การกำหนดจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

นางสาวนวรัตน์ เกวียนโคกกรวด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน (สหสาขาวิชา)
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2559
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DETERMINING INSTALLATION POINT OF PUBLIC ACCESS DEFIBRILLATORS USING MATHEMATICAL MODEL

Miss Nawarat Kweankokkruad

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Logistics Management and Supply Chain Management
(Interdisciplinary Program)
Graduate School
Chulalongkorn University
Academic Year 2016

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การกำหนดจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์
โดย	นางสาวนวรัตน์ เกวียนโคกกรวด
สาขาวิชา	การจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธารทัศน์ โมกขมรรคกุล

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุเนตร ชุตินธรานนท์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร.กมลชนก สุทธิวาทนฤพุฒิ)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธารทัศน์ โมกขมรรคกุล)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(นายแพทย์จิรพงษ์ ศุภเสาวภาคย์)

Chulalongkorn University

นวรัตน์ เกวียนโคกกรวด : การกำหนดจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (DETERMINING INSTALLATION POINT OF PUBLIC ACCESS DEFIBRILLATORS USING MATHEMATICAL MODEL) อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผศ. ดร.ธารทัศน์ โมกขมรรคกุล, 112 หน้า.

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล ในเขตพื้นที่ปฏิบัติการโซน 8 ศูนย์กู้ชีพนเรนทร กรุงเทพมหานคร ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2552 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2559 และเพื่อศึกษาจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ที่มีความครอบคลุมจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลในอดีต โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์และประมวลผลด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซึ่งกำหนดให้ระยะทางจากจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติไปยังจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลอยู่ภายในระยะทาง 100 เมตร เพื่อให้ผู้ป่วยได้รับการช่วยเหลือภายใน 5 นาที นับจากเวลาที่ผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้น ซึ่งจะทำให้ผู้ป่วยมีอัตราการรอดชีวิตมากขึ้นถึง 30 - 45% ซึ่งในเขตพื้นที่ปฏิบัติการโซน 8 มีจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล 842 จุด มีร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven 422 สาขา (ซึ่งผู้วิจัยใช้พิจารณาเป็นจุดติดตั้ง) และผลวิจัยพบว่ามีร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven 102 สาขา ที่สามารถเป็นจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่เหมาะสม ภายใต้เงื่อนไขระยะทาง 100 เมตร ซึ่งจะครอบจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลในอดีต 166 ครั้ง คิดเป็นอัตราความครอบคลุมจุดเกิดเหตุ 19.71 % มีต้นทุนการติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าทั้งหมด 11.22 ล้านบาท (110,000 บาทต่อเครื่อง) ซึ่งสามารถลดความสูญเสียทางเศรษฐกิจที่เกิดจากการเสียชีวิตของผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลก่อนวัยอันควรได้ 26.27 ล้านบาท โดยร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven สาขาที่ควรทำการติดตั้งอันดับแรกคือสาขาศรีวราคอนโด เขตดินแดง เนื่องจากสามารถครอบคลุมจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลในอดีตได้มากที่สุดถึง 11 ครั้ง

สาขาวิชา การจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน ลายมือชื่อนิสิต .....

ปีการศึกษา 2559 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

5887156820 : MAJOR LOGISTICS MANAGEMENT AND SUPPLY CHAIN MANAGEMENT
KEYWORDS: OUT-OF-HOSPITAL CARDIAC ARREST / PUBLIC ACCESS DEFIBRILLATORS / AUTOMATED EXTERNAL DEFIBRILLATOR

NAWARAT KWEANKOKKRUAD: DETERMINING INSTALLATION POINT OF PUBLIC ACCESS DEFIBRILLATORS USING MATHEMATICAL MODEL. ADVISOR: ASST. PROF. TARTAT MOKKHAMAKKUL, Ph.D., 112 pp.

This research objectives were to analyze locations of out-of-hospital cardiac arrest in Narenthorn EMS center Bangkok, zone 8 from August 2009 to October 2016 and to study installation point of public access defibrillators that can cover historical cardiac arrests. Mathematical model is used to process geographic information system. By determining the number of cardiac arrests occurring within 100 m of automated external defibrillator (AED) locations that can help patients within 5 minutes after cardiac arrest for increasing survival rate 30 - 45%. There were 842 eligible location cardiac arrests and 422 7-Eleven stores (For considering to be installation point). Research results found 7-Eleven 102 stores can be proper AEDs deployed locations under distance condition (within 100 m.) that can cover historical cardiac arrests 166 cases (19.71 % coverage). The total cost of AED installation is 11.22 million baht (110,000 baht per unit), which can reduce the economic loss from untimely death of cardiac arrests 26.27 million baht. By the first priority to deploy AED is 7-Eleven at Srivara Condo in Din Daeng that can cover historical cardiac arrests total 11 cases.

Field of Study: Logistics Management and Supply Chain Management
Student's Signature .....
Advisor's Signature .....
Academic Year: 2016

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธารทัศน์ โมกขมรรคกุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำแนวทางในการศึกษาวิจัย พร้อมทั้งให้ความกรุณาในการขัดเกลา ตรวจสอบงานวิจัยอย่างถี่ถ้วน ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณศาสตราจารย์ ดร.กมลชนก สุทธิวาทนฤพุฒิ ที่ได้กรุณาถ่ายทอดความรู้ อบรมสั่งสอน ให้คำแนะนำด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างดี และที่สำคัญอย่างยิ่งคือการให้ความกรุณาในการเป็นประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ขอกราบขอบพระคุณนายแพทย์จิรพงษ์ ศุภเสาวภาคย์ แพทย์เวชศาสตร์ฉุกเฉิน ศูนย์กู้ชีพนเรนทร โรงพยาบาลราชวิถี ที่ให้ความกรุณาในการเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และให้การสนับสนุนข้อมูลทางการแพทย์ ข้อมูลปฏิบัติการของศูนย์กู้ชีพนเรนทร ข้อมูลผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล ตลอดจนชี้แนะแนวทาง และให้คำปรึกษาในการทำวิจัยเป็นอย่างดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง

นอกจากนี้ขอขอบพระคุณนายแพทย์พิพัฒน์ พูลทรัพย์ แพทย์ผู้เชี่ยวชาญประจำบริษัทกรุงเทพอาชีวอนามัย จำกัด ที่กรุณาให้ข้อมูลด้านราคาเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าอัตโนมัติและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง ขอขอบพระคุณนายศิรชัช พัฑฒนะ และนางสาวชวรัตน์ อาชวรักษ์ อาสากู้ชีพมูลนิธิร่วมกตัญญู ตลอดจนเจ้าหน้าที่กู้ชีพศูนย์กู้ชีพนเรนทรที่ได้แบ่งปันข้อมูลและประสบการณ์ในการช่วยเหลือผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล ขอขอบพระคุณนายณัฐดนัย เอกจีน ที่ให้การสนับสนุนช่วยเหลือในการทำวิจัย รวมทั้งขอขอบพระคุณบุคคลที่ผู้วิจัยได้อ้างอิงทางวิชาการตามที่ปรากฏในรายการอ้างอิง

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ เจ้าหน้าที่หลักสูตร นิสิตสหสาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานทุกท่าน ตลอดจนบิดา มารดา ที่ได้มอบกำลังใจ แบ่งปันความรู้จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้แล้วเสร็จ นอกจากนี้ยังมีผู้ที่ให้ความร่วมมือช่วยเหลืออีกหลายท่านซึ่งผู้วิจัยไม่สามารถกล่าวนามในที่นี้ได้หมด ผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุกท่านไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

ด้วยคุณค่าทั้งหมดที่ได้รับจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูกตเวทีแด่บิดา มารดา และบูรพาจารย์ที่เคยสั่งสอน ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญตาราง ..... ญ
สารบัญภาพ ..... ฏ
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย 5
1.3 คำถามงานวิจัย 6
1.4 ขอบเขตงานวิจัย 6
1.5 กรอบแนวคิดการวิจัย 7
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 7
1.7 นิยามศัพท์ 8
บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 10
2.1 การจัดการโลจิสติกส์ด้านการช่วยเหลือทางมนุษยธรรม 10
2.2 แผนหลักการแพทย์ฉุกเฉินแห่งชาติ 11
2.3 ศูนย์กู้ชีพนเรนทร 12
2.4 แนวทางการติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ 15
2.5 ปัญหาการเลือกตำแหน่งของสถานที่ให้บริการ 16
2.6 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ 20
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 26

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หน้า

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 42
3.1 การรวบรวมข้อมูลผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลและจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล 43
3.2 การรวบรวมข้อมูลจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ในปัจจุบัน 45
3.3 การรวบรวมข้อมูลตำแหน่งที่ตั้งของร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven 46
3.4 การจำลองแผนที่เชิงภูมิศาสตร์ด้วยโปรแกรม ArcGIS 47
3.5 การประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ปัญหาครอบคลุมความต้องการของลูกค้าให้ได้มากที่สุด 49
3.6 การนำเข้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องลงในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และการประมวลผลด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลโครงข่าย 51
3.7 การวิเคราะห์ข้อมูล 56
บทที่ 4 ผลการวิจัย 57
4.1 ข้อมูลผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลและจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล 57
4.2 ข้อมูลจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ที่ได้มีการติดตั้งแล้วในปัจจุบัน 60
4.3 ข้อมูลร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven ซึ่งใช้พิจารณาเป็นจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ 61
4.4 แผนที่เชิงภูมิศาสตร์ และการนำเสนอข้อมูลด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ 62
4.5 การประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และการประมวลผลด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ 65
4.6 การวิเคราะห์ข้อมูล 68
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 85
5.1 สรุปผลการวิจัย 85

หน้า

5.2 อภิปรายผล 87
5.3 ข้อเสนอแนะ 89
5.4 ข้อจำกัดการวิจัย 90
รายการอ้างอิง 92
ภาคผนวก 95
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 112

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างค่าพิกัดละติจูดและลองจิจูดของจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล 45

ตารางที่ 3.2 ค่าพิกัดละติจูดและลองจิจูดของจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ในปัจจุบัน 46

ตารางที่ 3.3 ตัวอย่างค่าพิกัดละติจูดและลองจิจูดของร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven 47

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล ในเขตพื้นที่ปฏิบัติการโซน 8 กรุงเทพมหานคร ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2552 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2559 58

ตารางที่ 4.2 ข้อมูลจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2552 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2559 59

ตารางที่ 4.3 จำนวนร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven ในเขตพื้นที่ปฏิบัติการโซน 8 กรุงเทพมหานคร 62

ตารางที่ 4.4 อันดับการติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ภายในระยะทาง 100 เมตร 67

ตารางที่ 4.5 การกำหนดระยะทางจากจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ไปยังจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลในหลายๆเงื่อนไข 69

ตารางที่ 4.6 อันดับการติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ภายในระยะทาง 200 เมตร 71

ตารางที่ 4.7 อันดับการติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ภายในระยะทาง 300 เมตร 72

ตารางที่ 4.8 อันดับการติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ภายในระยะทาง 400 เมตร 72

ตารางที่ 4.9 อันดับการติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ภายในระยะทาง 500 เมตร 73

ตารางที่ 4.10 อันดับการติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ภายในระยะทาง 600 เมตร 73

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 4.11 อันดับการติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ภายในระยะทาง 700 เมตร 74

ตารางที่ 4.12 อันดับการติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ภายในระยะทาง 800 เมตร 74

ตารางที่ 4.13 การประมาณการต้นทุนการติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ตามจำนวนเครื่องที่จะทำการติดตั้ง 76

ตารางที่ 4.14 การประมาณการต้นทุนการติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ตามอัตราความครอบคลุมจุดเกิดเหตุ 78

ตารางที่ 4.15 เปรียบเทียบอัตราการรอดชีวิตของผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล 81

ตารางที่ 4.16 เปรียบเทียบต้นทุนการติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้กับความสูญเสียทางเศรษฐกิจที่เกิดจากการเสียชีวิตของผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล 82

ตาราง ก 1 สาขาร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven ที่เป็นจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ที่เหมาะสม 96

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1.1 กระบวนการรอดชีวิตสำหรับผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล 2

ภาพที่ 1.2 เครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติ และตำแหน่งการแปะแผ่นอิเล็กโทรด..... 4

ภาพที่ 1.3 กรอบแนวคิดการวิจัย 7

ภาพที่ 2.1 จุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติที่ร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven สาขา สุนทรโกษา เขตคลองเตย กรุงเทพมหานคร 40

ภาพที่ 3.1 กรอบแนวคิดการวิจัย 42

ภาพที่ 3.2 ฐานข้อมูลปฏิบัติการของศูนย์กู้ชีพนเรนทร และตัวอย่างการบันทึกข้อมูล 44

ภาพที่ 3.3 เขตพื้นที่ปฏิบัติการโซน 8 ศูนย์กู้ชีพนเรนทร กรุงเทพมหานคร 48

ภาพที่ 3.4 ถนนและเขตพื้นที่ปฏิบัติการโซน 8 ศูนย์กู้ชีพนเรนทร กรุงเทพมหานคร 52

ภาพที่ 3.5 การกำหนด Facilities เพื่อระบุจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติ..... 53

ภาพที่ 3.6 การกำหนด Demand Points เพื่อระบุจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอก โรงพยาบาล..... 54

ภาพที่ 3.7 การกำหนดคุณสมบัติชั้นข้อมูล 55

ภาพที่ 3.8 การกำหนดคุณสมบัติของการวิเคราะห์..... 56

ภาพที่ 4.1 จุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ 61

ภาพที่ 4.2 จุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล และความถี่ของจุดเกิดเหตุ 63

ภาพที่ 4.3 ที่ตั้ง และความถี่ของร้านสะดวกซื้อ7-Eleven ในเขตพื้นที่ปฏิบัติการโซน 8 กรุงเทพมหานคร 64

ภาพที่ 4.4 การประมวลผลจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ ภายในระยะทาง 100 เมตร..... 66

ภาพที่ 4.5 การเพิ่มขึ้นของอัตราความครอบคลุมจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล ... 70

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 4.6 ต้นทุนการติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้
ตามจำนวนเครื่องที่จะทำการติดตั้ง 77

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันนอกจากการจัดการโลจิสติกส์จะมีบทบาทอย่างมากในโลกของธุรกิจแล้ว การจัดการโลจิสติกส์ยังมีบทบาทสำคัญในการช่วยเหลือทางมนุษยธรรม (Humanitarian Logistics) ซึ่งถือเป็นหัวใจที่จะทำให้การดำเนินการช่วยเหลือมีประสิทธิภาพ รวดเร็ว และทันต่อสถานการณ์ โดยเฉพาะการเคลื่อนย้ายเจ้าหน้าที่ให้เข้าถึงที่เกิดเหตุ การนำผู้ป่วยที่ได้รับบาดเจ็บหรือเจ็บป่วยออกจากที่เกิดเหตุอย่างรวดเร็วและปลอดภัย รวมถึงการส่งกำลังบำรุงอื่นๆ ซึ่งการดำเนินการดังกล่าวจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องอาศัยการจัดการโลจิสติกส์ที่มีประสิทธิภาพ การวางแผนภายใต้สภาพภูมิศาสตร์ สังคม การเมือง และสภาพท้องถิ่น การวางแผนปฏิบัติงานที่เข้าใจง่ายนำไปสู่การปฏิบัติได้จริง และเป็นที่ยอมรับของทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง รวมถึงมีการกำหนดแผนทางเลือกหากเกิดสถานการณ์ที่ผิดปกติหรือแตกต่างออกไป ซึ่งระบบบริการการแพทย์ฉุกเฉิน (Emergency Medical Service : EMS) ถือเป็นหนึ่งในตัวอย่างของการจัดการโลจิสติกส์ด้านการช่วยเหลือทางมนุษยธรรมที่มีการเตรียมความพร้อมในด้านทรัพยากรและบุคลากรทางการแพทย์ที่จะให้บริการรักษาพยาบาลแก่ผู้ป่วยที่ได้รับบาดเจ็บหรือเจ็บป่วยฉุกเฉิน รวมทั้งการบริการเคลื่อนย้ายผู้ป่วยไปยังโรงพยาบาลที่เหมาะสมและทันกาล โดยมีเป้าหมายเพื่อให้ผู้ป่วยรอดชีวิต ลดความพิการและอันตรายต่างๆ

โดยงานวิจัยนี้จะมุ่งเน้นการจัดการโลจิสติกส์ด้านการช่วยเหลือทางมนุษยธรรมในสถานการณ์ฉุกเฉินที่เกิดจากภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล (Out-of-Hospital Cardiac Arrest : OHCA) ซึ่งเป็นภาวะฉุกเฉินทางการแพทย์ที่มีความเสี่ยงต่อการเสียชีวิตของผู้ป่วย หากไม่ได้รับการช่วยเหลืออย่างถูกต้องและทันท่วงที ซึ่งข้อมูลของ American Heart Association (2010) พบว่ามีผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลในประเทศสหรัฐอเมริกา 326,200 คน ซึ่งคิดเป็นอัตรา 1 คนต่อ 1,000 คนต่อปี ส่วนใหญ่เหตุเกิดในที่พักอาศัยถึง 69.5% อายุผู้ป่วยโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 66 ปี อัตราการรอดชีวิตอยู่ที่ 10.6% โดยการช่วยเหลือจะมีประสิทธิภาพและเพิ่มอัตราการรอดชีวิตมากขึ้นถึง 30 - 45 % หากได้รับการช่วยเหลือด้วยเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติ (Automated External Defibrillators : AED) ภายใน 5 นาที นับจากเวลาที่ผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้น และ 1 ใน 3 ของผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลรอดชีวิตเพราะได้รับการช่วยเหลือจากผู้ที่อยู่ในเหตุการณ์อย่างทันท่วงที นอกจากนี้ข้อมูลของ Pan-Asian Resuscitation Outcome Study (2011) พบว่าประเทศญี่ปุ่นมีการช่วยเหลือผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลด้วยการนวดหัวใจผายปอดกู้ชีพร่วมกับการใช้เครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติโดยผู้ที่อยู่ในเหตุการณ์มากถึง 36% และมีการ

ติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ถึง 380,000 เครื่อง แต่ในส่วนของประเทศไทยซึ่งทำการเก็บข้อมูลในช่วงเวลาเดียวกันพบว่าอัตราการรอดชีวิตของผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลอยู่ที่ 7.7% ไม่พบการช่วยเหลือด้วยเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติโดยผู้ที่อยู่ในเหตุการณ์ เนื่องจากประเทศไทยยังไม่มีการติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้อย่างแพร่หลาย เนื่องด้วยข้อจำกัดหลายประการ อาทิ อุปกรณ์ดังกล่าวมีราคาสูง ค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษา โดยข้อมูลจากกรุงเทพอาชีวอนามัย (2560) ประมาณการว่าปัจจุบันเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติราคาประมาณ 80,000 – 120,000 บาทต่อเครื่อง อายุการใช้งานประมาณ 10 ปี (โดยราคาอาจแตกต่างกันตามปริมาณการสั่งซื้อ และนโยบายส่วนลดของแต่ละบริษัท) นอกจากนี้ยังมีอุปกรณ์ที่เป็นส่วนประกอบได้แก่ แบตเตอรี่ ราคาประมาณ 5,000 – 8,000 บาท อายุการใช้งานประมาณ 3-4 ปี และแผ่นอิเล็กโทรดแบบใช้ครั้งเดียว ราคาประมาณ 3,000 – 4,000 บาท อายุการใช้งานประมาณ 2 ปี โดยอุปกรณ์เหล่านี้ต้องการการบำรุงรักษาและตรวจสอบอายุการใช้งาน ซึ่งสิ่งเหล่านี้ถือเป็นช่องว่างของระบบบริการการแพทย์ฉุกเฉินของไทยที่ต้องการการพัฒนา

โดยข้อมูลจาก American Heart Association (2015) ระบุแนวทางตามหลักการช่วยฟื้นคืนชีพด้วยการนวดหัวใจผายปอดกู้ชีพและการดูแลผู้ป่วยโรคหัวใจหลอดเลือดในภาวะฉุกเฉินฉบับปรับปรุงว่าผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลควรได้รับการช่วยเหลือตามกระบวนการรอดชีวิต 5 กระบวนการ ดังแสดงในภาพที่ 1.1

ภาพที่ 1.1 กระบวนการรอดชีวิตสำหรับผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล

ที่มา : American Heart Association (2015)

จากภาพที่ 1.1 แสดงกระบวนการรอดชีวิตสำหรับผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล 5 กระบวนการ ได้แก่

1. การรับรู้และการแจ้งระบบตอบรับฉุกเฉิน โดยผู้ที่อยู่ในเหตุการณ์ต้องโทรสายด่วน 1669 เพื่อแจ้งเหตุขอความช่วยเหลืออย่างเร็วที่สุด

2. การนวดหัวใจผายปอดกู้ชีพที่มีคุณภาพสูงอย่างทันที โดยผู้ที่อยู่ในเหตุการณ์ต้องนวดหัวใจผายปอดกู้ชีพระหว่างรอการช่วยเหลือขั้นต่อไป เพื่อเป็นการส่งเลือดที่ยังพอมีออกซิเจนไปสมองและหัวใจ

โดยการนวดหัวใจผายปอดกู้ชีพ มีขั้นตอนดังนี้

- จัดท่าให้ผู้ป่วยนอนหงาย โดยผู้ช่วยเหลือนั่งคุกเข่าอยู่ด้านข้างของผู้ป่วย วางสันมือข้างหนึ่งตรงครึ่งล่างกระดูกหน้าอก และวางมืออีกข้างทับประสานกันไว้ แขนทั้งสองข้างเหยียดตรง โดยให้แนวแขนตั้งฉากกับหน้าอกของผู้ป่วย

- เริ่มทำการกดหน้าอกด้วยความลึกอย่างน้อย 5 เซนติเมตร ด้วยความเร็ว 100 – 120 ครั้งต่อนาที โดยให้สันมือสัมผัสกับหน้าอกของผู้ป่วยตลอดการกดหน้าอก

- ถ้ามีหน้ากากเป่าปาก ให้เป่าปากผ่านหน้ากาก 2 ครั้ง สลับกับการกดหน้าอก 30 ครั้ง แต่ถ้าไม่มีหน้ากากเป่าปากให้ทำการกดหน้าอกอย่างเดียวอย่างต่อเนื่องจนกว่าเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติหรือหน่วยปฏิบัติการทางการแพทย์ฉุกเฉินจะมาถึง

3. การกระตุ้นหัวใจด้วยไฟฟ้าอย่างรวดเร็ว โดยผู้ที่อยู่ในเหตุการณ์ต้องรีบนำเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ที่ใกล้ที่สุดมาใช้เพื่อเพิ่มโอกาสการรอดชีวิตแก่ผู้ป่วย ซึ่งระยะเวลามีผลโดยตรงต่อโอกาสการรอดชีวิต

โดยการใช้เครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติ มีขั้นตอนดังนี้

- เปิดเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติ

- ถอดเสื้อผู้ป่วยออก ถ้าตัวเปียกน้ำให้เช็ดน้ำออกก่อน แล้วจึงติดแผ่นอิเล็กโทรด

- ติดแผ่นอิเล็กโทรดบริเวณใต้กระดูกไหปลาร้าด้านขวา และชายโครงด้านซ้าย ดังแสดงในภาพที่ 1.2

- หลังจากนั้นปฏิบัติตามคำแนะนำของเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติ หากเครื่องแปลผลว่าไม่ต้องช็อกไฟฟ้าหัวใจให้ทำการกดหน้าอกต่อไป แต่หากเครื่องสั่งให้ช็อกไฟฟ้าหัวใจให้ผู้ช่วยเหลือถอยห่างและห้ามสัมผัสตัวผู้ป่วย และกดปุ่มช็อกตามคำสั่ง

- กดหน้าอกต่อหลังทำการช็อกไฟฟ้าหัวใจแล้วทันที

ภาพที่ 1.2 เครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติ และตำแหน่งการแปะแผ่นอิเล็กโทรด
ที่มา : สถาบันการแพทย์ฉุกเฉินแห่งชาติ (2557)

4. บริการการแพทย์ฉุกเฉินขั้นสูง โดยกระบวนการที่ 4 จะเป็นกระบวนการที่ผู้ป่วยได้รับการดูแลจากหน่วยปฏิบัติการทางการแพทย์ฉุกเฉิน ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการนำผู้ป่วยมาสู่โรงพยาบาล

5. การช่วยชีวิตขั้นสูงและการดูแลหลังภาวะหัวใจหยุดเต้น ด้วยการควบคุมอุณหภูมิกายต่ำ ซึ่งเป็นการดูแลประคับประคองและแก้ไขสาเหตุที่ทำให้ผู้ป่วยเกิดหัวใจหยุดเต้นเฉียบพลัน โดยทีมแพทย์ผู้เชี่ยวชาญในโรงพยาบาล

จะเห็นได้ว่ากระบวนการรอดชีวิตสำหรับผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล 3 กระบวนการแรกเป็นกระบวนการที่ดำเนินการช่วยเหลือโดยผู้ที่อยู่ในเหตุการณ์ ดังนั้นผู้ที่อยู่ในเหตุการณ์จึงเป็นบุคคลที่มีความสำคัญมากต่อโอกาสการรอดชีวิตของผู้ป่วย จนกว่าหน่วยปฏิบัติการทางการแพทย์ฉุกเฉินจะมาถึงและให้การช่วยเหลือในลำดับต่อไป

จากความสำคัญของเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติที่กล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาการกำหนดจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ ด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยใช้เกณฑ์การติดตั้งจากข้อมูลจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลในอดีต ในเขตพื้นที่ปฏิบัติการโซน 8 ศูนย์กู้ชีพนเรนทร กรุงเทพมหานคร พิจารณาจุดติดตั้งที่สามารถเข้าถึงได้ตลอด 24 ชั่วโมง สามารถเข้าถึงจุดเกิดเหตุและนำมาช่วยเหลือผู้ป่วยได้ภายในระยะเวลา 5 นาทีหลังจากผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้น เพื่อให้การช่วยชีวิตผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ สามารถเป็นแนวทางการติดตั้งที่เป็นประโยชน์ต่อไปในอนาคต โดยเหตุผลที่เลือกศึกษาพื้นที่ปฏิบัติการของศูนย์กู้ชีพนเรนทร เนื่องจากศูนย์กู้ชีพนเรนทรถือเป็นโครงการต้นแบบของระบบการรักษาพยาบาลก่อนถึงโรงพยาบาลแห่งแรกในไทย และเป็นศูนย์กู้ชีพแห่งแรกที่มีการเก็บข้อมูลผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลอย่างเป็นระบบ มีการพัฒนาแนวทางที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาระบบการแพทย์ฉุกเฉินของไทยอย่างต่อเนื่อง แต่อย่างไรก็ตามสิ่งสำคัญที่จะทำให้การช่วยเหลือผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ คือประชาชนต้องตระหนักว่าการช่วยฟื้นคืนชีพให้กับผู้ป่วยไม่ใช่แค่หน้าที่หน่วยปฏิบัติการทางการแพทย์ฉุกเฉินเพียงอย่างเดียว แต่เป็นหน้าที่ของประชาชนทุกคนที่จะเข้ามามีส่วนร่วมในการมอบชีวิตใหม่ให้กับผู้ป่วยอีกครั้ง รวมทั้งการสร้างความเชื่อมโยงระหว่างระบบการบริการทางการแพทย์ฉุกเฉินกับจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ เพื่อช่วยนำทางและแจ้งตำแหน่งจุดติดตั้งที่อยู่ใกล้ที่สุดให้กับผู้ที่อยู่ในเหตุการณ์ ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะสามารถเพิ่มอัตราและโอกาสการรอดชีวิตให้แก่ผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลได้เป็นอย่างดี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล ในเขตพื้นที่ปฏิบัติการโซน 8 ศูนย์กู้ชีพนเรนทร กรุงเทพมหานคร

2. เพื่อศึกษาจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ที่มีความครอบคลุมจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

1.3 คำถามงานวิจัย

1. ในเขตพื้นที่ปฏิบัติการโซน 8 ศูนย์กู้ชีพนเรนทร กรุงเทพมหานครที่ทำการศึกษาควรติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้จำนวนกี่จุด

2. ในเขตพื้นที่ปฏิบัติการโซน 8 ศูนย์กู้ชีพนเรนทร กรุงเทพมหานครที่ทำการศึกษาควรติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ที่ร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven สาขาใดบ้าง

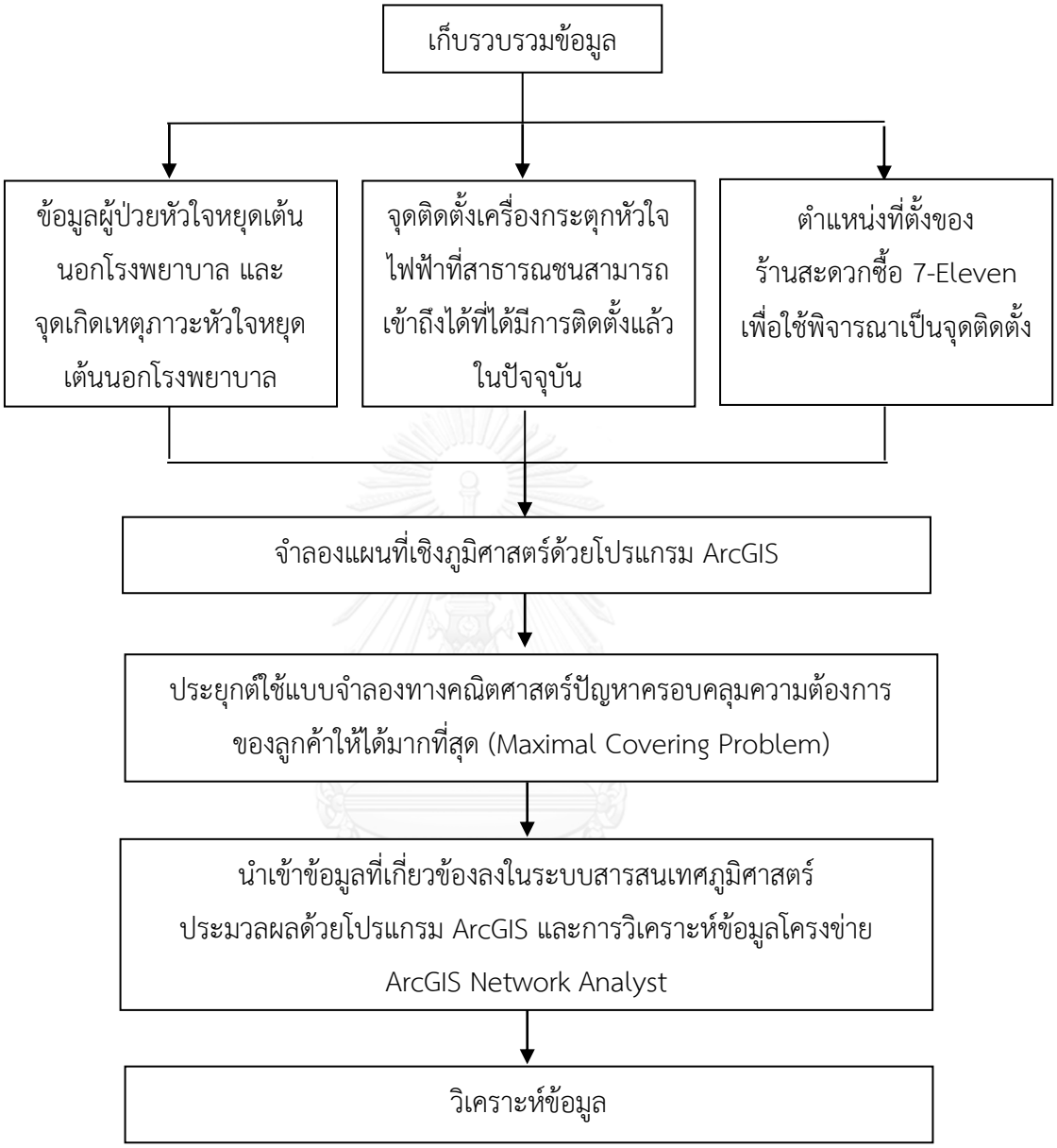
1.4 ขอบเขตงานวิจัย

1. ขอบเขตด้านพื้นที่ คือเขตพื้นที่ปฏิบัติการโซน 8 ของระบบบริการการแพทย์ฉุกเฉินกรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นพื้นที่ปฏิบัติการภายใต้ความรับผิดชอบของศูนย์กู้ชีพนเรนทร ซึ่งได้แก่ เขตพญาไท, ห้วยขวาง, ราชเทวี, ดินแดง, วังทองหลาง, จตุจักร (บางส่วน) และลาดพร้าว (บางส่วน) ซึ่งครอบคลุมพื้นที่ 75 ตารางกิโลเมตร

2. ขอบเขตด้านข้อมูล คือข้อมูลการปฏิบัติการของระบบบริการการแพทย์ฉุกเฉินของศูนย์กู้ชีพนเรนทร และข้อมูลผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลในเขตพื้นที่ปฏิบัติการโซน 8 ศูนย์กู้ชีพนเรนทร กรุงเทพมหานคร ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2552 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2559

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.5 กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 1.3 กรอบแนวคิดการวิจัย

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อเพิ่มอัตราความครอบคลุมของจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ ในเขตพื้นที่ปฏิบัติการโซน 8 ศูนย์กู้ชีพนเรนทร กรุงเทพมหานคร

2. เพื่อเพิ่มโอกาสการเข้าถึงเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ และเพิ่มโอกาสการรอดชีวิตของผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล

3. เพื่อเพิ่มความต่อเนื่องของกระบวนการรอดชีวิตสำหรับผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล กระบวนการที่ 3 ซึ่งคือการกระตุ้นหัวใจด้วยไฟฟ้าอย่างรวดเร็วด้วยเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติ

1.7 นิยามศัพท์

1. หัวใจหยุดเต้น (Cardiac arrest) ถือเป็นภาวะฉุกเฉินทางการแพทย์ ซึ่งเป็นภาวะที่หัวใจไม่มีการบีบตัว ทำงานช้าลง หรือทำงานผิดปกติ ทำให้ไม่มีการไหลเวียนเลือด จึงไม่มีการลำเลียงออกซิเจนไปเลี้ยงส่วนต่างๆของร่างกาย ทำให้เกิดอาการผิดปกติที่อวัยวะต่างๆ โดยเฉพาะสมองซึ่งจะทำให้ผู้ป่วยหมดสติ และหากหัวใจหยุดเต้นนานกว่า 5 นาทีจะมีโอกาสเกิดความเสียหายต่อเนื้อสมอง ดังนั้นการช่วยเหลืออย่างทันท่วงทีจึงเป็นสิ่งสำคัญ เพื่อช่วยให้ผู้ป่วยรอดชีวิตและมีการฟื้นตัวของสมอง วิธีสำคัญในการรักษาภาวะหัวใจหยุดเต้นคือการนวดหัวใจผายปอดกู้ชีพ เพื่อสร้างการไหลเวียนของเลือดให้มีเลือดไปเลี้ยงร่างกาย และการใช้เครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติ เพื่อพิจารณาคลื่นไฟฟ้าหัวใจว่าเป็นชนิดที่สามารถช็อกไฟฟ้าได้หรือไม่และให้การรักษาตามความเหมาะสม

2. การนวดหัวใจผายปอดกู้ชีพ (Cardiopulmonary Resuscitation : CPR) เป็นหัตถการฉุกเฉินสำหรับผู้ที่หัวใจหยุดเต้น อาจทำโดยหน่วยปฏิบัติการทางการแพทย์ฉุกเฉิน หรือโดยผู้อยู่ในเหตุการณ์ การนวดหัวใจผายปอดกู้ชีพประกอบด้วยการจำลองการไหลเวียนโลหิตโดยการนวดหัวใจและการจำลองการหายใจโดยการผายปอด ซึ่งต้องทำต่อเนื่องจนกว่าหัวใจของผู้ป่วยจะกลับมาเต้นตามปกติหรือจนกว่าพบว่าผู้ป่วยเสียชีวิตแล้ว หลักการของการนวดหัวใจผายปอดกู้ชีพเป็นการรักษาให้มีการไหลเวียนของเลือด เพื่อนำออกซิเจนไปเลี้ยงสมองและหัวใจ เป็นการชะลอการตายของเนื้อเยื่อและเพิ่มโอกาสให้ผู้ป่วยจะฟื้นโดยไม่มีความเสียหายกับสมองหรือมีความเสียหายน้อยที่สุด ซึ่งการกระตุ้นให้หัวใจเต้นขึ้นใหม่จะต้องใช้การช็อกไฟฟ้าหัวใจด้วยเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติ

3. เครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติ (Automated External Defibrillator : AED) เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แบบพกพาชนิดหนึ่ง สามารถวินิจฉัยภาวะหัวใจเต้นผิดจังหวะที่เป็นอันตรายถึงชีวิตชนิดภาวะหัวใจห้องล่างเต้นแผ่วระรัว และภาวะหัวใจห้องล่างเต้นเร็วผิดปกติได้โดยอัตโนมัติและสามารถให้การรักษาด้วยการช็อกไฟฟ้ากระตุกหัวใจได้ โดยใช้กระแสไฟฟ้าหยุดรูปแบบการเต้นของหัวใจที่ผิดจังหวะ เพื่อเปิดโอกาสให้หัวใจกลับมาเต้นใหม่ในจังหวะที่ถูกต้อง ซึ่งเครื่องถูกออกแบบมาให้ใช้ง่าย คนทั่วไปสามารถใช้ได้ มีการสอนวิธีใช้ในการอบรมการกู้ชีพเบื้องต้นทั่วไป

4. เครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ (Public Access Defibrillators: PAD) คือการติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติในสถานที่ที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ เช่น ชุมชน ห้างสรรพสินค้า สนามบิน เป็นต้น เพื่อให้ผู้ที่อยู่ในเหตุการณ์สามารถนำมาใช้เพื่อช่วยเหลือผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลได้อย่างทันท่วงที

5. ระบบบริการการแพทย์ฉุกเฉิน (Emergency Medical Service: EMS) คือ ระบบที่มีการเตรียมความพร้อมในด้านทรัพยากรและบุคลากรที่จะให้บริการรักษาพยาบาลทางการแพทย์แก่ผู้ป่วยที่ได้รับบาดเจ็บหรือเจ็บป่วยฉุกเฉินทั้งนอก และในโรงพยาบาล โดยปฏิบัติการด้านการแพทย์ฉุกเฉินนับตั้งแต่การรับรู้ภาวการณ์เจ็บป่วยฉุกเฉิน จนถึงการดำเนินการให้ผู้เจ็บป่วยฉุกเฉินได้รับการช่วยเหลือให้รอดชีวิต ป้องกัน ลดความพิการและอันตรายต่างๆ รวมทั้งการเคลื่อนย้ายผู้ป่วยไปยังโรงพยาบาลที่เหมาะสมและทันกาล โดยพร้อมให้บริการฟรีตลอด 24 ชั่วโมง

6. ศูนย์รับแจ้งเหตุและสั่งการ (Dispatch Center: DC) คือ ศูนย์หรือหน่วยปฏิบัติการที่มีระบบเครือข่ายการสื่อสารและความเหมาะสมกับทรัพยากรในพื้นที่ มีหน้าที่รับแจ้งเหตุจากประชาชนโดยตรง รับแจ้งผ่านศูนย์รับแจ้งเหตุฉุกเฉินอื่น เพื่อสื่อสาร ประสานการช่วยเหลือ แนะนำการช่วยเหลือเบื้องต้นแก่ผู้ป่วยและผู้พบเห็นผู้ป่วยฉุกเฉิน สั่งชุดปฏิบัติการออกปฏิบัติการ บันทึกข้อมูลการรับแจ้งเหตุและสั่งการ ประสานความร่วมมือกับหน่วยงานต่างๆเกี่ยวกับการปฏิบัติการการแพทย์ฉุกเฉิน

7. เขตพื้นที่ปฏิบัติการ (EMS Response Zone) คือ ขอบเขตพื้นที่ที่กำหนดให้หน่วยปฏิบัติการแต่ละหน่วยรับผิดชอบให้บริการประชาชน โดยมีเกณฑ์การแบ่งพื้นที่ให้บริการตามสภาพภูมิศาสตร์ เขตการปกครอง หรือที่ตั้งของถนนสายหลัก โดยคำนึงถึงสัดส่วนที่เหมาะสมระหว่างความหนาแน่นของประชากรที่อยู่อาศัย ความถี่ในการเรียกใช้บริการต่อหน่วยปฏิบัติการ

บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษางานวิจัยเรื่องการกำหนดจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ ด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

2.1 การจัดการโลจิสติกส์ด้านการช่วยเหลือทางมนุษยธรรม

2.2 แผนหลักการแพทย์ฉุกเฉินแห่งชาติ

2.3 ศูนย์กู้ชีพนเรนทร

2.4 แนวทางการติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้

2.5 ปัญหาการเลือกตำแหน่งของสถานที่ให้บริการ

2.6 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การจัดการโลจิสติกส์ด้านการช่วยเหลือทางมนุษยธรรม

Edgar E. Blanco and Jarrod Goentzel (2006) กล่าวว่าการจัดการโลจิสติกส์ด้านการช่วยเหลือทางมนุษยธรรม (Humanitarian Logistics) คือหนึ่งในแขนงของการจัดการโลจิสติกส์ที่มีความแตกต่างทางด้านเป้าหมายในการดำเนินการเพื่อการรักษาชีวิตมนุษย์ ซึ่งแตกต่างจากการจัดการโลจิสติกส์ทั่วไปที่มีเป้าหมายในการดำเนินการเพื่อกำไรสูงสุดหรือต้นทุนต่ำสุด โดยการจัดการโลจิสติกส์ด้านการช่วยเหลือทางมนุษยธรรม ถือเป็นเครื่องมือสำคัญในการดำเนินงานช่วยเหลือ บรรเทาสาธารณภัยต่างๆ ซึ่งจะมีการสร้างทีมเฉพาะกิจ เพื่อร่วมวางแผน คาดการณ์ประเภทและจำนวนของทรัพยากร เพื่อสั่งซื้อ เก็บรักษา และขนส่ง สำหรับการรับมือกับภัยพิบัติหรือสถานการณ์ฉุกเฉินต่างๆที่เกิดขึ้น แต่เนื่องจากปัญหาดังกล่าวเป็นสิ่งที่พยากรณ์ได้ยาก จึงควรมีศูนย์กระจายสินค้าเพื่อจัดเก็บสิ่งของที่จำเป็น โดยศูนย์กระจายสินค้าต้องถูกออกแบบให้สามารถเก็บรักษาสินค้าคงคลังให้อยู่ในสภาพดี มีระเบียบ ง่ายต่อการส่งมอบ และที่สำคัญทำเลที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าจะต้องตั้งในทำเลที่ความสะดวกในการจัดส่งไปยังพื้นที่ต่างๆได้ตลอดเวลา โดยอาจตั้งใกล้กับพื้นที่ที่มีแนวโน้มที่จะได้รับผลกระทบจากภัยพิบัติหรือสถานการณ์ฉุกเฉินต่างๆ ซึ่งสามารถวิเคราะห์ทำเลที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าที่เหมาะสมได้จากระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และแบบจำลองทาง

คณิตศาสตร์ โดยมีจุดมุ่งหมายสูงสุดคือ ระยะเวลาตอบสนอง ระยะเวลาในการกระจายสินค้า และสามารถลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน ภายใต้จำนวนของศูนย์กระจายสินค้าที่น้อยที่สุด โดยการประสานงานส่งมอบสิ่งของเพื่อช่วยเหลือให้กับองค์กรหรือตัวแทนควรเป็นแบบการกระจายสู่ศูนย์เคลื่อนที่ซึ่งตั้งอยู่ใกล้กับภูมิภาคที่ได้รับผลกระทบ

นอกจากนี้ยังสามารถนำกลยุทธ์การจัดการโลจิสติกส์มาปรับปรุงการตอบสนองที่ดีขึ้น เช่น กลยุทธ์การจัดการสินค้าคงคลัง การจัดลำดับความสำคัญของสินค้า การระบุปริมาณสินค้าคงคลังที่ปลอดภัย การระบุความถี่ในการสั่งซื้อ รวมทั้งการเลือกทำเลที่ตั้งของซัพพลายเออร์ที่เหมาะสมกับแต่ละศูนย์กระจายสินค้า อีกทั้งในปัจจุบันยังสามารถนำเทคโนโลยีมาเป็นเครื่องมือที่จะทำให้การจัดการโลจิสติกส์ด้านการช่วยเหลือทางมนุษยธรรมบรรลุผลลัพธ์ที่ดียิ่งขึ้น เช่น การใช้ระบบการติดตามข้อมูลข่าวสารที่สามารถแสดงข้อมูลได้ตามเวลาจริง ซึ่งจะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการตัดสินใจ เพิ่มความรวดเร็วของการดำเนินงาน การประสานงานง่ายและถูกต้องแม่นยำยิ่งขึ้น ซึ่งจะเห็นได้ว่าการจัดการโลจิสติกส์เป็นหนึ่งในเครื่องมือที่สำคัญของการเตรียมความพร้อมรับมือกับภัยพิบัติและสถานการณ์ฉุกเฉินต่างๆ ควบคู่กับการเฝ้าระวัง การฝึกซ้อม การเตือนภัย และการคาดการณ์โอกาสการเกิดเหตุการณ์

แต่อย่างไรก็ตามความสำเร็จและผลการดำเนินงานของการจัดการโลจิสติกส์ด้านการช่วยเหลือทางมนุษยธรรมถือเป็นเรื่องยากที่จะทำการประเมินผล เพราะลักษณะที่แตกต่างบางอย่างในการดำเนินงานด้านมนุษยธรรม เช่น ความต้องการที่ไม่แน่นอน ความยากในการเข้าถึงข้อมูล การดำเนินงานภายใต้สภาพแวดล้อมการทำงานที่คาดเดาไม่ได้ ระยะเวลาในการเตรียมการและดำเนินการสั้น และมีตัวแปรที่ไม่ทราบค่า เช่น ภูมิศาสตร์ สถานการณ์ทางการเมือง หรือสภาพอากาศ ซึ่งเหตุการณ์แต่ละครั้งจะมีความแตกต่างกัน โดยอาจเกิดคนละภูมิภาค สาเหตุของภัยพิบัติหรือสถานการณ์ฉุกเฉิน รวมทั้งจำนวนประชากรที่ได้รับผลกระทบต่างกัน เป็นต้น

2.2 แผนหลักการแพทย์ฉุกเฉินแห่งชาติ

จากข้อมูลของสถาบันการแพทย์ฉุกเฉินแห่งชาติ (2559) ได้สรุปผลการดำเนินงานของแผนหลักการแพทย์ฉุกเฉินแห่งชาติ ฉบับที่ 2 พ.ศ. 2556 – 2559 ได้สะท้อนว่ากลไกการขับเคลื่อนของระบบการแพทย์ฉุกเฉินสามารถทำให้ประชาชนเข้าถึงบริการการแพทย์ฉุกเฉินได้เพิ่มมากขึ้น ดังจะเห็นได้จากจำนวนผู้ป่วยฉุกเฉินที่มาด้วยระบบการแพทย์ฉุกเฉินเพิ่มขึ้นทุกปี โดยปี 2556 จำนวน 1,227,336 ราย ปี 2557 จำนวน 1,279,913 ราย และปี 2558จำนวน 1,366,019 ราย นอกจากนี้ยังพบว่าความครอบคลุมของบริการ การแจ้งเหตุเพื่อการขอรับความช่วยเหลือและขอคำปรึกษาของ

ประชาชนผ่านหมายเลขฉุกเฉิน 1669 เพิ่มขึ้นเช่นกัน ด้วยเหตุนี้การพัฒนาในช่วงแผนหลักการแพทย์ฉุกเฉินแห่งชาติ ฉบับที่ 3 พ.ศ. 2560 - 2564 จึงมีทิศทางมุ่งให้ความสำคัญกับการยกระดับมาตรฐานและคุณภาพระบบการแพทย์ฉุกเฉินของประเทศ เพื่อให้มีมาตรฐานและหลักเกณฑ์เกี่ยวกับระบบการแพทย์ฉุกเฉินครบถ้วน

โดยเป้าหมายที่สำคัญของแผนหลักการแพทย์ฉุกเฉินแห่งชาติฉบับที่ 3 คือ ลดการเสียชีวิตและความพิการจากภาวะฉุกเฉินที่เกิดจากโรคและภัย มุ่งเน้นให้ผู้ป่วยฉุกเฉินได้รับการคุ้มครองสิทธิ์ในการเข้าถึงระบบการแพทย์ฉุกเฉินอย่างทั่วถึงและเท่าเทียม มีคุณภาพมาตรฐานโดยได้รับการช่วยเหลือและรักษาพยาบาลที่มีประสิทธิภาพและทันต่อเหตุการณ์มากขึ้น เพื่อลดและป้องกันความสูญเสียจากภาวะฉุกเฉินที่อาจทำให้ผู้ป่วยฉุกเฉินต้องสูญเสียชีวิต อวัยวะหรือเกิดความบกพร่องในการทำงานของอวัยวะสำคัญ รวมทั้งทำให้การบาดเจ็บหรืออาการป่วยรุนแรงขึ้นโดยไม่สมควรทั้งในภาวะปกติและสาธารณภัย โดยมียุทธศาสตร์ที่สำคัญ ดังนี้ 1. ยุทธศาสตร์พัฒนาคุณภาพระบบการแพทย์ฉุกเฉิน 2. ยุทธศาสตร์พัฒนาระบบบริหารจัดการบุคลากรในระบบการแพทย์ฉุกเฉิน 3. ยุทธศาสตร์พัฒนากลไกการอภิบาลระบบการแพทย์ฉุกเฉิน 4. ยุทธศาสตร์พัฒนาศักยภาพและการมีส่วนร่วมของภาคีเครือข่ายทั้งในและต่างประเทศ 5. ยุทธศาสตร์การสื่อสารสาธารณะในระบบการแพทย์ฉุกเฉินสู่ประชาชน

โดยการติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ถือเป็นหนึ่งในแนวทางที่ทำให้การช่วยเหลือและรักษาพยาบาลผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลมีประสิทธิภาพและทันต่อเหตุการณ์มากขึ้น รวมทั้งเป็นการเพิ่มอัตราการรอดชีวิตและลดความสูญเสียที่เกิดจากภาวะหัวใจหยุดเต้น แต่อย่างไรก็ตามการช่วยเหลือดังกล่าวต้องอาศัยความร่วมมือและการเข้ามามีส่วนเกี่ยวข้องจากประชาชนที่อยู่ในเหตุการณ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.3 ศูนย์กู้ชีพนเรนทร

การศึกษาการกำหนดจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ในครั้งนี้ ได้ทำการศึกษาในเขตพื้นที่ปฏิบัติการโซน 8 ของระบบบริการการแพทย์ฉุกเฉิน กรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นพื้นที่ปฏิบัติการภายใต้ความรับผิดชอบของศูนย์กู้ชีพนเรนทร โดยข้อมูลของศูนย์กู้ชีพนเรนทร (2558) ได้ระบุข้อมูลเกี่ยวกับศูนย์กู้ชีพนเรนทรไว้ ดังนี้

เกี่ยวกับศูนย์กู้ชีพนเรนทร

โรงพยาบาลราชวิถีตระหนักถึงการเสียชีวิตและพิการที่มีสาเหตุมาจากความล่าช้าการนำส่งที่ผิดวิธีและการนำส่งที่ผิดที่ จึงได้ริเริ่มโครงการต้นแบบระบบการรักษาพยาบาลก่อนถึงโรงพยาบาล แก่ผู้เจ็บป่วยฉุกเฉินในพื้นที่บริการ โดยได้อัญเชิญพระนามของสมเด็จพระเจ้าบรมวงศ์เธอกรมพระยาชัยนาทนเรนทร องค์สถาปนากระทรวงสาธารณสุข มาเป็นชื่อของหน่วยปฏิบัติการ ที่เรียกว่าศูนย์กู้ชีพนเรนทร โดยเริ่มเปิดอย่างเป็นทางการตั้งแต่วันที่ 10 มีนาคม พ.ศ. 2538 จนถึงปัจจุบัน ซึ่งได้รับความร่วมมือเป็นอย่างดีจากมูลนิธิป่อเต็กตึ๊ง มูลนิธิร่วมกตัญญู สถาบันการแพทย์ด้านอุบัติเหตุและสาธารณภัย กรมการแพทย์ และได้รับการสนับสนุนด้านการเงินจากมูลนิธิโรงพยาบาลราชวิถี โดยศูนย์กู้ชีพนเรนทรมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้เจ็บป่วยฉุกเฉินได้รับการรักษาพยาบาลที่รวดเร็ว ณ ที่เกิดเหตุ มีการลำเลียงนำส่งที่ถูกวิธีไปยังโรงพยาบาลที่เหมาะสม ผลสำเร็จที่เกิดขึ้น ทำให้เกิดการยอมรับและนำรูปแบบไปขยายผลโดยกระทรวงสาธารณสุขทั่วประเทศในรูปแบบของระบบบริการการแพทย์ฉุกเฉิน (Emergency Medical Services System : EMS)

พื้นที่รับผิดชอบของศูนย์กู้ชีพนเรนทร

พื้นที่บริการหลักในการให้บริการการแพทย์ฉุกเฉิน ณ ปัจจุบัน คือเขตพื้นที่ปฏิบัติการโซน 8 ของระบบบริการการแพทย์ฉุกเฉิน กรุงเทพมหานคร ได้แก่ เขตพญาไท, ห้วยขวาง, ราชเทวี, ดินแดง, วังทองหลาง, จตุจักร(บางส่วน) และลาดพร้าว(บางส่วน) ซึ่งครอบคลุมพื้นที่ 75 ตารางกิโลเมตร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภารกิจของศูนย์กู้ชีพนเรนทร

1. เฝ้าฟังเหตุการณ์ในพื้นที่รับผิดชอบ และพื้นที่ใกล้เคียง ทางช่องทางสื่อสารเครือข่ายในพื้นที่

2. รับแจ้งเหตุจากศูนย์เอราวัณ กรุงเทพมหานคร ประชาชน เครือข่ายหน่วยปฏิบัติการ และอาสาสมัครในพื้นที่

3. คัดแยกเหตุการณ์และอาการเจ็บป่วยฉุกเฉิน สอบถามข้อมูลเพื่อจัดลำดับความสำคัญในการตอบสนองต่อเหตุการณ์

4. สั่งการรถพยาบาลฉุกเฉินขั้นสูงออกปฏิบัติการ

5. ประสานที่จุดเกิดเหตุกับผู้แจ้งเหตุ และอาสาสมัครใกล้เคียงเข้าตรวจสอบ และช่วยเหลือเบื้องต้น แจ้งตำรวจจราจรอำนวยความสะดวกเส้นทางจราจรสำหรับรถพยาบาลฉุกเฉินใน

ระหว่างการเข้าถึง และการนำส่งผู้ป่วย และแจ้งโรงพยาบาลปลายทางให้ทราบถึงข้อมูลเพื่อเตรียมพร้อมรับผู้ป่วย

6. ให้คำแนะนำแก่ผู้ประสบเหตุเพื่อช่วยเหลือเบื้องต้นแก่ผู้ป่วยก่อนรถพยาบาลไปถึง

ภาพรวมผลการปฏิบัติการและข้อมูลผู้ป่วยที่ใช้บริการระบบการแพทย์ฉุกเฉินของศูนย์กู้ชีพนเรนทร ในพ.ศ.2558

1. จำนวนครั้งของการออกปฏิบัติการ ในพ.ศ.2558 ศูนย์กู้ชีพนเรนทรออกปฏิบัติการทั้งหมด 1,181 ครั้ง

2. ช่องทางการรับแจ้ง โดยภารกิจได้รับการรับแจ้งจากศูนย์เอราวัณกรุงเทพมหานครมากที่สุด (75%) ตามด้วยอาสาสมัคร (10.5%) หน่วยกู้ภัย (3.98%) วิทยุสื่อสารประชาชน (2.20%) ประชาชนทางหมายเลขอื่น (2.12%) และเจ้าหน้าที่ตำรวจ (2.12%) ตามลำดับ

3. อาการเจ็บป่วยฉุกเฉินที่ได้รับแจ้ง ซึ่งอาการรับแจ้งที่มีสัดส่วนมากที่สุด คือภาวะหมดสติ ภาวะหัวใจหยุดเต้น (40.1%) รองลงมาได้แก่ หอบเหนื่อย (18.6%) สงสัยหัวใจหยุดเต้น (10.6%) บาดเจ็บ (5.7%) เจ็บแน่นหน้าอก (3.86%)

4. ประเภทผู้ป่วย ผู้ป่วยที่เจ็บป่วยฉุกเฉินเป็นสัดส่วนมากที่สุด (76%) รองลงมาได้แก่ อาการบาดเจ็บ (17.7%) สูตินรีเวช (4.67%) และอื่นๆ (1.6%)

5. อายุผู้ป่วยแยกตามประเภท โดยในพ.ศ. 2558 อายุเฉลี่ยของผู้ป่วยที่เจ็บป่วยฉุกเฉินคือ 63 ปี ซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นสอดคล้องกับแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของอายุเฉลี่ยของประชากรในประเทศ ส่วนผู้ป่วยจากการบาดเจ็บ มีอายุเฉลี่ย 35 ปี โดยมีสาเหตุส่วนใหญ่จากอุบัติเหตุจราจร

6. ระดับความรุนแรง ผู้ป่วยระดับวิกฤติฉุกเฉิน (Emergent) มีสัดส่วนมากที่สุด (48.9%) รองลงมาเป็นผู้ป่วยฉุกเฉินไม่วิกฤติ (Urgent) (43.9%) และผู้ป่วยไม่ฉุกเฉิน (7.2%)

7. ผลการรักษา ศูนย์กู้ชีพนเรนทรสามารถช่วยชีวิตผู้ป่วยให้รอดพ้นจากอาการวิกฤติได้เป็นจำนวน 181 ราย คิดเป็น หากไม่ได้รับการช่วยเหลืออาจเสียชีวิต 15.9% อาการดีขึ้น 55.6% คงเดิม 15.7% และเสียชีวิต 11.7%

ตัวชี้วัดผลการปฏิบัติการของศูนย์กู้ชีพนเรนทร

1. ตัวชี้วัดความพร้อมออกปฏิบัติการ เกณฑ์เวลาการออกตัวหลังสั่งการ คือภายใน 2 นาที ซึ่งในพ.ศ. 2558 สามารถออกตัวได้ภายใน 2 นาทีคิดเป็น 83.47% โดยระยะเวลาออกตัวเฉลี่ยอยู่ที่ 1.32 นาที

2. ตัวชี้วัดระยะเวลาตอบสนอง เกณฑ์ระยะเวลาตอบสนอง (ระยะเวลาที่ใช้ตั้งแต่รับแจ้งเหตุจนถึงที่เกิดเหตุ) คือภายใน 8 นาที ซึ่งในพ.ศ. 2558 ศูนย์กู้ชีพนเรนทรมีระยะเวลาตอบสนองเฉลี่ยอยู่ที่ 14.61 นาที โดยระยะเวลาตอบสนองมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น สาเหตุหลักมาจากสภาพการจราจรในพื้นที่กรุงเทพมหานครชั้นใน และระยะทางระหว่างศูนย์กู้ชีพและจุดเกิดเหตุ

จากการศึกษาข้อมูลของศูนย์กู้ชีพนเรนทรจะเห็นได้ว่าผู้ป่วยฉุกเฉินด้วยภาวะหมดสติ ภาวะหัวใจหยุดเต้นมีสัดส่วนมากที่สุด (40%) อีกทั้งระดับความรุนแรงของผู้ป่วยระดับวิกฤติฉุกเฉินมีสัดส่วนมากที่สุด (48.9%) แต่ระยะเวลาตอบสนองเฉลี่ยอยู่ที่ 14.61 นาที ซึ่งสิ่งนี้ถือเป็นช่องว่างของระบบบริการการแพทย์ฉุกเฉินที่ยังต้องหาแนวทางพัฒนาต่อไปเพื่อเพิ่มโอกาสและอัตราการรอดชีวิตให้กับผู้ป่วย

2.4 แนวทางการติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้

จากข้อมูลของ American Heart Association (2015) ได้ระบุเกณฑ์การติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ไว้ว่า การกำหนดจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติ ควรคำนึงลักษณะประชากร ความครอบคลุมในพื้นที่ทางภูมิศาสตร์ และแนวโน้มที่ประชากรจะได้รับประโยชน์จากเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติ โดยแบ่งเกณฑ์การพิจารณาเป็น 2 เกณฑ์หลักๆ ดังนี้

1. กำหนดจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ โดยพิจารณาจากสถานที่ที่คาดการณ์ว่ามีความเสี่ยงในการเกิดภาวะหัวใจหยุดเต้น ได้แก่ สถานที่ที่มีกลุ่มประชากรอายุ 50 ปีขึ้นไป เช่น บ้านพักคนชรา, สถานที่ที่มีประชากรหนาแน่น มีผู้คนอยู่รวมกันมากกว่า 10,000 คน เช่น สนามบิน ห้างสรรพสินค้า สถานีขนส่ง ชุมชนต่างๆ และสถานที่ที่มีการทำกิจกรรมที่มีความเสี่ยง เช่น สถานที่ออกกำลังกาย บ่อนคาสิโน เป็นต้น

2. กำหนดจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ โดยพิจารณาจากข้อมูลจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลในอดีต ความถี่ของการเกิดเหตุในแต่ละพื้นที่ ซึ่งการระบุตำแหน่งหรือบริเวณที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะหัวใจหยุดเต้น และทำการ

ติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติในบริเวณนั้นเป็นสิ่งจำเป็น เนื่องจากมีหลักฐานที่ชัดเจนและสอดคล้องว่าอัตราการรอดชีวิตของผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลจะเพิ่มขึ้น เมื่อผู้ที่อยู่ในเหตุการณ์ทำการนวดหัวใจหัวใจผายปอดกู้ชีพและใช้เครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติอย่างถูกต้องและทันท่วงที ดังนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่เครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ต้องสามารถเข้าถึงได้ตลอด 24 ชั่วโมง สามารถเข้าถึงจุดเกิดเหตุและนำมาช่วยเหลือผู้ป่วยได้ภายในระยะเวลา 5 นาทีหลังจากผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้น เพื่อให้การช่วยชีวิตผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

2.5 ปัญหาการเลือกตำแหน่งของสถานที่ให้บริการ

จันทร์ศิริ สิงห์เถื่อน (2554) กล่าวว่าการเลือกตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ให้บริการ (Facility Location Problem) เช่น โรงงานศูนย์กระจายสินค้า โรงพยาบาล เป็นต้น เป็นการตัดสินใจเชิงกลยุทธ์ที่สำคัญอย่างยิ่งขององค์กรทุกประเภท เนื่องจากการตัดสินใจเลือกตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ให้บริการมีบทบาทโดยตรงต่อการตัดสินใจ ทั้งในด้านการดำเนินงานและด้านโลจิสติกส์ขององค์กร ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อขีดความสามารถในการให้บริการ ศักยภาพการแข่งขันในระยะยาว และความอยู่รอดขององค์กร จึงทำให้ปัญหานี้มีให้ความสำคัญและได้รับความสนใจเป็นอย่างมาก โดยทั่วไปปัญหาการเลือกตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ให้บริการที่เหมาะสม เป็นการกำหนดจำนวน ขนาด และตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ให้บริการ พร้อมทั้งจัดสรรการให้บริการจากสถานที่ให้บริการเหล่านี้ไปยังลูกค้าทั้งที่อยู่ภายในองค์กรเดียวกันและภายนอกองค์กร เพื่อให้ต้นทุนการขนส่ง ระยะทางหรือระยะเวลาในการส่งมอบสินค้าหรือบริการน้อยที่สุด

ประเภทของปัญหาการเลือกตำแหน่งของสถานที่ให้บริการ และวิธีการหาคำตอบที่ดีที่สุด มีความหลากหลาย เนื่องจากปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้ วัตถุประสงค์ในการตั้งสถานที่ให้บริการ สภาวการณ์ในการตัดสินใจ (ภายใต้ความแน่นอน ความเสี่ยง หรือความไม่แน่นอนของข้อมูลนำเข้า) ช่วงระยะเวลาที่พิจารณาความเหมาะสมของสถานที่ให้บริการ จำนวนสถานที่ให้บริการที่พิจารณา รูปแบบการพิจารณาตำแหน่งที่จะเป็นสถานที่ตั้ง (เป็นทำเลที่ตั้งที่ถูกคัดเลือกมาก่อนเบื้องต้น หรือ เป็นตำแหน่งใด ๆ บนพื้นระนาบ) รูปแบบการให้บริการลูกค้า (ลูกค้าสามารถรับบริการได้จากแหล่งให้บริการแห่งเดียวหรือหลายแห่ง) และความหลากหลายของประเภทสินค้าที่สถานที่ให้บริการจะสามารถให้บริการได้

ปัจจัยหลักที่มีผลอย่างมากต่อแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และวิธีการแก้ปัญหา ได้แก่ วัตถุประสงค์ในการตั้งสถานที่ให้บริการ สภาวการณ์ในการตัดสินใจ ช่วงระยะเวลาที่พิจารณาความ

เหมาะสมของสถานที่ให้บริการ โดยหากใช้ปัจจัยดังกล่าวในการแบ่งประเภทปัญหาจะแบ่งได้เป็น 4 ประเภทหลัก ได้แก่ ปัญหาการเลือกตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ให้บริการแบบดีเทอร์มินิสติก แบบพลวัต แบบสโตแคสติก และแบบโรบัส ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. ปัญหาการเลือกตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ให้บริการแบบดีเทอร์มินิสติก (Deterministic Facility Location Problems) เป็นปัญหาการเลือกตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสมโดยพิจารณา ณ เวลาใดเวลาหนึ่งที่ทำการตัดสินใจ และพิจารณาปัจจัยนำเข้าซึ่งเป็นค่าที่ทราบค่าแน่นอนและมีค่าคงที่ เช่น ตำแหน่งของลูกค้า ต้นทุนการขนส่ง เป็นต้น ซึ่งปัญหานี้สามารถแบ่งออกเป็น 5 ประเภทย่อยตามวัตถุประสงค์ในการตั้งสถานที่ให้บริการ ดังต่อไปนี้

1.1 ปัญหาระยะทางรวมน้อยที่สุด (Minimum Facility Location Problems) เป็นปัญหาการเลือกตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ให้บริการจำนวน P แห่ง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ระยะทางระหว่างสถานที่ให้บริการกับลูกค้าทุกคนมีค่าน้อยที่สุด ซึ่งทำให้ค่าใช้จ่ายในการขนส่งรวมต่ำสุด ตัวอย่างเช่น ใช้ในการพิจารณาพื้นที่ที่จัดวางเครื่องจักรโดยต้องการให้ระยะทางระหว่างเครื่องจักรไปยังสถานีงานที่รับชิ้นส่วนน้อยที่สุด เป็นต้น

1.2 ปัญหาครอบคลุมความต้องการของลูกค้า (Covering Problem) เป็นปัญหาที่มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ลูกค้าสามารถเข้ารับบริการได้อย่างทั่วถึง ด้วยระยะทางหรือระยะเวลาที่ยอมรับได้ โดยในที่นี้การให้บริการจะครอบคลุมความต้องการของลูกค้า ก็ต่อเมื่อสถานที่ให้บริการอยู่ห่างจากลูกค้าในระยะที่กำหนดไว้ หรือลูกค้าสามารถเดินทางมารับบริการได้ในระยะเวลาที่กำหนด ปัญหาประเภทนี้แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1.2.1 ปัญหาครอบคลุมความต้องการของลูกค้าทุกคนด้วยต้นทุนน้อยที่สุด (Set Covering Problem) เป็นการเลือกตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ให้บริการโดยใช้ต้นทุนในการสร้างสถานที่ให้บริการที่น้อยที่สุด เพื่อให้ครอบคลุมกลุ่มลูกค้าทั้งหมด ตัวอย่างเช่น ใช้ในการพิจารณาทำเลที่ตั้งของสถานีดับเพลิง เป็นต้น

1.2.2 ปัญหาครอบคลุมความต้องการของลูกค้าให้ได้มากที่สุด (Maximal Covering Problem) เป็นการเลือกตำแหน่งที่ตั้งให้กับสถานที่ให้บริการจำนวน P แห่ง เพื่อให้สามารถครอบคลุมความต้องการของลูกค้าให้ได้มากที่สุด ตัวอย่างเช่น ใช้ในการพิจารณาทำเลที่ตั้งของโรงพยาบาล เป็นต้น

1.3 ปัญหาระยะทางไกลที่น้อยที่สุด (Minimal Facility Location Problems) เป็นการเลือกตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสมให้กับสถานีที่ให้บริการ P แห่ง เพื่อให้ลูกค้าที่อยู่ไกลที่สุดได้อยู่ใกล้สถานที่ให้บริการมากที่สุด โดยทั่วไปจะเรียกปัญหานี้ว่า ปัญหา p-Center ใช้ใน

กรณีที่ต้องการประกันความเสี่ยงในการเข้าถึงสถานที่ให้บริการของลูกค้าที่อยู่ห่างไกลจากสถานที่ให้บริการมากที่สุด ในกรณีที่เกิดเหตุฉุกเฉิน ตัวอย่างเช่น ใช้ในการพิจารณาทำเลที่ตั้งของศูนย์บริการรถยนต์ เป็นต้น

1.4 ปัญหาสถานที่ให้บริการที่ไม่พึงประสงค์ (Obnoxious Facility Location Problems) ซึ่งเป็นสถานที่ให้บริการไม่เป็นที่พึงประสงค์ให้มีที่ตั้งอยู่ใกล้กับกลุ่มลูกค้า เนื่องจากอาจเป็นอันตรายต่อสุขอนามัยหรือสวัสดิภาพของสถานที่ใกล้เคียง แต่ก็เป็นสถานที่ที่มีประโยชน์และยังคงไม่ต้องการให้อยู่ห่างจากลูกค้าจนเกินไปเนื่องจากเหตุผลด้านต้นทุนการขนส่ง ตัวอย่างเช่น ใช้ในการพิจารณาทำเลที่ตั้งโรงงานกำจัดขยะโรงงานไฟฟ้านิวเคลียร์ บ่อบำบัดน้ำเสีย เป็นต้น

1.5 ปัญหาอื่น ๆ ปัญหาที่ขยายผลมาจากปัญหาทั้ง 4 ประเภทข้างต้น มีความหลากหลายตามรายละเอียดเพิ่มเติมของปัญหา เช่น กรณีที่สถานที่ให้บริการที่พิจารณาให้บริการหรือขายสินค้าที่มีความหลากหลาย หรือกรณีที่มีการส่งมอบสินค้าในหลายระดับ เช่น อาจมีสินค้าบางส่วนถูกส่งมอบโดยตรงจากโรงงานไปยังลูกค้า และอาจมีบางส่วนถูกส่งจากโรงงานไปยังศูนย์กระจายสินค้าก่อนแล้วจึงกระจายสินค้าจากศูนย์นี้ไปยังลูกค้าอีกครั้งหนึ่ง หรือในกรณีที่มีเป้าหมายในการกำหนดตำแหน่งที่ตั้งสถานที่ให้บริการมากกว่าหนึ่ง หรือปัญหาการเลือกตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ให้บริการเพื่อให้ต้นทุนรวม เช่น ด้านการก่อสร้างการดำเนินการและการขนส่งต่ำที่สุด (Fixed Charged Facility Location Problem) เป็นต้น

2. ปัญหาการเลือกตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ให้บริการแบบพลวัต (Dynamic Facility Location Problems) เป็นปัญหาการเลือกตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ให้บริการที่ข้อมูลนำเข้าอาจมีการเปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลา จึงจะคำนึงถึงการเลือกตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสมในช่วงระยะเวลาใดเวลาหนึ่ง โดยในแต่ละขณะเวลาที่ตัดสินใจจะพิจารณาปัจจัยนำเข้าเป็นค่าที่ทราบค่าแน่นอน แต่ไม่คงที่เมื่อระยะเวลาเปลี่ยนไป ใช้วิธีการหาคำตอบที่ดีที่สุดด้วยแนวคิดการแก้ปัญหากำหนดการพลวัต (Dynamic Programming) ซึ่งให้คำตอบที่ดีที่สุดในระยะเวลาคำนวณที่ยอมรับได้ ตัวอย่างเช่น ความต้องการของลูกค้าที่อาจเพิ่มขึ้นจากการขยายตัวทางเศรษฐกิจ เป็นต้น

3. ปัญหาการเลือกตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ให้บริการแบบสโตแคสติก (Stochastic Facility Location Problems) เป็นปัญหาการเลือกตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ให้บริการที่พิจารณาปัจจัยนำเข้าเป็นค่าไม่แน่นอนที่สามารถอธิบายได้ด้วยความน่าจะเป็น เช่น ปัญหาระยะทางรวมน้อยที่สุดแบบสโตแคสติก (Stochastic P-median Problems) ซึ่งปรับเปลี่ยนฟังก์ชันเป้าหมายจากระยะทางน้อยที่สุดเป็นค่าคาดคะเนของต้นทุนน้อยที่สุด หรือค่าคาดคะเนของกำไรมากที่สุด ภายใต้

การกระจายตัวของตำแหน่งลูกค้าแบบสุ่ม หรือภายใต้สถานการณ์ (Scenario) ต่าง ๆ วิธีการแก้ปัญหาขึ้นอยู่กับลักษณะของพารามิเตอร์ที่มีความไม่แน่นอน โดยหากพารามิเตอร์ที่ไม่แน่นอนนั้นเป็นค่าไม่ต่อเนื่อง วิธีการที่ใช้จะอยู่ภายใต้แนวคิดการหาคำตอบที่ดีที่สุดภายใต้สภาวการณ์ต่าง ๆ ที่พิจารณา (The Scenario Approach) แต่ถ้าหากค่าพารามิเตอร์ที่ไม่แน่นอนนั้นเป็นค่าต่อเนื่องซึ่งมักจะกำหนดช่วงของค่าพารามิเตอร์ ซึ่งการตัดสินใจจะพิจารณาภายใต้สภาวการณ์ที่เลวร้ายที่สุด (Worst Case Scenario)

4. ปัญหาการเลือกตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ให้บริการแบบโรบัส (Robust Facility Location Problems) เป็นปัญหาการเลือกตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ให้บริการที่พิจารณาปัจจัยนำเข้าเป็นค่าไม่แน่นอนที่ไม่สามารถอธิบายได้ด้วยความน่าจะเป็น โดยเป้าหมายคือต้องการให้ผลของการตัดสินใจเป็นการตัดสินใจที่ดีแม้ค่าพารามิเตอร์จะเปลี่ยนไปตามความไม่แน่นอนที่พิจารณา ตัววัดส่วนใหญ่ที่ใช้ในการกำหนดฟังก์ชันวัตถุประสงค์นั้นมักจะใช้อยู่สองตัววัด ได้แก่ ค่าเสียโอกาสจากการตัดสินใจที่ผิดพลาด (Regret) และค่าใช้จ่าย โดยฟังก์ชันวัตถุประสงค์จะอยู่ในรูปแบบที่ต้องการทำให้ค่าเสียโอกาสที่เกิดจากการตัดสินใจผิดพลาดหรือค่าใช้จ่ายที่มากที่สุดมีค่าน้อยที่สุด และมักจะเป็นการขยายผลจากปัญหาแบบ p-Median (Minimal Regret Median Location Problems)หรือแบบ p-Center (Minimal Regret p-Center Location Problems)

จากการทบทวนวรรณกรรมปัญหาการเลือกตำแหน่งของสถานที่ให้บริการ ซึ่งประเภทปัญหาการเลือกตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ให้บริการสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในรูปแบบที่หลากหลายแตกต่างกันออกไปตามวัตถุประสงค์ในการตั้งสถานที่ให้บริการ พารามิเตอร์ที่พิจารณา ระยะเวลาในการพิจารณา (จุดเวลา, ช่วงเวลา) ซึ่งมีแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน เนื่องด้วยผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์ต้องการกำหนดจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ ที่มีความเหมาะสมสามารถครอบคลุมจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลภายใต้ระยะเวลาการกู้ชีพที่มีประสิทธิภาพ โดยกำหนดให้พารามิเตอร์ที่พิจารณาเป็นแบบทราบค่าและเป็นค่าคงที่ (เนื่องจากพิจารณาจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลในช่วงเวลาหนึ่งในอดีต) จึงมีความสนใจใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของปัญหาการเลือกตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ให้บริการแบบดีเทอร์มินิสติก ประเภทปัญหาครอบคลุมความต้องการของลูกค้าให้ได้มากที่สุด (Maximal Covering Problem) ซึ่งจัดว่าเป็นประเภทปัญหาที่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์และการนำไปประยุกต์ใช้มากที่สุด

ผู้วิจัยจึงทำการศึกษารายละเอียดของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของปัญหาครอบคลุมความต้องการของลูกค้าให้ได้มากที่สุดเพิ่มเติม ดังนี้ Church R. and Revelle C. (1974) กล่าวว่าปัญหาครอบคลุมความต้องการของลูกค้าให้ได้มากที่สุด (Maximal Covering Problem) เป็นการเลือก

ตำแหน่งที่ตั้งให้กับสถานที่ให้บริการจำนวน P แห่ง เพื่อให้สามารถครอบคลุมความต้องการของลูกค้าให้ได้มากที่สุด ตัวอย่างเช่น ใช้ในการพิจารณาทำเลที่ตั้งของโรงพยาบาล เป็นต้น ซึ่งมีแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ดังนี้

$$Maximize \quad \sum_i w_i Z_i \qquad (1)$$

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

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

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

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

โดยมีตัวแปรตัดสินใจเพิ่มเติม คือ

$Z_i =$ { 1 ถ้าความต้องการของลูกค้าที่ตำแหน่งที่ i ถูกครอบคลุม ; 0 ถ้าไม่ใช่ }

สมการวัตถุประสงค์ (1) เป็นการครอบคลุมความต้องการของลูกค้าให้มากที่สุด โดยมีสมการข้อจำกัด (2) รับประกันว่าลูกค้าที่ถูกครอบคลุมจะได้รับการให้บริการจากสถานที่ให้บริการที่ตั้งอยู่ภายในระยะทางที่กำหนด สมการข้อจำกัด (3) แสดงถึงข้อจำกัดของจำนวนของตำแหน่งที่ตั้งที่จะถูกเลือกจะมีจำนวนเท่ากับ P แห่งเท่านั้น และสมการ (4-5) เป็นข้อจำกัดเชิงตัวเลข เนื่องจากปัญหาครอบคลุมความต้องการของลูกค้าให้ได้มากที่สุดเป็นปัญหากำหนดการเชิงเส้น (Linear Programming Problems)

2.6 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

จากข้อมูลของศูนย์วิจัยภูมิสารสนเทศเพื่อประเทศไทย (2560) ได้อธิบายว่าระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System : GIS) คือกระบวนการทำงานเกี่ยวกับการจัดเก็บข้อมูลในเชิงพื้นที่ด้วยระบบคอมพิวเตอร์ โดยการนำข้อมูลเชิงบรรยายมาวิเคราะห์หรือ ประมวลผลด้วยแบบจำลองต่างๆ ก่อนที่จะแสดงผลออกมาให้เห็นถึงความสัมพันธ์กับตำแหน่งในเชิงพื้นที่ได้อย่าง

มีประสิทธิภาพ ซึ่งรูปแบบและความสัมพันธ์ของข้อมูลเชิงพื้นที่นั้น เราสามารถนำมาวิเคราะห์ด้วย GIS และทำให้เกิดการแสดงผลที่สื่อความหมายในด้านการเปลี่ยนแปลงที่สัมพันธ์กับเวลาได้ เช่น การเปลี่ยนแปลงของทรัพยากรป่าไม้ การย้ายถิ่นฐานที่อยู่อาศัย การสร้างสิ่งอำนวยในพื้นที่ต่างๆ เป็นต้น โดยข้อมูลเหล่านี้จะสามารถทำให้ผู้ใช้ข้อมูลได้เข้าใจความหมายได้ง่ายขึ้น

การใช้งาน GIS จะต้องมีการนำเข้าข้อมูลต่างๆเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์ เช่น ที่อยู่ บ้านเลขที่ ความสัมพันธ์กับตำแหน่งในเชิงพื้นที่ เช่น ตำแหน่ง เส้นรุ้ง เส้นแวง ในรูปของตารางข้อมูล และฐานข้อมูล โดยข้อมูลที่จัดเก็บใน GIS มีลักษณะเป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) ที่แสดงในรูปของแผนที่ (Map) รูปภาพ (Graphic) ที่เชื่อมโยงกับฐานข้อมูล (Database) หรือข้อมูลเชิงบรรยาย (Attribute Data) ก่อนที่จะมีการเรียกค้นข้อมูลโดยสามารถเรียกดูได้หลายข้อมูลพร้อมกันจากการแสดงผลเป็นชั้นข้อมูล (Layer) ทำให้ง่ายต่อการวิเคราะห์ และประมวลผล

แผนที่ใน GIS นั้นจะมีความสัมพันธ์กับตำแหน่งในเชิงพื้นที่ทางภูมิศาสตร์ เป็นค่าพิกัดที่แน่นอน ซึ่งข้อมูลใน GIS ทั้งข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลเชิงบรรยาย สามารถที่จะอ้างอิงถึงตำแหน่งที่มีอยู่จริงบนพื้นโลกได้โดยอาศัยระบบพิกัดทางภูมิศาสตร์ (Geocode) สามารถใช้หาข้อมูลของที่อยู่อาศัย ถนน อาคารสถานที่ เป็นต้น

องค์ประกอบของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ได้แก่

1. อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ (Hardware) หมายถึง คอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ต่อพ่วงอื่นๆเช่น สแกนเนอร์เครื่องพิมพ์ กล้องถ่ายรูป หรืออุปกรณ์อื่นๆที่มีหน้าที่ในการนำเข้าข้อมูล ประมวลผล แสดงผลข้อมูล

2. โปรแกรม (Software) คือ กลุ่มโปรแกรมสำเร็จรูปที่ติดตั้งบนระบบฮาร์ดแวร์เพื่อให้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ สามารถทำงานได้ตามที่ได้รับการออกแบบไว้ โดยมีโปรแกรมหลัก เช่น WINDOW, UNIX และโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เช่น โปรแกรม ARC/INFO, PAMAP, INTERGRAPH, Auto CAD MAP, MAPINFO เป็นต้น ซึ่งโปรแกรมต่างๆ เหล่านี้จะประกอบด้วยฟังก์ชันการทำงานและเครื่องมือที่จำเป็นต่างๆ สำหรับนำเข้าและปรับแต่งข้อมูล จัดการระบบฐานข้อมูล เรียกค้น วิเคราะห์ข้อมูล และจำลองภาพ

3. บุคลากร (People) คือ ผู้ปฏิบัติงานซึ่งเกี่ยวข้องกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เช่น ผู้เก็บบันทึกข้อมูล นำเข้าข้อมูล ผู้ดูแลระบบฐานข้อมูล ผู้ที่มีหน้าที่ในการวิเคราะห์ข้อมูล รวมถึงผู้บริหารที่มีส่วนต้องใช้ข้อมูลในการตัดสินใจด้วยเช่นกัน ซึ่งบุคลากรถือว่าเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดในระบบ GIS เนื่องจากถ้าขาดบุคลากร ข้อมูลที่มีอยู่มากมายนั้น ก็จะไม่มีคุณค่าใดเลยเพราะไม่ได้ถูกนำไปใช้งานนั่นเอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4. ข้อมูล (Data) เป็นองค์ประกอบที่สำคัญรองลงมาจากบุคลากร แหล่งข้อมูลของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่สำคัญ ได้แก่ แผนที่ภูมิประเทศ ภาพถ่ายดาวเทียม (Satellite Imagery) หรือ รูปถ่ายทางอากาศ (Aerial Photographs) ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ถือว่าเป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ และนอกจากนี้ระบบสารสนเทศยังต้องการข้อมูลเชิงบรรยาย ที่จะช่วยขยายความด้านรายละเอียดของข้อมูลเชิงพื้นที่อีกด้วย ตัวอย่างของข้อมูลเชิงบรรยาย ได้แก่ จำนวนประชากรชาย-หญิง ชื่อของหมู่บ้าน จำนวนที่พักอาศัย เป็นต้น ข้อมูลต่างๆ ที่ใช้ในระบบ GIS นั้นจะถูกจัดเก็บในรูปแบบของฐานข้อมูล โดยได้รับการดูแลจากระบบจัดการฐานข้อมูลหรือ DBMS

5. ขั้นตอนการทำงาน (Methods) คือ วิธีการที่องค์กรนั้นๆ นำเอาระบบ GIS ไปใช้งานโดย แต่ละองค์กรย่อมมีระบบที่แตกต่างกันออกไป ฉะนั้น ผู้ปฏิบัติงานต้องเลือกใช้วิธีการในการจัดการกับข้อมูลและปัญหาที่เหมาะสมที่สุด สำหรับหน่วยงานนั้น ๆ เอง ซึ่งความสำเร็จของการใช้ระบบจะขึ้นอยู่กับการออกแบบแผนงาน และการกำหนดขั้นตอนการปฏิบัติงาน เพื่อให้งานเป็นไปตามขั้นตอน และมีความน่าเชื่อถือ แม่นยำ

วิธีการที่องค์กรนั้นๆ นำเอาระบบ GIS ไปใช้งาน จะแตกต่างกันไปตามแต่ละองค์กร ดังนั้น ผู้ปฏิบัติงานต้องเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุดสำหรับหน่วยงานของตนเอง เพื่อให้เกิดประโยชน์และประสิทธิภาพที่สูงสุด โดยหน้าที่หลัก ๆ ของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จะมีอยู่ด้วยกัน 5 ข้อดังนี้

1. การนำเข้าข้อมูลของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ จะต้องมีการแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบของข้อมูลเชิงตัวเลข (Digital Format) เช่น แปลงข้อมูลจากแผนที่กระดาษไปสู่ข้อมูลที่อยู่ในรูปฐานข้อมูลคอมพิวเตอร์

2. การปรับแต่งข้อมูล เพื่อให้ข้อมูลมีความเหมาะสมกับงานที่นำไปใช้ เช่น ข้อมูลอาจมีขนาดที่แตกต่างกัน (Scale) หรือใช้ระบบพิกัดแผนที่ที่แตกต่างกัน ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะต้องได้รับการปรับแต่งให้อยู่ในระดับเดียวกันเสียก่อน

3. การบริหารข้อมูล ระบบจัดการฐานข้อมูล (DBMS) จะถูกนำมาใช้ในการบริหารข้อมูล เพื่อการทำงานที่มีประสิทธิภาพ โดยระบบ GIS DBMS ที่ได้รับการเชื่อถือและนิยมใช้กันอย่างกว้างขวางที่สุดคือ ระบบจัดการฐานข้อมูลแบบสัมพันธ์ ซึ่งมีหลักการทำงานพื้นฐาน คือ การจัดเก็บข้อมูลในรูปของตาราง

4. การเรียกค้นและวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งเป็นการนำข้อมูลมาใช้ให้เกิดประโยชน์ เช่น พื้นที่ในบริเวณต่างๆเหมาะกับการปลูกพืชชนิดใดบ้าง ลักษณะภูมิประเทศเป็นอย่างไร ระยะทางระหว่างสองจังหวัดเท่ากับกี่กิโลเมตร เป็นต้น และนอกจากนี้เรายังสามารถใช้เครื่องมือในการ

วิเคราะห์ข้อมูลอื่นๆเพิ่มเติมได้อีกด้วย เช่น การวิเคราะห์เชิงประมาณค่า (Proximity หรือ Buffer) การวิเคราะห์เชิงซ้อน (Overlay Analysis) เป็นต้น

5. การนำเสนอข้อมูล หลังจากดำเนินการเรียกค้นและวิเคราะห์ข้อมูลแล้ว ผลลัพธ์ที่ได้จะอยู่ในรูปของตัวเลขหรือตัวอักษร ซึ่งจะยากต่อการตีความหมายหรือทำความเข้าใจ การนำเสนอข้อมูลที่ดีโดยระบบ GIS นั้น อาจทำได้โดยการแสดงในรูปแบบของชาร์ต (Chart) แบบ 2 มิติ หรือ 3 มิติ หรืออาจเป็น รูปภาพจากสถานที่จริง แผนที่ หรือภาพเคลื่อนไหว เพื่อให้ผู้ที่นำข้อมูลไปใช้ ได้เข้าใจความหมายและมองภาพของผลลัพธ์ที่นำเสนอได้ดียิ่งขึ้น

การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ด้านต่างๆ จากข้อมูลเบื้องต้น ที่ได้กล่าวถึงประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ว่าสามารถนำมาวิเคราะห์ข้อมูลและแสดงผลข้อมูลเชิงพื้นที่ที่มีความละเอียด รวมถึงสามารถอธิบายความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ได้ จึงทำให้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นที่นิยมและถูกนำไปใช้ในงานที่หลากหลายมากขึ้น โดยยกตัวอย่างการนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ ได้ดังต่อไปนี้

1. ด้านสาธารณูปโภคพื้นฐาน การจัดสร้างระบบสาธารณูปโภคพื้นฐานไปยังพื้นที่ต่างๆ ตามความต้องการของประชาชนนั้น สามารถใช้ระบบ GIS วางแผนในการเดินสายไฟฟ้า ท่อประปา สร้างถนน รวมถึงการวางแผนในการบำรุงรักษาสาธารณูปโภคพื้นฐานเหล่านี้ได้

2. ด้านเศรษฐกิจ ระบบ GIS สามารถนำมาช่วยในการพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจได้ เช่น การเลือกตำแหน่งที่ตั้งโรงงาน เขตอุตสาหกรรม การวางแผนการใช้ทรัพยากรในการผลิต การวิเคราะห์ความพร้อมของแรงงาน วัตถุดิบ ศูนย์กระจายสินค้า รวมถึงความต้องการของประชากรในแต่ละพื้นที่จากข้อมูลพื้นฐาน

3. ด้านการวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดิน การประยุกต์ใช้ GIS เพื่อช่วยในการวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดิน เป็นการประยุกต์ใช้ GIS ที่แพร่หลายที่สุด เพราะด้วยความสามารถของระบบในการวิเคราะห์ ประเมินผล และนำเสนอข้อมูลต่างๆในเชิงพื้นที่ที่จำเป็นต่อการจัดการ การวางผังเมือง การวิเคราะห์สภาพที่ดินในแต่ละพื้นที่ สามารถทำได้อย่างสะดวก

4. ด้านคมนาคมขนส่ง GIS สามารถใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิผลทางด้านการคมนาคมขนส่งให้มีมากขึ้นได้เช่นกัน ยกตัวอย่างเช่น การวางแผนในการสร้างเส้นทางขนส่งของอุตสาหกรรมต่างๆไปยังท่าเรือ การวางแผนเส้นทางการเดินรถประจำทาง การวางแผนการสร้างเส้นทางคมนาคมเพื่อเชื่อมต่อแต่ละภาคส่วน ทั้งการเดินทางโดยรถยนต์ รถไฟ เส้นทางเดินเรือและเส้นทางการบิน ฯลฯ เป็นต้น

5. ด้านการสาธารณสุข ในต่างประเทศการประยุกต์ใช้ GIS ในการบริหารจัดการภาครัฐกับงานทางด้านสาธารณสุข มีใช้กันอย่างแพร่หลาย เช่น การวิเคราะห์การแพร่ของโรคระบาด การระบุบริเวณที่มีความเสี่ยงที่จะเกิดโรคติดต่อ จากผู้ป่วยโรคต่างๆ หรือแนวโน้มการระบาดของโรค ซึ่งการประยุกต์ใช้ GIS จะช่วยให้ผู้ที่เกี่ยวข้องสามารถวางแผนในการป้องกันและแก้ไขปัญหาทางด้านสาธารณสุขได้อย่างมีประสิทธิผลยิ่งขึ้น

6. ด้านการจัดเก็บภาษี ในปัจจุบันได้มีการนำ GIS มาประยุกต์ใช้ เพื่อช่วยในการจัดเก็บภาษีให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยอาศัยข้อมูลแผนที่มาตราส่วนขนาดใหญ่ ที่สามารถมองเห็นขอบเขตของอาคาร สิ่งปลูกสร้าง ที่อยู่อาศัย มาแสดงผลให้สามารถดูข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลการชำระภาษีอากรได้ง่ายขึ้น

7. ด้านการบริการชุมชน GIS จะเกี่ยวข้องในส่วนของการให้บริการของภาครัฐกับประชาชนโดยทั่วไป ซึ่งประชาชนในแต่ละพื้นที่ จะมีความต้องการบริการจากภาครัฐแตกต่างกันไป ทางภาครัฐสามารถเก็บข้อมูลมาวางแผนการกำหนดจุดบริการประชาชนในแต่ละพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพและครอบคลุมได้อย่างดี

8. ด้านการบังคับใช้กฎหมายและการป้องกันอาชญากรรม มีการนำระบบ GIS มาใช้กันอย่างแพร่หลายมากขึ้น เช่น การกำหนดจุดติดตั้งป้อมตำรวจในจุดเสี่ยง แต่ละจุดเพื่อป้องกันการเกิดอาชญากรรม การกำหนดขอบเขตในการติดตั้งกล้องวงจรปิดให้ครอบคลุมพื้นที่มากที่สุด ซึ่งเจ้าหน้าที่ตำรวจ หรือ ผู้รักษากฎหมายสมารถวางแผนการทำงาน เพื่อให้ความสำคัญกับบางพื้นที่ที่ต้องทำการดูแลเป็นพิเศษ เพื่อลดปัญหาอาชญากรรมได้

9. ด้านการจัดการภาวะฉุกเฉินและภัยพิบัติ GIS สามารถช่วยให้เจ้าหน้าที่และผู้ที่เกี่ยวข้องสามารถเข้าถึงข้อมูลในเชิงพื้นที่ได้อย่างทั่วถึง ภายในเวลาอันรวดเร็ว ซึ่งสิ่งที่จำเป็นมากที่สุดในการจัดการในสภาวะฉุกเฉิน คือ การรับรู้ข้อมูลต่างๆที่เกี่ยวข้องให้มากที่สุด เพื่อช่วยในการตัดสินใจให้เร็วที่สุดและเกิดข้อผิดพลาดน้อยที่สุด โดยข้อมูลเชิงพื้นที่นั้นจำเป็นต่อมาตรการในการป้องกันและแก้ไขปัญหาภัยพิบัติเป็นอย่างมาก นอกจากนี้ GIS ยังมีประโยชน์ในการนำมาใช้วิเคราะห์ทิศทางการวางแผนอพยพผู้คน เส้นทางในการเคลื่อนย้ายลำเลียงผู้ที่ได้รับบาดเจ็บ การขนส่งเสบียง รวมถึงการกำหนดนโยบายและกลยุทธ์ในการป้องกันปัญหาในอนาคตได้อีกด้วย

10. ด้านสิ่งแวดล้อม ในหลายๆประเทศ ได้มีการประยุกต์ใช้ GIS เพื่อทดลองสร้างแบบจำลองทางด้านสิ่งแวดล้อม เช่น การวิเคราะห์และรวบรวมสภาพป่าไม้ในแต่ละพื้นที่ การสร้างแบบจำลองสามมิติแสดงการถล่มของภูเขา การวิเคราะห์เส้นทางการไหลของแม่น้ำสายที่สำคัญ การเก็บข้อมูลและวิเคราะห์สภาพดินในแต่ละภูมิประเทศ โดยสรุปคือการสร้างแบบจำลองใน GIS จะช่วย

ให้ผู้ใช้สามารถทำความเข้าใจกับลักษณะของพื้นที่ได้โดยง่าย ซึ่งจะมีประโยชน์เป็นอย่างมากในการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมต่อไปในอนาคต

นอกจากนี้ในส่วนของการวิเคราะห์ข้อมูลโครงข่าย (ArcGIS Network Analyst) สุเพชร จิรขจรกุล (2556) กล่าวว่า ArcGIS Network Analyst เป็นโปรแกรมเพิ่มความสามารถของ ArcGIS for Desktop ที่สามารถวิเคราะห์ข้อมูลโครงข่าย และช่วยให้ผู้ใช้สามารถสร้างเงื่อนไขสำหรับวิเคราะห์ข้อมูลโครงข่ายได้เสมือนจริงมากขึ้น เช่น กำหนดกฎในการห้ามเลี้ยว จำกัดความเร็ว หรือเงื่อนไขทางจราจรที่แตกต่างกันตามช่วงเวลา รวมถึงการกำหนดฝั่งถนนในการขนส่งสินค้า เป็นต้น

ด้วยความสามารถของ Network Analyst สามารถทำการวิเคราะห์ข้อมูลได้ดังนี้

- วิเคราะห์เวลาในการเดินทาง พร้อมหน้าต่างแสดงทิศทางการเดินทางที่มีรายละเอียดแสดงระยะทางและเวลา ทิศทางในการเดินทางที่เป็นแผนที่สามารถปรับมาตราส่วนแผนที่ได้แบบไดนามิก

- วิเคราะห์เส้นทางจากจุดหนึ่งไปยังจุดต่างๆ และสามารถหาผลลัพธ์ได้หลายเส้นทาง

- การจัดลำดับในการเดินทางไปยังปลายทางต่างๆ

- วิเคราะห์หาเส้นทางที่ดีที่สุด (Route) โดยพิจารณาช่วงเวลาและระยะทางที่ต้องไปยังจุดหมายต่างๆ ได้

- กำหนดพื้นที่ให้บริการ (Service Area) โดยสามารถตกแต่งขอบของ Service Area ได้ และสามารถสร้าง Services Area ที่ไม่ซ้อนทับได้

- ค้นหาสาธารณูปโภคที่ใกล้ที่สุด (Closest Facility)

- วิเคราะห์หาเมตริกซ์การเดินทางระหว่างจุดเริ่มต้นและปลายทางใดๆ (OD Cost Matrix)

- การจัดการเส้นทางสำหรับยานพาหนะเพื่อการขนส่ง (Vehicle Routing Problem) วิเคราะห์หาเส้นทางสำหรับการขนส่งสินค้าตามลำดับการสั่งสินค้า รวมถึงสามารถพิจารณาจากเงื่อนไข เช่น ช่วงเวลาที่ต้องไปส่งสินค้า เวลาในการโหลดสินค้า กำหนดโซนในการขนส่งและปริมาณสูงสุดที่รถสามารถบรรทุกสินค้าได้ สำหรับการขนส่งให้กับรถแต่ละคันและแยกรถเป็นแต่ละสายที่จะขนส่งสินค้า

- สนับสนุนการวิเคราะห์หลายๆ โครงข่ายชั้นข้อมูลร่วมกันได้

- การจัดหาตำแหน่งที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ (Location-Allocation) ใช้สำหรับวิเคราะห์การจัดสรรตำแหน่งข้อมูล จากกลุ่มของตำแหน่งข้อมูลที่มีศักยภาพ โดยตำแหน่งข้อมูลอาจเป็นทำเลที่ตั้งที่คาดว่าจะเปิดธุรกิจหรือเป็นตำแหน่งร้านค้าหรือเป็นตำแหน่งของสิ่งอำนวยความสะดวก จากการสำรวจทำเลที่ตั้งแล้วพบว่ามีหลายแห่งที่น่าสนใจ ดังนั้นหากจำเป็นต้องเลือกตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพมากที่สุด จากบรรดาทำเลที่ตั้งที่มีศักยภาพหลายๆแห่ง โดยแนวทางการจัดหาตำแหน่งที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ ได้แก่ การจัดหาตำแหน่งที่เหมาะสมด้วยการหาตำแหน่งร้านค้าที่อยู่ใกล้ศูนย์กลางประชาชนที่มีความต้องการลูกค้ามากที่สุด (Maximize Attendance) การจัดหาตำแหน่งที่เหมาะสมด้วยการหาตำแหน่งร้านค้าใหม่เพื่อเพิ่มส่วนแบ่งการตลาดให้ได้มากที่สุด (Maximize Market Share) การจัดหาตำแหน่งที่เหมาะสมด้วยการหาตำแหน่งที่สามารถครอบคลุมการให้บริการให้ได้มากที่สุด (Maximize Coverage) และการจัดหาตำแหน่งที่เหมาะสมด้วยการหาตำแหน่งสถานที่ให้บริการจำนวนที่น้อยที่สุด เพื่อให้บริการมากที่สุดภายในระยะเวลาหรือระยะทางที่กำหนด (Minimize Facility)

จากการทบทวนวรรณกรรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ซึ่งเป็นโปรแกรมที่จะนำมาใช้ในการนำเข้าข้อมูลและประมวลผลการกำหนดจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ โดยจะใช้การวิเคราะห์ข้อมูลโครงข่าย (ArcGIS Network Analyst) ในส่วนของการจัดหาตำแหน่งที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ (Location-Allocation) ด้วยการหาตำแหน่งที่สามารถครอบคลุมการให้บริการให้ได้มากที่สุด (Maximize Coverage) ซึ่งสอดคล้องกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ปัญหาการเลือกตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ให้บริการแบบดีเทอร์มินิสติก ประเภทปัญหาครอบคลุมความต้องการของลูกค้าให้ได้มากที่สุด (Maximal Covering Problem) ที่ได้กล่าวไปข้างต้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่ามีการประยุกต์ใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ในมุมของการจัดการโลจิสติกส์ด้านการช่วยเหลือทางมนุษยธรรม เช่น การวางแผนระบบการจัดการโลจิสติกส์เพื่อการบรรเทาสาธารณภัย การหาตำแหน่งที่ตั้งของสถานบริการทางการแพทย์ หน่วยการแพทย์ฉุกเฉิน จุดจอดรถกู้ชีพ จุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ ซึ่งงานวิจัยต่างๆมีดังต่อไปนี้

คมสัน โสมณวัตร (2559) ได้ศึกษาระบบการจัดการโลจิสติกส์เพื่อช่วยเหลือผู้ประสบอุทกภัย กรณีศึกษา อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์กิจกรรม

โลจิสติกส์และพัฒนาระบบการจัดการโลจิสติกส์เพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในระดับพื้นที่ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ซึ่งได้มีการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงปริมาณจากกลุ่มตัวอย่างชุมชนในอำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี จำนวน 636 คน จากประชากรทั้งหมด 952 คน และข้อมูลเชิงคุณภาพจากหน่วยงานภาครัฐในพื้นที่ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการดำเนินงานในการช่วยเหลือผู้ประสบอุทกภัยจำนวน 3 หน่วยงาน ซึ่งผลการศึกษาพบว่ากิจกรรมด้านการจัดการโลจิสติกส์เพื่อช่วยเหลือผู้ประสบอุทกภัยมีทั้งหมด 13 กิจกรรม และพื้นที่ดังกล่าวยังไม่มีกิจกรรมการบริหารถุงยังชีพ เพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยและยังไม่มีการบริหารคลังสินค้าและสินค้าคงคลัง โดยการพัฒนาระบบการจัดการโลจิสติกส์เพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยจะต้องอาศัยความร่วมมือจากชุมชน และหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องเริ่มตั้งแต่การจัดทำแผนปฏิบัติการเพื่อเตรียมความพร้อมรับมือกับภัยพิบัติ โดยปัจจัยที่ทำให้เกิดการมีส่วนร่วมระหว่างชุมชนและหน่วยงานภาครัฐคือ การใช้ประโยชน์จากข้อมูลข่าวสารได้อย่างมีประสิทธิภาพเพื่อนำไปสู่การช่วยเหลือ การขนส่งลำเลียงถุงยังชีพ การบริหารจัดการสิ่งของบริจาคได้อย่างทั่วถึงและมีประสิทธิภาพ

พงษ์ชัย จิตตะมัย และคณะ (2557) ได้ศึกษาการวางแผนห่วงโซ่อุปทานของการจัดการบริการทางการแพทย์ฉุกเฉิน ระดับท้องถิ่น/พื้นที่ กรณีศึกษาจังหวัดนครราชสีมา มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ห่วงโซ่อุปทานด้านการให้บริการทางการแพทย์ฉุกเฉินระดับท้องถิ่น/พื้นที่ เพื่อพัฒนาต้นแบบห่วงโซ่อุปทานที่มีประสิทธิภาพของการให้บริการทางการแพทย์ฉุกเฉินระดับท้องถิ่น/พื้นที่ และเพื่อวางแผนห่วงโซ่อุปทานของการจัดการบริการทางการแพทย์ฉุกเฉินระดับท้องถิ่น/พื้นที่ โดยวิธีดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ส่วนตามวัตถุประสงค์ โดยใช้วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลสถิติจากระบบสารสนเทศทางการแพทย์ฉุกเฉิน การจำลองแผนที่เชิงภูมิศาสตร์ของจังหวัดนครราชสีมา การวิเคราะห์การปรับตำแหน่งหน่วยบริการแพทย์ฉุกเฉินด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ปัญหาครอบคลุมความต้องการของลูกค้าให้ได้มากที่สุด (Maximal Covering Problem) เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลด้านอุปสงค์ (เหตุฉุกเฉิน) อุปทาน (การจัดสรรทรัพยากร) และประสิทธิภาพด้านกระบวนการ ซึ่งมีตัวชี้วัดที่สำคัญ คือ ระยะเวลาการตอบสนองในการเข้าถึงเหตุฉุกเฉิน ผลการศึกษาพบว่า ระบบบริการการแพทย์ฉุกเฉินภายในจังหวัดนครราชสีมา สามารถดำเนินกลไกการให้บริการและไปได้อย่างมีประสิทธิภาพสูง แต่ระยะเวลาตอบสนองของระดับความรุนแรงของผู้ป่วยฉุกเฉิน พบว่าระยะเวลาในการตอบสนองในการเข้าถึงจุดเกิดเหตุ สำหรับผู้ป่วยฉุกเฉินเร่งด่วน (สีเหลือง) ไม่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ร้อยละ 28.3 และระยะเวลาในการตอบสนองในการเข้าถึงจุดเกิดเหตุ สำหรับผู้ป่วยฉุกเฉินวิกฤต (สีแดง) ไม่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ร้อยละ 67.6 ซึ่งนำไปสู่การพัฒนาต้นแบบห่วงโซ่อุปทานที่มีประสิทธิภาพของการให้บริการทางการแพทย์ฉุกเฉิน เพื่อพิจารณาถึงความเป็นไปได้ในการยกระดับ

และปรับปรุงตำแหน่งจุดบริการทางการแพทย์ฉุกเฉินให้สามารถออกปฏิบัติการโดยเข้าถึงจุดเกิดเหตุภายในระยะเวลาตอบสนอง 8 นาที และมีอัตราการครอบคลุมการบริการเพิ่มขึ้น ผลการพัฒนาตัวแบบ ได้ตัวแบบจำนวน 6 ตัวแบบ ประกอบไปด้วย ตัวแบบยกระดับเครือข่ายการแพทย์ฉุกเฉินเป็นระดับสูงโดยพิจารณาเหตุฉุกเฉิน ตัวแบบการส่งต่อโดยพิจารณาเหตุฉุกเฉิน ตัวแบบยกระดับเครือข่ายการแพทย์ฉุกเฉินเป็นระดับสูงโดยพิจารณาจำนวนประชากร ตัวแบบการส่งต่อโดยพิจารณาจำนวนประชากร ตัวแบบยกระดับเครือข่ายการแพทย์ฉุกเฉินเป็นระดับสูงโดยพิจารณาทั้งเหตุฉุกเฉินและจำนวนประชากร และตัวแบบการส่งต่อโดยพิจารณาทั้งเหตุฉุกเฉินและจำนวนประชากร นอกจากนี้มีการใช้วิธีการจำลองสถานการณ์ในการยืนยันว่าตัวแบบห่วงโซ่อุปทานของการให้บริการทางการแพทย์ฉุกเฉินนั้นมีประสิทธิภาพ สามารถให้ผลลัพธ์ในสถานการณ์เสมือนจริงได้อย่างถูกต้อง ภายในระยะเวลาตอบสนองที่มีประสิทธิภาพใน 8 นาที โดยการนำแบบแผนไปปรับใช้ขึ้นอยู่กับแนวคิดและบริบทของแต่ละพื้นที่ ซึ่งแผนที่ 1 และแผนที่ 2 นั้นพิจารณาจากข้อมูลเหตุฉุกเฉินในอดีต สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในช่วงเวลาเทศกาลหรือช่วงเวลาที่มีอุบัติเหตุสูงกว่าปกติได้ ส่วนแผนที่ 3 และแผนที่ 4 นั้นพิจารณาจากจำนวนประชากรและความหนาแน่นของประชากร ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับพื้นที่ที่มีความถี่หรือจำนวนของเหตุฉุกเฉินต่ำ แต่มีคุณลักษณะของประชากรเป็นปัจจัยสำคัญสำหรับโอกาสในการเกิดเหตุฉุกเฉินในอนาคต หรือพื้นที่ที่ไม่มีหน่วยบริการแพทย์ฉุกเฉินหรือโรงพยาบาลตั้งอยู่ และแผนที่ 5 และแผนที่ 6 นั้นพิจารณาจากเหตุฉุกเฉินและประชากรประกอบกัน

พีระวัฒน์ แกล้ววิการณ์ และสุเพชร จิรขจรกุล (2557) ได้ศึกษาการประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการวิเคราะห์พื้นที่การให้บริการศูนย์การแพทย์ฉุกเฉิน จังหวัดเลย มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ขอบเขตพื้นที่การให้บริการจากศูนย์การแพทย์ฉุกเฉินของโรงพยาบาลและโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลหรือสถานีอนามัย โดยพิจารณาปัจจัยด้านความสูงของพื้นผิวและความลาดชัน โดยกำหนดเวลาการเข้าถึงบริการศูนย์การแพทย์ฉุกเฉินภายใน 10 นาที ตามข้อกำหนดของสำนักสาธารณฉุกเฉิน กระทรวงสาธารณสุข จัดทำเป็นฐานข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และวิเคราะห์ข้อมูลโครงข่าย (ArcGIS Network Analyst) ผลการศึกษาพบว่าพื้นที่ให้บริการของโรงพยาบาลทั้งหมด 16 แห่งที่มีพื้นที่ให้บริการในระยะเวลา 10 นาที มีพื้นที่ 2,795 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 26.62 ของพื้นที่ทั้งหมด และจากการวิเคราะห์ครัวเรือนที่อยู่ในเขตนี้จำนวน 53,794 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 64.88 ซึ่งโรงพยาบาลถือเป็นสถานพยาบาลที่เหมาะสำหรับผู้ป่วยขั้นวิกฤตเนื่องจากมีบุคลากรทางการแพทย์และเครื่องมือทางการแพทย์ที่จะให้การช่วยเหลือผู้ป่วยได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่วนพื้นที่การให้บริการจากโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลทั้งหมด 83 แห่งที่มีพื้นที่ให้บริการในระยะเวลา 10 นาที เป็น 5,131 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 48.87 ของพื้นที่ทั้งหมด

และจากการวิเคราะห์ครัวเรือนที่อยู่ในเขตนี้จำนวน 78,656 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 94.87 แต่อย่างไรก็ตามโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลสามารถให้บริการด้านสาธารณสุขในระดับการตรวจรักษาพยาบาลขั้นต้นเท่านั้น และหลายครั้งผู้ป่วยจะถูกส่งต่อมาโรงพยาบาลที่มีความพร้อมในด้านบุคลากรทางการแพทย์และเครื่องมือทางการแพทย์มากกว่า ดังนั้นผลจากการศึกษาครั้งนี้สามารถใช้เป็นแนวทางการพัฒนาการให้บริการการแพทย์ฉุกเฉินหรือการเพิ่มสถานพยาบาลเพื่อให้มีพื้นที่ครอบคลุมพื้นที่จังหวัดเลยมากยิ่งขึ้น เพื่อเป็นประโยชน์ในการให้บริการประชาชนอย่างทั่วถึง

วโรรส อินทรศิริพงษ์ (2557) ได้ศึกษาการพัฒนาตัวแบบการจัดสรรตำแหน่งของหน่วยการแพทย์ฉุกเฉินเพื่อลดระยะเวลาการเข้าถึงจุดเกิดเหตุ กรณีศึกษาจังหวัดนครราชสีมา ซึ่งพบว่าเวลาเฉลี่ยตั้งแต่รับแจ้งเหตุจนถึงชุดปฏิบัติการฉุกเฉินถึงตัวผู้ประสบเหตุ (Response time) ของการแพทย์ฉุกเฉินจากชุดปฏิบัติการฉุกเฉินระดับสูง (Advance Life Support Unit หรือ ALS) ใช้เวลาถึง 12 นาที โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเก็บข้อมูลจากการแพทย์ฉุกเฉินในปัจจุบัน เพื่อพัฒนาตัวแบบการจัดสรรตำแหน่งชุดปฏิบัติการฉุกเฉินเพื่อเพิ่มจำนวนผู้ป่วยฉุกเฉินให้ได้รับบริการทางการแพทย์ฉุกเฉินจากชุดปฏิบัติการฉุกเฉินระดับสูง (Advance Life Support Unit หรือ ALS) ภายในระยะเวลาตอบสนอง 8 นาทีให้ได้มากที่สุด โดยมีวิธีการวิจัยคือ รวบรวมข้อมูลและคัดกรองข้อมูลการให้บริการทางการแพทย์ฉุกเฉิน แบ่งพื้นที่อำเภอเมืองนครราชสีมาออกเป็นตาราง (Grid) และบันทึกข้อมูลการให้บริการการแพทย์ฉุกเฉิน สร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ปัญหาครอบคลุมความต้องการของลูกค้าให้ได้มากที่สุด (Maximal Covering Problem) เพื่อเพิ่มการเข้าถึงบริการทางการแพทย์ฉุกเฉินระดับสูง โดยมีแนวทางการปรับปรุงการปฏิบัติการฉุกเฉินในจังหวัดนครราชสีมา 2 แนวทางคือ 1. การยกระดับที่ตั้งชุดปฏิบัติการฉุกเฉินระดับต้น (Basic Life Support Unit หรือ BLS) หรือที่ตั้งชุดปฏิบัติการฉุกเฉินเบื้องต้น (First Responder Unit หรือ FR) เพื่อเป็นที่ตั้งชุดปฏิบัติการฉุกเฉินระดับสูงจากตัวแบบยกระดับ และ 2. การใช้ชุดปฏิบัติการฉุกเฉินระดับต้นหรือเบื้องต้นไปรับผู้ป่วยฉุกเฉินแล้วส่งต่อให้กับชุดปฏิบัติการฉุกเฉินระดับสูงจากตัวแบบส่งต่อ โดยทั้ง 2 ตัวแบบมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้ป่วยฉุกเฉินนี้ได้เข้าถึงบริการทางการแพทย์ฉุกเฉินระดับสูงได้ทันระยะเวลาตอบสนองใน 8 นาทีให้ได้มากที่สุด ผลจากการศึกษาและสร้างตัวแบบเพื่อจัดสรรตำแหน่งชุดปฏิบัติการฉุกเฉินดังกล่าวพบว่า หากยังไม่มีการปรับปรุงจำนวนเหตุฉุกเฉินที่ครอบคลุมโดยชุดปฏิบัติการระดับสูงมีทั้งสิ้น 62.09% และเมื่อได้ใช้ตัวแบบการยกระดับที่ตั้ง จำนวนเหตุฉุกเฉินที่จะได้รับบริการการแพทย์ฉุกเฉินระดับสูงภายในระยะเวลาตอบสนอง 8 นาทีเพิ่มเป็น 100% และหากใช้ตัวแบบการส่งต่อเพื่อส่งต่อผู้ป่วย จำนวนเหตุฉุกเฉินที่จะได้รับบริการทางการแพทย์ฉุกเฉินระดับสูงเพิ่มขึ้นเป็น 89.61%

นัทธพงศ์ นันทสำเริง (2554) ได้ศึกษาการวิเคราะห์สถานที่จอดรถกู้ชีพด้วยวิธีจุดศูนย์ถ่วงจากน้ำหนักความเสี่ยง เพื่อหาจุดจอดรถกู้ชีพที่เหมาะสมในการตอบสนองต่อเหตุฉุกเฉินที่เกิดขึ้น โดยต้องการให้ใช้เวลาน้อยที่สุดในการไปยังจุดเกิดเหตุเพื่อให้สามารถปฐมพยาบาลและรักษาชีวิตของผู้ได้รับบาดเจ็บจากอุบัติเหตุหรือเจ็บป่วยฉุกเฉินในพื้นที่ให้บริการของหน่วยกู้ชีพนั้นๆ โดยวิธีวิจัยได้แก่ ทำการเก็บข้อมูลการให้บริการของรถกู้ชีพของหน่วยกู้ชีพตำบลปทุม อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี ระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2554 ทั้งหมดจำนวน 172 ราย แบ่งเป็นอุบัติเหตุ 96 ราย และเจ็บป่วยฉุกเฉิน 76 ราย ทำการกำหนดพิกัดของจุดเกิดเหตุดังกล่าวลงบนแผนที่กูเกิ้ล จากนั้นจึงทำการประเมินความเสี่ยงโดยประยุกต์ใช้รูปแบบของการวิเคราะห์อาการขัดข้อง และผลกระทบโดยระดับความเสี่ยงจะคำนวณจากค่าความรุนแรงโอกาสในการเกิด การตรวจจับและการป้องกันที่มีอยู่ เมื่อได้คะแนนความเสี่ยงและพิกัดในแต่กรณีแล้วจึงนำมาคำนวณพิกัดของจุดศูนย์ถ่วงสำหรับการจอดรถกู้ชีพ โดยการถ่วงน้ำหนักด้วยระดับความเสี่ยงของแต่ละกรณีในแต่ละจุดเกิดเหตุ ผลการศึกษาพบว่าจุดจอดรถกู้ชีพมีการเปลี่ยนไปจากจุดจอดปัจจุบันโดยอยู่ห่างจากจุดเดิมถึง 1.1 กิโลเมตร และจุดจอดรถใหม่สามารถลดระยะทางในการเดินทางไปถึงผู้รับบริการได้ 20.26% เมื่อคิดระยะทางแบบระยะขจัด และเมื่อคิดตามระยะทางจริงที่ใช้ในการเดินทางของรถกู้ชีพพบว่าระยะทางที่ไกลที่สุดจากจุดจอดรถใหม่ไปยังจุดเกิดเหตุจะลดลง 4.5%

ดารานาถ แต่นสุ่ย และคณะ (2552) ได้ศึกษาการสร้างแบบจำลองเพื่อกำหนดพื้นที่ในการตั้งสถานบริการทางทันตกรรมโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ มีวัตุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบฐานข้อมูลสารสนเทศทางภูมิศาสตร์สำหรับข้อมูลทันตสาธารณสุข และเพื่อกำหนดพื้นที่ในการตั้งสถานบริการทางทันตกรรมโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ วิธีการดำเนินการวิจัยประกอบด้วยรวบรวมข้อมูลผู้ป่วยจำนวน 308 รายที่เข้ารับบริการทันตสาธารณสุขในจังหวัดสงขลา ในปี 2551 และทำการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อความเหมาะสมในการบริการของสถานบริการทันตสาธารณสุข และปัจจัยที่มีผลต่อการเข้าถึงบริการของสถานบริการทันตสาธารณสุข และนำผลที่ได้จากการวิเคราะห์ปัจจัยนำไปสร้างแบบจำลองสำหรับการหาที่ตั้งสถานบริการทันตกรรมสาธารณสุขที่เหมาะสม จากผลการวิจัยพบว่าปัจจัยที่มีผลต่อความเหมาะสมในการบริการของสถานบริการทันตสาธารณสุขอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<50$) คือ ประเภทโรงพยาบาล ประสบการณ์ของทันตแพทย์ จำนวนทันตแพทย์ในสถานบริการทันตกรรมสาธารณสุข และสิทธิ์ในการเข้าถึงการรักษา โดยที่การวิเคราะห์การเข้าถึงบริการของสถานบริการทันตกรรมสาธารณสุขเน้นการใช้ปัจจัยด้านระยะทางระหว่างที่อยู่ของผู้ป่วยและสถานบริการทันตสาธารณสุขเป็นหลัก โดยการวิเคราะห์ข้อมูลโครงข่าย (ArcGIS Network Analyst) พบว่ามีผู้ป่วยไม่ได้เข้ารับบริการสถานบริการทันตสาธารณสุขใกล้บ้าน

ร้อยละ 13.53 ของผู้ป่วยทั้งหมด ส่งผลให้ผู้ป่วยต้องมีต้นทุนค่าใช้จ่ายในการเดินทางสูงขึ้นกว่าที่ควรจะเป็น จากข้อมูลดังกล่าวจึงนำเสนอแบบจำลองสำหรับการหาที่ตั้งสถานบริการทันตสาธารณสุขที่เหมาะสมของจังหวัดสงขลา สร้างขึ้นโดยอาศัยปัจจัยพื้นฐานด้านสังคม ปัจจัยด้านเศรษฐกิจและโครงสร้างพื้นฐาน ผลการทดสอบแบบจำลอง พบว่าพื้นที่ที่มีความเหมาะสมของแบบจำลองส่วนใหญ่มีความสอดคล้องกับพื้นที่ที่ตั้งของสถานบริการทันตสาธารณสุขของรัฐที่มีอยู่ในปัจจุบัน

Benjamin Dahan and Members (2016) ได้ศึกษาจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ในเมืองปารีส ประเทศฝรั่งเศส โดยพิจารณาจากจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลในอดีต โดยได้รวบรวมข้อมูลจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลในเมืองปารีส ประเทศฝรั่งเศส ในปี 2000 – 2010 ซึ่งพบว่ามีผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล 4,176 ครั้ง เกิดในที่สาธารณะ 1,372 ครั้งคิดเป็น 33% ซึ่งแนวทางการติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้คือ ควรติดตั้งในพื้นที่ที่เกิดภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลมากกว่า 1 ครั้งภายในระยะเวลา 5 ปี ระยะห่างระหว่างจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลกับจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติควรมีรัศมีไม่เกิน 100 เมตร ซึ่งงานวิจัยนี้ได้เสนอแนวทางการติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ 6 แนวทาง ดังนี้ 1. ติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้จำนวน 170 เครื่อง โดยกำหนดให้ระยะห่างระหว่างจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลกับจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติเฉลี่ยเท่ากับ 418 เมตร แล้วจึงพิจารณาการเพิ่มจำนวนเครื่อง 2. ติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้จำนวน 200 - 400 เครื่อง ซึ่งจำนวนขึ้นอยู่กับการพิจารณาแบ่งกริดในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยกำหนดให้ระยะห่างระหว่างจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลกับจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติใกล้กันมากที่สุด 3. ติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติที่ที่ทำการไปรษณีย์จำนวน 195 เครื่อง ระยะห่างระหว่างจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลกับจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติเฉลี่ยเท่ากับ 324 เมตร 4. ติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติที่สถานีรถไฟฟ้าใต้ดินจำนวน 302 เครื่อง ระยะห่างระหว่างจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลกับจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติเฉลี่ยเท่ากับ 239เมตร 5. ติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติที่จุดจอดรถจักรยานจำนวน 957 เครื่อง ระยะห่างระหว่างจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลกับจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติเฉลี่ยเท่ากับ 137 เมตร 6. ติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติที่ร้านขายยาจำนวน 1,466 เครื่อง ระยะห่างระหว่างจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลกับจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติเฉลี่ย

เท่ากับ 142 เมตร โดยการกำหนดแนวทางการติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้หลากหลายแนวทาง เพื่อเป็นทางเลือกให้ผู้ที่เกี่ยวข้องนำไปใช้ประกอบการตัดสินใจ โดยการนำจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลในอดีตมาเป็นแนวทางในการกำหนดจำนวนและจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ เป็นวิธีการที่มีความเป็นเหตุเป็นผลสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับเมืองอื่นๆได้

Chang Guk Yoon and Members (2016) ได้ศึกษาจำนวนจุดติดตั้งและประเมินความถี่ในการใช้งาน เครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ในเมืองปูซาน ประเทศเกาหลีใต้ ด้วยการรวบรวมข้อมูลสอบถามผู้ที่เกี่ยวข้องและนำมาวิเคราะห์ด้วยหลักสถิติเบื้องต้น ซึ่งพบว่าเมืองปูซาน ประเทศเกาหลีใต้ มีการติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ครั้งแรกในปี 2007 และปัจจุบันมีทั้งหมด 206 เครื่อง โดยพบว่ามีเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติประมาณ 41.3% (85 เครื่อง) ถูกติดตั้งอยู่ในพื้นที่ปิด (เช่น สำนักงาน) หรือติดตั้งในพื้นที่ที่ผู้อยู่ในเหตุกาณ์ไม่สามารถนำเครื่องออกมาใช้งานได้ทันที และมีเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติประมาณ 58.7% (121 เครื่อง) ถูกติดตั้งในพื้นที่สาธารณะหรือพื้นที่ที่เปิดให้เข้าถึงได้โดยบุคคลทั่วไป โดยความถี่ในการใช้เครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติที่ติดตั้งแล้วจำนวน 206 เครื่องนั้น มีการนำออกมาใช้จำนวน 15 ครั้ง ซึ่งถ้าเปรียบเทียบกับผลรวมของระยะเวลาที่ติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติทั้งหมดจะมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 26.3 ปีต่อเครื่อง โดยผลวิจัยพบว่าการที่อัตราการใช้กระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติอยู่ในระดับต่ำนั้น ส่วนหนึ่งเกิดจากการที่เครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติถูกติดตั้งในพื้นที่ปิดมากถึง 40% และผู้อยู่ในเหตุการณ์ที่สามารถใช้เครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติได้นั้นยังมีจำนวนน้อย อย่างไรก็ตามการติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้เป็นสิ่งจำเป็น โดยแนะนำให้ติดตั้งโดยพิจารณาจากข้อมูลสถิติของจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลในอดีต รวมทั้งจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องอบรมบุคคลทั่วไปให้ตระหนักถึงความสำคัญและสามารถใช้เครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติได้

Ng Yih Yng and Members (2016) ได้ศึกษาและใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อพิจารณาความครอบคลุมของจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ของประเทศสิงคโปร์ โดยในปัจจุบันประเทศสิงคโปร์มีจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ประมาณ 8,000 เครื่อง ซึ่งครอบคลุมจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลในอดีตในระยะทาง 400 เมตร มากถึง 56% และมีการใช้แอพพลิเคชั่น R-AEDi เพื่อ

ลงทะเบียนระบุตำแหน่งจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้แล้วประมาณ 2,000 เครื่อง แต่ปัญหาที่พบคือ มีเพียง 1% ที่ผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลได้รับการช่วยเหลือด้วยเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติโดยผู้ที่อยู่ในเหตุการณ์ จึงมีการศึกษาเพื่อค้นหาสาเหตุของปัญหาดังกล่าว โดยการใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์พิจารณาจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลในอดีตที่ไม่พบว่ามีจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติในบริเวณพื้นที่ดังกล่าว ซึ่งจากผลการศึกษาพบว่าต้องทำการติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติเพิ่มในพื้นที่นิคมอุตสาหกรรม ควบคู่ไปกับการประเมินความรู้ของประชาชนที่มีต่อเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติ ทั้งในด้านการใช้งาน การเข้าถึงจุดติดตั้ง และรณรงค์ให้ประชาชนตระหนักถึงความสำคัญและเข้ามามีส่วนร่วมในการช่วยชีวิตผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล อีกทั้งในปี 2019 ประเทศสิงคโปร์มีนโยบายว่าจะเริ่มโครงการ 100 SMRT Taxis โดยนำเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติไปไว้กับรถแท็กซี่ เพื่อเพิ่มความมั่นใจว่าหากเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นที่ใด จะสามารถนำเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติมาช่วยชีวิตได้อย่างทันเวลา

Oscar Rodríguez-Espíndola and Members (2016) ได้ศึกษาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการหาตำแหน่งที่ตั้งศูนย์ให้ความช่วยเหลือฉุกเฉินในประเทศเม็กซิโกที่มีความเหมาะสมและเพื่อการจัดการโลจิสติกส์ด้านการช่วยเหลือทางมนุษยธรรมในการรับมือกับปัญหาอุทกภัยได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยอุทกภัยถือเป็นภัยพิบัติที่อันตรายมีระดับความรุนแรงและมีความเกี่ยวข้องกับสภาพภูมิศาสตร์ของพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบโดยตรง จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่ามีหลายๆ งานวิจัยเกี่ยวกับการจัดการโลจิสติกส์ด้านการช่วยเหลือทางมนุษยธรรมได้นำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยเฉพาะในส่วนของการวิเคราะห์ข้อมูลโครงข่ายมาใช้เป็นเครื่องมือในการบริหารจัดการภัยพิบัติ มีเพียงส่วนน้อยที่นำมาใช้ในการวางแผนแนวทางการรับมือและการเตรียมการก่อนที่จะมีภัยพิบัติเกิดขึ้น ในส่วนของงานวิจัยนี้จะใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ขั้นสูง การใช้ภาพถ่ายทางอากาศ การวิเคราะห์เชิงพื้นที่ เพื่อวิเคราะห์สถานการณ์น้ำท่วมโดยอ้างอิงจากเหตุการณ์ในอดีตที่เกิดขึ้นในเมืองวิลลาเฮอโมซาในปี 2007 และในรัฐเบรากรุซในปี 2010 เพื่อพิจารณาตำแหน่งที่ตั้งศูนย์ให้ความช่วยเหลือฉุกเฉินที่มีความเหมาะสม ปลอดภัย ง่ายต่อการดำเนินการช่วยเหลือ โดยผลวิจัยพบว่าการนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาใช้ในการวิเคราะห์และเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการตัดสินใจในการจัดการภัยพิบัติ ทำให้การทำงานได้ผลลัพธ์ที่ดีขึ้น เนื่องจากเป็นฐานข้อมูลในการตัดสินใจที่มีประโยชน์ มีความยืดหยุ่น สามารถใช้เตรียมการรับมือกับอุทกภัยที่จะเกิดขึ้นในอนาคต สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการช่วยเหลือ ลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ และลดความเสียหายที่จะเกิดขึ้นต่อชีวิตและทรัพย์สินของประชากรในพื้นที่ได้

Lucia Smith (2013) ได้ศึกษาแนวทางการติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ที่มีความเหมาะสม กรณีศึกษาเมืองฟิลาเดลเฟีย ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยใช้แบบจำลองคณิตศาตร์เพื่อหาทางเลือกที่เหมาะสม ซึ่งพิจารณาจากพื้นที่ที่มีความจำเป็นในการใช้เครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติ และมีความเสี่ยงสูงต่อการเกิดภาวะหัวใจหยุดเต้น ซึ่งประเมินปัจจัยด้านสุขภาพของประชากรในพื้นที่โดยอาศัยข้อมูลสำมะโนประชากรปี 2010 (เช่น ที่พักอาศัยของประชากรที่มีอายุมากกว่า 45 ปีขึ้นไป ที่พักอาศัยของประชากรที่เป็นโรคอ้วน โรคความดันโลหิตสูง โรคเครียด เป็นต้น) ประเมินจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลในอดีต และประเมินช่องว่างของระยะเวลาตอบสนองของระบบบริการการแพทย์ฉุกเฉิน จากนั้นนำเข้าข้อมูลลงในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และทำการวิเคราะห์โครงข่าย โดยให้แต่ละปัจจัยมีน้ำหนักเท่ากัน โดยแผนที่จะแสดงระดับความถี่ของความต้องการเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติแตกต่างไปในแต่ละพื้นที่ และเพื่อการติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้จะพิจารณาติดตั้งในพื้นที่สาธารณะที่ไม่ใช่ที่พักอาศัยส่วนบุคคล เช่น ติดตั้งในร้านสะดวกซื้อ ติดตั้งที่จุดประชาสัมพันธ์ของแต่ละท้องถิ่น โดยผลวิจัยพบว่าหลายพื้นที่ในเมืองฟิลาเดลเฟียมีความเสี่ยงสูงในการเกิดภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล โดยเฉพาะพื้นที่บริเวณทิศตะวันออกเฉียงเหนือของเมืองฟิลาเดลเฟีย ซึ่งปัจจุบันมีการติดตั้งติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ในจำนวนที่น้อยมากเมื่อเทียบกับความเสี่ยงการเกิดภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลของประชากรในพื้นที่ ดังนั้นจึงควรพิจารณาและให้ความสำคัญกับพื้นที่ดังกล่าวเป็นอันดับแรกในการติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Timothy C.Y. Chan and Members (2013) ได้ศึกษาและประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการกำหนดจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ ควบคู่กับการใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เชิงพื้นที่ในการระบุตำแหน่งจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล และการให้ลำดับความสำคัญของสถานที่สาธารณะที่เหมาะสมในการติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติที่ยังไม่ได้ทำการศึกษาและยังไม่ได้ทำการติดตั้งมาก่อน โดยทำการศึกษาจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล ในเมืองโทรอนโต ประเทศแคนาดา ตั้งแต่ปี 2005 – 2010 และได้รวบรวมจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ที่ติดตั้งแล้วในเมืองโทรอนโต และนำเข้าข้อมูลดังกล่าวลงในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ จากนั้นทำการประเมินอัตราการครอบคลุมระหว่างจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้กับจุดที่เกิดภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล โดยระยะทางไม่เกิน 100 เมตร และพิจารณาพื้นที่ที่เกิดภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล แต่ไม่พบเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติ โดยใช้

แบบจำลองคณิตศาสตร์ ปัญหาครอบคลุมความต้องการของลูกค้าให้ได้มากที่สุด (Maximal Covering Problem) ในการคำนวณเพื่อปรับปรุงอัตราการครอบคลุมของจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติ จากข้อมูลในช่วงเวลาดังกล่าวพบว่ามีผู้ป่วยภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล 1,310 ครั้ง และมีจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ 1,669 จุด ซึ่งพบว่ามีภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล 304 ครั้ง ที่มีจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติติดตั้งอยู่ภายในระยะทาง 100 เมตร คิดเป็นอัตราครอบคลุม 23% และระยะทางเฉลี่ยระหว่างจุดที่เกิดภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลกับจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติคือ 281 เมตร ภายหลังการคำนวณได้แนะนำจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติเพิ่ม 30 จุด พบว่ามีภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลเพิ่มขึ้นอีก 112 ครั้ง ที่มีจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติติดตั้งอยู่ภายในระยะทาง 100 เมตร คิดเป็นอัตราการครอบคลุม 32% และระยะทางเฉลี่ยระหว่างจุดที่ภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลกับจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติคือ 262 เมตร ซึ่งจะเห็นได้ว่าอัตราการครอบคลุมเพิ่มขึ้น และระยะทางเฉลี่ยลดลง นอกจากนี้นำเข้าข้อมูลจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลลงในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ทำให้เราสามารถระบุและลำดับความสำคัญของแต่ละพื้นที่ เพื่อใช้ประกอบการคำนวณด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้ง่ายขึ้น

การคำนวณหาจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ ด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ปัญหาครอบคลุมความต้องการของลูกค้าให้ได้มากที่สุด (Maximal Covering Problem) ซึ่งมีแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ดังนี้

$$Maximize \quad \sum_{j=1}^{J} x_j \tag{1}$$

$$Subject\ to \quad \sum_{i=1}^{I} y_i = N \tag{2}$$

$$x_j \leq \sum_{i=1}^{I} a_{ij} y_i \,, for\ all\ j = 1, \dots, J \tag{3}$$

$$x_j \in \{0,1\}, for\ all\ j = 1, \dots, J \tag{4}$$

$$y_i \in \{0,1\}, for\ all\ i = 1, \dots, I \tag{5}$$

โดยที่

x_j แทนเซตของจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล (x) ที่มีจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล (j) เป็นสมาชิก

y_i แทนเซตของจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติ (y) ที่มีจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติ (i) เป็นสมาชิก

a_{ij} แทนพารามิเตอร์ไบนารีที่ระบุว่าจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล j จะถูกครอบคลุมด้วยจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ i (ภายในระยะทาง 100 เมตร)

i แทนจำนวนจุดติดตั้งที่มีศักยภาพที่เหมาะสมในการติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติ

j แทนจำนวนจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลในอดีตที่นำข้อมูลมาพิจารณา

สมการวัตถุประสงค์ (1) เป็นการครอบคลุมจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลให้ได้มากที่สุด โดยมีสมการข้อจำกัด (2) แสดงข้อจำกัดของจำนวนจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ สมการข้อจำกัด (3) เป็นสมการที่ระบุว่าจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลที่ถูกครอบคลุมจะได้รับการเข้าถึงด้วยจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ภายในระยะทางที่กำหนด และสมการ (4-5) เป็นข้อจำกัดเชิงตัวเลข (Binary Optimization Model)

Chung-Yuan Huang and Tzai-Hung Wen (2010) ได้ศึกษาการหาทำเลที่เหมาะสมในการติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติในร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven ของประเทศไต้หวัน โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และกระบวนการแก้ปัญหาที่มีวิธีการมาจากกระบวนการทางพันธุกรรม (Genetic Algorithm) ซึ่งในปัจจุบันอัตราการรอดชีวิตของผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลเพราะการใช้เครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัตินั้นได้เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง จึงได้มีการศึกษาปัจจัยในการเลือกทำเลที่เหมาะสมในการติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ โดยมีปัจจัยหลักที่พิจารณาคือ จุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลในอดีต ช่วงเวลาในการเกิดเหตุ และระยะเวลาตอบสนองของระบบการแพทย์ฉุกเฉิน ซึ่งขอบเขตการศึกษาคือ การเลือกทำเลที่ตั้งของร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven ในประเทศไต้หวัน ที่มีความเหมาะสมในการติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติ โดยพิจารณาวิธีการนำส่งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติไปยังจุดเกิดเหตุทั้งจากการเดินหรือวิ่งไปยังจุดเกิดเหตุภายในระยะทาง 100 เมตร และการนำส่งโดยยานพาหนะภายในระยะทาง 300 เมตร โดยเหตุผลที่เลือกร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven เป็นจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติ เนื่องจากประเทศไต้หวัน มีจำนวนร้านสะดวกซื้อ7-Eleven มากเป็นลำดับ

ต้นๆของโลก มีสาขาที่ค่อนข้างครอบคลุมพื้นที่ ทำให้สามารถลดระยะเวลาการเข้าถึงเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติได้ดีกว่าเดิมซึ่งติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติอยู่ตามสถานีดับเพลิงของแต่ละท้องที่ เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาคือ ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และกระบวนการแก้ปัญหาที่มีวิธีการมาจากกระบวนการทางพันธุกรรม โดยใช้กระบวนการทางพันธุศาสตร์เข้ามาช่วยในการค้นหาคำตอบของปัญหา (Genetic Algorithm) ซึ่งขั้นตอนการทำงานค้นหาคำตอบของ Genetic Algorithm มีดังนี้ 1. เริ่มทำการค้นหาปัญหาที่เกิดขึ้น 2. ถ้ายังไม่พบคำตอบ แต่ครบจำนวนรอบที่ได้กำหนดไว้ ก็จะหยุดทำการค้นหา 3. ทำการค้นหาจนพบเป้าหมายหรือคำตอบที่ต้องการ ก็จะหยุดทำการค้นหา 4. พบว่าคำตอบที่ได้เริ่มลู่เข้าสู่คำตอบที่เป็นคำตอบที่ดีที่สุด เช่น คำตอบที่ได้จากประชากรแต่ละรุ่นไม่มีการเปลี่ยนแปลงหรือคงที่เป็นจำนวนที่ติดต่อกัน โดยแนวคิดวิธีการของ Genetic Algorithm เป็นทางเลือกในการแก้ปัญหาความผิดพลาดในการวิเคราะห์ข้อมูล โดยได้มีการนำกระบวนความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีทางธรรมชาติมาช่วย เพื่อหาคำตอบที่เหมาะสมและตรงกับความสัมพันธ์ของข้อมูล จากผลสรุปการทดลองนี้ สามารถอธิบายได้ว่าปัจจัยหลักในการเลือกทำเลสำหรับติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัตินั้น ควรเลือกติดตั้งในร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven สาขาที่มีความหนาแน่นของประชากรสูง (เช่น ในแหล่งชุมชน ย่านธุรกิจการค้า) สาขาที่ครอบคลุมจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลในอดีต อีกทั้งอัตราการเกิดภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลส่วนใหญ่ในไต้หวันเกิดขึ้นในช่วงเวลากลางคืนซึ่งร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven นั้นสามารถเข้าถึงได้ตลอด 24 ชั่วโมง ทำให้สามารถลดความสูญเสียที่อาจเกิดขึ้นจากการรอความช่วยเหลือจากระบบการแพทย์ฉุกเฉินได้เป็นอย่างดี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Mauro Falasca (2009) ได้ศึกษาแบบจำลองการตัดสินใจเชิงปริมาณเพื่อการจัดการโลจิสติกส์ด้านการช่วยเหลือทางมนุษยธรรม กรณีศึกษาประเทศกำลังพัฒนาในทวีปอเมริกาใต้ โดยองค์กรด้านบรรเทาสาธารณภัยและการช่วยเหลือทางมนุษยธรรมทั่วโลก ได้ใช้ความพยายามในการช่วยฟื้นฟูความเสียหายจากภัยพิบัติ ขจัดความยากจน และส่งเสริมในเรื่องของสิทธิมนุษยชน ซึ่งองค์กรเหล่านี้จะเริ่มต้นจากการส่งเสริมเรื่องความเป็นอยู่ของมนุษย์ โดยอาศัยการสนับสนุนจากอาสาสมัครเพื่อให้บรรลุตามเป้าหมาย โดยงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์คือ ต้องการพัฒนาวิธีการทำงานที่ช่วยให้เกิดความพึงพอใจที่มากขึ้นของอาสาสมัครซึ่งจะการทำให้เกิดการสนับสนุนใน ระยะยาวและทำให้ความร่วมมือเป็นไปอย่างมีประสิทธิผลด้วย ต้องการพัฒนาแบบจำลองที่ช่วยในการตัดสินใจด้านการช่วยเหลือทางมนุษยธรรมของอาสาสมัคร สิ่งหนึ่งที่เป็นเรื่องท้าทายขององค์กรด้านการช่วยเหลือทางมนุษยธรรมคือ ข้อจำกัดด้านเทคโนโลยีที่จะเข้ามามีส่วนช่วยในการประสานงานและการตัดสินใจต่างๆให้มีความรวดเร็วมากยิ่งขึ้น เพื่อลดปัญหาการประสานงานและความขัดแย้งระหว่างอาสาสมัคร

รวมถึงมุ่งเน้นไปที่ปัญหาการจัดการแรงงาน การจัดตารางการทำงานของอาสาสมัคร วิจัยนี้จึงจะพิจารณาถึงหลักการต่างๆที่เกี่ยวกับการจัดการอาสาสมัครและการพัฒนารูปแบบการเพิ่มประสิทธิภาพแบบหลายระดับ เพื่อช่วยในการวางแผนงานอาสาสมัครทั้งแบบรายบุคคลและแบบกลุ่มงาน โดยวิจัยนี้ได้วิเคราะห์วิธีการแก้ปัญหาแบบผสมผสานสองวิธีที่รวมตัวเลือกในการตัดสินใจและข้อมูลที่ได้แบ่งสรรให้สามารถเปลี่ยนไปตามวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกันได้ เพื่อให้สามารถลดการขาดแคลนแรงงานในช่วงเวลาต่างๆ ลดต้นทุนรวมในการดำเนินการช่วยเหลือ และที่สำคัญคือการเพิ่มความพึงพอใจให้กับอาสาสมัครซึ่งก่อให้เกิดการช่วยเหลือซึ่งกันและกันในระยะยาว รวมถึงต้องการพัฒนารูปแบบในการตัดสินใจเพื่อการจัดซื้อจัดหาสินค้าที่เกี่ยวข้องกับการช่วยเหลือทางมนุษยธรรม โดยได้นำหลักการของการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานมาประยุกต์ใช้ในการช่วยเหลือทางมนุษยธรรม ซึ่งทำให้เกิดการวางแผนการสั่งซื้อ การวางแผนสินค้าคงคลัง และการกระจายสินค้าที่มีประสิทธิภาพอีกด้วย

Hideyuki Muraoka and Members (2006) ได้ทำศึกษารวบรวมข้อมูลผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล จากระบบบริการการแพทย์ฉุกเฉินของเมืองทะกะสึกิ ประเทศญี่ปุ่น มากกว่า 6 ปี เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลของเมืองทะกะสึกิ เพื่อพิจารณาจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ที่มีความเหมาะสม โดยหลังจากการเก็บรวบรวมข้อมูลจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลพบว่าสามารถแบ่งจุดเกิดเหตุได้เป็น 5 ประเภท ดังนี้ 1.ที่พักอาศัย 2.สถานที่สาธารณะ (เช่น ร้านอาหาร, ห้างสรรพสินค้า, บ้านพักคนชรา, สนามเด็กเล่น) 3.สถานที่ทำงาน (เช่น โรงงาน,สำนักงาน) 4.ถนน 5.อื่นๆ (เช่น ป่า, ภูเขา, แม่น้ำ) ซึ่งจำนวนผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลในเมืองทะกะสึกิในช่วงเวลาดังกล่าว คือ 1,112 ครั้ง พบว่ามีเพียง 62 ครั้ง หรือ 5.6% ที่สามารถใช้เครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติได้ทันท่วงที โดยสถานที่เกิดภาวะหัวใจหยุดเต้นมากที่สุด คือสถานีรถไฟฟ้า, บ้านพักคนชรา, สนามเด็กเล่น และสนามกอล์ฟ ตามลำดับ แต่พบว่าจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นดังกล่าวไม่ได้รับการช่วยเหลืออย่างทันท่วงที มีเพียงผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นที่เกิดเหตุในสถานที่ทำงานที่ได้รับการช่วยเหลืออย่างทันท่วงทีมากถึง 35% นั่นอาจเป็นเพราะว่ามีเพื่อนร่วมงานอยู่ในเหตุการณ์ และผู้ที่อยู่ในเหตุการณ์ทำการนวดหัวใจผายปอดกู้ชีพ และนำเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติที่ติดตั้งในสถานที่ทำงานมาช่วยเหลือผู้ป่วยได้ทันเวลา แต่อย่างไรก็ตามจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลทั้ง 5 ประเภทที่กล่าวข้างต้นถือเป็นจุดที่แนะนำให้มีการติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ เนื่องจากมีข้อมูลผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นในอดีตเป็นข้อมูลสนับสนุนแนว

ทางการติดตั้ง ยกเว้นในส่วนของที่พักอาศัยอาจทำการติดตั้งในสถานที่ที่เป็นศูนย์กลางของชุมชน และยังไม่มีข้อแนะนำให้ติดตั้งในที่พักอาศัยส่วนบุคคล

จากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่าประเทศไทยยังไม่มีการศึกษาวิจัยเรื่องการกำหนดจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้โดยตรง แต่มีการศึกษาประเด็นที่เกี่ยวข้องของกับการจัดการโลจิสติกส์ด้านการช่วยเหลือทางมนุษยธรรม โดยนำแบบจำลองคณิตศาสตร์หรือระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาเป็นเครื่องมือวิจัย ได้แก่ การวิเคราะห์สถานที่จอดรถกู้ชีพ การจัดสรรตำแหน่งของหน่วยการแพทย์ฉุกเฉิน และการหาทำเลที่ตั้งของสถานบริการทางการแพทย์ เป็นต้น โดยมีวัตุประสงค์เพื่อลดระยะเวลาการเข้าถึงจุดเกิดเหตุ และต้องการให้ผู้ป่วยได้รับบริการทางการแพทย์อย่างทันท่วงที

แต่ในส่วนของงานวิจัยต่างประเทศพบว่ามีการศึกษาวิจัยเรื่องการกำหนดจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้กันอย่างแพร่หลาย ได้แก่ งานวิจัยของฝรั่งเศส เกาหลีใต้ สิงคโปร์ สหรัฐอเมริกา แคนาดา ไต้หวัน และญี่ปุ่น เป็นต้น โดยแนวทางการติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ส่วนใหญ่จะพิจารณาจากข้อมูลจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลในอดีต ความถี่ของการเกิดในแต่ละเขตพื้นที่ และกำหนดให้ระยะห่างระหว่างจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติและจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลควรมีรัศมีไม่เกิน 100 เมตร ซึ่งสถานที่ติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติที่งานวิจัยของฝรั่งเศส เกาหลีใต้ สิงคโปร์ สหรัฐอเมริกา แคนาดา และญี่ปุ่น ทำการพิจารณาคือสถานที่ที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ โดยไม่ได้ระบุเฉพาะเจาะจงว่าต้องเป็นที่ใดที่หนึ่ง เพียงแต่ต้องไม่ใช่ที่พักอาศัยส่วนบุคคล เช่น ห้างสรรพสินค้า สถานีรถไฟฟ้า บ้านพักคนชรา ร้านสะดวกซื้อ หรือจุดประชาสัมพันธ์ของแต่ละท้องถิ่น เป็นต้น ซึ่งต่างจากงานวิจัยของประเทศไต้หวันที่ได้ทำการระบุสถานที่ติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติอย่างเฉพาะเจาะจงว่าควรติดตั้งในร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven

นอกจากนี้ยังพบว่ามีงานวิจัยด้านการจัดการโลจิสติกส์ด้านการช่วยเหลือทางมนุษยธรรมเพื่อการรับมือกับภัยพิบัติต่างๆ ได้แก่ การจัดการโลจิสติกส์เพื่อช่วยเหลือผู้ประสบอุทกภัยในไทย เม็กซิโก และประเทศกำลังพัฒนาในทวีปอเมริกาใต้ เป็นต้น ซึ่งสามารถใช้เป็นแนวทางในการต่อยอดงานวิจัยการจัดการโลจิสติกส์ด้านการช่วยเหลือทางมนุษยธรรมในด้านอื่นๆต่อไปในอนาคตได้เป็นอย่างดี

แต่สำหรับงานวิจัยนี้ผู้วิจัยต้องการพิจารณาจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ตลอด 24 ชม. มีความปลอดภัย มีความเสี่ยงต่อการสูญหายหรือถูกทำลายต่ำ ง่ายต่อ

การควบคุม และการบำรุงรักษา เนื่องจากเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติดังกล่าวมีราคาสูง ทางผู้วิจัยจึงมีความสนใจติดตั้งในร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Chung-Yuan Huang and Tzai-Hung Wen (2010) ประเทศไต้หวัน เนื่องจากร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven ในประเทศไทยมีสาขาค่อนข้างมาก (ซึ่งมีสาขามากเป็นอันดับ 2 ของโลก รองจากประเทศญี่ปุ่น) มีการกระจายตัว มีความถี่ของทำเลที่ตั้ง และที่ตั้งส่วนใหญ่สามารถเข้าถึงแหล่งชุมชน แหล่งที่พักอาศัย ทำให้มีความเป็นไปได้ว่าผู้ที่อยู่ในเหตุการณ์จะสามารถเข้าถึงเครื่องอีกทั้งกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติและนำกลับมายังจุดเกิดเหตุเพื่อช่วยเหลือผู้ป่วยได้ภายในระยะเวลา 5 นาทีหลังจากผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้น อีกทั้งร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven สาขาสุนทรโกษา เขตคลองเตย กรุงเทพมหานคร ดังแสดงในภาพที่ 2.1 ได้ทำการติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติเป็นสาขานำร่อง ในโครงการ “การใช้เครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติช่วยต่อชีวิตเพื่อนมนุษย์” โดยมีสถาบันการแพทย์ฉุกเฉินแห่งชาติ (สพฉ.) เป็นผู้ผลักดันโครงการ จึงมีความเป็นไปได้ว่าในอนาคตอาจสามารถเพิ่มจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติในร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven สาขาอื่นๆ เพื่อเพิ่มความครอบคลุมของจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ และเพิ่มโอกาสการรอดชีวิตของผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล

ภาพที่ 2.1 จุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติ
ที่ร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven สาขาสุนทรโกษา เขตคลองเตย กรุงเทพมหานคร

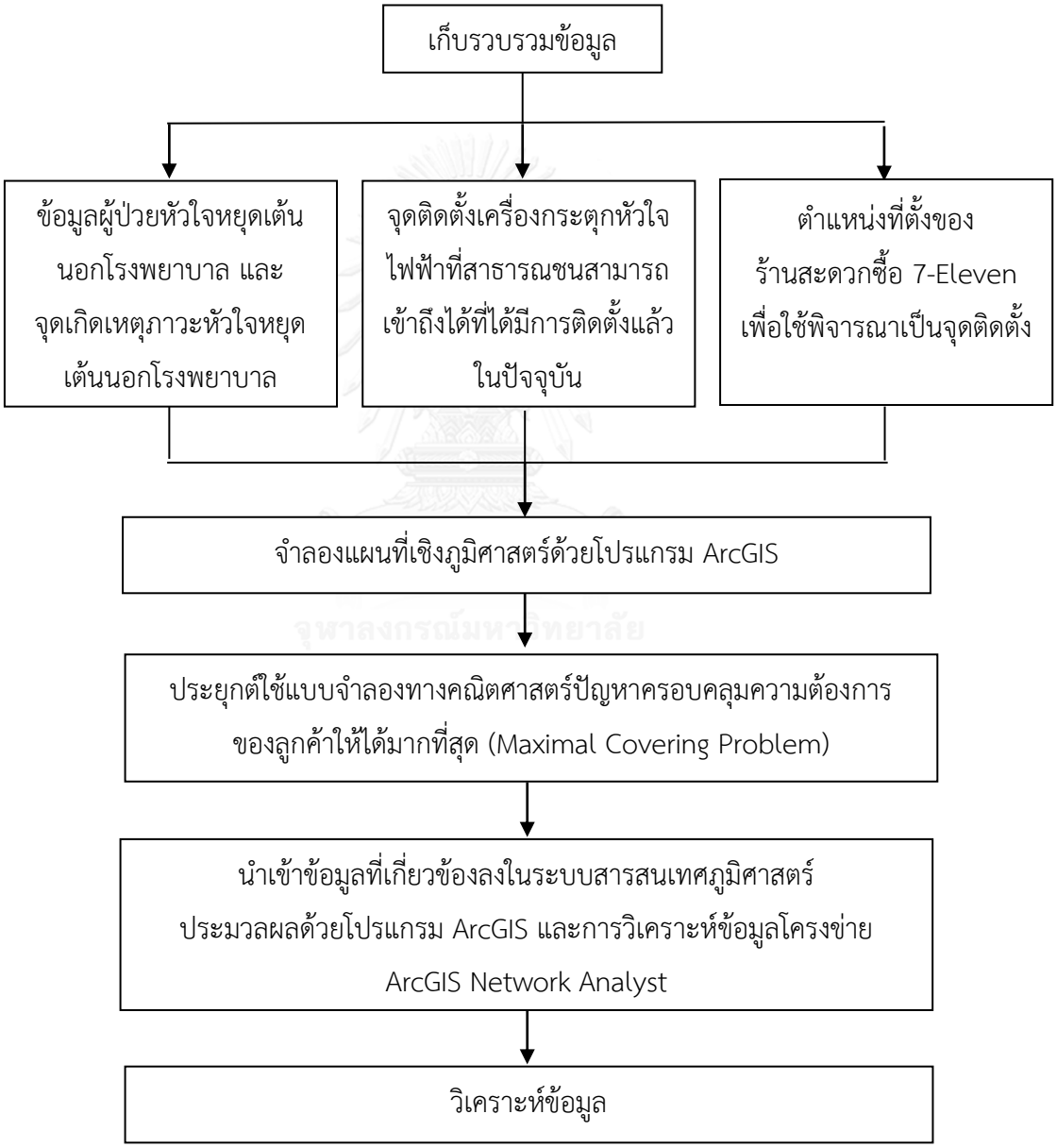
ในส่วนของแนวทางการหาคำตอบที่ดีที่สุดในการเลือกสาขาร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven ที่มีความเหมาะสมในการติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัตินั้น ได้ทำการเปรียบเทียบระหว่างวิธีปัญหาครอบคลุมความต้องการของลูกค้าให้ได้มากที่สุด (Maximal Covering Problem) และ

กระบวนการแก้ปัญหาที่มีวิธีการมาจากกระบวนการทางพันธุกรรม โดยใช้กระบวนการทางพันธุศาสตร์เข้ามาช่วยในการค้นหาคำตอบของปัญหา (Genetic Algorithm) พบว่า Genetic Algorithm นิยมใช้ในปัญหาที่มีความซับซ้อนไม่สามารถกำหนดสมการข้อจำกัด หรือใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ทั่วไปได้ ตัวอย่างเช่น ปัญหาที่เป็นแบบสโตแคสติก ปัญหาที่ไม่ใช่กำหนดการเชิงเส้น โดยจะใช้กระบวนการทางพันธุกรรมเข้ามาช่วยในการวิเคราะห์ ให้เกิดการขยายตัวของข้อมูลจนเข้าสู่คำตอบที่เป็นคำตอบที่ดีที่สุด ซึ่งกระบวนการดังกล่าวต้องอาศัยความชำนาญ อาศัยการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาไพทอน และใช้เวลาในการหาคำตอบค่อนข้างมาก ซึ่งขอบเขตงานวิจัย การกำหนดจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ในครั้งนี้ ได้มีการกำหนดให้พารามิเตอร์ที่พิจารณาเป็นแบบทราบค่าและเป็นค่าคงที่ เนื่องจากพิจารณาจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลในช่วงเวลาหนึ่งในอดีต จึงมีความสนใจใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของปัญหาการเลือกตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ให้บริการแบบดีเทอร์มินิสติก ประเภทปัญหาครอบคลุมความต้องการของลูกค้าให้ได้มากที่สุด (Maximal Covering Problem) ซึ่งจัดว่าเป็นประเภทปัญหาที่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์และการนำไปประยุกต์ใช้มากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของพงษ์ชัย จิตตะมัย และคณะ (2557) Timothy C.Y. Chan and Members (2013) และงานวิจัยอื่นๆที่ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ประเภทปัญหาครอบคลุมความต้องการของลูกค้าให้ได้มากที่สุดในการหาคำตอบที่ดีที่สุดเช่นกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษางานวิจัยเรื่องการกำหนดจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ ด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้กำหนดวิธีการดำเนินวิจัยตามกรอบแนวคิดการวิจัยดังแสดงในภาพที่ 3.1



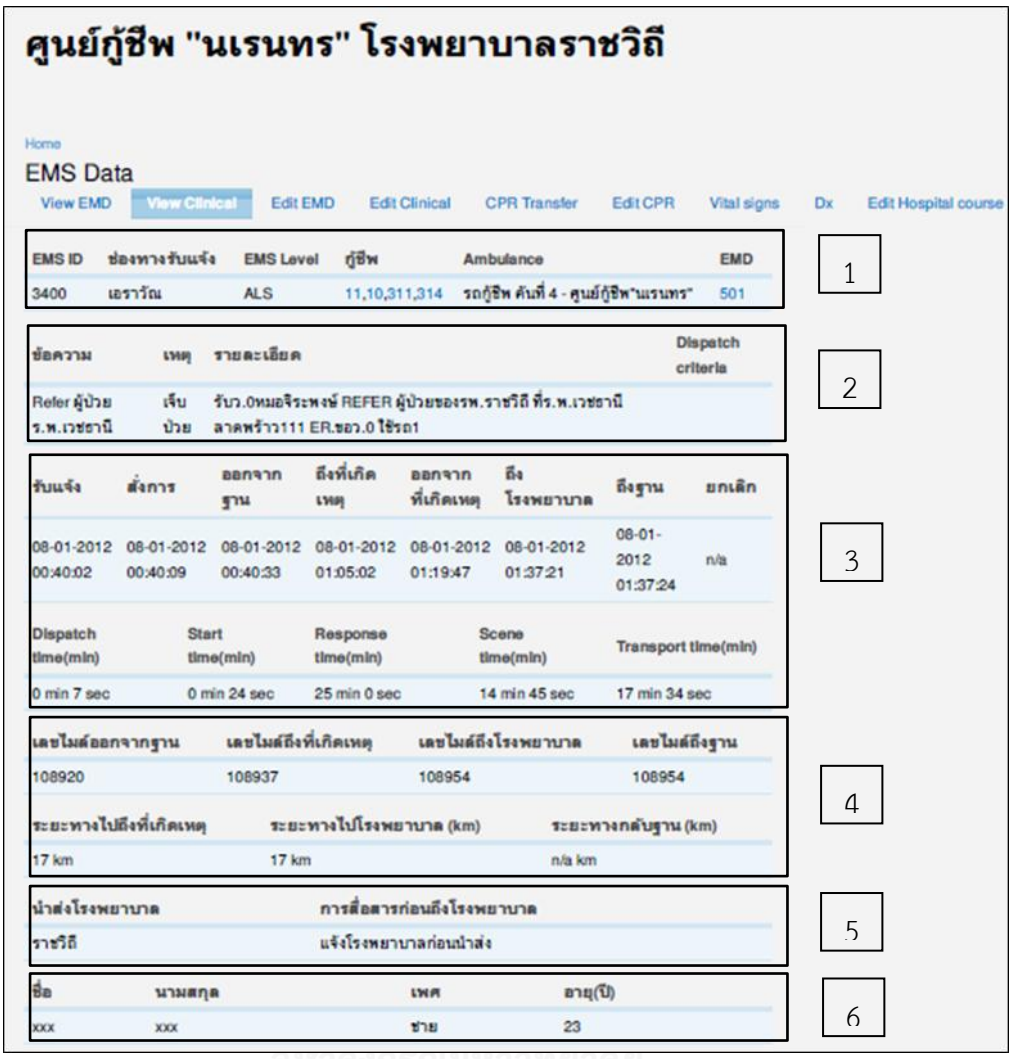
ภาพที่ 3.1 กรอบแนวคิดการวิจัย

โดยในแต่ละส่วนมีรายละเอียด ดังนี้

3.1 การรวบรวมข้อมูลผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลและจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล

โดยรวบรวมข้อมูลผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลและจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลในเขตพื้นที่ปฏิบัติการโซน 8 กรุงเทพมหานคร ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2552 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2559 จากเว็บไซต์ http://www.narenthorn.or.th จากการสัมภาษณ์บุคลากรทางการแพทย์ และจากฐานข้อมูลการปฏิบัติการของศูนย์กู้ชีพนเรนทรดังแสดงในภาพที่ 3.2 โดยศูนย์กู้ชีพนเรนทรถือเป็นศูนย์กู้ชีพแห่งแรกในไทยที่มีการเก็บข้อมูลผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลอย่างเป็นระบบ งานวิจัยนี้จึงสามารถใช้แนวทางการกำหนดจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ โดยพิจารณาจากข้อมูลจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลในอดีต และความถี่ของการเกิดเหตุในแต่ละพื้นที่ได้เป็นอย่างดี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 3.2 ฐานข้อมูลปฏิบัติการของศูนย์กู้ชีพนเรนทร และตัวอย่างการบันทึกข้อมูล

จากภาพที่ 3.2 แสดงฐานข้อมูลปฏิบัติการของศูนย์กู้ชีพนเรนทร และตัวอย่างการบันทึกข้อมูล ซึ่งประกอบไปด้วยข้อมูลดังต่อไปนี้ 1. ช่องทางการรับแจ้งเหตุ ข้อมูลรถกู้ชีพขั้นสูงที่ออกปฏิบัติการ 2. การบันทึกข้อความ และรายละเอียดต่างๆ เช่น ลักษณะของเหตุที่รับแจ้ง (บาดเจ็บ/เจ็บป่วย) สถานที่เกิดเหตุ การให้การรักษาก่อนถึงโรงพยาบาล ซึ่งบันทึกโดยบุคลากรทางการแพทย์ที่ออกปฏิบัติการ 3. ข้อมูลเวลาการรับแจ้งเหตุ ระยะเวลาตอบสนอง (ระยะเวลาที่ใช้ตั้งแต่รับแจ้งเหตุจนถึงที่เกิดเหตุ) และเวลาปฏิบัติการอื่นๆ 4. ข้อมูลเลขไมล์ของรถกู้ชีพ ระยะทางไปถึงที่เกิดเหตุ และระยะทางจากที่เกิดเหตุไปโรงพยาบาล 5. ข้อมูลการนำส่งโรงพยาบาล และการสื่อสารก่อนถึงโรงพยาบา 6. ข้อมูลชื่อ เพศ และอายุของผู้ป่วย

โดยข้อมูลที่นำมาพิจารณาในการวิจัยในครั้งนี้จะคัดกรองข้อมูลผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลที่สามารถระบุตำแหน่งจุดเกิดเหตุได้เท่านั้น ซึ่งมีทั้งหมด 842 ข้อมูล และรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องอื่นๆ ได้แก่ เพศ อายุ สถานที่เกิดเหตุ เวลาเกิดเหตุ อัตราการนวดหัวใจผายปอดกู้ชีพและการใช้เครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติโดยผู้อยู่ในเหตุการณ์ ผลการรักษา (เสียชีวิตในที่เกิดเหตุ/นำส่งโรงพยาบาล) รวมถึงระยะเวลาตอบสนองของศูนย์กู้ชีพนเรนทร

นอกจากนี้ในส่วนของจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล ผู้วิจัยจะต้องทำการแปลงที่อยู่หรือตำแหน่งจุดเกิดเหตุผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาดังกล่าวทั้งหมด 842 ข้อมูล ให้เป็นค่าพิกัดละติจูดและลองจิจูด (โดยแปลงจาก Google Maps) เพื่อเป็นการเตรียมข้อมูลในการนำเข้าระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (โปรแกรม Arc GIS) ดังแสดงตัวอย่างในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างค่าพิกัดละติจูดและลองจิจูดของจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล

No.	Latitude	Longitude
1	13.779528	100.539332
2	13.774769	100.557047
3	13.778203	100.541548
4	13.803176	100.561077
5	13.767783	100.536327
6	13.774643	100.567926
7	13.752743	100.541844
8	13.762051	100.556246
9	13.778428	100.567919
10	13.761675	100.544051

3.2 การรวบรวมข้อมูลจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ในปัจจุบัน

โดยรวบรวมข้อมูลจากอินเตอร์เน็ต จากการสัมภาษณ์บุคลากรทางการแพทย์ของศูนย์กู้ชีพนเรนทร และวีระกิจ อัครโชติวิทย์ (การสื่อสารส่วนบุคคล, 14 มกราคม 2560) ผู้บริหารบริษัท บีเมทเซ็นเตอร์ จำกัด ผู้บริหารโครงการ Street Hero Project ซึ่งเป็นโครงการติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ โดยปัจจุบันโครงการ Street Hero Project ยังอยู่ใน

ระหว่างการเตรียมการ และการจัดสรรงบประมาณจากภาคเอกชน ยังไม่มีจุดติดตั้งที่แล้วเสร็จในเขตพื้นที่ปฏิบัติการโซน 8 กรุงเทพมหานคร ซึ่งจากการสัมภาษณ์พบว่าโครงการ Street Hero Project ใช้แนวทางการกำหนดจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ โดยพิจารณาจากสถานที่ที่คาดการณ์ว่ามีความเสี่ยงในการเกิดภาวะหัวใจหยุดเต้น ได้แก่ สถานที่ที่มีประชากรสัญจรมากกว่า 5,000 คนต่อวัน และสถานที่ที่มีการทำกิจกรรมที่มีความเสี่ยง เช่น สวนสาธารณะ เป็นต้น ซึ่งแตกต่างจากงานวิจัยนี้ที่ใช้แนวทางการกำหนดจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ โดยพิจารณาจากข้อมูลจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลในอดีต และความถี่ของการเกิดเหตุในแต่ละพื้นที่

และพบว่าในเขตพื้นที่ปฏิบัติการโซน 8 กรุงเทพมหานคร มีจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ ที่ได้มีการติดตั้งแล้วในปัจจุบัน มีเพียง 1 จุดเท่านั้น คือบริเวณทางเชื่อมของโรงพยาบาลรามาธิบดี (Skywalk) ด้านถนนพระรามหก เขตราชเทวี ดำเนินการโดยโรงพยาบาลรามาธิบดี ซึ่งผู้วิจัยจะต้องทำการแปลงที่อยู่หรือตำแหน่งจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติดังกล่าวให้เป็นค่าพิกัดละติจูด และลองจิจูด เพื่อเป็นการเตรียมข้อมูลในการนำเข้าระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ดังแสดงในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ค่าพิกัดละติจูดและลองจิจูดของจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ในปัจจุบัน

No.	Latitude	Longitude	จุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติ
1	13.766152	100.526791	บริเวณทางเชื่อมของโรงพยาบาลรามาธิบดี

3.3 การรวบรวมข้อมูลตำแหน่งที่ตั้งของร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven

โดยรวบรวมข้อมูลจากแอปพลิเคชัน 7-Eleven TH เพื่อใช้พิจารณาเป็นจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติ โดยพบว่าในเขตพื้นที่ปฏิบัติการโซน 8 มีร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven ทั้งหมด 422 สาขา ซึ่งผู้วิจัยจะต้องทำการแปลงที่อยู่หรือตำแหน่งที่ตั้งร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven แต่ละสาขาให้เป็นค่าพิกัดละติจูดและลองจิจูด เพื่อเป็นการเตรียมข้อมูลในการนำเข้าระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เช่นกัน ดังแสดงตัวอย่างในตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ตัวอย่างค่าพิกัดละติจูดและลองจิจูดของร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven

No.	Latitude	Longitude	รหัสร้าน	ชื่อร้าน	เขต
1	13.787901	100.535912	01360	Booth ทิปโก้	พญาไท
2	13.766073	100.539176	04027	Pink Mall	พญาไท
3	13.770777	100.541079	02658	SM Tower (สนามเป้า)	พญาไท
4	13.796806	100.569933	00927	จิปดำริห์	พญาไท
5	13.770576	100.534645	08952	ชุมชนมะกอกกลางสวน	พญาไท
6	13.794681	100.549881	00386	ซอยพหลโยธิน 15	พญาไท
7	13.787854	100.543507	05306	ซอยเจือจิตร์ (อารีย์)	พญาไท
8	13.780528	100.531570	10620	ซอยรณชัย 2	พญาไท
9	13.768485	100.539843	00044	ซอยลือชา	พญาไท
10	13.776333	100.532314	06596	ซอยศาสนา	พญาไท

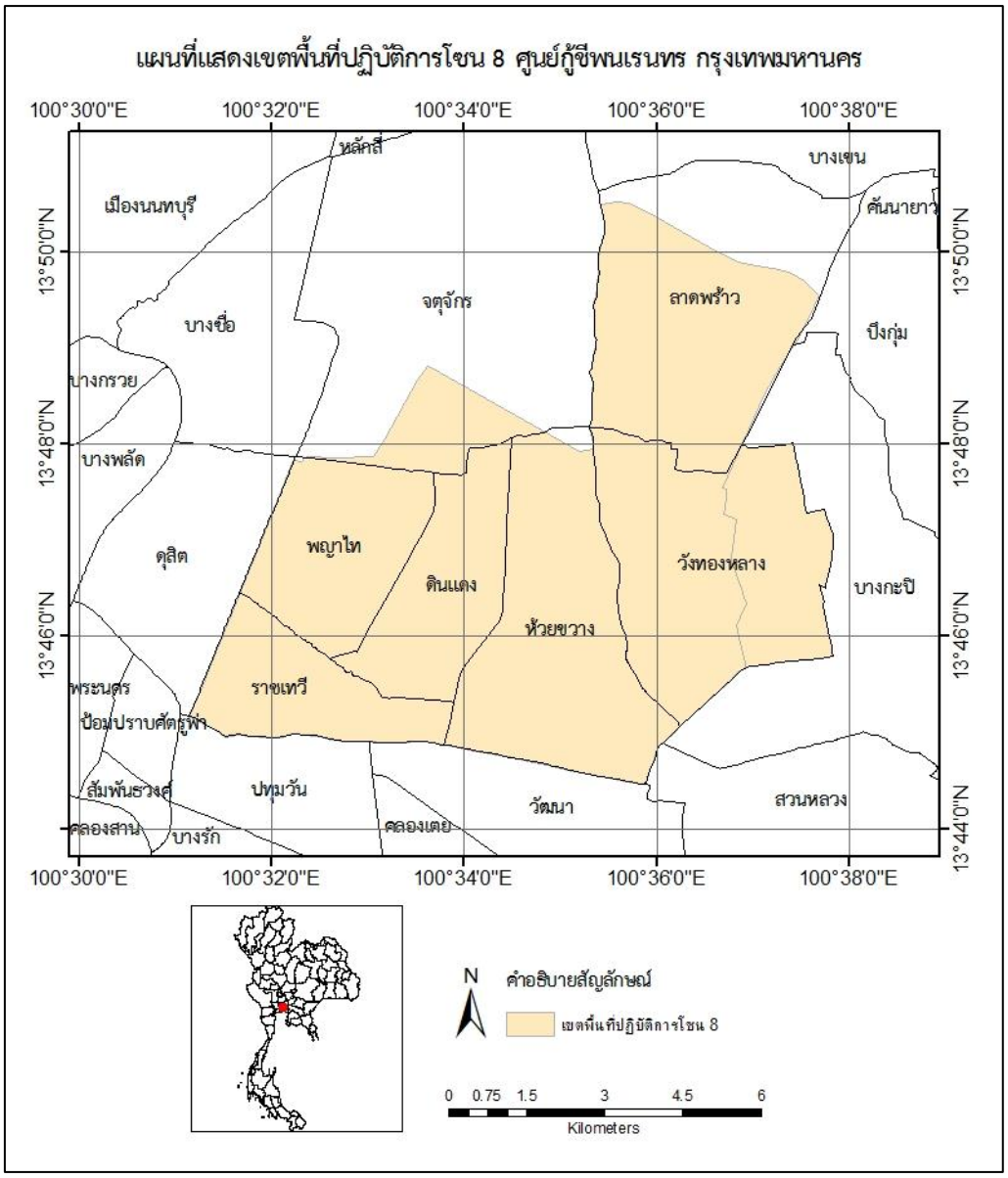
แต่อย่างไรก็ตามเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติยังคงเป็นอุปกรณ์การแพทย์ที่มีราคาค่อนข้างสูง จึงไม่สามารถติดตั้งที่ร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven ได้ครบทุกสาขา จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีการคำนวณหาจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติที่เหมาะสมที่ทำให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.4 การจำลองแผนที่เชิงภูมิศาสตร์ด้วยโปรแกรม ArcGIS

จำลองแผนที่เชิงภูมิศาสตร์ด้วยระบบพิกัดภูมิศาสตร์ Geographic Coordinate System : GCS ซึ่งเป็นระบบพิกัดที่กำหนดตำแหน่งต่างๆ บนพื้นโลกด้วยวิธีการอ้างอิงบอกตำแหน่งเป็นค่าระยะเชิงมุมของละติจูด (Latitude) และลองจิจูด (Longitude) และใช้พื้นหลักฐาน World Geodetic System 1984

โดยแผนที่เชิงภูมิศาสตร์เขตพื้นที่ปฏิบัติการโซน 8 ศูนย์กู้ชีพนเรนทร กรุงเทพมหานคร ซึ่งประกอบด้วย เขตพญาไท, ห้วยขวาง, ราชเทวี, ดินแดง, วังทองหลาง, จตุจักร (บางส่วน) และลาดพร้าว (บางส่วน) ครอบคลุมพื้นที่ 75 ตารางกิโลเมตร ดังแสดงในภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 เขตพื้นที่ปฏิบัติการโซน 8 ศูนย์กู้ชีพนเรนทร กรุงเทพมหานคร

3.5 การประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ปัญหาครอบคลุมความต้องการของลูกค้าให้ได้มากที่สุด

การกำหนดจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ กำหนดให้พารามิเตอร์ที่พิจารณาเป็นแบบทราบค่าและเป็นค่าคงที่ เนื่องจากพิจารณาจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลในช่วงเวลาหนึ่งในอดีต จึงเลือกใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของปัญหาการเลือกตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ให้บริการแบบดีเทอร์มินิสติก ประเภทปัญหาครอบคลุมความต้องการของลูกค้าให้ได้มากที่สุด (Maximal Covering Problem) ซึ่งจัดว่าเป็นประเภทปัญหาที่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์และการนำไปประยุกต์ใช้มากที่สุด โดยผู้วิจัยจะอ้างอิงและประยุกต์แบบจำลองคณิตศาสตร์ของ Timothy C.Y. Chan and Members (2013) ซึ่งได้ศึกษาและประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ประเภทปัญหาครอบคลุมความต้องการของลูกค้าให้ได้มากที่สุดในการหาคำตอบในการกำหนดจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ในเมืองโทรอนโต ประเทศแคนาดา ซึ่งมีแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ดังนี้

$$Maximize \quad \sum_{j=1}^{J} x_j \tag{1}$$

$$Subject\ to \quad \sum_{i=1}^{I} y_i = N \tag{2}$$

$$x_j \leq \sum_{i=1}^{I} a_{ij} y_i, for\ all\ j = 1, \dots, J \tag{3}$$

$$x_j \in \{0,1\}, for\ all\ j = 1, \dots, J \tag{4}$$

$$y_i \in \{0,1\}, for\ all\ i = 1, \dots, I \tag{5}$$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

โดยที่

x_j แทนเซตของจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล (x) ที่มีจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล (j) เป็นสมาชิก

y_i แทนเซตของตำแหน่งที่ตั้งของร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven (ซึ่งใช้พิจารณาเป็นจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติ) (y) ที่มีจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติ (i) เป็นสมาชิก

a_{ij} แทนพารามิเตอร์ไบนารีที่ระบุว่าจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล j จะถูกครอบคลุมด้วยจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ i (ภายในระยะทาง 100 เมตร)

หมายเหตุ : เนื่องจาก American Heart Association (2010) กล่าวว่าระยะเวลาในการกู้ชีพด้วยเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติที่มีประสิทธิภาพคือภายใน 5 นาที นับจากเวลาที่ผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้น ดังนั้นการกำหนดจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ ต้องติดตั้งในจุดที่ผู้อยู่ในเหตุการณ์สามารถเข้าถึงจุดติดตั้งและนำเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติมายังจุดเกิดเหตุ เพื่อช่วยเหลือผู้ป่วยภายในระยะเวลา 5 นาทีนับจากเวลาที่ผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้น โดยงานวิจัยของ Benjamin Dahan and Members (2016) Timothy C.Y. Chan and Members (2013) และ Chung-Yuan Huang and Tzai-Hung Wen (2010) กำหนดให้ระยะทางระหว่างจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติกับจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลควรมีรัศมี 100 เมตร โดยพิจารณาจากอัตราความเร็วเฉลี่ยของคน เนื่องจากอัตราความเร็วเฉลี่ยของคนคือ 5 กม./ชม. หรือ 5,000 เมตร/ 60 นาที (วิกิพีเดีย, 2559) ดังนั้นถ้าจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติมีรัศมีห่างจากจุดเกิดเหตุ 100 เมตร (เดินทางไปกลับ 200 เมตร ด้วยอัตราความเร็วเฉลี่ยของคน) จะใช้เวลาเดินทางประมาณ 2.4 นาที และเหลือระยะเวลาประมาณ 2.6 นาที ในการเปิดเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติ ติดแผ่นอิเล็กโทรด รวมถึงเป็นระยะเวลาที่เครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติทำการวินิจฉัยคลื่นไฟฟ้าหัวใจ และสามารถให้การรักษาด้วยการช็อกไฟฟ้ากระตุกหัวใจ เพื่อเปิดโอกาสให้หัวใจกลับมาเต้นใหม่ในจังหวะที่ถูกต้อง

N แทนจำนวนเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติที่จะทำการติดตั้ง

i แทนจำนวนจุดติดตั้งที่มีศักยภาพที่เหมาะสมในการติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติ

j แทนจำนวนจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลในอดีตที่นำข้อมูลมาพิจารณา

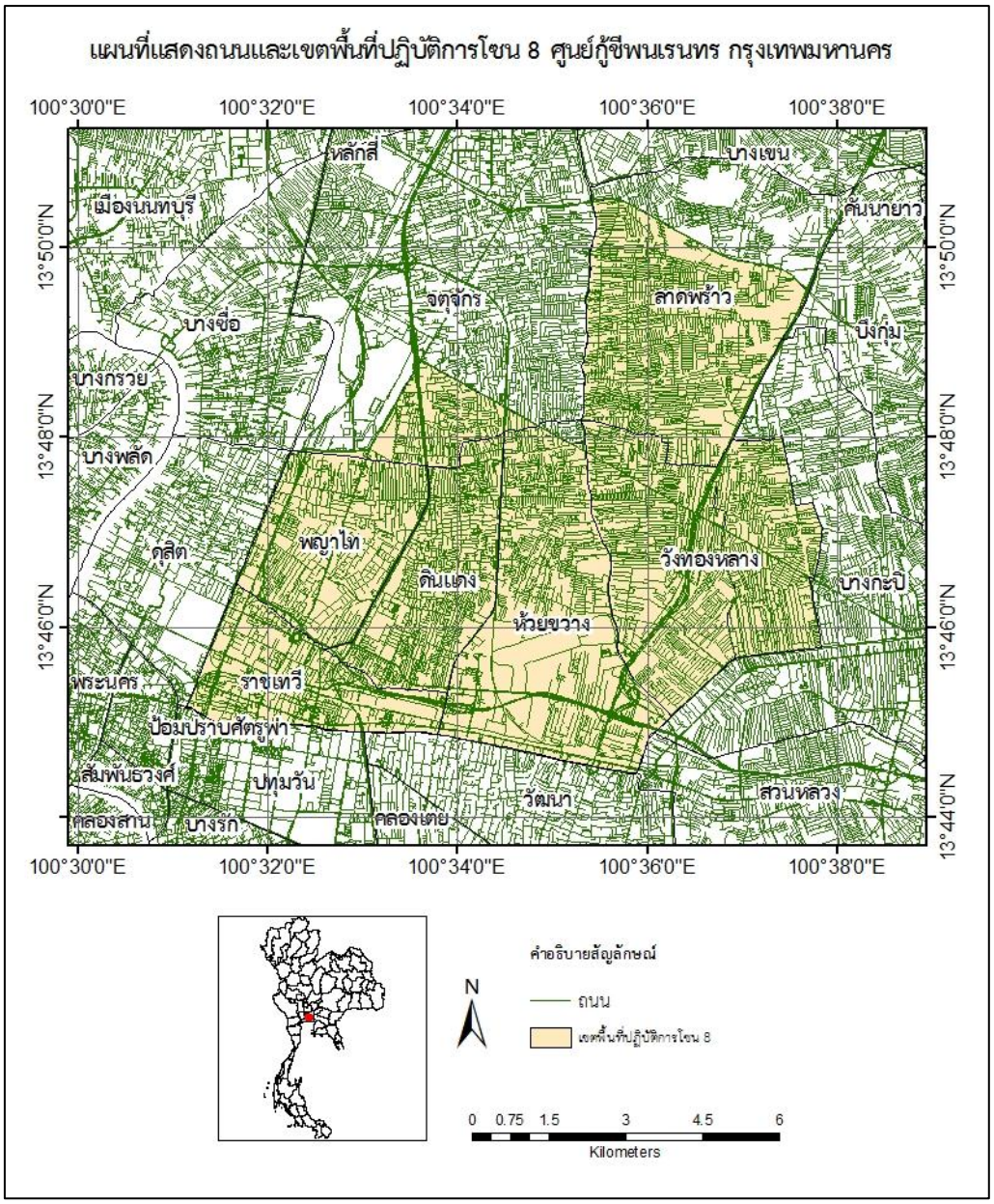
สมการวัตถุประสงค์ (1) เป็นการครอบคลุมจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลให้ได้มากที่สุด โดยมีสมการข้อจำกัด (2) แสดงข้อจำกัดของจำนวนจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ สมการข้อจำกัด (3) เป็นสมการที่ระบุว่าจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลที่ถูกครอบคลุมจะได้รับการเข้าถึงด้วยจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ภายในระยะทางที่กำหนด และสมการ (4-5) เป็นข้อจำกัดเชิงตัวเลข (Binary Optimization Model)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.6 การนำเข้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องลงในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และการประมวลผลด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลโครงข่าย

นำเข้าข้อมูลจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล 842 ข้อมูล และข้อมูลตำแหน่งที่ตั้งของร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven 422 ข้อมูล ซึ่งเป็นค่าพิกัดละติจูดและลองจิจูดที่ได้ทำการรวบรวมไว้ใน Microsoft Excel จากนั้นก็ทำการ Add data เข้าสู่โปรแกรม ArcGIS ด้วยไฟล์ Excel.xls และนำเข้าข้อมูลถนนในเขตพื้นที่ปฏิบัติการโซน 8 กรุงเทพมหานครด้วย Shapefile ซึ่งการนำเสนอข้อมูลด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ จะทำให้เห็นการกระจายตัวและความถี่ของจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลและร้านสะดวกซื้อ7-Eleven ในเขตพื้นที่ดังกล่าว รวมถึงการนำเข้าข้อมูลถนนเพื่อใช้ในการประมวลผลระยะทางระหว่างจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติกับจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลต่อไป ดังแสดงในภาพที่ 3.4

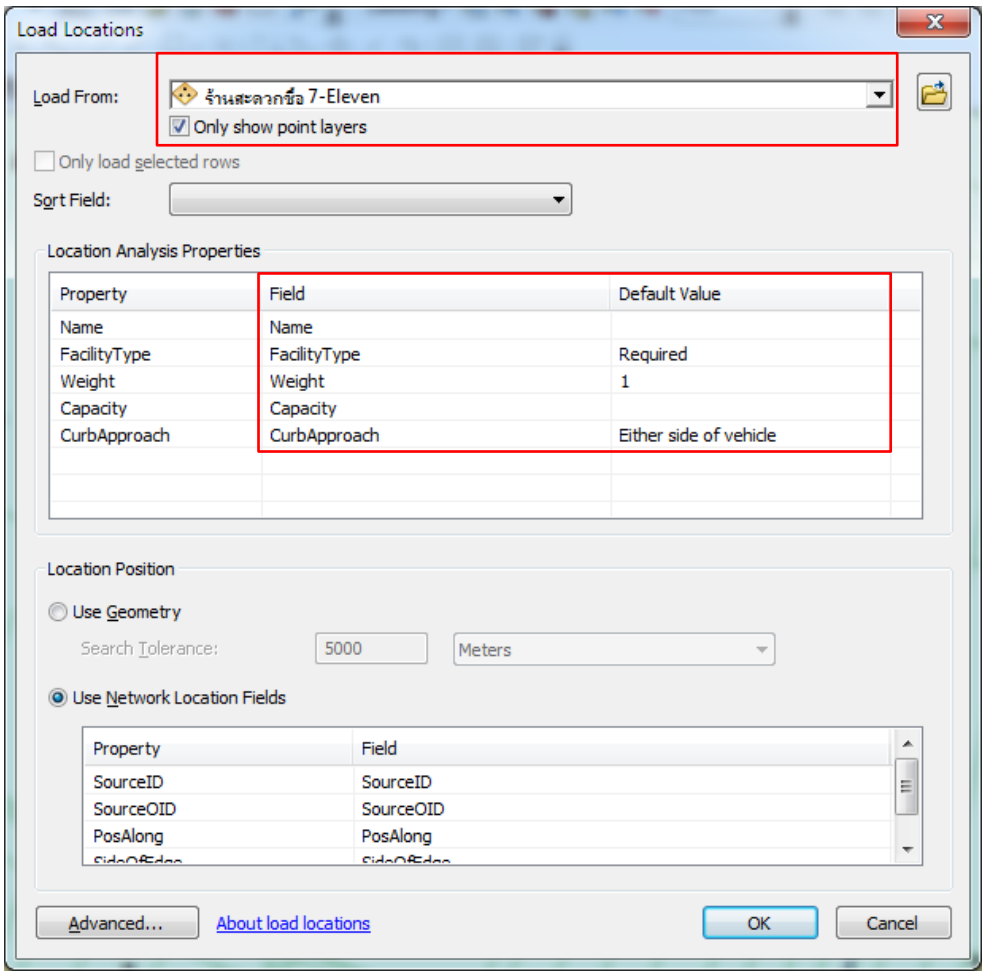
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 3.4 ถนนและเขตพื้นที่ปฏิบัติการโซน 8 ศูนย์กู้ชีพนเรนทร กรุงเทพมหานคร

การประมวลผลการกำหนดจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้โดยการวิเคราะห์ข้อมูลโครงข่าย (ArcGIS Network Analyst) ในส่วนของการจัดหาตำแหน่งที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ (Location-Allocation) ด้วยการหาตำแหน่งที่สามารถครอบคลุมการให้บริการให้ได้มากที่สุด (Maximize Coverage) ซึ่งสอดคล้องกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ปัญหาครอบคลุมความต้องการของลูกค้าให้ได้มากที่สุด (Maximal Covering Problem) ที่กำหนดไว้ในขั้นตอนการวิจัยที่ 3.5 ซึ่งมีขั้นตอนโดยสังเขปดังนี้

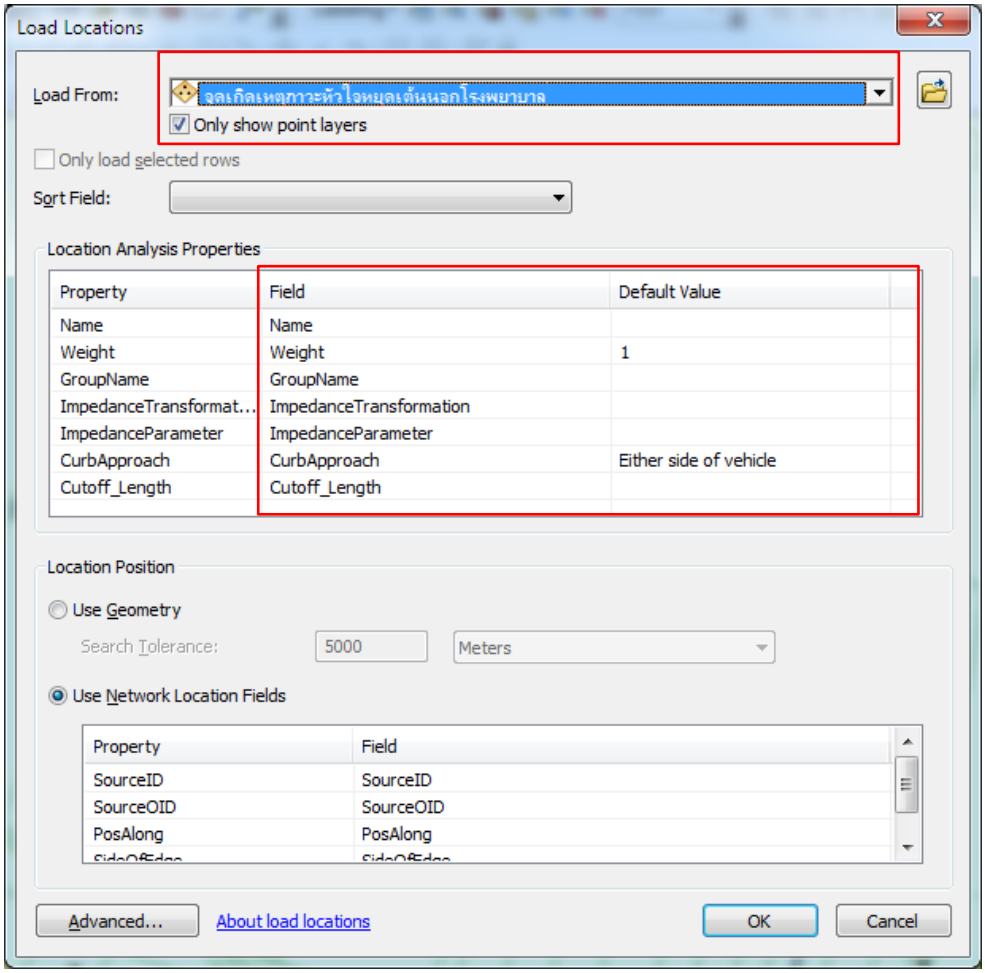
1. กำหนด Facilities เพื่อระบุจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติ ซึ่งในที่นี้ คือ y_i เซตของตำแหน่งที่ตั้งของร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven 422 สาขา (y) ที่มีจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติ (i) เป็นสมาชิก โดยกำหนดให้ Facility Type เป็น Required เพื่อให้ทุก Facility ถูกนำไปใช้ในการวิเคราะห์ กำหนดให้ Weight = 1 เพื่อให้แต่ละ Facility หรือแต่ละร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven มีน้ำหนักเท่ากัน และกำหนดให้ Curb approach การกำหนดสิ่งกีดขวางเป็น Either side of vehicle คือทั้งสองด้านของยานพาหนะ ดังแสดงในภาพที่ 3.5



ภาพที่ 3.5 การกำหนด Facilities เพื่อระบุจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติ

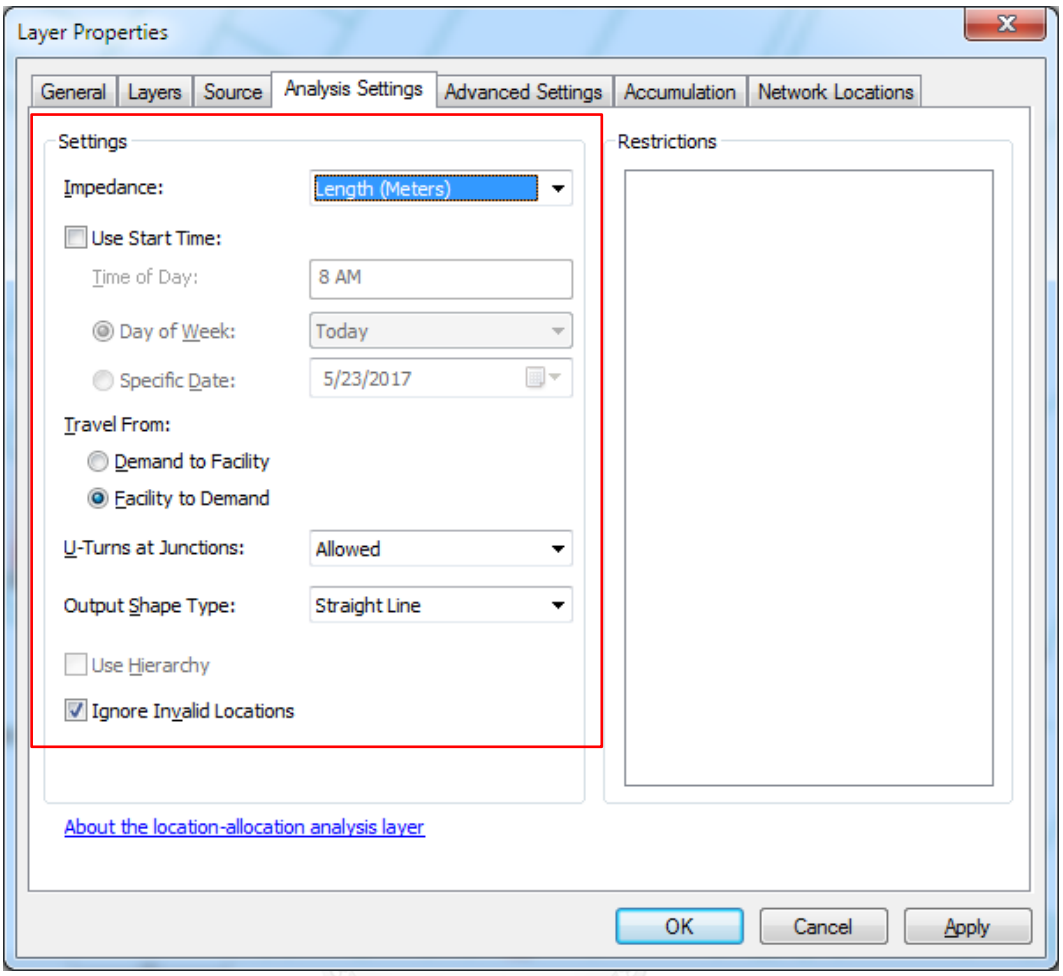
2. กำหนด Demand Points เพื่อระบุตำแหน่งของจุดที่มีความต้องการใช้บริการ Facility โดยจะนำเข้าจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล ซึ่งในที่นี้ คือ x_j เซตของจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล (x) ที่มีจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล (j)

เป็นสมาชิก โดยกำหนดให้ Weight = 1 เพื่อให้แต่ละ Demand หรือจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลมีน้ำหนักเท่ากัน และกำหนดให้ Curb approach การกำหนดสิ่งกีดขวางเป็น Either side of vehicle คือทั้งสองด้านของยานพาหนะ ดังแสดงในภาพที่ 3.6



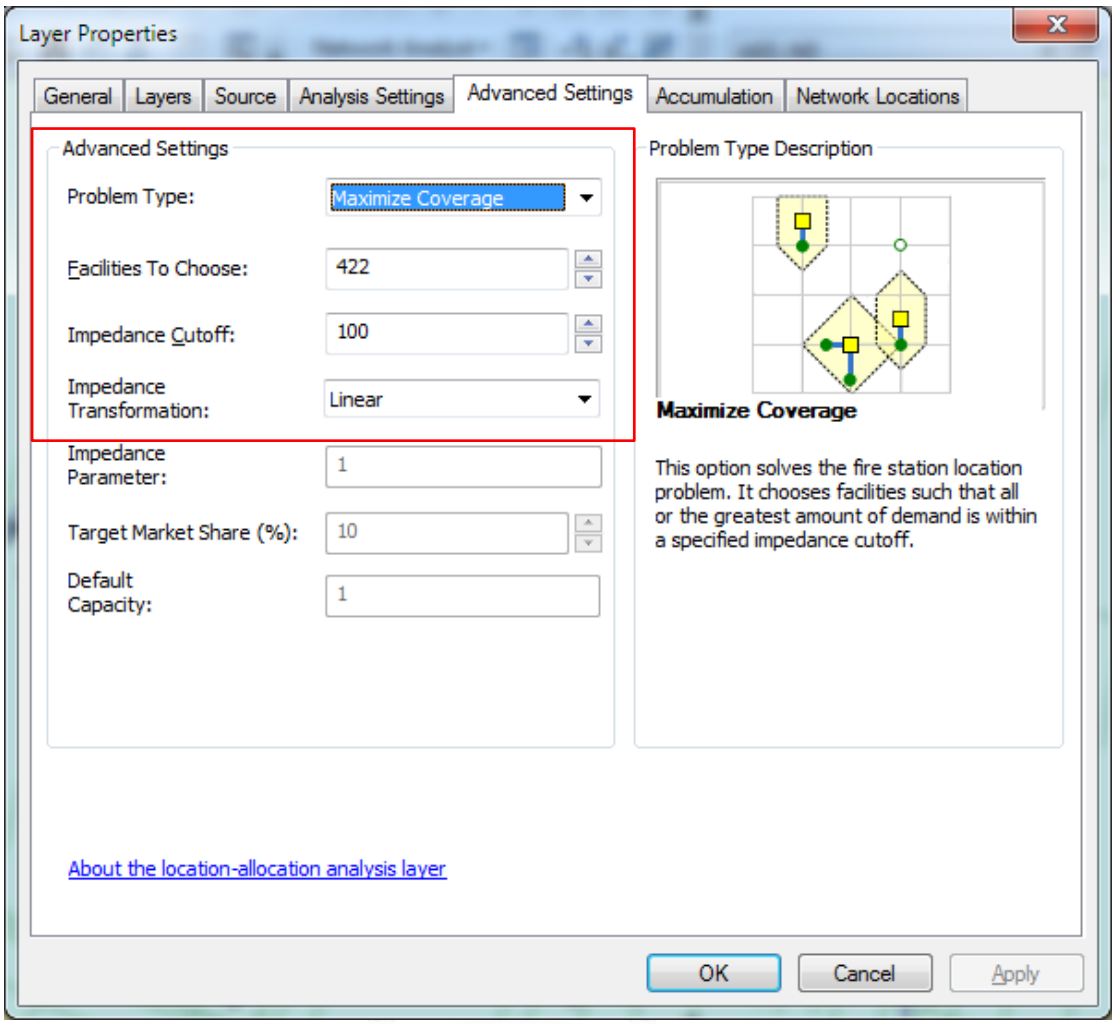
ภาพที่ 3.6 การกำหนด Demand Points เพื่อระบุจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล

3. กำหนดคุณสมบัติชั้นข้อมูล โดยกำหนดให้ Impedance เป็นระยะทาง (Meters) กำหนดให้ Travel from เป็น Facility to Demand (คือ การที่ผู้อยู่ในเหตุการณ์นำเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติมายังจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล) นอกจากนี้กำหนดให้มีการกลับรถได้ ผลลัพธ์เป็นเส้นตรง และไม่พิจารณาตำแหน่งที่ไม่สมเหตุสมผล ดังแสดงในภาพที่ 3.7



ภาพที่ 3.7 การกำหนดคุณสมบัติชั้นข้อมูล

4. กำหนดคุณสมบัติของการวิเคราะห์ โดยกำหนดให้วิธีการจัดหาตำแหน่งที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ (Location-Allocation) ด้วยการหาตำแหน่งที่สามารถครอบคลุมการให้บริการให้ได้มากที่สุด (Maximize Coverage) กำหนดให้ Facilities to choose = 442 ซึ่งในที่นี้คือ i จำนวนจุดติดตั้งที่มีศักยภาพที่เหมาะสมในการติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติ กำหนดให้ Impedance Cutoff = 100 ซึ่งในที่นี้ คือ a_{ij} พารามิเตอร์ไบนารีที่ระบุว่าจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล j จะถูกครอบคลุมด้วยจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ i (ภายในระยะทาง 100 เมตร) และกำหนดให้ Impedance Transformation เป็น Linear ซึ่งเป็นข้อจำกัดเชิงตัวเลข เนื่องจากปัญหาครอบคลุมความต้องการของลูกค้าให้ได้มากที่สุดเป็นปัญหากำหนดการเชิงเส้น (Linear Programming Problems) ดังแสดงในภาพที่ 3.8



ภาพที่ 3.8 การกำหนดคุณสมบัติของการวิเคราะห์

Chulalongkorn University

3.7 การวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการกดปุ่ม Solve เพื่อวิเคราะห์ผลซึ่งจะแสดงเส้นเชื่อมโยงระหว่างร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven (จุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติ) และจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล หลังจากนั้นจะทำการ Export ผลลัพธ์จากตาราง Attribute table และทำการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ จำนวนเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติที่ควรทำการติดตั้ง (N) การประเมินอัตราความครอบคลุมของจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ ภายในระยะทาง 100 เมตร และระยะทางในหลายๆเงื่อนไข การจัดอันดับความสำคัญของร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven ที่จะทำการติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติโดยพิจารณาจากจำนวนความครอบคลุมจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลในอดีต และการประมาณการต้นทุนการติดตั้ง เป็นต้น

บทที่ 4
ผลการวิจัย

การกำหนดจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ ด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ มีผลวิจัยโดยอาศัยขั้นตอนการวิจัยและข้อมูลต่างๆ ดังนี้

4.1 ข้อมูลผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลและจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล

จากการศึกษาข้อมูลการปฏิบัติการของศูนย์กู้ชีพนเรนทรปี 2558 พบว่าศูนย์กู้ชีพนเรนทรมีระยะเวลาตอบสนอง (ระยะเวลาที่ใช้ตั้งแต่รับแจ้งเหตุจนถึงที่เกิดเหตุ) โดยเฉลี่ยคือ 14.61 นาที (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.35) ซึ่งถือเป็นข้อจำกัดของระบบบริการทางการแพทย์ฉุกเฉินที่ระยะเวลาการตอบสนองของรถพยาบาลฉุกเฉินขั้นสูงไม่สามารถเข้าถึงจุดเกิดเหตุได้ภายใน 5 นาที (ซึ่งเป็นระยะเวลาในการช่วยเหลือผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นที่มีประสิทธิภาพ) ทั้งนี้มีสาเหตุมาจากสภาพการจราจร และระยะทางระหว่างศูนย์กู้ชีพและจุดเกิดเหตุ เป็นต้น ทางศูนย์กู้ชีพนเรนทรจึงสนับสนุนให้มีการติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ เพื่อเพิ่มอัตราการรอดชีวิตของผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล โดยในอนาคตทางศูนย์กู้ชีพนเรนทรต้องการเชื่อมโยงข้อมูลจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติเพื่อแจ้งจุดติดตั้งที่ใกล้ที่สุด พร้อมทั้งให้คำแนะนำการใช้เครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติแก่ผู้อยู่ในเหตุการณ์ เพื่อให้สามารถช่วยชีวิตผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นได้ทันท่วงที

Chulalongkorn University

และจากการรวบรวมข้อมูลผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลและจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล ในเขตพื้นที่ปฏิบัติการโซน 8 กรุงเทพมหานคร ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2552 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2559 พบว่ามีข้อมูลทั้งหมด 1,033 ข้อมูล ได้ทำการตัดข้อมูลออก 191 ข้อมูล เนื่องจากเป็นข้อมูลที่ไม่ได้ระบุสถานที่เกิดเหตุ 65 ข้อมูล และเป็นข้อมูลนอกเขตพื้นที่ปฏิบัติการโซน 8 จำนวน 126 ข้อมูล ทำให้เหลือข้อมูลที่สมบูรณ์ 842 ข้อมูล โดยภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลในเขตพื้นที่ปฏิบัติการโซน 8 เกิดขึ้นเฉลี่ยเดือนละ 10 ครั้ง และสูงสุด 22 ครั้ง ในเดือนตุลาคม 2559 ซึ่งข้อมูลผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล และข้อมูลจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลดังแสดงในตารางที่ 4.1 และ 4.2 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล ในเขตพื้นที่ปฏิบัติการโซน 8 กรุงเทพมหานคร ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2552 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2559

ข้อมูลผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล	**จำนวนผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล (n = 842)**
เพศ	
เพศชาย	550 (65 %)
เพศหญิง	262 (31 %)
ไม่ระบุ	30 (4%)
อายุเฉลี่ย	60 ปี
สถานที่เกิดเหตุ	
ที่พักอาศัย	655 (78 %)
ที่สาธารณะ	187 (22 %)
ช่วงเวลาเกิดเหตุ	
กลางวัน (6.00 น. – 17.59 น.)	427 (51 %)
กลางคืน (18.00 น. – 05.59 น.)	401 (48 %)
ไม่ระบุ	14 (2%)
นวดหัวใจผายปอดกู้ชีพโดย	
หน่วยปฏิบัติการทางการแพทย์ฉุกเฉินและ	526 (62 %)
อาสาสมัครกู้ชีพ	
ผู้ที่อยู่ในเหตุการณ์	210 (25 %)
ไม่ได้ทำการนวดหัวใจผายปอดกู้ชีพ	106 (13%)
ใช้เครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติโดย	
ผู้ที่อยู่ในเหตุการณ์	0 (0 %)
ผลการรักษา	
เสียชีวิตในที่เกิดเหตุ	548 (65 %)
นำส่งโรงพยาบาล	294 (35 %)

ที่มา : ศูนย์กู้ชีพนเรนทร และเรียบเรียงใหม่โดยผู้วิจัย (2560)

จากตารางที่ 4.1 พบว่าภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลเกิดขึ้นในเพศชายมากกว่าเพศหญิง โดยเกิดในเพศชาย 65% เพศหญิง 31% และไม่ระบุ 4% อายุเฉลี่ยของผู้ป่วยคือ 60 ปี เหตุส่วน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ใหญ่เกิดในที่พักอาศัยมากกว่าที่สาธารณะ โดยเกิดในที่พักอาศัย 78% และที่สาธารณะ 22% เหตุเกิดทั้งในช่วงเวลากลางวันและกลางคืนในสัดสวนที่ใกล้เคียงกัน โดยเกิดในช่วงเวลากลางวัน 51% ช่วงเวลากลางคืน 48% และไม่ระบุ 2% การนวดหัวใจผายปอดกู้ชีพส่วนใหญ่ทำโดยหน่วยปฏิบัติการทางการแพทย์ฉุกเฉินและอาสาสมัครกู้ชีพมากถึง 62% และทำโดยผู้อยู่ในเหตุการณ์เพียง 25% นอกจากนี้พบว่ามีผู้ป่วยที่ไม่ได้ถูกช่วยเหลือด้วยการนวดหัวใจผายปอดกู้ชีพ 13% ซึ่งอาจเป็นเพราะผู้ป่วยเสียชีวิตก่อนที่หน่วยปฏิบัติการทางการแพทย์ฉุกเฉินจะมาถึง อาจไม่มีผู้อยู่ในเหตุการณ์หรือไม่ได้รับการช่วยเหลือจากผู้ที่อยู่ในเหตุการณ์ รวมทั้งไม่มีการใช้เครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติโดยผู้อยู่ในเหตุการณ์ เนื่องจากยังไม่มีการติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้อย่างแพร่หลาย และผลการรักษาพบว่าผู้ป่วยเสียชีวิตในที่เกิดเหตุมากถึง 65% สามารถนำส่งโรงพยาบาล และมีโอกาสในการรอดชีวิตมีเพียง 35% เท่านั้น

ตารางที่ 4.2 ข้อมูลจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2552 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2559

เขต	**แขวง**	**จำนวนจุดเกิดเหตุในแต่ละแขวง (จุด)**	**จำนวนจุดเกิดเหตุในแต่ละเขต (จุด)**
พญาไท	สามเสนใน	36	36
ห้วยขวาง	ห้วยขวาง	79	159
	สามเสนนอก	66	
	บางกะปิ	14	
ราชเทวี	ถนนเพชรบุรี	31	65
	ถนนพญาไท	16	
	ทุ่งพญาไท	12	
	มักกะสัน	6	
ดินแดง	ดินแดง	400	400
วังทองหลาง	วังทองหลาง	81	81
จตุจักร (บางส่วน)	ลาดยาว	30	30
ลาดพร้าว (บางส่วน)	ลาดพร้าว	71	71
ทั้งหมด		**842**	**842**

ที่มา : ศูนย์กู้ชีพนเรนทร และเรียบเรียงใหม่โดยผู้วิจัย (2560)

จากตารางที่ 4.2 เมื่อพิจารณาข้อมูลจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลด้วยแขวง พบว่าแขวงดินแดง เขตดินแดงเป็นพื้นที่ที่มีจำนวนจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลมากที่สุดในเขตพื้นที่ปฏิบัติการโซน 8 โดยมีจุดเกิดเหตุทั้งหมดในช่วงเวลาดังกล่าว 400 จุด รองมาคือ แขวงวังทองหลาง เขตวังทองหลาง ซึ่งมีจุดเกิดเหตุทั้งหมดในช่วงเวลาดังกล่าว 81 จุด ส่วนแขวงที่มีจุดเกิดเหตุน้อยที่สุด คือ แขวงมักกะสัน เขตราชเทวี ซึ่งมีจุดเกิดเหตุทั้งหมดในช่วงเวลาดังกล่าว 6 จุด

4.2 ข้อมูลจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ที่ได้มีการติดตั้งแล้วในปัจจุบัน

ในปัจจุบันเขตพื้นที่ปฏิบัติการโซน 8 กรุงเทพมหานคร มีจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ที่ติดตั้งแล้วเพียง 1 จุดเท่านั้น คือบริเวณทางเชื่อมของโรงพยาบาลรามาธิบดี (Skywalk) ด้านถนนพระรามหก เขตราชเทวี ซึ่งดำเนินการโดยโรงพยาบาลรามาธิบดี ภายใต้โครงการพัฒนางานบริการการแพทย์ฉุกเฉินของทีมกู้ชีพรามาธิบดี โดยได้ทำการติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติและทำฝึกซ้อมการช่วยเหลือผู้ป่วยฉุกเฉินในบริเวณพื้นที่ดังกล่าว ตั้งแต่วันที่ 27 ธันวาคม 2556 ดังแสดงในภาพที่ 4.1 โดยมีมูลเหตุจูงใจมาจากมีผู้ใช้เส้นทาง Skywalk โรงพยาบาลรามาธิบดีจำนวนมากทั้งที่เป็นผู้ป่วยและผู้สัญจรไปมาจำนวนไม่น้อยกว่า 1,000 คนต่อวัน และเคยมีเหตุการณ์ผู้ป่วยฉุกเฉินเกิดขึ้นและได้รับการช่วยเหลือล่าช้ามากกว่า 15 นาที เนื่องจากเป็นพื้นที่รอยต่อระหว่างอาคาร ไม่มีทีมช่วยเหลือในการช่วยเหลือผู้ป่วยที่เป็นระบบ ทีมกู้ชีพรามาธิบดีจึงต้องการพัฒนางานบริการการแพทย์ฉุกเฉินบนเส้นทาง Sky Walk ให้เป็นนวัตกรรมต้นแบบ ส่งผลให้เกิดการบริการรักษาพยาบาลที่รวดเร็ว และตอบสนองพันธกิจของหน่วยงาน

โดยผู้อยู่ในเหตุการณ์สามารถช่วยเหลือผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลและเข้าถึงเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติได้ด้วยการกดสัญญาณขอความช่วยเหลือฉุกเฉิน ซึ่งจะมีเจ้าหน้าที่งานรักษาความปลอดภัยทำการปลดล็อคตู้บรรจุเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติ ประเมินช่วยเหลือเบื้องต้นและเปิดเส้นทางรถ จากนั้นจะมีทีมกู้ชีพรามาธิบดีเข้ามาให้การช่วยเหลืออย่างทันท่วงที

ภาพที่ 4.1 จุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้
บริเวณทางเชื่อมของโรงพยาบาลรามาธิบดี และการฝึกซ้อมช่วยเหลือผู้ป่วยฉุกเฉิน

4.3 ข้อมูลร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven ซึ่งใช้พิจารณาเป็นจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้

จากข้อมูลผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล ในเขตพื้นที่ปฏิบัติการโซน 8 กรุงเทพมหานคร ดังตารางที่ 4.1 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล ส่วนใหญ่เกิดในที่พักอาศัยมากกว่าที่สาธารณะ เหตุเกิดทั้งในช่วงเวลากลางวันและกลางคืนในสัดสวนที่ใกล้เคียงกัน ผู้วิจัยจึงพิจารณาจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ตลอด 24 ชม. สามารถเข้าถึงแหล่งชุมชน แหล่งที่พักอาศัย มีความปลอดภัย มีความเสี่ยงต่อการสูญหายหรือถูกทำลายต่ำ ง่ายต่อการควบคุม และการบำรุงรักษา ทางผู้วิจัยจึงมีความสนใจติดตั้งในร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven เนื่องจากในปัจจุบันร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven ในประเทศไทยมีสาขาค่อนข้างมาก มีการกระจายตัว มีความถี่ของทำเลที่ตั้ง ทำให้มีความเป็นไปได้ว่าผู้ที่อยู่ในเหตุการณ์จะสามารถเข้าถึงเครื่องอีกทั้งกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติและนำกลับมายังจุดเกิดเหตุเพื่อช่วยเหลือผู้ป่วยได้ภายในระยะเวลา 5 นาทีหลังจากผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Chung-Yuan Huang and Tzai-Hung Wen (2010) ประเทศไต้หวัน ที่ทำการศึกษาการหาทำเลที่เหมาะสมในการติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติในร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven เช่นกัน

โดยข้อมูลร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven ในเขตพื้นที่ปฏิบัติการโซน 8 กรุงเทพมหานคร ซึ่งจะนำมาพิจารณาเป็นจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ ดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 จำนวนร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven ในเขตพื้นที่ปฏิบัติการโซน 8 กรุงเทพมหานคร

เขต	แขวง	จำนวนร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven (สาขา)	จำนวนร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven (สาขา)
พญาไท	สามเสนใน	56	56
ห้วยขวาง	ห้วยขวาง	37	77
	สามเสนนอก	21	
	บางกะปิ	19	
ราชเทวี	ถนนเพชรบุรี	12	92
	ถนนพญาไท	33	
	ทุ่งพญาไท	38	
	มักกะสัน	9	
ดินแดง	ดินแดง	83	83
วังทองหลาง	วังทองหลาง	66	66
จตุจักร (บางส่วน)	ลาดยาว	20	20
ลาดพร้าว (บางส่วน)	ลาดพร้าว	28	28
ทั้งหมด	**ทั้งหมด**	**422**	**422**

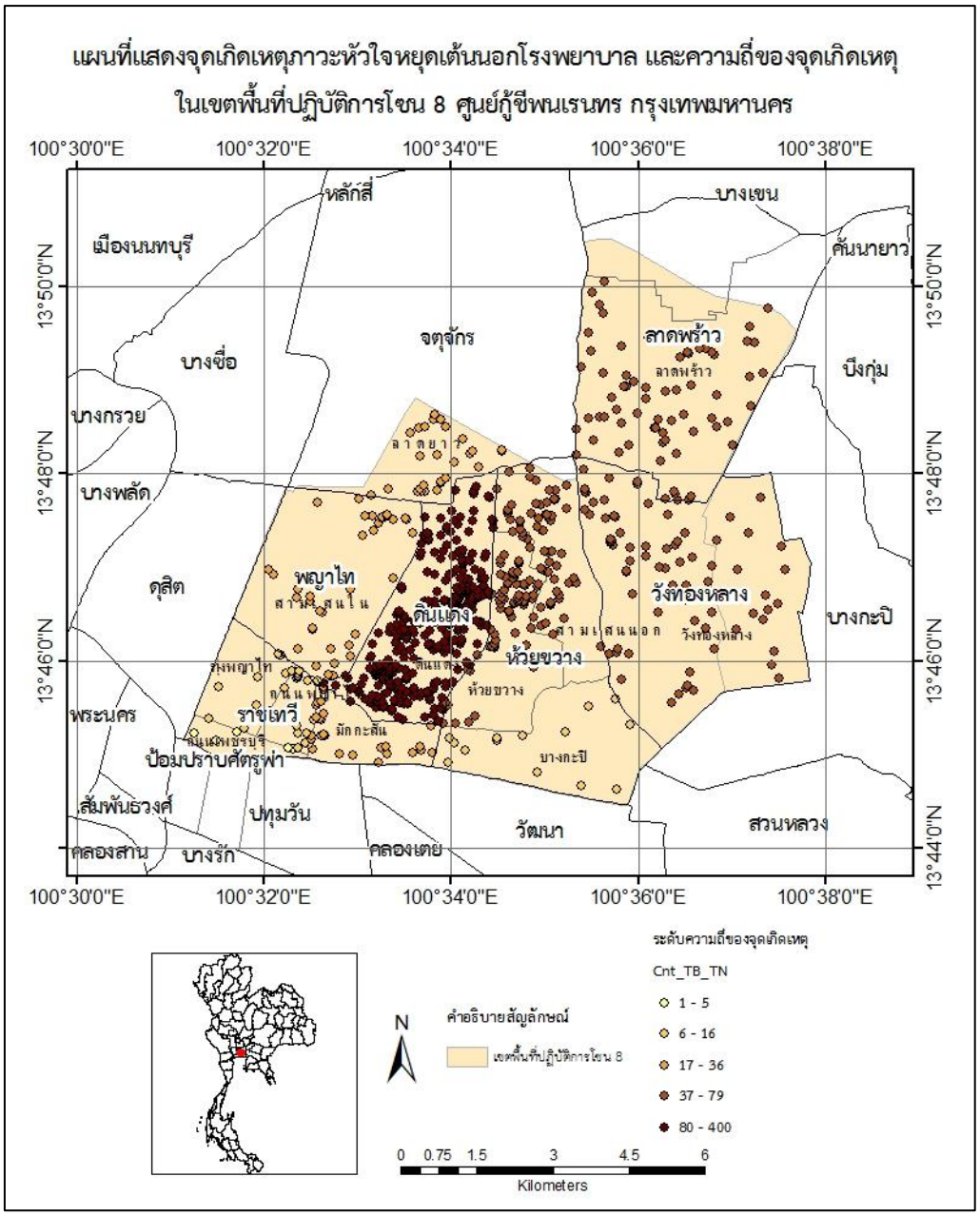
ที่มา : แอปพลิเคชัน 7-Eleven TH และเรียบเรียงใหม่โดยผู้วิจัย (2560)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

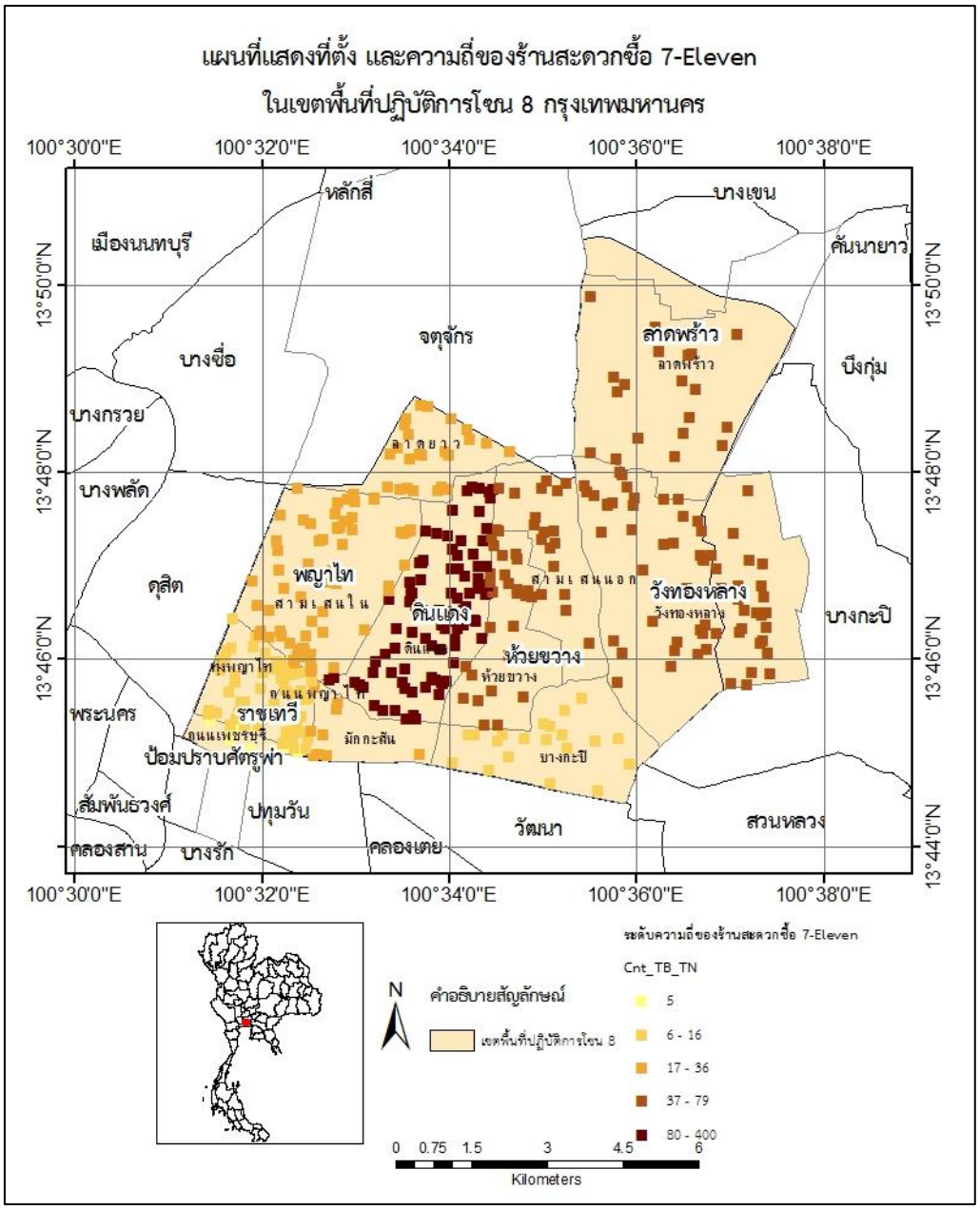
จากตารางที่ 4.3 เมื่อพิจารณาข้อมูลจำนวนร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven ด้วยแขวง พบว่าในปัจจุบันแขวงดินแดง เขตดินแดงเป็นพื้นที่ที่มีร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven มากที่สุดในเขตพื้นที่ปฏิบัติการโซน 8 โดยมีทั้งหมด 83 สาขา รองมาคือ แขวงห้วยขวาง เขตห้วยขวาง ซึ่งมีร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven ทั้งหมด 66 สาขา ส่วนแขวงที่มีร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven น้อยที่สุด คือ แขวงมักกะสัน เขตราชเทวี ซึ่งมีทั้งหมด 9 สาขา

4.4 แผนที่เชิงภูมิศาสตร์ และการนำเสนอข้อมูลด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

การนำเสนอข้อมูลด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ จะทำให้สามารถมองภาพของผลลัพธ์ที่นำเสนอได้ดียิ่งขึ้น เช่น แผนที่แสดงขอบเขตพื้นที่ปฏิบัติการโซน 8 แผนที่แสดงจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล และความถี่ของจุดเกิดเหตุ แผนที่แสดงที่ตั้ง และความถี่ของร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven ดังแสดงในภาพที่ 4.2 และ 4.3 ตามลำดับ



ภาพที่ 4.2 จุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล และความถี่ของจุดเกิดเหตุ
ในเขตพื้นที่ปฏิบัติการโซน 8 กรุงเทพมหานคร



ภาพที่ 4.3 ที่ตั้ง และความถี่ของร้านสะดวกซื้อ7-Eleven ในเขตพื้นที่ปฏิบัติการโซน 8 กรุงเทพมหานคร

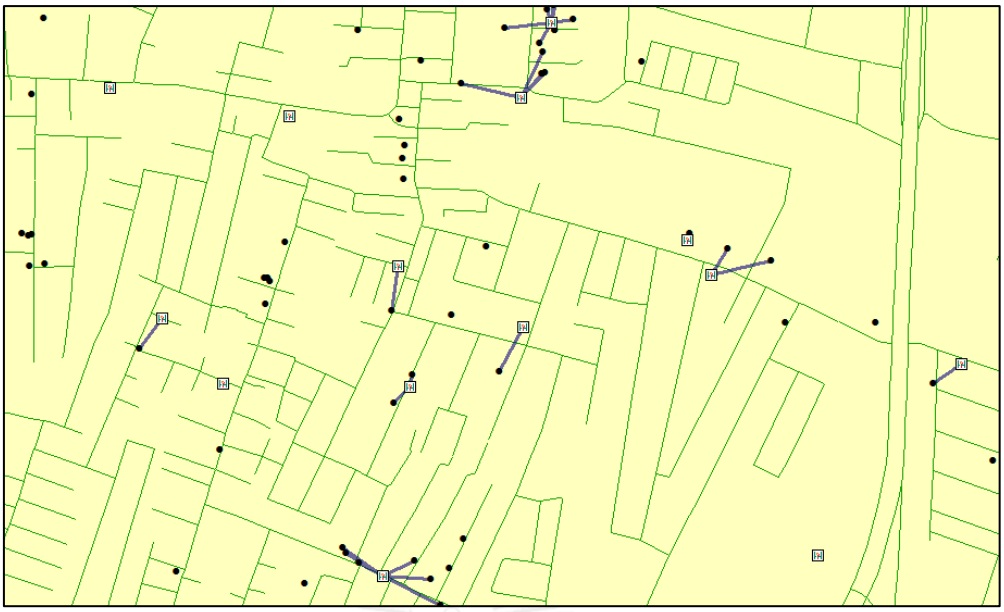
จากภาพที่ 4.2 และภาพที่ 4.3 เมื่อพิจารณาระดับความถี่พบว่าแขวงดินแดง เขตดินแดงเป็นพื้นที่ที่มีความถี่ของจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลและความถี่ของร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven มากที่สุดในเขตพื้นที่ปฏิบัติการโซน 8 (ระดับความถี่สีน้ำตาลเข้ม) ซึ่งข้อมูลความถี่ของจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล และความถี่ของร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven ในแขวง

ดินแดง เขตดินแดงมีความสอดคล้องกัน โดยข้อมูลดังกล่าวถือเป็นข้อมูลสำคัญที่นำไปใช้ในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และการประมวลผลด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อการกำหนดจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนเข้าถึงได้ต่อไป

4.5 การประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และการประมวลผลด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

การประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ปัญหาครอบคลุมความต้องการของลูกค้าให้ได้มากที่สุด (Maximal Covering Problem) เพื่อเป็นการกำหนดสมการวัตถุประสงค์ สมการข้อจำกัด ของปัญหากำหนดการเชิงเส้น (Linear Programming Problems) ในการกำหนดจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ หลังจากนั้นจะทำการประมวลผลด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ การวิเคราะห์ข้อมูลโครงข่าย (ArcGIS Network Analyst) ในส่วนของการจัดหาตำแหน่งที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ (Location-Allocation) ด้วยการหาตำแหน่งที่สามารถครอบคลุมการให้บริการให้ได้มากที่สุด (Maximize Coverage) ซึ่งสอดคล้องกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดไว้ ซึ่งรายละเอียดได้กล่าวไว้แล้วในวิธีดำเนินการวิจัย

โดยผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ การวิเคราะห์ข้อมูลโครงข่าย ซึ่งกำหนดให้ระยะทางระหว่างจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติกับจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลภายในระยะทาง 100 เมตร พบว่าควรมีจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้า 102 จุด ซึ่งจะครอบจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลในอดีต 166 จุด โดยมีระยะทางเฉลี่ย 51 เมตร ระยะทางน้อยที่สุด 1 เมตร ระยะทางมากที่สุด 99 เมตร คิดเป็นอัตราความครอบคลุมจุดเกิดเหตุ 19.71 % โดยจะเห็นได้ว่ามีจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลในอดีตที่ไม่ได้ถูกครอบคลุมด้วยจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ภายในระยะทาง 100 เมตร มากถึง 676 จุด หรือคิดเป็น 80.29% ซึ่งเกิดจากข้อจำกัดด้านระยะทาง ดังแสดงในภาพที่ 4.4



ภาพที่ 4.4 การประมวลผลจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ภายในระยะทาง 100 เมตร

ในส่วนของการพิจารณาจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ภายในระยะทาง 100 เมตร ในงานวิจัยนี้จะเรียงอันดับการติดตั้งตามจำนวนความครอบจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลในอดีต 5 อันดับแรก ดังแสดงในตารางที่ 4.4

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.4 อันดับการติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ภายในระยะทาง 100 เมตร

อันดับการติดตั้ง	ชื่อร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven	รหัสร้าน	เขต	จำนวนความครอบคลุมจุดเกิดเหตุ (จุด)
1	ศรีวราคอนโด	10521	ดินแดง	11
2	ชานเมือง ซอย 6	09659	ดินแดง	6
3	แฟลต 8 ชั้น	02058	ดินแดง	5
3	เคหะดินแดง 2	10928	ดินแดง	5
3	พร้อมพรรณ	00983	ดินแดง	5
3	ห้วยขวาง 6	10507	ดินแดง	5
3	ราชปรารถ 8	09176	ราชเทวี	5
4	เคหะดินแดง	01062	ดินแดง	4
5	RS Tower	04396	ดินแดง	3
5	รัชดา 13 จุด 2	06620	ดินแดง	3
5	รามคำแหง 65/3	03514	วังทองหลาง	3
5	ลาดพร้าว 87	00095	วังทองหลาง	3
5	ดามาพงษ์ 1	01983	ลาดพร้าว	3

จากตารางที่ 4.4 พบว่าร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven สาขาศรีวราคอนโด เขตดินแดง ถูกจัดอันดับให้เป็นจุดติดตั้งอันดับที่ 1 เนื่องจากสามารถครอบคลุมจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลในอดีตได้ถึง 11 จุด ภายใต้ระยะทาง 100 เมตร นอกจากนี้ยังพบว่าเขตดินแดงเป็นเขตที่มีการแนะนำให้ติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติมากที่สุดใน 5 อันดับแรก ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลความถี่ในการเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล โดยเขตดินแดงเป็นเขตมีความถี่ในการเกิดเหตุมากที่สุดในเขตพื้นที่ปฏิบัติการโซน 8

และจากนำจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ที่ได้มีการติดตั้งแล้วในปัจจุบัน บริเวณทางเชื่อมของโรงพยาบาลรามาธิบดี (Skywalk) ด้านถนนพระรามหก เขตราชเทวี เทียบกับผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ พบว่าจุดติดตั้งที่เหมาะสมของเขตราชเทวีมี 15 จุด ซึ่งมีระยะห่างจากจุดติดตั้งเดิมประมาณ 700 เมตร ซึ่งถือว่าเป็นจุดติดตั้งที่เหมาะสมเพราะไม่เป็นการพิจารณาติดตั้งซ้ำ ในจุดที่มีการติดตั้งแล้วในปัจจุบัน

4.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์จุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ด้วยการกำหนดระยะทางหลากหลายเงื่อนไข

เนื่องจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ปัญหาครอบคลุมความต้องการของลูกค้าให้ได้มากที่สุด เป็นแบบดีเทอร์มินิสติก กำหนดให้พารามิเตอร์ที่พิจารณาเป็นแบบทราบค่าและเป็นค่าคงที่ ซึ่งในที่นี้คือเซตของจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล และเซตของตำแหน่งที่ตั้งของร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven (ซึ่งใช้พิจารณาเป็นจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติ) โดยที่ในปัจจุบันในเขตพื้นที่ปฏิบัติการโซน 8 มีร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven 422 สาขา หากเรากำหนดระยะทางจากจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าไปยังจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลเท่ากับ 100 เมตร จะมีร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven เพียง 102 สาขา ที่สามารถเป็นจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่ครอบคลุมจุดเกิดเหตุภายใต้ระยะทางที่กำหนด ซึ่งคิดเป็นอัตราความครอบคลุมจุดเกิดเหตุเพียง 19.71 %

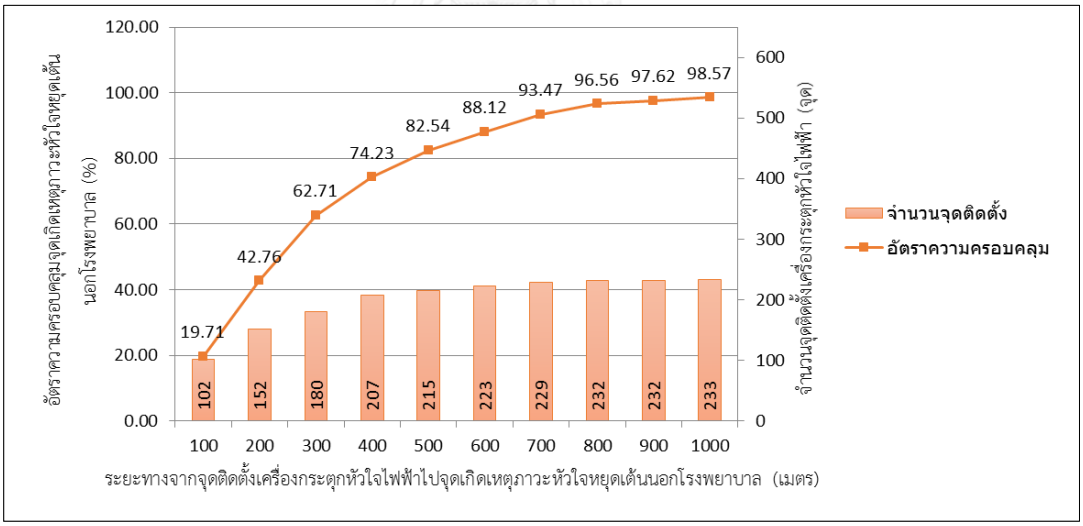
ดังนั้นหากเราต้องการเพิ่มอัตราการครอบคลุมจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล ผู้วิจัยจึงพิจารณาการกำหนดระยะทางในหลายๆเงื่อนไข (Scenario) ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.5 การกำหนดระยะทางจากจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ไปยังจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลในหลายๆเงื่อนไข

กำหนดให้ระยะทาง (เมตร)	**100**	**200**	**300**	**400**	**500**	**600**	**700**	**800**	**900**	**1,000**
จุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้า (จุด)	102	152	180	207	215	223	229	232	232	233
ครอบคลุมจุดเกิดเหตุ (จุด)	166	360	528	625	695	742	787	813	822	830
ระยะทางเฉลี่ย (เมตร)	51	105	150	181	207	207	252	268	274	281
ระยะทางน้อยที่สุด (เมตร)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ระยะทางมากที่สุด (เมตร)	99	199	299	398	492	492	700	795	893	991
อัตราความครอบคลุมจุดเกิดเหตุ (%)	19.71%	42.76%	62.71%	74.23%	82.54%	88.12%	93.47%	96.56%	97.62%	98.57%

จากตารางที่ 4.5 พบว่าการกำหนดให้ระยะทางจากจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ไปยังจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลมีระยะทางเพิ่มขึ้น ทำให้มีร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven ที่สามารถเป็นจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่เหมาะสมเพิ่มขึ้น จึงทำให้อัตราความครอบคลุมจุดเกิดเหตุเพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน จากเดิมที่มีการกำหนดระยะทางเท่ากับ 100 เมตร ผู้อยู่ในเหตุการณ์จะสามารถเข้าถึงเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติ และสามารถนำมาช่วยเหลือผู้ป่วยภายในระยะเวลา 5 นาทีนับจากเวลาที่ผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้น ดังนั้นหากมีความร่วมมือจากผู้ที่อยู่ใกล้จุดติดตั้งหรืออาสาสมัครในพื้นที่ที่สามารถเดินทางเที่ยวเดียวจากจุดติดตั้งมายังจุดเกิดเหตุก็จะสามารถเพิ่มระยะทางได้เป็น 200 เมตร ซึ่งทำให้มีร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven ที่สามารถเป็นจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่เหมาะสมเพิ่มเป็น 152 สาขา และทำให้อัตราความครอบคลุมจุดเกิดเหตุเพิ่มเป็น 42.76 % หรือหากสามารถเข้าถึงจุดติดตั้งและจุดเกิดเหตุได้ด้วยพาหนะอื่น เช่น รถมอเตอร์ไซค์ ก็จะสามารถเพิ่มระยะทางได้มากขึ้น (ตั้งแต่ 300 เมตรขึ้นไป ตามสภาพการจราจร) ซึ่งทำให้มีร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven ที่สามารถเป็นจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่เหมาะสมเพิ่มขึ้น และทำให้อัตราความครอบคลุมจุดเกิดเหตุเพิ่มเช่นกัน ดังแสดงในภาพที่ 4.5



ภาพที่ 4.5 การเพิ่มขึ้นของอัตราความครอบคลุมจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลตามระยะทางที่กำหนด

จากภาพที่ 4.5 แสดงการเพิ่มขึ้นของอัตราความครอบคลุมจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลตามระยะทางที่กำหนด ซึ่งพบว่าหากระยะทางที่กำหนดเท่ากับ 800 เมตรขึ้นไป อัตราความครอบคลุมจุดเกิดเหตุจะเพิ่มขึ้นแบบคงที่และเข้าใกล้ 100% โดยมีร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven ที่สามารถเป็นจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่เหมาะสมทั้งหมด 232 สาขา

ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการพิจารณาจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้เพิ่มเติมภายใต้ระยะทาง 200 – 800 เมตร (เนื่องจากการเพิ่มจำนวนระยะทางเป็น 900 เมตร จำนวนจุดติดตั้ง และอัตราความครอบคลุมจุดเกิดเหตุไม่ได้เปลี่ยนแปลงมากนัก) โดยสามารถเรียงอันดับการติดตั้งตามจำนวนความครอบจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลในอดีต 5 อันดับแรก ดังแสดงในตารางที่ 4.6 – 4.12

ตารางที่ 4.6 อันดับการติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ภายในระยะทาง 200 เมตร

อันดับการติดตั้ง	ชื่อร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven	รหัสร้าน	เขต	จำนวนความครอบคลุมจุดเกิดเหตุ (จุด)
1	แฟลต 8 ชั้น	02058	ดินแดง	14
2	เคหะดินแดง	01062	ดินแดง	12
2	ประชาสงเคราะห์ 4/1	00047	ดินแดง	12
2	ศรีวราคอนโด	10521	ดินแดง	12
2	ห้วยขวาง 1	08076	ดินแดง	12
3	ชานเมือง ซอย 6	09659	ดินแดง	9
3	พร้อมพรรณ	00983	ดินแดง	9
4	ประชาสงเคราะห์ 4/2	02362	ดินแดง	7
4	ห้วยขวาง 6	10507	ดินแดง	7
5	ประชาอุทิศ ซอย 8	08663	ห้วยขวาง	6
5	เคหะดินแดง 2	10928	ดินแดง	6

ตารางที่ 4.7 อันดับการติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ภายในระยะทาง 300 เมตร

อันดับการติดตั้ง	ชื่อร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven	รหัสร้าน	เขต	จำนวนความครอบคลุมจุดเกิดเหตุ (จุด)
1	เคหะดินแดง	01062	ดินแดง	21
2	ห้วยขวาง 1	08076	ดินแดง	17
3	ประชาสงเคราะห์ 4/1	00047	ดินแดง	15
3	แฟลต 8 ชั้น	02058	ดินแดง	15
3	ห้วยขวาง 2 (จุดใหม่)	10703	ดินแดง	15
4	ห้วยขวาง 4	00968	ดินแดง	13
5	ศรีวราคอนโด	10521	ดินแดง	12

ตารางที่ 4.8 อันดับการติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ภายในระยะทาง 400 เมตร

อันดับการติดตั้ง	ชื่อร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven	รหัสร้าน	เขต	จำนวนความครอบคลุมจุดเกิดเหตุ (จุด)
1	เคหะดินแดง	01062	ดินแดง	21
2	ห้วยขวาง 1	08076	ดินแดง	17
3	ประชาสงเคราะห์ 4/1	00047	ดินแดง	16
3	แฟลต 8 ชั้น	02058	ดินแดง	16
3	ห้วยขวาง 2 (จุดใหม่)	10703	ดินแดง	16
4	ห้วยขวาง 4	00968	ดินแดง	14
5	เคหะดินแดง 2	10928	ดินแดง	13

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.9 อันดับการติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ภายในระยะทาง 500 เมตร

อันดับการติดตั้ง	ชื่อร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven	รหัสร้าน	เขต	จำนวนความครอบคลุมจุดเกิดเหตุ (จุด)
1	เคหะดินแดง	01062	ดินแดง	23
2	ประชาสงเคราะห์ 4/1	00047	ดินแดง	19
3	ห้วยขวาง 1	08076	ดินแดง	17
4	แฟลต 8 ชั้น	02058	ดินแดง	16
4	ห้วยขวาง 2 (จุดใหม่)	10703	ดินแดง	16
5	ประชาสงเคราะห์ 21	02146	ดินแดง	15

ตารางที่ 4.10 อันดับการติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ภายในระยะทาง 600 เมตร

อันดับการติดตั้ง	ชื่อร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven	รหัสร้าน	เขต	จำนวนความครอบคลุมจุดเกิดเหตุ (จุด)
1	เคหะดินแดง	01062	ดินแดง	23
2	ประชาสงเคราะห์ 4/1	00047	ดินแดง	20
3	ห้วยขวาง 1	08076	ดินแดง	17
4	ประชาอุทิศ ซอย 8	08663	ห้วยขวาง	16
4	แฟลต 8 ชั้น	02058	ดินแดง	16
4	ห้วยขวาง 2 (จุดใหม่)	10703	ดินแดง	16
5	ประชาสงเคราะห์ 21	02146	ดินแดง	15

ตารางที่ 4.11 อันดับการติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ภายในระยะทาง 700 เมตร

อันดับการติดตั้ง	ชื่อร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven	รหัสร้าน	เขต	จำนวนความครอบคลุมจุดเกิดเหตุ (จุด)
1	เคหะดินแดง	01062	ดินแดง	23
2	ประชาสงเคราะห์ 4/1	00047	ดินแดง	20
3	ห้วยขวาง 1	08076	ดินแดง	17
4	ประชาอุทิศ ซอย 8	08663	ห้วยขวาง	16
4	แฟลต 8 ชั้น	02058	ดินแดง	16
4	ห้วยขวาง 2 (จุดใหม่)	10703	ดินแดง	16
5	ประชาสงเคราะห์ 21	02146	ดินแดง	15

ตารางที่ 4.12 อันดับการติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ภายในระยะทาง 800 เมตร

อันดับการติดตั้ง	ชื่อร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven	รหัสร้าน	เขต	จำนวนความครอบคลุมจุดเกิดเหตุ (จุด)
1	เคหะดินแดง	01062	ดินแดง	23
2	ประชาสงเคราะห์ 4/1	00047	ดินแดง	20
3	ห้วยขวาง 1	08076	ดินแดง	17
4	ประชาอุทิศ ซอย 8	08663	ห้วยขวาง	16
4	แฟลต 8 ชั้น	02058	ดินแดง	16
4	ห้วยขวาง 2 (จุดใหม่)	10703	ดินแดง	16
5	ประชาสงเคราะห์ 21	02146	ดินแดง	15

จากตารางที่ 4.6 – 4.12 พบว่าร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven สาขาเคหะดินแดง เขตดินแดง ถูกจัดอันดับให้เป็นจุดติดตั้งอันดับที่ 1 มากที่สุด เนื่องจากสามารถครอบคลุมจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลในอดีตได้ถึง 21-23 จุด ภายใต้ระยะทาง 300 - 800 เมตร อีกทั้งพบว่าอันดับการติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติภายใต้เงื่อนไขระยะทาง 600, 700 และ 800 เมตร มีการจัดอันดับการติดตั้ง 5 อันดับแรกที่เหมือนกัน โดยเขตดินแดงยังคงเป็นเขตที่มีการแนะนำให้ติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติมากที่สุดใน 5 อันดับแรก

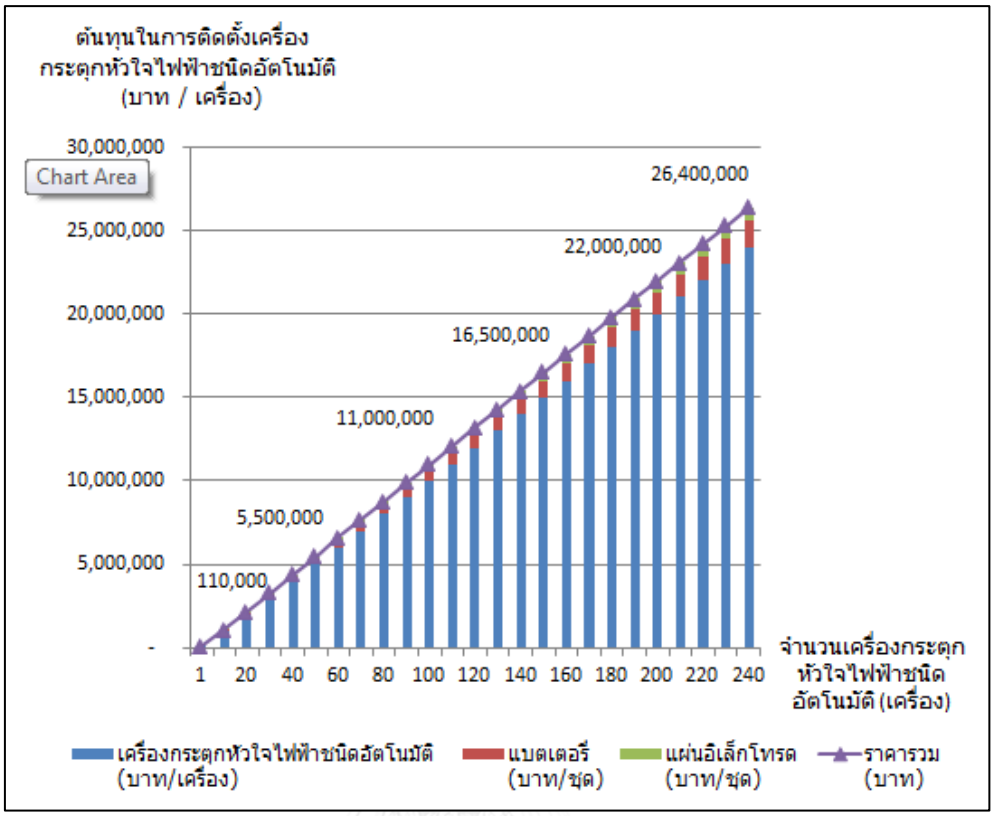
2. การประมาณการต้นทุนการติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้

จากการอ้างอิงข้อมูลของกรุงเทพอาชีวอนามัย (2560) ซึ่งประมาณการว่าปัจจุบันเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติราคาประมาณ 80,000 – 120,000 บาท/เครื่อง อายุการใช้งานประมาณ 10 ปี (โดยราคาอาจแตกต่างกันตามปริมาณการสั่งซื้อ และนโยบายส่วนลดของแต่ละบริษัท) นอกจากนี้ยังมีอุปกรณ์ที่เป็นส่วนประกอบได้แก่ แบตเตอรี่ ราคาประมาณ 5,000 – 8,000 บาท อายุการใช้งานประมาณ 3-4 ปี และแผ่นอิเล็กโทรดแบบใช้ครั้งเดียว ราคาประมาณ 3,000 – 4,000 บาท อายุการใช้งานประมาณ 2 ปี โดยใช้ราคาที่ผู้วิจัยนำใช้ในการคำนวณคิดจากราคากลางของราคาโดยประมาณ ได้แก่ ราคากลางของเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติ คือ 100,000 บาท/เครื่อง ราคากลางของแบตเตอรี่คือ 6,500 บาท/ชุด และราคากลางของแผ่นอิเล็กโทรดคือ 3,500 บาท/ชุด ดังแสดงในตารางที่ 4.13 และภาพที่ 4.6

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.13 การประมาณการต้นทุนการติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ตามจำนวนเครื่องที่จะทำการติดตั้ง

จำนวน (เครื่อง)	เครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติ (บาท/เครื่อง)	แบตเตอรี่ (บาท/ชุด)	แผ่นอิเล็กโทรด (บาท/ชุด)	ราคารวม (บาท)
1	100,000	6,500	3,500	110,000
10	1,000,000	65,000	35,000	1,100,000
20	2,000,000	130,000	70,000	2,200,000
30	3,000,000	195,000	105,000	3,300,000
40	4,000,000	260,000	140,000	4,400,000
50	5,000,000	325,000	175,000	5,500,000
60	6,000,000	390,000	210,000	6,600,000
70	7,000,000	455,000	245,000	7,700,000
80	8,000,000	520,000	280,000	8,800,000
90	9,000,000	585,000	315,000	9,900,000
100	10,000,000	650,000	350,000	11,000,000
110	11,000,000	715,000	385,000	12,100,000
120	12,000,000	780,000	420,000	13,200,000
130	13,000,000	845,000	455,000	14,300,000
140	14,000,000	910,000	490,000	15,400,000
150	15,000,000	975,000	525,000	16,500,000
160	16,000,000	1,040,000	560,000	17,600,000
170	17,000,000	1,105,000	595,000	18,700,000
180	18,000,000	1,170,000	630,000	19,800,000
190	19,000,000	1,235,000	665,000	20,900,000
200	20,000,000	1,300,000	700,000	22,000,000
210	21,000,000	1,365,000	735,000	23,100,000
220	22,000,000	1,430,000	770,000	24,200,000
230	23,000,000	1,495,000	805,000	25,300,000
240	24,000,000	1,560,000	840,000	26,400,000



ภาพที่ 4.6 ต้นทุนการติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ตามจำนวนเครื่องที่จะทำการติดตั้ง

จากตารางที่ 4.13 และภาพที่ 4.6 แสดงให้เห็นว่าต้นทุนการติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้เพิ่มขึ้นตามจำนวนเครื่องที่จะทำการติดตั้งในแบบเชิงเส้น เนื่องจากข้อมูลด้านนโยบายส่วนลดตามปริมาณการสั่งซื้อเป็นความลับทางธุรกิจซึ่งบริษัทตัวแทนจัดจำหน่ายไม่สามารถเปิดเผยได้ (นอกจากนี้ราคานี้ไม่รวมค่าใช้จ่ายในการติดตั้งซึ่งบางบริษัทอาจคิดค่าบริการหรือติดตั้งฟรี ขึ้นอยู่กับนโยบายส่งเสริมการขายของแต่ละบริษัท)

โดยผู้วิจัยจะทำการประมาณการต้นทุนการติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ตามอัตราความครอบคลุมจุดเกิดเหตุดังแสดงในตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 การประมาณการต้นทุนการติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ตามอัตราความครอบคลุมจุดเกิดเหตุ

กำหนดให้ระยะทาง (เมตร)	**100**	**200**	**300**	**400**	**500**	**600**	**700**	**800**	**900**	**1,000**
จุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้า (จุด)	102	152	180	207	215	223	229	232	232	233
จำนวนความครอบคลุมจุดเกิดเหตุ (จุด)	166	360	528	625	695	742	787	813	822	830
อัตราความครอบคลุมจุดเกิดเหตุ (%)	19.71%	42.76%	62.71%	74.23%	82.54%	88.12%	93.47%	96.56%	97.62%	98.57%
ต้นทุนการติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้า (ล้านบาท)	11.22	16.72	19.8	22.77	23.65	24.53	25.19	25.52	25.52	25.63

จากตารางที่ 4.14 แสดงการประมาณการต้นทุนการติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ตามอัตราความครอบคลุมจุดเกิดเหตุ เช่น หากต้องการให้มีอัตราความครอบคลุมจุดเกิดเหตุ 82.54% จะใช้ต้นทุนการติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าประมาณ 23.65 ล้านบาท โดยในที่นี้เราสามารถนำข้อมูลต้นทุนการติดตั้งโดยประมาณมาใช้พิจารณาคู่กับงบประมาณที่จัดสรรเพื่อการติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ โดยหากงบประมาณมีจำกัดเราสามารถเรียงอันดับการติดตั้งตามระยะทางที่กำหนดและจำนวนความครอบจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลในอดีต ซึ่งจะแสดงรายละเอียดไว้ในภาคผนวก

3. การประมาณความสูญเสียที่เกิดจากการเสียชีวิตของผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล

ถึงแม้ว่าต้นทุนการติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้จะมีราคาสูง แต่เมื่อพิจารณาประโยชน์ที่ได้รับจากการช่วยเหลือผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลด้วยเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติที่สามารถทำให้การช่วยเหลือมีประสิทธิภาพมากขึ้น และเป็นการเพิ่มโอกาสการรอดชีวิตของผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลมากขึ้นถึง 30 - 45 % จึงถือว่าเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติเป็นอุปกรณ์การกู้ชีพที่มีประโยชน์และจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการติดตั้งอย่างแพร่หลายและครอบคลุม นอกจากนี้หากมองในมุมการสูญเสียที่มีผลกระทบต่อสภาพจิตใจของคนในครอบครัวของผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลที่เสียชีวิตนับว่าเป็นความสูญเสียที่ไม่อาจประมาณค่าได้ อีกทั้งในส่วนของผลกระทบต่อเศรษฐกิจและสังคมพบว่าการเสียชีวิตก่อนวัยอันควรมีผลกระทบต่อประเทศชาติทั้งในด้านของการสูญเสียทรัพยากรมนุษย์ในการพัฒนาประเทศ การสูญเสียการสร้างรายได้ทางภาคเศรษฐกิจ ตลอดจนผลกระทบที่อาจก่อให้เกิดปัญหาสังคมตามมา

ในส่วนของงานวิจัยนี้จะทำการประมาณความสูญเสียทางเศรษฐกิจของผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลด้วยค่าเฉลี่ยของข้อมูล ซึ่งเป็นการประมาณความสูญเสียทางเศรษฐกิจอย่างคร่าวๆ ภายใต้ขอบเขตข้อมูล ดังนี้

1. ข้อมูลผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล โดยในเขตพื้นที่ปฏิบัติการโซน 8 กรุงเทพมหานคร ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2552 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2559 พบว่ามีผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลทั้งหมด 842 คน มีผู้ป่วยเสียชีวิตในที่เกิดเหตุ 548 คน (คิดเป็น 65%) และนำส่งโรงพยาบาล 294 คน (คิดเป็น 35%) เนื่องจากงานวิจัยนี้ไม่สามารถระบุผลการรักษาหลังการนำส่งโรงพยาบาลได้ จึงทำให้ไม่ทราบอัตราการรอดชีวิตและเสียชีวิตที่แท้จริง ผู้วิจัยจึงขออ้างอิงข้อมูลของ Pan-Asian Resuscitation Outcome Study (2011) ซึ่งพบว่าอัตราการรอดชีวิตของผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลของไทยอยู่ที่ 7.7% โดยการช่วยเหลือจะมีประสิทธิภาพและเพิ่ม

อัตราการรอดชีวิตมากขึ้นถึง 30 - 45 % หากได้รับการช่วยเหลือด้วยเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติภายใน 5 นาที นับจากเวลาที่ผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้น

2. ข้อมูลอายุขัยเฉลี่ยและอายุเฉลี่ยของผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล โดยในปี 2560 พบว่าอายุขัยเฉลี่ยของประชากรไทย คือ 77 ปี โดยเพศชายมีอายุขัยเฉลี่ยเท่ากับ 74 ปี และเพศหญิงมีอายุขัยเฉลี่ยเท่ากับ 79 ปี และในอนาคตอายุขัยเฉลี่ยของประชากรเพิ่มขึ้นเป็นลำดับเนื่องจากการพัฒนาทางเศรษฐกิจและสังคม รวมไปถึงการพัฒนาด้านสาธารณสุข (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี, 2560) และจากการเก็บข้อมูลผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลในเขตพื้นที่ปฏิบัติการโซน 8 กรุงเทพมหานคร พบว่าผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลมีอายุเฉลี่ยเพียง 60 ปี ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลเสียชีวิตก่อนวัยอันควรเฉลี่ย 17 ปีต่อคน นับเป็นการสูญเสียที่มากมายมหาศาลทั้งในมุมมองของภาคสังคมและภาคเศรษฐกิจ

3. ข้อมูลรายได้เฉลี่ย โดยในปี 2558 พบว่าประชากรในกรุงเทพมหานครมีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนต่อครัวเรือนเท่ากับ 45,571 บาท โดยที่ความหนาแน่นประชากรต่อครัวเรือนเท่ากับ 2.07 คน ดังนั้นรายได้เฉลี่ยต่อเดือนต่อประชากรโดยประมาณเท่ากับ 22,015 บาท หรือ 264,180 บาทต่อปี (สำนักงานสถิติแห่งชาติ กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร, 2560)

จากข้อมูลดังกล่าวผู้วิจัยจะทำการประมาณอัตราการรอดชีวิตและความสูญเสียทางเศรษฐกิจของผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล โดยจะใช้ข้อมูลการติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ภายในระยะทาง 100 เมตร ซึ่งครอบคลุมจำนวนจุดเกิดเหตุทั้งหมด 166 จุด มาเป็นตัวอย่างในการอธิบายรายละเอียดของการคำนวณ ดังแสดงในตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.15 เปรียบเทียบอัตราการรอดชีวิตของผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล

ผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล ทั้งหมด 166 คน	**อัตราการรอดชีวิต (%)**	**จำนวนผู้ป่วยที่รอดชีวิต (คน)**	**จำนวนผู้ป่วยที่เสียชีวิต (คน)**
หากไม่ได้รับการช่วยเหลือ	0%	0	166
รอการช่วยเหลือจากระบบบริการการแพทย์ฉุกเฉิน (ระยะเวลาตอบสนอง 14.61 นาที)	7.7%	13	153
นวดหัวใจผายปอดกู้ชีพและใช้เครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติภายใน 5 นาที	เพิ่มขึ้น 45% ของจำนวนผู้ป่วยที่รอดชีวิต	19	147

จากตารางที่ 4.15 จะเห็นได้ว่าหากผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลไม่ได้รับการช่วยเหลือทั้งจากผู้อยู่ในเหตุการณ์หรือจากระบบบริการการแพทย์ฉุกเฉินจะมีอัตราการรอดชีวิตเป็น 0 หากผู้อยู่ในเหตุการณ์โทรแจ้งและรอการช่วยเหลือระบบบริการการแพทย์ฉุกเฉิน อัตราการรอดชีวิตจะเพิ่มขึ้นเป็น 7.7% โดยจะมีจำนวนผู้ป่วยที่รอดชีวิต 13 คน (จากทั้งหมด 166 คน) แต่หากผู้อยู่ในเหตุการณ์ทำการนวดหัวใจผายปอดกู้ชีพและใช้เครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติภายใน 5 นาที จะสามารถเพิ่มอัตราการรอดชีวิตได้ถึง 45 % โดยจำนวนผู้ป่วยที่รอดชีวิตจะเพิ่มเป็น 19 คน

ในส่วนของการประมาณความสูญเสียที่เกิดจากการเสียชีวิตของผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลสามารถคำนวณได้ดังนี้

จำนวนผู้ป่วยที่เสียชีวิต x จำนวนปีที่ผู้ป่วยเสียชีวิตก่อนวัยอันควรเฉลี่ย x รายได้เฉลี่ยต่อปี

ยกตัวอย่างเช่น หากมีผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลเสียชีวิต 153 คน จะมีความสูญเสียทางเศรษฐกิจเท่ากับ 687.13 ล้านบาท (153 คน x 17 ปี x 264,180 บาทต่อปี)

หรือหากมีการนวดหัวใจผายปอดกู้ชีพและใช้เครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติภายใน 5 นาทีทำให้ผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลเสียชีวิตลดลงเหลือ 147 คน จะมีความสูญเสียทางเศรษฐกิจเท่ากับ 660.86 ล้านบาท (147 คน x 17 ปี x 264,180 บาทต่อปี) ซึ่งทำให้ความสูญเสียทางเศรษฐกิจของผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลลดลง 26.27 ล้านบาท เป็นต้น

นอกจากนี้ผู้วิจัยจะทำการเปรียบเทียบต้นทุนการติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ (ภายใต้การกำหนดระยะทางหลากหลายเงื่อนไข 100-800 เมตร) กับความสูญเสียทางเศรษฐกิจที่เกิดจากการเสียชีวิตของผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล ดังแสดงในตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.16 เปรียบเทียบต้นทุนการติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้กับความสูญเสียทางเศรษฐกิจที่เกิดจากการเสียชีวิตของผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล

กำหนดให้ระยะทาง (เมตร)	**100**	**200**	**300**	**400**
จุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้า (จุด)	102	152	180	207
จำนวนความครอบคลุมจุดเกิดเหตุ (จุด)	166	360	528	625
อัตราความครอบคลุมจุดเกิดเหตุ (%)	19.71%	42.76%	62.71%	74.23%
ต้นทุนการติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้า (ล้านบาท)	11.22	16.72	19.8	22.77
จำนวนผู้ป่วยที่เสียชีวิต (คน) อ้างอิงจากอัตราการรอดชีวิต 7.7%	153	332	487	577
ความสูญเสียทางเศรษฐกิจที่เกิดจากการเสียชีวิตของผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล (ล้านบาท)	687.13	1,446.12	2,187.14	2,5913.41
จำนวนผู้ป่วยที่เสียชีวิต (คน) อ้างอิงจากอัตราการรอดชีวิตของการใช้เครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้า	147	305	469	555
ความสูญเสียทางเศรษฐกิจที่เกิดจากการเสียชีวิตของผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล (ล้านบาท)	660.86	1,369.32	2,104.29	2,494.33
การลดลงของความสูญเสียทางเศรษฐกิจของผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล (ล้านบาท)	26.27	76.80	82.86	97.00
ความคุ้มค่าของการติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้า (ต้นทุนการติดตั้ง-การลดลงของความสูญเสีย) (ล้านบาท)	15.05	60.08	63.06	74.23

ตารางที่ 4.16 (ต่อ)

กำหนดให้ระยะทาง (เมตร)	**500**	**600**	**700**	**800**
จุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้า (จุด)	215	223	229	232
จำนวนความครอบคลุมจุดเกิดเหตุ (จุด)	695	742	787	813
อัตราความครอบคลุมจุดเกิดเหตุ (%)	82.54%	88.12%	93.47%	96.56%
ต้นทุนการติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้า (ล้านบาท)	23.65	24.53	25.19	25.52
จำนวนผู้ป่วยที่เสียชีวิต (คน) อ้างอิงจากอัตราการรอดชีวิต 7.7%	641	685	726	750
ความสูญเสียทางเศรษฐกิจที่เกิดจากการเสียชีวิตของผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล (ล้านบาท)	287.88	307.64	326.05	336.83
จำนวนผู้ป่วยที่เสียชีวิต (คน) อ้างอิงจากอัตราการรอดชีวิตของการใช้เครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้า	617	659	699	722
ความสูญเสียทางเศรษฐกิจที่เกิดจากการเสียชีวิตของผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล (ล้านบาท)	276.96	296.12	313.72	324.10
การลดลงของความสูญเสียทางเศรษฐกิจของผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล (ล้านบาท)	109.13	115.20	123.30	127.32
ความคุ้มค่าของการติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้า (ต้นทุนการติดตั้ง-การลดลงของความสูญเสีย) (ล้านบาท)	85.48	90.67	98.11	101.8

จากตารางที่ 4.16 จะเห็นได้ว่าหากกำหนดให้ระยะทางจากจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ไปยังจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลเท่ากับ 100 เมตร พบว่าควรมีจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้า 102 จุด มีต้นทุนการติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้า 11.22 ล้านบาท สามารถเพิ่มอัตราการรอดชีวิตได้ถึง 45 % และลดความสูญเสียทางเศรษฐกิจที่เกิดจากการเสียชีวิตของผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลได้ 26.27 ล้านบาท ซึ่งมีความคุ้มค่าของการติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้า (ต้นทุนการติดตั้ง-การลดลงของความสูญเสีย) เท่ากับ 15.05 ล้านบาท เป็นต้น อีกทั้งถ้าเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าถูกนำไปใช้ประโยชน์และสามารถเพิ่มจำนวนการรอดชีวิต

ของผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลได้มากขึ้นเพียงใดก็จะยิ่งลดความสูญเสียทางเศรษฐกิจและเพิ่มอรรถประโยชน์หรือความคุ้มค่าของการติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้มากขึ้นเท่านั้น ซึ่งข้อมูลดังกล่าวถือเป็นข้อสนับสนุนที่สำคัญในการผลักดันให้มีการติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ต่อไปในอนาคต

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษางานวิจัยเรื่องการกำหนดจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยสามารถสรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และมีข้อเสนอแนะดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลและจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล ในเขตพื้นที่ปฏิบัติการโซน 8 กรุงเทพมหานคร ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2552 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2559 พบว่ามีจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลทั้งหมด 842 จุด โดยเกิดขึ้นเฉลี่ยเดือนละ 10 ครั้ง และสูงสุด 22 ครั้ง ในเดือนตุลาคม 2559 โดยที่แขวงดินแดง เขตดินแดงเป็นพื้นที่ที่มีจำนวนจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลมากที่สุด โดยมีจุดเกิดเหตุทั้งหมดในช่วงเวลาดังกล่าว 400 จุด รองมาคือ แขวงวังทองหลาง เขตวังทองหลาง ซึ่งมีจุดเกิดเหตุทั้งหมดในช่วงเวลาดังกล่าว 81 จุด โดยพบว่าภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลเกิดขึ้นในเพศชายมากกว่าเพศหญิง (โดยเกิดในเพศชาย 65% เพศหญิง 31% และไม่ระบุ 4%) อายุเฉลี่ยของผู้ป่วยคือ 60 ปี เหตุส่วนใหญ่เกิดในที่พักอาศัยมากกว่าที่สาธารณะ (โดยเกิดในที่พักอาศัย 78% และที่สาธารณะ 22%) เหตุเกิดทั้งในช่วงเวลากลางวันและกลางคืนในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน (โดยเกิดในช่วงเวลากลางวัน 51% ช่วงเวลากลางคืน 48% และไม่ระบุ 2%) การนวดหัวใจผายปอดกู้ชีพส่วนใหญ่ทำโดยหน่วยปฏิบัติการทางการแพทย์ฉุกเฉินและอาสาสมัครกู้ชีพมากถึง 62% และทำโดยผู้อยู่ในเหตุการณ์เพียง 25% นอกจากนี้พบว่ามีผู้ป่วยที่ไม่ได้ถูกช่วยเหลือด้วยการนวดหัวใจผายปอดกู้ชีพ 13% ซึ่งอาจเป็นเพราะผู้ป่วยเสียชีวิตก่อนที่หน่วยปฏิบัติการทางการแพทย์ฉุกเฉินจะมาถึง อาจไม่มีผู้อยู่ในเหตุการณ์หรือไม่ได้รับการช่วยเหลือจากผู้ที่อยู่ในเหตุการณ์ รวมทั้งไม่มีการใช้เครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติโดยผู้อยู่ในเหตุการณ์ เนื่องจากยังไม่มีการติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้อย่างแพร่หลาย และผลการรักษาพบว่าผู้ป่วยเสียชีวิตในที่เกิดเหตุมากถึง 65% สามารถนำส่งโรงพยาบาล และมีโอกาสในการรอดชีวิตมีเพียง 35% เท่านั้น

ในส่วนของการวิเคราะห์จุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ที่มีความครอบคลุมจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลในอดีต โดยใช้แบบจำลองทาง

คณิตศาสตร์และประมวลผลด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซึ่งกำหนดให้ระยะทางจากจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าไปยังจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลอยู่ภายในระยะทาง100 เมตร พบว่ามีร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven ที่สามารถเป็นจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัติโนมัติที่เหมาะสม 102 สาขา ซึ่งจะครอบจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลในอดีต166 จุด โดยมีระยะทางเฉลี่ย 51 เมตร ระยะทางมากที่สุด 99 เมตร คิดเป็นอัตราความครอบคลุมจุดเกิดเหตุ 19.71 % โดยสามารถเรียงอันดับความสำคัญของจุดติดตั้งจากจำนวนความครอบจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลในอดีต ซึ่งร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven ที่ควรทำการติดตั้งอันดับแรก คือ ร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven สาขาศรีวราคอนโด เขตดินแดง เนื่องจากสามารถครอบคลุมจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลในอดีตได้ถึง 11 จุด ภายใต้ระยะทาง 100 เมตรนอกจากนี้ยังพบว่าร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven สาขาอื่น ๆ ในเขตดินแดงยังถูกแนะนำให้เป็นจุดที่ควรติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัติโนมัติมากที่สุดใน 5 อันดับแรก ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลความถี่ในการเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลในเขตพื้นที่ปฏิบัติการโซน 8

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้พิจารณาการกำหนดระยะทางจากจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ไปยังจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลในหลายๆเงื่อนไข ตั้งแต่ 200 – 800 เมตร โดยที่พิจารณาวิธีการเข้าถึงให้สามารถมีระยะทางที่ไกลขึ้น ภายใต้ระยะเวลาในการกู้ชีพด้วยเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติที่มีประสิทธิภาพคือภายใน 5 นาที นับจากเวลาที่ผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้น โดยการกำหนดระยะทาง 100 เมตร พิจารณาจากการเข้าถึงด้วยการเดิน/วิ่งตามอัตราความเร็วเฉลี่ยของคน ดังนั้นหากมีความร่วมมือจากผู้ที่อยู่ใกล้จุดติดตั้งหรืออาสาสมัครในพื้นที่ที่สามารถเดินทางเที่ยวเดียวจากจุดติดตั้งมายังจุดเกิดเหตุ ก็จะสามารถเพิ่มระยะทางได้เป็น 200 เมตร หรือหากสามารถเข้าถึงจุดติดตั้งและจุดเกิดเหตุได้ด้วยพาหนะอื่น เช่น รถมอเตอร์ไซค์ ก็จะสามารถเข้าถึงจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติและจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลด้วยระยะทางที่ไกลขึ้น (ตั้งแต่ 300 เมตรขึ้นไปและตามสภาพการจราจร) โดยที่ผู้ป่วยสามารถได้รับการช่วยเหลือภายใต้ระยะเวลาในการกู้ชีพที่มีประสิทธิภาพเช่นเดิม ซึ่งพบว่าหากระยะทางที่กำหนดเพิ่มขึ้นจะทำให้มีร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven ที่สามารถเป็นจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่เหมาะสมเพิ่มขึ้น ส่งผลให้อัตราความครอบคลุมจุดเกิดเหตุเพิ่มขึ้นเช่นกัน โดยที่ร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven สาขาเคหะดินแดง เขตดินแดง ถูกจัดอันดับให้เป็นจุดติดตั้งอันดับที่ 1 เนื่องจากสามารถครอบคลุมจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลในอดีตได้ถึง 21-23 จุด ภายใต้ระยะทาง 300 - 800 เมตร อีกทั้งพบว่าอันดับการติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัติโนมัติภายใต้เงื่อนไขระยะทาง 600, 700 และ 800 เมตร มีการจัดอันดับการติดตั้ง 5 อันดับแรกที่เหมือนกัน โดย

เขตดินแดงยังคงเป็นเขตที่มีการแนะนำให้ติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติมากที่สุดใน 5 อันดับแรก

ในส่วนของการประมาณต้นทุนการติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้กับความสูญเสียทางเศรษฐกิจของผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล พบว่าหากกำหนดให้ระยะทางจากจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ไปยังจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลเท่ากับ 100 เมตร พบว่าควรมีจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้า 102 จุด มีต้นทุนการติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้า 11.22 ล้านบาท สามารถเพิ่มอัตราการรอดชีวิตได้ถึง 45 % และสามารถลดความสูญเสียทางเศรษฐกิจที่เกิดจากการเสียชีวิตผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลก่อนวัยอันควรได้ 26.27 ล้านบาท ซึ่งมีความคุ้มค่าของการติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้า (ต้นทุนการติดตั้ง-การลดลงของความสูญเสีย) เท่ากับ 15.05 ล้านบาท เป็นต้น อีกทั้งถ้าเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าถูกนำไปใช้ประโยชน์และสามารถเพิ่มจำนวนการรอดชีวิตของผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลได้มากขึ้นเพียงใดก็จะยิ่งลดความสูญเสียทางเศรษฐกิจและเพิ่มอรรถประโยชน์หรือความคุ้มค่าของการติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้มากขึ้นเท่านั้น ซึ่งข้อมูลดังกล่าวถือเป็นข้อสนับสนุนที่สำคัญในการผลักดันให้มีการติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ต่อไปในอนาคต

5.2 อภิปรายผล

จากการวิจัยเรื่องการกำหนดจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้และวิเคราะห์จุดติดตั้งด้วยการกำหนดระยะทางหลากหลายเงื่อนไข ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Chung-Yuan Huang and Tzai-Hung Wen (2010) ประเทศไต้หวันซึ่งมีการกล่าวถึงวิธีการนำส่งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติไปยังจุดเกิดเหตุทั้งจากการเดินหรือวิ่งไปยังจุดเกิดเหตุภายในระยะทาง 100 เมตร และการนำส่งโดยยานพาหนะภายในระยะทาง 300 เมตร ทำให้เห็นว่าวิธีการเข้าถึงจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติและจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลที่แตกต่างกันมีผลต่อระยะทาง โดยการพัฒนารูปแบบวิธีการเข้าถึงทำให้สามารถเพิ่มระยะทางที่จะให้การช่วยเหลือด้วยเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติได้ไกลขึ้นได้ภายใต้ระยะเวลาการกู้ชีพที่มีประสิทธิภาพ นอกจากนี้งานวิจัยของ Chung-Yuan Huang and Tzai-Hung Wen (2010) ประเทศไต้หวันได้พิจารณาร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven เป็นจุดติดตั้งที่มีความเหมาะสมเช่นกัน โดยได้ผลลัพธ์ว่าทำให้สามารถลดระยะเวลาการเข้าถึงได้ดีกว่าเดิมซึ่งติดตั้งที่สถานีดับเพลิงของแต่ละท้องที่ เนื่องจากร้านสะดวกซื้อ7-Eleven ประเทศไต้หวัน มีความถี่และเข้าถึงแหล่งชุมชน

ได้มากกว่า ทำให้สามารถลดความสูญเสียที่อาจเกิดขึ้นจากการรอความช่วยเหลือจากระบบการแพทย์ฉุกเฉินได้เป็นอย่างดี ผู้วิจัยจึงขอนำผลลัพธ์ดังกล่าวมาคาดการณ์กับผลของการติดตั้งกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติที่ร้านสะดวกซื้อ7-Eleven ในไทย ซึ่งมีความถี่ของสาขาและสามารถเข้าถึงแหล่งชุมชนได้เช่นกัน จึงคาดการณ์ว่าผลลัพธ์ของการติดตั้งกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติที่ร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven ในไทยจะสามารถเข้าถึงและครอบคลุมจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นได้เป็นอย่างดี

ในส่วนของงานวิจัยในประเทศไทยถึงแม้ว่ายังไม่มีการศึกษาวิจัยเรื่องการกำหนดจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้โดยตรง แต่มีงานวิจัยของวโรรส อินทรศิริพงษ์ (2557) ซึ่งได้ศึกษาการพัฒนาตัวแบบการจัดสรรตำแหน่งของหน่วยการแพทย์ฉุกเฉินเพื่อลดระยะเวลาการเข้าถึงจุดเกิดเหตุ กรณีศึกษาจังหวัดนครราชสีมา ซึ่งมีวัตถุประสงค์ใกล้เคียงกับงานวิจัยฉบับนี้ เนื่องจากพิจารณาอัตราการครอบคลุมจุดเกิดเหตุในอดีต และต้องการให้ผู้ป่วยฉุกเฉินได้รับการช่วยเหลือภายในระยะเวลาที่กำหนดเช่นกัน โดยผลการศึกษาและสร้างตัวแบบเพื่อจัดสรรตำแหน่งชุดปฏิบัติการฉุกเฉินดังกล่าวพบว่า หากยังไม่มีการปรับปรุงจำนวนเหตุฉุกเฉินที่ครอบคลุมโดยชุดปฏิบัติการระดับสูงมีทั้งสิ้น 62.09% และเมื่อได้ใช้ตัวแบบการยกระดับที่ตั้ง จำนวนเหตุฉุกเฉินที่จะได้รับบริการการแพทย์ฉุกเฉินระดับสูงภายในระยะเวลาตอบสนอง 8 นาทีเพิ่มเป็น 100% และหากใช้ตัวแบบการส่งต่อเพื่อส่งต่อผู้ป่วย จำนวนเหตุฉุกเฉินที่จะได้รับบริการทางการแพทย์ฉุกเฉินระดับสูงเพิ่มขึ้นเป็น 89.61% โดยผู้วิจัยมีความเห็นว่าการกำหนดแนวทางที่หลากหลาย สามารถเป็นทางเลือกให้ผู้ที่เกี่ยวข้องนำไปใช้ประกอบการตัดสินใจ พิจารณาเลือกแนวทางที่เหมาะสม ตามงบประมาณ และข้อจำกัดต่างๆ เพื่อให้ผลวิจัยสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง ดังนั้นงานวิจัยฉบับนี้ผู้วิจัยจึงมีการกำหนดระยะทางจากจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ไปยังจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลในหลายๆเงื่อนไข เพื่อให้เกิดความยืดหยุ่นในทางปฏิบัติ อีกทั้งมีการประมาณการต้นทุนของเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติเพื่อให้สามารถนำมาพิจารณาคู่กับงบประมาณ โดยหากมีงบประมาณที่จำกัด เราสามารถพิจารณาการติดตั้งตามระยะทางที่ต้องการกำหนดและตามจำนวนความครอบจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลในอดีตได้

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. พิจารณาจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ที่มีความเหมาะสมและเป็นไปได้อื่นๆ นอกเหนือจากร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven

เนื่องจากผู้วิจัยได้ทำการทดสอบจากการสุ่มลดจำนวนตำแหน่งที่ตั้งของร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven ลงเขตละ 50% ทำให้เหลือร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven 211 สาขา โดยที่จำนวนจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล 842 จุดเท่าเดิม และกำหนดให้ระยะทางจากจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าไปยังจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล 100 เมตร ผลลัพธ์ที่ได้พบว่าควรมีจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้า 55 จุด ซึ่งจะครอบจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลในอดีต 95 จุด โดยมีระยะทางเฉลี่ย 49 เมตร ระยะทางมากที่สุด 98 เมตร ซึ่งอัตราความครอบคลุมจุดเกิดเหตุลดลงจาก 19.71 % เหลือ 6.53 % (ลดลง 66.87 %) ซึ่งแสดงให้เห็นจำนวนจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่เป็นไปได้มีผลโดยตรงต่อจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่เหมาะสม ดังนั้นหากเราสามารถเพิ่มจำนวนจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่เป็นไปก็จะสามารถเพิ่มอัตราการครอบคลุมจุดเกิดเหตุได้ภายใต้ระยะทาง 100 เมตร โดยจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ที่มีความเหมาะสมและเป็นไปได้อื่นๆ เช่น สถานีตำรวจ ซึ่งเป็นสถานที่ที่เข้าถึงได้ตลอด 24 ชม. และเป็นสถานที่ที่มีความปลอดภัยในการติดตั้ง อีกทั้งหากได้รับความร่วมมือจากเจ้าหน้าที่ตำรวจในการนำส่งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติไปยังจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลก็จะทำให้การเข้าถึงมีความรวดเร็วและการช่วยเหลือมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น โดยในเขตพื้นที่ปฏิบัติการโซน 8 กรุงเทพมหานคร เป็นพื้นที่รับผิดชอบของสถานีตำรวจพญาไท ดินแดง ห้วยขวาง โชคชัย มักกะสัน บางซื่อ พหลโยธิน สุทธิสาร และวังทองหลาง

2. สร้างความตระหนักรับรู้ให้ประชาชนทั่วไปเห็นถึงความสำคัญของการเข้ามามีส่วนร่วมในกระบวนการรอดชีวิตสำหรับผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลและสามารถใช้เครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติได้

การติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้จะสามารถเกิดอรรถประโยชน์สูงสุดเกิดจากการที่ประชาชนทั่วไปเห็นถึงความสำคัญของการเข้ามามีส่วนร่วมในกระบวนการรอดชีวิตสำหรับผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล โดยต้องสร้างความตระหนักว่าการช่วยฟื้นคืนชีพให้กับผู้ป่วยไม่ใช่แค่หน้าที่หน่วยปฏิบัติการทางการแพทย์ฉุกเฉินเพียงอย่างเดียว แต่เป็นหน้าที่ของประชาชนทุกคนที่จะเข้ามามีส่วนร่วมในการมอบชีวิตใหม่ให้กับผู้ป่วยอีกครั้ง

แต่ในปัจจุบันคนไทยส่วนใหญ่ยังไม่ได้รับการอบรมและเข้าใจกระบวนการรอดชีวิตสำหรับผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลมากนัก โดยเฉพาะการนวดหัวใจผายปอดกู้ชีพและการใช้เครื่อง

กระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติ ดังนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องจะต้องทำการรณรงค์ประชาสัมพันธ์ จัดฝึกอบรมให้ประชาชนส่วนใหญ่รับรู้ เข้าใจ ตลอดจนมีจิตสำนึกในการมีส่วนร่วม ซึ่งสิ่งเหล่านี้ต้องอาศัยความร่วมมือจากหลายๆหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น เพิ่มหลักสูตรการเรียนการสอนเรื่องการกู้ชีพขั้นพื้นฐานให้กับนักเรียนนักศึกษาในแต่ละระดับชั้น, เพิ่มหลักสูตรการอบรมการกู้ชีพขั้นพื้นฐานให้กับพนักงานบริษัท โรงงาน หรือองค์กรต่างๆเป็นประจำทุกปี, เพิ่มการอบรมการกู้ชีพขั้นพื้นฐานนอกสถานที่ให้กับประชาชนทั่วไป, เพิ่มการประชาสัมพันธ์ขั้นตอนการกู้ชีพขั้นพื้นฐานผ่านทางสื่อวิทยุ โทรทัศน์ โซเชียลมีเดีย โดยอาจให้ดารานักร้องมาร่วมเป็นพรีเซนเตอร์ในการประชาสัมพันธ์เพื่อดึงดูดความสนใจของประชาชน รวมทั้งรณรงค์ให้การถ่ายทำละคร ภาพยนตร์มีการแสดงที่สื่อถึงกระบวนการกู้ชีพขั้นพื้นฐานแบบถูกต้องตามหลักการ เพื่อให้เกิดการซึมซับและสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องให้กับประชาชน ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะสามารถเพิ่มอัตราและโอกาสการอดชีวิตให้แก่ผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลได้เป็นอย่างดี

นอกจากนี้สิ่งสำคัญที่จะทำให้การช่วยเหลือผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ คือการสร้างความเชื่อมโยงระหว่างระบบการบริการทางการแพทย์ฉุกเฉินกับจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ เพื่อช่วยนำทางและแจ้งตำแหน่งจุดติดตั้งที่อยู่ใกล้ที่สุดให้กับผู้อยู่ในเหตุการณ์

5.4 ข้อจำกัดการวิจัย

1. ข้อจำกัดของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่วัดระยะทางระหว่างจุด 2 จุดในแนวเส้นตรง (หรือระยะกระจัด) ซึ่งอาจทำให้ได้ระยะทางแตกต่างจากระยะทางจริงซึ่งมีความโค้งเว้าของถนน

2. ข้อจำกัดของข้อมูลผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลและจุดเกิดเหตุภาวะหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลที่นำมาวิเคราะห์เป็นตัวแทนข้อมูลที่ได้รับจากศูนย์กู้ชีพนเรนทรเท่านั้น โดยที่ในความเป็นจริงมีผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาล ในเขตพื้นที่ปฏิบัติการโซน 8 กรุงเทพมหานครบางส่วนที่ได้รับการช่วยเหลือและรักษาจากโรงพยาบาลและศูนย์กู้ชีพอื่นๆ โดยที่งานวิจัยนี้ไม่ได้นำข้อมูลดังกล่าวมาใช้ในการวิเคราะห์

3. งานวิจัยนี้ไม่สามารถระบุผลการรักษาผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นที่นำส่งโรงพยาบาลได้ ทำให้ไม่ทราบอัตราการรอดชีวิตและอัตราการเสียชีวิตหลังการนำส่งโรงพยาบาล

4. งานวิจัยนี้พิจารณาเพียงแค่ร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven เป็นจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ ซึ่งในอนาคตอาจพิจารณาสถานที่สาธารณะอื่นๆที่มีความเหมาะสม และสามารถเข้าถึงได้ตลอด 24 ชม.เพิ่มเติมได้

5. งานวิจัยนี้พิจารณาต้นทุนการสั่งซื้อเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติในลักษณะสมการเชิงเส้น (Linear Equation) ซึ่งในอนาคตอาจสามารถพิจารณาการสั่งซื้อด้วยขนาดการสั่งซื้อที่ประหยัดที่มีส่วนลดปริมาณ (Quantity Discount) ได้

6. งานวิจัยนี้ประมาณความสูญเสียทางเศรษฐกิจของผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นนอกโรงพยาบาลด้วยค่าเฉลี่ยของข้อมูล เช่น รายได้เฉลี่ย อายุขัยเฉลี่ย อายุผู้ป่วยเฉลี่ย เป็นต้น ซึ่งเป็นการประมาณความสูญเสียทางเศรษฐกิจอย่างคร่าวๆ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายการอ้างอิง

American Heart Association. (2010). Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *AHA Guidelines for CPR and ECC*, 1-67.

American Heart Association. (2015). Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *AHA Guidelines for CPR and ECC*, 1-36.

Chan, T. C., Li, H., Lebovic, G., Tang, S. K., Chan, J. Y., Cheng, H. C., . . . Brooks, S. C. (2013). Identifying locations for public access defibrillators using mathematical optimization. *Circulation,* 127(17), 1801-1809.

Church, R., & Revelle, C. (1974). The maximal covering location problem. *The regional science association,* 32, 101-118.

Dahan, B., Jabre, P., Karam, N., Misslin, R., Bories, M. C., Tafflet, M., . . . Jouven, X. (2016). Optimization of automated external defibrillator deployment outdoors: An evidence-based approach. *Resuscitation,* 108, 68-74.

Edgar E. Blanco, & Jarrod Goentzel. (2006). Humanitarian Logistics. Retrieved 6 December 2016. https://www.revolvy.com/main/index.php?s=Humanitarian%20Logistics

Falasca, M. (2009). *Quantitative Decision Models for Humanitarian Logistics.* (Doctor of Philosophy in Business, Management Science), Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, Virginia.

Huang, C. Y., & Wen, T. H. (2014). Optimal installation locations for automated external defibrillators in Taipei 7-Eleven stores: using GIS and a genetic algorithm with a new stirring operator. *Comput Math Methods Med*, 1-13.

Muraoka, H., Ohishi, Y., Hazui, H., Negoro, N., Murai, M., Kawakami, M., . . . Hanafusa, T. (2006). Location of Out-of-Hospital Cardiac Arrests in Takatsuki City. *Circulation,* 70(July 2006), 827 –831.

Ong, M. E. H., Shin, S. D., Tanaka, H., Ma, M. H.-M., Khruekarnchana, P., Hisamuddin, N., . . . Leong, B. S.-H. (2011). Pan-Asian Resuscitation Outcomes Study (PAROS):

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Rationale, Methodology, and Implementation. *Academic Emergency Medicine,* 18(8), 890-897.

Rodríguez-Espíndola, O., Albores, P., & Brewster, C. (2016). GIS and Optimisation: Potential Benefits for Emergency Facility Location in Humanitarian Logistics. *Geosciences,* 6(2), 18.

Smith, L. (2013). Optimization model for AED placement.

Yng, N. Y. (2016). Singapore Resucitation Academy Public Access Defibrillation *Resucitation Academy*.

Yoon, C. G., Jeong, J., Kwon, I. H., & Lee, J. H. (2016). Availability and use of public access defibrillators in Busan Metropolitan City, South Korea. *Springerplus,* 5(1), 1524.

กรุงเทพอาชีวอนามัย. (2560). เครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าอัตโนมัติ. สืบค้นเมื่อ 16 มกราคม 2560. http://www.bkkocchealth.com.

คณะทำงานคาดประมาณประชากร. (2559). การคาดประมาณประชากรของประเทศไทย พ.ศ. 2542 - 2559.

คมสัน โสมณวัตร. (2016). ระบบการจัดการโลจิสติกส์เพื่อช่วยเหลือผู้ประสบอุทกภัย กรณีศึกษาอำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี. *Technical Education Journal King Mongkut's University of Technology North Bangkok,* 7, 164 - 172.

จันทร์ศิริ สิงห์เถื่อน. (2554). การเลือกตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ให้บริการด้วยวิธีการหาคำตอบที่ดีที่สุด., 24(78), 107-122.

ดารานาถ แต่นสุ่ย. (2552). การสร้างแบบจำลองเพื่อกำหนดพื้นที่ในการตั้งสถานบริการทางทันตกรรมโดยใช้ GIS ทันตสาธารณสุข, 14.

ทีมกู้ชีพรามาธิบดี. (2556). การพัฒนางานบริการการแพทย์ฉุกเฉิน บนเส้นทาง *Sky Walk* โรงพยาบาลรามาธิบดี.

นัทธพงศ์ นันทสำเริง. (2554). การวิเคราะห์สถานที่จอดรถกู้ชีพด้วยวิธีจุดศูนย์ถ่วงจากน้ำหนักความเสี่ยง. การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ(20-21 ตุลาคม 2554), 1537 - 1542.

พงษ์ชัย จิตตะมัย. (2557). การวางแผนห่วงโซ่อุปทานของการจัดการบริการทางการแพทย์ฉุกเฉินระดับท้องถิ่น/พื้นที่: วิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

พิพัฒน์ พูลทรัพย์. แพทย์เวชศาสตร์ป้องกัน. สัมภาษณ์, 16 มกราคม 2560.

พีระวัฒน์ แกล้ววิการณ์. (2557). การประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการวิเคราะห์พื้นที่การให้บริการศูนย์การแพทย์ฉุกเฉิน จังหวัดเลย. *Thai Journal of Science and Technology,* 3, 137-147.

วโรรส อินทรศิริพงษ์. (2557). การพัฒนาตัวแบบการจัดสรรตำแหน่งของหน่วยการแพทย์ฉุกเฉินเพื่อลดระยะเวลาการเข้าถึงจุดเกิดเหตุ กรณีศึกษาจังหวัดนครราชสีมา. วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

วีระกิจ อัครโชติวิทย์. ผู้บริหารโครงการ Street Hero Project. สัมภาษณ์, 14 มกราคม 2560.

ศูนย์กู้ชีพนเรนทร. (2559). ผลการปฏิบัติการศูนย์กู้ชีพนเรนทรพ.ศ.2558. สืบค้นเมื่อ 2 กรกฎาคม 2559. http://www.narenthorn.or.th/.

ศูนย์วิจัยภูมิสารสนเทศเพื่อประเทศไทย. (2559). ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์. สืบค้นเมื่อ 15 ธันวาคม 2559. http://www.gisthai.org.

สถาบันการแพทย์ฉุกเฉินแห่งชาติ. (2559). แผนหลักการแพทย์ฉุกเฉินแห่งชาติ ฉบับที่ 3 (พ.ศ. 2560 -2564). บริษัท ยูเนี่ยน ครีเอชั่น จำกัด.

สันต์ หัตถีรัตน์. (2555). คู่มือกู้ชีพสำหรับแพทย์ พยาบาล และเวชกรฉุกเฉินทุกระดับ. กรุงเทพมหานคร: หมอชาวบ้าน.

สำนักงานสถิติแห่งชาติ กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. (2559). การสำรวจภาวะเศรษฐกิจและสังคมของครัวเรือน รายได้เฉลี่ยต่อเดือนต่อครัวเรือน พ.ศ. 2541 - 2548.

สุเพชร จิรขจรกุล. (2556). เรียนรู้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ด้วยโปรแกรม *ArcGIS* 10.1 *for Desktop*. นนทบุรี: บริษัท เอ.พี. กราฟิคดีไซน์และการพิมพ์ จำกัด.

Chulalongkorn University

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตาราง ก 1 สาขาร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven ที่เป็นจุดติดตั้งเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าที่สาธารณชนสามารถเข้าถึงได้ที่เหมาะสม

ซึ่งมีทั้งหมด 233 สาขา (จาก 422 สาขา) โดยจะเรียงอันดับสาขาตามจำนวนความครอบคลุมจุดเกิดเหตุสะสมตั้งแต่ระยะทาง 100-800 เมตร

อันดับ	ชื่อสาขา ร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven	เขต	จำนวนความครอบคลุมจุดเกิดเหตุ (จุด) ภายใต้ระยะทางที่กำหนด							
			100 ม.	200 ม.	300 ม.	400 ม.	500 ม.	600 ม.	700 ม.	800 ม.
1	เคหะดินแดง	ดินแดง	4	12	21	21	23	23	23	23
2	ซอยประชาสงเคราะห์ 4/1	ดินแดง	2	12	15	16	19	20	20	20
3	ห้วยขวาง 1	ดินแดง	1	12	17	17	17	17	17	17
4	แฟลต 8 ชั้น	ดินแดง	5	14	15	16	16	16	16	16
5	ห้วยขวาง 2 (จุดใหม่)	ดินแดง	0	5	15	16	16	16	16	16
6	ศรีวราคอนโด	ดินแดง	11	12	12	12	12	12	12	12
7	ประชาอุทิศ ซอย 8 (ห้วยขวาง)	ห้วยขวาง	2	6	11	12	14	16	16	16
8	เคหะดินแดง 2	ดินแดง	5	6	11	13	13	13	14	14
9	ห้วยขวาง 4	ดินแดง	0	5	13	14	14	14	14	14
10	ชานเมือง ซอย 6	ดินแดง	6	9	10	12	12	12	12	12
11	ประชาสงเคราะห์ 21	ดินแดง	1	4	7	11	15	15	15	15
12	ประชาสงเคราะห์ 27 จุด 2	ดินแดง	1	5	8	11	11	11	11	11
13	พร้อมพรรณ	ดินแดง	5	9	9	9	9	9	9	9
14	บี.ยู. เพลส	ดินแดง	1	4	8	9	11	11	11	11
15	ห้วยขวาง 5	ดินแดง	1	4	8	9	10	11	11	11

อันดับ	ชื่อสาขา ร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven	เขต	จำนวนความครอบคลุมจุดเกิดเหตุ (จุด) ภายใต้ระยะทางที่กำหนด							
			100 ม.	200 ม.	300 ม.	400 ม.	500 ม.	600 ม.	700 ม.	800 ม.
16	ชานเมือง-บารอน	ดินแดง	0	1	8	11	11	11	11	11
17	แฟลต 8 ชั้น จุด 2	ดินแดง	1	5	7	10	10	10	10	10
18	ซอยประชาสงเคราะห์ 4/2	ดินแดง	1	7	8	9	9	9	9	9
19	ห้วยขวาง 6	ดินแดง	5	7	7	7	7	7	7	7
20	สุทธิพร 2	ดินแดง	2	4	7	8	8	8	8	8
21	อินทามระ 33	ดินแดง	2	3	6	6	8	8	8	8
22	ประชาราษฎร์บำเพ็ญ ซอย 15	ห้วยขวาง	2	2	4	5	6	6	11	12
23	รัชดา 10	ห้วยขวาง	1	2	4	6	8	9	9	9
24	RS Tower	ดินแดง	3	5	6	6	6	6	6	6
25	20 มิถุนาแยก 14	ห้วยขวาง	0	0	1	2	8	10	11	11
26	ปตท.สุทธิสาร	ห้วยขวาง	1	2	5	6	6	7	7	7
27	ประชาสงเคราะห์ 28	ดินแดง	0	5	6	6	6	6	6	6
28	ราชปรารถ 8	ราชเทวี	5	5	5	5	5	5	5	5
29	รัชดา 14 กลางซอย	ห้วยขวาง	1	2	6	6	6	6	6	6
30	รัชดาซิตี้	ห้วยขวาง	1	1	4	6	6	6	7	8

อันดับ	ชื่อสาขา ร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven	เขต	จำนวนความครอบคลุมจุดเกิดเหตุ (จุด) ภายใต้ระยะทางที่กำหนด							
			100 ม.	200 ม.	300 ม.	400 ม.	500 ม.	600 ม.	700 ม.	800 ม.
31	โพธิ์ปั่น	ดินแดง	0	4	5	6	6	6	6	6
32	จันทร์หุ่นบำเพ็ญ	ห้วยขวาง	2	4	4	4	5	6	6	6
33	ประชาราษฎร์บำเพ็ญ ซอย 5	ห้วยขวาง	1	3	3	6	6	6	6	6
34	ประชาราษฎร์บำเพ็ญ ซอย 7 (กลางซอย)	ห้วยขวาง	0	3	4	6	6	6	6	6
35	อินทามระ 44	ดินแดง	0	1	5	6	6	6	6	6
36	ปตท.อินทามระ 42	ดินแดง	1	2	2	6	6	6	6	6
37	Cyber World (New Look 2 ดาว)	ห้วยขวาง	1	1	2	3	6	7	7	7
38	Victory Mall	ราชเทวี	1	3	5	5	5	5	5	5
39	ดามาพงษ์ 1	ลาดพร้าว	3	3	4	4	4	4	6	6
40	อสทม.	ห้วยขวาง	2	2	4	5	5	5	5	5
41	อินทามระ 41	ดินแดง	0	3	5	5	5	5	5	5
42	จักรกริช	ลาดพร้าว	1	2	4	5	5	5	5	5
43	รัชดา 13 จุด 2	ดินแดง	3	4	4	4	4	4	4	4
44	วัฒนวงศ์	ราชเทวี	1	2	2	5	5	5	5	5
45	รัชดาภิเษก 1	ดินแดง	2	4	4	4	4	4	4	4

อันดับ	ชื่อสาขา ร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven	เขต	จำนวนความครอบคลุมจุดเกิดเหตุ (จุด) ภายใต้ระยะทางที่กำหนด							
			100 ม.	200 ม.	300 ม.	400 ม.	500 ม.	600 ม.	700 ม.	800 ม.
46	ศรีดินแดง 2	ดินแดง	0	1	4	5	5	5	5	5
47	อินทามระ 47	ดินแดง	1	2	3	4	4	4	6	6
48	ประชาราษฎร์บำเพ็ญ 13	ห้วยขวาง	1	4	4	4	4	4	4	4
49	นาทอง ซอย 5	ดินแดง	2	3	4	4	4	4	4	4
50	ซอยเปรมสมบัติ	ดินแดง	1	4	4	4	4	3	4	4
51	ศรีดินแดง 3	ดินแดง	0	0	3	4	5	5	5	5
52	สุทธิสาร 4	ห้วยขวาง	2	2	2	2	4	4	5	5
53	สุทธิพร	ดินแดง	1	2	3	4	4	4	4	4
54	วิภาวดี 16 จุด 2	จตุจักร	1	1	2	3	4	5	5	5
55	โชคชัย 4 ซอย 54	ลาดพร้าว	1	3	3	3	4	4	4	4
56	ตลาดศรีวนิช 2	ดินแดง	0	0	4	4	4	4	4	5
57	รามคำแหง 65/3	วังทองหลาง	3	3	3	3	3	3	3	3
58	ลาดพร้าว 87	วังทองหลาง	3	3	3	3	3	3	3	3
59	โชคชัย 4 ซอย 24	ลาดพร้าว	0	0	1	4	4	4	4	7
60	เอไอเอ แคปปิตอล เซ็นเตอร์	ห้วยขวาง	2	3	3	3	3	3	3	3

อันดับ	ชื่อสาขา ร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven	เขต	จำนวนความครอบคลุมจุดเกิดเหตุ (จุด) ภายใต้ระยะทางที่กำหนด							
			100 ม.	200 ม.	300 ม.	400 ม.	500 ม.	600 ม.	700 ม.	800 ม.
61	ราชปรารถ 1	ราชเทวี	2	3	3	3	3	3	3	3
62	บารอน 2	ดินแดง	2	3	3	3	3	3	3	3
63	วิภาวดี 16/29	ดินแดง	2	3	3	3	3	3	3	3
64	ราชปรารถ 2	ราชเทวี	1	3	3	3	3	3	3	3
65	แยกรัชดา-สุทธิสาร	ดินแดง	1	3	3	3	3	3	3	3
66	ซอยสุดประเสริฐ	ห้วยขวาง	0	0	1	1	3	5	5	6
67	บารอน4	ห้วยขวาง	1	1	2	2	2	3	5	5
68	ปตท.แยกเหม่งจ๋าย	วังทองหลาง	0	2	2	3	3	3	4	4
69	ร.พ.พญาไท 2/2	พญาไท	0	2	3	3	3	3	3	3
70	อนุสาวรีย์ 2	ราชเทวี	0	2	3	3	3	3	3	3
71	ลาดพร้าว 47	วังทองหลาง	2	2	2	2	3	3	3	3
72	ลาดพร้าว 80 แยก 4	วังทองหลาง	1	1	1	2	2	3	5	5
73	ลาดพร้าววังหิน 89	ลาดพร้าว	0	1	2	2	2	4	4	5
74	อยู่เจริญ จุด 2	ห้วยขวาง	1	1	2	3	3	3	3	3
75	เพชรบุรี 39 (KS)	ราชเทวี	0	1	3	3	3	3	3	3

อันดับ	ชื่อสาขา ร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven	เขต	จำนวนความครอบคลุมจุดเกิดเหตุ (จุด) ภายใต้ระยะทางที่กำหนด							
			100 ม.	200 ม.	300 ม.	400 ม.	500 ม.	600 ม.	700 ม.	800 ม.
76	ลาดพร้าว 58/1	วังทองหลาง	0	0	0	1	1	5	6	6
77	ลาดพร้าว 80 จุด 3	วังทองหลาง	0	0	0	1	4	4	5	5
78	ลาดพร้าว	จตุจักร	0	0	2	2	3	4	4	4
79	ประชาสงเคราะห์ 23 จุด 3	ดินแดง	0	0	3	3	3	3	3	3
80	สน.สุทธิสาร	ดินแดง	0	1	2	3	3	3	3	3
81	ลาดพร้าว 18 จุด 2	จตุจักร	0	0	3	3	3	3	3	3
82	อินทามระ 45	ดินแดง	0	1	2	2	3	3	3	3
83	ลาดพร้าว 80/3 (แกรนด์วิลเลจ)	วังทองหลาง	1	1	1	2	3	3	3	3
84	พิบูลย์อุปถัมภ์	ห้วยขวาง	2	2	2	2	2	2	2	2
85	มักกะสัน	ราชเทวี	0	0	0	1	1	1	6	7
86	ตลาดศรีวานิช	ดินแดง	0	1	2	2	2	3	3	3
87	ลาดพร้าว 80 (รุ่งเรือง)	วังทองหลาง	0	0	2	2	3	3	3	3
88	ดามาพงษ์ 2	ลาดพร้าว	0	0	0	1	3	4	4	4
89	พหลโยธิน 2 (New Model)	พญาไท	1	2	2	2	2	2	2	2
90	ประชาอุทิศ (ห้วยขวาง)	ห้วยขวาง	0	0	0	2	2	3	4	4

อันดับ	ชื่อสาขา ร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven	เขต	จำนวนความครอบคลุมจุดเกิดเหตุ (จุด) ภายใต้ระยะทางที่กำหนด							
			100 ม.	200 ม.	300 ม.	400 ม.	500 ม.	600 ม.	700 ม.	800 ม.
91	เพชรบุรี 21	ราชเทวี	1	2	2	2	2	2	2	2
92	รัชดาภิเษก 11	ดินแดง	1	2	2	2	2	2	2	2
93	สี่แยกดินแดง	ดินแดง	0	0	0	1	2	2	5	5
94	ลาดพร้าว 102	วังทองหลาง	1	2	2	2	2	2	2	2
95	โชคชัย 4 ซอย 21	ลาดพร้าว	0	0	0	1	2	4	4	4
96	ห้วยขวาง 3	ห้วยขวาง	0	2	2	2	2	2	2	2
97	Booth วัฒนศิลป์	ราชเทวี	0	2	2	2	2	2	2	2
98	เนียมอุทิศ	ดินแดง	0	2	2	2	2	2	2	2
99	วิภาวดี 3 จุด 2	จตุจักร	1	1	1	1	1	1	4	4
100	แยกเหม่งจ๋าย	ห้วยขวาง	0	0	0	1	2	3	3	4
101	การเคหะห้วยขวาง	ดินแดง	0	1	2	2	2	2	2	2
102	อินทามระ 44 จุด 2	ดินแดง	1	1	1	2	2	2	2	2
103	SM Tower (สนามเป้า)	พญาไท	0	0	2	2	2	2	2	2
104	สะพานควาย 3	พญาไท	0	0	1	1	1	3	3	3
105	The Belle พระราม 9	ห้วยขวาง	0	0	0	0	3	3	3	3

อันดับ	ชื่อสาขา ร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven	เขต	จำนวนความครอบคลุมจุดเกิดเหตุ (จุด) ภายใต้ระยะทางที่กำหนด							
			100 ม.	200 ม.	300 ม.	400 ม.	500 ม.	600 ม.	700 ม.	800 ม.
106	อมารี	ห้วยขวาง	0	0	0	1	2	3	3	3
107	อาคารเอเชียราชเทวี	ราชเทวี	0	0	2	2	2	2	2	2
108	รามคำแหง 39 จุด 2	วังทองหลาง	0	0	0	0	0	4	4	4
109	ลาดพร้าว 80	วังทองหลาง	1	1	1	1	2	2	2	2
110	อุดมศึกษา (ลาดพร้าว 86)	วังทองหลาง	1	1	1	1	2	2	2	2
111	สนง.เขตลาดพร้าว	ลาดพร้าว	0	1	1	2	2	2	2	2
112	ศุภาลัยเวลลิงตัน	ห้วยขวาง	0	1	1	1	2	2	2	2
113	พระราม 6 ซอย 27	ราชเทวี	1	1	1	1	1	2	2	2
114	ประชาสงเคราะห์ 24	ดินแดง	0	0	1	2	2	2	2	2
115	ประดิษฐ์มนูธรรม 15	ลาดพร้าว	0	1	1	1	2	2	2	2
116	บุญอยู่ จุด 2	พญาไท	0	1	1	1	1	2	2	2
117	พิบูลย์ 8	พญาไท	0	0	0	2	2	2	2	2
118	อินทามระ 16	พญาไท	0	0	0	2	2	2	2	2
119	จารุรัตน์	ราชเทวี	0	0	1	1	2	2	2	2
120	Aspace อโศก	ดินแดง	0	0	1	1	2	2	2	2

อันดับ	ชื่อสาขา ร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven	เขต	จำนวนความครอบคลุมจุดเกิดเหตุ (จุด) ภายใต้ระยะทางที่กำหนด							
			100 ม.	200 ม.	300 ม.	400 ม.	500 ม.	600 ม.	700 ม.	800 ม.
121	ประชาสงเคราะห์ 22	ดินแดง	0	0	1	1	2	2	2	2
122	ลาดพร้าว 4	จตุจักร	0	0	0	2	2	2	2	2
123	สุคนธสวัสดิ์ ซอย 3	ลาดพร้าว	0	0	0	1	2	2	2	3
124	บดินทร์พลาซ่า	วังทองหลาง	0	0	0	1	2	2	2	2
125	นาคนิวาส 16	ลาดพร้าว	0	0	1	1	1	1	2	3
126	ซอยลือชา	พญาไท	1	1	1	1	1	1	1	1
127	RCA จุด 2	ห้วยขวาง	1	1	1	1	1	1	1	1
128	U-PLACE	ห้วยขวาง	1	1	1	1	1	1	1	1
129	ปตท.ศูนย์วัฒนธรรม	ห้วยขวาง	1	1	1	1	1	1	1	1
130	มอลทาเล่ย์	ห้วยขวาง	1	1	1	1	1	1	1	1
131	แยก 20 มิถุนายน	ห้วยขวาง	1	1	1	1	1	1	1	1
132	รัชดา 10 จุด 2	ห้วยขวาง	1	1	1	1	1	1	1	1
133	สุทธิสาร จุด 3	ห้วยขวาง	1	1	1	1	1	1	1	1
134	Booth อนุสาวรีย์ 2 จุด 2	ราชเทวี	1	1	1	1	1	1	1	1
135	ซี.พี.ทาวเวอร์ 3	ราชเทวี	1	1	1	1	1	1	1	1

อันดับ	ชื่อสาขา ร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven	เขต	จำนวนความครอบคลุมจุดเกิดเหตุ (จุด) ภายใต้ระยะทางที่กำหนด							
			100 ม.	200 ม.	300 ม.	400 ม.	500 ม.	600 ม.	700 ม.	800 ม.
136	เดือนเด่น	ราชเทวี	1	1	1	1	1	1	1	1
137	น้อมจิตต์ (เพชรบุรี 7)	ราชเทวี	1	1	1	1	1	1	1	1
138	เพชรบุรี 10	ราชเทวี	1	1	1	1	1	1	1	1
139	เพชรบุรี 20	ราชเทวี	1	1	1	1	1	1	1	1
140	เพชรบุรี 7	ราชเทวี	1	1	1	1	1	1	1	1
141	ศูนย์การค้าพลาซ่า (ประตูน้ำ)	ราชเทวี	1	1	1	1	1	1	1	1
142	ขวัญพัฒนา	ดินแดง	1	1	1	1	1	1	1	1
143	ซอยประชาสงเคราะห์ 12	ดินแดง	0	0	0	1	1	2	2	2
144	ตลาดนัดนาทอง	ดินแดง	1	1	1	1	1	1	1	1
145	ท้ายซอยชานเมือง ซอย 2	ดินแดง	1	1	1	1	1	1	1	1
146	นาทอง ซอย 2	ดินแดง	1	1	1	1	1	1	1	1
147	ประชาสงเคราะห์ 23	ดินแดง	1	1	1	1	1	1	1	1
148	ประชาสงเคราะห์ 30	ดินแดง	1	1	1	1	1	1	1	1
149	รัชดา 7	ดินแดง	1	1	1	1	1	1	1	1
150	รัชดาภิเษก 17	ดินแดง	0	0	0	0	2	2	2	2

อันดับ	ชื่อสาขา ร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven	เขต	จำนวนความครอบคลุมจุดเกิดเหตุ (จุด) ภายใต้ระยะทางที่กำหนด							
			100 ม.	200 ม.	300 ม.	400 ม.	500 ม.	600 ม.	700 ม.	800 ม.
151	Ai Place (ซอยพระญาประเสริฐ)	วังทองหลาง	1	1	1	1	1	1	1	1
152	ม.ทิวสน	วังทองหลาง	1	1	1	1	1	1	1	1
153	รามคำแหง 53/3	วังทองหลาง	1	1	1	1	1	1	1	1
154	รามคำแหง 65 (มหาดไท 2)	วังทองหลาง	1	1	1	1	1	1	1	1
155	รามคำแหง 65/5	วังทองหลาง	1	1	1	1	1	1	1	1
156	รามคำแหง 65/8	วังทองหลาง	1	1	1	1	1	1	1	1
157	ลาดพร้าวสะพาน 2	วังทองหลาง	1	1	1	1	1	1	1	1
158	ลุมพินีบดินทร์	วังทองหลาง	1	1	1	1	1	1	1	1
159	สันตะประเสริฐ (ราม 53/5)	วังทองหลาง	1	1	1	1	1	1	1	1
160	โชคชัยร่วมมิตร	จตุจักร	1	1	1	1	1	1	1	1
161	เล้าเป้งง้วน	จตุจักร	1	1	1	1	1	1	1	1
162	วิภาวดี 3	จตุจักร	1	1	1	1	1	1	1	1
163	ปตท.ลาดพร้าว 71	ลาดพร้าว	0	0	0	0	1	1	3	3
164	ประดิษฐ์มนูธรรม 19	ลาดพร้าว	0	1	1	1	1	1	1	2
165	ลาดพร้าววังหิน 19	ลาดพร้าว	0	0	0	1	1	2	2	2

อันดับ	ชื่อสาขา ร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven	เขต	จำนวนความครอบคลุมจุดเกิดเหตุ (จุด) ภายใต้ระยะทางที่กำหนด							
			100 ม.	200 ม.	300 ม.	400 ม.	500 ม.	600 ม.	700 ม.	800 ม.
166	ซอยพหลโยธิน 15	พญาไท	0	1	1	1	1	1	1	1
167	ราชวิถี 6	พญาไท	0	1	1	1	1	1	1	1
168	Booth ร.พ.กรุงเทพ	ห้วยขวาง	0	1	1	1	1	1	1	1
169	Booth รัชดา 4	ห้วยขวาง	0	1	1	1	1	1	1	1
170	LPN พระราม 9	ห้วยขวาง	0	1	1	1	1	1	1	1
171	LPN พาร์ค พระราม 9 - รัชดา	ห้วยขวาง	0	1	1	1	1	1	1	1
172	ไทยซับมิททาวเวอร์	ห้วยขวาง	0	1	1	1	1	1	1	1
173	พระราม 9 ซอย 17	ห้วยขวาง	0	1	1	1	1	1	1	1
174	รัชดานิเวศน์ 12	ห้วยขวาง	0	1	1	1	1	1	1	1
175	ร.พ.พระราม 9 จุด 2	ห้วยขวาง	0	0	0	1	1	1	2	2
176	Booth อนุสาวรีย์ 4	ราชเทวี	0	1	1	1	1	1	1	1
177	Evergreen	ราชเทวี	0	1	1	1	1	1	1	1
178	พาลาเดียมประตูน้ำ	ราชเทวี	0	1	1	1	1	1	1	1
179	เพชรบุรี 43/1	ราชเทวี	0	1	1	1	1	1	1	1
180	ฟูราม่า	ราชเทวี	0	0	0	0	1	2	2	2

อันดับ	ชื่อสาขา ร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven	เขต	จำนวนความครอบคลุมจุดเกิดเหตุ (จุด) ภายใต้ระยะทางที่กำหนด							
			100 ม.	200 ม.	300 ม.	400 ม.	500 ม.	600 ม.	700 ม.	800 ม.
181	สมประสงค์ 4	ราชเทวี	0	1	1	1	1	1	1	1
182	สยามอินเตอร์ (อนุสาวรีย์ชัยฯ)	ราชเทวี	0	1	1	1	1	1	1	1
183	เดอะสตรีท รัชดาภิเษก	ดินแดง	0	1	1	1	1	1	1	1
184	ประชาร่วมมิตร	ดินแดง	0	1	1	1	1	1	1	1
185	ศรีดินแดง	ดินแดง	0	1	1	1	1	1	1	1
186	LPN โชคชัย 4	วังทองหลาง	0	1	1	1	1	1	1	1
187	ม.สวนรัก	วังทองหลาง	0	0	0	0	0	1	2	4
188	โรงแรมทาวน์อินทาวน์	วังทองหลาง	0	0	1	1	1	1	1	2
189	ลาดพร้าว 80 แยก 26	วังทองหลาง	0	0	0	1	1	1	1	3
190	ลาดพร้าว 83	วังทองหลาง	0	1	1	1	1	1	1	1
191	สหการประมูล	วังทองหลาง	0	1	1	1	1	1	1	1
192	วิภาวดี 20 แยก 9	จตุจักร	0	1	1	1	1	1	1	1
193	ร.พ.เปาโลสยามโชคชัย 4	ลาดพร้าว	0	1	1	1	1	1	1	1
194	ลาดพร้าว 71	ลาดพร้าว	0	1	1	1	1	1	1	1
195	ปตท.ราบ 1 (Flagship)	พญาไท	0	0	1	1	1	1	1	1

อันดับ	ชื่อสาขา ร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven	เขต	จำนวนความครอบคลุมจุดเกิดเหตุ (จุด) ภายใต้ระยะทางที่กำหนด							
			100 ม.	200 ม.	300 ม.	400 ม.	500 ม.	600 ม.	700 ม.	800 ม.
196	อินทามระ23	พญาไท	0	0	0	0	0	1	1	4
197	ศุภฤกษ์	ห้วยขวาง	0	0	1	1	1	1	1	1
198	กิ่งเพชร	ราชเทวี	0	0	1	1	1	1	1	1
199	แกรนด์อัมรินทร์	ราชเทวี	0	0	1	1	1	1	1	1
200	ถนนศรีอยุธยา	ราชเทวี	0	0	1	1	1	1	1	1
201	เพชรบุรี 31	ราชเทวี	0	0	1	1	1	1	1	1
202	อินทามระ 41 จุด 2	ดินแดง	0	0	1	1	1	1	1	1
203	ไดนาสตี้ (ลาดพร้าว 71)	วังทองหลาง	0	0	1	1	1	1	1	1
204	ลาดพร้าว 64 แยก 4	วังทองหลาง	0	0	0	0	0	2	2	2
205	ลาดพร้าว 12	จตุจักร	0	0	1	1	1	1	1	1
206	วิภาวดี 16	จตุจักร	0	0	1	1	1	1	1	1
207	ร.พ.ทหารผ่านศึก	พญาไท	0	0	0	1	1	1	1	1
208	ปตท.ประชาอุทิศ (KIS)	ห้วยขวาง	0	0	0	1	1	1	1	1
209	เพชรเวช	ห้วยขวาง	0	0	0	1	1	1	1	1
210	LKN Residence	ราชเทวี	0	0	0	1	1	1	1	1

อันดับ	ชื่อสาขา ร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven	เขต	จำนวนความครอบคลุมจุดเกิดเหตุ (จุด) ภายใต้ระยะทางที่กำหนด							
			100 ม.	200 ม.	300 ม.	400 ม.	500 ม.	600 ม.	700 ม.	800 ม.
211	ราชปรารถ 4	ราชเทวี	0	0	0	1	1	1	1	1
212	อินทามระ 49	ดินแดง	0	0	0	1	1	1	1	1
213	ประดิษฐ์มนูธรรม 6	วังทองหลาง	0	0	0	1	1	1	1	1
214	ลาดพร้าว 62	วังทองหลาง	0	0	0	1	1	1	1	1
215	ลาดพร้าว 94	วังทองหลาง	0	0	0	1	1	1	1	1
216	หลังตึกการบินไทย	จตุจักร	0	0	0	0	1	1	1	2
217	ประดิพัทธ์ 10	พญาไท	0	0	0	0	1	1	1	1
218	The Ninth Tower	ห้วยขวาง	0	0	0	0	1	1	1	1
219	สุทธิสารสบายใจ	ห้วยขวาง	0	0	0	0	0	0	2	2
220	โชคชัย 4 ซอย 36	ลาดพร้าว	0	0	0	0	0	1	1	2
221	นาคนิวาส 42	ลาดพร้าว	0	0	0	0	1	1	1	1
222	รัชดา 19 จุด 2	ดินแดง	0	0	0	0	0	1	1	1
223	นาคนิวาส 37 แยก 1	ลาดพร้าว	0	0	0	0	0	1	1	1
224	สรรพากรอารีย์	พญาไท	0	0	0	0	0	0	1	1
225	เพชรพระราม	ห้วยขวาง	0	0	0	0	0	0	1	1

อันดับ	ชื่อสาขา ร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven	เขต	จำนวนความครอบคลุมจุดเกิดเหตุ (จุด) ภายใต้ระยะทางที่กำหนด							
			100 ม.	200 ม.	300 ม.	400 ม.	500 ม.	600 ม.	700 ม.	800 ม.
226	สุทธิสาร 1	ห้วยขวาง	0	0	0	0	0	0	1	1
227	สีม่วงอนุสรณ์	ดินแดง	0	0	0	0	0	0	1	1
228	คลินิกศูนย์แพทย์พัฒนา	วังทองหลาง	0	0	0	0	0	0	1	1
229	SJ Infinite 1 (พหล-วิภา)	จตุจักร	0	0	0	0	0	0	1	1
230	แฟลตตำรวจเฉลิมลาภ	พญาไท	0	0	0	0	0	0	0	1
231	ศูนย์วิจัย 2	ห้วยขวาง	0	0	0	0	0	0	0	1
232	ราชปรารถ	ราชเทวี	0	0	0	0	0	0	0	1
233	ซอยชานเมือง	ดินแดง	0	0	0	0	0	1	0	0

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวนวรัตน์ เกวียนโคกกรวด เกิดเมื่อวันที่ 28 พฤษภาคม 2533 ที่โรงพยาบาลมหาราชนครราชสีมา อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา ปัจจุบันอาศัยอยู่บ้านเลขที่ 1551/161 แขวงบางนา เขตบางนา กรุงเทพมหานคร

สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาบริหารธุรกิจบัณฑิต เกียรตินิยมอันดับหนึ่ง สาขาการจัดการโลจิสติกส์ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา เมื่อพ.ศ. 2555 และได้เข้าร่วมงานกับบริษัท ฮีโน่มอเตอร์ส แมนูแฟคเจอริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด ในตำแหน่งเจ้าหน้าที่วางแผนงานโลจิสติกส์ เมื่อพ.ศ. 2556 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน (สหสาขาวิชา) บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปัจจุบันทำงานตำแหน่งเจ้าหน้าที่วางแผนการจัดการโครงการ ในส่วนของรถจักรยานยนต์รุ่นใหม่และชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์ บริษัท ยามาฮ่า มอเตอร์ เอเชียน เซ็นเตอร์ จำกัด ซึ่งประกอบธุรกิจวิจัยและพัฒนารถจักรยานยนต์และชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์ กำกับดูแลบริษัทในเครือยามาฮ่าทั้งในและต่างประเทศ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University