

บทที่ 4

ผลการศึกษาวิจัย

ผลการประยุกต์ใช้วิธีกำหนดการเชิงเส้น

จากการศึกษา การใช้กำหนดการเชิงเส้น เพื่อช่วยในการตัดสินใจ การเลือกทำเลที่ตั้งของธุรกิจผลิตน้ำผลไม้ประเภทน้ำส้มคั้นบรรจุขวด ด้วยวิธีการใช้คำสั่งการคำนวณ ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Microsoft Excel ที่เรียกว่า Function Solver เพื่อประมวลผลการหาต้นทุนการขนส่งในแต่ละสัดส่วนเปอร์เซ็นต์การผลิตของการจับคู่แหล่งผลิตระหว่าง คู่ที่ 1 การผลิตที่ถนนเทพารักษ์กับการผลิตที่ถนนบางนา-ตราด กม.1 คู่ที่ 2 การผลิตที่ถนนเทพารักษ์กับการผลิตที่ถนนรังสิต-ปทุมธานี คู่ที่ 3 การผลิตที่ถนนบางนา-ตราด กม.1 กับการผลิตที่ถนนรังสิต-ปทุมธานี โดยรายละเอียดผลของการคำนวณในแต่ละสัดส่วนเปอร์เซ็นต์การผลิตของการจับคู่แหล่งผลิต ทั้ง 3 สถานที่ สามารถดูรายละเอียดประกอบได้จากภาพตัวอย่างตั้งแต่ภาพที่ 4-1 ถึง 4-3

การคำนวณโดยใช้ Solver ใน Microsoft Excel

เปรียบเทียบสัดส่วนการผลิตระหว่างการผลิตที่ ถนนเทพารักษ์ กับ การผลิตที่ ถนนบางนา-ตราด กม.1 (สัดส่วน = 0% : 100%)

ตัวแปรกำหนดการเชิงเส้น

กำหนดให้

X_{ij}	=	ปริมาณการส่งน้ำส้มจากจุดต้นทาง i ไปยังจุดปลายทาง j
C_{ij}	=	ต้นทุนการส่งน้ำส้มจากจุดต้นทาง i ไปยังจุดปลายทาง j
A_i	=	ปริมาณน้ำส้มที่อยู่ใน จุดต้นทาง i หรืออุปทาน (Supply)
B_j	=	ปริมาณน้ำส้มที่ต้องการ ณ จุดปลายทาง j หรืออุปสงค์ (Demand)

Objective function

$$\text{Minimize } Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} X_{ij}$$

$$\text{Minimize } Z = 0.94X_{1,1} + 2.01X_{1,2} + 2.55X_{1,3} + 3.36X_{1,4} + 3.81X_{1,5} + 4.48X_{1,6} + 5.82X_{1,7} + 0.67X_{2,1} + 1.34X_{2,2} + 2.01X_{2,3} + 2.55X_{2,4} + 2.69X_{2,5} + 3.81X_{2,6} + 5.15X_{2,7}$$

Constraint

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} = A_i \quad \text{เมื่อ } A_i > 0, i = 1, 2, \dots, m$$

$$X_{1,1} + X_{1,2} + X_{1,3} + X_{1,4} + X_{1,5} + X_{1,6} + X_{1,7} = 0$$

$$X_{2,1} + X_{2,2} + X_{2,3} + X_{2,4} + X_{2,5} + X_{2,6} + X_{2,7} = 1200$$

LHS	Sign	RHS
-	=	0
1,200	=	1200

$$\sum_{i=1}^m X_{ij} = B_j \quad \text{เมื่อ } B_j > 0, j = 1, 2, \dots, n$$

$$X_{1,1} + X_{2,1} = 140$$

$$X_{1,2} + X_{2,2} = 140$$

$$X_{1,3} + X_{2,3} = 160$$

$$X_{1,4} + X_{2,4} = 180$$

$$X_{1,5} + X_{2,5} = 180$$

$$X_{1,6} + X_{2,6} = 200$$

$$X_{1,7} + X_{2,7} = 200$$

LHS	Sign	RHS
140	=	140
140	=	140
160	=	160
180	=	180
180	=	180
200	=	200
200	=	200

การคำนวณโดยใช้ Solver

ผลิตที่ถนนเทพารักษ์			
X_{ij}	Value X	C_{ij}	$C_{ij} * X_{ij}$
$X_{1,1}$	-	0.94	-
$X_{1,2}$	-	2.01	-
$X_{1,3}$	-	2.55	-
$X_{1,4}$	-	3.36	-
$X_{1,5}$	-	3.81	-
$X_{1,6}$	-	4.48	-
$X_{1,7}$	-	5.82	-

ผลิตที่ถนนบางนา-ตราด กม.1			
X_{ij}	Value X	C_{ij}	$C_{ij} * X_{ij}$
$X_{2,1}$	140	0.67	94.01
$X_{2,2}$	140	1.34	188.02
$X_{2,3}$	160	2.01	322.33
$X_{2,4}$	180	2.55	459.31
$X_{2,5}$	180	2.69	483.49
$X_{2,6}$	200	3.81	761.05
$X_{2,7}$	200	5.15	1,029.65

3,337.86

ค่าตอบที่ได้จากการคำนวณ Solver

ภาพที่ 4-1 การคำนวณหาต้นทุนโดยใช้คำสั่ง Solver ใน Microsoft Excel เปรียบเทียบระหว่างถนนเทพารักษ์กับถนนบางนา-ตราด กม.1 สัดส่วนเปอร์เซ็นต์การผลิตที่: 100

การคำนวณโดยใช้ Solver ใน Microsoft Excel

เปรียบเทียบสัดส่วนการผลิตระหว่างการผลิตที่ อมตะพาร์กซ์ กับ การผลิตที่ ถนนบางนา-ตราด กม.1 (สัดส่วน = 10% : 90%)

ตัวแบบกำหนดการเชิงเส้น

กำหนดให้

X_{ij} = ปริมาณการส่งน้ำส้มจากจุดต้นทาง i ไปยังจุดปลายทาง j

C_{ij} = ต้นทุนการส่งน้ำส้มจากจุดต้นทาง i ไปยังจุดปลายทาง j

A_i = ปริมาณน้ำส้มที่อยู่ ณ จุดต้นทาง i หรืออุปทาน (Supply)

B_j = ปริมาณน้ำส้มที่ต้องการ ณ จุดปลายทาง j หรืออุปสงค์ (Demand)

Objective function

Minimize $Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} X_{ij}$

Minimize $Z = 0.94X_{1,1} + 2.01X_{1,2} + 2.55X_{1,3} + 3.36X_{1,4} + 3.81X_{1,5} + 4.48X_{1,6} + 5.82X_{1,7} + 0.67X_{2,1} + 1.34X_{2,2} + 2.01X_{2,3} + 2.55X_{2,4} + 2.69X_{2,5} + 3.81X_{2,6} + 5.15X_{2,7}$

Constraint

$\sum_{j=1}^n X_{ij} = A_i$ เมื่อ $A_i > 0, i = 1, 2, \dots, m$

LHS	Sign	RHS
$X_{1,1} + X_{1,2} + X_{1,3} + X_{1,4} + X_{1,5} + X_{1,6} + X_{1,7}$	=	120
$X_{2,1} + X_{2,2} + X_{2,3} + X_{2,4} + X_{2,5} + X_{2,6} + X_{2,7}$	=	1080

$\sum_{i=1}^m X_{ij} = B_j$ เมื่อ $B_j > 0, j = 1, 2, \dots, n$

LHS	Sign	RHS
$X_{1,1} + X_{2,1}$	=	140
$X_{1,2} + X_{2,2}$	=	140
$X_{1,3} + X_{2,3}$	=	160
$X_{1,4} + X_{2,4}$	=	180
$X_{1,5} + X_{2,5}$	=	180
$X_{1,6} + X_{2,6}$	=	200
$X_{1,7} + X_{2,7}$	=	200

การคำนวณโดยใช้ Solver

ผลิตที่อมตะพาร์กซ์			
X_{ij}	Value X	C_{ij}	$C_{ij} \cdot X_{ij}$
$X_{1,1}$	120	0.94	112.81
$X_{1,2}$	-	2.01	-
$X_{1,3}$	-	2.55	-
$X_{1,4}$	-	3.36	-
$X_{1,5}$	-	3.81	-
$X_{1,6}$	-	4.48	-
$X_{1,7}$	-	5.82	-
	120		112.81

ผลิตที่ถนนบางนา-ตราด กม.1			
X_{ij}	Value X	C_{ij}	$C_{ij} \cdot X_{ij}$
$X_{2,1}$	20	0.67	13.43
$X_{2,2}$	140	1.34	188.02
$X_{2,3}$	160	2.01	322.33
$X_{2,4}$	180	2.55	459.31
$X_{2,5}$	180	2.69	483.49
$X_{2,6}$	200	3.81	761.05
$X_{2,7}$	200	5.15	1,029.65
	1,080		3,257.28

3,370.09

คำตอบที่ได้จากการคำนวณ Solver

ภาพที่ 4-2 การคำนวณหาต้นทุนโดยใช้คำสั่ง Solver ใน Microsoft Excel เปรียบเทียบระหว่างถนน
เทพารักษ์กับถนนบางนา-ตราด กม.1 สัดส่วนเปอร์เซ็นต์การผลิตที่ 10: 90

การคำนวณโดยใช้ Solver ใน Microsoft Excel

เปรียบเทียบสัดส่วนการผลิตระหว่างการผลิตที่ ถนนเทพารักษ์ กับ การผลิตที่ ถนนบางนา-ตราด กม.1 (สัดส่วน = 50% : 50%)

ตัวแบบกำหนดการเชิงเส้น

กำหนดให้

- X_{ij} = ปริมาณการส่งน้ำส้มจากจุดต้นทาง i ไปยังจุดปลายทาง j
 C_{ij} = ต้นทุนการส่งน้ำส้มจากจุดต้นทาง i ไปยังจุดปลายทาง j
 A_i = ปริมาณน้ำส้มที่อยู่ ณ จุดต้นทาง i หรืออุปทาน (Supply)
 B_j = ปริมาณน้ำส้มที่ต้องการ ณ จุดปลายทาง j หรืออุปสงค์ (Demand)

Objective function

$$\text{Minimize } Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} X_{ij}$$

$$\text{Minimize } Z = 0.94X_{1,1} + 2.01X_{1,2} + 2.55X_{1,3} + 3.36X_{1,4} + 3.81X_{1,5} + 4.48X_{1,6} + 5.82X_{1,7} + 0.67X_{2,1} + 1.34X_{2,2} + 2.01X_{2,3} + 2.55X_{2,4} + 2.69X_{2,5} + 3.81X_{2,6} + 5.15X_{2,7}$$

Constraint

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} = A_i \quad \text{เมื่อ } A_i > 0, i = 1, 2, \dots, m$$

$$X_{1,1} + X_{1,2} + X_{1,3} + X_{1,4} + X_{1,5} + X_{1,6} + X_{1,7} = 600$$

$$X_{2,1} + X_{2,2} + X_{2,3} + X_{2,4} + X_{2,5} + X_{2,6} + X_{2,7} = 600$$

LHS	Sign	RHS
600	=	600
600	=	600

$$\sum_{i=1}^m X_{ij} = B_j \quad \text{เมื่อ } B_j > 0, j = 1, 2, \dots, n$$

$X_{1,1}$	+	$X_{2,1}$	=	140
$X_{1,2}$	+	$X_{2,2}$	=	140
$X_{1,3}$	+	$X_{2,3}$	=	160
$X_{1,4}$	+	$X_{2,4}$	=	180
$X_{1,5}$	+	$X_{2,5}$	=	180
$X_{1,6}$	+	$X_{2,6}$	=	200
$X_{1,7}$	+	$X_{2,7}$	=	200

LHS	Sign	RHS
140	=	140
140	=	140
160	=	160
180	=	180
180	=	180
200	=	200
200	=	200

การคำนวณโดยใช้ Solver

ผลิตที่ถนนเทพารักษ์			
X_{ij}	Value X	C_{ij}	$C_{ij} * X_{ij}$
$X_{1,1}$	140	0.94	131.62
$X_{1,2}$	140	2.01	282.03
$X_{1,3}$	160	2.55	408.28
$X_{1,4}$	-	3.36	-
$X_{1,5}$	-	3.81	-
$X_{1,6}$	-	4.48	-
$X_{1,7}$	160	5.82	931.16
	600		1,753.09

ผลิตที่ถนนบางนา-ตราด กม.1			
X_{ij}	Value X	C_{ij}	$C_{ij} * X_{ij}$
$X_{2,1}$	-	0.67	-
$X_{2,2}$	-	1.34	-
$X_{2,3}$	-	2.01	-
$X_{2,4}$	180	2.55	459.31
$X_{2,5}$	180	2.69	483.49
$X_{2,6}$	200	3.81	761.05
$X_{2,7}$	40	5.15	205.93
	600		1,909.78

3,662.87

คำตอบที่ได้จากการคำนวณ Solver

ภาพที่ 4-3 การคำนวณหาต้นทุนโดยใช้คำสั่ง Solver ใน Microsoft Excel เปรียบเทียบระหว่างถนนเทพารักษ์กับถนนบางนา-ตราด กม.1 สัดส่วนเปอร์เซ็นต์การผลิตที่ 50: 50

จากภาพที่ 4-1 ถึง 4-3 เป็นภาพตัวอย่างแสดงการคำนวณหาต้นทุนการขนส่ง โดยการใช้คำสั่ง Solver ในชุดโปรแกรม Microsoft Excel ด้วยการจับคู่แหล่งผลิตระหว่างแหล่งผลิตที่ถนนเทพารักษ์กับถนนบางนา-ตราด กม.1 และทำการเปรียบเทียบการผลิตด้วยการกำหนดสัดส่วนเปอร์เซ็นต์การผลิตที่ 0: 100, 10: 90 และ 50: 50 ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาการคำนวณหาต้นทุนการขนส่ง โดยการกำหนดสัดส่วนเปอร์เซ็นต์การผลิตให้แต่ละคู่โดยเริ่มตั้งแต่ 0: 100, 10: 90, 20: 80, 30: 70, 40: 60, 50: 50, 60: 40, 70: 30, 80: 20, 90: 10, 100: 0 เพื่อดูค่าความแตกต่างของต้นทุนการขนส่งแต่ละจุด ว่าจุดใดที่มีค่าต้นทุนการขนส่งที่ต่ำที่สุด และเหมาะสมที่สุดสำหรับการพิจารณาคัดเลือกทำเลที่ตั้งจากแหล่งผลิตทั้ง 3 สถานที่ที่กำหนด ซึ่งจากการคำนวณได้คำตอบที่แตกต่างกัน ดังรายละเอียดตามตารางการแสดงผลการคำนวณตารางที่ 4-1 ดังนี้

ตารางที่ 4-1 ต้นทุนการขนส่งที่คำนวณได้จากการใช้คำสั่ง Solver

(หน่วย: บาท)

สัดส่วนเปอร์เซ็นต์การผลิต	ต้นทุนการขนส่งในการจับคู่ระหว่างแหล่งผลิต		
	เทพารักษ์ กับ บางนา	เทพารักษ์ กับ รังสิต	บางนา กับ รังสิต
0: 100	3,337.86	5,389.10	5,389.10
10: 90	3,370.09	4,986.20	4,905.62
20: 80	3,429.19	4,613.73	4,457.94
30: 70	3,501.71	4,302.15	4,081.90
40: 60	3,582.29	4,060.41	3,797.17
50: 50	3,662.87	3,863.43	3,517.83
60: 40	3,743.45	3,702.27	3,272.50
70: 30	3,824.03	3,614.52	3,104.17
80: 20	3,920.73	3,625.27	3,034.34
90: 10	4,036.23	3,810.60	3,112.23
100: 0	4,170.53	4,170.53	3,337.86

ตารางที่ 4-1 เป็นค่าต้นทุนการขนส่งที่คำนวณหาได้จากการใช้คำสั่ง Solver ในโปรแกรม Microsoft Excel จากนั้นผู้วิจัยได้นำค่าที่คำนวณได้ ไปแสดงผลในกระดานกราฟ เพื่อให้ข้อมูลดูง่าย และมีความสะดวกในการนำไปใช้งาน ดังแสดงในภาพที่ 4-4 ซึ่งจากข้อมูลในกราฟ ผู้วิจัยสามารถพิจารณาประเมินผลการตัดสินใจคัดเลือกทำเลที่ตั้งแหล่งผลิตของธุรกิจผลิตน้ำส้มไม้ประเภทน้ำส้มคั้นบรรจุขวดส่งให้ลูกค้าได้ โดยอธิบายรายละเอียดด้วยการนำเสนอกลยุทธ์ แยกออกเป็นกรณี ๆ ได้ดังนี้

1. การนำเสนอกลยุทธ์โดยการกำหนดเงื่อนไขว่า ผู้ประกอบการต้องการให้มีการผลิตน้ำส้มคั้น และจัดส่งให้ลูกค้าในแต่ละสถานที่แหล่งผลิต เท่ากับ 100 เปอร์เซนต์ โดยจะพิจารณาแหล่งผลิตที่มีค่าต้นทุนการขนส่งต่ำสุดมาเป็นตัวตัดสินใจเพื่อคัดเลือกทำเลที่ตั้งแหล่งผลิตนั้นจะได้ว่าสถานที่แหล่งผลิตที่ถนนบางนา-ตราด กม.1 จะมีต้นทุนการขนส่งต่ำที่สุด คือ เท่ากับ 3,337.86 บาท โดยสถานที่แหล่งผลิตที่ถนนรังสิต-ปทุมธานี จะมีต้นทุนการขนส่งสูงที่สุด คือ เท่ากับ 5,389.10 บาท สำหรับสถานที่แหล่งผลิตที่ถนนเทพารักษ์ ซึ่งเป็นแหล่งผลิตที่ผู้ประกอบการใช้ผลิตน้ำส้มคั้นในปัจจุบันนั้น จะมีต้นทุนการขนส่งสูงกว่าการผลิตที่ถนนบางนา-ตราด กม.1 แต่ก็น้อยกว่า การผลิตที่ถนนรังสิต-ปทุมธานี คือ เท่ากับ 4,170.53 บาท

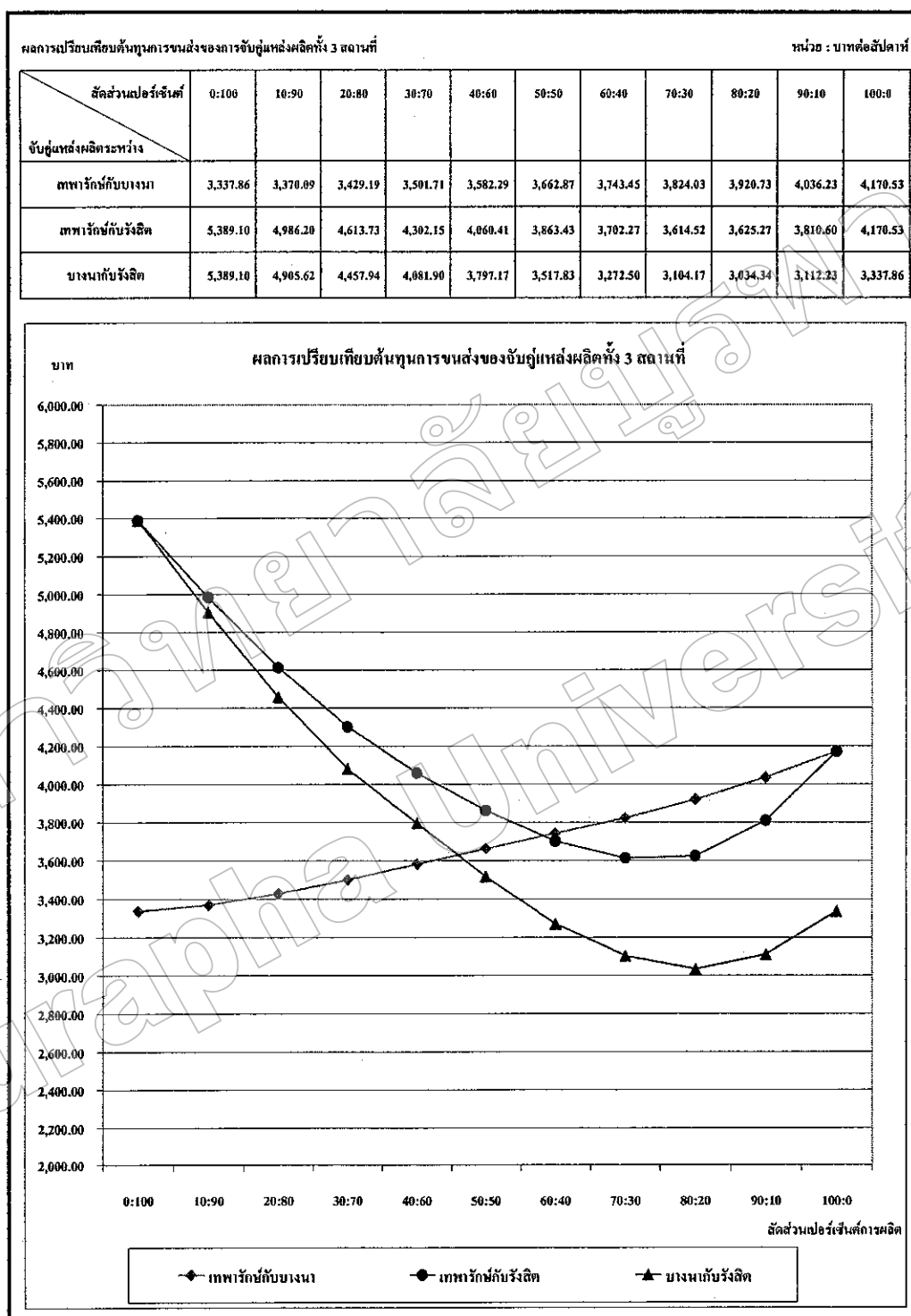
2. การนำเสนอกลยุทธ์โดยการกำหนดเงื่อนไขว่า ผู้ประกอบการต้องการเพิ่มแหล่งผลิตใหม่อีกเป็นแหล่งผลิตที่ 2 โดยมีการพิจารณาเลือกทำเลที่ตั้งแห่งใหม่จาก 2 สถานที่ที่กำหนดให้ ได้แก่ สถานที่ถนนบางนา-ตราด กม.1 และสถานที่ถนนรังสิต-ปทุมธานี โดยสามารถแยกพิจารณาและนำเสนอแนวทางเลือกได้เป็น 2 กรณี ตามข้อมูลต้นทุนการขนส่งตามกราฟในภาพที่ 4-4 ได้ดังนี้

2.1 กรณีที่พิจารณาเลือกทำเลที่ตั้งแหล่งผลิตแห่งที่ 2 เพิ่มเป็นที่ถนนรังสิต-ปทุมธานี จุดที่กราฟมีต้นทุนการขนส่งที่ต่ำสุด เท่ากับ 3,614.52 บาท เป็นจุดระหว่างแหล่งผลิตที่ถนนเทพารักษ์กับที่ถนนรังสิต-ปทุมธานี คือ จุดที่กำหนดสัดส่วนเปอร์เซ็นต์การผลิตไว้เท่ากับ 70: 30 (การผลิตที่ถนนเทพารักษ์ เท่ากับ 70 ต่อการผลิตที่ถนนรังสิต-ปทุมธานีเท่ากับ 30)

2.2 กรณีที่พิจารณาเลือกทำเลที่ตั้งแหล่งผลิตแห่งที่ 2 เพิ่มเป็นที่ถนนบางนา-ตราด กม.1 นั้นจะเห็นว่าจุดที่กราฟมีต้นทุนการขนส่งที่ต่ำกว่าการผลิตที่ถนนรังสิต-ปทุมธานี อยู่หลายจุด เริ่มตั้งแต่สัดส่วนเปอร์เซ็นต์การผลิตระหว่างแหล่งผลิตที่ถนนเทพารักษ์ กับการผลิตที่ถนนบางนา-ตราด กม.1 0: 100, 10: 90 เรื่อยไปจนถึงสัดส่วนเปอร์เซ็นต์การผลิตที่ 60: 40 จึงจะเริ่มมีค่าต้นทุนการขนส่งที่สูงขึ้นจนมีค่าสูงกว่าการผลิตที่ถนนรังสิต-ปทุมธานี ดังนั้นจึงควรเลือกเพิ่มแหล่งผลิตแห่งที่ 2 ที่ถนนบางนา-ตราด กม.1 จะดีกว่าการเลือกแหล่งผลิตที่ถนนรังสิต-ปทุมธานี

โดยที่ผู้ประกอบการสามารถเลือกที่จะกำหนดสัดส่วนเปอร์เซ็นต์การผลิตได้หลายสัดส่วนตามที่ได้อธิบายไปแล้ว

3. การนำเสนอกลยุทธ์โดยการกำหนดเงื่อนไขให้พิจารณาเลือกทำเลที่ตั้งแห่งใหม่ โดยยึดจุดที่มีค่าต้นทุนการขนส่งที่ต่ำที่สุดเป็นปัจจัยสำคัญในการพิจารณา จะได้ว่าทำเลที่ตั้งแหล่งผลิตที่มีค่าต้นทุนการขนส่งจุดที่ต่ำที่สุดในกราฟ คือ เท่ากับ 3,034.34 บาท ซึ่งเป็นจุดของแหล่งผลิตระหว่างการผลิตที่ถนนบางนา-ตราด กม.1 กับการผลิตที่ถนนรังสิต-ปทุมธานี โดยมีสัดส่วนเปอร์เซ็นต์การผลิตอยู่ที่ 80: 20 (การผลิตที่ถนนบางนา-ตราด กม.1 เท่ากับ 80 ต่อการผลิตที่ถนนรังสิต-ปทุมธานี เท่ากับ 20)



ภาพที่ 4-4 กราฟแสดงต้นทุนการขนส่งที่หาได้จากการคำนวณโดยใช้คำสั่ง Solver ใน Microsoft Excel ในแต่ละสัดส่วนของการจับคู่แหล่งผลิตทั้ง 3 สถานที่