การสร้างแบบจำลองที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงของการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยวในจังหวัดนครราชสีมา

ชนัญธิดา บุญจริง

วิทยานิพนธ์เสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน
ปีการศึกษา 2566
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

การสร้างแบบจำลองที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงของการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยวในจังหวัดนครราชสีมา

ชนัญธิดา บุญจริง

วิทยานิพนธ์เสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน
ปีการศึกษา 2566
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

วิทยานิพนธ์ เรื่อง "การสร้างแบบจำลองที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงของการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยวในจังหวัดนครราชสีมา "

ของ ชนัญธิดา บุญจริง

ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธัชชัย เทพกรณ์)

..... ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

(ดร.เจษฎา โพธิ์จันทร์)

..... กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายใน

(ดร.ใกล้รุ่ง 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, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2566

คำสำคัญ แบบจำลองการเลือกทำเลที่ตั้ง, การเชื่อมโยงต่อการเดินทาง, การท่องเที่ยว

บทคัดย่อ

การศึกษาการสร้างแบบจำลองที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงของการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยวในจังหวัดนครราชสีมา มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอกรอบแนวคิดในการสร้างแบบจำลองที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยวในจังหวัดนครราชสีมา และเพื่อวิเคราะห์ตำแหน่งที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งผู้โดยสารต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยวที่เหมาะสมสำหรับจังหวัดนครราชสีมา โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย 3 ขั้นตอน ประกอบไปด้วย 1) การรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิที่เกี่ยวข้องกับการท่องเที่ยวและการเชื่อมโยงการขนส่งผู้โดยสารต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยว 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 เนื่องมีค่าใช้จ่ายรวมในการเดินทางต่ำที่สุด 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 โพธิ์จันทร์ ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้อุตส่าห์สละเวลาอันมีค่ามาเป็นที่ปรึกษา พร้อมทั้งให้คำแนะนำตลอดระยะเวลาในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ และขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธัชชัย เทพกรณ์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และ ดร.ใกล้รุ่ง พรอนันต์ อีกทั้ง ดร. สรียาภรณ์ ประเสริฐศรี กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ด้วยความเอาใจใส่ จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์

กราบขอบพระคุณบุคลากรคณะโลจิสติกส์และดิจิทัลซัพพลายเชน มหาวิทยาลัยนเรศวร ทุกท่านที่ให้คำแนะนำ อำนวยความสะดวกแก่ผู้วิจัย ประสานการดำเนินงานตลอดการทำวิทยานิพนธ์ และขอขอบคุณกัลยาณมิตร ที่คอยให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดีเสมอมา

ชนัญธิดา บุญจริง

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

ประกาศคุณูปการ ..... 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
ผลการวิเคราะห์แบบจำลองที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยว.....77
บทที่ 5 บทสรุป.....93
สรุปและอภิปรายผล.....93
ข้อเสนอแนะ.....95
บรรณานุกรม.....97
ภาคผนวก.....107
ประวัติผู้วิจัย.....144

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 สถานที่ท่องเที่ยวจังหวัดนครราชสีมา 12

ตาราง 2 ลำดับขั้นระบบขนส่ง.....17

ตาราง 3 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 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 ค่าใช้จ่ายรวมในการเดินทางต่ำที่สุดต่อจำนวนศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง92
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 ไอซ์แลนด์มีรายได้จากการท่องเที่ยวต่อ 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 (ณัฐนีภรณ์ น้อยเสงี่ยม และคณะ, 2562) ด้านเส้นทางการท่องเที่ยว จำนวนรถสำหรับบริการนักท่องเที่ยว การทิ้งขยะและตลอดจนปัญหาเรื่องห้องน้ำ (วศิน ปัญญาวุธตระกูล, 2561) การเชื่อมต่อที่ไม่ดี (John Walsh and Khin Kyi Zin, 2562) การขาดแคลนระบบขนส่งสาธารณะและการจราจรติดขัด (Komain Kantawateera et al., 2557) ซึ่งปัญหาเหล่านี้มีแนวทางในการแก้ไขโดย การปรับปรุงภูมิทัศน์ให้ครอบคลุมด้านกายภาพ สังคม วัฒนธรรม และสิ่งแวดล้อม เพื่อเพิ่มศักยภาพและเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจของแหล่งท่องเที่ยว การส่งเสริมให้เกิดการบูรณาการร่วมกันระหว่างชุมชน หน่วยงานท้องถิ่น และกลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสียจากการพัฒนาแหล่งท่องเที่ยว การวางผังเพื่อเชื่อมโยงการเข้าถึงพื้นที่ท่องเที่ยว 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 และต้องใช้บริการสาธารณะ รถเช่า บริการของพื้นที่เพื่อเดินทางต่อไปยังจุดหมาย 4) การเดินทางทางน้ำ/ชายฝั่ง เป็นการเดินทางถึงเพียงท่าเรือ และต้องใช้บริการสาธารณะ รถเช่า บริการของพื้นที่เพื่อเดินทางต่อไปยังจุดหมาย (สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งจราจร, 2561) จากรูปแบบการเดินทางที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่ามีเพียงรูปแบบการเดินทางด้วยรถส่วนบุคคลที่ไม่มีการใช้รูปแบบการเดินทางอื่นร่วมด้วย แต่หากนักท่องเที่ยวไม่มีรถส่วนบุคคลจะทำให้นักท่องเที่ยวเข้าถึงแหล่งท่องเที่ยวได้ยาก ด้วยเหตุนี้การเดินทางต่อเนื่องหลายรูปแบบ ซึ่งคือการเดินทางด้วยรูปแบบการขนส่งตั้งแต่สองรูปแบบขึ้นไปด้วยตั๋วใบเดียว จึงมีความสำคัญเป็นอย่างมากต่อการเดินทางของนักท่องเที่ยว

การขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบที่ดีควรมีการถ่ายโอนเพื่อเปลี่ยนรูปแบบการขนส่งได้อย่างสะดวก และมีรูปแบบการขนส่งอื่นมารองรับ ณ ที่สถานี หรือบริเวณจุดจอดนั้น เพื่อให้นักท่องเที่ยวสามารถเดินทางต่อไปยังจุดหมายได้อย่างราบรื่น เช่น ท่าอากาศยานนานาชาติฮ่องกง (HKIA) เป็นศูนย์กลางการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบที่ได้รับการยอมรับในระดับสากล โดยมีสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ อย่างครบครัน เช่น มีที่จอดรถ มีบริการอินเตอร์เน็ตฟรี 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 แซ่โง้ว, 2553) โรงงานผลิตสินค้า (ปรัชญา ทารักษ์, 2552) ศูนย์บรรเทาภัยพิบัติ (จันทร์ศิริ สิงห์เถื่อน, 2557) อ่างเก็บน้ำ (สามารถ อาษากิจ, 2554) คลังน้ำมัน (ธนวัฒน์ เมธัญญรัตน์, 2557) รวมทั้งศูนย์โลจิสติกส์ (อรรถวิทย์ อุปโยคิน และคณะ, 2558) ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นความสำคัญของการเลือกตำแหน่งที่ตั้งที่

เหมาะสมโดยนำมาประยุกต์ใช้ในด้านการท่องเที่ยว และมุ่งเน้นไปที่การเลือกตำแหน่งที่เหมาะสมของศูนย์กลางเพื่อการเดินทาง เนื่องจากการเชื่อมต่อการเดินทางระหว่างแหล่งท่องเที่ยวและระบบขนส่งสาธารณะมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการส่งเสริมการท่องเที่ยว โดยเฉพาะภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่มีค่าดัชนีความก้าวหน้าการพัฒนาคนในด้านการคมนาคมและการสื่อสาร 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 ซึ่งภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่างนั้นมีจำนวนนักท่องเที่ยวสูงสุดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยจังหวัดที่มีรายได้จากการท่องเที่ยวรวมทั้งมีจำนวนผู้เยี่ยมเยือนสูงที่สุดในเขตพัฒนาการท่องเที่ยวอารยธรรมอีสานใต้ คือ จังหวัดนครราชสีมา (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2563) แต่ทั้งนี้การท่องเที่ยวของจังหวัดนครราชสีมายังมีปัญหาการเชื่อมต่อระบบขนส่งสาธารณะในด้านเส้นทางการเดินรถที่มีรถเพียงบางสายที่ผ่านระบบขนส่งหลัก ปัญหาสถานีและจุดจอดของรถโดยสาร รวมถึงปัญหาการเชื่อมต่อการเดินทาง ซึ่งเป็นประเด็นหลักที่ตัดสินว่าผู้เดินทางจะใช้ระบบขนส่งสาธารณะหรือไม่ โดยปัจจุบันจังหวัดนครราชสีมายังขาดการเชื่อมต่อการเดินทางระหว่างแหล่งท่องเที่ยวกับระบบขนส่งหลัก (สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร กระทรวงคมนาคม, 2560)

ดังนั้น งานวิจัยนี้ต้องการที่จะเสนอแนะวิธีการในการวิเคราะห์หาตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสม โดยมีวัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อเสนอกรอบแนวคิดในการสร้างแบบจำลองที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยวในจังหวัดนครราชสีมา 2) เพื่อวิเคราะห์ตำแหน่งที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยวที่เหมาะสมของจังหวัดนครราชสีมา ซึ่งขั้นตอนการดำเนินงานแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ประกอบด้วย 1) การรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิที่เกี่ยวข้องกับการท่องเที่ยวและการเชื่อมโยงการขนส่งผู้โดยสารต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยว 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 โดยที่มาเหล่านี้สามารถใช้การคมนาคมขนส่งได้ทุกรูปแบบ แต่การเดินทางดังกล่าวนั้นต้องมิใช่เพื่อการหารายได้หรือย้ายถิ่นที่อยู่อาศัยแบบถาวร (วาทิต อิทธิศิริเวทย์, 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 เป็นการผสมผสานการขนส่งสินค้าจากที่หนึ่งที่ใด (One Point) หรือจากประเทศหนึ่งประเทศใดไปสู่อีกที่หนึ่งหรืออีกประเทศหนึ่ง ซึ่งเป็นอาณาบริเวณที่เป็นจุดพบสุดท้าย (Interface Final Point) โดยใช้รูปแบบการขนส่งตั้งแต่ 2 รูปแบบขึ้นไป ภายใต้การบริหารจัดการของผู้ขนส่งรายเดียวและมีสัญญาขนส่งฉบับเดียว หรือเป็นวิธีการขนส่งสินค้าแบบเบ็ดเสร็จที่ครอบคลุมการขนส่งทุกประเภทโดยประกอบการเพียงรายเดียว (นพนันต์ เมืองเหนือ, 2556)

4. การเลือกทำเลที่ตั้ง (Location Choice) หมายถึง การเลือกแหล่งหรือสถานที่ที่จะทำให้ธุรกิจสามารถประกอบกิจกรรมทางธุรกิจได้สะดวกที่สุดโดยคำนึงถึงผลประโยชน์ทุกด้านที่จะได้รับ เช่น กำไรค่าใช้จ่ายการขนส่งการติดต่อสื่อสารต่าง ๆ และสิ่งแวดล้อมภายนอกจนสิ้นสุดการดำเนินธุรกิจนั้น (สำเริง 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 โดยมีเส้นทางการเดินรถครอบคลุม 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 และตลาดแม่กิมเฮง 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 ทางขับกว้าง 23 เมตร ยาว 320 เมตร จำนวน 2 เส้นทาง และลานจอดเครื่องบินกว้าง 85 เมตร ยาว 323 เมตร สามารถจอดเครื่องบินแบบโบอิ้ง 737 ได้จำนวน 4 ลำ พร้อมทั้งมีระบบไฟฟ้าและระบบสาธารณูปการต่าง ๆ ซึ่งอาคารต่าง ๆ ของท่าอากาศยาน ประกอบด้วย อาคารหอบังคับการบิน อาคารที่ทำการดับเพลิงและหน่วยกู้ภัย อาคารเครื่องช่วยเดินอากาศ และอาคารที่พักผู้โดยสารพื้นที่ 7,200 ตารางเมตร สามารถรองรับผู้โดยสารได้ประมาณ 300 คน ปัจจุบันไม่มีเที่ยวบินพาณิชย์ประจำที่ท่าอากาศยานนครราชสีมา แต่ใช้สำหรับลงจอดเครื่องบินเช่าเหมาลำขนาดเล็ก และเป็นที่ฝึกสอนนักบิน

- ท่าอากาศยานกองบิน 1 นครราชสีมา ตั้งอยู่บริเวณทางตอนใต้ของตัวเมืองเทศบาลนครนครราชสีมา ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของกองทัพอากาศไทย โดยท่าอากาศยานแห่งนี้ปิดให้บริการในเชิงพาณิชย์หลังจากเปิดท่าอากาศยานนครราชสีมา ปัจจุบันใช้ในด้านการทหารเท่านั้น

สภาพปัญหาของระบบขนส่งสาธารณะ

ภาพรวมการเชื่อมต่อระบบขนส่งสาธารณะปัจจุบันในเขตเมืองนครราชสีมาและพื้นที่ต่อเนื่อง 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 (สถานีขนส่งผู้โดยสารแห่งที่ 1 และแห่งที่ 2) โดยรถหมวด 1 และรถหมวด 4 และการเดินทางเพื่อเชื่อมต่อท่าอากาศยานมีเพียงรถโดยสารประจำทางเพียงสายเดียว (รถหมวด 1 สาย 18) เท่านั้น ปัญหาระบบการขนส่งผู้โดยสารเพื่อการเชื่อมต่อการเดินทางในเมืองนครราชสีมาที่เกี่ยวข้องในการศึกษาครั้งนี้ สามารถจำแนกออกเป็น 3 กลุ่มปัญหา ดังนี้

1) เส้นทางการเดินรถ ในจำนวนสายทางของรถโดยสารประจำทางหมวด 1 (รถสองแถว) ในเมืองนครราชสีมา 20 สายทาง มีส่วนที่ทับซ้อนกันเป็นจำนวนมาก เส้นทางส่วนมากเดินรถในแนวตะวันตก-ตะวันออก ยกเว้นสายที่ 18 ที่เดินรถระหว่างต้นทางสถานีรถไฟนครราชสีมาและปลายทางท่าอากาศยานนครราชสีมา (เชื่อมระหว่างการขนส่งระหว่างเมือง รถไฟกับเครื่องบิน) โดยโซนด้านเหนือ ด้านตะวันออกเฉียงเหนือ ถนนมิตรภาพ ถนนสุรนารายณ์ รวมถึงสถานีขนส่งผู้โดยสารจังหวัดนครราชสีมา แห่งที่ 2 นั้น แนวเส้นทางรถโดยสารประจำทางไม่ผ่านสถานีรถไฟนครราชสีมา การเชื่อมต่อระหว่างสถานีรถไฟนครราชสีมา-สถานีขนส่งผู้โดยสารจังหวัดนครราชสีมา แห่งที่ 1-สถานีขนส่งผู้โดยสารจังหวัดนครราชสีมา แห่งที่ 2 ยังไม่สมบูรณ์ โดยมีเพียงสาย 15 ที่วิ่งให้บริการ และมีรถโดยสารประจำทาง (รถสองแถว) หลายสายผ่านไปตามถนนมุขมนตรี (หน้าสถานีรถไฟนครราชสีมา) และถนนสุรนารี (ใกล้สถานีขนส่งผู้โดยสารจังหวัดนครราชสีมา แห่งที่ 1) แต่รถโดยสารไม่สามารถเข้าจอดที่สถานีได้

2) สถานีและจุดจอด พบปัญหาการเข้าออกของสถานีขนส่งผู้โดยสารจังหวัดนครราชสีมา แห่งที่ 1 และปัญหาการเข้าออกของรถโดยสารประจำทางกับสถานีรถไฟนครราชสีมา ดังนี้

- ปัญหาการเข้าออกของสถานีขนส่งผู้โดยสารจังหวัดนครราชสีมา แห่งที่ 1 เข้าออกโดยใช้ถนนบุรินทร์ ซึ่งอยู่ห่างจากถนนสายหลักของเมือง คือ ถนนสุรนารีประมาณ 150 เมตร และถนนหลักสาย 224 ประมาณ 200 เมตร ในขณะที่สถานีขนส่งผู้โดยสารจังหวัดนครราชสีมา แห่งที่ 1 สามารถรองรับผู้โดยสารได้ถึง 30,000 คนต่อวัน แต่การเข้าออกทำได้ยาก เพราะถนนบุรินทร์มีเพียง 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 เป็นประเด็นหลักที่ตัดสินว่าผู้เดินทางจะใช้ระบบขนส่งสาธารณะหรือไม่ ซึ่งปัจจุบันยังขาดการเชื่อมต่อการเดินทางระหว่างแหล่งท่องเที่ยวกับสถานีรถไฟและสถานีขนส่งผู้โดยสาร (แหล่งท่องเที่ยวหลายแห่ง ไม่สามารถเข้าถึงได้ด้วยรถโดยสารสาธารณะ เช่น พิพิธภัณฑ์ไม้กลายเป็นหิน ปราสาทหินพนมวัน เป็นต้น) และระหว่างท่าอากาศยานนครราชสีมากับสถานีขนส่งผู้โดยสาร ในปัจจุบันมีเพียงจุดเชื่อมต่อบริเวณอนุสาวรีย์ท้าวสุรนารี

รูปแบบการเชื่อมโยงการเดินทาง

ระบบขนส่งสาธารณะในเขตเมืองนครราชสีมาปัจจุบัน มีบทบาทหลักในการเชื่อมโยงพื้นที่ใจกลางเมืองกับพื้นที่อำเภอและหมู่บ้านโดยรอบ ประกอบด้วย 3 รูปแบบ คือ 1) รถโดยสารประจำทางภายในเขตเมืองหรือรถโดยสารประจำทาง (รถสองแถว) (รถหมวด 1) 2) รถโดยสารประจำทางระหว่างเมืองซึ่งเชื่อมโยงพื้นที่เมืองนครราชสีมาและหมู่บ้านในเขตนอกเมืองนครราชสีมา (รถหมวด 4) 3) รถโดยสารรับจ้างสาธารณะ ได้แก่ รถแท็กซี่ รถสามล้อเครื่อง รถจักรยานสามล้อ และรถจักรยานยนต์รับจ้าง ซึ่งรูปแบบของการเดินทางในปัจจุบันในเขตเมืองนครราชสีมานั้น 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 แหล่งช็อปปิ้ง คิดเป็นร้อยละ 33.9, 33.6, และ 29.3 ตามลำดับ และมีค่าใช้จ่ายเฉลี่ยต่อคนต่อทริปอยู่ที่ 3,764.53 บาท (บริษัท อินโฟเสิร์ช จำกัด, 2562)

แหล่งท่องเที่ยว

จังหวัดนครราชสีมามีแหล่งท่องเที่ยวมากมายหลายประเภท ทั้งแหล่งท่องเที่ยวเชิงนิเวศ แหล่งท่องเที่ยวเชิงศาสนาและความเชื่อ แหล่งท่องเที่ยวเชิงวิชาการ แหล่งท่องเที่ยวเชิงศิลปะวัฒนธรรมและมรดกโลก แหล่งท่องเที่ยวเชิงสันทนาการและบันเทิง และแหล่งท่องเที่ยวเชิงวิถีชีวิต โดยมีแหล่งท่องเที่ยวในจังหวัดนครราชสีมาซึ่งอ้างอิงจากหน่วยงานการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย (ททท.) สำนักงานนครราชสีมา ดังแสดงในตาราง 1

ตาราง 1 สถานที่ท่องเที่ยวจังหวัดนครราชสีมา

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

ตาราง 1 (ต่อ) สถานที่ท่องเที่ยวจังหวัดนครราชสีมา

อำเภอ	สถานที่ท่องเที่ยว
เมืองนครราชสีมา	ปราสาทพนมวัน
	สวนสัตว์นครราชสีมา
	พิพิธภัณฑ์ไม้กลายเป็นหิน และทรัพยากรธรณีฯ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
	อุทยานการเรียนรู้สิรินธร
	หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบ พระชนมพรรษา นครราชสีมา
ด่านขุนทด	วัดบ้านไร่
	ทุ่งกังหันลมห้วยบง
โนนสูง	แหล่งโบราณคดีบ้านปราสาท
	โฮมสเตย์บ้านปราสาท
พิมาย	อนุสรณ์สถานวีรกรรมทุ่งสัมฤทธิ์
	พิพิธภัณฑสถานแห่งชาติพิมาย
	อุทยานประวัติศาสตร์พิมาย
	ไทรงาม
ห้วยแถลง	หมู่บ้านปลูกหม่อนเลี้ยงไหม
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
	กังหันลมเขายายเที่ยง
ปักธงชัย	หมู่บ้านทอผ้าปักธงชัย
	วัดหน้าพระธาตุ (วัดตะคุ)
	วัดนกออก หรือ วัดปทุมคงคา
	จิมทอมป์สัน ฟาร์ม
	เขื่อนลำพระเพลิง
ปากช่อง	อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่
	ฟาร์มเห็ด เขาใหญ่ พาโนราม่า ฟาร์ม
	เขาใหญ่ สปีดคาร์ท
	พุทธอุทยานหลวงปู่ทวด เขาใหญ่
	สวนสัตว์ โบนันซ่า เอ็กโซติก
	โอเค คอเรล เขาใหญ่
	เขาใหญ่ อาร์ตมิวเซียม
	ทอสคาน่า วัลเลย์ เขาใหญ่
	วัดป่าภูหายหลง
	ช็อกโกแลต แฟคทอรี่ (สาขาเขาใหญ่)
	สวนกาญจนาภิเษก (น้ำผุดธรรมชาติ)
	สวนน้ำและสวนสนุก Scenical World
	พรีโม เพียซซ่า
	สวนกุหลาบกลางพนาคาเฟ่
	ไร่องุ่นกราน-มอนเต้
	เดอะ บลูม บาย ทีวีพูล
	พีบี วัลเล่ย์ เขาใหญ่ ไวน์เนอรี่
	ฟาร์มโชคชัย
	ถ้ำแก้วสารพัดนึก
	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

จากการทบทวนรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์การยกระดับระบบขนส่งและการเดินทางอัจฉริยะเพื่อสนับสนุนการท่องเที่ยวไทย 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) เพื่อลดระยะเวลาเดินทางที่เกี่ยวเนื่องกับระบบขนส่ง ได้แก่ เวลาที่ไม่ได้อยู่บนยานพาหนะ (Out-of-Vehicle Travel Time) เช่น ระยะเวลาการเข้าถึงและออกจากสถานี ระยะเวลาในการรอ เป็นต้น

3) ประเด็นความสะดวกสบายและภาพลักษณ์ เนื่องจากระบบขนส่งเป็นทางเลือกรูปแบบการเดินทางที่แข่งขันกับรูปแบบการเดินทางอื่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบการขนส่งส่วนบุคคล ดังนั้น ระบบขนส่งที่มีประสิทธิภาพควรมีความสะดวกสบายในการเดินทาง และภาพลักษณ์ที่ดึงดูดการใช้บริการ ซึ่งในปัจจุบันประกอบด้วย เทคโนโลยีที่ทันสมัย ทั้งตัวรถ ระบบตั๋ว สถานที่รอคอย (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 ผ่านสถานที่สำคัญ และมีจำนวนเส้นทางน้อยที่สุดเท่าที่สามารถรองรับปริมาณการเดินทางได้

2) ระบบที่มีลำดับขั้น (Hierarchy of Lines) ระบบขนส่งต้องการการผสมผสานและเชื่อมต่อรูปแบบแตกต่างกันทั้งในด้านความจุ (Capacity) และความเร็ว (Speed) เพื่อสอดรับกับประสิทธิภาพในการให้บริการ ภายใต้ข้อจำกัดต่าง ๆ โดยทั่วไปประกอบด้วย 3 ลำดับขั้น 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 ในยุคดิจิทอล ผู้ใช้บริการต้องการรับรู้ข่าวสารเพื่อประกอบการตัดสินใจ ระบบเทคโนโลยีดังกล่าวส่งเสริมระดับการให้บริการระบบขนส่ง และสนับสนุนการดำเนินงาน (Operation) ได้อีกทางหนึ่งด้วย

ตาราง 2 ลำดับขั้นระบบขนส่ง

ลำดับขั้นของระบบขนส่ง	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 เพื่อให้เกิดการเชื่อมโยงโครงข่ายการเดินรถมีความสมบูรณ์และเกิดประสิทธิภาพสูงสุด โดยคาดว่าจะเปิดให้ใช้บริการรถไฟความเร็วสูงสายกรุงเทพฯ-หนองคาย ได้ในปี 2572 (สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร กระทรวงคมนาคม, 2558 และ สำนักงานบริหารนโยบายของนายกรัฐมนตรี, 2564)

โครงการก่อสร้างรถไฟทางคู่สายตะวันออกเฉียงเหนือ ช่วงมาบกะเบา - ชุมทางถนนจิระ เป็นโครงการที่สนับสนุนการพัฒนาระบบการจัดการขนส่งสินค้าและบริการ ซึ่งการรถไฟแห่งประเทศไทย (รฟท.) ได้รับมอบหมายให้ เร่งดำเนินการศึกษาและออกแบบโครงการก่อสร้างรถไฟทางคู่ เนื่องจากเป็นเส้นทางที่มีความถี่ของการเดินรถสูงและต้องเสียเวลารอการสับหลีกเป็นระยะเวลานาน โดยโครงการก่อสร้างรถไฟทางคู่สายตะวันออกเฉียงเหนือ ช่วงมาบกะเบา-ชุมทางถนนจิระ มีจุดเริ่มต้นที่บริเวณสถานีมาบกะเบา จังหวัดสระบุรี และมีจุดสิ้นสุดโครงการที่บริเวณสถานีชุมทางถนนจิระ จังหวัดผ่านพื้นที่จังหวัดสระบุรี ระยะทางประมาณ 131 กิโลเมตร อีกทั้งโครงการนี้ยังเป็น 1 ใน 5 เส้นทางรถไฟที่อยู่ในแผนยุทธศาสตร์ฯ เพื่อขับเคลื่อนการลงทุนโครงสร้างพื้นฐานของประเทศ เพื่อเพิ่มศักยภาพการขนส่งทางระบบรางให้สามารถรองรับจำนวนผู้โดยสารและปริมาณการขนส่งสินค้าที่ขยายตัวเพิ่มมากขึ้นได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ เพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวและการพัฒนาเศรษฐกิจในระดับภูมิภาคและของประเทศโดยรวม เพื่อเพิ่มขีดความสามารถด้านการขนส่งของประเทศ และเป็นส่วนหนึ่งของเส้นทางหลักที่เชื่อมโยงโครงข่ายโลจิสติกส์ไปยังประเทศเพื่อนบ้าน (สำนักงานโครงการก่อสร้างรถไฟทางคู่สายตะวันออกเฉียงเหนือช่วงมาบกะเบา-ชุมทางถนนจิระ, 2564)

โครงการศึกษาความเหมาะสมและออกแบบระบบรถไฟทางคู่ เพื่อการขนส่งและการจัดการโลจิสติกส์ (ระยะเร่งด่วนช่วงชุมทางจิระ – ขอนแก่น) เป็นโครงการที่กระทรวงคมนาคมให้ความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง เพื่อเพิ่มขีดความสามารถด้านการขนส่งสินค้าและเพิ่มศักยภาพด้านการท่องเที่ยวในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยการพัฒนารถไฟทางคู่จะสามารถเพิ่มความจุ

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 และไปสิ้นสุดที่บริเวณทางเลี่ยงเมืองจังหวัดนครราชสีมาด้านตะวันตก อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา ระยะทางรวมประมาณ 196 กิโลเมตร (กรมทางหลวง, 2564)

แผนแม่บทพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะในเขตเมืองนครราชสีมาและพื้นที่ต่อเนื่องที่มีความต้องการเดินทาง

การจัดทำแผนแม่บทพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะในเขตเมืองนครราชสีมาและพื้นที่ต่อเนื่องที่มีความต้องการเดินทางมีเป้าหมายหลักเพื่อเป็นกรอบในการจัดให้มีระบบขนส่งสาธารณะที่เหมาะสมกับเมืองนครราชสีมา โดยกำหนดเป็นแผนแม่บทพัฒนาตามระยะเวลาที่เหมาะสม รวมทั้งแผนพัฒนาระบบเชื่อมโยงระบบขนส่งผู้โดยสารสาธารณะ ซึ่งจะทำให้เกิดการเดินทางเชื่อมต่อด้วยระบบขนส่งสาธารณะรูปแบบต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เข้าถึงง่ายและสะดวก อันจะช่วยให้จำนวนผู้โดยสารใช้ระบบขนส่งสาธารณะเพิ่มมากขึ้น ตลอดจนเป็นการแก้ไขปัญหาการจราจรที่มีแนวโน้มหนาแน่นแออัดมากขึ้นตามการเติบโตของเมือง

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

1) ประเด็นยุทธศาสตร์ที่ 1 : การพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะหลักในเขตเมืองนครราชสีมา และการพัฒนาการเชื่อมต่อโครงข่ายระบบขนส่งสาธารณะภายในเขตเมืองนครราชสีมากับระบบขนส่งสาธารณะหลัก เป็นประเด็นยุทธศาสตร์สนับสนุนเป้าประสงค์ที่ 1 : เป็นศูนย์กลางการเชื่อมต่อการเดินทาง เนื่องจากการพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะหลักในเขตเมืองนครราชสีมามีวัตถุประสงค์หลักเพื่อเชื่อมโยงระบบขนส่งสาธารณะโดย

- ยกระดับระบบขนส่งสาธารณะสำหรับผู้เดินทางในเมืองนครราชสีมา ให้สามารถเชื่อมโยงกิจกรรมทางเศรษฐกิจและสังคมต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- สร้างแรงดึงดูดให้แก่ระบบขนส่งสาธารณะในเขตเมืองได้มากขึ้น ซึ่งเป็นการช่วยลดปัญหาการจราจร โดยส่งเสริมให้ผู้เดินทางในเมืองนครราชสีมาเปลี่ยนจากการใช้รถยนต์ส่วนบุคคลมาใช้ระบบขนส่งสาธารณะ
- มีระบบที่เอื้อให้ประชากรในเขตเมืองนครราชสีมาสามารถเข้าถึงศูนย์กลางการคมนาคมหลักที่ดีกว่า โดยเฉพาะอย่างยิ่ง สถานีรถไฟจังหวัดนครราชสีมา และสถานีขนส่งผู้โดยสารในปัจจุบันทั้งสองแห่ง

ดังนั้น เงื่อนไขที่สำคัญของการพัฒนาโครงข่ายระบบขนส่งสาธารณะรูปแบบใหม่สำหรับเมืองนครราชสีมา คือ ให้เป็นกลไกในการเชื่อมโยงประชาชนเข้ากับสถานที่ที่ต้องการเดินทาง โดยเชื่อมโยงที่อยู่อาศัยเข้ากับสถานที่ทำงาน สถานศึกษา ศูนย์การค้า และสถานที่พักผ่อนหย่อนใจ อีกทั้ง ต้องเชื่อมต่อชุมชนที่อยู่อาศัยกับสถานีขนส่งหลักของเมืองด้วย (ได้แก่ สถานีรถไฟ สถานีรถโดยสาร ท่าอากาศยาน เป็นต้น) การดำเนินงานภายใต้ยุทธศาสตร์ที่ 1 นี้ ประกอบด้วย 2 กลยุทธ์ มีรายละเอียดดังนี้

กลยุทธ์ที่ 1.1 : การพัฒนาโครงข่ายระบบขนส่งสาธารณะหลักในเขตเมืองนครราชสีมา โดยดำเนินงานตามแผนงานการลงทุนระบบขนส่งสาธารณะหลักในเขตเมืองนครราชสีมา เพื่อให้ระบบการขนส่งสาธารณะหลักสามารถเชื่อมโยงการเดินทางในเขตเมืองนครราชสีมาและพื้นที่เกี่ยวเนื่องได้อย่างไร้รอยต่อ และมีประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งตามแผนงานดังกล่าว กำหนดให้มีการลงทุนก่อสร้างระบบขนส่งสาธารณะให้ครอบคลุมพื้นที่การพัฒนา และการพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะเพื่อรองรับการเติบโตของเมือง ประกอบด้วยโครงการต่าง ๆ ดังนี้

- โครงการที่ 1 โครงการลงทุนระบบขนส่งสาธารณะหลัก สายสีเขียว
- โครงการที่ 2 โครงการลงทุนระบบขนส่งสาธารณะหลัก สายสีส้ม
- โครงการที่ 3 โครงการลงทุนระบบขนส่งสาธารณะหลัก สายสีม่วง
- โครงการที่ 4 โครงการลงทุนระบบขนส่งสาธารณะหลัก สายสีเขียว (ส่วนต่อขยาย) 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 จึงควรมีการพัฒนาระบบการเชื่อมโยงการเดินทางด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อยกระดับคุณภาพการเดินทางไปสู่ระดับภูมิภาค โดยคำนึงถึงศักยภาพของการพัฒนาและปรับปรุงการบริการควบคู่ไปด้วย การดำเนินงานภายใต้ยุทธศาสตร์ที่ 3 นี้ มี 1 กลยุทธ์ มีรายละเอียดดังนี้

กลยุทธ์ที่ 3.1 : การพัฒนาระบบการเชื่อมโยงการเดินทางด้วยระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ โดยดำเนินงานตามแผนงานการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในระบบขนส่งสาธารณะ เพื่อให้ผู้มาใช้บริการได้ทราบข้อมูลล่วงหน้าเกี่ยวกับเวลาการมาถึงของขบวนรถและข่าวสารทั่วไป หรือเป็นการแนะนำเส้นทาง อีกทั้งสามารถทราบตำแหน่งของรถและสถานีที่ผ่าน รวมถึงแสดงข้อมูลเกี่ยวกับเส้นทางที่รถแต่ละขบวน รวมทั้งเพื่อศึกษาวางแผนการนำระบบบัตรโดยสารร่วมมาใช้งาน ซึ่งการดำเนินงานตามแผนงานดังกล่าว จะช่วยให้ผู้โดยสารสามารถบริหารจัดการเวลาได้อย่างแม่นยำและใช้เวลาได้อย่างคุ้มค่ามากที่สุด 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 จันทร์นวล, 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 รูปแบบขึ้นไปด้วยตั๋วใบเดียว จึงมีความสำคัญเป็นอย่างมากต่อการเดินทางของนักท่องเที่ยว

การขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ

การขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ (Multimodal Transportation) คือ การผสมผสานการขนส่งสินค้าจากที่หนึ่งที่ใด หรือจากประเทศหนึ่งประเทศใดไปสู่อีกที่หนึ่งหรืออีกประเทศหนึ่งต่อเนื่องไปจนถึงสถานที่หรือผู้รับสินค้าปลายทาง โดยมีรูปแบบการขนส่งที่แตกต่างกันตั้งแต่สองรูปแบบขึ้นไป ภายใต้การบริหารจัดการของผู้ขนส่งรายเดียวและมีสัญญาขนส่งฉบับเดียว หรือเป็นวิธีการขนส่งสินค้าแบบเบ็ดเสร็จที่ครอบคลุมการขนส่งทุกประเภทโดยประกอบการเพียงรายเดียว (นพนันต์ เมืองเหนือ, 2556; อำพล นววงศ์เสถียร และคณะ, 2557) โดยประโยชน์ของการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบไว้ (นพนันต์ เมืองเหนือ, 2556) สรุปได้ดังนี้

1) การมีผู้ประกอบการการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ (Multimodal Transport Operators: MTOs) ตั้งอยู่ในประเทศไทยจะทำให้ค่าระวางส่วนใหญ่อยู่ในประเทศ และลดดุลการค้าของประเทศ

2) การคำนวณเวลาและต้นทุนขนส่งทำได้ง่ายขึ้น เนื่องจากผู้ประกอบการสามารถควบคุมการขนส่งทั้งวงจรได้

3) การพัฒนาการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ จะช่วยอำนวยความสะดวกทางการค้า เนื่องจากขั้นตอนทางพิธีการศุลกากรจะลดน้อยลง และรัฐบาลยังสามารถใช้ประโยชน์จากการมีการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ

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 มีบริการอินเตอร์เน็ตฟรี มีร้านค้าปลีก ร้านอาหาร โรงละคร และยังสามารถเชื่อมต่อไปยังจุดหมายปลายทางในท้องถิ่นผ่าน บริการรถไฟ Airport Express Line รถบัส รถทัวร์ท้องถิ่น รวมถึงบริการเรือข้ามฟากอีกด้วย (Organisation for Economic Co-operation and Development, 2016)

การเลือกทำเลที่ตั้ง

การเลือกทำเลที่ตั้ง (Location Choice) หมายถึง การเลือกแหล่งหรือสถานที่ที่จะทำให้ธุรกิจสามารถประกอบกิจกรรมทางธุรกิจได้สะดวกที่สุดโดยคำนึงถึงผลประโยชน์ทุกด้านที่จะได้รับ เช่น กำไรค่าใช้จ่ายการขนส่งการติดต่อสื่อสารต่าง ๆ และสิ่งแวดล้อมภายนอกจนสิ้นสุดการดำเนินธุรกิจนั้น (สำเริง อินทร์วงษ์, 2562) โดยการเลือกตำแหน่งที่ตั้งนั้น มีความสำคัญต่อภาคการบริการเป็นอย่างมาก เนื่องจากการเลือกตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสมจะช่วยลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน ลดระยะเวลาในการขนส่งสินค้า ซึ่งจะช่วยให้การดำเนินงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยที่ผ่านมามีการศึกษาตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสมในหลากหลายโจทย์ทั้งการเลือกทำเลที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้า (พรเพิ่ม แซ่โง้ว, 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 โดยนำเข้าข้อมูลที่เป็นหลายมิติและทำการประมวลผลเพื่อให้ได้คำตัดสินใจที่มีความสอดคล้องกับเกณฑ์ที่กำหนด สำหรับ GIS เป็นเทคนิคที่ใช้ข้อมูลทางพื้นที่และเชิงพื้นที่ในการวิเคราะห์ปัญหาการตัดสินใจที่เกี่ยวข้องกับทำเลที่ตั้ง โดยสามารถนำเข้าข้อมูลภูมิศาสตร์และทำการแผนที่เพื่อให้มีภาพรวมที่ชัดเจนของสภาพแวดล้อม และ HLP เป็นการเลือกตำแหน่งหรือศูนย์กลางในระบบโลจิสติกส์หรือการจัดส่งสินค้าที่เหมาะสม เพื่อให้การขนส่งมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยพิจารณาปัจจัยต่าง ๆ เช่น ระยะทาง ความจุ และความต้องการของตลาดหรือลูกค้าในแต่ละพื้นที่ ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจทำการศึกษาหาตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสมโดยนำมาประยุกต์ใช้ในด้านการท่องเที่ยว โดยใช้เทคนิควิธีปัญหาการเลือกตำแหน่งที่ตั้งสถานที่ให้บริการที่เหมาะสม (FLPs) ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทหลัก ได้แก่ 1) ปัญหาการเลือกตำแหน่งที่เหมาะสมแบบคงที่ (Static Facility Location Problems: SFLPs) และ 2) ปัญหาการเลือกตำแหน่งที่เหมาะสมแบบพลวัต (Dynamic Facility Location Problems: DFLPs)

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ปัญหาการเลือกตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ให้บริการที่เหมาะสม (Facility Location Problems)

ปัญหาการเลือกตำแหน่งที่ตั้งสถานที่ให้บริการที่เหมาะสม (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

ปัญหาตำแหน่งสิ่งอำนวยความสะดวกคงที่ ได้รับความสนใจในแง่ของ ปัญหาการเลือกตำแหน่งอาคารสถานที่อย่างต่อเนื่อง (Continuous Facility Location Problems: CFLPs) ปัญหาการเลือกตำแหน่งสถานที่ที่ไม่ต่อเนื่อง (Discrete Facility Location Problems: DIFLPs) และปัญหาการเลือกตำแหน่งสถานที่ของโครงข่าย (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)

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

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)

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

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)

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

โดยที่ V_{ik} หมายถึงน้ำหนักระหว่างโรงงานใหม่ i และโรงงานใหม่ k

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

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

Subject to:

$$\sum_{j \in F} X_j = P \tag{5}$$

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

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

$$\boldsymbol{X_j} = \begin{cases} \mathbf{1} \text{ ถ้าเลือกตั้งสถานที่ให้บริการที่ตำแหน่ง } \boldsymbol{j}, \ \forall_{\boldsymbol{j}} \in \boldsymbol{F} \\ \mathbf{0} \text{ ถ้าไม่ใช่} \end{cases} \tag{8}$$

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

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) ปัญหาสถานที่ตั้งสถานที่ไม่ต่อเนื่อง (Discrete Facility Location Problems: DIFLP) ในปัญหาตำแหน่งสิ่งอำนวยความสะดวกที่ไม่ต่อเนื่อง มีความต้องการที่ไม่ต่อเนื่องสองชุด รวมถึงสถานที่ตั้ง 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

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

Subject to:

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

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

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

โมเดลนี้ช่วยลดต้นทุนทั้งหมดที่เกิดขึ้นจากการกำหนดสิ่งอำนวยความสะดวกให้กับลูกค้า ที่นี่มีสิ่งอำนวยความสะดวก 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)

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

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) ในขณะเดียวกันควรสังเกตว่า ปัญหาแรก (ค่ามัธยฐาน) ได้ปรับระยะทางถ่วงน้ำหนักระหว่างจุดอุปสงค์ของสถานที่ตั้งที่เหมาะสมเป็นพิเศษ อันที่จริง โมเดลนี้สามารถจัดการกับวัตถุประสงค์ในการลดต้นทุนหรือเพิ่มผลกำไรสูงสุด อย่างไรก็ตาม แนวทางการปรับให้เหมาะสมดังกล่าวไม่ได้รับความสนใจในศูนย์กลางและครอบคลุมปัญหาซึ่งมีการใช้เกณฑ์ที่แตกต่างไปจากเดิมอย่างสิ้นเชิง นอกจากปัญหานี้แล้ว 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)

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

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

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

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

$$Minimize\ Z = \sum_{j \epsilon F} x_j \tag{16}$$

Subject to:

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

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

$$Minimize\ Z = \sum_{i \epsilon D} w_i z_i \tag{18}$$

Subject to:

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

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

จำนวนความต้องการที่ครอบคลุมควรถูกขยายให้ใหญ่สุดโดยแบบจำลอง (18) นอกจากนี้ ข้อจำกัด (19) ชี้แจงว่าหากไม่มีสิ่งอำนวยความสะดวกที่ตำแหน่งที่เป็นตัวเลือกที่ให้บริการโหนด โดยโหนดความต้องการ i จะไม่สามารถครอบคลุมได้ นอกจากนี้ ข้อจำกัดอื่น ๆ ของโมเดลนี้ถูกกำหนดตามข้อจำกัด (5) และ (8) เกี่ยวกับรายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับการครอบคลุมปัญหาและรูปแบบต่าง ๆ

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

$$Minimize\ Z \tag{21}$$

Subject to:

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

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

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

เงื่อนไขนี้แสดงถึงระยะทางสูงสุดที่วัดโดยตัวแปรการกำหนด

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

$$Minimize\ Z = \sum_{i \in D} \sum_{k \in D} C(i,k) y_{ik} \left(\sum_{j \in F} f(i,j) \right) + \sum_{k \in D} \sum_{i \in D} C(k,i) y_{ik} \left(\sum_{j \in F} f(i,j) \right) + B \sum_{i \in D} \sum_{j \in F} \sum_{k \in D} \sum_{i \in D} f(i,j) C(k,l) y_{ik} y_{ji} \tag{24}$$

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) พิจารณาระบบการจัดจำหน่ายที่มีหลายสิ่งอำนวยความสะดวกตามลำดับชั้น ในระบบดังกล่าว สิ่งอำนวยความสะดวกในระดับที่สูงกว่าจะสามารถเลือกตำแหน่งของตนเองได้โดยไม่ขึ้นกับสิ่งอำนวยความสะดวกในชั้นล่าง อย่างไรก็ตาม ต้องเป็นไปตามเกณฑ์ที่สำคัญในเครือข่ายการจัดจำหน่าย ข้างต้น โหนดระดับสูงกว่ามีความจุสูงเพียงพอ และต้นทุนการจัดการตลอดจนค่าใช้จ่ายในการขนถ่ายที่เกี่ยวข้องกับโหนดเหล่านี้ เป็นสัดส่วนกับจำนวนสินค้าที่โหลดซ้ำและจัดส่งตามลำดับ จากนั้นจะวัดต้นทุนการถ่ายลำจากต้นทางไปยังปลายทางโดยคำนึงถึงต้นทุนของอุปสงค์ที่จัดสรร มิเช่นนั้นการถ่ายลำที่ครอบคลุมหลายขั้นตอนของระบบการจำหน่ายจะต้องได้รับการพิจารณาอย่างชัดเจน (Klose and Drexl, 2005) จากข้อมูลของ (Sahin and Sural, 2007) HILP ประเภทดั้งเดิมประเภทหนึ่งคือ ปัญหาของระบบสองระดับแบบไหลเดียว

$$Minimize\ Z = \sum_{j}\sum_{k} f_1(\mathrm{j,k})C(\mathrm{j,k}) + \sum_{i}\sum_{j} f_2(\mathrm{i,j})C(\mathrm{i,j}) \tag{25}$$

Subject to:

$$\sum_{j\in F_1} f_1(\mathrm{j,k}) = \mathrm{d}_k \quad \forall \mathrm{k} \in \mathrm{D} \tag{26}$$

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

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

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

$$\sum_{j\epsilon F_1} y_i = p_1 \tag{30}$$

$$\sum_{j\epsilon F_2} x_i = p_2 \tag{31}$$

$$X_i = \begin{cases} 1 \text{ ถ้าสิ่งอำนวยความสะดวกที่ระดับ } 2 \text{ อยู่ที่โหนด } i, & \forall i \in F_2 \\ 0 \text{ ถ้าไม่ใช่} \end{cases} \tag{32}$$

$$y_i = \begin{cases} 1 \text{ถ้าสิ่งอำนวยความสะดวกที่ระดับ } 1 \text{ อยู่ที่โหนด } j, & \forall j \in F_1 \\ 0 \text{ ถ้าไม่ใช่} \end{cases} \tag{33}$$

สำหรับปัญหานี้ จะพิจารณาสิ่งอำนวยความสะดวกสองระดับ (ระดับ 1 และระดับ 2) เนื่องจากปัญหาเป็นแบบลำดับชั้น $f_1(j, k)$ 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 จากด้านบนจะตัดสินใจเลือกตำแหน่งที่เหมาะสมในเวลาใดเวลาหนึ่งแท้จริงแล้วปัญหา FLP คือการตัดสินใจที่ส่งผลเป็นเวลานาน ข้อมูลที่ป้อนเข้าอาจเปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลา เช่น ความต้องการของลูกค้าที่เพิ่มขึ้นจากการเติบโตทางเศรษฐกิจ เป็นต้น ปัญหานี้ควรพิจารณาเลือกสถานที่ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง ในการตัดสินใจที่จะพิจารณาปัจจัยป้อนเข้าที่กำหนดค่าที่แน่นอนแต่ไม่คงที่ เมื่อช่วงเวลาเปลี่ยน ซึ่ง (Ballou, 1968) มองเห็นข้อจำกัดและนำมาซึ่งการวิจัยเป็นคนแรก โดยเสนอวิธีการเลือกสถานที่เพื่อให้ได้กำไรสูงสุดในช่วงเวลาของแผน ปัญหาส่วนใหญ่ต้องใช้ SFLP เพื่อขยายผลโดยคำนึงถึงเวลาของแผน ในครั้งแรกของแผนนี้เป็นคำตอบที่ดีที่สุดที่ใช้แก้ปัญหา จากนั้นจึงขยายผลโดยพิจารณาจนจบแผน แล้วเลือกวิธีที่ดีที่สุดในแต่ละครั้งอีกครั้งหลังจากนั้น (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 โมเดลพลวัตอาจมีการโต้ตอบกับแบบจำลองหลายช่วงเวลาหรือแบบจำลองที่ขึ้นกับเวลา ดังนั้น ส่วนนี้จะให้ความกระจ่างเกี่ยวกับองค์ประกอบหลักของพลวัตของตำแหน่งสถานที่ ประกอบด้วย 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 ซึ่งต้องมีการดำเนินการเพื่อแก้ไข ย้าย และปรับสิ่งอำนวยความสะดวก ดังนั้น แทนที่จะเป็นแบบจำลองคงที่ การเกิดขึ้นของแบบจำลองพลวัตจึงมีความจำเป็นสำหรับปัญหาดังกล่าว โดยโมเดลคงที่ที่กล่าวถึงสามารถปรับเปลี่ยนเป็นโมเดลดีเทอร์มินิทิสติกพลวัต ซึ่งพิจารณาช่วงเวลา p แทนที่จะเป็นช่วงเวลาเดียว (Wesolowsky, 1973)

$$Minimize\ Z = \sum_{l=1}^{p}\sum_{i=1}^{m_p} f_{li}(\mathrm{x}_l, \mathrm{y}_i) + \sum_{l=2}^{p} c_l z_i \qquad (34)$$

Subject to:

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

ดังสมการ (34) มีจุดหมายปลายทางของตำแหน่งที่ตั้ง ในช่วง $f_{li}(x_l, y_l)$ คือ ค่าขนส่งระหว่างโรงงานที่ตั้งอยู่ที่ $f_{li}(x_l, y_l)$ และปลายทาง i ส่วน c_l หมายถึงค่าใช้จ่ายในการเคลื่อนย้ายในช่วงเวลา l และ $d_{l-1,l}$ คือระยะทางที่สิ่งอำนวยความสะดวกถูกขนส่งในช่วงเวลา l ตามลำดับ ดังสมการ (35)

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

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) ใช้แนวคิดนี้เพื่อให้แน่ใจว่ามีเวลาตอบสนองต่อเหตุการณ์ที่น่าพอใจ จากรายงานการวิจัยในพื้นที่นี้ (Alanis, Ingolfsson and Kolfal, 2010) สามารถชี้ให้เห็นถึงการวิเคราะห์ระบบ EMS ด้วยแบบจำลองลูกโซ่ Markov แบบสองมิติ นอกจากนี้ (Harewood,

2002) ยังได้ทำงานเกี่ยวกับกรณีศึกษาปัญหาการใช้รถพยาบาลที่มีฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์หลายอย่าง (การลดต้นทุนและการขยายความครอบคลุมของลูกค้าให้สูงสุด) และ (Maxwell, Restrepo, Henderson and Topaloglu, 2010) เสนอปัญหาการตัดสินใจเกี่ยวกับการจัดวางรถพยาบาลใหม่แก้ไขด้วยวิธีการเขียนโปรแกรมแบบพลวัต

3) ปัญหาสถานที่ตั้งหลายช่วงเทียบกับช่วงเวลาเดียว (Multi-Period vs. Single-Period Facility Location Problems) ตามข้างต้นผู้มีอำนาจตัดสินใจควรคำนึงถึง FLP ที่แข็งแกร่งเพื่อให้สามารถดำเนินการได้ในระยะเวลาอันยาวนาน 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 Drexl, 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 ในขณะเดียวกันสถานะที่สองจะมีผลใช้บังคับมากกว่า เกี่ยวกับเงื่อนไขทั้งสองนี้ (Albareda-Sambola, Fernández, Hinojosa and Puerto, 2009) ได้กล่าวถึงการตีความอื่นเพื่อตัดสินใจในการเปิด/ปิดสิ่งอำนวยความสะดวกใหม่หรือที่มีอยู่

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

Subject to:

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

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

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

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

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

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

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

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

ในโมเดลนี้มีโหนดความต้องการ m (i = 1, . . . , m), n ตำแหน่งตัวเลือก (j = 1, . . . , n) และจุด K (k = 1, . . . , K) นอกจากนี้ การโอนสิ่งอำนวยความสะดวกที่โหนด j ให้กับความต้องการที่โหนด i ในช่วง k มีค่าใช้จ่ายซึ่งมูลค่าปัจจุบันคือ A_{ijk} การรื้อถอนและจัดตั้งสิ่งอำนวยความสะดวกจาก/ที่โหนด i ในช่วงเวลา k มีค่าใช้จ่ายซึ่งมูลค่าปัจจุบันคือ c'_{ik} และ c''_{ik} ตามลำดับ นอกจากนี้ ตำแหน่งสถานที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ไม่เกิน m_k ครั้ง

เกี่ยวกับคำอธิบายของแบบจำลอง (36) กำหนดฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์เพื่อลดต้นทุน ในขณะเดียวกันก็ประกอบด้วยค่าใช้จ่ายสามประเภท ได้แก่ 1) ค่าใช้จ่ายในการกำหนดสิ่งอำนวยความสะดวกทั้งหมดให้กับโหนดความต้องการที่สอดคล้องกัน 2) ค่าใช้จ่ายในการกำจัดสิ่งอำนวยความสะดวกออกจากโหนดปัจจุบันและ 3) ต้นทุนการจัดตั้งสิ่งอำนวยความสะดวกใหม่ให้กับตามลำดับ โหนดความต้องการ นอกจากนี้ สมการ (37) ชี้แจงว่าแต่ละสิ่งอำนวยความสะดวกที่โหนด j ไม่สามารถให้บริการมากกว่าหนึ่งโหนดความต้องการ ข้อจำกัด (38) ระบุว่าแต่ละสิ่งอำนวยความสะดวกที่โหนด j ได้รับการจัดสรรให้กับจุดที่ต้องการ i โดยที่จุดนั้น i ถูกกำหนดด้วยตนเอง โดยสมการ (39) การกำหนดตนเอง G ทำจากชุดโหนดความต้องการ m นอกจากนี้จำนวนกำหนดสิ่งอำนวยความสะดวกที่เลิกใช้ยังถูกจำกัดด้วยความไม่เท่าเทียมกัน (40) อีกทั้งสมการ (41) วัดค่าใช้จ่ายในการย้ายตามส่วนที่สองของสมการ (36) (สูตรทั้งหมดนี้พิจารณาในแต่ละช่วงเวลา)

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

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

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 ต้นทุน ความต้องการ และเวลาการส่งมอบมักจะไม่แน่นอนในช่วงขอบเขตการวางแผน ดังนั้นแบบจำลองที่คำนึงถึงความไม่แน่นอนจึงน่าสนใจในเงื่อนไขดังกล่าว ตามที่ (Owen and Daskin, 1998) เสนอ ความไม่แน่นอนนี้อาจเกิดขึ้นได้จากสองสาเหตุ เนื่องจากเงื่อนไขในอนาคตมีความไม่แน่นอนในการวางแผน หรือการไม่มีความรู้เกี่ยวกับพารามิเตอร์นำเข้าทำให้เกิดความไม่แน่นอนที่เกี่ยวข้อง เพื่อรับมือกับเหตุผลเหล่านี้ 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)

$$Minimize\ Z \tag{47}$$

Subject to:

$$\sum_{j=1}^{n} x_j = F \tag{48}$$

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

$$x_j \geq y_{ijk}, \quad \forall \mathrm{i, j, k} \tag{50}$$

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

$$\sum_{k=1}^{K} q_k z_k \geq \propto \tag{52}$$

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

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

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

$$z_k = \begin{cases} 1 \text{ ถ้าความเสียใจสูงสุดลดลงภายใต้ชุดรวมถึงสถานการณ์} \\ \qquad k, \quad \forall k \\ 0 \text{ ถ้าไม่ใช่} \end{cases} \tag{56}$$

ในโมเดลนี้มีโหนดความต้องการ m (i = 1, . . . , m), n ตำแหน่งตัวเลือก (j = 1, . . . , n) และ K สถานการณ์ที่เป็นไปได้ (ดัชนี k = 1, . . . , 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 คือความเสียใจที่ได้รับจากสถานการณ์ 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 ความเสียใจที่เกิดจากสถานการณ์ k ถูกกำหนดโดยสมการ (51) ความไม่เท่าเทียมกัน (52) กำหนดว่าความเป็นไปได้น้อยที่สุดของการเลือกสถานการณ์ต้องเป็น a นอกจากนี้ ความน่าเชื่อถือสูงสุดยังระบุด้วยความไม่เท่าเทียมกัน (53)

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

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

วัตถุประสงค์นี้พยายามให้ได้มูลค่าปัจจุบันขั้นต่ำที่คาดหวังของต้นทุน นอกจากนี้ ตำแหน่งของสถานที่และที่ตั้งของลูกค้า (ณ เวลา t) จะถูกระบุโดย X_t และ A_t, ตามลำดับ ไม่มี = {1, . . . , n} คือชุดของตำแหน่งที่เป็นไปได้ F และ G เป็นเมทริกซ์ n * 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 (สำหรับรายละเอียดเพิ่มเติม ทางคณิตศาสตร์ (Kahraman, Cebi and Tuysuz, 2010) Fuzzy Analytic Hierarchy Process (AHP), Fuzzy TOPSIS (เทคนิคสำหรับการกำหนดลำดับโดยความคล้ายคลึงกันกับอุดมคติ วิธีการแก้ปัญหา) และสัจพจน์ข้อมูลคลุมเครือ

นอกจากนี้ ในกรณีของการใช้ตรรกะคลุมเครือในปัญหาการจัดสรรตำแหน่ง สามารถอ้างถึงกรณีต่อไปนี้ (Wen and Iwamura, 2008a)

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

Subject to:

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

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

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

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 δ_j คือความต้องการที่คลุมเครือแบบสุ่มของลูกค้า j เกี่ยวกับโมเดลนี้ ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (58) ช่วยลดต้นทุนการขนส่ง สมการ (59) ระบุว่าจำนวนเงินทั้งหมดที่จัดหาโดยสิ่งอำนวยความสะดวกทั้งหมดให้กับลูกค้าเฉพาะ

จะต้องตอบสนองความต้องการของลูกค้า นอกจากนี้ข้อจำกัด (60) แสดงให้เห็นว่าจำนวนเงินทั้งหมดที่จัดหาโดยสิ่งอำนวยความสะดวกไม่สามารถมากกว่าความจุได้

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS)

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ คือ ระบบที่ประกอบไปด้วยอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พร้อมโปรแกรมคำสั่ง ฐานข้อมูลและบุคลากรซึ่งทำงานร่วมกันในการนำเข้า เก็บข้อมูล จัดการ วิเคราะห์และแสดงผลข้อมูลข้อสนเทศปริภูมิเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจในการแก้ปัญหาและจัดการ (จารุณี ดีเลิศ อ้างถึงใน เทอดศักดิ์ รองวิริยะพานิช และ ไกรศักดิ์ กำลัง, 2550) นอกจากนี้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ยังหมายถึง กระบวนการ (Procedure) ของการใช้คอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์ (Hardware) ซอฟท์แวร์ (Software) บุคคลากร Peopleware) และข้อมูล (Data) ในการเสริมสร้างประสิทธิภาพของการจัดเก็บข้อมูล การปรับปรุงข้อมูล การคำนวณและการวิเคราะห์ข้อมูลให้แสดงผลในรูปของข้อมูลที่สามารถอ้างอิงได้ในทางภูมิศาสตร์ 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 ค่าสังเกตค่าจากการจดบันทึกคุณสมบัติของวัตถุ โดยค่าต่าง ๆ เหล่านี้ไม่มีความหมายถ้าไม่ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลที่ดี เพราะฉะนั้นข้อมูลที่ดีต้องมีความแม่นยำถูกต้องและทันต่อเหตุการณ์ 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 เป็นข้อมูลที่อยู่บนพิกัดรูปตารางแถวนอนและแถวตั้ง แต่ละ cell อ้างอิงโดยแถวและสดมภ์ภายใน cell จะมีตัวเลขหรือภาพข้อมูล Raster ความสามารถแสดงรายละเอียดของข้อมูล Raster ขึ้นอยู่กับขนาดของเซลล์ ณ จุดพิกัดที่ประกอบขึ้นเป็นฐานข้อมูลแสดงตำแหน่งชุดนั้น

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 และข้อมูลเกี่ยวกับสภาวะเศรษฐกิจและสังคม เป็นต้น

การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในด้านต่าง ๆ

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จะช่วยให้ผู้ใช้เข้าถึงข้อมูลอันซับซ้อนของพื้นที่ที่ต้องทำการตัดสินใจวางแผนหรือแก้ปัญหา เพิ่มความรับรู้ข้อมูลในพื้นที่ที่ทำการศึกษาและมีการจัดการข้อมูลอย่างเป็นระบบ โดยสามารถประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการตอบคำถาม หรือสนับสนุนการตัดสินใจตั้งแต่คำถามง่าย ๆ เกี่ยวกับการหาตำแหน่งที่ตั้ง ไปจนสร้างแบบจำลองเพื่อทดลองตั้งสมมติฐาน ยกตัวอย่างการประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ ดังนี้

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

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

3) ด้านสิ่งแวดล้อม การประยุกต์ใช้ GIS เพื่อทดลองสร้างแบบจำลองทางด้านสิ่งแวดล้อมมีใช้กันอย่างแพร่หลายในต่างประเทศ เช่น การสร้างแบบจำลองระดับน้ำใต้ดิน แบบจำลองความสูงของภูมิประเทศแบบจำลองแสดงการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ป่าไม้ตามเวลาที่เปลี่ยนไป นอกจากนี้ GIS สามารถประยุกต์ใช้ทั้งในการวางแผนและบริหารจัดการการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมรวม ทั้งเรื่องวิกฤตสิ่งแวดล้อม การตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อม ตลอดจนการวิเคราะห์เพื่อสร้าง Model ในการวางแผนการใช้ที่ดินให้เหมาะสมงกับศักยภาพของที่ดิน และสอดคล้องกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งการวิเคราะห์ดังกล่าวส่งผลต่อประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการบริหารจัดการด้านสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างมาก

โปรแกรมวิชวลเบสิกฟอร์แอพพลิเคชั่น (Visual Basic for Applications: VBA)

โปรแกรมวิชวลเบสิกฟอร์แอพพลิเคชั่น (Visual Basic for Applications: VBA) เป็นส่วนหนึ่งของซอฟต์แวร์ Visual Basic ของ Microsoft ซึ่งสร้างขึ้นเพื่อช่วยเขียนชุดคำสั่งโปรแกรมประยุกต์สำหรับระบบปฏิบัติการ Windows Visual Basic for Applications โดยการทำงานใช้ลักษณะโครงสร้างเป็นภาษาวิชวลเบสิกในการเขียนโปรแกรมภายในของแอปพลิเคชัน 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) ออบเจ็กต์ (Objects) สิ่งที่สร้างขึ้นมาโดยการกำหนดคุณสมบัติ (Properties) ให้กับออบเจ็กต์ให้มีลักษณะแตกต่างกันออกไป

3) ฟอร์ม (Form) เป็นการสร้างบล็อกสำหรับแสดงหน้าต่างของโปรเจกต์ที่ทำการสร้างขึ้นมา

4) โมดูล (Nioile) มีหน้าที่สำหรับเก็บชุดคำสั่ง VBA หรือการทำงานของแมโครที่ทำการบันทึก

จากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทำให้ทราบว่า VBA ถูกนำไปเป็นเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยที่หลากหลาย เช่น ไปจัดทำโปรแกรมช่วยจัดรูปแบบแผนการขนส่งสินค้า การจัดลำดับงานตามเวลาส่งสินค้า และหารอบการวิ่งงานของรถขนส่งสินค้า (กวี ศรีเมือง, 2550) ซึ่งทำให้ทราบจำนวนรถขนส่งสินค้าที่เหมาะสมสำหรับการขนส่งสินค้าและทำให้การจัดรอบการวิ่งงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น อีกทั้งยังนำไปพัฒนาระบบฐานข้อมูลการจัดการและควบคุมเครื่องมือวัดเพื่อการสอบเทียบ (รัสรินทร์ โฆษิตรัฐพัชรสุข, 2552) ซึ่งสามารถลดเวลาการปฏิบัติงาน และลดปัญหาความผิดพลาดในการจัดทำแผนการสอบเทียบได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนั้น VBA ยังถูกนำไปใช้ในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับใช้ในการคำนวณวางแผนการให้น้ำประจำปี สำหรับระบบชลประทานต่างๆ (ถิระศักดิ์ ทองศิริ และ เจษฎา แก้วกัลยา, 2554) และจากการทดสอบการทำงานของโปรแกรมพบว่า สามารถตรวจสอบและใช้ในการปรับแผนการปลูกพืชให้เหมาะสมกับน้ำต้นทุนและช่วงเวลาการหยุดส่งน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาน้ำได้เป็นอย่างดี

ทำให้สรุปได้ว่าโปรแกรมวิชวลเบสิกฟอร์แอพพลิเคชั่น สามารถช่วยในการจัดรูปแบบข้อมูล พัฒนาฐานข้อมูล 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 จะเห็นได้ว่าปัญหาการเลือกตำแหน่งที่เหมาะสมแบบคงที่เหมาะสมสำหรับโจทย์ปัญหานี้มากกว่า 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 ผู้วิจัยจึงมีความสนใจทำการศึกษาหาตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสมโดยนำมาประยุกต์ใช้ในด้านการท่องเที่ยว โดยใช้เทคนิควิธี Hub Location Problem (HLP) เนื่องจากการหาตำแหน่งที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง

ผู้โดยสารต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยวนี้นั้น มุ่งเน้นไปที่การเลือกตำแหน่งที่เหมาะสมของศูนย์กลางเพื่อการเดินทาง โดยพิจารณาจาก ระยะทาง ระยะเวลา และค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการเดินทางของนักท่องเที่ยวในพื้นที่ ซึ่งเป็นวิธีการที่สอดคล้องกับโจทย์ปัญหานี้มากที่สุด พร้อมทั้งนำระบบ GIS และ Google Map มาวิเคราะห์โครงข่ายของพื้นที่ศึกษาร่วมด้วย เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ครอบคลุมและมีประสิทธิภาพมากที่สุด ด้วยเหตุผลข้างต้นจึงเป็นที่มาของงานวิจัยนี้ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อเสนอกรอบแนวคิดในการสร้างแบบจำลองที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยวในจังหวัดนครราชสีมา และเพื่อวิเคราะห์ตำแหน่งที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยวที่เหมาะสม

ตาราง 3 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ประเภทศูนย์	ผู้แต่ง	ปัญหา		พื้นที่ศึกษา	การวัดประสิทธิภาพ	ฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์	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 เวลาตอบสนองโดยเฉลี่ย	-
	Paul and Hariharan (2012)	/	x		ค่าต่ำสุด	ปริมาณ ผู้เสียชีวิต	-

ตาราง 3 (ต่อ) สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

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

ตาราง 3 (ต่อ) สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

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

ตาราง 3 (ต่อ) สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ประเภทศูนย์	ผู้แต่ง	ปัญหา		พื้นที่ศึกษา	การวัดประสิทธิภาพ	ฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์	เทคนิค
		ตำแหน่ง	เส้นทาง				
ศูนย์บรรเทาภัยพิบัติ	Sheu (2007)	/	x	ไต้หวัน	ค่าต่ำสุด	ค่าใช้จ่ายทั้งหมด ค่าขนส่ง ต้นทุนสินค้าคงคลัง ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน	Fuzzy-clustering
	Tzeng, Cheng, and Huang (2007)	/	/	ไต้หวัน	ค่าต่ำสุด	ค่าใช้จ่ายทั้งหมด ค่าขนส่ง ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน	-

ตาราง 3 (ต่อ) สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ประเภทศูนย์	ผู้แต่ง	ปัญหา		พื้นที่ศึกษา	การวัดประสิทธิภาพ	ฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์	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

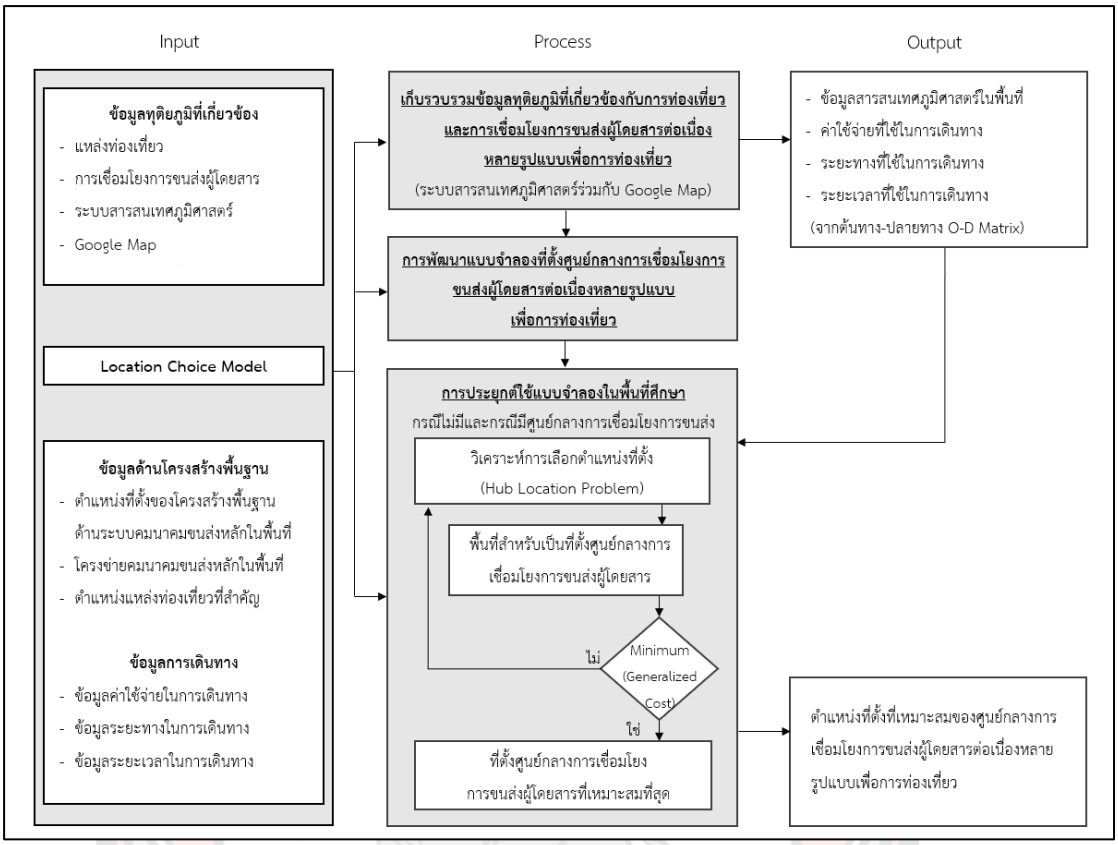
บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

การศึกษา การสร้างแบบจำลองที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงของการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยวในจังหวัดนครราชสีมา ได้แบ่งวิธีการดำเนินงานวิจัยออกเป็น 2 ส่วน ประกอบไปด้วย 1) กรอบแนวคิดของการดำเนินงานวิจัย และ 2) ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

กรอบแนวคิดการดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้นำเป็นการเสนอกรอบแนวคิดในการสร้างแบบจำลองที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยว ซึ่งกรอบแนวคิดที่เสนอแบ่งขั้นตอนการดำเนินงานออกเป็น 3 ขั้นตอน ประกอบด้วย 1) การรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิที่เกี่ยวข้องกับการท่องเที่ยวและการเชื่อมโยงการขนส่งผู้โดยสารต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยว 2) การพัฒนาแบบจำลองที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งผู้โดยสารต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยว ตามหลักการการเลือกทำเลที่ตั้ง แบบปัญหาการเลือกตำแหน่งฮับ และ 3) การประยุกต์ใช้แบบจำลองกับจังหวัดนครราชสีมา โดยแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 กรณี คือ กรณีไม่มีและกรณีมีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของแบบจำลองที่ถูกพัฒนาขึ้นสำหรับการวิเคราะห์ในพื้นที่ศึกษา โดยผลการศึกษาที่ได้จะสามารถทำให้ทราบถึงตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสมของศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งผู้โดยสารต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยวในจังหวัดนครราชสีมา ซึ่งจะช่วยให้นักท่องเที่ยวสามารถเดินทางไปยังแหล่งท่องเที่ยวต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ดังนั้นเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้ จึงได้นำเสนอกรอบแนวคิดการดำเนินงานวิจัยดังภาพ 1



ภาพ 1 กรอบแนวคิดการดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

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

1. การเก็บรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิที่เกี่ยวข้องกับการท่องเที่ยวและการเชื่อมโยงการขนส่งผู้โดยสารต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยว

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) ซึ่งข้อมูลดังกล่าวได้มาจากการดำเนินการวิเคราะห์โครงข่ายของพื้นที่ศึกษาในขั้นตอนก่อนหน้านี้

2. การพัฒนาแบบจำลองที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งผู้โดยสารต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยว

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

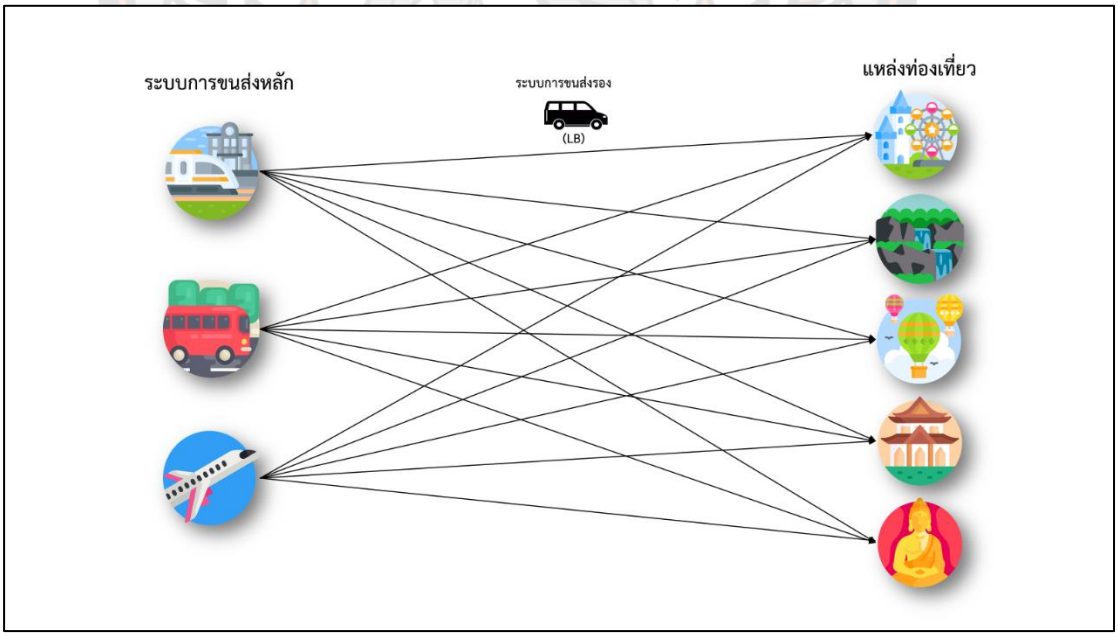
เพื่อการท่องเที่ยวแบบปัญหาตำแหน่งส่วนกลาง (Hub Location Problem) ซึ่งมีรูปแบบสมการตั้งต้น (อ้างอิงจากสมการ (24)) ดังนี้

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

3. การประยุกต์ใช้แบบจำลองกับจังหวัดนครราชสีมา

การประยุกต์ใช้แบบจำลองกับจังหวัดนครราชสีมา เพื่อให้ได้จำนวนและที่ตั้งที่เหมาะสม โดยแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 กรณี ซึ่งได้แก่ กรณีไม่มีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง และกรณีมีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง เพื่อวิเคราะห์และเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายโดยรวมในการเดินทางและหาจำนวนและตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสมของที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยว มีรายละเอียดดังนี้

- **กรณีไม่มีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง**



ภาพ 2 รูปแบบการเดินทางกรณีไม่มีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง

$$\text{Total Cost} = \sum_{i=1}^{I}\sum_{j=1}^{J}\left(\text{ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากระยะทาง}_{ij}\right) + \sum_{i=1}^{I}\sum_{j=1}^{J}\left(\text{ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากเวลา}_{ij}\right) + \sum_{i=1}^{I}\sum_{j=1}^{J}\left(\text{ค่าโดยสาร}_{ij}\right)$$

$$\text{Total Cost} = \sum_{i=1}^{I}\sum_{j=1}^{J}\left(w_{ij}\cdot d_{ij}\cdot C\right) + \sum_{i=1}^{I}\sum_{j=1}^{J}\left(w_{ij}\cdot t_{ij}\cdot T\right) + \sum_{i=1}^{I}\sum_{j=1}^{J}\left(w_{ij}\cdot\left(F_{Fix}+d_{ij}\cdot F_{ij}\right)\right) \quad (62)$$

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)

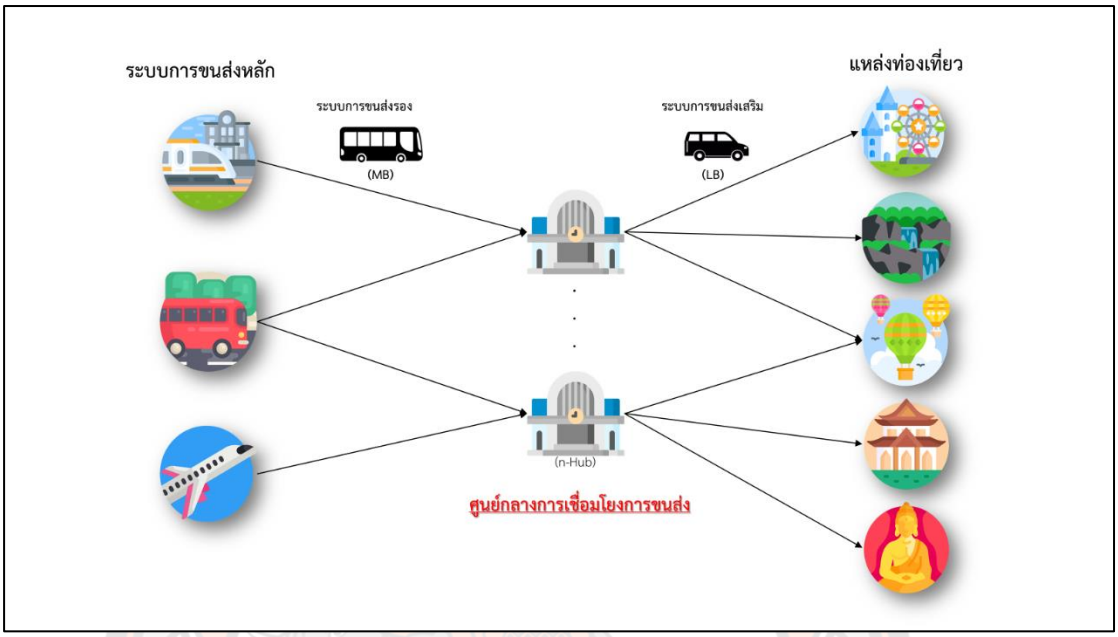
t = ระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทาง (ชั่วโมง)

T = มูลค่าเวลาของยานพาหนะ (VOT) (บาท/ชั่วโมง-เที่ยว)

F_{Fix} = ค่าโดยสารแรกเข้า (บาท/เที่ยว)

F = ค่าโดยสารตามระยะทาง (บาท/กิโลเมตร-เที่ยว)

- **กรณีมีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง**



ภาพ 3 รูปแบบการเดินทางกรณีมีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง

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

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

Constraint

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

$$\sum_{k=1}^{K} Y_k = N \qquad ,\forall_k \in K \tag{65}$$

$$Y_k = \begin{cases} 1 \text{ ถ้าศูนย์ฯถูกตั้งที่ตำแหน่ง } k \\ 0 \text{ ถ้าเป็นตำแหน่งอื่น} \end{cases} \tag{66}$$

โดยที่ Total Cost = ค่าใช้จ่ายรวมในการเดินทาง (บาท/วัน)

I = ตำแหน่งของระบบขนส่งหลัก , i = 1,...,I

K = ตำแหน่งที่ตั้งของศูนย์ฯ , k = 1,...,K

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)

Y_k = 1, ถ้าศูนย์ถูกตั้งที่ตำแหน่ง k และ 0 ถ้าเป็นตำแหน่งอื่น

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยการสร้างแบบจำลองที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงของการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ เพื่อการท่องเที่ยวในจังหวัดนครราชสีมา สามารถแบ่งผลการวิจัยออกเป็น 2 ส่วน ประกอบไปด้วย 1) ผลการเก็บรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิที่เกี่ยวข้องกับการท่องเที่ยวและการเชื่อมโยงการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยว 2) ผลการวิเคราะห์แบบจำลองที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยว โดยมีรายละเอียดดังนี้

ผลการเก็บรวบรวมข้อมูล

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

1. **ข้อมูลด้านโครงสร้างพื้นฐาน**

ข้อมูลด้านโครงสร้างพื้นฐาน ที่ใช้เป็นฐานข้อมูลในการวิเคราะห์หาสถานที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งผู้โดยสาร ได้แก่ ตำแหน่งที่ตั้งของโครงสร้างพื้นฐานด้านระบบคมนาคมขนส่งหลักในพื้นที่ โดยโครงข่ายคมนาคมขนส่งหลักในพื้นที่ และตำแหน่งแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญ โดยมีรายละเอียดดังนี้

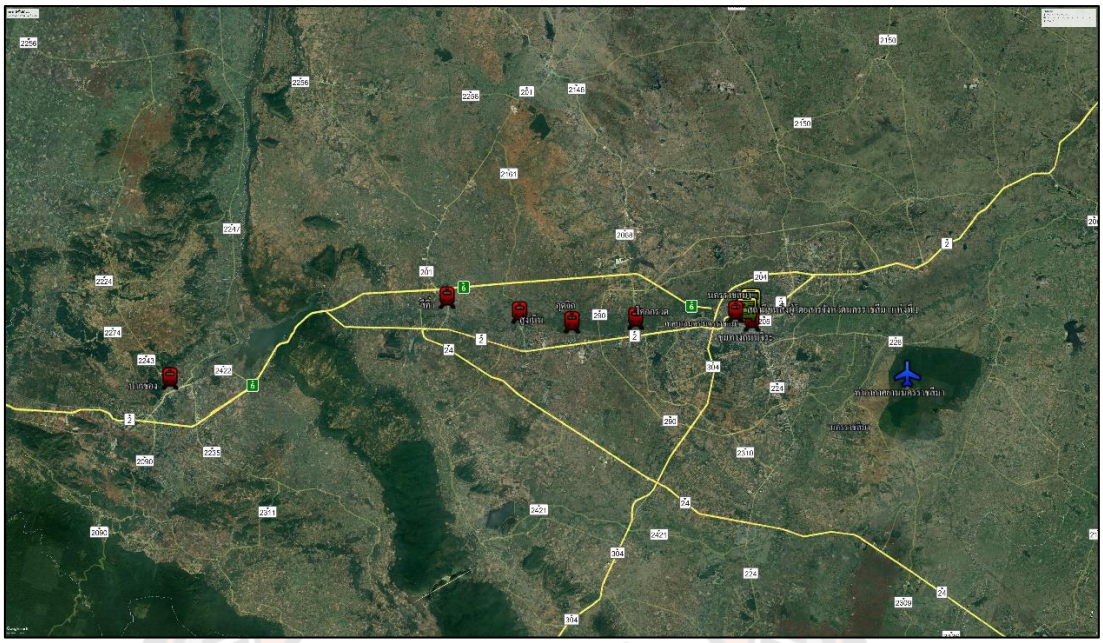
จังหวัดนครราชสีมามีสถานีขนส่งผู้โดยสาร 2 แห่ง ได้แก่ สถานีขนส่งผู้โดยสารจังหวัดนครราชสีมา แห่งที่ 1 และสถานีขนส่งผู้โดยสารจังหวัดนครราชสีมา แห่งที่ 2 (สำนักงานขนส่งจังหวัดนครราชสีมา, 2559) ในเขตเมืองนครราชสีมามีสถานีรถไฟหลัก 2 สถานี ได้แก่ สถานีรถไฟนครราชสีมาเป็นสถานีหลักในการขนส่งผู้โดยสารและสินค้า และสถานีรถไฟชุมทางถนนจิระเป็นสถานีที่มีความสำคัญรองลงมาจากสถานีนครราชสีมา ส่วนสถานีรถไฟที่มีขบวนรถหยุดรับ-ส่งผู้โดยสารในสถานีอื่น ได้แก่ สถานีโคกกรวด สถานีสูงเนิน สถานีกุดจิก สถานีสีคิ้ว และสถานีปากช่อง (การรถไฟแห่งประเทศไทย, 2566) จังหวัดนครราชสีมามีท่าอากาศอยู่บริเวณ ตำบลท่าช้าง อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดนครราชสีมา ปัจจุบันท่าอากาศยานนครราชสีมาไม่มีเที่ยวบินพาณิชย์ประจำที่ท่าอากาศ แต่ใช้เป็นพื้นที่รองรับการบินของเครื่องเช่าเหมา เครื่องบินเอกชน เครื่องบินส่วนบุคคล เครื่องบินทหาร เครื่องบินราชการและรัฐวิสาหกิจ และเป็นพื้นที่ฝึกการบินของนักเรียนการบินเท่านั้น

(สำนักงานจังหวัดนครราชสีมา, 2566) โดยมีตำแหน่งที่ตั้งของโครงสร้างพื้นฐานด้านระบบคมนาคมขนส่งหลักในพื้นที่และสามารถระบุตำแหน่งบนแผนที่ Google Earth ได้ดังแสดงในภาพ 4

จังหวัดนครราชสีมามีแหล่งท่องเที่ยวมากมายหลายประเภท ทั้งแหล่งท่องเที่ยวเชิงนิเวศ แหล่งท่องเที่ยวเชิงศาสนาและความเชื่อ แหล่งท่องเที่ยวเชิงวิชาการ แหล่งท่องเที่ยวเชิงศิลปวัฒนธรรมและมรดกโลก แหล่งท่องเที่ยวเชิงสันทนาการและบันเทิง 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
หมู่บ้านเครื่องปั้นดินเผาด่านเกวียน	ด่านเกวียน	โชคชัย	14.8453711	102.1960678
หมู่บ้านศิลปหัตถกรรมหล่อหินทราย	ท่าอ่าง	โชคชัย	14.7969462	102.1817219
แหล่งโบราณคดีบ้านปราสาท	ธารปราสาท	โนนสูง	15.2554915	102.2156195
โฮมสเตย์บ้านปราสาท (แหล่งพักชุมชนบ้านปราสาท)	ธารปราสาท	โนนสูง	15.2465008	102.3694057
ทุ่งดอกเก็กฮวยวังสองนคร	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
ไร่องุ่นรัตนธงชัย	เมืองปัก	ปักธงชัย	14.7549713	102.0442208
หมู่บ้านทอผ้าปักธงชัย	เมืองปัก	ปักธงชัย	14.7418048	102.0000392
ปราสาทปรางค์กู่เกษม	สะแกราช	ปักธงชัย	14.5980396	102.0134271
ตลาดน้ำศิลปะกลางดง และสวนซ่อนศิลป์	กลางดง	ปากช่อง	14.6176170	101.2764063
ไร่องุ่นสุพัตรา	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	ขนงพระ	ปากช่อง	14.5794160	101.4286729
วิสาหกิจชุมชนท่องเที่ยวเชิงเกษตรปากช่อง	ขนงพระ	ปากช่อง	14.4865293	101.5488320
สวนสัตว์ โบนันซ่า เอ็กโซติก	ขนงพระ	ปากช่อง	14.5835332	101.4393866
ธายาม่าฟาร์ม	คลองม่วง	ปากช่อง	14.6391136	101.6285127
วัดเขาวันชัยนวรัตน์	ปากช่อง	ปากช่อง	14.6962407	101.4073884
ทองสมบูรณ์คลับ	ปากช่อง	ปากช่อง	14.7305967	101.3898004
วัดมกุฏคีรีวัน	โป่งตาลอง	ปากช่อง	14.4939481	101.5468565
ทอสคาน่า วัลเลย์ 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
ไร่องุ่นกรานมอนเต้	พญาเย็น	ปากช่อง	14.5679450	101.2755983

ตาราง 5 (ต่อ) ตำแหน่งแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญ

แหล่งท่องเที่ยว	ตำบล	อำเภอ	ละติจูด	ลองจิจูด
ไร่องุ่นปากช่อง	พญาเย็น	ปากช่อง	14.6760996	101.2146108
วัดผ่านศึกอนุกูลวราราม	พญาเย็น	ปากช่อง	14.6289438	101.2069005
พีบี วัลเล่ย์ เขาใหญ่ ไวน์เนอรี่	พญาเย็น	ปากช่อง	14.5762721	101.2340976
วัดป่าภูหายหลง	วังกระทะ	ปากช่อง	14.5322459	101.5780387
วัดบุญราศี นิโคลาส บุญเกิด กฤษบำรุง เขาใหญ่	วังกระทะ	ปากช่อง	14.5466097	101.5632171
เขาใหญ่ พาโนราม่า 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
อ่างเก็บน้ำสายศร อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่	หมูสี	ปากช่อง	14.4359279	101.3602271
เขาใหญ่ สปีดคาร์ท	หมูสี	ปากช่อง	14.5679552	101.3953084
ช็อกโกแลต แฟคทอรี่ (สาขาเขาใหญ่)	หมูสี	ปากช่อง	14.5789382	101.3269205
พรีโม เพียซซ่า	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
อนุสรณ์สถานนางสาวบุญเหลือ	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
พิพิธภัณฑสถานแห่งชาติมหาวีรวงศ์	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 จังหวัดนครราชสีมา	ในเมือง	เมืองนครราชสีมา	14.9738923	102.1039427
ศูนย์ดาราศาสตร์และวิทยาศาสตร์ (ท้องฟ้าจำลอง)	ในเมือง	เมืองนครราชสีมา	14.9071834	101.9808367

ตาราง 5 (ต่อ) ตำแหน่งแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญ

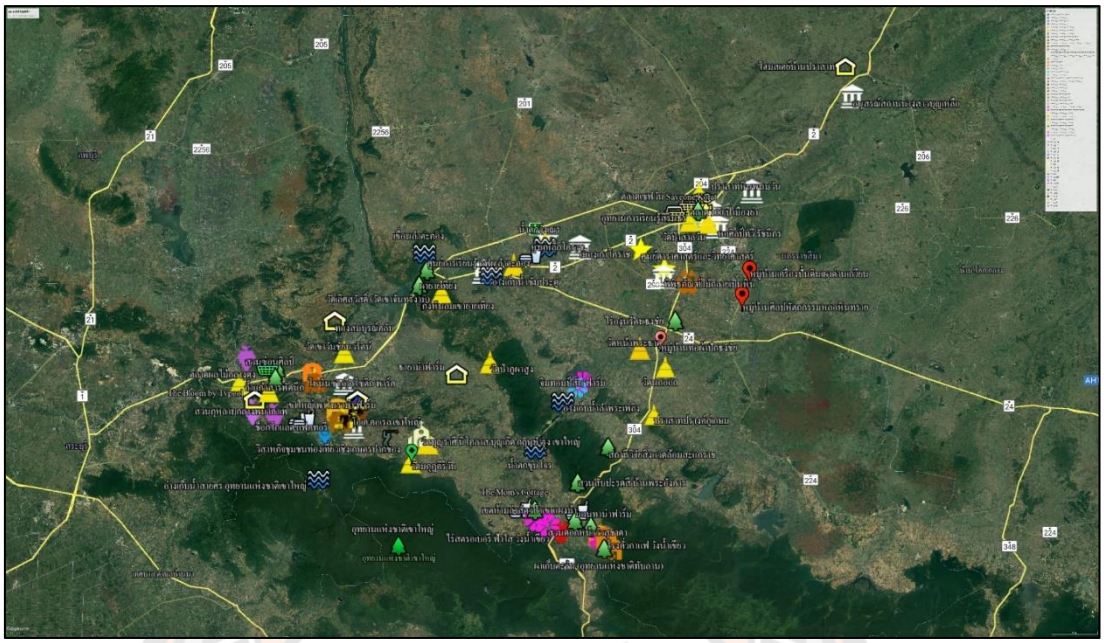
แหล่งท่องเที่ยว	ตำบล	อำเภอ	ละติจูด	ลองจิจูด
หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบ พระชนมพรรษา นครราชสีมา	ในเมือง	เมืองนครราชสีมา	14.8739860	102.0263923
อนุสาวรีย์ท้าวสุรนารี	ในเมือง	เมืองนครราชสีมา	14.9746524	102.0979500
อาคารแสดง แสง สี เสียง วีรกรรมท้าวสุรนารี	ในเมือง	เมืองนครราชสีมา	14.9737376	102.0978534
วัดป่าสาลวัน	ในเมือง	เมืองนครราชสีมา	14.9667114	102.0736537
วัดพระนารายณ์มหาราชวรวิหาร	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
พิพิธภัณฑ์เมืองนครราชสีมา	สุรนารี	เมืองนครราชสีมา	14.9831320	102.1118913
วัดบึงพระอารามหลวง	สุรนารี	เมืองนครราชสีมา	14.9739692	102.0994783
วัดสระแก้ว	สุรนารี	เมืองนครราชสีมา	14.9708997	102.1005835
พิพิธภัณฑ์ไม้กลายเป็นหิน	สุรนารี	เมืองนครราชสีมา	15.0007098	98.9876009
อุทยานการเรียนรู้สิรินธร	สุรนารี	เมืองนครราชสีมา	14.8720071	102.0210579
สวนน้ำเฉลิมพระเกียรติ (สวนน้ำบุ่งตาหลั่ว)	หนองไผ่ล้อม	เมืองนครราชสีมา	14.9623943	102.0905068
วัดหมื่นไวย	หมื่นไวย	เมืองนครราชสีมา	15.0041275	102.1015603
หอศิลป์ทวี รัชนีกร	หัวทะเล	เมืองนครราชสีมา	14.9564874	102.1264098

ตาราง 5 (ต่อ) ตำแหน่งแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญ

แหล่งท่องเที่ยว	ตำบล	อำเภอ	ละติจูด	ลองจิจูด
คาโนนะคาเฟ่ แฟฟินฟาร์ม	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 ไวน์เนอรี่	ไทยสามัคคี	วังน้ำเขียว	14.3890193	101.8722468
สวนสับปะรดสี 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
เขตห้ามล่าสัตว์ป่าเขาแผงม้า	วังน้ำเขียว	วังน้ำเขียว	14.3662247	101.7718086
สวนดอกหน้าวัวสุชาดา	วังน้ำเขียว	วังน้ำเขียว	14.3851628	101.8169309
ไร่สตรอเบอรี่ ฟ้าใส วังน้ำเขียว	วังหมี	วังน้ำเขียว	14.3710370	101.8439743
อ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง	วังหมี	วังน้ำเขียว	14.5052832	101.7783673
สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช	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
มูลนิธิสมเด็จพระพุฒาจารย์ (โต พรหมรังษี) เมตตา บารมี	มิตรภาพ	สีคิ้ว	14.8714711	101.7315158
แหล่งหินตัดสีคิ้ว	ลาดบัวขาว	สีคิ้ว	14.8560517	101.6744565
วัดเลิศสวัสดิ์	ลาดบัวขาว	สีคิ้ว	14.815034	101.594285
เมืองโบราณที่ตำบลโคราช	โคราช	สูงเนิน	14.8873119	101.5660839
น้ำตกวังเณร	มะเกลือเก่า	สูงเนิน	14.8856754	101.7941438
วัดป่าภูผาสูง	มะเกลือใหม่	สูงเนิน	14.6871169	101.6946194
หุ่นเหล็กโคราช	มะเกลือใหม่	สูงเนิน	14.8693909	101.7644044
โบราณสถานเมืองเสมา	เสมา	สูงเนิน	14.9237594	101.7986541
วัดธรรมจักรเสมาราม	เสมา	สูงเนิน	14.9167446	101.7833833



ภาพ 5 ตำแหน่งแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญ

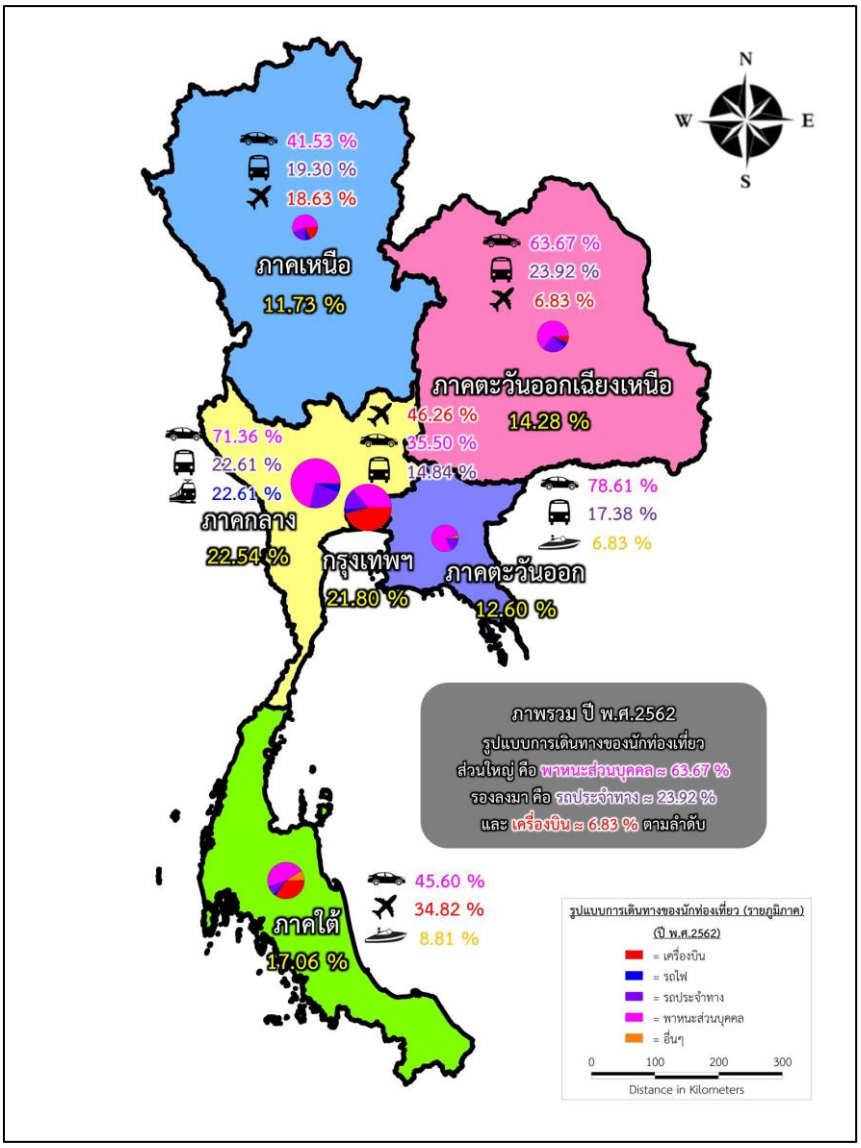
2. ข้อมูลด้านการเดินทาง

ข้อมูลด้านการเดินทางที่ใช้เป็นฐานข้อมูลในการวิเคราะห์หาสถานที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งผู้โดยสาร ได้แก่ ข้อมูลค่าใช้จ่ายในการเดินทาง ข้อมูลระยะทางในการเดินทาง และข้อมูลระยะเวลาในการเดินทาง (รายละเอียดภาคผนวก ข ค ง 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. ข้อมูลรูปแบบระบบขนส่งที่ใช้เดินทางของนักท่องเที่ยว

จากการทบทวนรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์การยกระดับระบบขนส่งและการเดินทางอัจฉริยะเพื่อสนับสนุนการท่องเที่ยวไทย ของหน่วยบริหารและจัดการทุนด้านการเพิ่มความสามารถในการแข่งขันของประเทศ (บพข.) (เจษฎา โพธิ์จันทร์ และคณะ, 2565) ที่รวบรวมข้อมูลรูปแบบระบบขนส่งที่ใช้เดินทางของนักท่องเที่ยวที่ในแต่ละภูมิภาค ของกองเศรษฐกิจการท่องเที่ยวและกีฬา กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา ปี 2562 พบว่า ในภาพรวมของทั้งประเทศ รูปแบบการเดินทางของนักท่องเที่ยวส่วนใหญ่นิยมใช้ยานพาหนะส่วนบุคคล ประมาณ 63.67% รองลงมาคือ รถประจำทางและเครื่องบิน โดยมีสัดส่วนประมาณ 23.92% และ 6.83% ตามลำดับ นอกจากนี้เมื่อพิจารณาในแต่ละภูมิภาคที่เป็นพื้นที่ศึกษาของแผนงานวิจัยนี้ ซึ่งได้แก่ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และ ภาคตะวันออก พบว่า รูปแบบการเดินทางของนักท่องเที่ยวส่วนใหญ่นิยมใช้ในแต่ละภูมิภาค คือ 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
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	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**
	รถประจำทาง	5,863,718	113,997	**5,977,715**	24.07	18.20	**23.92**
	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: เจษฎา 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 (LB)**	**รถโดยสารขนาดกลาง (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	มีที่ยืนหรือไม่ที่ยืนก็ได้
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	เลขที่เส้นทาง	ชื่อเส้นทาง	ระยะทาง (กม.)	ค่าโดยสาร (บาท)	
				ธรรมดา	ปรับอากาศ
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	เลขที่เส้นทาง	ชื่อเส้นทาง	ระยะทาง (กม.)	ค่าโดยสาร (บาท)	
				ธรรมดา	ปรับอากาศ
23	273	นครราชสีมา - บ้านใหม่ไทยเจริญ	55	-	36
ค่าโดยสารแรกเข้า (บาท)				**10**	**10**
ค่าโดยสารตามระยะทางเฉลี่ย (บาท/กม.)				**0.35**	**0.58**

หมายเหตุ: สังเคราะห์และวิเคราะห์ข้อมูลจากสำนักงานขนส่งจังหวัดนครราชสีมา, 2567
ที่มา: สำนักงานขนส่งจังหวัดนครราชสีมา, 2567

ผลการวิเคราะห์แบบจำลองที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยว

ผลการวิเคราะห์การพิจารณาหาสถานที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งผู้โดยสารต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยวนั้น สามารถแบ่งออกเป็น 2 กรณี ประกอบด้วย 1) กรณีไม่มีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง และ 2) กรณีมีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพด้านค่าใช้จ่ายรวมในการเดินทางที่เหมาะสม โดยผลการวิเคราะห์ในแต่ละกรณีเกิดจากการนำข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมเข้าสู่ชุดคำสั่งวิชวลเบสิกฟอร์แอพพลิเคชั่น เพื่อให้วิชวลเบสิกฟอร์แอพพลิเคชั่นวิเคราะห์ผลลัพธ์ของสถานที่ตั้งศูนย์ฯที่เหมาะสมที่สุด ผลการวิเคราะห์การกระจายการเดินทางไปยังแหล่งท่องเที่ยวจึงเป็นสัดส่วนจากการเดินทางของนักท่องเที่ยวไปยังแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญในพื้นที่ศึกษาซึ่งอ้างอิงจากหน่วยงานการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย (ททท.) สำนักงานนครราชสีมา และการวิเคราะห์ผลงานวิจัยนี้ใช้คอมพิวเตอร์ที่มี CPU : E5-2699 V3 (18/36) RAM : 64 GB BUS2133 และ GPU : RX580 Sapphire Nitro+ 8 GB ซึ่งผลการวิเคราะห์มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

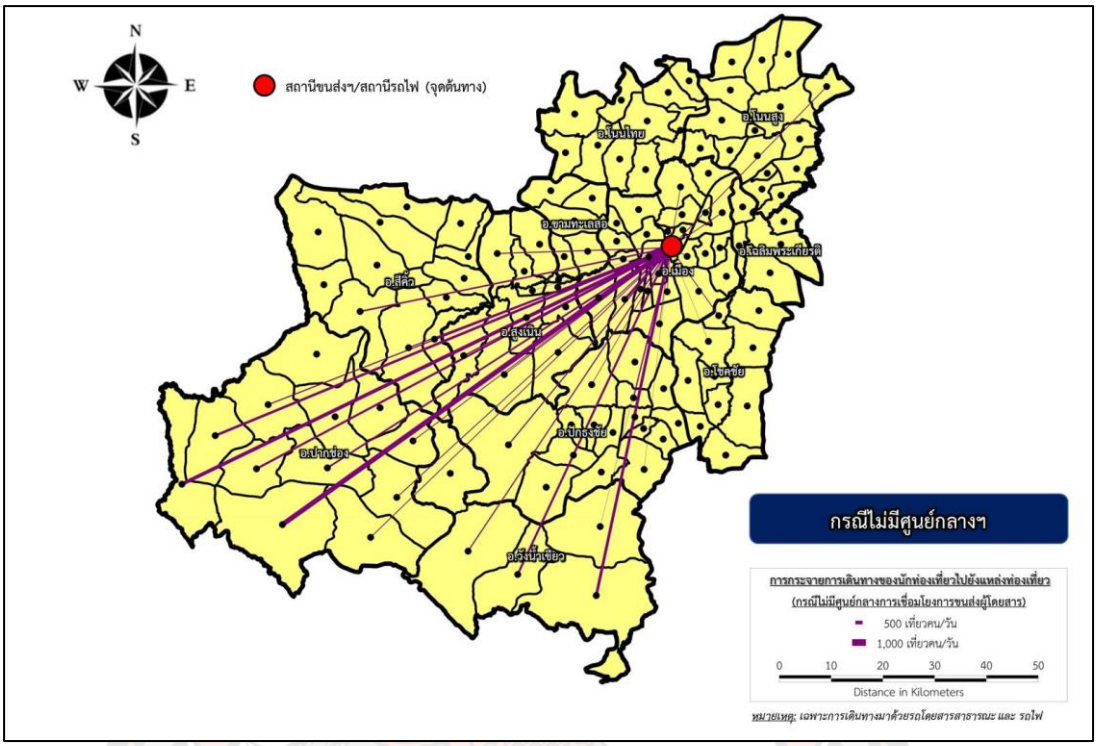
1. กรณีไม่มีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง

ผลการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายรวมในการเดินทางกรณีไม่มีศูนย์ลางการเชื่อมโยงการขนส่งในพื้นที่ศึกษา พบว่า มีค่าใช้จ่ายรวมในการเดินทางต่ำที่สุด ประมาณ 883,807 บาท/วัน มีจำนวนรถที่ใช้ในการเดินทางไปยังแหล่งท่องเที่ยว 566 เที่ยว/วัน มีค่าเฉลี่ยระยะทางในการเดินทางต่อเที่ยว ประมาณ 64.82 กิโลเมตร ดังแสดงในตาราง 11 และมีผลการวิเคราะห์จากชุดคำสั่งวิชวลเบสิกฟอร์แอพพลิเคชั่น 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 ≈ (12 ที่นั่ง + ไม่มีที่ยืน)



ภาพ 8 การกระจายการเดินทางไปยังแหล่งท่องเที่ยว กรณีไม่มีศูนย์กลาง

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

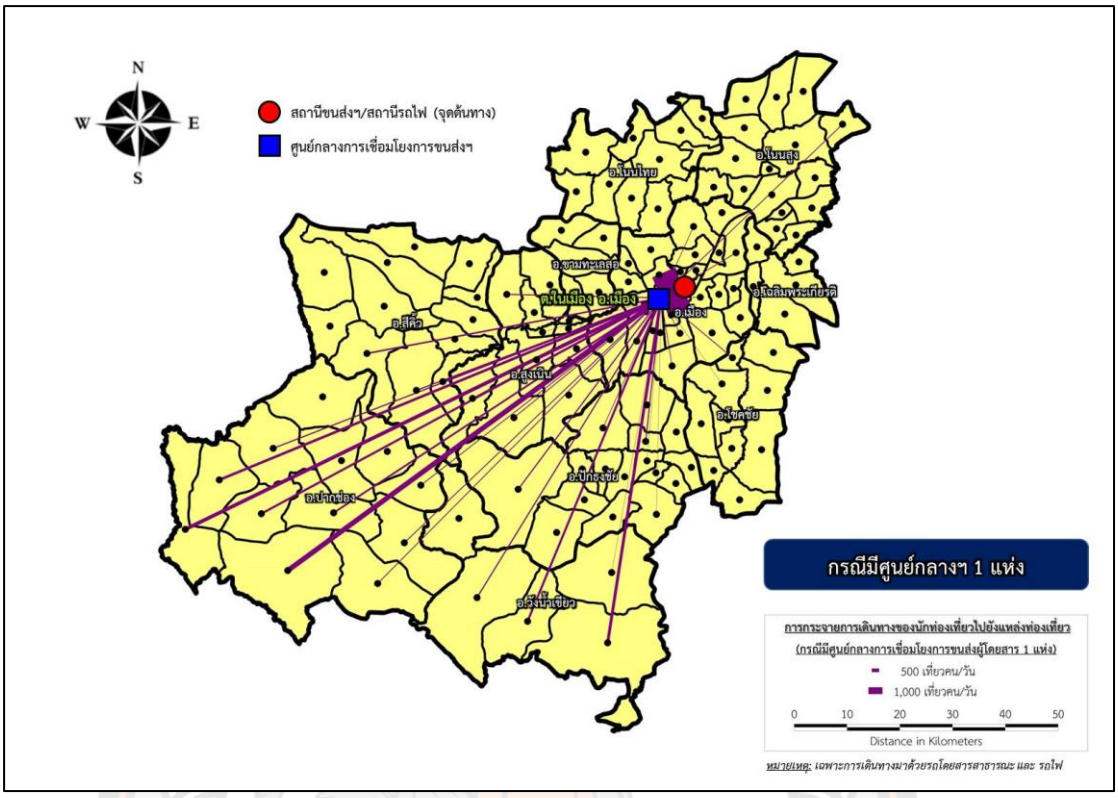
ผลการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายรวมในการเดินทางในพื้นที่ศึกษา ในกรณีมีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง จำนวน 1 แห่ง พบว่า ควรตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง ณ ตำบลในเมือง อำเภอเมืองนครราชสีมา เนื่องจากมีค่าใช้จ่ายรวมในการเดินทางต่ำที่สุด ประมาณ 812,423 บาท/วัน โดยมีจำนวนรถที่ใช้ในการเดินทางไปยังแหล่งท่องเที่ยว 747 เที่ยว/วัน มีค่าเฉลี่ยระยะทางในการเดินทางต่อเที่ยวประมาณ 44.91 กิโลเมตร ดังแสดงในตาราง 12 และมีผลการวิเคราะห์จากชุดคำสั่งวิชวลเบสิกฟอร์แอพพลิเคชั่น 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 ≈ (21-30 ที่นั่ง + มีที่ยืน)

LB = รถโดยสารขนาดเล็ก ≈ (12 ที่นั่ง + ไม่มีที่ยืน)



ภาพ 9 การกระจายการเดินทางไปยังแหล่งท่องเที่ยว กรณีมีศูนย์กลาง 1 แห่ง

2. ผลการวิเคราะห์กรณีมีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งจำนวน 2 แห่ง

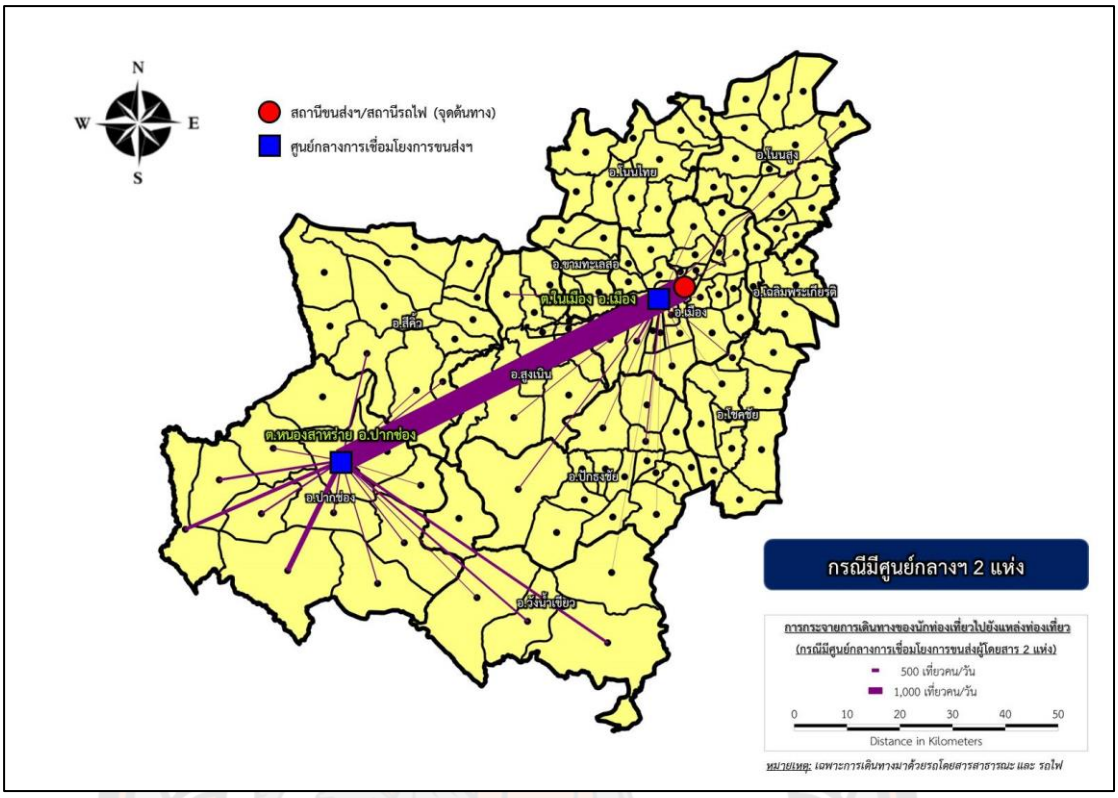
ผลการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายรวมในการเดินทางในพื้นที่ศึกษา ในกรณีมีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง จำนวน 2 แห่ง พบว่า ควรตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง ณ ตำบลในเมือง อำเภอเมืองนครราชสีมา และตำบลหนองสาหร่าย อำเภอปากช่อง เนื่องจากมีค่าใช้จ่ายรวมในการเดินทางต่ำที่สุด ประมาณ 698,588 บาท/วัน โดยมีจำนวนรถที่ใช้ในการเดินทางไปยังแหล่งท่องเที่ยว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

ตาราง 13 ค่าใช้จ่ายรวมในการเดินทาง (กรณีมีศูนย์กลาง จำนวน 2 แห่ง)

ลำดับ	ตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสม	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 ≈ (21-30 ที่นั่ง + มีที่ยืน)

LB = รถโดยสารขนาดเล็ก ≈ (12 ที่นั่ง + ไม่มีที่ยืน)



ภาพ 10 การกระจายการเดินทางไปยังแหล่งท่องเที่ยว กรณีมีศูนย์กลาง 2 แห่ง

3. ผลการวิเคราะห์กรณีมีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งจำนวน 3 แห่ง

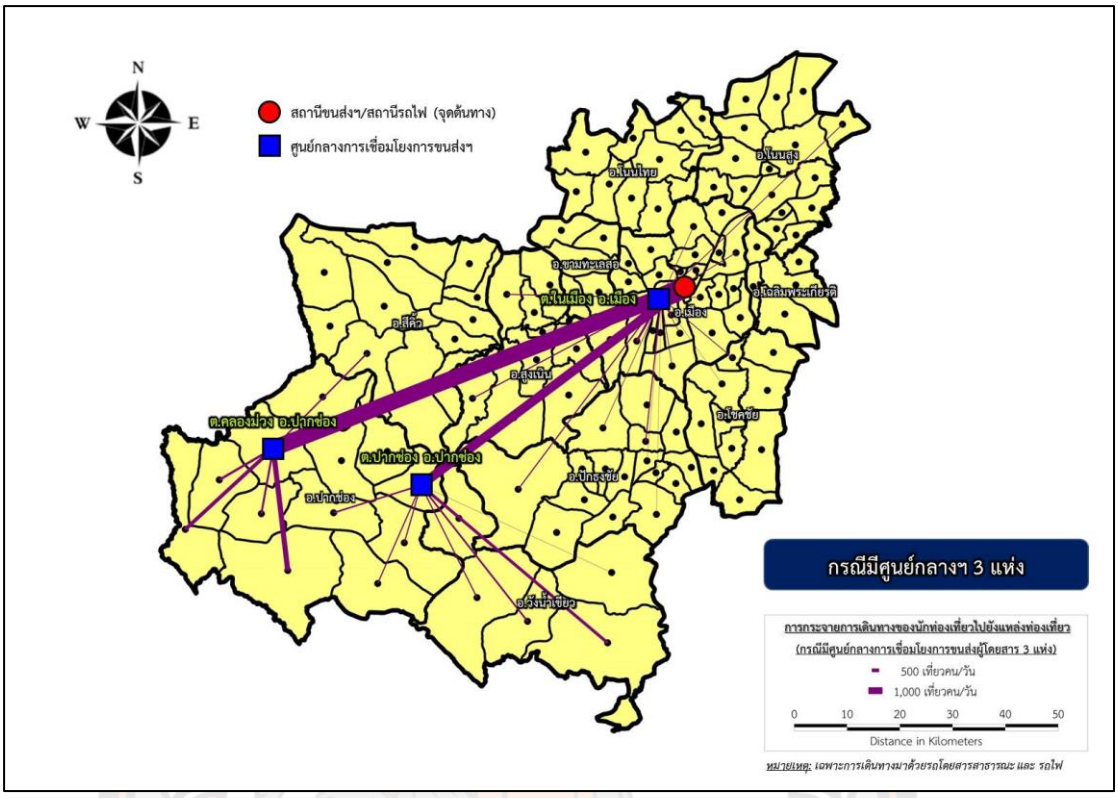
ผลการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายรวมในการเดินทางในพื้นที่ศึกษา ในกรณีมีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง จำนวน 3 แห่ง พบว่า ควรตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง ณ ตำบลในเมือง อำเภอเมืองนครราชสีมา ตำบลคลองม่วง อำเภอปากช่อง และตำบลปากช่อง อำเภอปากช่อง เนื่องจากมีค่าใช้จ่ายรวมในการเดินทางต่ำที่สุด ประมาณ 641,813 บาท/วัน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

ตาราง 14 ค่าใช้จ่ายรวมในการเดินทาง (กรณีมีศูนย์กลาง จำนวน 3 แห่ง)

ลำดับ	ตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสม	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 ≈ (21-30 ที่นั่ง + มีที่ยืน)

LB = รถโดยสารขนาดเล็ก ≈ (12 ที่นั่ง + ไม่มีที่ยืน)



ภาพ 11 การกระจายการเดินทางไปยังแหล่งท่องเที่ยว กรณีมีศูนย์กลาง 3 แห่ง

4. ผลการวิเคราะห์กรณีมีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งจำนวน 4 แห่ง

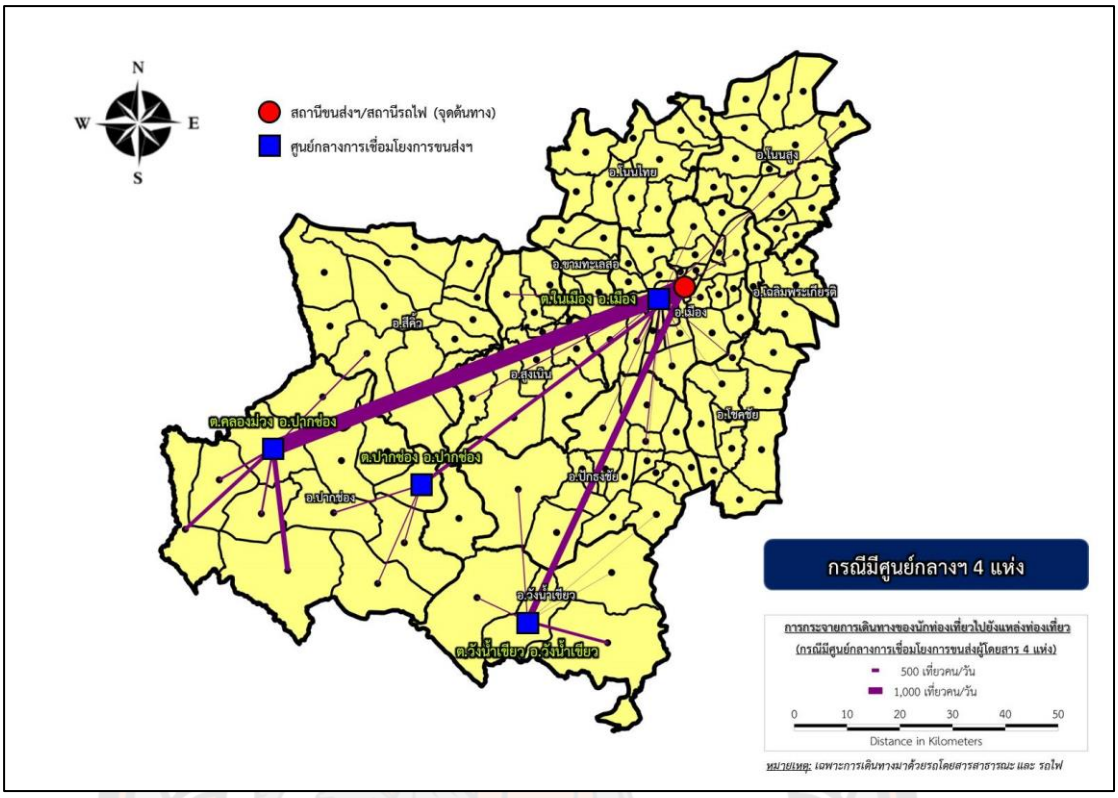
ผลการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายรวมในการเดินทางในพื้นที่ศึกษา ในกรณีมีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง จำนวน 4 แห่ง พบว่า ควรตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง ณ ตำบลในเมือง อำเภอเมืองนครราชสีมา ตำบลคลองม่วง อำเภอปากช่อง ตำบลปากช่อง อำเภอปากช่อง และตำบลวังน้ำเขียว อำเภอวังน้ำเขียว เนื่องจากมีค่าใช้จ่ายรวมในการเดินทางต่ำที่สุด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

ตาราง 15 ค่าใช้จ่ายรวมในการเดินทาง (กรณีมีศูนย์กลาง จำนวน 4 แห่ง)

ลำดับ	ตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสม	ค่าใช้จ่ายรวมในการเดินทางต่ำที่สุด (บาท/วัน)		
		ต้นทาง–ศูนย์ฯ	ศูนย์ฯ–ปลายทาง	รวม
1	ต.ในเมือง อ.เมือง	318,434	369,432	687,866
2	ต.คลองม่วง อ.ปากช่อง			
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 ≈ (21-30 ที่นั่ง + มีที่ยืน)

LB = รถโดยสารขนาดเล็ก ≈ (12 ที่นั่ง + ไม่มีที่ยืน)



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 มีค่าใช้จ่ายรวมในการเดินทางต่อระยะทางต่ำที่สุดแต่เนื่องจากกรณีที่ไม่มีศูนย์ฯ มีค่าเฉลี่ยระยะทางที่สูงที่สุดและเมื่อวิเคราะห์ร่วมกับจำนวนเที่ยวต่อวันจึงส่งผลให้มีค่าใช้จ่ายรวมในการเดินทางสูงที่สุด

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

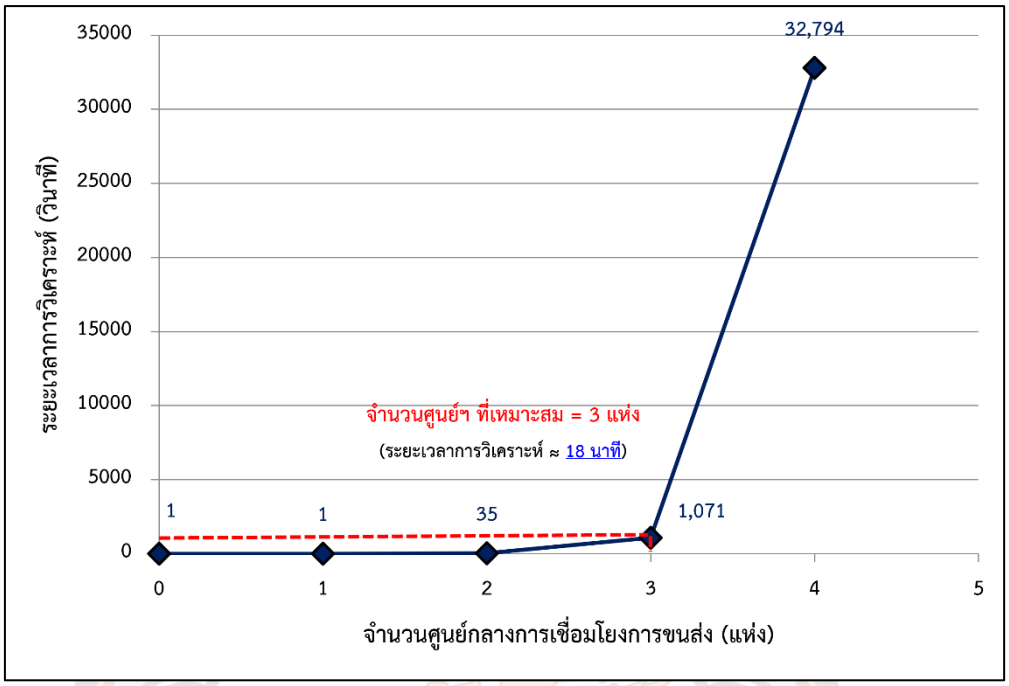
ดังนั้น จำนวนสถานที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งที่มีค่าใช้จ่ายรวมในการเดินทางต่ำที่สุด คือ จำนวน 3 แห่ง ในตำแหน่งตำบลในเมือง อำเภอเมืองนครราชสีมา ตำบลคลองม่วง อำเภอปากช่อง และตำบลปากช่อง อำเภอปากช่อง ซึ่งเป็นจำนวนศูนย์ฯ ที่เกิดค่าใช้จ่ายรวมในการเดินทางต่ำที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยระยะทางในการเดินทางประมาณ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

ตาราง 16 สรุปผลการวิเคราะห์จำนวนและสถานที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งผู้โดยสารที่เหมาะสมในพื้นที่ศึกษา

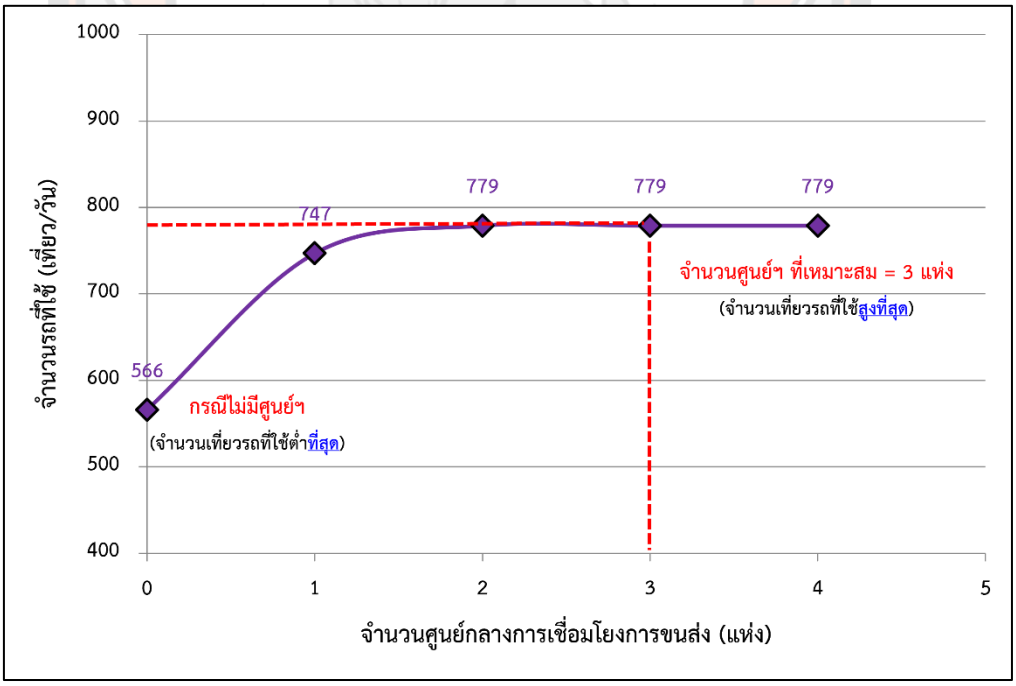
กรณีมีศูนย์ฯ (แห่ง)	จำนวนการวิเคราะห์ (กรณี)	ระยะเวลาการวิเคราะห์ (วินาที)	ตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสม				ค่าใช้จ่ายรวมในการเดินทางต่ำที่สุด (บาท/วัน)			จำนวนรถที่ใช้ (เที่ยว/วัน)			ค่าเฉลี่ยระยะทาง (กม./เที่ยว)		
							ต้นทาง–ศูนย์ฯ	ศูนย์ฯ–ปลายทาง	รวม	MB	LB	รวม	MB	LB	รวม
0	1	1	-	-	-	-	-	-	883,807	-	566	566	-	64.8	64.8
1	127	1	ต.ในเมือง อ.เมือง	-	-	-	2,130	810,294	812,423	214	533	747	5.37	60.8	44.9
2	8,001	35	ต.ในเมือง อ.เมือง	ต.หนองสาหร่าย อ.ปากช่อง	-	-	265,421	433,167	698,588	213	566	779	45.3	30.7	34.7
3	333,375	1,071	ต.ในเมือง อ.เมือง	ต.คลองม่วง อ.ปากช่อง	ต.ปากช่อง อ.ปากช่อง	-	292,865	348,948	641,813	213	566	779	51.8	26.9	33.7

ตาราง 16 (ต่อ) สรุปผลการวิเคราะห์จำนวนและสถานที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งผู้โดยสารที่เหมาะสมในพื้นที่ศึกษา

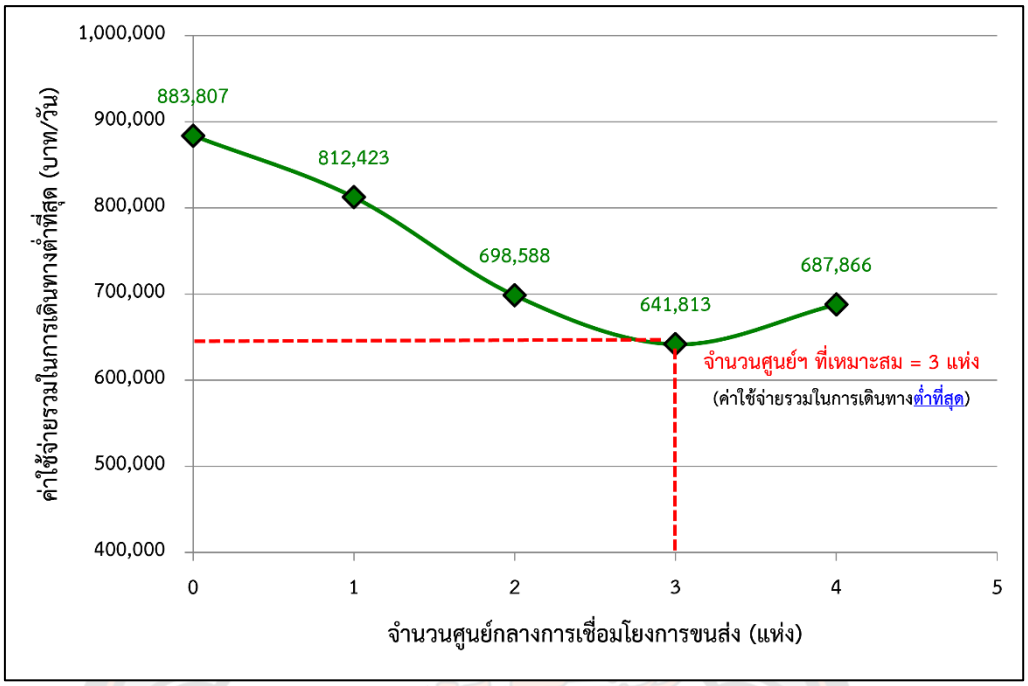
กรณีมีศูนย์ฯ (แห่ง)	จำนวนการวิเคราะห์ (กรณี)	ระยะเวลาการวิเคราะห์ (วินาที)	ตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสม				ค่าใช้จ่ายรวมในการเดินทางต่ำที่สุด (บาท/วัน)			จำนวนรถที่ใช้ (เที่ยว/วัน)			ค่าเฉลี่ยระยะทาง (กม./เที่ยว)		
							ต้นทาง–ศูนย์ฯ	ศูนย์ฯ–ปลายทาง	รวม	MB	LB	รวม	MB	LB	รวม
4	10,334,625	32,794	ต.ในเมือง อ.เมือง	ต.คลองม่วง อ.ปากช่อง	ต.ปากช่อง อ.ปากช่อง	ต.วังน้ำเขียว อ.วังน้ำเขียว	318,434	369,432	687,866	213	566	779	53.4	28.4	35.2



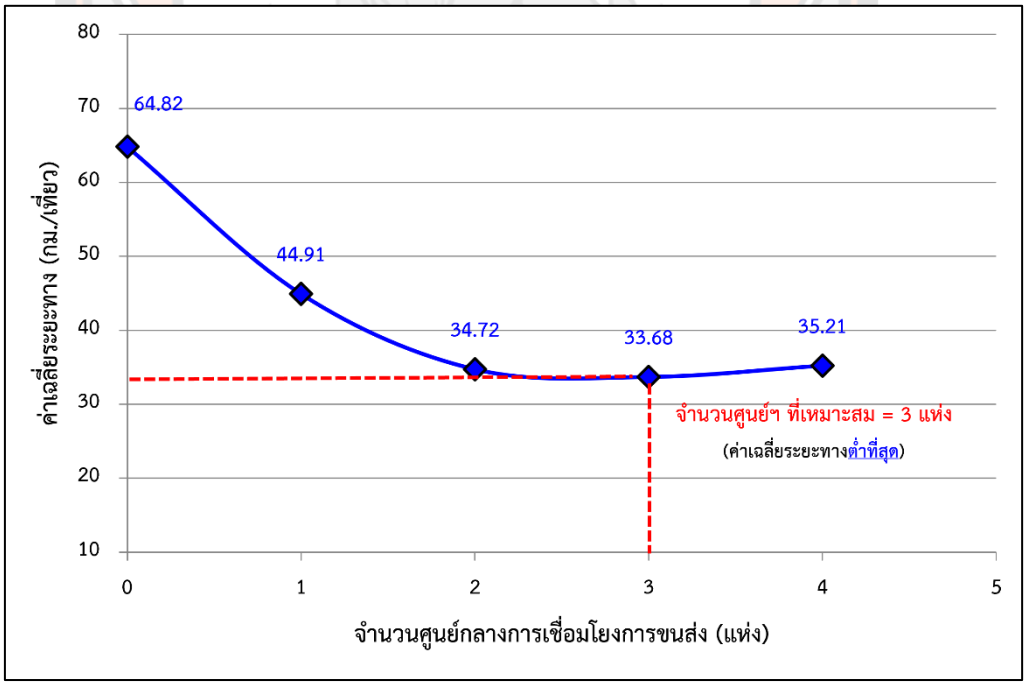
ภาพ 13 ระยะเวลาในการวิเคราะห์ต่อจำนวนศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง



ภาพ 14 จำนวนรถที่ใช้ต่อจำนวนศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง



ภาพ 15 ค่าใช้จ่ายรวมในการเดินทางต่ำที่สุดต่อจำนวนศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง



ภาพ 16 ค่าเฉลี่ยระยะทางต่อจำนวนศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง

บทที่ 5

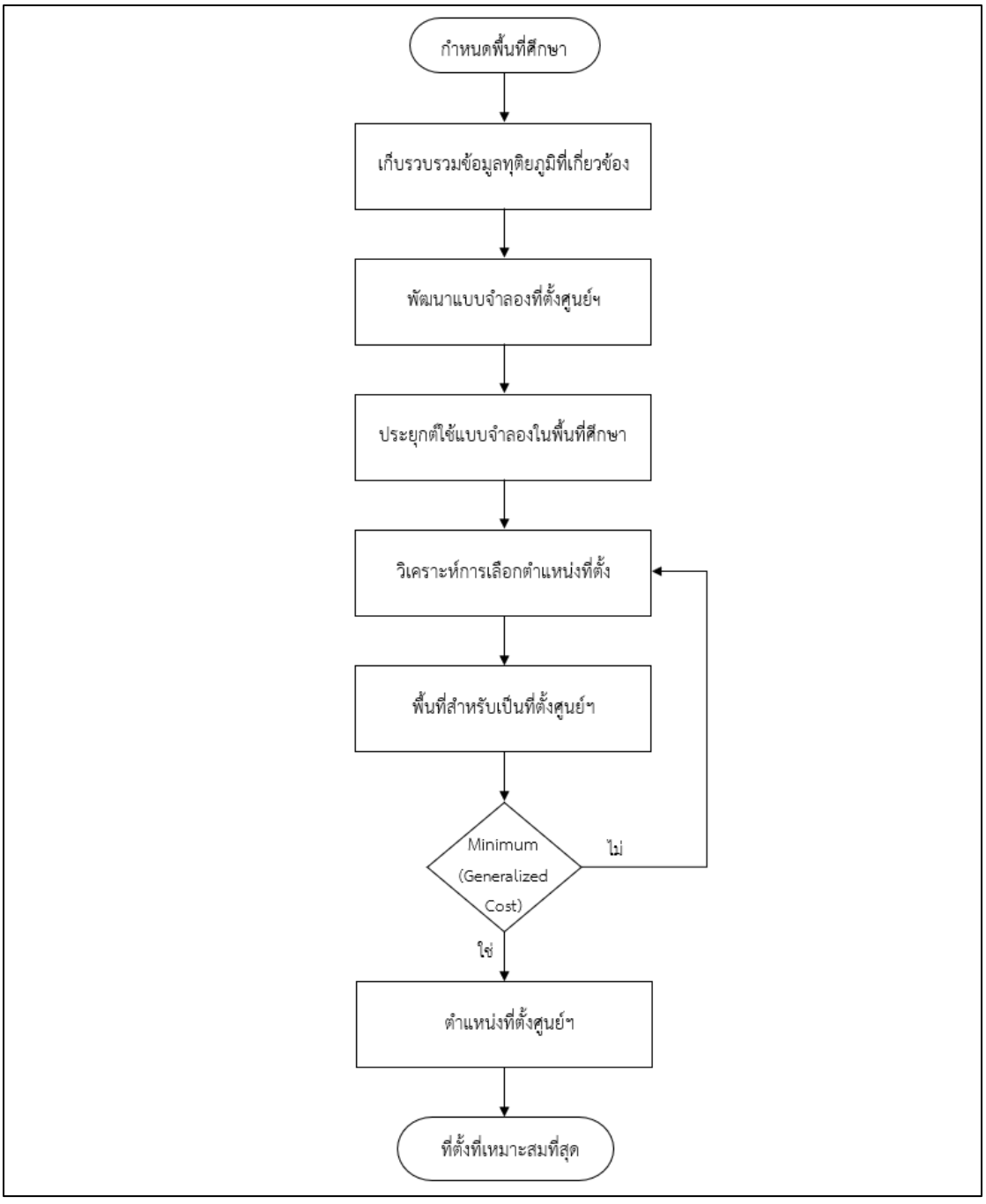
บทสรุป

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

จากการนำกรอบแนวคิดในการสร้างแบบจำลองที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยวประยุกต์ใช้จังหวัดนครราชสีมา 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

- สามารถนำกรอบแนวคิดในการสร้างแบบจำลองที่ตั้งศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อการท่องเที่ยวไปประยุกต์ใช้ในพื้นที่ศึกษาอื่น ๆ ที่พบปัญหาหรือมีแนวทางในการพัฒนาด้านการท่องเที่ยวให้สามารถเข้าถึงแหล่งท่องเที่ยวได้สะดวกมากขึ้น
- ควรดำเนินการศึกษาให้ครอบคลุมพื้นที่ในจังหวัดนครราชสีมา เพื่อให้สามารถวางแผนพัฒนาการท่องเที่ยวให้สอดคล้องกับความสำคัญของทรัพยากรท่องเที่ยวให้เป็นไปตามความต้องการและความสามารถของพื้นที่
- สามารถนำข้อมูลผลการวิจัยครั้งนี้ไปใช้ในการวางนโยบายและแผนการให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เพื่อเพิ่มศักยภาพในการให้บริการและเพื่อดึงดูดนักท่องเที่ยวให้ใช้บริการมากยิ่งขึ้น
- ผลการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายโดยรวมในการเดินทางต่ำที่สุดในการวิจัยนี้เป็นผลรวมของค่าใช้จ่ายที่ประกอบด้วย ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากระยะทาง ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากเวลา และค่าโดยสาร ผลการวิเคราะห์นี้จึงเหมาะสมในการนำไปประยุกต์ใช้กับพื้นที่ที่มีจุดจอดรับ-ส่งผู้โดยสารเดิม และปรับปรุงพื้นที่เดิมให้พัฒนาเป็นศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่งผู้โดยสารตามผลการวิเคราะห์ต่อไป

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งถัดไป

- ควรศึกษาตัวแปรอิสระอื่น ๆ ที่มีผลกระทบต่อค่าใช้จ่ายรวมในการดำเนินงาน เช่น ขนาดศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง งบประมาณในการก่อสร้าง และ การบริหารจัดการภายในศูนย์ฯ เป็นต้น ตัวแปรเหล่านี้อาจทำให้ผลการวิจัยที่ได้รับแตกต่างออกไป ซึ่งจะส่งผลต่อความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์ของการเลือกตำแหน่งที่ตั้งศูนย์ฯ และนำไปสู่ข้อเสนอแนะในเชิงนโยบายที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น
- ควรดำเนินการศึกษาระบบการขนส่งในท้องถิ่นร่วมด้วยเพื่อให้เกิดความร่วมมือของผู้ให้บริการในพื้นที่และสามารถเชื่อมโยงและสนับสนุนการท่องเที่ยวได้อย่างยั่งยืน

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: กรณีศึกษาท็อปส์ซุปเปอร์มาร์เก็ต.*

กานต์ กานต์กนก. (2552). *VBA ซอฟแวร์สำหรับสร้างตัวแบบการจำลองสถานการณ์บนไมโครซอฟต์เอกเซล.*

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 โดยวิธีการเมตาฮิวริสติค.*

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

เจษฎา โพธิ์จันทร์ และคณะ. (2565). *รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์การยกระดับระบบขนส่งและการเดินทางอัจฉริยะเพื่อสนับสนุนการท่องเที่ยวไทย.* หน่วยบริหารและจัดการทุนด้านการเพิ่มความสามารถในการแข่งขันของประเทศ (บพข.). กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

ณัฐนีภรณ์ น้อยเสงี่ยม และคณะ. (2562). กระบวนการค้นหาศักยภาพด้วยการมีส่วนร่วมเพื่อพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวลุ่มน้ำปะเหลียน จังหวัดตรัง. *วารสารวิชาการคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สจล.*

ถิระศักดิ์ ทองศิริ และ เจษฎา แก้วกัลยา (2554). *โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับจัดการระบบชลประทานภายใต้แรงดันในพื้นที่อุทยานเกษตร 50 พรรษา มหาวชิราลงกรณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จ.สกลนคร.*

เทอดศักดิ์ รองวิริยะพานิช และ ไกรศักดิ์ กำลัง. (2550). *การจัดทำฐานข้อมูลการขนส่งและระบบขนส่งต่อเนื่องทั่วประเทสไทย.*

ธนวัฒน์ เมธัญญรัตน์. (2557). *การเลือกที่ตั้งคลังน้ำมันในประเทศไทย.*

นพนันต์ เมืองเหนือ. (2556). ประเทศไทยกับการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ. *วารสารการอาชีวะและเทคนิคศึกษา, 3*(5), 58-65.

น้ำฝน จันทร์นวล. (2555). *ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมของนักท่องเที่ยวชาวจีนที่มาท่องเที่ยวเมืองไทย.*

บริษัท อินโฟเสิร์ช จำกัด. (2562). *รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการสำรวจพฤติกรรมการเดินทางท่องเที่ยวของชาวไทย พ.ศ.2562.*

ปรัชญา ทารักษ์. (2552). *การเลือกทำเลที่ตั้งโรงงานผู้ผลิตบานประตูหน้าต่าง.* (วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.

พรเพิ่ม แซ่โง้ว. (2553). *การวิเคราะห์ที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าของอุตสาหกรรมต้มกลั่นสุราขาว กรณีศึกษา จังหวัดราชบุรี.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศิลปากร.

รัสรินทร์ โฆษิตรัฐพัชรสุข. (2552). *การพัฒนาโปรแกรมการจัดการและควบคุมเครื่องมือวัดเพื่อการสอบเทียบ.*

วศิน ปัญญาวุธตระกูล (2561). การจัดการชุมชนการท่องเที่ยวบนพื้นที่สูง กรณีศึกษาภูลมโลและพื้นที่เชื่อมโยงอย่างยั่งยืน. *วารสารศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. 14*(1). 151-197.

วาทิต อิทธิศิริเวทย์. (2551). *พฤติกรรมการท่องเที่ยวของนักท่องเที่ยวชาวต่างชาติในประเทศไทย.*

สามารถ อาษากิจ. (2554). *การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการพิจารณาจุดที่ตั้งที่เหมาะสมของอ่างเก็บน้ำ.*

สำนักงานขนส่งจังหวัดนครราชสีมา (2567). *ค่าโดยสารจากจังหวัดนครราชสีมา กับ อำเภอต่าง ๆ.*

สำนักงานขนส่งจังหวัดนครราชสีมา. (2559). *ประวัติความเป็นมา.* จาก https://nma.dlt.go.th/th/m_page_1654

สำนักงานโครงการก่อสร้างรถไฟทางคู่สายตะวันออกเฉียงเหนือช่วงมาบกะเบา-ชุมทางถนนจิระ. (2564). *โครงการก่อสร้างรถไฟทางคู่สายตะวันออกเฉียงเหนือ ช่วงมาบกะเบา - 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

สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งจราจร (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.

สำเริง อินทร์วงษ์. (2562). *การเลือกทำเลที่ตั้งคลังสินค้า.*

อรรถวิทย์ อุปโยคิน และคณะ. (2558). *การคัดเลือกที่ตั้งสำหรับศูนย์โลจิสติกส์โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และการวิเคราะห์แบบหลายหลักเกณฑ์.*

อำพล นววงศ์เสถียร และคณะ. (2557). *ต้นทุนการขนส่งรวมต่อเนื่องหลายรูปแบบที่มีผลต่อการเลือกรูปแบบการขนส่งของอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ในจังหวัดสมุทรปราการ.*

Akyuz, M. H., Oncan, T., & Altnel, 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 applictions, 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., & Shoeleh, 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.

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.

Dodson, J., Mees, P., Stone, J. and Burke, M. (2011). *The principles of public transport network planning: a review of the emrging 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 Journ al 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., & Drexl, 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-archive.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 publised 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

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	โคดกรวด
15	นครราชสีมา	เมืองนครราชสีมา	โพธิ์กลาง
16	นครราชสีมา	เมืองนครราชสีมา	ตลาด
17	นครราชสีมา	เมืองนครราชสีมา	พุดซา
18	นครราชสีมา	เมืองนครราชสีมา	มะเริง
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	ท่าเยียม
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	ค้างพลู
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	ลำคอหงส์
51	นครราชสีมา	โนนสูง	บิง
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	ตูม
75	นครราชสีมา	ปักธงชัย	สุขเกษม
76	นครราชสีมา	ปักธงชัย	นกออก
77	นครราชสีมา	ปักธงชัย	จิ้ว
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	โคราช
85	นครราชสีมา	สูงเนิน	โค้งยาง
86	นครราชสีมา	สูงเนิน	มะเกลือใหม่
87	นครราชสีมา	สูงเนิน	บุ่งขี้เหล็ก
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

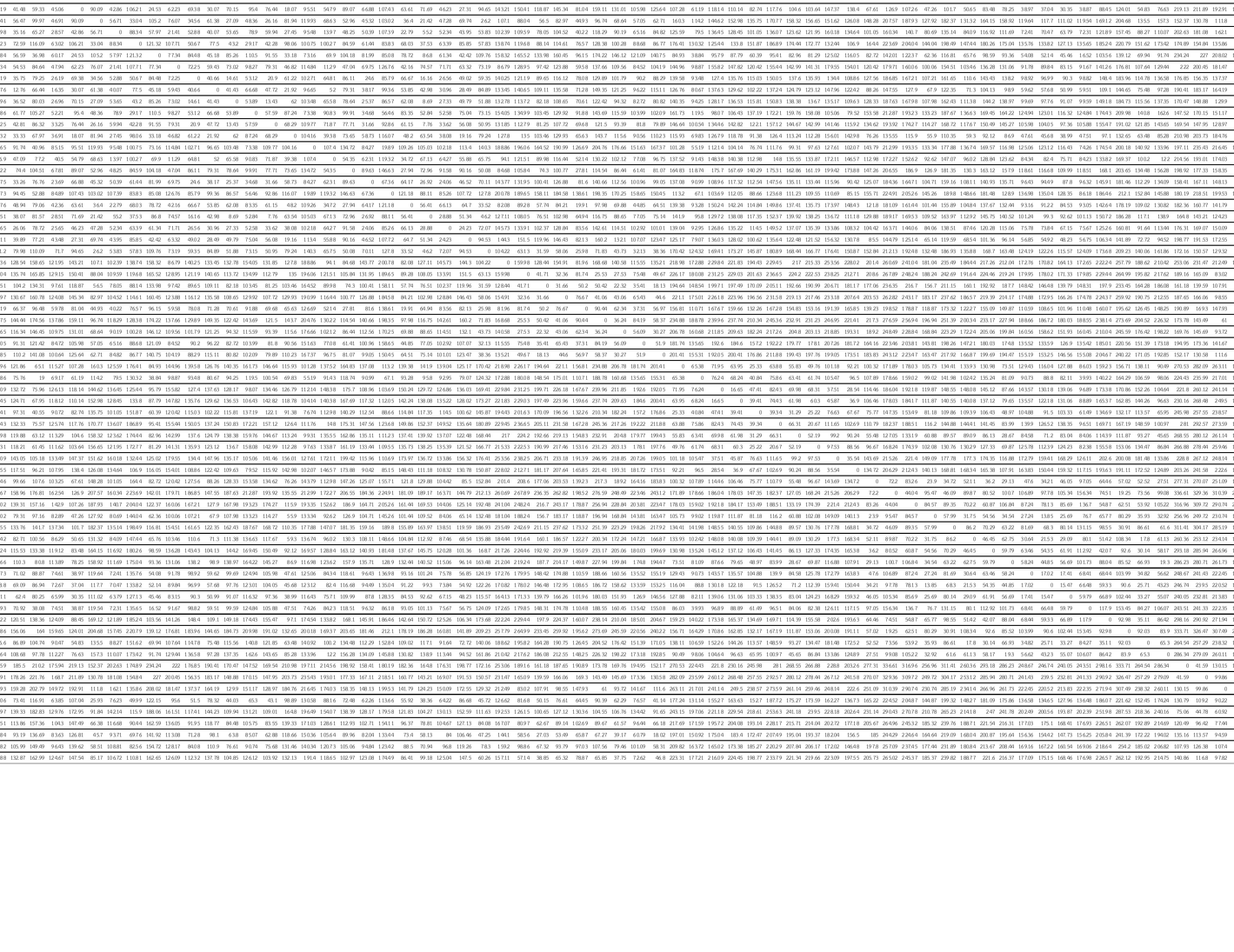
ภาคผนวก ก (ต่อ) รายละเอียดการแบ่งพื้นที่ย่อยในการศึกษา

พื้นที่ย่อย	เขตปกครอง		
	จังหวัด	อำเภอ	ตำบล
105	นครราชสีมา	สีคิ้ว	บ้านหัน
106	นครราชสีมา	ปากช่อง	หนองสาหร่าย
107	นครราชสีมา	ปากช่อง	จันทึก
108	นครราชสีมา	ปากช่อง	หมูสี
109	นครราชสีมา	ปากช่อง	ขนงพระ
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	พื้นที่ย่อยภายนอก	อำเภอมวกเหล็ก จ.สระบุรี (ทล.2224)	
129		อำเภอด่านขุนทด จ.นครราชสีมา (ทล.2256 ,ทล.2148,ทล.201)	
130		อำเภอพระทองคำ จ.นครราชสีมา (ทล.205)	

ภาคผนวก ก (ต่อ) รายละเอียดการแบ่งพื้นที่ย่อยในการศึกษา

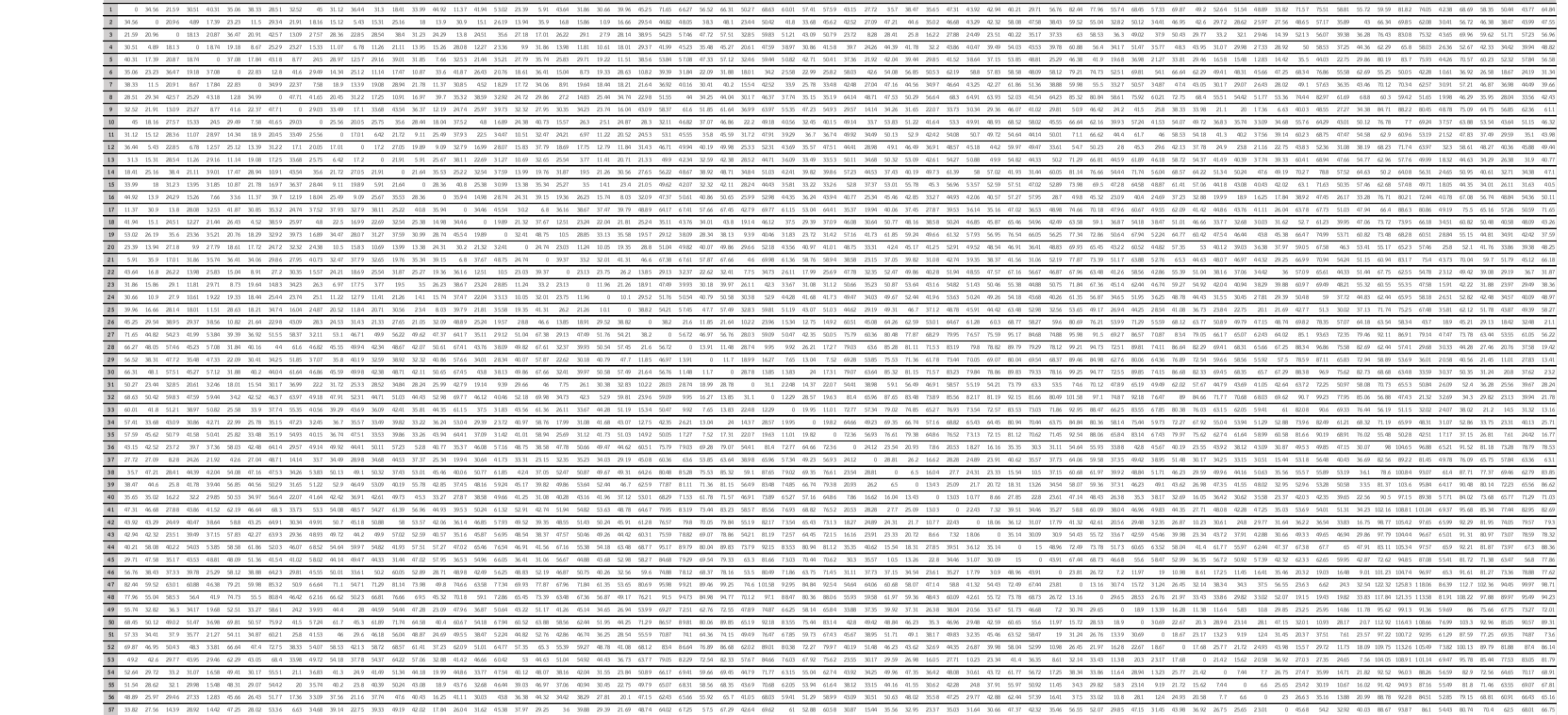
พื้นที่ย่อย	เขตปกครอง		
	จังหวัด	อำเภอ	ตำบล
131	พื้นที่ย่อยภายนอก	อำเภอขามสะแกแสง จ.นครราชสีมา (ทช.1015,ทล.2150)	
132		อำเภอคง จ.นครราชสีมา (ทล.2)	
133		อำเภอพิมาย จ.นครราชสีมา (ทล.206)	
134		อำเภอจักราช จ.นครราชสีมา (ทช.2039,ทล.226)	
135		อำเภอหนองบุญมาก จ.นครราชสีมา (ทล.24)	
136		อำเภอครบุรี จ.นครราชสีมา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

ภาคผนวก ข รายละเอียดข้อมูลค่าใช้จ่ายในการเดินทาง



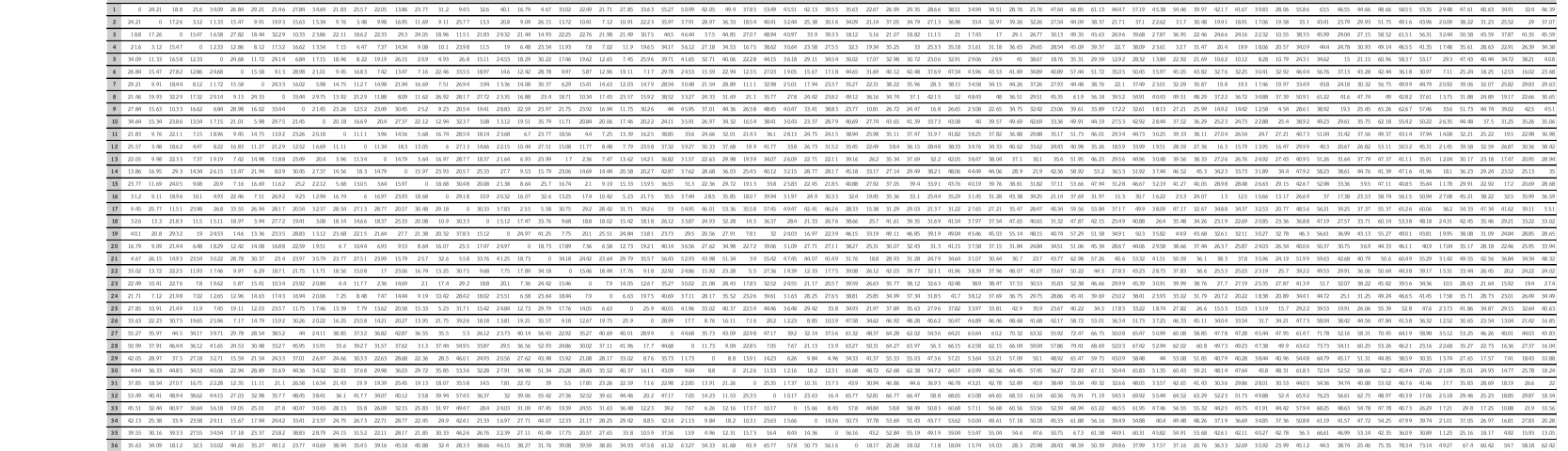
ภาคผนวก ข (ต่อ) รายละเอียดข้อมูลค่าใช้จ่ายในการเดินทาง

ภาคผนวก ค รายละเอียดข้อมูลระยะทางในการเดินทาง



ภาคผนวก ค (ต่อ) รายละเอียดข้อมูลระยะทางในการเดินทาง

ภาคผนวก ง รายละเอียดข้อมูลระยะเวลาในการเดินทาง



ภาคผนวก ง (ต่อ) รายละเอียดข้อมูลระยะเวลาในการเดินทาง

ภาคผนวก จ ชุดคำสั่งวิชวลเบสิกฟอร์แอพพลิเคชั่น 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) ชุดคำสั่งวิชวลเบสิกฟอร์แอพพลิเคชั่น 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) ชุดคำสั่งวิชวลเบสิกฟอร์แอพพลิเคชั่น 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 ฉ ผลการวิเคราะห์จากชุดคำสั่งวิชวลเบสิกฟอร์แอพพลิเคชั่น กรณีไม่มีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง

พื้นที่ยอย	จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	จุดต้นทาง (Origin)		จุดปลายทาง (Destination)								ค่าใช้จ่ายรวมในการเดินทาง (บาท/วัน)
				จำนวนนักท่องเที่ยว (Train)	จำนวนนักท่องเที่ยว (Bus)	O	D	จำนวนนักท่องเที่ยว (Train)	จำนวนรถที่ใช้ (LB) by Train	O	D	จำนวนนักท่องเที่ยว (Bus)	จำนวนรถที่ใช้ (LB) by Bus	
1	นครราชสีมา	เมืองนครราชสีมา	สีมุม			4	1	0	0	4	1	0	0	0
2	นครราชสีมา	เมืองนครราชสีมา	หนองไข่น้ำ			4	2	13	2	4	2	56	5	944
3	นครราชสีมา	เมืองนครราชสีมา	โคกสูง			4	3	11	1	4	3	47	4	2,364
4	นครราชสีมา	เมืองนครราชสีมา	ในเมือง	1,188	5,201	4	4	245	21	4	4	1,074	90	1,110
5	นครราชสีมา	เมืองนครราชสีมา	บ้านโพธิ์			4	5	9	1	4	5	41	4	2,441
6	นครราชสีมา	เมืองนครราชสีมา	ไชยมงคล			4	6	11	1	4	6	47	4	2,498
7	นครราชสีมา	เมืองนครราชสีมา	หัวทะเล			4	7	11	1	4	7	49	5	1,388
8	นครราชสีมา	เมืองนครราชสีมา	สุรนารี			4	8	62	6	4	8	270	23	19,008
9	นครราชสีมา	เมืองนครราชสีมา	หนองไข่น้ำ			4	9	0	0	4	9	0	0	0
10	นครราชสีมา	เมืองนครราชสีมา	พะเนา			4	10	0	0	4	10	0	0	0
11	นครราชสีมา	เมืองนครราชสีมา	หนองไผ่ล้อม			4	11	17	2	4	11	76	7	2,633
12	นครราชสีมา	เมืองนครราชสีมา	บ้านเกาะ			4	12	0	0	4	12	0	0	0
13	นครราชสีมา	เมืองนครราชสีมา	ปรุใหญ่			4	13	0	0	4	13	0	0	0
14	นครราชสีมา	เมืองนครราชสีมา	โคกกรวด	0		4	14	0	0	4	14	0	0	0
15	นครราชสีมา	เมืองนครราชสีมา	โพธิ์กลาง			4	15	15	2	4	15	64	6	2,928
16	นครราชสีมา	เมืองนครราชสีมา	ตลาด			4	16	0	0	4	16	0	0	0
17	นครราชสีมา	เมืองนครราชสีมา	พุดซา			4	17	0	0	4	17	0	0	0
18	นครราชสีมา	เมืองนครราชสีมา	มะเริง			4	18	0	0	4	18	0	0	0
19	นครราชสีมา	เมืองนครราชสีมา	หนองระเวียง			4	19	0	0	4	19	0	0	0
20	นครราชสีมา	เมืองนครราชสีมา	บ้านใหม่			4	20	0	0	4	20	0	0	0
21	นครราชสีมา	เมืองนครราชสีมา	พลกรัง			4	21	0	0	4	21	0	0	0
22	นครราชสีมา	เมืองนครราชสีมา	หนองบัวศาลา			4	22	0	0	4	22	0	0	0
23	นครราชสีมา	เมืองนครราชสีมา	หนองจะบก			4	23	0	0	4	23	0	0	0
24	นครราชสีมา	เมืองนครราชสีมา	หนองกระทุม			4	24	0	0	4	24	0	0	0
25	นครราชสีมา	เมืองนครราชสีมา	จอหอ			4	25	0	0	4	25	0	0	0
26	นครราชสีมา	โชคชัย	ท่าอ่าง			4	26	8	1	4	26	33	3	3,038
27	นครราชสีมา	โชคชัย	ท่าหลุง			4	27	0	0	4	27	0	0	0
28	นครราชสีมา	โชคชัย	ท่าลาดขาว			4	28	0	0	4	28	0	0	0

Total Cost	883,807

Run

Start	End	Time (s)
0:43:49	0:43:50	0:00:01

ภาคผนวก ช ชุดคำสั่งวิชวลเบสิกฟอร์แอพพลิเคชั่น 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 ช (ต่อ) ชุดคำสั่งวิชวลเบสิกฟอร์แอพพลิเคชั่น 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 ซ ผลการวิเคราะห์จากชุดคำสั่งวิชวลเบสิกฟอร์แอพพลิเคชั่น กรณีมีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง 1 แห่ง

พื้นที่ย่อย	จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	จำนวนนักท่องเที่ยว (Train)	จำนวนนักท่องเที่ยว (Bus)	จำนวนรถที่ใช้ (MB) (เที่ยว/วัน)	จำนวนรถที่ใช้ (LB) (เที่ยว/วัน)	ค่าใช้จ่ายรวมในการเดินทาง (บาท/วัน)			Location DC			
								Origin to DC	DC to Destination	Total Cost	พื้นที่ย่อย	จังหวัด	อำเภอ	ตำบล
1	นครราชสีมา	เมืองนครราชสีมา	ปรุใหญ่	1,188	5,201	214	533	188,059	939,954	1,128,013	1	นครราชสีมา	เมืองนครราชสีมา	ปรุใหญ่
2	นครราชสีมา	เมืองนครราชสีมา	หนองไข่น้ำ	1,188	5,201	214	533	31,930	863,010	894,939	2	นครราชสีมา	เมืองนครราชสีมา	หนองไข่น้ำ
3	นครราชสีมา	เมืองนครราชสีมา	โคกสูง	1,188	5,201	214	533	112,615	1,012,148	1,124,762	3	นครราชสีมา	เมืองนครราชสีมา	โคกสูง
4	นครราชสีมา	เมืองนครราชสีมา	ในเมือง	1,188	5,201	214	533	2,130	810,294	812,423	4	นครราชสีมา	เมืองนครราชสีมา	ในเมือง
5	นครราชสีมา	เมืองนครราชสีมา	บ้านโพธิ์	1,188	5,201	214	533	116,332	1,036,677	1,153,009	5	นครราชสีมา	เมืองนครราชสีมา	บ้านโพธิ์
6	นครราชสีมา	เมืองนครราชสีมา	ไชยมงคล	1,188	5,201	214	533	119,013	832,674	951,688	6	นครราชสีมา	เมืองนครราชสีมา	ไชยมงคล
7	นครราชสีมา	เมืองนครราชสีมา	หัวทะเล	1,188	5,201	214	533	54,965	902,695	957,660	7	นครราชสีมา	เมืองนครราชสีมา	หัวทะเล
8	นครราชสีมา	เมืองนครราชสีมา	สุรนารี	1,188	5,201	214	533	156,248	854,625	1,010,873	8	นครราชสีมา	เมืองนครราชสีมา	สุรนารี
9	นครราชสีมา	เมืองนครราชสีมา	หนองไข่น้ำ	1,188	5,201	214	533	143,938	1,095,829	1,239,767	9	นครราชสีมา	เมืองนครราชสีมา	หนองไข่น้ำ
10	นครราชสีมา	เมืองนครราชสีมา	พะเนา	1,188	5,201	214	533	95,551	991,427	1,086,979	10	นครราชสีมา	เมืองนครราชสีมา	พะเนา
11	นครราชสีมา	เมืองนครราชสีมา	หนองไผ่ล้อม	1,188	5,201	214	533	69,591	835,150	904,740	11	นครราชสีมา	เมืองนครราชสีมา	หนองไผ่ล้อม
12	นครราชสีมา	เมืองนครราชสีมา	บ้านเกาะ	1,188	5,201	214	533	43,447	886,890	930,338	12	นครราชสีมา	เมืองนครราชสีมา	บ้านเกาะ
13	นครราชสีมา	เมืองนครราชสีมา	ปรุใหญ่	1,188	5,201	214	533	70,749	827,666	898,415	13	นครราชสีมา	เมืองนครราชสีมา	ปรุใหญ่
14	นครราชสีมา	เมืองนครราชสีมา	โคกกรวด	1,188	5,201	214	533	130,775	794,942	925,717	14	นครราชสีมา	เมืองนครราชสีมา	โคกกรวด
15	นครราชสีมา	เมืองนครราชสีมา	โพธิ์กลาง	1,188	5,201	214	533	87,142	852,257	939,398	15	นครราชสีมา	เมืองนครราชสีมา	โพธิ์กลาง
16	นครราชสีมา	เมืองนครราชสีมา	ตลาด	1,188	5,201	214	533	95,125	992,468	1,087,593	16	นครราชสีมา	เมืองนครราชสีมา	ตลาด
17	นครราชสีมา	เมืองนครราชสีมา	พุดซา	1,188	5,201	214	533	173,250	994,301	1,167,552	17	นครราชสีมา	เมืองนครราชสีมา	พุดซา
18	นครราชสีมา	เมืองนครราชสีมา	มะเริง	1,188	5,201	214	533	76,904	950,722	1,027,625	18	นครราชสีมา	เมืองนครราชสีมา	มะเริง
19	นครราชสีมา	เมืองนครราชสีมา	หนองระเวียง	1,188	5,201	214	533	144,486	1,022,266	1,166,753	19	นครราชสีมา	เมืองนครราชสีมา	หนองระเวียง
20	นครราชสีมา	เมืองนครราชสีมา	บ้านใหม่	1,188	5,201	214	533	62,461	797,021	859,482	20	นครราชสีมา	เมืองนครราชสีมา	บ้านใหม่
21	นครราชสีมา	เมืองนครราชสีมา	พลกรัง	1,188	5,201	214	533	196,286	954,317	1,150,603	21	นครราชสีมา	เมืองนครราชสีมา	พลกรัง
22	นครราชสีมา	เมืองนครราชสีมา	หนองบัวศาลา	1,188	5,201	214	533	87,324	933,221	1,020,545	22	นครราชสีมา	เมืองนครราชสีมา	หนองบัวศาลา
23	นครราชสีมา	เมืองนครราชสีมา	หนองจะบก	1,188	5,201	214	533	74,100	824,749	898,849	23	นครราชสีมา	เมืองนครราชสีมา	หนองจะบก
24	นครราชสีมา	เมืองนครราชสีมา	หนองกระทุ่ม	1,188	5,201	214	533	66,787	845,541	912,328	24	นครราชสีมา	เมืองนครราชสีมา	หนองกระทุ่ม
25	นครราชสีมา	เมืองนครราชสีมา	จอหอ	1,188	5,201	214	533	111,883	956,002	1,067,885	25	นครราชสีมา	เมืองนครราชสีมา	จอหอ
26	นครราชสีมา	โชคชัย	ท่าอ่าง	1,188	5,201	214	533	181,112	943,143	1,124,255	26	นครราชสีมา	โชคชัย	ท่าอ่าง
27	นครราชสีมา	โชคชัย	ท่างามพุง	1,188	5,201	214	533	258,018	1,270,101	1,528,120	27	นครราชสีมา	โชคชัย	ท่างามพุง
28	นครราชสีมา	โชคชัย	ท่าลาดขาว	1,188	5,201	214	533	277,763	1,084,950	1,362,713	28	นครราชสีมา	โชคชัย	ท่าลาดขาว
29	นครราชสีมา	โชคชัย	โชคชัย	1,188	5,201	214	533	218,346	969,733	1,188,079	29	นครราชสีมา	โชคชัย	โชคชัย
30	นครราชสีมา	โชคชัย	ท่าเยี่ยม	1,188	5,201	214	533	278,007	1,098,771	1,376,778	30	นครราชสีมา	โชคชัย	ท่าเยี่ยม
31	นครราชสีมา	โชคชัย	ด่านเกวียน	1,188	5,201	214	533	127,728	984,399	1,112,127	31	นครราชสีมา	โชคชัย	ด่านเกวียน

Total Cost		812,423
Location DC	พื้นที่ย่อย	4
	จังหวัด	นครราชสีมา
	อำเภอ	เมืองนครราชสีมา
	ตำบล	ในเมือง

RUN

Start	End	Time (s)
13:07:21	13:07:22	0:00:01

ภาคผนวก ด ชุดคำสั่งวิชวลเบสิกฟอร์แอพพลิเคชั่น 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) ชุดคำสั่งวิชวลเบสิกฟอร์แอพพลิเคชั่น กรณีมีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง 2 แห่ง

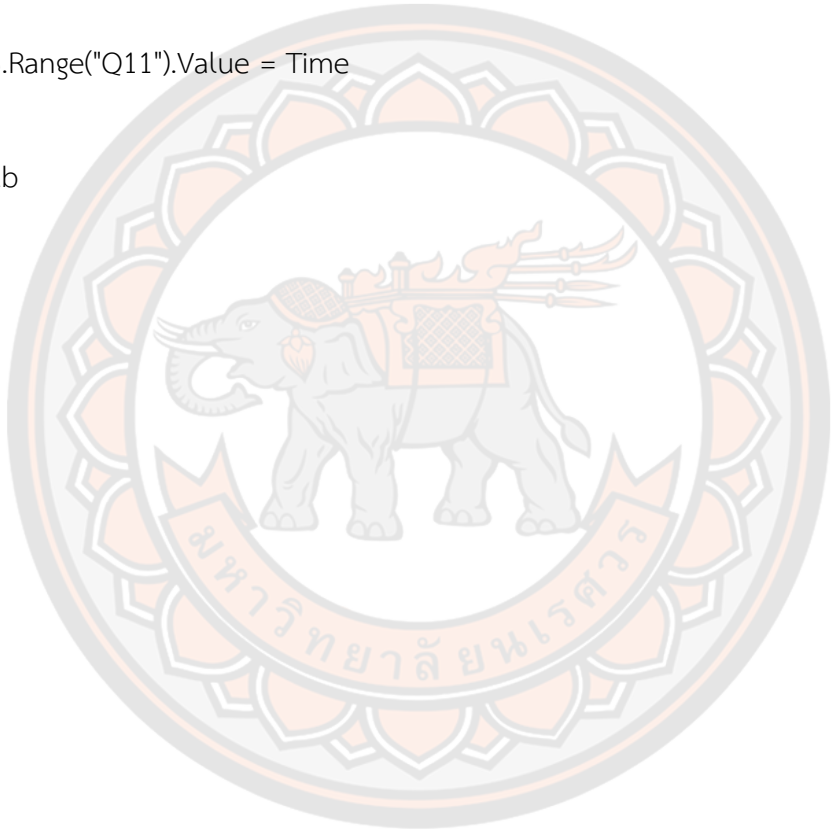
```
For i = 1 To 127
    For j = 1 To 127
        If Distance(i, j) >= 30 Then
            If i < j Then
                Count = Count + 1

                '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) ชุดคำสั่งวิชวลเบสิกฟอร์แอพพลิเคชั่น 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) ชุดคำสั่งวิชวลเบสิกฟอร์แอพพลิเคชั่น 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 ผลการวิเคราะห์จากชุดคำสั่งวิชวลเบสิกฟอร์แอพพลิเคชั่น กรณีมีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง 2 แห่ง

ลำดับ	Location DC 1	Location DC 2	Origin to DC 1	จำนวนรถที่ใช้ (คัน/วัน) MB (DC 1)	Origin to DC 2	จำนวนรถที่ใช้ (คัน/วัน) MB (DC 2)	DC 1 to Destination	จำนวนรถที่ใช้ (คัน/วัน) LB (DC 1)	DC 2 toDestination	จำนวนรถที่ใช้ (คัน/วัน) LB (DC 2)	Total Cost	Location DC 1	Location DC 2
1	1	2	111,263	126	13,044	87	755,962	334	164,223	232	1,044,492	1	2
2	1	4	111,263	126	870	87	755,962	334	149,521	232	1,017,616	1	4
3	1	5	124,509	141	39,330	72	834,260	377	101,961	189	1,100,059	1	5
4	1	6	136,872	155	32,412	58	697,220	407	203,585	159	1,070,089	1	6
5	1	7	111,263	126	22,454	87	755,962	334	154,641	232	1,044,320	1	7
6	1	9	124,509	141	48,663	72	834,260	377	86,959	189	1,094,391	1	9
7	1	10	152,767	173	17,947	40	825,220	453	105,111	113	1,101,045	1	10
8	1	11	140,404	159	17,645	54	723,904	418	195,354	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	188,878	148	1,071,125	1	13
11	1	15	143,053	162	20,868	51	735,360	426	180,954	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	1,088,508	1	18
14	1	19	143,053	162	34,601	51	735,360	426	200,226	140	1,113,240	1	19
15	1	22	140,404	159	22,142	54	723,904	418	186,887	148	1,073,336	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	108,934	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	735,360	426	184,551	140	1,106,336	1	26
20	1	27	173,960	197	19,385	16	932,692	523	42,375	43	1,168,411	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	270,569	158	1,115,099	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	30,588	51	735,360	426	190,567	140	1,099,568	1	31
25	1	32	148,351	168	60,359	44	687,137	446	232,835	120	1,128,682	1	32
26	1	33	135,989	154	66,382	59	648,051	408	269,079	158	1,119,501	1	33
27	1	34	147,468	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	181,907	206	8,022	7	956,654	545	17,420	21	1,164,003	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	181,907	206	8,439	7	956,654	545	18,810	21	1,165,810	1	39
32	1	40	128,924	146	62,404	67	851,175	392	100,114	174	1,142,618	1	40
33	1	41	185,439	210	3,795	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	End	Time (s)
13:08:52	13:09:27	0:00:35

ภาคผนวก ถ ชุดคำสั่งวิชวลเบสิกฟอร์แอพพลิเคชั่น 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 ถ (ต่อ) ชุดคำสั่งวิชวลเบสิกฟอร์แอพพลิเคชั่น 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 ถ (ต่อ) ชุดคำสั่งวิชวลเบสิกฟอร์แอพพลิเคชั่น 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 ถ (ต่อ) ชุดคำสั่งวิชวลเบสิกฟอร์แอพพลิเคชั่น 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 ท ผลการวิเคราะห์จากชุดคำสั่งวิชวลเบสิกฟอร์แอพพลิเคชั่น กรณีมีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง 3 แห่ง

ต้นทุน	Location DC-1	Location DC-2	Location DC-3	Origin to DC-1	จำนวนรถบรรทุกไฟ (คัน/วัน) MB (DC-1)	Origin to DC-2	จำนวนรถบรรทุกไฟ (คัน/วัน) MB (DC-2)	Origin to DC-3	จำนวนรถบรรทุกไฟ (คัน/วัน) MB (DC-3)	DC-1 to Destination	จำนวนรถบรรทุกไฟ (คัน/วัน) LB (DC-1)	DC-2 to Destination	จำนวนรถบรรทุกไฟ (คัน/วัน) LB (DC-2)	DC-3 to Destination	จำนวนรถบรรทุกไฟ (คัน/วัน) LB (DC-3)	Total Cost	Location DC-1	Location DC-2	Location DC-3
1	1	2	27	111,263	126	13,044	87	0	0	755,962	334	164,223	232	0	0	1,044,492	1	2	27
2	1	2	28	95,369	108	10,795	72	41,736	32	620,344	288	96,469	190	175,504	88	1,040,216	1	2	28
3	1	2	29	86,538	98	10,495	70	45,111	44	549,619	262	92,852	184	239,167	120	1,023,782	1	2	29
4	1	2	30	99,784	113	10,795	72	36,551	28	634,645	299	96,469	190	149,678	77	1,047,922	1	2	30
5	1	2	32	86,538	98	10,795	72	57,615	42	549,619	262	96,469	190	227,537	114	1,028,574	1	2	32
6	1	2	33	86,538	98	10,795	72	47,255	42	549,619	262	96,469	190	230,315	114	1,020,991	1	2	33
7	1	2	34	99,784	113	10,495	70	26,792	30	634,645	299	92,852	184	160,933	83	1,045,501	1	2	34
8	1	2	35	86,538	98	10,795	72	50,392	42	549,619	262	96,469	190	226,955	114	1,020,768	1	2	35
9	1	2	36	111,263	126	12,594	84	3,438	3	755,962	334	155,364	224	6,220	8	1,064,840	1	2	36
10	1	2	38	111,263	126	12,594	84	3,841	3	755,962	334	155,364	224	7,451	8	1,066,474	1	2	38
11	1	2	39	111,263	126	12,594	84	3,617	3	755,962	334	155,364	224	6,920	8	1,065,719	1	2	39
12	1	2	40	111,263	126	5,697	38	45,639	69	755,962	334	89,168	105	56,598	127	1,064,327	1	2	40
13	1	2	41	111,263	126	12,594	84	3,795	3	755,962	334	155,364	224	7,069	8	1,066,047	1	2	41
14	1	2	42	111,263	126	12,594	84	3,504	3	755,962	334	155,364	224	3,500	8	1,062,187	1	2	42
15	1	2	43	111,263	126	12,594	84	3,420	3	755,962	334	155,364	224	6,177	8	1,064,779	1	2	43
16	1	2	44	111,263	126	13,044	87	0	0	755,962	334	164,223	232	0	0	1,044,492	1	2	44
17	1	2	46	111,263	126	12,594	84	3,445	3	755,962	334	155,364	224	1,920	8	1,060,547	1	2	46
18	1	2	47	111,263	126	12,594	84	5,256	3	755,962	334	155,364	224	6,724	8	1,067,163	1	2	47
19	1	2	48	111,263	126	12,594	84	4,872	3	755,962	334	155,364	224	6,987	8	1,067,041	1	2	48
20	1	2	49	111,263	126	12,594	84	2,963	3	755,962	334	155,364	224	2,485	8	1,060,631	1	2	49
21	1	2	50	111,263	126	12,594	84	4,448	3	755,962	334	155,364	224	4,306	8	1,063,957	1	2	50
22	1	2	51	111,263	126	12,594	84	3,101	3	755,962	334	155,364	224	4,892	8	1,063,176	1	2	51
23	1	2	52	111,263	126	12,594	84	4,176	3	755,962	334	155,364	224	3,774	8	1,063,132	1	2	52
24	1	2	53	111,263	126	12,594	84	3,803	3	755,962	334	155,364	224	1,624	8	1,060,609	1	2	53
25	1	2	58	111,263	126	12,594	84	4,322	3	755,962	334	155,364	224	5,681	8	1,065,185	1	2	58
26	1	2	59	111,263	126	12,594	84	5,055	3	755,962	334	155,364	224	5,746	8	1,065,983	1	2	59
27	1	2	60	111,263	126	12,594	84	3,228	3	755,962	334	155,364	224	5,195	8	1,063,605	1	2	60
28	1	2	61	111,263	126	12,594	84	3,838	3	755,962	334	155,364	224	80	8	1,059,101	1	2	61
29	1	2	62	13,246	15	11,394	76	218,676	122	22,540	43	107,616	200	696,903	323	1,070,376	1	2	62
30	1	2	63	80,357	91	11,394	76	88,965	47	491,637	242	107,616	200	238,337	124	1,018,307	1	2	63
31	1	2	64	80,357	91	10,795	72	83,526	50	491,637	242	96,469	190	249,735	134	1,012,520	1	2	64
32	1	2	65	13,246	15	10,495	70	97,829	128	22,540	43	92,852	184	733,631	339	970,593	1	2	65
33	1	2	66	78,591	89	11,095	74	75,858	50	479,971	237	102,657	195	220,433	134	968,604	1	2	66
34	1	2	67	80,357	91	10,795	72	61,064	50	491,637	242	96,469	190	245,333	134	985,655	1	2	67
35	1	2	68	86,538	98	10,495	70	43,777	44	549,619	262	92,852	184	210,370	120	993,651	1	2	68
36	1	2	69	13,246	15	10,795	72	145,263	126	22,540	43	96,469	190	700,069	333	988,382	1	2	69
37	1	2	70	80,357	91	10,795	72	70,349	50	491,637	242	96,469	190	264,910	134	1,014,517	1	2	70
38	1	2	71	86,538	98	11,095	74	71,777	41	549,619	262	102,657	195	215,520	109	1,037,206	1	2	71

Total Cost	641,813
Location DC-1	4
Location DC-2	110
Location DC-3	113

RUN

Start	End	Time (s)
13:12:21	13:30:12	0:17:51

1071

ภาคผนวก น ชุดคำสั่งวิชวลเบสิกฟอร์แอพพลิเคชั่น 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) ชุดคำสั่งวิชวลเบสิกฟอร์แอพพลิเคชั่น 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) ชุดคำสั่งวิชวลเบสิกฟอร์แอพพลิเคชั่น 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) ชุดคำสั่งวิชวลเบสิกฟอร์แอพพลิเคชั่น 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) ชุดคำสั่งวิชวลเบสิกฟอร์แอพพลิเคชั่น 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) ชุดคำสั่งวิชวลเบสิกฟอร์แอพพลิเคชั่น 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
```

ภาคผนวก บ ผลการวิเคราะห์จากชุดคำสั่งวิชวลเบสิกฟอร์แอพพลิเคชั่น กรณีมีศูนย์กลางการเชื่อมโยงการขนส่ง 4 แห่ง

ลำดับที่	Location DC 1	Location DC 2	Location DC 3	Location DC 4	Origin to DC 1	จำนวนรถที่ใช้ (คัน/วัน) MB (DC 1)	Origin to DC 2	จำนวนรถที่ใช้ (คัน/วัน) MB (DC 2)	Origin to DC 3	จำนวนรถที่ใช้ (คัน/วัน) MB (DC 3)	Origin to DC 4	จำนวนรถที่ใช้ (คัน/วัน) MB (DC 4)	DC 1 to Destination	จำนวนรถที่ใช้ (คัน/วัน) LB (DC 1)	DC 2 to Destination	จำนวนรถที่ใช้ (คัน/วัน) LB (DC 2)	DC 3 to Destination	จำนวนรถที่ใช้ (คัน/วัน) LB (DC 3)	DC 4 to Destination	จำนวนรถที่ใช้ (คัน/วัน) LB (DC 4)	Total Cost	Location DC 1	Location DC 2	Location DC 3	Location DC 4
1	4	106	105	106	960	96	25,729	12	2,880	2	250,847	103	147,478	257	28,190	34	887	5	218,865	270	661,837	4	106	105	106
2	4	106	105	107	1,000	100	25,729	12	2,880	2	277,021	99	174,909	270	28,190	34	887	5	206,863	257	718,079	4	106	105	107
3	4	106	105	108	1,000	100	25,729	12	2,880	2	325,039	99	174,909	270	28,190	34	887	5	255,662	257	814,895	4	106	105	108
4	4	106	105	109	960	96	25,729	12	2,880	2	277,314	103	147,478	257	28,190	34	887	5	213,600	270	699,036	4	106	105	109
5	4	106	105	110	960	96	25,729	12	2,880	2	321,996	103	147,478	257	28,190	34	887	5	254,125	270	762,245	4	106	105	110
6	4	106	105	111	1,000	100	25,729	12	2,880	2	296,545	99	174,909	270	28,190	34	887	5	246,461	257	776,601	4	106	105	111
7	4	106	105	112	960	96	25,729	12	2,880	2	367,976	103	147,478	257	28,190	34	887	5	317,859	270	891,958	4	106	105	112
8	4	106	105	113	970	97	25,729	12	2,880	2	269,135	102	156,588	261	28,190	34	887	5	206,516	266	688,894	4	106	105	113
9	4	106	105	114	1,000	100	25,729	12	2,880	2	322,126	99	174,909	270	28,190	34	887	5	291,536	257	847,257	4	106	105	114
10	4	106	105	115	970	97	25,729	12	2,880	2	237,145	102	156,588	261	28,190	34	887	5	262,717	266	715,106	4	106	105	115
11	4	106	105	116	960	96	25,729	12	2,880	2	342,657	103	147,478	257	28,190	34	887	5	277,446	270	826,276	4	106	105	116
12	4	106	105	117	970	97	25,729	12	2,880	2	295,637	102	156,588	261	28,190	34	887	5	230,897	266	741,778	4	106	105	117
13	4	106	105	118	960	96	70,756	33	2,880	2	187,056	82	147,478	257	131,813	89	887	5	331,923	215	873,753	4	106	105	118
14	4	106	105	119	960	96	34,306	16	2,880	2	254,250	99	147,478	257	44,766	44	887	5	376,889	260	860,393	4	106	105	119
15	4	106	105	120	960	96	25,729	12	2,880	2	342,126	103	147,478	257	28,190	34	887	5	262,889	270	811,146	4	106	105	120
16	4	106	105	121	960	96	147,443	69	2,880	2	119,951	47	147,478	257	326,388	181	887	5	192,805	123	939,293	4	106	105	121
17	4	106	105	122	890	89	162,952	76	2,880	2	82,993	47	121,610	238	371,662	199	887	5	175,673	124	919,586	4	106	105	122
18	4	106	105	124	1,000	100	237,995	111	2,880	2	0	0	174,909	270	603,739	291	887	5	0	0	1,021,411	4	106	105	124
19	4	106	105	125	1,000	100	237,995	111	2,880	2	0	0	174,909	270	603,739	291	887	5	0	0	1,021,411	4	106	105	125
20	4	106	105	126	1,000	100	237,995	111	2,880	2	0	0	174,909	270	603,739	291	887	5	0	0	1,021,411	4	106	105	126
21	4	106	106	108	980	98	25,729	12	174,761	76	88,811	27	153,703	262	28,190	34	155,740	200	36,980	70	666,756	4	106	106	108
22	4	106	106	110	980	98	25,729	12	144,868	63	125,047	40	153,703	262	28,190	34	106,020	165	49,765	105	634,302	4	106	106	110
23	4	106	106	112	980	98	25,729	12	183,959	80	82,169	23	153,703	262	28,190	34	144,804	208	45,716	62	604,850	4	106	106	112
24	4	106	106	114	980	98	25,729	12	211,553	92	32,338	10	153,703	262	28,190	34	194,085	242	16,345	28	663,722	4	106	106	114
25	4	106	106	116	980	98	25,729	12	128,771	56	156,358	47	153,703	262	28,190	34	88,792	147	89,227	123	671,750	4	106	106	116
26	4	106	106	118	980	98	25,729	12	195,456	85	41,061	18	153,703	262	28,190	34	160,242	222	52,387	48	637,746	4	106	106	118
27	4	106	106	119	980	98	25,729	12	195,456	85	46,227	18	153,703	262	28,190	34	160,242	222	29,473	48	640,001	4	106	106	119
28	4	106	106	120	980	98	25,729	12	144,868	63	132,865	40	153,703	262	28,190	34	106,020	165	49,763	105	642,117	4	106	106	120
29	4	106	106	121	980	98	25,729	12	227,649	99	10,209	4	153,703	262	28,190	34	194,751	257	5,514	13	646,725	4	106	106	121
30	4	106	106	122	910	91	25,729	12	227,649	99	19,424	11	127,835	243	28,190	34	194,751	257	28,192	32	652,679	4	106	106	122
31	4	106	106	124	980	98	25,729	12	230,847	103	0	0	153,703	262	28,190	34	218,865	270	0	0	664,315	4	106	106	124
32	4	106	106	125	980	98	25,729	12	230,847	103	0	0	153,703	262	28,190	34	218,865	270	0	0	664,315	4	106	106	125
33	4	106	106	126	980	98	25,729	12	230,847	103	0	0	153,703	262	28,190	34	218,865	270	0	0	664,315	4	106	106	126
34	4	106	107	108	1,020	102	25,729	12	203,906	72	88,811	27	181,134	275	28,190	34	123,886	187	38,980	70	689,515	4	106	107	108
35	4	106	107	109	980	98	25,729	12	109,366	39	172,312	64	153,703	262	28,190	34	24,945	101	141,412	169	656,637	4	106	107	109
36	4	106	107	110	980	98	25,729	12	173,864	62	126,173	41	153,703	262	28,190	34	83,005	160	52,856	110	644,500	4	106	107	110
37	4	106	107	111	1,020	102	25,729	12	224,380	80	53,917	18	181,134	275	28,190	34	159,424	208	33,312	49	707,666	4	106	107	111
38	4	106	107	112	980	98	25,729	12	157,038	56	167,911	47	153,703	262	28,190	34	63,707	147	104,192	123	701,450	4	106	107	112
39	4	106	107	114	1,020	102	25,729	12	255,557	84	46,807	15	181,134	275	28,190	34	159,594	218	31,127	39	711,157	4	106	107	114
40	4	106	107	115	990	99	25,729	12	162,647	58	102,296	44	162,813	266	28,190	34	72,363	150	132,972	116	688,023	4	106	107	115
41	4	106	107	116	980	98	25,729	12	157,038	56	156,358	47	153,703	262	28,190	34	63,707	147	89,227	123	674,952	4	106	107	116
42	4	106	107	117	990	99	25,729	12	109,366	39	179,701	62	162,813	266	28,190	34	24,945	101	159,058	165	690,791	4	106	107	117
43	4	106	107	118	980	98	25,729	12	210,319	75	63,873	28	153,703	262	28,190	34	129,238	196	59,574	74	671,606	4	106	107	118
44	4	106	107	119	980	98	25,729	12	176,668	63	102,727	40	153,703	262	28,190	34	84,932	165	94,907	105	667,836	4	106	107	119
45	4	106	107	120	980	98	25,729	12	176,668	63	132,865	40	153,703	262	28,190	34	84,932	165	49,763	105	652,829	4	106	107	120

Total Cost	687,866
Location DC 1	4
Location DC 2	110
Location DC 3	113
Location DC 4	118

RUN

Start	End	Time (s)
13:30:12	22:36:46	9066.38

32794