (แสดงดังรูปที่ 4.17 ) คือรายงานที่แสดงรายละเอียด โดยสรุปของโมเดล ที่ใช้ Solver ทำการหาคำตอบที่ดีที่สุด และ Sensitivity Report (แสดงดังรูปที่ 4.18) คือ รายงานการวิเคราะห์ความไวของโปรแกรมเชิงเส้นตรง เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเพิ่มเติม

หลังจากที่ได้คำตอบที่ดีที่สุดแล้ว เพื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในสมการเป้าหมายหรือการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของค่าคงที่ ด้านขวามือของสมการข้อจำกัด (Constraints Hand Side)

**Microsoft Excel 11.0 Answer Report**

Worksheet: [Solver....xls]ใบเลงที่2

Report Created: 25/4/2553 22:11:53

Result: Solver found a solution. All constraints and optimality conditions are satisfied.

Engine: Standard LP/Quadratic

Solution Time: 00 Seconds

Iterations: 0

Subproblems: 0

Incumbent Solutions: 0

Objective Cell (Min)

Cell	Name	Original Value	Final Value
\$B\$179		150387.7378	150387.7378

Decision Variable Cells

Cell	Name	Original Value	Final Value	Type
\$B\$153	1. ตลาดไทยเจริญ ต.วัดโบสถ์ อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก	0.000	0.000	Normal
\$C\$153	1. ตลาดไทยเจริญ ต.วัดโบสถ์ อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก	1.200	1.200	Normal
\$D\$153	1. ตลาดไทยเจริญ ต.วัดโบสถ์ อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก	0.840	0.840	Normal
\$E\$153	1. ตลาดไทยเจริญ ต.วัดโบสถ์ อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก	0.000	0.000	Normal
\$F\$153	1. ตลาดไทยเจริญ ต.วัดโบสถ์ อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก	0.000	0.000	Normal
\$G\$153	1. ตลาดไทยเจริญ ต.วัดโบสถ์ อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก	0.000	0.000	Normal
\$H\$153	1. ตลาดไทยเจริญ ต.วัดโบสถ์ อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก	0.000	0.000	Normal
\$I\$153	1. ตลาดไทยเจริญ ต.วัดโบสถ์ อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก	0.000	0.000	Normal
\$J\$153	1. ตลาดไทยเจริญ ต.วัดโบสถ์ อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก	0.000	0.000	Normal
\$K\$153	1. ตลาดไทยเจริญ ต.วัดโบสถ์ อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก	0.000	0.000	Normal
\$L\$153	1. ตลาดไทยเจริญ ต.วัดโบสถ์ อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก ผลผลิตกล้วยที่	0.000	0.000	Normal
\$M\$153	เกษตรกรปลูกโคCPi (ตัน)	0.000	0.000	Normal
\$N\$153	1. ตลาดไทยเจริญ ต.วัดโบสถ์ อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก	0.000	0.000	Normal

รูปที่ 4.19 แสดง Answer Report2

Cell	Name	Cell Value	Formula	Status	Slack
\$AA\$153	1. ตลาดไทยเจริญ ต.วัดโบสถ์ อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก ความสามารถในการรับซื้อกล้วย	20.53	\$AA\$153<=\$AA\$124	Not Binding	143.932
\$AA\$154	2. ตลาดรวมใจ ต.โพธิ์ทอง อ.เมือง จ.พิษณุโลก ความสามารถในการรับซื้อกล้วย	107.488	\$AA\$154<=\$AA\$125	Not Binding	56.974
\$AA\$155	3. ตลาดสินยกถิ่นโคเงิน ต.สมอแข อ.เมือง จ.พิษณุโลก ความสามารถในการรับซื้อกล้วย	164.462	\$AA\$155<=\$AA\$126	Binding	0
\$AA\$156	4. ตลาดสดเทศบาล 2 อ.เมืองพิจิตร จ.พิจิตร ความสามารถในการรับซื้อกล้วย	46.99	\$AA\$156<=\$AA\$127	Binding	0
\$AA\$157	5. ผ่าบละพานหิน อ.ตะพานหิน จ.พิจิตร ความสามารถในการรับซื้อกล้วย	46.99	\$AA\$157<=\$AA\$128	Binding	0
\$AA\$158	6. ผ่าบลสะกเหล็ก อ.สากเหล็ก จ.พิจิตร ความสามารถในการรับซื้อกล้วย	40.43	\$AA\$158<=\$AA\$129	Not Binding	6.56
\$AA\$159	7. คุณนันทน์ ต.ธานี อ.เมืองสุโขทัย จ.สุโขทัย ความสามารถในการรับซื้อกล้วย	33.55	\$AA\$159<=\$AA\$130	Not Binding	13.44
\$AA\$160	8. คุณอุบล ต.ธานี อ.เมืองสุโขทัย จ.สุโขทัย ความสามารถในการรับซื้อกล้วย	0	\$AA\$160<=\$AA\$131	Not Binding	46.99
\$AA\$161	9. ท้าววิเศษธานี ต.เมือง อ.เมืองสุโขทัย จ.สุโขทัย ความสามารถในการรับซื้อกล้วย	39.95	\$AA\$161<=\$AA\$132	Not Binding	7.04
\$AA\$162	10. สีนมถนอมคารทหารไทย ต.ธานี อ.เมืองสุโขทัย จ.สุโขทัย ความสามารถในการรับซื้อกล้วย	16	\$AA\$162<=\$AA\$133	Not Binding	30.99

รูปที่ 4.19 แสดง Report2 (ต่อ)

Microsoft Excel 11.0 Sensitivity Report  
Worksheet: [Solver....xls]ใบเคลที่2  
Report Created: 25/4/2553 22:11:57

Objective Cell (Min)

Cell	Name	Final Value
\$B\$179		150387.7378

Decision Variable Cels

Cell	Name	Final Value	Reduced Cost	Objective Coefficient	Allowable Increase	Allowable Decrease
\$B\$153	1. ตลาดไทยเจริญ ต.วัดโบสถ์ อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก	0.000	121.727	183.599325	1E+30	121.727025
\$C\$153	1. ตลาดไทยเจริญ ต.วัดโบสถ์ อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก	1.200	0.000	534.657375	199.7399251	1E+30
\$D\$153	1. ตลาดไทยเจริญ ต.วัดโบสถ์ อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก	0.040	0.000	190.324575	36.3163501	1E+30
\$E\$153	1. ตลาดไทยเจริญ ต.วัดโบสถ์ อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก	0.000	139.213	384.011775	1E+30	139.212675
\$F\$153	1. ตลาดไทยเจริญ ต.วัดโบสถ์ อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก	0.000	139.213	308.01645	1E+30	139.212675
\$G\$153	1. ตลาดไทยเจริญ ต.วัดโบสถ์ อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก	0.000	182.927	399.47985	1E+30	182.9268
\$H\$153	1. ตลาดไทยเจริญ ต.วัดโบสถ์ อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก	0.000	182.927	399.47985	1E+30	182.9268
\$I\$153	1. ตลาดไทยเจริญ ต.วัดโบสถ์ อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก	0.000	314.069	480.855375	1E+30	314.069175
\$J\$153	1. ตลาดไทยเจริญ ต.วัดโบสถ์ อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก	0.000	585.769	733.05225	1E+30	585.769275
\$K\$153	1. ตลาดไทยเจริญ ต.วัดโบสถ์ อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก	0.000	348.368	554.1606	1E+30	348.36795
\$L\$153	1. ตลาดไทยเจริญ ต.วัดโบสถ์ อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก ผลผลิตกล้วยที่	0.000	418.311	591.149475	1E+30	418.31055
\$M\$153	1. ตลาดไทยเจริญ ต.วัดโบสถ์ อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก	0.000	346.350	639.571275	1E+30	346.350375
\$N\$153	1. ตลาดไทยเจริญ ต.วัดโบสถ์ อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก	0.000	523.897	628.810875	1E+30	523.896975
\$O\$153	1. ตลาดไทยเจริญ ต.วัดโบสถ์ อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก	0.000	201.758	480.855375	1E+30	201.7575
\$P\$153	1. ตลาดไทยเจริญ ต.วัดโบสถ์ อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก	0.000	640.244	854.10675	1E+30	640.2438
\$Q\$153	1. ตลาดไทยเจริญ ต.วัดโบสถ์ อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก	0.000	648.314	532.6398	1E+30	648.3141
\$R\$153	1. ตลาดไทยเจริญ ต.วัดโบสถ์ อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก	0.000	596.530	887.733	1E+30	596.529675
\$S\$153	1. ตลาดไทยเจริญ ต.วัดโบสถ์ อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก	0.000	596.530	887.733	1E+30	596.529675
\$T\$153	1. ตลาดไทยเจริญ ต.วัดโบสถ์ อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก	0.000	423.018	523.22445	1E+30	423.018225
\$U\$153	1. ตลาดไทยเจริญ ต.วัดโบสถ์ อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก	0.000	640.244	854.10675	1E+30	640.2438

รูปที่ 4.20 แสดง Sensitivity Report2



Constraints						
Cell	Name	Final Value	Shadow Price	Constraint R.H. Side	Allowable Increase	Allowable Decrease
\$AA\$153	1. ตลาดไทยเจริญ ต.วัดโบสถ์ อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก ความสามารถในการรับซื้อกล้วย	20.53	0	164.462	1E+30	143.932
\$AA\$154	2. ตลาดรวมใจ ต.ในเมือง อ.เมือง จ.พิษณุโลก ความสามารถในการรับซื้อกล้วย	107.488	0	164.462	1E+30	56.974
\$AA\$155	3. ตลาดสี่แยกอินโดจีน ต.สมอแข อ.เมือง จ.พิษณุโลก ความสามารถในการรับซื้อกล้วย	164.462	0	164.462	1E+30	0
\$AA\$156	4. ตลาดสดเทศบาล 2 อ.เมืองพิจิตร จ.พิจิตร ความสามารถในการรับซื้อกล้วย	46.99	-264.97485	46.99	0	3.72
\$AA\$157	5. ส่วละพานหัน อ.ตะพานหิน จ.พิจิตร ความสามารถในการรับซื้อกล้วย	46.99	0	46.99	1E+30	0
\$AA\$158	6. ส่วละปากเหล็ก อ.ปากเหล็ก จ.พิจิตร ความสามารถในการรับซื้อกล้วย	40.43	0	46.99	1E+30	6.56
\$AA\$159	7. ศูนย์ชัย ต.ธานี อ.เมืองสุโขทัย จ.สุโขทัย ความสามารถในการรับซื้อกล้วย	33.55	0	46.99	1E+30	13.44
\$AA\$160	8. ศูนย์อ ต.ธานี อ.เมืองสุโขทัย จ.สุโขทัย ความสามารถในการรับซื้อกล้วย	0	0	46.99	1E+30	46.99
\$AA\$161	9. เข้าวัดราชธานี ต.เมือง อ.เมืองสุโขทัย จ.สุโขทัย ความสามารถในการรับซื้อกล้วย	39.95	0	46.99	1E+30	7.04
\$AA\$162	10. ศูนย์เกษตรทหารไทย ต.ธานี อ.เมืองสุโขทัย จ.สุโขทัย ความสามารถในการรับซื้อกล้วย	16	0	46.99	1E+30	30.99

รูปที่ 4.20 แสดง Sensitivity Report2 (ต่อ)



จากรูปที่ 4.17 ถึง รูปที่ 4.18 ได้แสดงรายละเอียดต่างๆ ดังนี้

หมายเลขที่ 1 หมายถึง ค่าใช้จ่ายที่ต่ำที่สุดที่ใช้สำหรับการขนส่งกล้วยน้ำว้าอันเนื่องมาจากค่าน้ำมันเชื้อเพลิงคือ 150387.7378 บาท

หมายเลขที่ 2 หมายถึง ปริมาณที่เหมาะสมสำหรับการขนส่งกล้วยน้ำว้าไปยังสถานที่ต่างๆ

หมายเลขที่ 3 หมายถึง Constrains ซึ่งสามารถอธิบายรายละเอียดของเซลล์ที่ได้กำหนดข้อจำกัดให้เซลล์ต่างๆเป็นดังนี้

ตัวอย่างเช่น

\$AA\$154 คือปริมาณกล้วยที่ต้องขนส่ง เท่ากับ 107.488 โดยมีข้อจำกัดคือ  $AA\$154 \leq AA\$125$  ซึ่งทรัพยากรนั้นถูกใช้ไปไม่หมด โดยมีทรัพยากรที่เหลืออยู่เท่ากับ 56.974 (ทำให้ Slack = 56.974 Status เป็น Not Binding

\$AA\$156 คือปริมาณกล้วยที่ต้องขนส่ง เท่ากับ 46.99 โดยมีข้อจำกัดคือ  $AA\$156 \leq AA\$126$  ซึ่งทรัพยากรที่มีอยู่นั้นถูกใช้ไปหมด (ทำให้ Slack เท่ากับ 0 และ Status เป็น Binding

หมายเลขที่ 4 หมายถึง Reduced Cost คือ ค่าที่ใช้วัดความสามารถในการลดต้นทุน โดยถ้าค่า Reduced Cost เป็น 0 ถือว่ามีความสามารถในการลดต้นทุนอยู่แล้ว โดยค่าของ Final Value ถูกใช้ไป แต่ถ้าค่า Final Value เป็น 0 ค่าของ Reduced Cost จะมีมากกว่า 0 แสดงดังตัวอย่างจากรูปที่ 4. ในบรรทัดแรกของ Decision Variable Cells จะเห็นได้ว่า มีค่า Final Value เป็น 0 และมีค่า Reduced Cost คือ 121.727 หมายความว่า ปริมาณการขนส่งกล้วยจากเกษตรกรไปยังพ่อค้าส่ง จะมีต้นทุนต่ำที่สุดเมื่อต้นทุนต่อหน่วยของกล้วยน้ำว้าต้องลดลงอย่างน้อย 121.727 ตัน แต่ถ้าทำการขนส่งจะทำให้ต้นทุนเพิ่มขึ้นไป 121.727 บาทต่อการขนส่งกล้วยน้ำว้า 1 ตัน

หมายเลขที่ 5 หมายถึง การเปลี่ยนแปลงในส่วนของต้นทุนค่าน้ำมันเชื้อเพลิงในการขนส่งกล้วยน้ำว้า แสดงดังตัวอย่างจากรูปที่ 4.18 ในบรรทัดแรกของ Decision Variable Cells ค่าของ objective coefficient หมายถึงต้นทุนในการขนส่งกล้วยน้ำว้าปัจจุบันคือ 183.599 บาทต่อตัน ค่าของ Allowable Increase หมายถึงต้นทุนสามารถเพิ่มขึ้นได้อย่างไม่จำกัด หรือลดลงได้ไม่เกิน 121.727 บาทต่อตัน โดยปริมาณการขนส่งกล้วยน้ำว้าจากเกษตรกรยังคงเท่าเดิม ส่วนในบรรทัดที่ 2 ค่าของ Final Value คือ 1.2 ตัน Reduced Cost เท่ากับ 0 มีความสามารถในการลดต้นทุนอยู่แล้ว ค่าของ objective coefficient หมายถึงต้นทุนในการขนส่งกล้วยน้ำว้าปัจจุบันคือ 534.657 บาทต่อตัน ค่าของ Allowable Increase หมายถึงต้นทุนที่สามารถเพิ่มขึ้นได้ คือ 110.966 หรือลดลงได้อย่างไม่จำกัด

หมายเลขที่ 6 หมายถึง Constraints แสดงรายละเอียดของเซลล์ที่เป็นข้อจำกัดที่กำหนดมีรายละเอียดดังนี้

Cell : เซลล์ที่ใช้ในการกำหนดเงื่อนไข ในที่นี้คือ \$AA156\$

Final Value : ค่าสุดท้ายของการคำนวณที่แสดงผลออกมา คือ 46.99

Shadow Price : เป็นการแสดงค่าที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงของสมการเป้าหมาย ในเซลล์นี้ Shadow เท่ากับ -264.974

Allowable Increase : แสดงค่าสูงสุดที่สามารถเพิ่มขึ้นได้ ในเซลล์นี้หมายถึงค่าสามารถเพิ่มขึ้นได้สูงสุดเท่ากับ 0

Allowable Decrease : แสดงค่าต่ำสุดที่สามารถลดลงได้ ในเซลล์นี้หมายถึง ค่าสามารถลดลงต่ำสุดได้เท่ากับ 3.72

## บทที่ 5

### บทสรุปและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาทำความเข้าใจเรื่องการใช้ตัวแบบคณิตศาสตร์สำหรับปัญหาต้นทุนการขนส่งของห่วงโซ่อุปทานกล้วย ซึ่งเป็นการศึกษาในเขตจังหวัดพิจิตร พิจนุโลก และสุโขทัย พบว่าทั้ง 3 จังหวัดมีความนิยมในการประกอบอาชีพการแปรรูปกล้วยเพื่อจำหน่ายกันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากพื้นที่ในเขต 3 จังหวัดข้างต้นนี้มีความอุดมสมบูรณ์เหมาะแก่การปลูกกล้วย มีกลุ่มอาชีพต่างๆ มากมายซึ่งมีความเข้มแข็งในกลุ่มของตัวเอง และยังมีชื่อเสียงทางด้านผลิตภัณฑ์กล้วยแปรรูปมาช้านาน ซึ่งจากผลการศึกษาสามารถสรุปความสัมพันธ์เชื่อมโยงและการขนส่งกล้วยผลดิบและผลิตภัณฑ์กล้วยแปรรูประหว่างผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องตลอดห่วงโซ่อุปทานกล้วย เริ่มตั้งแต่ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในระดับต้นน้ำ กลางน้ำ ถึงระดับปลายน้ำ ซึ่งประกอบด้วยเกษตรกรผู้ปลูกกล้วย พ่อค้าส่งซึ่งเป็นผู้รวบรวมกล้วยส่งต่อให้กับโรงงานแปรรูป หรือกลุ่มอาชีพต่างๆ และพ่อค้าปลีก โดยสามารถอธิบายรูปแบบของผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง ระบบการจัดการการขนส่งเพื่อให้เกิดต้นทุนในการขนส่งต่ำที่สุด และข้อเสนอแนะเพื่อเป็นแนวทางประกอบการศึกษา วางแผน และพัฒนาการขนส่งและการจัดการห่วงโซ่อุปทานกล้วย ได้ดังต่อไปนี้

#### 5.1 สรุปผล

##### 5.1.1 สรุปผลในส่วนของโครงข่ายห่วงโซ่อุปทานกล้วย

จากการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยต่างๆ พบว่า การจัดการห่วงโซ่อุปทานเป็นระบบการดำเนินงานที่มีความสัมพันธ์ตั้งแต่ผู้ขายปัจจัยการผลิต ผู้ผลิต ไปจนถึงลูกค้า โดยผู้ขายปัจจัยการผลิต ผู้ผลิต และลูกค้ามีความเกี่ยวข้องเชื่อมโยงกันเป็นห่วงโซ่อุปทาน จึงทำให้เกิดการดำเนินการจัดการห่วงโซ่อุปทานที่มีประสิทธิภาพ

จากการศึกษาระบบห่วงโซ่อุปทานกล้วยนั้นพบว่า เกษตรกรผู้ปลูกกล้วยคือผู้ผลิตในระดับต้นน้ำ เนื่องจากเป็นผู้ผลิตผลกล้วยดิบส่งขายให้กับพ่อค้าส่ง ซึ่งการที่เกษตรกรจะปลูกกล้วยได้นั้น จะต้องอาศัยปัจจัยต่างๆจากผู้ขายปัจจัยการผลิตด้วย ซึ่งได้แก่ พันธุ์กล้วย ปุ๋ย ยากำจัดศัตรูพืชและวัชพืช และการว่าจ้างผู้รับเหมาในส่วนของ การปลูกหรือเก็บเกี่ยว(ในกรณีที่ผลผลิตกล้วยมีปริมาณมาก) ซึ่งปัจจัยเหล่านี้จะทำให้เกษตรกรผู้ปลูกกล้วยเกิดต้นทุนในการเพาะปลูก การดูแลรักษาและเก็บเกี่ยว โดยจะมากน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ของพื้นที่และสภาพภูมิอากาศ ทั้งนี้ยังไม่รวมถึงต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับการตลาด การกระจายของพ่อค้าส่งและสภาวะความตกต่ำของราคาผลผลิต และเมื่อนำต้นทุนค่าขนส่งซึ่งเป็นปัจจัยที่มีผลกระทบต่อราคาผลผลิตค่อนข้างมากและชัดเจน รวมเข้าไว้กับปัจจัยที่กล่าวมาข้างต้นแล้วจะทำให้ต้นทุนของเกษตรกรผู้ปลูกกล้วยที่ต้องแบกรับสูงขึ้นส่งผลให้มีกำไรจากการประกอบการน้อยลง

จากการศึกษาข้อมูลจากเกษตรกรผู้ปลูกกล้วยใน 3 จังหวัด ได้แก่ พิจิตร พิษณุโลกและสุโขทัยพบว่า เมื่อทำการเก็บเกี่ยวผลกล้วยดิบแล้วเกษตรกรส่วนใหญ่จะขายผลผลิตให้แก่ผู้ประกอบการระดับกลางน้ำนั่นก็คือพ่อค้าส่งโดยการขายเริ่มจากการประเมินราคาและตกลงกันระหว่างพ่อค้าส่งและเกษตรกรรายนั้นๆ ซึ่งปัญหาที่พบคือกล้วยไม่ได้ราคาตามที่ต้องการ โดยเฉพาะช่วงที่น้ำมันเชื้อเพลิงมีราคาสูงจะทำให้ราคาของผลกล้วยดิบตกต่ำลงอย่างชัดเจน ซึ่งราคาน้ำมันเชื้อเพลิงนั้นเป็นปัจจัยที่เกษตรกรและพ่อค้าส่งไม่สามารถควบคุมได้เอง จึงทำให้พ่อค้าส่งจำเป็นต้องตัดราคาผลผลิตกล้วยลงตามช่วงเวลาต่างๆที่รับซื้อผลผลิตกล้วยนั้นๆ ซึ่งเกษตรกรแต่ละรายก็จะมีพ่อค้าส่งที่ทำธุรกิจร่วมกันเป็นประจำอยู่แล้ว โดยการเลือกทำธุรกิจร่วมกันนี้อาจดูจากราคาที่พ่อค้าประเมินให้หรืออาจเลือกตามความสัมพันธ์ทางเครือญาติและคนคุ้นเคย อย่างไรก็ตามเกษตรกรส่วนใหญ่ยังคงต้องพึ่งพาพ่อค้าส่งอยู่เพราะเนื่องจากพ่อค้าส่งมีอำนาจการต่อรองราคากับโรงงานแปรรูปหรือกลุ่มอาชีพต่างๆมากกว่านั่นเอง

เมื่อพ่อค้าส่งได้รับซื้อผลกล้วยดิบจากเกษตรกรแล้วก็จะนำมาส่งให้กับโรงงานแปรรูปหรือกลุ่มอาชีพต่างๆที่มีการผลิตผลิตภัณฑ์กล้วยแปรรูป โดยราคาดังกล่าวจะเป็นราคาที่ทั้งสองฝ่ายตกลงกันไว้แล้วซึ่งอาจเพิ่มลดได้ตามราคาค่าขนส่งที่เพิ่มขึ้นอันเนื่องมาจากน้ำมันเชื้อเพลิง และโรงงานแปรรูปหรือกลุ่มอาชีพก็จะทำการแปรรูปผลกล้วยดิบให้อยู่ในรูปแบบผลิตภัณฑ์ต่างๆ ซึ่งรูปแบบของผลิตภัณฑ์ในสมัยนี้นั้นค่อนข้างมีหลายรูปแบบอันเนื่องมาจากความรู้และเทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้น ซึ่งกรรมวิธีการผลิตก็จะขึ้นอยู่กับรูปแบบของผลิตภัณฑ์นั่นเอง หลังจากโรงงานแปรรูปหรือกลุ่มอาชีพทำการแปรรูปผลกล้วยดิบให้เป็นผลิตภัณฑ์กล้วยแปรรูปเรียบร้อยแล้ว ก็จะทำการขายให้พ่อค้าส่ง(ผู้ที่ได้รับผลิตภัณฑ์กล้วยแปรรูปไปส่งขายต่ออีกที) ส่วนการบรรจุหีบห่อนั้นขึ้นอยู่กับข้อตกลงของคู่ค้าธุรกิจทั้ง 2 ว่าผู้แปรรูปจะบรรจุหีบห่อเป็นสัญลักษณ์ทางการค้าของตนเองหรือจะให้พ่อค้าส่งนำไปบรรจุหีบห่อเป็นสัญลักษณ์ทางการค้าของพ่อค้าส่งเอง หลังจากนั้นพ่อค้าส่งก็จะนำผลิตภัณฑ์กล้วยแปรรูปนี้ไปขายให้กับพ่อค้าปลีกหรือสถานการค้าต่างๆเพื่อจำหน่ายให้แก่ผู้บริโภคหรือลูกค้าต่อไป

จากการศึกษาดำเนินการเกี่ยวกับระบบห่วงโซ่อุปทานกล้วย พบปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นในห่วงโซ่อุปทาน ทำให้การจัดการด้านห่วงโซ่อุปทานยังไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอด้วยเหตุผลดังนี้

1) เนื่องจากการผลิตของผลิตภัณฑ์กล้วยแปรรูปบางชนิดมีกรรมวิธีการผลิตที่ต้องขึ้นอยู่กับปัจจัยทางธรรมชาติ สภาพแวดล้อม สภาพดินฟ้าอากาศ เช่น กล้วยตาก เป็นต้น ทำให้กำลังการผลิตไม่คงที่ และประกอบกับบางพื้นที่เกิดภัยธรรมชาติค่อนข้างบ่อยครั้งทำให้อัตราการผลิตผลกล้วยดิบมีความแปรปรวนสูง ทำให้ข้อมูลขาดความชัดเจนได้

2) เกษตรกรผู้ปลูกกล้วยหรือผู้ประกอบการต่างๆ เลือกที่จะขายผลผลิตที่ได้ให้กับผู้ที่ให้ราคาสูง หรือผู้ที่มีความสนิทสนมคุ้นเคยกัน โดยไม่สนใจเรื่องต้นทุนการขนส่ง ซึ่งการเลือกที่จะ

ขายผลผลิตให้กับผู้ประกอบการที่ไม่ได้อยู่ใกล้แหล่งผลิตนั้นทำให้ต้นทุนการขนส่งเพิ่มสูงขึ้นซึ่งเมื่อหักลบกับส่วนต่างราคาที่ได้มาจากการขายผลผลิตกล้วยดิบหรือผลิตภัณฑ์กล้วยแปรรูป ให้กับผู้ที่ให้ราคาสูงแต่อยู่ห่างไกลจากแหล่งผลิตแล้ว อาจจะทำให้ค่าใช้จ่ายในการขนส่งเป็นค่าใช้จ่ายที่สูงที่สุดก็เป็นได้เมื่อเทียบกับรายการค่าใช้จ่ายอื่นๆ กล่าวได้อีกนัยหนึ่งคือ เกษตรกรผู้ปลูกกล้วยและผู้ประกอบการต่างๆ ยังต้องแบกรับภาระค่าขนส่งที่สูงอยู่

### 5.1.2 สรุปผลในส่วนของการสร้างสมการคณิตศาสตร์

การสร้างสมการคณิตศาสตร์เพื่อเป็นการหาคำตอบที่ดีที่สุดในการหาต้นทุนในการขนส่งที่ต่ำที่สุด และหาปริมาณการไหลของกล้วยน้ำว้าที่เหมาะสมว่าควรมีการขนส่งไปที่ใด โดยมีการกำหนดให้การขนส่งมีทั้งเที่ยวไปและเที่ยวกลับ และมีการคิดค่าจ้างพนักงานขับรถ การหาคำตอบของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ สามารถหาคำตอบได้ โดยการใช้ โปรแกรม Risk Solver Platform Microsoft Excel Version 9.6 ซึ่งเป็นโปรแกรมสำหรับหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุดสำหรับปัญหาเชิงเส้น (Linear Programming) สำหรับปัญหาที่มีตัวแปรการตัดสินใจ (Decision Variables) ระหว่าง 1-8,000 ตัวแปร เป็นการพัฒนาและปรับปรุงมาจาก Standard Microsoft Excel Solver ซึ่งเป็นเครื่องมือซอฟต์แวร์ที่มีอยู่ใน Microsoft Excel แต่ โปรแกรม Risk Solver Platform Microsoft Excel Version 9.6 เป็นโปรแกรมที่มีความสามารถในการใช้งานได้มากกว่า Standard Microsoft Excel Solver โดยหลังจากได้คำตอบที่ดีที่สุดแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการการวิเคราะห์ความไว (Sensitivity Analysis) เพื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในสมการเป้าหมายหรือการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของค่าคงที่ ด้านขวามือของสมการข้อจำกัด (Constraints Hand Side)

ปัญหาและอุปสรรคในการสร้างแบบจำลองคณิตศาสตร์และการวิเคราะห์ผล

1) เนื่องจากข้อมูลที่น่ามาวิเคราะห์ผลการสร้างแบบจำลองคณิตศาสตร์ เป็นข้อมูลที่ต้องขอมาจากหน่วยงานราชการ ซึ่งในหน่วยงานราชการบางแห่งไม่มีการเก็บข้อมูลของกล้วยที่เป็นปัจจุบัน ส่งผลให้ข้อมูลบางข้อมูลที่ใช้ต้องเป็นข้อมูลในอดีต

2) โปรแกรม Risk Solver Platform Version 9.6 ที่ใช้ในการ Run Solver ใช้ได้เพียง 15 วันต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง เพราะเป็นโปรแกรมทดลองใช้ ถ้าต้องการใช้งานโปรแกรม Risk Solver Platform ไปตลอดต้องสั่งซื้อเท่านั้น ทำให้เกิดปัญหาเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ลงโปรแกรม Risk Solver Platform ครบ 15 วันแล้วจะไม่สามารถ Run Solver ได้อีก

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการการที่ผู้วิจัยได้ศึกษาเรื่องโครงข่ายห่วงโซ่อุปทานของกล้วย และการใช้ตัวแบบคณิตศาสตร์สำหรับปัญหาการขนส่งของห่วงโซ่อุปทานกล้วย ซึ่งเป็นการศึกษาในเขตจังหวัดพิจิตร พิจนุโลก และสุโขทัย ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

### 5.2.1 ข้อเสนอแนะจากผลการวิจัยโครงข่ายห่วงโซ่อุปทานกล้วย

5.2.1.1 ควรมีการอบรมและแนะนำให้เกิดการรวมกลุ่มกันมากขึ้นเพื่อให้มีอำนาจการต่อรองในการซื้อขาย ส่งเสริมให้เกษตรกรมีการช่วยเหลือตัวเองให้ได้มากที่สุด มีการลงพื้นที่ไปให้ความรู้ในเรื่องการปลูก, การดูแลรักษา, การเก็บเกี่ยว จนกระทั่งถึงการขนส่งแก่เกษตรกร ทำให้ได้ผลผลิตที่มีประสิทธิภาพ สร้างความพึงพอใจให้แก่ผู้บริโภค

5.2.1.2 สร้างความตระหนักและให้ความรู้แก่เกษตรกร ให้เห็นความสำคัญของการลดต้นทุนการขนส่ง เพราะต้นทุนการขนส่งนั้นเมื่อนำมาเทียบกับต้นทุนส่วนต่างจะเห็นได้ว่ามีค่าสูง อีกทั้งยังไม่ได้เป็นต้นทุนที่อยู่ในตัวผลิตภัณฑ์โดยตรงอีกด้วย ถ้าสามารถลดต้นทุนการขนส่งได้จะทำให้การประกอบกิจการหรือการค้าขายต่างๆมีประสิทธิภาพมากขึ้นด้วย

5.2.1.3 ควรมีการนำระบบการจัดการห่วงโซ่อุปทานหรือ โลจิสติกส์มาใช้กับสินค้าทางการเกษตร เพื่อลดต้นทุนการผลิต และต้นทุนทางด้านขนส่ง อีกทั้งยังสามารถทำให้สินค้าทางการเกษตรนั้นส่งถึงลูกค้าโดยยังมีคุณภาพ สดใหม่ และตรงตามความต้องการของลูกค้า

5.2.1.4 เนื่องจากในปัจจุบันมีประเภทของยานพาหนะในการขนส่ง และประเภทของเชื้อเพลิงต่างๆที่ผลิตขึ้นมาเรื่อยๆ เพราะฉะนั้นเพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการเลือกยานพาหนะและเชื้อเพลิงที่เหมาะสมและมีต้นทุนต่ำที่สุด ควรมีการศึกษาหาความรู้ที่ทันสมัยอยู่เสมอเพื่อก้าวตามเทคโนโลยีและนำเทคโนโลยีใหม่ๆมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

### 5.2.2 ข้อเสนอแนะจากการวิเคราะห์ผลแบบจำลองคณิตศาสตร์

5.2.2.1 ต้องสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ให้ถูกต้องมากที่สุด เพื่อที่จะใช้เวลาในการ Run Solver โดยใช้โปรแกรม Risk Solver Platform ให้ทันเวลา 15 วัน แต่ถ้าเกิน 15 วัน ต้องใช้คอมพิวเตอร์เครื่องอื่นมาใช้แทนเครื่องเก่าที่ครบกำหนดระยะเวลา หรือ ให้ทำการลงระบบปฏิบัติการใหม่ให้กับเครื่องเก่าที่ครบกำหนดไปแล้ว

### 5.2.3 ข้อเสนอแนะสำหรับผู้ศึกษาทั่วไป

5.2.3.1 การศึกษาวิจัยในครั้งนี้มีข้อมูลบางข้อมูลที่ยังไม่เป็นปัจจุบันเท่าที่ควร เนื่องจากกล้วยน้ำว้าไม่ใช่พืชเศรษฐกิจ จึงทำให้หน่วยงานราชการต่างๆไม่ทำการเก็บข้อมูลให้เป็นปัจจุบัน และบางข้อมูลก็เป็นข้อมูลที่แปรผันตามช่วงเวลาต่างๆและฤดูกาลเก็บเกี่ยวผลผลิต ดังนั้นคำตอบของผลการวิจัยนี้จึงเป็นคำตอบที่ดีที่สุดสำหรับในช่วงเวลาที่ศึกษาวิจัยเพียงเท่านั้น โดยต่อไปอาจจะมีการเปลี่ยนแปลงของคำตอบได้ อันเนื่องมาจากข้อมูลที่เป็นตัวแปรที่ผันแปรตามช่วงเวลาและรวมไปถึงเทคโนโลยีที่ทันสมัยขึ้นในอนาคต

5.2.3.2 หากผู้ที่ทำการศึกษาท่านใดที่ได้ทำการศึกษาแล้วเกิดความสนใจและมีความต้องการที่จะทำการศึกษาวิจัยในครั้งต่อไป สามารถนำการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ไปเป็นแนวทางในการเริ่มศึกษาวิจัยได้

## 5.2.4 ข้อเสนอแนะสำหรับผู้ศึกษาเพื่อทำการวิจัยครั้งต่อไป

5.2.4.1 การศึกษาวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษารูปแบบห่วงโซ่อุปทานกล้วย ในเขต 3 จังหวัด อันได้แก่ จังหวัดพิจิตร พิจนุโลก และสุโขทัย โดยเริ่มตั้งแต่เกษตรกรผู้ปลูกกล้วยไปจนถึงผู้แปรรูป ซึ่งสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป ควรมีการเพิ่มขอบเขตการศึกษาวิจัยให้มากขึ้นโดยอาจรวมจังหวัดทั้งหมดในภาคเหนือตอนล่างและศึกษาห่วงโซ่อุปทานขาออกด้วย คือจากผู้แปรรูปไปยังผู้จำหน่าย ไปยังตลาดต่างๆ ในประเทศและต่างประเทศ จนถึงผู้บริโภค

5.2.4.2 การศึกษาวิจัยในครั้งนี้มีการมุ่งเน้นไปที่ต้นทุนการขนส่งเท่านั้น ซึ่งหากผู้ทำการวิจัยครั้งต่อไปควรศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับต้นทุนในกรณีอื่นๆ ให้ได้หลายๆกรณี ซึ่งจะทำให้ห่วงโซ่อุปทานมีความครบถ้วนสมบูรณ์แบบที่สุด



## เอกสารอ้างอิง

- วิทยา สุหฤทธดำรง (2545). การจัดการโซ่อุปทาน. (1). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์เพียร์สัน เอ็ดดูเคชั่น อินโดไชน่า.
- ดวงพรรณ กริชชาญชัย ศฤงคารินทร์ (2549). โซ่อุปทานและโลจิสติกส์ ทฤษฎี-งานวิจัย-กรณีศึกษา.(1). กรุงเทพฯ : ไอทีแอล เทรด มีเดีย.
- พานิชย์ ยศปัญญา (2542). กลยุทธ์ในเมืองไทย. (2). กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มติชน
- สมนึก เอื้อจิระพงษ์พันธ์ (2540). การบัญชีต้นทุน 1. (1). กรุงเทพฯ : แมคกรอ-ฮิล อินเทอร์เน็ต เนชั่น แนล เอ็นเตอร์ไพรส์, ینگค์
- วิจิตร ตัณฑสุทธี (2548). การวิจัยดำเนินงาน. (1). กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- การจัดการห่วงโซ่อุปทาน สืบค้นเมื่อวันที่ 2 กรกฎาคม พ.ศ. 2552 จาก :  
<http://www.ismed.or.th>
- การขนส่งและโลจิสติกส์ สืบค้นเมื่อวันที่ 22 กรกฎาคม พ.ศ. 2552 จาก :  
<http://www.logisticafe.com/2009/10/transportation/>
- ปัจจัยที่มีผลต่อต้นทุนการขนส่งสินค้า สืบค้นเมื่อวันที่ 10 สิงหาคม พ.ศ. 2552 จาก :  
<http://www.logisticsthaiclub.com/index.php?mo=3&art=277601>
- วิสาหกิจชุมชน สืบค้นเมื่อวันที่ 21 พฤศจิกายน พ.ศ.2552 จาก : <http://www.smce.doae.go.th>
- แผนที่ สืบค้นเมื่อวันที่ 6 ธันวาคม พ.ศ.2552 จาก : <http://www.maps.google.co.th>
- Risk Solver Platform Microsoft Excel Version 9.6 สืบค้นเมื่อวันที่ 10 มกราคม พ.ศ.2552 จาก: <http://www.solver.com>





ตารางที่ ก.1 ข้อมูลกำลังการผลิตผลกล้วยสดของแต่ละอำเภอภายในจังหวัดพิษณุโลก พิจิตรและสุโขทัย

ลำดับ	พื้นที่เพาะปลูก (อำเภอ)	กำลังการผลิต (ตัน/สัปดาห์)
1	อำเภอเมืองพิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก	7.46
2	อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก	4.73
3	อำเภอวัดโบสถ์ จังหวัดพิษณุโลก	20.53
4	อำเภอพรหมพิราม จังหวัดพิษณุโลก	3.4
5	อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก	138.13
6	อำเภอบางกรวม จังหวัดพิษณุโลก	34.29
7	อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก	1.37
8	อำเภอนครไทย จังหวัดพิษณุโลก	2.95
9	อำเภอชาติตระการ จังหวัดพิษณุโลก	0.8
10	อำเภอเมืองพิจิตร จังหวัดพิจิตร	43.72
11	อำเภอโพธิ์ประทับช้าง จังหวัดพิจิตร	3
12	อำเภอดงพนาหิน จังหวัดพิจิตร	1.5
13	อำเภอบางมูลนาก จังหวัดพิจิตร	3.56
14	อำเภอโพทะเล จังหวัดพิจิตร	32.28

ตารางที่ ก.1 ข้อมูลกำลังการผลิตผลกล้วยสดของแต่ละอำเภอภายในจังหวัดพิษณุโลก พิจิตรและสุโขทัย (ต่อ)

ลำดับ	พื้นที่เพาะปลูก (อำเภอ)	กำลังการผลิต (ตัน/สัปดาห์)
15	อำเภอสว่างงาม จังหวัดพิจิตร	14.95
16	อำเภอทับคล้อ จังหวัดพิจิตร	2.93
17	อำเภอสามโก้ จังหวัดพิจิตร	2.35
18	อำเภอบึงนาราง จังหวัดพิจิตร	65.77
19	อำเภอคงเจริญ จังหวัดพิจิตร	2.5
20	อำเภอเมืองสุโขทัย จังหวัดสุโขทัย	1.82
21	อำเภอบ้านด่านลานหอย จังหวัดสุโขทัย	2.78
22	อำเภอดรึม จังหวัดสุโขทัย	54.13
23	อำเภอกงไกรลาศ จังหวัดสุโขทัย	150.13
24	อำเภอศรีสำริด จังหวัดสุโขทัย	220.58
25	อำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย	1.65
26	อำเภอสวรรคโลก จังหวัดสุโขทัย	5.45

ที่มา : สำนักงานเกษตรจังหวัดพิษณุโลก พิจิตร สุโขทัย

ตารางที่ ก.2 ข้อมูลแสดงสถานที่ตั้ง และความสามารถในการรับซื้อผลสดของกล้วยน้ำว้าของพ่อค้าส่งในจังหวัดพิษณุโลก พิจิตรและสุโขทัย

ลำดับ	สถานที่ตั้งของพ่อค้าส่งกล้วยน้ำว้า	ความสามารถในการรับซื้อผลสดด้วย (ตัน/สัปดาห์)
1	ตลาดไทยเจริญ ต.วัดโบสถ์ อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก	164.462
2	ตลาดรวมใจ ต.ในมือง อ.เมือง จ.พิษณุโลก	164.462
3	ตลาดสี่แยกอินโดจีน ต.สมอแข อ.เมือง จ.พิษณุโลก	164.462
4	ตลาดสดเทศบาล 2 อ.เมืองพิจิตร จ.พิจิตร	46.99
5	ตำบลตะพานหิน อ.ตะพานหิน จ.พิจิตร	46.99
6	ตำบลสำนักเหล็ก อ.สำนักเหล็ก จ.พิจิตร	46.99
7	ชุมชนชัย ต.ธานี อ.เมืองสุโขทัย จ.สุโขทัย	46.99
8	คุณลออ ต.ธานี อ.เมืองสุโขทัย จ.สุโขทัย	46.99
9	หน้าวัดราชธานี ต.เมือง อ.เมืองสุโขทัย จ.สุโขทัย	46.99
10	สี่แยกธนาคารทหารไทย ต.ธานี อ.เมืองสุโขทัย จ.สุโขทัย	46.99

ที่มา : สำนักงานการค้าภายในจังหวัดพิษณุโลก พิจิตร และสุโขทัย

ตารางที่ ก.3 ข้อมูลกำลังการผลิตของแหล่งประมงน้ำจืดในจังหวัดพิษณุโลก พิจิตรและสุโขทัย

ลำดับ	ชื่อสถานประกอบการ	ที่อยู่	กำลังการผลิต (ตัน/สัปดาห์)
1	กลุ่มแม่บ้านเกษตรวัดจันทร์	49/1 หมู่ 7 บ้านควน ตำบลวัดจันทร์ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000	2.45
2	กลุ่มแม่บ้านหนองสองสลึง	เลขที่ 63 หมู่ที่ 2 บ้านหนองสองสลึง อำเภอชาติตระการ จังหวัดพิษณุโลก	1.2
3	กลุ่มแม่บ้านเกษตรบ้านกรับพวงกลาง	หมู่ 5 ตำบลพรหมพิราม อำเภอพรหมพิราม จังหวัดพิษณุโลก 65150	0.84
4	กลุ่มสตรีสหกรณ์บ้านบางกระน้อย	เลขที่ 46/2 บางกระน้อย หมู่ 2 ตำบลนครป่าหมาก อำเภอบางกระทุ่ม จังหวัดพิษณุโลก	4.5
5	กลุ่มแม่บ้านตะโม่สร้างสรรค์ 60	เลขที่ 60 หมู่ที่ 5 ตำบลบางระกำ อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก	21
6	แม่โสมกล้วยตาก31	99/2 หมู่ 1 ตำบลบางกระทุ่ม อำเภอบางกระทุ่ม จังหวัดพิษณุโลก 65110	3
7	กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านเกาะดู	เลขที่ 137 หมู่ 3 บ้านเกาะดู ตำบลบางกระทุ่ม อำเภอบางกระทุ่ม จังหวัดพิษณุโลก 65110	1
8	กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรไร่ล้อม	29 หมู่ 6 บ้านไร่ล้อม ตำบลไร่ล้อม อำเภอบางกระทุ่ม จังหวัดพิษณุโลก 65110	2.1
9	กล้วยตากไทเท	ตำบลสมอแยะ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก	250
10	กล้วยตากจิราพร	ต.บางกระทุ่ม อำเภอบางกระทุ่ม จังหวัดพิษณุโลก	35
11	กลุ่มแปรรูปผลิตผลทางการเกษตร	623/3 หมู่ 2 ตำบลทับคล้อ อำเภอทับคล้อ จังหวัดพิจิตร 66150	0.35

ตารางที่ ก.3 ข้อมูลกำลังการผลิตของแหล่งแปรรูปกล้วยน้ำว้าในจังหวัดพิษณุโลก พิจิตรและสุโขทัย (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อสถานประกอบการ	ที่อยู่	กำลังการผลิต (ตัน/สัปดาห์)
12	โรงงานกล้วยตากแม่ตะเพียน	75 หมู่ 5 ตำบลท่าพ้อ อำเภอเมือง จังหวัดพิจิตร 66000	98
13	กลุ่มอาชีพกล้วยหวานสิริศ	103 หมู่ 8 บ้านห้วยหวด ตำบลห้วยหวด อำเภอเมือง จังหวัดพิจิตร	2.2
14	กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรสระประทุมร่วมใจ	91 หมู่ 6 ตำบลไร่รอบ อำเภอโพธิ์ประทับช้าง จังหวัดพิจิตร	1.75
15	กลุ่มส่งเสริมอาชีพบ้านดงป่าคำใต้	โรงเรียนวัดใหม่คำวัน หมู่ที่ 3 ตำบลดงป่าคำ อำเภอเมืองพิจิตร จังหวัดพิจิตร	2.8
16	กลุ่มอาชีพกล้วยแปรรูป กล้วยทอดกรอบ	63/4 หมู่ 3 ตำบลกำแพงดิน อำเภอสามง่าม จังหวัดพิจิตร	0.7
17	กลุ่มกล้วยหวานบ้านท่าชัยลานดินคำชุมชน	ลานดินคำชุมชน หมู่ที่ 5 บ้านท่าชัย ตำบลท่าชัย อำเภอศรีสัชนาลัย จังหวัดสุโขทัย	49
18	กลุ่มวิสาหกิจชุมชนกล้วยหวานอ่อนยุค	17/3 ยางเอน หมู่ 3 ตำบลตาลเดี่ยว อำเภอเมือง จังหวัดสุโขทัย 64220	0.35
19	กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรแสนสุข	เลขที่ 56 บ้านแสนตอ หมู่ 5 ตำบลสารจิตร อำเภอศรีสัชนาลัย จังหวัดสุโขทัย 64130	1.4
20	กลุ่มอาชีพกล้วยอบเนยบ้านกร่าง	116/2 บ้านกร่าง หมู่ 2 ตำบลสารจิตร อำเภอศรีสัชนาลัย จังหวัดสุโขทัย	1.75
21	กล้วยทอด (อบเนย) สมกมล	167/2 หนองกระจอบ หมู่ 5 ตำบลหนองตม อำเภอกงไกรลาศ จังหวัดสุโขทัย 64170	7

ตารางที่ ก.3 ข้อมูลกำลังการผลิตของแหล่งแบบรูปกล้วยน้ำว้าในจังหวัดพิษณุโลก พิจิตรและสุโขทัย (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อสถานประกอบการ	ที่อยู่	กำลังการผลิต (ตัน/สัปดาห์)
22	กลุ่มอาชีพกล้วยอบเนยสีน้ำตาล	169 ชุมชนชัยสิทธิ์ หมู่ 13 ตำบลท่าชัย อำเภอศรีสังขมลัย จังหวัดสุโขทัย 64130	3.5
23	กลุ่มกล้วยอบเนยบ้านหนองจิก	30/3 หมู่ 1 บ้านหนองจิก ตำบลหนองจิก อำเภอศรีมมาศ จังหวัดสุโขทัย 64160	10.5
24	กลุ่มสตรีทำกล้วยอบบ้านดุกเหนือ	282 หมู่ที่ 9 บ้านดุกเหนือ ตำบลสารจิต อำเภอศรีสังขมลัย จังหวัด สุโขทัย	7
25	กลุ่มสตรีทำกล้วยอบบ้านดุกเหนือ	282 หมู่ที่ 9 บ้านดุกเหนือ ตำบลสารจิต อำเภอศรีสังขมลัย จังหวัด สุโขทัย	7
26	ผลิตภัณฑ์แปรรูปจากผลไม้ 2/1 หนองตม	2/1 หนองตม หมู่ 1 ตำบลหนองตม อำเภอกงไกรลาศ จังหวัดสุโขทัย 64170	9

ที่มา : [www.smce.doae.go.th](http://www.smce.doae.go.th)





ตารางที่ ข.1 แสดงระยะทางการขนส่งจากผู้ผลิตผลสดของกล้วยน้ำว้าไปยังพ่อค้าส่ง (กิโลเมตร)

พ่อค้าส่ง ผู้ปลูกกล้วย	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	64	1	11	47.9	87.4	66.4	48	61	59	62
2	74.9	26.2	11	60.2	104	58.9	81	101	78.1	78
3	1	34.1	17	84.6	132	87	62	111	86.1	86
4	54.1	35.6	33	118	136	101	33	43	52.3	52
5	83	25.5	30	72.6	95.3	85	40	60	59.2	60
6	89.2	36.1	43	27.4	50.1	21.4	72	95	91.8	92
7	106	80.1	60	45.8	68.9	28.7	101	132	127	128
8	110	113	90	146	168	123	114	165	157	157
9	76.1	113	96	173	195	158	96	159	149	133
10	109	72.8	67	1	29.1	21.2	85	120	120	120
11	125	74.3	92	31	29.1	49.3	87	126	134	135
12	134	95.7	93	31.4	1	46.2	110	147	148	149
13	156	118	115	54	23.5	68.9	125	170	170	170
14	154	102	110	83	46.7	89.7	115	153	152	154
15	103	51	60	32	62	51.2	72	102	101	102
16	129	96.2	94	52.2	21.1	41.3	123	155	161	162
17	90.1	57.6	49	20.2	45	1	89	116	116	116
18	132	79.9	89	61	35.7	89.2	98	131	132	132
19	147	114	106	67.9	36.8	68.3	139	172	173	173
20	118	66.9	69	126	156	135	4	6	1.2	7
21	160	109	100	168	198	177	36	49	30.5	31.3
22	124	72.8	78	102	132	141	23	26	21.9	22.7
23	93.9	42.3	49	102	132	111	18	23	21.3	21.7
24	146	143	128	203	233	212	64	91	57	66.2
25	136	84.7	81	144	174	153	17	32	19.6	18.9
26	94.2	90.4	97	150	180	159	32	38	35.3	30.1

ที่มา : [www.maps.google.co.th](http://www.maps.google.co.th)

ตารางที่ ข.2 แสดงระยะทางการขนส่งผลผลิตของกล้วยน้ำว้าจากพ่อค้าส่งไปยังแหล่งแปรรูปกล้วย (กิโลเมตร)

ผู้แปรรูป พ่อค้าส่ง	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	27.3	79.5	28.3	57.1	45.8	59.4	59.4	71.5	109	82.4	87.9	95.1	93.5	71.5	127	79.2	132	132	77.8	127	106	132	77.8	15.5	59.4
2	2.6	108	29.3	32.5	18.5	33.7	33.7	41.4	104	66.6	82.4	67.8	79.8	38.5	102	54.4	115	115	53	102	81.1	115	53	8.9	27.1
3	11.1	95.9	32.6	40.8	29.5	43.1	43.1	56.5	94.4	67.5	73	78.8	78.6	52.5	111	62.9	123	123	61.5	111	89.6	123	61.5	1	42.8
4	66.8	170	92.8	26.1	60.1	21.9	21.9	19.1	49	1	23	25.9	15.2	28.8	164	16	176	176	84.5	164	98	176	84.5	44.7	21.9
5	114	157	121	56.9	88.7	52.7	52.7	50	21.8	30.5	25.6	43.5	15.5	57.3	192	144	205	205	113	192	127	205	113	70.2	51.5
6	55.9	150	78.3	27	74.4	22.8	22.8	15.4	48	21.2	26.7	43.3	32.2	32.1	155	108	168	168	106	155	114	168	106	39.2	24.3
7	51	133	51.9	95.8	58.9	91.4	91.4	98.8	161	119	134	121	133	97.1	49.5	1	61	61	33.1	49.5	34.5	61	33.1	70.7	95.6
8	58.9	149	52.2	96.1	59.1	91.7	91.7	99.1	160.5	120	135	121	133	97.7	51.1	1.1	61.6	61.6	33.4	51.1	33.6	61.6	33.4	69.7	94.5
9	59	149	52.3	96.2	59.2	91.8	91.8	99.2	161	120	135	121	133	97.8	50.2	1.2	61.7	61.7	33.5	50.2	33.3	61.7	33.5	69.8	94.6
10	57	148	51.3	95.1	58.2	90.8	90.8	98.1	160	121	134	120	132	96.4	50.8	8.6	62.4	62.4	32.5	50.8	32.5	62.4	32.5	69.8	94.7

ที่มา : [www.maps.google.co.th](http://www.maps.google.co.th)

ภาคผนวก ก



## ภาคผนวก ก

### วิธีการ Download Program Risk Solver Platform Microsoft Excel Version 9.6

1) การดาวน์โหลดต้องเข้ามาในเว็บไซต์ [www.solver.com](http://www.solver.com) แล้วคลิกเลือกที่ Premium Solver Platform แสดงดังรูปที่ ก. 1

The screenshot shows the Solver.com website. At the top, there is a search bar and a 'Leave a Message' button. Below the navigation menu, the main content area is titled 'Reduce Cost and Control Risk with Excel and our Solvers: Here's How'. It features three main sections: 'Allocate resources via optimization with Premium Solver Platform', 'Analyze risk via Monte Carlo simulation with Risk Solver', and 'Find robust optimal decisions with Risk Solver Platform'. A 'Register' button is located in the bottom right corner of the page content. The page also includes a sidebar with various user categories and a 'To Learn More' section with a registration form.

รูปที่ ก. 1 หน้าแรกของ [www.solver.com](http://www.solver.com)

2) กรอกข้อมูลการสมัครเป็นสมาชิกเพื่อที่จะได้รับรหัสในการ Download เมื่อกรอกข้อมูลเสร็จเรียบร้อยแล้ว กดปุ่ม Register for Download แสดงดังรูปที่ ก. 2 หลังจากนั้นทางเว็บไซต์จากจัดส่งรหัสเข้าสู่ E-mail ที่ได้กรอกไว้ในตอนที่สมัคร

User Type	Please Select ▾
Email Address	<input type="text"/>
Name	<input type="text"/>
First Last	<input type="text"/>
Company or University	<input type="text"/>
Telephone	<input type="text"/>
<input type="button" value="Register for Download"/>	
<p><i>We respect your privacy! See our <a href="#">Privacy Policy Statement</a>.</i>  <i>Trial version passwords are sent to the above email address.</i></p>	

รูปที่ ค. 2 แสดงการกรอกข้อมูลเพื่อสมัครสมาชิก

3) เมื่อกดปุ่ม Register for Download แล้วจะปรากฏหน้าต่างขึ้นมา จากนั้นกดเลือก Download Excel Products แสดงดังรูปที่ ค.3

**Solver.com**  
From Frontline Systems, developers of the Excel Solver.

Home Products Examples Support Pricing Download Order Login Contact

Solver.com - Register for Access

**Registration**  
Allow Several Seconds to Complete

Congratulations! You were successfully registered, and you are now logged in. In the future, you can log in with your email address and a blank password.

You can now access the Download menu choices, and certain other protected pages.

**Download Excel Products**

Download SDK Products

Download Gurobi Solver Eval Kit

For access to Distribution License, Advanced Support and other menu choices, please [contact Frontline Systems](#).

What's new

Which product is best for me?

Excel users

Developers

MATLAB users

Macintosh users

Government users

Professors

Students

Press / Analysts

Privacy policy

รูปที่ ค. 3 แสดงหน้าเว็บไซต์เพื่อที่จะดาวน์โหลดโปรแกรม Risk Solver Platform Version 9.6

4) เมื่อกดคลิก Download Excel Products จะปรากฏหน้าต่างขึ้นมา จากนั้นกดเลือก  
Download Risk Solver Platform Version 9.6 แสดงดังรูปที่ ก.4

## Download Excel products

You can download fully functional, full capacity and speed versions of our Premium Solver and Risk Solver products from this page, including our new "super-product" Risk Solver Platform V9.6 (recently updated from V9.5). You can use the software FREE and without obligation for 15 days. All we ask is that you give us your feedback on our software, support and service by completing a simple 2-minute survey, using your Web browser (we'll provide the URL), at a convenient time during your evaluation.

Frontline Systems makes these files available for download under a limited-use license. When you follow the hyperlinks on this Web page and download these files, you are signifying your agreement to the terms of this license. Please read them before proceeding.

- [Software License](#)
- [Limited Warranty and Support](#)
- [U.S. Government Restricted Rights](#)

Click the first link below to download the Setup program for Risk Solver Platform. This product is a fully integrated superset of Premium Solver Platform, Premium Solver, and Risk Solver. You can upgrade from any of the subset products to full Risk Solver Platform at any time, by simply purchasing and entering a new license code. Also available as a subset of Risk Solver Platform is Risk Solver Premium, which is an integrated combination of Premium Solver and Risk Solver, but without the ability to add plug-in Solver Engines, the *PSI Technology* capabilities for model analysis and transformation, or the Stochastic Edition capabilities for robust optimization and stochastic programming.

Click the second link below to download the Engine Setup program, which installs some or all (your choice) of our eight Large-Scale Solver Engines V9.0. The Solver Engines "plug in" to Risk Solver Platform, Premium Solver Platform, and Solver Platform SDK. (Note that these Solver Engines will not run with Premium Solver Platform V8.0 or earlier.)

[Download Risk Solver Platform V9.6](#)

[Download all Field-Installable Solver Engines V9.0](#)

รูปที่ ก. 4 แสดงหน้าเว็บไซต์ที่ถือที่ดาวน์โหลดโปรแกรม Risk Solver Platform Version 9.6

5) เมื่อกดคลิกที่ Download Risk Solver Platform Version 9.6 แล้วจะปรากฏหน้าต่างขึ้นมา จากนั้นกดเลือกที่ Download the Risk Solver Platform Setup Program (36.1MB) แสดงดังรูปที่

ก. 5

that license code is a readable character string placed in a license file Solver.LIC, which the Setup program will create if necessary.

**Regular License Codes.** A new license code may be entered at any time while you are using Risk Solver Platform in Excel -- just click the arrow below **Help** on the Ribbon, or to the right of **Help** on the toolbar, then select **License Code**. A license code contains encrypted information about your license, such as the length of time it is valid, the computer on which it can be used, etc.

**Please Contact us** if you think you might need a new license code -- for example if you encounter an unexpected licensing error message, you are interrupted or delayed during the 15-day evaluation period (our salespeople can extend a trial license), or you want to purchase a permanent license or a subscription license. You don't have to re-run the RSPSetup program unless you uninstall the Solver files, or if you download a new version of Risk Solver Platform.

**Technical Support.** During the 15-day evaluation period, you are invited to use our highly regarded technical support services at no charge. You can email [support@solver.com](mailto:support@solver.com) or call us at 888-831-0333 (USA only) or 775-831-0300 during business hours (USA Pacific Time). If you require consulting assistance, or if we grant you an extended evaluation license, you have several options for continuing to use technical support. For more information, please read our discussion of [Pre-Sales Support and Consulting](#) page.

**Maintenance Releases.** We periodically make available **maintenance releases**, also called **updates** or **point releases** of Risk Solver Platform. For details about fixes and improvements in these releases, please see our [Maintenance Releases](#) page.

**Your Feedback Survey.** Your 15-day trial is completely FREE and without obligation. All we ask is that you give us your candid feedback on our software, support and service by completing a simple 2-minute survey, using your Web browser, at a convenient time after you've downloaded and installed the software. [Click here to see the survey](#) -- but we recommend that you complete it later, after you've had a chance to work with the software.

 [Download the Risk Solver Platform Setup Program \(35 MB\)](#)

[< Back to Download Frontline Systems Excel Products](#)

simulation, for about the same price as competitive products for Monte Carlo simulation.

**Risk Solver** is the easiest and fastest tool available for risk analysis of your Excel models, using Monte Carlo simulation. Evaluate thousands of scenarios in seconds, and see instantly updated charts and statistics, each time you ask "what if".

**Software Developer Tools:**

**Solver Platform SDK** makes it easy to solve any type or size of optimization problem in your Visual Basic, VB.NET, C/C++, C#, Java, or MATLAB program. And it's easy to deploy your application with our flexible licensing for software vendors and corporate developers.

## รูปที่ ก. 5 รูปแสดงหน้าเว็บไซต์เพื่อที่จะดาวน์โหลดโปรแกรม Risk Solver Platform Version 9.6

6) เมื่อทำการดาวน์โหลดเสร็จแล้วทางเว็บไซต์จะส่ง Password เพื่อใช้ในการติดตั้งโปรแกรมไปที่ E-mail ที่ใช้ในการสมัคร

**หมายเหตุ** โปรแกรมที่ได้ดาวน์โหลดมานี้เป็นโปรแกรมเพื่อไว้สำหรับทดลองใช้งาน จึงสามารถใช้งานได้เพียง 15 วันต่อเครื่องเท่านั้น

## ประวัติผู้ดำเนินโครงการ



ชื่อ นายฉัฐพล ทองเกล็ด  
ภูมิลำเนา 534/1 ม. 12 ต. นิคมเขาปอแก้ว อ. พุทธะคีรี  
จ. นครสวรรค์

### ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนพยุหะพิทยาคม
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4  
สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม  
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: hongzing\_net@hotmail.com



ชื่อ นางสาววิมลสิริ หงษ์นันท์  
ภูมิลำเนา 61/5 ถ. หน้าเมือง ต. เมือง อ. สวรรคโลก  
จ. สุโขทัย

### ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนสวรรคค่อนันต์  
วิทยา
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4  
สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม  
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: Hongnun\_w@hotmail.com





ชื่อ นางสาวอุษณา จบทิมเวสน์  
ภูมิตำเนา 126 ม. 5 ต. ไร่ขาคอน อ. เมืองพิษณุโลก  
จ. พิษณุโลก

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจาก โรงเรียนเฉลิม  
ขวัญสตรี
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้น  
ปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะ  
วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: [ausana\\_1987@hotmail.com](mailto:ausana_1987@hotmail.com)

