



บทที่ 4

การทดลองใช้ตัวแบบการจัดสรรพื้นที่ชั้นวาง และการจัดการสินค้าคงคลังภายในร้านค้าปลีกตัวอย่าง

การใช้ตัวแบบการจัดสรรพื้นที่ชั้นวางและการจัดการสินค้าคงคลังภายใต้ข้อจำกัดของพื้นที่ชั้นวางและขนาดของคลังสินค้าให้แก่ร้านค้าปลีกนั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องศึกษาให้เกิดความเข้าใจในระบบการดำเนินงานของร้านค้าปลีก เพื่อนำข้อมูลต่าง ๆ มาใช้วิเคราะห์ในการสร้างตัวแบบการจัดสรรพื้นที่ชั้นวางและกำหนดนโยบายสินค้าคงคลังได้อย่างถูกต้อง งานวิจัยนี้จึงได้ดำเนินการทดลองใช้ตัวแบบการจัดสรรพื้นที่ชั้นวางที่ได้พัฒนาขึ้นมาดังที่ได้กล่าวรายละเอียดไว้แล้วในบทที่ 3 กับร้านค้าปลีกตัวอย่าง เพื่อทดสอบว่าตัวแบบดังกล่าวจะสามารถถูกนำไปใช้ตามวัตถุประสงค์ของการทำวิจัยหรือไม่

ร้านค้าปลีกตัวอย่าง

ร้านค้าปลีกตัวอย่างจัดเป็นร้านค้าแบบซูเปอร์มาร์เก็ต (Supermarket) ขนาดเล็ก มีสถานที่ตั้งอยู่ในเขตชุมชนของกรุงเทพมหานคร ดำเนินงานในลักษณะร้านค้าสวัสดิการขึ้นกับหน่วยงานทางราชการ โดยร้านค้าปลีกแห่งนี้เปิดบริการมากกว่า 10 ปีและมีกลุ่มลูกค้าเป็นบุคลากรภายในหน่วยงานนั้น ร้านค้าปลีกตัวอย่างมีสินค้าภายในความดูแลประมาณ 1500 รายการ เปิดบริการวันจันทร์ถึงวันศุกร์ ช่วงเวลา 7.00-18.00 น. เว้นวันหยุดราชการ ประมาณการวันทำงาน 22 วันต่อเดือน การจัดสรรพื้นที่ชั้นวางในปัจจุบันยังไม่มีหลักการ พนักงานใช้ประสบการณ์ของตนในการจัดการกับปัญหาการจัดสรรพื้นที่และการจัดการสินค้าคงคลัง ร้านค้าปลีกแห่งนี้ไม่เคยเก็บรวบรวมข้อมูลยอดขายสินค้าในอดีตได้เลย สำหรับด้านการจัดการระบบสินค้าคงคลังนั้น ร้านค้าปลีกมีพนักงานจำนวน 3 คนทำหน้าที่เบิกจ่ายสินค้าและจัดความเรียบร้อยของสินค้าทั้งภายในร้านและคลังสินค้า ทุกครั้งที่มีการเบิกจ่ายสินค้าจากคลังพนักงานต้องจัดทำรายงานการเบิกจ่ายสินค้า มีการตรวจนับสินค้าคงคลังเดือนละครั้งเพื่อให้ผู้จัดการร้านสามารถประมาณการสินค้าคงเหลือได้ ผู้จัดการร้านค้าปลีกเป็นผู้ทำเรื่องเสนอของอนุมัติสั่งซื้อสินค้าแต่เพียงผู้เดียว ในแต่ละครั้งของการสั่งซื้อผู้จัดการจำหน่ายสินค้าจะเป็นผู้ติดต่อเข้ามาเพื่อคำสั่งซื้อ มิไม่บ่อยครั้งนักที่ผู้จัดการร้านค้าจำเป็นที่จะต้องติดต่อไปยังผู้จัดการจำหน่ายเอง โดยสรุปร้านค้าปลีกแห่งนี้นับเป็นตัวอย่างสำหรับร้านค้าปลีกแบบซูเปอร์มาร์เก็ตขนาดเล็กในประเทศไทยที่ยังขาดระบบการบริหารชั้นวางสินค้า และการกำหนดนโยบายสินค้าคงคลังอย่างมีหลักเกณฑ์

ช่วงเวลาในการดำเนินการทดลอง

ช่วงเวลาในการดำเนินการทดลองเพื่อเก็บข้อมูลต่าง ๆ อยู่ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2540 จนถึงเดือนต้นเดือนมีนาคม 2541

หมวดสินค้าตัวอย่าง

ร้านค้าปลีกตัวอย่างแห่งนี้มีสินค้าอยู่ในความดูแลทั้งสิ้นประมาณ 1500 รายการ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้เลือกศึกษาเฉพาะหมวดตัวอย่างเพียง 1 หมวดสินค้าในร้านค้าปลีกนี้เท่านั้นคือ หมวดสินค้าผงซักฟอกสำเร็จรูปขนาด 200 กรัม เป็นหมวดสินค้าตัวอย่าง หรือหมวดสินค้าทดสอบ เหตุผลที่เลือกสินค้าหมวดนี้มีดังต่อไปนี้

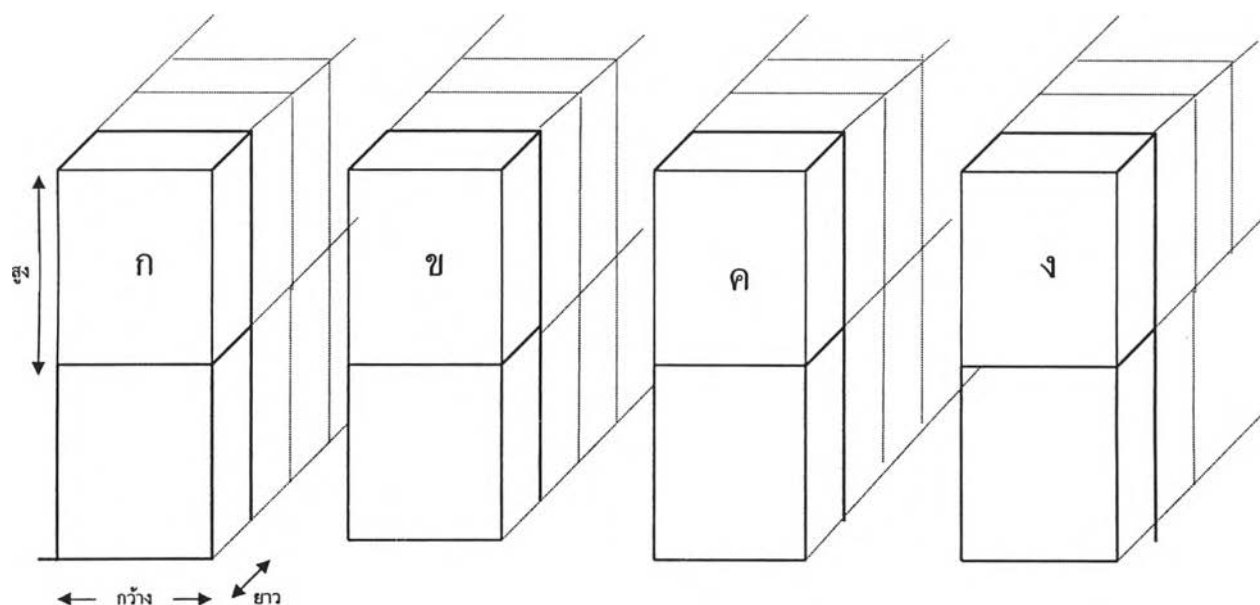
1. หมวดสินค้าตัวอย่างนี้เป็นหมวดสินค้าที่ได้รับความยินยอมจากผู้จัดการร้านค้าปลีก ตัวอย่างให้ดำเนินการวิจัยทดลองได้
2. จำนวนสินค้าภายในกลุ่มมี 4 รายการหรือยี่ห้อ ($k = 4$) ประกอบไปด้วยสินค้า ก สินค้า ข สินค้า ค และสินค้า ง ซึ่งไม่มากหรือน้อยเกินไป
3. คุณสมบัติของสินค้า ราคาขาย และตำแหน่งในการจัดวางสินค้าภายในกลุ่มมีความใกล้เคียงกันเพื่อหลีกเลี่ยงผลกระทบอื่นใดที่อาจส่งผลต่อยอดขายสินค้า เนื่องจาก Curhan (1972) ตั้งสมมติฐานว่าขนาดบรรจุภัณฑ์ ราคาขาย และตำแหน่งในการจัดวางสินค้าของสินค้าถือเป็นปัจจัยที่อาจส่งผลกระทบต่อความยืดหยุ่นของพื้นที่ชั้นวางได้
4. พื้นที่ชั้นวางที่ร้านค้าปลีกแห่งนี้จัดสรรให้แก่หมวดสินค้าตัวอย่างในปัจจุบันคือจัดอยู่บนชั้นวางที่มีขนาด กว้าง x ยาว x สูง (1.20 x 0.5 x 0.37) เมตร ซึ่งมากพอที่จะใช้ในการแปรค่าส่วนผสมการจัดสรรพื้นที่ชั้นวางในการดำเนินการทดลอง เพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ที่จำเป็นสำหรับตัวแบบ

สำหรับกลุ่มผู้บริโภคสินค้าของหมวดสินค้าตัวอย่างนี้คือกลุ่มข้าราชการที่ทำงานภายในองค์กรที่ร้านค้าปลีกตัวอย่างแห่งนี้ขึ้นตรงด้วย รายละเอียดทั่วไปของสินค้าในหมวดนี้แสดงไว้ในตาราง 4.1 ซึ่งแสดงถึงข้อมูลจริงในช่วงการทำวิจัย

ตารางที่ 4.1

รายละเอียดทั่วไปของสินค้า

สินค้า	ต้นทุนต่อหน่วย (บาทต่อหน่วย)	ราคาขาย (บาทต่อหน่วย)	ความกว้างของ สินค้า (ซม.)	ความยาวของ สินค้า (ซม.)	ความสูงของ สินค้า (ซม.)
ก	8.06	10.00	11.50	3.70	15.00
ข	9.33	10.00	11.50	3.70	14.80
ค	9.03	9.75	13.00	3.70	15.80
ง	7.34	9.00	11.50	3.50	15.00



รูปที่ 4.1 ลักษณะการวางสินค้าบนชั้นวางต่อขา

ตัวแบบยอดขายสินค้าในแต่ละรายการ(D_i)

พิจารณาสมการความสัมพันธ์ของยอดขายสินค้า (สมการที่ 3.5 ในบทที่ 3)

$D_i (f_1, f_2, f_3, \dots, f_k)$ ซึ่งแสดงด้วยสมการดังนี้

$$D_i = \begin{cases} 0 & \text{เมื่อ } f_i = 0 \\ \alpha_i f_i^{\beta_i} \prod_{j \neq i, j=1}^k f_j^{\delta_{ij}} & \text{เมื่อ } f_i > 0 \text{ และสินค้า } i \text{ จัดอยู่ในประเภท A } (i=1, 2, \dots, m) \\ \mu_i & \text{เมื่อ } f_i > 0 \text{ และสินค้า } i \text{ จัดอยู่ในประเภท B } (i=m+1, m+2, \dots, k) \end{cases}$$

โดยที่ D_i คือ ยอดขายสินค้ารายการที่ i เมื่อ $i = 1, 2, 3, \dots, k$

α_i คือ ค่าคงที่ (Scaling constant)

f_i คือ พื้นที่ชั้นวางที่จัดสรรในรูปของจำนวนขา (Facing) สำหรับสินค้ารายการที่ i โดยที่ $f_i \geq 0$

β_i คือ ค่าความยืดหยุ่นทางตรงของพื้นที่ชั้นวาง (Direct shelf-space elasticity) ซึ่งใช้วัดความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงของยอดขายสินค้ารายการที่ i ที่ได้รับผลจากการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ชั้นวางที่จัดสรรให้แก่สินค้ารายการที่ i ($\beta_i \neq 0$)

- δ_{ij} คือ ค่าความยืดหยุ่นตามขวางของพื้นที่ชั้นวาง (Cross shelf-space elasticity) ซึ่งใช้วัดความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงของยอดขายสินค้ารายการที่ i ที่ได้รับผลจากการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ชั้นวางที่จัดสรรให้แก่อินค้ารายการที่ j ($\delta_{ij} \neq 0$)
- μ_i คือ ค่าเฉลี่ยของยอดขายสินค้ารายการที่ i

เนื่องจากในสภาพความเป็นจริงของการดำเนินงานภายในร้านค้าปลีก ยอดขายสินค้าขึ้นอยู่กับปัจจัยทางการตลาดมากมาย ผู้วิจัยจึงได้กำหนดช่วงเวลาในการทดลองที่ไม่ยาวนานมากนัก เพื่อให้ผู้วิจัยสามารถควบคุม หรือสมมติให้ส่วนผสมทางการตลาดอื่น ๆ นอกเหนือจากการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการจัดสรรพื้นที่ชั้นวางคงที่ได้ จากตัวแบบยอดขายสินค้าจะเห็นได้ว่าพารามิเตอร์ที่ต้องนำมาประมาณค่าสำหรับร้านค้าปลีกตัวอย่างแยกเป็น 2 กรณี ขึ้นอยู่กับประเภทสินค้าดังนี้

กรณีที่ 1 เมื่อ $f_i > 0$ และสินค้า i จัดอยู่ในประเภท A พารามิเตอร์ที่ต้องประมาณทั้งสิ้นมี 3 ตัว ได้แก่ α_i , β_i และ δ_{ij}

กรณีที่ 2 เมื่อ $f_i > 0$ และสินค้า i จัดอยู่ในประเภท B พารามิเตอร์ที่ต้องประมาณได้แก่ μ_i

ดังนั้นการประมาณพารามิเตอร์ในตัวแบบจำลองยอดขายสินค้าในแต่ละรายการจึงขึ้นอยู่กับสินค้าแต่ละรายการในหมวดสินค้าตัวอย่างว่าจัดอยู่ในกลุ่มสินค้าประเภทใด ดังนั้นการออกแบบการวิจัยเชิงทดลองจึงต้องออกแบบเพื่อทดสอบว่าสินค้าแต่ละรายการจัดอยู่ในสินค้าประเภท A หรือประเภท B เสียก่อน

1. วิจัยเชิงทดลองเพื่อจัดประเภทสินค้า

1.1 วัตถุประสงค์

การวิจัยเชิงทดลองนี้ผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อจัดประเภทสินค้าแต่ละรายการในร้านค้าปลีกตัวอย่าง ผู้วิจัยได้ออกแบบการวิจัยเชิงทดลองเพื่อทดสอบว่าสินค้าแต่ละรายการจัดอยู่ในประเภทของสินค้า A หรือประเภท B โดยที่ถ้าสินค้าจัดอยู่ในประเภท A ยอดขายสินค้าจะมีความสัมพันธ์กับส่วนผสมการจัดสรรพื้นที่ชั้นวาง ดังสมการต่อไปนี้

$$D_i = \begin{cases} 0 & \text{เมื่อ } f_i=0 \\ \propto_i f_i^{\beta_i} \prod_{j \neq i, j=1}^4 f_j^{\delta_{ij}} & \text{เมื่อ } f_i > 0 \end{cases}$$

1.2 การตั้งสมมติฐาน

ในกรณีที่ $f_i=0$ ยอดขายสินค้า (D_i) เป็น 0 ไม่ว่าสินค้านั้นจะจัดอยู่ในประเภท A หรือประเภท B ดังนั้นในการจัดประเภทสินค้าจึงทดสอบเฉพาะกรณีที่ $f_i > 0$ สมมติฐานการวิจัยสำหรับหมวดสินค้าตัวอย่างในร้านค้าปลีกแห่งนี้จึงเป็น 4 สมมติฐานแยกตามสินค้าแต่ละรายการดังนี้

H_1 : สินค้า ก จัดอยู่ในกลุ่มสินค้าประเภท A หรือ

$$D_1 = \propto_1 f_1^{\beta_1} \prod_{j \neq 1, j=1}^4 f_j^{\delta_{1j}} \quad \text{เมื่อ } f_1 > 0$$

H_2 : สินค้า ข จัดอยู่ในกลุ่มสินค้าประเภท A หรือ

$$D_2 = \propto_2 f_2^{\beta_2} \prod_{j \neq 2, j=1}^4 f_j^{\delta_{2j}} \quad \text{เมื่อ } f_2 > 0$$

H_3 : สินค้า ค จัดอยู่ในกลุ่มสินค้าประเภท A หรือ

$$D_3 = \propto_3 f_3^{\beta_3} \prod_{j \neq 3, j=1}^4 f_j^{\delta_{3j}} \quad \text{เมื่อ } f_3 > 0$$

H_4 : สินค้า ง จัดอยู่ในกลุ่มสินค้าประเภท A หรือ

$$D_4 = \propto_4 f_4^{\beta_4} \prod_{j \neq 4, j=1}^4 f_j^{\delta_{4j}} \quad \text{เมื่อ } f_4 > 0$$

โดยที่ D_i คือ ยอดขายสินค้ารายการที่ i โดยที่ $i = 1, 2, 3, \dots, k$

\propto_i คือ ค่าคงที่ (Scaling constant)

f_i คือ พื้นที่ชั้นวางที่จัดสรรในรูปของจำนวนขา (Facing) สำหรับสินค้ารายการที่ i โดยที่ $f_i \geq 0$

- β_i คือ ค่าความยืดหยุ่นทางตรงของพื้นที่ชั้นวาง (Direct shelf-space elasticity) ซึ่งใช้วัดความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงของยอดขายสินค้ารายการที่ i ที่ได้รับผลจากการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ชั้นวางที่จัดสรรให้แก่สินค้ารายการที่ i ($\beta_i \neq 0$)
- δ_{ij} คือ ค่าความยืดหยุ่นตามขวางของพื้นที่ชั้นวาง (Cross shelf-space elasticity) ซึ่งใช้วัดความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงของยอดขายสินค้ารายการที่ i ที่ได้รับผลจากการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ชั้นวางที่จัดสรรให้แก่สินค้ารายการที่ j ($\delta_{ij} \neq 0$)

1.3 ตัวแปร (Variable)

1.3.1 ตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น (Independent variables) ในที่นี้คือส่วนผสมของการจัดสรรพื้นที่ชั้นวางให้แก่สินค้าในหมวดสินค้าตัวอย่าง ได้แก่

จำนวนขาของสินค้า ก	เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ f_1
จำนวนขาของสินค้า ข	เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ f_2
จำนวนขาของสินค้า ค	เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ f_3
จำนวนขาของสินค้า ง	เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ f_4

โดยที่ตัวแปรอิสระทั้งหมดเป็นตัวแปรอิสระที่สามารถจัดกระทำได้ (Active variable) เนื่องจากการดำเนินการของผู้วิจัยเอง และมีค่าในเชิงปริมาณที่ไม่ต่อเนื่องเป็น 0 ขา หรือ 1 ขา หรือ 2 ขา หรือค่าจำนวนนับอื่น ๆ ได้

1.3.2 ตัวแปรตาม (Dependent variables) ได้แก่ ยอดขายสินค้าทั้ง 4 ยี่ห้อ

ยอดขายสินค้า ก	เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์	D_1
ยอดขายสินค้า ข	เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์	D_2
ยอดขายสินค้า ค	เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์	D_3
ยอดขายสินค้า ง	เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์	D_4

โดยที่ตัวแปรตามทั้งหมดเป็นตัวแปรในเชิงปริมาณที่ไม่ต่อเนื่อง และวัดค่าได้เป็น 0 หน่วย หรือ 1 หน่วย หรือ 2 หน่วย หรือค่าจำนวนนับอื่น ๆ ได้

1.3.3 ตัวแปรแทรกซ้อน (Extraneous variable)

ในขณะที่ทำการทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตาม ตัวแปรที่อาจมีผลต่อตัวแปรตามหรือยอดขายสินค้า นอกเหนือจากตัวแปรต้นหรือรูปแบบการจัดสรรพื้นที่ชั้นวาง และถือเป็นตัวแปรแทรกซ้อนที่ต้องนำมาพิจารณาคือวันของสัปดาห์ (Day) ดังนั้น เพื่อให้การสรุปผลการทดลองไม่ผิดพลาด ผู้วิจัยจึงวิเคราะห์ว่าวันของสัปดาห์เป็นตัวแปรแทรกซ้อน สำหรับการวิจัยทดลองนี้หรือไม่ อีกนัยหนึ่งคือวิเคราะห์ว่ายอดขายสินค้าแต่ละรายการเปลี่ยนแปลงไปตามวันของสัปดาห์หรือไม่ ถ้าวันของสัปดาห์เป็นตัวแปรแทรกซ้อนจริง ผู้วิจัยต้องควบคุมให้มีความเท่าเทียมกัน (Equivalent) ในระหว่างกลุ่มต่าง ๆ จำแนกตามตัวแปรต้นที่ศึกษา มิฉะนั้นยอดขายสินค้าอาจแตกต่างกันเพราะวันของสัปดาห์ก็ได้ วิธีการควบคุมให้เท่าเทียมกันคือการเก็บค่าตัวแปรตามเมื่อกำหนดตัวแปรต้นภายในวันของสัปดาห์ที่เหมือนกัน

ตัวแปรวันของสัปดาห์ถือเป็นตัวแปรในเชิงคุณลักษณะ (Quantitative variable) การแปรค่าตัวแปรนี้จะแปรในมาตรฐานบัญญัติ (Nominal scale) โดยที่อาจแปรค่าเป็นวันจันทร์ วันอังคาร วันพุธ วันพฤหัสบดี และวันศุกร์ เนื่องจากเป็นวันที่ร้านค้าปลีกเปิดทำการ

Day =	}	1	แทนวันจันทร์
		2	แทนวันอังคาร
		3	แทนวันพุธ
		4	แทนวันพฤหัสบดี
		5	แทนวันศุกร์

1.4 วิธีการวิจัยเชิงทดลอง

เนื่องจากผู้วิจัยตั้งสมมติฐานว่าสินค้ารายการที่ i เป็นสินค้าประเภท A คือสันนิษฐานว่ายอดขายสินค้ารายการที่ i เป็นผลมาจากรูปแบบการจัดสรรพื้นที่ชั้นวางด้วยสมการกำลัง (Multi-power function) ดังสมการที่ 3.3 ดังนั้นจึงต้องทำการทดลองเพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ดังกล่าว การทดลองถูกออกแบบขึ้นโดยการสร้างสถานการณ์จำลองในร้านค้าปลีกตัวอย่าง และทดลองในบริเวณทดสอบคือชั้นวางทดสอบ ซึ่งเป็นชั้นวางที่ร้านค้าปลีกตัวอย่างจัดสรรให้แก่หมวดสินค้าตัวอย่าง มีขนาดกว้าง x ยาว x สูง (1.20 x 0.50 x 0.37) เมตร การทดลองดำเนินการโดยให้กลุ่มผู้ถูกทดลองหรือกลุ่มผู้บริโภคนในหมวดสินค้าตัวอย่างรับตัวแปรที่ต้องการทดสอบ (Treatment variable) และวัดผลตัวแปรตามที่เกิดขึ้นจากการที่กลุ่มผู้ถูกทดลองได้รับการกระตุ้นจากตัวแปรที่ต้องการทดสอบ

1.4.1 กลุ่มผู้ถูกทดลอง

กลุ่มผู้ถูกทดลองคือกลุ่มผู้บริโภคในหมวดสินค้าตัวอย่าง ซึ่งก็คือข้าราชการซึ่งทำงานอยู่ในองค์กรที่ร้านค้าปลีกตัวอย่างแห่งนี้ชั้นตรงด้วย

1.4.2 ตัวแปรที่ต้องการทดสอบ

ตัวแปรที่ต้องการทดสอบ (Treatment variable) ในที่นี้คือรูปแบบการจัดสรรพื้นที่ชั้นวาง f_1 , f_2 , f_3 และ f_4 ผู้วิจัยได้สุ่มคัดเลือกส่วนผสมของการจัดสรรพื้นที่จำนวน 10 รูปแบบ เพื่อใช้เป็นค่าตัวแปรที่ต้องการทดสอบทั้งสิ้น 10 การทดลอง โดยมีแนวทางในการคัดเลือกดังนี้

1) เพื่อให้สามารถใช้ชั้นวางทดสอบในการวางขายสินค้าได้เต็มที่ ผู้วิจัยจึงได้คัดเลือกค่าของตัวแปรที่ต้องการทดสอบ (f_1, f_2, f_3, f_4) ที่ทำให้เกิดผลรวมจำนวนขาเป็น 10 ขา และให้มีสินค้าทุกกลุ่มอยู่บนชั้นวางขณะทดลอง ซึ่งทำให้เกิดการแปรค่าของกลุ่มตัวแปรอิสระ (f_1, f_2, f_3, f_4) รวม 63 ค่า ดังแสดงในภาคผนวก ก. ตารางที่ 1

2) ทำการคัดเลือกแบบสุ่มจากค่าตัวแปรอิสระ (f_1, f_2, f_3, f_4) ที่หาได้จากข้อ 1) อีกครั้งโดยสุ่มมาจำนวน 10 ครั้งเพื่อใช้ในการทดลอง ดังสรุปได้จากตารางที่ 4.2 และได้แสดงรายละเอียดในภาคผนวก ก. ตารางที่ 2

ตารางที่ 4.2

ค่าตัวแปรที่ต้องการทดสอบภายในการทดลอง

การทดลอง ที่	จำนวนขา หรือจำนวนแถวเรียง (Facing) ที่จัดสรรให้แก่สินค้า			
	สินค้า ก (f_1)	สินค้า ข (f_2)	สินค้า ค (f_3)	สินค้า ง (f_4)
1	3	3	3	1
2	4	1	3	2
3	5	1	2	2
4	1	1	1	7
5	1	1	5	3

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

การทดลอง ที่	จำนวนขา หรือจำนวนแถวเรียง (Facing) ที่จัดสรรให้แก่สินค้า			
	สินค้า ก (f_1)	สินค้า ข (f_2)	สินค้า ค (f_3)	สินค้า ง (f_4)
6	1	2	3	4
7	1	2	6	1
8	1	3	4	2
9	1	5	1	3
10	2	1	2	5

1.4.3 ผลการทดลอง

ในการวัดผลการทดลอง ผู้วิจัยต้องการวัดผลตัวแปรตาม D_1 , D_2 , D_3 และ D_4 ซึ่งเกิดจากการแปรค่าตัวแปรที่ต้องทดสอบทั้งสิ้น 10 การทดลอง แต่เนื่องจากการทดลองอาจมีผลกระทบจากตัวแปรวันของสัปดาห์ซึ่งเป็นตัวแปรแทรกซ้อนได้ ดังนั้นก่อนที่จะพิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตาม จึงต้องมีการศึกษาว่าวันของสัปดาห์นั้นเป็นตัวแปรแทรกซ้อนสำหรับการทดลองนี้หรือไม่

การทดลองเพื่อทดสอบความแตกต่างของยอดขายสินค้าในแต่ละวัน

1. วัตถุประสงค์

เพื่อทดสอบว่าตัวแปรวันของสัปดาห์ (Day) มีผลต่อตัวแปรยอดขายสินค้า จำแนกตามรายการ (D_i) หรือไม่ เมื่อไม่มีการควบคุมตัวแปรต้นทั้ง 4 ตัว โดยอนุญาตให้มีการเปลี่ยนแปลงส่วนผสมของการจัดสรรพื้นที่ชั้นวางไปพร้อม ๆ กัน ผู้วิจัยทดสอบว่าค่าเฉลี่ยยอดขายสินค้าในแต่ละวันของสัปดาห์มีความแตกต่างกันหรือไม่

2. การตั้งสมมติฐาน

สมมติฐานในการทดลองเพื่อทดสอบความแตกต่างของยอดขายสินค้าในแต่ละวันจะแบ่งเป็น 4 สมมติฐานแยกตามสินค้าแต่ละรายการ ดังนี้

H_5 : ค่าเฉลี่ยยอดขายสินค้า ก ในแต่ละวันของสัปดาห์ไม่มีความแตกต่างกัน

$$\mu_{n, \text{day}=1} = \mu_{n, \text{day}=2} = \mu_{n, \text{day}=3} = \mu_{n, \text{day}=4} = \mu_{n, \text{day}=5}$$

H_6 : ค่าเฉลี่ยยอดขายสินค้า ข ในแต่ละวันของสัปดาห์ไม่มีความแตกต่างกัน

$$\mu_{x, \text{day}=1} = \mu_{x, \text{day}=2} = \mu_{x, \text{day}=3} = \mu_{x, \text{day}=4} = \mu_{x, \text{day}=5}$$

H_7 : ค่าเฉลี่ยยอดขายสินค้า ค ในแต่ละวันของสัปดาห์ไม่มีความแตกต่างกัน

$$\mu_{c, \text{day}=1} = \mu_{c, \text{day}=2} = \mu_{c, \text{day}=3} = \mu_{c, \text{day}=4} = \mu_{c, \text{day}=5}$$

H_8 : ค่าเฉลี่ยยอดขายสินค้า ง ในแต่ละวันของสัปดาห์ไม่มีความแตกต่างกัน

$$\mu_{g, \text{day}=1} = \mu_{g, \text{day}=2} = \mu_{g, \text{day}=3} = \mu_{g, \text{day}=4} = \mu_{g, \text{day}=5}$$

โดยที่ $\mu_{i, \text{day}=1}$ คือ ค่าเฉลี่ยยอดขายสินค้า i ในวันจันทร์

$\mu_{i, \text{day}=2}$ คือ ค่าเฉลี่ยยอดขายสินค้า i ในวันอังคาร

$\mu_{i, \text{day}=3}$ คือ ค่าเฉลี่ยยอดขายสินค้า i ในวันพุธ

$\mu_{i, \text{day}=4}$ คือ ค่าเฉลี่ยยอดขายสินค้า i ในวันพฤหัสบดี

$\mu_{i, \text{day}=5}$ คือ ค่าเฉลี่ยยอดขายสินค้า i ในวันศุกร์

3. ตัวแปร

1) ตัวแปรอิสระ ได้แก่ ส่วนผสมของการจัดสรรพื้นที่ชั้นวาง (f_1, f_2, f_3, f_4) และวันของสัปดาห์ (Day)

2) ตัวแปรตาม ได้แก่ ยอดขายสินค้า ก (D_1) ยอดขายสินค้า ข (D_2) ยอดขายสินค้า ค (D_3) และยอดขายสินค้า ง (D_4)

4. วิธีการวิจัยเชิงทดลอง

การทดลองได้กระทำบนชั้นวางทดสอบโดยมีรายละเอียด ดังนี้

1) กลุ่มผู้ถูกทดลอง

กลุ่มผู้ถูกทดลองคือกลุ่มผู้บริโภคในหมวดสินค้าตัวอย่าง และเป็นกลุ่มข้าราชการซึ่งทำงานอยู่ในองค์กรที่ร้านค้าปลีกตัวอย่างแห่งนี้ขึ้นตรงด้วย

2) ตัวแปรที่ต้องการทดสอบ

ตัวแปรอิสระ หรือตัวแปรที่ต้องการทดสอบ (Treatment variable) มี 2 ตัว คือ วันของสัปดาห์ (Day) และส่วนผสมของการจัดสรรพื้นที่ชั้นวาง (f_1, f_2, f_3, f_4) บนชั้นวางทดสอบ โดยในการทดลองได้เลือกรูปแบบส่วนผสมของการจัดสรรพื้นที่ชั้นวางจากรูปแบบการจัดสรรพื้นที่ชั้นวางซึ่งแสดงในตารางที่ 4.2 มาจำนวน 4 รูปแบบ (การทดลองที่ 1 ถึง การทดลองที่ 4) เพื่อจะได้วัดผล D_1, D_2, D_3 และ D_4 เมื่อค่า f_1, f_2, f_3 และ f_4 แปรไปพร้อม ๆ กัน ดังนั้นตัวแปรที่ต้องการทดสอบจะมีค่าในการทดลองทั้งสิ้น 20 รูปแบบ ดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3

ตารางวัดผลการทดลองเพื่อทดสอบความแตกต่างของยอดขายสินค้าในแต่ละวัน

วันของสัปดาห์ (Day)	ส่วนผสมการจัดสรรพื้นที่ชั้นวาง (f_1, f_2, f_3, f_4)			
	(3, 3, 3, 1)	(4, 1, 3, 2)	(5, 1, 2, 2)	(1, 1, 1, 7)
1				
2				
3				
4				
5				

3) การวัดผลตัวแปรตาม D_1 , D_2 , D_3 และ D_4 ซึ่งเกิดจากการแปรค่าตัวแปรต้น ได้ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 4.4 ถึง 4.7 ซึ่งตารางแสดงผลการทดลองเพื่อทดสอบความแตกต่างของยอดขายสินค้าในแต่ละวันแยกตามสินค้าแต่ละรายการ

ตารางที่ 4.4

ตารางแสดงผลการทดลองเพื่อทดสอบความแตกต่างของยอดขายสินค้า ก ในแต่ละวัน

วันของสัปดาห์ (Day)	ส่วนผสมการจัดสรรพื้นที่ชั้นวาง (f_1, f_2, f_3, f_4)			
	(3, 3, 3, 1)	(4, 1, 3, 2)	(5, 1, 2, 2)	(1, 1, 1, 7)
1	1	6	4	1
2	1	0	3	5
3	0	9	*	2
4	8	5	24	0
5	33	*	24	1

ตารางที่ 4.5

ตารางแสดงผลการทดลองเพื่อทดสอบความแตกต่างของยอดขายสินค้า ข ในแต่ละวัน

วันของสัปดาห์ (Day)	ส่วนผสมการจัดสรรพื้นที่ชั้นวาง (f_1, f_2, f_3, f_4)			
	(3, 3, 3, 1)	(4, 1, 3, 2)	(5, 1, 2, 2)	(1, 1, 1, 7)
1	0	3	11	0
2	0	1	0	0
3	0	0	*	0
4	5	2	0	2
5	24	*	0	0

ตารางที่ 4.6

ตารางแสดงผลการทดลองเพื่อทดสอบความแตกต่างของยอดขายสินค้า ค ในแต่ละวัน

วันของสัปดาห์ (Day)	ส่วนผสมการจัดสรรพื้นที่ชั้นวาง (f_1, f_2, f_3, f_4)			
	(3, 3, 3, 1)	(4, 1, 3, 2)	(5, 1, 2, 2)	(1, 1, 1, 7)
1	3	9	2	0
2	1	1	0	1
3	2	9	*	0
4	0	12	1	2
5	1	*	1	1

ตารางที่ 4.7

ตารางแสดงผลการทดลองเพื่อทดสอบความแตกต่างของยอดขายสินค้า ง ในแต่ละวัน

วันของสัปดาห์ (Day)	ส่วนผสมการจัดสรรพื้นที่ชั้นวาง (f_1, f_2, f_3, f_4)			
	(3, 3, 3, 1)	(4, 1, 3, 2)	(5, 1, 2, 2)	(1, 1, 1, 7)
1	1	0	0	1
2	1	0	3	1
3	1	0	*	2
4	0	0	0	0
5	1	*	0	1

ผลจากการทดลองเก็บข้อมูลพบว่ามีลักษณะของข้อมูลที่ไม่ครบถ้วน (Incomplete Data) จึงแทนด้วยสัญลักษณ์ * ดังนั้นเพื่อให้สะดวกในการวิเคราะห์ด้วยวิธีทางสถิติ จึงได้แปลงรูปแบบข้อมูลการทดลองใหม่ให้มีลักษณะผลการทดลองแบบ Balance Incomplete Block Design ดังที่แสดงในตารางที่ 4.8 - 4.11

ตารางที่ 4.8

แปลงผลการทดลองเพื่อทดสอบความแตกต่างของยอดขายสินค้า ก ในแต่ละวัน

วันของสัปดาห์ (Day)	ส่วนผสมการจัดสรรพื้นที่ชั้นวาง (f_1, f_2, f_3, f_4)			
	(3, 3, 3, 1)	(4, 1, 3, 2)	(5, 1, 2, 2)	(1, 1, 1, 7)
1	*	6	4	*
2	1	0	3	5
3	0	9	*	2
4	8	5	24	0
5	33	*	24	1

ตารางที่ 4.9

แปลงผลการทดลองเพื่อทดสอบความแตกต่างของยอดขายสินค้า ข ในแต่ละวัน

วันของสัปดาห์ (Day)	ส่วนผสมการจัดสรรพื้นที่ชั้นวาง (f_1, f_2, f_3, f_4)			
	(3, 3, 3, 1)	(4, 1, 3, 2)	(5, 1, 2, 2)	(1, 1, 1, 7)
1	*	3	11	*
2	0	1	0	0
3	0	0	*	0
4	5	2	0	2
5	24	*	0	0

ตารางที่ 4.10

แปลงผลการทดลองเพื่อทดสอบความแตกต่างของยอดขายสินค้า ค ในแต่ละวัน

วันของสัปดาห์ (Day)	ส่วนผสมการจัดสรรพื้นที่ชั้นวาง (f_1, f_2, f_3, f_4)			
	(3, 3, 3, 1)	(4, 1, 3, 2)	(5, 1, 2, 2)	(1, 1, 1, 7)
1	*	9	2	*
2	1	1	0	1
3	2	9	*	0
4	0	12	1	2
5	1	*	1	1

ตารางที่ 4.11

แปลงผลการทดลองเพื่อทดสอบความแตกต่างของยอดขายสินค้า ง ในแต่ละวัน

วันของสัปดาห์ (Day)	ส่วนผสมการจัดสรรพื้นที่ชั้นวาง (f_1, f_2, f_3, f_4)			
	(3, 3, 3, 1)	(4, 1, 3, 2)	(5, 1, 2, 2)	(1, 1, 1, 7)
1	*	0	0	*
2	1	0	3	1
3	1	0	*	2
4	0	0	0	0
5	1	*	0	1

หมายเหตุ เครื่องหมาย * ในตารางที่ 4.8 - 4.11 เกิดจากการขาดหายไปของข้อมูล (Incomplete Data) เนื่องจากเหตุผลที่ว่าวันดังกล่าวเป็นวันหยุดราชการ ร้านค้าปลีกตัวอย่างไม่เปิดจำหน่าย

5. วิเคราะห์ข้อมูล

เทคนิคทางสถิติที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) สำหรับรูปแบบการทดลอง Balance Incomplete Block Design โดยกำหนดให้รูปแบบการจัดสรรพื้นที่ชั้นวางเป็น Block และส่วนผสมการจัดสรรพื้นที่ชั้นวางเป็นระดับของ Block และใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ SPSS ในการช่วยวิเคราะห์ผล ผลการวิเคราะห์ที่สำคัญได้แสดงในตารางที่ 4.12 ส่วนรายละเอียดของผลการวิเคราะห์แสดงไว้ในภาคผนวก ง.

ตารางที่ 4.12

ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของยอดขายสินค้าในแต่ละวันด้วย ANOVA

แหล่ง ความแปรปรวน	F-Ratio /P-value			
	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄
Day	1.807/0.221	1.187/0.386	0.9160/0.499	1.539/0.279

6. สรุปผลการทดสอบสมมติฐาน H₅ H₆ H₇ และ H₈

จากตาราง 4.12 สามารถสรุปผลการทดสอบสมมติฐาน H₅ - H₈ ที่ระดับนัยสำคัญ 5% ได้ว่า

- ไม่ปฏิเสธ H₅ นั่นคือ ปัจจัยวันของสัปดาห์ (Day) ไม่ส่งผลกระทบต่อยอดขายสินค้า ก (D₁)
- ไม่ปฏิเสธ H₆ นั่นคือ ปัจจัยวันของสัปดาห์ (Day) ไม่ส่งผลกระทบต่อยอดขายสินค้า ข (D₂)
- ไม่ปฏิเสธ H₇ นั่นคือ ปัจจัยวันของสัปดาห์ (Day) ไม่ส่งผลกระทบต่อยอดขายสินค้า ค (D₃)
- ไม่ปฏิเสธ H₈ นั่นคือ ปัจจัยวันของสัปดาห์ (Day) ไม่ส่งผลกระทบต่อยอดขายสินค้า ง (D₄)

สรุปได้ว่ายอดขายสินค้าทุกรายการในหมวดตัวอย่างของแต่ละวันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 5% หมายความว่าวันของสัปดาห์ไม่จัดเป็นตัวแปรแทรกซ้อนสำหรับการทดลองเพื่อจัดประเภทสินค้า ดังนั้นจึงเก็บข้อมูลเพื่อใช้ในการวิเคราะห์แยกประเภทของสินค้าต่อไปในการทดลองที่ 5 ถึงการทดลองที่ 10 โดยวัดหน่วยตัวอย่างซ้ำ ๆ กันในแต่ละการทดลองจำนวน 3 ครั้ง โดยไม่ต้องคำนึงถึงความแตกต่างของวันของสัปดาห์ ดังได้แสดงผลการทดลองที่ 1 ถึงการทดลองที่ 10 ในภาคผนวก ข. ตารางที่ 3

1.5 วิเคราะห์ข้อมูล

เทคนิคทางสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือการวิเคราะห์การถดถอยพหุเชิงเส้น (Multiple Linear Regression) ระหว่างตัวแปรตาม 4 ตัว คือ D₁ D₂ D₃ และ D₄ กับกลุ่มของตัวแปรต้น f₁ f₂ f₃ และ f₄ หรือคือส่วนผสมการจัดสรรพื้นที่ชั้นวาง (f₁ ,f₂ ,f₃ ,f₄) โดยแบบจำลองความสัมพันธ์ของยอดขายสินคารายการที่ i ที่จัดอยู่ในประเภท A เมื่อ f_i>0 มีรูปแบบดังนี้

$$D_i = \alpha_i f_i \prod_{j \neq i, j=1}^4 f_j^{\delta_{ij}}$$

โดยที่ D_i	คือ	ยอดขายสินค้ารายการที่ i โดยที่ $i = 1, 2, 3, \dots, k$
α_i	คือ	ค่าคงที่ (Scaling Constant)
f_i	คือ	พื้นที่ชั้นวางที่จัดสรรในรูปของจำนวนขา (Facing) สำหรับสินค้ารายการที่ i โดยที่ $f_i \geq 0$
β_i	คือ	ค่าความยืดหยุ่นทางตรงของพื้นที่ชั้นวาง (Direct Shelf-Space Elasticity) ซึ่งใช้วัดความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงของยอดขายสินค้ารายการที่ i ที่ได้รับผลจากการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ชั้นวางที่จัดสรรให้แก่อสินค้ารายการที่ i ($\beta_i \neq 0$)
δ_{ij}	คือ	ค่าความยืดหยุ่นตามขวางของพื้นที่ชั้นวาง (Cross Shelf-Space Elasticity) ซึ่งใช้วัดความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงของยอดขายสินค้ารายการที่ i ที่ได้รับผลจากการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ชั้นวางที่จัดสรรให้แก่อสินค้ารายการที่ j ($\delta_{ij} \neq 0$)
μ_i	คือ	ค่าเฉลี่ยของยอดขายสินค้ารายการที่ i

ผู้วิจัยได้แปลงรูปแบบให้มีลักษณะความสัมพันธ์เชิงเส้นดังต่อไปนี้

$$\text{ตัวแบบที่ 1 (Model 1): } \log D_1 = \log \alpha_1 + \beta_1 \log f_1 + \delta_{12} \log f_2 + \delta_{13} \log f_3 + \delta_{14} \log f_4 \quad (4.1)$$

$$\text{ตัวแบบที่ 2 (Model 2): } \log D_2 = \log \alpha_2 + \beta_2 \log f_2 + \delta_{21} \log f_1 + \delta_{23} \log f_3 + \delta_{24} \log f_4 \quad (4.2)$$

$$\text{ตัวแบบที่ 3 (Model 3): } \log D_3 = \log \alpha_3 + \beta_3 \log f_3 + \delta_{31} \log f_1 + \delta_{32} \log f_2 + \delta_{34} \log f_4 \quad (4.3)$$

$$\text{ตัวแบบที่ 3 (Model 4): } \log D_4 = \log \alpha_4 + \beta_4 \log f_4 + \delta_{412} \log f_1 + \delta_{42} \log f_2 + \delta_{43} \log f_3 \quad (4.4)$$

จากนั้นจึงวิเคราะห์ความสัมพันธ์ด้วย F-test การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว ตารางที่ 4.13 แสดงผลการวิเคราะห์การถดถอยพหุเชิงเส้นด้วย ANOVA

ตารางที่ 4.13

ผลการวิเคราะห์การถดถอยพหุเชิงเส้นด้วย ANOVA

แหล่งความแปรปรวน	F-Ratio	P-value
Regression of Model 1	2.371	0.0809
Regression of Model 2	1.488	0.2290
Regression of Model 3	0.477	0.7520
Regression of Model 4	0.530	0.7148

1.6 สรุปผลการทดสอบสมมติฐาน H_1 H_2 H_3 และ H_4

จากตาราง 4.13 สามารถสรุปผลการทดสอบสมมติฐาน $H_1 - H_2$ ที่ระดับนัยสำคัญ 5% ได้ว่า

- ปฏิเสธ H_1 คือ ยอดขายสินค้า ก (D_1) ไม่มีความสัมพันธ์กับรูปแบบการจัดสรรพื้นที่ชั้นวาง (f_1 f_2 f_3 และ f_4) หรือสินค้า ก ไม่ได้จัดอยู่ในประเภท A
- ปฏิเสธ H_2 คือ ยอดขายสินค้า ข (D_2) ไม่มีความสัมพันธ์กับรูปแบบการจัดสรรพื้นที่ชั้นวาง (f_1 f_2 f_3 และ f_4) หรือสินค้า ข ไม่ได้จัดอยู่ในประเภท A
- ปฏิเสธ H_3 คือ ยอดขายสินค้า ค (D_3) ไม่มีความสัมพันธ์กับรูปแบบการจัดสรรพื้นที่ชั้นวาง (f_1 f_2 f_3 และ f_4) หรือสินค้า ค ไม่ได้จัดอยู่ในประเภท A
- ปฏิเสธ H_4 คือ ยอดขายสินค้า ง (D_4) ไม่มีความสัมพันธ์กับรูปแบบการจัดสรรพื้นที่ชั้นวาง (f_1 f_2 f_3 และ f_4) หรือสินค้า ง ไม่ได้จัดอยู่ในประเภท A

สรุปได้ว่าสินค้า ก สินค้า ข สินค้า ค และสินค้า ง จัดอยู่ในประเภท B ซึ่งหมายความว่ายอดขายสินค้าทั้ง 4 ยี่ห้อไม่มีความสัมพันธ์กับรูปแบบการจัดสรรพื้นที่ชั้นวาง ผู้วิจัยจึงใช้เทคนิคการหาค่าเฉลี่ยในการประมาณยอดขายสินค้า

2. การประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับตัวแบบยอดขายสินค้า ก (D_1)

เนื่องจากสินค้า ก จัดอยู่ในประเภท B ดังนั้นสามารถประมาณพารามิเตอร์ภายในตัวแบบยอดขายสินค้า ก ได้ด้วยค่าเฉลี่ยยอดขายสินค้า ก (μ_1) ซึ่งเท่ากับ 5.14 หน่วยต่อวัน หรือ 113.08 หน่วยต่อเดือน ตัวแบบยอดขายสินค้า ก เขียนแทนด้วยสมการดังนี้

$$D_1 = \left\{ \begin{array}{ll} 0 & \text{เมื่อ } f_1=0 \\ 113.08 & \text{เมื่อ } f_1>0 \end{array} \right\} \quad (4.5)$$

3. การประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับตัวแบบยอดขายสินค้า ข (D_2)

เนื่องจากสินค้า ข จัดอยู่ในประเภท B ดังนั้นสามารถประมาณพารามิเตอร์ภายในตัวแบบยอดขายสินค้า ข ได้ด้วยค่าเฉลี่ยยอดขายสินค้า ข (μ_2) ซึ่งเท่ากับ 2.11 หน่วยต่อวัน หรือ 46.42 หน่วยต่อเดือน ตัวแบบยอดขายสินค้า ข เขียนแทนด้วยสมการดังนี้

$$D_2 = \left\{ \begin{array}{ll} 0 & \text{เมื่อ } f_2=0 \\ 46.42 & \text{เมื่อ } f_2>0 \end{array} \right\} \quad (4.6)$$

4. การประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับตัวแบบยอดขายสินค้า ค (D_3)

เนื่องจากสินค้า ค จัดอยู่ในประเภท B ดังนั้นสามารถประมาณพารามิเตอร์ภายในตัวแบบยอดขายสินค้า ค ได้ด้วยค่าเฉลี่ยยอดขายสินค้า ค (μ_3) ซึ่งเท่ากับ 3.00 หน่วยต่อวัน หรือ 66 หน่วยต่อเดือน ตัวแบบยอดขายสินค้า ค เขียนแทนด้วยสมการดังนี้

$$D_3 = \left\{ \begin{array}{ll} 0 & \text{เมื่อ } f_3=0 \\ 66 & \text{เมื่อ } f_3>0 \end{array} \right\} \quad (4.7)$$

5. การประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับตัวแบบยอดขายสินค้า ง (D_4)

เนื่องจากสินค้า ง จัดอยู่ในประเภท B ดังนั้นสามารถประมาณพารามิเตอร์ภายในตัวแบบยอดขายสินค้า ง ได้ด้วยค่าเฉลี่ยยอดขายสินค้า ง (μ_4) ซึ่งเท่ากับ 0.95 หน่วยต่อวัน หรือ 20.9 หน่วยต่อเดือน ตัวแบบยอดขายสินค้า ง เขียนแทนด้วยสมการดังนี้

$$D_4 = \left\{ \begin{array}{ll} 0 & \text{เมื่อ } f_4=0 \\ 20.9 & \text{เมื่อ } f_4>0 \end{array} \right\} \quad (4.8)$$

ตัวแบบกำไรขั้นต้นจากการขายสินค้า (π)

พิจารณาสมการความสัมพันธ์ของกำไรขั้นต้นจากการขายสินค้าภายในร้านค้าปลีก ซึ่งสามารถเขียนดังสมการที่ 3.9

$$\pi = \sum_{i=1}^k w_i D_i$$

โดยที่ π	คือ	กำไรขั้นต้นจากการขายสินค้าภายในร้านค้าปลีก
D_i	คือ	ยอดขายสินค้ารายการที่ i ซึ่งมีความสัมพันธ์ดังแสดงในสมการที่ 3.5
w_i	คือ	กำไรขั้นต้นต่อหน่วย สำหรับสินค้ารายการที่ i (Gross Margin of Product i)
$w_i D_i$	คือ	กำไรขั้นต้น สำหรับสินค้ารายการที่ i (Gross Profit of Product i)

จากตัวแบบกำไรขั้นต้นจากการขายสินค้าภายในร้านค้าปลีกตัวอย่างมีพารามิเตอร์ที่ต้องนำมาประมาณค่าสำหรับร้านค้าปลีกตัวอย่างจำนวน 4 ค่า ดังนี้

- 1) กำไรขั้นต้นต่อหน่วย สำหรับสินค้า ก (w_1)
- 2) กำไรขั้นต้นต่อหน่วย สำหรับสินค้า ข (w_2)
- 3) กำไรขั้นต้นต่อหน่วย สำหรับสินค้า ค (w_3)
- 4) กำไรขั้นต้นต่อหน่วย สำหรับสินค้า ง (w_4)

กำไรขั้นต้นต่อหน่วยของสินค้าแต่ละรายการเท่ากับราคาขายต่อหน่วยหักด้วยต้นทุนสินค้าต่อหน่วย จากข้อมูลสินค้าในตารางที่ 4.1 สามารถคำนวณกำไรต่อหน่วยได้ดังนี้

ตารางที่ 4.14

กำไรขั้นต้นต่อหน่วยของสินค้าในหมวดสินค้าตัวอย่าง

กำไรขั้นต้นต่อหน่วย (บาทต่อหน่วย)	
สินค้า ก (w_1)	1.94
สินค้า ข (w_2)	0.67
สินค้า ค (w_3)	0.72
สินค้า ง (w_4)	1.66

ตัวแบบกำไรขั้นต้นภายในร้านค้าปลีกตัวอย่างสามารถระบุได้ดังนี้

$$\pi = 1.94D_1 + 0.67D_2 + 0.72D_3 + 1.66D_4 \quad (4.9)$$

โดยที่ π	คือ	กำไรขั้นต้นจากการขายสินค้าภายในร้านค้าปลีกตัวอย่าง บาท/เดือน
D_1	คือ	ยอดขายสินค้า ก ต่อเดือน ซึ่งมีความสัมพันธ์ดังแสดงในสมการที่ 4.1
D_2	คือ	ยอดขายสินค้า ข ต่อเดือน ซึ่งมีความสัมพันธ์ดังแสดงในสมการที่ 4.2

- D_3 คือ ยอดขายสินค้า ค ต่อเดือน ซึ่งมีความสัมพันธ์ดังแสดงในสมการที่ 4.3
- D_4 คือ ยอดขายสินค้า ก ต่อเดือน ซึ่งมีความสัมพันธ์ดังแสดงในสมการที่ 4.4

ตัวแบบค่าใช้จ่ายในระบบสินค้าคงคลัง (TC)

พิจารณาสมการความสัมพันธ์ของค่าใช้จ่ายในระบบสินค้าคงคลังภายในร้านค้าปลีกในสมการที่ 3.10 กรณีที่ร้านค้าปลีกใช้นโยบายระดับสั่งซื้อตายตัว

$$TC = EC_1 + EC_2$$

- โดยที่ TC คือ ค่าใช้จ่ายในระบบสินค้าคงคลัง 2 ระดับ
- EC_1 คือ ค่าใช้จ่ายในระบบคลังสินค้าระดับต่ำ
- EC_2 คือ ค่าใช้จ่ายในระบบคลังสินค้าระดับสูง

การประมาณพารามิเตอร์ในตัวแบบค่าใช้จ่ายในระบบสินค้าคงคลังสามารถนำเสนอโดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

1. การประมาณพารามิเตอร์สำหรับตัวแบบค่าใช้จ่ายในระบบคลังสินค้าระดับต่ำ(EC_1)

พิจารณาความสัมพันธ์ของค่าใช้จ่ายในระบบคลังสินค้าระดับต่ำภายในร้านค้าปลีกในสมการที่ 3.13 และสมการที่ 3.14 ดังนี้

$$EC_{1i} = \begin{cases} 0 & \text{เมื่อ } f_i = 0 \\ h_1 f_i (n_i + v_i) / 2 + h_3 D_i / f_i (n_i - v_i) & \text{เมื่อ } f_i > 0 \end{cases}$$

และ

$$EC_1 = \sum_{i=1}^k EC_{1i}$$

โดยที่	EC_1	คือ	ค่าใช้จ่ายในระบบคลังสินค้าระดับต่ำ
	EC_{1i}	คือ	ค่าใช้จ่ายในระบบคลังสินค้าระดับต่ำในสินค้ารายการที่ i
	D_i	คือ	ยอดขายสินค้ารายการที่ i ซึ่งมีความสัมพันธ์ดังแสดงในสมการที่ 3.5
	h_{1i}	คือ	ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาสินค้ารายการที่ i บนชั้นวางคงที่บาท/หน่วย-หน่วยเวลา
	h_{3i}	คือ	ค่าใช้จ่ายในการเติมสินค้าขึ้นชั้นวางต่อครั้ง สำหรับสินค้ารายการที่ i คงที่บาท/ครั้ง
	n_i	คือ	จำนวนสินค้ารายการที่ i ที่สามารถจัดวางได้เมื่อจัดสรรพื้นที่ชั้นวางให้ 1 ขา (Facing)
	v_i	คือ	จำนวนหน่วยสินค้าต่ำสุดที่จะใช้วางเพื่อจัดแสดงสินค้า 1 ขา (Unit of Facing)
	f_i	คือ	พื้นที่ชั้นวางที่จัดสรรในรูปของจำนวนขา (Facing) สำหรับสินค้ารายการที่ i โดยที่ $f_i \geq 0$

จากตัวแบบค่าใช้จ่ายในระบบคลังสินค้าระดับต่ำภายในร้านค้าปลีกมีพารามิเตอร์ที่ต้องนำมาประมาณค่าสำหรับร้านค้าปลีกตัวอย่างจำนวน 16 ค่า คือ

- 1) ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาสินค้า g ในคลังสินค้าระดับต่ำ (h_{11})
- 2) ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาสินค้า x ในคลังสินค้าระดับต่ำ (h_{12})
- 3) ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาสินค้า c ในคลังสินค้าระดับต่ำ (h_{13})
- 4) ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาสินค้า g ในคลังสินค้าระดับต่ำ (h_{14})
- 5) ค่าใช้จ่ายในการเติมสินค้า g ขึ้นชั้นวางต่อครั้ง (h_{31})
- 6) ค่าใช้จ่ายในการเติมสินค้า x ขึ้นชั้นวางต่อครั้ง (h_{32})
- 7) ค่าใช้จ่ายในการเติมสินค้า c ขึ้นชั้นวางต่อครั้ง (h_{33})
- 8) ค่าใช้จ่ายในการเติมสินค้า g ขึ้นชั้นวางต่อครั้ง (h_{34})
- 9) จำนวนสินค้า g ที่สามารถจัดวางได้เมื่อจัดสรรพื้นที่ชั้นวางให้ 1 ขา (n_1)
- 10) จำนวนสินค้า x ที่สามารถจัดวางได้เมื่อจัดสรรพื้นที่ชั้นวางให้ 1 ขา (n_2)
- 11) จำนวนสินค้า c ที่สามารถจัดวางได้เมื่อจัดสรรพื้นที่ชั้นวางให้ 1 ขา (n_3)
- 12) จำนวนสินค้า g ที่สามารถจัดวางได้เมื่อจัดสรรพื้นที่ชั้นวางให้ 1 ขา (n_4)
- 13) จำนวนหน่วยสินค้า g ต่ำสุดที่จะใช้วางเพื่อจัดแสดงสินค้า g 1 ขา (v_1)
- 14) จำนวนหน่วยสินค้า x ต่ำสุดที่จะใช้วางเพื่อจัดแสดงสินค้า x 1 ขา (v_2)
- 15) จำนวนหน่วยสินค้า c ต่ำสุดที่จะใช้วางเพื่อจัดแสดงสินค้า c 1 ขา (v_3)
- 16) จำนวนหน่วยสินค้า g ต่ำสุดที่จะใช้วางเพื่อจัดแสดงสินค้า g 1 ขา (v_4)

ค่าพารามิเตอร์รายการที่ 1 ถึงรายการที่ 8 ได้สรุปไว้ในตารางที่ 4.15 วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์สามารถประมาณได้จากการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายในระบบสินค้าคงคลังภายในร้านค้าปลีกตัวอย่าง ดังที่ได้แสดงรายละเอียดในภาคผนวก ค.

ตารางที่ 4.15

ค่าใช้จ่ายในระบบคลังสินค้าระดับต่ำของสินค้าในหมวดสินค้าตัวอย่าง

	ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาสินค้าใน คลังสินค้าระดับต่ำ (h_{1i}) (บาทต่อหน่วยต่อเดือน)	ค่าใช้จ่ายในการเติมสินค้าขึ้น ชั้นวางต่อครั้ง (h_{3i}) (บาทต่อครั้ง)
สินค้า ก ($i=1$)	0.1015	6.0606
สินค้า ข ($i=2$)	0.1083	6.0606
สินค้า ค ($i=3$)	0.1134	6.0606
สินค้า ง ($i=4$)	0.0936	6.0606

สำหรับพารามิเตอร์ในรายการที่ 9 ถึงรายการที่ 16 นั้น เนื่องจากชั้นวางที่ได้รับการจัดสรรให้หมวดสินค้าตัวอย่างมีขนาด กว้าง \times ยาว \times สูง (1.20 \times 0.50 \times 0.37) เมตร ซึ่งภายใต้มิติชั้นวางดังกล่าว เมื่อพิจารณาความยาวของชั้นวาง 0.50 เมตร พบว่าในการใช้งานจริงสามารถวางสินค้าได้เพียงที่ความยาว 0.47 เมตรเท่านั้น ขอบชั้นวางมีลักษณะขอบตัดเฉียงขึ้นโดยสามารถวางสินค้าใด ๆ ในหมวดสินค้าตัวอย่างได้จำนวน 13 หน่วยตามแนวความยาว และเมื่อพิจารณาความสูงของชั้น 0.37 เมตร พบว่าสามารถวางสินค้าใด ๆ ในหมวดสินค้าตัวอย่างได้จำนวน 2 ชั้น ดังนั้นเมื่อประมาณพารามิเตอร์รายการที่ 9 ถึงรายการที่ 12 จึงมีค่าจำนวนสินค้าในหมวดสินค้าตัวอย่างที่สามารถจัดวางได้เมื่อจัดสรรพื้นที่ชั้นวางให้ 1 ขา (n_i) เป็น 26 หน่วย หรือ $n_1 = n_2 = n_3 = n_4 = 26$

การประมาณพารามิเตอร์รายการที่ 13 ถึงรายการที่ 16 พิจารณาความสูงของชั้นวางทดสอบขนาด 0.37 เมตร ดังนั้นจึงมีค่าจำนวนหน่วย สินค้าต่ำสุดที่ใช้วางเพื่อจัดแสดงสินค้านั้น 1 ขา (v_i) เป็น 2 หน่วย หรือ $v_1 = v_2 = v_3 = v_4 = 2$

ผู้วิจัยสามารถระบุตัวแบบค่าใช้จ่ายในระบบคลังสินค้าระดับต่ำภายในร้านค้าปลีกตัวอย่างได้ดังนี้

$$EC_1 = \sum_{i=1}^4 EC_{1i} \quad (4.10)$$

โดยที่

$$EC_{11} = \left\{ \begin{array}{ll} 0 & \text{เมื่อ } f_1=0 \\ 1.4210f_1 + 28.5527/f_1 & \text{เมื่อ } f_1>0 \end{array} \right\} \quad (4.11)$$

และ

$$EC_{12} = \left\{ \begin{array}{ll} 0 & \text{เมื่อ } f_2=0 \\ 1.5162f_2 + 11.7211/f_2 & \text{เมื่อ } f_2>0 \end{array} \right\} \quad (4.12)$$

และ

$$EC_{13} = \left\{ \begin{array}{ll} 0 & \text{เมื่อ } f_3=0 \\ 1.5876f_3 + 16.6650/f_3 & \text{เมื่อ } f_3>0 \end{array} \right\} \quad (4.13)$$

และ

$$EC_{14} = \left\{ \begin{array}{ll} 0 & \text{เมื่อ } f_4=0 \\ 1.3104f_4 + 5.2773/f_4 & \text{เมื่อ } f_4>0 \end{array} \right\} \quad (4.14)$$

โดยที่ EC_1 คือ ค่าใช้จ่ายในระบบคลังสินค้าระดับต่ำ
 EC_{1i} คือ ค่าใช้จ่ายในระบบคลังสินค้าระดับต่ำในสินค้ารายการที่ i
 D_i คือ ยอดขายสินค้ารายการที่ i ซึ่งมีความสัมพันธ์ดังแสดงในสมการที่ 4.1 ถึงสมการที่ 4.4 โดยที่ $i = 1, 2, 3, 4$

2. การประมาณพารามิเตอร์สำหรับตัวแบบค่าใช้จ่ายในระบบคลังสินค้าระดับสูง (EC_2)

พิจารณาความสัมพันธ์ของค่าใช้จ่ายในระบบคลังสินค้าระดับสูงภายในร้านค้าปลีกจากสมการที่ 3.16 และสมการที่ 3.17 กรณีที่ร้านค้าปลีกใช้นโยบายระดับสั่งซื้อตายตัว

$$EC_{2i} = \left\{ \begin{array}{ll} 0 & \text{เมื่อ } f_i=0 \\ c_{1i}f_iN_i(N_i-1)(n_i-v_i)/2 + c_{3i}D_i/f_iN_i(n_i-v_i) & \text{เมื่อ } f_i>0 \end{array} \right\}$$

และ

$$EC_2 = \sum_{i=1}^k EC_{2i}$$

โดยที่	EC_2	คือ	ค่าใช้จ่ายในระบบคลังสินค้าระดับสูง
	EC_{2i}	คือ	ดังนั้นค่าใช้จ่ายในระบบคลังสินค้าระดับสูงในสินค้ารายการที่ i
	D_i	คือ	ยอดขายสินค้ารายการที่ i ซึ่งมีความสัมพันธ์ดังแสดงในสมการที่ 3.5
	c_{1i}	คือ	ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาสินค้าในคลังสินค้าระดับสูงสำหรับสินค้ารายการที่ i คงที่บาท/หน่วย-หน่วยเวลา
	c_{3i}	คือ	ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อสินค้าในคลังสินค้าระดับสูงต่อครั้งสำหรับสินค้ารายการที่ i คงที่บาท/ครั้ง
	n_i	คือ	จำนวนสินค้ารายการที่ i ที่สามารถจัดวางได้เมื่อจัดสรรพื้นที่ชั้นวางให้ 1 ขา (Facing)
	v_i	คือ	จำนวนหน่วยสินค้าต่ำสุดที่จะใช้วางเพื่อจัดแสดงสินค้า 1 ขา (Unit of Facing)
	f_i	คือ	พื้นที่ชั้นวางที่จัดสรรในรูปของจำนวนขา (Facing) สำหรับสินค้ารายการที่ i โดยที่ $f_i \geq 0$
	N_i	คือ	จำนวนครั้งที่คลังสินค้าระดับต่ำทยอยเบิกสินค้ารายการที่ i จากคลังสินค้าระดับสูง

จากตัวแบบค่าใช้จ่ายในระบบคลังสินค้าระดับสูงภายในร้านค้าปลีกมีพารามิเตอร์ที่ต้องนำมาประมาณค่าสำหรับร้านค้าปลีกตัวอย่างเพิ่มเติมจากพารามิเตอร์ในระบบคลังสินค้าระดับต่ำอีกจำนวน 8 ค่า คือ

- 1) ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาสินค้า ก ในคลังสินค้าระดับสูง (c_{11})
- 2) ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาสินค้า ข ในคลังสินค้าระดับสูง (c_{12})
- 3) ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาสินค้า ค ในคลังสินค้าระดับสูง (c_{13})
- 4) ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาสินค้า ง ในคลังสินค้าระดับสูง (c_{14})
- 5) ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อสินค้า ก ต่อครั้ง (c_{31})
- 6) ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อสินค้า ข ต่อครั้ง (c_{32})
- 7) ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อสินค้า ค ต่อครั้ง (c_{33})
- 8) ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อสินค้า ง ต่อครั้ง (c_{34})

การประมาณค่าพารามิเตอร์รายการที่ 1 ถึงรายการที่ 8 สามารถหาได้จากการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายในระบบสินค้าคงคลังภายในร้านค้าปลีกตัวอย่างดังที่แสดงไว้ในภาคผนวก ค. สำหรับค่าพารามิเตอร์รายการที่ 1 ถึงรายการที่ 8 ได้สรุปไว้ในตารางที่ 4.16 ดังนี้

ตารางที่ 4.16
ค่าใช้จ่ายในระบบคลังสินค้าระดับสูงของสินค้าในหมวดสินค้าตัวอย่าง

	ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาสินค้าใน คลังสินค้าระดับสูง (c_{1i}) (บาทต่อหน่วยต่อเดือน)	ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อสินค้าต่อครั้ง (c_{3i}) (บาทต่อครั้ง)
สินค้า ก ($i=1$)	0.1093	7.0606
สินค้า ข ($i=2$)	0.1161	7.0606
สินค้า ค ($i=3$)	0.1221	7.0606
สินค้า ง ($i=4$)	0.1009	7.0606

ผู้วิจัยสามารถระบุตัวแบบค่าใช้จ่ายในระบบคลังสินค้าระดับต่ำภายในร้านค้าปลีกตัวอย่าง
ได้ดังนี้

$$EC_2 = \sum_{i=1}^4 EC_{2i} \quad (4.15)$$

โดยที่

$$EC_{21} = \left\{ \begin{array}{ll} 0 & \text{เมื่อ } f_1=0 \\ 1.3116f_1N_1(N_1-1) + 33.2681/f_1N_1 & \text{เมื่อ } f_1>0 \end{array} \right\} \quad (4.16)$$

และ

$$EC_{22} = \left\{ \begin{array}{ll} 0 & \text{เมื่อ } f_2=0 \\ 1.3932f_2N_2(N_2-1) + 13.6568/f_2N_2 & \text{เมื่อ } f_2>0 \end{array} \right\} \quad (4.17)$$

และ

$$EC_{23} = \left\{ \begin{array}{ll} 0 & \text{เมื่อ } f_3=0 \\ 1.4652f_3N_3(N_3-1) + 19.4172/f_3N_3 & \text{เมื่อ } f_3>0 \end{array} \right\} \quad (4.18)$$

และ

$$EC_{24} = \left\{ \begin{array}{ll} 0 & \text{เมื่อ } f_4=0 \\ 1.2108f_4N_4(N_4-1) + 6.1488/f_4N_4 & \text{เมื่อ } f_4>0 \end{array} \right\} \quad (4.19)$$

โดยที่ EC_2	คือ	ค่าใช้จ่ายในระบบคลังสินค้าระดับสูง
EC_{2i}	คือ	ค่าใช้จ่ายในระบบคลังสินค้าระดับสูงในสินค้ารายการที่ i
D_i	คือ	ยอดขายสินค้ารายการที่ i ซึ่งมีความสัมพันธ์ดังแสดงในสมการที่ 4.1 ถึงสมการที่ 4.4 โดยที่ $i = 1, 2, 3, 4$

ตัวแบบเงื่อนไขความจำกัดของพื้นที่ชั้นวาง

พิจารณาสมการเงื่อนไขความจำกัดของพื้นที่ชั้นวางภายในร้านค้าปลีกจากสมการที่ 3.7 และสมการที่ 3.18 ดังนี้

$$\sum_{i=1}^k L_i \leq L$$

และ

$$L_i = f_i l_i$$

โดยที่ f_i	คือ	พื้นที่ชั้นวางที่จัดสรรในรูปของจำนวนขา (Facing) สำหรับสินค้ารายการที่ i โดยที่ $f_i \geq 0$
l_i	คือ	ความกว้างของสินค้ารายการที่ i
L_i	คือ	พื้นที่ชั้นวางที่สินค้ารายการที่ i ยึดครองตามมิติความกว้างของชั้นวาง
L	คือ	พื้นที่ชั้นวางรวมในรูปของมิติความกว้างของชั้นวางที่ร้านค้าปลีกจะสามารถจัดสรรให้แก่สินค้าทั้ง k รายการได้ โดยที่ $L \geq 0$ เสมอ

ตัวแบบสมการเงื่อนไขความจำกัดของพื้นที่ชั้นวางภายในร้านค้าปลีกมีพารามิเตอร์ที่ต้องนำมาประมาณค่าสำหรับร้านค้าปลีกตัวอย่างจำนวน 5 ค่า คือ

- 1) ความกว้างของสินค้า ก (l_1)
- 2) ความกว้างของสินค้า ข (l_2)
- 3) ความกว้างของสินค้า ค (l_3)
- 4) ความกว้างของสินค้า ง (l_4)

5) พื้นที่ชั้นวางรวมในรูปของมิติความกว้างของชั้นวางที่ร้านค้าปลีกจะสามารถจัดสรรให้แก่หมวดสินค้าตัวอย่าง (L) โดยในร้านค้าปลีกตัวอย่างแห่งนี้จัดสรรชั้นวางซึ่งมีขนาดความกว้าง 1.20 เมตร ให้สำหรับการจัดแสดงสินค้าในหมวดสินค้าตัวอย่าง

เมื่อพิจารณาพร้อมกับข้อมูลสินค้าในตารางที่ 4.1 ผู้วิจัยได้ประมาณค่าพารามิเตอร์โดยได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.17

ตารางที่ 4.17
พารามิเตอร์ในสมการเงื่อนไขความจำกัดของพื้นที่ชั้นวาง

	ความกว้าง (เมตร)
สินค้า ก (I_1)	0.115
สินค้า ข (I_2)	0.115
สินค้า ค (I_3)	0.130
สินค้า ง (I_4)	0.115
พื้นที่ชั้นวางรวม (L)	1.200

ผู้วิจัยได้ระบุตัวแบบเงื่อนไขความจำกัดของพื้นที่ชั้นวางภายในร้านค้าปลีกตัวอย่างได้ดังนี้

$$11.5(f_1 + f_2 + f_4) + 13f_3 \leq 120 \quad (4.20)$$

โดยที่ f_i คือ พื้นที่ชั้นวางที่จัดสรรในรูปของจำนวนขา (Facing) สำหรับสินค้ารายการที่ i โดยที่ $f_i \geq 0$ และ $i = 1, 2, 3, 4$

ตัวแบบเงื่อนไขความจำกัดของขนาดคลัง

พิจารณาสมการเงื่อนไขความจำกัดของขนาดคลังภายในร้านค้าปลีกจากสมการที่ 3.8 และสมการที่ 3.19 ดังนี้

$$\sum_{i=1}^k A_i \leq A$$

และ

$$A_i = a_i n_i f_i (n_i - v_i)$$

โดยที่ f_i คือ พื้นที่ชั้นวางที่จัดสรรในรูปของจำนวนขา (Facing) สำหรับสินค้ารายการที่ i โดยที่ $f_i \geq 0$

a_i คือ พื้นที่ภายในคลังสินค้าที่สินค้ารายการที่ i ยึดครอง ต่อ 1 หน่วยสินค้า

A_i คือ พื้นที่ภายในคลังสินค้าที่สินค้ารายการที่ i ยึดครองโดยที่ $i = 1, 2, \dots, k$

A คือ พื้นที่ภายในคลังสินค้ารวม ที่ร้านค้าปลีกจะสามารถจัดสรรให้แก่สินค้าทั้ง k รายการได้ โดยที่ $A \geq 0$ เสมอ

n_i คือ จำนวนสินค้ารายการที่ i ที่สามารถจัดวางได้เมื่อจัดสรรพื้นที่ชั้นวางให้ 1 ขา (Facing)

- v_i คือ จำนวนหน่วยสินค้าต่ำสุดที่จะใช้วางเพื่อจัดแสดงสินค้า 1 (Unit of Facing)
- N_i คือ จำนวนครั้งที่คลังสินค้าระดับต่ำหย่อยเบิกสินค้ารายการที่ i จากคลังสินค้าระดับสูง

ตัวแบบสมการเงื่อนไขความจำกัดของขนาดคลังภายในร้านค้าปลีกมีพารามิเตอร์ที่ต้องประมาณค่าสำหรับร้านค้าปลีกตัวอย่างจำนวน 5 ค่า คือ

- 1) พื้นที่ภายในคลังสินค้าที่สินค้า ก ยึดครอง ต่อหน่วยสินค้า (a_1)
- 2) พื้นที่ภายในคลังสินค้าที่สินค้า ข ยึดครอง ต่อหน่วยสินค้า (a_2)
- 3) พื้นที่ภายในคลังสินค้าที่สินค้า ค ยึดครอง ต่อหน่วยสินค้า (a_3)
- 4) พื้นที่ภายในคลังสินค้าที่สินค้า ง ยึดครอง ต่อหน่วยสินค้า (a_4)

5) พื้นที่ภายในคลังสินค้ารวมที่ร้านค้าปลีกจะสามารถจัดสรรให้แก่สินค้าทั้ง 4 รายการได้ (A) โดยพื้นที่ภายในคลังสินค้าที่ร้านค้าปลีกแห่งนี้สามารถจัดสรรให้แก่หมวดสินค้าตัวอย่าง คือ 0.5 ตารางเมตร ซึ่งสามารถวางได้ 9 ชั้น พื้นที่รวมที่จัดวางได้จึงเป็น 2.25 ตารางเมตร

เมื่อพิจารณาร่วมกับข้อมูลสินค้าในตารางที่ 4.1 ผู้วิจัยสามารถหาค่าประมาณพารามิเตอร์ โดยได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.18 ดังนี้

ตารางที่ 4.18

พารามิเตอร์ในสมการเงื่อนไขความจำกัดของขนาดคลัง

	พื้นที่ (เมตร ²)
สินค้า ก ยึดครอง (a_1)	0.0043
สินค้า ข ยึดครอง (a_2)	0.0043
สินค้า ค ยึดครอง (a_3)	0.0048
สินค้า ง ยึดครอง (a_4)	0.0040
ขนาดคลังรวม (A)	2.25

ผู้วิจัยสามารถระบุตัวแบบเงื่อนไขความจำกัดของขนาดคลังภายในร้านค้าปลีกตัวอย่างได้ดังนี้

$$0.1032N_1f_1 + 0.1032N_2f_2 + 0.1152N_3f_3 + 0.0960N_4f_4 \leq 2.25 \quad (4.21)$$

โดยที่ f_i คือ พื้นที่ชั้นวางที่จัดสรรในรูปของจำนวนขา (Facing) สำหรับสินค้ารายการที่ i โดยที่ $f_i \geq 0$ และ $i = 1, 2, 3, 4$

N_i คือ จำนวนครั้งที่คลังสินค้าระดับต่ำหย่อยเบิกสินค้ารายการที่ i จากคลังสินค้าระดับสูง

ตัวแบบการจัดสรรพื้นที่ชั้นวางและการจัดการสินค้าคงคลังภายในร้านค้าปลีกตัวอย่าง

สมการที่ 4.6 ถึงสมการ 4.16 แสดงรายละเอียดของการประมาณพารามิเตอร์ที่จำเป็นสำหรับตัวแบบการจัดสรรพื้นที่ชั้นวางและการจัดการสินค้าคงคลังภายในร้านค้าปลีก ผู้วิจัยสามารถระบุตัวแบบการจัดสรรพื้นที่ชั้นวางและการจัดการสินค้าคงคลังภายในร้านค้าปลีกตัวอย่างได้ดังนี้

$$\text{MAX. (PA}(\pi, \text{TC})) = \pi - \text{TC}$$

s.t.

$$11.5(f_1 + f_2 + f_4) + 13f_3 \leq 120$$

$$0.1032N_1f_1 + 0.1032N_2f_2 + 0.1152N_3f_3 + 0.0960N_4f_4 \leq 2.25$$

โดยที่

$$\pi = 1.94D_1 + 0.67D_2 + 0.72D_3 + 1.66D_4$$

$$\text{TC} = \text{EC}_1 + \text{EC}_2$$

$$\text{EC}_1 = \sum_{i=1}^4 \text{EC}_{1i}$$

$$\text{EC}_2 = \sum_{i=1}^4 \text{EC}_{2i}$$

$$\text{EC}_{11} = \begin{cases} 0 & \text{เมื่อ } f_1 = 0 \\ 1.4210f_1 + 28.5527/f_1 & \text{เมื่อ } f_1 > 0 \end{cases}$$

$$\text{EC}_{12} = \begin{cases} 0 & \text{เมื่อ } f_2 = 0 \\ 1.5162f_2 + 11.7211/f_2 & \text{เมื่อ } f_2 > 0 \end{cases}$$

$$\text{EC}_{13} = \begin{cases} 0 & \text{เมื่อ } f_3 = 0 \\ 1.5876f_3 + 16.6650/f_3 & \text{เมื่อ } f_3 > 0 \end{cases}$$

$$\text{EC}_{14} = \begin{cases} 0 & \text{เมื่อ } f_4 = 0 \\ 1.3104f_4 + 5.2773/f_4 & \text{เมื่อ } f_4 > 0 \end{cases}$$

$$EC_{21} = \begin{cases} 0 & \text{เมื่อ } f_1=0 \\ 1.3116f_1N_1(N_1-1)+33.2681/f_1N_1 & \text{เมื่อ } f_1>0 \end{cases}$$

$$EC_{22} = \begin{cases} 0 & \text{เมื่อ } f_2=0 \\ 1.3932f_2N_2(N_2-1)+13.6568/f_2N_2 & \text{เมื่อ } f_2>0 \end{cases}$$

$$EC_{23} = \begin{cases} 0 & \text{เมื่อ } f_3=0 \\ 1.4652f_3N_3(N_3-1)+19.4172/f_3N_3 & \text{เมื่อ } f_3>0 \end{cases}$$

$$EC_{24} = \begin{cases} 0 & \text{เมื่อ } f_4=0 \\ 1.2108f_4N_4(N_4-1)+6.1488/f_4N_4 & \text{เมื่อ } f_4>0 \end{cases}$$

และ $D_i (f_1, f_2, f_3, f_4)$ ดังนี้

$$D_1 = \begin{cases} 0 & \text{เมื่อ } f_1=0 \\ 113.08 & \text{เมื่อ } f_1>0 \end{cases}$$

$$D_2 = \begin{cases} 0 & \text{เมื่อ } f_2=0 \\ 46.42 & \text{เมื่อ } f_2>0 \end{cases}$$

$$D_3 = \begin{cases} 0 & \text{เมื่อ } f_3=0 \\ 66.00 & \text{เมื่อ } f_3>0 \end{cases}$$

$$D_4 = \begin{cases} 0 & \text{เมื่อ } f_4=0 \\ 20.90 & \text{เมื่อ } f_4>0 \end{cases}$$

ตัวแปรในแบบจำลองการตัดสินใจพื้นที่ชั้นวาง และการจัดการสินค้าคงคลังภายในร้านค้าปลีก สำหรับสินค้าในหมวดตัวอย่างมีทั้งสิ้น 24 ตัวแปร ตัวแปรแต่ละตัวมีความหมายดังนี้

1. D_1	คือ	ยอดขายสินค้า ก หน่วยต่อเดือน
2. D_2	คือ	ยอดขายสินค้า ข หน่วยต่อเดือน
3. D_3	คือ	ยอดขายสินค้า ค หน่วยต่อเดือน
4. D_4	คือ	ยอดขายสินค้า ง หน่วยต่อเดือน
5. f_1	คือ	พื้นที่ชั้นวางที่จัดสรรในรูปของจำนวนขา (Facing) สำหรับสินค้า ก
6. f_2	คือ	พื้นที่ชั้นวางที่จัดสรรในรูปของจำนวนขา (Facing) สำหรับสินค้า ข
7. f_3	คือ	พื้นที่ชั้นวางที่จัดสรรในรูปของจำนวนขา (Facing) สำหรับสินค้า ค
8. f_4	คือ	พื้นที่ชั้นวางที่จัดสรรในรูปของจำนวนขา (Facing) สำหรับสินค้า ง
9. π	คือ	กำไรขั้นต้นจากการขายสินค้าภายในร้านค้าปลีก บาทต่อเดือน
10. TC	คือ	ค่าใช้จ่ายในระบบสินค้าคงคลัง 2 ระดับ บาทต่อเดือน
11. EC_1	คือ	ค่าใช้จ่ายในระบบคลังสินค้าระดับต่ำ บาทต่อเดือน
12. EC_2	คือ	ค่าใช้จ่ายในระบบคลังสินค้าระดับสูง บาทต่อเดือน
13. EC_{11}	คือ	ค่าใช้จ่ายในระบบคลังสินค้าระดับต่ำในสินค้า ก บาทต่อเดือน
14. EC_{12}	คือ	ค่าใช้จ่ายในระบบคลังสินค้าระดับต่ำในสินค้า ข บาทต่อเดือน
15. EC_{13}	คือ	ค่าใช้จ่ายในระบบคลังสินค้าระดับต่ำในสินค้า ค บาทต่อเดือน
16. EC_{14}	คือ	ค่าใช้จ่ายในระบบคลังสินค้าระดับต่ำในสินค้า ง บาทต่อเดือน
17. EC_{21}	คือ	ค่าใช้จ่ายในระบบคลังสินค้าระดับสูงในสินค้า ก บาทต่อเดือน
18. EC_{22}	คือ	ค่าใช้จ่ายในระบบคลังสินค้าระดับสูงในสินค้า ข บาทต่อเดือน
19. EC_{23}	คือ	ค่าใช้จ่ายในระบบคลังสินค้าระดับสูงในสินค้า ค บาทต่อเดือน
20. EC_{24}	คือ	ค่าใช้จ่ายในระบบคลังสินค้าระดับสูงในสินค้า ง บาทต่อเดือน
21. N_1	คือ	จำนวนครั้งที่คลังสินค้าระดับต่ำทยอยเบิกสินค้า ก จากคลังสินค้าระดับสูง
22. N_2	คือ	จำนวนครั้งที่คลังสินค้าระดับต่ำทยอยเบิกสินค้า ข จากคลังสินค้าระดับสูง
23. N_3	คือ	จำนวนครั้งที่คลังสินค้าระดับต่ำทยอยเบิกสินค้า ค จากคลังสินค้าระดับสูง
24. N_4	คือ	จำนวนครั้งที่คลังสินค้าระดับต่ำทยอยเบิกสินค้า ง จากคลังสินค้าระดับสูง

สำหรับการใช้แบบจำลองการตัดสินใจพื้นที่ชั้นวางและการจัดการสินค้าคงคลังเพื่อหาจุดเหมาะสม สำหรับแบบจำลองการตัดสินใจพื้นที่ชั้นวางและการจัดการสินค้าคงคลังสำหรับร้านค้าปลีกตัวอย่างจะได้ อธิบายต่อไปในบทที่ 5

สรุป

ผู้วิจัยได้ใช้ตัวแบบการจัดสรรพื้นที่ชั้นวางและการจัดการสินค้าคงคลังภายในร้านค้าปลีกกับหมวดสินค้าตัวอย่างคือหมวดสินค้าผงซักฟอกขนาดบรรจุ 200 กรัม ภายในร้านค้าปลีกตัวอย่างคือร้านค้าสวัสดิการ โดยได้เก็บรวบรวมข้อมูลภายในร้านค้าปลีกตัวอย่างระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2540 จนถึงเดือนมีนาคม 2541 และใช้เทคนิคทางสถิติในการประมาณพารามิเตอร์ที่สำคัญสำหรับตัวแบบ และระบุตัวแบบการจัดสรรพื้นที่ชั้นวางและการจัดการสินค้าคงคลังภายในร้านค้าปลีกสำหรับการหาจุดเหมาะสมของตัวแบบจะได้นำเสนอในบทต่อไป