

การกำหนดตำแหน่งรถปฏิบัติการแพทย์ฉุกเฉินที่เหมาะสม โดยพิจารณาปริมาณสายเรียกเข้า  
ในแต่ละช่วงเวลา: กรณีศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดปราจีนบุรี

**Determining Optimal Location of Emergency Medical Service Units  
by Considering Volume of Calls in Different Period of Time  
: A Case Study of Muang District, Prachinburi Province**

อนรรักษ์ ประจักษ์กลาง<sup>1)</sup> วรณวิมล รุ่งเรือง<sup>1)</sup> วุฒิกัทร แสงอุทัย<sup>1)</sup> และสุนาริน จันทะ<sup>1)\*</sup>

Anuruk Jankang Wanvimon Rungrong Wuttipat Sangutai and Sunarin Chanta,

<sup>1)</sup> ภาควิชาการจัดการอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ  
วิทยาเขตปราจีนบุรี จังหวัดปราจีนบุรี 25230

**บทคัดย่อ**

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดตำแหน่งที่ตั้งจุดตั้งจุดรถปฏิบัติการทางการแพทย์ฉุกเฉินที่เหมาะสม ในเขตพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดปราจีนบุรี โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ จำนวนสายเรียกใช้บริการผ่านหมายเลข 1669 พิกัดของจุดเกิดเหตุหรือตำแหน่งของผู้ป่วยในปี 2560 ประเภทของสายแจ้งเหตุฉุกเฉิน เป็นต้น โดยประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา เพื่อเป็นตัวช่วยในการตัดสินใจเลือกจุดตั้งจุดรถปฏิบัติการทางการแพทย์ฉุกเฉินที่สามารถครอบคลุมจำนวนผู้ที่ได้รับบาดเจ็บได้สูงสุด โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 6 กรณี ที่ใช้ข้อมูลนำเข้าแตกต่างกัน ได้แก่ ปริมาณสายแจ้งเหตุในแต่ละช่วงเวลา และกำหนดน้ำหนักความสำคัญของเหตุฉุกเฉิน จากนั้นทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพกับจุดจอดปัจจุบัน กรณีที่ 1 ใช้ข้อมูลปริมาณสายแจ้งเหตุตลอดทั้งวัน โดยกำหนดให้ทุกสายสำคัญเท่ากัน กรณีที่ 2 ใช้ข้อมูลปริมาณสายแจ้งเหตุเฉพาะช่วงเวลากลางวัน โดยกำหนดให้ทุกสายสำคัญเท่ากัน กรณีที่ 3 ใช้ข้อมูลปริมาณสายแจ้งเหตุเฉพาะช่วงเวลากลางคืน โดยกำหนดให้ทุกสายสำคัญเท่ากัน และกรณีที่ 4-6 ใช้ข้อมูลปริมาณสายแจ้งเหตุตลอดทั้งวัน โดยกำหนดความสำคัญของสายแต่ละประเภทแตกต่างกัน จากนั้นหาคำตอบที่เหมาะสมในแต่ละกรณีโดยใช้โปรแกรมสำหรับการคำนวณที่เหมาะสม ผลการศึกษาพบว่าจุดจอดใหม่ที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สามารถเพิ่มการครอบคลุมจากจุดจอดปัจจุบัน ในกรณีที่จำนวนรถปฏิบัติการเท่ากัน นอกจากนี้ยังพบว่าช่วงเวลาและระดับความฉุกเฉินส่งผลต่อการกำหนดจุดตั้งจุดรถปฏิบัติการที่เหมาะสม

**คำสำคัญ :** การกำหนดตำแหน่งหน่วยบริการ, การหาค่าที่เหมาะสม, การให้บริการทางการแพทย์ฉุกเฉิน, แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

**Abstract**

This research objective is to find optimal location of emergency medical services system for Amphoe Muang, Prachinburi Province. We collected the related data, which are requested call for emergency medical service via 1669, coordinates of instance or location of injured person in year, 2018, types of requested calls. We applied the mathematical model to solve problem to make a decision on locating emergency medical services units that can maximize coverage of injured persons. We conducted experiments, which composed of 6 cases that have different parameters, which are volume of calls in different periods and priority of calls. Next, we compared the efficiency of the result with the current location. Case 1: use parameter of call volume entire day with equal priority, Case 2: use parameter of call volume during daytime with equal priority,

Case 3: use parameter of call volume during nighttime with equal priority, and Case 4-6: use parameter of call volume entire day with different priorities. Then, we find the optimal solution by using optimization programming language software. The result showed that the new locations that suggested by mathematical model can increase the coverage at the same number of ambulance. Moreover, time period and priority of calls can lead to different solutions of emergency medical services locations.

**Keywords :** facility location, optimization, emergency medical service, mathematical mode

## 1. บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทยมีแนวโน้มของการเกิดเหตุฉุกเฉินสูงขึ้นทุกปี ในปี 2561 พบว่าจำนวนการแจ้งเหตุฉุกเฉินของพื้นที่จังหวัดปราจีนบุรีเพียงจังหวัดเดียวเท่ากับ 1,686,798 สาย โดยเพิ่มขึ้นจากปี 2560 คิดเป็น 8% อ้างอิงข้อมูลจากสถาบันการแพทย์ฉุกเฉิน [1] โดยมีสาเหตุการบาดเจ็บจากเกิดอุบัติเหตุ หรือการเจ็บป่วยจากโรคฉุกเฉินวิกฤตที่ต้องได้รับการรักษาหรือนำส่งโรงพยาบาลทันที สามารถจำแนกได้เป็นผู้ป่วยฉุกเฉินวิกฤต (สีแดง) ผู้ป่วยฉุกเฉินเร่งด่วน (สีเหลือง) ผู้ป่วยฉุกเฉินไม่รุนแรง (สีเขียว) และผู้ป่วยทั่วไป (สีขาว) ดังนั้น สถาบันการแพทย์ฉุกเฉินจึงได้นำระบบการแพทย์ฉุกเฉิน (Emergency Medical Services: EMS) เข้ามาให้บริการกับผู้ป่วยฉุกเฉิน โดยผู้ป่วย ญาติ หรือผู้พบเห็นเหตุการณ์สามารถโทรแจ้งเหตุเพื่อขอรับบริการทางการแพทย์ผ่านหมายเลข 1669 เมื่อได้รับสายแจ้งเหตุศูนย์ประสานงานจะส่งรถปฏิบัติการออกไปให้บริการทางการแพทย์ฉุกเฉิน ณ จุดเกิดเหตุ และนำส่งโรงพยาบาลในกรณีที่ต้องการการรักษาต่อเนื่อง โดยสถาบันการแพทย์ฉุกเฉินแห่งชาติได้กำหนดมาตรฐานให้กับรถฉุกเฉินให้ไปถึงที่เกิดเหตุในเวลา 8 นาทีหลังจากได้รับแจ้งเหตุฉุกเฉินจากประชาชน

อย่างไรก็ตามในปัจจุบันการให้บริการทางการแพทย์ฉุกเฉินยังไม่เพียงพอต่อความต้องการ ด้วยปริมาณสายฉุกเฉินที่เพิ่มขึ้น และจำนวนรถปฏิบัติการที่จำกัด อาจทำให้การเข้าถึงจุดเกิดเหตุทำได้ล่าช้า ซึ่งอาจทำให้ผู้ป่วยหรือผู้บาดเจ็บนั้นมีอาการที่รุนแรง ไม่ทันต่อการรักษา หรือทำให้เสียชีวิตในที่เกิดเหตุได้ สาเหตุหนึ่งเกิดจากการวางจุดจอร์รถปฏิบัติการฉุกเฉินไม่ครอบคลุมพื้นที่ของจุดเกิดเหตุ หรืออยู่ห่างไกลจากจุดเกิดเหตุ ดังนั้น ทางผู้วิจัยจึงนำเสนอการกำหนดจุดจอร์รถปฏิบัติการฉุกเฉินที่เหมาะสม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ครอบคลุมพื้นที่ที่มีการแจ้งเหตุฉุกเฉินให้ได้มากที่สุด เพื่อสามารถส่งรถปฏิบัติการฉุกเฉินออกไปให้บริการได้ภายในเวลามาตรฐาน 8 นาที โดยใช้แบบจำลองทาง

คณิตศาสตร์เข้ามาช่วยในการกำหนดตำแหน่งที่เหมาะสม และทำการจำแนกสายแจ้งเหตุฉุกเฉินตามระดับความฉุกเฉินของผู้รับบริการ พื้นที่กรณีศึกษา ได้แก่ อำเภอเมือง จังหวัดปราจีนบุรี

## 2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นัทพงษ์ (2554) [2] ประยุกต์ใช้เทคนิคศูนย์ถ่วงจากน้ำหนักความเสี่ยง ในการวิเคราะห์สถานที่จอดยานพาหนะสำหรับปฏิบัติการทางการแพทย์ฉุกเฉิน มีวัตถุประสงค์เพื่อหาสถานที่จอดยานพาหนะสำหรับปฏิบัติการทางการแพทย์ฉุกเฉินที่เหมาะสมในการตอบสนองต่อเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น โดยใช้เวลาน้อยที่สุดไปยังจุดเกิดเหตุเพื่อทำการปฐมพยาบาลผู้ที่ได้รับบาดเจ็บจากอุบัติเหตุหรือผู้ป่วยฉุกเฉินในพื้นที่ให้บริการของหน่วยปฏิบัติการทางการแพทย์ฉุกเฉิน โดยกำหนดพิกัดของจุดเกิดเหตุดังกล่าวลงบนแผนที่ Google map จากนั้นจึงประเมินความเสี่ยงโดยประยุกต์ใช้รูปแบบของการวิเคราะห์หรือการขัดข้องและผลกระทบ ผลการศึกษาพบว่าสถานที่จอดยานพาหนะแห่งใหม่เปลี่ยนแปลงจากจุดจอดปัจจุบันโดยห่างจากจุดเดิม 1.1 กิโลเมตร และสามารถลดระยะทางในการเดินทางไปถึงผู้รับบริการได้ 20.26% เมื่อคิดระยะทางแบบระยะขจัด

วโรส (2557) [3] พัฒนาตัวแบบการจัดสรรตำแหน่งของหน่วยการแพทย์ฉุกเฉินเพื่อลดระยะเวลาการเข้าถึงจุดเกิดเหตุ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเก็บข้อมูลจากการแพทย์ฉุกเฉินในปัจจุบัน เพื่อพัฒนาตัวแบบการจัดสรรตำแหน่งจุดปฏิบัติการฉุกเฉินเพื่อเพิ่มจำนวนผู้ป่วยฉุกเฉินที่ได้รับการทางการแพทย์ฉุกเฉินจาก ALS (Advance Life Support) ภายในระยะเวลาตอบสนอง 8 นาทีให้ได้มากที่สุด โดยมีแนวทางการปรับปรุงการปฏิบัติการฉุกเฉิน 2 แนวทางคือ (1) การยกระดับที่ตั้ง BLS (Basic Life Support) หรือ FR (First Responder) เพื่อเป็น ALS จากตัวแบบยกระดับ และ (2) การใช้ BLS หรือ FR ไปรับผู้ป่วยฉุกเฉินแล้วส่งต่อให้กับ ALS จากตัวแบบส่งต่อโดยทั้งตัวแบบมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้ป่วย

ฉุกเฉินนี้ ได้เข้าถึงบริการทางการแพทย์ฉุกเฉินระดับสูงจาก ALS ได้ทันระยะเวลาตอบสนองใน 8 นาทีให้ ได้มากที่สุด ผลจากการศึกษาและสร้างตัวแบบเพื่อจัดสรรตำแหน่งจุดปฏิบัติการฉุกเฉินดังกล่าวพบว่า หากยังไม่มีมีการปรับปรุงจำนวนเหตุฉุกเฉินที่ครอบคลุมโดยชุดปฏิบัติการระดับ ALS มีทั้งสิ้น 62.09% และเมื่อได้ใช้ตัวแบบยกระดับทำการยกระดับที่ตั้ง BLS หรือ FR ให้เป็น ALS จำนวนเหตุ ฉุกเฉินที่จะได้รับบริการการแพทย์ฉุกเฉินระดับสูงจาก ALS ภายในระยะเวลาตอบสนอง 8 นาที เพิ่มขึ้นเป็น 100%

ธัญญา และคณะ (2558) [4] ปรับปรุงระบบบริการการแพทย์ฉุกเฉิน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาวิธีการดำเนินงานและนำเสนอแนวทางการปรับปรุง ระบบการให้บริการ 2) นำเสนอแนวทางการกำหนดจุดจอดรถพยาบาลให้กับระบบบริการทางการแพทย์ฉุกเฉิน ของโรงพยาบาลเจ้าพระยาอภัยภูเบศร โดยใน ส่วนที่ 1 ทำการศึกษาวิธีการดำเนินงาน ใช้การแจกแบบสอบถาม เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลจาก 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มเจ้าหน้าที่ผู้ให้บริการในระบบการแพทย์ฉุกเฉิน ได้แก่ แพทย์พยาบาล เจ้าหน้าที่วิทยุเจ้าหน้าที่ผู้ออกปฏิบัติงานกับรถฉุกเฉิน และกลุ่มผู้รับบริการ ในส่วนที่ 2 กำหนดจุดจอดรถพยาบาลโดยใช้ข้อมูล ได้แก่ ปริมาณความต้องการรับบริการ ตำแหน่งของจุดเกิดเหตุและตำแหน่งของจุดจอดรถพยาบาล เพื่อกำหนดหาจุดจอดที่เหมาะสม โดยใช้วิธีหาจุดศูนย์กลาง (Center of Gravity Method) ผลการศึกษาในส่วนที่ 1 ทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อระบบการดำเนินการบริการการแพทย์ ฉุกเฉิน 3 ด้าน ได้แก่ ด้านบุคลากร ด้านเครื่องมือและอุปกรณ์ และด้านการดำเนินงาน ผลการศึกษาในส่วนที่ 2 แบ่งออกเป็น 2 กรณี ได้แก่ การพิจารณาปริมาณสายเรียกเข้า และการพิจารณาปริมาณสายเรียกเข้าร่วมกับระดับความสูงจากน้ำทะเล จากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของจุดจอดเดิมที่มีอยู่ในปัจจุบัน 4 จุด กับจุดจอดใหม่ที่คำนวณ พบว่า สามารถครอบคลุมสายเรียกเข้าได้ถึง 3,405 สาย เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 29.86 และเมื่อพิจารณาปริมาณสายเรียกเข้าร่วมกับระดับความสูงจากน้ำทะเล พบว่า จุดจอดใหม่ทั้ง 4 จุด สามารถครอบคลุมสายเรียกเข้าได้ 1,785 สาย ลดลงคิดเป็นร้อยละ 31.92 แต่สามารถลดความเสี่ยงจากการเกิดอุทกภัย

พลอยพรรณ และสุนาริน (2558) [5] กำหนดจุดจอดรถปฏิบัติการฉุกเฉินที่เหมาะสม โดยพิจารณาระดับความ

รุนแรงของอาการผู้ป่วย เพื่อให้สามารถครอบคลุมจำนวนผู้ที่ต้องการรับบริการมากที่สุด ด้วยการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และทำการทดลองเพื่อหาความสามารถในการครอบคลุมผู้ที่ต้องการรับบริการให้ได้มากที่สุดภายใต้เงื่อนไขต่าง ๆ 6 กรณี ผลการทดลอง พบว่า กรณีที่ 1 ตำแหน่งจุดจอดรถปฏิบัติการฉุกเฉินที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน สามารถครอบคลุมจำนวนผู้ที่ต้องการรับบริการได้ 91.4% กรณีที่ 2 และกรณีที่ 3 ปรับเปลี่ยนประเภทของรถและจำนวนรถปฏิบัติการฉุกเฉินในแต่ละจุดจอด สามารถครอบคลุมผู้ที่ต้องการรับบริการเพิ่มขึ้นเป็น 97.73% และ 98.51% ตามลำดับ กรณีที่ 4 หากเพิ่มจุดจอดทางเลือกจากเดิม 9 จุด เป็น 68 จุด สามารถครอบคลุมจำนวนผู้ที่ต้องการรับบริการได้ทั้งหมด 100% โดยจุดจอดในกรณีนี้เป็นจุดจอดที่ระบุตามแผนที่ กรณีที่ 5 สำรวจพื้นที่และปรับตำแหน่งจุดจอดไปในบริเวณพื้นที่ใกล้เคียงแทนที่ไม่อยู่ในเขตป่าไม้หรือแม่น้ำ สามารถครอบคลุม จำนวนผู้ที่ต้องการรับบริการได้ทั้งหมด 100% และกรณีที่ 6 สำรวจพื้นที่และปรับตำแหน่งจุดจอด ไปในสถานที่ราชการใกล้เคียงที่มีบริเวณจอด ซึ่งสามารถครอบคลุมผู้รับบริการได้ 98.7%

กันยักติมา และคณะ (2562) [6] ประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สร้างแบบจำลองเพื่อจัดสรรจุดจอดรถฉุกเฉินสำหรับบริการผู้สูงอายุ ในอำเภอชื่นชม จังหวัดมหาสารคาม มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) วิเคราะห์ความหนาแน่นของกลุ่มผู้สูงอายุที่เสี่ยงต่อการใช้บริการรถฉุกเฉิน แบบ Kernel Density 2) วิเคราะห์ขอบเขตการให้บริการรถฉุกเฉิน และ 3) สร้างแบบจำลองหาที่ตั้งใหม่จุดจอดรถฉุกเฉินกลุ่มประชากรผู้สูงอายุ 3 กลุ่ม คือ อายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป ป่วยเป็นโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง และมีประวัติเคยใช้บริการรถฉุกเฉินจำนวนทั้งหมด 3,410 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือแบบสอบถามด้านสุขภาพ กับการใช้บริการรถฉุกเฉิน ใช้สถิติร้อยละ วิธีการวิเคราะห์ขอบเขตการให้บริการรถฉุกเฉินแบบ Area Service โดยใช้ปัจจัยในด้านระยะทาง ระยะเวลาในการให้บริการตามดัชนีสมรรถนะ (Key Performance Index: KPI) และ แบบจำลองหาที่ตั้งใหม่จุดจอดรถฉุกเฉิน พบว่าความหนาแน่นของกลุ่มผู้สูงอายุเสี่ยงต่อการใช้บริการรถฉุกเฉิน 157 จุดต่อขนาดพื้นที่ 400 ตารางเมตร ส่วนใหญ่อยู่บริเวณตำบลปลาตุก ตำบลชื่นชม ตำบลเหล่าดอกไม้ และ

ตำบลหนองกง คิดเป็นร้อยละ 28.6, 27.4, 23.6 และ 20.4 ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ขอบเขตการให้บริการของรถฉุกเฉิน พบว่า การให้บริการภายในเวลา 8 นาที สามารถให้บริการผู้สูงอายุได้จำนวน 2,453 คน ซึ่งไม่สามารถครอบคลุมพื้นที่ ดังนั้น จึงต้องเพิ่มจุดจอด 3 จุด คือ บริเวณตำบลชื่นชม 2 จุด และตำบลปลาตุ๊ก 1 จุด จึงจะสามารถรองรับประชากรที่กำลังเข้าสู่วัยผู้สูงอายุและอาจเป็นกลุ่มที่มีสถานะเสี่ยงต่อการใช้รถฉุกเฉินในอนาคตที่เพิ่มขึ้นได้

Eaton, et al. (1985) [7] ได้ทำการศึกษาระบบการให้บริการทางการแพทย์ฉุกเฉินของเมือง Austin, รัฐ Texas ประเทศสหรัฐอเมริกา เพื่อวิเคราะห์จำนวน ประเภท และตำแหน่งของหน่วยให้บริการทางการแพทย์ฉุกเฉิน โดยพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ซึ่งปรับปรุงมาจากแบบจำลองของ Church and ReVelle (1974) [8] ปัญหาครอบคลุมความต้องการของลูกค้าให้ได้มากที่สุด (Maximal Covering Location Problem: MCLP) โดยเพิ่มการให้น้ำหนักกับสายเรียกเข้าวิกฤต ผลการวิเคราะห์ พบว่า รถปฏิบัติการฉุกเฉินแบบ ALS จำนวน 4 คัน และรถปฏิบัติการฉุกเฉินแบบ BLS จำนวน 8 คัน ถูกใช้ใน 2 สถานีบริการทางการแพทย์ฉุกเฉินร่วมกับ 10 สถานีดับเพลิง ซึ่งจะทำให้สามารถประหยัดงบประมาณในการก่อสร้างลงได้ 3.4 ล้านดอลลาร์สหรัฐ และประหยัดงบประมาณด้านการดำเนินงานลงได้ 1.2 ล้านดอลลาร์สหรัฐ รวมถึงสามารถลดเวลาตอบสนองเฉลี่ย (average response time) ของระบบลงด้วย

Lightner, et al. (2006) [9] พัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการกำหนดตำแหน่งหน่วยปฏิบัติการฉุกเฉินในเขต Cumberland รัฐ North Carolina ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยปรับปรุงจากแบบจำลอง MOFLEET (Multiple cover, One-unit Facility Location, Equipment Emplacement Technique) ซึ่งนำเสนอโดย Bianchi and Church (1988) [10] โดยปัจจัยที่พิจารณาเพิ่มเติม ได้แก่ ความน่าจะเป็นที่รถปฏิบัติการในแต่ละพื้นที่จะไม่ว่าง ความจุของรถปฏิบัติการที่จะต้องบรรจุอุปกรณ์การช่วยเหลือ จำนวนรถปฏิบัติการสูงสุดที่ยอมให้จอดในพื้นที่เดียวกัน โดยแต่ละพื้นที่สามารถถูกครอบคลุมโดยรถปฏิบัติการมากกว่า 1 คัน มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ค่าคาดหวังของจำนวนประชากรที่ไม่ถูกครอบคลุม

ภายในระยะเวลามาตรฐาน 8 นาที มีจำนวนน้อยที่สุด โดยกำหนดสัดส่วนของการครอบคลุมต่ำสุดที่ยอมรับได้ ผลการทดลอง พบว่า ต้องเปิดสถานีจอดรถปฏิบัติการฉุกเฉินทางเลือกจำนวน 9 แห่ง รถปฏิบัติการฉุกเฉินจำนวน 14 คัน จึงจะสามารถครอบคลุมการให้บริการสูงสุด 96.098% โดยจากการทดลองยังพบว่า การเพิ่มจำนวนรถปฏิบัติการฉุกเฉิน อาจจะไม่ทำให้การครอบคลุมเพิ่มขึ้นเสมอไป ทั้งนี้ต้องเพิ่มทางเลือกสถานีจอดรถปฏิบัติการด้วยจึงจะทำให้การครอบคลุมเพิ่มขึ้น

### 3. ตัวแบบทางคณิตศาสตร์

#### 3.1 ปัญหาครอบคลุมความต้องการของลูกค้าให้ได้มากที่สุด

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับปัญหาการกำหนดตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสม ซึ่งพิจารณาการครอบคลุมความต้องการของลูกค้าให้ได้มากที่สุด (Maximal Covering Location Problem: MCLP) ถูกพัฒนาขึ้นโดย Church and ReVelle (1974) [8] ปัจจุบันมีนักวิจัยนำไปใช้กันอย่างแพร่หลาย มีรายละเอียดดังแสดงในสมการที่ 1 ถึง สมการที่ 5

$$\text{Maximize} \quad \sum_i a_i Y_i \quad (1)$$

$$\text{Subject to} \quad \sum_{j \in N_i} X_j \geq Y_i \quad ; \forall i \quad (2)$$

$$\sum_j X_j = P \quad (3)$$

$$X_j \in \{0,1\} \quad ; \forall j \quad (4)$$

$$Z_i \in \{0,1\} \quad ; \forall i \quad (5)$$

โดยที่

ดัชนีและสัญลักษณ์ คือ

$n$  = จำนวนพื้นที่ให้บริการ (โชน)

$m$  = จำนวนทางเลือกที่สามารถเป็นจุดจอดรถ

ปฏิบัติการฉุกเฉิน (สถานี)

$i$  = ดัชนีแทนพื้นที่ให้บริการ โดยที่  $i=1, 2, \dots, n$

$j$  = ดัชนีของจุดจอดรถฉุกเฉิน โดยที่  $j=1, 2, \dots, m$

$s$  = ระยะครอบคลุม (coverage distance) หรือระยะ

ให้บริการ

$d_{ij}$  =ระยะทางระหว่างตำแหน่งของผู้ป่วยในพื้นที่  $i$

กับตำแหน่งของรถปฏิบัติการฉุกเฉิน  $j$

$N_i$  =เซตของรถปฏิบัติการฉุกเฉินที่จอดอยู่ในระยะ

ครอบคลุมของพื้นที่  $i$  โดยที่  $N_i = \{j | d_{ij} \leq s\}$

พารามิเตอร์ คือ

$P$  =จำนวนรถปฏิบัติการฉุกเฉินที่มีอยู่

$a_i$  =จำนวนสายแฉ่งเหตุในพื้นที่  $i$

ตัวแปรตัดสินใจ คือ

$X_j = 1$  ถ้าเลือกจรถปฏิบัติการฉุกเฉินในตำแหน่ง  $j$

$= 0$  ถ้าไม่ใช่

$Y_i = 1$  ถ้าผู้ป่วยในพื้นที่  $i$  ถูกครอบคลุม (ได้รับบริการ

ภายใน 8 นาที)

$= 0$  ถ้าไม่ใช่

โดยวัตถุประสงค์ (1) ต้องการให้ครอบคลุมจำนวนผู้ป่วยที่ได้รับบริการภายในเวลามาตรฐานสูงสุด (ผู้ป่วยที่ถูกครอบคลุมคือผู้ป่วยที่ได้รับบริการภายในเวลามาตรฐาน ผู้ป่วยที่ได้รับบริการช้ากว่านั้นคือผู้ป่วยที่ไม่ถูกครอบคลุม) เงื่อนไขที่ (2) กำหนดให้ผู้ป่วยได้รับบริการก็ต่อเมื่อมีรถปฏิบัติการฉุกเฉินจอดอยู่ในระยะครอบคลุม เงื่อนไขที่ (3) กำหนดให้รถปฏิบัติการฉุกเฉินถูกจัดสรรได้ไม่เกินจำนวนที่มีอยู่ เงื่อนไข (4)-(5) กำหนดค่าของตัวแปรตัดสินใจให้มีค่าเป็น 0 และ 1 เท่านั้น

### 3.2 ปัญหาครอบคลุมความต้องการของลูกค้าให้

ได้มากที่สุดที่จำแนกระดับความฉุกเฉิน

สายแฉ่งเหตุ

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับปัญหาการกำหนดตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสมนี้ พัฒนามาจากแบบจำลอง MCLP โดยให้น้ำหนักกับสายแฉ่งเหตุที่มีความรุนแรงแตกต่างกัน ถูกพัฒนาขึ้นโดย Eaton, et al. (1985) [7] มีรายละเอียดดังนี้

$$\text{Maximize} \quad \sum_k w_k \sum_i a_{ik} Y_i \quad (6)$$

$$\text{Subject to} \quad \sum_{j \in N_i} X_j \geq Y_i \quad ; \forall i \quad (7)$$

$$\sum_j X_j = P \quad (8)$$

$$X_j \in \{0,1\} \quad ; \forall j \quad (9)$$

$$Z_i \in \{0,1\} \quad ; \forall i \quad (10)$$

โดยที่

ดัชนีและสัญลักษณ์ คือ

$n$  =จำนวนพื้นที่ให้บริการ (โชน)

$m$  =จำนวนทางเลือกที่สามารถเป็นจุดจอดรถ

ปฏิบัติการฉุกเฉิน (สถานี)

$i$  =ดัชนีแทนพื้นที่ให้บริการ โดยที่  $i=1, 2, \dots, n$

$j$  =ดัชนีของจุดจอดรถฉุกเฉิน โดยที่  $j=1, 2, \dots, m$

$s$  =ระยะครอบคลุม (coverage distance) หรือระยะ

ให้บริการ

$d_{ij}$  =ระยะทางระหว่างตำแหน่งของผู้ป่วยในพื้นที่  $i$  กับ

ตำแหน่งของรถปฏิบัติการฉุกเฉิน  $j$

$N_i$  =เซตของรถปฏิบัติการฉุกเฉินที่จอดอยู่ในระยะ

ครอบคลุมของพื้นที่  $i$  โดยที่  $N_i = \{j | d_{ij} \leq s\}$

พารามิเตอร์ คือ

$P$  =จำนวนรถปฏิบัติการฉุกเฉินที่มีอยู่

$w_k$  =น้ำหนักความสำคัญของสายแฉ่งเหตุประเภท  $k$

$a_{ik}$  =จำนวนสายแฉ่งเหตุประเภท  $k$  ในพื้นที่  $i$

ตัวแปรตัดสินใจ คือ

$X_j = 1$  ถ้าเลือกจรถปฏิบัติการฉุกเฉินในตำแหน่ง  $j$

$= 0$  ถ้าไม่ใช่

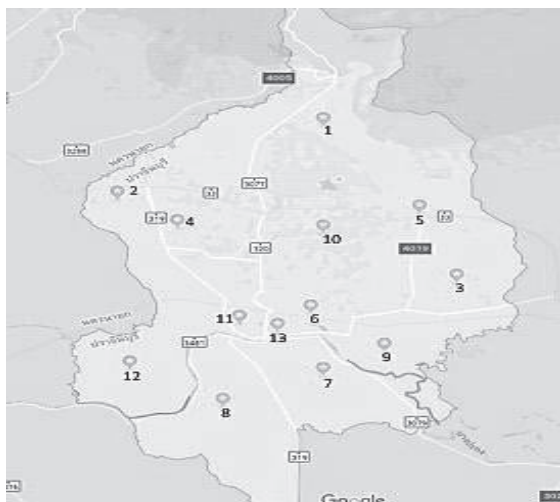
$Y_i = 1$  ถ้าผู้ป่วยในพื้นที่  $i$  ถูกครอบคลุม (ได้รับบริการ

ภายใน 8 นาที)

$= 0$  ถ้าไม่ใช่

โดยวัตถุประสงค์ (6) ต้องการให้ครอบคลุมจำนวนผู้ป่วย

ทุกประเภทจำแนกตามระดับความฉุกเฉินที่ได้รับบริการ



รูปที่ 1 แผนที่จังหวัดเชียงราย

ภายในเวลามาตรฐานสูงสุด (ผู้ป่วยที่ถูกครอบคลุมคือผู้ป่วยที่ได้รับบริการภายในเวลามาตรฐาน ผู้ป่วยที่ได้รับบริการช้ากว่านั้นคือผู้ป่วยที่ไม่ถูกครอบคลุม) เงื่อนไขที่ (7) กำหนดให้ผู้ป่วยได้รับบริการที่ต่อเมื่อมีรถปฏิบัติการฉุกเฉินจอดอยู่ในระยะครอบคลุม เงื่อนไขที่ (8) กำหนดให้รถปฏิบัติการฉุกเฉินถูกจัดสรรได้ไม่เกินจำนวนที่มีอยู่ เงื่อนไข (9)-(10) กำหนดค่าของตัวแปรตัดสินใจให้มีค่าเป็น 0 และ 1 เท่านั้น

#### 4. วิธีการดำเนินงานวิจัย

##### 4.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

พื้นที่ศึกษา ได้แก่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย ซึ่งประกอบด้วย 13 ตำบล ได้แก่ เนินหอม, โคนไม้ลาย, โนนหอม, ไม้เค็ด, ดงจี้เหล็ก, ดงพระราม, ท่างาม, บางเคชะ, บางบริบูรณ์, บ้านพระ, รอบเมือง, วัดโบสถ์, และหน้าเมือง โดยจากสถิติการให้บริการทางการแพทย์ฉุกเฉินของสถาบันการแพทย์ฉุกเฉินผ่านหมายเลข 1669 ในช่วงเดือนมกราคม - ธันวาคม พ.ศ. 2560 พบว่ามีสายฉุกเฉินในพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย จำนวน 4,476 สาย จำแนกเป็นสายสีแดง สีเหลือง สีเขียว และสีขาว จำนวน 1594, 1457, 1399, และ 26 สาย ตามลำดับ ตารางที่ 1 แสดงจำนวนสายแจ้งเหตุในแต่ละตำบล และในแต่ละช่วงเวลา โดยช่วงเวลากลางวัน ได้แก่ เวลา 6.01-18.00 น. และช่วงเวลากลางคืน ได้แก่ เวลา 18.00-6.00 น. โดยในเขตพื้นที่อำเภอเมืองมีจุดจอดรถปฏิบัติการฉุกเฉินหลัก จำนวน 3 จุด ในตำบลเนินหอม ท่างาม และหน้าเมือง

#### 4.2 การจัดการข้อมูลเบื้องต้น

ทำการแบ่งพื้นที่การให้บริการในเขตอำเภอเมือง ปรารจันบุรีออกเป็น 13 โซน (i) ตามเขตการปกครองตำบล กำหนดให้จุดกึ่งกลางของแต่ละตำบลแทนจุดรวมสายแจ้งเหตุฉุกเฉิน และทางเลือกของจุดจอดรถปฏิบัติการ (j) โดยพิชิตภูมิศาสตร์ของจุดจอดทั้ง 13 จุด แสดงในตารางที่ 2 และรูปที่ 1 แสดงแผนที่อำเภอเมือง จังหวัดปรารจันบุรี และตำแหน่งของทางเลือกจุดจอดทั้ง 13 จุด

ตารางที่ 1 ปริมาณสายแจ้งเหตุฉุกเฉินในอำเภอเมือง จังหวัดปรารจันบุรี จำแนกตามตำบล และช่วงเวลาเกิดเหตุ

ตำบล	ช่วงเวลาเกิดเหตุ		รวม
	กลางวัน	กลางคืน	
เนินหอม	304	212	516
โคนไม้ลาย	98	42	140
โนนหอม	126	76	202
ไม้เค็ด	219	139	358
ดงจี้เหล็ก	433	231	664
ดงพระราม	263	162	425
ท่างาม	143	78	221
บางเคชะ	70	35	105
บางบริบูรณ์	34	27	61
บ้านพระ	324	236	560
รอบเมือง	129	66	195
วัดโบสถ์	37	32	69
หน้าเมือง	584	376	960

คำนวณหาระยะทางระหว่างจุดกึ่งกลางของแต่ละตำบล (dij) โดยใช้เส้นทางจริงในการเดินทางจากฐานข้อมูลของ Google map

กำหนดเขตของตำแหน่งทางเลือกของจุดจอดที่สามารถครอบคลุมการให้บริการในแต่ละโซน (Ni) โดยกำหนดให้เวลามาตรฐานเท่ากับ 8 นาที หรือสายแจ้งเหตุจะได้รับบริการครอบคลุมหากมีรถปฏิบัติการฉุกเฉินอยู่ในระยะไม่เกิน 8 กิโลเมตรของสายแจ้งเหตุ ดึงนำเสนอในหัวข้อที่ 3.2

**ตารางที่ 2** พิกัดภูมิศาสตร์ของทางเลือกจุดจอตลอดปฏิบัติการ  
ลูกเงิน ในอำเภอเมือง จังหวัดปราจีนบุรี

ตำแหน่งที่	ตำบล	พิกัดภูมิศาสตร์
1	เนินหอม	(14.185515, 101.399704)
2	โคกไม้ลาย	(14.139859, 101.303240)
3	โนนหอม	(14.087081, 101.462238)
4	ไม้เค็ด	(14.121433, 101.331996)
5	คงจีเหล็ก	(14.130566, 101.445134)
6	คงพระราม	(14.066676, 101.393675)
7	ท่างาม	(14.026864, 101.398571)
8	บางเคชะ	(14.007286, 101.353045)
9	บางบริบูรณ์	(14.041919, 101.427762)
10	บ้านพระ	(14.118781, 101.399932)
11	รอบเมือง	(14.059389, 101.359629)
12	วัดโบสถ์	(14.030863, 101.309074)
13	หน้าเมือง	(14.055258, 101.378500)

โดยเขียนโปรแกรม Optimization Programming Language:  
OPL 12.7 เพื่อค้นหาคำตอบที่เหมาะสม

วิเคราะห์หาตำแหน่งที่ตั้งจุดจอตลอดปฏิบัติการ  
ทางการแพทย์ลูกเงิน โดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์  
สำหรับปัญหาครอบคลุมความต้องการของลูกค้าให้ได้มาก  
ที่สุด ที่จำแนกระดับความลูกเงิน

## 5. ผลการวิจัย

### 5.1 การวางแผนการทดลอง

จากข้อมูลจะเห็นว่าปริมาณสายแฉ่งเหตุลูกเงินในแต่ละ  
ตำบลแตกต่างกัน อีกทั้งในแต่ละช่วงเวลาก็มีความแตกต่าง  
กัน นอกจากนั้นระดับความสำคัญของสายแฉ่งเหตุลูกเงินก็มี  
ความแตกต่างกันด้วย ปัจจัยเหล่านี้อาจจะส่งผลต่อการกำหนด  
ตำแหน่งที่ตั้งรพปฏิบัติกร ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสร้างการทดลอง  
โดยแบ่งออกเป็น 6 กรณี ตามปัจจัยนำเข้าที่แตกต่างกัน ดัง  
แสดงในตารางที่ 3 เพื่อเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพของจุด  
จอตลอดในปัจจุบัน

จากตารางที่ 3 กรณีแรกทำการพิจารณาจุดจอตลอด  
ปัจจุบันว่ามีการครอบคลุมสายลูกเงินเป็นปริมาณเท่าไร  
เปรียบเทียบกับกรณีที่ 1-6 ที่ทำการค้นหาจุดจอตลอดที่เหมาะสม  
จากการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ทั้งนี้มีการกำหนด  
ข้อมูลปริมาณสายเรียกเข้าที่ใช้ในการกำหนดจุดจอตลอดต่างกัน  
แบ่งเป็น 3 กรณี ได้แก่ ปริมาณสายเรียกเข้าตลอดวัน ปริมาณ  
สายเรียกเข้าเฉพาะช่วงเวลากลางวัน และปริมาณสายเรียกเข้า  
เฉพาะช่วงเวลากลางคืน จากนั้นกำหนดน้ำหนักความสำคัญ  
ของสายลูกเงินแต่ละประเภทที่แตกต่างกัน โดยในกรณีที่ 1-3  
กำหนดให้ทุกประเภทมีน้ำหนักเท่ากัน คือ (1,1,1) ในกรณีที่  
4-6 กำหนดให้น้ำหนักของสายลูกเงินแต่ละประเภทแตกต่างกัน  
 ทั้งนี้เพื่อทำการทดลองให้เห็นความแตกต่างในกรณีที่เรา  
ให้ความสำคัญกับสายลูกเงินไม่เท่ากัน โดยในกรณีที่ 4 ให้ความสำคัญ  
กับสายแต่ละประเภทแบบเส้นตรง โดยเพิ่มระดับ  
ความสำคัญขึ้นครั้งละเท่าๆกัน กรณีที่ 5 ให้ความสำคัญกับสาย  
แต่ละประเภทแบบไม่เป็นเส้นตรง โดยเพิ่มระดับความสำคัญ  
ขึ้นแบบทวีคูณ กรณีที่ 6 ให้ความสำคัญเฉพาะสายวิกฤตหรือ  
สายสีแดงที่ส่งผลต่อชีวิตเท่านั้น

**ตารางที่ 3** การกำหนดค่าพารามิเตอร์ของการทดลอง

กรณีที่	ปริมาณสาย แฉ่งเหตุ ( $a_n$ )	น้ำหนักความสำคัญ ( $w_n$ ) (แดง, เหลือง, เขียว, ขาว)
ปัจจุบัน	ตลอดวัน	(1,1,1,1)
1	ตลอดวัน	(1,1,1,1)
2	ช่วงกลางวัน	(1,1,1,1)
3	ช่วงกลางคืน	(1,1,1,1)
4	ตลอดวัน	(4,3,2,1)
5	ตลอดวัน	(10,5,2,1)
6	ตลอดวัน	(10,0,0,0)

โดยในแต่ละกรณีจะทำการหาคำตอบโดยเริ่มจาก  
การกำหนดให้จำนวนรพปฏิบัติกรเท่ากับ 1 และปรับเพิ่มทีละ  
1 จนกว่าจะครบ 13 คับ ( $P=1,2,\dots,13$ ) หรือจนกว่าจะสามารถ  
ครอบคลุมสายแฉ่งเหตุลูกเงินได้ครบ 100% จากปัญหานี้ มี

จำนวนพื้นที่ให้บริการทั้งสิ้น 13 ตำบล ( $n=13$ ) และจำนวนทางเลือกจุดจอดรถปฏิบัติการพื้นที่ละ 1 แห่ง รวม 13 แห่ง ( $m=13$ )

### 5.1 ผลการทดลอง

ผลการทดลองทั้ง 6 กรณีแสดงในตารางที่ 4-10 โดยในแต่ละกรณีจะรายงานตำแหน่งที่เหมาะสมของรถปฏิบัติการพร้อมจำนวนสายแฉ่งเหตุที่สามารถครอบคลุม ร้อยละของการครอบคลุม และเวลาที่ใช้ในการประมวลผล (หน่วยเป็นวินาที) เมื่อพิจารณาผลลัพธ์ในตารางที่ 4-10 สามารถสรุปประเด็นที่ค้นพบได้ ดังนี้

- จากตารางที่ 4-5 ตำแหน่งรถปฏิบัติการถูกเงินในปัจจุบันสามารถปรับปรุงได้ โดยหากเปลี่ยนแปลงตำแหน่งจากเดิม {1 7 13} ไปเป็น {1 5 6} จะสามารถครอบคลุมการให้บริการได้เพิ่มขึ้นจาก 53.1% เป็น 78.7% โดยหากเพิ่มจำนวนรถปฏิบัติการถูกเงินหรือจุดจอดก็จะสามารถครอบคลุมการให้บริการได้มากขึ้นตามไปด้วย ในที่นี้หากจำนวนจุดจอดเท่ากับ 7 จุด จะสามารถครอบคลุมการให้บริการได้ 100%

ตารางที่ 4 การครอบคลุมตำแหน่งจุดจอดปัจจุบัน

P	ตำแหน่งจุดจอด	การครอบคลุม		เวลา (sec.)
		สายแฉ่งเหตุ	ร้อยละ	
3	{1,7,13}	2378	53.1	2.4

- จากตารางที่ 5-7 ในการกำหนดตำแหน่งรถปฏิบัติการจากปริมาณสายแฉ่งเหตุถูกเงินตลอดทั้งวันเปรียบเทียบกับการใช้ปริมาณสายแฉ่งเหตุถูกเงินเฉพาะในช่วงเวลากลางวันและกลางคืนนั้น พบว่า จะให้จุดจอดรถปฏิบัติการที่เหมาะสมต่างกัน โดยในกรณีที่  $P=3$  หากใช้ปริมาณสายแฉ่งเหตุทั้งหมด ควรจุดจอดที่ตำแหน่ง {1 5 6} ในขณะที่หากใช้ปริมาณสายแฉ่งเหตุแยกตามช่วงเวลากลางวันและกลางคืน พบว่า ในเวลากลางวันควรจุดจอดที่ตำแหน่ง {2 5 6} ขณะที่ในเวลากลางคืนควรจุดจอดที่ตำแหน่ง {1 5 6} ดังนั้นในกรณีนี้จุดจอดตำแหน่งที่ 5 และ 6 จึงพิจารณาให้เป็นจุดจอดถาวร ในขณะที่จุดจอดที่ 1 และ 2 มีจำนวนสายแฉ่งเหตุ

แปรผัน จึงพิจารณาเป็นจุดจอดชั่วคราวที่อาจมีการย้ายตำแหน่งในบางช่วงเวลา

ตารางที่ 5 ผลลัพธ์กรณีที่ 1 พิจารณาจำนวนสายเรียกเข้าทั้งหมด และกำหนดให้สายเรียกเข้าแต่ละประเภทมีน้ำหนักเท่ากัน

P	ตำแหน่งจุดจอด	การครอบคลุม		เวลา (sec.)
		สายแฉ่งเหตุ	ร้อยละ	
1	{6}	1850	35.3	2.3
2	{5 6}	3006	67.2	2.1
3	{1 5 6}	3522	78.7	2.2
4	{1 2 5 6}	4020	89.7	2.4
5	{1 2 5 6 7}	4302	96.1	2.3
6	{1 2 5 6 7 8}	4407	98.6	2.1
7	{1 2 5 6 7 8 12}	4476	100.0	2.7

ตารางที่ 6 ผลลัพธ์กรณีที่ 2 พิจารณาจำนวนสายเรียกเข้าเฉพาะเวลากลางวัน และกำหนดให้สายเรียกเข้าแต่ละประเภทมีน้ำหนักเท่ากัน

P	ตำแหน่งจุดจอด	การครอบคลุม		เวลา (sec.)
		สายแฉ่งเหตุ	ร้อยละ	
1	{6}	976	35.3	2.4
2	{5 6}	1859	67.2	2.2
3	{2 5 6}	2176	78.7	2.2
4	{1 2 5 6}	2480	89.73	2.3
5	{1 2 5 6 7}	2657	96.13	2.3
6	{1 2 5 6 7 8}	2727	98.6	3.5
7	{1 2 5 6 7 8 12}	2764	100.0	2.5

จากตารางที่ 8-9 กำหนดน้ำหนักความสำคัญของสายแฉ่งเหตุถูกเงินแตกต่างกัน โดยในกรณีที่ 4 พิจารณาน้ำหนักของสายแฉ่งเหตุถูกเงินแต่ละสายต่างกันตามลำดับ ดังนี้ สายสีแดง=4 สายสีเหลือง=3 สายสีเขียว=2 และสายสีขาว=1 ส่วนในกรณีที่ 5 พิจารณาน้ำหนักของสายแฉ่งเหตุถูกเงินโดยเน้นความสำคัญของสีแดงและสีเหลือง ดังนี้ สายสีแดง=10 สายสี



ตารางที่ 7 ผลลัพธ์กรณีที่ 3 พิจารณาจำนวนสายเรียกเข้าเฉพาะเวลากลางคืน และกำหนดให้สายเรียกเข้าแต่ละประเภทมีน้ำหนักเท่ากัน

P	ตำแหน่งจุดจอด	การครอบคลุม		เวลา (sec.)
		สายแจ้งเหตุ	ร้อยละ	
1	{6}	604	35.2	2.8
2	{5 6}	1147	67.0	2.2
<b>3</b>	<b>{1 5 6}</b>	<b>1359</b>	<b>73.5</b>	<b>2.4</b>
4	{1 2 5 6}	1540	89.9	2.3
5	{1 2 5 6 7}	1645	96.0	2.1
6	{1 2 5 6 7 8}	1680	98.1	2.1
7	{1 2 5 7 8 12}	1712	100.0	2.2

เหลือง=5 สายสีเขียว=2 และสายสีขาว=1 ผลการทดลอง พบว่า ได้ตำแหน่งจุดจอดที่เหมาะสมเหมือนกัน โดยเหมือนกับกรณี ที่ให้ความสำคัญกับสายแจ้งเหตุทุกประเภทเท่ากัน (ตารางที่ 5)

จากตารางที่ 10 เมื่อกำหนดน้ำหนักความสำคัญให้กับสายแจ้งเหตุฉุกเฉินวิกฤตเพียงประเภทเดียว พบว่า ได้ตำแหน่งจุดจอดที่เหมาะสมแตกต่างจากกรณีอื่นๆ โดยจุดจอด รปฐปฏิบัติการที่เหมาะสม ได้แก่ จุดที่ 11 แสดงว่า จุดนี้เป็นจุด ที่มีสายแจ้งเหตุฉุกเฉินวิกฤตหนาแน่น ดังนั้น ในทางปฏิบัติจุด นี้ควรมีอุปกรณ์ช่วยชีวิต เพื่อสามารถช่วยเหลือผู้ป่วยวิกฤตได้ทันเวลา เช่น เครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้า หรือพิจารณาให้เป็นจุดจอดของรปฐปฏิบัติการฉุกเฉินประเภทที่มีอุปกรณ์ช่วยชีวิต เป็นต้น

### 6. บทสรุปและการวิจัยในอนาคต

การงานวิจัยนี้นำเสนอการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ในการกำหนดตำแหน่งที่เหมาะสมของรปฐปฏิบัติการทางการแพทย์ฉุกเฉิน มีวัตถุประสงค์เพื่อสามารถครอบคลุมการให้บริการมากที่สุด โดยทำการวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ปริมาณสายแจ้งเหตุฉุกเฉิน ตำแหน่งที่เกิดเหตุ ช่วงเวลา ในการเกิดเหตุฉุกเฉิน และระดับความสำคัญของสายฉุกเฉิน ผลการวิจัยพบว่า ตำแหน่งที่ใหม่ที่ได้จากการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ สามารถเพิ่มระดับการครอบคลุมการ

ให้บริการ นอกจากนั้นยังพบว่า ช่วงเวลาการเกิดเหตุและระดับความสำคัญของเหตุฉุกเฉิน ส่งผลต่อการกำหนดตำแหน่งรปฐปฏิบัติการฉุกเฉินที่เหมาะสม

ตารางที่ 8 ผลลัพธ์กรณีที่ 4 พิจารณาจำนวนสายเรียกเข้าทั้งหมด และกำหนดให้สายเรียกเข้ามีน้ำหนัก (4,3,2,1)

P	ตำแหน่งจุดจอด	การครอบคลุม		เวลา (sec.)
		สายแจ้งเหตุ	ร้อยละ	
1	{6}	4721	34.7	2.1
2	{5 6}	9064	66.7	2.2
3	{1 5 6}	10619	78.2	2.4
4	{1 2 5 6}	12110	89.2	2.4
5	{1 2 5 6 7}	13033	96.0	2.3
6	{1 2 5 6 7 8}	13511	98.3	2.2
7	{1 2 5 6 7 8 12}	13571	100.0	2.3

ตารางที่ 9 ผลลัพธ์กรณีที่ 5 พิจารณาจำนวนสายเรียกเข้าทั้งหมด และกำหนดให้สายเรียกเข้ามีน้ำหนัก (10,5,2,1)

P	ตำแหน่งจุดจอด	การครอบคลุม		เวลา (sec.)
		สายแจ้งเหตุ	ร้อยละ	
1	{6}	8981	34.4	2.5
2	{5 6}	17332	66.5	2.4
3	{1 5 6}	20265	77.8	2.2
4	{1 2 5 6}	23092	88.6	2.2
5	{1 2 5 6 7}	24993	95.9	2.4
6	{1 2 5 6 7 8}	25613	98.3	2.0
7	{1 2 5 6 7 8 12}	26049	100.0	2.3

เนื่องจากพื้นที่กรณีศึกษาเป็นพื้นที่ขนาดเล็ก ทำให้มองเห็นการกระจายของสายแจ้งเหตุฉุกเฉินไม่ชัดเจน ในอนาคตผู้วิจัยวางแผนจะทำการกำหนดตำแหน่งภาพรวมของทั้งจังหวัด และพิจารณาปัจจัยที่สะท้อนสภาพจริงของระบบการให้บริการมากขึ้น เช่น การวิเคราะห์ความน่าจะเป็นที่รปฐปฏิบัติการจะไม่ว่าง ประเภทของรปฐปฏิบัติการ และขอบเขตการให้บริการ เป็นต้น

ตารางที่ 10 ผลลัพธ์กรณีที่ 6 พิจารณาจำนวนสายเรียกเข้าทั้งหมด และกำหนดให้สายเรียกเข้ามีน้ำหนัก (10,0,0,0)

P	ตำแหน่งจุดจอด	การครอบคลุม		เวลา (sec.)
		สายแจ้งเหตุ	ร้อยละ	
1	{11}	5600	35.1	2.3
2	{5 11}	10620	66.6	2.2
3	{4 5 11}	12340	77.4	2.3
4	{1 4 5 11}	13950	87.5	2.0
5	{1 4 5 7 11}	15250	95.6	2.2
6	{1 4 5 7 8 11}	15650	98.1	2.4
7	{1 4 5 7 8 11 13}	15940	100.0	2.3

## 7. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ภายใต้สัญญาเลขที่ KMUTNB-62-GOV-04.2

## 8. เอกสารอ้างอิง

- [1] National Institute for Emergency Medicine. Statistics Report from ITEMS [online] [access on 20 Nov 2019]. Available from: <http://ws.niems.go.th> (In Thai)
- [2] Nanthasamroeng N. Application of Center of Risk Gravity in the Location Analysis for a Sitting of Emergency Medical Service Vehicles. Journal of Engineering, RMUTT. 2011; 9(2): 21-29. (In Thai)
- [3] Intarasiripong W. The Development of an EMS Facility Location Model to Minimize Response Time: A Case Study of Nakhon Ratchasima Province. [MEng thesis]. Nakhon Rachasima : Suranaree University of Technology; 2014. (In Thai)
- [4] Limsuwan T., Lomnark N., Samongarm C., Srikijakarn P. and Chanta S. Determining ambulance locations in Emergency Medical Service: A Case Study of Chao Phraya Abhaibhubejhr Hospital. Proceedings of

Operations Research Network Conference (OR-NET); 2015, March 26-27, Chonburi, Thailand. (In Thai)

- [5] Srikijakarn P, Chanta S, Determining Appropriate Emergency Medical Service Unit Locations by Considering Severity of Patient's Condition: A Case Study in Muang District, Prachin Buri Province. The Journal of KMUTNB. 2015; 25(2): 243-254. (In Thai)
- [6] Tapabut K, Chaiyakarm T, Suwanleeand RS, Som-ard J. Application of Geographic Information System to the Allocation of Emergency Medical Service in the Elderly in Chuen Chom District, Mahasarakham Province. Thai Science and Technology Journal. 2019; 27(3): 381-394. (In Thai)
- [7] Eaton DJ, Daskin MS, Simmons D, Bulloch B, Jansma G. Determining Emergency Medical Service Vehicle Deployment in Austin, Texas. INTERFACES. 1985; 15: 96-108.
- [8] Church RL, ReVelle C. The Maximal Covering Location Problem. Papers of Regional Science Association. 1974; 32: 101-118.
- [9] Lightner C, Tavakoli A, Fathi Y. Developing A Mathematical Model for Locating Facilities and Vehicles to Minimize Response Time. Journal of Applied Business Research. 2006; 22 (2): 17-24.
- [10] Bianch G, Church RL. A hybrid fleet model for emergency medical service system design. Social Science & Medicine. 1988; 26(1): 163-171.