

บทที่ 4

รูปแบบทางคณิตศาสตร์และอีวิริสติกของการขนส่งแบบไม่เต็มคันรถ

รูปแบบทางคณิตศาสตร์และอีวิริสติกของการขนส่งแบบไม่เต็มคันรถมีดังนี้

1. รูปแบบทางคณิตศาสตร์สำหรับการแก้ปัญหาการวางแผนการส่งอาหารสุกรโดยการขนส่งแบบไม่เต็มคันรถ

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ได้พัฒนาขึ้นในการแก้ไขปัญหาการวางแผนการส่งอาหารสุกรโดยการขนส่งแบบไม่เต็มคันรถเพื่อให้มีต้นทุนรวมต่ำที่สุดประกอบด้วย ต้นทุนการขนส่ง ต้นทุนเก็บรักษาคงคลังของอาหารสุกรของโรงงานผลิตอาหารสุกรและฟาร์มเลี้ยงสุกร และต้นทุนการผลิต ซึ่งรายละเอียดของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มีดังนี้

1.1 สมการเป้าหมาย

$$\begin{aligned}
 \text{Minimize} \quad & \sum_{g=1}^G \sum_{i=1}^{M_g} \sum_{j=1}^N \sum_{t=1}^T H_{gi} \times I_{gijt} + \sum_{g=1}^G \sum_{i=1}^{M_g} \sum_{j=1}^N \sum_{k=1}^P H_{gi} \times \max(E_{gijk}, 0) + \sum_{g=1}^G \sum_{t=1}^T c_g \times n_{gt} \\
 & + \sum_{g=1}^G \sum_{t=1}^T \sum_{l=1}^{S_g} OC \times \max(NF_{glt} - MF, 0) + \sum_{j=1}^N \sum_{t=1}^T HP_j \times IP_{jt} \\
 & + \sum_{j=1}^N \sum_{k=1}^P HP_j \times \max(EP_{jk}, 0) + \sum_{j=1}^N \sum_{t=1}^T PC_j \times NB_{jt} \quad (4.1)
 \end{aligned}$$

1.2 สมการและอสมการข้อจำกัดหรือเงื่อนไข

$$I_{gijt} = \sum_{l=1}^{S_g} Q_{gijlt} - D_{gijt} + O_{gij} \quad ; \quad \forall g, i, j, t = 1 \quad (4.2)$$

$$I_{gijt} = \sum_{l=1}^{S_g} Q_{gijlt} - D_{gijt} + I_{gij, t-1} \quad ; \quad \forall g, i, j, t = 2, \dots, T \quad (4.3)$$

$$E_{gijk} = I_{gijt} - DL_{gijk} \quad ; \quad \forall g, i, j, t = T, k = 1 \quad (4.4)$$

$$E_{gijk} = E_{gij, k-1} - DL_{gijk} \quad ; \quad \forall g, i, j, k = 2, \dots, P \quad (4.5)$$

$$\sum_{j=1}^N \left(O_{gij} + \sum_{l=1}^{S_g} Q_{gijlt} \right) \leq WH_{gi} \quad ; \quad \forall g, i, t = 1 \quad (4.6)$$

$$\sum_{j=1}^N \left(I_{gijt} + \sum_{l=1}^{S_g} Q_{gijtl} \right) \leq WH_{gi} \quad ; \quad \forall g, i, t = 2, \dots, T \quad (4.7)$$

$$\sum_{i=1}^{M_g} \sum_{j=1}^N Q_{gijtl} \leq TL_g \quad ; \quad \forall g, t, l \quad (4.8)$$

$$\sum_{l=1}^{S_g} B_{glt} = n_{gt} \quad ; \quad \forall g, t \quad (4.9)$$

$$n_{gt} \leq S_g \quad ; \quad \forall g, t \quad (4.10)$$

$$\sum_{i=1}^{M_g} X_{gilt} = NF_{gtl} \quad ; \quad \forall g, t, l \quad (4.11)$$

$$IP_{jt} = NB_{jt} \times BS_j - \sum_{g=1}^G \sum_{i=1}^{M_g} \sum_{l=1}^{S_g} Q_{gijtl} + OP_j \quad ; \quad \forall j, t = 1 \quad (4.12)$$

$$IP_{jt} = NB_{jt} \times BS_j - \sum_{g=1}^G \sum_{i=1}^{M_g} \sum_{l=1}^{S_g} Q_{gijtl} + IP_{j,t-1} \quad ; \quad \forall j, t = 2, \dots, T \quad (4.13)$$

$$EP_{jk} = IP_{jt} - \sum_{g=1}^G \sum_{i=1}^{M_g} DL_{gijk} \quad ; \quad \forall j, t = T, k = 1 \quad (4.14)$$

$$EP_{jk} = EP_{j,k-1} - \sum_{g=1}^G \sum_{i=1}^{M_g} DL_{gijk} \quad ; \quad \forall j, k = 2, \dots, P \quad (4.15)$$

$$\sum_{j=1}^N (OP_j + NB_{jt} \times BS_j) \leq WHP \quad ; \quad t = 1 \quad (4.16)$$

$$\sum_{j=1}^N (IP_{j,t-1} + NB_{jt} \times BS_j) \leq WHP \quad ; \quad t = 2, \dots, T \quad (4.17)$$

$$X_{gilt}, B_{glt} \in \{0,1\} \quad ; \quad \forall g, i, t, l \quad (4.18)$$

$$I_{gijt}, Q_{gijtl}, IP_{jt}, NB_{jt} \geq 0 \quad ; \quad \forall g, i, j, t, l \quad (4.19)$$

$$Q_{gijtl}, NB_{jt} = Integer \quad ; \quad \forall g, i, j, t, l \quad (4.20)$$

สมการ (4.1) คือสมการเป้าหมายโดยผลเฉลยที่ได้จะให้ค่าใช้จ่ายรวมของ ต้นทุนเก็บรักษา คงคลังของอาหารสุกรของโรงงานผลิตอาหารสุกรและฟาร์มเลี้ยงสุกร ต้นทุนการขนส่งและต้นทุนการผลิต โดยที่

(1) ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาคงคลังของอาหารสุกรของโรงงานผลิตอาหารสุกร และฟาร์มเลี้ยงสุกรจะเท่ากับปริมาณคงคลังอาหารสุกรทั้งหมดคูณกับค่าใช้จ่ายต่อหน่วยในการเก็บรักษา

(2) ค่าใช้จ่ายในการขนส่งอาหารสุกรจะเท่ากับจำนวนเที่ยวในการขนส่งทั้งหมดคูณกับค่าใช้จ่ายต่อหน่วยในการขนส่ง และรวมกับจำนวนฟาร์มที่ขนส่งเกินกำหนดในแต่ละเที่ยวทั้งหมดคูณกับค่าปรับต่อหน่วย

(3) ค่าใช้จ่ายในการผลิตอาหารสุกรจะเท่ากับจำนวนรุ่นการผลิตอาหารสุกรทั้งหมดคูณกับค่าใช้จ่ายในการผลิตต่อหน่วย

สมการ (4.2) ถึง (4.20) เป็นสมการและอสมการข้อจำกัดหรือเงื่อนไขดังนี้

สมการ (4.2) และ (4.3) เป็นสมการเงื่อนไขเพื่อหาปริมาณอาหารสุกรคงคลังของฟาร์ม i กลุ่ม g เบอร์ j วันที่ t

สมการ (4.4) และ (4.5) เป็นสมการเงื่อนไขเพื่อหาผลต่างของปริมาณคงคลังอาหารสุกรกับปริมาณความต้องการอาหารสุกรของฟาร์ม i กลุ่ม g เบอร์ j วันที่ k

สมการ (4.6) และ (4.7) เป็นสมการเงื่อนไขเพื่อกำหนดให้ปริมาณอาหารสุกรคงคลังรวมทุกเบอร์ไม่เกินความจุสูงสุดของคลังเก็บอาหารสุกรของฟาร์ม i กลุ่ม g ในวันที่ t

สมการ (4.8) เป็นสมการเงื่อนไขเพื่อกำหนดให้ปริมาณการส่งอาหารสุกรรวมของทุกฟาร์ม i กลุ่ม g เบอร์ j วันที่ t โดยรถขนส่ง l ไม่เกินความจุสูงสุดของรถขนส่ง

สมการ (4.9) เป็นสมการเงื่อนไขเพื่อหาจำนวนรถขนส่งที่ใช้ของกลุ่ม g วันที่ t

สมการ (4.10) เป็นสมการเงื่อนไขเพื่อกำหนดให้จำนวนรถขนส่งที่ใช้ของกลุ่ม g วันที่ t ไม่เกินจำนวนรถขนส่งที่มีอยู่ทั้งหมด

สมการ (4.11) เป็นสมการเงื่อนไขเพื่อหาจำนวนฟาร์มที่รถขนส่ง l กลุ่ม g วันที่ t ไปส่งในแต่ละเที่ยว

สมการ (4.12) และ (4.13) เป็นสมการเงื่อนไขเพื่อหาปริมาณคงคลังอาหารสุกรเบอร์ j วันที่ t ของทุกฟาร์มที่อยู่ ณ โรงงาน

สมการ (4.14) และ (4.15) เป็นสมการเงื่อนไขเพื่อหาผลต่างของปริมาณคงคลังอาหารสุกรกับความต้องการอาหารรวมทุกกลุ่มฟาร์มเลี้ยงสุกรเบอร์ j วันที่ k ของที่อยู่ ณ โรงงาน

สมการ (4.16) และ (4.17) เป็นสมการเงื่อนไขเพื่อกำหนดให้ปริมาณอาหารสุกรคงคลังรวมทุกเบอร์ไม่เกินความจุสูงสุดของคลังเก็บอาหารสุกรของโรงงานในวันที่ t

สมการ (4.18) เป็นสมการกำหนดตัวแปรเงื่อนไข

สมการ (4.19) เป็นสมการเงื่อนไขเพื่อกำหนดให้ปริมาณอาหารสุกรที่ส่งไปฟาร์ม i กลุ่ม g เบอร์ j วันที่ t โดยรถขนส่ง l จำนวนรุ่นการผลิตอาหารเบอร์ j วันที่ t ปริมาณคงคลังอาหารสุกรของฟาร์ม i กลุ่ม g เบอร์ j วันที่ t และ IP_{jt} ปริมาณคงคลังอาหารสุกรเบอร์ j วันที่ t ของทุกฟาร์มที่อยู่ ณ โรงงาน มีค่าเป็นบวกเสมอ

สมการ (4.20) เป็นสมการเงื่อนไขเพื่อกำหนดให้ปริมาณอาหารสุกรที่ส่งไปฟาร์ม i กลุ่ม g เบอร์ j วันที่ t โดยรถขนส่ง l และ จำนวนรุ่นการผลิตอาหารเบอร์ j วันที่ t มีค่าเป็นจำนวนเต็มเสมอ

เนื่องจากสมการเป้าหมาย (4.1) ของรูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่ได้พัฒนาขึ้นข้างต้น ไม่อยู่ในรูปแบบของปัญหาสมการเส้นตรง ดังนั้นจึงต้องทำการปรับให้อยู่ในรูปแบบปัญหาสมการเส้นตรง ซึ่งทำโดยวิธีเดียวกันกับรูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาการวางแผนการส่งอาหารสุกรโดยการขนส่งแบบเต็มคันรถ ในบทที่ 3 หัวข้อที่ 1.5 หน้าที่ 17

2. ตัวอย่างปัญหาการวางแผนการส่งอาหารสุกร

ตัวอย่างปัญหาการวางแผนการส่งอาหารสุกรมีขนาดของปัญหาคือ จำนวนกลุ่มฟาร์ม 2 กลุ่ม จำนวนฟาร์มในแต่ละกลุ่มกับ 5 และ 4 ฟาร์ม ตามลำดับ จำนวนเบอร์อาหาร 3 เบอร์ จำนวนช่วงเวลาการวางแผน 7 วัน จำนวนช่วงเวลาหลังการวางแผน 5 วัน และจำนวนรถขนส่งแต่ละฟาร์มเท่ากับ 3 และ 2 คัน ตามลำดับ และมีค่าตัวแปรอื่นๆดังนี้

2.1 ค่าใช้จ่ายด้านอาหารสุกรคงคลังและความจุของคลังอาหารสุกรของฟาร์ม

โดยได้มีการกำหนดค่าใช้จ่ายและความจุของคลังอาหารสุกรของฟาร์มที่ใช้ในการวางแผนการส่งอาหารสุกรให้มีค่าดังนี้ คือ

2.1.1 ค่าจัดเก็บรักษาคงคลังอาหารสุกรของฟาร์มจะกำหนดโดยสุ่มอยู่ในช่วง 0.2 ถึง 0.3 บาทต่อถุงต่อวัน

2.1.2 ปริมาณคงคลังสูงสุดจะกำหนดโดยสุ่มอยู่ในช่วง 500 ถึง 1,000 ถุง

2.2 ค่าใช้จ่ายด้านการขนส่งและขนาดรถขนส่งอาหารสุกร

โดยได้มีการกำหนดค่าใช้จ่ายแล้วขนาดรถขนส่งอาหารสุกรที่ใช้ในการวางแผนการส่งอาหารสุกรให้มีค่าดังนี้

2.2.1 ในแต่ละกลุ่มจะมีการกำหนดให้มีค่าขนส่งเท่ากับ 1,500 และ 1,000 บาท ต่อเที่ยว ตามลำดับ

2.2.2 ในแต่ละกลุ่มจะมีการกำหนดให้มีขนาดของรถขนส่งเท่ากับ 550 และ 300 ถุง ตามลำดับ

2.2.3 ค่าปรับต่อจำนวนฟาร์มที่รถขนส่งหนึ่งคันส่งเกินจำนวนฟาร์มที่กำหนดในแต่ละเที่ยวจะกำหนดให้มีค่าคงที่ โดยเท่ากับ 100 บาทต่อฟาร์ม

2.3 ค่าใช้จ่ายด้านอาหารสุกรคงคลังและความจุของคลังอาหารสุกรของโรงงาน

โดยได้มีการกำหนดค่าใช้จ่ายและความจุของคลังอาหารสุกรของโรงงานที่ใช้ในการวางแผนการส่งอาหารสุกรให้มีค่าดังนี้ 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

ปริมาณความต้องการอาหารสุกรของฟาร์มที่ใช้ในการแก้ไขปัญหาการวางแผนการสั่งอาหารสุกรในตัวอย่าง ได้แสดงในตารางที่ 4.1 โดยปริมาณความต้องการอาหารสุกรของฟาร์มนั้น จะเป็นเป็น 2 ส่วนคือ

2.5.1 ปริมาณความต้องการอาหารช่วงเวลากการวางแผน ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ต้องวางแผนการสั่งอาหารให้เพียงพอต่อความต้องการ

2.5.2 ปริมาณความต้องการอาหารหลังช่วงเวลากการวางแผน ซึ่งเป็นปริมาณอาหารที่ทำให้ทราบว่าต้องสั่งเบอร์อาหารเบอร์ใดเพิ่ม เมื่อมีการสั่งอาหารสุกรเพื่อล่วงหน้าในช่วงเวลาหลังการวางแผน ถ้าไม่มีปริมาณความต้องการส่วนนี้จะทำให้ไม่ทราบว่าควรสั่งอาหารเบอร์ใด และเกิดการเลือกเบอร์อาหารที่จะทำการสั่งเพื่อล่วงหน้าไม่ถูกต้อง

3. ตัวอย่างการแก้ปัญหาด้วยรูปแบบทางคณิตศาสตร์ของการขนส่งแบบไม่เต็มคันรถ

จากตัวอย่างปัญหาการวางแผนการสั่งอาหารสุกรในหัวข้อที่ผ่านมา สามารถแก้ปัญหาด้วยรูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหการวางแผนการสั่งอาหารสุกรโดยการขนส่งแบบเต็มคันรถ จากนั้นเก็บผลเฉลยของปริมาณการสั่งอาหารของฟาร์มบนรถขนส่งแต่ละคัน ปริมาณคงคลังอาหารสุกรของฟาร์ม จำนวนรถที่ใช้ในแต่ละช่วงเวลา จำนวนฟาร์มที่รถขนส่งไปส่งในแต่ละเที่ยว จำนวนรุ่นการผลิตอาหารแต่ละเบอร์ และปริมาณคงคลังอาหารสุกรที่โรงงาน ค่าใช้จ่ายรวมรวมทั้งช่วงเวลากการวางแผนและช่วงเวลาหลังการวางแผนทั้งหมดเท่ากับ 13,061.45 บาท ดังแสดงในตารางที่ 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6 และ 4.7



ตารางที่ 4.1 ตัวอย่างปริมาณความต้องการอาหารสุกรของฟาร์ม โดยมีเบอร์อาหาร 3 เบอร์
ช่วงเวลารวางแผน 7 วัน และช่วงเวลาหลังการวางแผน 5 วัน

กลุ่มฟาร์ม	ฟาร์ม		ปริมาณความต้องการอาหาร ช่วงเวลารวางแผนที่ (ถุง)							ปริมาณความต้องการหลังช่วงเวลา การวางแผนที่ (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 4.2 ผลเฉลยของปริมาณการสั่งอาหารสุกรของฟาร์มบนรถขนส่งแต่ละคันของการขนส่งแบบไม่เต็มคันรถ

กลุ่มฟาร์ม	ช่วงเวลา	รถขนส่ง	ปริมาณการสั่งอาหารสุกรของฟาร์ม(ถุง)/เบอร์อาหาร				
			ฟาร์ม1	ฟาร์ม2	ฟาร์ม3	ฟาร์ม4	ฟาร์ม5
กลุ่ม1	1	คันที่1	160/3	50/1	216/2	18/1	40/2
			-	-	-	-	46/3
	3	คันที่1	97/3	25/1	-	27/1	239/3
			-	120/2	-	26/2	-
กลุ่ม2	1	คันที่1	34/1	84/2	48/1	134/3	
			-	-	-	-	
	3	คันที่1	37/1	24/2	-	131/3	
			-	43/3	-	-	
	5	คันที่1	-	129/3	51/2	120/3	
			-	-	-	-	

ตารางที่ 4.3 ผลเฉลี่ยของปริมาณคงคลังอาหารของฟาร์มการขนส่งแบบไม่เต็มคันรถ

กลุ่มฟาร์ม	ฟาร์ม	เบอร์อาหาร	ปริมาณการสั่งอาหารในช่วงเวลาการวางแผนที่ (ถุง)							ปริมาณการสั่งอาหาร หลังช่วงเวลาการวางแผนที่ (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	125	90	152	117	82	41	0	0	0	0	0	0
	ฟาร์มที่2	เบอร์1	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		เบอร์2	0	0	120	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	192	168	139	110	81	52	23	0	0	0	0	0
		เบอร์3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ฟาร์มที่4	เบอร์1	9	0	18	9	0	0	0	0	0	0	0	0
		เบอร์2	0	0	26	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	46	0	193	147	101	55	9	0	0	0	0	0
กลุ่ม2	ฟาร์มที่1	เบอร์1	25	16	44	35	26	13	0	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	48	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		เบอร์3	0	0	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	0	0	0	0	34	17	0	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	82	30	109	57	118	59	0	0	0	0	0	0

ตารางที่ 4.4 ผลเฉลี่ยของจำนวนรถที่ใช้ในแต่ละช่วงเวลาของการขนส่งแบบไม่เต็มคันรถ

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

ตารางที่ 4.5 ผลเฉลี่ยของจำนวนฟาร์มที่รถขนส่งไปส่งแต่ละเที่ยวในแต่ละช่วงเวลาของการขนส่งแบบไม่เต็มคันรถ

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

ตารางที่ 4.6 ผลเฉลี่ยของจำนวนรุ่นการผลิตอาหารแต่ละเบอร์ในแต่ละช่วงเวลาของการขนส่งแบบไม่เต็มคันรถ

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

ตารางที่ 4.7 ผลเฉลี่ยของปริมาณคงคลังอาหารที่โรงงานของการขนส่งแบบไม่เต็มคันรถ

เบอร์ อาหาร	ปริมาณคงคลังอาหารที่โรงงานในช่วงเวลาการวางแผน (ถุง)							ปริมาณคงคลังอาหารที่โรงงาน หลังช่วงเวลาการวางแผน (ถุง)				
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5
เบอร์1	0	0	61	61	61	61	61	48	35	22	9	0
เบอร์2	0	0	0	0	119	119	119	30	0	0	0	0
เบอร์3	0	0	0	0	91	91	91	0	0	0	0	0

จากการแก้ปัญหาด้วยรูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหการวางแผนการสั่งอาหารสุกรโดยการขนส่งแบบไม่เต็มคันรถ ในตัวอย่างปัญหาที่มีกลุ่มฟาร์ม 2 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มมีจำนวนฟาร์มเท่ากับ 5 และ 4 ตามลำดับ มีเบอร์อาหาร 3 เบอร์ มีช่วงเวลาการวางแผน 7 ช่วงเวลา มีช่วงเวลาหลังการวางแผน 5 ช่วงเวลา และมีจำนวนรถขนส่งแต่ละของกลุ่มฟาร์มเท่ากับ 3 และ 2 ตามลำดับ ได้ผลเฉลยของค่าใช้จ่ายรวมทั้งช่วงเวลาการวางแผนและช่วงเวลาหลังการวางแผนเท่ากับ 13,061.45 บาท

4. แบบจำลองปัญหาการวางแผนการสั่งอาหารสุกร

การทดสอบปัญหาการวางแผนการสั่งอาหารสุกรโดยการขนส่งแบบเต็มคันรถ ในงานวิจัยนี้ ตัวอย่างในการทดสอบทั้งหมด 144 ตัวอย่าง โดยเป็นตัวอย่างชุดเดียวกับการทดสอบรูปแบบทางคณิตศาสตร์ในบทที่ 3 หัวข้อที่ 4 หน้า 24

5. การทดสอบการแก้ปัญหาการวางแผนการสั่งอาหารสุกรด้วยรูปแบบทางคณิตศาสตร์ของการขนส่งแบบไม่เต็มคันรถ

ในการทดสอบการแก้ปัญหาการวางแผนการสั่งอาหารสุกรด้วยรูปแบบทางคณิตศาสตร์ เพื่อกำหนดปริมาณการสั่งอาหารสุกร การจัดรถขนส่ง และการผลิตให้เหมาะสม โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ซอฟต์แวร์สำเร็จรูป 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 และจำนวนฟาร์มเลี้ยงสุกรในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากัน ซึ่งแบ่งเป็น 6 ช่วงคือ 3, 4, 5, ..., 8 ฟาร์ม ซึ่งในการแก้ปัญหาดด้วยรูปแบบทางคณิตศาสตร์จำกัดเวลาในการประมวลผลไว้ที่ 2 ชั่วโมง

6. ผลการทดสอบเวลาประมวลผลของการแก้ปัญหาการวางแผนการสั่งอาหารสุกรด้วยรูปแบบทางคณิตศาสตร์ของการขนส่งแบบไม่เต็มคันรถ

จากการทดสอบปัญหาทั้งสิ้น 144 ตัวอย่าง ในปัญหขนาดต่าง ๆ สามารถทดสอบหาเวลาในการประมวลผล (Computational Time) ได้ดังนี้

6.1 ผลการทดสอบปัญหาการวางแผนการสั่งอาหารสุกรโดยการขนส่งแบบไม่เต็มคันรถและมีจำนวนเบอร์อาหาร 2 เบอร์

จากการทดสอบแก้ปัญหการวางแผนการสั่งอาหารสุกรโดยการขนส่งแบบไม่เต็มคันรถและมีจำนวนเบอร์อาหาร 2 เบอร์ด้วยรูปแบบทางคณิตศาสตร์ โดยมีจำนวนปัญหา 48 ปัญหา

โดยมีจำนวนกลุ่มฟาร์ม 2 กลุ่ม จำนวนรถขนส่งของทุกกลุ่มฟาร์ม 3 คัน จำนวนฟาร์มเลี้ยงสุกรในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันซึ่งแบ่งเป็น 6 ช่วงคือ 3, 4, 5, ..., 8 ฟาร์ม และจำนวนช่วงเวลา 8 ช่วงคือ 5, 6, 7, ..., 12 วัน โดยมีรายละเอียดแสดงในตารางที่ 4.8

6.2 ผลการทดสอบปัญหาการวางแผนการส่งอาหารสุกรโดยการขนส่งแบบไม่เต็มคันรถและมีจำนวนเบอร์อาหาร 3 เบอร์

จากการทดสอบแก้ปัญหาการวางแผนการส่งอาหารสุกรโดยการขนส่งแบบไม่เต็มคันรถและมีจำนวนเบอร์อาหาร 3 เบอร์ด้วยรูปแบบทางคณิตศาสตร์ โดยมีจำนวนปัญหา 48 ปัญหา โดยมีจำนวนกลุ่มฟาร์ม 2 กลุ่ม จำนวนรถขนส่งของทุกกลุ่มฟาร์ม 3 คัน จำนวนฟาร์มเลี้ยงสุกรในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันซึ่งแบ่งเป็น 6 ช่วงคือ 3, 4, 5, ..., 8 ฟาร์ม และจำนวนช่วงเวลา 8 ช่วงคือ 5, 6, 7, ..., 12 วัน โดยมีรายละเอียดแสดงในตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.8 เวลาประมวลผลของการแก้ปัญหาการวางแผนการส่งอาหารสุกรโดยการขนส่งแบบไม่เต็มคันรถและมีจำนวนเบอร์อาหาร 2 เบอร์ด้วยรูปแบบทางคณิตศาสตร์

จำนวนฟาร์ม	เวลาประมวลผลของปัญหาที่มีจำนวนช่วงเวลา (วินาที)							
	จำนวนช่วงเวลาการวางแผน							
	5	6	7	8	9	10	11	12
3	28	125	331	844	941	1521	*	*
4	210	479	767	1321	*	*	*	*
5	227	507	820	1466	*	*	*	*
6	311	963	1417	*	*	*	*	*
7	889	*	*	*	*	*	*	*
8	1243	*	*	*	*	*	*	*

หมายเหตุ *แทนการใช้เวลาในการประมวลผลเกิน 2 ชั่วโมง

6.3 ผลการทดสอบปัญหาการวางแผนการส่งอาหารสุกรโดยการขนส่งแบบไม่เต็มคันรถและมีจำนวนเบอร์อาหาร 4 เบอร์

จากการทดสอบแก้ปัญหาการวางแผนการส่งอาหารสุกรโดยการขนส่งแบบไม่เต็มคันรถและมีจำนวนเบอร์อาหาร 4 เบอร์ด้วยรูปแบบทางคณิตศาสตร์ โดยมีจำนวนปัญหา 48 ปัญหา โดยมีจำนวนกลุ่มฟาร์ม 2 กลุ่ม จำนวนรถขนส่งของทุกกลุ่มฟาร์ม 3 คัน จำนวนฟาร์มเลี้ยงสุกรในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันซึ่งแบ่งเป็น 6 ช่วงคือ 3, 4, 5, ..., 8 ฟาร์ม และจำนวนช่วงเวลา 8 ช่วงคือ 5, 6, 7, ..., 12 วัน โดยมีรายละเอียดแสดงในตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.9 เวลาประมวลผลของการแก้ปัญหาการวางแผนการสั่งอาหารสุกรโดยการขนส่งแบบไม่เต็มคันรถและมีจำนวนเบอร์อาหาร 3 เบอร์ด้วยรูปแบบทางคณิตศาสตร์

จำนวน ฟาร์ม	เวลาประมวลผลของปัญหาที่มีจำนวนช่วงเวลา (วินาที)							
	จำนวนช่วงเวลาการวางแผน							
	5	6	7	8	9	10	11	12
3	322	1020	1451	1822	2275	*	*	*
4	562	1106	1725	*	*	*	*	*
5	665	1241	*	*	*	*	*	*
6	984	*	*	*	*	*	*	*
7	*	*	*	*	*	*	*	*
8	*	*	*	*	*	*	*	*

หมายเหตุ *แทนการใช้เวลาในการประมวลผลเกิน 2 ชั่วโมง

ตารางที่ 4.10 เวลาประมวลผลของการแก้ปัญหาการวางแผนการสั่งอาหารสุกรโดยการขนส่งแบบไม่เต็มคันรถและมีจำนวนเบอร์อาหาร 4 เบอร์ด้วยรูปแบบทางคณิตศาสตร์

จำนวน ฟาร์ม	เวลาประมวลผลของปัญหาที่มีจำนวนช่วงเวลา (วินาที)							
	จำนวนช่วงเวลาการวางแผน							
	5	6	7	8	9	10	11	12
3	437	1537	1792	2057	2535	*	*	*
4	634	884	1890	*	*	*	*	*
5	2217	*	*	*	*	*	*	*
6	*	*	*	*	*	*	*	*
7	*	*	*	*	*	*	*	*
8	*	*	*	*	*	*	*	*

หมายเหตุ *แทนการใช้เวลาในการประมวลผลเกิน 2 ชั่วโมง

จากการทดสอบและประเมินผลลัพธ์ที่ได้จากรูปแบบทางคณิตศาสตร์ โดยพิจารณาจากการแทนค่าตัวแปรแต่ละตัวในทุก ๆ เงื่อนไขของสมการและอสมการ ซึ่งพบว่าเมื่อแทนค่าและคำนวณตามสมการและอสมการแล้วทุกเงื่อนไขเป็นจริง แสดงว่า รูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่ได้พัฒนาขึ้นนี้มีความถูกต้อง และจากการทดสอบการแก้ปัญหาจำนวน 144 ตัวอย่าง พบว่า จำนวนฟาร์มเลี้ยงสุกร จำนวนเบอร์อาหาร และจำนวนช่วงเวลามีผลต่อเวลาในการประมวลผลหาค่าผลเฉลย ซึ่งเมื่อ

เพิ่มจำนวนขึ้นส่งผลทำให้เวลาในการประมวลผลหาค่าผลเฉลยเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้เสนอวิธีฮิวริสติกเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาการวางแผนการการสั่งอาหารสุกร ซึ่งจะกล่าวถึงรายละเอียดในหัวข้อต่อไป

7. ฮิวริสติกสำหรับแก้ปัญหาการวางแผนการสั่งอาหารสุกรโดยการขนส่งแบบเต็มคันรถ

รูปแบบทางคณิตศาสตร์สำหรับปัญหาการวางแผนการสั่งอาหารสุกรโดยการขนส่งแบบไม่เต็มคันรถที่พัฒนาขึ้นในข้างต้น นั้นมีความเหมาะสมกับการหาคำตอบของปัญหาที่มีขนาดเล็กเท่านั้น แต่เมื่อปัญหามีจำนวนตัวแปรและพารามิเตอร์เป็นจำนวนมาก ดังนั้นเพื่อให้การหาคำตอบของปัญหาที่มีขนาดใหญ่มีประสิทธิภาพ วิธีฮิวริสติกจึงได้ถูกพัฒนาขึ้นมาใช้ในการคำนวณซึ่งจะให้ผลเฉลยใกล้เคียงกับผลเฉลยที่เหมาะสมที่สุด แต่ใช้เวลาการประมวลผลสั้นกว่า และสามารถหาผลเฉลยของปัญหามาตรฐานใหญ่ได้

8. รูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในวิธีฮิวริสติกของการขนส่งแบบเต็มคันรถ

รูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นในวิธีฮิวริสติกเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาการวางแผนการสั่งอาหารสุกร จะทำการแบ่งขั้นตอนการหาผลเฉลยออกเป็น 2 ช่วงด้วยรูปแบบทางคณิตศาสตร์ 2 รูปแบบ คือ

(1) รูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการหาผลเฉลยของ ปริมาณสั่งอาหารสุกรของฟาร์มจำนวนรถขนส่งที่ใช้ และจำนวนรุ่นการผลิตอาหารสุกร

(2) รูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการหาผลเฉลยของ การจัดรถขนส่งอาหารสุกร

8.1 สัญลักษณ์เพิ่มเติม

สัญลักษณ์ที่ใช้ในรูปแบบทางคณิตศาสตร์พัฒนาขึ้นในวิธีฮิวริสติกเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาการวางแผนการสั่งอาหารสุกร มีดังนี้

U_{gt} อัตราส่วนระหว่างปริมาณการสั่งอาหารสุกรรวมของทุกฟาร์มในกลุ่ม g วันที่ t กับความจุสูงสุดของรถขนส่งอาหารสุกรของกลุ่มฟาร์ม g

8.2 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้วิธีฮิวริสติกในการแก้ไขปัญหาการวางแผนการสั่งอาหารสุกรโดยการขนส่งแบบเต็มคันรถ

รูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นในวิธีฮิวริสติกเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาการวางแผนการสั่งอาหารสุกรโดยการขนส่งแบบไม่เต็มคันรถ จะทำการแบ่งขั้นตอนการหาผลเฉลยออกเป็น 2 ช่วงด้วยรูปแบบทางคณิตศาสตร์ 2 รูปแบบ คือ

8.2.1 รูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในวิธีฮิวริสติกในการแก้ไขปัญหาการวางแผนการส่งอาหารสุกรโดยรถขนส่งแบบไม่เต็มคันรถ รูปแบบที่ 1

8.2.1.1 สมการเป้าหมาย

$$\begin{aligned} \text{Minimize} \quad & \sum_{g=1}^G \sum_{i=1}^{M_g} \sum_{j=1}^N \sum_{t=1}^T H_{gi} \times I_{gijt} + \sum_{g=1}^G \sum_{i=1}^{M_g} \sum_{j=1}^N \sum_{k=1}^P H_{gi} \times \max(E_{gijk}, 0) + \sum_{g=1}^G \sum_{t=1}^T c_g \times n_{gt} \\ & + \sum_{j=1}^N \sum_{t=1}^T HP_j \times IP_{jt} + \sum_{j=1}^N \sum_{k=1}^P HP_j \times \max(EP_{jk}, 0) + \sum_{j=1}^N \sum_{t=1}^T PC_j \times NB_{jt} \quad (4.21) \end{aligned}$$

8.3.1.2 สมการและอสมการข้อจำกัดหรือเงื่อนไข

$$I_{gijt} = Y_{gijt} - D_{gijt} + O_{gij} \quad ; \quad \forall g, i, j, t = 1 \quad (4.22)$$

$$I_{gijt} = Y_{gijt} - D_{gijt} + I_{gij,t-1} \quad ; \quad \forall g, i, j, t = 2, \dots, T \quad (4.23)$$

$$E_{gijk} = I_{gijt} - DL_{gijk} \quad ; \quad \forall g, i, j, t = T, k = 1 \quad (4.24)$$

$$E_{gijk} = E_{gij,k-1} - DL_{gijk} \quad ; \quad \forall g, i, j, k = 2, \dots, P \quad (4.25)$$

$$\sum_{j=1}^N (O_{gij} + Y_{gijt}) \leq WH_{gi} \quad ; \quad \forall g, i, t = 1 \quad (4.26)$$

$$\sum_{j=1}^N (I_{gijt} + Y_{gijt}) \leq WH_{gi} \quad ; \quad \forall g, i, t = 2, \dots, T \quad (4.27)$$

$$\frac{\sum_{t=1}^T \sum_{j=1}^N Y_{gijt}}{TL_g} = U_{gt} \quad ; \quad \forall g, t \quad (4.28)$$

$$n_{gt} \geq U_g \quad ; \quad \forall g, t \quad (4.29)$$

$$n_{gt} \leq S_g \quad ; \quad \forall g, t \quad (4.30)$$

$$IP_{jt} = NB_{jt} \times BS_j - \sum_{g=1}^G \sum_{i=1}^{M_g} Y_{gijt} + OP_j \quad ; \quad \forall j, t = 1 \quad (4.31)$$

$$IP_{jt} = NB_{jt} \times BS_j - \sum_{g=1}^G \sum_{i=1}^{M_g} Y_{gijt} + IP_{j,t-1} \quad ; \quad \forall j, t = 2, \dots, T \quad (4.32)$$

$$EP_{jk} = IP_{jt} - \sum_{g=1}^G \sum_{i=1}^{M_g} DL_{gijk} \quad ; \quad \forall j, t = T, k = 1 \quad (4.33)$$

$$EP_{jk} = EP_{j,k-1} - \sum_{g=1}^G \sum_{i=1}^{M_g} DL_{gijk} \quad ; \quad \forall j, k = 2, \dots, P \quad (4.34)$$

$$\sum_{j=1}^N (OP_j + NB_{jt} \times BS_j) \leq WHP \quad ; t = 1 \quad (4.35)$$

$$\sum_{j=1}^N (IP_{j,t-1} + NB_{jt} \times BS_j) \leq WHP \quad ; t = 2, \dots, T \quad (4.36)$$

$$I_{gijt}, Y_{gijt}, IP_{jt}, NB_{jt} \geq 0 \quad ; \forall g, i, j, t \quad (4.37)$$

$$Y_{gijt}, NB_{jt} = Integer \quad ; \forall g, i, j, t \quad (4.38)$$

สมการ (4.21) คือสมการเป้าหมายโดยผลเฉลยที่ได้จะให้ค่าใช้จ่ายรวมของ ต้นทุนเก็บรักษาคงคลังของอาหารสุกรของโรงงานผลิตอาหารสุกรและฟาร์มเลี้ยงสุกร ต้นทุนการขนส่ง และต้นทุนการผลิต โดยที่

(1) ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาคงคลังของอาหารสุกรของโรงงานผลิตอาหารสุกรและฟาร์มเลี้ยงสุกรจะเท่ากับปริมาณคงคลังอาหารสุกรทั้งหมดคูณกับค่าใช้จ่ายต่อหน่วยในการเก็บรักษา

(2) ค่าใช้จ่ายในการขนส่งอาหารสุกรจะเท่ากับจำนวนเที่ยวในการขนส่งทั้งหมดคูณกับค่าใช้จ่ายต่อหน่วยในการขนส่ง

(3) ค่าใช้จ่ายในการผลิตอาหารสุกรจะเท่ากับจำนวนรุ่นการผลิตอาหารสุกรทั้งหมดคูณกับค่าใช้จ่ายในการผลิตต่อหน่วย

สมการ (4.22) ถึง (4.38) เป็นสมการและอสมการข้อจำกัดหรือเงื่อนไขดังนี้

สมการ (4.22) และ (4.23) เป็นสมการเงื่อนไขเพื่อหาปริมาณอาหารสุกรคงคลังของฟาร์ม i กลุ่ม g เบอร์ j วันที่ t

สมการ (4.24) และ (4.25) เป็นสมการเงื่อนไขเพื่อหาผลต่างของปริมาณคงคลังอาหารสุกรกับปริมาณความต้องการอาหารสุกรของฟาร์ม i กลุ่ม g เบอร์ j วันที่ k

สมการ (4.26) และ (4.27) เป็นสมการเงื่อนไขเพื่อกำหนดให้ปริมาณอาหารสุกรคงคลังรวมทุกเบอร์ไม่เกินความจุสูงสุดของคลังเก็บอาหารสุกรของฟาร์ม i กลุ่ม g ในวันที่ t

สมการ (4.28) และ (4.29) เป็นสมการเงื่อนไขเพื่อหาจำนวนรถขนส่งที่ใช้ของกลุ่ม g วันที่ t

สมการ (4.30) เป็นสมการเงื่อนไขเพื่อกำหนดให้จำนวนรถขนส่งที่ใช้ของกลุ่ม g วันที่ t ไม่เกินจำนวนรถขนส่งที่มีอยู่ทั้งหมด

สมการ (4.32) และ (4.32) เป็นสมการเงื่อนไขเพื่อหาปริมาณคงคลังอาหารสุกรเบอร์ j วันที่ t ของทุกฟาร์มที่อยู่ใน โรงงาน

สมการ (4.33) และ (4.34) เป็นสมการเงื่อนไขเพื่อหาผลต่างของปริมาณคงคลังอาหารสุกรกับความต้องการอาหารรวมทุกกลุ่มฟาร์มเลี้ยงสุกรเบอร์ j วันที่ k ของที่อยู่ใน โรงงาน

สมการ (4.35) และ (4.36) เป็นสมการเงื่อนไขเพื่อกำหนดให้ปริมาณอาหารสุกรคงคลังรวมทุกเบอร์ไม่เกินความจุสูงสุดของคลังเก็บอาหารสุกรของโรงงานในวันที่ t

สมการ (4.37) 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 (4.38) เป็นสมการเงื่อนไขเพื่อกำหนดให้ปริมาณอาหารสุกรที่ส่งไปฟาร์ม i กลุ่ม g เบอร์ j วันที่ t และ จำนวนรุ่นการผลิตอาหารเบอร์ j วันที่ t มีค่าเป็นจำนวนเต็มเสมอ

เนื่องจากสมการเป้าหมาย (4.21) ของรูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่ได้พัฒนาขึ้นข้างต้น ไม่อยู่ในรูปแบบของปัญหาสมการเส้นตรง ดังนั้นจึงต้องทำการปรับให้อยู่ในรูปแบบปัญหาสมการเส้นตรง ซึ่งทำโดยวิธีเดียวกันกับในบทที่ 3 หัวข้อที่ 1.5 หน้าที่ 17

8.2.2 รูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในวิธีฮิวริสติกในการแก้ไขปัญหการวางแผนการส่งอาหารสุกรโดยรถขนส่งแบบไม่เต็มคันรถ รูปแบบที่ 2

8.2.2.1 สมการเป้าหมาย

$$\text{Minimize} \quad \sum_{g=1}^G \sum_{t=1}^T \sum_{l=1}^{S_g} OC \times \max(NF_{glt} - MF, 0) \quad (4.39)$$

8.2.2.2 สมการและอสมการข้อจำกัดหรือเงื่อนไข

$$\sum_{l=1}^{S_g} Q_{gijlt} = Y_{gitl} \quad ; \quad \forall g, i, j, t \quad (4.40)$$

$$\sum_{i=1}^{M_g} \sum_{j=1}^N Q_{gijlt} \leq TL_g \quad ; \quad \forall g, t, l \quad (4.41)$$

$$\sum_{l=1}^{S_g} B_{glt} = n_{gt} \quad ; \quad \forall g, t \quad (4.42)$$

$$\sum_{i=1}^{M_g} X_{gitl} = NF_{glt} \quad ; \quad \forall g, t, l \quad (4.43)$$

$$Q_{gijlt} \geq 0 \quad ; \quad \forall g, i, j, t, l \quad (4.44)$$

$$Q_{gijlt} = \text{Integer} \quad ; \quad \forall g, i, j, t, l \quad (4.45)$$

$$B_{glt} \in \{0,1\} \quad ; \quad \forall g, i, j, t, l \quad (4.46)$$



สมการ (4.39) คือสมการเป้าหมายโดยผลเฉลยที่ได้จะให้ค่าใช้จ่ายรวมของ ค่าปรับ ต่อจำนวนฟาร์มที่รถขนส่งหนึ่งคันส่งเกินจำนวนฟาร์มที่กำหนดในแต่ละเที่ยว ซึ่งจะเท่ากับจำนวน ฟาร์มที่ขนส่งเกินกำหนดในแต่ละเที่ยวทั้งหมดคูณกับค่าปรับต่อหน่วย

สมการ (4.40) ถึง (4.46) เป็นสมการและอสมการข้อจำกัดหรือเงื่อนไขดังนี้

สมการ (4.40) เป็นสมการเงื่อนไขเพื่อให้ผลรวมของปริมาณอาหารสุกรที่ส่งไปฟาร์ม i กลุ่ม g เบอร์ j วันที่ t ทุกรถขนส่ง l มีค่าเท่ากับ ปริมาณอาหารสุกรที่ส่งไปฟาร์ม i กลุ่ม g เบอร์ j วันที่ t

สมการ (4.41) เป็นสมการเงื่อนไขเพื่อกำหนดให้ปริมาณการส่งอาหารสุกรรวมของ ทุกฟาร์ม i กลุ่ม g เบอร์ j วันที่ t โดยรถขนส่ง l ไม่เกินความจุสูงสุดของรถขนส่ง

สมการ (4.42) เป็นสมการเงื่อนไขเพื่อกำหนดให้จำนวนรถขนส่งที่ใช้ของกลุ่ม g วันที่ t ต้องเท่ากับจำนวนรถขนส่งที่ใช้ซึ่งหามาจากรูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่ 1

สมการ (4.43) เป็นสมการเงื่อนไขเพื่อหาจำนวนฟาร์มที่รถขนส่ง l กลุ่ม g วันที่ t ไปส่งในแต่ละเที่ยว

สมการ (4.44) และ (4.45) เป็นสมการเงื่อนไขเพื่อกำหนดให้ปริมาณอาหารสุกรที่ ส่งไปฟาร์ม i กลุ่ม g เบอร์ j วันที่ t โดยรถขนส่ง l มีค่าเป็นบวกและจำนวนเต็มเสมอ

สมการ (4.46) เป็นสมการกำหนดตัวแปรเงื่อนไข

เนื่องจากสมการเป้าหมาย (4.39) ของรูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่ได้พัฒนาขึ้นข้างต้น ไม่อยู่ในรูปแบบของปัญหาสมการเส้นตรง ดังนั้นจึงต้องทำการปรับให้อยู่ในรูปแบบปัญหาสมการ เส้นตรง ซึ่งทำโดยวิธีเดียวกันกับในบทที่ 3 หัวข้อที่ 1.5 หน้าที่ 17

9. ตัวอย่างการแก้ปัญหาด้วยวิธีฮิวริสติกของการขนส่งแบบไม่เต็มคันรถ

จากตัวอย่างปัญหาการวางแผนการส่งอาหารสุกรหัวข้อที่ 2 หน้าที่ 44 สามารถแก้ปัญหาด้วย วิธีฮิวริสติกได้ดังนี้

9.1 แก้ปัญหาด้วยวิธีฮิวริสติกที่ใช้ในการแก้ปัญหาการวางแผนการส่งอาหารสุกรโดยการขนส่งไม่แบบเต็มคันรถ รูปแบบที่ 1 จากนั้นเก็บผลเฉลยของปริมาณการส่งอาหารของฟาร์ม ปริมาณคงคลังอาหารสุกรของฟาร์ม จำนวนรถที่ใช้ในแต่ละช่วงเวลา จำนวนรุ่นการผลิตอาหารแต่ละเบอร์ ปริมาณคงคลังอาหารสุกรที่โรงงาน และค่าใช้จ่ายรวมรวมทั้งช่วงเวลาการวางแผนและช่วงเวลาหลังการวางแผนซึ่งมีค่าเท่ากับ 12,632.4 บาท ดังแสดงในตารางที่ 4.11, 4.12, 4.13, 4.14 และ 4.15

9.1.2 แก้ปัญหาด้วยวิธีฮิวริสติกที่ใช้ในการแก้ปัญหาการวางแผนการส่งอาหารสุกรโดยการขนส่งไม่แบบเต็มคันรถ รูปแบบที่ 2 โดยนำเข้าค่าตัวแปรจากผลเฉลยของ รูปแบบที่ 1 ได้แก่ ปริมาณการส่งอาหารของฟาร์ม และจำนวนรถที่ใช้ในแต่ละช่วงเวลา จากนั้นเก็บผลเฉลยของ

จำนวนฟาร์มที่รถขนส่งไปส่งในแต่ละเที่ยว ปริมาณการสั่งอาหารของฟาร์มบนรถขนส่งแต่ละคัน และนำค่าใช้จ่ายรวมซึ่งมีค่าเท่ากับ 600 บาท มารวมกับผลเฉลี่ยของค่าใช้จ่ายรวมจากรูปแบบสมการทางคณิตศาสตร์ รูปแบบที่ 1 ซึ่งจะได้ค่าใช้จ่ายรวมรวมทั้งช่วงเวลารวางแผนและช่วงเวลาดังการวางแผนทั้งหมดเท่ากับ 13,232.4 บาท ดังแสดงในตารางที่ 4.16 และ 4.17

จากการแก้ปัญหาด้วยวิธีฮิวริสติกที่ใช้ในการแก้ปัญหาการวางแผนการสั่งอาหารสุกรโดยการขนส่งแบบเต็มคันรถ ในตัวอย่างปัญหาที่มีกลุ่มฟาร์ม 2 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มมีจำนวนฟาร์มเท่ากับ 5 และ 4 ตามลำดับ มีเบอร์อาหาร 3 เบอร์ มีช่วงเวลารวางแผน 7 ช่วงเวลา มีช่วงเวลาดังการวางแผน 5 ช่วงเวลา และมีจำนวนรถขนส่งแต่ละของของกลุ่มฟาร์มเท่ากับ 3 และ 2 ตามลำดับ ได้ผลเฉลี่ยของค่าใช้จ่ายรวมรวมทั้งช่วงเวลารวางแผนและช่วงเวลาดังการวางแผนเท่ากับ 13,232.4 บาท

10. ทดสอบและประเมินประสิทธิภาพวิธีฮิวริสติกของการขนส่งแบบไม่เต็มคันรถ

ในการประเมินประสิทธิภาพของวิธีฮิวริสติก ใช้ค่าความคลาดเคลื่อนเป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบผลเฉลี่ยที่ได้จากการแก้ปัญหาด้วยวิธีฮิวริสติกและวิธีรูปแบบทางคณิตศาสตร์ โดยการเปรียบเทียบจะแยกเป็น 2 ส่วนคือ ปัญหาที่รูปแบบทางคณิตศาสตร์สามารถหาผลเฉลี่ยที่เหมาะสมที่สุดได้ ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้จำกัดเวลาประมวลผลที่ 2 ชั่วโมง และปัญหาที่รูปแบบทางคณิตศาสตร์ไม่สามารถหาผลเฉลี่ยที่เหมาะสมที่สุดได้ในเวลาที่กำหนด ซึ่งใช้ค่าผลเฉลี่ยที่ดีที่สุด (Best Solution) ที่หาได้ภายใน 2 ชั่วโมงเป็นค่าที่นำมาเปรียบเทียบ โดยเปอร์เซ็นต์ค่าความคลาดเคลื่อน (% Error) สามารถหาได้จากผลต่างของผลเฉลี่ยที่ได้จากการแก้ปัญหาด้วยวิธีฮิวริสติกกับผลเฉลี่ยที่ได้จากการแก้ปัญหาด้วยรูปแบบทางคณิตศาสตร์ หาค่าด้วยผลเฉลี่ยที่ได้จากการแก้ปัญหาด้วยรูปแบบทางคณิตศาสตร์ดังสมการที่ 3.56 ในหน้าที่ 37

11. การทดสอบการแก้ปัญหาด้วยวิธีฮิวริสติกของรูปแบบการขนส่งแบบไม่เต็มคันรถ

การทดสอบปัญหาการวางแผนการสั่งอาหารสุกรโดยการขนส่งแบบไม่เต็มคันรถ ในงานวิจัยนี้ตัวอย่างในการทดสอบทั้งหมด 144 ตัวอย่าง โดยเป็นตัวอย่างชุดเดียวกับการทดสอบรูปแบบทางคณิตศาสตร์ในบทที่ 3 หัวข้อที่ 4 หน้า 24

12. ผลการทดสอบวิธีฮิวริสติกกับวิธีรูปแบบทางคณิตศาสตร์ของการขนส่งแบบไม่เต็มคันรถ

ในการทดสอบการแก้ปัญหาการวางแผนการสั่งอาหารสุกรด้วยวิธีฮิวริสติก เพื่อกำหนดปริมาณการสั่งอาหารสุกร การจัดรถขนส่ง และการผลิตให้เหมาะสม ได้ผลการทดสอบดังตารางที่ ค.1 และ ค.2 ในภาคผนวก ค โดยมีตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบทั้งหมด 144 ตัวอย่าง แยกเป็นการเปรียบเทียบปัญหาที่รูปแบบทางคณิตศาสตร์สามารถหาผลเฉลี่ยที่เหมาะสมที่สุดได้ (Optimal Solution) จำนวน 39 ตัวอย่าง และปัญหาที่รูปแบบทางคณิตศาสตร์สามารถหาผลเฉลี่ยที่ดีที่สุดที่

ตารางที่ 4.11 ผลเฉลี่ยของปริมาณการสั่งอาหารของฟาร์มจากรูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่ 1 ของการขนส่งแบบไม่เต็มคันรถ

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	105	0	0	152	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	191	0	0	24	0	0	0
		เบอร์3	0	0	0	0	0	0	0
	ฟาร์มที่ 4	เบอร์1	27	0	0	20	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	188	0	0	0
กลุ่ม2	ฟาร์มที่ 1	เบอร์1	24	0	106	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	0	0	43	0	129	0	0
	ฟาร์มที่ 3	เบอร์1	24	0	24	0	0	0	0
		เบอร์2	1	0	0	0	56	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	143	0	127	0	115	0	0

ตารางที่ 4.12 ผลเฉลี่ยของปริมาณคงคลังอาหารของฟาร์มจากรูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่ 1
ของการขนส่งแบบไม่เต็มคันรถ

กลุ่มฟาร์ม	ฟาร์ม	เบอร์อาหาร	ปริมาณการสั่งอาหารในช่วงเวลาการวางแผนที่ (ถุง)							ปริมาณการสั่งอาหารหลังช่วงเวลาการวางแผนที่ (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	70	35	0	117	82	41	0	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	167	143	114	109	80	51	22	0	0	0	0	0
		เบอร์3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ฟาร์มที่4	เบอร์1	18	9	0	11	2	2	2	2	2	2	2	2
		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	142	96	50	4	0	0	0	0	0
กลุ่ม2	ฟาร์มที่1	เบอร์1	15	6	103	94	85	72	59	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	0	0	43	0	86	43	0	0	0	0	0	0
	ฟาร์มที่3	เบอร์1	12	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		เบอร์2	1	1	1	1	40	23	6	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	91	39	114	62	118	59	0	0	0	0	0	0

ตารางที่ 4.13 ผลเฉลยของจำนวนรถที่ใช้ในแต่ละช่วงเวลาจากรูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่ 1 ของการขนส่งแบบไม่เต็มคันรถ

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

ตารางที่ 4.14 ผลเฉลยของจำนวนรุ่นการผลิตอาหารแต่ละเบอร์ในแต่ละช่วงเวลาจากรูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่ 1 ของการขนส่งแบบไม่เต็มคันรถ

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

ตารางที่ 4.15 ผลเฉลยของปริมาณคงคลังอาหารที่โรงงานจากรูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่ 1 ของการขนส่งแบบไม่เต็มคันรถ

เบอร์ อาหาร	ปริมาณคงคลังอาหารที่โรงงานในช่วงเวลาการวางแผน (ถุง)							ปริมาณคงคลังอาหารที่โรงงาน หลังช่วงเวลาการวางแผน (ถุง)				
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5
เบอร์1	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
เบอร์2	0	0	0	0	114	114	114	25	0	0	0	0
เบอร์3	0	0	0	0	96	96	96	0	0	0	0	0

ตารางที่ 4.16 ผลเฉลยของจำนวนฟาร์มที่รถขนส่งไปส่งแต่ละเที่ยวในแต่ละช่วงเวลาจากรูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่ 2 ของการขนส่งแบบไม่เต็มคันรถ

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

ตารางที่ 4.17 ผลเฉลยของปริมาณการสั่งอาหารสุกรของฟาร์มบนรถขนส่งแต่ละคันจากรูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่ 2 ของการขนส่งแบบไม่เต็มคันรถ

กลุ่มฟาร์ม	ช่วงเวลา	รถขนส่ง	ปริมาณการสั่งอาหารสุกรของฟาร์ม(ถุง)/เบอร์อาหาร				
			ฟาร์ม1	ฟาร์ม2	ฟาร์ม3	ฟาร์ม4	ฟาร์ม5
กลุ่ม1	1	คันที่1	105/3	75/1	191/2	27/1	40/2
			-	-	-	-	92/3
	4	คันที่1	152/3	120/2	24/2	20/1	188/3
			-	-	-	26/2	-
กลุ่ม2	1	คันที่1	24/1	108/2	24/1	143/3	
			-	-	1/2	-	
	3	คันที่1	106/1	43/3	24/1	127/3	
	5	คันที่1	-	129/3	56/2	115/3	

สามารถหาได้ (Best Solution) ได้จำนวน 105 ตัวอย่าง ซึ่งจำกัดเวลาประมวลผลที่ 2 ชั่วโมง และโดยในการทดสอบตัวอย่างมีการกำหนดจำนวนกลุ่มฟาร์ม 2 กลุ่ม จำนวนรถขนส่งของทุกกลุ่มฟาร์ม 3 คัน ช่วงปัญหาเบอร์อาหารเป็น 3 ช่วง คือ 2, 3 และ 4 เบอร์ โดยมีช่วงเวลากการวางแผน 8 ช่วงคือ 5, 6, 7, ..., 12 วัน จำนวนช่วงเวลาหลังการวางแผน 5 วัน และจำนวนฟาร์มเลี้ยงสุกรในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันซึ่งแบ่งเป็น 6 ช่วงคือ 3, 4, 5, ..., 8 ฟาร์ม โดยสามารถสรุปผลการทดสอบได้ดังตารางที่ 4.18 และ 4.19 ดังนี้

โดยผลการทดสอบมีรายละเอียดดังนี้

12.1 ผลเฉลยที่ได้จากการแก้ปัญหาด้วยวิธีฮิวริสติก

12.1.1 วิธีฮิวริสติกที่เป็นการขนส่งแบบไม่เต็มคันรถ ในการทดสอบปัญหาที่รูปแบบทางคณิตศาสตร์สามารถหาผลเฉลยที่เหมาะสมที่สุดได้ (Optimal Solution) จำนวน 39 ตัวอย่าง ผลเฉลยมีความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย 0.789 เปอร์เซนต์ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.014 และผลเฉลยมีค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุดที่ 2.571 เปอร์เซนต์

12.1.2 วิธีฮิวริสติกที่เป็นการขนส่งแบบไม่เต็มคันรถ ในการทดสอบปัญหาที่รูปแบบทางคณิตศาสตร์สามารถหาผลเฉลยที่ดีที่สุดที่ได้ (Best Solution) ภายใน 2 ชั่วโมง จำนวน 105 ตัวอย่าง ผลเฉลยมีความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย 1.864 เปอร์เซนต์ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.621 และผลเฉลยมีค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุดที่ 4.052 เปอร์เซนต์

ตารางที่ 4.18 สรุปค่าความคลาดเคลื่อนและเวลาประมวลผลของวิธีฮิวริสติกในการแก้ปัญหาการวางแผนการส่งอาหารสุกรโดยการขนส่งแบบไม่เต็มคันรถที่สามารถหาผลเฉลยที่เหมาะสมที่สุดได้

	% ค่าความคลาดเคลื่อนระหว่างวิธีฮิวริสติกและวิธีรูปแบบทางคณิตศาสตร์			เวลาประมวลผล (วินาที)		
	Average	S.D.	MAX	Average	S.D.	MAX
Heuristic	0.789	1.014	2.571	3.231	3.090	14
Mathematical Model	-	-	-	1065.795	651.789	2535

ตารางที่ 4.19 สรุปค่าความคลาดเคลื่อนของวิธีฮิวริสติกในการแก้ปัญหาการวางแผนการส่งอาหารสุกรโดยการขนส่งแบบไม่เต็มคันรถที่สามารถหาผลเฉลยที่ดีที่สุดที่ได้ภายใน 2 ชั่วโมง

	% ค่าความคลาดเคลื่อนระหว่างวิธีฮิวริสติกและวิธีรูปแบบทางคณิตศาสตร์		
	Average	S.D.	MAX
Heuristic	1.864	0.621	4.052
Mathematical Model	-	-	-

12.2 เวลาประมวลผลของการแก้ปัญหาด้วยวิธีฮิวริสติก

วิธีฮิวริสติกที่เป็นการขนส่งแบบไม่เต็มคันรถ ใช้เวลาประมวลผลเฉลี่ยเท่ากับ 3.231 วินาที ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.090 และใช้เวลาประมวลผลมากที่สุด 14 วินาที

12.3 การวิเคราะห์ผลทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เวลาประมวลผลของวิธีฮิวริสติกที่เป็นการขนส่งแบบไม่เต็มคันรถใช้เวลาประมวลผลเฉลี่ยที่แตกต่างกับรูปแบบทางคณิตศาสตร์

13. สรุปผลการทดสอบรูปแบบทางคณิตศาสตร์และวิธีวิฤติของการขนส่งแบบไม่เต็มคันรถ

13.1 ผลการทดสอบการแก้ปัญหาด้วยรูปแบบทางคณิตศาสตร์

จากการทดสอบและประเมินผลลัพธ์ที่ได้จากรูปแบบทางคณิตศาสตร์ โดยพิจารณาจากการแทนค่าตัวแปรแต่ละตัวในทุก ๆ เงื่อนไขของสมการและอสมการ ซึ่งพบว่าเมื่อแทนค่าและคำนวณตามสมการและอสมการแล้วทุกเงื่อนไขเป็นจริง แสดงว่า รูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่ได้พัฒนาขึ้นนี้มีความถูกต้อง และจากการทดสอบการแก้ปัญหาจำนวน 144 ตัวอย่าง พบว่า จำนวนฟาร์มเลี้ยงสุกร จำนวนเบอร์อาหาร และจำนวนช่วงเวลามีผลต่อเวลาในการประมวลผลหาค่าผลเฉลย ซึ่งเมื่อเพิ่มจำนวนขึ้นส่งผลทำให้เวลาในการประมวลผลหาค่าผลเฉลยเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้เสนอวิธีวิฤติเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาการวางแผนการการส่งอาหารสุกร

13.2 ผลการทดสอบและประเมินประสิทธิภาพวิธีวิฤติ

ในด้านของผลเฉลย ผลเฉลยที่สามารถหาผลเฉลยที่เหมาะสมที่สุดได้ (Optimal Solution) วิธีวิฤติที่เป็นการขนส่งแบบไม่เต็มคันรถ ผลเฉลยมีความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย 0.789 เปอร์เซ็นต์ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.014 และผลเฉลยมีค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุดที่ 2.571 เปอร์เซ็นต์ และผลเฉลยที่ดีที่สุดที่สามารถหาได้ (Best Solution) ภายใน 2 ชั่วโมง วิธีวิฤติที่เป็นการขนส่งแบบไม่เต็มคันรถช่วงเวลาพลวัต 4 ช่วงเวลา ผลเฉลยมีความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย 1.864 เปอร์เซ็นต์ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.621 และผลเฉลยมีค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุดที่ 4.052 เปอร์เซ็นต์ ด้านเวลาการประมวลผล วิธีวิฤติที่เป็นการขนส่งแบบไม่เต็มคันรถ ใช้เวลาประมวลผลเฉลี่ยเท่ากับ 3.231 วินาที ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.090 และใช้เวลาประมวลผลมากที่สุด 14 วินาที