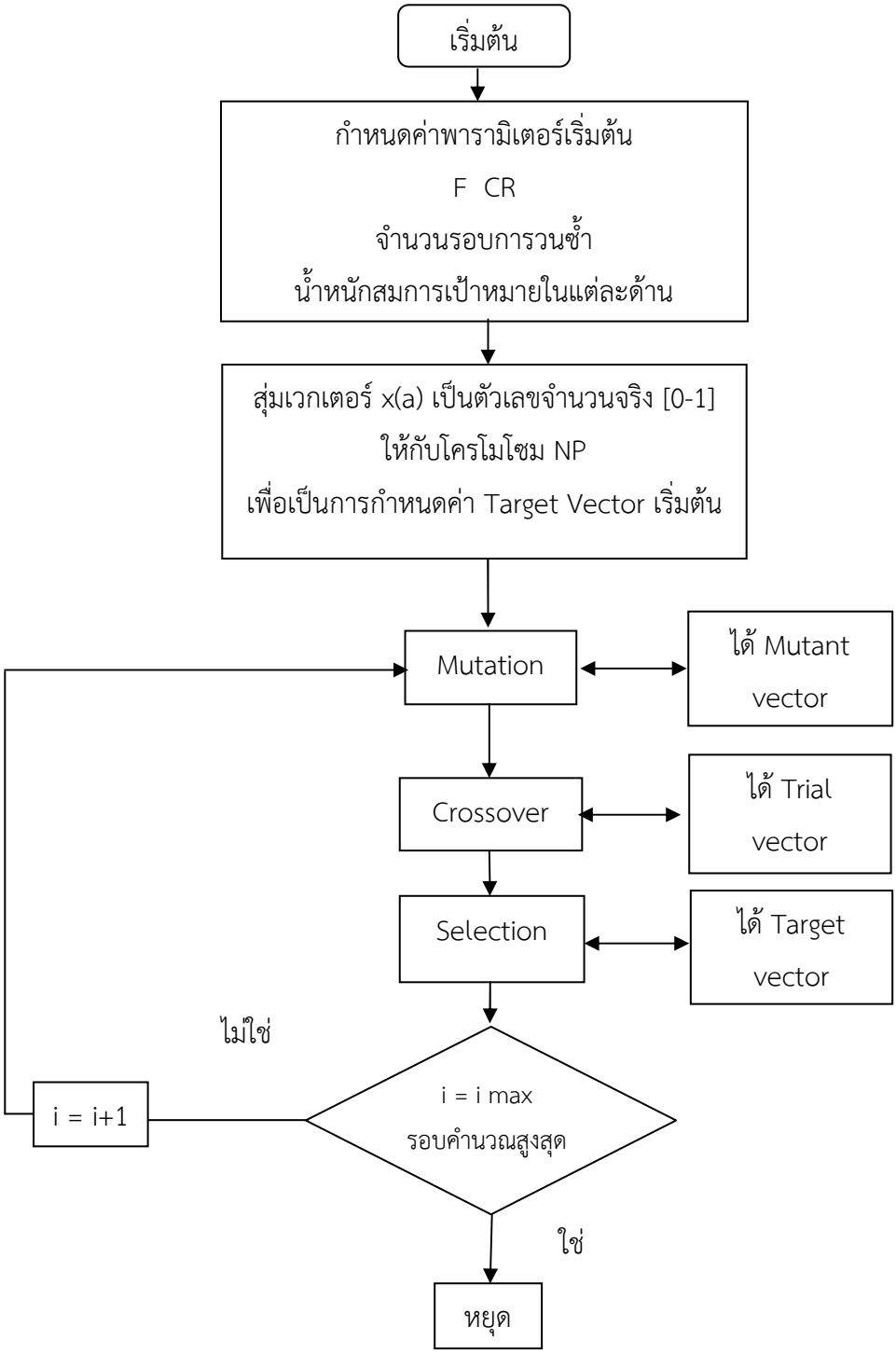
บทที่ 7
การแก้ปัญหากรณีศึกษาโซ่อุปทานข้าวด้วยวิธี Differential Evolution (DE)

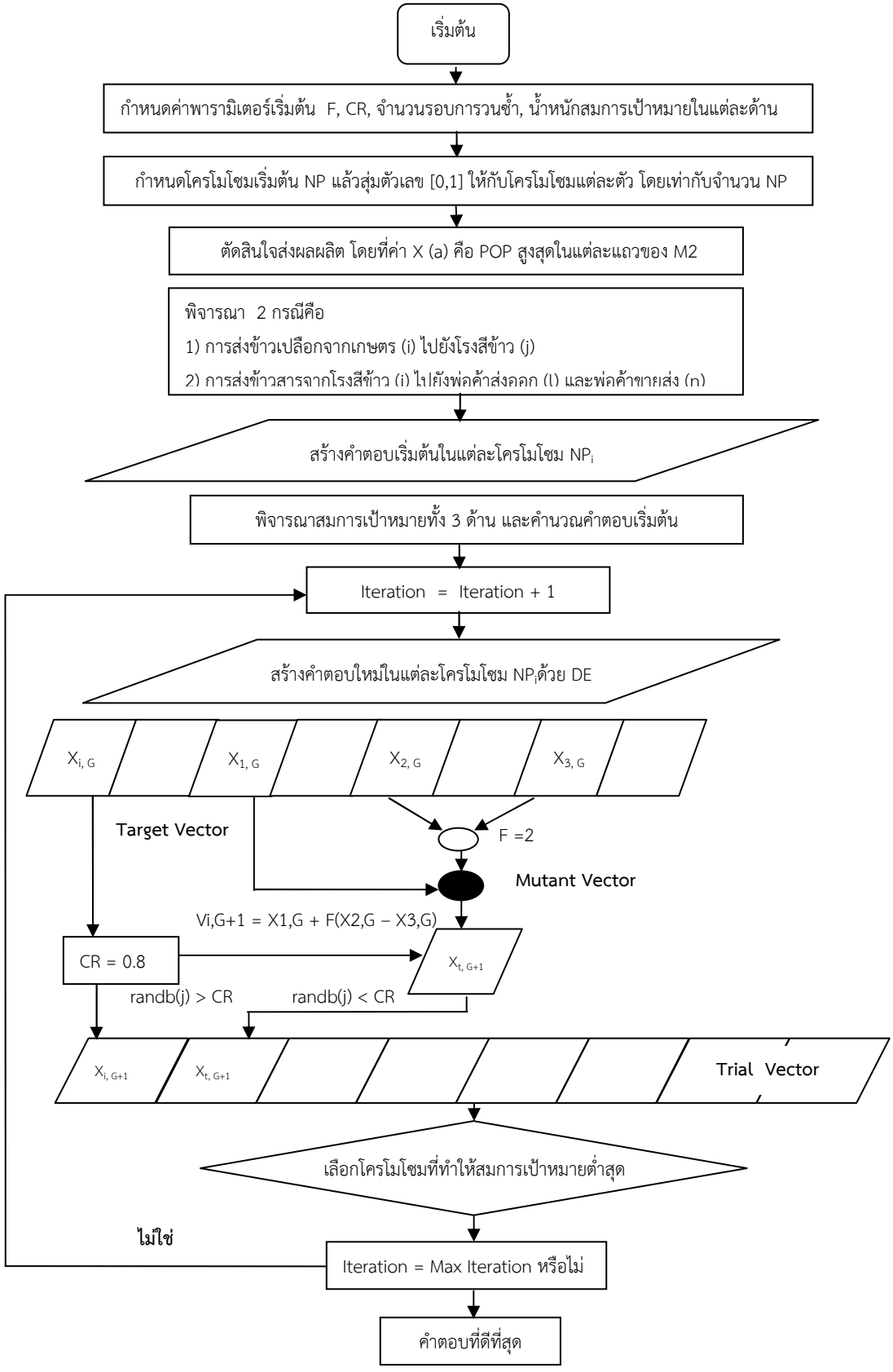
ผู้วิจัยได้ทดลองแก้ปัญหากรณีศึกษาด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่แสดงในบทที่ 5โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป LINGO V.11จากการทดลองประมวลผลใช้เวลานานพบว่าคอมพิวเตอร์ไม่สามารถประมวลผลหาคำตอบได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้พัฒนาวิธีการวิวัฒนาการโดยส่วนต่างDifferential Evolution (DE)โดยใช้โปรแกรม Visual Basic C#ในการประมวลผลของการแก้ปัญหาระบบโลจิสติกส์และโซ่อุปทานข้าว : กรณีศึกษาจังหวัดอุบลราชธานี โดยจะทำการทดสอบกับตัวอย่างปัญหาในการเปรียบเทียบความแม่นยำกับวิธีการที่พัฒนาขึ้น

7.1 วิธีการวิวัฒนาการโดยส่วนต่าง(Differential Evolution: DE) เพื่อแก้ปัญหาในงานวิจัย

งานวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกใช้วิธีการวิวัฒนาการโดยส่วนต่าง (Differential Evolution: DE) มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในงานวิจัยเนื่องจากเป็นวิธีการที่สามารถให้คำตอบที่ดีและเวลาในการหาคำตอบที่เหมาะสม ซึ่งผู้วิจัยได้ออกแบบขั้นตอนของการประยุกต์ไว้ดังแสดงในภาพที่ 7.1 และ 7.2 ตามลำดับ โดยในกระบวนการนำวิธีการวิวัฒนาการโดยส่วนต่าง(Differential Evolution: DE)มาประยุกต์ใช้กับงานวิจัยได้ประมวลผลโดยใช้โปรแกรมVisual Basic C# มาใช้ในการหาคำตอบเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบคำตอบ กับการจำลองปัญหาขนาดเล็ก ขนาดกลาง ขนาดใหญ่ โดยใช้คอมพิวเตอร์หน่วยประมวลผลกลาง Inter (R) Core (TM) 2Dou CPU 2.00GHz หน่วยความจำ 888 MB



ภาพที่ 7.1 อัลกอริทึมการค้นหาคำตอบของวิธีการวิวัฒนาการโดยส่วนต่าง (Differential Evolution: DE) ในงานวิจัย



ภาพที่ 7.2 กระบวนการพัฒนาอัลกอริทึมด้วยวิธีดิฟเฟอเรียนเชียลอีโวลูชั่น

จากภาพที่ 7.1 และภาพที่ 7.2กำหนดพารามิเตอร์เริ่มต้น ค่า F คือ WeightingFactor ในการรบกวนคำตอบในกระบวนการ mutation มีค่าระหว่าง (0-2) ในงานวิจัยนี้เบื้องต้นใช้ค่า F= 2, Cr คือ ค่าคงที่ในการเปรียบเทียบในกระบวนการ crossover มีค่าตั้งแต่ (0-1) ในงานวิจัยนี้เบื้องต้นใช้ค่า Cr = 0.8 , น้ำหนักในสมการเป้าหมายในด้านต่างๆ แล้วทำการสุ่มค่า X (a) เป็นตัวเลขจำนวนจริง 0 – 1 จำนวน N โครโมโซม ลงในแต่ละ array เพื่อเป็นการกำหนดค่า Target Vector เริ่มต้น เมื่อได้ค่าแต่ละ array แล้วจึงจะเริ่มเปรียบเทียบค่า โดยที่ array ใดที่มีค่าสูงสุดในแต่ละแถว (M2) จะถูกเลือกให้ส่งผลผลิตระหว่างกันเกิดขึ้น ซึ่งเป็นการตัดสินใจว่าจะส่งหรือไม่ส่งผลผลิต ระหว่างเกษตรกรส่งผลผลิตข้าวเปลือกไปยังโรงสี โรงสีส่งผลผลิตข้าวสารไปยังพ่อค้าส่งออก พ่อค้าขายส่ง หลังจากนั้นก็จะเข้าสู่กระบวนการ Mutation จะได้ Mutant Vector เพื่อที่จะนำไปเปรียบเทียบกับ ค่า CRในกระบวนการ Recombination หลังจากผ่านกระบวนการ Recombination แล้วก็จะได้ Trial Vector ($U_{ji,G+1}$) แล้วก็เข้าสู่กระบวนการSelectionโดยการเปรียบเทียบผลของสมการเป้าหมายของ Target Vector กับ Trial Vector จะได้ Target Vector กับเป็นประชากรเริ่มต้นในรุ่นถัดไปดำเนินการซ้ำในทุกโครโมโซมตามกระบวนการ Mutation process Recombination process และ Selection process จนครบตามความต้องการ (I = I max) เมื่อทำการวนซ้ำจนได้คำตอบแล้วให้ถือว่าเป็นคำตอบที่ดีที่สุดดังได้แสดงในผลการทดลองในปัญหาขนาดเล็ก ขนาดกลาง และปัญหาขนาดใหญ่

7.2 การทดลองเพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับวิธีการ Differential Evolution (DE)

จากการใช้วิธีการวิวัฒนาการโดยส่วนต่าง Differential evolution (DE) ในการหาคำตอบผู้วิจัยได้ทำการทดลองเปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์ F, Crโดยทดลองกับปัญหาตัวอย่างที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นที่มีจำนวนเกษตรกร 9 รายจำนวนโรงสีข้าว 2 โรงสี พ่อค้าส่งออก 4 ราย พ่อค้าขายส่ง 2 ราย จากวิธีการ Full factorial Design ซึ่งมีตัวแปร 2 ตัวแปร ตัวแปรแต่ละตัวแปรมี 3 ระดับ ได้แก่ ต่ำ กลาง และสูง ค่าตัวแปรแต่ละตัวแปรแสดงได้ดังตารางที่ 7.1

ตารางที่ 7.1 ค่าตัวแปรที่ใช้ในการทดลองด้วยวิธีการ Differential Evolution (DE)

ตัวแปรพารามิเตอร์	ต่ำ	กลาง	สูง
F	1	2	3
Cr	0.4	0.6	0.8

จากตารางที่ 7.1 ทดลองรันโปรแกรมด้วยวิธีการวิวัฒนาการโดยส่วนต่าง Differential evolution (DE) ทั้งสิ้น 9 treatment โดยทดลองซ้ำ 2 ครั้งต่อ 1 Treatment รวมทั้งสิ้น 18 การทดลอง หลังจากนั้นใช้โปรแกรม MINITAB ในการตรวจสอบค่าทางสถิติ จะพบว่าตัวแปร F และ Cr ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าสมการเป้าหมายอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 เนื่องจากมีค่า p-value มากกว่า 0.05 และจากการพิจารณากราฟ Main Effects Plot ค่าพารามิเตอร์ F และ Cr ผู้วิจัยเลือกใช้ F=2 และค่า Cr = 0.8 เป็นค่าตัวแปรที่จะใช้ในการทดสอบ DE เทียบกับวิธีการอื่น เนื่องจากให้ค่าสมการเป้าหมายเฉลี่ยต่ำที่สุด

7.3 ผลการทดลองจากวิธีการวิวัฒนาการโดยส่วนต่าง Differential evolution (DE)กับตัวอย่างปัญหาขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่

การใช้วิธีวิธีการวิวัฒนาการโดยส่วนต่าง Differential evolution (DE) มาประยุกต์ใช้เข้ากับปัญหาเพื่อหาค่าเหมาะสมของคำตอบโดยได้พิจารณากับตัวอย่างปัญหาขนาดเล็ก ขนาดกลางและปัญหาขนาดใหญ่ซึ่งเป็นปัญหาแบบสุ่ม (randomly) ที่ได้กำหนดข้อมูลขึ้นดังตารางที่ 7.2 ซึ่งผลจากการประยุกต์ใช้ DE สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 7.3

ตารางที่ 7.2 สรุปขนาดของปัญหาที่ใช้ในการหาคำตอบด้วยวิธีการวิวัฒนาการโดยส่วนต่าง Differential evolution (DE)

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

จากผลคำตอบที่ได้จากการประมวลผลกับปัญหาขนาดเล็ก ขนาด 2(A), 2(B), 3(A), 3(B), 4(A), 4(B), 5(A), 5(B) และปัญหาขนาดกลาง ขนาด 6(A), 6(B), 7(A), 7(B), 8(A), 8(B), 9(A), 9(B), 10(A), 10(B) และ 11(A) พอจะสรุปได้ดังตารางที่ 7.3

ตารางที่ 7.3 สรุปผลคำตอบจากการทดลองปัญหาขนาดเล็กและขนาดกลางด้วยวิธี Lingo และ DE

กรณีปัญหาตัวอย่าง	ร้อยละในการพบคำตอบที่เป็น optimal	ร้อยละความแตกต่างของผลระหว่างโปรแกรม LINGO V 11 กับ DE	ร้อยบละความแตกต่างของ Run time ระหว่างโปรแกรม LINGO V 11 กับ DE
2 (A)	100	0	-39.68
2 (B)	100	0	-43.74
3 (A)	100	0	-58.82
3 (B)	100	0	-53.21
4 (A)	100	0	-67.57
4 (B)	100	0	-68.85
5 (A)	100	0	-62.24
5 (B)	100	0	-61.21
6 (A)	86.66	0.1079	-71.64
6 (B)	86.66	0.1568	-70.48
7 (A)	86.66	0.2556	-78.62
7 (B)	80.00	0.2576	-76.47
8 (A)	80.00	0.2273	-72.76
8 (B)	73.33	0.2617	-75.12
9 (A)	73.33	0.2863	-78.65
9 (B)	80.00	0.2984	-79.57
10 (A)	73.33	0.3379	-83.37
10 (B)	73.33	0.3567	-81.65
11 (A)	66.66	0.4684	-89.47
Average	**87.37**	**0.1587**	**-69.11**

จากตารางที่ 7.3 สามารถอธิบายผลการทดลองได้ว่า ผลการทดลองกับปัญหาขนาดเล็กและขนาดกลางด้วยวิธีการวิวัฒนาการโดยส่วนต่าง Differential Evolution (DE) สามารถพบคำตอบที่ให้ค่า Optimization Solution จากจำนวนปัญหาตัวอย่างทั้งหมด (285 ตัวอย่าง)

โดยปัญหาขนาดเล็กคือ 2(A),2(B), 3(A), 3(B), 4(A), 4(B), 5(A) และ 5(B) สามารถพบ Optimization Solution ได้ 100% ของจำนวนตัวอย่างทดสอบใช้เวลาน้อยกว่าโปรแกรมสำเร็จรูป LINGO V 11 ถึง 39.68%, 43.74%, 58.82%, 53.21%, 67.57%, 68.85%, 62.24% และ 61.21% ตามลำดับ

ส่วนปัญหาขนาดกลางพบว่า 6(A) สามารถพบคำตอบที่เป็น Optimization Solution ได้ถึง 86.66% ส่วนอีก 13.34% ที่ไม่พบ optimal solution (2ตัวอย่างจาก 15 ตัวอย่าง) ก็มีความคลาดเคลื่อนเพียง 0.1079% เท่านั้น และใช้เวลาสั้นกว่าโปรแกรมสำเร็จรูป LINGO V 11 ถึง 71.64% 6(B) สามารถพบคำตอบที่เป็น Optimization Solution ได้ถึง 86.66% ส่วนอีก 13.34% ที่ไม่พบ optimal solution (2 ตัวอย่างจาก 15 ตัวอย่าง) ก็มีความคลาดเคลื่อนเพียง 0.1568% เท่านั้น และใช้เวลาสั้นกว่าโปรแกรมสำเร็จรูป LINGO V 11 ถึง 70.48% 7(A) สามารถพบคำตอบที่เป็น Optimization Solution ได้ถึง 86.66% ส่วนอีก 13.34% ที่ไม่พบ optimal solution (2 ตัวอย่างจาก 15 ตัวอย่าง) ก็มีความคลาดเคลื่อน 0.2556% และใช้เวลาสั้นกว่าโปรแกรมสำเร็จรูป LINGO V 11 ถึง 78.62% 7(B) สามารถพบคำตอบที่เป็น Optimization Solution ได้ถึง 80.00% ส่วนอีก 20.00% ที่ไม่พบ optimal solution (3ตัวอย่างจาก 15 ตัวอย่าง) ก็มีความคลาดเคลื่อนเพียง 0.2576% เท่านั้น และใช้เวลาสั้นกว่าโปรแกรมสำเร็จรูป LINGO V 11 ถึง 76.47% 8(A) สามารถพบคำตอบที่เป็น Optimization Solution ได้ถึง 80.00% ส่วนอีก 20.00% ที่ไม่พบ optimal solution (3 ตัวอย่างจาก 15 ตัวอย่าง) ก็มีความคลาดเคลื่อนเพียง 0.2273% เท่านั้น และใช้เวลาสั้นกว่าโปรแกรมสำเร็จรูป LINGO V 11 ถึง 72.76% 8(B) สามารถพบคำตอบที่เป็น Optimization Solution ได้ 73.33% ส่วนอีก 26.67% ที่ไม่พบ optimal solution (4 ตัวอย่างจาก 15 ตัวอย่าง) ก็มีความคลาดเคลื่อน 0.2617% และใช้เวลาสั้นกว่าโปรแกรมสำเร็จรูป LINGO V 11 ถึง 75.12% 9(A) สามารถพบคำตอบที่เป็น Optimization Solution ได้ 73.33% ส่วนอีก 26.67% ที่ไม่พบ optimal solution (4 ตัวอย่างจาก 15 ตัวอย่าง) ก็มีความคลาดเคลื่อน 0.2863% และใช้เวลาสั้นกว่าโปรแกรมสำเร็จรูป LINGO V 11 ถึง 78.65% 9(B) สามารถพบคำตอบที่เป็น Optimization Solution ได้ถึง 80.00% ส่วนอีก 20.00% ที่ไม่พบ optimal solution (3 ตัวอย่างจาก 15 ตัวอย่าง) ก็มีความคลาดเคลื่อนเพียง 0.2984% เท่านั้น และใช้เวลาสั้นกว่าโปรแกรมสำเร็จรูป LINGO V 11 ถึง 79.57% 10(A) สามารถพบคำตอบที่เป็น Optimization Solution ได้ 73.33% ส่วนอีก 26.67% ที่ไม่พบ optimal solution (4 ตัวอย่างจาก 15 ตัวอย่าง) ก็มีความคลาดเคลื่อน 0.3379% และใช้เวลาสั้นกว่าโปรแกรมสำเร็จรูป LINGO V 11 ถึง 83.37% 10(B) สามารถพบคำตอบที่เป็น Optimization Solution ได้ 73.33% ส่วนอีก 26.67% ที่ไม่พบ optimal solution (4 ตัวอย่างจาก 15 ตัวอย่าง) ก็มีความคลาดเคลื่อน 0.3567% และใช้เวลาสั้นกว่าโปรแกรมสำเร็จรูป LINGO V 11 ถึง 81.65%

และปัญหากรณีศึกษาคือ 11(A) สามารถพบคำตอบที่เป็น Optimization Solution ได้ 66.66% ส่วนอีก 33.34% ที่ไม่พบ optimal solution (5 ตัวอย่างจาก 15 ตัวอย่าง) ก็มีความคลาดเคลื่อน 0.4684% และใช้เวลาสั้นกว่าโปรแกรมสำเร็จรูป LINGO V 11 ถึง 89.47%

จากผลคำตอบที่ได้จากการประมวลผลกับปัญหาขนาดใหญ่ซึ่งเป็นปัญหาแบบสุ่ม (randomly) ที่ได้จำกัดเวลาในการประมวลผลที่ 48 ชั่วโมงโดยปัญหาขนาด 20(A), 24(A) และขนาด 26(A) พอจะสรุปได้ดังตารางที่ 7.4

ตารางที่ 7.4 สรุปผลของคำตอบจากการทดลองปัญหาขนาดใหญ่ ด้วยวิธี Lingo และ DE

กรณีปัญหาตัวอย่าง	ร้อยละในการพบคำตอบที่เป็น Best Solution ด้วยโปรแกรม DE	ร้อยละความแตกต่างของผลระหว่างโปรแกรม LINGO V 11 กับ DE
20 (A)	60.00	-2.9423
24 (A)	53.33	-5.4174
26 (A)	46.66	-11.9878
Average	**53.33**	**-6.7825**

จากตารางที่ 7.4 สามารถอธิบายผลการทดลองของปัญหาขนาดใหญ่ที่จำกัดเวลาในการประมวลผลที่ 48 ชั่วโมง สามารถพบว่า Best Solution โดยเฉลี่ย 53.33% ของจำนวนปัญหาตัวอย่างทั้งหมด (45 ตัวอย่าง) และคำตอบที่พบก็มีความแตกต่างจาก Best Solution -2.9423%, -5.4174% และ -11.9878% ตามลำดับ

ซึ่งสามารถแสดงการวิเคราะห์กรณีศึกษาการขนส่งข้าวด้วยวิธี DE ดังตารางที่ 7.5

ตารางที่ 7.5 การวิเคราะห์กรณีศึกษาการขนส่งข้าวด้วยวิธี DE

เกษตรกร	โรงสี	พ่อค้าส่งออกและพ่อค้าขายส่ง
i5(อ ดอนมดแดง) i19 (อ เมืองอุบลราชธานี)	j1(อ เมืองอุบลราชธานี)	l3(สมุทรปราการ) l13(สมุทรปราการ)
i1(อ กุดข้าวปุ้น) i2(อ เขมราฐ) i11(อ นาตาล)	j2(อ เขมราฐ)	l1(กรุงเทพฯ) n9(ฉะเชิงเทรา)
i6(อ เดชอุดม) i15 (อ บุณฑริก)	j3(อ เดชอุดม)	l2(กรุงเทพฯ) n5(กรุงเทพฯ)
i10(อ นาจะหลวย) i13(อ น้ำขุ่น) i14(อ น้ำยืน)	j4(อ เดชอุดม)	l8(สมุทรสาคร) n6(นนทบุรี) n10(สมุทรสาคร)
i17(อ โพธิ์ไทร) i21(อ ศรีเมืองใหม่)	j5(อ ตระการพืชผล)	l4(สระบุรี) n3(สมุทรปราการ)
i4(อ โขงเจียม) i7(อ ตระการพืชผล) i25(อ เหล่าเสือโก้ก)	j6(อ ตระการพืชผล)	l10(ชลบุรี) l7(ชลบุรี) n8(กรุงเทพฯ)
i3 (อ เขื่องใน) i18 (อ ม่วงสามสิบ)	j7(อ ม่วงสามสิบ)	l12(สระบุรี) n7(สระบุรี)
i12(อ นาเยีย) i20 (อ วารินชำราบ)	j8(อ วารินชำราบ)	l6(กรุงเทพฯ) n2(กรุงเทพฯ)
i8(อ ตาลสุม) i22(อ สว่างวีระวงศ์)	j9(อ วารินชำราบ)	l11(ปทุมธานี) n4(สมุทรปราการ)
i16 (อ พิบูลมังสาหาร) i24(อ สิรินธร)	j10(อ พิบูลมังสาหาร)	l9(สมุทรสาคร) n1(สมุทรสาคร)
i9(อ ทุ่งศรีอุดม) i23 (อ สำโรง)	j11(อ สำโรง)	l5(กรุงเทพฯ) n11(ชลบุรี)
ค่าวัตถุประสงค์โดยรวม	**10.14 e^{8} บาท**	

หมายเหตุ:

i1 เป็นเกษตรกรในเขตอำเภอกุดข้าวปุ้น
i2 เป็นเกษตรกรในเขตอำเภอเขมราฐ
i3 เป็นเกษตรกรในเขตอำเภอเขื่องใน
i4 เป็นเกษตรกรในเขตอำเภอโขงเจียม
i5 เป็นเกษตรกรในเขตอำเภอดอนมดแดง
i6 เป็นเกษตรกรในเขตอำเภอเดชอุดม
i7 เป็นเกษตรกรในเขตอำเภอดอนตระการพืชผล
i8 เป็นเกษตรกรในเขตอำเภอตาลสุม
i9 เป็นเกษตรกรในเขตอำเภอทุงศรีอุดม
i10 เป็นเกษตรกรในเขตอำเภอนาจะหลวย
i11 เป็นเกษตรกรในเขตอำเภอนาตาล
i12 เป็นเกษตรกรในเขตอำเภอนาเยีย
i13 เป็นเกษตรกรในเขตอำเภอน้ำขุ่น
i14 เป็นเกษตรกรในเขตอำเภอน้ำยืน
i15 เป็นเกษตรกรในเขตอำเภอบุณฑริก
i16 เป็นเกษตรกรในเขตอำเภอพิบูลมังสาหาร
i17 เป็นเกษตรกรในเขตอำเภอโพธิ์ไทร
i18 เป็นเกษตรกรในเขตอำเภอม่วงสามสิบ
i19 เป็นเกษตรกรในเขตอำเภอเมืองอุบลราชธานี
i20 เป็นเกษตรกรในเขตอำเภอวารินชำราบ
i21 เป็นเกษตรกรในเขตอำเภอศรีเมืองใหม่
i22 เป็นเกษตรกรในเขตอำเภอสว่างวีระวงศ์
i23 เป็นเกษตรกรในเขตอำเภอสำโรง
i24 เป็นเกษตรกรในเขตอำเภอสิรินธร
i25 เป็นเกษตรกรในเขตอำเภอเหล่าเสือโก้ก

จากตารางที่ 7.5 จะพบว่าเกษตรกรจะเลือกขายข้าวเปลือกให้กับโรงสีที่ให้ราคาดี และอยู่ใกล้เคียง ส่วนโรงสีก็จะเลือกขายข้าวสารให้กับพ่อค้าส่งออก พ่อค้าขายส่งที่ให้ราคาดี และอยู่ในจังหวัดที่ใกล้เคียง และมีความต้องการข้าวสารในปริมาณที่สูง ทำให้มีค่าวัตถุประสงค์โดยรวมประมาณ 10.14 e^{8} บาท