# การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันเพื่อวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าถึงการบริการการแพทย์ฉุกเฉิน สำหรับผู้สูงอายุในประเทศไทย

# Development of Web Application to Analyze Accessibility of Emergency Medical Services for Elderly Population

วิจิตรา นาคแดง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาตรี เสนอภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตร ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาภูมิศาสตร์ พฤษภาคม 2564 ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

คณะกรรมการวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาตรี ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ เรื่องการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันเพื่อวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าถึงการบริการการแพทย์ฉุกเฉิน สำหรับผู้สูงอายุในประเทศไทย ของนางสาววิจิตรา นาคแดง เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาภูมิศาสตร์ ของภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร

.....

( ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กัมปนาท ปิยะธำรงชัย )

อาจารย์ที่ปรึกษา

.....

( รองศาสตราจารย์พัฒนา ราชวงศ์ )

ประธานหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาภูมิศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

.....

( รองศาสตราจารย์พัฒนา ราชวงศ์ )

หัวหน้าภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

# ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเนื่องจากบุคคลหลายท่านได้ให้ความอนุเคราะห์ช่วยเหลือในหลายๆ ด้าน อาทิ การศึกษาข้อมูลจากเว็บไซต์การแลกเปลี่ยนข้อมูลด้านมนุษยธรรม การให้ความรู้และแนะนำการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันวิเคราะห์ความสามารถในการบริการการให้คำปรึกษาและข้อเสนอแนะของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในความกรุณาของ ผู้ช่วยศาตราจารย์ ดร.กัมปนาท ปิยะธำรงชัย ที่ได้สละเวลาอันมีค่ามาเป็นที่ปรึกษาพร้อมทั้งให้ คำแนะนำและแนวคิดตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ด้วยความเอาใจใส่ตลอด ระยะเวลาในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์ ขอขอบพระคุณคณะอาจารย์สาขาภูมิศาสตร์ทุกท่านที่ถ่ายทอดความรู้รวมถึงข้อเสนอแนะต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ให้แก่ผู้วิจัยทั้งความรู้ตลอดเวลาที่ผ่านมาอย่างมากต่อการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณพ่อ คุณแม่ เพื่อน รุ่นพี่ รุ่นน้อง และทุกๆคน ที่ให้กำลังใจและค่อยช่วยสนับสนุนผู้วิจัยตลอดมา คุณค่าและคุณประโยชน์จากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ผู้วิจัยขอมอบและอุทิศแด่ผู้มีพระคุณทุกๆ ท่าน ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่างานวิจัยนี้จะเป็นแนวคิดและเป็นประโยชน์ต่อการวิเคราะห์ข้อมูลประชากรในอนาคต

วิจิตรา นาคแดง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

**ชื่อเรื่อง** การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันเพื่อวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าถึงการบริการการแพทย์ฉุกเฉินสำหรับผู้สูงอายุในประเทศไทย

**ผู้วิจัย** นางสาววิจิตรา นาคแดง

**ประธานที่ปรึกษา** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กัมปนาท ปิยะธำรงชัย

**ประเภทสารนิพนธ์** วิทยานิพนธ์ วท.บ.สาขาภูมิศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร,2563

**คำสำคัญ** ระบบบริการการแพทย์ฉุกเฉิน,ผู้สูงอายุ,พื้นที่ให้บริการ

## บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ (1) เพื่อศึกษาและวิเคราะห์การเข้าถึงพื้นที่การบริการทางการแพทย์ฉุกเฉิน (2) เพื่อพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันและวิเคราะห์การจัดวางตำแหน่งการบริการทางการแพทย์ฉุกเฉิน ที่สามารถครอบคลุมประชากรผู้สูงอายุในพื้นที่บริการ ซึ่งผลลัพธ์จากการทดสอบระบบที่พัฒนาขึ้นพบว่าสามารถวิเคราะห์การเข้าถึงการบริการทางการแพทย์ฉุกเฉิน ที่สามารถครอบคลุมประชากรผู้สูงอายุ ณ ตำแหน่งนั้น ๆ ตามระยะเวลาที่กำหนดไว้ 8 นาที และนอกจากนั้นผู้วิจัยได้สุ่มจุดตัวอย่างจากเว็บแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้น เพื่อวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าถึงการบริการทางการแพทย์ฉุกเฉิน พบว่าในบริเวณในระยะเวลา 8 นาที พื้นที่เมืองขนาดใหญ่ มีความสามารถในการเข้าถึงการบริการทางการแพทย์ฉุกเฉิน และสามารถครอบคลุมประชากรผู้สูงอายุได้เป็นจำนวนมากกว่าพื้นที่เมืองขนาดกลางและพื้นที่เมืองขนาดเล็ก เนื่องพื้นที่เมืองขนาดใหญ่มีเส้นทางการคมนาคมที่เข้าถึงกันง่าย และมีประชากรผู้สูงอายุอาศัยอยู่เป็นจำนวนมาก เว็บแอปพลิเคชันสามารถนำประยุกต์ใช้ประโยชน์ในการกำหนดเป็นแนวทางในการบริหารจัดการให้บริการผู้ป่วยฉุกเฉินอื่น ๆ ได้ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการให้บริการของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและลดความสูญเสียที่อาจเกิดได้ในอนาคตต่อไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

| | |
|---|---|
| **Title** | Development of Web Application to Analyze Accessibility of Emergency Medical Services for Elderly Population |
| **Author** | Wijittra Nakdang |
| **Advisor Assistant Professor** | Dr.Kampanart Piyathamrongchai, Ph.D. |
| **Academic Paper** | Thesis B.S. in Geography, Naresuan University, 2020 |
| **Keywords** | Emergency medical service system , elderly person, Service area |


**Abstract**

The purposes of this study were 1) to study and analyze accessibility level of emergency medical service and 2) to develop a web application to locate EMS vehicle parking place in order to cover emergency medical service for elderly people. The results showed that the elderly people can access emergency medical services within 8 minutes. In addition, researchers randomly selected parking location of EMS vehicles in the application. It was found that within 8 minutes, the elderly people in metropolitan and larger cities could access to emergency medical services. The results of this study can be used as a guide for the EMS management to plan the covering of emergency service in order to improve the service efficiency; the relevant organizations will be able to reduce the possible losses in the future.



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

**สารบัญ**

**หน้า**

**บทที่ 1 บทนำ.....1**

1.1 ความเป็นมาของปัญหา.....1

1.2 นิยามศัพท์เฉพาะ.....4

1.3 วัตถุประสงค์.....4

1.4 คำถามงานวิจัย .....4

1.5 ประเด็นวิจัย.....4

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....4

**บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....5**

2.1 ข้อมูล HDX ประชากรผู้สูงอายุ.....6

2.2 เทคนิคการวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าถึงพื้นที่การบริการทางการแพทย์ฉุกเฉิน.....7

2.3 เครื่องมือที่ช่วยในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน.....10

2.4 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....19

**บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....22**

3.1เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....22

3.2 กรอบแนวคิด.....22

3.3 ขั้นตอนการวิจัย.....23

**บทที่ 4 การพัฒนาและทดสอบระบบ .....25**

4.1 ข้อมูล HDX ประชากรผู้สูงอายุ.....25

4.2 การพัฒนาระบบ.....26

4.3 ผลการทดสอบระบบ.....34

**บทที่ 5 บทสรุป.....46**

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

5.1 สรุปผลการวิจัย.....48

5.2 อภิปรายผล.....48

5.3 ข้อเสนอแนะ.....48

**บรรณานุกรม .....50**

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

**สารบัญภาพ**

**หน้า**

ภาพ 1 แบบจำลองการวิเคราะห์เส้นทาง....7

ภาพ 2 การวิเคราะห์พื้นที่ให้บริการ....8

ภาพ 3 การวิเคราะห์สิ่งอำนวยความสะดวกที่ใกล้ที่สุด....9

ภาพ 4 การวิเคราะห์เมทริกซ์....10

ภาพ 5 กระบวนการทำงานของเว็บเซิร์ฟเวอร์....11

ภาพ 6 Directions Service จากบริการ OpenRouteService....14

ภาพ 7 isochrones จากบริการ OpenRouteService....15

ภาพ 8 Matrix Servicev จากบริการ OpenRouteService....15

ภาพ 9 ตัวอย่างการเรียกดูข้อมูลในฐานข้อมูล ....17

ภาพ 10 ตัวอย่างการอัปเดตข้อมูลในฐานข้อมูล....18

ภาพ 11 ตัวอย่างการเพิ่มข้อมูลลงในฐานข้อมูล....18

ภาพ 12 ตัวอย่างการเพิ่มข้อมูลลงในฐานข้อมูล....19

ภาพ 13 กรอบแนวคิดการวิจัย....22

ภาพ 14 แผนที่แสดงตำแหน่งประชากรผู้สูงอายุในประเทศไทย....25

ภาพ 15 กระบวนการจัดการฐานข้อมูลผู้สูงอายุ....26

ภาพ 16 ฐานข้อมูลประชากรผู้สูงอายุ....27

ภาพ 17 หน้าเว็บแอปพลิเคชัน....28

ภาพ 18 Code ส่วนแสดงแผนที่หน้าเว็บแอปพลิเคชัน....28

ภาพ 19 ส่วนแสดงชั้นข้อมูล....29

ภาพ 20 Code ส่วนแสดงชั้นข้อมูล....29

ภาพ 21 ฟังก์ชันในการคำนวณผลลัพธ์และล้างข้อมูลการค้นหา....29

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

**สารบัญภาพ**

**หน้า**

ภาพ 22 สร้างมาร์คเกอร์.....30

ภาพ 23 กำหนดระยะเวลาในการคำนวณมาร์คเกอร์.....30

ภาพ 24 Code กำหนดจำนวนมาร์คเกอร์และ popup แจ้งเตือนเมื่อมาร์คเกอร์ครบแล้ว.....30

ภาพ 25 popup แจ้งเตือนเมื่อมาร์คเกอร์ครบจำนวนแล้ว.....31

ภาพ 26 Code ฟังก์ชันรับค่าจากปุ่ม Generate.....31

ภาพ 27 Code ส่งค่าให้ OpenRouteService.....31

ภาพ 28 คำนวณ Code ฟังก์ชันลบข้อมูลที่วิเคราะห์แล้ว.....32

ภาพ 29 รูปปิดที่ส่งกลับมาจากฐานข้อมูล.....32

ภาพ 30 หลักการทำงานของ OpenRouteService .....33

ภาพ 31 หลักการทำงานของ TURF.JS API.....34

ภาพ 32 การวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าถึงบริการทางการแพทย์ฉุกเฉินในพื้นที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร.....35

ภาพ 33 กล่องแสดงผลลัพธ์จำนวนประชากรผู้สูงอายุในพื้นที่บริการ จังหวัดกรุงเทพมหานคร.....35

ภาพ 34 การวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าถึงบริการทางการแพทย์ฉุกเฉินในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่.....36

ภาพ 35 กล่องแสดงผลลัพธ์จำนวนประชากรผู้สูงอายุในพื้นที่บริการ จังหวัดเชียงใหม่.....36

ภาพ 36 การวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าถึงบริการทางการแพทย์ฉุกเฉินในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา....37

ภาพ 37 กล่องแสดงผลลัพธ์จำนวนประชากรผู้สูงอายุในพื้นที่บริการ จังหวัดนครราชสีมา.....37

ภาพ 38 การวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าถึงบริการทางการแพทย์ฉุกเฉินในพื้นที่จังหวัดพิษณุโลก.....38

ภาพ 39 กล่องแสดงผลลัพธ์จำนวนประชากรผู้สูงอายุในพื้นที่บริการ จังหวัดพิษณุโลก.....38

ภาพ 40 การวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าถึงบริการทางการแพทย์ฉุกเฉินในพื้นที่จังหวัดชุมพร.....39

ภาพ 41 กล่องแสดงผลลัพธ์จำนวนประชากรผู้สูงอายุในพื้นที่บริการ จังหวัดชุมพร.....39

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

**สารบัญภาพ**

**หน้า**

ภาพ 42 การวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าถึงบริการทางการแพทย์ฉุกเฉินในพื้นที่จังหวัดชลบุรี.....40

ภาพ 43 กล่องแสดงผลลัพธ์จำนวนประชากรผู้สูงอายุในพื้นที่บริการ จังหวัดชลบุรี.....40

ภาพ 44 การวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าถึงบริการทางการแพทย์ฉุกเฉินในพื้นที่จังหวัดปราจีนบุรี.....41

ภาพ 45 กล่องแสดงผลลัพธ์จำนวนประชากรผู้สูงอายุในพื้นที่บริการ จังหวัดปราจีนบุรี.....41

ภาพ 46 การวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าถึงบริการทางการแพทย์ฉุกเฉินในพื้นที่จังหวัดแม่ฮ่องสอน.....42

ภาพ 47 กล่องแสดงผลลัพธ์จำนวนประชากรผู้สูงอายุในพื้นที่บริการ จังหวัดแม่ฮ่องสอน.....42

ภาพ 48 การวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าถึงบริการทางการแพทย์ฉุกเฉินในพื้นที่จังหวัดบึงกาฬ.....43

ภาพ 49 กล่องแสดงผลลัพธ์จำนวนประชากรผู้สูงอายุในพื้นที่บริการ จังหวัดบึงกาฬ.....43

ภาพ 50 การวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าถึงบริการทางการแพทย์ฉุกเฉินในพื้นที่จังหวัดราชบุรี.....44

ภาพ 51 กล่องแสดงผลลัพธ์จำนวนประชากรผู้สูงอายุในพื้นที่บริการ จังหวัดราชบุรี.....44

ภาพ 52 กราฟแสดงจำนวนประชากรผู้สูงอายุในพื้นที่บริการ 10 จังหวัด.....45

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

# บทที่ 1

# บทนำ

## 1.1 ที่มาและความสำคัญ

การแพทย์ฉุกเฉิน (Emergency medical services, EMS) คือการดูแลรักษาอาการผู้เจ็บป่วยนอกโรงพยาบาลและเคลื่อนย้ายผู้ป่วยฉุกเฉินที่มีอาการป่วยหรือบาดเจ็บที่เกิดขึ้นฉุกเฉิน เฉียบพลัน พร้อมทั้งการนำส่งโรงพยาบาลที่เหมาะสม โดยมีจุดประสงค์หลัก คือช่วยชีวิตผู้ป่วยฉุกเฉิน, ป้องกันไม่ให้สถานการณ์เลวร้ายและบรรเทาอาการที่ทำให้เกิดความเสี่ยงหรือทุกข์ทรมานลง ซึ่งผู้ปฏิบัติการจำเป็นต้องมีความรู้ ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับระบบการแพทย์ฉุกเฉิน และมาตรฐานหลักเกณฑ์ต่างๆที่เกี่ยวกับระบบการแพทย์ฉุกเฉิน ตามที่พระราชบัญญัติการแพทย์ฉุกเฉินแห่งชาติ พ.ศ. 2551 ซึ่งกำหนดให้มีสถาบันการแพทย์ฉุกเฉินแห่งชาติ ทำหน้าที่ในการพัฒนาระบบบริการการแพทย์ฉุกเฉินของประเทศไทย โดยให้ท้องถิ่นทุกจังหวัดมีหน้าที่ในการบริหารจัดให้มีบริการความช่วยเหลือที่มีมาตรฐานให้บริการแก่ประชาชนในพื้นที่

ในการทำงานของหน่วยแพทย์ฉุกเฉินนั้นจะให้บริการตลอด 24 ชั่วโมง โดยมีศูนย์รับแจ้งเหตุและสั่งการส่งชุดปฏิบัติการทางการแพทย์ฉุกเฉินที่เหมาะสมกับสถานการณ์ ไปช่วยเหลือผู้ป่วยและลำเลียงส่งไปยังสถานพยาบาล จึงทำให้ระบบบริการแพทย์ฉุกเฉิน เป็นหน่วยปฏิบัติการที่มีส่วนสำคัญในการช่วยเหลือผู้ป่วยและลดการสูญเสียชีวิต ชุดปฏิบัติการแพทย์ที่เกี่ยวกับการปฏิบัติการฉุกเฉิน ประเภทของชุดปฏิบัติการต่างๆ เป็นไปตามที่สถาบันการแพทย์ฉุกเฉินแห่งชาติกำหนด ได้แก่ 1. ชุดปฏิบัติการฉุกเฉินเบื้องต้น (First Response Unit: FR) 2. ชุดปฏิบัติการฉุกเฉินระดับต้น (Basic Life support Unit: BLS) 3. ชุดปฏิบัติการฉุกเฉินระดับกลาง (Intermediate Life Support Unit: ILS) 4. ชุดปฏิบัติการฉุกเฉินระดับสูง (Advanced Life Support Unit: ALS) ซึ่งชุดปฏิบัติการทั้ง 4 ประเภทจะประกอบด้วย บุคลากร พาหนะ และอุปกรณ์ตามมาตรฐานที่คณะกรรมการการแพทย์ฉุกเฉินกำหนด และได้ขึ้นทะเบียนไว้กับหน่วยปฏิบัติการ และจะมีการคัดกรองจำแนกหรือแยกประเภทผู้ป่วย โดยมีการใช้เกณฑ์และวิธีการคัดแยกตาม Emergency Severity Index (ESI) Version 4 แบบ 5 ระดับ ดังนี้ 1.ผู้ป่วยฉุกเฉินวิกฤต ได้แก่ บุคคลซึ่งได้รับบาดเจ็บหรือมีอาการป่วยกะทันหันซึ่งมีภาวะคุกคามต่อชีวิต ใช้สัญลักษณ์ “สีแดง” จะเริ่มได้รับปฏิบัติการภายใน 8 นาทีนับรวมตั้งแต่ขั้นตอนได้รับแจ้ง ถึงขั้นตอนชุดปฏิบัติการฉุกเฉินเริ่มให้การช่วยเหลือ 2.ผู้ป่วยฉุกเฉินเร่งด่วน ได้แก่ บุคคลที่ได้รับบาดเจ็บหรือมีอาการป่วยซึ่งมีภาวะเฉียบพลันมากหรือเจ็บปวดรุนแรง จำเป็นต้องได้รับปฏิบัติการแพทย์อย่างรีบด่วน ใช้สัญลักษณ์ “สีเหลือง” 3.ผู้ป่วยฉุกเฉินไม่รุนแรง ได้แก่ บุคคลซึ่งได้รับบาดเจ็บหรือมีอาการป่วยซึ่งมีภาวะเฉียบพลันไม่รุนแรง อาจรอรับปฏิบัติการแพทย์ได้ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง ให้ใช้สัญลักษณ์ “สีเขียว” 4.ผู้ป่วยทั่วไป ได้แก่ บุคคลที่เจ็บป่วยแต่ไม่ใช่ผู้ป่วยฉุกเฉิน ใช้สัญลักษณ์ “สีขาว” 5.ผู้รับบริการสาธารณสุขอื่นๆ ได้แก่ บุคคลซึ่งมารับบริการสาธารณสุขหรือบริการอื่น ให้ใช้สัญลักษณ์ “สีดำ” ซึ่งสถาบันการแพทย์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยมหิดล
Copyright© by Mahidol University
All rights reserved

ฉุกเฉินแห่งชาติได้กำหนดตัวบ่งชี้ไว้ในแผนหลักการแพทย์ฉุกเฉินแห่งชาติฉบับที่ 3 พ.ศ 2560 - 2564 ไว้หลายตัวบ่งชี้ ทั้งในด้านโครงสร้างการบริหารงาน ได้แก่ ให้มีศูนย์รับแจ้งเหตุฉุกเฉินที่มีมาตรฐานโดยดำเนินงานภายใต้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ร้อยละผู้รับบริการเข้าถึงบริการการแพทย์ฉุกเฉิน (1669) ส่วนด้านระยะเวลาในการบริการตั้งแต่รับแจ้งเหตุจนชุดปฏิบัติการไปถึงจุดเกิดเหตุสำหรับผู้ป่วยฉุกเฉินวิกฤต ต้องไม่เกิน 8 นาที สำหรับผู้ป่วยฉุกเฉินเร่งด่วน ต้องไม่เกิน 15 นาที ผู้ป่วยฉุกเฉินไม่รุนแรง ต้องไม่เกิน 30 นาที ในปัจจุบันอนุโลมว่าในเขตเมืองควรมีระยะเวลาไม่เกิน 10 นาที และในเขตนอกเมืองไม่ควรเกิน 30 นาที ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับข้อจำกัดของแต่ละพื้นที่และปัจจัยทางการจราจร

ปัจจุบันประชากรโลกได้เปลี่ยนผ่านสู่ประชากรสูงวัย ประเทศไทยจัดอยู่ในกลุ่มสังคมสูงวัยของกลุ่มประเทศอาเซียนเป็นอันดับที่ 2 รองจากประเทศสิงคโปร์ ซึ่งเป็นผลมาจากการที่มีอัตราเจริญพันธุ์และอัตราการเกิดลดลงอย่างรวดเร็ว และการลดภาวะการตายอันเนื่องมาจากความก้าวหน้าของเทคโนโลยีทางการแพทย์และการพัฒนาประเทศทั้งด้านเศรษฐกิจและสังคม ทำให้คนไทยมีสุขภาพที่ดีมีอายุยืนยาวมากขึ้น จากข้อมูลของ United Nations World Population Ageing พบว่าในอีก 10 ปีข้างหน้าประเทศไทยกำลังอยู่ในช่วงการเปลี่ยนผ่านเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุโดยสมบูรณ์ (Aged Society) โดยจำนวนผู้สูงอายุที่อ่อนแอและพิการรวมทั้งผู้ที่ป่วยด้วยโรคเรื้อรังต่างๆจะเพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็ว ส่งผลกระทบต่อบริการการแพทย์ฉุกเฉินและศักยภาพของสถานพยาบาลที่รองรับผู้ป่วยฉุกเฉิน จากแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของจำนวนผู้สูงอายุอย่างรวดเร็วส่งผลกระทบต่อระบบต่างๆทั้งด้านเศรษฐกิจ สังคม โดยเฉพาะอย่างยิ่งผลกระทบด้านสุขภาพของผู้สูงอายุ ซึ่งเกิดจากการเสื่อมถอยของร่างกาย อวัยวะต่างๆ สูญเสียหน้าที่ เป็นเหตุนำมาซึ่งความเจ็บป่วยและความผิดปกติมากขึ้นในผู้สูงอายุ โดยจะพบว่าการเจ็บป่วยของผู้สูงอายุที่ป่วยด้วย โรคมะเร็ง โรคหัวใจ โรคเรื้อรัง โรคที่มีสาเหตุจากการเสื่อมสภาพของอวัยวะและโรคสมองเสื่อมจะมีสัดส่วนสูงขึ้นจากการคาดประมาณแนวโน้มประชากร ทำให้เห็นว่าจำนวนผู้สูงอายุที่อ่อนแอและพิการรวมทั้งผู้ที่ป่วยด้วยโรคเรื้อรังต่างๆ จะเพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้มีความเป็นไปได้สูงที่ความต้องการของด้านการใช้บริการการแพทย์ฉุกเฉินที่เพิ่มมากขึ้น จากการศึกษาของ Veser et al. (2015) พบว่าประชากรที่มีอายุมากกว่า 75 ปี มีอัตราการเรียกใช้บริการรถฉุกเฉินมากถึง 33% คิดเป็น 9% ของประชากรทั้งหมด และมีประชากรอายุ 90 ปีขึ้นไป เรียกใช้บริการรถฉุกเฉินเฉลี่ย 7.9 เท่า ของประชากรทั้งหมด Keskinoglu et al. (2011) พบผู้สูงอายุมีอัตราการใช้บริการแพทย์ฉุกเฉินก่อนถึงโรงพยาบาลสูงเป็น 4 เท่าของกลุ่มวัยอื่น สอดคล้องกับการศึกษาของ Berman et al. (2010) พบว่าการเพิ่มขึ้นของประชากรสูงวัยมีผลกระทบต่อการเพิ่มขึ้นของสัดส่วนการแจ้งเหตุ จำนวนผู้ป่วยที่เคลื่อนย้าย เวลาในการดูแล ณ จุดเกิดเหตุ ระยะเวลาออกปฏิบัติการ และระยะเวลาในการเคลื่อนย้ายผู้ป่วยไปส่งโรงพยาบาล สำรับข้อมูลระดับชาติของประเทศไทยยังไม่มีการรายงาน แต่จากสถิติของหน่วยอุบัติเหตุและฉุกเฉินโรงพยาบาลราชวิถี ปีพ.ศ. 2553 พบว่ามีผู้สูงอายุมารับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

บริการจำนวน 12,548 ราย จากผู้รับบริการทั้งหมด 78,053 ราย คิดเป็นผู้ป่วยสูงอายุร้อยละ 16 ของผู้ป่วยที่มารับบริการ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงผลกระทบสำคัญของการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างประชากรผู้สูงอายุที่เพิ่มขึ้นในอนาคตต่อบริการการแพทย์ฉุกเฉิน และศักยภาพของโรงพยาบาลในการรองรับผู้ป่วยฉุกเฉินการสำรวจจำนวนประชากรก็มีความก้าวหน้าขึ้นโดยลำดับแหล่งข้อมูลหนึ่งที่จัดสร้างขึ้นโดยเฟซบุ๊กร่วมกับ มหาวิทยาลัยโคลัมเบีย ข้อมูลเพื่อการแลกเปลี่ยนข้อมูลด้านมนุษยธรรม (HDX) คือ เป็นแพลตฟอร์มเปิดสำหรับการแชร์ข้อมูลข้ามวิกฤตและองค์กร เป้าหมายของเว็บไซต์การแลกเปลี่ยนข้อมูลด้านมนุษยธรรม คือ การทำให้ข้อมูลด้านมนุษยธรรมง่ายต่อการค้นหาและใช้สำหรับการวิเคราะห์ ได้รับการจัดการโดยศูนย์ข้อมูลด้านมนุษยธรรมของ OCHA ซึ่งตั้งอยู่ในกรุงเฮก OCHA เป็นส่วนหนึ่งของสำนักเลขาธิการสหประชาชาติและมีหน้าที่รับผิดชอบในด้านมนุษยธรรม แผนที่ความละเอียดสูงเหล่านี้จะประมาณจำนวนผู้คนที่อาศัยในกรอบตาราง 30 เมตรในเกือบทุกประเทศทั่วโลก

ปัจจุบันเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันมากขึ้นและมีการพัฒนามาต่ออย่างเนื่อง เพื่ออำนวยความสะดวกในด้านต่างๆ โดยเฉพาะเทคโนโลยีทางด้านการติดต่อสื่อสารผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการเผยแพร่ข้อมูลและข่าวสารต่างๆ หนึ่งในนั้นคือการให้บริการแผนที่ผ่านเว็บไซต์ (Web Map Services) ซึ่งเป็นการนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information Systems หรือ GIS) มาใช้ในการพัฒนาและการนำเสนอข้อมูลปัจจุบัน

การนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาประยุกต์ใช้กับระบบการแพทย์ฉุกเฉิน สามารถช่วยวิเคราะห์หาพื้นที่ให้บริการทางการแพทย์ฉุกเฉินที่เหมาะสมและครอบคลุมกับจำนวนประชากรผู้สูงอายุในพื้นที่นั้นๆ ตามระยะเวลาที่กำหนดไว้ 8 นาที จึงทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันที่ช่วยในการวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าถึงการบริการทางการแพทย์ฉุกเฉิน เพื่อรองรับและครอบคลุมจำนวนประชากรผู้สูงอายุในบริเวณพื้นที่ที่กำหนดในการจัดวางจุดจอดรถฉุกเฉิน และยังใช้บริการ Web Map Service (WMS) บริการแผนที่ ทำให้แผนที่คุณสมบัติและข้อมูลแอททริบิวต์พร้อมใช้งานในแอปพลิเคชันไคลเอนต์หลายประเภทการใช้บริการแผนที่โดยทั่วไป คือการแสดงข้อมูลธุรกิจที่ด้านบนของแผนที่ฐานจาก ArcGIS Online, Bing Maps หรือ Google Maps วิธีอื่นๆ ซึ่งจะกำหนดอินเทอร์เฟสที่ช่วยให้ผู้ใช้บริการได้รับแผนที่ของข้อมูลเชิงพื้นที่และได้รับข้อมูลรายละเอียดเฉพาะที่แสดงบนแผนที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

**นิยามศัพท์เฉพาะ**

ระบบบริการการแพทย์ฉุกเฉิน (EMS system) หมายถึง ระบบที่มีการจัดวางอย่างเป็นระเบียบ (organized) ครอบคลุม (integrated) เป็นไปเพื่อให้ความช่วยเหลือภาวะเร่งด่วนทางการแพทย์สำหรับบุคคลแต่ละคน เพื่อเข้าถึง (assess) และเข้าสู่ (enter) ระบบการให้การดูแลสุขภาพในระยะเวลาอันรวดเร็ว

วัยสูงอายุ หรือ วัยชรา หมายถึง มนุษย์ที่มีอายุอยู่ในช่วงปลายของชีวิต นิยามของผู้สูงอายุ แตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับว่ามองผ่านความรู้สาขาใด เช่น ทางชีววิทยา ประชากรศาสตร์ การจ้างงาน และทางสังคมวิทยา เป็นต้น สำหรับประเทศไทย ตามกฎหมายกำหนดไว้ว่าผู้สูงอายุคือบุคคลที่มีอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป

พื้นที่ให้บริการ (Service Area) คือ พื้นที่หรือบริเวณที่สามารถเข้าถึงหรือให้บริการได้จากจุดที่กำหนด ซึ่งพื้นที่ให้บริการนี้เป็นพื้นที่ที่ครอบคลุมถนนที่เข้าถึงได้ทั้งหมด

**1.2 วัตถุประสงค์**

1.2.1 เพื่อศึกษาและวิเคราะห์การเข้าถึงพื้นที่การบริการทางการแพทย์ฉุกเฉิน

1.2.2 เพื่อพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันและวิเคราะห์การจัดวางตำแหน่งการบริการทางการแพทย์ฉุกเฉินที่ครอบคลุมประชากรผู้สูงอายุในพื้นที่บริการ

**1.3 คำถามงานวิจัย**

ระบบวางแผนการกำหนดตำแหน่งจุดจอดรถเพื่อการบริการทางการแพทย์ฉุกเฉินช่วยให้ครอบคลุมพื้นที่การให้บริการแก่ผู้สงอายุได้มีประสิทธิภาพหรือไม่

**1.4 ประเด็นวิจัย**

การพัฒนาเครื่องมือเพื่อวางแผนกำหนดจุดจอดรถฉุกเฉิน เพื่อให้ครอบคลุมจำนวนผู้สูงอายุในพื้นที่ที่ศึกษา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

**1.5ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ**

1.ระบบที่พัฒนาขึ้นจะช่วยในการวางแผนกำหนดจุดจอดรถฉุกเฉินให้ครอบคลุมพื้นที่ประชากรผู้สูงอายุ

# บทที่ 2

## เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาและพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันเพื่อวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าถึงการบริการการแพทย์ฉุกเฉิน เพื่อรองรับประชากรผู้สูงอายุในพื้นที่ โดยใช้ข้อมูลตำแหน่งประชากรผู้สูงอายุ HDX DATA โดยนำแนวคิดและเทคนิคมาประยุกต์ใช้จากการทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้เป็นแนวทางในการศึกษางานวิจัย มีรายละเอียดดังนี้

2.1 ข้อมูล HDX ประชากรผู้สูงอายุ

2.2 เทคนิคการวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าถึงพื้นที่การบริการทางการแพทย์ฉุกเฉิน

2.2.1 พื้นที่บริการ (Service Area)

2.2.2 การวิเคราะห์โครงข่าย (Network Analysis)

2.3 เครื่องมือที่ช่วยในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน

2.-.1 เครื่องมือหรือซอฟท์แวร์ที่ใช้ในการศึกษา

2.3.2 Library ที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

2.3.3 ภาษาโปรแกรมที่ใช้

2.4 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

**2.1 ข้อมูล HDX ประชากรผู้สูงอายุ**

Humanitarian Data Exchange (HDX) เป็นแพลตฟอร์มแบบเปิดสำหรับการแบ่งปันข้อมูลระหว่างวิกฤตและองค์กรต่างๆ เป้าหมายของ HDX คือ ทำให้ข้อมูลด้านมนุษยธรรมค้นหาง่ายและใช้ในการวิเคราะห์ชุดข้อมูลที่เพิ่มมากขึ้น โดยได้รับการเข้าถึงโดยผู้ใช้ในกว่า 200 ประเทศ ระบบ HDX จะพยายามสร้างแผนที่หรือภาพตัวอย่างทางภูมิศาสตร์จากรูปแบบข้อมูลทางภูมิศาสตร์ที่ระบบรู้จัก เช่น shp. zip, kml หรือ geojson

ระบบจัดการฐานข้อมูลของเว็บไซต์การแลกเปลี่ยนข้อมูลด้านมนุษยธรรม ใช้เทคนิคการสังเกตด้วยคอมพิวเตอร์ที่ทันสมัยในการระบุอาคาร จากแผนที่สาธารณะที่สามารถเข้าถึงได้ เพื่อสร้างชุดข้อมูลประชากรที่แม่นยำที่สุดในโลก แผนที่มีให้ใช้งานที่พื้นที่จริงความละเอียด 30 เมตร ซึ่งแม่นยำกว่าแผนที่ความละเอียดสูงที่เคยมี นอกจากนี้ชุดข้อมูลยังให้ข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับการกระจายตัวของประชากรบางกลุ่มในแต่ละประเทศ ซึ่งรวมถึงจำนวนเด็กอายุต่ำกว่า 5 ขวบ จำนวนผู้หญิงวัยเจริญพันธุ์ตลอดจนประชากรวัยหนุ่มสาวและผู้สูงอายุด้วยข้อมูลความละเอียดที่ไม่เคยมีมาก่อน ข้อมูลเหล่านี้ไม่ได้สร้างขึ้นจากการใช้ข้อมูลFacebookเพียงอย่างเดียว แต่ต้องอาศัยการพัฒนาร่วมกับ AI ของ Machine Vision และภาพถ่ายดาวเทียมและข้อมูลสำมะโนประชากร ในการสร้างแผนที่ที่สามารถช่วยระบุว่าประชากรเหล่านี้อยู่ที่ไหน ขั้นตอนแรกคือการค้นหาว่าผู้คนทั่วไปอยู่ที่ไหนและขั้นตอนที่สองคือการได้รับข้อมูลประชากรเพื่อระบุตำแหน่ง โดยมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1: กำหนดว่าผู้คนอยู่ที่ไหน เพื่อให้ได้ความหนาแน่นของประชากรในแต่ละประเทศ จะใช้ Convolutional Neural Networks กับภาพถ่ายดาวเทียมความละเอียดสูง เพื่อค้นหาบ้านและรวมกับชุดข้อมูลสำมะโนประชากร

ขั้นตอนที่ 2: แยกข้อมูล โดยใช้ชุดข้อมูลประชากรที่ละเอียดที่สุด เริ่มต้นด้วยการแยกข้อมูลตามชุดข้อมูลประชากรที่ละเอียดที่สุดที่มีอยู่ สำหรับแหล่งที่มาของชุดข้อมูลทางด้านประชากรศาสตร์ดูได้ที่มหาวิทยาลัยโคลัมเบียนานาชาติ ศูนย์วิทยาศาสตร์โลกข้อมูลเครือข่าย เว็บไซต์ : https://www.unocha.org/

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ขั้นตอนที่ 3: ซูมเข้าไปในพื้นที่เฉพาะ เมื่อขยายเข้าไปในพื้นที่เฉพาะจะได้รับข้อมูลเกี่ยวกับรายละเอียดของข้อมูล ซึ่งจากนั้นจะรวมเข้ากับโมเดลที่มีอยู่เพื่อให้ได้รายละเอียดข้อมูลประชากรโดยละเอียดที่สุดตามอายุและเพศ

ขั้นตอนที่ 4: รวมหมวดหมู่ประชากร 40 หมวดหมู่เข้ากับแผนที่ความหนาแน่นของประชากรที่มีความละเอียดสูง ทำให้เราสามารถรับข้อมูลความแตกต่างเชิงพื้นที่โดยละเอียดที่มีอยู่ในภูมิภาคต่างๆในประเทศที่กำหนด

## 2.2 เทคนิคการวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าถึงพื้นที่การบริการทางการแพทย์ฉุกเฉิน

### 2.2.1 การวิเคราะห์โครงข่าย (Network Analysis)

การวิเคราะห์โครงข่ายเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลประเภทเส้น (Line) โดยข้อมูลประเภทเส้นในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ประกอบด้วยเส้นสมมติ เช่น ละติจูด ลองจิจูด และเส้นขอบเขตการปกครอง ส่วนอีกประเภทหนึ่งเป็นเส้นที่ปรากฏอยู่จริง เช่น เส้นถนน เส้นแม่น้ำ เป็นต้น การวิเคราะห์โครงข่ายจะวิเคราะห์เฉพาะข้อมูลเส้นที่มีอยู่จริง สามารถวิเคราะห์ข้อมูลโครงข่ายเชิงพื้นที่รวมถึงวิเคราะห์เส้นทางที่ดีที่สุด ทิศทางในการเดินทาง ค้นหาสาธารณูปโภคที่อยู่ใกล้ที่สุด รวมถึงวิเคราะห์พื้นที่ให้บริการที่ขึ้นกับระยะทางและเวลาในการเดินทาง และนอกจากนั้นยังช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถสร้างเงื่อนไขสำหรับวิเคราะห์ข้อมูลโครงข่ายได้เสมือนจริงมากยิ่งขึ้น คือ กำหนดกฎในการเลี้ยว หรือตามเงื่อนไขกฎทางจราจร ส่วนใหญ่จะนำไปใช้ในการวิเคราะห์โครงข่ายคมนาคม เช่น การเดินทางไปยังอีกสถานที่หนึ่งโดยใช้เส้นทางที่สั้นที่สุด ในบางกรณีเส้นทางที่สั้นที่สุดอาจไม่ใช่คำตอบสุดท้ายที่ต้องการ แต่อาจจะเป็นเส้นทางที่ดีที่สุดในการเดินทางไปยังสถานที่ที่ต้องการ ดังนั้นในการวิเคราะห์เส้นทางอาจมีหลายปัจจัยที่ต้องนำมาวิเคราะห์ร่วมด้วยเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพมากที่สุด

การวิเคราะห์โครงข่าย มี 4 รูปแบบ

1. การวิเคราะห์เส้นทางที่ดีที่สุด (Best route analysis) การหาเส้นทางที่มี Cost น้อยที่สุด โดย Cost ในที่นี้อาจเป็น ระยะทางหรือระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทางก็ได้ ในการวิเคราะห์เส้นทางที่ดีที่สุดนี้ยังสามารถวิเคราะห์หรือจำลองรูปแบบการเดินทางแบบต่อเนื่องหลายรูปแบบ (Multimodal transport) ได้อีกด้วย ผลลัพธ์ที่ได้จะออกมาเป็นเส้น มี 2 รูปแบบ มีการวิเคราะห์เส้นทางที่เร็วที่สุด เงื่อนไขที่กำหนดต้องเป็นเวลา หน่วยในการวัดจะเป็นชั่วโมงหรือนาที และการวิเคราะห์เส้นทางที่สั้นที่สุด เงื่อนไขที่กำหนดต้องเป็นระยะทาง หน่วยในการวัดจะเป็นเมตรระหว่างเส้นทางที่สั้นที่สุดกับเส้นทางที่เร็วที่สุด บางครั้งขึ้นอยู่กับเงื่อนไขหรือปัจจัย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University

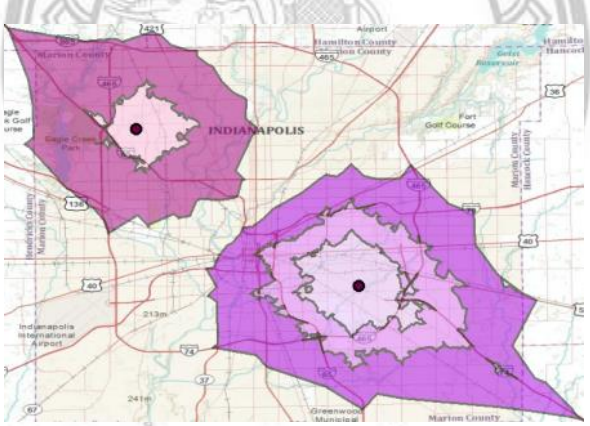
ภาพ 1 แบบจำลองการวิเคราะห์เส้นทาง

ที่มา : https://desktop.arcgis.com

การประยุกต์ใช้เส้นทางที่ดีที่สุดยังเพิ่มชั้นข้อมูลอื่นที่กำหนดเป็นทางเลือกได้อีกด้วย เรียกว่า การค้นหาสิ่งอำนวยความสะดวกที่ใกล้ที่สุด (Closest facility) ซึ่งใช้เพื่อการตัดสินใจเลือกสิ่งอำนวยความสะดวกที่ใกล้ที่สุดจากจุดใด ๆ ในโครงข่าย

2. การวิเคราะห์พื้นที่ให้บริการ (Service area analysis) พื้นที่หรือบริเวณที่สามารถเข้าถึงได้จากจุดที่กำหนด ซึ่งพื้นที่ให้บริการนี้เป็นพื้นที่ครอบคลุมถนนที่สามารถเข้าถึงได้ทั้งหมด เช่น การหาพื้นที่ให้บริการที่ใช้เวลา 5 นาที ในการเข้าถึงจากร้านสะดวกซื้อที่กำหนด ซึ่งสามารถคำนวณจากจำนวนประชากรหรือลูกค้า ขนาดของพื้นที่หรือสิ่งอื่นๆที่อยู่ภายในพื้นที่ให้บริการ

การสร้างพื้นที่บริการเปรียบเสมือนการบัฟเฟอร์จุด เมื่อคุณสร้างบัฟเฟอร์จุดของขึ้นจะต้องระบุระยะทางเป็นเส้นตรงและบัฟเฟอร์ลักษณะวงกลมจะถูกสร้างขึ้นเพื่อแสดงพื้นที่ภายในระยะทางนั้น แต่เมื่อคุณสร้างพื้นที่บริการรอบ ๆ จุดซึ่งสามารถระบุระยะทางได้ เช่นเดียวกัน แต่ไม่เหมือนกับการบัฟเฟอร์จุดมันจะแสดงระยะทางสูงสุดที่สามารถเดินทางไปตามเครือข่าย เช่น เครือข่ายถนน ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นพื้นที่บริการที่ครอบคลุมถนนและสามารถเข้าถึงได้ภายในระยะทางที่คุณระบุไว้




ภาพ 2 การวิเคราะห์พื้นที่ให้บริการ

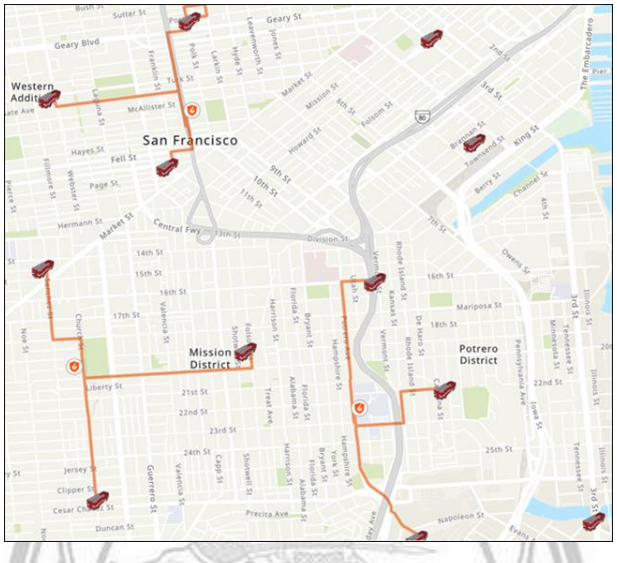
ที่มา : https://desktop.arcgis.com

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

พื้นที่บริการที่สร้างโดยนักวิเคราะห์เครือข่ายยังช่วยประเมินความสามารถในการเข้าถึงพื้นที่บริการศูนย์กลางเพื่อแสดงว่าการเข้าถึงมีความแตกต่างกันอย่างไรบ้าง เมื่อสร้างพื้นที่ให้บริการแล้วคุณสามารถจึงระบุจำนวนที่ดิน จำนวนคน หรือจำนวนสิ่งอื่นใดที่อยู่ในพื้นที่ใกล้เคียงหรือภูมิภาคนั้น ๆ ได้อย่างเหมาะสม

3. การวิเคราะห์หาสิ่งอำนวยความสะดวกที่ใกล้ที่สุด (Closest facility analysis) การวิเคราะห์หาสิ่งอำนวยความสะดวกที่ใกล้ที่สุด สามารถใช้ในการคำนวณระยะทางและนอกจากนี้ยังค้นหาสิ่งอำนวยความสะดวกอย่างน้อยหนึ่งแห่งที่ใกล้กับเหตุการณ์โดยพิจารณาจากเวลาเดินทาง ระยะทางหรือค่าใช้จ่ายอื่นๆ และเส้นทางที่ดีที่สุด สิ่งอำนวยความสะดวกที่เลือก และเส้นทางการขับขี่ระหว่างเหตุการณ์กับสถานที่ ตัวอย่างเช่น

คุณสามารถใช้เครื่องมือนี้เพื่อค้นหาโรงพยาบาลที่ใกล้จุดเกิดเหตุรถ ตำรวจที่อยู่ใกล้สถานที่เกิดเหตุมากที่สุด หรือร้านค้าที่อยู่ใกล้กับที่อยู่ของลูกค้ามากที่สุด Closest facility analysis-1 มีตัวแปร 2 ตัวแปร คือ สิ่งอำนวยความสะดวก และเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้น



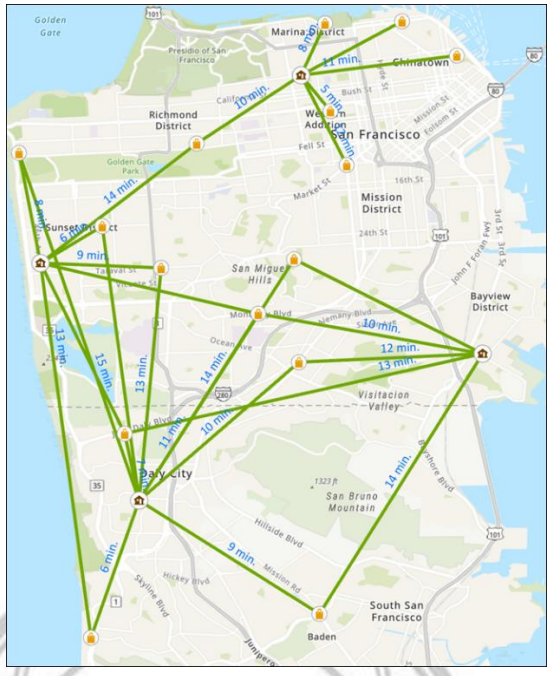

ภาพ 3 การวิเคราะห์สิ่งอำนวยความสะดวกที่ใกล้ที่สุด

ที่มา : https://pro.arcgis.com

เมื่อค้นหาสิ่งอำนวยความสะดวกที่ใกล้เคียงที่สุด คุณสามารถระบุจำนวนสิ่งอำนวยความสะดวกที่จะค้นหาและทิศทางของการเดินทางที่จะไปหรืออยู่ห่างจากสิ่งอำนวยความสะดวกเหล่านั้น หากชุดข้อมูลเครือข่ายของคุณรองรับการรับส่งข้อมูลคุณยังสามารถระบุเวลาของวันที่จะบันทึกเวลาเดินทางสำหรับเวลาและวันที่นั้นได้ ตัวอย่างเช่น คุณสามารถใช้เครื่องมือนี้เพื่อค้นหาโรงพยาบาลภายในเวลาขับรถ 15 นาทีจากจุดเกิดเหตุในช่วงเวลาที่กำหนดของวัน โรงพยาบาลใด ๆ ที่ใช้เวลานานกว่า 15 นาทีในการเข้าถึงขึ้นอยู่กับสภาพการจราจรจะไม่รวมอยู่ในผลลัพธ์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

4. การวิเคราะห์เมทริกซ์ค่าใช้จ่ายระหว่างจุดเริ่มต้นกับจุดปลายทาง (Origin-Destination cost matrix analysis) ใช้ในการหาและคำนวณเส้นทางที่สั้นที่สุดในกรณีที่มี จุดเริ่มต้นและจุดปลายทางหลายแห่ง ในการคำนวณ OD cost matrix นี้ สามารถกำหนดจำนวนจุดปลายทางตามที่ต้องการได้ สามารถเปรียบเทียบได้ว่าการเดินทางจากจุดหนึ่งไปยังจุดหนึ่งใช้ระยะเวลาในการเดินทางเท่าไร จะใช้ในกรณีที่มีจุดเริ่มต้นกับจุดปลายหลายๆจุด เพื่อที่เราจะสามารถเลือกเส้นทางจากไหนไปไหนให้ประหยัดเวลาที่สุด




ภาพ 4 การวิเคราะห์เมทริกซ์

ที่มา : https://pro.arcgis.com

ส่วนใหญ่การวิเคราะห์โครงข่ายถูกนำมาประยุกต์ใช้กับเส้นทางคมนาคม เช่น การเดินทางจากบ้านไปยังโรงเรียนจะต้องใช้เส้นทางใดจึงจะสั้นที่สุด ในการวิเคราะห์เส้นทางคมนาคมอย่างมีประสิทธิภาพจำเป็นที่จะต้องมีฐานข้อมูลที่ทันสมัยอัปเดตตลอดเวลา เช่น เส้นทางที่ตัดขึ้นมาใหม่ พื้นผิวถนน ประเภทถนน ข้อจำกัดในการเดินทางและสภาพการจราจร การวิเคราะห์ในรูปแบบนี้จึงต้องมีความละเอียด เพื่อให้ได้ผลการวิเคราะห์ที่ถูกต้องและสามารถนำไปใช้ได้จริง

**2.3 เครื่องมือที่ช่วยในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน**

2.3.1 เครื่องมือหรือซอฟท์แวร์ที่ใช้ในการศึกษา

PostgreSQL คือ ระบบจัดการฐานข้อมูลเชิงวัตถุสัมพันธ์ เป็นโปรแกรม Open Source ที่สามารถนำไปใช้งานได้ โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย เป็นจัดการฐานข้อมูลแบบ object-relational database management system หรือ (ORDBMS) ซึ่งมีต้นแบบระบบฐานข้อมูล POSTGRES 4.2 ของมหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนียวิทยาลัยเขตเบอร์กเลย์ (UC Berkeley) ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1977 จัดเป็น Open Source Software ที่มีประวัติยาวนานมากที่สุดตัวหนึ่ง

PostGIS คือ ส่วนขยายเพิ่มเติมที่ทำให้ฐานข้อมูล PostgreSQL สามารถรองรับข้อมูลด้านสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) คือสนับสนุนข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) มีการเพิ่มเติมในส่วนฐานข้อมูลเชิงวัตถุสัมพันธ์ (object – relation database system) ของ PostgreSQL ให้มีการรองรับระบบสารสนเทศภูมิสตร์ (GIS

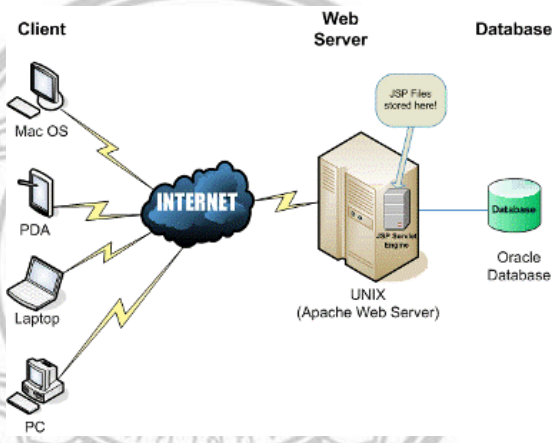
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright© by Naresuan University
All rights reserved

Object) เข้ามาเก็บไว้ในฐานข้อมูล (Database) PostGISสนับสนุน Gist indexs กับ R-tree indexs และฟังก์ชัน เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ GIS Object (สิทธิชัย ชูสำโรง, 2559)

pgAdmin เป็นเครื่องมือการจัดการอินเทอร์เฟสผู้ใช้แบบกราฟิกฟรีและเป็นโอเพนซอร์ส (OpenSource) สำหรับ PostgreSQL

เว็บเซิร์ฟเวอร์ (Web Server)

Web server คือ เครื่องคอมพิวเตอร์ ที่ติดตั้งโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งทำหน้าที่ให้บริการข้อมูล แก่ Clientในรูปแบบ สื่อผสม ผ่านระบบเครือข่าย โดยสามารถแสดงผลผ่านโปรแกรมเว็บบราวเซอร์ หากพูดสั้นๆ ก็คือว่า Web server คือโปรแกรมที่คอยให้บริการแก่ Client ที่ร้องขอข้อมูลเข้ามาโดยผ่านเซิร์ฟเวอร์




ภาพ 5 กระบวนการทำงานของเว็บเซิร์ฟเวอร์

ที่มา: https://elearningsurasakblog.wordpress.com/

2.2.2 Library ที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

Turf API เป็นเครื่องมือใน JavaScript ที่สามารถเขียนบน Web base ได้โดยไม่ต้องใช้เครื่องมืออื่น จึงง่ายต่อการใช้วิเคราะห์เชิงพื้นที่ ฟังก์ชันนี้เป็นช่วยสำหรับการสร้างข้อมูล GeoJSON และเครื่องมือจัดประเภทข้อมูลและสถิติ เครื่องมือที่ใช้ในการหาผลลัพธ์ แบ่งได้ 16 กลุ่ม

1. Measurement Modules กลุ่มเครื่องมือนี้จะทำหน้าที่ในการวัดระยะทาง เช่น การหาระยะทางจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง การหาจุดกึ่งกลาง การหาระยะห่างระหว่าง 2 จุด

2. Coordinate Mutation Modules กลุ่มเครื่องมือนี้เป็นการจัดข้อมูลเพื่อความแม่นยำ เช่น การปัดเศษ การลบพิกัดที่ซ้ำ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright© by Naresuan University
All rights reserved

3. Transformation Modules กลุ่มเครื่องมือนี้ทำหน้าที่คำนวณข้อมูลตามคุณสมบัติที่ต้องการค้นหา เช่น การหาพื้นที่ทับซ้อน การลดความทับซ้อนของข้อมูล

4. Feature Conversion Modules กลุ่มเครื่องมือนี้จะเปลี่ยนคุณสมบัติหรือเปลี่ยนแปลงรูปแบบข้อมูล เช่น เปลี่ยนข้อมูลประเภทเส้นเป็นข้อมูลประเภทจุด

5. Misc Modules กลุ่มเครื่องมือนี้จะเป็นการส่งข้อมูลกลับมาตามคำสั่งที่ผู้ใช้งานกำหนด เช่น LineOverlap จะเป็นการข้อมูลกลับมาเป็นบริเวณที่ทับซ้อนกัน

6. Helper Modules กลุ่มเครื่องมือนี้จะเป็นตัวช่วยในการสร้างข้อมูลภูมิสารสนเทศ

7. Random Modules เครื่องมือในกลุ่มนี้จะเป็นตัวช่วยในการสุ่ม เช่น การสุ่มหาตำแหน่งภายในรูปปิดและจะส่งข้อมูลกลับมาเป็นพิกัดภายในรูปปิด

8. Unit Conversation Modules กลุ่มเครื่องมือนี้จะทำหน้าที่ในการแปลงหน่วยต่างๆ เช่น การแปลงหน่วยระยะทาง การแปลงหน่วยความยาว การแปลงองศา

9. Interpolation Modules กลุ่มเครื่องมือนี้จะแก้ไขคุณสมบัติของข้อมูล เช่น การใช้ข้อมูลตารางและข้อมูลประเภทจุด การสร้างข้อมูลชุดใหม่ที่เป็นประเภทเส้น

10. Joins Modules กลุ่มเครื่องมือนี้ทำหน้าที่ในการรวมข้อมูลในพิกัดหรือเข้าไว้ด้วยกัน เช่น มีจุดอยู่ในบริเวณพื้นที่รูปปิด เครื่องมือจะทำการแสดงจุดร่วมกับรูปปิด โดยไม่มีการบดบังกัน

11. Grids Modules เครื่องมือนี้จะคำนวณหาผลลัพธ์ภายในกริด เช่น การสร้างพื้นที่รูปปิด โดยผลลัพธ์ที่ได้จะอยู่ภายในกริด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยบูรพา
Copyright by Burapha University
All rights reserved

12. Classification Modules เครื่องมือกลุ่มนี้ทำหน้าที่ดึงข้อมูลในหมวดหมู่ประเภทเดียวกันออกมาแสดงเป็นผลลัพธ์ เช่น การหาตำแหน่งของจุดที่ใกล้ที่สุด นับจากจุดอ้างอิง

13. Aggregation Modules กลุ่มของเครื่องมือนี้จะทำหน้าที่ในการรวมกลุ่มของข้อมูล เช่น การจัดข้อมูลประเภทจุดรวมอยู่ในรูปปิดที่มีคุณสมบัติเดียวกัน

14. Meta Modules ในส่วนของกลุ่มเครื่องมือนี้จะทบทวนคุณสมบัตินั้น ๆ เช่น การคำนวณหาพิกัดซ้ำ

15. Assertions Modules กลุ่มเครื่องมือนี้จะช่วยยืนยันข้อมูล เช่น การยืนยันประเภทเรขาคณิต การยืนยัน การยืนยันประเภทของข้อมูล

16. Booleans Modules กลุ่มเครื่องมือนี้เป็นการคำนวณหาข้อมูลที่มีคำตอบเพียง 2 อย่าง เช่น รูปปิด 2 รูปนี้ มีค่าพิกัดเหมือนกันหรือไม่ หากจริงรูปปิดจะเท่ากัน หากไม่เท่าจะเป็นเท็จ

Leaflet API

Leaflet บริการแผนที่ออนไลน์ เป็น JavaScript Library รูปแบบหนึ่งที่นำมาใช้ในการพัฒนาแผนที่ออนไลน์และยังสามารถนำเข้าข้อมูลในรูปแบบต่างๆได้ เช่น ข้อมูลจุด (Point) ข้อมูลเส้น (Line) ข้อมูลรูปปิด (Polygon) นอกจากนั้นยังเป็น Open Source สามารถใช้งานได้ฟรี Leaflet API มีการออกแบบแผนที่ออนไลน์ที่ดูดี เรียบง่าย และมีประสิทธิภาพในการใช้งานทั้งใน Desktop และ Mobile Platforms โดยอาศัย HTML5 และ CSS3 Leaflet API นั้นมีความสามารถที่หลากหลาย เช่น Heatmap และ MarkerCluster ช่วยให้นักพัฒนาที่ไม่มีพื้นฐานความรู้ทางด้าน GIS สามารถแสดงแผนที่บนเว็บไซต์ได้อย่างง่ายดาย สามารถโหลดข้อมูลในลักษณะไฟล์ GeoJSON รับรองการทำงานภาษาที่ใช้ในการพัฒนาแอปพลิเคชันและเว็บเพจหลายภาษา

เครื่องมือ Leaflet แบ่งได้ 5 ส่วนหลัก ๆ

1. Tile & image layers เป็นเครื่องมือที่อนุญาตให้โหลดแผนที่ต่าง ๆ และส่งต่อฟังก์ชันการทำงานให้แก่ชั้นข้อมูลและรูปภาพ เช่น ผู้ให้บริการแผนที่ รูปแบบแผนที่ ชั้นข้อมูล และเวกเตอร์2. Overlay data เป็นการนำเสนอการโหลดข้อมูลซ้อนทับจากข้อมูลเวกเตอร์ เช่น จุด เส้น และรูปปิด

3. Overlay Display เป็นการแสดงภาพที่ซ้อนทับกัน เช่น การแสดงมาร์คเกอร์บนแผนที่ การแสดงข้อมูลเป็นภาพ

4. Overlay interaction เป็นเครื่องมือที่ทำให้ผู้ใช้งานสามารถโต้ตอบกับข้อมูลซ้อนทับ เช่น การแก้ไขรูปทรงเรขาคณิต เลือกพื้นที่ แสดงข้อมูล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

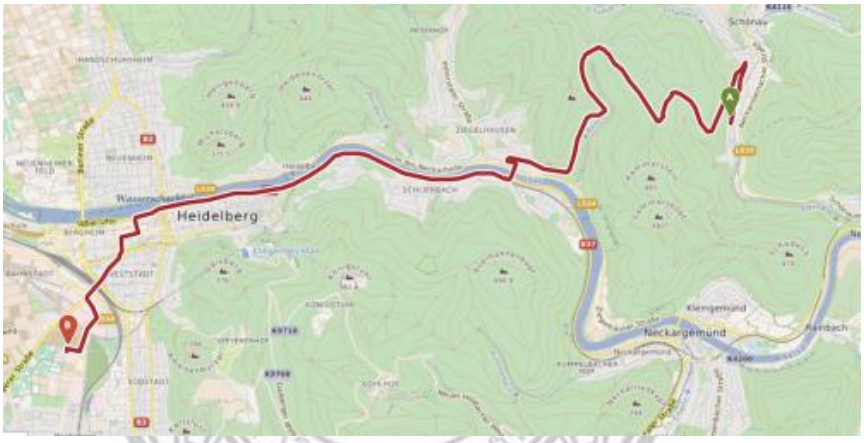
5. Map interaction เป็นเครื่องมือที่ใช้โต้ตอบกับแผนที่ เช่น การซูมแผนที่ การควบคุมการสลับของชั้นข้อมูล การแสดงตำแหน่งทางภูมิศาสตร์

OpenRouteService API

OpenRouteService เป็นบริการทางด้านเส้นทางถนนในรูปแบบออนไลน์ (Route Service) ที่เปิดให้ใช้บริการฟรี สามารถสมัครและขอใช้บริการจากทางเว็บไซต์ OpenRouteService ได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย เว็บไซต์ที่มีบริการเส้นทางสำหรับรถยนต์ คนเดินเท้าและจักรยาน ซึ่งเส้นทางเหล่านี้ครอบคลุมถนนทั่วโลก สามารถคำนวณเวลาและเส้นทางหลายเส้นทางที่มีความซับซ้อน (many-to-many) ช่วยค้นระยะทางที่ใกล้ที่สุดภายในตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ที่กำหนด

บริการจาก OpenRouteService แบ่งได้ 3 ส่วนหลัก ๆ

1. บริการเส้นทาง (Directions Service) บริการแนะนำเส้นทางจาก OpenRouteService ครอบคลุมถนนทั่วโลกและยังช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถคำนวณเส้นทางและข้อมูลการนำทางทุกประเภท ด้วยเหตุนี้ OpenRouteService จะเสนอตัวเลือกการเดินทางที่หลากหลายสำหรับการขนส่งหลายประเภท ในบรรดาสิ่งเหล่านี้ผู้ใช้งานสามารถเลือกเลือกการคำนวณจากรถยนต์ จักรยาน รถเข็น ยานพาหนะหนัก หรือแม้กระทั่งการเดิน ซึ่งแต่ละประเภทเหล่านี้ใช้ a เป็นเครือข่ายถนนที่รวบรวมอย่างละเอียด เพื่อให้ตรงกับข้อกำหนดของโปรไฟล์ เพื่อช่วยให้ผู้ใช้งานแยกเส้นทางของคุณได้มากยิ่งขึ้น API นำเสนอความเป็นไปได้ในการปรับแต่งอินพุตของผู้ใช้งานด้วยข้อจำกัดประเภทถนนและคุณสมบัติของยานพาหนะ

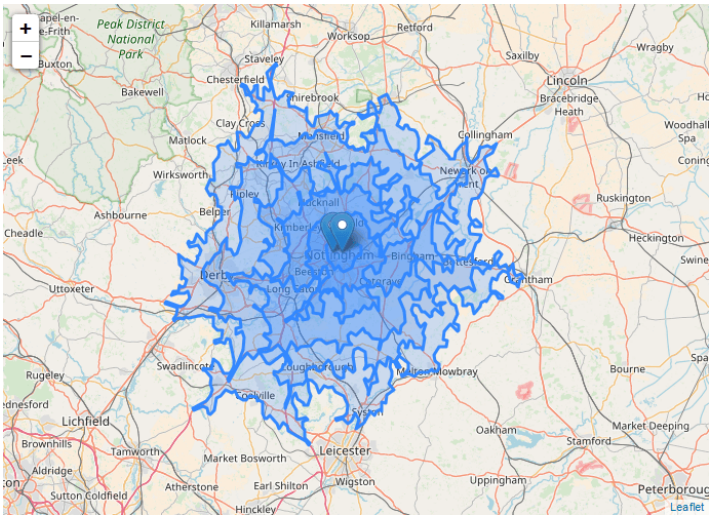



ภาพ 6 Directions Service จากบริการ OpenRouteService

ที่มา : https://openrouteservice.org/services/

2. บริการเวลาเดียวกัน (Isochrones Service) ในการกำหนดพื้นที่ที่สามารถเข้าถึงได้จากสถานที่ที่กำหนดบนแผนที่ใน OpenRouteService การบริการ isochrones จะส่งผลลัพธ์คืนพื้นที่เหล่านี้เป็นรูปทรงหลายเหลี่ยม สามารถระบุอินพุตได้ 2 ประเภท ได้แก่ เวลาหรือระยะทาง หากอินพุตมีรายการจุดบริการจะส่งกลับจุดตัดของ isochrones ที่คำนวณได้หากมีอยู่ภายใน API นี้ สามารถใช้ชุดตัวเลือกที่เหมือนกัน ซึ่งพบในบริการเส้นทาง กรณีการใช้งานทั่วไปของ isochrones คือการหาว่าวัตถุสามารถเดินทางไปได้ไกลแค่ไหนภายในระยะเวลาหรือระยะทางที่กำหนด ซึ่งจะช่วยกำหนดว่าวัตถุใดบ้างที่สามารถเข้าถึงได้ในช่วงเวลาหรือระยะทางที่กำหนด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright© by Naresuan University
All rights reserved




ภาพ 7 isochrones จากบริการ OpenRouteService

ที่มา : https://digital-geography.com/

3. บริการเมทริกซ์ (Matrix Service) บริการเมทริกซ์ระยะทางของ OpenRouteService ช่วยให้ผู้ใช้บริการได้รับข้อมูลเวลาและระยะทางระหว่างสถานที่ (ต้นทางและปลายทาง) และส่งคืนให้กับผู้ใช้บริการในการตอบสนอง JSON ที่มีโครงสร้าง API นี้สะดวกและปรับขนาดได้อย่างมากสำหรับคำขอแบตช์ที่กำหนดเมตริกรวมของเส้นทาง (ไม่ส่งคืนข้อมูลเส้นทางโดยละเอียดให้ใช้ API เส้นทางสำหรับกรณีการใช้งานนี้) ไปยังสถานที่และเส้นทาง ผู้ใช้บริการสามารถระบุโหมดการขนส่งและคำนวณเส้นทางที่เป็นไปตามข้อจำกัดบางประการ เช่น หลีกเลี่ยงประเภทถนน หรือ ลักษณะเฉพาะของวัตถุ การใช้งานที่โดดเด่นอย่างหนึ่งจากบริการนี้คือ จุดหมายปลายทางที่ควรไปถึงที่เร็วที่สุดหรือสั้นที่สุด เมทริกซ์พยายามค้นหาเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการจัดส่ง

ภาพ 8 Matrix Service จากบริการ OpenRouteService

ที่มา : https://openrouteservice.org/services/

2.2.3 ภาษาเขียนโปรแกรม

ภาษาเอชทีเอ็มแอล (HTML)

HTML (Hypertext Markup Language) คือ ภาษาที่ใช้ในการเขียนเว็บเพจ โดยใช้ Tag ในการกำหนดการแสดงผลสิ่งต่างๆบนหน้าเว็บเพจ ซึ่งแต่ละหน้าจะเชื่อมโยงถึงกันผ่าน Hyperlink โครงสร้างของหลัก HTML จะเริ่มต้นด้วย <html> และจบด้วย </html> ชุดคำสั่งจะแยกออกเป็น 2 ส่วน คือ

1. head เป็นคำสั่งที่ใช้ในการอธิบายรายละเอียดเกี่ยวกับเว็บเพจจะไม่แสดงผลที่เว็บเพจโดยตรง เช่น ชื่อเรื่องของเว็บ (Title) ชื่อผู้จัดทำเว็บ (Author)

2. body เป็นคำสั่งที่ใช"ในการจัดการรูปแบบตัวอักษร รูปแบบหน้า ซึ่งในส่วนนี้จะแสดงที่ web browser โดยตรง

ภาษาพีเอชพี (PHP)

PHP ย่อมาจาก PHP Hypertext Preprocessor คือ ภาษาคอมพิวเตอร์ในลักษณะเซิร์ฟเวอร์-ไซด์สคริปต์ โดยลิขสิทธิ์อยู่ในลักษณะโอเพนซอร์ส ภาษาพีเอชพีใช้สำหรับจัดทำเว็บไซต์ และแสดงผลออกมาในรูปแบบ HTML โดยมีรากฐานโครงสร้างคำสั่งมาจากภาษา ภาษาซี ภาษาจาวา และ ภาษาเพิร์ล ซึ่ง ภาษาพีเอชพี นั้นง่ายต่อการเรียนรู้ ซึ่งเป้าหมายหลักของภาษานี้ คือให้นักพัฒนาเว็บไซต์สามารถเขียน เว็บเพจ ที่มีความตอบโต้ได้อย่างรวดเร็ว

ภาษาจาวาสคริปต์ (JavaScript)

JavaScript คือ ภาษาคอมพิวเตอร์สำหรับการเขียนโปรแกรมบนระบบอินเทอร์เน็ต ที่กำลังได้รับความนิยมอย่างสูง ซึ่งในการสร้างและพัฒนาเว็บไซต์ เพื่อให้เว็บไซต์ของเราดูมีการเคลื่อนไหว สามารถตอบสนองผู้ใช้งานได้มากขึ้น ซึ่งมีวิธีการทำงานในลักษณะแปลความและดำเนินงานไปทีละคำสั่ง (interpret) หรือเรียกว่า Object Oriented Programming ที่มีเป้าหมายในการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมในระบบอินเทอร์เน็ต สำหรับผู้เขียนด้วยภาษา HTML สามารถทำงานข้ามแพลตฟอร์มได้ โดยทำงานร่วมกับ ภาษา HTML และภาษา Java ได้ทั้งทางฝั่งไคลเอนต์ (Client) และ ทางฝั่งเซิร์ฟเวอร์ (Server)

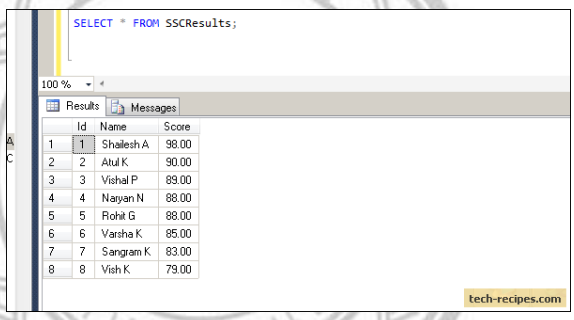
JavaScript ถูกพัฒนาขึ้นโดย Netscape Communications Corporation โดยใช้ชื่อว่า Live Script ออกมาพร้อมกับ Netscape Navigator2.0 เพื่อใช้สร้างเว็บเพจโดยติดต่อกับเซิร์ฟเวอร์แบบ Live Wire ต่อมาจึงได้ร่วมมือกับ บริษัทซันไมโครซิสเต็มส์ปรับปรุงระบบของบราวเซอร์เพื่อให้สามารถติดต่อใช้งานกับภาษาจาวาได้ และได้ปรับปรุง LiveScript ใหม่เมื่อ ปี 2538 แล้วตั้งชื่อใหม่ว่า JavaScript

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ภาษาเอสคิวแอล (SQL)

SQL ย่อมาจาก structured query language คือภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม เพื่อจัดการกับฐานข้อมูลโดยเฉพาะ เป็นภาษามาตราฐานบนระบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์และเป็นระบบเปิด (open system) เราสามารถใช้คำสั่ง SQL กับฐานข้อมูลชนิดใดก็ได้ ทำให้เราสามารถเลือกใช้ฐานข้อมูลชนิดใดก็ได้โดยไม่ติดยึดกับฐานข้อมูลใดฐานข้อมูลหนึ่ง ซึ่งโปรแกรม SQL เป็นโปรแกรมฐานข้อมูลที่มีโครงสร้างของภาษาที่เข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน มีประสิทธิภาพการทำงานสูง สามารถทำงานที่ซับซ้อนได้โดยใช้คำสั่งเพียงไม่กี่คำสั่ง โปรแกรม SQL จึงเหมาะที่จะใช้กับระบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ และเป็นภาษาหนึ่ง ซึ่งแบ่งการทำงานได้เป็น 4 ประเภท ดังนี้

1. Select query ใช้สำหรับดึงข้อมูลที่ต้องการในฐานข้อมูล เพื่อใช้ตามเงื่อนไขที่เราระบุ โดยคำสั่งที่ใช้ค้นหาข้อมูลที่เราต้องการในฐานระบบ ที่มีลักษณะเป็นข้อมูลตาราง หรือ table ที่ประกอบด้วย column และ row

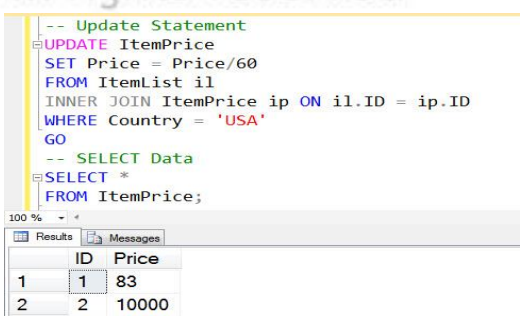



ภาพ 9 ตัวอย่างการเรียกดูข้อมูลในฐานข้อมูล

ที่มา : https://www.tech-recipes.com

2. Update query ใช้สำหรับแก้ไขข้อมูล โดยเราต้องกำหนด table ที่ต้องการเปลี่ยนแปลงก่อนและตามด้วยค่าของข้อมูลใหม่แต่ละคอมลัมน์ สามารถใช้ comma (,) เป็นตัวขั้นแต่ละ คอมลัมน์ เพื่อให้ข้อมูลที่แสดงถูกกรองให้เหลือเฉพาะข้อมูลที่อยู่ในเงื่อนไขที่เราต้องการ

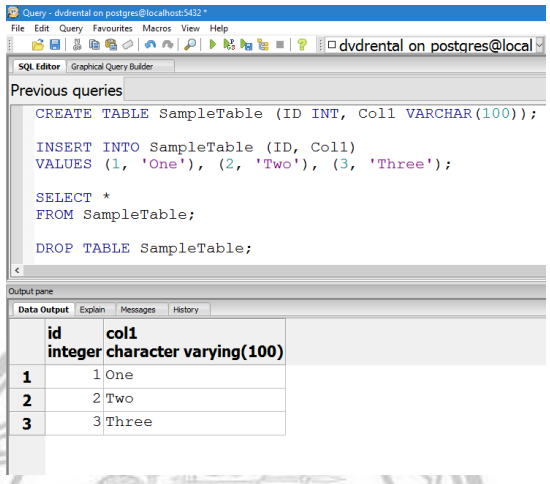
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved




ภาพ 10 ตัวอย่างการอัปเดตข้อมูลในฐานข้อมูล

ที่มา : https://blog.sqlauthority.com/

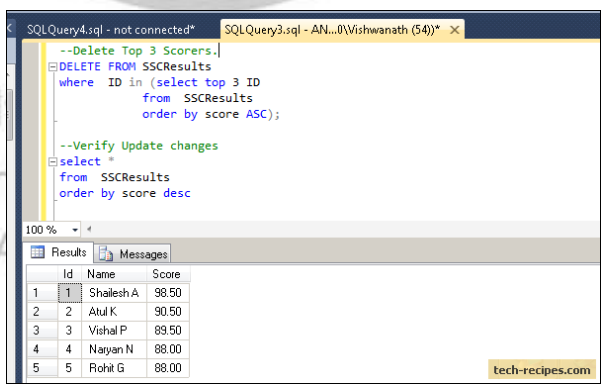
3. Insert query ใช้สำหรับการเพิ่มข้อมูลเข้าในฐานข้อมูล โดยต้องกำหนด table ที่ต้องการเปลี่ยนแปลงก่อน แล้วตามด้วยค่าของข้อมูลใหม่ในแต่ละ column หากมีหลาย column เราสามารถใช้ (,) เป็นตัวขั้นแต่ละคอลลัมน์ รวมถึงสามารถนำเอา Where condition เพิ่มเข้าไปได้เลย เพื่อให้ข้อมูลที่แสดงถูกกรองให้เหลือเฉพาะข้อมูลที่อยู่ในเงื่อนไขที่ต้องการ




ภาพ 11 ตัวอย่างการเพิ่มข้อมูลลงในฐานข้อมูล

ที่มา : https://blog.sqlauthority.com

4. Delete query ใช้สำหรับลบข้อมูลในฐานระบบออกไป ซึ่งจะเป็นการลบข้อมูลทั้งบรรทัดภายใต้ table ที่กำหนด เราใช้ Where clause statement เป็นตัวระบุบรรทัดตามเงื่อนไขของผู้ใช้งาน มิเช่นนั้น ถ้าไม่ระบุ where clause ระบบจะถือว่าเป็นการลบข้อมูลทั้งหมดภายใต้ table นั้น




ภาพ 12 ตัวอย่างการเพิ่มข้อมูลลงในฐานข้อมูล

ที่มา : https://www.tech-recipes.com

ปัจจุบันมีซอฟต์แวร์ระบบจัดการฐานข้อมูล (DBMS ) ที่สนับสนุนการใช้คำสั่ง SQL เช่น Oracle , DB2, MS-SQL, MS-Access นอกจากนี้ภาษา SQL ถูกนำมาใช้เขียนร่วมกับโปรแกรมภาษาต่างๆ เช่น ภาษา C/C++ ,VisualBasic และ Java

**2.3 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

อิสรีย์ หงส์ศิริธรรม และฐิติรัตน์ ปั้นบำรุงกิจ (2017) ได้ศึกษาการวิเคราะห์เชิงโครงข่ายบนระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ทำให้ได้เห็นพื้นที่ที่ได้รับบริการภายในระยะเวลา 10 นาที ภายใต้ข้อกำหนดสถาบันการแพทย์ฉุกเฉิน (สพฉ.) จากนั้นจึงวิเคราะห์หาพื้นที่ทางเลือกของการขยายหน่วยปฏิบัติการการแพทย์ฉุกเฉินแห่งใหม่ให้ครอบคลุมพื้นที่ที่อยู่นอกขอบเขตการให้บริการในปัจจุบันให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์หาที่ตั้งและการจัดสรรภายใต้เส้นทางการเข้าถึงทางถนนซึ่งการวิเคราะห์ดังกล่าว มีค่าน้ำหนักของพื้นที่ทางเลือกจากจำนวนประชากรต่อครัวเรือนและจำนวนสถิติผู้ป่วยฉุกเฉินจำแนกรายตำบล ผลการศึกษาพบว่าพื้นที่ทางเลือกที่ดีที่สุดและสามารถเพิ่มพื้นที่ให้บริการมากที่สุด อยู่บริเวณตำบลบางกะจะ ครอบคลุมพื้นที่ศึกษาจำนวน 1,078 หลังคาเรือน คิดเป็นร้อยละ37.82ของข้อมูลที่อยู่นอกเขตพื้นที่ให้บริการทั้งหมด และหากเพิ่มหน่วยการบริการมากถึง 3 แห่ง จะครอบคลุมพื้นที่ศึกษาจำนวน 2,299 หลังคาเรือน คิดเป็นร้อยละ89.1ของข้อมูลที่อยู่นอกเขตบริการทั้งหมด นอกจากนี้ยังเสนอพื้นที่ทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดในการเพิ่มพื้นที่ให้บริการของแต่ละตำบล ซึ่งทำให้ครอบคลุมพื้นที่บริการมากกว่าร้อยละ90 โดยผลการวิเคราะห์สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางพัฒนาระบบบริการการแพทย์ฉุกเฉินและเป็นแนวทางในการขยายขอบเขตพื้นที่ให้บริการของหน่วยปฏิบัติการการแพทย์ฉุกเฉินในอนาคต เพื่อให้บริการของประชาชนได้อย่างทั่วถึงและมีประสิทธิภาพ

กันย์กิติมา ตาปะบุตรและคณะ (2018) ได้ศึกษาการประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สร้างแบบจำลอง เพื่อจัดสรรจุดจอดรถฉุกเฉินสำหรับบริการผู้สูงอายุ อำเภอชื่นชม จังหวัดมหาสารคาม การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) วิเคราะห์ความหนาแน่นของกลุ่มผู้สูงอายุที่เสี่ยงต่อการใช้บริการรถฉุกเฉินแบบ Kernel density (2) วิเคราะห์ขอบเขตการให้บริการรถฉุกเฉินและ (3) สร้างแบบจำลองหาที่ตั้งใหม่ของจุดจอดรถฉุกเฉิน กลุ่มประชากรผู้สูงอายุ 3 กลุ่ม คือ อายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป ป่วยเป็นโรคไม่ติดต่อเรื้อรังและมีประวัติเคยใช้บริการรถฉุกเฉินจำนวนทั้งหมด 3,410 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสอบถามด้านสุขภาพกับการใช้บริการรถฉุกเฉิน ใช้สถิติร้อยละวิธีการวิเคราะห์ขอบเขตการให้บริการรถฉุกเฉินแบบ Service Area โดยใช้ปัจจัยในด้านระยะทางและระยะเวลาในการให้บริการตามดรรชนีสมรรถนะ (key performance index, KPI) และแบบจำลองหาที่ตั้งใหม่ของจุดจอดรถฉุกเฉินแบบlocation-allocation พบว่าความหนาแน่นของกลุ่มผู้สูงอายุเสี่ยงต่อการใช้บริการรถฉุกเฉิน 157 จุดต่อขนาดพื้นที่ 400 ตารางเมตร ส่วนใหญ่อยู่บริเวณตำบลปลาดุก ตำบลชื่นชม ตำบลเหล่าดอกไม้และตำบลหนองกุง คิดเป็นร้อยละ 28.6, 27.4, 23.6 และ 20.4 ตามลำดับ

OHTA et al. (2007) ได้ศึกษาการเข้าถึงทางภูมิศาสตร์ของโรงพยาบาลฉุกเฉินศัลยกรรมประสาทสำหรับผู้สูงอายุ ได้พัฒนาแผนการเว็บไซต์หลายทางเลือกใหม่สำหรับโรงพยาบาลฉุกเฉินศัลยกรรมประสาทในซัปโปโร ประเทศญี่ปุ่น ซึ่งมีข้อมูลของโรงพยาบาลข้อมูลประชากร ข้อมูลเส้นทางและข้อมูลเชิงตัวเลข สำหรับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

กระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชัน ได้คำนวณใส่ลงในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ซึ่งทางเลือกที่ได้รับความสำคัญสูงสุดระหว่างทั้งสองทางเลือกในหอผู้ป่วย คือ ทางเลือกที่ถูกเมื่อเทียบกับโรงพยาบาลในปัจจุบัน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าว่า (1) ระยะทางถนนเฉลี่ยของเส้นทางที่สั้นที่สุด (2) ถนนระยะทางสูงสุดของเส้นทางที่สั้นที่สุดจะยังคงเหมือนเดิม และ(3) ผู้สูงอายุจะถูกรวมอยู่ในรัศมี 3 กม. ของโรงพยาบาลฉุกเฉินศัลยกรรมประสาท นอกจากนี้ทางเลือกอยู่ในระดับที่น่าพอใจที่สุดของความพร้อมของเตียงของโรงพยาบาลในหมู่ทางเลือกทั้งหมด

Munjal et al. (2011) ได้การศึกษาถึงการกระจายตัวของ EMS ในนครนิวยอร์ก ระบบจะแสดงให้เห็นถึงจำนวนของแนวโน้มนัยสำคัญทางสถิติโดยรวมปริมาณการโทรไปที่ EMS เช่นเดียวกับการเฉพาะเจาะจงของการร้องเรียนการแพทย์เมื่อเวลาผ่านไป มีการเพิ่มขึ้นในภาพรวมอัตราการใช้งานระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม แม้ว่าไม่ได้จัดทุกประเภทการโทรแต่ก็มีข้อมูลเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอ ข้อมูลเหล่านี้จะสามารถใช้ในการริเริ่มการปรับปรุงคุณภาพโดยตรงหรือโฟกัสโปรแกรมการศึกษาและการเก็บรักษา เพื่อเพิ่มทักษะให้กับผู้ให้บริการ EMS สามารถเตรียมสิ่งที่ดีที่สุดสำหรับประเภทของผู้ที่โทรที่พบมากที่สุดหรือว่าจะเพิ่มขึ้นที่อัตราที่เร็วที่สุด นอกจากการให้ข้อมูลเชิงลึกที่มีความหมายในรูปแบบของการใช้ระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม การศึกษาครั้งนี้ยังเชื่อว่าการใช้งานของการเก็บรวบรวมข้อมูลนอกโรงพยาบาลเป็นเป็นแหล่งสำคัญสำหรับการเฝ้าระวังอย่างต่อเนื่องต่อสุขภาพของประชาชน เพื่อให้มีทรัพยากรที่กว้างขึ้นในการดูแลสุขภาพและกลยุทธ์การป้องกันที่จะถูกนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงการดูแลสุขภาพ

นริสสา พัฒนปรีชาวงศ์ และคณะ (2555) ได้ศึกษาการบริหารจัดการงานการแพทย์ฉุกเฉินก่อนถึงโรงพยาบาล (Pre-hospital Emergency Medical Service: Pre-hospital EMS) โดยนำกรอบแนวคิดรางวัลคุณภาพแห่งชาติของประเทศสหรัฐอเมริกา (Malcolm Baldrige National Quality Award: MBNQA) ประยุกต์เป็นแนวทางในการพัฒนาระบบบริหารจัดการคุณภาพของงานการแพทย์ฉุกเฉินก่อนถึงโรงพยาบาลด้วยการศึกษาแนวปฏิบัติในพื้นที่กรณีศึกษา คือ จังหวัดขอนแก่น อุบลราชธานี ภูเก็ต และสงขลา รวมทั้งวิเคราะห์ประสิทธิภาพระบบงานด้วย เทคนิคคุณภาพ คือ Why-Why Analysis Critical-to-Quality และ Service Quality Model

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

พีระวัฒน์ แกล้ววิการณ์ และ สุเพชร จิรขจรกุล (2557) ได้ทำการวิเคราะห์ขอบเขตพื้นที่การให้บริการจากศูนย์การแพทย์ฉุกเฉินของโรงพยาบาลและโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลหรือสถานีอนามัย ในจังหวัดเลย โดยกำหนดเวลาการเข้าถึงบริการศูนย์การแพทย์ฉุกเฉินภายใน 10 นาที ตามข้อกำหนดของสำนักสาธารณฉุกเฉิน กระทรวงสาธารณสุข และจัดทำเป็นฐานข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่าพื้นที่ให้บริการจากโรงพยาบาลมีพื้นที่ให้บริการในระยะเวลา 10 นาที มีพื้นที่ 2,795 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 26.62 ของพื้นที่ทั้งหมด ซึ่งพื้นที่การให้บริการของโรงพยาบาลเหมาะสำหรับใช้กับผู้ป่วยขั้นวิกฤตที่จะต้องนา

ส่งโรงพยาบาล โดยตรงเนื่องจากมีอุปกรณ์และเครื่องมือที่จะช่วยเหลือชีวิตผู้ป่วยและจากการวิเคราะห์ครัวเรือนที่อยู่ในเขตนี้จานวน 53,794 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 64.88 ส่วนพื้นที่การให้บริการจากโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลมีพื้นที่ให้บริการในระยะเวลา 10 นาที เป็น 5,131 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 48.87 ของพื้นที่ทั้งหมดและจากการวิเคราะห์ครัวเรือนที่อยู่ในเขตนี้จำนวน 78,656 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 94.87

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

# บทที่ 3

# วิธีการดำเนินงานวิจัย

ในการศึกษางานวิจัยเรื่อง การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันเพื่อวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าถึงการบริการทางการแพทย์ฉุกเฉิน เพื่อรองรับประชากรผู้สูงอายุ มีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

## 3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1.1 เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการข้อมูลเชิงพื้นที่ ได้แก่ QGIS 3

3.1.2. เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการฐานข้อมูล ได้แก่ PostgreSQL/PostGIS

3.1.3. เครื่องมือที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม ได้แก่ Notepad+++

3.1.4. เครื่องมือสร้างแผนที่ออนไลน์ ได้แก่ Leaflet API

3.1.5. เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์หาเส้นทาง ได้แก่ OpenRouteService

## 3.2 กรอบแนวคิด

กรอบแนวคิดในงานวิจัยนี้จะแสดงให้เห็นถึงวิธีการดำเนินการงานที่ต่างกันออกไป ซึ่งผลลัพธ์ของการศึกษาวิจัย คือ การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันเพื่อวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าถึงการบริการการแพทย์ฉุกเฉิน เพื่อรองรับประชากรผู้สูงอายุในพื้นที่ กรอบแนวคิดการวิจัยสามารถอธิบายได้ดังนี้

ภาพ 13 กรอบแนวคิดในการวิจัย

3.2.1 ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์

ในการทำวิจัยครั้งนี้จะใช้ข้อมูลตำแหน่งประชากรผู้สูงอายุ HDX DATA ที่มีพื้นที่จริงความละเอียด 30 เมตร จากเว็บไซต์การแลกเปลี่ยนข้อมูลด้านมนุษยธรรม ปีพ.ศ.2562 เพื่อใช้ในการหาจำนวนผู้สูงอายุที่ครอบคลุมในพื้นที่นั้นๆ

3.2.2 ระบบฐานข้อมูลเชิงพื้นที่

สร้างขึ้นเพื่อจัดเก็บข้อมูลเชิงพื้นที่ในงานวิจัย คือ ข้อมูลตำแหน่งประชากรผู้สูงอายุ

3.2.3 พัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน

Leaflet API เป็น JavaScript library ที่นำมาใช้พัฒนาแผนที่ออนไลน์ ปัจจุบัน Leaflet พัฒนาให้ผู้ใช้งานฝั่ง JavaScript ในรูปแบบ CDN โดยไม่จำเป็นต้อง Download ไฟล์มาติดตั้งใน Folder แต่สามารถเรียกใช้งานผ่านทางออนไลน์ได้โดยตรง

OpenRouteService API เป็นบริการแนะนำเส้นทาง โดย OpenRouteService จะครอบคลุมเส้นทางถนนทั่วโลกและช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถคำนวณเส้นทางและข้อมูลการนำทางได้ทุกประเภท และยังให้บริการที่เกี่ยวกับเรื่อง Service Area ในรูปแบบของ Isochrones Service ซึ่งจะพิจารณาพื้นที่ที่สามารถเข้าถึงได้จากตำแหน่งที่ระบุ โดยที่กำหนดระยะทางที่ต้องการเข้าถึงได้

Turf API เป็นเครื่องมือใน JavaScript ที่สามารถเขียนบน Web base ได้โดยไม่ต้องใช้เครื่องมืออื่นจึงง่ายต่อการใช้วิเคราะห์เชิงพื้นที่

3.2.4 ทดสอบระบบเพื่อวิเคราะห์ผล

หลังจากทำการพัฒนาระบบเรียบร้อยแล้วในส่วนต่ออมาจะทำการทดสอบระบบ โดยจะลองสุ่มตัวอย่างการกำหนดจุดจอดรถฉุกเฉินให้ครอบคลุมจำนวนประชากรในพื้นที่ในเว็บแอปพลิเคชันที่เราพัฒนาเพื่อดูว่าในการวางแผนกำหนดจุดจอดรถฉุกเฉินนั้นสามารถรองรับประชากรผู้สูงอายุได้จำนวนมากน้อยเพียงใด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

**3.3 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย**

3.3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ดาวน์โหลดข้อมูลตำแหน่งประชากรผู้สูงอายุ HDX DATA จากเว็บไซต์การแลกเปลี่ยนข้อมูลด้านมนุษยธรรม ปีพ.ศ. 2562 จากเว็บไซต์ https://data.humdata.org

3.3.2 จัดการข้อมูล

เมื่อทำการดาวน์โหลดข้อมูลตำแหน่งประชากรผู้สูงอายุมาแล้วจะทำการแปลงข้อมูลดังกล่าวให้เป็นข้อมูลเวกเตอร์ ประเภทจุด เพื่อนำเข้าไปในระบบฐานข้อมูลเชิงพื้นที่

3.3.3 สร้างฐานข้อมูลและฐานข้อมูลเชิงพื้นที่

ข้อมูลที่สร้างขึ้นจะเป็นข้อมูลประเภทจุด คือตำแหน่งประชากรผู้งสูงอายุ สามารถนำเข้าไปเก็บอย่างเป็นระบบในฐานข้อมูลใน PostgreSQL/PostGIS

3.3.4 พัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน

หน้าเว็บพัฒนาขึ้นจากภาษา JavaScript และ ภาษา PHP เพื่อเชื่อมต่อกับฐานข้อมูล โดยใช้ภาษา SQL และ SpatialSQL ในการเรียกข้อมูล ส่วน ภาษา HTML ใช้เป็นภาษาหลักในการสร้างหน้าเว็บ การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันได้ใช้บริการแผนที่ออนไลน์จาก Leaflet API ที่สามารถแสดงข้อมูลแผนที่ฐาน และมีเครื่องมือในการแสดงผลแผนที่ต่างๆ การบริการเส้นทางถนนเพื่อสร้างพื้นที่บริการจาก OpenRouteService API และใช้เครื่องมือวิเคราะห์เชิงพื้นที่ด้วย Turf API

3.3.5 ทดสอบระบบโดยการกำหนดตำแหน่งตัวอย่าง

ทำการกำหนดจุดตัวอย่างในแผนที่ ในการทดสอบ 1 ครั้ง สามารถกำหนดตำแหน่งได้ไม่เกิน 5 ตำแหน่ง โดยในเว็บแอปพลิเคชันได้กำหนดระยะเวลาไว้ที่ 8 นาที เว็บแอปพลิเคชันจะวิเคราะห์ข้อมูลความสามารถในการเข้าถึงของการบริการทางการแพทย์ฉุกเฉิน ว่าสามารถครอบคุมจำนวนประชากรผู้สูงอายุในพื้นที่ดังกล่าวหรือไม่

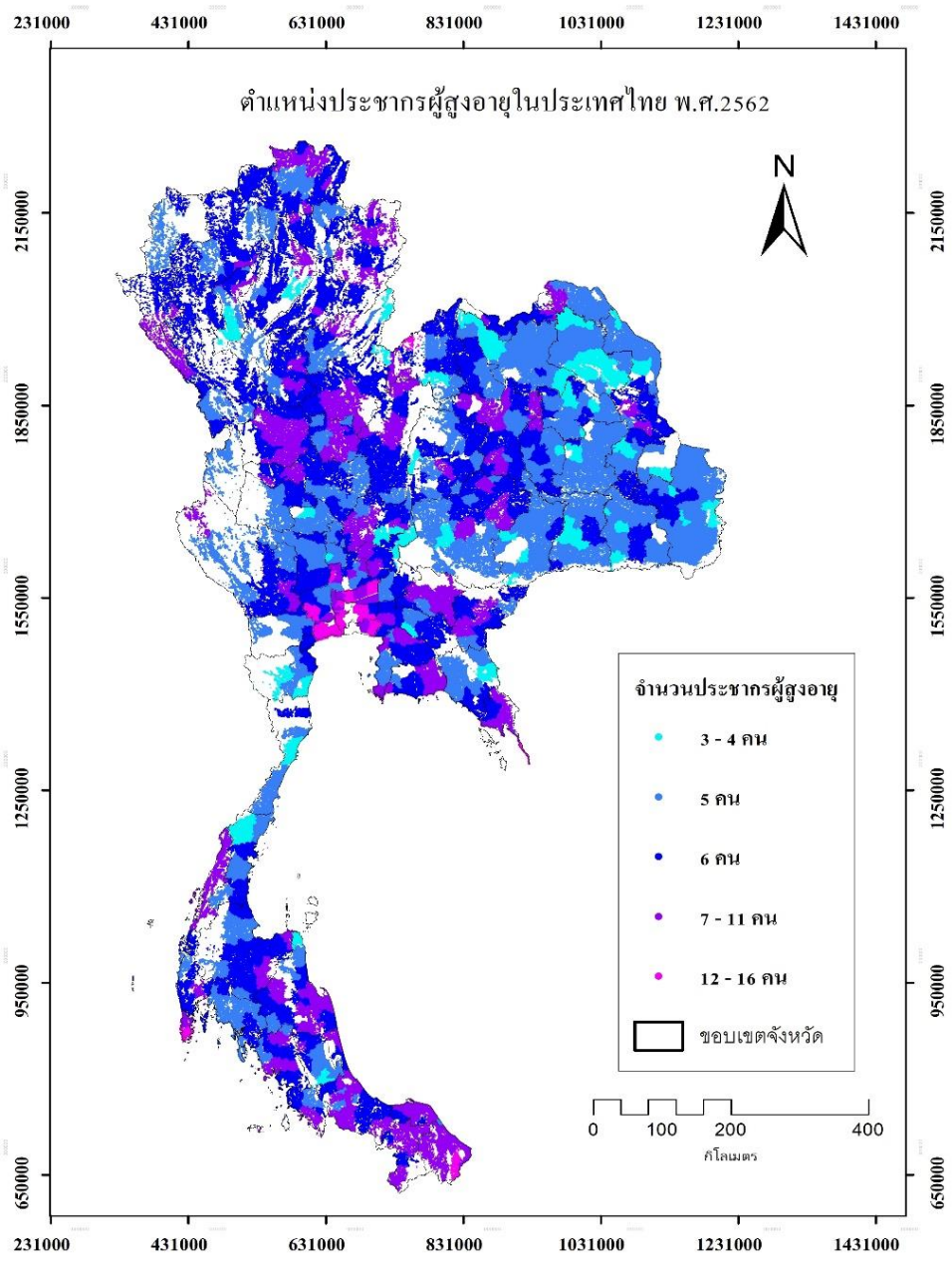
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

# บทที่ 4

## การพัฒนาระบบและการทดสอบระบบ

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ออกแบบและพัฒนาระบบเว็บแอปพลิเคชันวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าถึงการบริการทางการแพทย์ฉุกเฉิน เพื่อคำนวณการรองรับประชากรผู้สูงอายุในพื้นที่ พัฒนาขึ้นนี้เป็นหนึ่งในปัจจัยที่ช่วยในการตัดสินใจของการกำหนดจุดจอดรถฉุกเฉินให้รองรับกับประชากรผู้สูงอายุในพื้นที่นั้นๆ ซึ่งในกระบวนการพัฒนาระบบแบ่งการพัฒนาระบบดังนี้

### 1. ข้อมูลประชากรผู้สูงอายุจาก HDX




ภาพ 14 แผนที่แสดงตำแหน่งประชากรผู้สูงอายุในประเทศไทย

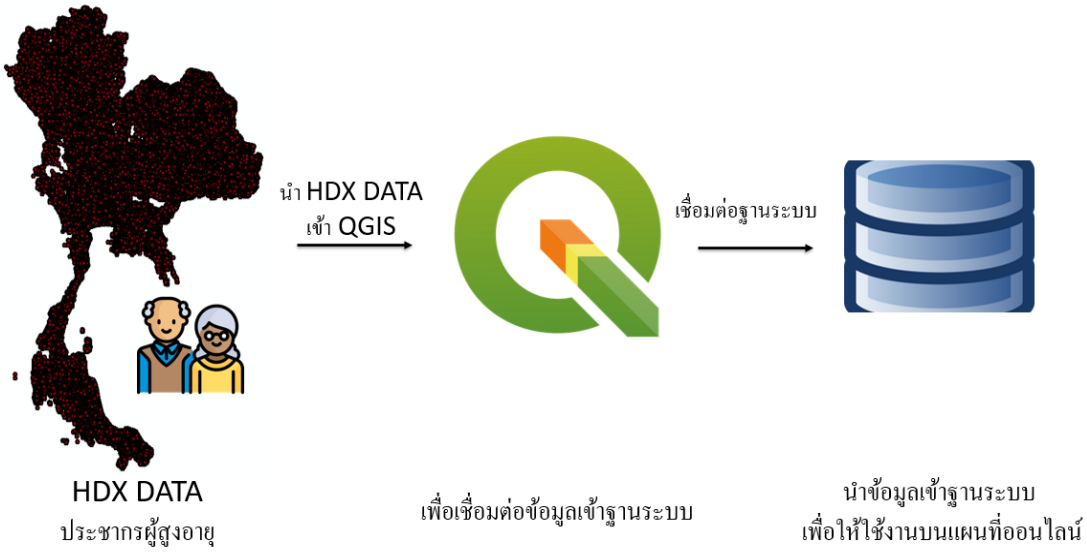
ข้อมูลของ HDX หรือเว็บไซต์การแลกเปลี่ยนข้อมูลด้านมนุษยธรรม คือ เป็นแพลตฟอร์มเปิดสำหรับการแชร์ข้อมูลข้ามหน่วยงานและองค์กร ข้อมูล HDX จะแสดงตำแหน่งของประชากรผู้สูงอายุในรูปแบบจุด 1 จุด จะคำนวณประชากรตามพื้นที่จริงความละเอียด 30 เมตร แตกต่างจากข้อมูลแหล่งอื่น ๆ คือ มีความแม่นยำและมีข้อมูลทั่วโลก ทำให้ง่ายต่อการเข้าถึงข้อมูล เหมาะกับงานที่ต้องวิเคราะห์ข้อมูล

จากภาพ 14 แสดงให้เห็นว่าบริเวณภาคกลางจะมีพื้นที่สีชมพูมากที่สุดในประเทศที่แสดงให้เห็นว่ามีประชากรผู้สูงอายุประมาณ 12 – 16 คน ต่อพื้นที่จริงความละเอียด 30 เมตร ซึ่งมีประชากรผู้สูงอายุอาศัยอยู่เป็นมากที่สุด ได้แก่ กรุงเทพฯและปริมณฑล บริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีประชากรผู้สูงอายุมากที่สุดอยู่ที่จังหวัดเลย และภาคใต้มีประชากรผู้สูงอายุมากที่สุด คือจังหวัดภูเก็ตและนราธิวาส ส่วนทางด้านภาคเหนือและภาคตะวันออกไม่มีพื้นที่สีชมพูแสดงให้เห็นว่าไม่มีประชากรผู้สูงอายุประมาณ 12 – 16 คน ต่อพื้นที่จริงความละเอียด 30 เมตร แต่มีพื้นที่สีม่วง ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามีประชากรผู้สูงอายุประมาณ 7 – 11 คน ต่อพื้นที่จริงความละเอียด 30 เมตร คือ กำแพงเพชร พิษณุโลก ตาก ระยอง ตราด และบริเวณพื้นที่สีขาว แสดงให้เห็นว่าไม่มีประชากรผู้สูงอายุอาศัยอยู่ ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นพื้นที่หุบเขา พื้นที่อุทยาน พื้นที่เกษตรกรรม เป็นต้น

**2. การพัฒนาระบบ**

2.1. ระบบฐานข้อมูลผู้สูงอายุ

เมื่อได้ข้อมูลจากการดาวน์โหลดข้อมูลในขั้นตอนแรก จะนำข้อมูลเชิงพื้นที่ทั้งหมดนี้เข้าสู่ระบบฐานข้อมูล เพื่อจัดเก็บ จัดการ และแสดงข้อมูลเชิงพื้นที่ทั้งหมดที่ ซึ่งถือว่าระบบฐานข้อมูลนี้เป็นส่วนสำคัญที่ทำงานร่วมกับการพัฒนาระบบในขั้นตอนต่อๆไป




ภาพ 15 กระบวนการจัดการฐานข้อมูลผู้สูงอายุ

ในส่วนของกระบวนการจัดการฐานข้อมูลผู้สูงอายุเริ่มจากการดาวน์โหลดข้อมูลจากเว็บไซต์การแลกเปลี่ยนข้อมูลด้านมนุษยธรรม ข้อมูลที่ได้จะเป็น .tiff นำข้อมูลเข้า QGIS เพื่อเชื่อมต่อข้อมูลเข้ากับฐานระบบและเพื่อใช้งานบนแผนที่ออนไลน์

โดยฐานข้อมูลจะมีคอลัมน์ geom ที่มีชนิดข้อมูลเป็น Geometry (point,3857) ซึ่งเป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ประเภทจุด (point) ที่แสดงเป็นระบบพิกัดภูมิศาสตร์ WGS 84 Lat/Lon(EPSG:3857)

Data Output | Explain | Messages | Notifications | Geometry Viewer

| | gid [PK] integer | geom geometry | latitude double precision | longitude double precision | population double precision |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 0101000020877F0... | 8.7193056 | 99.7901389 | 0.435705 |
| 2 | 2 | 0101000020877F0... | 8.7223611 | 99.79375 | 0.435705 |
| 3 | 3 | 0101000020877F0... | 8.8495833 | 99.6181944 | 0.435705 |
| 4 | 4 | 0101000020877F0... | 8.8743056 | 99.6231944 | 0.435705 |
| 5 | 5 | 0101000020877F0... | 8.7190278 | 99.7868056 | 0.435705 |
| 6 | 6 | 0101000020877F0... | 8.8920833 | 99.6045833 | 0.435705 |
| 7 | 7 | 0101000020877F0... | 8.7754167 | 99.6670833 | 0.435705 |
| 8 | 8 | 0101000020877F0... | 8.7954167 | 99.6373611 | 0.435705 |
| 9 | 9 | 0101000020877F0... | 8.7998611 | 99.6548611 | 0.435705 |
| 10 | 10 | 0101000020877F0... | 8.7848611 | 99.6301389 | 0.435705 |
| 11 | 11 | 0101000020877F0... | 8.7945833 | 99.63125 | 0.435705 |
| 12 | 12 | 0101000020877F0... | 8.8790278 | 99.61375 | 0.435705 |
| 13 | 13 | 0101000020877F0... | 8.7976389 | 99.6126389 | 0.435705 |
| 14 | 14 | 0101000020877F0... | 8.8026389 | 99.6098611 | 0.435705 |
| 15 | 15 | 0101000020877F0... | 8.7145833 | 99.7468056 | 0.435705 |
| 16 | 16 | 0101000020877F0... | 8.8190278 | 99.6051389 | 0.435705 |
| 17 | 17 | 0101000020877F0... | 8.8034722 | 99.6081944 | 0.435705 |

ภาพ 16 ฐานข้อมูลประชากรผู้สูงอายุ

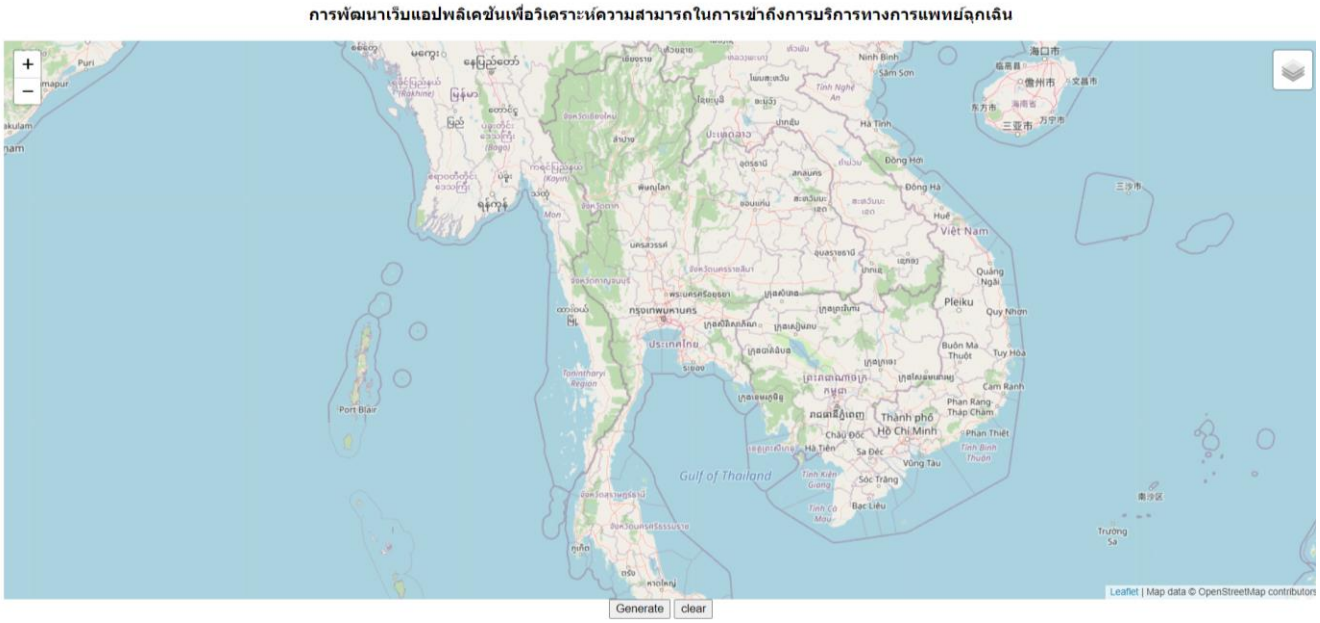
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

2.2 การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้พัฒนาเว็บแอปพลิเคชันที่มีความสามารถในการวิเคราะห์การเข้าถึงการบริการทางการแพทย์ฉุกเฉิน เพื่อคำนวณการรองรับประชากรผู้สูงอายุ โดยจะใช้ Leaflet API ในการสร้างแผนที่ออนไลน์ โดยใช้บริการ OpenRouteService API ในการคำนวณพื้นที่ให้บริการจากตำแหน่งที่เลือกในระยะเวล 8 นาที ที่เรากำหนดไว้ ซึ่งเว็บแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นสามารถวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าถึงการบริการทางการแพทย์ฉุกเฉินของตำแหน่งนั้นๆ และยังสามารถระบุได้ว่าพื้นที่ดังกล่าวมีสามารถรองรับจำนวนประชากรผู้สูงอายุได้จำนวนเท่าไหร่ นอกจากนี้ยังมีการใช้ Turf.js API เพื่อนับข้อมูลในพื้นที่ทับซ้อนกันของจำนวนประชากรผู้สูงอายุในตำแหน่งที่เรากำหนด

2.2.1 หน้าเว็บแอปพลิเคชัน

หน้าเว็บแอปพลิเคชันประกอบด้วย 3 ส่วน คือ 1. ส่วนแสดงแผนที่ 2. ส่วนแสดงชั้นข้อมูล 3. ฟังก์ชันในการคำนวณผลลัพธ์และล้างข้อมูลการค้นหา




ภาพ 17 หน้าเว็บแอปพลิเคชัน

โดยจะใช้ Leaflet API ในการสร้างแผนที่ออนไลน์ และใช้ OpenRouteService API ในการคำนวณพื้นที่ให้บริการจากตำแหน่งที่อยู่ ซึ่งเว็บแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นนี้ สามารถแสดงตำแหน่งจำนวนประชากรผู้สูงอายุ ที่ครอบคลุมตามระยะเวลาที่กำหนดไว้ 8 นาที และวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าการบริการทางการแพทย์ฉุกเฉิน ณ ตำแหน่งนั้น ๆ ที่สามารถครอบคลุมประชากรผู้สูงอายุ

```
var map = L.map('mapid').setView([13.7245601,100.4930241], 6);
var marker_arr = [];
var mp;
var service;
var box;
var pop = 0;
var osmUrl = 'http://{s}.tile.openstreetmap.org/{z}/{x}/{y}.png';
var osmAttrib = 'Map data © OpenStreetMap contributors';
var osm = new L.TileLayer(osmUrl, { attribution: osmAttrib });
var OpenTopoMap = L.tileLayer('https://{s}.tile.opentopomap.org/{z}/{x}/{y}.png', {
maxZoom: 17,
attribution: 'Map data: &copy; <a href="https://www.openstreetmap.org/copyright">OpenStreetMap</a> contributors,
});
```

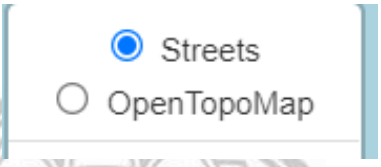
ภาพ 18 Code ส่วนแสดงแผนที่

ส่วนของหน้าเว็บแอปพลิเคชันจะแสดงแผนที่ โดยใช้ URL ที่เชื่อมต่อกับ Openstreetmap ดังภาพ 18 และได้มีการกำหนดพิกัดของแผนที่ไว้ที่ศูนย์กลางประเทศไทย คือ กรุงเทพมหานคร

```
var baseLayers = {
    "Streets": osm,
    "OpenTopoMap" : OpenTopoMap
};

map.addLayer(osm);
L.control.layers(baseLayers,overlayLayers).addTo(map);
```

ภาพ 19 Code ส่วนแสดงชั้นข้อมูล

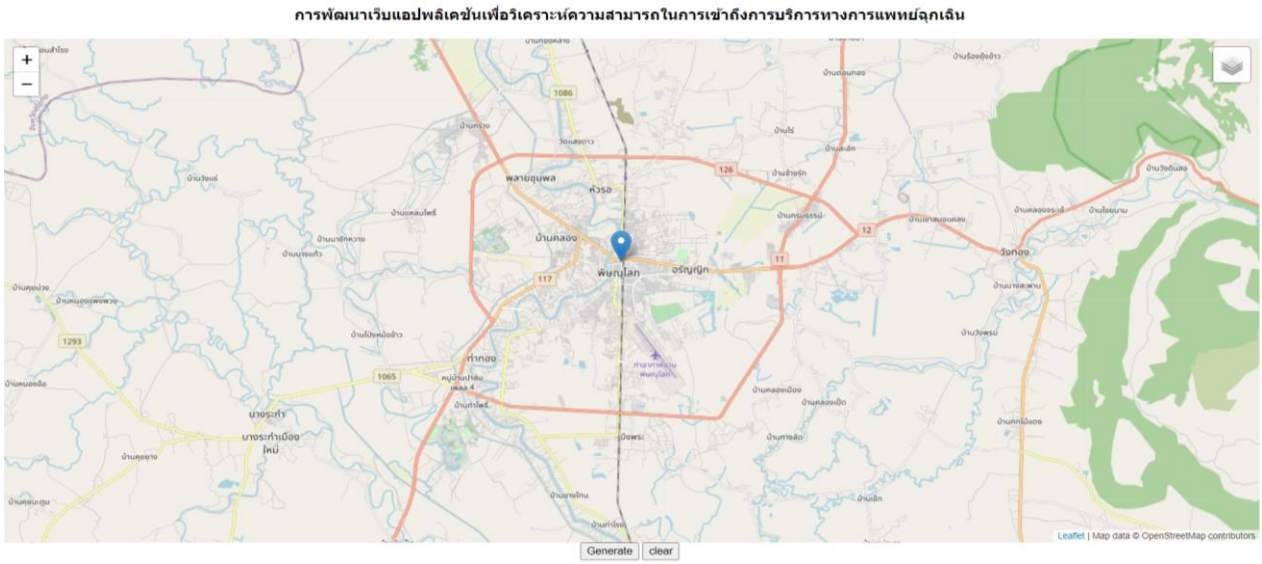
ในส่วนของการแสดงชั้นข้อมูล จากภาพ 19 ได้มีการกำหนด baseLayers จำนวน 2 ชั้น คือ Streets และ OpenTopoMap ภาพ 20 จะแสดงผลลัพธ์เป็นภาพ 30




ภาพ 20 ส่วนแสดงชั้นข้อมูล

2.2.2 การสร้างมาร์คเกอร์และเครื่องมืออื่นๆ

การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันบนแผนที่ออนไลน์ โดยผู้วิจัยได้สร้างมาร์คเกอร์ (Marker) ขึ้นมาบนแผนที่ เพื่อต้องการกำหนดตำแหน่งที่จะวิเคราะห์การบริการบนแผนที่ออนไลน์




ภาพ 21 สร้างมาร์คเกอร์

การสร้างมาร์คเกอร์นอกจากจะเป็นการกำหนดตำแหน่งในการวิเคราะห์การบริการแล้ว ยังเป็นการสร้างมาร์คเกอร์เพื่อที่จะรับและส่งค่าจาก OpenRouteService จากการคำนวณระยะทาง

2.2.3 เมื่อสร้างมาร์คเกอร์เสร็จ ขั้นตอนถัดไปจะเป็นการกำหนดข้อมูลที่จะใช้วิเคราะห์ให้กับมาร์คเกอร์ เพื่อแสดงผลในการวิเคราะห์ จากภาพ 22 ผู้วิจัยได้กำหนดระยะเวลาไว้ที่ 8 นาที และภาพ 23 กำหนดมาร์คเกอร์ได้ไม่เกิน 5 ตำแหน่ง ตามเงื่อนไขของบริการ Openrouteservice และยังสร้าง popup แสดงการแจ้งเตือนเมื่อจุดครบตามกำหนดแล้ว

```
function genBody(){
    var bodyJson = {
        "locations" :  [],
        "range" : [480],
        "range_type" : "time"
    };

    for (i=0;i<marker_arr.length;i++){
        var latlng = [marker_arr[i]['_latlng']['lng'],marker_arr[i]['_latlng']['lat']];
        bodyJson["locations"].push(latlng);
    }
    return JSON.stringify(bodyJson);
}
```

ภาพ 22 กำหนดระยะเวลาในการคำนวณมาร์คเกอร์

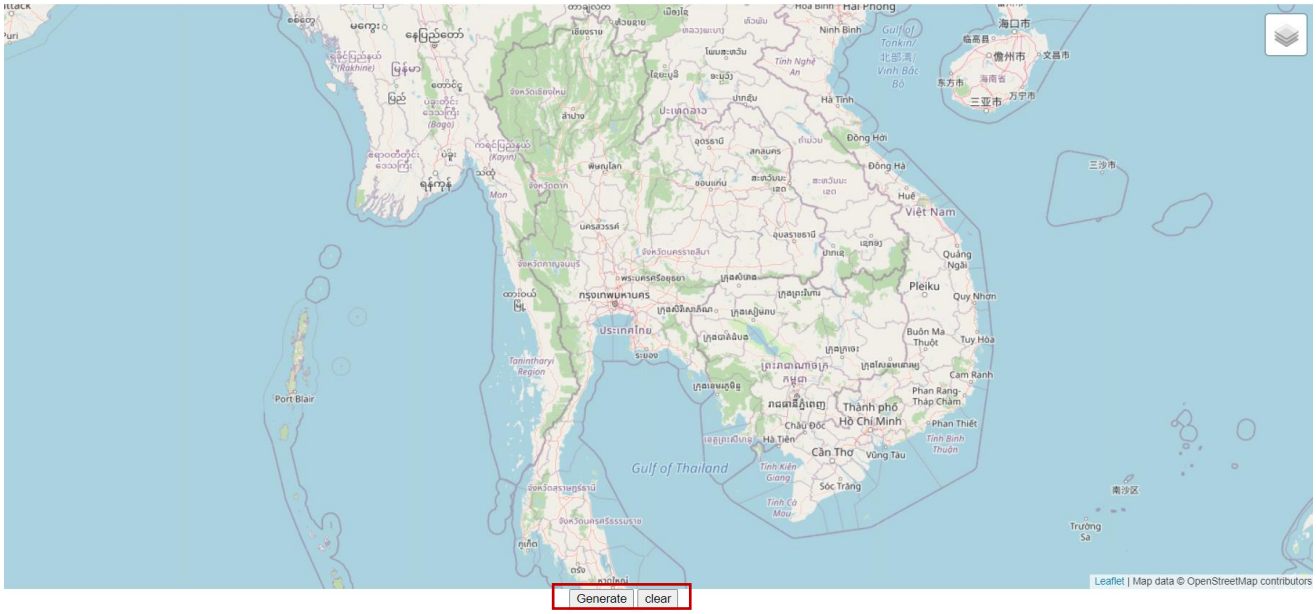
```
if (marker_arr.length < 5){
    var cont = "<input type='number' id='radius'>นาที<br> <button type='button' id='OK' onclick=genService("+ c_lat + "," + c_lng +") >OK</button>
    var mp = new L.Marker([c_lat, c_lng]).addTo(map);
    marker_arr.push(mp);
    }else {
        alert("จุดครบตามจำนวนแล้ว");
    }
});
```

ภาพ 23 Code กำหนดจำนวนมาร์คเกอร์และ popup แจ้งเตือนเมื่อจุดครบตามครบแล้ว

เนื่องจากเงื่อนไขของ OpenRouteService สามารถคำนวณมาร์คเกอร์ได้มากสุด 5 ตำแหน่ง จึงต้องกำหนดเงื่อนไขของจำนวนมาร์คเกอร์ หากจำนวนมาร์คเกอร์เกินเงื่อนไขของ OpenRouteService จะไม่สามารถคำนวนหาการบริการได้

ภาพ 24 popup แจ้งเตือนเมื่อมาร์คเกอร์ครบจำนวนแล้ว

2.2.4 สร้างฟังก์ชันในปุ่ม Generate ภาพ 26 เพื่อรับค่าและส่งข้อมูลให้ผลลัพธ์ของมาร์คเกอร์กลับให้แก่ผู้ใช้งาน ซึ่งปุ่มที่รับส่งข้อมูลของมาร์คเกอร์จะแสดงดังภาพ 25 และจากภาพ 27 จะมีการส่งค่าเพื่อให้ OpenRouteService คำนวณหาพื้นที่บริการและแสดงผลการคำนวณประชากรผู้สูงอายุในพื้นที่บริการ




ภาพ 25 ฟังก์ชันในการคำนวณผลลัพธ์และล้างข้อมูลการค้นหา

```
function genServices(){
        var body = genBody();
        console.log(body);
        var dist = 8 * 60;
        pop = 0;
            //ตำส่งตากลับมา
            let request = new XMLHttpRequest();
            request.open('POST', "https://api.openrouteservice.org/v2/isochrones/driving-car");
    request.setRequestHeader('Accept', 'application/json, application/geo+json, application/gpx+xml, img/png; char
            request.setRequestHeader('Content-Type', 'application/json');
            request.setRequestHeader('Authorization', '5b3ce3597851110001cf624871308a16a2b242809b906367f78494c3');
            request.onreadystatechange = function () {
                if (this.readyState === 4) {
                    var json = JSON.parse(this.responseText);
                    console.log(json);
            var jsonUnion = unionPoly(json);
            console.log(jsonUnion);
            //ตำที่ดึงผลลัพธ์ออกมาเป็นจำนวนประชากรที่อยู่ในpolygon
```

ภาพ 26 Code ฟังก์ชันรับค่าจากปุ่ม Generate

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University

```
        //ตำส่งตากลับมา
        let request = new XMLHttpRequest();
        request.open('POST', "https://api.openrouteservice.org/v2/isochrones/driving-car");
request.setRequestHeader('Accept', 'application/json, application/geo+json, application/gpx+xml, img/png; charset=utf-8');
        request.setRequestHeader('Content-Type', 'application/json');
        request.setRequestHeader('Authorization', '5b3ce3597851110001cf624871308a16a2b242809b906367f78494c3');
        request.onreadystatechange = function () {
            if (this.readyState === 4) {
                var json = JSON.parse(this.responseText);
                console.log(json);
```

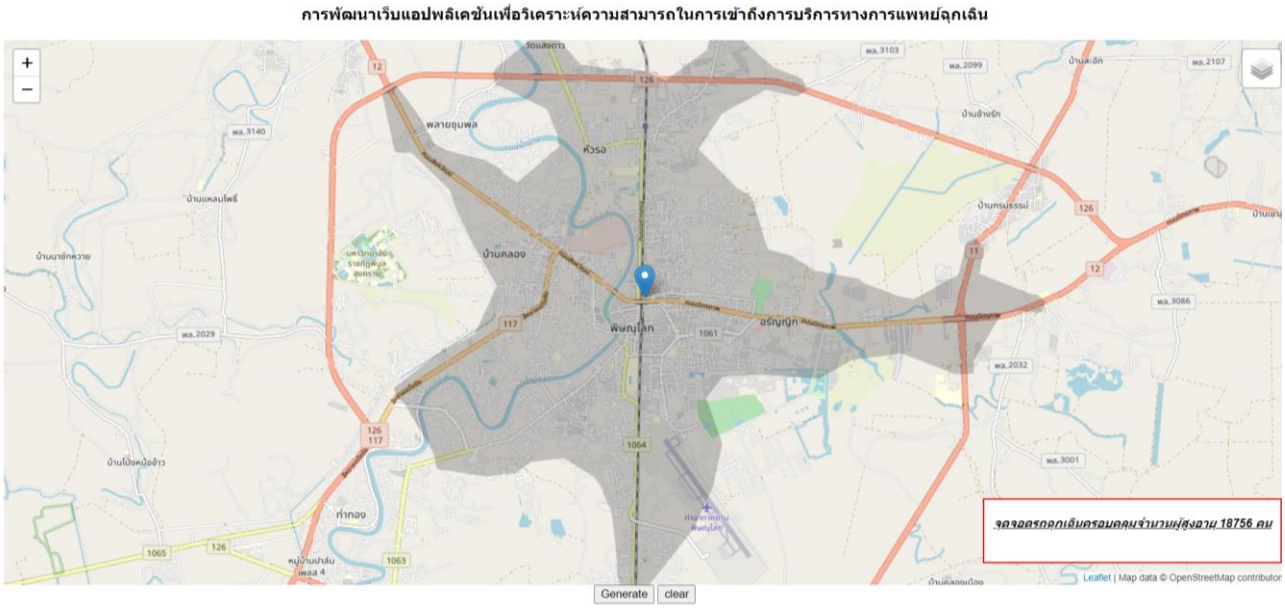
ภาพ 27 Code ส่งค่าให้ OpenRouteService

2.2.5 จากภาพ 28 การสร้างฟังก์ชันลบข้อมูลมาร์คเกอร์และข้อมูลผลลัพธ์ในการหาพื้นที่บริการ เพื่อรับคำสั่งจากปุ่ม Clear บนหน้าเว็บแอปพลิเคชัน

```
function clearService(){
    if (service){
        map.removeLayer(service);
    }

    if(marker_arr.length > 0){
        for (i=0;i<marker_arr.length;i++){
            map.removeLayer(marker_arr[i]);
        }
        marker_arr = [];
    }

    if (box){
        map.removeControl(box);
    }

}
```

ภาพ 28 Code ฟังก์ชันลบข้อมูลที่วิเคราะห์แล้ว

2.2.6 การสร้างพื้นที่รูปปิด (Polygon) ขึ้นจากตำแหน่งมาร์คเกอร์ที่เลือก เมื่อกำหนดมาร์คเกอร์ตำแหน่งพื้นที่ที่ต้องการวิเคราะห์เสร็จแล้ว จากนั้นกดปุ่ม Generate ระบบจะทำการสร้างพื้นที่ให้บริการขึ้น จากภาพ 29 โดยมาจากตำแหน่งของมาร์คเกอร์ที่เรากำหนดไว้ โดยจะคำนวณพื้นที่ให้บริการนี้ตามเส้นทางของถนน




ภาพ 29 รูปปิดที่ส่งกลับมาจากฐานข้อมูล

2.3 อัลกอริทึมในการเรียกใช้บริการ Openrouteservice API

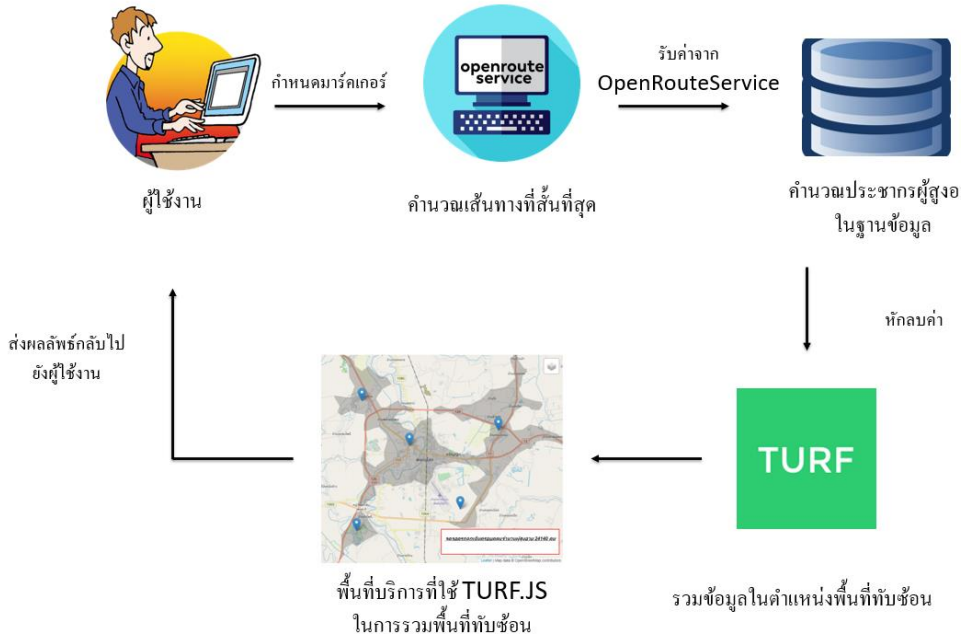
ได้ใช้บริการจาก OpenRouteService API ในเรื่องการบริการเวลาเดียวกัน (Isochrone Service) จากนั้นจะส่งรูปปิดดังกล่าวเข้าสู่ฐานข้อมูลและดึงข้อมูลตำแหน่งจำนวนประชากรที่อยู่ภายในรูปปิดออกมา

ภาพ 30 หลักการทำงานของ OpenRouteService API

ในการทำงานของ OpenRouteService API จะรับค่าจากมาร์คเกอร์ที่ผู้ใช้งานกำหนด แล้วส่งข้อมูลเข้าไปที่ OpenRouteService เพื่อคำนวณข้อมูลประชากรผู้สูงอายุที่มีอยู่ในฐานข้อมูลระบบตามเงื่อนไขที่เรากำหนดไว้ และส่งข้อมูลผลลัพธ์ในการวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าถึง กลับมาในรูปแบบรูปปิด พร้อมกับคำนวณประชากรผู้สูงอายุ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

2.4 อัลกอริทึมในการรวมข้อมูลด้วย Turf.js API




ภาพ 31 หลักการทำงานของ TURF.JS API

Turf API เป็นเครื่องมือใน Javascript ที่จะทำหน้าที่รวมข้อมูลจากพื้นที่ทับซ้อนไว้เป็นรูปปิดเดียวกัน ซึ่งในงานวิจัยจะรับค่าจาก OpenRouteService API ผ่านฐานข้อมูล และจึงทำการรวมข้อมูลในพื้นที่ทับซ้อนให้คำนวณค่าที่มีการหักลบกันแล้ว จึงส่งกลับมาแสดงผลต่อผู้ใช้งาน

**3. ผลการทดสอบระบบ**

3.1 ผลลัพธ์จากเว็บแอปพลิเคชันที่ผ่านกระบวนการวิเคราะห์ความสามารถในการบริการทางการแพทย์ฉุกเฉิน จะได้เป็น 2 ส่วน คือ

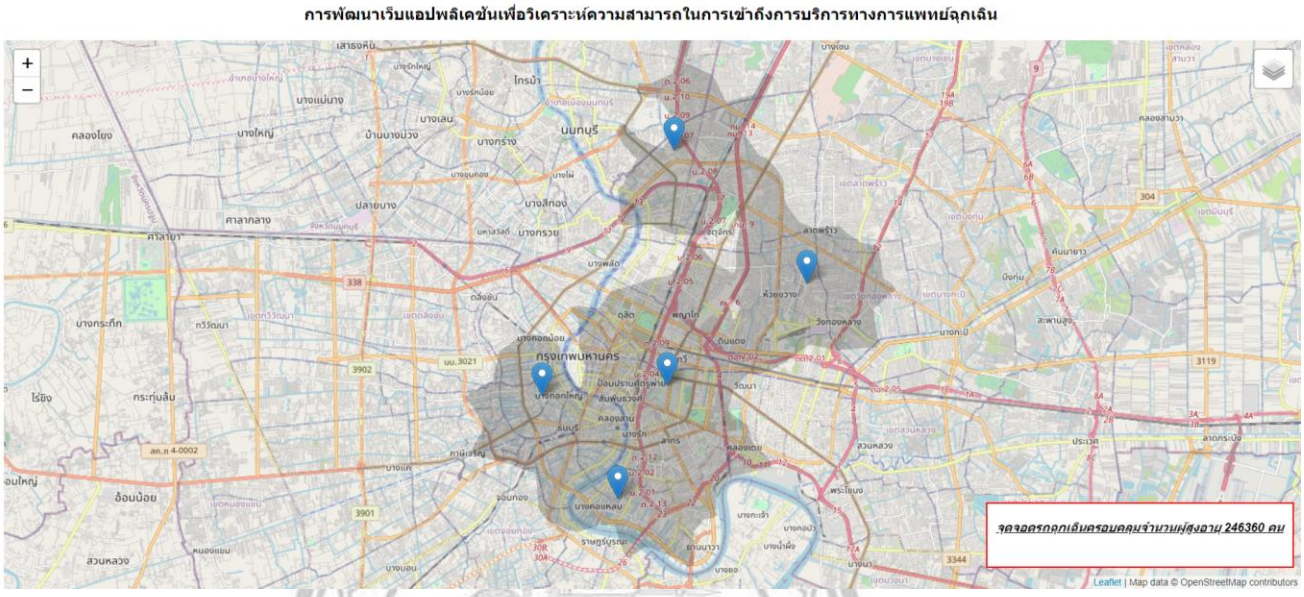
3.1.1 หน้าเว็บแอปพลิเคชันที่แสดงรูปปิดประชากรผู้สูงอายุตามที่เรากำหนด

3.1.2 กล่องข้อความแสดงจำนวนประชากรผู้สูงอายุ

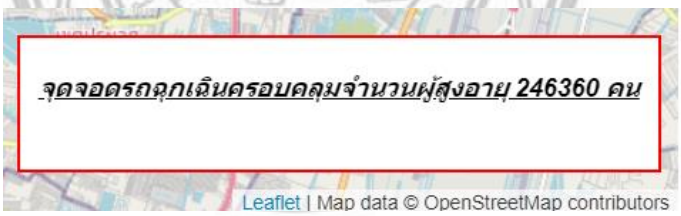
3.2 ในระบบที่ผู้วิจัยพัฒนาจัดทำขึ้นนี้ มีความสามารถในการวิเคราะห์การเข้าถึงการบริการทางการแพทย์ฉุกเฉิน สามารถครอบคลุมประชากรผู้สูงอายุในพื้นที่วิเคราะห์ภายในระยะเวลาที่กำหนดไว้ 8 นาที ซึ่งผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ในเว็บแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นมีตัวอย่างดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

3.2.1 การวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าถึงบริการทางการแพทย์ฉุกเฉินในพื้นที่ ตัวอย่าง จังหวัดกรุงเทพมหานคร




ภาพ 32 การวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าถึงการบริการทางการแพทย์ฉุกเฉิน ในพื้นที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร

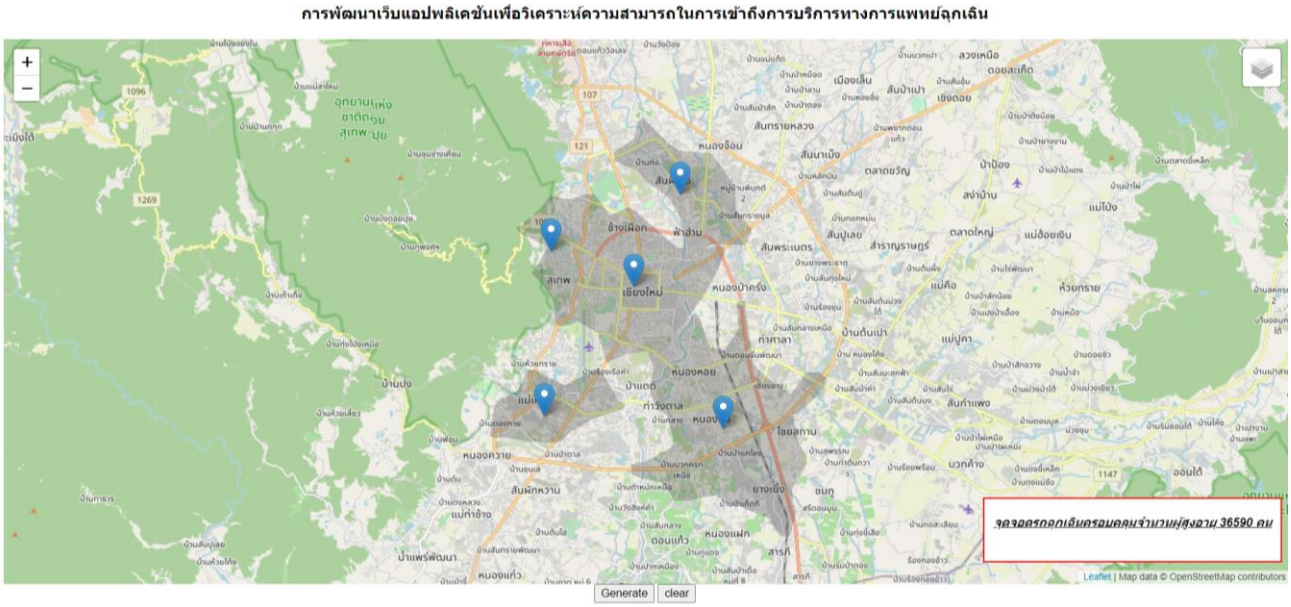



ภาพ 33 กล่องแสดงผลลัพธ์จำนวนประชากรผู้สูงอายุในพื้นที่บริการ จังหวัดกรุงเทพมหานคร

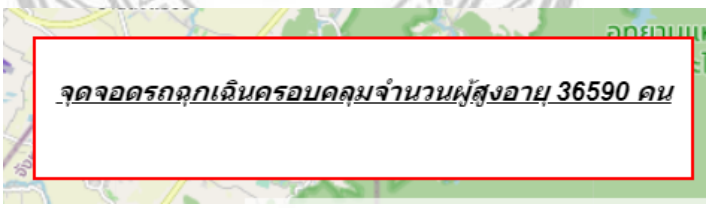
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

จากการกำหนดตำแหน่งจุดจอดรถฉุกเฉินจำนวน 5 จุด พบว่าการเข้าถึงพื้นที่บริการทางการแพทย์ฉุกเฉิน ภายในระยะเวลา 8 นาที ของจังหวัดกรุงเทพมหานคร สามารถครอบคลุมจำนวนประชากรผู้สูงอายุในพื้นที่บริการได้จำนวน 246,360 คน

3.2.2 การวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าถึงบริการทางการแพทย์ฉุกเฉินในพื้นที่ ตัวอย่าง จังหวัดเชียงใหม่




ภาพ 34 การวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าถึงการบริการทางการแพทย์ฉุกเฉิน ในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่




ภาพ 35 กล่องแสดงผลลัพธ์จำนวนประชากรผู้สูงอายุในพื้นที่บริการ จังหวัดเชียงใหม่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

จากการกำหนดตำแหน่งจุดจอดรถฉุกเฉินจำนวน 5 จุด พบว่าการเข้าถึงพื้นที่บริการทางการแพทย์ฉุกเฉิน ภายในระยะเวลา 8 นาที ของจังหวัดเชียงใหม่ สามารถครอบคลุมจำนวนประชากรผู้สูงอายุในพื้นที่บริการได้จำนวน 36,590 คน

3.2.3 การวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าถึงบริการทางการแพทย์ฉุกเฉินในพื้นที่ ตัวอย่าง จังหวัดนครราชสีมา

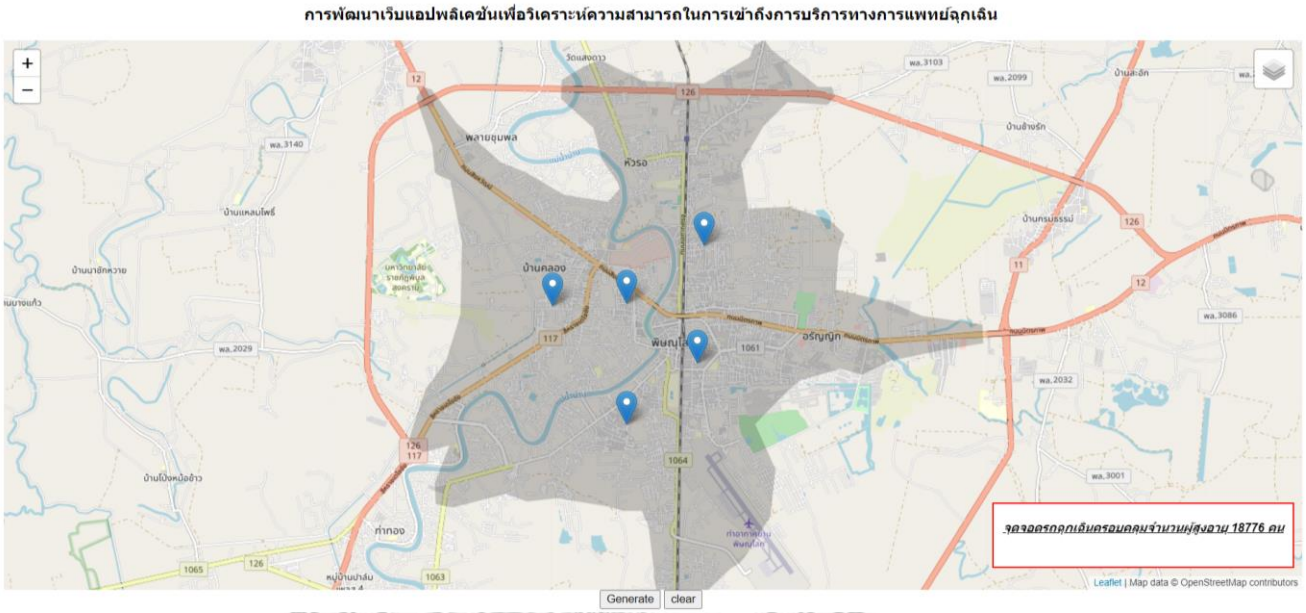
ภาพ 36 การวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าถึงการบริการทางการแพทย์ฉุกเฉินในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา

ภาพ 37 กล่องแสดงผลลัพธ์จำนวนประชากรผู้สูงอายุในพื้นที่บริการ จังหวัดนครราชสีมา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

จากการกำหนดตำแหน่งจุดจอดรถฉุกเฉินจำนวน 5 จุด พบว่าการเข้าถึงพื้นที่บริการทางการแพทย์ฉุกเฉิน ภายในระยะเวลา 8 นาที ของจังหวัดนครราชสีมา สามารถครอบคลุมจำนวนประชากรผู้สูงอายุในพื้นที่บริการได้จำนวน 21,371 คน

3.2.4 การวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าถึงบริการทางการแพทย์ฉุกเฉินในพื้นที่ ตัวอย่าง จังหวัดพิษณุโลก



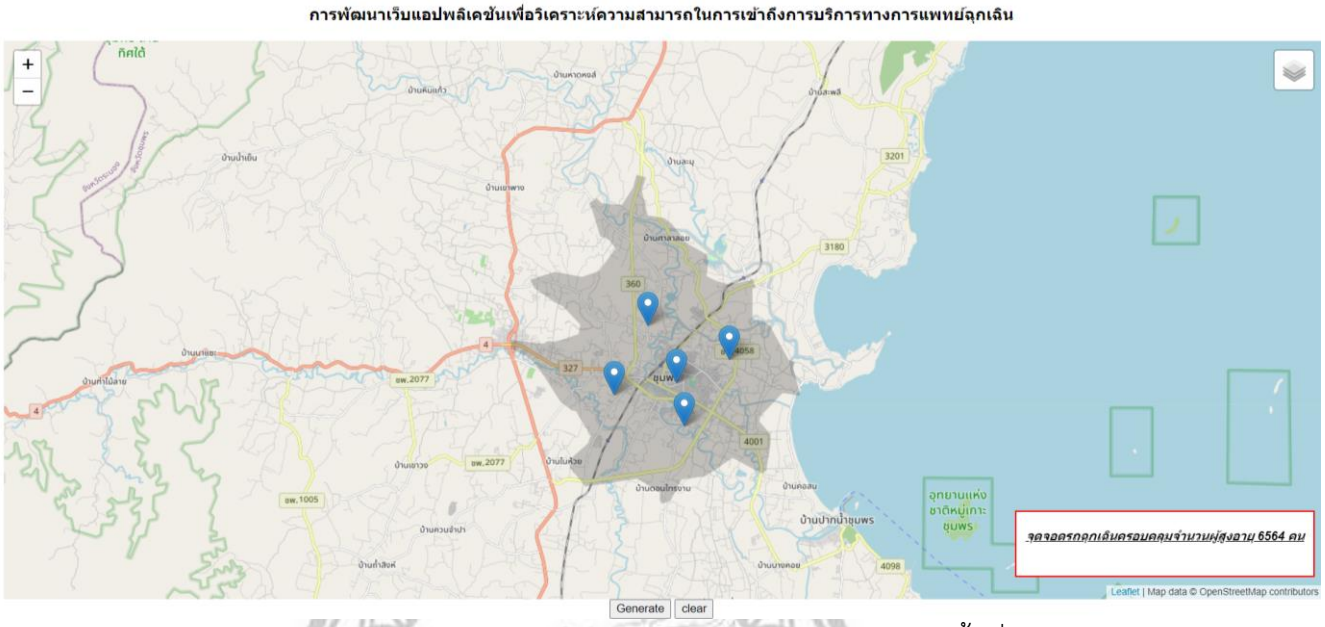

ภาพ 38 การวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าถึงการบริการทางการแพทย์ฉุกเฉินในพื้นที่จังหวัดพิษณุโลก

ภาพ 39 กล่องแสดงผลลัพธ์จำนวนประชากรผู้สูงอายุในพื้นที่บริการ จังหวัดพิษณุโลก

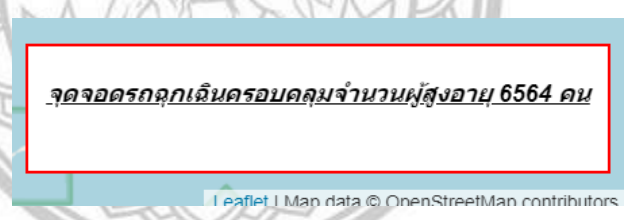
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

จากการกำหนดตำแหน่งจุดจอดรถฉุกเฉินจำนวน 5 จุด พบว่าการเข้าถึงพื้นที่บริการทางการแพทย์ฉุกเฉิน ภายในระยะเวลา 8 นาที ของจังหวัดพิษณุโลก สามารถครอบคลุมจำนวนประชากรผู้สูงอายุในพื้นที่บริการได้จำนวน 18,776 คน

3.2.5 การวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าถึงบริการทางการแพทย์ฉุกเฉินในพื้นที่ ตัวอย่าง ชุมพร




ภาพ 40 การวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าถึงการบริการทางการแพทย์ฉุกเฉินในพื้นที่จังหวัดชุมพร

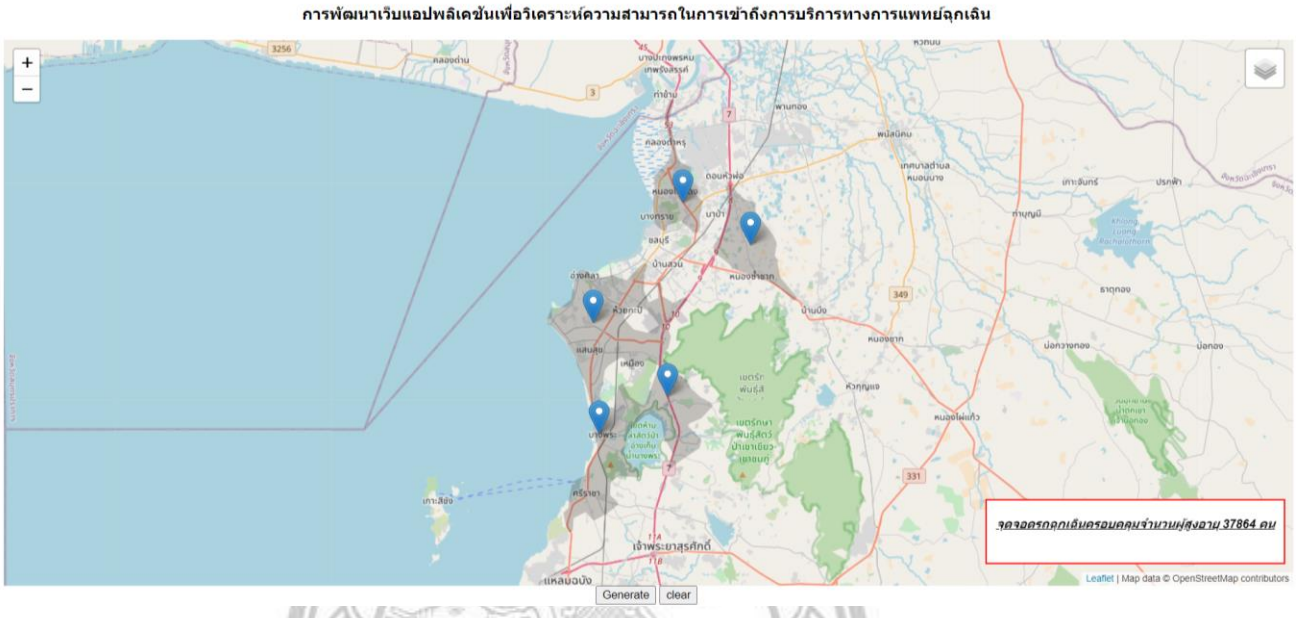



ภาพ 41 กล่องแสดงผลลัพธ์จำนวนประชากรผู้สูงอายุในพื้นที่บริการจังหวัดชุมพร

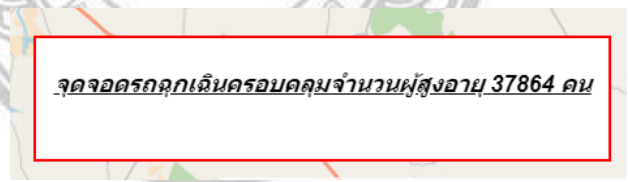
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

จากการกำหนดตำแหน่งจุดจอดรถฉุกเฉินจำนวน 5 จุด พบว่าการเข้าถึงพื้นที่บริการทางการแพทย์ฉุกเฉิน ภายในระยะเวลา 8 นาที ของจังหวัดชุมพร สามารถครอบคลุมจำนวนประชากรผู้สูงอายุในพื้นที่บริการได้จำนวน 6,564 คน

3.2.6 การวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าถึงบริการทางการแพทย์ฉุกเฉินในพื้นที่ ตัวอย่าง จังหวัดชลบุรี




ภาพ 42 การวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าถึงการบริการทางการแพทย์ฉุกเฉินในพื้นที่จังหวัดชลบุรี

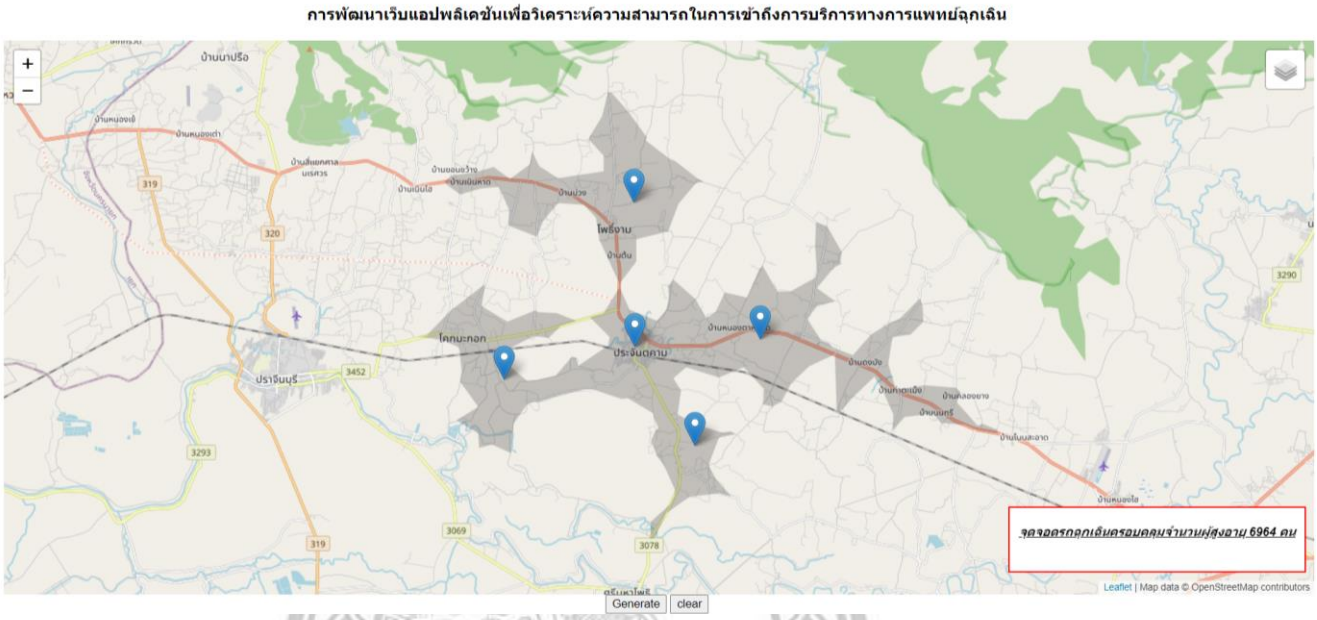



ภาพ 43 กล่องแสดงผลลัพธ์จำนวนประชากรผู้สูงอายุในพื้นที่บริการ จังหวัดชลบุรี

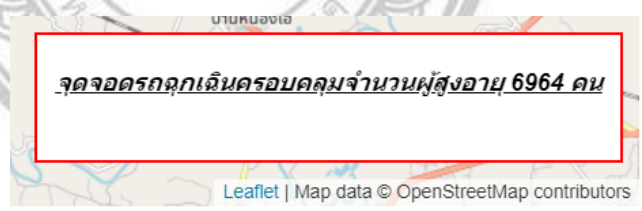
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

จากการกำหนดตำแหน่งจุดจอดรถฉุกเฉินจำนวน 5 จุด พบว่าการเข้าถึงพื้นที่บริการทางการแพทย์ฉุกเฉิน ภายในระยะเวลา 8 นาที ของจังหวัดชลบุรี สามารถครอบคลุมจำนวนประชากรผู้สูงอายุในพื้นที่บริการได้จำนวน 37,864 คน

3.2.7 การวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าถึงบริการทางการแพทย์ฉุกเฉินในพื้นที่ ตัวอย่าง จังหวัดปราจีนบุรี




ภาพ 44 การวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าถึงบริการทางการแพทย์ฉุกเฉินในพื้นที่จังหวัดปราจีนบุรี



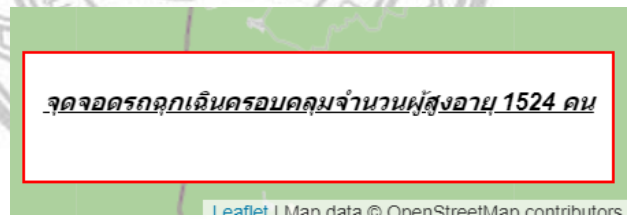

ภาพ 45 กล่องแสดงผลลัพธ์จำนวนประชากรผู้สูงอายุในพื้นที่บริการ จังหวัดปราจีนบุรี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

จากการกำหนดตำแหน่งจุดจอดรถฉุกเฉินจำนวน 5 จุด พบว่าการเข้าถึงพื้นที่บริการทางการแพทย์ฉุกเฉิน ภายในระยะเวลา 8 นาที ของจังหวัดปราจีนบุรี สามารถครอบคลุมจำนวนประชากรผู้สูงอายุในพื้นที่บริการได้จำนวน 6,964 คน

3.2.8 การวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าถึงบริการทางการแพทย์ฉุกเฉินในพื้นที่ ตัวอย่าง จังหวัดแม่ฮ่องสอน

ภาพ 46 การวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าถึงบริการทางการแพทย์ฉุกเฉินในพื้นที่จังหวัดแม่ฮ่องสอน

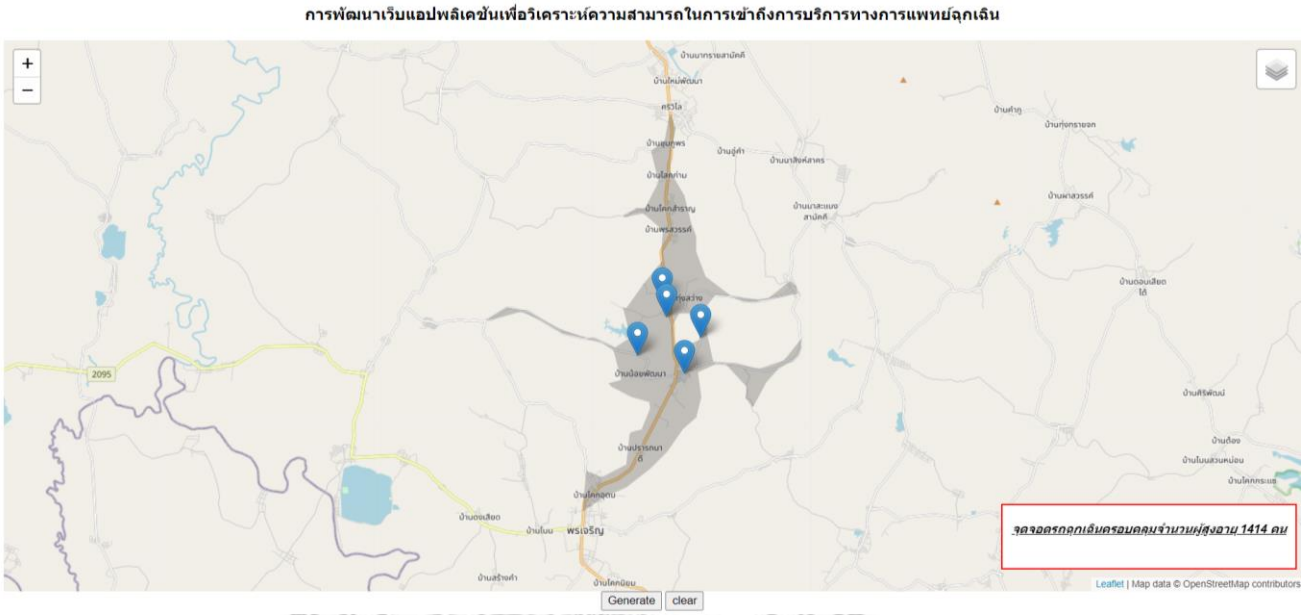



ภาพ 47 กล่องแสดงผลลัพธ์จำนวนประชากรผู้สูงอายุในพื้นที่บริการ จังหวัดแม่ฮ่องสอน

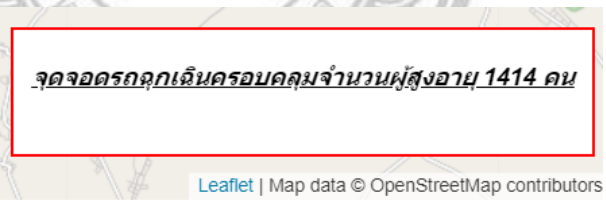
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

จากการกำหนดตำแหน่งจุดจอดรถฉุกเฉินจำนวน 5 จุด พบว่าการเข้าถึงพื้นที่บริการทางการแพทย์ฉุกเฉิน ภายในระยะเวลา 8 นาที ของจังหวัดแม่ฮ่องสอน สามารถครอบคลุมจำนวนประชากรผู้สูงอายุในพื้นที่บริการได้จำนวน 1,524 คน

3.2.9 การวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าถึงบริการทางการแพทย์ฉุกเฉินในพื้นที่ ตัวอย่าง จังหวัดบึงกาฬ




ภาพ 48 การวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าถึงบริการทางการแพทย์ฉุกเฉินในพื้นที่จังหวัดบึงกาฬ

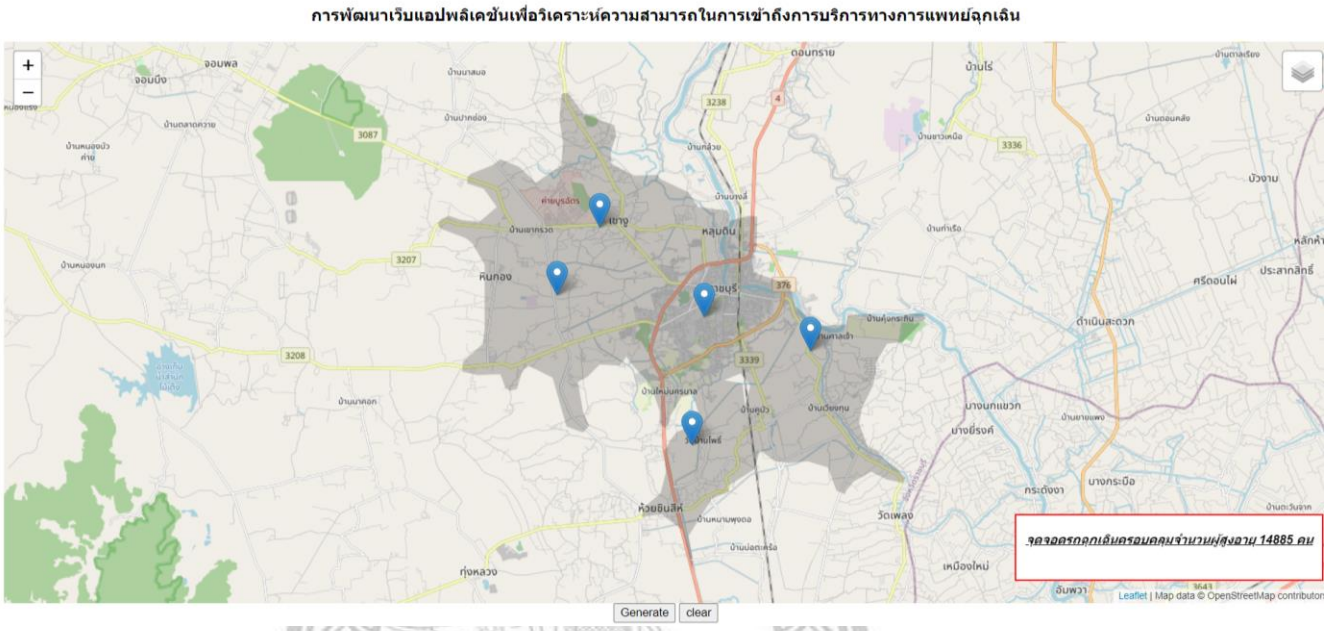



ภาพ 49 กล่องแสดงผลลัพธ์จำนวนประชากรผู้สูงอายุในพื้นที่บริการ จังหวัดบึงกาฬ

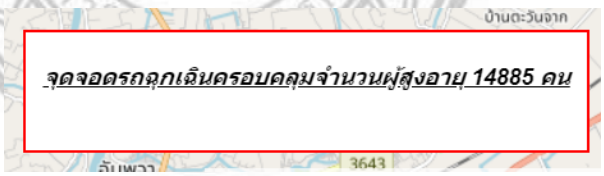
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

จากการกำหนดตำแหน่งจุดจอดรถฉุกเฉินจำนวน 5 จุด พบว่าการเข้าถึงพื้นที่บริการทางการแพทย์ฉุกเฉิน ภายในระยะเวลา 8 นาที ของจังหวัดบึงกาฬ สามารถครอบคลุมจำนวนประชากรผู้สูงอายุในพื้นที่บริการได้จำนวน 1,414 คน

3.2.10 การวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าถึงบริการทางการแพทย์ฉุกเฉินในพื้นที่ ตัวอย่าง จังหวัดราชบุรี



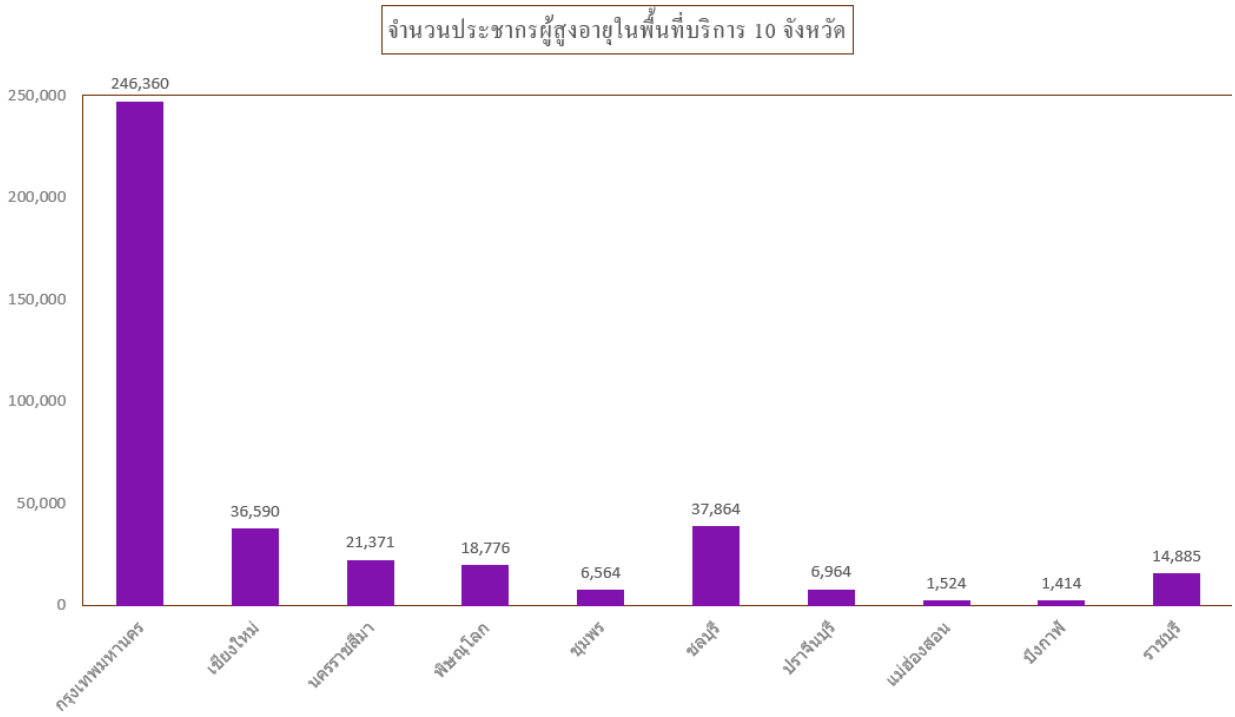

ภาพ 50 การวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าถึงบริการทางการแพทย์ฉุกเฉินในพื้นที่จังหวัดราชบุรี




ภาพ 51 กล่องแสดงผลลัพธ์จำนวนประชากรผู้สูงอายุในพื้นที่บริการ จังหวัดราชบุรี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

จากการกำหนดตำแหน่งจุดจอดรถฉุกเฉินจำนวน 5 จุด พบว่าการเข้าถึงพื้นที่บริการทางการแพทย์ฉุกเฉิน ภายในระยะเวลา 8 นาที ของจังหวัดราชบุรี สามารถครอบคลุมจำนวนประชากรผู้สูงอายุในพื้นที่บริการได้จำนวน 14,885 คน




ภาพ 52 กราฟแสดงจำนวนประชากรผู้สูงอายุในพื้นที่บริการ 10 จังหวัด

จากกราฟแสดงจำนวนประชากรผู้สูงอายุ ได้กำหนดตำแหน่งจุดจอดรถฉุกเฉิน เพื่อวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าถึงการบริการทางการแพทย์ฉุกเฉินจังหวัดละ 5 ตำแหน่ง ภายในระยะเวลา 8 นาที ผลการวิเคราะห์พบว่าในการจัดวางตำแหน่งรถฉุกเฉินของทั้ง 10 จังหวัด อันดับ 1 กรุงเทพมหานคร สามารถครอบคลุมจำนวนประชากรผู้สูงอายุในพื้นที่บริการได้จำนวน 246,360 คน อันดับ 2 จังหวัดชลบุรีสามารถครอบคลุมประชากรในพื้นที่บริการได้ถึง 37,864 คน อันดับ 3 จังหวัดเชียงใหม่สามารถครอบคลุมประชากรผู้สูงอายุในพื้นที่บริการได้ 36,590 คน อันดับ 4 จังหวัดนครราชสีมาครอบคลุมประชากรในพื้นที่บริการได้ถึง 21,371 คน อันดับ 5 จังหวัดพิษณุโลกครอบคลุมประชากรในพื้นที่บริการได้ถึง 18,776 คน อันดับ 6 จังหวัดราชบุรีครอบคลุมประชากรในพื้นที่บริการได้ถึง 14,885 คน อันดับ 7 จังหวัดปราจีนบุรีครอบคลุมประชากรในพื้นที่บริการได้ถึง 6,964 คน อันดับ 8 จังหวัดชุมพรครอบคลุมประชากรในพื้นที่บริการได้ถึง 6,564 คน อันดับ 9 แม่ฮ่องสอนครอบคลุมประชากรในพื้นที่บริการได้ถึง 1,524 คน และอันดับ 10 จังหวัดบึงกาฬครอบคลุมประชากรในพื้นที่บริการได้ถึง 1,414 คน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright© by Naresuan University
All rights reserved

# บทที่ 5

# สรุปผลการวิจัย

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าถึงการบริการทางการแพทย์ฉุกเฉิน เพื่อคำนวณการรองรับประชากรผู้สูงอายุมีวัตถุประสงค์หลักในการศึกษา 2 ประการ คือ 1.) เพื่อศึกษาและวิเคราะห์การเข้าถึงพื้นที่การบริการทางการแพทย์ฉุกเฉิน 2.) เพื่อพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันและวิเคราะห์การจัดวางตำแหน่งการบริการทางการแพทย์ฉุกเฉิน สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

## 5.1 สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันที่สามารถวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าถึงการบริการทางการแพทย์ฉุกเฉิน เพื่อคำนวณการรองรับประชากรผู้สูงอายุตามระยะเวลาที่ถูกกำหนดไว้ 8 นาที งานวิจัยในครั้งนี้ เพื่อเป็นหนึ่งในเครื่องมือที่ช่วยในการตัดสินใจกำหนดจุดจอดรถฉุกเฉิน ซึ่งผู้ใช้งานนี้อาจจะเป็นผู้ที่เกี่ยวข้องกับการบริการทางการแพทย์ฉุกเฉิน อาสาสมัครและหน่วยกู้ภัย ซึ่งเว็บแอปพลิเคชันในงานวิจัยครั้งนี้ใช้ข้อมูล HDX DATA ที่มีพื้นที่จริงความละเอียด 30 เมตร เพื่อใช้ในการหาจำนวนผู้สูงอายุที่ครอบคลุมในพื้นที่นั้นๆ และได้มีการพัฒนาขึ้นจากภาษา JavaScript ภาษา PHP เพื่อเชื่อมต่อกับฐานข้อมูล ภาษา SQL ภาษา HTML และภาษา CSS นอกจากนี้ได้มีการใช้บริการแผนที่ออนไลน์จาก Leaflet API ใช้บริการเส้นทางถนนจาก OpenRouteService API และยังมีการใช้ Turf.js API เพื่อรวมพื้นที่ที่ซ้อนทับกัน ซึ่งผลลัพธ์จากการพัฒนาระบบและทดสอบพบว่า ระบบที่ทำการพัฒนาขึ้นนั้นสามารถสามารถวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าถึงการบริการทางการแพทย์ฉุกเฉินได้ และยังสามารถบอกจำนวนประชากรผู้สูงอายุในพื้นที่ที่เข้าถึงได้อีกด้วย

จากการศึกษาและวิเคราะห์การเข้าถึงการบริการทางการแพทย์ฉุกเฉิน ซึ่งผลลัพธ์จากการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันของการวิจัยครั้งนี้ ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ได้ตั้งไว้ คือ เพื่อศึกษาและวิเคราะห์การเข้าถึงพื้นที่การบริการทางการแพทย์ฉุกเฉิน และเพื่อพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันและวิเคราะห์การจัดวางตำแหน่งการบริการทางการแพทย์ฉุกเฉิน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

## 5.2 อภิปรายผล

จากการศึกษาและวิเคราะห์การเข้าถึงการบริการทางการแพทย์ฉุกเฉิน ซึ่งผลลัพธ์จากการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันของการวิจัยครั้งนี้ ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ได้ตั้งไว้ คือ เพื่อศึกษาวิเคราะห์การเข้าถึงพื้นที่การบริการทางการแพทย์ฉุกเฉินและเพื่อพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันและวิเคราะห์การจัดวางตำแหน่งการบริการทางการแพทย์ฉุกเฉิน

ในการใช้ข้อมูล HDX ผู้สูงอายุ หรือข้อมูลจากเว็บไซต์การแลกเปลี่ยนข้อมูลด้านมนุษยธรรม ซึ่งมีข้อดีกว่าข้อมูลอื่น ๆ คือ ข้อมูลการแลกเปลี่ยนด้านมนุษยธรรมเป็นข้อมูลสาธารณะเข้าถึงได้ง่าย ทุกคนสามารถ

ดาวน์โหลดหรือเข้าดูข้อมูลได้ ทั้งที่เป็นสมาชิกและไม่เป็นสมาชิก และข้อมูล HDX เหมาะสำหรับใช้การวิเคราะห์ต่าง ๆ ถือว่าเหมาะแก่การวิเคราะห์และสร้างเว็บแอปพลิเคชันเป็นอย่างมาก เพราะเป็นข้อมูลที่มีพื้นที่จริงความละเอียด 30 เมตร และรองรับข้อมูลทั่วโลก จากงานวิจัยของ Ho , Tai and Chen (2020) ที่ศึกษาเรื่อง “การวิเคราะห์การระบาดของโควิด-19 เพื่อวิเคราะห์ความสามารถในการควบคุมของประเทศไต้หวัน” นำข้อมูลการแลกเปลี่ยนด้านมนุษยธรรมมาใช้ในการศึกษาและวิเคราะห์การกระจายตัวของการระบาดโรคโควิด-19 เพื่อทราบถึงแนวโน้มการแพร่กระจายของเชื้อและใช้ประเมินมาตรการการกักตัว ผลการวิจัยพบว่าสามารถลดการระบาดใหญ่ได้ โดยจำนวนผู้ป่วยรายใหม่ลดลงถึง 24% ในระยะเวลา 9 เดือน จากประชากรผู้ติดเชื้อโควิด-19 ซึ่งผลการวิเคราะห์การกระจายตัวใกล้เคียงกับข้อมูลทางด้านสาธารณสุขประเทศไต้หวัน ซึ่งถือว่าข้อมูล HDX มีความแม่นยำสูง เหมาะแก่การวิเคราะห์ข้อมูลทางด้านสถิติ

ในการศึกษาการวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าถึงการบริการทางการแพทย์ฉุกเฉินภายในระยะเวลาที่กำหนดไว้ 8 นาที ผลลัพธ์ที่ได้ออกมาจะถูกแสดงผ่านข้อมูลในรูปแบบรูปปิดพื้นที่ที่สามารถเข้าถึงการบริการทางการแพทย์ฉุกเฉิน พบว่ากรุงเทพมหานครอยู่มีเขตพื้นที่เมืองขนาดใหญ่และมีประชากรอยู่อาศัยอยู่อย่างหนาแน่น ไม่มีพื้นที่หุบเขาหรือพื้นที่เกษตรกรรม มีเส้นทางการคมนาคมที่เชื่อมต่อกันได้หลากหลาย ทำให้ในระยะเวลา 8 นาที การบริการทางการแพทย์ฉุกเฉินสามารถเข้าถึงได้มากกว่าและครอบคลุมจำนวนประชากรผู้สูงอายุได้เป็นจำนวนมาก หากเทียบกับพื้นที่เมืองขนาดใหญ่เช่นเดียวกับจังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดนครราชสีมา ที่มีพื้นที่เมืองขนาดใหญ่และมีประชากรอาศัยอยู่เป็นจำนวนมาก แต่จังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดนครราชสีมามีพื้นที่การเกษตรและพื้นที่หุบเขา ทำให้การเข้าถึงการบริการลดลง เนื่องจากเส้นทางการคมนาคมน้อยกว่ากรุงเทพมหานครและมีอุปสรรคทางธรรมชาติ เขตพื้นที่เมืองขนาดกลางได้ทำการสอบจังหวัดพิษณุโลก จังหวัดชุมพร จังหวัดชลบุรี ใน 3 จังหวัดนี้ มีพื้นที่เส้นทางการคมนาคมที่ไม่มากเท่าในเมืองใหญ่และยังมีพื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ธรรมชาติเป็นส่วนมาก ทำให้การความสามารถในการเข้าถึงการบริการครอบคลุมประชากรผู้สูงอายุได้ดีอยู่ที่บริเวณในเมืองของตัวจังหวัด เนื่องจากมีเส้นทางการคมนาคมที่ค่อนข้างเข้าถึงกันได้ แต่กับพื้นที่เมืองขนาดเล็ก จังหวัดปราจีนบุรี จังหวัดแม่ฮ่องสอน จังหวัดราชบุรี ซึ่งพื้นที่เมืองขนาดเล็กมีเส้นทางการคมนาคมที่ไม่สามารถเข้าถึงกันได้มากและส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรม แต่จังหวัดราชบุรีเป็นพื้นที่ที่มีจำนวนผู้สูงอายุอยู่เป็นจำนวนมาก ทำให้ภายในระยะเวลา 8 นาที ความสามารถในการเข้าถึงบริการทางการแพทย์ฉุกเฉินนั้น ไม่สามารถเดินทางไปได้ไกลและครอบคลุมประชากรผู้สูงอายุได้เท่าพื้นที่เมืองขนาดใหญ่และพื้นที่เมืองขนาดกลาง และแสดงข้อมูลเชิงตัวเลขให้เห็นว่า พื้นที่วิเคราะห์ดังกล่าวมีการเข้าถึงการบริการการแพทย์ฉุกเฉินที่สามารถครอบคลุมประชากรผู้สูงอายุเป็นจำนวนกี่คนและยังสามารถวิเคราะห์ Service Area บนเว็บแอปพลิเคชันได้ ถึงแม้จะมีกระบวนการทำงานที่ซับซ้อน เนื่องจากใช้งานง่ายไม่ซับซ้อน ผลลัพธ์ที่ได้ออกมาจะถูกแสดงผ่านหน้าเว็บแอปพลิเคชัน และสามารถรองรับกับประชากรผู้สูงอายุในพื้นที่ได้จะมีตัวเลขบ่งบอกชัดเจน และยังทดสอบความสามารถในการเข้าถึงการบริการทางการแพทย์ฉุกเฉิน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ได้ทั้งประเทศไทย หากไม่ถนัดในการวิเคราะห์ Service Area บนโปรแกรม สามารถใช้วิเคราะห์บนเว็บแอปพลิเคชันได้ จากการวิจัยในครั้งนี้สามารถนำประยุกต์ใช้ประโยชน์ในการกำหนดเป็นแนวทางในการบริหารจัดการการให้บริการผู้ป่วยฉุกเฉินอื่น ๆ ได้ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการให้บริการของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและลดความสูญเสียที่อาจเกิดได้ในอนาคตต่อไป

ผลการศึกษาของกันย์กิติมา ตาปะบุตรและคณะ ( 2018 ) ที่ศึกษาเรื่อง “การประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สร้างแบบจำลอง เพื่อจัดสรรจุดจอดรถฉุกเฉินสำหรับบริการผู้สูงอายุ อำเภอชื่นชม จังหวัดมหาสารคาม” ผลการวิเคราะห์ขอบเขตการให้บริการของรถฉุกเฉินพบว่าการให้บริการภายในเวลา 8 นาที สามารถให้บริการผู้สูงอายุได้จำนวน 2,453 คน ภายในเวลา 10 นาที สามารถให้บริการผู้สูงอายุได้จำนวน 2,501 คน และภายในเวลา 12 นาที สามารถให้บริการผู้สูงอายุได้จำนวน 2,511 คน แต่กลับพบว่าปัจจุบันการให้บริการจุดจอดบริการรองรับได้ 3,241 คน ซึ่งสอดคล้องกับผลวิจัยในครั้งนี้ที่สรุปได้ว่า พื้นที่ที่มีความสามารถในการเข้าถึงบริการทางการแพทย์ฉุกเฉิน ที่สามารถครอบคลุมจำนวนผู้สูงอายุได้สูงที่สุดอยู่บริเวณที่มีเส้นทางการคมนาคมที่เข้าถึงกันได้ง่าย และความสามารถในการเข้าถึงการบริการทางการแพทย์ฉุกเฉินจะลดหลั่นลงไปตามทางเส้นทางการคมนาคม ซึ่งผลลัพธ์ที่สอดคล้องกับงานวิจัย แต่จำเป็นต้องใช้เครื่องมือวิเคราะห์ที่ซับซ้อนและต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญในการวิเคราะห์ข้อมูล แต่งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าสามารถหาพื้นที่บริการทางการแพทย์ฉุกเฉินต่อประชากรผู้สูงอายุ และสะดวกต่อการใช้งาน ผู้ใช้งานสามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้โดยตรง

**5.3 ข้อเสนอแนะ**

1.ข้อจำกัดของระบบ OpenRouteService สามารถส่งข้อมูลเข้าไปได้เพียง 5 จุด ควรศึกษาและพัฒนาอัลกอริทึม เพื่อให้สามารถส่งข้อมูลไปได้มากกว่า 5 จุด

2. ในการทำวิจัยในอนาคตนำปัจจัยต่าง ๆ เข้ามาวิเคราะห์เพื่อเติม เช่น ปัญหาการจราจร เส้นทางไม่สามารถไปได้ หรือเส้นทางมีอุบัติเหตุ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

# บรรณานุกรม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

**บรรณานุกรม**

กัญญา วังศรี. (2556). **การบริการการแพทย์ฉุกเฉินในประเทศไทย The EMS system in Thailand.** การประชุมวิชาการครั้งที่29 ประจำปี2556.

จิราพร เกศพิชญวฒนา และ สุวิณี วิวัฒน์วานิช. (2554). **การดูแลผู้สูงอายุในภาวะฉุกเฉิน.** วารสารพยาบาล-ศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2554; 23 ( 2 ) : 1-12.

**พระราชบัญญัติการแพทย์ฉุกเฉินแห่งชาติ พ.ศ. 2551**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.niems.go.th/th/View/Page.aspx?PageId=25560110092228962 สืบค้นเมื่อ 17 มิถุนายน 2563.

พีระวัฒน์ แกล้ววิการณ์, สุเพชร จิรขจรกุล. (2557). **การประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการวิคราะห์พื้นที่การให้บริการศูนย์การแพทย์ฉุกเฉิน จังหวัดเลย**. Thai Journal of Science and Technology ปีที่3 ฉบับ ที่ 3 : 137- 147.

พัชรา รักษาคม. (2559) **การพัฒนาระบบค้นหาเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดในการเข้าถึงผู้ป่วยฉุกเฉินบนระบบออนไลน์ในเขตอำเภอเมืองพิษณุโลก.** วิทยานิพนธ์ ระดับปริญญาตรี, คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม สาขาภูมิศาสตร์, มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.

**เร่งด่วนและฉุกเฉินวิกฤติ (สีเหลืองและสีแดง) ที่ได้รับปฏิบัติการฉุกเฉินภายใน 10 นาที ที่ได้รับแจ้งเหตุ.** (2557). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://ws.niems.go.th/ITEMS_REPORT_DRILLDOWN/reportdrillarea019.aspx?mapid=220 1 สืบค้นเมื่อ 3 สิงหาคม 2563.

นริสสา พัฒนปรีชาวงศ์, รัญชนา สินธวาลัย และนิภิสพร มงคล. (2555). **การพัฒนารูปแบบการดำเนินงานระบบบริการการแพทย์ฉุกเฉินก่อนถึงโรงพยาบาล.** KKU Res. J. 2012; 17(6):911-932

วโรรส อินทรศิริพงษ์, (2557)**, การพัฒนาตัวแบบการจัดสรรตำแหน่งของหน่วยการแพทย์ฉุกเฉิน เพื่อลดระยะเวลาการเข้าถึงจุดเกิดเหตุ กรณีศึกษาจังหวัดนครราชสีมา**, สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

สถาบันการแพทย์ฉุกเฉินแห่งชาติ. **ช่องว่างการแพทย์ฉุกเฉินไทย: รายงานสถานการณ์ระบบการแพทย์ฉุกเฉิน** ปี 2557. นนทบุรี: สถาบันการแพทย์ฉุกเฉินแห่งชาติ. ปัญญามิตร การพิมพ์ : 2557

อิสรีย์ หงส์ศิริธรรม. ฐิติรัตน์ ปั้นบำรุงกิจ. (2560). **การวิเคราะห์โครงข่ายบนระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อขยายพื้นที่บริการของหน่วยบริการแพทย์ฉุกเฉินช่วงเวลากลางคืน กรณีศึกษาอำเภอเมืองจังหวัดจันทบุรี.** วิทยานิพนธ์ ระดับปริญญาตรี, คณะอักษรศาสตร์สาขาภูมิศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Adeniran, A. and Alagbe, A., (2015). **Application of GIS in road in road network analysis for emergency services (A case study of Ibadan South West Local Government Area),** FIG Working Week 2015: From the Wisdom of the Ages to the Challenges of the Modern World Sofia, Bulgaria.

Veser, A., Sieber, F., Groß, S. and Prückner, S. (2015). **The demographic impact on the demand for emergency medical services in the urban and rural regions of Bavaria**. Z Gesundh Wiss. 2558 ; 23 (4) : 181–188.

Berman et al. (2010). **Rhabdomyolysis in elderly people after collapse.** Br Med J (Clin Res Ed) 1984 ; 288

Briggs, D.J., Forer, P., Järup, L. and Stern, R., (2002). **GIS for Emergency Preparedness and Health Risk Reduction**, Kluwer Academic Publishers, Boston.Effiong, E., Iyiola, F.,

Fradelos, E.C., Papathanasiou, I.V., Mitsi, D., Tsaras, K., Kleisiaris, C.F. and Kourkouta, L., (2014). **Health based geographic information systems (GIS) and their applications**. J. Acad. Med. Sci.

Keskinoglu etal. (2011) **. Gender discrimination in the elderly and its impact on the elderly health.** Archives of Gerontology and Geriatrics 45 : 295 – 306

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

Mohan Rao, K., and Laad, Y. (2010). **Spatial Information System for MedicalServices in Dehradun City using Location Based Services**. Geoinforrmatics Division, Indian Institute of Remote Sensing, Dehradun, India.

Revelle and R. Church. (1974). **The Maximize covering location problem.** Paper of the Regional Science Association, 32: 101 – 105.

Yao-Hua Ho , Yun-Juo Tai , and Ling-Jyh Chen. (2020). **COVID-19 Pandemic Analysis for a Country's Ability to Control the Outbreak Using Little's Law: Infodemiology Approach.** National Taiwan University and Academia Sinica.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved