

โครงการส่งเสริมเมืองคาร์บอนต่ำผ่านระบบขนส่งสาธารณะไฟฟ้า
Achieving Low Carbon Growth in the City Through Electrified Urban
Transport System in Thailand-E-transport in LCC

October 2022

โครงการส่งเสริมเมืองคาร์บอนต่ำผ่านระบบขนส่งสาธารณะไฟฟ้า

Achieving Low Carbon Growth in the City Through Electrified Urban Transport System in Thailand-E-transport in LCC



United Nations Development Programme in Thailand
12th Floor United Nations Building, Rajdamnern Nok Avenue Bangkok 10200,
Thailand
Email: undp.thailand@undp.org | Tel: +66 2 288 3350

UNDP is the leading United Nations organization fighting to end the injustice of poverty, inequality, and climate change. Working with our broad network of experts and partners in 170 countries, we help nations to build integrated, lasting solutions for people and planet. Learn more at www.th.undp.org or follow at @UNDP Thailand.

UK PACT

www.ukpact.co.uk

For any enquiries, please get in touch via email at communications@ukpact.co.uk

สารบัญ

| | |
|--|------|
| บทสรุปผู้บริหาร..... | E-1 |
| Executive Summary..... | E-5 |
| บทที่ 1 บทนำ..... | 1-1 |
| บทที่ 2 การออกแบบระบบโดยสารพลังงานไฟฟ้าและการวิเคราะห์ความคุ้มค่าของโครงการ | 2-1 |
| 2.1 การสำรวจทางวิศวกรรม..... | 2-2 |
| 2.1.1 การสำรวจค่าดัชนีความเรียบขรุขระสากล..... | 2-3 |
| 2.1.2 การสำรวจเส้นทางด้วยอากาศยานไร้คนขับ..... | 2-6 |
| 2.2 การสำรวจปริมาณการเดินทางและรูปแบบการเดินทางในปัจจุบัน..... | 2-8 |
| 2.2.1 แบบสอบถามพฤติกรรมการเดินทางและปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกรูปแบบการเดินทางในปัจจุบัน..... | 2-9 |
| 2.2.2 การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา..... | 2-12 |
| 2.2.3 การทดสอบสมมติฐาน..... | 2-13 |
| 2.2.4 ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกรูปแบบการเดินทางในปัจจุบัน..... | 2-14 |
| 2.3 การออกแบบโครงข่ายระบบเดินรถโดยสารพลังงานไฟฟ้าด้วยแบบจำลองต่อเนื่อง 4 ขั้นตอน | 2-16 |
| 2.3.1 แบบจำลองการเกิดการเดินทางและการดึงดูดการเดินทาง (Trip Production and Trip Attraction)..... | 2-16 |
| 2.3.2 แบบจำลองการกระจายการเดินทาง (Trip Distribution)..... | 2-20 |
| 2.3.3 แบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง (Modal Split)..... | 2-25 |
| 2.4 การออกแบบเส้นทางและลักษณะทางกายภาพของระบบการเดินรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า | 2-30 |
| 2.5 การคาดการณ์ปริมาณผู้โดยสารตลอดอายุโครงการ | 2-37 |
| 2.5.1 แบบสำรวจทางเลือกรูปแบบการเดินทาง..... | 2-39 |
| 2.5.2 การพยากรณ์จำนวนประชากรในเทศบาลเมืองนครราชสีมา..... | 2-40 |
| 2.5.3 การทำนายการเติบโตของการกระจายการเดินทาง | 2-41 |
| 2.5.4 การทำนายปริมาณการเดินทางจำแนกตามรูปแบบการเดินทาง | 2-42 |
| 2.5.5 การคาดการณ์ปริมาณการจราจรในแต่ละถนนด้วยแบบจำลองการแจกแจงเส้นทางการเดินทาง | 2-44 |
| 2.6 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์และแบบจำลองการลงทุน..... | 2-47 |
| 2.6.1 ข้อกำหนดในการวิเคราะห์โครงการ | 2-47 |
| 2.6.2 รายได้จากการดำเนินการ..... | 2-48 |
| 2.6.3 เงินลงทุนและค่าใช้จ่ายรายปี | 2-50 |
| 2.6.4 ค่าเสื่อมราคาและมูลค่าคงเหลือ..... | 2-53 |
| 2.6.5 สัดส่วนของการกู้ยืมในงบลงทุน | 2-56 |
| 2.6.6 ผลตอบแทนสุทธิของโครงการ | 2-57 |
| 2.6.7 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ (Sensitivity Analysis of the Project)..... | 2-59 |
| 2.7 สรุปผลการออกแบบระบบโดยสารพลังงานไฟฟ้าและการวิเคราะห์ความคุ้มค่าของโครงการ | 2-60 |
| บทที่ 3 การศึกษาด้านวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม..... | 3-1 |
| 3.1 การประเมินคุณภาพอากาศระบบ E-Bus ที่นำเสนอ..... | 3-1 |
| 3.1.1 วิธีการสร้างฐานข้อมูลและแบบจำลองคุณภาพอากาศ | 3-1 |

| | | |
|---------|--|------|
| | 3.1.2 ผลกระทบคุณภาพอากาศจากการจราจรทางบกในปัจจุบัน | 3-2 |
| | 3.1.3 การคาดการณ์ผลกระทบต่อคุณภาพอากาศจากการดำเนินระบบ E-Bus..... | 3-9 |
| 3.2 | การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์เมืองที่ลดลงจากระบบ E-Bus ที่นำเสนอ..... | 3-12 |
| | 3.2.1 วิธีการประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้จากระบบ E-Bus..... | 3-12 |
| | 3.2.2 การพัฒนาฐานข้อมูลก๊าซเรือนกระจกระดับเมืองเทศบาลนครนครราชสีมา | 3-13 |
| 3.3 | การประเมินผลกระทบทางเศรษฐศาสตร์ระบบ E-Bus ที่นำเสนอ | 3-20 |
| | 3.3.1 วิธีการประเมินผลกระทบทางเศรษฐศาสตร์ | 3-20 |
| | 3.3.2 การประเมินผลกระทบด้านสุขภาพจากการจราจรทางบก..... | 3-21 |
| | 3.3.3 การประเมินผลกระทบทางเศรษฐศาสตร์ระบบ E-Bus ที่นำเสนอ | 3-21 |
| 3.4 | สรุปผลและข้อเสนอแนะ | 3-24 |
| บทที่ 4 | ข้อเสนอแนะด้านนโยบาย | 4-1 |
| | 4.1 ปัจจัยขับเคลื่อนของการพัฒนาระบบขนส่งมวลชนในเทศบาลนครนครราชสีมา..... | 4-1 |
| | 4.2 เป้าหมายสนับสนุนเชิงยุทธศาสตร์และกลุ่มเป้าหมาย | 4-4 |
| | 4.3 นโยบายสนับสนุนและแผนการดำเนินนโยบาย..... | 4-6 |
| | 4.4 กฎระเบียบและกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะ | 4-16 |
| | 4.4.1 มิติด้านกายภาพและโครงสร้างพื้นฐาน..... | 4-16 |
| | 4.4.2 มิติด้านการเงินและการลงทุน..... | 4-26 |
| | 4.4.3 มิติด้านการมีส่วนร่วม | 4-35 |
| บทที่ 5 | บทสรุป..... | 5-1 |

สารบัญตาราง

| | | |
|---------------|---|------|
| ตารางที่ 2-1 | รายชื่อเส้นทางพร้อมระยะทางที่สำรวจค่าความเรียบขรุขระสากล..... | 2-3 |
| ตารางที่ 2-2 | เกณฑ์มาตรฐานของสภาพทางโดยใช้ค่าดัชนีความเรียบขรุขระสากล (IRI)..... | 2-4 |
| ตารางที่ 2-3 | ค่าความเรียบขรุขระสากลและผลการประเมินสภาพผิวทางตามทิศทางเดินรถซ้าย และขวาของแต่ละเส้นทางที่ทำการสำรวจ..... | 2-5 |
| ตารางที่ 2-4 | ผลการทดสอบสมมติฐานของกลุ่มตัวอย่างที่ระดับความเชื่อมั่นไม่ต่ำกว่าร้อยละ 90 | 2-13 |
| ตารางที่ 2-5 | ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกรูปแบบการเดินทางของผู้เดินทางแต่ละกลุ่ม (หน่วย: จำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม)..... | 2-15 |
| ตารางที่ 2-6 | ปริมาณการเดินทางออกจากพื้นที่ศึกษาย่อยจำแนกตามช่วงเวลา..... | 2-18 |
| ตารางที่ 2-7 | ปริมาณการเดินทางไปยังพื้นที่ศึกษาย่อยจำแนกตามช่วงเวลา | 2-19 |
| ตารางที่ 2-8 | ปริมาณการเดินทางที่เกิดขึ้นในแต่ละคู่พื้นที่ศึกษาย่อยในช่วงเวลาเร่งด่วนเช้าของวันธรรมดา..... | 2-21 |
| ตารางที่ 2-9 | ปริมาณการเดินทางที่เกิดขึ้นในแต่ละคู่พื้นที่ศึกษาย่อยในช่วงเวลาเร่งด่วนเย็นของวันธรรมดา | 2-22 |
| ตารางที่ 2-10 | ปริมาณการเดินทางที่เกิดขึ้นในแต่ละคู่พื้นที่ศึกษาย่อยนอกช่วงเวลาเร่งด่วนของวันธรรมดา | 2-23 |
| ตารางที่ 2-11 | ปริมาณการเดินทางที่เกิดขึ้นในแต่ละคู่พื้นที่ศึกษาย่อยในวันหยุด..... | 2-24 |
| ตารางที่ 2-12 | ถนนทั้ง 22 เส้นที่ใช้ในแบบจำลองการแจกแจงเส้นทางการเดินทาง | 2-26 |
| ตารางที่ 2-13 | ความเชื่อมโยงระหว่างถนนทั้ง 22 เส้นกับ 28 พื้นที่การศึกษาย่อย | 2-27 |
| ตารางที่ 2-14 | ปริมาณการจราจรของแต่ละถนนในวันธรรมดาและวันหยุดจำแนกตามประเภทของยานพาหนะ (คันต่อวัน)..... | 2-28 |
| ตารางที่ 2-15 | คำอธิบายตารางแสดงความสามารถในการเข้าถึงพื้นที่การศึกษาย่อย (TAZ) ด้วยระบบรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า (E-Bus)..... | 2-33 |
| ตารางที่ 2-16 | สัดส่วนการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเดินทางจากรูปแบบที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน..... | 2-40 |
| ตารางที่ 2-17 | ข้อมูลและแหล่งที่มาสำหรับการวิเคราะห์ลักษณะประชากรในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา | 2-41 |
| ตารางที่ 2-18 | ปริมาณการเดินทางต่อวันในแต่ละปีตลอดอายุโครงการ | 2-42 |
| ตารางที่ 2-19 | ปริมาณการเดินทางจำแนกตามรูปแบบการเดินทาง ในแต่ละปีตลอดอายุโครงการ..... | 2-43 |
| ตารางที่ 2-20 | ปริมาณผู้โดยสารในระบบรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า ในแต่ละปีตลอดอายุโครงการในแต่ละสถานการณ์จำลอง..... | 2-44 |
| ตารางที่ 2-21 | ปริมาณการจราจรของแต่ละถนนที่ลดลงเนื่องจากการเปลี่ยนรูปแบบไปใช้ระบบรถโดยสารพลังงานไฟฟ้าในวันธรรมดาและวันหยุดจำแนกตามประเภทของยานพาหนะทุก ๆ 5 ปี (คันต่อวัน)..... | 2-45 |
| ตารางที่ 2-22 | ข้อกำหนดสำหรับการวิเคราะห์ความคุ้มค่าของระบบขนส่งสาธารณะพลังงานไฟฟ้า เขตเทศบาลนครนครราชสีมา | 2-47 |
| ตารางที่ 2-23 | รายได้จากการประกอบการเดินรถพลังงานไฟฟ้าตลอดระยะเวลา 20 ปี..... | 2-49 |
| ตารางที่ 2-24 | รายละเอียดค่าโฆษณา และรายได้ต่อปีจากการโฆษณา..... | 2-50 |
| ตารางที่ 2-25 | รายละเอียดของค่าใช้จ่ายสำหรับการจ้างบุคลากรตลอดระยะเวลาการดำเนินงาน..... | 2-52 |
| ตารางที่ 2-26 | รายละเอียดเงินทุนและค่าใช้จ่ายรายปีของโครงการ | 2-52 |
| ตารางที่ 2-27 | การตัดค่าเสื่อมราคาของสถานีอัดประจุและมูลค่าคงเหลือ..... | 2-54 |
| ตารางที่ 2-28 | การตัดค่าเสื่อมราคาของสถานีจอดรับ-ส่ง บนพื้น และมูลค่าคงเหลือ | 2-55 |
| ตารางที่ 2-29 | ราคาค่าก่อสร้างและมูลค่าคงเหลือของสินทรัพย์ประเภทอสังหาริมทรัพย์ | 2-55 |
| ตารางที่ 2-30 | การตัดค่าเสื่อมราคาของสถานีจอดรับ-ส่ง บนพื้นและมูลค่าคงเหลือ..... | 2-56 |
| ตารางที่ 2-31 | การชำระเงินต้นและดอกเบี้ยตลอดระยะเวลา 15 ปี ในอัตราดอกเบี้ยร้อยละ 10..... | 2-57 |

| | | |
|---------------|--|------|
| ตารางที่ 2-32 | สรุปค่าดัชนีจากการประเมินโครงการระบบขนส่งสาธารณะพลังงานไฟฟ้า..... | 2-58 |
| ตารางที่ 2-33 | สรุปรายได้จากการดำเนินเปิดรถไฟฟ้าบริการและปริมาณเครดิตคาร์บอนตามปีที่ดำเนินงาน | 2-58 |
| ตารางที่ 2-34 | ปริมาณคาร์บอนที่ลดลงไปได้แต่ละเส้นทางการเดินทาง ในช่วงการเปิดให้บริการ (ตันคาร์บอนปี)..... | 2-59 |
| ตารางที่ 3-1 | ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของสารมลพิษอากาศรายปีของเทศบาลนครนครราชสีมา และจำนวนวันที่ค่าตรวจวัดเกิน ค่ามาตรฐานของประเทศไทย..... | 3-3 |
| ตารางที่ 3-2 | ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสารมลพิษอากาศในปี 2563 และ 2564..... | 3-5 |
| ตารางที่ 3-3 | สมมติฐานการลดลงของปริมาณการเดินทางจากการเปลี่ยนไปใช้ระบบ E-Bus | 3-9 |
| ตารางที่ 3-4 | สรุปผลกระทบต่อระดับ PM _{2.5} จากการดำเนินระบบ E-Bus บริเวณเทศบาลนครนครราชสีมา..... | 3-11 |
| ตารางที่ 3-5 | สรุปผลกระทบต่อระดับ NO ₂ จากการดำเนินระบบ E-Bus บริเวณเทศบาลนครนครราชสีมา..... | 3-11 |
| ตารางที่ 3-6 | สรุปผลกระทบต่อระดับ SO ₂ จากการดำเนินระบบ E-Bus บริเวณเทศบาลนครนครราชสีมา..... | 3-11 |
| ตารางที่ 3-7 | สรุปผลกระทบต่อระดับ CO จากการดำเนินระบบ E-Bus บริเวณเทศบาลนครนครราชสีมา..... | 3-12 |
| ตารางที่ 3-8 | การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเทศบาลนครนครราชสีมาในปี พ.ศ. 2561..... | 3-14 |
| ตารางที่ 3-9 | การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเทศบาลนครนครราชสีมาในปี พ.ศ. 2562..... | 3-14 |
| ตารางที่ 3-10 | การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเทศบาลนครนครราชสีมาในปี พ.ศ. 2563..... | 3-15 |
| ตารางที่ 3-11 | สรุปปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกลุ่มกิจกรรม ในช่วงปี พ.ศ. 2561 – 2563 | 3-16 |
| ตารางที่ 3-12 | ปริมาณและสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกลุ่มการขนส่ง ในช่วงปี พ.ศ. 2561 – 2563 | 3-17 |
| ตารางที่ 3-13 | ร้อยละการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางมาใช้ระบบ E-Bus ในปีต่าง ๆ..... | 3-18 |
| ตารางที่ 3-14 | การคาดการณ์ก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้จากการดำเนินระบบ E-Bus ในกิจกรรมการขนส่ง | 3-19 |
| ตารางที่ 3-15 | การคาดการณ์ก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้จากการดำเนินระบบ E-Bus ของเทศบาลนครนครราชสีมา..... | 3-19 |
| ตารางที่ 3-16 | จำนวนผู้ป่วยด้วยโรคระบบทางเดินหายใจในพื้นที่เทศบาลนครนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2560 – 2565 (ถึงเดือนสิงหาคม)..... | 3-21 |
| ตารางที่ 3-17 | ร้อยละอัตราเงินเฟ้อของประเทศไทย..... | 3-22 |
| ตารางที่ 3-18 | ต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์ของผลกระทบของมลพิษอากาศที่มีต่อสุขภาพ | 3-22 |
| ตารางที่ 3-19 | มูลค่าทางเศรษฐศาสตร์และค่ารักษาที่หลีกเลี่ยงได้จากการลดการเจ็บป่วยด้วยโรคระบบทางเดินหายใจจาก มลพิษอากาศในเทศบาลนครนครราชสีมา..... | 3-23 |
| ตารางที่ 3-20 | คาดการณ์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่ดีขึ้นจากการดำเนินระบบ E-Bus เทียบกับระดับในปี 2565 | 3-24 |
| ตารางที่ 4-1 | ข้อเสนอแนะด้านกายภาพและโครงสร้างพื้นฐาน..... | 4-8 |
| ตารางที่ 4-2 | ข้อเสนอแนะด้านการเงินและการลงทุน..... | 4-11 |
| ตารางที่ 4-3 | ข้อเสนอแนะด้านสังคมและการมีส่วนร่วม | 4-13 |
| ตารางที่ 4-4 | ผลประโยชน์ร่วมและแนวทางการบรรเทาผลกระทบต่อผู้มีส่วนได้เสีย..... | 4-14 |
| ตารางที่ 4-5 | ข้อกฎหมายเกี่ยวกับการได้มาซึ่งสิทธิในที่ดินและอสังหาริมทรัพย์เพื่อดำเนินโครงการ | 4-21 |
| ตารางที่ 4-6 | ตัวอย่างการกำหนดอัตราค่าบริการสถานีขนส่งผู้โดยสาร | 4-22 |

สารบัญรูป

| | | |
|-------------|--|------|
| รูปที่ E-1 | เส้นทางเดินรถและตำแหน่งที่ตั้งจุดจอดของเส้นทางเดินรถแต่ละสาย..... | E-2 |
| รูปที่ 2-1 | แนวทางการดำเนินงานสำรวจทางวิศวกรรม..... | 2-2 |
| รูปที่ 2-2 | ยานพาหนะที่ใช้ในการสำรวจค่าดัชนีความเรียบขรุขระสากล | 2-4 |
| รูปที่ 2-3 | ผลการประเมินสภาพผิวทางตามดัชนีความเรียบขรุขระสากล..... | 2-5 |
| รูปที่ 2-4 | เส้นทางการสำรวจด้วยอากาศยานไร้คนขับ | 2-6 |
| รูปที่ 2-5 | ภาพถ่ายอย่างการสำรวจพื้นที่ด้วยอากาศยานไร้คนขับ ซึ่งเกิดจากการนำภาพที่ถ่ายต่อเนื่องกันมาวางซ้อนทับกัน | 2-7 |
| รูปที่ 2-6 | แนวทางการดำเนินงานสำรวจปริมาณการเดินทาง | 2-8 |
| รูปที่ 2-7 | แบบสอบถามข้อมูลเกี่ยวกับครัวเรือน | 2-10 |
| รูปที่ 2-8 | แบบสอบถามข้อมูลและรายละเอียดของการเดินทางส่วนบุคคล | 2-11 |
| รูปที่ 2-9 | รายละเอียดการแบ่งพื้นที่วิเคราะห์..... | 2-11 |
| รูปที่ 2-10 | เส้นทางเดินรถและตำแหน่งที่ตั้งจุดจอดของเส้นทางเดินรถแต่ละสาย..... | 2-31 |
| รูปที่ 2-11 | ความครอบคลุมของระบบโครงข่ายรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า ในพื้นที่เทศบาลนครนครราชสีมา..... | 2-32 |
| รูปที่ 2-12 | ความสามารถในการเข้าถึง (Accessibility) ระบบการเดินรถโดยสารไฟฟ้าจากพื้นที่การศึกษาย่อย (TAZ) ต่าง ๆ..... | 2-33 |
| รูปที่ 2-13 | ลักษณะทางกายภาพของจุดจอดยกระดับ | 2-34 |
| รูปที่ 2-14 | การออกแบบภายในของจุดจอดยกระดับ..... | 2-34 |
| รูปที่ 2-15 | ลักษณะทางกายภาพของจุดจอดระดับพื้นดิน..... | 2-35 |
| รูปที่ 2-16 | การออกแบบภายในของจุดจอดระดับพื้นดิน..... | 2-35 |
| รูปที่ 2-17 | ทางลาดขึ้นลงบริเวณลิฟต์โดยสาร | 2-36 |
| รูปที่ 2-18 | ระดับขานชาลาที่เสียบกับทางขึ้นลงรถเพื่อ ความสะดวกสบายในการขึ้น-ลงรถโดยสาร | 2-36 |
| รูปที่ 2-19 | แนวทางการคาดการณ์รายได้จากการจำหน่ายตั๋วโดยสาร ของระบบการเดินรถโดยสารพลังงานไฟฟ้าในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา | 2-38 |
| รูปที่ 2-20 | รายได้รวมจากการดำเนินงานโครงการ | 2-50 |
| รูปที่ 2-21 | การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ | 2-59 |
| รูปที่ 3-1 | ความเข้มข้นของสารมลพิษเฉลี่ยรายวันของเมืองนครราชสีมา ในปี 2563 (บน) และ 2564 (ล่าง) | 3-4 |
| รูปที่ 3-2 | ความเข้มข้นของฝุ่น PM _{2.5} จากการจราจรทางบกที่มีผลต่อคุณภาพอากาศของเทศบาลนครนครราชสีมา | 3-6 |
| รูปที่ 3-3 | สัดส่วนของฝุ่น PM _{2.5} จากการจราจรทางบกเทียบกับจากแหล่งกำเนิดอื่น ๆ ในช่วง Dry-season เดือนพฤศจิกายน 2563 ถึง เดือนเมษายน 2564..... | 3-7 |
| รูปที่ 3-4 | ผลจำลองความเข้มข้น PM _{2.5} (µg/m ³) และสัดส่วนจากแต่ละแหล่งกำเนิด | 3-8 |
| รูปที่ 3-5 | ค่าสูงสุด PM _{2.5} เฉลี่ย 1 ชั่วโมง ที่ลดลงจากระดับในปี พ.ศ. 2564 (µg/m ³) (ก) ผลที่ปี พ.ศ. 2570 และ (ข) ผลที่ปี พ.ศ. 2585..... | 3-10 |
| รูปที่ 3-6 | สัดส่วนการลดค่าสูงสุด PM _{2.5} เฉลี่ย 1 ชั่วโมง เทียบกับระดับในปี พ.ศ. 2564 (ร้อยละ)..... | 3-10 |
| รูปที่ 3-7 | แนวคิดการคำนวณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทาง | 3-13 |
| รูปที่ 3-8 | ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเทศบาลนครนครราชสีมา ในช่วงปี พ.ศ. 2561 – 2563..... | 3-16 |
| รูปที่ 3-9 | คาดการณ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกรายกลุ่มกิจกรรมในช่วงปี พ.ศ. 2563 – 2585 | 3-18 |

| | | |
|-------------|---|------|
| รูปที่ 3-10 | ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้จากการดำเนินระบบ E-Bus..... | 3-19 |
| รูปที่ 3-11 | การคาดการณ์ก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้จากการดำเนินระบบ E-Bus ของเทศบาลนครนครราชสีมา..... | 3-20 |
| รูปที่ 3-12 | จำนวนผู้ป่วยด้วยโรคระบบทางเดินหายใจและโรคหัวใจในพื้นที่เทศบาลนครนครราชสีมา | 3-21 |
| รูปที่ 3-13 | ค่าใช้จ่ายและจำนวนผู้ป่วยด้วยโรคระบบทางเดินหายใจในกรณีฐาน..... | 3-23 |
| รูปที่ 3-14 | ผลประโยชน์ที่ได้รับจากการลดจำนวนผู้ป่วยด้วยโรคระบบทางเดินหายใจที่ลดลงที่อัตราส่วนต่าง ๆ..... | 3-23 |
| รูปที่ 4-1 | ข้อกังวลและความคาดหวังของประชาชนโดยทั่วไปที่มีต่อระบบขนส่งมวลชนในเทศบาลนครนครราชสีมา | 4-2 |
| รูปที่ 4-2 | ความสำคัญและโอกาสที่จะเกิดขึ้นของปัจจัยต่าง ๆ ที่คาดว่าจะส่งผลกระทบต่อพัฒนาระบบขนส่งมวลชนในเทศบาลนครนครราชสีมา..... | 4-3 |
| รูปที่ 4-3 | ผู้มีส่วนได้เสียและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาโครงการ | 4-4 |
| รูปที่ 4-4 | ผลการสำรวจความคิดเห็นเบื้องต้นสำหรับกลุ่มเป้าหมายในการให้บริการระยะแรก | 4-5 |
| รูปที่ 4-5 | ผลการสำรวจความคิดเห็นเบื้องต้นสำหรับกลุ่มเป้าหมายในการให้บริการครอบคลุมทุกเส้นทาง | 4-5 |
| รูปที่ 5-1 | เส้นทางเดินรถและตำแหน่งที่ตั้งจุดจอดของเส้นทางเดินรถแต่ละสาย..... | 5-2 |

สารบัญภาพ

| | | |
|----------|---|------|
| ภาพที่ A | รถโดยสารไฟฟ้าในเมืองโบโกตา ประเทศโคลัมเบีย..... | 4-9 |
| ภาพที่ B | รถโดยสารไฟฟ้าและแท่นชาร์จแบบมีหัวจ่าย 4 หัว ในเมืองเซินเจิ้น ประเทศจีน..... | 4-10 |
| ภาพที่ C | โมเดลธุรกิจรถโดยสารไฟฟ้าในเมืองซันตืออาโก ประเทศชิลี | 4-12 |
| ภาพที่ D | รถโดยสารไฟฟ้าในเมืองโกเธนเบิร์ก ประเทศสวีเดน | 4-15 |

บทสรุปผู้บริหาร

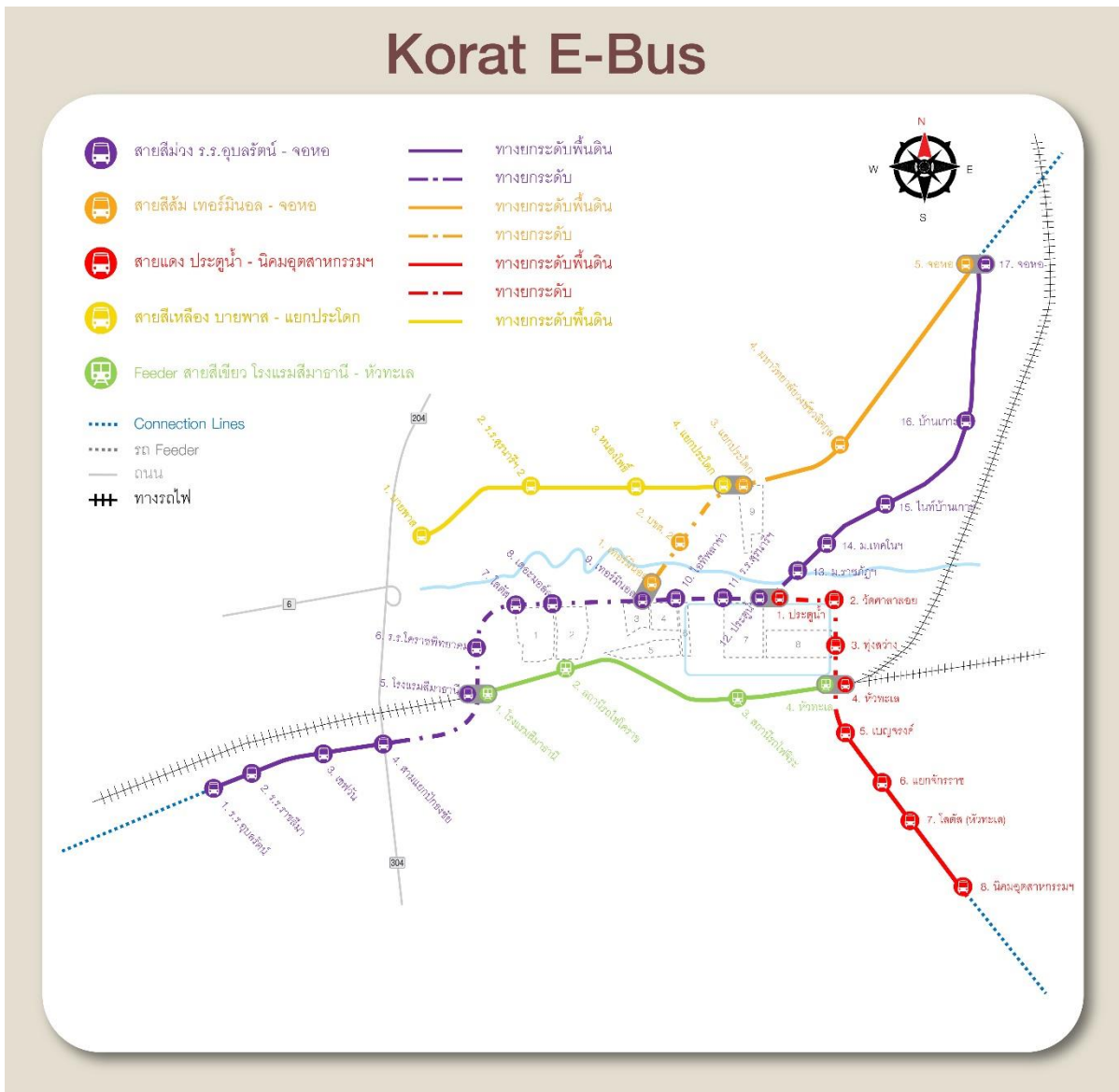
โครงการส่งเสริมเมืองคาร์บอนต่ำผ่านระบบขนส่งสาธารณะไฟฟ้า (Achieving Low Carbon Growth in the City Through Electrified Urban Transport System in Thailand-E-transport in LCC) เป็นการศึกษาเชิงนโยบายเกี่ยวกับระบบขนส่งมวลชนสาธารณะด้วยพลังงานไฟฟ้าในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ซึ่งดำเนินการศึกษาโดยความร่วมมือระหว่างโครงการพัฒนาแห่งสหประชาชาติประจำประเทศไทย (United Nations Development Programme-Thailand) คณะกรรมาธิการเศรษฐกิจและสังคมแห่งสหประชาชาติแห่งเอเชียและแปซิฟิก (United Nations ESCAP) สถาบันบริการวิชาการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และเทศบาลนครนครราชสีมา ภายใต้การสนับสนุนและกำกับดูแลโครงการจาก United Kingdom Partnering for Accelerated Climate Transition (UK PACT)-The Green Recovery Challenge Fund ซึ่งมีวัตถุประสงค์ที่จะร่วมลดปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก

การจัดทำการศึกษาเชิงนโยบายนี้ครอบคลุมมิติด้านวิศวกรรมการขนส่ง การวิเคราะห์ด้านสิ่งแวดล้อม การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์และกฎหมาย ความเสมอภาคทางเพศและความครอบคลุมทางสังคม (Gender Equality and Social Inclusion, GESI) โดยใช้เครื่องมือต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องและได้รับการยอมรับในระดับสากล เช่น การสำรวจประชากรเชิงสังคม การจัดทำแบบจำลองทางวิศวกรรมขนส่ง แบบจำลองด้านการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจก แบบจำลองด้านคุณภาพอากาศ การประเมินความเป็นไปได้ทางการเงินและเศรษฐศาสตร์ อย่างเป็นขั้นตอนเพื่อให้ผลการศึกษาเป็นประโยชน์ต่อการวางแผนจราจรและขนส่งในระดับเทศบาลและจังหวัด และสะท้อนถึงความต้องการเดินทางของประชากรในพื้นที่ ปัจจัยกายภาพ และสมมติฐานที่สำคัญอื่น ๆ เช่น อัตราค่าโดยสาร การประมาณการผู้โดยสารตลอดอายุโครงการ

การศึกษาได้เสนอแนะเส้นทางการเดินทางรถขนส่งสาธารณะด้วยพลังงานไฟฟ้าและที่ตั้งของจุดจอดรถโดยสารที่เหมาะสมกับลักษณะการเดินทางและความต้องการของเมืองในบริเวณเทศบาลนครนครราชสีมา ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 5 เส้นทาง โดยกำหนดให้มีจุดจอดทั้งหมด 33 จุดจอด โดยมีจุดจอดร่วมของสายสีม่วงและส้มที่สถานีจอหอจำนวน 1 จุด และเพื่อให้ระบบมีผลกระทบต่อจราจรให้น้อยที่สุด จึงได้มีการยกระดับโครงสร้างเส้นทางบางส่วน โดยมีรายละเอียด ดังแสดงในรูปที่ E-1 ซึ่งแบ่งเป็นจุดจอดยกระดับ 18 จุดจอด และจุดจอดระดับพื้นดิน 15 จุดจอด ดังนี้

| | |
|--------------------|--|
| สายสีม่วง | มีทั้งหมด 17 จุดจอด เริ่มเดินทางจากโรงเรียนอุบลรัตน์ถึงแยกจอหอ |
| | มีระยะทางระดับพื้นดิน 9.9 กิโลเมตร 9 จุดจอด และ มีระยะทางยกระดับ 7.5 กิโลเมตร 8 จุดจอด |
| สายสีส้ม | มีทั้งหมด 5 จุดจอด ซึ่งเริ่มเดินทางจากเทอร์มินอล 21 โคโรนา ถึงแยกจอหอ |
| | มีระยะทางระดับพื้นดิน 5.3 กิโลเมตร 2 จุดจอด และมีระยะทางยกระดับ 2.6 กิโลเมตร 3 จุดจอด |
| สายสีแดง | มีทั้งหมด 8 จุดจอด ซึ่งเริ่มเดินทางจากแยกประตูน้ำ ถึงนิคมอุตสาหกรรมฯ |
| | มีระยะทางระดับพื้นดิน 4.2 กิโลเมตร 4 จุดจอด และมีระยะทางยกระดับ 2.3 กิโลเมตร 4 จุดจอด |
| สายสีเหลือง | มีทั้งหมด 4 จุดจอด ซึ่งเริ่มเดินทางจากแยกบายพาส ถึงแยกประโดก |
| | มีระยะทางระดับพื้นดิน 5.3 กิโลเมตร 4 จุดจอด |
| สายสีเขียว | มีหน้าที่เป็น Feeder มีทั้งหมด 4 จุดจอด เพื่อบรรเทาปัญหาการจราจรบริเวณถนนชุมชนตรีผ่านไปยังเทศบาลนครนครราชสีมาจนถึงบริเวณลานอนุสาวรีย์ท้าวสุรนารี โดยจะใช้เส้นทางรถไฟในการขนส่งผู้โดยสารจากบริเวณโรงแรมสีมามาณี ถึงสถานีหัวทะเล |

เพื่อส่งเสริมการเดินทางมายังระบบการเดินรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า 5 เส้นทางหลักนั้น ได้เสนอแนะให้รถสองแถวที่ทำหน้าที่เป็นระบบขนส่งสาธารณะรอง (Feeder) เพื่อให้สามารถรองรับความต้องการเดินทางของประชากรที่อาศัยทั้งในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา และพื้นที่โดยรอบได้ นอกจากนี้การออกแบบระบบขนส่งมวลชน ยังคำนึงถึงหลักการออกแบบอารยสถาปัตยกรรมเพื่อคนทั้งมวล (Universal Design) เพื่อให้ระบบการเดินรถโดยสารพลังงานไฟฟ้าสามารถบริการผู้โดยสารได้ทุก ๆ กลุ่ม รวมถึง สตรี เด็ก ผู้สูงอายุ และผู้พิการด้วย



รูปที่ E-1 เส้นทางเดินรถและตำแหน่งที่ตั้งจุดจอดของเส้นทางเดินรถแต่ละสาย

โครงการฯ ได้คาดการณ์ปริมาณผู้โดยสารตลอดอายุการดำเนินโครงการ 20 ปี เท่ากับ 698 ล้านคน-เที่ยว หรือ 95,590 คน-เที่ยวต่อวัน เมื่อพิจารณาการเดินรถ 20 ปี แล้ว รายได้จากค่าโดยสารจะประมาณ 7,967 ล้านบาท โดยคิดอัตราค่าโดยสาร 15-25 บาท และเมื่อรายได้ที่รับจากค่าเช่าพื้นที่ประกอบกิจการธุรกิจและค่าโฆษณาด้วยแล้ว รายได้ทั้งหมดจะเท่ากับ 9,497 ล้านบาท โดยมีต้นทุนในการลงทุนระบบเป็นมูลค่าปัจจุบัน รวม 3,732,100,000 บาท ซึ่งประกอบด้วย ค่าก่อสร้างสถานี เส้นทางเดินรถ การจัดซื้อรถโดยสารไฟฟ้า (E-Bus) สถานีชาร์จเจอร์ และค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับบุคลากร การบำรุงรักษาและซ่อมแซมระบบ และมีค่าใช้จ่ายรายปี (ค่าดำเนินงานของบุคลากร ค่าซ่อมบำรุงรถพลังงานไฟฟ้า ค่าอัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง และ ค่าดำเนินการ

สถานีอัดประจุไฟฟ้า) รวม 134,535,604 บาทต่อปี ทั้งนี้เมื่อคำนวณผลตอบแทนสุทธิของโครงการเป็นมูลค่าปัจจุบันด้วยอัตราผลตอบแทน (Discount Rate) ที่ร้อยละ 7.5 โครงการจะมีมูลค่าปัจจุบันของรายได้สุทธิเท่ากับ 2,841 ล้านบาท

ในการศึกษาได้ตั้งสมมติฐานว่าเทศบาลมีทางเลือกในการลงทุน 2 กรณี คือ การลงทุนเองทั้งหมด และ การลงทุนเองร้อยละ 50 และกู้ยืมเงินจากสถาบันการเงินร้อยละ 50 พบว่า ทั้ง 2 กรณี ให้ค่าผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ (EIRR) ที่มากกว่าอัตราผลตอบแทนขั้นต่ำ (MARR ที่ร้อยละ 7.5) และค่าผลประโยชน์ต่อต้นทุน (B/C ratio) มากกว่า 1 แม้กระทั่งในสถานการณ์ที่เลวร้ายที่สุด (Worst Case Scenario) ที่ต้นทุนระยะทางวิ่งเพิ่มขึ้นร้อยละ 20 ปริมาณคนใช้บริการน้อยกว่าที่คาดการณ์ไว้ถึงร้อยละ 20 หรือราคาค่าโดยสารลดลงจากที่กำหนดร้อยละ 20 ก็ยังพบว่ามูลค่าปัจจุบันของโครงการมีค่าเป็นบวก หรือโครงการยังสามารถสร้างกำไรจากการดำเนินการได้ ซึ่งสามารถตีความได้ว่าโครงการระบบขนส่งสาธารณะพลังงานไฟฟ้าในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา มีความเป็นไปได้ที่จะสร้างกำไร และควรค่าแก่การลงทุน

การดำเนินระบบขนส่งสาธารณะด้วยพลังงานไฟฟ้าช่วยสนับสนุนให้เทศบาลมุ่งหน้าสู่ความเป็นเมืองคาร์บอนต่ำ โดยทำให้ขนาดของคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของเทศบาลจะลดลงได้ เนื่องจากการเปลี่ยนรูปแบบการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลมาเป็นระบบขนส่งด้วยไฟฟ้า โดยในปี พ.ศ. 2570 และ พ.ศ. 2585 พบว่าสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้เท่ากับ 11,879 และ 43,526 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละของก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้จากกิจกรรมการขนส่งของเทศบาลนครฯ เท่ากับ 7.05 และ 13.21 หรือคิดเป็นร้อยละของก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้จากกิจกรรมการทั้งหมดของเทศบาลนครฯ 2.76 และ 7.32 ตามลำดับ

นอกจากประโยชน์ที่ได้จากการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการมุ่งหน้าสู่ความเป็นเมืองคาร์บอนต่ำแล้ว การปรับเปลี่ยนเชื้อเพลิงระบบขนส่งเป็นพลังงานไฟฟ้ายังส่งผลดีต่อคุณภาพอากาศในเมือง กล่าวคือ ระดับมลสาร PM_{2.5}, NO₂, SO₂ และ CO จะลดลงมากกว่ามลสารอื่น ณ บริเวณใจกลางเขตเทศบาลนครนครราชสีมา บริเวณถนนมิตรภาพ (ทล. 2) ตรงทางแยกที่เชื่อมกับถนนราชสีมา-โชคชัย (ทล. 224) เพราะเป็นบริเวณที่คาดการณ์ว่ามีปริมาณการจราจรของผู้สัญจรลดลงมากที่สุดเนื่องจากมีบริการขนส่งสาธารณะด้วยพลังงานไฟฟ้าผ่านใจกลางเมือง หากพิจารณาในแง่ของสัดส่วนการลดลงคิดเทียบกับฐานคือมลพิษอากาศจากการจราจรในปัจจุบัน พบว่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญ โดยในปีพ.ศ. 2570 ลดลงเป็นสัดส่วนประมาณร้อยละ 13 – 17 และที่ปี พ.ศ. 2585 ลดลงเป็นสัดส่วนประมาณร้อยละ 31 – 41 ดังนั้นการมุ่งลดการปล่อย PM_{2.5} จากภาคการจราจรโดยการดำเนินระบบขนส่งสาธารณะด้วยพลังงานไฟฟ้า ในเทศบาลนครนครราชสีมาอาจช่วยลดจำนวนวันที่ระดับ PM_{2.5} เกินมาตรฐานให้ลดลงได้ สำหรับวันที่ความเข้มข้น PM_{2.5} นั้นเกินมาตรฐานไปเพียงเล็กน้อย การที่เมืองมีคุณภาพอากาศที่ดีขึ้นนั้น ซึ่งจะส่งผลให้ผู้ป่วยด้วยโรคระบบทางเดินหายใจในเทศบาลนครราชสีมาจำนวนลดลงประมาณร้อยละ 10-20 จะสามารถหลีกเลี่ยงค่ารักษาพยาบาลได้เท่ากับ 21 และ 41 ล้านบาท ตามลำดับ อย่างไรก็ตามการปรับปรุงสถานการณ์ PM_{2.5} เกินมาตรฐานในบรรยากาศนั้นยังขึ้นกับอีกหลายปัจจัยภายนอกเขตเทศบาลนครราชสีมาที่สำคัญคือแหล่งกำเนิดจากการเผาไหม้ชีวมวลในที่โล่ง

ข้อเสนอแนะด้านนโยบาย

กลุ่มผู้โดยสารสาธารณะแบบเดิม (รถสองแถว) กลุ่มผู้ใช้รถยนต์ส่วนบุคคลและจักรยานยนต์ เป็นกลุ่มเป้าหมายหลักที่ต้องการให้ปรับเปลี่ยนพฤติกรรมมาใช้ระบบขนส่งมวลชนสาธารณะด้วยพลังงานไฟฟ้า โดยมีเป้าหมายเชิงยุทธศาสตร์ให้มีผู้ใช้บริการไม่ต่ำกว่า 100,000 คน-เที่ยว ต่อวัน ภายในปี พ.ศ. 2585 จากการศึกษา พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อการพัฒนาโครงการมากที่สุดเป็นเรื่องของ “ระยะเวลาการเดินทางและความตรงต่อเวลา” รองลงมาคือ คุณภาพบริการ ความปลอดภัย และความสะอาดสบาย ในขณะที่การกำหนดอัตราค่าโดยสาร เป็นหนึ่งในปัจจัยพิจารณา แต่ไม่ใช่ประเด็นหลักที่ทำให้กลุ่มเป้าหมายหันมาใช้ระบบขนส่งมวลชน

เพื่อผลักดันในข้อเสนอแนะเชิงนโยบายด้านการพัฒนาระบบขนส่งด้วยพลังงานไฟฟ้าสามารถเดินหน้าและเกิดผลอย่างเป็นรูปธรรม การศึกษาฉบับนี้ได้นำเสนอข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย ดังนี้

- **ด้านกายภาพและโครงสร้างพื้นฐาน:** ควรมีการออกแบบที่พิจารณาเพื่อแก้ปัญหาข้อจำกัดทางกายภาพและอำนวยความสะดวกให้แก่ สตรี เด็ก ผู้สูงอายุ ผู้พิการ จัดทำแผนการจัดการระหว่างก่อสร้างเพื่อบรรเทาผลกระทบด้านการจราจรและมลพิษช่วงการก่อสร้าง กำหนดเส้นทางและสัมปทานเดินรถร่วมกับหน่วยงานกำกับและผู้ประกอบการรถสองแถว จัดหารถโดยสารและแหล่งพลังงาน ให้สอดคล้องกับปริมาณผู้โดยสาร
- **ด้านการเงินและการลงทุน:** จัดหาแหล่งทุนและคัดเลือกรูปแบบการลงทุน โดยพิจารณาจากความพร้อมของงบประมาณ ความสนใจของภาคเอกชน และการยอมรับของภาคประชาชน สนับสนุนผู้ให้บริการได้รับประโยชน์นอกเหนือจากค่าโดยสารที่เป็นรายได้หลัก เช่น การจัดการพื้นที่เพื่อการพาณิชย์ กำหนดอัตราค่าโดยสารที่จูงใจเบื้องต้นอยู่ที่ประมาณ 15-25 บาทต่อเที่ยว และมีอัตราพิเศษค่าโดยสารแบบมีส่วนลดสำหรับนักเรียน นักศึกษา ผู้สูงอายุ และผู้พิการ
- **ด้านสังคมและการมีส่วนร่วม:** จัดทำข้อกำหนดมาตรฐานคุณภาพบริการและความปลอดภัยสำหรับรถโดยสารสาธารณะ ตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบอารยสถาปัตย์ หรือ การออกแบบเพื่อคนทั้งมวล (Universal Design) ไปจนถึงการให้บริการ การจัดทำมาตรการควบคุมโรคติดต่อ นอกจากนี้ ยังควรพิจารณาการจัดทำนโยบายการพัฒนาเมืองและสิ่งแวดล้อมในระยะยาว เช่น ผังเมือง การใช้ประโยชน์ที่ดิน เป็นต้น
- **ผลประโยชน์ร่วมและแนวทางการบรรเทาผลกระทบต่อผู้มีส่วนได้เสีย:** ประชาสัมพันธ์ถึงผลประโยชน์ร่วม (Co-benefit) จากโครงการ อาทิ ระบบขนส่งสาธารณะด้วยระบบพลังงานไฟฟ้าสนับสนุนให้เทศบาลนครนครราชสีมา มุ่งหน้าเป็นเมืองอัจฉริยะ (Smart City) การบรรเทาปัญหาการจราจรติดขัด การลดมลพิษทางอากาศและผลกระทบต่อสุขภาพ การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ในขณะเดียวกันก็ต้องมีแนวทางในการบรรเทาผลกระทบที่มีต่อผู้มีส่วนได้เสีย เช่น การทำงานร่วมกับในการวางแผนระบบโครงข่ายรถสาธารณะร่วมกับผู้ประกอบการสองแถว การแบ่งปันผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากโครงการให้กับผู้ประกอบการเดิมและชุมชนที่ได้รับผลกระทบ เป็นต้น
- **ด้านกฎหมาย:** การพัฒนาโครงการขนส่งสาธารณะด้วยพลังงานไฟฟ้า จะข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบขนส่งมวลชนในพื้นที่รับผิดชอบของเทศบาลนครนครราชสีมา มีมิติที่สำคัญ 3 มิติ ได้แก่ (1) การวิเคราะห์กรอบทางกฎหมายในการควบคุมกำกับการจัดตั้งและประกอบกิจการสถานีขนส่ง การประกอบกิจการเดินรถ การจัดการโดยสาร ไฟฟ้า และการจัดหาพลังงาน (2) การเงินการลงทุน ซึ่งวิเคราะห์ถึงอำนาจหน้าที่ของเทศบาลนครนครราชสีมาในการดำเนินโครงการ และการดำเนินโครงการ ร่วมกับเอกชน (3) การมีส่วนร่วม ซึ่งวิเคราะห์ถึงบทบาทของกฎหมายในการควบคุมกำกับคุณภาพการบริการ มาตรฐานความปลอดภัย การคุ้มครองสุขภาพและป้องกันโรคติดต่อในการออกแบบสถานีขนส่ง ทั้งนี้ประเด็นการได้มาซึ่งที่ดินเพื่อใช้เป็นพื้นที่จัดตั้งสถานีขนส่งถือเป็นประเด็นสำคัญในการพัฒนาระบบขนส่งมวลชนในพื้นที่เทศบาลนครนครราชสีมา ซึ่งเทศบาลสามารถดำเนินการตามกฎหมายเพื่อให้ “ได้มาซึ่งสิทธิ” ในการใช้ประโยชน์ที่ดินของเอกชนเพื่อดำเนินโครงการโดย (1) การเวนคืนหรือซื้อที่ดินซึ่งกรรมสิทธิ์ของที่ดินของเอกชนตามพระราชบัญญัติว่าด้วยการเวนคืนและการได้มาซึ่งอสังหาริมทรัพย์ พ.ศ. 2562 (2) การซื้อหรือเช่าที่ดินของเอกชนตามพระราชบัญญัติการจัดซื้อจัดจ้างพัสดุภาครัฐ พ.ศ. 2560 (3) การใช้สาธารณสมบัติของแผ่นดินตามระเบียบกระทรวงมหาดไทยว่าด้วยการดูแลรักษาและคุ้มครองป้องกันที่ดินอันเป็นสาธารณสมบัติของแผ่นดินสำหรับพลเมืองใช้ร่วมกัน พ.ศ. 2553 และประมวลกฎหมายที่ดิน (4) การขอใช้ที่ดินของรัฐซึ่งมิได้มีบุคคลใดมีสิทธิครอบครองและมีใช้สาธารณสมบัติของแผ่นดินอันราษฎรใช้ประโยชน์ร่วมกันตามประมวลกฎหมายที่ดิน และ (5) การใช้ที่ดินและรางรถไฟของการรถไฟแห่งประเทศไทยตามพระราชบัญญัติการรถไฟแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2494 ซึ่งแต่ละทางเลือกนั้นจะมีความเสี่ยงและความท้าทายที่แตกต่างกัน เช่น การใช้อำนาจเวนคืนอาจส่งผลให้โครงการถูกต่อต้านและส่งผลกระทบต่อรายรับทางสังคม ในขณะที่การเจรจาสัญญาซื้อขายและเช่าไม่ว่ากับเอกชนหรือการรถไฟแห่งประเทศไทยนั้นก็มีความเป็นไปได้ที่จะไม่บรรลุผล ส่วนกรณีของการใช้สาธารณสมบัติของแผ่นดินนั้นมีความเสี่ยงที่ต้องประสานงานและตกอยู่ในการใช้ดุลพินิจของผู้มีอำนาจ ตามระเบียบกระทรวงมหาดไทยว่าด้วยการดูแลรักษาและคุ้มครองป้องกันที่ดินอันเป็นสาธารณสมบัติของแผ่นดินสำหรับพลเมืองใช้ร่วมกัน พ.ศ. 2553 และประมวลกฎหมายที่ดิน

Executive Summary

The Achieving Sustainable Low Carbon Growth in the City through Electrified Urban Transport System in Thailand or E-Transport in LCC Project aims to build the capacity of Nakhon Ratchasima City in analyzing urban mobility and support the policy makers to make the best-informed decision to transform their urban mobility. The project was conducted in collaboration with United Nations Development Programme (UNDP) - Thailand, United Nations ESCAP, Chula Unisearch, Chulalongkorn University and Nakhon Ratchasima Municipality. The project funded by United Kingdom Partnering for Accelerated Climate Transition (UK PACT) --The Green Recovery Challenge Fund, which aims to tackling global climate change.

This policy recommendation covers the dimensions of transportation engineering, environmental impact, economic and legal analysis and Gender Equality and Social Inclusion (GESI), through a number of relevant internationally recognized tools such as household interview survey, transportation engineering model, city carbon footprint, air quality models, analysis of financial and economic feasibility to ensure that the results of the study are beneficial and suitable for traffic and transport planning at the municipality and province levels. It also reflects the travel demand of the local people, physical factors and other important assumptions such as fares and estimated number of passengers over the lifetime of the project.

The study suggested the routes of electrified public transport and the location of stations suitable for the travel characteristics and needs of the city of Nakhon Ratchasima. There will be 5 routes with a total of 33 stations; in addition, Jor Hor station will be an interchange station of Purple and Orange lines. In order for the transportation system to be implemented with minimal impact on traffic, some sections of the proposed routes will be elevated, with details as shown in **Figure E-1**. There will be 18 elevated stations and 15 on-ground stations as follows:

- Purple line** consists of 17 stations, starting from Ubonrat School to Joho Intersection. This includes a 9.9 kilometers of on-ground route with 9 stations and a 7.5 kilometers elevated route with 8 stations.
- Orange line** consists of 5 stations, starting from Terminal 21 Korat to Joho Intersection. This includes a 5.3 kilometers of on-ground route with 2 stations and a 2.6 kilometers elevated route with 3 stations.
- Red line** consists of 8 stations, starting from Pratu Nam Intersection to Industrial Estate. This includes a 4.2 kilometers of on-ground route with 4 stations and a 2.3 kilometers elevated route with 4 stations.
- Yellow line** consists of 4 stations, starting from Bypass Intersection to Pradok Intersection. This includes a 5.3 kilometers of on-ground route with 4 stations.
- Green line** serves as a feeder with 4 stations to alleviate traffic congestion around Muk Montri Road through Nakhon Ratchasima Municipality to Thao Suranari Monument area. The route runs along the existing railway to transport passengers from Sima Thani Hotel area to Hua Talae Station.

In order to promote the travel to the 5 main electric bus lines, the study also suggested that two-row seat minibuses should take a feeder role to accommodate the travel of the people living in both Nakhon Ratchasima Municipality and surrounding areas. In addition, the design of the mass transit system takes into account the principles of Universal Design such that the electrified transport system can accommodate all groups of passengers, including women, children, elderly, and people with disabilities.

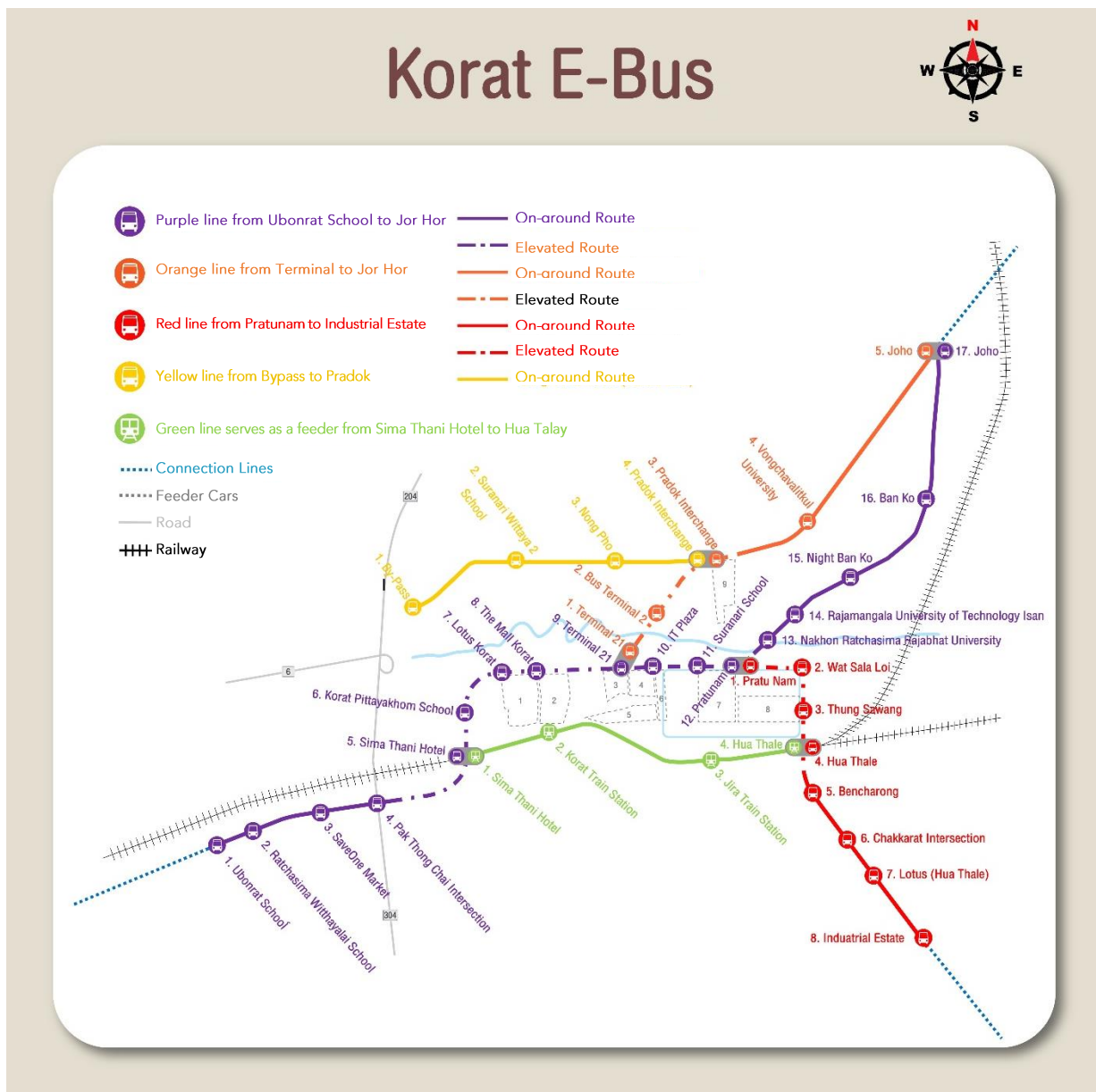


Figure E-1 Routes and Stations of each Electric Bus Line

Over the 20-year life of the project, it is estimated that the number of passengers as measured by the number of passenger trips, will be 698 million passenger trips or 95,590 passenger trips per day. The revenue from passenger fare will be approximately 7,967 million baht, at a fare rate of 15-25 baht. Considering the incomes earned from rental of business space and advertising, the total revenue will be 9,497 million baht. The current value of the investment cost is 3,732,100,000 baht, which consists of the construction of stations and routes, the purchase of electric buses (E-Bus), the construction of charging stations and other expenses related to personnel, maintenance and repair of the systems. The total annual expenses (personnel operating expenditures, electric bus maintenance costs, fuel consumption costs, and operating costs of charging station) will be 134,535,604 baht per year. When calculating a net present value with a discount rate at 7.5%, the net return of the project investment will be 2,841 million baht.

In this study, the hypothesis assumed that the Municipality has two investment options; all investments undertaken by the Municipality and 50 percent investment by the Municipality and 50 percent funded by loans from financial institutions. It was

found that in both cases, the Economics Internal Rate of Return (EIRR) was 7.5% greater than the Minimum Acceptable Rate of Return (MARR) and the benefit-cost ratio (B/C ratio) was greater than 1. Even in the worst case scenario, where the cost of these routes increases by 20 percent, the number of passengers is 20 percent less than expected, or the fares are reduced by 20 percent, the present value of the project is still positive, meaning the project can still generate profit from the implementation. This can be interpreted that the project of electrified public transport in Nakhon Ratchasima Municipality is feasible and worth the investment.

The implementation of electrified public transport supports the Municipality towards low carbon city development. It will help reduce carbon footprints of the Municipality through the shift from the use of fossil fuel towards electrified transportation system. Based on calculation, in 2017 and 2042, greenhouse gas emissions will be reduced by 11,879 and 43,526 tons of carbon dioxide equivalent, respectively; which equals 7.05% and 13.21%, greenhouse gas reduction from the transportation activity of the Nakhon Ratchasima Municipality or 2.76% and 7.32% greenhouse gas reduction of all activities of the Municipality, respectively.

In addition to the benefits of reducing greenhouse gas emissions, which is an important factor in moving towards low carbon city, the shift from transportation fuel to electricity also has a positive impact on urban air quality. In other words, the level of pollutants of PM_{2.5}, NO₂, SO₂ and CO will decrease more than other pollutants at the heart of Nakhon Ratchasima Municipality, and Mittraphap Road (Highway No.2) at the junction connecting Ratchasima-Chokchai Road (Highway No.224) because these are areas where vehicular traffic is projected to decrease the most due to the availability of the electric public transport network in the city center. Considering the pollution reduction compared to the current base line situation, it was found that the air pollution will be significantly reduced at about 13 – 17% in 2027 and 31-41% in 2042. Therefore, the determination to reduce PM_{2.5} emission from the traffic through electrified public transport in Nakhon Ratchasima Municipality may decrease the number of days that the PM_{2.5} pollution levels exceed the limit value, especially on days that the PM_{2.5} concentration slightly exceeds the limit value. The better air quality in the city will result in a decrease in the number of patients with respiratory diseases in Nakhon Ratchasima Municipality by 10-20% resulting in medical expense savings by 21 and 41 million baht, respectively. Nonetheless, the improvement of overlimit PM_{2.5} pollution also depends on various factors outside the Nakhon Ratchasima City Municipality, especially open burning of biomass.

Policy Recommendations

The passengers who travel by two-row seat minibus, private car users and motorcycle are the main target groups that this project aims to shift their behavior towards electrified public transport usage with a strategic goal to achieve at least 100,000 passenger trips per day by 2042. From the study, it was found that the most critical factor affecting project development is "travel time and punctuality." This was followed by quality of service, safety and comfort; while fare-setting was one of the factors taken into consideration, but not the main factor that causes the target groups to switch to mass transit system.

This study presents the following recommendations on the policies to push forward the development of electrified public transport and achieve concrete results.

- *Physical and infrastructure aspects:* The design should take into consideration physical limitations and needs of women, children, elderly, and people with disabilities. A construction management plan should be prepared to reduce traffic congestion and pollution during construction. Two-row seat minibus routes and the concessions should be determined by regulatory authorities in collaboration with two-row seat minibus operators. Moreover, the buses and energy sources should be supplied in accordance with passenger volume.
- *Financial and investment aspects:* Sources of funding and forms of investment should be selected based on budget availability, private sector's interest, and people's acceptance. Service providers should be supported to have additional benefits other than transportation fares such as commercial space rental. Initially, the attractive fares should be set at 15-25 baht per trip. Special discounted fares should be available for school students, university students, elderly and people with disabilities.
- *Social aspects and civic participation:* Standards of service quality and safety for public buses should be established from the design stage up to operating stage by integrating universal design concept. Measures to

control communicable diseases should be imposed. In addition, policies on long-term urban and environmental development such as urban planning, land use, etc. should be formulated.

- *Co-benefit and approaches to mitigate the impacts on the stakeholders:* Co-benefits of the project should be publicized; for example, the electrified public transport drives Nakhon Ratchasima Municipality towards a Smart City, with lower traffic congestion, less air pollution, less public health burden and lower greenhouse gas emissions. In the meantime, there must be approaches to mitigate the impacts on the stakeholders, such as a collaboration with two-row seat minibus operators in the planning of the public transport network and sharing the benefits from the project with existing operators and affected communities, etc.
- *Legal aspects:* The development of electrified public transport project in the responsible area of Nakhon Ratchasima Municipality involves 3 important legal dimensions as follows: (1) Legal framework for regulating the establishment and operation of bus stations, bus service operation, electric bus provision, and energy supply, (2) Investment and finance, which involves the authority of Nakhon Ratchasima Municipality in project implementation and partnership with private sector, (3) Participation, which analyses the role of the laws in regulating the quality of services, safety standards, health protection, communicable disease prevention and bus station design. The issue of land acquisition for bus station area is an important concern in the development of mass transit systems in Nakhon Ratchasima Municipality. The Municipality can take legal action to "acquire the necessary rights" to use privately owned land for project implementation by (1) expropriation or purchase of privately owned land under the Expropriation and Acquisition of Immovable Property Act B.E. 2562 (2019), (2) purchase or lease of privately owned land under the Public Procurement and Supplies Administration Act B.E. 2560 (2017), (3) use of the Public Domain of the State under the regulations prescribed by the Ministry of Interior on Preservation and Protection of Public Domain Land for Common Use, B.E. 2553 (2010) and the Land Code, (4) application for the use of state land which no person has the right to possess and it is not Public Domain Land for Common Use under the Land Code, and (5) use of land and railway of the State Railway of Thailand under the Railways of Thailand Act B.E. 2494 (1951). Each option carries different risks and challenges, for example, the use of expropriation powers can result in resistance to the project and negative socially accepted views; while negotiations for purchase and lease agreements, either with the private sector or the State Railway of Thailand, may not succeed; and the use of the Public Domain of the State contains risks in coordination and depends on the discretion of the authorized persons under the regulations prescribed by the Ministry of Interior on Preservation and Protection of Public Domain Land for Common Use, B.E. 2553 (2010) and the Land Code.

บทที่ 1

บทนำ

โครงการส่งเสริมเมืองคาร์บอนต่ำผ่านระบบขนส่งสาธารณะไฟฟ้า (Achieving Low Carbon Growth in the City Through Electrified Urban Transport System in Thailand—E-transport in LCC) เป็นการศึกษาเชิงนโยบายเกี่ยวกับการส่งเสริมระบบขนส่งมวลชนสาธารณะด้วยพลังงานไฟฟ้าในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา เพื่อมุ่งหน้าสู่ความเป็นเมืองคาร์บอนต่ำซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการแก้ปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย การศึกษานี้เป็นความร่วมมือระหว่างโครงการพัฒนาแห่งสหประชาชาติประจำประเทศไทย (United Nations Development Programme-Thailand) ร่วมกับ คณะกรรมาธิการเศรษฐกิจและสังคมแห่งสหประชาชาติแห่งเอเชียและแปซิฟิก (United Nations ESCAP) สถาบันบริกรวิชาการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และเทศบาลนครนครราชสีมา ภายใต้การสนับสนุนและกำกับดูแลโครงการจาก United Kingdom Partnering for Accelerated Climate Transition (UK PACT)-The Green Recovery Challenge Fund ซึ่งมีวัตถุประสงค์ที่จะสนับสนุนให้ประเทศต่าง ๆ มีส่วนร่วมแก้ปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก

การจัดทำการศึกษาเชิงนโยบายนี้ครอบคลุมมิติด้านวิศวกรรมขนส่ง การวิเคราะห์ด้านสิ่งแวดล้อม การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์และกฎหมาย ความเสมอภาคทางเพศและความครอบคลุมทางสังคม (Gender Equality and Social Inclusion, GESI) โดยใช้เครื่องมือต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องและได้รับการยอมรับในระดับสากล ตลอดจนการประสานงานอย่างใกล้ชิดกับภาคประชาชน ชุมชน สตรี คนพิการและหน่วยงานในพื้นที่เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลปฐมภูมิที่สะท้อนถึงปัจจัยเชิงพื้นที่ให้มากที่สุด ในรายงานฉบับนี้ ได้นำเสนอผลการศึกษาดังนี้

บทที่ 2 การออกแบบระบบโดยสารพลังงานไฟฟ้าและการวิเคราะห์ความคุ้มค่าของโครงการ นำเสนอกระบวนการศึกษาและผลการศึกษาระบบนิเวศของการขนส่งในเมืองในเชิงกายภาพและวิศวกรรม และปัจจัยด้านสังคม เช่น ความต้องการการเดินทางและปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำข้อมูลปฐมภูมิและทฤษฎีเหล่านั้นมาวิเคราะห์และออกแบบเส้นทางเดินรถขนส่งมวลชนด้วยพลังงานไฟฟ้า พร้อมประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

บทที่ 3 การศึกษาด้านวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม นำเสนอผลการวิเคราะห์ผลกระทบของระบบขนส่งมวลชนด้วยพลังงานไฟฟ้าที่มีต่อระดับการปลดปล่อยการเรือนกระจกซึ่งมีผลต่อการเพิ่มขึ้นหรือลดขนาดของคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของเมืองตามแนวทางการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกของเมือง และ ผลที่มีต่อคุณภาพอากาศของเขตเทศบาล โดยใช้แบบจำลองคุณภาพอากาศในระดับพื้นที่เฉพาะและแบบจำลองเชิงพื้นที่ (Local vs. Transboundary Air Modelling)

บทที่ 4 ข้อเสนอแนะด้านนโยบาย นำเสนอข้อเสนอแนะเชิงนโยบายเพื่อขับเคลื่อนระบบขนส่งมวลชนด้วยพลังงานไฟฟ้าให้เกิดขึ้นได้อย่างเป็นรูปธรรมในอนาคต พร้อมทั้งการวิเคราะห์ประเด็นด้านกฎหมายที่สำคัญที่ส่งผลกระทบต่อพัฒนาโครงการ

บทที่ 2

การออกแบบระบบโดยสารพลังงานไฟฟ้าและการวิเคราะห์ความคุ้มค่าของโครงการ

เนื้อหาบทนี้จะขออธิบายกระบวนการออกแบบระบบรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า (E-Bus) ในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ทั้งเส้นทางเดินรถ จำนวนและตำแหน่งของจุดจอดรถโดยสาร

ในส่วนแรกจะอธิบายผลการสำรวจด้านวิศวกรรมของโครงสร้างพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างระบบรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า (E-Bus) 2 ส่วน คือ (1) ความเรียบของผิวถนน และ (2) ลักษณะทางกายภาพของถนนและสาธารณูปโภคโดยรอบ เพื่อประเมินศักยภาพความพร้อมทางกายภาพของพื้นที่ในเขตเทศบาลนครนครราชสีมาในการรองรับระบบรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า (E-Bus) ทั้งในส่วนของการเดินทางและการก่อสร้างจุดจอดรถโดยสาร

ในลำดับถัดมา จะอธิบายถึงกระบวนการพัฒนาแบบจำลองเพื่ออธิบายพฤติกรรมการเดินทางของผู้ที่อาศัยอยู่ในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา โดยใช้แบบจำลองด้านวิศวกรรมการขนส่งเรียกว่า “แบบจำลองต่อเนื่อง 4 ขั้นตอน” เป็นเครื่องมือหลัก ผลของแบบจำลองจะอธิบายพฤติกรรมการเดินทางโดยรวมของผู้ที่อาศัยอยู่ในเขตเทศบาลนครนครราชสีมาได้ 4 องค์ประกอบ คือ

1. ปริมาณการเดินทางทั้งหมดที่ออกจากพื้นที่การศึกษาย่อยใด ๆ ในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา และ ปริมาณการเดินทางทั้งหมดเข้าสู่พื้นที่การศึกษาย่อยใด ๆ ในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา
2. ปริมาณการเดินทางระหว่างพื้นที่ย่อย 2 พื้นที่ใด ๆ
3. สัดส่วนของการเดินทางด้วยรูปแบบการเดินทาง 3 ประเภท คือ (1) รถยนต์ส่วนบุคคล (2) รถจักรยานยนต์ส่วนบุคคล และ (3) ระบบขนส่งสาธารณะ
4. ปริมาณการจราจรจำแนกตามรูปแบบการเดินทางในถนนเส้นต่าง ๆ ในเขตเทศบาล

ความเข้าใจเกี่ยวกับพฤติกรรมการเดินทางของผู้ที่อาศัยในเขตเทศบาลนครนครราชสีมาเหล่านี้ จะเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการออกแบบเส้นทาง จำนวนและตำแหน่งของจุดจอดรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า (E-Bus) ให้สอดคล้องกับความต้องการเดินทาง (Travel Demand) ของคนในพื้นที่

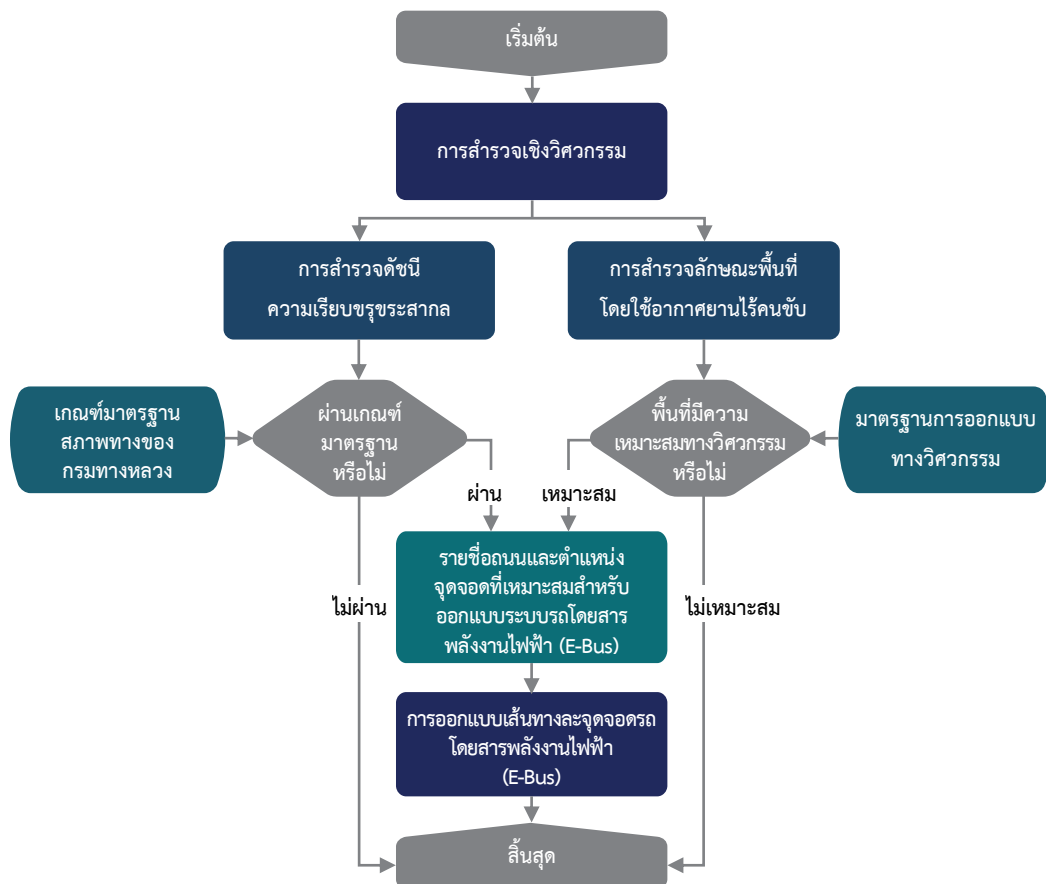
นอกจากนี้ การคาดการณ์จำนวนประชากร จำนวนครัวเรือน และปริมาณการจราจรในเขตเทศบาลนครนครราชสีมาในอนาคตตลอดอายุของโครงการ (20 ปี นับตั้งแต่เริ่มเปิดให้บริการ) ก็เป็นหนึ่งในปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อความสำเร็จของโครงการ

ในส่วนสุดท้ายจะอธิบายผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมทางการเงินและด้านเศรษฐศาสตร์ของการลงทุนโครงการระบบรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า (E-Bus) เพื่อชี้ให้เห็นถึงศักยภาพในการทำกำไร (Profitability) ของโครงการ และช่วยให้ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการขับเคลื่อนนโยบายผลักดันเทศบาลนครนครราชสีมาสู่การเป็นเมืองคาร์บอนต่ำ นำโครงการลงทุนระบบรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า (E-Bus) ในเขตเทศบาลนครนครราชสีมาไปพิจารณาดำเนินการให้เป็นรูปธรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.1 การสำรวจทางวิศวกรรม

การสำรวจด้านวิศวกรรมมีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจความพร้อมของระบบสาธารณูปโภคต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการให้บริการระบบรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า (E-Bus) ในอนาคต เช่น สภาพของพื้นผิวถนนซึ่งสะท้อนผ่านการตรวจวัดค่าดัชนีความเรียบขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) และการสำรวจสภาพเส้นทาง สภาพการจราจร ตำแหน่งสถานที่สำคัญ ตำแหน่งจุดจอดรถประจำทาง และโครงสร้างพื้นฐานอื่น ๆ ในเมือง เป็นต้น ด้วยอากาศยานไร้คนขับ โดยมีเป้าประสงค์เพื่อตรวจสอบความพร้อมของระบบสาธารณูปโภคและโครงสร้างพื้นฐานสำหรับโครงการที่จะเกิดขึ้น

กระบวนการการสำรวจด้านวิศวกรรมแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังแสดงแผนผังการดำเนินงานได้ดังรูปที่ 2-1 ประกอบด้วย (1) การสำรวจดัชนีความเรียบขรุขระสากล โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินสภาพผิวทางจราจรในพื้นที่ศึกษา และ (2) การสำรวจโดยใช้อากาศยานไร้คนขับ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสถานะปัจจุบันของเส้นทาง สภาพการจราจร รวมถึงบริบทของพื้นที่โดยรอบเทศบาลนครนครราชสีมา



รูปที่ 2-1 แนวทางการดำเนินงานสำรวจทางวิศวกรรม

2.1.1 การสำรวจค่าดัชนีความเรียบขรุขระสากล

การสำรวจค่าดัชนีความเรียบขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) เป็นการสำรวจสภาพความเสียหายของผิวทางของถนนในพื้นที่เทศบาลนครนครราชสีมา ซึ่งค่า IRI ที่วัดได้ คือ ค่าความขรุขระของผิวทางที่ถูกตรวจวัดและบันทึกข้อมูลเป็นรายจุดทุก ๆ ระยะ 10 เมตรตลอดระยะทางที่ทำการสำรวจ โดยมีหน่วยวัด คือ เมตร/กิโลเมตร การคัดเลือกเส้นทางเพื่อสำรวจค่าดัชนีความเรียบขรุขระสากลพิจารณาจากปริมาณการจราจรเป็นหลัก โดยคัดเลือกถนนสายหลักที่มีความหนาแน่นของปริมาณการจราจรสูง และถนนทุกสายในพื้นที่เทศบาลนครนครราชสีมาที่มีช่องจราจรมากกว่า 4 ช่องจราจรขึ้นไป

การสำรวจดำเนินการในช่วงวันที่ 10-12 มกราคม 2565 ระหว่างเวลา 9.00-16.00 น. โดยเก็บข้อมูลจากช่องจราจรด้านซ้ายสุดของถนนภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมาทั้งหมด 18 เส้นทาง ดังแสดงในตารางที่ 2-1 รวมระยะทางทั้งหมด 139.37 กิโลเมตร และตรวจวัดโดยใช้เลเซอร์จำนวน 2 หัวที่ติดตั้ง ณ ตำแหน่งของล้อกับแนวล้อของยานพาหนะสำรวจดังแสดงในรูปที่ 2-2

ตารางที่ 2-1 รายชื่อเส้นทางพร้อมระยะทางที่สำรวจค่าความเรียบขรุขระสากล

| ลำดับ | เส้นทาง | จุดเริ่มต้น | จุดสิ้นสุด | ระยะทาง (กม.) |
|-------|---|---------------------|-----------------------|---------------|
| 1 | ถ.มิตรภาพ, ถ.ราชสีมา-โชคชัย, ถ.สุรนารายณ์ | โรงเรียนอุบลรัตน์ | สี่แยกจอหอ | 34.40 |
| 2 | 1120-ซอยตะคลองเก่า 10 | ถนนบายพาส | แยกประโด | 11.52 |
| 3 | ถ.มิตรภาพ | เทอร์มินอล 21 โคราซ | สี่แยกจอหอ | 15.40 |
| 4 | ถ.ราชสีมา – โชคชัย | แยกประตูน้ำ | ซอยอุตสาหกรรมสุรนารี | 17.82 |
| 5 | ถ.สุรนารายณ์ ซอย 13 | ถ.สุรนารายณ์ | ถ.มิตรภาพ | 2.20 |
| 6 | ถ.ช้างเผือก | ถ.ราชสีมา-โชคชัย | 1120-ซอยตะคลองเก่า 10 | 3.50 |
| 7 | 304 - บายพาส | ถ.คลองส่งน้ำ | แยก 1120 | 8.74 |
| 8 | ถ.ศิรินคร | ถ.มิตรภาพ | ถ.สีปศิริ | 2.40 |
| 9 | ถ.สีปศิริ | ถ.มุขมนตรี | ถ.สีปศิริ ซอย 36 | 4.72 |
| 10 | ถ.มุขมนตรี | 304-บายพาส | ถ.มิตรภาพ | 2.58 |
| 11 | ถ.มุขมนตรี | ถ.มิตรภาพ | ห้าแยกห้วยรถไฟ | 4.20 |
| 12 | ถ.พิบูลละเอียด | ห้าแยกห้วยรถไฟ | ถ.ริมบึง | 2.70 |
| 13 | ถ.สุรนารี | ห้าแยกห้วยรถไฟ | ถ.ราชดำเนิน | 3.24 |
| 14 | ถ.ราชดำเนิน, ถ.ชุมพล | ค่ายสุรนารี | ถ.มหาไถไทย | 2.33 |
| 15 | ถ.จอมสุรางค์ยาตร์ | ห้าแยกห้วยรถไฟ | ถ.ชุมพล | 6.36 |
| 16 | ถ.มานะศิลป์ | Baby Land Korat | ถ.มิตรภาพ | 2.48 |
| 17 | ถ.ร่วมเริงไชย, ถ.ริมบึง ซอยหน้าโรงงานสุรา, เท้าสระซอย 2 | ถ.สีปศิริ | ถ.ราชสีมา-โชคชัย | 11.54 |
| 18 | ถ.เดชอุดม | ถ.ร่วมเริงไชย | ถ.พิบูลละเอียด | 3.24 |
| | | รวม | | 139.37 |



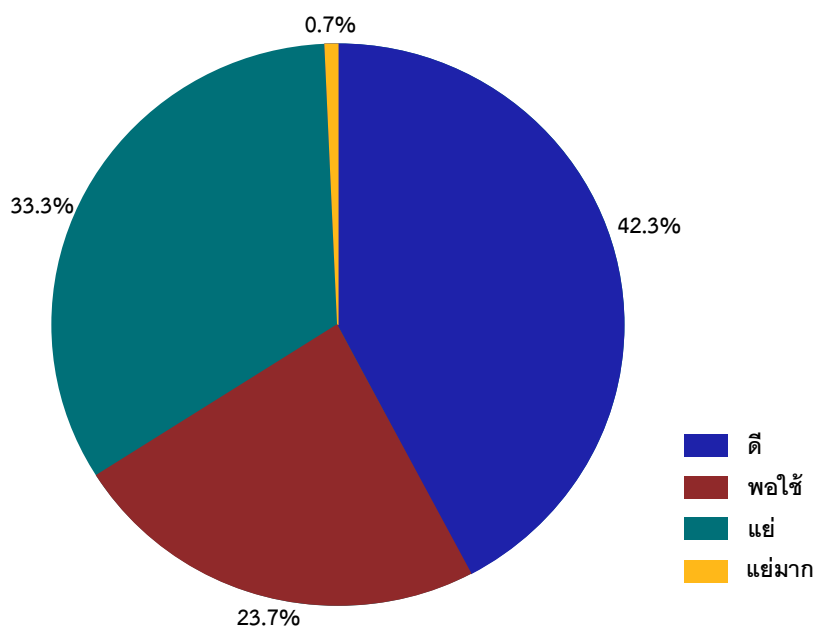
รูปที่ 2-2 ยานพาหนะที่ใช้ในการสำรวจค่าดัชนีความเรียบขรุขระสากล

การประเมินสภาพทางจากค่าดัชนีความเรียบขรุขระสากล (IRI) สามารถจำแนกโดยใช้เกณฑ์มาตรฐานของกรมทางหลวงซึ่งแบ่งสภาพทางออกเป็น 5 ระดับ ดังแสดงใน

ตารางที่ 2-2 เกณฑ์มาตรฐานของสภาพทางโดยใช้ค่าดัชนีความเรียบขรุขระสากล (IRI)

| ค่า IRI | สภาพทาง |
|------------|---------|
| ≤ 2.5 | ดีมาก |
| 2.5-3.5 | ดี |
| 3.5-4.5 | พอใช้ |
| 4.5 – 7.5 | แย่มาก |
| > 7.5 | แย่มาก |

จากการสำรวจพื้นผิวการจราจรในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา พบว่า ร้อยละ 42.3 ของความยาวเส้นทางที่ศึกษาทั้งหมดมีผิวทางอยู่ในสภาพดี หรือมีค่าดัชนีความเรียบขรุขระสากลอยู่ในช่วง 2.5–3.5 เมตรต่อกิโลเมตร ร้อยละ 23.7 มีสภาพผิวทางอยู่ในสภาพพอใช้ ในขณะที่ร้อยละ 33.3 มีสภาพผิวทางอยู่ในสภาพแย่มาก และร้อยละ 0.7 มีสภาพผิวทางอยู่ในสภาพแย่มาก ดังแสดงใน โดยรายละเอียดของค่าดัชนีความเรียบขรุขระสากลของผิวทาง (IRI) และผลประเมินสภาพผิวทางโดยอิงตามมาตรฐานของกรมทางหลวงของถนนแต่ละสายที่ทำการสำรวจแสดงในตารางที่ 2-3



รูปที่ 2-3 ผลการประเมินสภาพผิวทางตามดัชนีความเรียบขรุขระสากล

ตารางที่ 2-3 ค่าความเรียบขรุขระสากลและผลการประเมินสภาพผิวทางตามทิศทางเดินรถซ้ายและขวาของแต่ละเส้นทางที่ทำการสำรวจ

| ลำดับ | ชื่อถนน | ระยะทาง 2 ทิศทาง (กิโลเมตร) | ค่าเฉลี่ย | | สภาพถนน | |
|-------------------|---|-----------------------------------|-----------|-------|---------|-------|
| | | | ซ้าย | ขวา | ซ้าย | ขวา |
| 1 | ถ.มิตรภาพ, ถ.ราชสีมา-โชคชัย, ถ.สุรนารายณ์ | 34.40 | 3.867 | 3.707 | พอใช้ | พอใช้ |
| 2 | ทางหลวงหมายเลข 1120-ชอยตะคลองเก่า 10 | 11.52 | 2.613 | 2.879 | ดี | ดี |
| 3 | ถ.มิตรภาพ | 15.40 | 3.840 | 3.708 | พอใช้ | พอใช้ |
| 4 | ถ.ราชสีมา - โชคชัย | 17.82 | 4.198 | 4.014 | พอใช้ | พอใช้ |
| 5 | ถ.สุรนารายณ์ ซอย 13 | 2.20 | 4.473 | 4.547 | พอใช้ | พอใช้ |
| 6 | ถ.ช้างเผือก | 3.50 | 4.688 | - | แย่ | - |
| 7 | 304 - บายพาส | 8.74 | 3.062 | 2.871 | ดี | ดี |
| 8 | ถ.ศิรินคร | 2.40 | 5.528 | 5.664 | แย่ | แย่ |
| 9 | ถ.สีปศิริ | 4.72 | 2.356 | 4.476 | ดีมาก | พอใช้ |
| 10 | ถ.มุขมนตรี ช่วงที่ 1 | 2.58 | 5.224 | - | แย่ | - |
| 11 | ถ.มุขมนตรี ช่วงที่ 2 | 4.20 | 4.050 | - | พอใช้ | - |
| 12 | ถ.พิบูลละเอียด | 2.70 | 4.881 | 4.639 | แย่ | แย่ |
| 13 | ถ.สุรนารี | 3.24 | 4.050 | - | พอใช้ | - |
| 14 | ถ.ราชดำเนิน, ถ.ชุมพล | 2.33 | 4.229 | 4.613 | พอใช้ | แย่ |
| 15 | ถ.จอมสุรางค์ยาตร์ | 6.36 | 3.569 | 3.384 | พอใช้ | ดี |
| 16 | ถ.มานะศิลป์ | 2.48 | 4.537 | 4.451 | แย่ | พอใช้ |
| 17 | ถ.ร่วมใจไทย, ถ.วิมบุ่ง ซอยหน้าโรงงานสุรา, เท้าสุระซอย 2 | 11.54 | 5.668 | 5.491 | แย่ | แย่ |
| 18 | ถ.เดชอุดม | 3.24 | 5.709 | 5.832 | แย่ | แย่ |
| ระยะทางรวมทั้งหมด | | 139.37 | | | | |

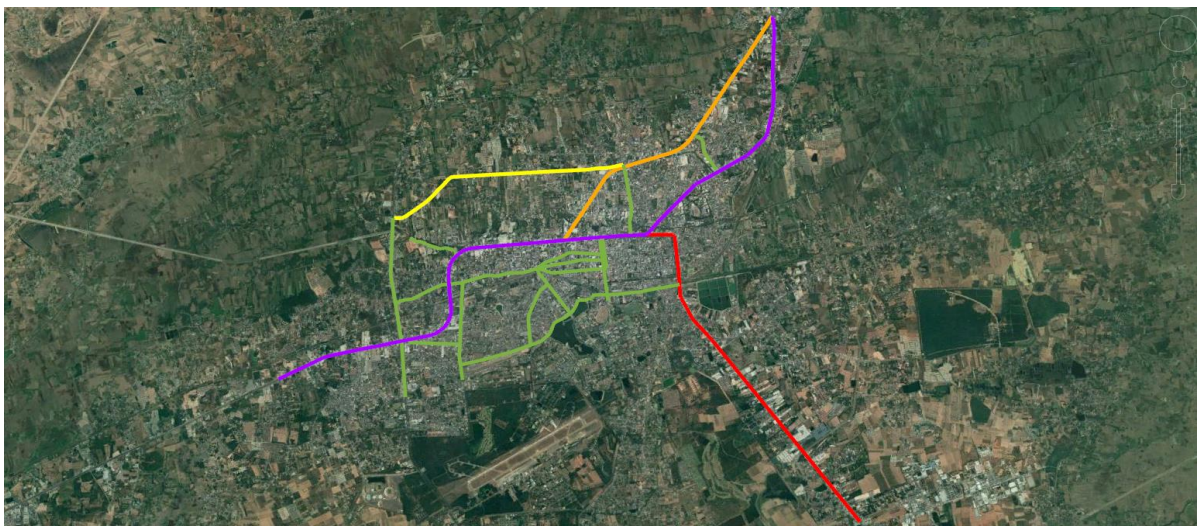
ผลการสำรวจค่าดัชนีความเรียบขรุขระสากลข้างต้น แสดงให้เห็นว่า เมื่อพิจารณาในมุมมองด้านความ สะดวกสบายแก่ผู้โดยสาร ถนนส่วนใหญ่ในเขตเทศบาลนครนครราชสีมาซึ่งมีคุณภาพความเรียบของผิวทาง อยู่ในเกณฑ์พอดีถึงดี มีความเหมาะสมที่จะใช้เป็นเส้นทางเดินรถโดยสารพลังงานไฟฟ้าได้ ทั้งนี้ควร หลีกเลี่ยงการนำรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า (E-Bus) มาให้บริการในเส้นทางที่มีสภาพผิวจราจรในระดับ “แย่มาก” หรือควรปรับปรุงสภาพผิวจราจรให้อยู่ในระดับที่ดีหรือพอใช้เสียก่อน

2.1.2 การสำรวจเส้นทางด้วยอากาศยานไร้คนขับ

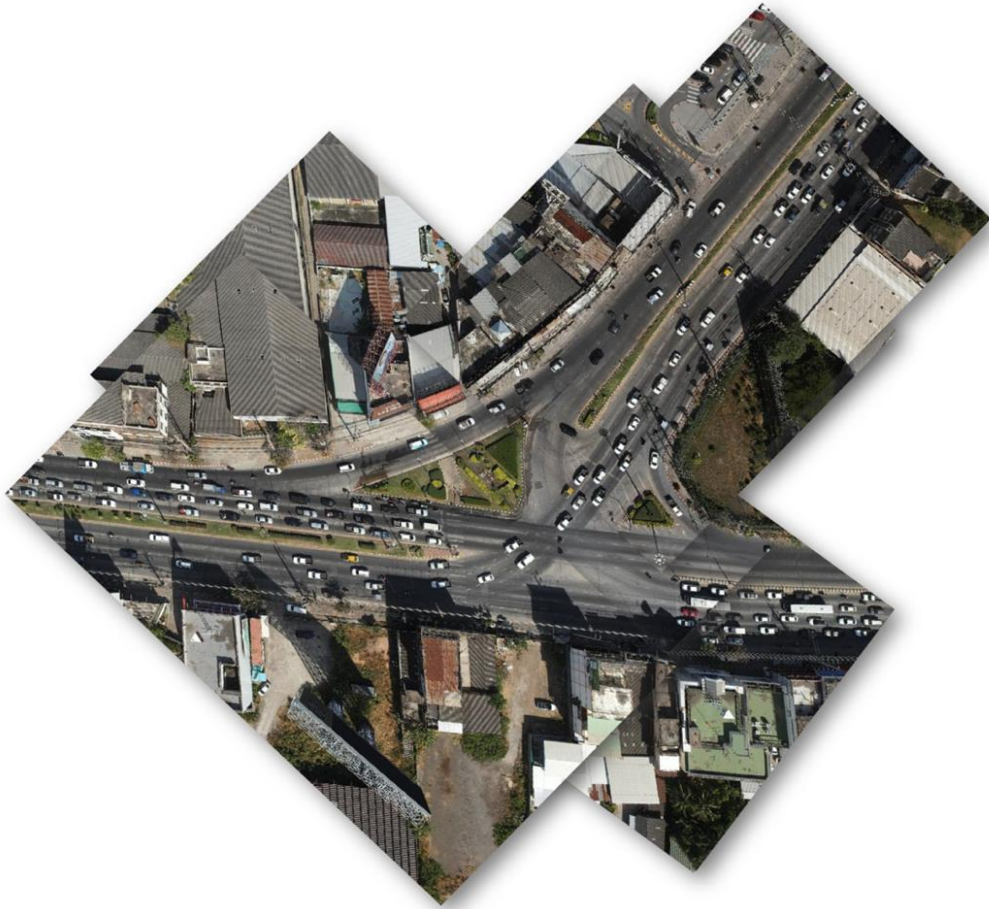
การสำรวจเส้นทางด้วยอากาศยานไร้คนขับในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบสภาพเส้นทาง สภาพ การจราจร ตำแหน่งสถานที่สำคัญ ตำแหน่งจุดจอดรถประจำทาง และโครงสร้างพื้นฐานอื่น ๆ ในเมือง เป็นต้น ด้วยอากาศยานไร้คนขับ โดยมีเป้าประสงค์เพื่อตรวจสอบความพร้อมของระบบสาธารณูปโภคและโครงสร้างพื้นฐานของพื้นที่โดยรอบเทศบาลนครนครราชสีมา

การสำรวจดำเนินการเป็นเวลา 7 วัน ตั้งแต่วันที่ 17–23 มกราคม 2565 ระหว่างเวลา 9.00–15.00 น. การบินสำรวจสภาพพื้นที่ โดยอากาศยานไร้คนขับมีความสามารถในการสำรวจโดยเฉลี่ย 12 กิโลเมตรต่อวันโดยมีข้อกำหนดรูปแบบการบิน คือ ระดับความสูงของ การบินต้องคงระดับความสูงให้อยู่ในช่วงระหว่าง 90–120 เมตร เมื่อวัดจากผิวดินที่ทำการสำรวจ ในขณะที่การบินสำรวจแนวเขตทางจะ ทำการบินสำรวจทั้งขาไปและขากลับ โดยมีขอบเขตการบินสำรวจอยู่ภายในระยะ 50 เมตรจากเส้นศูนย์กลางของสายทาง ข้อมูลภาพถ่าย ทางอากาศจากสำรวจด้วยอากาศยานไร้คนขับมีความละเอียดของภาพที่ระดับคลาดเคลื่อนน้อยกว่า 2 เซนติเมตร และมีส่วนซ้อนภาพ ด้านหน้าและด้านหลังที่ร้อยละ 85 และร้อยละ 75 ตามลำดับ

การสำรวจถนนด้วยอากาศยานไร้คนขับ สามารถเก็บข้อมูลเส้นทางได้เป็นระยะทางบินทั้งสิ้น 70.85 กิโลเมตร โดยรูปที่ 2-4 แสดง เส้นทางสำรวจด้วยอากาศยานไร้คนขับ และรูปที่ 2-5 แสดงตัวอย่างภาพถ่ายทางอากาศของผลการสำรวจด้วยอากาศยานไร้คนขับ



รูปที่ 2-4 เส้นทางสำรวจด้วยอากาศยานไร้คนขับ



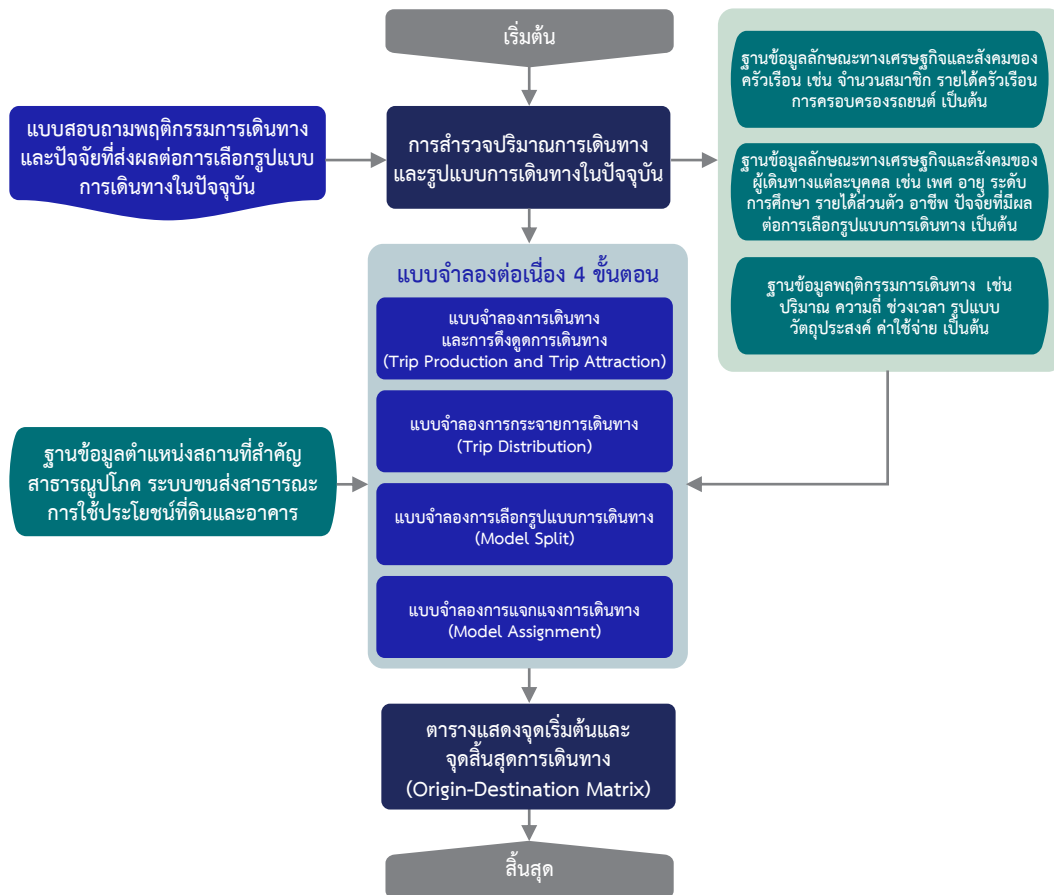
รูปที่ 2-5 ภาพตัวอย่างการสำรวจพื้นที่ด้วยอากาศยานไร้คนขับ ซึ่งเกิดจากการนำภาพที่ถ่ายต่อเนื่องกันมาวางซ้อนทับกัน

ผลการสำรวจเส้นทางด้วยอากาศยานไร้คนขับแสดงให้เห็นว่า เส้นทางสำรวจสีม่วง สีเหลือง สีส้ม และสีแดง ดังแสดงในรูปที่ 2 4 มีความกว้างของถนนเพียงพอที่จะรองรับระบบการเดินทางโดยสารพลังงานไฟฟ้า (E-Bus) อย่างไรก็ตาม สภาพการจราจรในบริเวณศูนย์กลางของเขตเทศบาลนครนครราชสีมา โดยเฉพาะเส้นทางสำรวจสีม่วง และช่วงต้นเส้นทางสำรวจสีแดงของมีปริมาณจราจรหนาแน่นตลอดทั้งวัน จึงควรพิจารณาโครงสร้างของระบบเดินทางโดยสารพลังงานไฟฟ้า (E-Bus) ที่สามารถแยกรถโดยสารออกจากกระแสจราจรปกติบนท้องถนนได้ เช่น กั้นช่องทางจราจร (เลน) พิเศษสำหรับรถโดยสาร หรือก่อสร้างทางยกระดับ ทั้งนี้เส้นทางสำรวจสีม่วง สีเหลือง สีส้ม และสีแดงมีศักยภาพที่จะก่อสร้างจุดจอดรถโดยสาร รวมทั้งเส้นทางเดินรถแบบยกระดับโดยใช้เกาะกลางถนน คลองระบายน้ำ เป็นแนวเส้นทางเดินรถ

2.2 การสำรวจปริมาณการเดินทางและรูปแบบการเดินทางในปัจจุบัน

นอกเหนือจากการสำรวจความพร้อมของระบบสาธารณูปโภคต่าง ๆ เช่น สภาพเส้นทาง สภาพการจราจร ตำแหน่งสถานที่สำคัญ ตำแหน่งจุดจอดรถประจำทาง และโครงสร้างพื้นฐานอื่น ๆ ของพื้นที่โดยรอบเทศบาลนครนครราชสีมาแล้ว การสำรวจปริมาณการเดินทางและรูปแบบการเดินทางในปัจจุบันเป็นขั้นตอนการดำเนินงานที่สำคัญอย่างยิ่งต่อการออกแบบระบบรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า (E-Bus) เนื่องจากความเข้าใจเกี่ยวกับปริมาณการเดินทางและรูปแบบการเดินทางในปัจจุบันจะช่วยให้สามารถออกแบบจำนวนเส้นทาง จำนวนจุดจอด ของระบบรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า (E-Bus) ให้สอดคล้องกับความต้องการเดินทางของผู้อยู่อาศัยในพื้นที่ และในท้ายที่สุดก็จะส่งผลต่อปริมาณผู้โดยสาร รายได้ และความยั่งยืนของระบบรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า (E-Bus) ในอนาคตอีกด้วย

การสำรวจปริมาณและรูปแบบการเดินทางของครัวเรือนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่เทศบาลนครนครราชสีมา จำแนกออกเป็น 2 ขั้นตอนหลัก ดังแสดงแผนผังการดำเนินงานได้ดังรูปที่ 2-6 ประกอบด้วย



รูปที่ 2-6 แนวทางการดำเนินงานสำรวจปริมาณการเดินทาง

- 1) การสำรวจเชิงสัมภาษณ์ครัวเรือน (Household Interview Survey: HIS) เพื่อรับทราบข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะครัวเรือน พฤติกรรมการเดินทาง และปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกรูปแบบการเดินทางในปัจจุบัน โดยใช้แบบสอบถามซึ่งประกอบด้วย ชุดคำถาม 2 ส่วน ได้แก่ (1) ลักษณะครัวเรือน และ (2) ข้อมูลการเดินทางส่วนบุคคล

- 2) การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามด้วยสถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) เพื่อหาข้อบ่งชี้เบื้องต้นของข้อมูล และนำไปจัดทำ “แบบจำลองต่อเนื่อง 4 ขั้นตอน (Four-step Sequential Models)” ซึ่งเป็นแบบจำลองหลักที่ใช้สำหรับ ออกแบบระบบรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า (E-Bus) ซึ่งจะอธิบายรายละเอียดในลำดับถัดไป

2.2.1 แบบสอบถามพฤติกรรมการเดินทางและปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกรูปแบบการเดินทางในปัจจุบัน

เป้าประสงค์หลักของการสำรวจพฤติกรรมการเดินทางและปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกรูปแบบการเดินทางในปัจจุบันของครัวเรือนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่เทศบาลนครนครราชสีมา คือ ความเข้าใจที่ครอบคลุมเกี่ยวกับพฤติกรรมการเดินทางด้านต่าง ๆ ของประชาชนในพื้นที่เทศบาลนครนครราชสีมา เช่น ปริมาณการเดินทางระหว่างพื้นที่ ความถี่ในการเดินทาง ช่วงเวลาที่เดินทางเป็นประจำ วัตถุประสงค์ของการเดินทาง รูปแบบการเดินทางที่เลือกใช้ เป็นต้น ว่าได้รับอิทธิพลมาจากปัจจัยใดบ้าง เช่น ลักษณะครัวเรือน การครอบครองรถยนต์ รายได้ครัวเรือน เพศ อายุ การศึกษา อาชีพ รายได้ส่วนบุคคลของผู้เดินทาง ค่าใช้จ่ายในการเดินทางรูปแบบต่าง ๆ เป็นต้น

ความเข้าใจเกี่ยวกับปัจจัยเกี่ยวกับที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการเดินทางเหล่านี้ จะถูกนำมาใช้ในการพัฒนาแบบจำลองการเดินทาง ด้วยกระบวนการวิเคราะห์ทางวิศวกรรมและสถิติในมิติสำคัญต่าง ๆ ได้แก่ มิติทางวิศวกรรมการขนส่ง สิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจและสังคม เพื่อใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงสำหรับการออกแบบโครงข่ายระบบขนส่งสาธารณะในพื้นที่เทศบาลนครนครราชสีมาได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

ทั้งนี้ การวางแผนระบบขนส่งสาธารณะแบบบูรณาการจำเป็นต้องใช้ข้อมูลที่หลากหลาย เช่น ข้อมูลความต้องการในการเดินทาง (Trip Demand) การกระจายการเดินทาง (Trip Distribution) รูปแบบการเดินทางที่พึงพอใจ ความเต็มใจที่จะชำระค่าบริการขนส่งสาธารณะ และจำนวนผู้โดยสารที่ใช้ระบบขนส่งสาธารณะในปัจจุบัน เป็นต้น ซึ่งเป็นข้อมูลที่สำรวจและเก็บรวบรวมโดยใช้แบบสอบถาม เพื่อสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะและรูปแบบในการเดินทางของผู้อยู่อาศัยในพื้นที่เทศบาลนครนครราชสีมา

แบบสำรวจเชิงสัมภาษณ์ครัวเรือน (Household Interview Survey: HIS) ถูกออกแบบมาเพื่อสำรวจพฤติกรรมการเดินทางและปัจจัยที่ส่งผลต่อรูปแบบการเดินทางที่เลือกใช้อาศัยในปัจจุบัน ซึ่งแบบสอบถาม HIS นี้กำหนดจำนวนกลุ่มตัวอย่างไว้ที่ร้อยละ 1 ของประชากรทั้งหมดในพื้นที่เทศบาลนครนครราชสีมา ซึ่งคิดเป็นประมาณ 1,200 ครัวเรือน (ประชากรทั้งหมดที่อาศัยอยู่ในเทศบาลฯ ในปี พ.ศ. 2563 คือ 120,919 คน) การสำรวจใช้วิธีการสัมภาษณ์เยี่ยมบ้านและกรอกข้อมูลลงในแบบฟอร์มซึ่งสร้างด้วย Google Form และ SurveyMonkey การเก็บรวบรวมข้อมูลเริ่มในช่วงไตรมาสที่ 4 ของปี พ.ศ. 2564 และสิ้นสุดในช่วงสิ้นเดือนของเดือนมกราคมปี พ.ศ. 2565 ซึ่งการเก็บรวบรวมข้อมูลครั้งนี้ได้รับความร่วมมือและความช่วยเหลือจากเจ้าหน้าที่ของเทศบาลนครนครราชสีมา

แบบสำรวจเชิงสัมภาษณ์ครัวเรือน (HIS) แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

- 1) ข้อมูลลักษณะครัวเรือน ประกอบด้วยคำถามเกี่ยวกับ ประเภทที่อยู่อาศัย จำนวนผู้อยู่อาศัย จำนวนยานพาหนะในครอบครอง และรายได้ของครัวเรือน ดังแสดงในรูปที่ 2-7 ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลได้ทั้งสิ้น 1,333 ชุดข้อมูล (ครัวเรือน)
- 2) ข้อมูลการเดินทางส่วนบุคคล ประกอบด้วยคำถามเกี่ยวกับ เพศ อายุ รายได้ส่วนบุคคล อาชีพ และรายละเอียดของการเดินทางแต่ละครั้ง (วัตถุประสงค์ของการเดินทาง ต้นทางและปลายทาง รูปแบบการเดินทาง ระยะทาง ระยะเวลาการเดินทาง และค่าใช้จ่ายโดยประมาณ) ดังแสดงในรูปที่ 2-8 แบบสำรวจการเดินทางส่วนบุคคลสามารถเก็บข้อมูลได้ทั้งสิ้น 2,454 ชุดข้อมูล (บุคคล)

ผลลัพธ์จากแบบสอบถาม HIS จะถูกวิเคราะห์และนำมาสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สามารถอธิบายพฤติกรรมการเดินทางของประชาชน เช่น ปริมาณการเดินทางระหว่างพื้นที่ศึกษาย่อย ความถี่ ช่วงเวลา รูปแบบการขนส่งที่เลือกใช้ เป็นต้น แบบจำลองที่ถูกสร้างขึ้นนี้เป็นฟังก์ชันซึ่งประกอบด้วยตัวแปรต่าง ๆ เช่น จำนวนยานพาหนะต่อครัวเรือน รายได้ของครัวเรือน และวัตถุประสงค์ของการเดินทาง เป็นต้น นอกจากนี้ เส้นแบ่งรายได้ครัวเรือน เส้นแบ่งขนาดครัวเรือน และจำนวนการเกิดการเดินทางสำหรับครัวเรือนแต่ละประเภทยังช่วยให้เข้าใจถึงลักษณะของการสร้างการเดินทาง (Trip Attraction) และการดึงดูดการเดินทาง (Trip Production) ในพื้นที่ศึกษาได้ดียิ่งขึ้น

การสำรวจข้อมูลครัวเรือนและพฤติกรรมการเดินทางที่ใช้พัฒนาแบบจำลองมีระดับความละเอียดของข้อมูลเชิงพื้นที่ในระดับชุมชนภายในเทศบาลนครนครราชสีมา ดังนั้น การวิเคราะห์จราจรสำหรับการพัฒนาแบบจำลองที่เหมาะสมต้องมีการปรับปรุงและแบ่งข้อมูลพื้นที่การวิเคราะห์จราจรออกเป็นพื้นที่ศึกษา เรียกว่า Traffic Analysis Zone หรือ TAZ ซึ่งจากข้อมูลสำมะโนประชากรในปี พ.ศ. 2564 เทศบาลนครนครราชสีมาประกอบด้วยชุมชนทั้งหมด 91 ชุมชน (ปัจจุบันหรือปี 2565 มีการแบ่งชุมชนเพิ่มเติมเป็น 97 ชุมชน) ดังนั้นสามารถจึงปรับปรุงพื้นที่ศึกษาย่อย โดยแบ่งออกเป็น 30 พื้นที่ศึกษาย่อย (TAZ) ดังแสดงในรูปที่ 2-9 โดยพิจารณาจากความสะดวกคล่องของชุมชนและลักษณะการใช้ที่ดินในพื้นที่ศึกษา

ส่วนที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับครัวเรือน
ชุมชน จุดที่

1.1 ที่อยู่ปัจจุบัน รหัส -

ชื่อหมู่บ้าน/อาคาร ตรอก/ซอย

ถนน ตำบล

ชื่อชุมชน

1.2 ลักษณะของที่พักอาศัยในปัจจุบัน

1) บ้านเดี่ยว 2) ทาวน์เฮาส์/บ้านแฝด 3) ตึกแถว/อาคารพาณิชย์

4) คอนโดมิเนียม/แฟลต/อพาร์ทเมนท์/หอพัก 5) อื่น ๆ

1.3 จำนวนผู้อยู่อาศัยในที่พักอาศัยปัจจุบัน (โดยรวมผู้ตอบแบบสอบถาม)

| ช่วงอายุ | | จำนวน (คน) |
|---------------|---|------------|
| ต่ำกว่า 4 ปี | → | คน |
| 4-25 ปี | | คน |
| 25-60 ปี | | คน |
| มากกว่า 60 ปี | | คน |

1.4 จำนวนรถที่ใช้ในงานในปัจจุบัน

| สถานะ | รถส่วนบุคคล | | รถเพื่อธุรกิจ | |
|-------------------------------------|-------------------------------|-------------|-----------------------------------|-------------------------|
| | รถแท็กซี่ รถตู้ รถกระบะ | มอเตอร์ไซด์ | รถแท็กซี่ รถตู้ รถตู้โดยสาร | รถบรรทุก 6 ล้อขึ้นไป |
| <input type="checkbox"/> 1) มีรถ | คัน | คัน | คัน | คัน |
| <input type="checkbox"/> 2) ไม่มีรถ | - | - | - | - |

1.5 ระดับรายได้ครัวเรือน รวมของทุกคนในบ้าน (บาท/เดือน)

| | | | | |
|--|---|--|--|--|
| <input type="checkbox"/> 1) ไม่มีรายได้ | <input type="checkbox"/> 2) ต่ำกว่า 5,000 | <input type="checkbox"/> 3) 5,000-10,000 | <input type="checkbox"/> 4) 10,001-20,000 | <input type="checkbox"/> 5) 20,001-30,000 |
| <input type="checkbox"/> 6) 30,001-40,000 | <input type="checkbox"/> 7) 40,001-50,000 | <input type="checkbox"/> 8) 50,001-60,000 | <input type="checkbox"/> 9) 60,001-70,000 | <input type="checkbox"/> 10) 70,001-80,000 |
| <input type="checkbox"/> 11) 80,001-90,000 | <input type="checkbox"/> 12) 90,001-100,000 | <input type="checkbox"/> 13) 100,001-200,000 | <input type="checkbox"/> 14) มากกว่า 200,000 | |

รูปที่ 2-7 แบบสอบถามข้อมูลเกี่ยวกับครัวเรือน

คนที่ /

ส่วนที่ 2 ข้อมูลและรายละเอียดการเดินทางส่วนบุคคล

1. เพศ 1) ชาย 2) หญิง 3) ไม่ระบุ

2. อายุ ปี

3. ระดับชั้นเรียน บาท

4. การศึกษา 1) ประถมศึกษา 2) มัธยมศึกษา 3) ปริญญาตรี 4) สูงกว่าปริญญาตรี

5. อาชีพ 1) นักเรียน/นักศึกษา 2) ทำงานนอกบ้าน 3) ทำงานที่บ้าน 4) ไม่ทำงาน/อยู่บ้าน

6. ปีที่ใช้การเมื่อถูกพบการเฝ้าระวังทางหลัก **จุดตรวจเลข 1-3 (1-สำหรับจุดที่ 1, 2-สำหรับจุดที่ 2, 3-สำหรับจุดที่ 3)**

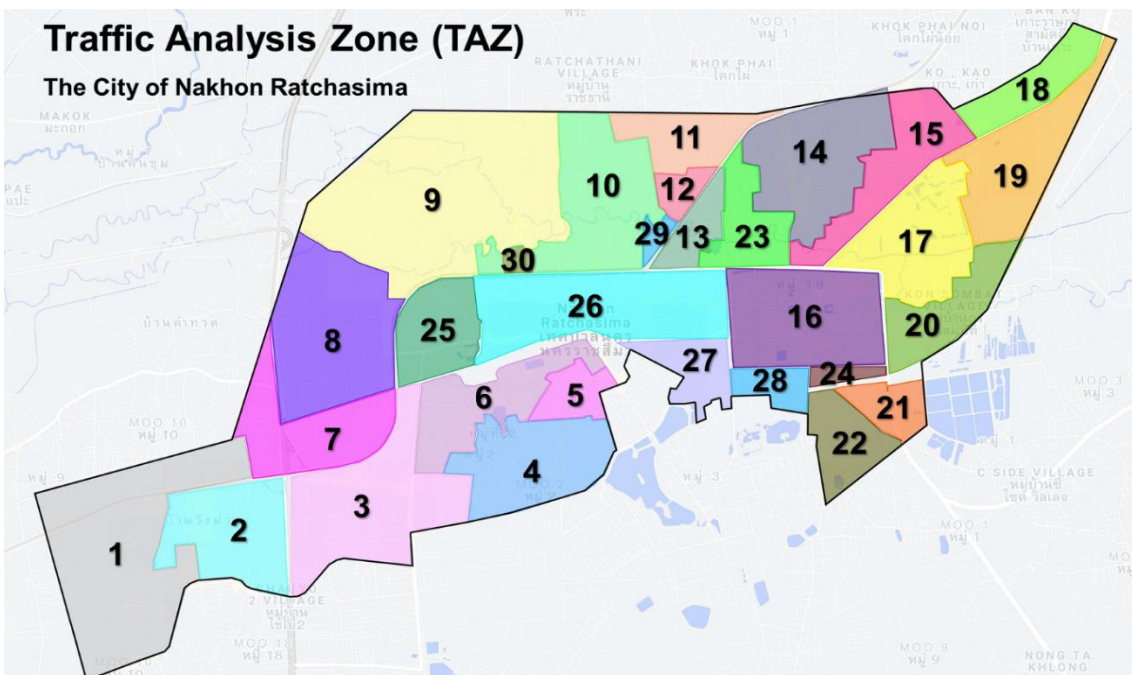
| เวลา | ราคา | ความเสียหาย | ปล่อยคืน | น้ำเสีย | มีความเป็นอันตราย |
|------|------|-------------|----------|---------|-------------------|
| | | | | | |

7. วันเริ่มต้นการ : 1) วันธรรมดา 2) วันหยุดพิเศษ/เสาร์

| ลำดับการ เดินทาง | วัตถุประสงค์การเดินทาง | เวลา เริ่มเดินทาง | เวลา ถึงปลายทาง | เส้นทาง | ปลายทาง (ระบุสถานที่ หากไม่ทราบให้ระบุพื้นที่ในบริเวณที่ตรวจรอบจุด Google Map ได้) | จำนวน ผู้ร่วมเดินทาง | รูปแบบ การเดินทาง | ค่าใช้จ่าย* (บาท) |
|---------------------|--|----------------------|--------------------|----------------------------------|--|-------------------------|----------------------|----------------------|
| 1 | <input type="checkbox"/> 1) ทำงาน <input type="checkbox"/> 4) วิทยาลัย <input type="checkbox"/> 7) ออกกำลังกาย <input type="checkbox"/> 2) เยือน <input type="checkbox"/> 5) ช้อปปิ้ง <input type="checkbox"/> 8) หอสมุด <input type="checkbox"/> 3) ดูแลสัตว์ <input type="checkbox"/> 6) ทานอาหาร <input type="checkbox"/> 9) กลับบ้าน | | | <input type="checkbox"/> 1) บ้าน | <input type="checkbox"/> 1) บ้าน <input type="checkbox"/> 2) ที่ทำงาน <input type="checkbox"/> 3) โรงเรียน <input type="checkbox"/> 4) สถานที่อื่น ๆ ชื่อสถานที่ ถนน | | | |
| 2 | <input type="checkbox"/> 1) ทำงาน <input type="checkbox"/> 4) วิทยาลัย <input type="checkbox"/> 7) ออกกำลังกาย <input type="checkbox"/> 2) เยือน <input type="checkbox"/> 5) ช้อปปิ้ง <input type="checkbox"/> 8) หอสมุด <input type="checkbox"/> 3) ดูแลสัตว์ <input type="checkbox"/> 6) ทานอาหาร <input type="checkbox"/> 9) กลับบ้าน | | | | <input type="checkbox"/> 1) บ้าน <input type="checkbox"/> 2) ที่ทำงาน <input type="checkbox"/> 3) โรงเรียน <input type="checkbox"/> 4) สถานที่อื่น ๆ ชื่อสถานที่ ถนน | | | |
| 3 | <input type="checkbox"/> 1) ทำงาน <input type="checkbox"/> 4) วิทยาลัย <input type="checkbox"/> 7) ออกกำลังกาย <input type="checkbox"/> 2) เยือน <input type="checkbox"/> 5) ช้อปปิ้ง <input type="checkbox"/> 8) หอสมุด <input type="checkbox"/> 3) ดูแลสัตว์ <input type="checkbox"/> 6) ทานอาหาร <input type="checkbox"/> 9) กลับบ้าน | | | | <input type="checkbox"/> 1) บ้าน <input type="checkbox"/> 2) ที่ทำงาน <input type="checkbox"/> 3) โรงเรียน <input type="checkbox"/> 4) สถานที่อื่น ๆ ชื่อสถานที่ ถนน | | | |
| 4 | <input type="checkbox"/> 1) ทำงาน <input type="checkbox"/> 4) วิทยาลัย <input type="checkbox"/> 7) ออกกำลังกาย <input type="checkbox"/> 2) เยือน <input type="checkbox"/> 5) ช้อปปิ้ง <input type="checkbox"/> 8) หอสมุด <input type="checkbox"/> 3) ดูแลสัตว์ <input type="checkbox"/> 6) ทานอาหาร <input type="checkbox"/> 9) กลับบ้าน | | | | <input type="checkbox"/> 1) บ้าน <input type="checkbox"/> 2) ที่ทำงาน <input type="checkbox"/> 3) โรงเรียน <input type="checkbox"/> 4) สถานที่อื่น ๆ ชื่อสถานที่ ถนน | | | |
| 5 | <input type="checkbox"/> 1) ทำงาน <input type="checkbox"/> 4) วิทยาลัย <input type="checkbox"/> 7) ออกกำลังกาย <input type="checkbox"/> 2) เยือน <input type="checkbox"/> 5) ช้อปปิ้ง <input type="checkbox"/> 8) หอสมุด <input type="checkbox"/> 3) ดูแลสัตว์ <input type="checkbox"/> 6) ทานอาหาร <input type="checkbox"/> 9) กลับบ้าน | | | | <input type="checkbox"/> 1) บ้าน <input type="checkbox"/> 2) ที่ทำงาน <input type="checkbox"/> 3) โรงเรียน <input type="checkbox"/> 4) สถานที่อื่น ๆ ชื่อสถานที่ ถนน | | | |
| 6 | <input type="checkbox"/> 1) ทำงาน <input type="checkbox"/> 4) วิทยาลัย <input type="checkbox"/> 7) ออกกำลังกาย <input type="checkbox"/> 2) เยือน <input type="checkbox"/> 5) ช้อปปิ้ง <input type="checkbox"/> 8) หอสมุด <input type="checkbox"/> 3) ดูแลสัตว์ <input type="checkbox"/> 6) ทานอาหาร <input type="checkbox"/> 9) กลับบ้าน | | | | <input type="checkbox"/> 1) บ้าน <input type="checkbox"/> 2) ที่ทำงาน <input type="checkbox"/> 3) โรงเรียน <input type="checkbox"/> 4) สถานที่อื่น ๆ ชื่อสถานที่ ถนน | | | |
| 7 | <input type="checkbox"/> 1) ทำงาน <input type="checkbox"/> 4) วิทยาลัย <input type="checkbox"/> 7) ออกกำลังกาย <input type="checkbox"/> 2) เยือน <input type="checkbox"/> 5) ช้อปปิ้ง <input type="checkbox"/> 8) หอสมุด <input type="checkbox"/> 3) ดูแลสัตว์ <input type="checkbox"/> 6) ทานอาหาร <input type="checkbox"/> 9) กลับบ้าน | | | | <input type="checkbox"/> 1) บ้าน <input type="checkbox"/> 2) ที่ทำงาน <input type="checkbox"/> 3) โรงเรียน <input type="checkbox"/> 4) สถานที่อื่น ๆ ชื่อสถานที่ ถนน | | | |
| 8 | <input type="checkbox"/> 1) ทำงาน <input type="checkbox"/> 4) วิทยาลัย <input type="checkbox"/> 7) ออกกำลังกาย <input type="checkbox"/> 2) เยือน <input type="checkbox"/> 5) ช้อปปิ้ง <input type="checkbox"/> 8) หอสมุด <input type="checkbox"/> 3) ดูแลสัตว์ <input type="checkbox"/> 6) ทานอาหาร <input type="checkbox"/> 9) กลับบ้าน | | | | <input type="checkbox"/> 1) บ้าน <input type="checkbox"/> 2) ที่ทำงาน <input type="checkbox"/> 3) โรงเรียน <input type="checkbox"/> 4) สถานที่อื่น ๆ ชื่อสถานที่ ถนน | | | |

* เฉพาะรถยนต์ส่วนบุคคล

รูปที่ 2-8 แบบสอบถามข้อมูลและรายละเอียดของการเดินทางส่วนบุคคล



รูปที่ 2-9 รายละเอียดการแบ่งพื้นที่วิเคราะห์

2.2.2 การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา

สำมะโนประชากรของกลุ่มตัวอย่างจะถูกจำแนกตามปัจจัยทางกายภาพ ซึ่งปรับลดพื้นที่การวิเคราะห์ให้ขยายน้อยกว่า 30 พื้นที่ศึกษาย่อย เหลือ 28 พื้นที่ศึกษาย่อย โดยตัดพื้นที่ศึกษาย่อยที่ 29 (พื้นที่บริเวณห้างสรรพสินค้าเทอมินอล 21) และ พื้นที่ศึกษาย่อยที่ 30 (พื้นที่บริเวณศูนย์การค้าเดอะมอลล์) ออก เนื่องจากเป็นพื้นที่ซึ่งไม่มีบ้านเรือนของประชาชน เป็นพื้นที่เชิงพาณิชย์เท่านั้น จึงไม่เหมาะสมต่อการเป็นจุดเริ่มต้นของการเดินทาง (Origin) ประจำวัน หมวดหมู่ของข้อมูลสถิติเชิงพรรณนาจากรายละเอียดของสำมะโนประชากรที่จะกล่าวถึงมีทั้งหมด 3 หมวดหมู่ ประกอบไปด้วย (1) การกระจายตัวของปริมาณและรูปแบบการเดินทาง (2) การกระจายตัวของสถานะทางเศรษฐกิจและสังคมของกลุ่มตัวอย่าง และ (3) การกระจายตัวของลักษณะครัวเรือน

การกระจายตัวของปริมาณและรูปแบบการเดินทางของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 6,221 เกี่ยวกับการเดินทางพบว่า ปริมาณการเดินทางของวันธรรมดามีการกระจุกตัวอยู่ในช่วงเวลาเร่งด่วนทั้งเช้าและเย็น โดยคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 43 และร้อยละ 36 ตามลำดับ ในขณะที่ปริมาณการเดินทางนอกช่วงเวลาเร่งด่วนมีสัดส่วนเพียงร้อยละ 21 เท่านั้น การเดินทางช่วงวันหยุดมีลักษณะการกระจายตัวของการเดินทางค่อนข้างสม่ำเสมอตลอดทั้งวัน กล่าวคือ มีสัดส่วนการเดินทางในช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น และนอกช่วงเวลาเร่งด่วนคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 30 ร้อยละ 25 และร้อยละ 45 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาในรูปแบบการเดินทางทั้งวันธรรมดาและวันหยุดพบว่า ร้อยละ 53 ของผู้ตอบแบบสอบถามเลือกเดินทางโดยใช้รถจักรยานยนต์ส่วนบุคคล ร้อยละ 35 เลือกใช้รถยนต์ส่วนบุคคล ในขณะที่การเดินทางด้วยระบบขนส่งสาธารณะมีสัดส่วนเพียงร้อยละ 12 เท่านั้น

เมื่อวิเคราะห์โครงสร้างการกระจายตัวและสถานะทางเศรษฐกิจและสังคมของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 2,271 ตัวอย่าง พบว่า กลุ่มตัวอย่างที่มีอายุระหว่าง 25 ถึง 60 ปี มีสัดส่วนสูงสุดที่สุด คือ ร้อยละ 66 ของกลุ่มตัวอย่างในพื้นที่สำรวจ กลุ่มตัวอย่างมากถึงร้อยละ 45 มีระดับการศึกษาขั้นสูงสุด คือ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และร้อยละ 52 ของกลุ่มตัวอย่างประกอบอาชีพที่ต้องเดินทางออกมาทำงานนอกบ้าน ซึ่งสามารถอนุมานได้ว่าประชากรกลุ่มนี้มีความสัมพันธ์โดยตรงกับความต้องการการเดินทาง (ปริมาณการเดินทาง) ในช่วงเวลาเร่งด่วนทั้งเช้าและเย็นของวันธรรมดา

จากการวิเคราะห์การกระจายตัวของลักษณะครัวเรือนของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 1,250 ครัวเรือน พบว่า พื้นที่ศึกษาซึ่งมีจำนวนครัวเรือนสูงสุด 3 อันดับแรก คือ พื้นที่ศึกษาที่ 1 พื้นที่ศึกษาที่ 16 และ พื้นที่ศึกษาที่ 26 ตามลำดับ พื้นที่ศึกษาเหล่านี้จะเป็นจุดเริ่มต้นของการเดินทางในช่วงเวลาเร่งด่วนตอนเช้า และเป็นจุดสิ้นสุดของการเดินทางในช่วงเวลาเร่งด่วนตอนเย็น นอกจากนี้ยังพบว่าร้อยละ 68 ของครัวเรือนทั้งหมดพักอาศัยอยู่ในบ้านเดี่ยว ขนาดครัวเรือนที่พบมากที่สุดจากกลุ่มตัวอย่าง คือ ครัวเรือนที่มีสมาชิกอยู่อาศัยทั้งหมด 2 คน 3 คน และ 4 คน โดยคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 22 ร้อยละ 21 และร้อยละ 21 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาการครอบครองยานพาหนะพบว่า ครัวเรือนในพื้นที่สำรวจมีสัดส่วนการครอบครองรถยนต์ส่วนบุคคลต่อรถจักรยานยนต์ส่วนบุคคลอยู่ที่ร้อยละ 37 ต่อร้อยละ 63

การอธิบายการกระจายตัวของกลุ่มตัวอย่างข้างต้น เป็นภาพสะท้อนถึงคุณลักษณะของประชากรในพื้นที่ศึกษา และจะถูกนำมาใช้ในแบบจำลองทางวิศวกรรมเพื่ออธิบายภาพรวมของพฤติกรรมการเดินทางของผู้ที่อาศัยในพื้นที่เทศบาลนครนครราชสีมาต่อไป

2.2.3 การทดสอบสมมติฐาน

ผลการทดสอบสมมติฐานที่ระดับความเชื่อมั่นไม่ต่ำกว่าร้อยละ 90 สามารถสรุปผลการทดสอบสมมติฐานได้ดังแสดงในตารางที่ 2-4 โดยจะเห็นได้ว่า เพศ (เพศชายและเพศหญิง) และกลุ่มอาชีพของกลุ่มตัวอย่าง ไม่ก่อให้เกิดปริมาณความต้องการการเดินทางที่แตกต่างกัน ในขณะที่กลุ่มช่วงอายุ, ระดับรายได้, ระดับการศึกษา, ระดับรายได้ครัวเรือน, ขนาดครัวเรือน, วันเดินทาง (วันธรรมดาและวันหยุด) และช่วงเวลาของการเดินทาง (ช่วงเวลาเร่งด่วนและนอกช่วงเวลาเร่งด่วน) กลับสะท้อนให้เห็นถึงปริมาณความต้องการการเดินทางที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 2-4 ผลการทดสอบสมมติฐานของกลุ่มตัวอย่างที่ระดับความเชื่อมั่นไม่ต่ำกว่าร้อยละ 90

| สมมติฐาน | ผลการทดสอบสมมติฐาน |
|-------------------------------------|--|
| เพศ | เพศ (ชายและหญิง) ไม่ส่งผลต่อปริมาณการเดินทางที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ |
| ช่วงอายุ | ช่วงอายุต่าง ๆ ส่งผลต่อปริมาณการเดินทางที่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ |
| ระดับรายได้ส่วนบุคคล | กลุ่มตัวอย่างที่มีระดับรายได้ต่างกันส่งผลต่อปริมาณการเดินทางที่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ |
| ระดับการศึกษา | กลุ่มตัวอย่างที่มีระดับการศึกษาต่างกันส่งผลต่อปริมาณการเดินทางที่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ |
| ระดับรายได้ครัวเรือน | กลุ่มตัวอย่างที่มีระดับรายได้ครัวเรือนต่างกันส่งผลต่อปริมาณการเดินทางที่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ |
| อาชีพ | กลุ่มตัวอย่างที่มีอาชีพต่างกันไม่ส่งผลต่อปริมาณการเดินทางที่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ |
| ขนาดครัวเรือน | กลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดครัวเรือนต่างกันส่งผลต่อปริมาณการเดินทางที่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ |
| วันเดินทาง (วันธรรมดาและวันหยุด) | วันธรรมดามีปริมาณการเดินทางที่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ |
| ช่วงเวลาเดินทาง | ช่วงเวลาเดินทางส่งผลต่อปริมาณการเดินทางที่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ |

ผลจากการทดสอบสมมติฐานชี้ให้เห็นว่า การพัฒนาแบบจำลองทางวิศวกรรมเพื่ออธิบายภาพรวมของพฤติกรรมการเดินทางของผู้ที่อาศัยในพื้นที่เทศบาลนครราชสีมามีจำเป็นต้องอธิบายความแตกต่างของปริมาณการเดินทางตามวัน (วันธรรมดาและวันหยุด) และช่วงเวลาในแต่ละวัน รวมทั้งคำนึงถึงความแตกต่างของสถานะทางเศรษฐกิจและสังคมของประชากรในแต่ละพื้นที่ศึกษาอีกด้วย

2.2.4 ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกใช้รูปแบบการเดินทางในปัจจุบัน

ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกรูปแบบการเดินทางที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมีทั้งหมด 6 ด้าน คือ ปัจจัยด้านระยะเวลาการเดินทาง, ปัจจัยด้านราคา, ปัจจัยด้านความสะดวก, ปัจจัยด้านความปลอดภัย, ปัจจัยด้านความสบาย, และปัจจัยด้านความเป็นส่วนตัว การพิจารณาปัจจัยเหล่านี้ใช้วิธีกำหนดให้ผู้ตอบแบบสอบถามจัดลำดับปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการเลือกใช้ทางเลือกการเดินทางของผู้ตอบแบบสอบถาม 3 ลำดับแรก โดยเรียงลำดับตามปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจของผู้ตอบแบบสอบถามมากที่สุด โดยผลการวิเคราะห์พบว่า ปัจจัยที่ผู้ตอบแบบสอบถามให้ความสำคัญเป็นลำดับแรกมากที่สุด คือ ปัจจัยด้านความสะดวก คิดเป็นร้อยละ 50 ของผู้ตอบแบบสอบถาม ในขณะที่ ร้อยละ 21 ของผู้ตอบแบบสอบถามจัดลำดับให้ปัจจัยด้านเวลาเดินทางเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกทางเลือกการเดินทางรองลงมา นอกจากนี้ ร้อยละ 17 ของผู้ตอบแบบสอบถามยังจัดลำดับปัจจัยด้านความเป็นส่วนตัวเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเลือกใช้บริการ ทั้งนี้ ปัจจัยด้านความปลอดภัย, ความสบาย และราคาเป็นปัจจัยที่ผู้ตอบแบบสอบถามจัดลำดับความสำคัญไว้เป็นอันดับแรกเพียงเล็กน้อย โดยคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 6, 3 และ 2 ตามลำดับ ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 2-5

ความเข้าใจเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกใช้รูปแบบการเดินทางเหล่านี้ จะช่วยให้ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการออกแบบระบบเดินรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า (E-Bus) สามารถกำหนดรูปแบบการดำเนินงาน เช่น ราคา ค่าโดยสาร ความถี่ของการเดินรถ ขนาดรถโดยสาร จำนวนที่นั่งภายในรถโดยสาร สิ่งอำนวยความสะดวกอื่น ๆ ภายในระบบ เป็นต้น ให้เหมาะสมกับความต้องการของผู้ใช้บริการได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ตารางที่ 2-5 ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกรูปแบบการเดินทางของผู้เดินทางแต่ละกลุ่ม (หน่วย: จำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม)

| ปัจจัย | เวลาในการเดินทาง | | | | | ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง | | | | | ความสะดวก | | | | | ความปลอดภัย | | | | | ความสบาย | | | | | ความเป็นส่วนตัว | | | | | |
|-----------------------------|-------------------|-----|-------|-----|-------|------------------------|-----|-----|-------|-------|-----------|-------|-------|-----|-----|-------------|-------|-------|-------|-------|----------|-----|-----|-------|-------|-----------------|-------|-------|-------|-----|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| เพศ | หญิง | 779 | 555 | 795 | 2 | 1,533 | 101 | 120 | 136 | 2 | 3,305 | 1,811 | 1,098 | 488 | 267 | 3,664 | 244 | 579 | 608 | 2 | 2,231 | 116 | 281 | 400 | | 2,867 | 592 | 1,021 | 1,220 | 831 | |
| | ชาย | 502 | 332 | 529 | 2 | 1,186 | 39 | 52 | 77 | | 2,383 | 1,322 | 780 | 299 | 150 | 2,551 | 156 | 421 | 413 | | 1,561 | 78 | 226 | 345 | 2 | 1,900 | 447 | 740 | 886 | 478 | |
| | ไม่ระบุ | 6 | | | | | | | | | 6 | | 6 | | | 6 | | | | | 6 | | | | | 6 | | | | 6 | |
| รายได้ | ไม่มีรายได้ | 134 | 50 | 83 | | 107 | 13 | 13 | 21 | | 327 | 168 | 140 | 28 | 38 | | 20 | 50 | 57 | | 247 | | 38 | 58 | 278 | | 39 | 83 | 127 | 125 | |
| | ต่ำกว่า 10k | 402 | 373 | 490 | 4 | 989 | 82 | 88 | 134 | 2 | 1,952 | 1,258 | 574 | 289 | 137 | | 119 | 377 | 391 | 1,369 | 2 | 68 | 214 | 214 | 1,762 | 2 | 322 | 632 | 740 | 564 | |
| | 10,000-20,000 | 590 | 407 | 582 | | 1,212 | 41 | 63 | 54 | | 2,633 | 1,369 | 869 | 362 | 191 | | 176 | 406 | 422 | 1,787 | | 88 | 197 | 401 | 2,103 | 2 | 506 | 839 | 951 | 495 | |
| | 20,000-30,000 | 79 | 44 | 88 | | 245 | | 8 | 4 | | 444 | 210 | 173 | 65 | 8 | | 39 | 92 | 86 | 239 | | 15 | 17 | 51 | 373 | | 113 | 122 | 162 | 59 | |
| | 30,000-40,000 | 52 | 13 | 47 | | 89 | | | | | 201 | 77 | 88 | 19 | 17 | | 21 | 44 | 42 | 94 | | 21 | 14 | 10 | 156 | | 30 | 42 | 83 | 46 | |
| | 40,000-50,000 | 14 | | 28 | | 52 | | 4 | | | 90 | 32 | 32 | 4 | 26 | | 25 | 18 | 23 | 28 | | | 11 | 8 | 75 | | 19 | 33 | 31 | 11 | |
| | 50,000-60,000 | 6 | | 6 | | 14 | | | | | 26 | 16 | 6 | 4 | | | | 4 | | 22 | | | | 16 | | 10 | | 4 | | 16 | 6 |
| | 60,000-70,000 | 6 | | | | 3 | | | | | 9 | 3 | | 6 | | | | 3 | | 6 | | | | | 3 | 6 | | | 6 | | 3 |
| | 70,000-90,000 | 4 | | | | 6 | | | | | 10 | | | 10 | | | | 6 | | 4 | | | | | | 10 | | 6 | 4 | | |
| | 80,000-90,000 | | | | | 2 | | | | | 2 | | | 2 | | | | | | 2 | | | 2 | | | | | | | | 2 |
| ระดับการศึกษา | ปริญญาตรี | 457 | 230 | 386 | | 687 | 31 | 22 | 19 | 1,688 | | 789 | 640 | 214 | 117 | | 113 | 221 | 316 | 1,110 | | 34 | 116 | 152 | 1,456 | | 326 | 525 | 658 | 251 | |
| | มัธยมศึกษาตอนปลาย | 508 | 380 | 579 | 2 | 1,219 | 45 | 71 | 102 | 2,468 | 2 | 1,419 | 749 | 330 | 190 | | 189 | 453 | 355 | 1,689 | 2 | 117 | 251 | 373 | 1,947 | | 399 | 780 | 945 | 564 | |
| | มัธยมศึกษาตอนต้น | 4 | | 23 | | 26 | | 4 | | 49 | | 7 | 22 | 18 | 6 | | 10 | 14 | 6 | 23 | | | 6 | | 47 | | 32 | 7 | 6 | 8 | |
| | ประถมศึกษา | 318 | 277 | 336 | 2 | 787 | 64 | 75 | 92 | 1,489 | | 918 | 473 | 225 | 104 | | 88 | 312 | 344 | 976 | | 43 | 134 | 220 | 1,323 | | 282 | 449 | 503 | 486 | |
| อาชีพ | นักเรียน/นักศึกษา | 66 | 10 | 20 | | 61 | 9 | 21 | 18 | 109 | | 56 | 48 | 35 | 18 | | 18 | 12 | 21 | 106 | | | 28 | 14 | 115 | | 8 | 38 | 49 | 62 | |
| | ไม่มีงานทำ | 276 | 224 | 276 | 2 | 556 | 30 | 65 | 59 | 1,178 | 2 | 684 | 412 | 175 | 63 | | 98 | 207 | 251 | 776 | 2 | 28 | 79 | 142 | 1,085 | | 204 | 347 | 431 | 352 | |
| | ทำงานที่บ้าน | 278 | 218 | 284 | | 819 | 40 | 30 | 50 | 1,479 | | 875 | 409 | 195 | 120 | | 83 | 355 | 303 | 858 | | 52 | 148 | 201 | 1,198 | | 267 | 435 | 562 | 335 | |
| | ทำงานนอกบ้าน | 667 | 435 | 744 | 2 | 1,283 | 61 | 56 | 86 | 2,928 | | 1,518 | 1,015 | 382 | 216 | | 201 | 426 | 446 | 2,058 | | 114 | 252 | 388 | 2,375 | 2 | 560 | 941 | 1,070 | 560 | |
| อายุ | 4-25 ปี | 115 | 36 | 75 | 0 | 105 | 12 | 31 | 18 | 270 | 0 | 146 | 100 | 58 | 27 | 0 | 32 | 38 | 32 | 229 | 0 | 0 | 32 | 27 | 272 | 0 | 26 | 94 | 121 | 90 | |
| | 25-60 ปี | 880 | 630 | 995 | 2 | 1,926 | 87 | 64 | 133 | 4,149 | 0 | 2,252 | 1,389 | 509 | 283 | 0 | 285 | 671 | 685 | 2,792 | 0 | 144 | 375 | 562 | 3,350 | 2 | 771 | 1,294 | 1,530 | 838 | |
| | มากกว่า 60 ปี | 304 | 232 | 274 | 2 | 712 | 44 | 83 | 62 | 1,333 | 2 | 769 | 423 | 222 | 110 | 0 | 91 | 301 | 311 | 819 | 2 | 50 | 100 | 162 | 1,212 | 0 | 252 | 385 | 493 | 394 | |
| จำนวนผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด | | 898 | 1,344 | 4 | 2,743 | 143 | 178 | 213 | 5,752 | 2 | 3,167 | 1,912 | 789 | 420 | 0 | 408 | 1,010 | 1,028 | 3,840 | 2 | 194 | 507 | 751 | 4,834 | 2 | 10,49 | 1,773 | 2,144 | 1,322 | 0 | |
| คิดเป็นสัดส่วน(ร้อยละ) | | 14% | 21% | 0% | 44% | 2% | 3% | 3% | 91% | 0% | 50% | 30% | 13% | 7% | 0% | 6% | 16% | 16% | 61% | 0% | 3% | 8% | 12% | 77% | 0% | 17% | 28% | 34% | 21% | 0% | |

หมายเหตุ:

- 1) หมายเลข 1 ถึง 5 แสดงระดับความสำคัญของปัจจัยนั้น ๆ โดย หมายเลข 1 ถึง 5 หมายถึง ไม่สำคัญอย่างยิ่ง ไม่สำคัญ เจย ๆ สำคัญ และสำคัญอย่างมาก ตามลำดับ
- 2) ตัวเลขในตารางแสดงจำนวนผู้ตอบแบบสอบถามที่เลือกระดับความสำคัญของแต่ละปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกรูปแบบการเดินทางของตนเอง

2.3 การออกแบบโครงข่ายระบบเดินรถโดยสารพลังงานไฟฟ้าด้วยแบบจำลองต่อเนื่อง 4 ขั้นตอน

การออกแบบโครงข่ายระบบเดินรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า (E-Bus) ในพื้นที่เทศบาลนครนครราชสีมา เป็นไปตามหลักการวางแผนการขนส่งโดยการพัฒนาแบบจำลองต่อเนื่อง 4 ขั้นตอน (Four-step Sequential Models) ประกอบด้วย

- 1) แบบจำลองการเกิดการเดินทางและการดึงดูดการเดินทาง (Trip Production and Trip Attraction) คือ แบบจำลองที่ใช้พยากรณ์ปริมาณการเดินทางทั้งที่เกิดขึ้นและถูกดึงดูดเข้าสู่แต่ละพื้นที่ย่อยในพื้นที่ศึกษา ซึ่งก็คือจำนวนเที่ยวการเดินทางทั้งหมดที่ถูกสร้างขึ้นในเขตเมืองนั่นเอง การวิเคราะห์ที่ขั้นตอนนี้จะทำให้ทราบปริมาณการเดินทางที่เกิดขึ้นและมุ่งเข้าสู่แต่ละพื้นที่ย่อย แต่ไม่สามารถบอกได้ว่าปริมาณการเดินทางที่เกิดขึ้นจากแต่ละพื้นที่ย่อยนั้น ต้องการจะเดินทางไปไหนหรือปริมาณการเดินทางที่มุ่งสู่พื้นที่ย่อยนั้น เดินทางมาจากที่ใด
- 2) แบบจำลองการกระจายการเดินทาง (Trip Distribution) คือ แบบจำลองที่ใช้คาดการณ์ว่าปริมาณการเดินทางที่เกิดขึ้นและสิ้นสุดที่แต่ละพื้นที่ย่อยนั้นมีจุดต้นทางและปลายทางที่ใด หรืออาจกล่าวได้ว่า เป็นแบบจำลองที่บอกให้ทราบว่าปริมาณการเดินทางที่เกิดขึ้นที่แต่ละพื้นที่ย่อยนั้น มีจุดปลายทางที่ใดบ้าง และปริมาณการเดินทางที่ถูกดึงดูดเข้าไปยังแต่ละพื้นที่ย่อยนั้น มาจากที่ใดบ้าง
- 3) แบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง (Modal Split) คือแบบจำลองที่ใช้คาดการณ์สัดส่วนของการเลือกใช้รูปแบบการเดินทางประเภทต่าง ๆ ในพื้นที่ศึกษา ของการเดินทางทั้งหมดที่เกิดขึ้นระหว่างจุดต้นทางปลายทางในแต่ละพื้นที่ย่อย
- 4) แบบจำลองการแจกแจงการเดินทาง (Trip Assignment) คือแบบจำลองที่ใช้คาดการณ์ปริมาณการเดินทางของแต่ละรูปแบบการเดินทางที่เกิดขึ้นในแต่ละเส้นทางที่เชื่อมต่อกันระหว่างจุดต้นทางปลายทางของแต่ละพื้นที่ย่อยในพื้นที่ศึกษา

การวิเคราะห์ความต้องการเดินทางด้วยแบบจำลองต่อเนื่อง 4 ขั้นตอน (Four-Step Sequential Models) เป็นเทคนิคที่นิยมใช้ต่อเนื่องกันมายาวนานตั้งแต่เริ่มมีการพัฒนาเทคนิคดังกล่าวขึ้นเป็นครั้งแรกในช่วงทศวรรษ 1950 และ 1960 จนถึงปัจจุบันเทคนิคดังกล่าวก็ยังคงเป็นที่นิยม ทั้งนี้เป็นเพราะความสะดวกในการสำรวจข้อมูล การสร้างเครื่องมือสำรวจข้อมูล และความสะดวกในการจัดหาเครื่องมือที่จะนำมาใช้ในการประมวลผล เนื่องจากในปัจจุบันได้มีผู้ประดิษฐ์โปรแกรมประมวลผลสำหรับวิเคราะห์แบบจำลองต่อเนื่อง 4 ขั้นตอนขึ้นมามากมายซึ่งล้วนได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายและง่ายต่อการใช้งาน โดยมีรายละเอียดของการพัฒนาแบบจำลองในแต่ละขั้นตอน ดังนี้

2.3.1 แบบจำลองการเกิดการเดินทางและการดึงดูดการเดินทาง (Trip Production and Trip Attraction)

แบบจำลองการเกิดการเดินทางและการดึงดูดการเดินทางเป็นแบบจำลองที่สร้างขึ้นเพื่อคำนวณปริมาณการเดินทางเข้า/ออกแต่ละพื้นที่ศึกษาย่อย (TAZ) ซึ่งประกอบด้วย 2 แบบจำลองย่อย คือ แบบจำลองการเกิดการเดินทาง (Trip Production) และแบบจำลองการดึงดูดการเดินทาง (Trip Attraction)

แบบจำลองที่ใช้วิเคราะห์การเกิดการเดินทางและดึงดูดการเดินทางในพื้นที่เทศบาลนครนครราชสีมา จะพิจารณาและวิเคราะห์ในรูปแบบของ “การวิเคราะห์สมการถดถอยเส้นตรง (Linear Regression Analysis)” โดยนำข้อมูลจากการสัมภาษณ์ครัวเรือนทั้งหมด 1,333 ครัวเรือน ของ 97 ชุมชนในเขตเทศบาลมาหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการเดินทางและปัจจัยต่าง ๆ ซึ่งก่อให้เกิดการเดินทางและปรับแก้ค่าสัมประสิทธิ์ การวิเคราะห์จะแยกตามช่วงเวลาในการเดินทาง จึงสามารถจำแนกออกเป็น 4 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้าวันธรรมดา (05.00 น. ถึง 10.00 น.), กลุ่มที่ 2 ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็นวันธรรมดา (16.00 น. ถึง 21.00 น.) กลุ่มที่ 3 นอกเวลาเร่งด่วนวันธรรมดา (10.00 น. ถึง 16.00 และเวลา 21.00 น. ถึง 05.00 น.) และกลุ่มที่ 4 วันหยุดตลอดทั้งวัน

นอกจากนี้ การวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองยังสามารถแยกตามวัตถุประสงค์ของการเดินทาง (Trip Purpose) ออกเป็นการเดินทางระหว่างบ้านกับที่ทำงาน (Home Based Work: HBW), การเดินทางระหว่างบ้านกับโรงเรียน (Home Based Education: HBE), การเดินทางระหว่างบ้านกับที่อื่น ๆ (Home Based Other: HBO) เช่น การเดินทางจากบ้านไปซื้อของในห้างสรรพสินค้า ไปตลาด ไปท่องเที่ยว

หรือทำธุระส่วนตัว เป็นต้น และการเดินทางที่ไม่ได้มีจุดเริ่มต้นที่บ้าน (Non-home Based) เช่น การเดินทางจากสถานที่ทำงานไปรับประทานอาหารเที่ยงที่ร้านอาหาร เป็นต้น ได้อีกด้วย

ในขณะที่การคัดเลือกตัวแปรอิสระที่เหมาะสมในการวิเคราะห์สมการถดถอยเส้นตรง ใช้วิธีการ Stepwise Method ซึ่งเป็นวิธีการคัดเลือกตัวแปรอิสระเข้าสู่สมการ โดยนำตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามมากที่สุดเข้าสู่สมการ แล้วทดสอบค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 หากพบว่าตัวแปรดังกล่าวไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ก็จะคัดตัวแปรนั้นออก แต่หากพบว่ามีความสำคัญทางสถิติ ก็จะคัดเลือกตัวแปรที่มีความสัมพันธ์ลำดับถัดไปเข้าสู่สมการ นอกจากนี้ ทุกครั้งที่มีการนำตัวแปรอิสระตัวใหม่เข้าสู่สมการ ต้องตรวจสอบตัวแปรอิสระที่นำเข้ามาก่อนหน้าทุกตัวว่าสมควรที่จะอยู่ในสมการหรือไม่ การคัดเลือกตัวแปรจะดำเนินการซ้ำ ๆ ไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งไม่มีตัวแปรอิสระใดถูกนำเข้ามาหรือคัดออกจากสมการ จึงถือว่าสิ้นสุดการคัดเลือกตัวแปรจนได้สมการของแบบจำลองที่สมบูรณ์ที่สุด โดยวิธีการคัดเลือกตัวแปรแบบ Stepwise Method เป็นการผสมผสานระหว่างวิธีการคัดเลือกตัวแปรแบบการเพิ่มตัวแปร (Forward Selection) และการคัดเลือกตัวแปรแบบการลดตัวแปร (Backward Elimination) ทั้งสองวิธีไปพร้อม ๆ กันในทุกขั้นตอน

แบบจำลองการเกิดการเดินทาง (Trip Production)

แบบจำลองการเกิดการเดินทางเป็นแบบจำลองที่สร้างขึ้นเพื่อคำนวณปริมาณการเดินทางออกจากแต่ละพื้นที่ศึกษาย่อย (TAZ) โดยตัวแปรอิสระในแบบจำลองจะเกี่ยวข้องกับ (1) ลักษณะครัวเรือน เช่น ประเภทที่อยู่อาศัย จำนวนผู้อยู่อาศัย จำนวนยานพาหนะในครอบครอง และรายได้ของครัวเรือน เป็นต้น (2) ข้อมูลส่วนบุคคล เช่น เพศ อายุ รายได้ส่วนบุคคล อาชีพ เป็นต้น

ทั้งนี้ แบบจำลองการเกิดการเดินทางถูกพัฒนาขึ้นจากสมมติฐานที่ว่า “จำนวนครัวเรือน จำนวนประชากร รวมทั้งโครงสร้าง/คุณลักษณะของครัวเรือนและประชากรในแต่ละพื้นที่ศึกษาย่อย จะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณการเดินทางออกจากพื้นที่ศึกษาย่อยนั้น ๆ” ตัวอย่างเช่น พื้นที่ศึกษาย่อยซึ่งมีครัวเรือนอาศัยอยู่อย่างหนาแน่น มีจำนวนประชากรในวัยศึกษาหรือวัยทำงานมาก มีระดับรายได้สูง หรือมีจำนวนยานพาหนะในครอบครองมาก มีแนวโน้มที่จะเกิดปริมาณการเดินทางออกจากพื้นที่ศึกษาย่อยนี้สูงกว่าพื้นที่ศึกษาย่อยซึ่งมีประชากรอาศัยอยู่น้อย เป็นแหล่งธุรกิจ สถานศึกษา ที่ทำงานกลางในเมือง เป็นต้น

รายละเอียดของสมการในแบบจำลองการเกิดการเดินทางระบุไว้ในภาคผนวก เมื่อแทนค่าตัวแปรซึ่งเป็นตัวแทนของแต่ละพื้นที่ศึกษาย่อยลงในแต่ละสมการ จะสามารถสรุปปริมาณการเดินทางออกจากพื้นที่ศึกษาย่อยจำแนกตามช่วงเวลาได้ดังแสดงในตารางที่ 2-6

ตารางที่ 2-6 ปริมาณการเดินทางออกจากพื้นที่ศึกษาย่อยจำแนกตามช่วงเวลา

| พื้นที่ศึกษา ย่อย | ปริมาณการเดินทางออกจากพื้นที่ศึกษาย่อย (เที่ยว) | | | วันหยุด |
|----------------------|---|---------------------|---------------------|----------------|
| | วันธรรมดา | | | |
| | ช่วงเร่งด่วนตอนเช้า | ช่วงเร่งด่วนตอนเย็น | นอกช่วงเวลาเร่งด่วน | |
| 1 | 4,229 | 2,825 | 10,532 | 15,361 |
| 2 | 1,903 | 2,305 | 4,739 | 7,021 |
| 3 | 2,779 | 4,386 | 6,921 | 10,162 |
| 4 | 2,507 | 2,676 | 6,244 | 9,188 |
| 5 | 1,994 | 4,461 | 4,965 | 7,346 |
| 6 | 2,900 | 1,933 | 7,222 | 105,96 |
| 7 | 2,719 | 1,636 | 6,770 | 9,946 |
| 8 | 2,870 | 1,710 | 7,146 | 10,487 |
| 9 | 2,991 | 1,859 | 7,447 | 10,921 |
| 10 | 2,991 | 2,528 | 7,447 | 10,921 |
| 11 | 2,568 | 1,338 | 6,394 | 9,404 |
| 12 | 0 | 223 | 0 | 0 |
| 13 | 2,084 | 1,784 | 5,191 | 7,671 |
| 14 | 2,991 | 3,494 | 7,447 | 10,921 |
| 15 | 2,054 | 2,230 | 5,115 | 7,563 |
| 16 | 5,256 | 9,144 | 13,089 | 19,044 |
| 17 | 2,930 | 2,974 | 7,297 | 10,704 |
| 18 | 604 | 520 | 1,505 | 2,364 |
| 19 | 1,450 | 1,264 | 3,611 | 5,397 |
| 20 | 2,145 | 1,487 | 5,341 | 7,888 |
| 21 | 2,145 | 1,636 | 5,341 | 7,888 |
| 22 | 1,933 | 1,933 | 4,814 | 7,130 |
| 23 | 0 | 1189 | 0 | 0 |
| 24 | 2,175 | 1,115 | 5416 | 7,996 |
| 25 | 2,658 | 3,568 | 6,620 | 9,729 |
| 26 | 4,561 | 8,252 | 11,359 | 16,553 |
| 27 | 3,051 | 4,535 | 7,598 | 11,137 |
| 28 | 2,115 | 1,487 | 5,266 | 7,780 |
| Total | 68,600 | 74,491 | 170,837 | 251,118 |

แบบจำลองการดึงดูดการเดินทาง (Trip Attraction)

แบบจำลองการดึงดูดการเดินทาง เป็นแบบจำลองที่สร้างขึ้นเพื่อคำนวณปริมาณการเดินทางเข้าสู่ (มายัง) แต่ละพื้นที่ศึกษาย่อย (TAZ) โดยตัวแปรอิสระในแบบจำลองจะเกี่ยวข้องกับสภาพความดึงดูด (Attractiveness) ของกิจกรรมต่าง ๆ ในแต่ละพื้นที่ศึกษาย่อยนั้น ๆ เช่น ปริมาณการจ้างงาน จำนวนนักเรียน จำนวนสถานที่ทำงาน โรงเรียน ห้างสรรพสินค้า ตลาด เป็นต้น โดยสมการถดถอยเชิงเส้นจากแบบจำลองจะเกิดจากการประมาณค่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการเดินทางมายังพื้นที่ศึกษาย่อยกับอัตราการจ้างงาน จำนวนนักเรียน หรือจำนวนของสถานที่ซึ่งเป็นจุดศูนย์กลางทางเศรษฐกิจ จำนวนสถานที่ราชการ รวมทั้งลักษณะการใช้ที่ดิน (พื้นที่เชิงพาณิชย์ สาธารณูปโภค สาธารณูปการ พื้นที่รกร้างว่างเปล่า) ในแต่ละพื้นที่ย่อยนั้น ๆ เพื่อประมาณการความสามารถในการดึงดูดการเดินทาง

(Attraction) ต่อความสามารถในการสร้างการเดินทาง (Production) ของแต่ละพื้นที่ศึกษาจำแนกตามช่วงเวลา ซึ่งแบ่งออกเป็น ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้าวันธรรมดา (05.00 น. ถึง 10.00 น.) ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็นวันธรรมดา (16.00 น. ถึง 21.00 น.) นอกช่วงเวลาเร่งด่วนวันธรรมดา (10.00 น. ถึง 16.00 และเวลา 21.00 น. ถึง 05.00 น.) และวันหยุดตลอดทั้งวัน โดยอ้างอิงปริมาณการดึงดูดการเดินทางที่สำรวจจากแบบสอบถาม ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการดึงดูดการเดินทางของแต่ละพื้นที่ศึกษาย่อยจำแนกช่วงเวลาแสดงได้ดังตารางที่ 2-7

ตารางที่ 2-7 ปริมาณการเดินทางไปยังพื้นที่ศึกษาย่อยจำแนกตามช่วงเวลา

| พื้นที่ศึกษา ย่อย | ปริมาณการเดินทางไปยังพื้นที่ศึกษาย่อย (เที่ยว) | | | วันหยุด |
|----------------------|--|---------------------|---------------------|----------------|
| | วันธรรมดา | | | |
| | ช่วงเร่งด่วนตอนเช้า | ช่วงเร่งด่วนตอนเย็น | นอกช่วงเวลาเร่งด่วน | |
| 1 | 1,921 | 4,592 | 4,954 | 10,286 |
| 2 | 1,646 | 2,066 | 6,492 | 11,038 |
| 3 | 2,607 | 3,018 | 8,200 | 9,282 |
| 4 | 1,441 | 2,722 | 5,638 | 6,272 |
| 5 | 1,509 | 2,165 | 3,588 | 8,028 |
| 6 | 1,029 | 3,149 | 4,271 | 4,014 |
| 7 | 1,166 | 2,952 | 5,979 | 4,265 |
| 8 | 1,646 | 3,116 | 7,858 | 12,042 |
| 9 | 1,715 | 3,247 | 5,979 | 9,282 |
| 10 | 1,578 | 3,247 | 4,954 | 7,024 |
| 11 | 823 | 2,788 | 7,346 | 7,526 |
| 12 | 1,029 | 0 | 1,879 | 3,261 |
| 13 | 1,235 | 2,263 | 1,367 | 4,014 |
| 14 | 1,852 | 3,247 | 5,467 | 10,536 |
| 15 | 1,784 | 2,230 | 6,492 | 15,052 |
| 16 | 8,438 | 5,707 | 12,813 | 27,344 |
| 17 | 3,636 | 31,82 | 4,613 | 10,536 |
| 18 | 274 | 656 | 513 | 1,505 |
| 19 | 617 | 1,574 | 1,708 | 3,261 |
| 20 | 823 | 2,329 | 2,392 | 2,007 |
| 21 | 823 | 2,329 | 3,588 | 4,014 |
| 22 | 1,166 | 2,099 | 2,733 | 5,519 |
| 23 | 8,781 | 0 | 12,813 | 13,296 |
| 24 | 823 | 2,362 | 2,392 | 5,017 |
| 25 | 2,264 | 2,886 | 10,079 | 8,028 |
| 26 | 13,171 | 4,953 | 29,384 | 30,355 |
| 27 | 3,224 | 3,313 | 4,613 | 7,777 |
| 28 | 1,578 | 2,296 | 2,733 | 10,536 |
| Total | 68,600 | 74,491 | 170,837 | 251,118 |

2.3.2 แบบจำลองการกระจายการเดินทาง (Trip Distribution)

แบบจำลองการกระจายการเดินทางเป็นการวิเคราะห์ปริมาณการเดินทางระหว่างพื้นที่ศึกษาย่อย เพื่อเชื่อมต้นทางและปลายทางของการเดินทางเข้าด้วยกัน โดยใช้แบบจำลองความโน้มถ่วง หรือ Gravity Model เพื่อสร้างแบบจำลองผ่านรูปแบบความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ระหว่าง (1) ปริมาณการเดินทางที่ออกจากพื้นที่ศึกษาย่อยจากแบบจำลองการเกิดการเดินทาง (2) ปริมาณการเดินทางที่เข้าสู่พื้นที่ศึกษาย่อยจากแบบจำลองการดึงดูดการเดินทาง และ (3) ความต้านทานการเดินทางระหว่างพื้นที่ศึกษาย่อยที่เกิดจากระยะทาง ระยะเวลา ค่าใช้จ่ายทางตรง เช่น ค่าโดยสาร ค่าเชื้อเพลิง ค่าใช้จ่ายทางอ้อมอื่น ๆ เช่น ค่าบำรุงรักษายานพาหนะ ค่าที่จอดรถ หรือค่าใช้จ่ายตัวแปรเชิงคุณภาพ เช่น ความสบาย ความปลอดภัย ความเป็นส่วนตัว เป็นต้น ในการเดินทางระหว่างพื้นที่ศึกษาย่อย โดยแสดงผลในรูปแบบของตารางแสดงจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดการเดินทาง (Origin-Destination Matrix หรือ O-D Matrix)

ทั้งนี้ แบบจำลองแรงโน้มถ่วงสร้างขึ้นจาก “การวิเคราะห์สมการถดถอยเส้นตรง (Linear Regression Analysis)” ภายใต้สมมติฐานที่สำคัญ ดังนี้

- 1) ปริมาณการเดินทางระหว่างพื้นที่ศึกษาย่อย A และพื้นที่ศึกษาย่อย B มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณการเดินทางที่ออกจากพื้นที่ศึกษาย่อย A
- 2) ปริมาณการเดินทางระหว่างพื้นที่ศึกษาย่อย A และพื้นที่ศึกษาย่อย B มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณการเดินทางไปยังพื้นที่ศึกษาย่อย B
- 3) ปริมาณการเดินทางระหว่างพื้นที่ศึกษาย่อย A ไป พื้นที่ศึกษาย่อย B มีความสัมพันธ์เชิงลบกับความต้านทานการเดินทางระหว่างพื้นที่ศึกษาย่อย A และพื้นที่ศึกษาย่อย B

ข้อมูลปริมาณการเดินทางระหว่าง 28 พื้นที่ศึกษาย่อยในพื้นที่เทศบาลนครราชสีมา จำแนกตามช่วงเวลาของการเดินทางเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้าวันธรรมดา (05.00 น. ถึง 10.00 น.) ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็นวันธรรมดา (16.00 น. ถึง 21.00 น.) นอกช่วงเวลาเร่งด่วนวันธรรมดา (10.00 น. ถึง 16.00 และเวลา 21.00 น. ถึง 05.00 น.) และวันหยุดตลอดทั้งวัน แสดงได้ดังตารางที่ 2-8 ถึงตารางที่ 2-11

ตารางที่ 2-8 ปริมาณการเดินทางที่เกิดขึ้นในแต่ละคู่พื้นที่ศึกษาย่อยในช่วงเวลาเร่งด่วนเช้าของวันธรรมดา

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 |
|----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|----|-----|-----|----|-----|-------|-----|-----|
| 1 | 289 | 141 | 199 | 95 | 84 | 71 | 112 | 143 | 137 | 102 | 49 | 64 | 72 | 99 | 91 | 420 | 192 | 15 | 32 | 42 | 40 | 56 | 489 | 38 | 166 | 741 | 173 | 77 |
| 2 | 107 | 115 | 87 | 44 | 38 | 32 | 58 | 70 | 66 | 44 | 21 | 27 | 30 | 43 | 38 | 177 | 80 | 6 | 14 | 18 | 17 | 24 | 208 | 16 | 74 | 341 | 74 | 34 |
| 3 | 122 | 150 | 300 | 74 | 59 | 58 | 65 | 97 | 77 | 55 | 29 | 34 | 38 | 52 | 48 | 233 | 100 | 8 | 17 | 23 | 28 | 39 | 261 | 25 | 120 | 490 | 126 | 53 |
| 4 | 65 | 65 | 139 | 138 | 102 | 70 | 50 | 58 | 55 | 45 | 23 | 29 | 34 | 45 | 43 | 232 | 90 | 7 | 15 | 21 | 26 | 37 | 249 | 24 | 92 | 542 | 158 | 52 |
| 5 | 42 | 37 | 67 | 71 | 147 | 38 | 30 | 35 | 33 | 33 | 17 | 22 | 25 | 33 | 31 | 173 | 64 | 5 | 10 | 15 | 21 | 30 | 185 | 19 | 60 | 463 | 250 | 40 |
| 6 | 86 | 77 | 150 | 118 | 92 | 95 | 68 | 73 | 75 | 55 | 26 | 36 | 39 | 52 | 49 | 268 | 101 | 8 | 17 | 23 | 26 | 37 | 287 | 25 | 126 | 664 | 171 | 57 |
| 7 | 108 | 101 | 160 | 72 | 61 | 58 | 92 | 109 | 111 | 63 | 30 | 39 | 45 | 58 | 50 | 239 | 104 | 8 | 18 | 23 | 23 | 33 | 288 | 22 | 135 | 511 | 112 | 47 |
| 8 | 97 | 107 | 109 | 51 | 48 | 40 | 61 | 184 | 136 | 72 | 32 | 44 | 48 | 65 | 56 | 267 | 114 | 9 | 20 | 25 | 24 | 33 | 325 | 23 | 125 | 595 | 110 | 50 |
| 9 | 91 | 81 | 128 | 52 | 56 | 41 | 62 | 84 | 150 | 79 | 43 | 48 | 56 | 70 | 59 | 287 | 121 | 10 | 21 | 27 | 25 | 37 | 352 | 25 | 144 | 670 | 119 | 53 |
| 10 | 68 | 57 | 91 | 46 | 48 | 33 | 41 | 65 | 93 | 159 | 59 | 83 | 74 | 93 | 70 | 351 | 140 | 11 | 24 | 32 | 29 | 42 | 451 | 29 | 87 | 540 | 110 | 64 |
| 11 | 63 | 56 | 77 | 40 | 42 | 27 | 34 | 60 | 91 | 106 | 85 | 81 | 50 | 111 | 64 | 295 | 123 | 11 | 22 | 27 | 23 | 34 | 367 | 24 | 70 | 448 | 90 | 49 |
| 12 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 13 | 38 | 30 | 48 | 27 | 29 | 19 | 23 | 30 | 31 | 44 | 22 | 29 | 103 | 52 | 49 | 261 | 95 | 7 | 16 | 22 | 20 | 27 | 556 | 20 | 45 | 331 | 66 | 46 |
| 14 | 55 | 46 | 73 | 38 | 40 | 27 | 33 | 46 | 59 | 64 | 46 | 46 | 58 | 168 | 126 | 470 | 178 | 15 | 32 | 35 | 28 | 37 | 584 | 32 | 67 | 439 | 91 | 57 |
| 15 | 38 | 31 | 49 | 26 | 26 | 18 | 22 | 31 | 38 | 40 | 29 | 30 | 35 | 102 | 123 | 320 | 221 | 17 | 34 | 29 | 23 | 31 | 280 | 27 | 44 | 292 | 59 | 41 |
| 16 | 95 | 80 | 127 | 75 | 81 | 55 | 57 | 80 | 78 | 106 | 53 | 76 | 108 | 168 | 181 | 985 | 324 | 23 | 53 | 87 | 57 | 82 | 836 | 70 | 119 | 873 | 173 | 154 |
| 17 | 57 | 45 | 72 | 39 | 41 | 28 | 33 | 45 | 46 | 55 | 28 | 38 | 51 | 93 | 143 | 468 | 408 | 17 | 40 | 47 | 33 | 45 | 376 | 39 | 64 | 427 | 92 | 60 |
| 18 | 13 | 10 | 16 | 9 | 9 | 6 | 7 | 10 | 12 | 14 | 9 | 9 | 10 | 25 | 24 | 87 | 61 | 7 | 12 | 9 | 7 | 10 | 80 | 8 | 14 | 93 | 20 | 12 |
| 19 | 31 | 25 | 40 | 21 | 21 | 14 | 18 | 25 | 29 | 28 | 20 | 19 | 27 | 51 | 59 | 211 | 148 | 18 | 53 | 22 | 17 | 24 | 183 | 19 | 34 | 215 | 48 | 30 |
| 20 | 43 | 34 | 54 | 31 | 34 | 22 | 25 | 34 | 35 | 41 | 21 | 29 | 38 | 64 | 73 | 400 | 139 | 10 | 30 | 65 | 35 | 46 | 283 | 47 | 48 | 322 | 78 | 62 |
| 21 | 45 | 36 | 67 | 37 | 41 | 24 | 25 | 36 | 35 | 42 | 22 | 29 | 38 | 62 | 68 | 343 | 133 | 10 | 23 | 42 | 66 | 75 | 272 | 43 | 52 | 320 | 92 | 68 |
| 22 | 38 | 31 | 59 | 34 | 39 | 21 | 22 | 31 | 32 | 35 | 18 | 24 | 32 | 49 | 54 | 300 | 113 | 8 | 18 | 33 | 58 | 105 | 231 | 45 | 48 | 305 | 84 | 66 |
| 23 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 24 | 41 | 34 | 60 | 36 | 41 | 24 | 24 | 34 | 34 | 40 | 21 | 27 | 35 | 55 | 62 | 370 | 128 | 9 | 20 | 41 | 57 | 81 | 262 | 66 | 53 | 345 | 89 | 85 |
| 25 | 88 | 83 | 131 | 59 | 55 | 55 | 70 | 89 | 81 | 52 | 23 | 32 | 35 | 48 | 43 | 235 | 89 | 7 | 15 | 21 | 23 | 33 | 252 | 22 | 162 | 676 | 132 | 50 |
| 26 | 91 | 79 | 126 | 91 | 112 | 76 | 66 | 82 | 84 | 103 | 46 | 68 | 71 | 85 | 75 | 452 | 160 | 12 | 26 | 36 | 38 | 55 | 540 | 38 | 153 | 1,417 | 289 | 89 |
| 27 | 69 | 58 | 113 | 81 | 120 | 52 | 42 | 59 | 60 | 60 | 29 | 37 | 43 | 56 | 53 | 291 | 110 | 8 | 19 | 27 | 37 | 53 | 312 | 34 | 108 | 721 | 326 | 72 |
| 28 | 43 | 36 | 63 | 37 | 43 | 25 | 25 | 36 | 37 | 42 | 22 | 30 | 40 | 53 | 51 | 305 | 102 | 8 | 17 | 31 | 42 | 61 | 272 | 45 | 55 | 391 | 92 | 111 |

หมายเหตุ: ความเข้มของพื้นหลังแต่ละคู่ลำดับแสดงถึงความหนาแน่นของปริมาณการเดินทางระหว่างพื้นที่ศึกษาย่อยในคู่ลำดับนั้น ๆ

ตารางที่ 2-9 ปริมาณการเดินทางที่เกิดขึ้นในแต่ละเขตพื้นที่ศึกษาย่อยในช่วงเวลาเร่งด่วนเย็นของวันธรรมดา

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 |
|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|-------|-----|----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1 | 406 | 150 | 164 | 89 | 57 | 120 | 151 | 145 | 137 | 105 | 96 | - | 67 | 89 | 58 | 152 | 89 | 20 | 46 | 65 | 65 | 55 | - | 61 | 129 | 144 | 98 | 65 |
| 2 | 192 | 153 | 191 | 85 | 47 | 103 | 135 | 151 | 115 | 85 | 81 | - | 51 | 71 | 46 | 122 | 68 | 15 | 36 | 49 | 51 | 43 | - | 49 | 115 | 120 | 80 | 52 |
| 3 | 327 | 143 | 460 | 217 | 104 | 240 | 256 | 189 | 221 | 162 | 135 | - | 98 | 135 | 87 | 233 | 130 | 29 | 69 | 94 | 113 | 98 | - | 102 | 220 | 230 | 185 | 109 |
| 4 | 172 | 79 | 127 | 235 | 119 | 207 | 129 | 98 | 99 | 90 | 78 | - | 61 | 79 | 50 | 152 | 78 | 17 | 40 | 59 | 68 | 63 | - | 67 | 109 | 183 | 146 | 71 |
| 5 | 246 | 111 | 162 | 279 | 386 | 260 | 175 | 147 | 169 | 151 | 129 | - | 102 | 131 | 82 | 259 | 128 | 27 | 64 | 103 | 119 | 114 | - | 123 | 164 | 356 | 341 | 131 |
| 6 | 131 | 58 | 100 | 121 | 64 | 168 | 104 | 78 | 79 | 65 | 53 | - | 44 | 56 | 35 | 112 | 55 | 12 | 28 | 42 | 44 | 39 | - | 46 | 102 | 154 | 94 | 49 |
| 7 | 151 | 78 | 85 | 65 | 38 | 91 | 123 | 87 | 88 | 61 | 50 | - | 39 | 50 | 32 | 87 | 49 | 11 | 25 | 36 | 35 | 30 | - | 34 | 96 | 99 | 58 | 36 |
| 8 | 145 | 71 | 94 | 56 | 33 | 73 | 108 | 176 | 89 | 72 | 65 | - | 38 | 53 | 34 | 91 | 50 | 11 | 26 | 36 | 37 | 32 | - | 36 | 92 | 92 | 60 | 38 |
| 9 | 143 | 69 | 77 | 55 | 33 | 77 | 114 | 148 | 162 | 105 | 100 | - | 40 | 70 | 43 | 91 | 53 | 14 | 32 | 38 | 38 | 34 | - | 36 | 86 | 97 | 63 | 41 |
| 10 | 157 | 67 | 81 | 66 | 48 | 83 | 96 | 116 | 127 | 258 | 171 | - | 82 | 109 | 65 | 179 | 91 | 22 | 45 | 66 | 65 | 54 | - | 64 | 81 | 175 | 91 | 68 |
| 11 | 76 | 32 | 43 | 35 | 25 | 41 | 46 | 52 | 70 | 98 | 137 | - | 42 | 80 | 48 | 92 | 48 | 15 | 33 | 35 | 35 | 29 | - | 33 | 37 | 79 | 45 | 35 |
| 12 | 13 | 6 | 7 | 6 | 4 | 7 | 8 | 10 | 10 | 18 | 18 | - | 7 | 11 | 7 | 17 | 9 | 2 | 4 | 6 | 6 | 5 | - | 6 | 7 | 16 | 8 | 6 |
| 13 | 98 | 42 | 50 | 45 | 33 | 53 | 61 | 69 | 80 | 108 | 72 | - | 169 | 89 | 51 | 162 | 75 | 15 | 38 | 55 | 52 | 44 | - | 50 | 49 | 108 | 59 | 57 |
| 14 | 178 | 78 | 90 | 79 | 55 | 92 | 104 | 123 | 132 | 180 | 210 | - | 114 | 330 | 193 | 330 | 180 | 47 | 95 | 120 | 113 | 89 | - | 101 | 88 | 170 | 101 | 101 |
| 15 | 109 | 45 | 55 | 50 | 35 | 58 | 60 | 70 | 75 | 90 | 81 | - | 72 | 166 | 153 | 236 | 181 | 30 | 71 | 91 | 81 | 64 | - | 75 | 53 | 100 | 64 | 64 |
| 16 | 438 | 184 | 232 | 232 | 168 | 274 | 247 | 292 | 313 | 391 | 325 | - | 331 | 539 | 350 | 1,110 | 520 | 94 | 225 | 427 | 357 | 310 | - | 388 | 250 | 518 | 301 | 329 |
| 17 | 151 | 63 | 75 | 68 | 47 | 78 | 81 | 95 | 100 | 118 | 102 | - | 91 | 154 | 180 | 278 | 337 | 49 | 118 | 112 | 105 | 89 | - | 102 | 72 | 139 | 86 | 83 |
| 18 | 27 | 11 | 13 | 12 | 8 | 14 | 15 | 17 | 18 | 22 | 22 | - | 16 | 31 | 33 | 46 | 34 | 13 | 34 | 19 | 18 | 15 | - | 17 | 13 | 24 | 15 | 14 |
| 19 | 64 | 27 | 32 | 29 | 19 | 34 | 35 | 41 | 43 | 50 | 46 | - | 38 | 70 | 70 | 114 | 83 | 25 | 104 | 60 | 45 | 35 | - | 40 | 31 | 56 | 37 | 36 |
| 20 | 73 | 31 | 38 | 35 | 24 | 39 | 40 | 47 | 49 | 59 | 51 | - | 46 | 67 | 53 | 165 | 87 | 16 | 39 | 115 | 73 | 58 | - | 72 | 37 | 70 | 47 | 56 |
| 21 | 78 | 32 | 52 | 47 | 37 | 49 | 44 | 49 | 52 | 61 | 48 | - | 47 | 60 | 47 | 120 | 69 | 14 | 33 | 69 | 126 | 110 | - | 109 | 45 | 82 | 71 | 84 |
| 22 | 91 | 39 | 59 | 57 | 44 | 59 | 52 | 56 | 62 | 73 | 58 | - | 53 | 67 | 52 | 144 | 78 | 17 | 40 | 76 | 121 | 165 | - | 131 | 54 | 98 | 85 | 101 |
| 23 | 63 | 27 | 32 | 31 | 22 | 36 | 37 | 44 | 48 | 62 | 50 | - | 86 | 83 | 38 | 118 | 52 | 11 | 24 | 38 | 36 | 30 | - | 34 | 33 | 77 | 40 | 37 |
| 24 | 50 | 21 | 31 | 30 | 23 | 33 | 29 | 32 | 34 | 41 | 33 | - | 32 | 46 | 37 | 100 | 55 | 10 | 25 | 63 | 56 | 58 | - | 86 | 30 | 56 | 44 | 61 |
| 25 | 253 | 112 | 174 | 135 | 85 | 188 | 202 | 200 | 228 | 143 | 114 | - | 85 | 116 | 72 | 202 | 107 | 23 | 53 | 78 | 82 | 75 | - | 83 | 249 | 257 | 164 | 89 |
| 26 | 449 | 206 | 283 | 312 | 259 | 392 | 305 | 376 | 422 | 351 | 287 | - | 246 | 297 | 188 | 581 | 280 | 59 | 134 | 204 | 197 | 186 | - | 214 | 413 | 931 | 430 | 247 |
| 27 | 239 | 102 | 165 | 206 | 313 | 229 | 152 | 159 | 172 | 163 | 131 | - | 111 | 141 | 88 | 264 | 137 | 28 | 68 | 112 | 129 | 116 | - | 125 | 185 | 433 | 435 | 133 |
| 28 | 70 | 30 | 46 | 46 | 34 | 51 | 42 | 48 | 51 | 63 | 47 | - | 51 | 58 | 39 | 152 | 58 | 12 | 28 | 59 | 62 | 59 | - | 77 | 46 | 89 | 65 | 103 |

หมายเหตุ: ความเข้มของพื้นหลังแต่ละคู่ลำดับแสดงถึงความหนาแน่นของปริมาณการเดินทางระหว่างพื้นที่ศึกษาย่อยในคู่ลำดับนั้น ๆ

ตารางที่ 2-10 ปริมาณการเดินทางที่เกิดขึ้นในแต่ละคู่พื้นที่ศึกษาย่อยนอกช่วงเวลาเร่งด่วนของวันธรรมดา

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 |
|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-----|----|-----|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-------|-----|-----|
| 1 | 531 | 477 | 570 | 356 | 202 | 270 | 482 | 582 | 433 | 300 | 431 | 114 | 77 | 300 | 336 | 671 | 249 | 28 | 93 | 125 | 182 | 142 | 722 | 119 | 679 | 1,665 | 254 | 142 |
| 2 | 207 | 318 | 257 | 159 | 90 | 123 | 233 | 268 | 199 | 132 | 188 | 49 | 34 | 127 | 145 | 285 | 104 | 12 | 40 | 54 | 78 | 61 | 308 | 50 | 298 | 746 | 112 | 61 |
| 3 | 259 | 433 | 622 | 256 | 135 | 206 | 289 | 376 | 252 | 176 | 258 | 65 | 43 | 169 | 193 | 389 | 139 | 16 | 52 | 73 | 125 | 94 | 409 | 76 | 466 | 1,080 | 175 | 95 |
| 4 | 174 | 243 | 380 | 379 | 192 | 232 | 230 | 274 | 203 | 154 | 225 | 58 | 39 | 154 | 176 | 373 | 129 | 15 | 48 | 69 | 117 | 91 | 381 | 74 | 393 | 1,148 | 201 | 93 |
| 5 | 128 | 171 | 232 | 240 | 233 | 152 | 169 | 193 | 143 | 122 | 178 | 46 | 31 | 121 | 137 | 296 | 100 | 11 | 37 | 56 | 98 | 77 | 303 | 62 | 289 | 1,003 | 260 | 76 |
| 6 | 214 | 294 | 414 | 356 | 186 | 293 | 308 | 345 | 257 | 181 | 254 | 69 | 46 | 173 | 203 | 422 | 144 | 16 | 55 | 75 | 123 | 96 | 449 | 80 | 496 | 1,353 | 219 | 102 |
| 7 | 235 | 331 | 410 | 247 | 136 | 203 | 353 | 421 | 313 | 187 | 261 | 68 | 47 | 177 | 195 | 388 | 143 | 16 | 53 | 72 | 107 | 83 | 426 | 69 | 491 | 1,087 | 167 | 86 |
| 8 | 232 | 338 | 340 | 210 | 123 | 171 | 288 | 619 | 342 | 215 | 286 | 78 | 54 | 194 | 220 | 440 | 157 | 18 | 59 | 81 | 117 | 89 | 486 | 76 | 463 | 1,190 | 166 | 94 |
| 9 | 224 | 305 | 377 | 213 | 136 | 173 | 291 | 378 | 401 | 230 | 349 | 83 | 57 | 211 | 230 | 462 | 168 | 19 | 62 | 85 | 122 | 95 | 514 | 79 | 543 | 1,369 | 176 | 98 |
| 10 | 193 | 254 | 315 | 203 | 128 | 149 | 233 | 322 | 307 | 371 | 442 | 121 | 77 | 262 | 265 | 543 | 192 | 21 | 70 | 97 | 138 | 104 | 622 | 90 | 409 | 1,237 | 166 | 115 |
| 11 | 165 | 223 | 260 | 173 | 108 | 130 | 190 | 291 | 262 | 264 | 509 | 110 | 64 | 253 | 230 | 448 | 157 | 19 | 59 | 81 | 113 | 86 | 502 | 74 | 327 | 1,061 | 145 | 92 |
| 12 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 13 | 126 | 162 | 209 | 141 | 92 | 105 | 158 | 199 | 148 | 149 | 226 | 60 | 75 | 177 | 194 | 419 | 130 | 14 | 46 | 66 | 93 | 69 | 611 | 61 | 269 | 992 | 119 | 80 |
| 14 | 175 | 229 | 284 | 189 | 119 | 143 | 208 | 278 | 230 | 205 | 392 | 82 | 74 | 396 | 400 | 679 | 223 | 27 | 87 | 107 | 138 | 103 | 761 | 99 | 361 | 1,189 | 159 | 110 |
| 15 | 120 | 155 | 193 | 128 | 79 | 96 | 140 | 188 | 157 | 133 | 241 | 55 | 44 | 252 | 383 | 462 | 250 | 26 | 79 | 83 | 106 | 79 | 415 | 77 | 239 | 796 | 106 | 75 |
| 16 | 311 | 408 | 506 | 363 | 232 | 268 | 372 | 497 | 369 | 372 | 537 | 149 | 118 | 496 | 629 | 1,359 | 410 | 45 | 151 | 239 | 273 | 212 | 1,198 | 206 | 649 | 2,161 | 300 | 240 |
| 17 | 183 | 232 | 295 | 196 | 122 | 147 | 215 | 280 | 208 | 199 | 302 | 78 | 59 | 263 | 440 | 690 | 385 | 30 | 102 | 131 | 158 | 118 | 586 | 115 | 357 | 1,128 | 163 | 116 |
| 18 | 39 | 49 | 63 | 40 | 26 | 30 | 45 | 60 | 49 | 43 | 77 | 17 | 13 | 66 | 73 | 129 | 63 | 9 | 26 | 25 | 32 | 25 | 120 | 22 | 75 | 233 | 33 | 23 |
| 19 | 93 | 118 | 150 | 99 | 61 | 74 | 108 | 142 | 114 | 99 | 172 | 39 | 30 | 144 | 189 | 314 | 153 | 24 | 92 | 61 | 77 | 60 | 280 | 54 | 179 | 550 | 81 | 56 |
| 20 | 133 | 169 | 215 | 147 | 95 | 111 | 156 | 204 | 151 | 145 | 220 | 57 | 43 | 191 | 251 | 544 | 169 | 19 | 74 | 141 | 142 | 110 | 427 | 114 | 260 | 821 | 128 | 104 |
| 21 | 136 | 172 | 235 | 160 | 104 | 114 | 157 | 207 | 153 | 143 | 218 | 56 | 42 | 183 | 233 | 482 | 162 | 18 | 61 | 105 | 208 | 140 | 408 | 105 | 267 | 829 | 139 | 107 |
| 22 | 117 | 152 | 210 | 149 | 99 | 102 | 136 | 183 | 136 | 125 | 184 | 49 | 37 | 154 | 197 | 432 | 142 | 16 | 51 | 88 | 187 | 169 | 359 | 105 | 248 | 757 | 128 | 103 |
| 23 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 24 | 130 | 165 | 223 | 160 | 108 | 118 | 153 | 200 | 148 | 143 | 210 | 54 | 41 | 174 | 225 | 478 | 161 | 18 | 57 | 106 | 223 | 150 | 407 | 163 | 275 | 859 | 139 | 126 |
| 25 | 216 | 283 | 376 | 227 | 133 | 204 | 307 | 357 | 265 | 172 | 231 | 62 | 42 | 158 | 185 | 383 | 131 | 15 | 50 | 68 | 111 | 84 | 408 | 73 | 574 | 1,229 | 184 | 92 |
| 26 | 287 | 386 | 478 | 389 | 272 | 328 | 364 | 477 | 354 | 348 | 465 | 132 | 86 | 307 | 343 | 789 | 249 | 28 | 90 | 125 | 202 | 158 | 806 | 134 | 723 | 2,512 | 351 | 175 |
| 27 | 195 | 258 | 362 | 295 | 267 | 209 | 238 | 316 | 235 | 200 | 280 | 73 | 51 | 198 | 224 | 485 | 164 | 18 | 61 | 91 | 161 | 126 | 496 | 102 | 473 | 1,494 | 401 | 125 |
| 28 | 132 | 167 | 226 | 162 | 109 | 120 | 155 | 202 | 150 | 145 | 212 | 57 | 44 | 168 | 197 | 452 | 137 | 15 | 52 | 87 | 158 | 114 | 411 | 110 | 278 | 917 | 141 | 148 |

หมายเหตุ: ความเข้มของพื้นหลังแต่ละคู่ลำดับแสดงถึงความหนาแน่นของปริมาณการเดินทางระหว่างพื้นที่ศึกษาย่อยในคู่ลำดับนั้น ๆ

ตารางที่ 2-11 ปริมาณการเดินทางที่เกิดขึ้นในแต่ละคู่พื้นที่ศึกษาย่อยในวันหยุด

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 |
|----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-------|-----|-----|
| 1 | 1,278 | 832 | 665 | 396 | 443 | 265 | 367 | 965 | 694 | 420 | 436 | 196 | 227 | 558 | 750 | 1,369 | 556 | 80 | 172 | 101 | 200 | 271 | 726 | 240 | 552 | 1,669 | 414 | 519 |
| 2 | 489 | 634 | 292 | 173 | 201 | 118 | 185 | 466 | 330 | 189 | 187 | 85 | 98 | 246 | 327 | 584 | 235 | 34 | 74 | 44 | 84 | 118 | 312 | 101 | 246 | 764 | 179 | 227 |
| 3 | 587 | 848 | 857 | 299 | 305 | 206 | 220 | 652 | 401 | 245 | 262 | 110 | 126 | 308 | 424 | 784 | 304 | 44 | 93 | 58 | 133 | 186 | 404 | 156 | 393 | 1,105 | 296 | 356 |
| 4 | 361 | 442 | 468 | 507 | 489 | 245 | 181 | 435 | 312 | 221 | 225 | 99 | 118 | 282 | 401 | 800 | 284 | 41 | 89 | 55 | 131 | 182 | 397 | 153 | 324 | 1,225 | 363 | 359 |
| 5 | 258 | 280 | 264 | 299 | 666 | 151 | 120 | 293 | 211 | 167 | 168 | 78 | 93 | 218 | 298 | 601 | 218 | 31 | 66 | 43 | 111 | 145 | 298 | 122 | 231 | 1,091 | 534 | 292 |
| 6 | 463 | 519 | 512 | 460 | 463 | 324 | 240 | 544 | 412 | 256 | 257 | 119 | 136 | 321 | 457 | 923 | 322 | 46 | 101 | 60 | 137 | 190 | 458 | 167 | 429 | 1,485 | 398 | 393 |
| 7 | 532 | 616 | 515 | 293 | 316 | 207 | 291 | 715 | 542 | 272 | 272 | 120 | 137 | 337 | 442 | 802 | 313 | 46 | 98 | 59 | 116 | 162 | 437 | 141 | 431 | 1,144 | 268 | 322 |
| 8 | 514 | 639 | 396 | 232 | 271 | 153 | 207 | 1,082 | 633 | 300 | 297 | 132 | 158 | 366 | 476 | 869 | 336 | 50 | 105 | 63 | 121 | 168 | 478 | 146 | 404 | 1,281 | 278 | 334 |
| 9 | 484 | 536 | 448 | 234 | 305 | 162 | 219 | 602 | 720 | 342 | 381 | 149 | 179 | 408 | 528 | 969 | 370 | 55 | 116 | 70 | 133 | 185 | 537 | 162 | 474 | 1,485 | 295 | 371 |
| 10 | 386 | 411 | 344 | 213 | 273 | 137 | 160 | 474 | 494 | 610 | 499 | 236 | 208 | 520 | 612 | 1,154 | 421 | 62 | 131 | 80 | 151 | 202 | 663 | 186 | 319 | 1,261 | 279 | 436 |
| 11 | 345 | 382 | 283 | 183 | 231 | 111 | 129 | 440 | 425 | 415 | 631 | 219 | 156 | 570 | 540 | 951 | 359 | 61 | 116 | 68 | 119 | 166 | 532 | 150 | 241 | 1,026 | 224 | 330 |
| 12 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 13 | 247 | 264 | 211 | 143 | 185 | 93 | 102 | 276 | 210 | 220 | 228 | 103 | 307 | 334 | 475 | 936 | 317 | 44 | 97 | 61 | 114 | 150 | 812 | 142 | 193 | 874 | 190 | 345 |
| 14 | 328 | 346 | 289 | 187 | 238 | 119 | 133 | 378 | 346 | 292 | 412 | 146 | 190 | 847 | 997 | 1,477 | 516 | 82 | 167 | 87 | 145 | 193 | 827 | 202 | 261 | 1,075 | 242 | 399 |
| 15 | 218 | 228 | 191 | 123 | 154 | 77 | 86 | 247 | 219 | 180 | 256 | 94 | 113 | 514 | 884 | 979 | 557 | 82 | 160 | 68 | 112 | 149 | 412 | 159 | 167 | 700 | 155 | 276 |
| 16 | 570 | 605 | 506 | 360 | 468 | 235 | 233 | 661 | 480 | 490 | 513 | 246 | 348 | 942 | 1,484 | 2,997 | 935 | 128 | 281 | 204 | 290 | 404 | 1,231 | 428 | 482 | 2,091 | 454 | 997 |
| 17 | 335 | 340 | 284 | 189 | 238 | 119 | 134 | 368 | 279 | 255 | 272 | 125 | 168 | 519 | 1,088 | 1,457 | 1,001 | 90 | 197 | 110 | 167 | 221 | 572 | 236 | 249 | 1,041 | 241 | 411 |
| 18 | 77 | 80 | 67 | 43 | 53 | 27 | 31 | 86 | 75 | 64 | 84 | 31 | 36 | 141 | 200 | 289 | 166 | 33 | 60 | 22 | 36 | 50 | 127 | 49 | 58 | 236 | 54 | 89 |
| 19 | 177 | 184 | 154 | 98 | 123 | 61 | 69 | 199 | 167 | 130 | 182 | 63 | 87 | 280 | 461 | 665 | 383 | 82 | 217 | 51 | 83 | 116 | 278 | 113 | 128 | 519 | 123 | 205 |
| 20 | 244 | 255 | 213 | 147 | 195 | 93 | 100 | 276 | 209 | 192 | 204 | 94 | 126 | 363 | 599 | 1,210 | 394 | 55 | 148 | 136 | 164 | 211 | 429 | 261 | 187 | 781 | 199 | 403 |
| 21 | 254 | 264 | 250 | 167 | 221 | 98 | 99 | 285 | 209 | 191 | 206 | 93 | 122 | 347 | 551 | 1,051 | 376 | 53 | 116 | 94 | 272 | 313 | 410 | 237 | 196 | 765 | 225 | 423 |
| 22 | 220 | 229 | 220 | 155 | 212 | 87 | 86 | 248 | 188 | 163 | 175 | 79 | 105 | 284 | 451 | 929 | 324 | 45 | 95 | 77 | 240 | 404 | 353 | 242 | 181 | 725 | 206 | 408 |
| 23 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 24 | 241 | 253 | 229 | 163 | 226 | 100 | 97 | 276 | 201 | 187 | 198 | 87 | 117 | 317 | 514 | 1,122 | 365 | 51 | 105 | 92 | 240 | 334 | 398 | 339 | 198 | 817 | 219 | 509 |
| 25 | 468 | 542 | 453 | 257 | 300 | 205 | 239 | 628 | 430 | 255 | 228 | 106 | 127 | 296 | 404 | 816 | 285 | 42 | 89 | 56 | 121 | 168 | 405 | 148 | 516 | 1,480 | 318 | 348 |
| 26 | 561 | 615 | 514 | 430 | 625 | 313 | 268 | 686 | 520 | 492 | 465 | 230 | 253 | 555 | 746 | 1,629 | 539 | 76 | 159 | 103 | 216 | 301 | 883 | 269 | 579 | 3,167 | 702 | 655 |
| 27 | 401 | 430 | 421 | 352 | 594 | 206 | 168 | 473 | 359 | 283 | 285 | 126 | 151 | 356 | 506 | 1,023 | 357 | 53 | 112 | 73 | 189 | 263 | 508 | 220 | 393 | 1,645 | 696 | 497 |
| 28 | 248 | 261 | 236 | 168 | 233 | 103 | 100 | 284 | 216 | 193 | 204 | 95 | 128 | 308 | 439 | 958 | 302 | 43 | 94 | 73 | 189 | 264 | 410 | 250 | 216 | 903 | 226 | 634 |

หมายเหตุ: ความเข้มของพื้นหลังแต่ละคู่ลำดับแสดงถึงความหนาแน่นของปริมาณการเดินทางระหว่างพื้นที่ศึกษาย่อยในคู่ลำดับนั้น ๆ

2.3.3 แบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง (Modal Split)

แบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง เป็นแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นเพื่ออธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการพิจารณาเลือก “รูปแบบการเดินทาง” จากพื้นที่ศึกษาย่อยหนึ่งไปอีกพื้นที่ศึกษาย่อยหนึ่งของผู้เดินทาง เช่น การเลือกใช้พาหนะส่วนตัวหรือระบบขนส่งสาธารณะ เป็นต้น ซึ่งโดยทั่วไปนิยมวิเคราะห์เป็นแบบจำลองย่อย (Disaggregate Model) ผ่านแบบจำลองโลจิสต์ (Logit Model) ที่ประกอบด้วยฟังก์ชันอรรถประโยชน์ของรูปแบบในการเดินทางประเภทต่าง ๆ แล้วนำมาเปรียบเทียบกัน หากรูปแบบการเดินทางใดมีค่าอรรถประโยชน์สูงสุด แสดงว่ามีความน่าจะเป็นที่ถูกเลือกมากที่สุด

ประเภทของการเลือกรูปแบบการเดินทางมีได้ตั้งแต่ 2 รูปแบบ (Binomial Logit Model) จนกระทั่งการเลือกหลายรูปแบบ (Multinomial Logit Model) รวมถึงรูปแบบการเดินทางแบบมีลำดับชั้น (Nested Logit Model)

สิ่งที่มีความสำคัญที่เป็นปัจจัยกำหนดทางเลือกรูปแบบการเดินทางในแบบจำลองโลจิสต์ คือ “อรรถประโยชน์ (Utility)” ซึ่งหมายถึง ความพึงพอใจที่ผู้เดินทางได้รับจากการเลือกรูปแบบการเดินทางนั้น ๆ โดยทั่วไป ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อระดับความพึงพอใจหรืออรรถประโยชน์ของผู้เดินทาง ได้แก่ (1) คุณลักษณะของการเดินทางแต่ละรูปแบบ เช่น ค่าใช้จ่าย ระยะทาง ระยะเวลา ความน่าเชื่อถือของเวลาเดินทาง ความสะดวกสบาย เป็นต้น (2) คุณลักษณะหรือลักษณะการเศรษฐกิจและสังคมของผู้เดินทาง เช่น เพศ อายุ รายได้ ระดับการศึกษา อาชีพ การครอบครองยานพาหนะ และ (3) คุณสมบัติของการเดินทางเอง เช่น วัตถุประสงค์ของการเดินทาง เวลาที่ออกเดินทาง ความถี่ของการเดินทาง จำนวนผู้ร่วมเดินทาง ปริมาณสัมภาระที่ต้องขนระหว่างเดินทาง เป็นต้น

โดยผลลัพธ์หลักของแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง คือ จำนวนเที่ยวการเดินทางของผู้ใช้รูปแบบการขนส่งประเภทต่าง ๆ ได้แก่ รถยนต์ รถจักรยานยนต์ ระบบขนส่งสาธารณะ (รถสองแถว) และร้อยละของรูปแบบการเดินทางแต่ละประเภทเมื่อเปรียบเทียบกับการเดินทางทั้งหมด จำแนกตาม 4 ช่วงเวลา คือ ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้าวันธรรมดา (05.00 น. ถึง 10.00 น.) ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็นวันธรรมดา (16.00 น. ถึง 21.00 น.) นอกช่วงเวลาเร่งด่วนวันธรรมดา (10.00 น. ถึง 16.00 และเวลา 21.00 น. ถึง 05.00 น.) และวันหยุดตลอดทั้งวัน

แบบจำลองการแจกแจงเส้นทางการเดินทาง (Trip Assignment)

ขั้นตอนสุดท้ายของแบบจำลองต่อเนื่อง 4 ขั้นตอนก็คือ การแจกแจงการเดินทางของแต่ละประเภทการเดินทางไปยังเส้นทางจริงที่เชื่อมโยงระหว่างจุดต้นทาง-ปลายทางแต่ละคู่ในโครงข่ายระบบขนส่งของการเดินทางแต่ละประเภท การแจกแจงการเดินทางในโครงข่ายการขนส่งขนาดเล็กอาจทำได้โดยใช้บุคคลเป็นผู้ดำเนินการ อย่างไรก็ตาม ในความเป็นจริงพบว่าโครงข่ายการขนส่งของเมืองมีความซับซ้อนเกินที่มนุษย์จะสามารถวิเคราะห์ได้ในเวลาที่จำกัด ในทางปฏิบัติจึงมักทำการวิเคราะห์การแจกแจงการเดินทางโดยใช้โปรแกรมประมวลผลเป็นเครื่องมือช่วยในการวิเคราะห์ (Computer-Based Analysis)

แบบจำลองสำหรับพิจารณาปริมาณการเดินทางของแต่ละรูปแบบการเดินทางจากพื้นที่หนึ่งไปอีกพื้นที่หนึ่งของแต่ละคู่สายทางในโครงข่าย หรือการหาเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดในการเดินทาง โดยนิยามพยากรณ์ด้วยการประยุกต์ใช้วิธีสมดุลของผู้เดินทาง (User Equilibrium) ซึ่งมีสมมติฐานว่า “เวลาในการเดินทางบนเส้นทางทุกเส้นทางที่ถูกใช้จะมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับเวลาบนเส้นทางใด ๆ ที่ไม่ถูกใช้” (Wardrop, 1952) จึงต้องพิจารณาระยะเวลาในการเดินทางหรือค่าใช้จ่ายในการเดินทางของแต่ละคู่สายทาง

ภายใต้หลักการ จุดสมดุลของผู้เดินทางผู้เดินทางจะไม่สามารถปรับการเดินทางโดยเลือกเส้นทางใหม่ที่มีปัจจัยด้านทานการเดินทางน้อยกว่าเส้นทางที่ได้เลือกไปแล้วได้ การเลือกเส้นทางจึงตั้งอยู่บนสมมติฐานที่ว่า ผู้เดินทางแต่ละคนได้เลือกเส้นทางที่ดีที่สุด (ตามที่รับรู้ข้อมูล) ที่มีค่าใช้จ่ายหรือเวลาในการเดินทางน้อยที่สุดหรือเหมาะสมที่สุดแล้ว หลักการจุดสมดุลนี้จะตรงข้ามกับการวิเคราะห์การแจกแจงการเดินทางโดยหลักการระบบที่เหมาะสม (System Optimization) ซึ่งมีสมมติฐานว่าผู้ใช้ระบบขนส่งจะถูกแจกแจงไปในเส้นทางที่มีปัจจัยด้านทานเดินทาง อาทิ เวลา หรือค่าใช้จ่ายในการเดินทาง ฯลฯ ที่น้อยที่สุดซึ่งได้จากการวิเคราะห์โครงข่ายการขนส่งทั่วทั้งพื้นที่ศึกษา

ผลลัพธ์ของการวิเคราะห์เป็นความต้องการเดินทางที่แจ่มแจ้งให้กับเครือข่ายการขนส่งจากแบบจำลองที่สร้างขึ้น โดยเป็นการกระจายความต้องการการเดินทางตั้งแต่พื้นที่ศึกษาย่อยที่ 1 (TAZ1) ไปถึง พื้นที่ศึกษาย่อยที่ 28 (TAZ28) ลงบนถนนหลักจำนวน 22 ถนนในพื้นที่ของเขตเทศบาลนครราชสีมา และจำแนกเป็น 2 ช่วงเวลา คือ วันธรรมดา (Weekday) และวันหยุด (Weekend)

ตารางที่ 2-12 ถนนทั้ง 22 เส้นที่ใช้ในแบบจำลองการแจกแจงเส้นทางการเดินทาง

| | ถนน | จำนวนช่องทางจราจร (ไป-กลับ) | ระยะทาง (กม.) |
|----|-----------------------------|-----------------------------|---------------|
| 1 | ถนนมิตรภาพ | 10 | 16.15 |
| 2 | ถนนราชสีมา-โชคชัย | 8 | 8.5 |
| 3 | ถนนสุรนารายณ์ | 6 | 7 |
| 4 | สาย 1120 | 4 | 5.85 |
| 5 | สาย 204 | 4 | 1.9 |
| 6 | สาย 304 | 8 | 2.5 |
| 7 | ถนนศิรินคร | 6 | 1.2 |
| 8 | ถนนสีปรี | 4 | 2.37 |
| 9 | ถนนร่วมแจ้งไชย | 4 | 1.68 |
| 10 | ถนนริมบึง | 4 | 1.19 |
| 11 | ถนนเดชอุดม | 4 | 1.62 |
| 12 | ถนนมานะศิลป์ | 4 | 1.24 |
| 13 | ถนนมุขมนตรี | 4 | 3.4 |
| 14 | ถนนพิบูลละเียด | 4 | 1.35 |
| 15 | ถนนสุรนารี | 4 | 1.62 |
| 16 | ถนนโพธิ์กลาง | 4 | 1.54 |
| 17 | ถนนจอมสุรางค์ยาตร์ | 4 | 1.64 |
| 18 | ถนนช้างเผือก | 2 | 1.75 |
| 19 | ถนนสุรนารายณ์ ซอย 13 | 4 | 1.10 |
| 20 | ถนนอักษะวงศ์ | 4 | 1.72 |
| 21 | ถนนมหาไถย | 2 | 1.71 |
| 22 | ถนนรอบอนุสาวรีย์ท้าวสุรนารี | 8 | 1.59 |

สำหรับการกระจายปริมาณยานพาหนะทั้ง 3 ประเภทได้แก่ รถยนต์ส่วนบุคคล (PC) รถจักรยานยนต์ส่วนบุคคล (MC) และรถขนส่งสาธารณะ (PT) ลงบนถนนทั้ง 22 ถนนในพื้นที่ของเขตเทศบาลนครราชสีมา เริ่มจากการสร้างตารางการเข้าถึงพื้นที่ (Accessibility) ของแต่ละถนนที่ใช้เดินทางเพื่อเชื่อมต่อแต่ละคู่พื้นที่ย่อยดังแสดงในตารางที่ 2-13

จากนั้นนำมาวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลจำนวนช่องทางจราจร (เลน) ในแต่ละถนน และปริมาณการเดินทางที่เกิดขึ้นในแต่ละคู่พื้นที่ย่อย โดยปริมาณการจราจรของแต่ละถนนในวันธรรมดาและวันหยุดจำแนกตามประเภทของยานพาหนะแสดงในตารางที่ 2-14

ตารางที่ 2-13 ความเชื่อมโยงระหว่างถนนทั้ง 22 เส้นกับ 28 พื้นที่การศึกษาย่อย

| พื้นที่การศึกษาย่อย | ถนนมิตรภาพ | ถ.ราชสีมา-โชคชัย | ถ.สุรนารายณ์ | 1120 | 204 | 304 | ถ.ศิรินคร | ถ.สีปรี | ถ.ร่วมรังไชย | ถ.ริมบึง | ถ.เดชอุดม | ถ.มานะศิลป์ | ถ.มขมนตรี | ถ.พิบูลละเอียด | ถ.สุรนารี | ถ.โพธิ์กลาง | ถ.จอมสุรางค์ยาตร์ | ถ.ช้างเผือก | ถ.สุรนารายณ์ ซอย 13 | ถ.อภัยวงศ์ | ถ.มหาไถไทย | ถ.รอบนอกสุรนารี | |
|---------------------|------------|------------------|--------------|------|-----|-----|-----------|---------|--------------|----------|-----------|-------------|-----------|----------------|-----------|-------------|-------------------|-------------|---------------------|------------|------------|-----------------|---|
| TAZ01 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TAZ02 | 1 | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TAZ03 | 1 | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| TAZ04 | | | | | | | | | 1 | | 1 | | | | | | | | | | | | |
| TAZ05 | | | | | | | | | 1 | | 1 | | | 1 | | | | | | | | | |
| TAZ06 | | | | | | | 1 | | | | 1 | | 1 | 1 | | | 1 | | | | | | |
| TAZ07 | 1 | | | | 1 | 1 | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | |
| TAZ08 | 1 | | | | 1 | 1 | | | | | | 1 | 1 | | | | | | | | | | |
| TAZ09 | 1 | | | 1 | 1 | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | |
| TAZ10 | 1 | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TAZ11 | 1 | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TAZ12 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TAZ13 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TAZ14 | 1 | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | |
| TAZ15 | 1 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | |
| TAZ16 | | 1 | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | | | 1 | 1 | 1 |
| TAZ17 | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | |
| TAZ18 | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | |
| TAZ19 | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | |
| TAZ20 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | |
| TAZ21 | | 1 | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | |
| TAZ22 | | 1 | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | |
| TAZ23 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | 1 |
| TAZ24 | | 1 | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | |
| TAZ25 | 1 | | | | | | 1 | | | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | |
| TAZ26 | 1 | 1 | | | | | | | | | | 1 | | | 1 | 1 | 1 | | | | 1 | 1 | 1 |
| TAZ27 | | | | | | | | | | 1 | 1 | | | 1 | | | 1 | | | | 1 | 1 | 1 |
| TAZ28 | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | |

หมายเหตุ: เลข 1 ในตารางหมายถึงถนนแต่ละเส้นสามารถในเดินทางเพื่อเข้าถึงพื้นที่การศึกษาย่อยนั้น ๆ ได้ เช่น ทางหลวงหมายเลข 1120 สามารถใช้ในการเดินทางเพื่อเข้าถึงพื้นที่การศึกษาย่อยที่ 9, 10, 11 และ 14 ได้ ดังนั้นการเดินทางระหว่างพื้นที่การศึกษาย่อยที่ 9, 10, 11 และ 14 สามารถเชื่อมต่อกันได้โดยใช้เพียงทางหลวงหมายเลข 1120

ตารางที่ 2-14 ปริมาณการจราจรของแต่ละถนนในวันธรรมดาและวันหยุดจำแนกตามประเภทของยานพาหนะ (คันต่อวัน)

(ก) วันธรรมดา

| | ปี พ.ศ. 2565 | | | ปี พ.ศ. 2570 | | | ปี พ.ศ. 2575 | | | ปี พ.ศ. 2580 | | | ปี พ.ศ. 2585 | | |
|----------------------------|----------------|----------------|---------------|----------------|----------------|---------------|----------------|----------------|---------------|---------------|----------------|---------------|---------------|----------------|---------------|
| | PC | MC | PT | PC | MC | PT | PC | MC | PT | PC | MC | PT | PC | MC | PT |
| ถนนมิตรภาพ | 59,520 | 78,475 | 19,966 | 59,001 | 77,796 | 19,791 | 58,510 | 77,158 | 19,625 | 58,066 | 76,581 | 19,475 | 57,604 | 75,981 | 19,319 |
| ถ.ราชสีมา-โชคชัย | 20,535 | 43,464 | 7,274 | 20,356 | 43,088 | 7,211 | 20,187 | 42,735 | 7,150 | 20,034 | 42,415 | 7,096 | 19,875 | 42,083 | 7,039 |
| ถ.สุรนารายณ์ | 1,783 | 5,086 | 835 | 1,768 | 5,042 | 828 | 1,754 | 5,001 | 821 | 1,741 | 4,964 | 815 | 1,727 | 4,926 | 809 |
| 1120 | 614 | 1,503 | 320 | 609 | 1,490 | 317 | 604 | 1,477 | 314 | 600 | 1,466 | 312 | 595 | 1,455 | 309 |
| 204 | 203 | 504 | 348 | 201 | 500 | 345 | 199 | 496 | 342 | 198 | 492 | 339 | 196 | 488 | 336 |
| 304 | 1,380 | 2,079 | 435 | 1,368 | 2,061 | 432 | 1,357 | 2,044 | 428 | 1,347 | 2,028 | 425 | 1,337 | 2,012 | 421 |
| ถ.ศิรินคร | 61 | 172 | 26 | 60 | 171 | 26 | 60 | 170 | 25 | 59 | 168 | 25 | 59 | 167 | 25 |
| ถ.สีปศุ | 1,387 | 2,923 | 316 | 1,375 | 2,897 | 313 | 1,364 | 2,873 | 311 | 1,354 | 2,852 | 308 | 1,344 | 2,829 | 306 |
| ถ.ร่วมรังไชย | 3,867 | 6,481 | 761 | 3,834 | 6,426 | 755 | 3,802 | 6,374 | 748 | 3,773 | 6,327 | 743 | 3,743 | 6,278 | 737 |
| ถ.วิมบุ่ง | 2,555 | 5,618 | 1,788 | 2,533 | 5,570 | 1,772 | 2,513 | 5,525 | 1,757 | 2,494 | 5,484 | 1,743 | 2,474 | 5,442 | 1,729 |
| ถ.เดชอุดม | 1,106 | 3,821 | 159 | 1,097 | 3,789 | 158 | 1,088 | 3,758 | 156 | 1,080 | 3,730 | 155 | 1,072 | 3,702 | 154 |
| ถ.มานะศิลป์ | 379 | 670 | 332 | 375 | 664 | 329 | 372 | 659 | 326 | 369 | 654 | 324 | 366 | 649 | 321 |
| ถ.มูขมมนตรี | 1,883 | 4,883 | 1,146 | 1,867 | 4,840 | 1,136 | 1,851 | 4,800 | 1,126 | 1,837 | 4,764 | 1,117 | 1,823 | 4,726 | 1,108 |
| ถ.พิบูลลະເຢີຍດ | 331 | 1,574 | 113 | 328 | 1,560 | 112 | 326 | 1,548 | 111 | 323 | 1,536 | 110 | 321 | 1,525 | 110 |
| ถ.สุรนารี | 296 | 916 | 157 | 293 | 908 | 156 | 291 | 900 | 154 | 289 | 894 | 153 | 286 | 887 | 152 |
| ถ.โพธิ์กลาง | 296 | 916 | 157 | 293 | 908 | 156 | 291 | 900 | 154 | 289 | 894 | 153 | 286 | 887 | 152 |
| ถ.จอมสุรางค์ยาตร์ | 1,470 | 3,762 | 383 | 1,457 | 3,729 | 380 | 1,446 | 3,698 | 377 | 1,435 | 3,670 | 374 | 1,424 | 3,641 | 371 |
| ถ.ช้างเผือก | 619 | 1,099 | 70 | 613 | 1,089 | 70 | 608 | 1,080 | 69 | 603 | 1,072 | 69 | 599 | 1,064 | 68 |
| ถ.สุรนารายณ์ ซอย 13 | 51 | 111 | 4 | 50 | 110 | 4 | 50 | 110 | 4 | 50 | 109 | 4 | 49 | 108 | 4 |
| ถ.ชัยภูงค์ | 1,338 | 4,591 | 727 | 1,327 | 4,551 | 721 | 1,316 | 4,514 | 715 | 1,306 | 4,480 | 709 | 1,296 | 4,445 | 704 |
| ถ.มหาดไทย | 387 | 1,205 | 255 | 384 | 1,194 | 253 | 381 | 1,185 | 251 | 378 | 1,176 | 249 | 375 | 1,167 | 247 |
| ถ.รอบอนุสาวรีย์ท้าวสุรนารี | 2,371 | 5,188 | 881 | 2,351 | 5,142 | 874 | 2,331 | 5,100 | 866 | 2,314 | 5,061 | 860 | 2,295 | 5,021 | 853 |
| รวมทั้งหมด | 102,434 | 175,038 | 36,456 | 101,543 | 173,527 | 36,136 | 100,701 | 172,105 | 35,834 | 99,939 | 170,817 | 35,559 | 99,147 | 169,481 | 35,275 |

หมายเหตุ: PC คือ รถยนต์ส่วนบุคคล, MC คือ รถจักรยานยนต์ส่วนบุคคล และ PT คือ รถขนส่งสาธารณะ

(ข) วันหยุด

| | ปี พ.ศ. 2565 | | | ปี พ.ศ. 2570 | | | ปี พ.ศ. 2575 | | | ปี พ.ศ. 2580 | | | ปี พ.ศ. 2585 | | |
|---------------------------|---------------|----------------|---------------|---------------|----------------|---------------|---------------|----------------|--------------|---------------|----------------|---------------|---------------|----------------|---------------|
| | PC | MC | PT | PC | MC | PT | PC | MC | PT | PC | MC | PT | PC | MC | PT |
| ถนนมิตรภาพ | 49,185 | 58,053 | 18,529 | 48,805 | 57,605 | 18,386 | 48,467 | 57,206 | 18,259 | 48,162 | 56,846 | 18,144 | 49,478 | 56,473 | 18,025 |
| ถ.ราชสีมา-โชคชัย | 1,7447 | 32,498 | 9,200 | 17,313 | 32,248 | 9,129 | 17,193 | 32,025 | 9,066 | 17,085 | 31,823 | 9,009 | 18,528 | 31,615 | 8,950 |
| ถ.สุรนารายณ์ | 1,460 | 4,877 | 816 | 1,449 | 4,839 | 810 | 1,439 | 48,06 | 805 | 1,430 | 4,776 | 800 | 1,773 | 4,745 | 794 |
| 1120 | 607 | 1,164 | 385 | 602 | 1,155 | 382 | 598 | 1,147 | 379 | 594 | 1,140 | 377 | 529 | 1,132 | 374 |
| 204 | 174 | 371 | 408 | 173 | 368 | 405 | 172 | 366 | 402 | 171 | 363 | 400 | 240 | 361 | 397 |
| 304 | 1,551 | 1,100 | 653 | 1,539 | 1,092 | 648 | 1,529 | 1,084 | 644 | 1,519 | 1,077 | 640 | 1,151 | 1,070 | 635 |
| ถ.ศิรินคร | 80 | 80 | 0 | 80 | 80 | 0 | 79 | 79 | 0 | 79 | 79 | 0 | 26 | 78 | 0 |
| ถ.เสิบศิริ | 1,022 | 1,821 | 306 | 1,014 | 1,807 | 304 | 1,007 | 1,794 | 301 | 1,001 | 1,783 | 300 | 632 | 1,771 | 298 |
| ถ.ร่วมรังไชย | 3,108 | 4,392 | 915 | 3,084 | 4,359 | 908 | 3,063 | 4,329 | 902 | 3,044 | 4,301 | 896 | 3,254 | 4,273 | 890 |
| ถ.วิมบุ่ง | 2,321 | 5,410 | 2,386 | 2,303 | 5,368 | 2,368 | 2,287 | 5,331 | 2,351 | 2,273 | 5,298 | 2,337 | 2,662 | 52.63 | 2,321 |
| ถ.เดชอุดม | 1,354 | 1,924 | 241 | 1,344 | 1,909 | 239 | 1,335 | 1,896 | 238 | 1,326 | 1,884 | 236 | 428 | 1,872 | 235 |
| ถ.มานะศิลป์ | 320 | 708 | 104 | 317 | 702 | 103 | 315 | 697 | 102 | 313 | 693 | 102 | 350 | 689 | 101 |
| ถ.มุขมนตรี | 1,712 | 1,974 | 1,401 | 1,699 | 1,958 | 1,390 | 1,687 | 1,945 | 1,381 | 1,677 | 1,933 | 1,372 | 1,136 | 1,920 | 1,363 |
| ถ.พิบูลละเหยียด | 494 | 947 | 11 | 490 | 939 | 11 | 487 | 933 | 11 | 484 | 927 | 11 | 103 | 921 | 11 |
| ถ.สุรนารี | 203 | 613 | 171 | 202 | 608 | 170 | 200 | 604 | 168 | 199 | 600 | 167 | 205 | 596 | 166 |
| ถ.โพธิ์กลาง | 203 | 613 | 171 | 202 | 608 | 170 | 200 | 604 | 168 | 199 | 600 | 167 | 205 | 596 | 166 |
| ถ.จอมสุรางค์ยาตร์ | 1,235 | 2,109 | 622 | 1,225 | 2,093 | 617 | 1,217 | 2,078 | 613 | 1,209 | 2,065 | 609 | 857 | 2,051 | 605 |
| ถ.ช้างเผือก | 270 | 1,198 | 151 | 268 | 1,188 | 150 | 266 | 1,180 | 149 | 264 | 1,173 | 148 | 528 | 1,165 | 147 |
| ถ.สุรนารายณ์ ซอย 13 | 19 | 42 | 96 | 19 | 41 | 96 | 18 | 41 | 95 | 18 | 41 | 94 | 61 | 41 | 94 |
| ถ.อัมพภาค | 1,045 | 3,207 | 638 | 1,037 | 3,182 | 633 | 1,030 | 3,160 | 628 | 1,024 | 3,140 | 624 | 997 | 3,119 | 620 |
| ถ.มหาตไทย | 250 | 785 | 225 | 248 | 779 | 223 | 246 | 773 | 222 | 245 | 768 | 220 | 181 | 763 | 219 |
| ถ.รอบอนุสาวรีย์หัวสุรนารี | 2,015 | 3,175 | 554 | 1,999 | 3,150 | 549 | 1,985 | 3,128 | 546 | 1,973 | 3,108 | 542 | 1,431 | 3,088 | 539 |
| รวมทั้งหมด | 86,076 | 127,059 | 37,983 | 85,412 | 126,079 | 37,690 | 84,821 | 125,206 | 37,29 | 84,288 | 1244,19 | 37,194 | 84,760 | 12,3603 | 36,950 |

หมายเหตุ: PC คือ รถยนต์ส่วนบุคคล, MC คือ รถจักรยานยนต์ส่วนบุคคล และ PT คือ รถขนส่งสาธารณะ

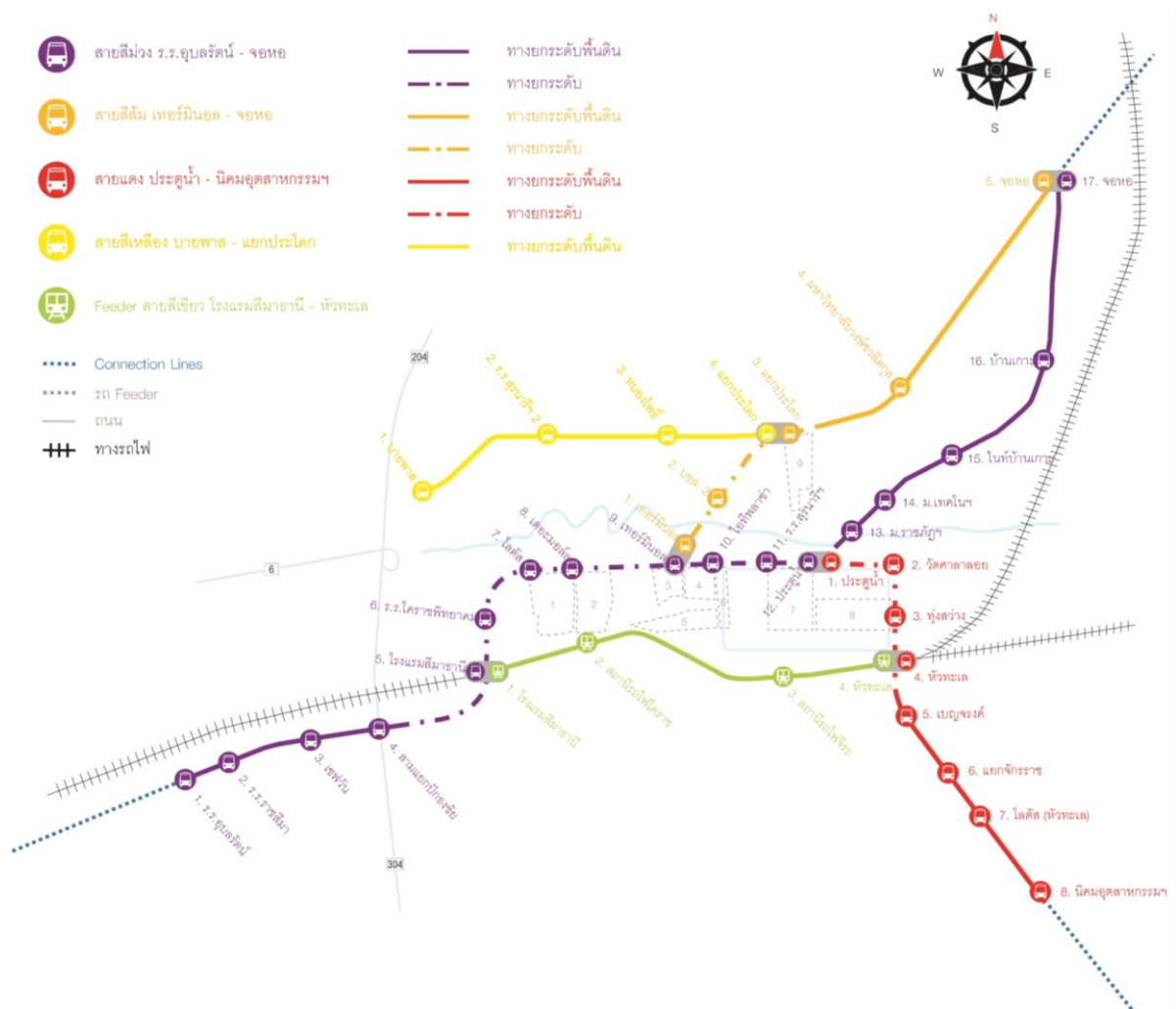
แต่ละขั้นตอนภายใต้แบบจำลองต่อเนื่อง 4 ขั้นตอนแสดงให้เห็นภาพของปริมาณการเดินทางระหว่างพื้นที่ย่อย และปริมาณการจราจรตามประเภทของยานพาหนะของถนนแต่ละเส้นในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา โดยเฉพาะความต้องการเดินทางในถนนสายหลักที่มีปริมาณการจราจรหนาแน่น เช่น ถนนมิตรภาพ ถนนราชสีมา-โชคชัย ถนนสุรนารายณ์ ทางหลวงหมายเลข 1120 ถนนรอบอนุสาวรีย์ท้าวสุรนารี ถนนมุขมนตรี เป็นต้น ซึ่งเป็นเส้นทางที่เหมาะสมในการวางแผนเส้นทางรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า (E-Bus) เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการเดินทางของผู้ที่อาศัยในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา

โดยผลจากการวิเคราะห์ความต้องการเดินทางด้วยแบบจำลองต่อเนื่อง 4 ขั้นตอนที่น่าเสนอข้างต้น ได้นำมาใช้เพื่อออกแบบเส้นทางและลักษณะทางกายภาพของระบบการเดินรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า (E-Bus) ซึ่งจะอธิบายรายละเอียดในลำดับถัดไป

2.4 การออกแบบเส้นทางและลักษณะทางกายภาพของระบบการเดินรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า

ผลการศึกษาจากแบบจำลองต่อเนื่อง 4 ขั้นตอน (Four-Step Sequential Models) ในขั้นตอนการแจกแจงการเดินทาง พบว่าเส้นทางและที่ตั้งของจุดจอดรถโดยสารที่เหมาะสมกับลักษณะการเดินทางบริเวณเขตเทศบาลนครนครราชสีมาสามารถแบ่งออกเป็น 5 เส้นทาง โดยกำหนดให้มีจุดจอดทั้งหมด 33 จุดจอด โดยมีจุดจอดร่วมของสายสีม่วงและส้มที่สถานีจอหอจำนวน 1 จุด และเพื่อให้ระบบมีผลกระทบต่อการจราจรให้น้อยที่สุด จึงได้มีการยกระดับโครงสร้างเส้นทางบางส่วน โดยมีรายละเอียด ดังแสดงใน ซึ่งแบ่งเป็นจุดจอดยกระดับ 18 จุดจอด และจุดจอดระดับพื้นดิน 15 จุดจอด ดังนี้

| | |
|--------------------|---|
| สายสีม่วง | มีทั้งหมด 17 จุดจอด เริ่มเดินทางจากโรงเรียนอุบลรัตน์ถึงแยกจอหอ มีจุดจอดระดับพื้นดิน 9 จุดจอด และจุดจอดยกระดับ 8 จุดจอด |
| สายสีส้ม | มีทั้งหมด 5 จุดจอด ซึ่งเริ่มเดินทางจากเทอร์มินอล 21 โคโรนา ถึงแยกจอหอ มีจุดจอดระดับพื้นดิน 2 จุดจอด และจุดจอดยกระดับ 3 จุดจอด |
| สายสีแดง | มีทั้งหมด 8 จุดจอด ซึ่งเริ่มเดินทางจากแยกประตูน้ำ ถึงนิคมอุตสาหกรรมฯ มีจุดจอดระดับพื้นดิน 4 จุดจอด และจุดจอดยกระดับ 4 จุดจอด |
| สายสีเหลือง | มีทั้งหมด 4 จุดจอด ซึ่งเริ่มเดินทางจากแยกบายพาส ถึงแยกประโดก มีจุดจอดระดับพื้นดิน 4 จุดจอด |
| สายสีเขียว | มีหน้าที่เป็น Feeder มีทั้งหมด 4 จุดจอด เพื่อบรรเทาปัญหาการจราจรบริเวณถนนมุขมนตรีผ่านไปยังเทศบาลนครนครราชสีมาจนถึงบริเวณลานอนุสาวรีย์ย่าโมโดยจะใช้เส้นทางรถไฟในการขนส่งผู้โดยสารจากบริเวณโรงแรมสีมาราณี ถึงสถานีหัวทะเล |



รูปที่ 2-10 เส้นทางเดินรถและตำแหน่งที่ตั้งจุดจอดของเส้นทางเดินรถแต่ละสาย

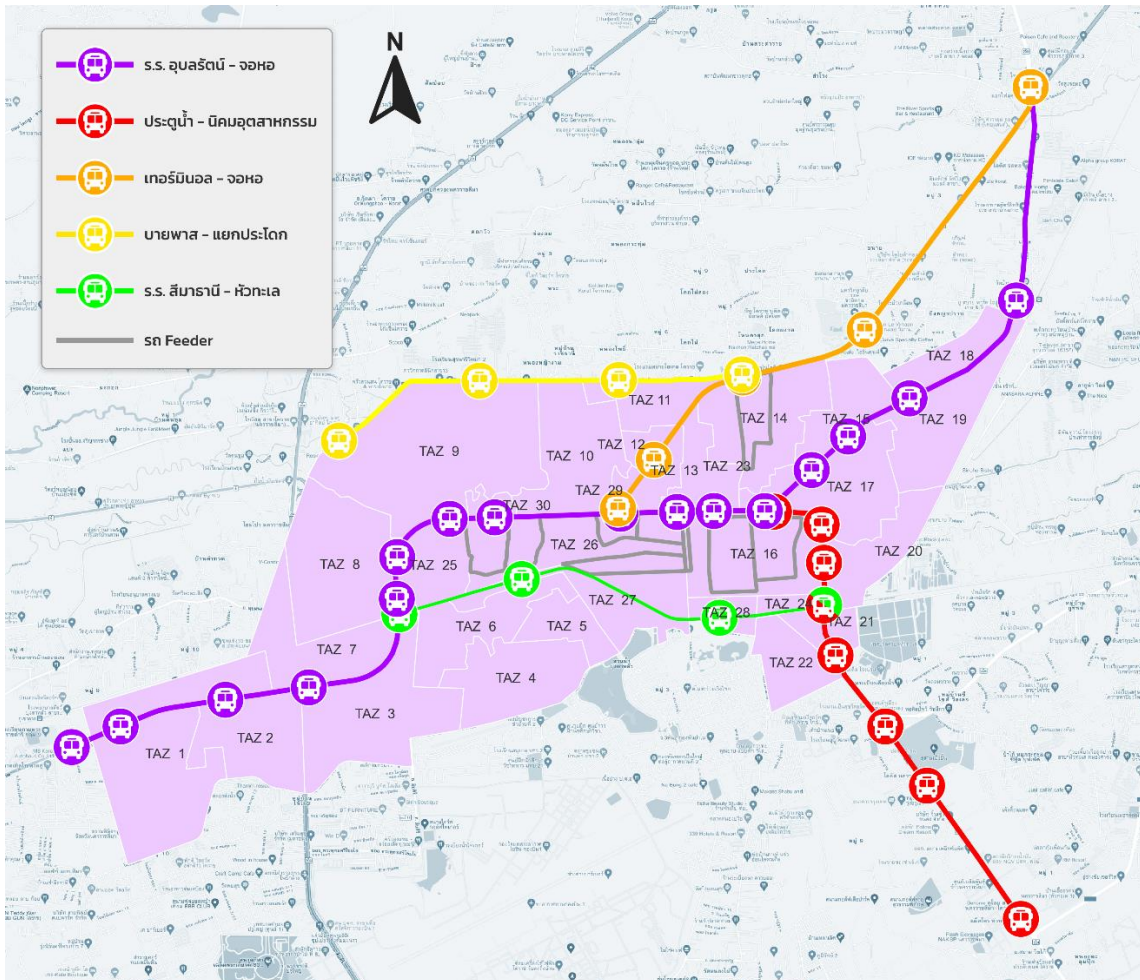
ทั้งนี้ สายสีเขียวที่นำเสนอกำหนด เป็นเส้นทางพิเศษที่ต้องขอความร่วมมือจากการทางรถไฟแห่งประเทศไทย (รฟท.) เพื่อใช้เส้นทางรถไฟในการขนส่งผู้โดยสารไปยังจุดจอดของเส้นทางอื่น ๆ ในระบบการเดินรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า (E-Bus) ซึ่งเป็นกระบวนการที่อยู่ นอกเหนืออำนาจตัดสินใจของเทศบาลนครนครราชสีมา ดังนั้นในการวิเคราะห์ต่อจากนี้ไปจะขออธิบายเพียงแค่ 4 เส้นทางภายใน การเดินรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า (E-Bus) เท่านั้น

จากการสำรวจด้านวิศวกรรมพบว่า เนื่องจากสภาพผิวถนน ความกว้างของถนน จำนวนช่องจราจร ปริมาณการจราจร และ โครงสร้างพื้นฐานในเมืองส่งผลต่อการออกแบบจุดจอด เพื่อให้การใช้รถโดยสารพลังงานไฟฟ้ามีผลกระทบต่อการจราจรให้น้อยที่สุด โครงสร้างเส้นทางบางช่วงจำเป็นต้องออกแบบให้เป็นเส้นทางยกระดับ โดยมีรายละเอียดดังนี้

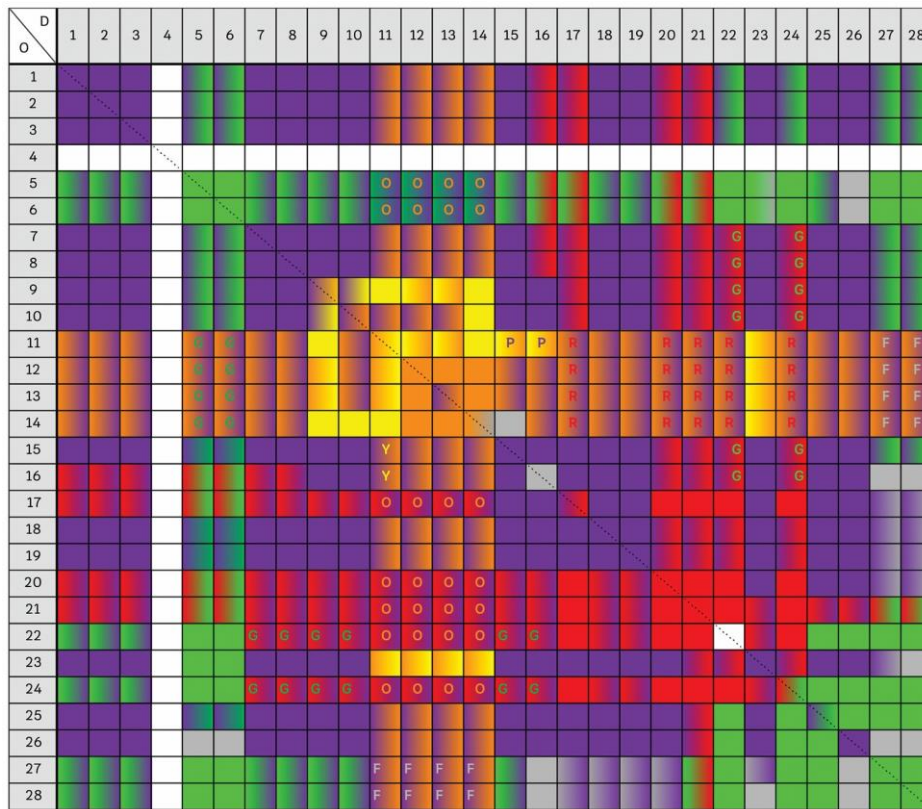
- สายสีม่วง** มีระยะทางระดับพื้นดิน 9.9 กิโลเมตร และมีระยะทางยกระดับ 7.5 กิโลเมตร
- สายสีส้ม** มีระยะทางระดับพื้นดิน 5.3 กิโลเมตร และมีระยะทางยกระดับ 2.6 กิโลเมตร
- สายสีแดง** มีระยะทางระดับพื้นดิน 4.2 กิโลเมตร และมีระยะทางยกระดับ 2.3 กิโลเมตร
- สายสีเหลือง** มีระยะทางระดับพื้นดิน 5.3 กิโลเมตร

ทั้งนี้ จุดจอดห่างสรรพสินค้าเทอร์มินอล 21 ประตูน้ำ และแยกประตูโกลมีการเชื่อมต่อกับจุดจอดของเส้นทางอื่น โดยมีลักษณะเป็นจุดจอดซึ่งแยกออกจากกันและมีทางเดินเชื่อมต่อกัน เนื่องจากทางเดินรถจำเป็นต้องมีจุดกลับรถเพื่อให้ดำเนินการรับส่งผู้โดยสารได้สะดวก ในขณะที่จุดจอดสุดท้ายของสายสีม่วง (ร.ร.อุบลรัตน์และจอหอ) และสายสีแดง (นิคมอุตสาหกรรมฯ) มีการเชื่อมต่อ (Connection Line) กับรถขนส่งสาธารณะอื่น ๆ เช่น รถโดยสารประจำทาง หรือรถสองแถว เพื่อให้ผู้โดยสารสามารถเดินทางไปยังจุดหมายที่อยู่นอกเขตเทศบาลนครราชสีมาได้

ทั้งนี้ เมื่อพิจารณาภาพรวมในแง่ความครอบคลุมของเส้นทางของระบบการเดินรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า จากรูปที่ 2-11 ซึ่งเป็นแผนผังแสดงการเส้นทางโครงข่ายรถโดยสารสาธารณะและการแบ่งพื้นที่การศึกษาย่อยในภาวะวิเศษการจราจร (TAZ) และรูปที่ 2-12 ซึ่งแสดงถึงความสามารถในการเข้าถึง (Accessibility) ระบบการเดินรถโดยสารพลังงานไฟฟ้าจากพื้นที่การศึกษาย่อย (TAZ) ต่าง ๆ ภายในเขตเทศบาลนครราชสีมาจากโครงข่าย พบว่า ระบบขนส่งสาธารณะที่ได้ออกแบบขึ้นประกอบด้วยรถโดยสารพลังงานไฟฟ้าจำนวน 5 เส้นทางหลัก และรถสองแถวที่ทำหน้าที่เป็น “ระบบขนส่งสาธารณะรอง (Feeder)” มีความครอบคลุมทุกพื้นที่การศึกษาย่อย ยกเว้นพื้นที่การศึกษาย่อยที่ 4 (TAZ4) เป็นเพียงพื้นที่การศึกษาย่อยเดียวที่ไม่สามารถเดินทางด้วยรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า แต่อาจใช้การเดินทางหรือการเดินทางต่อเนื่องด้วยรถจักรยานยนต์ส่วนบุคคลเพื่อให้เข้าถึงระบบการเดินรถโดยสารพลังงานไฟฟ้าได้อีกทางหนึ่ง ทั้งนี้ คำอธิบายวิธีการอ่านค่าในรูปที่ 2-12 ซึ่งแบ่งออกเป็น 6 รูปแบบอธิบายได้ดังแสดงในตารางที่ 2-15




รูปที่ 2-11 ความครอบคลุมของระบบโครงข่ายรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า
ในพื้นที่เทศบาลนครราชสีมา



รูปที่ 2-12 ความสามารถในการเข้าถึง (Accessibility) ระบบการเดินรถโดยสารไฟฟ้าจากพื้นที่การศึกษาย่อย (TAZ) ต่าง ๆ

ตารางที่ 2-15 คำอธิบายตารางแสดงความสามารถในการเข้าถึงพื้นที่การศึกษาย่อย (TAZ) ด้วยระบบรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า (E-Bus)

| รูปแบบที่ | O/D (TAZ) | ช่องสี | คำอธิบาย |
|-----------|-----------|--|---|
| 1 | 1 ไป 4 |  | ไม่สามารถเดินจากด้วยรถโดยสารพลังงานไฟฟ้าจาก TAZ1 ไปยัง TAZ4 ด้วยรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า |
| 2 | 1 ไป 7 |  | เดินทางออกจาก TAZ1 ไปยัง TAZ7 ด้วยรถโดยสารพลังงานไฟฟ้าสายสีม่วง |
| 3 | 1 ไป 16 |  | เดินทางออกจาก TAZ1 ไปยัง TAZ16 ด้วยรถโดยสารพลังงานไฟฟ้าสายสีม่วงต่อยุ่ด้วยรถโดยสารพลังงานไฟฟ้าสีแดง |
| 4 | 5 ไป 11 |  (ตัวหนังสืออยู่ตรงกลาง) | เดินทางจาก TAZ5 ไปยัง TAZ11 ด้วยรถโดยสารพลังงานไฟฟ้าสายสีเขียว ต่อยุ่ด้วยสายสีม่วงและเดินทางต่อยุ่ด้วยสายสีส้ม |
| 5 | 22 ไป 7 |  (ตัวหนังสือสีแดง) | สามารถเดินทางออกจาก TAZ22 ด้วยรถโดยสารพลังงานไฟฟ้าสายสีแดงหรือสีเขียว และไปต่อยุ่ด้วยรถโดยสารพลังงานไฟฟ้าสายสีม่วง |
| 6 | 7 ไป 22 |  (ตัวหนังสือสีแดง) | เดินทางออกจาก TAZ7 ด้วยรถโดยสารพลังงานไฟฟ้าสีม่วง และไปต่อยุ่ด้วยรถโดยสารพลังงานไฟฟ้าสีแดงหรือสีเขียวเพื่อไปยัง TAZ22 |

เมื่อทำการออกแบบเส้นทางและตำแหน่งที่เหมาะสมของแต่ละจุดจอดรถโดยสารเรียบร้อยแล้ว ในลำดับถัดไปคือการออกแบบลักษณะทางกายภาพของแต่ละจุดจอดให้สอดคล้องกับอัตลักษณ์ของเทศบาลนครนครราชสีมา โดยยึดถือประวัติความเป็นมาขนบธรรมเนียมประเพณีที่สืบทอดต่อกันมา และประวัติศาสตร์ที่ดึกดำบรรพ์ ดังนั้น งานออกแบบผังจะมีการแบ่งช่องว่างเพื่อให้แสงสว่างและลมสามารถลอดผ่านเข้ามาได้และครอบคลุมพื้นที่หลังคาส่วนหนึ่งและเรียงลำดับจากบนไปล่างเพื่อลดทอนความสูงและความร้อนเข้าสู่สถานี นอกจากนี้ การนำองค์ประกอบ วัสดุ รูปทรงที่มีกลิ่นอายของชุมชนประตุมืองโคราชมาประยุกต์ใช้ เนื่องจากจังหวัดนครราชสีมาเปรียบเสมือนประตูเมืองสู่แดนอีสาน ชุมชนประตุมืองคือสถานที่สำคัญที่อยู่คู่กับเมืองมาช้านาน การสร้างความรู้สึกที่คุ้นเคยจึงเป็นแนวความคิดในการออกแบบโครงสร้างของจุดจอดรถโดยสาร ดังแสดงรูปแบบตัวอย่างลักษณะทางกายภาพของจุดจอดสำหรับจุดจอดยกระดับและจุดจอดระดับพื้นดินได้ในรูปที่ 2-13 จนถึงรูปที่ 2-16



รูปที่ 2-13 ลักษณะทางกายภาพของจุดจอดยกระดับ



รูปที่ 2-14 การออกแบบภายในของจุดจอดยกระดับ

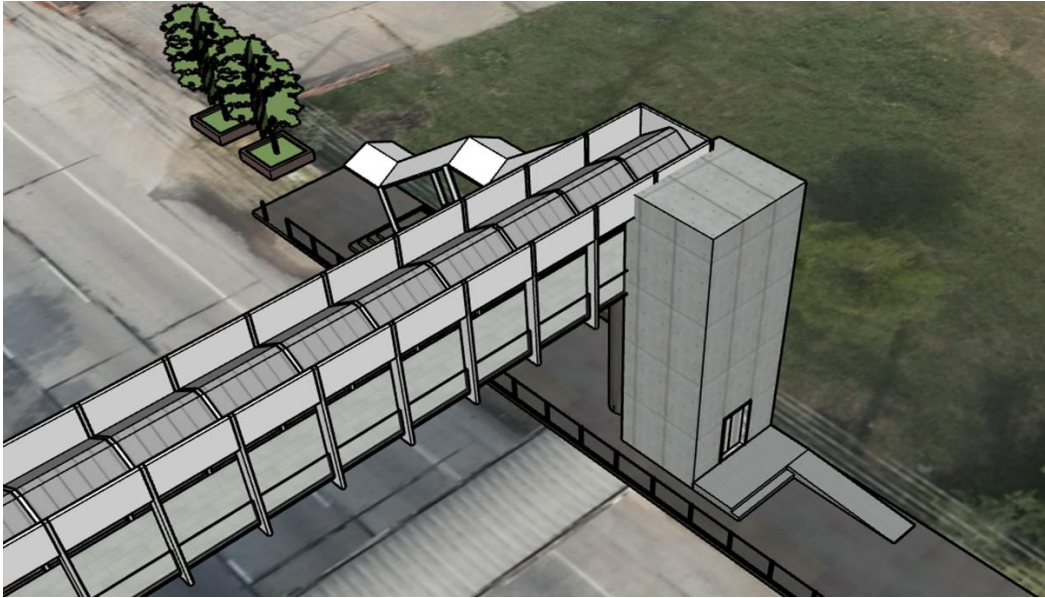


รูปที่ 2-15 ลักษณะทางกายภาพของจุดจอดระดับพื้นดิน

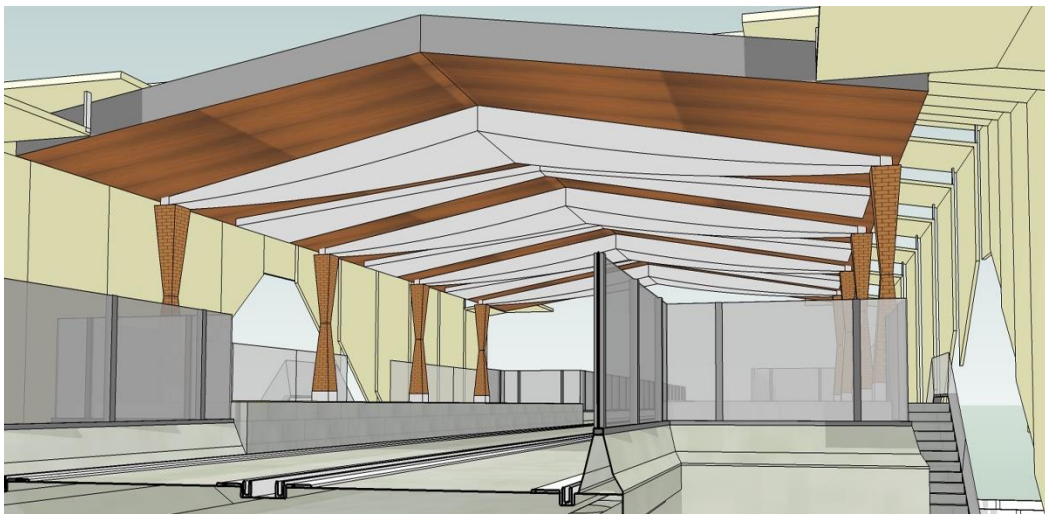


รูปที่ 2-16 การออกแบบภายในของจุดจอดระดับพื้นดิน

นอกจากนี้ เพื่อให้การเดินทางเพื่อเข้าถึงจุดจอดรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า (E-Bus) และการเดินทางภายในอาคารจุดจอดสามารถบริการคนได้ทุกเพศ ทุกวัย ไม่ว่าจะเป็นหญิงหรือชาย เด็กเล็ก เด็กวัยเรียน คนวัยทำงาน ผู้สูงอายุ สตรีมีครรภ์ ตลอดจนผู้พิการ การออกแบบจุดจอดรถโดยสารกำหนดให้ในแต่ละชั้นจะมีลิฟต์โดยสาร และบันไดเลื่อน โดยบริเวณทางขึ้นลงลิฟต์จะมีทางลาดเพื่อให้ผู้พิการสามารถเข้าถึงจุดจอดได้สะดวกสบาย นอกจากนี้ ขานชลาจะมีระดับเท่ากับระดับพื้นรถโดยสารเพื่อความสะดวกสบายในการใช้งานโดยสารเวลาขึ้นลงรถ ดังแสดงในรูปที่ 2-17 และรูปที่ 2-18 ตามลำดับ



รูปที่ 2-17 ทางลาดขึ้นลงบริเวณลิฟต์โดยสาร



รูปที่ 2-18 ระดับชานชาลาที่เชื่อมกับทางขึ้นลงรถเพื่อ
ความสะดวกสบายในการขึ้น-ลงรถโดยสาร

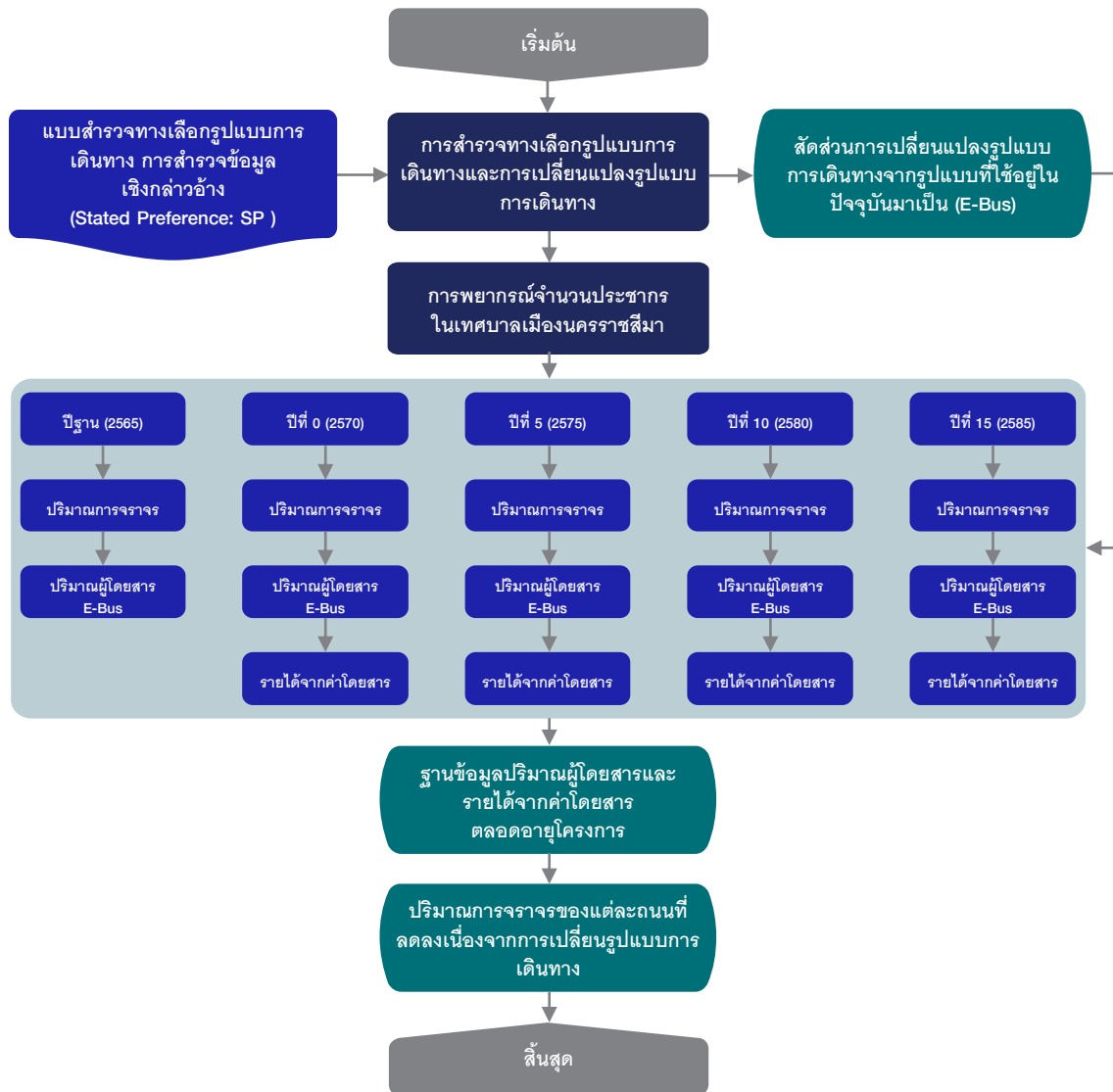
จากภาพรวมการออกแบบเส้นทางและลักษณะทางกายภาพของระบบการเดินรถโดยสารพลังงานไฟฟ้าที่นำเสนอข้างต้น จะเห็นได้ว่า ระบบการเดินรถโดยสารพลังงานไฟฟ้าในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา จำนวน 5 เส้นทางหลักและกำหนดให้รถสองแถวที่ทำหน้าที่เป็นระบบขนส่งสาธารณะรอง มีความครอบคลุมทุกพื้นที่การศึกษาย่อย และสามารถรองรับความต้องการเดินทางของประชากรที่อาศัยทั้งในเขตเทศบาลนครนครราชสีมาและพื้นที่โดยรอบได้ นอกจากนี้การออกแบบ ยังคำนึงถึงหลักการออกแบบอารยสถาปัตย์ (Universal Design) หรือ การออกแบบเพื่อคนทั้งมวล เพื่อให้ระบบการเดินรถโดยสารพลังงานไฟฟ้าสามารถบริการผู้โดยสารได้ทุก ๆ กลุ่ม

2.5 การคาดการณ์ปริมาณผู้โดยสารตลอดอายุโครงการ

ในการวิเคราะห์ความเหมาะสมทั้งทางการเงินและทางเศรษฐศาสตร์ของการลงทุนในระบบการเดินรถโดยสารพลังงานไฟฟ้าในเขตเทศบาลนครนครราชสีมาด้วยแบบจำลองทางธุรกิจ (Business Model) จะต้องกำหนด “ช่วงเวลาสำหรับการวิเคราะห์” ก่อนเสมอ ซึ่งโดยทั่วไปจะต้องกำหนดปีฐาน (Base Year) และช่วงเวลาที่ทำกรวิเคราะห์ (Horizontal Year) เช่น 5 ปี หรือ 10 ปี นับจากปีฐานหรือปีใด ๆ เป็นต้น การกำหนดช่วงเวลาวิเคราะห์เป็นสิ่งที่จะต้องกำหนดให้ชัดเจน เนื่องจากจะส่งผลถึงลักษณะของข้อมูลที่ต้องการสำหรับการวิเคราะห์ และเทคนิคที่ใช้ในการวิเคราะห์ด้วย โดยการศึกษาี้ กำหนดให้ “ปีปัจจุบัน คือ ปี พ.ศ. 2565 เป็นปีฐาน (Base Year) และกำหนดช่วงเวลาที่ทำกรวิเคราะห์ (Horizontal Year) เริ่มตั้งแต่ปี พ.ศ. 2570 ถึง พ.ศ. 2589 เป็นเวลา 20 ปี”

หนึ่งในปัจจัยที่ส่งผลต่อความสำเร็จของโครงการลงทุนในระบบการเดินรถโดยสารพลังงานไฟฟ้าในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา คือ “การคาดการณ์ปริมาณผู้โดยสารตลอดอายุโครงการ” ซึ่งมีค่าแปรผันโดยตรงกับรายได้รายได้จากการจำหน่ายตั๋วโดยสาร ซึ่งเป็นแหล่งรายได้หลักของการลงทุนในโครงการ ดังนั้น การคาดการณ์ปริมาณผู้โดยสารที่แม่นยำจะช่วยลดความเสี่ยงของการตัดสินใจลงทุนลงได้อย่างมาก

การศึกษานี้ใช้ “แบบสอบถามการเลือกรูปแบบการเดินทาง” เพื่อสอบถามแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเดินทางจากรูปแบบที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมาเป็นรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า และสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อพยากรณ์แนวโน้มทางเลือกที่ผู้เดินทางแต่ละกลุ่มจะใช้งาน ได้แก่ รถยนต์ส่วนบุคคล (PC) รถจักรยานยนต์ส่วนบุคคล (MC) และรถขนส่งสาธารณะ (PT) จากนั้นจึงนำข้อมูลที่ได้มาพยากรณ์ซ้ำตามเวลาที่ดำเนินการ (Forecasting) ซึ่งประกอบด้วยช่วงปีฐาน, ปีที่เริ่มดำเนินการ และพยากรณ์ซ้ำทุก ๆ 5 ปี จนถึงปีที่ 20 ของการดำเนินงาน แนวทางการดำเนินงานประเมินรายได้มีขั้นตอนดังแสดงในรูปที่ 2-19



รูปที่ 2-19 แนวทางการคาดการณ์รายได้จากการจำหน่ายตั๋วโดยสารของระบบการเดินรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า
ในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา

2.5.1 แบบสำรวจทางเลือกรูปแบบการเดินทาง

การสำรวจทางเลือกรูปแบบการเดินทางมีวัตถุประสงค์เพื่อนำผลของการสำรวจไปพัฒนาแบบจำลองเพื่ออธิบายแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเดินทางของผู้เดินทางกลุ่มต่าง ๆ มาเป็นรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า (E-Bus) เพื่อคาดการณ์ปริมาณการเดินทางในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา รวมถึงพื้นที่ใกล้เคียงที่มีความต้องการในการเดินทางด้วยระบบรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า (E-Bus) วิธีการเก็บข้อมูลเลือกใช้การสำรวจข้อมูลเชิงกล่าวอ้าง (Stated Preference: SP) โดยเป็นการทดลองเชิงทางเลือก (Choice Experiment) ของการสร้างสถานการณ์สมมติ (Hypothetical Scenarios) ขึ้นจากแบบสอบถาม โดยแบบสอบถามประกอบไปด้วย 3 ส่วน คือ (1) ปัจจัยการเลือกใช้บริการสาธารณะ (2) สถานการณ์สมมติเมื่อมีการให้บริการรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า และ (3) ข้อมูลส่วนบุคคล

ทั้งนี้ เพื่อให้แบบจำลองทางเลือกรูปแบบการเดินทางสามารถวิเคราะห์ได้หลากหลายสถานการณ์ จึงเก็บข้อมูลผู้เดินทางในพื้นที่เทศบาลนครนครราชสีมาโดยการสุ่มตัวอย่างตามรูปแบบการเดินทางที่ใช้เป็นประจำในปัจจุบัน แบ่งออกเป็น (1) กลุ่มผู้ใช้รถยนต์ส่วนบุคคล (2) กลุ่มผู้ใช้รถโดยสารประจำทาง/รถโดยสารสาธารณะ/รถสองแถว และ (3) กลุ่มผู้ใช้รถจักรยานยนต์ส่วนบุคคล ซึ่งอาศัยการสัมภาษณ์ประชาชนในพื้นที่ที่มีผู้คนสัญจรมาก เช่น ศูนย์การค้าเดอะมอลล์, ห้างสรรพสินค้าเทอมินอล 21, ศูนย์การค้าไอทีพลาซ่า, สถานีขนส่งผู้โดยสารนครราชสีมาแห่งที่ 2, ตลาดเซฟวัน, ตลาดแม่กิมเฮง, มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา เป็นต้น ในการเก็บข้อมูลมีการอธิบายเส้นทางเดินรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า รายละเอียดจุดจอด รวมถึงลักษณะการให้บริการรถโดยสารพลังงานไฟฟ้าเพื่อให้ผู้ตอบแบบสอบถามเข้าใจสถานการณ์อย่างแท้จริง โดยรายละเอียดของแบบสอบถามที่ใช้เก็บข้อมูลแสดงในภาคผนวก

นอกจากนี้ การกำหนดสถานการณ์สมมติที่ใช้ในแบบสอบถามจะสร้างจากปัจจัยที่สำคัญที่สุดซึ่งมีผลต่อการเลือกรูปแบบการเดินทาง คือ ค่าโดยสารในการเดินทางและเวลาในการรอรถโดยสาร (ไม่รวมเวลาการเดินทางที่อยู่ในรถโดยสาร) ซึ่งทั้งสองตัวแปรเป็นตัวแปรเชิงปริมาณที่อธิบายเป็นตัวเลขได้ โดยกำหนดค่าความแตกต่างของตัวแปรค่าโดยสารและเวลาในการรอรถโดยสารพลังงานไฟฟ้าออกเป็น 3 ระดับ คือ 15, 20 และ 25 บาทสำหรับค่าโดยสาร และ 5, 8 และ 10 นาทีสำหรับเวลารอรถโดยสาร อีกทั้ง เพื่อสังเกตความเหมือนและความแตกต่างของรูปแบบการเดินทางโดยรถโดยสารพลังงานไฟฟ้าที่เสนอขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับผู้ใช้ยานพาหนะเดิมในแต่ละประเภท จึงต้องกำหนดค่าใช้จ่ายและเวลาในการเดินทางของแต่ละประเภทประกอบด้วย สำหรับประเภทที่ (1) กลุ่มผู้ใช้รถยนต์ส่วนบุคคล กำหนดให้ค่าใช้จ่าย (ค่าน้ำมัน) เท่ากับ 3 บาท/กิโลเมตร และใช้เวลาในการเดินทางจริงอ้างอิงจาก Google Maps ประเภทที่ (2) กลุ่มผู้ใช้รถโดยสารประจำทาง/รถโดยสารสาธารณะ/รถสองแถว กำหนดให้ค่าใช้จ่าย เท่ากับ 8 บาทต่อเที่ยวการเดินทาง และใช้เวลาในการเดินทางจริงอ้างอิงจาก Google Maps และ ประเภทที่ (3) กลุ่มผู้ใช้รถจักรยานยนต์ส่วนบุคคล กำหนดให้ค่าใช้จ่าย (ค่าน้ำมัน) เท่ากับ 0.75 บาท/กิโลเมตร (อ้างอิงอัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเฉลี่ย 60 กิโลเมตรต่อลิตร และราคาเชื้อเพลิง 45 บาทต่อลิตร) และใช้เวลาในการเดินทางจริงอ้างอิงจาก Google Maps

แบบสำรวจการเลือกรูปแบบการเดินทางกำหนดให้คำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างจากสมการของ Hensher et al., 2005 โดยพิจารณาขนาดกลุ่มตัวอย่างที่น้อยที่สุดที่ยอมรับได้ในแต่ละรูปแบบการเดินทาง ซึ่งกำหนดให้สัดส่วนประชากรที่สนใจมีค่าเท่ากับ 0.53 โดยใช้สัดส่วนการเดินทางโดยรถจักรยานยนต์ส่วนบุคคลที่มีค่ามากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 53 (รองลงมาเป็นรถยนต์ส่วนบุคคลคิดเป็นร้อยละ 35 และบริการขนส่งสาธารณะคิดเป็นร้อยละ 12) อ้างอิงจากแบบสอบถามครัวเรือน (HIS) และให้มีความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ร้อยละ 15 ที่ระดับนัยสำคัญ 95% ดังนั้น ขนาดกลุ่มตัวอย่างขั้นต่ำในการเก็บแบบสอบถามมีค่าเท่ากับ 151 ตัวอย่าง สำหรับการเก็บข้อมูลจะใช้แบบฟอร์มของ SurveyMonkey ผ่านทางหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเทศบาลนครนครราชสีมา เช่น สำนักงานทางหลวงที่ 10 (นครราชสีมา), สำนักงานขนส่งจังหวัดนครราชสีมา, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, องค์การบริหารส่วนตำบลต่าง ๆ รอบข้างเทศบาล เป็นต้น ร่วมกับการลงพื้นที่เก็บข้อมูลตามสถานที่ซึ่งมีประชาชนจำนวนมาก เช่น ห้างสรรพสินค้า, ตลาด, โรงเรียน เป็นต้น นอกจากนี้ จำนวนกลุ่มตัวอย่างมีสัดส่วนเพศชายต่อเพศหญิงอยู่ที่ร้อยละ 45:55 เมื่ออ้างอิงตามข้อมูลสำมะโนประชากรของเทศบาลฯ และแบ่งตามช่วงอายุ คือ 4-25 ปี, 26-60 ปี และอายุ 60 ปีขึ้นไป โดยเริ่มเก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 13 มิถุนายน 2565 จนถึง 24 มิถุนายน 2565

ในขณะเดียวกัน ค่าโดยสารรถโดยสารพลังงานไฟฟ้าสูงสุดที่กลุ่มตัวอย่างยอมรับได้มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 27.81 บาท โดยกลุ่มผู้ใช้รถยนต์ส่วนบุคคลเป็นกลุ่มที่ยอมรับค่าโดยสารเฉลี่ยได้สูงสุดที่ประมาณ 30 บาท และกลุ่มผู้ใช้รถสองแถวเป็นกลุ่มที่ยอมรับค่าโดยสารเฉลี่ยได้ต่ำสุดที่ประมาณ 26 บาท

โดยสรุปแล้ว ผลการคำนวณจากแบบจำลองแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเดินทางของผู้เดินทางกลุ่มต่าง ๆ มาเป็นรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า (E-Bus) สามารถสรุปสัดส่วนการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเดินทางจาก (1) กลุ่มผู้ใช้รถยนต์ส่วนบุคคล (2) กลุ่มผู้ใช้รถโดยสารประจำทาง/รถโดยสารสาธารณะ/รถสองแถว และ (3) กลุ่มผู้ใช้รถจักรยานยนต์ส่วนบุคคล ได้ดังแสดงในตารางที่ 2-16

ตารางที่ 2-16 สัดส่วนการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเดินทางจากรูปแบบที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมาใช้รถโดยสารพลังงานไฟฟ้าในแต่ละสถานการณ์จำลอง

| สถานการณ์ที่ | ค่าโดยสาร | เวลารอรถ | ร้อยละของการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเดินทาง | | |
|--------------|-----------|----------|---|----------|---------------|
| | | | รถยนต์ส่วนบุคคล | รถสองแถว | รถจักรยานยนต์ |
| 1 | 15 บาท | 10 นาที | 78.26 | 100.00 | 86.62 |
| 2 | 20 บาท | 5 นาที | 85.99 | 97.62 | 73.24 |
| 3 | 15 บาท | 5 นาที | 86.47 | 100.00 | 80.99 |
| 4 | 20 บาท | 10 นาที | 74.88 | 94.44 | 69.72 |
| 5 | 25 บาท | 8 นาที | 70.53 | 87.30 | 57.04 |
| 6 | 25 บาท | 5 นาที | 70.05 | 86.51 | 86.51 |

2.5.2 การพยากรณ์จำนวนประชากรในเทศบาลเมืองนครราชสีมา

การคาดการณ์ปริมาณการเดินทางที่เติบโตขึ้นตลอดช่วงระยะเวลา 30 ปี โดยเริ่มตั้งแต่ปี พ.ศ. 2565 และดำเนินการพยากรณ์ทุก 5 ปี กล่าวคือ ปี พ.ศ. 2565 (ปีที่ทำการสำรวจ), พ.ศ. 2570 (ปีที่ 0), พ.ศ. 2575 (ปีที่ 5), พ.ศ. 2580 (ปีที่ 10) และ พ.ศ. 2585 (ปีที่ 15) โดยตารางที่ 2-17 อธิบายข้อมูลและแหล่งที่มาสำหรับกรวิเคราะห์ลักษณะประชากรในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา

ตารางที่ 2-17 ข้อมูลและแหล่งที่มาสำหรับกรณีวิเคราะห์ลักษณะประชากรในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา

| ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ | แหล่งที่มา |
|--|--|
| จำนวนประชากรในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา จำแนกตามเพศชายและหญิง | กรมการปกครองท้องถิ่น (พ.ศ. 2558 – 2564) |
| จำนวนครัวเรือนในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา | กรมการปกครองท้องถิ่น (พ.ศ. 2558 – 2564) |
| ช่วงอายุของผู้อาศัยในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา | รายงานสำมะโนประชากร สำนักงานสถิติแห่งชาติ (2553) |
| ขนาดครัวเรือนในเขตเทศบาล | รายงานสำมะโนประชากร สำนักงานสถิติแห่งชาติ (2553) |
| จำนวนประชากรแฝงในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา | รายงานสำมะโนประชากร สำนักงานสถิติแห่งชาติ (2553) |
| ระดับการศึกษาของผู้ที่อาศัยอยู่ในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา | รายงานคุณภาพชีวิตประชาชนจังหวัดนครราชสีมา จากข้อมูลความจำเป็นพื้นฐาน (จปฐ.) ปี พ.ศ. 2562 และพ.ศ. 2564 โดยสำนักงานพัฒนาชุมชนจังหวัดนครราชสีมา |
| อาชีพของผู้อาศัยในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา | รายงานคุณภาพชีวิตประชาชนจังหวัดนครราชสีมา จากข้อมูลความจำเป็นพื้นฐาน (จปฐ.) ปี พ.ศ. 2562 และพ.ศ. 2564 โดยสำนักงานพัฒนาชุมชนจังหวัดนครราชสีมา |
| ผลิตภัณฑ์จังหวัดต่อหัว (GPP per capita) | สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (พ.ศ. 2558 – 2563) |

2.5.3 การทำนายการเติบโตของการกระจายการเดินทาง

การพัฒนาแบบจำลองสำหรับพยากรณ์การเติบโตของการกระจายการเดินทางมีขั้นตอนเช่นเดียวกับการพัฒนาแบบจำลองการกระจายการเดินทาง (Trip Distribution Model) ในแบบจำลองต่อเนื่อง 4 ขั้นตอน แต่อาศัยข้อมูลประชากรจากการคาดการณ์การเติบโตของประชากรในพื้นที่ศึกษาเมื่อจำแนกตามพื้นที่ศึกษาย่อย (TAZ) โดยประกอบด้วยผลการทำนายปริมาณการกระจายการเดินทางทั้ง 4 ช่วงเวลา คือ ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้าวันธรรมดา (05.00 น. ถึง 10.00 น.) ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็นวันธรรมดา (16.00 น. ถึง 21.00 น.) นอกช่วงเวลาเร่งด่วนวันธรรมดา (10.00 น. ถึง 16.00 และเวลา 21.00 น. ถึง 05.00 น.) และวันหยุดตลอดทั้งวัน ในแต่ละปี ซึ่งประกอบไปด้วยปี พ.ศ. 2565 (ปีที่ทำการสำรวจ), พ.ศ. 2570 (ปีที่ 0), พ.ศ. 2575 (ปีที่ 5), พ.ศ. 2580 (ปีที่ 10) และ พ.ศ. 2585 (ปีที่ 15) โดยปริมาณการเดินทางรวมในแต่ละปีตลอดอายุโครงการสามารถสรุปได้ดังแสดงในตารางที่ 2-18

ตารางที่ 2-18 ปริมาณการเดินทางต่อวันในแต่ละปีตลอดอายุโครงการ

จำนวนเที่ยวการเดินทางต่อวันในแต่ละปีตลอดอายุโครงการ

| ช่วงเวลา | 2565 | 2570 | 2575 | 2580 | 2585 |
|-------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้าวันธรรมดา | 68,600 | 67,992 | 67,412 | 66,886 | 66,339 |
| ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็นวันธรรมดา | 74,491 | 73,904 | 73,382 | 72,911 | 72,422 |
| นอกช่วงเวลาเร่งด่วนวันธรรมดา | 170,837 | 169,309 | 167,846 | 166,519 | 165,142 |
| วันหยุดตลอดทั้งวัน | 251,118 | 249,181 | 247,456 | 245,900 | 244,288 |
| รวมทั้งหมด | 565,046 | 560,386 | 556,096 | 552,216 | 548,191 |

ทั้งนี้ สามารถสรุปภาพรวมของปริมาณการเดินทางในเขตเทศบาลนครนครราชสีมาได้ ดังนี้

ปริมาณการเดินทางต่อวันในแต่ละปีมีแนวโน้มลดลงเรื่อย ๆ ตลอดอายุโครงการ เนื่องจากการหดตัวของจำนวนครัวเรือนและปริมาณประชากรในเขตเทศบาลนครนครราชสีมาในอนาคต

2.5.4 การทำนายปริมาณการเดินทางจำแนกตามรูปแบบการเดินทาง

แบบจำลองสำหรับพยากรณ์การเติบโตของปริมาณการเดินทางจำแนกตามรูปแบบการเดินทาง มีโครงสร้างเช่นเดียวกับแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง (Modal Split Model) ในแบบจำลองต่อเนื่อง 4 ขั้นตอน แต่อาศัยข้อมูลประชากรจากการคาดการณ์การเติบโตของประชากรในพื้นที่ศึกษาเมื่อจำแนกตามพื้นที่ศึกษาย่อย (TAZ) ร่วมกับการประมาณการคุณลักษณะของการเดินทางแต่ละรูปแบบ เช่น ค่าใช้จ่าย ระยะทาง ระยะเวลา ความน่าเชื่อถือของเวลาเดินทาง ความสะดวกสบาย เป็นต้น และ คุณลักษณะหรือลักษณะการเศรษฐกิจและสังคมของผู้เดินทาง เช่น เพศ อายุ รายได้ ระดับการศึกษา อาชีพ การครอบครองยานพาหนะ เป็นต้น ที่เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละช่วงเวลา

ผลการจำแนกปริมาณการเดินทางตามรูปแบบการเดินทางแบ่งออกเป็น (1) กลุ่มผู้ใช้รถยนต์ส่วนบุคคล (2) กลุ่มผู้ใช้รถจักรยานยนต์ส่วนบุคคล และ (3) กลุ่มผู้ใช้รถโดยสารประจำทาง/รถโดยสารสาธารณะ/รถสองแถว โดยจำแนกเป็น 4 ช่วงเวลา คือ ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้าวันธรรมดา (05.00 น. ถึง 10.00 น.) ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็นวันธรรมดา (16.00 น. ถึง 21.00 น.) นอกช่วงเวลาเร่งด่วนวันธรรมดา (10.00 น. ถึง 16.00 และเวลา 21.00 น. ถึง 05.00 น.) และวันหยุดตลอดทั้งวัน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2565 จนถึง ปี พ.ศ. 2585 ดังแสดงในตารางที่ 2-19

จากนั้นเมื่อนำผลการพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเดินทางจากรูปแบบที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมาใช้รถโดยสารพลังงานไฟฟ้า (E-Bus) ดังแสดงในตารางที่ 2-16 มาคูณกับปริมาณการเดินทางจำแนกตามรูปแบบการเดินทางทั้ง 3 กลุ่ม คือ (1) กลุ่มผู้ใช้รถยนต์ส่วนบุคคล (2) กลุ่มผู้ใช้รถโดยสารประจำทาง/รถโดยสารสาธารณะ/รถสองแถว และ (3) กลุ่มผู้ใช้รถจักรยานยนต์ส่วนบุคคล จะสามารถคาดการณ์ปริมาณผู้ใช้โดยสารในระบบรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า (E-Bus) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2570 (ปีแรกที่เปิดให้บริการ) จนถึง ปี พ.ศ. 2585 (ปีที่ 15) ได้ดังแสดงในตารางที่ 2-20 ทั้งนี้เพื่อให้การคาดการณ์ปริมาณผู้ใช้โดยสารในระบบรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า (E-Bus) มีความสมเหตุสมผลมากขึ้น จึงกำหนดให้ การเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเดินทางมีลักษณะค่อยเป็นค่อยไป โดยในปี พ.ศ. 2570 (ปีที่ 0) จะมีการเปลี่ยนแปลงร้อยละ 40 ในปี พ.ศ. 2575 (ปีที่ 5) จะมีการเปลี่ยนแปลงร้อยละ 60 และ ในปี พ.ศ. 2580 (ปีที่ 10) จะมีการเปลี่ยนแปลง

ร้อยละ 80 ของค่าเป้าหมายในปี พ.ศ. 2585 (ปีที่ 15) ที่แสดงในตารางที่ 2-16 เท่านั้น เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเดินทาง จำเป็นต้องอาศัยการปรับตัวของผู้เดินทาง การพัฒนาระบบสาธารณูปโภคโดยรอบพื้นที่โครงการเพื่อสนับสนุนการเข้าถึงจุดจอดรถโดยสารและการพัฒนาพื้นที่เชิงพาณิชย์เพื่อให้เกิดกิจกรรมที่เอื้อประโยชน์ต่อการเดินทางด้วยระบบขนส่งสาธารณะ

ตารางที่ 2-19 ปริมาณการเดินทางจำแนกตามรูปแบบการเดินทาง
ในแต่ละปีตลอดอายุโครงการ

จำนวนเที่ยวการเดินทางต่อวันในแต่ละปีตลอดอายุโครงการ

| ช่วงเวลา | รูปแบบการเดินทาง | 2565 | 2570 | 2575 | 2580 | 2585 |
|--------------------------------------|------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| ช่วงเวลาเร่งด่วน เช้าวันธรรมดา | รถยนต์ส่วนบุคคล | 20,808 | 20,624 | 20,448 | 20,288 | 20,122 |
| | รถจักรยานยนต์ส่วนบุคคล | 39,354 | 39,005 | 38,672 | 38,371 | 38,057 |
| | รถขนส่งสาธารณะ | 8,438 | 8,363 | 8,292 | 8,227 | 8,160 |
| | รวม | 68,600 | 67,992 | 67,412 | 66,886 | 66,339 |
| ช่วงเวลาเร่งด่วน เย็นวันธรรมดา | รถยนต์ส่วนบุคคล | 21,630 | 21,459 | 21,308 | 21,171 | 21,029 |
| | รถจักรยานยนต์ส่วนบุคคล | 47,235 | 46,863 | 46,531 | 46,233 | 45,923 |
| | รถขนส่งสาธารณะ | 5,627 | 5,582 | 5,543 | 5,507 | 5,470 |
| | รวม | 74,492 | 73,904 | 73,382 | 72,911 | 72,422 |
| นอกช่วงเวลา เร่งด่วนวัน ธรรมดา | รถยนต์ส่วนบุคคล | 59,996 | 59,460 | 58,946 | 58,480 | 57,996 |
| | รถจักรยานยนต์ส่วนบุคคล | 88,449 | 87,659 | 86,901 | 86,214 | 85,501 |
| | รถขนส่งสาธารณะ | 22,391 | 22,191 | 21,999 | 21,825 | 21,645 |
| | รวม | 170,836 | 169,310 | 167,846 | 166,519 | 165,142 |
| วันหยุด ตลอดทั้งวัน | รถยนต์ส่วนบุคคล | 86,076 | 85,412 | 84,821 | 84,288 | 84,760 |
| | รถจักรยานยนต์ส่วนบุคคล | 127,059 | 126,079 | 125,206 | 124,419 | 123,603 |
| | รถขนส่งสาธารณะ | 37,983 | 37,690 | 37,429 | 37,194 | 36,950 |
| | รวม | 251,118 | 249,181 | 247,456 | 245,901 | 245,313 |

ตารางที่ 2-20 ปริมาณผู้โดยสารในระบบรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า
ในแต่ละปีตลอดอายุโครงการในแต่ละสถานการณ์จำลอง

| สถานการณ์ ที่ | ปีที่ 00 (2570) | | | ปีที่ 05 (2575) | | | ปีที่ 10 (2580) | | | ปีที่ 15 (2585) | | |
|------------------|-----------------|---------|--------|-----------------|---------|--------|-----------------|---------|--------|-----------------|---------|--------|
| | PC | MC | PT | PC | MC | PT | PC | MC | PT | PC | MC | PT |
| 1 | 58,524 | 103,807 | 29,531 | 87,114 | 154,518 | 43,958 | 115,340 | 204,587 | 58,203 | 143,926 | 253,869 | 72,225 |
| 2 | 64,305 | 87,772 | 28,828 | 95,718 | 130,650 | 42,912 | 126,733 | 172,985 | 56,817 | 158,142 | 214,655 | 70,506 |
| 3 | 64,664 | 97,060 | 29,531 | 96,252 | 144,475 | 43,958 | 127,440 | 191,289 | 58,203 | 159,024 | 237,369 | 72,225 |
| 4 | 55,997 | 83,554 | 27,889 | 83,351 | 124,371 | 41,514 | 110,359 | 164,671 | 54,967 | 137,710 | 204,338 | 68,209 |
| 5 | 52,744 | 68,358 | 25,780 | 78,509 | 101,752 | 38,375 | 103,948 | 134,722 | 50,811 | 129,710 | 167,175 | 63,052 |
| 6 | 52,385 | 103,675 | 25,547 | 77,975 | 154,322 | 38,028 | 103,240 | 204,327 | 50,351 | 128,827 | 253,547 | 62,482 |

หมายเหตุ: PC คือ รถยนต์ส่วนบุคคล, MC คือ รถจักรยานยนต์ส่วนบุคคล และ PT คือ รถขนส่งสาธารณะ

2.5.5 การคาดการณ์ปริมาณการจราจรในแต่ละถนนด้วยแบบจำลองการแจกแจงเส้นทางเดินทาง

จากผลการคาดการณ์ปริมาณการเดินทางรายปีจำแนกตามรูปแบบการเดินทาง และแบบจำลองการพยากรณ์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเดินทางที่อธิบายข้างต้น ทำให้สามารถคาดการณ์ปริมาณผู้ใช้โดยสารในระบบรถโดยสารสาธารณะพลังงานไฟฟ้า (E-Bus) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้แบบจำลองที่พัฒนาขึ้นยังสามารถคาดการณ์ปริมาณการเดินทางด้วยรถยนต์ส่วนบุคคล รถจักรยานยนต์ส่วนบุคคล และรถขนส่งสาธารณะที่ลดลงในแต่ละถนนทั้ง 22 เส้น ในพื้นที่เทศบาลนครนครราชสีมา เนื่องจากการเปลี่ยนรูปแบบไปใช้ระบบรถโดยสารพลังงานไฟฟ้าตั้งแต่ปีที่เริ่มต้นดำเนินการจนถึงปีที่สิ้นสุดการดำเนินการทุก ๆ รอบระยะเวลา 5 ปี ดังแสดงผลในตารางที่ 2-21 โดยแยกผลคำนวณในวันธรรมดาและวันหยุดออกจากกัน

ตารางที่ 2-21 ปริมาณการจราจรของแต่ละถนนที่ลดลงเนื่องจากการเปลี่ยนรูปแบบไปใช้ระบบรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า ในวันธรรมดาและวันหยุดจำแนกตามประเภทของยานพาหนะทุก ๆ 5 ปี (คันท่อวัน)

(ก) วันธรรมดา

| | ปี พ.ศ. 2570 | | | ปี พ.ศ. 2575 | | | ปี พ.ศ. 2580 | | | ปี พ.ศ. 2585 | | |
|----------------------------|--------------|--------|-------|--------------|--------|-------|--------------|--------|-------|--------------|--------|-------|
| | PC | MC | PT | PC | MC | PT | PC | MC | PT | PC | MC | PT |
| ถนนมิตรภาพ | 16,645 | 17,750 | 691 | 24,760 | 26,407 | 1,028 | 32,763 | 34,945 | 1,360 | 40,628 | 43,340 | 1,687 |
| ถ.ราชสีมา-โชคชัย | 5,793 | 9,831 | 252 | 8,543 | 14,626 | 375 | 11,304 | 19,355 | 496 | 14,018 | 24,004 | 615 |
| ถ.สุรนารายณ์ | 503 | 1,150 | 29 | 742 | 1,712 | 43 | 982 | 2,265 | 57 | 1,218 | 2,810 | 71 |
| 1120 | 173 | 340 | 11 | 256 | 506 | 16 | 338 | 669 | 22 | 420 | 830 | 27 |
| 204 | 57 | 114 | 12 | 84 | 170 | 18 | 112 | 225 | 24 | 138 | 278 | 29 |
| 304 | 389 | 470 | 15 | 574 | 699 | 22 | 760 | 926 | 30 | 943 | 1,148 | 37 |
| ถ.คีรีนคร | 17 | 39 | 1 | 25 | 58 | 1 | 34 | 77 | 2 | 42 | 95 | 2 |
| ถ.สีปศิรี | 391 | 661 | 11 | 577 | 983 | 16 | 764 | 1,301 | 22 | 948 | 1,614 | 27 |
| ถ.ร่วมเรียงไขย | 1,091 | 1,466 | 26 | 1,609 | 2,181 | 39 | 2,129 | 2,887 | 52 | 2,640 | 3,581 | 64 |
| ถ.ริมบู่ | 721 | 1,271 | 62 | 1,063 | 1,891 | 92 | 1,407 | 2,503 | 122 | 1,745 | 3,104 | 151 |
| ถ.เดชอุดม | 312 | 864 | 6 | 461 | 1,286 | 8 | 610 | 1,702 | 11 | 756 | 2,111 | 13 |
| ถ.มานะศิลป์ | 107 | 152 | 11 | 157 | 225 | 17 | 208 | 298 | 23 | 258 | 370 | 28 |
| ถ.มุขมนตรี | 531 | 1,104 | 40 | 783 | 1,643 | 59 | 1,037 | 2,174 | 78 | 1,286 | 2,696 | 97 |
| ถ.พิบูลละเียด | 93 | 356 | 4 | 138 | 530 | 6 | 182 | 701 | 8 | 226 | 870 | 10 |
| ถ.สุนารี | 83 | 207 | 5 | 123 | 308 | 8 | 163 | 408 | 11 | 202 | 506 | 13 |
| ถ.โพธิ์กลาง | 83 | 207 | 5 | 123 | 308 | 8 | 163 | 408 | 11 | 202 | 506 | 13 |
| ถ.จอมสุรางค์ยาตร์ | 415 | 851 | 13 | 612 | 1,266 | 20 | 810 | 1,675 | 26 | 1,005 | 2,077 | 32 |
| ถ.ช้างเผือก | 175 | 248 | 2 | 257 | 370 | 4 | 341 | 489 | 5 | 422 | 607 | 6 |
| ถ.สุรนารายณ์ ซอย 13 | 14 | 25 | 0 | 21 | 37 | 0 | 28 | 50 | 0 | 35 | 62 | 0 |
| ถ.อัมย์วงศ์ | 378 | 1,038 | 25 | 557 | 1,545 | 37 | 737 | 2,044 | 50 | 914 | 2,536 | 61 |
| ถ.มหาดไทย | 109 | 272 | 9 | 161 | 405 | 13 | 213 | 536 | 17 | 265 | 665 | 22 |
| ถ.รอบอนุสาวรีย์ท้าวสุรนารี | 669 | 1,173 | 31 | 987 | 1,745 | 45 | 1,306 | 2,309 | 60 | 1,619 | 2,864 | 74 |
| รวมทั้งหมด | 28,752 | 39,592 | 12,62 | 42,615 | 58,901 | 1,877 | 56,389 | 77,947 | 2,483 | 69,929 | 96,672 | 3,079 |

หมายเหตุ: PC คือ รถยนต์ส่วนบุคคล, MC คือ รถจักรยานยนต์ส่วนบุคคล และ PT คือ รถขนส่งสาธารณะ

(ข) วันหยุด

| | ปี พ.ศ. 2570 | | | ปี พ.ศ. 2575 | | | ปี พ.ศ. 2580 | | | ปี พ.ศ. 2585 | | |
|----------------------------|--------------|--------|-------|--------------|--------|-------|--------------|--------|-------|--------------|--------|-------|
| | PC | MC | PT | PC | MC | PT | PC | MC | PT | PC | MC | PT |
| ถนนมิตรภาพ | 13,769 | 1,3143 | 642 | 20,510 | 19,578 | 956 | 27,175 | 25,940 | 1,267 | 34,897 | 32,212 | 1,574 |
| ถ.ราชสีมา-โชคชัย | 4,922 | 7,358 | 319 | 7,276 | 10,960 | 475 | 9,640 | 14,522 | 629 | 13,068 | 18,033 | 781 |
| ถ.สุรนารายณ์ | 412 | 1,104 | 28 | 609 | 1,645 | 42 | 807 | 2,179 | 56 | 1251 | 2,707 | 69 |
| 1120 | 171 | 264 | 13 | 253 | 393 | 20 | 335 | 520 | 26 | 373 | 646 | 33 |
| 204 | 49 | 84 | 14 | 73 | 125 | 21 | 96 | 166 | 28 | 170 | 206 | 35 |
| 304 | 438 | 249 | 23 | 647 | 371 | 34 | 857 | 492 | 45 | 812 | 610 | 55 |
| ถ.ศิรินคร | 23 | 18 | 0 | 34 | 27 | 0 | 44 | 36 | 0 | 18 | 45 | 0 |
| ถ.สีปศิริ | 288 | 412 | 11 | 426 | 614 | 16 | 565 | 814 | 21 | 446 | 1,010 | 26 |
| ถ.ร่วมรังไชย | 877 | 994 | 32 | 1,296 | 1,481 | 47 | 1,717 | 1,963 | 63 | 2,295 | 2,437 | 78 |
| ถ.ริมบึง | 655 | 1,225 | 83 | 968 | 1,825 | 123 | 1,283 | 2,417 | 163 | 1,877 | 3,002 | 203 |
| ถ.เดชอุดม | 382 | 436 | 8 | 565 | 649 | 12 | 748 | 860 | 16 | 302 | 1,068 | 20 |
| ถ.มานะศิลป์ | 90 | 160 | 4 | 133 | 239 | 5 | 177 | 316 | 7 | 247 | 393 | 9 |
| ถ.มูขมดรี | 483 | 447 | 49 | 714 | 666 | 72 | 946 | 882 | 96 | 801 | 1,095 | 119 |
| ถ.พิบูลละเียด | 139 | 214 | 0 | 206 | 319 | 1 | 273 | 423 | 1 | 73 | 525 | 1 |
| ถ.สุรนารี | 57 | 139 | 6 | 85 | 207 | 9 | 112 | 274 | 12 | 145 | 340 | 15 |
| ถ.โพธิ์กลาง | 57 | 139 | 6 | 85 | 207 | 9 | 112 | 274 | 12 | 145 | 340 | 15 |
| ถ.จอมสุรางค์ยาดร์ | 348 | 477 | 22 | 515 | 711 | 32 | 682 | 942 | 43 | 604 | 1,170 | 53 |
| ถ.ช้างเผือก | 76 | 271 | 5 | 112 | 404 | 8 | 149 | 535 | 10 | 373 | 665 | 13 |
| ถ.สุรนารายณ์ ซอย 13 | 5 | 9 | 3 | 8 | 14 | 5 | 10 | 19 | 7 | 43 | 23 | 8 |
| ถ.อัมย์วงศ์ | 295 | 726 | 22 | 436 | 1,081 | 33 | 578 | 1,433 | 44 | 703 | 1,779 | 54 |
| ถ.มหาดไทย | 70 | 178 | 8 | 104 | 265 | 12 | 138 | 351 | 15 | 128 | 435 | 19 |
| ถ.รอบอนุสาวรีย์ท้าวสุรนารี | 568 | 719 | 19 | 840 | 1,071 | 29 | 11,113 | 1,418 | 38 | 1,009 | 1,761 | 47 |
| รวมทั้งหมด | 24,177 | 28,766 | 1,316 | 35,895 | 42,850 | 1,961 | 47,559 | 56,775 | 2,598 | 5,9781 | 70,503 | 3,226 |

หมายเหตุ: PC คือ รถยนต์ส่วนบุคคล, MC คือ รถจักรยานยนต์ส่วนบุคคล และ PT คือ รถขนส่งสาธารณะ

ปริมาณการจราจรที่ลดลงของแต่ละถนน อันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเดินทางไปใช้ระบบรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า (E-Bus) นอกจากจะแสดงถึงความสามารถในการทำกำไร (Profitability) ของระบบรถโดยสารพลังงานไฟฟ้าแล้ว ยังสามารถนำไปใช้คำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกและมลพิษด้านสิ่งแวดล้อมที่ลดลงเนื่องจากปริมาณการจราจรบนท้องถนนได้อีกด้วย

รายละเอียดเกี่ยวกับวิธีการคำนวณผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมจากโครงการรถโดยสารพลังงานไฟฟ้าจะกล่าวถึงในบทต่อไป

2.6 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์และแบบจำลองการลงทุน

การศึกษาในส่วนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของโครงการระบบขนส่งสาธารณะพลังงานไฟฟ้า ในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ผ่านแบบจำลองงบการเงิน (Statement) ภายใต้สถานการณ์ที่มีการจำกัดทางด้านการเงิน เพื่อวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของโครงการว่ามีความสามารถในการสร้างผลประกอบการให้เกิดกำไร (Financial Interest Rate of Return: FIRR) รวมไปถึงการวิเคราะห์มูลค่าที่ก่อให้เกิดผลประโยชน์ทางอ้อมในเชิงเศรษฐศาสตร์ (Economic Internal Rate of Return: EIRR)

2.6.1 ข้อกำหนดในการวิเคราะห์โครงการ

ในการวิเคราะห์ความคุ้มค่าของโครงการระบบรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า (E-Bus) ในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา มีระยะเวลาในการก่อสร้างและดำเนินการโครงการรวมเป็นระยะเวลา 22 ปี โดยใช้เวลาในการลงทุนก่อสร้างและดำเนินการ 2 ปี และ 20 ปี ตามลำดับ ในช่วงของการลงทุนก่อสร้าง 2 ปีแรก จะแบ่งการลงทุนอย่างละครึ่งของมูลค่าการลงทุนทั้งหมดในแต่ละปี ซึ่งแหล่งเงินทุนที่นำมาใช้ในการลงทุนมาจาก 2 วิธีคือการลงทุนเอง หรือ การกู้ยืมเงินลงทุนร้อยละ 50 ของมูลค่าการลงทุนทั้งหมดจากสถาบันการเงิน โดยกำหนดให้มีระยะเวลาการผ่อนจ่าย 15 ปี ดอกเบี้ยร้อยละ 10 ต่อปี ซึ่งตลอดระยะเวลาการดำเนินงาน 20 ปี กำหนดให้มีอัตราผลตอบแทนขั้นต่ำอยู่ที่ร้อยละ 7.5 (Minimum Acceptable Rate of Return: MARR) ในขณะเดียวกัน กำหนดให้อัตรากำไรเงินได้สุทธิที่ร้อยละ 20 นอกจากนี้ ตลอดระยะเวลาเริ่มตั้งแต่ก่อสร้างจนกระทั่งสิ้นสุดอายุโครงการ กำหนดให้ไม่คำนึงถึงอัตราเงินเฟ้อในตลอดเวลาที่ผ่านม ส่วนการคำนวณค่าเสื่อมราคาใช้วิธีการลดทอนแบบเร่งรัด (Modified Accelerated Cost Recovery System: MACRS) โดยกำหนดให้รถโดยสารพลังงานไฟฟ้าและเครื่องอัดประจุไฟฟ้ามีอายุการใช้งาน 10 ปี สถานีชาร์จประจุให้กับรถโดยสารไฟฟ้ามีอายุการใช้งาน 20 ปี และอสังหาริมทรัพย์มีอายุการใช้งานอยู่ที่ 39 ปี เมื่อสิ้นสุดโครงการหรือสิ้นสุดอายุการใช้งาน กำหนดให้มูลค่าที่เหลือทางบัญชีเป็นมูลค่าซากเว้นแต่รถโดยสารพลังงานไฟฟ้าเพียงอย่างเดียวที่กำหนดให้มูลค่าซากเท่ากับร้อยละ 10 ของมูลค่าเงินลงทุนของการจัดซื้อรถ ซึ่งสามารถเขียนเงื่อนไขทั้งหมดได้ดังแสดงในตารางที่ 2-22

ตารางที่ 2-22 ข้อกำหนดสำหรับการวิเคราะห์ความคุ้มค่าของระบบขนส่งสาธารณะพลังงานไฟฟ้า
เขตเทศบาลนครนครราชสีมา

| ลำดับ | ข้อกำหนด |
|-------|--|
| 1 | ระยะเวลาของโครงการคือ 2+20 ปี (ลงทุนก่อสร้าง 2 ปี และดำเนินการ 20 ปี) |
| 2 | อัตราผลตอบแทนขั้นต่ำที่ยอมรับได้ (Minimum Rate of Return: MARR) ร้อยละ 7.5 |
| 3 | มูลค่าซากของรถพลังงานไฟฟ้าคิดเป็นร้อยละ 10 ของเงินลงทุนค่าจัดซื้อรถ |
| 4 | มูลค่าซากสิ่งอื่นใด ให้เป็นมูลค่าคงเหลือทางบัญชี ณ สิ้นสุดอายุการใช้งาน หรือสิ้นสุดอายุโครงการ |
| 5 | อัตรากำไรเงินได้ (Income Tax Rate) เท่ากับร้อยละ 20 |
| 6 | ไม่คำนึงถึงอัตราเงินเฟ้อ |
| 7 | ค่าเสื่อมราคา ให้คำนวณแบบเร่งรัด (Modified Accelerated Cost Recovery System: MACRS) <ul style="list-style-type: none"> ○ กำหนดให้รถโดยสารพลังงานไฟฟ้า และเครื่องอัดประจุมีอายุการใช้งาน 10 ปี ○ สถานีชาร์จประจุไฟฟ้า มีอายุการใช้งาน 20 ปี ○ สินทรัพย์อสังหาริมทรัพย์ มีอายุการใช้งาน 39 ปี |
| 8 | แหล่งเงินทุนที่ใช้สำหรับการลงทุน <ol style="list-style-type: none"> 1. ลงทุนเอง 100% 2. ลงทุนเอง 50% และ กู้เงิน 50% จากสถาบันการเงิน โดยกำหนดให้มีระยะเวลาในการผ่อนจ่ายเป็นเวลา 15 ปี ดอกเบี้ยเงินกู้ร้อยละ 10 |

2.6.2 รายได้จากการดำเนินการ

จากการทำการสำรวจเก็บแบบสอบถามด้วยวิธี Stated Preference เพื่อประเมินราคาค่าโดยสาร ระยะเวลาในการรอรถโดยสาร และระยะเวลาในการเดินทางที่ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจ และมีแนวโน้มจะเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเดินทางมาใช้ระบบรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า (E-Bus) ภายใต้สถานการณ์จำลองที่ต่างกัน 6 สถานการณ์ตามที่อธิบายในหัวข้อที่ 2.5.1 ไปแล้วนั้น ในการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์จากการลงทุนในโครงการจำเป็นต้องเลือกสถานการณ์ใดสถานการณ์หนึ่งมาใช้ในการวิเคราะห์ โดยพบว่า **สถานการณ์ที่ 5** ซึ่งเก็บอัตราค่าโดยสารที่ 25 บาทตลอดเที่ยวการเดินทาง โดยมีระยะเวลาในการรอรถไม่เกิน 8 นาที และระยะเวลาในการเดินทางมากที่สุดไม่เกิน 25 นาทีต่อเที่ยว จะทำให้ผู้โดยสารที่เดินทางในรูปแบบอื่น ๆ สามารถเปลี่ยนมาใช้บริการเดินทางขนส่งสาธารณะพลังงานไฟฟ้าได้น้อยที่สุด โดยกลุ่มผู้โดยสารที่จะเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางมาใช้บริการเดินทางด้วยขนส่งสาธารณะพลังงานไฟฟ้า ได้แก่ กลุ่มที่เดินทางด้วยรถยนต์ส่วนตัว กลุ่มที่เดินทางด้วยรถสองแถว และกลุ่มที่เดินทางด้วยรถจักรยานยนต์ส่วนตัว โดยมีสัดส่วนการเปลี่ยนแปลงมาใช้ระบบขนส่งพลังงานไฟฟ้าที่ ร้อยละ 87.30 ร้อยละ 70.53 และ ร้อยละ 57.04 ตามลำดับ ดังนั้นการเลือกใช้ผลจาก **สถานการณ์ที่ 5** จึงมีความเหมาะสมที่สุดในแง่ของการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางด้านการเงิน เนื่องจากไม่ทำให้ค่าประมาณการด้านรายได้สูงจนเกินไป ปริมาณผู้โดยสารคาดการณ์อยู่ภายใต้กรอบตัวเลขที่ปฏิบัติได้จริง นอกจากนี้ การเก็บอัตราค่าโดยสารที่ 25 บาทตลอดเที่ยวการเดินทาง ยังสอดคล้องกับต้นทุนการดำเนินงาน สอดรับกับค่าโดยสารรถสูงสุดที่กลุ่มตัวอย่างทุกกลุ่มเป้าหมายยอมรับได้ ซึ่งเรียกว่า “ความเต็มใจจ่าย (Willingness-to-pay)”

จากการคาดการณ์ปริมาณผู้โดยสารในระบบรถโดยสารพลังงานไฟฟ้าในแต่ละปีตลอดอายุโครงการในสถานการณ์จำลองที่ 5 ทำให้สามารถคำนวณประเมินรายได้จากการดำเนินงานได้ดังแสดงใน **ตารางที่ 2-23** โดยโครงการระบบขนส่งสาธารณะพลังงานไฟฟ้า (E-Bus) มีปริมาณผู้โดยสารคาดการณ์ตลอด 20 ปี รวม 697.81 ล้านคน-เที่ยว หรือเฉลี่ย 95,590 คน-เที่ยว/วัน

ตารางที่ 2-23 รายได้จากการประกอบกิจการเดินรถพลังงานไฟฟ้าตลอดระยะเวลา 20 ปี

| ปีที่ | รายได้ (บาท) |
|-------|---------------|
| 1 | 495,490,632 |
| 2 | 526,339,060 |
| 3 | 557,186,448 |
| 4 | 588,034,980 |
| 5 | 618,884,968 |
| 6 | 666,770,988 |
| 7 | 732,936,932 |
| 8 | 789,962,992 |
| 9 | 846,990,456 |
| 10 | 904,017,244 |
| 11 | 946,126,896 |
| 12 | 988,238,732 |
| 13 | 1,030,348,852 |
| 14 | 1,072,459,960 |
| 15 | 1,114,571,432 |
| 16 | 1,114,173,632 |
| 17 | 1,113,775,416 |
| 18 | 1,113,378,188 |
| 19 | 1,112,980,700 |
| 20 | 1,112,583,316 |

นอกจากรายได้จากการประกอบกิจการดำเนินการบริการระบบขนส่งสาธารณะพลังงานไฟฟ้าแล้ว รายได้จากการเก็บค่าโฆษณา และค่าเช่าพื้นที่เป็นอีกช่องทางในการสร้างรายได้ให้แก่โครงการระบบขนส่งสาธารณะพลังงานไฟฟ้าได้

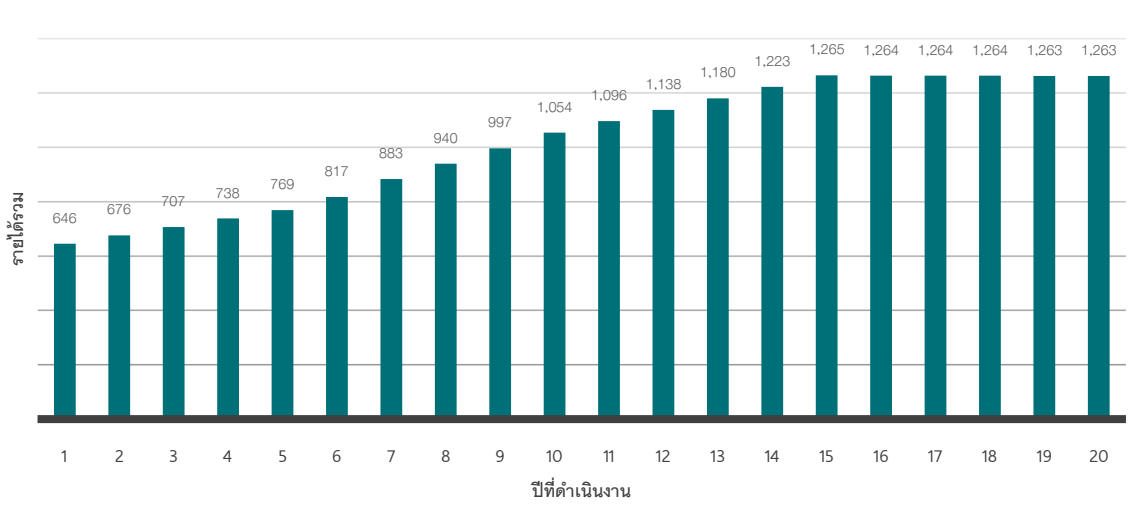
โดยค่าเช่าที่ในเขตพื้นที่ของสถานี กำหนดให้มีการเปิดพื้นที่บริเวณโดยรอบจุดจอดรถโดยสารจำนวน 2 จุดต่อสถานีเพื่อใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ และมีจำนวนจุดจอดรถโดยสารทั้งสิ้น 33 แห่ง โดยคิดค่าเช่าพื้นที่ในอัตรา 45,000 บาท/สถานี/เดือน/จุด ดังนั้น จึงคำนวณเป็นรายได้ต่อปีได้เท่ากับ 35,640,000 บาทต่อปี สำหรับค่าโฆษณาในพื้นที่จุดจอดและตัวรถโดยสาร สามารถแสดงรายละเอียดได้ในตารางที่ 2-24

ตารางที่ 2-24 รายละเอียดค่าโฆษณา และรายได้ต่อปีจากการโฆษณา

| | ค่าโฆษณา | หน่วย | รายได้ (ต่อปี) |
|------------------------------|------------|-----------------|--------------------|
| Digit Wall (สัญญา 12 เดือน) | 1,000,000 | บาท/ปี | 1,000,000 |
| ป้ายติดตัวรถ (สัญญา 1 เดือน) | 63,000 | บาท/คัน/เดือน | 15,120,000 |
| Handgrip | 124,000 | บาท/คัน/เดือน | 29,760,000 |
| Overhead board | 69,300 | บาท/สถานี/เดือน | 27,442,800 |
| Light Box 4 sheet | 21,500 | บาท/สถานี/เดือน | 8,514,000 |
| Sticker floor wrap | 82,500 | บาท/สถานี/เดือน | 32,640,000 |
| | รวม | | 114,506,800 |

หมายเหตุ: รถโดยสารพลังงานไฟฟ้าในโครงการมีรวมทั้งสิ้น 20 คัน

รายได้จากการให้เช่าพื้นที่และค่าโฆษณารวมเป็นรายได้ทั้งสิ้น 150,146,800 บาทต่อปี ตลอดระยะเวลา 20 ปี ซึ่งเมื่อรวมกับรายได้จากการประกอบการเดินรถโดยสาร (ค่าบัตรโดยสาร) สามารถแสดงรายได้รวมจากการดำเนินงานได้ดังแสดงในรูปที่ 2-20 โดยโครงการมีรายได้จากค่าโดยสารตลอด 20 ปี เท่ากับ 7,966.63 ล้านบาท และมีรายได้รวมทั้งหมดจากทั้ง 3 ช่องทางเท่ากับ 9,497.30 ล้านบาท



รูปที่ 2-20 รายได้รวมจากการดำเนินงานโครงการ

2.6.3 เงินลงทุนและค่าใช้จ่ายรายปี

ข้อกำหนดเกี่ยวกับเงินลงทุนค่าก่อสร้างสถานี เส้นทางเดินรถ การจัดซื้อรถโดยสารไฟฟ้า (E-Bus) สถานีชาร์จประจุ และค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับบุคลากร การบำรุงรักษาและซ่อมแซมระบบ มีรายละเอียดดังนี้

- 1) ค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อรถโดยสารไฟฟ้า (E-Bus) โดยใช้รถโดยสารขนาด กว้าง 2.55 เมตร ยาว 12 เมตร สูง 3.2 เมตร โดยจัดซื้อในราคาคันละ 7,000,000 บาท สำหรับเส้นทางเดินรถของรถ E-bus ทั้ง 4 สายนั้น คาดการณ์ว่าจะต้องใช้ทั้งสิ้น 20 คัน รวมเป็นเงินทั้งสิ้น 140,000,000 บาท

- 2) ค่าการก่อสร้างสถานี ซึ่งเส้นทางการเดินรถ E-bus ทั้ง 4 เส้นทางมีจำนวนสถานีทั้งหมด 34 สถานี แบ่งเป็นสถานีบนพื้นดิน 19 สถานี และสถานียกระดับลอยฟ้า 15 สถานี โดยค่าก่อสร้างสถานีบนพื้นดินคิดเป็น 21,800,000 บาท/สถานี รวมเป็นเงิน 414,200,000 บาท และสถานีลอยฟ้าคิดมีค่าก่อสร้าง 35,700,000 บาท/สถานี รวมเป็นเงิน 535,500,000 บาท ดังนั้น ค่าก่อสร้างสถานีทั้งโครงการคิดเป็นเงิน 949,700,000 บาท
- 3) ค่าการก่อสร้างเส้นทางเดินรถ E-bus ซึ่งโครงการนี้มีเส้นทางการเดินรถทั้งระดับพื้นดินและยกระดับลอยฟ้า โดยเส้นทางการเดินรถบนพื้นดินคิดเป็น 9,000,000 บาท/กิโลเมตร และต้องก่อสร้างเป็นระยะทาง 24.7 กิโลเมตร คิดเป็นเงิน 222,300,000 บาท ในขณะที่เส้นทางการเดินรถลอยฟ้ามีค่าก่อสร้าง 193,500,000 บาท/กิโลเมตร และต้องก่อสร้างเป็นระยะทาง 12.4 กิโลเมตร คิดเป็นเงิน 2,399,400,000 บาท รวมเป็นเงินทั้งสิ้น 2,621,700,000 บาท
- 4) ค่าการก่อสร้างสถานีชาร์จประจุ เนื่องจากการใช้งานรถ E-bus จำเป็นต้องมีการสร้างสถานีชาร์จประจุไฟฟ้าสำหรับรถ E-bus โดยเฉพาะ โดยโครงการกำหนดให้มีสถานีชาร์จประจุสำหรับรถ E-bus ทั้งสิ้น 3 สถานี ซึ่งคิดเป็นเงิน 900,000 บาท/สถานี รวมทั้งสิ้น 2,700,000 บาท
- 5) ค่าจ้างแรงงานเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการเดินรถ ประกอบไปด้วย ผู้จัดการฝ่ายธุรกิจ, ผู้จัดการฝ่ายควบคุมการเดินรถ, หัวหน้าฝ่ายควบคุม, เจ้าหน้าที่ศูนย์ปฏิบัติการ, เจ้าหน้าที่ตรวจสอบความปลอดภัย, ผู้จัดการฝ่ายการวางแผน, เจ้าหน้าที่วางแผน, ผู้จัดการฝ่ายการเงิน, เจ้าหน้าที่ฝ่ายการเงิน, ผู้จัดการฝ่ายบุคคล, เจ้าหน้าที่ฝ่ายบุคคล และเจ้าหน้าที่ประจำสถานี สามารถแจกแจงเป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในแต่ละปีได้ดังแสดงในตารางที่ 2-25
- 6) ค่าดำเนินการต่าง ๆ ประกอบไปด้วย ค่าซ่อมบำรุงรถ E-bus คิดเป็น 800 บาท/คัน/วัน ซึ่งคิดเป็นเงิน 5,840,000 บาท/ปี, ค่าอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง โดยคิดด้วยอัตรา 2.63 บาท/TOU/คัน เมื่ออัตรากำลังไฟฟ้าของรถ E-bus คิดเป็น 207 TOU/ชั่วโมง/คัน และใน 1 วัน รถ E-bus ให้บริการ 14 ชั่วโมง/วัน ประกอบกับมีจำนวนรอบในการอัดประจุ 2 ครั้ง/วัน จึงคิดเป็นเงิน 111,277,404 บาท/ปี และค่าดำเนินการสถานีอัดประจุ คิดเป็นเงิน 438,200 บาท/ปี รวมค่าดำเนินการทั้งสิ้นเป็นเงิน 117,555,604 บาท/ปี

ตารางที่ 2-25 รายละเอียดของค่าใช้จ่ายสำหรับการจ้างบุคลากรตลอดระยะเวลาการดำเนินงาน

| ลำดับ | ตำแหน่ง | จำนวนคน | อัตราเงินเดือน | รวม (บาท) |
|-------|--------------------------------------|-----------|----------------|-------------------|
| 1 | ผู้จัดการฝ่ายธุรกิจ | 1 | 80,000 | 80,000 |
| 2 | ผู้จัดการฝ่ายควบคุมการเดินรถ | 1 | 70,000 | 70,000 |
| 3 | หัวหน้าฝ่ายควบคุม | 1 | 60,000 | 60,000 |
| 4 | เจ้าหน้าที่ศูนย์ปฏิบัติการ | 2 | 40,000 | 80,000 |
| 5 | เจ้าหน้าที่ฝ่ายตรวจสอบความปลอดภัย | 2 | 30,000 | 60,000 |
| 6 | ผู้จัดการฝ่ายวางแผน | 1 | 70,000 | 70,000 |
| 7 | เจ้าหน้าที่วางแผน | 1 | 25,000 | 25,000 |
| 8 | ผู้จัดการฝ่ายการเงิน | 1 | 70,000 | 70,000 |
| 9 | เจ้าหน้าที่ฝ่ายการเงิน | 2 | 25,000 | 50,000 |
| 10 | ผู้จัดการฝ่ายบุคคล | 1 | 60,000 | 60,000 |
| 11 | เจ้าหน้าที่ฝ่ายบุคคล | 2 | 15,000 | 30,000 |
| | รวมเจ้าหน้าที่บริการระบบทั้งหมด | 15 | | 655,000 |
| | เจ้าหน้าที่ประจำสถานี | 76 | 10,000 | 760,000 |
| | รวมเจ้าหน้าที่ระบบทั้งหมด (ต่อเดือน) | 91 | | 1,415,000 |
| | ค่าบุคลากรเจ้าหน้าที่ (ต่อปี) | 91 | | 16,980,000 |

โดยสรุปแล้ว เงินลงทุนและค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นรายปีของโครงการระบบขนส่งสาธารณะพลังงานไฟฟ้า เขตเทศบาลนครนครราชสีมา มีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 2-26

ตารางที่ 2-26 รายละเอียดเงินลงทุนและค่าใช้จ่ายรายปีของโครงการ

| ลำดับ | รายการ | ต้นทุน |
|-----------------|---------------------------|--------------------------|
| 1. ลงทุน | | |
| 1.1 | ทางวิ่งบนพื้น | 222,300,000 บาท |
| 1.2 | ทางวิ่งลอยฟ้า | 2,399,400,000 บาท |
| 1.3 | รถโดยสารพลังงานไฟฟ้า | 140,000,000 บาท |
| 1.4 | สถานีชาร์จ์ประจุ | 2,700,000 บาท |
| 1.5 | สถานีบนพื้นรวม 19 สถานี | 414,200,000 บาท |
| 1.6 | สถานีลอยฟ้ารวม 15 สถานี | 535,500,000 บาท |
| 1.7 | เครื่องอัดประจุไฟฟ้า | 18,000,000 บาท |
| | รวมต้นทุนเงินลงทุน | 3,732,100,000 บาท |

| ลำดับ | รายการ | ต้นทุน |
|----------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| 2. ค่าใช้จ่าย | | |
| 2.1 | ค่าดำเนินงานของบุคลากร | 16,980,000 บาทต่อปี |
| 2.2 | ค่าซ่อมบำรุงรถพลังงานไฟฟ้า | 5,840,000 บาทต่อปี |
| 2.3 | ค่าอัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง | 111,277,404 บาทต่อปี |
| 2.4 | ค่าดำเนินการสถานีอัดประจุไฟฟ้า | 438,200 บาทต่อปี |
| | รวมค่าใช้จ่ายรายปี | 134,535,604 บาทต่อปี |

2.6.4 ค่าเสื่อมราคาและมูลค่าคงเหลือ

การคำนวณค่าเสื่อมราคากำหนดให้ลดทอนมูลค่าของสินทรัพย์ โดยใช้ระบบการคำนวณแบบเร่งรัด (Modified Acceleration Cost System: MACRS) เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการบริหารจัดการระบบการเดินรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า โดยมีรายละเอียดการคำนวณค่าเสื่อมราคาและมูลค่าคงเหลือของสินทรัพย์ ดังนี้

- 1) สำหรับการคำนวณค่าเสื่อมราคาของรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า กำหนดให้อายุการใช้งานอยู่ที่ 10 ปี และต้นทุนของรถโดยสารพลังงานไฟฟ้าเท่ากับ 140,000,000 บาท รวมทั้งสิ้น 20 คัน จากข้อกำหนดดังกล่าว ส่งผลให้ ณ สิ้นปีอายุการใช้งาน มีมูลค่าคงเหลือรวมทั้งสิ้น 14,000,000 บาท
- 2) สำหรับสถานีชาร์จประจุ ใช้การตัดค่าเสื่อมราคาโดยวิธีการ MACRS ซึ่งกำหนดให้มีอายุการใช้งาน 20 ปี และมูลค่าการลงทุนสถานีชาร์จประจุเท่ากับ 2,700,000 บาท ดังนั้น มูลค่าคงเหลือเมื่อสิ้นสุดอายุการใช้งานจึงเท่ากับ 120,960 บาท ดังแสดงในตารางที่ 2-27
- 3) สำหรับสถานีจอดรับ-ส่งผู้โดยสารบนพื้น เนื่องจากเป็นอสังหาริมทรัพย์ ซึ่งการตัดค่าเสื่อมราคาโดยวิธีของ MACRS จะใช้กฎครึ่งปีเฉพาะปีแรกและปีสุดท้ายของการใช้งาน และการตัดค่าเสื่อมราคาเป็นวิธีเส้นตรง เมื่อกำหนดให้อายุการใช้งานสถานีเท่ากับ 39 ปี ต้นทุนค่าก่อสร้างจึงเท่ากับ 414,200,000 บาท โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 2-28
- 4) ในทำนองเดียวกัน สินทรัพย์ประเภทอสังหาริมทรัพย์ ได้แก่ สถานีจอดรับ-ส่งลอยฟ้า, ทางวิ่งบนพื้น และทางวิ่งลอยฟ้า ใช้หลักการคำนวณค่าเสื่อมราคาเช่นเดียวกับสถานีจอดรับ-ส่งผู้โดยสารบนพื้น โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 2-29
- 5) สำหรับการตัดค่าเสื่อมราคาของเครื่องอัดประจุไฟฟ้า กำหนดให้มีอายุการใช้งาน 10 ปี และต้นทุนของการสร้างเครื่องอัดประจุไฟฟ้ารวมเท่ากับ 18,000,000 บาท ส่งผลให้มูลค่าคงเหลือมีค่าเท่ากับ 2,361,600 บาท โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 2-30

ตารางที่ 2-27 การตัดค่าเสื่อมราคาของสถานีอัดประจุและมูลค่าคงเหลือ

| ปีที่ | อัตราค่าเสื่อม (%) | ค่าเสื่อมราคา (บาท) |
|-------|-----------------------|---------------------|
| 1 | 3.75 | 101,250 |
| 2 | 7.22 | 194,940 |
| 3 | 6.68 | 180,360 |
| 4 | 6.18 | 166,860 |
| 5 | 5.71 | 154,170 |
| 6 | 5.28 | 142,560 |
| 7 | 4.89 | 132,030 |
| 8 | 4.52 | 122,040 |
| 9 | 4.46 | 120,420 |
| 10 | 4.46 | 120,420 |
| 11 | 4.46 | 120,420 |
| 12 | 4.46 | 120,420 |
| 13 | 4.46 | 120,420 |
| 14 | 4.46 | 120,420 |
| 15 | 4.46 | 120,420 |
| 16 | 4.46 | 120,420 |
| 17 | 4.46 | 120,420 |
| 18 | 4.46 | 120,420 |
| 19 | 4.46 | 120,420 |
| 20 | 4.46 | 60,210 |
| | ต้นทุน | 2,700,000 |
| | มูลค่าคงเหลือตามบัญชี | 120,960 |

ตารางที่ 2-28 การตัดค่าเสื่อมราคาของสถานีจอร์จรับ-ส่ง บนพื้น และมูลค่าคงเหลือ

| ปีที่ | อัตราค่าเสื่อม (กฎครึ่งเดือน) | ค่าเสื่อมราคา (บาท) |
|-------|-------------------------------|-----------------------|
| 1 | 0.958333 | 10,177,991.45 |
| 2 | 1 | 10,620,512.82 |
| 3 | 1 | 10,620,512.82 |
| 4 | 1 | 10,620,512.82 |
| 5 | 1 | 10,620,512.82 |
| 6 | 1 | 10,620,512.82 |
| 7 | 1 | 10,620,512.82 |
| 8 | 1 | 10,620,512.82 |
| 9 | 1 | 10,620,512.82 |
| 10 | 1 | 10,620,512.82 |
| 11 | 1 | 10,620,512.82 |
| 12 | 1 | 10,620,512.82 |
| 13 | 1 | 10,620,512.82 |
| 14 | 1 | 10,620,512.82 |
| 15 | 1 | 10,620,512.82 |
| 16 | 1 | 10,620,512.82 |
| 17 | 1 | 10,620,512.82 |
| 18 | 1 | 10,620,512.82 |
| 19 | 1 | 10,620,512.82 |
| 20 | 0.958333 | 10,177,991.45 |
| | ต้นทุน | 414,200,000 |
| | มูลค่าคงเหลือตามบัญชี | 202,674,786.32 |

ตารางที่ 2-29 ราคาค่าก่อสร้างและมูลค่าคงเหลือของสินทรัพย์ประเภทอสังหาริมทรัพย์

| ชนิดสินทรัพย์ | ราคาค่าก่อสร้าง (บาท) | มูลค่าคงเหลือ (บาท) |
|---------------|-----------------------|---------------------|
| สถานีลอยฟ้า | 535,500,000 | 262,028,846 |
| - สีม่วง | 285,600,000 | 139,748,717 |
| - สีส้ม | 107,100,000 | 52,405,770 |
| - สีแดง | 142,800,000 | 69,874,359 |
| - สีเหลือง | - | - |
| ทางวิ่งบนพื้น | 222,300,000 | 108,775,000 |
| - สีม่วง | 89,100,000 | 43,598,077 |
| - สีส้ม | 47,700,000 | 23,340,385 |
| - สีแดง | 37,800,000 | 18,496,153 |
| - สีเหลือง | 47,700,000 | 23,340,385 |
| ทางวิ่งลอยฟ้า | 2,399,400,000 | 1,174,065,385 |
| - สีม่วง | 1,451,250,000 | 710,120,192 |
| - สีส้ม | 503,100,000 | 246,175,000 |
| - สีแดง | 445,050,000 | 217,770,192 |
| - สีเหลือง | - | - |

ตารางที่ 2-30 การตัดค่าเสื่อมราคาของสถานีจอตรับ-ส่ง บนพื้นและมูลค่าคงเหลือ

| ปีที่ | อัตราค่าเสื่อม (%) | ค่าเสื่อมปีที่ 1-10 (บาท) | อัตราค่าเสื่อม (%) | ค่าเสื่อมปีที่ 11-20 (บาท) | ค่าเสื่อมรวม (บาท) |
|-------|--------------------|---------------------------|--------------------|----------------------------|--------------------|
| 1 | 10 | 1,800,000 | - | - | 1,800,000 |
| 2 | 18 | 3,240,000 | - | - | 3,240,000 |
| 3 | 14.4 | 2,592,000 | - | - | 2,592,000 |
| 4 | 11.52 | 2,073,600 | - | - | 2,073,600 |
| 5 | 9.22 | 1,659,600 | - | - | 1,659,600 |
| 6 | 7.37 | 1,326,600 | - | - | 1,326,600 |
| 7 | 6.55 | 1,179,000 | - | - | 1,179,000 |
| 8 | 6.55 | 1,179,000 | - | - | 1,179,000 |
| 9 | 6.55 | 1,179,000 | - | - | 1,179,000 |
| 10 | 3.28 | 590,400 | - | - | 590,400 |
| 11 | - | - | 10 | 1,800,000 | 1,800,000 |
| 12 | - | - | 18 | 3,240,000 | 3,240,000 |
| 13 | - | - | 14.4 | 2,592,000 | 2,592,000 |
| 14 | - | - | 11.52 | 2,073,600 | 2,073,600 |
| 15 | - | - | 9.22 | 1,659,600 | 1,659,600 |
| 16 | - | - | 7.37 | 1,326,600 | 1,326,600 |
| 17 | - | - | 6.55 | 1,179,000 | 1,179,000 |
| 18 | - | - | 6.55 | 1,179,000 | 1,179,000 |
| 19 | - | - | 6.55 | 1,179,000 | 1,179,000 |
| 20 | - | - | 3.28 | 590,400 | 590,400 |
| | | | | ต้นทุน | 18,000,000 |
| | | | | มูลค่าคงเหลือ | 2,361,600 |

2.6.5 สัดส่วนของการกู้ยืมในงบลงทุน

จากมูลค่าการลงทุนทั้งหมด 3,732,100,000 บาท ซึ่งเป็นเงินลงทุนที่มีมูลค่าสูงมาก การนำเงินสะสมหรืองบประมาณที่มีอยู่ทั้งหมดมาใช้ในงบลงทุน อาจสร้างความเสี่ยงให้เกิดกับกระแสเงินสดและสภาพคล่องขององค์กรซึ่งทำหน้าที่บริหารจัดการระบบการเดินรถโดยสารพลังงานไฟฟ้าได้ ดังนั้นผู้มีส่วนร่วมในการตัดสินใจเพื่อบริหารจัดการโครงการจึงควรพิจารณากู้ยืมเงินบางส่วนจากสถาบันการเงิน ซึ่งหากสามารถสร้างผลกำไรจากการลงทุนได้มากกว่าต้นทุนด้านดอกเบี้ยจากเงินกู้แล้ว จะช่วยให้ผลตอบแทนสุทธิของโครงการซึ่งอธิบายได้ในรูปของมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) อัตราผลตอบแทนภายในทางเศรษฐศาสตร์ (Economic Internal Rate of Return: EIRR) อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (Benefit-Cost Ratio: B/C Ratio) รวมทั้งระยะเวลาคืนทุน (Payback Period) ของโครงการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางที่ดีขึ้น โดยการศึกษาี้ กำหนดให้การกู้ยืมเงินจากสถาบันการเงิน มีดอกเบี้ยการกู้ยืมที่ร้อยละ 10 และมีระยะเวลาการชำระเงินต้นและดอกเบี้ยเป็นเวลา 15 ปีนับตั้งแต่เริ่มเปิดให้บริการเดินรถ โดยสามารถแสดงข้อมูลการชำระเงินต้นและดอกเบี้ยได้ดังแสดงในตารางที่ 2-31

ตารางที่ 2-31 การชำระเงินทุนและดอกเบี้ยตลอดระยะเวลา 15 ปี ในอัตราดอกเบี้ยร้อยละ 10

| ปีที่ | เงินทุน (บาท) | ดอกเบี้ย (บาท) |
|-------|----------------|----------------|
| 1 | 64,604,805.50 | 205,265,500 |
| 2 | 71,065,286.05 | 198,805,019.45 |
| 3 | 78,171,814.65 | 191,698,490.85 |
| 4 | 85,988,996.12 | 183,881,309.38 |
| 5 | 94,587,895.73 | 175,282,409.77 |
| 6 | 104,046,685.30 | 165,823,620.20 |
| 7 | 114,451,353.83 | 155,418,951.67 |
| 8 | 125,896,489.21 | 143,973,816.28 |
| 9 | 138,486,138.14 | 131,384,167.36 |
| 10 | 152,334,751.95 | 117,535,553.55 |
| 11 | 167,568,227.14 | 102,302,078.35 |
| 12 | 184,325,049.86 | 85,545,255.64 |
| 13 | 202,757,554.84 | 67,112,750.65 |
| 14 | 223,033,310.33 | 46,836,995.17 |
| 15 | 245,336,641.36 | 24,533,664.14 |

2.6.6 ผลตอบแทนสุทธิของโครงการ

เมื่อวิเคราะห์การดำเนินงานโครงการตลอดระยะเวลา 20 ปี โดยแยกวิเคราะห์ได้ 2 สถานการณ์ ดังนี้

- 1) การลงทุนเองทั้งหมด พบว่า ที่อัตราผลตอบแทนต่ำสุดที่ยอมรับได้ (Minimum Acceptable Rate of Return: MARR) เท่ากับ ร้อยละ 7.5 โครงการจะมี
 - a. มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value หรือ NPV) เท่ากับ 2,840,615,780 บาท
 - b. อัตราผลตอบแทนภายในทางเศรษฐศาสตร์ (Economic Internal Rate of Return: EIRR) เท่ากับ ร้อยละ 13.8 และ
 - c. อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (Benefit-Cost Ratio: B/C Ratio) เท่ากับ 1.49
- 2) การลงทุนเองร้อยละ 50 และกู้ยืมเงินจากสถาบันการเงินร้อยละ 50 พบว่า ที่อัตราผลตอบแทนต่ำสุดที่ยอมรับได้ (Minimum Acceptable Rate of Return: MARR) เท่ากับ ร้อยละ 7.5 โครงการจะมี
 - a. มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value หรือ NPV) เท่ากับ 2,735,912,757 บาท
 - b. อัตราผลตอบแทนภายในทางเศรษฐศาสตร์ (Economic Internal Rate of Return: EIRR) เท่ากับ ร้อยละ 17.1 และ
 - c. อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (Benefit-Cost Ratio: B/C Ratio) เท่ากับ 1.09

เมื่อกำหนดให้คำนวณและเปรียบเทียบ ณ ปีฐานหรือปีที่ 0 พบว่าทั้ง 2 สถานการณ์ล้วนให้ค่า EIRR ที่มากกว่า MARR ที่ร้อยละ 7.5 และค่า B/C ratio มากกว่า 1 ทั้งสองสถานการณ์ จึงทำให้โครงการระบบขนส่งสาธารณะพลังงานไฟฟ้าในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา มีความเป็นไปได้ที่จะสร้างกำไรและควรค่าแก่การลงทุน โดยสามารถสรุปผลตอบแทนของโครงการได้ดังแสดงในตารางที่ 2-32

ตารางที่ 2-32 สรุปค่าดัชนีจากการประเมินโครงการระบบขนส่งสาธารณะพลังงานไฟฟ้า

| ลักษณะการลงทุน | NPV (7.5%, ปีฐานปีที่ 0) | EIRR (%) | B/C ratio |
|---|--------------------------|----------|-----------|
| ลงทุนเองทั้งหมด | 2,840,615,780 บาท | 13.8 | 1.49 |
| ลงทุนเองร้อยละ 50 และกู้ยืมเงิน จากสถาบันการเงินร้อยละ 50 | 2,735,912,757 บาท | 17.1 | 1.09 |

ทั้งนี้ การคำนวณดัชนี EIRR คือการนำรายได้จากการดำเนินงานและมูลค่าทางเศรษฐกิจที่สร้างได้ทางอ้อมพิจารณา โดยมูลค่าทางเศรษฐกิจที่สร้างได้ทางอ้อมคือ การลดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์จากการเปิดใช้งานระบบขนส่งสาธารณะพลังงานไฟฟ้า นำมาสู่การขายจำนวนคาร์บอนเครดิตในเวลาถัดมา ในทางกลับกัน การคำนวณค่าดัชนีอัตราผลตอบแทนภายในทางการเงิน (Financial Internal Rate of Return: FIRR) คือ การนำรายได้เฉพาะเพียงส่วนของการดำเนินงานเปิดให้บริการระบบขนส่งสาธารณะพลังงานไฟฟ้าตลอดระยะเวลา 20 ปี ในการคำนวณเพียงเท่านั้น

การพิจารณาความเป็นไปได้ของโครงการระบบขนส่งสาธารณะพลังงานไฟฟ้าในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา นอกจากมีรายได้หลักจากการดำเนินงานรถพลังงานไฟฟ้าตลอดระยะเวลา 20 ปี ในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ยังนำไปสู่การสร้างรายได้เพิ่มเติมจากการที่เมืองปลอดคาร์บอน เนื่องจากปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ลดลง สามารถแลกเปลี่ยนเป็นการขายคาร์บอนเครดิต โดยรายละเอียดของรายได้สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 2-33

ตารางที่ 2-33 สรุปรายได้จากการดำเนินเปิดรถไฟฟ้าบริการและปริมาณเครดิตคาร์บอนตามปีที่ดำเนินงาน

| ปี (พ.ศ.) | รายได้จากการดำเนินงาน (บาท) | Carbon Credit Benefit (บาท) |
|-----------|-----------------------------|-----------------------------|
| 2570 | 495,490,632 | 1,273,769 |
| 2575 | 618,884,968 | 1,830,899 |
| 2580 | 904,017,244 | 3,550,266 |
| 2585 | 1,114,571,432 | 4,667,235 |
| 2590 | 1,112,583,316 | 4,658,551 |

ปริมาณเครดิตคาร์บอนที่แสดงในตารางที่ 2-33 สามารถคำนวณจากปริมาณคาร์บอนที่ลดลงไปได้ในระหว่างการเปิดการใช้งานระบบขนส่งสาธารณะพลังงานไฟฟ้า ซึ่งแสดงในรูปของตัน-คาร์บอนต่อปี ดังแสดงในตารางที่ 2-34 โดยในปัจจุบันจำนวนคาร์บอนที่ลดลงไปได้สามารถเก็บอยู่ในรูปของคาร์บอนเครดิตซึ่งนำไปแลกเปลี่ยนได้ในอัตรา 107.23 บาท/ตันคาร์บอน

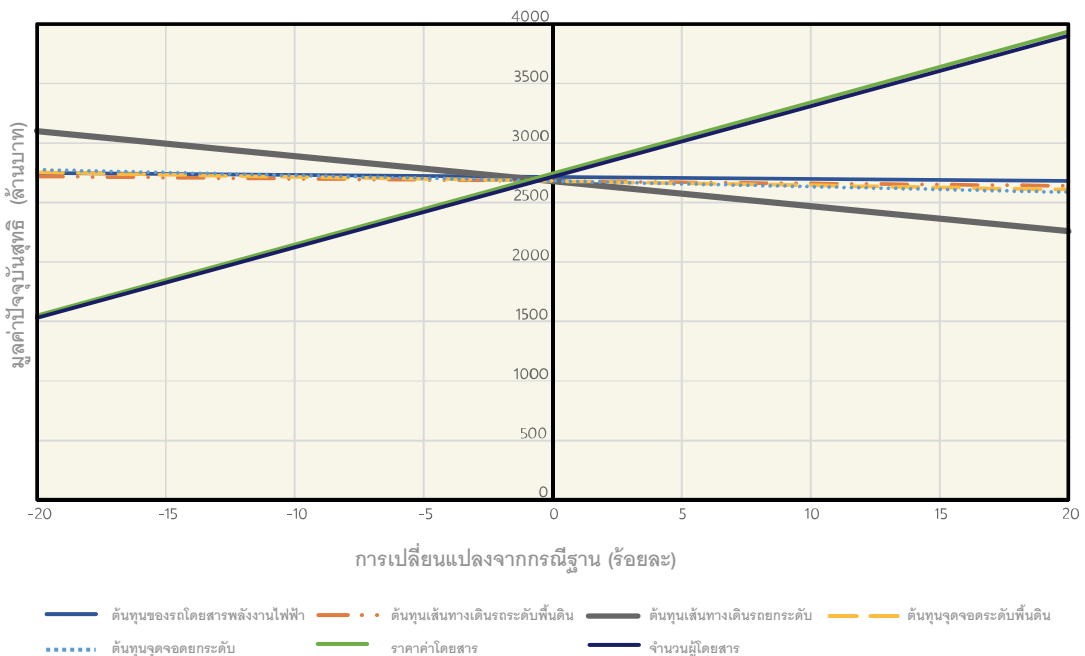
ตารางที่ 2-34 ปริมาณคาร์บอนที่ลดลงไปได้แต่ละเส้นทางการเดินรถ ในช่วงการเปิดให้บริการ (ตันคาร์บอน/ปี)

| เส้นทางการเดินรถ | ปี พ.ศ. ที่ดำเนินโครงการ | | | | |
|------------------|--------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | 2570 | 2575 | 2580 | 2585 | 2590 |
| สายสีม่วง | 13,862 | 18,076 | 31,161 | 39,642 | 39,824 |
| สายสีส้ม | 1,063 | 592 | 828 | 1,761 | 1,623 |
| สายสีเหลือง | 440 | 304 | 107 | 381 | 287 |
| สายสีแดง | 480 | 106 | 1,013 | 1,742 | 1,710 |
| รวม | 11,879 | 17,075 | 33,109 | 43,525 | 43,444 |

2.6.7 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ (Sensitivity Analysis of the Project)

การวิเคราะห์ความอ่อนไหวประกอบไปด้วยการวิเคราะห์ต้นทุนของรถ EV, ต้นทุนระยะทางวิ่งบนพื้น ต้นทุนระยะทางวิ่งลอยฟ้า ต้นทุนจุดจอดบนพื้น จุดจอดลอยฟ้า ราคาค่าโดยสาร และจำนวนผู้โดยสาร โดยกำหนดให้มีการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรต่อการวิเคราะห์ความอ่อนไหวครั้งละ 1 ตัวแปรเท่านั้น และเปลี่ยนแปลงไปจากสถานการณ์เดิมร้อยละ 20 ($\pm 20\%$) ภายใต้สถานการณ์การกู้ยืมร้อยละ 50 ดังแสดงในรูปที่ 2-21

การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการภายใต้การกู้ยืมร้อยละ 50 และ MARR ร้อยละ 7.5



รูปที่ 2-21 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ

จากการวิเคราะห์พบว่า ต้นทุนระยะทางวิ่งลอยฟ้าส่งผลต่อ NPV ของโครงการอย่างมาก (เส้นสีเทา) เนื่องจากเส้นตรงมีความชันค่อนข้างมาก สำหรับด้านรายได้ การเปลี่ยนแปลงของจำนวนผู้โดยสาร (ผู้โดยสารที่ใช้บริการสถานีเพิ่มขึ้นหรือลดลงในแต่ละปีร้อยละ 20 ตลอดระยะเวลา 20 ปีที่ดำเนินโครงการ โดยเปลี่ยนแปลงไปจากจำนวนผู้โดยสารที่คาดการณ์ไว้ในกรณีฐาน) และราคาค่าโดยสาร

ที่สามารถปรับเปลี่ยนไปจากฐานราคาเดิม 25 บาท (ราคาต่ำสุดคือ 20 บาท สูงสุดคือ 30 บาท) ส่งผลต่อมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) ที่ใกล้เคียงกัน

อย่างไรก็ตาม จากผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ พบว่า โครงการนี้มีเสถียรภาพทางการเงินอยู่ในเกณฑ์ที่ดีมาก เนื่องจากแม้ว่าตัวแปรที่มีความอ่อนไหวมากเกิดการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางที่เป็นลบ กล่าวคือ ต้นทุนระยะทางวิ่งเพิ่มขึ้นร้อยละ 20 ปริมาณผู้ใช้บริการน้อยกว่าที่คาดการณ์ไว้ถึงร้อยละ 20 หรือราคาค่าโดยสารลดลงจากที่กำหนดไว้ร้อยละ 20 ก็ยังพบว่า มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) ของโครงการมีค่าเป็นบวก กล่าวคือโครงการยังมีความสามารถในการทำกำไรจากการดำเนินการ (Profitability) ได้ หรือมีความเสี่ยงในการลงทุน (โอกาสเกิดการขาดทุนจากการลงทุน) ต่ำ

2.7 สรุปผลการออกแบบระบบโดยสารพลังงานไฟฟ้าและการวิเคราะห์ความคุ้มค่าของโครงการ

การออกแบบเส้นทาง จำนวนจุดจอด ลักษณะทางกายภาพของจุดจอด จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องคำนึงถึง ความต้องการเดินทาง (Travel Demand) ของประชาชนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ศึกษา เนื่องจากการกำหนดแนวเส้นทางเดินรถที่สอดคล้องกับความต้องการเดินทางระหว่างพื้นที่ย่อย ๆ ของประชาชนโดยส่วนใหญ่ ย่อมจะสร้างแรงจูงใจให้เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเดินรถมาใช้ระบบรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า (E-Bus) ได้มากขึ้น อย่างไรก็ตาม กลไกด้านราคาและความสะดวกสบายของระบบรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า (E-Bus) เอง ก็เป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อปริมาณผู้ใช้โดยสารในระบบตลอดอายุของโครงการ

จากการวิเคราะห์ความเหมาะสมของการลงทุนในโครงการระบบรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า (E-Bus) โดยเลือกใช้ระดับราคาและความถี่ของการเดินรถภายใต้สถานการณ์ที่เป็นไปได้มากที่สุด (Most Feasible Scenario) พบว่าโครงการระบบขนส่งสาธารณะพลังงานไฟฟ้าในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา มีความเป็นไปได้ที่จะสร้างกำไรและควรค่าแก่การลงทุน นอกจากนี้ จากการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ (Sensitivity Analysis of The Project) พบว่า โครงการนี้มีเสถียรภาพทางการเงินที่ดี กล่าวคือ ในสถานการณ์ที่เลวร้ายที่สุด (Worst Case Scenario) ซึ่งกำหนดให้ต้นทุนระยะทางวิ่งเพิ่มขึ้นร้อยละ 20 ปริมาณผู้ใช้บริการน้อยกว่าที่คาดการณ์ไว้ถึงร้อยละ 20 หรือราคาค่าโดยสารลดลงจากที่กำหนดร้อยละ 20 ก็ยังพบว่า NPV ของโครงการมีค่าเป็นบวก หรือโครงการยังสามารถสร้างกำไรจากการดำเนินการได้

โดยสรุปแล้ว ผลจากการออกแบบเส้นทางเดินรถ รวมทั้งรูปแบบการให้บริการในเชิงวิศวกรรมการขนส่ง ร่วมกับการวิเคราะห์ความเหมาะสมของการลงทุนในด้านการเงินและด้านเศรษฐศาสตร์ ทำให้ยืนยันได้ว่า ระบบรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า (E-Bus) ในพื้นที่เทศบาลนครนครราชสีมา มีความเหมาะสม สอดคล้องกับความต้องการเดินทางของประชาชนในพื้นที่ มีพื้นที่ให้บริการครอบคลุมชุมชนทั้งหมดในเขตเทศบาล และมีความสามารถในการทำกำไรจากค่าโดยสารตลอดอายุของโครงการได้ เมื่อเทียบกับค่าใช้จ่ายในงบลงทุนทั้งโครงสร้างพื้นฐาน รถโดยสาร ระบบบำรุงรักษาและเติมประจุ รวมทั้งบดดำเนินงาน ทั้งค่าจ้างบุคลากร ค่าพลังงาน และค่าบำรุงรักษา และยังสร้างผลประโยชน์ทางอ้อมจากปริมาณมลพิษด้านสิ่งแวดล้อมที่ลดลงอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเดินรถมาใช้รถโดยสารพลังงานไฟฟ้าได้อีกด้วย

ผลการศึกษาดังนี้เป็นเครื่องยืนยันได้ว่า ระบบรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า (E-Bus) จะมีส่วนช่วยผลักดันให้เทศบาลนครนครราชสีมาเปลี่ยนแปลงไปสู่เมืองคาร์บอนต่ำ (Low-carbon City) ได้อย่างยั่งยืนในอนาคต

บทที่ 3

การศึกษาด้านวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

3.1 การประเมินคุณภาพอากาศระบบ E-Bus ที่นำเสนอ

3.1.1 วิธีการสร้างฐานข้อมูลและแบบจำลองคุณภาพอากาศ

1) การทบทวนคุณภาพอากาศที่เกี่ยวข้องกับภาคขนส่ง

รวบรวมข้อมูลการตรวจวัดคุณภาพอากาศของกรมควบคุมมลพิษ ณ สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ 47t (สถานีโรงสูบน้ำเสียเทศบาลนครนครราชสีมา ต.ในเมือง จ.นครราชสีมา) ซึ่งเป็นข้อมูลตรวจวัดปี พ.ศ. 2560 – 2564 ประกอบไปด้วยสารมลพิษอากาศ 5 ประเภท ได้แก่ ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนเมตร ($PM_{2.5}$) ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนเมตร (PM_{10}) ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) ก๊าซ ไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) และก๊าซโอโซน (O_3) ในการศึกษาชั้นพิจารณาแนวโน้มของข้อมูล วิเคราะห์ความสัมพันธ์กับฤดูกาล วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างกัน และเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานในบรรยากาศ ซึ่งการศึกษาในส่วนนี้ทำให้ได้ทราบว่าเทศบาลนครนครราชสีมาเน้นเผชิญกับระดับมลพิษในอากาศที่เกินกำหนด เช่น $PM_{2.5}$ PM_{10} ทั้งสำหรับกรณีค่าเฉลี่ยรายปี และค่าเฉลี่ยรายวัน

2) การคำนวณบัญชีการปลดปล่อยมลสารจากการจราจร

การศึกษาในส่วนนี้เป็นการพัฒนาข้อมูลบัญชีการปลดปล่อยมลพิษอากาศจากการจราจรบนถนนในพื้นที่เทศบาลนครนครราชสีมา การประเมินมลพิษอากาศที่ปล่อยออกจากยานพาหนะใช้กรอบวิธีอ้างอิงตามแนวทาง The Tier II Methodology of the Joint European Monitoring and Evaluation Program (EMEP)/European Environment Agency (EEA) ซึ่งแนะนำโดยกรมควบคุมมลพิษ โดยใช้ข้อมูลปริมาณยานพาหนะที่รวบรวมจากกรมการขนส่งทางบกพร้อมกับ การสำรวจข้อมูลการจราจร การศึกษาข้อมูลการปลดปล่อยมลสารได้ทำการคำนวณสำหรับมลสารได้แก่ $PM_{2.5}$, CO_2 , PM_{10} , NO_2 , CO, NMVOC, N_2O และ NH_3 โดยพิจารณาค่าตัวคูณการปลดปล่อยมลสาร (Emission Factor) ที่จำเพาะเจาะจงกับมาตรฐานเชื้อเพลิง ชนิดและขนาดเครื่องยนต์ โดยใช้ข้อมูลการจดทะเบียนยานพาหนะร่วมด้วยสำหรับรายละเอียดการจำแนกขนาดเครื่องยนต์ และใช้ข้อมูลปริมาณการจราจรที่ได้จากการสำรวจการจราจรถนนในเทศบาลนครนครราชสีมา เพื่อคำนวณบัญชีการปลดปล่อยมลสารของพื้นที่เทศบาลนครนครราชสีมา การศึกษาในส่วนนี้ชี้ให้เห็นรูปแบบการกระจายของปริมาณการจราจรซึ่งมีปริมาณการจราจรในวันหยุดสุดสัปดาห์มากกว่าวันธรรมดา และได้กระจายข้อมูลการปลดปล่อยมลสารที่มีความละเอียดเชิงเวลาเป็นรายชั่วโมง ซึ่งเป็นข้อมูลสำหรับป้อนเข้าสู่แบบจำลองการแพร่กระจายมลสารในพื้นที่นครราชสีมา

3) การจำลองคุณภาพอากาศระดับภูมิภาค

ในส่วนของการจำลองคุณภาพอากาศระดับภูมิภาคนั้นใช้แบบจำลอง WRF-Chem โดยทำการศึกษาลำดับสำหรับ $PM_{2.5}$ เท่านั้น เพราะเป็นมลสารที่สำคัญและยังประสบกับ $PM_{2.5}$ ในบรรยากาศที่เกินมาตรฐานในพื้นที่เทศบาลนครนครราชสีมา โดยได้นำแบบจำลอง WRF-Chem มาศึกษาจากทัศนต่าง ๆ เพื่อให้สามารถวิเคราะห์การแพร่กระจาย (Contribution) ของแหล่งกำเนิดจากการจราจรบนถนน และแหล่งกำเนิดจากการเผาไหม้ชีวมวลที่พัดพามาจากที่ห่างไกล จากการประเมินผลกระทบของ $PM_{2.5}$ จากการจราจรทางบกต่อคุณภาพอากาศของเทศบาลนครนครราชสีมาโดยใช้แบบจำลองควบคุมคุณภาพอากาศ-เคมี WRF-Chem โดยพิจารณาทั้งในแง่ระดับความเข้มข้นของ $PM_{2.5}$ จากแหล่งกำเนิดการจราจรทางบกทั้งในและนอกพื้นที่เทศบาลนคร และสัดส่วนความเข้มข้นของ $PM_{2.5}$ จากการจราจรทางบกที่มีผลต่อคุณภาพอากาศของนครราชสีมาเมื่อเทียบกับ $PM_{2.5}$ ทั้งหมดในบรรยากาศ การคำนวณการปลดปล่อยมลสารจากการจราจรนั้นใช้บัญชีการปลดปล่อย Anthropogenic Emissions จากฐานข้อมูล EDGAR-HTAP ส่วนการปลดปล่อยจากการเผาไหม้ชีวมวล ประมาณค่าอัตราการปลดปล่อยมลพิษ (Emission Rate) จากการเผาชีวมวลจากไฟฟ้า ได้ใช้แบบจำลอง Brazilian Biomass Burning Model (3BEM) โดย

ตำแหน่งของการเกิดไฟจากข้อมูลจุดความร้อนหรือ Hotspot ที่ตรวจจับได้โดยเซนเซอร์ Moderate-resolution Imaging Spectroradiometer หรือ MODIS (Giglio et al., 2003)

4) การจำลองการแพร่กระจายมลสารในพื้นที่นครราชสีมา

การจำลองคุณภาพอากาศในพื้นที่เทศบาลนครนครราชสีมาจัดทำขึ้นโดยใช้แบบจำลองการแพร่กระจายมลสาร AERMOD (The American Meteorological Society/Environmental Protection Agency Regulatory Model Improvement Committee's Dispersion Model) โดยในการพัฒนาแบบจำลองได้ใช้เทศบาลนครนครราชสีมาเป็นจุดศูนย์กลางและครอบคลุมพื้นที่ 15 x 15 กิโลเมตรโดยรอบ เพื่อให้สะท้อนพื้นที่เป้าหมายในการพัฒนาเส้นทางระบบขนส่งมวลชนพลังงานไฟฟ้าที่วางไว้ และในขณะเดียวกันก็ครอบคลุมโครงข่ายถนนใกล้เคียงซึ่งมีอิทธิพลต่อระดับมลสารในเทศบาลนครนครราชสีมา โดยทำการจำลอง PM_{2.5}, NO₂, SO₂ และ CO ซึ่งเป็นมลสารที่มีความสำคัญสัมพันธ์กับแหล่งกำเนิดจากการจราจรบนถนน

5) การคาดการณ์ผลกระทบคุณภาพอากาศจากการดำเนินระบบ E-Bus

การจำลองคุณภาพอากาศด้วยแบบจำลอง AERMOD สำหรับพื้นที่เทศบาลนครนครราชสีมาในสถานการณ์ปัจจุบันคือปี พ.ศ. 2564 ซึ่งเป็นปีล่าสุดที่มีข้อมูลปริมาณการจราจร และข้อมูลอุตุนิยมวิทยาครบทั้งปี และใช้แบบจำลองศึกษาจากทัศนของการดำเนินระบบ E-Bus โดยทำการจำลองที่ปีที่เราดำเนินการระบบ E-Bus (คาดการณ์เป็น พ.ศ. 2570) และปีที่ 15 ในการดำเนินระบบ E-Bus (คาดการณ์เป็น พ.ศ. 2585) โดยในการศึกษาผลกระทบต่อคุณภาพอากาศอันเกิดจากการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเดินทาง โดยเปลี่ยนวิธีการเดินทาง (Mode Shift) ของผู้ใช้รถยนต์ส่วนบุคคล ผู้ขับขี่จักรยานยนต์ และผู้ใช้รถขนส่งสาธารณะ (สองแถว) ในเทศบาลนครนครราชสีมา โดยบางส่วนเปลี่ยนมาเดินทางโดย E-Bus ซึ่งช่วยลดการปลดปล่อยมลสาร PM_{2.5}, NO₂, SO₂ และ CO เนื่องจากการหลีกเลี่ยงการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลในยานยนต์ไฟฟ้า โดยในการจำลองจากทัศนของการดำเนินระบบ E-Bus นั้นใช้ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาของปี 2564 และปริมาณการจราจรเช่นเดียวกับข้อมูลปี 2564 ที่นำมาลดทอนจากการเปลี่ยนวิธีการเดินทาง ทั้งนี้เพื่อให้เห็นผลกระทบต่อคุณภาพอากาศอย่างชัดเจน โดยสรุปคือการคำนวณผลต่างของระดับมลสารในปีปัจจุบัน กับระดับมลสารในจากทัศนของการดำเนินระบบ E-Bus จะได้ผลลัพธ์คือ ผลกระทบของการดำเนินระบบ E-Bus ที่มีต่อคุณภาพอากาศ ทั้งในเชิงปริมาณ (ความเข้มข้นมลสารที่ลดลง ในหน่วย µg/m³) และในเชิงสัดส่วน (ร้อยละเทียบกับปริมาณมลสารในปีปัจจุบัน)

3.1.2 ผลกระทบคุณภาพอากาศจากการจราจรทางบกในปัจจุบัน

3.1.2.1 คุณภาพอากาศเทศบาลนครนครราชสีมา

จากผลการศึกษาพบว่าค่าเฉลี่ยความเข้มข้นรายปีของ PM₁₀ และ PM_{2.5} อยู่ระหว่าง 43.5 – 54.0 และ 24.4 – 27.0 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ CO มีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นรายปีอยู่ระหว่าง 0.44 – 0.69 ppm ส่วน CO₂, SO₂ และ O₃ มีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นรายปีอยู่ระหว่าง 14.44 – 22.79, 0.62 – 0.89 และ 21.5 – 26.3 ppb ตามลำดับ ดังตารางที่ 3-1 เมื่อพิจารณาค่ามาตรฐานรายวันของประเทศไทยพบว่า PM_{2.5} และ PM₁₀ ในเขตเทศบาลนครนครราชสีมามีความเข้มข้นสูงกว่าค่ามาตรฐานเฉลี่ยรายปีของประเทศไทยที่กำหนดไว้ไม่เกิน 25 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ 50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรเล็กน้อย ส่วนสารมลพิษอากาศอื่น ๆ ได้แก่ CO, CO₂, SO₂ และ O₃ พบว่ามีค่าต่ำกว่ามาตรฐานเฉลี่ยรายปีของประเทศไทย โดยในปี พ.ศ. 2561 มีค่า PM₁₀ เกินค่ามาตรฐานมากที่สุด (12 วัน) รองลงมาคือปี 2020 และ 2560 (8 และ 2 วัน ตามลำดับ) ส่วนค่าเฉลี่ยของฝุ่น PM_{2.5} เกินค่ามาตรฐานมากที่สุด (35 วัน) ในปี 2564 ตามด้วยปี 2020 (34 วัน) และปี 2562 (9 วัน) อย่างไรก็ตาม หากเทียบกับข้อเสนอแนะขององค์การอนามัยโลก ซึ่งแนะนำให้ค่ามาตรฐานรายปีของ PM_{2.5} และ PM₁₀ ไม่ควรเกิน 10 และ 20 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ก็อาจกล่าวได้ว่า PM_{2.5} และ PM₁₀ เป็นมลพิษอากาศที่สำคัญที่ควรพิจารณามาตรการควบคุม และลดการปล่อยมลพิษออกสู่บรรยากาศอย่างเร่งด่วน โดยเฉพาะอากาศในฤดูหนาวที่มีความรุนแรงกว่าฤดูกาลอื่น ซึ่งการกระจายความถี่ของความเข้มข้น PM₁₀ ก็ให้ผลในลักษณะเช่นเดียวกับ PM_{2.5}

ตารางที่ 3-1 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของสารมลพิษอากาศรายปีของเทศบาลนครนครราชสีมา
และจำนวนวันที่ค่าตรวจวัดเกินค่ามาตรฐานของประเทศไทย

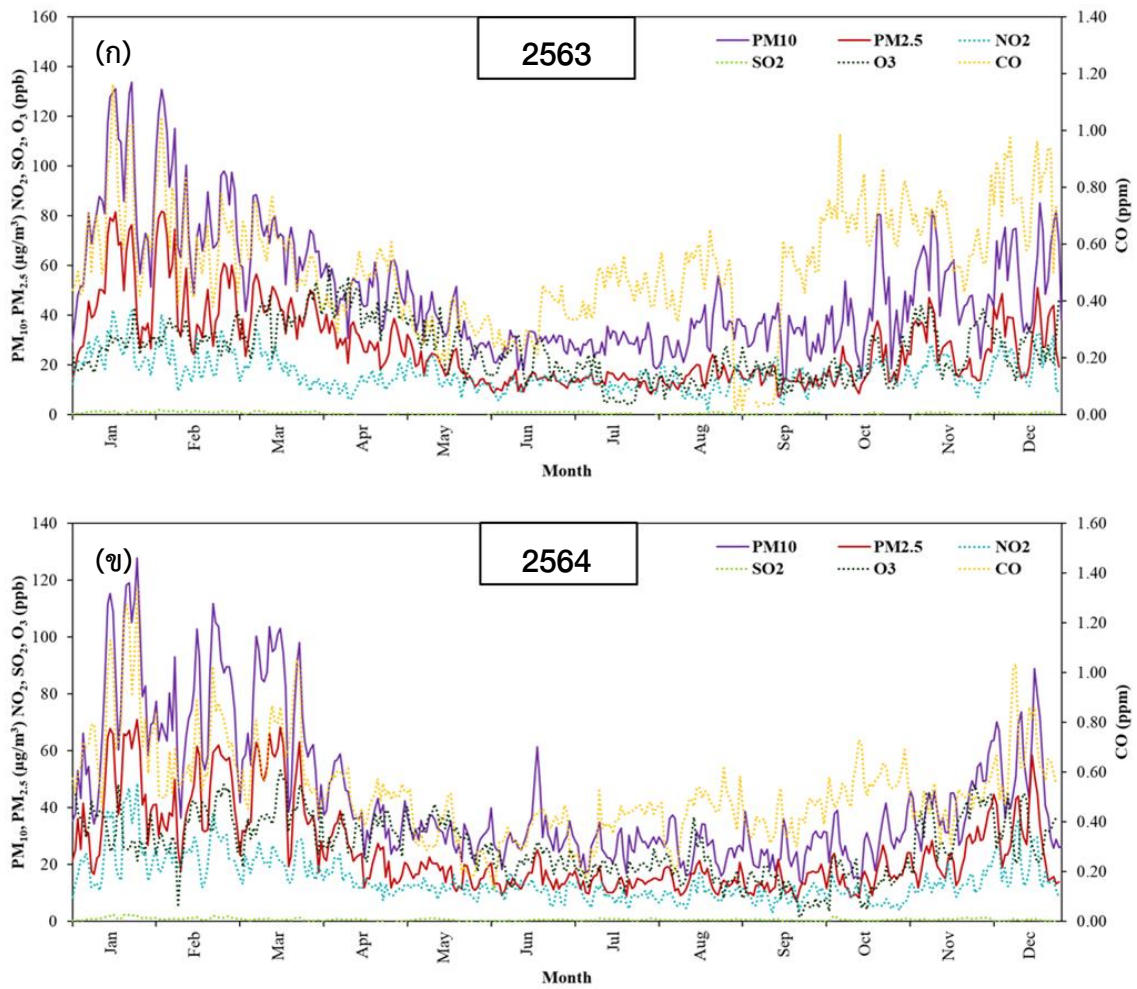
| Pollutants | Years | N | Average \pm SD | | Min | Max | จำนวนวันที่เกินค่า มาตรฐานประเทศไทย *** |
|---|---------|-----|------------------|-------------|------|-------|---|
| PM ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | 2560* | 157 | 54.0 | \pm 22.5 | 15.3 | 128 | 2 |
| | 2561 | 346 | 52.8 | \pm 25.8 | 19.4 | 168 | 12 |
| | 2562 | 287 | 48.7 | \pm 25.5 | 9.9 | 114 | 0 |
| | 2563 | 366 | 49.8 | \pm 24.5 | 12.8 | 134 | 8 |
| | 2564 | 365 | 43.5 | \pm 24.3 | 13.2 | 128 | 1 |
| PM _{2.5} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | 2562*** | 187 | 24.4 | \pm 13.0 | 9.6 | 73.0 | 9 |
| | 2563 | 366 | 27.0 | \pm 16.1 | 7.2 | 81.7 | 34 |
| | 2564 | 365 | 24.7 | \pm 15.2 | 7.0 | 70.8 | 35 |
| CO (ppm) | 2560* | 193 | 0.69 | \pm 0.33 | 0.00 | 2.27 | - |
| | 2561 | 360 | 0.44 | \pm 0.23 | 0.00 | 1.33 | - |
| | 2562 | 285 | 0.51 | \pm 0.19 | 0.09 | 1.20 | - |
| | 2563 | 364 | 0.52 | \pm 0.20 | 0.02 | 1.16 | - |
| | 2564 | 365 | 0.52 | \pm 0.19 | 0.13 | 1.34 | - |
| NO ₂ (ppb) | 2560* | 193 | 22.79 | \pm 7.40 | 8.09 | 53.65 | - |
| | 2561** | 296 | 18.95 | \pm 7.69 | 0.09 | 51.00 | - |
| | 2562*** | 187 | 15.92 | \pm 7.27 | 0.00 | 43.43 | - |
| | 2563 | 366 | 16.70 | \pm 6.80 | 0.00 | 42.18 | - |
| | 2564 | 365 | 14.44 | \pm 7.62 | 2.96 | 48.57 | - |
| SO ₂ (ppb) | 2560** | 158 | 0.86 | \pm 0.46 | 0.05 | 2.27 | - |
| | 2561 | 353 | 0.75 | \pm 0.47 | 0.04 | 2.70 | - |
| | 2562 | 278 | 0.89 | \pm 0.68 | 0.00 | 2.83 | - |
| | 2563 | 311 | 0.65 | \pm 0.45 | 0.04 | 1.91 | - |
| | 2564 | 356 | 0.62 | \pm 0.43 | 0.04 | 2.48 | - |
| O ₃ (ppb) | 2560* | 193 | 25.7 | \pm 9.50 | 9.20 | 50.7 | - |
| | 2561 | 364 | 21.5 | \pm 9.25 | 4.90 | 47.2 | - |
| | 2562 | 290 | 24.8 | \pm 10.04 | 0.00 | 45.1 | - |
| | 2563 | 366 | 25.8 | \pm 11.37 | 3.90 | 59.7 | - |
| | 2564 | 365 | 26.3 | \pm 10.85 | 1.30 | 53.2 | - |

* ปี 2560 มีการตรวจวัดเพียง 7 เดือน คือ มกราคม - เมษายน และ ตุลาคม - ธันวาคม

** ปี 2561 ไม่พบการตรวจวัด NO₂ ในเดือนพฤศจิกายน และธันวาคม

*** ปี 2562 PM_{2.5} และ NO₂ มีการตรวจวัดเพียง 7 เดือน (มิถุนายน - ธันวาคม 2562)

แนวโน้มการแปรผันของความเข้มข้นของมลพิษอากาศของเทศบาลนครนครราชสีมาตามเวลา และฤดูกาล ของสารมลพิษทุกชนิดจากค่าเฉลี่ยรายวันของปี 2563 และ 2564 ดังรูปที่ 3-1 ซึ่งใช้ค่าแกน Y ที่ 2 (ขวามือ) สำหรับค่าของก๊าซ CO (ppm) เนื่องจากมีค่าสูงกว่าก๊าซอื่น ๆ ซึ่งรายงานในหน่วย ppb ภาพรวมพบว่าสารมลพิษอากาศส่วนใหญ่มีค่าสูงในช่วงต้นปีไปจนถึงเดือนมีนาคม และลดลงในช่วงเดือนเมษายน แล้วจึงเพิ่มขึ้นอีกครั้งในช่วงปลายปีตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน โดยในปี 2564 พบความเข้มข้นของสารมลพิษส่วนใหญ่มีค่าสูงขึ้นจากปี 2020 ในช่วงระหว่างเดือนมกราคม - เดือนมีนาคม แต่ทั้งนี้ลักษณะความเข้มข้นของสารมลพิษส่วนใหญ่ของทั้งสองปีมีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก นอกจากนี้ยังพบว่า PM_{2.5} ในช่วงฤดูหนาวและฤดูร้อนมีค่าเกินมาตรฐานคุณภาพอากาศของประเทศไทย และไม่พบค่า PM_{2.5} ที่เกินมาตรฐานในช่วงฤดูฝน กล่าวได้ว่า มลพิษอากาศในฤดูหนาวมีความรุนแรงกว่าฤดูกาลอื่น ซึ่งการกระจายความถี่ของความเข้มข้น PM₁₀ ก็ให้ผลในลักษณะเช่นเดียวกับ PM_{2.5}



รูปที่ 3-1 ความเข้มข้นของสารมลพิษเฉลี่ยรายวันของเมืองนครราชสีมา ในปี 2563 (บน) และ 2564 (ล่าง)

ความสัมพันธ์ของสารมลพิษอากาศจากข้อมูลตรวจวัดของกรมควบคุมมลพิษในปี 2563 และ 2564 พบว่า ในปี 2563 ค่าของ PM₁₀ มีความสัมพันธ์กับสารมลพิษชนิดอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับค่า PM_{2.5} ที่มีความสัมพันธ์กันสูง และพบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของ PM_{2.5} กับสารมลพิษทุกตัว ในขณะที่ O₃ มีความสัมพันธ์ต่ำกับสารมลพิษตัวอื่น ๆ โดยในปี 2564 ความสัมพันธ์ระหว่างสารมลพิษมีแนวโน้มเดียวกัน แต่พบค่าความสัมพันธ์มากขึ้นเล็กน้อย ดังตารางที่ 3-2

ตารางที่ 3-2 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสารมลพิษอากาศในปี 2563 และ 2564

| Year | Pollutions | CO | NO ₂ | SO ₂ | O ₃ | PM ₁₀ | PM _{2.5} | Year |
|------|-------------------|--------|-----------------|-----------------|----------------|------------------|-------------------|------|
| 2563 | CO | 1 | .792** | .580** | .331** | .797** | .799** | 2564 |
| | NO ₂ | .590** | 1 | .632** | .390** | .878** | .859** | |
| | SO ₂ | .272** | .414** | 1 | .248** | .648** | .614** | |
| | O ₃ | .094** | .131** | .211** | 1 | .531** | .555** | |
| | PM ₁₀ | .600** | .765** | .538** | .466** | 1 | .987** | |
| | PM _{2.5} | .571** | .735** | .529** | .518** | .980** | 1 | |

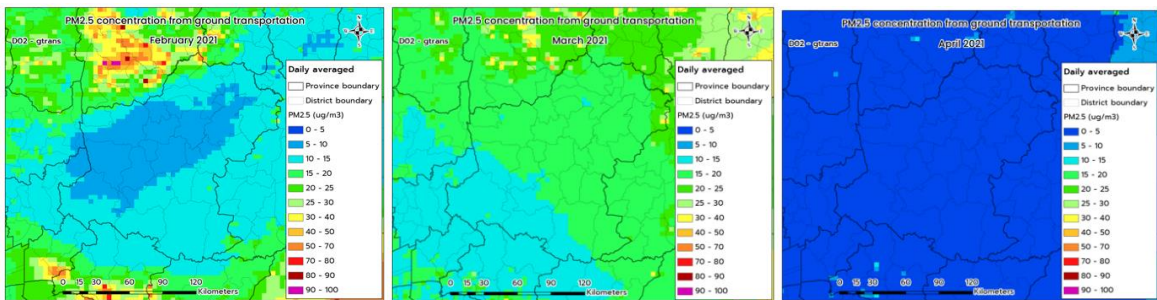
* Correction is significant at the 0.05 level (2-tailed).

** Correction is significant at the 0.01 level (2-tailed).

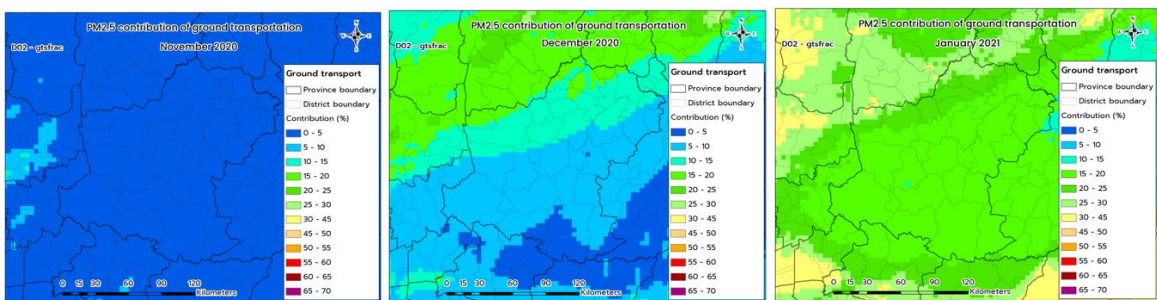
3.1.2.2 การจำลองคุณภาพอากาศระดับภูมิภาค

จากผลการศึกษาพบว่าฝุ่น PM_{2.5} ที่เกิดจากการจราจรทางบกที่มีผลต่อระดับความเข้มข้นของ PM_{2.5} ในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมาในแต่ละเดือนมีค่าไม่คงที่ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับทิศทางการพัดพาและการระบายอากาศของพื้นที่ในแต่ละเดือนด้วย โดยในช่วง Cool-dry Season เดือนพฤศจิกายน มีความเข้มข้น PM_{2.5} ในบรรยากาศอยู่ที่ 0.35 ug/m³ คิดเป็นสัดส่วน 1.20% ในขณะที่เดือนธันวาคม มีค่าความเข้มข้นเฉลี่ยรายวันเพิ่มขึ้นโดยมีค่า 3.11 ug/m³ คิดเป็นสัดส่วน 9.38% และเดือนมกราคมมีความเข้มข้นในบรรยากาศอยู่ที่ 6.52 ug/m³ คิดเป็นสัดส่วน 17.81% ส่วนในช่วง Hot-dry Season เดือนกุมภาพันธ์ ค่าความเข้มข้นของ PM_{2.5} จากการจราจรทางบกข้ามแดนมายังพื้นที่เทศบาลนครนครราชสีมา มีค่า 12.36 ug/m³ คิดเป็นสัดส่วน 27.22% เดือนมีนาคมได้รับผลกระทบฝุ่น PM_{2.5} ข้ามแดนจากการเผาไหม้ที่สูงสุด โดยมีระดับความเข้มข้นเฉลี่ยรายวัน 20.91 ug/m³ คิดเป็นสัดส่วน 40.70% และมีผลกระทบลดลงในเดือนเมษายนที่ระดับความเข้มข้นเฉลี่ยรายวัน 2.70 ug/m³ คิดเป็นสัดส่วน 8.91% ตามลำดับ ทั้งนี้จะเห็นได้ว่าคุณภาพอากาศในเทศบาลนครนครราชสีมา นอกจากได้รับปัจจัยจากแหล่งกำเนิดในพื้นที่แล้ว ยังได้รับอิทธิพลจากฝุ่นควันข้ามแดนจากแหล่งกำเนิดนอกพื้นที่ ทั้งจากแหล่งกำเนิดการจราจรทางบกและแหล่งกำเนิดจากการเผาชีวมวลในที่โล่ง ซึ่งมีสัดส่วนมากที่สุดในเดือนมีนาคม 2564 เทียบกับความเข้มข้นของ PM_{2.5} ทั้งหมดในบรรยากาศ (รูปที่ 3-2)

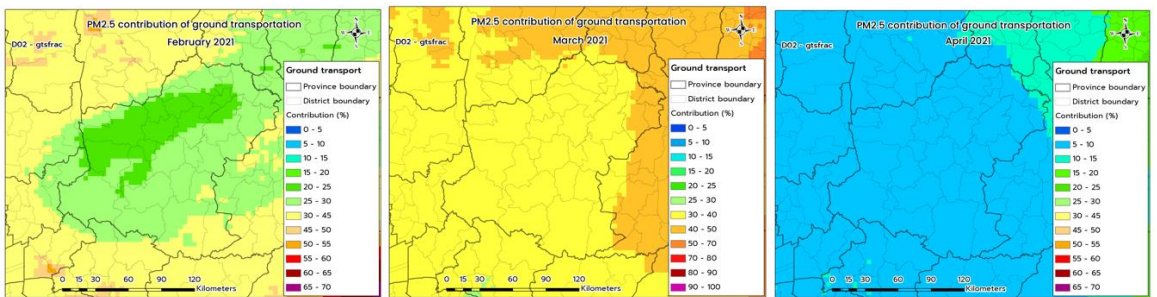
ทั้งนี้จะเห็นได้ว่าถึงแม้ข้อมูลการปล่อย PM_{2.5} จากการจราจรทางบกจากเฉพาะแหล่งกำเนิดในพื้นที่เทศบาลนครนครราชสีมาจะมีค่าเฉลี่ยรายเดือนเท่ากันทุกเดือน แต่สัดส่วนร้อยละของความเข้มข้นของฝุ่น PM_{2.5} จากการจราจรต่อคุณภาพอากาศมีสัดส่วนที่ต่างกันไป ทั้งนี้เนื่องจากปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาที่ต่างกันในแต่ละเดือน และปัจจัยของสัดส่วนแหล่งกำเนิดอื่นที่ต่างกันไป โดยเฉพาะจากการเผาชีวมวลในที่โล่งที่ต่างกันในแต่ละเดือน ส่งผลให้สัดส่วนแตกต่างกัน ดังรูปที่ 3-3



ก) ช่วง Hot-dry Season เดือนกุมภาพันธ์ – เดือนเมษายน 2564

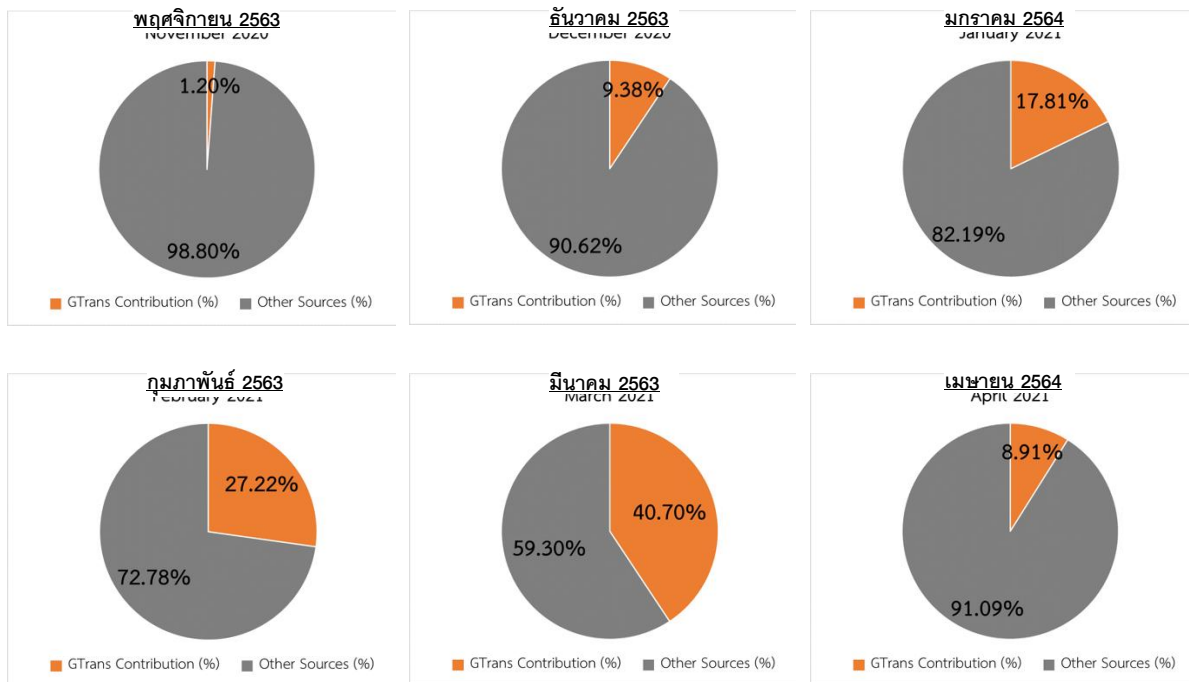


ข) ช่วง Cool-dry Season เดือนพฤศจิกายน 2563 – เดือนมกราคม 2564



ค) ช่วง Hot-dry Season เดือนกุมภาพันธ์ – เดือนเมษายน 2564

รูปที่ 3-2 ความเข้มข้นของฝุ่น PM_{2.5} จากการจราจรทางบกที่มีผลต่อคุณภาพอากาศของเทศบาลนครนครราชสีมา



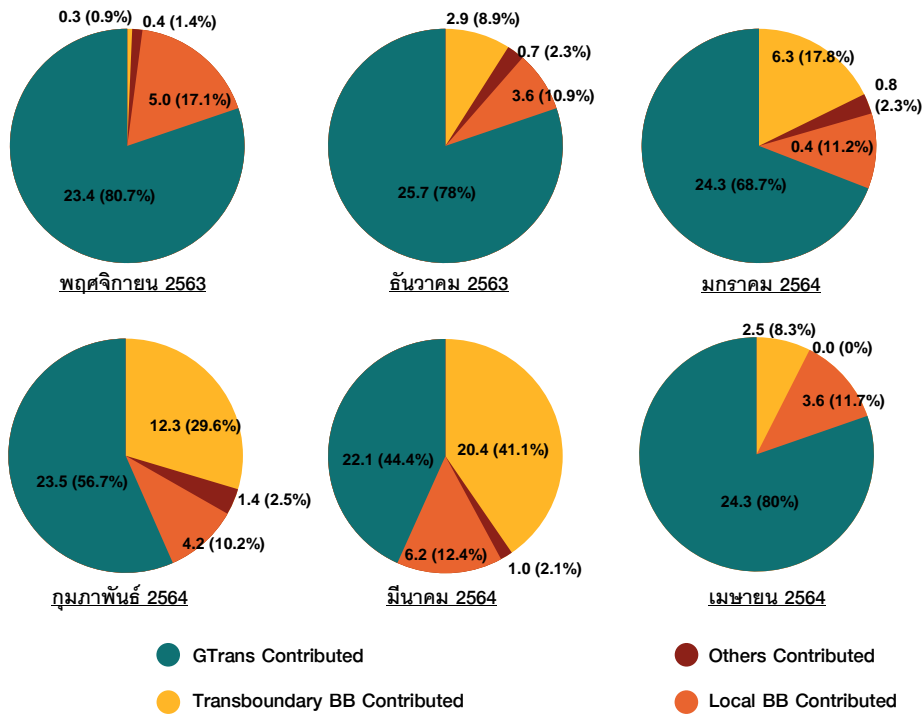
รูปที่ 3-3 สัดส่วนของฝุ่น PM_{2.5} จากการจราจรทางบกเทียบกับจากแหล่งกำเนิดอื่น ๆ ในช่วง Dry-season เดือนพฤศจิกายน 2563 ถึง เดือนเมษายน 2564

3.1.2.3 ผลกระทบคุณภาพอากาศจากการจราจรทางบกในปัจจุบัน

จากการศึกษาด้วยแบบจำลอง WRF-Chem แสดงให้เห็นผลวิเคราะห์ PM_{2.5} บริเวณเทศบาลนครนครราชสีมา ในช่วงฤดูแล้ง (Cool-dry Season และ Hot-dry Season) ซึ่งเป็นช่วงเดือนที่มีปัญหาระดับ PM_{2.5} สูง ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2564 – เดือนเมษายน 2565 พบว่าปริมาณและสัดส่วนของ PM_{2.5} จากการจราจรทางบกอยู่ในช่วง 3.6 – 6.2 µg/m³ ซึ่งเป็นสัดส่วน 10.2% – 17.1% ตาม ลำดับ ดังรูปที่ 3-4 เห็นได้ว่าในแง่สัดส่วนนั้นเมื่อเทียบกับการเผาไหม้ชีวมวลในเดือนมกราคม – เดือนมีนาคมแล้วการจราจรทางบกเป็นสัดส่วนที่เล็กกว่า

การวิเคราะห์ให้เห็นความสำคัญของแหล่งกำเนิด หรือ Source Contribution จากการจราจรทางบกนั้นช่วยเผยให้เห็นศักยภาพในการลดระดับมลพิษจากการควบคุมหรือบริหารจัดการแหล่งกำเนิดจากการจราจรทางบกในภาพรวม เช่น การปรับเปลี่ยนยานพาหนะไปสู่การใช้ยานยนต์ไฟฟ้า อย่างไรก็ตาม ปริมาณและสัดส่วนที่วิเคราะห์ได้โดยแบบจำลอง WRF-Chem นี้เป็นสัดส่วนที่เกิดจากการจราจรทางบกทั้งหมดในพื้นที่ศึกษา (Domain) มิได้จำกัดเพียงจังหวัดนครราชสีมา

ทั้งนี้ ในการจำลอง PM_{2.5} ด้วยแบบจำลอง AERMOD ในพื้นที่นครราชสีมา ในช่วงเวลาเดียวกัน (ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2564 – เดือนเมษายน 2565) ซึ่งคำนวณแหล่งกำเนิดเพียงการจราจรบนถนนในพื้นที่เทศบาลนครนครราชสีมาและพื้นที่โดยรอบ 15 x 15 กิโลเมตร พบค่าความเข้มข้นเฉลี่ยในแต่ละเดือนอยู่ในช่วงค่า 0.015 – 0.039 µg/m³ ซึ่งวิเคราะห์ได้เป็น 0.29% – 0.98% เทียบกับปริมาณ PM_{2.5} จากการจราจรทางบกในแบบจำลอง WRF-Chem เมื่อพิจารณาในภาพรวมของแหล่งกำเนิดทั้งหมดพบว่าการจราจรบนถนนในพื้นที่นครราชสีมาคิดเป็น Source Contribution เท่ากับ 0.04% – 0.11% เท่านั้น แม้ทั้งสองแบบจำลองจะมีข้อมูลนำเข้าเกี่ยวกับอัตราการปลดปล่อย PM_{2.5} และการคำนวณกระบวนการต่าง ๆ ที่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามการคำนวณนี้เป็นข้อมูลเบื้องต้นถึงศักยภาพของการปรับเปลี่ยนการจราจรในพื้นที่เทศบาลนครราชสีมาที่จะมีต่อระดับ PM_{2.5} ในบรรยากาศ ซึ่งอยู่ภายใต้อิทธิพลของแหล่งกำเนิดมลสารที่หลากหลายทั้งใกล้และไกล



รูปที่ 3-4 ผลจำลองความเข้มข้น PM_{2.5} (µg/m³) และสัดส่วนจากแต่ละแหล่งกำเนิด

3.1.3 การคาดการณ์ผลกระทบต่อคุณภาพอากาศจากการดำเนินระบบ E-Bus

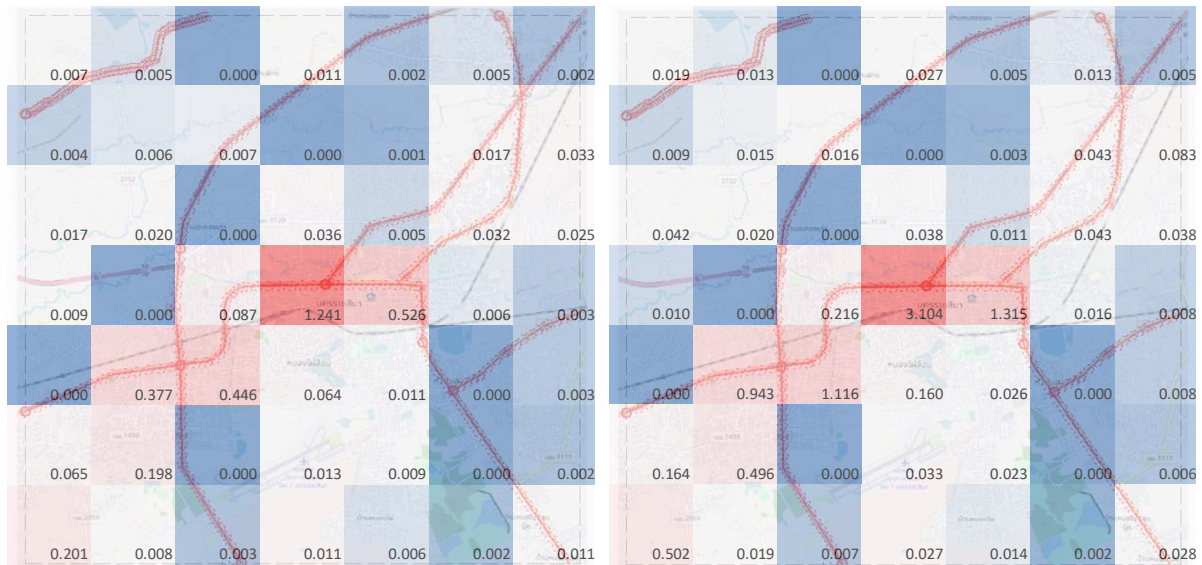
การจำลองมลสาร PM_{2.5}, NO₂, SO₂ และ CO ด้วยแบบจำลอง AERMOD สำหรับพื้นที่เทศบาลนครนครราชสีมาในการศึกษาจากทัศนียภาพของการดำเนินระบบ E-Bus มีสมมติฐานเกี่ยวกับการเปลี่ยนวิธีการเดินทางของ 3 ประเภทยานพาหนะ คือ รถยนต์ส่วนบุคคล รถจักรยานยนต์ และรถขนส่งสาธารณะ ณ ปีเริ่มดำเนินระบบ (คาดการณ์ พ.ศ. 2570) และ ปีที่ 15 ในการดำเนินระบบ (คาดการณ์ พ.ศ. 2585) ดังตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-3 สมมติฐานการลดลงของปริมาณการเดินทางจากการเปลี่ยนไปใช้ระบบ E-Bus

| ปีคาดการณ์ | รถยนต์ส่วนบุคคลที่ลดลง | รถจักรยานยนต์ที่ลดลง | รถขนส่งสาธารณะที่ลดลง |
|------------|------------------------|----------------------|-----------------------|
| 2570 | 28% | 23% | 35% |
| 2585 | 71% | 57% | 87% |

ผลกระทบต่อระดับมลสาร PM_{2.5}, NO₂, SO₂ และ CO จากการดำเนินระบบ E-Bus ที่ปีเริ่มดำเนินระบบ (คาดการณ์ พ.ศ. 2570) และ ปีที่15 ในการดำเนินระบบ (คาดการณ์ พ.ศ. 2585) ตัวอย่างผลสรุปของ PM_{2.5} แสดงเป็นค่าการลดลงของความเข้มข้น PM_{2.5} เฉลี่ย 1 ชั่วโมง ในหน่วย µg/m³ ดังรูปที่ 3-5 และแสดงเป็นสัดส่วนการลดค่าสูงสุด PM_{2.5} เฉลี่ย 1 ชั่วโมง เทียบกับระดับในปี 2564 ในหน่วยร้อยละ ดังรูปที่ 3-6 โดยการลดลงของ PM_{2.5} ต่างไปตามตำแหน่งซึ่งมีความสัมพันธ์กับโครงข่ายถนน (เส้นสีแดงในรูปคือถนนทางหลวง) ผลกระทบทางบวกเกิดมากที่สุดบริเวณกลางพื้นที่การจำลองตรงใจกลางเขตเทศบาลนครนครราชสีมา บริเวณถนนมิตรภาพ (ทล. 2) ตรงทางแยกที่เชื่อมกับถนนราชสีมา-โชคชัย (ทล. 224) เพราะเป็นบริเวณที่คาดการณ์ว่ามีปริมาณการจราจรของผู้สัญจรภายในเทศบาลนครราชสีมาที่ลดลงมากที่สุดเมื่อมีการดำเนินระบบ E-Bus

ตารางที่ 3-4 ถึง ตารางที่ 3-7 แสดงค่าเฉลี่ยความเข้มข้นมลสาร PM_{2.5}, NO₂, SO₂ และ CO ในพื้นที่เทศบาลนครนครราชสีมา และช่วงค่า (ค่าต่ำสุด – ค่าสูงสุด) โดยแสดงเป็นค่าสูงสุดของค่าเฉลี่ยราย 1 ชั่วโมง และค่าสูงสุดของค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ซึ่งเป็นดัชนีที่สื่อสารถึงผลกระทบทางบวกในแง่การลดผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยแบบเฉียบพลัน สามารถสรุปได้ว่าผลกระทบทางบวกที่คาดว่าจะเกิดต่อคุณภาพอากาศนั้น ในแง่ความเข้มข้นได้ผลเป็นปริมาณน้อย เนื่องจากในภาพรวมการจราจรบนถนนในเทศบาลนครราชสีมาที่คิดเป็นสัดส่วน Source Contribution ค่อนข้างต่ำ หากพิจารณาในแง่ของสัดส่วนการลดลงคิดเทียบกับฐานคือปัจจุบัน พบว่ามีการลดลงอย่างมีนัยสำคัญที่ปี พ.ศ. 2570 ลดลงเป็นสัดส่วนประมาณ 13% – 17% และที่ปี 2585 ลดลงเป็นสัดส่วนประมาณ 31% – 41% สำหรับมลสาร PM_{2.5}, NO₂ และ CO ส่วน SO₂ ลดลงสูงกว่ามลสารอื่น เป็นเพราะสมมติฐานเกี่ยวกับค่าตัวคูณการปลดปล่อย SO₂ ของยานพาหนะประเภทรถยนต์ส่วนบุคคล และรถจักรยานยนต์ มีค่าสูงเทียบกับค่าตัวคูณการปลดปล่อย SO₂ ของรถขนส่งสาธารณะ จึงสะท้อนผลการลดความเข้มข้น SO₂ เด่นชัดกว่ามลสารอื่น ๆ

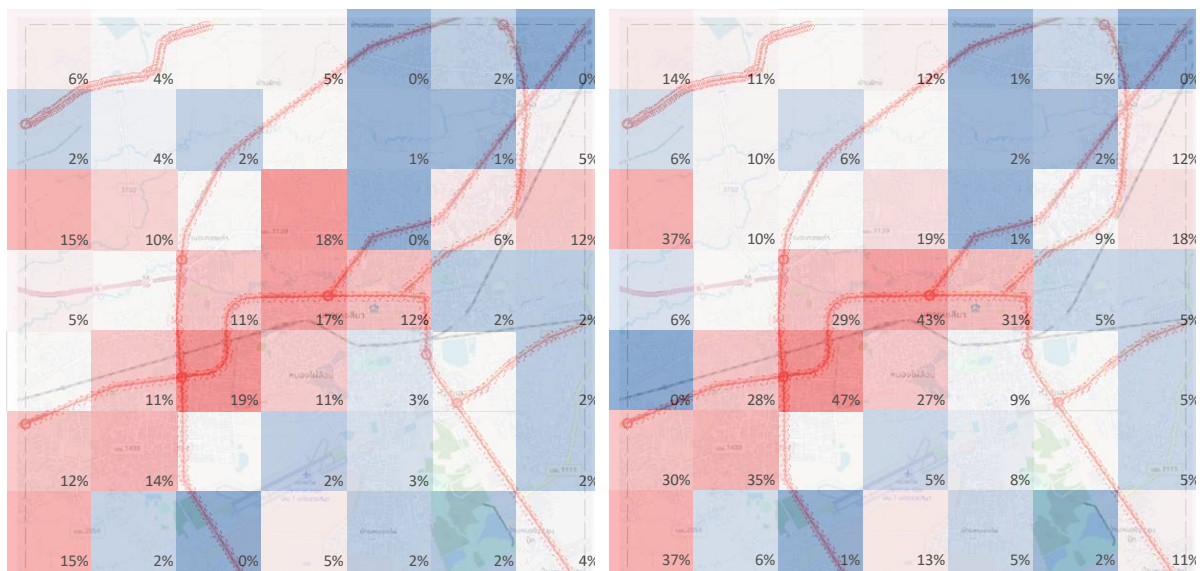


(ก) ผลที่ปี 2570

(ข) ผลที่ปี 2585

รูปที่ 3-5 ค่าสูงสุด PM_{2.5} เฉลี่ย 1 ชั่วโมง ที่ลดลงจากระดับในปี พ.ศ. 2564 (µg/m³)

(ก) ผลที่ปี พ.ศ. 2570 และ (ข) ผลที่ปี พ.ศ. 2585



(ก) ผลที่ปี 2570

(ข) ผลที่ปี 2585

รูปที่ 3-6 สัดส่วนการลดค่าสูงสุด PM_{2.5} เฉลี่ย 1 ชั่วโมง เทียบกับระดับในปี พ.ศ. 2564 (ร้อยละ)

(ก) ผลที่ปี พ.ศ. 2570 และ (ข) ผลที่ปี พ.ศ. 2585

ตารางที่ 3-4 สรุปผลกระทบต่อระดับ PM_{2.5} จากการดำเนินระบบ E-Bus บริเวณเทศบาลนครนครราชสีมา

| ดัชนีที่เปรียบเทียบ | ปี 2570* | ปี 2585* |
|---|---------------------------|------------------------|
| ค่าสูงสุด PM _{2.5} เฉลี่ย 1 ชั่วโมง ที่ลดลงจากระดับในปี 2564 (µg/m ³) | 0.62 (0.087 – 1.24) | 1.55 (0.22 – 3.10) |
| สัดส่วนการลดค่าสูงสุด PM _{2.5} เฉลี่ย 1 ชั่วโมง เทียบกับระดับในปี 2564 (%) | 14% (11% – 17%) | 34% (29% – 43%) |
| ค่าสูงสุด PM _{2.5} เฉลี่ย 24 ชั่วโมง ที่ลดลงจากระดับในปี 2564 (µg/m ³) | 0.0032 (0.006 – 0.062) | 0.08 (0.015 – 0.15) |
| สัดส่วนการลดค่าสูงสุด PM _{2.5} เฉลี่ย 24 ชั่วโมง เทียบกับระดับในปี 2564 (%) | 13% (10% – 16%) | 33% (25% – 41%) |

หมายเหตุ: *แสดงค่าเฉลี่ยและช่วงค่าในวงเล็บ

ตารางที่ 3-5 สรุปผลกระทบต่อระดับ NO₂ จากการดำเนินระบบ E-Bus บริเวณเทศบาลนครนครราชสีมา

| ดัชนีที่เปรียบเทียบ | ปี 2570* | ปี 2585* |
|---|----------------------|------------------------|
| ค่าสูงสุด NO ₂ เฉลี่ย 1 ชั่วโมง ที่ลดลงจากระดับในปี 2564 (µg/m ³) | 25.9 (7.1 – 59.3) | 52.3 (12.0 – 116.3) |
| สัดส่วนการลดของค่าสูงสุด NO ₂ เฉลี่ย 1 ชั่วโมง เทียบกับระดับในปี 2564 (%) | 14% (5% – 21%) | 31% (8% – 44%) |
| ค่าสูงสุด NO ₂ เฉลี่ย 24 ชั่วโมง ที่ลดลงจากระดับในปี 2564 (µg/m ³) | 1.8 (0.8 – 3.6) | 4.0 (2.0 – 7.7) |
| สัดส่วนการลดค่าสูงสุด NO ₂ เฉลี่ย 24 ชั่วโมง เทียบกับระดับในปี 2564 (%) | 15% (10% – 20%) | 34% (23% – 42%) |

หมายเหตุ: *แสดงค่าเฉลี่ยและช่วงค่าในวงเล็บ

ตารางที่ 3-6 สรุปผลกระทบต่อระดับ SO₂ จากการดำเนินระบบ E-Bus บริเวณเทศบาลนครนครราชสีมา

| ดัชนีที่เปรียบเทียบ | ปี 2570* | ปี 2585* |
|---|------------------------|-------------------------|
| ค่าสูงสุด SO ₂ เฉลี่ย 1 ชั่วโมง ที่ลดลงจากระดับในปี 2564 (µg/m ³) | 66.1 (14.2 – 100.4) | 115.9 (19.8 – 192.1) |
| สัดส่วนการลดค่าสูงสุด SO ₂ เฉลี่ย 1 ชั่วโมง เทียบกับระดับในปี 2564 (%) | 38% (29% – 54%) | 61% (47% – 76%) |
| ค่าสูงสุด SO ₂ เฉลี่ย 24 ชั่วโมง ที่ลดลงจากระดับในปี 2564 (µg/m ³) | 3.3 (0.8 – 5.0) | 5.7 (1.2 – 9.3) |
| สัดส่วนการลดค่าสูงสุด SO ₂ เฉลี่ย 24 ชั่วโมง เทียบกับระดับในปี 2564 (%) | 36% (30% – 45%) | 58% (48% – 67%) |

หมายเหตุ: *แสดงค่าเฉลี่ยและช่วงค่าในวงเล็บ

ตารางที่ 3-7 สรุปผลกระทบต่ระดับ CO จากการดำเนินระบบ E-Bus บริเวณเทศบาลนครนครราชสีมา

| ดัชนีที่เปรียบเทียบ | ปี 2570* | ปี 2585* |
|--|-------------------------|-------------------------|
| ค่าสูงสุด CO เฉลี่ย 1 ชั่วโมง ที่ลดลงจากระดับในปี 2564 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | 222.6 (20.4 – 359.6) | 552.1 (37.9 – 899.0) |
| สัดส่วนการลดค่าสูงสุด CO เฉลี่ย 1 ชั่วโมง เทียบกับระดับในปี 2564 (%) | 18% (12% – 22%) | 39% (31% – 45%) |
| ค่าสูงสุด CO เฉลี่ย 24 ชั่วโมง ที่ลดลงจากระดับในปี 2564 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | 10.6 (1.5 – 16.9) | 26.6 (3.7 – 42.3) |
| สัดส่วนการลดค่าสูงสุด CO เฉลี่ย 24 ชั่วโมง เทียบกับระดับในปี 2564 (%) | 17% (13% – 19%) | 41% (31% – 47%) |

หมายเหตุ: *แสดงค่าเฉลี่ยและช่วงค่าในวงเล็บ

การดำเนินระบบ E-Bus คาดว่าจะช่วยลดระดับความเข้มข้น $\text{PM}_{2.5}$ ให้กับเทศบาลนครนครราชสีมาให้ลดลงเล็กน้อย และเป็นหนึ่งในวิธีการที่จะช่วยลดระดับ $\text{PM}_{2.5}$ ให้ต่ำกว่าค่ามาตรฐานในบรรยากาศได้ ซึ่งหากพิจารณาในแง่ของสถานการณ์ระดับ $\text{PM}_{2.5}$ เกินมาตรฐาน (มกราคม - มีนาคม) นั้น จากการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองช่วยเผยให้เห็นว่าแหล่งกำเนิดที่เป็นปัจจัยให้ระดับความเข้มข้น $\text{PM}_{2.5}$ สูงคือการเผาไหม้ชีวมวลเป็นอันดับหนึ่ง ตามมาด้วยการจราจรทางบก (มีได้จำกัดเพียงการจราจรในนครราชสีมา) ดังนั้นการมุ่งลดการปลดปล่อย $\text{PM}_{2.5}$ จากภาคการจราจรโดยการดำเนินระบบ E-Bus ในเทศบาลนครนครราชสีมา อาจช่วยลดจำนวนวันที่ระดับ $\text{PM}_{2.5}$ เกินมาตรฐานให้ลดลงได้ สำหรับวันที่ความเข้มข้น $\text{PM}_{2.5}$ นั้นเกินมาตรฐานไปเพียงเล็กน้อย อย่างไรก็ตามการปรับปรุงสถานการณ์ $\text{PM}_{2.5}$ เกินมาตรฐานในบรรยากาศนั้นยังขึ้นกับอีกหลายปัจจัยภายนอกเทศบาลนครนครราชสีมา ที่สำคัญคือแหล่งกำเนิดที่อยู่นอกเหนือการควบคุมซึ่งปลดปล่อย $\text{PM}_{2.5}$ เข้ามาในพื้นที่เทศบาลนครนครราชสีมา

3.2 การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์เมืองที่ลดลงจากระบบ E-Bus ที่นำเสนอ

3.2.1 วิธีการประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้จากระบบ E-Bus

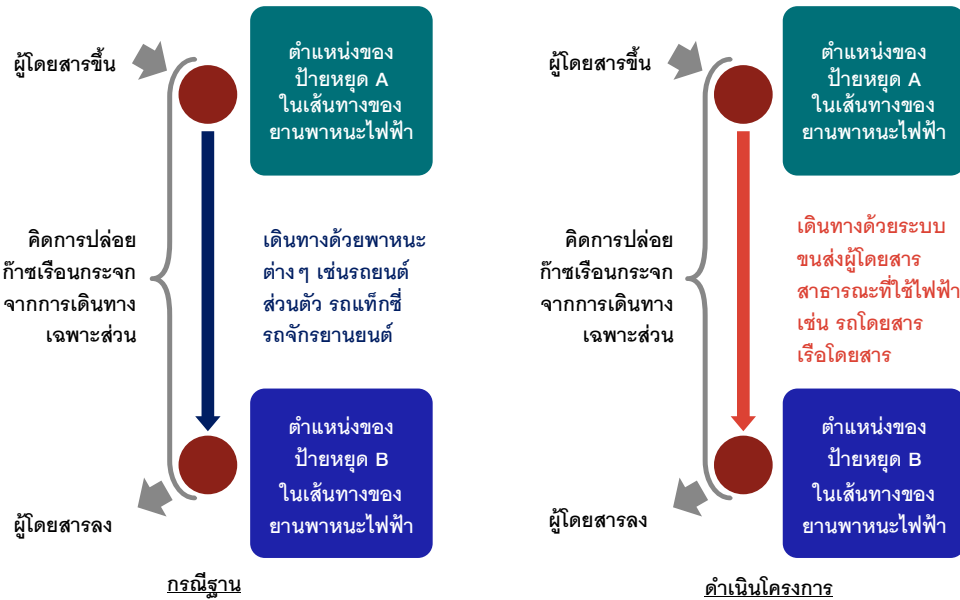
1) การพัฒนาฐานข้อมูลก๊าซเรือนกระจกระดับเมืองเทศบาลนครนครราชสีมา

การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกระดับเมืองจากกิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามคู่มือการจัดทำข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกระดับเมือง (Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories: GPC) จำแนกกิจกรรมออกเป็น 5 กลุ่มหลัก ประกอบด้วย กลุ่มการเผาไหม้อยู่กับที่ กลุ่มการขนส่ง กลุ่มการจัดการของเสีย กลุ่มกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ และกลุ่มเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน การรวบรวมข้อมูลกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในเทศบาลนครนครราชสีมาได้ดำเนินการภายใต้ขอบเขตของเมือง โดยศึกษาและรวบรวมข้อมูลจากแหล่งปฐมภูมิและทุติยภูมิที่มีคุณภาพจากผู้เกี่ยวข้อง และสอดคล้องกับสถานการณ์ในปัจจุบัน โดยมุ่งเน้นพฤติกรรมการใช้พลังงานภายในครัวเรือน พาณิชยกรรม การใช้เชื้อเพลิงในการขนส่งด้านต่าง ๆ การจัดการขยะมูลฝอยและน้ำเสีย และพฤติกรรมเฉพาะปลูกหรือเลี้ยงสัตว์ของประชาชนที่อาศัยอยู่ในเขตพื้นที่เมือง การรายงานข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรายงานฉบับนี้ครอบคลุมก๊าซเรือนกระจก 7 ชนิด ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2), มีเทน (CH_4), ไนตรัสออกไซด์ (N_2O), กลุ่มไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFCs), กลุ่มเพอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFCs), ซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF_6) และไนโตรเจนไตรฟลูออไรด์ (NF_3)

2) การประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้จากระบบ E-Bus

การคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินระบบขนส่งสาธารณะที่ใช้ยานพาหนะไฟฟ้า (ระบบ E-Bus) ได้อ้างอิงระเบียบวิธีการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจสำหรับการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางจากยานพาหนะส่วนตัวมาใช้ระบบขนส่งสาธารณะที่ใช้ยานพาหนะไฟฟ้า (T-VER-METH-TM-06) ซึ่งเป็นการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงของภาคขนส่งจากการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางเดิมมาเป็นระบบขนส่งสาธารณะที่ใช้ยานพาหนะไฟฟ้า โดยที่ยานพาหนะไฟฟ้าในระบบขนส่งสาธารณะต้องเป็นไปตามกฎหมาย

ของกรมการขนส่งทางบกและ/หรือกรมเจ้าท่า และมีประเภทยานพาหนะที่เข้าข่าย ได้แก่ รถโดยสารประจำทาง เรือโดยสารประจำทาง และรถตู้โดยสารประจำทาง โดยมีขอบเขตโครงการพิจารณาครอบคลุมยานพาหนะไฟฟ้าในระบบขนส่งสาธารณะที่ให้บริการในเส้นทางที่กำหนด ซึ่งมีกิจกรรมที่ใช้พลังงานไฟฟ้า รวมไปถึงข้อมูลการเดินทางของผู้โดยสารที่ใช้บริการยานพาหนะไฟฟ้า ดังรูปที่ 3-7



รูปที่ 3-7 แนวคิดการคำนวณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทาง

กรณีฐานของโครงการ คือ รูปแบบการเดินทางของผู้โดยสารที่มีการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางในแต่ละคนจากตำแหน่งของป้ายหยุด A ไปยังตำแหน่งของป้ายหยุด B ซึ่งอยู่ในเส้นทางให้บริการด้วยยานพาหนะในรูปแบบเดิม เช่น รถยนต์ส่วนตัว แท็กซี่ รถจักรยานยนต์ ฯลฯ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานพิจารณาเฉพาะการปล่อยก๊าซ CO₂ จากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลจากการเดินทางของผู้โดยสารที่มีการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางด้วยยานพาหนะส่วนตัวหรืออื่น ๆ

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลจากการเดินทางสำหรับผู้โดยสารที่มีการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางมาใช้ยานพาหนะไฟฟ้าในระบบขนส่งสาธารณะที่เป็นเส้นทางให้บริการใหม่ พิจารณาจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลสำหรับการเดินทางจากตำแหน่งของป้ายหยุด A ไปยังตำแหน่งของป้ายหยุด B ด้วยยานพาหนะในรูปแบบเดิมของผู้โดยสารที่มีการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทาง โดยคำนวณเปรียบเทียบกับปริมาณการเดินทางทั้งหมดของผู้โดยสารที่ใช้บริการยานพาหนะไฟฟ้าในระบบขนส่งสาธารณะ

3.2.2 การพัฒนาฐานข้อมูลก๊าซเรือนกระจกระดับเมืองเทศบาลนครนครราชสีมา

1) การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกระดับเมือง

สรุปการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามรูปแบบการรายงานของ GPC ในรูปตารางอย่างง่าย ที่แสดงถึงปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจำแนกตามขอบเขต (Scope) กลุ่มกิจกรรมหลัก (Main Sector) และรูปแบบการรายงาน (BASIC และ BASIC+) ในระหว่างปี พ.ศ. 2561 – 2563 ดัง ตารางที่ 3-8 ถึง ตารางที่ 3-10

ตารางที่ 3-8 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเทศบาลนครนครราชสีมาในปี พ.ศ. 2561

| กลุ่มของกิจกรรม | | ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ.2561 (tCO ₂ e) | | | | | |
|--|---------------------------|--|-------------|------------------------------------|--------------------|------------|----------|
| | | ขอบเขตที่ 1 (Territorial) | ขอบเขตที่ 2 | ขอบเขตที่ 3 ที่ระบุใน BASIC/BASIC+ | ขอบเขตที่ 3 อื่น ๆ | BASIC | BASIC+ |
| I.กลุ่มเผาไหม้อยู่ที่ (Stationary Energy) | เผาไหม้เชื้อเพลิงทั้งหมด | 45,027.26 | 167,280.87 | - | - | 212,308.13 | - |
| | เผาไหม้เพื่อผลิตไฟฟ้า | - | - | - | - | - | - |
| II.กลุ่มขนส่ง (Transport) | ทั้งหมดของกลุ่ม | 125,780.95 | - | - | - | 125,780.95 | - |
| III.กลุ่มการจัดการของเสีย (Waste) | ของเสียที่เกิดขึ้นในเมือง | - | - | 88,210.74 | - | 88,210.74 | - |
| | ของเสียจากเมืองอื่น | - | - | - | - | - | - |
| IV.กลุ่มกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ (IPPU) | กระบวนการผลิต | - | - | - | - | - | - |
| | การใช้ผลิตภัณฑ์ | 629.16 | - | - | - | - | 629.16 |
| V.กลุ่มการเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (AFOLU) | ทั้งหมดของกลุ่ม | 4,803.85 | - | - | - | - | 4,803.85 |
| รวม | | 176,241.22 | 167,280.87 | 88,210.74 | - | 426,299.83 | 5,433.00 |

หมายเหตุ:

| | | | |
|--|---|--|--|
| | + | | แหล่งการปล่อยภาคบังคับสำหรับการรายงานแบบ BASIC |
| | + | | แหล่งการปล่อยภาคบังคับสำหรับการรายงานแบบ BASIC+ |
| | | | แหล่งการปล่อยที่เพิ่มเติมจากขอบเขตที่ 1 (เฉพาะเมือง) |
| | | | แหล่งการปล่อยขอบเขตที่ 3 อื่น ๆ |
| | | | ไม่สามารถระบุปริมาณการปล่อย |
| | | | ไม่มีกิจกรรมการปล่อยในเมือง |

ตารางที่ 3-9 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเทศบาลนครนครราชสีมาในปี พ.ศ. 2562

| กลุ่มของกิจกรรม | | ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ.2562 (tCO ₂ e) | | | | | |
|--|---------------------------|--|-------------|------------------------------------|--------------------|------------|----------|
| | | ขอบเขตที่ 1 (Territorial) | ขอบเขตที่ 2 | ขอบเขตที่ 3 ที่ระบุใน BASIC/BASIC+ | ขอบเขตที่ 3 อื่น ๆ | BASIC | BASIC+ |
| I.กลุ่มเผาไหม้อยู่ที่ (Stationary Energy) | เผาไหม้เชื้อเพลิงทั้งหมด | 42,073.76 | 166,830.23 | - | - | 208,903.99 | - |
| | เผาไหม้เพื่อผลิตไฟฟ้า | - | - | - | - | - | - |
| II.กลุ่มขนส่ง (Transport) | ทั้งหมดของกลุ่ม | 121,980.51 | - | - | - | 121,980.51 | - |
| III.กลุ่มการจัดการของเสีย (Waste) | ของเสียที่เกิดขึ้นในเมือง | - | - | 106,509.36 | - | 106,509.36 | - |
| | ของเสียจากเมืองอื่น | - | - | - | - | - | - |
| IV.กลุ่มกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ (IPPU) | กระบวนการผลิต | - | - | - | - | - | - |
| | การใช้ผลิตภัณฑ์ | 630.33 | - | - | - | - | 630.33 |
| V.กลุ่มการเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (AFOLU) | ทั้งหมดของกลุ่ม | 4,346.78 | - | - | - | - | 4,346.78 |
| รวม | | 169,031.39 | 166,830.23 | 106,509.36 | - | 437,393.87 | 4,977.11 |

หมายเหตุ:

| | | | |
|--|---|--|--|
| | + | | แหล่งการปล่อยภาคบังคับสำหรับการรายงานแบบ BASIC |
| | + | | แหล่งการปล่อยภาคบังคับสำหรับการรายงานแบบ BASIC+ |
| | | | แหล่งการปล่อยที่เพิ่มเติมจากขอบเขตที่ 1 (เฉพาะเมือง) |
| | | | แหล่งการปล่อยขอบเขตที่ 3 อื่น ๆ |
| | | | ไม่สามารถระบุปริมาณการปล่อย |
| | | | ไม่มีกิจกรรมการปล่อยในเมือง |

ตารางที่ 3-10 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเทศบาลนครนครราชสีมาในปี พ.ศ. 2563

| กลุ่มของกิจกรรม | | ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ.2563 (tCO ₂ eq) | | | | | |
|--|---------------------------|---|-------------|------------------------------------|-------------------|------------|----------|
| | | ขอบเขตที่ 1 (Territorial) | ขอบเขตที่ 2 | ขอบเขตที่ 3 ที่ระบุใน BASIC/BASIC+ | ขอบเขตที่ 3 อื่นๆ | BASIC | BASIC+ |
| I.กลุ่มเผาไหม้อยู่กับที่ (Stationary Energy) | เผาไหม้เชื้อเพลิงทั้งหมด | 35,318.07 | 161,345.36 | - | - | 196,663.43 | - |
| | เผาไหม้เพื่อผลิตไฟฟ้า | - | - | - | - | - | - |
| II.กลุ่มขนส่ง (Transport) | ทั้งหมดของกลุ่ม | 153,505.92 | - | - | - | 153,505.92 | - |
| III.กลุ่มการจัดการของเสีย (Waste) | ของเสียที่เกิดขึ้นในเมือง | - | - | 73,414.45 | - | 73,414.45 | - |
| | ของเสียจากเมืองอื่น | - | - | - | - | - | - |
| IV.กลุ่มกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ (IPPU) | กระบวนการผลิต | - | - | - | - | - | - |
| | การใช้ผลิตภัณฑ์ | 630.33 | - | - | - | - | 630.33 |
| V.กลุ่มการเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (AFOLU) | ทั้งหมดของกลุ่ม | 3,883.01 | - | - | - | - | 3,883.01 |
| รวม | | 193,337.33 | 161,345.36 | 73,414.45 | - | 423,583.80 | 4,513.34 |

หมายเหตุ:

| | |
|--|--|
| | แหล่งการปล่อยภาคบังคับสำหรับการรายงานแบบ BASIC |
| | แหล่งการปล่อยภาคบังคับสำหรับการรายงานแบบ BASIC+ |
| | แหล่งการปล่อยที่เพิ่มเติมจากขอบเขตที่ 1 (เฉพาะเมือง) |
| | แหล่งการปล่อยขอบเขตที่ 3 อื่น ๆ |
| | ไม่สามารถระบุปริมาณการปล่อย |
| | ไม่มีกิจกรรมการปล่อยในเมือง |

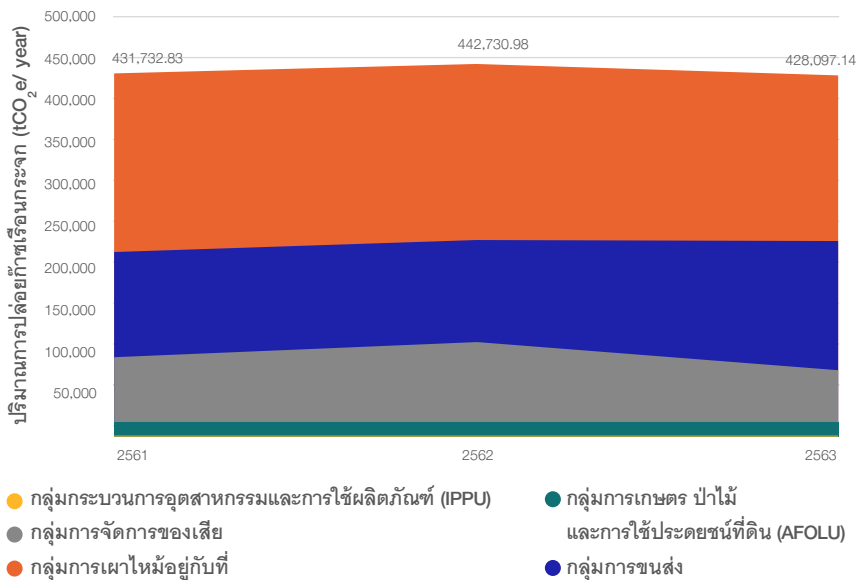
จากผลการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกระดับเมืองเทศบาลนครนครราชสีมาในช่วงปี พ.ศ. 2561 – 2563 พบว่ามีปริมาณใกล้เคียงกันในแต่ละปีอยู่ระหว่าง 428,097 – 442,370 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยปี 2563 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยร้อยละ 0.84 ดังตารางที่ 3-11 และรูปที่ 3-8 เมื่อพิจารณาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรายกลุ่มกิจกรรมพบว่ากลุ่มการเผาไหม้อยู่กับที่ที่มีสัดส่วนการปล่อยสูงที่สุดระหว่างร้อยละ 45.94 – 49.18 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด โดยเป็นการใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นสัดส่วนหลักร้อยละ 78.79 – 82.04 และการใช้เชื้อเพลิงในการเผาไหม้อยู่กับที่ร้อยละ 17.96 – 21.21 รองลงมาได้แก่กลุ่มการขนส่งและกลุ่มการจัดการของเสียคิดเป็นร้อยละ 29.13 – 35.86 และ 17.15 – 24.08 ตามลำดับ ซึ่งการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้อยู่กับที่ในแต่ละปีมีปริมาณใกล้เคียงกัน แต่กลุ่มการขนส่งพบว่ามีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัดในปี 2563 เทียบกับปี 2562 (25.84%) ขณะที่กลุ่มการจัดการของเสียมีแนวโน้มลดลงร้อยละ 31.07

ส่วนปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกลุ่มการเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (AFOLU) และกลุ่มกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ (IPPU) พบว่ามีปริมาณต่ำมาก อยู่ระหว่างร้อยละ 0.91 – 1.11 และ 0.14 – 0.15 ตามลำดับ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจาก AFOLU มาจากการใช้ประโยชน์ที่ดิน และการเปลี่ยนแปลงจากการใช้ประโยชน์ที่ดินในประเภทต่าง ๆ และปริมาณการใช้ปุ๋ยยูเรียในเขตเทศบาล ส่วนก๊าซเรือนกระจกจาก IPPU มาจากการใช้สารทำความเย็น 2 ชนิด ได้แก่ R-22 และ R-32

ตารางที่ 3-11 สรุปปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรายกลุ่มกิจกรรม ในช่วงปี พ.ศ. 2561 – 2563

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (tCO₂e)

| กลุ่มกิจกรรม | ปี พ.ศ. | | |
|--|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 2561 | 2562 | 2563 |
| การเผาไหม้อยู่กับที่ | 212,308.13 | 208,903.99 | 196,663.43 |
| (ร้อยละ) | (49.18%) | (47.22%) | (45.94%) |
| กลุ่มการขนส่ง | 125,780.95 | 121,980.51 | 153,505.92 |
| (ร้อยละ) | (29.13%) | (27.57%) | (35.86%) |
| กลุ่มการจัดการของเสีย | 88,210.74 | 106,509.36 | 73,414.45 |
| (ร้อยละ) | (20.43%) | (24.08%) | (17.15%) |
| กลุ่มกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ (IPPU) | 629.16 | 630.33 | 630.33 |
| (ร้อยละ) | (0.15%) | (0.14%) | (0.15%) |
| กลุ่มการเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (AFOLU) | 4,803.85 | 4,346.78 | 3,883.01 |
| (ร้อยละ) | (1.11%) | (0.98%) | (0.91%) |
| รวมทั้งหมด | 431,732.83 | 442,370.98 | 428,097.14 |



รูปที่ 3-8 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเทศบาลนครนครราชสีมา ในช่วงปี พ.ศ. 2561 – 2563

นอกจากนี้ยังพบว่ากลุ่มการขนส่งในเขตเทศบาลนครนครราชสีมาจากการขนส่งทางถนนในช่วงร้อยละ 82.00 – 86.63 และการขนส่งทางรางในช่วงร้อยละ 13.37 – 18.00 โดยเชื้อเพลิงที่มีการใช้งานและปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงสุดจากการขนส่งทางถนนมาจากเชื้อเพลิงดีเซลเป็นหลักร้อยละ 56.07 – 66.56 รองลงมาได้แก่ ไชยอลล์ 91, 95 (E10) ร้อยละ 12.89 – 16.22 โดยแสดงถึงกลุ่มผู้ใช้งานในภาคอุตสาหกรรมและพาณิชย์ รวมถึงกลุ่มผู้ใช้งานรถยนต์ส่วนบุคคลบางส่วน ดังตารางที่ 3-12

ตารางที่ 3-12 ปริมาณและสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกลุ่มการขนส่ง ในช่วงปี พ.ศ. 2561 – 2563

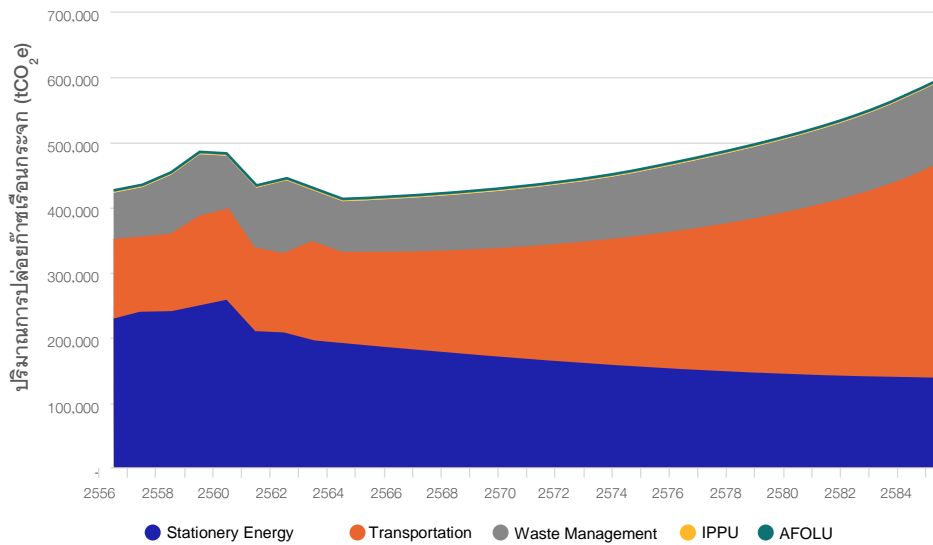
ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (tCO₂e)

| แหล่งการปล่อยก๊าซเรือนกระจก | ปี พ.ศ. | | |
|-----------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| | 2561 | 2562 | 2563 |
| การขนส่งทางถนน | | | |
| น้ำมันดีเซล | 73,298.84 (58.27%) | 68,396.18 (56.07%) | 102,168.15 (66.56%) |
| น้ำมันเบนซิน | 534.62 (0.43%) | 441.74 (0.36) | 326.16 (0.24%) |
| โซฮอล์ 91, 95 (E10) | 18,654.85 (14.83%) | 19,782.51 (16.22%) | 19,791.93 (12.89%) |
| โซฮอล์ E20 | 4,942.87 (3.93%) | 5,567.35 (4.56%) | 6,045.37 (3.94%) |
| โซฮอล์ E85 | 203.48 (0.16%) | 212.34 (0.17%) | 152.73 (0.10%) |
| ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) | 5,510.98 (4.38%) | 5,156.62 (4.23%) | 4,465.71 (2.91%) |
| การขนส่งทางราง | | | |
| น้ำมันดีเซล | 22,635.31 (18.00%) | 22,423.76 (18.38%) | 20,519.86 (13.37%) |

2) คาดการณ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกลุ่มกิจกรรม

เมื่อพิจารณาแนวโน้มการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเทศบาลนครนครราชสีมาในช่วงปี พ.ศ. 2556 – 2563 โดยนำผลการประเมินโดยบริษัท อีอาร์เอ็ม-สยาม จำกัด ที่ได้ประเมินไว้ในช่วงปี พ.ศ. 2556 – 2560 และผลการประเมินในรายงานฉบับนี้ในช่วงปี พ.ศ. 2561 – 2563 มาแสดงเป็นแผนภาพ (รูปที่ 3-9) พบว่า ในช่วงปี พ.ศ. 2563 – 2585 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเทศบาลนครนครราชสีมา มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจาก 428,097 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าในปี 2563 เป็น 594,473 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าในปี 2585 โดยเพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อปีประมาณร้อยละ 1.76 ซึ่งกลุ่มการขนส่งเป็นกลุ่มกิจกรรมหลักที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด รองลงมาเป็นกลุ่มการเผาไหม้อยู่กับที่ การจัดการของเสีย กลุ่มการเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (AFOLU) และกลุ่มกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ (IPPU) ตามลำดับ

หากพิจารณาการคาดการณ์อัตราการเปลี่ยนแปลงของการปล่อยก๊าซเรือนกระจก พบว่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกลุ่มการขนส่งมีอัตราเพิ่มขึ้นสูงสุดร้อยละ 5.18 ต่อปี โดยปริมาณการใช้น้ำมันสำเร็จรูปในกลุ่มแก๊สโซฮอล์และน้ำมันดีเซลมีอัตราการเพิ่มสูงขึ้นร้อยละ 7.19 และ 2.54 ต่อปี ตามลำดับ ในขณะที่ปริมาณการใช้น้ำมันสำเร็จรูปในรูปน้ำมันเบนซินและก๊าซ LPG มีอัตราลดลง การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกลุ่มการจัดการของเสียที่มีอัตราการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น คิดเป็นร้อยละ 3.02 ต่อปี ส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคการเผาไหม้อยู่กับที่มีอัตราการเปลี่ยนแปลงลดลง คิดเป็นร้อยละ 1.35 ต่อปี โดยแนวโน้มนี้สะท้อนให้เห็นว่า ปริมาณการใช้พลังงานอยู่กับที่ในพื้นที่เทศบาลนครทั้งปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง และปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้ามีอัตราการลดลงในอนาคต สืบเนื่องมาจากการดำเนินมาตรการอนุรักษ์พลังงานในรูปแบบต่าง ๆ และความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่มีการผลิตอุปกรณ์ต่าง ๆ ในรูปแบบที่ประหยัดพลังงานเพิ่มขึ้น



รูปที่ 3-9 คาดการณ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกลุ่มกิจกรรมในช่วงปี พ.ศ. 2563 – 2585

3.2.3 การคาดการณ์คาร์บอนฟุตพริ้นท์เมืองจากการดำเนินระบบ E-Bus

การคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้จากการดำเนินระบบ E-Bus พิจารณาจากการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางจากเดิมใช้รถที่ใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลมาเป็นระบบขนส่งสาธารณะที่ใช้ยานพาหนะไฟฟ้า โดยกำหนดให้เริ่มเดินระบบ E-Bus ในปี พ.ศ. 2570 ซึ่งค่าร้อยละของการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางด้วยรถยนต์ส่วนบุคคล (PC) รถจักรยานยนต์ (MC) และรถสองแถว (PT) เพื่อเปลี่ยนมาใช้ระบบ E-Bus เท่ากับ 28.21, 22.82 และ 34.92 ตามลำดับ และกำหนดให้อัตราการเปลี่ยนแปลงเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางจากเดิมใช้รถที่ใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลมาเป็นระบบ E-Bus มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี จนในปีที่ 15 (พ.ศ. 2585) ร้อยละการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางมาใช้ระบบ E-Bus จากรถยนต์ส่วนบุคคล รถจักรยานยนต์ และรถสองแถว เท่ากับร้อยละ 70.53, 57.04 และ 87.30 ตามลำดับ รายละเอียดดังตารางที่ 3-13

ตารางที่ 3-13 ร้อยละการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางมาใช้ระบบ E-Bus ในปีต่าง ๆ

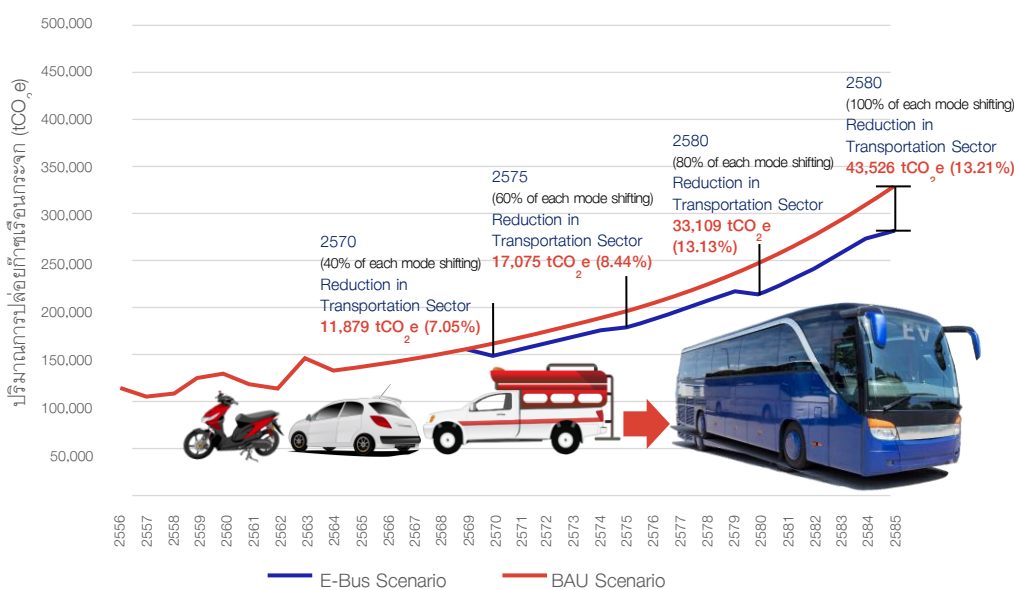
| ร้อยละการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทาง | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|-------|-------|----------------|-------|-------|-----------------|-------|-------|---------------------------|-------|-------|
| ปีที่ 0 (2570) | | | ปีที่ 5 (2575) | | | ปีที่ 10 (2580) | | | ปีที่ 15 (2585) เป็นต้นไป | | |
| PC | MC | PT | PC | MC | PT | PC | MC | PT | PC | MC | PT |
| 28.21 | 22.82 | 34.92 | 42.32 | 34.22 | 52.38 | 56.42 | 45.63 | 69.84 | 70.53 | 57.04 | 87.30 |

หมายเหตุ: *PC คือ รถยนต์ส่วนบุคคล, MC คือ รถจักรยานยนต์, PT คือ รถสองแถว

จากผลการประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกของเทศบาลนครนครราชสีมาที่ลดลงได้เมื่อเปรียบเทียบเฉพาะกิจกรรมการขนส่งจากการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางเดิมรถที่ใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลมาเป็นระบบ E-Bus ในปี พ.ศ. 2570, 2575, 2580 และ 2585 พบว่าสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้เท่ากับ 11,879 17,075 33,109 และ 43,526 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละ 7.05, 8.44, 13.13 และ 13.21 ตามลำดับ ดังนั้นปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมการขนส่งของเทศบาลนครราชสีมาจึงลดลงเหลือเท่ากับ 156,697 และ 286,050 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าในปี พ.ศ. 2570 และ 2585 ตามลำดับ ดังตารางที่ 3-14 และ รูปที่ 3-10

ตารางที่ 3-14 การคาดการณ์ก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้จากการดำเนินระบบ E-Bus ในกิจกรรมการขนส่ง

| กลุ่มการขนส่ง | ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (tCO ₂ e) | | | |
|--------------------------------------|---|---------|---------|---------|
| | ปี 2570 | ปี 2575 | ปี 2580 | ปี 2585 |
| การคาดการณ์ Business-as-usual | 168,576 | 202,248 | 252,182 | 329,575 |
| การคาดการณ์ E-Bus Scenario | 156,697 | 185,173 | 219,073 | 286,050 |
| ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลง | 11,879 | 17,075 | 33,109 | 43,526 |
| ร้อยละของปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลง | 7.05 | 8.44 | 13.13 | 13.21 |

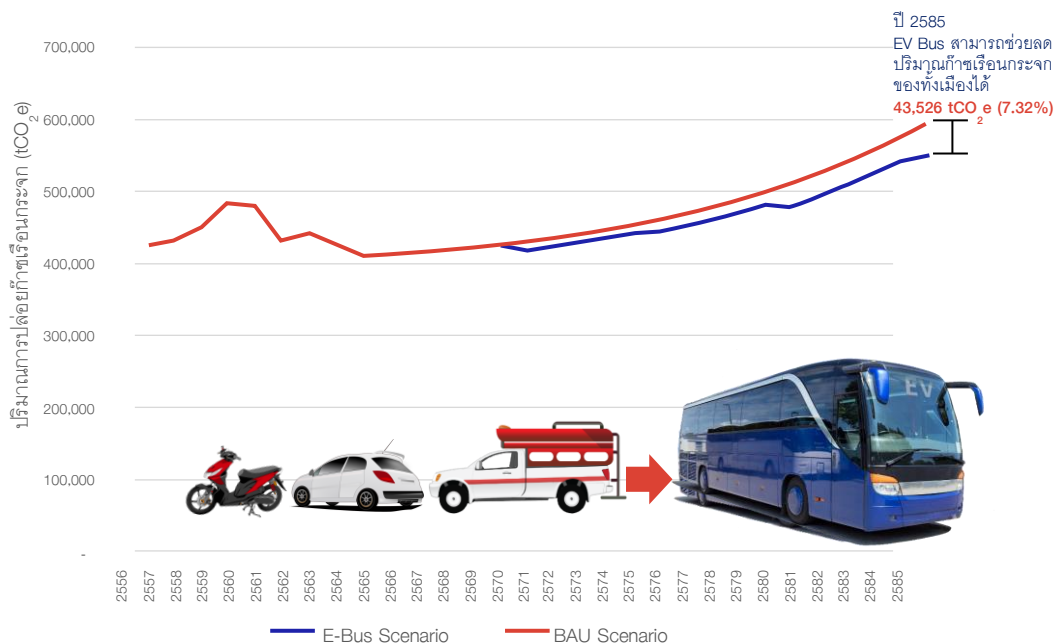


รูปที่ 3-10 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้จากการดำเนินระบบ E-Bus

เมื่อพิจารณาปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้จากกิจกรรมการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางเดิมรถที่ใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลมาเป็นระบบ E-Bus เปรียบเทียบกับปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของเทศบาลนครนครราชสีมา ในปี พ.ศ. 2570 2575 2580 และ 2585 พบว่าการดำเนินระบบ E-Bus สามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของเทศบาลได้เท่ากับร้อยละ 2.76 3.71 6.48 และ 7.32 ตามลำดับ ดังนั้นปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเทศบาลนครนครราชสีมาจึงลดลงเหลือเท่ากับ 418,355 443,111 477,773 และ 550,947 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าในปีพ.ศ. 2570 2575 2580 และ 2585 ตามลำดับ ดังตารางที่ 3-15 และ รูปที่ 3-11

ตารางที่ 3-15 การคาดการณ์ก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้จากการดำเนินระบบ E-Bus ของเทศบาลนครนครราชสีมา

| คาร์บอนฟุตพริ้นท์เมือง | ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (tCO ₂ e) | | | |
|--------------------------------------|---|---------|---------|---------|
| | ปี 2570 | ปี 2575 | ปี 2580 | ปี 2585 |
| การคาดการณ์ Business-As-Usual | 430,234 | 460,186 | 510,882 | 594,473 |
| การคาดการณ์ E-Bus Scenario | 418,355 | 443,111 | 477,773 | 550,947 |
| ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลง | 11,879 | 17,075 | 33,109 | 43,526 |
| ร้อยละของปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลง | 2.76 | 3.71 | 6.48 | 7.32 |



รูปที่ 3-11 การคาดการณ์ก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้จากการดำเนินระบบ E-Bus ของเทศบาลนครนครราชสีมา

3.3 การประเมินผลกระทบทางเศรษฐศาสตร์ระบบ E-Bus ที่นำเสนอ

3.3.1 วิธีการประเมินผลกระทบทางเศรษฐศาสตร์

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างมลพิษอากาศและจำนวนผู้ป่วยโรคระบบทางเดินหายใจ โดยใช้ Dispersed Generalized Additive Models (GAM) (Xiang, 2001; Larsen, 2015; Hastie and Hastie and Hastie, 2018) ในการศึกษาจะใช้ PM_{2.5} and PM₁₀ เป็นตัวแทนมลพิษอากาศศึกษาเปรียบเทียบกับจำนวนผู้ป่วยโรคระบบทางเดินหายใจที่เข้ารับการรักษาในสถานพยาบาลในพื้นที่เทศบาลนครราชสีมา ประสิทธิภาพความสัมพันธ์ของมลพิษอากาศชนิดเดียว และมลพิษอากาศร่วมกันหลายชนิดโดยใช้ GAM Models เพื่อคำนวณความเสี่ยง (Relative Risk, RR) ของโรคระบบทางเดินหายใจที่เพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณมลพิษอากาศมีความเข้มข้นเพิ่มขึ้น 10 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรสำหรับมลพิษแต่ละประเภท ยกเว้น CO ที่มีหน่วยเพิ่มขึ้น 1 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

จากการศึกษาผลกระทบต่อสุขภาพและภาระโรคที่เกี่ยวข้องในประเทศไทย พบว่ามลพิษอากาศมีความสัมพันธ์กับการเสียชีวิตและเจ็บป่วยด้วยโรคระบบทางเดินหายใจ โรคระบบหัวใจและหลอดเลือด ทั้งแบบเฉียบพลันและเรื้อรัง ในปัจจุบันยังไม่มีงานศึกษาใดประเมินต้นทุนความเสียหายทางเศรษฐศาสตร์จากฝุ่น PM_{2.5} เนื่องจากยังมีข้อมูลไม่ครอบคลุมทั่วประเทศ อย่างไรก็ตาม เราอาจพิจารณาใช้ต้นทุนความเสียหายทางเศรษฐศาสตร์จากฝุ่น PM₁₀ เป็นข้อมูลแสดงความเสียหายขั้นต่ำที่เกิดขึ้น เนื่องจากฝุ่นละอองขนาดเล็กสามารถเข้าไปในร่างกายมนุษย์พร้อมเชื้อโรคที่ติดอยู่กับฝุ่นได้ง่ายกว่าฝุ่นละอองที่มีขนาดใหญ่กว่า

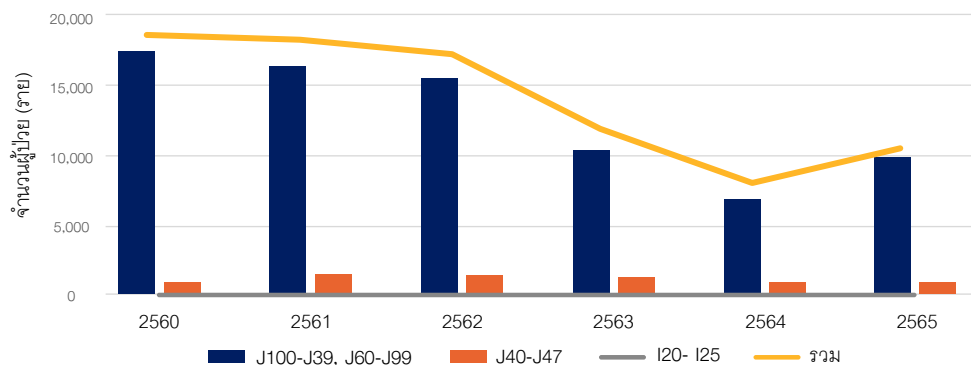
การศึกษานี้จะรวบรวมข้อมูลจำนวนผู้ป่วยโรคระบบทางเดินหายใจในกลุ่ม (ICD-10 TM CODE J00-J39, J60-J99) โรคเรื้อรังของทางเดินหายใจส่วนล่าง (ICD-10 TM CODE J40-J47) และโรคหัวใจขาดเลือด (ICD-10 TM CODE I20-I25) ในพื้นที่เทศบาลนครราชสีมา อำเภอเมืองนครราชสีมา ในปี พ.ศ. 2560 – 2565 คุณด้วยต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์ของผลกระทบของมลพิษอากาศที่มีต่อสุขภาพของผู้ป่วยโรคระบบทางเดินหายใจ จากรายงานการศึกษาของ ธนัชชนม์ แจ่มขำ (2563) ที่พบว่าในพื้นที่อำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมา มีต้นทุนรวมมูลค่าสูงถึง 17,907.45 บาทต่อคนต่อปีใน พ.ศ. 2562

3.3.2 การประเมินผลกระทบด้านสุขภาพจากการจราจรทางบก

จากผลการศึกษาสรุปได้ว่าความเจ็บป่วยและการตายจากโรกระบบทางเดินหายใจในเทศบาลนครนครราชสีมา มีความสัมพันธ์กับมลพิษอากาศ ผลการประเมินโดย The Multi-pollutant Single-day Lag GAM Model พบว่ามลพิษอากาศ ได้แก่ PM_{2.5}, PM₁₀, SO₂ และ CO มีความสัมพันธ์กับโรกระบบทางเดินหายใจ จำนวนผู้ป่วยจำแนกตามกลุ่มสาเหตุการป่วยด้วยโรกระบบทางเดินหายใจและโรคหัวใจ ซึ่งมีสาเหตุจากมลพิษอากาศจากโรงพยาบาลและสถานบริการสาธารณสุขในพื้นที่เทศบาลนครนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2560 – 2565 ดังตารางที่ 3-16 และ รูปที่ 3-12 พบว่ามีผู้ป่วยโรกระบบทางเดินหายใจในกลุ่ม (J00-J39, J60-J99 and J40-J47) โรคหัวใจกลุ่ม ICD-10 (I20-I25) จำนวนรวมทั้งสิ้นอยู่ระหว่าง 17,179 - 18,382 คนในปี พ.ศ. 2560 – 2562 และมีจำนวนลดลงอยู่ระหว่าง 8,066-11,898 คนในปี พ.ศ. 2563 – 2565 การที่จำนวนผู้ป่วยลดลงอาจเนื่องจากการเกิดโรคระบาดของ COVID-19 และรัฐมีมาตรการล็อกดาวน์ ส่งผลให้มลพิษลดลง ร่วมกับประชาชนมีการป้องกันตนเองโดยการสวมหน้ากากอนามัย

ตารางที่ 3-16 จำนวนผู้ป่วยด้วยโรกระบบทางเดินหายใจในพื้นที่เทศบาลนครนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2560 – 2565 (ถึงเดือนสิงหาคม)

| กลุ่มโรค | พ.ศ. 2560 | พ.ศ. 2561 | พ.ศ. 2562 | พ.ศ. 2563 | พ.ศ. 2564 | พ.ศ. 2565 |
|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| J00-J39, J60-J99 | 17,285 | 16,398 | 15,556 | 10,423 | 6,918 | 9,926 |
| J40-J47 | 1,017 | 1,636 | 1,551 | 1,423 | 1,103 | 1,042 |
| I20-I25 | 80 | 104 | 72 | 52 | 45 | 20 |
| รวม | 18,382 | 18,138 | 17,179 | 11,898 | 8,066 | 10,988 |



รูปที่ 3-12 จำนวนผู้ป่วยด้วยโรกระบบทางเดินหายใจและโรคหัวใจในพื้นที่เทศบาลนครนครราชสีมา

3.3.3 การประเมินผลกระทบทางเศรษฐศาสตร์ระบบ E-Bus ที่นำเสนอ

จากการศึกษาผลกระทบต่อสุขภาพและภาวะโรคที่เกี่ยวข้องในประเทศไทย พบว่ามลพิษอากาศมีความสัมพันธ์กับการเสียชีวิตและเจ็บป่วยด้วยโรกระบบทางเดินหายใจ โรกระบบหัวใจและหลอดเลือด ทั้งแบบเฉียบพลันและเรื้อรัง (WHO, 2018) จากผลการศึกษาของ ธนัชชนม์ แจ้งขำ (2563) ที่พบว่าต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์ของผลกระทบของมลพิษอากาศที่มีต่อสุขภาพของผู้ป่วยโรกระบบทางเดินหายใจในพื้นที่อำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมา มีต้นทุนรวมมูลค่าสูงถึง 17,907.45 บาทต่อคนต่อปีใน พ.ศ. 2562 แบ่งเป็นต้นทุนทางตรงของผู้ป่วยโรกระบบทางเดินหายใจจากการเจ็บป่วยเนื่องจากมลพิษอากาศมีมูลค่าเท่ากับ 14,164.26 บาทต่อคนต่อปี คิดเป็นร้อยละ 79.10 ของต้นทุนรวม และต้นทุนทางอ้อมมีมูลค่าเท่ากับ 3,743.19 บาทต่อคนต่อปี คิดเป็นร้อยละ 20.90 ของต้นทุนรวม อย่างไรก็ตามต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์ของผลกระทบของมลพิษอากาศที่มีต่อสุขภาพจำเป็นต้องคำนวณให้เป็นมูลค่าเงินในปีปัจจุบัน โดยใช้ค่าเฉลี่ย

อัตราเงินเฟ้อจากปี พ.ศ. 2562 เป็นปี พ.ศ. 2565 ซึ่งอ้างอิงตามร้อยละอัตราเงินเฟ้อของประเทศไทย (IMF, 2022) ดังตารางที่ 3-17 ซึ่งจากผลการคำนวณพบว่าต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์ของผลกระทบของมลพิษอากาศที่มีต่อสุขภาพในปี พ.ศ. 2565 มีค่าเท่ากับ 18,731 บาท ดังตารางที่ 3-18

ตารางที่ 3-17 ร้อยละอัตราเงินเฟ้อของประเทศไทย

| พ.ศ. 2561 | พ.ศ. 2562 | พ.ศ. 2563 | พ.ศ. 2564 | พ.ศ. 2565 |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1.06 | 0.71 | -0.85 | 1.23 | 3.50 |

ที่มา: * IMF data (IMF, 2022)

ตารางที่ 3-18 ต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์ของผลกระทบของมลพิษอากาศที่มีต่อสุขภาพ

| Value | RDC 2018 (THB) | Av. inflation rate (r) 2018-19, 2018-20, 2018-21, 2018-22* (%) | (1+r) | (1+r) ^{t-18} | RDC cost per patient/annum = RDC 2018 (1+r) ^{t-18} (in THB) |
|---------------------|-------------------|---|-------|-----------------------|---|
| RDC ₂₀₁₈ | 17,908 | - | - | - | 17,908 |
| RDC ₂₀₁₉ | 17,908 | 0.009 | 1.01 | 1.01 | 18,067 |
| RDC ₂₀₂₀ | 17,908 | 0.003 | 1.00 | 1.01 | 18,019 |
| RDC ₂₅₆₄ | 17,908 | 0.005 | 1.01 | 1.02 | 18,199 |
| RDC ₂₀₂₂ | 17,908 | 0.011 | 1.01 | 1.05 | 18,731 |

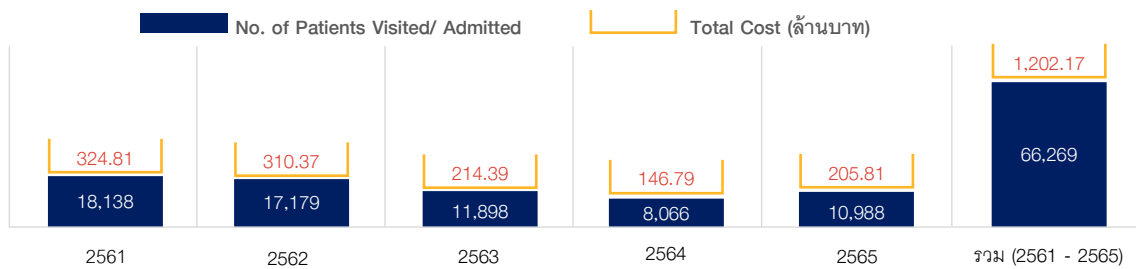
ที่มา: *IMF data (IMF, 2022)

ตารางที่ 3-19 และรูปที่ 3-13 และ รูปที่ 3-14 แสดงต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์ของผลกระทบของมลพิษอากาศที่มีต่อสุขภาพ และค่าใช้จ่ายที่สามารถหลีกเลี่ยงได้จากการลดการเจ็บป่วยด้วยโรคระบบทางเดินหายใจจากมลพิษอากาศในเทศบาลนครนครราชสีมา โดยค่าใช้จ่ายทั้งหมดในระหว่างปี พ.ศ. 2562-2565 มีมูลค่ารวมเท่ากับ 1,202 ล้านบาท (เป็นกรณีฐาน) โดยปี พ.ศ. 2561 - 2562 มีมูลค่า 310 - 325 ล้านบาท/ปี และมีแนวโน้มลดลงในปี พ.ศ. 2563 - 2565 มีมูลค่า 147 - 214 ล้านบาท/ปีตามจำนวนผู้ป่วยที่ลดลง ซึ่งจากผลการศึกษาคาดการณ์คุณภาพอากาศในอนาคตที่ดีขึ้นจากการดำเนินระบบ E-Bus จึงส่งผลให้จำนวนผู้ป่วยจากโรคระบบทางเดินหายใจลดจำนวนลง ซึ่งหากในปี พ.ศ. 2565 จำนวนผู้ป่วยลดจำนวนลงร้อยละ 10 จะสามารถหลีกเลี่ยงค่ารักษาจากการลดการเจ็บป่วยด้วยโรคระบบทางเดินหายใจจากมลพิษอากาศได้เท่ากับ 21 ล้านบาท และจำนวนผู้ป่วยลดจำนวนลงร้อยละ 20 จะสามารถหลีกเลี่ยงค่ารักษาจากการลดการเจ็บป่วยด้วยโรคระบบทางเดินหายใจจากมลพิษอากาศได้เท่ากับ 41 ล้านบาท

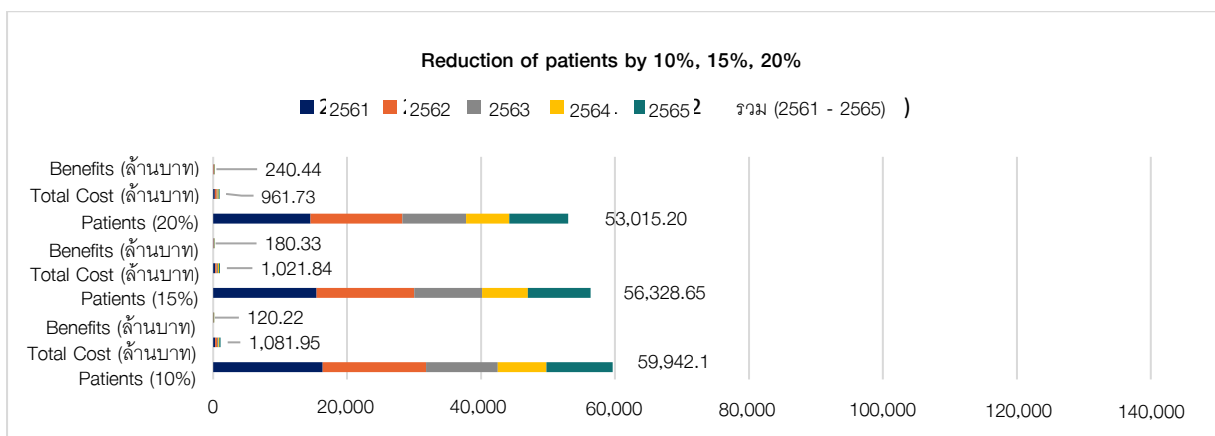
ตารางที่ 3-19 มูลค่าทางเศรษฐศาสตร์และค่ารักษาที่หลีกเลี่ยงได้จากการลดการเจ็บป่วยด้วยโรคระบบทางเดินหายใจจากมลพิษอากาศในเทศบาลนครนครราชสีมา

| Year | Cost and patients BAU | | | | | | COST & BENEFITS | | | | | |
|-----------------|-----------------------|----------|----------------------|----------------|----------------------|--------------------|-----------------|----------------------|--------------------|----------------|----------------------|--------------------|
| | Patients | BAU cost | Total cost (ล้านบาท) | Patients (10%) | Total cost (ล้านบาท) | Benefits (ล้านบาท) | Patients (15%) | Total cost (ล้านบาท) | Benefits (ล้านบาท) | Patients (20%) | Total cost (ล้านบาท) | Benefits (ล้านบาท) |
| 2561 | 18,138 | 17,908 | 325 | 16,324 | 292 | 32 | 15,417 | 276 | 49 | 14,510 | 260 | 65 |
| 2562 | 17,179 | 18,067 | 310 | 15,461 | 279 | 31 | 14,602 | 264 | 47 | 13,743 | 248 | 62 |
| 2563 | 11,898 | 18,019 | 214 | 10,708 | 193 | 21 | 10,113 | 182 | 32 | 9,518 | 172 | 43 |
| 2564 | 8,066 | 18,199 | 147 | 7,259 | 132 | 15 | 6,856 | 125 | 22 | 6,453 | 117 | 29 |
| 2565 | 10,988 | 18,731 | 206 | 9,889 | 185 | 21 | 9,340 | 175 | 31 | 8,790 | 165 | 41 |
| รวม (2560-2565) | 66,269 | 90,924 | 1,202 | 59,641 | 1,082 | 120 | 56,328 | 1,022 | 181 | 53,014 | 962 | 240 |

BAU SCENARIO



รูปที่ 3-13 ค่าใช้จ่ายและจำนวนผู้ป่วยด้วยโรคระบบทางเดินหายใจในกรณีฐาน



รูปที่ 3-14 ผลประโยชน์ที่ได้รับจากการลดจำนวนผู้ป่วยด้วยโรคระบบทางเดินหายใจที่ลดลงที่อัตราส่วนต่าง ๆ

3.4 สรุปผลและข้อเสนอแนะ

ภาคขนส่งมีการใช้พลังงานสูงและเติบโตอย่างรวดเร็ว ส่งผลต่อการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล รวมทั้งมลพิษอากาศ ได้แก่ PM₁₀, PM_{2.5}, NO₂, SO₂, CO และ O₃ การดำเนินระบบ E-Bus ในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา นอกจากจะ ช่วยสร้างรายได้จากการดำเนินธุรกิจ เพิ่มประสิทธิภาพการขนส่ง และช่วยลดการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลเทียบกับการรถยนต์สันดาปภายใน และ ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเมืองแล้ว ยังมีผลประโยชน์ร่วมในการลดมลพิษอากาศ ซึ่งส่งผลดีต่อสุขภาพของประชาชนโดยมีส่วน ช่วยลดการเจ็บป่วยที่เกี่ยวข้องกับโรคระบบทางเดินหายใจ และลดค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาล ดังนั้นการเดินระบบ E-Bus ในเขต เทศบาลนครนครราชสีมาจึงจัดเป็นกลยุทธ์หนึ่งที่สำคัญในการลดปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเพื่อเข้าสู่เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน จากผลการคาดการณ์สำหรับจากทัศนของการเดินระบบ E-Bus ในเทศบาลนครนครราชสีมาในปี พ.ศ. 2570, 2575, 2580 และ 2585 จะสามารถลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์เมืองของเทศบาลนครลงได้เท่ากับ 11,879 17,075 33,109 และ 43,526 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ เทียบเท่า ตามลำดับ หรือคิดเป็นคาร์บอนฟุตพริ้นท์เมืองของเทศบาลที่ลดลงได้ร้อยละ 7.05, 8.44, 13.13 และ 13.21 ตามลำดับเมื่อ เปรียบเทียบกับปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของเทศบาลนครในปีต่าง ๆ ดังตารางที่ 3-20

จากผลการศึกษามลพิษต่อระดับมลสาร PM_{2.5}, NO₂, SO₂ และ CO จากการดำเนินระบบ E-Bus ที่ปีเริ่มดำเนินระบบ (คาดการณ์ พ.ศ. 2570) และ ปีที่ 15 ในการดำเนินระบบ (คาดการณ์ พ.ศ. 2585) ผลกระทบทางบวกเกิดมากที่สุดบริเวณกลางพื้นที่การ จำลองตรงใจกลางเขตเทศบาลนครนครราชสีมา บริเวณถนนมิตรภาพ (ทล. 2) ตรงทางแยกที่เชื่อมกับถนนราชสีมา-โชคชัย (ทล. 224) เพราะเป็นบริเวณที่คาดการณ์ว่ามีปริมาณการจราจรของผู้สัญจรภายในเทศบาลนครราชสีมาที่น้อยลงมากที่สุดเมื่อมีการดำเนินระบบ E-Bus หากพิจารณาในแง่ของสัดส่วนการลดลงคิดเทียบกับฐานคือมลพิษอากาศจากการจราจรในปัจจุบัน พบว่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ที่ ปี 2570 ลดลงเป็นสัดส่วนประมาณ 13% - 17% และที่ปี 2585 ลดลงเป็นสัดส่วนประมาณ 31% - 41% สำหรับมลสาร PM_{2.5}, NO₂ และ CO ส่วน SO₂ ลดลงสูงกว่ามลสารอื่น ดังนั้นการมุ่งลดการปลดปล่อย PM_{2.5} จากภาคการจราจรโดยการดำเนินระบบ E-Bus ในเทศบาล นครนครราชสีมาอาจช่วยลดจำนวนวันที่ระดับ PM_{2.5} เกินมาตรฐานให้ลดลงได้ สำหรับวันที่ความเข้มข้น PM_{2.5} นั้นเกินมาตรฐานไปเพียง เล็กน้อย อย่างไรก็ตามการปรับปรุงสถานการณ์ PM_{2.5} เกินมาตรฐานในบรรยากาศนั้นยังขึ้นกับอีกหลายปัจจัยภายนอกเขตเทศบาลนคร นครราชสีมา ที่สำคัญคือแหล่งกำเนิดจากการเผาไหม้ชีวมวลในที่โล่ง

ตารางที่ 3-20 คาดการณ์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่ดีขึ้นจากการดำเนินระบบ E-Bus เทียบกับระดับในปี 2565

| ดัชนีชี้วัด | ปีที่ 0 (2570) | ปีที่ 15 (2585) |
|---|-----------------|-----------------|
| คาร์บอนฟุตพริ้นท์เมืองที่ลดลงได้ (tCO ₂ e) | 11,879 | 43,526 |
| คาร์บอนฟุตพริ้นท์เมืองที่ลดลงได้ (%) | 2.76 | 7.32 |
| สัดส่วนการลดค่าสูงสุด PM _{2.5} เฉลี่ย 24 ชั่วโมง (%) | 13% (10% - 16%) | 33% (25% - 41%) |
| สัดส่วนการลดค่าสูงสุด NO ₂ เฉลี่ย 24 ชั่วโมง (%) | 15% (10% - 20%) | 34% (23% - 42%) |
| สัดส่วนการลดค่าสูงสุด SO ₂ เฉลี่ย 24 ชั่วโมง (%) | 36% (30% - 45%) | 58% (48% - 67%) |
| สัดส่วนการลดค่าสูงสุด CO เฉลี่ย 24 ชั่วโมง (%) | 17% (13% - 19%) | 41% (31% - 47%) |

หมายเหตุ: ดัชนีชี้วัดมลพิษอากาศเปรียบเทียบจากมลพิษอากาศที่ลดลงจากการจราจรภายในเทศบาลนครนครราชสีมา

เมื่อพิจารณาต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์ของผลกระทบของมลพิษอากาศที่มีต่อความเสี่ยงผู้ป่วยโรคระบบทางเดินหายใจในเทศบาลนครนครราชสีมา โดยค่าใช้จ่ายทั้งหมดในระหว่างปี พ.ศ. 2562 – 2565 มีมูลค่ารวมเท่ากับ 1,202 ล้านบาท (เป็นกรณีฐาน) โดยปี พ.ศ. 2561 – 2562 มีมูลค่า 310 – 325 ล้านบาท/ปี และมีแนวโน้มลดลงในปี พ.ศ. 2563 – 2565 มีมูลค่า 147 – 214 ล้านบาท/ปี ซึ่งจากผลการศึกษาคาดการณ์คุณภาพอากาศในอนาคตที่ดีขึ้นจากการดำเนินระบบ E-Bus จึงส่งผลให้จำนวนผู้ป่วยจากระบบทางเดินหายใจลดจำนวนลง ซึ่งหากตั้งสมมุติฐานให้ในปี พ.ศ. 2565 จำนวนผู้ป่วยลดจำนวนลงร้อยละ 10 – 20 จะสามารถหลีกเลี่ยงค่ารักษาจากการลดการเจ็บป่วยด้วยโรคระบบทางเดินหายใจจากมลพิษอากาศได้เท่ากับ 21 และ 41 ล้านบาท ตามลำดับ

ข้อเสนอแนะ

- 1) ปัจจุบันมลพิษอากาศได้รับความสนใจมากเนื่องจากประชาชนจำนวนมากต้องสัมผัสกับก๊าซไอเสียและฝุ่นละอองที่ปล่อยจากระบบขนส่งซึ่งมีการเพิ่มขึ้นของยานพาหนะตามสภาพเศรษฐกิจที่ดีขึ้น แต่จังหวัดนครราชสีมาไม่มีสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศของกรมควบคุมมลพิษ ณ สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ 47t (สถานีโรงสูบน้ำเสียเทศบาลนครนครราชสีมา ต.ในเมือง อ.เมือง จ.นครราชสีมา) เพียงสถานีเดียว ดังนั้นจึงควรเพิ่มจำนวนสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศให้ครอบคลุมพื้นที่จังหวัด เพื่อที่จะสามารถนำข้อมูลคุณภาพอากาศมาทำนายได้แม่นยำมากขึ้น และสามารถแจ้งเตือนประชาชนในเทศบาลในกรณีที่มีค่ามลพิษอากาศสูงกว่ามาตรฐาน
- 2) ควรเตรียมคณะงานเพื่อจัดทำข้อมูลปริมาณก๊าซเรือนกระจกของเมืองให้มีคุณภาพ โดยคัดเลือกบุคลากรที่มีความรู้ความเข้าใจ และระบุนำที่ความรับผิดชอบของบุคลากรให้ชัดเจน รวมถึงจัดฝึกอบรมให้แก่บุคลากรภายในคณะทำงาน
- 3) ควรจัดทำเอกสารและรายงานอย่างต่อเนื่องทุกปี เพื่อที่จะสามารถใช้เป็นข้อมูลในการทวนสอบหรือการรวบรวมข้อมูลในปีต่อ ๆ ไปเพื่อใช้สำหรับเปรียบเทียบกรณีมีการดำเนินการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก รวมถึงการเผยแพร่สู่สาธารณะ
- 4) ควรติดตามปริมาณก๊าซเรือนกระจกของเทศบาลนครราชสีมาอย่างต่อเนื่อง และดำเนินกิจกรรมตามแผนยุทธศาสตร์การพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำสำหรับเทศบาลนคร เพื่อที่จะสามารถลดก๊าซเรือนกระจกระดับเมืองได้อย่างต่อเนื่องเพื่อเข้าสู่ความเป็นกลางทางคาร์บอน และคาร์บอนสุทธิเป็นศูนย์ตามเป้าหมายของรัฐบาล
- 5) การกำหนดนโยบายต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบขนส่งของเมืองจำเป็นต้องได้รับความร่วมมือจากหลายภาคส่วน รวมถึงผู้มีอำนาจหน้าที่ในการผลักดันนโยบายเพื่อให้สามารถเกิดขึ้นได้จริงและมีประสิทธิภาพสูงสุด

บทที่ 4

ข้อเสนอแนะด้านนโยบาย

การส่งเสริมการใช้ระบบขนส่งสาธารณะและยานยนต์ไฟฟ้าเป็นนโยบายสำคัญของประเทศไทยที่มีจุดประสงค์เพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานในภาคขนส่งและส่งเสริมการเป็นเมืองคาร์บอนต่ำ¹ ลดการใช้พลังงานฟอสซิลและเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน² การเพิ่มคุณภาพชีวิตในการเข้าถึงระบบการขนส่งที่มีประสิทธิภาพของผู้ที่อาศัยในเขตเมือง³ และสร้างความสามารถในการแข่งขันทางเศรษฐกิจโดยการยกระดับอุตสาหกรรมยานยนต์ไปสู่อุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ โดยการเป็นฐานการผลิตยานยนต์ไฟฟ้าที่สำคัญของโลก⁴ ซึ่งโครงการพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำผ่านระบบขนส่งสาธารณะไฟฟ้าในเขตพื้นที่เทศบาลนครนครราชสีมาเป็นโครงการที่สอดคล้องกับกับแนวทางการดำเนินนโยบายในระดับประเทศดังกล่าว อย่างไรก็ตาม การพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะไฟฟ้านั้นจำเป็นต้องมีการดำเนินนโยบายที่เหมาะสมตามลำดับขั้นตอนและพิจารณาถึงประเด็นที่เกี่ยวข้องในหลายด้าน

การกำหนดนโยบายเพื่อพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะไฟฟ้าในพื้นที่เทศบาลนครราชสีมาได้นำเสนอในรูปแบบของแผนที่นำทางด้านนโยบายที่จะช่วยให้สามารถบรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้ รวมถึงหมุดหมายในช่วงเวลาต่าง ๆ ทั้งนี้ องค์ประกอบของแผนที่นำทางสำหรับการจัดทำข้อเสนอแนะด้านนโยบายของโครงการพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะในเทศบาลนครราชสีมา ครอบคลุมการวิเคราะห์ปัจจัยขับเคลื่อน การกำหนดเป้าหมายของโครงการ และนโยบายสนับสนุน ซึ่งนำไปสู่แผนงานหรือแผนที่นำทางนโยบายในประเด็นต่าง ๆ ได้แก่ ด้านโครงสร้างพื้นฐาน ด้านการเงินและการลงทุน และการมีส่วนร่วม นอกจากนี้ ยังได้วิเคราะห์ประเด็นด้านกฎระเบียบและกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับอีกด้วย โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 ปัจจัยขับเคลื่อนของการพัฒนาระบบขนส่งมวลชนในเทศบาลนครราชสีมา

การวิเคราะห์ปัจจัยขับเคลื่อนเป็นการวิเคราะห์ปัจจัยแวดล้อมที่ส่งผลกระทบต่อความสำเร็จในการพัฒนาโครงการซึ่งครอบคลุมมิติต่าง ๆ เช่น สังคม เทคโนโลยี เศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อม การเมือง และอื่น ๆ ทั้งนี้ ปัจจัยขับเคลื่อนได้ถูกนำมาวิเคราะห์ผ่านกระบวนการมีส่วนร่วมจากผู้มีส่วนได้เสียเพื่อจัดลำดับความสำคัญ ซึ่งปัจจัยที่ได้รับการจัดลำดับความสำคัญสูงสุด (ปัจจัยวิกฤติ) จะถูกนำมาใช้ประกอบการจัดทำข้อเสนอแนะด้านนโยบาย ทั้งในด้านการออกแบบทางกายภาพของระบบขนส่งมวลชน ด้านการเงินและเศรษฐศาสตร์ ด้านการสร้างการมีส่วนร่วม และอื่น ๆ

จากการระดมความคิดเห็นจากกลุ่มเป้าหมายสำคัญที่จะเป็นผู้ใช้ระบบขนส่งสาธารณะ ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับประเด็นด้าน “ข้อกังวล” และ “ความคาดหวัง” ของประชาชนทั่วไปที่มีต่อระบบขนส่งสาธารณะในพื้นที่ดังกล่าวแสดงในรูปที่ 4-1 มีสาระสำคัญสรุปได้ดังนี้

- ข้อกังวลและความคาดหวังที่ได้รับความสนใจมากที่สุด คือ “ระยะเวลาการเดินทางและความตรงต่อเวลา” ซึ่งสอดคล้องกับปัญหาการจราจรติดขัดในพื้นที่โดยเฉพาะในช่วงชั่วโมงเร่งด่วน นอกจากนี้ ประเด็นดังกล่าวยังครอบคลุมถึงความสูญเสียด้านเศรษฐกิจที่เกิดขึ้น รวมถึงผลกระทบต่อการใช้ชีวิตและการวางแผนการทำงาน ดังนั้น ระบบขนส่งมวลชนที่ตรงต่อเวลา มีตารางเวลาที่ชัดเจน และมีความถี่ในการเดินรถที่เพียงพอต่อความต้องการ จึงถูกคาดหวังว่าจะช่วยแก้ปัญหาดังกล่าวได้

¹ ร่างแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 13 (สภาพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2564), แผนปฏิบัติการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศ ปี พ.ศ.

2564-2573 (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2559)

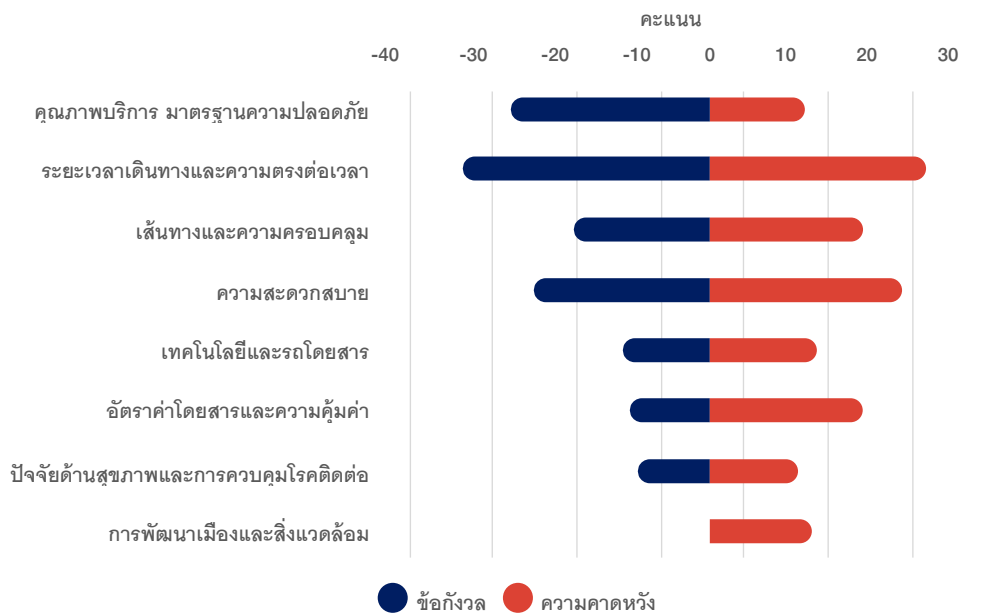
² แผนอนุรักษ์พลังงานพ.ศ. 2561 – 2580 (สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน, 2561)

³ แผนพัฒนาเมืองอัจฉริยะ (สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล, 2563), ยุทธศาสตร์การพัฒนาระบบคมนาคมขนส่งของไทย ระยะ 20 ปี (กระทรวงคมนาคม, 2562)

⁴ ร่างแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 13 (สภาพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2564), นโยบาย 30@30 (คณะกรรมการนโยบายยานยนต์ไฟฟ้าแห่งชาติ, 2564)

- **"คุณภาพการบริการ มาตรฐาน และความปลอดภัย"** และ **"ความสะดวกรวดเร็ว"** เป็นอีกปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการสร้างแรงจูงใจในการใช้ระบบขนส่งมวลชน โดยเฉพาะกลุ่มสตรี ครอบครัวและเยาวชน ที่ต้องเดินทางไปกลับสถานศึกษาในช่วงเวลาเร่งด่วน ซึ่งต้องการความปลอดภัยในการเดินทาง กล่าวคือ มีการขับรถด้วยความระมัดระวัง มีมาตรฐานในการขับที่รัดกุม ใช้ความเร็วที่เหมาะสม มีความปลอดภัยของการขึ้นลงรถ มีความปลอดภัยในยามค่ำคืน รวมถึงมาตรการป้องกันอุบัติเหตุ นอกจากนี้ ยังคาดหวังถึงคุณภาพการบริการที่ดีอีกด้วย
- **"การกำหนดเส้นทาง การเดินทาง และความครอบคลุม"** เป็นปัจจัยที่จะทำให้ระบบขนส่งมวลชนมีประสิทธิภาพและสามารถแข่งขันได้เมื่อเทียบกับการเดินทางด้วยยานพาหนะส่วนบุคคล ทั้งนี้ การกำหนดเส้นทางที่ครอบคลุมและตอบใจให้กับผู้ใช้ มีการเชื่อมต่อกับระบบขนส่งมวลชนเสริม (Feeder)⁵ รวมถึงมีการออกแบบการเชื่อมต่อระหว่างเส้นทางที่ดี จะช่วยให้ประชาชนหันมาใช้ระบบขนส่งมวลชนเพิ่มมากขึ้น
- ปัจจัยด้าน **"เทคโนโลยีและรถโดยสาร"** ครอบคลุมถึงสภาพรถที่ต้องพร้อมใช้งานและมีความปลอดภัย มีการบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอ ไม่ปล่อยควันดำและไอเสีย เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม รวมถึงควรมีเทคโนโลยีที่สามารถติดตามเส้นทางและการเดินทางอย่างแม่นยำ และอื่น ๆ
- **"อัตราค่าโดยสาร"** ควรอยู่ในระดับที่ประชาชนทั่วไปสามารถเข้าถึงได้ และควรมีความคุ้มค่าเมื่อเปรียบเทียบกับการเดินทางด้วยยานพาหนะส่วนบุคคลและ/หรือทางเลือกอื่น ๆ เช่น รถยนต์ จักรยานยนต์ รถสองแถว

นอกจากปัจจัยข้างต้น ยังมีการแสดงความเห็นในปัจจัยอื่น ๆ เช่น ผลกระทบด้านสุขภาพและมาตรการควบคุมโรคติดต่อ รวมถึงความคาดหวังต่อการพัฒนาเศรษฐกิจและกิจกรรมต่าง ๆ ในพื้นที่ใกล้เคียงโครงการ และการพัฒนาเมืองในองค์รวม (Transit Oriented Development: TOD) เป็นต้น



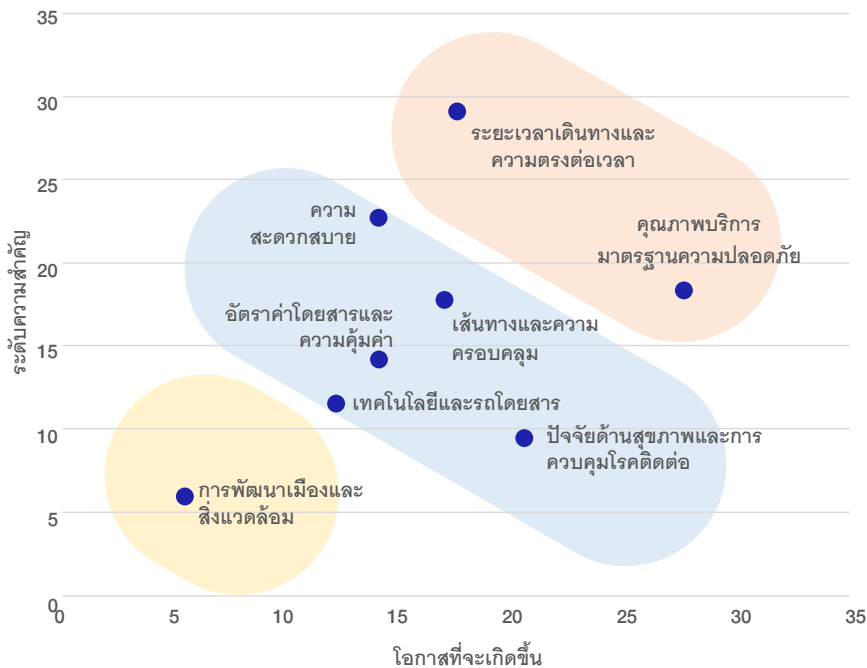
หมายเหตุ: ตัวเลขในภาพแสดงจำนวนผู้เข้าประชุมที่ให้คะแนนในประเด็นดังกล่าว

รูปที่ 4-1 ข้อกังวลและความคาดหวังของประชาชนโดยทั่วไปที่มีต่อระบบขนส่งมวลชนในเทศบาลนครนครราชสีมา

⁵ เป็นระบบที่ทำหน้าที่รวบรวมผู้โดยสารมาขึ้นรถที่แต่ละสถานีและรับผู้โดยสารออกจากระบบขนส่งสาธารณะหลักแต่ละสถานีไปส่งยังที่หมาย ตอบโจทย์แก่ผู้ที่อยู่ในย่านที่ระบบหลักเข้าไม่ถึงหรือในพื้นที่เศรษฐกิจในถนนรองในพื้นที่ชั้นใน ซึ่งบริเวณถนนรองต่าง ๆ (ที่มา: สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.))

ปัจจัยขับเคลื่อนข้างต้นยังได้ถูกนำมาวิเคราะห์ระดับความสำคัญ (Importance) ที่จะส่งผลกระทบต่อความสำเร็จของการพัฒนาระบบขนส่งมวลชน รวมถึงโอกาสที่ปัจจัยนั้น ๆ จะเกิดขึ้น (Likelihood) ดังแสดงในรูปที่ 4-2 พบว่า ปัจจัยที่มีความสำคัญอย่างมากต่อการพัฒนาระบบขนส่งมวลชนและมีโอกาสเกิดขึ้นได้สูงประกอบไปด้วยการกำหนดระยะเวลาการเดินทางที่ชัดเจนและความตรงต่อเวลารวมถึงการปรับปรุงคุณภาพมาตรฐานและความปลอดภัย ทั้งนี้ผู้เข้าร่วมประชุมมองว่าปัจจัยดังกล่าวเป็นสิ่งที่เป็นไปได้ สามารถกำหนดให้อยู่ในขอบเขตการทำงานและบริหารจัดการของผู้ให้บริการภายใต้การกำกับจากภาครัฐอย่างเข้มงวด ในขณะที่ปัจจัยที่มีระดับความสำคัญและโอกาสที่จะเกิดขึ้นรองลงมาประกอบไปด้วย การอำนวยความสะดวกสบายให้ผู้ใช้บริการ การกำหนดเส้นทางเดินรถที่เชื่อมต่อกัน และมีความครอบคลุม การกำหนดอัตราค่าโดยสาร เทคโนโลยีของรถโดยสาร รวมถึงปัจจัยด้านสุขภาพและมาตรการต่าง ๆ ในการควบคุมโรคติดต่อ

การพัฒนาระบบขนส่งมวลชนยังเป็นเพียงส่วนหนึ่งของการพัฒนาเมืองและสิ่งแวดล้อมในองค์รวม ที่ต้องมีองค์ประกอบส่วนอื่น ๆ ที่มากและต้องใช้เวลาในการพัฒนา อาทิเช่น การจัดวางผังเมือง การสร้างความตระหนักของผู้คนให้ปรับเปลี่ยนวิถีชีวิตและรูปแบบการเดินทาง เป็นต้น ดังนั้นการพัฒนาเมืองในองค์รวมจึงยังไม่อาจทำให้เห็นผลสัมฤทธิ์และสร้างผลกระทบได้ในระยะสั้น และอาจมีข้อจำกัดในหลายเรื่อง เช่น ความแตกต่างทางความคิดของผู้มีส่วนได้เสีย ข้อจำกัดด้านกฎหมายและระเบียบ และอื่น ๆ ทำให้ผู้เข้าร่วมประชุมมองว่าการพัฒนาเมืองในองค์รวมยังมีความเป็นไปได้ต่ำ



หมายเหตุ: ตัวเลขในภาพแสดงจำนวนผู้เข้าประชุมที่ให้คะแนนในประเด็นดังกล่าว

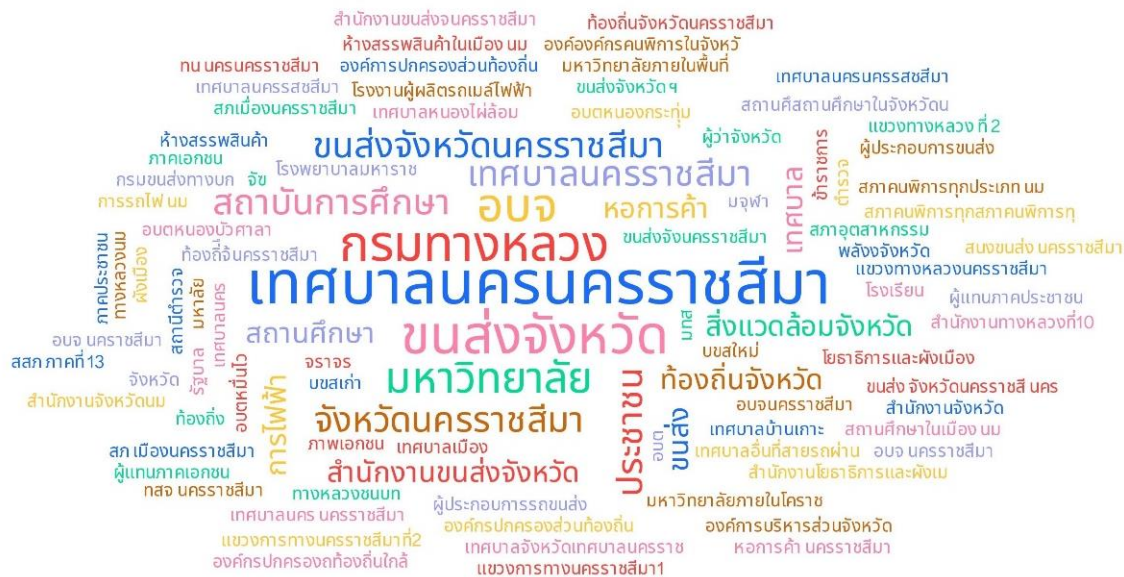
รูปที่ 4-2 ความสำคัญและโอกาสที่จะเกิดขึ้นของปัจจัยต่างๆ ที่คาดว่าจะส่งผลกระทบต่อพัฒนาระบบขนส่งมวลชนในเทศบาลนครนครราชสีมา

4.2 เป้าหมายสนับสนุนเชิงยุทธศาสตร์และกลุ่มเป้าหมาย

เป้าหมายเชิงยุทธศาสตร์เป็นการกำหนดผลลัพธ์และความคาดหวังของการพัฒนาโครงการภายใต้การเปลี่ยนแปลงของปัจจัยแวดล้อมต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เป้าหมายเชิงยุทธศาสตร์ประกอบไปด้วยเป้าหมายระยะยาวที่แสดงถึงวิสัยทัศน์ของการพัฒนาโครงการ รวมถึงหมุดหมายที่ต้องดำเนินการให้สำเร็จในแต่ละช่วงเวลา นอกจากนี้ ยังจำเป็นต้องมีการกำหนดกลุ่มเป้าหมายซึ่งเป็นกลุ่มผู้มีส่วนได้เสียหรือผู้ใช้บริการ ซึ่งจะส่งผลต่อความสำเร็จของโครงการ ทั้งนี้ การกำหนดกลุ่มเป้าหมายที่ชัดเจนจะช่วยให้การกำหนดนโยบายและมาตรการต่างๆ มีประสิทธิภาพ

ผลจากการระดมความคิดเห็นสามารถสรุปเป้าหมายเชิงยุทธศาสตร์สำหรับการพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะในเทศบาลนครนครราชสีมาโดยสามารถแบ่งได้เป็น 3 ช่วงเวลา ประกอบไปด้วย

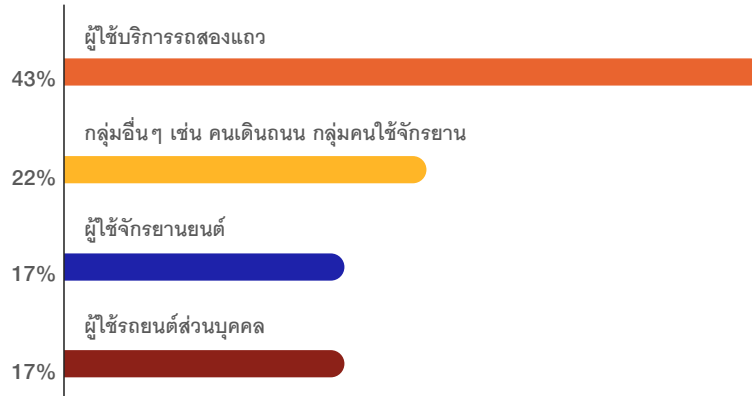
- 1) **ช่วงการพัฒนาโครงการ** เป็นช่วงของการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการและการเตรียมความพร้อมในด้านต่างๆ ก่อนเปิดให้บริการ ไม่ว่าจะเป็นการสำรวจความต้องการของประชาชนในพื้นที่ การศึกษาความเป็นไปได้ทางเทคนิค ความเป็นไปได้ทางการเงินและเศรษฐศาสตร์ การศึกษาผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม การออกแบบทางวิศวกรรม รวมถึงขั้นตอนในการจัดหาแหล่งทุน การคัดเลือกผู้ประกอบการ การดำเนินการด้านกฎหมาย ขั้นตอนการก่อสร้างและพัฒนาโครงการ และอื่นๆ โดยมีเทศบาลนครนครราชสีมาและขนส่งจังหวัดจะเป็นหน่วยงานสำคัญที่จะขับเคลื่อนโครงการ นอกจากนี้ ต้องมีการประสานงานและขอความร่วมมือจากหน่วยงานต่างๆ ได้แก่ เทศบาลนครนครราชสีมา ขนส่งจังหวัดนครราชสีมา องค์การบริหารส่วนจังหวัดนครราชสีมา กรมทางหลวง มหาวิทยาลัย เป็นต้น ดังตัวอย่างที่แสดงในรูปที่ 4-3 ทั้งนี้ ช่วงของการพัฒนาระบบขนส่งมวลชนในเทศบาลนครนครราชสีมาคาดว่าจะอยู่ระหว่างปี พ.ศ. 2566-2570



รูปที่ 4-3 ผู้มีส่วนได้เสียและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาโครงการ⁶

⁶ ผลลัพธ์จากการระดมความคิดเห็น การประชุมเชิงปฏิบัติการเรื่อง “การกำหนดเป้าหมายเชิงยุทธศาสตร์และแผนที่นำทางนโยบายการพัฒนาขนส่งสาธารณะไฟฟ้าของเทศบาลนครนครราชสีมา” เมื่อวันที่ 6 กันยายน พ.ศ. 2565 ณ ห้องประชุมณกยูง โรงแรมเซ็นเตอร์ พอยด์ เทอร์มินอล 21 จังหวัดนครราชสีมา

- 2) **ช่วงการให้บริการระยะแรก** เป็นช่วงเริ่มต้นของการให้บริการโดยมีจุดหมายสำคัญที่จะเริ่มให้บริการภายในปี พ.ศ. 2571 ทั้งนี้ การให้บริการระยะแรกมีเป้าหมายให้ระบบขนส่งมวลชนที่พัฒนาขึ้นสามารถเป็นทางเลือกสำหรับการเดินทาง โดยตั้งเป้าหมายให้มีผู้ใช้บริการไม่ต่ำกว่า 50,000 คนต่อวัน⁷ กลุ่มเป้าหมายหลักจะเป็นผู้ใช้บริการรถสองแถวเดิม กลุ่มคนเดินถนนและผู้ใช้จักรยาน กลุ่มผู้ใช้จักรยานยนต์และผู้ใช้รถส่วนบุคคล (รูปที่ 4-4)



รูปที่ 4-4 ผลการสำรวจความคิดเห็นเบื้องต้นสำหรับกลุ่มเป้าหมายในการให้บริการระยะแรก

- 3) **ช่วงการให้บริการครอบคลุมทุกเส้นทาง** เป็นช่วงเวลาที่โครงข่ายระบบขนส่งมวลชนในเทศบาลนครนครราชสีมาทยอยเปิดให้บริการครบทุกเส้นทาง รวมถึงการพัฒนาาระบบขนส่งมวลชนเสริม (Feeder) ที่ครอบคลุม ซึ่งคาดว่าจะอยู่ในช่วงปี พ.ศ. 2581-2590 โดยมีเป้าหมายให้มีผู้ใช้บริการไม่ต่ำกว่า 100,000 คนต่อวัน กลุ่มเป้าหมายหลักยังคงเป็นผู้ใช้บริการรถสองแถวเดิม กลุ่มคนเดินถนนและผู้ใช้จักรยาน กลุ่มผู้ใช้จักรยานยนต์และผู้ใช้รถส่วนบุคคล อย่างไรก็ตาม จะเห็นได้ว่าสัดส่วนของกลุ่มผู้ใช้บริการขนส่งสาธารณะเดิม (รถสองแถว) มีแนวโน้มลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ใช้จักรยานยนต์และรถส่วนบุคคล (รูปที่ 4-5)



รูปที่ 4-5 ผลการสำรวจความคิดเห็นเบื้องต้นสำหรับกลุ่มเป้าหมายในการให้บริการครอบคลุมทุกเส้นทาง

⁷ อ้างอิงจากผลการสำรวจภาคสนามและวิเคราะห์ state preference ของโครงการ

4.3 นโยบายสนับสนุนและแผนการดำเนินนโยบาย

นโยบายสนับสนุนเป็นส่วนของนโยบาย มาตรการ รวมถึงแผนงานในด้านต่าง ๆ เพื่อการจัดสรรทรัพยากรและตอบสนองความต้องการในการดำเนินการพัฒนาโครงการให้ประสบความสำเร็จ รวมทั้งนโยบายที่จะสร้างผลประโยชน์ร่วมและลดผลกระทบของโครงการต่อผู้มีส่วนได้เสียต่าง ๆ ทั้งนี้ จากการระดมความคิดเห็นสามารถสรุปประเด็นและข้อเสนอแนะด้านนโยบายและแผนงานในแต่ละช่วงเวลาเป็น 4 ด้าน ดังนี้

1) ด้านกายภาพและโครงสร้างพื้นฐาน ประกอบด้วยประเด็นย่อยดังต่อไปนี้

- ควรแก้ปัญหาข้อจำกัดด้านกายภาพ อาทิ ผลกระทบต่อพื้นที่ชุมชนเดิม การลดลงของพื้นที่ถนน การบดบังทัศนียภาพ การกีดขวางทางระบายน้ำ ซึ่งอาจบรรเทาผลกระทบด้วยการออกแบบ เช่น การใช้ทางยกระดับในพื้นที่ชุมชนหนาแน่น การออกแบบสถานีที่ใช้ขนาดเล็กและรูปแบบที่สอดคล้องกับสถาปัตยกรรมของเมือง เป็นต้น⁸ รวมถึงการบรรเทาปัญหาการจราจรติดขัดและมลพิษช่วงก่อสร้างด้วยการจัดทำแผนก่อสร้างและเส้นทางจราจรระหว่างก่อสร้าง ในช่วงให้บริการควรมีการสำรวจและเก็บข้อมูลเพื่อปรับปรุงระบบและโครงสร้างด้านกายภาพให้อยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งานอยู่เสมอ
- ควรกำหนดเส้นทางและสัมปทานเดินรถร่วมกับหน่วยงานกำกับและผู้ประกอบการรถสองแถว เพื่อให้เส้นทางของระบบขนส่งมวลชนมีความครอบคลุมและสามารถแก้ปัญหาการทับซ้อนกับเส้นทางของรถสองแถวเดิม โดยอาจทำข้อตกลงร่วมกับผู้ประกอบการสองแถวในการพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะเสริม (Feeder) ร่วมกัน รวมถึงการวางแผนตารางเวลาและการให้บริการเดินรถให้สัมพันธ์กัน เพื่อให้ระบบขนส่งสาธารณะโดยรวมสามารถตอบโจทย์การให้บริการที่ตรงเวลาได้มากขึ้น
- ควรจัดการโดยสารและแหล่งพลังงาน ให้สอดคล้องกับปริมาณผู้โดยสารและจำนวนเที่ยวของการเดินรถบนพื้นฐานของข้อมูลทั้งจากการสำรวจในระหว่างการออกแบบและการเก็บข้อมูลจริงในระหว่างการให้บริการ โดยต้องมีการประสานงานกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น การไฟฟ้าฝ่ายภูมิภาค (กฟภ.) และผู้ให้บริการสถานีอัดประจุ เป็นต้น

2) ด้านการเงินและการลงทุน

- ควรจัดหาแหล่งทุนและทางเลือกรูปแบบการลงทุน ภายใต้กรอบการลงทุนประมาณ 3.58 พันล้านบาท⁹ โดยมีทางเลือกการลงทุนในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การลงทุนโดยงบประมาณของรัฐ/เทศบาลทั้งหมด การลงทุนโดยภาคเอกชนทั้งหมด การร่วมลงทุนระหว่างรัฐกับภาคเอกชน (Public Private Partnership: PPP) การร่วมลงทุนระหว่างรัฐกับนิติบุคคลที่ระดมทุนจากภาคประชาชน เป็นต้น ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับพร้อมของงบประมาณ ความสนใจของภาคเอกชน และความเป็นไปได้ของการจัดตั้งนิติบุคคลของภาคประชาชน
- ควรสนับสนุนผู้ประกอบการ/ผู้ให้บริการ นอกเหนือจากค่าโดยสารที่เป็นรายได้หลักในการประกอบกิจการ ภาครัฐควรมีนโยบายที่ชัดเจนในการจัดการพื้นที่ทั้งในและนอกสถานีและบริเวณระบบขนส่งสาธารณะสำหรับการใช้ในเชิงพาณิชย์เพื่อสร้างรายได้เสริมและสนับสนุนผู้ค้ารายย่อย โดยไม่เป็นอุปสรรคต่อการเดินทางของผู้โดยสาร
- ควรกำหนดอัตราค่าโดยสารและการสร้างแรงจูงใจให้ผู้เดินทาง ซึ่งในเบื้องต้น ได้มีการประเมินอัตราค่าโดยสารที่น่าจะดึงดูดให้มีผู้มาใช้บริการอยู่ที่ประมาณ 10-25 บาทต่อเที่ยว¹⁰ นอกจากนี้ ยังควรมีนโยบายส่วนลดและอัตราเหมาจ่ายพิเศษสำหรับนักเรียน นักศึกษา ผู้สูงอายุ และผู้พิการ รวมถึง ควรพัฒนาระบบการจัดการตั๋วโดยสารที่มีประสิทธิภาพและทันสมัย เช่น การชำระค่าโดยสารทางอิเล็กทรอนิกส์ (E-Payment) ระบบตั๋วร่วมระหว่างโครงข่ายรถโดยสารไฟฟ้า และการเชื่อมต่อกับ Feeder

⁸ ถูกพิจารณาในการออกแบบเบื้องต้นของโครงการแล้ว

⁹ ผลลัพธ์จากการประเมินความคุ้มค่าทางการเงินของโครงการ

¹⁰ ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ state preference และประเมินความคุ้มค่าทางการเงินของโครงการ

3) ด้านสังคมและการมีส่วนร่วม

- ควรจัดทำข้อกำหนดมาตรฐานคุณภาพบริการและความปลอดภัยสำหรับรถโดยสารสาธารณะ ครอบคลุมตั้งแต่ อารยสถาปัตย์หรือการออกแบบเพื่อคนทั้งมวล (Universal Design) ทั้งในเรื่องโครงสร้างพื้นฐาน ตัวสถานี ไฟส่องสว่าง ยานพาหนะ ให้มีความปลอดภัย ไปจนถึงการยกระดับคุณภาพบริการสำหรับการขึ้นที่และการบริการในภาพรวม
- ควรจัดทำมาตรการควบคุมโรคติดต่อ เช่น การเว้นระยะห่างทางสังคม นอกจากนี้ ควรมีการบรรเทาผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและสุขภาพที่จะเกิดขึ้นจากโครงการ โดยเฉพาะผลกระทบต่อชุมชนโดยรอบในช่วงระหว่างก่อสร้าง
- ควรจัดทำนโยบายการพัฒนาเมืองและสิ่งแวดล้อมในระยะยาว เช่น การบังคับใช้ระเบียบการวางผังเมือง และการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อส่งเสริมระบบขนส่งสาธารณะ โดยจัดให้มีกระบวนการมีส่วนร่วมจากภาคประชาชนและผู้มีส่วนได้เสีย

4) ผลประโยชน์ร่วมและแนวทางการบรรเทาผลกระทบต่อผู้มีส่วนได้เสีย

- นำเสนอและประชาสัมพันธ์ถึงผลประโยชน์ร่วมจากโครงการ อาทิ การลดมูลค่าสูญเสียจากการจราจรติดขัด การลดมลพิษทางอากาศและผลกระทบต่อสุขภาพ การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และมูลค่าเศรษฐกิจโดยรวมที่เพิ่มขึ้นจากการจ้างงานและการลงทุน เป็นต้น
- บรรเทาผลกระทบที่มีต่อผู้มีส่วนได้เสีย เช่น การวางแผนระบบโครงข่ายรถสาธารณะร่วมกับผู้ประกอบการสองแถว การแบ่งปันผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากโครงการให้กับผู้ประกอบการเดิมและชุมชนที่ได้รับผลกระทบ เป็นต้น

ทั้งนี้ นโยบายและแผนการดำเนินงานที่เกี่ยวข้องกับแต่ละประเด็นแสดงดังตารางที่ 4-1 ข้อเสนอแนะด้านกายภาพและโครงสร้างพื้นฐาน ถึง ตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-1 ข้อเสนอแนะด้านกายภาพและโครงสร้างพื้นฐาน

| | พัฒนาโครงการ พ.ศ. 2566-2570 | บริการระยะแรก พ.ศ. 2571-2580 | ครอบคลุมทุกเส้นทาง พ.ศ. 2581-2590 | |
|---|--|----------------------------------|--|--------------------|
| การแก้ปัญหาข้อจำกัดทางกายภาพ (ผลกระทบต่อพื้นที่ชุมชนเดิม การจราจรติดขัดช่วงก่อสร้าง การลดลงของพื้นที่ถนน บดบังทัศนียภาพ กีดขวางทางระบายน้ำ) | ลดข้อจำกัดด้านกายภาพด้วยการออกแบบ เช่น <ul style="list-style-type: none"> ในพื้นที่ชุมชนใช้การยกระดับสถานีและเส้นทางเดินรถเพื่อลดปัญหาจราจรติดขัด จุดเชื่อมต่อใช้ทางเดินลอยฟ้าเชื่อมแทนสถานีขนาดใหญ่เพื่อลดต้นทุนการก่อสร้างและปัญหามลพิษ จุดกลับรถลอยฟ้าใช้พื้นที่ถนนที่หมุนกลับรถได้เพื่อลดการใช้พื้นที่ จัดทำแผนก่อสร้างและเส้นทางจราจรระหว่างก่อสร้าง จัดหาสิ่งอำนวยความสะดวกให้เด็ก คนชรา และคนพิการ | เทศบาล (สำนักช่าง) | <ul style="list-style-type: none"> พัฒนาระบบสำรวจและเก็บข้อมูลการใช้งาน รับฟังความคิดเห็น ประเมินปัญหาและอุปสรรค ด้านการเข้าถึงสถานี และการใช้งาน รวมถึงการบำรุงรักษาโครงสร้างพื้นฐานทางถนน ปรับปรุงระบบและโครงสร้างด้านกายภาพให้เหมาะสมกับการใช้งาน จัดทำแผนและมาตรการป้องกันภัยพิบัติจากกรณีน้ำท่วมโครงข่าย เพื่อให้สามารถแก้ไขปัญหาได้ทันที และไม่ส่งผลให้เกิดการจราจรติดขัดเป็นปริมาณมาก ในช่วงของโครงข่ายที่ประสบปัญหา | เทศบาล (สำนักช่าง) |
| การกำหนดเส้นทางและการเดินรถ (เส้นทางไม่ครอบคลุม การทับซ้อนของเส้นทาง) | <ul style="list-style-type: none"> ขออนุญาตเส้นทางเดินรถสำหรับระบบ E-Bus ออกแบบโครงข่ายเส้นทางให้ครอบคลุมกลุ่มเป้าหมาย ร่วมกับพัฒนาระบบ Feeder ให้สอดคล้องกับการพัฒนาเมืองในองค์รวม จัดทำข้อตกลงร่วมกับผู้ประกอบการสองแถวในการพัฒนาระบบ Feeder ร่วมกัน | สขจ. | <ul style="list-style-type: none"> กำกับกิจการการเดินรถ และความถี่ที่เพียงพอต่อการให้บริการ รวมถึงเส้นทางตามกฎหมายและข้อตกลง พัฒนาระบบจัดเก็บข้อมูลและประเมินผลเพื่อปรับปรุงเส้นทางเดินรถและระบบ Feeder พิจารณาทบทวนเส้นทางและเชื่อมต่อการเดินทางไปยังพื้นที่รอบนอกเขตเทศบาลด้วยระบบรถโดยสารประจำทาง รถสองแถว มินิบัส เป็นต้น | สขจ. |
| การจัดการโดยสารไฟฟ้า | <ul style="list-style-type: none"> กำหนดขนาดและจำนวนรถที่เหมาะสมของจราจร (ขนาด 12 เมตร และความจุของรถ E-Bus 42 ที่นั่ง) | สขจ. | <ul style="list-style-type: none"> จัดทำข้อกำหนดในการกำกับมาตรฐานรถโดยสารเพื่อให้มีการบำรุงรักษา จัดหาอะไหล่ และการจัดซื้อรถโดยสาร E-Bus ตามอายุการใช้งานและกรณีฉุกเฉิน | สขจ. |
| การจัดการแหล่งพลังงาน | <ul style="list-style-type: none"> กำหนดตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับสถานีอัดประจุไฟฟ้า (จำนวน 3 สถานี x 4 เครื่องอัดประจุ/สถานี) ออกแบบและพัฒนาระบบอัดประจุ และดำเนินการเชื่อมต่อระบบไฟฟ้ากับ กฟภ. | กฟภ. | <ul style="list-style-type: none"> กำกับมาตรฐานทางวิศวกรรมและมาตรฐานการให้บริการสถานีอัดประจุไฟฟ้าให้เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด | กฟภ. |
| หมายเหตุ | กฟภ. = การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค | สขจ. = สำนักงานขนส่งทางบกจังหวัด | สกพ. = สำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน | |

กรณีศึกษาด้านกายภาพและโครงสร้างพื้นฐาน

รถเมล์ต์ด่วนพิเศษ (Bus Rapid Transit: BRT)

ระบบรถเมล์ต์ด่วนพิเศษ (Bus Rapid Transit: BRT) เป็นการยกระดับประสิทธิภาพและการให้บริการระบบขนส่งสาธารณะของรถโดยสารประจำทางทั่วไปให้สูงขึ้น โดยได้ผนวกรูปแบบการบริหารจัดการที่มีประสิทธิภาพของระบบขนส่งสาธารณะขนาดใหญ่ เช่น ระบบรถไฟฟ้า เข้ากับโครงสร้างพื้นฐานและเทคโนโลยีของยานยนต์ที่มีต้นทุนต่ำของระบบขนส่งทางถนนอย่างเช่น รถโดยสารประจำทาง เข้าด้วยกัน ทำให้ระบบขนส่งนี้เป็นระบบขนส่งสาธารณะที่มีประสิทธิภาพในการขนส่งผู้โดยสารสูงเมื่อเทียบกับเงินลงทุนของระบบขนส่ง ระบบ BRT มีต้นทุนในการก่อสร้างโครงสร้างพื้นฐานประมาณ 1-8 ล้านดอลลาร์ต่อกิโลเมตร ในขณะที่ระบบรถไฟฟ้ารางเบา (Light-Rail Transit: LRT) มีต้นทุน 10-30 ล้านดอลลาร์ต่อกิโลเมตร ซึ่งปริมาณการขนส่งผู้โดยสารใกล้เคียงกันประมาณ 10,000-35,000 คนต่อชั่วโมงต่อทิศทาง [Wright (2004)]

ระบบ BRT ได้มีการศึกษาและพัฒนาตั้งแต่ช่วงทศวรรษที่ 30 (1930s) ในหลายประเทศทั่วยุโรป ออสเตรเลีย และเอเชีย แต่ประเทศที่ประสบความสำเร็จในการนำระบบขนส่งนี้มาใช้อย่างชัดเจน คือ เมืองกูรีติบา (Curitiba) ประเทศบราซิล และเมืองโบโกตา (Bogota) ประเทศโคลัมเบีย ยิ่งกว่านั้นระบบ BRT ของเมืองโบโกตายังได้รับการพัฒนาให้เป็นโครงการกลไกพัฒนาที่สะอาด (Clean Development Mechanism: CDM) โครงการแรกๆ ของภาคขนส่งอีกด้วย โดยมีการประเมินไว้ว่าสามารถลดปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ได้เฉลี่ยประมาณ 270 พันตัน CO₂ ต่อปี หรือ 7.4 ล้านตัน CO₂ ตลอดอายุ 30 ปี ของโครงการ [Kahn et al., (2007)]



ภาพที่ A รถโดยสารไฟฟ้าในเมืองโบโกตา ประเทศโคลัมเบีย

โครงสร้างพื้นฐานด้านพลังงานไฟฟ้าสำหรับรถยนต์ไฟฟ้า (Electric Vehicle Supply Equipment: EVSE)

เมืองเซินเจิ้น ประเทศจีน ได้จัดสรรให้ระยะทางการให้บริการของรถโดยสารไฟฟ้าแต่ละสายในเมืองนั้นสั้นกว่าระยะทางที่รถโดยสารไฟฟ้าวิ่งได้ ทำให้สามารถอัดประจุรถโดยสารไฟฟ้าในตอนกลางคืน ทั้งนี้ เพื่อให้สามารถรองรับการอัดประจุรถโดยสารไฟฟ้าได้หลายคัน เมืองเซินเจิ้น ได้ใช้แนวคิด “การชาร์จแบบเครือข่าย (Network Charging)” โดยออกแบบให้แท่นอัดประจุ (Charging Terminal) มีขนาดกะทัดรัดแต่มีปลั๊ก (Charging Plug) หรือหัวจ่าย (Charger) หลายอัน เพื่อให้สามารถอัดประจุรถโดยสารได้สูงสุด 4 คันพร้อมกัน ซึ่งแม้ว่าการอัดประจุรถโดยสาร 4 คันในเวลาเดียวกัน จะเพิ่มเวลาในการอัดประจุเฉลี่ยของรถแต่ละคันจาก 2 ชั่วโมงเป็น 6 ชั่วโมง แต่ก็ยังสามารถดำเนินการได้ในช่วงกลางคืนซึ่งอยู่นอกเวลาให้บริการของรถโดยสารไฟฟ้า นอกจากนี้ ยังช่วยประหยัดค่าแรงงานที่จะต้องใช้ในการเคลื่อนย้ายรถก่อนและหลังอัดประจุด้วย (Berlin, et al., 2020)



ภาพที่ B รถโดยสารไฟฟ้าและแท่นชาร์จแบบมีหัวจ่าย 4 หัว ในเมืองเซินเจิ้น ประเทศจีน

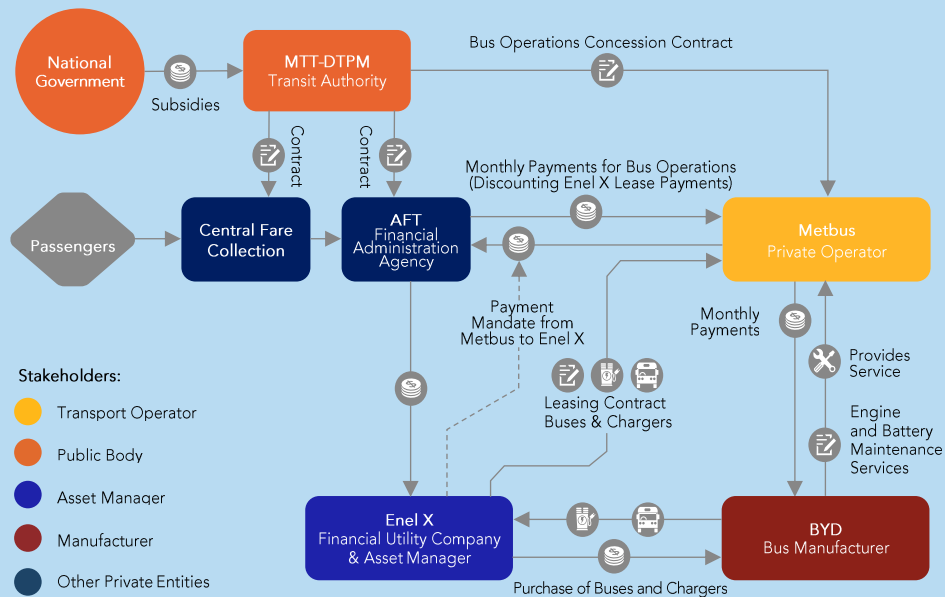
ตารางที่ 4-2 ข้อเสนอแนะด้านการเงินและการลงทุน

| | พัฒนาโครงการ พ.ศ. 2566-2570 | บริการระยะแรก พ.ศ. 2571-2580 | ครอบคลุมทุกเส้นทาง พ.ศ. 2581-2590 | |
|--|---|------------------------------|---|--------|
| การจัดการแหล่งทุนและทางเลือก รูปแบบการลงทุน | <ul style="list-style-type: none"> กำหนดรูปแบบการลงทุนที่เหมาะสม เป็นไปกฎหมาย และความสนใจของผู้ประกอบการ การร่วมลงทุน หรือ การอุดหนุนจากภาครัฐควรต้องอยู่บนผลประโยชน์ด้านเศรษฐศาสตร์สุทธิของโครงการ เช่น การแก้ปัญหาจราจร การลดมลพิษทางอากาศ วงเงินการลงทุนประมาณ 3.58 พันล้านบาท (ค่าก่อสร้างทางและสถานี) | เทศบาล | <ul style="list-style-type: none"> จัดหางบประมาณ หรือแหล่งทุน สำหรับการบำรุงรักษาระบบต่างๆ การจัดการ E-Bus ตามรอบเวลา รวมถึงการปรับปรุงด้านกายภาพและระบบบริหารจัดการให้อยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งาน | เทศบาล |
| การสนับสนุนผู้ประกอบการและผู้ให้บริการ | <ul style="list-style-type: none"> ประเมินอัตราค่าโดยสารที่เหมาะสมซึ่งทำให้ผู้ประกอบการสามารถดำเนินกิจการได้ กำหนดนโยบายการจัดการพื้นที่ทั้งในและรอบสถานี เพื่อหารายได้เสริมจากค่าโฆษณาและการให้เช่าพื้นที่เพื่อการพาณิชย์ | สขจ. | <ul style="list-style-type: none"> กำหนดนโยบายการพัฒนาพื้นที่โดยรอบสถานีเพื่อสนับสนุนระบบขนส่งสาธารณะ (TOD) | สขจ. |
| การกำหนดอัตราค่าโดยสารและ การสร้างแรงจูงใจให้ผู้เดินทาง | <ul style="list-style-type: none"> ประเมินอัตราค่าโดยสารที่สามารถสร้างแรงจูงใจให้เกิดการใช้ E-Bus (10-25 บาท) กำหนดนโยบายและงบประมาณสนับสนุน (อุดหนุน) ค่าโดยสารสำหรับกลุ่มเปราะบาง (เด็ก ผู้สูงอายุ และคนพิการ) | สขจ. | <ul style="list-style-type: none"> พัฒนาระบบ e-Payment และตัวร่วมรองรับโครงข่ายระบบ E-Bus (หลายสาย) การเชื่อมต่อกับ Feeder (สองแถว) และระบบขนส่งมวลชนอื่นๆ เช่น รถไฟ รถไฟฟ้าความเร็วสูง ออกแบบนโยบายการให้ส่วนลด หรือตั๋วเดือน สำหรับผู้ใช้บริการในระยะเริ่มต้น โดยเฉพาะกลุ่มนักเรียน นักศึกษา และผู้สูงอายุ เก็บข้อมูลและวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้โดยสาร | สขจ. |

หมายเหตุ: สขจ. = สำนักงานขนส่งทางบกจังหวัด

กรณีศึกษาด้านการเงินและการลงทุน จากเมืองซันติอาโก ประเทศชิลี

เพื่อเอื้อให้เกิดใช้รถโดยสารไฟฟ้าที่มีราคาขาย (Upfront Cost) สูงกว่ารถโดยสารเครื่องยนต์ดีเซล เมืองซันติอาโก (Santiago) ประเทศชิลี ได้นำแนวคิด “การเช่า (Leasing)” และ “การแยกความเป็นเจ้าของรถ (Ownership) ออกจากการดำเนินการและการบำรุงรักษา” มาใช้ในการพัฒนารูปแบบธุรกิจ โดยบริษัทผู้ให้บริการรถโดยสารไฟฟ้า (Private Operator) จะทำสัญญาเช่า (Leasing Contract) กับบริษัทพลังงาน (Utility Company) ที่เป็นเจ้าของรถและโครงสร้างพื้นฐานการอัดประจุ (Charging infrastructure) และมีบริษัทผู้ผลิตรถบัส (Bus Manufacturer) ทำหน้าที่บำรุงรักษาเครื่องยนต์รวมถึงแบตเตอรี่ของรถโดยสารไฟฟ้า ซึ่งนอกจากจะช่วยลดความเสี่ยงด้านการเงินให้กับผู้ลงทุนแต่ละรายแล้ว ยังช่วยสร้างรูปแบบธุรกิจที่ยั่งยืนอีกด้วย (Institute for Transportation and Development Policy, 2021)



ภาพที่ C โมเดลธุรกิจรถโดยสารไฟฟ้าในเมืองซันติอาโก ประเทศชิลี

ตารางที่ 4-3 ข้อเสนอแนะด้านสังคมและการมีส่วนร่วม

| | พัฒนาโครงการ พ.ศ. 2566-2570 | บริการระยะแรก พ.ศ. 2571-2580 | ครอบคลุมทุกเส้นทาง พ.ศ. 2581-2590 |
|--|---|--|--|
| คุณภาพบริการ มาตรฐาน และ ความปลอดภัย | <ul style="list-style-type: none"> ออกแบบโครงสร้างพื้นฐาน จุดเชื่อมต่อ รถโดยสาร ตามหลักการออกแบบเพื่อคนทั้งมวล (Universal Design) เพื่ออำนวยความสะดวกสบายและความปลอดภัยของผู้ใช้ จัดทำข้อกำหนดสำหรับมาตรฐานคุณภาพบริการ สำหรับระบบขนส่งมวลชนสาธารณะ | สขจ. <ul style="list-style-type: none"> บำรุงรักษาและปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐาน ทางเดิน เพื่อให้มีความปลอดภัย อยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งาน ติดตั้งระบบตรวจตรา ระบบไฟส่องสว่าง และ เจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัย ให้ทั่วถึง กำกับคุณภาพบริการ ติดตามข้อมูล ประเมินผล และปรับปรุง | สขจ. <ul style="list-style-type: none"> ออกแบบระบบเชื่อมต่อการเดินทางให้ครอบคลุม พื้นที่บริการและสอดคล้องกับความต้องการของประชาชนผู้ใช้บริการ ปรับปรุงเส้นทางเดินเท้า เพื่อเชื่อมต่อกับระบบ E-Bus ให้มีสะดวกสบายและปลอดภัยต่อผู้ใช้งานทุกกลุ่ม |
| ด้านสุขภาพและ การควบคุม โรคติดต่อ | <ul style="list-style-type: none"> ออกแบบโครงสร้างพื้นฐาน จุดเชื่อมต่อ รถโดยสาร โดยคำนึงถึงปัญหามลพิษทางเสียง มลพิษทางอากาศ ที่จะเกิดกับชุมชนโดยรอบ มาตรการควบคุมมลพิษระหว่างการก่อสร้างและพัฒนาโครงการ | ทศจ. <ul style="list-style-type: none"> ติดตาม ประเมินผล ระดับมลพิษทางเสียงและฝุ่น และพิจารณาปรับปรุงแก้ไขตามข้อกำหนด กำหนดมาตรการควบคุมโรคติดต่อ การเว้นระยะห่างทางสังคม | ทศจ. |
| การพัฒนาเมือง และสิ่งแวดล้อม | <ul style="list-style-type: none"> กำหนดนโยบายการปรับปรุงผังเมือง (การใช้ประโยชน์ที่ดิน) เพื่อส่งเสริมการใช้ระบบขนส่งสาธารณะ | ยผจ. <ul style="list-style-type: none"> ผลักดันให้เกิดการปรับปรุงการใช้ประโยชน์ที่ดิน เพื่อส่งเสริมการใช้ระบบขนส่งสาธารณะ | ยผจ. |
| หมายเหตุ | สขจ. = สำนักงานขนส่งทางบกจังหวัด | ทศจ. = สำนักทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัด | ยผจ. = สำนักงานโยธาธิการและผังเมืองจังหวัด |

ตารางที่ 4-4 ผลประโยชน์ร่วมและแนวทางการบรรเทาผลกระทบต่อผู้มีส่วนได้เสีย

| | พัฒนาโครงการ พ.ศ. 2566-2570 | บริการระยะแรก พ.ศ. 2571-2580 | ครอบคลุมทุกเส้นทาง พ.ศ. 2581-2590 |
|---|--|---|--|
| ประโยชน์ต่อเศรษฐกิจมหภาค | <ul style="list-style-type: none"> เกิดการจ้างงาน 281 ตำแหน่ง (แรงงานก่อสร้าง) (สมมติฐานคนงาน 1 คนต่อปริมาณคอนกรีต 4 ลบ.ม./วัน) | <ul style="list-style-type: none"> ประโยชน์ต่อเศรษฐกิจสุทธิ 19.9 ล้านบาท เกิดการจ้างงาน 91 ตำแหน่ง (บุคลากรปฏิบัติงาน) | <ul style="list-style-type: none"> ประโยชน์ต่อเศรษฐกิจสุทธิ 2.72 พันล้านบาท คิดเป็น NPV = 7.5% เกิดการจ้างงาน 91 ตำแหน่ง (บุคลากรปฏิบัติงาน) |
| การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก | <ul style="list-style-type: none"> ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกลดลง 11,879 tCO₂e ในปี 2570 จากการเริ่มใช้งานระบบ E-BUS ในปี 2570 เป็นปีแรก ซึ่งจะลดปริมาณการใช้น้ำมันดีเซลส่วนบุคคลลงร้อยละ 40 ของปริมาณรถที่คาดว่าจะลดลงทั้งหมด | <ul style="list-style-type: none"> ปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสะสมในปี พ.ศ. 2571 – 2580 อยู่ที่ 155,207 tCO₂e หรือคิดเป็นอัตราเฉลี่ย 15,520.7 tCO₂e/ปี | <ul style="list-style-type: none"> ปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสะสมในปี พ.ศ. 2581 – 2590 อยู่ที่ 295,696 tCO₂e หรือคิดเป็นอัตราเฉลี่ย 29,569.6 tCO₂e/ปี |
| การลดมลพิษทางอากาศและสุขภาพ | <ul style="list-style-type: none"> ลดค่าใช้จ่ายในการรักษาผู้ป่วยจากโรคทางเดินหายใจได้ประมาณ 964-1,928 ล้านบาท/ปี (สมมติฐานที่สามารถลดจำนวนผู้ป่วยได้ร้อยละ 10-20) | | |
| การบรรเทาผลกระทบต่องroupผู้ประกอบการรถสองแถว | <ul style="list-style-type: none"> จัดสัมมนารับฟังความคิดเห็นจากกลุ่มผู้ประกอบการรถสองแถว ออกแบบเส้นทางขนส่งมวลชนเสริม (Feeder) ร่วมกับกลุ่มผู้ประกอบการรถสองแถวและจัดไควดาในแต่ละเส้นทางเพื่อกำหนดจำนวนรถที่เหมาะสมในแต่ละเส้นทาง | <ul style="list-style-type: none"> ใช้ระบบตัวร่วมเพื่อลดภาระค่าใช้จ่ายของผู้เดินทางและกำหนดส่วนแบ่งรายได้ที่เหมาะสมให้กับกลุ่มผู้ประกอบการรถสองแถว (เช่น 8-10 บาทต่อคนต่อเที่ยว) | <ul style="list-style-type: none"> บริหารจัดการให้กลุ่มผู้ประกอบการรถสองแถวเปลี่ยนมาใช้รถยนต์ไฟฟ้าเพื่อรับ-ส่งผู้โดยสาร โดยตั้งกองทุนสนับสนุนค่าใช้จ่ายในการปรับแต่งเครื่องยนต์ (คันละประมาณ 3 แสนบาท) และหักส่วนแบ่งจากค่าพลังงานเชื้อเพลิงที่ลดลง |

กรณีศึกษาด้านการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้เสีย จากเมืองโกเธนเบิร์ก ประเทศสวีเดน

การนำรถโดยสารไฟฟ้ามาใช้ในเมืองนั้นเกี่ยวข้องกับผู้มีส่วนได้เสียหลายภาคส่วน ซึ่งนอกจากสร้างความท้าทายในเรื่องการหาหน่วยงานเจ้าภาพแล้ว รถโดยสารไฟฟ้ายังถือเป็นเรื่องใหม่ของแต่ละหน่วยงาน เมืองโกเธนเบิร์ก (Gothenburg) ประเทศสวีเดน พบว่าในช่วงแรกของการดำเนินงานนั้น แต่ละหน่วยงานต่างให้ความสำคัญเฉพาะบทบาทและผลประโยชน์ของตนเป็นหลัก ทำให้ไม่สามารถดำเนินโครงการรถโดยสารไฟฟ้าได้ จึงได้นำกลยุทธ์ “การแสวงหาจุดร่วมของปัญหาและเป้าหมาย” ที่ผู้มีส่วนได้เสียมีส่วนร่วมกัน เพื่อที่จะได้แก้ปัญหาและวางแผนดำเนินโครงการเพื่อให้นำรถโดยสารไฟฟ้ามาใช้ได้จริง สร้างประโยชน์ให้กับทุกฝ่ายได้ในที่สุด (Aldenius, et al., 2022)



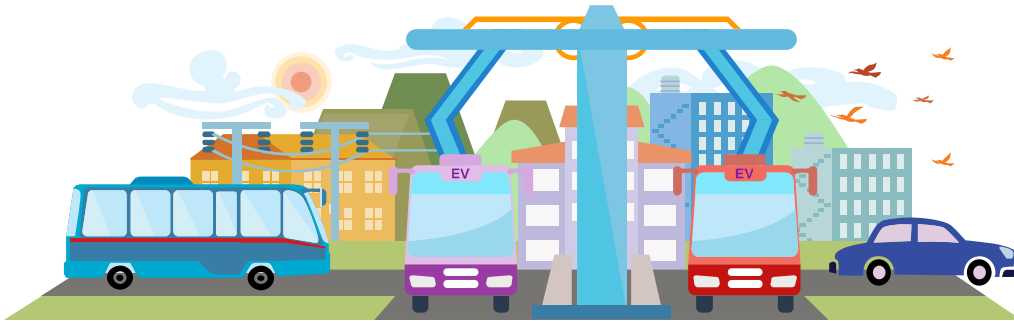
ภาพที่ D รถโดยสารไฟฟ้าในเมืองโกเธนเบิร์ก ประเทศสวีเดน

4.4 กฎระเบียบและกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะ

ข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบขนส่งมวลชนในพื้นที่รับผิดชอบของเทศบาลนครนครราชสีมา (“โครงการฯ”) มีมิติที่สำคัญ 3 มิติ ได้แก่ (1) การวิเคราะห์กรอบทางกฎหมายในการควบคุมกำกับการจัดตั้งและประกอบกิจการสถานีขนส่ง การประกอบกิจการเดินรถ การจัดการรถโดยสารไฟฟ้า และการจัดหาพลังงาน (2) การเงินการลงทุน ซึ่งวิเคราะห์ถึงอำนาจหน้าที่ของเทศบาลนครราชสีมาในการดำเนินโครงการฯ และการดำเนินโครงการฯ ร่วมกับเอกชน (3) การมีส่วนร่วม ซึ่งวิเคราะห์ถึงบทบาทของกฎหมายในการควบคุมกำกับคุณภาพการบริการ มาตรฐานความปลอดภัย การคุ้มครองสุขภาพและป้องกันโรคติดต่อในการออกแบบสถานีขนส่ง

4.4.1 มิติด้านกายภาพและโครงสร้างพื้นฐาน

ประเด็นทางกายภาพเกี่ยวกับลักษณะกายภาพและโครงสร้างพื้นฐาน เป็นการวิเคราะห์ถึงกรอบทางกฎหมายในการควบคุมกำกับการจัดตั้งและประกอบกิจการสถานีขนส่ง การประกอบกิจการเดินรถ การจัดการรถโดยสารไฟฟ้า และการจัดหาพลังงาน (ไฟฟ้า)



4.4.1.1 การควบคุมกำกับการจัดตั้งและประกอบกิจการสถานีขนส่ง

ที่ดินสำหรับจัดให้มีสถานีขนส่งผู้โดยสารระดับจังหวัด ต้องมีเนื้อที่ไม่น้อยกว่า 5 ไร่ สำหรับสถานีขนส่งผู้โดยสารระดับอำเภอหรือสถานีขนส่งผู้โดยสารย่อย ต้องมีเนื้อที่ไม่น้อยกว่า 3 ไร่¹¹ ที่ดินที่จะจัดให้มีสถานีขนส่งผู้โดยสารต้องอยู่ในทำเลที่เหมาะสมและมีลักษณะดังนี้ คือ

- (ก) ที่ดินนั้นอยู่ติดทางหลวง หรือทางสาธารณะที่สามารถปรับปรุงเป็นทางชนิด 4 ช่องเดินรถได้ และอยู่ในบริเวณที่ไม่ห่างจากย่านชุมชนเกินสมควร
- (ข) หากที่ดินตาม (ก) ไม่สามารถปรับปรุงเป็นทางสี่ช่องเดินรถได้ แต่ที่ดินนั้นอยู่ติดทางหลวงหรือทางสาธารณะมากกว่าหนึ่งเส้นทาง ซึ่งมีทางเข้าและทางออกแยกต่างหากจากกัน และเป็นทางเดินรถทางเดียว แต่ละทางมีผิวจราจรกว้างไม่น้อยกว่า 6 เมตรหรือตามที่ทางราชการเห็นสมควร
- (ค) หากที่ดินใหม่อยู่ติดทางหลวงหรือทางสาธารณะตาม (ก) (ข) ที่ดินนั้นต้องอยู่ห่างจากทางหลวงหรือทางสาธารณะไม่เกิน 300 เมตร โดยประมาณ และต้องจัดให้มีทางเชื่อมที่เหมาะสมเพื่อใช้เป็นทางเข้าและทางออกสถานีในเวลาเดียวกัน มีเขตทางกว้างไม่น้อยกว่า 24 เมตร โดยอาจมีกึ่งแบ่งถนนกว้าง ไม่น้อยกว่า 1 เมตร และมีผิวจราจรสองข้างกว้างข้างละไม่น้อยกว่า 10.5 เมตร ในกรณีทางเชื่อมแยกเป็นทางเข้าส่วนหนึ่งและทางออกส่วนหนึ่ง ทางเชื่อมแต่ละส่วนควรมีเขตทางกว้างไม่น้อยกว่า 12 เมตร และมีผิวจราจรกว้างไม่น้อยกว่า 10.5 เมตร หรือตามที่ทางราชการเห็นสมควร ทางเชื่อมดังกล่าวข้างต้น ต้องจัดให้เป็นสาธารณะก่อนประกาศกำหนดให้เป็นสถานีขนส่งผู้โดยสาร
- (ง) ที่ดินที่จะจัดให้มีสถานีขนส่งผู้โดยสาร ต้องมีลักษณะเหมาะสมที่จะใช้เป็นสถานีขนส่งผู้โดยสาร ซึ่งมีความกว้างด้านหน้าติดกับทางหลวงหรือทางสาธารณะหรือทางเชื่อมไม่น้อยกว่า 80 เมตร หรือตามที่ทางราชการเห็นสมควร¹²

¹¹ กรมการขนส่งทางบก, หลักเกณฑ์และเงื่อนไขในการขอจัดให้มีสถานีขนส่งผู้โดยสาร <<https://www.dlt.go.th/site/ptb/m-download/8262/>> หน้า 1.

¹² เพิ่งอ้าง, หน้า 1-2.

1) การได้มาซึ่งที่ดินเพื่อใช้เป็นพื้นที่จัดตั้งสถานีขนส่ง

สถานีขนส่งทั้งหมดอยู่ในพื้นที่เทศบาลนครนครราชสีมา เทศบาลนครนครราชสีมา มีอำนาจหน้าที่ในการวางผังเมืองและควบคุมการก่อสร้างในเขตที่ตนรับผิดชอบ ตามพระราชบัญญัติเทศบาล พ.ศ. 2496 มาตรา 56(7) ประกอบพระราชบัญญัติกำหนดแผนและขั้นตอนการกระจายอำนาจให้แก่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น พ.ศ. 2549 มาตรา 16(25) และมาตรา 16(26) อย่างไรก็ตาม กรณีมีประเด็นข้อกฎหมายที่สำคัญว่าเทศบาลนครนครราชสีมาจะมี “สิทธิตามกฎหมาย” ใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ดังกล่าวเพื่อดำเนินโครงการได้หรือไม่ และหากใช้ได้จะดำเนินการตามกฎหมายอย่างไรเพื่อให้ “ได้มาซึ่งสิทธิ” ในการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อดำเนินโครงการ

(ก) การใช้ประโยชน์ที่ดิน

อำนาจหน้าที่ในการวางผังเมืองข้างต้นอาจเป็นได้ทั้งการจัดทำผังเมืองรวมหรือการจัดทำผังเมืองเฉพาะ ตามพระราชบัญญัติการผังเมือง พ.ศ. 2562 และเนื่องจากเป็นการจัดวางผังเมืองรวมในท้องที่เทศบาลนครนครราชสีมา เทศบาลนครนครราชสีมาจึงสามารถจัดวางและจัดทำผังเมืองรวมหรือผังเมืองเฉพาะเองได้ หรือจัดทำผังเมืองร่วมกับกรมโยธาธิการและผังเมืองก็ได้เช่นกัน¹³ โดยที่ผังเมืองรวมหรือผังเมืองเฉพาะแสดงละเอียดเกี่ยวกับแผนผังแสดงการใช้ประโยชน์ที่ดิน แผนผังแสดงโครงการการคมนาคมและการขนส่ง โดยแสดงการเชื่อมต่อโครงข่ายการคมนาคมและการขนส่งไว้ด้วย และแผนผังแสดงโครงการบริการสาธารณะ เป็นต้น ทั้งนี้ ตามมาตรา 22 และ 23 ผังเมืองรวมต้องสอดคล้องกับผังนโยบายระดับจังหวัด¹⁴ ความต้องการของประชาชนในพื้นที่ และหลักเกณฑ์ วิธีการ และมาตรฐานที่คณะกรรมการผังเมืองกำหนด

เมื่อมีการจัดทำผังเมืองรวมแล้ว ไม่ว่าจะโดยเทศบาลนครนครราชสีมาเอง หรือโดยร่วมกับกรมโยธาธิการและผังเมือง ให้เสนอคณะกรรมการผังเมืองจังหวัดพิจารณาให้ความเห็นชอบตามมาตรา 27 และมาตรา 28 ในท้ายที่สุดจึงจะออกเป็นข้อบัญญัติท้องถิ่นบังคับใช้ผังเมืองรวมดังกล่าว (เนื่องจากถือว่าองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นเป็นผู้จัดทำ)

นอกจากนี้แล้ว ภายหลังมีข้อบัญญัติท้องถิ่นให้บังคับผังเมืองรวมแล้ว อาจมีการจัดทำผังเมืองเฉพาะที่จะต้องระบุถึงรายละเอียดการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปลูกสร้างเพื่อกำหนดอำนาจในการเวนคืนที่ดินเพื่อใช้ในการอันเป็นประโยชน์แก่การผังเมืองอย่างอื่น หรือกำหนดให้มีการเปลี่ยนแปลงกรรมสิทธิ์ทรัพย์สินในพื้นที่ เทศบาลนครนครราชสีมาอาจจัดทำผังเมืองเฉพาะด้วยตนเอง หรือขอให้กรมโยธาธิการและผังเมืองเป็นผู้วางและจัดทำผังเมืองเฉพาะก็ได้ หากเป็นกรณีนี้ที่เทศบาลนครนครราชสีมาจัดทำผังเมืองเฉพาะเอง ให้นายกเทศมนตรีเสนอหลักการของผังเมืองเฉพาะให้คณะกรรมการผังเมืองพิจารณาเห็นชอบก่อนโดยขอคำแนะนำจากกรมโยธาธิการและผังเมืองได้ และต้องมีการเสนอต่อรัฐมนตรีว่าการกระทรวงมหาดไทยเพื่อให้มีการดำเนินการตราเป็นพระราชบัญญัติให้บังคับผังเมืองเฉพาะนั้นต่อไป

(ข) การได้มาซึ่งกรรมสิทธิ์ของที่ดินของเอกชน

หากมีการประกาศพระราชบัญญัติให้บังคับผังเมืองเฉพาะแล้วจะมีอำนาจเสมือนการใช้พระราชบัญญัติว่าด้วยการเวนคืนและการได้มาซึ่งอสังหาริมทรัพย์ พ.ศ. 2562 มาตรา 43 และมาตรา 44 ไปในตัว คือ เทศบาลนครนครราชสีมา มีอำนาจในการเวนคืนที่ดินหรืออสังหาริมทรัพย์ซึ่งเอกชนเป็นเจ้าของหรือผู้ครอบครอง ทั้งยังสามารถกำหนดให้ที่ดินเอกชนเป็นที่อุปถัมภ์¹⁵ได้ เป็นต้นหรือแม้ดำเนินการตามแนวทางทั่วไปโดยไม่เกี่ยวข้องกับผังเมืองเฉพาะ เทศบาลนครนครราชสีมาซึ่งมีความจำเป็นที่จะต้องได้ที่ดินที่มีใช้ของรัฐเพื่อดำเนิน

¹³ โปรดดู กองผังเมืองเฉพาะ กรมโยธาธิการและผังเมือง กระทรวงมหาดไทย. (ม.ป.ป.). *คู่มือการวางและจัดทำผังเมืองเฉพาะ*. http://subsites.dpt.go.th/edocument/images/pdf/doc_urban/manual_specplan.pdf

¹⁴ ปัจจุบันมีกฎกระทรวงให้ใช้บังคับผังเมืองรวมจังหวัดนครราชสีมา พ.ศ. 2560 ซึ่งครบกำหนด 5 ปีที่ต้องมีการทบทวนการใช้ประโยชน์พื้นที่ให้สอดคล้องกับนโยบายแห่งรัฐ ยุทธศาสตร์ชาติ แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ แผนและขั้นตอนการดำเนินการปฏิรูปประเทศ สภาพเศรษฐกิจและสังคม หรือทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป

¹⁵ ที่ดินของเอกชนซึ่งผังเมืองเฉพาะจัดให้เป็นที่เว้นว่าง หรือใช้เพื่อสาธารณประโยชน์อย่างอื่นด้วย เช่น ทางเท้า ทางเดิน ตรอกหลังหรือข้างอาคาร ทางน้ำทางระบายน้ำหรือท่อระบายน้ำ

โครงการฯ สามารถดำเนินการเจรจาและตกลงซื้อขายหรือเวนคืนที่ดินได้ตามพระราชบัญญัติว่าด้วยการเวนคืนและการได้มาซึ่งอสังหาริมทรัพย์ พ.ศ. 2562 ได้เช่นกัน

อย่างไรก็ตาม เทศบาลนครนครราชสีมาไม่จำเป็นต้องเจรจาซื้อที่ดินโดยผ่านพระราชบัญญัติว่าด้วยการเวนคืนและการได้มาซึ่งอสังหาริมทรัพย์ พ.ศ. 2562 เท่านั้น หากแต่ยังสามารถซื้อที่ดินโดยอาศัยพระราชบัญญัติการจัดซื้อจัดจ้างพัสดุภาครัฐ พ.ศ. 2560 ก็ได้ กฎหมายบัญญัติว่า “การจัดซื้อจัดจ้าง” หมายความว่า การดำเนินการเพื่อให้ได้มาซึ่งพัสดุโดยการซื้อ จ้าง เช่า แลกเปลี่ยน หรือโดยนิติกรรมอื่นตามที่กำหนดในกฎกระทรวง”¹⁶ ซึ่งที่ดินนั้นถือเป็น “สินค้า” และมีสถานะเป็น “พัสดุ” ชนิดหนึ่งตามพระราชบัญญัติการจัดซื้อจัดจ้างพัสดุภาครัฐ พ.ศ. 2560¹⁷

ข้อ 23 ของระเบียบกระทรวงการคลังว่าด้วยการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ พ.ศ.2560 กำหนดให้การซื้อที่ดินหรือสิ่งปลูกสร้าง ให้เจ้าหน้าที่ของเทศบาลที่มีหน้าที่เกี่ยวกับการจัดซื้อจัดจ้างหรือการบริหารพัสดุ หรือผู้ที่ได้รับมอบหมาย (ซึ่งจะมีสถานะเป็น “เจ้าหน้าที่” ตามพระราชบัญญัติการจัดซื้อจัดจ้างพัสดุภาครัฐ พ.ศ. 2560) จัดทำรายงานเสนอหัวหน้าหน่วยงานของรัฐ โดยเสนอผ่านหัวหน้าเจ้าหน้าที่ตามรายการดังต่อไปนี้ (1) เหตุผลและความจำเป็นที่ต้องซื้อ (2) รายละเอียดของที่ดินหรือสิ่งปลูกสร้างที่ต้องการซื้อ รวมทั้งเนื้อที่ และท้องที่ที่ต้องการ (3) ราคาประเมินของทางราชการในท้องที่นั้น (4) ราคาซื้อขายของที่ดินหรือสิ่งปลูกสร้างใกล้เคียงบริเวณที่จะซื้อครั้งล่าสุดประมาณ 3 ราย (5) วงเงินที่จะซื้อ โดยให้ระบุวงเงินงบประมาณ ถ้าไม่มีวงเงินดังกล่าว ให้ระบุวงเงินที่ประมาณว่าจะซื้อในครั้งนั้น (6) วิธีที่จะซื้อ และเหตุผลที่ต้องซื้อโดยวิธีนั้น และ (7) ข้อเสนออื่น ๆ เช่น การขออนุมัติแต่งตั้งคณะกรรมการต่าง ๆ ที่จำเป็นในการซื้อ¹⁸ และเมื่อหัวหน้าหน่วยงานของรัฐให้ความเห็นชอบตามรายงานที่เสนอตามข้อ 23 แล้วให้เจ้าหน้าที่ดำเนินการตามวิธีซื้อหรือจ้างนั้นต่อไปได้¹⁹ ทั้งนี้ พระราชบัญญัติการจัดซื้อจัดจ้างพัสดุภาครัฐ พ.ศ. 2560 ได้บัญญัติวิธีการจัดซื้อจัดจ้างเอาไว้สามวิธีได้แก่ วิธีประกาศเชิญชวนทั่วไป วิธีคัดเลือก และวิธีเฉพาะเจาะจง²⁰

(ค) การได้มาซึ่งสิทธิครอบครองที่ดินของเอกชน

กรณีมีข้อสังเกตว่าการใช้ประโยชน์จากที่ดินของเอกชนเพื่อดำเนินโครงการนั้นไม่จำเป็นที่เทศบาลนครนครราชสีมาจะต้องทำให้ได้มาซึ่งกรรมสิทธิ์ของที่ดินจากเอกชน การใช้ประโยชน์จากที่ดินเอกชนนั้นอาจเกิดขึ้นโดยอาศัยสัญญาเช่าได้ กล่าวคือไม่จำเป็นต้องเป็นเจ้าของที่ดิน ข้อ 92 วรรคหนึ่งของระเบียบกระทรวงการคลังว่าด้วยการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ พ.ศ.2560 กำหนดให้การเช่าอสังหาริมทรัพย์ และการเช่าอสังหาริมทรัพย์ตามหลักเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในหมวดนี้ให้หัวหน้าหน่วยงานของรัฐพิจารณาดำเนินการได้ตามความเหมาะสมและจำเป็น โดยสำหรับการเช่าอสังหาริมทรัพย์ให้นำข้อกำหนดเกี่ยวกับการซื้อมาใช้โดยอนุโลม

ข้อ 93(1) ของระเบียบกระทรวงการคลังว่าด้วยการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ พ.ศ.2560 กำหนดให้การเช่าอสังหาริมทรัพย์นั้นสามารถกระทำได้ในกรณีที่เป็นการ “เช่าที่ดินเพื่อประโยชน์ในราชการ” เมื่อปรากฏว่าการดำเนินโครงการนี้เป็นการปฏิบัติการกิจด้านการพัฒนาการคมนาคมขนส่งอย่างยั่งยืนของเทศบาลนครนครราชสีมา การใช้ที่ดินเพื่อดำเนินโครงการนี้จึงเป็นการใช้ที่ดินเพื่อประโยชน์ในราชการ

ก่อนดำเนินการเช่า ให้เจ้าหน้าที่ทำรายงานเสนอหัวหน้าหน่วยงานของรัฐเพื่อขอความเห็นชอบ โดยเสนอผ่านหัวหน้าเจ้าหน้าที่ ตามรายการ ดังต่อไปนี้ (1) เหตุผลและความจำเป็นที่จะต้องเช่า (2) ราคาเช่าที่ผู้ให้เช่าเสนอ (3) รายละเอียดของอสังหาริมทรัพย์ที่จะเช่า เช่น สภาพของสถานที่บริเวณที่ต้องการใช้ พร้อมทั้งภาพถ่าย (ถ้ามี) และราคาเช่าครั้งล่าสุด เป็นต้น และ (4)

¹⁶ พระราชบัญญัติการจัดซื้อจัดจ้างพัสดุภาครัฐ พ.ศ. 2560, มาตรา 4.

¹⁷ พระราชบัญญัติการจัดซื้อจัดจ้างพัสดุภาครัฐ พ.ศ. 2560, มาตรา 4.

¹⁸ ระเบียบกระทรวงการคลังว่าด้วยการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ พ.ศ.2560, ข้อ 23.

¹⁹ ระเบียบกระทรวงการคลังว่าด้วยการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ พ.ศ.2560, ข้อ 24.

²⁰ พระราชบัญญัติการจัดซื้อจัดจ้างพัสดุภาครัฐ พ.ศ. 2560, มาตรา 55.

อัตราค่าเช่าของอสังหาริมทรัพย์ ซึ่งมีขนาดและสภาพใกล้เคียงกับที่จะเช่า (ถ้ามี)²¹ ทั้งนี้ เทศบาลนครนครราชสีมาจะต้องเสียค่าเช่าตามหลักเกณฑ์และอัตราที่กระทรวงมหาดไทยกำหนด²²

(ง) การใช้สาธารณสมบัติของแผ่นดิน

การดำเนินโครงการนี้อาจมีส่วนที่ต้องใช้ประโยชน์จากที่ดินที่ไม่ได้มีการเวนคืนจากเอกชนหรือเช่าเพื่อครอบครองและใช้ประโยชน์จากเอกชนและเป็นสาธารณสมบัติของแผ่นดิน กล่าวคือเป็นทรัพย์สินทุกชนิดของแผ่นดินซึ่งใช้เพื่อสาธารณประโยชน์หรือสงวนไว้เพื่อประโยชน์ร่วมกัน²³

ระเบียบกระทรวงมหาดไทยว่าด้วยการดูแลรักษาและคุ้มครองป้องกันที่ดินอันเป็นสาธารณสมบัติของแผ่นดินสำหรับพลเมืองใช้ร่วมกัน พ.ศ. 2553 กำหนดให้อำนาจหน้าที่ในการดูแลรักษาและคุ้มครองป้องกันที่ดิน²⁴ ให้เป็นอำนาจหน้าที่ของนายอำเภอร่วมกับองค์การปกครองส่วนท้องถิ่น²⁵ อย่างไรก็ตาม องค์การปกครองส่วนท้องถิ่นไม่มีอำนาจใช้ หรือยินยอมให้บุคคลอื่นใช้ที่ดินอันเป็นสาธารณสมบัติของแผ่นดินสำหรับพลเมืองใช้ร่วมกัน เว้นแต่จะได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าราชการจังหวัดและปฏิบัติตามประมวลกฎหมายที่ดิน กฎหมายอื่นที่เกี่ยวข้อง และระเบียบที่กระทรวงมหาดไทยกำหนด²⁶ ดังนั้น หากเทศบาลนครราชสีมาได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าราชการจังหวัดนครราชสีมาและได้ปฏิบัติตามประมวลกฎหมายที่ดิน กฎหมายอื่นที่เกี่ยวข้อง และระเบียบที่กระทรวงมหาดไทยแล้ว เทศบาลนครราชสีมาย่อมสามารถใช้ประโยชน์จากที่ดินอันเป็นสาธารณสมบัติของแผ่นดินได้

มาตรา 9 แห่งประมวลกฎหมายที่ดินบัญญัติว่า ที่ดินของรัฐนั้นถ้ามิได้มีสิทธิครอบครอง หรือมิได้รับอนุญาตจากพนักงานเจ้าหน้าที่ (เจ้าพนักงานซึ่งเป็นผู้ปฏิบัติการตามประมวลกฎหมายนี้) แล้ว เทศบาลนครราชสีมาย่อมไม่อาจเข้าไปยึดถือหรือครอบครองได้²⁷ ด้วยเหตุนี้ การดำเนินโครงการจะต้องมีการขอรับอนุญาตตามมาตรา 9 แห่งประมวลกฎหมายที่ดิน

มาตรา 9/1 วรรคหนึ่งแห่งประมวลกฎหมายที่ดินบัญญัติให้ได้รับอนุญาตตามมาตรา 9 เสียค่าตอบแทนเป็นรายปีให้แก่เทศบาล องค์การบริหารส่วนตำบล กรุงเทพมหานคร เมืองพัทยา หรือองค์การปกครองส่วนท้องถิ่นอื่นที่มีกฎหมายจัดตั้งที่ดินที่ได้รับอนุญาตตั้งอยู่ ยกเว้นองค์การบริหารส่วนจังหวัด ทั้งนี้ ตามวิธีการและอัตราที่กำหนดในข้อบัญญัติท้องถิ่นนั้น แต่ต้องไม่เกินอัตราตามบัญชีท้ายประมวลกฎหมายนี้ ส่วนมาตรา 9/2 วรรคสองบัญญัติให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในเขตจังหวัดแบ่งค่าตอบแทนที่ได้รับตามวรรคหนึ่ง ให้แก่องค์การบริหารส่วนจังหวัดในอัตราร้อยละสี่สิบของค่าตอบแทนที่ได้รับภายในกำหนดสามสิบวันนับแต่วันที่ได้รับ เป็นรายได้ขององค์การบริหารส่วนจังหวัด และให้ค่าตอบแทนส่วนที่เหลือตกเป็นรายได้ขององค์การปกครองส่วนท้องถิ่นที่ดินที่ได้รับอนุญาตตั้งอยู่ในกรณีที่ดินดังกล่าวไม่ได้ตั้งอยู่ในเขตขององค์การบริหารส่วนจังหวัด ให้ค่าตอบแทนที่ได้รับตามวรรคหนึ่ง ตกเป็นรายได้ขององค์การปกครองส่วนท้องถิ่นนั้นทั้งหมด

เมื่อพิจารณาบทบัญญัติตามมาตรา 9 และมาตรา 9/1 ข้างต้นแล้วจะเห็นได้ว่าการใช้ประโยชน์ที่ดินอันเป็นสาธารณสมบัติของแผ่นดินเพื่อดำเนินโครงการนั้นย่อมเป็นไปได้หากว่าได้รับเจ้าพนักงานซึ่งเป็นผู้ปฏิบัติการตามประมวลกฎหมายนี้ เช่น อาจเป็นกรณีที่เทศบาลนครราชสีมาหรือผู้ประกอบการ (ซึ่งรับสิทธิในการประกอบกิจการตามสัญญาร่วมลงทุนระหว่างรัฐและเอกชน) ขอรับอนุญาตจากพนักงานเจ้าหน้าที่ตามประมวลกฎหมายที่ดิน

²¹ ระเบียบกระทรวงการคลังว่าด้วยการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ พ.ศ.2560, ข้อ 94.

²² ระเบียบกระทรวงการคลังว่าด้วยการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ พ.ศ.2560, ข้อ 95.

²³ ประมวลกฎหมายแพ่งและพาณิชย์, มาตรา 1304.

²⁴ ที่ดินอันเป็นสาธารณสมบัติของแผ่นดินสำหรับพลเมืองใช้ร่วมกันที่อยู่ในบังคับของระเบียบนี้ หมายถึง ที่ดินสำหรับประชาชนใช้ประโยชน์ร่วมกัน ไม่ว่าจะเป็นโดยสภาพธรรมชาติโดยการมีส่วนร่วมของประชาชน โดยทางนิติกรรม หรือโดยผลของกฎหมาย เช่น ที่ขายดลิ่ง ที่ป่าช้า ทางบก ทางน้ำ สวนสาธารณะ ที่เลี้ยงสัตว์ และที่สาธารณะประจำตำบลหรือหมู่บ้าน

²⁵ ระเบียบกระทรวงมหาดไทยว่าด้วยการดูแลรักษาและคุ้มครองป้องกันที่ดินอันเป็นสาธารณสมบัติของแผ่นดินสำหรับพลเมืองใช้ร่วมกัน พ.ศ. 2553, ข้อ 6 วรรคหนึ่ง.

²⁶ ระเบียบกระทรวงมหาดไทยว่าด้วยการดูแลรักษาและคุ้มครองป้องกันที่ดินอันเป็นสาธารณสมบัติของแผ่นดินสำหรับพลเมืองใช้ร่วมกัน พ.ศ. 2553, ข้อ 7.

²⁷ ประมวลกฎหมายที่ดิน, มาตรา 9 (1).

(จ) ที่ดินของรัฐซึ่งมิได้มีบุคคลใดมีสิทธิครอบครองและมีใช้สาธารณสมบัติของแผ่นดินอันราษฎรใช้ประโยชน์ร่วมกัน

หากการดำเนินโครงการนั้นจำเป็นต้องใช้ที่ดินของรัฐซึ่งมิได้มีบุคคลใดมีสิทธิครอบครองและมีใช้สาธารณสมบัติของแผ่นดินอันราษฎรใช้ประโยชน์ร่วมกัน มาตรา 10 แห่งประมวลกฎหมายที่ดินบัญญัติให้อธิบดีกรมที่ดินมีอำนาจจัดหาผลประโยชน์ ในการจัดหาผลประโยชน์ ให้รวมถึงจัดทำให้ที่ดินใช้ประโยชน์ได้ ซ้ำขาย แลกเปลี่ยน ให้เช่า และให้เช่าซื้อ²⁸

เมื่อพิจารณาบทบัญญัติตามมาตรา 10 ข้างต้นแล้วจะเห็นได้ว่าการใช้ประโยชน์ (จ) ที่ดินของรัฐซึ่งมิได้มีบุคคลใดมีสิทธิครอบครองและมีใช้สาธารณสมบัติของแผ่นดินอันราษฎรใช้ประโยชน์ร่วมกันเพื่อดำเนินโครงการนั้นย่อมเป็นไปได้หากว่าได้รับอนุญาตจากอธิบดีกรมที่ดิน เช่น อาจเป็นกรณีที่เทศบาลนครนครราชสีมาหรือผู้ประกอบการ (ซึ่งรับสิทธิในการประกอบกิจการตามสัญญาร่วมลงทุนระหว่างรัฐและเอกชน) ขอรับอนุญาตจากอธิบดีกรมที่ดิน

(ข) การใช้ที่ดิน สถานีรถไฟและรางรถไฟของการรถไฟแห่งประเทศไทย

พระราชบัญญัติจัดวางการรถไฟและทางหลวงพระพุทธศักราช 2464 บัญญัติว่า “ผู้ใดบังอาจเข้าไปในที่ดินรถไฟ นอกเขตที่อนุญาตให้ประชาชนเข้าออกได้ ท่านว่ามีความผิดฐานลหุโทษ ต้องระวางโทษชั้น 1”²⁹ ในกรณีที่เทศบาลนครนครราชสีมาประสงค์ที่จะใช้ที่ดิน สถานีรถไฟ และรางรถไฟของการรถไฟแห่งประเทศไทย (รฟท.) เทศบาลนครนครราชสีมาสามารถดำเนินการโดยทำสัญญาเช่าที่ดินและรางรถไฟจาก รฟท. มาตรา 9(2) แห่งพระราชบัญญัติการรถไฟแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2494 บัญญัติว่า “ให้การรถไฟแห่งประเทศไทยมีอำนาจที่จะกระทำการต่าง ๆ ภายในขอบวัตถุประสงค์ตามที่ระบุไว้ในมาตรา 6 อันอาจเช่นนี้ให้รวมถึง (2) ซ้ำ จัดหาเช่า ให้เช่า เช่าซื้อ ให้เช่าซื้อ ถูกรวมสิทธิ ครอบครอง อาศัย ให้อาศัย จำหน่าย แลกเปลี่ยน และดำเนินงานเกี่ยวกับทรัพย์สินใด ๆ” ซึ่งมาตรา 6(2) แห่งพระราชบัญญัติการรถไฟแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2494 บัญญัติให้ รฟท. “จัดดำเนินการและนำมาซึ่งความเจริญของกิจการรถไฟเพื่อประโยชน์แห่งรัฐและประชาชน และดำเนินธุรกิจอันเกี่ยวกับการขนส่งของรถไฟและธุรกิจอื่นซึ่งเป็นประโยชน์แก่กิจการรถไฟ”

เมื่อพิจารณาบทบัญญัติตามมาตรา 6 และมาตรา 9(2) ข้างต้นแล้วกล่าวได้ว่า รฟท. สามารถนำเอาที่ดิน สถานีรถไฟ และรางรถไฟของตนให้เทศบาลนครนครราชสีมาเช่าเพื่อดำเนินโครงการได้หากปรากฏว่าการให้เช่าดังกล่าวนี้เป็น “ดำเนินธุรกิจอันเกี่ยวกับการขนส่งของรถไฟและธุรกิจอื่นซึ่งเป็นประโยชน์แก่กิจการรถไฟ” ซึ่งเห็นได้ว่าการให้เช่าสำหรับโครงการนี้เป็นไปเพื่อส่งเสริมการคมนาคมในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมาและสร้างความเชื่อมโยงระหว่างทางรถไฟโดยรถไฟโดยสารกับรถไฟ นอกจากนี้การให้เช่าที่ดิน อนุญาตให้เทศบาลนครนครราชสีมาเช่าก่อนให้เกิดรายได้แก่ รฟท. อีกด้วย ด้วยเหตุนี้ จึงกล่าวได้ว่ากรณีที่ รฟท. นำเอาที่ดิน สถานีรถไฟ และรางรถไฟของตนให้เทศบาลนครนครราชสีมาเช่าเพื่อดำเนินโครงการนี้เป็นดำเนินธุรกิจอันเกี่ยวกับการขนส่งของรถไฟและธุรกิจอื่นซึ่งเป็นประโยชน์แก่กิจการรถไฟ และเป็นกรดำเนินการที่ รฟท. มีอำนาจกระทำได้

โดยสรุปแล้วเทศบาลนครนครราชสีมาสามารถตามกฎหมายอย่างไรเพื่อให้ “ได้มาซึ่งสิทธิ” ในการใช้ประโยชน์ที่ดินของเอกชนเพื่อดำเนินโครงการโดยการเวนคืนหรือซื้อที่ดินซึ่งกรรมสิทธิ์ของที่ดินของเอกชนตามพระราชบัญญัติว่าด้วยการเวนคืนและการได้มาซึ่งอสังหาริมทรัพย์ พ.ศ. 2562 การซื้อหรือเช่าที่ดินของเอกชนตามพระราชบัญญัติการจัดซื้อจัดจ้างพัสดุภาครัฐ พ.ศ. 2560 การใช้สาธารณสมบัติของแผ่นดินตามระเบียบกระทรวงมหาดไทยว่าด้วยการดูแลรักษาและคุ้มครองป้องกันที่ดินอันเป็นสาธารณสมบัติของแผ่นดินสำหรับพลเมืองใช้ร่วมกัน พ.ศ. 2553 และประมวลกฎหมายที่ดิน การขอใช้ที่ดินของรัฐซึ่งมิได้มีบุคคลใดมีสิทธิครอบครองและมีใช้สาธารณสมบัติของแผ่นดินอันราษฎรใช้ประโยชน์ร่วมกันตามประมวลกฎหมายที่ดิน และการใช้ที่ดินและรางรถไฟของ รฟท. ตามพระราชบัญญัติการรถไฟแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2494 ซึ่งแต่ละทางเลือกนั้นจะมีความเสี่ยงและความท้าทายที่แตกต่างกันซึ่งสามารถแสดงได้ตามตารางที่ 4-5 ดังนี้

²⁸ ประมวลกฎหมายที่ดิน, มาตรา 10 วรรคหนึ่ง.

²⁹ พระราชบัญญัติจัดวางการรถไฟและทางหลวงพระพุทธศักราช 2464, มาตรา 84.

ตารางที่ 4-5 ข้อกำหนดเกี่ยวกับการได้มาซึ่งสิทธิในที่ดินและอสังหาริมทรัพย์เพื่อดำเนินโครงการ

| ประเภทที่ดิน/ อสังหาริมทรัพย์ | การดำเนินการเพื่อให้ ได้มาซึ่งสิทธิ | กฎหมาย | ความเสี่ยง/ความท้าทาย |
|---|--|---|--|
| ที่ดินเอกชน | เจรจาซื้อขาย | พระราชบัญญัติว่าด้วยการเวนคืนและการได้มาซึ่งอสังหาริมทรัพย์ พ.ศ. 2562 | อาจจะเจรจาซื้อขายไม่สำเร็จเนื่องจากเอกชนไม่ประสงค์จะขายให้ |
| | เวนคืน | | โครงการถูกต้องด้านและส่งผลเสียต่อการยอมรับทางสังคม (Social Acceptance)) และใบอนุญาตทางสังคม (Social License to Operate) |
| | ซื้อขาย | พระราชบัญญัติการจัดซื้อจัดจ้างพัสดุภาครัฐ พ.ศ. 2560 ประกอบระเบียบกระทรวงการคลังว่าด้วยการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ พ.ศ.2560 | อาจจะเจรจาซื้อขายไม่สำเร็จเนื่องจากเอกชนไม่ประสงค์จะขายให้ |
| | เช่า | | อาจจะเจรจาซื้อขายไม่สำเร็จเนื่องจากเอกชนไม่ประสงค์จะขายให้เช่า |
| สาธารณสมบัติของแผ่นดิน | รับอนุญาตจากพนักงานเจ้าหน้าที่ (เจ้าพนักงาน ซึ่งเป็นผู้ปฏิบัติกรตามประมวลกฎหมายที่ดิน) | ระเบียบกระทรวงมหาดไทยว่าด้วยการดูแลรักษาและคุ้มครองป้องกันที่ดินอันเป็นสาธารณสมบัติของแผ่นดินสำหรับพลเมืองใช้ร่วมกัน พ.ศ. 2553 ประกอบประมวลกฎหมายที่ดิน | ต้องติดต่อประสานงานและขออนุญาตกับพนักงานเจ้าหน้าที่ตามประมวลกฎหมายที่ดินและเทศบาลนครราชสีมาจะต้องบริหารจัดการค่าตอบแทน |
| ที่ดินของรัฐซึ่งมีได้มีบุคคลใดมีสิทธิครอบครองและมีใช้สาธารณสมบัติของแผ่นดินอันราษฎรใช้ประโยชน์ร่วมกัน | รับอนุญาตจากอธิบดีกรมที่ดิน | ประมวลกฎหมายที่ดิน | ไม่ได้รับอนุญาตจากอธิบดีกรมที่ดิน |
| ที่ดิน สถานีรถไฟและรางรถไฟของการรถไฟแห่งประเทศไทย | ขอเช่าจาก รฟท. | พระราชบัญญัติการรถไฟแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2494 | รฟท. ไม่ให้เช่าเนื่องจากพิจารณาว่าโครงการนี้ไม่เกี่ยวกับวัตถุประสงค์ของตน |

การใช้อำนาจเวนคืนอาจส่งผลให้โครงการถูกต้องด้านและส่งผลเสียต่อการยอมรับทางสังคม (Social Acceptance)) และใบอนุญาตทางสังคม (Social License to Operate) ในขณะที่การเจรจาสัญญาซื้อขายและเช่าไม่เข้ากับเอกชนหรือการรถไฟแห่งประเทศไทยนั้นก็มีความเป็นไปได้ที่จะไม่บรรลุผล ส่วนกรณีของการใช้สาธารณสมบัติของแผ่นดินนั้นมีความเสี่ยงที่ต้องประสานงานและตกอยู่ในการใช้ดุลพินิจของผู้มีอำนาจ ตามระเบียบกระทรวงมหาดไทยว่าด้วยการดูแลรักษาและคุ้มครองป้องกันที่ดินอันเป็นสาธารณสมบัติของแผ่นดินสำหรับพลเมืองใช้ร่วมกัน พ.ศ. 2553 และประมวลกฎหมายที่ดิน

(1) การประกอบกิจการสถานีขนส่ง

ตามพระราชบัญญัติการขนส่งทางบก พ.ศ. 2522 มาตรา 115 วรรคหนึ่ง ผู้ที่มีสามารถจัดให้มีสถานีขนส่ง³⁰ ได้แก่ (1) กรมการขนส่งทางบกเป็นผู้มีอำนาจหน้าที่ดำเนินการเอง (2) กรมการขนส่งทางบกมอบหมายให้รัฐวิสาหกิจหรือองค์การของรัฐเป็นผู้ดำเนินการ และ (3) เอกชนที่ประสงค์จะจัดตั้งและดำเนินสถานีขนส่ง

- ผู้ประกอบการ

³⁰ มิเช่นนั้น องค์การบริหารส่วนจังหวัดมีอำนาจหน้าที่ในการจัดการและดูแลสถานีขนส่งทางบก ตามตามพระราชบัญญัติกำหนดแผนและขั้นตอนการกระจายอำนาจให้แก่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น พ.ศ. 2522 มาตรา 17(13)

หากเทศบาลนครนครราชสีมาหรือผู้ประกอบการเอกชนอื่นประสงค์จะจัดตั้งสถานีขนส่งต้องขออนุญาตจากนายทะเบียนกลาง โดยคณะกรรมการควบคุมการขนส่งทางบกกลาง นอกจากนี้แล้ว คณะกรรมการการกระจายอำนาจให้แก่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น กำหนดให้กรมขนส่งทางบกต้องถ่ายโอนภารกิจด้านการบริหารจัดการสถานีขนส่งผู้โดยสารให้แก่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นตามแผนการกระจายอำนาจให้แก่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2551 และแผนปฏิบัติการกำหนดขั้นตอนการกระจายอำนาจให้แก่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (ฉบับ 2) การที่กรมการขนส่งทางบกมอบหมายให้รัฐวิสาหกิจหรือองค์การของรัฐเป็นผู้ดำเนินการตามข้อ (2) จึงหมายถึงกรณีการถ่ายโอนภารกิจจัดให้มีสถานีขนส่งให้กับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นนั่นเอง รวมทั้งระดับเทศบาลนครด้วย³¹

นอกจากนี้ การที่เทศบาลนครนครราชสีมาได้ปรึกษาหารือและประสานงานกับกรมการขนส่งทางบกและกรมการขนส่งทางบก ได้เห็นชอบกับแผนผังการก่อสร้างสถานีขนส่งที่สร้างขึ้นแล้ว ก็ถือได้ว่ากรมการขนส่งทางบกได้ดำเนินการจัดให้มีสถานีขนส่งทางบกขึ้นแล้ว ไม่จำเป็นต้องพิจารณาขออนุญาตตามมาตรา 115 วรรคสามอีกต่อไป และกรมการขนส่งทางบกจะต้องเป็นผู้ดำเนินการขออนุมัติ คณะกรรมการควบคุมการขนส่งทางบกกลางและดำเนินการอื่นใดตามที่กฎหมายกำหนดต่อไป³²

การจัดทำสถานีขนส่งของเทศบาลเป็นเทศพาณิชย์อย่างหนึ่งซึ่งเทศบาลมีอำนาจทำได้ตามมาตรา 57 ประกอบมาตรา 54 แห่งพระราชบัญญัติเทศบาล พ.ศ. 2549 เทศบาลนครนครราชสีมาสามารถใช้อำนาจในการตราเทศบัญญัติตามมาตรา 60 และมาตรา 61 เรื่อง การประกอบกิจการเทศพาณิชย์สถานีขนส่งผู้โดยสารเทศบาลนครนครราชสีมาได้ เพื่อให้มีระเบียบ ข้อบังคับ หรือหลักเกณฑ์ เกี่ยวกับสถานีขนส่งในเขตปกครองของตนได้

กิจการขนส่งเป็นเทศพาณิชย์อย่างหนึ่งซึ่งเทศบาลนครนครราชสีมาต้องการให้บริการแก่ประชาชน (ค้าขาย ลงทุน เพื่อแสวงหากำไรหรือรายได้) ทั้งหมดนี้ นายกเทศมนตรีของเทศบาลนครนครราชสีมามีหน้าที่ควบคุมรับผิดชอบในการดำเนินการตามอำนาจหน้าที่ในการจัดทำเทศพาณิชย์นี้ ซึ่งทางเลือกในการจัดทำเทศพาณิชย์นี้ของเทศบาลนครนครราชสีมาจะกล่าวถึงในข้อ 2 มิติด้านการเงินและการลงทุนต่อไป

- **ค่าบริการสถานีขนส่งผู้โดยสาร**

คณะกรรมการควบคุมการขนส่งทางบกประจำจังหวัดมีอำนาจและหน้าที่ภายในเขตจังหวัดกำหนดอัตราค่าขนส่งและค่าบริการอย่างอื่นในการขนส่ง³³ เทศบาลจะต้องกำหนดอัตราค่าบริการสถานีขนส่งผู้โดยสารตามประกาศคณะกรรมการควบคุมการขนส่งทางบกกลาง ดังตัวอย่างที่แสดงในตารางที่ 4-6

ตารางที่ 4-6 ตัวอย่างการกำหนดอัตราค่าบริการสถานีขนส่งผู้โดยสาร

| ลำดับที่ | ประเภทรถ | อัตราค่าบริการ | |
|----------|---|----------------------|--------------------------|
| | | สถานีต้นทาง (บาท) | สถานีระหว่างทาง (บาท) |
| 1 | รถโดยสารประจำทางปรับอากาศที่มีที่นั่งเกิน 20 ที่นั่ง | 20 | 20 |
| 2 | รถโดยสารประจำทางปรับอากาศที่มีที่นั่งไม่เกิน 20 ที่นั่ง | 10 | 10 |
| 3 | รถโดยสารประจำทางหมวด 2 | 10 | 10 |
| 4 | รถโดยสารประจำทางหมวด 3 | 6 | 6 |
| 5 | รถโดยสารประจำทางหมวด 4 | 4 | 4 |
| 6. | รถขนาดเล็ก | 2 | 2 |

ที่มา มาตรฐานสถานีขนส่งทางบก (จัดทำโดยกรมส่งเสริมการปกครองส่วนท้องถิ่น)

³¹ พิจารณาเทียบกับหนังสือ ที่ ลพ 0023.4/ว 19239 เรื่อง ขอรื้อการกำจัดให้มีสถานีขนส่งผู้โดยสารตามมาตรา 115 แห่งพระราชบัญญัติ พ.ศ. 2522

³² บันทึกสำนักงานคณะกรรมการกฤษฎีกา เรื่องเสร็จที่ 1181/2563 ตอบข้อหารือการกำจัดให้มีสถานีขนส่งผู้โดยสารตามมาตรา 115 แห่งพระราชบัญญัติการขนส่งทางบก พ.ศ. 2522 กรณีนี้เทศบาลเมืองเบตง จังหวัดยะลา ต้องการก่อสร้างสถานีขนส่ง

³³ พระราชบัญญัติการขนส่งทางบก พ.ศ. 2522, มาตรา 20 วรรคหนึ่ง (4).

- **ลักษณะของสถานี**

ตามพระราชบัญญัติการขนส่งทางบก พ.ศ. 2522 มาตรา 114 (1) ลักษณะของสถานีต้องเป็นไปตามที่กำหนดในกฎกระทรวง คือ ข้อ 1 แห่งกฎกระทรวงฉบับที่ 18 (พ.ศ. 2525) ออกตามความในพระราชบัญญัติการขนส่งทางบก พ.ศ. 2522 คือ สถานีขนส่งผู้โดยสารต้องมีลักษณะเป็นสถานที่ซึ่งใช้เป็นศูนย์รวมกระจาย และสับเปลี่ยนรถสำหรับการขนส่งผู้โดยสาร ทั้งยังต้องให้บริการต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับขนส่ง คือ (1) อาคารสถานีซึ่งจัดให้มีพื้นที่สำหรับบริการผู้โดยสาร ที่จำหน่ายตั๋ว โทรศัพท์สาธารณะ ห้องสุขา ที่ทำงานของเจ้าหน้าที่กรมการขนส่งทางบก ที่จำหน่ายสินค้าเบ็ดเตล็ดและเครื่องดื่ม ที่พักผู้โดยสาร ที่พักรถประจำรถ และที่รับฝากสิ่งของ (2) ลานจอดรถยนต์โดยสาร รถแท็กซี่ และรถส่วนบุคคล และ (3) ที่สำหรับเป็นอยู่และบริการซ่อมรถ

แบบขนาดและจำนวน ตาม (1) และ (2) ต้องเป็นไปตามที่กรมการขนส่งทางบกกำหนดหรือตามที่กรมการขนส่งทางบกให้ความเห็นชอบ ทั้งนี้ ผู้ขอมอบที่ดินและสิ่งก่อสร้าง ต้องระบุไว้ในคำขอว่า ประสงค์จะให้เป็นไปตามที่กรมการขนส่งทางบกกำหนดหรือตามที่กรมการขนส่งทางบกให้ความเห็นชอบ³⁴



4.4.1.2 การประกอบกิจการเดินรถ

การประกอบกิจการเดินรถทั้งหมดให้เป็นไปตามพระราชบัญญัติการขนส่งทางบก พ.ศ. 2522 ผู้ที่ประสงค์จะประกอบการขนส่งประจำทาง ไม่ว่าจะเป็นบริษัทจำกัดหรือองค์การของรัฐ ต้องได้รับใบอนุญาตตามหลักเกณฑ์และวิธีการในกฎกระทรวง ฉบับที่ 63 (พ.ศ. 2564) ออกตามความในมาตรา 23 วรรคสอง และมาตรา 28 วรรคสี่พระราชบัญญัติการขนส่งทางบก พ.ศ. 2522 ส่วนนี้หากพิจารณาในเงื่อนไขการยื่นขอประกอบการขนส่ง จะเห็นว่าจำเป็นต้องมีรายละเอียดเกี่ยวกับสำนักงานและสถานที่เก็บรถ รวมทั้งหลักฐานแสดงกรรมสิทธิ์หรือสิทธิในการใช้สถานที่เก็บรถที่จะใช้ประกอบการเดินรถด้วย การได้มาซึ่งพื้นที่เพื่อใช้เป็นสถานที่เก็บรถจึงจำเป็นต้องดำเนินการให้แล้วเสร็จก่อน

อย่างไรก็ตาม เมื่อได้รับใบอนุญาตประกอบการขนส่งประจำทางแล้ว ผู้ประกอบการต้องปฏิบัติตามเงื่อนไขที่นายทะเบียนประจำจังหวัดโดยอนุมัติของคณะกรรมการควบคุมการขนส่งทางบกประจำจังหวัดกำหนดไว้ตามมาตรา 31 แห่งพระราชบัญญัติการขนส่งทางบก พ.ศ. 2522 เช่น

- (1) จำนวนรถที่ต้องใช้ในการประกอบการขนส่งตามเส้นทางที่ใช้ในการประกอบการขนส่ง
- (2) สิทธิในรถที่ใช้ประกอบการขนส่งของผู้ได้รับใบอนุญาตประกอบการขนส่ง
- (3) ลักษณะ ชนิด ขนาด และสีของรถและเครื่องหมายของผู้ประกอบการขนส่งที่ต้องให้ปรากฏประจำรถทุกคัน
- (4) จำนวนที่นั่ง เกณฑ์น้ำหนักบรรทุก และวิธีการบรรทุก
- (5) จำนวนผู้ประจำรถ

³⁴ กรมการขนส่งทางบก, หลักเกณฑ์และเงื่อนไขในการขอจัดให้มีสถานีขนส่งผู้โดยสาร <<https://www.dlt.go.th/site/ptb/m-download/8262/>> หน้า 2.

- (6) เส้นทางที่ใช้ในการประกอบรถขนส่ง
- (7) อัตราค่าขนส่งและค่าบริการอย่างอื่นในการขนส่ง
- (8) สถานที่หยุดและจอดเพื่อขนถ่ายคน
- (9) ที่ที่รถจะต้องหยุดในระหว่างเส้นทาง
- (10) มาตรฐานบริการในการประกอบรถขนส่ง
- (11) เวลาและจำนวนเที่ยวของการเดินทาง
- (12) เวลาทำงานประจำวันในการประกอบรถขนส่ง
- (13) สถานที่เก็บ ช่อม และบำรุงรักษารถ

ในส่วนของอัตราค่าขนส่ง คณะกรรมการควบคุมการขนส่งทางบกกลางได้อนุมัติการกระจายอำนาจให้คณะกรรมการควบคุมการขนส่งทางบกประจำจังหวัดพิจารณากำหนดอัตราค่าโดยสาร รถโดยสารประจำทางหมวด 1 ส่วนภูมิภาค หมวด 4 ส่วนภูมิภาค พร้อมทั้งกำหนดหลักเกณฑ์ในการพิจารณากำหนดอัตราค่าโดยสารไว้ด้วย อัตราค่าโดยสารที่คณะกรรมการควบคุมการขนส่งทางบกประจำจังหวัดพิจารณากำหนดตามหลักเกณฑ์ดังกล่าวถือเป็นอัตราค่าโดยสารที่ได้รับอนุมัติจากคณะกรรมการควบคุมการขนส่งทางบกกลางแล้ว ดังนั้น ทำให้ค่าโดยสารสำหรับรถโดยสารประจำทางภายในแต่ละจังหวัดแตกต่างกันได้ ขึ้นอยู่กับสภาพต้นทุนการเดินทางในแต่ละจังหวัด

กิจการเดินรถเป็นเทศพาณิชย์อย่างหนึ่งซึ่งเทศบาลนครนครราชสีมาต้องการให้บริการแก่ประชาชน (ค้าขาย ลงทุน เพื่อแสวงหากำไรหรือรายได้) และเทศบาลนครนครราชสีมาสามารถใช้อำนาจในการตราเทศบัญญัติตามมาตรา 60 และมาตรา 61 แห่งพระราชบัญญัติเทศบาล พ.ศ. 2549 เรื่อง การประกอบกิจการเทศพาณิชย์กิจการเดินรถโดยสารไฟฟ้า ของเทศบาลนครนครราชสีมา เพื่อให้มีระเบียบ ข้อบังคับ หรือหลักเกณฑ์เกี่ยวกับกิจการเดินรถดังกล่าว ทั้งหมดนี้ นายกเทศมนตรีของเทศบาลนครนครราชสีมาที่มีหน้าที่ควบคุมรับผิดชอบในการดำเนินการตามอำนาจหน้าที่ในการจัดทำเทศพาณิชย์นี้ ทางเลือกในการจัดทำเทศพาณิชย์นี้ของเทศบาลนครนครราชสีมาจะกล่าวถึงในข้อ 2 มิติด้านการเงินและการลงทุนต่อไป

4.4.1.3 การจัดการรถโดยสารไฟฟ้า

ตามพระราชบัญญัติการจราจรทางบก พ.ศ. 2522 มาตรา 4 รถโดยสารไฟฟ้า เป็น “รถ” และ “รถโดยสารประจำทาง”³⁵ และมาตรา 6 กำหนดห้ามนำรถที่มีสภาพไม่มั่นคงแข็งแรง หรืออาจเกิดอันตราย หรืออาจเสื่อมเสียสุขภาพอนามัยแก่ผู้ใช้ คนโดยสารหรือประชาชนมาใช้ในทางเดินรถ และรถที่ใช้ในทางเดินรถ ผู้ขับซึ่งต้องจัดให้มีเครื่องยนต์ เครื่องอุปกรณ์และหรือส่วนควบที่ครบถ้วนตามกฎหมายว่าด้วยรถยนต์ กฎหมายว่าด้วยรถขนส่ง กฎหมายว่าด้วยล้อเลื่อน กฎหมายว่าด้วยรถลาก หรือกฎหมายว่าด้วยรถจ้าง และใช้การได้ดี³⁶

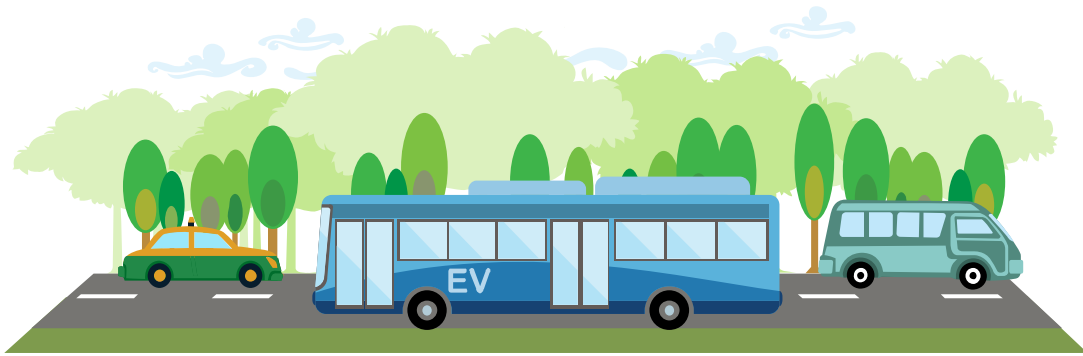
นอกจากนี้ รถที่ใช้ขนส่งผู้โดยสารยังต้องเป็นไปตามพระราชบัญญัติการขนส่งทางบก พ.ศ. 2522 กล่าวคือ รถที่ใช้ในการขนส่งต้องมีสภาพมั่นคงแข็งแรง มีเครื่องอุปกรณ์และส่วนควบถูกต้องตามที่กำหนดในกฎกระทรวง³⁷ ได้จดทะเบียนรับรองว่าผ่านการตรวจสภาพ และเสียภาษีรถแล้ว ทั้งนี้ ตามมาตรา 71 ประกอบมาตรา 73 และ 85 และต้องปฏิบัติตามบทบัญญัติว่าด้วยผู้ประจำรถ ผู้โดยสาร และสถานีขนส่งตามที่พระราชบัญญัตินี้กำหนด ทั้งนี้ ต้องติดตามกฎกระทรวงและประกาศทั้งหลายที่ออกตามความในพระราชบัญญัตินี้ด้วย

³⁵ มาตรา 4 “รถ” หมายความว่า ยานพาหนะทางบกทุกชนิด เว้นแต่รถไฟและรถราง และ “รถโดยสารประจำทาง” หมายความว่า รถบรรทุกคนโดยสารที่เดินตามทางที่กำหนดไว้ และเรียกเก็บค่าโดยสารเป็นรายคนตามอัตราที่วางไว้เป็นระยะทางหรือตลอดทาง

³⁶ กฎกระทรวงกำหนดหลักเกณฑ์และวิธีการทดสอบสภาพของรถที่อาจทำให้เสื่อมเสียสุขภาพอนามัยแก่ผู้ใช้ คนโดยสาร หรือประชาชนเอาไว้ ว่าหมายความว่า รถที่ก่อให้เกิดมลพิษเกินกว่าค่ามาตรฐานการควบคุมมลพิษจากยานพาหนะตามประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เกี่ยวกับมาตรฐานการควบคุมมลพิษจากยานพาหนะ ซึ่งออกตามกฎหมายว่าด้วยรถส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ

³⁷ กฎกระทรวง ฉบับที่ 60 (พ.ศ. 2552) ออกตามความในพระราชบัญญัติการขนส่งทางบก พ.ศ. 2522 เกี่ยวกับสภาพ เครื่องอุปกรณ์ และส่วนควบของรถที่ใช้ในการขนส่งผู้โดยสาร

เช่น ประกาศกรมการขนส่งทางบก เรื่อง ตัวอักษร ภาพ หรือเครื่องหมายที่ตัวถังรถที่ใช้ในการขนส่งผู้โดยสารและรถที่ใช้ในการขนส่งสัตว์หรือสิ่งของ พ.ศ. 2555 ประกาศกรมการขนส่งทางบก เรื่อง ความสูงภายในสำหรับรถที่ใช้ในการขนส่งผู้โดยสารและรถขนาดเล็ก (ประกาศ ณ วันที่ 11 มกราคม พ.ศ. 2537) ประกาศกรมการขนส่งทางบก เรื่อง การติดตั้งโทรทัศน์ และวิดีโอทัศน์ สำหรับรถที่ใช้ในการขนส่งผู้โดยสาร (ประกาศ ณ วันที่ 24 เมษายน พ.ศ. 2541) ประกาศกรมการขนส่งทางบก เรื่อง ชนิด ประเภท และขนาดของเครื่องดับเพลิงที่ต้องมีไว้ประจำรถที่ใช้ในการขนส่งผู้โดยสาร (ประกาศ ณ วันที่ 11 มกราคม พ.ศ. 2542) ประกาศคณะกรรมการควบคุมการขนส่งทางบกกลาง เรื่อง กำหนดหลักเกณฑ์เพื่อเป็นมาตรการควบคุมเกี่ยวกับสีรถ และเครื่องหมายของผู้ประกอบการขนส่ง ที่ต้องให้ปรากฏประจำรถทุกคันที่ใช้ในการประกอบการขนส่งไม่ประจำทางด้วยรถที่ใช้ในการขนส่งผู้โดยสาร พ.ศ. 2549 (ประกาศ ณ วันที่ 11 สิงหาคม พ.ศ. 2549) ประกาศกรมการขนส่งทางบก เรื่อง แบบและการจัดวางที่นั่งผู้โดยสารของรถที่ใช้ในการขนส่งผู้โดยสารและรถขนาดเล็ก พ.ศ. 2549 (ประกาศ ณ วันที่ 2 พฤศจิกายน พ.ศ. 2549) และประกาศกรมการขนส่งทางบก เรื่อง ประสิทธิภาพขึ้นลงและประตูฉุกเฉินสำหรับรถที่ใช้ในการขนส่งผู้โดยสาร พ.ศ. 2551 (ประกาศ ณ วันที่ 31 มกราคม พ.ศ. 2551) เป็นต้น



4.4.1.4 การจัดหาพลังงาน

เทศบาลนครนครราชสีมา (หรือบริษัทที่จัดตั้งขึ้นเพื่อดำเนินโครงการฯ) สามารถขออนุญาตเชื่อมต่อระบบอัดประจุไฟฟ้าของตนเข้ากับระบบโครงข่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคหรือผู้รับใบอนุญาตที่มีระบบโครงข่ายพลังงานรายอื่นได้เช่นกัน ทั้งนี้ ตามมาตรา 81 แห่งพระราชบัญญัติการประกอบกิจการพลังงาน พ.ศ. 2550

กรณีที่เทศบาลนครนครราชสีมา (หรือบริษัทที่จัดตั้งขึ้นเพื่อดำเนินโครงการฯ) เป็นผู้ตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าเองสำหรับรถโดยสารไฟฟ้า ของตนเองอาจเข้าข่ายเป็นการติดตั้งเครื่องอัดประจุส่วนบุคคล (ในรูปแบบการใช้งานเฉพาะบุคคลากรหรือพนักงาน เช่น ตั้งในสถานีขนส่งของตัวเองหรือตั้งแบบ Fleet) เนื่องจากเป็นการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าเพื่อวัตถุประสงค์ของการขนส่งตามโครงการฯ เท่านั้น ไม่ใช้การติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าเพื่อจำหน่ายหรือให้บริการแก่สาธารณะ อาจมีมาตรการทางกฎหมายที่เกี่ยวข้องคือ

- (1) ข้อกำหนดทั่วไปสำหรับการติดตั้งทางไฟฟ้าระบบประจุยานยนต์ไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
- (2) ระเบียบการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคว่าด้วยข้อกำหนดทั่วไปสำหรับการติดตั้งทางไฟฟ้าระบบอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้า พ.ศ. 2563
- (3) ระเบียบการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคว่าด้วยข้อกำหนดการเชื่อมต่อสถานีอัดประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า พ.ศ. 2563

อัตราค่าไฟฟ้าสำหรับสถานีอัดประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าให้เป็นไปตามที่คณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ (กพข.) เห็นชอบในการประชุมครั้งที่ 1/2563 (ครั้งที่ 150) วันที่ 19 มีนาคม พ.ศ. 2563 เห็นชอบ และยังสามารถยื่นคำร้องขอใช้ไฟฟ้าแบบ Low Priority ได้³⁸

³⁸ โปรดดู ประกาศการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เรื่อง อัตราค่าไฟฟ้าสำหรับสถานีอัดประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้า ภายใต้เงื่อนไขการบริหารจัดการแบบ Low Priority

ผู้ติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าเพื่อใช้ไฟฟ้าในกิจการเองหรือส่วนบุคคลไม่เข้าข่ายเป็น “การประกอบกิจการพลังงาน” ตามมาตรา 47 แห่งพระราชบัญญัติการประกอบกิจการพลังงาน พ.ศ. 2550 จึงไม่ต้องขอใบอนุญาตประกอบกิจการพลังงานแต่อย่างใด แต่ยังคงปฏิบัติตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคารและกฎหมายอื่นที่เกี่ยวข้องต่อไป³⁹

กรณี เทศบาลนครนครราชสีมา (หรือบริษัทที่จัดตั้งขึ้นเพื่อดำเนินโครงการฯ) ไม่ประสงค์จะตั้งสถานีในทุกจุด เทศบาลฯ หรือ บริษัทฯ รถโดยสารไฟฟ้า สามารถใช้สถานีอัดประจุไฟฟ้าสาธารณะหรือในพื้นที่เชิงพาณิชย์ที่ตั้งอยู่ในพื้นที่เทศบาลนครราชสีมาได้ (หากมี) ทั้งนี้ ต้องพิจารณาถึงความเข้ากันระหว่างประเภทและศักยภาพของสถานีอัดประจุไฟฟ้าด้วย

4.4.2 มิติด้านการเงินและการลงทุน

การดำเนินโครงการฯ จะต้องพิจารณาถึงบุคคลหรือหน่วยงานที่จะเป็นผู้ลงทุน ประกอบการ และรับความเสี่ยงที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีข้อกำหนดที่สำคัญ คือ การวิเคราะห์ถึงอำนาจหน้าที่ของเทศบาลนครราชสีมาในการดำเนินโครงการฯ และทางเลือกของเทศบาลนครราชสีมาในการดำเนินโครงการฯ ร่วมกับเอกชน



4.4.2.1 อำนาจในการดำเนินโครงการ การกำหนดงบประมาณและทางเลือกรูปแบบการลงทุน

หน่วยงานรัฐจำเป็นจะต้องพิจารณาในส่วนของกฎหมายจัดตั้งในระดับพระราชบัญญัติ ซึ่งเป็นตัวกำหนดวัตถุประสงค์ ขอบเขต และอำนาจหน้าที่ให้แก่หน่วยงานรัฐนั้น ๆ ว่าจะสามารถดำเนินพันธกิจในเรื่องใดได้บ้างก่อนเสมอ นอกจากนี้ การสร้างความร่วมมือกับเอกชนเพื่อดำเนินโครงการก็จะต้องเป็นไปตามที่มีกฎหมายให้อำนาจเอาไว้เช่นกัน

(1) อำนาจในการดำเนินโครงการของเทศบาลนครราชสีมา

สำหรับการจัดทำโครงการพัฒนาระบบขนส่งมวลชนในเทศบาลนครราชสีมา (E-Bus System) ซึ่งผู้ริเริ่มโครงการ คือ เทศบาลนครราชสีมา กรณีนี้ต้องพิจารณาขอบเขตอำนาจและหน้าที่ตาม พระราชบัญญัติเทศบาล พ.ศ. 2496 ที่ใช้บังคับกับส่วนเทศบาลในทุกจังหวัด ในส่วนที่ 3 บทที่ 3 ว่าด้วยหน้าที่ของเทศบาลนคร มาตรา 56 รวมถึงหน้าที่ของเทศบาลเมืองในมาตรา 53⁴⁰ และหน้าที่ของเทศบาลตำบล มาตรา 50⁴¹ ประกอบด้วย แต่จะเห็นได้ว่า ในตัวบทบัญญัติในมาตรา 56 มาตรา 53 และมาตรา 50 ทั้งสามมาตรา ไม่ได้ให้อำนาจเทศบาลในการจัดทำบริการสาธารณะที่เกี่ยวกับการขนส่งไว้โดยเฉพาะ⁴²

³⁹ สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน. (ม.ป.ป.) *คู่มือโครงการจัดทำแผนการพัฒนาสถานีประจุแบตเตอรี่สำหรับยานยนต์ไฟฟ้า*. http://www.eppo.go.th/images/energy-conservation/EV/EV_Manual.pdf

⁴⁰ พระราชบัญญัติเทศบาล พ.ศ. 2496 มาตรา 56 “ภายใต้บังคับแห่งกฎหมาย เทศบาลนครมีหน้าที่ต้องทำในเขตเทศบาล ดังต่อไปนี้ (1) กิจการตามที่ระบุไว้ใน มาตรา 53”

⁴¹ พระราชบัญญัติเทศบาล พ.ศ. 2496 มาตรา 53 “ภายใต้บังคับแห่งกฎหมาย เทศบาลเมืองมีหน้าที่ต้องทำในเขตเทศบาล ดังต่อไปนี้ (1) กิจการตามที่ระบุไว้ใน มาตรา 50”

⁴² เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับพระราชบัญญัติ ระเบียบบริหารราชการกรุงเทพมหานคร พ.ศ.2528 หมวดที่ 5 ว่าด้วยอำนาจหน้าที่ของกรุงเทพมหานคร มาตรา 89 (8) จะเห็นว่า ได้มีการระบุโดยชัดแจ้งให้การขนส่ง เป็นหนึ่งในกิจการที่กรุงเทพมหานครสามารถดำเนินการได้ เมื่อเทียบกับพระราชบัญญัติเทศบาล

อย่างไรก็ตาม ในมาตรา 50(9) ได้กำหนดว่า หน้าที่ของเทศบาลอาจเป็นไปโดยกฎหมายอื่นได้⁴³ ซึ่งกฎหมายที่มีการกำหนดอำนาจและหน้าที่ของเทศบาลเพิ่มเติมในที่นี้คือ พระราชบัญญัติกำหนดแผนและขั้นตอนการกระจายอำนาจให้แก่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น⁴⁴ พ.ศ. 2542 ในหมวดที่ 2 ว่าด้วยการกำหนดอำนาจและหน้าที่ในการจัดระบบการบริการสาธารณะ ซึ่งมาตรา 16 ระบุว่า “ให้เทศบาล เมืองพัทยา และองค์การบริหารส่วนตำบลมีอำนาจและ หน้าที่ในการจัดระบบการบริการสาธารณะเพื่อประโยชน์ของประชาชนในท้องถิ่นของตนเองดังนี้ (26) การขนส่งและการวิศวกรรมจราจร”

• เทศพาณิชย์

หากเทศบาลนครนครราชสีมา ประสงค์ดำเนินโครงการที่เกี่ยวกับการจัดทำบริการสาธารณะเกี่ยวกับการให้บริการขนส่ง โดยรถโดยสารไฟฟ้าย่อมสามารถกระทำได้นอกจากนี้ อำนาจของเทศบาลนคร ยังปรากฏอยู่ในมาตรา 57 แห่งพระราชบัญญัติเทศบาล อีกด้วยว่า เทศบาลนครอาจจัดทำกิจการอื่น ๆ ตามมาตรา 54⁴⁵ ได้ โดยในการดำเนินกิจการให้บริการขนส่งในที่นี้ อาจเข้ากรณีตามอนุมาตรา 12 ประกอบมาตรา 66(4) ที่ถือเป็นการจัดทำกิจการเทศพาณิชย์ที่เทศบาลนครนครราชสีมาสามารถดำเนินการเพื่อหารายได้ ซึ่งจะต้องดำเนินการให้เป็นไปตามมาตรา 61 ด้วย คือ ให้มีการตราเป็นเทศบัญญัติกำหนดรายละเอียดในการทำกิจการดังกล่าว แต่คำถามที่เกิดขึ้น คือ ณ ปัจจุบัน ไม่ได้มีการกำหนดเพิ่มเติมว่า กิจการเกี่ยวกับการเทศพาณิชย์ หมายถึงกิจการใดบ้าง ในประเด็นนี้เอง คณะกรรมการกฤษฎีกา (กรมการร่างกฎหมายกองที่ 6) ได้เคยให้ความเห็นเกี่ยวกับการดำเนินการพาณิชย์ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นไว้⁴⁶ ซึ่งสรุปได้ว่า กฎหมายยังไม่ได้กำหนดความหมายของคำว่า “การพาณิชย์” ไว้เป็นพิเศษจึงต้องตีความตามความหมายธรรมดา คือ หมายถึงการลงทุนเพื่อแสวงหากำไรโดยทั่ว ๆ ไป และยังได้ให้ความเห็นต่อไปว่า แม้กฎหมายกำหนดให้สามารถดำเนินการพาณิชย์ได้ แต่กิจการดังกล่าวก็ต้องตกอยู่ภายใต้วัตถุประสงค์และอำนาจหน้าที่ตามที่กฎหมายจัดตั้งและกฎหมายอื่นกำหนดไว้ด้วย ดังนั้น เมื่อลักษณะของโครงการเป็นการดำเนินโครงการภายใต้กรอบอำนาจที่พระราชบัญญัติเทศบาลและพระราชบัญญัติกำหนดแผนและขั้นตอนการกระจายอำนาจให้แก่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ในการจัดทำบริการสาธารณะเพื่อให้บริการประชาชนในท้องถิ่น เทศบาลนครนครราชสีมาจึงมีอำนาจในการให้บริการเกี่ยวกับสถานีขนส่งและประกอบธุรกิจสถานีขนส่งในฐานะเป็นกิจการเทศพาณิชย์ตามมาตรา 54(12) ประกอบมาตรา 57 แห่งพระราชบัญญัติเทศบาล พ.ศ. 2496

ทั้งนี้ ได้เคยมีการตราเทศบัญญัติ เพื่อรองรับการประกอบกิจการเทศพาณิชย์สถานีขนส่งผู้โดยสาร ของเทศบาลตำบลขามเฒ่า ขึ้นในปี พ.ศ. 2557⁴⁷ โดยในหมวด 1 ว่าด้วยข้อความทั่วไป ในข้อ 6 และข้อ 7 ได้ระบุถึงวัตถุประสงค์และอำนาจหน้าที่ไว้ว่า เทศบาลสามารถดำเนินการจัดสร้าง จัดให้มี ดูแลบำรุงรักษาสถานีขนส่ง บริหารจัดการ ควบคุมการให้บริการ และประกอบธุรกิจสถานีขนส่งได้⁴⁸ ซึ่งเป็นกรณีศึกษาที่ใช้พิจารณาได้ว่า การดำเนินกิจการด้านขนส่งมวลชนสาธารณะนั้นถือเป็นการพาณิชย์ ตามนัยแห่งมาตรา 54(12) แห่งพระราชบัญญัติเทศบาล

ดังนั้น เทศบาลนครนครราชสีมา จึงอาจดำเนินการจัดทำโครงการได้ตามแนวทางดังกล่าว โดยให้ตราเป็นเทศบัญญัติ ตามมาตรา 61 เพื่อขออนุมัติจากสภาเทศบาลต่อไป อย่างไรก็ตาม เนื่องจากการประกอบกิจการเกี่ยวกับการให้บริการขนส่งในที่นี้ ปกติแล้ว

⁴³ พระราชบัญญัติเทศบาล พ.ศ. 2496 มาตรา 50 (9) “หน้าที่อื่นตามที่กฎหมายบัญญัติให้เป็นหน้าที่ของเทศบาล”

⁴⁴ หากพิจารณาเพิ่มเติม จะเห็นว่าในมาตรา 50(9) ของพระราชบัญญัติเทศบาล ได้ถูกเพิ่มเข้ามาภายหลัง ในการแก้ไขครั้งที่ 10 และหลังจากนั้น ก็ได้มีการตราพระราชบัญญัติการกระจายอำนาจ ให้แก่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น พ.ศ. 2542 ขึ้นมาในวันที่ 11 พฤศจิกายน พ.ศ. 2542 ซึ่งอาจถือได้ว่าเป็นการตราขึ้นเพื่อรองรับมาตรา 50 (9) แห่งพระราชบัญญัติเทศบาลดังกล่าวเพื่อให้เทศบาลสามารถมีอำนาจและหน้าที่ที่นอกเหนือจากที่กำหนดไว้ในพระราชบัญญัติเทศบาลได้ โปรดดู ข้อขอหารือเกี่ยวกับโครงการก่อสร้างสะพานน้ำของเทศบาล ตำบลพังโคน อำเภอพังโคน จังหวัดสกลนคร. สืบค้น 12 กันยายน 2565. จาก <http://nongmaiphai.go.th/fileupload/627267.pdf>. หน้า 2

⁴⁵ พระราชบัญญัติเทศบาล มาตรา 54 “ภายใต้บังคับแห่งกฎหมาย เทศบาลเมืองอาจจัดทำกิจการใด ๆ ในเขตเทศบาล ดังต่อไปนี้ (12) เทศพาณิชย์”

⁴⁶ โปรดดู บันทึกสำนักงานคณะกรรมการกฤษฎีกา เรื่องเสร็จที่ 74/2553 เทียบเคียงกับกรณีบริษัท สยามราชนาณี คอร์ปอเรชั่น จำกัดได้เสนอโครงการจัดตั้งสถานีบริการก๊าซธรรมชาติ (NGV) ให้องค์การบริหารส่วนจังหวัดขอนแก่นลงทุนจัดตั้งและบริหารจัดการในเชิงพาณิชย์ฯ และ รายงานการประชุม คณะกรรมการพิจารณา ร่างกฎหมายของกระทรวงมหาดไทย คณะที่ 1 ครั้งที่ 33/2559 เรื่อง ข้อขอหารือแนวทางปฏิบัติเกี่ยวกับการอนุญาตให้เอกชนติดตั้งปั๊มโซลาร์เซลล์ในเขตเทศบาลนครอุบลราชธานี

⁴⁷ โปรดดู เทศบัญญัติเทศบาลตำบลขามเฒ่า เรื่อง การประกอบกิจการเทศพาณิชย์สถานีขนส่งผู้โดยสารเทศบาลตำบลขามเฒ่า พ.ศ. 2557

⁴⁸ เทศบัญญัติเทศบาลตำบลขามเฒ่า เรื่อง การประกอบกิจการเทศพาณิชย์สถานีขนส่งผู้โดยสารเทศบาลตำบลขามเฒ่า พ.ศ. 2557 ข้อที่ 6

เป็นกิจการที่อยู่ภายใต้ความรับผิดชอบของกรมการขนส่ง ซึ่งเป็นหน่วยงานหลักที่มีหน้าที่ควบคุมเส้นทางคมนาคมทั่วประเทศ ตามพระราชบัญญัติการขนส่งทางบก พ.ศ. 2522 ด้วยเหตุนี้เอง เทศบาลนครนครราชสีมา จึงต้องรับโอนภารกิจจากกรมการขนส่งทางบกก่อนริเริ่มโครงการ ทั้งนี้ เป็นไปตามพระราชบัญญัติกำหนดแผนและขั้นตอนกระจายอำนาจฯ มาตรา 30 (1)⁴⁹

นอกจากนี้ มีประเด็นที่ต้องพิจารณาต่อไปอีกว่า ปัจจุบัน ได้มีประกาศองค์การบริหารส่วนจังหวัดนครราชสีมา เรื่อง โครงสร้างและการจัดองค์กรในการดำเนินงาน สรุปอำนาจหน้าที่สำคัญ วิธีการดำเนินงาน และสถานที่ติดต่อเพื่อรับข้อมูลข่าวสารขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนครราชสีมา พ.ศ. 2560⁵⁰ ที่ออกตามความในพระราชบัญญัติการกระจายอำนาจฯ ได้กำหนดให้อำนาจองค์การบริหารส่วนจังหวัดนครราชสีมา ในการดำเนินกิจการในลักษณะเป็นการพาณิชย์ได้ รวมถึงกำหนดหน้าที่การจัดระบบบริการสาธารณะเพื่อประโยชน์ของประชาชนในท้องถิ่นในส่วนของจัดการและดูแลสถานีขนส่งทั้งทางบกและทางน้ำ การพาณิชย์ การส่งเสริมการลงทุน รวมถึงการทำการไม่ว่าจะดำเนินการเองหรือร่วมกับบุคคลอื่นหรือสหการ ซึ่งอาจทำให้เกิดข้อพิจารณาว่า อำนาจในการประกอบกิจการการขนส่งโดยรถโดยสารไฟฟ้าในที่นี้ ควรตกอยู่ภายใต้อำนาจของหน่วยงานใด เพราะประกาศดังกล่าว เป็นเหมือนการวางกรอบเกณฑ์ที่ชัดเจนว่าให้เป็นอำนาจขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนครราชสีมา ดังนั้น จึงเห็นควรให้เทศบาลนครราชสีมาทำการหารือร่วมกับองค์การบริหารส่วนจังหวัดนครราชสีมา เพื่อเป็นการทำความเข้าใจร่วมกันก่อนที่จะดำเนินการจัดทำโครงการ

- **ข้อพิจารณาเรื่องการค้าแข่ง ตามรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พ.ศ.2560**

มาตรา 75 วรรคสองของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย บัญญัติว่า “รัฐต้องไม่ประกอบกิจการที่มีลักษณะเป็นการแข่งขันกับเอกชน เว้นแต่กรณีที่มีความจำเป็น เพื่อประโยชน์ในการรักษาความมั่นคงของรัฐ การรักษามลประโยชน์ส่วนรวม การจัดทำมีสาธารณูปโภค หรือการจัดทำบริการสาธารณะ” เลยเกิดประเด็นที่ว่า การก่อสร้าง การจัดทำมีสถานีขนส่ง เพื่อให้บริการขนส่งโดยสารไฟฟ้า (E-Bus) จะถือเป็นการค้าแข่งตามรัฐธรรมนูญ ซึ่งต้องห้ามไม่ให้เทศบาลดำเนินการดังกล่าวหรือไม่

“บริการสาธารณะ” ได้กำหนดความหมายไว้ว่า กิจการอันจำเป็นและเป็นประโยชน์ต่อประชาชนเป็นส่วนรวมที่รัฐหรือองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นจัดทำขึ้นเพื่อบริการแก่ประชาชน เช่น กิจการสาธารณูปโภค กิจการขนส่งคนโดยสาร⁵¹ ก่อปรกักับการประกอบกิจการขนส่งฯ โดยเทศบาลนครนครราชสีมา มีอำนาจตามกฎหมายในการประกอบเทศพาณิชย์ ซึ่งในกรณีนี้ คือ การให้บริการขนส่งและสถานีขนส่งซึ่งเป็นการจัดทำบริการสาธารณะและสาธารณูปโภคที่จำเป็นเพื่ออำนวยความสะดวกให้กับประชาชนในเทศบาลนครนครราชสีมา สอดคล้องกับแนวคิดด้านความยั่งยืนและการเปลี่ยนผ่านทางพลังงานไปสู่เมืองคาร์บอนต่ำ ทั้งการประกอบกิจการดังกล่าวไม่ได้ตัดทางเลือกการเดินทางอื่นของประชาชนแต่อย่างใด ทำให้เทศบาลฯ สามารถประกอบกิจการดังกล่าวแข่งขันกับเอกชนได้กรณีจึงเข้าข้อยกเว้นตามมาตรา 75 วรรคสอง⁵²

⁴⁹ พระราชบัญญัติกำหนดแผนและขั้นตอนกระจายอำนาจให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น พ.ศ.2542 มาตรา 31 “แผนการกระจายอำนาจให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ให้ดำเนินการดังนี้ (1) ให้ดำเนินการถ่ายโอนภารกิจในการให้บริการสาธารณะที่รัฐดำเนินการอยู่ในวันที่พระราชบัญญัตินี้ใช้บังคับแก่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นภายในกำหนดเวลา ดังนี้ (ก) ภารกิจที่เป็นการค้าขายหรือการให้บริการระหว่างรัฐและองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น หรือภารกิจที่รัฐจัดให้บริการในเขตขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นให้ดำเนินการให้เสร็จสิ้นภายในสี่ปี

⁵⁰ โปรดดู ประกาศองค์การบริหารส่วนจังหวัดนครราชสีมา เรื่อง โครงสร้างและการจัดองค์กรในการดำเนินงาน สรุปอำนาจหน้าที่สำคัญ วิธีการดำเนินงาน และสถานที่ติดต่อเพื่อรับข้อมูลข่าวสารขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนครราชสีมา พ.ศ. 2560 ข้อที่ 3

⁵¹ ราชบัณฑิตยสถาน. พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2554. กรุงเทพฯ : นานมีบุ๊คส์พับลิเคชันส์, 2556.

⁵² คำพิพากษาหมายเลขแดงที่ อ.1568/2559

(2) รูปแบบความร่วมมือระหว่างเทศบาลกับเอกชน

เทศบาลนครนครราชสีมาสามารถดำเนินโครงการการให้บริการขนส่งมวลชน โดยรถโดยสารสาธารณะไฟฟ้า (E-Bus) โดยมีทางเลือกรูปแบบเพื่อจัดทำโครงการได้ทั้งหมด 3 รูปแบบ⁵³ คือ รูปแบบที่ 1 การดำเนินการเอง ซึ่งเทศบาลนครนครราชสีมามีอำนาจในการดำเนินกิจการดังกล่าวในฐานะกิจการเทศาภิบาลได้ ตามมาตรา 54 (12) ประกอบกับมาตรา 57 แห่งพระราชบัญญัติเทศบาล พ.ศ. 2496 หากเทศบาลนครนครราชสีมาต้องการสร้างความร่วมมือกับเอกชนเพื่อให้เอกชนสนับสนุนการดำเนินโครงการฯ เทศบาลมีทางเลือกอีกสองทาง ได้แก่รูปแบบที่ 2 การจัดซื้อจัดจ้างพัสดุภาครัฐ และรูปแบบที่ 3 การจัดตั้งบริษัทหรือถือหุ้นในบริษัทจำกัด

- **จัดซื้อจัดจ้างพัสดุภาครัฐ**

เทศบาลนครนครราชสีมาสามารถว่าจ้างให้มีการเดินรถและก่อสร้างสถานีโดยเอกชน ด้วยวิธีการจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐ (Public procurement) ซึ่งจะอยู่ภายใต้บังคับของพระราชบัญญัติการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ พ.ศ.2560 ระเบียบกระทรวงการคลังว่าด้วยการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ พ.ศ.2560 ฯลฯ โดยจะเป็นในรูปแบบของการทำสัญญาต่างตอบแทน ซึ่งรัฐจะเป็นผู้ออกในส่วนของค่าใช้จ่าย แลกกับผลสำเร็จของงานจากเอกชน คล้ายกับสัญญาจ้างทำของ

อย่างไรก็ตาม หากเลือกใช้วิธีการดังกล่าว เอกชนไม่ต้องร่วมรับความเสี่ยงกับหน่วยงานของรัฐแต่อย่างใด อาทิ การขาดทุนจากการประกอบกิจการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการลงทุนในโครงการขนาดใหญ่ อาจต้องพิจารณาในส่วนของงบประมาณที่จะใช้ดำเนินการโครงการประกอบด้วย เพราะในส่วนของโครงการดำเนินการเองและการว่าจ้างให้เอกชนเดินรถและก่อสร้างสถานีนี้ ภาครัฐต้องลงทุนและรับความเสี่ยงด้วยตนเอง

- **จัดตั้งบริษัทหรือถือหุ้นในบริษัทจำกัด**

เทศบาลนครนครราชสีมาอาจเลือกใช้วิธีขออนุมัติจัดตั้งบริษัทจำกัดร่วมกับบุคคลอื่นเพื่อดำเนินการได้ ตามมาตรา 57 ตรี⁵⁴ แห่งพระราชบัญญัติเทศบาล โดยให้กำหนดวัตถุประสงค์ในการจัดตั้งว่าเป็นการทำกิจการค้าขายอันเป็นสาธารณูปโภค และเทศบาลต้องถือหุ้นเกินกว่าร้อยละห้าสิบของทุนที่บริษัทจดทะเบียน เพื่อขออนุมัติจากรัฐมนตรีว่าการกระทรวงมหาดไทย

ในการดำเนินการดังกล่าว เทศบาลนครนครราชสีมาจะไม่สามารถจดทะเบียนจัดตั้งบริษัทจำกัดขึ้นมาเองได้แต่จะต้องดำเนินการก่อตั้งร่วมกับบุคคล นิติบุคคล หรือองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นอื่น ในเรื่องนี้เอง เคยมีกรณีศึกษาของเทศบาลนครขอนแก่น ดำเนินการขออนุมัติจัดตั้งบริษัทจำกัดของเทศบาลนครขอนแก่นเพื่อบริหารจัดการระบบขนส่งมวลชนแบบรถโดยสารส่วนบุคคลพิเศษ ซึ่งถือเป็นเทศาภิบาลด้านขนส่งมวลชนสาธารณะ (กิจการรถด่วนสาธารณะและโครงสร้างพื้นฐานด้านคมนาคมขนส่ง) ปรากฏในรายงานการประชุมเรื่อง ตอบข้อหารือโดยคณะกรรมการเฉพาะกิจเพื่อพัฒนาการจัดเก็บรายได้ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น⁵⁵

(3) ข้อสังเกตเรื่องการทำโครงการร่วมลงทุนในรูปแบบของ Public-Private Partnership (PPP)

การร่วมลงทุน (Public Private Partnership: PPP) ซึ่งถูกจำแนกรูปแบบออกได้เป็น 2 รูปแบบ คือรูปแบบที่หนึ่งได้แก่ “Gross Cost (Availability - Fee)” คือ รูปแบบการลงทุนที่รัฐรับความเสี่ยงด้านจำนวนผู้ใช้บริการเอง⁵⁶ โดยรัฐจะเป็นผู้เก็บค่าบริการทั้งหมด โดยว่าจ้างให้เอกชนเป็นผู้ดำเนินการเดินรถและการซ่อมบำรุง ส่วนเอกชนยังคงได้รับค่าจ้างในการให้บริการตามที่ตกลง (Fixed Payment)

⁵³ พัฒน์พงษ์ แพนพัฒนา (2559). การประกอบกิจการพาณิชย์ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น: *Commercial Ventures in Local Administrative Organizations*. วารสารบริหารท้องถิ่น ปีที่ 9 ฉบับที่ 2. ขอนแก่น: วิทยาลัยการปกครองท้องถิ่น มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

⁵⁴ พระราชบัญญัติเทศบาล พ.ศ. 2496 มาตรา 57 ตรี

⁵⁵ โปรดดู รายงานการประชุม คณะอนุกรรมการเฉพาะกิจเพื่อการพัฒนาจัดเก็บรายได้ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ครั้งที่ 3/2559. เข้าถึง 17 กันยายน 2565 จาก <http://www.oic.go.th/FILEWEB/CABINFOCENTEROPM/DRAWER01/GENERAL/DATA0004/00004892.PDF>

⁵⁶ สำนักงานประมาณของรัฐสภา (2559). *การวิเคราะห์การร่วมลงทุนระหว่างภาครัฐและภาคเอกชน (Public Private Partnership : PPP)* (รายงานวิชาการ) ฉบับที่ 3/2559 . กรุงเทพฯ: สำนักการพิมพ์ สำนักงานเลขาธิการสภาผู้แทนราษฎร.

หากการบริการนั้นเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด แต่ผลตอบแทนที่เอกชนได้รับในนี้จะเป็นคนละส่วนกับค่าโดยสาร⁵⁷ และรูปแบบที่สอง Net Cost (User - Fee) คือ รูปแบบการลงทุนที่ให้เอกชน ดำเนินการเก็บค่าบริการเองโดยรัฐจะกำหนดผลตอบแทนของเอกชนไว้ ซึ่งครอบคลุมทั้งต้นทุนและการดำเนินงานของเอกชน โดยเอกชนจะต้องแบ่งรายได้ให้แก่รัฐ และในขณะเดียวกันหากเอกชนมีผลขาดทุน รัฐต้องมีมาตรการจ่ายเงินชดเชย (Subsidy) ให้แก่เอกชนด้วย⁵⁸

สำหรับโครงการพัฒนาระบบขนส่งมวลชนในเทศบาลนครนครราชสีมา (E-Bus System) นั้นมีความเป็นไปได้ที่จะอาศัยรูปแบบการลงทุนแบบ Net Cost (User-Fee) โดยมอบหมายภารกิจในเรื่องการให้บริการสถานีขนส่งและการขนส่งมวลชนแก่เอกชนในการดำเนินการและกำหนดให้เอกชนเป็นผู้ลงทุน ซึ่งเอกชนมีสิทธิในการเรียกเก็บค่าบริการจากผู้โดยสารและผู้ใช้บริการได้ และให้หน้าที่ในส่วนของการจัดหาที่ดินที่จำเป็นอยู่ในความรับผิดชอบของหน่วยงานรัฐ เพราะรูปแบบการลงทุนแบบ PPP Net Cost จะช่วยโอนความเสี่ยงต่าง ๆ (Project Risk) ไปยังเอกชนได้ โดยให้คู่สัญญาตกลงเรื่องการแบ่งรายได้ของโครงการระหว่างกัน รวมถึงให้เอกชนโอนกรรมสิทธิ์ในทรัพย์สินของโครงการให้กับหน่วยงาน โดยมีทั้งการโอนกรรมสิทธิ์ให้แก่หน่วยงานรัฐทันที เมื่อเอกชนดำเนินการก่อสร้างเสร็จสิ้นก่อนเริ่มให้บริการ (Build Transfer Operation: BTO) และการโอนกรรมสิทธิ์ให้หน่วยงานรัฐภายหลังจากดำเนินโครงการเสร็จสิ้นตามสัญญา (Build Operate Transfer: BOT)⁵⁹

เนื่องจากโครงการนี้เป็นโครงการเกี่ยวกับการจัดทำบริการสาธารณะและโครงสร้างพื้นฐาน (infrastructure) เกี่ยวกับการคมนาคม เพื่อขนส่งผู้โดยสารตามมาตรา 7(1)⁶⁰ ก็จะต้องปฏิบัติตามกระบวนการจัดทำโครงการในเชิงรายละเอียดให้ครบถ้วนตามที่กฎหมายกำหนดไว้ด้วย ดังนั้น ในส่วนของวิธีการคัดเลือกเอกชน ให้ใช้วิธีการเปิดประมูลตามหลักเกณฑ์และวิธีการที่กำหนดไว้ในพระราชบัญญัติการร่วมลงทุนระหว่างรัฐและเอกชน พ.ศ. 2562 ในหมวดที่ 2 ว่าด้วยการคัดเลือกเอกชน เพื่อประเมินถึงคุณสมบัติของผู้ที่จะเข้าร่วมลงทุน ว่าจะสามารถปฏิบัติงานได้จริง และมีความสามารถทั้งในด้านเทคนิคและเงินทุนที่เพียงพอ ซึ่งในกรณีนี้ ให้หน่วยงานมีหน้าที่ในการเผยแพร่เกณฑ์การคัดเลือกโดยการทำหนังสือเชิญเข้าประกวดราคา (Request for Proposal: RFP) ประกอบกับเอกสารกำหนดขอบเขตและรายละเอียดของโครงการ (Terms of Reference: TOR) ผู้สาธารณะ

อย่างไรก็ตาม มีข้อสงสัยประการหนึ่งว่า แม้เทศบาลนครนครราชสีมาจะมีอำนาจในการดำเนินโครงการพัฒนาระบบขนส่งมวลชนดังกล่าวได้ ตามที่อธิบายไว้ในส่วนของข้อที่ 2.1.1 ว่าด้วยอำนาจในการจัดทำโครงการ แต่ในเรื่องของการร่วมลงทุนในลักษณะของ PPP นั้น จะต้องปฏิบัติตามหลักเกณฑ์การพิจารณาตาม มาตรา 22 แห่งพระราชบัญญัติกระจายอำนาจฯ ที่บัญญัติว่า “องค์ประกอบของส่วนท้องถิ่นอาจมอบให้เอกชนดำเนินการตามอำนาจ และหน้าที่แทนได้ ทั้งนี้ ตามหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขที่กำหนดในกฎกระทรวง” ซึ่งแสดงถึงการรับรองอำนาจให้แก่เทศบาลนครนครราชสีมา ว่าอาจจะสามารถดำเนินการจัดทำโครงการพัฒนาระบบขนส่งมวลชนในเทศบาลนครนครราชสีมา (E-Bus System) ในรูปแบบการร่วมลงทุนระหว่างรัฐและเอกชน (PPP) ได้ อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบัน ยังไม่มีการตรากฎกระทรวงที่ออกโดยความตามมาตรา 22 ดังกล่าว จึงทำให้เทศบาลนครนครราชสีมา ไม่มีอำนาจในการดำเนินการจัดทำโครงการร่วมกับเอกชนด้วยรูปแบบการร่วมลงทุนระหว่างรัฐและเอกชน (PPP)⁶¹

เมื่อเทศบาลนครนครราชสีมาไม่มีอำนาจดำเนินการร่วมลงทุนกับเอกชนในรูปแบบ PPP ตามพระราชบัญญัติร่วมลงทุนระหว่างรัฐและเอกชน พ.ศ. 2562 และปรากฏว่ามีความจำเป็นที่จะต้องดำเนินโครงการในรูปแบบ PPP ก็อาจให้หน่วยงานรัฐอื่น

⁵⁷กระทรวงการคลังและกระทรวงคมนาคม. (Framework for Public private participation: แนวทางให้เอกชนร่วมดำเนินการ การทดสอบความสนใจภาคเอกชนในการลงทุน โครงการรถไฟฟ้าความเร็วสูง. สืบค้น 14 กันยายน 2565, จาก http://edoc.mrta.co.th/HRD/Attach/1434937345_1.pdf

⁵⁸ เรื่องเดียวกัน

⁵⁹ เรื่องเดียวกัน

⁶⁰พระราชบัญญัติ การร่วมลงทุนระหว่างรัฐและเอกชน มาตรา 7(1) “หน่วยงานเจ้าของโครงการที่จะจัดทำโครงการร่วมลงทุนในกิจการเกี่ยวกับโครงสร้าง พื้นฐานและบริการสาธารณะดังต่อไปนี้ ต้องปฏิบัติตามพระราชบัญญัตินี้ (1) ถนน ทางหลวง ทางพิเศษ การขนส่งทางถนน

⁶¹ โปรดดู รายงานการประชุมคณะกรรมการพิจารณาร่างกฎหมายของกระทรวงมหาดไทย ครั้งที่ 14/2559.. สืบค้น 11 กันยายน 2565, จาก http://www.law.moi.go.th/pdf/1_2559_12_23_14a.pdf

ที่มีอำนาจในการร่วมลงทุนในรูปแบบดังกล่าว เข้ามาดำเนินการกิจแทน ซึ่งในที่นี้คือ องค์การบริหารส่วนจังหวัดนครราชสีมา (Nakornrachasima Provincial Administrative Organization)

ตามพระราชบัญญัติองค์การบริหารส่วนจังหวัด พ.ศ. 2540 มาตรา 45 เป็นกฎหมายที่กำหนดถึงอำนาจหน้าที่ขององค์การบริหารส่วนจังหวัด (อบจ.) ในการดำเนินการภายในเขตอำนาจ ซึ่งในอนุมาตรา 9 เองก็ได้กำหนดให้ อบจ.นครราชสีมา สามารถจัดทำกิจการอื่นใดตามที่กำหนดไว้ในพระราชบัญญัตินี้ หรือกฎหมายอื่น⁶² ซึ่ง “กฎหมายอื่น” ในที่นี้ หมายถึง พระราชบัญญัติกำหนดแผนและขั้นตอนการกระจายอำนาจให้แก่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น พ.ศ. 2542 เช่นเดียวกับในกรณีของเทศบาล แต่การวางกรอบอำนาจและหน้าที่ในการจัดทำบริการสาธารณะในด้านการขนส่งของ อบจ. นั้น จะเป็นไปตามความในมาตรา 17 ซึ่งบัญญัติว่า “ภายใต้บังคับมาตรา 17 ให้องค์การบริหารส่วนจังหวัดมีอำนาจและหน้าที่ในการจัดระบบบริการสาธารณะ เพื่อประโยชน์ของประชาชนในท้องถิ่นของตนเอง ดังนี้

(13) การจัดการและดูแลสถานีขนส่งทั้งทางบกและทางน้ำ

(21) การขนส่งมวลชนและการวิศวกรรมจราจร”

(26) การให้บริการแก่เอกชน ส่วนราชการ หน่วยงานของรัฐ รัฐวิสาหกิจ หรือองค์การปกครองส่วนท้องถิ่น⁶³

จะเห็นได้ว่า จากมาตรา 17 (13) (21) (26) ได้วางกรอบอำนาจให้ อบจ.นครราชสีมา สามารถดำเนินการเกี่ยวกับการจัดทำบริการสาธารณะในโครงการพัฒนาระบบขนส่งมวลชนได้ และภายใต้อนุมาตรา 15 ซึ่งบัญญัติว่า “การพาณิชย์การส่งเสริมการลงทุน และการทำกิจการไม่ว่าจะดำเนินการเองหรือร่วมกับบุคคลอื่นหรือจากสหการ” ก็ได้รับรองอำนาจของ อบจ. ให้สามารถดำเนินการร่วมทุนกับเอกชน (PPP) ไว้อย่างชัดเจน โดยไม่ต้องอาศัยอำนาจจากกฎกระทรวงอย่างเช่นในกรณีของเทศบาล อย่างไรก็ตาม เทศบาลนครนครราชสีมายังสามารถจัดทำผังเมืองรวมหรือผังเมืองเฉพาะ ประกอบกิจการสถานีขนส่ง และประกอบกิจการขนส่งได้ เพียงแต่เทศบาลนครนครราชสีมาไม่มีอำนาจในการร่วมลงทุนกับเอกชน (PPP) เท่านั้น

หากจะให้การดำเนินโครงการพัฒนาระบบขนส่งมวลชนในเทศบาลนครนครราชสีมา (E-Bus System) นั้น อยู่ในรูปแบบของการร่วมลงทุนระหว่างรัฐและเอกชน) โครงการนี้ย่อมถือเป็นการจัดทำบริการสาธารณะและโครงสร้างพื้นฐาน ที่ตกอยู่ภายใต้กรอบของมาตรา 7 แห่งพระราชบัญญัติการร่วมลงทุนระหว่างรัฐและเอกชน พ.ศ. 2562 แล้ว ก็จะต้องดำเนินการขออนุญาตจัดทำโครงการให้เป็นไปตามพระราชบัญญัตินี้ดังกล่าวด้วย ดังนั้น ในเรื่องของการกำหนดงบประมาณในการจัดทำโครงการนั้น จึงเป็นส่วนที่มีความสำคัญ เพราะหากเป็นกรณีที่โครงการนั้น มีมูลค่าต่ำกว่าห้าพันล้านบาท ย่อมเป็นไปตามมาตรา 9 แห่งพระราชบัญญัติการร่วมลงทุนฯ ซึ่งได้วางหลักเกณฑ์ในการพิจารณางบประมาณในการทำโครงการที่มีมูลค่าต่ำกว่าห้าพันล้านบาท ว่าจะต้องดำเนินการตามหลักเกณฑ์และประกาศของคณะกรรมการนโยบายที่กำหนด⁶⁴ โดยไม่ต้องปฏิบัติตามหลักเกณฑ์ตามพระราชบัญญัติการร่วมลงทุนฯ พ.ศ. 2562 เว้นเสียแต่ หากคณะกรรมการนโยบาย เห็นว่าโครงการร่วมลงทุนที่มีมูลค่าต่ำกว่าที่กำหนดดังกล่าว มีความสำคัญหรือสอดคล้องกับแผนการจัดทำโครงการร่วมลงทุนตามมาตรา 12 ของพระราชบัญญัติการร่วมลงทุนฯ พ.ศ. 2562 ก็อาจให้การดำเนินโครงการร่วมลงทุนตามพระราชบัญญัติการร่วมลงทุนฯ ต่อไป⁶⁵ โดยการพิจารณาความสำคัญของโครงการในที่นี้ จะเป็นไปตามประกาศสำนักงานคณะกรรมการนโยบายรัฐวิสาหกิจ เรื่อง หลักเกณฑ์การพิจารณาความสำคัญของโครงการร่วมลงทุนที่มีมูลค่าตั้งแต่หนึ่งพันล้านบาทขึ้นไป แต่มีมูลค่าต่ำกว่าห้าพันล้านบาท พ.ศ. 2564

⁶² พระราชบัญญัติองค์การบริหารส่วนจังหวัด พ.ศ. 2540 มาตรา 45 “องค์การบริหารส่วนจังหวัดมีอำนาจหน้าที่ดำเนินการภายในเขต องค์การบริหารส่วนจังหวัด ดังต่อไปนี้ (9) จัดทำกิจการอื่นใดตามที่กำหนดไว้ในพระราชบัญญัตินี้หรือกฎหมายอื่น กำหนดให้เป็นอำนาจหน้าที่ขององค์การบริหารส่วนจังหวัด

⁶³ ประกอบพระราชบัญญัติกำหนดแผนและขั้นตอนการกระจายอำนาจให้แก่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น พ.ศ. 2542, มาตรา 48

⁶⁴ โปรดดู ประกาศคณะกรรมการนโยบายการร่วมลงทุนระหว่างรัฐและเอกชน เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการดำเนินการโครงการร่วมลงทุนที่มีมูลค่าต่ำกว่าที่กำหนดใน มาตรา 9 แห่งพระราชบัญญัติการร่วมลงทุนระหว่างรัฐและเอกชน พ.ศ. 2562 พ.ศ. 2563

⁶⁵ พระราชบัญญัติการร่วมลงทุนระหว่างรัฐและเอกชน พ.ศ. 2562 มาตรา 9 วรรคสอง “หากคณะกรรมการเห็นว่าโครงการร่วมลงทุนตามวรรคหนึ่ง เป็นโครงการร่วมลงทุนที่มีความสำคัญ หรือสอดคล้องกับแผนการจัดทำโครงการร่วมลงทุนตามมาตรา 12 คณะกรรมการจะกำหนดให้หน่วยงาน เจ้าของโครงการดำเนินการตามหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขที่กำหนดไว้ในพระราชบัญญัตินี้ก็ได้”

ดังนั้น จากข้อเสนอการใช้งบลงทุนที่ระบุไว้ว่า ในการดำเนินโครงการจะใช้งบประมาณไม่เกิน 3.58 พันล้านบาท โดยคิดเฉพาะค่าก่อสร้างทางและป้ายหยุดรถโดยสารนั้น เห็นว่าควรจะต้องพิจารณาถึงวิธีการคำนวณมูลค่าของโครงการร่วมลงทุนตามที่กฎหมายวางกรอบไว้ประกอบด้วย เพื่อให้การคำนวณมูลค่าโครงการนั้นเป็นไปอย่างถูกต้อง ครบถ้วน ไม่มีส่วนใดตกหล่น และทำให้สามารถจำแนกได้ว่า ท้ายที่สุด โครงการพัฒนาระบบขนส่งมวลชนในเทศบาลนครนครราชสีมา (E-Bus System) จะต้องดำเนินการจัดทำโครงการภายใต้กฎหมายฉบับใด ซึ่งตามประกาศคณะกรรมการนโยบายการร่วมลงทุนระหว่างรัฐและเอกชนเรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการคำนวณมูลค่าของโครงการร่วมลงทุน พ.ศ.2562 ข้อที่ 6⁶⁶ ได้วางหลักเกณฑ์การคำนวณมูลค่าของโครงการร่วมลงทุน โดยให้คำนวณเงินลงทุนและทรัพย์สินของภาครัฐและของเอกชนทั้งทรัพย์สินที่มีรูปร่าง (Tangible Asset) และไม่มีรูปร่าง (Intangible Asset) มาใช้ในการคำนวณอย่างรอบด้าน

4.4.2.2 การสนับสนุนผู้ประกอบการและผู้ให้บริการ

(1) การพัฒนาระบบตั๋วร่วมรองรับโครงข่ายระบบ E-Bus (หลายสาย) และการเชื่อมต่อกับ Feeder (รถสองแถว)

ระบบตั๋วร่วม (Common Ticketing System) ได้ถูกอนุมัติหลักการเป็นครั้งแรกโดยมติคณะรัฐมนตรีในวันที่ 3 พฤษภาคม พ.ศ. 2554 โดยให้สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.) เป็นผู้ดำเนินการบริหารจัดการ ศึกษาโครงการและพัฒนาระบบตั๋วร่วม ตามมติคณะรัฐมนตรี⁶⁷ และเป็นผู้กำกับดูแล (Regulator) สำนักงานโครงการบริหารจัดการระบบตั๋วร่วม (สตร.) (Common Ticket Office: CTO) ให้มีหน้าที่จัดทำแผนงาน เพื่อให้สามารถนำระบบตั๋วร่วมมาใช้บังคับกับภาคขนส่ง (Transit) รวมถึงการใช้ร่วมกับนอกภาคการขนส่ง (Non-transit)⁶⁸ เพื่อให้สามารถดำเนินงานตามแผนงานดังกล่าวได้

ปัจจุบันได้มี กฎหมายที่รองรับระบบตั๋วร่วม⁶⁹ ได้แก่ ระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรีว่าด้วยการบริหารจัดการระบบตั๋วร่วม พ.ศ. 2563⁷⁰ ซึ่งถูกนำมาใช้เพื่อบูรณาการ ขนส่งสาธารณะทุกรูปแบบให้สามารถชำระค่าบริการ ค่าธรรมเนียม ค่าโดยสารร่วมกันได้ โดยกำหนดให้มีคณะกรรมการขึ้นมาหนึ่งชุด เรียกว่า คณะกรรมการนโยบายระบบตั๋วร่วม (คตต.)⁷¹ เป็นผู้ดำเนินการในเชิงบริหารให้แก่ สนข. แต่จะเห็นได้ว่า โดยตัวระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรีดังกล่าว เป็นเพียงการวางกรอบแนวทางของหน่วยงาน สนข. ในฐานะหน่วยงานรัฐผู้ออกนโยบาย (Policy Maker) เท่านั้น ไม่ได้มีการกล่าวในเชิงรายละเอียดเชิงลึก ถึงการดำเนินการทำระบบตั๋วร่วม ในกรณีนี้ จึงอาจเลือกใช้วิธีกำหนดคุณสมบัติของรถโดยสารที่จะนำมาใช้ในโครงการและกำหนดหน้าที่ในการเชื่อมต่อกับผู้ให้บริการขนส่งมวลชนประเภทอื่น (Feeder) เช่น ผู้ให้บริการรถสองแถว โดยอาจกำหนดให้เอกชนต้องดำเนินการทำบันทึกข้อตกลงความร่วมมือ (Memorandum of Understanding: MOU)⁷² เพื่อพัฒนาระบบจัดเก็บค่าโดยสารร่วมกันให้มีความเป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น ในเอกสารกำหนดขอบเขตและรายละเอียดของโครงการ (Terms of Reference: TOR) ซึ่งจะเป็นส่วนหนึ่งของหนังสือเชิญเข้าประกวดราคา (Request for Proposal: RFP) ต่อไป แต่ในส่วนนี้เอง ย่อมถือเป็นส่วนหนึ่งของ “ต้นทุน” ในการดำเนินการของเอกชนเช่นกัน

⁶⁶ โปรดดู ประกาศคณะกรรมการนโยบายการร่วมลงทุนระหว่างรัฐและเอกชนเรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการคำนวณมูลค่าของโครงการร่วมลงทุน พ.ศ.2562 ข้อ 6

⁶⁷ สำนักวิชาการ สำนักงานเลขาธิการผู้แทนราษฎร. ระบบตั๋วร่วม (Common ticketing system) ของประเทศไทย (ตอนที่ 1) . สืบค้น 12 กันยายน 2565, จาก https://www.parliament.go.th/ewtadmin/ewt/parliament_parcy/ewt_dl_link.php?nid=45247&filename=index

⁶⁸ PRD กรมประชาสัมพันธ์. (2560) ระบบตั๋วร่วม. สืบค้น 12 กันยายน 2565 . จาก <https://www.youtube.com/watch?v=86KSQAoGphM>

⁶⁹ “ระบบตั๋วร่วม” มีวัตถุประสงค์ เพื่อใช้สำหรับการเดินทางของประชาชนในภาคขนส่งให้สามารถเชื่อมต่อการเดินทางในระบบขนส่งสาธารณะ เช่น รถไฟฟ้า รถไฟ รถไฟฟ้าใต้ดิน รถโดยสารสาธารณะ ทางด่วน เรือโดยสาร โดยใช้ตั๋วโดยสารหรือบัตรโดยสารเพียงใบเดียว

⁷⁰ โปรดดู ระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรี ว่าด้วยการบริหารจัดการระบบตั๋วร่วม พ.ศ. 2563. ในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 137 ตอนพิเศษ 277 วันที่ 26 พฤศจิกายน 2563

⁷¹ ระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรี ว่าด้วยการบริหารจัดการระบบตั๋วร่วม พ.ศ. 2563 มาตรา 7

⁷² เทียบเคียงกรณีการทำข้อตกลงร่วมกันพัฒนาระบบตั๋วร่วมระหว่าง สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.) กรุงเทพมหานคร การรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย (รฟม.) บริษัท ทางด่วนและรถไฟฟ้ากรุงเทพ จำกัด (มหาชน) และบริษัท ระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพ จำกัด (มหาชน) โปรดดู Choochart Muangkhai. (2564). “ระบบตั๋วร่วม” ทางออกของค่าโดยสารรถไฟฟ้าแพง. สืบค้น 14 กันยายน 2565, จาก prop2morrow.com/2021/02/12/ระบบตั๋วร่วม-ทางออกของค่าโดยสารรถไฟฟ้าแพง/

(2) การประเมินอัตราค่าโดยสารที่เหมาะสมซึ่งทำให้ผู้ประกอบการสามารถดำเนินกิจการได้

เทศบาลนครนครราชสีมาสามารถเก็บค่าบริการสถานีขนส่งให้เก็บไว้ใช้จ่ายในอัตราร้อยละ 75 ส่วนที่เหลือให้นำส่งคลังเป็นรายได้แผ่นดิน⁷³ ตามระเบียบกรมการขนส่งทางบกว่าด้วยการรับจ่ายเงินค่าบริการสถานีขนส่งผู้โดยสาร พ.ศ. 2564 “ค่าบริการสถานีขนส่งผู้โดยสาร” หมายความว่า บรรดาเงินรายรับที่เกิดจากการดำเนินกิจการสถานีขนส่งผู้โดยสาร ได้แก่

- (1) เงินรายรับค่าบริการใช้สถานีขนส่งผู้โดยสาร
- (2) เงินส่วนลดจากการใช้โทรศัพท์สาธารณะ
- (3) เงินรายรับจากการจัดให้มีบริการห้องสุขา
- (4) เงินรายรับจากการจัดให้มีบริการจำหน่ายสินค้าเบ็ดเตล็ดและเครื่องดื่ม
- (5) เงินรายรับจากการจัดให้มีบริการรับฝากสิ่งของ
- (6) เงินรายรับจากการจัดให้มีรถรับจ้าง
- (7) เงินรายรับค่าบริการจอดรถรับจ้าง
- (8) เงินรายรับค่าบริการรถเข็นขนสัมภาระสิ่งของ
- (9) เงินรายได้อื่นๆ ซึ่งต้องขอตกลงกับกระทรวงการคลังเป็นกรณีๆ ไป⁷⁴

อำนาจในการกำหนดอัตราค่าโดยสารที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินกิจการขนส่งทางบกในระดับจังหวัด จะเป็นไปตามพระราชบัญญัติการขนส่งทางบก พ.ศ. 2522 มาตรา 20 (6)⁷⁵ ซึ่งเป็นของคณะกรรมการควบคุมการขนส่งทางบกประจำจังหวัด และมาตรา 31(7) นายทะเบียน โดยการอนุมัติของคณะกรรมการ เป็นผู้กำหนดเงื่อนไขดังกล่าว เอกชนผู้ให้บริการ รถโดยสาร (E-Bus) ต้องประเมินค่าโดยสารที่เหมาะสมภายใต้เงื่อนไขข้างต้นและดำเนินการจัดให้มีประกาศเกี่ยวกับเงื่อนไขการคิดอัตราค่าบริการด้วย

กรณีมีข้อสังเกตว่าคณะกรรมการควบคุมการขนส่งทางบกอาจพิจารณากำหนดอัตราค่าบริการสถานีขนส่งให้สอดคล้องกับต้นทุนและการลงทุนของสถานีซึ่งให้บริการรถโดยสารไฟฟ้าได้

นอกจากนี้ ในการกำหนดอัตราค่าโดยสาร ยังเป็นอำนาจของคณะกรรมการควบคุมการขนส่งทางบกกลางด้วยเช่นกัน ซึ่งเป็นไปตามมาตรา 19 (6) (7)⁷⁶ของพระราชบัญญัติการขนส่งทางบกฯ ซึ่งคณะกรรมการควบคุมการขนส่งทางบกประจำจังหวัด อาจรับเอาประกาศการกำหนดอัตราค่าโดยสารจากส่วนกลางมาใช้เป็นแนวทางในการกำหนดอัตราค่าโดยสารหรือค่าบริการในการดำเนินกิจการได้เช่นกัน⁷⁷

⁷³ ระเบียบกรมการขนส่งทางบกว่าด้วยการรับจ่ายเงินค่าบริการสถานีขนส่งผู้โดยสาร พ.ศ. 2564, ข้อ 5.

⁷⁴ เพิ่งอ้าง, ข้อ 4.

⁷⁵ พระราชบัญญัติการขนส่งทางบก พ.ศ. 2522 มาตรา 20 “ให้คณะกรรมการควบคุมการขนส่งทางบกประจำจังหวัดมีอำนาจและหน้าที่ภายในเขตจังหวัด ดังต่อไปนี้ (4) กำหนดอัตราค่าขนส่งและค่าบริการอย่างอื่นในการขนส่ง

⁷⁶ พระราชบัญญัติการขนส่งทางบก พ.ศ. 2522 มาตรา 19 “ให้คณะกรรมการควบคุมการขนส่งทางบกกลางมีอำนาจและหน้าที่ ดังต่อไปนี้” (6) กำหนดอัตราค่าขนส่งและค่าบริการอย่างอื่นในการขนส่ง และ (7) กำหนดอัตราค่าบริการในการดำเนินการของสถานีขนส่ง

⁷⁷ กรมการขนส่งทางบก. (2565). คณะกรรมการควบคุมการขนส่งทางบกกลาง มีมติให้ปรับเพิ่มอัตราค่าโดยสารรถประจำทาง หมวด 2 และหมวด 3 กิโลเมตรละ 5 สตางค์. สืบค้น 14 กันยายน 2565. จาก https://www.dlt.go.th/Public-news/view.php?_did=3155

(3) รายได้จากจัดการพื้นที่ทั้งในและรอบสถานี เพื่อหารายได้เสริมจากค่าโฆษณาและการให้เช่าพื้นที่เพื่อการพาณิชย์

ตามที่ได้กล่าวในหัวข้อ 2.2.2 “ค่าบริการสถานีขนส่ง” เป็นสิ่งที่เทศบาลนครราชสีมาไม่อาจกำหนดขึ้นได้เองหากแต่จะต้องเป็นไปโดยสอดคล้องกับระเบียบกรมการขนส่งทางบกว่าด้วยการรับจ่ายเงินค่าบริการสถานีขนส่งผู้โดยสาร พ.ศ. 2564 และมีสิทธิเรียกเก็บตามอัตราที่คณะกรรมการควบคุมการขนส่งทางบกกำหนด

อย่างไรก็ตาม โครงการฯ อาจมีรายได้จากการจัดการพื้นที่ทั้งในและรอบสถานี เพื่อหารายได้เสริมจากค่าโฆษณาและการให้เช่าพื้นที่เพื่อการพาณิชย์ซึ่งมีใช้ส่วนหนึ่งของ “ค่าบริการสถานีขนส่งผู้โดยสาร” หมายความว่า บรรดาเงินรายรับที่เกิดจากการดำเนินกิจการสถานีขนส่งผู้โดยสารตามข้อ 4 ของระเบียบกรมการขนส่งทางบกว่าด้วยการรับจ่ายเงินค่าบริการสถานีขนส่งผู้โดยสาร พ.ศ. 2564 ได้รายได้ในส่วนนี้จึงไม่ตกอยู่ในบังคับของระเบียบกรมการขนส่งทางบกว่าด้วยการรับจ่ายเงินค่าบริการสถานีขนส่งผู้โดยสาร พ.ศ. 2564 และอัตราค่าบริการสถานีขนส่งที่คณะกรรมการควบคุมการขนส่งทางบกกำหนด

4.4.2.3 การกำหนดอัตราค่าโดยสารและการสร้างแรงจูงใจให้ผู้เดินทาง

(1) ประเมินอัตราค่าโดยสารที่เหมาะสมและสร้างแรงจูงใจให้เกิดการใช้รถโดยสารไฟฟ้า (E-Bus)

คณะกรรมการควบคุมการขนส่งทางบกประเมินความสามารถในการจ่ายค่าขนส่งสาธารณะของกลุ่มเป้าหมายว่าคิดเป็นร้อยละเท่าไรของรายได้ส่วนบุคคล และนำมาพิจารณาประกอบกับเพดานค่าโดยสารที่คณะกรรมการควบคุมการขนส่งทางบกกลางว่าค่าโดยสารประมาณเท่าใดจึงจะเหมาะสม เพื่อจัดทำโครงสร้างค่าโดยสารรูปแบบที่เหมาะสม เช่น (1) Flat-Rate ที่เป็นราคาเดียวตลอดทางในกรณีที่ระบบมีพื้นที่ไม่กว้างนัก (2) Distance-based Fare ที่เป็นราคาจะเปลี่ยนแปลงไปตามระยะทางที่เพิ่มขึ้น หากระบบมีขนาดปานกลาง และ (3) Zonal Fare ราคาเปลี่ยนแปลงไปตามเขตที่เดินทางผ่านในกรณีที่ระบบมีความซับซ้อนสูง

การสร้างแรงจูงใจอาจทำได้ด้วยการจัดทำโปรโมชั่น หรือส่วนลดค่าโดยสาร เปรียบเทียบกับกรณีรถไฟฟ้าส่วนต่อขยายจากสถานีคูตไปยังสถานีหมอซิดในช่วงนำร่องทดลองเดินรถ โดยองค์การบริหารส่วนจังหวัดเป็นผู้แบกรับค่าโดยสารในขั้นต้นก่อน และเมื่อทราบจำนวนผู้โดยสารที่คงที่จนสามารถคิดค่าเฉลี่ยต่อเที่ยวได้แล้วอาจจัดทำบัตรรายเดือน หรือจัดทำบัตรโดยสารที่ตกลงร่วมกับผู้ประกอบการขนส่งใกล้เคียงกับพื้นที่รอบโครงการโดยใช้ระบบโครงข่ายที่คิดเงินค่าโดยสารแบบบูรณาการ

(2) นโยบายและงบประมาณสนับสนุนค่าโดยสารสำหรับกลุ่มเปราะบาง (เด็ก ผู้สูงอายุ และคนพิการ)

คณะกรรมการควบคุมการขนส่งทางบกกลางสามารถกำหนดปรับปรุงอัตราค่าโดยสารตามมาตรา 19(6) แห่งพระราชบัญญัติการขนส่งทางบก พ.ศ. 2522 ได้ โดยระบุไว้ในใบอนุญาตประกอบการขนส่งประจำทาง ทำให้สามารถตั้งเงื่อนไขสำหรับการยกเว้นหรือลดหย่อนค่าโดยสารหรือค่าธรรมเนียมให้กับบุคคลบางประเภทได้ เช่น คนพิการ ผู้ติดตามคนพิการ นักเรียน เด็กที่มีความสูงไม่เกิน 130 เซนติเมตร เป็นต้น

นอกจากนี้แล้ว เด็ก เยาวชน คนชรา ผู้ยากไร้ ผู้พิการ หรือทุพพลภาพเป็น “ผู้รับบริการสวัสดิการสังคม” ตามพระราชบัญญัติส่งเสริมการจัดสวัสดิการสังคม พ.ศ. 2546 ซึ่งมีสิทธิเข้าถึงระบบการจัดบริการทางสังคมซึ่งเกี่ยวกับการป้องกัน การแก้ไขปัญหาการพัฒนา และการส่งเสริมความมั่นคงทางสังคม เพื่อตอบสนองความจำเป็นขั้นพื้นฐานของประชาชน ให้มีคุณภาพชีวิตที่ดีและพึ่งตนเองได้อย่างทั่วถึง เหมาะสมเป็นธรรม และให้เป็นไปตามมาตรฐาน ซึ่งรวมถึงด้านบริการทางสังคมทั่วไปด้วย

ตามกฎหมายนี้กำหนดให้มีการจัดตั้ง “กองทุนส่งเสริมการจัดสวัสดิการสังคม” เพื่อเป็นทุนใช้จ่ายในการส่งเสริมการจัดสวัสดิการสังคมตามพระราชบัญญัตินี้ ซึ่งกองทุนประกอบด้วยเงินทุนประเดิมที่รัฐบาลจัดสรรให้ เงินที่ได้รับจากงบประมาณรายจ่ายประจำปี เงินหรือทรัพย์สินที่มีผู้บริจาคหรือมอบให้ เงินอุดหนุนจากต่างประเทศหรือองค์การระหว่างประเทศ เงินหรือทรัพย์สินที่ตกเป็นของกองทุนหรือที่กองทุนได้รับตามกฎหมายหรือโดยนิติกรรมอื่น และดอกผลที่เกิดจากเงินหรือทรัพย์สินของกองทุน โดยผู้มีสิทธิขอใช้

เงินกองทุนในระบบ ได้แก่ หน่วยงานของรัฐที่ดำเนินงานด้านการจัดสวัสดิการสังคม (รวมถึงองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น) องค์กรสาธารณประโยชน์ และองค์กรสวัสดิการชุมชน สามารถยื่นเสนอโครงการต่อสำนักงานพัฒนาสังคมและความมั่นคงของมนุษย์จังหวัดได้โดยตรง จากนั้นจึงจะส่งเรื่องต่อไปยังสำนักงานปลัดกระทรวงการพัฒนาสังคมและความมั่นคงของมนุษย์เพื่อเสนอคณะอนุกรรมการและคณะกรรมการบริหารกองทุน

4.4.3 มิติด้านการมีส่วนร่วม

มิติด้านการมีส่วนร่วมเป็นการวิเคราะห์ถึงบทบาทของกฎหมายในการควบคุมกำกับคุณภาพบริการ มาตรฐานความปลอดภัย ทั้งของตัวสถานีขนส่งและรถโดยสารที่ใช้ในการให้บริการ การคุ้มครองสุขภาพและป้องกันโรคติดต่อในการออกแบบ สถานีขนส่งและการให้บริการของรถโดยสาร



4.4.3.1 แบบแปลนและรายละเอียดของสถานีขนส่งผู้โดยสาร

เทศบาลนครนครราชสีมา (หรือบริษัทที่จัดตั้งขึ้นเพื่อดำเนินโครงการฯ) ต้องจัดให้มีสถานีขนส่งผู้โดยสารที่จะต้องก่อสร้างอาคารและสิ่งปลูกสร้าง ตามแบบแปลนและรายละเอียดของกรมการขนส่งทางบก หรือตามที่กรมการขนส่งทางบกให้ความเห็นชอบ และจัดให้มีอุปกรณ์ที่จำเป็นและดำเนินการดังต่อไปนี้

- (1) ก่อสร้างอาคารสถานีและสิ่งปลูกสร้างตามแบบ
- (2) ก่อสร้างลานคอนกรีตเสริมเหล็ก หนาไม่น้อยกว่า 20 เซนติเมตร ตามแบบ
- (3) ก่อสร้างท่อระบายน้ำ ระบบระบายน้ำ ภายในบริเวณสถานีและเชื่อมต่อกับภายนอก ตามแบบ
- (4) จัดให้มีกระแสไฟฟ้าโดยปักเสาพาดสาย รวมทั้งติดตั้งอุปกรณ์หม้อแปลงมาตรวัด ในบริเวณสถานีและอาคารสิ่งปลูกสร้าง
- (5) จัดให้มีน้ำใช้บริโภคและใช้งานสถานี โดยต่อและวางท่อน้ำประปาไปยังสถานีอาคารสิ่งปลูกสร้างตามแบบให้ใช้กันได้ดี ในกรณีไม่มีน้ำประปาจะต้องเจาะน้ำบาดาลรวมทั้งจัดและติดตั้งอุปกรณ์ให้สามารถจ่ายน้ำได้
- (6) ก่อสร้างทางเชื่อมเข้าและออกสถานีเป็นชนิดคอนกรีตสำเร็จหนาไม่น้อยกว่า 20 เซนติเมตร ตามแบบ
- (7) จัดให้มีเก้าอี้สำหรับผู้โดยสารตามแบบและจำนวน ตามที่กรมการขนส่งทางบกเห็นชอบ
- (8) จัดทำแผ่นป้ายชื่อสถานีและเสาธง ตามแบบ
- (9) จัดให้มีเครื่องขยายเสียงพร้อมอุปกรณ์ตามความเหมาะสม
- (10) จัดให้มีของเบ็ดเตล็ด เช่น ถังทิ้งขยะ เครื่องดับเพลิง ป้ายบอกเส้นทางรถโดยสารประจำทางฯลฯ ตามความจำเป็น
- (11) ปลูกหญ้า ต้นไม้ ฯลฯรวมทั้งจัดบริเวณ ตามผัง
- (12) จัดให้มีห้องทำงานเจ้าหน้าที่
- (13) ก่อสร้างหรือจัดให้มีสิ่งอื่นตามที่กรมการขนส่งทางบกเห็นชอบ⁷⁸

⁷⁸ กรมการขนส่งทางบก, หลักเกณฑ์และเงื่อนไขในการขอจัดให้มีสถานีขนส่งผู้โดยสาร <<https://www.dlt.go.th/site/ptb/m-download/8262/>> หน้า 2.

4.4.3.2 การออกแบบเพื่อคนทั้งมวล (Universal Design)

นอกจากแบบแปลนและรายละเอียดของสถานีขนส่งผู้โดยสารตามที่กล่าวในหัวข้อ 3.1 แล้ว เทศบาลนครนครราชสีมา (หรือบริษัทที่จัดตั้งขึ้นเพื่อดำเนินโครงการฯ) ต้องคำนึงถึงการออกแบบเพื่อคนทั้งมวล (Universal Design) เพื่ออำนวยความสะดวกสบายและความปลอดภัยของผู้ใช้ เนื่องจากโครงสร้างอาคารประกอบด้วยบันไดสำหรับขึ้นลง ลิฟต์ และทางลาด และมีลานชานชาลา (ตามแนวทางการออกแบบสถาปัตยกรรม) โดยมีกฎหมายที่เกี่ยวข้องคือ

(1) กฎกระทรวงกำหนดสิ่งอำนวยความสะดวกในอาคารสำหรับผู้พิการหรือทุพพลภาพ และคนชรา พ.ศ. 2548 (กระทรวงมหาดไทย)

อาคารสำหรับรองรับการให้บริการระบบขนส่งสาธารณะในโครงการนี้เข้าข่ายเป็นอาคารให้บริการสาธารณะตามข้อ 3(1) ซึ่งต้องจัดให้มีสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับผู้พิการหรือทุพพลภาพและคนชรา คือ ป้ายแสดงสิ่งอำนวยความสะดวก ทางลาดและลิฟต์ บันได ที่จอดรถ ทางเข้าอาคาร ทางเดินระหว่างอาคาร ทางเชื่อมระหว่างอาคาร ประตู ห้องลิฟต์ และพื้นผิวต่างสัมผัส ซึ่งทั้งหมดนี้ต้องดูรายละเอียดเฉพาะเจาะจงตามกฎหมายกระทรวงข้างต้น

(2) กฎกระทรวงกำหนดลักษณะหรือการจัดให้มีอุปกรณ์สิ่งอำนวยความสะดวกหรือบริการในอาคารสถานที่ยานพาหนะ และบริการขนส่งเพื่อให้คนพิการสามารถเข้าถึงและใช้ประโยชน์ได้ พ.ศ. 2556 (กระทรวงคมนาคม)

ตามข้อ 4 และข้อ 5 รถขนส่งประจำทางตามกฎหมายว่าด้วยการขนส่งทางบกจะต้องมีประตูรถสำหรับคนพิการ อุปกรณ์นำพาคนพิการหรืออุปกรณ์สำหรับเก็บรถเข็นคนพิการ ทางลาด พื้นสำหรับจอดรถเข็นคนพิการ ป้ายแสดงอุปกรณ์หรือสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับคนพิการ เป็นต้น โดยลักษณะให้เป็นไปตามที่บัญญัติท้ายกฎกระทรวงนี้กำหนด

นอกจากนี้ ตามข้อ 11 สถานีขนส่งผู้โดยสารต้องจัดให้มีอุปกรณ์ สิ่งอำนวยความสะดวก หรือบริการเพื่อคนพิการสามารถเข้าถึงและใช้ประโยชน์ได้อย่างหนึ่งอย่างใด เช่น ประตูสำหรับคนพิการ ที่นั่งสำหรับคนพิการหรือพื้นที่สำหรับจอดรถเข็นสำหรับคนพิการ ทางลาด บันไดและราวจับสำหรับคนพิการ พื้นผิวต่างสัมผัสสำหรับคนพิการทางการเห็น ช่องขายตั๋วโดยสารและช่องเก็บตั๋วสำหรับคนพิการ อุปกรณ์นำพาคนพิการหรือรถเข็นคนพิการขึ้นลงจากรถ ห้องน้ำสำหรับคนพิการ ลิฟต์สำหรับคนพิการ การประกาศเตือนภัยสำหรับคนพิการทางการเห็น การได้ยิน หรือการสื่อความหมาย เป็นต้น โดยลักษณะให้เป็นไปตามที่บัญญัติท้ายกฎกระทรวงนี้กำหนด

4.4.3.3 มาตรฐานคุณภาพบริการของสถานีขนส่ง

ผู้ประกอบการสถานีขนส่งมีหน้าที่จัดการให้บริการข้อมูลเกี่ยวกับการเดินทางให้ผู้โดยสารและอำนวยความสะดวก เพื่อสร้างความพึงพอใจและความปลอดภัยขณะที่อยู่ในบริเวณสถานีขนส่ง ซึ่งจะเป็นแนวทางในการให้บริการแก่ผู้โดยสารในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการเดินทางโดยแบ่งออกเป็น 3 หัวข้อ ดังนี้ 1) การบริหารจัดการพื้นที่จำหน่ายตั๋วโดยสาร 2) การบริหารจัดการการประชาสัมพันธ์และบริการข้อมูลการเดินทางและ 3) การจัดที่นั่งรอสำหรับผู้โดยสาร⁷⁹

ผู้ให้บริการสถานีขนส่งต้องดำเนินการให้เป็นไปตามประกาศกรมการขนส่งทางบก ฉบับที่ 41 (พ.ศ. 2523) เรื่อง ห้ามผู้ใดเข้าไปขายของในบริเวณสถานีขนส่งผู้โดยสาร ประกาศนี้ห้ามไม่ให้ผู้ใดนอกจากแผงลอยหรือซุ้มที่ทางราชการอนุญาตให้เข้าไว้แล้ว ทั้งนี้ เพื่อไม่ให้เกิดความไม่เป็นระเบียบเรียบร้อย เป็นที่รำคาญแก่ผู้โดยสารและประชาชนทั่วไปที่ใช้บริการสถานีขนส่งผู้โดยสาร ประกอบหนังสือที่ คค 0304/ว.14/2523 เรื่อง การรักษาความปลอดภัยบริเวณสถานีขนส่งผู้โดยสาร ที่ประสงค์ให้นายสถานีขนส่งต้องกวดขันและเอาใจใส่เกี่ยวกับความปลอดภัยของประชาชนผู้มาใช้บริการขนส่งเป็นกรณีพิเศษ เพื่อไม่ให้มีบุคคลเข้าไปอาศัยเป็นสถานที่หากินเลี้ยงชีพโดยไม่ชอบ

นอกจากนี้แล้วหนังสือที่ คค 0306/ว.13 เรื่อง การจัดให้มีบริการจำหน่ายสินค้าและการจัดให้มีบริการห้องสุขาในสถานีขนส่งผู้โดยสารกำหนดให้ต้องดำเนินการโดยการประกวดราคาและทำสัญญาจัดให้มีบริการดังกล่าว โดยในสัญญาจัดให้มีบริการจำหน่ายสินค้า

⁷⁹ มาตรฐานสถานีขนส่งทางบก (จัดทำโดยกรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น) หน้า 69.

ในอาคารสถานีส่งผู้โดยสาร และสัญญาจัดให้มีบริการห้องสุขาในอาคารสถานีส่งผู้โดยสารสามารถกำหนดเงื่อนไขการรักษาคุณภาพหรือมาตรฐานของบริการทั้งสองประการได้

4.4.3.4 มาตรฐานคุณภาพบริการของรถโดยสาร

ผู้ให้บริการขนส่งต้องปฏิบัติตามกฎกระทรวงความปลอดภัยในการขนส่ง พ.ศ. 2558 กฎกระทรวงกำหนดความปลอดภัยในการรับจ้างบรรทุกคนโดยสาร พ.ศ. 2555 และกฎกระทรวงกำหนดความปลอดภัยและความสงบเรียบร้อยที่ผู้โดยสารต้องปฏิบัติในระหว่างการเดินทาง พ.ศ. 2557

อย่างไรก็ตาม ตามพระราชบัญญัติการขนส่งทางบก พ.ศ. 2522 มาตรา 31(10) นายทะเบียนกำหนดมาตรฐานบริการในการประกอบการขนส่งตอนออกไปอนุญาต โดยอนุมัติของคณะกรรมการ นอกจากนี้แล้วอาจปฏิบัติตามกฎกระทรวง ความปลอดภัยในการขนส่ง พ.ศ. 2558 หรือกรมขนส่งทางบกอาจออกระบบมาตรฐานคุณภาพของการขนส่งด้วยรถ E-Bus ได้ทำนองเดียวกับการทำมาตรฐานคุณภาพบริการขนส่งด้วยรถบรรทุก (Q-Mark)

4.4.3.5 มาตรฐานคุณภาพของการอัดประจุไฟฟ้า

สำหรับสถานีอัดประจุไฟฟ้าอาจพิจารณาประกอบมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับบริษัทจ่ายไฟยานยนต์ไฟฟ้าเพื่ออัดประจุไฟฟ้าประเภทบ้านอยู่อาศัย อาคารชุด อาคารสำนักงาน และลักษณะคล้ายกัน (ที่ไม่มีจุดมุ่งหมายในการให้บริการอัดประจุไฟฟ้าสำหรับประชาชนทั่วไป) โดยสำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน (สำนักงาน กกพ.) รวมทั้งมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) มาตรฐานเต้าเสียบและเต้ารับของยานยนต์ไฟฟ้า⁸⁰ มาตรฐานของระบบและอุปกรณ์การประจุไฟฟ้า และมาตรฐานเกี่ยวกับด้านความปลอดภัยของแบตเตอรี่ของยานยนต์ไฟฟ้า⁸¹

4.4.3.6 สุขภาพ สิ่งแวดล้อม และการควบคุมโรคติดต่อ

(1) การทำรายงานประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม

หากสถานีเข้าข่ายเป็น “อาคาร” ตามพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 มาตรา 4 และหากสถานีเข้าข่ายเป็นอาคารที่ใช้ประโยชน์ในการประกอบธุรกิจค้าปลีกหรือค้าส่ง หรือเป็นอาคารที่ใช้เป็นสำนักงานหรือที่ทำการของเอกชนก็จะเป็นโครงการที่ต้องจัดทำรายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม ตามประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดโครงการ กิจการหรือการดำเนินการ ซึ่งต้องจัดทำรายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม และหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขในการจัดทำรายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2562⁸² อย่างไรก็ตาม อาจต้องพิจารณาถึงแนวทางการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม ประเภทโครงการคมนาคมทางบก⁸³ ประกอบด้วย

(2) ผลกระทบจากการก่อสร้าง

หากสถานีส่งมีความสูงตั้งแต่ 10 เมตรขึ้นไป ต้องปฏิบัติตามมาตรการป้องกันฝุ่นละออง ตามกฎกระทรวง ฉบับที่ 67 (พ.ศ. 2563) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 ในขั้นตอนการก่อสร้าง โดยการก่อสร้างต้องระมัดระวังไม่ก่อให้เกิดเสียง ความสั่นสะเทือน ฝุ่นละออง เขม่า เถ้า หรือกรณีอื่นใดที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพผู้อยู่อาศัยในบริเวณใกล้เคียงหรือผู้ที่ต้องประสบกับเหตุนั้น

⁸⁰ มอก. 2749 เล่ม 1-2559 เล่ม 2-2559 และเล่ม 3-2559

⁸¹ มอก. 62840 เล่ม 1-2563 และมอก. 62840 เล่ม 2-2563

⁸² สำนักวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (มกราคม 2558). *แนวทางการจัดทำรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม โครงการด้านอาคาร การจัดสรรที่ดิน และบริการชุมชน.*

⁸³ สำนักวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (ม.ป.ป.). *แนวทางการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม ประเภทโครงการคมนาคมทางบก.*

ทั้งนี้ ตามมาตรา 25 แห่งพระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ. 2535 ทั้งหมดนี้ถือว่าเป็นมลพิษตามพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 ด้วย

(3) การสาธารณสุขและการควบคุมโรคติดต่อ

ตามพระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ. 2535 มาตรา 25 เทศบาลนครนครราชสีมา (หรือบริษัทที่จัดตั้งขึ้นเพื่อดำเนินโครงการฯ) ต้องระมัดระวังไม่ให้พื้นที่สำหรับให้บริการรถ E-Bus ของตนมีเหตุที่ก่อให้เกิดความเดือดร้อนรำคาญแก่ผู้อยู่อาศัยในบริเวณใกล้เคียง ไม่ว่าเรื่องแหล่งน้ำ ทางระบายน้ำ ส้วม การทิ้งสิ่งได้ก็ตามที่อาจเกิดกลิ่นเหม็นหรือน่าจะเป็นที่เพาะพันธุ์พาหะนำโรค หรืออาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

การควบคุมโรคติดต่อให้ติดตามมาตรการของคณะกรรมการโรคติดต่อแห่งชาติ เช่น ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง ชื่อและอาการสำคัญของโรคติดต่ออันตรายและคณะกรรมการควบคุมโรคติดต่อจังหวัด และอาจติดตามมาตรการจากกรมการขนส่งทางบก โดยเฉพาะ เช่น มาตรการควบคุมการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 สำหรับรถโดยสารสาธารณะทุกประเภท และตามพระราชบัญญัติการจราจรทางบก พ.ศ. 2522 มาตรา 85 รถบรรทุกคนโดยสารที่มีผู้โดยสารอยู่จะบรรทุกคนที่เป็นโรคติดต่อที่ต้องแจ้งตามกฎหมายโรคติดต่อไม่ได้

โดยสรุปแล้วเทศบาลนครนครราชสีมาสามารถดำเนินการตามกฎหมายอย่างไรเพื่อให้ “ได้มาซึ่งสิทธิ” ในการใช้ประโยชน์ที่ดินของเอกชนเพื่อดำเนินโครงการโดย (1) การเวนคืนหรือซื้อที่ดินซึ่งกรรมสิทธิ์ของที่ดินของเอกชนตามพระราชบัญญัติว่าด้วยการเวนคืนและการได้มาซึ่งอสังหาริมทรัพย์ พ.ศ. 2562 (2) การซื้อหรือเช่าที่ดินของเอกชนตามพระราชบัญญัติการจัดซื้อจัดจ้างพัสดุภาครัฐ พ.ศ. 2560 (3) การใช้สาธารณสมบัติของแผ่นดินตามระเบียบกระทรวงมหาดไทยว่าด้วยการดูแลรักษาและคุ้มครองป้องกันที่ดินอันเป็นสาธารณสมบัติของแผ่นดินสำหรับพลเมืองใช้ร่วมกัน พ.ศ. 2553 และประมวลกฎหมายที่ดิน (4) การขอใช้ที่ดินของรัฐซึ่งมิได้มีบุคคลใดมีสิทธิครอบครองและมีใช้สาธารณสมบัติของแผ่นดินอันราษฎรใช้ประโยชน์ร่วมกันตามประมวลกฎหมายที่ดิน และ (5) การใช้ที่ดินและวางรถไฟของการรถไฟแห่งประเทศไทยตามพระราชบัญญัติการรถไฟแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2494 ซึ่งแต่ละทางเลือกนั้นจะมีความเสี่ยงและความท้าทายที่แตกต่างกัน เช่น การใช้อำนาจเวนคืนอาจส่งผลให้โครงการถูกต่อต้านและส่งผลเสียต่อการยอมรับทางสังคม (Social Acceptance)) และใบอนุญาตทางสังคม (Social License to Operate) ในขณะที่การเจรจาสัญญาซื้อขายและเช่าไม่เท่ากับเอกชนหรือการรถไฟแห่งประเทศไทยนั้นก็มีความเป็นไปได้ที่จะไม่บรรลุผล ส่วนกรณีของการใช้สาธารณสมบัติของแผ่นดินนั้นมีความเสี่ยงที่ต้องประสานงานและตกอยู่ในการใช้ดุลพินิจของผู้มีอำนาจ ตามระเบียบกระทรวงมหาดไทยว่าด้วยการดูแลรักษาและคุ้มครองป้องกันที่ดินอันเป็นสาธารณสมบัติของแผ่นดินสำหรับพลเมืองใช้ร่วมกัน พ.ศ. 2553 และประมวลกฎหมายที่ดิน

บทที่ 5

บทสรุป

การจัดทำการศึกษาเชิงนโยบายนี้ครอบคลุมมิติด้านวิศวกรรมการขนส่ง การวิเคราะห์ด้านสิ่งแวดล้อม การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ และกฎหมาย ความเสมอภาคทางเพศและความครอบคลุมทางสังคม (Gender Equality and Social Inclusion, GESI) โดยใช้เครื่องมือต่างๆ ที่เกี่ยวข้องและได้รับการยอมรับในระดับสากล เช่น การสำรวจประชากรเชิงสังคม การจัดทำแบบจำลองทางวิศวกรรมขนส่งแบบจำลองด้านการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจก แบบจำลองด้านคุณภาพอากาศ การประเมินความเป็นไปได้ทางการเงินและเศรษฐศาสตร์อย่างเป็นขั้นตอนเพื่อให้ผลการศึกษาเป็นประโยชน์ต่อการวางแผนจราจรและขนส่งในระดับเทศบาลและจังหวัดและสะท้อนถึงความต้องการเดินทางของประชากรในพื้นที่ ปัจจัยกายภาพ และสมมติฐานที่สำคัญอื่น ๆ เช่น อัตราค่าโดยสาร การประมาณการผู้โดยสารตลอดอายุโครงการ

การศึกษาได้เสนอแนะเส้นทางการเดินทางรถขนส่งสาธารณะด้วยพลังงานไฟฟ้าและที่ตั้งของจุดจอดรถโดยสารที่เหมาะสมกับลักษณะการเดินทางและความต้องการของเมืองในบริเวณเทศบาลนครนครราชสีมา ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 5 เส้นทาง โดยกำหนดให้มีจุดจอดทั้งหมด 33 จุดจอด โดยมีจุดจอดร่วมของสายสีม่วงและส้มที่สถานีจอหอจำนวน 1 จุด และเพื่อให้ระบบมีผลกระทบต่อจราจรให้น้อยที่สุด จึงได้มีการยกระดับโครงสร้างเส้นทางบางช่วง โดยมีรายละเอียด ดังแสดงในรูปที่ 5-1 ซึ่งแบ่งเป็นจุดจอดยกระดับ 18 จุดจอด และจุดจอดระดับพื้นดิน 15 จุดจอด ดังนี้

- สายสีม่วง** มีทั้งหมด 17 จุดจอด เริ่มเดินทางจากโรงเรียนอุบลรัตน์ถึงแยกจอหอ

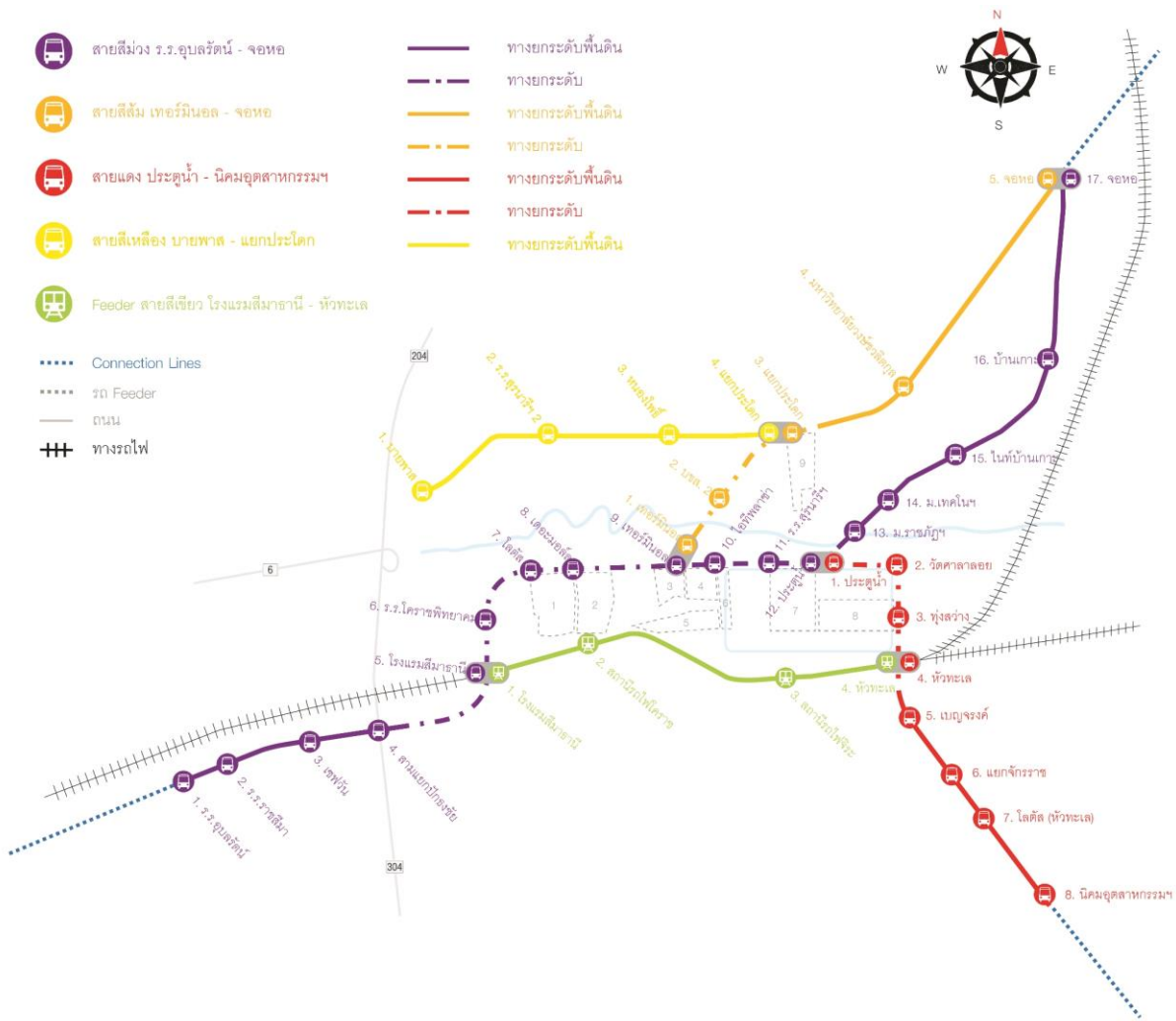
มีระยะทางระดับพื้นดิน 9.9 กิโลเมตร 9 จุดจอด และ มีระยะทางยกระดับ 7.5 กิโลเมตร 8 จุดจอด
- สายสีส้ม** มีทั้งหมด 5 จุดจอด ซึ่งเริ่มเดินทางจากเทอร์มินอล 21 โคโรนา ถึงแยกจอหอ

มีระยะทางระดับพื้นดิน 5.3 กิโลเมตร 2 จุดจอด และมีระยะทางยกระดับ 2.6 กิโลเมตร 3 จุดจอด
- สายสีแดง** มีทั้งหมด 8 จุดจอด ซึ่งเริ่มเดินทางจากแยกประตูน้ำ ถึงนิคมอุตสาหกรรมฯ

มีระยะทางระดับพื้นดิน 4.2 กิโลเมตร 4 จุดจอด และมีระยะทางยกระดับ 2.3 กิโลเมตร 4 จุดจอด
- สายสีเหลือง** มีทั้งหมด 4 จุดจอด ซึ่งเริ่มเดินทางจากแยกบายพาส ถึงแยกประตูโคก

มีระยะทางระดับพื้นดิน 5.3 กิโลเมตร 4 จุดจอด
- สายสีเขียว** มีหน้าที่เป็น Feeder มีทั้งหมด 4 จุดจอด เพื่อบรรเทาปัญหาการจราจรบริเวณถนนมุขมนตรีผ่านไปยังเทศบาลนครนครราชสีมาจนถึงบริเวณลานอนุสาวรีย์ท้าวสุรนารี โดยจะใช้เส้นทางรถไฟในการขนส่งผู้โดยสารจากบริเวณโรงแรมสยามธานีถึงสถานีหัวทะเล

เพื่อส่งเสริมการเดินทางมาয়ระบบการเดินทางโดยสารพลังงานไฟฟ้า 5 เส้นทางหลักนั้น ได้เสนอแนะให้รถสองแถวที่ทำหน้าที่เป็นระบบขนส่งสาธารณะรอง (Feeder) เพื่อให้สามารถรองรับความต้องการเดินทางของประชากรที่อาศัยทั้งในเขตเทศบาลนครนครราชสีมาและพื้นที่โดยรอบได้ นอกจากนี้การออกแบบระบบขนส่งมวลชน ยังคำนึงถึงหลักการออกแบบอารยสถาปัตย์เพื่อคนทั้งมวล (Universal Design) เพื่อให้ระบบการเดินทางโดยสารพลังงานไฟฟ้าสามารถบริการผู้โดยสารได้ทุก ๆ กลุ่ม รวมถึง สตรี เด็ก ผู้สูงอายุ และผู้พิการด้วย



รูปที่ 5-1 เส้นทางเดินรถและตำแหน่งที่ตั้งจุดจอดของเส้นทางเดินรถแต่ละสาย

โครงการฯ ได้คาดการณ์ปริมาณผู้โดยสารตลอดอายุการดำเนินโครงการ 20 ปี เท่ากับ 698 ล้านคน-เที่ยว หรือ 95,590 คน-เที่ยวต่อวัน เมื่อพิจารณาการเดินทาง 20 ปี แล้ว รายได้จากค่าโดยสารจะประมาณ 7,967 ล้านบาท โดยคิดอัตราค่าโดยสาร 15-25 บาท และเมื่อรายได้ทั้งหมดจะได้รับจากค่าเช่าพื้นที่ประกอบกิจการธุรกิจและค่าโฆษณาด้วยแล้ว รายได้ทั้งหมดจะเท่ากับ 9,497 ล้านบาท โดยมีต้นทุนในการลงทุนระบบเป็นมูลค่าปัจจุบัน รวม 3,732,100,000 บาท ซึ่งประกอบด้วย ค่าก่อสร้างสถานี เส้นทางเดินรถ การจัดซื้อรถโดยสารไฟฟ้า (E-Bus) สถานีชาร์จประจุ และค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับบุคลากร การบำรุงรักษาและซ่อมแซมระบบ และมีค่าใช้จ่ายรายปี (ค่าดำเนินงานของบุคลากร ค่าซ่อมบำรุงรถพลังงานไฟฟ้า ค่าอัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง และ ค่าดำเนินการสถานีอัดประจุไฟฟ้า) รวม 134,535,604 บาทต่อปี ทั้งนี้เมื่อคำนวณผลตอบแทนสุทธิของโครงการเป็นมูลค่าปัจจุบันด้วยอัตราลดทอน (Discount Rate) ที่ร้อยละ 7.5 โครงการจะมีมูลค่าปัจจุบันของรายได้สุทธิเท่ากับ 2,841 ล้านบาท

ในการศึกษาได้ตั้งสมมุติฐานว่าเทศบาลมีทางเลือกในการลงทุน 2 กรณี คือ การลงทุนทั้งหมด และการลงทุนเองร้อยละ 50 และกู้ยืมเงินจากสถาบันการเงินร้อยละ 50 พบว่า ทั้ง 2 กรณี ให้ค่าผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ (EIRR) ที่มากกว่าอัตราผลตอบแทนขั้นต่ำ (MARR ที่ร้อยละ 7.5) และค่าผลประโยชน์ต่อต้นทุน (B/C Ratio) มากกว่า 1 แม้กระทั่งในสถานการณ์ที่เลวร้ายที่สุด (Worst Case Scenario) ที่ต้นทุนระยะทางวิ่งเพิ่มขึ้นร้อยละ 20 ปริมาณคนใช้บริการน้อยกว่าที่คาดการณ์ไว้ถึงร้อยละ 20 หรือราคาค่าโดยสารลดลงจากที่กำหนด ร้อยละ 20 ก็ยังพบว่ามูลค่าปัจจุบันของโครงการมีค่าเป็นบวก หรือโครงการยังสามารถสร้างกำไรจากการดำเนินการได้ ซึ่งสามารถตีความได้ว่าโครงการระบบขนส่งสาธารณะพลังงานไฟฟ้าในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา มีความเป็นไปได้ที่จะสร้างกำไรและควรค่าแก่การลงทุน

การดำเนินระบบขนส่งสาธารณะด้วยพลังงานไฟฟ้าช่วยสนับสนุนให้เทศบาลมุ่งหน้าสู่ความเป็นเมืองคาร์บอนต่ำ โดยทำให้ขนาดของคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของเทศบาลจะลดลงได้ เนื่องจากการเปลี่ยนรูปแบบการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลมาเป็นระบบขนส่งด้วยไฟฟ้า โดยในปี พ.ศ. 2570 และ พ.ศ. 2585 พบว่าสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้เท่ากับ 11,879 และ 43,526 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละของก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้จากกิจกรรมการขนส่งของเทศบาลนครฯ เท่ากับ 7.05 และ 13.21 หรือ คิดเป็นร้อยละของก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้กิจกรรมการทั้งหมดของเทศบาลนครฯ 2.76 และ 7.32 ตามลำดับ

นอกจากประโยชน์ที่ได้จากการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการมุ่งหน้าสู่ความเป็นเมืองคาร์บอนต่ำแล้ว การปรับเปลี่ยนเชื้อเพลิงระบบขนส่งเป็นพลังงานไฟฟ้ายังส่งผลดีต่อคุณภาพอากาศในเมือง กล่าวคือ ระดับมลสาร PM_{2.5}, NO₂, SO₂ และ CO จะลดลงมากกว่ามลสารอื่น ณ บริเวณใจกลางเขตเทศบาลนครนครราชสีมา บริเวณถนนมิตรภาพ (ทล. 2) ตรงทางแยกที่เชื่อมกับ ถนนราชสีมา-โชคชัย (ทล. 224) เพราะเป็นบริเวณที่คาดการณ์ว่ามีปริมาณการจราจรของผู้สัญจรลดลงมากที่สุดเนื่องจากมีบริการขนส่งสาธารณะด้วยพลังงานไฟฟ้าผ่านใจกลางเมือง หากพิจารณาในแง่ของสัดส่วนการลดลงคิดเทียบกับฐานคือมลพิษอากาศจากการจราจร ในปัจจุบัน พบว่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญ โดยในปี พ.ศ. 2570 ลดลงเป็นสัดส่วนประมาณร้อยละ 13 - 17 และที่ปี พ.ศ. 2585 ลดลงเป็นสัดส่วนประมาณร้อยละ 31 - 41 ดังนั้นการมุ่งลดการปลดปล่อย PM_{2.5} จากภาคการจราจรโดยการดำเนินระบบขนส่งสาธารณะด้วยพลังงานไฟฟ้า ในเทศบาลนครนครราชสีมาอาจช่วยลดจำนวนวันที่ระดับ PM_{2.5} เกินมาตรฐานให้ลดลงได้ สำหรับวันที่ความเข้มข้น PM_{2.5} นั้นเกินมาตรฐานไปเพียงเล็กน้อย การที่เมืองมีคุณภาพอากาศที่ดีขึ้นนั้น ซึ่งจะส่งผลให้ผู้ป่วยด้วยโรคระบบทางเดินหายใจในเทศบาลนครราชสีมาที่มีจำนวนลดลงประมาณร้อยละ 10-20 จะสามารถหลีกเลี่ยงค่ารักษาพยาบาลได้เท่ากับ 21 และ 41 ล้านบาท ตามลำดับ อย่างไรก็ตามการปรับปรุงสภาพการณ์ PM_{2.5} เกินมาตรฐานในบรรยากาศนั้นยังขึ้นกับอีกหลายปัจจัยภายนอกเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ที่สำคัญคือแหล่งกำเนิดจากการเผาไหม้ชีวมวลในที่โล่ง

ข้อเสนอแนะด้านนโยบาย

กลุ่มผู้โดยสารสาธารณะแบบเดิม (รถสองแถว) กลุ่มผู้ใช้รถยนต์ส่วนบุคคลและจักรยานยนต์ เป็นกลุ่มเป้าหมายหลักที่ต้องการให้ปรับเปลี่ยนพฤติกรรมมาใช้ระบบขนส่งมวลชนสาธารณะด้วยพลังงานไฟฟ้า โดยมีเป้าหมายเชิงยุทธศาสตร์ให้มีผู้ใช้บริการไม่ต่ำกว่า 100,000 คน-เที่ยว ต่อวัน ภายในปี พ.ศ. 2585 จากการศึกษา พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อการพัฒนาโครงการมากที่สุดเป็นเรื่องของ “ระยะเวลาการเดินทางและความตรงต่อเวลา” รองลงมาคือ คุณภาพบริการ ความปลอดภัย และความสะอาดสบาย ในขณะที่การกำหนดอัตราค่าโดยสาร เป็นหนึ่งในปัจจัยพิจารณา แต่ไม่ใช่ประเด็นหลักที่ทำให้กลุ่มเป้าหมายหันมาใช้ระบบขนส่งมวลชน

เพื่อผลักดันในข้อเสนอแนะเชิงนโยบายด้านการพัฒนาระบบขนส่งด้วยพลังงานไฟฟ้าสามารถเดินหน้าและเกิดผลอย่างเป็นรูปธรรม การศึกษาฉบับนี้ได้นำเสนอข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย ดังนี้

- **ด้านกายภาพและโครงสร้างพื้นฐาน:** ควรมีการออกแบบที่พิจารณาเพื่อแก้ปัญหาข้อจำกัดทางกายภาพและอำนวยความสะดวกให้แก่ สตรี เด็ก ผู้สูงอายุ ผู้พิการ จัดทำแผนการจัดการระหว่างก่อสร้างเพื่อบรรเทาผลกระทบด้านการจราจร และมลพิษช่วงการก่อสร้าง กำหนดเส้นทางและสัมปทานเดินรถร่วมกับหน่วยงานกำกับและผู้ประกอบการรถสองแถว จัดหารถโดยสารและแหล่งพลังงาน ให้สอดคล้องกับปริมาณผู้โดยสาร
- **ด้านการเงินและการลงทุน:** จัดหาแหล่งทุนและคัดเลือกรูปแบบการลงทุน โดยพิจารณาจากความพร้อมของงบประมาณ ความสนใจของภาคเอกชน และการยอมรับของภาคประชาชน สนับสนุนผู้ให้บริการได้รับประโยชน์นอกเหนือจากค่าโดยสารที่เป็นรายได้หลัก เช่น การจัดการพื้นที่เพื่อการพาณิชย์ กำหนดอัตราค่าโดยสารที่จูงใจเบื้องต้นอยู่ที่ประมาณ 15-25 บาทต่อเที่ยว และมีอัตราพิเศษค่าโดยสารแบบมีส่วนลดสำหรับนักเรียน นักศึกษา ผู้สูงอายุ และผู้พิการ
- **ด้านสังคมและการมีส่วนร่วม:** จัดทำข้อกำหนดมาตรฐานคุณภาพบริการและความปลอดภัยสำหรับรถโดยสารสาธารณะ ตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบอารยสถาปัตยกรรม หรือ การออกแบบเพื่อคนทั้งมวล (Universal Design) ไปจนถึงการให้บริการ การจัดทำมาตรการควบคุมโรคติดต่อ นอกจากนี้ ยังควรพิจารณาการจัดทำนโยบายการพัฒนาเมืองและสิ่งแวดล้อมในระยะยาว เช่น ฟังเมือง การใช้ประโยชน์ที่ดิน เป็นต้น

- **ผลประโยชน์ร่วมและแนวทางการบรรเทาผลกระทบต่อผู้มีส่วนได้เสีย:** ประชาสัมพันธ์ถึงผลประโยชน์ร่วม (Co-benefit) จากโครงการ อาทิ ระบบขนส่งสาธารณะด้วยระบบพลังงานไฟฟ้าสนับสนุนให้เทศบาลนครนครราชสีมามุ่งหน้าเป็นเมืองอัจฉริยะ (Smart City) การบรรเทาปัญหาการจราจรติดขัด การลดมลพิษทางอากาศและผลกระทบต่อสุขภาพ การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ในขณะเดียวกันก็ต้องมีแนวทางในการบรรเทาผลกระทบที่มีต่อผู้มีส่วนได้เสีย เช่น การทำงานร่วมกับในการวางแผนระบบโครงข่ายรถสาธารณะร่วมกับผู้ประกอบการสองแถว การแบ่งปันผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากโครงการให้กับผู้ประกอบการเดิมและชุมชนที่ได้รับผลกระทบ เป็นต้น
- **ด้านกฎหมาย:** การพัฒนาโครงการขนส่งสาธารณะด้วยพลังงานไฟฟ้า จะข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบขนส่งมวลชนในพื้นที่รับผิดชอบของเทศบาลนครนครราชสีมา มีมิติที่สำคัญ 3 มิติ ได้แก่ (1) การวิเคราะห์กรอบทางกฎหมายในการควบคุมกำกับการจัดตั้งและประกอบกิจการสถานีขนส่ง การประกอบกิจการเดินรถ การจัดการโดยसारไฟฟ้า และการจัดหาพลังงาน (2) การเงินการลงทุน ซึ่งวิเคราะห์ถึงอำนาจหน้าที่ของเทศบาลนครนครราชสีมาในการดำเนินโครงการฯ และการดำเนินโครงการฯ ร่วมกับเอกชน (3) การมีส่วนร่วม ซึ่งวิเคราะห์ถึงบทบาทของกฎหมายในการควบคุมกำกับคุณภาพการบริการ มาตรฐานความปลอดภัย การคุ้มครองสุขภาพและป้องกันโรคติดต่อในการออกแบบสถานีขนส่ง ทั้งนี้ประเด็นการได้มาซึ่งที่ดินเพื่อใช้เป็นพื้นที่จัดตั้งสถานีขนส่งถือเป็นประเด็นสำคัญในการพัฒนาระบบขนส่งมวลชนในพื้นที่เทศบาลนครนครราชสีมา ซึ่งเทศบาลสามารถดำเนินการตามกฎหมายเพื่อให้ “ได้มาซึ่งสิทธิ” ในการใช้ประโยชน์ที่ดินของเอกชนเพื่อดำเนินโครงการโดย (1) การเวนคืนหรือซื้อที่ดินซึ่งกรรมสิทธิ์ของที่ดินของเอกชนตามพระราชบัญญัติว่าด้วยการเวนคืนและการได้มาซึ่งอสังหาริมทรัพย์ พ.ศ. 2562 (2) การซื้อหรือเช่าที่ดินของเอกชนตามพระราชบัญญัติการจัดซื้อจัดจ้างพัสดุภาครัฐ พ.ศ. 2560 (3) การใช้สาธารณสมบัติของแผ่นดินตามระเบียบกระทรวงมหาดไทยว่าด้วยการดูแลรักษาและคุ้มครองป้องกันที่ดินอันเป็นสาธารณสมบัติของแผ่นดินสำหรับพลเมืองใช้ร่วมกัน พ.ศ. 2553 และประมวลกฎหมายที่ดิน (4) การขอใช้ที่ดินของรัฐซึ่งมิได้มีบุคคลใดมีสิทธิครอบครองและมีใช้สาธารณสมบัติของแผ่นดินอันราษฎรใช้ประโยชน์ร่วมกันตามประมวลกฎหมายที่ดิน และ (5) การใช้ที่ดินและรางรถไฟของการรถไฟแห่งประเทศไทยตามพระราชบัญญัติการรถไฟแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2494 ซึ่งแต่ละทางเลือกนั้นจะมีความเสี่ยงและความท้าทายที่แตกต่างกัน เช่น การใช้อำนาจเวนคืนอาจส่งผลให้โครงการถูกต่อต้านและส่งผลเสียต่อการยอมรับทางสังคม ในขณะที่การเจรจาสัญญาซื้อขายและเช่าไม่เท่ากับเอกชนหรือการรถไฟแห่งประเทศไทยนั้นก็มีความเป็นไปได้ที่จะไม่บรรลุผล ส่วนกรณีของการใช้สาธารณสมบัติของแผ่นดินนั้นมีความเสี่ยงที่ต้องประสานงานและตกอยู่ในการใช้ดุลพินิจของผู้มีอำนาจ ตามระเบียบกระทรวงมหาดไทยว่าด้วยการดูแลรักษาและคุ้มครองป้องกันที่ดินอันเป็นสาธารณสมบัติของแผ่นดินสำหรับพลเมืองใช้ร่วมกัน พ.ศ. 2553 และประมวลกฎหมายที่ดิน

รายการอ้างอิงภาพประกอบ

1. ภาพหน้าปก วิชาสุธา ศรีพระราม. (2565). สถาบันวิจัยพลังงาน - จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
2. ภาพประกอบบทที่ 4 ภาพที่ A Gabriel Leonardo Guerrero/Shutterstock.com
3. ภาพประกอบบทที่ 4 ภาพที่ B ชาย-บน StreetVJ/Shutterstock.com
4. ภาพประกอบบทที่ 4 ภาพที่ B ขว-บน THINK A/Shutterstock.com
5. ภาพประกอบบทที่ 4 ภาพที่ B ล่าง StreetVJ/Shutterstock.com
6. ภาพประกอบบทที่ 4 ภาพที่ C Wirestock Creators/Shutterstock.com
7. ภาพประกอบบทที่ 4 หัวข้อที่ 4.4.1 ปิยะวัฒน์ พันธุ์แสง. (2565). บริษัท อีอาร์เอ็ม-สยาม จำกัด.
8. ภาพประกอบบทที่ 4 หัวข้อที่ 4.4.1.1 ปิยะวัฒน์ พันธุ์แสง. (2565). บริษัท อีอาร์เอ็ม-สยาม จำกัด.
9. ภาพประกอบบทที่ 4 หัวข้อที่ 4.4.1.3 ปิยะวัฒน์ พันธุ์แสง. (2565). บริษัท อีอาร์เอ็ม-สยาม จำกัด.
10. ภาพประกอบบทที่ 4 หัวข้อที่ 4.4.2 ปิยะวัฒน์ พันธุ์แสง. (2565). บริษัท อีอาร์เอ็ม-สยาม จำกัด.
11. ภาพประกอบบทที่ 4 หัวข้อที่ 4.4.3 ปิยะวัฒน์ พันธุ์แสง. (2565). บริษัท อีอาร์เอ็ม-สยาม จำกัด.



www.th.undp.org

United Nations Development Programme in Thailand
12th Floor United Nations Building, Rajdamnern Nok Avenue
Bangkok 10200, Thailand
Email: undp.thailand@undp.org
Tel: +66 2 288 3350

 @UNDPThailand  @UNDPThailand
 UNDP Thailand  undpthailand  undp-thailand

UK PACT

www.ukpact.co.uk

For any enquiries, please get in touch via email at communications@ukpact.co.uk