



การสร้างแบบจำลองที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงของการขนส่งต่อเนื่อง
หลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยวในจังหวัดนครราชสีมา



ชญัณฐิตา บุญจริง

วิทยานิพนธ์เสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน
ปีการศึกษา 2566
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

การสร้างแบบจำลองที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงของการขนส่งต่อเนื่อง
หลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยวในจังหวัดนครราชสีมา



วิทยานิพนธ์เสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนครราชสีมา
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน
ปีการศึกษา 2566
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนครราชสีมา

วิทยานิพนธ์ เรื่อง "การสร้างแบบจำลองที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงของการขนส่งต่อเนื่อง
หลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยวในจังหวัดนครราชสีมา "

ของ ชนัญธิตา บุญจริง

ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัชชัย เทพกรณ์)

..... ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
(ดร.เจษฎา โพธิ์จันทร์)

..... กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายใน
(ดร.ไกล่รุ่ง พรอนันต์)

..... กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายใน
(ดร.สรียาภรณ์ ประเสริฐศรี)

อนุมัติ

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.กรองกาญจน์ ชูทิพย์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

| | |
|------------------------|---|
| ชื่อเรื่อง | การสร้างแบบจำลองที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงของการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยวในจังหวัดนครราชสีมา |
| ผู้วิจัย | ชนัญธิดา บุญจริง |
| ประธานที่ปรึกษา | ดร.เจษฎา โพธิ์จันทร์ |
| ประเภทสารนิพนธ์ | วิทยานิพนธ์ วท.ม. โลจิสติกส์และโซ่อุปทาน, มหาวิทยาลัยนครสวรรค์, 2566 |
| คำสำคัญ | แบบจำลองการเลือกทำเลที่ตั้ง, การเชื่อมโยงต่อการเดินทาง, การท่องเที่ยว |

บทคัดย่อ

การศึกษาการสร้างแบบจำลองที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงของการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยวในจังหวัดนครราชสีมา มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอกรอบแนวคิดในการสร้างแบบจำลองที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยวในจังหวัดนครราชสีมา และเพื่อวิเคราะห์ตำแหน่งที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งผู้โดยสารต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยวที่เหมาะสมสำหรับจังหวัดนครราชสีมา โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย 3 ขั้นตอน ประกอบไปด้วย 1) การรวบรวมข้อมูลสถิติภูมิที่เกี่ยวข้องกับการท่องเที่ยวและการเชื่อมโยงการขนส่งผู้โดยสารต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยว 2) การพัฒนาแบบจำลองที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งผู้โดยสารต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยว ตามหลักการการเลือกทำเลที่ตั้ง แบบปัญหาการเลือกตำแหน่งฮับ และ 3) การประยุกต์ใช้แบบจำลองกับจังหวัดนครราชสีมา ซึ่งแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 กรณี คือ กรณีไม่มีและกรณีมีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง เพื่อวิเคราะห์และเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายโดยรวมในการเดินทาง รวมทั้งหาจำนวนและตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสมของศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง ผลการศึกษาพบว่า กรอบแนวคิดในการสร้างแบบจำลองสามารถให้แบบจำลองที่ช่วยสนับสนุนข้อมูลประกอบการตัดสินใจในการจัดตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยวในจังหวัดนครราชสีมาได้ และการจัดตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งผู้โดยสารต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยว จำนวน 3 แห่ง ในพื้นที่ตำบลในเมือง อำเภอเมืองนครราชสีมา ตำบลคลองม่วง อำเภอปากช่อง และตำบลปากช่อง อำเภอปากช่อง เป็นจำนวนที่เหมาะสมสำหรับจังหวัดนครราชสีมา เนื่องจากค่าใช้จ่ายรวมในการเดินทางต่ำที่สุด 641,813 บาท/วัน ซึ่งสามารถลดค่าใช้จ่ายรวมในการเดินทางลงได้ 241,994 บาทต่อวัน หรือ ลดลดค่าใช้จ่ายรวมในการเดินทางลงประมาณ 27.38% เมื่อเทียบกับกรณีไม่มีศูนย์กลางการ

เชื่อมโยงการขนส่ง



| | |
|-----------------------|---|
| Title | MODELING THE CONNECTIVITY HUB LOCATIONS OF MULTIMODAL TRANSPORTATION FOR TOURISM IN NAKHON RATCHASIMA |
| Author | Chananthida Boonjing |
| Advisor | Ph.D Jessada Pochan |
| Academic Paper | M.S. Thesis in Logistics and Supply Chain - (Type A 2), Naresuan University, 2023 |
| Keywords | Location Choice Model, Connectivity Hub, Tourism |

ABSTRACT

The purpose of this study is to develop a conceptual framework for modeling the Connectivity Hub Locations of Multimodal Transportation for Tourism in Nakhon Ratchasima Province and to analyze the most suitable location for the multimodal transportation hub for tourism. The methodology encompasses three primary phases: First, gathering secondary data about tourism and transportation connectivity, encompassing infrastructure and travel information. Secondly, devising a model for the connectivity hub locations leveraging the Location Choice Model for the Hub Location Problem. Lastly, the model was applied to Nakhon Ratchasima, dissecting the analysis into two scenarios: one incorporating a connectivity hub and the other without. The aim is to scrutinize and compare overall travel expenses, discerning the optimal number and positioning of central hubs for facilitating multimodal transport for tourism. The results of the study demonstrate the efficacy of the proposed conceptual framework in informing decision-making processes concerning the establishment of a multimodal transport linkage center for tourism in Nakhon Ratchasima. The study identified three potential hub locations: Nai Mueang Subdistrict, Mueang Nakhon Ratchasima District; Khlong Muang Subdistrict, Pak Chong District; and Pak Chong Subdistrict, Pak Chong District. These locations collectively incurring overall travel expenses amounting to 641,813 baht per day, which can reduce overall travel expenses by 241,994 baht per day. Furthermore, the study highlights the potential cost-saving benefits of implementing these hubs, projecting a

potential reduction in travel costs by 27.38% compared to scenarios devoid of connectivity hubs.



ประกาศคุณูปการ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในความกรุณาของ ดร.เจษฎา โปธิ์จันทร์ ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้อุทิศส่วสละเวลาอันมีค่ามาเป็นทีปรีกษา พร้อมทั้งให้คำแนะนำตลอดระยะเวลาในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ และขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. รัชชัย เทพภรณ์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และ ดร.ไกล่รุ่ง พรอนันต์ อีกทั้ง ดร. สรียาภรณ์ ประเสริฐศรี กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ด้วยความเอาใจใส่ จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์

กราบขอบพระคุณบุคลากรคณะโลจิสติกส์และดิจิทัลซัพพลายเชน มหาวิทยาลัยนเรศวร ทุกท่านที่ให้คำแนะนำ อำนวยความสะดวกแก่ผู้วิจัย ประสานการดำเนินงานตลอดการทำวิทยานิพนธ์ และขอขอบคุณกัลยาณมิตร ที่คอยให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดีเสมอมา

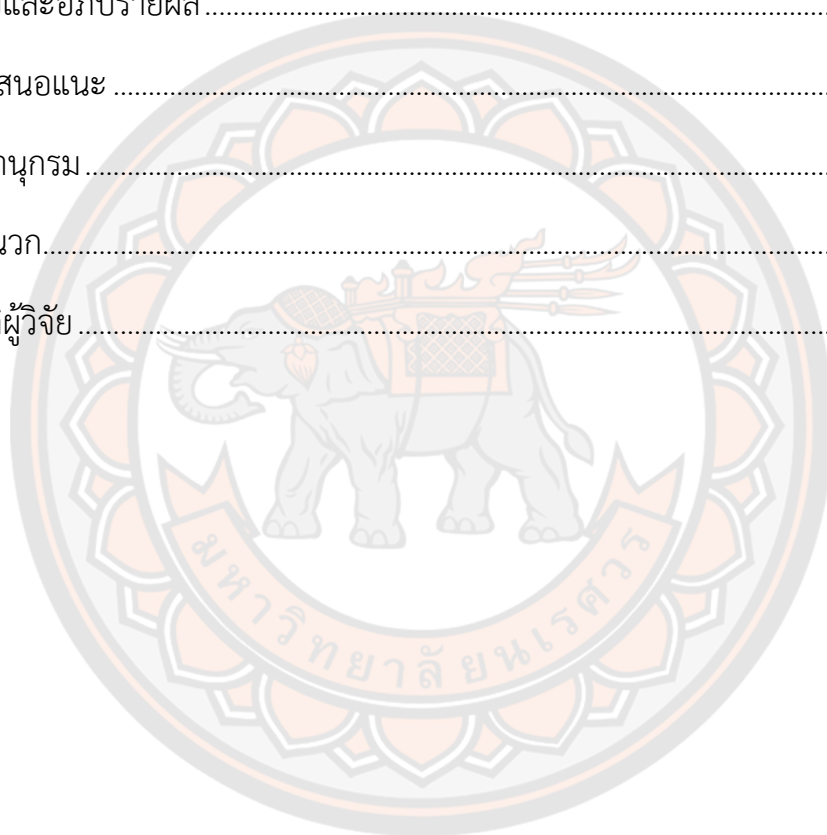
ชนัญธิดา บุญจริง



สารบัญ

| | หน้า |
|---|------|
| บทคัดย่อภาษาไทย..... | ค |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... | จ |
| ประกาศคุุณุปการ..... | ช |
| สารบัญ..... | ซ |
| สารบัญตาราง..... | ญ |
| สารบัญภาพ..... | ฎ |
| บทที่ 1 บทนำ..... | 1 |
| ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... | 1 |
| จุดมุ่งหมายของการวิจัย..... | 4 |
| ความสำคัญของการวิจัย..... | 4 |
| ขอบเขตการวิจัย..... | 5 |
| นิยามศัพท์เฉพาะ..... | 5 |
| บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... | 7 |
| แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง..... | 7 |
| ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง..... | 26 |
| ผลการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... | 47 |
| บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย..... | 54 |
| กรอบแนวคิดการดำเนินงานวิจัย..... | 54 |
| ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย..... | 55 |

| | |
|--|-----|
| บทที่ 4 ผลการวิจัย..... | 61 |
| ผลการเก็บรวบรวมข้อมูล..... | 61 |
| ผลการวิเคราะห์แบบจำลองที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ เพื่อการท่องเที่ยว..... | 77 |
| บทที่ 5 บทสรุป..... | 93 |
| สรุปและอภิปรายผล..... | 93 |
| ข้อเสนอแนะ..... | 95 |
| บรรณานุกรม..... | 97 |
| ภาคผนวก..... | 107 |
| ประวัติผู้วิจัย..... | 144 |



สารบัญตาราง

| | หน้า |
|---|------|
| ตาราง 1 สถานที่ท่องเที่ยวจังหวัดนครราชสีมา..... | 12 |
| ตาราง 2 ลำดับชั้นระบบขนส่ง..... | 17 |
| ตาราง 3 สรุปรงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง | 49 |
| ตาราง 4 ตำแหน่งที่ตั้งของโครงสร้างพื้นฐานด้านระบบคมนาคมขนส่งหลักในพื้นที่ | 62 |
| ตาราง 5 ตำแหน่งแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญ..... | 63 |
| ตาราง 6 สัดส่วนรูปแบบระบบขนส่งที่ใช้เดินทางของนักท่องเที่ยวในภูมิภาค ตะวันออกเฉียงเหนือ | 73 |
| ตาราง 7 มูลค่าใช้จ่ายในการใช้ยานพาหนะแต่ละประเภท (VOC)..... | 74 |
| ตาราง 8 มูลค่าเวลาของยานพาหนะแต่ละประเภท (Value of Time: VOT)..... | 75 |
| ตาราง 9 รายละเอียดมาตรฐานของรถโดยสารในประเทศไทย | 75 |
| ตาราง 10 ค่าโดยสารจากจังหวัดนครราชสีมา กับ อำเภอต่าง ๆ | 76 |
| ตาราง 11 ค่าใช้จ่ายรวมในการเดินทาง (กรณีไม่มีศูนย์กลาง) | 78 |
| ตาราง 12 ค่าใช้จ่ายรวมในการเดินทาง (กรณีมีศูนย์กลาง จำนวน 1 แห่ง)..... | 80 |
| ตาราง 13 ค่าใช้จ่ายรวมในการเดินทาง (กรณีมีศูนย์กลาง จำนวน 2 แห่ง)..... | 82 |
| ตาราง 14 ค่าใช้จ่ายรวมในการเดินทาง (กรณีมีศูนย์กลาง จำนวน 3 แห่ง)..... | 84 |
| ตาราง 15 ค่าใช้จ่ายรวมในการเดินทาง (กรณีมีศูนย์กลาง จำนวน 4 แห่ง)..... | 86 |
| ตาราง 16 สรุปผลการวิเคราะห์จำนวนและสถานที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง ผู้โดยสารที่เหมาะสมในพื้นที่ศึกษา..... | 89 |

สารบัญภาพ

| | หน้า |
|--|------|
| ภาพ 1 กรอบแนวคิดการดำเนินงานวิจัย..... | 55 |
| ภาพ 2 รูปแบบการเดินทางกรณีไม่มีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง | 57 |
| ภาพ 3 รูปแบบการเดินทางกรณีมีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง..... | 59 |
| ภาพ 4 ตำแหน่งที่ตั้งของโครงสร้างพื้นฐานด้านระบบคมนาคมขนส่งหลักในพื้นที่..... | 63 |
| ภาพ 5 ตำแหน่งแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญ | 70 |
| ภาพ 6 การแบ่งพื้นที่การศึกษา..... | 71 |
| ภาพ 7 สัดส่วนรูปแบบระบบขนส่งที่ใช้เดินทางของนักท่องเที่ยวในภูมิภาคต่าง ๆ..... | 72 |
| ภาพ 8 การกระจายการเดินทางไปยังแหล่งท่องเที่ยว กรณีไม่มีศูนย์กลาง..... | 79 |
| ภาพ 9 การกระจายการเดินทางไปยังแหล่งท่องเที่ยว กรณีมีศูนย์กลาง 1 แห่ง..... | 81 |
| ภาพ 10 การกระจายการเดินทางไปยังแหล่งท่องเที่ยว กรณีมีศูนย์กลาง 2 แห่ง..... | 83 |
| ภาพ 11 การกระจายการเดินทางไปยังแหล่งท่องเที่ยว กรณีมีศูนย์กลาง 3 แห่ง..... | 85 |
| ภาพ 12 การกระจายการเดินทางไปยังแหล่งท่องเที่ยว กรณีมีศูนย์กลาง 4 แห่ง..... | 87 |
| ภาพ 13 ระยะเวลาในการวิเคราะห์ต่อจำนวนศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง..... | 91 |
| ภาพ 14 จำนวนรถที่ใช้ต่อจำนวนศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง..... | 91 |
| ภาพ 15 ค่าใช้จ่ายรวมในการเดินทางต่ำที่สุดต่อจำนวนศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง..... | 92 |
| ภาพ 16 ค่าเฉลี่ยระยะทางต่อจำนวนศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง | 92 |
| ภาพ 17 ขั้นตอนการวิเคราะห์ที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ เพื่อการท่องเที่ยว..... | 94 |

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การท่องเที่ยวเป็นอุตสาหกรรมภาคบริการที่มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อการขับเคลื่อนเศรษฐกิจของหลายประเทศทั่วโลก ซึ่งการท่องเที่ยวนั้นจะนำไปสู่การลงทุน การจ้างงาน การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและเกิดการกระจายรายได้ไปยังเศรษฐกิจในหลาย ๆ ส่วน โดยแต่ละปีหลายประเทศมีรายได้จากการท่องเที่ยวในสัดส่วนที่สูงมากของผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ (GDP) เช่น ในปี 2561 มัลดีฟส์ มีรายได้จากการท่องเที่ยวต่อ GDP คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 66.4 วานูอาตู มีรายได้จากการท่องเที่ยวต่อ GDP คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 48 ไอร์แลนด์มีรายได้จากการท่องเที่ยวต่อ GDP คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 32.6 ฟิลิปปินส์ มีรายได้จากการท่องเที่ยวต่อ GDP คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 24.7 เช่นเดียวกับประเทศไทยที่มีผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศอันเนื่องมาจากรายได้ของการท่องเที่ยว (Tourism induced GDP) ในปี 2564 มากถึง 89,936.43 ล้านบาท (สำนักงานปลัดกระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา, 2565) จึงทำให้รายได้จากการท่องเที่ยวเป็นหนึ่งในรายได้หลักของประเทศไทย

ปัจจุบันการท่องเที่ยวในหลายประเทศมักจะพบกับปัญหาด้านการเชื่อมเส้นทางคมนาคมระหว่างโครงข่ายเส้นทางคมนาคมสายหลักและระบบการสัญจรในการเข้าสู่แหล่งท่องเที่ยว ภูมิทัศน์ด้านกระบวนการมีส่วนร่วม (ณัฐนิภรณ์ น้อยเสงี่ยม และคณะ, 2562) ด้านเส้นทาง การท่องเที่ยว จำนวนรถสำหรับบริการนักท่องเที่ยว การทิ้งขยะและตลอดจนปัญหาเรื่องห้องน้ำ (วศิน ปัญญาวุฒตระกูล, 2561) การเชื่อมต่อที่ไม่ดี (John Walsh and Khin Kyi Zin, 2562) การขาดแคลนระบบขนส่งสาธารณะและการจราจรติดขัด (Komain Kantawateera et al., 2557) ซึ่งปัญหาเหล่านี้มีแนวทางในการแก้ไขโดย การปรับปรุงภูมิทัศน์ให้ครอบคลุมด้านกายภาพ สังคม วัฒนธรรม และสิ่งแวดล้อม เพื่อเพิ่มศักยภาพและเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจของแหล่งท่องเที่ยว การส่งเสริมให้เกิดการบูรณาการร่วมกันระหว่างชุมชน หน่วยงานท้องถิ่น และกลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย จากการพัฒนาแหล่งท่องเที่ยว การวางแผนเพื่อเชื่อมโยงการเข้าถึงพื้นที่ท่องเที่ยว เพื่อเพิ่มโอกาสในการเข้าถึงแหล่งท่องเที่ยวได้สะดวก เพราะฉะนั้นการเชื่อมโยงระบบขนส่งสาธารณะจึงเป็นเรื่องที่มีความสำคัญและควรพัฒนาให้มีประสิทธิภาพ เพื่อให้นักท่องเที่ยวสามารถเดินทางเข้าสู่แหล่งท่องเที่ยวได้อย่างสะดวกมากยิ่งขึ้น

การเชื่อมโยงการเดินทาง สามารถแบ่งออกเป็น 4 รูปแบบ ได้แก่ 1) การเดินทางโดยใช้รถส่วนบุคคล ซึ่งจะทำให้สามารถเดินทางถึงแหล่งท่องเที่ยวได้โดยไม่ต้องใช้รูปแบบการเดินทางอื่นร่วมด้วย ยกเว้นการท่องเที่ยวตามเกาะ หรือพื้นที่เฉพาะที่ต้องใช้การเดินทางเฉพาะ 2) การเดินทางโดยระบบสาธารณะ (รถโดยสารประจำทาง รถไฟ) จะเป็นการเดินทางถึงสถานีขนส่ง สถานีรถไฟ หรือจุดจอด เพียงเท่านั้น และต้องใช้บริการรถสาธารณะ รถเช่า บริการในพื้นที่เพื่อเดินทางต่อไปยังจุดหมาย 3) การเดินทางโดยเครื่องบิน เป็นการเดินทางถึงท่าอากาศยาน และต้องใช้บริการรถสาธารณะ รถเช่า บริการของพื้นที่เพื่อเดินทางต่อไปยังจุดหมาย 4) การเดินทางทางน้ำ/ชายฝั่ง เป็นการเดินทางถึงเพียงท่าเรือ และต้องใช้บริการรถสาธารณะ รถเช่า บริการของพื้นที่เพื่อเดินทางต่อไปยังจุดหมาย (สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งจราจร, 2561) จากรูปแบบการเดินทางที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่ามีเพียงรูปแบบการเดินทางด้วยรถส่วนบุคคลที่ไม่มีการใช้รูปแบบการเดินทางอื่นร่วมด้วย แต่หากนักท่องเที่ยวไม่มีรถส่วนบุคคลจะทำให้นักท่องเที่ยวเข้าถึงแหล่งท่องเที่ยวได้ยาก ด้วยเหตุนี้ การเดินทางต่อเนื่องหลายรูปแบบ ซึ่งคือการเดินทางด้วยรูปแบบการขนส่งตั้งแต่สองรูปแบบขึ้นไป ด้วยตัวใบเดียว จึงมีความสำคัญเป็นอย่างมากต่อการเดินทางของนักท่องเที่ยว

การขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบที่ดีควรมีการถ่ายโอนเพื่อเปลี่ยนรูปแบบการขนส่งได้อย่างสะดวก และมีรูปแบบการขนส่งอื่นมารองรับ ณ สถานี หรือบริเวณจุดจอดนั้น เพื่อให้นักท่องเที่ยวสามารถเดินทางต่อไปยังจุดหมายได้อย่างราบรื่น เช่น ท่าอากาศยานนานาชาติฮ่องกง (HKIA) เป็นศูนย์กลางการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบที่ได้รับการยอมรับในระดับสากล โดยมีสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ อย่างครบครัน เช่น มีที่จอดรถ มีบริการอินเทอร์เน็ตฟรี มีร้านค้าปลีก ร้านอาหาร โรงละคร และยังสามารถเชื่อมต่อไปยังจุดหมายปลายทางในท้องถิ่นผ่าน บริการรถไฟ Airport Express Line รถบัส รถทัวร์ท้องถิ่น รวมถึงบริการเรือข้ามฟากอีกด้วย (Organisation for Economic Co-operation and Development, 2016) ด้วยเหตุนี้จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องเลือกตำแหน่งที่ตั้งของจุดศูนย์กลางในการรองรับการขนส่งที่หลากหลายรูปแบบ เนื่องจากตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ให้บริการนั้นจะส่งผลกระทบต่อขีดความสามารถและศักยภาพในการให้บริการได้

การเลือกตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสม มีความสำคัญต่อภาคการบริการเป็นอย่างมาก เนื่องจากการเลือกตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสมจะช่วยลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน ลดระยะเวลาในการขนส่งสินค้า ซึ่งจะช่วยให้การดำเนินงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยที่ผ่านมามีการศึกษาตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสมในหลากหลายโจทย์ทั้งการเลือกทำเลที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้า (พรเพิ่ม แซ่โจ้ว, 2553) โรงงานผลิตสินค้า (ปรัชญา ทารักษ์, 2552) ศูนย์บรรเทาภัยพิบัติ (จันทร์ศิริ สิงห์เถื่อน, 2557) อ่างเก็บน้ำ (สามารถ อาษากิจ, 2554) คลังน้ำมัน (ธนวัฒน์ เมธัญญรัตน์, 2557) รวมทั้งศูนย์โลจิสติกส์ (อรรถวิทย์ อุปโยคิน และคณะ, 2558) ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นความสำคัญของการเลือกตำแหน่งที่ตั้งที่

เหมาะสมโดยนำมาประยุกต์ใช้ในการท่องเที่ยว และมุ่งเน้นไปที่การเลือกตำแหน่งที่เหมาะสมของศูนย์กลางเพื่อการเดินทาง เนื่องจากการเชื่อมต่อการเดินทางระหว่างแหล่งท่องเที่ยวและระบบขนส่งสาธารณะมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการส่งเสริมการท่องเที่ยว โดยเฉพาะภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่มีค่าดัชนีความก้าวหน้าการพัฒนาคมนาคมและการสื่อสาร ปี 2562 ที่ค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับภูมิภาคอื่น ๆ ของประเทศไทย (สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2562)

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีทรัพยากรทางการท่องเที่ยวที่หลากหลาย ซึ่งมีทั้งแหล่งท่องเที่ยวทางวัฒนธรรม แหล่งท่องเที่ยวทางประวัติศาสตร์ แหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติ แหล่งท่องเที่ยวเชิงนิเวศ และแหล่งท่องเที่ยวเพื่อนันทนาการ เป็นต้น ภาคตะวันออกเฉียงเหนือจึงเป็นพื้นที่ที่มีศักยภาพด้านการท่องเที่ยวเป็นอย่างมาก ซึ่งทางกระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬาได้มียุทธศาสตร์ในการพัฒนาสินค้าและบริการท่องเที่ยว โดยกำหนดกลยุทธ์การพัฒนาเชิงพื้นที่เพื่อพัฒนาและเตรียมความพร้อมเชิงพื้นที่ในการรองรับนักท่องเที่ยว อีกทั้งยังมีการกำหนดพื้นที่ในการพัฒนาสินค้าและบริการท่องเที่ยวในระยะเร่งด่วนออกเป็น 8 เขตพัฒนาการท่องเที่ยว 12 เมืองต้องห้าม พลาด และ 8 เขตพื้นที่เมืองชายแดน โดยมี 2 เขตพัฒนาการท่องเที่ยวที่อยู่ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ เขตพัฒนาการท่องเที่ยววิถีชีวิตลุ่มแม่น้ำโขง ซึ่งประกอบไปด้วยจังหวัดเลย จังหวัดนครพนม จังหวัดหนองคาย จังหวัดบึงกาฬ จังหวัดมุกดาหาร และเขตพัฒนาการท่องเที่ยวอารยธรรมอีสานใต้ ประกอบไปด้วยจังหวัดนครราชสีมา จังหวัดบุรีรัมย์ จังหวัดสุรินทร์ จังหวัดศรีสะเกษ และจังหวัดอุบลราชธานี

เขตพัฒนาการท่องเที่ยวอารยธรรมอีสานใต้ เป็นหนึ่งในเขตพัฒนาการท่องเที่ยวที่มีพื้นที่ครอบคลุมจังหวัดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง ซึ่งภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่างนี้มีจำนวนนักท่องเที่ยวสูงสุดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยจังหวัดที่มีรายได้จากการท่องเที่ยวรวมทั้งมีจำนวนผู้เยี่ยมเยือนสูงที่สุดในเขตพัฒนาการท่องเที่ยวอารยธรรมอีสานใต้ คือ จังหวัดนครราชสีมา (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2563) แต่ทั้งนี้การท่องเที่ยวของจังหวัดนครราชสีมายังมีปัญหาการเชื่อมต่อระบบขนส่งสาธารณะในด้านเส้นทางรถโดยสารที่มีรถเพียงบางสายที่ผ่านระบบขนส่งหลัก ปัญหาสถานีและจุดจอดของรถโดยสาร รวมถึงปัญหาการเชื่อมต่อการเดินทาง ซึ่งเป็นประเด็นหลักที่ตัดสินใจว่าผู้เดินทางจะใช้ระบบขนส่งสาธารณะหรือไม่ โดยปัจจุบันจังหวัดนครราชสีมาขาดการเชื่อมต่อการเดินทางระหว่างแหล่งท่องเที่ยวกับระบบขนส่งหลัก (สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร กระทรวงคมนาคม, 2560)

ดังนั้น งานวิจัยนี้ต้องการที่จะเสนอแนะวิธีการในการวิเคราะห์หาตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสม โดยมีวัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อเสนอกรอบแนวคิดในการสร้างแบบจำลองที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยวในจังหวัดนครราชสีมา 2) เพื่อวิเคราะห์ตำแหน่งที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยวที่เหมาะสมของจังหวัดนครราชสีมา ซึ่งขั้นตอนการดำเนินงานแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ประกอบด้วย 1) การรวบรวมข้อมูลทฤษฎีภูมิที่เกี่ยวข้องกับการท่องเที่ยวและการเชื่อมโยงการขนส่งผู้โดยสารต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยว 2) การพัฒนาแบบจำลองที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งผู้โดยสารต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยว ตามหลักการการเลือกทำเลที่ตั้ง แบบปัญหาการเลือกตำแหน่งฮับ และ 3) การประยุกต์ใช้แบบจำลองกับจังหวัดนครราชสีมา โดยแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 กรณี คือ กรณีไม่มีและกรณีมีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของแบบจำลองที่ถูกพัฒนาขึ้น โดยผลการศึกษาที่ได้จะสามารถทำให้ทราบถึงตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสมของศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยวในจังหวัดนครราชสีมา ซึ่งจะช่วยให้นักท่องเที่ยวสามารถเดินทางไปยังแหล่งท่องเที่ยวต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

จุดมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อเสนอกรอบแนวคิดในการสร้างแบบจำลองที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยวในจังหวัดนครราชสีมา
2. เพื่อวิเคราะห์ตำแหน่งที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งผู้โดยสารต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยวที่เหมาะสมสำหรับจังหวัดนครราชสีมา

ความสำคัญของการวิจัย

1. ได้กรอบแนวคิดในการสร้างแบบจำลองที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยวในจังหวัดนครราชสีมา ซึ่งหน่วยงานภาครัฐหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถนำกรอบแนวคิดไปประยุกต์ใช้ในพื้นที่ได้
2. ได้ผลการวิเคราะห์ตำแหน่งที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยวที่เหมาะสมสำหรับจังหวัดนครราชสีมา ซึ่งหน่วยงานภาครัฐหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถนำผลการวิเคราะห์ไปเป็นแนวทางนโยบายในพื้นที่ได้

ขอบเขตการวิจัย

ในการศึกษาการสร้างแบบจำลองที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงของการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยวในจังหวัดนครราชสีมา มีขอบเขตการวิจัย ดังนี้

1. ขอบเขตด้านพื้นที่

1.1 พื้นที่ศึกษาสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ได้กำหนดขอบเขตครอบคลุมจังหวัดนครราชสีมา โดยทำการแบ่งพื้นที่การศึกษาออกเป็น 127 พื้นที่ย่อย พิจารณาจากขอบเขตการปกครองระดับตำบล ครอบคลุม 11 อำเภอ ของจังหวัดนครราชสีมา ได้แก่ อำเภอเมือง อำเภอโชคชัย อำเภอโนนไทย อำเภอโนนสูง อำเภอปักธงชัย อำเภอสูงเนิน อำเภอขามทะเลสอ อำเภอสีคิ้ว อำเภอปากช่อง อำเภอวังน้ำเขียว และ อำเภอเฉลิมพระเกียรติ

1.2 แหล่งท่องเที่ยวที่ใช้ศึกษาครั้งนี้ จะทำการพิจารณาแหล่งท่องเที่ยวในจังหวัดนครราชสีมาโดยอ้างอิงจากหน่วยงานการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย (ททท.) สำนักงานนครราชสีมา

2. ขอบเขตด้านเนื้อหา

โครงการวิจัยนี้เป็นศึกษาการสร้างแบบจำลองที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยวในจังหวัดนครราชสีมาสามารถแบ่งขั้นตอนการดำเนินงานออกเป็น 3 ขั้นตอน ประกอบด้วย 1) การรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิที่เกี่ยวข้องกับการท่องเที่ยวและการเชื่อมโยงการขนส่งผู้โดยสารต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยว 2) การพัฒนาแบบจำลองที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งผู้โดยสารต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยวตามหลักการการเลือกทำเลที่ตั้ง แบบปัญหาการเลือกตำแหน่งฮับ และ 3) การประยุกต์ใช้แบบจำลองกับจังหวัดนครราชสีมา โดยแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 กรณี คือ กรณีไม่มีและกรณีมีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การท่องเที่ยว (Tourism) หมายถึง ผู้คนหรือประชาชน (นักท่องเที่ยว) ได้เดินทางไปเยี่ยมเยือนยังสถานที่หนึ่ง ซึ่งจะเป็นการเดินทางภายในประเทศหรือระหว่างประเทศก็ได้ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อการเที่ยวชมเมือง เยี่ยมญาติและเพื่อน พักผ่อนวันหยุดทั้งระยะสั้นและระยะยาว อาจหมายรวมถึงบุคคลที่เดินทางเข้าไปร่วมการประชุมทางวิชาการ ทางการเมือง การประชุมธุรกิจ หรือเข้าร่วมกิจกรรมอื่น ๆ ทางธุรกิจ ตลอดจนการเดินทางไปศึกษาจากผู้เชี่ยวชาญ หรือการไปทำวิจัยวิทยาศาสตร์ด้วย โดยที่มาเหล่านี้สามารถใช้บริการคมนาคมขนส่งได้ทุกรูปแบบ แต่การเดินทางดังกล่าวนี้ต้องมีค่าใช้จ่ายได้หรือย้ายถิ่นที่อยู่อาศัยแบบถาวร (วาทิต อธิศิริเวทย์, 2551)

2. ศูนย์กลางการเชื่อมโยง (Connectivity Hub) หมายถึง ศูนย์กลางหลักในการเคลื่อนย้ายนักท่องเที่ยว โดยมีเครือข่ายของสนามบิน ท่าเรือ ถนน ทางรถไฟ และระบบขนส่งมวลชน เพื่อรองรับในการเคลื่อนย้ายผู้คนหรือสินค้าจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง (Organisation for Economic Co-operation and Development, 2016)

3. การขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ (Multimodal Transportation) หมายถึง การขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ เป็นการผสมผสานการขนส่งสินค้าจากที่หนึ่งไปที่ใด (One Point) หรือจากประเทศหนึ่งประเทศใดไปสู่อีกที่หนึ่งหรืออีกประเทศหนึ่ง ซึ่งเป็นอาณาบริเวณที่เป็นจุดพบสุดท้าย (Interface Final Point) โดยใช้รูปแบบการขนส่งตั้งแต่ 2 รูปแบบขึ้นไป ภายใต้การบริหารจัดการของผู้ขนส่งรายเดียวและมีสัญญาขนส่งฉบับเดียว หรือเป็นวิธีการขนส่งสินค้าแบบเบ็ดเสร็จที่ครอบคลุมการขนส่งทุกประเภทโดยประกอบการเพียงรายเดียว (นพรัตน์ เมืองเหนือ, 2556)

4. การเลือกทำเลที่ตั้ง (Location Choice) หมายถึง การเลือกแหล่งหรือสถานที่ที่จะทำให้ธุรกิจสามารถประกอบกิจกรรมทางธุรกิจได้สะดวกที่สุดโดยคำนึงถึงผลประโยชน์ทุกด้านที่จะได้รับ เช่น กำไรค่าใช้จ่ายการขนส่งการติดต่อสื่อสารต่าง ๆ และสิ่งแวดล้อมภายนอกจนสิ้นสุดการดำเนินธุรกิจนั้น (สำเร็จ อินทร์วงษ์, 2562)

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเรื่องการสร้างแบบจำลองที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยวในจังหวัดนครราชสีมา ผู้วิจัยได้ศึกษา ทบทวนทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย 1) แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง และ 2) การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย ดังรายละเอียดต่อไปนี้

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ข้อมูลพื้นที่ศึกษาจังหวัดนครราชสีมา

จังหวัดนครราชสีมาเป็นจังหวัดที่มีระบบการคมนาคมขนส่งที่เป็นศูนย์กลางการเดินทางของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ทั้งทางรถยนต์ รถโดยสารประจำทาง รถไฟ รวมทั้งท่าอากาศยานที่สามารถรองรับการเดินทางทางอากาศเพื่อเชื่อมต่อการเดินทางระหว่างภูมิภาคของประเทศไทย อีกทั้งยังมีการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ สังคม และการท่องเที่ยวสูง ซึ่งมีแหล่งท่องเที่ยวทั้งทางธรรมชาติและวัฒนธรรมที่หลากหลายจึงต้องมีระบบขนส่งสาธารณะที่มีคุณภาพ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเข้าถึง รวมถึงการให้ความสำคัญด้านความสะดวกและความปลอดภัยในการเดินทาง โดยระบบขนส่งสาธารณะของจังหวัดนครราชสีมาประกอบไปด้วย 3 ประเภท มีรายละเอียดดังนี้

1) ระบบขนส่งสาธารณะทางถนน ซึ่งมีรถโดยสารสาธารณะหลายหมวดให้บริการ ได้แก่ รถโดยสารประจำทางหมวด 1 ถึง หมวด 4 อีกทั้งยังมีรถรับจ้างหลายประเภท ได้แก่ รถแท็กซี่ รถสามล้อเครื่อง รถจักรยานยนต์รับจ้าง และรถจักรยานสามล้อ เป็นต้น โดยที่รถแต่ละประเภทมีรายละเอียดดังนี้

- รถโดยสารประจำทาง แบ่งออกเป็น 4 หมวด ดังนี้

หมวด 1 หมายถึง รถโดยสารประจำทางภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา มีเส้นทางผ่านถนนสายหลักที่มีประชาชนอาศัยหนาแน่นรวมทั้งสถานที่สำคัญต่าง ๆ โดยมีเส้นทางเดินรถครอบคลุม 32 เส้นทาง ให้บริการตั้งแต่เวลา 06.00 ถึง 20.00 นาฬิกา มีอัตราค่าโดยสารในปัจจุบันอยู่ที่ 8 ถึง 15 บาท (ตามระยะทาง)

หมวด 2 หมายถึง รถโดยสารประจำทางที่มีเส้นทางเริ่มต้นจากกรุงเทพมหานครไปยังจังหวัดในส่วนภูมิภาค มีอัตราค่าโดยสารประมาณ 0.5 บาทต่อกิโลเมตร ซึ่งรถโดยสาร

ประจำทางที่เดินทางจากกรุงเทพมหานครไปยังจังหวัดนครราชสีมา คือ สาย 21 โดยมีรถให้บริการตลอด 24 ชั่วโมง มีอัตราค่าโดยสารประมาณ 191 บาท

หมวด 3 หมายถึง รถโดยสารประจำทางที่มีเส้นทางระหว่างจังหวัดหรือคาบเกี่ยวระหว่างเขตจังหวัดในส่วนภูมิภาค เช่น นครราชสีมา-หนองคาย เป็นต้น มีอัตราค่าโดยสารประมาณ 0.5 บาทต่อกิโลเมตร

หมวด 4 หมายถึง รถโดยสารประจำทางในเขตจังหวัด ซึ่งอาจประกอบด้วยเส้นทางหลักสายเดียวหรือเส้นทางสายหลักและเส้นทางสายย่อย โดยแยกออกจากเส้นทางสายหลักไปยังอำเภอ หมู่บ้าน หรือเขตชุมชน ปัจจุบันอัตราค่าโดยสารสำหรับรถโดยสารประจำทางมีค่าโดยสารที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับสภาพต้นทุนการเดินรถ

จังหวัดนครราชสีมามีสถานีขนส่งผู้โดยสาร 2 แห่ง ได้แก่ สถานีขนส่งผู้โดยสารจังหวัดนครราชสีมา แห่งที่ 1 ปัจจุบันใช้เป็นสถานีขนส่งรถโดยสารประจำทางหมวด 1 หมวด 2 และหมวด 4 ให้บริการแก่ผู้โดยสารที่ต้องการเดินทางภายในจังหวัดนครราชสีมา และเดินทางไปกรุงเทพมหานครเท่านั้น ปัจจุบันสามารถรองรับผู้โดยสารได้วันละ 30,000 คนต่อวัน และสถานีขนส่งผู้โดยสารจังหวัดนครราชสีมา แห่งที่ 2 ปัจจุบันใช้เป็นสถานีขนส่งที่ให้บริการแก่ผู้โดยสารที่ต้องการเดินทางระหว่างจังหวัดนครราชสีมาไปยังกรุงเทพมหานคร และจังหวัดอื่น ๆ มีรถโดยสารประจำทางหมวด 1 หมวด 2 หมวด 3 และหมวด 4 ให้บริการ ปัจจุบันสามารถรองรับผู้โดยสารได้วันละ 150,000 คนต่อวัน

- รถรับจ้าง

รถแท็กซี่ มีรถแท็กซี่ของบริษัท แท็กซี่โคราชกรุ๊ป 2004 ตั้งอยู่ตำบลจอหอ อำเภอเมืองนครราชสีมา ปัจจุบันมีจำนวนกว่า 100 คัน จอดรถรอรับส่งผู้โดยสารประจำที่สถานีขนส่งผู้โดยสารจังหวัดนครราชสีมา แห่งที่ 2 ศูนย์การค้าเดอะมอลล์นครราชสีมา และศูนย์การค้าเทอมินอล 21 อัตราค่าบริการมี 2 แบบ คือ ระบบจ่ายเหมาโดยเฉลี่ยตามระยะทาง เริ่มต้นที่ 100 บาท และระบบมิเตอร์เริ่มต้นที่ 40 บาท

รถสามล้อเครื่อง มีรถสามล้อเครื่องโดยสารสาธารณะกระจายตัวตามแหล่งชุมชนใหญ่ ๆ และสถานที่สำคัญ โดยเฉพาะตลาดสด สถานบันเทิง ปัจจุบันมีจำนวนกว่า 700 คัน อัตราค่าบริการเป็นระบบเหมาจ่ายโดยใช้วิธีตกลงราคากันระหว่างผู้ประกอบการและผู้โดยสาร ซึ่งอัตราค่าบริการเริ่มต้น 40 ถึง 50 บาท

รถจักรยานยนต์รับจ้าง มีการกระจายตัวตามแหล่งชุมชนใหญ่ ๆ และสถานที่สำคัญ ปัจจุบันมีจำนวนกว่า 3,000 คัน อัตราค่าโดยสาร 2 กิโลเมตรแรกคิดค่าโดยสารไม่เกิน 25 บาท กิโลเมตรต่อไปคิดกิโลเมตรละ 5 บาท หากเกินกว่า 5 กิโลเมตรให้เป็นไปตามผู้ให้บริการและผู้โดยสารตกลงกัน

รถจักรยานสามล้อ ซึ่งกระจายตามตลาดสด และทางแยกต่าง ๆ ปัจจุบันเหลือน้อยมากในเขตเมือง โดยจะให้บริการบริเวณลานอนุสาวรีย์ท้าวสุรนารี และตลาดแม่พิมเฮง เป็นต้น ในส่วนของอัตราค่าบริการเป็นระบบจ่ายเหมาโดยใช้วิธีตกลงราคากันระหว่างผู้ให้บริการและผู้โดยสาร ซึ่งอัตราค่าบริการเริ่มต้นที่ 20 บาท

2) ระบบขนส่งสาธารณะทางราง ในเขตเมืองนครราชสีมามีสถานีรถไฟหลัก 2 สถานี ได้แก่ สถานีรถไฟนครราชสีมาเป็นสถานีหลักในการขนส่งผู้โดยสารและสินค้า และสถานีรถไฟชุมทางถนนจิระเป็นสถานีที่มีความสำคัญรองลงมาจากสถานีนครราชสีมา โดยมีสถานีรถไฟชุมทางถนนจิระเป็นจุดแยกของเส้นทางรถไฟสายสำคัญ 2 สาย คือ เส้นทางเชื่อมต่อระหว่างกรุงเทพมหานครกับภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน (เส้นทางกรุงเทพมหานคร-จังหวัดหนองคาย) และระหว่างกรุงเทพมหานครกับภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง (เส้นทางกรุงเทพมหานคร-จังหวัดอุบลราชธานี)

3) ระบบขนส่งสาธารณะทางอากาศ จังหวัดนครราชสีมามีท่าอากาศยาน 2 แห่ง มีรายละเอียดดังนี้

- ท่าอากาศยานนครราชสีมา ตั้งอยู่ตำบลท่าช้าง อำเภอเฉลิมพระเกียรติ ห่างจากตัวเมืองประมาณ 26 กิโลเมตร รายละเอียดของท่าอากาศยานประกอบด้วย ทางวิ่งขนาดยาว 2,100 เมตร กว้าง 45 เมตร จำนวน 1 ทางวิ่ง ทางซับกว้าง 23 เมตร ยาว 320 เมตร จำนวน 2 เส้นทาง และลานจอดเครื่องบินกว้าง 85 เมตร ยาว 323 เมตร สามารถจอดเครื่องบินแบบโบอิง 737 ได้จำนวน 4 ลำ พร้อมทั้งมีระบบไฟฟ้าและระบบสาธารณูปการต่าง ๆ ซึ่งอาคารต่าง ๆ ของท่าอากาศยาน ประกอบด้วย อาคารหอบังคับการบิน อาคารที่ทำการดับเพลิงและหน่วยกู้ภัย อาคารเครื่องช่วยเดินอากาศ และอาคารที่พักผู้โดยสารพื้นที่ 7,200 ตารางเมตร สามารถรองรับผู้โดยสารได้ประมาณ 300 คน ปัจจุบันไม่มีเที่ยวบินพาณิชย์ประจำที่ท่าอากาศยานนครราชสีมา แต่ใช้สำหรับลงจอดเครื่องบินเช่าเหมาลำขนาดเล็ก และเป็นที่พักสอนนักบิน

- ท่าอากาศยานกองบิน 1 นครราชสีมา ตั้งอยู่บริเวณทางตอนใต้ของตัวเมืองเทศบาลนครนครราชสีมา ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของกองทัพอากาศไทย โดยท่าอากาศยานแห่งนี้ปิดให้บริการในเชิงพาณิชย์หลังจากเปิดท่าอากาศยานนครราชสีมา ปัจจุบันใช้ในด้านการทหารเท่านั้น

สภาพปัญหาของระบบขนส่งสาธารณะ

ภาพรวมการเชื่อมต่อบริการขนส่งสาธารณะปัจจุบันในเขตเมืองนครราชสีมาและพื้นที่ต่อเนื่อง สามารถสรุปได้ คือ 1) ไม่มีระบบขนส่งสาธารณะหลักบนทางสายหลัก ซึ่งใช้รถโดยสารประจำทางหมวด 1 และ 4 เป็นระบบขนส่งสาธารณะหลักในเมือง 2) รถโดยสารประจำทางหมวด 1 มีจำนวนมากที่วิ่งร่วมบนเส้นทางเดียวกันบนทางสายหลัก 3) ระบบขนส่งสาธารณะบนทางสายรอง

และทางสายย่อยใช้รถโดยสารประจำทางหมวด 1 4) การเชื่อมต่อรถโดยสารประจำทางหมวด 1 ส่วนใหญ่อยู่บริเวณอนุสาวรีย์ท้าวสุรนารี 5) ระบบขนส่งสาธารณะเชื่อมต่อระหว่างสถานีขนส่งผู้โดยสารและสถานีรถไฟ ใช้รถโดยสารประจำทางหมวด 1 และ 4 6) ไม่มีระบบขนส่งสาธารณะเชื่อมต่อระหว่างท่าอากาศยานนครราชสีมากับสถานีขนส่งผู้โดยสารหรือสถานีรถไฟโดยตรง

นอกจากจุดเชื่อมต่อของระบบขนส่งที่เป็นสถานีรถไฟ สถานีรถโดยสารและท่าอากาศยานแล้ว ในเมืองนครราชสีมายังมีแหล่งท่องเที่ยวที่ต้องการการเชื่อมต่อถึงกัน ความต้องการการเชื่อมต่อการเดินทางโดยระบบขนส่งในปัจจุบันมีหลายรูปแบบ เช่น การเดินทางเพื่อเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางจากรถไฟ (สถานีรถไฟนครราชสีมา) ไปรถโดยสารสาธารณะ (สถานีขนส่งผู้โดยสาร แห่งที่ 1 และแห่งที่ 2) โดยรถหมวด 1 และรถหมวด 4 และการเดินทางเพื่อเชื่อมต่อท่าอากาศยาน มีเพียงรถโดยสารประจำทางเพียงสายเดียว (รถหมวด 1 สาย 18) เท่านั้น ปัญหาระบบการขนส่งผู้โดยสารเพื่อการเชื่อมต่อการเดินทางในเมืองนครราชสีมาที่เกี่ยวข้องในการศึกษาครั้งนี้ สามารถจำแนกออกเป็น 3 กลุ่มปัญหา ดังนี้

1) เส้นทางการเดินทาง ในจำนวนสายทางของรถโดยสารประจำทางหมวด 1 (รถสองแถว) ในเมืองนครราชสีมา 20 สายทาง มีส่วนที่ทับซ้อนกันเป็นจำนวนมาก เส้นทางส่วนมากเดินรถในแนว ตะวันตก-ตะวันออก ยกเว้นสายที่ 18 ที่เดินรถระหว่างต้นทางสถานีรถไฟนครราชสีมาและปลายทาง ท่าอากาศยานนครราชสีมา (เชื่อมระหว่างการขนส่งระหว่างเมือง รถไฟกับเครื่องบิน) โดยโซน ด้านเหนือ ด้านตะวันออกเฉียงเหนือ ถนนมิตรภาพ ถนนสุรนารายณ์ รวมถึงสถานีขนส่งผู้โดยสารจังหวัดนครราชสีมา แห่งที่ 2 นั้น แนวเส้นทางรถโดยสารประจำทางไม่ผ่านสถานีรถไฟ นครราชสีมา การเชื่อมต่อระหว่างสถานีรถไฟนครราชสีมา-สถานีขนส่งผู้โดยสารจังหวัดนครราชสีมา แห่งที่ 1-สถานีขนส่งผู้โดยสารจังหวัดนครราชสีมา แห่งที่ 2 ยังไม่สมบูรณ์ โดยมีเพียงสาย 15 ที่วิ่งให้บริการ และมีรถโดยสารประจำทาง (รถสองแถว) หลายสายผ่านไปตามถนนมุขมนตรี (หน้าสถานีรถไฟนครราชสีมา) และถนนสุรนารี (ใกล้สถานีขนส่งผู้โดยสารจังหวัดนครราชสีมา แห่งที่ 1) แต่รถโดยสารไม่สามารถเข้าจอดที่สถานีได้

2) สถานีและจุดจอด พบปัญหาการเข้าออกของสถานีขนส่งผู้โดยสารจังหวัด นครราชสีมา แห่งที่ 1 และปัญหาการเข้าออกของรถโดยสารประจำทางกับสถานีรถไฟนครราชสีมา ดังนี้

- ปัญหาการเข้าออกของสถานีขนส่งผู้โดยสารจังหวัดนครราชสีมา แห่งที่ 1 เข้าออกโดยใช้ถนนบูรินทร์ ซึ่งอยู่ห่างจากถนนสายหลักของเมือง คือ ถนนสุรนารีประมาณ 150 เมตร และถนนหลักสาย 224 ประมาณ 200 เมตร ในขณะที่สถานีขนส่งผู้โดยสารจังหวัดนครราชสีมา แห่งที่ 1 สามารถรองรับผู้โดยสารได้ถึง 30,000 คนต่อวัน แต่การเข้าออกทำได้ยาก เพราะถนน บูรินทร์มีเพียง 2 ช่องจราจร

- ปัญหาการเข้าออกของรถโดยสารประจำทางกับสถานีรถไฟนครราชสีมา เขตทางของรถไฟอยู่ติดถนนมุขมนตรีที่เป็นทางผ่านของรถโดยสารประจำทาง (รถสองแถว) หลายสายตัวสถานีรถไฟนครราชสีมาอยู่ห่างจากถนนมุขมนตรีประมาณ 100 เมตร แต่รถโดยสารประจำทาง (รถสองแถว) ไม่ได้เข้าจอดด้านในของสถานีรถไฟ เพราะการออกแบบ การจัดการเข้า-ออก และการไหลเวียนยังไม่สะดวก และใช้สะพานลอยในการข้ามถนนมุขมนตรีที่หน้าสถานีรถไฟ ทำให้การขนย้ายกระเป๋าหรือสัมภาระ การข้ามถนนของผู้สูงอายุและผู้พิการทำได้ยาก อีกทั้งการเคลื่อนย้ายของผู้โดยสารพร้อมกระเป๋าระหว่างการเดินทาง เช่น จากสถานีรถไฟเพื่อต่อรถโดยสารประจำทาง (รถสองแถว) หรือจากรถโดยสารประจำทาง (รถสองแถว) เข้าสู่สถานีขนส่งผู้โดยสารเพื่อเดินทางต่อทำได้ไม่สะดวก เพราะระยะห่างระหว่างจุดลงรถไฟไปยังจุดขึ้นรถโดยสารประจำทาง (รถสองแถว) หรือจากจุดลงรถโดยสารประจำทาง (รถสองแถว) ไปถึงสถานีขนส่งผู้โดยสารไกลเกินไปและเส้นทางไม่สะดวกหรือไม่ราบเรียบต่อการเดินและการลากกระเป๋าเดินทาง

- ปัญหาจุดจอดรถโดยสารประจำทางไม่ชัดเจน เนื่องจากพฤติกรรมการใช้รถโดยสารประจำทางในปัจจุบัน เป็นลักษณะที่สามารถขึ้น-ลงตรงไหนก็ได้เพราะผู้ให้บริการรถโดยสารไม่มีจุดจอดรถที่ชัดเจน

3) การเชื่อมต่อการเดินทาง เป็นประเด็นหลักที่ตัดสินใจว่าผู้เดินทางจะใช้ระบบขนส่งสาธารณะหรือไม่ ซึ่งปัจจุบันยังขาดการเชื่อมต่อการเดินทางระหว่างแหล่งท่องเที่ยวกับสถานีรถไฟ และสถานีขนส่งผู้โดยสาร (แหล่งท่องเที่ยวหลายแห่ง ไม่สามารถเข้าถึงได้ด้วยรถโดยสารสาธารณะ เช่น พิพิธภัณฑ์ไม้กลายเป็นหิน ปราสาทหินพนมวัน เป็นต้น) และระหว่างท่าอากาศยานนครราชสีมา กับสถานีขนส่งผู้โดยสาร ในปัจจุบันมีเพียงจุดเชื่อมต่อบริเวณอนุสาวรีย์ท้าวสุรนารี

รูปแบบการเชื่อมโยงการเดินทาง

ระบบขนส่งสาธารณะในเขตเมืองนครราชสีมาปัจจุบัน มีบทบาทหลักในการเชื่อมโยงพื้นที่ใจกลางเมืองกับพื้นที่อำเภอและหมู่บ้านโดยรอบ ประกอบด้วย 3 รูปแบบ คือ 1) รถโดยสารประจำทางภายในเขตเมืองหรือรถโดยสารประจำทาง (รถสองแถว) (รถหมวด 1) 2) รถโดยสารประจำทางระหว่างเมืองซึ่งเชื่อมโยงพื้นที่เมืองนครราชสีมาและหมู่บ้านในเขตนอกเมืองนครราชสีมา (รถหมวด 4) 3) รถโดยสารรับจ้างสาธารณะ ได้แก่ รถแท็กซี่ รถสามล้อเครื่อง รถจักรยานสามล้อ และรถจักรยานยนต์รับจ้าง ซึ่งรูปแบบของการเดินทางในปัจจุบันในเขตเมืองนครราชสีมา การเดินทางส่วนใหญ่ยังใช้พื้นที่ใจกลางเมืองเป็นจุดเปลี่ยนถ่ายหลัก เนื่องจากเส้นทางระบบขนส่งสาธารณะในปัจจุบันยังไม่มีเส้นทางข้ามเมืองผู้เดินทางจึงต้องเข้าเมืองมาเปลี่ยนเส้นทาง ณ ใจกลางเมือง ก่อให้เกิดปัญหาความล่าช้าในการเดินทาง และการจราจรติดขัด

พฤติกรรมการเดินทาง

จากข้อมูลรายงานโครงการสำรวจพฤติกรรมการเดินทางท่องเที่ยวของชาวไทย พ.ศ. 2562 ของจังหวัดนครราชสีมา พบว่า ผู้เดินทางส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงโดยมีสัดส่วนร้อยละ 52.8 มีรายได้ส่วนตัวอยู่ระหว่าง 10,000-19,999 บาท/เดือน โดยมีวัตถุประสงค์หลักในการเดินทางเพื่อท่องเที่ยว/ต้องการพักผ่อนมากถึงร้อยละ 92.1 ซึ่งมีจำนวนคนที่เดินทางด้วยเฉลี่ย 5.2 คน สำหรับพาหนะที่ใช้มักนิยมใช้รถยนต์ส่วนตัวโดยคิดเป็นร้อยละ 84 รองลงมาคือ รถโดยสารประจำทางร้อยละ 6.8 และรถตู้พร้อมขับร้อยละ 5.1 ในส่วนของแหล่งท่องเที่ยวที่แวะ 3 อันดับแรก คือ ศาสนสถาน จุดชมวิว แหล่งช้อปปิ้ง คิดเป็นร้อยละ 33.9, 33.6, และ 29.3 ตามลำดับ และมีค่าใช้จ่ายเฉลี่ยต่อคนต่อทริปอยู่ที่ 3,764.53 บาท (บริษัท อินโฟเสิร์ช จำกัด, 2562)

แหล่งท่องเที่ยว

จังหวัดนครราชสีมามีแหล่งท่องเที่ยวมากมายหลายประเภท ทั้งแหล่งท่องเที่ยวเชิงนิเวศ แหล่งท่องเที่ยวเชิงศาสนาและความเชื่อ แหล่งท่องเที่ยวเชิงวิชาการ แหล่งท่องเที่ยวเชิงศิลปวัฒนธรรมและมรดกโลก แหล่งท่องเที่ยวเชิงสันตนาการและบันเทิง และแหล่งท่องเที่ยวเชิงวิถีชีวิต โดยมีแหล่งท่องเที่ยวในจังหวัดนครราชสีมาซึ่งอ้างอิงจากหน่วยงานการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย (ททท.) สำนักงานนครราชสีมา ดังแสดงในตาราง 1

ตาราง 1 สถานที่ท่องเที่ยวจังหวัดนครราชสีมา

| อำเภอ | สถานที่ท่องเที่ยว |
|-----------------|---|
| เมืองนครราชสีมา | อนุสาวรีย์ท้าวสุรนารี |
| | ประตูชุมพล |
| | อาคารแสดง แสง สี เสียง วีรกรรมท้าวสุรนารี |
| | เรือนโคราช-เฉลิมวัฒนา |
| | พิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ มหาวิรวงศ์ |
| | ศาลหลักเมือง |
| | วัดศาลาลอย |
| | วัดป่าศาลวัน |
| | วัดพระนารายณ์มหาราช วรวิหาร |
| | วัดศาลาทอง |
| | อนุสรณ์สถานนางสาวบุญเหลือ |

ตาราง 1 (ต่อ) สถานที่ท่องเที่ยวจังหวัดนครราชสีมา

| อำเภอ | สถานที่ท่องเที่ยว |
|-----------------|---|
| เมืองนครราชสีมา | ปราสาทพนมวัน |
| | สวนสัตว์นครราชสีมา |
| | พิพิธภัณฑน์ไม้กลายเป็นหิน และทรัพยากรธรณีฯ |
| | มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา |
| | อุทยานการเรียนรู้ศรีนครินทร์ |
| | หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบ พระชนมพรรษา นครราชสีมา |
| | วัดบ้านไร่ |
| ด่านขุนทด | ทุ่งกังหันลมห้วยยาง |
| | แหล่งโบราณคดีบ้านปราสาท |
| โนนสูง | โฮมสเตย์บ้านปราสาท |
| | อนุสรณ์สถานวีรกรรมทุ่งสัมฤทธิ์ |
| พิมาย | พิพิธภัณฑสถานแห่งชาติพิมาย |
| | อุทยานประวัติศาสตร์พิมาย |
| | ไทรงาม |
| ห้วยแถลง | หมู่บ้านปลูกหมอนเลี้ยงไหม |
| โชคชัย | หมู่บ้านเครื่องปั้นดินเผาด่านเกวียน |
| | หมู่บ้านศิลปหัตถกรรมหล่อหินทราย |
| ครบุรี | หาดจอมทอง |
| | สะพานไม้ 100 ปี |
| เสิงสาง | หาดชมตะวัน |
| สูงเนิน | เมืองโบราณที่ตำบลโคราช หรือ เมืองเก่าโคราช |
| | โบราณสถานเมืองเสมา |
| | วัดธรรมจักรเสมาราม |
| | น้ำตกวังเณร |
| สีคิ้ว | แหล่งหินตัดคิ้ว |
| | อ่างเก็บน้ำซับประดู่ |
| | อุทยานลานบุญมหาวิหาร สมเด็จพระพุฒาจารย์ (โต พรหมรังสี) หรือ วัดหลวงพ่อโต |
| | |

ตาราง 1 (ต่อ) สถานที่ท่องเที่ยวจังหวัดนครราชสีมา

| อำเภอ | สถานที่ท่องเที่ยว |
|-----------------------|----------------------------------|
| สีคิ้ว | วัดเลิศสวัสดิ์ (วัดเขาจันทร์งาม) |
| | เขื่อนลำตะคอง |
| | กึ่งหินลมเขายายเที่ยง |
| ปักธงชัย | หมู่บ้านทอผ้าปักธงชัย |
| | วัดหน้าพระธาตุ (วัดตะคุ) |
| | วัดนกออก หรือ วัดปทุมคงคา |
| | จิมทอมป์สัน ฟาร์ม |
| | เขื่อนลำพระเพลิง |
| ปากช่อง | อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ |
| | ฟาร์มเห็ด เขาใหญ่ พาโนรามา ฟาร์ม |
| | เขาใหญ่ สปีดคาร์ท |
| | พุทธอุทยานหลวงปู่ทวด เขาใหญ่ |
| | สวนสัตว์ โบนินซ่า เอ็กโซติก |
| | โอเค คอเรล เขาใหญ่ |
| | เขาใหญ่ อาร์ตมิวเซียม |
| | ทอสคาน่า วิลเลจ เขาใหญ่ |
| | วัดป่าภูหยาหลง |
| | ซ็อกโกแลต แพคทอรี (สาขาเขาใหญ่) |
| | สวนกาญจนาภิเษก (น้ำพุธรรมชาติ) |
| | สวนน้ำและสวนสนุก Scenical World |
| | พีริโม เฟียชซ่า |
| | สวนกุหลาบกลางพนาคาเฟ่ |
| | ไร่รุ่งนกราน-มอนเต้ |
| | เดอะ บลูม บาย ทีวีพูล |
| | พีบี วิลเลจ เขาใหญ่ ไวน์เนอร์รี่ |
| | ฟาร์มโชคชัย |
| | ถ้าแก้วสารพัดนึก |
| ทองสมบูรณ์คลับ | |
| วัดเทพพิทักษ์ปุณณาราม | |

ตาราง 1 (ต่อ) สถานที่ท่องเที่ยวจังหวัดนครราชสีมา

| อำเภอ | สถานที่ท่องเที่ยว |
|-------------|---|
| ปากช่อง | ตลาดน้ำศิลปะกลางดงและสวนซ่อนศิลป์ |
| | ตลาดผลไม้กลางดง |
| | ธายาม่าฟาร์ม |
| วังน้ำเขียว | เขตห้ามล่าสัตว์ป่าเขาแผงม้า |
| | อ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง |
| | อุทยานแห่งชาติทับลาน |
| | สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช |
| | วิลเลจฟาร์ม แอนด์ ไวน์เนอรี |
| | มอนทาน่าฟาร์ม |
| | แหล่งปลูกดอกเบญจมาศ ตำบลไทยสามัคคี |
| | ฟลอร่า พาร์ค วังน้ำเขียว |
| | ศูนย์ท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ป่าเขาภูหลวง |
| | สวนดอกหน้าวัวสุชาดา |
| | ศูนย์สาธิตปลูกและแปรรูปเห็ดหอมบ้านบุไทร |

ที่มา: การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย สำนักงานนครราชสีมา พ.ศ. 2563

แนวคิดการพัฒนาระบบขนส่งที่มีประสิทธิภาพ

จากการทบทวนรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์การยกระดับระบบขนส่งและการเดินทางอัจฉริยะ เพื่อสนับสนุนการท่องเที่ยวไทย ของหน่วยบริหารและจัดการทุนด้านการเพิ่มความสามารถในการแข่งขันของประเทศ (บพข.) (เจษฎา โพธิ์จันทร์ และคณะ, 2565) ที่ทบทวนแนวคิดการพัฒนาระบบขนส่งที่มีประสิทธิภาพ พบว่า การพัฒนาระบบขนส่งที่มีประสิทธิภาพมีความสำคัญอย่างยิ่งในการลดปัญหาการจราจร ส่งเสริมการพัฒนาเมืองที่มีประสิทธิภาพ และเป็นการสนับสนุนการพัฒนาที่เป็นมิตรต่อศิลปะ วัฒนธรรม และสิ่งแวดล้อม โดยจากการศึกษาต่าง ๆ (Thomson, 1977; Nielsen et al., 2005; Vuchic, 2005; Mees, 2010) ระบบขนส่งที่มีประสิทธิภาพประกอบด้วย 3 องค์ประกอบหลัก ได้แก่

1) ประเด็นความปลอดภัย ซึ่งเป็นพื้นฐานที่สำคัญของระบบคมนาคมขนส่ง

2) ประเด็นเวลาในการเดินทางที่เหมาะสม มีความสามารถในการแข่งขันกับระบบการขนส่งส่วนบุคคล (Private Vehicle) โดยสามารถกำหนดเวลาหรือตรงต่อเวลา (Reliability) มีความเร็ว (Mobility) ความถี่ (Frequency) และสะดวกในการเข้าถึง (Accessibility) เพื่อลดระยะเวลาเดินทางที่เกี่ยวข้องกับระบบขนส่ง ได้แก่ เวลาที่ไม่ได้อยู่บนยานพาหนะ (Out-of-Vehicle Travel Time) เช่น ระยะเวลาการเข้าถึงและออกจากสถานี ระยะเวลาในการรอ เป็นต้น

3) ประเด็นความสะดวกสบายและภาพลักษณ์ เนื่องจากระบบขนส่งเป็นทางเลือกรูปแบบการเดินทางที่แข่งขันกับรูปแบบการเดินทางอื่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบการขนส่งส่วนบุคคล ดังนั้น ระบบขนส่งที่มีประสิทธิภาพควรมีความสะดวกสบายในการเดินทาง และภาพลักษณ์ที่ดึงดูดการใช้บริการ ซึ่งในปัจจุบันประกอบด้วย เทคโนโลยีที่ทันสมัย ทั้งตัวรถ ระบบตัว สถานีที่รอกคอย (สถานีและป้ายหยุดรถ) อีกทั้งสิ่งแวดล้อมที่เอื้อต่อการใช้ระบบขนส่ง เช่น สภาพแวดล้อมโดยรอบสถานีระบบขนส่ง หรือแม้กระทั่งการพัฒนาพื้นที่โดยรอบสถานี (Transit Oriented Development: TOD) ที่เป็นนโยบายของรัฐบาล

แนวคิดในพัฒนาระบบขนส่งที่มีประสิทธิภาพตั้งอยู่บนหลักปฏิบัติที่สำคัญ 2 ข้อ (Key Practice) (Dodson et al., 2011; Rodrigue et al., 2013) ดังนี้

1) ระบบที่ไม่ซับซ้อน (Simple and Direct Network Structures) โดยเส้นทางควรเป็นเส้นทางที่จดจำง่าย ผ่านสถานีสำคัญ และมีจำนวนเส้นทางน้อยที่สุดเท่าที่สามารถรองรับปริมาณการเดินทางได้

2) ระบบที่มีลำดับชั้น (Hierarchy of Lines) ระบบขนส่งต้องการการผสมผสานและเชื่อมต่อรูปแบบแตกต่างกันทั้งในด้านความจุ (Capacity) และความเร็ว (Speed) เพื่อสอดคล้องกับประสิทธิภาพในการให้บริการ ภายใต้ข้อจำกัดต่าง ๆ โดยทั่วไปประกอบด้วย 3 ลำดับชั้น ได้แก่

- ระบบขนส่งสายหลัก (Trunk Route or Backbone หรือระบบหลัก) ที่มีความจุและความเร็วที่สูง วิ่งผ่านเมือง (High-speed Cross City Line) เชื่อมโยงแหล่งชุมชนและกิจกรรมที่สำคัญของเมือง และสร้างโอกาสในการพัฒนา TOD

- ระบบขนส่งสายรอง หรือระบบขนส่งที่เชื่อมเมืองรอบนอก (Inter-Suburban Line หรือระบบรอง) มีระดับความจุและความเร็วรองจากระบบขนส่งสายหลัก เชื่อมอำเภอรอบนอกเข้าสู่ระบบหลัก

- ระบบขนส่งเสริม (Feeder หรือ ระบบเสริม) เป็นระบบที่ขยายขอบเขตการให้บริการของระบบขนส่งสายหลัก ในเขตเมือง เพื่อการให้บริการที่ครอบคลุมมากขึ้น

ทั้งนี้ Jian et al. (2012) และ NSW Long Term Transport Master Plan, Sydney, Australia (2011) ได้ทำการระบุรายละเอียดอัตราเร็วของระบบหลัก ระบบรอง และระบบเสริม ตามตาราง 2 โดยระบบหลักจะมีอัตราเร็วที่ประมาณ 25-80 กม./ชม. ระบบรองมีอัตราเร็วที่ประมาณ 15-25 กม./ชม. และระบบเสริมมีอัตราเร็วที่ต่ำกว่า 20 กม./ชม. เพื่อเชื่อมชุมชน เช่น แหล่งที่พักอาศัยความหนาแน่นต่ำถึงปานกลาง

1) ระบบขนส่งที่สามารถแข่งขันได้กับระบบขนส่งส่วนบุคคล เนื่องจากระบบขนส่งเป็นระบบที่อาจไม่สามารถให้บริการแบบ Door-to-Door เหมือนระบบขนส่งส่วนบุคคล ระบบขนส่งที่มีประสิทธิภาพควรมีความเร็วเส้นทางที่เหมาะสม เชื่อมโยงผู้โดยสารสู่ใจกลางแหล่งกิจกรรมให้ได้มากที่สุด และสะดวกสบาย ทั้งนี้ องค์ประกอบที่สำคัญอีกหนึ่งองค์ประกอบ ได้แก่ Reliability ที่จะทำให้ผู้ใช้บริการสามารถกำหนดเวลาได้ เขตทางเฉพาะ จึงมีความจำเป็น โดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบขนส่งหลักที่จะเชื่อมโยงแหล่งกิจกรรมสำคัญ

2) การต่อเชื่อมที่มีประสิทธิภาพ โดยการต่อเชื่อม/เปลี่ยนรูปแบบหรือเส้นทางระบบขนส่งที่รวดเร็ว และกำหนดเวลาได้ เป็นองค์ประกอบสำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนาให้ระบบขนส่งดึงดูดการใช้บริการ โครงข่ายระบบขนส่งที่ดีจะมีการออกแบบให้ผู้ใช้บริการต่อเชื่อมน้อยที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งบนระบบที่มี Reliability ต่ำ

3) ระบบเทคโนโลยีข้อมูล ในยุคดิจิทัล ผู้ใช้บริการต้องการรับรู้ข่าวสารเพื่อประกอบการตัดสินใจ ระบบเทคโนโลยีดังกล่าวส่งเสริมระดับการให้บริการระบบขนส่ง และสนับสนุนการดำเนินงาน (Operation) ได้อีกทางหนึ่งด้วย

ตาราง 2 ลำดับชั้นระบบขนส่ง

| ลำดับชั้นของระบบขนส่ง | เชื่อมโยง | ความจุ | ความเร็วเฉลี่ย |
|-----------------------|-----------------------------|-------------|--------------------|
| ระบบขนส่งสายหลัก | แหล่งกิจกรรมสำคัญในเขตเมือง | สูง | 25-80 กม./ชม. |
| ระบบขนส่งสายรอง | อำเภอรอบนอกและระบบหลัก | ปานกลาง | 15-25 กม./ชม. |
| ระบบขนส่งเสริม | แหล่งกิจกรรมย่อยในเขตเมือง | ค่อนข้างต่ำ | ต่ำกว่า 20 กม./ชม. |

ที่มา: Jian et al. (2012) และ NSW Long Term Transport Master Plan, Sydney, Australia (2011)

โครงการสำคัญที่เกี่ยวข้อง

โครงการศึกษาและออกแบบรถไฟความเร็วสูงสายกรุงเทพฯ - หนองคาย เป็นการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานที่เพิ่มประสิทธิภาพโครงข่ายระบบคมนาคมขนส่งภายในประเทศและมีศักยภาพเชื่อมต่อการเดินทางและการขนส่งในภูมิภาค รวมทั้งเพื่อช่วยสร้างความเข้มแข็งให้กับเศรษฐกิจของประเทศไทย ผ่านระบบคมนาคมที่เชื่อมโยงไทยไปสู่อาเซียนและต่อไปถึงประเทศจีน ซึ่งจะช่วยเพิ่มคุณภาพชีวิตของประชาชน กระตุ้นการพัฒนาด้านเศรษฐกิจ การค้า การท่องเที่ยว และเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ ทั้งนี้ได้ดำเนินการศึกษาและออกแบบรถไฟความเร็วสูงสายกรุงเทพฯ-หนองคาย แบ่งออกเป็น 2 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 สายกรุงเทพฯ – นครราชสีมา ระยะทาง 253 กิโลเมตร และ ระยะที่ 2 นครราชสีมา – หนองคาย ระยะทางประมาณ 356 กิโลเมตร เพื่อให้เกิดการเชื่อมโยงโครงข่ายการเดินทางที่มีความสมบูรณ์และเกิดประสิทธิภาพสูงสุด โดยคาดว่าจะเปิดให้ใช้บริการรถไฟความเร็วสูงสายกรุงเทพฯ-หนองคาย ได้ในปี 2572 (สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร กระทรวงคมนาคม, 2558 และ สำนักงานบริหารนโยบายของนายกรัฐมนตรี, 2564)

โครงการก่อสร้างรถไฟทางคู่สายตะวันออกเฉียงเหนือ ช่วงมาบะแ่น - ชุมทางถนนจิระ เป็นโครงการที่สนับสนุนการพัฒนาระบบการจัดการขนส่งสินค้าและบริการ ซึ่งการรถไฟแห่งประเทศไทย (รฟท.) ได้รับมอบหมายให้ เร่งดำเนินการศึกษาและออกแบบโครงการก่อสร้างรถไฟทางคู่ เนื่องจากเป็นเส้นทางที่มีความถี่ของการเดินรถสูงและต้องเสียเวลารอการสับหลักเป็นระยะเวลานาน โดยโครงการก่อสร้างรถไฟทางคู่สายตะวันออกเฉียงเหนือ ช่วงมาบะแ่น-ชุมทางถนนจิระ มีจุดเริ่มต้นที่บริเวณสถานีมาบะแ่น จังหวัดสระบุรี และมีจุดสิ้นสุดโครงการที่บริเวณสถานีชุมทางถนนจิระ จังหวัดผ่านพื้นที่จังหวัดสระบุรี ระยะทางประมาณ 131 กิโลเมตร อีกทั้งโครงการนี้ยังเป็น 1 ใน 5 เส้นทางรถไฟที่อยู่ในแผนยุทธศาสตร์ฯ เพื่อขับเคลื่อนการลงทุนโครงสร้างพื้นฐานของประเทศ เพื่อเพิ่มศักยภาพการขนส่งทางระบบรางให้สามารถรองรับจำนวนผู้โดยสารและปริมาณการขนส่งสินค้าที่ขยายตัวเพิ่มมากขึ้นได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ เพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวและการพัฒนาเศรษฐกิจในระดับภูมิภาคและของประเทศโดยรวม เพื่อเพิ่มขีดความสามารถด้านการขนส่งของประเทศ และเป็นส่วนหนึ่งของเส้นทางหลักที่เชื่อมโยงโครงข่ายโลจิสติกส์ไปยังประเทศเพื่อนบ้าน (สำนักงานโครงการก่อสร้างรถไฟทางคู่สายตะวันออกเฉียงเหนือช่วงมาบะแ่น-ชุมทางถนนจิระ, 2564)

โครงการศึกษาความเหมาะสมและออกแบบระบบรถไฟทางคู่ เพื่อการขนส่งและการจัดการโลจิสติกส์ (ระยะเร่งด่วนช่วงชุมทางจิระ – ขอนแก่น) เป็นโครงการที่กระทรวงคมนาคมให้ความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง เพื่อเพิ่มขีดความสามารถด้านการขนส่งสินค้าและเพิ่มศักยภาพด้านการท่องเที่ยวในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยการพัฒนาทางรถไฟทางคู่จะสามารถเพิ่มความจุ

ได้มากขึ้น ลดระยะเวลาและเชื้อเพลิงในภาคการขนส่ง ลดปัญหามลพิษ เพิ่มประสิทธิภาพของการขนส่งสาธารณะ ซึ่งโครงการนี้เป็นการก่อสร้างทางรถไฟใหม่เพิ่ม 1 ทาง ขนานไปกับทางรถไฟเดิม มีจุดเริ่มต้นโครงการบริเวณหลังสถานีชุมทางถนนจิระ จังหวัดนครราชสีมา สิ้นสุดโครงการหลังสถานีขอนแก่น รวมระยะทางตลอดโครงการ 187 กิโลเมตร (สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร กระทรวงคมนาคม, 2555)

โครงการทางหลวงพิเศษระหว่างเมือง สายบางปะอิน-นครราชสีมา (M6) เป็นหนึ่งโครงการสำคัญที่มีความจำเป็นเร่งด่วน โดยได้รับการบรรจุในแผนมาตรการเร่งรัดการลงทุน Action Plan ของกระทรวงคมนาคม และมาตรการเร่งรัดโครงการให้เอกชนร่วมลงทุนในกิจการของรัฐ (PPP Fast Track) ของกระทรวงการคลัง เพื่อเร่งรัดการลงทุนโครงการขนาดใหญ่ให้เกิดผลเป็นรูปธรรมโดยเร็ว โดยแนวเส้นทางโครงการทางหลวงพิเศษระหว่างเมือง สายบางปะอิน-นครราชสีมา มีจุดเริ่มต้นเชื่อมต่อกับถนนวงแหวนรอบนอกกรุงเทพมหานครด้านตะวันออก (ถนนกาญจนาภิเษก) อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา และไปสิ้นสุดที่บริเวณทางเลี่ยงเมืองจังหวัดนครราชสีมา ด้านตะวันตก อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา ระยะทางรวมประมาณ 196 กิโลเมตร (กรมทางหลวง, 2564)

แผนแม่บทพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะในเขตเมืองนครราชสีมาและพื้นที่ต่อเนื่องที่มีความต้องการเดินทาง

การจัดทำแผนแม่บทพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะในเขตเมืองนครราชสีมาและพื้นที่ต่อเนื่องที่มีความต้องการเดินทางมีเป้าหมายหลักเพื่อเป็นกรอบในการจัดให้มีระบบขนส่งสาธารณะที่เหมาะสมกับเมืองนครราชสีมา โดยกำหนดเป็นแผนแม่บทพัฒนาตามระยะเวลาที่เหมาะสม รวมทั้งแผนพัฒนาระบบเชื่อมโยงระบบขนส่งผู้โดยสารสาธารณะ ซึ่งจะทำให้เกิดการเดินทางเชื่อมต่อด้วยระบบขนส่งสาธารณะรูปแบบต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เข้าถึงง่ายและสะดวก อันจะช่วยให้จำนวนผู้โดยสารใช้ระบบขนส่งสาธารณะเพิ่มมากขึ้น ตลอดจนเป็นการแก้ไขปัญหาการจราจรที่มีแนวโน้มหนาแน่นแออัดมากขึ้นตามการเติบโตของเมือง

แผนแม่บทพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะในจังหวัดนครราชสีมาและพื้นที่ต่อเนื่องที่มีความต้องการเดินทาง ที่จัดทำขึ้นนี้มีเป้าประสงค์ คือ 1) เป็นศูนย์กลางการเชื่อมต่อการเดินทาง 2) การเดินทาง และการจราจรมีความปลอดภัย ประหยัดพลังงาน และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม 3) การให้บริการของระบบขนส่งสาธารณะสามารถยกระดับคุณภาพการเดินทาง และเพื่อการดำเนินงานบรรลุตามเป้าประสงค์ทั้ง 3 จึงได้กำหนดแนวทางการดำเนินงาน ประกอบด้วย 3 ประเด็น ยุทธศาสตร์ 5 กลยุทธ์ 5 แผนงาน 8 โครงการ และ 4 มาตรการ ดังนี้

1) ประเด็นยุทธศาสตร์ที่ 1 : การพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะหลักในเขตเมือง นครราชสีมา และการพัฒนาการเชื่อมต่อโครงข่ายระบบขนส่งสาธารณะภายในเขตเมืองนครราชสีมา กับระบบขนส่งสาธารณะหลัก เป็นประเด็นยุทธศาสตร์สนับสนุนเป้าประสงค์ที่ 1 : เป็นศูนย์กลาง การเชื่อมต่อการเดินทาง เนื่องจากการพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะหลักในเขตเมืองนครราชสีมา มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อเชื่อมโยงระบบขนส่งสาธารณะโดย

- ยกระดับระบบขนส่งสาธารณะสำหรับผู้เดินทางในเมืองนครราชสีมา ให้สามารถ เชื่อมโยงกิจกรรมทางเศรษฐกิจและสังคมต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

- สร้างแรงดึงดูดให้แก่ระบบขนส่งสาธารณะในเขตเมืองได้มากขึ้น ซึ่งเป็นการช่วยลด ปัญหาการจราจร โดยส่งเสริมให้ผู้เดินทางในเมืองนครราชสีมาเปลี่ยนจากการใช้รถยนต์ส่วนบุคคล มาใช้ระบบขนส่งสาธารณะ

- มีระบบที่เอื้อให้ประชากรในเขตเมืองนครราชสีมาสามารถเข้าถึงศูนย์กลาง การคมนาคมหลักที่ดีกว่า โดยเฉพาะอย่างยิ่ง สถานีรถไฟจังหวัดนครราชสีมา และสถานีขนส่ง ผู้โดยสารในปัจจุบันทั้งสองแห่ง

ดังนั้น เจาะใจที่สำคัญของการพัฒนาโครงข่ายระบบขนส่งสาธารณะรูปแบบใหม่สำหรับ เมืองนครราชสีมา คือ ให้เป็นกลไกในการเชื่อมโยงประชาชนเข้ากับสถานที่ที่ต้องการเดินทาง โดยเชื่อมโยงที่อยู่อาศัยเข้ากับสถานที่ทำงาน สถานศึกษา ศูนย์การค้า และสถานที่พักผ่อนหย่อนใจ อีกทั้ง ต้องเชื่อมต่อชุมชนที่อยู่อาศัยกับสถานีขนส่งหลักของเมืองด้วย (ได้แก่ สถานีรถไฟ สถานี รถโดยสาร ท่าอากาศยาน เป็นต้น) การดำเนินงานภายใต้ยุทธศาสตร์ที่ 1 นี้ ประกอบด้วย 2 กลยุทธ์ มีรายละเอียดดังนี้

กลยุทธ์ที่ 1.1 : การพัฒนาโครงข่ายระบบขนส่งสาธารณะหลักในเขตเมืองนครราชสีมา โดยดำเนินงานตามแผนงานการลงทุนระบบขนส่งสาธารณะหลักในเขตเมืองนครราชสีมา เพื่อให้ ระบบการขนส่งสาธารณะหลักสามารถเชื่อมโยงการเดินทางในเขตเมืองนครราชสีมาและพื้นที่ ที่เกี่ยวข้องได้อย่างไร้รอยต่อ และมีประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งตามแผนงานดังกล่าว กำหนดให้มีการลงทุน ก่อสร้างระบบขนส่งสาธารณะให้ครอบคลุมพื้นที่การพัฒนา และการพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะ เพื่อรองรับการเติบโตของเมือง ประกอบด้วยโครงการต่าง ๆ ดังนี้

- โครงการที่ 1 โครงการลงทุนระบบขนส่งสาธารณะหลัก สายสีเขียว
- โครงการที่ 2 โครงการลงทุนระบบขนส่งสาธารณะหลัก สายสีส้ม
- โครงการที่ 3 โครงการลงทุนระบบขนส่งสาธารณะหลัก สายสีม่วง
- โครงการที่ 4 โครงการลงทุนระบบขนส่งสาธารณะหลัก สายสีเขียว (ส่วนต่อ ขยาย) สายสีส้ม (ส่วนต่อขยาย) และสายสีม่วง (ส่วนต่อขยาย)

โดยโครงการที่ 1-3 มีระยะเวลาดำเนินการในช่วงปี พ.ศ. 2562-2568 ส่วนโครงการที่ 4 ดำเนินงานในช่วงปี พ.ศ. 2568-2571 (ช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13) วงเงินงบประมาณรวม 31,000 ล้านบาท

กลยุทธ์ที่ 1.2 : การพัฒนาจุดเชื่อมต่อและการเข้าถึงการเดินทางสำหรับระบบขนส่งผู้โดยสารสาธารณะหลัก เพื่อพัฒนาจุดเปลี่ยนระบบการเดินทาง จุดเปลี่ยนถ่าย จุดเชื่อมต่อกับระบบขนส่งสาธารณะหลัก ให้การเดินทางเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด เพื่อเพิ่มปริมาณการเดินทางด้วยระบบขนส่งสาธารณะในเขตเมืองนครราชสีมาและพื้นที่เกี่ยวเนื่อง และเพิ่มศักยภาพการเดินทางด้วยระบบขนส่งสาธารณะโดยรวมในเขตเมืองนครราชสีมา ประกอบด้วยโครงการต่าง ๆ ดังนี้

- โครงการที่ 1 สะพานลอย/ทางข้าม
- โครงการที่ 2 จุดจอดแล้วจร (Park and Ride)

สำหรับระยะเวลาการดำเนินงานนั้นอยู่ในช่วงปี พ.ศ. 2563-2571 (ช่วงระหว่างแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12-13) มีวงเงินงบประมาณรวม 1,300 ล้านบาท

2) ประเด็นยุทธศาสตร์ที่ 2 : การเพิ่มความสะดวกและปลอดภัยให้กับเส้นทางการขนส่งสาธารณะภายในเขตเมืองนครราชสีมา เป็นประเด็นยุทธศาสตร์สนับสนุนเป้าประสงค์ที่ 2 การเดินทางและการจราจรมีความปลอดภัย ประหยัดพลังงาน และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม จึงจำเป็นที่จะต้องปรับเส้นทางเดินรถโดยสารประจำทางในบางหมวด ให้เกิดความสอดคล้องและเชื่อมโยงในระบบขนส่งสาธารณะ รวมทั้งการเพิ่มมาตรการความปลอดภัยสำหรับการเดินทางโดยใช้ระบบขนส่งสาธารณะ การดำเนินงานภายใต้ยุทธศาสตร์ที่ 2 นี้ ประกอบด้วย 2 กลยุทธ์ มีรายละเอียดดังนี้

กลยุทธ์ที่ 2.1 : การปรับปรุงเส้นทางการเดินรถโดยสารประจำทางให้สอดคล้องและเชื่อมโยงกับระบบขนส่งสาธารณะหลัก โดยดำเนินงานตามแผนงานการปรับปรุงเส้นทางการเดินรถโดยสารประจำทางสายรอง เพื่อปรับเส้นทางเดินรถโดยสารประจำทางให้สอดคล้องกับระบบขนส่งสาธารณะหลัก เพื่อให้การเดินทางมีความสะดวก รวดเร็ว ปลอดภัยและประหยัดพลังงาน ประกอบด้วย 2 มาตรการดำเนินงาน คือ มาตรการที่ 1 ปรับเส้นทางเดินรถโดยสารประจำทางหมวด 1 และมาตรการที่ 2 ปรับเส้นทางเดินรถโดยสารประจำทางหมวด 4 โดยให้ดำเนินการในปี พ.ศ. 2565 มีวงเงินงบประมาณรวม 50 ล้านบาท

กลยุทธ์ที่ 2.2 : การเพิ่มมาตรการความปลอดภัยสำหรับการเดินทางโดยใช้ระบบขนส่งสาธารณะ โดยดำเนินงานตามแผนงานความปลอดภัยในการเดินทางโดยใช้ระบบขนส่งสาธารณะ เพื่อให้ผู้ใช้บริการที่เดินทางด้วยระบบขนส่งสาธารณะมีความรู้ความเข้าใจที่ดีต่อระบบขนส่งสาธารณะหลักและระบบเชื่อมโยง รวมทั้งมีความปลอดภัยในการเดินทางตลอดเส้นทางที่เชื่อมต่อ ประกอบด้วย 2 มาตรการดำเนินงาน ได้แก่ มาตรการที่ 1 เพิ่มมาตรการด้านความปลอดภัยของการเดินรถโดยสาร

ประจำทาง และมาตรการที่ 2 สร้างความรู้ความเข้าใจในการใช้ระบบขนส่งสาธารณะ เพื่อการเดินทางสำหรับประชาชน โดยให้ดำเนินการในช่วงปี พ.ศ. 2565-2569 มีวงเงินงบประมาณรวม 50 ล้านบาท

3) ประเด็นยุทธศาสตร์ที่ 3 : การพัฒนาและปรับปรุงการบริการพร้อมสิ่งอำนวยความสะดวกที่เหมาะสม เป็นประเด็นยุทธศาสตร์สนับสนุนเป้าประสงค์ที่ 3 : ให้บริการระบบขนส่งสาธารณะสามารถยกระดับคุณภาพการเดินทางเพื่อให้ระบบขนส่งสาธารณะหลักนี้ สามารถอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้เดินทางได้อย่างแท้จริง จึงควรมีการพัฒนาการเชื่อมโยงการเดินทางด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อยกระดับคุณภาพการเดินทางไปสู่ระดับภูมิภาค โดยคำนึงถึงศักยภาพของการพัฒนาและปรับปรุงการบริการควบคู่ไปด้วย การดำเนินงานภายใต้ยุทธศาสตร์ที่ 3 นี้ มี 1 กลยุทธ์ มีรายละเอียดดังนี้

กลยุทธ์ที่ 3.1 : การพัฒนาระบบการเชื่อมโยงการเดินทางด้วยระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ โดยดำเนินงานตามแผนงานการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในระบบขนส่งสาธารณะ เพื่อให้ผู้มาใช้บริการได้ทราบข้อมูลล่วงหน้าเกี่ยวกับเวลาการมาถึงของขบวนรถและข่าวสารทั่วไป หรือเป็นการแนะนำเส้นทาง อีกทั้งสามารถทราบตำแหน่งของรถและสถานีที่ผ่าน รวมถึงแสดงข้อมูลเกี่ยวกับเส้นทางที่รถแต่ละขบวน รวมทั้งเพื่อศึกษาวางแผนการนำระบบบัตรโดยสารร่วมมาใช้งาน ซึ่งการดำเนินงานตามแผนงานดังกล่าว จะช่วยให้ผู้โดยสารสามารถบริหารจัดการเวลาได้อย่างแม่นยำ และใช้เวลาได้อย่างคุ้มค่ามากที่สุด และได้รับความสะดวกรวดเร็วในการใช้บริการระบบขนส่งสาธารณะ ประกอบด้วยโครงการต่าง ๆ ดังนี้

- โครงการที่ 1 ระบบการให้ข้อมูลข่าวสารการเดินทาง (Passenger Information System : PIS)
- โครงการที่ 2 ศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ระบบบัตรโดยสารร่วม

มีระยะเวลาการดำเนินการในช่วงปี พ.ศ. 2565-2569 และมีวงเงินงบประมาณรวม 200 ล้านบาท

พฤติกรรมของนักท่องเที่ยวและการท่องเที่ยว

พฤติกรรมนักท่องเที่ยว (Tourist Behavior) คือ การแสดงออกของแต่ละบุคคลที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการใช้สินค้าและบริการในอุตสาหกรรมท่องเที่ยว รวมทั้งกระบวนการในการตัดสินใจที่มีผลต่อการแสดงออก หรือ การกระทำทุกอย่างของนักท่องเที่ยวไม่ว่าการกระทำนั้นนักท่องเที่ยวจะรู้ตัวหรือไม่รู้ตัวก็ตาม และบุคคลอื่นจะสังเกตการกระทำนั้นหรือไม่ก็ตามก็เพื่อมุ่งตอบสนองสิ่งใดสิ่งหนึ่งในสถานการณ์ใดสถานการณ์หนึ่ง โดยพฤติกรรมภายนอกของนักท่องเที่ยว (Tourist's Overt

Behavior) เป็นพฤติกรรมที่ผู้อื่นสังเกตได้โดยอาศัยประสาทสัมผัส โดยพฤติกรรมภายใน (Tourist's Covert Behavior) จะเป็นตัวกำหนดพฤติกรรมภายนอกเป็นส่วนใหญ่ (น้ำฝน จันทรวล, 2555)

การเชื่อมโยงต่อการเดินทาง

การเชื่อมโยงต่อการเดินทาง (Travel Connectivity) สามารถแบ่งออกเป็น 4 รูปแบบ ดังนี้

1) การเดินทางโดยใช้รถส่วนบุคคล ซึ่งจะทำให้สามารถเดินทางถึงแหล่งท่องเที่ยวได้โดยไม่ต้องใช้รูปแบบการเดินทางอื่นร่วมด้วย ยกเว้นการท่องเที่ยวตามเกาะ หรือพื้นที่เฉพาะที่ต้องใช้การเดินทางเฉพาะ

2) การเดินทางโดยระบบสาธารณะ (รถโดยสารประจำทาง รถไฟ) จะเป็นการเดินทางถึงสถานีขนส่ง สถานีรถไฟ หรือจุดจอด เพียงเท่านั้น และต้องใช้บริการรถสาธารณะ รถเช่า บริการในพื้นที่เพื่อเดินทางต่อไปยังจุดหมาย

3) การเดินทางโดยเครื่องบิน เป็นการเดินทางถึงท่าอากาศยาน และต้องใช้บริการสาธารณะ รถเช่า บริการของพื้นที่เพื่อเดินทางต่อไปยังจุดหมาย

4) การเดินทางทางน้ำ/ชายฝั่ง เป็นการเดินทางถึงเพียงท่าเรือ และต้องใช้บริการสาธารณะ รถเช่า บริการของพื้นที่เพื่อเดินทางต่อไปยังจุดหมาย (สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งจราจร, 2561) จากรูปแบบการเดินทางที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่ามีเพียงรูปแบบการเดินทางด้วยรถส่วนบุคคลที่ไม่มีการใช้รูปแบบการเดินทางอื่นร่วมด้วย แต่หากนักท่องเที่ยวไม่มีรถส่วนบุคคลจะทำให้นักท่องเที่ยวเข้าถึงแหล่งท่องเที่ยวได้ยาก ด้วยเหตุนี้การเดินทางต่อเนื่องหลายรูปแบบ ซึ่งคือการเดินทางด้วยรูปแบบการขนส่งตั้งแต่ 2 รูปแบบขึ้นไปด้วยตัวใบเดียว จึงมีความสำคัญเป็นอย่างมากต่อการเดินทางของนักท่องเที่ยว

การขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ

การขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ (Multimodal Transportation) คือ การผสมผสานการขนส่งสินค้าจากที่หนึ่งไปที่ใด หรือจากประเทศหนึ่งประเทศใดไปสู่อีกที่หนึ่งหรืออีกประเทศหนึ่ง ต่อเนื่องไปจนถึงสถานที่หรือผู้รับสินค้าปลายทาง โดยมีรูปแบบการขนส่งที่แตกต่างกันตั้งแต่สองรูปแบบขึ้นไป ภายใต้การบริหารจัดการของผู้ขนส่งรายเดียวและมีสัญญาขนส่งฉบับเดียว หรือเป็นวิธีการขนส่งสินค้าแบบเบ็ดเสร็จที่ครอบคลุมการขนส่งทุกประเภทโดยประกอบการเพียงรายเดียว (นพนนต์ เมืองเหนือ, 2556; อัมพล นววงศ์เสถียร และคณะ, 2557) โดยประโยชน์ของการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบไว้ (นพนนต์ เมืองเหนือ, 2556) สรุปได้ดังนี้

- 1) การมีผู้ประกอบการการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ (Multimodal Transport Operators: MTOs) ตั้งอยู่ในประเทศไทยจะทำให้ค่าระวางส่วนใหญ่อยู่ในประเทศ และลดดุลการค้าของประเทศ
- 2) การคำนวณเวลาและต้นทุนขนส่งทำได้ง่ายขึ้น เนื่องจากผู้ประกอบการสามารถควบคุมการขนส่งทั้งวงจรได้
- 3) การพัฒนาการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ จะช่วยอำนวยความสะดวกทางการค้า เนื่องจากขั้นตอนทางพิธีการศุลกากรจะลดน้อยลง และรัฐบาลยังสามารถใช้ประโยชน์จากการมี การขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ
- 4) การขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบจะก่อให้เกิดการพัฒนาความรู้และประสบการณ์ให้กับบุคลากรให้มีความรู้ ความสามารถมากขึ้น รวมถึงมีการใช้เทคโนโลยีใหม่ ๆ มากขึ้น
- 5) สามารถใช้ระบบการขนส่งที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์สูงสุดได้โดยเฉพาะการขนส่งทางรถไฟ
- 6) เพิ่มความสะดวกและรวดเร็วในการขนส่งสินค้า

ศูนย์กลางการเชื่อมโยง

ศูนย์กลางการเชื่อมโยง (Connectivity Hub) หมายถึง ศูนย์กลางหลักในการเคลื่อนย้ายนักท่องเที่ยว โดยมีเครือข่ายของสนามบิน ท่าเรือ ถนน ทางรถไฟ และระบบขนส่งมวลชน เพื่อรองรับในการเคลื่อนย้ายผู้คนหรือสินค้าจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง เช่น ท่าอากาศยานนานาชาติฮ่องกง (HKIA) เป็นศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง ที่ได้รับการยอมรับในระดับสากล โดยมีสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ อย่างครบครัน เช่น มีที่จอดรถ มีบริการอินเทอร์เน็ตฟรี มีร้านค้าปลีก ร้านอาหาร โรงละคร และยังสามารถเชื่อมต่อไปยังจุดหมายปลายทางในท้องถิ่นผ่าน บริการรถไฟ Airport Express Line รถบัส รถทัวร์ท้องถิ่น รวมถึงบริการเรือข้ามฟากอีกด้วย (Organisation for Economic Co-operation and Development, 2016)

การเลือกทำเลที่ตั้ง

การเลือกทำเลที่ตั้ง (Location Choice) หมายถึง การเลือกแหล่งหรือสถานที่ที่จะทำให้อุตสาหกรรมสามารถประกอบกิจกรรมทางธุรกิจได้สะดวกที่สุดโดยคำนึงถึงผลประโยชน์ทุกด้านที่จะได้รับ เช่น กำไรค่าใช้จ่ายการขนส่งการติดต่อสื่อสารต่าง ๆ และสิ่งแวดล้อมภายนอกจนสิ้นสุดการดำเนินธุรกิจนั้น (สำเร็จ อินทร์วงศ์, 2562) โดยการเลือกทำเลที่ตั้งนั้น มีความสำคัญต่อภาคการบริการเป็นอย่างมาก เนื่องจากการเลือกทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมจะช่วยลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน ลดระยะเวลาในการขนส่งสินค้า ซึ่งจะช่วยให้การดำเนินงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยที่ผ่านมามีการศึกษาทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมในหลากหลายโจทย์ทั้งการเลือกทำเลที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้า (พรเพิ่ม แซ่โจ้ว, 2553) โรงงานผลิตสินค้า (ปรัชญา ทารักษ์, 2552) ศูนย์บรรเทาภัยพิบัติ (เกรียงไกร อรุโณทยานันท์ และคณะ, 2557) อ่างเก็บน้ำ (สามารถ อาษากิจ, 2554) คลังน้ำมัน (ธนวัฒน์ เมธัญญรัตน์, 2557) รวมทั้งศูนย์โลจิสติกส์ (อรรถวิทย์ อุปโยคิน และคณะ, 2558) นอกจากนี้ มีเทคนิควิธีการหลายรูปแบบที่นำมาใช้ในการเลือกทำเลที่ตั้ง อาทิเช่น Analytic Hierarchy Process (AHP), Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA), Spatial Analysis and Geographic Information System (GIS), Hub Location Problem (HLP) เป็นต้น โดย AHP เป็นเทคนิคที่ใช้ในการวิเคราะห์การตัดสินใจโดยการกำหนดความสำคัญของปัจจัยต่าง ๆ และทำการเปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัยนั้น ๆ ส่วน MCDA เป็นเทคนิคที่ใช้ในการวิเคราะห์ปัญหาการตัดสินใจที่มีมากกว่าหนึ่งปัจจัยหรือเกณฑ์ โดยนำเข้าข้อมูลที่เป็นหลายมิติและทำการประมวลผลเพื่อให้ได้ค่าตัดสินใจที่มีความสอดคล้องกับเกณฑ์ที่กำหนด สำหรับ GIS เป็นเทคนิคที่ใช้ข้อมูลทางพื้นที่และเชิงพื้นที่ในการวิเคราะห์ปัญหาการตัดสินใจที่เกี่ยวข้องกับทำเลที่ตั้ง โดยสามารถนำเข้าข้อมูลภูมิศาสตร์และทำการแผนที่เพื่อให้มีภาพรวมที่ชัดเจนของสภาพแวดล้อม และ HLP เป็นการเลือกทำเลที่ตั้งหรือศูนย์กลางในระบบโลจิสติกส์หรือการจัดส่งสินค้าที่เหมาะสม เพื่อให้การขนส่งมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยพิจารณาปัจจัยต่าง ๆ เช่น ระยะทาง ความจุ และความต้องการของตลาดหรือลูกค้าในแต่ละพื้นที่ ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจทำการศึกษาหาทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมโดยนำมาประยุกต์ใช้ในด้านการท่องเที่ยว โดยใช้เทคนิควิธีปัญหาการเลือกทำเลที่ตั้งสถานที่ให้บริการที่เหมาะสม (FLPs) ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทหลัก ได้แก่ 1) ปัญหาการเลือกทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมแบบคงที่ (Static Facility Location Problems: SFLPs) และ 2) ปัญหาการเลือกทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมแบบพลวัต (Dynamic Facility Location Problems: DFLPs)

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ปัญหาการเลือกตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ให้บริการที่เหมาะสม (Facility Location Problems)

ปัญหาการเลือกตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ให้บริการที่เหมาะสม (FLPs) เป็นปัญหาสำคัญในระบบโลจิสติกส์และห่วงโซ่อุปทาน ซึ่งเกี่ยวข้องกับการตัดสินใจด้านโลจิสติกส์เกี่ยวกับการกำหนดจำนวน ขนาด ปริมาณและตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ให้บริการ พร้อมทั้งจัดสรรการให้บริการจากสถานที่ให้บริการเหล่านี้ไปยังลูกค้าทั้งที่เพื่อให้ต้นทุนการขนส่งระยะทางหรือระยะเวลาในการส่งมอบสินค้าหรือบริการน้อยที่สุด (จันทร์ศิริ สิงห์เถื่อน, 2554) ในการแบ่งประเภทของปัญหาการเลือกตำแหน่งที่ตั้งจะสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทหลัก ได้แก่ 1) ปัญหาการเลือกตำแหน่งที่เหมาะสมแบบคงที่ (Static Facility Location Problems: SFLPs) และ 2) ปัญหาการเลือกตำแหน่งที่เหมาะสมแบบพลวัต (Dynamic Facility Location Problems: DFLPs)

1) ปัญหาการเลือกตำแหน่งที่เหมาะสมแบบคงที่ (Static Facility Location Problems: SFLPs) ปัญหาตำแหน่งสิ่งอำนวยความสะดวกคงที่ (SFLPs) จะถูกเลือกโดยการกำหนดตำแหน่งที่เหมาะสมในช่วงเวลาหนึ่ง โดยคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ เช่น ความต้องการของลูกค้า ต้นทุนการขนส่งของลูกค้า ฯลฯ โดยปัจจัยจะเป็นค่าที่แน่นอนและคงที่ ซึ่งสามารถขยายไปสู่ปัญหาแบบพลวัตได้

ปัญหาตำแหน่งสิ่งอำนวยความสะดวกที่ได้รับความสนใจในแง่ของ ปัญหาการเลือกตำแหน่งอาคารสถานที่อย่างต่อเนื่อง (Continuous Facility Location Problems: CFLPs) ปัญหาการเลือกตำแหน่งสถานที่ที่ไม่ต่อเนื่อง (Discrete Facility Location Problems: DIFLPs) และ ปัญหาการเลือกตำแหน่งสถานที่ของโครงข่าย (Network Facility Location Problems: NFLPs) โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1.1) ปัญหาการเลือกตำแหน่งอาคารสถานที่อย่างต่อเนื่อง (Continuous Facility Location Problems: CFLPs) ในปัญหาการเลือกตำแหน่งอาคารสถานที่อย่างต่อเนื่อง (CFLPs) ตำแหน่งที่ตั้งโดยสิ่งอำนวยความสะดวกทั่วไปควรจะตั้งอยู่ที่ใดก็ได้ในพื้นที่การวางแผนตามความเป็นจริง ประสิทธิภาพของโมเดลดังกล่าวจะได้รับผลกระทบจากปัจจัยหลัก 2 ประการ คือ 1) การเลือกตำแหน่งอาคารสถานที่อย่างต่อเนื่องอนุญาตให้จัดวางสิ่งอำนวยความสะดวกได้ในทุกจุด และ 2) ระยะห่างระหว่างสิ่งอำนวยความสะดวกกับลูกค้ามีเกณฑ์วัดระยะทางที่สอดคล้องกัน (Ballou, 1968) ในการใช้งานโมเดลต่อเนื่อง CFLPs สามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ ปัญหาการเลือกตำแหน่งที่ตั้งสถานที่เดียว (Single-Facility Location Problems: SIFLPs) ปัญหาการเลือกตำแหน่งที่ตั้งสถานที่หลายแห่ง (Multiple Facility Location Problems:

MUFLPs) และปัญหาการจัดสรรตำแหน่งสถานที่ (Facility Location-Allocation Problems: FLAPs) ซึ่งจะอธิบายได้ดังนี้

- ปัญหาการเลือกตำแหน่งที่ตั้งสถานที่เดียว (SIFLPs) ตำแหน่งที่ตั้งสิ่งอำนวยความสะดวกแห่งใหม่ควรตั้งอยู่ในพื้นที่ที่มีระยะห่างจากตำแหน่งที่ตั้งอื่น ๆ ให้น้อยที่สุด หนึ่งในแบบจำลองหลักใน SIFLPs ปัญหาทั่วไปของเวเบอร์สามารถชี้ให้เห็นได้โดยการเลือกสถานที่ของโรงงานแห่งใหม่จากชุดของสิ่งอำนวยความสะดวกที่มีอยู่ (Wesolowsky, 1973)

$$\text{Minimize } Z = \sum_{i \in F} W_i d(X, P_i) \quad (1)$$

ตามแบบจำลองนี้ ต้นทุนที่เกิดขึ้นทั้งหมดจะลดลง โดยที่ F คือ ชุดของสิ่งอำนวยความสะดวกที่มีอยู่ W_i หมายถึง น้ำหนักที่เปลี่ยนจากระยะทางเป็นต้นทุนสำหรับสิ่งอำนวยความสะดวกที่มีอยู่ i ส่วน X และ P_i แสดงถึงตำแหน่งของสิ่งอำนวยความสะดวกใหม่ ซึ่งระบุโดยปัญหา และอาคารที่มีอยู่ i ดังนั้น $d(X, P_i)$ แทนระยะห่างระหว่างสองตำแหน่งนี้ (Diaz-Banez, Mesa, and Schobel, 2004)

- ปัญหาที่ตั้งหลายสถานที่ (MUFLP) ค่อนข้างคล้ายกับ SIFLP อย่างไรก็ตาม แทนที่จะสร้างโรงงานใหม่ สิ่งอำนวยความสะดวกใหม่หลายแห่งต้องรู้จักตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุด เกี่ยวกับการทำงานร่วมกันของ SIFLP และ MUFLP ควรสังเกตว่า SIFLP แต่ละรายการสามารถแปลงให้เทียบเท่ากับหลายสิ่งอำนวยความสะดวกได้ ตัวอย่างเช่น ปัญหา Weber ข้างต้นสามารถพิจารณาได้จากหลายสิ่งอำนวยความสะดวก (Akyuz, Oncan, and Altnel, 2009)

$$\text{Minimize } Z = \sum_{i \in F} \sum_{j \in D} W_{ij} d(X_j, P_i) \quad (2)$$

สมการ (1) ขยายไปถึงสมการ (2) โดยที่ D คือ ชุดของสิ่งอำนวยความสะดวกใหม่ W_{ij} หมายถึงน้ำหนักระหว่างสถานที่ที่มีอยู่ i และสิ่งอำนวยความสะดวกใหม่ j ส่วน X_j และ P_i ระบุตำแหน่งของสถานที่ใหม่ j ตามลำดับ ซึ่งระบุโดยปัญหา และอาคารที่มีอยู่ i ดังนั้น $d(X_j, P_i)$ แทนระยะห่างระหว่างสองตำแหน่งนี้ โมเดลนี้ไม่คำนึงถึงน้ำหนักระหว่างสิ่งอำนวยความสะดวกใหม่ ซึ่งมี MUFLP อีกประเภทหนึ่งคำนึงถึงน้ำหนักเหล่านี้ด้วย (Daneshzand and Shoeleh, 2009)

$$\text{Minimize } Z = \sum_{\substack{i, k \in D \\ i < k}} v_{ik} d(X_i, P_k) + \sum_{i \in F} \sum_{j \in D} W_{ij} d(X_j, P_i) \quad (3)$$

โดยที่ v_{ik} หมายถึงน้ำหนักระหว่างโรงงานใหม่ i และโรงงานใหม่ k

- ปัญหาการจัดสรรตำแหน่งสิ่งอำนวยความสะดวก (FLAP) ไม่เพียงแต่ค้นหาตำแหน่งที่เหมาะสมของสิ่งอำนวยความสะดวก แต่ยังพยายามกำหนดสิ่งอำนวยความสะดวกเหล่านี้ให้กับลูกค้าอย่างเหมาะสมที่สุด เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้า รูปแบบที่สอดคล้องกันของปัญหานี้มีดังนี้ (ReVelle and Swain, 1970)

$$\text{Minimize } Z = \sum_{i \in D} \sum_{j \in F} C(i, j) Y_{ij} \quad (4)$$

Subject to:

$$\sum_{j \in F} X_j = P \quad (5)$$

$$\sum_{j \in F} Y_{ij} = 1 \quad \forall i \in D \quad (6)$$

$$X_j \geq Y_{ij} \quad \forall i \in D, j \in F \quad (7)$$

$$X_j = \begin{cases} 1 & \text{ถ้าเลือกตั้งสถานที่ให้บริการที่ตำแหน่ง } j, \forall j \in F \\ 0 & \text{ถ้าไม่ใช่} \end{cases} \quad (8)$$

$$Y_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{ถ้าเลือกตั้งสถานที่ให้บริการที่ตำแหน่ง } j \text{ ความต้องการของลูกค้าที่ตำแหน่ง } i, \forall i \in D \\ 0 & \text{ถ้าไม่ใช่} \end{cases} \quad (9)$$

ปัญหานี้ช่วยลดต้นทุนทั้งหมดที่เกิดจากการจัดสรรลูกค้าไปยังสิ่งอำนวยความสะดวก ในที่นี้ F คือ ชุดของตำแหน่งที่อาจตั้งสิ่งอำนวยความสะดวก และ D คือชุดของโหนดความต้องการ C(i, j) หมายถึง ค่าใช้จ่ายในการมอบหมายลูกค้า i ให้กับสิ่งอำนวยความสะดวก j นอกจากนี้ สมการ (5) เผยให้เห็นว่า P สิ่งอำนวยความสะดวกถูกเปิดอย่างแน่นอน นอกจากนี้ สมการ (6) รับรองว่ามีการกำหนดโหนดความต้องการแต่ละโหนด และข้อจำกัด (7) ระบุว่าสิ่งอำนวยความสะดวกแบบเปิดได้รับอนุญาตให้กำหนดให้กับโหนดความต้องการเท่านั้น สุดท้าย ข้อจำกัด (8) และ (9) กำหนดเงื่อนไขไบนารีสำหรับตัวแปรของโมเดลนี้

1.2) ปัญหาสถานที่ตั้งสถานที่ที่ไม่ต่อเนื่อง (Discrete Facility Location Problems: DIFLP) ในปัญหาตำแหน่งสิ่งอำนวยความสะดวกที่ไม่ต่อเนื่อง มีความต้องการที่ไม่ต่อเนื่องสองชุดรวมถึงสถานที่ตั้ง เหตุผลที่ความต้องการหรือสถานที่ตั้ง ถือเป็นพารามิเตอร์ที่ไม่ต่อเนื่อง เนื่องจากความต้องการมักจะเกิดขึ้นที่จุดทางภูมิศาสตร์ที่เฉพาะเจาะจง ปัญหาการกำหนดกำลังสอง (Quadratic Assignment Problem: QAP) และปัญหาตำแหน่งโรงงาน (Plant Location Problem: PLP) เป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดของ DIFLP ซึ่งจะอธิบายได้ดังนี้

- ปัญหาการมอบหมายกำลังสอง จากมุมมองทั่วไป ปัญหาการมอบหมายงานกำลังสอง (QAP) เป็นหนึ่งในสาขาของปัญหาการมอบหมาย ซึ่งต้องกำหนดกลุ่มคนให้กับชุดงาน อย่างไรก็ตาม ในส่วนของ FLPs ปัญหานี้ถูกตีความว่าเป็นการมอบหมายสิ่งอำนวยความสะดวกบางอย่างให้กับลูกค้า ตามแนวคิดนี้ (Koopmans and Beckmann, 1957) ได้เสนอ QAP คือ

$$\text{Minimize } Z = \sum_{i=1}^D \sum_{j=1}^D \sum_{k=1}^D \sum_{l=1}^D C(i, j) d(k, l) X_{ik} Y_{jl} \quad (10)$$

Subject to:

$$\sum_{i=1}^m X_{ij} = 1 \quad j = 1, \dots, D \quad (11)$$

$$\sum_{j=1}^m X_{ij} = 1 \quad j = 1, \dots, D \quad (12)$$

$$X_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{ถ้าเลือกตั้งสถานที่ให้บริการที่ตำแหน่ง } i \text{ ถูกกำหนดให้ลูกค้า } j, \quad i, j = 1, \dots, D \\ 0 & \text{ถ้าไม่ใช่} \end{cases} \quad (13)$$

โมเดลนี้ช่วยลดต้นทุนทั้งหมดที่เกิดขึ้นจากการกำหนดสิ่งอำนวยความสะดวกให้กับลูกค้า ที่มีสิ่งอำนวยความสะดวก D และลูกค้า D (จำนวนควรเท่ากัน) ส่วน $C(i, j)$ หมายถึงค่าใช้จ่ายในการกำหนดสิ่งอำนวยความสะดวก i ให้กับลูกค้า j ในส่วนของ $d(k, l)$ ระบุระยะห่างระหว่างสิ่งอำนวยความสะดวก k และลูกค้า l ส่วน X_{ij} แทนตัวแปรจำนวนเต็มเปิดเผยว่าสิ่งอำนวยความสะดวก i ถูกกำหนดให้กับลูกค้า j หรือไม่ (สมการที่ 13) นอกจากนี้ สมการ (11) และ (12) เป็นข้อจำกัดหลักของปัญหาการมอบหมายซึ่งระบุว่า สถานที่แต่ละแห่งสามารถให้บริการลูกค้าได้เพียงรายเดียว และลูกค้าทุกคนสามารถให้บริการโดยโรงงานแห่งเดียว

- ปัญหาที่ตั้งโรงงาน (Plant Location Problem) โดยไม่สูญเสียลักษณะทั่วไป โรงงานจะอ้างถึงชุดของสิ่งอำนวยความสะดวก ซึ่งแต่ละโรงงานสามารถเป็นโรงงานการผลิต คลังสินค้า หรือสถานที่จำหน่ายได้ ดังนั้น ปัญหาที่ตั้งโรงงาน (PLPs) จึงถูกนำไปใช้กับพื้นที่ที่หลากหลาย ตัวอย่างต่อ เช่น ที่ตั้งโรงงานที่มีการวางแผนการจัดซื้อจัดจ้างโดย (Lim and Kim, 2001) PLP แบบหลายสินค้าโภคภัณฑ์พร้อมการเลือกเทคโนโลยีโดย (Dasci and Verter, 2001) PLP ที่ไม่มีขีดความสามารถโดย (Fernandez and Puerto, 2003) รองรับ PLP พร้อมการจัดจำหน่ายโดย (Berman and Drezner, 2006) และ PLP พร้อมพื้นที่ให้บริการโดย (Drezner and Salhi, 2006)

อย่างไรก็ตาม กรอบงานหลักของ PLP ซึ่งบางครั้งถูกพิจารณาว่าเป็นปัญหาตำแหน่งสิ่งอำนวยความสะดวกที่ไม่มีความสามารถ มีสูตรดังต่อไปนี้ (ReVelle et al., 2008)

$$\text{Minimize } Z = \sum_{j \in F} C_j x_j + \alpha \sum_{j \in F} \sum_{i \in D} w_j d(i, j) y_{ij} \quad (14)$$

คล้ายกับรูปแบบที่กล่าวข้างต้น โมเดลนี้ช่วยลดต้นทุนที่เกิดขึ้นทั้งหมดให้เหลือน้อยที่สุด นอกจากนี้ สิ่งอำนวยความสะดวก j มีค่าใช้จ่าย C_j ต่อหน่วยเวลา w_j หมายถึง น้ำหนักที่เปลี่ยนระยะทางเป็นค่าใช้จ่ายสำหรับสิ่งอำนวยความสะดวกที่มีอยู่ j ส่วน $d(i, j)$ คือระยะห่างจากโหนดความต้องการ i ไปยังสิ่งอำนวยความสะดวกของผู้สมัคร j นอกจากนี้ จะแปลงระยะทางรวมถ่วงน้ำหนักอุปสงค์เป็นหน่วยต้นทุน ซึ่งข้อจำกัดของโมเดลนี้คล้ายกับข้อจำกัด (6)-(9)

1.3) ปัญหาที่ตั้งสิ่งอำนวยความสะดวกเครือข่าย (Network Facility Location Problems) หากปัญหาตำแหน่งได้รับการกำหนดค่าในแง่ของเครือข่าย ซึ่งประกอบด้วยโหนดและลิงก์ ความต้องการมักจะเกิดขึ้นกับโหนด อย่างไรก็ตาม ความต้องการยังสามารถเกิดขึ้นได้บนลิงก์และโหนดพร้อมกัน ตามคำจำกัดความนี้ ปัญหาตำแหน่งเครือข่ายของสถานที่ (NFLP) สามารถจำแนกได้เป็น 5 ประเภทหลัก ได้แก่ ปัญหาค่ามัธยฐาน (Median Problem) ปัญหาศูนย์กลาง (Center Problem) ปัญหาที่ครอบคลุม (Covering Problem) ปัญหาตำแหน่งฮับ (Hub Location Problem) และปัญหาตำแหน่งแบบลำดับชั้น (Hierarchical Location Problem) ในขณะเดียวกัน ควรสังเกตว่า ปัญหาแรก (ค่ามัธยฐาน) ได้ปรับระยะทางถ่วงน้ำหนักระหว่างจุดอุปสงค์ของสถานที่ตั้งที่เหมาะสมเป็นพิเศษ อันที่จริง โมเดลนี้สามารถจัดการกับวัตถุประสงค์ในการลดต้นทุนหรือเพิ่มผลกำไรสูงสุด อย่างไรก็ตาม แนวทางการปรับให้เหมาะสมดังกล่าวไม่ได้รับความสนใจในศูนย์กลางและครอบคลุมปัญหาซึ่งมีการใช้เกณฑ์ที่แตกต่างไปจากเดิมอย่างสิ้นเชิง นอกจากนี้แล้ว HULP และ HILP อาจสนใจในการวิเคราะห์ NFLP

- ปัญหามัธยฐาน (Median Problem) เป็นส่วนที่สำคัญที่สุดของแบบจำลองค่ามัธยฐาน p -median ขยายปัญหาค่ามัธยฐาน 1 เพื่อค้นหาไซต์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับสิ่งอำนวยความสะดวก p และเพื่อระบุสิ่งอำนวยความสะดวกที่ให้บริการแต่ละโหนดความต้องการเพื่อให้ผลรวมของระยะทางถ่วงน้ำหนักจากโหนดความต้องการแต่ละโหนดที่ใกล้ที่สุด สิ่งอำนวยความสะดวกจะลดลง การกำหนดปัญหาค่ามัธยฐานของ p -median สามารถกล่าวถึงได้ดังนี้ (ReVelle et al., 2008)

$$\text{Minimize } Z = \sum_{i \in D} \sum_{j \in F} w_i d(i, j) y_{ij} \quad (15)$$

โมเดลนี้ปรับระยะทางรวมถ่วงน้ำหนักให้เหมาะสมที่สุด ซึ่งข้อจำกัดของโมเดลนี้คล้ายกับข้อจำกัด (5)-(9) นอกจากนี้ w_i และ $d(i, j)$ ก็เหมือนกันที่อธิบายไว้สำหรับ PLP

คล้ายกับ PLPs ปัญหาค่ามัธยฐานสามารถกำหนดได้ในแง่ของปัญหาที่มีความจุ และปัญหาที่ไม่มีความสามารถ เกี่ยวกับประเด็นนี้และรายละเอียดอื่น ๆ ของปัญหาค่ามัธยฐาน (Nickel and Puetro, 2005; Jamshidi, 2009)

- ปัญหาที่ครอบคลุม (Covering Problem) จากมุมมองทั่วไปในปัญหาที่ครอบคลุม ลูกค้าแต่ละรายสามารถให้บริการโดยสถานบริการแต่ละแห่งได้ โดยที่ลูกค้าและสถานประกอบการตั้งอยู่ในระยะทางที่กำหนดซึ่งเรียกว่าระยะครอบคลุม เกี่ยวกับเงื่อนไขนี้ ปัญหาที่ครอบคลุมทั้งหมดถูกเสนอโดย (Toregas, Swain, ReVelle and Bergman, 1971)

$$\text{Minimize } Z = \sum_{j \in F} x_j \quad (16)$$

Subject to:

$$\sum_{j \in F_c} x_j \geq 1 \quad \forall i \in D \quad (17)$$

เกี่ยวกับฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (16) และเพื่อตอบสนองคำสั่งซื้อของลูกค้า คาดว่าจำนวนสิ่งอำนวยความสะดวกที่จำเป็นจะลดลง ตามข้อจำกัด (17) จำนวนสถานที่ให้บริการที่เป็นตัวเลือกซึ่งครอบคลุมโหนดความต้องการ (F_c) ต้องไม่ต่ำกว่า 1 ในขณะเดียวกัน x_j ถูกตั้งค่าตามข้อจำกัด (8) ในความพยายามที่จะแก้ไขเงื่อนไข (Church and ReVelle, 1974) ได้เสนอปัญหาที่ครอบคลุมสูงสุดดังนี้

$$\text{Minimize } Z = \sum_{i \in D} w_i z_i \quad (18)$$

Subject to:

$$z_i - \sum_{j \in F_c} x_j \leq 0 \quad \forall i \in D \quad (19)$$

$$z_i = \begin{cases} 1 & \text{ถ้าความต้องการที่ตำแหน่ง } i \text{ ครอบคลุม,} \\ 0 & \text{ถ้าไม่ใช่} \end{cases} \quad \forall i \in D \quad (20)$$

จำนวนความต้องการที่ครอบคลุมควรถูกขยายให้ใหญ่สุดโดยแบบจำลอง (18) นอกจากนี้ ข้อจำกัด (19) ชี้แจงว่าหากไม่มีสิ่งอำนวยความสะดวกที่ตำแหน่งที่เป็นตัวเลือกที่ให้บริการ โหนด โดยโหนดความต้องการ i จะไม่สามารถครอบคลุมได้ นอกจากนี้ ข้อจำกัดอื่น ๆ ของโมเดลนี้ ถูกกำหนดตามข้อจำกัด (5) และ (8) เกี่ยวกับรายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับการครอบคลุมปัญหาและรูปแบบต่าง ๆ

- ปัญหาศูนย์กลาง (Center Problem) เมื่อเปรียบเทียบกับปัญหาครอบคลุม ปัญหาศูนย์กลางจะค้นหาที่ตั้งของสถานที่เพื่อตอบสนองความต้องการทั้งหมด ในขณะที่เดียวกัน สิ่งอำนวยความสะดวกควรมีระยะห่างขั้นต่ำกับจุดความต้องการที่สอดคล้องกัน (Daskin, 1995) ในฐานะที่เป็นปัญหาประเภทศูนย์กลางประเภทหนึ่งที่สำคัญที่สุด ปัญหาจุดยอด p-center ได้รับการชี้ให้เห็นแล้ว ซึ่งอนุญาตให้พิจารณาตำแหน่งที่โหนดของเครือข่ายเท่านั้น (ReVelle et al., 2008)

$$\text{Minimize } Z \quad (21)$$

Subject to:

$$Z - \sum_{j \in F} d(i, j) y_{ij} \geq 0 \quad \forall j \in F \quad (22)$$

ในแบบจำลองนี้ ระยะห่างของลูกค้าสิ่งอำนวยความสะดวกสูงสุดจะลดลงโดยใช้ฟังก์ชันวัตถุประสงค์และข้อจำกัด (22) นอกจากนี้ ข้อจำกัดอื่น ๆ ของโมเดลนี้ถือเป็นข้อจำกัด (5)-(9) นอกจากนี้ $d(i, j)$ ก็เหมือนกับที่อธิบายไว้สำหรับ PLP เกี่ยวกับโมเดลนี้ ควรเพิ่มเติมว่า (Hakimi, 1964) นำเสนอเวอร์ชันดัดแปลงของโมเดลนี้ เรียกว่าโมเดล p-center ซึ่งข้อจำกัด (22) จะถูกแทนที่ด้วยข้อจำกัดต่อไปนี้

$$\sum_{j \in F} d(i, j) y_{ij} - Z \leq 0 \quad \forall i \in D \quad (23)$$

เงื่อนไขนี้แสดงถึงระยะทางสูงสุดที่วัดโดยตัวแปรการกำหนด

- ปัญหาตำแหน่งส่วนกลาง (Hub Location Problem) ในฐานะหนึ่งในประเภทหลักของปัญหานี้ ปัญหา p-hub ถูกเสนอครั้งแรกโดย (O'Kelly, 1987)

$$\begin{aligned} \text{Minimize } Z = & \sum_{i \in D} \sum_{k \in D} C(i, k) y_{ik} \left(\sum_{j \in F} f(i, j) \right) + \sum_{k \in D} \sum_{i \in D} C(k, i) y_{ik} \left(\sum_{j \in F} f(i, j) \right) \\ & + B \sum_{i \in D} \sum_{j \in F} \sum_{k \in D} \sum_{l \in D} f(i, j) C(k, l) y_{ik} y_{jl} \end{aligned} \quad (24)$$

ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ของปัญหานี้ช่วยลดต้นทุนทั้งหมด นอกจากนี้ $C(i, j)$ หมายถึงค่าใช้จ่ายในการเคลื่อนย้ายระหว่างโหนด i และ j ส่วน $f(i, j)$ หมายถึงการไหลระหว่างโหนด i และ j และ B เป็นปัจจัยส่วนลด นอกจากนี้ ข้อจำกัดอื่น ๆ ของโมเดลนี้ถูกนำมาพิจารณาเป็นข้อจำกัด (5)-(9)

- ปัญหาตำแหน่งตามลำดับชั้น (Hierarchical Location Problem) พิจารณา ระบบการจัดจำหน่ายที่มีหลายสิ่งอำนวยความสะดวกตามลำดับชั้น ในระบบดังกล่าว สิ่งอำนวยความสะดวกในระดับที่สูงกว่าจะสามารถเลือกตำแหน่งของตนเองได้โดยไม่ขึ้นกับสิ่งอำนวยความสะดวกในชั้นล่าง อย่างไรก็ตาม ต้องเป็นไปตามเกณฑ์ที่สำคัญในเครือข่ายการจัดจำหน่ายข้างต้น โหนดระดับสูงกว่ามีความจุสูงเพียงพอ และต้นทุนการจัดการตลอดจนค่าใช้จ่ายในการขนถ่ายที่เกี่ยวข้องกับโหนดเหล่านี้ เป็นสัดส่วนกับจำนวนสินค้าที่ไหลล้าและจัดส่งตามลำดับ จากนั้นจะวัดต้นทุนการถ่ายลำจากต้นทางไปยังปลายทางโดยคำนึงถึงต้นทุนของอุปสงค์ที่จัดสรร มิเช่นนั้น การถ่ายลำที่ครอบคลุมหลายขั้นตอนของระบบการจัดจำหน่ายจะต้องได้รับการพิจารณาอย่างชัดเจน (Klose and Drexl, 2005) จากข้อมูลของ (Sahin and Sural, 2007) HILP ประเภทดั้งเดิมประเภทหนึ่งคือ ปัญหาของระบบสองระดับแบบไหลเดียว

$$\text{Minimize } Z = \sum_j \sum_k f_1(j,k)C(j,k) + \sum_i \sum_j f_2(i,j)C(i,j) \quad (25)$$

Subject to:

$$\sum_{j \in F_1} f_1(j,k) = d_k \quad \forall k \in D \quad (26)$$

$$\sum_{j \in F_2} f_2(i,j) = \sum_{k \in D} f_1(j,k) \quad \forall j \in F_1 \quad (27)$$

$$\sum_{k \in D} f_1(j,k) \leq M_j y_j \quad \forall j \in F_1 \quad (28)$$

$$\sum_{j \in F_1} f_2(i,j) \leq M_i x_i \quad \forall i \in F_2 \quad (29)$$

$$\sum_{j \in F_1} y_j = p_1 \quad (30)$$

$$\sum_{j \in F_2} x_j = p_2 \quad (31)$$

$$x_i = \begin{cases} 1 & \text{ถ้าสิ่งอำนวยความสะดวกที่ระดับ 2 อยู่ที่โหนด } i, \quad \forall i \in F_2 \\ 0 & \text{ถ้าไม่ใช่} \end{cases} \quad (32)$$

$$y_j = \begin{cases} 1 & \text{ถ้าสิ่งอำนวยความสะดวกที่ระดับ 1 อยู่ที่โหนด } j, \quad \forall j \in F_1 \\ 0 & \text{ถ้าไม่ใช่} \end{cases} \quad (33)$$

สำหรับปัญหานี้ จะพิจารณาสิ่งอำนวยความสะดวกสองระดับ (ระดับ 1 และระดับ 2) เนื่องจากปัญหาเป็นแบบลำดับขั้น $f_1(j, k)$ และ $f_2(i, j)$ แทนการไหลจากโหนดสิ่งอำนวยความสะดวก j และโหนดความต้องการ k (ในระดับ 1) และการไหลจากโหนดสิ่งอำนวยความสะดวก i (ที่ระดับ 2) และโหนดสิ่งอำนวยความสะดวก j (ที่ระดับ 1) นอกจากนี้ การไหลของหน่วยระหว่างสิ่งอำนวยความสะดวกระดับต่าง ๆ มีค่าใช้จ่าย $C(j, k)$ ในขณะที่ $C(i, j)$ ได้รับการพิจารณาสำหรับการไหลระหว่างสิ่งอำนวยความสะดวกที่ระดับ 1 และโหนดความต้องการ นอกจากนี้ F_1 และ F_2 แสดงถึงชุดของสถานที่ตั้งที่อาจตั้งสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับระดับ 1 และระดับ 2 ตามลำดับ p_1 และ p_2 คือจำนวนสิ่งอำนวยความสะดวกที่คาดว่าจะตั้งอยู่ที่ระดับ 1 และ 2 ส่วน M_j และ M_i เป็นความสามารถของสิ่งอำนวยความสะดวกที่ระดับ 1 และ 2 และ d_k คือความต้องการที่กำหนดโดยโหนดความต้องการ k

สำหรับระยะทางที่ถ่วงน้ำหนักความต้องการทั้งหมดจะลดลงสมการ (25) (26) รับรองว่าความต้องการของโหนดความต้องการได้รับการเติมเต็ม ตามข้อจำกัด (27) ความต้องการรวมของสิ่งอำนวยความสะดวกระดับ 1 เท่ากับความต้องการที่โอนจากสิ่งอำนวยความสะดวกนั้นไปยังสถานประกอบการที่ระดับอื่น นอกจากนี้ ข้อจำกัด (28) และ (29) แสดงให้เห็นถึงความสามารถของสิ่งอำนวยความสะดวกในสองระดับ และข้อจำกัด (30) และ (31) เหมือนกับ (5) เช่นเดียวกับตัวอย่างอื่น ๆ ของ HILP และมีการนำไปประยุกต์ใช้งาน โดยสามารถอ้างถึง (Moore and ReVelle, 1982; Sahin and Sural, 2007; Bastani and Kazemzadeh, 2009)

ปัญหาตำแหน่งสิ่งอำนวยความสะดวกแบบพลวัต (Dynamic Facility Location Problems)

ปัญหา FLP จากด้านบนจะตัดสินใจเลือกตำแหน่งที่เหมาะสมในเวลาใดเวลาหนึ่งแท้จริง แล้วปัญหา FLP คือการตัดสินใจที่ส่งผลเป็นเวลานาน ข้อมูลที่ป้อนเข้าอาจเปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลา เช่น ความต้องการของลูกค้าที่เพิ่มขึ้นจากการเติบโตทางเศรษฐกิจ เป็นต้น ปัญหานี้ควรพิจารณาเลือกสถานที่ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง ในการตัดสินใจที่จะพิจารณาปัจจัยป้อนเข้าที่กำหนดค่าที่แน่นอนแต่ไม่คงที่ เมื่อช่วงเวลาเปลี่ยน ซึ่ง (Ballou, 1968) มองเห็นข้อจำกัดและนำมาซึ่งการวิจัยเป็นคนแรก โดยเสนอวิธีการเลือกสถานที่เพื่อให้ได้กำไรสูงสุดในช่วงเวลาของแผน ปัญหาส่วนใหญ่ต้องใช้ SFLP เพื่อขยายผลโดยคำนึงถึงเวลาของแผน ในครั้งแรกของแผนนี้เป็นคำตอบที่ดีที่สุดที่ใช้แก้ปัญหา จากนั้นจึงขยายผลโดยพิจารณาจนจบแผน แล้วเลือกวิธีที่ดีที่สุดในแต่ละครั้งอีกครั้ง หลังจากนั้น (Scott, 1971) ได้พิสูจน์ว่าแผนไม่ใช่คำตอบของการแก้ปัญหาและเสนอวิธีการ Dynamic Programming ซึ่งเป็นวิธีที่ดีที่สุดที่ผู้คนยอมรับ

ใน DFLP มีเกณฑ์หลัก 2 ข้อที่ส่งผลต่อการตัดสินใจระบุสถานที่ที่เหมาะสมสำหรับสิ่งอำนวยความสะดวก คือ 1) ต้นทุนที่ต้องกำหนดการแลกเปลี่ยนระหว่างรายจ่ายที่เกิดขึ้นจากการพัฒนาอาคารสถานที่ใหม่หรือแก้ไขอาคารสถานที่ปัจจุบันและผลกำไรที่ควรจะเป็น สำหรับสิ่งอำนวยความสะดวกดังกล่าว สามารถระบุได้หลายกรณี เช่น โกดัง ศูนย์กระจายสินค้า โรงพยาบาล ศูนย์นันทนาการ โรงเรียน และคลังน้ำมันที่วางแผนไว้เพื่อให้สามารถใช้งานได้นานหลายปีและ 2) เวลาที่พิจารณาการเปิดและปิดสิ่งอำนวยความสะดวกในการวางแผนขอบเขต นอกจากนี้จากมุมมองอื่นโมเดลพลวัตสามารถแบ่งออกเป็น 2 หมวดหมู่ย่อย ได้แก่ 1) โมเดลพลวัตอย่างชัดเจน ซึ่งสิ่งอำนวยความสะดวกจะถูกเปิด/ปิดในเวลาและสถานที่ที่กำหนดไว้ล่วงหน้า และ 2) สิ่งอำนวยความสะดวกควรจะเปิดและยังคงเปิดอยู่ตลอดขอบเขตการวางแผน

แม้ว่าโมเดลพลวัตอาจครอบคลุมเงื่อนไขที่หลากหลาย เมื่อพิจารณาจากส่วนต่าง ๆ ของ FLP แต่อาจมีแนวคิดที่แตกต่างกันถึงความหมายของพลวัต ตัวอย่างเช่น ตามที่อธิบายไว้ก่อนหน้านี้ โมเดลพลวัตอาจมีการโต้ตอบกับแบบจำลองหลายช่วงเวลาหรือแบบจำลองที่ขึ้นกับเวลาดังนั้น ส่วนนี้จะให้ความกระจ่างเกี่ยวกับองค์ประกอบหลักของพลวัตของตำแหน่งสถานที่ประกอบด้วย DDFLPs, FLRPs, MPFLPs, TDFLPs, SFLPs, PFLPs และ FFLPs

1) ปัญหาที่ตั้งสิ่งอำนวยความสะดวกที่กำหนดแบบพลวัต (Dynamic Deterministic Facility Location Problems) เป็นหนึ่งในโมเดลคงที่หลัก ซึ่งควรเลือกตำแหน่งของสถานที่จากชุดของคะแนนของสถานที่ต่าง ๆ m (ค่าใช้จ่ายวัดตามสมการ (1)) อย่างไรก็ตาม อาจมีบางสถานการณ์ที่พารามิเตอร์ที่มีประสิทธิภาพ (เช่น ประชากร แนวโน้มตลาด ค่าใช้จ่ายในการจัดจำหน่าย รูปแบบความต้องการ ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม ฯลฯ) มีการเปลี่ยนแปลงหรือแก้ไขเมื่อเวลาผ่านไป อันที่จริงปัญหาส่วนใหญ่ในเป็นจริงมักเกิดการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ขึ้น ซึ่งต้องมีการดำเนินการเพื่อแก้ไขย้าย และปรับสิ่งอำนวยความสะดวก ดังนั้น แทนที่จะเป็นแบบจำลองคงที่ การเกิดขึ้นของแบบจำลองพลวัตจึงมีความจำเป็นสำหรับปัญหาดังกล่าว โดยโมเดลคงที่ที่กล่าวถึงสามารถปรับเปลี่ยนเป็นโมเดลดีเทอร์มินิสติกพลวัต ซึ่งพิจารณาช่วงเวลา p แทนที่จะเป็นช่วงเวลาเดียว (Wesolowsky, 1973)

$$\text{Minimize } Z = \sum_{l=1}^p \sum_{i=1}^{m_p} f_{li}(x_l, y_i) + \sum_{l=2}^p c_l z_l \quad (34)$$

Subject to:

$$z_l = \begin{cases} 0 & \text{ถ้า } d_{l-1,l} = 0, \quad (\text{for } l = 1, \dots, p) \\ 1 & \text{ถ้าเป็นกรณีอื่น } d_{l-1,l} > 0 \end{cases} \quad (35)$$

ดังสมการ (34) มีจุดหมายปลายทางของตำแหน่งที่ตั้ง ในช่วง $f_i(x_i, y_i)$ คือ ค่าขนส่งระหว่างโรงงานที่ตั้งอยู่ที่ $f_i(x_i, y_i)$ และปลายทาง i ส่วน c_i หมายถึงค่าใช้จ่ายในการเคลื่อนย้ายในช่วงเวลา l และ $d_{i-1,l}$ คือระยะทางที่สิ่งอำนวยความสะดวกถูกขนส่งในช่วงเวลา l ตามลำดับดังสมการ (35)

2) ที่ตั้งสิ่งอำนวยความสะดวก-ปัญหาการย้ายที่ตั้ง (Facility Location-Relocation Problem) ตามสิ่งที่อธิบายเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์และตัวแปรการตัดสินใจที่ไม่แน่นอนใน FLP เป็นเรื่องปกติที่บริษัทจะพิจารณาย้ายสถานที่ (แก้ไขสถานที่ปัจจุบัน) ในช่วงเวลาการวางแผนเนื่องจากพารามิเตอร์หลักของแบบจำลองอาจเปลี่ยนแปลงได้เนื่องจากหลายสิ่งหลายอย่าง ปัจจัยต่าง ๆ เช่น ปฏิสัมพันธ์ของลูกค้าและซัพพลายเออร์ เครือข่ายการจัดจำหน่าย บรรยากาศทางธุรกิจ และกฎหมายของรัฐบาล จากมุมมองทั่วไปการย้ายที่ตั้งของสิ่งอำนวยความสะดวกนั้น เกี่ยวข้องกับเวลาของการย้ายที่ตั้ง จำนวนของการย้ายที่ตั้ง และต้นทุนของการย้ายที่ตั้งเป็นหลัก ในกรณีของเวลาในการย้ายสิ่งอำนวยความสะดวกสามารถทำได้ในเวลาที่ไม่ต่อเนื่องหรือต่อเนื่องกัน สำหรับอดีต (ไม่ต่อเนื่อง) อนุญาตให้ย้ายสถานที่หนึ่งหรือหลายสิ่งอำนวยความสะดวกในจุดที่แน่นอน กำหนดไว้ล่วงหน้า และไม่ต่อเนื่องกัน อย่างไรก็ตามสำหรับช่วงหลัง (เวลาต่อเนื่อง) ไม่มีจุดเวลาที่กำหนดไว้ล่วงหน้าสำหรับการย้ายที่ตั้ง และการโยกย้ายเหล่านี้สามารถทำได้เมื่อใดก็ได้ระหว่างขอบเขตการวางแผน นอกจากนี้อาจมีการย้ายตำแหน่งเดียวที่เรียกว่าเซิร์ฟเวอร์ หรือการย้ายที่ตั้งหลายครั้ง (Farahani et al., 2009) สุดท้ายสำหรับค่าใช้จ่ายในการย้าย เห็นได้ชัดว่าค่าใช้จ่ายนี้ขึ้นอยู่กับสถานที่ตั้งปัจจุบันและขนาดของสถานที่นั้นโดยเฉพาะ

นอกจากนี้ (Min and Melachrinoudis, 1999) สันนิษฐานว่าการตัดสินใจย้ายสถานที่ของโรงงานได้รับผลกระทบจากหลายปัจจัย ซึ่งปัจจัยที่สำคัญที่สุดมีดังนี้ 1) ค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อที่ดิน ใบอนุญาตแบ่งเขต การก่อสร้างอาคาร อุปกรณ์เคลื่อนย้ายและบุคลากร ฯลฯ 2) การเข้าถึงและการจัดส่งที่รวดเร็วไปยังลูกค้า 3) ความสามารถในการเข้าถึงซัพพลายเออร์ 4) การเข้าถึงเครือข่ายการขนส่งอย่างง่ายดาย 5) แรงจูงใจด้านภาษี 6) คุณภาพของแรงงาน และ 7) ความสัมพันธ์ด้านการจัดการแรงงาน จากปัจจัยเหล่านี้ ผู้มีอำนาจตัดสินใจอาจเกิดข้อกังวลในปัญหาการย้ายที่ตั้งเพื่อลดต้นทุน เมื่อใดและจะย้ายไปที่ใด และจะค่อย ๆ เลิกใช้สิ่งอำนวยความสะดวกที่มีอยู่โดยไม่ละเมิดกิจกรรมของบริษัทได้อย่างไร ตารางเวลาสำหรับการย้ายคืออะไร และจะชดเชยการลดต้นทุนด้วยการลดเวลาขนส่งและใช้ประโยชน์จากสิ่งจูงใจในท้องถิ่นได้อย่างไร

สุดท้ายนี้ ในฐานะที่เป็นหนึ่งในที่มาที่สำคัญที่สุดของ FLRPs ควรสังเกตว่าบริการการแพทย์ฉุกเฉิน (EMS) ใช้แนวคิดนี้เพื่อให้แน่ใจว่ามีเวลาตอบสนองต่อเหตุการณ์ที่น่าพอใจจากรายงานการวิจัยในพื้นที่นี้ (Alanis, Ingolfsson and Kolfal, 2010) สามารถชี้ให้เห็นถึงการวิเคราะห์ระบบ EMS ด้วยแบบจำลองลูกโซ่ Markov แบบสองมิติ นอกจากนี้ (Harewood,

2002) ยังได้ทำงานเกี่ยวกับกรณีศึกษาปัญหาการใช้รถพยาบาลที่มีฟังก์ชันวัตถุประสงค์หลายอย่าง (การลดต้นทุนและการขยายความครอบคลุมของลูกค้าให้สูงสุด) และ (Maxwell, Restrepo, Henderson and Topaloglu, 2010) เสนอปัญหาการตัดสินใจเกี่ยวกับการจัดวางรถพยาบาลใหม่ แก้ไขด้วยวิธีการเขียนโปรแกรมแบบพลวัต

3) ปัญหาสถานที่ตั้งหลายช่วงเทียบกับช่วงเวลาเดียว (Multi-Period vs. Single-Period Facility Location Problems) ตามข้างต้นผู้มีอำนาจตัดสินใจควรคำนึงถึง FLP ที่แข็งแกร่ง เพื่อให้สามารถดำเนินการได้ในระยะเวลาอันยาวนาน ซึ่งสามารถกำหนดได้ในแง่ของขอบเขตเวลาแบบหลายช่วงเวลาตามความเป็นจริง เมื่อพิจารณาถึงขอบเขตการวางแผนดังกล่าวแล้ว จะได้รับความสำเร็จสามประการ คือ 1) เวลาที่เหมาะสมในการตัดสินใจสถานที่ 2) การชี้แจงตำแหน่งที่ดีที่สุด และ 3) ช่วยให้บริษัทคาดการณ์ได้ดีขึ้น ความผันผวนของความต้องการของตลาดทั้งในด้านบวกและด้านลบในกรอบเวลาที่สอดคล้องกัน ในขณะที่แบบจำลองแบบช่วงเวลาเดียว (กรอบเวลาแบบต่อเนื่อง) ไม่แสดงลักษณะดังกล่าว (Miller, Friesz, Tobin, & Kwon, 2007) ข้อดีอีกประการของแบบจำลองหลายช่วงเวลาเหนือแบบจำลองช่วงเวลาเดียวคือการสอดคล้องกับแบบจำลองแบบพลวัต เนื่องจากในแต่ละขอบเขตการวางแผนรอง ผู้มีอำนาจตัดสินใจสามารถจัดการกับการเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับแบบจำลองช่วงเวลาเดียวซึ่งผู้มีอำนาจตัดสินใจแทบจะไม่สามารถรับมือกับความที่ไม่แน่นอนของการเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์ (Hale and Moberg, 2003; Klose and Drexler, 2005; Melo, Nickel, and Saldanha-da-Gama, 2009; ReVelle and Eiselt, 2005; Sahin and Sural, 2007; Snyder, Scaparra, Daskin, and Church, 2006)

จาก (Hormozi and Khumawala, 1996) การเปิด/ปิดสิ่งอำนวยความสะดวกสามารถไม่มีค่าใช้จ่ายหรือนำมาซึ่งต้นทุนเพิ่มเติมจากต้นทุนคงที่ ในขณะที่เดียวกันสถานะที่สองจะมีผลใช้บังคับมากกว่า เกี่ยวกับเงื่อนไขทั้งสองนี้ (Albareda-Sambola, Fernández, Hinojosa and Puerto, 2009) ได้กล่าวถึงการตีความอื่นเพื่อตัดสินใจในการเปิด/ปิดสิ่งอำนวยความสะดวกใหม่หรือที่มีอยู่

$$\text{Minimize } Z = \sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m A_{ijk} x_{ijk} + \sum_{k=2}^K \sum_{i=1}^m (c'_{ik} y'_{ik} + c''_{ik} y''_{ik}) \quad (36)$$

Subject to:

$$\sum_{i=1}^m x_{ijk} = 1 \quad \forall j, k \quad (37)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ijk} \leq n x_{ijk} \quad \forall i, k \quad (38)$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ijk} = G \quad \forall k \quad (39)$$

$$\sum_{i=1}^m y'_{ik} \leq m_k, \quad \text{for } k = 2, \dots, K \quad (40)$$

$$x_{iik} - x_{ii,k-1} + y'_{ik} - y''_{ik} = 0 \quad \text{for } k = 2, \dots, K \quad (41)$$

$$X_{ijk} = \begin{cases} 1 & \text{ถ้าตำแหน่งโหนด } j \text{ ให้บริการความต้องการที่โหนด} \\ & i \text{ ในช่วงเวลา } k, \quad \forall i, j, k \\ 0 & \text{ถ้าไม่ใช่} \end{cases} \quad (42)$$

$$y'_{ik} = \begin{cases} 1 & \text{ถ้าตำแหน่งสิ่งอำนวยความสะดวกถูกปิดที่โหนด } i \\ & \text{ในช่วงเวลา } k, \quad \forall i, k \\ 0 & \text{ถ้าไม่ใช่} \end{cases} \quad (43)$$

$$y''_{ik} = \begin{cases} 1 & \text{ถ้าสิ่งอำนวยความสะดวกถูกสร้างขึ้นที่โหนด } i \\ & \text{ในช่วงเวลา } k, \quad \forall i, k \\ 0 & \text{ถ้าไม่ใช่} \end{cases} \quad (44)$$

ในโมเดลนี้มีโหนดความต้องการ m ($i = 1, \dots, m$), n ตำแหน่งตัวเลือก ($j = 1, \dots, n$) และจุด K ($k = 1, \dots, K$) นอกจากนี้ การโอนสิ่งอำนวยความสะดวกที่โหนด j ให้ความต้องการที่โหนด i ในช่วง k มีค่าใช้จ่ายซึ่งมูลค่าปัจจุบันคือ A_{ijk} การรื้อถอนและจัดตั้งสิ่งอำนวยความสะดวกจากที่โหนด i ในช่วงเวลา k มีค่าใช้จ่ายซึ่งมูลค่าปัจจุบันคือ c'_{ik} และ c''_{ik} ตามลำดับ นอกจากนี้ ตำแหน่งสถานที่ที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ไม่เกิน m_k ครั้ง

เกี่ยวกับคำอธิบายของแบบจำลอง (36) กำหนดฟังก์ชันวัตถุประสงค์เพื่อลดต้นทุน ในขณะที่เดียวกันก็ประกอบด้วยค่าใช้จ่ายสามประเภท ได้แก่ 1) ค่าใช้จ่ายในการกำหนดสิ่งอำนวยความสะดวกทั้งหมดให้กับโหนดความต้องการที่สอดคล้องกัน 2) ค่าใช้จ่ายในการกำจัดสิ่งอำนวยความสะดวกออกจากโหนดปัจจุบันและ 3) ต้นทุนการจัดตั้งสิ่งอำนวยความสะดวกใหม่ให้กับตามลำดับ โหนดความต้องการ นอกจากนี้ สมการ (37) ชี้แจงว่าแต่ละสิ่งอำนวยความสะดวกที่โหนด j ไม่สามารถให้บริการมากกว่าหนึ่งโหนดความต้องการ ข้อจำกัด (38) ระบุว่าแต่ละสิ่งอำนวยความสะดวกที่โหนด j ได้รับการจัดสรรให้กับจุดที่ต้องการ i โดยที่จุดนั้น i ถูกกำหนดด้วยตนเองโดยสมการ (39) การกำหนดตนเอง G ทำจากชุดโหนดความต้องการ m นอกจากนี้จำนวนกำหนดสิ่งอำนวยความสะดวกที่เลิกใช้ยังถูกจำกัดด้วยความไม่เท่าเทียมกัน (40) อีกทั้งสมการ (41) วัตถุประสงค์ในการย้ายตามส่วนที่สองของสมการ (36) (สูตรทั้งหมดนี้พิจารณาในแต่ละช่วงเวลา)

4) ปัญหาสถานที่ตั้งสถานที่ขึ้นอยู่กับเวลา (Time-Dependent Facility Location Problems) เมื่อเปรียบเทียบกับ STFLP แบบดั้งเดิม DFLP มีประโยชน์มากมายซึ่งสามารถกล่าวถึงการมีอยู่ของความต้องการที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลาได้ ความต้องการอาจแตกต่างกันไปตามขอบเขตการวางแผนทั้งหมด โดยขึ้นอยู่กับประเภทของกิจกรรมของบริษัท เกี่ยวกับเงื่อนไขนี้มีสินค้าบางประเภทที่มีความต้องการรายวันหรือตามฤดูกาลซึ่งจำเป็นต้องมีโมเดลแบบพลวัต ตัวอย่างเช่น สำหรับพื้นที่ที่มีประชากรเพิ่มขึ้นอย่างไม่หยุดนิ่ง ควรพิจารณาปัญหาแบบพลวัตสำหรับส่วนต่าง ๆ ของพื้นที่นั้น เช่น โรงพยาบาลและสถานีดับเพลิง อีกตัวอย่างหนึ่ง ในพื้นที่ท่องเที่ยวที่มีรูปแบบความต้องการแตกต่างกันออกไป หากมีสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ มากมาย เช่น ร้านค้าและสถานีดับเพลิง ควรมีสถานที่ตั้งตั้งแต่สองแห่งขึ้นไปในเวลาที่กำหนด (ตามความพร้อมของสถานที่และตามความต้องการ)

สถานที่สำคัญภายใต้กรณีของแบบจำลองที่ขึ้นกับเวลา (Drezner and Wesolowsky, 1991) เป็นผู้เสนอปัญหาซึ่งไม่เพียงแต่จุดความต้องการที่มีรูปแบบที่คาดการณ์ได้เท่านั้น (กำหนดค่าโดยน้ำหนักความต้องการ) แต่ยังเป็นที่ตั้งของสถานที่ซึ่งมีแนวโน้มที่จะเปลี่ยนแปลงอย่างน้อยหนึ่งครั้งในระหว่างขอบเขตการวางแผน ในขณะเดียวกันเมื่อเทียบกับแนวทางหลัก รูปแบบของพวกเขาสอดคล้องกับการใช้งานจริงได้ดีกว่า เช่น ความต้องการตามฤดูกาล โดยทั่วไปแล้ว พวกเขาให้ความสำคัญกับการระบุสองสิ่ง เวลาในการเปลี่ยนที่ตั้งของสถานที่และสถานที่ใหม่สำหรับค้นหาสถานที่ในแต่ละช่วงเวลา ตามที่ (Drezner and Wesolowsky, 1991; Farahani et al., 2009) กล่าวถึง TDFLP สามารถแสดงได้ดังนี้

$$\text{Minimize } Z = F(x, y) = \int_0^T \left\{ \sum_{i=1}^m w_i(t) d(X_j, P_i) \right\} dt + \sum_{i=1}^m d(X_j, P_i) \int_0^T w_i(t) dt \quad (45)$$

โดยที่ $F(x, y)$ คือต้นทุนในช่วงเวลาจำกัด $[0, T]$ นอกจากนี้ พารามิเตอร์ระยะทางและน้ำหนักก็เหมือนกับพารามิเตอร์ที่ใช้กับปัญหาเวเบอร์ นอกจากนี้ ในการหาคำตอบของฟังก์ชันวัตถุประสงค์นี้ จำเป็นต้องรวมน้ำหนักคงที่ (w_i) เข้าในแบบจำลองซึ่งได้ดังนี้

$$W = \int_0^T w_i(t) dt, \quad i = 1, \dots, m \quad (46)$$

5) ปัญหาสถานที่ตั้งสิ่งอำนวยความสะดวกสุ่ม ความน่าจะเป็น และคลุมเครือ (Stochastic, Probabilistic, and Fuzzy Facility Location Problems) ตามที่ระบุไว้ก่อนหน้านี้ แบบจำลองพลวัตส่วนใหญ่ระบุจังหวะเวลาของการค้นหาสิ่งอำนวยความสะดวกในกรอบเวลาการวางแผน อย่างไรก็ตาม การกำหนดตำแหน่งโรงงานที่เหมาะสมซึ่งสอดคล้องกับการปรับแต่ง

พารามิเตอร์ของแบบจำลองเป็นหนึ่งในวัตถุประสงค์ที่สำคัญของผู้มีอำนาจตัดสินใจ เนื่องจากในโรงงานหลายแห่งที่ทำงานมานานหลายปีหรือหลายทศวรรษ พารามิเตอร์หลัก เช่น ต้นทุนความต้องการ และเวลาการส่งมอบมักจะไม่แน่นอนในช่วงขอบเขตการวางแผน ดังนั้นแบบจำลองที่คำนึงถึงความไม่แน่นอนจึงน่าสนใจในเงื่อนไขดังกล่าว ตามที่ (Owen and Daskin, 1998) เสนอ ความไม่แน่นอนนี้อาจเกิดขึ้นได้จากสองสาเหตุ เนื่องจากเงื่อนไขในอนาคตมีความไม่แน่นอนในการวางแผน หรือการไม่มีความรู้เกี่ยวกับพารามิเตอร์นำเข้าทำให้เกิดความไม่แน่นอนที่เกี่ยวข้องเพื่อรับมือกับเหตุผลเหล่านี้ จึงมีวิธีที่เหมาะสมสองวิธี คือ 1) วิธีความน่าจะเป็น (สุ่ม) ซึ่งตัวแปรและพารามิเตอร์กำลังแจกแจงความน่าจะเป็น (Rosenhead, Elton and Gupta, 1972) เปรียบเทียบเงื่อนไขนี้กับสถานการณ์ความเสี่ยงซึ่งผู้มีอำนาจตัดสินใจจะรู้จักค่าของพารามิเตอร์ที่ไม่แน่นอนซึ่งมีการแจกแจงความน่าจะเป็นเป็นหลัก 2) วิธีการวางแผนสถานการณ์จำลอง โดยพิจารณาชุดของค่าที่เป็นไปได้ในอนาคตสำหรับพารามิเตอร์/ตัวแปรแต่ละตัว ในขณะเดียวกัน (Rosenhead et al., 1972) จัดประเภทเงื่อนไขนี้เป็นสถานการณ์ความไม่แน่นอนซึ่งพารามิเตอร์มีความไม่แน่นอนและข้อมูลเกี่ยวกับความน่าจะเป็นยังไม่พร้อมใช้งาน จากการตีความทั้งสองนี้ สามารถระบุได้ว่า FLPs ที่เกี่ยวข้องกับความไม่แน่นอนถูกจัดประเภทเป็น FLP แบบสุ่มและแข็งแกร่ง (Snyder, 2006)

ในฐานะหนึ่งในประเภทพื้นฐานของแบบจำลองสุ่ม เราสามารถอ้างถึงปัญหาสุ่มต่อไปนี้ โดยใช้แนวทางการวางแผนสถานการณ์ (Chen, Daskin, Shen and Uryasev, 2006; Owen and Daskin, 1998)

$$\text{Minimize } Z \quad (47)$$

Subject to:

$$\sum_{j=1}^n x_j = F \quad (48)$$

$$\sum_{j=1}^n y_{ijk} = 1, \quad \forall i, k \quad (49)$$

$$x_j \geq y_{ijk}, \quad \forall i, j, k \quad (50)$$

$$R_k - \left(\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n h_{ik} d_{ijk} y_{ijk} - \widehat{V}_k \right) = 0, \quad \forall k \quad (51)$$

$$\sum_{k=1}^K q_k Z_k \geq \alpha \quad (52)$$

$$Z - R_k + m_k(1 - z_k) \geq 0, \forall k \quad (53)$$

$$X_j = \begin{cases} 1 & \text{ถ้าโหนดตัวเลือก } j \text{ รวมสิ่งอำนวยความสะดวก, } \forall j \\ 0 & \text{ถ้าไม่ใช่} \end{cases} \quad (54)$$

$$y_{ijk} = \begin{cases} 1 & \text{ถ้าสิ่งอำนวยความสะดวกโหนด } j \text{ ให้บริการกับความต้องการโหนด } i \\ & \text{(ตามสถานการณ์ } k), \forall i, j, k \\ 0 & \text{ถ้าไม่ใช่} \end{cases} \quad (55)$$

$$z_k = \begin{cases} 1 & \text{ถ้าความเสียหายสูงสุดลดลงภายใต้ชุดรวมถึงสถานการณ์} \\ & k, \forall k \\ 0 & \text{ถ้าไม่ใช่} \end{cases} \quad (56)$$

ในโมเดลนี้มีโหนดความต้องการ m ($i = 1, \dots, m$), n ตำแหน่งตัวเลือก ($j = 1, \dots, n$) และ K สถานการณ์ที่เป็นไปได้ (ดัชนี $k = 1, \dots, K$ หมายความว่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องได้รับการพิจารณาภายใต้สถานการณ์สมมติ k) นอกจากนี้ h_{ik} คือความต้องการของโหนด i ส่วน d_{ijk} คือระยะทางจากโหนด i ไปยังไซต์ผู้สมัคร j มีสิ่งอำนวยความสะดวก F ส่วน V_k คือระยะทางที่ถ่วงน้ำหนักต่ำสุดที่ได้มาโดยสถานการณ์ k (ค่ามัธยฐาน p ที่ดีที่สุด) q_k คือความน่าจะเป็นของสถานการณ์ k ส่วน R_k คือความเสียหายที่ได้รับจากสถานการณ์ k ซึ่งมีค่าคงที่ขนาดใหญ่ m_k เท่ากับ $m_k \geq R_k$

เกี่ยวกับคำอธิบายข้างต้นความน่าเชื่อถือของ Mini-max ที่ได้จะลดลงด้วย โดยสมการ (47) และ (48) สิ่งอำนวยความสะดวก F ควรจะตั้งอยู่อย่างแน่นอน โดยสมการ (49) โหนดความต้องการใด ๆ ไม่สามารถเชื่อมโยงกับสิ่งอำนวยความสะดวกมากกว่าหนึ่งแห่ง (ภายใต้แต่ละสถานการณ์) ข้อจำกัด (50) กำหนดว่าหากสิ่งอำนวยความสะดวกไม่ได้อยู่ที่โหนด j จะไม่สามารถตอบสนองความต้องการของโหนด i ภายใต้สถานการณ์สมมติ k นอกจากนี้ ความเสียหายที่เกิดจากสถานการณ์ k ถูกกำหนดโดยสมการ (51) ความไม่เท่าเทียมกัน (52) กำหนดว่าความเป็นไปได้น้อยที่สุดของการเลือกสถานการณ์ต้องเป็น a นอกจากนี้ ความน่าเชื่อถือสูงสุดยังระบุด้วยความไม่เท่าเทียมกัน (53)

นอกจากนี้ เช่นเดียวกับแบบจำลองอื่น ๆ ในกรณีของ SFLPs งานของ (Rosenthal, White and Young, 1978) สามารถกล่าวถึงได้ ซึ่งสถานที่และการย้ายที่ตั้งของสิ่งอำนวยความสะดวกได้รับการพิจารณาผ่านกระบวนการสุ่ม

$$\text{Minimize } Z = E \left[\sum_{t=1}^a \{F(X_{t-1}, X_t) + G(X_t, A_t)\} B^{t-1} \right] \quad (57)$$

วัตถุประสงค์นี้พยายามให้ได้มูลค่าปัจจุบันขั้นต่ำที่คาดหวังของต้นทุน นอกจากนี้ ตำแหน่งของสถานที่และที่ตั้งของลูกค้า (ณ เวลา t) จะถูกระบุโดย X_t และ A_t , ตามลำดับ ไม่มี $= \{1, \dots, n\}$ คือชุดของตำแหน่งที่เป็นไปได้ F และ G เป็นเมทริกซ์ $n \times n$ ตามลำดับ ซึ่งแสดงถึงต้นทุนการย้ายสถานที่และค่าบริการ (B หมายถึงส่วนลด) โหนดความต้องการมีเมทริกซ์การเปลี่ยนแปลงที่แสดงโดย P นอกจากนี้ กระบวนการความน่าจะเป็นนี้มีวิวัฒนาการดังนี้ 1) (X_t, A_{t-1}) ถูกสังเกต และจากนั้น X_t จะถูกเลือก 2) ค่าใช้จ่ายในการย้ายวัดเป็น $f(X_t, A_{t-1})$ 3) ความน่าจะเป็นของโอกาส A_t ถูกสังเกต และ 4) ค่าบริการ $g(X_t, A_t)$ เกิดขึ้น

การประยุกต์ใช้แนวทางคลุมเครือใน FLP แบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลัก ๆ คือ 1) การเลือกที่ตั้งสถานที่ (ปัญหาในการตัดสินใจ) และ 2) ปัญหาการจัดสรรตำแหน่ง (ปัญหาการเพิ่มประสิทธิภาพ) สำหรับหมวดหมู่แรก โดยทั่วไปจะใช้กลยุทธ์ต่อไปนี้ (สำหรับรายละเอียดเพิ่มเติมทางคณิตศาสตร์ (Kahraman, Cebi and Tuysuz, 2010) Fuzzy Analytic Hierarchy Process (AHP), Fuzzy TOPSIS (เทคนิคสำหรับการกำหนดลำดับโดยความคล้ายคลึงกันกับอุดมคติ วิธีการแก้ปัญหา) และสัจพจน์ข้อมูลคลุมเครือ

นอกจากนี้ ในกรณีของการใช้ตรรกะคลุมเครือในปัญหาการจัดสรรตำแหน่ง สามารถอ้างถึงกรณีต่อไปนี้ (Wen and Iwamura, 2008a)

$$(x, y) = \text{Min}_{z \in Z} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m z_{ij} \sqrt{(x_i - a_j)^2 + (y_i - b_j)^2} \quad (58)$$

Subject to:

$$\sum_{i=1}^n z_{ij} = \vartheta_j, \quad \forall j \quad (59)$$

$$\sum_{j=1}^m z_{ij} \leq u_i, \quad \forall i \quad (60)$$

$$z_{ij} \geq 0, \quad \forall i, j \quad (61)$$

ในโมเดลนี้มีสิ่งอำนวยความสะดวก n และลูกค้า m นอกจากนี้ (x_i, y_i) หมายถึงที่ตั้งของสิ่งอำนวยความสะดวก i ($1 \leq i \leq n$) ส่วน (a_j, b_j) หมายถึงที่ตั้งของลูกค้า j ($1 \leq j \leq m$) สิ่งอำนวยความสะดวก i ซึ่งมีความจุ u_i จัดหาหน่วย z_{ij} สำหรับลูกค้า j และ ϑ_j คือความต้องการที่คลุมเครือแบบสุ่มของลูกค้า j เกี่ยวกับโมเดลนี้ ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (58) ช่วยลดต้นทุนการขนส่ง (59) ระบุว่าจำนวนเงินทั้งหมดที่จัดหาโดยสิ่งอำนวยความสะดวกทั้งหมดให้กับลูกค้าเฉพาะ

จะต้องตอบสนองความต้องการของลูกค้า นอกจากนี้ข้อจำกัด (60) แสดงให้เห็นว่าจำนวนเงินทั้งหมดที่จัดหาโดยสิ่งอำนวยความสะดวกไม่สามารถมากกว่าความจุได้

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS)

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ คือ ระบบที่ประกอบไปด้วยอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พร้อมโปรแกรมคำสั่ง ฐานข้อมูลและบุคลากรซึ่งทำงานร่วมกันในการนำเข้า เก็บข้อมูล จัดการ วิเคราะห์ และแสดงผลข้อมูลสารสนเทศปฎิภูมิเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจในการแก้ปัญหาและการจัดการ (จารุณี ดีเลิศ อ่างถึงโน เทอดศักดิ์ รองวิริยะพานิช และ ไกรศักดิ์ กำลัง, 2550) นอกจากนี้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ยังหมายถึง กระบวนการ (Procedure) ของการใช้คอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์ (Hardware) ซอฟต์แวร์ (Software) บุคลากร Peopleware) และข้อมูล (Data) ในการเสริมสร้างประสิทธิภาพของการจัดเก็บข้อมูล การปรับปรุงข้อมูล การคำนวณและการวิเคราะห์ข้อมูลให้แสดงผลในรูปแบบของข้อมูลที่สามารถอ้างอิงได้ในทางภูมิศาสตร์ หรือ หมายถึง การใช้สมรรถนะของคอมพิวเตอร์ในการจัดเก็บและการใช้ข้อมูลเพื่ออธิบายสภาพต่าง ๆ บนพื้นผิวโลกโดยอาศัยลักษณะทางภูมิศาสตร์เป็นตัวเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลต่าง ๆ (การบริหารด้านภูมิสารสนเทศ, 2564) ซึ่งองค์ประกอบของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ประกอบไปด้วย 5 องค์ประกอบ ดังนี้

1) อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ (Hardware) คือ เครื่องคอมพิวเตอร์และส่วนประกอบของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มองเห็นและสัมผัสได้ เช่น คีย์บอร์ด ตัวเครื่องคอมพิวเตอร์ จอภาพ เม้าส์ เป็นต้น ซึ่งทำหน้าที่เป็นหน่วยรับข้อมูล หน่วยประมวลผลกลาง และหน่วยแสดงผล

2) โปรแกรม (Software) คือ ชุดคำสั่งที่สั่งให้ระบบทำงานตามขั้นตอนที่กำหนดไว้เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตามที่ต้องการ ซึ่งซอฟต์แวร์จะทำหน้าที่จัดการวิเคราะห์ข้อมูลและควบคุมการประมวลผลของคอมพิวเตอร์ ตัวอย่างซอฟต์แวร์ทางด้านสารสนเทศภูมิศาสตร์ เช่น โปรแกรม ILWIS โปรแกรม OpenJUMP โปรแกรม Quantum GIS หรือ QGIS โปรแกรม ERDAS IMAGINE โปรแกรม ArcView โปรแกรม ArcGIS เป็นต้น

3) บุคลากร (People ware) ผู้ที่ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยบุคลากรหลายฝ่าย อาทิเช่น ฝ่ายบันทึกข้อมูล ฝ่ายเทคนิค ฝ่ายวิเคราะห์ข้อมูล ฝ่ายบริหาร ซึ่งบุคลากรเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

4) ข้อมูล (Data) ข้อมูลต่าง ๆ ที่ใช้ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซึ่งข้อมูลเป็นองค์ประกอบที่มีความสำคัญมากในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยข้อมูลจะถูกรวบรวม จัดเก็บ ปรับปรุง แก้ไขและจัดการไว้ในฐานข้อมูล เพื่อให้พร้อมที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์หรือทำแบบจำลองต่าง ๆ

5) กระบวนการ (Procedure) จัดเป็นส่วนสำคัญของระบบงานสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซึ่งในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มีกระบวนการนำเข้าข้อมูล กระบวนการสร้างข้อมูล กระบวนการวิเคราะห์ข้อมูล โดยกระบวนการวิเคราะห์สามารถนำข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลเชิงลักษณะมารวมเข้าด้วยกันด้วยการซ้อนทับชั้นข้อมูล (data layer)

ลักษณะของข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ข้อมูล (Data) หมายถึง ค่าสังเกตค่าจากการจัดบันทึกคุณสมบัติของวัตถุ โดยค่าต่าง ๆ เหล่านี้ไม่มีความหมายถ้าไม่ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลที่ตี เพราะฉะนั้นข้อมูลที่ตีต้องมีความแม่นยำถูกต้องและทันต่อเหตุการณ์ ในทางภูมิศาสตร์สามารถแบ่งประเภทข้อมูลออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1) ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data) เป็นข้อมูลที่สามารถอ้างอิงกับตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ทางภาคพื้นดิน ซึ่งแตกต่างกับระบบ MIS (Management Information System) หรือระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ ที่ไม่จำเป็นต้องอ้างอิงกับตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ สามารถแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ประเภทดังนี้

1.1) ข้อมูล Raster คือ จุดของเซลล์ที่อยู่ในแต่ละช่วงสี่เหลี่ยม (Grid) โครงสร้างของ Paster ประกอบด้วยชุดของ Grid cell หรือ Pixel ข้อมูลแบบ Raster เป็นข้อมูลที่อยู่บนพิกัดรูปตารางแฉวนอนและแฉวตั้ง แต่ละ cell อ้างอิงโดยแฉวและสดมภ์ภายใน cell จะมีตัวเลขหรือภาพข้อมูล Raster ความสามารถแสดงรายละเอียดของข้อมูล Raster ขึ้นอยู่กับขนาดของเซลล์ ณ จุดพิกัดที่ประกอบขึ้นเป็นฐานข้อมูลแสดงตำแหน่งจุดนั้น

1.2) ข้อมูล Vector ลักษณะทางภูมิศาสตร์ที่เป็นตัวแทนของปรากฏการณ์และแทนสิ่งต่าง ๆ ทางภูมิศาสตร์บนแผนที่โลก โดยแสดงตำแหน่งทางภูมิศาสตร์บนแผนที่ด้วยสัญลักษณ์แบบ จุด เส้น พื้นที่และตัวอักษร ซึ่งในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จะใช้ feature ประเภทต่าง ๆ ในการแทนปรากฏการณ์โดยแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ ดังนี้

- จุด (Point) เป็นลักษณะของจุดในตำแหน่งใด ๆ ซึ่งจะสังเกตได้จากขนาดของจุดนั้น ๆ โดยจะอธิบายถึงตำแหน่งที่ตั้งของข้อมูล เช่น ที่ตั้งสถานที่สำคัญต่าง ๆ เป็นต้น

- เส้น (Line) ประกอบไปด้วยลักษณะของเส้นตรง เส้นหักมุมและเส้นโค้ง ซึ่งรูปร่างของเส้นเหล่านี้จะอธิบายถึงลักษณะต่าง ๆ โดยอาศัยขนาดทั้งความกว้างและความยาว เช่น ถนนหรือแม่น้ำ เป็นต้น

- รูปปิด (Polygon) อธิบายถึงขอบเขตเนื้อที่และเส้นรอบวง และข้อมูล Polygon ลักษณะเหล่านี้จะใช้อธิบายขอบเขตของข้อมูลต่าง ๆ เช่น ขอบเขตของพื้นที่จำแนกการใช้ประโยชน์ เป็นต้น

2) ข้อมูลเชิงบรรยาย (Attribute data) เป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะต่าง ๆ ในพื้นที่นั้น ๆ ได้แก่ ข้อมูลการถือครองที่ดิน ข้อมูลปริมาณธาตุอาหารในดิน และข้อมูลเกี่ยวกับสถานะเศรษฐกิจและสังคม เป็นต้น

การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในด้านต่าง ๆ

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จะช่วยให้ผู้ใช้เข้าถึงข้อมูลอันซับซ้อนของพื้นที่ที่ต้องทำการตัดสินใจวางแผนหรือแก้ปัญหา เพิ่มความรับรู้ข้อมูลในพื้นที่ที่ทำการศึกษามีการจัดการข้อมูลอย่างเป็นระบบ โดยสามารถประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการตอบคำถาม หรือสนับสนุนการตัดสินใจตั้งแต่คำถามง่าย ๆ เกี่ยวกับการหาตำแหน่งที่ตั้ง ไปจนถึงการสร้างแบบจำลองเพื่อทดสอบตั้งสมมติฐาน ยกตัวอย่างการประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ ดังนี้

1) ด้านคมนาคมขนส่ง สามารถใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพทางการคมนาคมขนส่ง เช่น การวางแผนเส้นทางรถประจำทาง การวางแผนการสร้างเส้นทางคมนาคมทางรถไฟ ทางด่วน ทางเดินเรือและเส้นทางการบิน ฯลฯ ได้เป็นอย่างดี เพราะหนึ่งในความสามารถในการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ของ GIS คือการวิเคราะห์โครงข่าย (Network Analysis) การวิเคราะห์ความหนาแน่นของปริมาณการจราจรในแต่ละพื้นที่

2) ด้านการวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดิน การประยุกต์ใช้ GIS เพื่อช่วยในการวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นหนึ่งในกิจกรรมการประยุกต์ใช้ GIS ที่แพร่หลายที่สุด เพราะความสามารถในการวิเคราะห์ประเมินผลและนำเสนอข้อมูลต่าง ๆ ในเชิงพื้นที่ที่จำเป็นต่อการวางแผนผังเมืองและการจัดการเมืองสามารถกระทำได้อย่างสะดวก ทั้งการวิเคราะห์และประเมินศักยภาพในการใช้ประโยชน์ของแต่ละพื้นที่

3) ด้านสิ่งแวดล้อม การประยุกต์ใช้ GIS เพื่อทดลองสร้างแบบจำลองทางด้านสิ่งแวดล้อมมีใช้กันอย่างแพร่หลายในต่างประเทศ เช่น การสร้างแบบจำลองระดับน้ำใต้ดินแบบจำลองความสูงของภูมิประเทศแบบจำลองแสดงการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ป่าไม้ตามเวลาที่เปลี่ยนไป นอกจากนี้ GIS สามารถประยุกต์ใช้ทั้งในการวางแผนและบริหารจัดการการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมรวมทั้งเรื่องวิกฤตสิ่งแวดล้อม การตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อม ตลอดจนการวิเคราะห์เพื่อสร้าง Model ในการวางแผนการใช้ที่ดินให้เหมาะสมกับศักยภาพของที่ดิน และสอดคล้องกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งการวิเคราะห์ดังกล่าวส่งผลต่อประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการบริหารจัดการด้านสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างมาก

โปรแกรมวิซวลเบสิกฟอร์แอปพลิเคชัน (Visual Basic for Applications: VBA)

โปรแกรมวิซวลเบสิกฟอร์แอปพลิเคชัน (Visual Basic for Applications: VBA) เป็นส่วนหนึ่งของซอฟต์แวร์ Visual Basic ของ Microsoft ซึ่งสร้างขึ้นเพื่อช่วยเขียนชุดคำสั่งโปรแกรมประยุกต์สำหรับระบบปฏิบัติการ Windows Visual Basic for Applications โดยการทำงานใช้ลักษณะโครงสร้างเป็นภาษาวิซวลเบสิกในการเขียนโปรแกรมภายในของแอปพลิเคชัน Microsoft Office เช่น Access, Excel, PowerPoint, Publisher, Word และ Visio ซึ่งการเขียนโปรแกรมเพื่อจัดการข้อมูลใน Microsoft Office จะช่วยให้ช่วยให้สามารถเขียนคำสั่งควบคุมการทำงาน หรือจัดการกับข้อมูลได้สะดวกและรวดเร็วยิ่งขึ้น (Will Kenton, 2022; Susan Gipson, 2021)

สำหรับส่วนประกอบที่ใช้ควบคุมการทำงานโปรแกรม VBA (กานต์ กานต์กนก, 2552) มีดังนี้

- 1) โปรเจกต์ (Project) แสดงชื่อของงานที่ทำการสร้าง
- 2) ออบเจกต์ (Objects) สิ่งที่สร้างขึ้นมาโดยการกำหนดคุณสมบัติ (Properties) ให้กับออบเจกต์ให้มีลักษณะแตกต่างกันออกไป
- 3) ฟอร์ม (Form) เป็นการสร้างบล็อกสำหรับแสดงหน้าต่างของโปรเจกต์ที่ทำการสร้างขึ้นมา
- 4) โมดูล (Module) มีหน้าที่สำหรับเก็บชุดคำสั่ง VBA หรือการทำงานของแมโครที่ทำการบันทึกจากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทำให้ทราบว่า VBA ถูกนำไปเป็นเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยที่หลากหลาย เช่น ไปจัดทำโปรแกรมช่วยจัดรูปแบบแผนการขนส่งสินค้า การจัดลำดับงานตามเวลาขนส่งสินค้า และหารอบการวิ่งงานของรถขนส่งสินค้า (กวี ศรีเมือง, 2550) ซึ่งทำให้ทราบจำนวนรถขนส่งสินค้าที่เหมาะสมสำหรับการขนส่งสินค้าและทำให้การจราจรวิ่งงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น อีกทั้งยังนำไปพัฒนาระบบฐานข้อมูลการจัดการและควบคุมเครื่องมือวัดเพื่อการสอบเทียบ (รัสรินทร์ โฆษิตรัฐพัชรสุข, 2552) ซึ่งสามารถลดเวลาการปฏิบัติงาน และลดปัญหาความผิดพลาดในการจัดทำแผนการสอบเทียบได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ VBA ยังถูกนำไปใช้ในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับใช้ในการคำนวณวางแผนการให้น้ำประจำปี สำหรับระบบชลประทานต่างๆ (อิระศักดิ์ ทองศิริ และ เจษฎา แก้วกัลยา, 2554) และจากการทดสอบการทำงานของโปรแกรมพบว่า สามารถตรวจสอบและใช้ในการปรับแผนการปลูกพืชให้เหมาะสมกับน้ำต้นทุนและช่วงเวลาการหยุดส่งน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาน้ำได้เป็นอย่างดี

ทำให้สรุปได้ว่าโปรแกรมวิซวลเบสิกฟอร์แอปพลิเคชัน สามารถช่วยในการจัดรูปแบบข้อมูล พัฒนาระบบฐานข้อมูล ลดเวลาในการทำงาน ลดขั้นตอนการทำงานซ้ำซ้อน และช่วยสร้างรายงานที่ซับซ้อนได้ โดยสามารถประยุกต์ใช้ได้กับปัญหาในหลากหลายด้าน ซึ่งทำให้ได้ผลลัพธ์ที่มีประสิทธิภาพและง่ายต่อการใช้งานมากขึ้น

ผลการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการทบทวนแนวคิด ทฤษฎี และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยจึงสรุปได้ว่า ปัญหาการเลือกตำแหน่งที่ตั้งสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทหลัก ได้แก่ 1) ปัญหาการเลือกตำแหน่งที่เหมาะสมแบบคงที่ (Static Facility Location Problems: SFLPs) และ 2) ปัญหาการเลือกตำแหน่งที่เหมาะสมแบบพลวัต (Dynamic Facility Location Problems: DFLPs) ซึ่งมีความแตกต่างกันที่ลักษณะของโจทย์ปัญหา โดยปัญหาการเลือกตำแหน่งที่เหมาะสมแบบคงที่ (SFLPs) จะถูกเลือกโดยการกำหนดตำแหน่งที่เหมาะสมในเวลาใดเวลาหนึ่ง ข้อมูลที่ป้อนเข้าจะเป็นค่าที่แน่นอนและคงที่ ในขณะที่ปัญหาการเลือกตำแหน่งที่เหมาะสมแบบพลวัต (DFLPs) ข้อมูลที่ป้อนเข้าอาจเปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลาเป็นค่าที่ไม่แน่นอน ไม่คงที่เมื่อช่วงเวลาเปลี่ยน จะเห็นได้ว่าปัญหาการเลือกตำแหน่งที่เหมาะสมแบบคงที่ที่เหมาะสมสำหรับโจทย์ปัญหานี้มากกว่า เนื่องจากข้อมูลของโจทย์ปัญหานี้จะเป็นค่าที่คงที่แน่นอน

สำหรับปัญหาการเลือกตำแหน่งที่เหมาะสมแบบคงที่ (SFLPs) สามารถเป็นประเภทย่อยได้อีก 3 ประเภท ได้แก่ ปัญหาการเลือกตำแหน่งอาคารสถานที่อย่างต่อเนื่อง (Continuous Facility Location Problems: CFLPs) ปัญหาการเลือกตำแหน่งสถานที่ที่ไม่ต่อเนื่อง (Discrete Facility Location Problems: DIFLPs) และปัญหาการเลือกตำแหน่งสถานที่ของโครงข่าย (Network Facility Location Problems: NFLPs) โดยโจทย์วิจัยนี้มีการพิจารณาโครงข่ายร่วมด้วย ดังนั้น ปัญหาการเลือกตำแหน่งสถานที่ของโครงข่าย (NFLPs) จึงถูกนำมาประยุกต์ใช้ในงานวิจัยนี้

โดยโจทย์ปัญหาการเลือกตำแหน่งสถานที่ของโครงข่าย (NFLPs) สามารถจำแนกได้เป็น 5 ประเภท ได้แก่ ปัญหาค่ามัธยฐาน (Median Problem) ปัญหาศูนย์กลาง (Center Problem) ปัญหาที่ครอบคลุม (Covering Problem) ปัญหาตำแหน่งฮับ (Hub Location Problem) และปัญหาตำแหน่งแบบลำดับชั้น (Hierarchical Location Problem) ซึ่งโจทย์ปัญหานี้เหมาะสมกับการเป็น Hub Location เพื่อตอบโจทย์ในการหาตำแหน่งที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งผู้โดยสารต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยวในจังหวัดนครราชสีมา และจากการศึกษาและทบทวนแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า งานวิจัยส่วนใหญ่จะมุ่งเน้นในการวิเคราะห์เพื่อหาตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสมที่สุดของคลังสินค้า ศูนย์กระจายสินค้า ศูนย์บรรเทาภัยพิบัติ ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นที่จะสร้างแบบจำลองที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงของการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยวในจังหวัดนครราชสีมา ดังแสดงในตาราง 3 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ดังนั้น จากการทบทวนบทความและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยจึงมีความสนใจทำการศึกษาหาตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสมโดยนำมาประยุกต์ใช้ในด้านกาท่องเที่ยว โดยใช้เทคนิควิธี Hub Location Problem (HLP) เนื่องจากการหาตำแหน่งที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง

ผู้โดยสารต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยวที่เน้นไปที่การเลือกตำแหน่งที่เหมาะสมของศูนย์กลางเพื่อการเดินทาง โดยพิจารณาจาก ระยะทาง ระยะเวลา และค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการเดินทางของนักท่องเที่ยวในพื้นที่ ซึ่งเป็นวิธีการที่สอดคล้องกับโจทย์ปัญหานี้มากที่สุด พร้อมทั้งนำระบบ GIS และ Google Map มาวิเคราะห์โครงข่ายของพื้นที่ศึกษาร่วมด้วย เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ครอบคลุมและมีประสิทธิภาพมากที่สุด ด้วยเหตุผลข้างต้นจึงเป็นที่มาของงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเสนอกรอบแนวคิดในการสร้างแบบจำลองที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยวในจังหวัดนครราชสีมา และเพื่อวิเคราะห์ตำแหน่งที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยวที่เหมาะสม



ตาราง 3 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

| ประเภททศุนย์ | ผู้แต่ง | ปัญหา | | พื้นที่ศึกษา | การวัดประสิทธิภาพ | ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ | เทคนิค |
|--------------|---|---------|---------|--------------|-------------------|--|----------------|
| | | ตำแหน่ง | เส้นทาง | | | | |
| คลังสินค้า | Roh, Jang, and Han (2013) | / | x | - | - | - | Multi criteria |
| | Charles and Lauras (2011) | / | x | อินโดนีเซีย | ค่าต่ำสุด | ค่าใช้จ่ายทั้งหมด ต้นทุนคงที่ ต้นทุนผันแปร ค่าจัดส่ง ค่าปรับ | - |
| | Duran, Gutierrez, and Keskinocak (2011) | / | x | 65 ประเทศ | ค่าต่ำสุด | เวลา เวลาตอบสนองเองโดยเฉลี่ย | - |
| | Paul and Hariharan (2012) | / | x | | ค่าต่ำสุด | ปริมาณ ผู้เสียชีวิต | - |

ตาราง 3 (ต่อ) สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

| ประเภทศูนย์ | ผู้แต่ง | ปัญหา | | พื้นที่ศึกษา | การวัดประสิทธิภาพ | ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ | เทคนิค |
|----------------------|----------------------------|---------|---------|--------------|-------------------|---|----------------------|
| | | ตำแหน่ง | เส้นทาง | | | | |
| ศูนย์กระจายสินค้า | Sheu, Chen, and Lan (2005) | / | / | - | ค่าต่ำสุด | เวลา ใช้เวลา เวลาช่วยชีวิต เวลาเดินทาง | Fuzzy- clustering |
| | Balcik and Beamon (2008) | / | x | - | ค่าสูงสุด | ปริมาณ ความต้องการความพึงพอใจ | Covering type |
| ศูนย์บรรเทาภัยพิบัติ | Padasht and Razmi (2016) | / | / | อิหร่าน | ค่าต่ำสุด | ค่าใช้จ่ายทั้งหมด ค่าสิ่งอำนวยความสะดวก สะดวก ค่าขนส่ง ต้นทุนการขาดแคลน | - |

ตาราง 3 (ต่อ) สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

| ประเภทศูนย์ | ผู้แต่ง | ปัญหา | | พื้นที่ศึกษา | การวัดประสิทธิภาพ | ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ | เทคนิค |
|----------------------------|--|---------|---------|--------------|-------------------|---|------------|
| | | ตำแหน่ง | เส้นทาง | | | | |
| ศูนย์บูรณาการ ภัยพิบัติ | Davis, Samanlioglu, Qua, and Root (2013) | / | / | สหรัฐอเมริกา | ค่าต่ำสุด | ค่าใช้จ่ายทั้งหมด | - |
| | | | | | | ค่าจัดจำหน่าย ต้นทุนการขาดแคลน อุปทาน ต้นทุนการสูญเสีย อุปทาน | |
| | Amiri, Jabalameli, and Hashem (2011) | / | / | อิหร่าน | ค่าต่ำสุด | ค่าใช้จ่ายทั้งหมด | Lp-metrics |
| | | | | | | ค่าติดตั้ง | |
| | | | | | | ค่าขนส่ง ต้นทุนสินค้าคงคลัง ต้นทุนการขาดแคลน | |

ตาราง 3 (ต่อ) สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

| ประเภทศูนย์ | ผู้แต่ง | ปัญหา | | พื้นที่ศึกษา | การวัดประสิทธิภาพ | ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ | เทคนิค |
|----------------------------|-------------|---------|---------|--------------|-------------------|---|----------------------|
| | | ตำแหน่ง | เส้นทาง | | | | |
| ศูนย์บูรณาการ ภัยพิบัติ | Sheu (2007) | / | x | ไต้หวัน | ค่าต่ำสุด | ค่าใช้จ่ายทั้งหมด ค่าขนส่ง ต้นทุนสินค้าคงคลัง | Fuzzy- clustering |
| | | / | / | ไต้หวัน | ค่าต่ำสุด | ค่าใช้จ่ายทั้งหมด ค่าขนส่ง ค่าใช้จ่ายในการ ดำเนินงาน | - |

ตาราง 3 (ต่อ) สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

| ประเภททศวรรษ | ผู้แต่ง | ปัญหา | | พื้นที่ศึกษา | การวัดประสิทธิภาพ | ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ | เทคนิค |
|---|-------------------------------|---------|---------|--------------|-------------------|--|----------------------|
| | | ตำแหน่ง | เส้นทาง | | | | |
| ศูนย์บรรเทาภัยพิบัติ | Ukkusuri and Yushimito (2007) | / | / | - | ค่าต่ำสุด | ค่าใช้จ่ายทั้งหมด ต้นทุนคงที่ ค่าเส้นทาง | Fuzzy-clustering |
| | Edrissi et al. (2013) | / | / | - | ค่าต่ำสุด | เวลา เวลาขนส่ง | - |
| ศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง (งานวิจัยนี้) | | / | / | ประเทศไทย | ค่าต่ำสุด | ค่าใช้จ่าย ระยะเวลา ระยะทาง | Hub Location Problem |

หมายเหตุ: รายละเอียดของงานวิจัยนี้

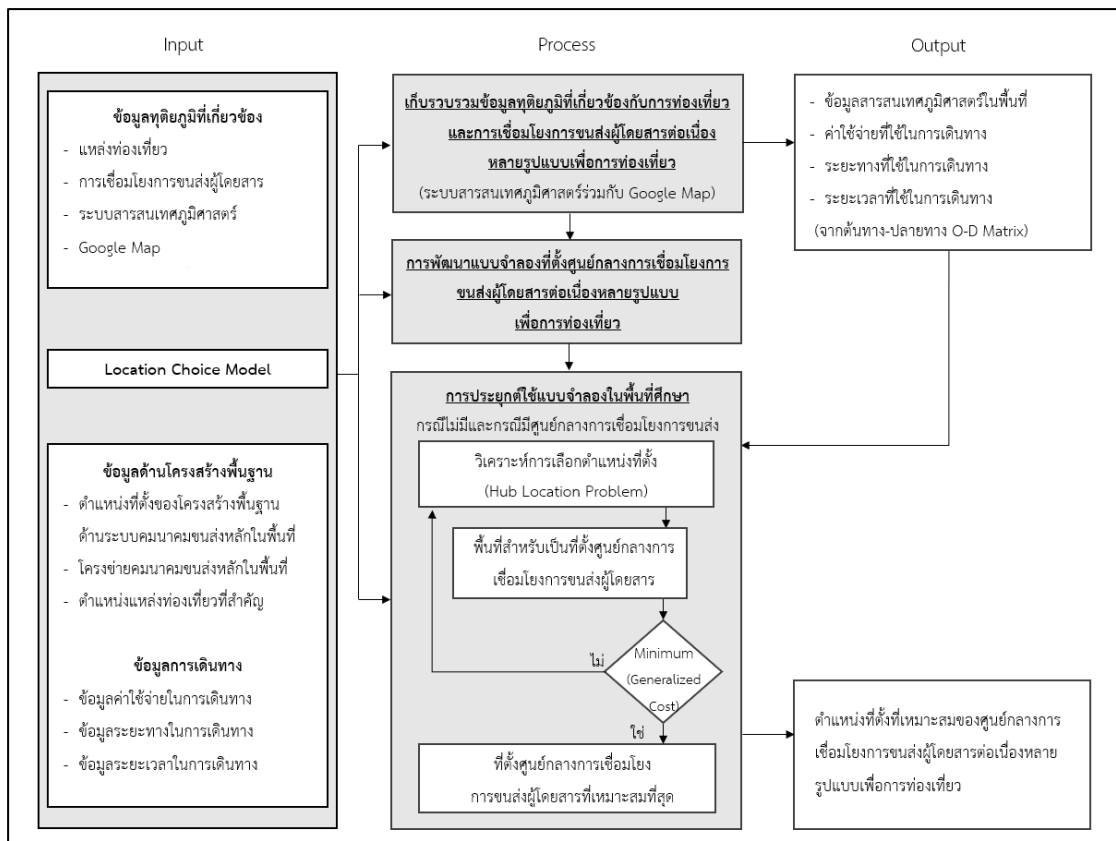
บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

การศึกษา การสร้างแบบจำลองที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงของการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยวในจังหวัดนครราชสีมา ได้แบ่งวิธีการดำเนินงานวิจัยออกเป็น 2 ส่วนประกอบไปด้วย 1) กรอบแนวคิดของการดำเนินงานวิจัย และ 2) ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

กรอบแนวคิดการดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้ นำเป็นการเสนอกรอบแนวคิดในการสร้างแบบจำลองที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยว ซึ่งกรอบแนวคิดที่เสนอแบ่งขั้นตอนการดำเนินงานออกเป็น 3 ขั้นตอน ประกอบด้วย 1) การรวบรวมข้อมูลสถิติภูมิที่เกี่ยวข้องกับการท่องเที่ยวและการเชื่อมโยงการขนส่งผู้โดยสารต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยว 2) การพัฒนาแบบจำลองที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งผู้โดยสารต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยว ตามหลักการเลือกทำเลที่ตั้ง แบบปัญหาการเลือกตำแหน่งฮับ และ 3) การประยุกต์ใช้แบบจำลองกับจังหวัดนครราชสีมา โดยแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 กรณี คือ กรณีไม่มีและกรณีมีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของแบบจำลองที่ถูกพัฒนาขึ้นสำหรับกรณีวิเคราะห์ในพื้นที่ศึกษา โดยผลการศึกษาที่ได้จะสามารถทำให้ทราบถึงตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสมของศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งผู้โดยสารต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยวในจังหวัดนครราชสีมา ซึ่งจะช่วยให้นักท่องเที่ยวสามารถเดินทางไปยังแหล่งท่องเที่ยวต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ดังนั้นเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้ จึงได้นำเสนอกรอบแนวคิดการดำเนินงานวิจัยดังภาพ 1



ภาพ 1 กรอบแนวคิดการดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ประกอบด้วย 1) การรวบรวมข้อมูลทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการท่องเที่ยวและการเชื่อมโยงการขนส่งผู้โดยสารต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยว 2) การพัฒนาแบบจำลองที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งผู้โดยสารต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยว ตามหลักการการเลือกทำเลที่ตั้ง แบบปัญหาการเลือกตำแหน่งฮับ และ 3) การประยุกต์ใช้แบบจำลองกับจังหวัดนครราชสีมา โดยแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 กรณี คือ กรณีไม่มีและกรณีมีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. การเก็บรวบรวมข้อมูลที่มีลักษณะที่เกี่ยวข้องกับการท่องเที่ยวและการเชื่อมโยงการขนส่งผู้โดยสารต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยว

การเก็บรวบรวมข้อมูลมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลในการพัฒนาแบบจำลองที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งผู้โดยสารต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยว งานวิจัยนี้แบ่งการเก็บรวบรวมข้อมูลของกรณีศึกษาออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ 1) ข้อมูลด้านโครงสร้างพื้นฐาน และ 2) ข้อมูลด้านการเดินทาง โดยมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1) ข้อมูลด้านโครงสร้างพื้นฐาน

วัตถุประสงค์ในการรวบรวมข้อมูลด้านโครงสร้างพื้นฐาน เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลในการวิเคราะห์โครงข่ายถนนของพื้นที่ศึกษา โดยข้อมูลดังกล่าว ได้แก่ ตำแหน่งที่ตั้งของโครงสร้างพื้นฐานด้านระบบคมนาคมขนส่งหลักในพื้นที่ โครงข่ายคมนาคมขนส่งหลักในพื้นที่ ตำแหน่งแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญ รวมถึงข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้อง ซึ่งข้อมูลดังกล่าวจะถูกเก็บรวบรวมผ่านการสืบค้นข้อมูลทางอินเทอร์เน็ตและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2) ข้อมูลด้านการเดินทาง

วัตถุประสงค์ในการรวบรวมข้อมูลด้านการเดินทางเพื่อใช้ในการวิเคราะห์หาตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสมของศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งผู้โดยสารต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยว โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ร่วมกับ Google Map ในการวิเคราะห์ ซึ่งข้อมูลดังกล่าว ได้แก่ ข้อมูลค่าใช้จ่ายในการเดินทาง (ขาเข้า-ขาออก) ข้อมูลระยะทางในการเดินทาง (ขาเข้า-ขาออก) และข้อมูลระยะเวลาในการเดินทาง (ขาเข้า-ขาออก) ซึ่งข้อมูลดังกล่าวได้มาจากการดำเนินการวิเคราะห์โครงข่ายของพื้นที่ศึกษาในขั้นตอนก่อนหน้า

2. การพัฒนาแบบจำลองที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งผู้โดยสารต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยว

การพัฒนาแบบจำลองที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งผู้โดยสารต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยว นั้น ถูกพัฒนาโดยใช้การวิเคราะห์ปัญหาการเลือกตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ให้บริการที่เหมาะสม ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อค้นหาที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งผู้โดยสารที่เหมาะสมที่สุด โดยใช้แบบจำลองการเลือกตำแหน่งที่ตั้งส่วนกลาง (Hub Location) โดยคำนึงถึงความสามารถในการเข้าถึงและความสามารถในการทำงานของเครือข่ายการขนส่งเพื่อการท่องเที่ยวและทำหน้าที่เป็นพื้นที่รองรับรูปแบบการขนส่งต่าง ๆ เพื่อให้เกิดการเชื่อมโยงระหว่างรูปแบบการขนส่งหลักกับรูปแบบการขนส่งในท้องถิ่น และเพื่อให้นักท่องเที่ยวสามารถเดินทางไปสู่แหล่งท่องเที่ยวได้อย่างสะดวกมากขึ้น โดยแบบจำลองที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งผู้โดยสารต่อเนื่องหลายรูปแบบ

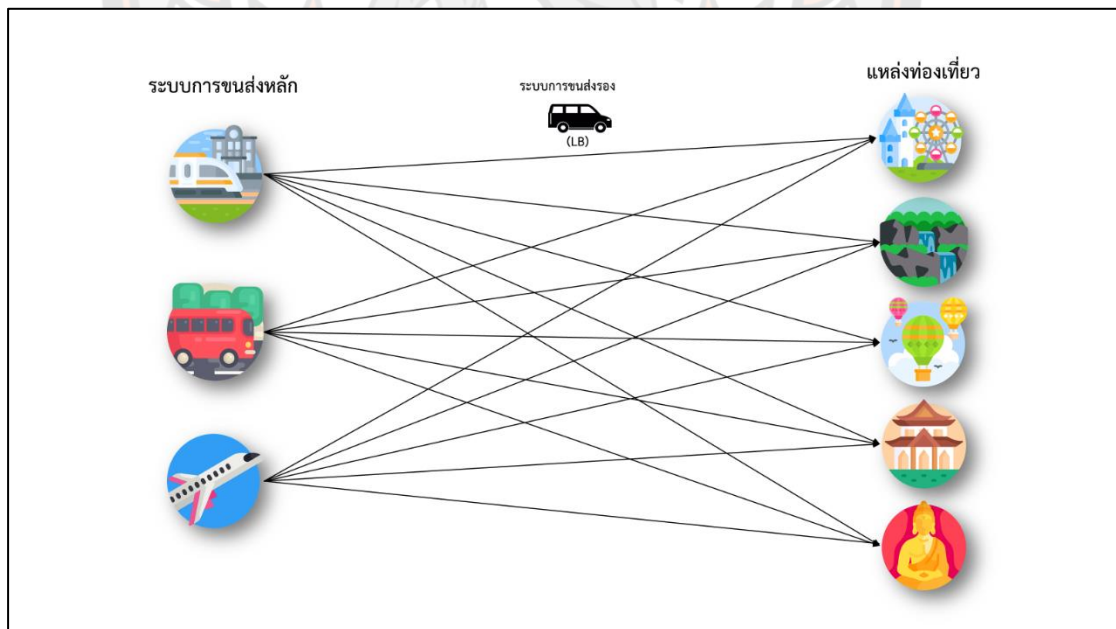
เพื่อการท่องเที่ยวแบบปัญหาตำแหน่งส่วนกลาง (Hub Location Problem) ซึ่งมีรูปแบบสมการตั้งต้น (อ้างอิงจากสมการ (24)) ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{Minimize } Z = & \sum_{i \in D} \sum_{k \in D} C(i, k) y_{ik} \left(\sum_{j \in F} f(i, j) \right) + \sum_{k \in D} \sum_{i \in D} C(k, i) y_{ik} \left(\sum_{j \in F} f(i, j) \right) \\ & + B \sum_{i \in D} \sum_{j \in F} \sum_{k \in D} \sum_{l \in D} f(i, j) C(k, l) y_{ik} y_{jl} \end{aligned} \quad (24)$$

3. การประยุกต์ใช้แบบจำลองกับจังหวัดนครราชสีมา

การประยุกต์ใช้แบบจำลองกับจังหวัดนครราชสีมา เพื่อให้ได้จำนวนและที่ตั้งที่เหมาะสม โดยแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 กรณี ซึ่งได้แก่ กรณีไม่มีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง และกรณีมีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง เพื่อวิเคราะห์และเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายโดยรวมในการเดินทาง และหาจำนวนและตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสมของที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยว มีรายละเอียดดังนี้

- กรณีไม่มีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง

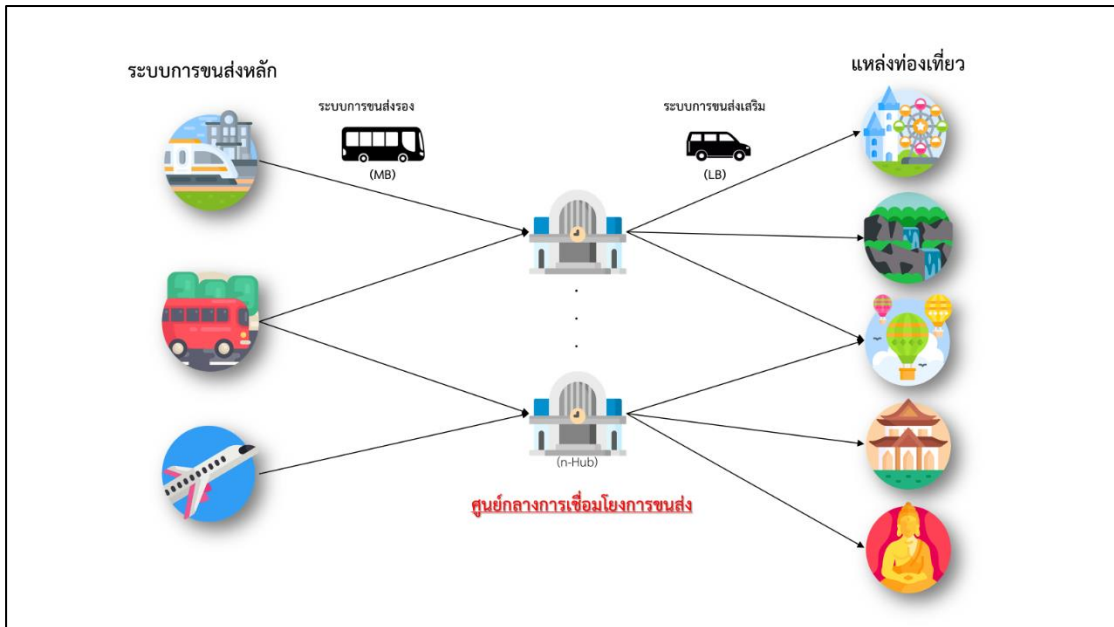


ภาพ 2 รูปแบบการเดินทางกรณีไม่มีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง

$$\begin{aligned}
 \text{Total Cost} &= \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J (\text{ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากระยะทาง}_{ij}) + \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J (\text{ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากเวลา}_{ij}) + \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J (\text{ค่าโดยสาร}_{ij}) \\
 \text{Total Cost} &= \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J (w_{ij} \cdot d_{ij} \cdot C) + \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J (w_{ij} \cdot t_{ij} \cdot T) \\
 &\quad + \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J (w_{ij} \cdot (F_{Fix} + d_{ij} \cdot F_{ij}))
 \end{aligned} \tag{62}$$

| | | |
|------------------|--|---------------------------------------|
| โดยที่ | Total Cost | = ค่าใช้จ่ายรวมในการเดินทาง (บาท/วัน) |
| I | = ตำแหน่งของระบบขนส่งหลัก | , i = 1,...,I |
| J | = ตำแหน่งของสถานที่ท่องเที่ยว | , j = 1,...,J |
| w | = ปริมาณรถที่ใช้ในการเดินทาง (เที่ยว/วัน) | |
| d | = ระยะทางที่ใช้ในการเดินทาง (กิโลเมตร) | |
| C | = ค่าใช้จ่ายในการใช้ยานพาหนะ (VOC) (บาท/กิโลเมตร-เที่ยว) | |
| t | = ระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทาง (ชั่วโมง) | |
| T | = มูลค่าเวลาของยานพาหนะ (VOT) (บาท/ชั่วโมง-เที่ยว) | |
| F _{Fix} | = ค่าโดยสารแรกเข้า (บาท/เที่ยว) | |
| F | = ค่าโดยสารตามระยะทาง (บาท/กิโลเมตร-เที่ยว) | |

- กรณีมีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง



ภาพ 3 รูปแบบการเดินทางกรณีมีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง

$$\begin{aligned}
 \text{Total Cost} = & \sum_{i=1}^I \sum_{k=1}^K (\text{ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากระยะทางขาเข้าศูนย์}_{ik}) + \sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^J (\text{ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากระยะทางขาออกศูนย์}_{kj}) \\
 & + \sum_{i=1}^I \sum_{k=1}^K (\text{ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากเวลาขาเข้าศูนย์}_{ik}) + \sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^J (\text{ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากเวลาขาออกศูนย์}_{kj}) \\
 & + \sum_{i=1}^I \sum_{k=1}^K (\text{ค่าโดยสารขาเข้าศูนย์}_{ik}) + \sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^J (\text{ค่าโดยสารขาออกศูนย์}_{kj})
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Total Cost} = & \sum_{i=1}^I \sum_{k=1}^K (w_{ik} \cdot d_{ik} \cdot C) + \sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^J (w_{kj} \cdot d_{kj} \cdot C \cdot Y_k) \\
 & + \sum_{i=1}^I \sum_{k=1}^K (w_{ik} \cdot t_{ik} \cdot T) + \sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^J (w_{kj} \cdot t_{kj} \cdot T \cdot Y_k) \\
 & + \sum_{i=1}^I \sum_{k=1}^K (w_{ik} \cdot (F_{Fix} + d_{ik} \cdot F_{ik})) \\
 & + \sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^J (w_{kj} \cdot (F_{Fix} + d_{kj} \cdot F_{kj}) \cdot Y_k)
 \end{aligned} \tag{63}$$

Constraint

$$\sum_{i=1}^I \sum_{k=1}^K w_{ik} = \sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^J w_{kj} \quad (64)$$

$$\sum_{k=1}^K Y_k = N \quad , \forall k \in K \quad (65)$$

$$Y_k = \begin{cases} 1 & \text{ถ้าศูนย์ถูกตั้งที่ตำแหน่ง } k \\ 0 & \text{ถ้าเป็นตำแหน่งอื่น} \end{cases} \quad (66)$$

| | | |
|------------------|------------|---|
| โดยที่ | Total Cost | = ค่าใช้จ่ายรวมในการเดินทาง (บาท/วัน) |
| I | | = ตำแหน่งของระบบขนส่งหลัก , $i = 1, \dots, I$ |
| K | | = ตำแหน่งที่ตั้งของศูนย์ฯ , $k = 1, \dots, K$ |
| J | | = ตำแหน่งของสถานที่ท่องเที่ยว , $j = 1, \dots, J$ |
| w | | = ปริมาณรถที่ใช้ในการเดินทาง (เที่ยว/วัน) |
| d | | = ระยะทางที่ใช้ในการเดินทาง (กิโลเมตร) |
| C | | = ค่าใช้จ่ายในการใช้ยานพาหนะ (VOC) (บาท/กิโลเมตร-เที่ยว) |
| t | | = ระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทาง (ชั่วโมง) |
| T | | = มูลค่าเวลาของยานพาหนะ (VOT) (บาท/ชั่วโมง-เที่ยว) |
| F_{Fix} | | = ค่าโดยสารแรกเข้า (บาท/เที่ยว) |
| F | | = ค่าโดยสารตามระยะทาง (บาท/กิโลเมตร-เที่ยว) |
| Y_k | | = 1, ถ้าศูนย์ถูกตั้งที่ตำแหน่ง k และ 0 ถ้าเป็นตำแหน่งอื่น |

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยการสร้าแบบจำลองที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงของการขนส่งต่อเนืองหลายรูปแบบ เพื่อการท่องเที่ยวในจังหวัดนครราชสีมา สามารถแบ่งผลการวิจัยออกเป็น 2 ส่วนประกอบไปด้วย 1) ผลการเก็บรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิที่เกี่ยวข้องกับการท่องเที่ยวและการเชื่อมโยงการขนส่งต่อเนืองหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยว 2) ผลการวิเคราะห์แบบจำลองที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งต่อเนืองหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยว โดยมีรายละเอียดดังนี้

ผลการเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลนำเข้าในการวิเคราะห์ประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ 1) ข้อมูลด้านโครงสร้างพื้นฐาน และ 2) ข้อมูลด้านการเดินทาง มีรายละเอียดดังนี้

1. ข้อมูลด้านโครงสร้างพื้นฐาน

ข้อมูลด้านโครงสร้างพื้นฐาน ที่ใช้เป็นฐานข้อมูลในการวิเคราะห์หาสถานที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งผู้โดยสาร ได้แก่ ตำแหน่งที่ตั้งของโครงสร้างพื้นฐานด้านระบบคมนาคมขนส่งหลักในพื้นที่ โดยโครงข่ายคมนาคมขนส่งหลักในพื้นที่ และตำแหน่งแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญ โดยมีรายละเอียดดังนี้

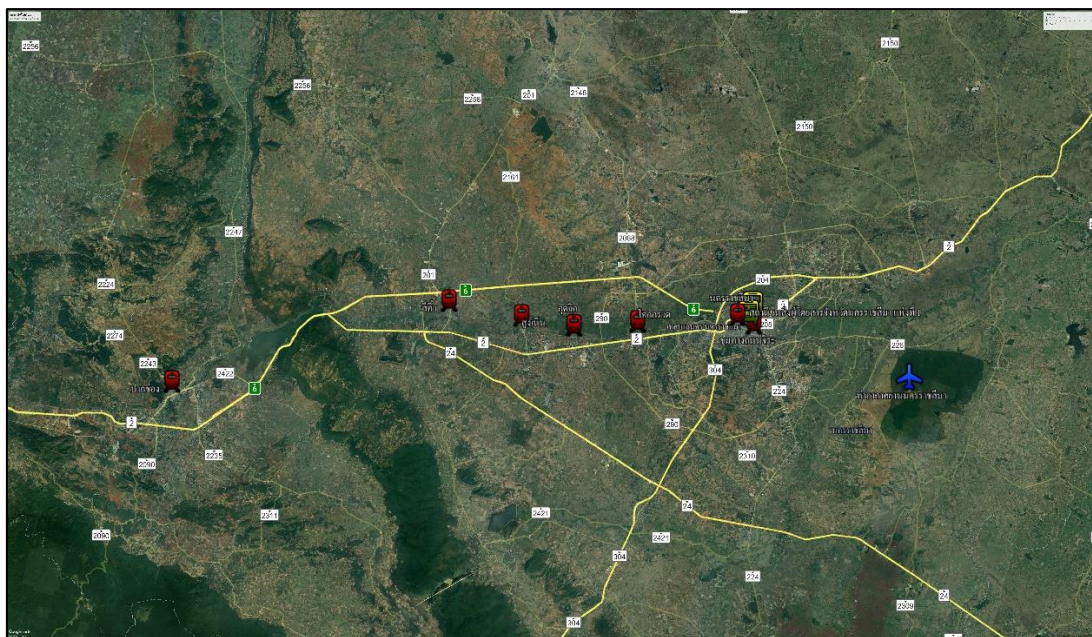
จังหวัดนครราชสีมา มีสถานีขนส่งผู้โดยสาร 2 แห่ง ได้แก่ สถานีขนส่งผู้โดยสารจังหวัดนครราชสีมา แห่งที่ 1 และสถานีขนส่งผู้โดยสารจังหวัดนครราชสีมา แห่งที่ 2 (สำนักงานขนส่งจังหวัดนครราชสีมา, 2559) ในเขตเมืองนครราชสีมา มีสถานีรถไฟหลัก 2 สถานี ได้แก่ สถานีรถไฟนครราชสีมา เป็นสถานีหลักในการขนส่งผู้โดยสารและสินค้า และสถานีรถไฟชุมทางถนนจิระ เป็นสถานีที่มีความสำคัญรองลงมาจากสถานีนครราชสีมา ส่วนสถานีรถไฟที่มีขบวนรถหยุดรับ-ส่งผู้โดยสารในสถานีอื่น ได้แก่ สถานีโคกกรวด สถานีสูงเนิน สถานีกุดจิก สถานีสีคิ้ว และสถานีปากช่อง (การรถไฟแห่งประเทศไทย, 2566) จังหวัดนครราชสีมา มีท่าอากาศยานอยู่บริเวณ ตำบลท่าช้าง อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดนครราชสีมา ปัจจุบันท่าอากาศยานนครราชสีมาไม่มีเที่ยวบินพาณิชย์ประจำที่ท่าอากาศ แต่ใช้เป็นพื้นที่รองรับการบินของเครื่องบินเช่าเหมา เครื่องบินเอกชน เครื่องบินส่วนบุคคล เครื่องบินทหาร เครื่องบินราชการและรัฐวิสาหกิจ และเป็นพื้นที่ฝึกการบินของนักเรียนการบินเท่านั้น

(สำนักงานจังหวัดนครราชสีมา, 2566) โดยมีตำแหน่งที่ตั้งของโครงสร้างพื้นฐานด้านระบบคมนาคมขนส่งหลักในพื้นที่และสามารถระบุตำแหน่งบนแผนที่ Google Earth ได้ดังแสดงในภาพ 4

จังหวัดนครราชสีมามีแหล่งท่องเที่ยวมากมายหลายประเภท ทั้งแหล่งท่องเที่ยวเชิงนิเวศ แหล่งท่องเที่ยวเชิงศาสนาและความเชื่อ แหล่งท่องเที่ยวเชิงวิชาการ แหล่งท่องเที่ยวเชิงศิลปวัฒนธรรมและมรดกโลก แหล่งท่องเที่ยวเชิงสันตนาการและบันเทิง และแหล่งท่องเที่ยวเชิงวิถีชีวิต ซึ่งแหล่งท่องเที่ยวในพื้นที่ศึกษาส่วนใหญ่จะอยู่ในพื้นที่อำเภอปากช่อง อำเภอเมืองนครราชสีมา อำเภอวังน้ำเขียว และกระจายตัวไปตามอำเภอต่าง ๆ โดยแหล่งท่องเที่ยวที่ใช้ศึกษาครั้งนี้มี 107 แห่ง (การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย, 2563) และสามารถระบุตำแหน่งบนแผนที่ Google Earth ได้ดังแสดงในภาพ 5

ตาราง 4 ตำแหน่งที่ตั้งของโครงสร้างพื้นฐานด้านระบบคมนาคมขนส่งหลักในพื้นที่

| ท่าอากาศยาน | ตำบล | อำเภอ | ละติจูด | ลองจิจูด |
|--|---------|-----------------|-----------|------------|
| ท่าอากาศยานนครราชสีมา | ท่าช้าง | เฉลิมพระเกียรติ | 14.949444 | 102.312500 |
| สถานีขนส่ง | ตำบล | อำเภอ | ละติจูด | ลองจิจูด |
| สถานีขนส่งผู้โดยสารจังหวัดนครราชสีมา แห่งที่ 1 | ในเมือง | เมืองนครราชสีมา | 14.976493 | 102.091858 |
| สถานีขนส่งผู้โดยสารจังหวัดนครราชสีมา แห่งที่ 2 | ในเมือง | เมืองนครราชสีมา | 14.985681 | 102.092666 |
| สถานีรถไฟ | ตำบล | อำเภอ | ละติจูด | ลองจิจูด |
| โคกกรวด | โคกกรวด | เมืองนครราชสีมา | 14.931081 | 101.950173 |
| นครราชสีมา | ในเมือง | เมืองนครราชสีมา | 14.972429 | 102.078953 |
| ชุมทางถนนจิระ | ในเมือง | เมืองนครราชสีมา | 14.967720 | 102.101740 |
| สูงเนิน | สูงเนิน | สูงเนิน | 14.899822 | 101.809837 |
| กุดจิก | กุดจิก | สูงเนิน | 14.905686 | 101.866546 |
| สีคิ้ว | สีคิ้ว | สีคิ้ว | 14.892975 | 101.704202 |
| ปากช่อง | ปากช่อง | ปากช่อง | 14.706381 | 101.408611 |



ภาพ 4 ตำแหน่งที่ตั้งของโครงสร้างพื้นฐานด้านระบบคมนาคมขนส่งหลักในพื้นที่

ตาราง 5 ตำแหน่งแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญ

| แหล่งท่องเที่ยว | ตำบล | อำเภอ | ละติจูด | ลองจิจูด |
|--|------------|----------|------------|-------------|
| หมู่บ้านเครื่องปั้นดินเผา ด่านเกวียน | ด่านเกวียน | โชคชัย | 14.8453711 | 102.1960678 |
| หมู่บ้านศิลปหัตถกรรม หล่อหินทราย | ท่าอ่าง | โชคชัย | 14.7969462 | 102.1817219 |
| แหล่งโบราณคดีบ้าน ปราสาท | ธารปราสาท | โนนสูง | 15.2554915 | 102.2156195 |
| โฮมสเตย์บ้านปราสาท (แหล่งพักผ่อนชนบ้าน ปราสาท) | ธารปราสาท | โนนสูง | 15.2465008 | 102.3694057 |
| ทุ่งดอกเก๊กฮวย วังสองนคร | ตะขบ | ปักธงชัย | 14.6550711 | 101.8756683 |
| จิมทอมป์สัน ฟาร์ม | ตะขบ | ปักธงชัย | 14.5052832 | 101.7783673 |
| วัดหน้าพระธาตุ | ตะคุ | ปักธงชัย | 14.7283565 | 101.9633105 |

ตาราง 5 (ต่อ) ตำแหน่งแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญ

| แหล่งท่องเที่ยว | ตำบล | อำเภอ | ละติจูด | ลองจิจูด |
|---|-----------|----------|------------|-------------|
| วัดนกออก | นกออก | ปักธงชัย | 14.6892575 | 102.0319403 |
| ไร่รุ่งนรัตนธงชัย | เมืองปัก | ปักธงชัย | 14.7549713 | 102.0442208 |
| หมู่บ้านทอผ้าปักธงชัย | เมืองปัก | ปักธงชัย | 14.7418048 | 102.0000392 |
| ปราสาทปรางค์กุเกษม | สะแกราช | ปักธงชัย | 14.5980396 | 102.0134271 |
| ตลาดน้ำศิลปะกลางดง และสวนซ่อนศิลป์ | กลางดง | ปากช่อง | 14.6176170 | 101.2764063 |
| ไร่รุ่งนสุพิศตรา | กลางดง | ปากช่อง | 14.6351220 | 101.2768971 |
| วัดเทพพิทักษ์ ปุณณาราม | กลางดง | ปากช่อง | 14.6360000 | 101.3451113 |
| ตลาดผลไม้กลางดง | กลางดง | ปากช่อง | 14.6439637 | 101.2561463 |
| บ้านศิลปินแห่งชาติ ศร.เกียรติคุณ ประหยัด พงษ์ดำ | ชนงพระ | ปากช่อง | 14.5794160 | 101.4286729 |
| วิสาหกิจชุมชนท่องเที่ยว เชิงเกษตรปากช่อง | ชนงพระ | ปากช่อง | 14.4865293 | 101.5488320 |
| สวนสัตว์ โบนันซ่า เอ็กโซติก | ชนงพระ | ปากช่อง | 14.5835332 | 101.4393866 |
| ชายาม่าฟาร์ม | คลองม่วง | ปากช่อง | 14.6391136 | 101.6285127 |
| วัดเขาวันชัยนวัตน์ | ปากช่อง | ปากช่อง | 14.6962407 | 101.4073884 |
| ทองสมบูรณคลับ | ปากช่อง | ปากช่อง | 14.7305967 | 101.3898004 |
| วัดมกุฎศิริวัน | โป่งตาลอง | ปากช่อง | 14.4939481 | 101.5468565 |
| ทอศคาน่า วิลเลจ เขาใหญ่ | โป่งตาลอง | ปากช่อง | 14.5067273 | 101.5017333 |
| The Bloom by ทีวีพูล | พญาเย็น | ปากช่อง | 14.5760785 | 101.2381546 |
| โบนันซ่า เอ็กโซติก พาร์ค | พญาเย็น | ปากช่อง | 14.5832860 | 101.4362404 |
| ไร่รุ่งนกรานมอนเต้ | พญาเย็น | ปากช่อง | 14.5679450 | 101.2755983 |

ตาราง 5 (ต่อ) ตำแหน่งแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญ

| แหล่งท่องเที่ยว | ตำบล | อำเภอ | ละติจูด | ลองจิจูด |
|---|------------|---------|------------|-------------|
| ไร่รุ่งนปากช่อง | พญาเย็น | ปากช่อง | 14.6760996 | 101.2146108 |
| วัดผ่านศึกอนุภคาราราม | พญาเย็น | ปากช่อง | 14.6289438 | 101.2069005 |
| พีพี วิลเลจย์ เขาใหญ่ ไวน์เนอรี่ | พญาเย็น | ปากช่อง | 14.5762721 | 101.2340976 |
| วัดป่าภูหยาหลง | วังกระทะ | ปากช่อง | 14.5322459 | 101.5780387 |
| วัดบุญราศี นิโคลาส บุญเกิด กฤษบำรุง เขาใหญ่ | วังกระทะ | ปากช่อง | 14.5466097 | 101.5632171 |
| เขาใหญ่ พานอรามา ฟาร์ม | หนองน้ำแดง | ปากช่อง | 14.5855206 | 101.4005726 |
| วัดวชิราลงกรณ์วราราม วรวิหาร | หนองน้ำแดง | ปากช่อง | 14.6457300 | 101.3536913 |
| ถ้ำแก้วสารพัดนึก | หนองน้ำแดง | ปากช่อง | 14.635292 | 101.3540406 |
| ฟาร์มโชคชัย | หนองน้ำแดง | ปากช่อง | 14.6547341 | 101.347268 |
| 129 ART MUSEUM | หมูสี | ปากช่อง | 14.6348861 | 101.4111227 |
| Scenical World Khao Yai | หมูสี | ปากช่อง | 14.5374246 | 101.3779819 |
| เขาใหญ่อาร์ตมิวเซียม | หมูสี | ปากช่อง | 14.5533194 | 101.4320043 |
| น้ำพุธรรมชาติ บ้านท่าช้าง | หมูสี | ปากช่อง | 14.5480714 | 101.4189681 |
| วัดศิมาลัยทรงธรรม | หมูสี | ปากช่อง | 14.5734600 | 101.4104494 |
| อ่างเก็บน้ำสายสร อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ | หมูสี | ปากช่อง | 14.4359279 | 101.3602271 |
| เขาใหญ่ สปีดคาร์ท | หมูสี | ปากช่อง | 14.5679552 | 101.3953084 |
| ซ็อกโกแลต แพคทอรี (สาขาเขาใหญ่) | หมูสี | ปากช่อง | 14.5789382 | 101.3269205 |
| พรีเมอ เพียชซ่า | หมูสี | ปากช่อง | 14.5430412 | 101.3315124 |

ตาราง 5 (ต่อ) ตำแหน่งแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญ

| แหล่งท่องเที่ยว | ตำบล | อำเภอ | ละติจูด | ลองจิจูด |
|---|---------|-----------------|------------|-------------|
| พุทธอุทยานหลวงปู่ทวด เขาใหญ่ | หมูสี | ปากช่อง | 14.5783192 | 101.4286179 |
| สวนกุหลาบกลางพนา คาเฟ่ | หมูสี | ปากช่อง | 14.5435932 | 101.3279324 |
| อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ | หมูสี | ปากช่อง | 14.4391554 | 101.3054642 |
| โอเค คอเรล เขาใหญ่ | หมูสี | ปากช่อง | 14.5726745 | 101.4277607 |
| อนุสรณ์สถาน นางสาวบุญเหลือ | โคกสูง | เมืองนครราชสีมา | 15.2114245 | 102.3843096 |
| สวนสัตว์นครราชสีมา | ไชยมงคล | เมืองนครราชสีมา | 14.8501434 | 102.0740086 |
| ตลาด 100 ปี เมืองย่า | ในเมือง | เมืองนครราชสีมา | 14.9726723 | 102.0737158 |
| ตลาดเซฟวัน Saveone Korat | ในเมือง | เมืองนครราชสีมา | 14.9574405 | 102.0433528 |
| ประตูชุมพล | ในเมือง | เมืองนครราชสีมา | 14.9747121 | 102.0977212 |
| พิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ มหาวิรุวงศ์ | ในเมือง | เมืองนครราชสีมา | 14.9720283 | 102.0968029 |
| เรือนโคราช - เฉลิมวัฒนา | ในเมือง | เมืองนครราชสีมา | 14.9742393 | 102.0965534 |
| วัดพายัพ | ในเมือง | เมืองนครราชสีมา | 14.9789745 | 102.0970741 |
| ศาลเจ้าพ่อไฟ | ในเมือง | เมืองนครราชสีมา | 14.9746689 | 102.0957256 |
| ศาลหลักเมือง จังหวัด นครราชสีมา | ในเมือง | เมืองนครราชสีมา | 14.9738923 | 102.1039427 |
| ศูนย์ดาราศาสตร์และ วิทยาศาสตร์ (ท้องฟ้าจำลอง) | ในเมือง | เมืองนครราชสีมา | 14.9071834 | 101.9808367 |

ตาราง 5 (ต่อ) ตำแหน่งแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญ

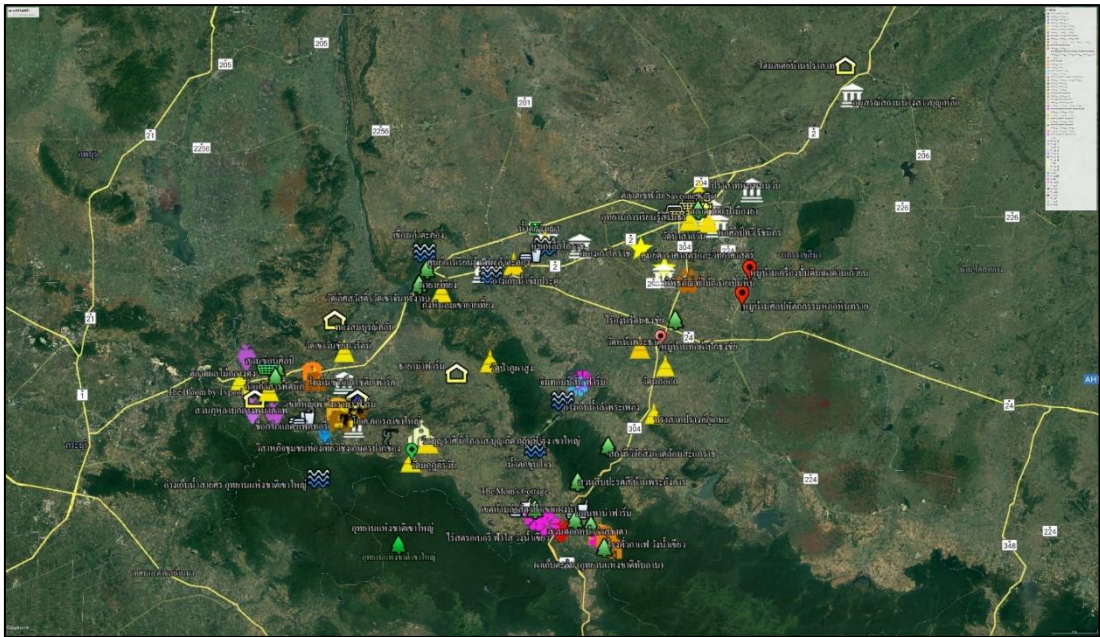
| แหล่งท่องเที่ยว | ตำบล | อำเภอ | ละติจูด | ลองจิจูด |
|---|-------------|-----------------|------------|-------------|
| หอดูดาวเฉลิมพระ เกียรติ 7 รอบ พระชนมพรรษา นครราชสีมา | ในเมือง | เมืองนครราชสีมา | 14.8739860 | 102.0263923 |
| อนุสาวรีย์ท้าวสุรนารี | ในเมือง | เมืองนครราชสีมา | 14.9746524 | 102.0979500 |
| อาคารแสดง แสง สี เสียง วีรกรรม ท้าวสุรนารี | ในเมือง | เมืองนครราชสีมา | 14.9737376 | 102.0978534 |
| วัดป่าศาลวัน | ในเมือง | เมืองนครราชสีมา | 14.9667114 | 102.0736537 |
| วัดพระนารายณ์มหาราช วรวิหาร | ในเมือง | เมืองนครราชสีมา | 14.9756372 | 102.1049984 |
| วัดศาลาทอง | ในเมือง | เมืองนครราชสีมา | 14.9649366 | 102.1094966 |
| ปราสาทหินพนมวัน | บ้านโพธิ์ | เมืองนครราชสีมา | 15.0251291 | 102.1914553 |
| วัดศาลาลอย | โพธิ์กลาง | เมืองนครราชสีมา | 14.9806409 | 102.1160763 |
| พิพิธภัณฑ เมืองนครราชสีมา | สุรนารี | เมืองนครราชสีมา | 14.9831320 | 102.1118913 |
| วัดบึงพระอารามหลวง | สุรนารี | เมืองนครราชสีมา | 14.9739692 | 102.0994783 |
| วัดสระแก้ว | สุรนารี | เมืองนครราชสีมา | 14.9708997 | 102.1005835 |
| พิพิธภัณฑไม้ กลายเป็นหิน | สุรนารี | เมืองนครราชสีมา | 15.0007098 | 98.9876009 |
| อุทยานการเรียนรู้ สิรินธร | สุรนารี | เมืองนครราชสีมา | 14.8720071 | 102.0210579 |
| สวนน้ำเฉลิมพระเกียรติ (สวนน้ำบึงตาท้าว) | หนองไผ่ล้อม | เมืองนครราชสีมา | 14.9623943 | 102.0905068 |
| วัดหมื่นไวย | หมื่นไวย | เมืองนครราชสีมา | 15.0041275 | 102.1015603 |
| หอศิลป์ทิว รัชนิกร | หัวทะเล | เมืองนครราชสีมา | 14.9564874 | 102.1264098 |

ตาราง 5 (ต่อ) ตำแหน่งแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญ

| แหล่งท่องเที่ยว | ตำบล | อำเภอ | ละติจูด | ลองจิจูด |
|---|-------------|-------------|------------|-------------|
| คาโนนะคาเฟ่ แพฟีนฟาร์ม | ไทยสามัคคี | วังน้ำเขียว | 14.3657900 | 101.9157913 |
| เบญจมาศบาน ในม่านหมอก วังน้ำเขียว | ไทยสามัคคี | วังน้ำเขียว | 14.3586959 | 101.9226578 |
| ผาเก็บตะวัน | ไทยสามัคคี | วังน้ำเขียว | 14.3182188 | 101.9279799 |
| พุทธอุทยานวังน้ำเขียว | ไทยสามัคคี | วังน้ำเขียว | 14.3595418 | 101.9026505 |
| โรงคั่วกาแฟ วังน้ำเขียว | ไทยสามัคคี | วังน้ำเขียว | 14.3614923 | 101.9324448 |
| วังน้ำเขียวฟาร์ม | ไทยสามัคคี | วังน้ำเขียว | 14.3409046 | 101.9109835 |
| วิลเลจฟาร์ม แอนด์ ไวน์เนอร์รี่ | ไทยสามัคคี | วังน้ำเขียว | 14.3890193 | 101.8722468 |
| สวนสลับประดสี บ้านพระอังคาร | ไทยสามัคคี | วังน้ำเขียว | 14.4429604 | 101.8699958 |
| มอนทาน่าฟาร์ม | ไทยสามัคคี | วังน้ำเขียว | 14.3688559 | 101.8480557 |
| The Mom's Cottage | วังน้ำเขียว | วังน้ำเขียว | 14.3893047 | 101.7639248 |
| น้ำตกขุนโจร | วังน้ำเขียว | วังน้ำเขียว | 14.5037216 | 101.7877595 |
| ฟอลร่า พาร์ค | วังน้ำเขียว | วังน้ำเขียว | 14.3940772 | 101.7938837 |
| เขตห้ามล่าสัตว์ป่า เขาแผงม้า | วังน้ำเขียว | วังน้ำเขียว | 14.3662247 | 101.7718086 |
| สวนดอกหน้าวัวสุชาดา | วังน้ำเขียว | วังน้ำเขียว | 14.3851628 | 101.8169309 |
| ไร่สตรอเบอร์รี่ ฟาร์ม วังน้ำเขียว | วังหมี | วังน้ำเขียว | 14.3710370 | 101.8439743 |
| อ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง | วังหมี | วังน้ำเขียว | 14.5052832 | 101.7783673 |
| สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อม สะแกราช | อุดมทรัพย์ | วังน้ำเขียว | 14.5102491 | 101.9193748 |
| กังหันลมเขายายเที่ยง | คลองไผ่ | สีคิ้ว | 14.8011700 | 101.5558713 |
| ผายายเที่ยง | คลองไผ่ | สีคิ้ว | 14.8021854 | 101.5523031 |

ตาราง 5 (ต่อ) ตำแหน่งแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญ

| แหล่งท่องเที่ยว | ตำบล | อำเภอ | ละติจูด | ลองจิจูด |
|--|-------------|---------|------------|-------------|
| ศูนย์การเรียนรู้ กฟผ. ลำตะคอง | คลองไผ่ | สีคิ้ว | 14.8313174 | 101.5633769 |
| เขื่อนลำตะคอง | คลองไผ่ | สีคิ้ว | 14.8650052 | 101.5580893 |
| อ่างเก็บน้ำซับประดู่ | มิตรภาพ | สีคิ้ว | 14.8280952 | 101.6859388 |
| มูลนิธิสมเด็จพระพุทธา จารย์ (โต พรหมรังษี) เมตตา บารมี | มิตรภาพ | สีคิ้ว | 14.8714711 | 101.7315158 |
| แหล่งหินตัดสีคิ้ว | ลาดบัวขาว | สีคิ้ว | 14.8560517 | 101.6744565 |
| วัดเลิศสวัสดิ์ | ลาดบัวขาว | สีคิ้ว | 14.815034 | 101.594285 |
| เมืองโบราณที่ตำบล โคราช | โคราช | สูงเนิน | 14.8873119 | 101.5660839 |
| น้ำตกวังเณร | มะเกลือเก่า | สูงเนิน | 14.8856754 | 101.7941438 |
| วัดป่าภูผาสูง | มะเกลือใหม่ | สูงเนิน | 14.6871169 | 101.6946194 |
| หุบเหล็กโคราช | มะเกลือใหม่ | สูงเนิน | 14.8693909 | 101.7644044 |
| โบราณสถานเมืองเสมา | เสมา | สูงเนิน | 14.9237594 | 101.7986541 |
| วัดธรรมจักรเสมาราม | เสมา | สูงเนิน | 14.9167446 | 101.7833833 |



ภาพ 5 ตำแหน่งแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญ

2. ข้อมูลด้านการเดินทาง

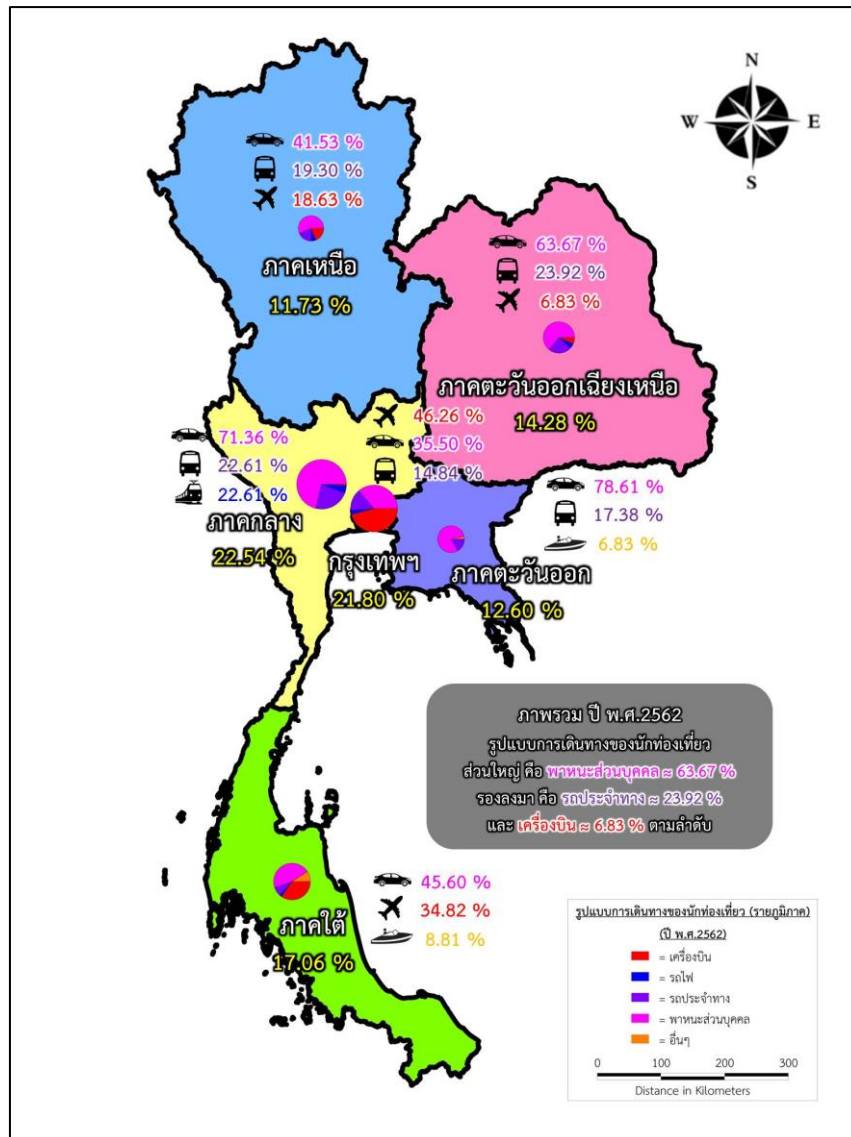
ข้อมูลด้านการเดินทางที่ใช้เป็นฐานข้อมูลในการวิเคราะห์หาสถานที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งผู้โดยสาร ได้แก่ ข้อมูลค่าใช้จ่ายในการเดินทาง ข้อมูลระยะทางในการเดินทาง และข้อมูลระยะเวลาในการเดินทาง (รายละเอียดภาคผนวก ข คง ตามลำดับ) โดยทำการแบ่งพื้นที่การศึกษาออกเป็น 127 พื้นที่ย่อย (รายละเอียดภาคผนวก ก) โดยพิจารณาจากขอบเขตการปกครองระดับตำบล (กรมการปกครอง, 2565) ครอบคลุม 11 อำเภอ ของจังหวัดนครราชสีมา ได้แก่ อำเภอเมือง อำเภอโชคชัย อำเภอโนนไทย อำเภอโนนสูง อำเภอปักธงชัย อำเภอสูงเนิน อำเภอขามทะเลสอ อำเภอสีคิ้ว อำเภอปากช่อง อำเภอวังน้ำเขียว และ อำเภอเฉลิมพระเกียรติ ดังภาพ 6



ภาพ 6 การแบ่งพื้นที่การศึกษา

3. ข้อมูลรูปแบบระบบขนส่งที่ใช้เดินทางของนักท่องเที่ยวนักท่องเที่ยว

จากการทบทวนรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์การยกระดับระบบขนส่งและการเดินทางอัจฉริยะเพื่อสนับสนุนการท่องเที่ยวไทย ของหน่วยบริหารและจัดการทุนด้านการเพิ่มความสามารถในการแข่งขันของประเทศ (บพข.) (เจษฎา โพธิ์จันทร์ และคณะ, 2565) ที่รวบรวมข้อมูลรูปแบบระบบขนส่งที่ใช้เดินทางของนักท่องเที่ยวในแต่ละภูมิภาค ของกองเศรษฐกิจการท่องเที่ยวและกีฬา กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา ปี 2562 พบว่า ในภาพรวมของทั้งประเทศ รูปแบบการเดินทางของนักท่องเที่ยวส่วนใหญ่นิยมใช้ยานพาหนะส่วนบุคคล ประมาณ 63.67% รองลงมาคือ รถประจำทาง และเครื่องบิน โดยมีสัดส่วนประมาณ 23.92% และ 6.83% ตามลำดับ นอกจากนี้เมื่อพิจารณาในแต่ละภูมิภาคที่เป็นพื้นที่ศึกษาของแผนงานวิจัยนี้ ซึ่งได้แก่ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และ ภาคตะวันออก พบว่า รูปแบบการเดินทางของนักท่องเที่ยวส่วนใหญ่นิยมใช้ในแต่ละภูมิภาคคือ ยานพาหนะส่วนบุคคล (40-79%) รองลงมาคือ รถประจำทาง (17-24%) โดยมีรายละเอียดดังแสดงในภาพ 7 และ ตาราง 6



ภาพ 7 สัดส่วนรูปแบบระบบขนส่งที่ใช้เดินทางของนักท่องเที่ยวในภูมิภาคต่าง ๆ

ที่มา: เจษฎา โพธิ์จันทร์ และคณะ, 2565

ตาราง 6 สัดส่วนรูปแบบระบบขนส่งที่ใช้เดินทางของนักท่องเที่ยวในภูมิภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

| ภูมิภาค | รูปแบบการเดินทาง | การเดินทางนักท่องเที่ยว (คน) | | | สัดส่วนการเดินทาง (%) | | |
|-------------|------------------|------------------------------|----------------|-------------------|-----------------------|---------------|---------------|
| | | คนไทย | ชาวต่างชาติ | รวม | คนไทย | ชาวต่างชาติ | รวม |
| | เครื่องบิน | 1,611,194 | 94,332 | 1,705,526 | 6.61 | 15.06 | 6.83 |
| | รถไฟ | 1,329,162 | 31,542 | 1,360,704 | 5.46 | 5.04 | 5.45 |
| ภาคตะวันออก | รถประจำทาง | 5,863,718 | 113,997 | 5,977,715 | 24.07 | 18.20 | 23.92 |
| เฉียงเหนือ | พาหนะส่วนบุคคล | 15,555,131 | 352,892 | 15,908,023 | 63.86 | 56.34 | 63.67 |
| | อื่นๆ | 0 | 33,617 | 33,617 | 0.00 | 5.37 | 0.13 |
| | รวม | 24,359,205 | 626,380 | 24,985,585 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |

ที่มา: เกษญา โพธิ์จันทร์ และคณะ, 2565

ตาราง 7 มูลค่าใช้จ่ายในการใช้ยานพาหนะแต่ละประเภท (VOC)

| มูลค่าใช้จ่ายในการใช้ยานพาหนะ (VOC) หน่วย (บาท/กิโลเมตร-คัน) | | |
|--|--------------------------|--------------------------|
| ความเร็ว (กม./ชม.) | รถโดยสารขนาดเล็ก (LB) | รถโดยสารขนาดกลาง (MB) |
| 10 | 9.22 | 21.70 |
| 20 | 7.79 | 18.30 |
| 30 | 7.54 | 17.53 |
| 40 | 7.62 | 17.52 |
| 50 | 7.87 | 17.90 |
| 60 | 8.24 | 18.57 |
| 70 | 8.71 | 19.49 |
| 80 | 9.27 | 20.65 |
| 90 | 9.93 | 22.07 |
| 100 | 10.69 | 23.77 |
| 110 | 11.55 | 25.76 |
| 120 | 12.54 | 28.10 |

ที่มา: สำนักแผนงาน กรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม, 2561

ตาราง 8 มูลค่าเวลาของยานพาหนะแต่ละประเภท (Value of Time: VOT)

| มูลค่าเวลาของยานพาหนะ (VOT) หน่วย (บาท/ชั่วโมง-คัน) | | |
|---|------------------|------------------|
| รูปแบบการเดินทาง | รถโดยสารขนาดเล็ก | รถโดยสารขนาดกลาง |
| | (LB) | (MB) |
| วัตถุประสงค์ทำงาน | 428.80 | 809.60 |
| วัตถุประสงค์ไม่ได้ทำงาน | 428.80 | 809.60 |

ที่มา: สำนักแผนงาน กรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม, 2561

ตาราง 9 รายละเอียดมาตรฐานของรถโดยสารในประเทศไทย

| ประเภท | รายละเอียด | จำนวน (ที่นั่ง) | หมายเหตุ |
|-----------------------|----------------------------|--------------------|------------------------------|
| รถโดยสารมาตรฐาน 2 (ข) | รถปรับอากาศ | เกิน 21-30 | ไม่มีที่ยืน |
| รถโดยสารมาตรฐาน 2 (ง) | รถปรับอากาศ | เกิน 21-30 | มีที่ยืน |
| รถโดยสารมาตรฐาน 2 (จ) | รถปรับอากาศ | ไม่เกิน 20 | ไม่มีที่ยืน |
| รถโดยสารมาตรฐาน 3 (ก) | รถที่ไม่มีเครื่องปรับอากาศ | ไม่เกิน 30 | มีที่ยืน |
| รถโดยสารมาตรฐาน 3 (ค) | รถที่ไม่มีเครื่องปรับอากาศ | 21-30 | มีที่ยืน |
| รถโดยสารมาตรฐาน 3 (ง) | รถที่ไม่มีเครื่องปรับอากาศ | 21-30 | ไม่มีที่ยืน |
| รถโดยสารมาตรฐาน 3 (จ) | รถที่ไม่มีเครื่องปรับอากาศ | 13-24 | มีที่ยืนหรือไม่มีที่ยืนก็ได้ |
| รถโดยสารมาตรฐาน 3 (ฉ) | รถที่ไม่มีเครื่องปรับอากาศ | 12 | ไม่มีที่ยืน |

ที่มา: กฎกระทรวงฉบับที่ 4 (พ.ศ. 2524) ออกตามความในพระราชบัญญัติการขนส่งทางบก พ.ศ.

2522 และ มาตรฐานรถโดยสาร บขส., 2562

โดยบริษัท ซีซี กู๊ด เซอร์วิส จำกัด

ตาราง 10 ค่าโดยสารจากจังหวัดนครราชสีมา กับ อำเภอต่าง ๆ

| ลำดับ | เลขที่ เส้นทาง | ชื่อเส้นทาง | ระยะทาง (กม.) | ค่าโดยสาร (บาท) | |
|-------|-------------------|-----------------------------------|------------------|-----------------|---------------|
| | | | | ธรรมดา | ปรับ อากาศ |
| 1 | 18 | นครราชสีมา - อำเภอเฉลิมพระเกียรติ | 25 | 19 | - |
| 2 | 4197 | นครราชสีมา - อำเภอขามทะเลสอ | 22 | 13 | - |
| 3 | 4449 | นครราชสีมา - อำเภอโนนไทย | 29 | 17 | 24 |
| 4 | 1307 | นครราชสีมา - อำเภอโชคชัย | 32 | 19 | 27 |
| 5 | 1303 | นครราชสีมา - อำเภอปักธงชัย | 37 | 21 | 29 |
| 6 | 4131 | นครราชสีมา - อำเภอสูงเนิน | 37 | 21 | 28 |
| 7 | 1311 | นครราชสีมา - อำเภอโนนสูง | 36 | 21 | - |
| 8 | 563 | นครราชสีมา - อำเภอจักราช | 41 | - | 28 |
| 9 | 1310 | นครราชสีมา - อำเภอสีคิ้ว | 46 | 26 | 36 |
| 10 | 1311 | นครราชสีมา - อำเภอขามสะแกแสง | 58 | 32 | - |
| 11 | 579 | นครราชสีมา - อำเภอครบุรี | 60 | 28 | 39 |
| 12 | 4542 | นครราชสีมา - อำเภอพิมาย | 58 | 33 | - |
| 13 | 563 | นครราชสีมา - อำเภอห้วยแถลง | 69 | - | 58 |
| 14 | 7619 | นครราชสีมา - อำเภอวังน้ำเขียว | 77 | 42 | 59 |
| 15 | 4154 | นครราชสีมา - อำเภอคง | 86 | 47 | 66 |
| 16 | 4391 | นครราชสีมา - อำเภอด่านขุนทด | 59 | 33 | 46 |
| 17 | 4154 | นครราชสีมา - อำเภอบ้านเหลื่อม | 117 | 62 | 87 |
| 18 | 1302 | นครราชสีมา - อำเภอปากช่อง | 86 | 47 | 66 |
| 19 | 579 | นครราชสีมา - อำเภอเสิงสาง | 88 | 41 | 57 |
| 20 | 1305 | นครราชสีมา - อำเภอชุมพวง | 103 | 55 | 77 |
| 21 | 1308 | นครราชสีมา - อำเภอบัวใหญ่ | 102 | 55 | 77 |
| 22 | 273 | นครราชสีมา - อำเภอหนองกี่ | 72 | - | 61 |

ตาราง 10 (ต่อ) ค่าโดยสารจากจังหวัดนครราชสีมา กับ อำเภอต่าง ๆ

| ลำดับ | เลขที่ เส้นทาง | ชื่อเส้นทาง | ระยะทาง (กม.) | ค่าโดยสาร (บาท) | |
|-------------------------------------|-------------------|-------------------------------|------------------|-----------------|---------------|
| | | | | ธรรมดา | ปรับ อากาศ |
| 23 | 273 | นครราชสีมา - บ้านใหม่ไทยเจริญ | 55 | - | 36 |
| ค่าโดยสารแรกเข้า (บาท) | | | | 10 | 10 |
| ค่าโดยสารตามระยะทางเฉลี่ย (บาท/กม.) | | | | 0.35 | 0.58 |

หมายเหตุ: สังเคราะห์และวิเคราะห์ข้อมูลจากสำนักงานขนส่งจังหวัดนครราชสีมา, 2567

ที่มา: สำนักงานขนส่งจังหวัดนครราชสีมา, 2567

ผลการวิเคราะห์แบบจำลองที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยว

ผลการวิเคราะห์การพิจารณาหาสถานที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งผู้โดยสารต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยว นั้น สามารถแบ่งออกเป็น 2 กรณี ประกอบด้วย 1) กรณีไม่มีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง และ 2) กรณีมีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพด้านค่าใช้จ่ายรวมในการเดินทางที่เหมาะสม โดยผลการวิเคราะห์ในแต่ละกรณีเกิดจากการนำข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมเข้าสู่ชุดคำสั่งวิซวลเบสิกฟอร์แอปพลิเคชัน เพื่อให้วิซวลเบสิกฟอร์แอปพลิเคชันวิเคราะห์ผลลัพธ์ของสถานที่ตั้งศูนย์กลางที่เหมาะสมที่สุด ผลการวิเคราะห์การกระจายการเดินทางไปยังแหล่งท่องเที่ยวจึงเป็นส่วนส่วนจากการเดินทางของนักท่องเที่ยวไปยังแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญในพื้นที่ศึกษาซึ่งอ้างอิงจากหน่วยงานการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย (ททท.) สำนักงานนครราชสีมา และการวิเคราะห์ผลงานวิจัยนี้ใช้คอมพิวเตอร์ที่มี CPU : E5-2699 V3 (18/36) RAM : 64 GB BUS2133 และ GPU : RX580 Sapphire Nitro+ 8 GB ซึ่งผลการวิเคราะห์มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

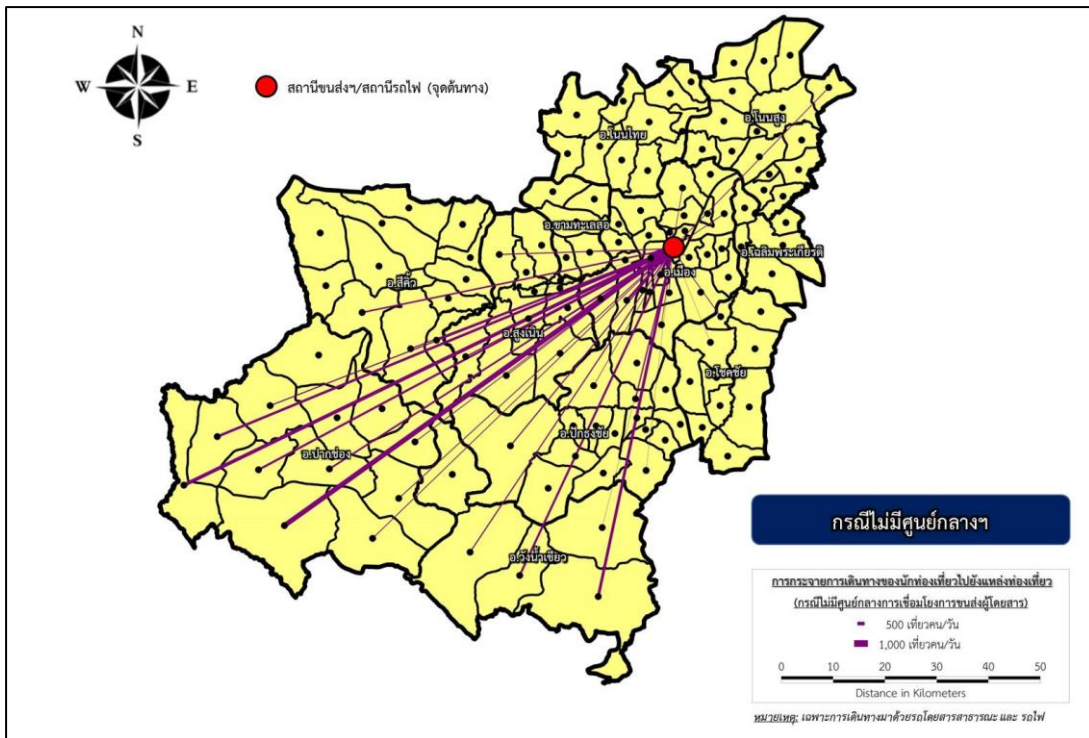
1. กรณีไม่มีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง

ผลการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายรวมในการเดินทางกรณีไม่มีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งในพื้นที่ศึกษา พบว่า มีค่าใช้จ่ายรวมในการเดินทางต่ำที่สุด ประมาณ 883,807 บาท/วัน มีจำนวนรถที่ใช้ในการเดินทางไปยังแหล่งท่องเที่ยว 566 เที่ยว/วัน มีค่าเฉลี่ยระยะทางในการเดินทางต่อเที่ยว ประมาณ 64.82 กิโลเมตร ดังแสดงในตาราง 11 และมีผลการวิเคราะห์จากชุดคำสั่งวิซวลเบสิกพอร์ แอปพลิเคชัน ดังแสดงในภาคผนวก ฉ

ตาราง 11 ค่าใช้จ่ายรวมในการเดินทาง (กรณีไม่มีศูนย์กลาง)

| ลำดับ | ตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสม | ค่าใช้จ่ายรวมในการเดินทางต่ำที่สุด (บาท/วัน) | | |
|-------------------------------|--------------------------|--|----------------|---------|
| | | ต้นทาง-ศูนย์ฯ | ศูนย์ฯ-ปลายทาง | รวม |
| - | - | - | - | 883,807 |
| จำนวนรถที่ใช้ (เที่ยว/วัน) | | - | - | LB |
| | | - | - | 566 |
| ค่าเฉลี่ยระยะทาง (กม./เที่ยว) | | - | - | 64.82 |

หมายเหตุ: LB = รถโดยสารขนาดเล็ก \approx (12 ที่นั่ง + ไม่มีที่ยืน)



ภาพ 8 การกระจายการเดินทางไปยังแหล่งท่องเที่ยว กรณีไม่มีศูนย์กลางฯ

2. กรณีมีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง

ผลการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายรวมการเดินทางในพื้นที่ศึกษากรณีมีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง สามารถแสดงผลการวิเคราะห์ออกเป็น 4 กรณี ประกอบด้วย 1) ผลการวิเคราะห์กรณีมีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งจำนวน 1 แห่ง 2) ผลการวิเคราะห์กรณีมีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งจำนวน 2 แห่ง 3) ผลการวิเคราะห์กรณีมีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งจำนวน 3 แห่ง และ 4) ผลการวิเคราะห์กรณีมีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งจำนวน 4 แห่ง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ผลการวิเคราะห์กรณีมีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งจำนวน 1 แห่ง

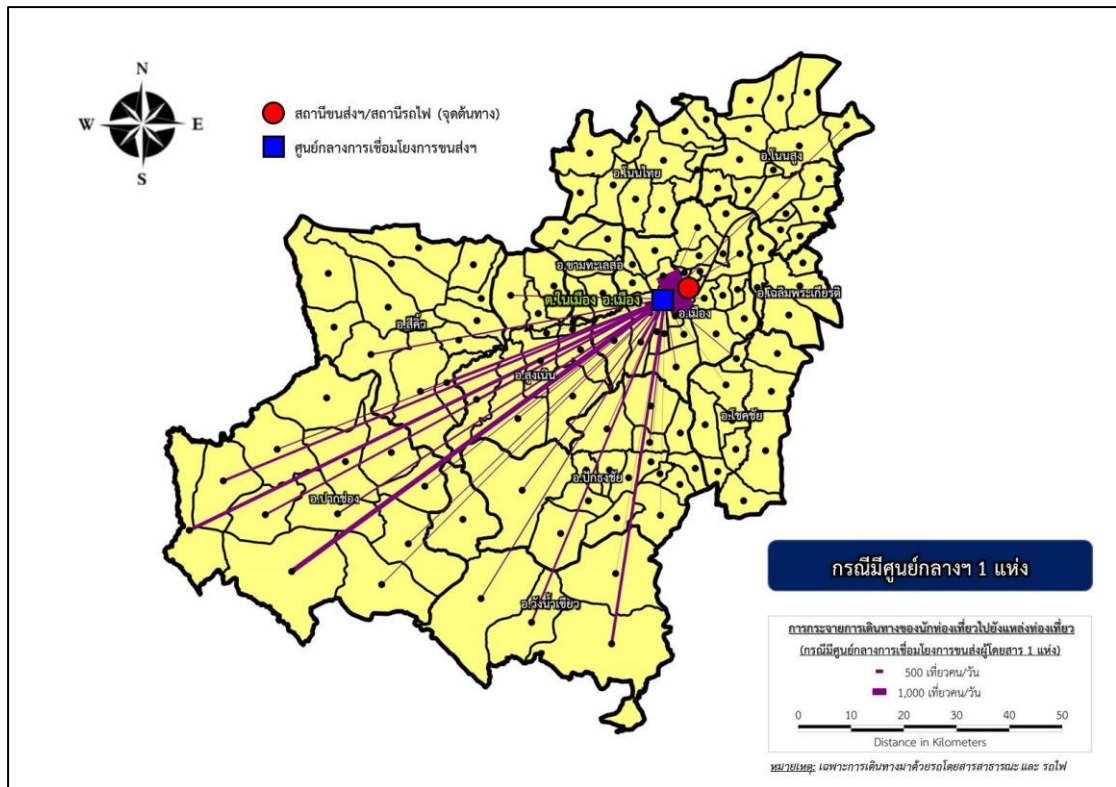
ผลการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายรวมในการเดินทางในพื้นที่ศึกษา ในกรณีมีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง จำนวน 1 แห่ง พบว่า ควรตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง ณ ตำบลในเมือง อำเภอเมืองนครราชสีมา เนื่องจากมีค่าใช้จ่ายรวมในการเดินทางต่ำที่สุด ประมาณ 812,423 บาท/วัน โดยมีจำนวนรถที่ใช้ในการเดินทางไปยังแหล่งท่องเที่ยว 747 เที่ยว/วัน มีค่าเฉลี่ยระยะทางในการเดินทางต่อเที่ยวประมาณ 44.91 กิโลเมตร ดังแสดงในตาราง 12 และมีผลการวิเคราะห์จากชุดคำสั่งวิซวลเบสิกฟอร์แอปพลิเคชัน กรณีมีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง 1 แห่ง ดังภาคผนวก ซ

ตาราง 12 ค่าใช้จ่ายรวมในการเดินทาง (กรณีมีศูนย์กลาง จำนวน 1 แห่ง)

| ลำดับ | ตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสม | ค่าใช้จ่ายรวมในการเดินทางต่ำที่สุด (บาท/วัน) | | |
|-------------------------------|--------------------------|--|----------------|---------|
| | | ต้นทาง-ศูนย์ฯ | ศูนย์ฯ-ปลายทาง | รวม |
| 1 | ต.ในเมือง อ.เมือง | 2,130 | 810,294 | 812,423 |
| จำนวนรถที่ใช้ (เที่ยว/วัน) | | MB | LB | MB+LB |
| | | 214 | 533 | 747 |
| ค่าเฉลี่ยระยะทาง (กม./เที่ยว) | | 5.37 | 60.79 | 44.91 |

หมายเหตุ: MB = รถโดยสารขนาดกลาง \approx (21-30 ที่นั่ง + มีที่ขึ้น)

LB = รถโดยสารขนาดเล็ก \approx (12 ที่นั่ง + ไม่มีที่ขึ้น)



ภาพ 9 การกระจายการเดินทางไปยังแหล่งท่องเที่ยว กรณีมีศูนย์กลาง 1 แห่ง

2. ผลการวิเคราะห์กรณีมีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งจำนวน 2 แห่ง

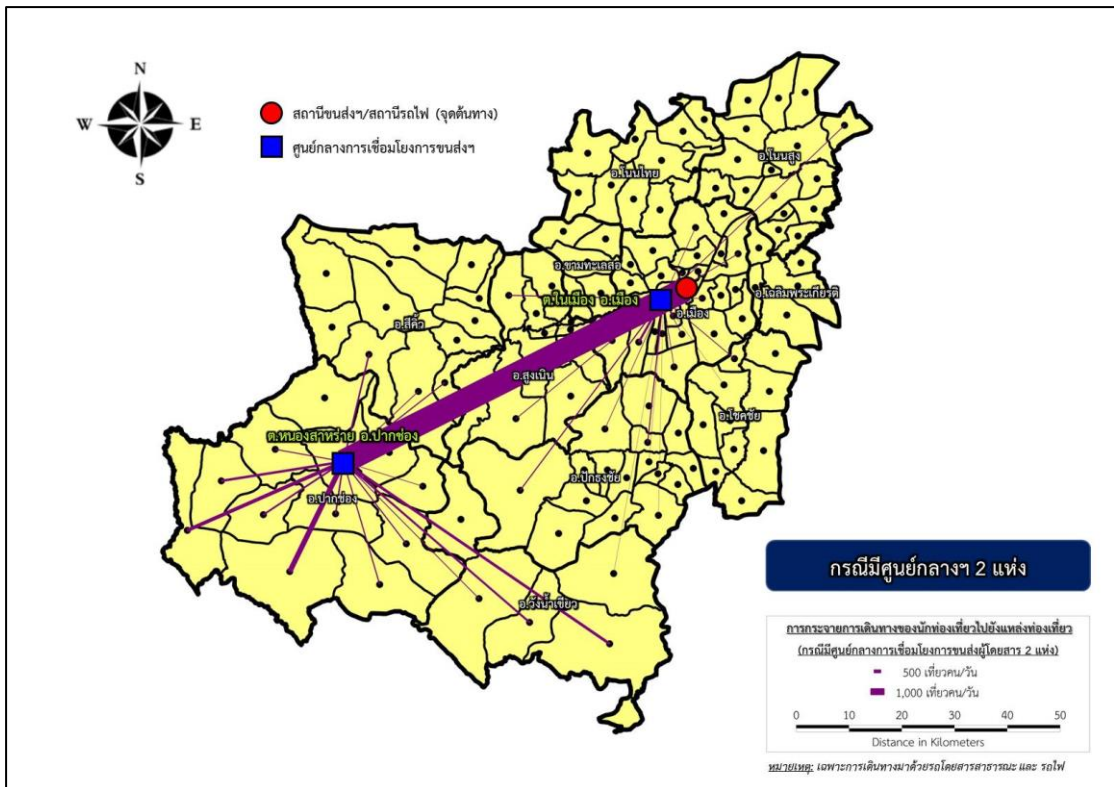
ผลการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายรวมในการเดินทางในพื้นที่ศึกษา ในกรณีมีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง จำนวน 2 แห่ง พบว่า ควรตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง ณ ตำบลในเมือง อำเภอเมืองนครราชสีมา และตำบลหนองสาหร่าย อำเภอปากช่อง เนื่องจากมีค่าใช้จ่ายรวมในการเดินทางต่ำที่สุด ประมาณ 698,588 บาท/วัน โดยมีจำนวนรถที่ใช้ในการเดินทางไปยังแหล่งท่องเที่ยว 779 เที่ยว/วัน มีค่าเฉลี่ยระยะทางในการเดินทางต่อเที่ยวประมาณ 34.72 กิโลเมตร ดังแสดงในตาราง 13 และมีผลการวิเคราะห์จากชุดคำสั่งวิซวลเบสิกฟอว์แอปพลิเคชัน กรณีมีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง 2 แห่ง ดังภาคผนวก ต

ตาราง 13 ค่าใช้จ่ายรวมในการเดินทาง (กรณีมีศูนย์กลาง จำนวน 2 แห่ง)

| ลำดับ | ตำแหน่งที่ตั้ง ที่เหมาะสม | ค่าใช้จ่ายรวมในการเดินทางต่ำที่สุด (บาท/วัน) | | |
|-------------------------------|------------------------------|--|----------------|---------|
| | | ต้นทาง-ศูนย์ฯ | ศูนย์ฯ-ปลายทาง | รวม |
| 1 | ต.ในเมือง อ.เมือง | 265,421 | 433,167 | 698,588 |
| 2 | ต.หนองสาหร่าย อ.ปากช่อง | | | |
| จำนวนรถที่ใช้ (เที่ยว/วัน) | | MB | LB | MB+LB |
| | | 213 | 566 | 779 |
| ค่าเฉลี่ยระยะทาง (กม./เที่ยว) | | 45.32 | 30.73 | 34.72 |

หมายเหตุ: MB = รถโดยสารขนาดกลาง \approx (21-30 ที่นั่ง + มีที่ขึ้น)

LB = รถโดยสารขนาดเล็ก \approx (12 ที่นั่ง + ไม่มีที่ขึ้น)



ภาพ 10 การกระจายการเดินทางไปยังแหล่งท่องเที่ยว กรณีมีศูนย์กลาง 2 แห่ง

3. ผลการวิเคราะห์กรณีมีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งจำนวน 3 แห่ง

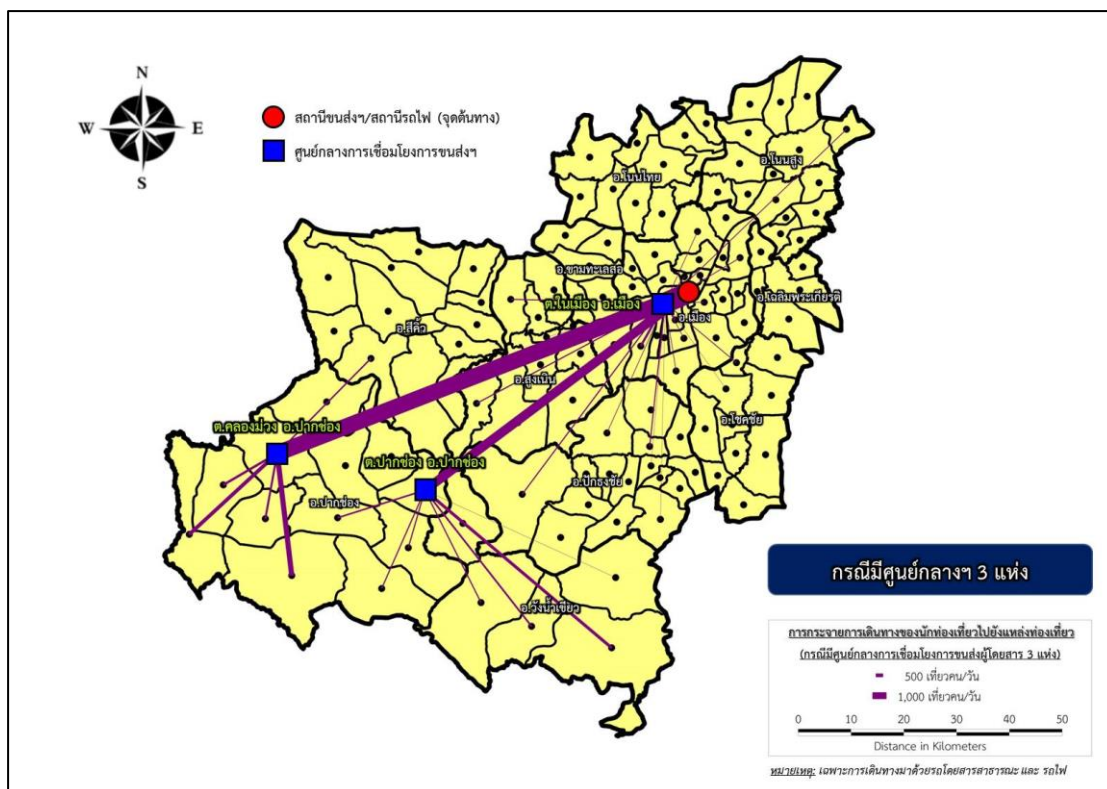
ผลการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายรวมในการเดินทางในพื้นที่ศึกษา ในกรณีมีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง จำนวน 3 แห่ง พบว่า ควรตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง ณ ตำบลในเมือง อำเภอเมืองนครราชสีมา ตำบลคลองม่วง อำเภอปากช่อง และตำบลปากช่อง อำเภอปากช่อง เนื่องจากมีค่าใช้จ่ายรวมในการเดินทางต่ำที่สุด ประมาณ 641,813 บาท/วัน โดยมีจำนวนรถที่ใช้ในการเดินทางไปยังแหล่งท่องเที่ยว 779 เที่ยว/วัน มีค่าเฉลี่ยระยะทางในการเดินทางต่อเที่ยว ประมาณ 33.68 กิโลเมตร ดังแสดงในตาราง 14 และมีผลการวิเคราะห์จากชุดคำสั่งวิซวลเบสิกพอร์ แอปพลิเคชัน กรณีมีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง 3 แห่ง ดังแสดงในภาคผนวก ท

ตาราง 14 ค่าใช้จ่ายรวมในการเดินทาง (กรณีมีศูนย์กลาง จำนวน 3 แห่ง)

| ลำดับ | ตำแหน่งที่ตั้ง ที่เหมาะสม | ค่าใช้จ่ายรวมในการเดินทางต่ำที่สุด (บาท/วัน) | | |
|-------------------------------|------------------------------|--|----------------|---------|
| | | ต้นทาง-ศูนย์ฯ | ศูนย์ฯ-ปลายทาง | รวม |
| 1 | ต.ในเมือง อ.เมือง | | | |
| 2 | ต.คลองม่วง อ.ปากช่อง | 292,865 | 348,948 | 641,813 |
| 3 | ต.ปากช่อง อ.ปากช่อง | | | |
| จำนวนรถที่ใช้ (เที่ยว/วัน) | | MB | LB | MB+LB |
| | | 213 | 566 | 779 |
| ค่าเฉลี่ยระยะทาง (กม./เที่ยว) | | 51.80 | 26.87 | 33.68 |

หมายเหตุ: MB = รถโดยสารขนาดกลาง \approx (21-30 ที่นั่ง + มีที่ขึ้น)

LB = รถโดยสารขนาดเล็ก \approx (12 ที่นั่ง + ไม่มีที่ขึ้น)



ภาพ 11 การกระจายการเดินทางไปยังแหล่งท่องเที่ยว กรณีมีศูนย์กลาง 3 แห่ง

4. ผลการวิเคราะห์กรณีมีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งจำนวน 4 แห่ง

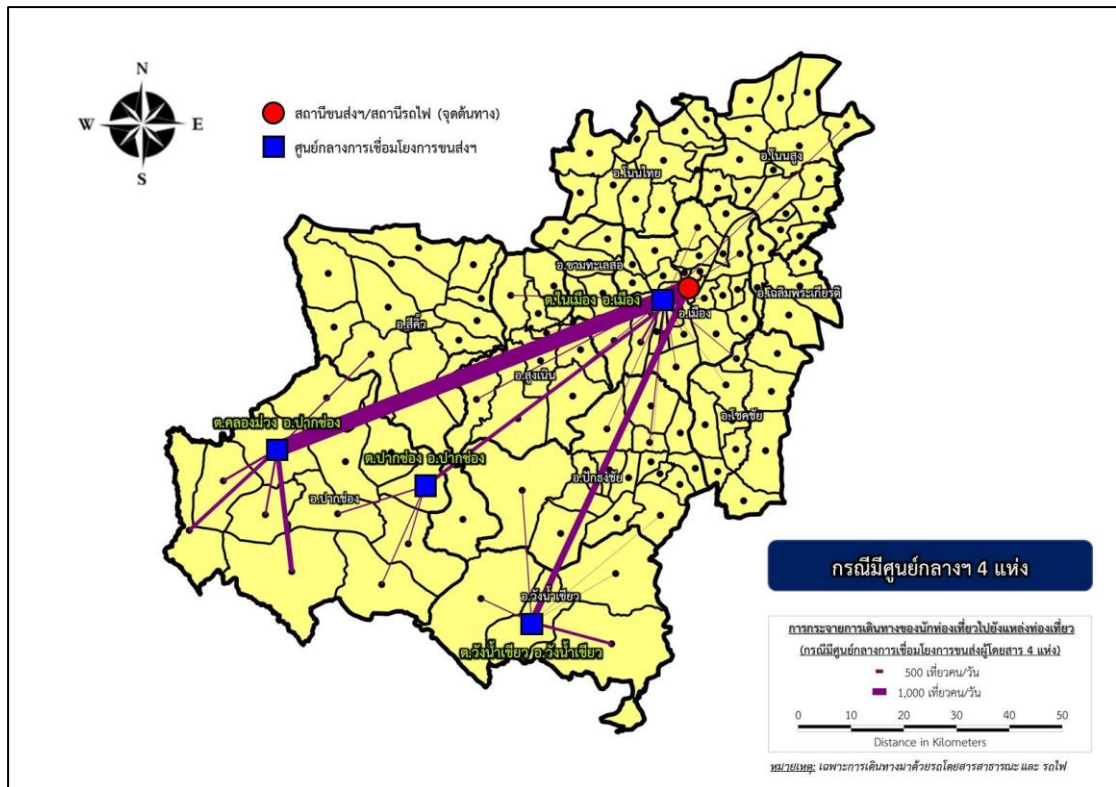
ผลการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายรวมในการเดินทางในพื้นที่ศึกษา ในกรณีมีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง จำนวน 4 แห่ง พบว่า ควรตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง ณ ตำบลในเมือง อำเภอเมืองนครราชสีมา ตำบลคลองม่วง อำเภอปากช่อง ตำบลปากช่อง อำเภอปากช่อง และตำบลวังน้ำเขียว อำเภอวังน้ำเขียว เนื่องจากมีค่าใช้จ่ายรวมในการเดินทางต่ำที่สุด ประมาณ 687,866 บาท/วัน โดยมีจำนวนรถที่ใช้ในการเดินทางไปยังแหล่งท่องเที่ยว 779 เที่ยว/วัน มีค่าเฉลี่ยระยะทางในการเดินทางต่อเที่ยวประมาณ 35.21 กิโลเมตร ดังแสดงในตาราง 15 และมีผลการวิเคราะห์จากชุดคำสั่งวิซวลเบสิกฟอร์แอปพลิเคชัน กรณีมีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง 4 แห่ง ดังแสดงในภาคผนวก บ

ตาราง 15 ค่าใช้จ่ายรวมในการเดินทาง (กรณีมีศูนย์กลาง จำนวน 4 แห่ง)

| ลำดับ | ตำแหน่งที่ตั้ง ที่เหมาะสม | ค่าใช้จ่ายรวมในการเดินทางต่ำที่สุด (บาท/วัน) | | |
|-------------------------------|--------------------------------|--|----------------|---------|
| | | ต้นทาง-ศูนย์ฯ | ศูนย์ฯ-ปลายทาง | รวม |
| 1 | ต.ในเมือง อ.เมือง | | | |
| 2 | ต.คลองม่วง อ.ปากช่อง | 318,434 | 369,432 | 687,866 |
| 3 | ต.ปากช่อง อ.ปากช่อง | | | |
| 4 | ต.วังน้ำเขียว อ.วังน้ำเขียว | | | |
| จำนวนรถที่ใช้ (เที่ยว/วัน) | | MB | LB | MB+LB |
| | | 213 | 566 | 779 |
| ค่าเฉลี่ยระยะทาง (กม./เที่ยว) | | 53.37 | 28.38 | 35.21 |

หมายเหตุ: MB = รถโดยสารขนาดกลาง \approx (21-30 ที่นั่ง + มีที่ขึ้น)

LB = รถโดยสารขนาดเล็ก \approx (12 ที่นั่ง + ไม่มีที่ขึ้น)



ภาพ 12 การกระจายการเดินทางไปยังแหล่งท่องเที่ยว กรณีมีศูนย์กลาง 4 แห่ง

5. สรุปผลการวิเคราะห์จำนวนและสถานที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนสถานที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง และค่าใช้จ่ายรวมการเดินทาง พบว่า ค่าใช้จ่ายรวมในการเดินทางในกรณีที่มีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งในพื้นที่ศึกษา จำนวนตั้งแต่ 1 ถึง 4 แห่ง เทียบกับกรณีที่ไม่มีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งนั้นมีค่าใช้จ่ายลดลงตามลำดับ คือ 883,807 บาท/วัน 812,423 บาท/วัน 698,588 บาท/วัน 641,813 บาท/วัน และ 687,866 บาท/วัน โดยมีการลดลงประมาณ 8.08% 20.96% 27.38% และ 22.17% ตามลำดับ หากวิเคราะห์เป็นค่าใช้จ่ายรวมในการเดินทางต่อระยะทาง จะได้ผลการวิเคราะห์ตามจำนวนศูนย์ฯ ตั้งแต่ 0 ถึง 4 แห่ง มีค่าประมาณ 24.09 บาท/กม. 24.22 บาท/กม. 25.83 บาท/กม. 24.46 บาท/กม. และ 25.08 บาท/กม. ตามลำดับ จากผลการวิเคราะห์จะเห็นได้ว่ากรณีไม่มีศูนย์ฯ มีค่าใช้จ่ายรวมในการเดินทางต่อระยะทางต่ำที่สุดแต่เนื่องจากกรณีที่มีศูนย์ฯ มีค่าเฉลี่ยระยะทางที่สูงที่สุดและเมื่อวิเคราะห์ร่วมกับจำนวนเที่ยวต่อวันจึงส่งผลให้มีค่าใช้จ่ายรวมในการเดินทางสูงที่สุด

แสดงให้เห็นว่าการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนสถานที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง และค่าใช้จ่ายรวมในการเดินทางในกรณีที่มีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งในพื้นที่ศึกษา จำนวนตั้งแต่ 1 ถึง 4 แห่ง มีค่าใช้จ่ายรวมในการเดินทางที่ลดลงในทุกกรณีเมื่อเทียบกับกรณีที่ไม่มีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง โดยการเพิ่มจำนวนสถานที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งในพื้นที่ศึกษา จำนวนตั้งแต่ 1 ถึง 3 แห่ง นั้นจะช่วยลดค่าใช้จ่ายในการเดินทางลงตามลำดับ และค่าใช้จ่ายรวมการเดินทางจะเพิ่มขึ้นเมื่อมีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง จำนวน 4 แห่ง (เทียบกับกรณีมีศูนย์ฯ จำนวน 3 แห่ง) เนื่องจากเกิดค่าใช้จ่ายรวมในการเดินทางทั้งขาเข้าและขาออก มีค่าเพิ่มขึ้นจากการแปรผันตามค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากระยะทาง ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากเวลา และค่าโดยสาร ดังแสดงในตาราง 16 และภาพ 13-16

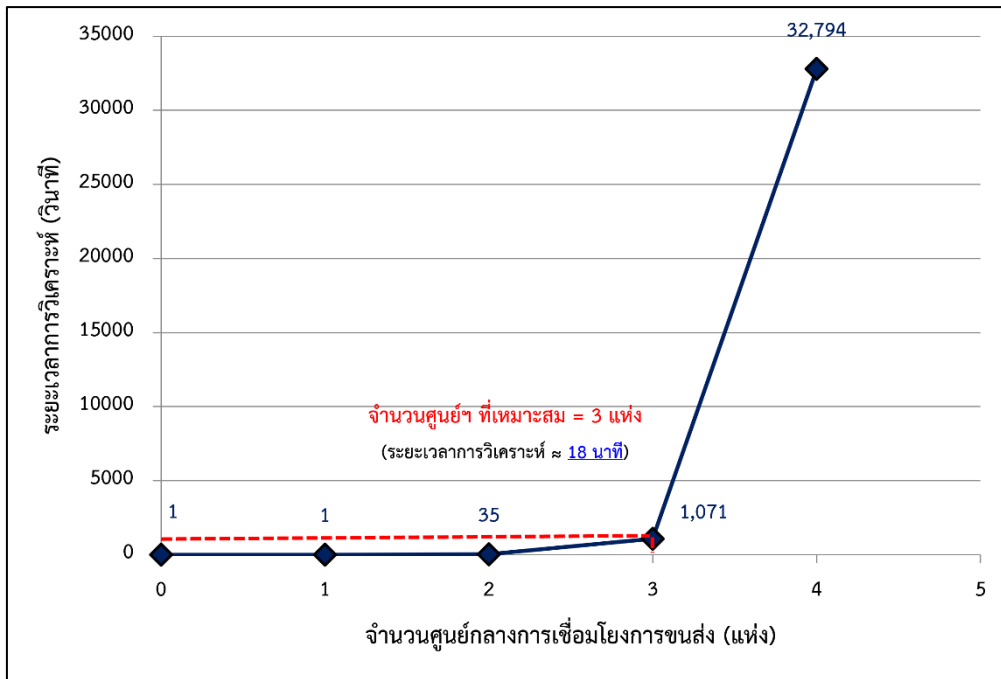
ดังนั้น จำนวนสถานที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งที่มีค่าใช้จ่ายรวมในการเดินทางต่ำที่สุด คือ จำนวน 3 แห่ง ในตำแหน่งตำบลในเมือง อำเภอเมืองนครราชสีมา ตำบลคลองม่วง อำเภอปากช่อง และตำบลปากช่อง อำเภอปากช่อง ซึ่งเป็นจำนวนศูนย์ฯ ที่เกิดค่าใช้จ่ายรวมในการเดินทางต่ำที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยระยะทางในการเดินทางประมาณ 33.68 กิโลเมตรต่อเที่ยว มีจำนวนรถที่ใช้ในการเดินทางไปยังแหล่งท่องเที่ยว 779 เที่ยว/วัน ใช้จำนวนการวิเคราะห์ 333,375 กรณี และใช้เวลาในการวิเคราะห์ 1,071 วินาที หรือประมาณ 18 นาที

ตาราง 16 สรุปผลการวิเคราะห์จำนวนและสถานที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งผู้โดยสารที่เหมาะสมในพื้นที่ศึกษา

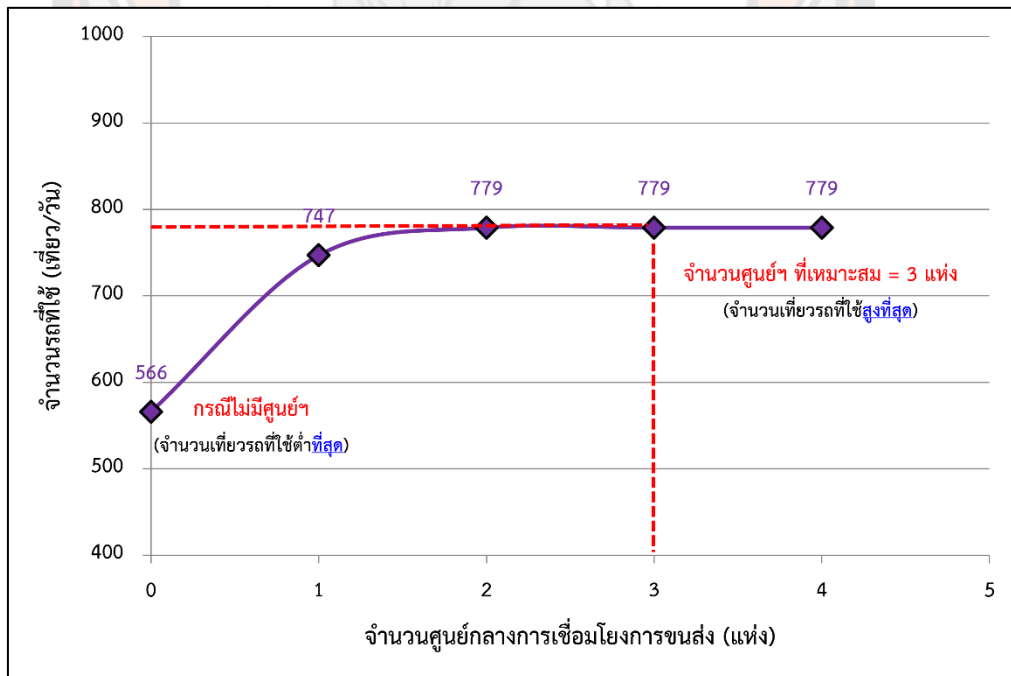
| กรณีศึกษา (พื้นที่) | จำนวนการ วิเคราะห์ (กรณี) | ระยะเวลา การ วิเคราะห์ (วินาที) | ตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสม | ค่าใช้จ่ายรวมในการเดินทาง | | จำนวนรถที่ใช้ (เที่ยว/วัน) | | | ค่าเฉลี่ยระยะทาง (กม./เที่ยว) | | |
|------------------------|---------------------------------|--|--------------------------------|------------------------------|---------|-------------------------------|-----|-----|----------------------------------|------|------|
| | | | | ต้นทุนค่าเดินทาง- ปลายทาง | รวม | MB | LB | รวม | MB | LB | รวม |
| 0 | 1 | 1 | - | - | 883,807 | - | 566 | 566 | - | 64.8 | 64.8 |
| 1 | 127 | 1 | ต.ในเมือง อ.เมือง | 2,130 | 810,294 | 214 | 533 | 747 | 5.37 | 60.8 | 44.9 |
| 2 | 8,001 | 35 | ต.หนอง สาหร่าย อ.ปากช่อง | 265,421 | 433,167 | 213 | 566 | 779 | 45.3 | 30.7 | 34.7 |
| 3 | 333,375 | 1,071 | ต.ในเมือง อ.เมือง | 292,865 | 348,948 | 213 | 566 | 779 | 51.8 | 26.9 | 33.7 |

ตาราง 16 (ต่อ) สรุปผลการวิเคราะห์จำนวนและสถานที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งผู้โดยสารที่เหมาะสมในพื้นที่ศึกษา

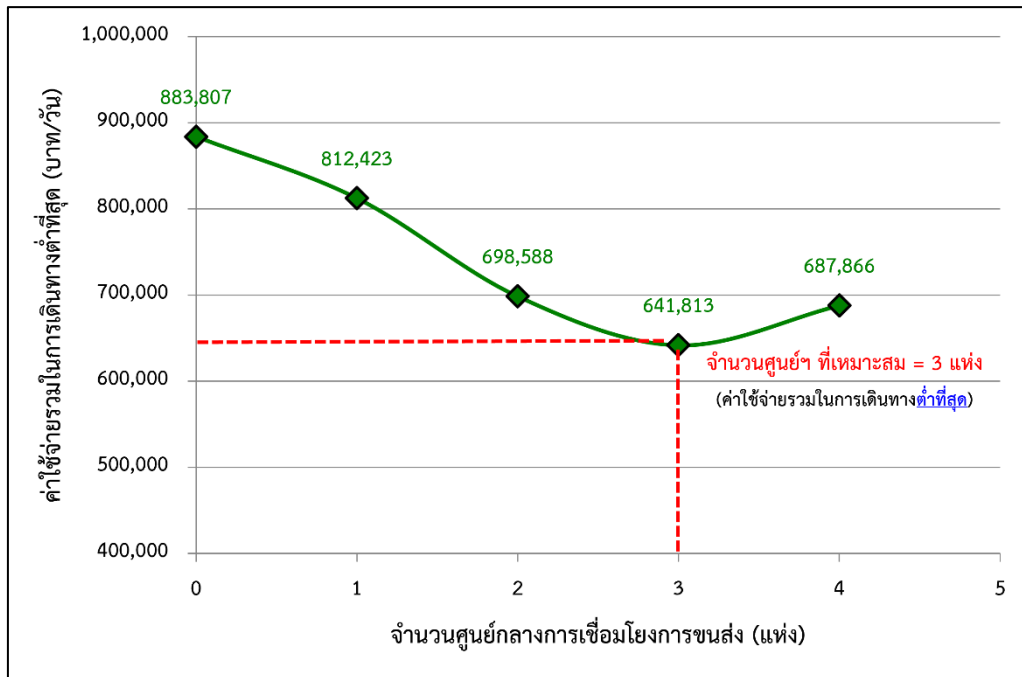
| กรณีศึกษา (แหล่ง) | จำนวนการ วิเคราะห์ (กรณี) | ระยะเวลา การ วิเคราะห์ (วินาที) | ตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสม | ค่าใช้จ่ายรวมในการเดินทาง | | จำนวนรถที่ใช้ | | ค่าเฉลี่ยระยะทาง | | | | | |
|----------------------|---------------------------------|--|-----------------------------|--|--------------------|---------------|---------|------------------|-----|-----|------|------|------|
| | | | | ค่าที่สูงสุด (บาท/วัน) | | (เที่ยว/วัน) | | (กม./เที่ยว) | | | | | |
| | | | | ต้นทาง- ศูนย์ฯ | ศูนย์ฯ- ปลายทาง | รวม | MB | LB | รวม | MB | LB | รวม | |
| 4 | 10,334,625 | 32,794 | ต.คลอง ม่วง อ.ปากช่อง | ต.ปากช่อง ต.วังน้ำเขียว อ.ปากช่อง อ.วังน้ำเขียว | 318,434 | 369,432 | 687,866 | 213 | 566 | 779 | 53.4 | 28.4 | 35.2 |



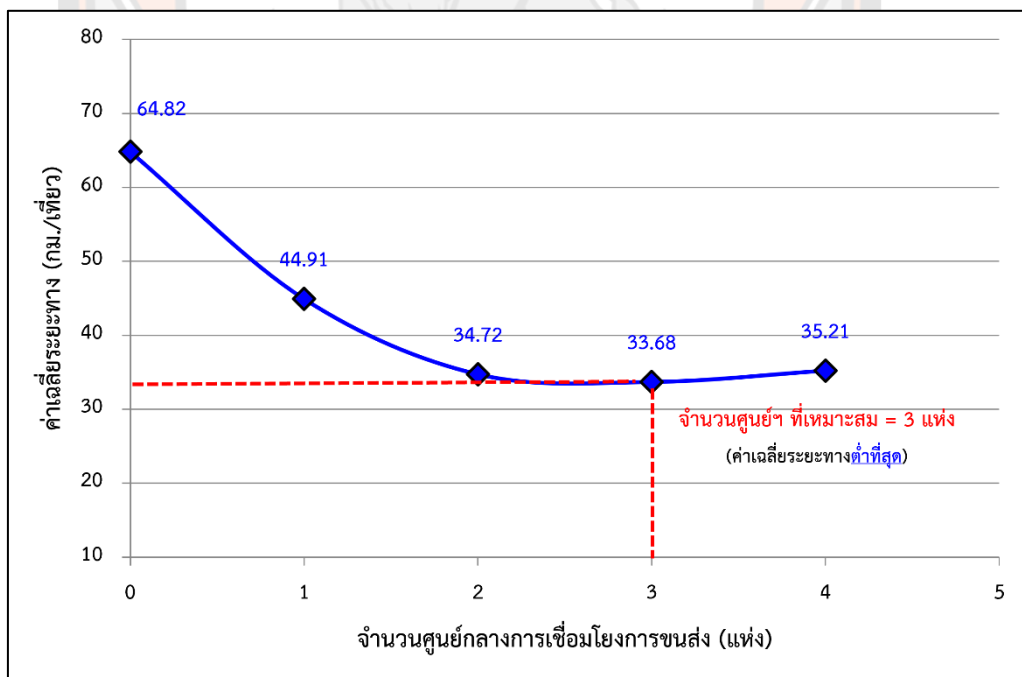
ภาพ 13 ระยะเวลาในการวิเคราะห์ต่อจำนวนศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง



ภาพ 14 จำนวนรถที่ใช้ต่อจำนวนศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง



ภาพ 15 ค่าใช้จ่ายรวมในการเดินทางต่ำที่สุดต่อจำนวนศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง



ภาพ 16 ค่าเฉลี่ยระยะทางต่อจำนวนศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง

บทที่ 5

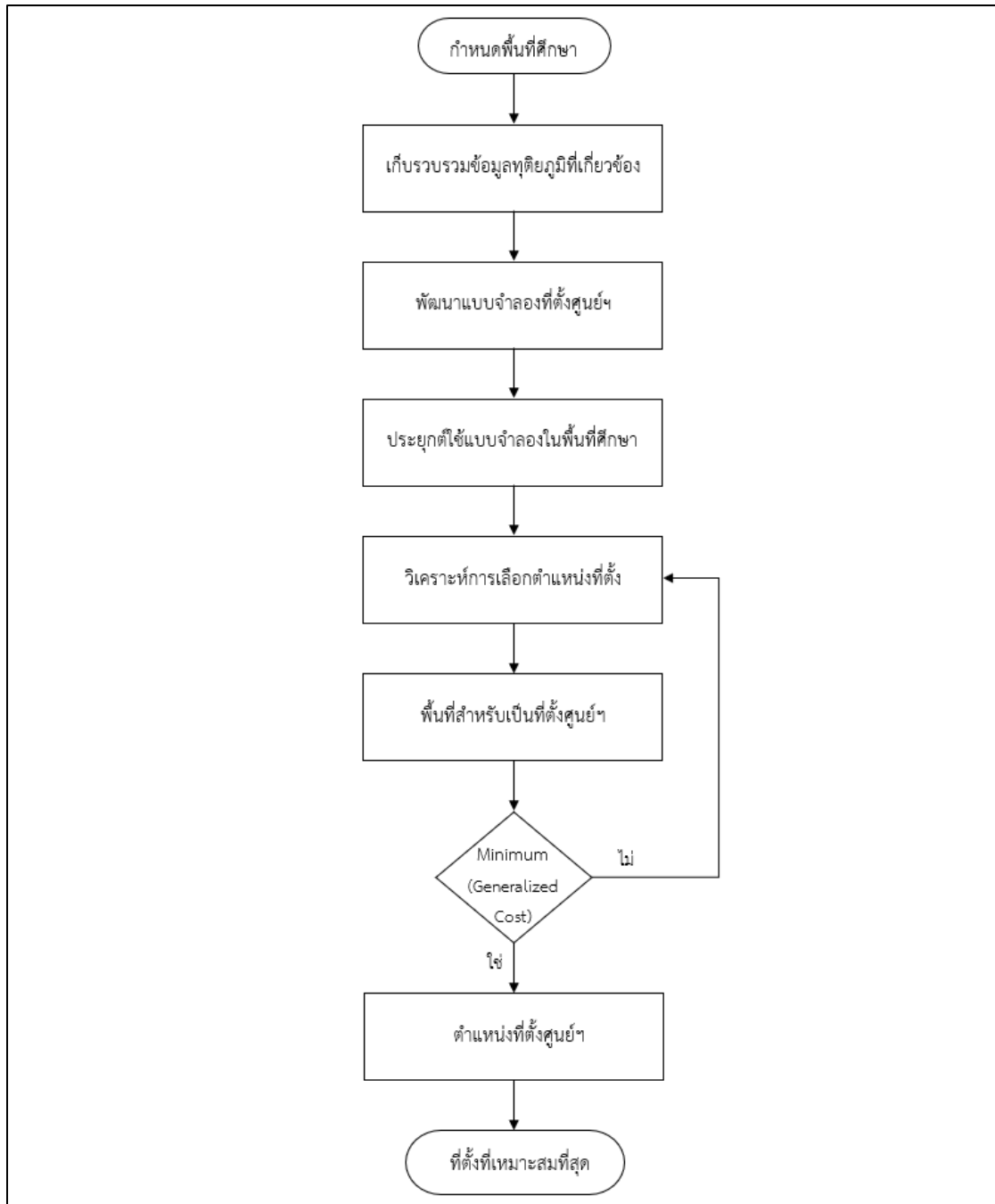
บทสรุป

การศึกษาการสร้างแบบจำลองที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงของการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยวในจังหวัดนครราชสีมา จุดมุ่งหมายเพื่อเสนอกรอบแนวคิดในการสร้างแบบจำลองที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยวในจังหวัดนครราชสีมา และเพื่อวิเคราะห์ตำแหน่งที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งผู้โดยสารต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยวที่เหมาะสมสำหรับจังหวัดนครราชสีมา โดยใช้แบบจำลองการเลือกตำแหน่งที่ตั้งส่วนกลาง (Hub Location) มาประยุกต์ใช้กับพื้นที่ศึกษา เพื่อให้เกิดการเชื่อมโยงระหว่างรูปแบบการขนส่งหลักกับรูปแบบการขนส่งในท้องถิ่น ซึ่งสามารถสรุปได้ ดังนี้

สรุปและอภิปรายผล

กรอบแนวคิดในการสร้างแบบจำลองที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยวในจังหวัดนครราชสีมา ประกอบไปด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิที่เกี่ยวข้องกับการท่องเที่ยวและการเชื่อมโยงการขนส่งผู้โดยสารต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยว 2) การพัฒนาแบบจำลองที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งผู้โดยสารต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยว ตามหลักการการเลือกทำเลที่ตั้ง แบบปัญหาการเลือกตำแหน่งฮับ และ 3) การประยุกต์ใช้แบบจำลองกับจังหวัดนครราชสีมา โดยแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 กรณี คือ กรณีไม่มีและกรณีมีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง จากผลการประยุกต์ใช้ กรอบแนวคิดนี้สามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์หาจำนวนและตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสมของศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งผู้โดยสารต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยวในจังหวัดนครราชสีมาได้ โดยสามารถให้คำตอบในส่วนของจำนวนและตำแหน่งที่ตั้งได้อย่างเหมาะสม อีกทั้ง สามารถให้ข้อมูลผลการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายรวมในการเดินทางต่ำที่สุด (บาท/วัน), จำนวนรถที่ใช้ (เที่ยว/วัน), ค่าเฉลี่ยระยะทาง (กม./เที่ยว) และระยะเวลาการวิเคราะห์ (วินาที) ได้ โดยกรอบแนวคิดในการสร้างแบบจำลองสามารถให้แบบจำลองที่ช่วยสนับสนุนข้อมูลประกอบการตัดสินใจในการจัดตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยวในจังหวัดนครราชสีมาได้ ซึ่งกรอบ

แนวคิดในการสร้างแบบจำลองที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยว มีรายละเอียดดังภาพ 1 และมีขั้นตอนการวิเคราะห์ดังภาพ 17



ภาพ 17 ขั้นตอนการวิเคราะห์ที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยว

จากการนำกรอบแนวคิดในการสร้างแบบจำลองที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง ต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยวประยุกต์ใช้จังหวัดนครราชสีมา เพื่อวิเคราะห์หาจำนวนและตำแหน่งที่ตั้งของศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยวที่เหมาะสมสำหรับจังหวัดนครราชสีมา พบว่า จำนวนสถานที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งในจังหวัดนครราชสีมาที่มีค่าใช้จ่ายรวมในการเดินทางต่ำที่สุด คือ จำนวน 3 แห่ง ในตำแหน่งตำบลในเมือง อำเภอเมืองนครราชสีมา ตำบลคลองม่วง อำเภอปากช่อง และตำบลปากช่อง อำเภอปากช่อง ซึ่งมีจำนวนรถที่ใช้ในการเดินทางไปยังแหล่งท่องเที่ยว 779 เที่ยว/วัน และมีค่าเฉลี่ยระยะทางในการเดินทางต่อเที่ยวประมาณ 33.68 กิโลเมตร ค่าใช้จ่ายรวมในการเดินทางประมาณ 641,813 บาท/วัน เมื่อเทียบกับกรณีไม่มีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง โดยสามารถลดค่าใช้จ่ายรวมในการเดินทางได้ประมาณ 241,994 บาท/วัน ซึ่งเป็นจำนวนสถานที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งที่เหมาะสมที่สุด

ข้อเสนอแนะ

- สามารถนำกรอบแนวคิดในการสร้างแบบจำลองที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง ต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยวไปประยุกต์ใช้ในพื้นที่ศึกษาอื่น ๆ ที่พบปัญหาหรือมีแนวทางในการพัฒนาด้านการท่องเที่ยวให้สามารถเข้าถึงแหล่งท่องเที่ยวได้สะดวกมากขึ้น
- ควรดำเนินการศึกษาให้ครอบคลุมพื้นที่ในจังหวัดนครราชสีมา เพื่อให้สามารถวางแผนพัฒนาการท่องเที่ยวให้สอดคล้องกับความสำคัญของทรัพยากรท่องเที่ยวให้เป็นไปตามความต้องการและความสามารถของพื้นที่
- สามารถนำข้อมูลผลการวิจัยครั้งนี้ไปใช้ในการวางนโยบายและแผนการให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เพื่อเพิ่มศักยภาพในการให้บริการและเพื่อดึงดูดนักท่องเที่ยวให้ใช้บริการมากยิ่งขึ้น
- ผลการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายโดยรวมในการเดินทางต่ำที่สุดในการวิจัยนี้เป็นผลรวมของค่าใช้จ่ายที่ประกอบด้วย ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากระยะทาง ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากเวลา และค่าโดยสาร ผลการวิเคราะห์นี้จึงเหมาะสมในการนำไปประยุกต์ใช้กับพื้นที่ที่มีจุดจอตรับ-ส่งผู้โดยสารเดิม และปรับปรุงพื้นที่เดิมให้พัฒนาเป็นศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งผู้โดยสารตามผลการวิเคราะห์ต่อไป

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งถัดไป

- ควรศึกษาตัวแปรอิสระอื่น ๆ ที่มีผลกระทบต่อค่าใช้จ่ายรวมในการดำเนินงาน เช่น ขนาด ศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง งบประมาณในการก่อสร้าง และ การบริหารจัดการภายใน ศูนย์ฯ เป็นต้น ตัวแปรเหล่านี้ อาจทำให้ผลการวิจัยที่ได้รับแตกต่างออกไป ซึ่งจะส่งผลต่อ ความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์ของการเลือกตำแหน่งที่ตั้งศูนย์ฯ และนำไปสู่ ข้อเสนอแนะในเชิงนโยบายที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น
- ควรดำเนินการศึกษาระบบการขนส่งในท้องถิ่นร่วมด้วยเพื่อให้เกิดความร่วมมือของผู้ ให้บริการในพื้นที่และสามารถเชื่อมโยงและสนับสนุนการท่องเที่ยวได้อย่างยั่งยืน



บรรณานุกรม



บรรณานุกรม

- กรมการปกครอง. (2565). ระบบสถิติทางการทะเบียน จำนวนประชากร พ.ศ.2565.
https://stat.bora.dopa.go.th/new_stat/file/65/stat_t65.xls
- กรมทางหลวง. (2564). โครงการทางหลวงพิเศษระหว่างเมือง สายบางปะอิน-นครราชสีมา (M6).
 Available from: <http://www.doh-motorway.com/motorway-project/northeastern-route/m6/>.
- กวี ศรีเมือง (2550). การหาจำนวนรถบรรทุกที่เหมาะสมในการขนส่งสินค้าในธุรกิจค้าปลีก: กรณีศึกษาที่อู่ปลื้มชุมเปอร์มาร์เก็ต.
- กานต์ กานต์กนก. (2552). VBA ซอฟต์แวร์สำหรับสร้างตัวแบบการจำลองสถานการณ์บนไมโครซอฟต์เอกเซล.
- การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย. (2563). นครราชสีมา.
https://api.tat.or.th/upload/live/multimedia/9181/%E0%B8%99%E0%B8%84%E0%B8%A3%E0%B8%A3%E0%B8%B2%E0%B8%8A%E0%B8%AA%E0%B8%B5%E0%B8%A1%E0%B8%B2_TH.pdf
- การบริหารด้านภูมิสารสนเทศ. (2564). ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์.
- การรถไฟแห่งประเทศไทย. (2566). ตารางเวลาเดินรถ สายตะวันออกเฉียงเหนือ. จาก
<https://www.railway.co.th/Download/Timetable/2566/SRT-Timetable-2023-04-05-NortheasternLine.pdf>.
- เกรียงไกร อรุโณทยานันท์ และคณะ. (2557). การพัฒนาแบบจำลองการคัดเลือกตำแหน่งที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าภายใต้ความเสี่ยงภัยพิบัติทางธรรมชาติในประเทศไทย โดยวิธีการเมตาฮิวริสติก.
- จันทร์ศิริ สิงห์เถื่อน. (2554). การเลือกตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ให้บริการด้วยวิธีการหาคำตอบที่ดีที่สุด. วารสารวิศวกรรมสาร มก, 24(78), 107-122.
- เจษฎา โพธิ์จันทร์ และคณะ. (2565). รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์การยกระดับระบบขนส่งและการเดินทางอัจฉริยะเพื่อสนับสนุนการท่องเที่ยวไทย. หน่วยบริหารและจัดการทุนด้านการเพิ่มความสามารถในการแข่งขันของประเทศ (บพข.). กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

- ณัฐนิภรณ์ น้อยเสงี่ยม และคณะ. (2562). กระบวนการค้นหาศักยภาพด้วยการมีส่วนร่วมเพื่อพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวลุ่มน้ำปะเหลียน จังหวัดตรัง. *วารสารวิชาการคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สจล.*
- ถิระศักดิ์ ทองศิริ และ เจษฎา แก้วกัลยา (2554). โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับจัดการระบบชลประทานภายใต้แรงดันในพื้นที่อุทยานเกษตร 50 พรรษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จ.สกลนคร.
- เทอดศักดิ์ รองวิริยะพานิช และ ไกรศักดิ์ กำลั้ง. (2550). การจัดทำฐานข้อมูลการขนส่งและระบบขนส่งต่อเนื่องทั่วประเทศไทย.
- ธนวัฒน์ เมธัญญรัตน์. (2557). การเลือกที่ตั้งคลังน้ำมันในประเทศไทย.
- นพนันต์ เมืองเหนือ. (2556). ประเทศไทยกับการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ. *วารสารการอาชีพและเทคนิคศึกษา*, 3(5), 58-65.
- น้ำฝน จันทน์นวล. (2555). ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมของนักท่องเที่ยวชาวจีนที่มาท่องเที่ยวเมืองไทย.
- บริษัท อินโฟเสิร์ช จำกัด. (2562). รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการสำรวจพฤติกรรมการเดินทางท่องเที่ยวของชาวไทย พ.ศ.2562.
- ปรัชญา ทาร์กษ. (2552). การเลือกทำเลที่ตั้งโรงงานผู้ผลิตบานประตูหน้าต่าง. (วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.
- พรเพิ่ม แซ่โจ้ว. (2553). การวิเคราะห์ที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าของอุตสาหกรรมต้นกล้าสุราษฎร์ธานีศึกษา จังหวัดราชบุรี. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- รัสรินทร์ โฆษิตรัฐพัชรสุข. (2552). การพัฒนาโปรแกรมการจัดการและควบคุมเครื่องมือวัดเพื่อการสอบเทียบ.
- วศิน ปัญญาวุธตระกูล (2561). การจัดการชุมชนการท่องเที่ยวบนพื้นที่สูง กรณีศึกษาภูมโลและพื้นที่เชื่อมโยงอย่างยั่งยืน. *วารสารศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี*. 14(1). 151-197.
- วาทิต อธิศิริเวทย์. (2551). พฤติกรรมนักท่องเที่ยวของนักท่องเที่ยวต่างชาติในประเทศไทย.
- สามารถ อาษากิจ. (2554). การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการพิจารณาจุดที่ตั้งที่เหมาะสมของอ่างเก็บน้ำ.
- สำนักงานขนส่งจังหวัดนครราชสีมา (2567). *คำโดยสารจากจังหวัดนครราชสีมา กับ อำเภอต่าง ๆ.*
- สำนักงานขนส่งจังหวัดนครราชสีมา. (2559). *ประวัติความเป็นมา.* จาก https://nma.dlt.go.th/th/m_page_1654

สำนักงานโครงการก่อสร้างรถไฟทางคู่สายตะวันออกเฉียงเหนือช่วงมาบะเปา-ชุมทางถนนจิระ.

(2564). *โครงการก่อสร้างรถไฟทางคู่สายตะวันออกเฉียงเหนือ ช่วงมาบะเปา - ชุมทางถนนจิระ*.

สำนักงานจังหวัดนครราชสีมา. (2566). *แผนพัฒนาจังหวัดนครราชสีมา ระยะ 5 ปี(พ.ศ. 2566 - 2570) ฉบับประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2566*.

https://www2.nakhonratchasima.go.th/files/com_ebook_strategy/2023-03_e4011bba3ea5719.pdf

สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (2561). *การเชื่อมโยงเส้นทางการเดินทางคมนาคมเพื่อรองรับการส่งเสริมและการพัฒนาการท่องเที่ยวในพื้นที่ EEC*.

สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร กระทรวงคมนาคม. (2555). *โครงการศึกษาความเหมาะสมและออกแบบระบบรถไฟทางคู่ เพื่อการขนส่งและการจัดการโลจิสติกส์ (ระยะเร่งด่วนช่วงชุมทางจิระ - ขอนแก่น)*.

สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร กระทรวงคมนาคม. (2558). *โครงการศึกษาและออกแบบรถไฟความเร็วสูงสายกรุงเทพฯ - หนองคาย ระยะที่ 2 ช่วงนครราชสีมา - หนองคาย*.

สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร กระทรวงคมนาคม. (2560). *โครงการศึกษาแผนแม่บทจราจรและแผนแม่บทพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะในเขตเมืองนครราชสีมา*.

https://www.otp.go.th/uploads/tiny_uploads/ProjectOTP/2559/Project10/Final Report.rar

สำนักงานบริหารนโยบายของนายกรัฐมนตรี. (2564). *รถไฟความเร็วสูง กรุงเทพฯ - หนองคาย เฟส 2 เส้นทางโคราช-หนองคาย เชื่อมคมนาคม จีน-ไทย เปิดใช้ปี 2572*. Available from: <https://www.pmdu.go.th/high-speed-train-phase-2/>.

สำนักงานปลัดกระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา. (2565) *รายงานสรุปการจัดทำบัญชีประชาชาติด้านการท่องเที่ยวฉบับสมบูรณ์ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2565*.

https://www.mots.go.th/images/v2022_1681789818500VFNBIDI1NjUucGRm.pdf

สำนักงานสถิติแห่งชาติ. (2563). *สรุปสถานการณ์ท่องเที่ยวภายในประเทศ เป็นรายจังหวัด พ.ศ. 2553 - 2562*, จาก

https://www.nso.go.th/nsoweb/downloadFile/stat_impt/at/file_xls_th

สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2562). *ดัชนีความก้าวหน้าของคน ประจำปี 2562*.

- สำนักแผนงาน กรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม. (2561). *ค่าใช้จ่ายในการใช้รถ (Vehicle Operating Cost: VOC)*. โครงการศึกษาจัดทำมาตรฐานการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายผู้ใช้ทาง (Road USER COST: RUC). โดย สถาบันการขนส่ง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สำนักแผนงาน กรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม. (2561). *มูลค่าเวลาในการเดินทาง (Value Of Time: VOT)*. โครงการศึกษาวิเคราะห์ และพัฒนาต้นแบบการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายผู้ใช้ทาง (Road USER COST: RUC). โดย สถาบันการขนส่ง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สำเร็จ อินทร์วงศ์. (2562). *การเลือกทำเลที่ตั้งคลังสินค้า*.
- อรรถวิทย์ อุปโยคิน และคณะ. (2558). *การคัดเลือกที่ตั้งสำหรับศูนย์โลจิสติกส์โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และการวิเคราะห์แบบหลายหลักเกณฑ์*.
- อำพล นววงศ์เสถียร และคณะ. (2557). *ต้นทุนการขนส่งรวมต่อเนื่องหลายรูปแบบที่มีผลต่อการเลือกรูปแบบการขนส่งของอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ในจังหวัดสมุทรปราการ*.
- Akyuz, M. H., Oncan, T., & Altinel, I. K. (2009). *The multi-commodity capacitated multi-facility Weber problem: Heuristics and confidence intervals*. In Proceedings of the international multi-conference of engineers and computer scientists, 2.
- Alanis, R., Ingolfsson, A., & Kolfal, B. (2010). *A Markov chain model for an EMS system with repositioning*.
- Albareda-Sambola, M., Fernández, E., Hinojosa, Y., & Puerto, J. (2009). The multiperiod incremental service facility location problem. *Computers and Operations Research*, 36(5), 1356-1375.
- Amiri, A. B., Jabalameli, M. S., & Hashem, S. M. J. (2011). *A multi-objective robust stochastic programming model for disaster relief logistics under uncertainty*. OR Spectrum, 1-29.
- Balcik, B., & Beamon, B. M. (2008). Facility Location in humanitarian relief. *International Journal of Logistics: Research and applications*, 11(2), 101-121.
- Ballou, R. H. (1968). Dynamic Warehouse Location Analysis. *Journal of Marketing Research*, 5(3), 271-276.
- Bastani, S., & Kazemzadeh, N. (2009). *Hierarchical location problem*. In R. Z. Farahani & M. Hekmatfar (Eds.). *Facility location: Concepts, models, algorithms and case studies*. Contributions to management science, Heidelberg: Physica-Verlag.

- Berman, O., & Drezner, Z. (2006). Location of congested capacitated facilities with distance-sensitive demand. *IIE Transactions*, 38, 213-221.
- Charles, A., & Lauras, M. (2011). An enterprise modelling approach for better optimisation modelling: application to the humanitarian relief chain coordination problem. *OR Spectrum*, 33, 815-841.
- Chen, G., Daskin, M. S., Shen, Z. J., & Uryasev, S. (2006). *The α -reliable mean-excess regret model for stochastic facility location*, University of Florida, Department of Industrial and Systems Engineering.
- Church, R., & ReVelle, C. (1974). The maximal covering location problem. *Papers of the Regional Science Association*, 32, 101-118.
- Daneshzand, F., & Shooleh, R. (2009). *Multifacility location problem*. In R. Z. Farahani & M. Hekmatfar (Eds.). *Facility location: Concepts, models, algorithms and case studies*. Contributions to management science, Heidelberg: Physica-Verlag. doi: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-7908-2151-211>.
- Dasci, A., & Verter, V. (2001). The plant location and technology acquisition problem. *IIE Transactions*, 33(11), 963-974.
- Daskin, M. S. (1995). Network and discrete location: Models, algorithms and applications. *Journal of Transport Geography*, 4(4), 302-303. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0966-6923\(97\)89394-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0966-6923(97)89394-5).
- Davis, L. B., Samanlioglu, F., Qua, X., & Root, S. (2013). Inventory planning and coordination in disaster relief efforts. *International Journal of Production Economics*, 141(2), 561-573.
- Diaz-Banez, J. M., Mesa, J. A., & Schobel, A. (2004). Continuous location of dimensional structures. *European Journal of Operational Research*, 152(1), 22-44. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0377-2217\(02\)00647-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0377-2217(02)00647-1).
- Dodson, J., Mees, P., Stone, J. and Burke, M. (2011). *The principles of public transport network planning: a review of the emerging literature with select examples*. Urban Research Program. 15.
- Drezner, T., Drezner, Z., & Salhi, S. (2006). A multi-objective heuristic approach for the casualty collection points location problem. *Journal of the Operational Research Society*, 57, 727-734.

- Drezner, Z., & Wesolowsky, G. O. (1991). Facility location when demand is time-dependent. *Naval Research Logistics*, 38(5), 763.
- Duran, S., Gutierrez, M. A., & Keskinocak, P. N. (2011). Pre-positioning of emergency items worldwide for CARE international. *Interfaces*, 41, 223-237.
- Edrissi, A., Poorzahedy, H., Nassiri, H., & Nourinejad, M. (2013). A multi-agent optimization formulation of earthquake disaster prevention and management. *European Journal of Operational Research*, 229, 261-275.
- Farahani, R. Z., Drezner, Z., & Asgari, N. (2009). Single facility location and relocation problem with time-dependent weights and discrete planning horizon. *Annals of Operations Research*, 167(1), 353-368.
- Fernandez, E., & Puerto, J. (2003). Multi-objective solution of the uncapacitated plant location problem. *European Journal of Operational Research*, 145(3), 509-529.
- Hakimi, S. L. (1964). Optimum locations of switching centers and the absolute centers and medians of a graph. *Operations Research*, 12(3), 450-459.
- Hale, T. S., & Moberg, C. R. (2003). Location science research: A review. *Annals of Operations Research*, 123(1-4), 21-35.
- Harewood, S. I. (2002). Emergency ambulance deployment in Barbados: A multiobjective approach. *Journal of the Operational Research Society*, 53(2), 185-192.
- Hormozi, A. M., & Khumawala, B. M. (1996). An improved algorithm for solving a multi-period facility location problem. *IIE Transactions*, 28(2), 105-114.
- Jamshidi, M. (2009). *Median location problem*. In R. Z. Farahani & M. Hekmatfar (Eds.). *Facility location: Concepts, models, algorithms and case studies. Contributions to management science*, Heidelberg: Physica-Verlag.
- Jian-Hui, Y., Cheng, Z., Jian-Jun Zh., Qi-Jun Z. and Jun-Pei Zh. (2012). *Charge transport and shot noise on the surface of a topological insulator with a magnetic modulation*. *Chinese Physics B*. 21(4).
- John Walsh and Khin Kyi Zin (2562). *Achieving Sustainable Community-Based Tourism in Rural*.
- Kahraman, C., Cebi, S., & Tuysuz, F. (2010). *Fuzzy location selection techniques: Studies in fuzziness and soft computing*. *Production Engineering and Management under Fuzziness*, 252, 329-358.

- Klose, A., & Drexler, A. (2005). Facility location models for distribution system design. *European Journal of Operational Research*, 162(1), 4-29. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2003.10.031>
- Komain Kantawateera et al. (2557). *Tourist Transportation Problems and Guidelines for Developing the Tourism Industry in Khon Kaen, Thailand*. doi: 10.5539/ass.v11n2p89.
- Koopmans, T. C., & Beckmann, M. J. (1957). Assignment problems and the location of economic activities. *Econometrica*, 25(1), 53-76.
- Lim, S. K., & Kim, Y. D. (2001). Plant location and procurement planning in knockdown production systems. *Journal of the Operational Research Society*, 52(3), 271-282.
- Maxwell, M. S., Restrepo, M., Henderson, S. G., & Topaloglu, H. (2010). Approximate dynamic programming for ambulance redeployment. *INFORMS Journal on Computing*, 22(2), 266-281.
- Mees, P. (2010). *Transport for Suburbia: Beyond the Automobile Age*. Sterling, VA: Earthscan. 225 pp. (hardback). ISBN 978-1-84407-740-3
- Melo, M. T., Nickel, S., & Saldanha-da-Gama, F. (2009). Facility location and supply chain management – A review. *European Journal of Operational Research*, 196(2), 401-412.
- Miller, T. C., Friesz, T. L., Tobin, R. L., & Kwon, C. (2007). Reaction function based dynamic location modelling in Stackelberg–Nash–Cournot competition. *Networks and Spatial Economics*, 7(1), 77-97.
- Min, H., & Melachrinoudis, E. (1999). The relocation of a hybrid manufacturing/distribution facility from supply chain perspectives: A case study. *Omega*, 27(1), 75-85.
- Moore, J. C., & ReVelle, C. (1982). The hierarchical service location problem. *Management Science*, 28(7), 775-780.
- Nickel, S., & Puetro, J. (2005). *Location theory: A unified approach*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.
- Nielsen, G. et al. (2005). *Public transport – Planning the networks*. HiTrans Best Practice Guide 2. Civitas Consultants AS/The HiTrans Project. Rogaland County Council, Stavanger.

- O'Kelly, M. E. (1987). A quadratic integer program for the location of interacting hub facilities. *European Journal of Operational Research*, 32(3), 393-404.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2016). *Intermodal Connectivity for Destinations*.
<https://web-archiv.e.oecd.org/2017-03-14/420822-2016%20-%20Policy%20paper%20on%20Intermodal%20Connectivity%20for%20Destinations.pdf>
- Owen, S. H., & Daskin, M. S. (1998). Strategic facility location: A review. *European Journal of Operational Research*, 111(3), 423-447.
- Padasht, S., & Razmi, J. (2016). A location-routing model on relief distribution centers. *Uncertain Supply Chain Management*, 4, 269-276.
- Paul, J. A., & Hariharan, G. (2012). Location-allocation planning of stockpiles for effective disaster mitigation. *Annals of Operations Research*, 196, 469-490.
- ReVelle, C. S., & Eiselt, H. A. (2005). Location analysis: A synthesis and survey. *European Journal of Operational Research*, 165(1), 1-19.
- ReVelle, C. S., & Swain, R. W. (1970). Central facilities location. *Geographical Analysis*, 2(1), 30-42.
- ReVelle, C. S., Eiselt, H. A., & Daskin, M. S. (2008). A bibliography for some fundamental problem categories in discrete location science. *European Journal of Operational Research*, 184(3), 817-848. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2006.12.044>.
- Rodrigue, J.-P., Comtois, C., Slack, B., (2013). *The geography of transport systems*. New York: Hofstra University, Department of Global Studies. & Geography.
- Roh, S. Y., Jang, H. M., & Han, C. H. (2013). Warehouse Location Decision Factors in Humanitarian Relief Logistics. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 29(1), 103-120. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajsl.2013.05.006>
- Rosenhead, J., Elton, M., & Gupta, S. K. (1972). Robustness and optimality as criteria for strategic decisions. *Operational Research Quarterly*, 23(4), 413-431.
- Rosenthal, R. E., White, J. A., & Young, D. (1978). Stochastic dynamic location analysis. *Management Science*, 24(6), 645-653.
- Sahin, G., & Sural, H. (2007). A review of hierarchical facility location models. *Computers and Operations Research*, 34(8), 2310-2331.

- Scott, A. J. (1971). Dynamic location-allocation systems: some basic planning strategies. *Environment and Planning*, 3, 73-82.
- Sheu, J. B. (2007). An emergency logistics distribution approach for quick response to urgent relief demand in disasters. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 43(6), 687-709.
- Sheu, J. B., Chen, Y. H., & Lan, L. W. (2005). A novel model for quick response to disaster relief distribution. *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, 5, 2454-2462.
- Snyder, L. V. (2006). Facility location under uncertainty: A review. *IIE Transactions*, 38(7), 547-564.
- Snyder, L. V., Scaparra, P. M., Daskin, M. S., & Church, R. L. (2006). *Planning for disruptions in supply chain networks*. Tutorials in Operations Research, INFORMS, 234-257.
- Susan Gipson (2021). VBA in Excel: *What is Visual Basic for Applications, How to Use*. Retrieved from <https://www.guru99.com/creating-your-first-visual-basic-for-applications-vba-in-excel.html>.
- Thomson, J.M. (1977). *Great cities and their traffic*. Victor Gollancz, London.
- Toregas, C., Swain, R., ReVelle, C., & Bergman, L. (1971). The location of emergency service facilities. *Operations Research*, 19(6), 1363-1373.
- Tzeng, G. H., Cheng, H. J., & Huang, T. D. (2007). Multi-objective optimal planning for designing relief delivery systems. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 43(6), 673-686.
- Ukkusuri, S., & Yushimito, W. (2007). *Location routing approach for the humanitarian prepositioning problem*. Transportation Research Record Journal of the Transportation Research Board.
- Vuchic, V.R. (2005). *Urban Transit: Operations, Planning and Economics*. Book published by John Wiley & Sons. ISBN: 978-0-471-63265-8, pp. 664.
- Wen, M., & Iwamura, K. (2008a). Facility location-allocation problem in random fuzzy environment: Using (a, b)-cost minimization model under the Hurewicz criterion. *Computers and Mathematics with Applications*, 55(4), 704-713.
- Wesolowsky, G. O. (1973). Dynamic facility location. *Management Science*, 19(11), 1241-1248.

Will Kenton (2022). *Visual Basic for Applications (VBA)*. Retrieved from <https://www.investopedia.com/terms/v/visual-basic-for-applications-vba.asp>.





ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยนครพนม

ภาคผนวก ก รายละเอียดการแบ่งพื้นที่ย่อยในการศึกษา

| พื้นที่ย่อย | เขตปกครอง | | |
|-------------|------------|-----------------|-------------|
| | จังหวัด | อำเภอ | ตำบล |
| 1 | นครราชสีมา | เมืองนครราชสีมา | สี่มุม |
| 2 | นครราชสีมา | เมืองนครราชสีมา | หมื่นไวย |
| 3 | นครราชสีมา | เมืองนครราชสีมา | โคกสูง |
| 4 | นครราชสีมา | เมืองนครราชสีมา | ในเมือง |
| 5 | นครราชสีมา | เมืองนครราชสีมา | บ้านโพธิ์ |
| 6 | นครราชสีมา | เมืองนครราชสีมา | ไชยมงคล |
| 7 | นครราชสีมา | เมืองนครราชสีมา | หัวทะเล |
| 8 | นครราชสีมา | เมืองนครราชสีมา | สุรนารี |
| 9 | นครราชสีมา | เมืองนครราชสีมา | หนองไข่น้ำ |
| 10 | นครราชสีมา | เมืองนครราชสีมา | พะเนา |
| 11 | นครราชสีมา | เมืองนครราชสีมา | หนองไผ่ล้อม |
| 12 | นครราชสีมา | เมืองนครราชสีมา | บ้านเกาะ |
| 13 | นครราชสีมา | เมืองนครราชสีมา | ปรุใหญ่ |
| 14 | นครราชสีมา | เมืองนครราชสีมา | โคตกรวด |
| 15 | นครราชสีมา | เมืองนครราชสีมา | โพธิ์กลาง |
| 16 | นครราชสีมา | เมืองนครราชสีมา | ตลาด |
| 17 | นครราชสีมา | เมืองนครราชสีมา | พุดซา |
| 18 | นครราชสีมา | เมืองนครราชสีมา | มะเรียง |
| 19 | นครราชสีมา | เมืองนครราชสีมา | หนองระเวียง |
| 20 | นครราชสีมา | เมืองนครราชสีมา | บ้านใหม่ |
| 21 | นครราชสีมา | เมืองนครราชสีมา | พลกรัง |
| 22 | นครราชสีมา | เมืองนครราชสีมา | หนองบัวศาลา |
| 23 | นครราชสีมา | เมืองนครราชสีมา | หนองจะบก |
| 24 | นครราชสีมา | เมืองนครราชสีมา | หนองกระทุ่ม |
| 25 | นครราชสีมา | เมืองนครราชสีมา | จอหอ |
| 26 | นครราชสีมา | โชคชัย | ท่าอ่าง |

ภาคผนวก ก (ต่อ) รายละเอียดการแบ่งพื้นที่ย่อยในการศึกษา

| พื้นที่ย่อย | เขตปกครอง | | |
|-------------|------------|--------|---------------|
| | จังหวัด | อำเภอ | ตำบล |
| 27 | นครราชสีมา | โชคชัย | ท่าจะหลุง |
| 28 | นครราชสีมา | โชคชัย | ท่าลาดขาว |
| 29 | นครราชสีมา | โชคชัย | โชคชัย |
| 30 | นครราชสีมา | โชคชัย | ท่าเยี่ยม |
| 31 | นครราชสีมา | โชคชัย | ด่านเกวียน |
| 32 | นครราชสีมา | โชคชัย | ทุ่งอรุณ |
| 33 | นครราชสีมา | โชคชัย | กระโทก |
| 34 | นครราชสีมา | โชคชัย | ละลมใหม่พัฒนา |
| 35 | นครราชสีมา | โชคชัย | พลับพลา |
| 36 | นครราชสีมา | โนนไทย | สายออ |
| 37 | นครราชสีมา | โนนไทย | กำปัง |
| 38 | นครราชสีมา | โนนไทย | ค้ำพลู |
| 39 | นครราชสีมา | โนนไทย | สำโรง |
| 40 | นครราชสีมา | โนนไทย | โนนไทย |
| 41 | นครราชสีมา | โนนไทย | ถนนโพธิ์ |
| 42 | นครราชสีมา | โนนไทย | ด่านจาก |
| 43 | นครราชสีมา | โนนไทย | มะค่า |
| 44 | นครราชสีมา | โนนไทย | บัลลังก์ |
| 45 | นครราชสีมา | โนนไทย | บ้านวัง |
| 46 | นครราชสีมา | โนนสูง | โนนสูง |
| 47 | นครราชสีมา | โนนสูง | พลสงคราม |
| 48 | นครราชสีมา | โนนสูง | มะค่า |
| 49 | นครราชสีมา | โนนสูง | ใหม่ |
| 50 | นครราชสีมา | โนนสูง | ลำคองส์ |
| 51 | นครราชสีมา | โนนสูง | บึง |
| 52 | นครราชสีมา | โนนสูง | หลุมข้าว |

ภาคผนวก ก (ต่อ) รายละเอียดการแบ่งพื้นที่ย่อยในการศึกษา

| พื้นที่ย่อย | เขตปกครอง | | |
|-------------|------------|----------|-------------|
| | จังหวัด | อำเภอ | ตำบล |
| 53 | นครราชสีมา | โนนสูง | เมืองปราสาท |
| 54 | นครราชสีมา | โนนสูง | ลำมูน |
| 55 | นครราชสีมา | โนนสูง | ดอนหวาย |
| 56 | นครราชสีมา | โนนสูง | โตนด |
| 57 | นครราชสีมา | โนนสูง | จันอัด |
| 58 | นครราชสีมา | โนนสูง | ธารประสาท |
| 59 | นครราชสีมา | โนนสูง | ขามเฒ่า |
| 60 | นครราชสีมา | โนนสูง | ดอนชมพู |
| 61 | นครราชสีมา | โนนสูง | ด่านคล้า |
| 62 | นครราชสีมา | ปักธงชัย | ตะขบ |
| 63 | นครราชสีมา | ปักธงชัย | ลำนางแก้ว |
| 64 | นครราชสีมา | ปักธงชัย | สำโรง |
| 65 | นครราชสีมา | ปักธงชัย | ธงชัยเหนือ |
| 66 | นครราชสีมา | ปักธงชัย | ภูหลวง |
| 67 | นครราชสีมา | ปักธงชัย | เกษมทรัพย์ |
| 68 | นครราชสีมา | ปักธงชัย | โคกไทย |
| 69 | นครราชสีมา | ปักธงชัย | ตะคุ |
| 70 | นครราชสีมา | ปักธงชัย | ดอน |
| 71 | นครราชสีมา | ปักธงชัย | บ่อปลาทอง |
| 72 | นครราชสีมา | ปักธงชัย | เมืองปัก |
| 73 | นครราชสีมา | ปักธงชัย | สะแกราช |
| 74 | นครราชสีมา | ปักธงชัย | ตุม |
| 75 | นครราชสีมา | ปักธงชัย | สุขเกษม |
| 76 | นครราชสีมา | ปักธงชัย | นกออก |
| 77 | นครราชสีมา | ปักธงชัย | จิว |
| 78 | นครราชสีมา | สูงเนิน | นากลาง |

ภาคผนวก ก (ต่อ) รายละเอียดการแบ่งพื้นที่ย่อยในการศึกษา

| พื้นที่ย่อย | เขตปกครอง | | |
|-------------|------------|-----------|-------------|
| | จังหวัด | อำเภอ | ตำบล |
| 79 | นครราชสีมา | สูงเนิน | สูงเนิน |
| 80 | นครราชสีมา | สูงเนิน | กุดจิก |
| 81 | นครราชสีมา | สูงเนิน | เสมา |
| 82 | นครราชสีมา | สูงเนิน | มะเกลือเก่า |
| 83 | นครราชสีมา | สูงเนิน | โนนค่า |
| 84 | นครราชสีมา | สูงเนิน | โคราษ |
| 85 | นครราชสีมา | สูงเนิน | โค้งยาง |
| 86 | นครราชสีมา | สูงเนิน | มะเกลือใหม่ |
| 87 | นครราชสีมา | สูงเนิน | บุงชีเหล็ก |
| 88 | นครราชสีมา | สูงเนิน | หนองตะไก้ |
| 89 | นครราชสีมา | ขามทะเลสอ | โป่งแดง |
| 90 | นครราชสีมา | ขามทะเลสอ | บึงอ้อ |
| 91 | นครราชสีมา | ขามทะเลสอ | พันดุง |
| 92 | นครราชสีมา | ขามทะเลสอ | ขามทะเลสอ |
| 93 | นครราชสีมา | ขามทะเลสอ | หนองสรวง |
| 94 | นครราชสีมา | สีคิ้ว | หนองบัวน้อย |
| 95 | นครราชสีมา | สีคิ้ว | ลาดบัวขาว |
| 96 | นครราชสีมา | สีคิ้ว | ดอนเมือง |
| 97 | นครราชสีมา | สีคิ้ว | คลองไผ่ |
| 98 | นครราชสีมา | สีคิ้ว | หนองหญ้าขาว |
| 99 | นครราชสีมา | สีคิ้ว | กุดน้อย |
| 100 | นครราชสีมา | สีคิ้ว | สีคิ้ว |
| 101 | นครราชสีมา | สีคิ้ว | กฤษณา |
| 102 | นครราชสีมา | สีคิ้ว | มิตรภาพ |
| 103 | นครราชสีมา | สีคิ้ว | หนองน้ำใส |
| 104 | นครราชสีมา | สีคิ้ว | วังโรงใหญ่ |

ภาคผนวก ก (ต่อ) รายละเอียดการแบ่งพื้นที่ย่อยในการศึกษา

| พื้นที่ย่อย | เขตปกครอง | | |
|-------------|-------------------|---|--------------|
| | จังหวัด | อำเภอ | ตำบล |
| 105 | นครราชสีมา | สีคิ้ว | บ้านหัน |
| 106 | นครราชสีมา | ปากช่อง | หนองสาหร่าย |
| 107 | นครราชสีมา | ปากช่อง | จันทัก |
| 108 | นครราชสีมา | ปากช่อง | หมูสี |
| 109 | นครราชสีมา | ปากช่อง | ชนงพระ |
| 110 | นครราชสีมา | ปากช่อง | คลองม่วง |
| 111 | นครราชสีมา | ปากช่อง | กลางดง |
| 112 | นครราชสีมา | ปากช่อง | โป่งตาลอง |
| 113 | นครราชสีมา | ปากช่อง | ปากช่อง |
| 114 | นครราชสีมา | ปากช่อง | พญาเย็น |
| 115 | นครราชสีมา | ปากช่อง | วังไทร |
| 116 | นครราชสีมา | ปากช่อง | วังกระทะ |
| 117 | นครราชสีมา | ปากช่อง | หนองน้ำแดง |
| 118 | นครราชสีมา | วังน้ำเขียว | วังน้ำเขียว |
| 119 | นครราชสีมา | วังน้ำเขียว | วังหมี |
| 120 | นครราชสีมา | วังน้ำเขียว | ระเริง |
| 121 | นครราชสีมา | วังน้ำเขียว | ไทยสามัคคี |
| 122 | นครราชสีมา | วังน้ำเขียว | อุดมทรัพย์ |
| 123 | นครราชสีมา | เฉลิมพระเกียรติ | พระพุทธ |
| 124 | นครราชสีมา | เฉลิมพระเกียรติ | ช้างทอง |
| 125 | นครราชสีมา | เฉลิมพระเกียรติ | หนองยาง |
| 126 | นครราชสีมา | เฉลิมพระเกียรติ | ท่าช้าง |
| 127 | นครราชสีมา | เฉลิมพระเกียรติ | หนองงูเหลือม |
| 128 | | อำเภอมวกเหล็ก จ.สระบุรี (ทล.2224) | |
| 129 | พื้นที่ย่อยภายนอก | อำเภอด่านขุนทด จ.นครราชสีมา (ทล.2256 ,ทล.2148,ทล.201) | |
| 130 | | อำเภอพระทองคำ จ.นครราชสีมา (ทล.205) | |

ภาคผนวก ก (ต่อ) รายละเอียดการแบ่งพื้นที่ย่อยในการศึกษา

| พื้นที่ย่อย | เขตปกครอง | | |
|-------------|-------------------|--|------|
| | จังหวัด | อำเภอ | ตำบล |
| 131 | | อำเภอขามสะแกแสง จ.นครราชสีมา (ทช.1015,ทล.2150) | |
| 132 | | อำเภอดง จ.นครราชสีมา (ทล.2) | |
| 133 | | อำเภอพิมาย จ.นครราชสีมา (ทล.206) | |
| 134 | | อำเภอจักราช จ.นครราชสีมา (ทช.2039,ทล.226) | |
| 135 | พื้นที่ย่อยภายนอก | อำเภอหนองบุญมาก จ.นครราชสีมา (ทล.24) | |
| 136 | | อำเภอครบุรี จ.นครราชสีมา (ทล.224) | |
| 137 | | อำเภอนาดี จ.ปราจีนบุรี (ทล.304) | |
| 138 | | อำเภอเมือง จ.นครนายก (ทล.2090) | |
| 139 | | อำเภอมวกเหล็ก จ.สระบุรี (ทล.2) | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 | 88 | 89 | 90 | 91 | 92 | 93 | 94 | 95 | 96 | 97 | 98 | 99 | 100 | 101 | 102 | 103 | 104 | 105 | 106 | 107 | 108 | 109 | 110 | 111 | 112 | 113 | 114 | 115 | 116 | 117 | 118 | 119 | 120 | 121 | 122 | 123 | 124 | 125 | 126 | 127 | 128 | 129 | 130 | 131 | 132 | 133 | 134 | 135 | 136 | 137 | 138 | 139 | 140 | 141 | 142 | 143 | 144 | 145 | 146 | 147 | 148 | 149 | 150 | 151 | 152 | 153 | 154 | 155 | 156 | 157 | 158 | 159 | 160 | 161 | 162 | 163 | 164 | 165 | 166 | 167 | 168 | 169 | 170 | 171 | 172 | 173 | 174 | 175 | 176 | 177 | 178 | 179 | 180 | 181 | 182 | 183 | 184 | 185 | 186 | 187 | 188 | 189 | 190 | 191 | 192 | 193 | 194 | 195 | 196 | 197 | 198 | 199 | 200 |
| 101 | 102 | 103 | 104 | 105 | 106 | 107 | 108 | 109 | 110 | 111 | 112 | 113 | 114 | 115 | 116 | 117 | 118 | 119 | 120 | 121 | 122 | 123 | 124 | 125 | 126 | 127 | 128 | 129 | 130 | 131 | 132 | 133 | 134 | 135 | 136 | 137 | 138 | 139 | 140 | 141 | 142 | 143 | 144 | 145 | 146 | 147 | 148 | 149 | 150 | 151 | 152 | 153 | 154 | 155 | 156 | 157 | 158 | 159 | 160 | 161 | 162 | 163 | 164 | 165 | 166 | 167 | 168 | 169 | 170 | 171 | 172 | 173 | 174 | 175 | 176 | 177 | 178 | 179 | 180 | 181 | 182 | 183 | 184 | 185 | 186 | 187 | 188 | 189 | 190 | 191 | 192 | 193 | 194 | 195 | 196 | 197 | 198 | 199 | 200 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 201 | 202 | 203 | 204 | 205 | 206 | 207 | 208 | 209 | 210 | 211 | 212 | 213 | 214 | 215 | 216 | 217 | 218 | 219 | 220 | 221 | 222 | 223 | 224 | 225 | 226 | 227 | 228 | 229 | 230 | 231 | 232 | 233 | 234 | 235 | 236 | 237 | 238 | 239 | 240 | 241 | 242 | 243 | 244 | 245 | 246 | 247 | 248 | 249 | 250 | 251 | 252 | 253 | 254 | 255 | 256 | 257 | 258 | 259 | 260 | 261 | 262 | 263 | 264 | 265 | 266 | 267 | 268 | 269 | 270 | 271 | 272 | 273 | 274 | 275 | 276 | 277 | 278 | 279 | 280 | 281 | 282 | 283 | 284 | 285 | 286 | 287 | 288 | 289 | 290 | 291 | 292 | 293 | 294 | 295 | 296 | 297 | 298 | 299 | 300 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 301 | 302 | 303 | 304 | 305 | 306 | 307 | 308 | 309 | 310 | 311 | 312 | 313 | 314 | 315 | 316 | 317 | 318 | 319 | 320 | 321 | 322 | 323 | 324 | 325 | 326 | 327 | 328 | 329 | 330 | 331 | 332 | 333 | 334 | 335 | 336 | 337 | 338 | 339 | 340 | 341 | 342 | 343 | 344 | 345 | 346 | 347 | 348 | 349 | 350 | 351 | 352 | 353 | 354 | 355 | 356 | 357 | 358 | 359 | 360 | 361 | 362 | 363 | 364 | 365 | 366 | 367 | 368 | 369 | 370 | 371 | 372 | 373 | 374 | 375 | 376 | 377 | 378 | 379 | 380 | 381 | 382 | 383 | 384 | 385 | 386 | 387 | 388 | 389 | 390 | 391 | 392 | 393 | 394 | 395 | 396 | 397 | 398 | 399 | 400 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 401 | 402 | 403 | 404 | 405 | 406 | 407 | 408 | 409 | 410 | 411 | 412 | 413 | 414 | 415 | 416 | 417 | 418 | 419 | 420 | 421 | 422 | 423 | 424 | 425 | 426 | 427 | 428 | 429 | 430 | 431 | 432 | 433 | 434 | 435 | 436 | 437 | 438 | 439 | 440 | 441 | 442 | 443 | 444 | 445 | 446 | 447 | 448 | 449 | 450 | 451 | 452 | 453 | 454 | 455 | 456 | 457 | 458 | 459 | 460 | 461 | 462 | 463 | 464 | 465 | 466 | 467 | 468 | 469 | 470 | 471 | 472 | 473 | 474 | 475 | 476 | 477 | 478 | 479 | 480 | 481 | 482 | 483 | 484 | 485 | 486 | 487 | 488 | 489 | 490 | 491 | 492 | 493 | 494 | 495 | 496 | 497 | 498 | 499 | 500 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 501 | 502 | 503 | 504 | 505 | 506 | 507 | 508 | 509 | 510 | 511 | 512 | 513 | 514 | 515 | 516 | 517 | 518 | 519 | 520 | 521 | 522 | 523 | 524 | 525 | 526 | 527 | 528 | 529 | 530 | 531 | 532 | 533 | 534 | 535 | 536 | 537 | 538 | 539 | 540 | 541 | 542 | 543 | 544 | 545 | 546 | 547 | 548 | 549 | 550 | 551 | 552 | 553 | 554 | 555 | 556 | 557 | 558 | 559 | 560 | 561 | 562 | 563 | 564 | 565 | 566 | 567 | 568 | 569 | 570 | 571 | 572 | 573 | 574 | 575 | 576 | 577 | 578 | 579 | 580 | 581 | 582 | 583 | 584 | 585 | 586 | 587 | 588 | 589 | 590 | 591 | 592 | 593 | 594 | 595 | 596 | 597 | 598 | 599 | 600 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 601 | 602 | 603 | 604 | 605 | 606 | 607 | 608 | 609 | 610 | 611 | 612 | 613 | 614 | 615 | 616 | 617 | 618 | 619 | 620 | 621 | 622 | 623 | 624 | 625 | 626 | 627 | 628 | 629 | 630 | 631 | 632 | 633 | 634 | 635 | 636 | 637 | 638 | 639 | 640 | 641 | 642 | 643 | 644 | 645 | 646 | 647 | 648 | 649 | 650 | 651 | 652 | 653 | 654 | 655 | 656 | 657 | 658 | 659 | 660 | 661 | 662 | 663 | 664 | 665 | 666 | 667 | 668 | 669 | 670 | 671 | 672 | 673 | 674 | 675 | 676 | 677 | 678 | 679 | 680 | 681 | 682 | 683 | 684 | 685 | 686 | 687 | 688 | 689 | 690 | 691 | 692 | 693 | 694 | 695 | 696 | 697 | 698 | 699 | 700 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 701 | 702 | 703 | 704 | 705 | 706 | 707 | 708 | 709 | 710 | 711 | 712 | 713 | 714 | 715 | 716 | 717 | 718 | 719 | 720 | 721 | 722 | 723 | 724 | 725 | 726 | 727 | 728 | 729 | 730 | 731 | 732 | 733 | 734 | 735 | 736 | 737 | 738 | 739 | 740 | 741 | 742 | 743 | 744 | 745 | 746 | 747 | 748 | 749 | 750 | 751 | 752 | 753 | 754 | 755 | 756 | 757 | 758 | 759 | 760 | 761 | 762 | 763 | 764 | 765 | 766 | 767 | 768 | 769 | 770 | 771 | 772 | 773 | 774 | 775 | 776 | 777 | 778 | 779 | 780 | 781 | 782 | 783 | 784 | 785 | 786 | 787 | 788 | 789 | 790 | 791 | 792 | 793 | 794 | 795 | 796 | 797 | 798 | 799 | 800 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 801 | 802 | 803 | 804 | 805 | 806 | 807 | 808 | 809 | 810 | 811 | 812 | 813 | 814 | 815 | 816 | 817 | 818 | 819 | 820 | 821 | 822 | 823 | 824 | 825 | 826 | 827 | 828 | 829 | 830 | 831 | 832 | 833 | 834 | 835 | 836 | 837 | 838 | 839 | 840 | 841 | 842 | 843 | 844 | 845 | 846 | 847 | 848 | 849 | 850 | 851 | 852 | 853 | 854 | 855 | 856 | 857 | 858 | 859 | 860 | 861 | 862 | 863 | 864 | 865 | 866 | 867 | 868 | 869 | 870 | 871 | 872 | 873 | 874 | 875 | 876 | 877 | 878 | 879 | 880 | 881 | 882 | 883 | 884 | 885 | 886 | 887 | 888 | 889 | 890 | 891 | 892 | 893 | 894 | 895 | 896 | 897 | 898 | 899 | 900 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 901 | 902 | 903 | 904 | 905 | 906 | 907 | 908 | 909 | 910 | 911 | 912 | 913 | 914 | 915 | 916 | 917 | 918 | 919 | 920 | 921 | 922 | 923 | 924 | 925 | 926 | 927 | 928 | 929 | 930 | 931 | 932 | 933 | 934 | 935 | 936 | 937 | 938 | 939 | 940 | 941 | 942 | 943 | 944 | 945 | 946 | 947 | 948 | 949 | 950 | 951 | 952 | 953 | 954 | 955 | 956 | 957 | 958 | 959 | 960 | 961 | 962 | 963 | 964 | 965 | 966 | 967 | 968 | 969 | 970 | 971 | 972 | 973 | 974 | 975 | 976 | 977 | 978 | 979 | 980 | 981 | 982 | 983 | 984 | 985 | 986 | 987 | 988 | 989 | 990 | 991 | 992 | 993 | 994 | 995 | 996 | 997 | 998 | 999 | 1000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| 761 | 762 | 763 | 764 | 765 | 766 | 767 | 768 | 769 | 770 | 771 | 772 | 773 | 774 | 775 | 776 | 777 | 778 | 779 | 780 | 781 | 782 | 783 | 784 | 785 | 786 | 787 | 788 | 789 | 790 | 791 | 792 | 793 | 794 | 795 | 796 | 797 | 798 | 799 | 800 | 801 | 802 | 803 | 804 | 805 | 806 | 807 | 808 | 809 | 810 | 811 | 812 | 813 | 814 | 815 | 816 | 817 | 818 | 819 | 820 | 821 | 822 | 823 | 824 | 825 | 826 | 827 | 828 | 829 | 830 | 831 | 832 | 833 | 834 | 835 | 836 | 837 | 838 | 839 | 840 | 841 | 842 | 843 | 844 | 845 | 846 | 847 | 848 | 849 | 850 | 851 | 852 | 853 | 854 | 855 | 856 | 857 | 858 | 859 | 860 | 861 | 862 | 863 | 864 | 865 | 866 | 867 | 868 | 869 | 870 | 871 | 872 | 873 | 874 | 875 | 876 | 877 | 878 | 879 | 880 | 881 | 882 | 883 | 884 | 885 | 886 | 887 | 888 | 889 | 890 | 891 | 892 | 893 | 894 | 895 | 896 | 897 | 898 | 899 | 900 | 901 | 902 | 903 | 904 | 905 | 906 | 907 | 908 | 909 | 910 | 911 | 912 | 913 | 914 | 915 | 916 | 917 | 918 | 919 | 920 | 921 | 922 | 923 | 924 | 925 | 926 | 927 | 928 | 929 | 930 | 931 | 932 | 933 | 934 | 935 | 936 | 937 | 938 | 939 | 940 | 941 | 942 | 943 | 944 | 945 | 946 | 947 | 948 | 949 | 950 | 951 | 952 | 953 | 954 | 955 | 956 | 957 | 958 | 959 | 960 | 961 | 962 | 963 | 964 | 965 | 966 | 967 | 968 | 969 | 970 | 971 | 972 | 973 | 974 | 975 | 976 | 977 | 978 | 979 | 980 | 981 | 982 | 983 | 984 | 985 | 986 | 987 | 988 | 989 | 990 | 991 | 992 | 993 | 994 | 995 | 996 | 997 | 998 | 999 | 1000 |
| 1001 | 1002 | 1003 | 1004 | 1005 | 1006 | 1007 | 1008 | 1009 | 1010 | 1011 | 1012 | 1013 | 1014 | 1015 | 1016 | 1017 | 1018 | 1019 | 1020 | 1021 | 1022 | 1023 | 1024 | 1025 | 1026 | 1027 | 1028 | 1029 | 1030 | 1031 | 1032 | 1033 | 1034 | 1035 | 1036 | 1037 | 1038 | 1039 | 1040 | 1041 | 1042 | 1043 | 1044 | 1045 | 1046 | 1047 | 1048 | 1049 | 1050 | 1051 | 1052 | 1053 | 1054 | 1055 | 1056 | 1057 | 1058 | 1059 | 1060 | 1061 | 1062 | 1063 | 1064 | 1065 | 1066 | 1067 | 1068 | 1069 | 1070 | 1071 | 1072 | 1073 | 1074 | 1075 | 1076 | 1077 | 1078 | 1079 | 1080 | 1081 | 1082 | 1083 | 1084 | 1085 | 1086 | 1087 | 1088 | 1089 | 1090 | 1091 | 1092 | 1093 | 1094 | 1095 | 1096 | 1097 | 1098 | 1099 | 1100 | 1101 | 1102 | 1103 | 1104 | 1105 | 1106 | 1107 | 1108 | 1109 | 1110 | 1111 | 1112 | 1113 | 1114 | 1115 | 1116 | 1117 | 1118 | 1119 | 1120 | 1121 | 1122 | 1123 | 1124 | 1125 | 1126 | 1127 | 1128 | 1129 | 1130 | 1131 | 1132 | 1133 | 1134 | 1135 | 1136 | 1137 | 1138 | 1139 | 1140 | 1141 | 1142 | 1143 | 1144 | 1145 | 1146 | 1147 | 1148 | 1149 | 1150 | 1151 | 1152 | 1153 | 1154 | 1155 | 1156 | 1157 | 1158 | 1159 | 1160 | 1161 | 1162 | 1163 | 1164 | 1165 | 1166 | 1167 | 1168 | 1169 | 1170 | 1171 | 1172 | 1173 | 1174 | 1175 | 1176 | 1177 | 1178 | 1179 | 1180 | 1181 | 1182 | 1183 | 1184 | 1185 | 1186 | 1187 | 1188 | 1189 | 1190 | 1191 | 1192 | 1193 | 1194 | 1195 | 1196 | 1197 | 1198 | 1199 | 1200 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

ภาคผนวก จ ชุดคำสั่งวิซวลเบสิกฟอร์มแอปพลิเคชัน กรณีไม่มีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง

Sub WO_DC()

Dim Distance(127, 127), Time_MB(127, 127), Time_LB(127, 127), Fare(127, 127),
Veh_Train(127), Veh_Bus(127), Demand_Train(127), Demand_Bus(127)

Sheet4.Range("Q10").Value = Time

VOC_LB = Sheet2.Range("V2").Value

VOC_MB = Sheet2.Range("V3").Value

VOT_LB = Sheet2.Range("W2").Value

VOT_MB = Sheet2.Range("W3").Value

For i = 1 To 127

Veh_Train(i) = Sheet2.Cells(i + 1, 15).Value

Veh_Bus(i) = Sheet2.Cells(i + 1, 16).Value

Demand_Train(i) = Sheet2.Cells(i + 1, 12).Value

Demand_Bus(i) = Sheet2.Cells(i + 1, 13).Value

For j = 1 To 127

Distance(i, j) = Sheet1.Cells(i + 1, j + 1).Value

Time_MB(i, j) = Sheet7.Cells(i + 1, j + 1).Value

Time_LB(i, j) = Sheet8.Cells(i + 1, j + 1).Value

Fare(i, j) = Sheet12.Cells(i + 1, j + 1).Value

Next j

Next i

Sum_Train_4 = 0

Sum_Train_14 = 0

Sum_Train_79 = 0

Sum_Train_80 = 0

ภาคผนวก จ (ต่อ) ชุดคำสั่งวิซวลเบสิกฟอร์มแอปพลิเคชัน กรณีไม่มีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง

Sum_Train_100 = 0

Sum_Train_113 = 0

Sum_Bus = 0

For j = 1 To 127

'Train

Sum_Train_4 = Sum_Train_4 + Demand_Train(j)

AAA = Veh_Train(j) * Distance(4, j) * VOC_LB + Veh_Train(j) * Time_LB(4, j) *
VOT_LB + Veh_Train(j) * Fare(4, j)

Check = 4

Total_Cost_Train = AAA

'Bus

BBB = Veh_Bus(j) * Distance(4, j) * VOC_LB + Veh_Bus(j) * Time_LB(4, j) *
VOT_LB + Veh_Bus(j) * Fare(4, j)

Total_Cost_Bus = BBB

'Total

Total_Cost = Total_Cost_Train + Total_Cost_Bus

Sheet4.Cells(j + 2, 15).Value = Total_Cost

Sheet4.Cells(j + 2, 7).Value = Check

Sum_Bus = Sum_Bus + Demand_Bus(j)

Next j

Sheet4.Range("E6").Value = Sum_Train_4

Sheet4.Range("E16").Value = Sum_Train_14

Sheet4.Range("E81").Value = Sum_Train_79

Sheet4.Range("E82").Value = Sum_Train_80

ภาคผนวก จ (ต่อ) ชุดคำสั่งวิซวลเบสิกฟอร์มแอปพลิเคชัน กรณีไม่มีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง

```
Sheet4.Range("E102").Value = Sum_Train_100
```

```
Sheet4.Range("E115").Value = Sum_Train_113
```

```
Sheet4.Range("F6").Value = Sum_Bus
```

```
Sheet4.Range("R10").Value = Time
```

```
End Sub
```



ภาคผนวก ข ชุดคำสั่งวิชาลเบสิกฟอร์แอฟพลิคเคชั่น กรณีมีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง 1 แห่ง

Sub W_DC_1()

Dim Distance(127, 127), Time_MB(127, 127), Time_LB(127, 127), Fare(127, 127),
Veh_Train(127), Veh_Bus(127), Veh_All(127), Demand_Train(127), Demand_Bus(127)

Sheet5.Range("Q13").Value = Time

VOC_LB = Sheet2.Range("V2").Value

VOC_MB = Sheet2.Range("V3").Value

VOT_LB = Sheet2.Range("W2").Value

VOT_MB = Sheet2.Range("W3").Value

For i = 1 To 127

Veh_Train(i) = Sheet4.Cells(i + 2, 5).Value / Sheet2.Range("T3").Value

Veh_Bus(i) = Sheet4.Cells(i + 2, 6).Value / Sheet2.Range("T3").Value

Veh_All(i) = (Sheet2.Cells(i + 1, 12).Value + Sheet2.Cells(i + 1, 13).Value) /

Sheet2.Range("T2").Value

For j = 1 To 127

Distance(i, j) = Sheet1.Cells(i + 1, j + 1).Value

Time_MB(i, j) = Sheet7.Cells(i + 1, j + 1).Value

Time_LB(i, j) = Sheet8.Cells(i + 1, j + 1).Value

Fare(i, j) = Sheet12.Cells(i + 1, j + 1).Value

Next j

Next i

For k = 1 To 127

'Cost Origin to DC

'Train

ภาคผนวก ข (ต่อ) ชุดคำสั่งวิซวลเบสิกฟอร์แอปพลิเคชัน กรณีมีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง 1 แห่ง

```

AAA = Veh_Train(4) * Distance(4, k) * VOC_MB + Veh_Train(4) * Time_MB(4, k) *
VOT_MB + Veh_Train(4) * Fare(4, k)
Total_Cost_Train = AAA

```

'Bus

```

GGG = Veh_Bus(4) * Distance(4, k) * VOC_MB + Veh_Bus(4) * Time_MB(4, k) *
VOT_MB + Veh_Bus(4) * Fare(4, k)
Total_Cost_Bus = GGG

```

'Total

```

Total_Cost_OTDC = Total_Cost_Train + Total_Cost_Bus
Sheet5.Cells(k + 2, 9).Value = Total_Cost_OTDC

```

'Cost DC to Destination

```

Total_Cost_DCTD = 0
For j = 1 To 127
    HHH = Veh_All(j) * Distance(k, j) * VOC_LB + Veh_All(j) * Time_LB(k, j) *
VOT_LB + Veh_Train(j) * Fare(k, j)
    Total_Cost_DCTD = Total_Cost_DCTD + HHH
Next j
Sheet5.Cells(k + 2, 10).Value = Total_Cost_DCTD

```

Next k

```

Sheet5.Range("R13").Value = Time

```

End Sub

ภาคผนวก ด ชุดคำสั่งวิชาลเบสิกฟอร์แอฟพลิคเคชั่น กรณีมีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง 2 แห่ง

Sub W_DC_2()

Dim Distance(127, 127), Time_MB(127, 127), Time_LB(127, 127), Fare(127, 127),
Veh_All(127), Demand_All(127)

Sheet6.Range("P11").Value = Time

VOC_LB = Sheet2.Range("V2").Value

VOC_MB = Sheet2.Range("V3").Value

VOT_LB = Sheet2.Range("W2").Value

VOT_MB = Sheet2.Range("W3").Value

LOAD_LB = Sheet2.Range("T2").Value

Load_MB = Sheet2.Range("T3").Value

For i = 1 To 127

 Demand_All(i) = Sheet2.Cells(i + 2, 12).Value + Sheet2.Cells(i + 2, 13).Value

'Persons

 Veh_All(i) = Sheet2.Cells(i + 2, 15).Value + Sheet2.Cells(i + 2, 16).Value 'LB

 For j = 1 To 127

 Distance(i, j) = Sheet1.Cells(i + 1, j + 1).Value

 Time_MB(i, j) = Sheet7.Cells(i + 1, j + 1).Value

 Time_LB(i, j) = Sheet8.Cells(i + 1, j + 1).Value

 Fare(i, j) = Sheet12.Cells(i + 1, j + 1).Value

 Next j

Next i

'Cost Origin to DC

Count = 0

ภาคผนวก ด (ต่อ) ชุดคำสั่งวิชาลเบสิกฟอร์แอปพลิเคชั่น กรณีมีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง 2 แห่ง

For i = 1 To 127

For j = 1 To 127

If Distance(i, j) >= 30 Then

If i < j Then

Count = Count + 1

'Volume

Volume_DC_1 = 0

Volume_DC_2 = 0

Total_Cost_DC_1_Destination = 0

Total_Cost_DC_2_Destination = 0

Total_W_DC_1 = 0

Total_W_DC_2 = 0

For k = 1 To 127

If Distance(i, k) <= Distance(j, k) Then

Volume_DC_1 = Volume_DC_1 + Demand_All(k)

'DC-1 to Destination

Total_Cost_DC_1_Destination = Total_Cost_DC_1_Destination +

Veh_All(k) * Distance(i, k) * VOC_LB + Veh_All(k) * Time_LB(i, k) * VOT_LB + Veh_All(k)

* Fare(i, k)

Total_W_DC_1 = Total_W_DC_1 + Veh_All(k)

End If

If Distance(i, k) > Distance(j, k) Then

Volume_DC_2 = Volume_DC_2 + Demand_All(k)

'DC-2 to Destination

Total_Cost_DC_2_Destination = Total_Cost_DC_2_Destination +

Veh_All(k) * Distance(j, k) * VOC_LB + Veh_All(k) * Time_LB(j, k) * VOT_LB + Veh_All(k)

* Fare(j, k)

ภาคผนวก ด (ต่อ) ชุดคำสั่งวิซวลเบสิกฟอร์แอปพลิเคชัน กรณีมีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง 2 แห่ง

```

        Total_W_DC_2 = Total_W_DC_2 + Veh_All(k)
    End If
Next k

'Origin to DC
    Total_Cost_DC_1 = Round(Volume_DC_1 / Load_MB, 0) * Distance(4, i)
* VOC_MB + Round(Volume_DC_1 / Load_MB, 0) * Time_MB(4, i) * VOT_MB +
Round(Volume_DC_1 / Load_MB, 0) * Fare(4, i)
    Total_Cost_DC_2 = Round(Volume_DC_2 / Load_MB, 0) * Distance(4, j)
* VOC_MB + Round(Volume_DC_2 / Load_MB, 0) * Time_MB(4, j) * VOT_MB +
Round(Volume_DC_2 / Load_MB, 0) * Fare(4, j)

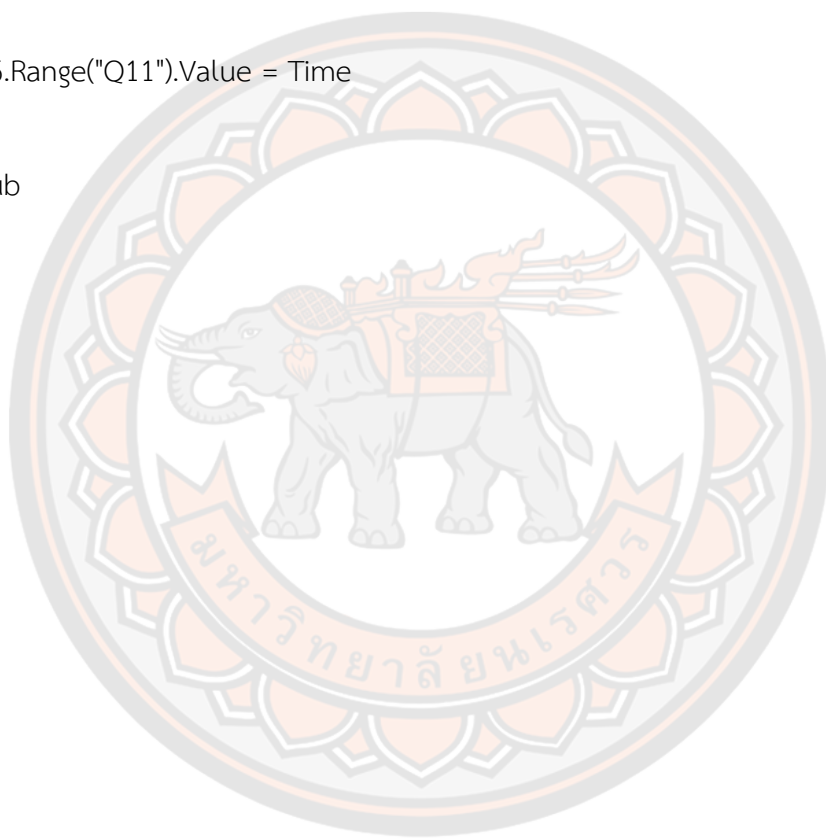
'Output Result
    Sheet6.Cells(Count + 1, 2).Value = i
    Sheet6.Cells(Count + 1, 3).Value = j
    Sheet6.Cells(Count + 1, 4).Value = Total_Cost_DC_1
    Sheet6.Cells(Count + 1, 6).Value = Total_Cost_DC_2
    Sheet6.Cells(Count + 1, 5).Value = Round(Volume_DC_1 / Load_MB, 0)
    Sheet6.Cells(Count + 1, 7).Value = Round(Volume_DC_2 / Load_MB, 0)
    Sheet6.Cells(Count + 1, 8).Value = Total_Cost_DC_1_Destination
    Sheet6.Cells(Count + 1, 10).Value = Total_Cost_DC_2_Destination
    Sheet6.Cells(Count + 1, 9).Value = Total_W_DC_1
    Sheet6.Cells(Count + 1, 11).Value = Total_W_DC_2
End If
End If

Next j
Next i

```

ภาคผนวก ด (ต่อ) ชุดคำสั่งวิซวลเบสิกฟอร์แอปพลิเคชัน กรณีมีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง 2 แห่ง

```
'Sum  
For i = 1 To Count  
    Sheet6.Cells(i + 1, 12).Value = Sheet6.Cells(i + 1, 4).Value + Sheet6.Cells(i + 1,  
6).Value + Sheet6.Cells(i + 1, 8).Value + Sheet6.Cells(i + 1, 10).Value  
Next i  
  
Sheet6.Range("Q11").Value = Time  
  
End Sub
```



ภาคผนวก ต ผลการวิเคราะห์จากชุดคำสั่งวิชาเบสิกโปรแกรมพีแอลซี การมีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง 2 แห่ง

| ลำดับ | Location DC 1 | Location DC 2 | Origin to DC 1 MB (DC 1) | จำนวนที่รับ (คัน/วัน) MB (DC 1) | Origin to DC 2 | จำนวนที่รับ (คัน/วัน) MB (DC 2) | DC 1 to Destination | จำนวนที่รับ (คัน/วัน) LB (DC 1) | DC 2 to Destination | จำนวนที่รับ (คัน/วัน) LB (DC 2) | Total Cost | Location DC 1 | Location DC 2 |
|-------|---------------|---------------|-----------------------------|------------------------------------|----------------|------------------------------------|---------------------|------------------------------------|---------------------|------------------------------------|------------|---------------|---------------|
| 1 | 1 | 2 | 111,263 | 126 | 1,044 | 87 | 755,962 | 334 | 164,223 | 232 | 1,044,922 | 1 | 2 |
| 2 | 1 | 4 | 111,263 | 126 | 870 | 87 | 755,962 | 334 | 169,221 | 232 | 1,017,616 | 1 | 4 |
| 3 | 1 | 5 | 124,599 | 141 | 39,330 | 72 | 834,260 | 377 | 101,961 | 189 | 1,100,959 | 1 | 5 |
| 4 | 1 | 6 | 136,872 | 155 | 32,412 | 58 | 697,220 | 407 | 203,985 | 159 | 1,070,899 | 1 | 6 |
| 5 | 1 | 7 | 111,263 | 126 | 22,464 | 87 | 755,962 | 334 | 154,641 | 232 | 1,044,200 | 1 | 7 |
| 6 | 1 | 9 | 124,599 | 141 | 48,643 | 72 | 834,260 | 377 | 86,259 | 189 | 1,094,391 | 1 | 9 |
| 7 | 1 | 10 | 152,767 | 173 | 17,947 | 40 | 825,220 | 453 | 105,111 | 113 | 1,101,845 | 1 | 10 |
| 8 | 1 | 11 | 140,404 | 159 | 17,645 | 54 | 723,904 | 418 | 155,384 | 148 | 1,077,307 | 1 | 11 |
| 9 | 1 | 12 | 150,117 | 170 | 8,772 | 43 | 818,235 | 445 | 105,745 | 121 | 1,082,869 | 1 | 12 |
| 10 | 1 | 13 | 140,404 | 159 | 17,939 | 54 | 723,904 | 418 | 188,818 | 148 | 1,071,125 | 1 | 13 |
| 11 | 1 | 15 | 143,053 | 162 | 20,868 | 51 | 735,260 | 426 | 180,244 | 140 | 1,080,236 | 1 | 15 |
| 12 | 1 | 16 | 150,117 | 170 | 19,207 | 43 | 818,235 | 445 | 112,321 | 121 | 1,099,880 | 1 | 16 |
| 13 | 1 | 18 | 150,117 | 170 | 15,528 | 43 | 818,235 | 445 | 104,628 | 121 | 1,088,208 | 1 | 18 |
| 14 | 1 | 19 | 143,053 | 162 | 34,601 | 51 | 735,260 | 426 | 200,226 | 140 | 1,113,240 | 1 | 19 |
| 15 | 1 | 22 | 140,404 | 159 | 22,142 | 54 | 723,904 | 418 | 186,887 | 148 | 1,073,536 | 1 | 22 |
| 16 | 1 | 23 | 140,404 | 159 | 18,789 | 54 | 723,904 | 418 | 184,684 | 148 | 1,067,780 | 1 | 23 |
| 17 | 1 | 24 | 150,117 | 170 | 13,485 | 43 | 818,235 | 445 | 108,234 | 121 | 1,090,771 | 1 | 24 |
| 18 | 1 | 25 | 150,117 | 170 | 22,590 | 43 | 818,235 | 445 | 116,319 | 121 | 1,107,261 | 1 | 25 |
| 19 | 1 | 26 | 143,053 | 162 | 43,372 | 51 | 735,260 | 426 | 184,351 | 140 | 1,106,336 | 1 | 26 |
| 20 | 1 | 27 | 173,960 | 197 | 19,385 | 16 | 932,692 | 523 | 42,375 | 43 | 1,166,411 | 1 | 27 |
| 21 | 1 | 28 | 158,065 | 179 | 44,345 | 34 | 757,862 | 472 | 180,440 | 94 | 1,140,711 | 1 | 28 |
| 22 | 1 | 29 | 135,989 | 154 | 60,490 | 59 | 648,051 | 408 | 270,549 | 158 | 1,115,999 | 1 | 29 |
| 23 | 1 | 30 | 161,597 | 183 | 39,162 | 30 | 792,163 | 483 | 154,619 | 83 | 1,147,542 | 1 | 30 |
| 24 | 1 | 31 | 143,053 | 162 | 30,988 | 51 | 735,260 | 426 | 190,367 | 140 | 1,099,268 | 1 | 31 |
| 25 | 1 | 32 | 148,351 | 168 | 60,359 | 44 | 687,137 | 446 | 232,835 | 120 | 1,128,882 | 1 | 32 |
| 26 | 1 | 33 | 135,989 | 154 | 64,382 | 59 | 648,051 | 408 | 269,079 | 158 | 1,119,301 | 1 | 33 |
| 27 | 1 | 34 | 147,448 | 167 | 41,081 | 46 | 748,617 | 440 | 192,195 | 126 | 1,129,362 | 1 | 34 |
| 28 | 1 | 35 | 135,989 | 154 | 70,789 | 59 | 648,051 | 408 | 265,351 | 158 | 1,120,180 | 1 | 35 |
| 29 | 1 | 36 | 181,997 | 206 | 8,022 | 7 | 956,654 | 545 | 17,420 | 21 | 1,144,093 | 1 | 36 |
| 30 | 1 | 38 | 185,439 | 210 | 3,841 | 3 | 968,833 | 558 | 7,451 | 8 | 1,165,563 | 1 | 38 |
| 31 | 1 | 39 | 181,997 | 206 | 8,439 | 7 | 956,654 | 545 | 18,810 | 21 | 1,165,810 | 1 | 39 |
| 32 | 1 | 40 | 128,924 | 146 | 62,494 | 67 | 851,175 | 392 | 100,114 | 174 | 1,142,618 | 1 | 40 |
| 33 | 1 | 41 | 185,439 | 210 | 3,395 | 3 | 968,833 | 558 | 7,069 | 8 | 1,165,136 | 1 | 41 |

Total Cost 698,588

Location DC 1 4

Location DC 2 106

RUN

Start 13:08:52

End 13:09:27

Time (s) 0:00:35

ภาคผนวก ก ชุดคำสั่งวิซวลเบสิกฟอร์มแอปพลิเคชัน กรณีมีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง 3 แห่ง

Sub W_DC_3()

Dim Distance(127, 127), Time_MB(127, 127), Time_LB(127, 127), Fare(127, 127),
Veh_All(127), Demand_All(127)

Sheet13.Range("V12").Value = Time

VOC_LB = Sheet2.Range("V2").Value

VOC_MB = Sheet2.Range("V3").Value

VOT_LB = Sheet2.Range("W2").Value

VOT_MB = Sheet2.Range("W3").Value

LOAD_LB = Sheet2.Range("T2").Value

Load_MB = Sheet2.Range("T3").Value

For i = 1 To 127

 Demand_All(i) = Sheet2.Cells(i + 2, 12).Value + Sheet2.Cells(i + 2, 13).Value

'Persons

 Veh_All(i) = Sheet2.Cells(i + 2, 15).Value + Sheet2.Cells(i + 2, 16).Value 'LB

 For j = 1 To 127

 Distance(i, j) = Sheet1.Cells(i + 1, j + 1).Value

 Time_MB(i, j) = Sheet7.Cells(i + 1, j + 1).Value

 Time_LB(i, j) = Sheet8.Cells(i + 1, j + 1).Value

 Fare(i, j) = Sheet12.Cells(i + 1, j + 1).Value

 Next j

Next i

'Cost Origin to DC

Count = 0

ภาคผนวก ก (ต่อ) ชุดคำสั่งวิชาลเบสิกฟอร์แอปพลิเคชัน กรณีมีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง 3 แห่ง

For i = 1 To 127

For j = 1 To 127

For m = 1 To 127

If Distance(i, j) >= 30 And Distance(j, m) >= 30 And Distance(m, i) >= 30 Then

If i < j And j < m Then

Count = Count + 1

'Volume

Volume_DC_1 = 0

Volume_DC_2 = 0

Volume_DC_3 = 0

Total_Cost_DC_1_Destination = 0

Total_Cost_DC_2_Destination = 0

Total_Cost_DC_3_Destination = 0

Total_W_DC_1 = 0

Total_W_DC_2 = 0

Total_W_DC_3 = 0

For k = 1 To 127

If Distance(i, k) < Distance(j, k) And Distance(i, k) < Distance(m, k) Then

Volume_DC_1 = Volume_DC_1 + Demand_All(k)

'DC-1 to Destination

Total_Cost_DC_1_Destination = Total_Cost_DC_1_Destination +

Veh_All(k) * Distance(i, k) * VOC_LB + Veh_All(k) * Time_LB(i, k) * VOT_LB + Veh_All(k)

* Fare(i, k)

Total_W_DC_1 = Total_W_DC_1 + Veh_All(k)

End If

If Distance(j, k) < Distance(i, k) And Distance(j, k) < Distance(m, k) Then

Volume_DC_2 = Volume_DC_2 + Demand_All(k)

ภาคผนวก ๓ (ต่อ) ชุดคำสั่งวิซวลเบสิกฟอร์แอปพลิคเคชั่น กรณีมีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง 3 แห่ง

```

'DC-2 to Destination
    Total_Cost_DC_2_Destination = Total_Cost_DC_2_Destination +
    Veh_All(k) * Distance(j, k) * VOC_LB + Veh_All(k) * Time_LB(j, k) * VOT_LB + Veh_All(k)
    * Fare(j, k)

    Total_W_DC_2 = Total_W_DC_2 + Veh_All(k)
End If
If Distance(m, k) < Distance(i, k) And Distance(m, k) < Distance(j, k) Then
    Volume_DC_3 = Volume_DC_3 + Demand_All(k)
'DC-3 to Destination
    Total_Cost_DC_3_Destination = Total_Cost_DC_3_Destination +
    Veh_All(k) * Distance(m, k) * VOC_LB + Veh_All(k) * Time_LB(m, k) * VOT_LB +
    Veh_All(k) * Fare(m, k)

    Total_W_DC_3 = Total_W_DC_3 + Veh_All(k)
End If
Next k

'Origin to DC
    Total_Cost_DC_1 = Round(Volume_DC_1 / Load_MB, 0) * Distance(4, i)
    * VOC_MB + Round(Volume_DC_1 / Load_MB, 0) * Time_MB(4, i) * VOT_MB +
    Round(Volume_DC_1 / Load_MB, 0) * Fare(4, i)

    Total_Cost_DC_2 = Round(Volume_DC_2 / Load_MB, 0) * Distance(4, j)
    * VOC_MB + Round(Volume_DC_2 / Load_MB, 0) * Time_MB(4, j) * VOT_MB +
    Round(Volume_DC_2 / Load_MB, 0) * Fare(4, j)

    Total_Cost_DC_3 = Round(Volume_DC_3 / Load_MB, 0) * Distance(4,
    m) * VOC_MB + Round(Volume_DC_3 / Load_MB, 0) * Time_MB(4, m) * VOT_MB +
    Round(Volume_DC_3 / Load_MB, 0) * Fare(4, m)

'Output Result
Sheet13.Cells(Count + 1, 2).Value = i

```

ภาคผนวก ก (ต่อ) ชุดคำสั่งวิซวลเบสิกฟอร์แอปพลิเคชัน กรณีมีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง 3 แห่ง

```

Sheet13.Cells(Count + 1, 3).Value = j
Sheet13.Cells(Count + 1, 4).Value = m
Sheet13.Cells(Count + 1, 5).Value = Total_Cost_DC_1
Sheet13.Cells(Count + 1, 7).Value = Total_Cost_DC_2
Sheet13.Cells(Count + 1, 9).Value = Total_Cost_DC_3
Sheet13.Cells(Count + 1, 6).Value = Round(Volume_DC_1 / Load_MB, 0)
Sheet13.Cells(Count + 1, 8).Value = Round(Volume_DC_2 / Load_MB, 0)
Sheet13.Cells(Count + 1, 10).Value = Round(Volume_DC_3 / Load_MB, 0)
Sheet13.Cells(Count + 1, 11).Value = Total_Cost_DC_1_Destination
Sheet13.Cells(Count + 1, 13).Value = Total_Cost_DC_2_Destination
Sheet13.Cells(Count + 1, 15).Value = Total_Cost_DC_3_Destination
Sheet13.Cells(Count + 1, 12).Value = Total_W_DC_1
Sheet13.Cells(Count + 1, 14).Value = Total_W_DC_2
Sheet13.Cells(Count + 1, 16).Value = Total_W_DC_3
End If
End If
Next m
Next j
Next i

'Sum
For i = 1 To Count
    Sheet13.Cells(i + 1, 17).Value = Sheet13.Cells(i + 1, 5).Value + Sheet13.Cells(i + 1,
7).Value + Sheet13.Cells(i + 1, 9).Value + Sheet13.Cells(i + 1, 11).Value +
Sheet13.Cells(i + 1, 13).Value + Sheet13.Cells(i + 1, 15).Value
Next i

Sheet13.Range("W12").Value = Time
End Sub

```

ภาคผนวก ๗ ผลการวิเคราะห์จากชุดคำสั่งวิชาเวลาเบสิกฟอร์แอปพลิเคชัน กรณีมีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง 3 แห่ง

| พื้นที่ | Location UC-1 | Location UC-2 | Location UC-3 | Origin UC-1 | Origin UC-2 | Origin UC-3 | จำนวนที่ (ตัว/วินาที) (UC-1) | จำนวนที่ (ตัว/วินาที) (UC-2) | จำนวนที่ (ตัว/วินาที) (UC-3) | จำนวนที่ (ตัว/วินาที) (UC-1) | จำนวนที่ (ตัว/วินาที) (UC-2) | จำนวนที่ (ตัว/วินาที) (UC-3) | จำนวนที่ (ตัว/วินาที) (UC-1) | จำนวนที่ (ตัว/วินาที) (UC-2) | จำนวนที่ (ตัว/วินาที) (UC-3) | Total Cost | Location UC-1 | Location UC-2 | Location UC-3 |
|---------|---------------|---------------|---------------|-------------|-------------|-------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------|---------------|---------------|---------------|
| 1 | 1 | 1 | 2 | 131263 | 131264 | 0 | 87 | 0 | 0 | 154223 | 232 | 0 | 232 | 0 | 0 | 1,048,892 | 1 | 2 | 27 |
| 2 | 1 | 1 | 2 | 131263 | 131264 | 0 | 87 | 0 | 0 | 154223 | 232 | 0 | 232 | 0 | 0 | 1,048,892 | 1 | 2 | 27 |
| 3 | 1 | 1 | 2 | 131263 | 131264 | 0 | 87 | 0 | 0 | 154223 | 232 | 0 | 232 | 0 | 0 | 1,048,892 | 1 | 2 | 27 |
| 4 | 1 | 1 | 2 | 131263 | 131264 | 0 | 87 | 0 | 0 | 154223 | 232 | 0 | 232 | 0 | 0 | 1,048,892 | 1 | 2 | 27 |
| 5 | 1 | 1 | 2 | 131263 | 131264 | 0 | 87 | 0 | 0 | 154223 | 232 | 0 | 232 | 0 | 0 | 1,048,892 | 1 | 2 | 27 |
| 6 | 1 | 1 | 2 | 131263 | 131264 | 0 | 87 | 0 | 0 | 154223 | 232 | 0 | 232 | 0 | 0 | 1,048,892 | 1 | 2 | 27 |
| 7 | 1 | 1 | 2 | 131263 | 131264 | 0 | 87 | 0 | 0 | 154223 | 232 | 0 | 232 | 0 | 0 | 1,048,892 | 1 | 2 | 27 |
| 8 | 1 | 1 | 2 | 131263 | 131264 | 0 | 87 | 0 | 0 | 154223 | 232 | 0 | 232 | 0 | 0 | 1,048,892 | 1 | 2 | 27 |
| 9 | 1 | 1 | 2 | 131263 | 131264 | 0 | 87 | 0 | 0 | 154223 | 232 | 0 | 232 | 0 | 0 | 1,048,892 | 1 | 2 | 27 |
| 10 | 1 | 1 | 2 | 131263 | 131264 | 0 | 87 | 0 | 0 | 154223 | 232 | 0 | 232 | 0 | 0 | 1,048,892 | 1 | 2 | 27 |
| 11 | 1 | 1 | 2 | 131263 | 131264 | 0 | 87 | 0 | 0 | 154223 | 232 | 0 | 232 | 0 | 0 | 1,048,892 | 1 | 2 | 27 |
| 12 | 1 | 1 | 2 | 131263 | 131264 | 0 | 87 | 0 | 0 | 154223 | 232 | 0 | 232 | 0 | 0 | 1,048,892 | 1 | 2 | 27 |
| 13 | 1 | 1 | 2 | 131263 | 131264 | 0 | 87 | 0 | 0 | 154223 | 232 | 0 | 232 | 0 | 0 | 1,048,892 | 1 | 2 | 27 |
| 14 | 1 | 1 | 2 | 131263 | 131264 | 0 | 87 | 0 | 0 | 154223 | 232 | 0 | 232 | 0 | 0 | 1,048,892 | 1 | 2 | 27 |
| 15 | 1 | 1 | 2 | 131263 | 131264 | 0 | 87 | 0 | 0 | 154223 | 232 | 0 | 232 | 0 | 0 | 1,048,892 | 1 | 2 | 27 |
| 16 | 1 | 1 | 2 | 131263 | 131264 | 0 | 87 | 0 | 0 | 154223 | 232 | 0 | 232 | 0 | 0 | 1,048,892 | 1 | 2 | 27 |
| 17 | 1 | 1 | 2 | 131263 | 131264 | 0 | 87 | 0 | 0 | 154223 | 232 | 0 | 232 | 0 | 0 | 1,048,892 | 1 | 2 | 27 |
| 18 | 1 | 1 | 2 | 131263 | 131264 | 0 | 87 | 0 | 0 | 154223 | 232 | 0 | 232 | 0 | 0 | 1,048,892 | 1 | 2 | 27 |
| 19 | 1 | 1 | 2 | 131263 | 131264 | 0 | 87 | 0 | 0 | 154223 | 232 | 0 | 232 | 0 | 0 | 1,048,892 | 1 | 2 | 27 |
| 20 | 1 | 1 | 2 | 131263 | 131264 | 0 | 87 | 0 | 0 | 154223 | 232 | 0 | 232 | 0 | 0 | 1,048,892 | 1 | 2 | 27 |
| 21 | 1 | 1 | 2 | 131263 | 131264 | 0 | 87 | 0 | 0 | 154223 | 232 | 0 | 232 | 0 | 0 | 1,048,892 | 1 | 2 | 27 |
| 22 | 1 | 1 | 2 | 131263 | 131264 | 0 | 87 | 0 | 0 | 154223 | 232 | 0 | 232 | 0 | 0 | 1,048,892 | 1 | 2 | 27 |
| 23 | 1 | 1 | 2 | 131263 | 131264 | 0 | 87 | 0 | 0 | 154223 | 232 | 0 | 232 | 0 | 0 | 1,048,892 | 1 | 2 | 27 |
| 24 | 1 | 1 | 2 | 131263 | 131264 | 0 | 87 | 0 | 0 | 154223 | 232 | 0 | 232 | 0 | 0 | 1,048,892 | 1 | 2 | 27 |
| 25 | 1 | 1 | 2 | 131263 | 131264 | 0 | 87 | 0 | 0 | 154223 | 232 | 0 | 232 | 0 | 0 | 1,048,892 | 1 | 2 | 27 |
| 26 | 1 | 1 | 2 | 131263 | 131264 | 0 | 87 | 0 | 0 | 154223 | 232 | 0 | 232 | 0 | 0 | 1,048,892 | 1 | 2 | 27 |
| 27 | 1 | 1 | 2 | 131263 | 131264 | 0 | 87 | 0 | 0 | 154223 | 232 | 0 | 232 | 0 | 0 | 1,048,892 | 1 | 2 | 27 |
| 28 | 1 | 1 | 2 | 131263 | 131264 | 0 | 87 | 0 | 0 | 154223 | 232 | 0 | 232 | 0 | 0 | 1,048,892 | 1 | 2 | 27 |
| 29 | 1 | 1 | 2 | 131263 | 131264 | 0 | 87 | 0 | 0 | 154223 | 232 | 0 | 232 | 0 | 0 | 1,048,892 | 1 | 2 | 27 |
| 30 | 1 | 1 | 2 | 131263 | 131264 | 0 | 87 | 0 | 0 | 154223 | 232 | 0 | 232 | 0 | 0 | 1,048,892 | 1 | 2 | 27 |
| 31 | 1 | 1 | 2 | 131263 | 131264 | 0 | 87 | 0 | 0 | 154223 | 232 | 0 | 232 | 0 | 0 | 1,048,892 | 1 | 2 | 27 |
| 32 | 1 | 1 | 2 | 131263 | 131264 | 0 | 87 | 0 | 0 | 154223 | 232 | 0 | 232 | 0 | 0 | 1,048,892 | 1 | 2 | 27 |
| 33 | 1 | 1 | 2 | 131263 | 131264 | 0 | 87 | 0 | 0 | 154223 | 232 | 0 | 232 | 0 | 0 | 1,048,892 | 1 | 2 | 27 |
| 34 | 1 | 1 | 2 | 131263 | 131264 | 0 | 87 | 0 | 0 | 154223 | 232 | 0 | 232 | 0 | 0 | 1,048,892 | 1 | 2 | 27 |
| 35 | 1 | 1 | 2 | 131263 | 131264 | 0 | 87 | 0 | 0 | 154223 | 232 | 0 | 232 | 0 | 0 | 1,048,892 | 1 | 2 | 27 |
| 36 | 1 | 1 | 2 | 131263 | 131264 | 0 | 87 | 0 | 0 | 154223 | 232 | 0 | 232 | 0 | 0 | 1,048,892 | 1 | 2 | 27 |
| 37 | 1 | 1 | 2 | 131263 | 131264 | 0 | 87 | 0 | 0 | 154223 | 232 | 0 | 232 | 0 | 0 | 1,048,892 | 1 | 2 | 27 |
| 38 | 1 | 1 | 2 | 131263 | 131264 | 0 | 87 | 0 | 0 | 154223 | 232 | 0 | 232 | 0 | 0 | 1,048,892 | 1 | 2 | 27 |

THAI COIL 41483
 LOCATION UC-1 4
 LOCATION UC-2 110
 LOCATION UC-3 112

RUN

Start 13:12:21
 End 13:50:12
 Time (s) 0:37:51

ภาคผนวก น ชุดคำสั่งวิซวลเบสิกฟอร์มแอปพลิเคชัน กรณีมีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง 4 แห่ง

Sub W_DC_4()

Dim Distance(127, 127), Time_MB(127, 127), Time_LB(127, 127), Fare(127, 127),
Veh_All(127), Demand_All(127)

Sheet14.Range("AB14").Value = Time

VOC_LB = Sheet2.Range("V2").Value

VOC_MB = Sheet2.Range("V3").Value

VOT_LB = Sheet2.Range("W2").Value

VOT_MB = Sheet2.Range("W3").Value

LOAD_LB = Sheet2.Range("T2").Value

Load_MB = Sheet2.Range("T3").Value

For i = 1 To 127

Demand_All(i) = Sheet2.Cells(i + 2, 12).Value + Sheet2.Cells(i + 2, 13).Value

'Persons

Veh_All(i) = Sheet2.Cells(i + 2, 15).Value + Sheet2.Cells(i + 2, 16).Value 'LB

For j = 1 To 127

Distance(i, j) = Sheet1.Cells(i + 1, j + 1).Value

Time_MB(i, j) = Sheet7.Cells(i + 1, j + 1).Value

Time_LB(i, j) = Sheet8.Cells(i + 1, j + 1).Value

Fare(i, j) = Sheet12.Cells(i + 1, j + 1).Value

Next j

Next i

'Cost Origin to DC

Count = 0

ภาคผนวก น (ต่อ) ชุดคำสั่งวิซวลเบสิกฟอร์แอปพลิเคชัน กรณีมีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง 4 แห่ง

For i = 1 To 127

For j = 1 To 127

For m = 1 To 127

For n = 1 To 127

If Distance(i, j) >= 30 And Distance(i, m) >= 30 And Distance(i, n) >= 30 And
Distance(j, m) >= 30 And Distance(j, n) >= 30 And Distance(m, n) >= 30 Then

If i < j And j < m And m < n Then

Count = Count + 1

'Volume

Volume_DC_1 = 0

Volume_DC_2 = 0

Volume_DC_3 = 0

Volume_DC_4 = 0

Total_Cost_DC_1_Destination = 0

Total_Cost_DC_2_Destination = 0

Total_Cost_DC_3_Destination = 0

Total_Cost_DC_4_Destination = 0

Total_W_DC_1 = 0

Total_W_DC_2 = 0

Total_W_DC_3 = 0

Total_W_DC_4 = 0

For k = 1 To 127

If Distance(i, k) < Distance(j, k) And Distance(i, k) < Distance(m, k) And
Distance(i, k) < Distance(n, k) Then

Volume_DC_1 = Volume_DC_1 + Demand_All(k)

'DC-1 to Destination

ภาคผนวก น (ต่อ) ชุดคำสั่งวิชาลเบสิกฟอร์แอฟพลิคเคชั่น กรณีมีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง 4 แห่ง

Total_Cost_DC_1_Destination = Total_Cost_DC_1_Destination +
 Veh_All(k) * Distance(i, k) * VOC_LB + Veh_All(k) * Time_LB(i, k) * VOT_LB + Veh_All(k)
 * Fare(i, k)

Total_W_DC_1 = Total_W_DC_1 + Veh_All(k)

End If

If Distance(j, k) < Distance(i, k) And Distance(j, k) < Distance(m, k) And
 Distance(j, k) < Distance(n, k) Then

Volume_DC_2 = Volume_DC_2 + Demand_All(k)

'DC-2 to Destination

Total_Cost_DC_2_Destination = Total_Cost_DC_2_Destination +
 Veh_All(k) * Distance(j, k) * VOC_LB + Veh_All(k) * Time_LB(j, k) * VOT_LB + Veh_All(k)
 * Fare(j, k)

Total_W_DC_2 = Total_W_DC_2 + Veh_All(k)

End If

If Distance(m, k) < Distance(i, k) And Distance(m, k) < Distance(j, k) And
 Distance(m, k) < Distance(n, k) Then

Volume_DC_3 = Volume_DC_3 + Demand_All(k)

'DC-3 to Destination

Total_Cost_DC_3_Destination = Total_Cost_DC_3_Destination +
 Veh_All(k) * Distance(m, k) * VOC_LB + Veh_All(k) * Time_LB(m, k) * VOT_LB +
 Veh_All(k) * Fare(m, k)

Total_W_DC_3 = Total_W_DC_3 + Veh_All(k)

End If

If Distance(n, k) < Distance(i, k) And Distance(n, k) < Distance(j, k) And
 Distance(n, k) < Distance(m, k) Then

Volume_DC_4 = Volume_DC_4 + Demand_All(k)

'DC-4 to Destination

ภาคผนวก น (ต่อ) ชุดคำสั่งวิซวลเบสิกฟอร์แอปพลิเคชัน กรณีมีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง 4 แห่ง

Total_Cost_DC_4_Destination = Total_Cost_DC_4_Destination +
 Veh_All(k) * Distance(n, k) * VOC_LB + Veh_All(k) * Time_LB(n, k) * VOT_LB +
 Veh_All(k) * Fare(n, k)

Total_W_DC_4 = Total_W_DC_4 + Veh_All(k)

End If

Next k

'Origin to DC

Total_Cost_DC_1 = Round(Volume_DC_1 / Load_MB, 0) * Distance(4, i)
 * VOC_MB + Round(Volume_DC_1 / Load_MB, 0) * Time_MB(4, i) * VOT_MB +
 Round(Volume_DC_1 / Load_MB, 0) * Fare(4, i)

Total_Cost_DC_2 = Round(Volume_DC_2 / Load_MB, 0) * Distance(4, j)
 * VOC_MB + Round(Volume_DC_2 / Load_MB, 0) * Time_MB(4, j) * VOT_MB +
 Round(Volume_DC_2 / Load_MB, 0) * Fare(4, j)

Total_Cost_DC_3 = Round(Volume_DC_3 / Load_MB, 0) * Distance(4,
 m) * VOC_MB + Round(Volume_DC_3 / Load_MB, 0) * Time_MB(4, m) * VOT_MB +
 Round(Volume_DC_3 / Load_MB, 0) * Fare(4, m)

Total_Cost_DC_4 = Round(Volume_DC_4 / Load_MB, 0) * Distance(4, n)
 * VOC_MB + Round(Volume_DC_4 / Load_MB, 0) * Time_MB(4, n) * VOT_MB +
 Round(Volume_DC_4 / Load_MB, 0) * Fare(4, n)

'Output Result

Sheet14.Cells(Count + 1, 2).Value = i

Sheet14.Cells(Count + 1, 3).Value = j

Sheet14.Cells(Count + 1, 4).Value = m

Sheet14.Cells(Count + 1, 5).Value = n

Sheet14.Cells(Count + 1, 6).Value = Total_Cost_DC_1

Sheet14.Cells(Count + 1, 8).Value = Total_Cost_DC_2

Sheet14.Cells(Count + 1, 10).Value = Total_Cost_DC_3

ภาคผนวก น (ต่อ) ชุดคำสั่งวิชาวอลเบสิกฟอร์แอฟฟิเคชัน กรณีมีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง 4 แห่ง

```

Sheet14.Cells(Count + 1, 12).Value = Total_Cost_DC_4
Sheet14.Cells(Count + 1, 7).Value = Round(Volume_DC_1 / Load_MB,
0)

Sheet14.Cells(Count + 1, 9).Value = Round(Volume_DC_2 / Load_MB,
0)

Sheet14.Cells(Count + 1, 11).Value = Round(Volume_DC_3 / Load_MB,
0)

Sheet14.Cells(Count + 1, 13).Value = Round(Volume_DC_4 / Load_MB,
0)

Sheet14.Cells(Count + 1, 14).Value = Total_Cost_DC_1_Destination
Sheet14.Cells(Count + 1, 16).Value = Total_Cost_DC_2_Destination
Sheet14.Cells(Count + 1, 18).Value = Total_Cost_DC_3_Destination
Sheet14.Cells(Count + 1, 20).Value = Total_Cost_DC_4_Destination
Sheet14.Cells(Count + 1, 15).Value = Total_W_DC_1
Sheet14.Cells(Count + 1, 17).Value = Total_W_DC_2
Sheet14.Cells(Count + 1, 19).Value = Total_W_DC_3
Sheet14.Cells(Count + 1, 21).Value = Total_W_DC_4
End If
End If
Next n
Next m
Next j
Next i

'Sum
For i = 1 To Count
Sheet14.Cells(i + 1, 22).Value = Sheet14.Cells(i + 1, 6).Value + Sheet14.Cells(i + 1,
8).Value + Sheet14.Cells(i + 1, 10).Value + Sheet14.Cells(i + 1, 12).Value +

```

ภาคผนวก น (ต่อ) ชุดคำสั่งวิซวลเบสิกฟอร์มแอปพลิเคชัน กรณีมีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง 4 แห่ง

Sheet14.Cells(i + 1, 14).Value + Sheet14.Cells(i + 1, 16).Value + Sheet14.Cells(i + 1, 18).Value + Sheet14.Cells(i + 1, 20).Value

Next i

Sheet14.Range("AC14").Value = Time

End Sub



ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-นามสกุล ชนัญธิดา บุญจริง
วัน เดือน ปี เกิด 7 เมษายน 2541
ที่อยู่ปัจจุบัน 30/3 หมู่ที่ 4 ตำบลคลองกระจง อำเภอสวรรคโลก จังหวัดสุโขทัย
ประวัติการศึกษา 2563 วศ.บ. (วิศวกรรมโลจิสติกส์) มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

