

การวางแผนจำนวนรถพยาบาลฉุกเฉินโดยพิจารณาถึงความทนทานในการ
รองรับปริมาณผู้ป่วย โดยใช้แบบจำลองสถานการณ์ กรณีศึกษา

กรุงเทพมหานคร

A ROBUST PLANNING TO DETERMINE THE NUMBER OF AMBULANCES
FOR EMERGENCY MEDICAL SERVICES USING SIMULATION
MODELING: A CASE STUDY BANGKOK



วิทยานิพนธ์นี้สำหรับการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2566

KMITL-2023-EN-M-217-120

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A ROBUST PLANNING TO DETERMINE THE NUMBER OF AMBULANCES
FOR EMERGENCY MEDICAL SERVICES USING SIMULATION
MODELING: A CASE STUDY BANGKOK



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF ENGINEERING IN INDUSTRIAL ENGINEERING
SCHOOL OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2023
KMITL-2023-EN-M-217-120

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2023

SCHOOL OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การวางแผนจำนวนรพพยาบาลฉุกเฉินโดยพิจารณาถึงความ ทนทานในการรองรับปริมาณผู้ป่วย โดยใช้แบบจำลองสถานการณ์ กรณีศึกษากรุงเทพมหานคร
นักศึกษา	ครองขวัญ บุญกุล
รหัสประจำตัว	62601115
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
พ.ศ.	2566
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รศ.ดร.สิทธิพร พิมป์สกุล
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ (ร่วม)	รศ.ดร.ชุมพล ยวงใย

บทคัดย่อ

การวางแผนบริหารรพพยาบาลในแต่ละจุดจุดให้เพียงพอต่อความต้องการมีความจำเป็นและสำคัญอย่างมาก เพราะเมื่อจำนวนรพพยาบาลเพียงพอ การช่วยเหลือชีวิตผู้ที่ได้รับบาดเจ็บสามารถทำได้อย่างทันท่วงที ซึ่งความต้องการในการเรียกใช้รพพยาบาลฉุกเฉินในแต่ละจุดจุด มีการเปลี่ยนแปลงโดยแต่ละพื้นที่และแต่ละช่วงเวลาจะมีความต้องการที่ไม่เท่ากัน ดังนั้นงานวิจัยฉบับนี้จึงได้นำเสนอ แนวทางในการจัดสรรจำนวนรพพยาบาลฉุกเฉินในแต่ละจุดจุดให้เหมาะสม โดยใช้แบบจำลองสถานการณ์ เพื่อประเมินว่า ฉากทัศน์ที่ทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงความต้องการในการเรียกใช้มากที่สุด โดยพิจารณาจาก เวลาในการตอบสนอง และค่าความสามารถในการรองรับปริมาณความต้องการ เพื่อวัดว่าฉากทัศน์ใด มีความทนทาน ต่อการเปลี่ยนแปลงของความต้องการในการเรียกใช้รพพยาบาลฉุกเฉินมากที่สุด ซึ่งจากกรณีศึกษาในเขตกรุงเทพมหานคร พบว่าหากมีการจัดสรรจำนวนรพพยาบาลฉุกเฉินในแต่ละจุดจุดให้เหมาะสม จะทำให้เวลาในการตอบสนอง ลดลง 10.02 นาที และ ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน ต่ำกว่า 60.97% เมื่อเทียบกับแบบเดิม กล่าวคือฉากทัศน์ที่ได้ มีความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของความต้องการในการเรียกใช้รพพยาบาลฉุกเฉินมากกว่าการจัดรพพยาบาลฉุกเฉินในปัจจุบัน จากแนวคิดที่นำเสนอในบทความนี้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริงและใช้เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการตัดสินใจสำหรับการวางแผนรพพยาบาลในอนาคตได้

Thesis	A Robust Planning to Determine the Number of Ambulance for Emergency Medical Services Using Simulation Modeling: A Case Study Bangkok
Student	Ms. Klongkwan Boonkul
Student ID.	62601115
Degree	Master of Engineering
Program	Industrial Engineering
Year	2023
Thesis Advisor	Assoc.Prof.Dr. Sittiporn Pimsakul
Thesis Co-Advisor	Assoc.Prof.Dr.Chumpol Yuanyai

ABSTRACT

Ambulance base allocation is very important and necessary because if the number of active ambulances is sufficient, patients, injured person can be rescued. However the demand for ambulance in each area is not constant over time this makes it difficult to plan the number of ambulance efficiently .This paper presents a guide lines for appropriately determining the number of ambulances at each base by using a simulation model to find robust answers. Ideas presented in this paper can be used as a tool to assist for ambulance base allocation in real world. The simulation results show that if the appropriate number of emergency ambulances are allocated at each base, the average response time is decreased by 10.02 minutes and the coefficient of variation is decreased by 60.97% compared to the existing situation.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาจาก รศ.ดร.สิทธิพร พิมพ์สกุล และ รศ.ดร.ชุมพล ยวงใย อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ให้ความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ อีกทั้งเสียสละเวลาในการถ่ายทอดความรู้ ช่วยฝึกฝน และผลักดัน จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณ พี่ น้อง นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรมที่คอยชี้แนะให้คำแนะนำ และคอยให้กำลังใจในงานวิจัยที่ตีเสมอมา

สุดท้ายที่ต้องขอบคุณ ผู้ให้ความรู้และผู้สนับสนุน บิดา มารดาและครอบครัว ซึ่งเป็นผู้มีพระคุณให้งานวิจัยสำเร็จลงได้ ตลอดจนขอบคุณ ครู อาจารย์ ผู้ประสิทธิ์ประสาทวิชาพื้นฐานที่จำเป็น ใช้ประกอบงานวิจัยทั้งทางตรงและทางอ้อม

ครองขวัญ บุญกุล



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ.....	I
ABSTRACT.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VII
สารบัญรูป.....	VIII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย.....	3
1.4 ประโยชน์ที่ได้รับของงานวิจัย.....	3
1.5 ขั้นตอนการศึกษา.....	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1 การบริการการแพทย์ฉุกเฉิน (Emergency Medical Service: EMS).....	5
2.1.1 ประเภทของรถพยาบาล.....	5
2.1.2 บุคลากรทางการบริการการแพทย์ฉุกเฉิน.....	6
2.1.3 กระบวนการทำงานของการบริการการแพทย์ฉุกเฉิน.....	7
2.2 การจัดทรัพยากรและกำลังพลของการบริการรถฉุกเฉิน.....	8
2.2.1 กลยุทธ์ในการจัดทรัพยากรคนและกำลังพลของการบริการรถฉุกเฉิน.....	8
2.2.2 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการจัดสรรจุดจอดรถพยาบาลฉุกเฉิน.....	9
2.3 แบบจำลองสถานการณ์ (Simulation Model).....	10
2.3.1 โปรแกรมแบบจำลองสถานการณ์อรีนา (ARENA Simulation Program).....	11
2.3.2 การวิเคราะห์ข้อมูลนำเข้า (Input Analyzer).....	13
2.3.3 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์ (Verification of the Simulation Model).....	14
2.3.4 การตรวจสอบความสามารถในการใช้งานแบบจำลอง (Validation of the Simulation Model).....	14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

2.4	แบบจำลองสถานการณ์กับการบริการการแพทย์ฉุกเฉิน	14
2.5	ความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลง (Robustness).....	16
2.6	บทสรุปเกี่ยวกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	17
บทที่ 3	การดำเนินการวิจัย	18
3.1	ศึกษาวิธีการดำเนินงานของการบริการการแพทย์ฉุกเฉิน (Emergency Medical Service :EMS)	19
3.2	เก็บรวบรวมข้อมูลของการบริการการแพทย์ฉุกเฉิน (Emergency medical service: EMS).....	20
3.2.1	ข้อมูลจุดจอตรพยาบาลฉุกเฉินและจำนวนรถพยาบาลฉุกเฉิน	20
3.2.2	ข้อมูลจำนวนเหตุฉุกเฉินในพื้นที่กรณีศึกษา.....	24
3.2.3	ระยะเวลาในการปฏิบัติงานฉุกเฉิน	26
3.3	สร้างแบบจำลองสถานการณ์การจัดสรรทรัพยากรทางการแพทย์ฉุกเฉิน.....	27
3.3.1	อัตราการเข้ามาของผู้ป่วย (Input).....	28
3.3.2	การกำหนด Attribute.....	31
3.3.3	การตัดสินใจ (Decide)	32
3.3.4	กระบวนการ (Process).....	32
3.3.5	ผลลัพธ์ (Output).....	34
3.3.6	การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์ (Verification).....	35
3.3.7	การตรวจสอบความสามารถในการใช้งานแบบจำลอง (Validation).....	35
3.4	การสร้างฉากทัศน์ (Scenario)	36
3.5	การวัดสมรรถนะ (Performance) ของแบบจำลองสถานการณ์	40
บทที่ 4	ผลการดำเนินงานวิจัย	41
4.1	ผลการสร้างแบบจำลองสถานการณ์การจัดสรรทรัพยากรทางการแพทย์ฉุกเฉิน	41
4.2	ผลวัดสมรรถนะ (Performance) ของแบบจำลองสถานการณ์.....	42
บทที่ 5	สรุปงานวิจัย.....	46
5.1	สรุปและอภิปรายผลการศึกษา	46
5.2	ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต	46
	เอกสารอ้างอิง.....	47
	ภาพผนวก.....	51
	ภาคผนวก.ก รายละเอียดเกี่ยวกับจุดจอตรพยาบาลฉุกเฉินในพื้นที่กรณีศึกษา	52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ภาคผนวก.ข บทความทางวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์.....	59
ประวัติผู้เขียน	67



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 2.1 Module ของ Basic Process ในโปรแกรม ARENA	12
ตารางที่ 2.2 ตารางแสดงค่า Performance ของงานวิจัยที่ใช้แบบจำลองสถานการณ์กับการบริการการแพทย์ฉุกเฉิน	16
ตารางที่ 3.1 แสดงจำนวนรพพยาบาลฉุกเฉินชั้นสูงในเขตกรุงเทพมหานคร.....	21
ตารางที่ 3.2 จำนวนเหตุฉุกเฉินในเขตกรุงเทพมหานคร.....	24
ตารางที่ 3.3 ระยะเวลาในการปฏิบัติงานฉุกเฉิน	26
ตารางที่ 3.4 จำนวนเหตุฉุกเฉินรายวัน.....	28
ตารางที่ 3.5 การแจกแจงรูปแบบการเข้ามาของเคสฉุกเฉิน.....	30
ตารางที่ 3.6 เวลาในการปฏิบัติงานฉุกเฉิน.....	32
ตารางที่ 3.7 จำนวนรพพยาบาลฉุกเฉินชั้นต่ำ	36
ตารางที่ 3.8 จำนวนรพพยาบาลฉุกเฉินในแต่ละจุดจอดของ 20 ฉากทัศน์.....	37
ตารางที่ 4.1 ผลลัพธ์จากแบบจำลองสถานการณ์.....	42
ตารางที่ 4.2 ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (C.V.) ของแบบจำลองสถานการณ์.....	43

สารบัญรูป

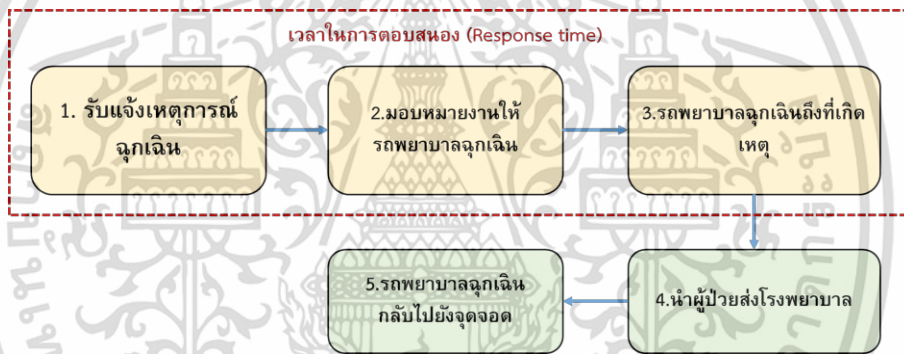
รูปที่	หน้า
รูปที่ 1.1 แสดงขั้นตอนในการให้บริการของรพยบาลลูกเงิน	1
รูปที่ 1.2 กรอบแนวความคิดในการศึกษา.....	4
รูปที่ 2.1 ขั้นตอนการดำเนินการบริการการแพทย์ลูกเงิน.....	7
รูปที่ 3.1 แสดงขั้นตอนวิธีการดำเนินการวิจัย	18
รูปที่ 3.2 จุดจอตรพยบาลลูกเงินในพื้นที่กรุงเทพมหานคร.....	21
รูปที่ 3.3 Flow Chart แบบจำลองสถานการณ์การจัดสรรรพยบาลลูกเงิน	27
รูปที่ 3.4 การสร้าง Input ในโปรแกรม Arena.....	31
รูปที่ 3.5 การกำหนด Attribute ในโปรแกรม Arena	31
รูปที่ 3.6 การสร้าง Module Decide ในโปรแกรม Arena.....	32
รูปที่ 3.7 การสร้าง Module Process ในโปรแกรม Arena.....	34
รูปที่ 4.1 ผลการสร้างแบบจำลองสถานการณ์โปรแกรม Arena Simulation.....	41
รูปที่ 4.2 จำนวนรพยบาลลูกเงินในปัจจุบัน.....	44
รูปที่ 4.3 จำนวนรพยบาลลูกเงินในฉากทัศน์ที่ 16	45

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

การบริการการแพทย์ฉุกเฉิน (Emergency Medical Service: EMS) มีความสำคัญและมีจุดประสงค์หลัก คือ ให้บริการทางการแพทย์ก่อนนำส่งโรงพยาบาล (Pre-hospital) [1] มีหน้าที่ในการนำส่งผู้ป่วยและรักษาพยาบาลผู้ป่วยเบื้องต้น ตลอดจนการเคลื่อนย้ายผู้ที่ประสบเหตุไปยังโรงพยาบาล โดยให้ความสำคัญในด้านความเร็ว การรักษาพยาบาลเบื้องต้นที่ถูกต้อง เพื่อลดโอกาสการสูญเสียชีวิต หรือพิการ โดยหน่วยงานที่สำคัญต่อการบริการคือ หน่วยงานรถพยาบาลฉุกเฉิน ซึ่งมีขั้นตอนการให้บริการ



รูปที่ 1.1 แสดงขั้นตอนในการให้บริการของรถพยาบาลฉุกเฉิน

จากรูปที่ 1.1 สามารถอธิบายได้ว่า ในการให้บริการการแพทย์ฉุกเฉินเริ่มต้นจากการโทรแจ้งเหตุฉุกเฉิน ผู้มอบหมายงานจะประเมินและจัดลำดับความสำคัญและมอบหมายงานให้รถพยาบาลฉุกเฉิน ซึ่งปกติรถพยาบาลฉุกเฉินที่ใกล้ที่สุดจะถูกมอบหมายให้ไปรับผู้ป่วยก่อน [2] จากนั้นเมื่อเมื่อมีการมอบหมายงาน รถพยาบาลจะเดินทางจากจุดจอดถึงจุดเกิดเหตุ และทำการรักษาพยาบาลผู้ป่วยเบื้องต้นโดยนักปฏิบัติการฉุกเฉินการแพทย์ (Paramedic) หรือเจ้าหน้าที่กู้ชีพ (Emergency Medical Technicians: EMT) แล้วถึงนำผู้ป่วยส่งโรงพยาบาล โดยระยะเวลาตั้งแต่รับแจ้งเหตุจนถึงรถพยาบาลฉุกเฉินถึงที่เกิดเหตุ จะเรียกว่า เวลาในการตอบสนอง (Response Time) โดยระยะเวลา ไม่ควรเกิน 8-10 นาที [3] เพื่อลดอัตราการเสียชีวิตหรือบาดเจ็บของผู้ป่วย ดังนั้นการบริหารจำนวนรถพยาบาลฉุกเฉิน ให้เพียงพอจึงเป็นสิ่งจำเป็น เพื่อให้ตอบสนองต่อความต้องการในการใช้รถพยาบาลฉุกเฉินได้

ในปัจจุบันจากการศึกษาพบว่า ในแต่ละพื้นที่และแต่ละช่วงเวลาของวัน มีความต้องการในการใช้รถพยาบาลฉุกเฉินไม่เท่ากัน [1] เช่น ในช่วงเช้าจะมีความต้องการในการใช้มากกว่าในช่วงกลางดึก หรือพื้นที่ที่มีประชากรอาศัยเป็นจำนวนมากจะมีความต้องการในการใช้บริการมากกว่าพื้นที่ที่มีประชากรจำนวนน้อย หรือในขณะเดียวกันในพื้นที่เดียวกันแต่ต่างช่วงเวลา อาจมีความต้องการในการใช้รถพยาบาลฉุกเฉินที่ไม่เท่ากัน โดยจากการศึกษาพบว่า มีงานวิจัยหลายงานที่ศึกษาเกี่ยวกับการกำหนดจุดจอดรถพยาบาลฉุกเฉินและจำนวนรถพยาบาลฉุกเฉินให้เหมาะสมเพื่อครอบคลุมต่อพื้นที่ในการเรียกใช้งานสูงสุด เช่น งานวิจัยของ Hari K. Rajagopalan และคณะ [4] ที่นำเสนอแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการจัดจุดจอดรถพยาบาลและการกำหนดจำนวนรถพยาบาลในแต่ละช่วงเวลาเพื่อให้ครอบคลุมต่อความต้องการ โดยไม่ได้คำนึงถึงสถานการณ์ที่ในจุดจอดนั้น ๆ มีความต้องการในการเรียกใช้รถพยาบาลฉุกเฉินเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งพื้นที่กรุงเทพมหานครที่ถูกนำมาเป็นกรณีศึกษา มีความต้องการในการใช้รถพยาบาลฉุกเฉินที่ต่างกัน โดยอ้างอิงจากการเรียกใช้บริการของรถพยาบาลฉุกเฉินในแต่ละจุดจอด [ระบบสารสนเทศการแพทย์ฉุกเฉิน: ITEMS 2564] จึงส่งผลให้มีความต้องการในการใช้รถพยาบาลฉุกเฉิน ที่ต่างกันในแต่ละจุด

ดังนั้นงานวิจัยฉบับนี้จึงมุ่งเน้นไปที่การจัดจำนวนรถพยาบาลฉุกเฉินในแต่ละจุดจอดให้เหมาะสม โดยใช้แบบจำลองสถานการณ์ (Simulation Model) ในการประเมิน เพื่อหาจำนวนรถพยาบาลในแต่ละจุดที่ทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงความต้องการในการเรียกใช้มากที่สุด พิจารณาจาก เวลาในการตอบสนอง (Response Time) และความสามารถในการรองรับปริมาณความต้องการ วัดจาก Coefficient of Variation (C.V.) และได้นำมาประยุกต์ใช้กับกรณีศึกษา ในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร โดยแนวคิดที่ได้จากการงานวิจัยฉบับนี้ สามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการตัดสินใจและวางแผนการบริหารรถพยาบาลในแต่ละจุดจอดสำหรับกรณีจริงในอนาคตได้

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 พัฒนารูปแบบการกำหนดจำนวนรถพยาบาลฉุกเฉิน ที่ทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงความต้องการ เพื่อลดระยะเวลาในการตอบสนอง

1.2.2 ประเมินผลลัพธ์จากการปรับปรุงจำนวนรถพยาบาลฉุกเฉินที่ทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงความต้องการ โดยใช้แบบจำลองสถานการณ์ (Simulation Model)

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1.3.1 ศึกษากระบวนการปฏิบัติงานของการบริการการแพทย์ฉุกเฉิน โดยพิจารณาเฉพาะ รพพยาบาลฉุกเฉินขั้นสูง เท่านั้น

1.3.2 ศึกษากระบวนการดำเนินงานของระบบบริการการแพทย์ฉุกเฉินพื้นที่ กรุงเทพมหานคร เท่านั้น

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับของงานวิจัย

1.4.1 สามารถนำเสนอแนวทางในการจัดสรรจำนวนรพพยาบาลฉุกเฉิน ในแต่ละจุดจุดให้เหมาะสม เพื่อหาจำนวนรพพยาบาลในแต่ละจุดที่ทันทานต่อการเปลี่ยนแปลงความต้องการในการเรียกใช้มากที่สุด

1.4.2 สามารถสร้างแบบจำลองสถานการณ์ (Simulation Model) เพื่อจำลองให้เห็นถึงผลลัพธ์ของการให้บริการของรพพยาบาลฉุกเฉินในแต่ละจุดจุดได้

1.5 ขั้นตอนการศึกษา

สำหรับกรอบแนวความคิดในการศึกษาแสดงดังรูปที่ 1.2 สามารถอธิบายได้ดังต่อไปนี้

1) ศึกษาขั้นตอนการดำเนินงาน การแบ่งระดับของรพพยาบาลฉุกเฉิน การวางแผนการให้บริการของหน่วยงานรพพยาบาลฉุกเฉิน ของการบริการการแพทย์ฉุกเฉิน ในเขตพื้นที่กรณีศึกษา กรุงเทพมหานคร

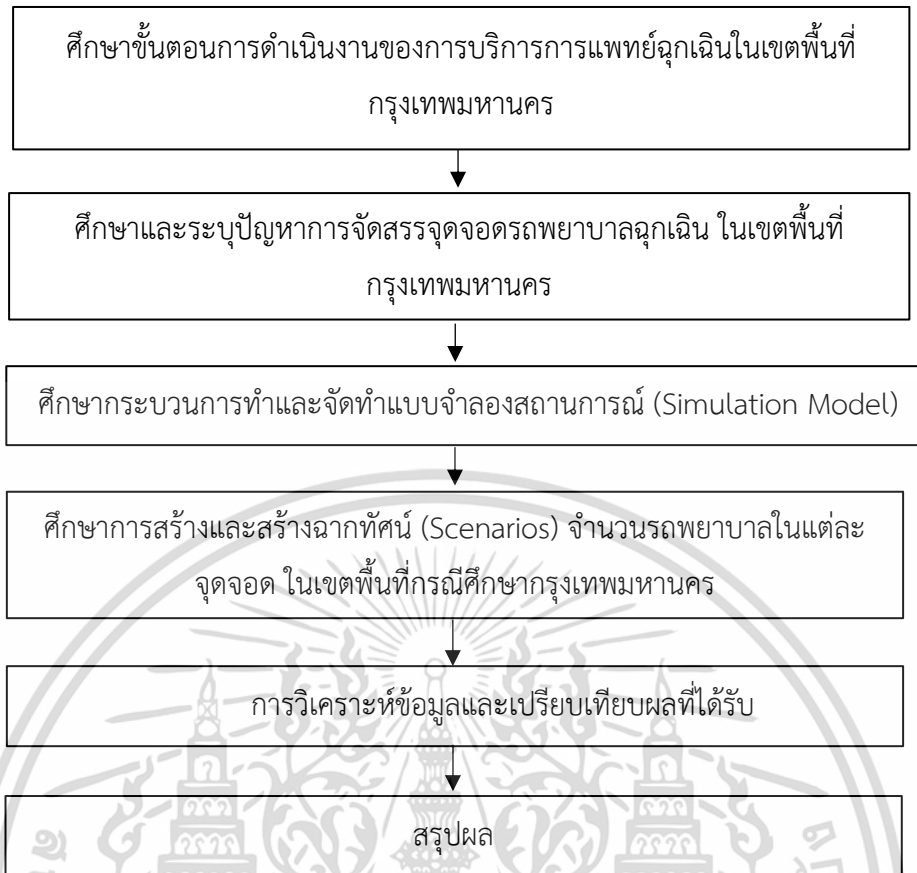
2) ศึกษาและระบุปัญหาการจัดสรรจุดจอตรพพยาบาลฉุกเฉิน รวมถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการให้บริการการแพทย์ฉุกเฉิน ในเขตพื้นที่กรณีศึกษากรุงเทพมหานคร

3) ศึกษากระบวนการทำและจัดทำแบบจำลองสถานการณ์ (Simulation Model) สำหรับการบริการการแพทย์ฉุกเฉิน

4) ศึกษาการสร้างและสร้างฉากทัศน์ (Scenarios) จำนวนรพพยาบาลในแต่ละจุดจุด ในเขตพื้นที่กรณีศึกษากรุงเทพมหานคร

5) ทำการวิเคราะห์ข้อมูลและเปรียบเทียบผลที่ได้รับ

6) สรุปผล



รูปที่ 1.2 กรอบแนวความคิดในการศึกษา

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งสำคัญเป็นอย่างมาก เพราะจะช่วยให้ผู้วิจัยเข้าใจถึงแนวคิดขั้นพื้นฐาน เพื่อนำไปสู่ขั้นตอนวิธีการดำเนินงานวิจัยและแนวทางในการการดำเนินการวิจัยที่เหมาะสม โดยจะแบ่งเป็น 6 หัวข้อหลัก ดังต่อไปนี้ หัวข้อแรกจะกล่าวถึง การบริการการแพทย์ฉุกเฉิน ประเภทของ รถพยาบาล บุคลากรในระบบบริการการแพทย์ฉุกเฉิน และขั้นตอนการดำเนินงานในการให้บริการ หัวข้อที่สองนำเสนอทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดทรัพยากรและกำลังพลของการบริการรถฉุกเฉิน หัวข้อที่สามและสี่นำเสนอทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจำลองสถานการณ์ หัวข้อที่ห้าจะกล่าวถึง งานวิจัยเกี่ยวกับ Robust Planning และส่วนสุดท้ายบทสรุปเกี่ยวกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การบริการการแพทย์ฉุกเฉิน (Emergency Medical Service: EMS)

การบริการการแพทย์ฉุกเฉิน เป็นหน่วยงานที่ให้บริการทางการแพทย์ก่อนนำส่งโรงพยาบาล (pre-hospital) มีหน้าที่ ดูแลรักษาอาการผู้ป่วยนอกโรงพยาบาลและเคลื่อนย้ายผู้ป่วยฉุกเฉินที่มีอาการป่วยหรือบาดเจ็บ นำส่งโรงพยาบาล โดยมีจุดประสงค์หลัก คือช่วยชีวิตผู้ป่วยฉุกเฉิน ป้องกันไม่ให้สถานการณ์เลวร้ายและบรรเทาอาการที่ทำให้เกิดความเสียหาย

2.1.1 ประเภทของรถพยาบาล

โดยทั่วไปรถพยาบาลจะแบ่งได้ 2 ประเภท ได้แก่ รถพยาบาลฉุกเฉินขั้นพื้นฐานและรถพยาบาลฉุกเฉินขั้นสูง ซึ่งกำหนดระดับจาก ความสามารถบุคลากรทางการแพทย์ประจำรถพยาบาลฉุกเฉิน ความสามารถในการรักษาหรือดูแลผู้ป่วย และความสามารถของอุปกรณ์ทางการแพทย์ที่ติดตั้งบนรถพยาบาลฉุกเฉิน ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

1) รถพยาบาลฉุกเฉินขั้นพื้นฐาน (Basic Life Support: BLS Ambulance) เป็นรถพยาบาลฉุกเฉินที่ทำการขนส่งผู้ป่วยที่ต้องการรับบริการทางการแพทย์ฉุกเฉินขั้นพื้นฐาน เพื่อช่วยเหลือผู้ป่วยที่ได้รับบาดเจ็บแต่ไม่ร้ายแรงถึงชีวิตยกตัวอย่างเช่น การเข้าเฝือก กระดูกที่แตกหรือหัก การห้ามเลือด การใช้เครื่องช่วยหายใจ การให้ยาทางปากหรือฉีด เพื่อช่วยชีวิตผู้ป่วย แต่ไม่สามารถปฏิบัติการช่วยชีวิตขั้นสูงได้เนื่องจากข้อจำกัดจากอุปกรณ์และ ความเชี่ยวชาญของผู้ปฏิบัติงาน

2) รถพยาบาลฉุกเฉินแบบขั้นสูง (Advanced Life Support: ALS Ambulance) เป็นรถพยาบาลฉุกเฉินเช่นเดียวกับรถพยาบาลฉุกเฉินขั้นพื้นฐาน แตกต่างกันที่ทีม เจ้าหน้าที่ประจำรถจะ

มีความสามารถทางการแพทย์ฉุกเฉินที่สูงกว่า หรือเรียกว่า นักปฏิบัติการฉุกเฉินการแพทย์ (Paramedic) และมีอุปกรณ์ทางการแพทย์ที่พร้อมในการช่วยชีวิตขั้นสูงประจำรถ เพื่อใช้ในการช่วยชีวิตผู้ที่ได้รับบาดเจ็บหรือเจ็บป่วยฉุกเฉินขั้นวิกฤต เช่น การฉีดสารละลายเข้าเส้นเลือดดำ การช่วยเหลือผู้ป่วยฉุกเฉินที่มีอาการหัวใจเต้นผิดจังหวะเฉียบพลัน การตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจ หรือแม้กระทั่ง การผ่าตัดบนพื้นที่เกิดเหตุ ซึ่งต้องใช้อุปกรณ์ทางการแพทย์และเจ้าหน้าที่ที่มีความสามารถทางการแพทย์ ขั้นสูง จะเห็นได้ว่าการแบ่งระดับของรถพยาบาลฉุกเฉินจะถูกกำหนดด้วยความสามารถของอุปกรณ์ทาง การแพทย์ที่ติดตั้งบนรถ และบุคลากรทางการแพทย์ประจำรถ ซึ่งในส่วนถัดไปจะนำเสนอบุคลากรบริการการแพทย์ฉุกเฉินในการช่วยเหลือผู้ป่วย

2.1.2 บุคลากรทางการบริการการแพทย์ฉุกเฉิน

บุคลากรทางการบริการการแพทย์ฉุกเฉิน จำเป็นต้องมีความรู้ ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับระบบการแพทย์ฉุกเฉิน โดยสามารถจำแนกบุคลากรได้เป็นสามประเภท ดังนี้

1) แพทย์แผนกฉุกเฉิน (Emergency Physician) คือ แพทย์ผู้ทำงานในแผนกฉุกเฉินและบางครั้งต้องประจำรถพยาบาลฉุกเฉินเพื่อไปช่วยผู้ป่วย ณ ที่เกิดเหตุให้ทันเวลา

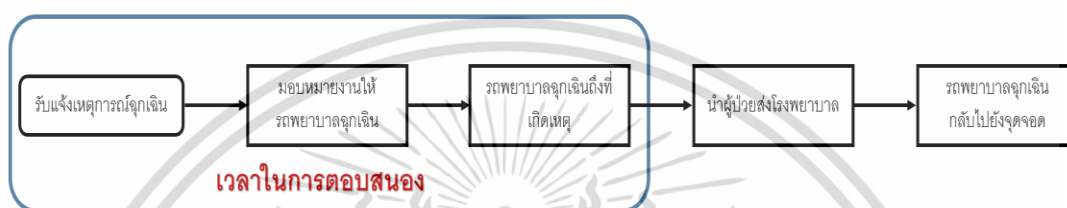
2) นักปฏิบัติการฉุกเฉินการแพทย์ (Paramedic) เป็นเจ้าหน้าที่ ที่สามารถ ทำหัตถการทางการแพทย์ รักษาผู้ป่วยโดยใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ ในภาวะฉุกเฉินที่ส่งผลต่อชีวิต เพื่อให้ผู้ป่วยอาการดีขึ้นก่อนจะส่งเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล

3) พนักงานฉุกเฉินการแพทย์ (Emergency Medical Technician หรือ EMT) คือเจ้าหน้าที่ที่ขับรถ และมีพื้นฐานในการปฐมพยาบาลและกู้ชีพขั้นต้นสามารถช่วยเหลือ แพทย์ พยาบาล หรือ paramedic ในการ จัดเตรียมอุปกรณ์ได้ รวมทั้งยกเปลและตรวจสอบเครื่องมือบนรถต่าง ๆ

ซึ่งระดับของรถพยาบาลฉุกเฉินจะถูกกำหนดด้วยความสามารถของอุปกรณ์ทาง การแพทย์ที่ติดตั้งบนรถ รวมทั้งความสามารถของเจ้าหน้าที่ในการช่วยเหลือของ โดยรถพยาบาลฉุกเฉินขั้นพื้นฐานจะมีบุคลากรทางการแพทย์ คือ คนขับรถและ เจ้าหน้าที่กู้ชีพ โดยบุคลากรทั้ง 2 คนต้องมีความรู้ในการประเมินสถานการณ์และประเมินสภาพผู้บาดเจ็บได้ การปฐมพยาบาลขั้นต้นและเคลื่อนย้ายได้อย่างถูกต้อง รวมทั้งสามารถช่วยชีวิตขั้นพื้นฐานได้ สำหรับ รถพยาบาลฉุกเฉินแบบขั้นสูง จะมีบุคลากรทางการแพทย์ คือ แพทย์ หรือพยาบาลวิชาชีพเจ้าพนักงานกู้ชีพ คนขับรถ โดยทุกคนต้องมีความรู้ในเรื่อง การใช้อุปกรณ์และเวชภัณฑ์ในการกู้ชีพระดับ ALS มีความสามารถในการช่วยเหลือผู้ป่วย trauma ได้ถูกต้อง และความสามารถในการลำเลียงเคลื่อนย้ายผู้ป่วยได้ถูกต้อง

2.1.3 กระบวนการทำงานของการบริการการแพทย์ฉุกเฉิน

สำหรับขั้นตอนการดำเนินการบริการทางการแพทย์ฉุกเฉิน แบ่งขั้นตอนการดำเนินการออกเป็น 2 ช่วงเวลา ได้แก่ ช่วงที่หนึ่งนับตั้งแต่เวลาที่รถพยาบาลฉุกเฉินได้รับแจ้งเหตุและเดินทางไปยังพื้นที่เกิดเหตุ ช่วงที่สองนับตั้งแต่เวลาที่หน่วยบริการทางการแพทย์เข้าถึงพื้นที่เกิดเหตุและนำผู้ป่วยไปยังโรงพยาบาล [5] ดังรูปที่ 2.1 ที่แสดงขั้นตอนการ ดำเนินการบริการการแพทย์ฉุกเฉิน ซึ่งจะอธิบายในแต่ละขั้นตอนดังต่อไปนี้



รูปที่ 2.1 ขั้นตอนการดำเนินการบริการการแพทย์ฉุกเฉิน

1) ช่วงเวลาที่ผู้ป่วยยังไม่ได้รับการรักษาพยาบาล สำหรับช่วงเวลาที่ผู้ป่วยฉุกเฉินยังไม่ได้รับการรักษาพยาบาลทางการแพทย์ฉุกเฉินนั้น แบ่งออกได้เป็น 2 ช่วงเวลาได้แก่ ช่วงเวลาที่มีการแจ้งเหตุมายังศูนย์การให้บริการทางการแพทย์ฉุกเฉิน จนถึงเวลาที่ศูนย์การให้บริการการแพทย์ฉุกเฉินมอบหมายงานให้กับรถพยาบาลฉุกเฉิน และช่วงเวลาที่รถพยาบาลได้รับมอบหมายงานออกจากจุดที่ตั้งไปยังพื้นที่เกิดเหตุ ช่วงเวลานี้เรียกว่าระยะเวลาตอบสนอง (Response time) ซึ่งมีความสำคัญอย่างมากต่อโอกาสรอดชีวิตหรือลดโอกาสพิการของผู้ป่วย หากรถพยาบาลฉุกเฉินสามารถเข้าถึงผู้ป่วยฉุกเฉินได้อย่างรวดเร็วจะลดโอกาสสูญเสียได้มากยิ่งขึ้น

2) ช่วงเวลาที่ผู้ป่วยได้รับการรักษาพยาบาล สำหรับช่วงเวลาหลังจากที่รถพยาบาลฉุกเฉินเข้าถึงพื้นที่เกิดเหตุ จะเป็นช่วงเวลาที่ผู้ป่วย ได้รับการรักษาพยาบาลจากทีมกู้ชีพหรือนักปฏิบัติการฉุกเฉินการแพทย์ รถพยาบาลฉุกเฉินจะนำส่งผู้ป่วยไปยังโรงพยาบาลเพื่อเข้ารับการรักษาตามอาการบาดเจ็บ โดยหลังจากที่รถพยาบาลฉุกเฉินนำส่งผู้ป่วยเสร็จสิ้น จะเดินทางกลับไปยังจุดจอดรถพยาบาลและเตรียมความพร้อมในการรับมอบหมายงานต่อไป

ด้วยเหตุผลดังกล่าวการบริหารบุคลากรทางการแพทย์และรถพยาบาลฉุกเฉิน ให้เพียงพอจึงเป็นสิ่งจำเป็น เพื่อให้ตอบสนองต่อความต้องการในการใช้รถพยาบาลฉุกเฉิน และสามารถลดเวลาการตอบสนองลงได้

2.2 การจัดทรัพยากรและกำลังพลของการบริการรถฉุกเฉิน

การจัดบุคลากรทางการแพทย์และรถพยาบาลฉุกเฉิน ของการบริการทางการแพทย์ฉุกเฉิน มีความสำคัญอย่างมาก ซึ่งมีหลากหลายงานวิจัย ที่ได้กล่าวถึงการจัดสรรดังกล่าว โดยในหัวข้อนี้ ผู้วิจัย จะแบ่งออกเป็นสองส่วนคือ งานวิจัยที่พูดถึงกลยุทธ์ของการจัดการบริการทางการแพทย์ฉุกเฉิน และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มาใช้เพื่อการจัดสรรทรัพยากรและบุคลากรทางการแพทย์ของการบริการรถฉุกเฉิน

2.2.1 กลยุทธ์ในการจัดทรัพยากรคนและกำลังพลของการบริการรถฉุกเฉิน

สำหรับกลยุทธ์ในการจัดทรัพยากรและกำลังพลของการบริการรถฉุกเฉิน เพื่อให้สามารถเข้าถึงพื้นที่เหตุได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวดเร็ว และช่วยลดเวลาการตอบสนอง (Response time) สอดคล้องกับ งานวิจัยของ Pinto และคณะ [1] ที่เสนอแนวทางในการลดเวลาการตอบสนอง หลากหลายวิธีเช่น การเพิ่มจำนวนรถพยาบาล การกระจายตัวของจุดจอดรถพยาบาลให้ครอบคลุมพื้นที่ สอดคล้องกับ งานวิจัยของ Yuangyai และคณะ [5] ที่ได้นำเสนอแผนภาพการวางแผนสำหรับการให้บริการรถพยาบาลฉุกเฉินด้วยการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อแก้ปัญหาการให้บริการ ได้แก่ ปัญหาสำหรับที่ตั้งการให้บริการของรถพยาบาล ฉุกเฉิน และปัญหาสำหรับการจัดกำลังพล

สำหรับการศึกษาในครั้งนี้ได้ทำการสืบค้นทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบของปัญหาสำหรับที่ตั้งการให้บริการของรถพยาบาลฉุกเฉิน ซึ่งวิธีที่นิยมใช้ในการแก้ปัญหาดังกล่าว คือ การวางแผนการจุดสรรที่ตั้งของรถพยาบาลฉุกเฉิน (Ambulance Base Locations) ได้มีผลงานวิจัยหลายเรื่องที่น่าเสนอการแก้ปัญหาการจัดสรรจุดจอดรถพยาบาลโดยโดยส่วนใหญ่นิยมใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) ในการหาคำตอบโดยนำปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียกใช้บริการรถพยาบาลฉุกเฉินเป็นตัวแปรในการตัดสินใจ เช่น

Shakiba Enayati และคณะในปี 2018 [6] ได้นำเสนอ การจัดส่งรถพยาบาลไปยังที่เกิดเหตุภายใต้ความไม่แน่นอนของความต้องการในการใช้บริการรถพยาบาลฉุกเฉิน โดยพิจารณาข้อจำกัดของปริมาณงานของบุคลากรทางการแพทย์ โดยใช้ Two-Stage Stochastic Programming โดยให้ครอบคลุมต่อความต้องการในการเรียกใช้

Shakiba Enayati และคณะในปี 2017 [7] ได้นำเสนอ แนวทางการเรียกใช้รถพยาบาลแบบเรียลไทม์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการครอบคลุมพื้นที่การให้บริการ โดยคำนึงถึงปริมาณงานสะสมของบุคลากรทางการแพทย์ที่ถูกจำกัดในแต่ละกะ ซึ่งจากงานวิจัย Shakiba Enayati ได้ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ แบบไบนารี เพื่อหาคำตอบ

Richard Church และคณะในปี 2001 [8] ได้นำเสนอการจัดบุคลากรด้านงานฉุกเฉิน ไม่ว่าจะ เป็น พนักงานดับเพลิง หรือ บุคลากรทางการแพทย์ฉุกเฉิน ให้อยู่ในระดับที่เพียงพอและครอบคลุม เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อความต้องการ โดยสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อจัดตารางการทำงาน (Schedule) โดยคำนึงถึง ความต้องการในการเรียกใช้บริการของงานฉุกเฉินในแต่ละช่วงเวลาของวัน

งานวิจัยของ Hari K. Rajagopalan และคณะ [4] ที่นำเสนอ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการจัดจุดจอตรพยาบาลและกำหนดจำนวนรพพยาบาลในแต่ละช่วงเวลาเพื่อให้ครอบคลุมต่อความต้องการ ที่ไม่แน่นอนในแต่ละช่วงเวลา โดยประการแรกพวกเขาได้นำเสนอการจัดจุดจอตรพยาบาลและจำนวน รพพยาบาลที่ต้องใช้เพื่อให้ครอบคลุมต่อความต้องการ จากนั้นจึงนำผลลัพธ์ที่ได้ไปจัดตารางของรพพยาบาลว่าในแต่ละวัน แต่ละช่วงเวลา ควรจะมีรพพยาบาลเท่าไร

2.2.2 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการจัดสรรจุดจอตรพยาบาลฉุกเฉิน

สำหรับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการจัดสรรจุดจอตรพยาบาลฉุกเฉินหรือที่นิยมเรียกในชื่อ แบบจำลองครอบคลุม (Covering Model) ถูกนำมาใช้ในแก้ปัญหาการจัดสรรจุดจอตรพยาบาลฉุกเฉิน นำเสนอครั้งแรกโดย Toregas และคณะ ในปี ค.ศ. 1971 [9] แบบจำลองที่นำเสนอมีชื่อเรียกว่า แบบจำลองการกำหนดพื้นที่ครอบคลุม (Location Set Covering Problem: LSCP) เพื่อใช้ในเลือกพื้นที่ ที่ดีที่สุดในการจัดตั้งฐานการให้บริการทางการแพทย์ โดยใช้จำนวนของฐานน้อยที่สุด สามารถครอบคลุมความต้องการในการรับบริการมากที่สุด และ ในปี ค.ศ. 1974 Church และ Reville [10] ได้ปรับปรุงแบบจำลอง LSCP และได้แนะนำแบบจำลองปัญหาพื้นที่ ครอบคลุมความต้องการสูงสุด (Maximal Covering Location Problem: MCLP) โดยมีฟังก์ชันวัตถุประสงค์เพื่อจัดสรรจุดจอตรพยาบาลฉุกเฉินให้มีครอบคลุมความต้องการในพื้นที่ที่ให้บริการได้มากที่สุด ซึ่งทั้งสองแบบจำลองที่ได้กล่าวมาข้างต้น ทั้งแบบจำลอง LSCP และ MCLP ถือว่าเป็นพื้นฐานของของแนวคิดในการสร้างแบบจำลองครอบคลุมต่อมาทั้งหมด อย่างไรก็ตามแบบจำลองทั้งคู่ถูกนำไปใช้แค่ในการวางแผนระยะยาว เนื่องจากไม่สามารถตอบสนองต่อเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริงได้

จากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวางแผนการให้บริการ พบว่างานวิจัย ในช่วงระยะเวลา 20 ปีที่ผ่านมา หลายนงานวิจัยพัฒนาวิธีการกำหนดจุดจอตรพยาบาลฉุกเฉินรวมถึงจำนวนรพพยาบาลฉุกเฉินในแต่ละจุดจอตที่มีการพิจารณาถึงความไม่แน่นอน (Uncertainty) เช่นงานวิจัยของ Daskin และคณะ นำเสนอแบบจำลองปัญหาพื้นที่ครอบคลุมค่าความคาดหวังของความต้องการสูงสุด (Maximum Expected Covering Location Problem: MEXCLP) ซึ่งคำนึงถึงความไม่พร้อมของรถฉุกเฉินที่ให้บริการ โดยกล่าวถึงการกำหนดจุดจอตและจำนวนรพพยาบาลฉุกเฉินที่มี เพื่อให้ได้ค่าความคาดหวังของการครอบคลุมสูงสุด หรืองานวิจัยของ Fujiwara และคณะ ที่ได้ใช้แบบจำลองครอบคลุม MEXCLP เพื่อกำหนดจุดจอตรพยาบาลฉุกเฉินในพื้นที่กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย [11]

2.3 แบบจำลองสถานการณ์ (Simulation Model)

รุ่งรัตน์ [12] ได้ให้คำจำกัดความเกี่ยวกับการจำลองสถานการณ์ว่า เป็นการกระบวนการออกแบบจำลอง (Model) ของระบบจริง (Real System) แล้วดำเนินการทดลองเพื่อให้เรียนรู้ พฤติกรรมของระบบจริง ภายใต้ข้อกำหนดต่างๆ ที่ตั้งไว้ เพื่อประเมินผลการดำเนินงานของระบบ และวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองก่อนนำไปใช้ แก้ปัญหาในสถานการณ์จริง

การจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ เป็นการศึกษาปัญหาของระบบด้วยแบบจำลอง ซึ่งอยู่ในรูปของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ หลักการที่ใช้ในการจำลอง คือ การสร้างแนวทางในการตัดสินใจ รวมถึงเงื่อนไขการทำงานต่าง ๆ ให้ระบบ เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาหรือปรับปรุง โดยไม่ต้องรบกวนงานในระบบจริง เทคนิคการจำลองสถานการณ์ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลาย ทั้งในอุตสาหกรรมและงานบริการต่างๆ เช่น งานด้านธนาคาร งานบริการด้านการขนส่ง งานด้านการแพทย์ฉุกเฉิน เป็นต้น

ข้อดีของแบบจำลองสถานการณ์

1. แสดงการทำงานของระบบจริงได้
2. สามารถวิเคราะห์ ฉากทัศน์ หรือ Scenario เพื่อเป็นทางเลือกสำหรับการตัดสินใจได้
3. สามารถศึกษาความสำคัญและความสัมพันธ์ของแต่ละตัวแปรที่มีผลต่อระบบได้
4. ลดความเสี่ยงในการลงทุน เนื่องจากสามารถทดสอบหรือออกแบบระบบงานใหม่ได้ รวมทั้งแก้ไขเพิ่มเติมเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงระบบ
5. การวิเคราะห์ใช้เวลารวดเร็ว

ข้อเสียของแบบจำลองสถานการณ์

1. ในการสร้างแบบจำลองผู้ใช้จำเป็นต้องมีความรู้ด้านการใช้โปรแกรมในการสร้างแบบจำลอง และต้องมีพื้นฐานทางสถิติ เพื่อสามารถวิเคราะห์และนำผลลัพธ์ที่ได้ไปปรับปรุงต่อไป
2. จากการสร้างตัวแบบจำลองสถานการณ์ ผู้ใช้เป็นผู้สร้างทางเลือกให้กับระบบ ดังนั้นผลลัพธ์ที่ได้ อาจไม่ใช่ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดของระบบ
3. ผลที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์ มักจะเป็นค่าประมาณ

2.3.1 โปรแกรมแบบจำลองสถานการณ์อรินา (ARENA Simulation Program)

ปัจจุบันการจำลองสถานการณ์ได้นำระบบคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วย เพื่อให้การจำลองทำได้ง่ายและรวดเร็วยิ่งขึ้น ซึ่งมีผู้ผลิตซอฟต์แวร์หลายแห่งให้ความสนใจและผลิตซอฟต์แวร์หรือโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ เช่น โปรแกรม Promodel, โปรแกรม ARENA เป็นต้น โดยโปรแกรม ARENA เป็นที่นิยมใช้เนื่องจากใช้งานง่ายและมีประสิทธิภาพสูง อีกทั้งเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการจำลองสถานการณ์เพื่อช่วยวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้นกับการดำเนินงานในอนาคต การสร้างแบบจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรมอรินา ผู้ใช้ควรทราบนิยามความหมายของคำเหล่านี้

- Entity คือ วัตถุที่ผู้สร้างแบบจำลองสนใจให้เคลื่อนที่ไปในระบบ แล้วทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะในระบบ เช่นวัตถุดิบเข้าโรงงาน คนไข้ เป็นต้น

- Attribute คือ คุณลักษณะของ Entity มีไว้เพื่อแสดงเอกลักษณ์ของ Entity นั้น ๆ เช่น สี ชื่อ ชนิดของลูกค้า โดย Entity ทุกตัวจะมีคุณลักษณะประจำตัวมาด้วยค่า (Value) ที่แตกต่างกัน เช่น ลูกค้าชั้นดี มีลักษณะประจำตัวชื่อ Priority ติดต่อกับค่าเท่ากับ 1 เป็นต้น

- Variable คือ ตัวแปรที่ Entity สามารถใช้ร่วมกันได้ ตัวแปรนี้ไม่ได้ระบุติดตัวมาเหมือน Attribute แต่ตัวแปรนี้จะเปลี่ยนค่าเมื่อ Entity ผ่านเข้าไปในหน่วยโมดูลที่ใส่สูตรตัวแปรไว้ เพื่อบอกสถานะของระบบ เช่น จำนวนสินค้าคงคลัง จำนวนลูกค้าในระบบ เป็นต้น


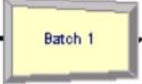
- Resources คือ ทรัพยากรที่จะใช้ทำกิจกรรมร่วมกับ Entity ซึ่ง Entity จะเรียกใช้ทรัพยากรนั้นได้ก็ต่อเมื่อทรัพยากรนั้นว่างงาน (Seize Resource) และเมื่อทำกิจกรรมเสร็จสิ้น Entity จะปล่อยทรัพยากร (Release Resource) ให้ทรัพยากรนั้นว่าง เพื่อสามารถดำเนินกิจกรรมกับวัตถุดิบถัดไปได้

- Queues คือ แถวคอยที่วัตถุใช้คอย เนื่องจาก Resources นั้นไม่ว่างใช้งาน

- Event คือ เหตุการณ์ที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะของระบบ

โปรแกรม ARENA เป็นซอฟต์แวร์ที่นิยมใช้ เนื่องจากตัวโปรแกรมสามารถประยุกต์ใช้งานได้กับงานหลายประเภท และที่สำคัญ คือ เป็นโปรแกรมที่ใช้งานง่าย ผู้ใช้งานสามารถใช้ได้โดยไม่ต้องมีความรู้ด้านภาษาโปรแกรม และโปรแกรม ARENA มีการใช้งานหลาย Template เช่น Basic Process, Advanced Process, Advanced Transfer และ Blocks เป็นต้น ซึ่งที่นิยมใช้กัน คือ Basic Process เนื่องจากการทำงานไม่ซับซ้อนมากนัก สามารถอธิบาย Module ของ Basic Process ได้ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 Module ของ Basic Process ในโปรแกรม ARENA

Module	รายละเอียด
	<p>Create Module ใช้สำหรับสร้างวัตถุ (Entity) เข้ามาในแบบจำลอง เช่น ผู้ป่วยเดินเข้ามาในโรงพยาบาล โดย Entity จะถูกสร้างขึ้นโดยอาศัยแบบแผนตาราง (Schedule) หรือช่วงเวลาระหว่างการมาถึงของ Entity</p>
	<p>Dispose Module เป็น Module ที่ใช้จบการทำงานของวัตถุ (Entity) วัตถุจะออกจากแบบจำลองและเสร็จสิ้นการเก็บข้อมูลทางสถิติ เช่น ผู้ป่วยเดินออกจากโรงพยาบาล</p>
	<p>Process Module เป็น Module ที่ใช้แสดงถึงกิจกรรมหรือกระบวนการหลักของตัวแบบจำลอง เช่น การให้บริการทางการแพทย์ เป็นต้น ซึ่งในแต่ละ Process อาจต้องใช้ทรัพยากรมากกว่าหนึ่งตัว หรือไม่ต้องการใช้ทรัพยากรเพื่อจัดการกิจกรรมนั้นเลยก็ได้</p>
	<p>Assign Module เป็น Module ที่ใช้สำหรับกำหนดค่าให้กับ Entity ที่เข้ามาในระบบ เช่น ค่าตัวแปร (Variables) คุณสมบัติประจำตัว (Attribute) ชนิดของวัตถุ (Entity Type) เป็นต้น ซึ่งสามารถกำหนดหน้าที่ได้หลายหน้าที่ใน Module เดียวกัน</p>
	<p>Decide Module เป็น Module ที่ช่วยในการตัดสินใจในแบบจำลองสถานการณ์ โดยตัดสินใจตามสถานะหนึ่งหรือมากกว่าหนึ่งสถานะ</p>
	<p>Batch Module เป็น Module ที่ใช้จัดกลุ่มหรือรวม Entity ที่สนใจไว้ด้วยกัน</p>
	<p>Separate Module เป็น Module ที่ใช้ทั้งในการคัดลอก Entity ที่เข้าโมดูลนี้ให้กลายเป็นหลาย Entity เมื่อออกจากโมดูล</p>

Module	รายละเอียด
	Record Module เป็น Module ที่ใช้สำหรับรวบรวมข้อมูลทางสถิติในแบบจำลอง เช่น เก็บข้อมูล Entity ที่เข้ามา บันทึกเวลาที่ Entity อยู่ในระบบ เป็นต้น

2.3.2 การวิเคราะห์ข้อมูลนำเข้า (Input Analyzer)

การศึกษาโดยอาศัยแบบจำลองสถานการณ์ สิ่งที่มีความจำเป็นอย่างมากเกี่ยวกับตัวแบบจำลอง คือ ข้อมูลนำเข้าที่เกี่ยวข้องกับระบบงานจริง เช่น ระบบแถวคอย ข้อมูลนำเข้าที่สำคัญคือ เวลามาถึงของ Entity และเวลาในการให้บริการ

การวิเคราะห์ข้อมูลนำเข้า เป็นการศึกษาถึงรูปแบบของข้อมูลที่นำเข้ามาว่ามีการแจกแจงรูปแบบใด โดยลักษณะของข้อมูลส่วนใหญ่จะเป็นค่าไม่แน่นอน ไม่คงที่ และมีได้หลายค่า เมื่อสามารถวิเคราะห์รูปแบบของข้อมูลนำเข้าระบบงานจริงได้แล้วนั้น จะทำให้การกำหนดข้อมูลนำเข้าของแบบจำลองมีความชัดเจนขึ้น และสอดคล้องกับการทำงานของระบบงานจริง ดังนั้นการวิเคราะห์ข้อมูลนำเข้าจึงมีความสำคัญกับแบบจำลองเป็นอย่างมาก เพราะถ้าใส่รูปแบบการแจกแจงไม่ถูกต้องผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองก็จะไม่ถูกต้องตามไปด้วย

ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลนำเข้า ประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอน

1. การเก็บรวบรวมข้อมูล (Data Collection) การศึกษาระบบงานจริง จะพิจารณาข้อมูลที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพของระบบ และดำเนินการจัดเก็บให้ได้ปริมาณมากพอที่จะให้ตัวแบบจำลองมีความแม่นยำจากนั้นนำข้อมูลป้อนเข้าสู่ Data Table

2. การจัดรูปแบบการแจกแจงให้ข้อมูลนำเข้า (Identifying the Distribution) ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน คือ

2.1 การสร้างกราฟ

2.2 การทำนายรูปแบบการแจกแจง โดยพิจารณาค่า Rank เพื่อเลือกรูปแบบการแจกแจงข้อมูลที่จะพิจารณา

3. การประมาณค่าพารามิเตอร์ (Parameter Estimation)

4. การทดสอบ Goodness Fit of Test ซึ่งการทดสอบว่าการแจกแจงของข้อมูลเป็นการแจกแจงประเภทใด จะพิจารณาจากค่า P-Value ที่สูงกว่า 0.05

2.3.3 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์ (Verification of the Simulation Model)

การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์ (Verification of the Simulation Model) คือ การตรวจสอบความถูกต้อง ของแบบจำลองที่สร้างขึ้นว่ามีการเขียนที่ถูกต้อง ก่อนจะนำแบบจำลองดังกล่าวมาใช้สำหรับการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบงาน เพื่อให้ผู้สร้างหรือผู้ใช้แบบจำลองสามารถเชื่อมั่นได้ว่าผลที่ได้จากการประมวลผลของแบบจำลองที่สร้างขึ้นนั้นมีความถูกต้อง

2.3.4 การตรวจสอบความสามารถในการใช้งานแบบจำลอง (Validation of the Simulation Model)

การตรวจสอบความสามารถในการใช้งานแบบจำลองได้จริง เป็นการตรวจสอบแบบจำลองที่ได้สร้างขึ้น ว่ามีความสอดคล้องและใกล้เคียงกับระบบการทำงานจริงมากน้อยเพียงใด หรือเป็นการเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากการประมวลผลจากแบบจำลองกับข้อมูลที่ได้จากระบบจริง หากค่าที่ได้จากแบบจำลองรวมกับค่าความผิดพลาดที่สามารถยอมรับได้ นั้นหมายความว่า แบบจำลองที่สร้างขึ้นสามารถนำมาใช้เป็นตัวแทนระบบการทำงานจริงที่เป็นอยู่ได้

2.4 แบบจำลองสถานการณ์กับการบริการการแพทย์ฉุกเฉิน

การจำลองสถานการณ์เป็นการระบวนการ การออกแบบจำลอง ของระบบจริง (Real System) แล้วดำเนินการทดลองเพื่อให้เรียนรู้ พฤติกรรมของระบบจริง ภายใต้ข้อกำหนดต่างๆ ที่วางไว้ เพื่อประเมินผลการดำเนินงานของระบบ และวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองก่อนนำไปใช้แก้ไขปัญหาในสถานการณ์จริงต่อไป หรือเพื่อเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาหรือปรับปรุง โดยปราศจากการรบกวนงานใน ระบบจริง ทั้งยังช่วยลดความเสี่ยงและต้นทุนของการดำเนินงานอีกด้วย เทคนิคการจำลอง สถานการณ์ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลาย ทั้งในอุตสาหกรรมและงานบริการต่างๆ เช่น งานด้านธนาคาร งานบริการด้านการขนส่ง และงานด้านการศึกษา กำ ลังการผลิต การจัดลำดับงานและการจัดการ สินค้าคงคลัง เป็นต้น ซึ่งงานวิจัยที่ใช้การจำลองสถานการณ์ ก็กับการบริการการแพทย์ฉุกเฉิน เช่น

Ingolfsson และคณะ [13] ได้พัฒนาแบบจำลองสถานการณ์ สำหรับแผนกบริการการแพทย์ฉุกเฉิน (EMS) ของเมืองเอเดมตัน ซึ่งเมืองเอเดมตันมีการเปลี่ยนแปลง เป็นระบบ SS โดยรพพยาบาลทั้งหมดจะเริ่มต้นและสิ้นสุดที่ตำแหน่งเดียวกัน พวกเขาจึงพัฒนาแบบจำลองเหตุการณ์ เพื่อประเมินผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงนี้ และใช้แบบจำลองนี้เพื่อสำรวจการเปลี่ยนแปลงอื่นๆ

ของ แผนกบริการการแพทย์ฉุกเฉิน รวมถึง การเพิ่มสถานี การเพิ่มรถพยาบาล หรือกะต่างๆ โดยคำนึงถึง Utilization ของรถพยาบาล

Koch และคณะ [14] สร้างแบบจำลองสถานการณ์ของ กู้ภัยสภากาชาดออสเตรเลีย เน้นรายละเอียดของการสร้างแบบจำลองสำหรับการจัดตารางการให้บริการรถพยาบาล โดยคำนึงถึง Utilization ของรถพยาบาล และ Dispatching time

Gunes และคณะ [15] ได้ทำการพัฒนาแบบจำลองด้วยคอมพิวเตอร์ เมื่อเกิดภัยพิบัติขนาดใหญ่ในสนามบินเป็นข้อมูลตัวอย่าง เพื่อพัฒนาและเปรียบเทียบ ระบบการแพทย์ฉุกเฉิน โดยพิจารณาจากความวิกฤตของผู้ป่วย โดยคำนึงถึง Utilization และ Standard Time

Henderson และคณะ [16] ได้พัฒนาแบบจำลองสถานการณ์ เพื่อเป็นเครื่องมือสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการวางแผน การบริการของรถพยาบาลในนิวซีแลนด์ โดยคำนึงถึง Utilization ของรถพยาบาล และ Dispatching Time

Inoue และคณะ [17] ใช้แบบจำลองสถานการณ์ เพื่อจำลองการจัดส่งรถพยาบาล ตามความรุนแรงของอาการผู้ป่วย

Inakawa และคณะ [18] ได้นำเสนอการใช้แบบจำลอง สำหรับจำลองการรอคิวรถ การจัดสรรจุดจอดและจำนวนรถพยาบาล ใน เมืองเซโตะ ประเทศญี่ปุ่นโดยวัดประสิทธิภาพของแบบจำลองจากเวลาตอบสนอง อัตราการสูญเสีย และดัชนีสำคัญอื่นๆ

Silva และคณะ [19] นำเสนอเทคนิค Simulation และ Optimization เพื่อจำลองขั้นตอนในการให้บริการทางการแพทย์ฉุกเฉิน ในเมือง Belo Horizonte ประเทศบราซิล เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบ โดยวัดประสิทธิภาพจาก Loss Ratio

Aboueljine [20] ใช้แบบจำลองสถานการณ์ เพื่อจำลองการบริการทางการแพทย์ฉุกเฉินในฝรั่งเศส โดยกำหนด Scenario ต่าง ๆ สำหรับการปรับปรุงระบบการให้บริการ วัดจาก Utilization ของรถพยาบาลฉุกเฉิน

Lee และคณะ [21] นำเสนอแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อค้นหาตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการตั้งจุดรถพยาบาลฉุกเฉิน ในประเทศเกาหลีใต้ และใช้แบบจำลองสถานการณ์เพื่อทดสอบผลลัพธ์ที่ได้จาก แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

Buuren และคณะ [22] นำเสนอ Testing Interface For Ambulance Research (TIFAR) เป็น แบบจำลองสถานการณ์ที่สามารถประเมินประสิทธิภาพของกลยุทธ์ ซึ่ง TIFAR ได้ถูกนำไปใช้กับการบริการทางการแพทย์ฉุกเฉิน การจัดส่งรถพยาบาลฉุกเฉิน ประเทศเนเธอร์แลนด์ในแต่ละรูปแบบ วัดจาก Utilization ของรถพยาบาลฉุกเฉิน

หรืองานวิจัยของ Wang T. และคณะ [23] ใช้แบบจำลองสถานการณ์ เพื่อ ระบุปัญหาข้อ
 ขวดของกระบวนการและปรับการจัดสรรทรัพยากร ของการบริการทางการแพทย์ฉุกเฉิน วัด
 ประสิทธิภาพของแบบจำลองจากอัตราการรอดชีวิต

ตารางที่ 2.2 ตารางแสดงค่า Performance ของงานวิจัยที่ใช้แบบจำลองสถานการณ์กับการบริการ
 การแพทย์ฉุกเฉิน

	Average Response Time	Round trip time	Vehicle Utilization	Dispatching Time	Waiting Time	Loss Ratio	Survival Rate	Robustness
Ingolfsson et al.(2003)			√					
Koch and Weigl(2003)			√	√				
Gunes and Szechtman (2005)			√					
Haderson and Mason (2005)			√	√				
Inoue et al. (2006)							√	
Inakawa et al. (2010)						√		
Silva and Pinto (2010)					√			
Abou el jinane et al.(2012)			√					
Lee et al.(2012)		√	√					
Van Buuren et al. (2012)			√					
Wang et al. (2012)							√	
This Paper	√		√					√

2.5 ความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลง (Robustness)

ความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลง (Robustness) หมายถึง ความคงทนต่อการเปลี่ยนแปลง
 เมื่อค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ในระบบ มีความเปลี่ยนแปลงไป แต่ทำให้ผลการทดลองหรือผลการทดสอบ
 แบบจำลองมีความคลาดเคลื่อนเพียงเล็กน้อย หรืออาจจะไม่มีผลกระทบต่อผลการวิเคราะห์ห้อย่างมี
 นัยสำคัญ สำหรับการแก้ปัญหาเรื่องจุดจอตลอดพยาบาลฉุกเฉินนั้น หากใช้แบบจำลองครอบคลุมเดียว

ในการกำหนดจุดจอตรพยาบาลฉุกเฉินหรือจำนวนรพยาบาลฉุกเฉินในแต่ละจุดจอต อาจไม่เพียงพอเมื่อพิจารณาเหตุการณ์ในชีวิตจริง ดังนั้นจึงมีหลายงานวิจัยที่คำนึงถึงความทนทานต่อการแก้ไขปัญหาด้าน การบริการการแพทย์ฉุกเฉิน เช่น

Zhi-Hai Zhang และคณะ [24] ได้นำเสนอ robust model เพื่อการวางจุดจอตรพยาบาลฉุกเฉิน โดยจุดประสงค์เพื่อให้เกิดความสมดุลต่อการลงทุนและการตอบสนอง โดยพวกเขาได้ทำการศึกษา รวบรวมงานวิจัยที่ใช้ bi-objective จากนั้นสร้าง robust model เพื่อรับมือกับความไม่แน่นอนในระบบ ซึ่งแหล่งที่มาของความไม่แน่นอนได้พิจารณาจาก 2 แหล่ง ได้แก่ จำนวนการโทรฉุกเฉินและจำนวนการโทรพร้อมกันสูงสุด โดย model ใหม่ที่ได้ทำการพัฒนาสามารถมีประสิทธิภาพในการรับมือต่อความไม่แน่นอนได้มากขึ้น

Amorim Marco และคณะ [25] นำเสนอ metamodel เพื่อใช้ปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบจริง โดยการกำหนดจุดจอตและจำนวนรพยาบาลฉุกเฉินในโมเดล ผลลัพธ์แสดงให้เห็นว่าการเพิ่มจำนวนรถมีข้อได้เปรียบมากกว่าการเพิ่มสถานีใหม่ โดยการศึกษาดังกล่าวถูกประยุกต์ใช้กับเมืองปอร์โต

Beraldi และคณะ [26] นำเสนอการแก้ไขปัญหาการออกแบบบริการทางการแพทย์ฉุกเฉินที่มีประสิทธิภาพ ภายใต้ความไม่แน่นอนซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของสถานการณ์ในชีวิตจริง โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ stochastic programming ด้วยเงื่อนไขต่างๆ เช่น สถานีให้บริการต้องตั้งอยู่ที่ใดและต้องกำหนดจำนวนรถฉุกเฉินในแต่ละไซต์ เพื่อให้สามารถบริหารและการจัดการต้นทุนอย่างมีประสิทธิภาพ

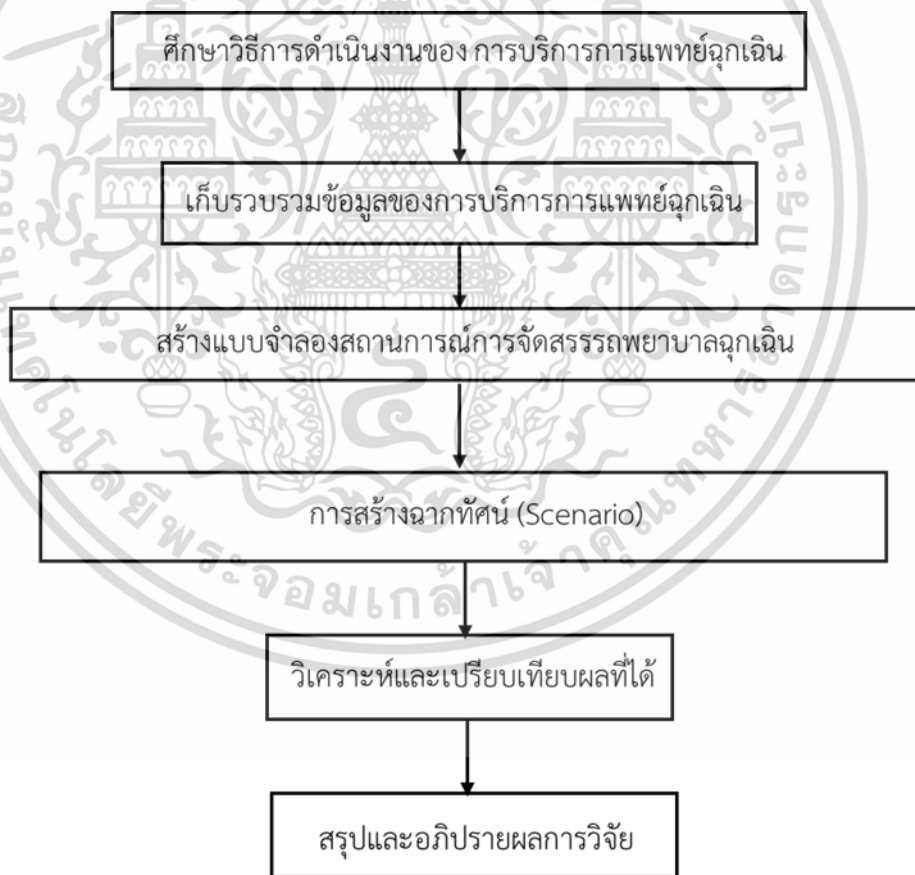
2.6 บทสรุปเกี่ยวกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยในเรื่องที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องของบุคคลอื่น จะเห็นได้ว่าการวางแผนบุคลากรทางการแพทย์และรพยาบาลฉุกเฉิน ในแต่ละจุดจอต มีความจำเป็นอย่างมาก ต่อการบริการการแพทย์ฉุกเฉิน ดังนั้นงานวิจัยฉบับนี้จึงมุ่งเน้นไปที่การจัดจำนวนรพยาบาลฉุกเฉินในแต่ละจุดจอตให้เหมาะสม โดยใช้แบบจำลองสถานการณ์ (Simulation Model) เพื่อหาจำนวนรพยาบาลในแต่ละจุดที่ทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงความต้องการในการเรียกใช้มากที่สุด

บทที่ 3

การดำเนินการวิจัย

ในการดำเนินงานวิจัย เพื่อนำเสนอการจัดจำนวนรพพยาบาลฉุกเฉินในแต่ละจุดจุดให้เหมาะสม โดยใช้แบบจำลองสถานการณ์ (Simulation Model) เพื่อประเมินและหาจำนวนรพพยาบาลในแต่ละจุดที่ทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงความต้องการในการเรียกใช้มากที่สุดนั้น มีวิธีการดำเนินงานเริ่มจาก ศึกษาวิธีการดำเนินงานของการบริการการแพทย์ฉุกเฉิน จากนั้นทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการบริการการแพทย์ฉุกเฉิน จากนั้นเป็นการสร้างแบบจำลองสถานการณ์การจัดสรรทรัพยากรทางการแพทย์ฉุกเฉิน และสร้างฉากทัศน์ โดยแต่ละฉาก จะมีจำนวนรถในแต่ละจุดจุดที่ต่างกันและสุดท้ายเป็นการวิเคราะห์ผลและเปรียบเทียบผลที่ได้ ซึ่งวิธีการดำเนินงานแสดงลำดับขั้นตอน ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แสดงขั้นตอนวิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 ศึกษาวิธีการดำเนินงานของการบริการการแพทย์ฉุกเฉิน (Emergency Medical Service :EMS)

จากกรณีศึกษาพบว่า จุดจอดรถฉุกเฉินจะอยู่ตามโรงพยาบาลต่างๆ โดยกระจายตัวทั่วพื้นที่กรุงเทพมหานครที่เป็นพื้นที่กรณีศึกษา ซึ่งการทำงานของบริการการแพทย์ฉุกเฉิน ในส่วนรถพยาบาลฉุกเฉินมีกระบวนการดังนี้

กระบวนการที่ 1 ช่วงเวลาส่งรถฉุกเฉินออกปฏิบัติงาน (Dispatching time) เริ่มด้วยเมื่อเกิดเหตุการณ์ฉุกเฉิน ผู้ป่วยหรือผู้พบเห็นเหตุการณ์ จะโทรมาแจ้งมายังศูนย์บริการ หรือ Call center เมื่อมีการแจ้งเหตุการณ์ฉุกเฉินเข้ามา เจ้าหน้าที่จะเป็นผู้รับแจ้งเหตุ จะมีสอบถามข้อมูลเบื้องต้น เช่น จุดเกิดเหตุ สภาพพื้นที่เกิดเหตุ กลไกการบาดเจ็บ (Mechanism of injury: MOI) ลักษณะของการบาดเจ็บ (Nature of the illnesses: NOI) และจำนวนผู้ป่วยในที่เกิดเหตุ เพื่อทำการประเมินและจัดส่งรถพยาบาลฉุกเฉินตามความรุนแรงของอาการ เมื่อรถพยาบาลฉุกเฉินที่ใกล้กับพื้นที่เกิดเหตุพร้อมปฏิบัติงาน เจ้าหน้าที่นำส่งจะสั่งให้รถพยาบาลฉุกเฉินพร้อมด้วยเจ้าหน้าที่กู้ชีพ (Emergency medical technician: EMT) ตามระดับความรุนแรงของผู้ป่วยไปยังพื้นที่เกิดเหตุเจ้าหน้าที่กู้ชีพฉุกเฉิน แบ่งออกได้เป็น 4 ระดับ ได้แก่

- บุคลากรด่านหน้า (First responder: FR) บุคลากรด่านหน้ามักจะเป็นคนแรกที่พบผู้ป่วยซึ่งอาจจะไม่ได้เป็นเจ้าหน้าที่ทางการแพทย์ เช่น ตำรวจจราจร พนักงานดับเพลิง เจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัย หรืออาสาสมัครกู้ภัยต่างๆ ซึ่งจำเป็นต้องมีความรู้ด้านการช่วยเหลือผู้ป่วยฉุกเฉินและรายงานข้อมูลให้หน่วยกู้ชีพทราบถ้าต้องการรถพยาบาลฉุกเฉิน

- เจ้าหน้าที่กู้ชีพขั้นพื้นฐาน (Emergency medical technician basic: EMT-B) มักจะไปพร้อมกับรถพยาบาลฉุกเฉิน โดยสามารถใช้อุปกรณ์ในการยึดตรึงผู้บาดเจ็บ (immobilization) และการเคลื่อนย้ายผู้ป่วยด้วยวิธีต่างๆ ที่กระทำภายนอกร่างกาย หรือที่เรียกว่าการช่วยเหลือระดับพื้นฐาน (Basic Life Support: BLS)

- เจ้าหน้าที่กู้ชีพขั้นกลาง (Emergency Medical Technician Intermediate: EMT-I) จะมีความสามารถมากกว่า EMT-B โดยสามารถทำการช่วยเหลือระดับสูง (Advance Life Support: ALS) ได้บางอย่าง เช่น การกระตุ้นหัวใจด้วยไฟฟ้าชนิด แต่ต้องได้รับการอนุมัติจากแพทย์เสียก่อน

- นักปฏิบัติการฉุกเฉินการแพทย์ (Paramedic) สามารถให้การช่วยเหลือในระดับสูงที่สุด โดยจะสามารถให้การช่วยเหลือระดับสูง (ALS) ได้ในสภาวะแวดล้อมนอกโรงพยาบาล (pre-hospital care) เจ้าหน้าที่กู้ชีพขั้นสูงสามารถให้การรักษาผู้ป่วยโดยการให้น้ำเกลือ ให้ยาฉีดเข้ากล้ามเนื้อ และฉีดเข้าหลอดเลือดดำ การกระตุ้นหัวใจด้วยไฟฟ้า เป็นต้น

กระบวนการที่ 2 ช่วงเวลาเดินทางของรถพยาบาลฉุกเฉินไปยังพื้นที่เกิดเหตุ (Traveltime to scene) เมื่อรถพยาบาลฉุกเฉินในพื้นที่ใกล้เคียงกับพื้นที่เกิดเหตุ ได้รับคำสั่งจากเจ้าหน้าที่นำส่ง จะทำเอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

19 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การยืนยันข้อมูลของพื้นที่เกิดเหตุและอาการของผู้ป่วยฉุกเฉิน และออกเดินทางจากจุดจอต
รพพยาบาลฉุกเฉินในปัจจุบันไปยังพื้นที่เกิดเหตุ ด้วยความรวดเร็วเท่าที่เป็นไปได้

กระบวนการที่ 3 รพพยาบาลฉุกเฉินถึงที่เกิดเหตุ และทำการปฐมพยาบาลเบื้องต้น
กระบวนการที่ 3 ช่วงเวลาปฏิบัติงานในพื้นที่เกิดเหตุ (On scene time) เมื่อรพพยาบาลฉุกเฉินเข้าถึง
ยังพื้นที่เกิดเหตุ เจ้าหน้าที่กู้ชีพจะเข้าปฏิบัติงานทางการแพทย์แก่ผู้ป่วยฉุกเฉิน เมื่อปฏิบัติงานทางการแพทย์
เบื้องต้นสำเร็จ จะเริ่มทำการนำผู้ป่วยขึ้นไปยังรพพยาบาลฉุกเฉิน และนำผู้ป่วยไปยัง
สถานพยาบาลที่ถูกกำหนดให้

กระบวนการที่ 4 ช่วงเวลาเดินทางของรถฉุกเฉินไปยังจุดจอตรพพยาบาลฉุกเฉิน (Travel
time to ambulance base) เมื่อรพพยาบาลฉุกเฉินไปถึงยังโรงพยาบาล เจ้าหน้าที่กู้ชีพจะนำผู้ป่วย
ลงจากรพพยาบาลฉุกเฉิน และส่งต่อให้กับแพทย์ พยาบาลของห้องฉุกเฉิน เพื่อรักษาพยาบาลขั้นสูง
ต่อไป หลังจากนั้นรพพยาบาลฉุกเฉินจะกลับไปยังจุดจอตรพพยาบาลฉุกเฉิน เพื่อรอรับคำสั่งออก
ปฏิบัติงานต่อไป

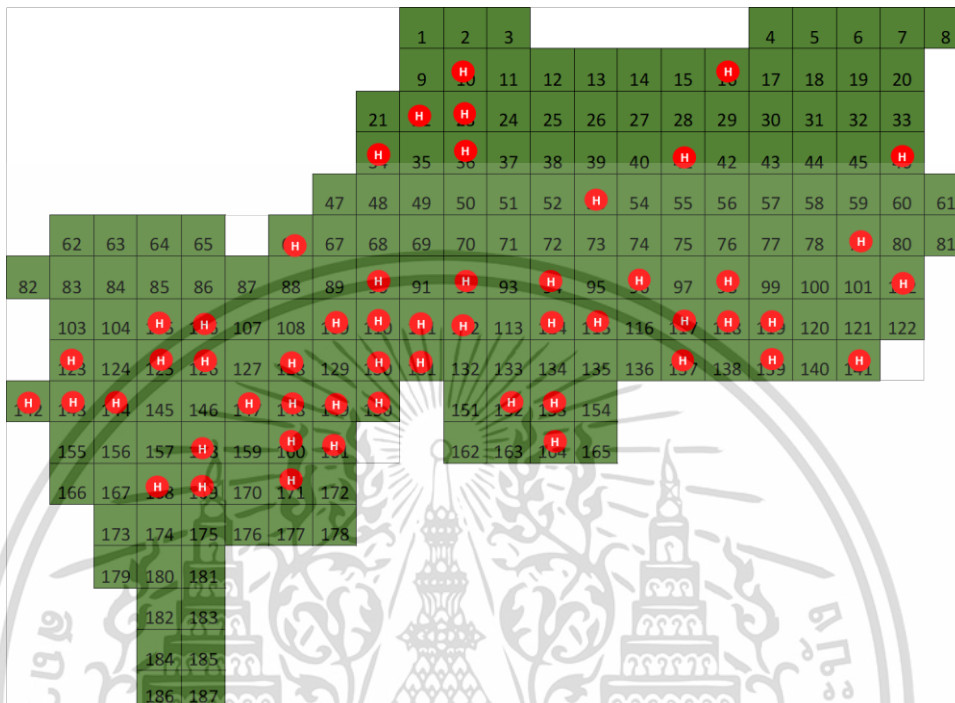
สำหรับช่วงเวลา 1 ช่วงเวลาส่งรถฉุกเฉินออกปฏิบัติงานและช่วงเวลา 2 ช่วงเวลาเดินทาง
ของรถฉุกเฉินไปยังพื้นที่เกิดเหตุ ถูกเรียกอีกชื่อว่า ช่วงเวลาการตอบสนองต่อเหตุฉุกเฉิน (Response
time) ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่มีความสำคัญมากสำหรับการบริการทางการแพทย์ฉุกเฉิน เพราะในช่วงเวลา
ดังกล่าวผู้ป่วยในที่เกิดเหตุยังไม่ได้รับการดูแลรักษาจากเจ้าหน้าที่ทางการแพทย์ (Medical
personnel) อาจส่งผลต่อโอกาสรอดชีวิตของผู้ป่วยฉุกเฉิน ด้วยเหตุผลดังกล่าวทำให้การกำหนดจุด
จอตหรือจำนวนรพพยาบาลฉุกเฉินให้เพียงพอ ก็จะสามารถตอบสนองได้อย่างรวดเร็ว ดังนั้นกลยุทธ์
และวิธีการในการกำหนดจุดจอตหรือหรือจำนวนรพพยาบาลฉุกเฉินในแต่ละจุดให้เพียงพอต่อความ
ต้องการตลอดเวลา จึงมีความสำคัญเป็นอย่างมาก

3.2 เก็บรวบรวมข้อมูลของการบริการการแพทย์ฉุกเฉิน (Emergency Medical Service: EMS)

3.2.1 ข้อมูลจุดจอตรพพยาบาลฉุกเฉินและจำนวนรพพยาบาลฉุกเฉิน

กรุงเทพมหานคร เป็นเมืองหลวงและนครที่มีประชากรมากที่สุดของประเทศไทย เป็น
ศูนย์กลางการปกครอง การศึกษา การคมนาคมขนส่ง การเงินการธนาคาร การพาณิชย์ การสื่อสาร
และความเจริญของประเทศ มีพื้นที่รวมทั้งสิ้น 1,568.737 ตร.กม. ตารางกิโลเมตร สามารถแบ่งได้ 5
โซน 50 เขต ได้แก่ กรุงเทพมหานครชั้นใน ,กรุงเทพมหานครตอนบน ,กรุงเทพมหานครตะวันออก ,ฝั่งธน และย่าน CBD
ประกอบด้วยประชากรมีตามทะเบียนราษฎรกว่า 6 ล้านคน โดยผู้วิจัยได้ทำการแบ่งพื้นที่ดังกล่าวเป็น
บล็อก จำนวน 187 บล็อก และจากข้อมูลจากระบบสารสนเทศการแพทย์ฉุกเฉิน ในปีพ.ศ.2564

พบว่าปัจจุบันจุดจอตรพยาบาลฉุกเฉิน ในกรุงเทพมหานครที่เป็นกรณีศึกษา มีทั้งหมด 57 แห่ง ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 จุดจอตรพยาบาลฉุกเฉินในพื้นที่กรุงเทพมหานคร

โดยจุดจอตรพยาบาลฉุกเฉิน มีจำนวนรพพยาบาลฉุกเฉินชั้นสูง จำนวนรวมกันทั้งสิ้น 193 คับ ดังตารางที่ 3.1 จุดจอตที่มีรพพยาบาลฉุกเฉินมากที่สุดมี 16 คับ จุดจอตที่มีรพพยาบาลฉุกเฉินน้อยที่สุดมี 1 คับ

ตารางที่ 3.1 แสดงจำนวนรพพยาบาลฉุกเฉินชั้นสูงในเขตกรุงเทพมหานคร

No.	หน่วยปฏิบัติการ	รพพยาบาลฉุกเฉินชั้นสูง (คับ)
1	คณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร	4
2	โรงพยาบาลเวชการุณย์รัศมี	4
3	โรงพยาบาลเลิดสิน	6
4	โรงพยาบาลซีจีเอชโรงพยาบาลทั่วไปขนาดใหญ่	1
5	โรงพยาบาลจุฬาลงกรณรณสภากาชาดไทย	3

No.	หน่วยปฏิบัติการ	รพพยาบาลฉุกเฉินชั้นสูง (คัน)
6	โรงพยาบาลตำรวจ	16
7	โรงพยาบาลกลาง	7
8	โรงพยาบาลหัวเฉียวโรงพยาบาลทั่วไปขนาดใหญ่	8
9	นมินทร์ 9โรงพยาบาลทั่วไปขนาดใหญ่	1
10	นมินทร์โรงพยาบาลทั่วไปขนาดใหญ่	1
11	โรงพยาบาลลาดกระบังกรุงเทพมหานคร	7
12	โรงพยาบาลพญาไท 2	1
13	โรงพยาบาลสมเด็จพระปิ่นเกล้า	2
14	โรงพยาบาลสมิติเวชธนบุรี	3
15	โรงพยาบาลกรุงเทพ	7
16	โรงพยาบาลเพชรเวช	1
17	โรงพยาบาลปิยะเวท	3
18	โรงพยาบาลตากสิน	4
19	โรงพยาบาลศิริราช	2
20	โรงพยาบาลทั่วไปขนาดกลางโรงพยาบาลวิชัยเวช แยกไฟ ฉาย	5
21	โรงพยาบาลทั่วไปขนาดใหญ่ธนบุรี	1
22	โรงพยาบาลเจ้าพระยา	1
23	โรงพยาบาลทั่วไปขนาดใหญ่ พระราม 2	2
24	โรงพยาบาลนครธน	3
25	โรงพยาบาลบางไผ่	1
26	โรงพยาบาลพญาไท 3	2
27	โรงพยาบาลหลวงพ่อกวีนวาศึกษา ชูตินโร อุทิศ	1
28	โรงพยาบาลวิชัยเวช อินเตอร์เนชั่นแนล หนองแขม	2
29	โรงพยาบาลบางปะกอก 1	2
30	โรงพยาบาลสุขสวัสดิ์	3
31	โรงพยาบาลประชาพัฒน์	2
32	โรงพยาบาลบางโพ	1
33	โรงพยาบาลเกษมราษฎร์ประชาชื่น	3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 22
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

No.	หน่วยปฏิบัติการ	รพพยาบาลฉุกเฉินชั้นสูง (คัน)
34	โรงพยาบาลทั่วไปขนาดใหญ่เปาโล เกษตร	5
35	โรงพยาบาลวิภาวดี	5
36	โรงพยาบาลเจริญกรุงประชารักษ์	11
37	โรงพยาบาลสิรินธร	2
38	โรงพยาบาลเทพธารินทร์	2
39	โรงพยาบาลกล้วยน้ำไท	3
40	โรงพยาบาลวิภาวดี	2
41	โรงพยาบาลสมิติเวช ศรีนครินทร์โรงพยาบาลทั่วไปขนาดใหญ่	1
42	โรงพยาบาลบางปะกอก 9 อินเตอร์เนชั่นแนล	5
43	โรงพยาบาลบางมดโรงพยาบาลทั่วไปขนาดใหญ่	1
44	โรงพยาบาลราชวิถี	7
45	โรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้า	3
46	โรงพยาบาลรามธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล	6
47	โรงพยาบาลเกษมราษฎร์ บางแค	3
48	โรงพยาบาลราชพิพัฒน์	2
49	โรงพยาบาลจุฬาภรณ์	2
50	โรงพยาบาลบี.แคร์.เมดิคอลเซ็นเตอร์	1
51	โรงพยาบาลซีจีเอช สายไหม โรงพยาบาลทั่วไปขนาดใหญ่	4
52	โรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช	6
53	โรงพยาบาลนพรัตนราชธานี	7
54	โรงพยาบาลการุญเวช สุขุมวิท3	1
55	โรงพยาบาลทั่วไปขนาดใหญ่ศิรินครินทร์	1
56	โรงพยาบาลบางนา1	2
57	โรงพยาบาลบางปะกอก 8 โรงพยาบาลทั่วไปขนาดใหญ่	1

แหล่งที่มา: ข้อมูลจากระบบสารสนเทศการแพทย์ฉุกเฉินปี พ.ศ. 2564

3.2.2 ข้อมูลจำนวนเหตุฉุกเฉินในพื้นที่กรณีศึกษา

ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลเหตุฉุกเฉินในพื้นที่กรณีศึกษา กรุงเทพมหานคร จากระบบสารสนเทศการแพทย์ฉุกเฉิน พบว่าเหตุฉุกเฉินที่เกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2564 มีจำนวนทั้งสิ้น 75,705 เคส แบ่งจำนวนเคสตามหน่วยปฏิบัติการ ได้ดังตารางที่ 3.2 ซึ่งหน่วยปฏิบัติการที่มีจำนวนผู้ป่วยมากที่สุด ได้แก่ โรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช มี 4,745 เคส และหน่วยปฏิบัติการที่มีจำนวนผู้ป่วยน้อยที่สุด ได้แก่ โรงพยาบาลศิริราช มี 17 เคส

ตารางที่ 3.2 จำนวนเหตุฉุกเฉินในเขตกรุงเทพมหานคร

No.	หน่วยปฏิบัติการ	จำนวนเหตุฉุกเฉิน (เคส/ปี)
1	คณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร	3650
2	โรงพยาบาลเวชการุณย์รัศมี	730
3	โรงพยาบาลเลิศสิน	2920
4	โรงพยาบาลซีจีเอชโรงพยาบาลทั่วไปขนาดใหญ่	1825
5	โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์สภากาชาดไทย	2190
6	โรงพยาบาลตำรวจ	1095
7	โรงพยาบาลกลาง	1825
8	โรงพยาบาลหัวเฉียวโรงพยาบาลทั่วไปขนาดใหญ่	3285
9	นวมินทร์ 9โรงพยาบาลทั่วไปขนาดใหญ่	365
10	นวมินทร์โรงพยาบาลทั่วไปขนาดใหญ่	730
11	โรงพยาบาลลาดกระบังกรุงเทพมหานคร	730
12	โรงพยาบาลพญาไท 2	365
13	โรงพยาบาลสมเด็จพระปิ่นเกล้า	2190
14	โรงพยาบาลสมิติเวชธนบุรี	365
15	โรงพยาบาลกรุงเทพ	365
16	โรงพยาบาลเพชรเวช	1460
17	โรงพยาบาลปิยะเวท	365
18	โรงพยาบาลตากสิน	1825
19	โรงพยาบาลศิริราช	365

No.	หน่วยปฏิบัติการ	จำนวนเหตุฉุกเฉิน (เคส/ปี)
20	โรงพยาบาลทั่วไปขนาดกลางโรงพยาบาลวิชัยเวช แยกไฟฉาย	1095
21	โรงพยาบาลทั่วไปขนาดใหญ่ธนบุรี	365
22	โรงพยาบาลเจ้าพระยา	1095
23	โรงพยาบาลทั่วไปขนาดใหญ่ พระราม 2	2190
24	โรงพยาบาลนครธน	1095
25	โรงพยาบาลบางไผ่	1095
26	โรงพยาบาลพญาไท 3	365
27	โรงพยาบาลหลวงพ่อทวีศักดิ์ฯ ชุติณฺโรวโร อู่ทิส	365
28	โรงพยาบาลวิชัยเวช อินเตอร์เนชั่นแนล หนองแขม	1095
29	โรงพยาบาลบางปะกอก 1	1095
30	โรงพยาบาลสุขสวัสดิ์	1095
31	โรงพยาบาลประชาพัฒน์	1095
32	โรงพยาบาลบางโพ	1460
33	โรงพยาบาลเกษมราษฎร์ประชาชื่น	1095
34	โรงพยาบาลทั่วไปขนาดใหญ่เปาโล เกษตร	1825
35	โรงพยาบาลวิภาวดี	365
36	โรงพยาบาลเจริญกรุงประชารักษ์	3650
37	โรงพยาบาลสิรินธร	2190
38	โรงพยาบาลเทพธารินทร์	365
39	โรงพยาบาลกล้วยน้ำไท	1095
40	โรงพยาบาลวิภาวดี	365
41	โรงพยาบาลสมิติเวช ศรีนครินทร์โรงพยาบาลทั่วไปขนาดใหญ่	365
42	โรงพยาบาลบางปะกอก 9 อินเตอร์เนชั่นแนล	730
43	โรงพยาบาลบางมดโรงพยาบาลทั่วไปขนาดใหญ่	1095
44	โรงพยาบาลราชวิถี	3650
45	โรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้า	2190
46	โรงพยาบาลรามธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล	1825
47	โรงพยาบาลเกษมราษฎร์ บางแค	730

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 25
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

No.	หน่วยปฏิบัติการ	จำนวนเหตุฉุกเฉิน (เคส/ปี)
48	โรงพยาบาลราชพิพัฒน์	1095
49	โรงพยาบาลจุฬารัตน์	1825
50	โรงพยาบาลบี.แคร์.เมดิคอลเซ็นเตอร์	365
51	โรงพยาบาลซีจีเอช สายไหม โรงพยาบาลทั่วไปขนาดใหญ่	1825
52	โรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช	4745
53	โรงพยาบาลนพรัตนราชธานี	2920
54	โรงพยาบาลการุญเวช สุขุมวิท3	365
55	โรงพยาบาลทั่วไปขนาดใหญ่ศิริรินทร์	365
56	โรงพยาบาลบางนา1	365
57	โรงพยาบาลบางปะกอก 8 โรงพยาบาลทั่วไปขนาดใหญ่	730

แหล่งที่มา: ข้อมูลจากระบบสารสนเทศการแพทย์ฉุกเฉินปี พ.ศ. 2564

3.2.3 ระยะเวลาในการปฏิบัติงานฉุกเฉิน

ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลระยะเวลาในการปฏิบัติงานฉุกเฉิน จากระบบสารสนเทศการแพทย์ฉุกเฉิน 10 ปี ย้อนหลัง ได้ผลดังตารางที่ 3.3 จะเห็นได้ว่า เวลาตั้งแต่รับแจ้งจนรถพยาบาลถึงจุดเกิดเหตุ ใน 8 นาที เฉลี่ยจะอยู่ที่ ร้อยละ 62.84 ใช้เวลาเกิน 8 นาที ร้อยละ 37.16 และเวลาที่รถพยาบาลใช้จากจุดเกิดเหตุจนส่งผู้ป่วยถึงโรงพยาบาลภายใน 10 นาที อยู่ที่ ร้อยละ 90.21 ใช้เวลาเกิน 10 นาที ร้อยละ 9.21

ตารางที่ 3.3 ระยะเวลาในการปฏิบัติงานฉุกเฉิน

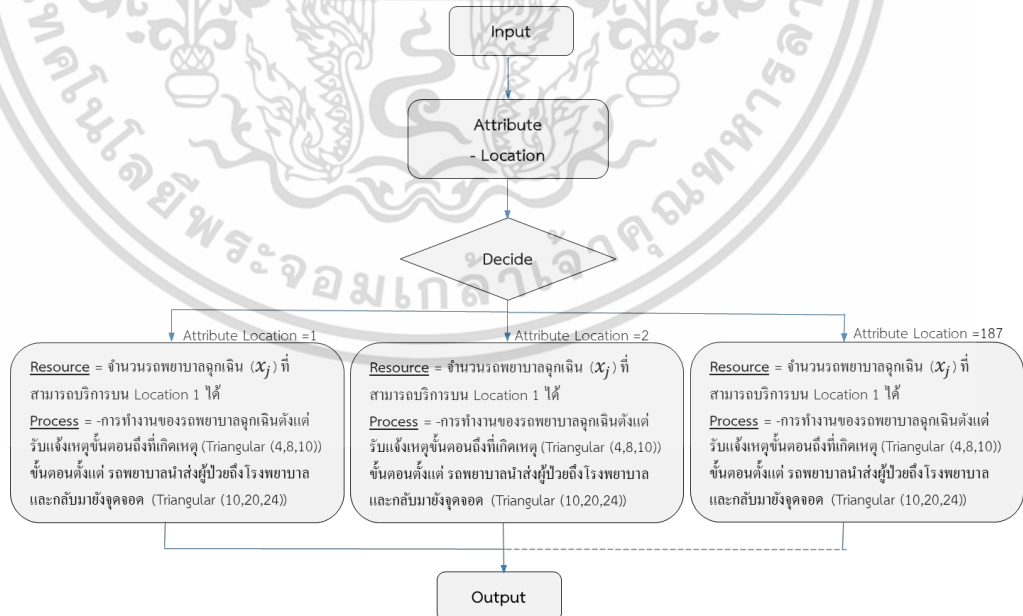
ปีพ.ศ.	รับแจ้ง- สั่งการ ใน1 นาที	รับแจ้ง-สั่ง การเกิน1 นาที	สั่งการ- ออกจาก ฐานใน2 นาที	สั่งการ- ออกจาก ฐานเกิน2 นาที	รับแจ้ง- จุดเกิดเหตุ ใน8นาที	รับแจ้ง-จุด เกิดเหตุเกิน 8นาที	จุดเกิดเหตุ- ออกใน10 นาที	จุดเกิดเหตุ- ออก เกิน10 นาที	ออกจาก เหตุ-รพ ใน10นาที	ออกจาก เหตุ-รพ เกิน10 นาที
2555	95.07	4.93	94.26	5.74	65.94	34.06	94.27	5.73	49.68	50.32
2556	95.64	4.36	94.45	5.55	66.86	33.14	94.41	5.59	49.08	50.92
2557	95.86	4.14	94.05	5.95	67.54	32.46	94.13	5.87	49.98	50.02
2558	93.11	6.89	91.4	8.6	65.45	34.55	90.97	9.03	48.3	51.7
2559	93.97	6.03	91.37	8.63	65.46	34.54	91	9	48.5	51.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปีพ.ศ	รับแจ้ง- สั่งการ ใน1 นาที	รับแจ้ง-สั่ง การเกิน1 นาที	สั่งการ- ออกจาก ฐานใน2 นาที	สั่งการ- ออกจาก ฐานเกิน2 นาที	รับแจ้ง- จุดเกิดเหตุ ใน8นาที	รับแจ้ง-จุด เกิดเหตุเกิน 8นาที	จุดเกิดเหตุ- ออกใน10 นาที	จุดเกิด เหตุ-ออก เกิน10 นาที	ออกจาก เหตุ-รพ ใน10นาที	ออกจาก เหตุ-รพ เกิน10 นาที
2560	93.13	6.87	89.62	10.38	63.32	36.68	89.32	10.68	48.17	51.83
2561	92.18	7.82	88.66	11.34	61.29	38.71	88.17	11.83	47.99	52.01
2562	91.88	8.12	87.93	12.07	59.97	40.03	87.65	12.35	48.18	51.82
2563	91.44	8.56	87	13	58.44	41.56	86.68	13.32	49.13	50.87
2564	91.38	8.62	85.23	14.77	54.09	45.91	85.58	14.42	49.02	50.98

3.3 สร้างแบบจำลองสถานการณ์การจั้ตสรรทรัพยากรทางการแพทย์ฉุกเฉิน

จากกรณีศึกษาเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร สามารถเขียน Flow Chart สำหรับ แบบจำลอง สถานการณ์การจั้ตสรรทรัพยากรพยาบาลฉุกเฉิน ได้ดังรูปที่ 3.2 แบ่งเป็นกระบวนการได้ทั้งหมด 5 กระบวนการ จากนั้นจะนำแบบจำลองเขียนใน โปรแกรม Arena Simulation



รูปที่ 3.3 Flow Chart แบบจำลองสถานการณ์การจั้ตสรรทรัพยากรพยาบาลฉุกเฉิน

จากรูปที่ 3.3 สามารถอธิบายรายละเอียดได้ดังนี้

3.3.1 อัตราการเข้ามาของผู้ป่วย (Input)

อัตราการเข้ามาของผู้ป่วย (Input) มีการกำหนดอัตราการเข้ามาของเหตุฉุกเฉิน หรือ Entity โดยอ้างอิงจากจำนวนเหตุฉุกเฉินที่เกิดขึ้นจริงของปี พ.ศ.2564 จากนั้นผู้วิจัยได้ทำการหาค่าเฉลี่ยเหตุฉุกเฉินที่เกิดขึ้นในแต่ละจุดปฏิบัติการเป็นรายวัน ได้ผลดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 จำนวนเหตุฉุกเฉินรายวัน

No.	หน่วยปฏิบัติการ	จำนวนเหตุฉุกเฉิน (เคส/วัน)
1	คณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร	10
2	โรงพยาบาลเวชการุณย์รัศมี	2
3	โรงพยาบาลเลิดสิน	8
4	โรงพยาบาลซีจีเอสโรงพยาบาลทั่วไปขนาดใหญ่	5
5	โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์สภากาชาดไทย	6
6	โรงพยาบาลตำรวจ	3
7	โรงพยาบาลกลาง	5
8	โรงพยาบาลหัวเฉียวโรงพยาบาลทั่วไปขนาดใหญ่	9
9	นวมินทร์ 9โรงพยาบาลทั่วไปขนาดใหญ่	1
10	นวมินทร์โรงพยาบาลทั่วไปขนาดใหญ่	2
11	โรงพยาบาลลาดกระบังกรุงเทพมหานคร	2
12	โรงพยาบาลพญาไท 2	1
13	โรงพยาบาลสมเด็จพระปิ่นเกล้า	6
14	โรงพยาบาลสมิติเวชธนบุรี	1
15	โรงพยาบาลกรุงเทพ	1
16	โรงพยาบาลเพชรเวช	4
17	โรงพยาบาลปิยะเวท	1
18	โรงพยาบาลตากสิน	5
19	โรงพยาบาลศิริราช	1
20	โรงพยาบาลทั่วไปขนาดกลางโรงพยาบาลวิชัยเวช แยกไฟ ฉาย	3

No.	หน่วยปฏิบัติการ	จำนวนเหตุฉุกเฉิน (เคส/วัน)
21	โรงพยาบาลทั่วไปขนาดใหญ่ธนบุรี	1
22	โรงพยาบาลเจ้าพระยา	3
23	โรงพยาบาลทั่วไปขนาดใหญ่ พระราม 2	6
24	โรงพยาบาลนครธน	3
25	โรงพยาบาลบางไผ่	3
26	โรงพยาบาลพญาไท 3	1
27	โรงพยาบาลหลวงพ่อทวีศักดิ์ฯ ชุตินธโร อุทิศ	1
28	โรงพยาบาลวิชัยเวช อินเตอร์เนชั่นแนล หนองแขม	3
29	โรงพยาบาลบางปะกอก 1	3
30	โรงพยาบาลสุขสวัสดิ์	3
31	โรงพยาบาลประชาพัฒน์	3
32	โรงพยาบาลบางโพ	4
33	โรงพยาบาลเกษมราษฎร์ประชาชื่น	3
34	โรงพยาบาลทั่วไปขนาดใหญ่เปาโล เกษตร	5
35	โรงพยาบาลวิภาวดี	1
36	โรงพยาบาลเจริญกรุงประชารักษ์	10
37	โรงพยาบาลสิรินธร	6
38	โรงพยาบาลเทพธารินทร์	1
39	โรงพยาบาลกล้วยน้ำไท	3
40	โรงพยาบาลวิภาราม	1
41	โรงพยาบาลสมิติเวช ศรีนครินทร์โรงพยาบาลทั่วไปขนาดใหญ่	1
42	โรงพยาบาลบางปะกอก 9 อินเตอร์เนชั่นแนล	2
43	โรงพยาบาลบางมดโรงพยาบาลทั่วไปขนาดใหญ่	3
44	โรงพยาบาลราชวิถี	10
45	โรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้า	6
46	โรงพยาบาลรามธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล	5
47	โรงพยาบาลเกษมราษฎร์ บางแค	2
48	โรงพยาบาลราชพิพัฒน์	3
49	โรงพยาบาลจุฬารัตน์	5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 29
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

No.	หน่วยปฏิบัติการ	จำนวนเหตุฉุกเฉิน (เคส/วัน)
50	โรงพยาบาลบี.แควร์.เมดิคอลเซ็นเตอร์	1
51	โรงพยาบาลซีจีเอส สายไหม โรงพยาบาลทั่วไปขนาดใหญ่	5
52	โรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช	13
53	โรงพยาบาลนพรัตนราชธานี	8
54	โรงพยาบาลการุญเวช สุขุมวิท 3	1
55	โรงพยาบาลทั่วไปขนาดใหญ่ศิริรินทร์	1
56	โรงพยาบาลบางนา 1	1
57	โรงพยาบาลบางปะกอก 8 โรงพยาบาลทั่วไปขนาดใหญ่	2
รวม		209

จากตารางที่ 3.4 จะเห็นได้ว่ามีจำนวนเหตุฉุกเฉินรวมเท่ากับ 209 เคส ผู้วิจัยจึงได้ทำการเฉลี่ยว่าใน 1 วัน มี 1440 นาที จึงสามารถหาค่าเฉลี่ยได้คือ $\frac{1440}{209} = 6.9$ นาทีต่อเคส หมายถึง ทุก ๆ 6.9 นาที จะมีเคสเข้ามา 1 เคส และผู้วิจัย ได้เพิ่มอัตราการเข้ามาอีก 3 รูปแบบ คือถ้าอัตราการเข้ามาของผู้ป่วยเพิ่มขึ้นเป็น 1 เท่า 2 เท่า และหากอัตราของผู้ป่วยลดลง 1 เท่า เพื่อทดสอบความทนทาน (Robustness) ของฉากทัศน์ที่จะสร้างในลำดับต่อไป ได้ผลดังตารางที่ 3.5

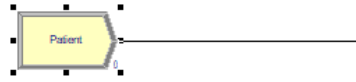
ตารางที่ 3.5 การแจกแจงรูปแบบการเข้ามาของเคสฉุกเฉิน

หัวข้อ	จำนวน	การแจกแจง
จำนวนการเรียกรับบริการเฉลี่ยใน ปีพ.ศ. 2564	209 (เคส/วัน)	Expo(6.9min) ต่อเคส
อัตราการเข้ามาของผู้ป่วยเพิ่มขึ้นเป็น 1 เท่า	418 (เคส/วัน)	Expo(3.45 min) ต่อเคส
อัตราการเข้ามาของผู้ป่วยเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า	627 (เคส/วัน)	Expo(1.725 min) ต่อเคส
อัตราการเข้ามาของผู้ป่วยลดลง 1 เท่า	105 (เคส/วัน)	Expo (13.8 min) ต่อเคส

ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ได้ตั้งสมมุติฐานและเงื่อนไขของปัจจัยนำเข้าไว้ดังนี้

- การกำหนดเหตุฉุกเฉิน ไม่ได้มีการพิจารณาช่วงเวลาในการเกิด

จากรูปแบบอัตราการเข้ามาของผู้ป่วย (Input) ข้างต้น สามารถสร้าง Module input ในโปรแกรม Arena ได้ดังรูปที่ 3.4



Create ? X

Name: Entity Type:

Time Between Arrivals

Type: Value: Units:

Entities per Arrival: Max Arrivals: First Creation:

รูปที่ 3.4 การสร้าง Input ในโปรแกรม Arena

3.3.2 การกำหนด Attribute

การกำหนด Attribute เป็นการกำหนด Attribute Location ให้กับ Entity นั้น ๆ ว่าแต่ละ Entity จะมีการเกิดเหตุการณ์ฉุกเฉินในพื้นที่ใด มีทั้งหมด 187 locations

ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ได้ตั้งสมมุติฐานและเงื่อนไขของการกำหนด Attribute ไว้ดังนี้

- การกำหนด Attribute มีความน่าจะเป็นในการกำหนดแต่ละ Location เท่ากัน
- ไม่ได้มีการพิจารณาปัจจัยด้านอื่น ๆ เช่น จำนวนประชากร ขนาดพื้นที่ในการกำหนด Attribute

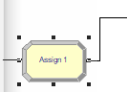
สามารถสร้าง Module Assign สำหรับกำหนด Attribute ในโปรแกรม Arena ได้ดังรูปที่ 3.5

Assign ? X

Name:

Assignments:

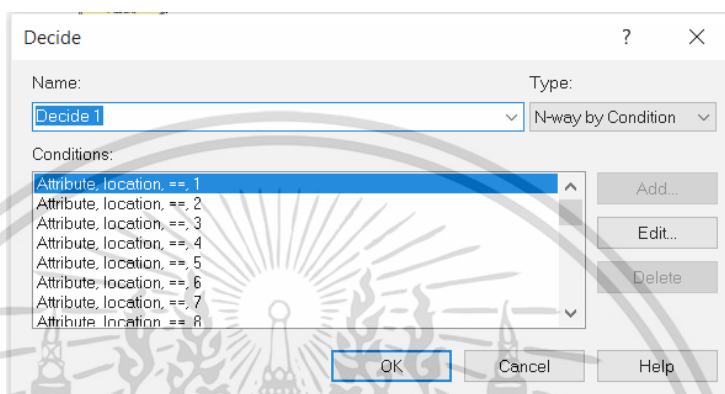
Attribute, location, DISC(0.005347594,1.0,0.010695187,2.0,0.016042781,3.0,0.021390374,4.0,0.026737968,5.0,0.032085561,6.0,0.03743	<input type="button" value="Add..."/>
Attribute, Time, TNOW	<input type="button" value="Edit..."/>
<End of list>	<input type="button" value="Delete"/>



รูปที่ 3.5 การกำหนด Attribute ในโปรแกรม Arena

3.3.3 การตัดสินใจ (Decide)

การตัดสินใจ (Decide) เพื่อเลือก Location เป็นการตัดสินใจว่า Entity ที่เข้ามาในระบบ จะต้องไปยัง Location ใด ตาม Attribute ของ Entity ซึ่งมี Location 1-187 สามารถสร้าง Module Decide ในโปรแกรม Arena ได้ดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 การสร้าง Module Decide ในโปรแกรม Arena

3.3.4 กระบวนการ (Process)

Process เป็นกระบวนการที่ Entity จะเข้าสู่ Process ในการรับบริการทางการแพทย์ฉุกเฉิน โดยจะถูกรับบริการโดย Resource ที่เป็นรถพยาบาล ที่ครอบคลุมพื้นที่นั้น ๆ (ภาคผนวก ก.) มีการกำหนดเวลาในการรับบริการตั้งแต่รับแจ้งเหตุขั้นตอนถึงที่เกิดเหตุ เป็น (Triangular (4,8,10)) ขั้นตอนตั้งแต่รถพยาบาลนำส่งผู้ป่วยถึงโรงพยาบาลและกลับมายังจุดจอด (Triangular (10,20,24)) โดยคิดจากข้อมูลที่ทำการเก็บมาจากรวมการแพทย์ฉุกเฉิน ดังตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 เวลาในการปฏิบัติงานฉุกเฉิน

ปีพ.ศ	รับแจ้ง-จุดเกิดเหตุใน8นาที	รับแจ้ง-จุดเกิดเหตุเกิน8นาที	จุดเกิดเหตุ-ออกใน10นาที	จุดเกิดเหตุ-ออกเกิน10นาที	ออกจากเหตุ-รพใน10นาที	ออกจากเหตุ-รพเกิน10นาที
2560	63.32	36.68	89.32	10.68	48.17	51.83
2561	61.29	38.71	88.17	11.83	47.99	52.01
2562	59.97	40.03	87.65	12.35	48.18	51.82
2563	58.44	41.56	86.68	13.32	49.13	50.87
2564	54.09	45.91	85.58	14.42	49.02	50.98

จากตารางที่ 3.6 สามารถอธิบายได้ว่าเวลาในการปฏิบัติงานฉุกเฉิน แบ่งเป็นทั้งหมด 3 ช่วงเวลา คือ ช่วงเวลาที่ 1 เวลาในการรับแจ้งเหตุจนถึงโรงพยาบาลถึงที่เกิดเหตุ ช่วงเวลาที่ 2 เวลาที่ออกจากจุดเกิดเหตุ ช่วงเวลาที่ 3 เวลาที่ออกจากจุดเกิดเหตุจนถึงโรงพยาบาล หลังจากนั้นผู้วิจัยได้ทำการหาค่าเฉลี่ย เวลาในการปฏิบัติงาน โดยคิดเป็น 3 กรณี ดังนี้

กรณีที่ 1 ในแต่ละช่วงเวลาใช้ เวลาในการปฏิบัติงานลดลงร้อยละ 50 จากข้อมูลจะได้ว่า ช่วงเวลาตั้งแต่การรับแจ้งเหตุจนถึงโรงพยาบาลถึงที่เกิดเหตุใช้เวลา 4 นาที และช่วงเวลาตั้งแต่ออกจากจุดเกิดเหตุใช้เวลา 5 นาที ช่วงเวลาตั้งแต่ออกจากจุดเกิดเหตุจนถึงโรงพยาบาล ใช้เวลา 5 นาที รวมทั้งสิ้น 10 นาที

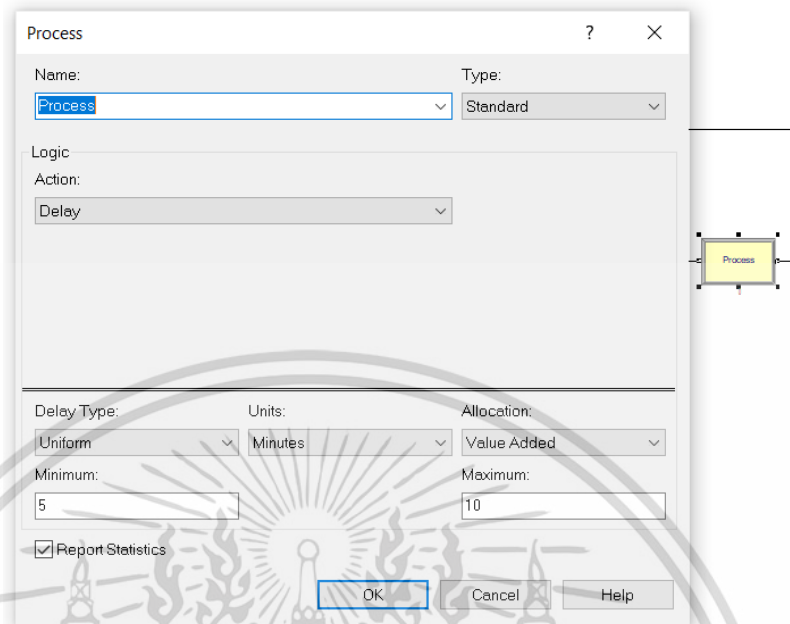
กรณีที่ 2 ในแต่ละช่วงเวลาใช้ เวลาในการปฏิบัติงานเท่ากับข้อมูลที่ได้มา จะได้ว่า ช่วงเวลาตั้งแต่การรับแจ้งเหตุจนถึงโรงพยาบาลถึงที่เกิดเหตุใช้เวลา 8 นาที และช่วงเวลาตั้งแต่ออกจากจุดเกิดเหตุใช้เวลา 10 นาที ช่วงเวลาตั้งแต่ออกจากจุดเกิดเหตุจนถึงโรงพยาบาล ใช้เวลา 10 นาที รวมทั้งสิ้น 20 นาที

กรณีที่ 3 ในแต่ละช่วงเวลาใช้ เวลาในการปฏิบัติงานเพิ่มขึ้น 2 นาที จากข้อมูล จะได้ว่า ช่วงเวลาตั้งแต่การรับแจ้งเหตุจนถึงโรงพยาบาลถึงที่เกิดเหตุใช้เวลา 10 นาที และช่วงเวลาตั้งแต่ออกจากจุดเกิดเหตุใช้เวลา 12 นาที ช่วงเวลาตั้งแต่ออกจากจุดเกิดเหตุจนถึงโรงพยาบาล ใช้เวลา 12 นาที รวมทั้งสิ้น 24 นาที

ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ได้ตั้งสมมุติฐานและเงื่อนไขของ Process ไว้ดังนี้

- กำหนดว่าเหตุฉุกเฉินในแต่ละเหตุมีการขอรถพยาบาลฉุกเฉินครั้งละ 1 คัน เท่านั้น
- เวลาในการรับบริการไม่ได้นำสภาพการจราจรมาคำนวณ
- เวลาในการรับบริการไม่ได้นำระยะทางจากจุดจอร์รถพยาบาลฉุกเฉินไปถึงที่เกิดเหตุมาคำนวณเวลาในการปฏิบัติงาน

สามารถสร้าง Module Process ในโปรแกรม Arena ได้ดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 การสร้าง Module Process ในโปรแกรม Arena

3.3.5 ผลลัพธ์ (Output)

Output หรือ ผลลัพธ์จากแบบจำลองสถานการณ์การจัดสรรรถพยาบาลฉุกเฉิน วัดจาก Average Response Time (min) ของรถพยาบาลแต่ละคัน

จากแบบจำลองสถานการณ์การจัดสรรรถพยาบาล สามารถเขียนแบบจำลองที่หาค่าที่เหมาะสมที่สุด ได้ดังสมการที่ (3.1) – (3.5) โดย สมการที่ (3.1) หมายถึง ต้องการฉากทัศน์ที่ให้ค่าเฉลี่ย Response Time ($E_R[f(x_j, d_i)]$) น้อยที่สุด โดยคำนึงถึงความสัมพันธ์ระหว่าง จำนวนรถพยาบาลฉุกเฉินในแต่ละจุดจอด (x_j) กับ ความต้องการรถพยาบาลในแต่ละพื้นที่ (d_i) และมีเงื่อนไขดังสมการที่ (3.2) – (3.3) คือ x_j ใด ๆ จะต้องมีค่ามากกว่า 1 และน้อยกว่าค่าที่กำหนดตามเงื่อนไข โดยผลรวมของรถพยาบาลฉุกเฉิน x_j จะต้องมีค่าไม่เกิน ค่ารถพยาบาลรวมสูงสุดที่เป็นไปได้ สมการที่ (3.4) คือ $d_i \geq 0$ หมายถึง ค่าความต้องการการใช้รถพยาบาลฉุกเฉินบนพื้นที่ i ต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0 และสมการที่ (3.5) คือจำนวนรถพยาบาลต้องเป็นจำนวนเต็ม

ดัชนี

i : ดัชนีแสดงพื้นที่

j : ดัชนีแสดงตำแหน่งจุดจอด

พารามิเตอร์

E_R : ค่าเฉลี่ย Response Time (นาที)

T : จำนวนรพยาบาลฉุกเฉินสูงสุดตามเงื่อนไข (คัน)

P : จำนวนรพยาบาลสูงสุดที่เป็นไปได้ (คัน)

d_i : ค่าความต้องการบนพื้นที่ i

ตัวแปรตัดสินใจ

x_j : จำนวนรพยาบาลฉุกเฉินในจุดจอด j

Objective

$$\min E_R[f(x_j, d_i)] \quad (3.1)$$

Subject to

$$T \geq x_j \geq 1 \quad ; j = 1, 2, 3, \dots, n \quad (3.2)$$

$$\sum_{j=1}^n x_j \leq P \quad (3.3)$$

$$d_i \geq 0 \quad (3.4)$$

$$x_j \text{ integer} \quad (3.5)$$

จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ข้างต้น ในงานวิจัยฉบับนี้ไม่ได้มีการนำมาหาคำตอบ แต่ใช้แบบจำลองดังกล่าว เพื่อสร้างความเข้าใจสำหรับการเลือกฉากทัศน์ที่ดีที่สุดต่อไป

3.3.6 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์ (Verification)

เป็นการตรวจสอบแบบจำลองที่สร้างขึ้นว่ามีความถูกต้องและสามารถใช้แบบจำลองที่สร้างขึ้นแทนระบบการทำงานจริง ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้การตรวจสอบแบบจำลอง โดยเปรียบเทียบจำนวนเคสของอุบัติเหตุฉุกเฉินที่ได้จากโปรแกรม กับจำนวนเคสอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นจริง ว่ามีจำนวนใกล้เคียงกันหรือไม่

3.3.7 การตรวจสอบความสามารถในการใช้งานแบบจำลอง (Validation)

เป็นการทดสอบความเหมือนจริงของ Simulation Model ว่า คล้ายกับระบบจริงหรือไม่ โดยใช้ One Sample t test โดยในงานวิจัยฉบับนี้ จะตรวจสอบการเข้ามาของเคสฉุกเฉินจากระบบจริงซึ่งเกิดขึ้นเฉลี่ยวันละ 209 เคส มีการกำหนดสมมุติฐาน ดังนี้

$$H_0 : \text{ค่าเฉลี่ยจำนวนเคสฉุกเฉินที่เข้าสู่ระบบ} = 209$$

$$H_1 : \text{ค่าเฉลี่ยจำนวนเคสฉุกเฉินที่เข้าสู่ระบบ} \neq 209$$

ทำการทดสอบความเหมือนจริงของผลลัพธ์ที่ได้ จากการ Run Simulation Model ทั้งหมด 10 Replication และนำไปเปรียบเทียบกับระบบจริง โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ 0.05 ($\alpha = 0.05$)

3.4 การสร้างฉากทัศน์ (Scenario)

งานวิจัยฉบับนี้ได้ทำการศึกษาจากกรณีศึกษาในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร โดยผู้เขียนแบ่งพื้นที่ดังกล่าว เป็นบล็อกจำนวนทั้งสิ้น 187 บล็อก ซึ่งในพื้นที่นี้มีจุดจอดรถพยาบาลฉุกเฉินทั้งหมด 57 จุด ซึ่งงานวิจัยฉบับนี้สร้างฉากทัศน์ ทั้งหมด 20 ฉากทัศน์ เพื่อทำการหาฉากทัศน์ที่ดีที่สุด โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. หาค่าเฉลี่ยความต้องการแต่ละจุดต่อวัน
2. กำหนดจำนวนรถพยาบาลฉุกเฉินตามเงื่อนไข เพื่อเป็นคำตอบเริ่มต้น (Initial solution) โดยมีเงื่อนไข ดังนี้
 - จุดจอดแต่ละจุดต้องมีรถพยาบาลฉุกเฉินอย่างน้อย 1 คัน
 - จุดจอดแต่ละจุดต้องมีรถพยาบาลฉุกเฉินไม่เกิน 16 คัน
 - จุดจอดแต่ละจุดต้องมีรถพยาบาลฉุกเฉิน รวมทั้งสิ้นไม่เกิน 193
 - กำหนดเงื่อนไขจำนวนรถพยาบาลฉุกเฉินขั้นต่ำ ดังตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.7 จำนวนรถพยาบาลฉุกเฉินขั้นต่ำ

ความต้องการในการใช้รถพยาบาลฉุกเฉินแต่ละจุดต่อวัน	จำนวนรถพยาบาลฉุกเฉิน (คัน)
ความต้องการ 1-3 ราย	มากกว่าเท่ากับ 1
ความต้องการ 4-6 ราย	มากกว่าเท่ากับ 3
ความต้องการ 7-9 ราย	มากกว่าเท่ากับ 5
ความต้องการ 10 รายขึ้นไป	มากกว่าเท่ากับ 7

3. เพิ่มจำนวนรถพยาบาล โดยแบ่งเป็น 4 กรณีคือ

กรณีที่ 1 ได้แก่ ฉากทัศน์ที่ 1-5 ทำโดยสุ่มจุดจอด 1 จุด จากทั้ง 5 โซน (กรุงเทพชั้นใน, กรุงเทพตอนบน, กรุงเทพตะวันออก, ฝั่งธน, ย่าน CBD) เพื่อเพิ่มจำนวนรถ 2 คัน ในแต่ละจุดจอด

กรณีที่ 2 ได้แก่ ฉากทัศน์ที่ 6-10 ทำโดยสุ่มจุดจอด 2 จุด จากทั้ง 5 โซน (กรุงเทพชั้นใน, กรุงเทพตอนบน, กรุงเทพตะวันออก, ฝั่งธน, ย่าน CBD) เพื่อเพิ่มจำนวนรถ 2 คัน ในแต่ละจุดจอด

กรณีที่ 3 ได้แก่ ฉากทัศน์ที่ 11-15 ทำโดยสุ่มจุดจอด 3 จุด จากทั้ง 5 โซน (กรุงเทพชั้นใน, กรุงเทพตอนบน, กรุงเทพตะวันออก, ฝั่งธน, ย่าน CBD) เพื่อเพิ่มจำนวนรถ 1 คัน ในแต่ละจุดจอด

กรณีที่ 4 ได้แก่ ฉากทัศน์ที่ 16-20 ทำโดยสุ่มจุดจอด 3 จุด จากทั้ง 5 โซน (กรุงเทพชั้นใน, กรุงเทพตอนบน, กรุงเทพตะวันออก, ฝั่งธน, ย่าน CBD) เพื่อเพิ่มจำนวนรถ 2 คัน ในแต่ละจุดจอด

ซึ่งการสุ่มจุดจอดเพื่อเพิ่มจำนวนรถพยาบาลของทั้ง 4 กรณี ทำได้โดยการใช้ การสุ่มแบบ Monte Carlo มีวิธีการดังนี้

- หาเปอร์เซ็นต์การเรียกใช้งานสะสมในแต่ละโซน
- สุ่มค่าตัวเลข random (0,1) เพื่อสุ่มจุดจอด ในการเพิ่มจำนวนรถพยาบาล
- เพิ่มจำนวนรถพยาบาลตามเงื่อนไข ในแต่ละจุดจอดที่สุ่มได้ ซึ่งผลลัพธ์ทั้ง 20 ฉากทัศน์ ได้ผลลัพธ์ดังตารางที่ 3.8

4. ตรวจสอบความถูกต้อง

ตารางที่ 3.8 จำนวนรถพยาบาลฉุกเฉินในแต่ละจุดจอดของ 20 ฉากทัศน์

โซน	Base	ฉากทัศน์																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
กรุงเทพ ชั้นใน	Base1	7	9	7	7	7	7	7	9	7	7	8	7	7	7	7	9	7	9	9	
	Base12	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Base15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	
	Base16	5	3	3	5	3	5	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	
	Base17	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Base32	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	4	4	3	3	5	3	
	Base33	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	3	1	1	1	
	Base34	3	3	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5	5	3	
	Base35	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	
	Base44	7	7	7	7	7	7	7	7	9	7	8	8	7	8	8	7	7	7	7	
	Base45	5	5	5	5	5	5	7	5	5	7	5	6	6	5	6	5	7	5	5	
Base46	3	3	3	3	3	3	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5		
Base53	7	7	7	7	9	7	7	9	7	7	8	7	8	8	7	7	7	9	9		
กรุงเทพ ตอนบน	Base2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	3		
	Base4	5	3	3	3	3	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5	5	5		
	Base49	3	3	3	5	3	3	5	5	3	5	4	3	4	3	3	5	5	5		
	Base50	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	1	1		
	Base51	3	3	3	3	3	3	3	3	5	5	4	4	4	4	4	5	3	3		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โซน	Base	ฉากทัศน์																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Base52	7	9	9	7	9	9	9	9	9	7	8	8	8	8	8	7	9	9	9	9
กรุงเทพ ตะวันออก	Base9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	3	3	1	3
	Base10	3	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	2	1	2	1	1	1	1	3	1
	Base11	1	1	1	1	1	1	1	3	1	3	1	2	1	1	2	3	1	3	1	3
	Base37	3	3	3	5	3	5	5	5	5	3	4	3	4	3	4	5	5	3	5	3
	Base40	1	1	3	1	1	3	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	3	1	1	
	Base41	1	3	1	1	3	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	3	3
	Base54	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	3	1	1	1
	Base55	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1
	Base56	1	1	1	1	1	1	3	1	3	1	1	1	2	1	1	3	1	1	1	1
ฝั่งธน	Base13	5	5	5	7	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	7	5	7	5	5
	Base14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Base18	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3
	Base19	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1
	Base20	3	3	3	3	3	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Base21	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
	Base22	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1
	Base23	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	5	3	5	3
	Base24	3	1	1	1	1	3	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1
	Base25	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1
	Base26	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Base27	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Base28	3	5	3	3	5	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	5	5	3
	Base29	3	3	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5	3	3	3
	Base30	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Base31	1	1	1	1	1	1	3	1	3	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1
	Base42	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1
	Base43	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	3
	Base47	1	1	1	1	1	1	3	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Base48	3	3	3	3	3	3	3	5	3	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3
Base57	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	3	3	
ย่านCBD	Base3	7	5	5	7	5	5	5	5	5	6	6	5	6	5	5	7	7	5	7	
	Base5	3	3	3	3	3	3	5	3	5	3	3	4	4	3	4	3	5	3	3	3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 38
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โชน	Base	ฉกทศน์																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Base6	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1
	Base7	3	5	3	3	3	3	5	5	3	5	4	4	3	3	3	5	3	3	3	5
	Base8	7	7	7	7	7	9	7	9	7	7	7	7	8	8	8	9	7	9	9	7
	Base36	7	7	7	7	9	9	7	7	9	9	8	7	7	8	8	9	9	9	9	9
	Base38	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Base39	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 39
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การวัดสมรรถนะ (Performance) ของแบบจำลองสถานการณ์

การวัดสมรรถนะ (Performance) ของผลลัพธ์จากแบบจำลองสถานการณ์การจัดสรรทรัพยากรบุคลากรเงิน วัดจาก Average Response Time (min) ซึ่งได้จากการ Run Simulation Model ในโปรแกรม Arena จำนวน 10 Replications

การวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์ จะทำการวัดจาก ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (C.V.) เพื่อวัดว่า ฉากทัศน์ใด มีความทนทาน (Robust) ต่อการเปลี่ยนแปลงของความต้องการในการเรียกใช้ทรัพยากรบุคลากรเงินมากที่สุด โดยคำนวณจาก

$$C.V. = \frac{\text{Standard Deviation Response Time (min)}}{\text{Average Response Time (min)}}$$

โดยเมื่อค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนมีค่าน้อยจะถือว่า ฉากทัศน์นั้น มีความทนทาน (Robust) มาก

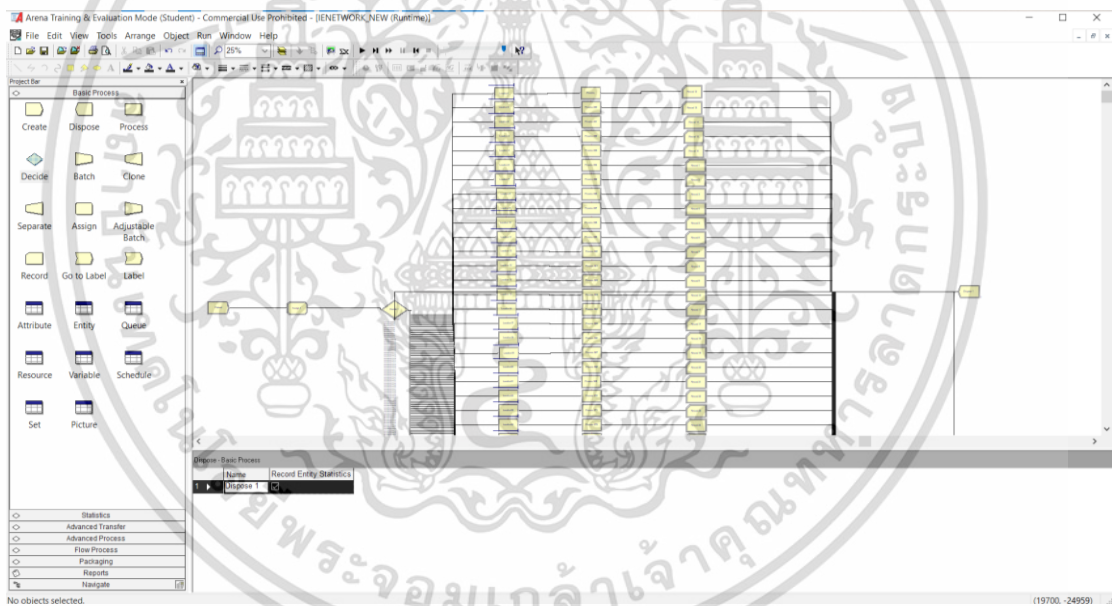


บทที่ 4

ผลการดำเนินงานวิจัย

4.1 ผลการสร้างแบบจำลองสถานการณ์การจัดสรรทรัพยากรทางการแพทย์ฉุกเฉิน

จากการสร้างแบบจำลองสถานการณ์การจัดสรรทรัพยากรพยาบาลฉุกเฉิน ในโปรแกรม Arena Simulation ได้ผลดังรูปที่ 4.1 โดยผู้วิจัยได้ทำการ ตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์ (Verification) ว่าแบบจำลองมีการเขียนที่ถูกต้อง และ ตรวจสอบความสามารถในการใช้งานแบบจำลอง (Validation) พบว่าจำนวน Case ทั้งหมดที่เป็นผลลัพธ์ใกล้เคียงกับสถานการณ์จริง จึงสามารถสรุปได้ว่า แบบจำลองสถานการณ์สามารถนำไปใช้วัด สมรรถนะ (Performance) ของระบบจริงได้ โดยการวัดสมรรถนะเพื่อเลือก ฉากทัศน์ที่ดีที่สุด จะถูกกล่าวถึงในหัวข้อถัดไป



รูปที่ 4.1 ผลการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ในโปรแกรม Arena Simulation

4.2 ผลวัดสมรรถนะ (Performance) ของแบบจำลองสถานการณ์

การวัดสมรรถนะ (Performance) ของผลลัพธ์จากแบบจำลองสถานการณ์การจัตุสรร
รพพยาบาลฉุกฉิน ซึ่งได้จากการ Run Simulation Model ได้ผลดังตารางที่

ตารางที่ 4.1 ผลลัพธ์จากแบบจำลองสถานการณ์

ฉากทัศน์	Average Response Time (min)	Standard Deviation Response Time (min)	Average Utilization (%)
ฉากทัศน์ ปัจจุบัน	31.31	12.76	27.37
ฉากทัศน์ 1	20.35	9.74	34.21
ฉากทัศน์ 2	36.64	13.35	33.60
ฉากทัศน์ 3	26.49	8.06	34.18
ฉากทัศน์ 4	27.99	9.23	33.89
ฉากทัศน์ 5	28.04	10.19	33.96
ฉากทัศน์ 6	40.39	12.19	33.05
ฉากทัศน์ 7	39.34	14.02	33.83
ฉากทัศน์ 8	33.85	13.00	34.44
ฉากทัศน์ 9	25.40	8.62	32.83
ฉากทัศน์ 10	27.37	9.64	31.74
ฉากทัศน์ 11	30.07	7.12	34.93
ฉากทัศน์ 12	24.25	9.60	34.54
ฉากทัศน์ 13	25.07	9.25	33.98
ฉากทัศน์ 14	30.47	9.63	33.75
ฉากทัศน์ 15	37.19	16.90	34.52
ฉากทัศน์ 16	20.29	3.31	34.68
ฉากทัศน์ 17	33.65	21.85	31.91
ฉากทัศน์ 18	27.14	10.88	33.68
ฉากทัศน์ 19	37.59	12.30	33.20
ฉากทัศน์ 20	24.17	8.69	32.09

จากตารางที่ 4.1 พบว่าฉากทัศน์ปัจจุบัน ได้ค่า Average Response Time (min) และ Average Utilization (%) เท่ากับ 27.37% และ 31.31 นาที ตามลำดับ โดยฉากทัศน์ที่ได้ Average Response Time น้อยที่สุดคือ ฉากทัศน์ที่ 16 มีค่าเท่ากับ 20.29 นาที มากที่สุดคือ ฉากทัศน์ที่ 6 คือ 40.39 นาที

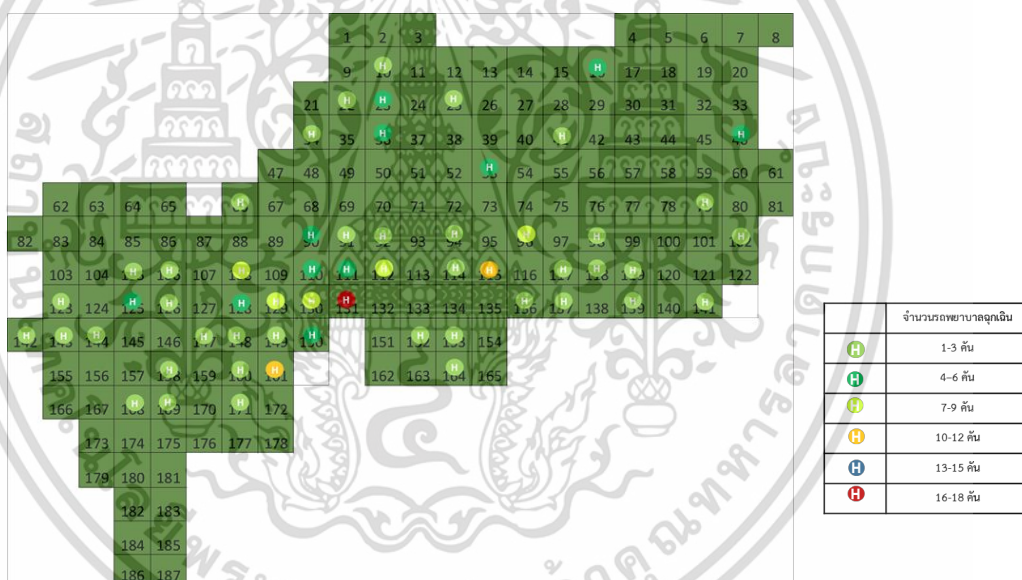
และการวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์ เพื่อหาฉากทัศน์ มีความทนทาน (Robust) ต่อการเปลี่ยนแปลงของความต้องการในการเรียกใช้รถพยาบาลฉุกเฉินมากที่สุด โดยวัดจากค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (C.V.) ได้ผลดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (C.V.) ของแบบจำลองสถานการณ์

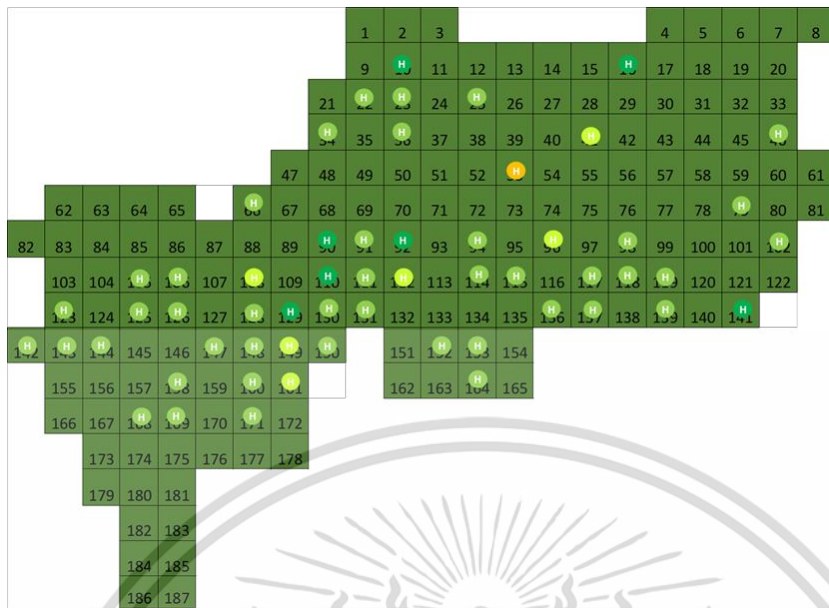
ฉากทัศน์	C.V.
ฉากทัศน์ ปัจจุบัน	0.41
ฉากทัศน์ 1	0.48
ฉากทัศน์ 2	0.36
ฉากทัศน์ 3	0.30
ฉากทัศน์ 4	0.33
ฉากทัศน์ 5	0.36
ฉากทัศน์ 6	0.30
ฉากทัศน์ 7	0.36
ฉากทัศน์ 8	0.38
ฉากทัศน์ 9	0.34
ฉากทัศน์ 10	0.35
ฉากทัศน์ 11	0.24
ฉากทัศน์ 12	0.40
ฉากทัศน์ 13	0.37
ฉากทัศน์ 14	0.32
ฉากทัศน์ 15	0.45
ฉากทัศน์ 16	0.16
ฉากทัศน์ 17	0.65
ฉากทัศน์ 18	0.40
ฉากทัศน์ 19	0.33
ฉากทัศน์ 20	0.36

จากค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (C.V.) ผลที่ได้คือ ฉากทัศน์ ที่มีค่า C.V. ที่น้อยที่สุด เท่ากับ 0.16 คือ ฉากทัศน์ 16 และ ฉากทัศน์ ที่มีค่า C.V. ที่มากที่สุดเท่ากับ 0.65 คือ ฉากทัศน์ 17 ซึ่งฉากทัศน์ปัจจุบัน มีค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (C.V.) เท่ากับ 0.41 กล่าวคือ ฉากทัศน์ 16 นั้น มีค่าความผันแปรต่ำ จึงมีความทนทาน (Robustness) ต่อการเปลี่ยนแปลงของความต้องการในการ เรียกใช้รถพยาบาลฉุกเฉินมากกว่า ฉากทัศน์ อื่น โดย มีค่าความผันแปรต่ำกว่า ฉากทัศน์ปัจจุบันอยู่ถึง 60.97 % ซึ่งจำนวนรถพยาบาลของฉากทัศน์ที่ 16 เมื่อเทียบกับปัจจุบัน มีผลดังรูปที่ 4.2 และ 4.3

จากรูปที่ 4.2 และรูปที่ 4.3 พบว่า จำนวนรถพยาบาลฉุกเฉินในปัจจุบัน และฉากทัศน์ที่ 16 มีจำนวนที่เปลี่ยนไป แต่อย่างไรก็ตาม จะเห็นได้ว่าบางพื้นที่ที่ไม่มีจุดจอดที่ครอบคลุมเพียงพอ ดังนั้น หากงานวิจัยในอนาคตสามารถหาจุดจอดที่ครอบคลุม รวมถึงหาจำนวนในแต่ละจุดจอด ที่สามารถรองรับการเปลี่ยนแปลงปริมาณความต้องการในการเรียกใช้ที่เปลี่ยนแปลงไป จะทำให้งานวิจัย สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

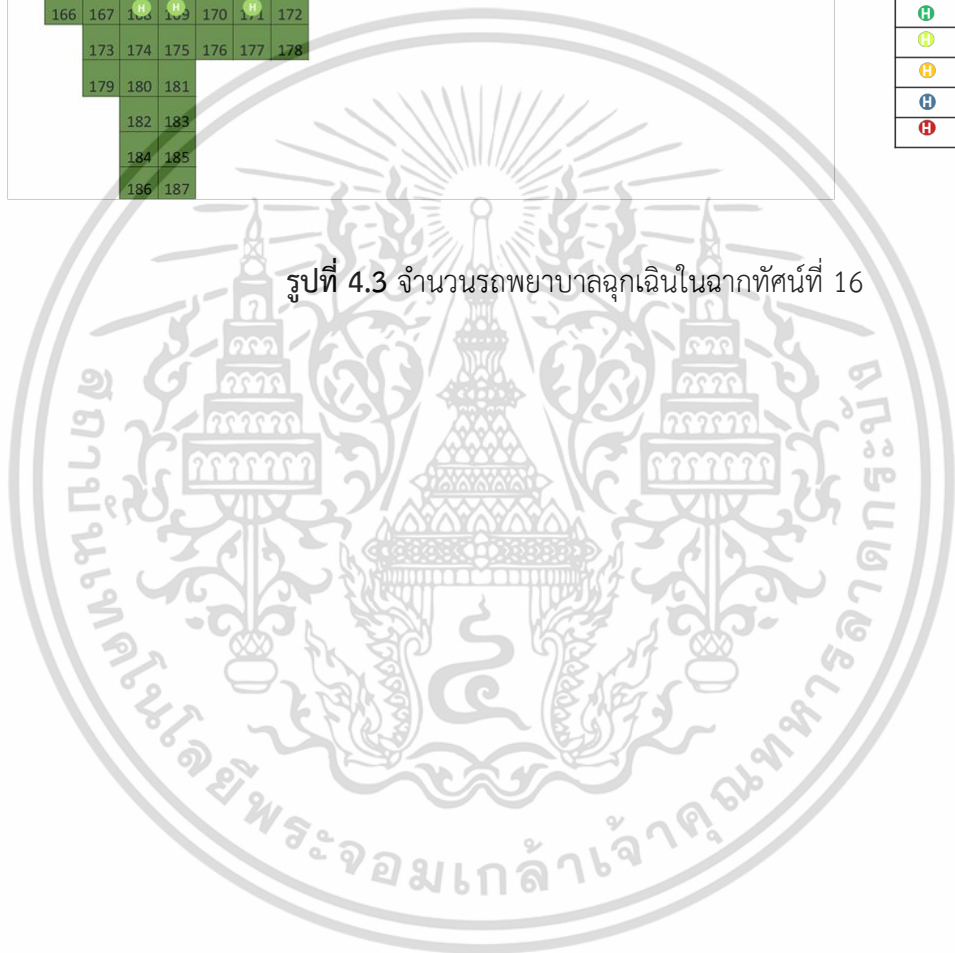


รูปที่ 4.2 จำนวนรถพยาบาลฉุกเฉินในปัจจุบัน



	จำนวนรพยบาลลูกเล่น
●	1-3 คัณ
●	4-6 คัณ
●	7-9 คัณ
●	10-12 คัณ
●	13-15 คัณ
●	16-18 คัณ

รูปที่ 4.3 จำนวนรพยบาลลูกเล่นในฉกทศนที่ 16



บทที่ 5

สรุปงานวิจัย

5.1 สรุปและอภิปรายผลการศึกษา

งานวิจัยฉบับนี้มุ่งเน้นไปที่การจัดจำนวนรถพยาบาลฉุกเฉินในแต่ละจุดจอดให้เหมาะสม โดยประยุกต์ใช้กับกรณีศึกษา ในเขตกรุงเทพมหานคร ซึ่งมีจุดจอดทั้งหมด 57 จุด และรถพยาบาลฉุกเฉินรวมกันทั้งหมด 193 คัน และงานวิจัยฉบับนี้สร้างฉากทัศน์ เพื่อทดสอบทั้งหมด 20 ฉากทัศน์

การจัดจำนวนรถพยาบาลฉุกเฉินในแต่ละจุดจอดให้เหมาะสม จะใช้แบบจำลองสถานการณ์ (Simulation Model) เพื่อประเมิน ว่าฉากทัศน์ ที่ทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงความต้องการในการเรียกใช้รถพยาบาลฉุกเฉินมากที่สุด โดยพิจารณาจากเวลาในการตอบสนอง (Response Time) และค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (C.V.) ของเวลาในการตอบสนอง เพื่อหาชุดคำตอบ ที่มีความทนทาน (Robustness) ต่อการเปลี่ยนแปลงของความต้องการในการเรียกใช้รถพยาบาลฉุกเฉินมากที่สุด ผลคือ ฉากทัศน์ 16 มีเวลาในการตอบสนอง (Response Time) เท่ากับ 20.29 นาที ลดลง 10.02 นาที เมื่อเทียบกับ ฉากทัศน์ปัจจุบันซึ่งมีเวลาในการตอบสนอง 31.31 นาที และ ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (C.V.) ของ ฉากทัศน์ 16 อยู่ที่ 0.16 ซึ่งมีค่าต่ำกว่า 60.97% เมื่อเทียบกับปัจจุบัน ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน เท่ากับ 0.41 กล่าวคือ เมื่อจัดจำนวนรถพยาบาลฉุกเฉินตาม ฉากทัศน์ 16 จะทำให้มีความทนทาน (Robustness) ต่อการเปลี่ยนแปลงของความต้องการในการเรียกใช้รถพยาบาลฉุกเฉินมากกว่าการจัดรถพยาบาลฉุกเฉินในปัจจุบัน

5.2 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต

สามารถนำแนวคิดที่ได้จากงานวิจัยนี้ไปปรับใช้กับ ทุกจังหวัดในประเทศไทยได้ รวมทั้งงานวิจัยฉบับนี้ไม่ได้คำนึงถึงปัจจัยด้าน อื่นๆ เช่น ปัจจัยช่วงเวลาในการเรียกใช้บริการ ปัจจัยการจราจรติดขัด หรือปัจจัยด้านประชากร สำหรับการคิดความต้องการในการเรียกใช้รถพยาบาลฉุกเฉิน ซึ่งงานวิจัยในอนาคตสามารถนำปัจจัยดังกล่าวไปคำนวณหาความต้องการได้

เอกสารอ้างอิง

- [1] L. R. Pinto, P. M. S. Silva, and T. P. Young, 'A generic method to develop simulation models for ambulance systems', *Simul Model Pract Theory*, vol. 51, pp. 170–183, 2015, doi: 10.1016/j.simpat.2014.12.001.
- [2] X. Li and C. Saydam, 'Balancing ambulance crew workloads via a tiered dispatch policy', *Pesquisa Operacional*, vol. 36, no. 3, pp. 399–419, 2016, doi: 10.1590/0101-7438.2016.036.03.0399.
- [3] G. Erdogan, E. Erkut, A. Ingolfsson, and G. Laporte, 'Scheduling ambulance crews for maximum coverage', *Journal of the Operational Research Society*, vol. 61, no. 4, pp. 543–550, 2010, doi: 10.1057/jors.2008.163.
- [4] H. K. Rajagopalan, C. Saydam, H. Setzler, and E. Sharer, 'Ambulance Deployment and Shift Scheduling: An Integrated Approach', *Journal of Service Science and Management*, vol. 04, no. 01, pp. 66–78, 2011, doi: 10.4236/jssm.2011.41010.
- [5] S. Nilsang, C. Yuangyai, C. Y. Cheng, and U. Janjarassuk, 'Locating an ambulance base by using social media: a case study in Bangkok', *Ann Oper Res*, vol. 283, no. 1–2, pp. 497–516, Dec. 2019, doi: 10.1007/s10479-018-2918-8.
- [6] S. Enayati, O. Y. Özaltın, M. E. Mayorga, and C. Saydam, 'Ambulance redeployment and dispatching under uncertainty with personnel workload limitations', *IIE Trans*, vol. 50, no. 9, pp. 777–788, Sep. 2018, doi: 10.1080/24725854.2018.1446105.
- [7] S. Enayati, M. E. Mayorga, H. K. Rajagopalan, and C. Saydam, 'Real-time ambulance redeployment approach to improve service coverage with fair and restricted workload for EMS providers', *Omega (United Kingdom)*, vol. 79, pp. 67–80, Sep. 2018, doi: 10.1016/j.omega.2017.08.001.

- [8] R. Church, P. Sorensen, and W. Corrigan, 'Manpower Deployment in Emergency Services', 2001.
- [9] C. Toregas, R. Swain, C. ReVelle, and L. Bergman, 'The Location of Emergency Service Facilities', *Oper Res*, vol. 19, no. 6, pp. 1363–1373, Oct. 1971, doi: 10.1287/opre.19.6.1363.
- [10] '07-church2005'.
- [11] O. Fujiwara and K. Kumar GUPTA, 'Ambulance deployment analysis: A case study of Bangkok', 1987.
- [12] ผศ.ดร.รุ่งรัตน์ ภิสิทธิ์เพ็ญ, *คู่มือสร้างแบบจำลองด้วยโปรแกรม Arena*.
- [13] A. Ingolfsson, E. Erkut, and S. Budge, 'Simulation of Single Start Station for EdmontonEMS', 2003. [Online]. Available:
- [14] S. Chick, P. J. Sanchez, D. Ferrin, D. J. Morrice, and O. Koch, 'Proceedings of the 2003 Winter Simulation Conference MODELING AMBULANCE SERVICE OF THE AUSTRIAN RED CROSS'.
- [15] H. Inoue, S. Yanagisawa, and I. Kamae, 'Computer-simulated assessment of methods of transporting severely injured individuals in disaster-Case study of an airport accident', *Comput Methods Programs Biomed*, vol. 81, no. 3, pp. 256–265, Mar. 2006, doi: 10.1016/j.cmpb.2005.11.014.
- [16] S. G. Henderson and A. J. Mason, 'Ambulance Service Planning: Simulation and Data Visualisation', 2005, pp. 77–102. doi: 10.1007/1-4020-8066-2_4.
- [17] H. Inoue, S. Yanagisawa, and I. Kamae, 'Computer-simulated assessment of methods of transporting severely injured individuals in disaster-Case study of an

airport accident’, *Comput Methods Programs Biomed*, vol. 81, no. 3, pp. 256–265, Mar. 2006, doi: 10.1016/j.cmpb.2005.11.014.

- [18] K. Inakawa, T. Furuta, and A. Suzuki, ‘Effect of Ambulance Station Locations and Number of Ambulances to the Quality of the Emergency Service’, 2010.
- [19] IEEE Staff and IEEE Staff, *Proceedings of the 2010 Winter Simulation Conference*.
- [20] American Statistical Association, M. IEEE Systems, and National Institute of Standards and Technology (U.S.), *Simulation Conference (WSC), Proceedings of the 2012 Winter : date 9-12 Dec. 2012*. IEEE, 2012.
- [21] American Statistical Association, M. IEEE Systems, and National Institute of Standards and Technology (U.S.), *Simulation Conference (WSC), Proceedings of the 2012 Winter : date 9-12 Dec. 2012*. IEEE, 2012.
- [22] T. Wang, A. Guinet, A. Belaidi, and B. Besombes, ‘Modelling and simulation of emergency services with ARIS and Arena. case study: The emergency department of Saint Joseph and Saint Luc hospital’, *Production Planning and Control*, vol. 20, no. 6, pp. 484–495, 2009, doi: 10.1080/09537280902938605.
- [23] Z. H. Zhang and H. Jiang, ‘A robust counterpart approach to the bi-objective emergency medical service design problem’, *Appl Math Model*, vol. 38, no. 3, pp. 1033–1040, Feb. 2014, doi: 10.1016/j.apm.2013.07.028.
- [24] Z. H. Zhang and H. Jiang, ‘A robust counterpart approach to the bi-objective emergency medical service design problem’, *Appl Math Model*, vol. 38, no. 3, pp. 1033–1040, Feb. 2014, doi: 10.1016/j.apm.2013.07.028.
- [25] M. Amorim, F. Antunes, S. Ferreira, and A. Couto, ‘An integrated approach for strategic and tactical decisions for the emergency medical service: Exploring

optimization and metamodel-based simulation for vehicle location’, *Comput Ind Eng*, vol. 137, Nov. 2019, doi: 10.1016/j.cie.2019.106057.

- [26] P. Beraldi, M. E. Bruni, and D. Conforti, ‘Designing robust emergency medical service via stochastic programming’, *Eur J Oper Res*, vol. 158, no. 1, pp. 183–193, Oct. 2004, doi: 10.1016/S0377-2217(03)00351-5.





ภาพผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก.ก

รายละเอียดเกี่ยวกับจุดจอตรพยาบาลฉุกเฉินที่พื้นที่กรณีศึกษา

ตาราง ก.1 แสดงจุดจอตรพยาบาลฉุกเฉินที่ครอบคลุมในแต่ละพื้นที่

บล็อก	จุดจอตรพยาบาลฉุกเฉินที่ครอบคลุม
1	49
2	49
3	49
4	51
5	51
6	2, 51
7	2, 51
8	2, 51
9	33, 35, 39
10	33, 35, 39
11	35, 49, 50
12	50
13	50
14	51
15	51
16	51
17	51
18	2, 51
19	2, 51
20	2, 51
21	32, 33
22	32, 33, 34, 35, 49
23	33, 34, 35, 49
24	34, 35, 49, 50
25	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บล็อก	จุดจอตรพยาบาลฉุกเฉินที่ครอบคลุม
26	50
27	4
28	4, 51
29	4, 51
30	51
31	2, 51
32	2
33	2
34	32, 33
35	32, 33, 34, 35
36	33, 34, 35
37	34, 35, 50
38	50, 52
39	50, 52
40	4, 52
41	4
42	4
43	4
44	2
45	2
46	2
47	1, 32
48	1, 32
49	32, 34
50	34
51	34
52	52
53	52
54	52
55	4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 53
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บล็อก	จุดจอตรพยาบาลฉุกเฉินที่ครอบคลุม
56	4
57	4
58	2
59	2
60	2
61	2
62	22, 28
63	22
64	19, 22
65	1, 19
66	1
67	1, 12
68	3, 5, 12, 45
69	5, 12, 45
70	17, 45
71	17
72	17, 52
73	17, 52, 53
74	52, 53
75	41, 52, 53
76	41
77	41
78	9, 10
79	9, 10
80	9, 10
81	9, 10
82	22, 28
83	22, 28
84	22
85	19, 22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 54
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บล็อก	จุดจอตรพยาบาลฉุกเฉินที่ครอบคลุม
86	19, 22
87	1, 19
88	1, 8
89	1, 3, 8, 12
90	3, 5, 8, 12, 45
91	3, 5, 6, 7, 12, 44, 45
92	5, 44, 45, 46
93	15, 17,
94	15, 16, 17
95	15, 16, 17, 53
96	16, 53, 56
97	41, 53, 54, 56
98	40, 41, 54, 56
99	40, 41, 54
100	10, 40
101	9, 10
102	9, 10
103	27, 28, 47, 48
104	20, 22, 28
105	19, 20, 21, 22
106	19, 20, 21, 22
107	18, 19,
108	8, 18, 19
109	3, 7, 8, 12, 18
110	3, 5, 7, 8, 12
111	3, 5, 6, 7, 12, 44, 45, 46
112	5, 6, 38, 39, 44, 45, 46
113	15, 17, 38, 39, 44
114	15, 16, 17, 39
115	15, 16, 17, 53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บล็อก	จุดจอตรพยาบาลฉุกเฉินที่ครอบคลุม
116	16, 53, 55, 56
117	41, 53, 54, 55
118	11, 40, 41, 54, 55, 56
119	11, 40, 41, 54
120	11, 37, 40
121	9, 37
122	9, 37
123	27, 28, 47, 48
124	20, 22, 28, 47, 48
125	19, 20, 21, 22, 47
126	19, 20, 21, 22, 25
127	18, 19, 21, 25, 26
128	8, 13, 25, 26
129	7, 8, 13, 18, 42
130	3, 5, 6, 7, 8, 42
131	3, 5, 6, 7, 44, 45, 46
132	5, 6, 38, 39, 44, 46
133	15, 29, 30, 31, 38, 44
134	15, 16, 29, 30, 31, 39
135	15, 16, 29, 30, 31
136	16, 56, 57
137	54, 55, 56
138	11, 40, 54, 55, 56
139	11, 40, 54
140	11, 37, 40
141	37
142	27, 28, 48
143	27, 28, 47, 48
144	20, 28, 47, 48
145	20, 21, 47, 56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

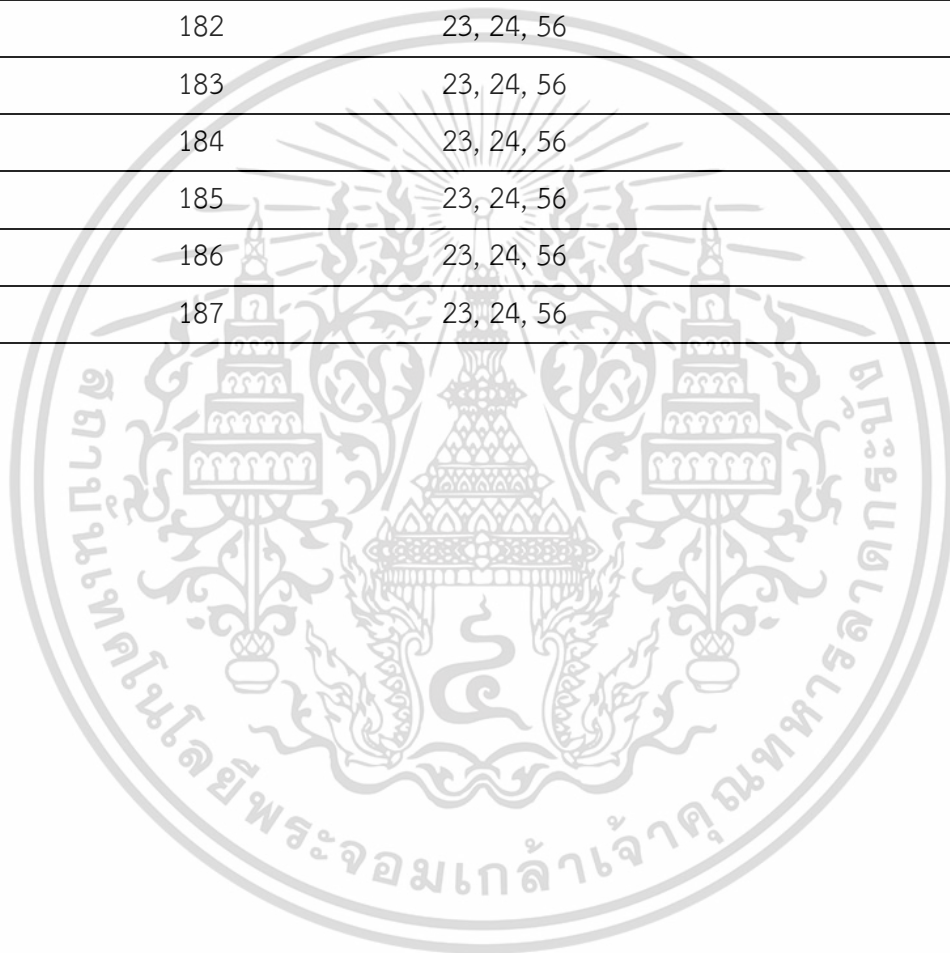
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บล็อก	จุดจอตรพยาบาลฉุกเฉินที่ครอบคลุม
146	20, 21, 25, 47, 56
147	14, 18, 21, 25, 26, 43
148	13, 14, 18, 25, 26, 43
149	13, 14, 18, 26, 36, 42, 43
150	29, 38, 39
151	6, 29, 38, 39
152	29, 30, 31, 38, 39
153	29, 30, 31, 39
154	29, 30, 31
155	27, 47, 48
156	24, 47, 48
157	23, 24, 47, 56
158	23, 24, 25, 56
159	14, 25, 26, 43, 56
160	13, 14, 16, 25, 26
161	13, 14, 26, 36, 42, 43
162	29, 30
163	29, 30
164	29, 30, 31
165	29, 30, 31
166	24
167	24
168	23, 24, 56
169	23, 24, 56
170	14, 23, 43, 56
171	36, 43
172	36, 43
173	23, 24, 56
174	23, 24, 56
175	23, 24, 56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บล็อก	จุดจอตรพยาบาลฉุกเฉินที่ครอบคลุม
176	23, 24, 56
177	23, 24, 56
178	23, 24, 56
179	23, 24, 56
180	23, 24, 56
181	23, 24, 56
182	23, 24, 56
183	23, 24, 56
184	23, 24, 56
185	23, 24, 56
186	23, 24, 56
187	23, 24, 56



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 58
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก.ข

บทความทางวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์

ครองขวัญ บุญกุล, รณน เจียรตระกูล, ชุมพล ยวงโย, สิทธิพร พิมพ์สกุล, สุรียพงศ์ นิลสังข์ (2566)
“การวางแผนจำนวนรพพยาบาลฉุกเฉินโดยพิจารณาถึงความทนทานในการรองรับปริมาณผู้ป่วย”
การประชุมวิชาการการวิจัยดำเนินงานแห่งชาติ ปีที่ 2566 ครั้งที่ 20 หน้าที่ 177 – 183



การวางแผนจำนวนรถพยาบาลฉุกเฉินโดยพิจารณาถึงความหนาทนในการรองรับปริมาณผู้ป่วย
A Robust Planning to Determine the Number of Ambulances for Emergency Medical Services

ครองขวัญ บุญกุล¹, รณน เจียรตระกูล², ชุมพล ยวงโย³, สิริพิพร พิมพ์สกุล⁴

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ, 10520

E-mail: ¹ 62601115@kmitl.ac.th, ² rannon.j@kmitl.ac.th, ³ chumpolyug@kmitl.ac.th, ⁴ sittiporn.pig@kmitl.ac.th

และ สุริยพงษ์ นิกสังข์⁵

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพมหานคร, 10140

E-mail: ⁵ suriyaphong.k@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

การวางแผนบริหารรถพยาบาลในแต่ละจุดฉุกเฉินให้เพียงพอต่อความต้องการมีรายวันเป็นสิ่งสำคัญอย่างมาก เพราะเมื่อจำนวนรถพยาบาลเพียงพอ การช่วยเหลือชีวิตผู้ได้รับบาดเจ็บจะสามารถทำได้อย่างทันท่วงที จึงมีความต้องการในการเรียกใช้รถพยาบาลฉุกเฉินในแต่ละจุดฉุกเฉินแบบปรับเปลี่ยนโดยแต่ละพื้นที่และแต่ละช่วงเวลาจะมีความต้องการที่ไม่เท่ากัน ดังนั้นบทความนี้จึงได้นำเสนอ แนวทางในการจัดสรรจำนวนรถพยาบาลฉุกเฉินในแต่ละจุดฉุกเฉินที่เหมาะสม โดยใช้แบบจำลองสถานการณ์ เพื่อหาพื้นที่พื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงความถี่ของการเรียกใช้มากที่สุด โดยพิจารณาจากอัตราการใช้ประโยชน์ เวลาในการตอบสนอง และค่าความเสียหายในการดำเนินงานตามความต้องการ บริการรถพยาบาลที่มีความหนาทนต่อการเปลี่ยนแปลงของความต้องการในการเรียกใช้รถพยาบาลฉุกเฉินมากที่สุด ซึ่งจากการศึกษาในเขตกรุงเทพมหานครพบว่าทุกมีการจัดสรรรถพยาบาลฉุกเฉินในแต่ละจุดฉุกเฉินจะใช้เวลาในการตอบสนองเฉลี่ย 5.25 นาที และ สัมประสิทธิ์ความแปรปรวนต่ำกว่า 14.57% เมื่อเทียบกับแบบเดิม การวิเคราะห์ที่พบคือ อัตราส่วนที่สอดคล้องกันเปลี่ยนแปลงของจำนวนรถพยาบาลในการเรียกใช้รถพยาบาลฉุกเฉินสามารถจัดรถพยาบาลฉุกเฉินไปยังจุดฉุกเฉินบริเวณที่สนใจในกรุงเทพมหานคร สามารถใช้งานบนรถฉุกเฉินในสถานการณ์จริงและใช้ไปเป็นเครื่องมือช่วยในการตัดสินใจสำหรับการวางแผนรถพยาบาลในอนาคตได้

คำสำคัญ แบบจำลองสถานการณ์, ความหนาทนต่อการเปลี่ยนแปลง, การบริหารการแพทย์ฉุกเฉิน

Abstract

Ambulance base allocation is very important and necessary because if the number of active ambulances is sufficient, patients, injured person can be rescued. However the demand for ambulance in each area is not constant over time this makes it difficult to plan the number of ambulance efficiently. This paper presents a guide lines for appropriately determining the number of ambulances at each base by using a simulation model to find robust answers. Ideas presented in this paper can be used as a tool to assist for ambulance base allocation in real world. The simulation results show that if the appropriate number of emergency ambulances are allocated at each base, the average response time is decreased by 5.25 minutes and the coefficient of variation is decreased by 14.57% compared to the existing situation.

Keywords: Simulation model, Robust, Emergency Medical Service

¹ Corresponding author. E-mail: chumpolyug@kmitl.ac.th

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ³ รองศาสตราจารย์ ⁴ รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์

1. บทนำ

การบริหารการแพทย์ฉุกเฉิน (Emergency Medical Service: EMS) มีความสำคัญและมีจุดประสงค์หลัก คือ ให้บริการทางการแพทย์ก่อนนำส่งโรงพยาบาล (Pre-hospital) [1] มีหน้าที่ในการนำส่งผู้ป่วยและรักษาพยาบาลผู้ป่วยเบื้องต้น ตลอดจนการเคลื่อนย้ายผู้ป่วยที่ประสบเหตุไปยังโรงพยาบาล โดยให้ความสำคัญในด้านการควบคุมการรักษาระหว่างทางเมื่อถึงที่ฉุกเฉิน เพื่อลดโอกาสการสูญเสียชีวิต หรือพิการ โดยหน่วยงานที่สำคัญต่อการบริการคือ หน่วยงานรถพยาบาลฉุกเฉิน ซึ่งมีขั้นตอนการให้บริการ ดังนี้

- ขั้นตอนที่ 1 การรับแจ้งเหตุฉุกเฉิน
- ขั้นตอนที่ 2 การมอบหมายรถพยาบาลฉุกเฉิน ให้ไปปฏิบัติงานเกิดเหตุ
- ขั้นตอนที่ 3 รถพยาบาลฉุกเฉินมาถึงที่เกิดเหตุ และทำการปฐมพยาบาลเบื้องต้น
- ขั้นตอนที่ 4 นำผู้ป่วยส่งถึงโรงพยาบาล เพื่อเข้ารับการรักษาตามอาการของผู้ที่ได้รับบาดเจ็บ
- ขั้นตอนที่ 5 รถพยาบาลกลับสู่จุดจอดครั้งถัดไป



รูปที่ 1 ขั้นตอนการให้บริการของหน่วยรถพยาบาลฉุกเฉิน

จากวันที่ 1 ระยะเวลาระหว่างแจ้งเหตุจนถึงรถพยาบาลฉุกเฉินถึงที่เกิดเหตุ จะเรียกว่า เวลาในการตอบสนอง (Response Time) โดยระยะเวลาที่ควรใช้ไม่ควรเกิน 8-10 นาที [3] เพื่อลดอัตราการเสียชีวิตหรือบาดเจ็บของผู้ป่วย ดังนั้นการบริหารรถพยาบาลฉุกเฉินให้ตอบสนองถึงผู้ป่วย เพื่อให้ลดความเสียหายต่อชีวิตและการให้บริการรถพยาบาลฉุกเฉินได้ โดยความถี่ของการใช้รถพยาบาลฉุกเฉินในแต่ละพื้นที่จะไม่มีเท่ากัน เช่น พื้นที่ที่มีประชากรอาศัยเป็นจำนวนมาก มีแหล่งชุมชน ตลาด หรือห้างสรรพสินค้า จะมีความถี่ของการใช้บริการมากกว่าพื้นที่ที่มีประชากรจำนวนน้อย หรือในขณะเดียวกันในพื้นที่ที่มีความแออัดในช่วงเวลา อาจมีความถี่ของการใช้รถพยาบาลฉุกเฉินที่ไม่เท่ากัน เช่น ช่วงเวลาเร่งจะมีจำนวนรถพยาบาลฉุกเฉินที่มากกว่าช่วงเวลา ธรรมดา โดยจากการศึกษาพบว่า มีงานวิจัยหลายงานที่ศึกษาถึงวิธีการกำหนดจุดจอดรถพยาบาลฉุกเฉินและจำนวนรถพยาบาลฉุกเฉินให้เหมาะสมเพื่อลดรอบการเคลื่อนย้ายในการเรียกใช้งานสูงสุด โดยมีได้คำนิยามถึงสถานที่ที่มีจุดจอดนั้น ๆ มีความต้องการในการเรียกใช้งานรถฉุกเฉินเฉลี่ยสูงไป

ดังนั้นงานวิจัยฉบับนี้จึงมุ่งเน้นไปที่การจัดจำนวนรถพยาบาลฉุกเฉินในแต่ละจุดจอดให้เหมาะสม โดยใช้แบบจำลองสถานการณ์ (Simulation Model) เพื่อหาจำนวนรถพยาบาลในจุดจอดที่เหมาะสมต่อการเปลี่ยนแปลจำนวนรถฉุกเฉินเรียกใช้งานที่ยุติการมาจาก อัตราการใช้ประโยชน์ (Utilization) เวลาในการตอบสนอง (Response Time) และความสามารถในการรองรับปริมาณความต้องการ วัดจาก Coefficient of Variation (C.V) ซึ่งบทความฉบับนี้ได้้นำมาประยุกต์ใช้กับกรณีศึกษา ในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร

โดยแนวคิดที่ได้จากการนำเสนอในบทความ สามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการตัดสินใจและวางแผนการบริหารรถพยาบาลในแต่ละจุดจอดสำหรับกรณีจริงในอนาคตได้

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การจัดทรัพยากรและกำลังพลของบริการรถฉุกเฉิน

สำหรับกลยุทธ์ในการจัดทรัพยากรและกำลังพลของบริการรถฉุกเฉิน เพื่อให้สามารถตอบสนองถึงพื้นที่เกิดเหตุได้อย่างมีประสิทธิภาพรวดเร็ว และใช้เวลาในการตอบสนอง สอดคล้องกับ งานวิจัยของ Pinto และคณะ [1] ที่เสนอแนวทางการลดเวลาการตอบสนองหลากหลายวิธี เช่น การจัดจำนวนรถพยาบาลให้เพียงพอต่อความต้องการ หรือการกระจายตัวของรถพยาบาลให้ครอบคลุมพื้นที่เพื่อให้เหมาะสมต่อความต้องการในการใช้บริการรถพยาบาลฉุกเฉิน แต่ในช่วงเวลา สอดคล้องกับ งานวิจัยของ Nungyai และคณะ [2] ที่ได้นำเสนอแนวทางการวางแผนสำหรับรถพยาบาลให้บริการรถฉุกเฉินด้วยการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อแก้ปัญหาการให้บริการ ได้แก่ ปัญหาสำหรับที่ทำการให้บริการของรถพยาบาลฉุกเฉิน และปัญหาสำหรับการจัดจำนวนรถพยาบาลฉุกเฉิน

ซึ่งกรณีปัญหาการให้บริการดังกล่าวนี้ มีกรณีปัญหาที่พบคือกรณี เช่น Church และคณะ [3] ได้นำเสนอการวางจุดจอดและการกำหนดจำนวนรถพยาบาลฉุกเฉิน ให้เพียงพอและสอดคล้องต่อความต้องการสูงสุด โดยสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ MEXCLP หรือ Chuang และคณะ [4] ได้นำเสนอการวางจุดรถพยาบาลฉุกเฉิน โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ MEXCLP-DS เพื่อจัดสรรจุดจอดรถพยาบาลภายใต้ความต้องการในการเรียกใช้ที่แน่นอน

2.2 แบบจำลองสถานการณ์ของบริการรถฉุกเฉิน

งานวิจัยในปัจจุบันยังคงมุ่งเน้นแบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อจัดสรรจำนวนรถพยาบาลหรือจุดจอดรถพยาบาลที่หนึ่งขณะนั้น ดังนั้นงานวิจัยฉบับนี้เป็นจำนวนแรกที่ใช้ แบบจำลองสถานการณ์ (Simulation Model) เพื่อศึกษาที่ในขณะ เช่น

Henderson และคณะ [5] ได้พัฒนาแบบจำลองสถานการณ์เพื่อเป็นเครื่องมือสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับวางแผน การบริการรถพยาบาลในนิวซีแลนด์ โดยคำนึงถึง Priorization จุดเรียกพยาบาล และ Dispatching time

Inoue และคณะ [6] ใช้แบบจำลองสถานการณ์ เพื่อจำลองการจราจรที่หนาแน่น ความรุนแรงของอุบัติเหตุ

Inakawa และคณะ [7] ได้นำเสนองานวิจัยแบบจำลองสำหรับจำลองการจราจร การจัดสรรจุดจอดและจำนวนรถพยาบาลในเมืองชโย ประเทศญี่ปุ่นโดยวัดประสิทธิภาพของแบบจำลองจากเวลาตอบสนอง อัตราการสูญเสีย และต้นทุนการดำเนินงาน

Silve และคณะ [8] นำเสนอเทคนิค simulation และ optimization เพื่อจำลองขั้นตอนในการให้บริการทางการแพทย์ฉุกเฉินในเมือง Belo Horizonte ประเทศบราซิล เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบ โดยวัดประสิทธิภาพจาก Loss Ratio

Abouelghane [9] ใช้แบบจำลองสถานการณ์ เพื่อจำลอง การบริการทางการแพทย์ฉุกเฉินในฝรั่งเศส โดยกำหนด Scenario ต่าง ๆ สำหรับการปรับปรุงระบบการให้บริการ วัดจาก Utilization ของ รถพยาบาลฉุกเฉิน

Lee และคณะ [10] นำเสนอแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อค้นหาตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการตั้งจุดรถพยาบาลฉุกเฉิน ในประเทศเกาหลีใต้ และใช้แบบจำลองสถานการณ์เพื่อทดสอบผลลัพธ์ ที่ได้จาก แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

Buuren และคณะ [11] นำเสนอ Testing Interface For Ambulance Research (TIFAR) เป็น แบบจำลองสถานการณ์ที่สามารถประเมินประสิทธิภาพของกลยุทธ์ ซึ่ง TIFAR ได้นำไปใช้กับการ บริการทางการแพทย์ฉุกเฉิน การจัดสรรรถพยาบาลฉุกเฉิน ประเทศ เนเธอร์แลนด์

ในต่อรูปแบบ วัดจาก Utilization ของรถพยาบาล ฉุกเฉิน หรืองานวิจัยของ Wang T. และคณะ [12] ใช้แบบจำลอง สถานการณ์ เพื่อ ระบุปัญหาของระบบการบริการและการ จัดสรรทรัพยากร ของการบริการทางการแพทย์ฉุกเฉิน วิเคราะห์สภาพ ของแบบจำลองจากอัตราการใช้รถ

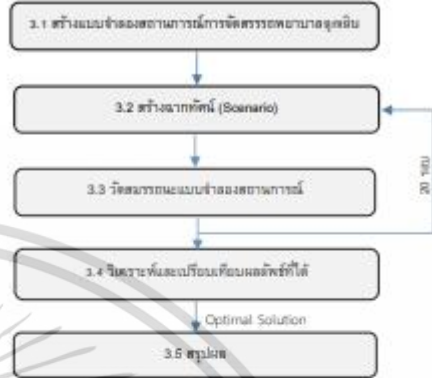
จะเห็นได้ว่าในเอกสารงานวิจัย ซึ่งไม่มี กรวัด Performance ด้านอื่น เช่น พิจารณาว่าใช้ในการตอบสนองร่วมกับวิธีการใช้ ประโยชน์ หรือการจัดจำนวนรถพยาบาลฉุกเฉินในละแวกจุดจุดใด ให้เหมาะสมเพื่อให้มีความทนทาน (Robustness) ต่อการเปลี่ยนแปลง ของความต้องการในการใช้รถพยาบาลฉุกเฉินมากที่สุด ดังนั้น งานวิจัยฉบับนี้มุ่งเน้นไปที่การจัดจำนวนรถพยาบาลฉุกเฉินในละแวก จุดจุดใดที่เหมาะสม โดยไม่เน้นจำลองสถานการณ์ (Simulation Model) เพื่อหาจำนวนรถพยาบาลในแต่ละจุดที่หนาทึบต้องการ เปลี่ยนแปลงความต้องการในการเรียกใช้รถที่สุด ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การวัด Performance ของแบบจำลองสถานการณ์

	การวัดประสิทธิภาพของรถพยาบาล	Average Response Time	Model Robustness	Multiple Locations	Dispatching	Vehicle Allocation	Location Allocation	Simulation Model	Robustness
Haldeman and Wilson (2007)			★	★					
Issari et al. (2006)								★	
Indriana et al. (2011)							★		
Srikand Puro (2010)						★			
Abou el ghane et al. (2012)			★						
Lee et al. (2012)		★	★						
Van Buuren et al. (2012)			★						
Wang et al. (2012)								★	
This Paper	★		★						★

3. ขั้นตอนวิธีดำเนินงานและผลการทดลอง

สำหรับขั้นตอนการดำเนินงาน แบ่งได้เป็น 5 ขั้นตอน ดังรูป ที่ 2



รูปที่ 2 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

3.1 สร้างแบบจำลองสถานการณ์การจัดสรรรถพยาบาลฉุกเฉิน

งานการวิเคราะห์ขั้นต้นที่ กรุงเทพมหานคร สามารถเขียน Flow Chart สำหรับ แบบจำลองสถานการณ์การจัดสรรรถพยาบาล ฉุกเฉิน ดังรูปที่ 3 โดยเรียงจาก

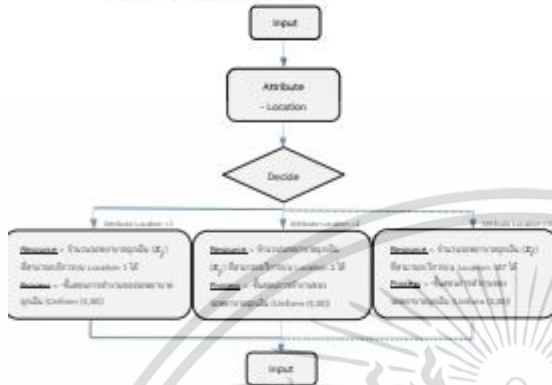
3.1.1 อัตราการเข้ามาของผู้ป่วย (Input) มีการกำหนด อัตราการเข้ามาของรถฉุกเฉิน หรือ Entity โดยอ้างอิงจากจำนวนเหตุ ฉุกเฉินที่เกิดขึ้นจริงในนครหลวงกรุงเทพฯ พ.ศ.2565 ซึ่งเท่ากับ Expo(6.9min) ต่อวัน และได้เพิ่มอัตราการเข้ามาอีก 3 รูปแบบ คือถ้า อัตราการเข้ามาของผู้ป่วยเพิ่มขึ้นเป็น 1 เท่า และ 2 เท่า จะได้เป็น Expo(1:725 min) , Expo (3:45 min) , และถ้าอัตราการผู้ป่วยลดลง 1 เท่า จะได้เป็น Expo (15:8 min) ต่อวัน รวมทั้งหมด 4 รูปแบบ เพื่อ ทดสอบความทนทาน (Robustness) ของภาคทฤษฎีที่สร้างแบบจำลอง

3.1.2 การกำหนด Attribute เป็นการกำหนด Attribute Location ให้กับ Entity นั้น ๆ ส่วนชื่อ Entity จะมีการกำหนดการมี ฉุกเฉินในทันทีได้ มีทั้งหมด 187 locations โดยมีความน่าจะเป็นในการกำหนดเท่ากับ

3.1.3 การตัดสินใจ (Decide) เพื่อเลือก Location เป็น ส่วนคือชื่อ Entity ที่เข้ามาในระบบจะต้องไปใช้ Location ใด ตาม Attribute ของ Entity ชื่อ Location 1-187

3.1.4 Process เป็นกระบวนการที่ Entity จะเข้าสู่ Process ในการรับบริการทางการแพทย์ฉุกเฉิน โดยจะถูกรับบริการโดย Resource ที่เป็นรถพยาบาล ที่ครอบคลุมพื้นที่นั้น ๆ ซึ่งกำหนดเวลาในการรับบริการเท่ากับ Uniform (5 min , 30 min)

3.1.5 Output วิเคราะห์ output หรือ ผลลัพธ์จากแบบจำลองสถานการณ์การบริการจัดสรรรถพยาบาลฉุกเฉิน วิเคราะห์จาก Average Utilization (%), Standard Deviation Utilization (%) และ Average Response Time (min) ของรถพยาบาลแต่ละคัน



รูปที่ 3 Flow Chart แบบจำลองสถานการณ์การบริการจัดสรรรถพยาบาลฉุกเฉิน

และเมื่อเขียน แบบจำลองสถานการณ์การบริการจัดสรรรถพยาบาลฉุกเฉินในโปรแกรม Arena พบ Flow Chart ดังได้แสดงไว้ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 แบบจำลองสถานการณ์การบริการจัดสรรรถพยาบาลฉุกเฉินในโปรแกรม Arena

จากแบบจำลองสถานการณ์การบริการจัดสรรรถพยาบาลฉุกเฉิน เขียนแบบจำลองที่หาค่าที่เหมาะสมที่สุด ได้ผลการที่ (1) (2) โดยสมการที่ (1) หมายถึง ต้องหาราคาค่าพื้นที่ใต้เส้นโค้งของประโยชน์ (E_u, f(x, d_i)) มากที่สุด โดยคำนึงถึงความสัมพันธ์ระหว่าง จำนวนรถพยาบาลฉุกเฉินในแต่ละจุดจอด (x_j) กับ ความต้องการรถพยาบาลในแต่ละพื้นที่ (d_i) สมการที่ (2) หมายความว่า ต้องการหาพื้นที่ใต้ ค่าเฉลี่ย Response Time (E_r, f(x, d_i)) น้อยที่สุด โดยคำนึงถึงความสัมพันธ์ระหว่าง จำนวนรถพยาบาลฉุกเฉินในแต่ละจุดจอด (x_j) กับ ความต้องการรถพยาบาลในแต่ละพื้นที่ (d_i) และมีเงื่อนไขดังสมการที่ (3) - (5) คือ x_j ใด ๆ จะต้องมีค่ามากกว่า 1 และน้อยกว่าค่าที่กำหนดโดยผู้ใช้โดยผลรวมของรถพยาบาลฉุกเฉิน x_j จะต้องมีค่าไม่เกิน ค่ารถพยาบาลรวมสูงสุดที่บินไปได้ สมการที่ (6) คือ d_i ≥ 0 หมายถึง ค่าความต้องการใช้รถพยาบาลฉุกเฉินในพื้นที่ i ต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0 และสมการที่ (7) คือจำนวนรถพยาบาลต้องเป็นจำนวนเต็ม

พารามิเตอร์

- E_u : ค่าเฉลี่ย Utilization ของรถพยาบาลฉุกเฉินทั้งหมด (%)
- E_r : ค่าเฉลี่ย Response Time (นาที)

T : จำนวนรถพยาบาลฉุกเฉินสูงสุดตามเงื่อนไข (คัน)

P : จำนวนรถพยาบาลสูงสุดที่บินไปได้ (คัน)

d_i : ค่าความต้องการบนพื้นที่ i

ตัวแปรตัดสินใจ

x_j : จำนวนรถพยาบาลฉุกเฉินในจุดจอด j

Objective function

$$\max E_u [f(x_j, d_i)] \quad (1)$$

$$\min E_r [f(x_j, d_i)] \quad (2)$$

Subject to

$$x_j \geq 1 \quad ; j = 1, 2, 3, \dots, n \quad (3)$$

$$x_j \leq T \quad ; j = 1, 2, 3, \dots, n \quad (4)$$

$$\sum_{j=1}^n x_j \leq P \quad (5)$$

$$d_i \geq 0 \quad (6)$$

$$x_j \text{ Integer} \quad (7)$$

ซึ่งในบทความฉบับนี้ไม่ได้ใช้ แบบจำลองสถานการณ์ เป็นกรณีอื่นใดในการแก้ปัญหาการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด

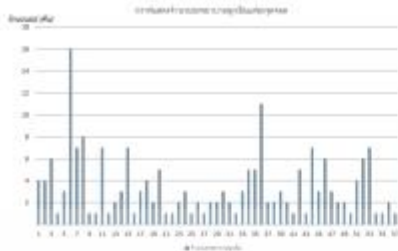
3.2 สร้างฉากทัศน์ (Scenario)

งานวิจัยฉบับนี้ได้ทำการศึกษาผลกระทบที่เกิดขึ้นในพื้นที่กรุงเทพมหานคร โดยผู้เขียนแบ่งพื้นที่ดังกล่าว เป็นบริเวณทั้งหมดทั้งสิ้น 387 บล็อก ซึ่งในพื้นที่นี้มีจุดจอดรถพยาบาลฉุกเฉินทั้งหมด 57 จุด [13] ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 พื้นที่กรุงเทพมหานคร

จากการเก็บข้อมูลจากระบบสารสนเทศการแพทย์ฉุกเฉินปี พ.ศ.2564 พบว่าทุกจุดจอดมีจำนวนรถพยาบาลฉุกเฉินในรถทั้งสิ้น 193 คัน โดยจุดจอดที่มีรถพยาบาลฉุกเฉินมากที่สุดมี 16 คัน จุดจอดที่มีรถพยาบาลฉุกเฉินน้อยที่สุดมี 1 คัน ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 จำนวนรถพยาบาลฉุกเฉินในแต่ละจุดจอด

ซึ่งจากข้อมูลสามารถสร้างฉากทัศน์ โดยมีเงื่อนไข ดังนี้

1. จุดจอดแต่ละจุดต้องมีรถพยาบาลฉุกเฉินอย่างน้อย 1 คัน
2. จุดจอดแต่ละจุดต้องมีรถพยาบาลฉุกเฉินไม่เกิน 16 คัน
3. จุดจอดแต่ละจุดต้องมีรถพยาบาลฉุกเฉิน รวมทั้งสิ้นไม่เกิน 193

และโดยที่ทราบกันดี ยังมีข้อกำหนดเงื่อนไขจำนวนรถพยาบาลฉุกเฉินเช่นกัน จากความต้องการในการใช้รถพยาบาลฉุกเฉินแต่ละจุดต่อวันที่เกี่ยวข้องจาก ระบบสารสนเทศการแพทย์ฉุกเฉิน ปี พ.ศ.2564 พบเงื่อนไขในข้อที่ 4

4. กำหนดเงื่อนไขจำนวนรถพยาบาลฉุกเฉินขั้นต่ำ ดังตารางที่ 2

ความต้องการในการใช้รถพยาบาลฉุกเฉินแต่ละจุดจอด	จำนวนรถพยาบาลฉุกเฉิน (คัน)
ความต้องการ 1-3 ราย	ฉากทัศน์ที่ 1
ความต้องการ 4-6 ราย	ฉากทัศน์ที่ 3
ความต้องการ 7-9 ราย	ฉากทัศน์ที่ 5
ความต้องการ 10 รายขึ้นไป	ฉากทัศน์ที่ 7

จากเงื่อนไขข้างต้นผู้วิจัยได้สร้าง ฉากทัศน์ 20 ฉากทัศน์ โดยแต่ละฉาก จะมีจำนวนรถพยาบาลฉุกเฉินที่ต่างกัน ซึ่งรถพยาบาลฉุกเฉินแต่ละฉากทัศน์ ไม่เกินจำนวนรถพยาบาลฉุกเฉินในข้อที่ 3.1 ต่อไป ซึ่งผู้เขียนได้ทำการ verify แบบจำลองสถานการณ์แล้วพบว่า แบบจำลองมีการเขียนที่ถูกต้อง และได้ทำการ validate แบบจำลองสถานการณ์ด้วยความต้องการใช้รถพยาบาลฉุกเฉินหรือ Case ที่เกิดขึ้นจริง พบว่าจำนวน Case ที่พบแต่เป็นผลลัพธ์ไม่เกี่ยวข้องสถานการณ์จึงจึงสามารถสรุปได้ว่า แบบจำลองสถานการณ์สามารถนำไปใช้วัดสมรรถนะ (Performance) ของระบบจริงได้ โดยนำตัวแปรรอบเพื่อเลือก ฉากทัศน์ที่ดีที่สุด จะถูกพิจารณาในหัวข้อต่อไป

3.3 วัดสมรรถนะ (Performance)

การวัดสมรรถนะ (Performance) ของผลลัพธ์จากแบบจำลองสถานการณ์มักใช้ตัวแปรมาบ่งชี้ เช่น Average Utilization (%), Standard Deviation Utilization (%) และ Average Response Time (min) ซึ่งได้จากการ Run Simulation Model ในโปรแกรม Arena จำนวน 10 Replications ได้ผลดังตารางที่ 3 โดย ฉากทัศน์ที่ ปัจจุบัน ได้ค่า Standard Deviation Utilization

(%) และ Average response time (min) เท่ากับ 15.24% และ 19.88 นาที ตามลำดับ

ตารางที่ 3 สมรรถนะ (Performance) แบบจำลองสถานการณ์

ฉากทัศน์	Average Utilization (%)	Standard Deviation Utilization (%)	Average Response Time (min)
ฉากทัศน์ ปัจจุบัน	15.24	9.28	19.88
ฉากทัศน์ 1	18.40	10.91	14.93
ฉากทัศน์ 2	18.28	10.71	17.58
ฉากทัศน์ 3	19.33	10.91	19.58
ฉากทัศน์ 4	18.43	10.92	20.58
ฉากทัศน์ 5	18.96	10.90	21.58
ฉากทัศน์ 6	18.77	10.85	21.58
ฉากทัศน์ 7	18.55	10.91	20.62
ฉากทัศน์ 8	10.85	11.81	25.58
ฉากทัศน์ 9	19.48	24.83	20.88
ฉากทัศน์ 10	19.43	13.91	18.93
ฉากทัศน์ 11	28.28	14.71	14.63
ฉากทัศน์ 12	27.93	17.91	19.58
ฉากทัศน์ 13	24.38	20.91	20.41
ฉากทัศน์ 14	18.96	22.93	14.63
ฉากทัศน์ 15	18.76	18.90	25.17
ฉากทัศน์ 16	18.55	19.91	20.12
ฉากทัศน์ 17	20.71	14.81	22.91
ฉากทัศน์ 18	18.76	17.90	27.83
ฉากทัศน์ 19	0.1855	0.1291	24.78
ฉากทัศน์ 20	0.2085	0.1782	20.53

3.4 การวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์

การวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์ จะทำการวัดจาก ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (C.V.) เพื่อวัดว่า ฉากทัศน์ใด มีความทนทาน (Robust) ต่อการเปลี่ยนแปลงของความต้องการในการบริการรถพยาบาลฉุกเฉินมากที่สุด โดยคำนวณจาก

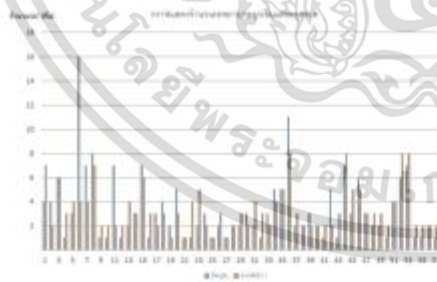
$$C.V. = \frac{\text{Standard Deviation Utilization (\%)}}{\text{Average Utilization (\%)}}$$

โดยเมื่อค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนมีค่าน้อยจะถือว่าฉากทัศน์นั้น มีความทนทาน (Robust) มาก ซึ่งผลการทดลองได้ผลดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ความทนทาน (Robust) ของแบบจำลองสถานการณ์

ฉากทัศน์	C.V.	Average Response Time (min)
ฉากทัศน์ ปัจจุบัน	0.6089	19.88
ฉากทัศน์ 1	0.5929	14.93
ฉากทัศน์ 2	0.5859	17.58
ฉากทัศน์ 3	0.5644	19.58
ฉากทัศน์ 4	0.5925	20.58
ฉากทัศน์ 5	0.5749	21.58
ฉากทัศน์ 6	0.5781	21.58
ฉากทัศน์ 7	0.5881	20.62
ฉากทัศน์ 8	1.0885	25.58
ฉากทัศน์ 9	1.2746	20.88
ฉากทัศน์ 10	0.7159	18.93
ฉากทัศน์ 11	0.5202	14.63
ฉากทัศน์ 12	0.6412	19.58
ฉากทัศน์ 13	0.8577	20.41
ฉากทัศน์ 14	1.2094	19.62
ฉากทัศน์ 15	1.0075	25.17
ฉากทัศน์ 16	1.0733	20.12
ฉากทัศน์ 17	0.7151	22.91
ฉากทัศน์ 18	0.9542	27.83
ฉากทัศน์ 19	0.6960	24.78
ฉากทัศน์ 20	0.8597	20.53

ฉากทัศน์ที่มีประสิทธิภาพแปรปรวน (C.V.) ที่ดีคือคือ ฉากทัศน์ ที่มีค่า C.V. ที่มีค่าที่ต่ำกว่ากับ 0.5202 คือ ฉากทัศน์ 11 และ ฉากทัศน์ ที่มีค่า C.V. ที่มากที่สุดเท่ากับ 1.2746 คือ ฉากทัศน์ 9 ซึ่งฉากทัศน์ปัจจุบัน มีค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (C.V.) เท่ากับ 0.6089 หรือคือ ฉากทัศน์ 11 นั้น มีความผันแปรค่า μ มีความทนทาน (Robustness) ต่อการเปลี่ยนแปลงของความต้องการในการเรียกใช้รถพยาบาลฉุกเฉินมากกว่าฉากทัศน์อื่น โดย มีความผันแปรค่าว่าฉากทัศน์ปัจจุบันอยู่ที่ 14.57% ซึ่งจำนวนรถพยาบาลฉุกเฉินฉากทัศน์ที่ 11 เมื่อเทียบกับปัจจุบันแล้วลดลงถึง 7



รูปที่ 7 จำนวนรถพยาบาลฉุกเฉินในปัจจุบันเทียบกับฉากทัศน์ 11

4. สรุปผล

งานวิจัยฉบับนี้มุ่งเน้นไปที่การจัดจำนวนรถพยาบาลฉุกเฉินในแต่ละจุดจอดให้เหมาะสม โดยประยุกต์ใช้กับกรณีศึกษา ในเขตกรุงเทพมหานคร ซึ่งมีจุดจอดทั้งหมด 57 จุด และรถพยาบาลฉุกเฉินรวมกันทั้งหมด 193 คัน และงานวิจัยฉบับนี้สร้างฉากทัศน์ เพื่อทดสอบทั้งหมด 20 ฉากทัศน์

การจัดจำนวนรถพยาบาลฉุกเฉินในแต่ละจุดจอดให้เหมาะสม จะใช้แบบจำลองสถานการณ์ (Simulation Model) โดยพิจารณาจากใช้ประโยชน์ (Utilization) เวลาในการตอบสนอง (Response Time) และค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (C.V.) ของอัตราการใช้ประโยชน์ (Utilization) เพื่อหาชุดค่าตอบที่มีความทนทาน (Robustness) ต่อการเปลี่ยนแปลงของความต้องการในการเรียกใช้รถพยาบาลฉุกเฉินมากที่สุด ผลคือ ฉากทัศน์ 11 มีเวลาในการตอบสนอง (Response Time) เท่ากับ 14.63 นาที ลดลง 5.25 นาที เมื่อเทียบกับฉากทัศน์ปัจจุบันซึ่งมีเวลาในการตอบสนอง 19.88 นาที และ ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (C.V.) ของฉากทัศน์ 11 อยู่ที่ 0.5202 ซึ่งมีค่าต่ำกว่า 14.57% เมื่อเทียบกับปัจจุบัน ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน เท่ากับ 0.6089 กล่าวคือ เมื่อจัดจำนวนรถพยาบาลฉุกเฉินตาม ฉากทัศน์ 11 จะทำให้มีความทนทาน (Robustness) ต่อการเปลี่ยนแปลงของความต้องการในการเรียกใช้รถพยาบาลฉุกเฉินมากกว่าการจัดรถพยาบาลฉุกเฉินในปัจจุบัน

5. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ส่วนรอนำแนวคิดที่ได้จากงานวิจัยนี้ไปปรับใช้กับ ทุกจังหวัดในประเทศไทย รวมถึงงานวิจัยฉบับนี้ก็ได้ค่าเชิงวิจัยที่น่าสนใจ เช่น ปัจจัยการวางรถฉุกเฉิน หรือปัจจัยด้านประชากร สำหรับการคิดความต้องการในการเรียกใช้รถพยาบาลฉุกเฉิน ซึ่งงานวิจัยในอนาคตสามารถนำปัจจัยดังกล่าวไปคำนวณหาความต้องการได้

เอกสารอ้างอิง

- [1] Pinto LR, Silva PMS, Young TP "A generic method to develop simulation models for ambulance systems". *Simulation Model Practice Theory* 51:170-183 2015
- [2] C. Yuangyal, S. Nilsang, and C. Yang. "Robust ambulance base allocation strategy with social media and traffic congestion information," *J. Ambient Intell. Humaniz. Comput.*, 2020.
- [3] R. Church and C. ReVelle, "The Maximal Covering Location Problem," *Papers of the Regional Science Association*, vol. 32, pp. 101-118, 1974.
- [4] Chun-Ling Chuang, "A MAXIMUM EXPECTED COVERING MODEL FOR AN AMBULANCE LOCATION PROBLEM," *Journal of the Chinese Institute of Industrial Engineers*, vol. 24, pp. 469-474, 2007.
- [5] Henderson S. G. and Mason A. J., "Ambulance service planning: simulation and data visualization," *Operations research and health care* pp. 77-102 2005.
- [6] Inoue H., Yanagisawa S. and Kamae I. "Computer Simulated assessment of methods of transporting severely injured individuals in disaster-Case study of an airport accident," *Computer Methods Programs in Biomedicine* pp. 256-265, 2006.
- [7] Inakawa K., Furuta, T. and Suzuki, A. "Effect of ambulance station locations and number of ambulances to the quality of the emergency service" service. In: *The 9th international symposium on operations research and its applications (ISORA'10)* pp. 340-347 2010.
- [8] Silva P. and Pinto R. "Emergency medical systems analysis by simulation and optimization" J. *Proceedings of the 2010 winter simulation conference*, 2010, pp. 2422-2432
- [9] Aboueljainie L., Jemai, Z. and Sahyri, E. "Reducing ambulance response time using simulation: The case of Val-de-Marne department emergency medical service," *Proceedings of the 2012 winter simulation conference*, 2012
- [10] Lee T., Jang, H., Cho, S.-H. and Turner, J.G. "A simulation-based iterative method for a trauma center: air ambulance location problem" *Proceedings of the 2012 winter simulation conference*, 2012
- [11] Van Buuren M., Aardal, K., Van der Mei, R. and Post, H. "Evaluating dynamic dispatch strategies for emergency medical services: Tifar simulation tool" *Proceedings of the 2012 winter simulation conference*, 2012
- [12] Wang T., Guinet, A., Belaidi, A. and Besombes B. "Modelling and simulation of emergency services with ARIS and Arena. Case study: The emergency department of Saint Joseph and Saint Luc Hospital," *Production Planning & Control*, vol.20(6) pp.484-495, 2009
- [13] กรมการแพทย์ฉุกเฉิน, "ข้อมูลทรัพยากรพื้นฐาน จังหวัดบึงฉลวยระบบสารสนเทศการแพทย์ฉุกเฉิน." [ออนไลน์]. แหล่งข้อมูล http://report.nkems.go.th/ksmsdwh/portal_link.html. [วันที่เข้าถึง: 20 ธันวาคม 2565]

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล นางสาว ครองขวัญ บุญกุล
วัน เดือน ปีเกิด 16 พฤศจิกายน พ.ศ. 2537 ที่จังหวัดกรุงเทพฯ
ที่อยู่ 24 ซ.เฉลิมพระเกียรติ ร.9 ซอย 48 แยก 14แขวงดอกไม้ เขตประเวศ
จ.กรุงเทพฯ 10250
เบอร์โทรศัพท์ 092-2713319
E-mail. klongkwan.boonkul@gmail.com
ประวัติการศึกษา 2560 วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอัตโนมัติ
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผลงานทางวิชาการ ครองขวัญ บุญกุล, รณน เจียรตระกูล, ชุมพล ยวงใย, สิทธิพร พิมพ์
สกุล, สุริยพงศ์ นิลสังข์ (2566) “การวางแผนจำนวนรถพยาบาล
ฉุกเฉินโดยพิจารณาถึงความหนาทานในการรองรับปริมาณผู้ป่วย” การ
ประชุมวิชาการการวิจัยดำเนินงานแห่งชาติ ปีที่ 2566 ครั้งที่ 20
หน้าที่ 177 – 183