บทที่ 3
รูปแบบทางคณิตศาสตร์และฮิวริสติกของการขนส่งแบบเต็มคันรถ

สมการวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้จะพิจารณาต้นทุนในการวางแผนการสั่งที่เกิดขึ้นทั้งหมด ได้แก่ ต้นทุนขนส่ง ต้นทุนในการจัดเก็บรักษาอาหารสุกรในแต่ละช่วงเวลาของโรงงานและฟาร์ม และต้นทุนการผลิต ซึ่งรูปแบบทางคณิตศาสตร์และฮิวริสติกของหารขนส่งแบบเต็มคันรถมีดังนี้

1. รูปแบบทางคณิตศาสตร์สำหรับการแก้ปัญหาการวางแผนการสั่งอาหารสุกรโดยการขนส่งแบบเต็มคันรถ

1.1 สมมติฐานของปัญหา (Assumptions)

สมมติฐานของปัญหาการวางแผนการสั่งอาหารสุกรโดยการขนส่งแบบเต็มคันรถ ได้สร้างขึ้นเพื่อให้สอดคล้องกับรูปแบบปัญหาและลักษณะต่าง ๆที่เกี่ยวข้องในปัญหาที่สนใจ สมมติฐานของปัญหามีรายละเอียดดังต่อไปนี้ คือ

1.1.1 การขนส่งอาหารสุกรไปยังฟาร์มในแต่ละเที่ยวของรถขนส่งหนึ่งคันสามารถส่งได้เพียงภายในหนึ่งกลุ่มฟาร์ม

1.1.2 กำลังการผลิตอาหารสุกรของโรงงานให้ถือว่าสามารถผลิตได้เพียงพอต่อความต้องการของทุกกลุ่มฟาร์ม

1.1.3 ต้นทุนในการผลิตอาหารสุกร จะไม่คำนึงถึงค่าใช้จ่ายในการเตรียมเครื่องจักรเมื่อมีการเปลี่ยนเบอร์อาหารในการผลิต

1.1.4 รถขนส่งอาหารสุกรในแต่ละกลุ่มฟาร์มมีขนาดเดียว

1.1.5 จำนวนโรงงานผลิตอาหารสุกรมี 1 โรงงาน

1.2 พารามิเตอร์ (Parameters)

พารามิเตอร์ที่ใช้ในรูปแบบทางคณิตศาสตร์ของปัญหาการวางแผนการสั่งอาหารสุกรโดยการขนส่งแบบเต็มคันรถและไม่เต็มคันรถ มีดังนี้

G	จำนวนกลุ่มฟาร์มเลี้ยงสุกร $(g = 1,2,...,G)$
M_g	จำนวนฟาร์มในแต่ละกลุ่มฟาร์มเลี้ยงสุกร $(i = 1,2,...,M_g)$
N	จำนวนกลุ่มเบอร์อาหารสุกร $(j = 1,2,...,N)$
T	จำนวนช่วงเวลาการวางแผน $(t = 1,2,...,T)$
P	จำนวนช่วงเวลาหลังการวางแผน $(k = 1,2,...,P)$
S_g	จำนวนรถขนส่งในแต่ละกลุ่มฟาร์มเลี้ยงสุกร $(l = 1,2,...,S_g)$

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

g ดัชนีของกลุ่มฟาร์มเลี้ยงสุกร

i ดัชนีของฟาร์มเลี้ยงสุกร

j ดัชนีของกลุ่มเบอร์อาหารสุกร

t ดัชนีของช่วงเวลาการวางแผน

k ดัชนีของช่วงเวลาหลังการวางแผน

l ดัชนีของรถขนส่ง

D_{gijt} ปริมาณความต้องการอาหารสุกรเบอร์ j ของฟาร์ม i กลุ่ม g วันที่ t

DL_{gijk} ปริมาณความต้องการอาหารสุกรเบอร์ j ของฟาร์ม i กลุ่ม g วันที่ k

H_{gi} ค่าจัดเก็บรักษาคงคลังอาหารสุกรของฟาร์ม i กลุ่ม g (บาท/ถุง/วัน)

O_{gij} ปริมาณคงเหลือของอาหารสุกรเบอร์ j ของฟาร์ม i กลุ่ม g ก่อนการวางแผน

WH_{gi} ความจุสูงสุดคงคลังอาหารสุกรของฟาร์ม i กลุ่ม g

c_g ค่าขนส่งอาหารสุกรของกลุ่มฟาร์ม g (บาท/เที่ยว)

TL_g ความจุดสูงสุดของรถขนส่งอาหารสุกรของกลุ่มฟาร์ม g

MF จำนวนฟาร์มสูงสุดที่รถขนส่งไปได้ในหนึ่งเที่ยวโดยไม่เสียค่าปรับ

OC ค่าปรับต่อจำนวนฟาร์มที่รถขนส่งหนึ่งคันส่งเกินจำนวนฟาร์มที่กำหนดในแต่ละเที่ยว (บาท/ฟาร์ม)

BS_j ขนาดของรุ่นการผลิตอาหารสุกรเบอร์ j (ถุง/รุ่นการผลิต)

PC_j ค่าใช้จ่ายในการผลิตอาหารสุกรเบอร์ j (บาท/รุ่นการผลิต)

HP_j ค่าจัดเก็บรักษาคงคลังอาหารสุกรเบอร์ j ของโรงงาน (บาท/ถุง/วัน)

OP_j ปริมาณคงเหลืออาหารสุกรเบอร์ j ของทุกฟาร์มที่อยู่ ณ โรงงาน

WHP ความจุสูงสุดคงคลังอาหารสุกรของโรงงาน

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย
วันที่ 25 ก.ค. 2555
เลขทะเบียน 247960
เลขเรียกหนังสือ

1.3 ตัวแปรตัดสินใจ (Decision Variable)

ตัวแปรตัดสินใจที่ใช้ในรูปแบบทางคณิตศาสตร์ของปัญหาการวางแผนการสั่งอาหารสุกรโดยการขนส่งแบบเต็มคันรถและไม่เต็มคันรถ มีดังนี้

Q_{gijtl} ปริมาณอาหารสุกรที่ส่งไปฟาร์ม i กลุ่ม g เบอร์ j วันที่ t โดยรถขนส่ง l

X_{gitl} = 1 เมื่อมีการส่งอาหารสุกรไปฟาร์ม i กลุ่ม g วันที่ t โดยรถขนส่ง l
= 0 กรณีอื่น ๆ

I_{gijt} ปริมาณคงคลังอาหารสุกรของฟาร์ม i กลุ่ม g เบอร์ j วันที่ t

E_{gijk} ผลต่างของปริมาณคงคลังอาหารสุกรกับความต้องการอาหารสุกรของฟาร์ม i กลุ่ม g เบอร์ j วันที่ k

n_{gt} ปริมาณการใช้รถขนส่งของกลุ่มฟาร์ม g วันที่ t

B_{gtl} = 1 เมื่อมีการใช้รถขนส่ง l วันที่ t ของกลุ่มฟาร์ม g
= 0 กรณีอื่น ๆ

NF_{gtl} จำนวนฟาร์มที่รถขนส่ง l วันที่ t ของกลุ่ม g ไปส่งในแต่ละเที่ยว

NB_{jt} จำนวนรุ่นการผลิตอาหารเบอร์ j วันที่ t

IP_{jt} ปริมาณคงคลังอาหารสุกรเบอร์ j วันที่ t ของทุกฟาร์มที่อยู่ ณ โรงงาน

EP_{jk} ผลต่างของปริมาณคงคลังอาหารสุกร ณ โรงงานกับความต้องการอาหารรวมทุกกลุ่มฟาร์มเลี้ยงสุกรเบอร์ j วันที่ k

1.4 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการแก้ไขปัญหาการวางแผนการสั่งอาหารสุกรโดยการขนส่งแบบเต็มคันรถ

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ได้พัฒนาขึ้นในการแก้ไขปัญหาการวางแผนการสั่งอาหารสุกรโดยการขนส่งแบบเต็มคันรถเพื่อให้มีต้นทุนรวมต่ำที่สุดประกอบด้วย ต้นทุนการขนส่ง ต้นทุนเก็บรักษาคงคลังของอาหารสุกรของโรงงานผลิตอาหารสุกรและฟาร์มเลี้ยงสุกร และต้นทุนการผลิต ซึ่งรายละเอียดของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มีดังนี้

1.4.1 สมการเป้าหมาย (Objective function)

$$\begin{aligned} \textit{Minimize} \quad & \sum_{g=1}^{G}\sum_{i=1}^{M_g}\sum_{j=1}^{N}\sum_{t=1}^{T} H_{gi} \times I_{gijt} + \sum_{g=1}^{G}\sum_{i=1}^{M_g}\sum_{j=1}^{N}\sum_{k=1}^{P} H_{gi} \times \max\left(E_{gijk},0\right) + \sum_{g=1}^{G}\sum_{t=1}^{T} c_g \times n_{gt} \\ & + \sum_{g=1}^{G}\sum_{t=1}^{T}\sum_{l=1}^{S_g} OC \times \max\left(NF_{gtl} - MF,0\right) + \sum_{j=1}^{N}\sum_{t=1}^{T} HP_j \times IP_{jt} \\ & + \sum_{j=1}^{N}\sum_{k=1}^{P} HP_j \times \max\left(EP_{jk},0\right) + \sum_{j=1}^{N}\sum_{t=1}^{T} PC_j \times NB_{jt} \end{aligned} \tag{3.1}$$

1.4.2 สมการและอสมการข้อจำกัดหรือเงื่อนไข

$$I_{gijt} = \sum_{l=1}^{S_g} Q_{gijtl} - D_{gijt} + O_{gij} \quad ; \forall g,i,j,\ t=1 \tag{3.2}$$

$$I_{gijt} = \sum_{l=1}^{S_g} Q_{gijtl} - D_{gijt} + I_{gij,t-1} \quad ; \forall g,i,j,\ t=2,...,T \tag{3.3}$$

$$E_{gijk} = I_{gijt} - DL_{gijk} \quad ; \forall g,i,j,\ t=T,k=1 \tag{3.4}$$

$$E_{gijk} = E_{gij,k-1} - DL_{gijk} \quad ; \forall g,i,j,\ k=2,..,P \tag{3.5}$$

$$\sum_{j=1}^{N}\left(O_{gij}+\sum_{l=1}^{S_g}Q_{gijtl}\right)\le WH_{gi} \quad ;\forall g,i,\ t=1 \qquad (3.6)$$

$$\sum_{j=1}^{N}\left(I_{gijt}+\sum_{l=1}^{S_g}Q_{gijtl}\right)\le WH_{gi} \quad ;\forall g,i,\ t=2,..T \qquad (3.7)$$

$$\frac{\sum_{i=1}^{M_g}\sum_{j=1}^{N}Q_{gijtl}}{TL_g}=B_{gtl} \quad ;\forall g,t,l \qquad (3.8)$$

$$\sum_{l=1}^{S_g}B_{gtl}=n_{gt} \quad ;\forall g,t \qquad (3.9)$$

$$n_{gt}\le S_g \quad ;\forall g,t \qquad (3.10)$$

$$\sum_{i=1}^{M_g}X_{gitl}=NF_{gtl} \quad ;\forall g,t,l \qquad (3.11)$$

$$IP_{jt}=NB_{jt}\times BS_j-\sum_{g=1}^{G}\sum_{i=1}^{M_g}\sum_{l=1}^{S_g}Q_{gijtl}+OP_j \quad ;\forall j,\ t=1 \qquad (3.12)$$

$$IP_{jt}=NB_{jt}\times BS_j-\sum_{g=1}^{G}\sum_{i=1}^{M_g}\sum_{l=1}^{S_g}Q_{gijtl}+IP_{j,t-1} \quad ;\forall j,\ t=2,...,T \qquad (3.13)$$

$$EP_{jk}=IP_{jt}-\sum_{g=1}^{G}\sum_{i=1}^{M_g}DL_{gijk} \quad ;\forall j,\ t=T,k=1 \qquad (3.14)$$

$$EP_{jk}=EP_{j,k-1}-\sum_{g=1}^{G}\sum_{i=1}^{M_g}DL_{gijk} \quad ;\forall j,\ k=2,...,P \qquad (3.15)$$

$$\sum_{j=1}^{N}\left(OP_j+NB_{jt}\times BS_j\right)\le WHP \quad ;t=1 \qquad (3.16)$$

$$\sum_{j=1}^{N}\left(IP_{j,t-1}+NB_{jt}\times BS_j\right)\le WHP \quad ;t=2,...,T \qquad (3.17)$$

$$X_{gitl},B_{gtl}\in\{0.1\} \quad ;\forall g,i,t,l \qquad (3.18)$$

$$I_{gijt},Q_{gijtl},IP_{jt},NB_{jt}\ge 0 \quad ;\forall g,i,j,t,l \qquad (3.19)$$

$$Q_{gijtl},NB_{jt}=Integer \quad ;\forall g,i,j,t,l \qquad (3.20)$$

สมการ (3.1) คือสมการเป้าหมายโดยผลเฉลยที่ได้จะให้ค่าใช้จ่ายรวมของ ต้นทุนเก็บรักษาคงคลังของอาหารสุกรของโรงงานผลิตอาหารสุกรและฟาร์มเลี้ยงสุกร ต้นทุนการขนส่ง และต้นทุนการผลิต โดยที่

(1) ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาคงคลังของอาหารสุกรของโรงงานผลิตอาหารสุกรและฟาร์มเลี้ยงสุกรจะเท่ากับปริมาณคงคลังอาหารสุกรทั้งหมดคูณกับค่าใช้จ่ายต่อหน่วยในการเก็บรักษา

(2) ค่าใช้จ่ายในการขนส่งอาหารสุกรจะเท่ากับจำนวนเที่ยวในการขนส่งทั้งหมดคูณกับค่าใช้จ่ายต่อหน่วยในการขนส่ง และรวมกับจำนวนฟาร์มที่ขนส่งเกินกำหนดในแต่ละเที่ยวทั้งหมดคูณกับค่าปรับต่อหน่วย

(3) ค่าใช้จ่ายในการผลิตอาหารสุกรจะเท่ากับจำนวนรุ่นการผลิตอาหารสุกรทั้งหมดคูณกับค่าใช้จ่ายในการผลิตต่อหน่วย

สมการ (3.2) ถึง (3.24) เป็นสมการและอสมการข้อจำกัดหรือเงื่อนไขดังนี้

สมการ (3.2) และ (3.3) เป็นสมการเงื่อนไขเพื่อหาปริมาณอาหารสุกรคงคลังของฟาร์ม i กลุ่ม g เบอร์ j วันที่ t

สมการ (3.4) และ (3.5) เป็นสมการเงื่อนไขเพื่อหาผลต่างของปริมาณคงคลังอาหารสุกรกับปริมาณความต้องการอาหารสุกรของฟาร์ม i กลุ่ม g เบอร์ j วันที่ k

สมการ (3.6) และ (3.7) เป็นสมการเงื่อนไขเพื่อกำหนดให้ปริมาณอาหารสุกรคงคลังรวมทุกเบอร์ไม่เกินความจุสูงสุดของคลังเก็บอาหารสุกรของฟาร์ม i กลุ่ม g ในวันที่ t

สมการ (3.8) เป็นสมการเงื่อนไขเพื่อกำหนดให้ปริมาณการสั่งอาหารสุกรรวมของทุกฟาร์ม i กลุ่ม g เบอร์ j วันที่ t โดยรถขนส่ง l เป็นการสั่งแบบเต็มคันรถ

สมการ (3.9) เป็นสมการเงื่อนไขเพื่อหาจำนวนรถขนส่งที่ใช้ของกลุ่ม g วันที่ t

สมการ (3.10) เป็นสมการเงื่อนไขเพื่อกำหมดให้จำนวนรถขนส่งที่ใช้ของกลุ่ม g วันที่ t ไม่เกินจำนวนรถขนส่งที่มีอยู่ทั้งหมด

สมการ (3.11) เป็นสมการเงื่อนไขเพื่อหาจำนวนฟาร์มที่รถขนส่ง l กลุ่ม g วันที่ t ไปส่งในแต่ละเที่ยว

สมการ (3.12) และ (3.13) เป็นสมการเงื่อนไขเพื่อหาปริมาณคงคลังอาหารสุกรเบอร์ j วันที่ t ของทุกฟาร์มที่อยู่ ณ โรงงาน

สมการ (3.14) และ (3.15) เป็นสมการเงื่อนไขเพื่อหาผลต่างของปริมาณคงคลังอาหารสุกรกับความต้องการอาหารรวมทุกกลุ่มฟาร์มเลี้ยงสุกรเบอร์ j วันที่ k ของที่อยู่ ณ โรงงาน

สมการ (3.16) และ (3.17) เป็นสมการเงื่อนไขเพื่อกำหนดให้ปริมาณอาหารสุกรคงคลังรวมทุกเบอร์ไม่เกินความจุสูงสุดของคลังเก็บอาหารสุกรของโรงงานในวันที่ t

สมการ (3.18) เป็นสมการกำหนดตัวแปรเงื่อนไข

สมการ (3.19) เป็นสมการเงื่อนไขเพื่อกำหนดให้ปริมาณอาหารสุกรที่ส่งไปฟาร์ม i กลุ่ม g เบอร์ j วันที่ t โดยรถขนส่ง l จำนวนรุ่นการผลิตอาหารเบอร์ j วันที่ t ปริมาณคง

คลังอาหารสุกรของฟาร์ม i กลุ่ม g เบอร์ j วันที่ t และ IP_{jt} ปริมาณคงคลังอาหารสุกร เบอร์ j วันที่ t ของทุกฟาร์มที่อยู่ ณ โรงงาน มีค่าเป็นบวกเสมอ

สมการ (3.20) เป็นสมการเงื่อนไขเพื่อกำหนดให้ปริมาณอาหารสุกรที่ส่งไปฟาร์ม i กลุ่ม g เบอร์ j วันที่ t โดยรถขนส่ง l และ จำนวนรุ่นการผลิตอาหารเบอร์ j วันที่ t มีค่าเป็นจำนวนเต็มเสมอ

เนื่องจากสมการเป้าหมาย (3.1) ของรูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่ได้พัฒนาขึ้นข้างต้นไม่อยู่ในรูปแบบของปัญหาสมการเส้นตรง (Non-Linear Programming) ดังนั้นจึงต้องทำการปรับให้อยู่ในรูปแบบปัญหาสมการเส้นตรง (Linear Programming) ซึ่งจะกล่าวถึงรายละเอียดในหัวข้อต่อไป

1.5 การปรับรูปแบบทางคณิตศาสตร์ให้อยู่ในรูปแบบสมการเส้นตรงของปัญหาการวางแผนการสั่งอาหารสุกรโดยการขนส่งแบบเต็มคันรถ

จากสมการเป้าหมาย (3.1) ที่ไม่อยู่ในรูปแบบของปัญหาสมการเส้นตรง สามารถทำให้เป็นอยู่ในรูปแบบสมการเส้นตรงโดยการเปลี่ยนสมการเป้าหมายและเพิ่มสมการและอสมการข้อจำกัดหรือเงื่อนไขดังนี้

1.5.1 สมการเป้าหมายที่ปรับให้อยู่ในรูปแบบสมการเส้นตรง

$$\begin{aligned} \textit{Minimize} \quad & \sum_{g=1}^{G}\sum_{i=1}^{M_g}\sum_{j=1}^{N}\sum_{t=1}^{T} H_{gi} \times I_{gijt} + \sum_{g=1}^{G}\sum_{i=1}^{M_g}\sum_{j=1}^{N}\sum_{k=1}^{P} H_{gi} \times F_{gijk} + \sum_{g=1}^{G}\sum_{t=1}^{T} c_g \times n_{gt} \\ & + \sum_{g=1}^{G}\sum_{t=1}^{T}\sum_{l=1}^{S_g} OC \times A_{gtl} + \sum_{j=1}^{N}\sum_{t=1}^{T} HP_j \times IP_{jt} + \sum_{j=1}^{N}\sum_{k=1}^{P} HP_j \times FP_{jk} \\ & + \sum_{j=1}^{N}\sum_{t=1}^{T} PC_j \times NB_{jt} \end{aligned} \tag{3.21}$$

1.5.2 สมการและอสมการข้อจำกัดหรือเงื่อนไขที่เพิ่มเติม

$$F_{gijk} \geq E_{gijk} \quad ; \forall g,i,j,k \tag{3.22}$$

$$F_{gijk} \geq 0 \quad ; \forall g,i,j,k \tag{3.23}$$

$$F_{gijk} = Integer \quad ; \forall g,i,j,k \tag{3.24}$$

$$A_{gtl} \geq NF_{gtl} - MF \quad ; \forall g,t,l \tag{3.25}$$

$$A_{gtl} \geq 0 \quad ; \forall g,t,l \tag{3.26}$$

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

$$A_{gtl} = Integer \quad ; \forall g,t,l \qquad (3.27)$$

$$FP_{jk} \geq EP_{jk} \quad ; \forall j,k \qquad (3.28)$$

$$FP_{jk} \geq 0 \quad ; \forall j,k \qquad (3.29)$$

$$FP_{jk} \geq Integer \quad ; \forall j,k \qquad (3.30)$$

2. ตัวอย่างปัญหาการวางแผนการสั่งอาหารสุกร

ตัวอย่างปัญหาการวางแผนการสั่งอาหารสุกรมีขนาดของปัญหาคือ จำนวนกลุ่มฟาร์ม 2 กลุ่ม จำนวนฟาร์มในแต่ละกลุ่มกับ 5 และ 4 ฟาร์ม ตามลำดับ จำนวนเบอร์อาหาร 3 เบอร์ จำนวนช่วงเวลาการวางแผน 7 วัน จำนวนช่วงเวลาหลังการวางแผน 5 วัน และจำนวนรถขนส่งแต่ละฟาร์มเท่ากับ 3 และ 2 คัน ตามลำดับ และมีค่าตัวแปรอื่น ๆดังนี้

2.1 ค่าใช้จ่ายด้านอาหารสุกรคงคลังและความจุของคลังอาหารสุกรของฟาร์ม

โดยได้มีการกำหนดค่าใช้จ่ายและความจุของคลังอาหารสุกรของฟาร์มที่ใช้ในการวางแผนการสั่งอาหารสุกรให้มีค่าดังนี้ คือ

2.1.1 ค่าจัดเก็บรักษาคงคลังอาหารสุกรของฟาร์มจะกำหนดโดยสุ่มอยู่ในช่วง 0.2 ถึง 0.3 บาทต่อถุงต่อวัน

2.1.2 ปริมาณคงคลังสูงสุดจะกำหนดโดยสุ่มอยู่ในช่วง 500 ถึง 1,000 ถุง

2.2 ค่าใช้จ่ายด้านการขนส่งและขนาดรถขนส่งอาหารสุกร

โดยได้มีการกำหนดค่าใช้จ่ายแล้วขนาดรถขนส่งอาหารสุกรที่ใช้ในการวางแผนการสั่งอาหารสุกรให้มีค่าดังนี้

2.2.1 ในแต่ละกลุ่มจะมีการกำหนดให้มีค่าขนส่งเท่ากับ 1,500 และ 1,000 บาทต่อเที่ยว ตามลำดับ

2.2.2 ในแต่ละกลุ่มจะมีการกำหนดให้มีขนาดของรถขนส่งเท่ากับ 550 และ 300 ถุง ตามลำดับ

2.2.3 ค่าปรับต่อจำนวนฟาร์มที่รถขนส่งหนึ่งคันส่งเกินจำนวนฟาร์มที่กำหนดในแต่ละเที่ยวจะกำหมดให้มีค่าคงที่ โดยเท่ากับ 100 บาทต่อฟาร์ม

2.3 ค่าใช้จ่ายด้านอาหารสุกรคงคลังและความจุของคลังอาหารสุกรของโรงงาน

โดยได้มีการกำหนดค่าใช้จ่ายและความจุของคลังอาหารสุกรของโรงงานที่ใช้ในการวางแผนการสั่งอาหารสุกรให้มีค่าดังนี้ คือ

2.3.1 ค่าจัดเก็บรักษาคงคลังอาหารสุกรของโรงงานแต่ละเบอร์จะกำหนดให้มีค่าเท่ากับ 0.75, 1, และ 1 บาทต่อถุงต่อวัน ตามลำดับ

2.3.2 ปริมาณคงคลังสูงสุดจะกำหนดให้มีค่าคงที่ โดยมีค่าเท่ากับ 10,000 ถุง

2.4 ค่าใช้จ่ายด้านการผลิตและขนาดรุ่นการผลิตอาหารสุกร

โดยได้มีการกำหนดค่าใช้จ่ายด้านการผลิตและขนาดรุ่นการผลิตที่ใช้ในการวางแผนการสั่งอาหารสุกรให้มีค่าดังนี้ คือ

2.4.1 ค่าใช้จ่ายในการผลิตอาหารสุกรแต่ละเบอร์จะกำหนดให้มีค่าเท่ากับ 350, 400 และ 450 บาทต่อรุ่นการผลิต ตามลำดับ

2.4.2 ขนาดรุ่นการผลิตอาหารสุกรแต่ละเบอร์จะกำหนดให้มีค่าเท่ากับ 150, 170 และ 170 ถุงต่อรุ่นการผลิต ตามลำดับ

2.5 ปริมาณความต้องการอาหารสุกรของฟาร์ม

ปริมาณความต้องการอาการสุกรของฟาร์มที่ใช้ในการแก้ไขปัญหาการวางแผนการสั่งอาหารสุกรในตัวอย่าง ได้แสดงในตารางที่ 3.1 โดยปริมาณความต้องการอาหารสุกรของฟาร์มนั้นจะเป็นเป็น 2 ส่วนคือ

2.5.1 ปริมาณความต้องการอาหารช่วงเวลาการวางแผน ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ต้องวางแผนการสั่งอาหารให้เพียงพอต่อความต้องการ

2.5.2 ปริมาณความต้องการอาหารหลังช่วงเวลาการวางแผน ซึ่งเป็นปริมาณอาหารที่ทำให้ทราบว่าต้องสั่งเบอร์อาหารเบอร์ใดเพิ่ม เมื่อมีการสั่งอาหารสุกรเผื่อล่วงหน้าในช่วงเวลาหลังการวางแผน ถ้าไม่มีปริมาณความต้องการส่วนนี้จะทำให้ไม่ทราบว่าควรสั่งอาหารเบอร์ใด และเกิดการเลือกเบอร์อาหารที่จะทำการสั่งเผื่อล่วงหน้าไม่ถูกต้อง

3. ตัวอย่างการแก้ปัญหาด้วยรูปแบบทางคณิตศาสตร์ของการขนส่งแบบเต็มคันรถ

จากตัวอย่างปัญหาการวางแผนการสั่งอาหารสุกรในหัวข้อที่ผ่านมา สามารถแก้ปัญหาด้วยรูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาการวางแผนการสั่งอาหารสุกรโดยการขนส่งแบบเต็มคันรถ จากนั้นเก็บผลเฉลยของปริมาณการสั่งอาหารของฟาร์มบนรถขนส่งแต่ละคัน ปริมาณคงคลังอาหารสุกรของฟาร์ม จำนวนรถที่ใช้ในแต่ละช่วงเวลา จำนวนฟาร์มที่รถขนส่งไปส่งในแต่ละเที่ยว จำนวนรุ่นการผลิตอาหารแต่ละเบอร์ และปริมาณคงคลังอาหารสุกรที่โรงงาน ค่าใช้จ่ายรวม รวมทั้งช่วงเวลาการวางแผนและช่วงเวลาหลังการวางแผนทั้งหมดเท่ากับ 13328.2 บาท ดังแสดงในตารางที่ 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6 และ 3.7

ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างปริมาณความต้องการอาหารสุกรของฟาร์ม โดยมีเบอร์อาหาร 3 เบอร์ ช่วงเวลาการวางแผน 7 วัน และช่วงเวลาหลังการวางแผน 5 วัน

กลุ่มฟาร์ม	ฟาร์ม		ปริมาณความต้องการอาหาร ช่วงเวลาการวางแผนที่ (ถุง)							ปริมาณความต้องการหลังช่วงเวลาการวางแผนที่ (ถุง)				
			1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5
กลุ่ม1	ฟาร์มที่1	ปริมาณ	35	35	35	35	35	41	41	41	41	41	41	41
		เบอร์	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	ฟาร์มที่2	ปริมาณ	25	25	25	30	30	30	30	30	30	30	36	36
		เบอร์	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	ฟาร์มที่3	ปริมาณ	24	24	29	29	29	29	29	29	29	35	35	35
		เบอร์	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3
	ฟาร์มที่4	ปริมาณ	9	9	9	9	9	13	13	13	13	13	13	13
		เบอร์	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2
	ฟาร์มที่5	ปริมาณ	40	46	46	46	46	46	46	46	52	52	52	52
		เบอร์	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
กลุ่ม2	ฟาร์มที่1	ปริมาณ	9	9	9	9	9	13	13	13	13	13	13	13
		เบอร์	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	ฟาร์มที่2	ปริมาณ	36	36	36	43	43	43	43	43	43	43	48	48
		เบอร์	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	ฟาร์มที่3	ปริมาณ	12	12	12	12	17	17	17	17	17	17	17	23
		เบอร์	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
	ฟาร์มที่4	ปริมาณ	52	52	52	52	59	59	59	59	59	59	59	65
		เบอร์	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

ตารางที่ 3.2 ผลเฉลยของปริมาณการสั่งอาหารสุกรของฟาร์มบนรถขนส่งแต่ละคันของการขนส่งแบบเต็มคันรถ

กลุ่มฟาร์ม	ช่วงเวลา	รถขนส่ง	ปริมาณการสั่งอาหารสุกรของฟาร์ม(ถุง)/เบอร์อาหาร				
			ฟาร์ม1	ฟาร์ม2	ฟาร์ม3	ฟาร์ม4	ฟาร์ม5
กลุ่ม1	1	คันที่1	161/3	75/1	137/2	45/1	40/2
			-	-	-	-	92/3
	4	คันที่1	115/3	130/2	105/2	26/2	184/3
กลุ่ม2	1	คันที่1	-	108/2	48/1	46/3	
			-	43/3	55/2	-	
		คันที่2	132/1	-	-	168/3	
	5	คันที่1		129/3		171/3	

ตารางที่ 3.3 ผลเฉลยของปริมาณคงคลังอาหารของฟาร์มการขนส่งแบบเต็มคันรถ

กลุ่มฟาร์ม	ฟาร์ม	เบอร์อาหาร	ปริมาณคงคลังอาหารในช่วงเวลาการวางแผนที่ (ถุง)							ปริมาณคงคลังอาหารหลังช่วงเวลาการวางแผนที่ (ถุง)				
			1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5
กลุ่ม1	ฟาร์มที่1	เบอร์1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		เบอร์2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		เบอร์3	126	91	56	136	101	60	19	0	0	0	0	0
	ฟาร์มที่2	เบอร์1	50	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		เบอร์2	0	0	0	90	60	30	0	0	0	0	0	0
		เบอร์3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ฟาร์มที่3	เบอร์1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		เบอร์2	113	89	60	136	107	78	49	20	0	0	0	0
		เบอร์3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ฟาร์มที่4	เบอร์1	36	27	18	9	0	0	0	0	0	0	0	0
		เบอร์2	0	0	0	26	26	13	0	0	0	0	0	0
		เบอร์3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ฟาร์มที่5	เบอร์1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		เบอร์2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		เบอร์3	92	46	0	138	92	46	0	0	0	0	0	0
กลุ่ม2	ฟาร์มที่1	เบอร์1	123	114	105	96	87	74	61	48	35	22	9	0
		เบอร์2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		เบอร์3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ฟาร์มที่2	เบอร์1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		เบอร์2	72	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		เบอร์3	43	43	43	0	86	43	0	0	0	0	0	0
	ฟาร์มที่3	เบอร์1	36	24	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		เบอร์2	55	55	55	55	38	21	4	0	0	0	0	0
		เบอร์3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ฟาร์มที่4	เบอร์1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		เบอร์2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		เบอร์3	162	110	58	6	118	59	0	0	0	0	0	0

ตารางที่ 3.4 ผลเฉลยของจำนวนรถที่ใช้ในแต่ละช่วงเวลาของการขนส่งแบบเต็มคันรถ

กลุ่มฟาร์ม	จำนวนรถที่ใช้ในช่วงเวลาการวางแผนที่ (คัน)						
	1	2	3	4	5	6	7
กลุ่ม1	1	0	0	1	0	0	0
กลุ่ม2	2	0	0	0	1	0	0

ตารางที่ 3.5 ผลเฉลยของจำนวนฟาร์มที่รถขนส่งไปส่งแต่ละเที่ยวในแต่ละช่วงเวลาของการขนส่งแบบเต็มคันรถ

กลุ่มฟาร์ม	รถขนส่ง	จำนวนฟาร์มที่รถขนส่งไปส่งแต่ละเที่ยวในช่วงเวลาการวางแผนที่ (ฟาร์ม)						
		1	2	3	4	5	6	7
กลุ่ม1	คันที่ 1	5	-	-	5	-	-	-
กลุ่ม2	คันที่ 1	3	-	-	-	2	-	-
	คันที่ 2	2	-	-	-	-	-	-

ตารางที่ 3.6 ผลเฉลยของจำนวนรุ่นการผลิตอาหารแต่ละเบอร์ในแต่ละช่วงเวลาของการขนส่งแบบเต็มคันรถ

เบอร์อาหาร	จำนวนรุ่นการผลิตอาหารในช่วงเวลาการวางแผนที่ (รุ่นการผลิต)						
	1	2	3	4	5	6	7
เบอร์1	2	0	0	0	0	0	0
เบอร์2	2	0	0	2	0	0	0
เบอร์3	3	0	0	2	2	0	0

ตารางที่ 3.7 ผลเฉลยของปริมาณคงคลังอาหารที่โรงงานของการขนส่งแบบเต็มคันรถ

เบอร์อาหาร	ปริมาณคงคลังอาหารที่โรงงานในช่วงเวลาการวางแผน (ถุง)							ปริมาณคงคลังอาหารที่โรงงานหลังช่วงเวลาการวางแผน (ถุง)				
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5
เบอร์1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
เบอร์2	0	0	0	89	89	89	89	0	0	0	0	0
เบอร์3	0	0	0	41	81	81	81	0	0	0	0	0

จากการแก้ปัญหาด้วยรูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาการวางแผนการสั่งอาหารสุกรโดยการขนส่งแบบเต็มคันรถ รายละเอียดของผลเฉลยมีดังนี้

(1) ผลเฉลยของปริมาณการสั่งอาหารสุกรของฟาร์มบนรถขนส่งแต่ละคัน

กลุ่มฟาร์มที่ 1 ช่วงเวลาที่ 1 รถขนส่งคันที่ 1 ส่งอาหารเบอร์ 3 จำนวน 161 ถุง ไปยังฟาร์มที่ 1 ส่งอาหารเบอร์ 1 จำนวน 75 ถุงไปยังฟาร์มที่ 2 ส่งอาหารเบอร์ 2 จำนวน 137 ถุงไปยังฟาร์มที่ 3 ส่งอาหารเบอร์ 1 จำนวน 45 ถุงไปยังฟาร์มที่ 4 และส่งอาหารเบอร์ 2 จำนวน 40 ถุงไปยังฟาร์มที่ 5 ในช่วงเวลาและกลุ่มอื่น ๆดังแสดงให้เห็นในตารางที่ 3.2 และจากผลเฉลยในช่วงเวลาที่ 1 ปริมาณการสั่งอาหารสุกรของฟาร์มที่ 5 กลุ่มที่ 1 มีการสั่ง 2 เบอร์อาหารในช่วงเวลาเดียวเนื่องจากเป็นการสั่งเพื่อเติมปริมาณอาหารให้เต็มคันรถ โดยเบอร์อาหารที่เพิ่มเป็นเบอร์อาหารที่ต้องใช้ในการเลี้ยงสุกรเป็นเบอร์ลำดับต่อไป

(2) ผลเฉลยของปริมาณคงคลังอาหารสุกรของฟาร์ม

กลุ่มฟาร์มที่ 1 ในช่วงเวลาที่ 1 ฟาร์มที่ 1 มีปริมาณคงคลังอาหารสุกรเบอร์ 3 จำนวน 126 ถุง ฟาร์มที่ 2 มีปริมาณคงคลังอาหารสุกรเบอร์ 1 จำนวน 50 ถุง ฟาร์มที่ 3 มีปริมาณคงคลังอาหารสุกรเบอร์ 2 จำนวน 113 ถุง ฟาร์มที่ 4 มีปริมาณคงคลังอาหารสุกรเบอร์ 1 จำนวน 36 ถุง และฟาร์มที่ 5 มีปริมาณคงคลังอาหารสุกรเบอร์ 3 จำนวน 92 ถุง ในช่วงเวลาและกลุ่มอื่น ๆดังแสดงให้เห็นในตารางที่ 3.3

(3) ผลเฉลยของจำนวนรถที่ใช้ในแต่ละช่วงเวลา

ในช่วงเวลาที่ 1 กลุ่มฟาร์มที่ 1 จำนวนรถที่ใช้เท่ากับ 1 คัน และกลุ่มฟาร์มที่ 2 จำนวนรถที่ใช้เท่ากับ 2 คัน ในช่วงเวลาอื่น ๆดังแสดงให้เห็นในตารางที่ 3.4

(4) ผลเฉลยของจำนวนฟาร์มที่รถขนส่งไปส่งแต่ละเที่ยวใน

ในช่วงเวลาที่ 1 กลุ่มฟาร์มที่ 1 รถขนส่งคันที่ 1 ส่งอาหารให้ฟาร์มจำนวน 5 ฟาร์ม กลุ่มฟาร์มที่ 2 รถขนส่งคันที่ 1 ส่งอาหารให้ฟาร์มจำนวน 3 ฟาร์ม และรถขนส่งคันที่ 2 ส่งอาหารให้ฟาร์มจำนวน 2 ฟาร์ม ในช่วงเวลาอื่น ๆดังแสดงให้เห็นในตารางที่ 3.5

(5) ผลเฉลยของจำนวนรุ่นการผลิตอาหาร

ในช่วงเวลาที่ 1 มีการผลิตอาหารสุกรเบอร์ 1 จำนวน 2 รุ่นการผลิต เบอร์ 2 จำนวน 2 รุ่นการผลิต และเบอร์ 3 จำนวน 3 รุ่นการผลิต ในช่วงเวลาอื่น ๆดังแสดงให้เห็นในตารางที่ 3.6

(6) ผลเฉลยของปริมาณคงคลังอาหารที่โรงงาน

ในช่วงเวลาที่ 4 โรงงานมีปริมาณคงคลังอาหารสุกรเบอร์ 2 จำนวน 89ถุง และเบอร์ 3 จำนวน 41 ถุง ในช่วงเวลาอื่น ๆดังแสดงให้เห็นในตารางที่ 3.7

จากการแก้ปัญหาด้วยรูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาการวางแผนการสั่งอาหารสุกรโดยการขนส่งแบบเต็มคันรถ ในตัวอย่างปัญหาที่มีกลุ่มฟาร์ม 2 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มมีจำนวนฟาร์มเท่ากับ 5 และ 4 ตามลำดับ มีเบอร์อาหาร 3 เบอร์ มีช่วงเวลาการวางแผน 7

ช่วงเวลา มีช่วงเวลาหลังการวางแผน 5 ช่วงเวลา และมีจำนวนรถขนส่งแต่ละของกลุ่มฟาร์มเท่ากับ 3 และ 2 ตามลำดับ ได้ผลเฉลยของค่าใช้จ่ายรวมทั้งช่วงเวลาการวางแผนและช่วงเวลาหลังการวางแผนเท่ากับ 13,382.2 บาท

4. แบบจำลองปัญหาการวางแผนการสั่งอาหารสุกร

เพื่อเป็นการทดสอบรูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่ได้พัฒนาขึ้นจะทำการทดลองในปัญหาแบบต่าง ๆ ที่จำนวนกลุ่มฟาร์ม ฟาร์มในแต่ละกลุ่ม เบอร์อาหาร ช่วงเวลา จำนวนรถขนส่ง และตัวแปรอื่น ๆที่แตกต่างกันไปดังนี้

4.1 จำนวนกลุ่มฟาร์ม

ในงานวิจัยนี้มีการกำหนดให้จำนวนกลุ่มฟาร์มมีคงที่เท่ากับ จำนวน 2 กลุ่มฟาร์ม

4.2 จำนวนฟาร์มในแต่ละกลุ่ม

ในงานวิจัยนี้มีการกำหนดจำนวนฟาร์มในแต่ละกลุ่มให้ทุกกลุ่มมีจำนวนเท่ากัน และกำหนดช่วงปัญหาจำนวนฟาร์มที่ใช้ในการทดสอบการแก้ปัญหาทั้งหมด 6 ช่วงด้วยกัน คือ 3, 4, 5, 6, 7 และ 8 ฟาร์ม

4.3 จำนวนเบอร์อาหาร

ในงานวิจัยนี้มีการกำหนดช่วงปัญหาจำนวนเบอร์อาหารที่ใช้ในการทดสอบการแก้ปัญหาทั้งหมด 3 ช่วงได้แก่ 2, 3, และ 4 เบอร์อาหาร

4.4 จำนวนช่วงเวลาการวางแผน

ในงานวิจัยนี้มีการกำหนดช่วงปัญหาจำนวนช่วงเวลาที่ใช้ในการทดสอบการแก้ปัญหาทั้งหมด 8 ช่วงได้แก่ 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 และ 12 วัน

4.5 จำนวนช่วงเวลาหลังการวางแผน

ในงานวิจัยนี้มีการกำหนดให้จำนวนช่วงเวลาหลังการวางแผนมีคงที่เท่ากับ 5 วัน

4.6 จำนวนรถขนส่ง

ในงานวิจัยนี้มีการกำหนดให้จำนวนรถขนส่งทุกกลุ่มมีค่าเท่ากันและมีคงที่เท่ากับจำนวน 3 คัน

4.7 ค่าใช้จ่ายด้านอาหารสุกรคงคลังและความจุของคลังอาหารสุกรของฟาร์ม

โดยได้มีการกำหนดค่าใช้จ่ายและความจุของคลังอาหารสุกรของฟาร์มที่ใช้ในการวางแผนการสั่งอาหารสุกรให้มีค่าดังนี้ คือ

4.7.1 ค่าจัดเก็บรักษาคงคลังอาหารสุกรของฟาร์มจะกำหนดโดยสุ่มอยู่ในช่วง 0.2 ถึง 0.3 บาทต่อถุงต่อวัน

4.7.2 ปริมาณคงคลังสูงสุดจะกำหนดโดยสุ่มอยู่ในช่วง 500 ถึง 1,000 ถุง

4.8 ค่าใช้จ่ายด้านการขนส่งและขนาดรถขนส่งอาหารสุกร

โดยได้มีการกำหนดค่าใช้จ่ายแล้วขนาดรถขนส่งอาหารสุกรที่ใช้ในการวางแผนการสั่งอาหารสุกรให้มีค่าดังนี้

4.8.1 ค่าขนส่งจะกำหนดโดยสุ่มอยู่ในช่วง 1,000 ถึง 1,500 บาทต่อเที่ยว

4.8.2 ขนาดของรถขนส่งจะโดยสุ่มอยู่ในช่วง 300 ถึง 550 ถุงต่อคัน

4.8.3 ค่าปรับต่อจำนวนฟาร์มที่รถขนส่งหนึ่งคันส่งเกินจำนวนฟาร์มที่กำหนดในแต่ละเที่ยวจะกำหมดให้มีค่าคงที่ โดยเท่ากับ 100 บาทต่อฟาร์ม

4.9 ค่าใช้จ่ายด้านอาหารสุกรคงคลังและความจุของคลังอาหารสุกรของโรงงาน

โดยได้มีการกำหนดค่าใช้จ่ายและความจุของคลังอาหารสุกรของโรงงานที่ใช้ในการวางแผนการสั่งอาหารสุกรให้มีค่าดังนี้ คือ

4.9.1 ค่าจัดเก็บรักษาคงคลังอาหารสุกรของโรงงานจะกำหนดโดยสุ่มอยู่ในช่วง 0.75 ถึง 1.5 บาทต่อถุงต่อวัน

4.9.2 ปริมาณคงคลังสูงสุดจะกำหนดให้มีค่าคงที่ โดยมีค่าเท่ากับ 20,000 ถุง

4.10 ค่าใช้จ่ายด้านการผลิตและขนาดรุ่นการผลิตอาหารสุกร

โดยได้มีการกำหนดค่าใช้จ่ายด้านการผลิตและขนาดรุ่นการผลิตที่ใช้ในการวางแผนการสั่งอาหารสุกรให้มีค่าดังนี้ คือ

4.10.2 ค่าใช้จ่ายในการผลิตอาหารสุกรจะกำหนดโดยสุ่มอยู่ในช่วง 350 ถึง 450 บาทต่อรุ่นการผลิต

4.10.3 ขนาดรุ่นการผลิตอาหารสุกรจะกำหนดโดยสุ่มอยู่ในช่วง 150 ถึง 170 ถุงต่อรุ่นการผลิต

4.11 ปริมาณความต้องการอาหารสุกรของฟาร์มเลี้ยงสุกร

ในการสร้างแบบจำลองปัญหาการวางแผนการสั่งอาหารสุกร มีการกำหนดรายละเอียดปริมาณความต้องการอาหารสุกรของฟาร์มเลี้ยงสุกรดังนี้

4.11.1 ในแต่ละช่วงเวลาความต้องการอาหารสุกรของแต่ละฟาร์มจะมีเพียงเบอร์อาหาร 1 เบอร์เท่านั้น

4.11.2 ปริมาณความต้องการอาหารสุกรของฟาร์มเลี้ยงสุกรจะกำหนดโดยการสุ่มให้อยู่ในช่วง 5 ถึง 100 ถุง

จากตารางที่ 3.8 แสดงปริมาณความต้องอาหารสุกรของฟาร์มเลี้ยงสุกร จะเห็นว่าในแต่ละช่วงเวลาฟาร์มเลี้ยงสุกรแต่ละฟาร์มจะมีความต้องการอาหารสุกรของแต่ละฟาร์มจะมีเพียงเบอร์อาหาร 1 เบอร์เท่านั้น เช่น ฟาร์มที่ 5 ของกลุ่มที่ 1 ต้องการอาหารสุกรเบอร์ 3 จำนวน 42 ถุง และเบอร์ 4 จำนวน 48 ถุง ในช่วงเวลาที่ 2 และ 3 ตามลำดับ และในช่วงเวลาอื่น ๆดังแสดงในตาราง

5. การทดสอบการแก้ปัญหาการวางแผนการสั่งอาหารสุกรด้วยรูปแบบทางคณิตศาสตร์ของการขนส่งแบบเต็มคันรถ

ในการทดสอบการแก้ปัญหาการวางแผนการสั่งอาหารสุกรด้วยรูปแบบทางคณิตศาสตร์ เพื่อกำหนดปริมาณการสั่งอาหารสุกร การจัดรถขนส่ง และการผลิตให้เหมาะสม โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ซอฟแวร์สำเร็จรูป LINGO 11.0 และใช้คอมพิวเตอร์ที่มีหน่วยประมวลผลกลาง Intel Core 2 Duo 1.8 GHz หน่วยความจำ 4 GB โดยตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบทั้งหมด 144 ตัวอย่าง ในตัวอย่างปัญหาที่ใช้ทดสอบได้มีการกำหนดจำนวนกลุ่มฟาร์ม 2 กลุ่ม จำนวนรถขนส่งของทุกกลุ่มฟาร์ม 3 คัน ช่วงปัญหาเบอร์อาหารเป็น 3 ช่วง คือ 2, 3 และ 4 เบอร์ โดยมีช่วงเวลา 8 ช่วงคือ 5, 6, 7, ..., 12 วัน และจำนวนฟาร์มเลี้ยงสุกรในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันซึ่งแบ่งเป็น 6 ช่วงคือ 3, 4, 5, ..., 8 ฟาร์ม ซึ่งในการแก้ปัญหาด้วยรูปแบบทางคณิตศาสตร์จำกัดเวลาในการประมวลผลไว้ที่ 2 ชั่วโมง

6. ผลการทดสอบเวลาประมวลผลของการแก้ปัญหาการวางแผนการสั่งอาหารสุกรด้วยรูปแบบทางคณิตศาสตร์ของการขนส่งแบบเต็มคันรถ

จากการทดสอบปัญหาทั้งสิ้น 144 ตัวอย่าง ในปัญหาขนาดต่าง ๆ สามารทดสอบหาเวลาในการประมวลผล (Computational Time) ได้ดังนี้

6.1 ผลการทดสอบปัญหาการวางแผนการสั่งอาหารสุกรโดยการขนส่งแบบเต็มคันรถและมีจำนวนเบอร์อาหาร 2 เบอร์

จากการทดสอบแก้ปัญหาการวางแผนการสั่งอาหารสุกรโดยการขนส่งแบบเต็มคันรถและมีจำนวนเบอร์อาหาร 2 เบอร์ด้วยรูปแบบทางคณิตศาสตร์ โดยมีจำนวนปัญหา 48 ปัญหา โดยมีจำนวนกลุ่มฟาร์ม 2 กลุ่ม จำนวนรถขนส่งของทุกกลุ่มฟาร์ม 3 คัน จำนวนฟาร์มเลี้ยงสุกรในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันซึ่งแบ่งเป็น 6 ช่วงคือ 3, 4, 5, ..., 8 ฟาร์ม และจำนวนช่วงเวลาการวางแผน 8 ช่วงคือ 5, 6, 7, ..., 12 วัน และจำนวนช่วงเวลาหลังการวางแผน 5 วัน โดยมีรายละเอียดแสดงในตารางที่ 3.9

ตารางที่ 3.8 ตัวอย่างปริมาณความต้องการอาหารสุกรของฟาร์มเลี้ยงสุกร โดยมีเบอร์อาหาร 4 เบอร์ ช่วงเวลาการวางแผน 7 ช่วงเวลา และช่วงเวลาหลังการวางแผน 5 วัน

กลุ่มฟาร์ม	ฟาร์ม		ปริมาณความต้องการอาหารสุกรในช่วงเวลาที่ (ถุง)						
			1	2	3	4	5	6	7
กลุ่มที่ 1	ฟาร์มที่ 1	ปริมาณ	28	28	28	35	35	35	35
		เบอร์อาหาร	2	2	2	3	3	3	3
	ฟาร์มที่ 2	ปริมาณ	65	65	65	65	65	70	70
		เบอร์อาหาร	4	4	4	4	4	4	4
	ฟาร์มที่ 3	ปริมาณ	16	22	2	22	22	22	22
		เบอร์อาหาร	2	3	3	3	3	3	3
	ฟาร์มที่ 4	ปริมาณ	9	9	9	9	9	15	15
		เบอร์อาหาร	1	1	1	1	1	2	2
	ฟาร์มที่ 5	ปริมาณ	42	42	48	48	48	48	48
		เบอร์อาหาร	3	3	4	4	4	4	4
กลุ่มที่ 2	ฟาร์มที่ 1	ปริมาณ	12	12	12	12	12	12	17
		เบอร์อาหาร	1	1	1	1	1	1	2
	ฟาร์มที่ 2	ปริมาณ	39	39	39	39	45	45	45
		เบอร์อาหาร	3	3	3	3	3	3	3
	ฟาร์มที่ 3	ปริมาณ	23	23	23	23	30	30	30
		เบอร์อาหาร	2	2	2	2	3	3	3
	ฟาร์มที่ 4	ปริมาณ	72	72	72	72	72	72	72
		เบอร์อาหาร	4	4	4	4	4	4	4

ตารางที่ 3.9 เวลาประมวลผลของการแก้ปัญหาการวางแผนการสั่งอาหารสุกรโดยการขนส่งแบบเต็มคันรถและมีจำนวนเบอร์อาหาร 2 เบอร์ด้วยรูปแบบทางคณิตศาสตร์

จำนวนฟาร์ม	เวลาประมวลผลของปัญหาที่มีจำนวนช่วงเวลา (วินาที)							
	จำนวนช่วงเวลาการวางแผน							
	5	6	7	8	9	10	11	12
3	36	138	361	575	862	1243	*	*
4	113	324	539	932	*	*	*	*
5	215	326	731	944	*	*	*	*
6	242	749	1138	*	*	*	*	*
7	542	*	*	*	*	*	*	*
8	659	*	*	*	*	*	*	*

หมายเหตุ *แทนการใช้เวลาในการประมวลผลเกิน 2 ชั่วโมง

6.2 ผลการทดสอบปัญหาการวางแผนการสั่งอาหารสุกรโดยการขนส่งแบบเต็มคันรถและมีจำนวนเบอร์อาหาร 3 เบอร์

จากการทดสอบแก้ปัญหาการวางแผนการสั่งอาหารสุกรโดยการขนส่งแบบเต็มคันรถและมีจำนวนเบอร์อาหาร 3 เบอร์ด้วยรูปแบบทางคณิตศาสตร์ โดยมีจำนวนปัญหา 48 ปัญหา โดยมีจำนวนกลุ่มฟาร์ม 2 กลุ่ม จำนวนรถขนส่งของทุกกลุ่มฟาร์ม 3 คัน จำนวนฟาร์มเลี้ยงสุกรในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันซึ่งแบ่งเป็น 6 ช่วงคือ 3, 4, 5, ..., 8 ฟาร์ม และจำนวนช่วงเวลา 8 ช่วง คือ 5, 6, 7, ..., 12 วัน โดยมีรายละเอียดแสดงในตารางที่ 3.10

6.3 ผลการทดสอบปัญหาการวางแผนการสั่งอาหารสุกรโดยการขนส่งแบบเต็มคันรถและมีจำนวนเบอร์อาหาร 4 เบอร์

จากการทดสอบแก้ปัญหาการวางแผนการสั่งอาหารสุกรโดยการขนส่งแบบเต็มคันรถและมีจำนวนเบอร์อาหาร 4 เบอร์ด้วยรูปแบบทางคณิตศาสตร์ โดยมีจำนวนปัญหา 48 ปัญหา โดยมีจำนวนกลุ่มฟาร์ม 2 กลุ่ม จำนวนรถขนส่งของทุกกลุ่มฟาร์ม 3 คัน จำนวนฟาร์มเลี้ยงสุกรในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันซึ่งแบ่งเป็น 6 ช่วงคือ 3, 4, 5, ..., 8 ฟาร์ม และจำนวนช่วงเวลา 8 ช่วง คือ 5, 6, 7, ..., 12 วัน โดยมีรายละเอียดแสดงในตารางที่ 3.11

ตารางที่ 3.10 เวลาประมวลผลของการแก้ปัญหาการวางแผนการสั่งอาหารสุกรโดยการขนส่งแบบเต็มคันรถและมีจำนวนเบอร์อาหาร 3 เบอร์ด้วยรูปแบบทางคณิตศาสตร์

จำนวนฟาร์ม	เวลาประมวลผลของปัญหาที่มีจำนวนช่วงเวลา (วินาที)							
	จำนวนช่วงเวลาการวางแผน							
	5	6	7	8	9	10	11	12
3	331	747	975	1504	1915	*	*	*
4	526	830	1153	*	*	*	*	*
5	418	720	*	*	*	*	*	*
6	615	*	*	*	*	*	*	*
7	*	*	*	*	*	*	*	*
8	*	*	*	*	*	*	*	*

หมายเหตุ *แทนการใช้เวลาในการประมวลผลเกิน 2 ชั่วโมง

ตารางที่ 3.11 เวลาประมวลผลของการแก้ปัญหาการวางแผนการสั่งอาหารสุกรโดยการขนส่งแบบเต็มคันรถและมีจำนวนเบอร์อาหาร 4 เบอร์ด้วยรูปแบบทางคณิตศาสตร์

จำนวนฟาร์ม	เวลาประมวลผลของปัญหาที่มีจำนวนช่วงเวลา (วินาที)							
	จำนวนช่วงเวลาการวางแผน							
	5	6	7	8	9	10	11	12
3	419	1029	1232	1743	1936	*	*	*
4	532	753	1033	*	*	*	*	*
5	1453	*	*	*	*	*	*	*
6	*	*	*	*	*	*	*	*
7	*	*	*	*	*	*	*	*
8	*	*	*	*	*	*	*	*

หมายเหตุ *แทนการใช้เวลาในการประมวลผลเกิน 2 ชั่วโมง

จากการทดสอบและประเมินผลลัพธ์ที่ได้จากรูปแบบทางคณิตศาสตร์ โดยพิจารณาจากการแทนค่าตัวแปรแต่ละตัวในทุก ๆเงื่อนไขของสมการและอสมการ ซึ่งพบว่าเมื่อแทนค่าและคำนวณตามสมการและอสมการแล้วทุกเงื่อนไขเป็นจริง แสดงว่า รูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่ได้พัฒนาขึ้นนี้มีความถูกต้อง และจากการทดสอบการแก้ปัญหาจำนวน 144 ตัวอย่าง พบว่า จำนวนฟาร์มเลี้ยงสุกร จำนวนเบอร์อาหาร และจำนวนช่วงเวลามีผลต่อเวลาในการประมวลผลหาค่าผล

เฉลย ซึ่งเมื่อเพิ่มจำนวนขึ้นส่งผลทำให้เวลาในการประมวลผลหาค่าผลเฉลยเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้เสนอวิธีฮิวริสติกเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาการวางแผนการการสั่งอาหารสุกร ซึ่งจะกล่าวถึงรายละเอียดในหัวข้อต่อไป

7. ฮิวริสติกสำหรับแก้ปัญหาการวางแผนการสั่งอาหารสุกรโดยการขนส่งแบบเต็มคันรถ

รูปแบบทางคณิตศาสตร์สำหรับปัญหาการวางแผนการสั่งอาหารสุกรโดยการขนส่งแบบเต็มคันรถที่พัฒนาขึ้นในข้างต้น นั้นมีความเหมาะสมกับการหาคำตอบของปัญหาที่มีขนาดเล็กเท่านั้น แต่เมื่อปัญหามีจำนวนตัวแปรและพารามิเตอร์เป็นจำนวนมาก เช่น จำนวนฟาร์มเลี้ยงสุกร จำนวนเบอร์อาหาร และจำนวนช่วงเวลามากขึ้น ทำให้การหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุดนั้นทำได้ยากหรือไม่สามารถหาคำตอบที่ดีที่สุดได้ ดังนั้นเพื่อให้การหาคำตอบของปัญหาที่มีขนาดใหญ่มีประสิทธิภาพ วิธีฮิวริสติกจึงได้ถูกพัฒนาขึ้นมาใช้ในการคำนวณ ซึ่งจะให้ผลเฉลยใกล้เคียงกับผลเฉลยที่เหมาะสมที่สุด แต่ใช้เวลาการประมวลผลสั้นกว่า และสามารถหาผลเฉลยของปัญหาขนาดใหญ่ได้ ดังนั้นงานวิจัยได้เสนอวิธีฮิวริสติกซึ่งอาศัยหลักการ วิธีการผ่อนคลายกำหนดเชิงจำนวนเต็มแบบผสม (Relaxed Mixed Integer Programming) มาใช้ในการแก้ปัญหาการวางแผนการการสั่งอาหารสุกรเพื่อให้เกิดต้นทุนรวมต่ำที่สุด

8. รูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในวิธีฮิวริสติกของการขนส่งแบบเต็มคันรถ

รูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นในวิธีฮิวริสติกเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาการวางแผนการสั่งอาหารสุกร จะทำการแบ่งขั้นตอนการหาผลเฉลยออกเป็น 2 ช่วงด้วยรูปแบบทางคณิตศาสตร์ 2 รูปแบบ คือ

(1) รูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการหาผลเฉลยของ ปริมาณสั่งอาหารสุกรของฟาร์ม จำนวนรถขนส่งที่ใช้ และจำนวนรุ่นการผลิตอาหารสุกร

(2) รูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการหาผลเฉลยของ การจัดรถขนส่งอาหารสุกร

8.1 สัญลักษณ์เพิ่มเติม

สัญลักษณ์ที่ใช้ในรูปแบบทางคณิตศาสตร์พัฒนาขึ้นในวิธีฮิวริสติกเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาการวางแผนการสั่งอาหารสุกร มีดังนี้

Y_{gijt} ปริมาณอาหารสุกรที่ส่งไปฟาร์ม i กลุ่ม g เบอร์ j วันที่ t

8.2 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้วิธีฮิวริสติกในการแก้ไขปัญหาการวางแผนการสั่งอาหารสุกรโดยการขนส่งแบบเต็มคันรถ

รูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นในวิธีฮิวริสติกเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาการวางแผนการสั่งอาหารสุกรโดยการขาส่งแบบเต็มคันรถ จะทำการแบ่งขั้นตอนการหาผลเฉลยออกเป็น 2 ช่วงด้วยรูปแบบทางคณิตศาสตร์ 2 รูปแบบ คือ

8.2.1 รูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในใช้วิธีฮิวริสติกในการแก้ไขปัญหาการวางแผนการสั่งอาหารสุกรโดยรถขนส่งแบบเต็มคันรถ รูปแบบที่ 1

8.2.1.1 สมการเป้าหมาย

$$\textit{Minimize} \quad \sum_{g=1}^{G}\sum_{i=1}^{M_g}\sum_{j=1}^{N}\sum_{t=1}^{T} H_{gi} \times I_{gijt} + \sum_{g=1}^{G}\sum_{i=1}^{M_g}\sum_{j=1}^{N}\sum_{k=1}^{P} H_{gi} \times \max\left(E_{gijk},0\right) + \sum_{g=1}^{G}\sum_{t=1}^{T} c_g \times n_{gt}$$
$$+ \sum_{j=1}^{N}\sum_{t=1}^{T} HP_j \times IP_{jt} + \sum_{j=1}^{N}\sum_{k=1}^{P} HP_j \times \max\left(EP_{jk},0\right) + \sum_{j=1}^{N}\sum_{t=1}^{T} PC_j \times NB_{jt} \quad (3.31)$$

8.2.1.2 สมการและอสมการข้อจำกัดหรือเงื่อนไข

$$I_{gijt} = Y_{gijt} - D_{gijt} + O_{gij} \quad ; \forall g,i,j,\ t=1 \quad (3.32)$$

$$I_{gijt} = Y_{gijt} - D_{gijt} + I_{gij,t-1} \quad ; \forall g,i,j,\ t=2,...,T \quad (3.33)$$

$$E_{gijk} = I_{gijt} - DL_{gijk} \quad ; \forall g,i,j,\ t=T,k=1 \quad (3.34)$$

$$E_{gijk} = E_{gij,k-1} - DL_{gijk} \quad ; \forall g,i,j,\ k=2,..,P \quad (3.35)$$

$$\sum_{j=1}^{N}\left(O_{gij} + Y_{gijt}\right) \le WH_{gi} \quad ; \forall g,i,\ t=1 \quad (3.36)$$

$$\sum_{j=1}^{N}\left(I_{gijt} + Y_{gijt}\right) \le WH_{gi} \quad ; \forall g,i,\ t=2,..T \quad (3.37)$$

$$\frac{\sum_{i=1}^{M_g}\sum_{j=1}^{N} Y_{gijt}}{TL_g} = n_{gt} \quad ; \forall g,t \quad (3.38)$$

$$n_{gt} \le S_g \quad ; \forall g,t \quad (3.39)$$

$$IP_{jt} = NB_{jt} \times BS_j - \sum_{g=1}^{G}\sum_{i=1}^{M_g} Y_{gijt} + OP_j \quad ; \forall j,\ t=1 \quad (3.40)$$

$$IP_{jt} = NB_{jt} \times BS_j - \sum_{g=1}^{G}\sum_{i=1}^{M_g} Y_{gijt} + IP_{j,t-1} \quad ; \forall j,\ t=2,...,T \quad (3.41)$$

$$EP_{jk} = IP_{jt} - \sum_{g=1}^{G}\sum_{i=1}^{M_g} DL_{gijk} \quad ;\forall j,\ t = T, k = 1 \qquad (3.42)$$

$$EP_{jk} = EP_{j,k-1} - \sum_{g=1}^{G}\sum_{i=1}^{M_g} DL_{gijk} \quad ;\forall j,\ k = 2,...,P \qquad (3.43)$$

$$\sum_{j=1}^{N}\left(OP_j + NB_{jt} \times BS_j\right) \le WHP \quad ;t = 1 \qquad (3.44)$$

$$\sum_{j=1}^{N}\left(IP_{j,t-1} + NB_{jt} \times BS_j\right) \le WHP \quad ;t = 2,...,T \qquad (3.45)$$

$$I_{gijt}, Y_{gijt}, IP_{jt}, NB_{jt} \ge 0 \quad ;\forall g, i, j, t \qquad (3.46)$$

$$Y_{gijt}, NB_{jt} = Integer \quad ;\forall g, i, j, t \qquad (3.47)$$

สมการ (3.31) คือสมการเป้าหมายโดยผลเฉลยที่ได้จะให้ค่าใช้จ่ายรวมของ ต้นทุนเก็บรักษาคงคลังของอาหารสุกรของโรงงานผลิตอาหารสุกรและฟาร์มเลี้ยงสุกร ต้นทุนการขนส่งและต้นทุนการผลิต โดยที่

(1) ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาคงคลังของอาหารสุกรของโรงงานผลิตอาหารสุกรและฟาร์มเลี้ยงสุกรจะเท่ากับปริมาณคงคลังอาหารสุกรทั้งหมดคูณกับค่าใช้จ่ายต่อหน่วยในการเก็บรักษา

(2) ค่าใช้จ่ายในการขนส่งอาหารสุกรจะเท่ากับจำนวนเที่ยวในการขนส่งทั้งหมดคูณกับค่าใช้จ่ายต่อหน่วยในการขนส่ง

(3) ค่าใช้จ่ายในการผลิตอาหารสุกรจะเท่ากับจำนวนรุ่นการผลิตอาหารสุกรทั้งหมดคูณกับค่าใช้จ่ายในการผลิตต่อหน่วย

สมการ (3.32) ถึง (3.47) เป็นสมการและอสมการข้อจำกัดหรือเงื่อนไขดังนี้

สมการ (3.32) และ (3.33) เป็นสมการเงื่อนไขเพื่อหาปริมาณอาหารสุกรคงคลังของฟาร์ม i กลุ่ม g เบอร์ j วันที่ t

สมการ (3.34) และ (3.35) เป็นสมการเงื่อนไขเพื่อหาผลต่างของปริมาณคงคลังอาหารสุกรกับปริมาณความต้องการอาหารสุกรของฟาร์ม i กลุ่ม g เบอร์ j วันที่ k

สมการ (3.36) และ (3.37) เป็นสมการเงื่อนไขเพื่อกำหนดให้ปริมาณอาหารสุกรคงคลังรวมทุกเบอร์ไม่เกินความจุสูงสุดของคลังเก็บอาหารสุกรของฟาร์ม i กลุ่ม g ในวันที่ t

สมการ (3.38) เป็นสมการเงื่อนไขเพื่อหาจำนวนรถขนส่งที่ใช้ของกลุ่ม g วันที่ t

สมการ (3.39) เป็นสมการเงื่อนไขเพื่อกำหมดให้จำนวนรถขนส่งที่ใช้ของกลุ่ม g วันที่ t ไม่เกินจำนวนรถขนส่งที่มีอยู่ทั้งหมด

สมการ (3.40) และ (3.41) เป็นสมการเงื่อนไขเพื่อหาปริมาณคงคลังอาหารสุกรเบอร์ j วันที่ t ของทุกฟาร์มที่อยู่ ณ โรงงาน

สมการ (3.42) และ (3.43) เป็นสมการเงื่อนไขเพื่อหาผลต่างของปริมาณคงคลังอาหารสุกรกับความต้องการอาหารรวมทุกกลุ่มฟาร์มเลี้ยงสุกรเบอร์ j วันที่ k ของที่อยู่ ณ โรงงาน

สมการ (3.44) และ (3.45) เป็นสมการเงื่อนไขเพื่อกำหนดให้ปริมาณอาหารสุกรคงคลังรวมทุกเบอร์ไม่เกินความจุสูงสุดของคลังเก็บอาหารสุกรของโรงงานในวันที่ t

สมการ (3.46) เป็นสมการเงื่อนไขเพื่อกำหนดให้ปริมาณอาหารสุกรที่ส่งไปฟาร์ม i กลุ่ม g เบอร์ j วันที่ t จำนวนรุ่นการผลิตอาหารเบอร์ j วันที่ t ปริมาณคงคลังอาหารสุกรของฟาร์ม i กลุ่ม g เบอร์ j วันที่ t และ IP_{jt} ปริมาณคงคลังอาหารสุกรเบอร์ j วันที่ t ของทุกฟาร์มที่อยู่ ณ โรงงาน มีค่าเป็นบวกเสมอ

สมการ (3.47) เป็นสมการเงื่อนไขเพื่อกำหนดให้ปริมาณอาหารสุกรที่ส่งไปฟาร์ม i กลุ่ม g เบอร์ j วันที่ t และ จำนวนรุ่นการผลิตอาหารเบอร์ j วันที่ t มีค่าเป็นจำนวนเต็มเสมอ

เนื่องจากสมการเป้าหมาย (3.31) ของรูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่ได้พัฒนาขึ้นข้างต้นไม่อยู่ในรูปแบบของปัญหาสมการเส้นตรง (Non-Linear Programming) ดังนั้นจึงต้องทำการปรับให้อยู่ในรูปแบบปัญหาสมการเส้นตรง (Linear Programming) ซึ่งทำโดยวิธีเดียวกันกับหัวข้อที่ 1.5 หน้าที่ 17

8.2.2 รูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในใช้วิธีฮิวริสติกในการแก้ไขปัญหาการวางแผนการสั่งอาหารสุกรโดยรถขนส่งแบบเต็มคัน รูปแบบที่ 2

8.2.2.1 สมการเป้าหมาย

$$Minimize \quad \sum_{g=1}^{G}\sum_{t=1}^{T}\sum_{l=1}^{S_g} OC \times \max\left(NF_{gtl} - MF, 0\right) \tag{3.48}$$

8.2.2.2 สมการและอสมการข้อจำกัดหรือเงื่อนไข

$$\sum_{l=1}^{S_g} Q_{gijtl} = Y_{gitl} \quad ; \forall g,i,j,t \tag{3.49}$$

$$\sum_{i=1}^{M_g}\sum_{j=1}^{N} Q_{gijtl} = B_{gtl} \quad ; \forall g,t,l \tag{3.50}$$

$$\sum_{l=1}^{S_g} B_{gtl} = n_{gt} \quad ; \forall g,t \tag{3.51}$$

$$\sum_{i=1}^{M_g} X_{gitl} = NF_{gtl} \quad ; \forall g,t,l \tag{3.52}$$

$$Q_{gijtl} \geq 0 \quad ; \forall g,i,j,t,l \qquad (3.53)$$

$$Q_{gijtl} = Integer \quad ; \forall g,i,j,t,l \qquad (3.54)$$

$$B_{gtl} \in \{0,1\} \quad ; \forall g,i,j,t,l \qquad (3.55)$$

สมการ (3.48) คือสมการเป้าหมายโดยผลเฉลยที่ได้จะให้ค่าใช้จ่ายรวมของ ค่าปรับต่อจำนวนฟาร์มที่รถขนส่งหนึ่งคันส่งเกินจำนวนฟาร์มที่กำหนดในแต่ละเที่ยว ซึ่งจะเท่ากับจำนวนฟาร์มที่ขนส่งเกินกำหนดในแต่ละเที่ยวทั้งหมดคูณกับค่าปรับต่อหน่วย

สมการ (3.49) ถึง (3.55) เป็นสมการและอสมการข้อจำกัดหรือเงื่อนไขดังนี้

สมการ (3.49) เป็นสมการเงื่อนไขเพื่อให้ผลรวมของปริมาณอาหารสุกรที่ส่งไปฟาร์ม i กลุ่ม g เบอร์ j วันที่ t ทุกรถขนส่ง l มีค่าเท่ากับ ปริมาณอาหารสุกรที่ส่งไปฟาร์ม i กลุ่ม g เบอร์ j วันที่ t

สมการ (3.50) เป็นสมการเงื่อนไขเพื่อกำหนดให้ปริมาณการสั่งอาหารสุกรรวมของทุกฟาร์ม i กลุ่ม g เบอร์ j วันที่ t โดยรถขนส่ง l เป็นการสั่งแบบเต็มคันรถ

สมการ (3.51) เป็นสมการเงื่อนไขเพื่อกำหมดให้จำนวนรถขนส่งที่ใช้ของกลุ่ม g วันที่ t ต้องเท่ากับจำนวนรถขนส่งที่ใช้ซึ่งหามาจากรูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่ 1

สมการ (3.52) เป็นสมการเงื่อนไขเพื่อหาจำนวนฟาร์มที่รถขนส่ง l กลุ่ม g วันที่ t ไปส่งในแต่ละเที่ยว

สมการ (3.53) และ (3.54) เป็นสมการเงื่อนไขเพื่อกำหนดให้ปริมาณอาหารสุกรที่ส่งไปฟาร์ม i กลุ่ม g เบอร์ j วันที่ t โดยรถขนส่ง l มีค่าเป็นบวกและจำนวนเต็มเสมอ

สมการ (3.55) เป็นสมการกำหนดตัวแปรเงื่อนไข

เนื่องจากสมการเป้าหมาย (3.48) ของรูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่ได้พัฒนาขึ้นข้างต้น ไม่อยู่ในรูปแบบของปัญหาสมการเส้นตรง (Non-Linear Programming) ดังนั้นจึงต้องทำการปรับให้อยู่ในรูปแบบปัญหาสมการเส้นตรง (Linear Programming) ซึ่งทำโดยวิธีเดียวกันกับหัวข้อที่ 1.5 หน้าที่ 17

9. ขั้นตอนการทำงานของวิธีฮิวริสติก

มีรายละเอียดของลำดับขั้นตอนการทำงานดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เริ่มต้น

ขั้นตอนที่ 2 ป้อนข้อมูลของปัญหาการวางแผนการสั่งอาหารสุกร ได้แก่ ปริมาณความต้องการอาหารของฟาร์มเลี้ยงสุกร ปริมาณคงเหลือของอาหารสุกรของฟาร์มเลี้ยงสุกร ค่าใช้จ่ายในการค่าจัดเก็บรักษาคงคลังอาหารสุกรของฟาร์มเลี้ยงสุกร ความจุสูงสุดคงคลังอาหารสุกรของฟาร์มเลี้ยงสุกร ค่าขนส่งอาหารสุกร ความจุดสูงสุดของรถขนส่งอาหารสุกร ขนาดของรุ่นการผลิต

อาหารสุกร ค่าใช้จ่ายในการผลิตอาหารสุกร ค่าจัดเก็บรักษาคงคลังอาหารสุกรของโรงงาน ปริมาณคงเหลืออาหารสุกรเบอร์ของทุกฟาร์มที่อยู่ ณ โรงงาน และความจุสูงสุดคงคลังอาหารสุกรของโรงงาน จากนั้นไปทำงานในขั้นตอนที่ 3

ขั้นตอนที่ 3 แก้ปัญหาด้วยรูปแบบทางคณิตศาสตร์ รูปแบบที่ 1 ที่พัฒนาขึ้น จากนั้นไปทำงานในขั้นตอนที่ 4

ขั้นตอนที่ 4 เก็บผลเฉลยที่ได้จากการประมวลผลด้วยรูปแบบทางคณิตศาสตร์ รูปแบบที่ 1 ได้แก่ ต้นทุนการขนส่ง ต้นทุนเก็บรักษาคงคลังของอาหารสุกรของโรงงานผลิตอาหารสุกรและฟาร์มเลี้ยงสุกร ต้นทุนการผลิต ปริมาณการสั่งอาหารสุกรของแต่ละฟาร์ม แต่ละเบอร์ แต่ละช่วงเวลาของแต่ละกลุ่ม จำนวนรถขนส่งอาหารสุกรที่ใช้ในแต่ละวันของแต่กลุ่ม จากนั้นไปทำงานในขั้นตอนที่ 5

ขั้นตอนที่ 5 ป้อนข้อมูลของปัญหาการวางแผนการสั่งอาหารสุกร และผลเฉลยที่ได้จากรูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่ 1 ได้แก่ จำนวนฟาร์มสูงสุดที่รถขนส่งไปได้ในหนึ่งเที่ยวโดยไม่เสียค่าปรับ ค่าปรับต่อจำนวนฟาร์มที่รถขนส่งหนึ่งคันส่งเกินจำนวนฟาร์มที่กำหนดในแต่ละเที่ยว ปริมาณการสั่งอาหารสุกรของแต่ละฟาร์ม แต่ละเบอร์ แต่ละช่วงเวลาของแต่ละกลุ่ม และกลุ่มจำนวนรถขนส่งอาหารสุกรที่ใช้ในแต่ละวันของแต่กลุ่ม จากนั้นไปทำงานในขั้นตอนที่ 6

ขั้นตอนที่ 6 แก้ปัญหาด้วยรูปแบบทางคณิตศาสตร์ รูปแบบที่ 2 ที่พัฒนาขึ้น จากนั้นไปทำงานในขั้นตอนที่ 7

ขั้นตอนที่ 7 นำผลเฉลยที่ได้จากการประมวลผลด้วยรูปแบบทางคณิตศาสตร์ รูปแบบที่ 2 ได้แก่ ผลรวมของค่าปรับในการขนส่งเกินจำนวนฟาร์มที่จำกัดในแต่ละเที่ยว รวมกับผลเฉลยต้นทุนรวมจากการประมวลผลด้วยรูปแบบทาบงคณิตศาสตร์ รูปแบบที่ 1 และแสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลจากรูปแบบทางคณิตศาสตร์ทั้ง 2 รูปแบบ เช่น ค่าใช้จ่ายรวม และปริมาณการสั่งอาหารสุกรของแต่ละฟาร์ม แต่ละเบอร์ ในแต่ละรถขนส่ง แต่ละช่วงเวลาของแต่ละกลุ่ม เป็นต้น จากนั้นไปทำงานในขั้นตอนที่ 8

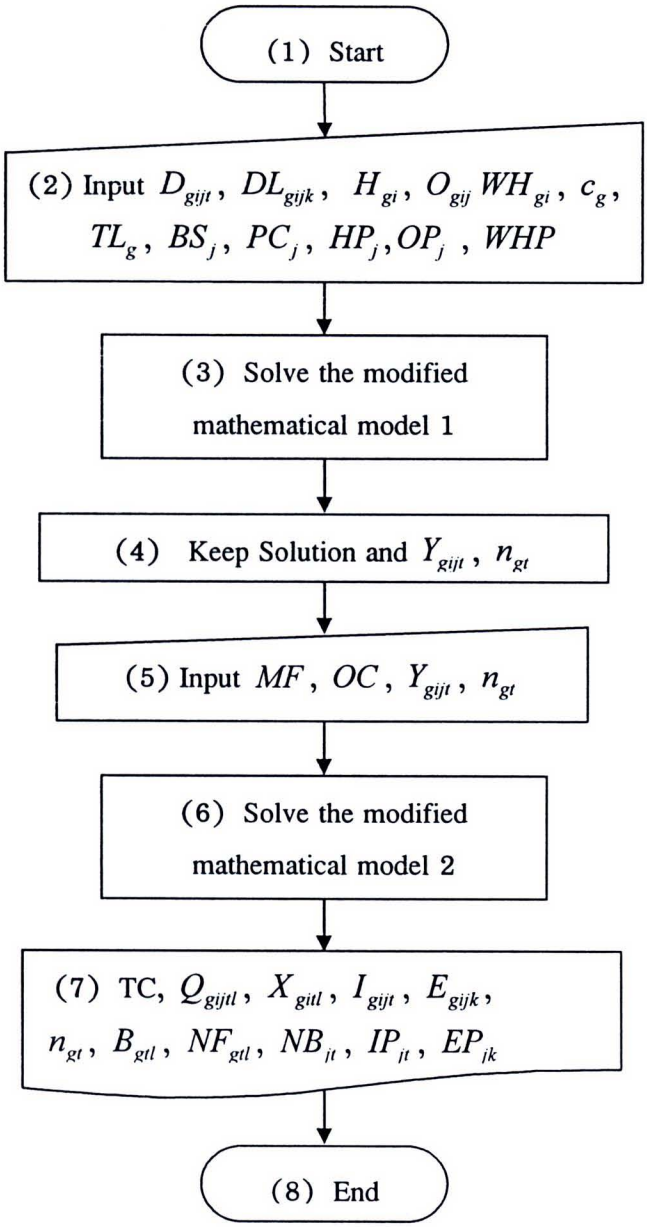
ขั้นตอนที่ 8 สิ้นสุดการทำงาน

10. ตัวอย่างการแก้ปัญหาด้วยวิธีฮิวริสติกของการขนส่งแบบเต็มคันรถ

จากตัวอย่างปัญหาการวางแผนการสั่งอาหารสุกรในหัวข้อที่ 2 หน้าที่ 17 สามารถแก้ปัญหาด้วยวิธีฮิวริสติกได้ดังนี้

10.1 แก้ปัญหาด้วยวิธีฮิวริสติกที่ใช้ในการแก้ปัญหาการวางแผนการสั่งอาหารสุกรโดยการขนส่งแบบเต็มคันรถ รูปแบบที่ 1 จากนั้นเก็บผลเฉลยของปริมาณการสั่งอาหารของฟาร์ม ปริมาณคงคลังอาหารสุกรของฟาร์ม จำนวนรถที่ใช้ในแต่ละช่วงเวลา จำนวนรุ่นการผลิตอาหารแต่ละเบอร์ ปริมาณคงคลังอาหารสุกรที่โรงงาน และค่าใช้จ่ายรวมทั้งช่วงเวลาการวางแผนและ

ช่วงเวลาหลังการวางแผนซึ่งมีค่าเท่ากับ 12,982.2 บาท ดังแสดงในตารางที่ 3.18, 3.19, 3.20, 3.21 และ 3.22



ภาพที่ 3.1 แผนผังการทำงานของวิธีฮิวริสติก

10.2 แก้ปัญหาด้วยวิธีฮิวริสติกที่ใช้ในการแก้ปัญหาการวางแผนการสั่งอาหารสุกรโดยการขนส่งแบบเต็มคันรถ รูปแบบที่ 2 โดยนำเข้าค่าตัวแปรจากผลเฉลยของ รูปแบบที่ 1 ได้แก่ ปริมาณการสั่งอาหารของฟาร์ม และจำนวนรถที่ใช้ในแต่ละช่วงเวลา จากนั้นเก็บผลเฉลยของจำนวนฟาร์มที่รถขนส่งไปส่งในแต่ละเที่ยว ปริมาณการสั่งอาหารของฟาร์มบนรถขนส่งแต่ละคัน

และนำค่าใช้จ่ายรวมซึ่งมีค่าเท่ากับ 400 บาท มารวมกับผลเฉลยของค่าใช้จ่ายรวมจากรูปแบบสมการทางคณิตศาสตร์ รูปแบบที่ 1 ซึ่งจะได้ค่าใช้จ่ายรวมทั้งช่วงเวลาการวางแผนและช่วงเวลาหลังการวางแผนทั้งหมดเท่ากับ 13,382.2 บาท ดังแสดงในตารางที่ 3.23 และ 3.24

จากการแก้ปัญหาด้วยวิธีฮิวริสติกที่ใช้ในการแก้ปัญหาการวางแผนการสั่งอาหารสุกรโดยการขนส่งแบบเต็มคันรถ ในตัวอย่างปัญหาที่มีกลุ่มฟาร์ม 2 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มมีจำนวนฟาร์มเท่ากับ 5 และ 4 ตามลำดับ มีเบอร์อาหาร 3 เบอร์ มีช่วงเวลาการวางแผน 7 ช่วงเวลา มีช่วงเวลาหลังการวางแผน 5 ช่วงเวลา และมีจำนวนรถขนส่งแต่ละของกลุ่มฟาร์มเท่ากับ 3 และ 2 ตามลำดับ ได้ผลเฉลยของค่าใช้จ่ายรวมทั้งช่วงเวลาการวางแผนและช่วงเวลาหลังการวางแผนเท่ากับ 13,382.2 บาท

11. ทดสอบและประเมินประสิทธิภาพวิธีฮิวริสติกของการขนส่งแบบเต็มคันรถ

ในการประเมินประสิทธิภาพของวิธีฮิวริสติก ใช้ค่าความคลาดเคลื่อนเป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบผลเฉลยที่ได้จากการแก้ปัญหาด้วยวิธีฮิวริสติกและวิธีรูปแบบทางคณิตศาสตร์ โดยการเปรียบเทียบจะแยกเป็น 2 ส่วนคือ ปัญหาที่รูปแบบทางคณิตศาสตร์สามารถหาผลเฉลยที่เหมาะสมที่สุดได้ ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้จำกัดเวลาประมวลผลที่ 2 ชั่วโมง และปัญหาที่รูปแบบทางคณิตศาสตร์ไม่สามารถหาผลเฉลยที่เหมาะสมที่สุด (Optimal Solution) ได้ในเวลาที่กำหนด ซึ่งใช้ค่าผลเฉลยที่ดีที่สุดที่สามารถหาได้ (Best Solution) ภายใน 2 ชั่วโมงเป็นค่าที่นำมาเปรียบเทียบ โดยเปอร์เซ็นต์ค่าความคลาดเคลื่อน (% Error) สามารถหาได้จากผลต่างของผลเฉลยที่ได้จากการแก้ปัญหาด้วยวิธีฮิวริสติกกับผลเฉลยที่ได้จากการแก้ปัญหาด้วยรูปแบบทางคณิตศาสตร์ หารด้วยผลเฉลยที่ได้จากการแก้ปัญหาด้วยรูปแบบทางคณิตศาสตร์ดังสมการที่ 3.56

$$\% \text{ Error} = \frac{\left(TC_H - TC_{Math}\right)}{TC_{Math}} \times 100 \qquad (3.56)$$

โดยที่ % Error คือ เปอร์เซ็นต์ค่าความคลาดเคลื่อน

TC_H คือ ค่าใช้จ่ายรวมที่ได้จากวิธีฮิวริสติก

TC_{Math} คือ ค่าใช้จ่ายรวมที่ได้จากวิธีรูปแบบทางคณิตศาสตร์

12. การทดสอบการแก้ปัญหาด้วยวิธีฮิวริสติกของรูปแบบการขนส่งแบบเต็มคันรถ

การทดสอบปัญหาการวางแผนการสั่งอาหารสุกรโดยการขนส่งแบบเต็มคันรถ ในงานวิจัยนี้ตัวอย่างในการทดสอบทั้งหมด 144 ตัวอย่าง โดยเป็นตัวอย่างชุดเดียวกับการทดสอบรูปแบบทางคณิตศาสตร์ในหัวข้อที่ 4 หน้า 24

ตารางที่ 3.12 ผลเฉลยของปริมาณการสั่งอาหารของฟาร์มจากรูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่ 1 ของการขนส่งแบบเต็มคันรถ

กลุ่มฟาร์ม	ฟาร์ม	เบอร์อาหาร	ปริมาณการสั่งอาหารในช่วงเวลาการวางแผนที่ (ถุง)						
			1	2	3	4	5	6	7
กลุ่ม1	ฟาร์มที่ 1	เบอร์1	0	0	0	0	0	0	0
		เบอร์2	0	0	0	0	0	0	0
		เบอร์3	161	0	0	115	0	0	0
	ฟาร์มที่ 2	เบอร์1	75	0	0	0	0	0	0
		เบอร์2	0	0	0	120	0	0	0
		เบอร์3	0	0	0	0	0	0	0
	ฟาร์มที่ 3	เบอร์1	0	0	0	0	0	0	0
		เบอร์2	137	0	0	105	0	0	0
		เบอร์3	0	0	0	0	0	0	0
	ฟาร์มที่ 4	เบอร์1	45	0	0	0	0	0	0
		เบอร์2	0	0	0	26	0	0	0
		เบอร์3	0	0	0	0	0	0	0
	ฟาร์มที่ 5	เบอร์1	0	0	0	0	0	0	0
		เบอร์2	40	0	0	0	0	0	0
		เบอร์3	92	0	0	184	0	0	0
กลุ่ม2	ฟาร์มที่ 1	เบอร์1	132	0	0	0	0	0	0
		เบอร์2	0	0	0	0	0	0	0
		เบอร์3	0	0	0	0	0	0	0
	ฟาร์มที่ 2	เบอร์1	0	0	0	0	0	0	0
		เบอร์2	108	0	0	0	0	0	0
		เบอร์3	43	0	0	0	129	0	0
	ฟาร์มที่ 3	เบอร์1	48	0	0	0	0	0	0
		เบอร์2	55	0	0	0	0	0	0
		เบอร์3	0	0	0	0	0	0	0
	ฟาร์มที่ 4	เบอร์3	0	0	0	0	0	0	0
		เบอร์1	0	0	0	0	0	0	0
		เบอร์2	214	0	0	0	171	0	0

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

ตารางที่ 3.13 ผลเฉลยของปริมาณคงคลังอาหารของฟาร์มจากรูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่ 1 ของการขนส่งแบบเต็มคันรถ

กลุ่มฟาร์ม	ฟาร์ม	เบอร์อาหาร	ปริมาณคงคลังอาหารในช่วงเวลาการวางแผนที่ (ถุง)							ปริมาณคงคลังอาหารหลังช่วงเวลาการวางแผนที่ (ถุง)				
			1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5
กลุ่ม1	ฟาร์มที่1	เบอร์1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		เบอร์2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		เบอร์3	126	91	56	136	101	60	19	0	0	0	0	0
	ฟาร์มที่2	เบอร์1	50	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		เบอร์2	0	0	0	90	60	30	0	0	0	0	0	0
		เบอร์3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ฟาร์มที่3	เบอร์1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		เบอร์2	113	89	60	136	107	78	49	20	0	0	0	0
		เบอร์3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ฟาร์มที่4	เบอร์1	36	27	18	9	0	0	0	0	0	0	0	0
		เบอร์2	0	0	0	26	26	13	0	0	0	0	0	0
		เบอร์3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ฟาร์มที่5	เบอร์1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		เบอร์2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		เบอร์3	92	46	0	138	92	46	0	0	0	0	0	0
กลุ่ม2	ฟาร์มที่1	เบอร์1	123	114	105	96	87	74	61	48	35	22	9	0
		เบอร์2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		เบอร์3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ฟาร์มที่2	เบอร์1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		เบอร์2	72	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		เบอร์3	43	43	43	0	86	43	0	0	0	0	0	0
	ฟาร์มที่3	เบอร์1	36	24	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		เบอร์2	55	55	55	55	38	21	4	0	0	0	0	0
		เบอร์3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ฟาร์มที่4	เบอร์1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		เบอร์2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		เบอร์3	162	110	58	6	118	59	0	0	0	0	0	0

ตารางที่ 3.14 ผลเฉลยของจำนวนรถที่ใช้ในแต่ละช่วงเวลาจากรูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่ 1 ของการขนส่งแบบเต็มคันรถ

กลุ่มฟาร์ม	จำนวนรถที่ใช้ในช่วงเวลาการวางแผนที่ (คัน)						
	1	2	3	4	5	6	7
กลุ่ม1	1	0	0	1	0	0	0
กลุ่ม2	2	0	0	0	1	0	0

ตารางที่ 3.15 ผลเฉลยของจำนวนรุ่นการผลิตอาหารแต่ละเบอร์ในแต่ละช่วงเวลาจากรูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่ 1 ของการขนส่งแบบเต็มคันรถ

เบอร์อาหาร	จำนวนรุ่นการผลิตอาหารในช่วงเวลาการวางแผนที่ (รุ่นการผลิต)						
	1	2	3	4	5	6	7
เบอร์1	2	0	0	0	0	0	0
เบอร์2	2	0	0	2	0	0	0
เบอร์3	3	0	0	2	2	0	0

ตารางที่ 3.16 ผลเฉลยของปริมาณคงคลังอาหารที่โรงงานจากรูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่ 1 ของการขนส่งแบบเต็มคันรถ

เบอร์อาหาร	ปริมาณคงคลังอาหารที่โรงงานในช่วงเวลาการวางแผน (ถุง)							ปริมาณคงคลังอาหารที่โรงงานหลังช่วงเวลาการวางแผน (ถุง)				
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5
เบอร์1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
เบอร์2	0	0	0	89	89	89	89	0	0	0	0	0
เบอร์3	0	0	0	41	81	81	81	0	0	0	0	0

ตารางที่ 3.17 ผลเฉลยของจำนวนฟาร์มที่รถขนส่งไปส่งแต่ละเที่ยวในแต่ละช่วงเวลาจากรูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่ 2 ของการขนส่งแบบเต็มคันรถ

กลุ่มฟาร์ม	รถขนส่ง	จำนวนฟาร์มที่รถขนส่งไปส่งแต่ละเที่ยวในช่วงเวลาการวางแผนที่ (ฟาร์ม)						
		1	2	3	4	5	6	7
กลุ่ม1	คันที่ 1	5	-	-	5	-	-	-
กลุ่ม2	คันที่ 1	3	-	-	-	2	-	-
	คันที่ 2	2	-	-	-	-	-	-

ตารางที่ 3.18 ผลเฉลยของปริมาณการสั่งอาหารสุกรของฟาร์มบนรถขนส่งแต่ละคันจากรูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่ 2 ของการขนส่งแบบเต็มคันรถ

กลุ่มฟาร์ม	ช่วงเวลา	รถขนส่ง	ปริมาณการสั่งอาหารสุกรของฟาร์ม(ถุง)/เบอร์อาหาร				
			ฟาร์ม1	ฟาร์ม2	ฟาร์ม3	ฟาร์ม4	ฟาร์ม5
กลุ่ม1	1	คันที่1	161/3	75/1	137/2	45/1	40/2
			-	-	-	-	92/3
	4	คันที่1	115/3	130/2	105/2	26/2	184/3
กลุ่ม2	1	คันที่1	-	108/2	48/1	46/3	
			-	43/3	55/2	-	
		คันที่2	132/1	-	-	168/3	
	5	คันที่1		129/3		171/3	

13. ผลการทดสอบวิธีฮิวริสติกกับวิธีรูปแบบทางคณิตศาสตร์ของการขนส่งแบบเต็มคันรถ

ในการทดสอบการแก้ปัญหาการวางแผนการสั่งอาหารสุกรด้วยวิธีฮิวริสติก เพื่อกำหนดปริมาณการสั่งอาหารสุกร การจัดรถขนส่ง และการผลิตให้เหมาะสม ได้ผลการทดสอบดังตารางที่ ค.1 และ ค.2 ในภาคผนวก ค โดยมีตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบทั้งหมด 144 ตัวอย่าง แยกเป็นการเปรียบเทียบปัญหาที่รูปแบบทางคณิตศาสตร์สามารถหาผลเฉลยที่เหมาะสมที่สุด (Optimal Solution) ได้จำนวน 39 ตัวอย่าง และปัญหาที่รูปแบบทางคณิตศาสตร์สามารถหาผลเฉลยที่ดีที่สุดที่สามารถหาได้ (Best Solution) ภายใน 2 ชั่วโมงได้จำนวน 105 ตัวอย่าง ซึ่งจำกัดเวลาประมวลผลที่ 2 ชั่วโมง และโดยในการทดสอบตัวอย่างมีการกำหนดจำนวนกลุ่มฟาร์ม 2 กลุ่ม จำนวนรถขนส่งของทุกกลุ่มฟาร์ม 3 คัน ช่วงปัญหาเบอร์อาหารเป็น 3 ช่วง คือ 2, 3 และ 4 เบอร์ โดยมีช่วงเวลาการวางแผน 8 ช่วงคือ 5, 6, 7, ..., 12 วัน จำนวนช่วงเวลาหลังการวางแผน 5 วัน และจำนวนฟาร์มเลี้ยงสุกรในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันซึ่งแบ่งเป็น 6 ช่วงคือ 3, 4, 5, ..., 8 ฟาร์ม โดยสามารถสรุปผลการทดสอบได้ดังตารางที่ 3.19 และ 3.20 ดังนี้
โดยผลการทดสอบมีรายละเอียดดังนี้

13.1 ผลเฉลยที่ได้จากการแก้ปัญหาด้วยวิธีฮิวริสติก

13.1.1 วิธีฮิวริสติกที่เป็นการขนส่งแบบเต็มคันรถ ในการทดสอบปัญหาที่รูปแบบทางคณิตศาสตร์สามารถหาผลเฉลยที่เหมาะสมที่สุดได้ (Optimal Solution) จำนวน 39 ตัวอย่าง ผลเฉลยมีความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย 0.726 เปอร์เซ็นต์ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.890 และผลเฉลยมีค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุดที่ 2.980 เปอร์เซ็นต์

13.1.2 วิธีฮิวริสติกที่เป็นการขนส่งแบบเต็มคันรถ ในการทดสอบปัญหาที่รูปแบบทางคณิตศาสตร์สามารถหาผลเฉลยที่ดีที่สุดที่ได้ (Best Solution) ภายใน 2 ชั่วโมงจำนวน 105

ตัวอย่าง ผลเฉลยมีความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย 1.706 เปอร์เซ็นต์ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.569 และผลเฉลยมีค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุดที่ 3.865 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 3.19 สรุปค่าความคลาดเคลื่อนและเวลาประมวลผลของวิธีฮิวริสติกในการแก้ปัญหาการวางแผนการสั่งอาหารสุกรโดยการขนส่งแบบเต็มคันรถที่สามารถหาผลเฉลยที่เหมาะสมที่สุดได้

	% ค่าความคลาดเคลื่อนระหว่างวิธีฮิวริสติกและวิธีรูปแบบทางคณิตศาสตร์			เวลาประมวลผล (วินาที)		
	Average	S.D.	MAX	Average	S.D.	MAX
Heuristic	0.726	0.890	2.980	4.128	3.819	20
Mathematical Model	-	-	-	782.897	476.181	1936

ตารางที่ 3.20 สรุปค่าความคลาดเคลื่อนของวิธีฮิวริสติกในการแก้ปัญหาการวางแผนการสั่งอาหารสุกรโดยการขนส่งแบบเต็มคันรถที่สามารหาผลเฉลยที่ดีที่สุดที่ได้ภายใน 2 ชั่วโมง

	% ค่าความคลาดเคลื่อนระหว่างวิธีฮิวริสติกและวิธีรูปแบบทางคณิตศาสตร์		
	Average	S.D.	MAX
Heuristic	1.706	0.569	3.865
Mathematical Model	-	-	-

13.2 เวลาประมวลผลของการแก้ปัญหาด้วยวิธีฮิวริสติก

วิธีฮิวริสติกที่เป็นการขนส่งแบบเต็มคันรถ ใช้เวลาประมวลผลเฉลี่ยเท่ากับ 4.128 วินาที ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.819 และใช้เวลาประมวลผลมากที่สุด 20 วินาที

13.3 การวิเคราะห์ผลทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เวลาประมวลผลของวิธีฮิวริสติกที่เป็นการขนส่งแบบเต็มคันรถใช้เวลาประมวลผลเฉลี่ยที่แตกต่างกันกับรูปแบบทางคณิตศาสตร์

14. สรุปผลการทดสอบรูปแบบทางคณิตศาสตร์และฮิวริสติกของการขนส่งแบบเต็มคันรถ

14.1 ผลการทดสอบการแก้ปัญหาด้วยรูปแบบทางคณิตศาสตร์

จากการทดสอบและประเมินผลลัพธ์ที่ได้จากรูปแบบทางคณิตศาสตร์ โดยพิจารณาจากการแทนค่าตัวแปรแต่ละตัวในทุก ๆเงื่อนไขของสมการและอสมการ ซึ่งพบว่าเมื่อแทนค่าและคำนวณตามสมการและอสมการแล้วทุกเงื่อนไขเป็นจริง แสดงว่า รูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่ได้พัฒนาขึ้นนี้มีความถูกต้อง และจากการทดสอบการแก้ปัญหาจำนวน 144 ตัวอย่าง พบว่า จำนวนฟาร์มเลี้ยงสุกร จำนวนเบอร์อาหาร และจำนวนช่วงเวลามีผลต่อเวลาในการประมวลผลหาค่าผลเฉลย ซึ่งเมื่อเพิ่มจำนวนขึ้นส่งผลทำให้เวลาในการประมวลผลหาค่าผลเฉลยเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้เสนอวิธีฮิวริสติกเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาการวางแผนการสั่งอาหารสุกร

14.2 ผลการทดสอบและประเมินประสิทธิภาพวิธีฮิวริสติก

ในด้านของผลเฉลย ผลเฉลยที่สามารถหาผลเฉลยที่เหมาะสมที่สุดได้ (Optimal Solution) วิธีฮิวริสติกที่เป็นการขนส่งแบบเต็มคันรถ ผลเฉลยมีความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย 0.726 เปอร์เซ็นต์ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.890 และผลเฉลยมีค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุดที่ 2.980 เปอร์เซ็นต์ และผลเฉลยที่ดีที่สุดที่สามารถหาได้ (Best Solution) ภายใน 2 ชั่วโมง วิธีฮิวริสติกที่เป็นการขนส่งแบบเต็มคันรถ ผลเฉลยมีความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย 1.706 เปอร์เซ็นต์ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.569 และผลเฉลยมีค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุดที่ 3.865 เปอร์เซ็นต์ ด้านเวลาการประมวลผล วิธีฮิวริสติกที่เป็นการขนส่งแบบเต็มคันรถ ใช้เวลาประมวลผลเฉลี่ยเท่ากับ 4.128 วินาที ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.819 และใช้เวลาประมวลผลมากที่สุด 20 วินาที