

การวิเคราะห์ที่ตั้งจุดให้บริการเคลมประกันรถยนต์ที่เหมาะสม
ของบริษัทประกันภัยแห่งหนึ่งในประเทศไทย
OPTIMIZING AUTO INSURANCE CLAIM SERVICE POINTS
OF AN INSURANCE COMPANY IN THAILAND



สหกิจศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (สถิติประยุกต์)
ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ปีการศึกษา 2566
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

OPTIMIZING AUTO INSURANCE CLAIM SERVICE POINTS
OF AN INSURANCE COMPANY IN THAILAND



KORN THAWONPHON

A COOPERATIVE EDUCATION SUBMITTED IN PARTIAL
FULFILLMENT OF THE REQUIREMENT FOR
THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE (APPLIED STATISTICS)
DEPARTMENT OF STATISTICS, SCHOOL OF SCIENCE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ACADEMIC YEAR 2023
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สหกิจศึกษา	การวิเคราะห์ที่จัดจุดให้บริการเคลมประกันรถยนต์ที่เหมาะสมของบริษัทประกันภัยแห่งหนึ่งในประเทศไทย Optimizing Auto Insurance Claim Service Points of an Insurance Company in Thailand
ชื่อนักศึกษา	นาย กรณ์ ถาวรผล รหัสนักศึกษา 63050600
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (สถิติประยุกต์)
ภาควิชา	สถิติ
คณะ	วิทยาศาสตร์
ปีการศึกษา	2566
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรพิมล ชัยวุฒิศักดิ์

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) อนุมัติให้สหกิจศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (สถิติประยุกต์) ประจำปีการศึกษา 2566

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยุวดี กล่อมวิเศษ ประธานกรรมการ	
คุณ เท่ กองสมบูรณ์ กรรมการ	
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรพิมล ชัยวุฒิศักดิ์ กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	<i>Pornpimol Chaiwuttisak</i>

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สหกิจศึกษา	การวิเคราะห์ที่ตั้งจุดให้บริการเคลมประกันรถยนต์ที่เหมาะสมของบริษัทประกันภัยแห่งหนึ่งในประเทศไทย Optimizing Auto Insurance Claim Service Points of an Insurance Company in Thailand
ชื่อนักศึกษา	นาย กรณ์ ถาวรผล รหัสนักศึกษา 63050600
ปริญญา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (สถิติประยุกต์)
ภาควิชา	สถิติ
คณะ	วิทยาศาสตร์
ปีการศึกษา	2566
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรพิมล ชัยวุฒิศักดิ์

บทคัดย่อ

บริษัทประกันภัยมีความพยายามที่จะเพิ่มประสิทธิภาพการตอบสนองในการให้บริการแก่ลูกค้า ที่ทำการแจ้งการเคลมเข้ามายังบริษัทด้วยการใช้กลยุทธ์ที่เป็นนวัตกรรมเข้ามาช่วย โดยสถานการณ์ ปัจจุบันพนักงานเคลมของบริษัทใช้เวลาในการเดินทางโดยเฉลี่ยประมาณ 23 นาที เพื่อไปยังลูกค้าที่ แจ้งเคลม และสัดส่วนการเก็บงานอยู่ที่ร้อยละ 58.21 ทั้งนี้จุดให้บริการเหล่านี้ถูกกำหนดโดย ประสบการณ์ส่วนบุคคลซึ่งปราศจากการวิเคราะห์ถึงความเหมาะสมของจุดสแตนด์บายที่ให้บริการ สำหรับเข้าถึงลูกค้าที่ร้องขอรับบริการ ด้วยเหตุนี้จึงจำเป็นในการหาจุดที่ตั้งให้บริการโดยอาศัยการ วิเคราะห์เชิงกำหนด เพื่อช่วยประหยัดเวลาการคำนวณจุดสแตนด์บายและเพิ่มประสิทธิภาพการ ทำงานของพนักงาน วิธีระยะทางรวมน้อยที่สุด (p-median) ถูกนำมาใช้ในการกำหนดตำแหน่งที่ตั้งที่ เหมาะสมโดยระยะรวมในการเดินทางมีค่าต่ำที่สุด ซึ่งจุดสแตนด์บายที่คำนวณได้สามารถลดระยะทาง ในการเดินทางระหว่างจุดสแตนด์บาย ไปยังจุดที่เกิดเหตุได้ถึง 14,827.31 กิโลเมตร หรือคิดเป็นร้อย ละ 8.94 นอกจากนี้ยังใช้ร่วมกับการแก้ปัญหาแบบศึกษาสำนึก เพื่อวิเคราะห์จุดสแตนด์บายที่คำนวณ ได้ตามข้อกำหนดบางอย่างเช่น รัศมีการเดินทาง ระยะเวลาทำการ ระยะเวลาการทำงาน และจำนวน พนักงาน เป็นต้น ผลการศึกษาพบว่าจุดสแตนด์บายที่คำนวณได้ยังสามารถเพิ่มสัดส่วนการเก็บงาน จากเดิมเป็นร้อยละ 0.20 นอกจากนี้ เวลาการทำงานของพนักงานเคลมเป็นปัจจัยหลักที่มีอิทธิพลต่อ การเก็บงานของพนักงาน โดยเมื่อปรับเวลาการทำงานที่เหมาะสมสามารถทำให้สัดส่วนการเก็บงาน เพิ่มขึ้นร้อยละ 6.77 จากผลการศึกษาที่ได้ในครั้งนี้ บริษัทสามารถนำไปปรับปรุงการดำเนินงาน ลด เวลาการเดินทาง และเพิ่มสัดส่วนการการเก็บงานได้

คำสำคัญ : การวิเคราะห์ทำเลที่ตั้ง, จุดให้บริการเคลมประกันรถยนต์, วิธีการหาค่าตอบที่ดีที่สุด, การ แก้ปัญหาแบบศึกษาสำนึก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Optimizing Auto Insurance Claim Service Points of an Insurance Company in Thailand
Students	Mr. Korn Thawonphon Student ID 63050600
Degree	Bachelor of Science (Applied Statistics)
Department	Statistics
School	Science
University	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)
Academic Year	2023
Advisor	Asst Prof. Dr. Pornpimol Chaiwuttisak

Abstract

The insurance company is making efforts to enhance efficiency and responsiveness in serving customers who file claims with the company by employing innovative strategies. Currently, the company's claims representatives spend an average of 23 minutes traveling to reach customers who have filed claims, with a workload collection rate of 58.21 percent. These service points are determined by personal experience, lacking an analytical approach to providing suitable access to customers requesting service promptly. Therefore, it is necessary to establish service points based on prescriptive analytics, which helps save time in calculating service points and improves employee efficiency. The p-median method, which minimizes total travel distance, is utilized to determine suitable location positions. This method can reduce travel distance between service points and incident locations by up to 14,827.31 kilometers or 8.94 percent. Additionally, it is used in conjunction with a conscious problem-solving approach to analyze the agility of calculated service points based on certain criteria such as travel radius, operating hours, work duration, and the number of employees. The study found that the calculated service points could increase the workload collection rate by 0.20 percent. The study also found that employee work time is a major factor influencing workload collection, which can be adjusted through a conscious problem-solving process. When adjusting the appropriate work hours, the workload collection rate can increase by 6.77 percent. With the findings from this study, the company can improve operations, reduce travel time, and increase workload collection rates.

Keywords: Location Analysis, Service Points for Car Insurance Claims, Optimization Approach, Heuristics.

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ห้ามการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงการสหกิจศึกษาเล่มนี้สำเร็จไปได้โดยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาเป็นอย่างสูงจากผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่าน ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและคำแนะนำต่างๆ ตลอดระยะเวลาที่ทำสหกิจศึกษาทำให้โครงการสหกิจศึกษาเล่มนี้สมบูรณ์ไปด้วยดี ผู้วิจัยจึงขอขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.พรพิมล ชัยวุฒิศักดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจ ที่คอยชี้แนะแนวทาง แนะนำ ตรวจสอบ ติดตามเวลาในการตรวจสอบ และคอยช่วยเหลือในทุก ๆ ด้านด้วยความเต็มใจในการทำสหกิจศึกษาครั้งนี้ จึงขอกราบพระคุณด้วยความเคารพเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.ยุวดี กลุ่มวิเศษ คณะกรรมการสอบที่กรุณาให้คำแนะนำในการแก้ไขปรับปรุงเพิ่มเติมจนทำให้การทำสหกิจครั้งนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ นาย เท่ กองสมบูรณ์ ผู้ที่ได้มอบหมายหัวข้อการทำสหกิจศึกษาในครั้งนี้ รวมทั้งขอขอบคุณที่ ๆ ในบริษัทที่คอยให้คำแนะนำ ให้ความรู้ และวิธีการทำงานต่าง ๆ ทั้งที่เกี่ยวข้องกับโครงการสหกิจศึกษาจนลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณบริษัทประกันวินาศภัยแห่งหนึ่ง ที่ให้สถานที่ในการทำงาน จนจบโครงการสหกิจศึกษา

ขอขอบคุณพ่อแม่ครอบครัว และญาติพี่น้องอันเป็นที่รักยิ่งที่คอยผลักดันให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังที่สำคัญยิ่งในทุกด้าน

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ พี่ ๆ น้อง ๆ ทุกคน ที่ร่วมทุกข์ร่วมสุข และให้ความช่วยเหลือเกื้อกูลกันด้วยดีตลอดมา

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณบุคคลที่ไม่ได้กล่าวมาที่มีส่วนเกี่ยวข้องอื่น ๆ ข้าพเจ้าหวังว่าโครงการสหกิจฉบับนี้จะมีประโยชน์แก่ผู้ที่สนใจ เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์และความรู้ด้านอื่น ๆ ต่อไป หากมีข้อผิดพลาดประการใด ข้าพเจ้าขอน้อมรับไว้ ณ ที่นี้ และจะนำไปปรับปรุง พัฒนา และแก้ไขในโอกาสต่อไป

กรณ์ ถาวรผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญรูป.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ญ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	2
1.3. ขอบเขตของงานวิจัย.....	2
1.4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
1.5. นิยามศัพท์เฉพาะ.....	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1. ปัญหาการกำหนดที่ตั้งสถานที่บริการ (Facility Location Problem : FLP).....	4
2.1.1. ปัญหาการเลือกตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ให้บริการแบบดีเทอร์มิเนติก (Deterministic Facility Location Problems).....	4
1. ปัญหาระยะทางรวมน้อยที่สุด (Minisum Facility Location Problems)..	4
2. ปัญหาครอบคลุมความต้องการของลูกค้า (Covering Problem).....	5
3. ปัญหาระยะทางไกลที่น้อยที่สุด (Minimax Facility Location Problems).....	6
4. ปัญหาสถานที่ให้บริการที่ไม่พึงประสงค์ (Obnoxious Facility Location Problems).....	7
5. ปัญหาอื่น ๆ.....	7
2.1.2. ปัญหาการเลือกตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ให้บริการแบบพลวัต (Dynamic Facility Location Problems).....	8
2.1.3. ปัญหาการเลือกตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ให้บริการแบบสโตแคสติก (Stochastic Facility Location Problems).....	8
2.1.4. ปัญหาการเลือกตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ให้บริการแบบโรบัสต์ (Robust Facility Location Problems).....	8
2.2. การคำนวณระยะทางระหว่าง 2 จุดบนพิกัดภูมิศาสตร์.....	9
2.2.1. ระบบพิกัดภูมิศาสตร์ (Geographic Coordinate System).....	9
1. ละติจูด (Latitude).....	9
2. ลองจิจูด (Longitude).....	9
2.2.2. สูตรคำนวณเฮเวอร์ไซน์ (Haversine).....	10
2.2.3. ปัญหาเวเบอร์ (Weber Problems).....	10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
1. ระยะทางแบบยูคลิด (Euclidean).....	11
2. ระยะทางแบบเส้นตรง (Rectilinear).....	11
3. ระยะทางแบบยูคลิดยกกำลังสอง (Squared Euclidean)	11
2.3. ภาษาโปรแกรมที่เกี่ยวข้อง	12
2.3.1. ภาษาไพธอน (Python Programming Language).....	12
2.3.2. ภาษา SQL (Structured Query Language)	14
2.4. แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ทางสถิติ	14
2.4.1. สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistic).....	14
1. ค่าร้อยละ (Percentage).....	14
2. ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean).....	15
3. ค่ามัธยฐาน (Median).....	15
2.4.2. การแจกแจงความน่าจะเป็น (Fit Probability Distribution).....	16
1. การแจกแจงของคอดี (Cauchy Distribution).....	16
2. การแจกแจงแบบไคสแควร์ (Chi-squared Distribution)	16
3. การแจกแจงแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล (Exponential Distribution).....	16
4. การแจกแจงแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลพาวเวอร์ (Exponential Power Distribution).....	17
5. การแจกแจงแกมมา (Gamma Distribution).....	17
6. การแจกแจงล็อกนอร์มัล (Log-Normal Distribution).....	17
7. การแจกแจงปกติ (Normal Distribution).....	18
8. การแจกแจงพาวเวอร์ลอว์ (Power Law Distribution).....	18
9. การแจกแจงเรย์ลี (Rayleigh Distribution).....	18
10. การแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม (Uniform Distribution).....	19
2.4.3. การเลือกการแจกแจงที่เหมาะสม	19
1. คอลโมโกรอฟ-สมิร์นอฟ (Kolmogorov-Smirnov).....	19
2. ผลรวมกำลังสองของความคาดเคลื่อน (Sum Squared Error : SSE).....	20
2.5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	20
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	23
3.1. ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย	23
3.2. เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย.....	24
3.2.1. ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการวิจัย (Software).....	24
3.2.2. ฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในการวิจัย (Hardware).....	25
3.2.3. ไลบรารี (Library) ที่ใช้ในงานวิจัย.....	25
3.3. การเก็บรวบรวมข้อมูล	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.3.1. ศึกษาและทำความเข้าใจข้อมูล.....	26
3.3.2. การนำข้อมูลเข้า.....	27
3.4. การจัดเตรียมข้อมูล.....	27
3.4.1. การสกัดข้อมูล (Data Extraction).....	27
3.4.2. การทำความสะอาดและจัดเตรียมข้อมูล (Data Preparation).....	28
3.5. การวิเคราะห์ข้อมูล	32
3.5.1. สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics)	32
3.5.2. การแจกแจงความน่าจะเป็น (Fit Probability Distribution).....	32
3.6. ปัญหาการกำหนดที่ตั้งสถานที่ให้บริการ (Facility Location Problem : FLP)	33
3.6.1. ปัญหาระยะทางรวมน้อยที่สุด (p-median Problem).....	34
3.7. การแก้ปัญหาแบบศึกษาสำนึก (Heuristic).....	38
3.7.1. ขั้นตอนกระบวนการศึกษาสำนึกเพื่อปรับปรุงคำตอบตามนโยบายของบริษัท..	38
3.7.2. การคำนวณระยะทางและเวลาการเดินทางด้วย Bing Map API.....	42
บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล	44
4.1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น	44
4.1.1. ลักษณะการรับแจ้งการเกิดเหตุในแต่ละพื้นที่	44
1. สัดส่วนการเก็บงานของพนักงานเคลม	44
2. การเก็บเหตุของพนักงานเคลมของบริษัท.....	45
3. การเก็บเหตุของพนักงานเคลมนอกบริษัท.....	46
4.1.2. ลักษณะการรับแจ้งการเกิดเหตุในแต่ละวันและช่วงเวลา	46
1. การรับแจ้งการเกิดเหตุในแต่ละช่วงเวลา	47
2. การรับแจ้งการเกิดเหตุในแต่ละวันในสัปดาห์	47
3. การรับแจ้งการเกิดเหตุในแต่ละเดือน	48
4. ปริมาณการรับแจ้งการเกิดเหตุรายปี.....	49
4.1.3. ลักษณะการรับแจ้งการเกิดเหตุในแต่ละช่วงเวลาของพื้นที่	49
1. แผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุในแต่ละช่วงเวลา	49
2. แผนที่ความร้อนของการเก็บเหตุในแต่ละวันของสัปดาห์.....	51
3. แผนที่ความร้อนของการเก็บเหตุในแต่ละเดือน	52
4.1.4. รูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของระยะเวลาการทำงาน	53
1. รูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของระยะเวลา การเดินทางของพนักงาน	53
2. รูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของระยะเวลาการปฏิบัติงาน	54
3. รูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของความห่างระยะเวลา การเรียกใช้บริการเคลม	54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.1.5. รูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของระยะเวลา การทำงานแต่ละวันของสัปดาห์.....	55
1. รูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของระยะเวลาการเดินทางของพนักงาน รายวัน	55
2. รูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของระยะเวลาการปฏิบัติงานของ พนักงานรายวัน	56
4.1.6. รูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของระยะเวลาการทำงานแต่ละช่วงเวลา ..	57
1. รูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของระยะเวลา การเดินทางของพนักงานแต่ละช่วงเวลา.....	57
2. รูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของระยะเวลา การปฏิบัติงานของพนักงานแต่ละช่วงเวลา.....	57
4.2. ผลลัพธ์ของการแก้ปัญหาการกำหนดที่ตั้งสถานที่บริการ (Facility Location Problem : FLP)	58
4.2.1. ผลลัพธ์การคำนวณปัญหาระยะทางรวมน้อยที่สุด	58
4.2.2. ผลลัพธ์ข้อมูลของตำแหน่งให้บริการที่คำนวณด้วย ปัญหาระยะทางรวมน้อยที่สุด	59
4.2.3. การเปรียบเทียบระยะทางการเข้าถึงระหว่างจุดสแตนด์บายของพนักงานตาม นโยบายเดิมของบริษัทและจุดสแตนด์บายของพนักงานที่คำนวณด้วยปัญหา ระยะทางรวมน้อยที่สุด.....	61
4.2.4. ผลลัพธ์ระยะทางการเดินทางและเวลาการเดินทางด้วย Bing Map API.....	63
4.2.5. การเปรียบเทียบสัดส่วนการเก็บงานด้วยจุดสแตนด์บายของพนักงานที่คำนวณ ด้วยปัญหาระยะทางรวมน้อยที่สุดและจุดสแตนด์บายของพนักงานตามนโยบาย เดิมของบริษัท	64
4.3. ผลลัพธ์การปรับปรุงคำตอบโดยกระบวนการศึกษาสำนึก	64
4.3.1. การเปรียบเทียบสัดส่วนการจ่ายงานที่ปรับปรุงคำตอบด้วยกระบวนการศึกษา สำนึก	64
4.3.2. การเปรียบเทียบสัดส่วนการเก็บงานเมื่อลดเวลาการจบงานทุก 5 นาที.....	65
4.3.3. การเปรียบเทียบสัดส่วนการเก็บงานเมื่อเพิ่มรัศมี การเก็บงานจากเดิมทุก 2 กิโลเมตร	65
4.3.4. การเปรียบเทียบสัดส่วนการเก็บงานเมื่อเพิ่มระยะเวลา การทำงานทุก 1 ชั่วโมง.....	66
4.3.5. การเปรียบเทียบสัดส่วนการเก็บงานเมื่อเพิ่มจำนวนพนักงานทุก 2 คน.....	67
4.3.6. การเปรียบเทียบปัจจัยที่ส่งผลต่อการเพิ่มสัดส่วนของพนักงานเคลมของบริษัท	68
4.4. อภิปรายผล.....	69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	71
5.1. สรุปผลงานวิจัย.....	71
5.2. ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะ.....	72
5.2.1. ข้อจำกัด.....	72
5.2.2. ข้อเสนอแนะ.....	73
5.2.2. ข้อเสนอแนะทางธุรกิจ.....	73
5.2.4. แนวทางในการศึกษาต่อ.....	73
เอกสารอ้างอิง.....	74
ภาคผนวก.....	77
ภาคผนวก ก.....	78
ภาคผนวก ข.....	98
ภาคผนวก ค.....	121

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ละติจูด (Latitude).....	9
2.2 ลองจิจูด (Longitude).....	9
2.3 ปัญหาเวเบอร์ (Weber Problems).....	10
3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	24
3.2 ตัวอย่างชุดข้อมูล.....	26
3.3 ตัวอย่างผลลัพธ์การแปลงชื่อคอลัมน์.....	28
3.4 ตัวอย่างการเพิ่มคอลัมน์ตำแหน่งทางภูมิศาสตร์.....	29
3.5 ผลพิกัดสถานที่รับแจ้งการเกิดเหตุเบื้องต้น.....	30
3.6 ผลพิกัดสถานที่รับแจ้งการเกิดเหตุของกรุงเทพมหานครฯ และปริมณฑล.....	31
3.7 รูปแบบการเลือกข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์ปัญหาการกำหนดสถานที่ตั้งบริการ.....	34
3.8 กระบวนการศึกษาสำนึกเพื่อปรับปรุงคำตอบตามเงื่อนไขที่เปลี่ยนไป.....	39
4.1 พิกัดการเกิดเหตุของกรุงเทพมหานครฯ และปริมณฑล.....	44
4.2 สัดส่วนการเก็บงานรับแจ้งการเกิดเหตุ.....	45
4.3 รูปแผนที่ความถี่การเก็บงานของพนักงานเคลมของบริษัท.....	45
4.4 รูปแผนที่ความถี่การเก็บงานของพนักงานเคลมนอกบริษัท.....	46
4.5 การรับแจ้งการเกิดเหตุในแต่ละช่วงเวลา.....	47
4.6 การรับแจ้งการเกิดเหตุในแต่ละวันของสัปดาห์.....	48
4.7 การรับแจ้งการเกิดเหตุในแต่ละเดือน.....	48
4.8 จำนวนปริมาณการรับแจ้งการเกิดเหตุในแต่ละวัน.....	49
4.9 ลักษณะการรับแจ้งการเกิดเหตุช่วงเวลา 00:00 – 06:59 นาฬิกา.....	50
4.10 ลักษณะการรับแจ้งการเกิดเหตุช่วงเวลา 07:00 – 20:59 นาฬิกา.....	50
4.11 ลักษณะการรับแจ้งการเกิดเหตุช่วงเวลา 21:00 – 23:59 นาฬิกา.....	51
4.12 ลักษณะการรับแจ้งการเกิดเหตุในวันจันทร์ถึงวันเสาร์.....	51
4.13 ลักษณะการรับแจ้งการเกิดเหตุในวันอาทิตย์.....	52
4.14 ลักษณะการรับแจ้งการเกิดเหตุของเดือนมกราคม.....	52
4.15 รูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของระยะเวลาการเดินทางของพนักงาน.....	53
4.16 รูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของระยะเวลาการปฏิบัติงานของพนักงาน.....	54
4.17 รูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของความห่างระยะเวลาการเรียกใช้บริการเคลม.....	55
4.18 ตัวอย่างผลลัพธ์ของจุดบริการปัญหาระยะทางรวมน้อยที่สุด.....	59
4.19 กราฟแสดงผลลัพธ์ปัญหาระยะทางรวมน้อยที่สุด.....	60
4.20 ตัวอย่างสถานที่ของผลลัพธ์การแก้ปัญหาระยะทางรวมน้อยที่สุด.....	69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 รายละเอียดของข้อมูลจากฐานข้อมูลบริษัท	27
3.2 รายละเอียดของตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์	27
3.3 ชุดคำสั่งการแปลงชื่อคอลัมน์	28
3.4 ชุดคำสั่งทำความสะอาดข้อมูลเบื้องต้น	28
3.5 การแปลงชุดข้อมูลให้เป็นข้อมูลประเภท shapefile	29
3.6 ผลข้อมูลที่ทำให้การเปลี่ยนเป็นข้อมูลภูมิศาสตร์	29
3.7 การรวมชุดข้อมูลพิกัดรับแจ้งการเกิดเหตุกับแผนที่จังหวัดกรุงเทพและปริมณฑล	30
3.8 ผลข้อมูลพิกัดสถานที่รับแจ้งกับแผนที่กรุงเทพและปริมณฑล	30
3.9 การบันทึกข้อมูลเพื่อทำการวิเคราะห์	31
3.10 ผลการวิเคราะห์รูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาการเดินทางของพนักงาน	32
3.11 ผลการวิเคราะห์รูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของระยะเวลาการปฏิบัติงาน	32
3.12 ผลการวิเคราะห์รูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของความห่างระยะเวลาการเรียกใช้ บริการเคลม	33
3.13 ฟังก์ชันที่ใช้ในการกำหนดค่าเริ่มต้นปัญหาระยะทางรวมน้อยที่สุด	35
3.14 เมทอดสำหรับแก้ปัญหาปัญหาระยะทางรวมน้อยที่สุด	36
3.15 ฟังก์ชันที่ใช้ในการคำนวณระยะทางระหว่างจุดที่กำหนดให้ทั้งหมดด้วย Euclidean distance	37
3.16 ฟังก์ชันเรียกใช้เมทอดสำหรับแก้ปัญหาระยะทางรวมน้อยที่สุด	37
3.17 กระบวนการศึกษาสำนึกเพื่อปรับปรุงคำตอบตามกรอบนโยบายของบริษัท	40
3.18 ขั้นตอนคำนวณระยะทางและเวลาการเดินทางด้วย Bing Map API	43
4.1 ผลลัพธ์รูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของระยะเวลาการเดินทางของพนักงาน	53
4.2 ผลลัพธ์รูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของระยะเวลาการปฏิบัติงานของพนักงาน	54
4.3 ผลลัพธ์รูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของความห่างระยะเวลา การเรียกใช้บริการเคลม	55
4.4 ผลลัพธ์รูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของระยะเวลาการเดินทางของพนักงานรายวัน ..	56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.5 ผลลัพธ์รูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของระยะเวลาการปฏิบัติงาน ของพนักงานรายวัน	56
4.6 ผลลัพธ์รูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของระยะเวลาการเดินทาง ของพนักงานแต่ละช่วงเวลา	57
4.7 ผลลัพธ์รูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของระยะเวลาการปฏิบัติงาน ของพนักงานแต่ละช่วงเวลา	58
4.8 ผลลัพธ์ของจุดบริการที่ได้จากการแก้ปัญหาระยะทางรวมน้อยที่สุด	59
4.9 ระยะทางรวมระหว่างจุดสแตนด์บายของพนักงานตามนโยบายเดิมของบริษัทไปยังตำแหน่ง ลูกค้าแจ้งเคลม	61
4.10 ระยะทางรวมระหว่างจุดสแตนด์บายของพนักงานที่คำนวณด้วย ปัญหาระยะทางรวมน้อยที่สุดไปยังตำแหน่งลูกค้าแจ้งเคลม	62
4.11 ผลลัพธ์ระยะทางการเดินทางและเวลาการเดินทางด้วย Bing Map API	63
4.12 การเปรียบเทียบสัดส่วนการเก็บงานด้วยจุดสแตนด์บายของพนักงานที่คำนวณด้วยปัญหา ระยะทางรวมน้อยที่สุดและจุดสแตนด์บายของพนักงานตามนโยบายเดิมของบริษัท	64
4.12 การเปรียบเทียบจำนวนการจ่ายงานของพนักงานเคลมบริษัทขั้นตอนปรับปรุงคำตอบด้วย กระบวนการศึกษาสำนึก	64
4.14 การเปรียบเทียบสัดส่วนการเก็บงานเมื่อลดเวลาการจบงานทุก 5 นาที	65
4.15 การเปรียบเทียบสัดส่วนการเก็บงานเมื่อเพิ่มรัศมีการเก็บงานจากเดิมทุก 2 กิโลเมตร	66
4.16 การเปรียบเทียบสัดส่วนการเก็บงานเมื่อเพิ่มระยะเวลาการทำงานทุก 1 ชั่วโมง	66
4.17 การเปรียบเทียบสัดส่วนการเก็บงานเมื่อเพิ่มจำนวนพนักงานทุก 2 คน	67
4.18 การเปรียบเทียบปัจจัยที่ส่งผลต่อการเพิ่มสัดส่วนของพนักงานเคลมของบริษัท	68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ระยะเวลาในการเข้าถึงพื้นที่ที่เกิดเหตุจากที่ได้รับรายงาน เป็นหัวใจที่สำคัญต่อการให้บริการสำหรับการเคลมประกันวินาศภัย โดยนโยบายของบริษัทประกันวินาศภัยได้กำหนดให้ระยะเวลาในการเดินทางของพนักงานเคลมของบริษัทฯ ไปยังลูกค้าไม่ควรเกิน 20 นาที เพื่อตอบสนองการบริการให้แก่ลูกค้าและตรวจสอบสถานที่เกิดเหตุได้อย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ทางบริษัทฯ มีความต้องการที่จะเพิ่มสัดส่วนการเก็บเหตุจากเดิมในพื้นที่ของกรุงเทพมหานครฯ และปริมณฑล แต่อย่างไรก็ตามการกำหนดที่ตั้งให้บริการยังคงทำงานด้วยมือโดยอาศัยประสบการณ์ส่วนบุคคล ขาดการวิเคราะห์จุดที่ตั้งให้บริการที่เหมาะสมสำหรับเข้าถึงลูกค้าที่ร้องขอรับบริการได้อย่างรวดเร็ว

จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นเกี่ยวข้องกับปัญหาการเลือกสถานที่ให้บริการ (Facility Location Problem: FLP) ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อค้นหาตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับสถานที่บริการใหม่ ๆ โดยที่ต้นทุนในการขนส่งจากจุดบริการไปยังลูกค้ามีค่าต่ำที่สุด โดยแนวทางการแก้ปัญหาและตัวแบบทางคณิตศาสตร์ที่ใช้สำหรับกำหนดที่ตั้งสถานที่บริการได้มีการศึกษามาเป็นเวลาระยะยาวนาน ดังจะเห็นได้ในงานวิจัยของ Satoglu et al., (2016) ได้กำหนดที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้า โดยทดสอบกับชุดข้อมูลตัวอย่างชุดของข้อมูลผ่านเกณฑ์มาตรฐาน และประเมินด้วยแนวทางแก้ไขปัญหาที่เหมาะสมที่สุดอาศัย p-median ซึ่งเป็นหนึ่งในตัวแบบทางคณิตศาสตร์สำหรับหาคำตอบของปัญหา FLP ที่มีวัตถุประสงค์คือการระบุตำแหน่งของแหล่งจุดบริการ p แห่งและเดินทางไปยังจุดหมายปลายทาง n แห่ง โดยที่ระยะทางรวมโดยเฉลี่ยระหว่างจุดหมายปลายทางและแหล่งที่มาที่เกี่ยวข้องมีค่าต่ำที่สุด (Gwalani et al., 2021) นอกจากนี้ Dantrakul et al., (2014) ได้ทำการศึกษาปัญหาการเลือกทำเลที่ตั้งโดยที่ต้นทุนรวมมีค่าต่ำสุด ทั้งนี้ต้นทุนรวมประกอบด้วยต้นทุนการขนส่ง (Transportation Cost) และต้นทุนการติดตั้ง (Setup Cost) ได้แก่มูลค่าที่ดินและต้นทุนการก่อสร้างรวมถึงติดตั้งสิ่งอำนวยความสะดวก อัลกอริทึมที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ อัลกอริทึม Greedy, p-median และ p-center โดยพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนทั้งสอง ผลการศึกษาพบว่าอัลกอริทึม Greedy นั้นมีเหมาะสมสำหรับการแก้ปัญหาเมื่อต้นทุนการติดตั้งสูงกว่าต้นทุนการขนส่ง ในทางตรงกันข้าม อัลกอริทึม p-median เหมาะสมกับการแก้ปัญหาเมื่อต้นทุนการขนส่งสูงกว่าต้นทุนการติดตั้ง

ทั้งนี้ทางบริษัทฯ ได้มีความต้องการที่จะวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Geospatial Analytics) เพื่อเลือกจุดสแตนด์บายของพนักงานเคลมให้ครอบคลุมกับการเกิดอุบัติเหตุของทั้งกรุงเทพฯ และปริมณฑล และวิเคราะห์ความเหมาะสม โดยอาศัยข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมจากการรับแจ้งเหตุ ประกอบไปด้วยวันเวลาที่รับแจ้ง ละติจูดของสถานที่เกิดเหตุ ลองจิจูดของสถานที่เกิดเหตุ ฯลฯ จากการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า p-median เป็นตัวแบบทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับความนิยมในการแก้ปัญหาการกำหนดที่ตั้งสถานที่บริการ เนื่องจากมีความสามารถในการเลือกตำแหน่งที่เหมาะสมและเชื่อมโยงกับจุดปลายทางที่ทำให้ระยะทางเฉลี่ยน้อยที่สุด และสอดคล้องกับข้อมูลและความต้องการของวิจัยนี้เพื่อกำหนดและวิเคราะห์หาจุดบริการที่สามารถเข้าถึงลูกค้าที่ได้เร็วที่สุดของพนักงานเคลมทางบริษัทฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นงานวิจัยนี้มุ่งการศึกษาการกำหนดที่ตั้งสถานที่จุดบริการเคลม โดยที่ต้นทุนในการขนส่งจากจุดบริการไปยังลูกค้าจะถูกและลดลงให้มากที่สุดโดยตัวแบบ p-median โดยทำการวิเคราะห์ในช่วงเวลาต่าง ๆ ภายใต้เงื่อนไขต่าง ๆ เพื่อได้ที่ตั้งสถานที่จุดบริการเคลม มีประสิทธิภาพมากที่สุด

1.2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 เพื่อเลือกที่ตั้งจุดให้บริการเคลมที่สามารถเข้าถึงลูกค้าที่ได้เร็วที่สุด โดยใช้ตัวแบบ p-median

1.2.2 เพื่อวิเคราะห์ตำแหน่งที่ตั้งของพนักงานที่เตรียมพร้อมรอให้บริการลูกค้า ณ ปัจจุบัน รวมถึงอนาคต ในแต่ละวัน สัปดาห์ และเดือน เมื่อสถานการณ์หรือข้อกำหนดบางอย่างเปลี่ยนแปลงไป

1.3. ขอบเขตของงานวิจัย

1.3.1 ขอบเขตด้านข้อมูล

โครงการวิจัยครั้งนี้ได้ดำเนินการศึกษาประเด็นปัญหาและความต้องการของบริษัทประกันวินาศภัยแห่งหนึ่งในประเทศไทย ซึ่งใช้เป็นกรณีศึกษา โดยทำการรวบรวมข้อมูลการแจ้งเคลมประกอบไปด้วย ละติจูดของสถานที่เกิดเหตุ ลองจิจูดของสถานที่เกิดเหตุ ละติจูดของพนักงานที่เดินทาง ลองจิจูดของพนักงานที่เดินทาง วันเวลาที่ได้รับการรายงาน เวลาที่เดินทาง รหัสพนักงานที่เดินทาง ของพื้นที่กรุงเทพมหานครฯ และปริมณฑล (นนทบุรี, ประทุมธานี และสมุทรปราการ) ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2023 ถึง 31 ธันวาคม 2023

1.3.2 ขอบเขตด้านการเนื้อหา

1. ปัญหาการกำหนดที่ตั้งสถานที่ให้บริการ (Facility Location Problem : FLP) ได้แก่ ปัญหาระยะทางรวมน้อยที่สุด (p-median Problems)

2. การแก้ปัญหาแบบศึกษาสำนึก (Heuristics)

1.3.3.ขอบเขตด้านเครื่องมือ

1. โปรแกรม Visual Studio Code 1.85.1

2. ภาษาไพธอน 3.12.1

3. สภาพแวดล้อมสำหรับการพัฒนาแบบเบ็ดเสร็จ (IDE) Jupyter Notebook

1.3.4 ขอบเขตด้านระยะเวลา

โครงการวิจัยนี้ได้ดำเนินการระหว่างเดือน ธันวาคม 2023 ถึง มีนาคม 2024

1.4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 พนักงานสามารถไปยังจุดเกิดเหตุได้ทันเวลา และเก็บเหตุได้มากขึ้นจากเดิม

1.4.2 ลูกค้าได้รับการบริการเคลมได้รวดเร็วกว่าเดิม

1.4.3 สามารถลดเวลาคำนวณการกำหนดจุดสแตนด์บายจากรูปแบบเดิมได้ด้วยโมเดล p-median

1.4.4 เมื่อตำแหน่งเมื่อตำแหน่งจุดสแตนด์บายของพนักงานเคลมบริษัทฯ เหมาะสมกับพื้นที่การเกิดเหตุแล้ว จะส่งผลให้อัตราส่วนการเก็บงานของพนักงานบริษัทฯ เพิ่มขึ้น และลดค่าใช้จ่ายในการจ้างพนักงานเคลมนอกบริษัทลง เนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.5.1 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ระบบคอมพิวเตอร์ เพื่อช่วยในการนำเข้า จัดเก็บ จัดเตรียม ดัดแปลง แก้ไข จัดการ และ วิเคราะห์ พร้อมทั้งแสดงผลข้อมูลเชิงพื้นที่ ตามวัตถุประสงค์ต่างๆ ที่กำหนดไว้ (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2017)

1.5.2 ข้อมูลพื้นที่ทางภูมิศาสตร์ (Geospatial Data) หมายถึง ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับวัตถุหรือ เหตุการณ์ที่มีตำแหน่งบนผิวดินของโลก หรืออีกนัยหนึ่งคือข้อมูลที่ระบุตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ เช่น ตำแหน่งภูมิศาสตร์ (Latitude, Longitude) ข้อมูลแผนที่ หรือข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับพิกัดทาง ภูมิศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่บนโลก (Stock, 2016)

1.5.3 ปัญหาการเลือกตำแหน่งให้บริการที่เหมาะสม (Facility Location Problem) หรือ FLP หมายถึง เป็นปัญหาการปรับแต่งแบบดั้งเดิมที่กำหนดตำแหน่งที่ดีที่สุดสำหรับโรงงานหรือคลังสินค้า ขึ้นอยู่กับความต้องการทางภูมิศาสตร์, ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งสถานที่, และระยะทางในการขนส่ง (Cantlebury & Li, 2020)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษา “การวิเคราะห์ที่ตั้งจุดให้บริการเคลมประกันรถยนต์ที่เหมาะสมของบริษัทประกันภัยแห่งหนึ่งในประเทศไทย” ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้ในการประกอบการศึกษาวิจัย ดังนี้

2.1 ปัญหาการกำหนดที่ตั้งสถานที่ให้บริการ (Facility Location Problem : FLP)

โดยทั่วไปปัญหาการเลือกตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ให้บริการที่เหมาะสม (Facility Location Problem) หรือปัญหา FLP เป็นการกำหนดจำนวน ขนาด และตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ให้บริการ พร้อมทั้งจัดสรรการให้บริการจากสถานที่ให้บริการเหล่านี้ไปยังลูกค้าทั้งที่อยู่ภายในองค์กรเดียวกัน และภายนอกองค์กร เพื่อให้ต้นทุนการขนส่ง ระยะทาง หรือระยะเวลาในการส่งมอบสินค้าหรือบริการ น้อยที่สุด โดยการวิเคราะห์ปัญหาการเลือกตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ให้บริการที่เหมาะสม มีความหลากหลายและวิธีการในการแก้ปัญหานั้นแตกต่างกันออกไป ตามปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้ (สิงห์เถื่อน, 2011)

1. วัตถุประสงค์ในการตั้งสถานที่ให้บริการ
2. สภาวะการณ์ในการตัดสินใจ
3. ช่วงระยะเวลาที่พิจารณาความเหมาะสมของสถานที่ให้บริการ
4. จำนวนสถานที่ให้บริการที่พิจารณา
5. รูปแบบการพิจารณาตำแหน่งที่จะเป็นสถานที่ตั้ง
6. รูปแบบการให้บริการลูกค้า
7. ความหลากหลายของประเภทสินค้าที่สถานที่ให้บริการจะสามารถให้บริการได้

จากการศึกษา ปัจจัยหลักที่ส่งผลอย่างมากต่อแบบจำลองคณิตศาสตร์และวิธีการแก้ปัญหา คือ สามปัจจัยแรก และหากใช้ปัจจัยสามประเภทดังกล่าว สามารถแบ่งเป็น 4 ประเภทหลัก ได้แก่ ปัญหาการเลือกตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ให้บริการแบบดีเทอร์มินิสติก แบบพลวัต แบบสโตแคสติก และแบบโรบัส

2.1.1. ปัญหาการเลือกตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ให้บริการแบบดีเทอร์มินิสติก (Deterministic Facility Location Problems)

ปัญหาการกำหนดที่ตั้งสถานที่บริการที่เลือกตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสมโดยพิจารณา ณ เวลาใดเวลาหนึ่งที่ตัดสินใจ และพิจารณาปัจจัยนำเข้าต่าง ๆ เช่น ความต้องการของลูกค้า ตำแหน่งของลูกค้า ต้นทุนการขนส่ง เป็นต้น เป็นค่าที่ทราบค่าแน่นอนและมีค่าคงที่ แบ่งออกเป็น

1. ปัญหาระยะทางรวมน้อยที่สุด (Minisum Facility Location Problems)

ปัญหาที่เกี่ยวกับการค้นหาสถานที่ตั้งเพียงหนึ่งแห่งเพื่อลดของระยะทางรวม ซึ่งอาจถูกถ่วงน้ำหนัก ด้วยสถานที่ให้บริการ P แห่ง โดยต้องการระยะทางระหว่างสถานที่ให้บริการกับลูกค้าทุกคนมีค่าน้อยที่สุด มีรูปแบบทั่วไป ดังสมการที่ 2.1-2.5 (Drezner & Friesz, 1992)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\text{Minimize} \quad \sum_{i \in I} \sum_{j \in I} h_i d_{ij} Y_{ij} \quad (2.1)$$

$$\text{Subject to} \quad \sum_{i \in I} X_j = P \quad (2.2)$$

$$Y_{ij} \leq X_j; \forall_{ij} \in I \quad (2.3)$$

$$\sum_{j \in I} Y_{ij} = 1; \forall_{ij} \in I \quad (2.4)$$

$$X_i, Y_{ij} \in \{0,1\}; \forall_{ij} \in I \quad (2.5)$$

โดยข้อมูลนำเข้า ได้แก่

I คือ เซตของตำแหน่งลูกค้า/ความต้องการ

h_i คือ ปริมาณสินค้าหรือบริการของลูกค้าตำแหน่งที่ i

P คือ จำนวนทั้งหมดของจุดให้บริการ

d_{ij} คือ ระยะทางระหว่างลูกค้าที่อยู่ตำแหน่งที่ i กับสถานที่ให้บริการที่อยู่ตำแหน่งที่ j

i คือ ตำแหน่งของลูกค้า

j คือ ตำแหน่งของสถานที่ให้บริการ

ตัวแปรตัดสินใจ ได้แก่

$$x_j = \begin{cases} 1, & \text{Build facilities at point } i \\ 0, & \text{else} \end{cases}$$

$$y_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{Assign point } i \text{ to point } j \\ 0, & \text{else} \end{cases}$$

ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (2.1) ต้องการระยะทางรวมขึ้นตำแหน่งลูกค้าและตำแหน่งสถานที่บริการ โดยข้อจำกัด (2.2) แสดงให้เห็นว่าสามารถเลือกได้เฉพาะตำแหน่งอำนวยความสะดวกของผู้สมัครจุดอำนวยความสะดวก p เท่านั้น ข้อจำกัด (2.3) แสดงให้เห็นถึงจุดความต้องการถูกอนุญาตให้กำหนดให้กับสถานที่ที่มีสิ่งอำนวยความสะดวกเท่านั้น ข้อจำกัด (2.4) ทำให้แน่ใจว่าตำแหน่งลูกค้าที่จุด i แต่ละจุดสามารถได้รับการให้บริการโดยจุดสิ่งอำนวยความสะดวกได้รับการแต่งตั้งเป็นสถานบริการที่ตำแหน่ง j ได้เพียงจุดเดียวเท่านั้น (Wang et al., 2023)

2. ปัญหาครอบคลุมความต้องการของลูกค้า (Covering Problem)

ปัญหาที่มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ลูกค้าสามารถเข้ารับบริการได้อย่างทั่วถึงด้วยระยะทางหรือระยะเวลาที่ยอมรับได้ เช่น โรงพยาบาล ศูนย์บริการ เป็นต้น โดยจุดบริการครอบคลุมความต้องการของลูกค้าก็ต่อเมื่อสถานที่ให้บริการอยู่ห่างจากลูกค้าในระยะทางที่กำหนด หรือลูกค้าสามารถเดินทางมายังจุดบริการด้วยระยะทางหรือเวลาที่กำหนด ปัญหานี้สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท (สิงห์เถื่อน, 2011) ได้แก่

2.1. ปัญหาครอบคลุมความต้องการของลูกค้าทุกคนด้วยต้นทุนน้อยที่สุด (Set Covering Problem) เป็นการเลือกตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ให้บริการโดยใช้จำนวนหรือต้นทุนน้อยที่สุดเพื่อสร้างสถานที่ให้บริการให้ครอบคลุมทุกกลุ่มลูกค้า

2.2. ปัญหาครอบคลุมความต้องการของลูกค้าให้ได้มากที่สุด (Maximal Covering Problem) เป็นการเลือกตำแหน่งสำหรับสถานที่ให้บริการจำนวน p แห่งเพื่อให้ครอบคลุมความต้องการของลูกค้าได้มากที่สุด

3. ปัญหาระยะทางไกลที่สุดน้อยที่สุด (Minimax Facility Location Problems)

การจำลองตำแหน่งที่เป็นไปได้สำหรับตำแหน่งให้บริการและตำแหน่งของลูกค้า ภายใต้เงื่อนไขของจำนวนรวมของจุดบริการทั้งหมด โดยกำหนดตำแหน่งที่จะสร้างจุดบริการและจัดสรรให้กับลูกค้า เพื่อลดผลรวมระยะห่างสูงสุดระหว่างตำแหน่งลูกค้าและตำแหน่งบริการที่จัดสรร มีรูปแบบทั่วไป ดังสมการที่ 2.6 - 2.11

$$\text{Minimize} \quad \sum_{j=1}^n d_{ij} X_{ij} \quad (2.6)$$

$$\text{Subject to} \quad \sum_{j=1}^n y_j = p \quad (2.7)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1, i = 1, \dots, n \quad (2.8)$$

$$x_{ij} \leq y_j, i = 1, \dots, n, j = 1, \dots, n \quad (2.9)$$

$$\sum_{j=1}^n d_{ij} x_{ij} \leq z, i = 1, \dots, n \quad (2.10)$$

$$x_{ij} \leq y_j \in \{0, 1\}, i = 1, \dots, n, j = 1, \dots, n \quad (2.11)$$

โดยข้อมูลนำเข้า ได้แก่

$i = 1, \dots, n$ คือ ตำแหน่งจุดของลูกค้าที่ต้องการ

$j = 1, \dots, n$ คือ ตำแหน่งของจุดให้บริการที่มีศักยภาพ

p คือ จำนวนจุดให้บริการที่สามารถตั้งได้

ตัวแปรตัดสินใจ ได้แก่

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{if } i \text{ is assigned to the facility } j \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$y_j = \begin{cases} 1, & \text{if and only if facility } j \text{ is open} \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (2.6) คือจำนวนระยะทางรวมของการเลือกสถานที่ i โดยให้ X_{ij} เป็นตัวแปรตัดสินใจที่บ่งบอกว่าสถานที่ i ถูกเลือกหรือไม่ โดยข้อจำกัดคือ สมการที่ (2.7) เป็นการตรวจสอบให้แน่ใจว่าจำนวนของตำแหน่งบริการที่เปิดรับอยู่คือ p โดยข้อจำกัด (2.8) เป็นการกำหนดจุดความต้องการแต่ละให้จุดบริการแห่งเดียวเท่านั้น สมการ (2.9) เป็นการรับประกันตำแหน่งจุดความต้องการทุกจุดให้มอบหมายเป็นจุดบริการ ข้อจำกัด (2.10) เป็นการกำหนดให้เป็นขอบเขตบนของระยะห่างระหว่างตำแหน่งลูกค้าและจุดบริการ ส่วนข้อจำกัด (2.11) ว่าด้วยตัวแปร x ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ y เป็นตัวแปรทวินาม (Binary Variables) กล่าวคือตัวแปร x และ y ต้องมีค่าเป็น 0 หรือ 1 เท่านั้น ดังจะเห็นได้โดยง่ายเมื่อ

$$z = \max_{i=1, \dots, n} \sum_{j=1}^n d_{ij} x_{ij} \quad (2.12)$$

โดยสมการที่ 2.12 ได้กำหนดค่า z ให้มีค่าเท่ากับค่าระยะทางที่สูงที่สุดของการเลือกสถานที่ i ซึ่งสอดคล้องกับการต้องการลดความเสี่ยงหรือความเสียหายในสถานการณ์ที่เลือกสถานที่ที่สามารถมีค่าความเสี่ยงมากที่สุดต่อการให้บริการลูกค้าทุกคนในกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด ดังนั้น ค่า z จะเป็นตัวบ่งชี้ความเสี่ยงหรือความเสียหายที่สูงที่สุดในสถานการณ์ที่สถานที่ที่ถูกเลือกและมีผลต่อการบริการลูกค้าทั้งหมดในกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด (Wang et al., 2023)

4. ปัญหาสถานที่ให้บริการที่ไม่พึงประสงค์ (Obnoxious Facility Location Problems)

ตำแหน่งที่ให้บริการที่กล่าวถึงในปัญหาข้างต้น นั้นเป็นสถานที่ให้บริการลักษณะทั่วไปคือ ลูกค้าอยู่ใกล้ตำแหน่งบริการเท่าไรยิ่งดี แต่ปัญหาในปัญหาในหัวข้อนี้เกิดขึ้นกรณีที่ตำแหน่งให้บริการไม่เป็นที่พึงประสงค์ให้มีที่ตั้งอยู่ใกล้กลุ่มลูกค้าหรือชุมชน เนื่องจากอาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพและสุขอนามัยของสถานที่ใกล้เคียง แต่ก็ยังเป็นตำแหน่งให้บริการที่สำคัญและไม่อยากให้อยู่ใกล้กลุ่มลูกค้า เนื่องจากเหตุผลด้านต้นทุนการขนส่ง เช่น โรงงานอุตสาหกรรม โรงงานกำจัดขยะ บ่อบำบัดน้ำเสีย เป็นต้น ปัญหาประเภทนี้มีฟังก์ชันวัตถุประสงค์ในการเลือกตำแหน่งที่ตั้งสถานที่ให้บริการคล้ายคลึงกับปัญหาประเภท 1-3 แต่มีฟังก์ชันวัตถุประสงค์ในทิศทางตรงกันข้าม (Daskin, 1983) ได้แก่

4.1 ปัญหาการเลือกตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ให้บริการเพื่อให้ระยะทางรวมระหว่างสถานที่ให้บริการกับลูกค้ามีค่ามากที่สุดแต่อยู่ภายในขอบเขตที่กำหนด (Maxisum Facility Location Problems)

4.2 ปัญหาการเลือกตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ให้บริการเพื่อให้มีลูกค้าอยู่ในพื้นที่รอบสถานที่ให้บริการน้อยที่สุด (Minimum Covering Problems)

4.3 ปัญหาการเลือกตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ให้บริการเพื่อให้ลูกค้าที่อยู่ใกล้ที่สุดมีระยะห่างจากสถานที่ให้บริการมากที่สุด (Maximin Facility Location Problem)

5. ปัญหาอื่น ๆ

ปัญหาที่ขยายออกมาจากปัญหาทั้ง 4 ประเภทข้างต้นที่มีความหลากหลายตามความต้องการเพิ่มเติมของปัญหา ยกตัวอย่างเช่น กรณีที่ตำแหน่งสถานที่ให้บริการที่พิจารณามีสินค้าหลากหลาย (Multicommodity) หรือกรณีที่มีการส่งมอบสินค้าหลายระดับ (Multi-level) เช่น อาจมีสินค้าบางส่วนถูกส่งมอบไปยังลูกค้า และบางส่วนอาจถูกส่งไปยังศูนย์กระจายสินค้าก่อนแล้วกระจายสินค้าจากศูนย์บริการนี้ เพื่อส่งสินค้าไปยังลูกค้าอีกครั้งหนึ่ง หรือในกรณีที่มีเป้าหมายในการกำหนดตำแหน่งที่ตั้งสถานที่ให้บริการมากกว่าหนึ่งแห่ง (Multi-objective) หรือปัญหาการเลือกตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ให้บริการเพื่อต้นทุนรวม เช่น ด้านการก่อสร้างดำเนินการและการขนส่งต่ำที่สุด (Fixed Charged Facility Location Problems) เป็นต้น (สิงห์เถื่อน, 2011)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์หรือมีเงื่อนไขการใช้งานอื่น ๆ ผู้ใช้สามารถเผยแพร่เอกสารนี้ได้อย่างอิสระโดยไม่ผิดกฎหมาย
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2. ปัญหาการเลือกตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ให้บริการแบบพลวัต (Dynamic Facility Location Problems)

ปัญหาการเลือกตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ให้บริการที่เหมาะสม (FLP) ที่กล่าวข้างต้นเป็นการตัดสินใจเลือกตำแหน่งที่ตั้งเหมาะสมเฉพาะเวลาใดเวลาหนึ่ง แต่ในความเป็นจริงปัญหาการเลือกตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ให้บริการที่เหมาะสม (FLP) เป็นการตัดสินใจที่ส่งผลในระยะยาว ซึ่งข้อมูลนำเข้าอาจมีการเปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลา เช่นความต้องการของลูกค้าที่เพิ่มขึ้นจากการเติบโตของเศรษฐกิจ ฤดูกาล ความนิยม ดังนั้น ปัญหาประเภทนี้จึงคำนึงถึงการเลือกตำแหน่งที่ตั้งให้สถานที่ให้บริการที่เหมาะสมในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง โดยในแต่ละขณะเวลาที่ตัดสินใจจะพิจารณาปัจจัยนำเข้าเป็นค่าที่ทราบค่าแน่นอนแต่ไม่คงที่เมื่อระยะเวลาเปลี่ยนไป ปัญหาส่วนมากในประเภทนี้จะนำปัญหาประเภท 2.1.1 มาขยายผลในช่วงระยะเวลาที่วางแผน วิธีการแก้ปัญหาประเภทนี้ในช่วงแรกจะใช้วิธีการหาค่าตอบที่เหมาะสมที่สุดของการแก้ปัญหาประเภท 2.1.1 และนำมาขยายผล โดยจะพิจารณาทีละจุดจนกว่าจะครบเวลาที่กำหนด แล้วนำตำแหน่งที่ตั้งที่ดีที่สุดของแต่ละจุดเวลามาพิจารณาเลือกตำแหน่งที่ดีที่สุดอีกครั้ง (Ballou R.H., 1968)

2.1.3. ปัญหาการเลือกตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ให้บริการแบบสโตแคสติก (Stochastic Facility Location Problems)

ปัญหาการเลือกตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ให้บริการที่เหมาะสม (FLP) ที่พิจารณาปัจจัยนำเข้าที่ไม่แน่นอนที่สามารถอธิบายได้ด้วยความน่าจะเป็น โดยมีทั้งปัญหาที่ถูกพัฒนาขึ้นจากปัญหาประเภท 2.1.1 และปัญหาที่ถูกพัฒนาขึ้นในรูปแบบที่แตกต่างออกไป เพื่อสอดคล้องกับสภาพที่แท้จริงของปัญหา (สิงห์เถื่อน, 2011) เช่น

1. ปัญหาระยะทางรวมน้อยที่สุดแบบสโตแคสติก (Stochastic P-median Problems) เป็นการปรับเปลี่ยนฟังก์ชันเป้าหมายจากระยะทางน้อยที่สุดเป็นค่าคาดคะเนของต้นทุนที่น้อยที่สุด หรือกำไรที่มากที่สุด ภายใต้การกระจายตัวของลูกค้าแบบสุ่ม หรือภายใต้สถานการณ์ (Scenario) หรือปัจจัยต่าง ๆ
2. ปัญหาต้นทุนรวมน้อยที่สุดแบบสโตแคสติก (Stochastic Fixed-charge Facility Location) เป็นปัญหาภายใต้ความไม่แน่นอนของความต้องการของลูกค้าต้นทุนการผลิตและราคาขาย
3. ปัญหาการเลือกตำแหน่งที่ตั้งเพื่อการแข่งขัน (Competitive Facility Location) เป็นปัญหาที่ต้องเลือกตำแหน่งสถานที่ให้บริการ โดยมีปัจจัยการแข่งขันการเลือกตำแหน่งที่ตั้งจากคู่แข่งทางการค้า เพื่อให้ได้ส่วนแบ่งทางการตลาดสูงสุด
4. ปัญหาของ Chan, Carter และ Burnes เป็นปัญหาที่พิจารณาความต้องการที่อยู่ในกระบวนการรอคอยการสั่งซื้อ เช่นความต้องการชิ้นส่วนการผลิตจากแหล่งที่ให้บริการเพื่อเติมเต็มระบบในการผลิตแบบทันเวลาพอดี (Just-In-Time)

2.1.4. ปัญหาการเลือกตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ให้บริการแบบโรบัสต์ (Robust Facility Location Problems)

ปัญหาการเลือกตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ให้บริการที่เหมาะสม (FLP) พิจารณาปัจจัยนำเข้าที่ไม่แน่นอน และไม่สามารถอธิบายได้ด้วยค่าความน่าจะเป็นดังหัวข้อ 2.1 โดยเป้าหมายของปัญหานี้ต้องการให้ผลของการตัดสินใจเป็นการตัดสินใจที่ดี แม้ค่าพารามิเตอร์จะเปลี่ยนไปตามความไม่แน่นอนต่าง ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีเหตุผลเชิงนโยบายและต้องอิงถึงเจ้าของกิจการทุกครั้งที่มีการนำแบบใช้

ไม่แน่นอนที่พิจารณา ตัววัดส่วนใหญ่ที่ใช้ในการกำหนดฟังก์ชันวัตถุประสงค์นั้นมักจะใช้อยู่สองตัววัดประกอบไปด้วย ค่าเสียโอกาสจากการตัดสินใจที่ผิดพลาด (Regret) และ ค่าใช้จ่าย โดยฟังก์ชันวัตถุประสงค์ของปัญหานี้จะอยู่ในรูปแบบที่ต้องการทำให้ค่าเสียโอกาสที่เกิดจากการตัดสินใจผิดพลาดหรือค่าใช้จ่ายที่มากที่สุดมีค่าน้อยที่สุด และมักจะเป็นการขยายผลจากปัญหาแบบ p-Median (Minimax Regret Median Location Problems) หรือ แบบ p-Center (Minimax Regret p-Center Location Problems) (Xu & Liu, 2008)

2.2 การคำนวณระยะทางระหว่าง 2 จุดบนพิกัดภูมิศาสตร์

2.2.1. ระบบพิกัดภูมิศาสตร์ (Geographic Coordinate System)

พิกัดภูมิศาสตร์ คือสิ่งที่ทำให้สามารถทราบถึงตำแหน่งสถานที่ต่าง ๆ บนผิวโลกโดยยึดตามหลักระบบพิกัดทรงกลม (Spherical Coordinate System) (เพชรสว่าง, 2015) โดยปัจจุบันพิกัดภูมิศาสตร์ ประกอบไปด้วยสองส่วน คือละติจูด และลองจิจูด ดังนี้

1. ละติจูด (Latitude)

ละติจูด (Latitude) เป็นเส้นสมมติที่วางตามแนวนอนของโลก และยังมีเส้นที่วางตัวตามแนวนอนของโลกตามระดับความสูงกว่าหรือต่ำกว่า ซึ่งเรียกว่า เส้นขนานเส้นละติจูด (Parallels of Latitude) ซึ่งเส้นขนานของเส้นละติจูดเหล่านี้จะเป็นเส้นที่วางขนานกับเส้นละติจูดที่อยู่บริเวณตรงกลางหรือเรียกว่าเส้น อีควเอเตอร์ (Equator)

ขั้วโลกเหนือ: 90 องศาเหนือ



เส้นอีควเอเตอร์
(0 องศา)

ขั้วโลกใต้: 90 องศาใต้

รูปที่ 2.1 ละติจูด (Latitude)

2. ลองจิจูด (Longitude)

เส้นลองจิจูด (Longitude) เป็นเส้นสมมติที่วางตามแนวตั้งของโลก หรือที่เรียกว่าเส้นเมริเดียน (Meridian)

เส้นกรีนวิช
(0 องศา)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 2.2 ลองจิจูด (Longitude)
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2. สูตรคำนวณเฮเวอร์ไซน์ (Haversine)

Haversine เป็นวิธีที่ใช้ในการคำนวณระยะทางจากสถานที่หนึ่งไปยังจุดปลายทาง สูตร Haversine จะทำการคำนวณระยะทางระหว่าง 2 จุดโดยขึ้นอยู่กับความยาวของเส้นตรงระหว่างจุดทั้งสองบนลองจิจูดและละติจูด โดย Haversine นิยมใช้ในปัญหาการคำนวณระยะทางเนื่องจากสามารถให้ระยะทางวงกว้างระหว่างจุดทั้งสองบนพื้นผิวของโลกได้โดยไม่คำนึงถึงความสูงของเนินเขาและความลึกของหุบเขาบนพื้นผิวของโลก (Azdy, 2020) มีรูปแบบทั่วไป ดังสมการที่ 2.13 และ 2.14

$$\Delta lat = latitude2 - latitude1 \quad (2.13)$$

$$\Delta long = longitude2 - longitude1 \quad (2.14)$$

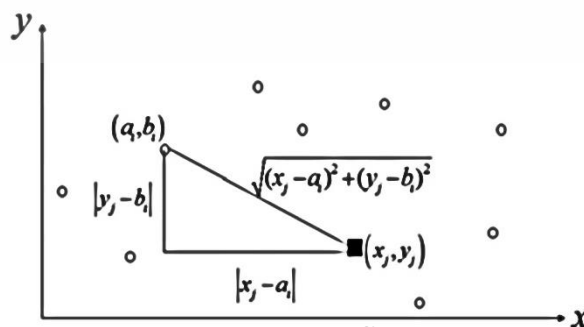
จากสมการทั้งสองข้างต้น จะสามารถคำนวณระยะทางระหว่างจุดสองจุดโดยใช้สูตรในสมการ (2.15)

$$distance = 2 \times R \times \arcsin \left(\sqrt{\sin^2 \left(\frac{\Delta lat}{2} \right) + \cos(latitude2) \times \cos(latitude1) \times \sin^2 \left(\frac{\Delta long}{2} \right)} \right) \quad (2.15)$$

จาก (2.15) เป็นสูตรที่ใช้ในการคำนวณระยะทางระหว่างจุดสองจุดบนผิวของโลกโดยมีความถูกต้องสูงและถูกนำมาใช้ในการคำนวณตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ในการนำทางและการทำแผนที่ โดยเฉพาะในการทำงานที่เกี่ยวข้องกับตำแหน่งที่ตั้งทางภูมิศาสตร์โดยที่ตัวแปร R รัศมีของโลก ซึ่งมีค่าเท่ากับ 6,371 กิโลเมตร

2.2.3. ปัญหาเวเบอร์ (Weber Problems)

หากพิจารณาดำเนินที่ตั้งเป็นพิกัดใด ๆ บนพื้นระนาบ ปัญหาเป็นที่รู้จักกันดีในชื่อ ปัญหาเวเบอร์ (Weber Problems) โดยระยะทางระหว่างสถานที่ให้บริการกับลูกค้า d_{ij} จะถูกพิจารณาเป็นฟังก์ชันของระยะทางระหว่างพิกัดบนระนาบซึ่งมีอยู่ 3 รูปแบบด้วยกัน (รูปที่ 2.1) คือ แบบเส้นตรง (Rectilinear) แบบยูคลิด (Euclidean) และ แบบยูคลิดยกกำลังสอง (Squared Euclidean) (Kuehn & Hamburger, 1963)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิใช้รูปที่ 2.3 ปัญหาเวเบอร์ (Weber Problems) สาระทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ระยะทางแบบยูคลิด (Euclidean)

ระยะทางแบบยูคลิด (Euclidean) เป็นการวัดระยะทางระหว่างจุดสองจุดในพื้นที่หรือปริภูมิของทฤษฎีจำนวน Euclidean มักถูกนำมาใช้ในการคำนวณสำหรับจุดสองจุด ในระนาบ ระยะทางแบบยูคลิดมีรูปแบบทั่วไป ดังสมการที่ 2.16

$$\sqrt{(x_j - a_i)^2 + (y_i - b_i)^2} \quad (2.16)$$

จาก (2.16) คือระยะทางระหว่างจุด P และ Q บนระนาบ และ (x_j, y_i) และ (a_i, b_i) คือพิกัดของจุด P และ Q ตามลำดับที่กำหนด โดยสามารถเขียนแทนด้วยสมการแบบคำนวณพิกัดของแต่ละจุด

2. ระยะทางแบบเส้นตรง (Rectilinear)

ระยะทางแบบเส้นตรง (Rectilinear) เป็นวิธีการวัดระยะทางระหว่างจุดสองในแนวแกน (axes) แนวตั้งฉาก (orthogonal) หรือแนวตรง (straight-line) ในลองจิจูดหรือมิติที่กำหนด โดยการใช้เส้นตรงที่เราสามารถวัดขึ้นได้บนแนวแกนแต่ละแกน ซึ่งไม่จำเป็นต้องเป็นเส้นตรงที่แนวแกนต้องมีทุกจุดที่ตัดกับเส้นตรงนั้น ๆ หรือทุกรูปทรงที่สามารถเขียนเป็นเส้นตรงตามแนวแกนได้ มีรูปแบบทั่วไป ดังสมการที่ 2.17

$$|x_i - a_i| + |y_i - b_i| \quad (2.17)$$

จาก (2.17) คือระยะทางระหว่างจุด P และ Q บนระนาบ และ (x_j, y_i) และ (a_i, b_i) คือพิกัดของจุด P และ Q ตามลำดับที่กำหนด โดยสมการนี้ใช้การคำนวณผลรวมของค่าส่วนกลับของความต่างของค่า x และ y ระหว่างจุดทั้งสอง นั่นคือการหาค่าส่วนบวกของค่าของ $|x_i - a_i|$ และ $|y_i - b_i|$ โดยไม่สนใจเครื่องหมายของความต่างดังกล่าว ดังนั้นเราใช้เครื่องหมายค่าสัมบูรณ์เพื่อให้ค่าที่ได้เป็นค่าบวกทั้งหมด

3. ระยะทางแบบยูคลิดยกกำลังสอง (Squared Euclidean)

ระยะทางแบบยูคลิดยกกำลังสอง (Squared Euclidean) คือการคำนวณระยะทางระหว่างจุดสองในลองจิจูด 2 มิติโดยใช้สูตร Euclidean distance และยกกำลังสองผลลัพธ์ทั้งหมด โดยทำให้ค่าที่ได้เป็นค่าจำนวนจริงบวกที่มีขนาดใหญ่กว่า Euclidean distance เดิม มีรูปแบบทั่วไป ดังสมการที่ 2.18

$$(x_i - a_i)^2 + (y_i - b_i)^2 \quad (2.18)$$

จาก (2.18) คือระยะทางระหว่างจุด P และ Q บนระนาบ และ (x_j, y_i) และ (a_i, b_i) คือพิกัดของจุด P และ Q ตามลำดับที่กำหนดโดยในสมการนี้เราไม่ใช้รากที่สองเพื่อคำนวณระยะทาง แต่เราใช้การยกกำลังสองโดยตรงในการหาค่าระยะทาง ซึ่งทำให้สมการนี้เรียกว่า "ไม่ว่ากร" "แบบยูคลิดยกกำลังสอง" หรือ "Squared Euclidean distance" ของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ภาษาโปรแกรมที่เกี่ยวข้อง

2.3.1. ภาษาไพธอน (Python Programming Language)

ภาษา Python เป็นภาษาโปรแกรมมิ่งระดับสูงของคอมพิวเตอร์ เป็นภาษาสคริปต์ และ เป็นภาษาโอเพนซอร์ซ นิยมใช้งานอย่างแพร่หลายในหลาย ๆ ด้าน ไม่ว่าจะเป็น ปัญญาประดิษฐ์ , เว็บ , วิทยาศาสตร์ข้อมูล เป็นต้น ปัจจุบัน ภาษา Python เป็นที่นิยมอย่างมากในการโปรแกรมมิ่ง เนื่องจากเป็นภาษาที่ง่ายต่อการเข้าใจ และ มีประสิทธิภาพความเร็วในการเขียนโค้ดเร็วที่สุด (Wannaphong, 2017) อีกอย่างหนึ่งภาษานี้เป็น OpenSource เหมือนอย่าง PHP ทำให้ทุกคนสามารถที่จะนำ Python มาพัฒนาโปรแกรมได้โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย และด้วยการเป็น Open Source ทำให้มีคนเข้ามาช่วยกันพัฒนาให้ Python มีความสามารถสูงขึ้น และใช้งานได้ครอบคลุมกับทุกลักษณะงาน

ประโยชน์ของ Python สำหรับการประมวลผลและการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ที่สามารถแบ่งเป็นหัวข้อได้ ดังนี้ (Kammari, 2023)

1. ระบบนิเวศที่สมบูรณ์ของไลบรารี : Python มีไลบรารีภูมิสารสนเทศที่หลากหลาย เช่น GDAL, Fiona, Shapely, GeoPandas, Pyproj และอีกมากมาย ไลบรารีเหล่านี้มีเครื่องมือสำหรับการอ่าน เขียน จัดการ และวิเคราะห์รูปแบบข้อมูลเชิงพื้นที่ เช่น Shapefiles, Raster Data และฐานข้อมูลภูมิศาสตร์

2. การรวม GeoPandas : GeoPandas เป็นไลบรารี Python ยอดนิยมนที่ขยายการทำงานของ Pandas เพื่อจัดการข้อมูลเชิงพื้นที่ ช่วยให้สามารถรวบรวมประเภทข้อมูลเรขาคณิตและการดำเนินการกับข้อมูลได้อย่างราบรื่น ทำให้สามารถจัดการและวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. ความสามารถในการแสดงผล : ไลบรารีการแสดงผลของ Python เช่น Matplotlib, Seaborn และ Plotly พร้อมด้วยไลบรารีเฉพาะเชิงพื้นที่ เช่น Folium และ Cartopy ช่วยให้ผู้ใช้สามารถสร้างแผนที่ พล็อต และกราฟแบบโต้ตอบเพื่อแสดงภาพรูปแบบและความสัมพันธ์ของข้อมูลเชิงพื้นที่

4. OpenSource และชุมชน : Python เป็น OpenSource และมีชุมชนนักพัฒนาจำนวนมากที่มีส่วนร่วมในระบบนิเวศเชิงพื้นที่อย่างต่อเนื่อง สิ่งนี้ทำให้นักพัฒนาสามารถอัปเดตเป็นประจำ การแก้ไขข้อบกพร่อง และคุณสมบัติใหม่ในไลบรารี ทำให้เครื่องมือมีความเกี่ยวข้องและอัปเดตอยู่เสมอ

5. ความเข้ากันได้ข้ามระบบปฏิบัติการ : Python ไม่ขึ้นอยู่กับแพลตฟอร์ม ทำให้เหมาะสำหรับระบบปฏิบัติการต่างๆ นักวิเคราะห์เชิงพื้นที่สามารถทำงานบนแพลตฟอร์มที่แตกต่างกันได้โดยไม่ต้องกังวลกับปัญหาความเข้ากันได้

6. การรวมเข้ากับเครื่องมืออื่น ๆ : ความยืดหยุ่นของ Python ช่วยให้สามารถรวมเข้ากับเครื่องมือวิทยาศาสตร์ข้อมูลและการเรียนรู้ของเครื่องอื่น ๆ ทำให้สามารถทำการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ขั้นสูงได้โดยใช้เทคนิคต่างๆ เช่น การจัดกลุ่ม การจำแนกประเภท การถดถอย และอื่นๆ

7. ง่ายต่อการเรียนรู้ : รูปแบบไวยากรณ์ที่ชัดเจนและอ่านง่ายของ Python ทำให้เป็นตัวเลือกที่ยอดเยี่ยมสำหรับผู้เริ่มต้นและโปรแกรมเมอร์ที่มีประสบการณ์ ผู้เชี่ยวชาญด้านภูมิ

สารสนเทศที่มีพื้นฐานการเขียนโปรแกรมที่แตกต่างกันสามารถเรียนรู้และเริ่มใช้ Python สำหรับงานของตนได้อย่างรวดเร็ว

ไม่ว่ากรณีใดๆ ก็ตาม ข้าพเจ้าขอแจ้งถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. ประสิทธิภาพการประมวลผลข้อมูล : ความสามารถในการประมวลผลหลายตัวและเรดดั้งเดิมของ Python รวมกับความสามารถในการใช้ไลบรารี C/C++ ผ่านการผูก Python ช่วยเพิ่มความเร็วและประสิทธิภาพของงานประมวลผลข้อมูล โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อต้องจัดการกับชุดข้อมูลขนาดใหญ่

9. การทำแผนที่เว็บและ API : ไลบรารี Python เช่น Flask และ Django สามารถใช้เพื่อสร้างแอปพลิเคชันเว็บที่แสดงแผนที่แบบโต้ตอบและอนุญาตให้ผู้ใช้โต้ตอบกับข้อมูลเชิงพื้นที่ นอกจากนี้ ไลบรารี เช่น Requests ยังช่วยให้สามารถผสมผสานร่วมกับบริการภูมิสารสนเทศและ API ออนไลน์ได้โดยง่าย

10. การศึกษาและการฝึกอบรม : Python มักจะเป็นภาษาทางเลือกในการแนะนำให้นักเรียนรู้จักแนวคิดการวิเคราะห์เชิงพื้นที่เนื่องจากมีช่วงการเรียนรู้ที่เข้าใจง่ายและเป็นที่ยอมรับ

11. การปรับแต่งและระบบอัตโนมัติ : Python ช่วยให้นักวิเคราะห์เชิงพื้นที่สามารถสร้างเวิร์กโฟลว์ที่กำหนดเองและทำให้งานซ้ำ ๆ เป็นแบบอัตโนมัติ สิ่งนี้จะเพิ่มผลผลิตและลดโอกาสที่จะเกิดข้อผิดพลาดในขั้นตอนการประมวลผลและการวิเคราะห์ข้อมูลที่ซับซ้อน

ไลบรารีที่จำเป็นสำหรับการประมวลผลและการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่

1. Geopandas เป็นไลบรารี Python ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายสำหรับการทำงานกับข้อมูลภูมิสารสนเทศ โดยให้การจัดการข้อมูลทางภูมิศาสตร์ที่ใช้งานง่ายใน Pandas DataFrames รองรับรูปแบบเช่น Shapefiles และ GeoJSON และนำเสนอการดำเนินการเชิงพื้นที่ เช่น การผสมผสาน การจัดกลุ่ม และการรวมเชิงพื้นที่ Geopandas ทำงานร่วมกับไลบรารียอดนิยมอย่าง Pandas, NumPy และ Matplotlib ได้อย่างราบรื่น สามารถจัดการชุดข้อมูลขนาดใหญ่ได้ โดยทั่วไปแล้วแพ็คเกจ Geopandas จะใช้สำหรับงานวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ รวมถึงการรวมเชิงพื้นที่ การสืบค้น และการดำเนินการเชิงพื้นที่ เช่น การวิเคราะห์บัพเฟออร์และการแยกส่วน Geopandas ต้องการแพ็คเกจที่แตกต่างกัน เช่น Shapely เพื่อจัดการการดำเนินการทางเรขาคณิต, Fiona เพื่อเข้าถึงไฟล์ และ matplotlib สำหรับการแสดงผล

2. Folium เป็นไลบรารี Python สำหรับสร้างแผนที่เชิงโต้ตอบพร้อม Markers, Pop-Ups, Choropleth และการแสดงภาพข้อมูลเชิงพื้นที่อื่นๆ สามารถทำงานร่วมกับไลบรารี Leaflet JavaScript และอนุญาตให้ส่งออกแผนที่เป็น HTML สามารถใช้ร่วมกับ Geopandas และ Cartopy และจัดการชุดข้อมูลขนาดใหญ่โดยใช้ Map Tiles Folium มีความโดดเด่นในด้านความเรียบง่าย ความสวยงาม และการบูรณาการกับไลบรารีภูมิสารสนเทศอื่นๆ อย่างไรก็ตาม สำหรับการวิเคราะห์และการจัดการภูมิสารสนเทศขั้นสูง Folium อาจมีข้อจำกัด

3. Pandas เป็น Library ยอดนิยมสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยภาษา Python โดยเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพและใช้งานง่ายสำหรับการจัดการข้อมูลในลักษณะตาราง (DataFrame) ซึ่งช่วยให้นักวิเคราะห์ข้อมูลสามารถทำงานได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากขึ้น

4. NumPy เป็นโมดูลส่วนเสริมของ Python ที่มีฟังก์ชันเกี่ยวกับคณิตศาสตร์และการคำนวณต่างๆ มาให้ใช้งาน โดยทั่วไปเกี่ยวกับการจัดข้อมูลชุด (Array) ขนาดใหญ่และเมทริกซ์

5. Matplotlib คือไลบรารีหนึ่งของภาษา Python สำหรับการ Visualize Data หรือก็คือการพล็อตข้อมูลออกมาเป็นรูป กราฟ ชาร์ตต่างๆ และสามารถใช้ร่วมกับ Numpy ที่เหมาะสมสำหรับการประมวลผลข้อมูลแบบตารางในปริมาณมากได้

2.3.2. ภาษา SQL (Structured Query Language)

Structured Query Language (SQL) เป็นภาษาโปรแกรมสำหรับจัดเก็บและประมวลผลข้อมูลในฐานข้อมูลแบบเชิงสัมพันธ์ ฐานข้อมูลแบบเชิงสัมพันธ์เก็บข้อมูลในรูปแบบตารางที่มีแถวและคอลัมน์ที่เป็นตัวแทนของหมวดข้อมูลที่แตกต่างกันและความสัมพันธ์ต่างๆ ระหว่างค่าข้อมูล สามารถใช้คำสั่ง SQL ในการจัดเก็บ ปรับปรุง ลบ ค้นหา และดึงข้อมูลจากฐานข้อมูล นอกจากนี้ยังสามารถใช้ SQL ในการรักษาและเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของฐานข้อมูล

ประโยชน์ของ SQL Server มีดังนี้

1. ต้องการความเชี่ยวชาญเพียงเล็กน้อย : ไม่จำเป็นต้องเป็นวิศวกรข้อมูลหรือผู้ดูแลระบบที่มีคุณสมบัติครบถ้วนเพื่อใช้งานฟังก์ชันพื้นฐานกับ SQL หากต้องการเรียกใช้และลบข้อมูลอย่างง่าย ไม่จำเป็นต้องเรียนรู้การเข้ารหัสและภาษาการเขียนโปรแกรมที่ยืดยาว แต่สามารถใช้ฟังก์ชันการจัดการข้อมูล เช่น แทรก ลบ เลือก และอัปเดตโดยการเขียนข้อความค้นหาง่ายๆ
2. ภาษามาตรฐาน : ข้อดีของ SQL คือเป็นภาษาสำหรับการพัฒนาแบบ OpenSource ที่มีชุมชนขนาดใหญ่ สามารถค้นหาเอกสารประกอบ บทแนะนำวิดีโอ และคำแนะนำในการแก้ปัญหามากมายเพื่อทำความเข้าใจกับลักษณะต่างๆ ของ SQL
3. จัดการข้อมูลขนาดใหญ่ : Big Data เป็นส่วนสำคัญของอุตสาหกรรมไอทีในปัจจุบัน ผู้คนมักมองหาวิธีการจัดการข้อมูลขนาดใหญ่ที่เชื่อถือได้และมีประสิทธิภาพ การใช้ SQL เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพและรวดเร็วในการประมวลผลชุดข้อมูลขนาดใหญ่ด้วยความแม่นยำสูงสุดเพื่อปกป้องความสมบูรณ์ของข้อมูล ทั้งบริษัทขนาดใหญ่และขนาดเล็กสามารถใช้ SQL เพื่อตอบสนองความต้องการในการจัดการข้อมูลของตนได้

2.4 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ทางสถิติ

2.4.1. สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistic)

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานในงานวิจัยเชิงปริมาณ โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดังนี้

1. ค่าร้อยละ (Percentage)

ร้อยละ หรือ เปอร์เซ็นต์ คือ การเปรียบเทียบจำนวนที่ต้องการหากับจำนวนทั้งหมด โดยกำหนดให้จำนวนทั้งหมดเป็น 100 หรือคือ การเปรียบเทียบของปริมาณใดปริมาณหนึ่งต่อหนึ่งร้อย ถ้าเขียนเป็นเศษส่วนก็คือเศษส่วนที่มีส่วนเป็น 100 เสมอ และใช้ตัวสัญลักษณ์ % หรือเรียกอีกอย่างว่า เปอร์เซ็นต์ ซึ่งใช้วิเคราะห์ตัวแปรประเภทมาตรนามบัญญัติ (Nominal Scale) หรือมาตราอันดับ (Ordinal Scale) มีสูตรคำนวณ ดังสมการที่ 2.19

$$\text{Percentage} = \frac{x}{n} \times 100 \quad (2.19)$$

โดย x คือ จำนวนข้อมูลหรือความถี่
 n คือ ขนาดของตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จาก (2.19) เป็นการใช้อัตราส่วนของส่วนที่ต้องการคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ต่อจำนวนทั้งหมดและคูณด้วย 100 เพื่อแปลงเป็นเปอร์เซ็นต์ที่แสดงในรูปของค่าร้อยละที่สามารถคำนวณได้

2. ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean)

ค่าเฉลี่ยเลขคณิต เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลในระดับอัตราภาค (Interval Scales) หรือ ระดับอัตราส่วน (Ratio Scales) ซึ่งข้อมูลเป็นเชิงปริมาณ คือ ข้อมูลใช้แทนขนาด หรือ ปริมาณ ซึ่งวัดออกมาเป็นค่าของตัวเลขโดยตรง เช่น อายุ ส่วนสูง น้ำหนัก คะแนน เป็นต้น มีสูตรคำนวณ ดังสมการที่ 2.20 และ 2.21

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (2.20)$$

หรือ
$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \quad (2.21)$$

โดย $\sum_{i=1}^n x_i$ คือ ผลรวมของข้อมูลจำนวน 1 ถึง n
 $\sum x$ คือ ผลรวมของข้อมูลทุกจำนวน
 n คือ ขนาดของตัวอย่าง

จาก (2.20) และ (2.21) คือการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของชุดข้อมูลได้โดยการหารผลรวมของข้อมูลทั้งหมดด้วยจำนวนข้อมูลทั้งหมดในชุดข้อมูล

3. ค่ามัธยฐาน (Median)

ค่ามัธยฐาน (Median) หมายถึง ค่าคะแนนที่เป็นตัวแทนกลุ่ม โดยใช้คะแนนของสมาชิกที่ได้จากการเรียงคะแนนเป็นลำดับที่ กลาง ของสมาชิกทั้งหมด โดยมีขั้นตอนการคำนวณค่ามัธยฐาน คือ เรียงคะแนนทั้งหมดจากน้อยไปมาก หรือมากไปน้อย (จิระโพ, 2021) โดยอาจหาได้จากการแจกแจงหรือใช้สูตรการหาลำดับที่กลางโดยสูตร โดยมีสูตรคำนวณ ดังนี้

$$\text{Median} = \frac{N+1}{2} \quad (2.22)$$

โดย N คือ จำนวนสมาชิกทั้งหมด

จากสมการที่ (2.22) ใช้สำหรับการคำนวณค่ามัธยฐานของชุดข้อมูล โดยการให้ตำแหน่งของข้อมูลในลำดับเมื่อเรียงลำดับ หากจำนวนข้อมูลเป็นเลขคู่ ค่ามัธยฐานจะเป็นค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่ตั้งตรงกลางระหว่างข้อมูลที่ตำแหน่ง $\frac{n}{2}$ และ $\frac{n}{2} + 1$ สำหรับข้อมูลเลขคี่ ค่ามัธยฐานจะเป็น

เอกสารนี้จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการเรียนการสอนวิชาสถิติเบื้องต้นของนักศึกษาปริญญาตรี สาขาวิชาสถิติ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ ไม่ว่าการใช้เอกสารนี้เป็นการนำข้อมูลและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เสีย การแจกแจงนี้มีความสัมพันธ์กับการแจกแจงแบบพอยส์สันและการแจกแจงแบบเกมมา โดยมีลักษณะที่เป็นแบบหายไปได้ หรือติดกับแกน x ที่ $x=0$ และมีค่าสูงสุดที่ไม่จำกัด

4. การแจกแจงแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลพาวเวอร์ (Exponential Power Distribution)

$$f(x; a, b) = \frac{a}{b} x^{a-1} \left(1 - \left(\frac{x}{b} \right)^a \right); x > 0 \quad (2.26)$$

โดย a คือ พารามิเตอร์ที่เป็นจำนวนจริงบวก

b คือ พารามิเตอร์ที่เป็นจำนวนจริงบวก

สมการที่ 2.26 เป็นการแจกแจงของตัวแปรสุ่มที่มีการกระจายแบบคล้ายกับการแจกแจงเอ็กซ์โพเนนเชียล แต่มีพารามิเตอร์เพิ่มเติมคือพารามิเตอร์พาวเวอร์ α ที่มีผลต่อรูปร่างของการแจกแจง ซึ่งเมื่อ $\alpha = 1$ จะได้รูปแบบการแจกแจงเอ็กซ์โพเนนเชียลปกติ ในขณะที่เมื่อ $\alpha > 1$ จะได้การแจกแจงที่เคลื่อนไหวไปทางขวาของการแจกแจงเอ็กซ์โพเนนเชียล และเมื่อ $\alpha < 1$ จะได้การแจกแจงที่เคลื่อนไหวไปทางซ้ายของการแจกแจงเอ็กซ์โพเนนเชียล

5. การแจกแจงแกมมา (Gamma Distribution)

$$f(x; k, \theta) = \frac{\beta^k}{\Gamma(k)} x^{k-1} e^{-\frac{x}{\theta}}; x > 0 \quad (2.27)$$

โดย k คือ พารามิเตอร์รูปร่าง (shape parameter)

θ คือ พารามิเตอร์ของมาตรา (scale parameter)

สมการที่ 2.27 แสดงถึงฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็น โดยการแจกแจงนี้มักถูกใช้ในการโมเดลข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเวลาหรือการเกิดเหตุ โดยเฉพาะในการโมเดลเวลาการเกิดเหตุที่มีการกระจายที่แตกต่างกัน การแจกแจงแกมมาสามารถเข้าใจได้ว่าเป็นการแจกแจงของเวลาที่เกิดเหตุในกระบวนการที่เกิดขึ้นตามอัตราที่เปลี่ยนไปตามเวลา โดยที่พารามิเตอร์ k และ θ จะมีผลต่อรูปแบบและการกระจายของข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

6. การแจกแจงลอจกอร์มัล (Log-Normal Distribution)

$$f(x; \mu, \sigma) = \frac{1}{x\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\ln x - \mu)^2}{2\sigma^2}}; x > 0 \quad (2.28)$$

โดย μ คือ พารามิเตอร์ที่เป็นจำนวนจริง

σ คือ พารามิเตอร์ที่เป็นจำนวนจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแจกแจงล็อกนอร์มัล ดังสมการที่ 2.28 มักถูกใช้ในการโมเดลข้อมูลที่มีการกระจายที่แตกต่างกันอย่างมากรายได้ของประชากรหรือข้อมูลการเติบโตของพืชและสัตว์ที่มีการกระจายที่แตกต่างกันในสภาพแวดล้อมต่างๆ

7. การแจกแจงปกติ (Normal Distribution)

$$f(x; \mu, \sigma) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}; x \quad (2.29)$$

โดย μ คือ ค่าคาดหวัง

σ คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

สมการที่ 2.29 บ่งบอกถึงความน่าจะเป็นที่ตัวแปรสุ่มจะมีค่า x โดยที่มีการแจกแจงแบบปกติ โดยมีค่าคาดหวัง μ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน σ เป็นผลลัพธ์ของการทดลองการแจกแจงปกตินี้มีลักษณะการกระจายที่เป็นทรงกรวยและมีค่าความน่าจะเป็นสูงสุดตรงกลางของกรวยและลดลงไปสู่ทั้งสองข้างของแกน x

8. การแจกแจงพาวเวอร์ลอว์ (Power Law Distribution)

$$f(x; a) = ax^{a-1}; x > 0 \quad (2.30)$$

โดย a คือ พารามิเตอร์ที่เป็นจำนวนจริง

การแจกแจงพาวเวอร์ลอว์ ดังสมการที่ 2.30 มักถูกใช้ในการโมเดลข้อมูลที่มีการกระจายที่มีค่าสูงมาก โดยเฉพาะในระบบที่มีการเชื่อมโยงที่แน่นหนาและโหนดบางโหนดมีความสำคัญมากกว่าโหนดอื่น ๆ อย่างเช่น ระบบเครือข่ายสังคมและเว็บเซิร์ฟเวอร์

9. การแจกแจงเรย์ลี (Rayleigh Distribution)

$$f(x; \sigma) = \frac{x}{\sigma^2} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}}; x > 0 \quad (2.31)$$

โดย σ คือ พารามิเตอร์ที่เป็นจำนวนจริงบวก

ฟังก์ชัน (2.31) นี้บ่งบอกถึงความน่าจะเป็นที่ตัวแปรสุ่มจะมีค่า x โดยที่มีการกระจายแบบเรย์ลี โดยมีพารามิเตอร์ σ เป็นผลลัพธ์ของการทดลอง โดยการแจกแจงนี้มีลักษณะเป็นกรวยและมีค่าความน่าจะเป็นสูงสุดที่เริ่มต้นที่ 0 และลดลงไปตามค่าของตัวแปร x ที่เพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. การแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม (Uniform Distribution)

$$f(x;a,b) = \frac{1}{b-a}; a \leq x \leq b \quad (2.32)$$

โดย a คือ ขอบเขตล่างของการแจกแจงตามลำดับ

b คือ ขอบเขตบนของการแจกแจงตามลำดับ

ฟังก์ชัน (2.32) นี้บ่งบอกถึงความน่าจะเป็นที่ตัวแปรสุ่มจะมีค่า x โดยที่มีการแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม ซึ่งค่าความน่าจะเป็นเท่ากับ 1 หารระยะห่างระหว่างขอบเขต b และ a ของช่วงที่กำหนด ในกรณีที่ x อยู่ในช่วงระหว่าง a และ b และมีค่าเท่ากับ 0 ในกรณีอื่น ๆ ฟังก์ชันนี้ใช้ในการแสดงความสัมพันธ์ของการกระจายที่ทุกระยะห่างในช่วงที่กำหนดล้วนมีความน่าจะเป็นเท่ากัน

2.4.3. การเลือกการแจกแจงที่เหมาะสม

การทดสอบคอลโมโกรอฟ-สมิร์นอฟ ถูกนำมาใช้ในการเลือกการแจกแจงความน่าจะเป็นที่เหมาะสมสำหรับเวลาการเดินทาง เวลาการปิดงานของพนักงานเคลม และการเรียกใช้บริการเคลมของลูกค้าแต่ละคนที่ต่อเนื่องกัน

1. คอลโมโกรอฟ-สมิร์นอฟ (Kolmogorov-Smirnov)

$$D = \max \left(\max_{1 \leq i \leq n} \left[\frac{i}{n} - F(X_{(i)}) \right], \max_{1 \leq i \leq n} \left[F(X_{(i)}) - \frac{i-1}{n} \right] \right) \quad (2.33)$$

โดย $F(X_{(i)})$ คือ ขอบเขตล่างของการแจกแจงตามลำดับฟังก์ชันการแจกแจงสะสมของข้อมูลที่ตรวจสอบที่ประเมินที่ $(X_{(i)})$ ซึ่งเป็นค่าตัวอย่างที่ i ในข้อมูลที่ตรวจสอบ

n คือ ขนาดของข้อมูลที่ตรวจสอบ

\max คือ คือการเลือกค่าสูงสุด

จาก (2.33) เป็นรูปแบบการคำนวณของ คอลโมโกรอฟ-สมิร์นอฟ (Kolmogorov-Smirnov) โดยหลังจากคำนวณค่า D จะต้องเปรียบเทียบกับค่าวิกฤติที่คำนวณได้จากการทดสอบในกรณีของสมมติฐานทางเดียว สามารถใช้ตารางของ Kolmogorov-Smirnov สำหรับการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ α และขนาดของข้อมูล n ในการตัดสินใจว่าค่า D มากกว่าหรือเท่ากับค่าวิกฤติหรือไม่ (Siegel, & Castellan, 1988)

ในกรณีของสมมติฐานสองทาง สามารถคำนวณค่า p-value ได้โดยใช้สูตรดังสมการที่ 2.34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ $p\text{-value} = 1 - 2 \sum_{i=1}^{\infty} \left(\frac{-1}{2}\right)^{i-1} \exp(-2i^2 D^2)$ ให้นำไปใช้ประโยชน์ได้ (2.34) ถ้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จาก (2.34) p-value จะเป็นค่าความน่าจะเป็นที่ค่าสถิติ D ที่ได้จะมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับค่าที่คาดหวัง (Expected Value) หรือค่าที่ได้จากการจำลอง (Critical Value) ในกรณีที่เรต้องการทดสอบว่าข้อมูลมีการแจกแจงเป็นแบบที่เราตั้งคำถามหรือไม่ หรือทดสอบว่าค่า p-value มีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่เราตั้งไว้หรือไม่

2. ผลรวมกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (Sum Squared Error : SSE)

ค่าผลรวมของความคลาดเคลื่อนกำลังสองซึ่งเป็นวิธีการวัดความแตกต่างระหว่างค่าที่คำนวณได้และค่าที่เป็นจริง ซึ่งมักใช้ในการประเมินความถูกต้องของแบบจำลองหรือการทำนาย โดยใช้ค่าผลรวมของความคลาดเคลื่อนกำลังสองมีรูปแบบทั่วไป ดังสมการที่ 2.35

$$SSE = \sum_{i=1}^n (y_{true,i} - y_{pred,i})^2 \quad (2.35)$$

โดย $y_{true,i}$ คือ ค่าที่เป็นจริงของข้อมูลที่ i

$y_{pred,i}$ คือ ค่าที่คำนวณหรือทำนายได้ของข้อมูลที่ i

n คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมดในชุดข้อมูล

จาก (2.35) แสดงถึงการคำนวณค่า SSE ทำได้โดยการหาผลต่างระหว่างค่าที่เป็นความจริงกับค่าที่ทำนายได้จากโมเดลสำหรับแต่ละข้อมูล ยกกำลังสองและบวกกันทั้งหมด เพื่อให้ได้ค่าที่บ่งบอกถึงความคลาดเคลื่อนรวมของโมเดลที่ได้มา

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปัจจุบัน การวางแผนที่เป็นสิ่งสำคัญในธุรกิจและอุตสาหกรรมต่างๆ เพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและเพื่อลดค่าใช้จ่าย การใช้เครื่องมือและเทคโนโลยีทางคณิตศาสตร์เข้ามามีบทบาทสำคัญในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในด้านนี้ โดยในหัวข้อ 2.5 จะทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางโลจิสติกส์และการวางแผนที่ใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์หลากหลาย เช่น p-median, Haversine และ heuristic ซึ่งเป็นเครื่องมือที่นิยมใช้ในการแก้ปัญหาในงานด้านนี้

Wang et al. (2023) ได้ศึกษาปัญหาการวางแผนเส้นทางของตำแหน่ง (LRP) ซึ่งมีการใช้งานมากในการเลือกสถานที่ฉุกเฉินทางการแพทย์ โดยใช้วิธีการแก้ปัญหาแบบสองขั้นตอนที่ใช้การเรียนรู้แบบลึกซึ่งมีประสิทธิภาพในการจัดการกับปัญหาการตัดสินใจตามลำดับที่ซับซ้อน การวิเคราะห์และทดลองแสดงให้เห็นถึงความสามารถของวิธีนี้ในการแก้ปัญหาการเส้นทางตำแหน่ง ผลลัพธ์ที่ได้มีศักยภาพในการให้การสนับสนุนในสถานการณ์ฉุกเฉินและเหตุการณ์ภัยพิบัติ ซึ่งสามารถช่วยให้ผู้ตัดสินใจทำเลือกสถานที่และวางแผนเส้นทางอย่างมีประสิทธิภาพ เมื่อนำไปใช้ในด้านอื่น ๆ มีศักยภาพในการยกระดับการพัฒนาและการเรียนรู้แบบลึกในการแก้ปัญหาการปรับปรุงพื้นที่

Azdy (2020) ได้ใช้สูตร Haversine เพื่อหาระยะทางระหว่างตำแหน่งของคนขับรถและที่พักชั่วคราว โดยการจัดการกับปัญหาของการจำนวนขยะมูลฝอย สามารถทำได้โดยกำหนดตำแหน่งของที่พักชั่วคราวเพื่อลดความสูญเสียของเวลาและทรัพยากรทั้งการเดินทางและค่าใช้จ่าย โดยผลลัพธ์ที่ได้

เอกสารนี้เป็นรายการระยะทางที่เรียงลำดับจากน้อยไปมาก การศึกษานี้คาดหวังว่าจะช่วยลดค่าใช้จ่ายและเวลาไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการเข้าชมทุกที่จุดที่พักรั่วครวและสามารถนำส่งขยะไปยังสถานที่แปรรูปขยะได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

สิงห์เถื่อน (2011) ได้ทำการศึกษาปัญหาการกำหนดที่ตั้งสถานที่บริการ พบว่าปัญหา Facility Location Problem (FLP) มีการนำมาประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลายในหลากหลายรูปแบบ และมีวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย นอกจากนี้ FLP ยังถูกนำไปเชื่อมโยงใช้กับปัญหาการจัดการอื่น ๆ ที่มีผลมาจากการเลือกตำแหน่งที่ตั้ง ซึ่งมีการมองการตัดสินใจเชิงระบบมากขึ้น การนำ FLP มาประยุกต์ใช้นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้การตัดสินใจที่เกี่ยวข้องมีผลส่งเสริมการอยู่รอดขององค์กรในระยะยาวทั่วทั้งเครือข่ายองค์กร

Gwalani et al. (2021) งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาปัญหาการกำหนดที่ตั้งสถานที่บริการ (FLP) ซึ่งเกี่ยวกับการระบุตำแหน่งของสถานที่บริการไปยังจุดหมายปลายทาง โดยมีวัตถุประสงค์หลักในการลดระยะทางเฉลี่ยระหว่างจุดหมายปลายทางและสถานที่บริการ งานวิจัยนี้สนใจที่สองสิ่งคือการประเมินความสามารถของอัลกอริทึมของจุดบริการไปยังจุดหมายปลายทางและการตรวจสอบผลกระทบของการกระจายของตำแหน่งจุดหมายปลายทางและสถานที่บริการจากประสิทธิภาพของอัลกอริทึมเหล่านี้ ผลลัพธ์ที่ได้มีประโยชน์ในการเลือกตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับคลินิกในการจัดเตรียมทรัพยากรในสถานการณ์ฉุกเฉิน อัลกอริทึมสถานที่ให้บริการได้แสดงให้เห็นถึงคุณภาพดีโดยคำนึงถึงเวลาดำเนินการและค่าฟังก์ชันต้นทุน มีความเสถียรสูงกว่าสำหรับการกระจายแบบคลัสเตอร์ นอกจากนี้ยังมีการวิเคราะห์เชิงลึกในการตรวจสอบผลกระทบของตำแหน่งจุดหมายปลายทางและจุดที่มาที่กระจายที่ทำให้งานวิจัยนี้มีความสำคัญในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจที่เกี่ยวข้องกับตำแหน่งที่ตั้งแหล่งที่มาและจุดหมายปลายทางในทางเศรษฐศาสตร์และการวางแผนทรัพยากร

ชัยเจริญวุฒิ และคณะ (2020) ได้ศึกษาการประยุกต์ใช้ข้อมูลจากสื่อสังคมออนไลน์และข้อมูลเชิงพื้นที่และเวลาเพื่อประเมินความหนาแน่นของบริการแพทย์ฉุกเฉินในพื้นที่ต่าง ๆ ผลลัพธ์ที่ได้นำเสนอผล Heatmap Visualization และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการตัดสินใจที่จะจัดสรรจุดจอดรถพยาบาลเฉพาะกิจในกรุงเทพมหานคร การลดจำนวนจุดจอดรถที่มีเกินความจำเป็นถูกนำเสนอเพื่อเพิ่มความครอบคลุมของบริการแพทย์ฉุกเฉิน และผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าวิธีการนี้สามารถลดจำนวนจุดจอดรถฉุกเฉินที่มีเกินความจำเป็นลง 20% และเพิ่มความครอบคลุมพื้นที่ที่รับบริการเพิ่มขึ้น 2.72 เท่า ตลอดจนเพิ่มความครอบคลุมการเรียกใช้บริการเพิ่มขึ้น 1% ทั้งนี้การศึกษานี้นำเสนอวิธีการที่มีนัยสำคัญในการจัดการจุดจอดรถพยาบาลเฉพาะกิจเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและความครอบคลุมของบริการในสถานการณ์ฉุกเฉินทางการแพทย์

Carling et al. (2012) ได้ใช้โมเดล p-median เพื่อระบุตำแหน่ง P ศูนย์บริการเพื่อให้บริการประชากรที่กระจายอย่างกว้างขวางทางภูมิศาสตร์ โดยตัวเรขาคณิตสำคัญของโมเดลนี้คือการวัดระยะห่างระหว่างศูนย์บริการกับจุดที่ต้องการใช้บริการ กล่าวคือ ตำแหน่งของประชากร (ลูกค้า นักเรียน ผู้ป่วย เป็นต้น) ซึ่งใช้ระยะทางยูคลิเดียน อย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยพบว่าตำแหน่งของโรงพยาบาลหลายแห่งในภูมิภาคชนบทของสวีเดนที่มีประชากรที่กระจายไม่เป็นสมมาตร มีความไวต่อวิธีการวัดระยะทาง และมีความไวต่อการรวมรวมตำแหน่งที่ต้องการใช้บริการบางจุด ในงานวิจัยนี้ได้กำหนดข้อจำกัดสามข้อเพื่อลดความซับซ้อนของปัญหา ทำให้ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ที่เหมาะสมสามารถประเมินได้ง่ายโดยการจำลองมอนติคาร์โลผ่านการจำลองโดยสุ่มข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของโครงการวิจัยนี้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการศึกษาของ Harahap, R. F., & Sawaluddin. (2023) เกี่ยวกับปัญหาการจัดส่งพาหนะ (Vehicle Routing Problem - VRP) ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการบริหารจัดการด้านโลจิสติกส์ VRP เป็นส่วนหนึ่งของการออกแบบเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดที่ใช้โดยจำนวนของพาหนะที่วางที่ศูนย์จุดส่งสินค้าเพื่อให้บริการลูกค้าจำนวนหนึ่งที่ส่งค่าขอ ในการแก้ปัญหา VRP ใช้วิธีการแอสทอร์ทิคเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่เหมาะสมที่สุด วิธีการ Nearest Neighbor เป็นวิธีการเฉพาะที่ใช้เพื่อหาผลลัพธ์ที่เหมาะสมที่สุด โดยเริ่มต้นจากจุดเริ่มต้นแล้วหาจุดที่ใกล้ที่สุด ในงานวิจัยนี้ วิธีการ Nearest Neighbor สามารถประหยัดระยะทางได้ถึง 13.14% และลดค่าใช้จ่ายได้ถึง 13.17% ซึ่งเป็นผลลัพธ์ที่น่าสนใจและมีประโยชน์ในการบริหารจัดการด้านโลจิสติกส์และการจัดส่งสินค้าในธุรกิจโดยรวม

โดยจากการวิจัยในหลากหลายสาขาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้รับการนำเสนอผ่านการใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์เพื่อคำนวณและปรับปรุงวิธีการในการแก้ไขปัญหาที่มีความซับซ้อน ในบทความนี้ จะศึกษาการนำเสนอข้อมูลในงานวิจัยที่ใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์เพื่อแก้ไขปัญหาที่ตั้งของจุดบริการของพนักงานเคลมบริษัท เริ่มต้นจากการคำนวณระยะทางระหว่างตำแหน่งโดยใช้สูตร Haversine ในการจัดการกับปัญหาการคำนวณระยะทางโดย Azdy (2020) ทำการคำนวณระยะทางเป็นปัจจัยสำคัญในการวางแผนเส้นทางของรถขนส่ง การใช้สูตร Haversine ช่วยให้เกิดการประมาณระยะทางอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งส่งผลให้มีการจัดการทรัพยากรและเวลาการเดินทางที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น การคำนวณจุดบริการด้วย p-median จาก Carling et al. (2012) ได้ถูกนำมาใช้ในการระบุตำแหน่งที่เหมาะสมของศูนย์บริการเพื่อให้บริการประชากรที่กระจายอย่างกว้างขวางทางภูมิศาสตร์ วิธีการนี้เป็นการวิเคราะห์ที่เชื่อถือได้ในการวางแผนที่ตั้งสถานที่บริการในพื้นที่ที่มีการกระจายของประชากรที่ไม่สมมาตร ในแนวทางที่แตกต่างกัน พบการใช้วิธีการแบบลึกในงานของ Wang et al. (2023) ที่ใช้วิธีการแก้ปัญหาแบบสองขั้นตอนที่ใช้การเรียนรู้แบบลึก ในการวางแผนเส้นทางของตำแหน่ง (LRP) เพื่อจัดการกับปัญหาที่มีความซับซ้อน ซึ่งมีการทดสอบและพิสูจน์ความสามารถของวิธีการนี้ในการแก้ปัญหา LRP

ไม่ว่าจะเป็นการคำนวณระยะทาง การวางแผนที่ตั้งสถานที่บริการ หรือการแก้ไขปัญหาที่ซับซ้อน การใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์เป็นส่วนสำคัญที่ช่วยให้ผู้วิจัยและผู้ดำเนินงานสามารถวิเคราะห์และปรับปรุงวิธีการของพวกเขาได้อย่างมีประสิทธิภาพและเป็นระบบ

บทที่ 3

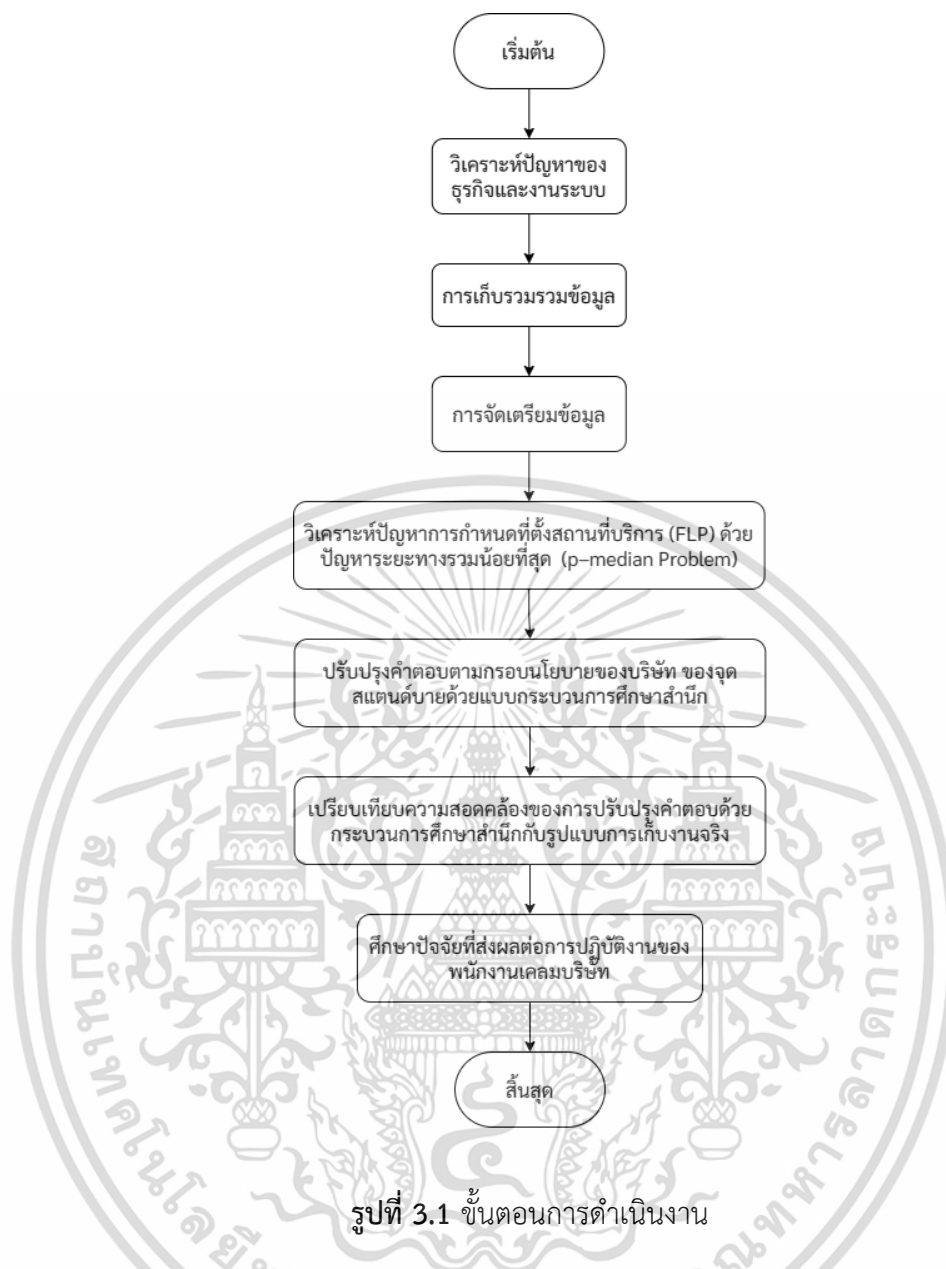
วิธีการดำเนินงานวิจัย

การศึกษา “การวิเคราะห์ที่ตั้งจุดให้บริการเคลมประกันรถยนต์ที่เหมาะสมของบริษัทประกันภัยแห่งหนึ่งในประเทศไทย” ผู้วิจัยได้ทำการนำชุดข้อมูลจากฐานข้อมูลของบริษัทมาวิเคราะห์ปัญหาการกำหนดที่ตั้งสถานที่บริการเพื่อหาตำแหน่งที่เหมาะสมของพนักงานเคลมบริษัท และทำการทดสอบประสิทธิภาพของจุดสแตนด์บายสำหรับจุดสแตนด์บายที่ถูกคำนวณด้วยปัญหาการกำหนดที่ตั้งสถานที่บริการกับจุดสแตนด์บายจุดเดิม โดยรายละเอียดการดำเนินงานวิจัยสามารถแบ่งออกเป็นหัวข้อ ดังนี้

3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

รูปที่ 3.1 แสดงให้เห็นถึงขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยโดยเริ่มจากการนำชุดข้อมูลจากฐานข้อมูลบริษัทมาพิจารณาและคัดเลือกตัวแปรที่สนใจและจำเป็นในการจำเป็นต่อการวิเคราะห์ที่ตั้งของจุดให้บริการเคลมประกันรถยนต์ ต่อมาทำการการจัดเตรียมข้อมูล โดยนำข้อมูลที่ไม่จำเป็นออก ทั้งนี้ได้ทำการคัดเลือกเฉพาะข้อมูลที่เกิดเหตุในจังหวัดกรุงเทพมหานครฯ และปริมณฑล ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2563 ถึงวันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ. 2563 หลังจากนั้นทำการวิเคราะห์จุดสแตนด์บายของพนักงานเคลมด้วยปัญหาการกำหนดที่ตั้งสถานที่บริการเพื่อหาตำแหน่งที่เหมาะสมของพนักงานเคลม ขั้นตอนต่อไปเป็นการวิเคราะห์จุดสแตนด์บายด้วยกระบวนการศึกษาสำนึกเพื่อปรับปรุงคำตอบตามกรอบนโยบายสำหรับจุดสแตนด์บายที่ถูกคำนวณด้วยปัญหาการกำหนดที่ตั้งสถานที่บริการกับจุดสแตนด์บายจุดเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



3.2. เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

3.2.1. ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการวิจัย (Software)

1. โปรแกรม Microsoft SQL Server Management Studio 19 เป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับเก็บรวบรวมข้อมูลพิกัดตำแหน่งสถานที่เกิดเหตุ ระยะเวลาการทำงาน และรหัสพนักงานสำหรับข้อมูลที่ต้องการศึกษา
2. โปรแกรม Visual Studio Code 1.85.1 เป็นโปรแกรมที่ใช้เขียนชุดคำสั่งสำหรับการจัดเตรียมและวิเคราะห์ข้อมูล
3. โปรแกรม Microsoft Excel 2019 เป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับการสรุปผลและวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ภาษาไพธอน (Python) เป็นภาษาโปรแกรมมิ่งระดับสูงของคอมพิวเตอร์ เป็นภาษาสคริปต์ และ เป็นภาษาโอเพนซอร์ซ นิยมใช้งานอย่างแพร่หลายในหลาย ๆ ด้าน ไม่ว่าจะเป็น ปัญญาประดิษฐ์ เว็บ หรือวิทยาศาสตร์ข้อมูล เป็นต้น

3.2.2. ฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในการวิจัย (Hardware)

หน่วยประมวลผล AMD Ryzen 5 4500U with Radeon Graphics 2.38 GHz
หน่วยความจำ 8.00 GB

3.2.3. ไลบรารี (Library) ที่ใช้ในงานวิจัย

ชื่อไลบรารี	คำอธิบาย
geopandas	เป็นไลบรารีสำหรับการทำงานกับข้อมูลเชิงพื้นที่ (Geospatial Data) โดยใช้ pandas เป็นพื้นฐาน มีฟังก์ชันสำหรับการจัดการและวิเคราะห์ข้อมูลที่มีพิกัดภูมิศาสตร์ เช่น การทำการรวมข้อมูล การพล็อตแผนที่ การคำนวณพื้นที่ การทำเชิงสถิติเบื้องต้น เป็นต้น
pandas	เป็นไลบรารีสำหรับการจัดการข้อมูลที่มีโครงสร้าง (Structured Data) โดยมีโครงสร้างข้อมูลแบบ DataFrame ที่ใช้งานได้สะดวกและมีประสิทธิภาพ มักถูกใช้ในการโหลด จัดระเบียบ และวิเคราะห์ข้อมูลตาราง
pulp	เป็นไลบรารีสำหรับการแก้ปัญหาคำนวณทางคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะในการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการจัดสรรทรัพยากรหรือการวางแผนทางธุรกิจ
numpy	เป็นไลบรารีสำหรับการทำงานกับข้อมูลแบบตารางหรือแบบเมทริกซ์ที่มีมิติหลายตัวแปร มักถูกใช้ในการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการประมวลผลภาพ การประมวลผลสัญญาณ หรือการคำนวณทางคณิตศาสตร์
haversine	เป็นไลบรารีที่ใช้ในการคำนวณระยะทางระหว่างจุดที่มีพิกัดภูมิศาสตร์ (Latitude, Longitude) โดยใช้สูตร Haversine เป็นพื้นฐาน เป็นไลบรารีที่มักถูกใช้ในงานที่เกี่ยวข้องกับการค้นหาเส้นทาง การวางแผนการเดินทางหรือการวิเคราะห์ข้อมูลทางภูมิศาสตร์
matplotlib	เป็นไลบรารีสำหรับการพล็อตแผนภูมิและกราฟต่าง ๆ ที่มีความหลากหลาย ใช้งานได้กับข้อมูลที่มีลักษณะต่าง ๆ และมักถูกใช้ในการแสดงผลข้อมูลในงานที่ต้องการการสื่อสารผลลัพธ์อย่างชัดเจน
os	เป็นไลบรารีสำหรับการจัดการระบบไฟล์และการทำงานระดับเครื่อง (Operating System) มักถูกใช้ในงานที่ต้องการการเข้าถึงหรือการจัดการไฟล์ต่าง ๆ ในระบบคอมพิวเตอร์
seaborn	เป็นไลบรารีสำหรับการพล็อตแผนภูมิสถิติที่มีการทำงานร่วมกับ matplotlib มักถูกใช้ในการพล็อตข้อมูลที่มีลักษณะเชิงสถิติหรือการทำนายในงานวิจัยทางสถิติ
folium	เป็นไลบรารีสำหรับการสร้างแผนที่แบบอินเทอร์แอคทีฟ (Interactive Maps) โดยใช้ภาษา Python มักถูกใช้ในการแสดงผลข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ในงานวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับ
ไม่ควรถูกเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
จากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อไลบรารี	คำอธิบาย
shapely	เป็นไลบรารีสำหรับการทำงานกับวัตถุทางภูมิศาสตร์เชิงเรขาคณิต เช่น จุด เส้น หรือรูปร่างทางภูมิศาสตร์ มักถูกใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่หรือการจัดการกับข้อมูลภูมิศาสตร์
math	เป็นไลบรารีพื้นฐานสำหรับการทำงานกับคณิตศาสตร์แบบพื้นฐาน เช่น การคำนวณค่าความถี่, การคำนวณค่าทางสถิติ, หรือการคำนวณค่าความแม่นยำที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์

3.3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ปัญหาการกำหนดที่ตั้งสถานที่บริการ โดยเก็บรวบรวมจากฐานข้อมูลของบริษัทประกันภัย ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2563 ถึงวันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ. 2563 ประกอบไปด้วยจำนวนข้อมูลทั้งหมด 302,995 รายการ โดยข้อมูลประกอบไปด้วย เลขรับแจ้งการเกิดเหตุ (AccCallNo) วันเวลารับแจ้งการเกิดเหตุ (StatusDateTime) สถานะพนักงาน (StatusId) รหัสพนักงาน (StaffId) ละติจูดพนักงาน (GPSLAT) ลองจิจูดพนักงาน (GPSLON) ประเภทการกวดพิกัด (GPSType) ตัวอย่างข้อมูลแสดงดัง รูปที่ 3.2

	AccCallNo	StatusDateTime	StatusId	StaffId	GPSLAT	GPSLON	GPSType
1	XXXXXXXXXX	1/1/2023 0:01	1	XXXX	13.7719	100.6701	XXXX
2	XXXXXXXXXX	1/1/2023 0:21	2	XXXX	16.4379	102.7896	XXXX
3	XXXXXXXXXX	1/1/2023 0:37	1	XXXX	13.6798	100.4661	XXXX
4	XXXXXXXXXX	1/1/2023 0:44	1	XXXX	13.81708	100.7142	XXXX
...
302,992	XXXXXXXXXX	31/12/2023 23:25	2	XXXX	13.7726	100.6571	XXXX
302,993	XXXXXXXXXX	31/12/2023 23:33	1	XXXX	14.7749	103.3017	XXXX
302,994	XXXXXXXXXX	31/12/2023 23:51	2	XXXX	13.7285	101.4523	XXXX
302,995	XXXXXXXXXX	31/12/2023 23:52	1	XXXX	14.0491	99.5084	XXXX

รูปที่ 3.2 ตัวอย่างชุดข้อมูล

จากรูปที่ 3.2 เป็นตัวอย่างการเก็บชุดข้อมูลการรับแจ้งการเกิดเหตุของบริษัท โดยจะประกอบไปด้วย เลขรับแจ้งการเกิดเหตุ (AccCallNo) วันเวลารับแจ้งการเกิดเหตุ (StatusDateTime) สถานะพนักงาน (StatusId) รหัสพนักงาน (StaffId) ละติจูดพนักงาน (GPSLAT) ลองจิจูดพนักงาน (GPSLON) ประเภทการกวดพิกัด (GPSType)

3.3.1. ศึกษาและทำความเข้าใจข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาข้อมูลของบริษัทประกันภัยจากฐานข้อมูลบริษัท และทำการวิเคราะห์ ตัวแปรที่ควรนำมาใช้สำหรับปัญหาการกำหนดที่ตั้งสถานที่บริการ โดยผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากเอกสารนี้เป็นเอกสารทูลงานไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาติให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ฐานข้อมูลบริษัท มีรายละเอียด แสดงดังตารางที่ 3.1
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 รายละเอียดของข้อมูลจากฐานข้อมูลบริษัท

ตัวแปร	คำอธิบาย
AccCallNo	เลขรับแจ้งการเกิดเหตุ
StatusDateTime	บันทึกวันเวลาของสถานะพนักงาน
StatusId	รหัสสถานะพนักงาน
StaffId	รหัสพนักงาน
GPSLAT	พิกัดละติจูดที่อยู่ของพนักงาน
GPSLON	พิกัดลองจิจูดที่อยู่ของพนักงาน
GPSType	ประเภทการกวดพิกัดของพนักงาน
GPSProvince	พิกัดจังหวัด
GPSAmphur	พิกัดอำเภอ
GPSTambol	พิกัดตำบล
GPSStreet	พิกัดซอย
GPSPostCode	พิกัดรหัสไปรษณีย์

3.3.2. การนำข้อมูลเข้า

ขั้นตอนการนำชุดข้อมูลเข้ามาใช้งานได้ทำการโหลดข้อมูลจากฐานข้อมูลเป็นไฟล์ csv และนำทำความเข้าใจและวิเคราะห์ข้อมูลด้วย Visual Studio

3.4. การจัดเตรียมข้อมูล

3.4.1. การสกัดข้อมูล (Data Extraction)

ขั้นตอนการสกัดตัวแปรจากฐานข้อมูลของบริษัทเพื่อใช้สำหรับการวิเคราะห์ปัญหาสำหรับกำหนดที่ตั้งสถานที่ให้บริการ โดยพิจารณาตัวแปรที่จำเป็นต้องใช้ในงาน ซึ่งตัวแปรที่คัดเลือกออกได้แก่ GPSType, GPSProvince, GPSAmphur, GPSTambol, GPSStreet และ GPSPostCode เนื่องจากข้อมูลเหล่านี้เป็นส่วนขยายของละติจูดและลองจิจูดของการกวดพิกัดของพนักงาน โดยเมื่อนำ GPSLAT และ GPSLON ไปคำนวณก็จะแสดงผลเช่นกันแต่มีความแม่นยำมากกว่า แสดงดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 รายละเอียดของตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์

ตัวแปร	คำอธิบาย
AccCallNo	เลขรับแจ้งการเกิดเหตุ
StatusDateTime	บันทึกวันเวลาของสถานะพนักงาน
StatusId	รหัสสถานะพนักงาน
StaffId	รหัสพนักงาน
GPSLAT	พิกัดละติจูดที่อยู่ของพนักงาน
GPSLON	พิกัดลองจิจูดที่อยู่ของพนักงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น มิฉะนั้นผู้ใดที่เห็นเป็นประโยชน์ท่านสามารถทำ
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2. การทำความสะอาดและจัดเตรียมข้อมูล (Data Preparation)

ในขั้นตอนนี้จะเป็นขั้นตอนต่อจากการจัดเตรียมข้อมูล โดยเมื่อทำการจัดเตรียมข้อมูลเสร็จแล้ว จะนำข้อมูลไปประมวลผลด้วยภาษา Python ที่อยู่ในรูปแบบของ Jupyter Notebook ที่สั่งการด้วยโปรแกรม Visual Studio Code

ขั้นตอนที่ 1 ทำการแปลงชื่อของคอลัมน์เพื่อที่จะสามารถเรียกได้สะดวกในการวิเคราะห์ โดยมีชุดคำสั่งดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ชุดคำสั่งการแปลงชื่อคอลัมน์

#Rename	
1	<code>df = df.rename(columns={'GPSLAT': 'LAT', 'GPSLON': 'LON'})</code>

	AccCallNo	StatusDateTime	StatusId	StaffId	LAT	LON	GPSType
1	XXXXXXXXXX	1/1/2023 0:01	1	XXXX	13.7719	100.6701	XXXX
2	XXXXXXXXXX	1/1/2023 0:21	2	XXXX	16.4379	102.7896	XXXX
3	XXXXXXXXXX	1/1/2023 0:37	1	XXXX	13.6798	100.4661	XXXX
4	XXXXXXXXXX	1/1/2023 0:44	1	XXXX	13.81708	100.7142	XXXX
...
302,992	XXXXXXXXXX	31/12/2023 23:25	2	XXXX	13.7726	100.6571	XXXX
302,993	XXXXXXXXXX	31/12/2023 23:33	1	XXXX	14.7749	103.3017	XXXX
302,994	XXXXXXXXXX	31/12/2023 23:51	2	XXXX	13.7285	101.4523	XXXX
302,995	XXXXXXXXXX	31/12/2023 23:52	1	XXXX	14.0491	99.5084	XXXX

รูปที่ 3.3 ตัวอย่างผลลัพธ์การแปลงชื่อคอลัมน์

จากรูปที่ 3.3 เป็นตัวอย่างผลลัพธ์ของการแปลงชื่อคอลัมน์โดยจะเห็นว่าจากคอลัมน์ GPSLAT และ GPSLON ได้ถูกแปลงเป็นชื่อคอลัมน์ใหม่คือ LAT และ LON

ขั้นตอนที่ 2 เปลี่ยนชื่อ Dataframe และทำการตัดข้อมูลที่อยู่นอกเขตพื้นที่กรุงเทพฯ และปริมณฑลออกเบื้องต้นดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 ชุดคำสั่งทำความสะอาดข้อมูลเบื้องต้น

#Clean	
1	<code>sql_acc = df[['AccCallNo', 'StaffId', 'StatusId', 'StatusDateTime', 'LAT', 'LON']]</code>
2	<code>sql_acc1 = sql_acc[(sql_acc['LAT'].between(13.5, 14.2)) & (sql_acc['LON'].between(99.8, 101))]</code>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 3.4 เป็นการนำข้อมูลที่ไม่จำเป็นในการวิเคราะห์ออก เพื่อที่จะสามารถนำข้อมูลที่เหลืออยู่มาวิเคราะห์ได้สะดวกขึ้น

ขั้นตอนที่ 3 แปลงชุดข้อมูลปกติให้เป็นข้อมูลประเภท shapefile เพื่อที่จะสามารถนำมาวิเคราะห์ลักษณะการเกิดเหตุและปัญหาการกำหนดที่ตั้งสถานที่บริการ ดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 แปลงชุดข้อมูลให้เป็นข้อมูลประเภท shapefile

#ADD geo	
1	sql_acc=gpd.GeoDataFrame(sql_acc1,geometry=gpd.points_from_xy(sql_acc1['LON'],sql_acc1['LAT']))
2	sql_acc2.crs = '+proj=longlat +datum=WGS84 +no_defs'

	AccCallNo	StatusDateTime	StatusId	StaffId	LAT	LON	geometry
1	XXXXXXXXXX	1/1/2023 0:01	1	XXXX	13.7719	100.6701	POINT (100.6701177 13.7719475)
2	XXXXXXXXXX	1/1/2023 0:37	2	XXXX	13.6798	100.466	POINT (100.4660823 13.67984127)
3	XXXXXXXXXX	1/1/2023 0:44	1	XXXX	13.817	100.7141	POINT (100.7141556 13.81708)
4	XXXXXXXXXX	1/1/2023 0:44	1	XXXX	13.7419	100.5254	POINT (100.5254875 13.7419782)
...
132,392	XXXXXXXXXX	31/12/2023 23:25	2	XXXX	13.7038	100.5042	POINT (100.5042973 13.70380911)
132,393	XXXXXXXXXX	31/12/2023 23:02	1	XXXX	13.817	100.7141	POINT (100.7141556 13.81708)
132,394	XXXXXXXXXX	31/12/2023 23:10	2	XXXX	13.7419	100.5254	POINT (100.5254875 13.7419782)
132,395	XXXXXXXXXX	31/12/2023 23:25	1	XXXX	13.8191	100.593	POINT (100.5930227 13.8191507)

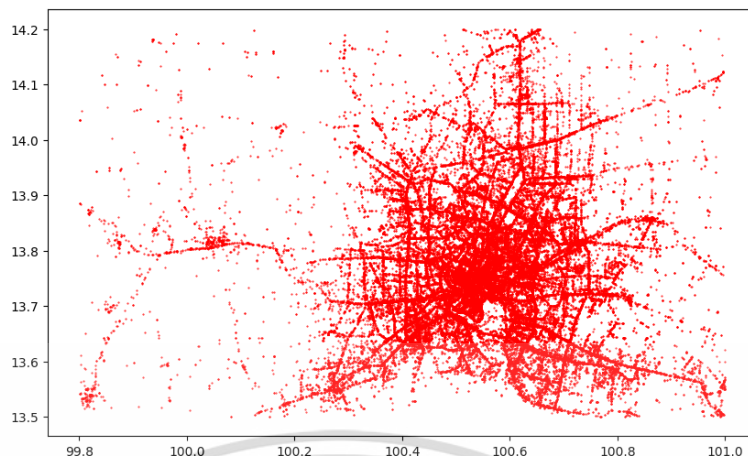
รูปที่ 3.4 ตัวอย่างการเพิ่มคอลัมน์ตำแหน่งทางภูมิศาสตร์

จากรูปที่ 3.4 เป็นการแปลงข้อมูลธรรมดาให้กลายเป็นข้อมูลภูมิศาสตร์โดยที่จะนำข้อมูลของ LAT, LON ในแต่ละแถวมาสร้างเป็นพิกัดของข้อมูลโดยสามารถสังเกตได้ที่คอลัมน์ geometry

ตารางที่ 3.6 ผลข้อมูลที่ทำให้การเปลี่ยนเป็นข้อมูลภูมิศาสตร์

#PLOT	
1	fig,ax = plt.subplots(figsize = (10,10))
2	sql_acc2.plot(ax=ax, color='red', markersize=0.2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 ผลพิกัดสถานที่รับแจ้งการเกิดเหตุเบื้องต้น

จากรูปที่ 3.5 เป็นการแสดงผลพิกัดของสถานที่การรับแจ้งการเกิดเหตุเบื้องต้นเพื่อลดขนาดของข้อมูลที่ไม่จำเป็นออก

ขั้นตอนที่ 4 ทำการเชื่อมชุดข้อมูลการเกิดเหตุรวมกับ shapefile แผนที่ของจังหวัดกรุงเทพและปริมณฑลเพื่อนำข้อมูลที่เหลือมาวิเคราะห์ ดังตารางที่ 3.7 และ 3.8

ตารางที่ 3.7 การรวมชุดข้อมูลพิกัดรับแจ้งการเกิดเหตุกับแผนที่จังหวัดกรุงเทพและปริมณฑล

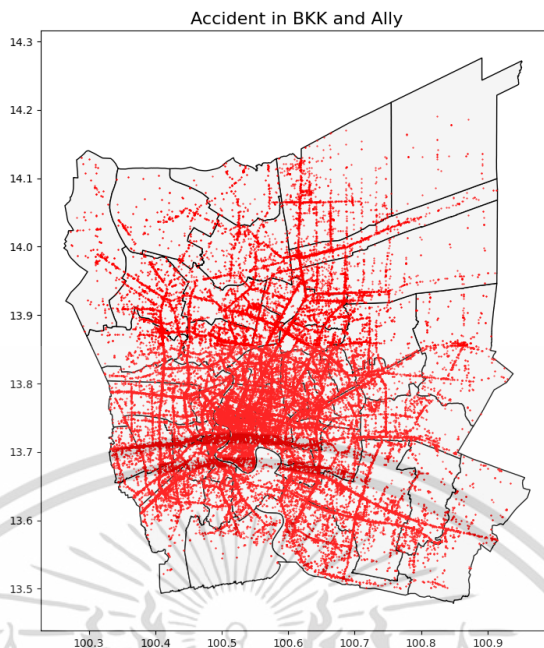
#SJOIN	
1	<code>acc_inbound_sql = gpd.sjoin(sql_acc2, merged_gdf, how='inner')</code>
2	<code>acc_inbound_sql = acc_inbound_sql.reset_index(drop=True)</code>

จากตารางที่ 3.7 เป็นการเชื่อมชุดข้อมูล shapefile ของแผนที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร ฯ และปริมณฑลผ่านไลบรารี geopandas

ตารางที่ 3.8 ผลข้อมูลพิกัดสถานที่รับแจ้งกับแผนที่กรุงเทพและปริมณฑล

#PLOT	
1	<code>ax = merged_gdf.plot(color='whitesmoke', edgecolor='black', figsize = (10,10), zorder=0)</code>
2	<code>acc_inbound_sql.plot(color='red', markersize=0.2, ax=ax, zorder=1)</code>
3	<code>ax.set_title('Accident in BKK and Ally', fontsize=16)</code>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 ผลพิกัดสถานที่รับแจ้งการเกิดเหตุของกรุงเทพมหานครฯ และปริมณฑล

จากรูปที่ 3.6 เป็นการแสดงผลพิกัดของสถานที่การรับแจ้งการเกิดเหตุของกรุงเทพมหานครฯ และปริมณฑล

ขั้นตอนที่ 5 ทำการเก็บบันทึกข้อมูลที่เตรียมเอาไว้สำหรับการวิเคราะห์ในขั้นตอนถัดไป ดังตารางที่ 3.9

ตารางที่ 3.9 การบันทึกข้อมูลเพื่อทำการวิเคราะห์

#SAVE	
1	<code>clean_acc = acc_inbound_sql[['AccCallNo', 'StaffId', 'StatusId', 'StatusDateTime', 'LAT', 'LON', 'ADM2_EN', 'geometry']]</code>
2	<code>output_shapefile_path1 = r'ตำแหน่งที่ต้องการบันทึก'</code>
3	<code>clean_acc.to_file(output_shapefile_path1, driver='ESRI Shapefile', encoding='utf-8')</code>
4	<code>clean_acc.to_csv(r'ตำแหน่งที่ต้องการบันทึก', encoding='utf-8-sig', index=False)</code>
5	<code>merged_gdf.to_file(r'ตำแหน่งที่ต้องการบันทึก', driver='ESRI Shapefile', encoding='utf-8')</code>

จากตารางที่ 3.9 เป็นการบันทึกข้อมูล 2 ประเภทเพื่อใช้สำหรับการวิเคราะห์โดยประกอบไปด้วยข้อมูลประเภท shapefile สำหรับการวิเคราะห์เชิงภูมิศาสตร์ และ csv สำหรับการวิเคราะห์ทั่วไป

เอกสารนี้เผยแพร่ฟรีโดยไม่หวังกำไรไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5. การวิเคราะห์ข้อมูล

3.5.1. สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics)

การวิจัยนี้ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีสถิติเชิงพรรณนาเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างพิกัดรับแจ้งการเกิดเหตุกับช่วงเวลาหรือพื้นที่ต่าง ๆ โดยการใช้ค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ และความถี่ของข้อมูล เพื่อให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะการเกิดเหตุและการกระจายตัวในช่วงเวลาหรือพื้นที่ที่สนใจ การพล็อตกราฟเพื่อวิเคราะห์การเกิดเหตุในแต่ละวัน แต่ละเดือน หรือทั้งปีจะช่วยให้ผู้วิจัยสามารถมองเห็นแนวโน้มและพฤติกรรมของเหตุการณ์ได้อย่างชัดเจน ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการตัดสินใจในการวิเคราะห์ปัญหาและการกำหนดที่ตั้งสถานที่บริการได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.5.2. การแจกแจงความน่าจะเป็น (Fit Probability Distribution)

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์รูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาการเดินทางของพนักงานเคลมจากจุดบริการไปยังตำแหน่งของลูกค้า ระยะเวลาการปฏิบัติงาน ในแต่ละช่วงเวลา และความห่างระยะเวลาการเรียกใช้บริการเคลม โดยใช้ไลบรารีของ Python เพื่อวิเคราะห์รูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็น ดังตารางที่ 3.10 ถึง 3.11

ตารางที่ 3.10 การวิเคราะห์รูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาการเดินทางของพนักงาน

#INITIALIZE	
1	f1_1 = Fitter(accident_gdf['timetopoint_minutes'],
2	distributions= get_common_distributions())
3	f1_1.fit()
4	f1_1.summary()

จากตารางที่ 3.10 เป็นการเรียกใช้ไลบรารี Fitter เพื่อวิเคราะห์รูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาการเดินทางของพนักงาน

ตารางที่ 3.11 การวิเคราะห์รูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของระยะเวลาการปฏิบัติงาน

#INITIALIZE	
1	f2_1 = Fitter(accident_gdf['timework_minutes'],
2	distributions= get_common_distributions())
3	f2_1.fit()
4	f2_1.summary()

จากตารางที่ 3.11 เป็นการเรียกใช้ไลบรารี Fitter เพื่อวิเคราะห์รูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาระยะเวลาการปฏิบัติงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.12 การวิเคราะห์รูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของความห่างระยะเวลาการเรียกใช้บริการเคลม

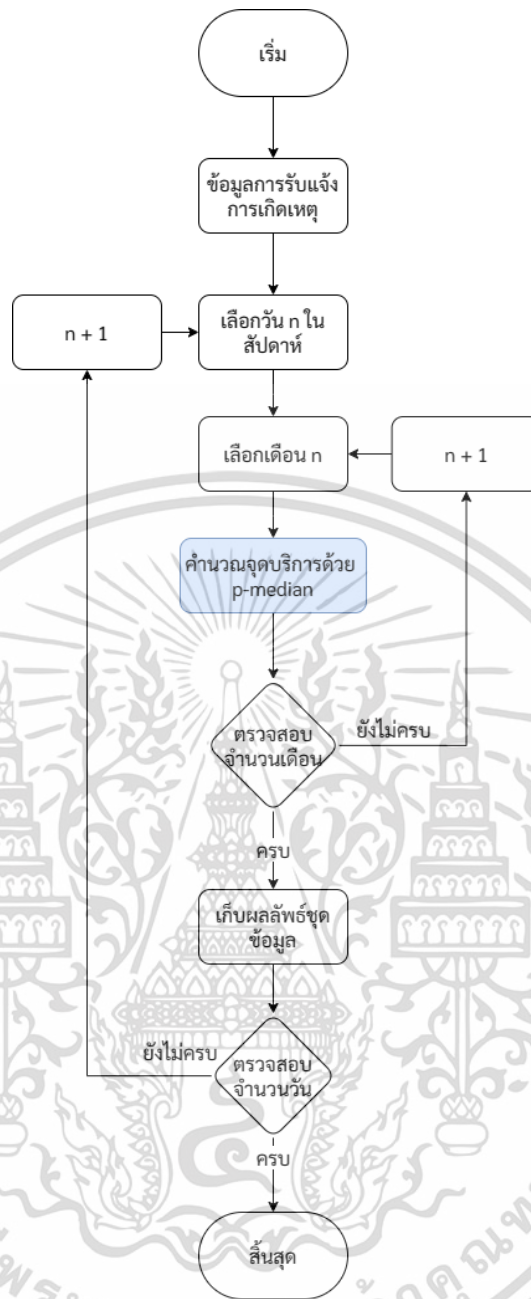
#INITIALIZE	
1	f1 = Fitter(interarrival,
2	distributions= get_common_distributions())
3	f1.fit()
4	f1.summary()

จากตารางที่ 3.12 เป็นการเรียกใช้ไลบรารี Fitter เพื่อวิเคราะห์รูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของความห่างระยะเวลาการเรียกใช้บริการเคลม

3.6 ปัญหาการกำหนดที่ตั้งสถานที่ให้บริการ (Facility Location Problem : FLP)

หลังจากทำการจัดเตรียมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลมาแล้ว พบว่าการรับแจ้งในแต่ละวัน แต่ละเดือนมีลักษณะการเกิดเหตุแตกต่างกันออกไป ผู้วิจัยจึงได้สร้างชุดข้อมูลในแต่ละเหตุการณ์เพื่อรองรับการรับแจ้งการเกิดเหตุแต่ละรูปแบบ โดยใช้ p-median เพื่อที่จะสามารถลดต้นทุนการเดินทางรวมของสถานที่รับแจ้งและจุดบริการ p แห่งที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 รูปแบบการเลือกข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์ปัญหาการกำหนดสถานที่ตั้งบริการ

จากรูปที่ 3.7 เป็นรูปแบบการคำนวณชุดข้อมูลของ p-median โดยจะแยกการคำนวณเป็นวันของสัปดาห์ในแต่ละเดือน เพื่อสร้างชุดข้อมูลของแต่ละเหตุการณ์ในแต่ละรูปแบบ

3.6.1. ปัญหาระยะทางรวมน้อยที่สุด (p-median Problem)

รูปแบบทั่วไปของ p-median Problem

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษา
$$\text{Minimize} \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} h_{ij} d_{ij} Y_{ij} \quad (3.1)$$
 อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการศึกษา

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\text{Subject to} \quad \sum_{i \in I} X_j = P \quad (3.2)$$

$$Y_{ij} \leq X_j; \forall_{ij} \in I \quad (3.3)$$

$$\sum_{j \in I} Y_{ij} = 1; \forall_{ij} \in I \quad (3.4)$$

$$X_j, Y_{ij} \in \{0,1\}; \forall_{ij} \in I \quad (3.5)$$

ตัวแปรตัดสินใจ ได้แก่

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{if } i \text{ is assigned to the facility } j \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$y_j = \begin{cases} 1, & \text{if and only if facility } j \text{ is open} \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

ขั้นตอนที่ 1 สร้างสมการเชิงเส้นสำหรับแก้ปัญหาระยะทางรวมน้อยที่สุด โดยค้นหาสถานที่ตั้ง P แห่ง ซึ่งระยะทางรวมระหว่างสถานที่ตั้งที่ให้บริการกับลูกค้าทุกคนมีค่าน้อยที่สุด ผู้วิจัยได้ทำการสร้างแบบจำลองสำหรับปัญหาระยะทางรวมน้อยที่สุด แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 3.13 ถึงตารางที่ 3.16

ตารางที่ 3.13 ฟังก์ชันที่ใช้ในการกำหนดค่าเริ่มต้นปัญหาระยะทางรวมน้อยที่สุด

#INITIALIZE	
1	def __init__(self, num_points, points, solver, num_located):
2	super().__init__(num_points, points, solver, num_located)
3	self.distance = None
4	self.x = None
5	self.y = None
6	self.name = 'p-median'

จากตารางที่ 3.13 โค้ดดังกล่าวเป็นส่วนหนึ่งของการสร้างคลาส (Class) ซึ่งอาจเป็นส่วนหนึ่งของโปรแกรมที่ใช้ในการแก้ปัญหาหาคำตอบของปัญหา p-median โดยในบรรทัดแรกเป็นฟังก์ชันที่ใช้ในการกำหนดค่าเริ่มต้น (Initialize) ของอ็อบเจกต์เมื่อมีการสร้างขึ้น พารามิเตอร์ที่รับเข้ามาคือ จำนวนของจุดลูกค้า (num_points) พิกัดของจุดลูกค้า (points) ชุดแก้ปัญหา (solver) และจำนวนจุดให้บริการ (num_located) บรรทัดที่ 2 ใช้ super() เพื่อเรียกใช้เมทอดของคลาสแม่ (Superclass) เพื่อทำการ Initialize พารามิเตอร์ที่ต้องการ บรรทัดที่ 3 ทำการกำหนดค่าเริ่มต้นของตัวแปร distance, x, y ให้เป็น None เพื่อให้เก็บค่าที่จะถูกกำหนดไว้ในภายหลังและบรรทัดที่ 4 ทำการกำหนดชื่อของปัญหาเป็น 'p-median' เพื่อระบุประเภทของปัญหาที่จะถูกแก้โดยอ็อบเจกต์นี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.14 เมทอดสำหรับแก้ปัญหาปัญหาหระยะทางรวมน้อยที่สุด

#METHOD	
1	def prob_solve(self):
2	self.points = self.points
3	self.calculate_distance()
#USE DISTANCE[I, J] TO GET THE NUM	
#CREATE A NEW MODEL	
4	prob = LpProblem("p-Median_Problem", LpMinimize)
#CREATE VARIABLES	
5	Zones = list(range(self.num_points))
6	x = LpVariable.dicts("Select", Zones, cat="Binary") # X
7	y = LpVariable.dicts("Assign", (Zones, Zones), cat="Binary") # Y
8	self.y = y
9	self.x = x
#SET OBJECTIVE	
10	prob += lpSum([[y[i][j] * self.distance[i, j] for i in range(self.num_points)] for j in range(self.num_points)]) # Minimum total distance
#ADD CONSTRAINTS	
11	prob += (lpSum([x[i] for i in range(self.num_points)])) == self.num_located # Fixed total number of facilities
12	for i in range(self.num_points):
13	prob += (lpSum([y[i][j] for j in range(self.num_points)])) == 1 # Each point only corresponds to one facility
14	for j in range(self.num_points):
15	for i in range(self.num_points):prob += y[i][j] <= x[j] # Assign before locate; Points can only be assigned to facilities
16	solve = self.show_result(prob)
17	return solve

จากตารางที่ 3.14 โค้ดดังกล่าวเป็นเมทอด (Method) ที่เรียกว่า prob_solve() สำหรับแก้ปัญหาซึ่งระบุตำแหน่งจุดให้บริการหลาย ๆ จุด (p-Median Problem) โดยอาศัยการโปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming: LP) ในการแก้ปัญหา ในบรรทัดที่ 1 และ 2 เป็นการมอบหมาย (Assign) ค่าจุดให้กับตัวแปร points และทำการคำนวณระยะทางระหว่างจุดด้วยเมทอด calculate_distance() ที่ได้นำเข้ามา บรรทัดที่ 4 เป็นการสร้างโมเดล Linear Programming ชื่อ "p-Median_Problem" โดยต้องการจะ Minimize ค่าที่ได้ บรรทัดที่ 6 เป็นการสร้างตัวแปรบ่งชี้ (Indicator Variables) ที่บอกว่าจุดใด ๆ ถูกเลือกเป็นจุดที่จะให้บริการ (Select) โดย cat="Binary"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายถึงตัวแปรจะมีค่าเป็น 0 หรือ 1 เท่านั้น บรรทัดที่ 7 จะสร้างตัวแปรบ่งชี้ที่บอกว่าจุดลูกค้าจะถูกกำหนดให้กับจุดให้บริการใด (assign) บรรทัดที่ 10 เป็นการกำหนด Objective Function โดยต้องการ minimize ระยะทางรวมทั้งหมดระหว่างจุด โดยการใช้ lpSum() เพื่อหาผลรวมของระยะทางระหว่างจุดทั้งหมดที่ได้รับการกำหนดค่าโดยตัวแปร y บรรทัดที่ 11 เป็นการเพิ่มเงื่อนไขว่าจำนวนจุดที่ถูกเลือกต้องเท่ากับจำนวนจุดให้บริการ (num_located) บรรทัดที่ 13 ทำการเพิ่มเงื่อนไขว่าลูกค้าแต่ละตำแหน่งจะถูกกำหนดไปยังจุดให้บริการเพียงหนึ่งจุดเท่านั้น บรรทัดที่ 15 เป็นเงื่อนไขที่บังคับว่าต้องมีการกำหนดจุดให้บริการก่อน แล้วจึงจะมีการเลือกจุดให้บริการนั้นแก่ลูกค้าได้นั้นคือ จุด j สามารถมีการกำหนดให้กับจุด i เฉพาะเมื่อจุด j ได้ถูกเลือกเป็นจุดให้บริการ ($x[j] == 1$) บรรทัดที่ 16 เรียกใช้เมทอด show_result() เพื่อแสดงผลลัพธ์จากการแก้ปัญหา Linear Programming บรรทัดที่ 17 ส่งผลลัพธ์ที่ได้กลับไปยัง caller ของเมทอดนี้

ตารางที่ 3.15 ฟังก์ชันที่ใช้ในการคำนวณระยะทางระหว่างจุดที่กำหนดให้ทั้งหมดด้วย Euclidean Distance

#EUCLIDEAN DISTANCE	
1	def calculate_distance(self):
2	self.distance = np.sum((self.points[:, np.newaxis, :] - self.points[np.newaxis, :, :]) ** 2, axis=-1) ** 0.5

จากตารางที่ 3.15 เป็นการใช้ NumPy Array Broadcasting เพื่อคำนวณระยะทางระหว่างจุดทุกคู่ โดยใช้สูตรยุคลิด (Euclidean Distance)

ขั้นตอนที่ 2 เรียกใช้สูตรคำนวณปัญหาระยะทางรวมน้อยที่สุด (p-median Problem) ผู้วิจัยได้ทำการเรียกใช้แบบจำลองสำหรับปัญหาระยะทางรวมน้อยที่สุด แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 3.16

ตารางที่ 3.16 ฟังก์ชันเรียกใช้เมทอดสำหรับแก้ปัญหาระยะทางรวมน้อยที่สุด

#CALL	
1	data = poi[['LON', 'LAT']]
2	num_points = poi.shape[0]
3	num_located = p
4	x,y=get_coordinate(data['LON'], data['LAT'])
5	pointsxy = [(x[i], y[i]) for i in range(num_points)] # x,y
6	pointsxy_np = np.array(pointsxy)
7	points = [(data['LON'][i],data['LAT'][i]) for i in range(num_points)]
8	points_np = np.array(points)
#SOLVE PMEDIAN PROBLEM	
9	centers, assigns, obj = PMedian(num_points=num_points,
10	points=pointsxy_np,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ การนำเอกสารนี้ไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตให้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่าในรูปแบบใด ๆ ก็ตาม ถือว่าผิดกฎหมายและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.17 ฟังก์ชันเรียกใช้เมทอดสำหรับแก้ปัญหาระยะทางรวมน้อยที่สุด (ต่อ)

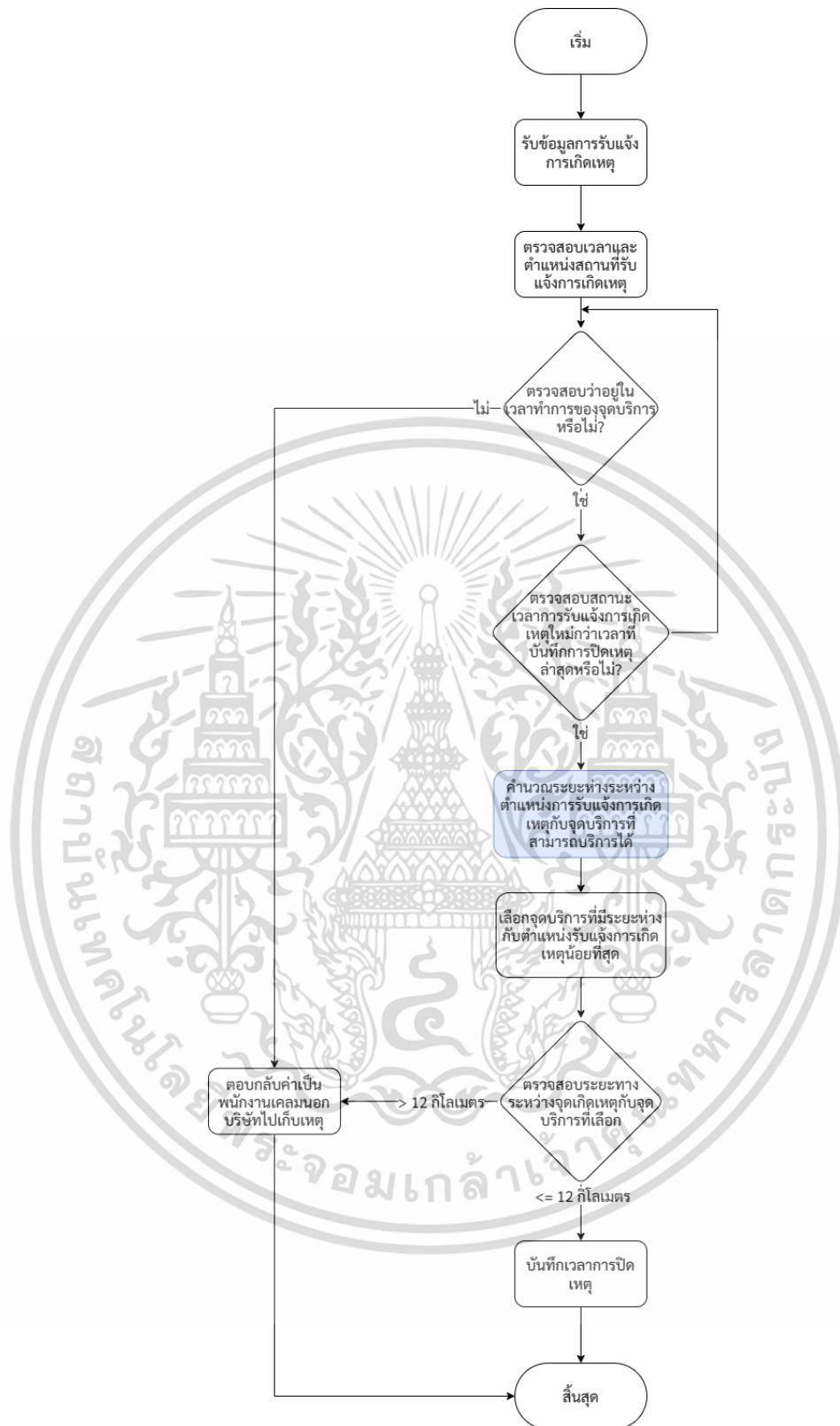
#CALL	
11	<code>solver = PULP_CBC_CMD(msg=True),</code>
12	<code>num_located=num_located).prob_solve()</code>

จากตารางที่ 3.16 เป็นการเรียกใช้เมทอดสำหรับแก้ปัญหาระยะทางรวมน้อยที่สุด โดยในบรรทัดที่ 1 เป็นการเลือกคอลัมน์ 'LON' และ 'LAT' จาก DataFrame poi และเก็บไว้ในตัวแปร data บรรทัดที่ 2 ทำการนับจำนวนแถวใน DataFrame poi เพื่อหาจำนวนจุดลูกค้าทั้งหมด และเก็บไว้ในตัวแปร num_points บรรทัดที่ 3 กำหนดจำนวนจุดให้บริการเท่ากับ p จุดและเก็บไว้ในตัวแปร num_located บรรทัดที่ 4 เรียกใช้ฟังก์ชัน get_coordinate เพื่อดึงพิกัด x และ y จากค่าลองจิจูดและละติจูดใน DataFrame และเก็บไว้ในตัวแปร x และ y บรรทัดที่ 5 สร้างรายการของคู่ลำดับ (x, y) ของจุดลูกค้าทั้งหมด และเก็บไว้ในตัวแปร pointsxy บรรทัดที่ 6 แปลงรายการของคู่ลำดับ (x, y) เป็น NumPy Array และเก็บไว้ในตัวแปร pointsxy_np บรรทัดที่ 7 สร้างรายการของคู่ลำดับ (ลองจิจูด, ละติจูด) ของจุดลูกค้าใน DataFrame และเก็บไว้ในตัวแปร points บรรทัดที่ 8 แปลงรายการของคู่ลำดับ (ลองจิจูด, ละติจูด) เป็น NumPy Array และเก็บไว้ในตัวแปร points_np บรรทัดที่ 9 ถึงบรรทัดที่ 12 เรียกใช้คลาส PMedian เพื่อแก้ปัญหา p-median โดยส่งพารามิเตอร์เข้าไปได้แก่จำนวนของจุดลูกค้า (num_points) พิกัด x และ y ของจุดลูกค้า (pointsxy_np) solver ที่ใช้แก้ปัญหา ในที่นี้ใช้ PULP_CBC_CMD และจำนวนจุดให้บริการ (num_located) โดยคำสั่ง .prob_solve() ใช้สำหรับแก้ปัญหา p-median และคืนค่า centers, assigns, obj ซึ่งเป็นจุดที่ให้บริการ (centers), การกำหนด (assigns), และค่าวัตถุประสงค์ (obj) ที่ได้หลังจากการแก้ปัญหา

3.7 การแก้ปัญหาแบบศึกษาสำนึก (Heuristic)

3.7.1. ขั้นตอนกระบวนการศึกษาสำนึกเพื่อปรับปรุงคำตอบตามนโยบายของบริษัท

เมื่อได้คำตอบจุดแสดงต้นแบบของพนักงานเคลมจากการแก้ปัญหาคารกำหนดที่ตั้งสถานที่ให้บริการแล้ว จะทำการปรับปรุงคำตอบตามนโยบายของบริษัท และพิจารณาประสิทธิภาพการทำงานโดยเทียบกับจุดแสดงต้นแบบตามนโยบายปี 2023 แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 3.17



รูปที่ 3.8 กระบวนการศึกษาสำนึกเพื่อปรับปรุงค่าตอบแทนตามเงื่อนไขที่เปลี่ยนแปลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.8 แสดงกระบวนการทำงานของการแก้ปัญหาแบบศึกษาสำนึกโดยทำการตรวจสอบวันเวลาและจุดรับแจ้งการเกิดเหตุ จากนั้นทำการพิจารณาจุดให้บริการที่เหมาะสมกับเงื่อนไขสถานการณ์ที่เกิดขึ้นตามนโยบายของบริษัทและคืนค่าคำตอบใหม่

ตารางที่ 3.18 กระบวนการศึกษาสำนึกเพื่อปรับปรุงคำตอบตามกรอบนโยบายของบริษัท

#LOOP TEST	
1	def find_nearest_ambulance(incident_gdf, service_gdf):
#CREATE POINT GEOMETRIES	
2	incident_gdf['geometry'] = gpd.points_from_xy(incident_gdf['LON'], incident_gdf['LAT'])
3	service_gdf['geometry'] = gpd.points_from_xy(service_gdf['LON'], service_gdf['LAT'])
#INITIALIZE NEW COLUMNS	
4	incident_gdf[['nearest_last_used_time', 'nearest_service_name', 'nearest_service_index', 'incident_LAT', 'incident_LON', 'service_LAT', 'service_LON']] = 'SV'
5	incident_gdf[['Distance']] = 0.000
#FILTER ACCIDENTS WITHIN THE SPECIFIED TIME RANGE	
6	valid_accidents=incident_gdf[(pd.to_datetime(incident_gdf['time']).dt.time>=incident_gdf['start_time'])&(pd.to_datetime(incident_gdf['time']).dt.time <= incident_gdf['end_time'])]
7	for accident_row in valid_accidents.itertuples():
8	accident_time = pd.to_datetime(incident_row.time)
#CALCULATE THE CONDITION SEPARATELY	
9	valid_time_condition = ((pd.to_datetime(service_gdf['last_used_time'])<=accident_time)&(accident_time <= pd.to_datetime(service_gdf['close_time'])))
#USE THE CONDITION IN THE MAIN FILTERING	
10	valid_service = service_gdf[(service_gdf['last_used_time'] <= accident_gdf.at[accident_row.Index, 'END_TIME'])& valid_time_condition]
11	if not valid_service.empty:
#CALCULATE DISTANCES FOR ALL VALID SERVICE	
12	distances = valid_service.apply(lambda row: haversine((accident_row.LAT, accident_row.LON), (row.LAT, row.LON), unit=Unit.KILOMETERS), axis=1)
13	nearest_index = distances.idxmin()

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรเอาไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.19 กระบวนการศึกษาสำนึกเพื่อปรับปรุงคำตอบตามกรอบนโยบายของบริษัท (ต่อ)

14	if distances[nearest_index] >= x:
15	accident_gdf.at[accident_row.Index, 'accident_LAT'] = accident_row.LAT
16	accident_gdf.at[accident_row.Index, 'accident_LON'] = accident_row.LON
17	accident_gdf.at[accident_row.Index, 'nearest_last_used_time'] = 'OUT_TIME'
18	accident_gdf.at[accident_row.Index, 'nearest_service_name'] = 'SV'
19	accident_gdf.at[accident_row.Index, 'nearest_service_index'] = 'SV'
20	accident_gdf.at[accident_row.Index, 'nearest_service_index'] = 'SV'
21	accident_gdf.at[accident_row.Index, 'service_LON'] = 'SV'
22	accident_gdf.at[accident_row.Index, 'Distance'] = 0
23	else:
24	accident_gdf.at[accident_row.Index, 'accident_LAT'] = accident_row.LAT
25	accident_gdf.at[accident_row.Index, 'accident_LON'] = accident_row.LON
26	accident_gdf.at[accident_row.Index, 'ambulance_LAT'] = service_gdf.at[nearest_index, 'LAT']
27	accident_gdf.at[accident_row.Index, 'ambulance_LON'] = service_gdf.at[nearest_index, 'LON']
28	accident_gdf.at[accident_row.Index, 'nearest_last_used_time'] = service_gdf.at[nearest_index, 'last_used_time']
29	accident_gdf.at[accident_row.Index, 'nearest_service_name'] = service_gdf.at[nearest_index, 'Name']
30	accident_gdf.at[accident_row.Index, 'nearest_service_index'] = nearest_index

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานำไปลงนามให้ว่าไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.20 กระบวนการศึกษาสำนึกเพื่อปรับปรุงคำตอบตามกรอบนโยบายของบริษัท

31	<code>accident_gdf.at[accident_row.Index, 'Distance'] = float(format(distances[nearest_index], '.3f'))</code>
32	<code>service_gdf.at[nearest_index, 'last_used_time'] = accident_gdf.at[accident_row.Index, 'END_TIME']</code>
#RETURN THE MODIFIED GEODATAFRAME	
33	<code>return accident_gdf</code>

จากตารางที่ 3.17 เป็นฟังก์ชัน Python ที่มีชื่อว่า `find_nearest_service` ซึ่งใช้สำหรับค้นหาจุดให้บริการที่ใกล้ที่สุดจากตำแหน่งของการเกิดอุบัติเหตุที่กำหนดใน GeoDataFrame (`accident_gdf`) โดยค้นหาจาก GeoDataFrame ของจุดให้บริการ (`service_gdf`) แล้วส่งค่าพิกัดละติจูดและลองจิจูดของจุดให้บริการแก่จุดลูกค้าที่ทำการร้องขอ รวมถึงเวลาที่ให้บริการล่าสุด (`last_used_time`) ของแต่ละจุดให้บริการ โดยมีขั้นตอนการทำงาน ดังนี้

1. สร้าง Point Geometries สำหรับทั้ง `accident_gdf` และ `service_gdf` โดยระบุพิกัดละติจูดและลองจิจูดที่มีอยู่ในแต่ละ GeoDataFrame
2. สร้างคอลัมน์ใหม่ใน `accident_gdf` สำหรับเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการค้นหาจุดให้บริการที่ใกล้ที่สุด
3. กรองอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นภายในช่วงเวลาที่ระบุใน `start_time` และ `end_time` ในแต่ละบันทึกของ `accident_gdf` และเก็บไว้ใน `valid_accidents`
4. ตรวจสอบจุดให้บริการที่มีการบันทึกเวลาสิ้นสุดการปิดเหตุที่เกิดขึ้นล่าสุดก่อนเวลาที่เกิดอุบัติเหตุใหม่ แล้วบันทึกอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นที่เป็นไปตามเงื่อนไขใน `valid_accidents`
5. คำนวณระยะทางจากจุดให้บริการไปยังจุดที่เกิดอุบัติเหตุใน `valid_accidents`
6. เลือกจุดให้บริการที่มีระยะทางที่ใกล้ที่สุดและบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการให้บริการได้แก่ เวลาที่เริ่มต้นและเวลาปิดเหตุ รวมถึงระยะทางในการเดินทาง ลงใน `accident_gdf` และ `service_gdf` ตามลำดับ
7. คืนค่า GeoDataFrame `accident_gdf` ที่ได้รับการแก้ไข

3.7.2. การคำนวณระยะทางและเวลาการเดินทางด้วย Bing Map API

จากนั้นทำการคำนวณระยะทางระหว่างจุดให้บริการไปยังสถานที่รับแจ้งการเกิดเหตุ โดยใช้ Bing Map API เพื่อตรวจสอบระยะทางการเดินทางและเวลาการเดินทางที่เกิดขึ้นจริง ดังตารางที่ 3.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.21 ขั้นตอนคำนวณระยะทางและเวลาการเดินทางด้วย Bing Map API

#BING MAP API	
1	import requests
#สร้างฟังก์ชันสำหรับเรียกใช้ Bing Maps API	
2	def calculate_distance_time(api_key, start_lat, start_lon, end_lat, end_lon):
3	base_url = "https://dev.virtualearth.net/REST/v1/Routes/Driving"
#กำหนดพารามิเตอร์สำหรับเรียก API	
4	params = {
5	"wayPoint.1": f"{start_lat},{start_lon}",
6	"wayPoint.2": f"{end_lat},{end_lon}",
7	"key": api_key,}
#เรียกใช้ API	
8	response = requests.get(base_url, params=params)
9	data = response.json()
#ตรวจสอบว่าการเรียก API สำเร็จหรือไม่	
10	if response.status_code == 200 and data.get("resourceSets"):
11	route = data["resourceSets"][0]["resources"][0]
12	distance_km = route["travelDistance"]
13	duration_min = route["travelDurationTraffic"] / 60
14	return distance_km, duration_min
15	else:
16	print("Error calling Bing Maps API")
17	return None, None
#กำหนด API key ของ Bing Maps	
18	bing_maps_api_key = "Key"

จากตารางที่ 3.18 เป็นโค้ดส่วนหนึ่งของ Python ที่ใช้สำหรับเรียกใช้ Bing Maps API เพื่อคำนวณระยะทางและเวลาที่ใช้ในการเดินทางระหว่างสองจุดที่กำหนด โดยมีฟังก์ชันหลักคือ calculate_distance_time ซึ่งรับพารามิเตอร์เป็น API key พิกัด (latitude, longitude) ของจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดที่ต้องการคำนวณ และส่งคืนระยะทาง โดยมีหน่วยเป็นกิโลเมตร และเวลาที่ใช้ในการเดินทาง โดยมีหน่วยเป็นนาที รวมถึงการตรวจสอบสถานะของการเรียก API ว่าสำเร็จหรือไม่ หากเกิดข้อผิดพลาดในการเรียก API จะแสดงข้อความว่า "Error calling Bing Maps API" และส่งค่า None กลับไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

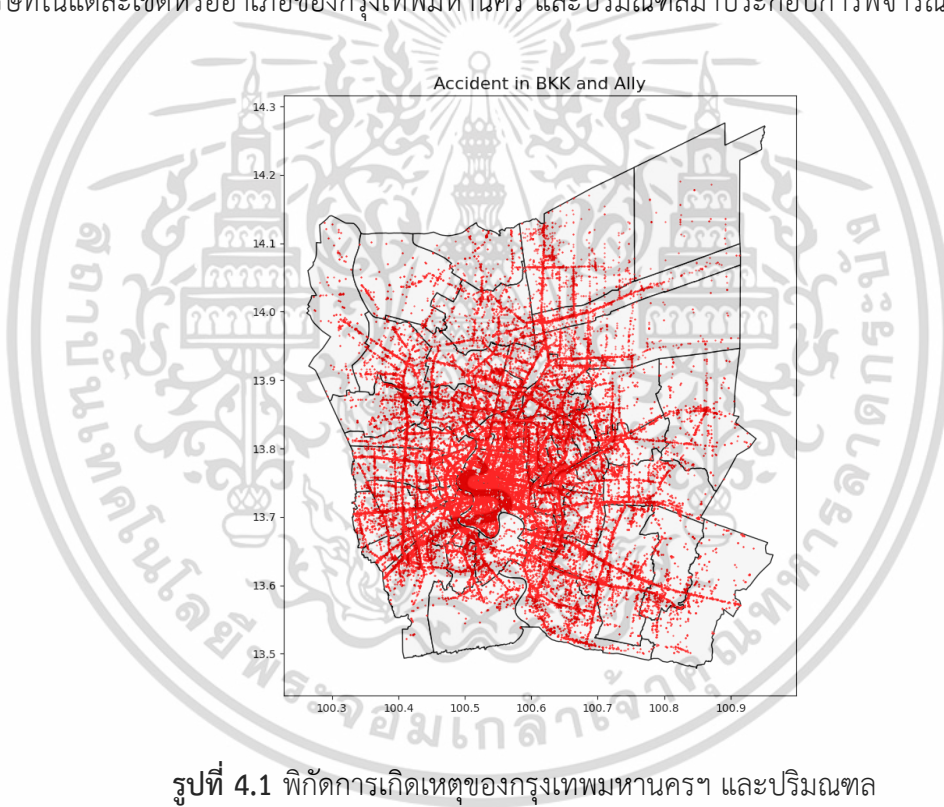
ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลของการวิเคราะห์ข้อมูล ผลลัพธ์ของปัญหาการกำหนดที่ตั้งสถานที่บริการ และทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพด้วยการจำลองการทำงานของพนักงานเคลมของบริษัทด้วยกระบวนการศึกษาสำนึก (Heuristics) โดยหาปัจจัยที่ส่งผลต่อการทำงานของพนักงานเคลมของบริษัท

4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

4.1.1 ลักษณะการรับแจ้งการเกิดเหตุในแต่ละพื้นที่

ผู้วิจัยได้ทำการพล็อตกราฟและนำข้อมูลการรับแจ้งการเกิดเหตุจากฐานข้อมูลของบริษัทในแต่ละเขตหรืออำเภอของกรุงเทพมหานคร และปริมนทลมาประกอบการพิจารณา



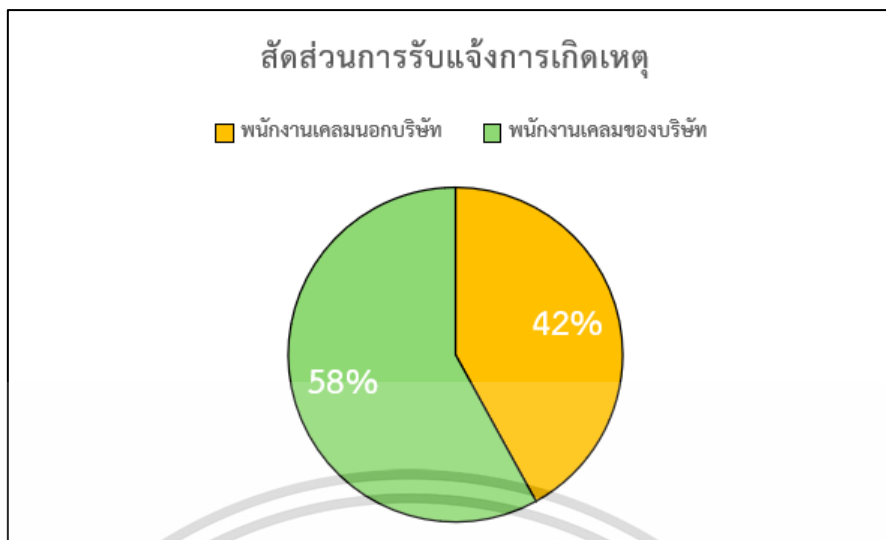
รูปที่ 4.1 พิกัดการเกิดเหตุของกรุงเทพมหานครฯ และปริมนทล

จากรูปที่ 4.1 เป็นการพล็อตรูปการณรับแจ้งการเกิดเหตุของบริษัทในปี 2023 โดยจุดสีแดงหมายถึงการรับแจ้งการเกิดเหตุ จะพบว่า การรับแจ้งการเกิดเหตุส่วนมากอยู่ในพื้นที่ของกรุงเทพมหานคร ฯ และจะน้อยลงไปในส่วนของปริมนทล

1. สัดส่วนการเก็บงานของพนักงานเคลม

ผู้วิจัยได้ทำการพล็อตกราฟวงกลมเพื่อเปรียบเทียบสัดส่วนของพนักงานเคลมของบริษัทและนอกบริษัท ดังรูปที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

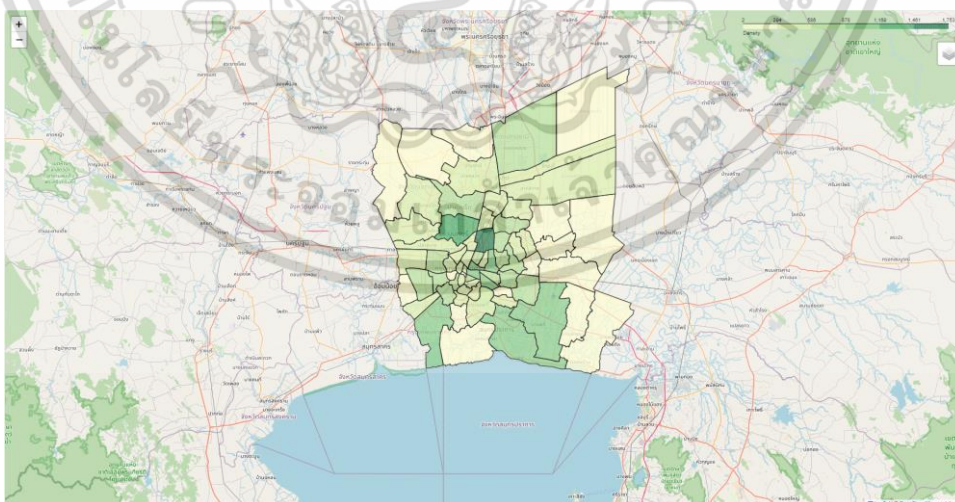


รูปที่ 4.2 สัดส่วนการเก็บงานรับแจ้งการเกิดเหตุ

จากรูปที่ 4.2 จะเห็นได้ว่า สัดส่วนการเก็บงานรับแจ้งการเกิดเหตุของพนักงานเคลมของบริษัทมีค่าอยู่ที่ร้อยละ 58 ซึ่งมากกว่าสัดส่วนการเก็บงานรับแจ้งการเกิดเหตุของพนักงานนอกบริษัทที่มีค่าร้อยละ 42 โดยจำนวนการรับแจ้งการเก็บเหตุของพนักงานเคลมของบริษัทที่เก็บได้จะเป็นในช่วงเขตในตัวของกรุงเทพมหานคร

2. การเก็บเหตุของพนักงานเคลมของบริษัท

ผู้วิจัยได้ทำการพล็อตกราฟและนำข้อมูลการรับแจ้งการเกิดเหตุจากฐานข้อมูลของบริษัทในแต่ละเขตหรืออำเภอของกรุงเทพมหานคร และปริมนทมาประกอบการพิจารณา โดยพิจารณาเฉพาะการรับแจ้งการเกิดเหตุที่พนักงานในบริษัทสามารถไปเก็บเหตุได้



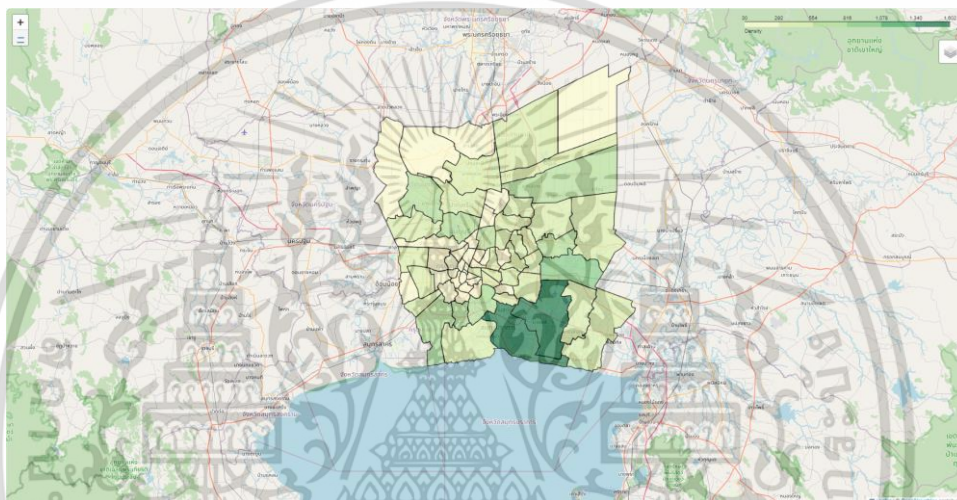
รูปที่ 4.3 รูปแผนที่ความถี่การเก็บงานของพนักงานเคลมของบริษัท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.3 พบว่าเขตที่พนักงานเคลมของบริษัทสามารถทำการเก็บเหตุได้มากที่สุดคือเขตตจจกรโดยสามารถเก็บเหตุได้จำนวน 1,753 รายการ รองลงมาเป็นเขตเมืองนนทบุรี 1,251 รายการและเขตเมืองบางพลี 1,081 รายการตามลำดับ รวมเขตทั้งหมดเป็นจำนวน 36,122 รายการ

3. การเก็บเหตุของพนักงานเคลมนอกบริษัท

ผู้วิจัยได้ทำการพล็อตกราฟและนำข้อมูลการรับแจ้งการเกิดเหตุจากฐานข้อมูลของบริษัทในแต่ละเขตหรืออำเภอของกรุงเทพมหานคร และปริมณฑลมาประกอบการพิจารณา โดยพิจารณาเฉพาะการรับแจ้งการเกิดเหตุที่พนักงานเคลมนอกบริษัทไปเก็บเหตุแทนพนักงานเคลมของบริษัท



รูปที่ 4.4 รูปแผนที่ความถี่การเก็บงานของพนักงานเคลมนอกบริษัท

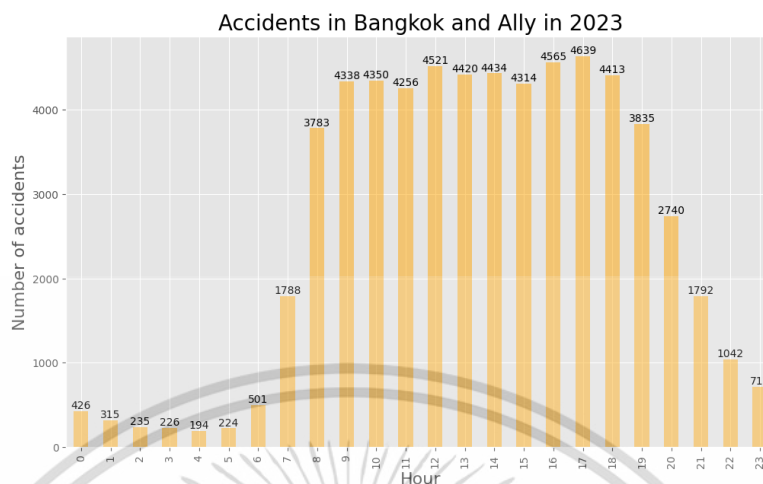
จากรูปที่ 4.4 พบว่าเขตที่พนักงานเคลมนอกบริษัทสามารถทำการเก็บเหตุได้มากที่สุดคือเขตบางพลีโดยสามารถเก็บเหตุได้จำนวน 1,602 รายการ รองลงมาเป็นเขตเมืองสมุทรปราการ 1,534 รายการ และเขตลาดกระบัง 1,062 รายการ ตามลำดับ รวมเขตทั้งหมดเป็นจำนวน 25,937 รายการ

4.1.2 ลักษณะการรับแจ้งการเกิดเหตุในแต่ละวันและช่วงเวลา

ผู้วิจัยได้ทำการพล็อตกราฟแท่งเพื่อวิเคราะห์การรับแจ้งการเกิดเหตุในแต่ละช่วงเวลาของทั้งปี เพื่อประกอบการตัดสินใจในการวิเคราะห์ปัญหาการกำหนดที่ตั้งสถานที่บริการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การรับแจ้งการเกิดเหตุในแต่ละช่วงเวลา

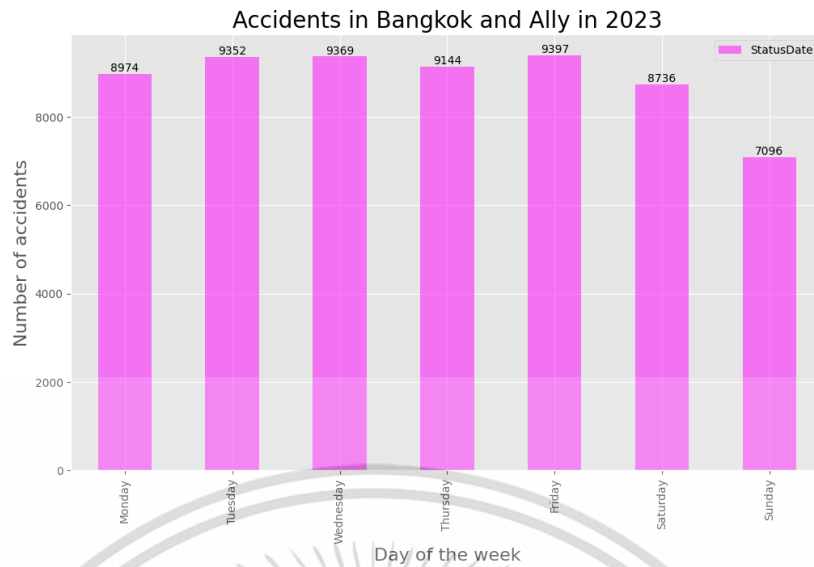


รูปที่ 4.5 การรับแจ้งการเกิดเหตุในแต่ละช่วงเวลา

จากรูปที่ 4.5 จากกราฟเป็นการแจกแจงความถี่การรับแจ้งการเกิดเหตุในแต่ละช่วงเวลา จะเห็นได้ว่าการรับแจ้งการเกิดเหตุส่วนใหญ่จะเกิดในช่วงเวลา 07:00 นาฬิกาจนถึง 21:00 นาฬิกา โดยที่จะมีรับแจ้งการเกิดเหตุสูงสุดในช่วง 17:00 นาฬิกา เป็นจำนวน 4,639 รายการจากทั้งปี เกิดจากเป็นช่วงเวลาเลิกงานและเลิกเรียน ทำให้เกิดการจราจรพลุกพล่านส่งผลให้เกิดอุบัติเหตุบนท้องถนนในช่วงเวลานี้สูงที่สุด โดยค่าเฉลี่ยการรับแจ้งการเกิดเหตุของทุกช่วงเวลาจะมีค่าเท่ากับ 2,586.16 รายการ และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1,872.88 รายการ

2. การรับแจ้งการเกิดเหตุในแต่ละวันในสัปดาห์

ผู้วิจัยได้ทำการพล็อตกราฟแท่งเพื่อวิเคราะห์การรับแจ้งการเกิดเหตุในแต่ละวันของทั้งปี เพื่อประกอบการตัดสินใจในการวิเคราะห์ปัญหาการกำหนดที่ตั้งสถานที่บริการ ดังรูปที่ 4.6

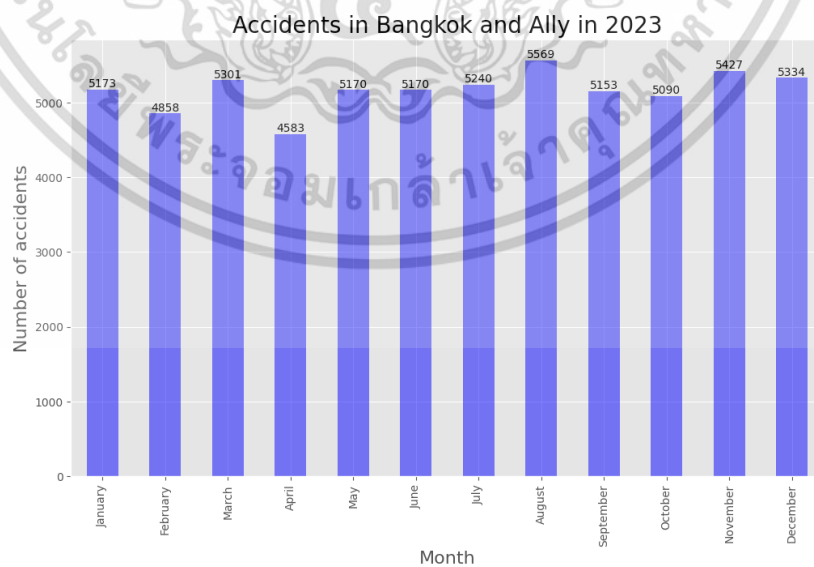


รูปที่ 4.6 การรับแจ้งการเกิดเหตุในแต่ละวันของสัปดาห์

จากรูปที่ 4.6 เป็นกราฟแท่งแสดงผลลัพธ์ของการรับแจ้งการเกิดเหตุในแต่ละวันในสัปดาห์ของทั้งปี จะเห็นได้ว่าปริมาณการรับแจ้งการเกิดเหตุที่เกิดขึ้นในวันจันทร์ถึงวันศุกร์มีค่าใกล้เคียงกัน โดยมีการรับแจ้งการเกิดเหตุมากที่สุดในวันศุกร์คือ 9,397 รายการ โดยปัจจัยมาจากการเลิกงานและเดินทางกลับบ้านของผู้คน โดยค่าเฉลี่ยการเกิดเหตุของทุกวันในสัปดาห์จะมีค่าเท่ากับ 8,866.85 รายการ และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 817.50 รายการ

3. การรับแจ้งการเกิดเหตุในแต่ละเดือน

ผู้วิจัยได้ทำการพล็อตกราฟแท่งเพื่อวิเคราะห์การรับแจ้งการเกิดเหตุในแต่ละเดือน เพื่อประกอบการตัดสินใจในการวิเคราะห์ปัญหาการกำหนดที่ตั้งสถานที่บริการ ดังรูปที่ 4.7

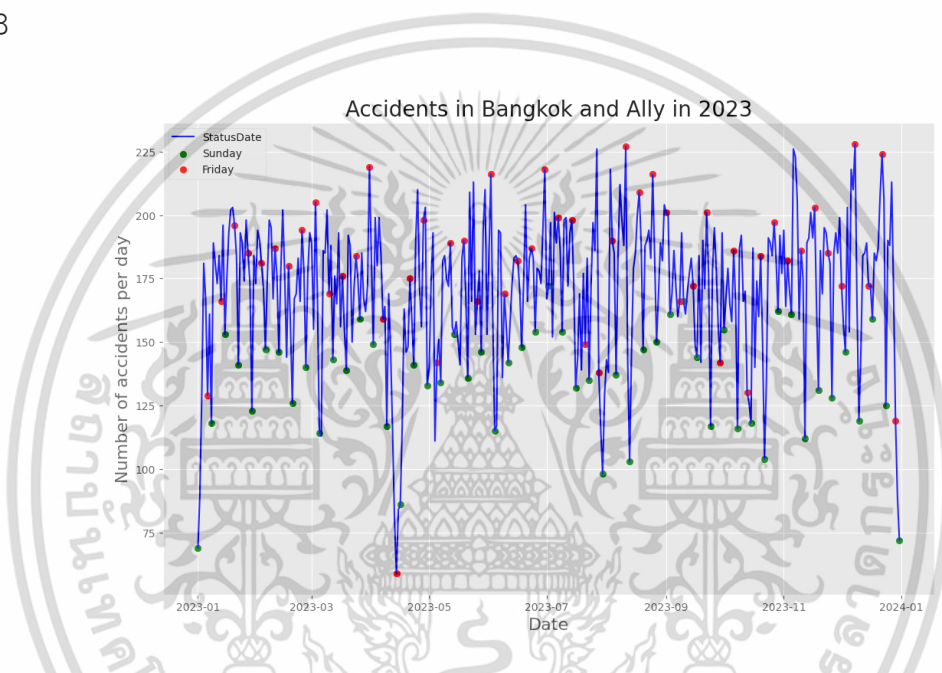


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับรูปที่ 4.7 การรับแจ้งการเกิดเหตุในแต่ละเดือนนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.7 เป็นกราฟแท่งแสดงผลลัพธ์ของการรับแจ้งการเกิดเหตุในแต่ละเดือนของทั้งปี จะเห็นได้ว่าปริมาณการรับแจ้งการเกิดเหตุทุกเดือนมีค่าใกล้เคียงกัน ยกเว้นในเดือนเมษายน มีจำนวนเพียง 4,583 รายการซึ่งมีค่าต่ำสุด เนื่องจากผู้คนเดินทางกลับต่างจังหวัดในช่วงวันหยุดยาว ทำให้การรับแจ้งการเกิดเหตุไปเกิดขึ้นในจังหวัดรอบนอกของกรุงเทพมหานครฯ และปริมาณทดแทน โดยค่าเฉลี่ยการเกิดเหตุของทุกเดือนจะมีค่าที่ 5,172.33 รายการ และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 256.32 รายการ

4. ปริมาณการรับแจ้งการเกิดเหตุรายปี

ผู้วิจัยได้ทำการพล็อตกราฟเส้นแสดงปริมาณการรับแจ้งการเกิดเหตุในแต่ละวันของปี 2023 เพื่อประกอบการตัดสินใจในการวิเคราะห์ปัญหาการกำหนดที่ตั้งสถานที่บริการ ดังรูปที่ 4.8



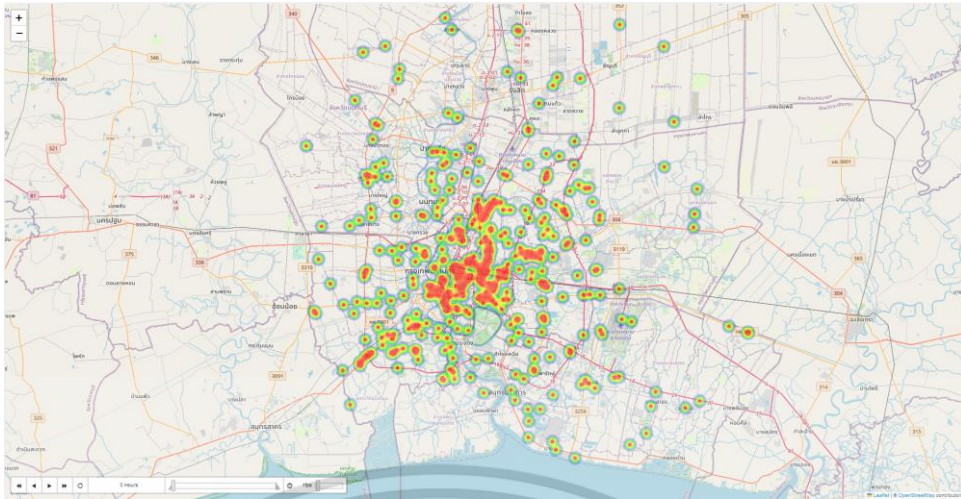
รูปที่ 4.8 จำนวนปริมาณการรับแจ้งการเกิดเหตุในแต่ละวัน

จากรูปที่ 4.8 เป็นการพล็อตกราฟเส้นการรับแจ้งการเกิดเหตุในแต่ละวันของปี โดยจะสังเกตจากกราฟได้ว่าการรับแจ้งการเกิดเหตุแต่ละวันจะอยู่ในช่วง 130–180 เหตุต่อวัน และจำนวนการรับแจ้งการเกิดเหตุในวันศุกร์มักจะสูงกว่าจำนวนการรับแจ้งการเกิดเหตุในวันอาทิตย์เป็นส่วนใหญ่ โดยมีการรับแจ้งการเกิดเหตุสูงที่สุด 225 เหตุในหนึ่งวันและน้อยที่สุด 60 เหตุในหนึ่งวัน

4.1.3 ลักษณะการรับแจ้งการเกิดเหตุในแต่ละช่วงเวลาของพื้นที่

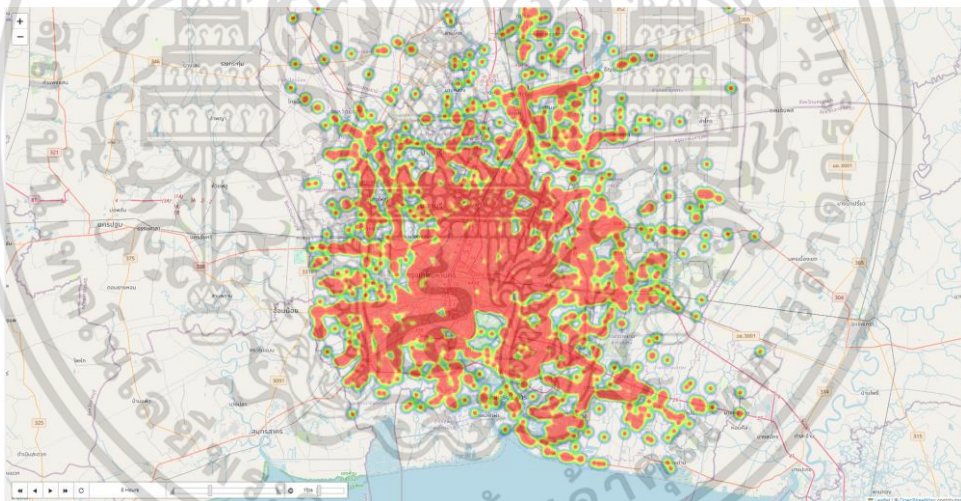
1. แผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุในแต่ละช่วงเวลา

ผู้วิจัยได้สร้างแผนที่ความร้อนการรับแจ้งการเกิดเหตุในแต่ละช่วงเวลาของกรุงเทพมหานครฯ และปริมาณทดแทน เพื่อประกอบการตัดสินใจในการวิเคราะห์ปัญหาการกำหนดที่ตั้งสถานที่บริการ ดังรูปที่ 4.9 ถึงรูปที่ 4.11 และนอกจากนี้แสดงในภาคผนวก ข



รูปที่ 4.9 ลักษณะการรับแจ้งการเกิดเหตุช่วงเวลา 00:00 – 06:59 นาฬิกา

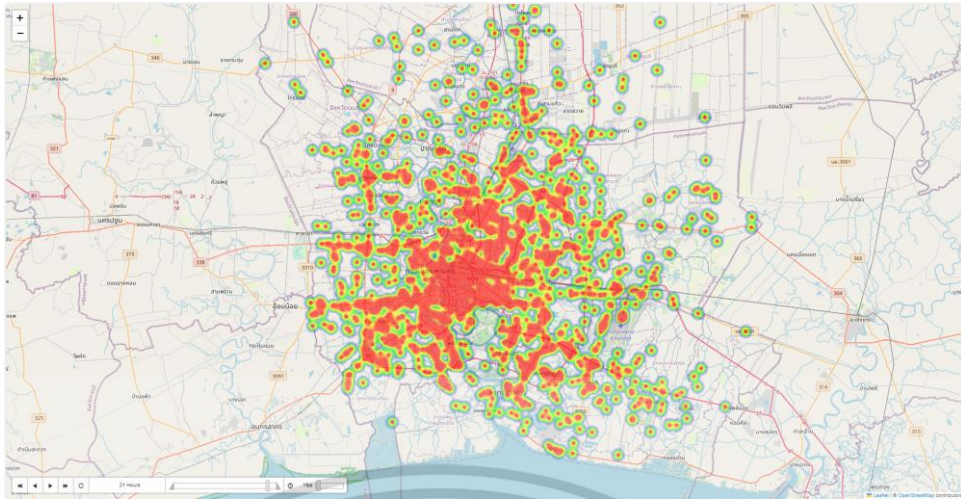
จากรูปที่ 4.9 เป็นลักษณะการรับแจ้งการเกิดเหตุช่วงเวลา 00:00 – 06:59 นาฬิกา จะเห็นได้จากรูป ว่าการรับแจ้งการเกิดเหตุมีการกระจายตัวออกไปในส่วนของปริมณฑล ช่วงเวลานี้ และมีการกระจุกตัวในกรุงเทพมหานครฯ เป็นส่วนน้อย



รูปที่ 4.10 ลักษณะการรับแจ้งการเกิดเหตุช่วงเวลา 07:00 – 20:59 นาฬิกา

จากรูปที่ 4.10 เป็นลักษณะการรับแจ้งการเกิดเหตุช่วงเวลา 07:00 – 20:59 นาฬิกา จะเห็นได้ว่า ลักษณะการรับแจ้งการเกิดเหตุไม่แตกต่างไปจากช่วงเวลาที่ผ่านมา แต่การรับแจ้งการเกิดเหตุเกิดขึ้นที่เข้มข้น ๆ คือหนาแน่นที่สุดในบริเวณกึ่งกลางของกรุงเทพมหานครฯ และน้อยลงมาในส่วนของบริเวณปริมณฑล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

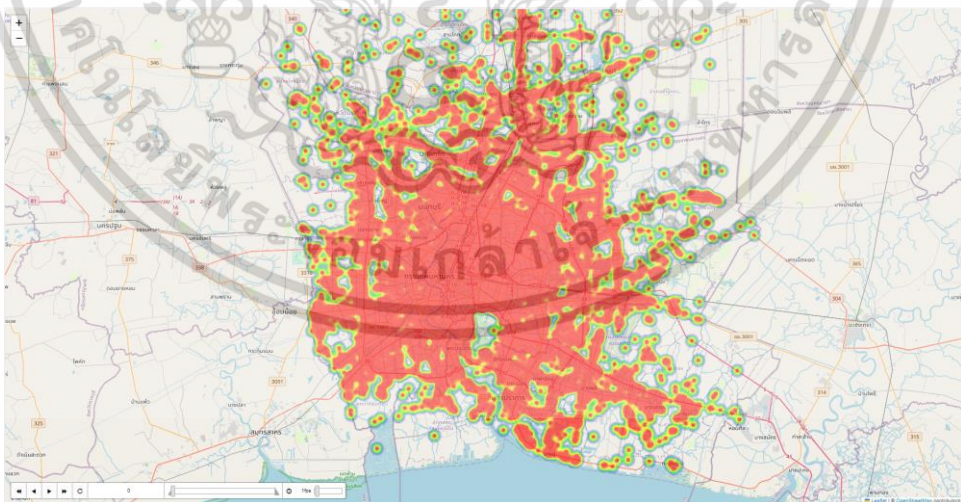


รูปที่ 4.11 ลักษณะการรับแจ้งการเกิดเหตุช่วงเวลา 21:00 – 23:59 นาฬิกา

จากรูปที่ 4.11 เป็นลักษณะการรับแจ้งการเกิดเหตุช่วงเวลา 21:00 – 23:59 นาฬิกา จะเห็นได้ว่า ลักษณะการรับแจ้งการเกิดเหตุของช่วงเวลานี้ จำนวนการรับแจ้งการเกิดเหตุเริ่มมีการกระจุกตัวน้อยกว่าช่วงเวลาที่ผ่านมา แต่ยังคงหนาแน่นอยู่ในบริเวณกรุงเทพมหานคร ฯ

2. แผนที่ความร้อนของการเก็บเหตุในแต่ละวันของสัปดาห์

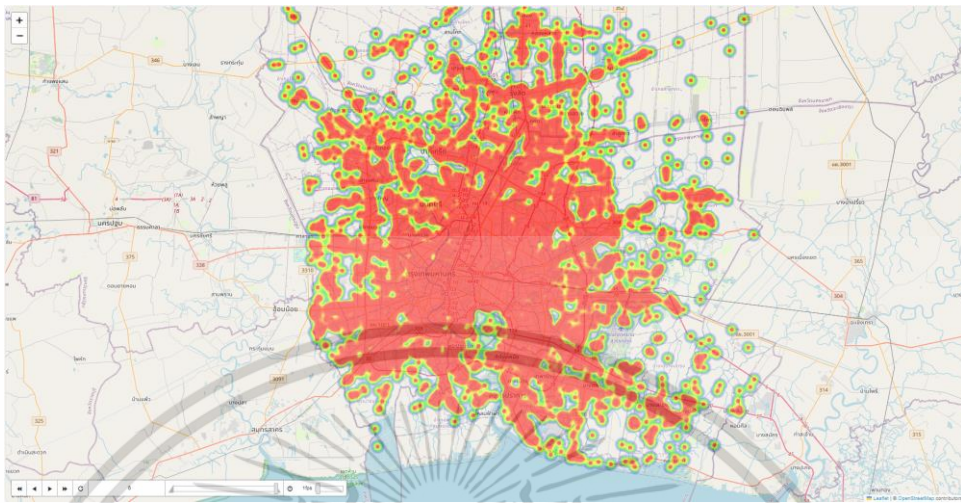
ผู้วิจัยได้สร้างแผนที่ความร้อนการรับแจ้งการเกิดเหตุในแต่ละวันของสัปดาห์ของกรุงเทพมหานครฯ และปริมณฑล เพื่อประกอบการตัดสินใจในการวิเคราะห์ปัญหาการกำหนดที่ตั้งสถานีที่บริการ ดังรูปที่ 4.12 และ 4.13



รูปที่ 4.12 ลักษณะการรับแจ้งการเกิดเหตุในวันจันทร์ถึงวันเสาร์

จากรูปที่ 4.12 เป็นลักษณะการรับแจ้งการเกิดเหตุในวันจันทร์ถึงวันเสาร์ของกรุงเทพมหานครฯ และปริมณฑล จากผลลัพธ์ที่ได้จะเห็นว่า การรับแจ้งการเกิดเหตุส่วนมากมีการไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระจุกตัวอยู่ที่กรุงเทพมหานครฯ และเพียงถนนเส้นหลักที่ใช้ในการเดินทาง และจะน้อยลงไปเรื่อย ๆ ในปริมณฑล

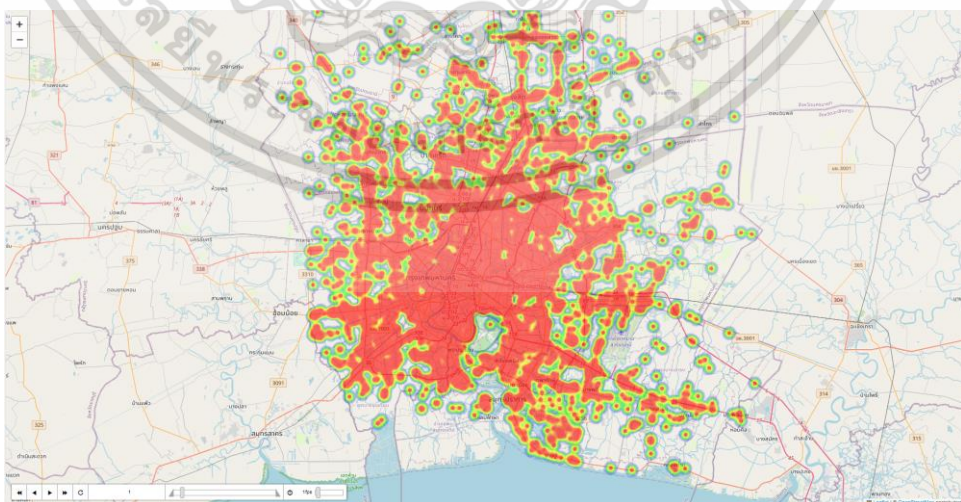


รูปที่ 4.13 ลักษณะการรับแจ้งการเกิดเหตุในวันอาทิตย์

จากรูปที่ 4.13 เป็นลักษณะการรับแจ้งการเกิดเหตุในวันอาทิตย์ของ กรุงเทพมหานครฯ และปริมณฑล จากผลลัพธ์ที่ได้จะเห็นว่าวันอาทิตย์มีลักษณะการรับแจ้งที่น้อยกว่าวันอื่นๆ และตำแหน่งกับรับแจ้งกระจายตัวออกไป

3. แผนที่ความร้อนของการเก็บเหตุในแต่ละเดือน

ผู้วิจัยได้สร้างแผนที่ความร้อนการรับแจ้งการเกิดเหตุในแต่ละเดือนของ กรุงเทพมหานครฯ และปริมณฑล เพื่อประกอบการตัดสินใจในการวิเคราะห์ปัญหาการกำหนดที่ตั้งสถานที่บริการ ดังรูปที่ 4.14



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้รูปที่ 4.14 ลักษณะการรับแจ้งการเกิดเหตุของเดือนมกราคม
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

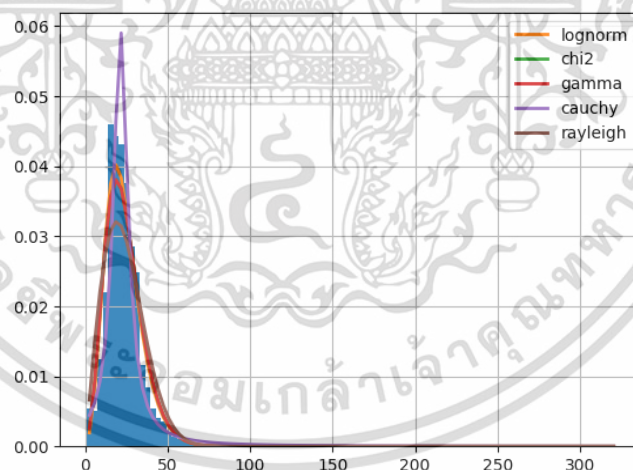
จากรูปที่ 4.14 เป็นลักษณะการรับแจ้งการเกิดเหตุของเดือนมกราคมใน กรุงเทพมหานครฯ และปริมณฑล จากผลลัพธ์ที่ได้พบว่า ในแต่ละเดือนมีสถานที่รับแจ้งการเกิดเหตุ ส่วนใหญ่อยู่ในกรุงเทพมหานครฯ และกระจายตัวออกไปตามถนนเส้นหลักในการเดินทางของ ปริมณฑล

4.1.4 รูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของระยะเวลาการทำงาน

1. รูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของระยะเวลาการเดินทางของพนักงาน
ผู้วิจัยได้ทำการเรียกใช้ไลบรารี Fitter เพื่อคำนวณผลลัพธ์ รูปแบบการแจกแจง ความน่าจะเป็นของระยะเวลาการเดินทางของพนักงาน

ตารางที่ 4.1 ผลลัพธ์รูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของระยะเวลาการเดินทางของพนักงาน

	sumsquare _error	aic	bic	kl_div	ks_statistic	ks_pvalue
lognorm	0.000300	3608.536	3635.489	inf	0.056	1.488971e-162
chi2	0.000407	5123.442	5150.395	inf	0.066	7.404194e-224
gamma	0.000407	5123.443	5150.396	inf	0.066	7.401952e-224
cauchy	0.000916	1730.555	1748.523	inf	0.087	0.000000e+00
rayleigh	0.000962	9898.144	9916.112	inf	0.099	0.000000e+00



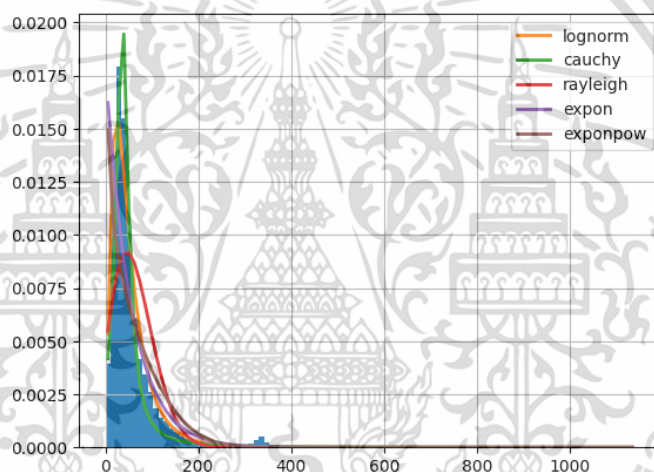
รูปที่ 4.15 รูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของระยะเวลาการเดินทางของพนักงาน

จากการตารางที่ 4.1 และรูปที่ 4.15 รูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของระยะเวลาการเดินทางของพนักงาน ที่เหมาะสมก็คือ รูปแบบการแจกแจงลอการิทึม โดยใช้ค่าผลรวมของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (SSE) เป็นเกณฑ์ในการค้นหาพารามิเตอร์ที่ดีที่สุด พารามิเตอร์ที่ได้คือ รูปร่าง (s) มีค่าเท่ากับ 0.3132594201534386 ตำแหน่ง (loc) มีค่าเท่ากับ -เอกสารนี้11.346382237287978 และมาตราส่วน (scale) มีค่าเท่ากับ 33.2768262535437 โยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. รูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของระยะเวลาการปฏิบัติงาน
ผู้วิจัยได้ทำการเรียกใช้ไลบรารี Fitter เพื่อคำนวณผลลัพธ์ รูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของระยะเวลาการปฏิบัติงาน

ตารางที่ 4.2 ผลลัพธ์รูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของระยะเวลาการปฏิบัติงานของพนักงาน

	sumsquare_error	aic	bic	kl_div	ks_statistic	ks_pvalue
lognorm	0.000021	2548.780	2575.732	inf	0.048	2.754545e-121
cauchy	0.000060	2058.547	2076.515	inf	0.136	0.000000e+00
rayleigh	0.000227	10986.651	11004.61	inf	0.209	0.000000e+00
expon	0.000262	2856.825	2874.793	inf	0.157	0.000000e+00
exponpow	0.000301	10945.744	10972.69	inf	0.158	0.000000e+00



รูปที่ 4.16 รูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของระยะเวลาการปฏิบัติงานของพนักงาน

จากการตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.16 รูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของระยะเวลาการปฏิบัติงานของพนักงานที่เหมาะสมก็คือ รูปแบบการแจกแจงลอการิทึม โดยใช้ค่าผลรวมของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (SSE) เป็นเกณฑ์ในการค้นหาพารามิเตอร์ที่ดีที่สุด พารามิเตอร์ที่ได้คือ รูปร่าง (s) มีค่าเท่ากับ 0.6887791550582278 ตำแหน่ง (loc) มีค่าเท่ากับ -4.913877059807573 และมาตราส่วน (scale) มีค่าเท่ากับ 46.94874930191143

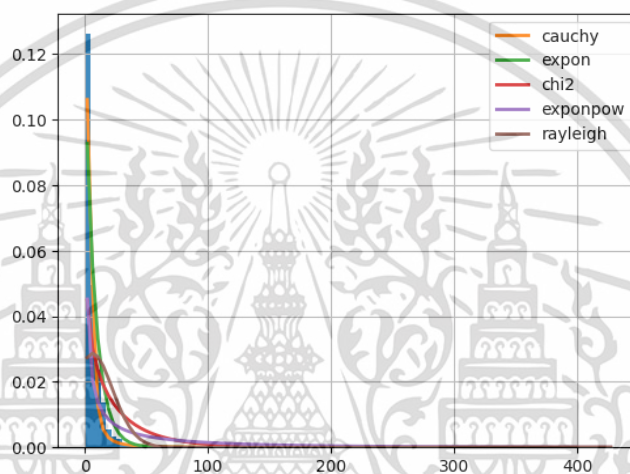
3. รูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของความห่างระยะเวลาการเรียกใช้บริการเคลม

ผู้วิจัยได้ทำการเรียกใช้ไลบรารี Fitter เพื่อคำนวณผลลัพธ์ รูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของความห่างระยะเวลาการเรียกใช้บริการเคลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ผลลัพธ์รูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของความห่างระยะเวลาการเรียกใช้บริการเคลม

	sumsquare_error	aic	bic	kl_div	ks_statistic	ks_pvalue
cauchy	0.000596	2062.271	2080.371	inf	0.208731	0.0
expon	0.001337	5567.193	5585.293	inf	0.159981	0.0
chi2	0.007556	2112.511	2139.662	inf	0.429471	0.0
exponpow	0.007648	1529.392	1556.542	inf	0.345453	0.0
rayleigh	0.010940	15365.827	15383.927	inf	0.323187	0.0



รูปที่ 4.17 รูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของความห่างระยะเวลาการเรียกใช้บริการเคลม

จากตารางที่ 4.3 และรูปที่ 4.17 รูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของความห่างระยะเวลาการเรียกใช้บริการเคลม (Interarrival) ที่เหมาะสมก็คือ รูปแบบการแจกคอดี โดยใช้ค่าผลรวมของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (SSE) เป็นเกณฑ์ในการค้นหาพารามิเตอร์ที่ดีที่สุด พารามิเตอร์ที่ได้คือ ตำแหน่ง (loc) มีค่าเท่ากับ 3.2581527105623813 และมาตราส่วน (scale) มีค่าเท่ากับ 2.506538125964199

4.1.5 รูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของระยะเวลาการทำงานแต่ละวันของสัปดาห์

1. รูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของระยะเวลาทางเดินทางของพนักงานรายวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ผลลัพธ์รูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของระยะเวลาการเดินทางของพนักงานรายวัน

Day	Fit Distribution
Friday	{'lognorm': {'s': 0.30580472112646107, 'loc': -11.406047690963993, 'scale': 33.364022198613874}}
Monday	{'cauchy': {'loc': 21.530196471250754, 'scale': 5.268073999842922}}
Saturday	{'lognorm': {'s': 0.3402445716375846, 'loc': -9.465587731970107, 'scale': 31.605971975335653}}
Sunday	{'lognorm': {'s': 0.3332589853715479, 'loc': -10.064613848361162, 'scale': 32.18668691907569}}
Thursday	{'cauchy': {'loc': 21.402392444713335, 'scale': 5.300625059825918}}
Tuesday	{'lognorm': {'s': 0.30905573017826365, 'loc': -11.420241871104542, 'scale': 33.27790884571629}}
Wednesday	{'lognorm': {'s': 0.310760477086536, 'loc': -11.531242464503901, 'scale': 33.50676940446815}}

จากตารางที่ 4.4 ผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณแตกต่างกันไปในแต่ละวันเล็กน้อย โดยวันจันทร์และวันพฤหัสบดี มีรูปแบบการแจกแจงแบบคอสี่ และพารามิเตอร์ที่ใกล้เคียงกัน วันศุกร์, วันอาทิตย์, วันเสาร์, วันอังคาร และวันพุธ มีรูปแบบการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล และมีพารามิเตอร์ที่ใกล้เคียงกัน

- รูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของระยะเวลาการปฏิบัติงานของพนักงานรายวัน

ตารางที่ 4.5 ผลลัพธ์รูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของระยะเวลาการปฏิบัติงานของพนักงานรายวัน

Day	Fit Distribution
Friday	{'lognorm': {'s': 0.6709903970109858, 'loc': -5.070909520168579, 'scale': 47.31784277143519}}
Monday	{'lognorm': {'s': 0.6849513059902207, 'loc': -5.193299744412507, 'scale': 46.73093999044478}}
Saturday	{'lognorm': {'s': 0.7038752495053563, 'loc': -4.643749028211966, 'scale': 47.25072895551008}}
Sunday	{'lognorm': {'s': 0.7196894083734982, 'loc': -3.772942092792154, 'scale': 47.161228083641525}}
Thursday	{'lognorm': {'s': 0.6972378495756408, 'loc': -5.196743665363529, 'scale': 47.15493122344456}}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 ผลลัพธ์รูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของระยะเวลาการปฏิบัติงานของพนักงานรายวัน (ต่อ)

Day	Fit Distribution
Tuesday	{'lognorm': {'s': 0.6750217229024171, 'loc': -5.161912986522382, 'scale': 46.615393242962185}}
Wednesday	{'lognorm': {'s': 0.6740006203991827, 'loc': -5.205633794669666, 'scale': 46.658298702266734}}

จากตารางที่ 4.5 ผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณมีรูปแบบการแจกแจงล็อกนอร์มอล เหมือนกันทั้งหมด โดยทุกวันนี้ค่าพารามิเตอร์ที่ใกล้เคียงกัน

4.1.6 รูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของระยะเวลาการทำงานแต่ละช่วงเวลา

1. รูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของระยะเวลาการเดินทางของพนักงานแต่ละช่วงเวลา

ตารางที่ 4.7 ผลลัพธ์รูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของระยะเวลาการเดินทางของพนักงานแต่ละช่วงเวลา

categories	Fit Distribution
AFTERNOON	{'lognorm': {'s': 0.310760477086536, 'loc': -11.531242464503901, 'scale': 33.50676940446815}}
EVENING	{'lognorm': {'s': 0.310760477086536, 'loc': -11.531242464503901, 'scale': 33.50676940446815}}
MORNING	{'lognorm': {'s': 0.310760477086536, 'loc': -11.531242464503901, 'scale': 33.50676940446815}}

จากตารางที่ 4.6 ผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณ ทั้ง 3 ช่วงเวลามีรูปแบบการแจกแจงแบบเดียวกันคือ รูปแบบการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล และทั้ง 3 ช่วงเวลามีพารามิเตอร์ที่เหมือนกันคือ รูปร่าง (s) มีค่าเท่ากับ 0.310760477086536 ตำแหน่ง (loc) มีค่าเท่ากับ -11.531242464503901 และมาตราส่วน (scale) มีค่าเท่ากับ 33.50676940446815

2. รูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของระยะเวลาการปฏิบัติงานของพนักงานแต่ละช่วงเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 ผลลัพธ์รูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของระยะเวลาการปฏิบัติงานของพนักงานแต่ละช่วงเวลา

categories	Fit Distribution
AFTERNOON	{'lognorm': {'s': 0.6740006203991827, 'loc': -5.205633794669666, 'scale': 46.658298702266734}}
EVENING	{'lognorm': {'s': 0.6740006203991827, 'loc': -5.205633794669666, 'scale': 46.658298702266734}}
MORNING	{'lognorm': {'s': 0.6740006203991827, 'loc': -5.205633794669666, 'scale': 46.658298702266734}}

จากตารางที่ 4.7 ผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณ ทั้ง 3 ช่วงเวลามีรูปแบบการแจกแจงแบบเดียวกันคือ รูปแบบการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล และทั้ง 3 ช่วงเวลามีพารามิเตอร์ที่เหมือนกันคือ รูปร่าง (s) มีค่าเท่ากับ 0.6740006203991827 ตำแหน่ง (loc) มีค่าเท่ากับ -5.205633794669666 และมาตราส่วน (scale) มีค่าเท่ากับ 46.658298702266734

4.2 ผลลัพธ์ของการแก้ปัญหาการกำหนดที่ตั้งสถานที่บริการ (Facility Location Problem : FLP)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นพบว่า การรับแจ้งการเกิดเหตุสามารถนำมาคำนวณปัญหาการกำหนดที่ตั้งสถานที่บริการด้วยปัญหาระยะทางรวมน้อยที่สุด (p-median Problem) โดยแบ่งออกเป็น 84 จุด ตามวันของเดือนในแต่ละปี เพื่อนำมาทดสอบประสิทธิภาพด้วยกระบวนการศึกษาสำนึกเพื่อทดสอบประสิทธิภาพสัดส่วนการเก็บงานของพนักงานบริษัทประกันภัย

4.2.1 ผลลัพธ์การคำนวณปัญหาระยะทางรวมน้อยที่สุด

ผู้วิจัยได้ทำการเก็บผลลัพธ์ของจุดบริการแต่ละจุด โดยในส่วนของผลลัพธ์จะทำการพล็อตกราฟระหว่างจุดบริการไปยังตำแหน่งของลูกค้าที่แจ้งเคลมเข้ามา และบอกระยะทางรวมในการเข้าถึงของบริการไปยังตำแหน่งของลูกค้าที่แจ้งเคลมของข้อมูลชุดนั้น

```

Status: Optimal
Centers = [146, 227, 245, 269, 294, 312, 337, 340, 371, 402, 415, 432, 478, 488, 508, 538, 587, 628, 633, 671, 685, 747, 762, 855]
Assigned relationships =
146: [148, 141, 144, 145, 147, 148, 151, 153, 155, 156, 158, 159, 160, 164, 167, 168, 170, 171, 173, 175, 801, 862]
227: [218, 214, 215, 216, 217, 220, 223, 224, 225, 226, 229, 512, 515, 529, 530, 535, 865, 867, 868]
245: [231, 234, 237, 238, 240, 241, 242, 243, 244, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 325, 326, 362, 365, 368, 369, 385, 44
269: [255, 256, 257, 258, 259, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 643, 647, 648, 650, 652, 653, 71
294: [83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 91, 92, 276, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 290, 291, 292, 293, 295, 2
312: [93, 100, 102, 103, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 319, 320, 321
337: [18, 19, 35, 40, 41, 45, 48, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 335, 336, 338, 358, 455,
340: [8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 20, 50, 51, 52, 53, 90, 277, 327, 328, 332, 333, 334, 339, 341, 342, 343, 344, 345, 346, 347,
371: [15, 330, 357, 359, 360, 361, 370, 373, 374, 375, 376, 377, 378, 379, 380, 381, 382, 383, 384, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 566
402: [1, 2, 3, 5, 6, 24, 33, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 101, 104, 105, 386, 387, 388, 389, 390, 391, 392, 393, 394, 395, 396, 397, 398,
415: [128, 122, 123, 125, 126, 129, 412, 413, 414, 416, 417, 418, 419, 420, 421, 422, 423, 424, 425, 426, 427, 428, 429, 430, 673, 67
432: [211, 212, 219, 222, 431, 433, 434, 435, 436, 437, 438, 439, 440, 441, 442, 443, 645, 646, 649, 651, 675, 678, 682, 711, 712, 71
478: [54, 55, 62, 63, 64, 67, 72, 73, 134, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 230, 236, 239, 367, 406, 457, 458, 459,
488: [22, 28, 30, 486, 487, 489, 490, 491, 492, 493, 494]
508: [130, 131, 132, 133, 135, 136, 137, 138, 139, 363, 364, 366, 497, 499, 500, 501, 503, 504, 507, 509, 510, 511, 534, 557, 610, 61
538: [58, 461, 465, 466, 473, 481, 514, 516, 517, 518, 519, 522, 524, 525, 527, 528, 531, 532, 533, 536, 537, 544, 546, 547, 548, 864
587: [106, 109, 110, 113, 115, 116, 118, 119, 143, 149, 154, 157, 162, 163, 166, 174, 576, 584, 585, 586, 588, 589, 590, 591, 592, 59
628: [213, 513, 520, 521, 523, 526, 539, 541, 542, 543, 545, 549, 553, 554, 555, 556, 558, 559, 627, 631, 632, 635, 636, 637, 639, 64
633: [218, 221, 228, 623, 624, 625, 626, 629, 630, 634, 638, 641, 644]
671: [7, 21, 23, 25, 26, 27, 29, 31, 32, 34, 56, 57, 59, 60, 61, 65, 66, 68, 121, 124, 127, 128, 408, 409, 410, 654, 655, 656, 657, 6
685: [0, 4, 107, 108, 111, 112, 114, 117, 684, 686, 687, 688, 690, 691, 692, 693, 694, 695, 696, 752, 765, 777, 823, 861]
747: [36, 37, 38, 39, 42, 43, 44, 46, 47, 49, 69, 70, 71, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183,
762: [142, 150, 152, 161, 165, 169, 172, 748, 750, 751, 753, 756, 757, 758, 761, 763, 766, 767, 769, 770, 771, 773, 778, 779, 782, 78
855: [260, 551, 552, 839, 840, 841, 842, 843, 844, 845, 846, 847, 849, 850, 851, 853, 854, 856, 857, 858, 869, 870, 871, 872]
Minimum total distance = 102462.60142421722

```

รูปที่ 4.18 ตัวอย่างผลลัพธ์ของจุดบริการปัญหาระยะทางรวมน้อยที่สุด

จากรูปที่ 4.18 เป็นตัวอย่างผลลัพธ์ของจุดบริการปัญหาระยะทางรวมน้อยที่สุด โดย จะทำการแสดงผลของ index จุดบริการ และทำการตั้งตำแหน่งจุดบริการสำหรับลูกค้าโดยมีเงื่อนไข คือ ลูกค้าจะสามารถได้รับบริการจากสถานที่บริการเดียวเท่านั้น แต่สถานที่บริการสามารถให้บริการ ลูกค้าหลายตำแหน่งได้ และจะทำการคำนวณระยะทางการเดินทางโดยรวมระหว่างจุดบริการและ ตำแหน่งของลูกค้าที่รับแจ้งทุกตำแหน่ง

4.2.2 ผลลัพธ์ข้อมูลของตำแหน่งให้บริการที่คำนวณด้วยปัญหาระยะทางรวมน้อยที่สุด

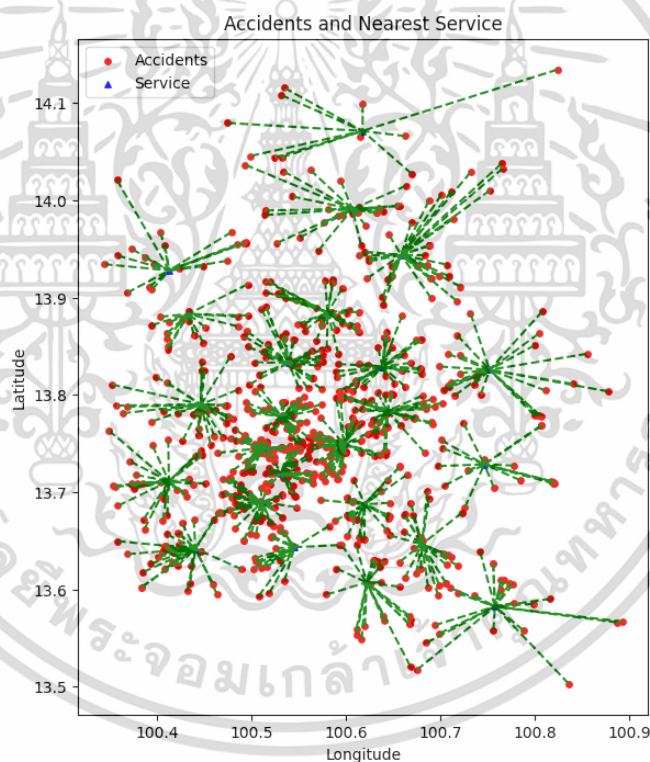
จากการคำนวณปัญหาระยะทางรวมน้อยที่สุดจะทำการแปลงเป็น dataframe ใหม่ โดยเลือกข้อมูลเฉพาะชื่อจุดให้บริการเคลม ละติจูดจุดให้บริการเคลม ลองจิจูดจุดให้บริการเคลม เขต จุดให้บริการเคลม และข้อมูลระบุพิกัดของจุดให้บริการเคลม ดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.9 ผลลัพธ์ของจุดบริการที่ได้จากการแก้ปัญหาระยะทางรวมน้อยที่สุด

Name	LAT	LON	ADM2_EN	geometry
Service1	13.68954	100.5113	Bang Kho Laem	POINT (100.511297 13.68954309)
Service2	13.7493	100.5983	Huai Khwang	POINT (100.5983237 13.74929925)
Service3	13.82566	100.7523	Khlong Sam Wa	POINT (100.7522923 13.825659)
Service4	13.60706	100.6222	Mueang Samut Prakan	POINT (100.6221849 13.607058)
Service5	13.83268	100.5394	Bang Sue	POINT (100.5393624 13.8326826)
Service6	13.99094	100.6071	Thanyaburi	POINT (100.6070955 13.99093917)
Service7	13.64175	100.441	Bang Khun Thian	POINT (100.4410025 13.6417528)
Service8	13.71103	100.413	Bang Khae	POINT (100.413022 13.71102945)
Service9	13.78328	100.6438	Bang Kapi	POINT (100.6437859 13.7832816)
Service10	13.79013	100.4469	Taling Chan	POINT (100.4469342 13.79013379)
Service11	13.64327	100.546	Phra Pradaeng	POINT (100.5459873 13.64327446)
Service12	13.74531	100.5114	Pom Prap Sattru Phai	POINT (100.5114179 13.74531089)
Service13	13.92793	100.4134	Bang Bua Thong	POINT (100.4134174 13.927934)

ตารางที่ 4.10 ผลลัพธ์ของจุดบริการที่ได้จากการแก้ปัญหาระยะทางรวมน้อยที่สุด (ต่อ)

Name	LAT	LON	ADM2_EN	geometry
Service14	13.88309	100.4335	Bang Bua Thong	POINT (100.4334694 13.88309001)
Service15	13.82882	100.6391	Bueng Kum	POINT (100.6390564 13.82882386)
Service16	13.72839	100.7467	Lat Krabang	POINT (100.7466973 13.72838804)
Service17	13.77753	100.5321	Phaya Thai	POINT (100.5321403 13.77752946)
Service18	13.94377	100.6588	Lam Luk Ka	POINT (100.65883 13.943769)
Service19	13.64631	100.6807	Bang Phli	POINT (100.680679 13.6463126)
Service20	13.58222	100.7579	Bang Phli	POINT (100.7578837 13.5822237)
Service21	13.71904	100.5314	Sathon	POINT (100.5314145 13.71904177)
Service22	14.0713	100.6179	Khlong Luang	POINT (100.6179193 14.07129769)
Service23	13.68751	100.6201	Phra Khanong	POINT (100.6200855 13.68750853)
Service24	13.88447	100.5808	Lak Si	POINT (100.5808355 13.88447265)



รูปที่ 4.19 กราฟแสดงผลลัพธ์ปัญหาหระยะทางรวมน้อยที่สุด

จากตารางที่ 4.8 และรูปที่ 4.19 เป็นการแสดงผลลัพธ์ตำแหน่งของสถานที่บริการเค
 ลม โดยข้อมูลประกอบไปด้วยชื่อจุดบริการ ละติจูดจุดบริการ ลองจิจูดจุดบริการ เขตจุดบริการ และ
 ข้อมูลระบุพิกัดของจุดบริการ และจากรูปเป็นการแสดงผลลัพธ์ปัญหาหระยะทางรวมน้อยที่สุดโดยจุดสี
 แดงคือลูกค้า จุดสีน้ำเงินคือจุดบริการ และเส้นประสีเขียวคือการเชื่อมเส้นทางบริการของจุดบริการ
 เอกสารนี้ไปยังลูกค้าต่างๆ โดยมีเงื่อนไขคือ ลูกค้าจะสามารถได้รับบริการจากสถานที่บริการเดียวเท่านั้น แต่
 ไม่ว่าจะสถานที่บริการสามารถให้บริการลูกค้าหลายตำแหน่งได้จนถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยจะทำการคำนวณข้อมูลทุกชุดจนครบ 84 ชุด เพื่อนำมาคำนวณหาชุดที่สามารถลดระยะทางรวมระหว่างลูกค้ากับจุดบริการ และเพิ่มสัดส่วนการเก็บงานมากที่สุด

- 4.2.3 การเปรียบเทียบระยะทางการเข้าถึงระหว่างจุดสแตนด์บายของพนักงานตามนโยบายเดิมของบริษัทและจุดสแตนด์บายของพนักงานที่คำนวณด้วยปัญหา ระยะทางรวมน้อยที่สุด

ตารางที่ 4.11 ระยะทางรวมระหว่างจุดสแตนด์บายของพนักงานตามนโยบายเดิมของบริษัทไปยังตำแหน่งลูกค้าแจ้งเคลม

จุดสแตนด์บาย	เขต	จำนวนการเก็บเคลม	ระยะทางรวม (หน่วยกิโลเมตร)
Service 1	Pak Kret	1,337	5,677.16
Service 2	Mueang Nonthaburi	1,434	4,086.78
Service 3	Bang Khen	1,718	8,468.36
Service 4	Khan Na Yao	2,096	14,831.79
Service 5	Prawet	1,625	11,684.33
Service 6	Prawet	1,900	6,493.40
Service 7	Bang Khun Thian	2,092	3,997.70
Service 8	Phaya Thai	2,113	4,637.45
Service 9	Vadhana	2,209	5,420.53
Service 10	Chatuchak	2,520	5,805.96
Service 11	Pom Prap Sattru Phai	1,602	2,632.35
Service 12	Pathum Wan	1,486	3,337.77
Service 13	Chom Thong	1,655	7,162.14
Service 14	Taling Chan	1,590	6,008.42
Service 15	Phasi Charoen	1,518	4,090.91
Service 16	Bang Kapi	2,596	19,814.80
Service 17	Bang Phli	2,299	10,269.84
Service 18	Phra Pradaeng	1,833	7,442.45
Service 19	Bang Kho Laem	1,403	2,717.30
Service 20	Thanyaburi	1,582	8,807.26
Service 21	Bang Bua Thong	1,772	11,660.82
Service 22	Khlong Luang	982	6,955.32
Service 23	Lat Phrao	935	2,198.58
Service 24	Suan Luang	878	1,821.23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.9 เป็นตารางระยะทางรวมระหว่างจุดสแตนด์บายของพนักงานตามนโยบายเดิมของบริษัทไปยังตำแหน่งลูกค้าแจ้งเคลม โดยมีจำนวนการรับแจ้งเหตุเกิดขึ้นทั้งหมด 41,175 รายการ และพนักงานทั้งหมด 24 คน โดยใช้ระยะทางรวมในการเดินทางไปยังตำแหน่งลูกค้าแจ้งเคลมทั้งหมด 166,022.66 กิโลเมตร

ตารางที่ 4.12 ระยะทางรวมระหว่างจุดสแตนด์บายของพนักงานที่คำนวณด้วยปัญหา ระยะทางรวม น้อยที่สุดไปยังตำแหน่งลูกค้าแจ้งเคลม

จุดสแตนด์บาย	เขต	จำนวนการเก็บเคลม	ระยะทางรวม (หน่วย: กิโลเมตร)
Service1	Min Buri	1,370	8,362.22
Service2	Din Daeng	2,390	7,362.26
Service3	Thanyaburi	2,407	5,941.13
Service4	Bang Khun Thian	1,538	4,751.09
Service5	Khlong Toei	1,610	7,496.04
Service6	Rat Burana	1,434	5,833.54
Service7	Bang Khae	1,014	4,819.52
Service8	Bang Kapi	1,904	6,222.62
Service9	Bang Khen	1,523	3,538.17
Service10	Don Mueang	1,918	7,292.70
Service11	Chatuchak	2,500	9,392.23
Service12	Taling Chan	1,863	7,451.48
Service13	Mueang Nonthaburi	2,613	7,367.22
Service14	Bang Yai	1,766	7,404.57
Service15	Bang Na	1,537	4,649.75
Service16	Bang Bua Thong	1,079	3,536.14
Service17	Lat Krabang	3,135	7,867.81
Service18	Ratchathewi	1,613	9,584.26
Service19	Bang Phli	1,078	4,857.13
Service20	Vadhana	1,168	6,224.27
Service21	Phra Samut Chedi	2,787	6,387.05
Service22	Bang Sao Thong	1,164	4,267.10
Service23	Bang Rak	896	5,140.14
Service24	Khlong Luang	868	5,446.92

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.10 เป็นตารางระยะทางรวมระหว่างจุดสแตนด์บายของพนักงานที่คำนวณด้วยปัญหาระยะทางรวมน้อยที่สุดไปยังตำแหน่งลูกค้าแจ้งเคลม โดยมีจำนวนการรับแจ้งเหตุเกิดขึ้นทั้งหมด 41,175 รายการ และพนักงานทั้งหมด 24 คน โดยใช้ระยะทางรวมในการเดินทางไปยังตำแหน่งลูกค้าแจ้งเคลมทั้งหมด 151,195.35 กิโลเมตร

จากจุดสแตนด์บายตามนโยบายเดิมของบริษัท พนักงานของบริษัทจะมีจุดสแตนด์บายในกรุงเทพมหานคร ฯ 17 ตำแหน่ง, นนทบุรี 3 ตำแหน่ง, ปทุมธานี 2 ตำแหน่ง และสมุทรปราการ 2 ตำแหน่ง เมื่อปรับปรุงจุดสแตนด์บายด้วยปัญหาระยะทางรวมน้อยที่สุด ตำแหน่งจุดสแตนด์บายของพนักงานของบริษัทจะถูกปรับใหม่ให้เข้ากับรูปแบบการรับแจ้งการเกิดเหตุ เพื่อลดระยะทางระหว่างพนักงานและจุดรับแจ้งการเกิดเหตุ จากการคำนวณจะปรับเป็นกรุงเทพมหานคร ฯ 16 ตำแหน่ง, นนทบุรี 3 ตำแหน่ง, ปทุมธานี 2 ตำแหน่ง และสมุทรปราการ 3 ตำแหน่ง

โดยพบว่า จุดสแตนด์บายของพนักงานที่คำนวณด้วยปัญหาระยะทางรวมน้อยที่สุดมีระยะทางรวมน้อยกว่าจุดสแตนด์บายของพนักงานตามนโยบายเดิมของบริษัท 14,827.31 กิโลเมตร โดยลดลงจากเดิมร้อยละ 0.08 จากระยะทางทั้งหมด

4.2.4 ผลลัพธ์ระยะทางการเดินทางและเวลาการเดินทางด้วย Bing Map API

ตารางที่ 4.13 ผลลัพธ์ระยะทางการเดินทางและเวลาการเดินทางด้วย Bing Map API

ระยะทาง/เวลา	จุดสแตนด์บายของพนักงานตามนโยบายเดิมของบริษัท	จุดสแตนด์บายของพนักงานที่คำนวณด้วยปัญหาระยะทางรวมน้อยที่สุด
ระยะทางกระจัดรวม (หน่วย: กิโลเมตร)	3,109.36	2,811.81
ระยะทางกระจัดเฉลี่ย (หน่วย: กิโลเมตร)	4.20	3.80
ระยะทางจริงรวม (หน่วย: กิโลเมตร)	5,151.44	4,891.22
ระยะทางจริงเฉลี่ย (หน่วย: กิโลเมตร)	6.96	6.61
เวลาการเดินทางรวม (หน่วย: นาที)	7,872.77	7,601.82
เวลาการเดินทางเฉลี่ย (หน่วย: นาที)	10.64	10.27

จากตารางที่ 4.11 เป็นการคำนวณข้อมูลระยะเวลา 7 วัน เพื่อทดสอบระยะทางและระยะเวลาการเดินทางระหว่างจุดบริการไปยังตำแหน่งรับแจ้งการเกิดเหตุด้วย Bing Map API พบว่าระยะทางระหว่างจุดสแตนด์บายของพนักงานตามนโยบายเดิมของบริษัทไปยังจุดรับแจ้งการเกิดเหตุเอกสารนี้ใช้ระยะทางในการเดินทางทั้งหมด 5,151.44 กิโลเมตร ระยะเวลาการเดินทาง 7,872.77 นาที ส่วนไม่ว่ากร ระยะทางระหว่างจุดสแตนด์บายของพนักงานที่คำนวณด้วยปัญหาระยะทางรวมน้อยที่สุดไปยังจุดรับ

แจ้งการเกิดเหตุ ใช้ระยะทางในการเดินทางทั้งหมด 4,891.22 กิโลเมตร ระยะเวลาการเดินทาง 7,601.82 นาที โดยสามารถลดระยะทางจากเดิม 260.22 กิโลเมตรหรือร้อยละ 0.05 และลดเวลาการเดินทางจากเดิม 270.95 นาที

- 4.2.5 การเปรียบเทียบสัดส่วนการเก็บงานด้วยจุดสแตนด์บายของพนักงานที่คำนวณด้วยปัญหาระยะทางรวมน้อยที่สุดและจุดสแตนด์บายของพนักงานตามนโยบายเดิมของบริษัท

ตารางที่ 4.14 การเปรียบเทียบสัดส่วนการเก็บงานด้วยจุดสแตนด์บายของพนักงานที่คำนวณด้วยปัญหาระยะทางรวมน้อยที่สุดและจุดสแตนด์บายของพนักงานตามนโยบายเดิมของบริษัท

จำนวนพนักงาน	สัดส่วนการเก็บงาน			
	จุดสแตนด์บายของพนักงานตามนโยบายเดิมของบริษัท		จุดสแตนด์บายของพนักงานที่คำนวณด้วยปัญหาระยะทางรวมน้อยที่สุด	
	พนักงานเคลมของบริษัท	พนักงานเคลมนอกบริษัท	พนักงานเคลมของบริษัท	พนักงานเคลมนอกบริษัท
24 คน	57.69%	42.31%	57.86%	42.14%

จากตารางที่ 4.12 เป็นการเปรียบเทียบสัดส่วนการเก็บงานด้วยจุดสแตนด์บายของพนักงานที่คำนวณด้วยปัญหาระยะทางรวมน้อยที่สุดและจุดสแตนด์บายของพนักงานตามนโยบายเดิมของบริษัท โดยจากผลลัพธ์พบว่า สัดส่วนการเก็บงานของพนักงานเคลมของบริษัทด้วยจุดสแตนด์บายของพนักงานตามนโยบายเดิมของบริษัทอยู่ที่ร้อยละ 57.69 สัดส่วนการเก็บงานของพนักงานเคลมของบริษัทด้วยจุดสแตนด์บายของพนักงานที่คำนวณด้วยปัญหาระยะทางรวมน้อยที่สุดอยู่ที่ร้อยละ 57.86 โดยเมื่อเปลี่ยนจุดสแตนด์บายของพนักงานมาเป็นจุดสแตนด์บายที่คำนวณด้วยปัญหาระยะทางรวมน้อยที่สุด ส่งผลให้สามารถเพิ่มสัดส่วนการเก็บงานจากเดิมได้ร้อยละ 0.17 จากข้อมูลทั้งหมด

4.3 ผลลัพธ์การปรับปรุงคำตอบโดยกระบวนการศึกษาสำนึก

- 4.3.1 การเปรียบเทียบสัดส่วนการจ่ายงานที่ปรับปรุงคำตอบด้วยกระบวนการศึกษาสำนึก

ตารางที่ 4.15 การเปรียบเทียบจำนวนการจ่ายงานของพนักงานเคลมบริษัทขั้นตอนปรับปรุงคำตอบด้วยกระบวนการศึกษาสำนึก

จำนวนการจ่ายงานของพนักงานเคลมบริษัทจริง	จำนวนการจ่ายงานของพนักงานเคลมบริษัทที่ปรับปรุงคำตอบด้วยกระบวนการศึกษาสำนึก	จำนวนเหตุรับแจ้งทั้งหมด
36,122	35,784	62,059

จากตารางที่ 4.12 เป็นการเปรียบเทียบสัดส่วนการจ่ายงานกระบวนการศึกษาสำนึก เอกสารนี้ โดยจากผลลัพธ์พบว่า สัดส่วนการจ่ายงานของพนักงานเคลมบริษัทจริงอยู่ที่ร้อยละ 58.21 จากข้อมูลไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั้งหมด และสัดส่วนการจ่ายงานของพนักงานเคลมบริษัทด้วยกระบวนการศึกษาสำนึกอยู่ที่ร้อยละ 57.66 จากข้อมูลทั้งหมดพบว่า การจ่ายงานมีสัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน

4.3.2 การเปรียบเทียบสัดส่วนการเก็บงานเมื่อลดเวลาการจบงานทุก 5 นาที

ตารางที่ 4.16 การเปรียบเทียบสัดส่วนการเก็บงานเมื่อลดเวลาการจบงานทุก 5 นาที

ระยะเวลาการจบงาน	สัดส่วนการเก็บงาน			
	จุดสแตนด์บายของพนักงานตามนโยบายเดิมของบริษัท		จุดสแตนด์บายของพนักงานที่คำนวณด้วยปัญหาระยะทางรวม น้อยที่สุดและกระบวนการศึกษาสำนึก	
	พนักงานเคลมของบริษัท	พนักงานเคลมนอกบริษัท	พนักงานเคลมของบริษัท	พนักงานเคลมนอกบริษัท
ระยะเวลาการจบงานปกติ	57.66%	42.34%	57.86%	42.14%
ลดระยะเวลาการจบงาน 5 นาที	58.42%	41.58%	58.75%	41.25%
ลดระยะเวลาการจบงาน 10 นาที	59.12%	40.88%	59.93%	40.07%
ลดระยะเวลาการจบงาน 15 นาที	59.70%	40.30%	60.71%	39.29%
ลดระยะเวลาการจบงาน 20 นาที	60.23%	39.77%	61.52%	38.48%

จากตารางที่ 4.14 เป็นการเปรียบเทียบสัดส่วนการเก็บงานด้วยจุดสแตนด์บายของพนักงานที่คำนวณด้วยปัญหาระยะทางรวม น้อยที่สุดโดยปรับปรุงคำตอบด้วยกระบวนการศึกษาสำนึก และจุดสแตนด์บายของพนักงานตามนโยบายเดิมของบริษัท เมื่อลดเวลาการจบงานทุก 5 นาที จากผลลัพธ์ที่ได้จะเห็นว่าเมื่อลดเวลาการจบงานทุก 5 นาที ด้วยการเก็บงานรูปแบบจุดสแตนด์บายของพนักงานตามนโยบายเดิมของบริษัทจะส่งผลให้สัดส่วนการเก็บงานพนักงานเคลมของบริษัทเฉลี่ยเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.64 แต่เมื่อเก็บงานรูปแบบจุดสแตนด์บายของพนักงานที่คำนวณด้วยปัญหา ระยะทางรวม น้อยที่สุดจะส่งผลให้สัดส่วนการเก็บงานพนักงานเคลมของบริษัทเฉลี่ยเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.92

4.3.3 การเปรียบเทียบสัดส่วนการเก็บงานเมื่อเพิ่มรัศมีการเก็บงานจากเดิมทุก 2 กิโลเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.17 การเปรียบเทียบสัดส่วนการเก็บงานเมื่อเพิ่มรัศมีการเก็บงานจากเดิมทุก 2 กิโลเมตร

รัศมีการเก็บงาน	สัดส่วนการเก็บงาน			
	จุดสแตนด์บายของพนักงานตามนโยบายเดิมของบริษัท		จุดสแตนด์บายของพนักงานที่คำนวณด้วยปัญหาระยะทางรวม น้อยที่สุดและกระบวนการศึกษาสำนึก	
	พนักงาน เคลมของบริษัท	พนักงานเคลม นอกบริษัท	พนักงาน เคลมของบริษัท	พนักงานเคลม นอกบริษัท
รัศมีการเก็บงานปกติ	57.66%	42.34%	57.86%	42.14%
14 กิโลเมตร	59.92%	40.08%	60.20%	39.80%
16 กิโลเมตร	61.29%	38.71%	61.61%	38.39%
18 กิโลเมตร	62.38%	37.62%	62.62%	37.38%

จากตารางที่ 4.15 เป็นการเปรียบเทียบสัดส่วนการเก็บงานด้วยจุดสแตนด์บายของพนักงานที่คำนวณด้วยปัญหาระยะทางรวม น้อยที่สุดโดยปรับปรุงคำตอบด้วยกระบวนการศึกษาสำนึก และจุดสแตนด์บายของพนักงานตามนโยบายเดิมของบริษัท เมื่อเพิ่มรัศมีการเก็บงานจากเดิมทุก 2 กิโลเมตร จากผลลัพธ์ที่ได้จะเห็นว่าเมื่อเพิ่มรัศมีการเก็บงานจากเดิมทุก 2 กิโลเมตร ด้วยการเก็บงานรูปแบบจุดสแตนด์บายของพนักงานตามนโยบายเดิมของบริษัทจะส่งผลให้สัดส่วนการเก็บงานพนักงานเคลมของบริษัทเฉลี่ยเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.57 แต่เมื่อเก็บงานรูปแบบจุดสแตนด์บายของพนักงานที่คำนวณด้วยปัญหาระยะทางรวม น้อยที่สุดจะส่งผลให้สัดส่วนการเก็บงานพนักงานเคลมของบริษัทเฉลี่ยเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.59

4.3.4 การเปรียบเทียบสัดส่วนการเก็บงานเมื่อเพิ่มระยะเวลาการทำงานทุก 1 ชั่วโมง

ตารางที่ 4.18 การเปรียบเทียบสัดส่วนการเก็บงานเมื่อเพิ่มระยะเวลาการทำงานทุก 1 ชั่วโมง

จำนวน เวลาการทำงาน	สัดส่วนการเก็บงาน			
	จุดสแตนด์บายของพนักงานตามนโยบายเดิมของบริษัท		จุดสแตนด์บายของพนักงานที่คำนวณด้วยปัญหาระยะทางรวม น้อยที่สุดและกระบวนการศึกษาสำนึก	
	พนักงาน เคลมของบริษัท	พนักงานเคลม นอกบริษัท	พนักงาน เคลมของบริษัท	พนักงานเคลม นอกบริษัท
10 ชั่วโมง	57.66%	42.34%	57.86%	42.14%
11 ชั่วโมง	62.81%	37.19%	62.83%	37.17%
12 ชั่วโมง	66.16%	33.84%	66.30%	33.70%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ จากตารางที่ 4.16 เป็นการเปรียบเทียบสัดส่วนการเก็บงานด้วยจุดสแตนด์บายของพนักงานที่คำนวณด้วยปัญหาระยะทางรวม น้อยที่สุดโดยปรับปรุงคำตอบด้วยกระบวนการศึกษาสำนึก

และจุดสแตนด์บายของพนักงานตามนโยบายเดิมของบริษัท เมื่อเพิ่มระยะเวลาการทำงานทุก 1 ชั่วโมง จากผลลัพธ์ที่ได้จะเห็นว่าเมื่อเพิ่มระยะเวลาการทำงานทุก 1 ชั่วโมง ด้วยการเก็บงานรูปแบบจุดสแตนด์บายของพนักงานตามนโยบายเดิมของบริษัทจะส่งผลให้สัดส่วนการเก็บงานพนักงานเคลมของบริษัทเฉลี่ยเพิ่มขึ้นร้อยละ 4.25 แต่เมื่อเก็บงานรูปแบบจุดสแตนด์บายของพนักงานที่คำนวณด้วยปัญหาระยะทางรวมน้อยที่สุดจะส่งผลให้สัดส่วนการเก็บงานพนักงานเคลมของบริษัทเฉลี่ยเพิ่มขึ้นร้อยละ 4.22

4.3.5 การเปรียบเทียบสัดส่วนการเก็บงานเมื่อเพิ่มจำนวนพนักงานทุก 2 คน

ตารางที่ 4.19 การเปรียบเทียบสัดส่วนการเก็บงานเมื่อเพิ่มจำนวนพนักงานทุก 2 คน

จำนวนพนักงาน	สัดส่วนการเก็บงาน					
	การเปลี่ยนจุดสแตนด์บายแบบรายปี		การเปลี่ยนจุดสแตนด์บายแบบรายเดือน		การเปลี่ยนจุดสแตนด์บายแบบรายวันในสัปดาห์	
	พนักงานเคลมของบริษัท	พนักงานเคลมนอกบริษัท	พนักงานเคลมของบริษัท	พนักงานเคลมนอกบริษัท	พนักงานเคลมของบริษัท	พนักงานเคลมนอกบริษัท
24 คน	57.86%	42.14%	57.79%	42.21%	57.82%	42.18%
26 คน	59.70%	40.30%	59.64%	40.36%	59.69%	40.31%
28 คน	60.96%	39.04%	60.93%	39.07%	61.07%	38.93%
30 คน	62.05%	37.95%	61.99%	38.01%	62.12%	37.88%

จากตารางที่ 4.17 เป็นตารางเปรียบเทียบสัดส่วนการเก็บงานด้วยจุดสแตนด์บายของพนักงานที่คำนวณด้วยปัญหาระยะทางรวมน้อยที่สุดโดยปรับปรุงคำตอบด้วยกระบวนการศึกษาสำนึก เมื่อเพิ่มจำนวนพนักงานทุก 2 คน จะเห็นได้ว่าเมื่อเพิ่มจำนวนพนักงานทุก 2 คน จะส่งผลให้สัดส่วนการเก็บงานของพนักงานเคลมบริษัทเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 1.41 และสัดส่วนการเก็บงานสูงสุดที่การเปลี่ยนจุดสแตนด์บายแบบรายวันในสัปดาห์ โดยมีสัดส่วนการเก็บงานที่ร้อยละ 62.12 ที่พนักงานเคลมของบริษัทจำนวน 30 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.6 การเปรียบเทียบปัจจัยที่ส่งผลต่อการเพิ่มสัดส่วนของพนักงานเคลมของบริษัท

ตารางที่ 4.20 การเปรียบเทียบปัจจัยที่ส่งผลต่อการเพิ่มสัดส่วนของพนักงานเคลมของบริษัท

ปัจจัยที่ส่งผลต่อสัดส่วนการเก็บงาน		สัดส่วนการเก็บงานที่เพิ่มขึ้นจากเดิม	
		จุดสแตนด์บายของพนักงานตามนโยบายเดิม ของบริษัท	จุดสแตนด์บายของพนักงานที่คำนวณด้วยปัญหาระยะทางรวม น้อยที่สุดและปรับปรุงค่าตอบด้วยกระบวนการศึกษาสำนึก
จำนวนพนักงาน	26 คน	-	1.85%
	28 คน	-	3.16%
	30 คน	-	4.23%
	เฉลี่ยเมื่อพนักงานเพิ่มขึ้น 2 คน	-	1.41%
ระยะเวลาการปิดเหตุ	ลดระยะเวลาการจบงาน 5 นาที	0.76%	0.89%
	ลดระยะเวลาการจบงาน 10 นาที	1.46%	2.07%
	ลดระยะเวลาการจบงาน 15 นาที	2.04%	2.85%
	ลดระยะเวลาการจบงาน 20 นาที	2.57%	3.66%
	เฉลี่ยเมื่อลดระยะเวลาการจบงาน 5 นาที	0.64%	0.92%
รัศมีการเก็บงาน	14 กิโลเมตร	2.26%	2.34%
	16 กิโลเมตร	3.63%	3.75%
	18 กิโลเมตร	4.72%	4.76%
	เฉลี่ยเมื่อเพิ่มรัศมีการเก็บงานทุก 2 กิโลเมตร	1.57%	1.59%
ระยะเวลาการทำงาน	11 ชั่วโมง	5.15%	4.97%
	12 ชั่วโมง	8.50%	8.44%
	เฉลี่ยเมื่อเพิ่มระยะเวลาการทำงาน 1 ชั่วโมง	4.25%	4.22%

จากตารางที่ 4.18 เป็นการเปรียบเทียบปัจจัยที่ส่งผลต่อการเพิ่มสัดส่วนของพนักงานเคลมของบริษัท โดยจากผลลัพธ์ ปัจจัยที่ส่งผลต่อสัดส่วนการเก็บงานของพนักงานเคลมบริษัทสูงที่สุดคือระยะเวลาการทำงาน โดยเมื่อเพิ่มระยะเวลาการทำงานทุก 1 ชั่วโมง จะส่งผลให้สัดส่วนเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 4.24 จากจุดสแตนด์บายทั้ง 2 รูปแบบ และต่อมาก็คือรัศมีการเก็บงาน โดยเมื่อเพิ่มรัศมีการเก็บงานทุก 2 กิโลเมตร จะส่งผลให้สัดส่วนเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 1.58 จากจุดสแตนด์บายทั้ง 2 รูปแบบ

4.4 อภิปรายผล

จากการวิเคราะห์และการทดสอบการปรับจุดสแตนด์บายของพนักงานด้วยวิธีการแก้ปัญหา ระยะทางรวมน้อยที่สุดและปรับปรุงค่าตอบแทนด้วยกระบวนการศึกษาสำนักทั้งหมดที่กล่าวมา สามารถอภิปรายผลได้ ดังนี้

1. ผลลัพธ์ของการแก้ปัญหาการกำหนดที่ตั้งสถานที่บริการ

จากผลลัพธ์ของการแก้ปัญหา ระยะทางรวมน้อยที่สุด ผลลัพธ์ของตำแหน่งที่ตั้งบริการเคลมมีความคล้ายคลึงกับตำแหน่งสถานที่ตั้งบริการเคลมตามนโยบายของบริษัท โดยจะแตกต่างกันในส่วนของกรุงเทพมหานคร ฯ จากนโยบายเดิม 17 ตำแหน่ง ลดลงเป็น 16 ตำแหน่งและเพิ่มในส่วนของจังหวัดสมุทรปราการ 1 ตำแหน่งเพื่อให้สอดคล้องกับจุดรับแจ้งการเกิดเหตุที่เกิดขึ้นจากการแก้ปัญหา ระยะทางรวมน้อยที่สุด

การแก้ปัญหา ระยะทางรวมน้อยที่สุด สามารถลดระยะทางรวมระหว่างจุดรับแจ้งการเกิดเหตุและตำแหน่งที่ตั้งบริการเคลมได้ 14,827.31 กิโลเมตร หรือร้อยละ 0.08 ของระยะทางทั้งหมด แต่ผลลัพธ์ของตำแหน่งที่ตั้งบริการเคลมบางจุดไม่สามารถที่จะประจำตำแหน่งได้จริง เนื่องจากตำแหน่งของพิกัดที่นำมาใช้ในการคำนวณเป็นพิกัดของจุดรับแจ้งการเกิดเหตุ โดยในบางจุดต้องอาศัยการวิเคราะห์บุคคลที่เชี่ยวชาญเพิ่มเติม เพื่อที่จะสามารถปรับปรุงตำแหน่งที่ตั้งบริการเคลมให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น เช่น ในตำแหน่งของจุดบริการเคลมที่ 24 ไม่สามารถให้พนักงานอยู่ประจำจุดได้เนื่องจากสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น รูปที่ 4.20 ตัวอย่างสถานที่ของผลลัพธ์การแก้ปัญหา ระยะทางรวมน้อยที่สุด

จากรูปที่ 4.20 เป็นตัวอย่างสถานที่ของผลลัพธ์การแก้ปัญหาระยะทางรวมน้อยที่สุด จะเห็นได้ว่าสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมสำหรับการประจำตำแหน่งของพนักงานเคลมจึงจำเป็นต้องอาศัยการวิเคราะห์ของบุคคลที่เชี่ยวชาญเพิ่มเติม เพื่อที่จะสามารถให้พนักงานสามารถประจำตำแหน่งได้และลดระยะทางระหว่างการรับแจ้งการเกิดเหตุและตำแหน่งของพนักงานเคลม

2. การปรับปรุงคำตอบโดยกระบวนการศึกษาสำนึก

จากการศึกษาปัจจัยการทำงานของพนักงานเคลมบริษัททำให้ทราบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานมากที่สุดคือ ระยะเวลาในงานของพนักงานเคลม เนื่องจากปัจจัยอื่นส่งผลเล็กน้อยต่อการทำงาน เช่น เมื่อเพิ่มจำนวนพนักงานจากเดิม 24 คน เป็น 30 คน ส่งผลให้สัดส่วนของการเก็บงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 4.23 แต่เมื่อขยายระยะเวลาการทำงานจากเดิม 10 ชั่วโมง เป็น 11 ชั่วโมง ส่งผลให้สัดส่วนของการเก็บงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 4.97 ซึ่งมากกว่าการเพิ่มจำนวนพนักงาน โดยอาจปรับระยะเวลาการทำงานของพนักงานให้สอดคล้องกับรูปแบบการรับแจ้งการเกิดเหตุเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน

โดยจากพิจารณาเบื้องต้นเป็นการวิเคราะห์แบบดีเทอร์มินิสติก อาจต้องมีการพิจารณาเพิ่มเติมเนื่องจากรูปแบบการรับแจ้งการเกิดเหตุหรือความของลูกคามีลักษณะที่ไม่แน่นอน จำเป็นต้องศึกษารูปแบบของความต้องการการรับแจ้งการเกิดเหตุของลูกค้ำต่อไป

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

สรุปผลงานวิจัย จากการวิเคราะห์ข้อมูลรับแจ้งการเกิดเหตุ และวัตถุประสงค์ของบริษัท ผู้วิจัยเลือกใช้ปัญหาการกำหนดที่ตั้งสถานที่บริการระยะทางรวมน้อยที่สุด และทำการปรับปรุงคำตอบด้วยกระบวนการศึกษาสำนึก (Heuristic) เพื่อลดระยะทางการเข้าถึงระหว่างจุดบริการกับจุดรับแจ้งการเกิดเหตุ และหาปัจจัยที่ส่งผลต่อสัดส่วนการเก็บงานของพนักงานเคลมบริษัท สรุปผลได้ดังนี้

5.1 สรุปผลงานวิจัย

5.1.1 ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบระยะทางการเข้าถึงระหว่างจุดสแตนด์บายของพนักงานตามนโยบายเดิมของบริษัทและจุดสแตนด์บายของพนักงานที่คำนวณด้วยปัญหาระยะทางรวมน้อยที่สุดโดยปรับปรุงคำตอบด้วยกระบวนการศึกษาสำนึก พบว่าจุดสแตนด์บายของพนักงานที่คำนวณด้วยปัญหาระยะทางรวมน้อยที่สุดโดยปรับปรุงคำตอบด้วยกระบวนการศึกษาสำนึกไปยังตำแหน่งลูกค้าแจ้งเคลม ใช้ระยะทางในการเดินทางทั้งหมด 151,195.35 กิโลเมตร ซึ่งสามารถลดระยะทางจากจุดสแตนด์บายตามนโยบายเดิมของบริษัท 14,827.31 กิโลเมตร หรือร้อยละ 0.08 จากระยะทางทั้งหมด

5.1.2 ผลการวิเคราะห์ระยะทางรวมและระยะเวลาการเดินทางด้วย Bing Map API โดยทำการคำนวณข้อมูลระยะเวลา 7 วัน เพื่อทดสอบระยะทางและระยะเวลาการเดินทางระหว่างจุดบริการไปยังตำแหน่งรับแจ้งการเกิดเหตุด้วย Bing Map API พบว่าระยะทางระหว่างจุดสแตนด์บายของพนักงานตามนโยบายเดิมของบริษัทไปยังจุดรับแจ้งการเกิดเหตุ ใช้ระยะทางในการเดินทางทั้งหมด 5151.44 กิโลเมตร ระยะเวลาการเดินทาง 7872.77 นาที ส่วนระยะทางระหว่างจุดสแตนด์บายของพนักงานที่คำนวณด้วยปัญหาระยะทางรวมน้อยที่สุดโดยปรับปรุงคำตอบด้วยกระบวนการศึกษาสำนึกไปยังจุดรับแจ้งการเกิดเหตุ ใช้ระยะทางในการเดินทางทั้งหมด 4891.22 กิโลเมตร ระยะเวลาการเดินทาง 7601.82 นาที โดยสามารถลดระยะทางจากเดิม 260.22 กิโลเมตรหรือร้อยละ 0.05 และลดเวลาการเดินทางจากเดิม 270.95 นาที

5.1.3 ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบสัดส่วนการเก็บงานด้วยจุดสแตนด์บายของพนักงานที่คำนวณด้วยปัญหาระยะทางรวมน้อยที่สุดโดยปรับปรุงคำตอบด้วยกระบวนการศึกษาสำนึก และจุดสแตนด์บายของพนักงานตามนโยบายเดิมของบริษัท พบว่าสัดส่วนการเก็บงานของพนักงานเคลมของบริษัท เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 57.69 เป็นร้อยละ 57.86 โดยเมื่อทำการเปลี่ยนจุดสแตนด์บายของพนักงานมาเป็นจุดสแตนด์บายที่คำนวณด้วยปัญหาระยะทางรวมน้อยที่สุด สามารถเพิ่มสัดส่วนการเก็บงานจากเดิมได้เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 0.17 จากข้อมูลทั้งหมด

5.1.4 ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบสัดส่วนการเก็บงานด้วยจุดสแตนด์บายของพนักงานที่คำนวณด้วยปัญหาระยะทางรวมน้อยที่สุดโดยปรับปรุงคำตอบด้วยกระบวนการศึกษาสำนึก และจุดสแตนด์บายของพนักงานตามนโยบายเดิมของบริษัท เมื่อลดเวลาการจบงานทุก 5 นาที พบว่าจุดสแตนด์บายของพนักงานตามนโยบายเดิมของบริษัทจะส่งผลให้สัดส่วนการเก็บงานพนักงานเคลมของบริษัทเฉลี่ยเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.64 แต่เมื่อเก็บงานรูปแบบจุดสแตนด์บายของพนักงานที่คำนวณ

ด้วยปัญหาระยะเวลาทางรวมน้อยที่สุดจะส่งผลให้สัดส่วนการเก็บงานพนักงานเคลมของบริษัทเฉลี่ยเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.92 ทุกการลดเวลาจบงาน 5 นาที

5.1.5 ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบสัดส่วนการเก็บงานด้วยจุดสแตนด์บายของพนักงานที่คำนวณด้วยปัญหาระยะเวลาทางรวมน้อยที่สุดโดยปรับปรุงคำตอบด้วยกระบวนการศึกษาสำนึกและจุดสแตนด์บายของพนักงานตามนโยบายเดิมของบริษัท เมื่อเพิ่มรัศมีการเก็บงานจากเดิมทุก 2 กิโลเมตร พบว่าการเก็บงานรูปแบบจุดสแตนด์บายของพนักงานตามนโยบายเดิมของบริษัทจะส่งผลให้สัดส่วนการเก็บงานพนักงานเคลมของบริษัทเฉลี่ยเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.57 แต่เมื่อเก็บงานรูปแบบจุดสแตนด์บายของพนักงานที่คำนวณด้วยปัญหาระยะเวลาทางรวมน้อยที่สุดจะส่งผลให้สัดส่วนการเก็บงานพนักงานเคลมของบริษัทเฉลี่ยเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.59 ทุก 2 กิโลเมตรที่เพิ่มขึ้น

5.1.6 ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบสัดส่วนการเก็บงานด้วยจุดสแตนด์บายของพนักงานที่คำนวณด้วยปัญหาระยะเวลาทางรวมน้อยที่สุดโดยปรับปรุงคำตอบด้วยกระบวนการศึกษาสำนึกและจุดสแตนด์บายของพนักงานตามนโยบายเดิมของบริษัท เมื่อเพิ่มระยะเวลาการทำงานทุก 1 ชั่วโมง พบว่าการเก็บงานรูปแบบจุดสแตนด์บายของพนักงานตามนโยบายเดิมของบริษัทจะส่งผลให้สัดส่วนการเก็บงานพนักงานเคลมของบริษัทเฉลี่ยเพิ่มขึ้นร้อยละ 4.25 แต่เมื่อเก็บงานรูปแบบจุดสแตนด์บายของพนักงานที่คำนวณด้วยปัญหาระยะเวลาทางรวมน้อยที่สุดจะส่งผลให้สัดส่วนการเก็บงานพนักงานเคลมของบริษัทเฉลี่ยเพิ่มขึ้นร้อยละ 4.22 ทุกเวลาการทำงานที่เพิ่มขึ้น 1 ชั่วโมง

5.1.7 ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบสัดส่วนการเก็บงานด้วยจุดสแตนด์บายของพนักงานที่คำนวณด้วยปัญหาระยะเวลาทางรวมน้อยที่สุดโดยปรับปรุงคำตอบด้วยกระบวนการศึกษาสำนึกเมื่อเพิ่มจำนวนพนักงานทุก 2 คน พบว่าเมื่อเพิ่มจำนวนพนักงานทุก 2 คน จะส่งผลให้สัดส่วนการเก็บงานของพนักงานเคลมบริษัทเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 1.41 และสัดส่วนการเก็บงานสูงสุดที่การเปลี่ยนจุดสแตนด์บายแบบรายวันในสัปดาห์ โดยมีสัดส่วนการเก็บงานที่ร้อยละ 62.12 ที่พนักงานเคลมของบริษัทจำนวน 30 คน

5.1.8 ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบปัจจัยที่ส่งผลต่อการเพิ่มสัดส่วนของพนักงานเคลมของบริษัท พบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อสัดส่วนการเก็บงานของพนักงานเคลมบริษัทสูงที่สุดคือระยะเวลาการทำงาน โดยเมื่อเพิ่มระยะเวลาการทำงานทุก 1 ชั่วโมง จะส่งผลให้สัดส่วนเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 4.24 จากจุดสแตนด์บายทั้ง 2 รูปแบบ และต่อมาคือรัศมีการเก็บงาน โดยเมื่อเพิ่มรัศมีการเก็บงานทุก 2 กิโลเมตร จะส่งผลให้สัดส่วนเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 1.58 จากจุดสแตนด์บายทั้ง 2 รูปแบบ

5.2 ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะ

5.2.1 ข้อจำกัด

1. ทรัพยากรของเครื่องไม่เพียงพอสำหรับการคำนวณปัญหาการเลือกตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ให้บริการที่เหมาะสมทั้งหมดได้ จึงต้องแบ่งข้อมูลออกเป็นชุด และเจาะจงเฉพาะเวลาที่สนใจ

2. จุดสแตนด์บายของพนักงานตามนโยบายเดิมของบริษัทเป็นจุดที่คำนวณเมื่อปี 2023 โดยพนักงานอาจประจำตำแหน่งหรือไม่ประจำตำแหน่งเมื่อเก็บงานจริง และเมื่อทำการทำงานจริงพนักงานอาจเดินทางไปต่ออย่างเหตุต่อไปโดยไม่กลับมาয়จุดสแตนด์บาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เวลาการทำงานของกระบวนการศึกษาสำนึก มีเวลาเริ่มทำงานและหยุดทำงานพร้อมกันทุกจุดสแตนด์บาย และไม่มีวันหยุด โดยเหตุจริงพนักงานอาจเริ่มทำงานก่อนหรือหลังเวลาการทำงานปกติ หรืออาจลาในบางวัน

4. ทำการตัดเวลาในการทำงานในตอนกลางคืนออกเนื่องจากพนักงานเคลมของบริษัทมีจำนวนน้อยในเวลากลางคืน

5.2.2 ข้อเสนอแนะ

1. กระบวนการศึกษาสำนึกเป็นการจำลองการทำงานเบื้องต้นเท่านั้น หากต้องการข้อมูลที่แม่นยำควรเพิ่มปัจจัยของการทำงาน เพื่อประสิทธิภาพที่ดีขึ้น

2. ข้อมูลบางส่วนเป็นค่าสุญหาย โดยควรเก็บข้อมูลให้ตามสถานที่รับแจ้งการเกิดเหตุที่เกิดขึ้นจริง เพื่อประสิทธิภาพที่ดีขึ้นของปัญหาการเลือกตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ให้บริการที่เหมาะสม

5.2.2 ข้อเสนอแนะทางธุรกิจ

1. หากบริษัทฯ มีวัตถุประสงค์เพื่อลดต้นทุนการเดินทางให้มากที่สุด บริษัทฯ ควรเปลี่ยนจุดสแตนด์บายของพนักงานให้เป็นไปตามคำตอบของปัญหาระยะทางรวมน้อยที่สุดและปรับปรุงคำตอบด้วยกระบวนการศึกษาสำนึก เพื่อให้สอดคล้องกับเงื่อนไขที่ต้องการของบริษัท

2. ควรจัดระยะเวลาการทำงานให้เหมาะสมกับรูปแบบการแจ้งการเกิดเหตุ เนื่องจากระยะเวลาการทำงานเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อสัดส่วนการเก็บงานที่มากที่สุด โดยอาจแบ่งระยะเวลาการทำงานของพนักงานในบางเขตเป็น 2 ช่วง หรือ การจัดตารางเวลาการปฏิบัติงานสำหรับพนักงานอย่างเหมาะสม เพื่อให้สามารถปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยที่พนักงานไม่ต้องทำงานเกินระยะเวลาการทำงานเดิม

3. เนื่องจากงานวิจัยนี้มีการใช้เทคโนโลยี Bing Map API ในการวางแผนเส้นทางและการเข้าถึงลูกค้า ทางบริษัทฯ สามารถประยุกต์ใช้เพิ่มเติมเพื่อวางแผนจุดที่ตั้งสถานที่บริการหรือวิเคราะห์เส้นทางจราจรจริง ทำให้ทราบถึงเวลาที่ใช้ในการเดินทางได้ใกล้เคียงสภาพการจราจรจริง

5.2.4 แนวทางในการศึกษาต่อ

1. หากจะพิจารณาการเกิดเหตุที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ควรพิจารณาปัญหาการเลือกตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ให้บริการแบบสโตแคสติก เนื่องจากพิจารณาปัจจัยนำเข้าที่ไม่แน่นอนที่สามารถอธิบายได้ด้วยความน่าจะเป็น

2. หากต้องการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการทำงานอย่างแม่นยำ ควรสร้างแบบจำลองข้อมูลจากรูปแบบการแจกแจงความห่างของการใช้บริการเคลม และรูปแบบการแจ้งเวลาการทำงานของพนักงาน

เอกสารอ้างอิง

- กรมอุตุนิยมวิทยา. (2560). การใช้ GIS เพื่อการจัดการภัยพิบัติ. กรมอุตุนิยมวิทยา ขอนแก่น.
- จันทร์ศิริ สิงห์เถื่อน. (2554). การเลือกตำแหน่งสถานที่ให้บริการด้วยวิธีการหาคำตอบที่ดีที่สุด. วิศวกรรมสารสนเทศ มก., ฉบับที่ 78 ปี ที่ 24, ตุลาคม-ธันวาคม 2554.
- พงศ์เทพ จิระโพ. (2564). บทวิเคราะห์ค่ามัธยฐาน (Mdn) และค่าพิสัยระหว่างควอร์ไทล์ (IQR) จากแบบวัดที่เป็นมาตรฐานประมาณค่าโดยการกำหนดน้ำหนักกับไม่กำหนดน้ำหนัก ให้สมาชิกในค่าคะแนนเดียวกัน. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา. <http://dspace.lib.buu.ac.th/xmlui/handle/1234567890/4557>
- ภาคินัย ชัยเจริญวุฒิ, สุริยพงษ์ นิลสังข์, พรศักดิ์ อรรถวานิช, & ชุมพล ยวงโย. (2563). การประยุกต์ใช้ข้อมูลหลายปัจจัยเชิงพื้นที่และเวลาร่วมกับข้อมูลจากสื่อสังคมออนไลน์ด้วยวิธีการแสดงผลข้อมูลสำหรับการจัดสรรจุดจอดรถพยาบาลฉุกเฉิน. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง.
- อมร เพชรสว่าง. (2558). องค์ประกอบของเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ. สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีและอวกาศ (องค์กรมหาชน). <http://www.gistda.or.th/main/th/node/817>
- Azdy, R., & Darnis, F. (2020). Use of Haversine Formula in Finding Distance Between Temporary Shelter and Waste End Processing Sites. Journal of Physics: Conference Series, 1500, 012104. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1500/1/012104>
- Ballou, R. (1968). Dynamic Warehouse Location Analysis. Journal of Marketing Research, 5, 271-276. <https://doi.org/10.1177/002224376800500304>
- Cantlebury, L., & Li, L. Facility location problem. Cornell Facility Location Problem. https://optimization.cbe.cornell.edu/index.php?title=Facility_location_problem
- Carling, K., Han, M., & Håkansson, J. (2012). Does Euclidean Distance Work Well When the P-Median Model Is Applied in Rural Areas? Annals of Operations Research, 201. <https://doi.org/10.1007/s10479-012-1214-2>
- Dantrakul, S., Likasiri, C., & Pongvuthithum, R. (2014). Applied p-median and p-center algorithms for facility location problems. Expert Systems with Applications, 41(8), 3596-3604. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2013.11.046>
- Daskin, M. S. (1983). A maximum expected covering location model: formulation, properties and heuristic solution. Transportation Science, 17(1), 48-70.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- Drezner, Z., & Friesz, T. L. (1992). **The minisum facility location problem with Euclidean distance**. *European Journal of Operational Research*, 61(3), 304-310.
- Ferdiani Harahap, R., & Sawaluddin. (2023). **Study vehicle routing problem using Nearest Neighbor Algorithm**. *Journal of Physics: Conference Series*, 2421(1), 012027. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2421/1/012027>
- Gwalani, H., Tiwari, C., & Mikler, A. R. (2021). **Evaluation of heuristics for the p-median problem: Scale and spatial demand distribution**. *Computers, Environment and Urban Systems*, 88, 101656. <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2021.101656>
- Kammari, K. **Benefits of Python for Geospatial Data Processing and Analysis**. <https://www.linkedin.com/pulse/benefits-python-geospatial-data-processing-analysis-kammari>
- Kuehn, A. A., & Hamburger, M. J. (1963). **A heuristic program for locating warehouses**. *Management Science*, 9(4), 643-666.
- Liu, B. (2009). Facility Location Problem. In B. Liu (Ed.), **Theory and Practice of Uncertain Programming (pp. 157-165)**. Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-540-89484-1_11
- Satoglu, S., Oksuz, M. K., Kayakutlu, G., & Buyukozkan, K. (2016). **A Genetic Algorithm for the p-Median Facility Location Problem**.
- Siegel, S., & Castellan Jr., N. J. (1988). **Nonparametric Statistics for the Behavioral Sciences**. 2nd Edition, McGrawHill, New York. <http://dx.doi.org/10.1177/014662168901300212>
- Stock, K., & Guesgen, H. (2016). Chapter 10 - **Geospatial Reasoning With Open Data**. In R. Layton & P. A. Watters (Eds.), **Automating Open Source Intelligence (pp. 171-204)**. Syngress. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802916-9.00010-5>
- Wang, S., Zhou, J., Liang, H., Wang, Z., Su, C., & Li, X. (2023). **A New Approach for Solving Location Routing Problems with Deep Reinforcement Learning of Emergency Medical Facility**. *Proceedings of the 8th ACM SIGSPATIAL International Workshop on Security Response using GIS, Hamburg, Germany*. <https://doi.org/10.1145/3615884.3629429>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- Wannaphong. "การติดตั้งและใช้งาน Python เบื้องต้น." Wannaphong, 24 September 2017, <https://python3.wannaphong.com/2017/09/python.html>
- Xu, Y., & Liu, Z. (2008). **The robust p-median problem**. Computers & Operations Research, 35(11), 3620-3634.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ภาคผนวก ก ชุดคำสั่งไพธอน (Python) ที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล ทำความสะอาดข้อมูล วิเคราะห์ปัญหาการกำหนดที่ตั้งสถานที่บริการ และสร้างกระบวนการศึกษาสำนึก (Heuristic)

ภาคผนวก ก.1 ชุดคำสั่งไพธอนใช้ในการรวบรวมข้อมูล

```
import geopandas as gpd
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt

gdf1 = gpd.read_file(r'ตำแหน่งที่เก็บไฟล์')
gdf1.crs = '+proj=longlat +datum=WGS84 +no_defs'
gdf3 = gpd.read_file(r'ตำแหน่งที่เก็บไฟล์')
gdf3.crs = '+proj=longlat +datum=WGS84 +no_defs'
gdf4 = gpd.read_file(r'ตำแหน่งที่เก็บไฟล์')
gdf4.crs = '+proj=longlat +datum=WGS84 +no_defs'
gdf6 = gpd.read_file(r'ตำแหน่งที่เก็บไฟล์')
gdf6.crs = '+proj=longlat +datum=WGS84 +no_defs'

# รวม shapefiles
merged_gdf = gpd.GeoDataFrame(pd.concat([gdf1, gdf3, gdf4, gdf6],
ignore_index=True))
df = pd.read_csv(r'ตำแหน่งที่เก็บไฟล์')
df = df.rename(columns={'GPSLAT': 'LAT', 'GPSLON': 'LON', 'GPSAmphur': 'District',
'GPSProvince': 'Province'})
sql_acc = df[['AccCallNo', 'StaffId', 'StatusId', 'StatusDateTime', 'Date', 'Time',
'Timediff', 'Hour', 'Day', 'Month', 'Isholiday', 'LAT', 'LON', 'District', 'Province']]
sql_acc1 = sql_acc[
    (sql_acc['LAT'].between(13.5, 14.2)) &
    (sql_acc['LON'].between(99.8, 101))]
sql_acc2 = gpd.GeoDataFrame(sql_acc1,
geometry=gpd.points_from_xy(sql_acc1['LON'],
                                sql_acc1['LAT']))
sql_acc2.crs = '+proj=longlat +datum=WGS84 +no_defs'
acc_inbound_sql = gpd.sjoin(sql_acc2, merged_gdf, how='inner')
acc_inbound_sql = acc_inbound_sql.reset_index(drop=True)
clean_acc = acc_inbound_sql[['AccCallNo', 'StaffId', 'StatusId', 'StatusDateTime',
'Date', 'Time', 'Timediff', 'Hour', 'Day', 'Month', 'Isholiday', 'LAT', 'LON', 'District',
'ADM2_EN', 'Province', 'geometry']]
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.2 ชุดคำสั่งไพธอนใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างกลุ่มตัวอย่าง

```

import geopandas as gpd
import pandas as pd
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
from matplotlib.dates import date2num
df = gpd.read_file(r'ตำแหน่งที่เก็บไฟล์')
# Month names to int
month_to_int={'Jan':1,'Feb':2,'Mar':3,'Apr':4,'May':5,'Jun':6,'Jul':7,'Aug':8,'Sep':9,'
Oct':10,'Nov':11,'Dec':12}
# Convert month names into numbers
df['Month'].replace(month_to_int,inplace=True)
# แปลง 'StatusDateTime' เป็น datetime โดยระบุรูปแบบวันที่ 'mdy'
df['StatusDate'] = pd.to_datetime(df['StatusDate'], format='%d/%m/%Y %H:%M')
# Extract the year
df['StatusDate'].dt.year
# Extract the month
df['StatusDate'].dt.month
# Extract the day
df['StatusDate'].dt.day
# Extract the hour
df['StatusDate'].dt.hour
# Extract the day of the week
df['StatusDate'].dt.dayofweek
print('Total number of accidents in 2023 :{}'.format(df.shape[0]))
import calendar
# Number of accident per month
accidents_month = df.groupby(df['StatusDate'].dt.month).count().StatusDate
# Replace the month integers by month names.
accidents_month.index=[calendar.month_name[x] for x in range(1,13)]
accidents_month
plt.style.use('ggplot')
# plot accidents per month
accidents_month.plot(kind='bar',figsize=(12,7), color='blue', alpha=0.5)
# Add text annotations on each bar
for i, value in enumerate(accidents_month):
    plt.text(i, value + 0.1, str(value), ha='center', va='bottom', fontsize=10)
# title and x,y labels

```

```

plt.title('Accidents in Bangkok and Ally in 2023', fontsize=20)
plt.xlabel('Month',fontsize=16)
plt.ylabel('Number of accidents',fontsize=16)
# Number of accident per day of the week
accidents_day = df.groupby(df['StatusDate'].dt.dayofweek).count().StatusDate
# Replace the day integers by day names.
accidents_day.index = [calendar.day_name[x] for x in range(0, 7)]
# Calculate the average number of accidents per day
average_accidents = accidents_day.mean()
# plot accidents per day
accidents_day.plot(kind='bar', figsize=(12, 7), color='magenta', alpha=0.5)
# Add text annotations for each bar
for i, value in enumerate(accidents_day):
    plt.text(i, value + 0.1, str(value), ha='center', va='bottom', fontsize=10)
# Add a horizontal line for the average
# plt.axhline(y=average_accidents, color='red', linestyle='--', label='Average')
# title and x,y labels
plt.title('Accidents in Bangkok and Ally in 2023', fontsize=20)
plt.xlabel('Day of the week', fontsize=16)
plt.ylabel('Number of accidents', fontsize=16)
# Show legend
plt.legend()
plt.show()
accidents = df.groupby(df['StatusDate'].dt.date).count().StatusDate
accidents.plot(figsize=(13,8), color='blue')
# sunday accidents
sundays=df.groupby(df[df['StatusDate'].dt.dayofweek==6].StatusDate.dt.date)
.count().StatusDate
plt.scatter(sundays.index, sundays, color='green', label='Sunday')
# friday accidents
Friday=df.groupby(df[df['StatusDate'].dt.dayofweek==4].StatusDate.dt.date).c
ount().StatusDate
plt.scatter(Friday.index, Friday, color='red', label='Friday')
# Fitting a trendline using numpy.polyfit
z = np.polyfit(date2num(accidents.index), accidents, 1)
p = np.poly1d(z)
# Title, x label and y label
plt.title('Accidents in Bangkok and Ally in 2023', fontsize=20)

```

```

plt.xlabel('Date',fontSize=16)
plt.ylabel('Number of accidents per day',fontSize=16)
plt.legend()
# Number of accident per hour
accidents_hour = df.groupby(df['StatusDate'].dt.hour).count().StatusDate
# plot accidents per hour
accidents_hour.plot(kind='bar',figsize=(12,7), color='orange', alpha=0.5)
# Add text annotations on each bar
for i, value in enumerate(accidents_hour):
    plt.text(i, value + 0.1, str(value), ha='center', va='bottom', fontsize=10)
# title and x,y labels
plt.title('Accidents in Bangkok and Ally in 2023', fontsize=20)
plt.xlabel('Hour',fontSize=16)
plt.ylabel('Number of accidents',fontSize=16)
# Number of accident per hour and day
accidents_hour_day=df.groupby([df['StatusDate'].dt.hour.rename('hour'),df['St
atusDate'].dt.dayofweek.rename('day')]).count().StatusDate
accidents_hour_day.unstack().plot(kind='barh', figsize=(16,26))
# title and x,y labels
plt.legend(labels=[calendar.day_name[x] for x in range(0,7)],fontSize=16)
plt.title('Accidents in Bangkok and Ally in 2023',fontSize=20)
plt.xlabel('Number of accidents',fontSize=16)
plt.ylabel('Hour',fontSize=16)
from folium.plugins import HeatMapWithTime
# Nested list that contains the latitud and the longitud of the different
accidents.
month_list = [[] for _ in range(13)]
for lat,log,month in zip(df.LAT,df.LON,df.StatusDate.dt.month):
    month_list[month].append([lat,log])
# Labels indicating the hours
index = [str(i) for i in range(13)]
# Instantiate a heat map wiht time object for the car accidents
HeatMapWithTime(month_list, index).add_to(map)
map
map.save(r'ตำแหน่งที่เก็บไฟล์')
def filter_and_save_shapefile(df, month, day_of_week, output_path):
# Filter the DataFrame based on month and day_of_week

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่...
 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่...
 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่...

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        filtered_df = df[(df['StatusDate'].dt.month == month) &
(df['StatusDate'].dt.dayofweek == day_of_week)]
        filtered_df = filtered_df.reset_index(drop=True)
        # Convert 'StatusDate' column to datetime
        filtered_df['StatusDate'] = pd.to_datetime(filtered_df['StatusDate'])
        # Filter data within the time range 07:00 - 21:00
        filtered_df = filtered_df[(filtered_df['StatusDate'].dt.hour >= 8) &
(filtered_df['StatusDate'].dt.hour <= 20)]
        # Reset the index and format the 'StatusDate' column
        filtered_df = filtered_df.reset_index(drop=True)
        filtered_df['StatusDate'] = filtered_df['StatusDate'].dt.strftime('%Y-%m-%d
%H:%M:%S')
        # Save the GeoDataFrame to a shapefile
        filtered_df.to_file(output_path, driver='ESRI Shapefile')
        print(f"Shapefile saved to {output_path}")
import os
output_folder = r'ตำแหน่งที่เก็บไฟล์'
        # Create folders for each combination of day_of_week and month
        for day_of_week in range(7):
            for month in range(1, 13):
                folder_name = f"{day_of_week}_day_of_week_{month}_month"
                folder_path = os.path.join(output_folder, folder_name)
                # Create the folder if it doesn't exist
                if not os.path.exists(folder_path):
                    os.makedirs(folder_path)
                # Create the shapefile filename
                file_name = f"{day_of_week}_day_of_week_{month}_month.shp"
                output_shapefile_path = os.path.join(folder_path, file_name)
                # Call the filter_and_save_shapefile function
                filter_and_save_shapefile(df, month=month, day_of_week=day_of_week,
output_path=output_shapefile_path)

```

ภาคผนวก ก.3 ชุดคำสั่งไพธอนใช้ในการวิเคราะห์ปัญหาระยะทางรวมน้อยที่สุด

```

import numpy as np
import random
from BaseLocate import *
class PMedian(PModel):
    def __init__(self, num_points, points, solver, num_located):

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารหนึ่งในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่าในรูปแบบใด ๆ ทั้งสิ้น

```

super().__init__(num_points, points, solver, num_located)
self.distance = None
self.x = None
self.y = None
self.name = 'p-median'
def prob_solve(self):
    self.points = self.points
    self.calculate_distance()
    # use distance[i,j] to get the num
    # Create a new model
    prob = LpProblem("p-Median_Problem", LpMinimize)
    # Create variables
    Zones = list(range(self.num_points))
    x = LpVariable.dicts("Select", Zones, cat="Binary") # X
    y = LpVariable.dicts("Assign", (Zones, Zones), cat="Binary") # Y
    self.y = y
    self.x = x
    # Set objective
    prob += lpSum([[y[i][j] * self.distance[i, j] for i in range(self.num_points)]
for j in range(self.num_points)]) # Minimum total distance

    # Add constraints
    prob += (lpSum([x[i] for i in range(self.num_points)])) ==
self.num_located # Fixed total number of facilities
    for i in range(self.num_points):
        prob += (lpSum(
            [y[i][j] for j in range(self.num_points)])) == 1 # Each point only
corresponds to one facility
        for j in range(self.num_points):
            for i in range(self.num_points):
                prob += y[i][j] <= x[j] # Assign before locate; Points can only be
assigned to facilities
        solve = self.show_result(prob)
    return solve
    def calculate_distance(self):
self.distance = np.sum((self.points[:, np.newaxis, :] - self.points[np.newaxis, :,
:] ) ** 2,axis=-1)** 0.5

```

ภาคผนวก ก.4 ชุดคำสั่งไพธอนคำนวณรูปแบบการแจกแจง

```

import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np
from datetime import datetime
import pandas as pd
import matplotlib.dates as mdates
from scipy import stats
import seaborn as sns

from fitter import Fitter, get_common_distributions, get_distributions
accident_gdf = pd.read_csv(r'ตำแหน่งที่อยู่ไฟล์')
accident_gdf = accident_gdf[accident_gdf['StatusId'] == 1]
accident_gdf = accident_gdf.reset_index(drop=True)
# Convert 'timetopoint' to timedeltas
accident_gdf['timetopoint'] = pd.to_timedelta(accident_gdf['timetopoint'])
accident_gdf = accident_gdf.dropna(subset=['timetopoint'])
# Convert 'timetopoint' to timedeltas using pd.to_timedelta
accident_gdf['time_work'] = pd.to_timedelta(accident_gdf['time_work'])
# Drop rows with NaN values in 'time_work' column
accident_gdf = accident_gdf.dropna(subset=['time_work'])
accident_gdf['timetopoint_minutes'] =
accident_gdf['timetopoint'].dt.total_seconds() / 60
accident_gdf = accident_gdf[accident_gdf['timetopoint_minutes'] != 0]
accident_gdf['time_work_minutes'] =
accident_gdf['time_work'].dt.total_seconds() / 60
accident_gdf = accident_gdf[accident_gdf['timework_minutes'] != 0]
# Convert 'Date' column to datetime format
accident_gdf['Date'] = pd.to_datetime(accident_gdf['Date'],
format='%d/%m/%Y')
# Group data by day of the week
grouped_data = accident_gdf.groupby(accident_gdf['Date'].dt.day_name())
f1_1 = Fitter(accident_gdf['timetopoint_minutes'],
distributions= get_common_distributions())
f1_1.fit()
f1_1.summary()
f1_1.get_best(method = 'sumsquare_error')

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสุโขทัยวังนันทบุรี ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าในรูปแบบใด ๆ

```

results = []
# Loop through grouped data
for day, group_data in grouped_data:
    # Create Fitter object for each day
    fitter = Fitter(group_data['timetopoint_minutes'],
                    distributions=get_common_distributions())

    # Fit the data
    fitter.fit()

    # Get the best distribution based on sum of squares error method
    best_distribution = fitter.get_best(method='sumsquare_error')

    # Append results to the list
    results.append([day, best_distribution])

    # Print the day and the best distribution for reference
    print(f"Summary for Day {day}:")
    print(best_distribution)
    print()

# Print the result table
print(tabulate(results, headers=['Day', 'Best Distribution'], tablefmt='grid'))
categories = ['AFTERNOON', 'EVENING', 'MORNING']
for category in categories:
    filtered_data1 = accident_gdf[accident_gdf['Time_dummy'] == category]

    # Create Fitter object for each day
    fitterdummy = Fitter(group_data['timetopoint_minutes'],
                        distributions=get_common_distributions())

    # Fit the data
    fitterdummy.fit()

    # Display summary
    print(f"Summary for Day {category}:")
    fitterdummy.summary()
    print(f"Best fitting distribution for Day {category}:")

print(fitterdummy.get_best(method='sumsquare_error'))
categories = ['AFTERNOON', 'EVENING', 'MORNING']

# Initialize an empty list to store results for each day
results1 = []
for category in categories:
    filtered_data1 = accident_gdf[accident_gdf['Time_dummy'] == category]

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่เผยแพร่โดยศูนย์บริการวิชาการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะในรูปแบบใด ๆ ทั้งสิ้น

```

        distributions=get_common_distributions())

    # Fit the data
    fitterdummy.fit()

    # Get the best distribution based on sum of squares error method
    best_distribution = fitterdummy.get_best(method='sumsquare_error')
    # Append results to the list
    results1.append([category, best_distribution])

    # Print the day and the best distribution for reference
    print(f"Summary for Day {category}:")
    print(best_distribution)
    print()

    # Print the result table
print(tabulate(results1, headers=['categories', 'Fit Distribution'], tablefmt='grid'))

    f2_1 = Fitter(accident_gdf['timework_minutes'],
        distributions= get_common_distributions())
    f2_1.fit()
f2_1.summary()
f2_1.get_best(method = 'sumsquare_error')

    # Initialize an empty list to store results for each day
    results3 = []

    # Loop through grouped data
    for day, group_data in grouped_data:

        # Create Fitter object for each day
        fitter2 = Fitter(group_data['timework_minutes'],
            distributions=get_common_distributions())

        # Fit the data
        fitter2.fit()

        # Get the best distribution based on sum of squares error method
        best_distribution = fitter2.get_best(method='sumsquare_error')

        # Append results to the list
        results3.append([day, best_distribution])

        # Print the day and the best distribution for reference
        print(f"Summary for Day {day}:")
        print(best_distribution)
        print()

        # Print the result table
print(tabulate(results3, headers=['Day', 'Fit Distribution'], tablefmt='grid'))
categories = ['AFTERNOON', 'EVENING', 'MORNING']

```

```

results4 = []
for category in categories:
    # Create Fitter object for each day
    fitter3 = Fitter(group_data['timework_minutes'],
                    distributions=get_common_distributions())

    # Fit the data
    fitter3.fit()

    # Get the best distribution based on sum of squares error method
    best_distribution = fitter3.get_best(method='sumsquare_error')

    # Append results to the list
    results4.append([category, best_distribution])

    # Print the day and the best distribution for reference
    print(f"Summary for Day {category}:")
    print(best_distribution)
    print()

    # Print the result table
print(tabulate(results4, headers=['category', 'Fit Distribution'], tablefmt='grid'))

def interarrival_times_from_datetime(dataframe, time_column):
    # เรียงลำดับข้อมูลเวลา
    sorted_times=dataframe[time_column].sort_values().reset_index(drop=True)

    # คำนวณ interarrival times
    interarrival = []
    for i in range(1, len(sorted_times)):
        interarrival.append((sorted_times[i] - sorted_times[i-1]).total_seconds()
/ 60) # ทหารด้วย 60 เพื่อหาในหน่วยนาที
    return interarrival

    interarrival = interarrival_times_from_datetime(accident_gdf,
'StatusDateTime')
print("Interarrival times:", interarrival)

    f1 = Fitter(interarrival,
                distributions= get_common_distributions())

    f1.fit()
f1.summary()
f1.get_best(method='sumsquare_error')

```

ภาคผนวก ก.5 ชุดคำสั่งไพธอนเรียกใช้การวิเคราะห์ปัญหาระยะทางรวมน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่าในรูปแบบใดๆ ทั้งสิ้น หากมีข้อผิดพลาดประการใดขออภัยเป็นอย่างสูงและต้องอภัยถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

import geopandas as gpd
import pandas as pd
BKK_SHAPE = gpd.read_file(r'ตำแหน่งที่อยู่ไฟล์')
import sys
sys.path.append(r'ตำแหน่งที่อยู่ไฟล์')
import random
import numpy as np
from pulp import *
import matplotlib.pyplot as plt
from algorithm.P_median.pmedian import PMedian
# from algorithm.P_median.pcenter import PCenter
np.random.seed(0) # random seed
solver_list = listSolvers(onlyAvailable=True)
print(solver_list)
df = gpd.read_file(r'ตำแหน่งที่อยู่ไฟล์')
df = df[['LON', 'LAT', 'geometry']]
poi = df.dropna()
poi = poi.reset_index(drop=True)
def get_coordinate(longitude, latitude):
    # lo is the longitude of the location;
    # la is the latitude of the location;
    # coordinate transformation
    R = 6537
    lo = np.mean(longitude)
    la = np.mean(latitude)
    x = R*(longitude-lo)*np.cos(la)
    y = R*(latitude-la)
return x,y
data = poi[['LON', 'LAT']].astype('float32')
num_points = poi.shape[0]
num_located = 24
x,y=get_coordinate(data['LON'], data['LAT'])
pointscopy = [(x[i], y[i]) for i in range(num_points)] # x,y
pointscopy_np = np.array(pointscopy).astype('float32')
points = [(data['LON'][i],data['LAT'][i]) for i in range(num_points)]
points_np = np.array(points)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่เผยแพร่ในนามของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
 ไม่ควรนำเอกสารนี้ไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตจากมหาวิทยาลัย

```

        solver = PULP_CBC_CMD(msg=True, threads=6),
        num_located=num_located).prob_solve()
from shapely.geometry import LineString
crs = 'EPSG:4326'
lines = gpd.GeoDataFrame(columns=['id', 'geometry'], crs=crs)
k = 0
for i in assigns:
    center = points_np[i]
    for j in assigns[i]:
        assign = points_np[j]
        line = LineString([center, assign])
        lines.loc[k] = [k+1, line]
        k = k+1
center_points = poi.iloc[centers]
import matplotlib.pyplot as plt
# Set figure size to 100x100
fig, ax = plt.subplots(figsize=(10, 10))
# Plot lines with a darker shade of red
for line in lines['geometry']:
    if line.geom_type == 'LineString':
        x, y = line.xy
        plt.plot(x, y, color='#800000', linewidth=1, zorder=3) # Dark red color
# Plot region interior with a light gray color
BKK_SHAPE.plot(ax=ax, color='#D3D3D3', edgecolor='#000000',
linewidth=0.5, zorder=1) # Light gray color
# Plot POI with a deep green color and larger markers
plt.scatter(poi.geometry.x, poi.geometry.y, s=20, color='#006400', alpha=1,
linewidth=0, label='POI', zorder=2) # Dark green color
# Plot Medians with a dark blue color and larger star-shaped markers
plt.scatter(center_points.geometry.x, center_points.geometry.y, s=40,
color='#000080', alpha=1, linewidth=0, marker='*', label='Medians', zorder=4) #
Dark blue color
# Show legend with adjusted size
legend = plt.legend(loc='upper left')
legend.get_frame().set_linewidth(0) # Optional: remove legend border
# Set the legend font size
for text in legend.get_texts():
    text.set_fontsize('x-large') # Larger font size

```

```
# Show plot
```

```
plt.show()
```

ภาคผนวก ก.6 ชุดคำสั่งไพธอนเรียกใช้การวิเคราะห์ปัญหาระยะทางรวมน้อยที่สุดคำนวณข้อมูลทุกชุด

```
import numpy as np
import random
import geopandas as gpd
import pandas as pd
from pulp import *
import matplotlib.pyplot as plt

import os
import sys
sys.path.append(r'ตำแหน่งที่อยู่ไฟล์')
from algorithm.P_median.pmedian import PMedian

def get_coordinate(longitude, latitude):
    # lo is the longitude of the location;
    # la is the latitude of the location;
    # coordinate transformation
    R = 6537
    lo = np.mean(longitude)
    la = np.mean(latitude)
    x = R*(longitude-lo)*np.cos(la)
    y = R*(latitude-la)
    return x,y
    solver_list = listSolvers(onlyAvailable=True)
print(solver_list)
    # Accumulate results in a list
results = []
    # Outer loop for days (0-6)
for n_day in range(7):
    # Inner loop for months (1-12)
for n_month in range(1, 13):
        # Construct the file path using string formatting
file_path = r'ตำแหน่งที่อยู่ไฟล์'.format(n_day, n_month, n_day,
n_month)
        # Print a message indicating the file being loaded
print(f'Load data {file_path}')
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของกรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์ ผู้ใช้ประโยชน์จากการค้า
ไม่ว่าการใด ๆ ทั้งสิ้น ต้องได้รับอนุญาตจากกรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์ มิฉะนั้นจะถือว่าผิดกฎหมาย

```

# Read the shapefile
poi = gpd.read_file(file_path)
data = poi[['LON', 'LAT']]
num_points = poi.shape[0]
num_located = 24
x,y=get_coordinate(data['LON'], data['LAT'])
pointscopy = [(x[i], y[i]) for i in range(num_points)] # x,y
pointscopy_np = np.array(pointscopy)
points = [(data['LON'][i],data['LAT'][i]) for i in range(num_points)]
points_np = np.array(points)
# Solve PMedian problem
centers, assigns, obj = PMedian(num_points=num_points,
                                points=pointscopy_np,
                                solver = PULP_CBC_CMD(msg=True),
                                num_located=num_located).prob_solve()
center_points = poi.iloc[centers]
# Add a new column 'Name' with values like 'Service1', 'Service2',
...
center_points = center_points.copy()
center_points.loc[:, 'Name'] = ['Service{}'.format(i+1) for i in
range(len(center_points))]
# Select columns of interest
center_points = center_points[['Name', 'LAT', 'LON', 'ADM2_EN',
'geometry']]
# Construct the output folder path using string formatting
output_folder_path = r'ตำแหน่งที่อยู่ไฟล์'.format(n_day, n_month)
# Create output folder if it doesn't exist
os.makedirs(output_folder_path, exist_ok=True)
# Construct the output shapefile path using string formatting
output_shapefile_path = os.path.join(output_folder_path,
'Center_{}_day_of_week_{}_month.shp'.format(n_day, n_month))
# Save the center_points DataFrame to a shapefile
center_points.to_file(output_shapefile_path, driver='ESRI Shapefile',
encoding='utf-8')
# Print a message indicating the file being saved
print(f'Save Shapefile data {output_shapefile_path}')
# Create a 'csv' folder inside the output folder
csv_folder_path = os.path.join(r'ตำแหน่งที่อยู่ไฟล์', 'csv')

```

```

os.makedirs(csv_folder_path, exist_ok=True)
# Construct the output CSV file path using string formatting
output_csv_path = os.path.join(csv_folder_path,
'Center_{}_day_of_week_{}_month.csv'.format(n_day, n_month))
# Save the center_points DataFrame to a CSV file
center_points.to_csv(output_csv_path, index=False, encoding='utf-8')
# Print a message indicating the CSV file being saved
print(f'Save CSV data {output_csv_path}')

```

ภาคผนวก ก.7 ชุดคำสั่งไพธอนเรียกใช้กระบวนการศึกษาสำนึก

```

from haversine import haversine, Unit
from math import radians, sin, cos, sqrt, atan2
import geopandas as gpd
import matplotlib.pyplot as plt
from datetime import timedelta, datetime
import pandas as pd
from matplotlib.dates import date2num
from shapely.geometry import Point
from shapely.ops import nearest_points
# 1. Load data and set up GeoDataFrames
service_gdf = gpd.read_file(r'ตำแหน่งที่อยู่ไฟล์')
accident_gdf = gpd.read_file(r'ตำแหน่งที่อยู่ไฟล์')
accident_gdf = accident_gdf[accident_gdf['StatusId'] == 2]
accident_gdf = accident_gdf.reset_index(drop=True)
accident_gdf = accident_gdf.rename(columns={'StatusDate': 'time'})
# แปลง 'StatusDateTime' เป็น datetime โดยระบุรูปแบบวันที่ 'mdy'
accident_gdf['time'] = pd.to_datetime(accident_gdf['time'], format='%d/%m/%Y
%H:%M')
# Drop rows with missing values in the 'Timediff' column
accident_gdf = accident_gdf.dropna(subset=['Timediff'])
# Assuming accident_gdf is your GeoDataFrame with 'Timediff' column
accident_gdf['Timediff'] = (pd.to_timedelta(accident_gdf['Timediff'],
errors='coerce').dt.total_seconds() / 60)
# Set values less than 20 to 20
accident_gdf.loc[accident_gdf['Timediff'] <= 20, 'Timediff'] = 20
# Add a new column 'END_TIME'
accident_gdf['END_TIME'] = accident_gdf['time'] +
pd.to_timedelta(accident_gdf['Timediff'], unit='m')

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
 ไม่ควรนำเอกสารนี้ไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากทางมหาวิทยาลัย

```

service_gdf['last_used_time'] = pd.to_datetime(datetime(2023, 1, 1, 0, 0, 0))
service_gdf['close_time'] = pd.to_datetime(datetime(2023, 12, 31, 23, 0, 0))
time_ranges_df = pd.read_csv(r'ตำแหน่งที่อยู่ไฟล์')
# Merge the accident_gdf with time_ranges_df based on the 'ADM2_EN'
column
accident_gdf = pd.merge(accident_gdf, time_ranges_df, on='ADM2_EN',
how='left')
# Update the time range columns based on the merged information
accident_gdf['start_time'] =
pd.to_datetime(accident_gdf['start_time']).dt.time
accident_gdf['end_time'] = pd.to_datetime(accident_gdf['end_time']).dt.time
# Fill missing values with default time range (09:00-21:00)
accident_gdf['start_time']=accident_gdf['start_time'].fillna(pd.to_datetime("10
:00:00").time())
accident_gdf['end_time']=accident_gdf['end_time'].fillna(pd.to_datetime("18:00:00").t
ime())
# Sort accidents based on time
accident_gdf = accident_gdf.sort_values(by='time')
def find_nearest_service(accident_gdf, service_gdf):
# Create Point geometries
accident_gdf['geometry'] = gpd.points_from_xy(accident_gdf['LON'],
accident_gdf['LAT'])
service_gdf['geometry'] = gpd.points_from_xy(service_gdf['LON'],
service_gdf['LAT'])
# Initialize new columns
accident_gdf[['nearest_last_used_time', 'nearest_service_name',
'nearest_service_index', 'accident_LAT', 'accident_LON', 'service_LAT', 'service_LON']]
= 'SV'
accident_gdf[['Distance']] = 0.000
# Filter accidents within the specified time range
valid_accidents = accident_gdf[
(pd.to_datetime(accident_gdf['time']).dt.time >=
accident_gdf['start_time']) &
(pd.to_datetime(accident_gdf['time']).dt.time <=
accident_gdf['end_time'])
]
for accident_row in valid_accidents.itertuples():
accident_time = pd.to_datetime(accident_row.time)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่เผยแพร่ภายใต้ลิขสิทธิ์ของสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะในรูปแบบใดก็ตาม โดยไม่ต้องขออนุญาตหรือชำระค่าลิขสิทธิ์

```

# Calculate the condition separately
valid_time_condition = (
    (pd.to_datetime(service_gdf['last_used_time']) <= accident_time) &
    (accident_time <= pd.to_datetime(service_gdf['close_time']))
)
# Use the condition in the main filtering
valid_services = service_gdf[
    (service_gdf['last_used_time'] <=
accident_gdf.at[accident_row.Index, 'END_TIME']) & valid_time_condition
]
if not valid_services.empty:
    # Calculate distances for all valid services
    distances = valid_services.apply(lambda row:
haversine((accident_row.LAT, accident_row.LON), (row.LAT, row.LON),
unit=Unit.KILOMETERS), axis=1)
    # Find the minimum distance and its index
    nearest_index = distances.idxmin()
    # แสดงค่าระยะทาง
    print(f"Distance for service {service_gdf.at[nearest_index, 'Name']} to
nearest accident {accident_row.Index}: {distances[nearest_index]} km")
    # เพิ่มเงื่อนไขสำหรับระยะทางมากกว่าหรือเท่ากับ 10 กิโลเมตร
    if distances[nearest_index] >= 12:
        accident_gdf.at[accident_row.Index, 'accident_LAT'] =
accident_row.LAT
        accident_gdf.at[accident_row.Index, 'accident_LON'] =
accident_row.LON
        accident_gdf.at[accident_row.Index, 'nearest_last_used_time'] =
'OUT_TIME' # ให้ค่าเป็น 'SV' หรือค่าที่ต้องการ
        accident_gdf.at[accident_row.Index, 'nearest_service_name'] =
'SV' # ให้ค่าเป็น 'SV' หรือค่าที่ต้องการ
        accident_gdf.at[accident_row.Index, 'nearest_service_index'] =
'SV' # ให้ค่าเป็น 'SV' หรือค่าที่ต้องการ
        accident_gdf.at[accident_row.Index, 'service_LAT'] =
service_gdf.at[nearest_index, 'LAT']
        accident_gdf.at[accident_row.Index, 'service_LON'] =
service_gdf.at[nearest_index, 'LON']
        accident_gdf.at[accident_row.Index, 'Distance'] =
float(format(distances[nearest_index], '.3f'))

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเท่านั้น ไม่ควรเผยแพร่หรือใช้โดยไม่ได้รับอนุญาต
 ไม่ควรนำเอกสารนี้ไปใช้ในการเรียนการสอนหรือทำสื่อการเรียนการสอนโดยไม่ได้รับอนุญาต

```

else:
    # บันทึก last_used_time, Name และ index ของ service ที่ใกล้
    # ที่สุด
    accident_gdf.at[accident_row.Index, 'accident_LAT'] =
accident_row.LAT
    accident_gdf.at[accident_row.Index, 'accident_LON'] =
accident_row.LON
    accident_gdf.at[accident_row.Index, 'service_LAT'] =
service_gdf.at[nearest_index, 'LAT']
    accident_gdf.at[accident_row.Index, 'service_LON'] =
service_gdf.at[nearest_index, 'LON']
    accident_gdf.at[accident_row.Index, 'nearest_last_used_time'] =
service_gdf.at[nearest_index, 'last_used_time']
    accident_gdf.at[accident_row.Index, 'nearest_service_name'] =
service_gdf.at[nearest_index, 'Name']
    accident_gdf.at[accident_row.Index, 'nearest_service_index'] =
nearest_index
    accident_gdf.at[accident_row.Index, 'Distance'] =
float(format(distances[nearest_index], '.3f'))
    # บันทึกเวลาจาก accident_gdf ไปยัง service_gdf
    service_gdf.at[nearest_index, 'last_used_time'] =
accident_gdf.at[accident_row.Index, 'END_TIME']
    # Return the modified GeoDataFrame
    return accident_gdf
result = find_nearest_service(accident_gdf, service_gdf)
print(result[['time', 'nearest_last_used_time', 'nearest_service_name']])
def plot_nearest_service(accident_gdf, service_gdf):
    fig, ax = plt.subplots(figsize=(10, 8))
    # Plot accident locations
    accident_gdf.plot(ax=ax, color='red', marker='o', label='Accidents')
    # Plot service locations
    service_gdf.plot(ax=ax, color='blue', marker='^', label='Service')
    # Define nearest_service variable before the loop
    nearest_service = None
    # Plot lines connecting accidents to their nearest services
    for row in accident_gdf.itertuples():
        nearest_service_index = row.nearest_service_index
        if nearest_service_index is not None and nearest_service_index != 'SV':

```

```

        nearest_service = service_gdf.iloc[int(nearest_service_index)]
        plt.plot([row.LON, nearest_service.LON], [row.LAT,
nearest_service.LAT], color='green', linestyle='--')
    else:
        if nearest_service is not None: # Check if nearest_service has been
assigned a value
            plt.plot([row.LON, nearest_service.LON], [row.LAT,
nearest_service.LAT], color='yellow', linestyle='--')
        plt.title('Accidents and Nearest Service')
        plt.legend()
        plt.xlabel('Longitude')
        plt.ylabel('Latitude')
plt.show()
result = result[['AccCallNo', 'time', 'accident_LAT', 'accident_LON', 'ADM2_EN',
'nearest_service_name', 'nearest_last_used_time', 'service_LAT', 'service_LON',
'Distance']]
result_df = result.reset_index(drop=True)
import requests
# สร้างฟังก์ชันสำหรับเรียกใช้ Bing Maps API
def calculate_distance_time(api_key, start_lat, start_lon, end_lat, end_lon):
    base_url = "https://dev.virtualearth.net/REST/V1/Routes/Driving"
    # กำหนดพารามิเตอร์สำหรับเรียก API
    params = {
        "wayPoint.1": f"{start_lat},{start_lon}",
        "wayPoint.2": f"{end_lat},{end_lon}",
        "key": api_key,
    }
    # เรียกใช้ API
    response = requests.get(base_url, params=params)
    data = response.json()
    # ตรวจสอบว่าการเรียก API สำเร็จหรือไม่
    if response.status_code == 200 and data.get("resourceSets"):
        route = data["resourceSets"][0]["resources"][0]
        distance_km = route["travelDistance"]
        duration_min = route["travelDurationTraffic"] / 60
        return distance_km, duration_min

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่เผยแพร่ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่าในรูปแบบใด ๆ ทั้งสิ้น กรุณาแจ้งถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีคนนำไปใช้

```

        return None, None

    # กำหนด API key ของ Bing Maps
    bing_maps_api_key="key"
    for index, row in result_df.iterrows():
        start_lat = row["service_LAT"]
        start_lon = row["service_LON"]
        end_lat = row["accident_LAT"]
        end_lon = row["accident_LON"]
        # ตรวจสอบว่าข้อมูลไม่ใช่ null ก่อนที่จะทำการคำนวณ
        if not pd.isnull(start_lat) and not pd.isnull(start_lon) and not
pd.isnull(end_lat) and not pd.isnull(end_lon):
            try:
                distance, duration = calculate_distance_time(
                    bing_maps_api_key, start_lat, start_lon, end_lat, end_lon
                )
                # บันทึกค่าลงใน DataFrame
                result_df.at[index, "Real_Distance"] = distance
                result_df.at[index, "Duration_min"] = duration
            except Exception as e:
                print(f"Error calculating distance and duration for row {index}: {e}")
                # สามารถเพิ่มการจัดการข้อผิดพลาดเพิ่มเติมตามที่ต้องการ
            else:
                print(f"Skipping row {index} due to missing coordinates.")

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

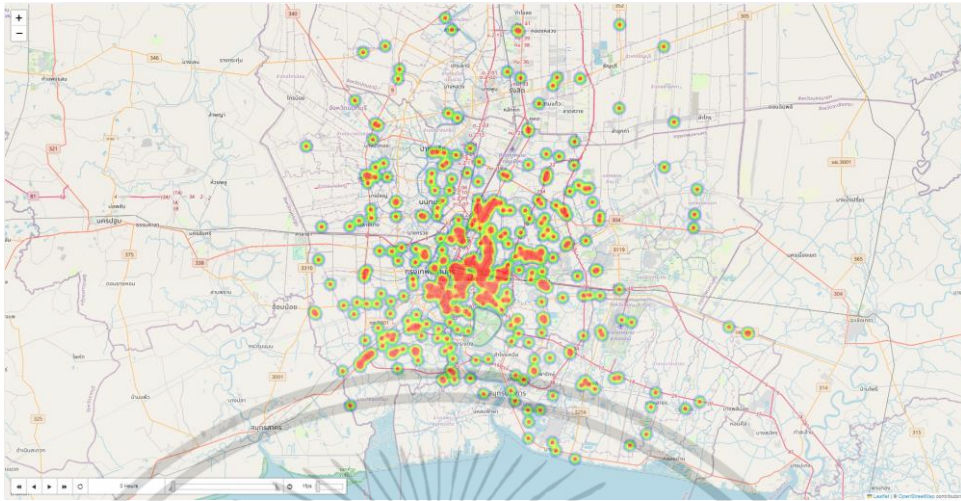
ภาคผนวก ข.1 พล็อตกราฟวิเคราะห์ข้อมูลรับแจ้งการเกิดเหตุแต่ละช่วงเวลา



รูปที่ ข.1 การรับแจ้งการเกิดเหตุในแต่ละเดือน

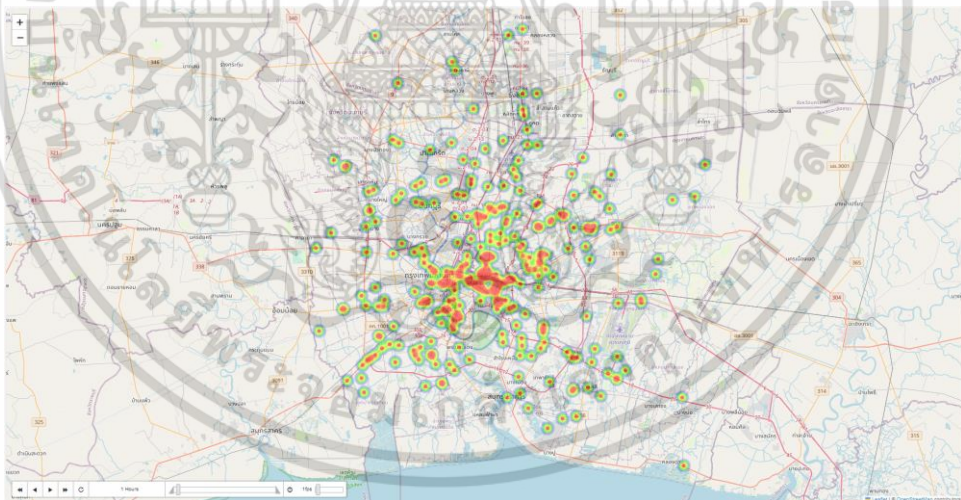
จากรูปที่ ข.1 เป็นการพล็อตกราฟแห่งการรับแจ้งการเกิดเหตุแต่ละเดือนและวัน โดยทำการรวมกลุ่มของวันและแยกด้วยเดือน จะสังเกตจากรูปได้ว่าการรับแจ้งการเกิดเหตุที่มีค่ามากที่สุดคือวันพฤหัสบดีของเดือนกันยายน รองลงมาเป็นวันพุธของเดือนพฤษภาคม โดยมีค่ามากที่สุดประมาณ 980 รายการ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.2 แผนที่ความร้อนการรับแจ้งการเกิดเหตุแต่ละช่วงเวลา



รูปที่ ข.2 แผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุช่วงเวลา 00:00 – 00:59 นาฬิกา

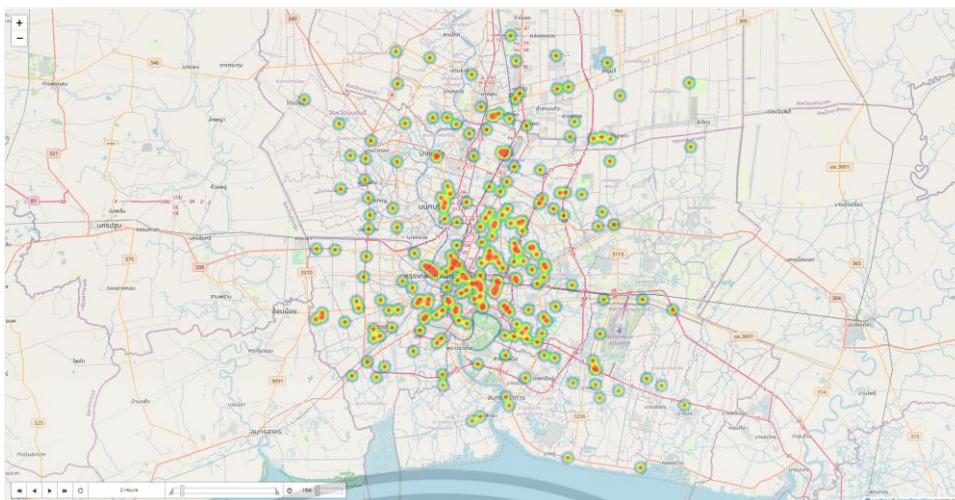
จากรูปที่ ข.2 เป็นการแสดงแผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุช่วงเวลา 00:00 – 00:59 นาฬิกา จะเห็นได้จากรูป ว่าการรับแจ้งการเกิดเหตุมีการกระจายตัวออกไปในส่วนของปริมณฑล



รูปที่ ข.3 แผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุช่วงเวลา 01:00 – 01:59 นาฬิกา

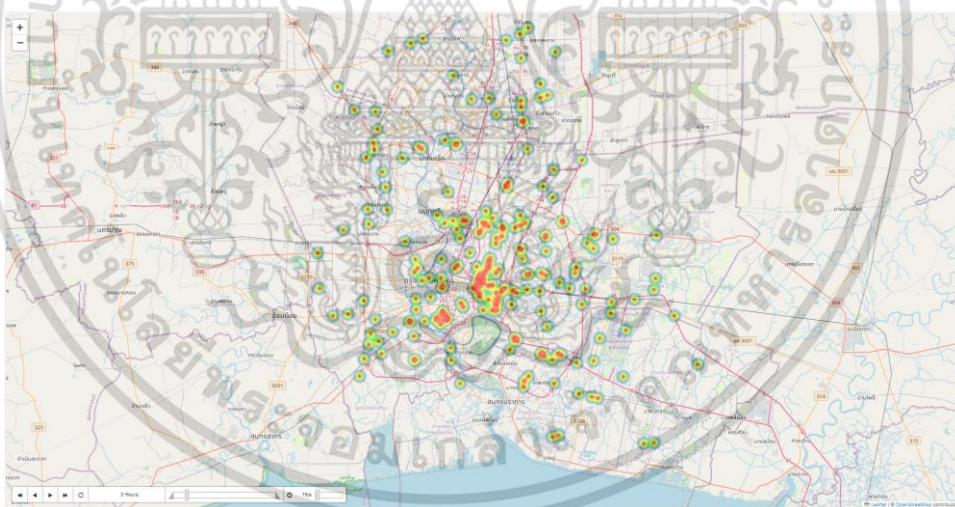
จากรูปที่ ข.3 เป็นการแสดงแผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุช่วงเวลา 01:00 – 01:59 นาฬิกา จะเห็นได้จากรูป ว่าการรับแจ้งการเกิดเหตุมีการกระจายตัวออกไปในส่วนของปริมณฑลช่วงเวลานี้ และมีการกระจุกตัวในกรุงเทพมหานครฯ เป็นส่วนน้อย และมีการรับแจ้งการเกิดเหตุน้อยกว่าช่วงเวลาก่อนหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.4 แผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุช่วงเวลา 02:00 – 02:59 นาฬิกา

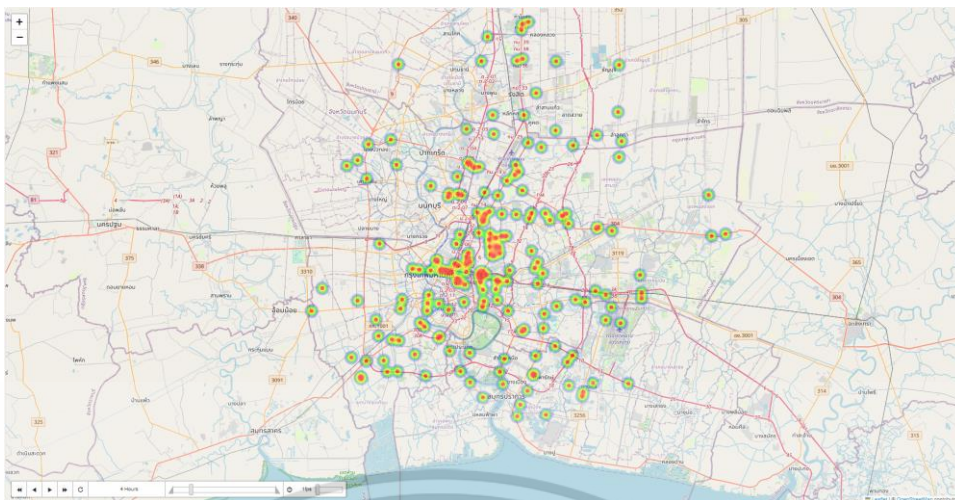
จากรูปที่ ข.4 เป็นการแสดงแผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุช่วงเวลา 02:00 – 02:59 นาฬิกา จะเห็นได้จากรูป ว่าการรับแจ้งการเกิดเหตุมีการกระจายตัวออกไปในส่วนของ ปริมาณช่วงเวลานี้ และมีการกระจุกตัวในกรุงเทพมหานครฯ เป็นส่วนน้อย และมีการรับแจ้งการเกิดเหตุ น้อยกว่าช่วงเวลาก่อนหน้า



รูปที่ ข.5 แผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุช่วงเวลา 03:00 – 03:59 นาฬิกา

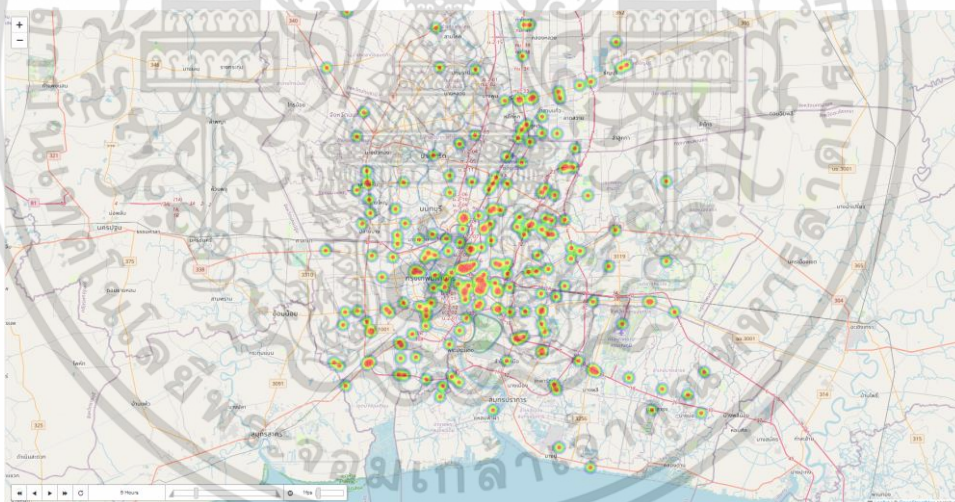
จากรูปที่ ข.5 เป็นการแสดงแผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุช่วงเวลา 03:00 – 03:59 นาฬิกา จะเห็นได้จากรูป ว่าการรับแจ้งการเกิดเหตุมีการกระจายตัวออกไปในส่วนของ ปริมาณช่วงเวลานี้ และมีการกระจุกตัวในกรุงเทพมหานครฯ เป็นส่วนน้อย และมีการรับแจ้งการเกิดเหตุปริมาณใกล้เคียงกันกับช่วงเวลาก่อนหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข. 6 แผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุช่วงเวลา 04:00 – 04:59 นาฬิกา

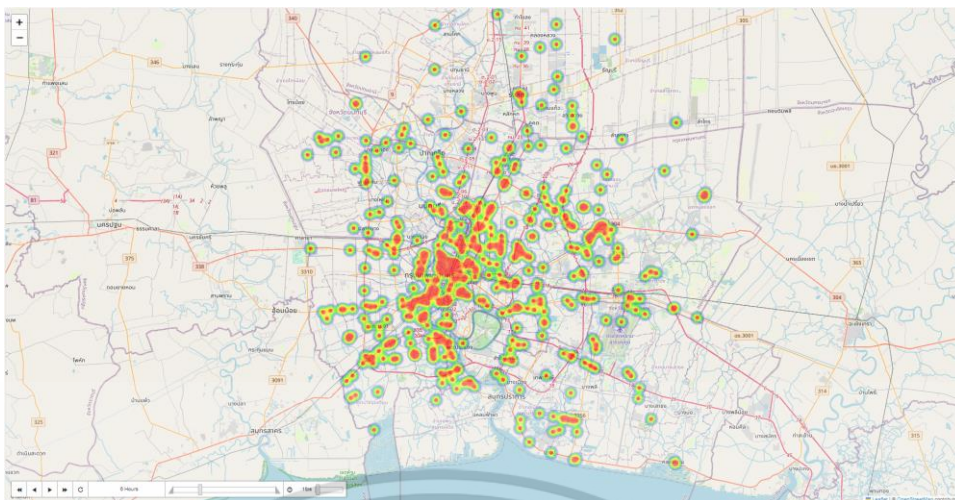
จากรูปที่ ข.6 เป็นการแสดงแผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุช่วงเวลา 04:00 – 04:59 นาฬิกา จะเห็นได้จากรูป ว่าการรับแจ้งการเกิดเหตุมีการกระจายตัวออกไปในส่วนของปริมาณพลช่วงเวลานี้ และมีการกระจุกตัวในกรุงเทพมหานครฯ เป็นส่วนน้อย และมีการรับแจ้งการเกิดเหตุปริมาณใกล้เคียงกันกับช่วงเวลาก่อนหน้า



รูปที่ ข.7 แผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุช่วงเวลา 05:00 – 05:59 นาฬิกา

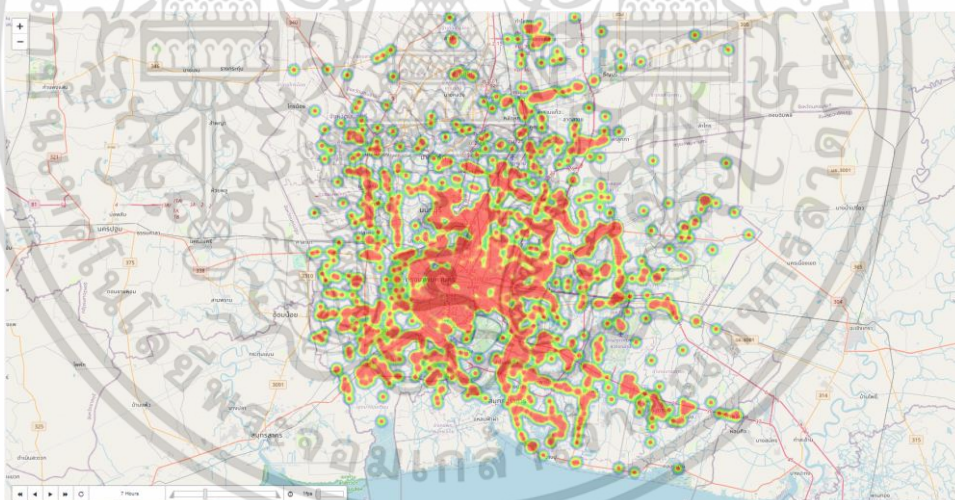
จากรูปที่ ข.7 เป็นการแสดงแผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุช่วงเวลา 05:00 – 05:59 นาฬิกา จะเห็นได้จากรูป ว่าการรับแจ้งการเกิดเหตุมีการกระจายตัวออกไปในส่วนของปริมาณพลช่วงเวลานี้ และมีการกระจุกตัวในกรุงเทพมหานครฯ เป็นส่วนน้อย และมีการรับแจ้งการเกิดเหตุปริมาณใกล้เคียงกันกับช่วงเวลาก่อนหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.8 แผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุช่วงเวลา 06:00 – 06:59 นาฬิกา

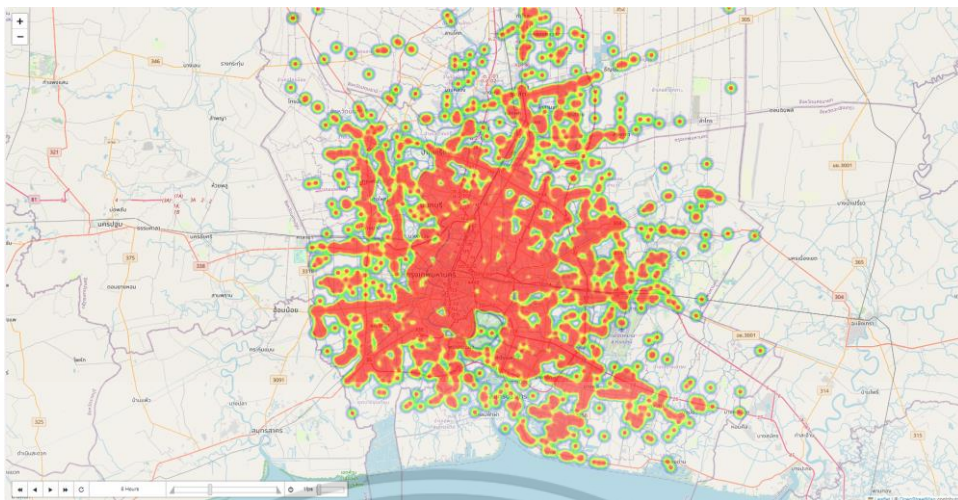
จากรูปที่ ข.8 เป็นการแสดงแผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุช่วงเวลา 06:00 – 06:59 นาฬิกา จะเห็นได้จากรูป ว่าการรับแจ้งการเกิดเหตุมีการกระจายตัวในบริเวณกรุงเทพมหานครมากกว่าช่วงเวลาที่ผ่านมา และจำนวนการรับแจ้งการเกิดเหตุในปริมาตรมีการรับแจ้งการเกิดเหตุเพิ่มขึ้น



รูปที่ ข.9 แผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุช่วงเวลา 07:00 – 07:59 นาฬิกา

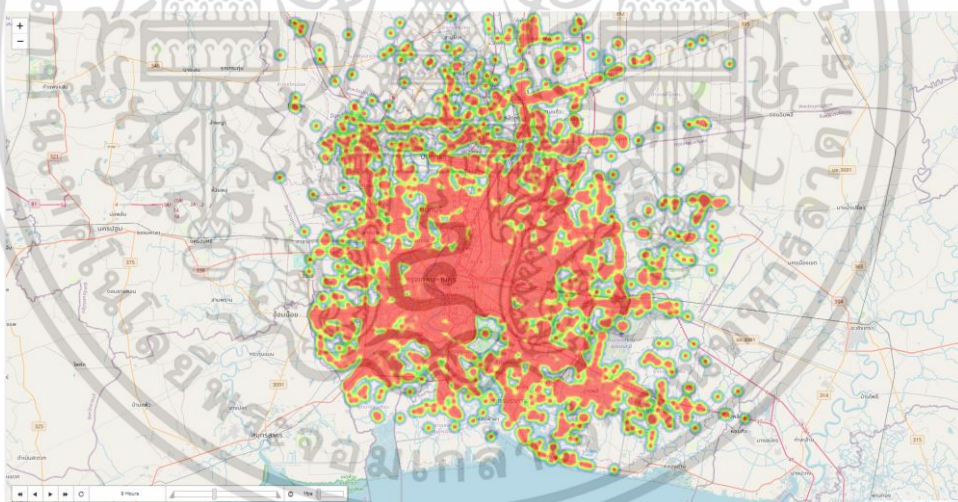
จากรูปที่ ข.9 เป็นการแสดงแผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุช่วงเวลา 07:00 – 07:59 นาฬิกา จะเห็นได้จากรูป ว่าการรับแจ้งการเกิดเหตุมีการกระจายตัวในบริเวณกรุงเทพมหานครมากกว่าช่วงเวลาที่ผ่านมา และจำนวนการรับแจ้งการเกิดเหตุในปริมาตรมีการรับแจ้งการเกิดเหตุเพิ่มขึ้น เนื่องจากเป็นช่วงเวลาผู้คนเริ่มเดินทางไปทำงานและไปโรงเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข. 10 แผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุช่วงเวลา 08:00 – 08:59 นาฬิกา

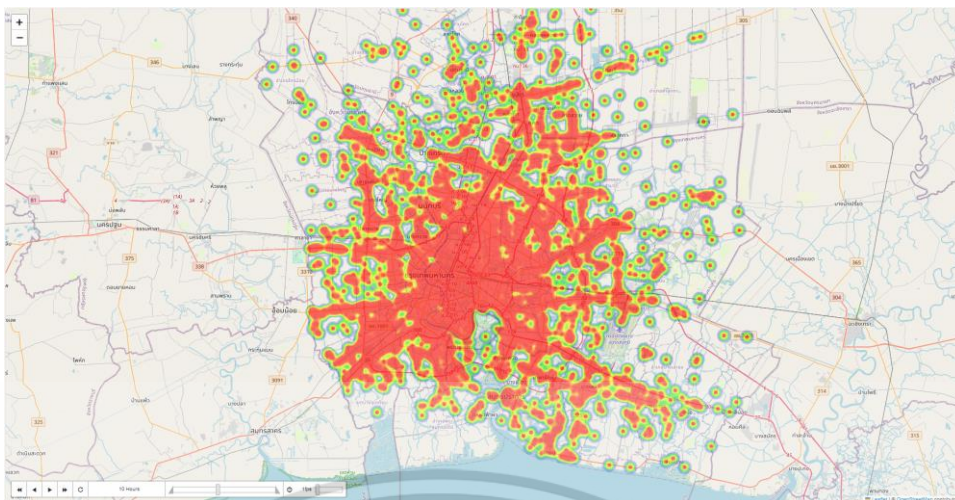
จากรูปที่ ข.10 เป็นการแสดงแผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุช่วงเวลา 08:00 – 08:59 นาฬิกา จะเห็นได้จากรูป ว่าการรับแจ้งการเกิดเหตุมีการกระจายตัวในบริเวณกรุงเทพมหานครมากกว่าช่วงเวลาที่ผ่านมา และจำนวนการรับแจ้งการเกิดเหตุในปริมาณที่มีการรับแจ้งการเกิดเหตุเพิ่มขึ้น เนื่องจากเป็นช่วงเวลาผู้คนเริ่มเดินทางไปทำงานและไปโรงเรียน



รูปที่ ข.11 แผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุช่วงเวลา 09:00 – 09:59 นาฬิกา

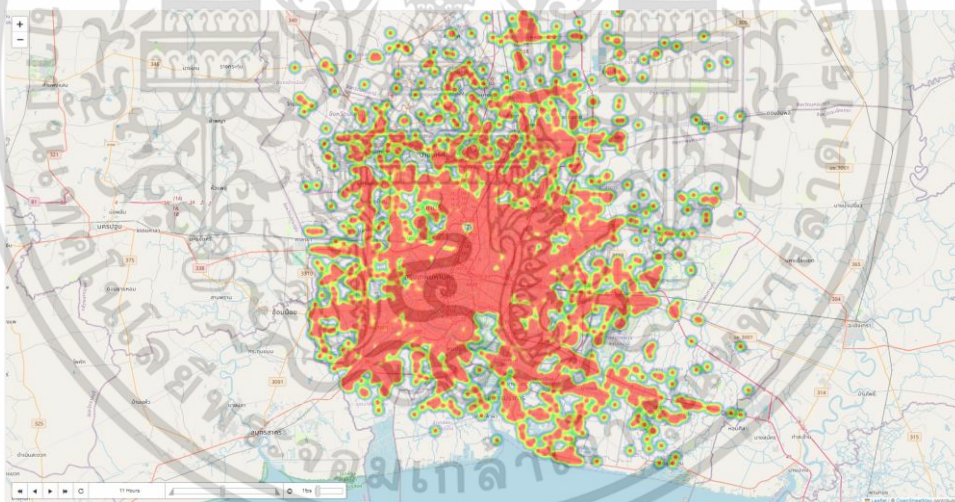
จากรูปที่ ข.11 เป็นการแสดงแผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุช่วงเวลา 09:00 – 09:59 นาฬิกา จะเห็นได้ว่า ลักษณะการรับแจ้งการเกิดเหตุไม่แตกต่างไปจากช่วงเวลาที่ผ่านมา แต่การรับแจ้งการเกิดเหตุเกิดขึ้นที่เข้มข้น ๆ คือหนาแน่นที่สุดในบริเวณกึ่งกลางของกรุงเทพมหานคร และน้อยลงมาในส่วนของบริเวณปริมณฑล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.12 แผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุช่วงเวลา 10:00 – 10:59 นาฬิกา

จากรูปที่ ข.12 เป็นการแสดงแผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุช่วงเวลา 10:00 – 10:59 นาฬิกา จะเห็นได้ว่า ลักษณะการรับแจ้งการเกิดเหตุไม่แตกต่างไปจากช่วงเวลาที่ผ่านมา แต่การรับแจ้งการเกิดเหตุเกิดขึ้นที่เดิมซ้ำ ๆ คือหนาแน่นที่สุดในบริเวณกึ่งกลางของกรุงเทพมหานครฯ และน้อยลงมาในส่วนของบริษัท



รูปที่ ข.13 แผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุช่วงเวลา 11:00 – 11:59 นาฬิกา

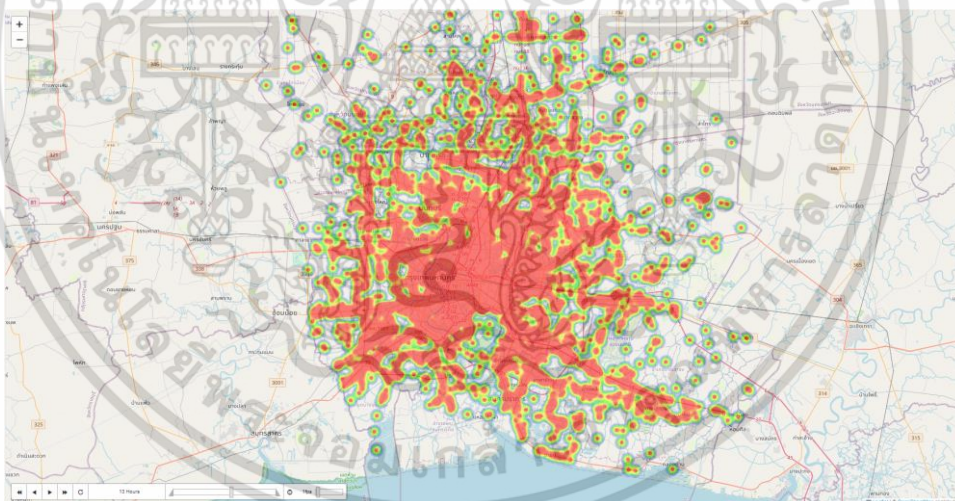
จากรูปที่ ข.13 เป็นการแสดงแผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุช่วงเวลา 11:00 – 11:59 นาฬิกา จะเห็นได้ว่า ลักษณะการรับแจ้งการเกิดเหตุของช่วงเวลานี้มีจำนวนมากที่สุดและกระจุกตัวอยู่ตามถนนเส้นหลัก โดยหนาแน่นที่สุดในบริเวณกึ่งกลางของกรุงเทพมหานครฯ และน้อยลงมาในส่วนของบริษัท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.14 แผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุช่วงเวลา 12:00 – 12:59 นาฬิกา

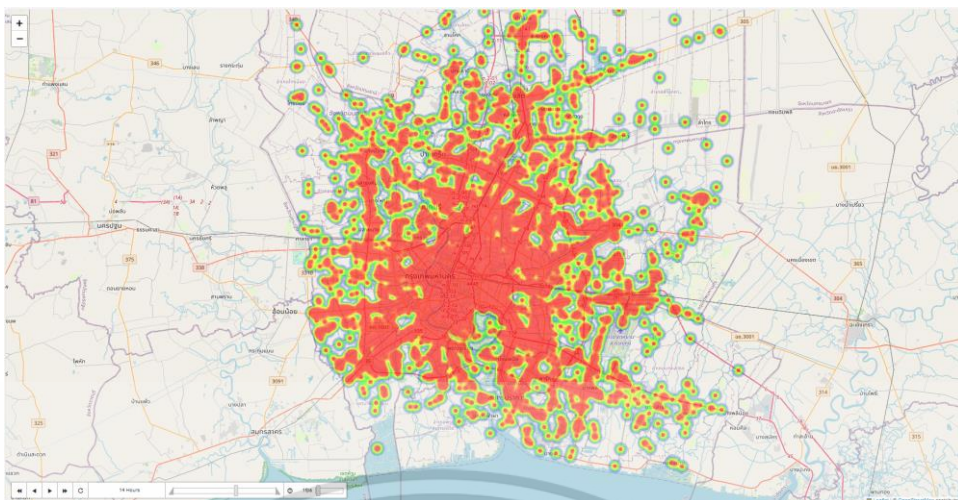
จากรูปที่ ข.14 เป็นการแสดงแผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุช่วงเวลา 12:00 – 12:59 นาฬิกา จะเห็นได้ว่า ลักษณะการรับแจ้งการเกิดเหตุของช่วงเวลานี้มีจำนวนมากที่สุดและกระจุกตัวอยู่ตามถนนเส้นหลัก โดยหนาแน่นที่สุดในบริเวณกึ่งกลางของกรุงเทพมหานครฯ และน้อยลงมาในส่วนชานเมือง



รูปที่ ข.15 แผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุช่วงเวลา 13:00 – 13:59 นาฬิกา

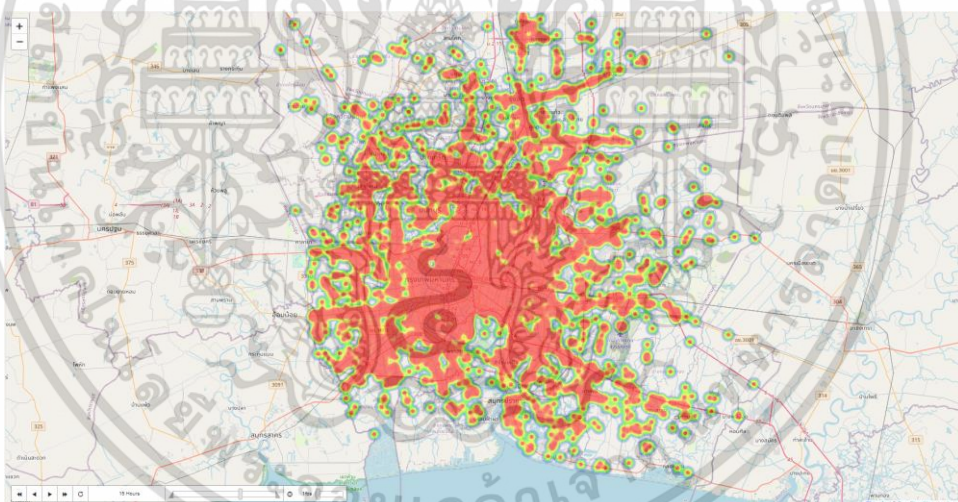
จากรูปที่ ข.15 เป็นการแสดงแผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุช่วงเวลา 13:00 – 13:59 นาฬิกา จะเห็นได้ว่า ลักษณะการรับแจ้งการเกิดเหตุของช่วงเวลานี้มีจำนวนมากที่สุดและกระจุกตัวอยู่ตามถนนเส้นหลัก โดยหนาแน่นที่สุดในบริเวณกึ่งกลางของกรุงเทพมหานครฯ และน้อยลงมาในส่วนชานเมือง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.16 แผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุช่วงเวลา 14:00 – 14:59 นาฬิกา

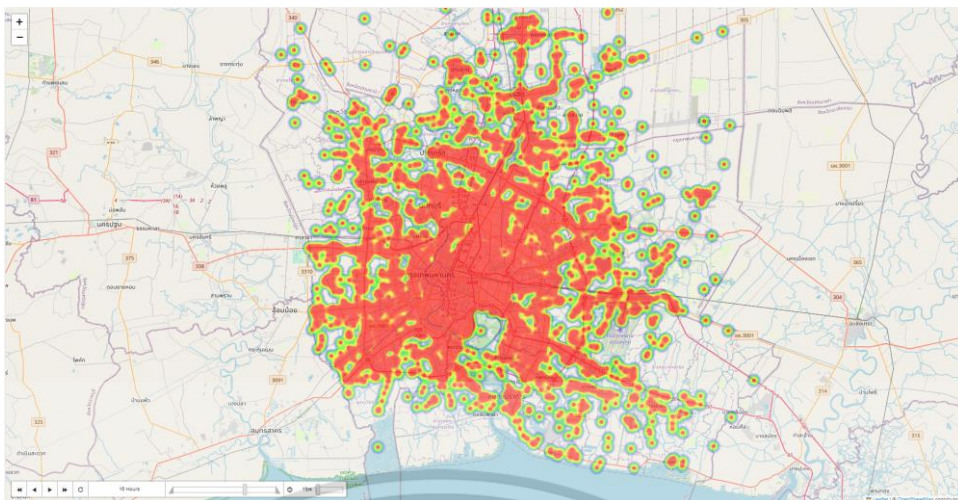
จากรูปที่ ข.16 เป็นการแสดงแผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุช่วงเวลา 14:00 – 14:59 นาฬิกา จะเห็นได้ว่า ลักษณะการรับแจ้งการเกิดเหตุของช่วงเวลานี้ จำนวนการรับแจ้งการเกิดเหตุเริ่มมีการกระจุกตัวน้อยกว่าช่วงเวลาที่ผ่านมา แต่ยังคงหนาแน่นอยู่ในบริเวณกรุงเทพมหานคร ฯ



รูปที่ ข.17 แผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุช่วงเวลา 15:00 – 15:59 นาฬิกา

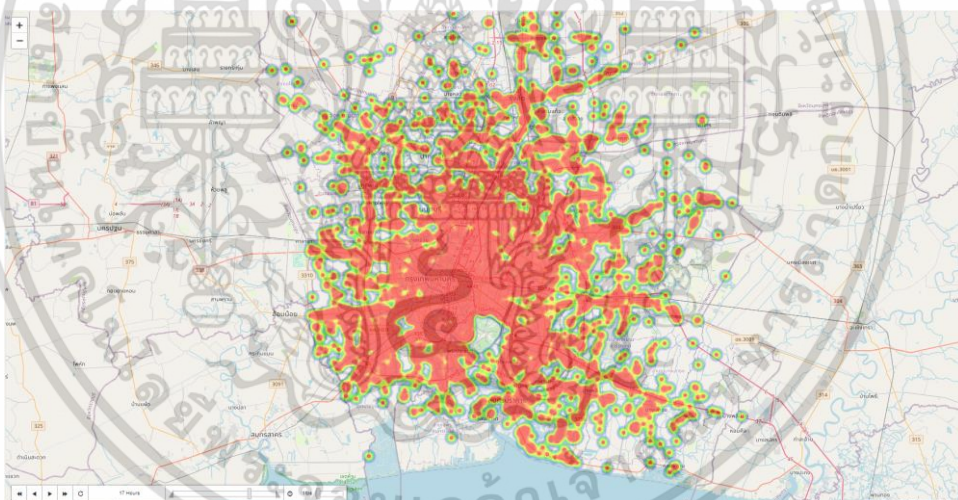
จากรูปที่ ข.17 เป็นการแสดงแผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุช่วงเวลา 15:00 – 15:59 นาฬิกา จะเห็นได้ว่า ลักษณะการรับแจ้งการเกิดเหตุของช่วงเวลานี้ จำนวนการรับแจ้งการเกิดเหตุเริ่มมีการกระจุกตัวน้อยกว่าช่วงเวลาที่ผ่านมา แต่ยังคงหนาแน่นอยู่ในบริเวณกรุงเทพมหานคร ฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.18 แผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุช่วงเวลา 16:00 – 16:59 นาฬิกา

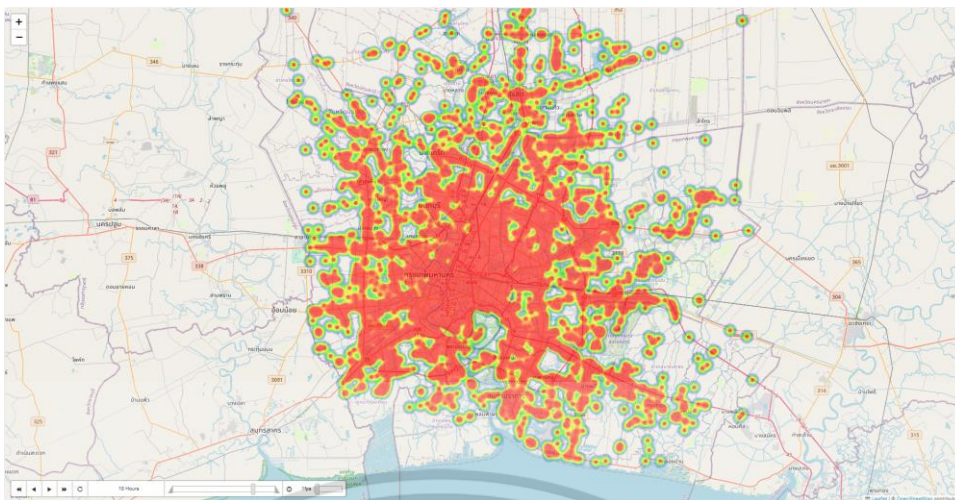
จากรูปที่ ข.18 เป็นการแสดงแผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุช่วงเวลา 16:00 – 16:59 นาฬิกา จะเห็นได้ว่า ลักษณะการรับแจ้งการเกิดเหตุของช่วงเวลานี้ จำนวนการรับแจ้งการเกิดเหตุเริ่มมีการกระจุกตัวน้อยกว่าช่วงเวลาที่ผ่านมา แต่ยังคงหนาแน่นอยู่ในบริเวณกรุงเทพมหานคร ฯ



รูปที่ ข.19 แผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุช่วงเวลา 17:00 – 17:59 นาฬิกา

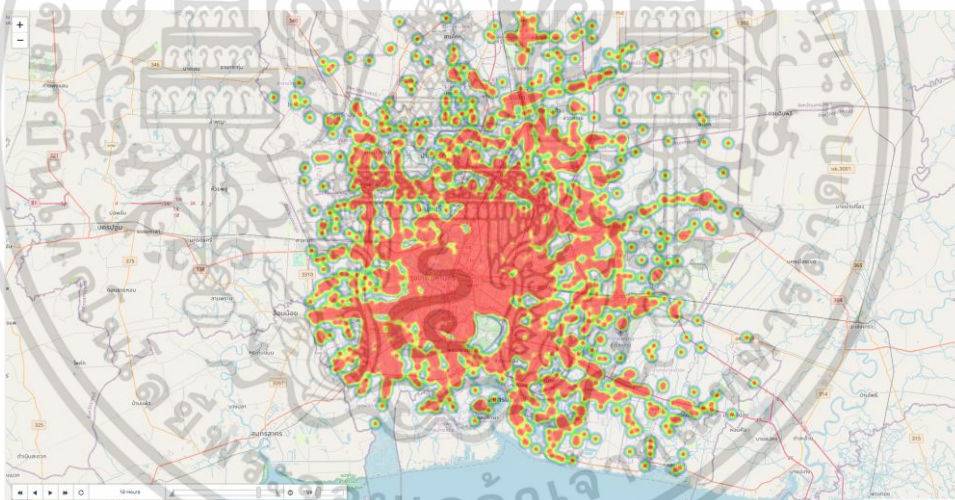
จากรูปที่ ข.19 เป็นการแสดงแผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุช่วงเวลา 17:00 – 17:59 นาฬิกา จะเห็นได้ว่า ลักษณะการรับแจ้งการเกิดเหตุของช่วงเวลานี้ จำนวนการรับแจ้งการเกิดเหตุเริ่มมีการกระจุกตัวน้อยกว่าช่วงเวลาที่ผ่านมา แต่ยังคงหนาแน่นอยู่ในบริเวณกรุงเทพมหานคร ฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.20 แผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุช่วงเวลา 18:00 – 18:59 นาฬิกา

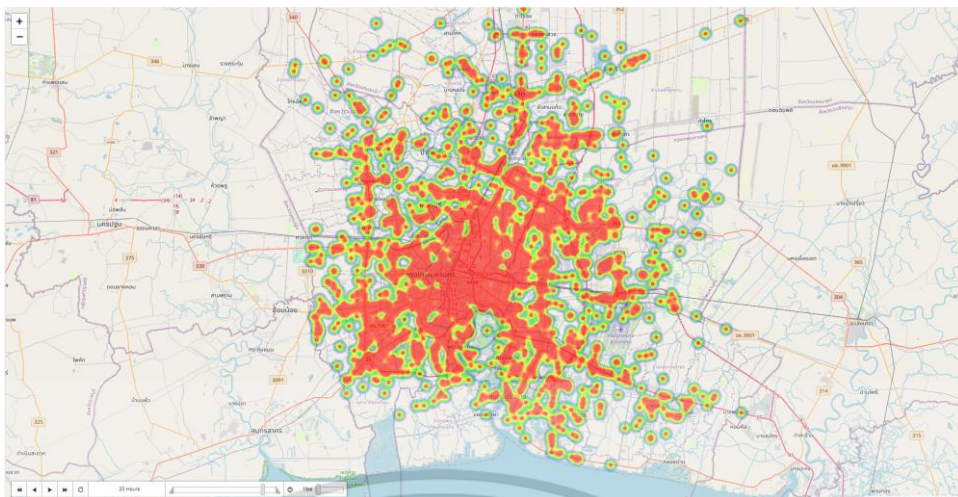
จากรูปที่ ข.20 เป็นการแสดงแผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุช่วงเวลา 18:00 – 18:59 นาฬิกา จะเห็นได้ว่า ลักษณะการรับแจ้งการเกิดเหตุของช่วงเวลานี้ จำนวนการรับแจ้งการเกิดเหตุเริ่มมีการกระจุกตัวน้อยกว่าช่วงเวลาที่ผ่านมา แต่ยังคงหนาแน่นอยู่ในบริเวณกรุงเทพมหานคร ฯ



รูปที่ ข.21 แผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุช่วงเวลา 19:00 – 19:59 นาฬิกา

จากรูปที่ ข.21 เป็นการแสดงแผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุช่วงเวลา 19:00 – 19:59 นาฬิกา จะเห็นได้ว่า ลักษณะการรับแจ้งการเกิดเหตุของช่วงเวลานี้ จำนวนการรับแจ้งการเกิดเหตุเริ่มมีการกระจุกตัวน้อยกว่าช่วงเวลาที่ผ่านมา แต่ยังคงหนาแน่นอยู่ในบริเวณกรุงเทพมหานคร ฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.22 แผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุช่วงเวลา 20:00 – 20:59 นาฬิกา

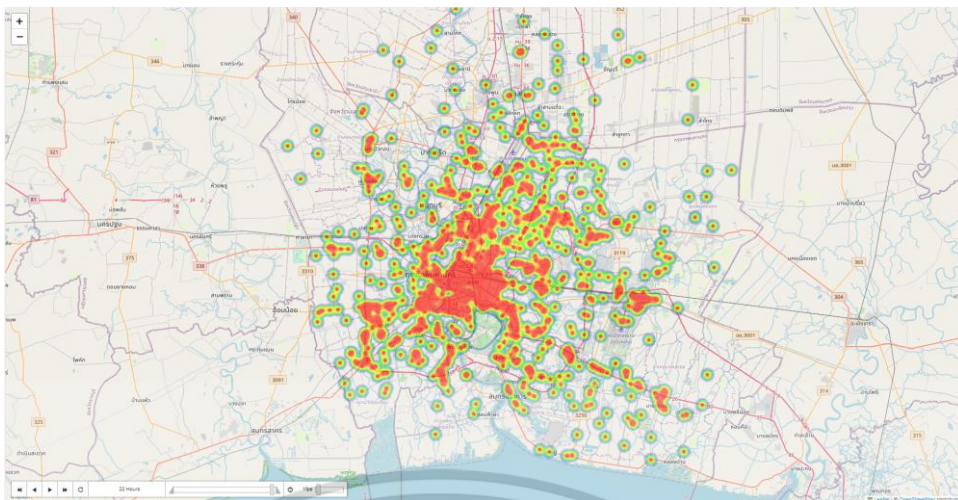
จากรูปที่ ข.22 เป็นการแสดงแผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุช่วงเวลา 20:00 – 20:59 นาฬิกา จะเห็นได้ว่า ลักษณะการรับแจ้งการเกิดเหตุของช่วงเวลานี้ จำนวนการรับแจ้งการเกิดเหตุเริ่มมีการกระจุกตัวน้อยกว่าช่วงเวลาที่ผ่านมา แต่ยังคงหนาแน่นอยู่ในบริเวณกรุงเทพมหานคร ฯ



รูปที่ ข.23 แผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุช่วงเวลา 21:00 – 21:59 นาฬิกา

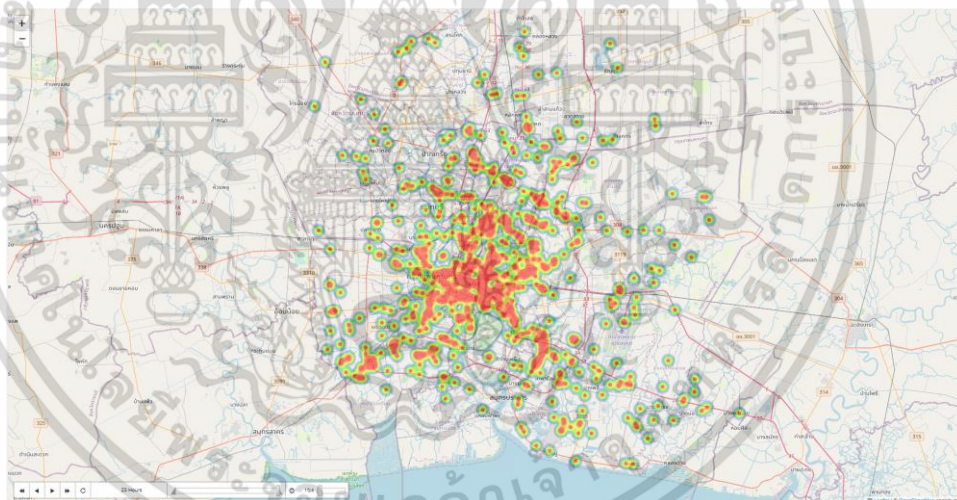
จากรูปที่ ข.23 เป็นการแสดงแผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุช่วงเวลา 21:00 – 21:59 นาฬิกา จะเห็นได้ว่า ลักษณะการรับแจ้งการเกิดเหตุของช่วงเวลานี้ จำนวนการรับแจ้งการเกิดเหตุเริ่มมีการกระจุกตัวน้อยกว่าช่วงเวลาที่ผ่านมา แต่ยังคงหนาแน่นอยู่ในบริเวณกรุงเทพมหานคร ฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.24 แผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุช่วงเวลา 22:00 – 22:59 นาฬิกา

จากรูปที่ ข.24 เป็นการแสดงแผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุช่วงเวลา 22:00 – 22:59 นาฬิกา จะเห็นได้ว่า ลักษณะการรับแจ้งการเกิดเหตุของช่วงเวลานี้ จำนวนการรับแจ้งการเกิดเหตุเริ่มมีการกระจุกตัวน้อยกว่าช่วงเวลาที่ผ่านมา แต่ยังคงหนาแน่นอยู่ในบริเวณกรุงเทพมหานคร ฯ

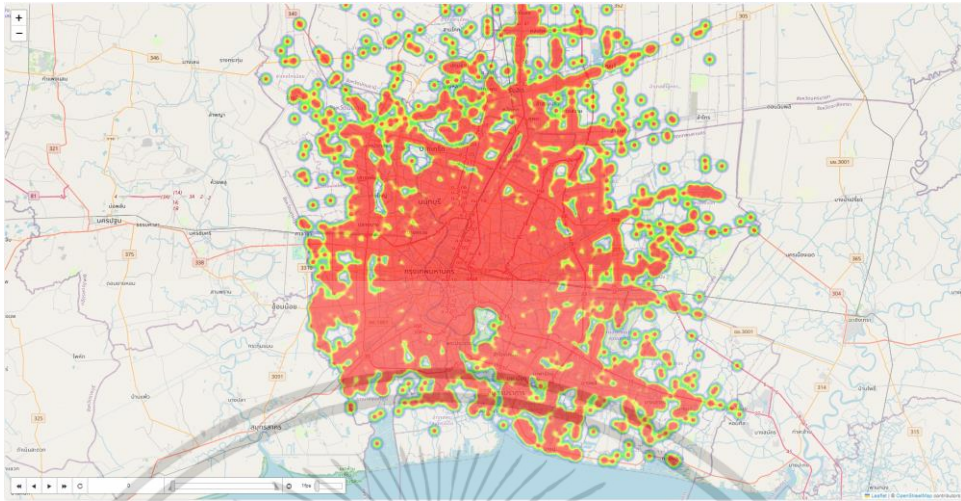


รูปที่ ข.25 แผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุช่วงเวลา 23:00 – 23:59 นาฬิกา

จากรูปที่ ข.25 เป็นการแสดงแผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุช่วงเวลา 23:00 – 23:59 นาฬิกา จะเห็นได้ว่า ลักษณะการรับแจ้งการเกิดเหตุของช่วงเวลานี้ จำนวนการรับแจ้งการเกิดเหตุเริ่มมีการกระจุกตัวน้อยกว่าช่วงเวลาที่ผ่านมา แต่ยังคงหนาแน่นอยู่ในบริเวณกรุงเทพมหานคร ฯ

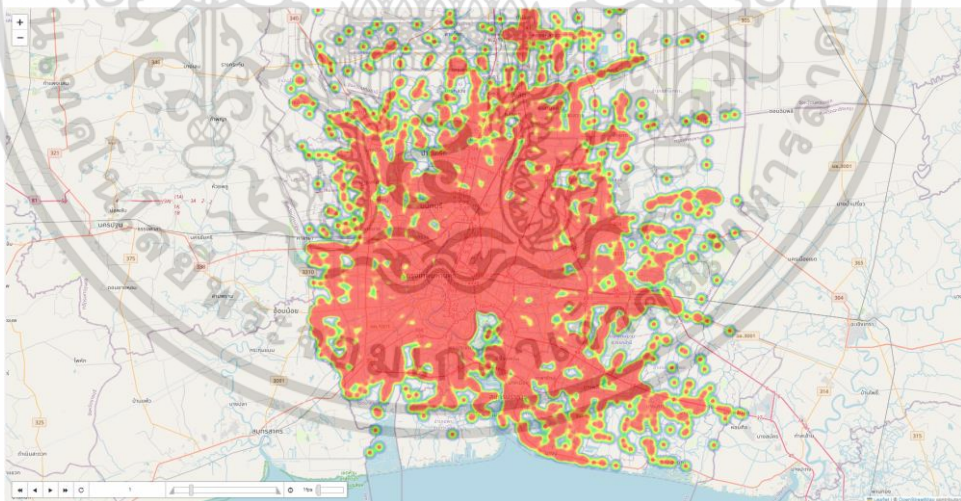
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.3 แผนที่ความร้อนการรับแจ้งการเกิดเหตุแต่ละวันของสัปดาห์



รูปที่ ข.26 แผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุในวันจันทร์

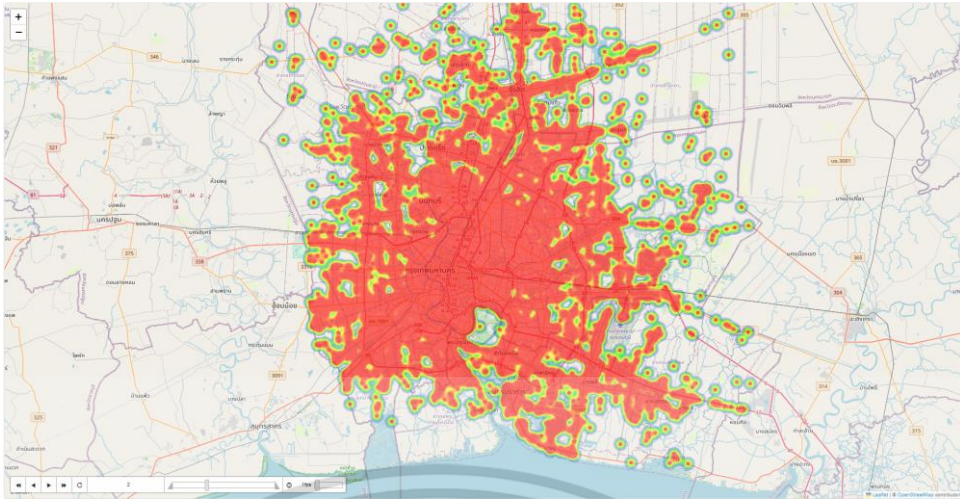
จากรูปที่ ข.26 เป็นการแสดงแผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุในวันจันทร์ของกรุงเทพมหานครฯ และปริมณฑล จากผลลัพธ์ที่ได้จะเห็นว่า การรับแจ้งการเกิดเหตุส่วนมากมีการกระจุกตัวอยู่ที่กรุงเทพมหานครฯ และเพียงถนนเส้นหลักที่ใช้ในการเดินทาง และจะน้อยลงไปเรื่อย ๆ ในปริมณฑล



รูปที่ ข.27 แผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุในวันอังคาร

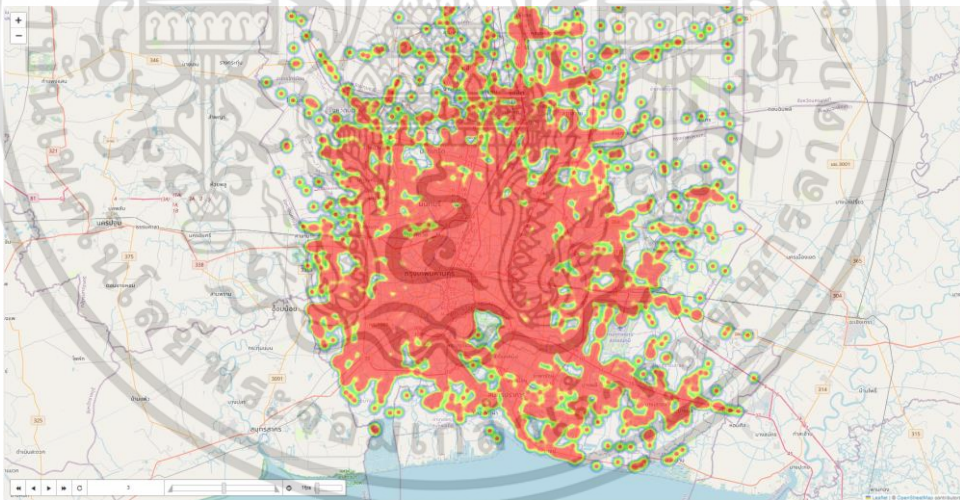
จากรูปที่ ข.27 เป็นการแสดงแผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุในวันอังคารของกรุงเทพมหานครฯ และปริมณฑล จากผลลัพธ์ที่ได้จะเห็นว่า การรับแจ้งการเกิดเหตุส่วนมากมีการกระจุกตัวอยู่ที่กรุงเทพมหานครฯ และเพียงถนนเส้นหลักที่ใช้ในการเดินทาง และจะน้อยลงไปเรื่อย ๆ ในปริมณฑล และมีการกระจายตัวน้อยกว่าวันจันทร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้เฉพาะการศึกษานี้เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.28 แผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุในวันพุธ

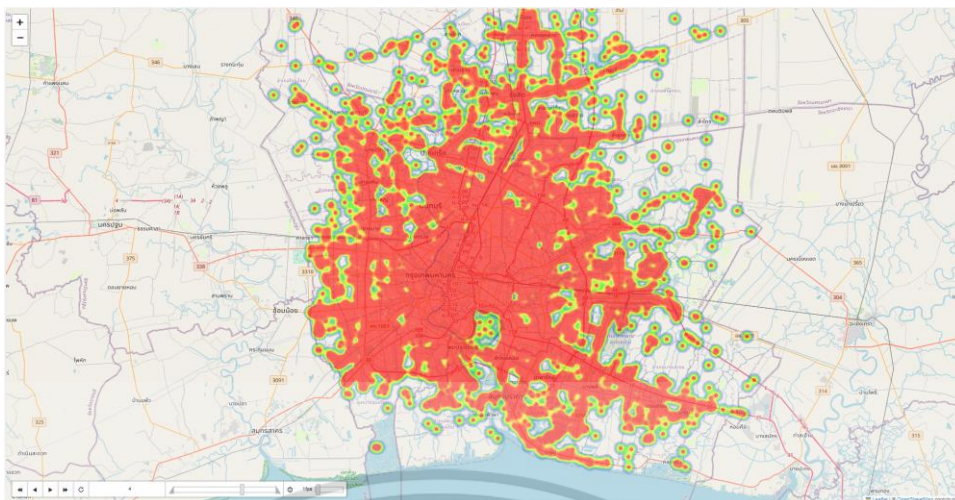
จากรูปที่ ข.28 เป็นการแสดงแผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุในวันพุธของกรุงเทพมหานครฯ และปริมณฑล จากผลลัพธ์ที่ได้จะเห็นว่า การรับแจ้งการเกิดเหตุส่วนมากมีการกระจุกตัวอยู่ที่กรุงเทพมหานครฯ และเพียงถนนเส้นหลักที่ใช้ในการเดินทาง และจะน้อยลงไปเรื่อย ๆ ในปริมณฑล



รูปที่ ข.29 แผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุในวันพฤหัสบดี

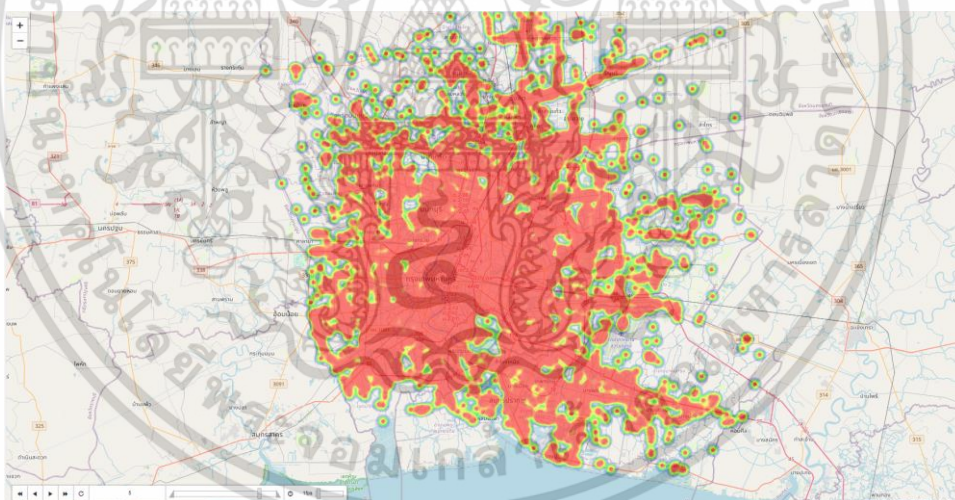
จากรูปที่ ข.29 เป็นการแสดงแผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุในวันพฤหัสบดีของกรุงเทพมหานครฯ และปริมณฑล จากผลลัพธ์ที่ได้จะเห็นว่า การรับแจ้งการเกิดเหตุส่วนมากมีการกระจุกตัวอยู่ที่กรุงเทพมหานครฯ และเพียงถนนเส้นหลักที่ใช้ในการเดินทาง และจะน้อยลงไปเรื่อย ๆ ในปริมณฑล และวันพฤหัสบดีมีรับแจ้งการเกิดเหตุกระจายตัวไปยังทุกเขต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.30 แผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุในวันศุกร์

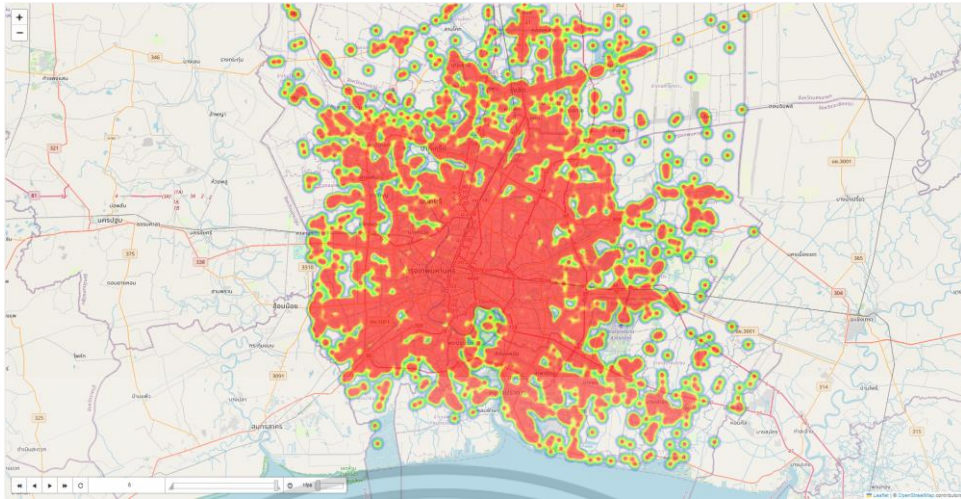
จากรูปที่ ข.30 เป็นการแสดงแผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุในวันศุกร์ของกรุงเทพมหานครฯ และปริมณฑล จากผลลัพธ์ที่ได้จะเห็นว่า การรับแจ้งการเกิดเหตุส่วนมากมีการกระจุกตัวอยู่ที่กรุงเทพมหานครฯ และเพียงถนนเส้นหลักที่ใช้ในการเดินทาง และจะน้อยลงไปเรื่อย ๆ ในปริมณฑล



รูปที่ ข.31 แผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุในวันเสาร์

จากรูปที่ ข.31 เป็นการแสดงแผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุในวันเสาร์ของกรุงเทพมหานครฯ และปริมณฑล จากผลลัพธ์ที่ได้จะเห็นว่า การรับแจ้งการเกิดเหตุส่วนมากมีการกระจุกตัวอยู่ที่กรุงเทพมหานครฯ และเพียงถนนเส้นหลักที่ใช้ในการเดินทาง และจะน้อยลงไปเรื่อย ๆ ในปริมณฑล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

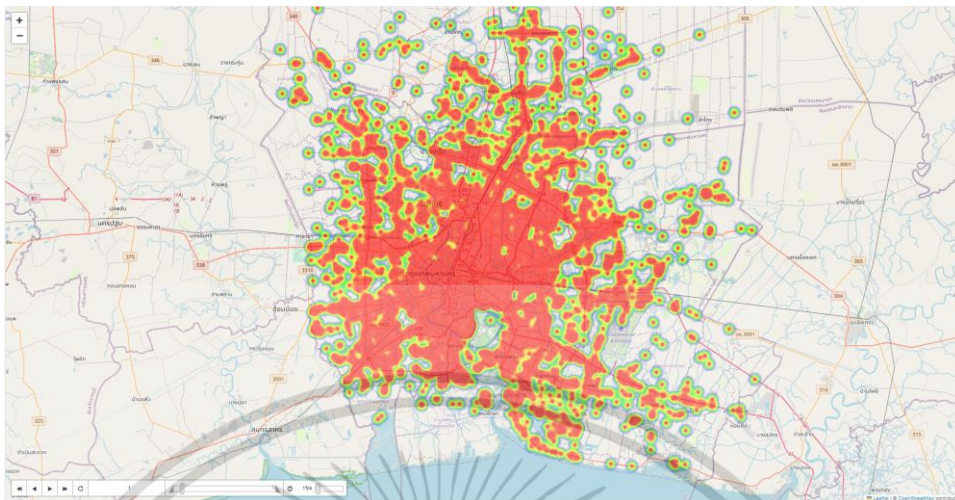


รูปที่ ข.32 แผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุในวันอาทิตย์

จากรูปที่ ข.32 เป็นการแสดงแผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุในวันอาทิตย์ของกรุงเทพมหานครฯ และปริมณฑล จากผลลัพธ์ที่ได้จะเห็นว่าวันอาทิตย์มีลักษณะการรับแจ้งที่น้อยกว่าวันอื่นๆ และตำแหน่งกับรับแจ้งกระจายตัวออกไป

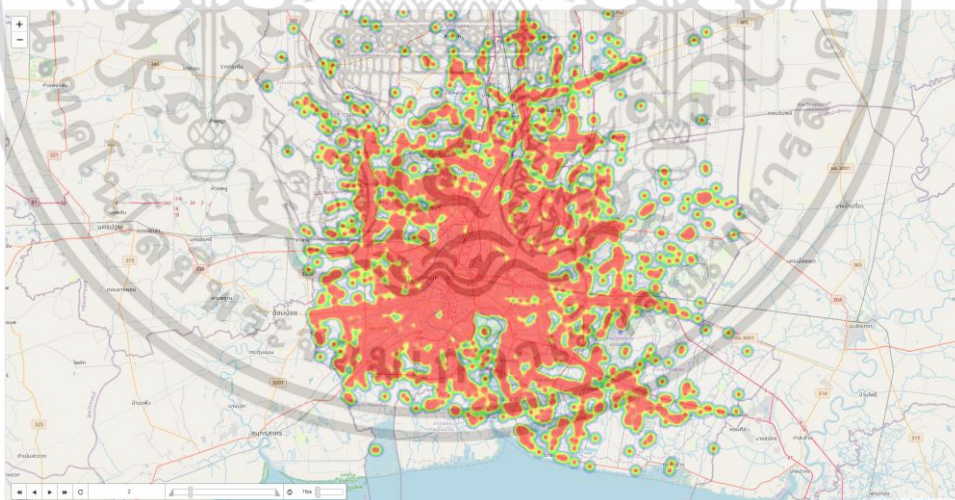
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.4 แผนที่ความร้อนการรับแจ้งการเกิดเหตุในแต่ละเดือน



รูปที่ ข.33 แผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุในเดือนมกราคม

จากรูปที่ ข.33 เป็นการแสดงแผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุในวันเดือนมกราคมของกรุงเทพมหานครฯ และปริมณฑล จากผลลัพธ์ที่ได้พบว่า ในเดือนนี้สถานที่รับแจ้งการเกิดเหตุส่วนใหญ่อยู่ในกรุงเทพมหานครฯ และกระจายตัวออกไปตามถนนเส้นหลักในการเดินทางของปริมณฑล



รูปที่ ข.34 แผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุในเดือนกุมภาพันธ์

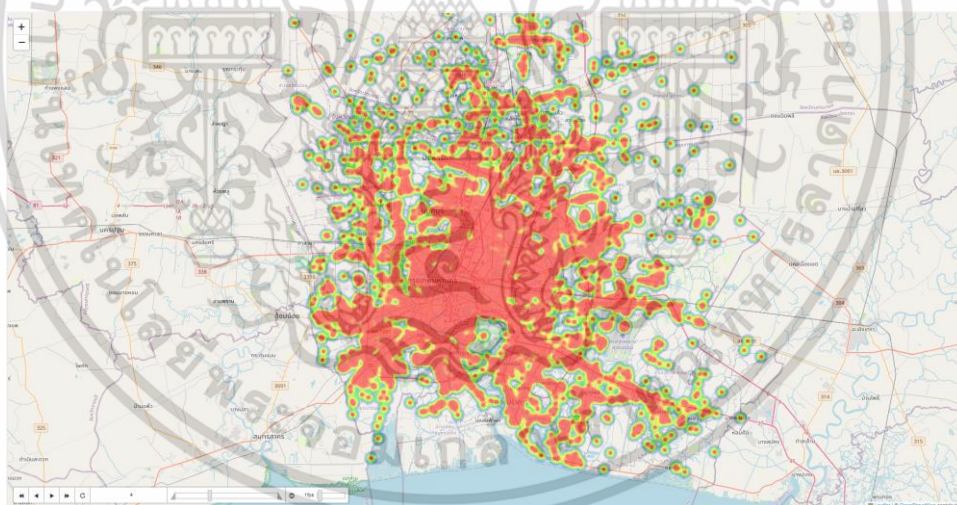
จากรูปที่ ข.34 เป็นการแสดงแผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุในวันเดือนกุมภาพันธ์ของกรุงเทพมหานครฯ และปริมณฑล จากผลลัพธ์ที่ได้พบว่า ในเดือนนี้สถานที่รับแจ้งการเกิดเหตุส่วนใหญ่อยู่ในกรุงเทพมหานครฯ และกระจายตัวออกไปตามถนนเส้นหลักในการเดินทางของปริมณฑล คล้ายกับเดือนมกราคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของสำนักงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.35 แผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุในเดือนมีนาคม

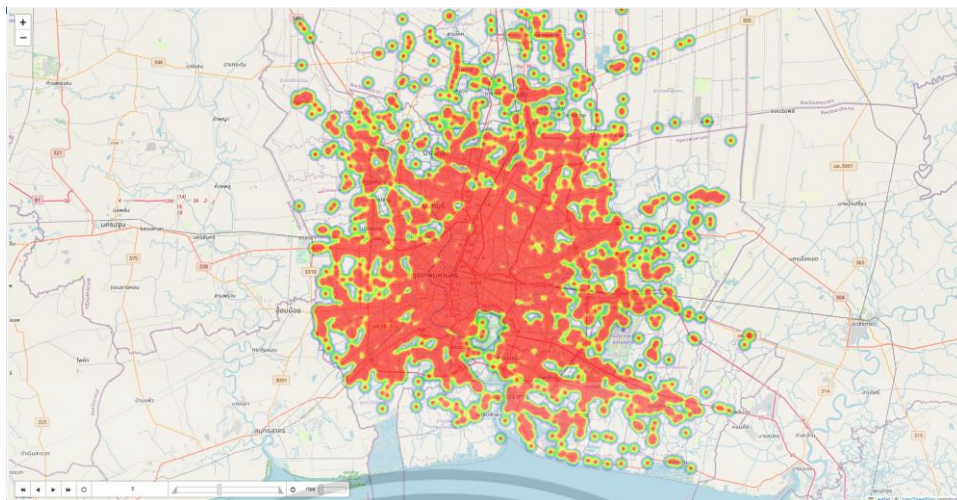
จากรูปที่ ข.35 เป็นการแสดงแผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุในวันเดือนมีนาคมของกรุงเทพมหานครฯ และปริมณฑล จากผลลัพธ์ที่ได้พบว่า ในเดือนนี้สถานที่รับแจ้งการเกิดเหตุส่วนใหญ่อยู่ในกรุงเทพมหานครฯ และกระจายตัวออกไปตามถนนเส้นหลักในการเดินทางของปริมณฑล และมีปริมาณการรับแจ้งการเกิดกระจุกตัวมากกว่าเดือนมกราคม และกุมภาพันธ์



รูปที่ ข.36 แผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุในเดือนเมษายน

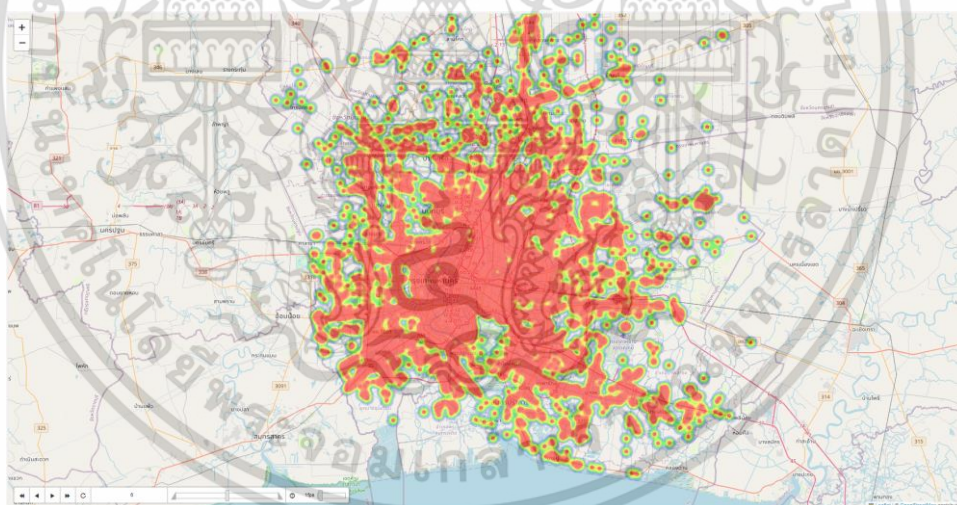
จากรูปที่ ข.36 เป็นการแสดงแผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุในวันเดือนเมษายนของกรุงเทพมหานครฯ และปริมณฑล จากผลลัพธ์ที่ได้พบว่า ในเดือนนี้สถานที่รับแจ้งการเกิดเหตุส่วนใหญ่อยู่ในกรุงเทพมหานครฯ และกระจายตัวออกไปตามถนนเส้นหลักในการเดินทางของปริมณฑลมากกว่าเดือนที่ผ่านมาเนื่องจากเป็นวันหยุดยาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.37 แผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุในเดือนพฤษภาคม

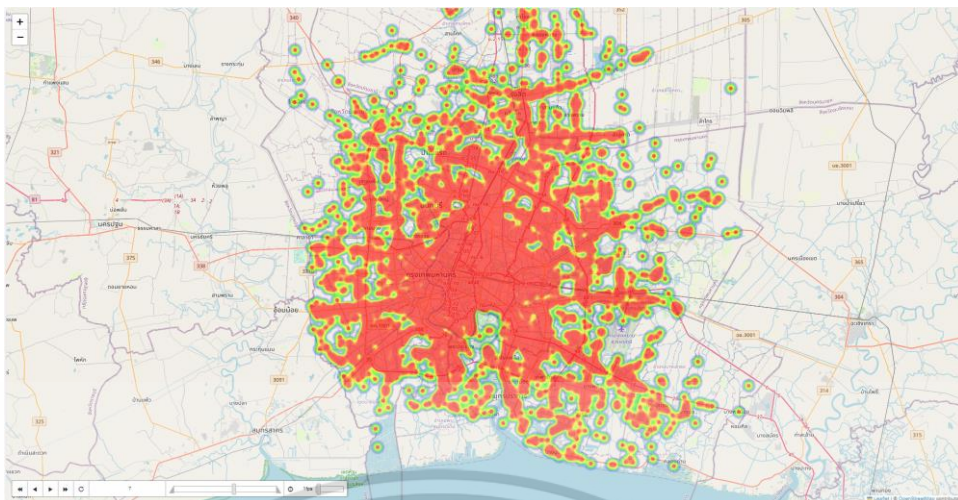
จากรูปที่ ข.37 เป็นการแสดงแผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุในวันเดือนพฤษภาคมของกรุงเทพมหานครฯ และปริมณฑล จากผลลัพธ์ที่ได้พบว่า ในเดือนนี้สถานที่รับแจ้งการเกิดเหตุส่วนใหญ่อยู่ในกรุงเทพมหานครฯ และกระจายตัวออกไปตามถนนเส้นหลักในการเดินทางของปริมณฑล



รูปที่ ข. 38 แผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุในเดือนมิถุนายน

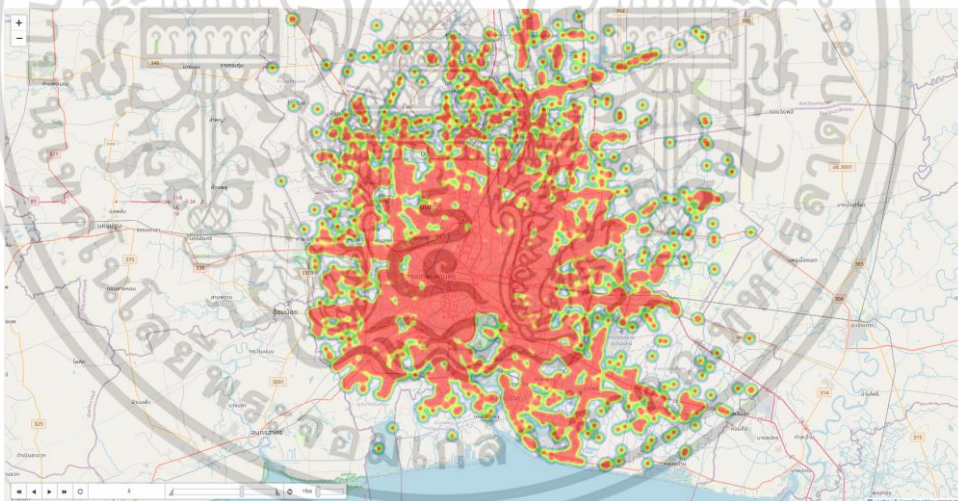
จากรูปที่ ข.38 เป็นการแสดงแผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุในวันเดือนมิถุนายนของกรุงเทพมหานครฯ และปริมณฑล จากผลลัพธ์ที่ได้พบว่า ในเดือนนี้สถานที่รับแจ้งการเกิดเหตุส่วนใหญ่อยู่ในกรุงเทพมหานครฯ และกระจายตัวออกไปตามถนนเส้นหลักในการเดินทางของปริมณฑล และมีปริมาณการรับแจ้งการเกิดกระจุกตัวในกรุงเทพมหานครฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.39 แผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุในเดือนกรกฎาคม

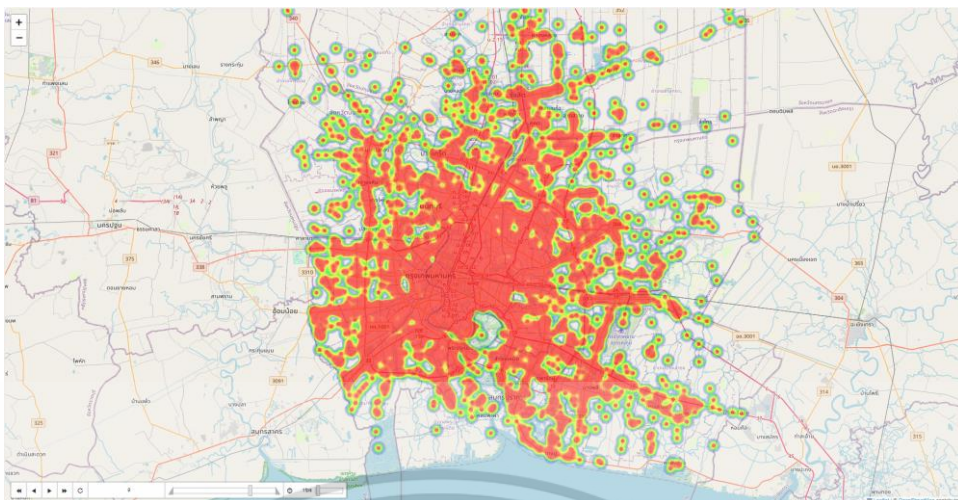
จากรูปที่ ข.39 เป็นการแสดงแผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุในวันเดือนกรกฎาคมของกรุงเทพมหานครฯ และปริมณฑล จากผลลัพธ์ที่ได้พบว่า ในเดือนนี้สถานที่รับแจ้งการเกิดเหตุส่วนใหญ่อยู่ในกรุงเทพมหานครฯ และกระจายตัวออกไปตามถนนเส้นหลักในการเดินทางของปริมณฑล



รูปที่ ข.40 แผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุในเดือนสิงหาคม

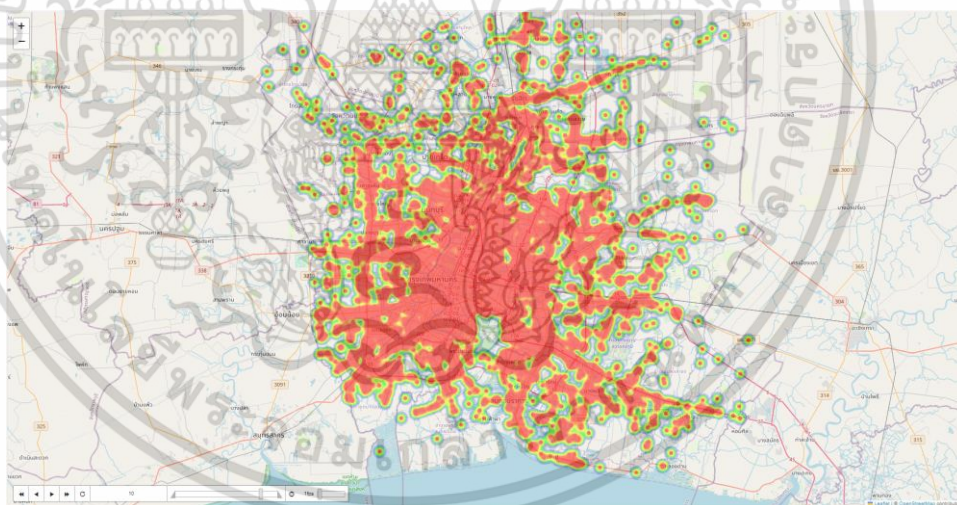
จากรูปที่ ข.40 เป็นการแสดงแผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุในวันเดือนสิงหาคมของกรุงเทพมหานครฯ และปริมณฑล จากผลลัพธ์ที่ได้พบว่า ในเดือนนี้สถานที่รับแจ้งการเกิดเหตุส่วนใหญ่อยู่ในกรุงเทพมหานครฯ และกระจายตัวออกไปตามถนนเส้นหลักในการเดินทางของปริมณฑล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.41 แผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุในเดือนกันยายน

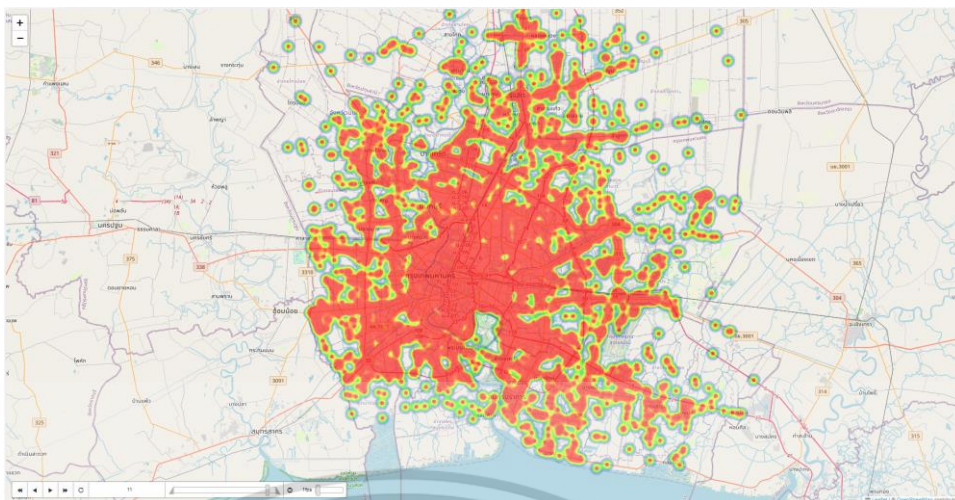
จากรูปที่ ข.41 เป็นการแสดงแผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุในวันเดือนกันยายนของกรุงเทพมหานครฯ และปริมณฑล จากผลลัพธ์ที่ได้พบว่า ในเดือนนี้สถานที่รับแจ้งการเกิดเหตุส่วนใหญ่อยู่ในกรุงเทพมหานครฯ และกระจายตัวออกไปตามถนนเส้นหลักในการเดินทางของปริมณฑล และในเดือนนี้มีการกระจายตัวของสถานที่รับแจ้งการเกิดเหตุค่อนข้างมาก



รูปที่ ข.42 แผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุในเดือนตุลาคม

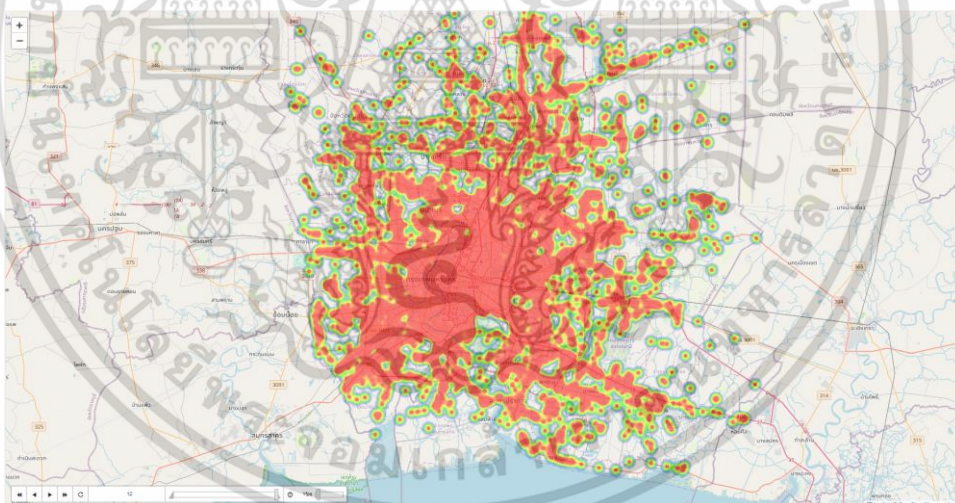
จากรูปที่ ข.42 เป็นการแสดงแผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุในวันเดือนตุลาคมของกรุงเทพมหานครฯ และปริมณฑล จากผลลัพธ์ที่ได้พบว่า ในเดือนนี้สถานที่รับแจ้งการเกิดเหตุส่วนใหญ่อยู่ในกรุงเทพมหานครฯ และกระจายตัวออกไปตามถนนเส้นหลักในการเดินทางของปริมณฑล และมีปริมาณการรับแจ้งการเกิดเหตุกระจุกตัวในกรุงเทพมหานครฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.43 แผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุในเดือนพฤษภาคม

จากรูปที่ ข.43 เป็นการแสดงแผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุในวันเดือนตุลาคมของกรุงเทพมหานครฯ และปริมณฑล จากผลลัพธ์ที่ได้พบว่า ในเดือนนี้สถานที่รับแจ้งการเกิดเหตุส่วนใหญ่อยู่ในกรุงเทพมหานครฯ และกระจายตัวออกไปตามถนนเส้นหลักในการเดินทางของปริมณฑล และมีปริมาณการรับแจ้งการเกิดกระจุกตัวในกรุงเทพมหานครฯ



รูปที่ ข.44 แผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุในเดือนธันวาคม

จากรูปที่ ข.44 เป็นการแสดงแผนที่ความร้อนของการรับแจ้งการเกิดเหตุในวันเดือนตุลาคมของกรุงเทพมหานครฯ และปริมณฑล จากผลลัพธ์ที่ได้พบว่า ในเดือนนี้สถานที่รับแจ้งการเกิดเหตุส่วนใหญ่อยู่ในกรุงเทพมหานครฯ และกระจายตัวออกไปตามถนนเส้นหลักในการเดินทางของปริมณฑล และมีปริมาณการรับแจ้งการเกิดกระจุกตัวในกรุงเทพมหานครฯ และในเดือนนี้มีการกระจายตัวของสถานที่รับแจ้งการเกิดเหตุค่อนข้างมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ภาคผนวก ค.1 ลักษณะการรับแจ้งการเกิดเหตุของกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล

ตารางที่ ค.1 การแจกแจงความถี่การรับแจ้งการเกิดเหตุในแต่ละเขตหรืออำเภอของปี 2023

เขต/อำเภอ	ความถี่	ร้อยละ
Bang Bo	396	0.64%
Bang Bon	992	1.60%
Bang Bua Thong	1,054	1.70%
Bang Kapi	1,288	2.08%
Bang Khae	1,267	2.04%
Bang Khen	1,284	2.07%
Bang Kho Laem	548	0.88%
Bang Khun Thian	1,704	2.75%
Bang Kruai	845	1.36%
Bang Na	972	1.57%
Bang Phlat	598	0.96%
Bang Phli	2,683	4.32%
Bang Rak	806	1.30%
Bang Sao Thong	595	0.96%
Bang Sue	642	1.03%
Bang Yai	847	1.36%
Bangkok Noi	692	1.12%
Bangkok Yai	209	0.34%
Buang Kum	859	1.38%
Chatuchak	2,369	3.82%
Chom Thong	906	1.46%
Din Daeng	727	1.17%
Don Mueang	638	1.03%
Dusit	671	1.08%
Huai Khwang	1,414	2.28%
Khan Na Yao	781	1.26%
Khlong Luang	1,105	1.78%
Khlong Sam Wa	762	1.23%
Khlong San	427	0.69%
Khlong Toei	1,394	2.25%
Lak Si	632	1.02%
Lam Luk Ka	1,123	1.81%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรนำเนื้อหาไปใช้ประโยชน์อื่นใด
 ไม่ว่าจะในรูปแบบใดก็ตาม หากมีข้อผิดพลาดประการใดขออภัยเป็นอย่างสูง และต้องอภัยโทษขอสงวนสิทธิ์ในเอกสารทุกครั้งที่มีการแก้ไข

เขต/อำเภอ	ความถี่	ร้อยละ
Lat Krabang	1,330	2.14%
Lat Lum Kaeo	243	0.39%
Lat Phrao	973	1.57%
Min Buri	919	1.48%
Mueang Nonthaburi	1,833	2.95%
Mueang Pathum Thani	912	1.47%
Mueang Samut Prakan	2,518	4.06%
Nong Chok	506	0.82%
Nong Khaem	573	0.92%
Nong Suea	33	0.05%
Pak Kret	1,224	1.97%
Pathum Wan	1,330	2.14%
Phasi Charoen	785	1.26%
Phaya Thai	1,076	1.73%
Phra Khanong	402	0.65%
Phra Nakhon	536	0.86%
Phra Pradaeng	950	1.53%
Phra Samut Chedi	403	0.65%
Pom Prap Sattru Phai	559	0.90%
Prawet	1,049	1.69%
Rat Burana	618	1.00%
Ratchathewi	1,227	1.98%
Sai Mai	825	1.33%
Sai Noi	161	0.26%
Sam Khok	170	0.27%
Samphanthawong	171	0.28%
Saphan Sung	581	0.94%
Sathon	672	1.08%
Suan Luang	1,184	1.91%
Taling Chan	870	1.40%
Thanyaburi	907	1.46%
Thawi Watthana	768	1.24%
Thon Buri	918	1.48%
Thung Khru	912	1.47%
Vadhana	1,044	1.68%
Wang Thonglang	881	1.42%

เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินทางปัญญาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ได้ 1 ครั้ง
 ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่หรือใช้ในเชิงพาณิชย์โดยไม่ได้รับอนุญาตจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

เขต/อำเภอ	ความถี่	ร้อยละ
Yan Nawa	766	1.23%

จากตารางที่ ค.1 พบว่าเขตของการรับแจ้งการเกิดเหตุที่มากที่สุดคือเขตบางพลีโดยมีการรับแจ้งการเกิดเหตุของปี พ.ศ. 2566 จำนวน 2,683 รายการรองลงมาเป็นเขตเมืองสมุทรปราการ 2,518 รายการและเขตจตุจักร 2,369 รายการตามลำดับ

ตารางที่ ค.2 การแจกแจงความถี่การเก็บเหตุของพนักงานเคลมของบริษัท

เขต/อำเภอ	ความถี่	ร้อยละ
Bang Bo	50	0.14%
Bang Bon	540	1.49%
Bang Bua Thong	322	0.89%
Bang Kapi	841	2.33%
Bang Khae	833	2.30%
Bang Khen	792	2.19%
Bang Kho Laem	416	1.15%
Bang Khun Thian	944	2.61%
Bang Kruai	568	1.57%
Bang Na	545	1.51%
Bang Phlat	460	1.27%
Bang Phli	1,081	2.99%
Bang Rak	628	1.74%
Bang Sao Thong	103	0.28%
Bang Sue	487	1.35%
Bang Yai	390	1.08%
Bangkok Noi	552	1.53%
Bangkok Yai	162	0.45%
Bueng Kum	447	1.24%
Chatuchak	1,753	4.85%
Chom Thong	685	1.89%
Din Daeng	543	1.50%
Don Mueang	406	1.12%
Dusit	518	1.43%
Huai Khwang	1,024	2.83%
Khan Na Yao	330	0.91%
Khlong Luang	594	1.64%
Khlong Sam Wa	218	0.60%

เขต/อำเภอ	ความถี่	ร้อยละ
Khlong San	313	0.87%
Khlong Toei	1,006	2.78%
Lak Si	476	1.32%
Lam Luk Ka	569	1.57%
Lat Krabang	268	0.74%
Lat Lum Kaeo	10	0.03%
Lat Phrao	669	1.85%
Min Buri	283	0.78%
Mueang Nonthaburi	1,251	3.46%
Mueang Pathum Thani	408	1.13%
Mueang Samut Prakan	984	2.72%
Nong Chok	14	0.04%
Nong Khaem	282	0.78%
Nong Suea	3	0.01%
Pak Kret	789	2.18%
Pathum Wan	986	2.73%
Phasi Charoen	613	1.69%
Phaya Thai	822	2.27%
Phra Khanong	247	0.68%
Phra Nakhon	397	1.10%
Phra Pradaeng	361	1.00%
Phra Samut Chedi	86	0.24%
Pom Prap Sattru Phai	486	1.34%
Prawet	620	1.71%
Rat Burana	416	1.15%
Ratchathewi	963	2.66%
Sai Mai	344	0.95%
Sai Noi	2	0.01%
Sam Khok	15	0.04%
Samphanthawong	138	0.38%
Saphan Sung	254	0.70%
Sathon	485	1.34%
Suan Luang	833	2.30%
Taling Chan	653	1.81%
Thanyaburi	492	1.36%
Thawi Watthana	420	1.16%

เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินของมหาวิทยาลัยสุโขทัยสงขลา เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์อื่นได้
 ไม่ว่ากล่าวถึงบุคคลหรือหน่วยงานอื่นใดในเอกสารนี้

เขต/อำเภอ	ความถี่	ร้อยละ
Thon Buri	719	1.99%
Thung Khru	259	0.72%
Vadhana	744	2.06%
Wang Thonglang	650	1.80%
Yan Nawa	560	1.55%
Bang Bo	50	0.14%

จากตารางที่ ค.2 พบว่าเขตที่พนักงานเคลมของบริษัทสามารถทำการเก็บเหตุได้มากที่สุดคือเขตจตุจักรโดยสามารถเก็บเหตุได้จำนวน 1,753 รายการรองลงมาเป็นเขตเขตเมืองนนทบุรี 1,251 รายการและเขตเมืองบางพลี 1,081 รายการตามลำดับ รวมเขตทั้งหมดเป็นจำนวน 36,122 รายการ

ตารางที่ ค.3 การแจกแจงความถี่การเก็บเหตุของพนักงานเคลมนอกบริษัท

เขต/อำเภอ	ความถี่	ร้อยละ
Bang Bo	346	1.33%
Bang Bon	452	1.74%
Bang Bua Thong	732	2.82%
Bang Kapi	447	1.72%
Bang Khae	434	1.67%
Bang Khen	492	1.89%
Bang Kho Laem	132	0.51%
Bang Khun Thian	760	2.92%
Bang Kruai	277	1.07%
Bang Na	427	1.64%
Bang Phlat	138	0.53%
Bang Phli	1,602	6.16%
Bang Rak	178	0.68%
Bang Sao Thong	492	1.89%
Bang Sue	155	0.60%
Bang Yai	457	1.76%
Bangkok Noi	140	0.54%
Bangkok Yai	47	0.18%
Buang Kum	412	1.59%
Chatuchak	616	2.37%
Chom Thong	221	0.85%
Din Daeng	184	0.71%
Don Mueang	232	0.89%

เขต/อำเภอ	ความถี่	ร้อยละ
Dusit	153	0.59%
Huai Khwang	390	1.50%
Khan Na Yao	451	1.74%
Khlong Luang	511	1.97%
Khlong Sam Wa	544	2.09%
Khlong San	114	0.44%
Khlong Toei	388	1.49%
Lak Si	156	0.60%
Lam Luk Ka	554	2.13%
Lat Krabang	1,062	4.09%
Lat Lum Kaeo	233	0.90%
Lat Phrao	304	1.17%
Min Buri	636	2.45%
Mueang Nonthaburi	582	2.24%
Mueang Pathum Thani	504	1.94%
Mueang Samut Prakan	1,534	5.90%
Nong Chok	492	1.89%
Nong Khaem	291	1.12%
Nong Suea	30	0.12%
Pak Kret	435	1.67%
Pathum Wan	344	1.32%
Phasi Charoen	172	0.66%
Phaya Thai	254	0.98%
Phra Khanong	155	0.60%
Phra Nakhon	139	0.53%
Phra Pradaeng	589	2.27%
Phra Samut Chedi	317	1.22%
Pom Prap Sattru Phai	73	0.28%
Prawet	429	1.65%
Rat Burana	202	0.78%
Ratchathewi	264	1.02%
Sai Mai	481	1.85%
Sai Noi	159	0.61%
Sam Khok	155	0.60%
Samphanthawong	33	0.13%
Saphan Sung	327	1.26%

เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินของมหาวิทยาลัยสุโขทัยฯ ห้ามการใช้อ้างอิงเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถให้รางวัลใดๆ ให้แก่ผู้ใดที่นำเอกสารนี้ไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
 ไม่ว่ากล่าวถึงบุคคลใด ๆ ทั้งสิ้น และให้ข้อมูลนี้เป็นเพียงข้อมูลเบื้องต้นเท่านั้น ไม่สามารถนำข้อมูลนี้ไปใช้ในการตัดสินใจใดๆ ได้

เขต/อำเภอ	ความถี่	ร้อยละ
Sathon	187	0.72%
Suan Luang	351	1.35%
Taling Chan	217	0.84%
Thanyaburi	415	1.60%
Thawi Watthana	348	1.34%
Thon Buri	199	0.77%
Thung Khru	653	2.51%
Vadhana	300	1.15%
Wang Thonglang	231	0.89%
Yan Nawa	206	0.79%

จากตารางที่ ค.3 พบว่าเขตที่พนักงานเคลมของบริษัทสามารถทำการเก็บเหตุได้มากที่สุดคือ เขตบางพลีโดยสามารถเก็บเหตุได้จำนวน 1,602 รายการ รองลงมาเป็นเขตเมืองสมุทรปราการ 1,534 รายการ และเขตลาดกระบัง 1,062 รายการ ตามลำดับ รวมเขตทั้งหมดเป็นจำนวน 25,937 รายการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้วิจัย



ชื่อ - ชื่อสกุล: กรณ์ ถาวรผล (กร)
วัน เดือน ปี เกิด: 28 กรกฎาคม 2545
ที่อยู่ปัจจุบัน: 39 หมู่ 3 ตำบล เพชรละคร หนองไผ่ เพชรบูรณ์ 67140
ประวัติการศึกษา: ระดับมัธยมศึกษา โรงเรียนเพชรพิทยาคม จังหวัดเพชรบูรณ์
 ระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาสถิติประยุกต์
 ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง
เบอร์โทรศัพท์: 081-041-5394
e-mail : korn.thawp@gmail.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



งานทะเบียนคณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง
คำรับรองเล่มสหกิจศึกษา

วันที่ 27 พฤษภาคม พ.ศ. 2567

ข้าพเจ้า นายกรณ์ ถาวรผล รหัสนักศึกษา 63050600
นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา สถิติประยุกต์ ภาควิชา สถิติ ขอรับรองว่าโครงการ
สหกิจศึกษา เรื่อง

ชื่อภาษาไทย การวิเคราะห์ที่ตั้งจุดให้บริการเคลมประกันรถยนต์ที่เหมาะสมของบริษัท
ประกันภัยแห่งหนึ่งในประเทศไทย
ชื่อภาษาอังกฤษ Optimizing Auto Insurance Claim Service Points of an Insurance
Company in Thailand
ปีการศึกษา 2566

เป็นผลงานวิจัยที่มีได้คัดลอกหรือละเมิดลิขสิทธิ์ของผู้อื่นและได้ผ่านการตรวจสอบความซ้ำซ้อน
เรียบร้อยแล้ว และได้แนบเอกสารการตรวจสอบการลอกเลียนแบบวรรณกรรมที่ตรวจสอบจากเล่ม
โครงการสหกิจศึกษาระดับสมบูรณ์แล้ว โปรแกรมอักขราวิสุทธิ์ 2.85%

ลงชื่อ..... **กรณ์ ถาวรผล**
(นายกรณ์ ถาวรผล)
นักศึกษา

ข้าพเจ้า ผศ.ดร.พรพิมล ชัยวุฒิศักดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการสหกิจศึกษา ได้ตรวจสอบ โครงการ
สหกิจศึกษาของนักศึกษาข้างต้นแล้ว ขอรับรองว่าเป็นผลงานวิจัยของนักศึกษาจริงและมีเนื้อหา
สมบูรณ์ จึงลงชื่อไว้เป็นหลักฐาน

ลงชื่อ..... **Pornpimol Chaiwuttisak**
(ผศ.ดร.พรพิมล ชัยวุฒิศักดิ์)
อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Plagiarism Checking Report

Created on 2024-05-27 00:56:04 at 00:56 AM

Submission Information

ID	SUBMISSION DATE	SUBMITTED BY	ORGANIZATION	FILENAME	STATUS	SIMILARITY INDEX
3759941	May 27, 2024 at 00:50 AM	63050600@kmitl.ac.th	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	63050600_Korn_thawonphon_(Final).pdf	Completed	2.85 %

Match Overview

NO.	TITLE	AUTHOR(S)	SOURCE	SIMILARITY INDEX
1	A Study of Location Model for a Rescue Vehicle Parking Stations: Case Study of Kannayao District in Bangkok	Jansuwan, Sarawut	วารสารสถิติประยุกต์และเทคโนโลยีสารสนเทศ	1.03 %
2	การตัดสินใจเลือกสถานที่ตั้งโรงงานเพียงแห่งเดียวภายใต้ความไม่แน่นอนของแหล่งวัตถุดิบ, Determination of single facility location under uncertain supply	ธิดิมา วงศ์พระเวทย์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	0.75 %
3	การแก้ปัญหาการเลือกสถานที่ตั้ง Princess of Naradhiwas University Journal\nQuick jump to page content\nMain Navigation\nMain Content\nSidebar\nRegister\nLogin\nEnglish\nภาษาไทย\nToggle navigation\nPrincess of Naradhiwas University Journal\nCurrent\nArchives\nEthics\nAnnouncements\nAbout\nAbout the Journal\nSubmissions\nEditorial Team\nContact\nSearch\nHome\nArchives\nVol. 6 No. 1 (2014): มกราคม-เมษายน 2557\nบทความวิชาการ\nการแก้ปัญหาการเลือกสถานที่ตั้ง\nArticle Sidebar\nPDF\nPublished: Jan 29, 2014\nMain Article Content\nปฏิวัติ มัชฌิมะ เจริญ\nAbstract\nบทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาการเลือกสถานที่ตั้งโดยมุ่งเน้นอธิบายถึงลักษณะของปัญหาแบบต่างๆ และวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหา จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า การแก้ปัญหาการเลือกสถานที่ตั้งอาจแบ่งได้เป็น 2 แนวทาง คือ การวิเคราะห์เชิงคุณภาพ และการวิเคราะห์เชิงปริมาณ ซึ่งมีส่วนที่ต้องพิจารณาถึงปัจจัยที่เกี่ยวกับทรัพยากรการผลิตและปัจจัยที่เกี่ยวกับสภาพแวดล้อมอีกด้วย จึงทำให้การแก้ปัญหาการเลือกสถานที่ตั้งที่เหมาะสมนั้น พบว่ามีทั้งแบบที่เป็นวิธีการแก้ด้วยวิธีที่ได้คำตอบที่ดีที่สุด และวิธีการประมาณค่า แบบ ฮิวริสติกและเมตาฮิวริสติก พร้อมทั้งการกำหนดตัวแบบทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาที่นำมาประยุกต์ใช้เพื่อหาคำตอบที่ดีที่สุด ของกระบวนการหาสถานที่ตั้งที่เหมาะสมและแนวโน้มของการแก้ปัญหาผู้วิจัยส่วนใหญ่จะมุ่งเน้นเพื่อพัฒนาวิธีการแบบฮิวริสติก เนื่องจากใช้หลักการที่ง่าย และใช้เวลาในการคำนวณหาคำตอบสั้นกว่า รวมถึงมีคุณภาพของคำตอบที่ดีสำคัญ : ปัญหาการเลือกสถานที่ตั้ง วิธีการหาคำตอบที่ดีที่สุด วิธีการฮิวริสติก วิธีการเมตาฮิวริสติก\nDownloads\nDownload data is not yet available.\nArticle Details\nIssue\nVol. 6 No. 1 (2014): มกราคม-เมษายน 2557\nSection\nบทความวิชาการ\nThis work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License .\nHome Thaijo\nManual\nFor Author\nFor Reviewer\nInformation\nFor Readers\nFor Authors\nFor Librarians\nLanguage\nEnglish\nภาษาไทย\nVisitors\nเริ่มนับตั้งแต่ 22/03/2559\nISSN: 1906-5981 (Print), ISSN: 2561-1274 (Online)\nPrincess of Naradhiwas University Journal, Mueng, Narathiwat 96000\nTel : 0-7370-9030 Ext 1161, 09-3604-3247 Fax : 0-7370-9030 Ext 1173\n	มหาวิทยาลัยราชภัฏวราสาร	นครินทร์	0.37 %
4	An analysis of the Median and Inter-quartile Range from a rating scale by assigning weights and without assigning weights to members of the same score	จิระโร, พงศ์เทพ	วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา	0.28 %
5	การพัฒนาตัวแบบการจัดสรรตำแหน่งของหน่วยการแพทย์ฉุกเฉิน เพื่อลดระยะเวลาการเข้าถึงจุดเกิดเหตุ กรณีศึกษาจังหวัดนครราชสีมา	วโรรส อินทรศิริพงษ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	0.18 %
6	http://cmuir.cmu.ac.th/bitstream/6653943832/21385/3/enso30355cj_con.pdf	cmuir.cmu.ac.th	cmuir.cmu.ac.th_nutch	0.14 %
7	เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ระยะทางแบบยุคลิด	วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี	Wikipedia	0.11 %

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงสิทธิ์เจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้