

บทที่ 5

ทดสอบเปรียบเทียบผลเฉลยระหว่างการขนส่งแบบเต็มคันรถและไม่เต็มคันรถ

ในบทนี้จะเป็นส่วนทดสอบเปรียบเทียบผลเฉลยจากการแก้ปัญหาการวางแผนการส่งอาหารสุกรโดยการขนส่งแบบเต็มคันรถและไม่เต็มคันรถของวิธีรูปแบบทางคณิตศาสตร์และวิธีฮิวริสติกที่ได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 3 และ 4 โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. การทดสอบเปรียบเทียบผลเฉลยและเวลาประมวลผลที่ได้จากรูปแบบทางคณิตศาสตร์ระหว่างการขนส่งแบบเต็มคันรถกับไม่เต็มคันรถ

ในการทดสอบจะใช้ค่าความแตกต่าง (% Diff) ระหว่างผลเฉลยของรูปแบบทางคณิตศาสตร์ทั้ง 2 รูปแบบการขนส่งเป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบผลเฉลยของรูปแบบทางคณิตศาสตร์ทั้ง 2 รูปแบบ จากการทดสอบปัญหาทั้งสิ้น 144 ตัวอย่าง ในปัญหาขนาดต่าง ๆ จำนวนปัญหาที่ทั้ง 2 รูปแบบ สามารถหาผลเฉลยที่เหมาะสมที่สุดได้ภายในเวลา 2 ชั่วโมงร่วมกันมีทั้งหมด 39 ตัวอย่าง และไม่สามารถหาผลเฉลยที่เหมาะสมที่สุดได้ภายใน 2 ชั่วโมงจำนวน 105 ตัวอย่าง ซึ่งปัญหาที่ไม่สามารถหาผลเฉลยที่เหมาะสมที่สุดได้จะใช้ค่าผลเฉลยที่ดีที่สุด (Best Solution) ที่หาได้ภายใน 2 ชั่วโมงเป็นค่าที่นำมาเปรียบเทียบ โดยเปอร์เซ็นต์ค่าความแตกต่างสามารถหาได้จากผลต่างของผลเฉลยที่ได้จากการปัญหาด้วยรูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่เป็นการขนส่งแบบเต็มคันรถกับการขนส่งแบบไม่เต็มคันรถ หาดด้วยผลต่างของผลเฉลยที่ได้จากการปัญหาด้วยรูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่เป็นการขนส่งแบบไม่เต็มคันรถ ดังสมการที่ 5.1

$$\% \text{ Diff} = \frac{(TC_{FTL} - TC_{LTL})}{TC_{LTL}} \times 100 \quad (5.1)$$

โดยที่ % Diff คือ เปอร์เซ็นต์ค่าความแตกต่าง

TC_{FTL} คือ ค่าใช้จ่ายรวมที่ได้จากวิธีรูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่เป็นการขนส่งแบบเต็มคันรถ

TC_{LTL} คือ ค่าใช้จ่ายรวมที่ได้จากวิธีรูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่เป็นการขนส่งแบบไม่เต็มคันรถ

โดยสามารถสรุปผลการทดสอบได้ดังตารางที่ 5.1 และ 5.2 ดังนี้

ตารางที่ 5.1 สรุปค่าความแตกต่างและเวลาประมวลผลของรูปแบบทางคณิตศาสตร์ทั้ง 2 รูปแบบ จากปัญหาที่สามารถหาผลเฉลยที่เหมาะสมที่สุดได้ภายใน 2 ชั่วโมง

รูปแบบทางคณิตศาสตร์	% ความแตกต่าง			เวลาประมวลผล (วินาที)		
	Average	S.D.	MAX	Average	S.D.	MAX
การขนส่งแบบเต็มคันรถ	12.582	10.990	40.177	782.897	476.181	1936
การขนส่งแบบไม่เต็มคันรถ	-	-	-	1065.795	643.378	2535

จากตารางที่ 5.1 และตารางที่ ก.1 ในภาคผนวก ก จะเห็นได้ว่าผลเฉลยจากรูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่เป็นการขนส่งแบบเต็มไม่คันรถให้ค่าใช้จ่ายรวมที่ต่ำกว่าหรือเท่ากับรูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่เป็นการขนส่งแบบเต็มคัน

ตารางที่ 5.2 สรุปค่าความแตกต่างของรูปแบบทางคณิตศาสตร์ทั้ง 2 รูปแบบ จากปัญหาที่สามารถหาผลเฉลยที่ดีที่สุดได้ภายใน 2 ชั่วโมง

รูปแบบทางคณิตศาสตร์	% ความแตกต่าง		
	Average	S.D.	MAX
การขนส่งแบบเต็มคันรถ	7.165	4.956	20.288
การขนส่งแบบไม่เต็มคันรถ	-	-	-

จากตารางที่ 5.2 และตารางที่ ก.2 ในภาคผนวก ก จะเห็นได้ว่าผลเฉลยจากรูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่เป็นการขนส่งแบบเต็มไม่คันรถให้ค่าใช้จ่ายรวมที่ต่ำกว่าหรือเท่ากับรูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่เป็นการขนส่งแบบเต็มคันรถ โดยผลการทดสอบมีดังนี้

1.1 ผลเฉลยที่ได้จากการแก้ปัญหาด้วยรูปแบบทางคณิตศาสตร์ระหว่างการขนส่งแบบเต็มคันรถและไม่เต็มคันรถ

1.1.1 ผลเฉลยที่เหมาะสมที่สุดที่สามารถหาได้ภายใน 2 ชั่วโมง รูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่เป็นการขนส่งแบบเต็มคันรถ ผลเฉลยมีค่าความแตกต่างเฉลี่ย 12.582 เปอร์เซ็นต์ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 10.990 และผลเฉลยมีค่าความแตกต่างสูงสุดที่ 40.177 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับรูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่เป็นการขนส่งแบบไม่เต็มคันรถ

1.1.2 ผลเฉลยที่ดีที่สุดที่สามารถหาได้ภายใน 2 ชั่วโมง รูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่เป็นการขนส่งแบบเต็มคันรถ ผลเฉลยมีค่าความแตกต่างเฉลี่ย 7.165 เปอร์เซ็นต์ ค่าเบี่ยงเบน

มาตรฐานเท่ากับ 4.956 และผลเฉลยมีค่าความแตกต่างสูงสุดที่ 20.288 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับรูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่เป็นการขนส่งแบบไม่เต็มคันรถ

1.2 เวลาประมวลผลของการแก้ปัญหาด้วยรูปแบบทางคณิตศาสตร์ระหว่างการขนส่งแบบเต็มคันรถและไม่เต็มคันรถ

1.2.1 รูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่เป็นการขนส่งแบบเต็มคันรถ ใช้เวลาประมวลผลเฉลี่ยเท่ากับ 782.897 วินาที ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 476.181 และใช้เวลาประมวลผลมากที่สุด 1936 วินาที

1.2.2 รูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่เป็นการขนส่งแบบไม่เต็มคันรถ ใช้เวลาประมวลผลเฉลี่ยเท่ากับ 1065 วินาที ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 643.378 และใช้เวลาประมวลผลมากที่สุด 2535 วินาที

1.3 การวิเคราะห์ผลทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เวลาประมวลผลของปัญหาที่สามารถหาผลเฉลยที่เหมาะสมที่สุดได้ภายใน 2 ชั่วโมง รูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่เป็นการขนส่งแบบเต็มคันรถ ใช้เวลาประมวลผลเฉลี่ยแตกต่างกันกับรูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่เป็นการขนส่งแบบไม่เต็มคันรถ

2. การทดสอบเปรียบเทียบผลเฉลยและเวลาประมวลผลที่ได้จากวิธีฮิวริสติกระหว่างการขนส่งแบบเต็มคันรถกับไม่เต็มคันรถ

ในการทดสอบการแก้ปัญหการวางแผนการส่งอาหารสุกรด้วยวิธีฮิวริสติก เพื่อกำหนดปริมาณการส่งอาหารสุกร การจัดรถขนส่ง และการผลิตให้เหมาะสม ซึ่งจะทดสอบทั้ง 2 รูปแบบการขนส่งคือ การขนส่งแบบเต็มคันรถและแบบไม่เต็มคันรถ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ซอฟต์แวร์สำเร็จรูป LINGO 11.0 ซึ่งการทดสอบจะใช้ค่าความแตกต่างเป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบผลเฉลยของวิธีฮิวริสติกทั้ง 2 รูปแบบ โดยทำการทดสอบปัญหาทั้งสิ้น 144 ตัวอย่าง ซึ่งเป็นเป็นปัญหาชุดเดียวกับที่ใช้ในการทดสอบรูปแบบทางคณิตศาสตร์ โดยเปอร์เซ็นต์ค่าความแตกต่าง (% Diff) สามารถหาได้จากผลต่างของผลเฉลยที่ได้จากการปัญหาด้วยวิธีฮิวริสติกที่เป็นการขนส่งแบบเต็มคันรถกับการขนส่งแบบไม่เต็มคันรถ หาค่าด้วยผลต่างของผลเฉลยที่ได้จากการปัญหาด้วยวิธีฮิวริสติกที่เป็นการขนส่งแบบไม่เต็มคันรถ ดังสมการที่ 5.2

$$\% \text{ Diff} = \frac{(TC_{HFTL} - TC_{HLTL})}{TC_{HLTL}} \times 100 \quad (5.2)$$

โดยที่ % Diff คือ เปอร์เซ็นต์ค่าความแตกต่าง

TC_{HFTL} คือ ค่าใช้จ่ายรวมที่ได้จากวิธีฮิวริสติกที่เป็นการขนส่งแบบเต็มคันรถ

TC_{HLTL} คือ ค่าใช้จ่ายรวมที่ได้จากวิธีอิวิริสติกที่เป็นการขนส่งแบบไม่เต็มคันรถ โดยสามารถสรุปผลการทดสอบได้ดังตารางที่ 5.3 ดังนี้

ตารางที่ 5.3 สรุปค่าความแตกต่างและเวลาประมวลผลของวิธีอิวิริสติกทั้ง 2 รูปแบบ

วิธีอิวิริสติก	% ความแตกต่าง			เวลาประมวลผล (วินาที)		
	Average	S.D.	MAX	Average	S.D.	MAX
การขนส่งแบบเต็มคันรถ	8.490	7.519	40.177	508.243	989.631	5012
การขนส่งแบบไม่เต็มคันรถ	-	-	-	902.060	1384.672	6524

จากตารางที่ 5.3 และตารางที่ ข.1 ในภาคผนวก ข จะเห็นได้ว่าผลเฉลี่ยจากวิธีอิวิริสติกที่เป็นการขนส่งแบบเต็มไม่คันรถให้ค่าใช้จ่ายรวมที่ต่ำกว่าหรือเท่ากับวิธีอิวิริสติกที่เป็นการขนส่งแบบเต็มคันรถ โดยผลการทดสอบมีดังนี้

2.1 ผลเฉลี่ยที่ได้จากการแก้ปัญหาด้วยวิธีอิวิริสติกระหว่างการขนส่งแบบเต็มคันรถและไม่เต็มคันรถ

2.1.1 วิธีอิวิริสติกที่เป็นการขนส่งแบบเต็มคันรถ ผลเฉลี่ยมีค่าความแตกต่างเฉลี่ย 8.490 เปอร์เซนต์ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 7.519 และผลเฉลี่ยมีค่าความแตกต่างสูงสุดที่ 40.177 เปอร์เซนต์ เมื่อเทียบกับวิธีอิวิริสติกที่เป็นการขนส่งแบบไม่เต็มคันรถ

2.2 เวลาประมวลผลของการแก้ปัญหาด้วยวิธีอิวิริสติกระหว่างการขนส่งแบบเต็มคันรถและไม่เต็มคันรถ

2.2.1 วิธีอิวิริสติกที่เป็นการขนส่งแบบเต็มคันรถ ใช้เวลาประมวลผลเฉลี่ยเท่ากับ 508.243 วินาที ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 989.631 และใช้เวลาประมวลผลมากที่สุด 5012 วินาที

2.2.2 วิธีอิวิริสติกที่เป็นการขนส่งแบบไม่เต็มคันรถ ใช้เวลาประมวลผลเฉลี่ยเท่ากับ 902.060 วินาที ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1384.672 และใช้เวลาประมวลผลมากที่สุด 6524 วินาที

2.3 การวิเคราะห์ผลทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เวลาประมวลผลของวิธีอิวิริสติกที่เป็นการขนส่งแบบเต็มคันรถ ใช้เวลาประมวลผลเฉลี่ยแตกต่างกันวิธีอิวิริสติกที่เป็นการขนส่งแบบไม่เต็มคันรถ

3. การวิเคราะห์ความไวของต้นทุนด้านต่าง ๆ ที่มีผลต่อรูปแบบการขนส่ง

จากผลเฉลยที่ได้จากวิธีรูปแบบทางคณิตศาสตร์และวิธีอิวิริสติกพบว่า ในการแก้ไขปัญหาโดยใช้รูปแบบการขนส่งแบบไม่เต็มคันรถนั้น ผลเฉลยของบางปัญหาตัวอย่างทำให้เกิดการขนส่งแบบเต็มคันรถด้วย ดังนั้นเพื่อทดสอบหาผลจากการเปลี่ยนแปลงต้นทุนด้านต่าง ๆ ได้แก่ ต้นทุนการขนส่งและต้นทุนการเก็บรักษา ที่ทำให้เกิดการขนส่งแบบเต็มคันรถและไม่เต็มคันรถ โดยทดสอบจะใช้รูปแบบทางคณิตศาสตร์และวิธีอิวิริสติกที่ใช้ในการแก้ปัญหามหาการขนส่งแบบไม่เต็มคันรถ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.1 แบบจำลองปัญหาในการวิเคราะห์ความไว

แบบจำลองปัญหาการวางแผนการสั่งอาหารสุกรมีขนาดของปัญหาคือ จำนวนกลุ่มฟาร์ม 2 กลุ่มจำนวนฟาร์มในแต่ละกลุ่มกับ 5 และ 4 ฟาร์ม ตามลำดับ จำนวนเบอร์อาหาร 3 เบอร์ จำนวนช่วงเวลาการวางแผน 7 วัน จำนวนช่วงเวลาหลังการวางแผน 5 วัน และจำนวนรถขนส่งแต่ละฟาร์มเท่ากับ 3 และ 2 คัน ตามลำดับ และมีค่าตัวแปรอื่น ๆ ดังนี้

3.1.1 ค่าใช้จ่ายด้านอาหารสุกรคงคลังและความจุของคลังอาหารสุกรของฟาร์ม

โดยได้มีการกำหนดค่าใช้จ่ายและความจุของคลังอาหารสุกรของฟาร์มที่ใช้ในการวางแผนการสั่งอาหารสุกรให้มีค่าดังนี้ คือ

3.1.1.1 ในการวิเคราะห์ความไวจะกำหนดช่วงปัญหาค่าจัดเก็บรักษาคงคลังอาหารสุกรของฟาร์มทั้งหมด 4 ช่วง คือ 0.2, 0.5, 1 และ 2 บาทต่อถุงต่อวัน

3.1.1.2 ปริมาณคงคลังสูงสุดจะกำหนดโดยขึ้นอยู่กับช่วง 500 ถึง 1,000 ถุง

3.1.2 ค่าใช้จ่ายด้านการขนส่งและขนาดรถขนส่งอาหารสุกร

โดยได้มีการกำหนดค่าใช้จ่ายแล้วขนาดรถขนส่งอาหารสุกรที่ใช้ในการวางแผนการสั่งอาหารสุกรให้มีค่าดังนี้

3.1.2.1 ในการวิเคราะห์ความไวจะกำหนดช่วงปัญหาค่าใช้จ่ายในการขนส่งทั้งหมด 4 ช่วง คือ 750, 1000, 1500 และ 2000 บาทต่อเที่ยว

3.1.2.2 ในแต่ละกลุ่มจะมีการกำหนดให้มีขนาดของรถขนส่งเท่ากับ 550 และ 300 ถุง ตามลำดับ

3.1.2.3 ค่าปรับต่อจำนวนฟาร์มที่รถขนส่งหนึ่งคันส่งเกินจำนวนฟาร์มที่กำหนดในแต่ละเที่ยวจะกำหนดให้มีค่าคงที่ โดยเท่ากับ 100 บาทต่อฟาร์ม

3.1.3 ค่าใช้จ่ายด้านอาหารสุกรคองคั้งและความจุของคั้งอาหารสุกรของโรงงานอาหารสัตว์

โดยได้มีการกำหนดค่าใช้จ่ายและความจุของคั้งอาหารสุกรของโรงงานที่ใช้ในการวางแผนการสั่งอาหารสุกรให้มีค่างนี้ คือ

3.1.3.1 ในการวิเคราะห์ความไวจะกำหนดช่วงปัญหาค่าจัดเก็บรักษาคองคั้งอาหารสุกรของโรงงานทั้งหมด 4 ช่วง คือ 0.2, 0.5, 1 และ 2 บาทต่อถุงต่อวัน

3.1.3.2 ปริมาณคองคั้งสูงสุดกำหนดให้มีค่างที่โดยมีค่าเท่ากับ 10,000 ถุง

3.1.4 ค่าใช้จ่ายด้านการผลิตและขนาดร่นการผลิตอาหารสุกร

โดยได้มีการกำหนดค่าใช้จ่ายด้านการผลิตและขนาดร่นการผลิตที่ใช้ในการวางแผนการสั่งอาหารสุกรให้มีค่างนี้ คือ

3.1.4.1 ค่าใช้จ่ายในการผลิตอาหารสุกรแต่ละเบอร์จะกำหนดให้มีค่าเท่ากับ 350, 400 และ 450 บาทต่อร่นการผลิต ตามลำดับ

3.1.4.2 ขนาดร่นการผลิตอาหารสุกรแต่ละเบอร์จะกำหนดให้มีค่าเท่ากับ 150, 170 และ 170 ถุงต่อร่นการผลิต ตามลำดับ

3.1.5 ปริมาณความต้องการอาหารสุกรของฟาร์ม

ปริมาณความต้องการอาหารสุกรของฟาร์มที่ใช้ในการแก้ไขปัญหการวางแผนการสั่งอาหารสุกรในตัวอย่าง ได้แสดงในตารางที่ 5.4 โดยปริมาณความต้องการอาหารสุกรของฟาร์มนั้นจะเป็นเป็น 2 ส่วนคือ

3.1.5.1 ปริมาณความต้องการอาหารช่วงเวลาการวางแผน ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ต้องวางแผนการสั่งอาหารให้เพียงพอต่อความต้องการ

3.1.5.2 ปริมาณความต้องการอาหารหลังช่วงเวลาการวางแผน ซึ่งเป็นปริมาณอาหารที่ทำให้ทราบว่าต้องสั่งเบอร์อาหารเบอร์ใดเพิ่ม เมื่อมีการสั่งอาหารสุกรเพื่อล่งหน้าในช่วงเวลาหลังการวางแผน ถ้าไม่มีปริมาณความต้องการส่วนนี้จะทำให้ไม่ทราบว่าควรสั่งอาหารเบอร์ใด และเกิดการเลือกเบอร์อาหารที่จะทำการสั่งเพื่อล่งหน้าไม่ถูกต้อง

3.2 การวิเคราะห์ความไวของรูปแบบทางคณิตศาสตร์

ในการวิเคราะห์ความไวของรูปแบบทางคณิตศาสตร์จะใช้รูปแบบทางคณิตศาสตร์ของการขนส่งแบบไม่เต็มคันรถ โดยตัวอย่างในการทดสอบมีทั้งหมด 16 ตัวอย่าง ในการตัวอย่างปัญหาที่ใช้ในการทดสอบมีการกำหนดช่วงปัญหาค่าจัดเก็บรักษาคองคั้งอาหารสุกรของฟาร์มและโรงงานทั้งหมด 4 ช่วง คือ 0.2, 0.5, 1 และ 2 บาทต่อถุงต่อวัน และกำหนดช่วงปัญหาค่าใช้จ่าย

ตารางที่ 5.5 ผลการวิเคราะห์ความไวของรูปแบบทางคณิตศาสตร์

ค่าขนส่ง (บาท/ เที่ยว)	ค่าจัดเก็บรักษา (บาท/ถุง/วัน)	ช่วงเวลาในการวางแผนที่														ΣN	Σn
		1		2		3		4		5		6		7			
		N	n	N	n	N	n	N	n	N	n	N	n	N	n		
750	0.2	4	1	-	-	-	-	-	-	1	0	-	-	-	-	5	1
750	0.5	2	0	-	-	1	1	1	0	-	-	1	0	-	-	5	1
750	1	2	0	-	-	1	0	1	0	1	1	-	-	-	-	5	1
750	2	2	0	-	-	2	0	-	-	2	0	1	0	-	-	7	0
1,000	0.2	4	2	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	5	3
1,000	0.5	2	0	-	-	2	1	1	0	1	0	-	-	-	-	6	1
1,000	1	2	1	-	-	2	1	-	-	1	0	1	0	-	-	6	2
1,000	2	2	0	-	-	2	0	0	0	2	0	1	1	-	-	7	1
1,500	0.2	3	2	-	-	-	-	1	0	1	1	-	-	-	-	5	3
1,500	0.5	2	0	1	1	1	0	-	-	1	0	-	-	-	-	5	1
1,500	1	2	0	-	-	1	1	1	0	1	1	-	-	-	-	5	2
1,500	2	2	1	-	-	2	1	-	-	1	0	1	0	-	-	6	2
2,000	0.2	4	1	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	5	2
2,000	0.5	2	0	-	-	1	0	1	0	1	1	-	-	-	-	5	1
2,000	1	2	0	-	-	1	1	1	1	-	-	1	0	-	-	5	2
2,000	2	2	0	-	-	1	1	1	0	1	0	-	-	-	-	5	1

*หมายเหตุ N คือรถขนส่งที่ใช้ทั้งหมดในแต่ละช่วงเวลา
 n คือรถขนส่งที่มีรูปแบบการขนส่งเต็มคันรถ

จากผลการวิเคราะห์ความไวพบว่าแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของจำนวนรถขนส่งที่มีรูปแบบการขนส่งแบบเต็มคันจะมีลักษณะแปรผกผันกับค่าใช้จ่ายด้านการจัดเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น และเมื่อค่าจัดเก็บรักษาเพิ่มมากขึ้นจะมีการเลือกใช้งานรถขนส่งเพิ่มขึ้นตามด้วย ส่วนค่าขนส่งที่เพิ่มขึ้นไม่มีผลแน่ชัดกับการเลือกรูปแบบการขนส่ง

3.3 การวิเคราะห์ความไวของวิธีอิวิริสติก

ในการวิเคราะห์ความไวของวิธีอิวิริสติกจะใช้วิธีอิวิริสติกของการขนส่งแบบไม่เต็มคันรถ โดยตัวอย่างในการทดสอบมีทั้งหมด 16 ตัวอย่าง ในการตัวอย่างปัญหาที่ใช้ในการทดสอบมีการกำหนดช่วงปัญหาค่าจัดเก็บรักษาคลังอาหารสุกรของฟาร์มและโรงงานทั้งหมด 4 ช่วง คือ 0.2, 0.5, 1 และ 2 บาทต่อถุงต่อวัน และกำหนดช่วงปัญหาค่าใช้จ่ายในการขนส่งทั้งหมด 4 ช่วง

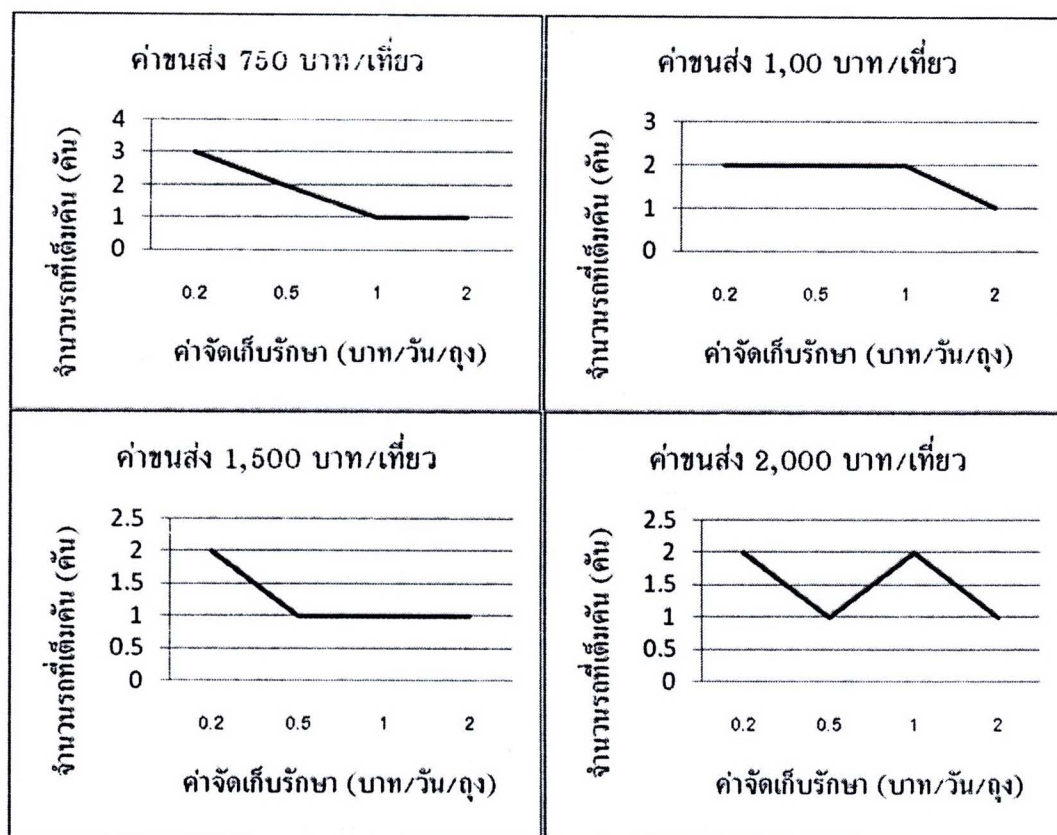
คือ 750, 1000, 1500 และ 2000 บาทต่อเที่ยว โดยแสดงผลการวิเคราะห์ความไวได้ดังตารางที่ 5.6

ตารางที่ 5.6 ผลการวิเคราะห์ความไวของวิธีอีวีรสติก

ค่าขนส่ง (บาท/ เที่ยว)	ค่าจัดเก็บรักษา (บาท/รถ/วัน)	ช่วงเวลาในการวางแผนที่														ΣN	Σn
		1		2		3		4		5		6		7			
		N	n	N	n	N	n	N	n	N	n	N	n	N	n		
750	0.2	2	1	-	-	1	1	1	0	1	1	-	-	-	-	5	3
750	0.5	2	0	-	-	1	1	1	0	1	1	-	-	-	-	5	2
750	1	2	0	-	-	1	0	1	0	1	1	-	-	-	-	5	1
750	2	2	1	-	-	2	0	-	-	1	0	1	0	1	0	7	1
1,000	0.2	2	0	-	-	1	1	-	-	1	1	-	-	-	-	5	2
1,000	0.5	2	1	-	-	1	1	1	0	1	1	-	-	-	-	5	2
1,000	1	2	0	-	-	2	1	0	0	1	0	1	1	-	-	6	2
1,000	2	2	1	-	-	2	0	-	-	1	0	1	0	-	-	6	1
1,500	0.2	2	1	-	-	1	0	1	0	1	1	-	-	-	-	5	2
1,500	0.5	2	0	-	-	2	1	-	-	1	0	-	-	-	-	5	1
1,500	1	2	0	-	-	1	1	1	0	1	0	-	-	-	-	5	1
1,500	2	2	0	-	-	2	1	-	-	1	0	1	0	-	-	6	1
2,000	0.2	3	1	-	-	1	0	-	-	1	1	-	-	-	-	5	2
2,000	0.5	2	0	-	-	1	1	1	0	1	0	-	-	-	-	5	1
2,000	1	2	0	-	-	1	1	1	0	-	-	1	1	-	-	5	2
2,000	2	2	0	-	-	1	0	1	0	1	1	-	-	-	-	5	1

*หมายเหตุ N คือรถขนส่งที่ใช้ทั้งหมดในแต่ละช่วงเวลา
 n* คือรถขนส่งที่มีรูปแบบการขนส่งเต็มคันรถ

จากผลการวิเคราะห์ความไวพบว่าแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของจำนวนรถขนส่งที่มีรูปแบบการขนส่งแบบเต็มคันจะมีลักษณะแปรผกผันกับค่าใช้จ่ายด้านการจัดเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น และเมื่อค่าจัดเก็บรักษาเพิ่มมากขึ้นจะมีการเลือกใช้จำนวนรถขนส่งเพิ่มขึ้นตามด้วย ส่วนค่าขนส่งที่เพิ่มขึ้นไม่มีผลแน่ชัดกับการเลือกรูปแบบการขนส่ง ซึ่งเป็นลักษณะเช่นเดียวกันกับการทดสอบความไวของรูปแบบทางคณิตศาสตร์



ภาพที่ 5.1 กราฟแสดงจำนวนขนส่งที่เติมคั้นในแต่ละช่วงค่าใช้จ่าย

4. ทดสอบเปรียบเทียบผลเฉลยระหว่างการขนส่งแบบเติมคั้นรถและไม่เติมคั้นรถ

จากการทดสอบเปรียบเทียบรูปแบบการขนส่งเป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบผลเฉลยของรูปแบบทางคณิตศาสตร์ทั้ง 2 รูปแบบ โดยการเปรียบเทียบจะแยกเป็น 2 ส่วนคือ ปัญหาที่รูปแบบทางคณิตศาสตร์สามารถหาผลเฉลยเหมาะสมได้จำนวน 39 ตัวอย่าง ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้จำกัดเวลาประมวลผลที่ 2 ชั่วโมง และปัญหาที่รูปแบบทางคณิตศาสตร์ไม่สามารถหาผลเฉลยเหมาะสมได้ในเวลาที่กำหนดจำนวน 105 ตัวอย่าง ซึ่งใช้ค่าผลเฉลยที่ดีที่สุดที่ทำได้ภายใน 2 ชั่วโมงเป็นค่าที่นำมาเปรียบเทียบ สามารถสรุปได้ดังนี้

4.1 ผลการเปรียบเทียบผลเฉลยและเวลาประมวลผลของรูปแบบทางคณิตศาสตร์ระหว่างการขนส่งแบบเติมคั้นรถและไม่เติมคั้นรถ

จากการเปรียบเทียบผลเฉลยของรูปแบบทางคณิตศาสตร์ระหว่างการขนส่งแบบเติมคั้นรถและไม่เติมคั้นรถ ในการทดสอบปัญหาที่สามารถหาผลเฉลยที่เหมาะสมที่สุดที่สุดได้ภายใน 2 ชั่วโมงทั้งหมด 39 ตัวอย่าง ในด้านผลเฉลยพบว่า รูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่เป็นการขนส่งแบบเติมคั้นรถ ได้ผลเฉลยมีค่าความแตกต่างเฉลี่ย 12.582 เปอร์เซ็นต์ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ

10.990 และผลเฉลี่ยมีค่าความแตกต่างสูงสุดที่ 40.177 เปอร์เซ็นต์ และในการทดสอบปัญหาที่สามารถหาผลเฉลี่ยที่ดีที่สุดได้ภายใน 2 ชั่วโมงทั้งหมด 105 ตัวอย่าง ในด้านผลเฉลี่ยพบว่ารูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่เป็นการขนส่งแบบเต็มคันรถ ได้ผลเฉลี่ยมีค่าความแตกต่างเฉลี่ย 7.165 เปอร์เซ็นต์ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.956 และผลเฉลี่ยมีค่าความแตกต่างสูงสุดที่ 20.288 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจากตารางที่ ก.1 และ ก.2 ในภาคผนวก ก จะแสดงให้เห็นว่าผลเฉลี่ยจากรูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่เป็นการขนส่งแบบไม่เต็มคันรถ จะให้ค่าที่ต่ำกว่าหรือเท่ากับผลเฉลี่ยจากรูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่เป็นการขนส่งแบบเต็มคันรถ เนื่องมาจากผลเฉลี่ยของรูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่เป็นการขนส่งแบบเต็มคันรถเป็นสมาชิกของเซตผลเฉลี่ยของรูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่เป็นการขนส่งแบบไม่เต็มคันรถ และในด้านเวลาประมวลผลรูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่เป็นการขนส่งแบบเต็มคันรถ ใช้เวลาประมวลผลเฉลี่ยแตกต่างกันกับรูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่เป็นการขนส่งแบบไม่เต็มคันรถ ซึ่งรูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่เป็นการขนส่งแบบเต็มคันรถ ใช้เวลาประมวลผลเฉลี่ยเท่ากับ 782.897 วินาที ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 476.181 และใช้เวลาประมวลผลมากที่สุด 1936 วินาที และรูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่เป็นการขนส่งแบบไม่เต็มคันรถ ใช้เวลาประมวลผลเฉลี่ยเท่ากับ 1065 วินาที ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 643.378 และใช้เวลาประมวลผลมากที่สุด 2535 วินาที

4.2 ผลการเปรียบเทียบผลเฉลี่ยและเวลาประมวลผลของวิธีอิวิริสติกะหว่างการขนส่งแบบเต็มคันรถและไม่เต็มคันรถ

จากการเปรียบเทียบผลเฉลี่ยของวิธีอิวิริสติกะหว่างการขนส่งแบบเต็มคันรถและไม่เต็มคันรถ วิธีอิวิริสติกที่เป็นการขนส่งแบบเต็มคันรถ ได้ผลเฉลี่ยมีค่าความแตกต่างเฉลี่ย 8.490 เปอร์เซ็นต์ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 7.519 และผลเฉลี่ยมีค่าความแตกต่างสูงสุดที่ 40.177 เปอร์เซ็นต์ และจากตารางที่ ข.1 ในภาคผนวก ข จะเห็นได้ว่าผลเฉลี่ยจากวิธีอิวิริสติกที่เป็นการขนส่งแบบเต็มไม่คันรถให้ค่าใช้จ่ายรวมที่ต่ำกว่าหรือเท่ากับวิธีอิวิริสติกที่เป็นการขนส่งแบบเต็มคันรถ ในด้านเวลาประมวลผลวิธีอิวิริสติกที่เป็นการขนส่งแบบเต็มคันรถ ใช้เวลาประมวลผลเฉลี่ยแตกต่างกันกับวิธีอิวิริสติกที่เป็นการขนส่งแบบไม่เต็มคันรถ ซึ่งวิธีอิวิริสติกที่เป็นการขนส่งแบบเต็มคันรถ ใช้เวลาประมวลผลเฉลี่ยเท่ากับ 508.243 วินาที ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 989.631 และใช้เวลาประมวลผลมากที่สุด 5012 วินาที และวิธีอิวิริสติกที่เป็นการขนส่งแบบไม่เต็มคันรถ ใช้เวลาประมวลผลเฉลี่ยเท่ากับ 902.060 วินาที ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1384.672 และใช้เวลาประมวลผลมากที่สุด 6524 วินาที

4.3 ผลการวิเคราะห์ความไวของต้นทุนด้านต่าง ๆ ที่มีผลต่อรูปแบบการขนส่ง

4.3.1 ผลการวิเคราะห์ความไวของรูปแบบทางคณิตศาสตร์

จากผลการวิเคราะห์ความไวพบว่าแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของจำนวนรถขนส่งที่มีรูปแบบการขนส่งแบบเต็มคันจะมีลักษณะแปรผกผันกับค่าใช้จ่ายด้านการจัดเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น และเมื่อค่าจัดเก็บรักษาเพิ่มมากขึ้นจะมีการเลือกใช้งานรถขนส่งเพิ่มขึ้นตามด้วย ส่วนค่าขนส่งที่เพิ่มขึ้นไม่มีผลแน่ชัดกับการเลือกรูปแบบการขนส่ง

4.3.2 ผลการวิเคราะห์ความไวของวิธีฮิวริสติก

จากผลการวิเคราะห์ความไวพบว่าแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของจำนวนรถขนส่งที่มีรูปแบบการขนส่งแบบเต็มคันจะมีลักษณะแปรผกผันกับค่าใช้จ่ายด้านการจัดเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น และเมื่อค่าจัดเก็บรักษาเพิ่มมากขึ้นจะมีการเลือกใช้งานรถขนส่งเพิ่มขึ้นตามด้วย ส่วนค่าขนส่งที่เพิ่มขึ้นไม่มีผลแน่ชัดกับการเลือกรูปแบบการขนส่ง ซึ่งเป็นลักษณะเช่นเดียวกันกับการทดสอบความไวของรูปแบบทางคณิตศาสตร์

ดังนั้นในการเลือกรูปแบบการขนส่งแบบเต็มคันนั้นจะเหมาะสมกับปัญหาการวางแผนการส่งที่มีค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาที่ต่ำ แต่อย่างไรก็ตามจากการศึกษาในบทก่อนหน้าพบว่ารูปแบบการขนส่งแบบไม่เต็มคันจะให้ต้นทุนที่ต่ำกว่ารูปแบบการขนส่งแบบเต็มคันรถ