

การจัดกลุ่มงานซ่อมบำรุงทางโครงสร้างและสถาปัตยกรรม  
โดยอาศัยการจัดกลุ่มแบบเคมีน  
กรณีศึกษา: โครงการรถไฟฟ้าฟ้ามหานคร สายสีม่วง  
Classification of Structural & Architectural Maintenance  
by K-means Clustering  
: A Case Study of Purple Line Metro Project

ธันว จินเสวก เอกชัย ศิริกิจพาณิษฐ์กุล และ สโรช บุญศิริพันธ์  
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์  
E-mail: thun.j@ku.th, fengacs@ku.ac.th, saroch.b@ku.th

 บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อคาดการณ์ถึงประเภทและจำนวนกลุ่มงานแจ้งซ่อมที่เกิดขึ้นจากการใช้บริการของผู้โดยสาร โดยใช้วิธีการจัดกลุ่มข้อมูลด้วยวิธี K-Mean Clustering Analysis โดยอาศัยข้อมูลผู้โดยสารที่มาใช้บริการที่สถานีรถไฟฟ้าและความเสียหายของอุปกรณ์ในงานโครงสร้างและสถาปัตยกรรมที่เกิดขึ้นจริงในเดือนมกราคม พ.ศ.2563 ของโครงการรถไฟฟ้าฟ้ามหานคร สายสีม่วงและนำข้อมูลที่ได้ไปเปรียบเทียบอัตราความเสียหายของอุปกรณ์ที่เกิดขึ้นต่อจำนวนผู้โดยสารหนึ่งล้านคนที่มาใช้บริการในแต่ละสถานี ซึ่งผลการศึกษพบว่าสามารถจัดกลุ่มสถานีรถไฟฟ้าออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ 1) กลุ่มสถานีที่มีผู้โดยสารมาใช้บริการมาก จำนวน 1 สถานี 2) กลุ่มสถานีที่มีผู้โดยสารมาใช้บริการปานกลาง จำนวน 6 สถานี และ 3) กลุ่มสถานีที่มีผู้โดยสารมาใช้บริการน้อย จำนวน 9 สถานี และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลความเสียหายของอุปกรณ์ในงานโครงสร้างและสถาปัตยกรรม ตามประเภทกลุ่มสถานีทั้ง 3 กลุ่ม โดยพบว่า อุปกรณ์ฝ้าปิดรางระบายน้ำและราวมือจับที่ติดตั้งในพื้นที่กลุ่มสถานีที่มีผู้โดยสารมาใช้บริการมากจะมีความเสียหายเกิดขึ้นสูง เป็นจำนวน 7.58 และ 3.79 ครั้งต่อจำนวนผู้โดยสารที่มาใช้บริการหนึ่งล้านคน ตามลำดับ ในส่วนของอุปกรณ์ผนังอลูมิเนียมคอมโพสิต ช่องเซอร์วิสในสถานี ประตูบานม้วน และป้ายเตือนที่ติดตั้งในสถานีกลุ่มที่มีผู้โดยสารมาใช้บริการน้อยนั้น จะพบว่ามีอัตราการแจ้งซ่อมที่ 14.06 4.68 8.89 และ 7.52 ครั้งต่อจำนวนผู้โดยสารที่มาใช้บริการหนึ่งล้านคน ตามลำดับ

 คำสำคัญ : รถไฟฟ้าฟ้ามหานคร สายสีม่วง; การจัดกลุ่มแบบเคมีน; จำนวนผู้โดยสาร; ความเสียหายของอุปกรณ์

 Abstract

This research aims at clustering of the type and number of repair workgroups arising from the passenger's service using K-Mean Clustering Analysis using passenger boarding and alighting at the station and equipment damage as per actual structural and architectural works of the purple metro line in January 2020. The data obtained are compared with regard to the

rate of equipment damage per million passengers boarding and alighting at the station. The K-mean clustering analysis results in 3 clusters, namely 1) One station with a high number of passengers, 2) Six stations with moderate amount of passengers, and 3) Nine stations with a low amount of passengers. According to the cluster analysis, it was found that there are frequent calls for repair and maintenance work on the drain cover and the handrail installed in the station cluster with a high number of passengers which accounts for 7.58 and 3.79 times per one million passengers, respectively. On the other hand, there are frequent calls for repair and maintenance work on service compartments in stations, station service shaft, roller shutter doors, and warning signs installed in the station cluster with a low number of passengers which accounts 14.06, 4.68, 8.89, and 7.52 times per one million passengers, respectively.

**Keywords:** MRT Purple Line Project; K-Mean Clustering Analysis; Passenger Ridership; Equipment Damage

## 1. บทนำ

ระบบโครงสร้างพื้นฐานด้านคมนาคมเป็นระบบโครงสร้างพื้นฐานซึ่งอำนวยความสะดวกในการเดินทางของประชาชน ระบบรถไฟฟ้าก็เป็นหนึ่งในระบบขนส่งสาธารณะหลักที่มีความจำเป็นและความสำคัญต่อการเดินทางของประชาชน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเมืองที่มีประชากรอาศัยอยู่อย่างหนาแน่น อย่างพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล จากข้อมูลสถิติด้านการคมนาคมขนส่ง พบว่าการเดินทางโดยรถยนต์ส่วนบุคคลมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นจากการเพิ่มขึ้นของจำนวนรถที่จดทะเบียนสะสม โดยรถที่จดทะเบียนสะสมทั่วประเทศมีอัตราเพิ่มขึ้นร้อยละ 2.06 หรือประมาณ 1 ล้านคัน/ปี โดยพบว่ารถเกือบทุกประเภทมีอัตราเพิ่มขึ้น ได้แก่ รถยนต์ส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน มีอัตราการเพิ่มขึ้นร้อยละ 4.95 รถจักรยานยนต์ส่วนบุคคลมีอัตราการเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.98 ส่วนทางกับการเดินทางโดยระบบขนส่งสาธารณะที่มีแนวโน้มลดลง เช่น รถแท็กซี่และรถจักรยานยนต์สาธารณะ ที่อัตราลดลงร้อยละ 3.74

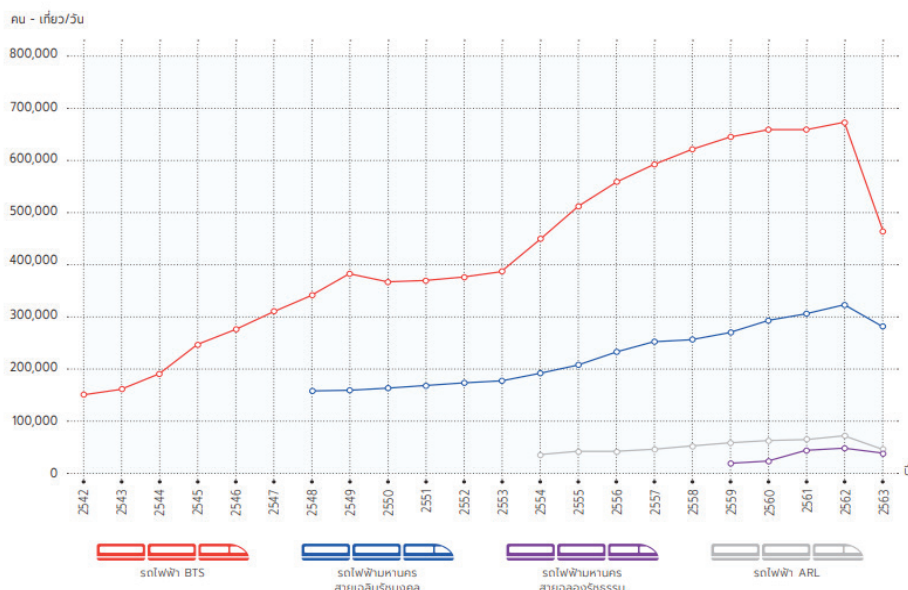
และ 1.51 ตามลำดับ [1] ยกเว้นการเดินทางโดยระบบรถไฟฟ้าที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่ปี พ.ศ.2542-2563 (ดังแสดงในภาพที่ 1) โดยเฉพาะรถไฟฟ้ามหานครสายฉลองรัชธรรมหรือรถไฟฟ้าสายสีม่วง ซึ่งเป็นหนึ่งในระบบรถไฟฟ้าที่มีความสำคัญในการเชื่อมต่อการเดินทางระหว่างพื้นที่ชานเมืองแถบจังหวัดนนทบุรีกับพื้นที่ใจกลางกรุงเทพมหานคร จึงทำให้รถไฟฟ้ามหานคร สายสีม่วง เป็นหนึ่งในระบบรถไฟฟ้าที่มีความสำคัญในการเชื่อมต่อการเดินทางและเพิ่มความสามารถในการรองรับการเดินทางของประชาชนในพื้นที่เป้าหมายได้และเพื่อความสำคัญต่อประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการให้บริการระบบรถไฟฟ้า ในกรณีที่เกิดเหตุขัดข้องในระหว่างการให้บริการ หรือมีการทำงานที่ผิดพลาดในระหว่างการให้บริการ โดยมีสาเหตุมาจากการซ่อมบำรุงที่ไม่มีประสิทธิภาพหรือประสิทธิผล ก็จะเกิดผลกระทบและความสูญเสียในด้านต่าง ๆ เช่น การสูญเสียรายได้จากการให้บริการ (Revenue Loss) และการสูญเสียความน่าเชื่อถือของระบบ (Reliability Loss)

โดยเฉพาะระบบงานโครงสร้างและสถาปัตยกรรม ถ้าไม่ได้รับการซ่อมบำรุงและการจัดกลุ่มงานให้สอดคล้องกับผู้ที่มาใช้บริการและสาเหตุที่เกิดขึ้นต่อความเสียหายของอุปกรณ์ ก็อาจจะส่งผลกระทบต่อความสะดวก รวดเร็ว ปลอดภัยและตรงเวลา ตัวอย่างเช่น การแจ้งซ่อมประตูบานม้วนที่ติดตั้งบริเวณทางเข้า-ออกของสถานีรถไฟฟ้า ถ้าไม่มีการดูแลซ่อมบำรุงหรือให้สามารถใช้งานเปิดปิดได้ตามเวลา ก็อาจจะส่งผลต่อการให้บริการและมีผู้บุกรุกเข้ามาในพื้นที่สถานีช่วงกลางคืนเพื่อลักขโมยทรัพย์สินหรือทำลายอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ติดตั้งในพื้นที่ของสถานีได้ หรืออุปกรณ์สูญหายถ้าขาดการซ่อมบำรุงหรือดูแลไม่ให้ความพร้อมใช้งานแก่ผู้โดยสาร ก็อาจจะส่งผลต่อการร้องเรียนกลับมาขององค์กรและทำให้ส่งผลกระทบต่อภาพลักษณ์ขององค์กรได้ เป็นต้น งานซ่อมบำรุงโครงสร้างและสถาปัตยกรรม จึงเป็นระบบที่มีความสำคัญไม่น้อยกว่าการให้บริการด้านอื่น ๆ ในโครงการรถไฟฟ้าฟ้ามหานคร สายฉลองรัชธรรม หรือ รถไฟฟ้าสายสีม่วง

งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการจัดกลุ่ม

จำนวนงานซ่อมบำรุงโครงสร้างและสถาปัตยกรรม ให้เกิดความเหมาะสมกับจำนวนผู้โดยสารที่เข้ามาใช้บริการในโครงการรถไฟฟ้าฟ้ามหานคร สายสีม่วง เพื่อให้สามารถคาดการณ์ถึงประเภทและจำนวนกลุ่มงานแจ้งซ่อมที่เกิดขึ้นจากการใช้บริการของผู้โดยสาร และพิจารณาถึงสาเหตุที่สอดคล้องในการแจ้งซ่อมของอุปกรณ์ในระบบงานโครงสร้างและสถาปัตยกรรม โดยอาศัยจำนวนผู้โดยสารที่เข้ามาใช้บริการจริง ในสถานีรถไฟฟ้าฟ้ามหานคร สายสีม่วง และความเสียหายของอุปกรณ์ในงานโครงสร้างและสถาปัตยกรรมที่เกิดขึ้น เป็นเกณฑ์ในการจัดกลุ่ม ซึ่งผลการวิจัยที่ได้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาแนวทางปรับปรุงแก้ไข รวมไปถึงการคาดการณ์ปริมาณงานแจ้งซ่อมของอุปกรณ์งานโครงสร้างและสถาปัตยกรรมแต่ละประเภท ในโครงการรถไฟฟ้าฟ้ามหานคร สายสีม่วง และสามารถใช้นำแนวทางในการวางแผนงานซ่อมบำรุงทางโครงสร้างและสถาปัตยกรรม ในโครงการรถไฟฟ้าสายอื่น ๆ ต่อไปในอนาคต

จำนวนผู้โดยสารรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนเฉลี่ยต่อวัน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2542 - 2563



ภาพที่ 1 จำนวนผู้โดยสารระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนเฉลี่ยต่อวัน ตั้งแต่ปี พ.ศ.2542-2563 [2]

## 2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อศึกษาการจัดกลุ่มงานซ่อมบำรุงทาง โครงสร้างและสถาปัตยกรรม โดยใช้จำนวนผู้โดยสาร ที่มาใช้บริการ และความเสียหายของอุปกรณ์ในงาน โครงสร้างและสถาปัตยกรรมที่เกิดขึ้นของโครงการ รถไฟฟ้ามหานคร สายสีม่วง เป็นเกณฑ์ในการจัดกลุ่ม

2.2 เพื่อศึกษาความเชื่อมโยงระหว่างจำนวนงานแจ้งซ่อมที่เกิดขึ้นของแต่ละกลุ่มสถานี เทียบกับจำนวนผู้ ที่มาใช้บริการในโครงการรถไฟฟ้ามหานคร สายสีม่วง และนำความเชื่อมโยงเกิดขึ้นกับกลุ่มสถานี ไปจัดเตรียมงบประมาณการซ่อมบำรุงต่อไป

## 3. การทบทวนวรรณกรรมและการศึกษาที่เกี่ยวข้อง

3.1 โครงการระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน โครงการรถไฟฟ้ามหานคร

แผนแม่บทการพัฒนาโครงข่ายระบบขนส่งมวลชนสายหลักและสายรองในกรุงเทพฯ และปริมณฑล กรมการขนส่งทางราง [3] และการพัฒนาโครงข่ายขนส่งสาธารณะเพื่อแก้ไขปัญหาจราจรใน กทม. และปริมณฑล ตามแผนการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านคมนาคมขนส่งของไทย พ.ศ. 2558-2565 [4] ระบุถึงระบบขนส่งมวลชนและสภาพปัจจุบัน ไว้ดังนี้ ภาพรวมโครงข่ายของระบบขนส่งมวลชนโครงข่ายในการให้บริการระบบขนส่งมวลชนจะประกอบด้วยเส้นทางระบบขนส่งมวลชนหลัก และระบบขนส่งมวลชน

รองเชื่อมโยงประสานกัน โดยครอบคลุมพื้นที่การให้บริการและสอดคล้องกับความต้องการในการเดินทางของประชาชน รูปแบบของระบบขนส่งมวลชนสามารถเป็นได้ทั้งระบบรางและระบบถนน เช่น ระบบรถไฟฟ้า หรือระบบรถโดยสารประจำทาง เป็นต้น

โครงข่ายระบบขนส่งมวลชนทางราง ซึ่งเป็นระบบขนส่งมวลชนหลัก ประกอบไปด้วยโครงข่ายรถไฟฟ้าชานเมือง (Commuter Train, CT) โครงข่ายรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน (Mass Rapid Transit, MRT) และโครงข่ายระบบขนส่งมวลชนสายรอง โดยระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนเป็นระบบที่ให้บริการการเดินทางในเขตเมืองที่มีความหนาแน่นสูง มีหน้าที่เป็นเส้นทางระบบขนส่งมวลชนหลัก (Trunk Route) และใช้ระบบขนส่งมวลชนทางรางขนาดใหญ่ (Heavy Rail Transit) เช่นเดียวกับระบบรถไฟฟ้าชานเมือง แต่ทำหน้าที่ขนส่งผู้โดยสารภายในรัศมี 15 - 20 กิโลเมตร จากศูนย์กลางเมืองหรืออาจจะขยายเส้นทางไปถึงรัศมีประมาณ 30 กิโลเมตร มีระยะห่างระหว่างสถานีประมาณ 1 กิโลเมตร มีความเร็วเฉลี่ยประมาณ 35 กิโลเมตร/ชั่วโมง ประกอบไปด้วยโครงการรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนสายสีเขียวเข้ม โครงการรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนสายสีเขียวอ่อน โครงการรถไฟฟ้ามหานคร สายสีน้ำเงิน โครงการรถไฟฟ้ามหานครสายสีม่วง และโครงการรถไฟฟ้าสายสีส้ม และสายสีอื่น ๆ ที่จะเกิดในอนาคต ดังแสดงในภาพที่ 2

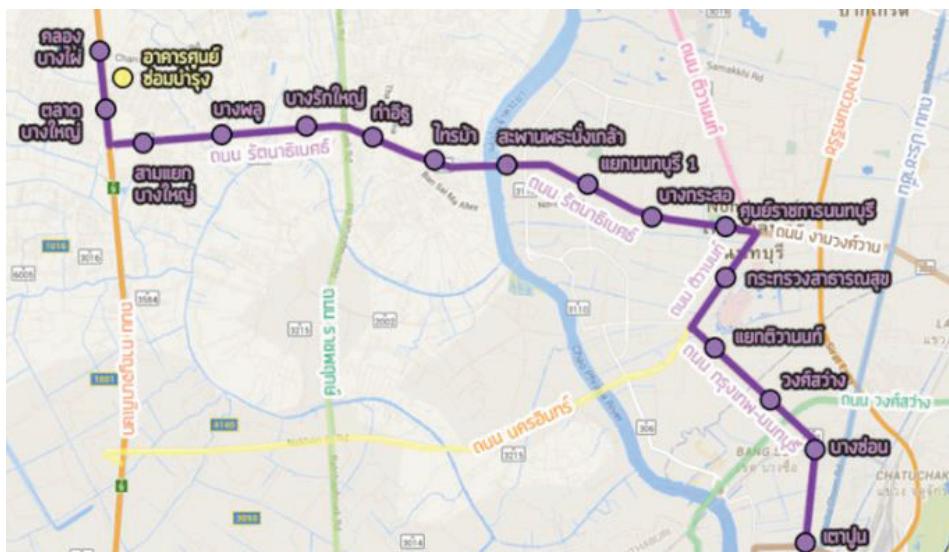




ภาพที่ 2 แผนการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านคมนาคมขนส่งของไทย พ.ศ. 2558-2565 เพื่อแก้ไขปัญหาจราจรใน กทม. และปริมณฑล [3,4]

โครงการรถไฟฟ้าฟ้ามหานคร สายสีม่วง ช่วง บางใหญ่-บางซื่อ มีระยะทางประมาณ 23 กิโลเมตร เป็นทางยกระดับทั้งหมด โดยมีสถานียกระดับ 16 สถานี มีแนวเส้นทางโครงการเริ่มจากบริเวณคลองบางไผ่ ซึ่งเป็นที่ตั้งของศูนย์ซ่อมบำรุงรถไฟฟ้า ถนนวงแหวนรอบนอก (ตะวันตก) กาญจนาภิเษก เลี้ยวซ้ายเข้าสู่ถนนรัตนนิเบศร์ ข้ามแม่น้ำเจ้าพระยาใกล้สะพาน

พระนั่งเกล้า ก่อนถึงสี่แยกแครายเลี้ยวขวาไปตามถนนติวานนท์ เลี้ยวซ้ายเข้าสู่ถนนกรุงเทพ - นนทบุรี ถึงบริเวณแยกเตาปูน มีสถานีเตาปูนเป็นสถานีเชื่อมต่อกับสถานีบางซื่อของรถไฟฟ้าฟ้ามหานคร สายสีน้ำเงิน (รถไฟฟ้าใต้ดิน) เชื่อมต่อกับรถไฟฟ้าสายสีน้ำเงิน ช่วงบางซื่อ - ท่าพระ และจะมีส่วนต่อขยายของโครงการในช่วงช่วงเตาปูน - ราษฎร์บูรณะต่อไปในอนาคต ดังแสดงในภาพที่ 3 [5]



ภาพที่ 3 เส้นทางรถไฟฟ้าฟ้ามหานคร สายสีม่วง ช่วงบางใหญ่-บางซื่อ [5]

### 3.2 ทฤษฎีการวิเคราะห์การจัดกลุ่ม

การวิเคราะห์การจัดกลุ่มข้อมูล (Cluster Analysis) หรือการจัดคลัสเตอร์ เป็นเทคนิคการจัดกลุ่มข้อมูลที่ไม่เคยมีการจัดกลุ่มมาก่อนหน้า แต่จะแบ่งกลุ่มข้อมูลโดยพิจารณาจากลักษณะที่คล้ายกันของข้อมูล โดยเป็นการนำข้อมูลที่คล้ายกันมาจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน ส่วนข้อมูลที่มีลักษณะแตกต่างออกไปก็จัดไปอยู่อีกหนึ่งกลุ่ม เป็นการจัดกลุ่มที่มีเป้าหมายในการแยกกลุ่มข้อมูลในกลุ่มเดียวกันและมีลักษณะที่คล้ายกัน โดยแต่ละกลุ่มข้อมูลจะถูกเรียกว่าคลัสเตอร์ (Cluster Analysis) [6] หรือเมื่อมีการแบ่งกลุ่มเกิดขึ้น ภายในกลุ่มนั้นจะมีลักษณะภายในกลุ่มที่คล้ายกัน (Homogeneity) ส่วนลักษณะกลุ่มอื่น ๆ ภายในอกจะมีลักษณะที่แตกต่าง (Separation) กับกลุ่มที่รวมตัวกันก่อนหน้า [7, 8] ดังนั้น จึงสามารถสรุปความหมายของการวิเคราะห์การจัดกลุ่มได้ว่าเป็นเทคนิคการแบ่งของหน่วยกลุ่มข้อมูล หรือการแบ่งคน ลัทธิ สิ่งของ องค์กร และอื่น ๆ ที่สนใจ ออกเป็นกลุ่มแยกย่อยอย่างน้อย 2 กลุ่มขึ้นไป โดยมีเกณฑ์การแบ่งกลุ่มให้หน่วยข้อมูลที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันมีลักษณะที่เหมือน คล้ายคลึง หรือมีลักษณะที่น่าสนใจเดียวกัน (Homogeneity) แต่หน่วยข้อมูลอื่น ๆ ที่อยู่ต่างกลุ่มกัน จะมีลักษณะที่ต่างกัน (Separation) กับกลุ่มอื่น ๆ ที่รวมตัวกันโดยลักษณะที่สนใจอาจจะเป็นตัวแปร หลาย ๆ ตัวแปร

#### 3.2.1 การวิเคราะห์กลุ่มข้อมูลด้วยเทคนิค Cluster Analysis

การวิเคราะห์กลุ่มข้อมูลด้วยเทคนิค Cluster Analysis สามารถยกตัวอย่างสมการตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการจัดกลุ่มในตัวแปรเดียวกันได้ เช่น มีความประสงค์ในการที่จะจัดกลุ่มสิ่งของ (Object)  $n$  สิ่ง จัดให้อยู่เป็นกลุ่ม ๆ โดยที่สิ่งของที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันทั้งหมดนั้น มีลักษณะที่คล้ายคลึงหรือใกล้เคียงกัน (ดังตารางที่ 1)

โดยที่  $X_{jk}$  หมายถึง การวัดหรือค่าครั้งที่  $j$  ของตัวแปร  $k$  จะเห็นได้ว่าแต่ละหน่วย ถูกทำการวัดด้วยตัวแปรจำนวน  $p$  ตัว ซึ่งหน่วยคือสิ่งของนั่นเอง เพราะฉะนั้นในการวิเคราะห์จัดกลุ่มสามารถเรียกเป็นคำทับศัพท์ เช่น Case, Item Case หรือ Object อยู่ที่ใช้จะเลือกใช้คำไหนที่สามารถสื่อความหมายได้มากกว่ากัน อย่างไรก็ตาม สำหรับการวิเคราะห์การจัดกลุ่ม นอกจากจะสามารถจัดสิ่งของให้อยู่เป็นกลุ่มแล้ว เราสามารถที่จะนำแนวคิดดังกล่าวนี้ จัดตัวแปร  $p$  ตัว ให้อยู่เป็นกลุ่ม ๆ ได้

**ตารางที่ 1** พังข้อมูลการจัดกลุ่มสิ่งของ  $n$  สิ่ง จัดให้อยู่เป็นกลุ่ม ๆ โดยที่สิ่งของที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันทั้งหมดนั้น มีลักษณะที่คล้ายคลึงหรือใกล้เคียงกัน [9]

|             | ตัวแปรที่ 1 | ตัวแปรที่ 2 | ตัวแปรที่ k | ตัวแปรที่ p |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| หน่วยที่ 1: | $X_{11}$    | $X_{12}$    | $X_{1k}$    | $X_{1p}$    |
| หน่วยที่ 2: | $X_{21}$    | $X_{22}$    | $X_{2k}$    | $X_{2p}$    |
| .           | .           | .           | .           | .           |
| หน่วยที่ j: | $X_{j1}$    | $X_{j2}$    | $X_{jk}$    | $X_{jp}$    |
| .           | .           | .           | .           | .           |
| หน่วยที่ n: | $X_{n1}$    | $X_{n2}$    | $X_{nk}$    | $X_{np}$    |

วัตถุประสงค์ของเทคนิคการวิเคราะห์การจัดกลุ่ม หรือ Cluster Analysis มีวัตถุประสงค์ที่สำคัญ 2 ประการ คือ การจัดกลุ่มตัวแปร และการจัดกลุ่มหน่วยวิเคราะห์ ซึ่งสอดคล้องกับการนำเทคนิคการวิเคราะห์การจัดกลุ่มข้อมูลไปใช้ จะไม่ใช้การหาผลลัพธ์ที่ต้องการค่าที่แม่นยำ แต่เป็นการหาความสัมพันธ์ของข้อมูล เช่น การจัดกลุ่มนักท่องเที่ยวจากพฤติกรรมกาไปยังสถานที่ท่องเที่ยวต่าง ๆ การจัดกลุ่มลูกค้าผู้มาใช้บริการจากพฤติกรรมการซื้อหรือมาใช้บริการ ซึ่งขึ้นอยู่กับสาขาที่จะนำไปประยุกต์ใช้ [6, 9]

### 3.2.2 คุณสมบัติของการวิเคราะห์กลุ่มข้อมูลด้วยเทคนิควิธี Cluster Analysis

คุณสมบัติการวิเคราะห์กลุ่มข้อมูลด้วยเทคนิควิธี Cluster Analysis มีรายละเอียด ดังนี้ [10]

- ความต้องการทางด้านข้อมูล สำหรับการวิเคราะห์จัดกลุ่มหน่วยวิเคราะห์ อาจใช้ข้อมูลที่ระบุหน่วยวิเคราะห์และตัวแปรตามที่ได้เก็บมาได้เลย

- แนวคิดพื้นฐาน สิ่งที่สำคัญที่สุดของการวิเคราะห์การจัดกลุ่ม คือ ตัวแปรที่ใช้ หากผู้วิจัยไม่ได้เก็บข้อมูลเกี่ยวกับตัวแปรที่สำคัญ ผลที่ได้ก็จะไม่ดีหรือทำให้ไขว้เขวได้

- ความคล้ายกันของหน่วย ความคิดเกี่ยวกับความคล้ายของหน่วยศึกษา เป็นเทคนิคของการวิเคราะห์ทางสถิติหลายวิธี โดยทั่วไปการวัดความคล้ายจะพิจารณาจากความห่างระหว่างวัตถุ หรือพิจารณาจากความคล้ายกัน

- การวัดความห่าง วิธีการวัดความห่างสามารถวัดได้หลายวิธี [11] วิธีการหนึ่งที่นิยมวัดกันมากที่สุดคือ วิธีที่เรียกว่า ระยะห่างเชิงยูคลิดยกกำลังสอง (Squared Euclidean distance) คือ ผลรวมของผลต่างยกกำลังสองของทุกตัวแปร ซึ่งสามารถคำนวณหาได้ ดังสมการที่ 1

$$D = \sqrt{\sum_{k=p}^d (x_1^k - x_2^p)} \quad (1)$$

D คือ ระยะห่างของข้อมูลที่ 1 และ 2  
ซึ่งถ้าค่าเท่ากับ 0 แสดงว่าข้อมูลมีความเหมือนกัน

$x_1^k$  คือ ค่าที่ k ของข้อมูลที่ 1

$x_2^p$  คือ ค่าที่ p ของข้อมูลที่ 2

d คือ ระยะห่างที่สั้นที่สุดของค่า k ถึง p

ความเหมือนหรือความต่างกันของชุดข้อมูลในกลุ่มหรือสมาชิกในกลุ่มทั้งหมดนั้น สามารถนำมาเทียบได้กับความใกล้เคียงของวัตถุ โดยการใช้ความห่างหรือระยะทางเป็นตัวชี้วัดคุณภาพของแต่ละกลุ่มข้อมูล ซึ่งอธิบายได้จากระยะจุดศูนย์กลางของกลุ่ม ซึ่งจะแสดงระยะห่างมากที่สุดของวัตถุสองชิ้นที่อยู่ในกลุ่มข้อมูลชุดเดียวกัน โดยการใช้จุดศูนย์กลางกลุ่ม หรือจุด Centroid เป็นตัวแทนของวัตถุทุกชิ้นในกลุ่ม ๆ นั้นได้ [12]

### 3.2.3 การวิเคราะห์กลุ่มแบบไม่เป็นขั้นตอน K-Means Cluster Analysis

การวิเคราะห์กลุ่มแบบไม่เป็นขั้นตอน (Nonhierarchical Cluster Analysis) หรือการจำแนกกลุ่มการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิค K-Means Cluster Analysis แตกต่างจากเทคนิคการจัดกลุ่มแบ่งกลุ่มข้อมูลแบบลำดับขั้น หรือแบบขั้นตอน (Hierarchical Cluster Analysis) โดยจะต้องมีการกำหนดจำนวนกลุ่มข้อมูลด้วยว่าจะต้องการแบ่งกลุ่มข้อมูลเป็นกี่กลุ่ม เช่น จำนวน k กลุ่ม จึงมีการเรียกเทคนิคดังกล่าวนี้ว่าการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิค K-Means Cluster Analysis โดยขั้นตอนการวิเคราะห์การจัดกลุ่มด้วยวิธีวิเคราะห์แบบ K-Means Cluster Analysis สามารถสรุปเป็นขั้นตอนได้ดังนี้ [13]

ขั้นตอนที่ 1 จัดกลุ่มข้อมูลหรือกลุ่มสิ่งของเป็นจำนวน k กลุ่มคร่าวๆ

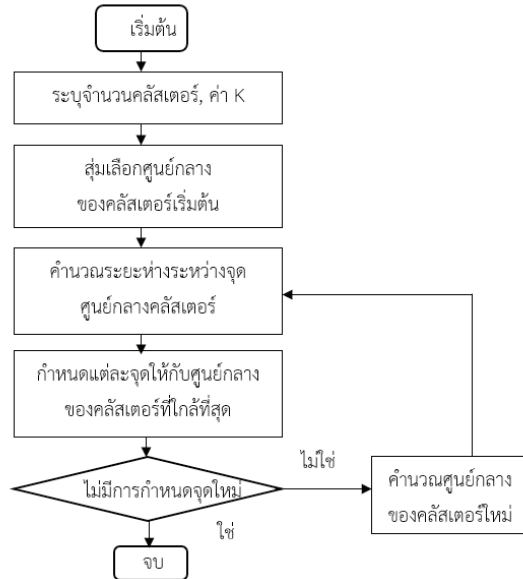
ขั้นตอนที่ 2 หาดำแหน่ง Centroid (ในที่นี้คือค่าเฉลี่ย) ของแต่ละกลุ่ม เราจะจัดสิ่งของลงในกลุ่มที่อยู่ใกล้ตำแหน่ง Centroid มากที่สุด ในกรณีที่กลุ่มข้อมูลที่จัดได้ในขั้นตอนที่ 1 ไม่เป็นไปตามนี้ ก็ต้องกลับไปเริ่มที่ขั้นตอนที่ 1 ใหม่

ขั้นตอนที่ 3 กลับไปทำขั้นตอนที่ 2 ใหม่

การวิเคราะห์กลุ่มแบบไม่เป็นขั้นตอน K-Means

Cluster Analysis จะตัดแบ่งวัตถุหรือกลุ่มชุดข้อมูล ออกเป็น K กลุ่ม [14] โดยแทนแต่ละกลุ่มด้วยค่าเฉลี่ย ของกลุ่มข้อมูล ใช้เป็นจุดศูนย์กลาง (Centroid) ของ กลุ่มข้อมูลในการวัดระยะห่างของกลุ่มข้อมูลในกลุ่ม เดียวกัน ในขั้นตอนแรกของการจัดกลุ่มแบบ K-Means ต้องกำหนดจำนวนกลุ่ม หรือ K ที่ต้องการ กำหนด จุดศูนย์กลางเริ่มต้น K จุด ในการกำหนดจุดศูนย์กลาง เริ่มต้นของแต่ละกลุ่มข้อมูล ขั้นตอนต่อไปคือสร้างกลุ่ม ข้อมูลและความสัมพันธ์กับจุดศูนย์กลางที่ใกล้มากที่สุด ไปยังจุดศูนย์กลางที่ใกล้เคียงที่สุดจนครบหมดทุกจุด และคำนวณจุดศูนย์กลางใหม่ โดยการหาค่าเฉลี่ยทุก ชุดข้อมูล หรือทุกวัตถุที่อยู่ในกลุ่ม หากจุดศูนย์กลางใน แต่ละกลุ่มถูกเปลี่ยนตำแหน่ง จะได้จุดที่มีความสัมพันธ์ กับกลุ่มใหม่และใกล้กับจุดศูนย์กลางใหม่ ทำซ้ำแบบนี้ จนสามารถสังเกตได้ว่าผลลัพธ์จากการทำซ้ำแบบนี้ ทำให้จุดศูนย์กลางเปลี่ยนตำแหน่งทุกรอบจนกระทั่ง

จุดศูนย์กลางจำนวน K จุด ไม่มีการเปลี่ยนแปลงจึงจะ ลสิ้นสุดกระบวนการโครงสร้าง K-Means Clustering ดัง แสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 โครงสร้าง K-Means Clustering [14]

#### 4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 การเก็บข้อมูลปริมาณงานแจ้งซ่อมและ จำนวนผู้โดยสารที่มาใช้บริการ

ผู้วิจัยทำการเก็บข้อมูลงานแจ้งซ่อมที่เกี่ยวข้อง กับระบบงานโครงสร้างและสถาปัตยกรรม ทั้งหมด 16 อุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่ในพื้นที่สถานีรถไฟฟ้า และจำนวน

ผู้โดยสารที่มาใช้บริการในโครงการรถไฟฟ้ามหานคร สายสีม่วง จำนวน 16 สถานี ที่เกิดขึ้นในเดือนมกราคม พ.ศ.2563 และจำนวนผู้โดยสารที่มาใช้บริการในเดือน มกราคม พ.ศ.2563 ซึ่งเป็นช่วงก่อนเกิดการระบาดของ โรค COVID-19 โดยงานแจ้งซ่อมบำรุงดำเนินงาน โครงสร้างและสถาปัตยกรรม เทียบกับจำนวนผู้โดยสาร ที่มาใช้บริการ ดังแสดงในภาพที่ 5

| Stations | Total Work Order Structure & Architecture in Stations of PPL |         |            |               |                    |                 |            |       |       |                      |          |                |               |                |      |              |
|----------|--------------------------------------------------------------|---------|------------|---------------|--------------------|-----------------|------------|-------|-------|----------------------|----------|----------------|---------------|----------------|------|--------------|
|          | Sanitary                                                     | Ceiling | Chain Link | Concrete Wall | Alu.Composite Wall | Door & Lock Set | Roof Drain | Floor | Glass | Gutter Drain & Cover | Handrail | Movement Joint | Service Shaft | Roller Shutter | Roof | Safety Signs |
| PP01     | 1                                                            | 1       | 0          | 0             | 0                  | 0               | 3          | 4     | 1     | 0                    | 0        | 0              | 0             | 0              | 1    | 0            |
| PP02     | 0                                                            | 1       | 0          | 0             | 0                  | 2               | 1          | 1     | 0     | 0                    | 0        | 1              | 0             | 0              | 0    | 0            |
| PP03     | 1                                                            | 0       | 0          | 0             | 0                  | 1               | 0          | 1     | 0     | 0                    | 0        | 0              | 0             | 1              | 0    | 0            |
| PP04     | 2                                                            | 0       | 0          | 0             | 2                  | 0               | 0          | 1     | 1     | 0                    | 0        | 0              | 0             | 0              | 0    | 0            |
| PP05     | 0                                                            | 0       | 0          | 0             | 1                  | 0               | 0          | 1     | 1     | 0                    | 0        | 0              | 0             | 0              | 0    | 0            |
| PP06     | 0                                                            | 0       | 0          | 0             | 0                  | 0               | 0          | 0     | 0     | 0                    | 0        | 0              | 0             | 1              | 0    | 2            |
| PP07     | 0                                                            | 0       | 0          | 1             | 0                  | 2               | 0          | 2     | 0     | 0                    | 0        | 0              | 0             | 0              | 1    | 1            |
| PP08     | 2                                                            | 0       | 0          | 1             | 0                  | 1               | 0          | 5     | 0     | 0                    | 0        | 0              | 2             | 0              | 0    | 0            |
| PP09     | 0                                                            | 3       | 0          | 0             | 1                  | 2               | 0          | 5     | 0     | 0                    | 0        | 0              | 0             | 0              | 0    | 0            |
| PP10     | 0                                                            | 1       | 0          | 1             | 0                  | 0               | 0          | 0     | 0     | 0                    | 1        | 0              | 0             | 1              | 0    | 0            |
| PP11     | 4                                                            | 1       | 1          | 2             | 0                  | 2               | 1          | 2     | 2     | 1                    | 2        | 0              | 0             | 1              | 0    | 0            |
| PP12     | 0                                                            | 0       | 0          | 0             | 0                  | 0               | 0          | 0     | 0     | 0                    | 0        | 0              | 0             | 0              | 0    | 0            |
| PP13     | 5                                                            | 1       | 0          | 0             | 1                  | 0               | 0          | 0     | 0     | 0                    | 0        | 0              | 0             | 0              | 0    | 0            |
| PP14     | 3                                                            | 1       | 0          | 1             | 0                  | 1               | 0          | 2     | 2     | 2                    | 0        | 0              | 1             | 0              | 0    | 0            |
| PP15     | 1                                                            | 1       | 0          | 2             | 2                  | 1               | 0          | 1     | 1     | 0                    | 0        | 1              | 0             | 0              | 0    | 0            |
| PP16     | 6                                                            | 3       | 0          | 0             | 1                  | 4               | 0          | 10    | 0     | 2                    | 1        | 0              | 0             | 0              | 0    | 0            |

ภาพที่ 5 จำนวนงานแจ้งซ่อมงานโครงสร้างและสถาปัตยกรรมที่เกิดขึ้นจริงในเดือนมกราคม 2563 [15]



โดยจากภาพที่ 5 สามารถอธิบายข้อมูลงานแจ้งซ่อมในระบบโครงสร้างและสถาปัตยกรรม โครงการรถไฟฟ้าฟ้ามหานคร จำนวน 16 สถานี ที่เกิดขึ้นในเดือนมกราคม 2563 ได้ดังนี้

- จำนวนงานแจ้งซ่อมที่เกิดขึ้นในโครงการ 27 ครั้ง มีจำนวน 1 สถานี ได้แก่ สถานีรถไฟฟ้าเตาปูน (PP16)
- จำนวนงานแจ้งซ่อมที่เกิดขึ้นในโครงการ 19 ครั้ง มีจำนวน 1 สถานี ได้แก่ สถานีรถไฟฟ้าศูนย์ราชการนนทบุรี (PP11)
- จำนวนงานแจ้งซ่อมที่เกิดขึ้นในโครงการ 13 ครั้ง มีจำนวน 1 สถานี ได้แก่ สถานีรถไฟฟ้าวงศ์สว่าง (PP14)
- จำนวนงานแจ้งซ่อมที่เกิดขึ้นในโครงการ 11 ครั้ง มีจำนวน 3 สถานี ได้แก่ สถานีรถไฟฟ้าคลองบางไผ่ (PP01) สถานีรถไฟฟ้าสะพานพระนั่งเกล้า (PP08) และ สถานีรถไฟฟ้าแยกถนนพหลโยธิน 1 (PP09)
- จำนวนงานแจ้งซ่อมที่เกิดขึ้นในโครงการ 11 ครั้ง มีจำนวน 3 สถานี ได้แก่ สถานีรถไฟฟ้าคลองบางไผ่ (PP01) สถานีรถไฟฟ้าสะพานพระนั่งเกล้า (PP08) และ สถานีรถไฟฟ้าแยกถนนพหลโยธิน 1 (PP09)
- จำนวนงานแจ้งซ่อมที่เกิดขึ้นในโครงการ 10 ครั้ง มีจำนวน 1 สถานี ได้แก่ สถานีรถไฟฟ้าบางซื่อ (PP15)
- จำนวนงานแจ้งซ่อมที่เกิดขึ้นในโครงการ 7 ครั้ง มีจำนวน 2 สถานี ได้แก่ สถานีรถไฟฟ้าไทรม้า

(PP07) และสถานีรถไฟฟ้าแยกติวานนท์ (PP13)

- จำนวนงานแจ้งซ่อมที่เกิดขึ้นในโครงการ 6 ครั้ง มีจำนวน 2 สถานี ได้แก่ สถานีรถไฟฟ้าตลาดบางใหญ่ (PP02) และสถานีบางพลู (PP04)
- จำนวนงานแจ้งซ่อมที่เกิดขึ้นในโครงการ 4 ครั้ง มีจำนวน 2 สถานี ได้แก่ สถานีรถไฟฟ้าสามแยกบางใหญ่ (PP03) และสถานีบางกระสอ (PP10)
- จำนวนงานแจ้งซ่อมที่เกิดขึ้นในโครงการ 3 ครั้ง มีจำนวน 2 สถานี ได้แก่ สถานีรถไฟฟ้าบางรักใหญ่ (PP05) และสถานีบางรักน้อยท่าอิฐ (PP06)
- สถานีรถไฟฟ้ากระทรวงสาธารณสุข (PP12) เป็นสถานีรถไฟฟ้าที่ไม่มีงานแจ้งซ่อมเกิดขึ้นภายในเดือนมกราคม 2565

เพื่อให้ง่ายต่อการเปรียบเทียบและวิจารณ์ผลการจัดกลุ่มงานซ่อมบำรุง ผู้วิจัยพิจารณาว่าจำเป็นต้องมีการปรับเทียบข้อมูลงานแจ้งซ่อมต่อปริมาณผู้โดยสารที่จำนวนหนึ่งล้านคน ซึ่งจะได้จำนวนกลุ่มที่เหมาะสมที่สุดในการจัดกลุ่มงานซ่อมบำรุงด้านงานโครงสร้างและสถาปัตยกรรม โดยถ้ามีปริมาณจำนวนผู้โดยสารที่มาใช้บริการหนึ่งล้านคนในแต่ละสถานี ทั้งหมด 16 สถานี ของโครงการรถไฟฟ้าฟ้ามหานคร สายสีม่วง ก็จะสามารถถึงปริมาณงานแจ้งซ่อมที่เกิดขึ้นในแต่ละอุปกรณ์ที่เกิดขึ้นทั้งหมด (ดังแสดงในภาพที่ 6) จากนั้น ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการวิเคราะห์การจัดกลุ่ม (K-Means Clustering Analysis) เพื่อกำหนดจำนวนและตำแหน่งของกลุ่ม

| Stations | Total Work Order Structure & Architecture in Stations of PPL |         |            |               |                    |                 |            |        |       |                      |          |                |               |                |       |              |
|----------|--------------------------------------------------------------|---------|------------|---------------|--------------------|-----------------|------------|--------|-------|----------------------|----------|----------------|---------------|----------------|-------|--------------|
|          | Sanitary                                                     | Ceiling | Chain Link | Concrete Wall | Alu.Composite Wall | Door & Lock Set | Roof Drain | Floor  | Glass | Gutter Drain & Cover | Handrail | Movement Joint | Service Shaft | Roller Shutter | Roof  | Safety Signs |
| PP01     | 11.42                                                        | 11.42   | 0.00       | 0.00          | 0.00               | 0.00            | 34.26      | 45.69  | 11.42 | 0.00                 | 0.00     | 0.00           | 0.00          | 0.00           | 11.42 | 0.00         |
| PP02     | 0.00                                                         | 5.87    | 0.00       | 0.00          | 0.00               | 11.74           | 5.87       | 5.87   | 0.00  | 0.00                 | 0.00     | 5.87           | 0.00          | 0.00           | 0.00  | 0.00         |
| PP03     | 43.29                                                        | 0.00    | 0.00       | 0.00          | 0.00               | 43.29           | 0.00       | 43.29  | 0.00  | 0.00                 | 0.00     | 0.00           | 0.00          | 43.29          | 0.00  | 0.00         |
| PP04     | 44.35                                                        | 0.00    | 0.00       | 0.00          | 44.35              | 0.00            | 0.00       | 22.17  | 22.17 | 0.00                 | 0.00     | 0.00           | 0.00          | 0.00           | 0.00  | 0.00         |
| PP05     | 0.00                                                         | 0.00    | 0.00       | 0.00          | 53.18              | 0.00            | 0.00       | 53.18  | 53.18 | 0.00                 | 0.00     | 0.00           | 0.00          | 0.00           | 0.00  | 0.00         |
| PP06     | 0.00                                                         | 0.00    | 0.00       | 0.00          | 0.00               | 0.00            | 0.00       | 0.00   | 0.00  | 0.00                 | 0.00     | 0.00           | 0.00          | 19.48          | 0.00  | 38.95        |
| PP07     | 0.00                                                         | 0.00    | 0.00       | 28.72         | 0.00               | 57.43           | 0.00       | 57.43  | 0.00  | 0.00                 | 0.00     | 0.00           | 0.00          | 0.00           | 28.72 | 0.00         |
| PP08     | 42.08                                                        | 0.00    | 0.00       | 21.04         | 0.00               | 21.04           | 0.00       | 105.21 | 0.00  | 0.00                 | 0.00     | 0.00           | 42.08         | 0.00           | 0.00  | 0.00         |
| PP09     | 0.00                                                         | 43.71   | 0.00       | 0.00          | 14.57              | 29.14           | 0.00       | 72.86  | 0.00  | 0.00                 | 0.00     | 0.00           | 0.00          | 0.00           | 0.00  | 0.00         |
| PP10     | 0.00                                                         | 17.20   | 0.00       | 17.20         | 0.00               | 0.00            | 0.00       | 0.00   | 0.00  | 0.00                 | 17.20    | 0.00           | 0.00          | 17.20          | 0.00  | 0.00         |
| PP11     | 41.03                                                        | 10.26   | 10.26      | 20.51         | 0.00               | 20.51           | 10.26      | 20.51  | 20.51 | 10.26                | 20.51    | 0.00           | 0.00          | 10.26          | 0.00  | 0.00         |
| PP12     | 0.00                                                         | 0.00    | 0.00       | 0.00          | 0.00               | 0.00            | 0.00       | 0.00   | 0.00  | 0.00                 | 0.00     | 0.00           | 0.00          | 0.00           | 0.00  | 0.00         |
| PP13     | 72.38                                                        | 14.48   | 0.00       | 0.00          | 14.48              | 0.00            | 0.00       | 0.00   | 0.00  | 0.00                 | 0.00     | 0.00           | 0.00          | 0.00           | 0.00  | 0.00         |
| PP14     | 28.32                                                        | 9.44    | 0.00       | 9.44          | 0.00               | 9.44            | 0.00       | 18.88  | 18.88 | 0.00                 | 0.00     | 9.44           | 0.00          | 0.00           | 0.00  | 0.00         |
| PP15     | 9.92                                                         | 9.92    | 0.00       | 19.83         | 19.83              | 9.92            | 0.00       | 9.92   | 9.92  | 0.00                 | 0.00     | 9.92           | 0.00          | 0.00           | 0.00  | 0.00         |
| PP16     | 22.73                                                        | 11.36   | 0.00       | 0.00          | 3.79               | 15.15           | 0.00       | 37.88  | 0.00  | 7.58                 | 3.79     | 0.00           | 0.00          | 0.00           | 0.00  | 0.00         |

ภาพที่ 6 จำนวนงานแจ้งซ่อมงานโครงสร้างและสถาปัตยกรรมที่เกิดขึ้นจริง เทียบกับจำนวนผู้โดยสารหนึ่งล้านคนที่มาใช้บริการแต่ละสถานี [15]

จากภาพที่ 6 จะสามารถอธิบายจำนวนงานแจ้งซ่อม งานโครงสร้างและสถาปัตยกรรมที่เกิดขึ้นจริง เทียบกับจำนวนผู้โดยสารหนึ่งล้านคนที่มาใช้บริการในแต่ละสถานี โดยมีรายละเอียดดังนี้

- สถานีที่มีผู้มาใช้บริการมาก มีจำนวน 1 สถานี มีจำนวนงานแจ้งซ่อมสุขภัณฑ์ 22.73 ครั้ง งานแจ้งซ่อมผนัง 3.79 ครั้ง งานแจ้งซ่อมบานประตูและชุดล็อกประตูห้องน้ำสาธารณะ 15.15 ครั้ง งานแจ้งซ่อมพื้น 37.88 ครั้ง ฝาปิดรางระบายน้ำ และราวจับบันได จำนวน 7.58 และ 3.79 ครั้ง ตามลำดับ เป็นต้น

- สถานีที่มีผู้มาใช้บริการปานกลาง มีจำนวน 6 สถานี มีจำนวนงานแจ้งซ่อมสุขภัณฑ์ 15.11 ครั้ง งานแจ้งซ่อมผนัง 8.30 ครั้ง งานแจ้งซ่อมบานประตูและชุดล็อกประตูห้องน้ำสาธารณะ 8.60 ครั้ง งานแจ้งซ่อมพื้น 16.81 ครั้ง งานแจ้งซ่อมฝาปิดรางระบายน้ำและราวจับบันได จำนวน 4.86 และ 3.42 ครั้ง ตามลำดับ

- สถานีที่มีผู้มาใช้บริการน้อย มีจำนวน 9 สถานี มีจำนวนงานแจ้งซ่อมสุขภัณฑ์ 22.46 ครั้ง งานแจ้งซ่อมผนัง 14.06 ครั้ง งานแจ้งซ่อมบานประตูและชุดล็อกประตูห้องน้ำสาธารณะ 16.77 ครั้ง งานแจ้งซ่อมพื้น 39.35 ครั้ง งานแจ้งซ่อมราวจับบันได 1.91 ครั้ง ประตูบานม้วนและป้ายสัญลักษณ์ภายในพื้นที่สถานี จำนวน 8.89 และ 7.52 ครั้ง ตามลำดับ

#### 4.2 การหาตำแหน่งที่เหมาะสมด้วยการวิเคราะห์ K-Means Clustering

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลปริมาณงานแจ้งซ่อมอุปกรณ์ งานโครงสร้างและสถาปัตยกรรม (เทียบกับอัตราจำนวนผู้โดยสารจำนวนหนึ่งล้านคน) และจำนวนผู้มาใช้ บริการที่สถานีรถไฟฟ้าจริงในเดือนมกราคม 2563 มาทำการจัดกลุ่ม เพื่อหาตำแหน่งของจุดศูนย์กลาง

แต่ละกลุ่ม โดยใช้ปัจจัยในด้านระยะห่างของผู้ที่ใช้บริการในสถานีรถไฟฟ้า ทั้งหมด 16 สถานี ซึ่งจากการวิเคราะห์หาตำแหน่งจุดศูนย์กลางของจุด Centroid พบว่าสามารถแบ่งกลุ่มสถานีและค่าเฉลี่ยที่ได้ ออกได้เป็นจำนวน 3 กลุ่มสถานีที่เหมาะสมที่สุด ได้แก่ กลุ่มที่ 1 มีจำนวน 6 สถานี กลุ่มที่ 2 มี 1 สถานี และกลุ่มที่ 3 มี 9 สถานี โดยกลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มสถานีที่มีผู้โดยสารมาใช้บริการสถานีรถไฟฟ้าจำนวนปานกลาง กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มสถานีที่มีผู้โดยสารมาใช้บริการสถานีรถไฟฟ้าจำนวนมากที่สุด และกลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มสถานีที่มีผู้โดยสารมาใช้บริการสถานีรถไฟฟ้าจำนวนน้อยที่สุดในส่วนของการแจ้งซ่อมอุปกรณ์ระบบโครงสร้างและสถาปัตยกรรม สามารถแยกความเสียหายที่เกิดขึ้นได้ตามจำนวนกลุ่มสถานีออกเป็น 3 กลุ่ม ด้วยการแบ่งกลุ่มข้อมูลด้วยวิธี K-Means Clustering และทำการวนซ้ำของกลุ่มข้อมูลทั้งหมดจนถึงจำนวนรอบของการวนซ้ำที่มีค่าเท่ากับศูนย์ จากการศึกษาข้อมูลพบว่า มีการวนซ้ำของกลุ่มข้อมูล หรือ Iteration Refinement Approach ที่มีค่าเท่ากับ 3 รอบ (ตารางที่ 2) เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ตำแหน่งที่เหมาะสมด้วยการวิเคราะห์ K-Means Clustering มาศึกษาผลการศึกษาของการวิจัยต่อไป

**ตารางที่ 2** การแบ่งจำนวนกลุ่มสถานี ด้วยการวนซ้ำของกลุ่มข้อมูล หรือ Iteration

| Iteration Refinement Approach |                                 |       |           |
|-------------------------------|---------------------------------|-------|-----------|
| Iteration                     | จำนวนการเปลี่ยนแปลงของคลัสเตอร์ |       |           |
|                               | 1                               | 2     | 3         |
| 1                             | 3494.590                        | 0.000 | 21030.108 |
| 2                             | 10710.797                       | 0.000 | 6449.339  |
| 3                             | 0.000                           | 0.000 | 0.000     |

ตารางที่ 3 แสดงจำนวนสถานีในแต่ละกลุ่มคลัสเตอร์

| จำนวน<br>กลุ่มคลัสเตอร์ | จำนวนสถานี<br>รถไฟฟ้า | ค่าเฉลี่ยของจำนวน<br>ผู้โดยสารที่มาใช้<br>บริการ (คน/เดือน) |
|-------------------------|-----------------------|-------------------------------------------------------------|
| 1                       | 6                     | 111698.17                                                   |
| 2                       | 1                     | 264001.00                                                   |
| 3                       | 9                     | 46282.33                                                    |
| รวม                     | 16                    | 84420.69                                                    |

ตารางที่ 3 แสดงจำนวนกลุ่มคลัสเตอร์ออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มสถานีที่มีผู้มาใช้บริการมาก ปานกลาง และน้อย โดยมีรายละเอียดดังนี้

- กลุ่มสถานีที่มีผู้มาใช้บริการมาก (คลัสเตอร์กลุ่มที่ 2) มีจำนวน 1 สถานี ได้แก่ สถานีรถไฟฟ้าเตาปูน (PP16) มีจำนวนผู้โดยสารเฉลี่ย 264,001 คนต่อเดือน

- กลุ่มสถานีรถไฟฟ้าที่มีผู้มาใช้บริการปานกลาง (คลัสเตอร์กลุ่มที่ 1) จำนวน 6 สถานี ได้แก่ สถานีรถไฟฟ้าคลองบางไผ่ (PP01) สถานีรถไฟฟ้าตลาดบางใหญ่ (PP02) สถานีรถไฟฟ้าศูนย์ราชการนนทบุรี (PP11) สถานีรถไฟฟ้ากระทรวงสาธารณสุข (PP12) สถานีรถไฟฟ้าวงศ์สว่าง (PP14) และสถานีรถไฟฟ้าบางซื่อ (PP15) มีจำนวนผู้โดยสารเฉลี่ย 111,698 คนต่อเดือน โดยมีค่าปริมาณผู้โดยสารสูงสุด 170,373 คนต่อเดือน และมีค่าปริมาณผู้โดยสารต่ำสุด 87,556 คนต่อเดือน และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 29,638.08

- กลุ่มสถานีรถไฟฟ้าที่มีผู้มาใช้บริการน้อย (คลัสเตอร์กลุ่มที่ 3) จำนวน 9 สถานี ได้แก่ สถานีรถไฟฟ้าสามแยกบางใหญ่ (PP03) สถานีรถไฟฟ้าบางพลู (PP04) สถานีรถไฟฟ้าบางรักใหญ่ (PP05) สถานีรถไฟฟ้าบางรักน้อยท่าอิฐ (PP06) สถานีรถไฟฟ้าไทรมา (PP07) สถานีรถไฟฟ้าสะพานพระนั่งเกล้า (PP08) สถานีรถไฟฟ้าแยกถนนพหลโยธิน 1 (PP09) สถานีรถไฟฟ้า

บางกระสอ (PP10) และสถานีรถไฟฟ้าแยกติวานนท์ (PP13) มีจำนวนผู้โดยสารเฉลี่ย 46,282 คนต่อเดือน โดยมีค่าปริมาณผู้โดยสารสูงสุด 69,083 คนต่อเดือน มีค่าปริมาณผู้โดยสารต่ำสุด 18,803 คนต่อเดือน และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 18,070.40

- ทั้งหมดแล้วผู้โดยสารที่มาใช้บริการในโครงการรถไฟฟ้าฟ้ามหานคร สายฉลองรัชธรรม หรือสายสีม่วง จำนวน 16 สถานี มีจำนวนผู้โดยสารเฉลี่ยต่อเดือน อยู่ที่ 84,420 คน/เดือน มีค่าปริมาณผู้โดยสารสูงสุด 264,001 คนต่อเดือน มีค่าปริมาณผู้โดยสารต่ำสุด 18,803 คนต่อเดือน และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 61,540.58

ทั้งนี้ จากผลของการวิเคราะห์ข้อมูลจำนวนผู้โดยสารที่มาใช้บริการทั้งหมด 16 สถานี สามารถแสดงผลค่าระยะห่างของคลัสเตอร์ทั้ง 3 กลุ่มสถานี ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ค่าระยะห่างของคลัสเตอร์ทั้ง 3 กลุ่มสถานี

| คลัสเตอร์ | 1          | 2          | 3          |
|-----------|------------|------------|------------|
| 1         | -          | 152302.836 | 65415.841  |
| 2         | 152302.836 | -          | 217718.668 |
| 3         | 65415.841  | 217718.668 | -          |

## 5. ผลการศึกษา

### 5.1 การศึกษาผลความเสียหายที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์ ซึ่งมีผลมาจากการใช้บริการสถานีรถไฟฟ้าของผู้โดยสารจำนวนหนึ่งล้านคน

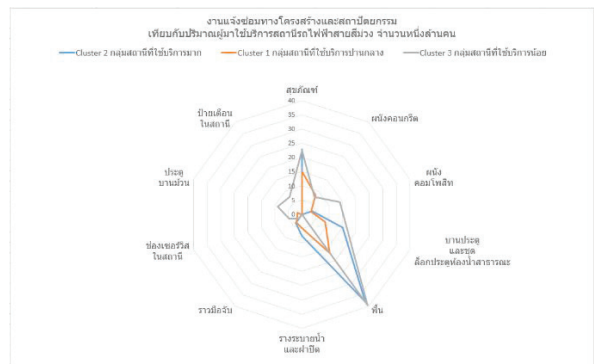
จากการแยกข้อมูลจำนวนผู้มาใช้บริการสถานีรถไฟฟ้าออกเป็น 3 กลุ่ม และอัตราความเสียหายการแจ้งซ่อมของอุปกรณ์ในงานโครงสร้างและสถาปัตยกรรมที่เกิดมาจากการใช้งานของผู้โดยสารในโครงการรถไฟฟ้าฟ้ามหานคร สายสีม่วง จำนวนหนึ่งล้านคน ผู้วิจัยเห็นว่าจำเป็นต้องแยกอุปกรณ์ที่เสียหายจากการใช้งานที่เกิด

จากผู้โดยสารที่มาใช้บริการจริง ๆ จำนวน 10 อุปกรณ์ ออกจากอุปกรณ์ที่เสียหายโดยไม่ได้มาจากการใช้งานของผู้โดยสาร จำนวน 6 อุปกรณ์ ภายในสถานีรถไฟฟ้าทั้งหมด 16 สถานี เพื่อมาวิเคราะห์ความเสียหายที่เกิดขึ้นและให้ทีมผลแม่นยำต่อการจัดกลุ่มงานการแจ้งซ่อมที่เกี่ยวข้องกับงานโครงสร้างและสถาปัตยกรรม ซึ่งมีผลมาจากการใช้บริการสถานีรถไฟฟ้าของผู้โดยสารจำนวนหนึ่งล้านคนต่อไป ดังตารางที่ 5

**ตารางที่ 5** ความเสียหายของอุปกรณ์ทั้งหมดใน 3 กลุ่มสถานีรถไฟฟ้า เทียบกับผู้ใช้โดยสารที่มาใช้บริการจำนวนหนึ่งล้านคน

| ความเสียหายของอุปกรณ์ทั้งหมด<br>ใน 3 กลุ่มสถานีรถไฟฟ้า |                                                |                                                                   |                                      |                                   |
|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|
| ลำดับ                                                  | อุปกรณ์ระบบ<br>โครงสร้างและ<br>สถาปัตยกรรม     | ปริมาณงานแจ้งซ่อมที่เกิดขึ้น<br>(ครั้ง/จำนวนผู้โดยสารหนึ่งล้านคน) |                                      |                                   |
|                                                        |                                                | กลุ่มที่ 2<br>(ใช้บริการ<br>มาก)                                  | กลุ่มที่ 1<br>(ใช้บริการ<br>ปานกลาง) | กลุ่มที่ 3<br>(ใช้บริการ<br>น้อย) |
| 1                                                      | สุขภัณฑ์                                       | 22.73                                                             | 15.11                                | 22.46                             |
| 2                                                      | ผนังคอนกรีต                                    | 0.00                                                              | 8.30                                 | 7.44                              |
| 3                                                      | ผนังอลูมิเนียม<br>คอมโพสิต                     | 3.79                                                              | 3.31                                 | 14.06                             |
| 4                                                      | บานประตู<br>ชุดล็อกประตู<br>ห้องน้ำ<br>สาธารณะ | 15.15                                                             | 8.60                                 | 16.77                             |
| 5                                                      | พื้น                                           | 37.88                                                             | 16.81                                | 39.35                             |
| 6                                                      | ฝาปิดราง<br>ระบายน้ำ                           | 7.58                                                              | 4.86                                 | 0.00                              |
| 7                                                      | ราวมือจับ                                      | 3.79                                                              | 3.42                                 | 1.91                              |
| 8                                                      | ช่องเซอร์วิส<br>ในสถานี                        | 0.00                                                              | 1.57                                 | 4.68                              |
| 9                                                      | ประตูบานม้วน                                   | 0.00                                                              | 1.71                                 | 8.89                              |
| 10                                                     | ป้ายเตือนใน<br>สถานี                           | 0.00                                                              | 0.00                                 | 7.52                              |

จากตารางที่ 5 งานวิจัยนี้สามารถแบ่งประเภทกลุ่มสถานีรถไฟฟ้าและความเสียหายของอุปกรณ์ทั้งหมดที่เกิดจากการมาใช้งานของผู้โดยสารในสถานีรถไฟฟ้าโครงการรถไฟฟ้ามหานคร สายสีม่วง ณ ปริมาณผู้โดยสารที่มาใช้บริการจำนวนหนึ่งล้านคน ในรูปแบบของแผนภูมิเรดาร์ (ดังแสดงในภาพที่ 7) ดังนี้ กลุ่มสถานีที่ 2 ซึ่งเป็นกลุ่มสถานีที่ผู้โดยสารมาใช้บริการมากที่สุดคือสีฟ้า กลุ่มสถานีที่ 1 ซึ่งเป็นกลุ่มสถานีที่ผู้โดยสารมาใช้บริการปานกลางคือสีส้ม และกลุ่มสถานีที่ 3 ซึ่งเป็นกลุ่มสถานีที่ผู้โดยสารมาใช้บริการน้อยคือสีเทา



**ภาพที่ 7** แผนภูมิเรดาร์แสดงการจัดกลุ่มสถานีรถไฟฟ้าตามจำนวนผู้โดยสาร และการพยากรณ์การแจ้งซ่อมอุปกรณ์งานโครงสร้างและสถาปัตยกรรมที่เกิดขึ้น

**5.2 การศึกษางบประมาณในการซ่อมบำรุงอุปกรณ์ของโครงสร้างและสถาปัตยกรรม ที่มีผลจากการใช้บริการสถานีรถไฟฟ้าของผู้โดยสาร จำนวนหนึ่งล้านคน**

จากการแบ่งกลุ่มสถานีรถไฟฟ้าออกเป็น 3 กลุ่ม โดยใช้จำนวนปริมาณผู้โดยสารที่มาใช้บริการในโครงการรถไฟฟ้ามหานคร สายสีม่วง และเทียบกับความเสียหายที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์ของงานโครงสร้างและสถาปัตยกรรม ที่มีผลจากการใช้บริการสถานีรถไฟฟ้า



ของผู้โดยสารจำนวนหนึ่งล้านคนนั้น สามารถวิเคราะห์ไปถึงงบประมาณ เพื่อใช้สำหรับจัดเตรียมงบประมาณการซ่อมบำรุงงานโครงสร้างและสถาปัตยกรรมสำหรับกลุ่มสถานีรถไฟฟ้าทั้ง 3 กลุ่มนี้สำหรับการวางแผนงานซ่อมบำรุงที่จะเกิดขึ้นทั้งในปัจจุบันและอนาคต ในโครงการรถไฟฟ้าฟ้ามหานคร สายสีม่วง ผู้วิจัยจึงได้ทำการนำข้อมูลจำนวนความเสียหายของอุปกรณ์ที่เกิดขึ้นทั้งหมดไปคิดเป็นงบประมาณค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงต่อครั้ง เพื่อที่จะได้เป็นมูลค่าความเสียหายทั้งหมดในกลุ่มสถานีที่ 1 2 และ 3 ในรูปแบบของมูลค่างบประมาณและเปอร์เซ็นต์ค่าใช้จ่ายในงานซ่อมบำรุง ดังตารางที่ 6 และ 7

**ตารางที่ 6** มูลค่างบประมาณค่าใช้จ่ายสำหรับงานซ่อมบำรุงของอุปกรณ์ทั้งหมดใน 3 กลุ่มสถานีรถไฟฟ้า

| งบประมาณค่าใช้จ่ายสำหรับงานซ่อมบำรุงของอุปกรณ์<br>ใน 3 กลุ่มสถานีรถไฟฟ้า |                                   |                                                                          |                                      |                                   |                          |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------|
| ลำดับ                                                                    | อุปกรณ์                           | ปริมาณค่าใช้จ่ายที่จะเกิดขึ้น<br>(ต่อจำนวนผู้โดยสารหนึ่งล้านคน) (บาท/ปี) |                                      |                                   |                          |
|                                                                          |                                   | กลุ่มที่ 2<br>(ผู้โดยสาร<br>มาก)                                         | กลุ่มที่ 1<br>(ผู้โดยสาร<br>ปานกลาง) | กลุ่มที่ 3<br>(ผู้โดยสาร<br>น้อย) | รวม<br>ทุกกลุ่ม<br>สถานี |
| 1                                                                        | สุขภัณฑ์                          | 56,825                                                                   | 37,775                               | 56,150                            | 150,750                  |
| 2                                                                        | ผนัง<br>คอนกรีต                   | -                                                                        | 41,500                               | 37,200                            | 78,700                   |
| 3                                                                        | ผนัง<br>อลูมิเนียม<br>คอมโพสิต    | 45,480                                                                   | 39,720                               | 168,720                           | 253,920                  |
| 4                                                                        | บานประตู<br>และชุดล็อก<br>ห้องน้ำ | 151,500                                                                  | 86,000                               | 167,700                           | 405,200                  |
| 5                                                                        | พื้น                              | 56,820                                                                   | 25,215                               | 59,025                            | 141,060                  |
| 6                                                                        | ฝาปิดราง<br>ระบายน้ำ              | 26,530                                                                   | 17,010                               | -                                 | 43,540                   |
| 7                                                                        | ราวมือจับ                         | 758                                                                      | 684                                  | 382                               | 1,824                    |
| 8                                                                        | ช่อง<br>เซอร์วิส<br>ในสถานี       | -                                                                        | 3,140                                | 9,360                             | 12,500                   |
| 9                                                                        | ประตูบัน<br>ม้าวน                 | -                                                                        | 8,550                                | 44,450                            | 53,000                   |
| 10                                                                       | ป้ายเตือน<br>ในสถานี              | -                                                                        | -                                    | 5,264                             | 5,264                    |
| รวม                                                                      |                                   | 337,913                                                                  | 259,594                              | 548,251                           | 1,145,758                |

**ตารางที่ 7** ร้อยละค่าใช้จ่ายทั้งหมด สำหรับงานซ่อมบำรุงของอุปกรณ์ทั้งหมดใน 3 กลุ่มสถานีรถไฟฟ้า

| สัดส่วนร้อยละของค่าใช้จ่ายสำหรับงานซ่อมบำรุงของอุปกรณ์<br>ใน 3 กลุ่มสถานีรถไฟฟ้า |                                   |                                                                     |                                      |                                   |                      |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|----------------------|
| ลำดับ                                                                            | อุปกรณ์                           | สัดส่วนร้อยละของค่าใช้จ่ายทั้งหมด<br>(ต่อจำนวนผู้โดยสารหนึ่งล้านคน) |                                      |                                   |                      |
|                                                                                  |                                   | กลุ่มที่ 2<br>(ผู้โดยสาร<br>มาก)                                    | กลุ่มที่ 1<br>(ผู้โดยสาร<br>ปานกลาง) | กลุ่มที่ 3<br>(ผู้โดยสาร<br>น้อย) | รวมทุก<br>กลุ่มสถานี |
| 1                                                                                | สุขภัณฑ์                          | 38                                                                  | 25                                   | 37                                | 100                  |
| 2                                                                                | ผนัง<br>คอนกรีต                   | 0                                                                   | 53                                   | 47                                | 100                  |
| 3                                                                                | ผนัง<br>อลูมิเนียม<br>คอมโพสิต    | 18                                                                  | 16                                   | 66                                | 100                  |
| 4                                                                                | บานประตู<br>และชุดล็อก<br>ห้องน้ำ | 38                                                                  | 21                                   | 41                                | 100                  |
| 5                                                                                | พื้น                              | 40                                                                  | 18                                   | 42                                | 100                  |
| 6                                                                                | ฝาปิดราง<br>ระบายน้ำ              | 61                                                                  | 39                                   | 0                                 | 100                  |
| 7                                                                                | ราวมือจับ                         | 42                                                                  | 38                                   | 20                                | 100                  |
| 8                                                                                | ช่อง<br>เซอร์วิส<br>ในสถานี       | 0                                                                   | 25                                   | 75                                | 100                  |
| 9                                                                                | ประตูบัน<br>ม้าวน                 | 0                                                                   | 16                                   | 84                                | 100                  |
| 10                                                                               | ป้ายเตือน<br>ในสถานี              | 0                                                                   | 0                                    | 100                               | 100                  |

## 6. บทสรุป

จากผลการศึกษาครั้งนี้สามารถสรุปเป็นประเด็นสำคัญได้ ดังนี้

วิธีการวิเคราะห์แบบการจัดกลุ่มข้อมูลด้วย K-Means Cluster จะได้การจัดกลุ่มข้อมูล 3 กลุ่มข้อมูล ประกอบไปด้วย กลุ่มสถานีรถไฟฟ้าที่มีผู้มาใช้บริการมาก จำนวน 1 สถานี ได้แก่ สถานีรถไฟฟ้าเตาปูน (PP16) กลุ่มสถานีรถไฟฟ้าที่มีผู้มาใช้บริการ



ปานกลาง จำนวน 6 สถานี ได้แก่ สถานีรถไฟฟ้าคลองบางไผ่ (PP01) สถานีรถไฟฟ้าตลาดบางใหญ่ (PP02) สถานีรถไฟฟ้าศูนย์ราชการนนทบุรี (PP11) สถานีรถไฟฟ้ากระทรวงสาธารณสุข (PP12) สถานีรถไฟฟ้าวงศ์สว่าง (PP14) และสถานีรถไฟฟ้าบางซื่อ (PP15) สุดท้ายเป็นกลุ่มสถานีรถไฟฟ้าที่มีผู้มาใช้บริการน้อย จำนวน 9 สถานี ได้แก่ สถานีรถไฟฟ้าสามแยกบางใหญ่ (PP03) สถานีรถไฟฟ้าบางพลู (PP04) สถานีรถไฟฟ้าบางรักใหญ่ (PP05) สถานีรถไฟฟ้าบางรักน้อยท่าอิฐ (PP06) สถานีรถไฟฟ้าไทรม้า (PP07) สถานีรถไฟฟ้าสะพานพระนั่งเกล้า (PP08) สถานีรถไฟฟ้าแยกถนนทบุรี 1 (PP09) สถานีรถไฟฟ้าบางกระสอ (PP10) และสถานีรถไฟฟ้าแยกติวานนท์ (PP13)

เมื่อพิจารณาถึงคุณลักษณะของกลุ่มสถานี 3 กลุ่มตามการจัดกลุ่ม พบว่ามีประเภทและปริมาณความเสียหายของอุปกรณ์ที่แตกต่างกัน ดังนี้ อุปกรณ์ฝาปิดรางระบายน้ำและราวมือจับ ที่ติดตั้งในพื้นที่กลุ่มสถานีที่มีผู้โดยสารมาใช้บริการมาก จะมีความเสียหายเกิดขึ้นสูง คิดเป็นจำนวน 7.58 และ 3.79 ครั้งต่อผู้โดยสารหนึ่งล้านคน ตามลำดับ ซึ่งเป็นไปตามที่คาดการณ์ไว้ว่ากลุ่มสถานีใดที่มีการมาใช้บริการของผู้โดยสารมาก ก็จะมี ความเสียหายและการแจ้งซ่อมของอุปกรณ์ที่มากขึ้นตาม ในส่วนของอุปกรณ์ผนังอลูมิเนียมคอมโพสิต ช่องเซอร์วิสในสถานี ประตูบานม้วน และป้ายเตือนที่ติดตั้งในสถานีกลุ่มที่มีผู้โดยสารมาใช้บริการน้อยนั้น จะพบว่า มีอัตราการแจ้งซ่อมที่ 14.06 4.68 8.89 และ 7.52 ครั้งต่อผู้โดยสารหนึ่งล้านคน ตามลำดับ โดยเป็นอัตราการแจ้งซ่อมความเสียหายอุปกรณ์ที่สูงมากกว่ากลุ่มสถานีที่มีผู้โดยสารมาใช้บริการมากและปานกลาง ซึ่งตามที่คาดการณ์ไว้ว่ากลุ่มสถานีใดที่มีการมาใช้บริการของ

ผู้โดยสารน้อย ก็จะมีความเสี่ยงที่จะส่งผลให้อุปกรณ์เสียหายและการแจ้งซ่อมของอุปกรณ์ด้วย เนื่องมาจากปัจจัยของสภาพภายในสถานีที่มีผู้มาใช้บริการน้อย ไม่พลุกพล่าน จึงมีความเสี่ยงที่เกิดความเสียหายจากผู้ที่มาใช้บริการ หรือบุคคลภายนอกที่เข้ามาในพื้นที่สถานีรถไฟฟ้า เช่น การเข้าไปทำลายทรัพย์สินภายในสถานี หรือการขีดเขียนกราฟฟิตี เป็นผลต่อความเสียหายของอุปกรณ์ และส่งผลต่อภาพลักษณ์ในการให้บริการการเดินทางรถไฟฟ้า มหานคร สายฉลองรัชธรรม

ทั้งนี้ จากการจัดกลุ่มสถานีออกเป็น 3 กลุ่มนั้น จะสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของระดับความเสียหายกับการจัดกลุ่มของสถานีได้เพิ่มเติม กล่าวคือ ในกลุ่มสถานีที่มีผู้มาใช้บริการมาก พบว่าความเสียหายที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์จะมีความเสียหายที่มากกว่ากลุ่มที่มีผู้มาใช้บริการน้อย เนื่องจากมีผู้โดยสารมาใช้บริการมากและมาใช้อุปกรณ์นั้น ๆ เป็นประจำ เช่น ฝาปิดรางระบายน้ำที่ผู้มาใช้บริการต้องเดินเหยียบก่อนเข้าพื้นที่สถานีรถไฟฟ้า หรือสุขภัณฑ์ ที่มีผู้มาใช้บริการในระหว่างการเดินทางของระบบรถไฟฟ้า เป็นต้น

เช่นเดียวกันกับความเสียหายของสถานีที่มีผู้มาใช้บริการน้อย ก็จะมี ความเสียหายของอุปกรณ์ในบางอุปกรณ์ มากกว่ากลุ่มของสถานีที่มีผู้มาใช้บริการมากเช่นกัน แต่เป็นในลักษณะของความเสียหายที่ส่งผลต่อภาพลักษณ์ของโครงการรถไฟฟ้า เนื่องจากสถานีที่มีผู้มาใช้บริการน้อย ไม่พลุกพล่าน จึงมีความเสี่ยงที่เกิดความเสียหายจากผู้ที่มาใช้บริการ หรือบุคคล ภายนอก เช่น การเข้าไปทำลายทรัพย์สินภายในสถานี หรือการขีดเขียนกราฟฟิตี เป็นผลต่อความเสียหายของอุปกรณ์ และภาพลักษณ์ที่เกิดขึ้นตามที่ได้แจ้งไปข้างต้น โดยความสัมพันธ์ของระดับความเสียหายและการจัดกลุ่ม

ของสถานีรถไฟฟ้าออกเป็น 3 กลุ่มสถานี จะเป็นหนึ่งในปัจจัยสำคัญในการวางแผนงานและจัดเตรียมงบประมาณการซ่อมบำรุงได้ต่อไป

การวิเคราะห์เพื่อเตรียมงบประมาณสำหรับการซ่อมบำรุง พบว่าปริมาณค่าใช้จ่ายทั้งหมดใน 3 กลุ่มสถานีรถไฟฟ้า มีความจำเป็นต้องเตรียมงบประมาณในการซ่อมบำรุงไว้ทั้งหมด 1,145,785 บาท โดยแบ่งออกเป็นงบประมาณในการซ่อมบำรุงของกลุ่มสถานีที่มีผู้มาใช้บริการมาก จำนวน 1 สถานี 337,913 บาท กลุ่มสถานีที่มีผู้มาใช้บริการปานกลาง จำนวน 6 สถานี 259,594 บาท และกลุ่มสถานีที่มีผู้มาใช้บริการน้อย จำนวน 9 สถานี 548,251 บาท

การวิจัยนี้สามารถนำไปเป็นแนวทางในการจัดกลุ่มสถานีเพื่อประเมินรูปแบบความเสียหายของอุปกรณ์ที่มาจากการใช้งาน และสามารถพยากรณ์หรือประมาณราคาต้นทุนงานซ่อมบำรุงอุปกรณ์ที่ติดตั้งภายในโครงการรถไฟฟ้าสายอื่น ๆ ได้ในอนาคต

## 7. เอกสารอ้างอิง

- [1] Transportation Statistics Group, Planning Division, Department of Land Transport (2020). Transportation statistics report, the fiscal year 2019-2020. Department of Transport, Bangkok.
- [2] Mass Rapid Transit Authority of Thailand (2021). Annual Report Average number of people using the mass rapid transit system per day from 1999-2020. Ministry of Transport, Bangkok.
- [3] Office of Transport and Traffic Policy and Planning (2010). Master Plan for the Development of Main and Secondary Mass Transit Networks in Bangkok. Ministry of Transport, Bangkok.
- [4] Department of Transport (2018). The Transport Infrastructure Development Plan of Thailand 2015-2022. Ministry of Transport, Bangkok.
- [5] Public relations documents (2015). The MRT Purple Line Project, Bang Yai-Bang Sue Section. Print: September 2015.
- [6] Neelawat Buranapreecha (2019). Customer Clustering Using Mobile Phone Use Behavior for Promotion. PKRU SciTech Journal, 3(1): 15-22.
- [7] Everitt B, Landau S, Leese Morven M, & Stahl D (2011). Cluster Analysis 5th Edition. UK.
- [8] Sukrit Krainara (2020). Study of Optimal Location of Intermodal Railway Yards: A Case Study of Sugar Transportation in Northeastern Region of Thailand, Kasetsart University.
- [9] Auekarn Charoensawang (2018). Consumer Behavior of the Consumers' Decision to Purchase the Organic Vegetables in Bangkok Metropolis, Kasetsart University.
- [10] Prasittiratsin S (2008). Multivariate Analysis Techniques for Social and Behavioral Science Research: Principles, Methods and Applications. Bangkok, Thailand.
- [11] Department of Computer Science and Information Technology, Faculty of Science, Naresuan University (2017). Chapter 8 Clustering.



Available via DIALOG. <https://csit.nu.ac.th> > chapter08 > Chapter08.

[12] Thummasorn Numahun (2015). Data Analysis and Prediction for Decision Support in the Automotive Business, King Mongkut's University of Technology North Bangkok.

[13] Vanichbuncha K (2009). Multivariate Data Analysis 4th Edition. Bangkok, Thailand.

[14] Jesada Nawasith (2016). Effect of Point Clustering on Delivery Efficiency, King Mongkut's University of Technology North Bangkok.

[15] Bangkok Expressway and Metro Public Company Limited, (Branch Office 2: Metro Business). The number of passenger's service and Work Order List of Civil Infrastructure System in MRT Purple Line Project, January 2020.