บทที่ 4 ผลการดำเนินงานวิจัย

ในบทนี้ผู้วิจัยจะอธิบายถึงผลการดำเนินงานวิจัย ซึ่งจะนำเสนอการทดลอง 2 รูปแบบ คือ การทดลองที่ 1 การใช้ Location เดิมในการวางแผนจัดวางสินค้า และการทดลองที่ 2 การเลือก Location ใหม่ในการวางแผนจัดวางสินค้า ตามหลักทฤษฎี Fast Mover Closest to the Door โดยการทดลองทั้ง 2 รูปแบบนั้นจะเริ่มจากการพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของโมเดลเบื้องต้นในบทที่ 3 ก่อนจากนั้นจึงใช้โปรแกรม Lingo ในการช่วยหาคำตอบที่เหมาะสม แล้วทำการเปรียบเทียบกับระยะเวลาในการวางแผนจัดวางสินค้าของพนักงาน โดยตารางที่ 4.1 แสดงการเปรียบเทียบข้อแตกต่างของการทดลองที่ 1 และการทดลองที่ 2 ดังนี้

ตารางที่ 4.1 การเปรียบเทียบข้อแตกต่างของการทดลองที่ 1 และการทดลองที่ 2

การทดลองที่ 1	การทดลองที่ 2
- นำ Location เดิมที่พนักงานเลือกจัดวางสินค้ามาใช้ในการทดลอง - ความสามารถในการจัดวางสินค้าในแต่ละ Location แตกต่างกัน คือ 15,57 และ 87 ขึ้นอยู่กับแต่ละโซน	- เลือก Location ที่อยู่ใกล้ประตู มาใช้ในการทดลอง - ความสามารถในการจัดวางสินค้าในแต่ละ Location เท่ากับ 57 พาเลต เนื่องจากอยู่ในโซนเดียวกัน

4.1 ผลการทดลองที่ 1 การใช้ Location เดิมในการวางแผนจัดวางสินค้า

จากการเลือกกลุ่มสินค้าที่นำมาใช้ในการทดลอง จากนั้นจึงเก็บข้อมูลการวางแผนจัดวางสินค้าและการเลือกหยิบสินค้าของพนักงาน เพื่อนำมาคำนวณระยะเวลาในการเคลื่อนย้ายสินค้าในบทที่ 3 นั้น เนื่องจากผู้วิจัยต้องการเปรียบเทียบผลการทดลองการตัดสินใจเลือกจัดวางสินค้าของพนักงานกับการใช้โปรแกรม Lingo เพื่อช่วยในการวางแผนจัดวางสินค้าที่เหมาะสม ดังนั้นจึงใช้ Location เดิมที่พนักงานวางแผนจัดวางสินค้ามาทำการทดลอง เนื่องจากถ้านำ Location อื่นมาใช้ในการทดลองนั้นจะเกิดต้นทุนจากการเคลื่อนย้ายสินค้าเดิมออกก่อนและเพื่อให้ทราบถึงประสิทธิภาพในการจัดวางสินค้าจากการใช้โปรแกรม Lingo จึงควรใช้ Location เดียวกันกับที่พนักงานเลือกจัดวางสินค้าเพื่อให้สามารถเปรียบเทียบได้ชัดเจนยิ่งขึ้น โดยเริ่มจากการพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของโมเดลเบื้องต้นในบทที่ 3 ก่อนจากนั้นจึงใช้โปรแกรม Lingo ในการหาคำตอบในการวางแผนจัดวางสินค้าที่เหมาะสม

ตารางที่ 4.2 ระยะเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนย้ายสินค้าในแต่ละ Location (การทดลองที่ 1)

Location	08C07	08C19	08D25	08A13	08D30	08A25	08D44	08A42
เวลา (นาที)	0.73	1.13	1.33	1.43	1.5	1.83	1.97	2.4

ตารางที่ 4.2 แสดงระยะเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนย้ายสินค้าในแต่ละ Location โดยเป็นข้อมูลเดียวกันกับการวางแผนในการจัดวางสินค้าของพนักงาน เนื่องจากในการทดลองนี้ผู้วิจัยใช้ Location เดิมของการวางแผนในการจัดวางสินค้าของพนักงานมาใช้ในการทดลอง

ตารางที่ 4.3 ข้อมูลจำนวนพาเลตของการเข้าและออกในแต่ละรหัสสินค้า (การทดลองที่ 1)

no	รหัสสินค้า	แผนการผลิต	คำสั่งซื้อลูกค้า
1	1015R15B	65	57
2	1J12407	80	71
3	1001G12B	15	14
4	1501G12L	7	5
5	1501B15L	46	35
6	1500G11	49	40
7	1501L01	10	7
8	1501L01B	2	2
9	1B00407	26	21
10	1B01206L	48	41
11	1501J11	21	15
12	1B02500	20	18
13	1B17202	4	4
รวม		393	330

จากตารางที่ 4.3 แสดงข้อมูลจำนวนพาเลตของการเข้าและออกในแต่ละรหัสสินค้า โดยเป็นข้อมูลเดียวกันกับการวางแผนในการจัดวางของพนักงาน โดยข้อมูลการเข้าเป็นข้อมูลที่ได้รับจากแผนการผลิต และข้อมูลการออกเป็นข้อมูลเกี่ยวกับคำสั่งซื้อของลูกค้า โดยทำการเก็บข้อมูลระยะเวลา 15 วัน

ซึ่งตัวเลขที่แสดงของแต่ละรหัสสินค้าเป็นยอดรวมของทั้ง 15 วัน เนื่องจากวัตถุประสงค์ของผู้วิจัยคือการพยากรณ์การเลือกจัดวางในช่วงวันที่ 1 ถึงวันที่ 15 กรกฎาคม 2554 ควรมีการจัดวางสินค้าไว้ใน Location ใดจึงจะเหมาะสมที่สุด

4.1.1 การทดลองที่ 1 การใช้ Location เดิมในการวางแผนจัดวางสินค้า แบบไม่กำหนดค่า Penalty

การทดลองที่ 1 แบ่งการทดลองเป็น 2 วิธี คือ การใช้ Location เดิมในการวางแผนจัดวางสินค้า แบบไม่กำหนดค่า Penalty และแบบกำหนดค่า Penalty ซึ่งจะมีความแตกต่างกันคือ แบบกำหนดค่า Penalty คือ การกำหนดค่าขึ้นมา คือ ถ้าใน 1 รหัสสินค้ามีการจัดวางมากกว่า 1 Location จะเสียต้นทุนเพิ่มขึ้น ส่วนแบบไม่กำหนดค่า Penalty จะไม่มีการนำค่านี้มาใช้ในการคำนวณ จากนั้นจึงนำทั้ง 2 วิธีมาทำการเปรียบเทียบผลการทดลองกับการวางแผนจัดวางสินค้าของพนักงาน เพื่อเลือกวิธีที่เหมาะสมที่สุดมาใช้ในการทดลองต่อไป โดยการทดลองที่ 1 แบบไม่กำหนดค่า Penalty สามารถพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้ ดังนี้

Objective function (การทดลองที่ 1 แบบไม่กำหนดค่า Penalty)

Minimize:

$$z = \sum_{i=1}^{k} \sum_{j=1}^{n} C_i \left(Q_{ij} + H_{ij} \right) \tag{1}$$

Subject to

$$\sum_{i=1}^{k} X_{ij} \geq 1, \; for \; all \; j \tag{2}$$

$$\sum_{i=1}^{k} X_{ij} \leq 3, \; for \; all \; j \tag{3}$$

$$\sum_{j=1}^{n} X_{ij} \leq 3, \; for \; all \; i \tag{4}$$

$$\sum_{i=1}^{k} Q_{ij} = P_j, \; for \; all \; j \tag{5}$$

$$\sum_{i=1}^{k} H_{ij} = O_j, \; for \; all \; j \tag{6}$$

$$\sum_{j=1}^{n} Q_{ij} \leq 57, \; for \; i = 1,2,3 \; and \; 5,6,7 \tag{7.1}$$

$$\sum_{j=1}^{n} Q_{ij} \leq 15, \; for \; i = 4 \tag{7.2}$$

$$\sum_{j=1}^{n} Q_{ij} \leq 87, \; for \; i = 8 \tag{7.3}$$

$$MX_{ij} \geq Q_{ij}, \; for \; all \; i, j \tag{8}$$

$$Q_{ij} \geq H_{ij}, \; for \; all \; i, j \tag{9}$$

$$X_{ij} \in \{0,1\}, \; for \; all \; i, j \tag{10}$$

$$Q_{ij}, H_{ij} \in Integer \tag{11}$$

$$k=8 \tag{12}$$

$$n=13 \tag{13}$$

กำหนดให้

j= 1,2,3,……..,13

i= 1,2,3,……..,8

โดยที่

Z	เป็นระยะเวลาในการเคลื่อนย้ายสินค้าเข้าและออกที่ต่ำที่สุด
C_i	เป็นระยะเวลาในการเคลื่อนย้ายสินค้าของ Location i
X_{ij}	เป็นตัวแปรตัดสินใจในการเลือกวาง Location i ของรหัสสินค้า j
Q_{ij}	เป็นจำนวนพาเลตที่ตัวแปรตัดสินใจเลือกวางของ Location i รหัสสินค้า j
H_{ij}	เป็นจำนวนพาเลตที่ตัวแปรตัดสินใจเลือกหยิบของ Location i รหัสสินค้า j
P_j	เป็นจำนวนพาเลตของสินค้าที่มีการเข้ามาในคลังสินค้าของแต่ละรหัสสินค้า j
O_j	เป็นจำนวนพาเลตของสินค้าที่มีการออกจากคลังสินค้าของแต่ละรหัสสินค้า j
k	เป็นจำนวนทั้งหมดของ Location i
n	เป็นจำนวนทั้งหมดของรหัสสินค้า j
M	เป็นการกำหนดค่าที่มากที่สุดที่ใช้ในการคำนวณ

สามารถอธิบายสมการ ดังนี้

1) สมการวัตถุประสงค์ คือ เพื่อให้ระยะเวลาในการเคลื่อนย้ายสินค้าเข้าออกต่ำที่สุด ซึ่งเกิดจากผลรวมของระยะเวลาในการเคลื่อนย้ายสินค้าเข้าและออกของการตัดสินใจเลือกวางรหัสสินค้า j ใน Location i ทั้งหมด

2) ผลรวมของตัวแปรตัดสินใจในการเลือกวางของรหัสสินค้า j ใน Location i มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 1 คือ ในแต่ละรหัสสินค้าต้องมีการวางอย่างน้อย 1 Location

3) ผลรวมของตัวแปรตัดสินใจในการเลือกวางของรหัสสินค้า j ใน Location i มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 3 คือ ในแต่ละรหัสสินค้าสามารถเลือกวางได้ไม่เกิน 3 Location

4) ผลรวมของตัวแปรตัดสินใจในการเลือกวางของรหัสสินค้า j ใน Location i มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 3 คือ ในแต่ละ Location สามารถเลือกวางได้ไม่เกิน 3 รหัสสินค้า

5) ผลรวมของจำนวนพาเลตที่ตัวแปรตัดสินใจเลือกวางในแต่ละ Location i ของรหัสสินค้า j มีค่าเท่ากับจำนวนพาเลตการเข้าของรหัสสินค้า j

6) ผลรวมของจำนวนพาเลตที่ตัวแปรตัดสินใจเลือกหยิบในแต่ละ Location i ของรหัสสินค้า j มีค่าเท่ากับจำนวนพาเลตการออกของรหัสสินค้า j

7) ผลรวมของจำนวนพาเลตที่ตัวแปรตัดสินใจเลือกวางในแต่ละ Location i ของรหัสสินค้า j มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับความสามารถในการจัดวางสินค้าของแต่ละ Location i

7.1) โดยกำหนดให้ Location i เท่ากับ 1,2,3,5,6,7 ของรหัสสินค้า j ใด ๆ มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 57 พาเลต

7.2) โดยกำหนดให้ Location i เท่ากับ 4 ของรหัสสินค้า j ใด ๆ มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 15 พาเลต

7.3) โดยกำหนดให้ Location i เท่ากับ 8 ของรหัสสินค้า j ใด ๆ มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 87 พาเลต

8) ตัวแปร Big M เป็นตัวแปรที่สร้างขึ้น โดยกำหนดค่าให้มากที่สุดที่ใช้ในการคำนวณ เพื่อช่วยในการคุมตัวแปร X_{ij} กับ ตัวแปร Q_{ij} เพื่อให้เป็นตัวแปรที่อยู่คู่กัน

9) จำนวนพาเลตที่ตัวแปรตัดสินใจเลือกวางในแต่ละ Location i ของรหัสสินค้า j ต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับจำนวนพาเลตที่ตัวแปรตัดสินใจเลือกหยิบในแต่ละ Location i ของรหัสสินค้า j เสมอ

10) ตัวแปรตัดสินใจในการเลือกวาง Location i ของรหัสสินค้า j ถ้าถูกเลือกวางมีค่าเป็น 1 ถ้าไม่ถูกเลือกวางมีค่าเป็น 0

11) จำนวนพาเลตที่ตัวแปรตัดสินใจเลือกวางใน Location i ของรหัสสินค้า j และจำนวนพาเลตที่ตัวแปรตัดสินใจเลือกหยิบใน Location i ของรหัสสินค้า j มีค่าเป็นจำนวนเต็ม

12) จำนวน Location ทั้งหมด เท่ากับ 8 Location

13) จำนวนรหัสสินค้าทั้งหมดเท่ากับ 13 รหัสสินค้า

ตารางที่ 4.4 คำตอบจากโปรแกรม Lingo ในการตัดสินใจเลือกวางหรือไม่เลือกวางสินค้า (X_{ij}) (การทดลองที่ 1 แบบไม่กำหนดค่า Penalty)

Location / รหัสสินค้า	08C07	08C19	08D25	08A13	08D30	08A25	08D44	08A42
1015R15B	0	0	1	0	0	0	1	0
1J12407	1	0	1	0	0	0	0	1
1001G12B	0	0	0	0	1	0	0	0
1501G12L	0	0	0	0	0	1	0	0
1501B15L	1	1	0	0	0	0	0	1
1500G11	0	1	0	0	1	0	0	1
1501L01	0	1	0	0	0	1	0	0
1501L01B	0	0	0	1	0	0	0	0
1B00407	0	0	0	0	0	0	1	0
1B01206L	0	0	0	1	0	1	0	0
1501J11	0	0	1	1	0	0	1	0
1B02500	0	0	0	0	1	0	0	0
1B17202	1	0	0	0	0	0	0	0
ความสามารถในการวางสินค้า	57	57	57	15	57	57	57	87

จากตารางที่ 4.4 เป็นตารางคำตอบจากการใช้โปรแกรม Lingo ในการตัดสินใจเลือกวางหรือไม่เลือกวางของรหัสสินค้าในแต่ละ Location ของการทดลองที่ 1 การใช้ Location เดิม ในการวางแผนจัดวางสินค้าแบบไม่กำหนดค่า Penalty โดยแสดงขั้นตอนและผลของโปรแกรม Lingo ในภาคผนวก ข ซึ่งในแต่ละ Location จะมีความสามารถในการจัดวางสินค้าแตกต่างกันด้วย โดย Location 08C07, 08C19, 08D25, 08D30, 08A25 และ 08D44 สามารถวางสินค้าได้ 57 พาเลต และLocation 08A13 สามารถจัดวางได้เพียง 15 พาเลต จากการเก็บข้อมูล Location นี้ความสามารถในการจัดวางสินค้าเท่ากับ 87 พาเลตแต่มีการจัดวางรหัสสินค้าอื่นไว้แล้ว ทำให้เหลือพื้นที่ในการจัดวางสินค้าเพียง 15 พาเลต และ Location 08A42 มีความสามารถในการจัดวางสินค้ามากที่สุด คือ 87 พาเลต

ตารางที่ 4.5 แสดงจำนวนพาเลตในการวางสินค้า (Q_{ij}) (การทดลองที่ 1 แบบไม่กำหนดค่า Penalty)

Location / รหัสสินค้า	08C07	08C19	08D25	08A13	08D30	08A25	08D44	08A42
1015R15B			40				25	
1J12407	50		14					16
1001G12B					15			
1501G12L						7		
1501B15L	3	32						11
1500G11		18			22			9
1501L01		7				3		
1501L01B				2				
1B00407							26	
1B01206L				1		47		
1501J11			3	12			6	
1B02500					20			
1B17202	4							
รวม	57	57	57	15	57	57	57	36

ตารางที่ 4.5 เป็นตารางคำตอบจากการใช้โปรแกรม Lingo แสดงถึงจำนวนพาเลตของการเลือกวางสินค้าในแต่ละ Location ของการทดลองที่ 1 การใช้ Location เดิม ในการวางแผนจัดวางสินค้า แบบไม่กำหนดค่า Penalty โดยสังเกตได้ว่า สินค้าส่วนใหญ่มีการจัดวางรหัสสินค้าที่ไม่เป็นระบบ คือ 1 รหัสสินค้าส่วนใหญ่จะมีการวางมากกว่า 1 Location โดยสรุปได้ว่า การทดลองที่ 1 การใช้ Location เดิม ในการวางแผนจัดวางสินค้า แบบไม่กำหนดค่า Penalty ใช้ระยะเวลาในการเคลื่อนย้ายสินค้าเข้าเท่ากับ 591.78นาที โดยแสดงผลการคำนวณด้วยมือ ดังนี้

57(0.73)+57(1.13)+57(1.33)+15(1.43)+57(1.50)+57(1.83)+57(1.97)+36(2.4) = 591.78 นาที

ตารางที่ 4.6 แสดงจำนวนพาเลตในการเลือกหยิบสินค้า (H_{ij}) (การทดลองที่ 1 แบบไม่กำหนดค่า Penalty)

Location / รหัสสินค้า	08C07	08C19	08D25	08A13	08D30	08A25	08D44	08A42
1015R15B			40				17	
1J12407	50		14					7
1001G12B					14			
1501G12L						5		
1501B15L	3	32						
1500G11		18			22			
1501L01		7						
1501L01B				2				
1B00407							21	
1B01206L				1		40		
1501J11			3	12				
1B02500					18			
1B17202	4							
รวม	57	57	57	15	54	45	38	7

ตารางที่ 4.6 เป็นตารางคำตอบจากการใช้โปรแกรม Lingo แสดงถึงจำนวนพาเลตของการเลือกหยิบสินค้าในแต่ละ Location ของการทดลองที่ 1 การใช้ Location เดิม ในการวางแผนจัดวางสินค้า แบบไม่กำหนดค่า Penalty เนื่องจากผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลการเคลื่อนย้ายออกของสินค้ามาใช้ในการทดลองเพื่อดูปริมาณการเคลื่อนย้ายสินค้าทั้งเข้าและออก ดังนั้น ผลของโปรแกรม Lingo จึงแสดงจำนวนการเลือกหยิบสินค้า และการหยิบสินค้าใน Location ใดจึงจะเหมาะสมที่สุดด้วย ซึ่งเห็นว่าจะเลือกหยิบสินค้าจาก Location ที่อยู่ใกล้ประตูก่อน โดยจากตารางคำตอบสังเกตได้ว่าโปรแกรม Lingo เลือกให้ Location 08A42 เป็น Location ที่มีการหยิบสินค้าออกน้อยที่สุด เนื่องจากเป็น Location ที่มีระยะเวลาในการเคลื่อนย้ายสินค้ามากที่สุด จึงสรุปได้ว่า การทดลองที่ 1 การใช้ Location เดิม ในการวางแผนจัดวางสินค้า แบบไม่กำหนดค่า Penalty ใช้ระยะเวลาในการเคลื่อนย้ายสินค้าออกเท่ากับ 458.29 นาที โดยแสดงผลการคำนวณด้วยมือ ดังนี้

57(0.73)+57(1.13)+57(1.33)+15(1.43)+54(1.50)+45(1.83)+38(1.97)+7(2.4) = 458.29 นาที

ดังนั้น ผลการทดลองที่ 1 คือ การใช้ Location เดิมในการวางแผนจัดวางสินค้าแบบไม่กำหนดค่า Penalty ใช้ระยะเวลาในการเคลื่อนย้ายสินค้าเข้าและออกทั้งหมดเท่ากับ 1,050.07 นาที

4.1.2 การทดลองที่ 1 การใช้ Location เดิมในการวางแผนจัดวางสินค้า แบบกำหนดค่า Penalty

จากตารางคำตอบของการทดลองที่ 1 แบบไม่กำหนดค่า Penalty จะเห็นได้ว่าส่วนใหญ่โปรแกรม Lingo เลือกให้ในแต่ละ Location มีการจัดวางสินค้ามากกว่า 1 รหัสสินค้า แต่เนื่องจากการจัดวางสินค้าที่เป็นระบบนั้นควรมีการจัดวางสินค้า 1 Location ต่อ 1 รหัสสินค้า หรือในแต่ละรหัสสินค้าควรมีการจัดวางมากกว่า 1 Location ให้น้อยที่สุด ดังนั้น ผู้วิจัยจึงกำหนดค่า Penalty ขึ้นเพื่อทำให้โปรแกรม Lingo จัดวางสินค้าให้เป็นระบบมากขึ้น คือ ถ้ารหัสสินค้าเดียวกันมีการจัดวางมากกว่า 1 Location จะส่งผลให้เสียต้นทุนในการเคลื่อนย้ายสินค้าเพิ่มขึ้น เพื่อทำให้โปรแกรม Lingo เลือกให้ในแต่ละรหัสสินค้าจัดวางอยู่ใน Location เดียวกันมากขึ้น โดยสามารถพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

Objective function (การทดลองที่ 1 แบบกำหนดค่า Penalty)

Minimize:

$$Z = \left(\sum_{i=1}^{k} \sum_{j=1}^{n} C_i \left(Q_{ij} + H_{ij} \right) \right) + \sum_{j=1}^{n} D\left(\left(\sum_{i=1}^{k} X_{ij} \right) - 1 \right) \quad (1)$$

Subject to

$$\sum_{i=1}^{k} X_{ij} \geq 1, \; for \; all \; j \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^{k} X_{ij} \leq 3, \; for \; all \; j \quad (3)$$

$$\sum_{j=1}^{n} X_{ij} \leq 3, \; for \; all \; i \quad (4)$$

$$\sum_{i=1}^{k} Q_{ij} = P_j, \; for \; all \; j \quad (5)$$

$$\sum_{i=1}^{k} H_{ij} = O_j, \; for \; all \; j \tag{6}$$

$$\sum_{j=1}^{n} Q_{ij} \leq 57, \; for \; i = 1,2,3 \; \; and \; \; 5,6,7 \tag{7.1}$$

$$\sum_{j=1}^{n} Q_{ij} \leq 15, \; for \; i = 4 \tag{7.2}$$

$$\sum_{j=1}^{n} Q_{ij} \leq 87, \; for \; i = 8 \tag{7.3}$$

$$MX_{ij} \geq Q_{ij}, \; for \; all \; i, j \tag{8}$$

$$Q_{ij} \geq H_{ij}, \; for \; all \; i, j \tag{9}$$

$$X_{ij} \in \{0,1\}, \; for \; all \; i, j \tag{10}$$

$$Q_{ij}, H_{ij} \in Integer \tag{11}$$

$$k = 8 \tag{12}$$

$$n = 13 \tag{13}$$

$$D = 50 \tag{14}$$

กำหนดให้

j= 1,2,3,……..,13

i= 1,2,3,……..,8

โดยที่

Z	เป็นระยะเวลาในการเคลื่อนย้ายสินค้าเข้าและออกที่ต่ำที่สุด
C_i	เป็นระยะเวลาในการเคลื่อนย้ายสินค้าของ Location i
X_{ij}	เป็นตัวแปรตัดสินใจในการเลือก Location i ของรหัสสินค้า j
Q_{ij}	เป็นจำนวนพาเลตที่ตัวแปรตัดสินใจเลือกวางของ Location i รหัสสินค้า j
H_{ij}	เป็นจำนวนพาเลตที่ตัวแปรตัดสินใจเลือกหยิบของ Location i รหัสสินค้า j
P_j	เป็นจำนวนพาเลตที่มีการเข้ามาในคลังสินค้าของแต่ละรหัสสินค้า j
O_j	เป็นจำนวนพาเลตที่มีการออกจากคลังสินค้าของแต่ละรหัสสินค้า j
k	เป็นจำนวนทั้งหมดของ Location i
n	เป็นจำนวนทั้งหมดของรหัสสินค้า j
M	เป็นการกำหนดค่าที่มากที่สุดที่ใช้ในการคำนวณ
D	เป็นค่า Penalty ที่ได้กำหนดขึ้น

สามารถอธิบายสมการได้ ดังนี้

1) สมการวัตถุประสงค์ คือ เพื่อให้ระยะเวลาในการเคลื่อนย้ายสินค้าเข้าออกต่ำที่สุด ซึ่งเกิดจากผลรวมของระยะเวลาในการเคลื่อนย้ายสินค้าเข้าและออกของรหัสสินค้า i ใน Location j ทั้งหมด โดยรวมกับค่า Penalty ที่ได้กำหนดไว้

2) ผลรวมของตัวแปรตัดสินใจในการเลือกวางของรหัสสินค้า j ใน Location i มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 1 คือ ในแต่ละรหัสสินค้าต้องมีการวางอย่างน้อย 1 Location

3) ผลรวมของตัวแปรตัดสินใจในการเลือกวางของรหัสสินค้า j ใน Location i มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 3 คือ ในแต่ละรหัสสินค้าสามารถเลือกวางได้ไม่เกิน 3 Location

4) ผลรวมของตัวแปรตัดสินใจในการเลือกวางของรหัสสินค้า j ใน Location i มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 3 คือ ในแต่ละ Location สามารถเลือกวางได้ไม่เกิน 3 รหัสสินค้า

5) ผลรวมของจำนวนพาเลตที่ตัวแปรตัดสินใจเลือกวางในแต่ละ Location i ของรหัสสินค้า j มีค่าเท่ากับจำนวนพาเลตการเข้าของรหัสสินค้า j

6) ผลรวมของจำนวนพาเลตที่ตัวแปรตัดสินใจเลือกหยิบในแต่ละ Location i ของรหัสสินค้า j มีค่าเท่ากับจำนวนพาเลตการออกของรหัสสินค้า j

7) ผลรวมของจำนวนพาเลตที่ตัวแปรตัดสินใจเลือกวางในแต่ละ Location i ของรหัสสินค้า j มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับความสามารถในการจัดวางสินค้าของแต่ละ Location i

7.1) โดยกำหนดให้ Location i เท่ากับ 1,2,3,5,6,7 ของรหัสสินค้า j ใด ๆ มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 57 พาเลต

7.2) โดยกำหนดให้ Location i เท่ากับ 4 ของรหัสสินค้า j ใด ๆ มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 15 พาเลต

7.3) โดยกำหนดให้ Location i เท่ากับ 8 ของรหัสสินค้า j ใด ๆ มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 87 พาเลต

8) ตัวแปร Big M เป็นตัวแปรที่สร้างขึ้น โดยกำหนดค่าให้มากที่สุดที่ใช้ในการคำนวณ เพื่อช่วยในการคุมตัวแปร X_{ij} กับ ตัวแปร Q_{ij} เพื่อให้เป็นตัวแปรที่อยู่คู่กัน

9) จำนวนพาเลตที่ตัวแปรตัดสินใจเลือกวางในแต่ละ Location i ของรหัสสินค้า j ต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับจำนวนพาเลตที่ตัวแปรตัดสินใจเลือกหยิบในแต่ละ Location i ของรหัสสินค้า j เสมอ

10) ตัวแปรตัดสินใจในการเลือกวาง Location i ของรหัสสินค้า j ถ้าถูกเลือกวางมีค่าเป็น 1 ถ้าไม่ถูกเลือกวางมีค่าเป็น 0

11) จำนวนพาเลตที่ตัวแปรตัดสินใจเลือกวางใน Location i ของรหัสสินค้า j และจำนวนพาเลตที่ตัวแปรตัดสินใจเลือกหยิบใน Location i ของรหัสสินค้า j มีค่าเป็นจำนวนเต็ม

12) จำนวน Location ทั้งหมด เท่ากับ 8 Location

13) จำนวนรหัสสินค้าทั้งหมดเท่ากับ 13 รหัสสินค้า

14) กำหนดค่า Penalty เท่ากับ 50 นาที

ตารางที่ 4.7 คำตอบจากโปรแกรม Lingo ในการตัดสินใจเลือกวางหรือไม่เลือกวางสินค้า (X_{ij}) (การทดลองที่ 1 แบบกำหนดค่า Penalty)

Location / รหัสสินค้า	08C07	08C19	08D25	08A13	08D30	08A25	08D44	08A42
1015R15B	0	0	0	0	0	0	0	1
1J12407	1	0	0	0	0	0	1	0
1001G12B	0	0	0	1	0	0	0	0
1501G12L	0	1	0	0	0	0	0	0
1501B15L	0	0	0	0	0	1	0	0
1500G11	0	0	0	0	1	0	0	0
1501L01	0	0	1	0	0	0	0	0
1501L01B	0	1	0	0	0	0	0	0
1B00407	0	0	1	0	0	0	0	0
1B01206L	0	1	0	0	0	0	0	0
1501J11	0	0	0	0	0	0	1	0
1B02500	0	0	1	0	0	0	0	0
1B17202	0	0	0	0	1	0	0	0
ความสามารถในการจัดวางสินค้า	57	57	57	15	57	57	57	87

จากตารางที่ 4.7 ตารางแสดงคำตอบจากการใช้โปรแกรม Lingo ในการตัดสินใจเลือกวางหรือไม่เลือกวางสินค้าของการทดลองที่ 1 คือ การใช้ Location เดิมในการวางแผนจัดวางสินค้าแบบกำหนดค่า Penalty โดยจะเห็นว่าความสามารถในการจัดวางสินค้าของแต่ละ Location จะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับโซน และในแต่ละรหัสสินค้าส่วนใหญ่มีการเลือกจัดวางมากกว่า 1 Location โดยจะแสดงขั้นตอนและผลของโปรแกรม Lingo ในภาคผนวก ข เนื่องจากผู้วิจัยได้กำหนดค่า Penalty ไว้ เท่ากับ 50 นาที เหตุผลที่ผู้วิจัยใช้ค่าคงที่นี้เนื่องจากได้ทำการทดลองโดยกำหนดค่าให้สูงขึ้นแต่คำตอบที่ได้จากโปรแกรม Lingo ไม่เปลี่ยน คือ มีการจัดวางใน Location เดียวกับค่าคงที่ที่ได้ทดลองก่อนหน้า ซึ่งการ

กำหนดค่า Penalty คือ ถ้าใน 1 รหัสสินค้ามีการจัดวางมากกว่า Location จะต้องเสียต้นทุนในการเคลื่อนย้ายสินค้าเพิ่มขึ้น 50 นาที เพื่อทำให้โปรแกรม Lingo เลือกให้แต่ละรหัสสินค้าจัดวางอยู่ใน Location เดียวกันมากขึ้น จากตารางจึงเห็นได้ว่ามีเพียงรหัสสินค้า 1J12407 เท่านั้นที่มีการจัดวางเป็น 2 Location เนื่องจากจำนวนพาเลตในการเข้าของรหัสสินค้านั้นมีมากกว่าความสามารถในการจัดวางสินค้าใน Location นั้นๆ ส่วนรหัสสินค้าอื่นมีการจัดวางเพียง Location เดียว

ตารางที่ 4.8 แสดงจำนวนพาเลตของการจัดวางสินค้า (Q_{ij}) (การทดลองที่ 1 แบบกำหนดค่า Penalty)

Location / รหัสสินค้า	08C07	08C19	08D25	08A13	08D30	08A25	08D44	08A42
1015R15B								65
1J12407	57						23	
1001G12B				15				
1501G12L		7						
1501B15L						46		
1500G11					49			
1501L01			10					
1501L01B		2						
1B00407			26					
1B01206L		48						
1501J11							21	
1B02500			20					
1B17202					4			
รวม	57	57	56	15	53	46	44	65

จากตารางที่ 4.8 เป็นตารางคำตอบจากการใช้โปรแกรม Lingo แสดงถึงจำนวนพาเลตของการเลือกจัดวางสินค้าในแต่ละ Location ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า การทดลองที่ 1 คือ การใช้ Location เดิมในการวางแผนจัดวางสินค้า แบบกำหนดค่า Penalty ใช้ระยะเวลาในการเคลื่อนย้ายสินค้าเข้าเท่ากับ 608.31 นาที โดยแสดงผลการคำนวณด้วยมือ ดังนี้

$0.73(57) + 1.13(57) + 1.33(56) + 1.43(15) + 1.5(53) + 1.83(46) + 1.97(44) + 2.4(65) = 608.31$ นาที

ตารางที่ 4.9 แสดงจำนวนพาเลตของการเลือกหยิบสินค้า (H_{ij}) (การทดลองที่ 1 แบบกำหนดค่า Penalty)

Location / รหัสสินค้า	08C07	08C19	08D25	08A13	08D30	08A25	08D44	08A42
1015R15B								57
1J12407	57						14	
1001G12B				14				
1501G12L		5						
1501B15L						35		
1500G11					40			
1501L01			7					
1501L01B		2						
1B00407			21					
1B01206L		41						
1501J11							21	
1B02500			18					
1B17202					4			
Total	57	48	46	14	44	35	35	57

ตารางที่ 4.9 เป็นตารางคำตอบจากการใช้โปรแกรม Lingo แสดงถึงจำนวนพาเลตของการเลือกหยิบสินค้าในแต่ละ Location โดยสรุปได้ว่า การทดลองที่ 1 คือ การใช้ Location เดิม ในการวางแผนจัดวางสินค้า แบบกำหนดค่า Penalty ใช้ระยะเวลาในการเคลื่อนย้ายสินค้าออกเท่ากับ 501.03 นาที โดยแสดงผลการคำนวณด้วยมือ ดังนี้

$$0.73(57) + 1.13(48) + 1.33(46) + 1.43(14) + 1.5(44) + 1.83(35) + 1.97(35) + 2.4(57) = 501.03 \text{ นาที}$$

ดังนั้น ผลการทดลองที่ 1 คือ การใช้ Location เดิมในการวางแผนจัดวางสินค้าแบบกำหนดค่า Penalty ใช้ระยะเวลาในการเคลื่อนย้ายสินค้าเข้าและออกทั้งหมดเท่ากับ 1,109.34 นาที และมีค่า Penalty เท่ากับ 50 นาที

ตารางที่ 4.10 การเปรียบเทียบผลการทดลองที่ 1

การทดลองที่ 1	เวลาที่ใช้ (นาที)	การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น (%)
แบบไม่กำหนดค่า Penalty	1,050.07	13.95 %
แบบกำหนดค่า Penalty	1,109.34	9.09 %
การจัดวางสินค้าของพนักงาน	1,220.24	-

จากตารางที่ 4.10 การเปรียบเทียบผลการทดลองที่ 1 คือ การใช้ Location เดิม ในการวางแผนจัดวางสินค้าระหว่างแบบไม่กำหนดค่า Penalty กับแบบกำหนดค่า Penalty ซึ่งเห็นได้ว่าถ้าไม่มีการกำหนดค่า Penalty สามารถช่วยลดระยะเวลาในการเคลื่อนย้ายสินค้าเมื่อเปรียบเทียบกับการจัดวางสินค้าของพนักงานเท่ากับ 13.95% และถ้ามีการกำหนดค่า Penalty สามารถช่วยลดระยะเวลาในการเคลื่อนย้ายสินค้าเมื่อเปรียบเทียบกับการจัดวางสินค้าของพนักงานเท่ากับ 9.09 % จึงเห็นได้ว่าถ้าไม่มีการกำหนดค่า Penalty จะสามารถช่วยลดระยะเวลาได้มากกว่า แต่เนื่องจากการจัดวางสินค้าที่มีประสิทธิภาพรหัสสินค้าเดียวกันควรมีการจัดวางใน Location เดียวกัน จึงสรุปได้ว่า การทดลองที่ 1 คือ การใช้ Location เดิม ในการวางแผนจัดวางสินค้า แบบกำหนดค่า Penalty จึงเป็นวิธีที่เหมาะสมมากกว่า ดังนั้น การทดลองถัดไป คือ การทดลองที่ 2 การเลือก Location ใหม่ในการวางแผนจัดวางสินค้าตามหลักทฤษฎี Fast Mover Closest to the Door จึงนำวิธีกำหนดค่า Penalty มาใช้ในการทดลองเท่านั้น

4.2 ผลการทดลองที่ 2 การเลือก Location ใหม่ในการวางแผนจัดวางสินค้าตามหลักทฤษฎี Fast Mover Closest to the Door

เนื่องจากตามหลักทฤษฎี Fast Mover Closest to the Door คือ สินค้าเคลื่อนไหวเร็วควรจัดวางในตำแหน่งใกล้ประตู ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือก Location ที่อยู่ใกล้ประตูมาทำการทดลอง โดยเริ่มจากการพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ก่อน จากนั้นจึงให้โปรแกรม Lingo ช่วยในการตัดสินใจว่าควรจัดวางสินค้าไว้ใน Location ใดจึงจะเหมาะสมที่สุด

จากการศึกษาแผนผังคลังสินค้าที่จัดเก็บแก้วใสแบบเต็มพาเลตของบริษัทกรณีศึกษา พบว่าโซนที่อยู่ใกล้ประตูที่สุด คือ โซน C และโซน D แต่เนื่องจากข้อจำกัดของเวลาในการหาคำตอบของโปรแกรม Lingo จึงเลือกเพียง Location ที่อยู่ในโซน C มาใช้ในการทดลอง โดยตั้งสมมติฐานให้ Location 08C01-08C08 เป็น Location ที่ว่างไม่มีการจัดวางสินค้าอยู่เลย โดยแสดงข้อมูลระยะเวลาในการ

เคลื่อนย้ายสินค้าในแต่ละ Location ดังตารางที่ 4.11 และข้อมูลจำนวนพาเลตในการเข้าและออกของแต่ละรหัสสินค้า ดังตารางที่ 4.12 ซึ่งเป็นข้อมูลเดียวกันกับการทดลองที่ 1 ดังนี้

ตารางที่ 4.11 ข้อมูลระยะเวลาในการเคลื่อนย้ายสินค้าในแต่ละ Location (การทดลองที่ 2)

Location	08C01	08C02	08C03	08C04	08C05	08C06	08C07	08C08
ระยะเวลา (นาที)	0.53	0.57	0.6	0.63	0.67	0.7	0.73	0.77

ตารางที่ 4.12 ข้อมูลการเข้าและออกของแต่ละรหัสสินค้า (การทดลองที่ 2)

no	รหัสสินค้า	แผนการผลิต	คำสั่งซื้อลูกค้า
1	1015R15B	65	57
2	1J12407	80	71
3	1001G12B	15	14
4	1501G12L	7	5
5	1501B15L	46	35
6	1500G11	49	40
7	1501L01	10	7
8	1501L01B	2	2
9	1B00407	26	21
10	1B01206L	48	41
11	1501J11	21	15
12	1B02500	20	18
13	1B17202	4	4
Total		393	330

จากข้อมูลดังกล่าวสามารถพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

Objective function (การทดลองที่ 2)

Minimize:

$$Z=\left(\sum_{i=1}^{k}\sum_{j=1}^{n}C_i\left(Q_{ij}+H_{ij}\right)\right)+\sum_{j=1}^{n}D\left(\left(\sum_{i=1}^{k}X_{ij}\right)-1\right) \quad (1)$$

Subject to

$$\sum_{i=1}^{k}X_{ij}\geq 1,\ for\ all\ j \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^{k}X_{ij}\leq 3,\ for\ all\ j \quad (3)$$

$$\sum_{j=1}^{n}X_{ij}\leq 3,\ for\ all\ i \quad (4)$$

$$\sum_{i=1}^{k}Q_{ij}=P_j,\ for\ all\ j \quad (5)$$

$$\sum_{i=1}^{k}H_{ij}=O_j,\ for\ all\ j \quad (6)$$

$$\sum_{j=1}^{n}Q_{ij}\leq 57,\ for\ all\ i \quad (7)$$

$$MX_{ij}\geq Q_{ij},\ for\ all\ i,j \quad (8)$$

$$Q_{ij}\geq H_{ij},\ for\ all\ i,j \quad (9)$$

$$X_{ij}\in\{0,1\},\ for\ all\ i,j \quad (10)$$

$$Q_{ij},H_{ij}\in Integer \quad (11)$$

$$k=8 \quad (12)$$

$$n=13 \quad (13)$$

$$D=2 \quad (14)$$

กำหนดให้

j= 1,2,3,……,13

i= 1,2,3,……,8

โดยที่

Z	เป็นระยะเวลาในการเคลื่อนย้ายสินค้าเข้าและออกที่ต่ำที่สุด
C_i	เป็นระยะเวลาในการเคลื่อนย้ายสินค้าของ Location i
X_{ij}	เป็นตัวแปรตัดสินใจในการเลือก Location i ของรหัสสินค้า j
Q_{ij}	เป็นจำนวนพาเลตที่ตัวแปรตัดสินใจเลือกวางของ Location i รหัสสินค้า j
H_{ij}	เป็นจำนวนพาเลตที่ตัวแปรตัดสินใจเลือกหยิบของ Location i รหัสสินค้า j
P_j	เป็นจำนวนพาเลตที่มีการเข้ามาในคลังสินค้าของแต่ละรหัสสินค้า j
O_j	เป็นจำนวนพาเลตที่มีการออกจากคลังสินค้าของแต่ละรหัสสินค้า j
k	เป็นจำนวนทั้งหมดของ Location i
n	เป็นจำนวนทั้งหมดของรหัสสินค้า j
M	เป็นการกำหนดค่าที่มากที่สุดที่ใช้ในการคำนวณ
D	เป็นค่า Penalty ที่ได้กำหนดขึ้น

สามารถอธิบายสมการได้ ดังนี้

1) สมการวัตถุประสงค์ คือ เพื่อให้ระยะเวลาในการเคลื่อนย้ายสินค้าเข้าออกต่ำที่สุด ซึ่งเกิดจากผลรวมของระยะเวลาในการเคลื่อนย้ายสินค้าเข้าและออกของรหัสสินค้า i ใน Location j ทั้งหมด โดยรวมกับค่า Penalty ที่ได้กำหนดไว้

2) ผลรวมของตัวแปรตัดสินใจในการเลือกวางของรหัสสินค้า j ใน Location i มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 1 คือ ในแต่ละรหัสสินค้าต้องมีการวางอย่างน้อย 1 Location

3) ผลรวมของตัวแปรตัดสินใจในการเลือกวางของรหัสสินค้า j ใน Location i มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 3 คือ ในแต่ละรหัสสินค้าสามารถเลือกวางได้ไม่เกิน 3 Location

4) ผลรวมของตัวแปรตัดสินใจในการเลือกวางของรหัสสินค้า j ใน Location i มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 3 คือ ในแต่ละ Location สามารถเลือกวางได้ไม่เกิน 3 รหัสสินค้า

5) ผลรวมของจำนวนพาเลตที่ตัวแปรตัดสินใจเลือกวางในแต่ละ Location i ของรหัสสินค้า j มีค่าเท่ากับจำนวนพาเลตการเข้าของรหัสสินค้า j

6) ผลรวมของจำนวนพาเลตที่ตัวแปรตัดสินใจเลือกหยิบในแต่ละ Location i ของรหัสสินค้า j มีค่าเท่ากับจำนวนพาเลตการออกของรหัสสินค้า j

7) ผลรวมจำนวนพาเลตที่ตัวแปรตัดสินใจเลือกวางในแต่ละ Location i ของรหัสสินค้า j มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับความสามารถในการจัดวางสินค้าของแต่ละ Location i มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 57 พาเลต

8) ตัวแปร Big M เป็นตัวแปรที่สร้างขึ้น โดยกำหนดค่าให้มากที่สุดที่ใช้ในการคำนวณ เพื่อช่วยในการคุมตัวแปร X_{ij} กับ ตัวแปร Q_{ij} เพื่อให้เป็นตัวแปรที่อยู่คู่กัน

9) จำนวนพาเลตที่ตัวแปรตัดสินใจเลือกวางในแต่ละ Location i ของรหัสสินค้า j ต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับจำนวนพาเลตที่ตัวแปรตัดสินใจเลือกหยิบในแต่ละ Location i ของรหัสสินค้า j เสมอ

10) ตัวแปรตัดสินใจในการเลือกวาง Location i ของรหัสสินค้า j ถ้าถูกเลือกวางมีค่าเป็น 1 ถ้าไม่ถูกเลือกวางมีค่าเป็น 0

11) จำนวนพาเลตที่ตัวแปรตัดสินใจเลือกวางใน Location i ของรหัสสินค้า j และจำนวนพาเลตที่ตัวแปรตัดสินใจเลือกหยิบใน Location i ของรหัสสินค้า j มีค่าเป็นจำนวนเต็ม

12) จำนวน Location ทั้งหมด เท่ากับ 8 Location

13) จำนวนรหัสสินค้าทั้งหมดเท่ากับ 13 รหัสสินค้า

14) กำหนดค่า Penalty เท่ากับ 2 นาที

ตารางที่ 4.13 คำตอบของโปรแกรม Lingo ในการตัดสินใจเลือกวางหรือไม่เลือกวางสินค้า (X_{ij}) (การทดลองที่ 2)

Location / รหัสสินค้า	08C01	08C02	08C03	08C04	08C05	08C06	08C07	08C08
1015R15B	0	1	0	0	0	0	1	0
1J12407	1	0	0	0	0	0	1	0
1001G12B	0	0	0	1	0	0	0	0
1501G12L	0	0	1	0	0	0	0	0
1501B15L	0	0	0	0	1	0	0	0
1500G11	0	0	0	0	0	1	0	0
1501L01	0	0	0	0	1	0	0	0
1501L01B	0	0	1	0	0	0	0	0
1B00407	0	0	0	0	0	0	1	0
1B01206L	0	0	1	0	0	0	0	0

ตารางที่ 4.13 คำตอบของโปรแกรม Lingo ในการตัดสินใจเลือกวางหรือไม่เลือกวางสินค้า (X_{ij}) (การทดลองที่ 2) (ต่อ)

Location / รหัสสินค้า	08C01	08C02	08C03	08C04	08C05	08C06	08C07	08C08
1501J11	0	0	0	1	0	0	0	0
1B02500	0	0	0	1	0	0	0	0
1B17202	0	0	0	0	0	1	0	0
ความสามารถในการวางสินค้า	57	57	57	57	57	57	57	57

ตารางที่ 4.13 ตารางคำตอบจากการใช้โปรแกรม Lingo ในการตัดสินใจเลือกวางหรือไม่เลือกวางสินค้าในแต่ละ Location ของการทดลองที่ 2 คือ การเลือก Location ใหม่ในการวางแผนจัดวางสินค้าตามหลักทฤษฎี Fast Mover Closest to the Door แบบกำหนดค่า Penalty โดยวิธีการและคำตอบของโปรแกรม Lingo จะแสดงในภาคผนวก ค จากตารางเห็นได้ว่า Location 08C08 ไม่ได้ถูกเลือกให้จัดวางสินค้า เนื่องจากเป็น Location ที่ใช้ระยะเวลาในการเคลื่อนย้ายสินค้ามากที่สุด และความสามารถในการจัดวางสินค้าในแต่ละ Location มีจำนวน 57 พาเลต ทำให้บางรหัสสินค้าจำเป็นต้องมีการจัดวางมากกว่า 1 Location และจากการกำหนดค่า Penalty เท่ากับ 2 นาที คือ ถ้า 1 รหัสสินค้ามีการวางมากกว่า 1 Location จะต้องเสียต้นทุนเพิ่มขึ้น 2 นาที ดังนั้น จึงมีจำนวน 2 รหัสสินค้า คือ รหัส 1015R15B และรหัส 1J12407 ที่มีการจัดวางเป็น 2 Location เนื่องจากจำนวนพาเลตในการเข้าของรหัสสินค้านั้นมีมากกว่าความสามารถในการจัดวางสินค้าต่อ 1 Location

ตารางที่ 4.14 แสดงจำนวนพาเลตของการตัดสินใจเลือกวางสินค้า (Q_{ij}) (การทดลองที่ 2)

Location / รหัสสินค้า	08C01	08C02	08C03	08C04	08C05	08C06	08C07
1015R15B		57					8
1J12407	57						23
1001G12B				15			
1501G12L			7				
1501B15L					46		

ตารางที่ 4.14 แสดงจำนวนพาเลตของการตัดสินใจเลือกวางสินค้า (Q_{ij}) (การทดลองที่ 2) (ต่อ)

Location / รหัสสินค้า	08C01	08C02	08C03	08C04	08C05	08C06	08C07
1500G11						49	
1501L01					10		
1501L01B			2				
1B00407							26
1B01206L			48				
1501J11				21			
1B02500				20			
1B17202						4	
รวม	57	57	57	56	56	53	57

จากตารางที่ 4.14 ตารางคำตอบจากการใช้โปรแกรม Lingo แสดงจำนวนพาเลตของการตัดสินใจเลือกจัดวางสินค้าของการทดลองที่ 2 คือ การเลือก Location ใหม่ในการวางแผนจัดวางสินค้า ตามหลักทฤษฎี Fast Mover Closest to the Door แบบกำหนดค่า Penalty โดยจะเห็นได้ว่าในแต่ละ Location การจัดวางสินค้าจะไม่เกิน 57 พาเลต เนื่องจากได้กำหนดความสามารถในการจัดวางสินค้าในแต่ละ Location ไว้ โดยสรุปได้ว่า การทดลองที่ 2 ใช้ระยะเวลาในการเคลื่อนย้ายสินค้าเข้าเท่ากับ 248.41 นาที โดยแสดงผลการคำนวณด้วยมือ ดังนี้

(0.53(57) + 0.57(57) + 0.6(57) + 0.63(56) + 0.67(56) + 0.7(53) + 0.73(57) + 0.77(0)) = 248.41 นาที

ตารางที่ 4.15 แสดงจำนวนพาเลตของการตัดสินใจเลือกหยิบสินค้า (H_{ij}) (การทดลองที่ 2)

Location / รหัสสินค้า	08C01	08C02	08C03	08C04	08C05	08C06	08C07
1015R15B		57					
1J12407	57						14

ตารางที่ 4.15 แสดงจำนวนพาเลตของการตัดสินใจเลือกหยิบสินค้า (H_{ij}) (การทดลองที่ 2) (ต่อ)

Location / รหัสสินค้า	08C01	08C02	08C03	08C04	08C05	08C06	08C07
1001G12B				14			
1501G12L			5				
1501B15L					35		
1500G11						40	
1501L01					7		
1501L01B			2				
1B00407							21
1B01206L			41				
1501J11				15			
1B02500				18			
1B17202						4	
รวม	57	57	48	47	42	44	35

จากตารางที่ 4.15 เป็นตารางคำตอบจากการใช้โปรแกรม Lingo แสดงจำนวนพาเลตของการตัดสินใจในการเลือกหยิบสินค้าในแต่ละ Location ของการทดลองที่ 2 คือ การเลือก Location ใหม่ในการวางแผนจัดวางสินค้า ตามหลักทฤษฎี Fast Mover Closest to the Door แบบกำหนดค่า Penalty จากตารางจะเห็นได้ว่า Location 08C07 มีผลรวมของจำนวนพาเลตในการเคลื่อนย้ายสินค้าออกที่น้อยที่สุด เนื่องจากเป็น Location ที่ใช้ระยะเวลาในการเคลื่อนย้ายสินค้ามากที่สุด โดยสรุปได้ว่า การทดลองที่ 2 ใช้ระยะเวลาในการเคลื่อนย้ายสินค้าออกเท่ากับ 205.6 นาที โดยแสดงผลการคำนวณด้วยมือ ดังนี้

$$(0.53(57) + 0.57(57) + 0.6(48) + 0.63(47) + 0.67(42) + 0.7(44) + 0.73(35) + 0.77(0)) = 205.6 \text{ นาที}$$

ดังนั้น ผลการทดลองที่ 2 คือ การเลือก Location ใหม่ในการวางแผนจัดวางสินค้าตามหลักทฤษฎี Fast Mover Closest to the Door แบบกำหนดค่า Penalty ใช้ระยะเวลาในการเคลื่อนย้ายสินค้าเข้าและออกทั้งหมดเท่ากับ 454.01 นาที และมีค่า Penalty เท่ากับ 4 นาที

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

4.3 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองทั้ง 2 รูปแบบนั้น เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับการวางแผนจัดวางสินค้าของพนักงาน พบว่าการทดลองที่ 1 คือ การวางแผนจัดวางสินค้าโดยใช้ Location เดิมแบบกำหนดค่า Penalty ใช้ระยะเวลาในการเคลื่อนย้ายสินค้าเข้าและออกทั้งหมด 1,109.34 นาที และการทดลองที่ 2 คือ การเลือก Location ใหม่ในการวางแผนจัดวางสินค้า ตามหลักทฤษฎี Fast Mover Closest to the Door แบบกำหนดค่า Penalty ใช้ระยะเวลาในการเคลื่อนย้ายสินค้าเข้าและออกทั้งหมด 454.01 นาที ดังตารางที่ 4.16 แสดงการเปรียบเทียบผลการทดลองที่ 1 และผลการทดลองที่ 2 ดังนี้

ตารางที่ 4.16 การเปรียบเทียบผลการทดลองที่ 1 และผลการทดลองที่ 2

การทดลอง	เวลาที่ใช้ (นาที)	การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น (%)
การทดลองที่ 1	1,109.34	9.09 %
การทดลองที่ 2	454.01	62.79 %
การจัดวางสินค้าของพนักงาน	1,220.24	-

จากตารางแสดงให้เห็นว่า การทดลองที่ 1 สามารถลดระยะเวลาลง 9.09 % เมื่อเทียบกับการวางแผนจัดวางสินค้าของพนักงาน และการทดลองที่ 2 สามารถลดระยะเวลาลง 62.79 % เมื่อเทียบกับการวางแผนจัดวางสินค้าของพนักงาน ดังนั้นจากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่า การทดลองที่ 2 คือ การเลือก Location ใหม่ในการวางแผนจัดวางสินค้าตามหลักทฤษฎี Fast Mover Closest to the Door มีประสิทธิภาพในการเคลื่อนย้ายสินค้าได้ดีกว่าการทดลองที่ 1 คือ การวางแผนจัดวางสินค้าโดยใช้ Location เดิม