# การจัดกลุ่มแบบเคมีนตามอุปสงค์ และขั้นตอนวิธีคัดกรอง เพื่อหาโครงข่ายการกระจายสินค้าที่เหมาะสมที่สุด

# Demand-based K-means Clustering and a Filtering Algorithm for Optimizing Distribution Network

จารุวรรณ เอมโอษฐ์
JARUWAN AEMOD

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์
ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.2561
KMITL-2018-SC-M-001-031

# การจัดกลุ่มแบบเคมีนตามอุปสงค์ และขั้นตอนวิธีคัดกรอง เพื่อหาโครงข่ายการกระจายสินค้าที่เหมาะสมที่สุด

# Demand-based K-means Clustering and a Filtering Algorithm for Optimizing Distribution Network

**จารุวรรณ เอมโอษฐ์**
JARUWAN AEMOD

**วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร**
**ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์**
**ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์**
**สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง**
**พ.ศ.2561**
KMITL-2018-SC-M-001-031

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# Demand-based K-mean Clustering and a Filtering Algorithm for Optimizing Distribution Network

JARUWAN AEMOD

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF MATER OF SCIENCE (APPLIED MATHEMATICS)

DEPARTMENT OF MATHEMATICS
FACULTY OF SCIENCE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2018

KMITL-2018-SC-M-001-031

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2018
FACULTY OF SCIENCE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

**หัวข้อวิทยานิพนธ์** การจัดกลุ่มแบบเคมีนตามอุปสงค์ และขั้นตอนวิธีคัดกรองเพื่อหาโครงข่ายการกระจายสินค้าที่เหมาะสมที่สุด
**ชื่อนักศึกษา** นางสาวจารุวรรณ เอมโอษฐ์
**รหัสประจำตัว** 58605102
**ปริญญา** วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (คณิตศาสตร์ประยุกต์)
**ภาควิชา** คณิตศาสตร์
**พ.ศ.** 2561
**อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์** รศ.ดร.ฉัฐไชย์ ลีนาวงศ์

## บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอวิธีการปรับปรุงเทคนิคการจัดกลุ่มแบบเคมีน และขั้นตอนวิธีคัดกรอง เพื่อวางแผนการจัดตั้งโครงข่ายการกระจายสินค้าที่เหมาะสมที่สุดของร้านเซเว่นอีเลฟเว่น จำนวน 260 สาขา ในภาคตะวันออก โดยทำการพิจารณาจัดตั้งศูนย์กระจายสินค้า ที่มีให้เลือก 3 ขนาด คือ ใหญ่ กลาง และเล็ก และท่าเปลี่ยนถ่ายสินค้า โดยจะแบ่งวิธีการออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่หนึ่ง ใช้เทคนิคการจัดกลุ่มแบบเคมีน ที่ได้ทำการปรับปรุงให้คำนึงถึงอุปสงค์ที่ไม่เท่ากันของแต่ละสาขา เพื่อหาจำนวน ขนาด และทำเลที่ตั้งเบื้องต้น ของศูนย์กระจายสินค้า จากนั้นในขั้นตอนที่สอง จะใช้ขั้นตอนวิธีคัดกรองที่คิดขึ้น เพื่อพิจารณาว่าจะสามารถลดจำนวนศูนย์กระจายสินค้าจากขั้นตอนที่หนึ่งลงได้หรือไม่ ถ้าได้ก็จะทำการรวมอุปสงค์ของทำเล ที่ถูกเปลี่ยนไปเป็นเพียงท่าเปลี่ยนถ่ายสินค้าเข้ากับทำเลที่จะจัดตั้งจริงเพื่อให้ได้โครงข่ายการกระจายสินค้าที่เหมาะสมที่สุดกับอุปสงค์ของร้านเซเว่นอีเลฟเว่นทุกสาขาที่ทำการศึกษา

**คำสำคัญ**: วิธีเคมีน ขั้นตอนวิธีคัดกรอง ปัญหาการหาทำเลที่ตั้ง ศูนย์กระจายสินค้า ท่าเปลี่ยนถ่ายสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | |
|---|---|
| **Thesis Title** | Demand-based K-means Clustering and a Filtering Algorithm for Optimizing Distribution Network |
| **Student Name** | Miss Jaruwan Aemod |
| **Student ID** | 58605102 |
| **Degree** | Master of Science (Applied Mathematics) |
| **Department** | Mathematics |
| **Year** | 2017 |
| **Thesis Advisor** | Assoc. Prof. Dr.Chartchai Leenawong |


## Abstract


The purpose of this research is to present a method for improving the K-means clustering and filtering algorithm in order to develop the optimal distribution network of the 260 7-Eleven stores in the Eastern part of Thailand. The distribution centers (DCs) to be located and constructed are available in three sizes, that is, large, medium, and small, plus cross-docks where applicable. The proposed method to find the right locations for DCs and/or cross-docks be divided into two steps. In Step 1, a modification of the K-means clustering to incorporate different stores' demands is described so as to obtain the number and the sizes of DCs as well as their preliminary locations. Then, in Step 2, a proposed filtering algorithm for determining whether to reduce the number of distribution centers from the first step by constructing cross-docks at the preliminary locations instead. If so, the demands of the DC-to-cross-dock locations will be consolidated into the remaining DCs. The final DCs and cross-docks obtained from these two steps comprise the optimal distribution network suited for demand of those 7-Eleven stores being investigated in this research.



**Keywords***:* K-Means, Filtering Algorithm, Facility Location Problem, Distribution center, Cross-dock



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องจากผู้วิจัยได้รับความช่วยเหลือ เป็นอย่างดีจากหลายๆฝ่าย โดยเฉพาะอาจารยที่ปรึกษา รศ.ดร.ฉัฐไชย์ ลีนาวงศ์ ที่ได้ให้คำแนะนำ ตรวจสอบ แก้ไข ให้ข้อเสนอแนะ และติดตามความก้าวหน้าในการดำเนินการวิจัยอย่างสม่ำเสมอ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้ ขอขอบคุณ รศ.ดร.สุวรรณ ถังมณี และ ผศ.ดร.นพรัตน์ โพธิ์ชัย กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ได้กรุณาให้ข้อเสนอแนะ แก้ไข และให้แนวคิด ต่างๆที่เป็นประโยชน์ ขอขอบคุณ อาจารย์ชญาณ์นันท์ นวพรอนันต์ ที่ได้สอนเนื้อหาที่เป็นประโยชน์ในงานวิจัยครั้งนี้ เป็นอย่างมาก ขอขอบคุณ ผศ.ดร.วิชัย วิทยาเกียรเลิศ ที่ให้คำแนะนำและชี้แนะแนวทางในการเรียน และเป็นจุดเริ่มต้นของงานวิจัยนี้ ขอขอบคุณ นายศิลปากร กระพันธ์เขียว เพื่อนที่คอยช่วยเหลือในด้านการเขียนโปรแกรม และคอยตรวจสอบงานวิจัยไม่ให้เกิดข้อผิดพลาด ขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้เชี่ยวชาญที่สละเวลาในการตรวจทานแก้ไขข้อบกพร่องของ ตรวจทานความถูกต้องของภาษาในการวิจัย นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้รับการช่วยเหลือและกำลังใจจากคุณพ่อ คุณแม่ พี่น้องและเพื่อนๆ ตลอดจนบุคคลต่างๆที่ให้ความช่วยเหลืออีกมาก ที่ผู้วิจัยไม่สามารถกล่าวนามได้หมดในที่นี้ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาและความปรารถนาดีของทุกท่านเป็นอย่างยิ่ง และขอขอบพระคุณไว้ในโอกาสนี้

นางสาวจารุวรรณ เอมโอษฐ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ


**หน้า**

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ข
กิตติกรรมประกาศ ..... ค
สารบัญ ..... ง
สารบัญตาราง ..... ฉ
สารบัญรูป ..... ช

**บทที่ 1 บทนำ** ..... 1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา ..... 1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย ..... 1
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย ..... 1
1.4 ระยะเวลาการดำเนินการ ..... 2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ ..... 2
**บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง** ..... 3
2.1 เทคนิคการจัดกลุ่ม (Clustering analysis) ..... 3
2.1.1 Hierarchical Clustering ..... 3
2.1.2 Partition Clustering ..... 4
2.2 เทคนิคการจัดกลุ่มแบบเคมีน (K-Means Clustering) ..... 6
2.3 กระบวนการกระจายสินค้าสู่ผู้บริโภค (Distribution) ..... 9
2.4 คลังสินค้า ..... 10
2.4.1 คลังสินค้าสำหรับเก็บรักษาสินค้า (Storage warehouse) ..... 11
2.4.2 ศูนย์กระจายสินค้า (Distribution Center, DC) ..... 11
2.4.3 ศูนย์รวบรวมและกระจายสินค้า (Cross Dock) ..... 12
2.5 ปัญหาการเลือกทำเลที่ตั้ง ..... 14
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ..... 17
**บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย** ..... 18
3.1 ตัวแปรที่เกี่ยวข้อง ..... 18
3.2 การปรับปรุงเทคนิคการจัดกลุ่มแบบเคมีน ..... 20
3.3 ขั้นตอนวิธีคัดกรอง (Filtering Algorithm) ..... 26
**บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล** ..... 28
4.1 ข้อมูลของปัญหา ..... 28
4.2 หาที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้า ด้วยเทคนิคการจัดกลุ่มแบบเคมีนที่ได้รับการปรับปรุงให้คำนึงถึงอุปสงค์ ..... 29
4.3 ขั้นตอนวิธีคัดกรอง ..... 40
**บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ** ..... 43


เอกสารนี้เป็นเอกสาร... ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1 สรุปผลการวิจัย ..... 43
5.2 ข้อเสนอแนะ ..... 44
เอกสารอ้างอิง ..... 45
ประวัติผู้เขียน ..... 46



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง


**ตารางที่** **หน้า**

2.1 แสดงระยะทางระหว่างข้อมูลกับจุดศูนย์กลาง รอบที่ 1 ..... 7
2.2 แสดงระยะทางระหว่างข้อมูลกับจุดศูนย์กลาง รอบที่ 2 ..... 8
2.3 แสดงระยะทางระหว่างข้อมูลกับจุดศูนย์กลาง รอบที่ 3 ..... 9
3.1 ศูนย์กระจายสินค้าตั้งต้น 8 ศูนย์ ที่ได้จากการสุ่มจากพื้นที่ที่สนใจ ..... 18
3.2 ตัวอย่างจุดข้อมูล สาขาร้านเซเว่นอีเลฟเว่นในภาคตะวันออก ..... 19
3.3 การจัดกลุ่มแบบเคมีน ..... 22
3.4 การจัดกลุ่มแบบเคมีนที่คำนึงถึงอุปสงค์ ..... 22
3.5 การจัดกลุ่มข้อมูลครั้งที่ 1 ..... 23
3.6 การจัดกลุ่มแบบเคมีน ..... 23
3.7 การจัดกลุ่มแบบเคมีนที่คำนึงถึงอุปสงค์ ..... 23
3.8 การจัดกลุ่มข้อมูลครั้งที่ 2 ..... 24
3.9 การจัดกลุ่มแบบเคมีน ..... 24
3.10 การจัดกลุ่มแบบเคมีนที่คำนึงถึงอุปสงค์ ..... 24
3.11 การจัดกลุ่มข้อมูลครั้งที่ 3 ..... 25
3.12 ขนาดของศูนย์กระจายสินค้า ..... 25
3.13 ค่าอุปสงค์ของแต่ละศูนย์กระจายสินค้า ..... 27
4.1 ข้อมูลพิกัดสาขาร้านเซเว่นอีเลฟเว่น และอุปสงค์ ..... 28
4.2 จุดศูนย์กลาง ค่าเริ่มต้น ..... 30
4.3 ระยะขจัดระหว่าง $p_i$ กับจุดศูนย์กลาง $c_k$ ทั้ง 8 จุด ..... 30
4.4 จุดศูนย์กลาง จากการจัดเข้ากลุ่มด้วยเทคนิคการจัดกลุ่มแบบเคมีน รอบที่ 1 ..... 33
4.5 จุดศูนย์กลาง จากการจัดเข้ากลุ่มด้วยเทคนิคการจัดกลุ่มแบบเคมีนคำนึงถึงอุปสงค์ รอบที่ 1 36
4.6 การเปรียบเทียบค่าจุดศูนย์กลางที่เปลี่ยนไป ก่อนและหลังจากได้รับการจัดกลุ่ม ..... 37
4.7 ตำแหน่งที่จะพิจารณาเป็นศูนย์กระจายสินค้า ..... 39
4.8 จัดเรียงตำแหน่งตามอุปสงค์ ..... 40
4.9 เปลี่ยนศูนย์กระจายสินค้าเป็นท่าเปลี่ยนถ่ายสินค้า ..... 41
5.1 แสดงตำแหน่งศูนย์กระจายสินค้าและท่าเปลี่ยนถ่ายสินค้า ..... 43


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูป

**รูปที่** **หน้า**

2.1 Hierarchical Clustering#1 ..... 3
2.2 Hierarchical Clustering#2 ..... 4
2.3 Partition Clustering ..... 4
2.4 จุดศูนย์กลางเริ่มต้น และพิกัดของข้อมูล ..... 6
2.5 จัดกลุ่มรอบที่ 1 ..... 7
2.6 ปรับจุดศูนย์กลางของแต่ละกลุ่ม ..... 8
2.7 จัดกลุ่มรอบที่ 2 ..... 8
2.8 ปรับจุดศูนย์กลางใหม่ ..... 9
2.9 Distribution Center ..... 11
2.10 การกระจายสินค้าผ่าน Distribution Center ..... 12
2.11 Cross-Dock ..... 13
2.12 Implementation of Cross-Dock ..... 13
2.13 การกระจายสินค้าในรูปแบบ Cross-Dock ..... 14
2.14 ระยะทางระหว่างสถานบริการกับลูกค้า ..... 15
3.1 แผนที่ภาคตะวันออกของประเทศไทย ..... 18
3.2 พิกัดร้านเซเว่นอีเลฟเว่นในภาคตะวันออก ..... 20
4.1 การจัดกลุ่มด้วยเทคนิคการจัดกลุ่มแบบเคมีน 8 กลุ่ม ..... 29
4.2 การจัดกลุ่มด้วยเทคนิคการจัดกลุ่มแบบเคมีน 8 กลุ่ม ..... 31
4.3 คำนวณการจัดกลุ่มด้วยเทคนิคการจัดกลุ่มแบบเคมีน ด้วยโปรแกรม MATLAB ..... 32
4.4 การจัดเข้ากลุ่มด้วยเทคนิคการจัดกลุ่มแบบเคมีน รอบที่ 1ทั้งหมด 8 กลุ่ม ..... 33
4.5 คำนวณการจัดกลุ่มด้วยเทคนิคการจัดกลุ่มแบบเคมีนที่คำนึงถึงอุปสงค์ ด้วยโปรแกรม MATLAB ..... 35
4.6 การจัดเข้ากลุ่มด้วยเทคนิคการจัดกลุ่มแบบเคมีนที่คำนึงถึงอุปสงค์ รอบที่ 1 ..... 36
4.7 เปรียบเทียบค่าจุดศูนย์กลางที่เปลี่ยนไปจากการจัดกลุ่ม รอบที่ 1 ..... 37
4.8 เปรียบเทียบค่าจุดศูนย์กลางที่เปลี่ยนไปในกลุ่มที่ 1 ของการทำซ้ำ 1รอบ ..... 37
4.9 จุดศูนย์กลางสุดท้ายที่ได้จากการทำซ้ำ 7 รอบ ..... 38
4.10 ตำแหน่งจุดศูนย์กลาง และข้อมูลร้านสาขาที่ได้จากการทำซ้ำ 7 รอบ ..... 38
4.11 การเปรียบเทียบความเปลี่ยนแปลงในการจัดกลุ่มครั้งที่ 1 และครั้งที่ 7 ..... 39
4.12 การคำนวณค่าเพื่อเปลี่ยนศูนย์กระจายสินค้าเป็นท่าเปลี่ยนถ่ายสินค้า ..... 41
4.13 การเปลี่ยนศูนย์กระจายสินค้าเป็นท่าเปลี่ยนถ่ายสินค้า ..... 42
5.1 พิกัดของศูนย์กระจายสินค้าและท่าเปลี่ยนถ่ายสินค้า ..... 44
5.2 พิกัดของศูนย์กระจายสินค้าและท่าเปลี่ยนถ่ายสินค้า บนแผนที่ ..... 44

เอกสารนี้เป็น[illegible]ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1
# บทนำ

## 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การส่งสินค้าให้ถึงมือลูกค้าได้ตามกำหนดเวลาถือเป็นคุณสมบัติที่ดีของการกระจายสินค้า ที่ผู้ประกอบการควรคำนึงถึงเป็นอันดับต้นๆ แต่คุณภาพที่ดีย่อมตามมาด้วยต้นทุนที่สูงเช่นกัน การวางโครงข่ายกระจายสินค้าที่ดีจึงจำเป็นอย่างยิ่ง เพื่อที่จะคงคุณภาพการเคลื่อนย้ายสินค้าสู่ลูกค้าได้ทันกำหนดเวลา แต่ก็สามารถลดต้นทุนการผลิตได้ในเวลาเดียวกัน การกระจายสินค้า [1] ที่ดีควรเริ่มจากศูนย์กระจายสินค้า (Distribution Center) [2,3] ที่มีประสิทธิภาพที่ดีด้วย ซึ่งต้องอาศัยปัจจัยในหลายๆด้าน รวมถึงการถ่ายเทสินค้าได้อย่างรวดเร็ว ระยะทาง (Distance) ในการขนส่งสินค้าไปยังลูกค้า รวมถึงอุปสงค์ (Demand) [4,5] ที่ไม่เท่ากันของลูกค้า ที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในการพิจารณาเพื่อจัดตั้งศูนย์กระจายสินค้าให้การขนส่งเป็นไปด้วยความรวดเร็ว ลดต้นทุนการขนส่ง และนอกจากนี้จำนวนของศูนย์กระจายสินค้าเป็นสิ่งที่ควรพิจารณาให้มีจำนวนที่เหมาะสม ซึ่งแน่นอนว่ายิ่งมีจำนวนมาก ก็ส่งผลดีต่อการกระจายสินค้าในด้านความรวดเร็ว แต่ก็ส่งผลให้เกิดต้นทุนการผลิตที่สูงมากเช่นกัน

การลดขนาดของศูนย์กระจายสินค้าจึงเป็นอีกหนึ่งแนวทางที่จะช่วยลดต้นทุนสินค้าคงคลัง โดยเฉพาะต้นทุนการจัดเก็บรักษา (Inventory Carrying Costs) [6] ซึ่งเป็นต้นทุนหลักต้นทุนหนึ่งของต้นทุนโลจิสติกส์ ทั้งนี้การลดขนาดของศูนย์กระจายสินค้า จะกระทำโดยการเปลี่ยนศูนย์กระจายสินค้าบางแห่งให้เป็นเพียงท่าเปลี่ยนถ่ายสินค้า (Cross-Dock) [7] ที่มีต้นทุนการผลิตต่ำกว่าแต่ยังคงประสิทธิภาพการกระจายสินค้าที่ดีอยู่ อย่างไรก็ตามปัจจัยต่างๆข้างต้นที่นำมาเป็นตัวแปรในการตัดสินใจจัดตั้งศูนย์กระจายสินค้าเพื่อหาโครงข่ายกระจายสินค้าที่ดี นั้นเป็นเพียงส่วนหนึ่งที่ผู้วิจัยคำนึงถึงและเห็นถึงผลลัพธ์เป็นไปได้ ในทางบวกที่จะสามารถลดต้นทุนการผลิตได้อย่างสูงสุด

## 1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1) เพื่อวางแผนการจัดตั้งโครงข่ายการกระจายสินค้าที่เหมาะสมที่สุดของร้านเซเว่นอีเลฟเว่น จำนวน 260 สาขาในภาคตะวันออก
2) เพื่อหาที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าด้วยเทคนิคการจัดกลุ่มแบบเคมีน (K-means Clustering) ที่มีการปรับปรุงให้คำนึงถึงอุปสงค์
3) เพื่อเปลี่ยนศูนย์กระจายสินค้าให้เป็นท่าเปลี่ยนถ่ายสินค้า เพื่อลดต้นทุนการจัดเก็บสินค้าด้วยวิธีการกรองที่คิดขึ้นมา
4) เพื่อบ่งถึงขนาดของศูนย์กระจายสินค้า

## 1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1) ศึกษาวิธีการจัดกลุ่มด้วยเทคนิควิธีต่างๆ และข้อมูลที่จะนำมาจัดกลุ่มโดยใช้วิธีการจัดกลุ่มแบบเคมีน
2) พิจารณาเทคนิคการจัดกลุ่มแบบเคมีน และทำการปรับปรุงเทคนิคเคมีนให้คำนึงถึงอุปสงค์โดยการถ่วงน้ำหนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) นำเทคนิคการจัดกลุ่มแบบเคมีนที่ได้รับการปรับปรุงแล้วมาใช้ในการจัดกลุ่มข้อมูล คือ สาขาของร้านเซเว่นอีเลฟเว่นจำนวน 260 สาขา จำนวน 8 กลุ่ม
4) พิจารณารูปแบบของคลังสินค้า แบบศูนย์กระจายสินค้า และท่าเปลี่ยนถ่ายสินค้า เพื่อหาแนวทางลดต้นทุน
5) พิจารณาต้นทุน ระยะทาง อุปสงค์ และขนาดของศูนย์กระจายสินค้า
6) คิดค้นขั้นตอนวิธีคัดกรอง เพื่อเปลี่ยนศูนย์กระจายสินค้าบางศูนย์ ให้เป็นท่าเปลี่ยนถ่ายสินค้าที่มีต้นทุนการจัดเก็บต่ำกว่า โดยใช้โปรแกรม MATLAB ในการคำนวณ
7) ตรวจสอบงานวิจัยเพื่อหาข้อแก้ไข
8) แก้ไขงานวิจัยและเขียนเล่มวิทยานิพนธ์

## 1.4 ระยะเวลาดำเนินการ

| กิจกรรม | ระยะเวลาดำเนินงาน | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2559 | | | | 2560 | | | | | | | | | | | | 2561 | | | | | |
| | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| ขั้นตอนที่ 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ขั้นตอนที่ 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ขั้นตอนที่ 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ขั้นตอนที่ 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ขั้นตอนที่ 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ขั้นตอนที่ 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ขั้นตอนที่ 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ขั้นตอนที่ 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

## 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) สามารถจัดโครงข่ายกระจายสินค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ
2) ได้ที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าที่มีความเหมาะสม ในด้านของระยะทาง และอุปสงค์ของร้านค้า
3) สามารถลดต้นทุนการจัดเก็บสินค้าที่ได้จากการเปลี่ยนศูนย์กระจายสินค้าให้เป็นท่าเปลี่ยนถ่ายสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 2
# ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในหัวข้อนี้เราจะกล่าวถึงการจัดกลุ่ม (Clustering) [8] ประเภทต่างๆ ที่ใช้กับข้อมูลในแต่ละแบบได้อย่างเหมาะสม และกล่าวถึงเทคนิคการจัดกลุ่มแบบเคมีน (K-Means Clustering) [8,9,10] ที่นำมาใช้การจัดกลุ่มข้อมูลของงานวิจัย และข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการสร้างโครงข่ายกระจายสินค้า รวมถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

## 2.1 เทคนิคการจัดกลุ่ม (Clustering analysis)

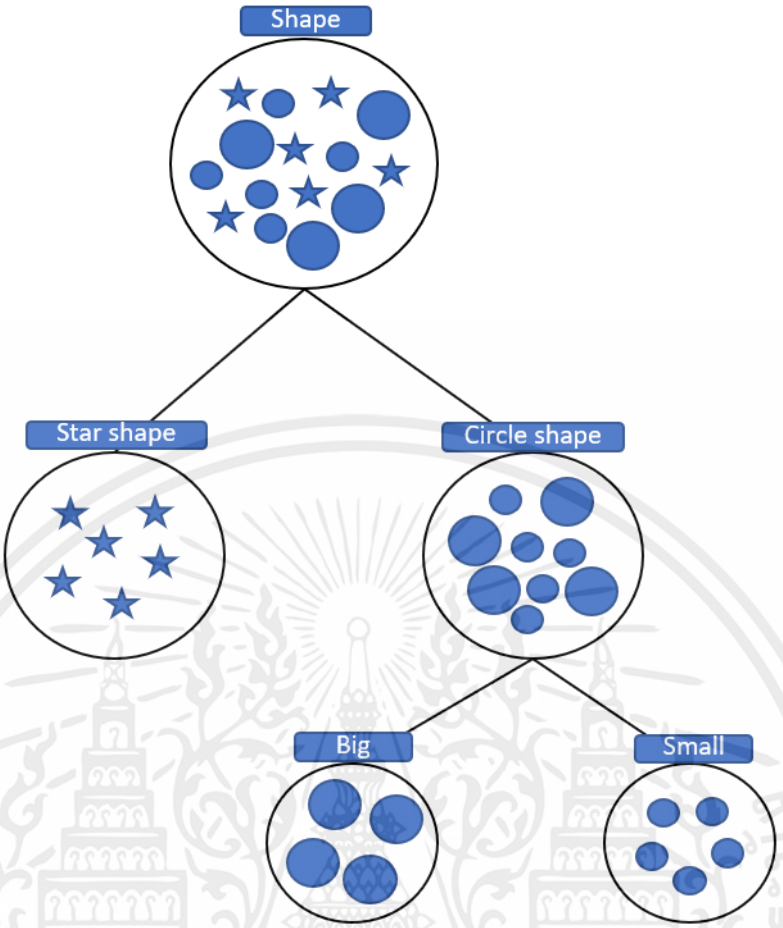
เป็นกระบวนการจัดวัตถุต่างๆ ให้อยู่ในกลุ่มที่เหมาะสม ซึ่งมีคุณสมบัติว่า วัตถุที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันจะคล้ายกัน แต่มีความแตกต่างจากกลุ่มอื่น ทั้งนี้การจัดกลุ่มสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทคือ

### 2.1.1 Hierarchical Clustering

เป็นการแบ่งกลุ่มที่พิจารณาความสัมพันธ์เป็นลำดับชั้น แต่ละกลุ่มใหญ่สามารถแบ่งเป็นกลุ่มย่อยโดยไม่เกิดการทับซ้อน เหมาะกับขนาดของข้อมูลที่น้อยกว่า 200 ข้อมูล และมีข้อดีคือจะเห็นความสัมพันธ์ ของแต่ละกลุ่ม แสดงตัวอย่างได้ดังรูปที่ 2.1

**รูปที่ 2.1 Hierarchical Clustering#1** [9]

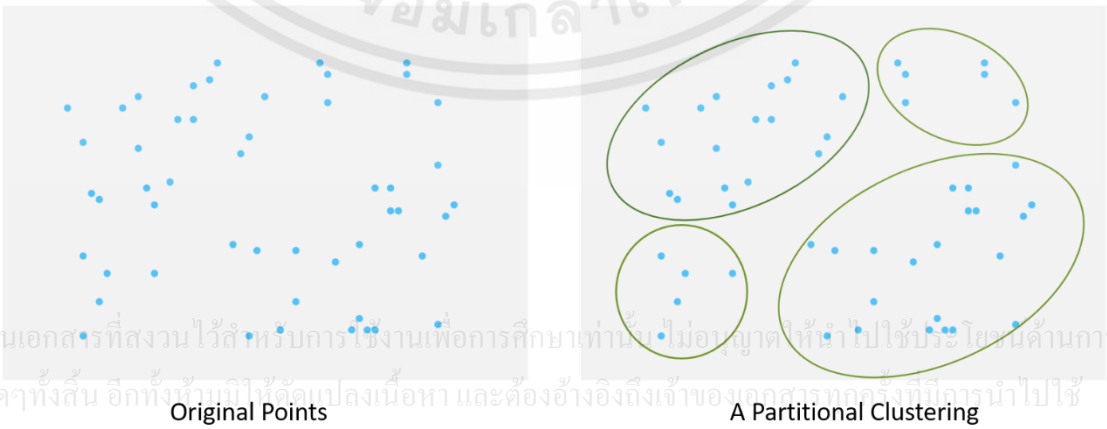
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 2.2 Hierarchical Clustering#2

### 2.1.2 Partition Clustering

เป็นการแบ่งกลุ่มอย่างชัดเจนไม่เกิดการทับซ้อน บางครั้งเรียก Non-hierarchical Clustering Analysisหรือ K-means Clustering Analysis




รูปที่ 2.3 Partition Clustering

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และการจัดกลุ่ม จะต้องมีความเหมาะสมมาเกี่ยวข้องด้วย โดยจะพิจารณาจากวิธีการวัดความคล้ายคลึง (Similarity) และการหาระยะห่าง (Distance) โดยมีวิธีการวัดระยะห่างอยู่ด้วยกันหลายวิธี ดังตัวอย่างเช่น

วิธีการวัดแบบที่ 1 คือ City Block/Manhattan Distance เป็นการวัดระยะห่างจากจุดสองจุดมีสมการคือ

$$D_{Cityblock}(\mathrm{p},\mathrm{q}) = \sum_{i=1}^{n} | x_i - y_i | \qquad (1)$$

เมื่อ $D_{Cityblock}(\mathrm{p},\mathrm{q})$ คือ ระยะห่างจากจุด p ไปยังจุด q ด้วยวิธีการวัดแบบ City Block
p คือ ข้อมูลที่มีพิกัดเป็น ($x_1$, $x_2$, $x_3$, ..., $x_n$ )
q คือ ข้อมูลที่มีพิกัดเป็น ($y_1$, $y_2$, $y_3$, ..., $y_n$)
n คือ จำนวนมิติของข้อมูล
แสดงตัวอย่างได้ดังนี้
ให้ p ($x_1$, $x_2$) = (15,9) และ q ($y_1$, $y_2$) = (6,12)

$$\begin{aligned} D_{Cityblock}(\mathrm{p},\mathrm{q}) &= \sum_{i=1}^{2} | x_1 - y_1 | + |x_2 - y_2| \\ &= |15-6| + |9-12| \\ &= 9 + 3 \\ &= 12 \end{aligned}$$

วิธีการวัดแบบที่ 2 คือ Euclidean Distance เป็นการวัดระยะห่างจากรากที่สองของผลต่างระหว่างจุดสองจุดยกกำลังสอง เป็นที่นิยมใช้ในงานประเภทต่างๆ โดยมีสมการคือ

$$D_{Euclidean}(\mathrm{p},\mathrm{q}) = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} (x_i - y_i)^2} \qquad (2)$$

เมื่อ $D_{Euclidean}(\mathrm{p},\mathrm{q})$ คือ ระยะห่างจากจุด p ไปยังจุด q เมื่อ  = 1, 2, 3, ..., n ด้วยวิธีการวัดแบบ Euclidean ดังแสดงตัวอย่างได้ดังต่อไปนี้
เมื่อ p ($x_1$, $x_2$) = (15,9) และ q ($y_1$, $y_2$) = (6,12)

$$\begin{aligned} D_{Euclidean}(\mathrm{p},\mathrm{q}) &= \sqrt{\sum_{i=1}^{2} (x_1 - y_1)^2 + (x_2 - y_2)^2} \\ &= \sqrt{(15-6)^2 + (9-12)^2} \\ &= \sqrt{81+9} \\ &= 3\sqrt{10} \end{aligned}$$

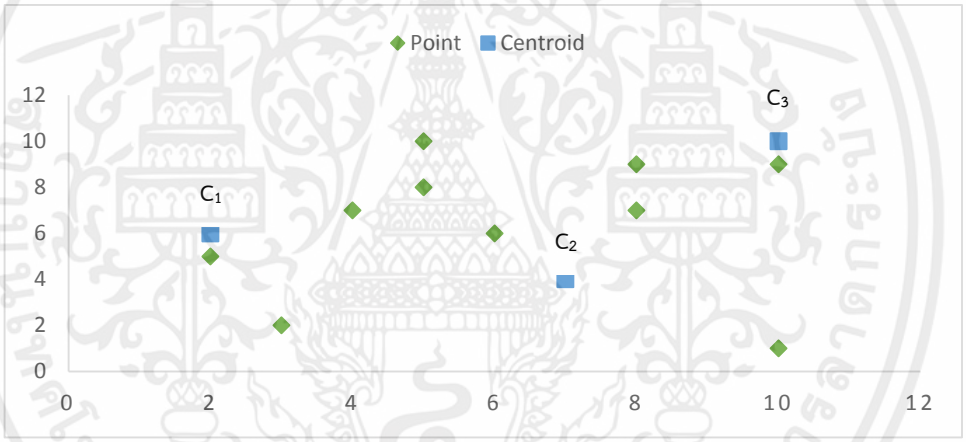
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในงานวิจัยนี้ จะใช้วิธีการวัดแบบ Euclidean Distance ซึ่งเป็นการหาระยะขจัดบนระนาบ 2 มิติ เหมาะกับการกำหนดตำแหน่งบนแผนที่ โดยจะนำไปใช้กับการจัดกลุ่มแบบเคมีน ที่จะแบ่งข้อมูลออกเป็นกลุ่มย่อยๆ โดยกำหนดจำนวนกลุ่มที่ต้องการแบ่งเป็น K กลุ่ม และทำงานหลายๆ รอบ

## 2.2 เทคนิคการจัดกลุ่มแบบเคมีน (K-Means Clustering)

ขั้นตอนวิธีที่ใช้มากที่สุดใช้แนวทางกระทำซ้ำการกลั่นกรอง และถูกเรียกว่า การแบ่งกลุ่มข้อมูลแบบเคมีน (k-means algorithm) [8,10,11] เป็นวิธีหนึ่งในการแบ่งเวกเตอร์ ที่ได้รับความนิยมสำหรับการแบ่งกลุ่มข้อมูล ในการทำเหมืองข้อมูล (data mining) ใช้สำหรับแบ่งกลุ่มข้อมูลจำนวน n สิ่ง เป็น K กลุ่ม โดยแต่ละข้อมูลจะอยู่ในกลุ่มที่มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกันที่สุด โดยคำว่า K-Means นั้น K หมายถึงค่าที่กำหนดให้เป็นจำนวนของกลุ่มที่ต้องการ และคำว่า Means หมายถึงการหาค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแต่ละกลุ่ม ซึ่งมีขั้นตอนวิธีการทำงาน ดังนี้

**ขั้นตอนที่ 1** ทำการสุ่มจุดศูนย์กลาง (Centroid) เริ่มต้นขึ้นมา จำนวนทั้งสิ้น K จุด ในที่นี้สมมุติ K=3 แสดงว่าจะมี จุดศูนย์กลาง คือ $c_1(3,10)$, $c_2(3,1)$ และ $c_3(10,3)$ แสดงได้ดังรูปที่ 2.4




**รูปที่ 2.4 จุดศูนย์กลางเริ่มต้น และพิกัดของข้อมูล**

**ขั้นตอนที่ 2** หาระยะห่างระหว่างจุดข้อมูล $p_i(a_i,b_i)$ ที่ต้องการจัดกลุ่ม เมื่อ i=1,2,3,...,n และจุดศูนย์กลาง $c_k(x_k,y_k)$ เมื่อ k=1,2,3,...,K โดยใช้สูตร ระยะทางยูคลีเดียน (Euclidean Distance) โดยพิจารณา ที่ $p_1$ กับ $c_k$ สำหรับ k= 1,2,3,...,K

$$D_E(\mathrm{p},\mathrm{c}) = \sqrt{(\mathrm{a}_i - x_k)^2 + (\mathrm{b}_i - y_k)^2}$$

แสดงตัวอย่างได้ดังนี้

$p(a_1,b_1) = (5,8)$ และ $c(x_1,y_1) = (2,6)$

$$D_E(\mathrm{p},\mathrm{c}) = \sqrt{(\mathrm{a}_i - x_k)^2 + (\mathrm{b}_i - y_k)^2}$$
$$= \sqrt{(5-2)^2 + (8-6)^2}$$
$$= 3.61$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

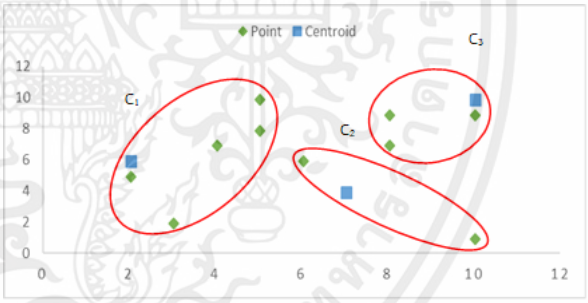
หาระยะจากข้อมูล $p_i$ ทั้ง 10 จุด กับทุก $c_k$ ทั้ง 3 จุด เพื่อพิจารณาระยะขจัดที่สั้นที่สุด ระหว่างข้อมูล p กับจุดศูนย์กลาง c แสดงได้ดังตารางที่ 2.1

**ตารางที่ 2.1 แสดงระยะทางระหว่างข้อมูลกับจุดศูนย์กลาง รอบที่ 1**

| Point | $c_1$(2,6) | $c_2$(7,4) | $c_3$(10,8) | Cluster |
|---|---|---|---|---|
| $P_1$(5,8) | 3.61 | 4.47 | 5 | 1 |
| $P_2$(6,6) | 4 | 2.24 | 4.47 | 2 |
| $P_3$(2,5) | 1 | 5.10 | 8.54 | 1 |
| $P_4$(10,9) | 8.54 | 5.83 | 1 | 3 |
| $P_5$(5,10) | 5 | 6.32 | 5.39 | 1 |
| $P_6$(8,7) | 6.08 | 3.16 | 2.24 | 3 |
| $P_7$(8,9) | 9.43 | 5.10 | 2.24 | 3 |
| $P_8$(10,1) | 9.43 | 4.24 | 7 | 2 |
| $P_9$(3,2) | 4.12 | 4.47 | 9.22 | 1 |
| $P_{10}$(4,7) | 2.24 | 4.24 | 6.08 | 1 |

**ขั้นตอนที่ 3** เลือกระยะระหว่างจุด p กับจุดศูนย์กลาง c ที่มีค่าน้อยที่สุด ให้อยู่ในกลุ่มของจุดศูนย์กลาง c นั้น แสดงข้อมูลตามกลุ่ม (Cluster) ได้ดังนี้

| Cluster1 | Cluster2 | Cluster3 |
|---|---|---|
| $P_1$(5,8) | $P_2$(6,6) | $P_4$(10,9) |
| $P_3$(2,5) | $P_8$(10,1) | $P_6$(8,7) |
| $P_5$(5,10) | | $P_7$(8,9) |
| $P_9$(3,2) | | |
| $P_{10}$(4,7) | | |




**รูปที่ 2.5 จัดกลุ่ม รอบที่ 1**

**ขั้นตอนที่ 4** ทำซ้ำกับทุกจุดข้อมูล จนทุกจุดเข้าไปอยู่ใน K กลุ่ม

**ขั้นตอนที่ 5** คำนวณหาจุดศูนย์กลางของแต่ละกลุ่มใหม่โดยหาค่าเฉลี่ยของพิกัดของจุดข้อมูลทั้งหมดในแต่ละกลุ่มตามแนวแกน x และ y

สำหรับ Cluster1 มี 5 จุด อยู่ในกลุ่มเดียวกัน เพราะฉะนั้นหา $c_1$ ใหม่

$$\left(\frac{(5+2+5+3+4)}{5},\frac{(8+5+10+2+7)}{5}\right)=c_1(3.8,6.4)$$

สำหรับ Cluster2 มี 2 จุด อยู่ในกลุ่มเดียวกัน เพราะฉะนั้นหา $c_2$ ใหม่

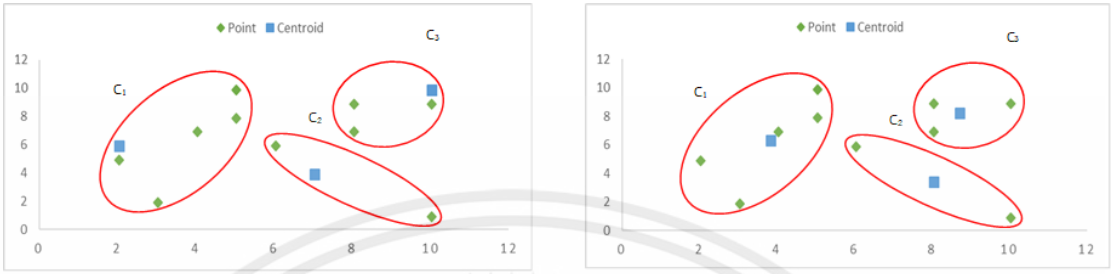
$$\left(\frac{(6+10)}{2},\frac{(6+1)}{2}\right)=c_2(8,3.5)$$

สำหรับ Cluster3 มี 3 จุด อยู่ในกลุ่มเดียวกัน เพราะฉะนั้นหา $c_3$ ใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\left(\frac{(10+8+8)}{3},\frac{(9+7+9)}{3}\right)=c_3(8.67,8.33)$$

**ขั้นตอนที่ 6** ทำซ้ำขั้นตอนที่ 2 จนกว่าทุกจุดข้อมูลในแต่ละกลุ่มไม่มีการเปลี่ยนแปลง ปรับจุดศูนย์กลางใหม่ และเริ่มทำรอบที่สอง



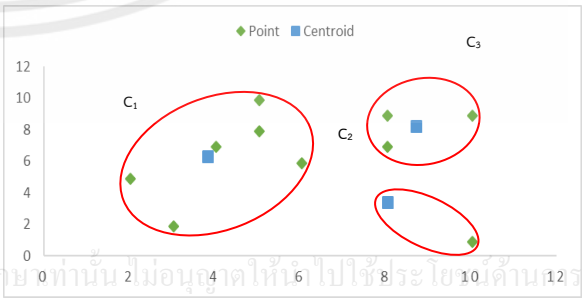

**รูปที่ 2.6 ปรับจุดศูนย์กลางของแต่ละกลุ่ม**

หาระยะทางระหว่างจุดข้อมูลกับจุดศูนย์กลางแต่ละจุด โดยใช้สูตร Euclidean Distance อีกครั้ง โดย Centroid ใหม่ คือ $c_1(3.8,6.4)$, $c_2(8,3.5)$ และ $c_3(8.67,8.33)$

**ตารางที่ 2.2 แสดงระยะทางระหว่างข้อมูลกับจุดศูนย์กลาง รอบที่ 2**

| Point | $c_1(3.8,6.4)$ | $c_2(8,3.5)$ | $c_3(8.67,8.33)$ | Cluster |
|---|---|---|---|---|
| $P_1(5,8)$ | 2 | 5.41 | 3.68 | 1 |
| **$P_2(6,6)$** | **2.24** | **3.20** | **3.54** | **1** |
| $P_3(2,5)$ | 2.28 | 6.18 | 7.46 | 1 |
| $P_4(10,9)$ | 6.72 | 5.85 | 1.49 | 3 |
| $P_5(5,10)$ | 3.79 | 7.16 | 4.03 | 1 |
| $P_6(8,7)$ | 4.24 | 3.50 | 1.49 | 3 |
| $P_7(8,9)$ | 8.22 | 5.50 | 0.95 | 3 |
| $P_8(10,1)$ | 8.22 | 3.20 | 7.45 | 2 |
| $P_9(3,2)$ | 4.47 | 5.22 | 8.50 | 1 |
| $P_{10}(4,7)$ | 0.63 | 5.32 | 4.86 | 1 |

| Cluster1 | Cluster2 | Cluster3 |
|---|---|---|
| $P_1(5,8)$ | $P_8(10,1)$ | $P_4(10,9)$ |
| $P_3(2,5)$ | | $P_6(8,7)$ |
| $P_5(5,10)$ | | $P_7(8,9)$ |
| $P_9(3,2)$ | | |
| $P_{10}(4,7)$ | | |
| **$P_2(6,6)$** | | |




**รูปที่ 2.7 จัดกลุ่มรอบที่ 2**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น พร้อมมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

..จากการจัดกลุ่มในรอบที่ 2 จะเห็นได้ว่า จุด $P_2(6,6)$ เปลี่ยนจาก Cluster2 ไป Cluster1เนื่องจากการปรับจุดทำให้ระยะทางใกล้ Cluster1 มากกว่า จึงต้องหาค่าเฉลี่ยแต่ละกลุ่ม เพื่อหาจุดศูนย์กลางใหม่

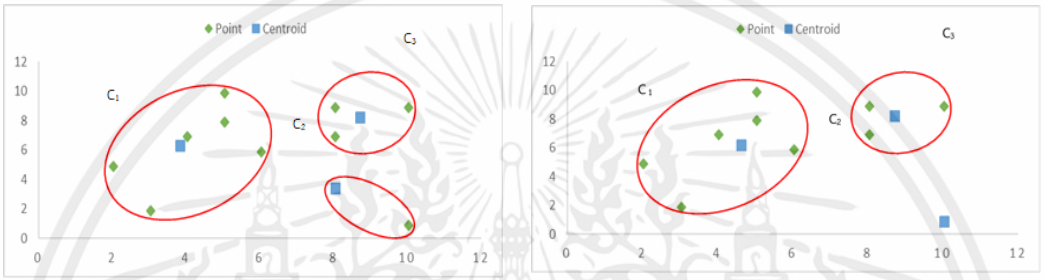
สำหรับ Cluster1 มี 5 จุด อยู่ในกลุ่มเดียวกัน เพราะฉะนั้นหา $c_1$ ใหม่

$$\left(\frac{(5+2+5+3+4+6)}{6},\frac{(8+5+10+2+7+6)}{6}\right)=c_1(4.16,6.3)$$

สำหรับ Cluster2 มี 1 จุด เพราะฉะนั้นหา $c_2$ ใหม่ เป็น $c_2(10,1)$

สำหรับ Cluster3 ไม่มีการเปลี่ยนกลุ่มของจุด เพราะฉะนั้นหา $c_3$ เป็นค่าเดิม คือ $c_3(8.67,8.33)$

ปรับจุดศูนย์กลางใหม่ และเริ่มทำรอบที่สาม




**รูปที่ 2.8 ปรับจุดศูนย์กลางใหม่**

หาระยะทางระหว่างจุดข้อมูลกับจุดศูนย์กลางแต่ละจุด โดยใช้สูตร Euclidean Distance อีกครั้ง โดย Centroid ใหม่ คือ $c_1(4.16,6.3)$, $c_2(10,1)$ และ $c_3(8.67,8.33)$

**ตารางที่ 2.3 แสดงระยะทางระหว่างข้อมูลกับจุดศูนย์กลาง รอบที่ 3**

| Point | $c_1(4.16,6.3)$ | $c_2(10,1)$ | $c_3(8.67,8.33)$ | Cluster |
|---|---|---|---|---|
| $P_1(5,8)$ | 1.896207 | 8.602325 | 3.684807 | 1 |
| $P_2(6,6)$ | 1.864296 | 6.403124 | 3.543699 | 1 |
| $P_3(2,5)$ | 2.521032 | 8.944272 | 7.455052 | 1 |
| $P_4(10,9)$ | 6.433941 | 8 | 1.489228 | 3 |
| $P_5(5,10)$ | 3.794153 | 10.29563 | 4.032096 | 1 |
| $P_6(8,7)$ | 3.903281 | 6.324555 | 1.489228 | 3 |
| $P_7(8,9)$ | 7.886419 | 8.246211 | 0.947523 | 3 |
| $P_8(10,1)$ | 7.886419 | 0 | 7.449685 | 2 |
| $P_9(3,2)$ | 4.453718 | 7.071068 | 8.498106 | 1 |
| $P_{10}(4,7)$ | 0.718053 | 8.485281 | 4.855698 | 1 |

จากตาราง ค่าของจุด ไม่มีการเปลี่ยนแปลง จึงหยุดการทำงาน โดยมีการทำซ้ำทั้งหมด 3 ครั้ง

เอกสารนี้เป็น ... ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.3 กระบวนการกระจายสินค้าสู่ผู้บริโภค (Distribution)

Distribution คือ กระบวนการทางการตลาดที่ผู้ผลิตสินค้า จะทำให้สินค้าของตัวเองไปสู่ผู้บริโภค หรือทำให้ผู้บริโภคหาซื้อสินค้าได้อย่างสะดวก ตามเวลาที่ต้องการเพื่อตอบสนองความ

ต้องการของผู้บริโภค ให้ได้รับความพึงพอใจ และมีความเหมาะในด้านปริมาณสินค้า ต้นทุนสินค้า และเวลา รวมไปถึงเป็นการดำเนินการเคลื่อนย้ายสินค้าผ่านช่องทางการจัดจำหน่าย ซึ่งเกี่ยวข้องกับกิจกรรม หลายประเภท เช่น การขนส่ง การเก็บรักษา การ บรรจุหีบห่อ ความสำเร็จของการกระจายสินค้า ขึ้นอยู่กับการเคลื่อนย้ายสินค้าของผู้ผลิตไปยังผู้บริโภคให้เกิดความพึงพอใจในเวลาที่ลูกค้าต้องการ สถานที่ที่ถูกต้อง และต้นทุนที่ต่ำที่สุด

ระบบกระจายสินค้าต้องได้รับการจัดการอย่างเหมาะสม เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด โดยมีองค์ประกอบหลักของระบบกระจายสินค้า 7 ประการ คือ

1. การดำเนินการสั่งซื้อสินค้า ซึ่งทำให้เกิดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน ซึ่งต้องมีการวิเคราะห์เพื่อลดค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็น
2. การคลังสินค้า สำหรับเก็บรักษาสินค้า ซึ่งจะช่วยลดต้นทุนในการขนส่งและต้นทุนการผลิต
3. การควบคุมสินค้าคงคลัง ซึ่งประกอบไปด้วย วัตถุดิบ สินค้ากึ่งสำเร็จรูปหรือสินค้าระหว่างผลิต และสินค้าสำเร็จรูป ที่มีค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับการเก็บรักษา และค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับการสั่งซื้อ
4. การจัดส่งสินค้า เป็นการเชื่อมโยงระบบการขายและระบบสินค้าคงคลังเข้าด้วยกัน โดยควบคุมระบบการจัดส่งสินค้าให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดตั้งแต่ขั้นตอนการบรรจุหีบห่อไปจนถึงการส่งมอบถึงมือผู้รับ
5. การหีบห่อเพื่อการขนส่ง เพื่อให้สินค้าอยู่ในสภาพที่เรียบร้อย
6. การสื่อสารการจัดจำหน่าย เพื่อใช้ในการติดต่อกับหน่วยงานต่างๆ รวมถึงประสานงานภายในระบบการกระจายสินค้า
7. การขนส่ง

## 2.4 คลังสินค้า

กิจกรรมของคลังสินค้าส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนย้ายสินค้าหรือวัตถุดิบ การจัดเก็บโดยไม่ให้สินค้าเสื่อมสภาพหรือแตกหักเสียหาย ลักษณะทั่วไปของคลังสินค้าคืออาคารชั้นเดียวมีพื้นที่โล่งกว้างสำหรับเก็บสินค้า มีประตูขนาดใหญ่หลายประตูเพื่อสะดวกในการขนถ่ายสินค้า โดยคลังสินค้ามีวัตถุประสงค์หลายๆด้าน เช่น เพื่อทำหน้าที่รักษาระดับสินค้าคงคลังเพื่อสนับสนุนการผลิต (Manufacturing support) เพื่อทำหน้าที่ผสมสินค้า (Product-mixing) เพื่อทำหน้าที่รวบรวมสินค้าก่อนจัดส่ง (Consolidation) เพื่อทำหน้าที่แยกหีบห่อ (Break-bulk) หรือทำหน้าที่เป็นศูนย์กระจายสินค้า (Cross-Dock) เป็นต้น เนื่องจากคลังสินค้ามีหน้าที่หลากหลายประโยชน์ของคลังสินค้าจึงมีมากมายซึ่งสามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

1. เพื่อให้เกิดประโยชน์ในเรื่องการขนส่ง
2. เพื่อให้เกิดการประหยัดในระบบการผลิต
3. เพื่อให้เกิดประโยชน์ในเรื่องการสั่งซื้อในปริมาณมาก
4. เพื่อใช้เป็นแหล่งของวัตถุดิบ เพื่อรองรับต่อความไม่แน่นอนของการซื้อวัตถุดิบ
5. เพื่อรองรับต่อความไม่แน่นอนของการขาย
6. เพื่อให้เกิดการบริหารต้นทุนโลจิสติกส์ที่ต่ำ

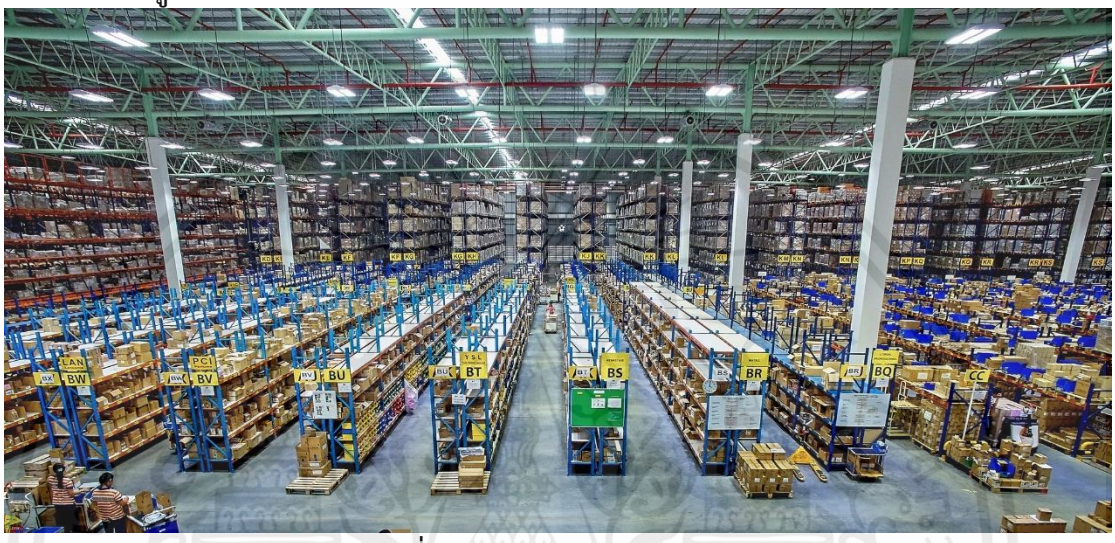
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น โดยไม่ได้รับอนุญาตจากผู้เขียนเป็นลายลักษณ์อักษร และอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแบ่งประเภทของคลังสินค้าตามลักษณะงาน

**2.4.1 คลังสินค้าสำหรับเก็บรักษาสินค้า (Storage Warehouse)**

คลังสินค้าชนิดนี้มีหน้าที่หลักในการเก็บรักษาสินค้าซึ่งอาจจะอยู่ในรูป วัตถุดิบหรือสินค้าสำเร็จรูป เพื่อทำหน้าที่ตอบสนองความต้องการของฝ่ายผลิต หรือร้านค้าตามลำดับ ดังนั้นการจัดการสินค้าประเภทนี้จะเน้นที่การรักษาสภาพสินค้า และการป้องกันการสูญหายของสินค้าเป็นสำคัญ

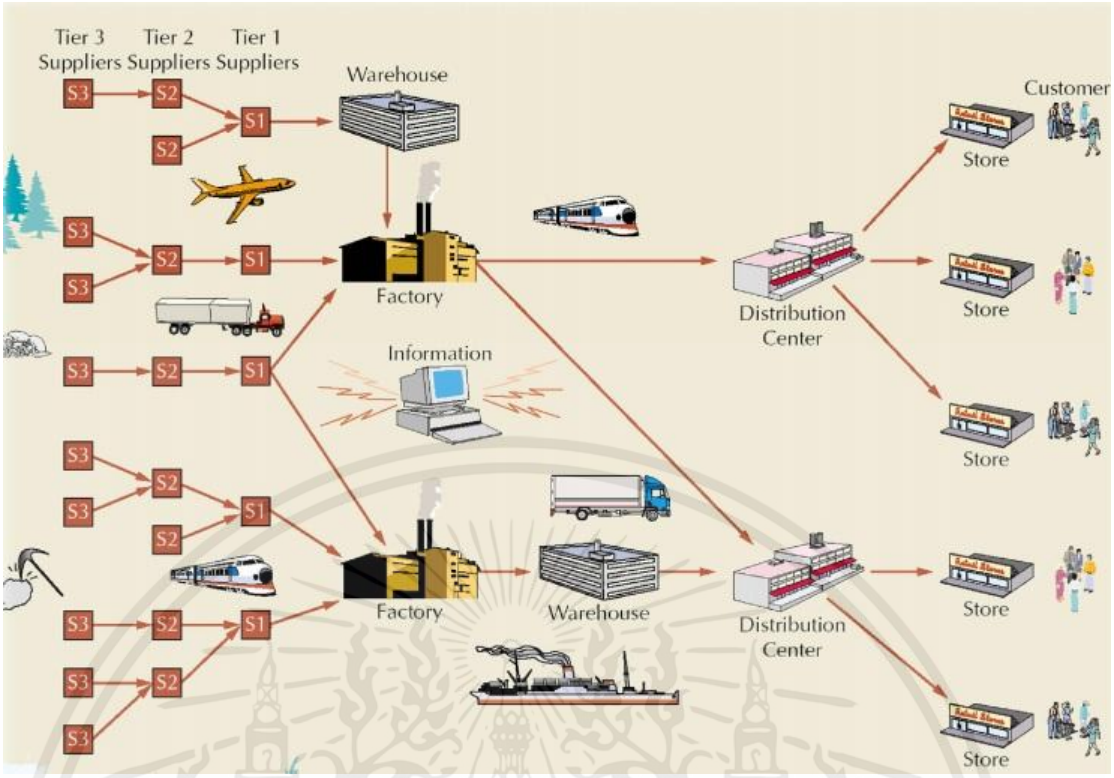
**2.4.2 ศูนย์กระจายสินค้า (Distribution Center: DC)**




**รูปที่ 2.9 Distribution Center**

ศูนย์กระจายสินค้า คือ คลังสินค้าที่ทำหน้าที่ทั้งในฐานะเป็นคลังสินค้า (Warehouse) และเป็นหน่วยเชื่อมโยงระหว่างผู้ผลิต (Manufacturer) กับผู้ขายปลีก (Retailers) จะเป็นผู้ให้บริการทางด้านโลจิสติกส์ (Logistics Provider) ในด้านการจัดเก็บสินค้า และการจัดการขนส่งสินค้าสำเร็จรูปให้กับลูกค้าได้อย่างทันเวลา และถูกต้องตรงตามความต้องการ DC ส่วนใหญ่จะเป็นผู้ให้บริการภายนอก (Outsource) หรือ Third Party Logistics Service Providers (3PL) จะทำหน้าที่รับสินค้าจากผู้ผลิตแต่ละรายมาเก็บในคลังสินค้าของตน โดยดำเนินการบริหารจัดการในการควบคุมปริมาณด้านเทคโนโลยีในการกระจายและจัด ส่งสินค้าแทนเจ้าของสินค้าหรือผู้ผลิตสินค้าโดรับผิดชอบงานขนส่งจนสินค้าไปสู่ผู้รับ ประโยชน์ที่เกิดขึ้นนี้ คือ การลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งของผู้ผลิตไปสู่ผู้ขายปลีกหรือลูกค้าแต่ละราย ผู้ผลิตสามารถขนส่งมาที่ DC เพียงแห่งเดียวโดย DC จะทำการกระจายสินค้าสู่ผู้ขายปลีกตามความถี่ที่ผู้ขายปลีกต้องการทำให้ไม่จำ เป็นต้องมีที่เก็บสินค้าคงคลังจำนวนมากที่ผู้ขายปลีกอีกต่อไป ค่าใช้จ่ายส่วนวัสดุคงคลังของร้านขายปลีกก็ลดลง ทำให้ต้นทุนรวมส่งผลให้มีความได้เปรียบในด้านการแข่งขันทั้งด้านราคาและความ รวดเร็วในการบริการ ในปัจจุบันร้านขายปลีกหลายแห่งจึงสามารถรับประกันราคาต่ำสุดแก่ผู้บริโภคได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

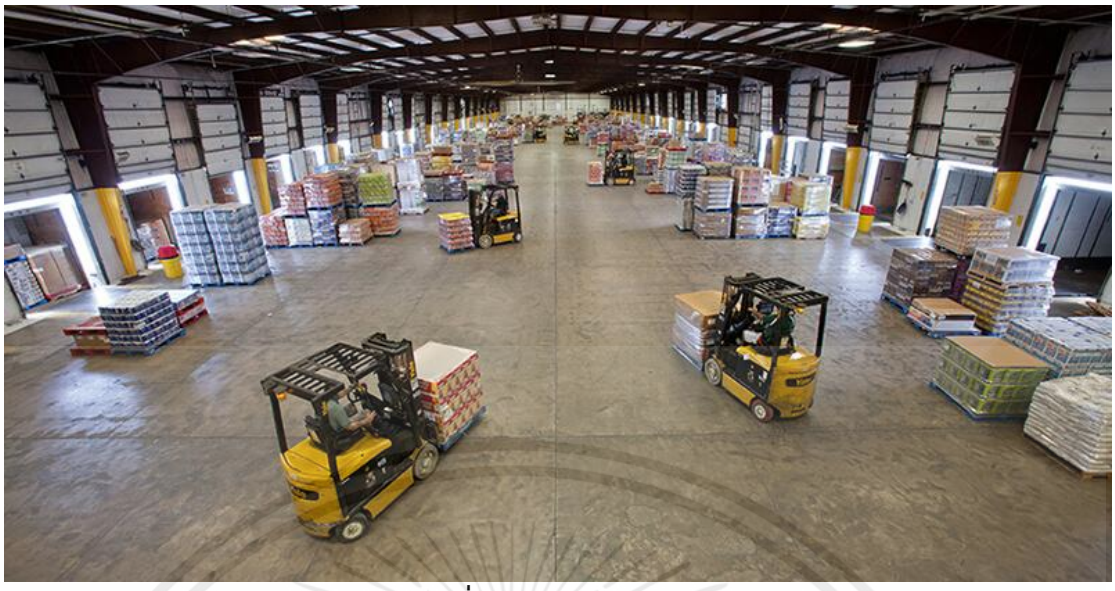



**รูปที่ 2.10 การกระจายสินค้าผ่าน Distribution Center**

### 2.4.3 ศูนย์รวบรวมและกระจายสินค้า (Cross-Dock)

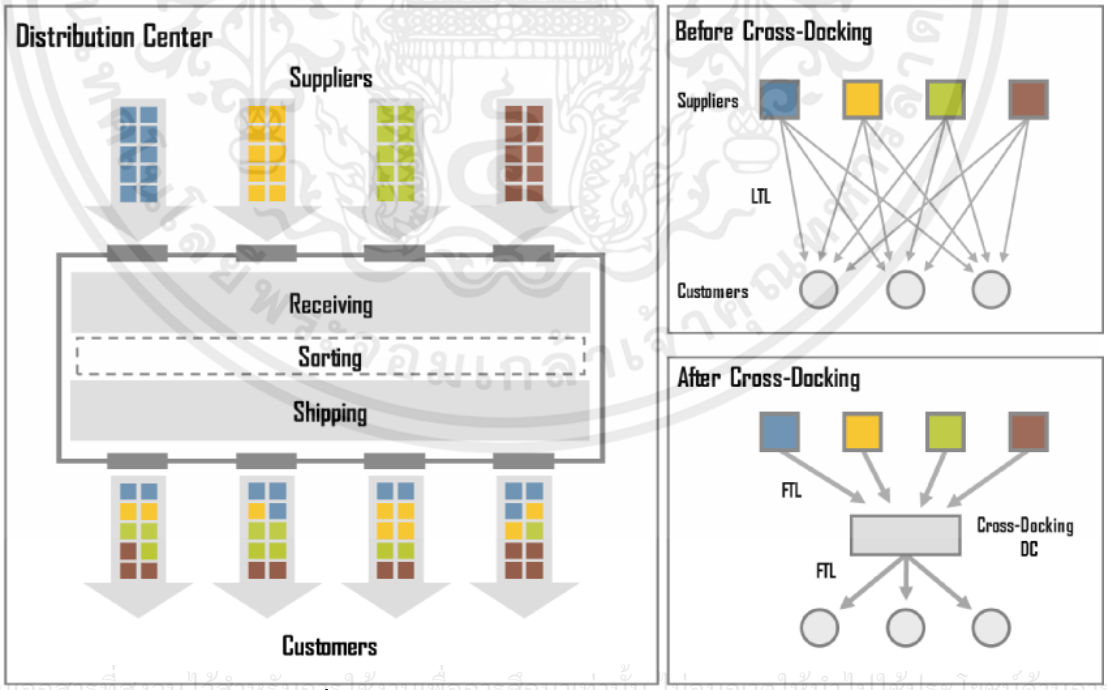
ศูนย์รวบรวมและกระจายสินค้า หมายถึงคลังสินค้าใช้สำหรับในการรับสินค้า และส่งสินค้าในเวลาเดียวกัน หรือเป็นคลังสินค้าซึ่งมีการออกแบบเป็นพิเศษ เพื่อใช้ในการขนถ่ายจากพาหนะหนึ่งไปสู่อีกพาหนะหนึ่งโดยส่วนใหญ่แล้วเหมาะจะเป็นสถานที่ ซึ่งมีลักษณะเป็นศูนย์รวบรวม และกระจายสินค้า ซึ่งจะทำหน้าที่ในการบรรจุและคัดแยกสินค้า โดย Cross-Dock จะทำหน้าที่เป็นสถานีเปลี่ยนถ่ายสินค้าระหว่างรูปแบบการขนส่ง ซึ่งอาจเป็นจากซับพายเออร์หลายราย แล้วนำมาคัดแยก รวมรวมบรรทุก เพื่อจัดส่งให้ลูกค้าแต่ละราย ซึ่งจะจัดส่งต่อให้ลูกค้าซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นร้านผู้ขายปลีก หรือสะดวกซื้อ ซึ่งจะมี ความต้องการสินค้าย่อยที่หลากหลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 Cross-Dock

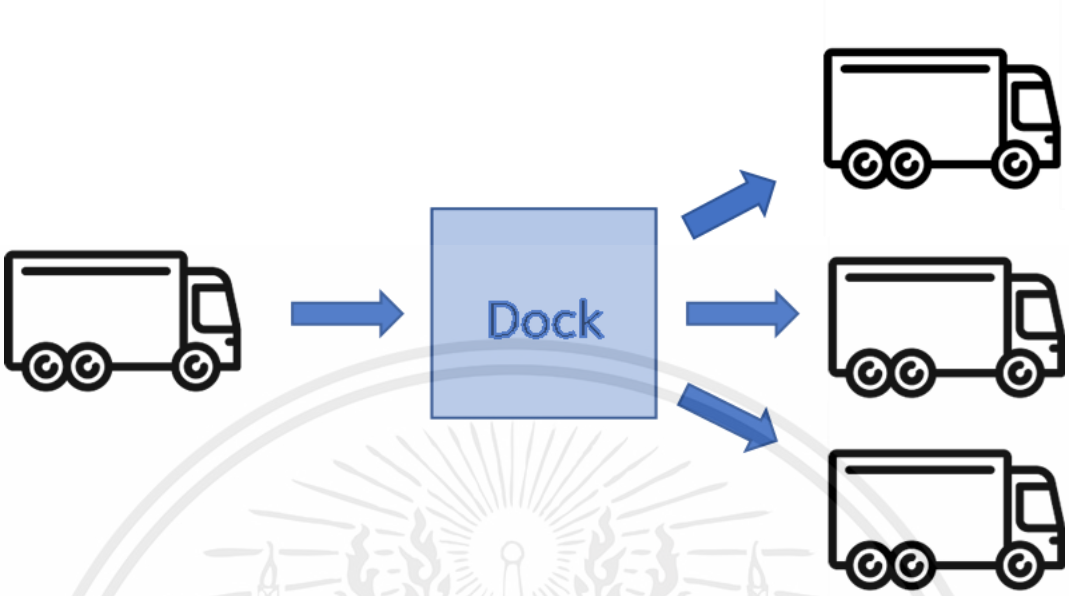
ซึ่งในปัจจุบันในด้านคลังสินค้าประสบปัญหาในการหาพื้นที่จัดเก็บสินค้า ซึ่งคลังสินค้ามีขนาดพื้นที่จำกัด ก่อให้เกิดค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บและสูญเสียระยะเวลาในการขนส่งสินค้า ระบบ Cross-Dock จึงเป็นระบบที่นำมาเพื่อแก้ปัญหาในด้านการลดต้นทุนของเวลาและค่าใช้จ่าย และมีความสำคัญในด้านของผู้ผลิต คือ การผลิตสินค้าที่มีปริมาณมาก อาจจะก่อให้เกิดปัญหาสินค้าค้างสต๊อก หรือพื้นที่จัดเก็บไม่เพียงพอ จึงจำเป็นต้องมีการระบายสินค้าออก โดยใช้ระบบ Cross-Dock เพื่อความสะดวก รวดเร็ว และง่ายต่อการระบายสินค้า




รูปที่ 2.12 Implementation of Cross-Dock

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และการสร้างความพึงพอใจให้ผู้ซื้อ ในด้านความน่าเชื่อถือในการทำงาน ระยะเวลาในการขนส่งรวดเร็ว ความแม่นยำ คุณภาพของสินค้าและการขนส่ง




**รูปที่ 2.23 การกระจายสินค้า ในรูปแบบ Cross-Dock**

และความสำคัญอีกด้านของ Cross dock คือมีความสำคัญในทางโลจิสติกส์ในฐานะเป็นเครื่องมือในการขนส่งไม่เต็มคันรถ หรือขนส่งเที่ยวกลับไม่มีสินค้า โดยช่วยลดต้นทุนในการจัดเก็บสินค้า และส่งเสริมการค้าระดับภูมิภาคและประเทศ ก่อให้เกิดประสิทธิภาพในเชิงต้นทุนรวม และเป็นปัจจัยสำคัญต่อประสิทธิภาพการขนส่งให้มีความสามารถในการแข่งขัน และการพัฒนาระบบโลจิสติกส์ของไทย

## 2.5 ปัญหาการหาทำเลที่ตั้ง (Facility Location Problem)

ปัญหาการเลือกทำเลที่ตั้งของสถานที่ให้บริการที่เหมาะสม (Facility Location Problem) หรือปัญหา FLP [4] เป็นการกำหนดจำนวนขนาด และตำแหน่งที่ตั้งของ สถานที่ให้บริการพร้อมทั้งจัดสรรการให้บริการ จากสถานที่ให้บริการเหล่านี้ไปยังลูกค้าทั้งที่อยู่ ภายในองค์กรเดียวกันและภายนอกองค์กร เพื่อให้ต้นทุนการขนส่งระยะทาง หรือระยะเวลาในการส่งมอบสินค้าหรือบริการน้อยที่สุด และปัญหา FLP มีความหลากหลายเนื่อง จากปัจจัยต่างๆ ดังนี้

- วัตถุประสงค์ในการตั้งสถานที่ให้บริการ
- สภาวการณ์ในการตัดสินใจ (ภายใต้ความแน่นอนความเสี่ยง หรือความไม่แน่นอนของข้อมูลนำเข้า)
- ช่วงระยะเวลาที่พิจารณาความเหมาะสมของสถานที่ให้บริการ
- จำนวนสถานที่ให้บริการที่พิจารณา
- รูปแบบการพิจารณาตำแหน่งที่จะ เป็นสถานที่ตั้ง (เป็นทำเลที่ตั้งที่ถูกคัดเลือกมาก่อนเบื้องต้น หรือเป็นตำแหน่งใดๆ บนพื้นระนาบ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

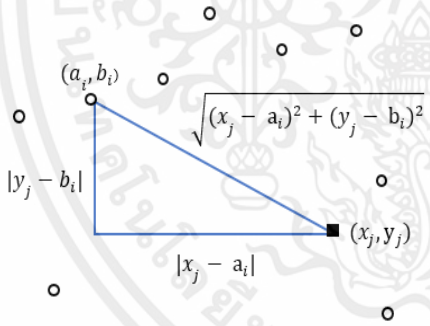
- รูปแบบการให้บริการลูกค้า (ลูกค้า สามารถรับบริการได้จากแหล่งให้ บริการแห่งเดียวหรือหลายแห่ง)
- ความหลากหลายของประเภทสินค้า ที่สถานที่ให้บริการจะสามารถให้ บริการได้

ซึ่งปัจจัยต่างๆเหล่านี้นำไปสู่การแก้ปัญหาโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ประเภท คือ

**2.5.1. ปัญหาการเลือกตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ให้บริการ แบบดีเทอร์มินิสติก (Deterministic Facility Location Problems)**

เป็นปัญหา FLP ที่เลือกตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสม โดยพิจารณา ณ เวลาใดเวลาหนึ่ง ที่ทำการตัดสินใจและพิจารณาปัจจัยนำเข้า เช่น ความต้องการของลูกค้า ตำแหน่งของลูกค้าต้น ทุนการขนส่ง เป็นต้น ซึ่งปัญหานี้ถูกนำไปขยายผลเป็นปัญหา ประเภทย่อยตามวัตถุประสงค์ในการตั้งสถานที่ให้บริการ ดังต่อไปนี้

- ปัญหาระยะทางรวมน้อยที่สุด (Minisum Facility Location Problems) เป็นปัญหาการเลือกตำแหน่งที่ตั้งของ สถานที่ให้บริการจำนวน P แห่งโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ค่าใช้จ่ายในการขนส่งรวม(ซึ่งรวมถึงระยะทาง หรือเวลาในการขนส่ง ซึ่งอาจมีการถ่วงน้ำหนักตามความต้องการของลูกค้าหรือไม่ก็ได้) ระหว่างสถานที่ให้บริการกับ ลูกค้าทุกคนมีค่าน้อยที่สุด ซึ่งปัญหานี้เป็นที่รู้จักกันดีใน ชื่อปัญหาเวเบอร์ (Weber Problems) โดย ระยะทางระหว่างสถานที่ให้บริการกับลูกค้า จะถูกพิจารณาเป็นฟังก์ชันของระยะทางระหว่าง พิกัดบนระนาบซึ่งมีอยู่ 3 รูปแบบด้วยกัน คือ แบบเส้นตรง (Rectilinear) แบบยุคลิด (Euclidean) และ แบบยุคลิดยกกำลังสอง (Squared Euclidean)




เมื่อ ■ แทนจุดพิกัดของลูกค้า
○ แทนจุดพิกัดของสถานที่ให้บริการ
ระยะทางแบบยุคลิด คือ $\sqrt{(□_□ - a_□)^2 + (□_□ - b_□}$
ระยะทางแบบเส้นตรง คือ $|□_□ - a_□| + |□_□$
ระยะทางแบบยุคลิดยกกำลังสอง คือ $(□_□ - a_□)^2$

**รูปที่ 2.34 ระยะทางระหว่างสถานบริการกับลูกค้า**

- ปัญหาครอบคลุมความต้องการ ของลูกค้า (Covering Problem) เป็นปัญหาที่มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ ลูกค้าสามารถเข้ารับบริการได้อย่างทั่วถึงด้วย ระยะทางหรือระยะเวลาที่ยอมรับได้ เช่นสถานีดับเพลิง โรงพยาบาล เป็นต้น โดยในที่นี้การให้บริการจะครอบคลุมความต้องการของลูกค้าก็ ต่อเมื่อสถานที่ให้บริการอยู่ห่างจากลูกค้าใน ระยะที่กำหนดไว้หรือลูกค้าสามารถเดินทางมา รับบริการได้ในระยะเวลาที่กำหนดปัญหา ประเภทนี้แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. ปัญหาครอบคลุมความต้องการของ ลูกค้าทุกคนด้วยต้นทุนน้อยที่สุด (Set Covering Problem) เป็นการเลือกตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ ให้บริการโดยใช้จำนวนหรือต้นทุนในการสร้าง สถานที่ให้บริการที่น้อยที่สุดเพื่อให้ครอบคลุม กลุ่มลูกค้าทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ปัญหาครอบคลุมความต้องการของ ลูกค้าให้ได้มากที่สุด (Maximal Covering Problem) เป็นการเลือกตำแหน่งที่ตั้งให้กับสถาน ที่ให้บริการจำนวน P แห่ง เพื่อให้สามารถครอบคลุมความต้องการของลูกค้าให้ได้มากที่สุด

- ปัญหาระยะทางไกลที่สุด น้อยที่สุด (Minimax Facility Location Problems) เป็นการเลือกตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสม ให้กับสถานีที่ให้บริการ P แห่ง เพื่อให้ลูกค้าที่ อยู่ไกลที่สุดได้อยู่ใกล้สถานที่ให้บริการมากที่สุด โดยทั่วไปจะเรียกปัญหานี้ว่า ปัญหา p-Center

- ปัญหาสถานที่ให้บริการที่ไม่พึงประสงค์ (Obnoxious Facility Location Problems) สถานที่ให้บริการที่กล่าวถึงในปัญหา ข้างต้นนั้นเป็นสถานที่ให้บริการที่มีลักษณะ ทั่วไปคือ ยิ่งลูกค้าอยู่ใกล้ยิ่งสะดวกและดี แต่ปัญหาในประเภทนี้เกิดขึ้นกรณีที่สถานที่ให้ บริการไม่เป็นที่พึงประสงค์ให้มีที่ตั้งอยู่ใกล้กับ กลุ่มลูกค้าเนื่องจากอาจเป็นอันตรายต่อสุขอนามัยหรือสวัสดิภาพของสถานที่ใกล้เคียง แต่ ก็เป็นสถานที่ที่มีประโยชน์และยังคงไม่ต้องการ ให้อยู่ห่างจากลูกค้าจนเกินไปเนื่องจากเหตุผลด้านต้นทุนการขนส่งเช่น โรงงานกำจัดขยะ โรงงานไฟฟ้านิวเคลียร์บ่อบำบัดน้ำเสีย เป็นต้น

**2.5.2. ปัญหาการเลือกตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ให้บริการแบบพลวัต (Dynamic Facility Location Problems)**

ปัญหาประเภทนี้ จึงคำนึงถึงการเลือกตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสมใน ช่วงระยะเวลาใดเวลาหนึ่ง โดยในแต่ละขณะ เวลาที่ตัดสินใจจะพิจารณาปัจจัยนำเข้าเป็น ค่าที่ทราบค่าแน่นอนแต่ไม่คงที่เมื่อระยะเวลา เปลี่ยนไป

**2.5.3. ปัญหาการเลือกตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ให้บริการ แบบสโตแคสติก (Stochastic Facility Location Problems)**

เป็นปัญหา FLP ที่พิจารณาปัจจัยนำ เข้าเป็นค่าไม่แน่นอนที่สามารถอธิบายได้ด้วย ความน่าจะเป็นโดยมีทั้งปัญหาที่ขยายผลจาก ปัญหาการเลือกตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ให้บริการ แบบดีเทอร์มินิสติกและปัญหาที่ถูกพัฒนา ขึ้นในรูปแบบที่แตกต่างออกไปเพื่อสะท้อนถึง สภาพที่แท้จริงของปัญหา เช่น

- ปัญหาระยะทางรวมน้อยที่สุดแบบสโตแคสติก (Stochastic P-median Problems) ซึ่งปรับเปลี่ยนฟังก์ชันเป้า หมายจากระยะทางน้อยที่สุดเป็นค่า คาดคะเนของต้นทุนน้อยที่สุดหรือ ค่าคาดคะเนของกำไรมากที่สุดภาย ใต้การกระจายตัวของตำแหน่งลูกค้าแบบสุ่ม

- ปัญหาต้นทุนรวมน้อยที่สุดแบบสโตแคสติก (Stochastic Fixed-charge Facility Location) ภายใต้ความไม่ แน่นอนของความต้องการของลูกค้า ต้นทุนการผลิตและราคาขาย

- ปัญหาการเลือกตำแหน่งที่ตั้งเพื่อ การแข่งขัน (Competitive Facility Location) ที่ต้องเลือกตำแหน่งที่ตั้ง สถานที่ให้บริการโดยมีการแข่งขัน กันจากการเลือกตำแหน่งที่ตั้งสถาน ที่ให้บริการของคู่แข่งทางการค้า เพื่อ ให้ได้ส่วนแบ่งทางการตลาดสูงสุด

เอกสารนี้เป็น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.5.4. ปัญหาการเลือกตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ให้บริการ แบบโรบัส (Robust Facility Location Problems)

เป็นปัญหา FLP ที่พิจารณาปัจจัยนำเข้า เป็นค่าไม่แน่นอนที่ไม่สามารถอธิบายได้ด้วยความน่าจะเป็น โดยเป้าหมายก็คือต้องการให้ผลของการตัดสินใจเป็นการตัดสินใจที่ดีแม้ค่าพารามิเตอร์จะเปลี่ยนไปตามความไม่แน่นอนที่พิจารณา ตัววัดส่วนใหญ่ที่ใช้ในการกำหนดฟังก์ชันวัตถุประสงค์นั้นได้แก่ ค่าเสียโอกาสจากการตัดสินใจที่ผิดพลาด (Regret) และค่าใช้จ่าย โดยฟังก์ชันวัตถุประสงค์จะอยู่ในรูปแบบที่ต้องการทำให้ค่า เสียโอกาสที่เกิดจากการตัดสินใจผิดพลาดหรือ ค่าใช้จ่ายที่มากที่สุดมีค่าน้อยที่สุด มักจะเป็นการขยายผลจากปัญหา p-Median หรือแบบ p-Center

## 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การจัดกลุ่มแบบเคมีนมีทั้งข้อเสียในเรื่องของการหาค่า K ที่เหมาะสม คาดเดาได้ยาก และข้อจำกัดเรื่องของขนาด ความหนาแน่น รูปร่าง แต่ก็มีข้อดีในกรณีที่จำนวนข้อมูลมีมาก และมีจำนวนกลุ่มน้อย การหาค่าเฉลี่ยแบบเคมีนอาจคำนวณได้เร็วกว่าแบบอื่นๆ รวมถึงได้สมาชิกในแต่ละกลุ่มหนาแน่นกว่า จึงมีการนำวิธีการจัดกลุ่มแบบเคมีนมาศึกษา และเป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยอย่างมากมาย ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ปิยธิดา (2552) [12] ได้ทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการจัดกลุ่ม โดยศึกษาการทำงานของวิธีการจัดกลุ่ม 5 วิธี คือ วิธีการจัดกลุ่มแบบเคมีน วิธีจัดระบบด้วยตัวเองของโคโฮเนน อัลกอริทึมจัดกลุ่มแบบเคเมดอยด์ และการใช้อัลกอริทึมจัดกลุ่มแบบเคเมดอยด์ ร่วมกับการใช้วิธีวัดระยะห่างแบบไดนามิกไทม์วอร์ปปิง เพื่อนำมาศึกษาร่วมกับข้อมูล 2 ชนิดคือ ข้อมูลจำลอง และข้อมูลจริง โดยพิจารณาค่าความแตกต่างของข้อมูลภายในกลุ่ม (RMSSTD) และค่าความแตกต่างของข้อมูลระหว่างกลุ่ม (RS) ผลการศึกษาด้วยเทคนิคการแบ่งกลุ่มปรากฏว่า ในการวัดค่าความแม่นยำของการแบ่งกลุ่มทั้ง 5 วิธีนั้น อัลกอริทึมจัดกลุ่มแบบเคมีนมีประสิทธิภาพสูงที่สุดในทุกชุดข้อมูล และนอกจากนี้วิธีการแบ่งกลุ่มแบบเคมีนยังถูกนำไปเป็นวิธีเริ่มต้นเพื่อพัฒนาโดยเพิ่มปัจจัยในด้านต่างๆ เข้าไป

วีระยุทธ และพยุง (2557) [13] ได้นำเสนออัลกอรึทึมของการจัดกลุ่มข้อมูลที่ได้พัฒนามาจากการจัดกลุ่มแบบดั้งเดิม สำหรับสร้างแบบจำลองเพื่อพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษา โดยใช้เกณฑ์คะแนน 8 ระดับ คือ A, $B^+$, B, $C^+$, C, $D^+$, D, และ F นั่นคืออัลกอรึทึมการจำแนกกลุ่มบนปริภูมิย่อยและอัลกอรึทึมการเลือกลักษณะสำคัญแบบพลวัต ที่ถูกออกแบบมาเพื่อหาประสิทธิภาพในการจำแนกข้อมูล และนำข้อมูลดังกล่าวมาเปรียบเทียบเพื่อเลือกการจัดกลุ่มที่เหมาะสมที่สุด สำหรับการจำแนกอัลกอรึทึมการจัดกลุ่มข้อมูล โดยอัลกอรึทึมการเลือกลักษณะสำคัญแบบพลวัตนี้ ได้ต่อยอดมาจากการจัดกลุ่มแบบลำดับชั้นและแบบเคมีน ที่เป็นการจัดกลุ่มที่ถูกนำมาใช้เพื่อต่อยอดอยู่บ่อยครั้งเพราะให้ประสิทธิภาพการจัดกลุ่มที่ดี และจัดกลุ่มข้อมูลได้อย่างชัดเจน

พงศกร (2558) [14] กล่าวถึงการใช้ความแปรปรวนของความต้องการของลูกค้าที่ไม่คงที่ มาเป็นข้อมูลในการตัดสินใจเลือกทำเลที่ตั้งโดยมีเงื่อนไขการเปลี่ยนแปลงความต้องการของลูกค้าเป็นช่วงขอบเขตเวลาที่ต่างกัน คือ นาที, ชั่วโมง, วัน และปี โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อหาตำแหน่งศูนย์กระจายสินค้าที่ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 3
# วิธีการดำเนินงานวิจัย

ในหัวข้อนี้ จะนำเสนอระเบียบวิธีการวิจัย โดยจะกล่าวถึงข้อมูลที่ได้ทำการสำหรวจมา และขั้นตอนที่แบ่งออกได้เป็น 2 ขั้น คือ ขั้นที่ 1 การปรับปรุงเทคนิคการจัดกลุ่มแบบเคมีนตามอุปสงค์เพื่อหาทำเลที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้าเบื้องต้น และขั้นที่ 2 ขั้นตอนวิธีการกรองเพื่อเปลี่ยนศูนย์กระจายสินค้าเบื้องต้นบางศูนย์ ให้ไปเป็นท่าเปลี่ยนสินค้า โดยมีรายละเอียดดังนี้

## 3.1 ตัวแปรที่เกี่ยวข้อง

1.จำนวนศูนย์กระจายสินค้าตั้งต้น 8 ศูนย์ ที่ได้จากการสุ่มจากพื้นที่ที่สนใจจะตั้งศูนย์กระจายสินค้า และกำหนดเป็นค่าเริ่มต้นในการหาศูนย์กระจายสินค้าที่เหมาะสม โดยมีค่าละติจูด และลงติจูด แสดงได้ดังตารางที่ 3.1

**ตารางที่ 3.1 ศูนย์กระจายสินค้าตั้งต้น 8 ศูนย์ ที่ได้จากการสุ่มจากพื้นที่ที่สนใจ**

| Centroid (c) | Latitude ($x_i$) | Longitude ($y_i$) |
|---|---|---|
| 1 | 13.0986 | 100.9005 |
| 2 | 12.7034 | 101.2737 |
| 3 | 12.6217 | 101.4277 |
| 4 | 13.1373 | 100.9851 |
| 5 | 12.6819 | 101.2750 |
| 6 | 13.1647 | 100.9329 |
| 7 | 13.0064 | 101.1287 |
| 8 | 12.9295 | 100.9197 |

2.สาขาร้านเซเว่นอีเลฟเว่น จำนวน 260 สาขา ในภาคตะวันออกของประเทศไทย ได้แก่ จังหวัดฉะเชิงเทรา ชลบุรี ระยอง จันทบุรี ตราด ปราจีนบุรี และจังหวัดสระแก้ว

**รูปที่ 3.1 แผนที่ภาคตะวันออกของประเทศไทย**

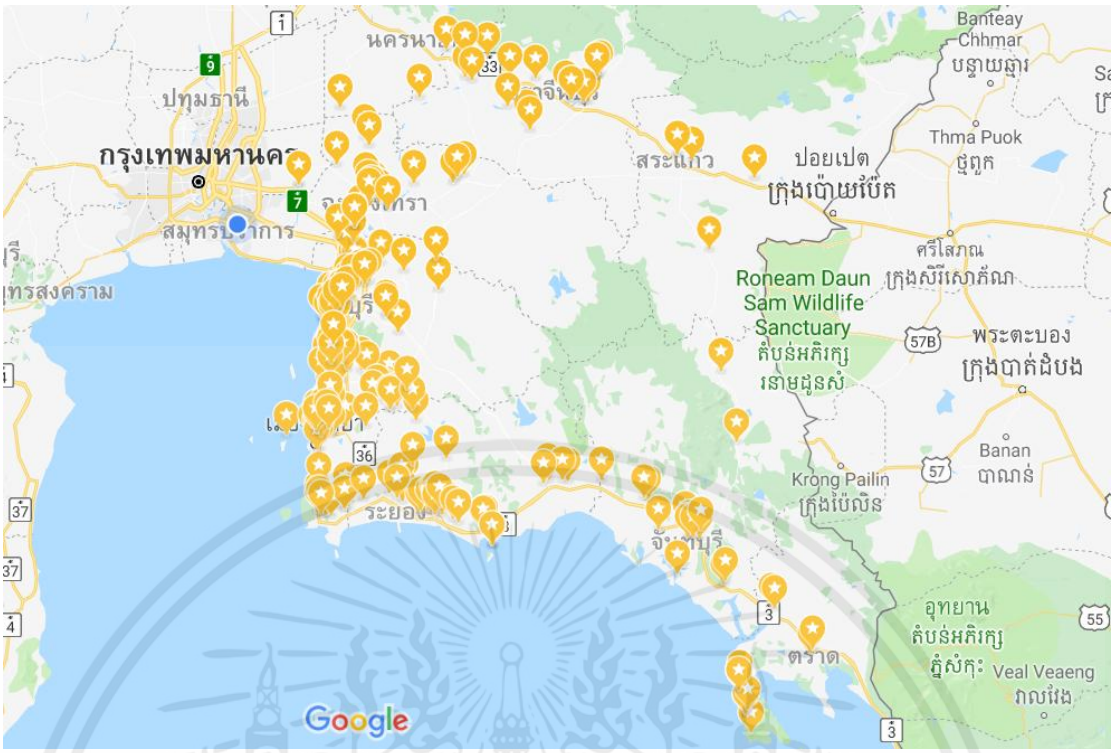
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.ถ่วงน้ำหนักด้วยอุปสงค์ที่ได้จากการสุ่มค่าในช่วง 5000-10000 หน่วย/วัน ซึ่งเป็นค่าอุปสงค์ที่ได้จากการสอบถามเพราะเป็นความลับของทางบริษัท

**ตารางที่ 3.2 ตัวอย่างจุดข้อมูล สาขาร้านเซเว่นอีเลฟเว่นในภาคตะวันออก**

| Location No. | Latitude ($a_i$) | Longitude ($b_i$) | Demand ($w_i$) |
|---|---|---|---|
| 1 | 11.971956 | 102.312399 | 58 |
| 2 | 11.971956 | 102.312400 | 88 |
| 3 | 11.971956 | 102.312401 | 86 |
| 4 | 11.971956 | 102.312402 | 50 |
| 5 | 11.971956 | 102.312403 | 54 |
| 6 | 11.971956 | 102.312404 | 75 |
| 7 | 11.971956 | 102.312405 | 66 |
| 8 | 11.971956 | 102.312406 | 61 |
| 9 | 11.971956 | 102.312407 | 63 |
| 10 | 11.971956 | 102.312408 | 54 |
| 11 | 11.971956 | 102.312409 | 82 |
| 12 | 11.971956 | 102.312410 | 57 |
| 13 | 11.971956 | 102.312411 | 66 |
| 14 | 11.971956 | 102.312412 | 76 |
| 15 | 11.971956 | 102.312413 | 87 |
| 16 | 11.971956 | 102.312414 | 74 |
| 17 | 11.971956 | 102.312415 | 89 |
| 18 | 11.971956 | 102.312416 | 64 |
| 19 | 11.971956 | 102.312417 | 93 |
| 20 | 11.971956 | 102.312418 | 92 |
| 21 | 11.971956 | 102.312419 | 83 |
| 22 | 11.971956 | 102.312420 | 51 |
| 23 | 11.971956 | 102.312421 | 51 |
| 24 | 11.971956 | 102.312422 | 76 |
| 25 | 11.971956 | 102.312423 | 83 |
| 26 | 11.971956 | 102.312424 | 64 |
| 27 | 11.971956 | 102.312425 | 92 |
| . | . | . | . |
| . | . | . | . |
| . | . | . | . |
| 258 | 12.940283 | 100.919535 | 54 |
| 259 | 12.946658 | 100.927916 | 58 |
| 260 | 12.951113 | 100.938469 | 68 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 3.2 พิกัดร้านเซเว่นอีเลฟเว่นในภาคตะวันออก**

4.ความสามารถในการจัดเก็บของศูนย์กระจายสินค้าแต่ละแห่ง กำหนดเป็น 3 ขนาด เล็ก กลาง ใหญ่ เก็บสินค้าได้ 100,000 300,000 และ 500,000 หน่วย ตามลำดับ

**3.2 การปรับปรุงเทคนิคการจัดกลุ่มแบบเคมีน**

เนื่องจากงานวิจัยฉบับนี้ จะประยุกต์ใช้เทคนิคการจัดกลุ่มแบบเคมีนกับร้านสะดวกซื้อเซเว่นอีเลฟเว่น โดยที่แต่ละสาขามียอดขายที่แตกต่างกัน การพิจารณาหาจุดศูนย์กลาง ซึ่งจะกลายเป็นศูนย์กระจายสินค้าในตอนท้าย จึงควรคำนึงถึงยอดขายหรืออุปสงค์ของแต่ละสาขา อุปสงค์ที่แตกต่างกันมีผลต่อการกระจายสินค้า โดยควรจัดตั้งศูนย์กระจายสินค้าให้ใกล้กับสาขาที่มีอุปสงค์สูง ด้วยเหตุนี้ การคำนวณหาระยะห่างระหว่างร้านสาขาและจุดศูนย์กลางด้วยวิธี Euclidean Distance เพื่อจัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลเข้ากลุ่ม โดยพิจารณาจากระยะขจัดที่สั้นที่สุด แล้วทำการหาค่าเฉลี่ยในแต่ละกลุ่ม โดยในขั้นตอนของการหาค่าเฉลี่ย ได้รับการปรับเปลี่ยนให้สะท้อนค่าอุปสงค์ของแต่ละร้านสาขา สามารถแสดงขั้นตอนได้ดังนี้

หาระยะขจัดระหว่างร้านสาขาที่จุด p กับจุดศูนย์กลางที่จุด c เพื่อจัดกลุ่มจุด p ให้ได้ K กลุ่ม ด้วยเทคนิคการจัดกลุ่มแบบเคมีน แสดงในสมการที่ 4

$$D_E(\mathrm{p},\mathrm{c}) = \sqrt{(\mathrm{a}_i - x_k)^2 + (\mathrm{b}_i - y_k)^2} \qquad (4)$$

เมื่อ $D_E(\mathrm{p},\mathrm{c})$ คือ ระยะห่างจากจุด $p_i(a_i,b_i)$ ไปยังจุด $c_k(x_k,y_k)$

เมื่อ i คือ ร้านสาขาเซเว่นอีเลฟเว่น ที่ i=1, 2, 3, ..., n

และ k คือ กลุ่มที่จุดศูนย์กลาง $c_k$ ที่ k=1,2,3,...,K

จากการจัดกลุ่มด้วยเทคนิคการจัดกลุ่มแบบเคมีน ทำให้ได้กลุ่มข้อมูล $p_i$ ทั้งหมด K กลุ่ม มีจุดศูนย์กลางของแต่ละกลุ่มที่ $c_k$ และพิจารณาค่าอุปสงค์ เมื่อ $w_{ki}$ คือ ค่าอุปสงค์ในกลุ่มที่ k มีค่าระหว่าง 5000-10,000 ยูนิต จึงทำให้ได้ว่าแต่ละกลุ่มมีข้อมูล $p_{ki}$ จำนวน $n_k$ ข้อมูล และมีค่าอุปสงค์ $w_{ki}$ ยูนิต แล้วทำการพิจารณาทีละกลุ่ม

ที่กลุ่มที่ k=1 มีจุดศูนย์กลางคือ $c_1$ จะมีข้อมูล $p_{11}$ ที่อยู่ในกลุ่มทั้งหมด $n_1$ ข้อมูล โดยแต่ละ $p_{11}$ มีค่าอุปสงค์ $w_{11}$ ยูนิต

นั่นคือ จะมีจุดข้อมูล $\left[ w_{11}p_{11},\ w_{12}p_{12},\ w_{13}p_{13},\ \ldots,\ w_{1n_k}p_{1n_k} \right]$ และหาค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแต่ละกลุ่ม เพื่อปรับจุดศูนย์กลาง $c_1$ ใหม่ จะได้ว่า

$$\mathrm{c}_1 = \frac{w_{11}p_{11} + w_{12}p_{12} + w_{13}p_{13} + \ldots + w_{1n_1}p_{1n_1}}{w_{11} + w_{12} + w_{13} + \ldots + w_{1n_1}}$$

เมื่อ $p_{1n_k}$ คือ พิกัดของตำแหน่งร้านสาขา $(a_{1i}, b_{1i})$ และ i = 1,2,3,...,$n_k$ ทำให้ได้ว่า

$$\mathrm{c}_1 = \left( \frac{w_{11}a_{11} + w_{12}a_{12} + w_{13}a_{13} + \ldots + w_{1n}a_{1n}}{w_{11} + w_{12} + w_{13} + \ldots + w_{1n}}, \frac{w_{11}b_{11} + w_{12}b_{12} + w_{13}b_{13} + \ldots + w_{1n_1}b_{1n_1}}{w_{11} + w_{12} + w_{13} + \ldots + w_{1n_1}} \right)$$

พิจารณาทุกกลุ่ม k ทำให้ได้ว่า จะมีจุดศูนย์กลางใหม่เป็น $c_1$, $c_2$, $c_3$,..., $c_K$ ที่สะท้อนอุปสงค์ที่แตกต่างกันในแต่ละข้อมูล

แสดงตัวอย่างได้ดังต่อไปนี้ กำหนดจุดศูนย์กลางเริ่มต้น คือ $C_1$(12.7034, 101.2737)
$C_2$(12.6217, 101.4277)
$C_3$(13.0986, 100.9005)

ตัวอย่างตำแหน่งสาขาร้านเซเว่นอีเลฟเว่น $A_1$(11.971956, 102.312399)
$A_2$(11.971956, 102.312425)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$A_3$(13.754080, 101.369937)
$A_4$(12.737722, 101.125965)
$A_5$(12.680306, 101.260989)
$A_6$(12.704050, 100.889532)
$A_7$(13.117077, 101.051690)
$A_8$(13.395321, 101.008722)

หาระยะระหว่าง จุดข้อมูล $A_i$ เมื่อ i=1,2,3,...,8 กับ จุดศูนย์กลาง $C_k$ เมื่อ k=1,2,3 จะได้ว่า

$$D_E(\mathrm{A},\mathrm{C}) = \sqrt{(\mathrm{a}_i - x_k)^2 + (\mathrm{b}_i - y_k)^2}$$

แสดงระยะระหว่างจุด $A_i$ กับจุด $C_k$ ได้ดังตารางที่ 3.3 แล้วนำข้อมูลในแต่ละกลุ่มมาทำการหาค่าเฉลี่ย โดยเพิ่มอุปสงค์ของแต่ละข้อมูลเข้าไป ทำให้ได้ จุดศูนย์กลางใหม่ ซึ่งทำให้ได้ว่าระยะทางก็จะเปลี่ยนไป ดังแสดงในตารางที่ 3.4

**ตารางที่ 3.3 การจัดกลุ่มแบบเคมีน**

| Point | $c_1$ | $c_2$ | $c_3$ | Cluster |
|---|---|---|---|---|
| $A_1$ | 1.270396 | 1.097661 | 1.766281 | 2 |
| $A_2$ | 1.270417 | 1.097682 | 1.766301 | 2 |
| $A_3$ | 1.133852 | 1.133852 | 0.726992 | 3 |
| $A_4$ | 0.151669 | 0.323273 | 0.423681 | 1 |
| $A_5$ | 0.026361 | 0.176712 | 0.533815 | 1 |
| $A_6$ | 0.384169 | 0.544432 | 0.443665 | 1 |
| $A_7$ | 0.469486 | 0.621918 | 0.069593 | 3 |
| $A_8$ | 0.808886 | 0.879791 | 0.25910 | 3 |

**ตารางที่ 3.4 การจัดกลุ่มแบบเคมีนที่คำนึงถึงอุปสงค์**

| Point | $c_1$ | $c_2$ | $c_3$ | Demand | Cluster |
|---|---|---|---|---|---|
| $A_1$ | 0.121389 | 0.104884 | 0.168772 | 58 | 2 |
| $A_2$ | 0.192551 | 0.166370 | 0.267710 | 92 | 2 |
| $A_3$ | 0.127021 | 0.127021 | 0.081442 | 68 | 3 |
| $A_4$ | 0.022738 | 0.048464 | 0.063517 | 91 | 1 |
| $A_5$ | 0.003083 | 0.020670 | 0.062440 | 71 | 1 |
| $A_6$ | 0.055695 | 0.078929 | 0.064320 | 88 | 1 |
| $A_7$ | 0.059556 | 0.078892 | 0.008828 | 77 | 3 |
| $A_8$ | 0.082621 | 0.089863 | 0.026465 | 62 | 3 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 3.3 และ 3.4 จะสังเกตว่าระยะทางจากจุด A ไปหาจุดศูนย์กลาง C ไม่เท่ากัน เนื่องจากตารางที่ 3.4 มีการถ่วงน้ำหนักด้วยค่าอุปสงค์ แต่จะได้ว่าการหาระยะทั้งสองวิธีในครั้งที่ 1 สามารถจัดกลุ่มได้แบบเดียวกัน

**ตารางที่ 3.5 การจัดกลุ่มข้อมูลครั้งที่ 1**

| Cluster1 | Cluster2 | Cluster3 |
|---|---|---|
| $A_4$(12.737722,101.125965) | $A_1$(11.971956,102.312399) | $A_3$(13.754080,101.369937) |
| $A_5$(12.680306,101.260989) | $A_2$(11.971956,102.312425) | $A_7$(13.117077,101.051690) |
| $A_6$(12.704050,100.889532) | | $A_8$(13.395321,101.008722) |

จากตารางที่ 3.5 แสดงข้อมูลจุด A ในแต่ละกลุ่ม จากนั้นหาระยะระหว่างจุดข้อมูล A กับจุดศูนย์กลาง โดยการเปรียบเทียบระหว่างการหาระยะแบบวิธี Euclidean ปกติ และ วิธี Euclidean ที่มีการถ่วงน้ำหนักด้วยค่าอุปสงค์ รอบที่ 2 โดยจุดศูนย์กลางใหม่เป็น $c_1$(12.70736, 101.0922), $c_2$(11.97196,102.3124), $c_3$(13.42216, 101.1434)

**ตารางที่ 3.6 การจัดกลุ่มแบบเคมีน**

| Point | $c_1$ | $c_2$ | $c_3$ | Cluster |
|---|---|---|---|---|
| $A_1$ | 1.270396 | 1.097661 | 1.766281 | 2 |
| $A_2$ | 1.270417 | 1.097682 | 1.766301 | 2 |
| $A_3$ | 1.133852 | 1.133852 | 0.726992 | 3 |
| $A_4$ | 0.151669 | 0.323273 | 0.423681 | 1 |
| $A_5$ | 0.026361 | 0.176712 | 0.533815 | 1 |
| $A_6$ | 0.384169 | 0.544432 | 0.443665 | 1 |
| $A_7$ | 0.469486 | 0.621918 | 0.069593 | 3 |
| $A_8$ | 0.808886 | 0.879791 | 0.259100 | 3 |

**ตารางที่ 3.7 การจัดกลุ่มแบบเคมีนที่คำนึงถึงอุปสงค์**

| Point | $c_1$ | $c_2$ | $c_3$ | Demand | Cluster |
|---|---|---|---|---|---|
| $A_1$ | 0.136134 | 0.000001 | 0.177981 | 58 | 2 |
| $A_2$ | 0.215939 | 0.221040 | 0.282317 | 92 | 1 |
| $A_3$ | 0.121319 | 0.045015 | 0.045015 | 68 | 3 |
| $A_4$ | 0.006812 | 0.211700 | 0.102642 | 91 | 1 |
| $A_5$ | 0.019999 | 0.148289 | 0.087856 | 71 | 1 |
| $A_6$ | 0.029380 | 0.231985 | 0.110424 | 88 | 1 |
| $A_7$ | 0.052227 | 0.216050 | 0.040413 | 77 | 3 |
| $A_8$ | 0.014032 | 0.197151 | 0.014031 | 62 | 3 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารฉบับนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 3.6 และ 3.7 จะสังเกตว่าในตารางที่ 3.6 สามารถจัดกลุ่มได้แบบเดิมเพราะไม่มีการเปลี่ยนกลุ่มของข้อมูล แต่ในตารางที่ 3.7 เกิดการเปลี่ยนกลุ่ม ที่จุด $A_2$ ซึ่งพบว่าที่จุด $A_2$ มีค่า Demand สูง ทำให้จุดศูนย์กลางเข้าใกล้จุด $A_2$ มากกว่า

**ตารางที่ 3.8 การจัดกลุ่มข้อมูลครั้งที่ 2**

| แบบวิธี Euclidean | | |
|---|---|---|
| Cluster1 | Cluster2 | Cluster3 |
| $A_4$ | $A_1$ | $A_3$ |
| $A_5$ | | $A_7$ |
| $A_6$ | | $A_8$ |

| แบบวิธี Euclideanที่คำนึงถึงอุปสงค์ | | |
|---|---|---|
| Cluster1 | Cluster2 | Cluster3 |
| $A_2$ | $A_1$ | $A_3$ |
| $A_4$ | | $A_7$ |
| $A_5$ | | $A_8$ |
| $A_6$ | | |

เนื่องจากการหาระยะแบบวิธี Euclidean ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง จึงทำการจัดกลุ่มใหม่เฉพาะวิธี Euclidean ที่มีการถ่วงน้ำหนักด้วยค่าอุปสงค์ รอบที่ 3 โดยจุดศูนย์กลางใหม่เป็น $c_1$(12.52351, 101.3972), $c_2$(11.97196, 102.3124), $c_3$(13.42216, 101.1434)

**ตารางที่ 3.9 การจัดกลุ่มแบบเคมีน**

| Point | $c_1$ | $c_2$ | $c_3$ | Cluster |
|---|---|---|---|---|
| $A_1$ | 1.424709 | 0.000013 | 1.862668 | 2 |
| $A_2$ | 1.424731 | 0.000013 | 1.862684 | 2 |
| $A_3$ | 1.082951 | 0.401830 | 0.401830 | 3 |
| $A_4$ | 0.045437 | 1.412109 | 0.684660 | 1 |
| $A_5$ | 0.170980 | 1.267773 | 0.751107 | 1 |
| $A_6$ | 0.202657 | 1.600171 | 0.761679 | 1 |
| $A_7$ | 0.411711 | 1.703150 | 0.318582 | 3 |
| $A_8$ | 0.137374 | 1.930175 | 0.137374 | 3 |

**ตารางที่ 3.10 การจัดกลุ่มแบบเคมีนที่คำนึงถึงอุปสงค์**

| Point | $c_1$ | $c_2$ | $c_3$ | Demand | Cluster |
|---|---|---|---|---|---|
| $A_1$ | 0.102100 | 0 | 0.177981 | 58 | 2 |
| $A_2$ | 0.161955 | 0.394069 | 0.282318 | 92 | 1 |
| $A_3$ | 0.137890 | 0.225843 | 0.045016 | 68 | 3 |
| $A_4$ | 0.051818 | 0.211698 | 0.102643 | 91 | 1 |
| $A_5$ | 0.024296 | 0.148288 | 0.087856 | 71 | 1 |
| $A_6$ | 0.078119 | 0.231983 | 0.110425 | 88 | 1 |
| $A_7$ | 0.087125 | 0.216049 | 0.040413 | 77 | 3 |
| $A_8$ | 0.097490 | 0.197150 | 0.014032 | 62 | 3 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 3.9 ที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงกลุ่มจากรอบที่ 2 จึงไม่มีการทำซ้ำในรอบที่ 3 แต่ด้วยวิธีการจัดกลุ่มแบบเคมีที่คำนึงถึงอุปสงค์มีการเปลี่ยนแปลง จึงทำการจัดกลุ่มใหม่ในรอบที่ 3 ซึ่งไม่มีการเปลี่ยนแปลงกลุ่ม และแสดงระยะทางได้ในตารางที่ 3.10 จึงหยุดการทำงาน

**ตารางที่ 3.11 การจัดกลุ่มข้อมูลครั้งที่ 3**

| แบบวิธี เคมีน | | |
|---|---|---|
| Cluster1 | Cluster2 | Cluster3 |
| $A_4$ | $A_1$ | $A_3$ |
| $A_5$ | | $A_7$ |
| $A_6$ | | $A_8$ |

| แบบวิธี เคมีนที่คำนึงถึงอุปสงค์ | | |
|---|---|---|
| Cluster1 | Cluster2 | Cluster3 |
| $A_2$ | $A_1$ | $A_3$ |
| $A_4$ | | $A_7$ |
| $A_5$ | | $A_8$ |
| $A_6$ | | |

จากการจัดกลุ่มแบบเคมีนที่คำนึงถึงอุปสงค์ แสดงให้เห็นว่ามีการเปลี่ยนแปลงของกลุ่มเมื่อได้รับการถ่วงน้ำหนักด้วยค่าอุปสงค์ คือจุดศูนย์กลางจะเข้าไกล้ จุดที่มีค่าอุปสงค์มาก และการจัดกลุ่มแบบเคมีนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดแบ่งจุดข้อมูลออกเป็นกลุ่มๆ เป็นหลัก ไม่ได้ให้ความสำคัญกับจุดศูนย์กลางผลลัพธ์สุดท้ายที่ได้ ขณะที่ในงานวิจัยชิ้นนี้ จะทำการเก็บข้อมูลของจุดศูนย์กลางสุดท้ายนี้เป็นสำคัญ เนื่องจากจุดศูนย์กลางที่ได้ก็คือที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้าที่ต้องการนั่นเอง สรุปผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นที่ 1 นี้ ก็คือ ทำเลของศูนย์กระจายสินค้าเบื้องต้นจำนวน K = 8 ศูนย์ตามที่กำหนดไว้ โดยแต่ละศูนย์จะรับผิดชอบกระจายสินค้าให้ร้านสาขาที่ศูนย์ดูแลในจำนวนที่ไม่เท่ากัน ส่งผลต่อการกำหนดขนาดที่แตกต่างกันของศูนย์ที่มีอยู่ 3 ขนาด ได้แก่ ขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ ที่มีความสามารถในการจัดเก็บสินค้าเป็น 100,000 300,000 และ 500,000 หน่วย ตามลำดับ

ซึ่งแสดงตัวอย่างโดยพิจารณาจาก ตารางที่ 3.11 จะเห็นได้ว่า

Cluster1 มี $c_1$(12.52351, 101.3972) เป็นจุดศูนย์กลาง รับผิดชอบดูแลจุดที่ $A_2$, $A_4$, $A_5$, $A_6$
ซึ่งแต่ละจุดมีอุปสงค์เป็น 92,91,71,88 ตามลำดับ รวมมีอุปสงค์เป็น 342 หน่วย
Cluste2 มี $c_2$(11.97196, 102.3124) เป็นจุดศูนย์กลาง รับผิดชอบดูแลจุดที่ $A_1$
ซึ่งแต่ละจุดมีอุปสงค์เป็น 58 และมีแค่จุดเดียว อุปสงค์รวมจึงเป็น 58 หน่วย
Cluster3 มี $c_3$(13.42216, 101.1434) เป็นจุดศูนย์กลาง รับผิดชอบดูแลจุดที่ $A_3$, $A_7$, $A_8$
ซึ่งแต่ละจุดมีอุปสงค์เป็น 68,77,62 ตามลำดับ รวมมีอุปสงค์เป็น 207 หน่วย

**ตารางที่ 3.12 ขนาดของศูนย์กระจายสินค้า**

| DC | ร้านค้าที่รับผิดชอบ | อุปสงค์รวม | ขนาดของศูนย์กระจายสินค้า |
|---|---|---|---|
| $c_1$ | $A_2$, $A_4$, $A_5$, $A_6$ | 342 | 500 |
| $c_2$ | $A_1$ | 58 | 100 |
| $c_3$ | $A_3$, $A_7$, $A_8$ | 207 | 300 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น

ทำให้ได้ว่าศูนย์กระจายสินค้าของเราคือจุดศูนย์กลางในแต่ละ Cluster นั่นคือ $c_1$, $c_2$, $c_3$ และตั้งศูนย์กระจายสินค้าในขนาด ใหญ่ (500 หน่วย) เล็ก (100 หน่วย) และขนาดกลาง (300 หน่วย) โดยพิจารณาจากอุปสงค์รวมในแต่ละ Cluster

**3.3 ขั้นตอนวิธีการกรอง (Filtering Algorithm)**

หลังจากได้ทำเลที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้าทั้ง 8 พร้อมทั้งขนาดที่เหมาะสมของศูนย์ ขั้นตอนถัดไปคือการพิจารณาลดจำนวนศูนย์ลง เพื่อประหยัดต้นทุนการก่อสร้าง ต้นทุนคลังสินค้า และต้นทุนการเก็บสินค้าคงคลัง Safety Stock โดยมีเงื่อนไขว่า ศูนย์ที่เหลือจะต้องสามารถกระจายสินค้าได้ตามอุปสงค์ของร้านสาขา ที่ได้รับการมอบหมายให้ดูแลจากศูนย์เดิมได้ครบถ้วน ทั้งนี้ ทำเลที่ไม่ได้รับการคัดเลือกให้สร้างเป็นศูนย์กระจายสินค้าด้วยขั้นตอนวิธีการกรองนี้ จะถูกเปลี่ยนไปเป็นท่าเปลี่ยนถ่ายสินค้า (Cross-Dock) ที่ไม่เน้นการเก็บสินค้าเป็นเวลายาวและมีต้นทุนที่ต่ำกว่ามากแทน ขั้นตอนวิธีการกรอง มีลำดับการทำงานดังต่อไปนี้

**ขั้นตอนที่ 1** พิจารณาจุดศูนย์กลาง (c) ทั้ง K จุดที่จะพิจารณาเพื่อตั้งเป็นศูนย์กระจายสินค้า หาระยะทางระหว่างศูนย์ จาก $c_1$ ถึง $c_K$

**ขั้นตอนที่ 2** พิจารณาอุปสงค์ โดยเรียงลำดับใหม่ จากน้อยไปมาก แล้วลบอุปสงค์ออกจากขนาดคลังสินค้าแต่ละศูนย์ เพื่อตรวจสอบว่ามีพื้นที่เหลือสำหรับให้บริการแทนศูนย์อื่นหรือไม่ นั่นคือ $C_j - D_j$ สำหรับ $j = 1, 2, 3, \ldots, K$

**ขั้นตอนที่ 3** พิจารณาทำเลที่ 1 ที่มีอุปสงค์รวมต่ำที่สุด เพื่อตรวจสอบว่าทำเลอื่นมีพื้นที่เหลือพอ (ได้จากขั้นตอนที่ 2) สำหรับให้บริการแทนทำเลที่ 1 หรือไม่ ถ้าไม่มีทำเลใดมีพื้นที่เหลือพอ ทำเลที่ 1 ต้องได้ตั้งรับการจัดตั้งเป็นศูนย์กระจายสินค้า

**ขั้นตอนที่ 4** ถ้ามีทำเลที่สามารถให้บริการแทนทำเลที่ 1 ได้มากกว่า 1 แห่ง จะพิจารณาเลือกทำเลที่มีระยะทางใกล้ทำเลที่ 1 ที่สุด และลดทำเลที่ 1 ให้เหลือเป็นเพียงท่าเปลี่ยนถ่ายสินค้า

**ขั้นตอนที่ 5** ทำซ้ำด้วยการพิจารณาทำเลต่อๆ ไป จนครบ

โดยสามารถเขียนเป็นโค้ดเทียม (Pseudocode) ได้ดังนี้

```
for     i = 1: K–1
        for     j =2: K
                if      Cj – Dj > Di
                then Compute Euclidean between cti and ctj
        end for j
        Select ctj closet to cti
        Update Cj
end for i
```

แสดงตัวอย่างโดยข้อมูลบางส่วนจากการพิจารณาข้อมูลในตารางที่ 3.12 โดยเรียงข้อมูลใหม่จากจากไปน้อย เป็นดังตารางที่ 3.13

**ตารางที่ 3.13 ค่าอุปสงค์ของแต่ละศูนย์กระจายสินค้า**

| DC | อุปสงค์รวม | ขนาดของศูนย์กระจายสินค้า |
|---|---|---|
| **$c_1$** | **58** | **100** |
| $c_2$ | 207 | 300 |
| $c_3$ | 342 | 500 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 3.13 จะเห็นว่า $c_2$ และ $c_3$ สามารถกระจายสินค้าแทน $c_1$ ได้ทั้ง 2 แห่ง จึงต้องพิจารณาระยะทางระหว่างศูนย์กระจายสินค้า ระหว่าง $c_1$ กับ $c_2$ มีระยะทางเป็น 1.068526358 และระหว่าง $c_1$ กับ $c_3$ มีระยะทางเป็น 0.933796892 ดังนั้นจึงเลือกศูนย์กระจายสินค้า $c_3$ กระจายสินค้าแทน และ $c_1$ เปลี่ยนเป็นท่าเปลี่ยนถ่ายสินค้า จากนั้น พิจารณา ที่ $c_2$ จะเห็นว่าไม่มีศูนย์กระจายสินค้าอื่นกระจายสินค้าแทนได้ เนื่องจากขนาดไม่เพียงพอ จึงตั้ง $c_2$ เป็นศูนย์กระจายสินค้าต่อไป ดังนั้นจะได้ศูนย์กระจายสินค้า 2 แห่ง คือ $c_2$ และ $c_3$ และท่าเปลี่ยนถ่ายสินค้า 1 แห่ง คือ $c_1$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 4
# ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

ในบทนี้จะนำเสนอผลการวิจัย ที่ได้จากการนำเทคนิคการจัดกลุ่มแบบเคมีน ที่ได้รับการปรับปรุงให้คำนึงถึงอุปสงค์มาใช้ในการหาที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้า รวมไปถึงการเปลี่ยนศูนย์กระจายสินค้าบางศูนย์ ให้กลายเป็นท่าเปลี่ยนถ่ายสินค้า โดยขั้นตอนวิธีคัดกรองที่ได้คิดขึ้นมาใหม่ ซึ่งประมวลผลด้วยโปรแกรม MATLAB โดยจะอธิบายรายละเอียดควบคู่กันไป และทำการอภิปรายผล

## 4.1 ข้อมูลของปัญหา

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลยอดขายของร้านเซเว่นอีเลฟเว่นทั้งสิ้น 260 สาขา จาก 7 จังหวัดในภาคตะวันออกของประเทศไทย และจัดเรียงข้อมูลในโปรแกรม Excel ดังแสดงในตารางที่ 4.1 เพื่อพิจารณาจัดตั้งศูนย์กระจายสินค้าจำนวน 8 ศูนย์ ใน 3 ขนาด คือ 100,000 ,300,000 และ 500,000 ยูนิต รวมถึงศึกษายอดขายที่ได้สอบถามจากผู้รับผิดชอบประมาณ 5,000-10,000 ยูนิต/วัน เนื่องจากเป็นความลับทางธุรกิจจึงใช้โปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ในการคำนวณค่าประมาณของยอดขายในช่วง 5,000-10,000 ยูนิต

**ตารางที่ 4.1 ข้อมูลพิกัดสาขาร้านเซเว่นอีเลฟเว่น และอุปสงค์**

| | A | B | C | D |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Item no. | Latitude ($a_{ij}$) | Longitude ($b_{ij}$) | Demand ($w_{ij}$) |
| 2 | 1 | 11.971956 | 102.312399 | 5800 |
| 3 | 2 | 11.971956 | 102.3124 | 8800 |
| 4 | 3 | 11.971956 | 102.312401 | 8600 |
| 5 | 4 | 11.971956 | 102.312402 | 5000 |
| 6 | 5 | 11.971956 | 102.312403 | 5400 |
| 7 | 6 | 11.971956 | 102.312404 | 7500 |
| 8 | 7 | 12.131545 | 102.275218 | 6300 |
| 9 | 8 | 12.131545 | 102.275218 | 5400 |
| 10 | 9 | 11.971956 | 102.312409 | 8200 |
| 11 | 10 | 11.971956 | 102.312410 | 5700 |
| 12 | 11 | 11.971956 | 102.312411 | 6600 |
| 13 | 12 | 11.971956 | 102.312412 | 7600 |
| 14 | 13 | 11.971956 | 102.312413 | 8700 |
| 15 | 14 | 11.971956 | 102.312414 | 7400 |
| 16 | 15 | 11.971956 | 102.312415 | 8900 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จัดเรียงในโปรแกรม excel มาประมวลผลโดยใช้โปรแกรม MATLAB แสดงได้ดังรูปที่ 4.1

```
CV    = '+r+b+c+m+g+yorobocomogoysrsbscsmsgsy';

A = xlsread('data_kmean.xlsx',1,'C3:D262');      %Shop
w = xlsread('data_kmean.xlsx',1,'B3:B262');      %Demand
a = A(:,1);
b = A(:,2);
```

**รูปที่ 4.1 การจัดกลุ่มด้วยเทคนิคการจัดกลุ่มแบบเคมีน 8 กลุ่ม**

จากรูปที่ 4.1 แสดงถึงการนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมไว้ในโปรแกรม excel มาประมวลผลในโปรแกรม MATLAB

เมื่อ A คือข้อมูลตำแหน่งสาขาร้านเซเว่นอีเลฟเว่น 260 สาขา

w คือ อุปสงค์ของแต่ละสาขาที่แตกต่างกัน

a คือ ค่าของเส้นรุ้ง (Latitude)

b คือ ค่าของเส้นแวง (Longitude)

## 4.2 หาที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้า ด้วยเทคนิคการจัดกลุ่มแบบเคมีนที่ได้รับการปรับปรุงให้คำนึงถึงอุปสงค์

จากการจัดกลุ่มแบบเคมีน เป็นการจัดกลุ่มข้อมูลโดยวัดความคล้ายคลึง จากระยะขจัดระหว่างข้อมูล n ข้อมูล ไปยังจุดศูนย์กลางที่ได้จากการกำหนดขึ้นมา K จุด ทำให้ได้กลุ่มทั้งหมด K กลุ่ม แต่ละกลุ่มจะมีข้อมูลที่มีระยะขจัดไปยังจุดศูนย์กลางของกลุ่มนั้นสั้นที่สุด แล้วหาค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแต่ละกลุ่ม เพื่อเป็นจุดศูนย์กลางใหม่ และทำการหาระยะขจัดของข้อมูล n ข้อมูล กับจุดศูนย์กลางใหม่ทั้งหมด และทำซ้ำไปจนกว่า จุดศูนย์กลางจะไม่มีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งทำให้ผู้วิจัยมีแนวคิดว่านอกจากระยะทางแล้ว อุปสงค์ก็เป็นปัจจัยสำคัญที่จะส่งผลถึงตำแหน่งของจุดศูนย์กลาง จึงได้ทำการปรับปรุงเทคนิคการจัดกลุ่มแบบเคมีนให้คำนึงถึงอุปสงค์ โดยมีขั้นตอนวิธี ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 จัดข้อมูล $p_i$ เข้ากลุ่มทั้งหมด K=8 กลุ่ม

ให้ $p_i = (a_i,b_i)$ เมื่อ i แทนร้านสาขาที่ 1,2,3,...,260

$c_k = (x_k,y_k)$ เมื่อ k คือตำแหน่งของกลุ่มที่จุดศูนย์กลางที่ 1,2,3,...,8

หาระยะขจัดระหว่าง $p_i$ กับ $c_k$ ด้วยสมการ

$$D_E(\mathrm{p}_i,\mathrm{c}_k) = \sqrt{(\mathrm{a}_i - x_k)^2 + (\mathrm{b}_i - y_k)^2}$$

พิจารณา จุดที่ $p_i$ เพื่อหาระยะขจัดที่สั้นที่สุด กับจุดศูนย์กลาง $c_k$ ที่ i=1,2,3,...,260 และ k=1,2,3,...,8 โดยมีจุดศูนย์กลาง ที่ได้จากการสุ่มค่า แสดงได้ดังตารางที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของ ... ห้ามมิให้ทำซ้ำ ดัดแปลง ... ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ... ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 4.2 จุดศูนย์กลาง ค่าเริ่มต้น**

| | A | B | C |
|---|---|---|---|
| 1 | Initiol Centroid | | |
| 2 | centroid (c) | Latitude (x) | Longitude (y) |
| 3 | 1 | 13.098600 | 100.900500 |
| 4 | 2 | 11.703400 | 102.273700 |
| 5 | 3 | 12.621700 | 101.427700 |
| 6 | 4 | 13.137300 | 100.985100 |
| 7 | 5 | 12.681900 | 101.275000 |
| 8 | 6 | 13.164700 | 100.932900 |
| 9 | 7 | 13.006400 | 101.128700 |
| 10 | 8 | 12.929500 | 100.919700 |

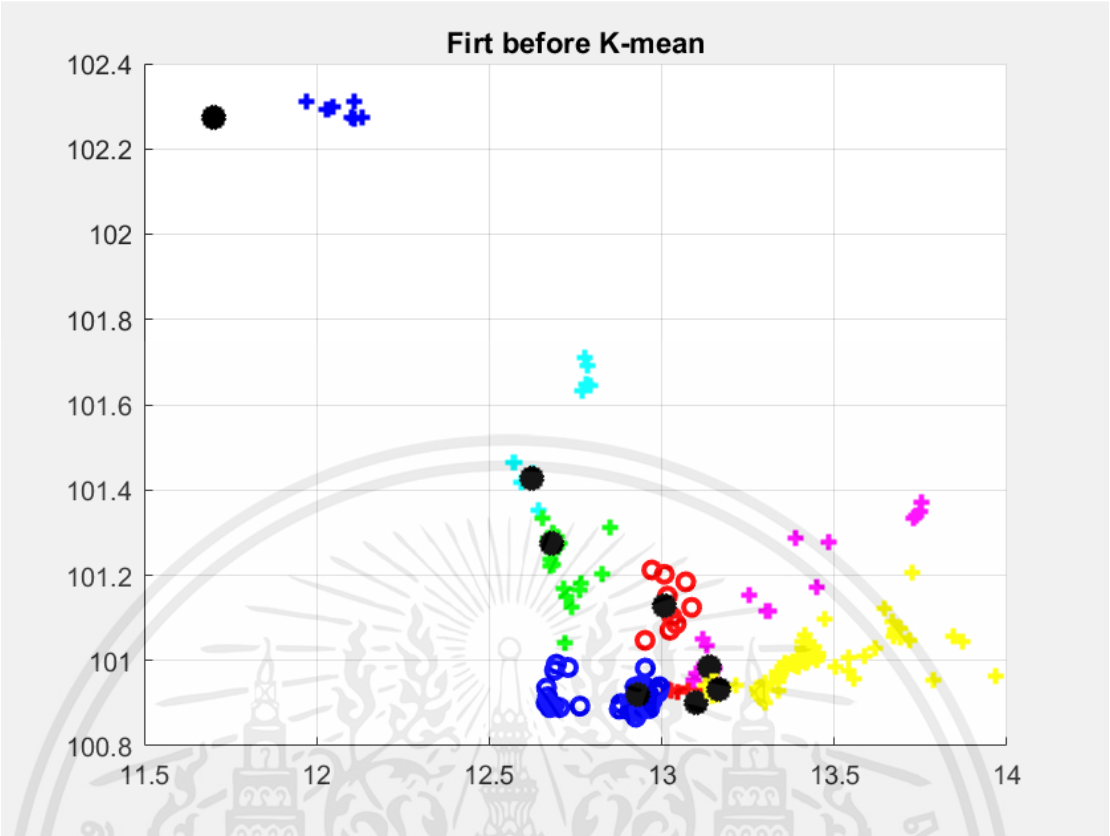
หาระยะขจัดระหว่างข้อมูล $p_i$ กับจุดศูนย์กลาง $c_k$ แสดงได้ดังตารางที่ 4.3 เพื่อจัดข้อมูลที่มีระยะขจัดกับจุดศูนย์กลางที่สั้นที่สุดเข้ากลุ่ม

**ตารางที่ 4.3 ระยะขจัดระหว่างข้อมูล $p_i$ กับจุดศูนย์กลาง $c_k$ ทั้ง 8 จุด**

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | pi | c1 | c2 | c3 | c4 | c5 | c6 | c7 | c8 | select cents | min distance |
| 2 | p1 | 1.848732 | 0.000006 | 0.000049 | 1.652347 | 0.000021 | 1.214703 | 0.000035 | 2.069367 | 2 | 0.000006 |
| 3 | p2 | 1.848733 | 0.000005 | 0.000048 | 1.652348 | 0.000020 | 1.214704 | 0.000034 | 2.069368 | 2 | 0.000005 |
| 4 | p3 | 1.848734 | 0.000004 | 0.000047 | 1.652349 | 0.000019 | 1.214705 | 0.000033 | 2.069369 | 2 | 0.000004 |
| 5 | p4 | 1.848734 | 0.000003 | 0.000046 | 1.652349 | 0.000018 | 1.214705 | 0.000032 | 2.069369 | 2 | 0.000003 |
| 6 | p5 | 1.848735 | 0.000002 | 0.000045 | 1.652350 | 0.000017 | 1.214706 | 0.000031 | 2.069370 | 2 | 0.000002 |
| 7 | p6 | 1.848736 | 0.000001 | 0.000044 | 1.652351 | 0.000016 | 1.214707 | 0.000030 | 2.069370 | 2 | 0.000001 |
| 8 | p7 | 1.848737 | 0.000000 | 0.000043 | 1.652352 | 0.000015 | 1.214708 | 0.000029 | 2.069371 | 2 | 0.000000 |
| 9 | p8 | 1.848737 | 0.000001 | 0.000042 | 1.652353 | 0.000014 | 1.214709 | 0.000028 | 2.069372 | 2 | 0.000001 |
| 10 | p9 | 1.848738 | 0.000002 | 0.000041 | 1.652354 | 0.000013 | 1.214709 | 0.000027 | 2.069372 | 2 | 0.000002 |
| 11 | p10 | 1.848739 | 0.000003 | 0.000040 | 1.652354 | 0.000012 | 1.214710 | 0.000026 | 2.069373 | 2 | 0.000003 |
| 12 | p11 | 1.848739 | 0.000004 | 0.000039 | 1.652355 | 0.000011 | 1.214711 | 0.000025 | 2.069373 | 2 | 0.000004 |
| 13 | p12 | 1.848740 | 0.000005 | 0.000038 | 1.652356 | 0.000010 | 1.214712 | 0.000024 | 2.069374 | 2 | 0.000005 |
| 14 | p13 | 1.848741 | 0.000006 | 0.000037 | 1.652357 | 0.000009 | 1.214713 | 0.000023 | 2.069374 | 2 | 0.000006 |
| 15 | p14 | 1.848742 | 0.000007 | 0.000036 | 1.652358 | 0.000008 | 1.214713 | 0.000022 | 2.069375 | 2 | 0.000007 |
| 16 | p15 | 1.848742 | 0.000008 | 0.000035 | 1.652358 | 0.000007 | 1.214714 | 0.000021 | 2.069376 | 5 | 0.000007 |
| 17 | p16 | 1.848743 | 0.000009 | 0.000034 | 1.652359 | 0.000006 | 1.214715 | 0.000020 | 2.069376 | 5 | 0.000006 |
| 18 | p17 | 1.848744 | 0.000010 | 0.000033 | 1.652360 | 0.000005 | 1.214716 | 0.000019 | 2.069377 | 5 | 0.000005 |
| 19 | p18 | 1.848744 | 0.000011 | 0.000032 | 1.652361 | 0.000004 | 1.214717 | 0.000018 | 2.069377 | 5 | 0.000004 |
| 20 | p19 | 1.848745 | 0.000012 | 0.000031 | 1.652362 | 0.000003 | 1.214717 | 0.000017 | 2.069378 | 5 | 0.000003 |
| 21 | p20 | 1.848746 | 0.000013 | 0.000030 | 1.652363 | 0.000002 | 1.214718 | 0.000016 | 2.069378 | 5 | 0.000002 |
| 22 | p21 | 1.848747 | 0.000014 | 0.000029 | 1.652363 | 0.000001 | 1.214719 | 0.000015 | 2.069379 | 5 | 0.000001 |
| 23 | p22 | 1.848747 | 0.000015 | 0.000028 | 1.652364 | 0.000000 | 1.214720 | 0.000014 | 2.069380 | 5 | 0.000000 |

จากตารางที่ 4.3 เป็นการหาระยะระหว่างจุดข้อมูลกับจุดศูนย์กลาง แล้วพิจารณาระยะที่สั้นที่สุด จะเห็นได้ว่าที่จุด $p_1$ ถึง $p_{14}$ มีระยะที่สั้นที่สุดกับจุดศูนย์กลาง $c_2$ ดังนั้นจึงจัดจุด $p_1$ ถึง $p_{14}$ ให้อยู่ในกลุ่ม $c_2$ และพิจารณาข้อมูลเพื่อจัดกลุ่มทั้งหมด 260 จุด จะสามารถจัดข้อมูลเข้ากลุ่มได้ทั้งหมด 8 กลุ่ม แสดงได้ดัง รูปที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 4.2 การจัดกลุ่มด้วยเทคนิคการจัดกลุ่มแบบเคมีน 8 กลุ่ม**

ขั้นตอนที่ 2 หาค่าเฉลี่ยของแต่ละกลุ่ม เพื่อหาจุดศูนย์กลางใหม่

พิจารณา จุดศูนย์กลางที่ $c_k$ จะมีข้อมูล $p_{ki}$ ที่อยู่ในกลุ่มทั้งหมด $n_k$ ข้อมูล นั่นคือ

ที่ $c_1$ จะมีจุดข้อมูล $\left[ p_{11}, p_{12}, p_{13}, \ldots, p_{1n_1} \right]$

$c_2$ จะมีจุดข้อมูล $\left[ p_{21}, p_{22}, p_{23}, \ldots, p_{2n_2} \right]$

.

.

.

$c_8$ จะมีจุดข้อมูล $\left[ p_{81}, p_{82}, p_{83}, \ldots, p_{8n_8} \right]$

เมื่อ $p_{ki}$ แทนสาขาร้านที่ i ของกลุ่ม k โดยที่ i=1,2,3,...,$n_k$ และ k=1,2,3,...,8

หาค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแต่ละกลุ่ม เพื่อหาจุดศูนย์กลาง $c_k$ ใหม่

ที่ k=1 จะได้ว่า

$$c_1 = \frac{p_{11} + p_{12} + p_{13} + \ldots + p_{1n_1}}{n_1}$$

เมื่อ $p_{ki}$ คือ พิกัดของตำแหน่งร้านสาขา ($a_{ki}$, $b_{ki}$) ทำให้ได้ว่า

$$c_1 = \left( \frac{a_{11} + a_{12} + a_{13} + \ldots + a_{1n_1}}{n_1}, \frac{b_{11} + b_{12} + b_{13} + \ldots + b_{1n_1}}{n_1} \right)$$

ทำเช่นนี้กับ k=1,2,3,...,8 และสามารถคำนวนด้วยโปรแกรม MATLAB ดังแสดงในรูปที่ 4.3

เอกสารนี้เป็น ... ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
%% K-mean

K     = 8;           %Cluter = 8
KMI   = 1000;        %K-means Iteration
err_ok=10^(-6);      %error
DAL   = zeros(size(A,1),K+3);% Distances and Labelsmatrix
%Starting 8 centroid
%CENTS_start = A(ceil(rand(K,1)*size(A,1)),:);
CENTS_start= [13.0986  100.9005
   12.7034  101.2737
   12.6217  101.4277
   13.1373  100.9851
   12.6819  101.2750
   13.1647  100.9329
   13.0064  101.1287
   12.9295  100.9197];
CENTS  = CENTS_start;
supply = [1000,3000,5000];
round  = 1000;
CENTS_SUM = zeros(round,16);
for c = 1: round
CENTS0 = CENTS;
n=1;
while n

    for i=1:size(A,1)    % i= 1:260(จำนานร้านค้า)
        for j=1: K       % j= 1:8 (จำนาน centroid)

            DAL(i,j) = norm(A(i,:) - CENTS(j,:)); %rootของผลบาก
            [distance, CN] = min(DAL(i,1:K));     %บอกตำแหน่ง ctที่สั้นที่สุด
        end
        DAL(i,K+1) = CN(1);

        DAL(i,K+2) = distance(1);   %ถ้าเกิดกรณีการซ้ำของ ct ให้เลือก ct แรก
        DAL(i,K+3) = w(i);
    end
```

**รูปที่ 4.3 คำนวณการจัดกลุ่มด้วยเทคนิคการจัดกลุ่มแบบเคมีน ด้วยโปรแกรม MATLAB**

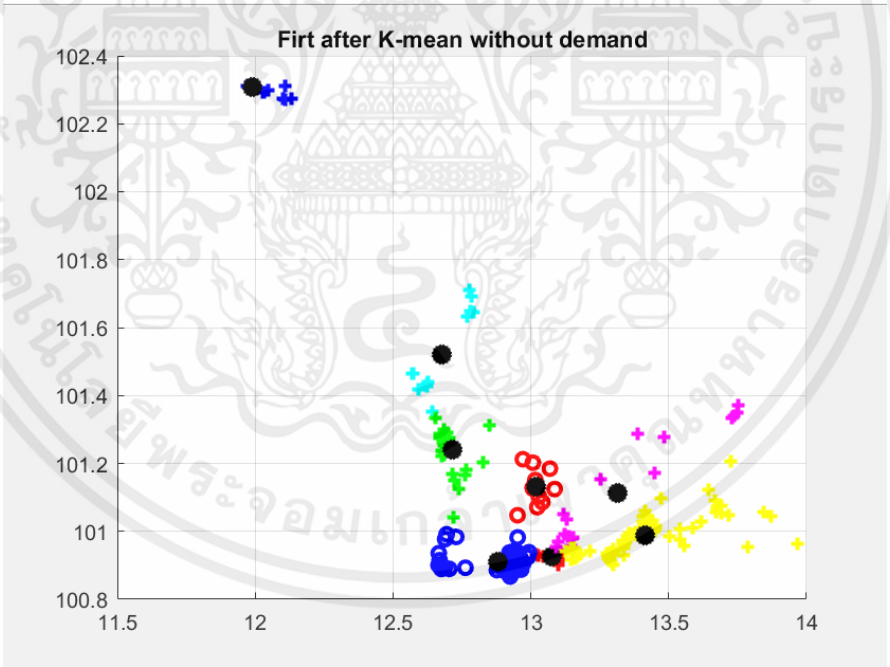
จากการคำนวณ ดังแสดงในรูปที่ 4.3 จะได้จุดศูนย์กลางใหม่ สำหรับจากการจัดกลุ่มด้วยเทคนิคเคมีน 1 รอบ จะได้จุดศูนย์กลางใหม่ แสดงได้ดังตาราง 4.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 4.4 จุดศูนย์กลาง จากการจัดเข้ากลุ่มด้วยเทคนิคการจัดกลุ่มแบบเคมีน รอบที่ 1**

| | E | F | G |
|---|---|---|---|
| 1 | First Centroid without demand | | |
| 2 | centroid (c) | Latitude (x) | Longitude (y) |
| 3 | 1 | 13.075703 | 100.925728 |
| 4 | 2 | 11.971956 | 102.312426 |
| 5 | 3 | 12.675546 | 101.520325 |
| 6 | 4 | 13.314053 | 101.113625 |
| 7 | 5 | 12.713538 | 101.239841 |
| 8 | 6 | 13.413390 | 100.987340 |
| 9 | 7 | 13.017154 | 101.131549 |
| 10 | 8 | 12.881521 | 100.909391 |

จากการจัดกลุ่มด้วยเทคนิคการจัดกลุ่มแบบเคมีน รอบที่ 1 จะเห็นได้ว่า จุดศูนย์กลางของแต่ละกลุ่มเคลื่อนเข้าหาข้อมูล เพื่อเป็นศูนย์กลางของกลุ่มนั้นๆ แสดงได้ดังรูปที่ 4.4




**รูปที่ 4.4 การจัดเข้ากลุ่มด้วยเทคนิคการจัดกลุ่มแบบเคมีน รอบที่ 1ทั้งหมด 8 กลุ่ม**

ขั้นตอนที่ 3 ปรับปรุงเทคนิคการจัดกลุ่มแบบเคมีนให้มีการคำนึงถึงอุปสงค์

จากการจัดกลุ่มด้วยเทคนิคการจัดกลุ่มแบบเคมีน ทำให้ได้กลุ่มข้อมูล $p_i$ ทั้งหมด K กลุ่ม มีจุดศูนย์กลางของแต่ละกลุ่มที่ $c_k$ และพิจารณาค่าอุปสงค์ เมื่อ $w_{ki}$ คือ ค่าอุปสงค์ในกลุ่มที่ k มีค่าระหว่าง 5000-10,000 ยูนิต จะได้ว่าแต่ละกลุ่มมีข้อมูล $p_{ki}$ จำนวน $n_k$ ข้อมูลที่ไม่เท่ากัน และมีค่าอุปสงค์ $w_{ki}$ ยูนิต แล้วทำการพิจารณาทีละกลุ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสาร... ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ...

ที่ $c_1$ จะมีจุดข้อมูล $\left[ w_{11}p_{11},\ w_{12}p_{12},\ w_{13}p_{13},\ldots,\ w_{1n_1}p_{1n_1} \right]$

$c_2$ จะมีจุดข้อมูล $\left[ w_{21}p_{21},\ w_{22}p_{22},\ w_{23}p_{23},\ldots,\ w_{2n_2}p_{2n_2} \right]$

.

.

.

$c_8$ จะมีจุดข้อมูล $\left[ w_{81}p_{81},\ w_{82}p_{82},\ w_{83}p_{83},\ldots,\ w_{8n_8}p_{8n_8} \right]$

หาค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแต่ละกลุ่ม เพื่อปรับจุดศูนย์กลาง $c_k$ ใหม่

ที่ k=1 จะได้ว่า

$$c_1 = \frac{w_{11}p_{11} + w_{12}p_{12} + w_{13}p_{13} + \ldots + w_{1n_1}p_{1n_1}}{w_{11} + w_{12} + w_{13} + \ldots + w_{1n_1}}$$

เมื่อ $p_{1n_k}$ คือ พิกัดของตำแหน่งร้านสาขา ($a_{1i}$, $b_{1i}$) และ i = 1,2,3,...,$n_k$ ในแต่ละกลุ่มที่ k ทำให้ได้ว่า

$$c_1 = \left( \frac{w_{11}a_{11} + w_{12}a_{12} + w_{13}a_{13} + \ldots + w_{1n_1}a_{1n_1}}{w_{11} + w_{12} + w_{13} + \ldots + w_{1n_1}}, \frac{w_{11}b_{11} + w_{12}b_{12} + w_{13}b_{13} + \ldots + w_{1n_1}b_{1n_1}}{w_{11} + w_{12} + w_{13} + \ldots + w_{1n_1}} \right)$$

ที่ k=2 จะได้ว่า

$$c_2 = \frac{w_{11}p_{11} + w_{12}p_{12} + w_{13}p_{13} + \ldots + w_{1n_2}p_{1n_2}}{w_{11} + w_{12} + w_{13} + \ldots + w_{1n_2}}$$

เมื่อ $p_{1n_k}$ คือ พิกัดของตำแหน่งร้านสาขา ($a_{1i}$, $b_{1i}$)

$$c_2 = \left( \frac{w_{11}a_{11} + w_{12}a_{12} + w_{13}a_{13} + \ldots + w_{1n_2}a_{1n_2}}{w_{11} + w_{12} + w_{13} + \ldots + w_{1n_2}}, \frac{w_{11}b_{11} + w_{12}b_{12} + w_{13}b_{13} + \ldots + w_{1n_2}b_{1n_2}}{w_{11} + w_{12} + w_{13} + \ldots + w_{1n_2}} \right)$$

.

.

.

ที่ k=8 จะได้ว่า

$$c_8 = \left( \frac{w_{11}a_{11} + w_{12}a_{12} + w_{13}a_{13} + \ldots + w_{1n_8}a_{1n_8}}{w_{11} + w_{12} + w_{13} + \ldots + w_{1n_8}}, \frac{w_{11}b_{11} + w_{12}b_{12} + w_{13}b_{13} + \ldots + w_{1n_8}b_{1n_8}}{w_{11} + w_{12} + w_{13} + \ldots + w_{1n_8}} \right)$$

ทำให้ได้จุดศูนย์กลางใหม่ 8 จุด และสามารถคำนวนด้วยโปรแกรมMATLAB ดังแสดงในรูปที่ 4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
%% K-mean weight
for i=1:K
    %Number of demand & Number of Centroid จัด
    %cluster โดยเลือกร้าน 260 ร้าน 8 ct
    [NOD, NOCT] = find(DAL(:,K+1)==i);
    %nc = cents nd= จำนวน shop ทั้งหมดใน ct นั้นๆ
    [nd, nc] = size(NOD);
    if nd > 0
        % ตำแหน่งร้านใน cluster 1 (ละติจูด ลองติจูด ตำแหน่งร้าน)
        sum_x = 0;
        sum_w = 0;
        sum_y = 0;
        %  ตำแหน่งร้านใน cluster 1 (ละติจูด ลองติจูด ตำแหน่งร้าน)
        for r=1:nd

            sum_x = sum_x + (A(NOD(r),1)*w(NOD(r))); %ละติจูด
            sum_y = sum_y + (A(NOD(r),2)*w(NOD(r))); %ลองติจูด
            sum_w = sum_w + w(NOD(r));               %ตำแหน่งร้าน

        end % r คือจำนวนร้านทั้งหมดใน ct นั้น
        % สำหรับ cluster 1 คือจัดเข้า cluster แล้วค่อยคูณ w
        %CENTS= ละติจูด ลองติจูด ที่คูณ w แล้ว ที่อยู่ใน cluster 1
        CENTS(i,1) = sum_x/sum_w;
        CENTS(i,2) = sum_y/sum_w;
        CENTS_W(i,1) = i;
        CENTS_W(i,2) = sum_w;
        for l=1: length(supply)
            aaa = supply(l);

            if sum_w < aaa
                CENTS_W(i,3) = supply(l);
                break;
            else
                CENTS_W(i,3) = 0;
            end
        end
    end
end
CENTS_W = sortrows(CENTS_W,2);
```

**รูปที่ 4.5 คำนวณการจัดกลุ่มด้วยเทคนิคการจัดกลุ่มแบบเคมีนที่คำนึงถึงอุปสงค์ ด้วยโปรแกรม MATLAB**

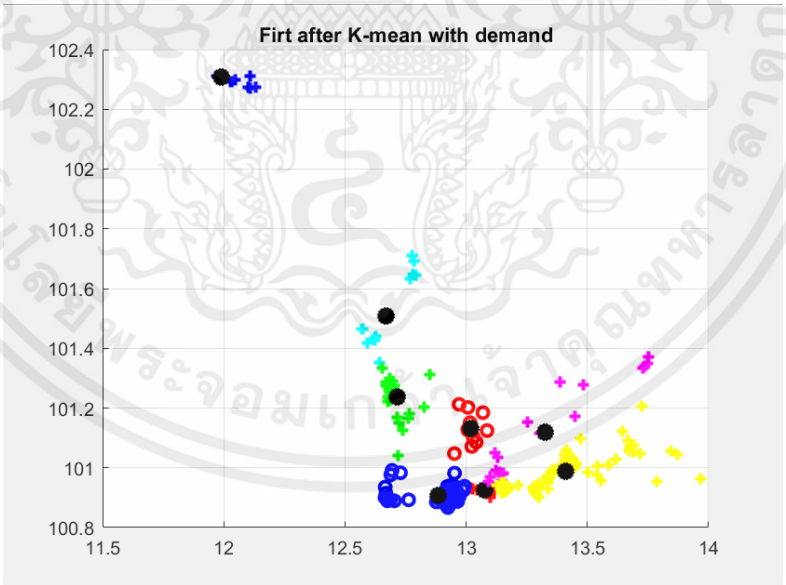
จากการคำนวณ ดังแสดงในรูปที่ 4.5 จะได้จุดศูนย์กลางใหม่ สำหรับจากการจัดกลุ่มด้วยเทคนิคเคมีนที่คำนึงถึงอุปสงค์รอบที่ 1 จะได้จุดศูนย์กลางใหม่ แสดงได้ดังตารางที่ 4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 4.5 จุดศูนย์กลาง จากการจัดเข้ากลุ่มด้วยเทคนิคการจัดกลุ่มแบบเคมีนคำนึงถึงอุปสงค์ รอบที่ 1**

| | I | J | K |
|---|---|---|---|
| 1 | First Centroid with demand | | |
| 2 | centroid (c) | Latitude (x) | Longitude (y) |
| 3 | 1 | 13.074898 | 100.925606 |
| 4 | 2 | 11.971956 | 102.312427 |
| 5 | 3 | 12.668593 | 101.508320 |
| 6 | 4 | 13.326236 | 101.120234 |
| 7 | 5 | 12.715118 | 101.237084 |
| 8 | 6 | 13.411195 | 100.988533 |
| 9 | 7 | 13.018511 | 101.131178 |
| 10 | 8 | 12.884983 | 100.908070 |

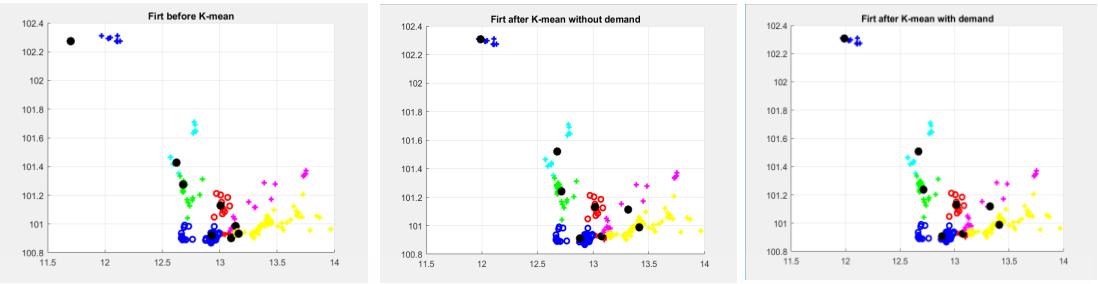
จากการจัดกลุ่มด้วยเทคนิคการจัดกลุ่มแบบเคมีนที่คำนึงถึงอุปสงค์ รอบที่ 1 จะเห็นได้ว่า จุดศูนย์กลางของแต่ละกลุ่มมีการเปลี่ยนแปลง โดยเคลื่อนเข้าหาข้อมูลที่มีอุปสงค์มาก และแสดงได้ดังรูปที่ 4.6




**รูปที่ 4.6 การจัดเข้ากลุ่มด้วยเทคนิคการจัดกลุ่มแบบเคมีนที่คำนึงถึงอุปสงค์ รอบที่ 1**

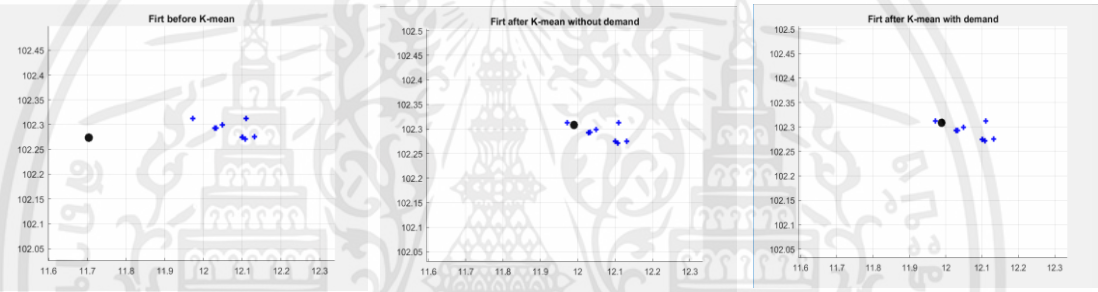
จากการจัดกลุ่มในรอบที่ 1 ทำให้เห็นถึงค่าที่เปลี่ยนแปลงไปตามปัจจัยที่เพิ่มเข้ามา แสดงการเปรียบเทียบ ก่อนจัดกลุ่ม และหลังจากจัดกลุ่มด้วยเทคนิคการจัดกลุ่มแบบเคมีน และเทคนิคการจัดกลุ่มแบบเคมีนที่คำนึงถึงอุปสงค์ ได้ดังรูปที่ 4.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 4.7 เปรียบเทียบค่าจุดศูนย์กลางที่เปลี่ยนไปจากการจัดกลุ่ม รอบที่ 1**

จากรูปที่ 4.7 เมื่อพิจารณากลุ่มที่ 1 จากการจัดกลุ่ม 1 รอบแสดงให้เห็นถึงความเปลี่ยนแปลงก่อนการจัดกลุ่มและหลังจัดกลุ่ม คือ จุดศูนย์กลางเคลื่อนเข้าหาจุดข้อมูล และเปรียบเทียบการจัดกลุ่มโดยมีอุปสงค์ และไม่มีอุปสงค์จะเห็นว่าเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ดังแสดงได้ในรูปที่ 4.8




**รูปที่ 4.8 เปรียบเทียบค่าจุดศูนย์กลางที่เปลี่ยนไปในกลุ่มที่ 1 ของการทำซ้ำ 1รอบ**

จากรูปที่ 4.8 การจัดกลุ่มทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของจุดศูนย์กลาง หลังจากได้รับการจัดกลุ่มด้วยเทคนิคการจัดกลุ่มแบบเคมีน และเทคนิคการจัดกลุ่มแบบเคมีนที่คำนึงถึงอุปสงค์ ซึ่งแสดงเป็นค่าของตำแหน่งได้อย่างชัดเจนยิ่งขึ้น โดยแสดงตารางการเปรียบเทียบได้ดังตารางที่ 4.6

**ตารางที่ 4.6 การเปรียบเทียบค่าจุดศูนย์กลางที่เปลี่ยนไป ก่อนและหลังจากได้รับการจัดกลุ่ม**

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | centroid (c) | Initiol Centroid | | | First Centroid without demand | | | First Centroid with demand | |
| 2 | | Latitude (x) | Longitude (y) | | Latitude (x) | Longitude (y) | | Latitude (x) | Longitude (y) |
| 3 | 1 | 13.098600 | 100.900500 | | 13.075703 | 100.925728 | | 13.074898 | 100.925606 |
| 4 | 2 | 11.703400 | 102.273700 | | 11.971956 | 102.312426 | | 11.971956 | 102.312427 |
| 5 | 3 | 12.621700 | 101.427700 | | 12.675546 | 101.520325 | | 12.668593 | 101.508320 |
| 6 | 4 | 13.137300 | 100.985100 | | 13.314053 | 101.113625 | | 13.326236 | 101.120234 |
| 7 | 5 | 12.681900 | 101.275000 | | 12.713538 | 101.239841 | | 12.715118 | 101.237084 |
| 8 | 6 | 13.164700 | 100.932900 | | 13.413390 | 100.987340 | | 13.411195 | 100.988533 |
| 9 | 7 | 13.006400 | 101.128700 | | 13.017154 | 101.131549 | | 13.018511 | 101.131178 |
| 10 | 8 | 12.929500 | 100.919700 | | 12.881521 | 100.909391 | | 12.884983 | 100.908070 |

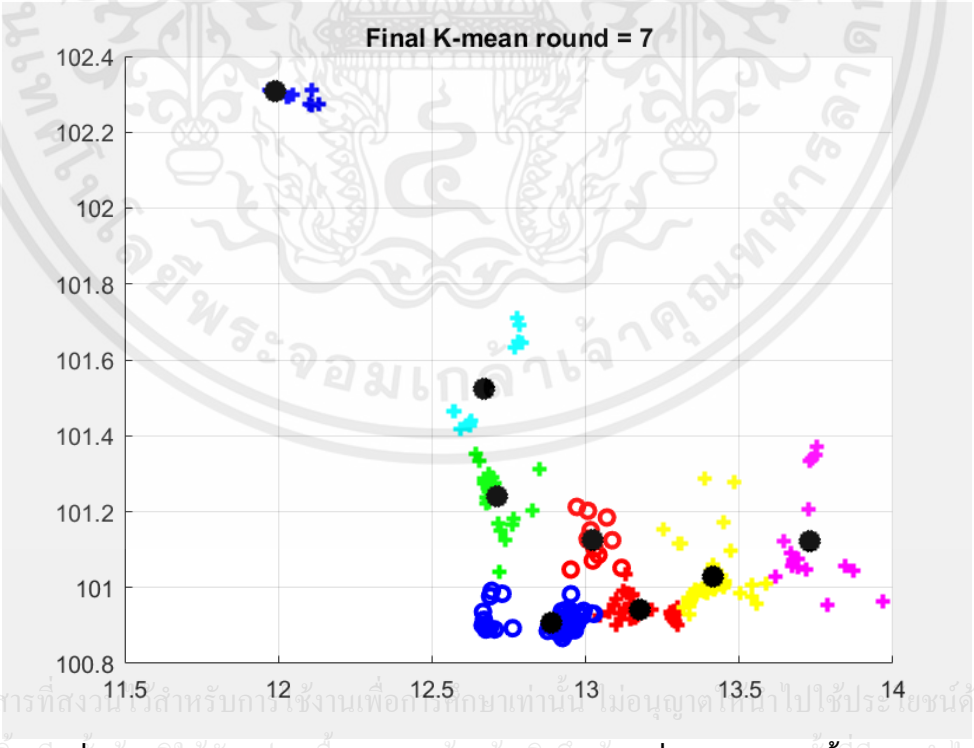
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำการจัดกลุ่มซ้ำ จนกว่าจุดศูนย์กลางจะไม่มีการเปลี่ยนแปลง โดยทำซ้ำทั้งหมด 7 รอบ ค่าจุดศูนย์กลางไม่มีการเปลี่ยนแปลงสังเกตได้จากค่า norm error เป็นศูนย์ ซึ่งคือผลต่างระหว่างจุดศูนย์กลางกับจุดศูนย์กลางที่เกิดจากการทำซ้ำครั้งก่อนหน้า และแสดงค่าจุดศูนย์กลางทั้ง 8 จุด ได้ดังรูป 4.9

```
Iteration n = 7
Stop by accept norm.
norm error: 0.000000
CENTS :
   13.1773  100.9413
   11.9881  102.3086
   12.6712  101.5252
   13.7310  101.1231
   12.7123  101.2417
   13.4133  101.0294
   13.0244  101.1265
   12.8901  100.9089
```

**รูปที่ 4.9 จุดศูนย์กลางสุดท้ายที่ได้จากการทำซ้ำ 7 รอบ**

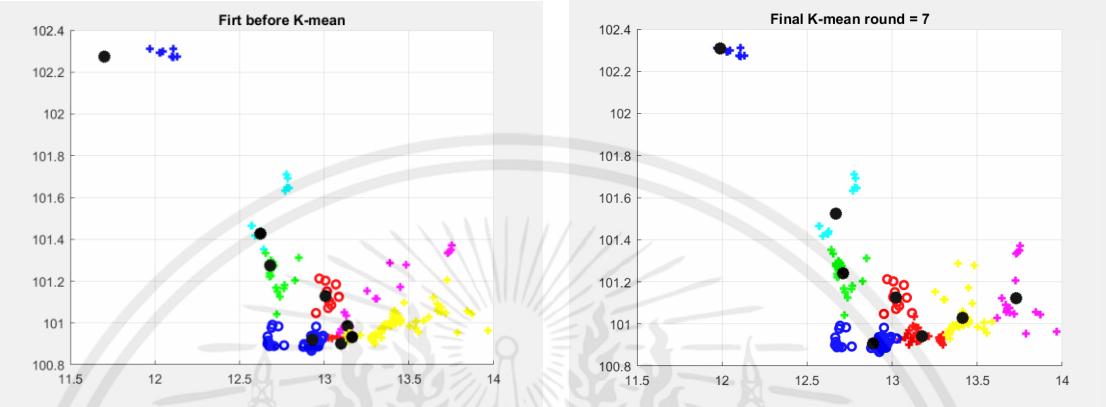
สามารถแสดงตำแหน่งของจุดศูนย์กลาง และข้อมูลร้านสาขาที่ได้จากการทำซ้ำ 7 รอบ ได้ดังรูปที่ 4.10




**รูปที่ 4.10 ตำแหน่งจุดศูนย์กลาง และข้อมูลร้านสาขาที่ได้จากการทำซ้ำ 7 รอบ**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น

จากการจัดกลุ่มด้วยเทคนิคการจัดกลุ่มแบบเคมีน และเทคนิคการจัดกลุ่มแบบเคมีนที่คำนึงถึงอุปสงค์ สามารถแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของจุดศูนย์กลางที่เปลี่ยนแปลงไป ด้วยปัจจัยของระยะทางในแนวเส้นตรง และอุปสงค์ที่แตกต่างกัน แสดงให้เห็นว่าจุดศูนย์กลางจะเข้าไกล้ร้านสาขาที่มีอุปสงค์มาก โดยแสดงการเปรียบเทียบความเปลี่ยนแปลงในการจัดกลุ่มครั้งที่ 1 และครั้งที่ 7 ได้ดังรูปที่ 4.11




**รูปที่ 4.11 การเปรียบเทียบความเปลี่ยนแปลงในการจัดกลุ่มครั้งที่ 1 และครั้งที่ 7**

ขั้นตอนที่ 4 กำหนดขนาดของศูนย์กระจายสินค้า

จากการใช้เทคนิคการจัดกลุ่มแบบเคมีนที่คำนึงถึงอุปสงค์ ในการจัดกลุ่มข้อมูลสาขาร้านเซเว่นอีเลฟเว่น 260 สาขา ให้ได้ 8 กลุ่ม และหาค่าเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มเพื่อนำมาพิจารณาเพื่อจัดตั้งศูนย์กระจายสินค้า 8 ศูนย์ และทราบค่าอุปสงค์รวมของแต่ละกลุ่ม เพื่อพิจารณากำหนดขนาดของศูนย์กระจายสินค้าให้เหมาะสมกับปริมาณของอุปสงค์ โดยกำขนดขนาดไว้ 3 ขนาด คือ เล็ก กลาง ใหญ่ ในปริมาณ 100,000 , 300,000 และ 500,000 ยูนิต ซึ่งแสดงได้ดังตารางที่ 4.7

**ตารางที่ 4.7 ตำแหน่งที่จะพิจารณาเป็นศูนย์กระจายสินค้า**

| No. | $c_k$ | $x_k$ | $y_k$ | $w_k$ | $s_k$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | $c_1$ | 13.1773 | 100.9413 | 297,500 | 300,000 |
| 2 | $c_2$ | 11.9881 | 102.3086 | 414,000 | 500,000 |
| 3 | $c_3$ | 12.6712 | 101.5252 | 77,600 | 100,000 |
| 4 | $c_4$ | 13.7310 | 101.1231 | 136,900 | 300,000 |
| 5 | $c_5$ | 12.7123 | 101.2417 | 209,200 | 300,000 |
| 6 | $c_6$ | 13.4133 | 101.0294 | 280,600 | 300,000 |
| 7 | $c_7$ | 13.0244 | 101.1265 | 116,300 | 300,000 |
| 8 | $c_8$ | 12.8901 | 100.9089 | 413,700 | 500,000 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น

จากตารางที่ 4.7 แสดงถึงการกำหนดขนาดของศูนย์กระจายสินค้า ให้เหมาะสม โดยมีค่าใกล้เคียงกับอุปสงค์มากที่สุด และเพื่อหาแนวทางในการลดต้นทุน ผู้วิจัยจึงพิจารณาลดขนาดของศูนย์กระจายสินค้า โดยการคิดวิธีขึ้นมาใหม่ นั่นคือขั้นตอนวิธีคัดกรอง

## 4.3 ขั้นตอนวิธีคัดกรอง เปลี่ยนศูนย์กระจายสินค้าเป็นท่าเปลี่ยนถ่ายสินค้า

ขั้นตอนที่ 1 เรียงตำแหน่งของศูนย์กระจายสินค้าจากค่าอุปสงค์น้อยไปมาก

พิจารณาจุดศูนย์กลางทั้ง 8 จุดเพื่อจะลดขนาดของศูนย์กระจาย สินค้าเป็นท่าเปลี่ยนถ่ายสินค้า โดยเรียงตำแหน่งของศูนย์กระจายสินค้าใหม่ พิจารณาจากค่าอุปสงค์น้อยไปมาก ในแต่ละกลุ่ม แสดงได้ดังตารางที่ 4.8

**ตารางที่ 4.8 จัดเรียงตำแหน่งตามค่าอุปสงค์**

| No. | $C_k$ | $x_k$ | $y_k$ | $w_k$ | $s_k$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | $C_3$ | 12.6712 | 101.5252 | 77,600 | 100,000 |
| 2 | $C_7$ | 13.0244 | 101.1265 | 116,300 | 300,000 |
| 3 | $C_4$ | 13.7310 | 101.1231 | 136,900 | 300,000 |
| 4 | $C_5$ | 12.7123 | 101.2417 | 209,200 | 300,000 |
| 5 | $C_6$ | 13.4133 | 101.0294 | 280,600 | 300,000 |
| 6 | $C_1$ | 13.1773 | 100.9413 | 297,500 | 300,000 |
| 7 | $C_8$ | 12.8901 | 100.9089 | 413,700 | 500,000 |
| 8 | $C_2$ | 11.9881 | 102.3086 | 414,000 | 500,000 |

ขั้นตอนที่ 2 เปลี่ยนศูนย์กระจายสินค้าเป็นท่าเปลี่ยนถ่ายสินค้า

จากตารางที่ 4.8 พิจารณาระยะห่างระหว่างศูนย์ โดยเริ่มจากศูนย์ที่ $C_1$ กับ ศูนย์ที่ $C_2$ ถึง $C_8$ เลือกศูนย์ที่ใกล้ที่สุด และดูว่ามีขนาดเพียงพอสำหรับกระจายสินค้าแทนได้หรือไม่ เมื่อทำการกระจายสินค้าในส่วนที่รับผิดชอบไปแล้ว โดยการใช้โปรแกรม MATLAB คำนวณ แสดงได้ดังรูปที่ 4.12

```
end %% end while

disp('FINAL CENTS :')
disp(CENTS);

CENTS_CAP = sortrows(CENTS_CAP,-2);
for i=1:K
    for j=1:K
        CENTS_CAP(j,4) = norm(CENTS(CENTS_CAP(i,1),:)- CENTS(CENTS_CAP(j,1),:));
    end
    CENTS_DIS = sortrows(CENTS_CAP,4);
    cent_no = CENTS_DIS(i,1);
    for j=2:K
        if CENTS_CAP(i,5) == 0
            sum_dem = CENTS_CAP(i,2) + CENTS_DIS(j,2);
        else
            sum_dem = CENTS_CAP(i,5) + CENTS_DIS(j,2);
        end

        if CENTS_CAP(i,3) > sum_dem
            index = find(CENTS_CAP(:,1) == CENTS_DIS(j,1));
            cross = sum(CENTS_CAP(:,6) == CENTS_CAP(index,1));
            if CENTS_CAP(index,6) ~= CENTS_CAP(i,1) && CENTS_CAP(index,6) == 0 && CENTS_CAP(i,6) == 0 && cross == 0
                CENTS_CAP(i,5) = sum_dem;
                CENTS_CAP(index,6) = CENTS_CAP(i,1);
                break;
            end
        end
    end
end
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
%%%%% Gen file for google map %%%%%%
fileID = fopen('myfile.js','w');
fprintf(fileID,'data = [');
for i=1:K
    if i > 1
        fprintf(fileID,',');
    end
    fprintf(fileID,'{ "lat": %f,"lng": %f }\n',CENTS(i,1),CENTS(i,2));
end
fprintf(fileID,'];');
fprintf(fileID,'\n shop = [');
for i=1:size(A,1)
    if i > 1
        fprintf(fileID,',');
    end
    fprintf(fileID,'{ "lat": %f,"lng": %f,"ct": %d }\n',A(i,1),A(i,2),DAL(i,9));
end
fprintf(fileID,' ];');
```

**รูปที่ 4.12 การคำนวณค่าเพื่อเปลี่ยนศูนย์กระจายสินค้าเป็นท่าเปลี่ยนถ่ายสินค้า**

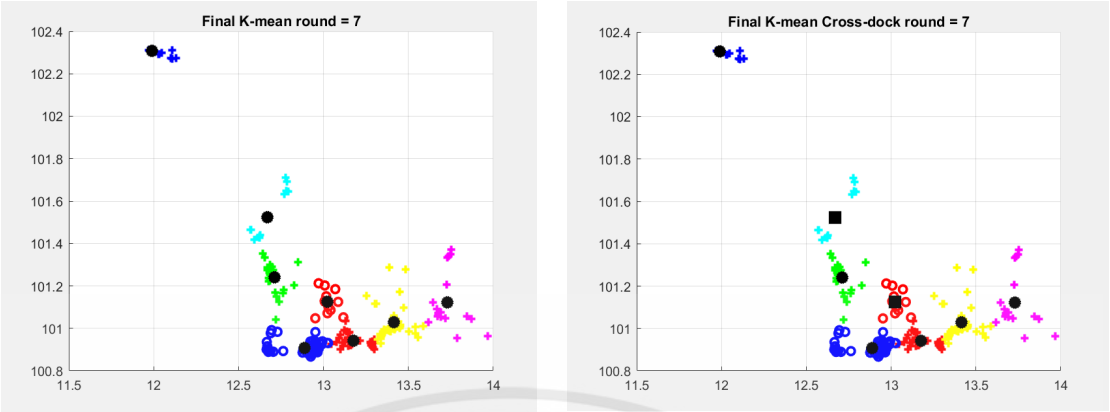
จากการคำนวณด้วยโปรแกรม MATLAB ทำให้สามารถเปลี่ยนศูนย์กระจายสินค้า 2 แห่งให้กลายเป็นท่าเปลี่ยนถ่ายสินค้า ดังแสดงในตารางที่ 4.9 เช่น จุดศูนย์กลางที่ $c_4$ มีอุปสงค์ $w_k$ เท่ากับ 136,900 ยูนิต แต่เมื่อรวมอุปสงค์ของ $c_7$ อีก 116,300 ยูนิต จึงได้อุปสงค์รวมใหม่เป็น 253,200 ยูนิต ซึ่งไม่เกินความขนาดของสามารถการจัดเก็บที่ระดับ 300,000

**ตารางที่ 4.9 เปลี่ยนศูนย์กระจายสินค้าให้เป็นท่าเปลี่ยนถ่ายสินค้า**

| No. | $c_k$ | $w_k$ | $w_k$(cd) | $s_k$ | cd |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | $c_3$ | 77,600 | 0 | 0 | $c_2$ |
| 2 | $c_7$ | 116,300 | 0 | 0 | $c_4$ |
| 3 | $c_4$ | 136,900 | 253,200 | 300,000 | - |
| 4 | $c_5$ | 209,200 | 209,200 | 300,000 | - |
| 5 | $c_6$ | 280,600 | 280,600 | 300,000 | - |
| 6 | $c_1$ | 297,500 | 297,500 | 300,000 | - |
| 7 | $c_8$ | 413,700 | 413,700 | 500,000 | - |
| 8 | $c_2$ | 414,000 | 491,600 | 500,000 | - |

จากตารางที่ 4.9 แสดงถึงการเปลี่ยนศูนย์กระจายสินค้าให้เป็นท่าเปลี่ยนถ่ายสินค้า ได้ 2 แห่ง คือที่ $c_3$, $c_7$ ถูกเปลี่ยนเป็นท่าเปลี่ยนถ่ายสินค้า และมี $c_2$, $c_4$ กระจายสินค้าแทน และแสดงภาพการเปลี่ยนศูนย์กระจายสินค้าเป็นท่าเปลี่ยนถ่ายสินค้าได้ดังรูปที่ 4.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 4.13 การเปลี่ยนศูนย์กระจายสินค้าเป็นท่าเปลี่ยนถ่ายสินค้า**

จากรูปที่ 4.13 เป็นการเปลี่ยนศูนย์กระจายสินค้า $c_3$, $c_7$ ให้เป็นท่าเปลี่ยนถ่ายสินค้า 2 แห่ง จากรูป คือบริเวณจุด ■ และจุด ● คือตำแหน่งที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้า ทั้งหมด 5 ศูนย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 5
# สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

## 5.1 สรุปผลการวิจัย

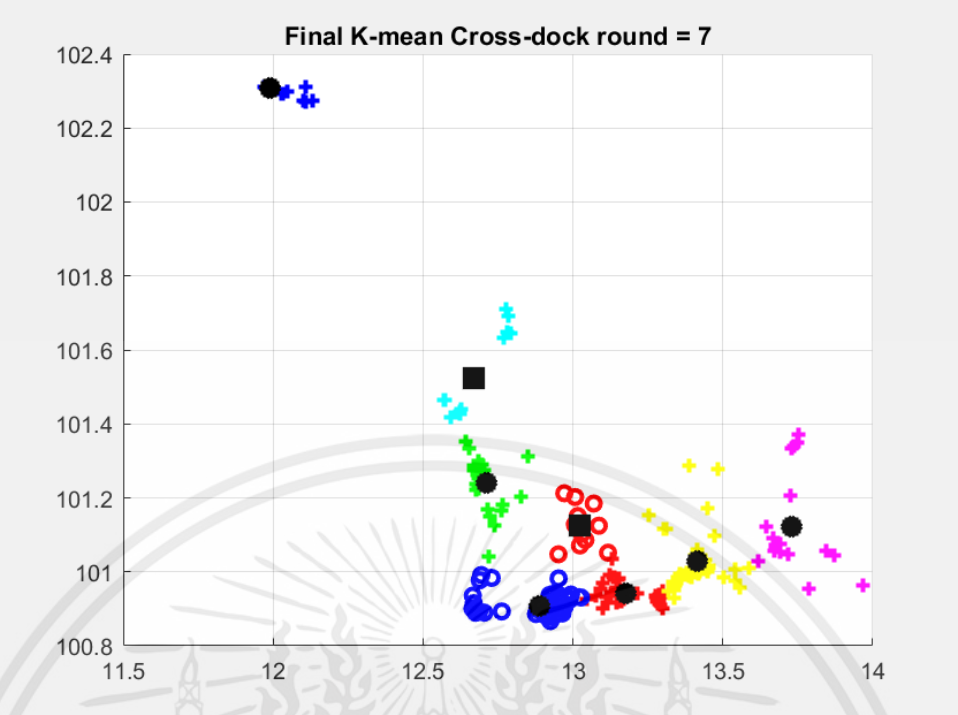
จากการใช้เทคนิคการจัดกลุ่มแบบเคมีนที่คำนึงถึงอุปสงค์ทำให้ได้จุดศูนย์กลางทั้งหมด 8 จุด เพื่อพิจารณาจัดตั้งศูนย์กระจายสินค้า และใช้ขั้นตอนวิธีคัดกรองเพื่อลดจำนวนศูนย์กระจายสินค้าให้เป็นท่าเปลี่ยนถ่ายสินค้า ได้ 2 แห่ง ทำให้ได้ว่าจะมีทำเลที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าทั้งหมด 6 ศูนย์ และท่าเปลี่ยนถ่ายสินค้า 2 แห่ง แสดงรายละเอียดแสดงใน ตารางที่ 5.1 ดังนี้

**ตารางที่ 5.1 แสดงตำแหน่งศูนย์กระจายสินค้า และท่าเปลี่ยนถ่ายสินค้า**

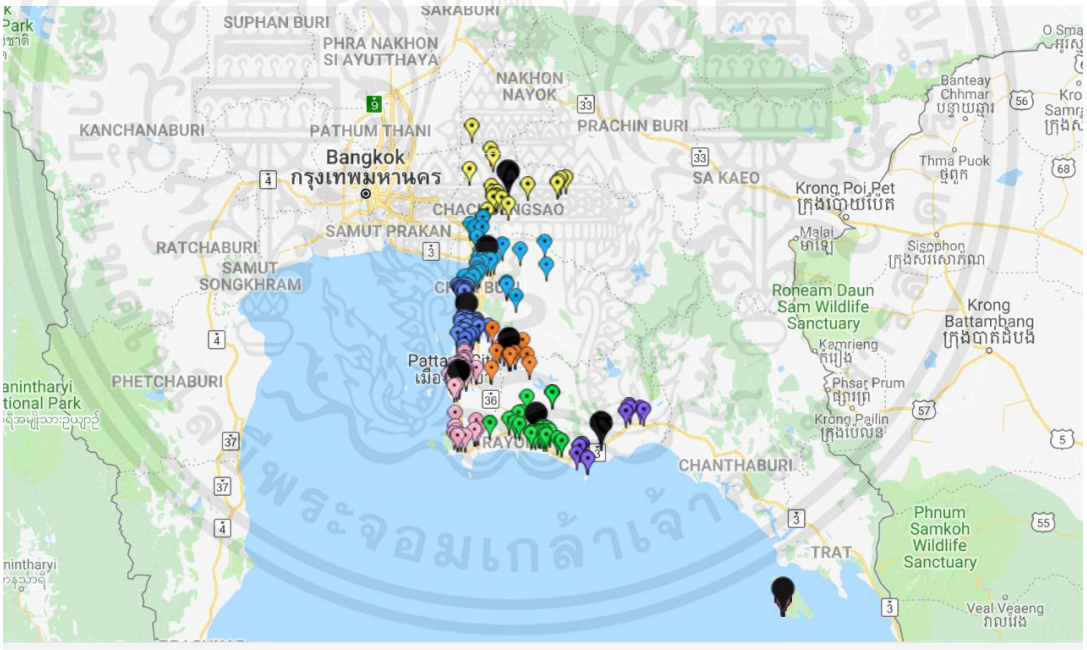
| No. | $c_k$ | $x_k$ | $y_k$ | $w_k$ | $s_k$ | Supported by |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | $c_1$ | 13.1773 | 100.9413 | 297,500 | 300,000 | 0 |
| 2 | $c_2$ | 11.9881 | 102.3086 | 491,600 | 500,000 | 0 |
| 3 | $c_3$ | 12.6712 | 101.5252 | 0 | 0 | $c_4$ |
| 4 | $c_4$ | 13.7310 | 101.1231 | 253,200 | 300,000 | 0 |
| 5 | $c_5$ | 12.7123 | 101.2417 | 209,200 | 300,000 | 0 |
| 6 | $c_6$ | 13.4133 | 101.0294 | 280,600 | 300,000 | 0 |
| 7 | $c_7$ | 13.0244 | 101.1265 | 0 | 0 | $c_2$ |
| 8 | $c_8$ | 12.8901 | 100.9089 | 413,700 | 500,000 | 0 |

จากค่าที่แสดงในตารางที่ 5.1 จุดที่ $c_3$ และ $c_7$ จะถูกเปลี่ยนเป็นท่าเปลี่ยนถ่ายสินค้า ดังนั้นจะไม่มีการเก็บสินค้า โดยจะมีศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้ที่สุดให้บริการแทน นั่นคือ ศูนย์ที่ $c_4$ กระจายสินค้าแทนศูนย์ที่ $c_3$ รวมปริมาณสินค้าทั้งสิ้น 253,200 ยูนิต และ $c_2$ กระจายสินค้าศูนย์ที่$c_7$ รวมปริมาณสินค้าทั้งสิ้น 491,600 ยูนิต สามารถแสดงตำแหน่งของศูนย์กระจายสินค้า ท่าเปลี่ยนถ่ายสินค้า ที่ให้บริการกับสาขาร้านเซเว่นอีเลฟเว่นที่แบ่งเป็นกลุ่มอย่างชัดเจน แสดงได้ดังรูปที่ 5.1 และแสดงในแผนที่ได้ดังรูปที่ 5.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 5.1 พิกัดของศูนย์กระจายสิค้าและท่าเปลี่ยนถ่ายสินค้า**




**รูปที่ 5.2 พิกัดของศูนย์กระจายสิค้าและท่าเปลี่ยนถ่ายสินค้า บนแผนที่**

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

1) หากใช้ระยะทางจริงที่มีใน google map จะทำให้งานวิจัยมีความน่าสนใจมากยิ่งขึ้น
2) พิกัดสุดท้ายอาจยังเป็นพื้นที่ที่เป็นไปไม่ได้ หากพิจารณาจากพื้นที่ที่เป็นไปได้ก็จะส่งผลดีมากกว่า
3) ควารไปศึกษาต่อเพื่อหาจำนวนศูนย์กระจายสินค้าที่ดีที่สุด โดยไม่ต้องเปลี่ยนเป็นท่าเปลี่ยนถ่ายสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# เอกสารอ้างอิง


[1] K.Y. Tippayawong. August, 2010. Market Distribution strategy. Logistics Engineering and Management. Chiang Mai University. from: http://ie.eng.cmu.ac.th/IE2014/elearnings/2015_01/166/Chapter%2006_Market%20Distribution%20strategy%20in%20SCM.pdf

[2] ธนิต โสรัตน. 2551. ความสำคัญของศูนย์กระจายสินค้า (DC) ที่มีผลต่อการพัฒนาประเทศ. เว็บไซต์: http://www.tanitsorat.com/view.php? id=184

[3] Esther Seguraa, Rafael Bernardo Carmona-Benitezb, Angélica Lozanoa. Dynamic location of distribution centres, areal case study. Transportation Research Procedia. 2014

[4] จันทรศิริ สิงห์เถื่อน. 2554. การเลือกตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ให้บริการ ด้วยวิธีการหาคำตอบที่ดีที่สุด. วิศวกรรมสารมก. ฉบับที่ 78. ปีที่ 24. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

[5] Espresso. 2551. **ดุลยภาพ (Equilibrium price and output).** บทความเศรษฐศาสตร์**.** เว็บไซต์: http://www.vcharkarn.com/varticle/37209

[6] ฉัฐไชย์ ลีนาวงศ์. 2560. การวิจัยดำเนินงาน (Operations Research). พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร. พิมพ์ที่: หจก.มีน เซอร์วิส ซัพพลาย

[7] ณกร อินทร์พยุง และ บรรหาญ ลิลา. 2560. การจัดการคลังสินค้า (Warehouse Management). มหาวิทยาลัยบูรพา

[8] ชญาณ์นันท์ นวพรอนันต์. 2560. Clustering Analysis. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

[9] Stephanie. 2016. hierarchical clustering algorithms (Picture). from :http://www.statisticshowto.com/hierarchical-clustering/

[10] วิภาวรรณ บัวทอง. 2557. Clustering: K-mean. มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต

[11] ANDREA TREVINO. 2016. Introduction to K-means Clustering. from: https://www.datascience.com/blog/ k-means-clustering.

[12] ปิยธิดา รุจะศิริ. 2552. การเปรียบเทียบเทคนิคการแบ่งกลุ่มข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์กลุ่ม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

[13] วีระยุทธ พิมพาภรณ์ และ พยุง มีสัจ. 2557. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการจัดกลุ่มข้อมูลโดยวิธีการเลือกลักษณะสำคัญแบบพลวัตเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของอัลกอริทึมการจัดกลุ่มบนปริภูมิย่อย. วารสารเทคโนโลยีสารสนเทศ. ปีที่ 10 ฉบับที่ 2

[14] พงศกร ธีรรัศมี. 2558. วิธีการหาค่าเคที่เหมาะสมในการจำแนกแบบเคเนียร์เรสเนเบอร์กับข้อมูลทางการแพทย์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ประวัติผู้เขียน

| | |
|---|---|
| ชื่อ | นางสาวจารุวรรณ เอมโอษฐ์ |
| วัน เดือน ปีเกิด | 21 มกราคม พ.ศ.2534 |
| ที่อยู่ปัจจุบัน | 119 หมู่ 7 ต.เทพารักษ์ อ.เมือง จ.สมุทรปราการ 10270 |
| ประวัติการศึกษา | พ.ศ.2556 วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์ประยุกต์ เกรดเฉลี่ย 2.40 มหาวิทยาลัยศิลปากร |
| ผลงานทางวิชาการ | 1. นำเสนองานวิจัยในงานประชุมวิชาการทางคณิตศาสตร์ ครั้งที่ 23 ประจำปี 2561 (AMM) |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้