บทที่ 5
ตัวแบบสมการทางคณิตศาสตร์

ในบทนี้จะกล่าวถึงตัวแบบสมการทางคณิตศาสตร์สำหรับแก้ปัญหาระบบโลจิสติกส์และโซ่อุปทานข้าว : กรณีศึกษาจังหวัดอุบลราชธานีของประเทศไทย โดยผู้วิจัยจะรวบรวมข้อมูลทั้งหมดแล้วกำหนดขอบเขตในงานวิจัย จากนั้นนำข้อมูลมาสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับกรณีศึกษา ทำการทดสอบแบบจำลองทางคณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม Lingo V.11 กับปัญหาจริงเพื่อที่จะเพิ่มประสิทธิภาพโลจิสติกส์และโซ่อุปทานข้าวในเขตจังหวัดอุบลราชธานีของประเทศไทย ซึ่งตัวแบบสมการทางคณิตศาสตร์จะประกอบด้วยวัตถุประสงค์ที่สำคัญ 3 ด้านคือ (1) ด้านต้นทุน (2) ด้านค่าเสียโอกาส และ (3) ด้านเวลา โดยข้อมูลทั้ง 3 ด้านนี้ ผู้วิจัยได้มาจากการสัมภาษณ์ การใช้แบบสอบถาม วิเคราะห์แบบสอบถามโดยใช้วิธีต้นทุนฐานกิจกรรม คือข้อมูลด้านต้นทุนและเวลา จะวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้ได้ระยะทางระหว่างเกษตรกรไปโรงสี และโรงสีไปพ่อค้าส่งออก พ่อค้าขายส่ง เพื่อเป็นข้อมูลในการคำนวณหาต้นทุนในการขนส่งผลผลิตต่อไป ในการหาระยะทางหาได้โดยใช้โปรแกรม Google Earth ส่วนการวิเคราะห์ต้นทุนโลจิสติกส์ จะใช้แนวคิดต้นทุนฐานกิจกรรม (Activity Based Costing: ABC) และข้อมูลด้านค่าเสียโอกาส จะวิเคราะห์ข้อมูลราคารับซื้อข้าวเปลือกของโรงสี ราคารับซื้อข้าวสารของพ่อค้าส่งออก และพ่อค้าขายส่ง เพื่อเป็นข้อมูลในการคำนวณหาต้นทุนในด้านค่าเสียโอกาส โดยมีรายละเอียดของตัวแบบสมการทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญ ดังต่อไปนี้คือ

5.1 ตัวแบบสมการทางคณิตศาสตร์หลายวัตถุประสงค์

5.1.1 ดัชนีและชุด(Indices and sets)

I = จำนวนของเกษตรกร (ราย)

J = จำนวนของโรงสีข้าว (โรง)

L = จำนวนของพ่อค้าส่งออก (ราย)

N = จำนวนของพ่อค้าขายส่ง (ราย)

i = เกษตรกร โดยที่ i = 1, 2, 3,.., I

j = โรงสีข้าว โดยที่ j = 1, 2, 3,.., J

l = พ่อค้าส่งออก โดยที่ l = 1, 2, 3,... L

n = พ่อค้าขายส่ง โดยที่ n = 1, 2, 3,... N

5.1.2 พารามิเตอร์(Parameters)

A_j = ต้นทุนการสั่งซื้อหรือสั่งผลิตของโรงสี j (บาท/ตัน)

C_i = ต้นทุนการสั่งซื้อหรือสั่งผลิตของเกษตรกร i (บาท/ตัน)

E_j = ต้นทุนการดำเนินงานตามคำสั่งซื้อและระบบข้อมูลข่าวสารของโรงสี j (บาท/ตัน)

F_j = ต้นทุนการจัดการคลังสินค้าและการถือครองสินค้าคงคลังข้าวสารของโรงสี j (บาท/ตัน)

G_l = ต้นทุนการสั่งซื้อหรือสั่งผลิตของพ่อค้าส่งออก l (บาท/ตัน)

H_l = ต้นทุนการดำเนินงานตามคำสั่งซื้อและระบบข้อมูลข่าวสารของพ่อค้าส่งออก l (บาท/ตัน)

K_n = ต้นทุนการสั่งซื้อหรือสั่งผลิตของพ่อค้าขายส่ง n (บาท/ตัน)

M_n =ต้นทุนการดำเนินงานตามคำสั่งซื้อและระบบข้อมูลข่าวสารของพ่อค้าขายส่ง n (บาท/ตัน)

v = ความเร็วเฉลี่ยของการขนส่งทางถนน = 80 (กิโลเมตร/ชั่วโมง)

c_i = เวลาที่ใช้ในการสั่งซื้อหรือสั่งผลิตของเกษตรกร I (นาที)

a_j = เวลาที่ใช้ในการสั่งซื้อหรือสั่งผลิตของโรงสี j (นาที)

e_j = เวลาที่ใช้ในการดำเนินงานตามคำสั่งซื้อและระบบข้อมูลข่าวสารของโรงสี j (นาที)

f_j = เวลาที่ใช้ในการจัดการคลังสินค้าและการถือครองสินค้าคงคลังข้าวสารของโรงสี j (นาที)

g_l = เวลาที่ใช้ในการสั่งซื้อหรือสั่งผลิตของพ่อค้าส่งออก l (นาที)

h_l = เวลาที่ใช้ในการดำเนินงานตามคำสั่งซื้อและระบบข้อมูลข่าวสารของพ่อค้าส่งออก l (นาที)

k_n = เวลาที่ใช้ในการสั่งซื้อหรือสั่งผลิตของพ่อค้าขายส่ง n (นาที)

m_n = เวลาที่ใช้ในการดำเนินงานตามคำสั่งซื้อและระบบข้อมูลข่าวสารของพ่อค้าขายส่ง n (นาที)

Q_j = ราคารับซื้อข้าวเปลือกของโรงสี j (บาท/ตัน)

q = ราคารับซื้อข้าวเปลือกที่แพงที่สุดของโรงสี (บาท/ตัน)

T_l = ราคารับซื้อข้าวของพ่อค้าส่งออก l (บาท/ตัน)

t = ราคารับซื้อข้าวที่แพงที่สุดของพ่อค้าส่งออก (บาท/ตัน)

U_n = ราคารับซื้อข้าวของพ่อค้าขายส่ง n (บาท/ตัน)

u = ราคารับซื้อข้าวที่แพงที่สุดของพ่อค้าขายส่ง (บาท/ตัน)

P_j = กำลังการผลิตของโรงสี j (ตันข้าวสาร/ปี)

R_l = กำลังการผลิตของพ่อค้าส่งออก l (ตันข้าวสาร/ปี)

S_n = กำลังการผลิตของพ่อค้าขายส่ง n (ตันข้าวสาร/ปี)

D_i = ปริมาณผลผลิตข้าวเปลือกของเกษตรกร i (ตันข้าวเปลือก)

d_i = ปริมาณขายข้าวเปลือกของเกษตรกร i (ตันข้าวเปลือก)

W_{ij} = ระยะทางระหว่างเกษตรกร i กับโรงสี j (กิโลเมตร)

Y_{jl} = ระยะทางระหว่างโรงสีข้าว j กับพ่อค้าส่งออก l (กิโลเมตร)

Z_{jn} = ระยะทางระหว่างโรงสีข้าว j กับพ่อค้าขายส่ง n (กิโลเมตร)

$\vee$ = อัตราค่าขนส่งทางถนน = 1.72 (บาท/ตัน-กิโลเมตร)

5.1.3 ตัวแปรตัดสินใจ (Decision Variables)

B_{ij} = 1 -ถ้าเกษตรกร iจัดจำหน่ายข้าวเปลือกให้กับโรงสี j

0 - กรณีอื่น ๆ

O_{jl} = 1 - ถ้าโรงสี j จัดจำหน่ายข้าวสารให้กับพ่อค้าส่งออก l

0 - กรณีอื่น ๆ

X_{jn} = 1 - ถ้าโรงสี j จัดจำหน่ายข้าวสารให้กับพ่อค้าขายส่ง n

0 - กรณีอื่น ๆ

p_j = ปริมาณสินค้าที่ถูกผลิตโดยโรงสี j (ตัน/ปี)

r_l = ปริมาณสินค้าที่ถูกผลิตโดยพ่อค้าส่งออก l (ตัน/ปี)

s_n = ปริมาณสินค้าที่ถูกผลิตโดยพ่อค้าขายส่งที่ n (ตัน/ปี)

IR_j = สินค้าคงคลังข้าวสารของโรงสี j (ตัน/ปี)

RE_{jl} =สินค้าที่ถูกจัดส่งจากโรงสี j ไปพ่อค้าส่งออก l (ตัน/ปี)

RW_{jn} = ปริมาณสินค้าที่ถูกจัดส่งจากโรงสี j ไปพ่อค้าขายส่ง n (ตัน/ปี)

5.1.4 ตัวแบบทางคณิตศาสตร์หลายวัตถุประสงค์

5.1.4.1 ต้นทุน (Cost)

Minimize

$$1.72*(\sum_{i=1}^{I}\sum_{j=1}^{J} B_{ij}\cdot d_i\cdot W_{ij}+\sum_{j=1}^{J}\sum_{l=1}^{L} O_{jl}\cdot RE_{jl}\cdot Y_{jl}+\sum_{j=1}^{J}\sum_{n=1}^{N} X_{jn}\cdot RW_{jn}\cdot Z_{jn})$$

$$+\sum_{i=1}^{I}\sum_{j=1}^{J} B_{ij}\cdot D_i\cdot C_i+\sum_{i=1}^{I}\sum_{j=1}^{J} B_{ij}\cdot d_i\cdot A_j+\sum_{j=1}^{J} p_j\cdot E_j+\sum_{j=1}^{J} IR_j\cdot F_j+\sum_{j=1}^{J}\sum_{l=1}^{L} O_{jl}\cdot RE_{jl}\cdot G_l+$$

$$\sum_{l=1}^{L} r_l\cdot H_l+\sum_{j=1}^{J}\sum_{n=1}^{N} X_{jn}\cdot RW_{jn}\cdot K_n+\sum_{n=1}^{N} s_n\cdot M_n$$

5.1.4.2 ค่าเสียโอกาส(Opportunity)

Minimize

$$\sum_{i=1}^{I}\sum_{j=1}^{J} B_{ij}\cdot d_i\cdot(q-Q_j)+\sum_{j=1}^{J}\sum_{l=1}^{L} O_{jl}\cdot RE_{jl}\cdot(t-T_l)+\sum_{j=1}^{J}\sum_{n=1}^{N} X_{jn}\cdot RW_{jn}\cdot(u-U_n)$$

5.1.4.3 เวลา(Time)

Minimize

$$(\frac{1}{v}\cdot(\sum_{i=1}^{I}\sum_{j=1}^{J} B_{ij}\cdot W_{ij}+\sum_{j=1}^{J}\sum_{l=1}^{L} O_{jl}\cdot Y_{jl}+\sum_{j=1}^{J}\sum_{n=1}^{N} X_{jn}\cdot Z_{jn})+\sum_{i=1}^{I}\sum_{j=1}^{J} B_{ij}\cdot c_i+\sum_{i=1}^{I}\sum_{j=1}^{J} B_{ij}\cdot a_j+\sum_{i=1}^{I}\sum_{j=1}^{J} B_{ij}\cdot f_j$$

$$+\sum_{i=1}^{I}\sum_{j=1}^{J} B_{ij}\cdot e_j+\sum_{j=1}^{J}\sum_{l=1}^{L} O_{jl}\cdot g_l+\sum_{j=1}^{J}\sum_{l=1}^{L} O_{jl}\cdot h_l+\sum_{j=1}^{J}\sum_{n=1}^{N} X_{jn}\cdot k_n+\sum_{j=1}^{J}\sum_{n=1}^{N} X_{jn}\cdot m_n)*0.37$$

5.1.4.4 สมการขอบข่าย (Constraints)

$$1.52 \cdot p_j = \sum_{i=1}^{I} B_{ij} \cdot d_i \qquad \forall j \in J \qquad (1)$$

$$IR_j = p_j - (\sum_{l=1}^{L} O_{jl} \cdot RE_{jl} + \sum_{n=1}^{N} X_{jn} \cdot RW_{jn}) \quad \forall j \in J \qquad (2)$$

$$r_l = \sum_{j=1}^{J} O_{jl} \cdot RE_{jl} \qquad \forall l \in L \qquad (3)$$

$$s_n = \sum_{j=1}^{J} X_{jn} \cdot RW_{jn} \qquad \forall n \in N \qquad (4)$$

$$p_j \le P_j \qquad \forall j \in J \qquad (5)$$

$$r_l \le R_l \qquad \forall l \in L \qquad (6)$$

$$s_n \le S_n \qquad \forall n \in N \qquad (7)$$

$$\sum_{j=1}^{J} B_{ij} = 1 \qquad i \in I \qquad (8)$$

$$\sum_{j=1}^{J} O_{jl} \ge 1 \qquad l \in L \qquad (9)$$

$$\sum_{j=1}^{J} X_{jn} \ge 1 \qquad n \in N \qquad (10)$$

$$IR_j \ge 0 \qquad \forall j \in J \qquad (11)$$

$$B_{ij}, O_{jl}, X_{jn} \in \{0,1\} \qquad i \in I, j \in J, l \in L, n \in N \qquad (12)$$

สมการเป้าหมายด้านต้นทุน ประกอบด้วย 11 พจน์หลัก คือ 1) ต้นทุนการขนส่งจากเกษตรกรไปโรงสี 2) ต้นทุนการขนส่งจากโรงสีไปพ่อค้าส่งออก 3) ต้นทุนการขนส่งจากโรงสีไปพ่อค้าขายส่ง 4) ต้นทุนการสั่งซื้อหรือสั่งผลิตของเกษตรกร 5) ต้นทุนการสั่งซื้อหรือสั่งผลิตของโรงสี 6)ต้นทุนการดำเนินงานตามคำสั่งซื้อและระบบข้อมูลข่าวสารของโรงสี 7) ต้นทุนการจัดการคลังสินค้าและการจัดเก็บข้าวสารของโรงสี 8) ต้นทุนการสั่งซื้อหรือสั่งผลิตของพ่อค้าส่งออก 9) ต้นทุนการดำเนินงานตามคำสั่งซื้อและระบบข้อมูลข่าวสารของพ่อค้าส่งออก 10) ต้นทุนการสั่งซื้อหรือสั่งผลิตของพ่อค้าขายส่ง 11) ต้นทุนการดำเนินงานตามคำสั่งซื้อและระบบข้อมูลข่าวสารของพ่อค้าขายส่ง

สมการเป้าหมายด้านค่าเสียโอกาส ประกอบด้วย 3 พจน์หลัก คือ 1) ค่าเสียโอกาสจากการขายข้าวเปลือกของเกษตรกรให้โรงสี 2) ค่าเสียโอกาสจากการขายข้าวสารของโรงสีให้พ่อค้าส่งออก 3) ค่าเสียโอกาสจากการขายข้าวสารของโรงสีให้พ่อค้าส่งขายส่ง

สมการเป้าหมายด้านเวลา ประกอบด้วย 11 พจน์หลัก คือ 1) เวลาที่ใช้ในการขนส่งข้าวเปลือกจากเกษตรกรไปโรงสี 2) เวลาที่ใช้ในการขนส่งข้าวสารจากโรงสีไปพ่อค้าส่งออก 3) เวลาที่ใช้ใน

การขนส่งข้าวสารจากโรงสีไปพ่อค้าขายส่ง 4) เวลาที่ใช้ในการสั่งซื้อหรือสั่งผลิตของเกษตรกร 5) เวลาที่ใช้ในการสั่งซื้อหรือสั่งผลิตของโรงสี 6) เวลาที่ใช้ในการจัดการคลังสินค้าและการจัดเก็บข้าวสารของโรงสี 7) เวลาที่ใช้ในการดำเนินงานตามคำสั่งซื้อและระบบข้อมูลข่าวสารของโรงสี 8) เวลาที่ใช้ในการสั่งซื้อหรือสั่งผลิตของพ่อค้าส่งออก 9) เวลาที่ใช้ในการดำเนินงานตามคำสั่งซื้อและระบบข้อมูลข่าวสารของพ่อค้าส่งออก 10) เวลาที่ใช้ในการสั่งซื้อหรือสั่งผลิตของพ่อค้าขายส่ง 11) เวลาที่ใช้ในการดำเนินงานตามคำสั่งซื้อและระบบข้อมูลข่าวสารของพ่อค้าขายส่ง

สมการขอบข่ายที่

(1) สมดุลสินค้าคงคลังข้าวเปลือกของโรงสี j

(2) สมดุลสินค้าคงคลังข้าวสารของโรงสี j

(3) สมดุลสินค้าคงคลังข้าวสารของพ่อค้าส่งออก l

(4) สมดุลสินค้าคงคลังข้าวสารของพ่อค้าขายส่ง n

(5) ปริมาณสินค้าข้าวสารที่ผลิตโดยโรงสี j ต้องไม่เกินกำลังการผลิตของโรงสี j

(6) ปริมาณสินค้าข้าวสารที่ผลิตโดยพ่อค้าส่งออก l ต้องไม่เกินกำลังการผลิตของพ่อค้าส่งออก l

(7) ปริมาณสินค้าข้าวสารที่ผลิตโดยพ่อค้าขายส่ง n ต้องไม่เกินกำลังการผลิตของพ่อค้าขายส่ง n

(8) เกษตรกร i จะไปส่งข้าวเปลือกให้กับโรงสี j ได้เพียงหนึ่งครั้ง

(9) โรงสี j จะเลือกส่งสินค้าข้าวสารให้กับพ่อค้าส่งออก l

(10) โรงสี j จะเลือกส่งสินค้าข้าวสารให้กับพ่อค้าขายส่ง n

(11) โรงสี j จะต้องจัดส่งข้าวสารออกให้มากที่สุด

(12) สมการไบนารี (Binary)

5.1.5 สมมติฐานและลักษณะของปัญหา

5.1.5.1 ปริมาณข้าวเปลือกของเกษตรกรโดยรวมมีค่าไม่เกินกำลังการผลิตโดยรวมของโรงสีข้าว

5.1.5.2 กำลังการผลิตรวมของโรงสีมีค่ามากกว่ากำลังการผลิตของพ่อค้าส่งออกและพ่อค้าขายส่งรวมกัน

5.1.5.3 โรงสีข้าวไม่มีการจัดเก็บข้าวเปลือก จัดเก็บเฉพาะข้าวสาร

5.1.5.4 ให้พ่อค้าส่งออก และพ่อค้าค้าส่งไม่มีการจัดเก็บสินค้าคงคลังในคลังสินค้า

5.1.5.5 ปริมาณข้าวสารที่พ่อค้าส่งออก และพ่อค้าขายส่งได้รับจากโรงสีมีปริมาณที่เพียงพอกับความต้องการ

5.2 วิเคราะห์ความถูกต้องของตัวแบบสมการทางคณิตศาสตร์

5.2.1 ตรวจสอบหน่วยของวัตถุประสงค์

5.2.1.1 ด้านต้นทุน (Cost)

= (บาท/ตัน-กม.) x [(ตัน)x(กม.) + (ตัน)x(กม.) +(ตัน)x(กม.)] + (ตัน)x(บาท/ตัน) + (ตัน)x(บาท/ตัน) + (ตัน)x(บาท/ตัน) + (ตัน)x(บาท/ตัน) + (ตัน)x(บาท/ตัน)+ (ตัน)x(บาท/ตัน) + (ตัน)x(บาท/ตัน) + (ตัน)x(บาท/ตัน)

= บาท

5.2.1.2 ค่าเสียโอกาส (Opportunity)

= (ตัน)x(บาท/ตัน) + (ตัน)x(บาท/ตัน) + (ตัน)x(บาท/ตัน)

= บาท

5.2.1.3 เวลา (Time)

= { 1/ (กม./นาที) x [(กม.) + (กม.)+ (กม.)]+ (นาที)+ (นาที) + (นาที) + (นาที) + (นาที) + (นาที) + (นาที)}x 0.37 (บาท/นาที)

= บาท

*หมายเหตุ : 0.37 บาท/นาที มาจากอัตราค่าจ้างขั้นต่ำเฉลี่ย ปี พ.ศ. 2554 คือ 176บาท/วัน / 480 นาที/วัน

5.2.2 ทดสอบการตอบสนอง (Sensitivity Test) ตัวแบบคณิตศาสตร์

ทำการทดลองโดยที่กำหนดให้แต่ละพจน์ในสมการเป้าหมายแต่ละตัวมีค่าน้ำหนักเท่ากัน ผลการทดสอบ แสดงรายละเอียดได้ดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 ผลการทดสอบการตอบสนอง (Sensitivity Test) ตัวแบบคณิตศาสตร์

สมการ	สิ่งที่ควรจะเป็น	การทดสอบ	ผลการทดสอบ	บทสรุป
วัตถุประสงค์ด้านต้นทุนและเวลา	ผลลัพธ์ด้านต้นทุนและเวลาแปรเปลี่ยนไปตามระยะทาง	เพิ่ม-ลดค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวกับระยะทาง	สมการวัตถุประสงค์ด้านต้นทุนและเวลามีค่าลดลงเมื่อระยะทางใกล้และสูงขึ้นเมื่อระยะทางไกล	ถูกต้อง
วัตถุประสงค์ด้านค่าเสียโอกาส	ผลลัพธ์ด้านค่าเสียโอกาสแปรเปลี่ยนไปตามราคารับซื้อข้าว	เปลี่ยนค่าราคารับซื้อข้าว	- ราคารับซื้อข้าวสูงขึ้นค่าเสียโอกาสลดลง - ราคารับซื้อข้าวลดลงค่าเสียโอกาสมีค่ามากขึ้น	ถูกต้อง
วัตถุประสงค์ด้านต้นทุน	ผลลัพธ์ด้านต้นทุนแปรเปลี่ยนไปตาม ปริมาณสินค้าคงคลังข้าวสารของโรงสี	เปลี่ยนค่าปริมาณสินค้าสินค้าคงคลังข้าวสารต่ำและสูงกว่าเดิม	- ปริมาณสินค้าคงคลังต่ำลงต้นทุนลดลง - ปริมาณสินค้าคงคลังสูงขึ้นต้นทุนเพิ่มขึ้น	ถูกต้อง
วัตถุประสงค์ด้านต้นทุน	ผลลัพธ์ด้านต้นทุนแปรเปลี่ยนไปตาม ปริมาณสินค้าที่ถูกผลิตp_j , r_l , s_n	เปลี่ยนค่าปริมาณสินค้าที่ถูกผลิตp_j , r_l , s_n	- p_j , r_l , s_nมีค่าต่ำลงต้นทุนลดลง - p_j , r_l , s_nมีค่าสูงขึ้นต้นทุนเพิ่มขึ้น	ถูกต้อง

5.3 ทดสอบตัวแบบสมการทางคณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Lingo V.11

จะดำเนินการแก้ปัญหาตัวแบบสมการทางคณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Lingo V.11 กับปัญหาขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ซึ่งเป็นปัญหาแบบสุ่ม (randomly) ดังแสดงในตาราง 5.2

ตารางที่ 5.2 สรุปขนาดของปัญหาที่ใช้ในการหาคำตอบด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Lingo V.11

ขนาดของปัญหา	จำนวน			
	เกษตรกร (I)	โรงสี (J)	พ่อค้าส่งออก (L)	พ่อค้าขายส่ง (N)
เล็ก	9 (A)	2 (A)	4 (A)	2 (A)
	9 (B)	2 (B)	4 (B)	2 (B)
	13 (A)	3 (A)	5 (A)	3 (A)
	13 (B)	3 (B)	5 (B)	3 (B)
	15 (A)	4 (A)	6 (A)	4 (A)
	15 (B)	4 (B)	6 (B)	4 (B)
	16 (A)	5 (A)	7 (A)	5 (A)
	16 (B)	5 (B)	7 (B)	5 (B)
กลาง	18 (A)	6 (A)	8 (A)	6 (A)
	18 (B)	6 (B)	8 (B)	6 (B)
	20 (A)	7 (A)	9 (A)	7 (A)
	20 (B)	7 (B)	9 (B)	7 (B)
	22 (A)	8 (A)	10 (A)	8 (A)
	22 (B)	8 (B)	10 (B)	8 (B)
	23 (A)	9 (A)	11 (A)	9 (A)
	23 (B)	9 (B)	11 (B)	9 (B)
	24 (A)	10 (A)	12 (A)	10 (A)
	24 (B)	10 (B)	12 (B)	10 (B)
	25 (A)	11 (A)	13 (A)	11 (A)
ใหญ่ (ปัญหาแบบสุ่ม (randomly))	195 (A)	20 (A)	32 (A)	28 (A)
	210 (A)	24 (A)	38 (A)	32 (A)
	255 (A)	26 (A)	42 (A)	36 (A)

โดยน้ำหนักของวัตถุประสงค์แต่ละประเภทจะได้รับการเปลี่ยนแปลงใน 8 ระดับ โดยจะเริ่มจากการทดลองให้น้ำหนักกับวัตถุประสงค์ด้านใดด้านหนึ่งแต่เพียงด้านเดียว จากนั้นจึงเพิ่มความสำคัญของวัตถุประสงค์ด้านอื่นๆ ตามมา โดยมีลำดับการเปลี่ยนแปลงในแต่ละวัตถุประสงค์เป็น 80%, 60%, 50%, 40%, 30%, 20%, 10%, 0% ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 5.3 (นัทธพงศ์ นันทสำเริง, 2553)

ตารางที่ 5.3 แสดงค่าน้ำหนักของสมการวัตถุประสงค์ที่ใช้ในการทดลอง

การทดลองที่	น้ำหนักของสมการวัตถุประสงค์		
	ด้านต้นทุน (Cost objective)	ด้านค่าเสียโอกาส (Opportunity objective)	ด้านเวลา (Time objective)
1	10	10	80
2	20	20	60
3	30	30	40
4	40	40	20
5	50	50	0
6	80	10	10
7	0	50	50
8	10	80	10
9	20	60	20
10	50	0	50
11	60	20	20
12	40	30	30
13	20	40	40
14	30	40	30
15	40	20	40

จากผลการทดสอบตัวแบบคณิตศาสตร์การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำข้อมูลมาประมวลผลและได้หาคำตอบจากตัวแบบทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นด้วย LINGO V.11 กับข้อมูลปัญหาขนาดเล็ก กลาง และใหญ่ แล้วพบว่าตัวแบบคณิตศาสตร์ที่ได้สร้างขึ้นสามารถหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด (Global Optimization)ในระยะเวลาที่เหมาะสมถ้าเป็นปัญหาขนาดเล็กและขนาดกลาง แต่ถ้ามีการขยายข้อมูลมากขึ้นเป็นปัญหาขนาดใหญ่ซึ่งเป็นปัญหาแบบสุ่ม (randomly) คือ ขนาด 20(A) 24(A) และ 26(A) ก็จะส่งผลให้การหาคำตอบต้องใช้เวลานานขึ้น และไม่สามารถพบคำตอบที่เหมาะสมที่สุด (Global Optimization)แค่พบคำตอบที่ดีเท่านั้นเอง (Best Solution) ภายในเวลาที่จำกัดไว้ 24, 36 และ 48 ชั่วโมง ดังนั้นจึงเห็นสมควรจะได้มีการพัฒนาระบบฮิวริสติก (Heuristic Method) โดยการนำกระบวนการวิธีการวิวัฒนาการโดยส่วนต่าง Differential evolution DE มาประยุกต์ใช้กับงานวิจัยโดยใช้โปรแกรม Visual Basic C# มาใช้ในการประมวลผลของคำตอบเพื่อใช้ในการเปรียบผลการหาคำตอบ กับผลของคำตอบด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Lingo V.11กับการจำลองปัญหาขึ้นขนาด

เล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ ซึ่งจะใช้คอมพิวเตอร์ หน่วยประมวลผลกลาง Intel(R) Celeron(R) D CPU (220 @1.2 GHz) และหน่วยความจำ (RAM) 1.87 GB เพื่อที่จะรองรับกับวิธีการคำนวณเพื่อแก้ปัญหาระบบโลจิสติกส์และโซ่อุปทานข้าว : กรณีศึกษาจังหวัดอุบลราชธานี ในงานวิจัยต่อไป