การประเมินการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากมาตรการอนุรักษ์พลังงาน กรณีศึกษาเทศบาลนครนครราชสีมา

น.ส.อมรวรรณ ศรีสวัสดิ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน สหสาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2563
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Assessment of Greenhouse Gas Reduction from Energy Conservation Measures: A Case Study in Nakorn Ratchasima Municipality

Miss Amornwan Srisawat

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Energy Technology and Management
Inter-Department of Energy Technology and Management
GRADUATE SCHOOL
Chulalongkorn University
Academic Year 2020

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การประเมินการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากมาตรการอนุรักษ์พลังงานกรณีศึกษาเทศบาลนครนครราชสีมา
โดย	น.ส.อมรวรรณ ศรีสวัสดิ์
สาขาวิชา	เทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ศาสตราจารย์ ดร.อรทัย ชวาลภาฤทธิ์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.ธรรมนูญ หนูจักร)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร.วิบูลย์ ศรีเจริญชัยกุล)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ศาสตราจารย์ ดร.อรทัย ชวาลภาฤทธิ์)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิทยา ยงเจริญ)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ดร.สาธิต เนียมสุวรรณ)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

อมรวรรณ ศรีสวัสดิ์ : การประเมินการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากมาตรการอนุรักษ์พลังงานกรณีศึกษาเทศบาลนครนครราชสีมา. (Assessment of Greenhouse Gas Reduction from Energy Conservation Measures:A Case Study in Nakorn Ratchasima Municipality) อ.ที่ปรึกษาหลัก : ศ. ดร.อรทัย ชวาลภาฤทธิ์

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิเคราะห์ปริมาณการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา แล้วจึงนำเสนอทางเลือกการลดการใช้พลังงานและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพื่อนำไปคาดการณ์ผลของการดำเนินการใช้มาตรการลดการใช้พลังงานในปี พ.ศ. 2573 ซึ่งจะนำไปสู่การเป็นเมืองคาร์บอนต่ำ จากผลการศึกษาพบว่าปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภายในเขตเทศบาลฯ ในปี พ.ศ. 2560 เท่ากับ 484,799.68 tCO_2eq และคิดเป็นปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อคน เท่ากับ 3.74 tCO_2eq ต่อคนต่อปี นอกจากนี้กลุ่มกิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดคือกลุ่มการเผาไหม้อยู่กับที่ มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 266,786.63 tCO_2eq (55.03%) รองลงมาคือกลุ่มขนส่ง มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 134,905.19 tCO_2eq (27.83%) จากผลการคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ. 2573 พบว่ามีค่าเท่ากับ 750,086.14 tCO_2eq โดยกลุ่มการเผาไหม้อยู่กับที่ และกลุ่มขนส่งยังคงเป็นกลุ่มการปล่อยก๊าซเรือนกระจกกลุ่มหลัก ดังนั้นแนวทางการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่มีศักยภาพคือมาตรการอนุรักษ์พลังงานและมาตรการด้านการขนส่ง เพื่อช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในเขตเทศบาลฯ ได้แก่ การส่งเสริมการติดตั้งโซล่าเซลล์ ส่งเสริมการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (LED) และมีการพัฒนาระบบรถไฟฟ้ารางเบา (Light Rail Transit : LRT) จะส่งผลให้สามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกลงร้อยละ 12.89 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดในปี พ.ศ. 2573 หรือหากเทศบาลฯ มีการพัฒนาระบบรถโดยสารประจำทางพลังงานไฟฟ้า (Electric Vehicle Bus) แทนระบบรถไฟฟ้ารางเบา จะส่งผลให้ มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกลดลงร้อยละ 14.68 หรือมีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 631,349.58 tCO_2eq ในปี พ.ศ. 2573

สาขาวิชา เทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน ลายมือชื่อนิสิต .....

ปีการศึกษา 2563 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

6280072420 : MAJOR ENERGY TECHNOLOGY AND MANAGEMENT
KEYWORD: Energy reduction, Greenhouse gas reduction, Low carbon city, City carbon footprint

Amornwan Srisawat : Assessment of Greenhouse Gas Reduction from Energy Conservation Measures:A Case Study in Nakorn Ratchasima Municipality. Advisor: Prof. ORATHAI CHAVALPARIT, Ph.D.

This research proposed the analyzation of energy consumption and greenhouse gas (GHG) emissions in Nakhon Ratchasima Municipality. Then, energy reduction and GHG emissions options are presented to predict the results of energy reduction measures in 2030 that will lead to Low Carbon City (LCC). According to the study of the city's GHG emissions in year 2017, was found that a GHG emissions of 484,799.68 tCO_2eq, equivalent to 3.74 tCO_2eq/person/year. Moreover, the highest sectors is stationary combustion sector that equal to 266,786.63 tCO_2eq (55.03%). Followed by the transport sector, the amount of GHG emission is 134,905.19 tCO_2eq (27.83%). The amount of GHG emissions in 2030 will be 750,086.14 tCO_2eq. Additionally, the stationary combustion sector and the transport sector are still the main GHG emission sectors.The city has to implement energy conservation option. And from the results of the mitigation options, that are adjusting Thailand grid emission factor, promotion to install solar cells, LED, and development of LRT in 2030, had the GHG emission equal to 644,570.38 tCO_2eq and reducing GHG emissions equal to 12.89%. In case the city developed an electric vehicle bus instead of the LRT in 2030, resulting the city's GHG emissions equal to 631,349.58 tCO_2eq and reducing GHG emissions equal to 14.68%.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Field of Study:	Energy Technology and Management	Student's Signature .....
Academic Year:	2020	Advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีด้วยความช่วยเหลือและการให้คำปรึกษาอย่างดียิ่งจาก ศาสตราจารย์ ดร. อรทัย ชวาลภาฤทธิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ที่กรุณาให้คำแนะนำในการทำวิจัยและข้อคิดเห็นในการแก้ไขปัญหาต่างๆ ตลอดจนช่วยแก้ไขและปรับปรุงเพิ่มเติมจนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน รศ.ดร.วิบูลย์ ศรีเจริญชัยกุล รศ.ดร. วิทยา ยงเจริญ และ ดร. สาธิต เนียมสุวรรณ ที่กรุณาให้คำแนะนำรวมถึงให้ข้อเสนอแนะจนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) (อบก.) ที่ให้ความช่วยเหลือและอนุเคราะห์ข้อมูลเพื่อใช้ในงานวิจัย

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณบิดา มารดา ครอบครัว เพื่อนๆ และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่คอยเป็นกำลังใจคอยสนับสนุนด้านต่างๆ และคอยให้ความช่วยเหลือตลอดจนงานวิจัยฉบับนี้เสร็จสิ้นสมบูรณ์

อมรวรรณ ศรีสวัสดิ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง
กิตติกรรมประกาศ ..... จ
สารบัญ ..... ฉ
สารบัญตาราง ..... ฎ
สารบัญภาพ ..... ฒ
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ชื่อวิทยานิพนธ์ 1
1.2 คำสำคัญ 1
1.3 ที่มาและความสำคัญของปัญหา 1
1.4 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 2
1.5 ขอบเขตของงานวิจัย 3
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4
2.1 เมืองคาร์บอนต่ำ 4
2.1.1 แหล่งกำเนิดก๊าซเรือนกระจก 5
2.2 แนวทางการจัดทำข้อมูลปริมาณก๊าซเรือนกระจกระดับเมือง 6
2.2.1 การออกแบบและพัฒนาข้อมูลก๊าซเรือนกระจกระดับเมือง 7
2.2.2 รูปแบบการใช้พลังงานของเมือง 9
2.2.3 ความเชื่อมโยงระหว่างการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) .. 10
2.2.4 นโยบายด้านพลังงานและก๊าซเรือนกระจกต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง 11

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.3 แนวทางการลดการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเมือง 17
2.3.1 อาคาร 17
2.3.2 ขนส่ง 21
2.4 เทศบาลนครนครราชสีมา 26
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 27
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย 33
3.1 การดำเนินงานวิจัย 33
3.2 ศึกษาข้อมูลพื้นฐานของเทศบาลนครนครราชสีมาและกำหนดขอบเขตของเมืองที่จะทำการศึกษา 34
3.2.1 ศึกษาข้อมูลพื้นฐานของเทศบาลนครราชสีมา 34
3.2.2 ขอบเขตและวิธีการดำเนินการ 34
3.2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล 35
3.3 การวิเคราะห์ข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกระดับเมือง 38
3.3.1 การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 38
3.3.2 การคาดการณ์การใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ในกรณีปกติ (Business as Usual: BAU) 38
3.4 นำเสนอทางเลือก/มาตรการการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานของเมือง 41
3.4.1 มาตรการอนุรักษ์พลังงานภาคการใช้ไฟฟ้า 42
3.4.2 มาตรการภาคขนส่ง 42
3.5 คำนวณการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้จากมาตรการอนุรักษ์พลังงาน/ขนส่งของ Option ต่างๆ 42
3.5.1 ผลการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเพิ่มขึ้นของการใช้พลังงานหมุนเวียนจากการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย (Thailand Grid Emission Factor) 42
3.5.2 ผลการลดการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากระบบสายส่งโดยการติดตั้งโซล่าเซลล์ 43

3.5.3 ผลการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าและการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (LED)..... 44
3.5.4 ผลการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากมาตรการด้านการขนส่งโดยใช้ระบบรถไฟฟ้ารางเบา (Light Rail Transit: LRT)..... 44
3.5.5 ผลการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากมาตรการด้านการขนส่งโดยใช้ระบบรถโดยสารประจำทางพลังงานไฟฟ้า (Electric Vehicle Bus)..... 45
3.6 นำเสนอภาพฉายอนาคตปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้จากมาตรการต่าง ๆ ที่เป็นไปได้ 45
บทที่ 4 ผลการศึกษาและอภิปรายผล..... 46
4.1 ข้อมูลพื้นฐานของเทศบาลนครนครราชสีมาและกำหนดขอบเขตของเมืองที่จะทำการศึกษา 46
4.1.1 ข้อมูลพื้นฐาน..... 46
4.1.2 สภาพภูมิประเทศและสภาพภูมิอากาศ..... 47
4.1.3 ข้อมูลประชากร..... 47
4.1.4 ข้อมูลผังเมือง..... 48
4.1.5 สภาพเศรษฐกิจ..... 49
4.1.6 การจัดการของเสียและน้ำเสีย..... 50
4.1.7 การขนส่งและคมนาคม..... 51
4.1.8 ขอบเขตของเมืองที่ศึกษา..... 52
4.2 การกำหนดกิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา..... 53
4.2.1 กำหนดกิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก..... 53
4.2.2 ข้อมูลกิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจก..... 54
4.3 ผลการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา..... 68
4.3.1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกลุ่มการเผาไหม้อยู่กับที่ (Stationary Energy)..... 70
4.3.2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกลุ่มขนส่ง (Transportation)..... 73
4.3.3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกลุ่มการจัดการของเสีย (Waste)..... 74

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.3.4 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกลุ่มกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ (IPPU) 74
4.3.5 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกลุ่มการเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (AFOLU) 75
4.3.6 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกรายขอบเขต 76
4.3.8 การคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ. 2573 79
4.4 การนำเสนอทางเลือก/มาตรการการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานของเมือง .. 83
4.4.1 ผลการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเพิ่มขึ้นของการใช้พลังงานหมุนเวียนจากการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย (Thailand Grid Emission Factor) 83
4.4.2 ผลการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากระบบสายส่งโดยการติดตั้งโซล่าเซลล์ 85
4.4.3 ผลการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (LED) 88
4.4.4 ผลการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากมาตรการด้านการขนส่งโดยใช้ระบบรถไฟฟ้ารางเบา (Light Rail Transit : LRT) 91
4.4.5 ผลการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากมาตรการด้านการขนส่งโดยใช้ระบบรถโดยสารประจำทางพลังงานไฟฟ้า (Electric Vehicle Bus) 94
4.4.6 ผลการลดการรุปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา 96
บทที่ 5 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ 98
5.1 สรุปผลการศึกษา 98
5.2 ข้อเสนอแนะ 99
บรรณานุกรม 101
ภาคผนวก 104
ภาคผนวก ก ข้อมูลที่ใช้ในการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในเขต เทศบาลนครนครราชสีมา 105
ภาคผนวก ข การสำรวจและการตั้งสมมติฐานข้อมูลกิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากสถานประกอบการในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา 116

Chulalongkorn University

ภาคผนวก ค ข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา 120
ภาคผนวก ง ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor) 143
ประวัติผู้เขียน 147

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 ค่า GWP ที่กำหนดโดย IPCC 6

ตารางที่ 2.2 เป้าหมายและตัวชี้วัดของแผนย่อยโครงสร้างพื้นฐานด้านพลังงาน (เสนอโดยกระทรวงพลังงาน) ในแผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ 13

ตารางที่ 2.3 เป้าหมายแผน EEDP ณ ปี พ.ศ. 2579 ด้านไฟฟ้า จำแนกตามภาคเศรษฐกิจ (ประเภทผู้ใช้ไฟฟ้า) 15

ตารางที่ 2.4 แผนอนุรักษ์พลังงาน (EEDP) (พ.ศ. 2558 - 2579) 16

ตารางที่ 2.5 การใช้ไฟฟ้าในกลุ่มอาคารธุรกิจขนาดใหญ่แยกตามประเภทอาคารในปี 2550 18

ตารางที่ 2.6 สรุปกลไกการลดก๊าซเรือนกระจกภาคขนส่งและนโยบาย 21

ตารางที่ 3.1 วิธีการเก็บข้อมูลการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา 36

ตารางที่ 3.2 การคาดการณ์การใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอนาคตตามกลุ่มกิจกรรม . 40

ตารางที่ 3.3 ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหน่วย (หน่วย: $kgCO_2/kWh$) 43

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลพื้นฐานของเทศบาลนครนครราชสีมา 46

ตารางที่ 4.2 ข้อมูลประชากรเทศบาลนครนครราชสีมาระหว่างปี พ.ศ. 2556 – 2560 47

ตารางที่ 4.3 จำนวนผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัดนครราชสีมาปี พ.ศ. 2556 - 2560 49

ตารางที่ 4.4 พื้นที่รายตำบลในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา 53

ตารางที่ 4.5 กลุ่มกิจกรรมหลักที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกในเทศบาลนครนครราชสีมา 54

ตารางที่ 4.6 ปริมาณพื้นที่และการเปลี่ยนแปลงระหว่างปี พ.ศ. 2553 และ พ.ศ. 2560 66

ตารางที่ 4.7 สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกลุ่มขนส่งในปี พ.ศ. 2556-2560 73

ตารางที่ 4.8 การรายงานดัชนีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา 78

ตารางที่ 4.9 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อคนของประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2558 79

ตารางที่ 4.10 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ. 2560 และการคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ในปี พ.ศ. 2568 และ 2573 80

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.11 การคาดการณ์อัตราการเปลี่ยนแปลงของกิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในแต่ละกลุ่มระหว่างปี พ.ศ. 2560 - 2573 และสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ. 2573 82

ตารางที่ 4.12 การประมาณการสัดส่วนการใช้เชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าของแผน PDP2015 85

ตารางที่ 4.13 ศักยภาพการติดติดตั้งโซล่าเซลล์แบบติดตั้งบนหลังคา (Solar Rooftop) บนหลังคาอาคารควบคุมภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา 87

ตารางที่ 4.14 เป้าหมายแผน EEP ณ ปี พ.ศ. 2579 ด้านไฟฟ้า จำแนกตามภาคเศรษฐกิจ (ประเภทผู้ใช้ไฟฟ้า) 91

ตารางที่ ก - 1 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงและไฟฟ้าในที่พักอาศัย 106

ตารางที่ ก - 2 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงและไฟฟ้าในอาคารพาณิชย์ ธุรกิจการค้าและหน่วยงานต่าง ๆ 106

ตารางที่ ก - 3 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในอุตสาหกรรมการผลิตและการก่อสร้าง 107

ตารางที่ ก - 4 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงและไฟฟ้าในอุตสาหกรรมการผลิตและการก่อสร้าง 107

ตารางที่ ก - 5 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในการขนส่งทางถนน (On-Road) 107

ตารางที่ ก - 6 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในการขนส่งทางราง (Railways) 108

ตารางที่ ก - 7 ปริมาณการใช้สารทำความเย็นที่ภายในเขตเทศบาลฯ 108

ตารางที่ ก - 8 ปริมาณการใช้ปุ๋ยยูเรียในพื้นที่การเพาะปลูกในเขตเทศบาลฯ 109

ตารางที่ ก - 9 พื้นที่การเพาะปลูกข้าวในเขตเทศบาลฯ 109

ตารางที่ ก - 10 สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในแต่ละกลุ่มกิจกรรม ในปี พ.ศ. 2556-2560 110

ตารางที่ ก - 11 สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้าในปี พ.ศ. 2556 - 2560 111

ตารางที่ ก - 12 ปริมาณขยะมูลฝอยที่กำจัดโดยวิธีการฝังกลบ 111

ตารางที่ ก - 13 สัดส่วนขยะมูลฝอยของเทศบาลนครนครราชสีมา 112

ตารางที่ ก - 14 ปริมาณขยะมูลฝอย (อินทรีย์) ที่นำมาผลิตปุ๋ยโดยวิธีการทางชีวภาพแบบใช้อากาศ 112

ตารางที่ ก - 15 ปริมาณขยะมูลฝอย (อินทรีย์) ที่กำจัดโดยวิธีการทางชีวภาพแบบไร้อากาศ 113

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ ก - 16 ปริมาณขยะติดเชื้อที่ส่งกำจัดโดยวิธีการเผา 113

ตารางที่ ก - 17 ปริมาณและค่าบีโอดีของน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบบำบัดของเทศบาล 114

ตารางที่ ก - 18 ปริมาณพื้นที่และการเปลี่ยนแปลงระหว่างปี พ.ศ. 2553 และ พ.ศ. 2560 114

ตารางที่ ก - 19 สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกลุ่มของเสีย ในปี พ.ศ. 2560 115

ตารางที่ ก - 20 สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกลุ่มกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ในปี พ.ศ. 2560 115

ตารางที่ ก - 21 สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกลุ่มการเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน ในปี พ.ศ. 2560 115

ตารางที่ ข - 1 สรุปแหล่งข้อมูลที่ใช้ประกอบการตั้งสมมติฐานการใช้พลังงานไฟฟ้าในเขตเทศบาลฯ 117

ตารางที่ ข - 2 สรุปแหล่งข้อมูลที่ใช้ประกอบการตั้งสมมติฐานการใช้พลังงานเชื้อเพลิงในเขตเทศบาลฯ 118

ตารางที่ ข - 3 จำนวนสถานประกอบการที่สำรวจ และชุดข้อมูลที่สำรวจได้ในเขตเทศบาลฯ 119

ตารางที่ ข - 4 ปริมาณการใช้ปุ๋ยยูเรียในการเพาะปลูกพืชชนิดต่าง ๆ 119

ตารางที่ ค - 1 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกลุ่มเผาไหม้อยู่กับที่ (Stationary Energy) 121

ตารางที่ ค - 2 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกลุ่มขนส่ง (Transport) 122

ตารางที่ ค - 3 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกลุ่มการจัดการของเสีย (Waste) 123

ตารางที่ ค - 4 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกลุ่มการเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (AFOLU) 124

ตารางที่ ค - 5 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเทศบาลนครนครราชสีมา 125

ตารางที่ ค - 6 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเทศบาลนครนครราชสีมาในปี พ.ศ. 2556 127

ตารางที่ ค - 7 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเทศบาลนครนครราชสีมาในปี พ.ศ. 2557 128

ตารางที่ ค - 8 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเทศบาลนครนครราชสีมาในปี พ.ศ. 2558 129

ตารางที่ ค - 9 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเทศบาลนครนครราชสีมาในปี พ.ศ. 2559 130

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ ค - 10 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเทศบาลนครนครราชสีมาในปี พ.ศ. 2560 131

ตารางที่ ค - 11 การคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการปรับค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทยที่ลดลง ในปี พ.ศ. 2573..... 132

ตารางที่ ค - 12 เป้าหมายและตัวชี้วัดของแผนย่อยโครงสร้างพื้นฐานด้านพลังงาน (เสนอโดยกระทรวงพลังงาน) ในแผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ 134

ตารางที่ ค - 13 การคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการลดการใช้ไฟฟ้าจากระบบสายส่งโดยการติดตั้งโซล่าร์เซลล์ ในปี พ.ศ. 2573 134

ตารางที่ ค - 14 การคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (LED) ในปี พ.ศ. 2573..... 135

ตารางที่ ค - 15 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากระบบรถไฟฟ้ารางเบา (Light Rail Transit : LRT) 138

ตารางที่ ค - 16 การคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากมาตรการด้านการขนส่งโดยใช้ระบบรถไฟฟ้ารางเบา (Light Rail Transit : LRT) ในปี พ.ศ. 2573..... 138

ตารางที่ ค - 17 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากระบบรถโดยสารประจำทางพลังงานไฟฟ้า (Electric Vehicle Bus)..... 140

ตารางที่ ค - 18 การคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากมาตรการด้านการขนส่งโดยใช้ระบบรถโดยสารประจำทางพลังงานไฟฟ้า (Electric Vehicle Bus)..... 141

ตารางที่ ค - 19 การคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินมาตรการอนุรักษ์พลังงานและการขนส่ง..... 142

ตารางที่ ง - 1 ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor) 144

ตารางที่ ง - 2 ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเชื้อเพลิงในกลุ่มอุตสาหกรรมการผลิตและการก่อสร้าง..... 144

ตารางที่ ง - 3 ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเชื้อเพลิงในกลุ่มการพาณิชย์และสถาบัน 145

ตารางที่ ง - 4 ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเชื้อเพลิงในกลุ่มครัวเรือนและการเกษตร 145

ตารางที่ ง - 5 ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเชื้อเพลิงจากแหล่งที่ไม่สามารถระบุได้ 145

ตารางที่ ง - 6 ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเชื้อเพลิงในกลุ่มขนส่งทางถนน..... 146

ตารางที่ ง - 7 ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเชื้อเพลิงในกลุ่มขนส่งทางราง..... 146

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 2.1 กลุ่มตัวชี้วัดหลัก 7 กลุ่มที่ใช้ในการประเมินความสำเร็จของการดำเนินงานตามนโยบายและยุทธศาสตร์ของเมืองคาร์บอนต่ำ 5

ภาพที่ 2.2 ประเภทและแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเมือง 9

ภาพที่ 2.3 การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงานแยกรายภาคเศรษฐกิจ 11

ภาพที่ 2.4 เป้าหมายแผนอนุรักษ์พลังงาน 20 ปี (พ.ศ. 2558 - 2579) 14

ภาพที่ 2.5 แนวโน้มความต้องการพลังงานในอนาคตกรณีปกติ (BAU) 17

ภาพที่ 2.6 แผนผังหลักการทำงานการติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคา 20

ภาพที่ 2.7 ตัวอย่างโครงการระบบรถไฟฟ้ารางเบา (Light Rail Transit: LRT) 24

ภาพที่ 2.8 ยานยนต์ไฟฟ้าประเภทต่างๆ 25

ภาพที่ 2.9 ตัวอย่างรถโดยสารไฟฟ้า (Electric-Bus) 26

ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย 33

ภาพที่ 4.1 แผนผังการใช้ประโยชน์ที่ดินจังหวัดนครราชสีมา พ.ศ. 2560 48

ภาพที่ 4.2 ขอบเขตพื้นที่ของเทศบาลนครนครราชสีมา 53

ภาพที่ 4.3 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในที่พักอาศัย 55

ภาพที่ 4.4 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในที่พักอาศัย 55

ภาพที่ 4.5 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในอาคารพาณิชย์ ธุรกิจการค้าและหน่วยงานต่าง ๆ 56

ภาพที่ 4.6 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในอาคารพาณิชย์ ธุรกิจการค้าและหน่วยงานต่าง ๆ 57

ภาพที่ 4.7 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในอุตสาหกรรมการผลิตและการก่อสร้าง 57

ภาพที่ 4.8 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในอุตสาหกรรมการผลิตและการก่อสร้าง 58

ภาพที่ 4.9 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในการขนส่งทางถนน (On-Road) 59

ภาพที่ 4.10 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในการขนส่งทางราง (Railways) 60

ภาพที่ 4.11 ปริมาณขยะมูลฝอยที่กำจัดโดยวิธีการฝังกลบ 61

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาพที่ 4.12 สัดส่วนขยะมูลฝอยของเทศบาลนครนครราชสีมา 61

ภาพที่ 4.13 ปริมาณขยะมูลฝอย (อินทรีย์) ที่นำมาผลิตสารปรับปรุงดินโดยวิธีการทางชีวภาพแบบใช้อากาศ 62

ภาพที่ 4.14 ปริมาณขยะมูลฝอย (อินทรีย์) ที่กำจัดโดยวิธีการทางชีวภาพแบบไร้อากาศ 62

ภาพที่ 4.15 ปริมาณก๊าซชีวภาพที่นำมาใช้ประโยชน์จากการนำขยะมูลฝอย (อินทรีย์) มากำจัดโดยวิธีการทางชีวภาพแบบไร้อากาศ 63

ภาพที่ 4.16 ปริมาณขยะติดเชื้อที่ส่งกำจัดโดยวิธีการเผา 64

ภาพที่ 4.17 ปริมาณและค่าบีโอดีของน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบบำบัดของเทศบาล 64

ภาพที่ 4.18 ปริมาณการใช้สารทำความเย็นที่ภายในเขตเทศบาลฯ 65

ภาพที่ 4.19 ปริมาณการใช้ปุ๋ยยูเรียในพื้นที่การเพาะปลูกในเขตเทศบาลฯ 67

ภาพที่ 4.20 พื้นที่การเพาะปลูกข้าวในเขตเทศบาลฯ 67

ภาพที่ 4.21 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ในปี พ.ศ. 2556 - 2560 68

ภาพที่ 4.22 สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในแต่ละกลุ่มกิจกรรม ในปี พ.ศ. 2556 - 2560 69

ภาพที่ 4.23 สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้าในปี พ.ศ. 2556 - 2560 .. 71

ภาพที่ 4.24 สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงในปี พ.ศ. 2556 - 2560 .. 72

ภาพที่ 4.25 สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกลุ่มของเสีย ในปี พ.ศ. 2560 74

ภาพที่ 4.26 สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกลุ่มกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ในปี พ.ศ. 2560 75

ภาพที่ 4.27 สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกลุ่มการเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดินในปี พ.ศ. 2560 76

ภาพที่ 4.28 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกใน 3 ขอบเขต ในปี พ.ศ. 2556 - 2560 77

ภาพที่ 4.29 การคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ. 2573 81

ภาพที่ 4.30 การคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเพิ่มขึ้นของการใช้พลังงานหมุนเวียนจากการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2573 84

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาพที่ 4.31 การคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการลดการใช้ไฟฟ้าจากระบบสายส่งโดยการติดตั้งโซล่าเซลล์ ในปี พ.ศ. 2573 86

ภาพที่ 4.32 การคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (LED) ในปี พ.ศ. 2573 90

ภาพที่ 4.33 การคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากมาตรการด้านการขนส่งโดยใช้ระบบรถไฟฟ้ารางเบา (Light Rail Transit : LRT) ในปี พ.ศ. 2573 93

ภาพที่ 4.34 การคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากมาตรการด้านการขนส่งโดยใช้ระบบรถโดยสารประจำทางพลังงานไฟฟ้า (Electric Vehicle Bus) 95

ภาพที่ 4.35 การคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินมาตรการอนุรักษ์พลังงาน 97

ภาพที่ ค - 1 ภาพรวมของการดำเนินการโครงการสร้างรถไฟฟ้ารางเบา 137

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ชื่อวิทยานิพนธ์

ภาษาไทย : การประเมินการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากมาตรการอนุรักษ์พลังงาน กรณีศึกษาเทศบาลนครนครราชสีมา

ภาษาอังกฤษ : Assessment of Greenhouse Gas Reduction from Energy Conservation Measures: A Case Study in Nakorn Ratchasima Municipality

1.2 คำสำคัญ

การลดการใช้พลังงาน (Energy reduction)

การลดก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse gas reduction)

เมืองคาร์บอนต่ำ (Low carbon city)

ข้อมูลก๊าซเรือนกระจกระดับเมือง (City carbon footprint)

1.3 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ปัญหาการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) เกิดจากกิจกรรมต่างๆ ในการดำเนินชีวิตของมนุษย์ ไม่ว่าจะเป็นการเผาไหม้เชื้อเพลิงจากถ่านหิน น้ำมันและก๊าซธรรมชาติ รวมทั้งการตัดไม้ทำลายป่าทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ การทำการเกษตรและการปศุสัตว์ปล่อยก๊าซมีเทนและไนตรัสออกไซด์ รวมไปถึงกระบวนการแปรรูปอุตสาหกรรมปล่อยสารฮาโลคาร์บอน และพฤติกรรมการใช้พลังงานของมนุษย์ ล้วนก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขึ้นไปสะสมบนชั้นบรรยากาศของโลกมากขึ้นทำให้ชั้นบรรยากาศของโลกมีความสามารถในการกักเก็บรังสีความร้อนได้มาก ซึ่งส่งผลให้อุณหภูมิเฉลี่ยของชั้นบรรยากาศของโลกนั้นเพิ่มขึ้นด้วย เรียกปรากฏการณ์นี้ว่าภาวะโลกร้อน (Global Warming) ซึ่งภาวะโลกร้อนทำให้เกิดผลกระทบต่างๆ เช่น สภาพภูมิอากาศและฤดูกาลที่เปลี่ยนไป ภัยธรรมชาติที่รุนแรงมากขึ้น รวมไปถึงการเกิดโรคระบาดชนิดใหม่

การเจริญเติบโตที่รวดเร็วของเมืองทำให้มีปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยสู่ชั้นบรรยากาศมากขึ้น คิดเป็นร้อยละ 70 ของการใช้พลังงานของโลกและยังคงมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นเนื่องจากจำนวนประชากรที่เพิ่มมากขึ้นทำให้มีความต้องการในการใช้ทรัพยากรเพื่อตอบสนองกิจวัตรประจำวันของ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประชากรในเขตเมือง โดยเฉพาะการตอบสนองความต้องการด้านการใช้พลังงาน (Sustainability, Bank, UNEP, UN-HABITAT, & Institute, 2012)

จากแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560 - 2564) ประเทศไทยนั้นได้ให้ความสำคัญต่อเรื่องการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอย่างชัดเจนดังจะเห็นได้จากการที่รัฐบาลออกมาตรการต่าง ๆ เพื่อผลักดันและเตรียมความพร้อมไปสู่การเป็นเศรษฐกิจและสังคมคาร์บอนต่ำและกระแสของเมืองคาร์บอนต่ำและเพื่อเป็นส่วนหนึ่งในข้อตกลงนานาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการพัฒนาอย่างยั่งยืน (Sustainable Development Goals : SDGs) ทำให้เมืองต่าง ๆ เริ่มให้ความสำคัญเกี่ยวกับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากกิจกรรมต่าง ๆ ภายในเมือง และการพัฒนาเมืองควบคู่ไปกับการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

กิจกรรมการใช้พลังงานและเชื้อเพลิงในอาคารประเภทต่าง ๆ นับว่าเป็นอีกแหล่งกำเนิดหลักของการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ซึ่งการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคอาคารนั้นคิดเป็นร้อยละ 40 หรือ 1 ใน 3 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั่วโลก (Organization & UNEP, 2009) ซึ่งเป็นผลมาจากการพัฒนาอย่างรวดเร็วของชุมชนเมืองและการเข้าถึงบริการด้านพลังงานเพิ่มมากขึ้น และ IPCC ได้คาดการณ์แนวโน้มการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์นั้นโอกาสเพิ่มสูงขึ้นถึงร้อยละ 50-150 เนื่องจากคาดการณ์ว่าจะมีความต้องการทางด้านพลังงานของอาคารเพิ่มขึ้นในอนาคต (IPCC, 2014)

สำหรับงานวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกศึกษาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา เนื่องจากเทศบาลนครนครราชสีมานั้นเป็นเมืองหลักของภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นศูนย์กลางการค้า การพาณิชย์ อุตสาหกรรมและการคมนาคมทางบก และในปี พ.ศ 2562 ในเขตเทศบาลนครนครราชสีมามีจำนวนประชากร 126,640 คน ซึ่งปัจจัยทางด้านประชากรนั้นจะส่งผลต่อการใช้พลังงานและเชื้อเพลิงในเขตเทศบาลด้วย อีกทั้งในเขตเทศบาลยังมีศูนย์การค้าทั้งหมด 6 แห่ง ส่งผลให้การใช้พลังงานมากกว่า 1 ใน 3 ของพลังงานเมืองมาจากการใช้ไฟฟ้าจากธุรกิจการค้าปลีก ดังนั้นจึงต้องหามาตรการอนุรักษ์พลังงานต่าง ๆ รวมไปถึงการนำพลังงานทดแทนมาใช้ เพื่อเป็นการลดการใช้พลังงาน และมาตรการด้านการขนส่ง ซึ่งจะส่งผลสอดคล้องกับการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และคาดการณ์ผลของมาตรการต่างๆ ที่นำไปประยุกต์ใช้ในปี พ.ศ. 2573

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1.4 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.4.1 ศึกษาวิเคราะห์ปริมาณการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา

1.4.2 นำเสนอทางเลือกการลดการใช้พลังงานและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการลดการใช้พลังงานในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา

1.4.3 คาดการณ์ผลของการดำเนินการใช้มาตรการลดการใช้พลังงานในปี พ.ศ. 2573

1.5 ขอบเขตของงานวิจัย

การศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยจะมุ่งเน้นไปที่การวิเคราะห์ปริมาณการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากอาคารและการขนส่งในเขตเทศบาลนครนครราชสีมาเพื่อนำไปสู่การหามาตรการลดการใช้พลังงานที่เหมาะสมและการคาดการณ์ผลของการดำเนินการใช้มาตรการลดการใช้พลังงานในปี พ.ศ. 2573 โดยจะแบ่งขอบเขตของการศึกษาออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

1.5.1 เป็นการวิเคราะห์ปริมาณการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ผู้วิจัยได้จำกัดขอบเขตการศึกษาให้ครอบคลุมเฉพาะการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นภายในของเขตพื้นที่ของเทศบาลนครนครราชสีมาเท่านั้น

1.5.2 ศึกษาปริมาณการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในเขตเทศบาลนครนครราชสีมาได้แก่ ห้างสรรพสินค้า อาคารสถานศึกษา บ้านพักอาศัยและโรงพยาบาล รวมทั้งระบบขนส่ง เพื่อค้นหาทางเลือกมาตรการลดการใช้พลังงานและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมการใช้พลังงานในเขตเทศบาลฯ

1.5.3 การคาดการณ์ผลของการดำเนินการใช้มาตรการลดการใช้พลังงานในปี พ.ศ. 2573 ผู้วิจัยได้จำกัดขอบเขตการศึกษาให้ครอบคลุมเฉพาะการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากอาคารและการขนส่งในเขตเทศบาลนครนครราชสีมาเท่านั้น

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 ทราบถึงแนวทางและวิธีการลดการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเมือง

1.6.2 ผลลัพธ์ของการดำเนินการใช้มาตรการลดการใช้พลังงานและปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากห้างสรรพสินค้า อาคารสถานศึกษา บ้านพักอาศัยและโรงพยาบาล รวมทั้งระบบขนส่งในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา

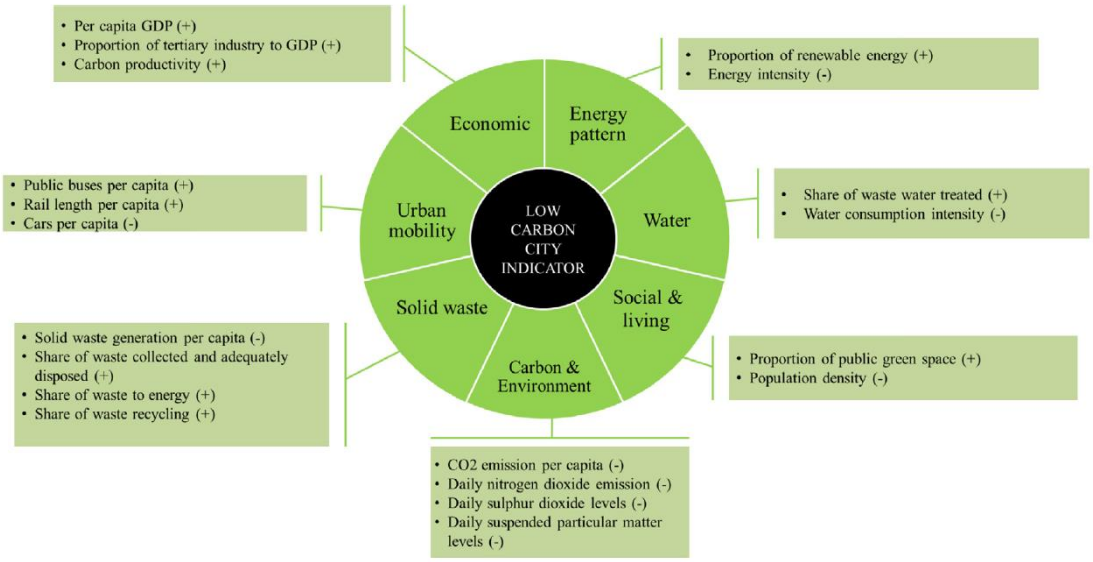
1.6.3 ผลลัพธ์ของการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่นำไปสู่เมืองคาร์บอนต่ำอย่างยั่งยืน

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เมืองคาร์บอนต่ำ

เมือง ถือว่าเป็นภาคส่วนที่มีการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศเพิ่มมากขึ้นคิดเป็นร้อยละ 70 ของการใช้พลังงานของโลก นอกจากนี้จะมีแนวโน้มที่เพิ่มมากขึ้น 2-3 เท่าจากจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้น (Sustainability et al., 2012) เนื่องจากความต้องการใช้ทรัพยากรเพื่อตอบสนองความสะดวกสบายในชีวิตประจำวันของคนในเขตเมืองมากขึ้น และในอนาคตความต้องการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพิ่มมากขึ้นจากการขยายตัวของเมือง ดังนั้นการลดการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจึงเป็นเรื่องสำคัญเพื่อที่จะเตรียมความพร้อมสู่การเป็นเศรษฐกิจและสังคมคาร์บอนต่ำตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560 - 2564) และการมุ่งไปสู่การเป็นเมืองคาร์บอนต่ำอย่างยั่งยืน

เมืองคาร์บอนต่ำ (Low Carbon City: LCC) เป็นการจัดการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเมืองใดเมืองหนึ่งจากฐานเดิมที่ไม่เคยมีการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมาก่อน และเป็นการจัดการระดับพื้นที่ (Area-based) ซึ่งจะมีตัวชี้วัดเมืองคาร์บอนต่ำ (LCC Indicator) เป็นสิ่งที่ช่วยในการประเมินความสำเร็จของการดำเนินงานตามนโยบายและยุทธศาสตร์ที่ได้วางไว้ และตัวชี้วัดเมืองคาร์บอนต่ำ ประกอบไปด้วยกลุ่มตัวชี้วัดหลัก 7 กลุ่ม ได้แก่ เศรษฐศาสตร์ (Economy) รูปแบบการใช้พลังงาน (Energy Pattern) การใช้น้ำ (Water) สังคมและวิถีชีวิต (Social and Living) สิ่งแวดล้อมและการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Carbon and Environment) ขยะมูลฝอย (Solid Waste) และระบบขนส่งของเมือง (Urban Mobility) โดยในแต่ละกลุ่มตัวชี้วัดหลักจะประกอบไปด้วยตัวชี้วัดย่อยต่าง ๆ ที่มีหน่วยชี้วัด (Benchmark Value) เพื่อใช้ประเมินการดำเนินงาน (Tan, Yan, Lee, Hashim2017) ดังแสดงใน**ภาพที่ 2.1**



ภาพที่ 2.1 กลุ่มตัวชี้วัดหลัก 7 กลุ่มที่ใช้ในการประเมินความสำเร็จของการดำเนินงานตามนโยบายและยุทธศาสตร์ของเมืองคาร์บอนต่ำ

(Tan, Yan, Lee, Hashim, & Chen, 2017)

2.1.1 แหล่งกำเนิดก๊าซเรือนกระจก

แหล่งกำเนิดของก๊าซเรือนกระจก มาจาก 2 แหล่งหลักๆ ได้แก่

1) ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ ได้แก่ ไอน้ำ CO_2 CH_4 O_3 N_2O เป็นองค์ประกอบที่มีอยู่ในบรรยากาศ ประมาณ 1% เกิดจากพืช ป่าไม้ และการย่อยสลายของซากพืชซากสัตว์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2) ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ ได้แก่ การเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล (CO_2) การตัดไม้ทำลายป่า (CO_2) การทำการเกษตรโดยเฉพาะการปลูกข้าวในนาที่มีน้ำขัง (CH_4) การปศุสัตว์ (CH_4 N_2O) ควันจากท่อไอเสียรถยนต์ (CO_2 O_3) กระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมต่างๆ (CO_2 N_2O CFCs HFCs PFCs SF_6) และการฝังกลบขยะ (CH_4) (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก(องค์การมหาชน), 2561) ก๊าซเรือนกระจก ตามการควบคุมภายใต้พิธีสารเกียวโต (Kyoto Protocol) มีเพียง 7 ชนิด โดยจะต้องเป็นก๊าซที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ (Anthropogenic greenhouse gas emission) เท่านั้น ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ก๊าซมีเทน (CH_4) ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N_2O) ก๊าซไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFC) ก๊าซเพอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFC) ก๊าซซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF_6) และก๊าซไนโตรเจนไตรฟลูออไรด์ (NF_3) ซึ่งก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิดนั้นมีศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (Global Warming Potential: GWP) ที่แตกต่างกัน ค่า

ศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพในการแผ่รังสีความร้อนของโมเลกุล (Radiative) และขึ้นอยู่กับอายุของก๊าซนั้น ๆ ในบรรยากาศ (Atmosphere Lifetime) และจะคิดเทียบกับการแผ่รังสีความร้อนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง (IPCC, 2007)

ก๊าซเรือนกระจกชนิดต่าง ๆ มีอายุในชั้นบรรยากาศ และการแผ่รังสีความร้อน (Radiative Effect) ต่างกัน เรียกว่า ค่าศักยภาพที่ทำให้โลกขึ้น ซึ่งเป็นดัชนีที่แสดงค่าผลกระทบโดยรวมของก๊าซเรือนกระจกในช่วงเวลาต่าง ๆ ที่อยู่ในชั้นบรรยากาศ และความสามารถในการดูดซับรังสีอินฟราเรดที่สะท้อนกลับจากพื้นโลก และค่า GWP ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพในการแผ่รังสีความร้อนของโมเลกุลและอายุของก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศโดยคิดเทียบกับความสามารถในการแผ่รังสีความร้อนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในน้ำหนักของก๊าซที่เท่ากันในช่วงระยะเวลาหนึ่ง ทั้งนี้ IPCC ได้กำหนดค่า GWP ของก๊าซเรือนกระจกชนิดต่าง ๆ ดังนี้

ตารางที่ 2.1 ค่า GWP ที่กำหนดโดย IPCC

Substance	AR1 (1990)	AR2 (1995)	AR3 (2001)	AR4 (2007)	AR5 (2013)
Carbon dioxide, fossil (CO_2)	1	1	1	1	1
Methane, fossil (CH_4)	21	21	23	25	28
Methane, biogenic (CH_4)	18.25	18.25	20.25	22.25	25.25
Dinitrogen monoxide (N_2O)	290	310	296	298	265
HCFC-141b	440	-	700	725	782
HFC-134a	1200	1300	1300	1430	1300
HCFC-22	1500	-	1700	1810	1760
HCFC-142b	1600	-	2400	2310	1980
CFC-11	3500	-	4600	4750	4660
CFC-12	7300	-	10600	10900	10200
Sulfur hexafluoride	-	23900	22200	22800	23500

(IPCC, 2014)

2.2 แนวทางการจัดทำข้อมูลปริมาณก๊าซเรือนกระจกระดับเมือง

สำหรับในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกใช้แนวทางการจัดทำข้อมูลปริมาณก๊าซเรือนกระจกระดับเมืองตาม Global Protocol for Community-Scale GHG Emissions (GPC) และคู่มือการจัดทำข้อมูลปริมาณก๊าซเรือนกระจกระดับเมืองของอบก. (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก(องค์การมหาชน), 2559) โดยมีขั้นตอนการจัดทำข้อมูลดังนี้

2.2.1 การออกแบบและพัฒนาข้อมูลก๊าซเรือนกระจกระดับเมือง

2.2.1.1 การกำหนดขอบเขตของเมือง

ต้องมีการกำหนดขอบเขตของเมืองที่เหมาะสม โดยโครงสร้างของเมืองโดยทั่วไปประกอบด้วยครัวเรือน หน่วยงานราชการและเอกชน ภาคธุรกิจ การค้า และอุตสาหกรรมการผลิต ระบบขนส่ง

1) กำหนดเป้าหมาย

การกำหนดเป้าหมายในการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกระดับเมืองต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการนำผลการคำนวณไปใช้งาน

2) กำหนดขอบเขตของเมือง

การกำหนดของเขตของเมืองในการรวบรวมแหล่งปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกสามารถทำได้โดยใช้วิธีแบบควบคุม แบ่งได้ดังนี้

2.1) การควบคุมการดำเนินงาน

เมืองทำการประเมินและรวบรวมปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นของเมือง หรือภายใต้อำนาจการควบคุมการดำเนินงานของเมือง และให้รวมถึงกิจกรรมที่เมืองมีอำนาจในการควบคุมการดำเนินงานแต่ตั้งอยู่นอกเขตเมือง

2.2) การควบคุมทางการเงิน

เมืองทำการประเมินและรวบรวมปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นของเมือง หรือภายใต้อำนาจการควบคุมการดำเนินงานของเมือง ซึ่งยึดตามสัดส่วนทางการเงินที่เกิดขึ้นจริงและมีการระบุไว้ในรายงานทางการเงินของเมืองเป็นหลัก

เมื่อกำหนดขอบเขตของเมือง จะสามารถแสดงรายละเอียดได้ดังนี้

- สถานที่ตั้ง และพื้นที่อาณาเขตการปกครองของเมือง
- กิจกรรมการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจก
- จำนวนประชากร และครัวเรือนภายในเมือง
- ข้อมูลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องและเป็นประโยชน์ในการประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกภายในเมือง

2.2.1.2 การกำหนดขอบเขตของการดำเนินงาน

1) การระบุแหล่งปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกี่ยวข้องภายในของเขตการดำเนินงานของเมือง

2) การจำแนกแหล่งปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกออกเป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมที่เกิดจากการใช้พลังงาน และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่น ๆ

3) การคัดเลือกกิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่น ๆ ที่จำเป็นต้องหาปริมาณและต้องมีการรายงานผล นอกจากนี้เมืองต้องอธิบายเพิ่มเติมหากมีการเปลี่ยนขอบเขตการดำเนินงานจากเดิม

ในการกำหนดขอบเขตการดำเนินงาน ต้องระบุกิจกรรมที่มีการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกี่ยวข้องกับบริบทของเมือง ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภท ดังนี้

ประเภทที่ 1 การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางตรง

1) การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางตรงที่เกิดจากการเผาไหม้อยู่กับที่ ได้แก่

- การผลิตพลังงานไฟฟ้า ความร้อน และไอน้ำ แล้วนำพลังงานที่ผลิตได้กระจายสู่เขตพื้นที่เมืองของตนเองหรือกระจายไปยังเมืองอื่นหรือผลิตขึ้นเพื่อขายต่อให้กับหน่วยงานภาครัฐ/เอกชนรวมถึงการสูญเสียพลังงานระหว่างการขนส่ง
- การเผาไหม้เชื้อเพลิงเพื่อใช้ในการหุงต้มในเขตพื้นที่ของเมือง
- การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเกิดปฏิกิริยาเคมีในกระบวนการผลิต

2) การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางตรงที่เกิดจากการเผาไหม้ที่มีการเคลื่อนที่

- การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงจากกิจกรรมการขนส่งของยานพาหนะที่ประชากรหรือหน่วยงานในพื้นที่เป็นเจ้าของ หรือหน่วยงานในเขตพื้นที่เป็นผู้เช่าเหมา

3) การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางตรงที่เกิดจากการรั่วไหลและอื่นๆ เช่น

- การใช้ปุ๋ย หรือสารเคมี เพื่อการซักล้าง หรือทำความสะอาดภายในเขตเมือง
- การจัดการขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในพื้นที่เมืองด้วยวิธีการฝังกลบหรือการเทกองขยะ

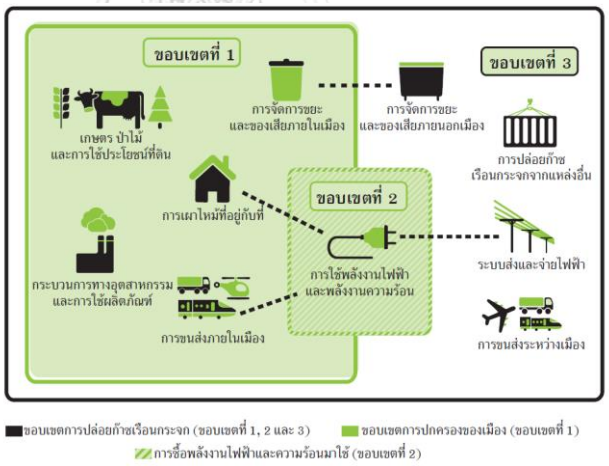
- การนำขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในพื้นที่เมืองด้วยวิธีการฝังกลบหรือการเทกองขยะ
- การบำบัดน้ำเสียและกากตะกอนจากอาคารบ้านเรือน ร้านค้า หรือแม้กระทั่งน้ำเสียจากโรงงานที่ตั้งอยู่ในเขตเมือง
- การเผาขยะประเภทต่าง ๆ โดยใช้เตาเผาขยะ และการเผาในที่โล่งแจ้ง
- การเผาไหม้ชีวมวล

ประเภทที่ 2 การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงาน

พิจารณานับปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ถูกปล่อยและดูดกลับจากการนำพลังงานในรูปแบบต่าง ๆ ที่ผลิตและจัดหาจากนอกเขตพื้นที่ของเมืองเข้ามาใช้ในพื้นที่ เช่น ไฟฟ้า ความร้อน หรือไอน้ำ

ประเภทที่ 3 การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ

พิจารณานับปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ถูกปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมต่าง ๆ นอกเหนือจากที่ระบุในประเภทที่ 1 และประเภทที่ 2



ภาพที่ 2.2 ประเภทและแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเมือง
(องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก(องค์การมหาชน), 2559)

2.2.2 รูปแบบการใช้พลังงานของเมือง

2.2.2.1 ไฟฟ้า

รูปแบบการใช้พลังงานของเมืองด้านพลังงานไฟฟ้าสามารถวิเคราะห์ได้จากการกำหนดขอบเขตของการดำเนินงานการเก็บข้อมูลก๊าซเรือนกระจกระดับเมือง โดยใช้แนวทางการ

ประเมินตาม Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories guideline (GPC) ในการเก็บข้อมูลการใช้พลังงานโดยมีการกำหนดขอบเขตของการดำเนินงานทั้ง 3 ประเภท ได้แก่ ประเภทที่ 1 การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางตรง ประเภทที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้ฟ้า และประเภทที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ ซึ่งได้มีการใช้วิธีนี้ในการศึกษาในอำเภอด่านซ้าย จังหวัดเลยพบว่ารูปแบบการใช้พลังงานของเมืองมาจากหลายแหล่งกิจกรรม ได้แก่การใช้พลังงานในอาคารที่อยู่อาศัย อาคารพาณิชย์ กระบวนการผลิตในอุตสาหกรรม ผลิตไฟฟ้าเข้าสู่ระบบสายส่ง (Sununta, Kongboon, & Sampattagul, 2019)

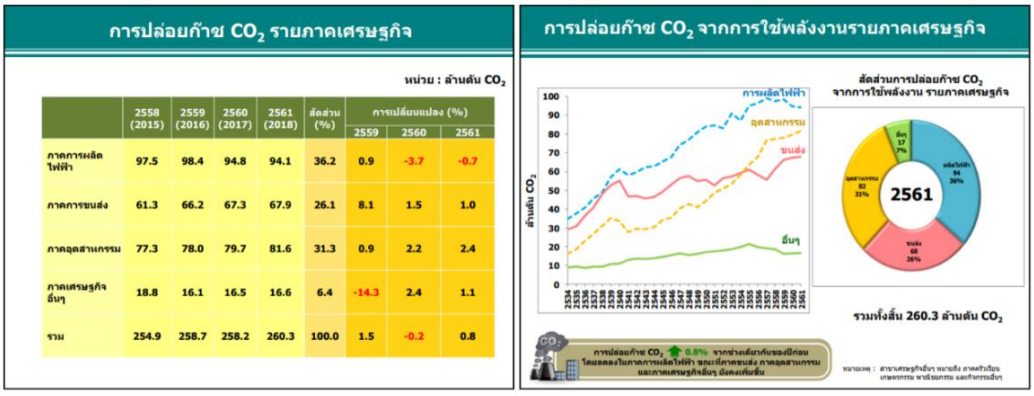
2.2.2.2 เชื้อเพลิง

รูปแบบการใช้พลังงานของเมืองด้านเชื้อเพลิงสามารถวิเคราะห์ได้จากข้อมูลปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงแต่ละชนิดที่ใช้ในการขนส่งทั้งยานพาหนะส่วนบุคคลและยานพาหนะที่ให้บริการสาธารณะ ที่มีการขนส่งภายในเขตเมืองและขนส่งระหว่างเมือง และต้องมีการเก็บข้อมูลทั้งการขนส่งทางบก ทางราง ทางน้ำและทางอากาศ (Sununta et al., 2019) โดยมีการใช้เชื้อเพลิงน้ำมันประเภทต่าง ๆ เช่น แก๊สโซลีน น้ำมันดีเซล เป็นต้น และกรณีศึกษาเมืองไถหนาน ประเทศไต้หวันโดยได้มีการนำการประเมินวัฏจักรการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระบบขนส่งสาธารณะ โดยใช้แนวทางการประเมินตาม ISO/TS 14067 และ PAS2050 เพื่อที่จะประเมิน Carbon footprint ในรถประจำทางที่ใช้เชื้อเพลิงต่างกัน ซึ่งเป็นการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแบบที่มีการเคลื่อนที่ (Chang, Liao, & Chang, 2019) และนอกจากนี้ยังมีการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกการเผาไหม้อยู่กับที่ในขอบเขตที่ 1 ของการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ระดับเมือง เช่น จากเครื่องปั่นไฟและจากเครื่องจักรกลทางเกษตร (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก(องค์การมหาชน), 2559)

2.2.3 ความเชื่อมโยงระหว่างการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)

การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงานของประเทศไทยมีแนวโน้มสูงขึ้นจากการขยายตัวของเมือง จำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้นทำให้มีความต้องการใช้พลังงานเพิ่มมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลการใช้พลังงานของประเทศโดยในปี พ.ศ. 2561 เมื่อพิจารณาข้อมูลรายภาคเศรษฐกิจ พบว่า ภาคการขนส่ง ภาคอุตสาหกรรม และภาคเศรษฐกิจอื่น ๆ มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้น ในขณะที่ภาคการผลิตไฟฟ้ามีการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ลดลงแต่ก็ยังเป็นภาคเศรษฐกิจหลักที่มีสัดส่วนการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์สูงสุด ดังแสดงใน**ภาพที่ 2.3** (สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน, 2561)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



	2558 (2015)	2559 (2016)	2560 (2017)	2561 (2018)	สัดส่วน (%)	การเปลี่ยนแปลง (%) 2559	2560	2561
ภาคการผลิตไฟฟ้า	97.5	98.4	94.8	94.1	36.2	0.9	-3.7	-0.7
ภาคการขนส่ง	61.3	66.2	67.3	67.9	26.1	8.1	1.5	1.0
ภาคอุตสาหกรรม	77.3	78.0	79.7	81.6	31.3	0.9	2.2	2.4
ภาคเศรษฐกิจอื่นๆ	18.8	16.1	16.5	16.6	6.4	-14.3	2.4	1.1
รวม	254.9	258.7	258.2	260.3	100.0	1.5	-0.2	0.8

ภาพที่ 2.3 การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงานแยกรายภาคเศรษฐกิจ (สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน, 2561)

2.2.4 นโยบายด้านพลังงานและก๊าซเรือนกระจกต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

เนื่องจากแนวโน้มการขยายตัวของเศรษฐกิจของประเทศไทยที่ปรับตัว และแผนการลงทุนโครงสร้างพื้นฐาน ตามนโยบายรัฐบาล รวมทั้งการเตรียมการเข้าสู่ประชาคมอาเซียน (ASEAN Economic Community: AEC) ซึ่งจะส่งผลต่อการใช้ไฟฟ้าของประเทศไทยโดยรวม ดังนั้นจึงมีการจัดทำแผน PDP2015 เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการไฟฟ้าที่จะเกิดขึ้น กระทรวงพลังงานได้วางกรอบแผนบูรณาการพลังงานแห่งชาติ ซึ่งมี 5 แผนหลัก ได้แก่ 1) แผนพัฒนากำลังการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย (Thailand Power Development Plan: PDP) 2) แผนอนุรักษ์พลังงาน (Energy Efficiency Development Plan: EEDP) 3) แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก (Alternative Energy Development Plan: AEDP) 4) แผนการจัดหาก๊าซธรรมชาติของไทย และ 5) แผนบริหารจัดการน้ำมันเชื้อเพลิง โดยแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย พ.ศ. 2558-2579 (แผน PDP2015) ได้ให้ความสำคัญในประเด็นดังนี้ 1) ด้านความมั่นคงทางพลังงาน (Security) ต้องตอบสนองปริมาณความต้องการไฟฟ้า โดยจะสอดคล้องกับอัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ อัตราเพิ่มของประชากร และอัตราการขยายตัวของเขตเมือง รวมถึงการกระจายสัดส่วนเชื้อเพลิง (Fuel diversification) ที่ใช้ผลิตไฟฟ้าให้มีความเหมาะสม 2) ด้านเศรษฐกิจ ต้องคำนึงถึงต้นทุนการผลิตไฟฟ้าที่เหมาะสม การใช้ไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อลดการนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศ และ 3) ด้านสิ่งแวดล้อม (Ecology) ต้องลดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมโดยลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหน่วยการผลิตไฟฟ้า (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2558)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1) แผนพัฒนากำลังการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย (PDP2015)

ในแผน PDP2015 ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหน่วยพลังงาน มีค่าต่ำกว่าแผนฯ เดิม เป็นผลจากนโยบายพลังงานของประเทศที่ให้ความสำคัญในการกระจายสัดส่วนการผลิตไฟฟ้า และมีการเพิ่มสัดส่วนการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนทั้งในประเทศและต่างประเทศเพิ่มมากขึ้นซึ่งจะทดแทนการผลิตไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงฟอสซิล โดยในปี พ.ศ. 2573 มีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหน่วยพลังงานไฟฟ้าประมาณ 0.342 $kgCO_2/kWh$ ต่ำกว่าแผนฯ เดิม ที่มีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหน่วยพลังงานไฟฟ้าประมาณ 0.385 $kgCO_2/kWh$ ลดลง 0.043 $kgCO_2/kWh$ และช่วงปลายแผน ในปี พ.ศ. 2579 การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหน่วยพลังงานไฟฟ้าประมาณ 0.319 $kgCO_2/kWh$ โดยการคำนวณปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ จะใช้วิธีการคำนวณโดยอ้างอิงตามหลักสากล คือ “IPCC Guideline for National Greenhouse Gas Inventories”

2) แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก (Alternative Energy Development Plan: AEDP)

ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลให้ประเทศไทยต้องหันมาพิจารณาการใช้พลังงานทางเลือกคือปัญหาภาวะโลกร้อนที่มีแนวโน้มจะเพิ่มขึ้นเนื่องจากก๊าซเรือนกระจก ที่เกิดจากกระบวนการสันดาปของเชื้อเพลิงฟอสซิลในอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น อุตสาหกรรมผลิตไฟฟ้า เป็นต้น ดังนั้น รัฐบาลจึงมีความพยายามในการผลักดันแผน AEDP เพื่อก้าวไปสู่สังคมคาร์บอนต่ำ (Low Carbon Society) โดยอาศัยมาตรการจูงใจให้มีการรับซื้อไฟฟ้าจากภาคเอกชน ระยะแรก มีการกำหนดส่วนเพิ่มราคารับซื้อไฟฟ้า (Adder) สำหรับการรับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานทางเลือก ปัจจุบันอยู่ระหว่างเปลี่ยนแปลงมาตรการจูงใจสำหรับการลงทุนให้เหมาะสมกับสถานการณ์ด้านราคารับซื้อไฟฟ้า เป็น Feed-in Tariff (FiT) ซึ่งสะท้อนต้นทุนการผลิตไฟฟ้าของพลังงานหมุนเวียนแต่ละชนิดมากขึ้น และกำหนดกรอบระยะเวลาการรับซื้อไฟฟ้าที่ชัดเจน และนอกจากนี้กระทรวงพลังงานได้กำหนดเป้าหมายแผนย่อยโครงสร้างพื้นฐานด้านพลังงานในแผนแผนปฏิบัติราชการระยะ 5 ปี (พ.ศ. 2563-2565) ของกระทรวงพลังงานให้มีการส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนในประเทศดัง**ตารางที่ 2.2**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 2.2 เป้าหมายและตัวชี้วัดของแผนย่อยโครงสร้างพื้นฐานด้านพลังงาน (เสนอโดยกระทรวงพลังงาน) ในแผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ

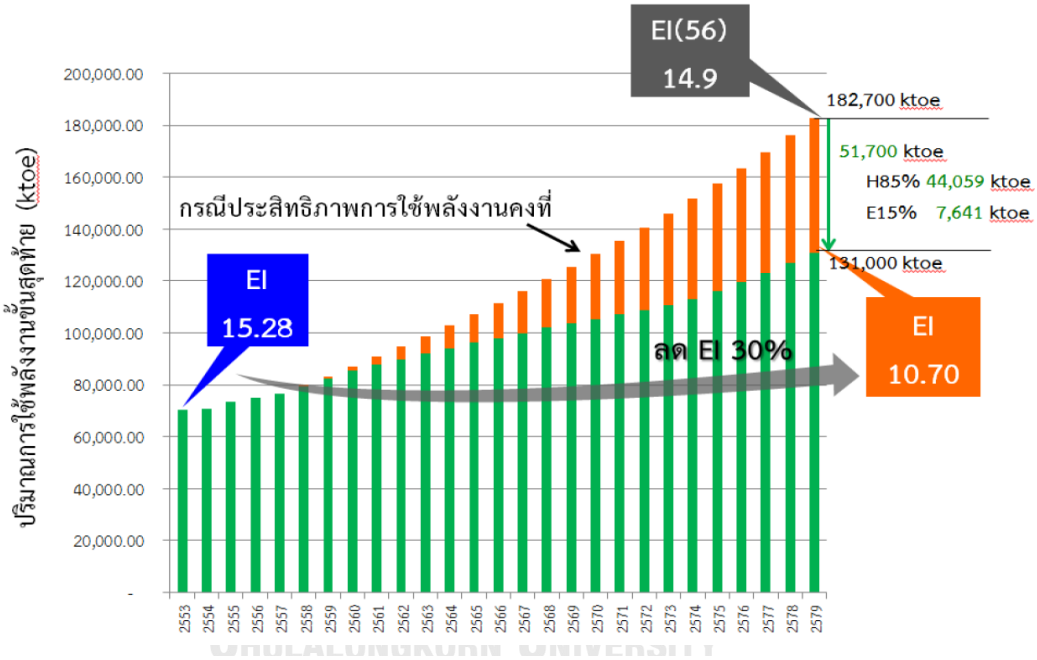
เป้าหมาย	ตัวชี้วัด	ค่าเป้าหมาย			
		ปี 61-65	ปี 66-70	ปี 71-75	ปี 76-80
การใช้ก๊าซธรรมชาติในการผลิตไฟฟ้าลดลง	สัดส่วนการใช้ก๊าซธรรมชาติในการผลิตไฟฟ้า (เฉลี่ยร้อยละ)	ไม่เกิน ร้อยละ 60		ไม่เกิน ร้อยละ 50	
การใช้พลังงานทดแทนที่ผลิตในประเทศเพิ่มมากขึ้น	สัดส่วนการใช้พลังงานทดแทนที่ผลิตได้ภายในประเทศ ในการผลิตไฟฟ้า ความร้อน และเชื้อเพลิงชีวภาพ (เฉลี่ยร้อยละของพลังงานขั้นสุดท้าย)	ร้อยละ 15-18	ร้อยละ 19-22	ร้อยละ 23-25	ร้อยละ 26-30
ประสิทธิภาพการใช้พลังงานของประเทศเพิ่มขึ้น	ค่าความเข้มข้นการใช้พลังงานขั้นสุดท้าย (พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ/พันล้านบาท)	7.4 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ/พันล้านบาท	6.93 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ/พันล้านบาท	6.45 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ/พันล้านบาท	5.98 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ/พันล้านบาท
การปรับปรุงและพัฒนาระบบไฟฟ้าของประเทศให้มีประสิทธิภาพด้วยเทคโนโลยีโครงข่ายสมาร์ทกริด	จำนวนแผนงาน และ/หรือโครงการที่กำลังพัฒนา /โครงการนำร่อง/ โครงการที่มีการใช้งานเกี่ยวข้องกับการเพิ่มประสิทธิภาพระบบไฟฟ้าในแต่ละระยะ (แผนงาน/โครงการ)	การพัฒนาและสาธิตนำร่องการใช้งานระบบสมาร์ทกริดอย่างน้อย 8 แผนงาน/โครงการ	การพัฒนาและสาธิตนำร่องการใช้งานระบบสมาร์ทกริดอย่างน้อย 3 แผนงาน/โครงการ	การพัฒนาและสาธิตนำร่องการใช้งานระบบสมาร์ทกริดอย่างน้อย 3 แผนงาน/โครงการ	การพัฒนาและสาธิตนำร่องการใช้งานระบบสมาร์ทกริดอย่างน้อย 5 แผนงาน/โครงการ

(กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2558)

3) แผนอนุรักษ์พลังงาน (Energy Efficiency Development Plan: EEDP)

แผนอนุรักษ์พลังงาน 20 ปี (พ.ศ. 2558 - 2579) ได้กำหนดเป้าหมายการอนุรักษ์พลังงานของประเทศในระยะสั้น 5 ปี และระยะยาว 20 ปี โดยตั้งเป้าหมายการอนุรักษ์พลังงานของ

ประเทศในระยะสั้น 5 ปี และระยะยาว 20 ปี โดยตั้งเป้าลดความเข้มของการใช้พลังงาน (Energy Intensity: EI) ลงร้อยละ 30 ในปี พ.ศ. 2579 เมื่อเทียบกับปี พ.ศ. 2553 ดัง**ภาพที่ 2.4** ทั้งในภาพรวมพลังงานของประเทศ (ความร้อนและไฟฟ้า) และในรายภาคเศรษฐกิจที่มีการใช้พลังงานมาก ได้แก่ ภาคขนส่ง ภาคอุตสาหกรรม ภาคอาคารธุรกิจ และภาคบ้านอยู่อาศัย แต่ต่อมากระทรวงพลังงานได้ทบทวนแผนอนุรักษ์พลังงาน 20 ปี (พ.ศ. 2558 - 2579) ใหม่ เนื่องจากเมื่อพิจารณาที่ปีฐาน ปี พ.ศ. 2556 พบว่าการใช้พลังงานลดลงจากปี พ.ศ. 2553 แล้วประมาณ 4,442 ktoe ดังนั้นการดำเนินงานในช่วงปี พ.ศ. 2558-2573 จะเป็นการผลักดันมาตรการต่างๆ เพื่อให้เกิดผลประหยัดพลังงานครบตามเป้าหมายดัง**ตารางที่ 2.3** และ**ตารางที่ 2.4**



ภาพที่ 2.4 เป้าหมายแผนอนุรักษ์พลังงาน 20 ปี (พ.ศ. 2558 - 2579)

(สำนักนโยบายและแผนพลังงาน, 2558)

ตารางที่ 2.3 เป้าหมายแผน EEDP ณ ปี พ.ศ. 2579 ด้านไฟฟ้า จำแนกตามภาคเศรษฐกิจ (ประเภทผู้ใช้ไฟฟ้า)

มาตรการ	ที่อยู่อาศัย	อุตสาหกรรม	อาคาร		รวม (GWh)
			อาคารธุรกิจ	อาคารรัฐ	
1. มาตรการการจัดการโรงงานและอาคารควบคุม	-	10,814	5,654	3,180	19,648
2. มาตรการใช้เกณฑ์มาตรฐานอาคาร (BEC)	-	-	11,975	1,711	13,686
3. มาตรการใช้เกณฑ์มาตรฐานและติดฉลากอุปกรณ์ (HEPs & MEPs)	8,936	6,226	7,609	989	23,760
4. มาตรการสนับสนุนด้านการเงิน	-	9,133	5,941	-	15,074
5. มาตรการส่งเสริม LED	3,354	3,303	3,711	1,264	11,632
6. มาตรการบังคับใช้เกณฑ์มาตรฐานการประหยัดพลังงานสำหรับผู้ผลิตและจำหน่ายพลังงาน (EERS)	1,343	2,367	2,162	-	5,872
รวม	13,633	31,843	37,052	7,144	89,672

(สำนักนโยบายและแผนพลังงาน, 2558)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากเป้าหมายการประหยัดพลังงานดังกล่าว สามารถแบ่งผลประหยัดพลังงานไฟฟ้ารายมาตรการรายปี สรุปได้ดัง**ตารางที่ 2.4**

ตารางที่ 2.4 แผนอนุรักษ์พลังงาน (EEDP) (พ.ศ. 2558 - 2579)

มาตรการ	เป้าหมายผลประหยัดพลังงานไฟฟ้า (GWh)				
	2559	**2564**	**2569**	**2574**	**2579**
1. มาตรการการจัดการโรงงานและอาคารควบคุม	1,802	6,992	11,669	14,738	19,648
2. มาตรการใช้เกณฑ์มาตรฐานอาคาร (BEC)	-	770	2,719	6,402	13,686
3. มาตรการใช้เกณฑ์มาตรฐานและติดฉลากอุปกรณ์ (HEPs & MEPs)	857	3,446	8,163	14,776	23,760
4. มาตรการสนับสนุนด้านการเงิน	905	5,133	9,691	11,564	15,074
5. มาตรการส่งเสริม LED	160	1,862	4,909	8,129	11,632
6. มาตรการบังคับใช้เกณฑ์มาตรฐานการประหยัดพลังงานสำหรับผู้ผลิตและจำหน่ายพลังงาน (EERS)	-	-	870	3,085	5,872
รวม	3,724	18,203	38,021	58,694	89,672

(สำนักนโยบายและแผนพลังงาน, 2558)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4) แผนปฏิบัติการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศ ปี พ.ศ. 2564 – 2573 สาขาคมนาคมขนส่ง

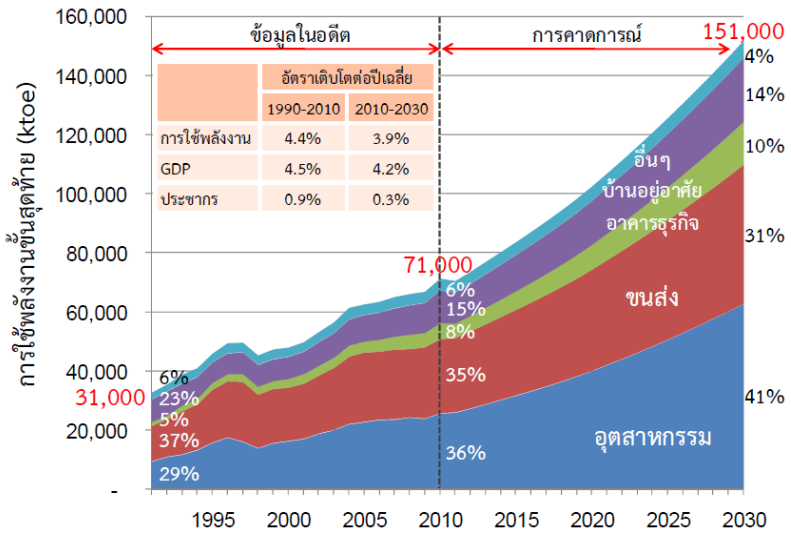
จากเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกที่ร้อยละ 20 ภายในปี พ.ศ. 2573 นั้นสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (สผ.) ได้จัดทำแผนที่นำทางการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศ ปี พ.ศ. 2564 – 2573 (Thailand's Nationally Determined Contribution Roadmap on Mitigation 2021 – 2030: NDC Roadmap 2021 - 2030) เพื่อเป็นกรอบการดำเนินงานที่จะนำไปสู่การบรรลุเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศร้อยละ 20 หรือที่ 111

ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ($MtCO_2e$) ภายในปี พ.ศ. 2573 โดยดำเนินการใน 3 สาขาหลัก (15 มาตรการ) ได้แก่ สาขาพลังงานและขนส่ง สาขากระบวนการทางอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ และสาขาการจัดการของเสีย ทั้งนี้ การคมนาคมขนส่งจากสาขาพลังงานและขนส่ง มีศักยภาพรวม ณ ปี พ.ศ. 2573 (ค.ศ. 2030) ในการลดก๊าซเรือนกระจก 41 $MtCO_2e$ โดยเป็นมาตรการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในการคมนาคมขนส่ง 31 $MtCO_2e$ และมาตรการการใช้เชื้อเพลิงชีวภาพสำหรับยานพาหนะ 10 $MtCO_2e$ (สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร, กระทรวงคมนาคม, 2559)

2.3 แนวทางการลดการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเมือง

2.3.1 อาคาร

จากข้อมูลแสดงแนวโน้มความต้องการพลังงานในอนาคตดัง**ภาพที่ 2.5** พบว่าความต้องการพลังงานในภาคธุรกิจและภาคอุตสาหกรรมยังคงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในอัตราที่สูงกว่าภาคอื่นๆ ซึ่งส่งผลให้ความต้องการใช้พลังงานในภาคอาคารธุรกิจนั้นสูงขึ้นตามด้วย ดังจะเห็นได้จากข้อมูลความต้องการใช้พลังงานมีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง จนเพิ่มเป็น 151,000 ktoe หรือคิดเป็น 2.1 เท่าของปัจจุบัน หรือเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 3.9 ต่อปี โดยคิดที่ค่าความยืดหยุ่นพลังงาน (Energy elasticity) เฉลี่ย 0.93 ซึ่งจะส่งผลให้มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงขึ้น (กระทรวงพลังงาน, 2554)



ภาพที่ 2.5 แนวโน้มความต้องการพลังงานในอนาคตกรณีปกติ (BAU)

(กระทรวงพลังงาน, 2554)

การประเมินศักยภาพการอนุรักษ์พลังงานในภาคอาคารธุรกิจและบ้านอยู่อาศัยตามลักษณะการใช้งาน 1) กลุ่มอาคารธุรกิจขนาดใหญ่ จำแนกการใช้ไฟฟ้าได้ตาม**ตารางที่ 2.5** 2) อาคารธุรกิจขนาดเล็กและบ้านอยู่อาศัย

ตารางที่ 2.5 การใช้ไฟฟ้าในกลุ่มอาคารธุรกิจขนาดใหญ่แยกตามประเภทอาคารในปี 2550

ประเภทอาคาร	การใช้ไฟฟ้า (GWh)	สัดส่วน (ร้อยละ)
อาคารสำนักงาน	7,139	37
อาคารห้างสรรพสินค้า	2,351	12
อาคารธุรกิจค้าปลีกและส่ง	2,351	12
โรงแรม	2,339	12
คอนโดมิเนียม	1,303	7
สถานพยาบาล	1,172	6
สถานศึกษา	1,102	6
อาคารทั่วไป	1,365	8
รวม	19,125	100

(กระทรวงพลังงาน, 2554)

ซึ่งจะเห็นได้ว่าปริมาณการใช้ไฟฟ้ามาจากอาคารสำนักงาน อาคารห้างสรรพสินค้า อาคารธุรกิจค้าปลีกและส่ง และโรงแรมเป็นส่วนใหญ่คิดเป็นร้อยละ 73 จากปริมาณการใช้ไฟฟ้าจากกลุ่มอาคารธุรกิจขนาดใหญ่ทั้งหมด ส่งผลให้มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากขึ้นด้วยจึงต้องมีการนำมาตรการอนุรักษ์พลังงานมาใช้ในหลายรูปแบบเพื่อให้เหมาะสมกับลักษณะกิจกรรมที่เกิดขึ้นภาคในอาคาร สำหรับในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกศึกษาปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในห้างสรรพสินค้า อาคารสถานศึกษา และโรงพยาบาลในเขตเทศบาลนครนครราชสีมาและศึกษาผลของมาตรการอนุรักษ์พลังงานและปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้จากการดำเนินมาตรการ โดยมาตรการอนุรักษ์พลังงานที่ได้มีการนำไปใช้ในห้างสรรพสินค้า อาคารสถานศึกษา และโรงพยาบาล มีได้หลายแนวทาง ได้แก่ แนวทางการนำพลังงานทดแทนมาใช้ภายในอาคารและแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานภายในอาคาร (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก(องค์การมหาชน), 2561)

พลังงานทดแทน หมายถึง พลังงานที่ใช้ทดแทนพลังงานจากฟอสซิล ประกอบด้วย แสงอาทิตย์ ลม พลังน้ำ ชีวมวล ก๊าซชีวภาพ ขยะและเชื้อเพลิงชีวภาพ (เอทานอลและไบโอดีเซล) โดยประเทศไทยมีแนวโน้มเพิ่มสัดส่วนการใช้พลังงานทดแทนเพิ่มมากขึ้น ซึ่งการใช้พลังงานทดแทน

จะอยู่ในรูปของไฟฟ้า ความร้อนและเชื้อเพลิงชีวภาพ (กระทรวงพลังงาน, 2561) ดังนั้นการส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนที่ช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบสายส่งแล้วยังเป็นการช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอีกด้วย ซึ่งมีด้วยกันหลายรูปแบบ ได้แก่

- การใช้พลังงานทดแทนผลิตพลังงานไฟฟ้าแทนการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงฟอสซิล เช่น แสงอาทิตย์ ลม น้ำ ชีวมวล และก๊าซชีวภาพ
- การใช้พลังงานทดแทนผลิตพลังงานความร้อนแทนการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล เช่น ชีวมวล และก๊าซชีวภาพ
- การใช้พลังงานทดแทนเป็นเชื้อเพลิงชีวภาพ เช่น เอทานอล ไบโอดีเซล ก๊าซไบโอมีเทนอัด (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก(องค์การมหาชน), 2561)

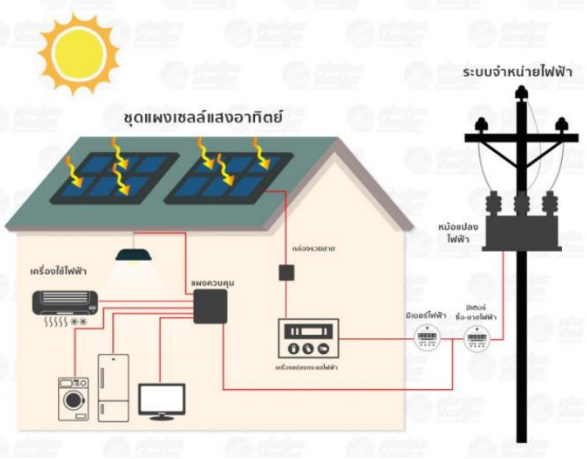
ซึ่งสำหรับการนำพลังงานทดแทนมาใช้ในภาคอาคารที่เหมาะสมคือ การติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคาที่สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบสายส่งและเป็นการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานสะอาดที่ช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ซึ่งประกอบด้วย แผงเซลล์แสงอาทิตย์ติดตั้งบนหลังคาภายในจะมีชุดแปลงกระแสไฟฟ้า (อินเวอร์เตอร์) โดยมีหลักการทำงานของระบบดังนี้

(1) เมื่อมีแสงอาทิตย์ตกกระทบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ทั้งหมดจะผลิตกระแสไฟฟ้าตรง ผ่านระบบควบคุมเข้าอินเวอร์เตอร์

(2) อินเวอร์เตอร์จะเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับก่อนจ่ายเข้าระบบไฟฟ้าภายในบ้าน

(3) ในช่วงที่ความเข้มของแสงอาทิตย์ไม่เพียงพอ หรือมีการใช้อุปกรณ์ที่ใช้กำลังไฟฟ้าสูงกว่ากำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จากเซลล์แสงอาทิตย์แล้ว ระบบก็จะนำกำลังไฟฟ้าส่วนที่ขาดจากระบบสายส่งของการไฟฟ้ามาใช้เพื่อให้อุปกรณ์ไฟฟ้าสามารถทำงานได้ (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 2.6 แผนผังหลักการทำงานการติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคา (บริษัทเฟิลปส์ดอด์จ(ประเทศไทย)จำกัด)

จากงานวิจัยที่ผ่านมาได้มีการนำระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคากรณีศึกษาอาคารของมหาวิทยาลัยและอาคารราชการในกรุงเทพมหานครพบว่ามีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 0.079 $kgCO_2$-eq/kWh ในตลอดช่วงการติดตั้งระบบ ซึ่งหลังจากการติดตั้งระบบเสร็จจะสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้เท่ากับ 4.8 $MtCO_2$-eq (Eskew, Ratledge, Wallace, Gheewala, & Rakkwamsuk, 2018)

นอกจากนั้นการลดการใช้พลังงานในอาคารโดยการติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคาแล้ว ยังมีเทคโนโลยีที่ช่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้พลังงานเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอีกด้วย โดยหลักการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน หมายถึง การใช้พลังงานต่อหน่วยของการผลิต กิจกรรม พื้นที่ เวลา การบริการ หรือหน่วยอื่นลดลงเมื่อเทียบกับการใช้พลังงานก่อนดำเนินกิจกรรมเพิ่มประสิทธิภาพพลังงาน โดยนิยมใช้ดัชนีการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในรูปแบบของค่าการใช้พลังงานจำเพาะ (Specific Energy Consumption: SEC) หรือแสดงเป็นความเข้มของการใช้พลังงาน (Energy Intensity) สามารถทำได้หลายวิธี แบ่งออกเป็น 3 แนวทางหลักดังนี้ (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก(องค์การมหาชน), 2561)

1) การเปลี่ยนไปใช้เครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพการใช้พลังงานที่สูงขึ้น เช่น การเปลี่ยนหลอดไฟเป็นหลอดแบบ LED การเปลี่ยนเครื่องจักรที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

2) การปรับปรุงกรรมวิธีหรือเทคโนโลยีการผลิตหรือการใช้พลังงาน เช่น การนำความร้อนเหลือทิ้งมาใช้ประโยชน์ (Waste Heat Recovery) การสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนร่วม

(Co-generation Power Plant) แทนโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อน (Thermal Power Plant) การติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์ (Variable Speed Drive : VSD)

3) การปรับปรุงการใช้และบำรุงรักษาอุปกรณ์เครื่องจักรที่มีอยู่เดิม

นอกจากนี้ การเปลี่ยนไปใช้อุปกรณ์แสงสว่างประสิทธิภาพสูงในอาคารก็สามารถทำให้ลดการใช้พลังงานในภาคอาคารได้ เช่น ในโรงงานอุตสาหกรรมได้มีการเปลี่ยนหลอดไฟจากเดิมที่ติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 36 W ไปเป็นหลอด LED ขนาด 20 W โดยปริมาณแสงสว่างยังอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ จากการเปลี่ยนหลอดไฟดังกล่าวพบว่า สามารถประหยัดพลังงานได้ถึงร้อยละ 56.5 และมีระยะเวลาในการคืนทุนภายใน 3.5 ปี (สุทธิศักดิ์ เต็มเกษมสุข, 2555)

2.3.2 ขนส่ง

จากข้อมูลใน**ภาพที่ 2.3** จะเห็นได้ว่าแนวโน้มความต้องการพลังงานในภาคขนส่งนั้นเติบโตอย่างรวดเร็วและส่งผลทำให้มีการใช้พลังงานและปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากขึ้น ดังนั้นเราจึงจำเป็นต้องหากลยุทธ์ในการลดการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแบ่งได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่

1) การใช้ยานพาหนะที่มีประสิทธิภาพ
2) การใช้เชื้อเพลิงที่มีคาร์บอนต่ำ
3) การลดการเดินทางซึ่งจะทำให้มีความต้องการยานพาหนะลดลง

ซึ่งหากสามารถนำกลยุทธ์ดังกล่าวมาใช้ได้จะทำให้ช่วยลดต้นทุนด้านพลังงาน มีความมั่นคงด้านน้ำมันและช่วยลดมลพิษได้อีกด้วย (P. & Dan, 2008)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 2.6 สรุปกลไกการลดก๊าซเรือนกระจกภาคขนส่งและนโยบาย

ประเภท	มาตรการปัจจุบัน (2007-2015)	มาตรการอนาคต (2010-2030)	นโยบายสนับสนุนและแนวทางปฏิบัติ
การใช้ยานพาหนะที่มีประสิทธิภาพ	● การพัฒนาประสิทธิภาพของแก๊สโซลีนและน้ำมันดีเซลที่ใช้ในรถบรรทุกมากขึ้น	● เพิ่มการใช้ยานพาหนะที่เป็น hybrid gas-electric, plug-in hybrid,	● ยานพาหนะที่มีประสิทธิภาพและมีมาตรฐาน (ประหยัดเชื้อเพลิงและมีอัตราการปล่อยก๊าซ

ตารางที่ 2.6 สรุปกลไกการลดก๊าซเรือนกระจกภาคขนส่งและนโยบาย (ต่อ)

ประเภท	มาตรการปัจจุบัน (2007-2015)	มาตรการอนาคต (2010-2030)	นโยบายสนับสนุนและแนวทางปฏิบัติ
	● มีเทคโนโลยีที่เข้ามาช่วยในการขนส่งมากขึ้นและทำให้ผู้ขับขี่มีความตระหนักมากขึ้น	battery electric มากขึ้น ● ยานพาหนะที่ใช้ Fuel cell	คาร์บอนไดออกไซด์ต่ำ) ● การทำสัญญาภาคสมัครใจในภาคอุตสาหกรรม ● แรงจูงใจในการซื้อยานพาหนะที่มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำและมีอัตราการประหยัดเชื้อเพลิงที่สูง ● ภาครัฐและภาคเอกชนร่วมกันซื้อยานพาหนะที่มีประสิทธิภาพ
การใช้เชื้อเพลิงที่มีคาร์บอนต่ำ	● การใช้เชื้อเพลิงชีวภาพในเชื้อเพลิงปิโตรเลียม ● ใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลที่มีองค์ประกอบก๊าซเรือนกระจกต่ำ (น้ำมันดีเซลและแก๊สธรรมชาติอัด)	● การใช้ไฟฟ้า (ในยานพาหนะ plug in hybrid และ battery electrics) ● การใช้เอทานอลจากเซลลูโลส ● การใช้ไฮโดรเจนจากแหล่งพลังงานหมุนเวียน	● การเพิ่มสัดส่วนการผสมเชื้อเพลิงชีวภาพในน้ำมันสำเร็จรูป ● มาตรฐานเชื้อเพลิงที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจก ● ภาษีคาร์บอนจากเชื้อเพลิง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 2.6 สรุปกลไกการลดก๊าซเรือนกระจกภาคขนส่งและนโยบาย (ต่อ)

ประเภท	มาตรการปัจจุบัน (2007-2015)	มาตรการอนาคต (2010-2030)	นโยบายสนับสนุนและแนวทางปฏิบัติ
	• การนำเทคโนโลยีการจัดการเคลื่อนที่มาใช้ • ผลกระทบของก๊าซเรือนกระจกที่มีต่อการใช้ที่ดินและการวางแผนการขนส่งแรงจูงใจและหลักเกณฑ์ที่จะช่วยให้ลดการใช้ยานพาหนะ		

(P. & Dan, 2008)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

นอกจากนี้การนำเทคโนโลยีระบบขนส่งสาธารณะมาใช้ก็สามารถช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเมืองได้อาจแบ่งได้เป็นหลายประเภท แต่สำหรับในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะนำเสนอมาตรการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจากการนำระบบรถไฟฟ้ารางเบา (Light Rail Transit : LRT) และระบบรถโดยสารประจำทางพลังงานไฟฟ้า (Electric Vehicle Bus) มาใช้ในเขตเทศบาลนครนครราชสีมาเท่านั้น

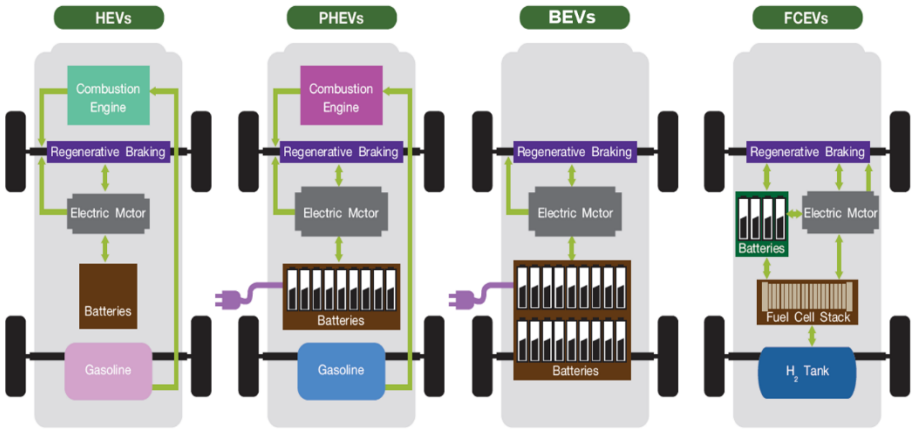
1) ระบบรถไฟฟ้ารางเบา (Light Rail Transit: LRT) เป็นระบบขนส่งที่ใช้พลังงานไฟฟ้า มีความจุสูง เงียบ และมีคุณภาพในการให้บริการสูง สามารถให้บริการได้ทั้งแบบหน่วยบรรทุกเดียว และแบบต่อพ่วงเป็นขบวนสั้นๆ ให้บริการในเส้นทางที่กำหนดเป็นเขตทางเฉพาะ ซึ่งมีทั้งเขตทางที่เป็นระดับเดียวกับพื้นดิน แบบยกระดับ แบบเส้นทางวิ่งใต้ดิน หรือบนถนน เป็นรูปแบบการขนส่งที่ปรับปรุงมาจากการขนส่งแบบรางบนถนนขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้าที่ส่งมายังตัวรถผ่านทางอุปกรณ์ที่ติดตั้งไว้บนหลังคา เส้นทางวิ่งของรถไฟฟ้ารางเบามักถูกแยกออกจากกระแสจราจร

ประเภทอื่น แต่ไม่จำเป็นว่าต้องมีการแบ่งแยกระดับของทางวิ่งให้ต่างจากระดับจราจรปกติตลอดทั้งเส้นทาง บริเวณที่นิยมใช้สำหรับวางแนวเส้นทาง ได้แก่ พื้นที่ว่างบริเวณเกาะกลางถนนของทางด่วนหรือถนนที่มีการปลูกต้นไม้ไว้ข้างทางหรือถ้าปริมาณยานพาหนะบนถนนมีความหนาแน่นไม่มากนักอาจวางแนวเส้นทางวิ่งไปบนท้องถนนได้เช่นกันแต่สำหรับบริเวณศูนย์กลางเมืองที่มีความหนาแน่นของยานพาหนะและผู้คนสูง การกำหนดเขตทางให้มีระดับแยกจากระดับพื้นดิน โดยกำหนดเป็นเส้นทางยกระดับหรือแบบทางวิ่งใต้ดิน ซึ่งเป็นรูปแบบที่ได้รับความนิยมมากและบางประเทศนิยมจัดพื้นที่สำหรับใช้เป็นเส้นทางวิ่งรถไฟฟ้ารางเบาในบริเวณศูนย์กลางเมืองใช้วิธีกำหนดพื้นที่เฉพาะหรือใช้วิธีการปูผิวถนนให้สามารถเห็นเขตทางและความแตกต่างจากผิวจราจรอื่นได้อย่างชัดเจน นอกจากนี้ระบบรถไฟฟ้ารางเบาเป็นรูปแบบการขนส่งที่ผู้ใช้สามารถเข้าใช้งานได้ง่ายและสะดวก และยังได้รับการพัฒนาจาก Street cars ให้สามารถเลี้ยวได้โดยใช้รัศมีการเลี้ยวที่น้อยมาก สามารถวิ่งได้ในพื้นที่ซึ่งมีความลาดชันได้เป็นอย่างดี และยังสามารถความยืดหยุ่นในเรื่องของการจัดรูปแบบสถานี ซึ่งสามารถออกแบบได้ทั้งสถานีที่มีลักษณะธรรมดาไปจนถึงสถานีที่มีพื้นที่กว้าง (สุรเมศวร์ พิริยะวัฒน์, 2551)

ภาพที่ 2.7 ตัวอย่างโครงการระบบรถไฟฟ้ารางเบา (Light Rail Transit: LRT)
(สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งจราจรและมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, 2560)

2) ระบบรถโดยสารประจำทางพลังงานไฟฟ้า (Electric Vehicle Bus) ระบบนี้เป็นการนำเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าเข้ามาประยุกต์ใช้กับระบบโดยสาธารณะ ซึ่งอัตราการขยายตัวของยานยนต์ไฟฟ้านั้นขึ้นอยู่กับข้อจำกัดทางด้านเทคโนโลยีแบตเตอรี่ในปัจจุบัน เนื่องจากความหนาแน่นของพลังงาน ทั้งความหนาแน่นของพลังงานต่อมวล (Energy density by weight) และความหนาแน่นของพลังงานต่อหน่วยปริมาตร (Energy density by volume) ยังมีค่าที่ต่ำมากเมื่อเทียบกับน้ำมัน ดังนั้นความหมายของยานยนต์ไฟฟ้าในปัจจุบันจึงไม่ได้หมายถึงยานยนต์ที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าในการขับเคลื่อนโดยตรงแต่เพียงอย่างเดียวแต่ยังรวมถึงยานยนต์ที่อาศัยเครื่องยนต์เผาไหม้ภายในมาใช้

ร่วมกับมอเตอร์ไฟฟ้าด้วยทั้งในส่วนของการขับเคลื่อนและผลิตพลังงานไฟฟ้า หรือเทคโนโลยีของการใช้ก๊าซไฮโดรเจนในการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์เชื้อเพลิงเพื่อมาเป็นต้นกำลังในการขับเคลื่อน ก็ถือว่าเป็นยานยนต์ไฟฟ้าด้วยดังนั้นในการศึกษานี้จึงได้แบ่งยานยนต์ไฟฟ้าออกเป็น 4 ประเภท ดัง**ภาพที่ 2.8** ได้แก่



ภาพที่ 2.8 ยานยนต์ไฟฟ้าประเภทต่างๆ
(Shukla, 2009)

(1) ยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริด (Hybrid electric vehicle, HEV) ประกอบด้วยเครื่องยนต์ลูกสูบเป็นต้นกำลังในการขับเคลื่อนหลัก ซึ่งใช้เชื้อเพลิงที่บรรจุในยานยนต์และทำงานร่วมกับมอเตอร์ไฟฟ้า ซึ่งทำให้เครื่องยนต์มีประสิทธิภาพสูงขึ้น รวมทั้งยังสามารถนำพลังงานกลที่เหลือเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้าเก็บในแบตเตอรี่เพื่อจ่ายให้กับมอเตอร์ไฟฟ้าต่อไป จึงมีความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงต่ำกว่ายานยนต์ปกติกำลังที่ผลิตจากเครื่องยนต์และมอเตอร์ไฟฟ้า ทำให้อัตราเร่งของยานยนต์สูงกว่ายานยนต์ที่มีเครื่องยนต์ลูกสูบขนาดเดียวกัน

(2) ยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน (Plug-in hybrid electric vehicle, PHEV) เป็นยานยนต์ไฟฟ้าที่พัฒนาต่อมาจากยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริด โดยสามารถประจุพลังงานไฟฟ้าได้จากแหล่งภายนอก (Plug-in) ทำให้ยานยนต์สามารถใช้พลังงานพร้อมกันจาก 2 แหล่ง จึงสามารถวิ่งในระยะทางและความเร็วที่เพิ่มขึ้นด้วยพลังงานจากไฟฟ้าโดยตรง โดยมีการออกแบบอยู่ 2 ประเภท ได้แก่ แบบ Extended range EV (EREV) และแบบ Blended PHEV โดยแบบ EREV จะเน้นการทำงานโดยใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นหลักก่อน แต่แบบ Blended PHEV มีการทำงานผสมผสานระหว่างเครื่องยนต์และไฟฟ้า ดังนั้น ยานยนต์ไฟฟ้าแบบ EREV สามารถวิ่งด้วยพลังงานไฟฟ้าอย่างเดียวมากกว่าแบบ Blended PHEV

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

(3) ยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ (Battery electric vehicle, BEV) เป็นยานยนต์ไฟฟ้าที่มีเฉพาะมอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลังให้ยานยนต์เคลื่อนที่ และใช้พลังงานไฟฟ้าที่อยู่ในแบตเตอรี่เท่านั้น ไม่มีเครื่องยนต์อื่นในยานยนต์ ดังนั้นระยะทางการวิ่งของยานยนต์จึงขึ้นอยู่กับการออกแบบขนาดและชนิดของแบตเตอรี่ รวมทั้งน้ำหนักบรรทุก ซึ่งระบบรถโดยสารประจำทางพลังงานไฟฟ้าจัดเป็นยานยนต์ไฟฟ้าประเภทนี้

ยานยนต์ไฟฟ้าเซลล์เชื้อเพลิง (Fuel cell electric vehicle, FCEV) เป็นยานยนต์ไฟฟ้าที่มีเซลล์เชื้อเพลิง (Fuel cell) ที่สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรงจากไฮโดรเจน ซึ่งเซลล์เชื้อเพลิงมีค่าความจุพลังงานจำเพาะที่สูงกว่าแบตเตอรี่ที่มีอยู่ในปัจจุบัน ซึ่งเทคโนโลยีนี้บริษัทรถยนต์เชื่อว่าเป็นคำตอบที่แท้จริงของพลังงานสะอาดในอนาคต แต่ยังมีข้อจำกัดในเรื่องการผลิตไฮโดรเจนและโครงสร้างพื้นฐาน (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีและศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ, 2558)

ภาพที่ 2.9 ตัวอย่างรถโดยสารไฟฟ้า (Electric Bus)

(องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก(องค์การมหาชน), 2562b)

CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.4 เทศบาลนครนครราชสีมา

เทศบาลนครนครราชสีมาตั้งอยู่ในอำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา เป็นเขตองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นที่เป็นที่ตั้งของศาลากลางจังหวัด มีพื้นที่ประมาณ 37.50 ตารางกิโลเมตร หรือ 23,430 ไร่ 2 งาน หรือประมาณร้อยละ 4.96 ของพื้นที่อำเภอเมืองนครราชสีมา (อำเภอเมืองนครราชสีมา มีพื้นที่ประมาณ 755.596 ตารางกิโลเมตร) หรือประมาณร้อยละ 0.18 ของพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา (จังหวัดนครราชสีมามีพื้นที่ประมาณ 20,493.9 ตารางกิโลเมตร) ตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติได้กำหนดให้เป็นเมืองหลักของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เป็นศูนย์กลางการค้า การพาณิชย์ การคมนาคมทางบก และอุตสาหกรรม โดยในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563 ในเขตเทศบาลมีประชากรจำนวน 125,946 คน ซึ่งลดลงจากปี พ.ศ. 2560 ที่มีประชากรจำนวน

129,680 คน และมีแนวโน้มลดลง เนื่องจากการสร้างที่พักอาศัยได้ขยายออกไปนอกเขตเทศบาลมากขึ้น และยังมีประชากรแฝง (รวมพื้นที่โดยรอบนอกเขตเทศบาล) ถึงในอนาคต ประมาณ 450,000-500,000 คน หรือเข้ามาใช้บริการในเขตเมืองในเวลากลางวัน แล้วอพยพออกไปในเวลากลางคืน ประมาณ 200,000-400,000 คน/วัน ส่งผลให้มีความต้องการใช้พลังงานมากขึ้นในเขตเทศบาล

เทศบาลนครนครราชสีมายังมีแหล่งเกษตรกรรมโดยพื้นที่การเกษตรภายในเขตเทศบาล ส่วนใหญ่จะอยู่บริเวณรอบๆ เมืองทางทิศเหนือ เลียบฝั่งลำตะคอง แหล่งอุตสาหกรรมซึ่งส่วนใหญ่เป็นโรงงานขนาดเล็กและแหล่งพาณิชยกรรมอยู่ในบริเวณใจกลางเมืองริมถนนสายสำคัญต่างๆและยังมีศูนย์การค้าขนาดใหญ่อยู่ 3 แห่ง คือเดอะมอลล์ โคราช เทอร์มินอล 21 โคราช และเซ็นทรัลพลาซา นครราชสีมา ซึ่งส่งผลให้การใช้พลังงานมากกว่า 1 ใน 3 ของการใช้พลังงานของทั้งเมืองมาจากการใช้ไฟฟ้าจากธุรกิจการค้าปลีก (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก(องค์การมหาชน), 2561)

นอกจากภาคธุรกิจการค้าปลีกที่มีการใช้พลังงานมากในเขตเทศบาลแล้ว ภาคขนส่งก็ส่งผลให้มีการใช้พลังงานมากเช่นเดียวกัน จึงทำให้เทศบาลมีแนวคิดที่จะนำระบบรถไฟฟ้ารางเบา (Light Rail Transit: LRT) และการนำระบบรถโดยระบบรถโดยสารประจำทางพลังงานไฟฟ้า (Electric Vehicle Bus) มาใช้ในเขตเทศบาลเพื่อเป็นการลดการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามยุทธศาตร์การพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำโดยเป็นเมืองที่บูรณาการหลักการที่ยั่งยืนและมุ่งเน้นการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมของมนุษย์ในเขตเมืองโดยการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลให้น้อยที่สุด เมืองคาร์บอนต่ำเป็นเมืองที่สามารถผนวกการดำเนินงานทางเศรษฐกิจและสังคมคาร์บอนต่ำเข้าด้วยกันผ่านการร่วมมือของภาครัฐ เอกชนและประชาชนได้อย่างยั่งยืน

CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Canakan, Ratchayada และ Sate, 2019 ได้ศึกษาการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและมาตรการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพื่อมุ่งสู่เมืองคาร์บอนต่ำกรณีศึกษาอำเภอด่านซ้าย จังหวัดเลย โดยใช้แนวทางการประเมินตาม Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories guideline (GPC) โดยมีการกำหนดขอบเขตของการดำเนินงานทั้ง 3 ประเภท ได้แก่ ประเภทที่ 1 การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางตรง ประเภทที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้ฟ้า และประเภทที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่น ๆ พบว่าในปี 2016 อำเภอด่านซ้าย จังหวัดเลย มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เท่ากับ 22,925.66 tCO_2eq โดยเมื่อเทียบสัดส่วนการใช้พลังงานของทั้งเมืองนั้นพบว่ามีการ

ใช้พลังงานจากภาคอาคารมากที่สุด ส่งผลให้มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดด้วยเช่นเดียวกัน ดังนั้นจึงต้องมีการทำมาตรการลดการใช้พลังงานต่าง ๆ เช่น การติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคา (Solar Rooftop) การเปลี่ยนหลอดไฟ LED ซึ่งจากการติดตามผลพบว่ามาตรการดังกล่าวสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ และจากผลการคาดการณ์ปริมาณลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ในปี 2030 พบว่ามาตรการดังกล่าวก็ยังคงมีประสิทธิภาพในการลดการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอยู่ด้วยเช่นเดียวกัน (Sununta et al., 2019)

Chang, Liao และ Chang, 2019 ได้ศึกษาการประเมินวัฏจักรการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระบบขนส่งสาธารณะ กรณีศึกษาเมืองไถหนาน ประเทศไต้หวันเนื่องจากกิจกรรมการขนส่งเป็นหนึ่งในสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยสำหรับในประเทศไต้หวันมีแนวคิดที่จะเปลี่ยนรถประจำทางที่ใช้น้ำมันดีเซลมาใช้พลังงานทดแทนในงานวิจัยครั้งนี้ศึกษาเพียงแค่รถประจำทาง No. 2 เท่านั้น โดยใช้แนวทางการประเมินตาม ISO/TS 14067 และ PAS2050 เพื่อที่จะประเมิน Carbon footprint ในรถประจำทางที่ใช้เชื้อเพลิงต่างกัน จากการวิจัยพบว่ารถประจำทางที่ใช้ก๊าซธรรมชาติเหลว (LNG) เป็นเชื้อเพลิงมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 63.14 gCO_2e/pkm 54.6 gCO_2e/pkm ก๊าซปิโตรเลียมเหลว 47.4 g CO_2e/pkm รถประจำทางที่ใช้ระบบ plug-in electric 37.82 gCO_2e/pkm และรถประจำทางที่ใช้เซลล์เชื้อเพลิงไฮโดรเจน 29.17 gCO_2e/pkm ซึ่งจากผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าการใช้เซลล์เชื้อเพลิงไฮโดรเจนจะช่วยลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในเมืองไถหนานได้ 1,244,081 ตัน เฉพาะการเปลี่ยนมาใช้เซลล์เชื้อเพลิงไฮโดรเจนในรถประจำทาง No. 2 ซึ่งถ้าหากรถประจำทางทุกสายในเมืองไถหนานเปลี่ยนมาใช้เซลล์เชื้อเพลิงไฮโดรเจนเป็นเชื้อเพลิงจะสามารถช่วยลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ 227,832.39 ตันเทียบเท่าการปลูกต้นไม้ 22.78 ล้านต้น ซึ่งคาดว่าในอนาคตจะมีการนำเซลล์เชื้อเพลิงไฮโดรเจนมาเป็นเชื้อเพลิงหลักในการใช้พลังงานทดแทนในรถประจำทาง (Chang, Liao, & Chang, 2019)

Cui และคณะ, 2010 ได้ศึกษาการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระบบขนส่งมวลชนเร็ว (Bus Rapid : BRT) ในเมืองเซี่ยเหมิน สาธารณรัฐประชาชนจีนเป็นทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยให้ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งโดยได้ทำการวิเคราะห์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระบบขนส่งมวลชนเร็ว จากการก่อสร้าง เชื้อเพลิงและยานพาหนะ โดยการใช้วิธีการประเมินแบบ Life Cycle Analysis (LCA) ซึ่งจากผลการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากระบบขนส่งมวลชนเร็วเท่ากับ 55,927 tCO_2e/y ซึ่งปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคการดำเนินงานก่อสร้าง คิดเป็นร้อยละ 31 จากระบบขนส่งมวลชนเร็วซึ่งเป็นส่วนที่มากที่สุด รองลงมาคือ

การใช้เชื้อเพลิงในยานพาหนะ คิดเป็นร้อยละ 30 และสุดท้ายเป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากวัสดุการก่อสร้างคิดเป็นร้อยละ 23 จากการวิจัยพบว่าผลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงเท่ากับ 13,059 tCO_2e/y คิดเป็นร้อยละ 23 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด จากการพิจารณาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรงพบว่าการนำระบบขนส่งมวลชนเร็วมาใช้ทำให้ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 25,255 tCO_2e/y โดยเปรียบเทียบจากที่ยังไม่มีการก่อสร้าง (W. Wang & Cui, 2010)

Eskew J. และคณะ, 2018 ได้ศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิตของการติดตั้งระบบโซล่าเซลล์แบบติดตั้งบนหลังคาในมหาวิทยาลัยและอาคารราชการในกรุงเทพมหานครพบว่ามีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 0.079 $kgCO_2$-eq/kWh ในตลอดช่วงอายุของระบบ โดยมีระยะเวลาในกระบวนการผลิต (Energy Payback Time) คือ 2.5 ปี และมีระยะเวลาคืนทุนทางเศรษฐกิจ (Economic Payback Period) คือ 7.4 ปี ซึ่งระบบจะสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ถึง 1 ล้าน $kgCO_2$-eq ตลอดช่วงอายุการใช้งาน และจากการประเมินการติดตั้งร้อยละ 50 พบว่าสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้เท่ากับ 4.8×10^9 $kgCO_2$-eq (Eskew et al., 2018)

Lin และ Liu, 2015 ได้ศึกษาปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากภาคอาคารและนโยบายลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยใช้วิธีวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์คือเทคนิคการสลายเชิงแจกแจง (Decompositon Technique) แบบ Logarithmic Mean Divisia Index (LMDI) เพื่อนำไปสู่มาตรการประหยัดพลังงานพบว่าการใช้พลังงานในภาคอาคารนั้น ทำให้เกิดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากถึงร้อยละ 30 ถึง 50 ซึ่งส่งผลกระทบต่อการเกิดภาวะโลกร้อนอย่างมีนัยสำคัญ จากข้อมูลแสดงให้เห็นว่าการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในเมืองนั้น อาคารพาณิชย์จะปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากกว่าอาคารประเภทที่อยู่อาศัย ในขณะเดียวกันเมืองชนบทการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากอาคารพาณิชย์และอาคารประเภทที่อยู่อาศัยจะใกล้เคียงกัน โดยได้มีการศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ที่ส่งผลถึงการใช้พลังงานได้แก่ รายได้ต่อหัวของประชากร กิจกรรมต่าง ๆ ภายในอาคาร โครงสร้างอาคาร อากาศภายในอาคาร และปัจจัยทางสังคม จึงต้องทำการศึกษามาตรการอนุรักษ์พลังงานและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Lin & Liu, 2015)

Peng, Yan, Guo, Hu และ Jiang, 2015 ได้ศึกษาว่าจากการขยายตัวของเมืองและการเติบโตทางเศรษฐกิจส่งผลให้การใช้พลังงานรวมทั้งหมดในภาคอาคารนั้นเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจึง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จำเป็นต้องมีการกำหนดปริมาณการจัดหาพลังงานและกำหนดเป้าหมายในการลดการปล่อยคาร์บอน โดยใช้แบบจำลอง Commercial Building Energy Services Models (CBEM) ภายใต้กรอบแนวคิด Ecological Civilization ซึ่งผลวิจัยพบว่าปริมาณการจัดหาพลังงานภาคอาคารในปัจจุบันของสาธารณรัฐประชาชนจีนต้องไม่เกิน 1 Btce ซึ่งขึ้นอยู่กับสถานการณ์การใช้พลังงานในปัจจุบันและแนวโน้มความต้องการใช้พลังงานและการใช้พลังงานภาคอาคารอาจต้องมีการใช้เทคโนโลยี และนโยบายในการควบคุมเพื่อทำให้เกิดความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม สังคมและการพัฒนาด้านเศรษฐกิจ (Chen Peng, Guo, Hu, & Jiang, 2015)

Shi และคณะ, 2016 ได้ชี้ให้เห็นว่าการเปลี่ยนมาใช้ electric vehicle (EV) นั้นจะทำให้เกิดระบบการขนส่งที่ยั่งยืนได้เนื่องจากเป็นมาตรการที่มีศักยภาพในการลดภาวะโลกร้อนได้การจากทำแบบจำลอง Life Cycle Analysis (LCA) เพื่อคาดการณ์ผลของมาตรการการลดการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอนาคต (Shi, Wang, Yang, & Sun, 2016)

Sim, 2017 ได้กำหนดเป้าหมายในการลดการปล่อยคาร์บอน สำหรับภาคการขนส่งโดยรถบรรทุกในสาธารณรัฐเกาหลี เนื่องจากสาธารณรัฐเกาหลีเป็นหนึ่งในประเทศที่มีการปล่อยคาร์บอนมากที่สุดในโลก โดยมีการกำหนดแผนในการลดการปล่อยคาร์บอนทั้งหมด 4 แผนภายในปี 2030 โดยใช้แบบจำลอง CE ในการคำนวณปริมาณการลดการปล่อยคาร์บอนตั้งแต่ปี 2015 ถึง 2030 โดยนำปัจจัยต่างๆที่เกี่ยวข้องมาวิเคราะห์ร่วมด้วย เช่น ความไม่แน่นอนของปริมาณรถบรรทุกและการพัฒนาของเทคโนโลยีโดยแผนที่ 1 มีแผนในการลดเท่ากับ 580.79 Mkg CO_2 แผนที่ 2 356.27 Mkg CO_2 แผนที่ 3 476.88 Mkg CO_2 และแผนที่ 4 580.79 MkgCO_2 (Sim, 2017)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Wang, Xie และ Yang, 2017 ได้ศึกษาการใช้พลังงานในภาคขนส่งของมณฑลเจียงซูสาธารณรัฐประชาชนจีนนั้นพบว่าภาคขนส่งเป็นแหล่งใหญ่ที่มีการใช้พลังงานและการปล่อยคาร์บอนจากการทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกตาม 2006 Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) guidelines และได้สร้างแบบจำลอง Tapio เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างการเติบโตทางเศรษฐกิจและการปล่อยคาร์บอนของภาคขนส่งในมณฑลเจียงซูโดยพิจารณาจากการใช้พลังงานไฟฟ้าพบว่าการปล่อยคาร์บอนจากการใช้ไฟฟ้าจะเพิ่มมากขึ้นในอนาคตเนื่องจากจะมีการนำไฟฟ้ามาใช้ในภาคขนส่งมากขึ้น ส่งผลให้สามารถลดการปล่อยคาร์บอนในเขตเมืองได้ (Y. Wang, Xie, & Yang, 2017)

Yu, Eom, Zhou, Evans และ Clarke, 2013 ได้ศึกษาปริมาณการใช้พลังงานในภาคอาคารของสาธารณรัฐประชาชนจีนนั้นคิดเป็นร้อยละ 28 ของปริมาณการใช้พลังงานทั้งหมด สาเหตุจากการขยายตัวของเมือง รายได้ที่เพิ่มมากขึ้นและประชากรที่เพิ่มมากขึ้น โดยทำการวิเคราะห์ตามเขตภูมิภาคตามสภาพภูมิอากาศของสาธารณรัฐประชาชนจีนได้แก่ Serve cold zone, Cold zone, Hot summer cold winter zone และ Hot summer warm winter zone และศึกษาในอาคาร 3 ประเภท (อาคารที่อยู่อาศัยในชนบท อาคารที่อยู่อาศัยในเขตเมืองและอาคารพาณิชย์) โดยใช้แบบจำลอง Global Change Assessment Model (GCAM) ในการวิเคราะห์ความต้องการใช้พลังงานในอาคารในสาธารณรัฐประชาชนจีนในระยะยาว จากผลการวิจัยพบว่าในเขต Cold และ Hot summer cold winter zone มีการใช้พลังงานในภาคอาคารมากที่สุด ผลกระทบการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในการใช้พลังงานความร้อนจะส่งผลต่อความต้องการในการใช้พลังงานมากกว่าการใช้พลังงานความเย็นในทุกๆภูมิภาคอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับอาคารที่อยู่อาศัยในชนบทและอาคารที่อยู่อาศัยในเขตเมืองมีแผนที่จะเปลี่ยนแหล่งในการผลิตพลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลเป็นเชื้อเพลงสะอาดและในภาคอาคารพาณิชย์อาจต้องมีนโยบายภาครัฐมาช่วยผลักดันให้เกิดการลดการใช้พลังงานและจัดลำดับความสำคัญของประสิทธิภาพของอาคารในการใช้พลังงาน (Yu, Eom, Zhou, Evans, & Clarke, 2014)

สุทธิศักดิ์ เต็มเกษมสุข, 2555 ได้ศึกษาความเป็นไปได้ในการเปลี่ยนหลอดฟลูออเรสเซนต์ให้เป็นหลอด LED ในอุตสาหกรรมปิโตรเคมีที่มีความจำเป็นที่จะต้องมีระบบป้องกันการระเบิดจากสารเคมีที่ติดไฟได้ง่ายที่ติดกับหลอดไฟ โดยการเปลี่ยนหลอดดังกล่าวนั้น ยังคงเป็นไปตามมาตรฐาน IEC และ NEC ซึ่งจากการผลการทดลองพบว่าสามารถนำไปใช้แทนกันได้หมด อีกทั้งหลอดไฟ LED ยังมีอายุการใช้งานที่ยาวนานกว่าจากผลการทดลองพบว่า หลอด LED ขนาด 20 W สามารถใช้แทนหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 36 W ได้โดนที่ปริมาณแสงสว่างยังอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ทำให้สามารถประหยัดพลังงานได้ถึงร้อยละ 56.5 และมีระยะเวลาในการคืนทุนภายใน 3.5 ปี สรุปการใช้งานหลอดไฟชนิด LED กับอุปกรณ์ป้องกันการระเบิด จะช่วยเพิ่มศักยภาพด้านการจัดการพลังงานในอุตสาหกรรมปิโตรเคมี (สุทธิศักดิ์ เต็มเกษมสุข, 2555)

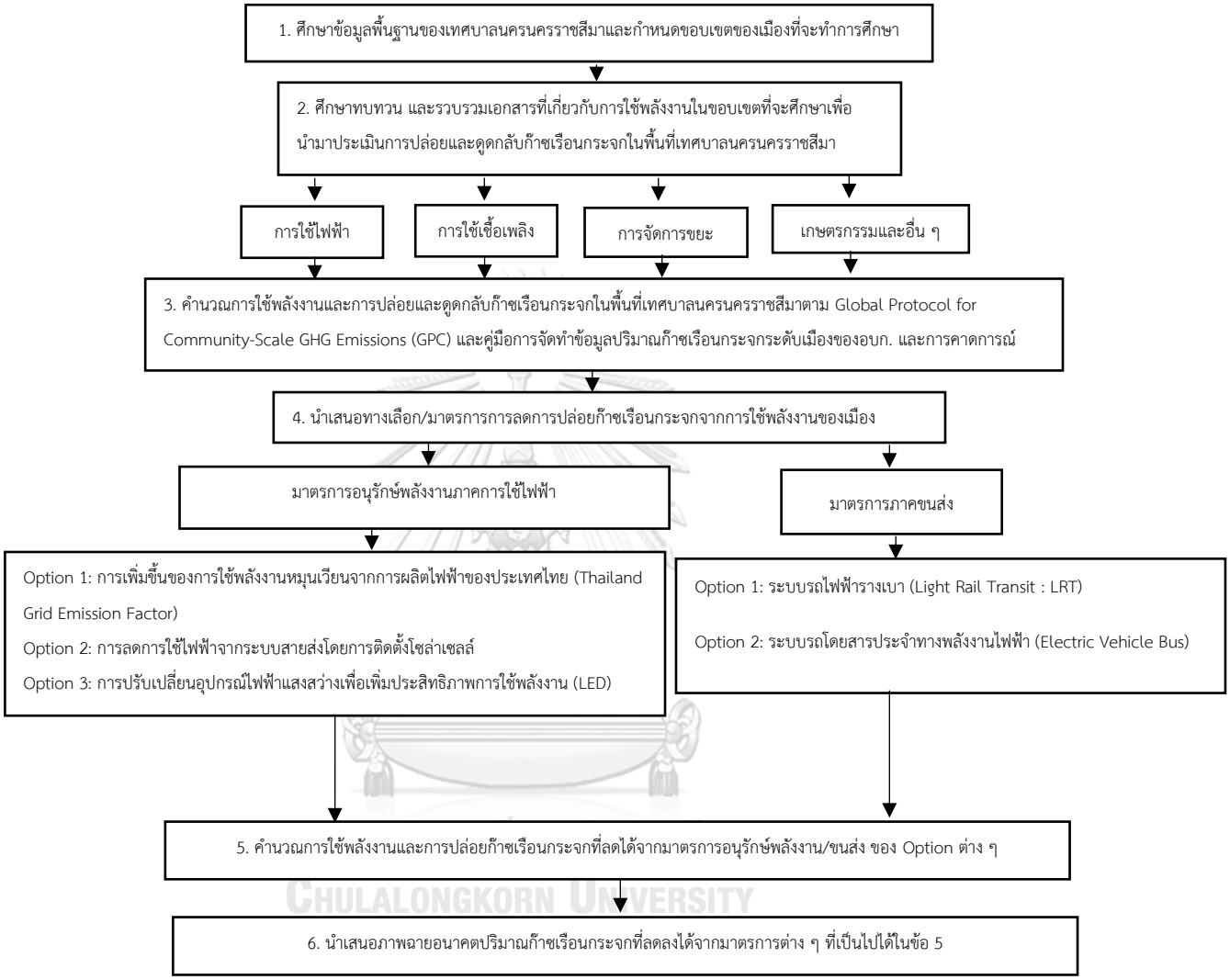
องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), 2562 ได้ศึกษาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในเขตเทศบาลเมืองบุรีรัมย์พบว่าในปี พ.ศ. 2559 มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 104,207.67 tCO_2eq จากผลการประเมินในแต่ละกลุ่มกิจกรรมพบว่ากลุ่มกิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดคือกลุ่มกิจกรรมขนส่งทางถนนมีค่าเท่ากับ 33,451.63

tCO_2eq รองลงมาเป็นกลุ่มกิจกรรมการใช้ไฟฟ้าในที่พักอาศัยมีค่าเท่ากับ 25,478.41 tCO_2eq และได้คาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ. 2573 มีค่าเท่ากับ 170,115.60 tCO_2eq ยังพบว่ากลุ่มกิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดยังเป็นกลุ่มกิจกรรมเดิม ดังนั้นเทศบาลฯ จึงได้นำมาตรการอนุรักษ์พลังงานมาช่วยในการลดการใช้พลังงานได้แก่ การติดตั้งโซล่าเซลล์ การปรับเปลี่ยนหลอดไฟ LED และการติดตั้งเครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง พบว่าในปี พ.ศ. 2573 จะสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ร้อยละ 5.3 (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก(องค์การมหาชน), 2562a)

จากการทบทวนวรรณกรรมหรืองานวิจัยที่เกี่ยวข้องสามารถสรุปได้ว่าเทศบาลนครนครราชสีมาเป็นเมืองศูนย์กลางการค้า การพาณิชย์ และการคมนาคมทางบก จึงมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในห้างสรรพสินค้าและอาคารพาณิชย์สูง และพลังงานเชื้อเพลิงในการขนส่ง โดยมีแนวโน้มสูงขึ้นทุกปี การจัดทำข้อมูลปริมาณก๊าซเรือนกระจกระดับเมืองตามแนวทางการประเมินของ Global Protocol for Community-Scale GHG Emissions (GPC) และคู่มือการจัดทำข้อมูลปริมาณก๊าซเรือนกระจกระดับเมืองของอบก. เพื่อที่จะทำให้ทราบถึงภาพรวมและแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญของการใช้พลังงานและปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแล้ว ซึ่งจากการทบทวนรายงานการศึกษาระบุว่า แนวทางการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกระดับเมือง ได้แก่ การเพิ่มขึ้นของการใช้พลังงานหมุนเวียนจากการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย (Thailand Grid Emission Factor)การลดการใช้ไฟฟ้าจากระบบสายส่งโดยติดตั้งโซล่าเซลล์ การปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (LED) และมาตรการภาคขนส่ง ได้แก่ ระบบรถไฟฟ้ารางเบา (Light Rail Transit : LRT) และการเปลี่ยนมาใช้ยานยนต์ไฟฟ้า (Electric Vehicle) ดังนั้นการศึกษานี้จึงใช้แนวทางลดการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในแต่ละภาคการใช้พลังงานโดยใช้สมการคำนวณปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจกของ อบก. และนำผลที่ได้จากการลดการใช้พลังงานนั้นมาคาดการณ์ผลของการลดการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ. 2573

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 การดำเนินงานวิจัย



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

CHULALONGKORN UNIVERSITY

3.2 ศึกษาข้อมูลพื้นฐานของเทศบาลนครนครราชสีมาและกำหนดขอบเขตของเมืองที่จะทำการศึกษา

3.2.1 ศึกษาข้อมูลพื้นฐานของเทศบาลนครราชสีมา

ได้แก่ ขอบเขตพื้นที่ สภาพภูมิประเทศและสภาพภูมิอากาศ ข้อมูลประชากร ข้อมูลผังเมือง สภาพเศรษฐกิจ การขนส่งและคมนาคม

3.2.2 ขอบเขตและวิธีการดำเนินการ

3.2.2.1 กำหนดขอบเขตการศึกษาและประเมินข้อมูลปริมาณการใช้พลังงานการปล่อยก๊าซเรือนกระจก พิจารณาจากขอบเขตพื้นที่ของเทศบาลในรูปแบบข้อมูลสารสนเทศของกรมการปกครอง

3.2.2.2 ศึกษากิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามคู่มือการจัดทำข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกระดับเมือง (Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories: GPC) และคู่มือการจัดทำข้อมูลปริมาณก๊าซเรือนกระจกระดับเมืองของอบก. โดยมีการรายงานดังนี้

1) ประเภทที่ 1 การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางตรง

- การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางตรงที่เกิดจากการเผาไหม้อยู่กับที่ ได้แก่ การผลิตพลังงานไฟฟ้า ความร้อน และไอน้ำ ในเขตเมือง รวมถึงการสูญเสียพลังงานระหว่างการขนส่ง
- การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางตรงที่เกิดจากการเผาไหม้ที่มีการเคลื่อนที่ เช่นการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงจากกิจกรรมการขนส่งของยานพาหนะ
- การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางตรงที่เกิดจากการรั่วไหลและอื่นๆ

2) ประเภทที่ 2 การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงาน

- การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกจากการนำพลังงานในรูปแบบต่างๆ ที่ผลิตและจัดหาจากนอกเขตพื้นที่ของเมืองเข้ามาใช้ในพื้นที่ เช่น ไฟฟ้า ความร้อน หรือไอน้ำ

3) ประเภทที่ 3 การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.2.2.3 ชนิดก๊าซเรือนกระจกที่ครอบคลุม

ก๊าซเรือนกระจก 7 ชนิดได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) มีเทน (CH_4) ไนตรัสออกไซด์ (N_2O) กลุ่มไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFCs) กลุ่มเพอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFCs) ซัลเฟอร์เฮ็กซาฟลูโอไรด์ (SF_6) และไนโตรเจนไตรฟลูออไรด์ (NF_3) โดยมีการใช้ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจาก 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories และค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทยสำหรับโครงการและกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก (อบก.)

3.2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.2.3.1 การสำรวจกิจกรรมหลักที่ก่อให้เกิดการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจก

ศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลกิจกรรมและพฤติกรรมการใช้พลังงานในครัวเรือน การใช้เชื้อเพลิงในการขนส่งต่างๆ การจัดการขยะมูลฝอยและน้ำเสีย และพฤติกรรมการเพาะปลูกหรือเลี้ยงสัตว์ในพื้นที่เมืองของประชากรที่อาศัยอยู่ในเขตพื้นที่เมือง โดยรวบรวมจากเอกสารรายงานต่างๆ ทั้งจากหน่วยงานภาครัฐ ท้องถิ่น และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ หรือใช้ข้อมูลทุติยภูมิ ดัง**ตารางที่ 3.1** โดยอาจใช้แบบสอบถามหรือใช้เครื่องมือตรวจวัดจากแหล่งการปล่อยเป็นเครื่องมือในการสำรวจข้อมูล แต่สำหรับงานวิจัยในครั้งนี้จะใช้เพียงข้อมูลทุติยภูมิเท่านั้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 3.1 วิธีการเก็บข้อมูลการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา

กิจกรรม	ประเภทข้อมูล	
	ข้อมูลปฐมภูมิ	**ข้อมูลทุติยภูมิ**
กลุ่มการเผาไหม้อยู่กับที่:การใช้พลังงานจากเชื้อเพลิง	● ปริมาณการใช้ก๊าซเชื้อเพลิง แหล่งที่มา: การสำรวจโดยตรงกับผู้ใช้งานในเขตเทศบาล ● ปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง แหล่งที่มา: การสำรวจโดยตรงกับผู้ใช้งานในเขตเทศบาล	● ข้อมูลสถิติการจำหน่ายเชื้อเพลิงรายจังหวัด (แยกประเภทธุรกิจ) แหล่งที่มา: กรมธุรกิจพลังงาน กระทรวงพลังงาน ● ข้อมูลสถิติการจำหน่ายเชื้อเพลิงรายจังหวัด (แยกประเภทธุรกิจ) แหล่งที่มา: กรมธุรกิจพลังงาน กระทรวงพลังงาน
กลุ่มการเผาไหม้อยู่กับที่:การใช้พลังงานไฟฟ้า		● ข้อมูลบันทึกการใช้พลังงานไฟฟ้า แบ่งแยกตามประเภทกิจกรรมการใช้งาน แหล่งที่มา: กฟภ. นครราชสีมา ● ข้อมูลสถิติการใช้พลังงานในเขตเมือง
กลุ่มขนส่ง: การใช้พลังงานจากเชื้อเพลิง	●ปริมาณการจำหน่ายก๊าซและน้ำมันเชื้อเพลิง แหล่งที่มา: การสำรวจโดยตรงกับสถานบริการจำหน่ายน้ำมันเชื้อเพลิงภายในเขตเทศบาล	● ข้อมูลสถิติการจำหน่ายเชื้อเพลิงรายจังหวัด (แยกประเภทธุรกิจ) แหล่งที่มา: กรมธุรกิจพลังงาน กระทรวงพลังงาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 3.1 วิธีการเก็บข้อมูลการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา (ต่อ)

กิจกรรม	ประเภทข้อมูล	
	ข้อมูลปฐมภูมิ	**ข้อมูลทุติยภูมิ**
	● ปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงในการขนส่งระบบราง แหล่งที่มา: แขวงรถจักรนครราชสีมา	
กลุ่มการจัดการของเสีย: ปริมาณของเสียที่ส่งกำจัด		● ปริมาณขยะที่ส่งกำจัดด้วยวิธีต่างๆ แหล่งที่มา: หน่วยงานที่รับผิดชอบของเทศบาลโดย อบก.
กลุ่มกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์: การใช้ผลิตภัณฑ์		● ปริมาณการใช้สารทำความเย็น แหล่งที่มา: การสำรวจโดยตรง กับผู้ใช้งานในเขตเทศบาลโดยอบก.
กลุ่มการเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน: การใช้ประโยชน์ที่ดินและการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน		● ข้อมูลสารสนเทศการใช้ประโยชน์ที่ดิน แหล่งที่มา : ข้อมูลสารสนเทศการใช้ประโยชน์ที่ดิน กรมการปกครองโดย อบก. ● ข้อมูลการเพาะปลูกข้าวและการใช้ปุ๋ยยูเรียในพื้นที่เพาะปลูก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 3.1 วิธีการเก็บข้อมูลการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา (ต่อ)

กิจกรรม	ประเภทข้อมูล	
	ข้อมูลปฐมภูมิ	ข้อมูลทุติยภูมิ
		• แหล่งที่มา : ข้อมูลสารสนเทศการใช้ประโยชน์ที่ดิน กรมการปกครองโดยอบก.

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกระดับเมือง

3.3.1 การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

สมการที่ 3.1 การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

$$\text{GHG Emission} = \text{Activity Data (AD)} \times \text{Emission Factor (EF)}$$

โดยที่ GHG Emissions = ปริมาณก๊าซเรือนกระจก (tCO_2eq)

AD = ข้อมูลกิจกรรม (Unit)

EF = ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ($kgCO_2$/Unit)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3.3.2 การคาดการณ์การใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ในกรณีปกติ (Business as Usual: BAU)

1) การประเมินข้อมูลการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปัจจุบัน

2) คำนวณ/ประเมินอัตราการเปลี่ยนแปลงและพิจารณาข้อมูลประกอบอื่นๆ

3) คาดการณ์ข้อมูลที่อาจเกิดขึ้นในอนาคตโดยไม่มีกิจกรรมการลดการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

4) ประเมินผลลัพธ์ที่เป็นไปได้

ทั้งนี้ปริมาณการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกรณีปกติจะถูกนำไปใช้อ้างอิงในการวิเคราะห์การลดก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินมาตรการลดการใช้พลังงาน โดยหลังจากการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกรณีฐานแล้ว การคาดการณ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอนาคตจะเริ่มจากการประเมินอัตราการเปลี่ยนแปลงข้อมูลกิจกรรมนั้น ๆ รายกิจกรรมโดยอ้างอิงจากแนวโน้มหรือสถิติที่เป็นไปได้ของข้อมูลกิจกรรม จากนั้นจึงนำผลไปคำนวณคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต ณ ช่วงเวลานั้น ๆ

สำหรับการคาดการณ์การใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในแต่ละกิจกรรมนั้น พิจารณาได้จากอัตราการเติบโตของข้อมูลกิจกรรม ซึ่งคำนวณได้จากสมการ ดังนี้

สมการที่ 3.2

$$AD_n = AD_{n-1} \times R \ *$$

$$* R \text{ (ร้อยละ)} = \left[\left(\frac{AD_{ni}}{AD_{n1}}\right)^{(1/n)} - 1\right] \times 100$$

โดยที่ AD_n = ข้อมูลกิจกรรมในอนาคตปีที่ (n)

AD_{n-1} = ข้อมูลกิจกรรมในอนาคตปีที่ (n-1)

R = อัตราการเติบโตของกิจกรรมต่อปี (ร้อยละ)

AD_{ni} = ข้อมูลของกิจกรรมในปีสุดท้าย

AD_{n1} = ข้อมูลของกิจกรรมในปีแรก

n_i = จำนวนปี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การคาดการณ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกรณีปกติจะตั้งสมมติฐานว่ามีการดำเนินกิจกรรมเหมือนกับในปัจจุบันไม่มีการเปลี่ยนแปลงเว้นแต่ว่ามีข้อบ่งชี้ว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงหรือกระบวนการที่ก่อให้เกิดการใช้พลังงานมากขึ้น เมื่อสามารถคาดการณ์ข้อมูลกิจกรรมได้แล้ว การคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสามารถคำนวณได้จาก**สมการที่ 3.1** ซึ่งในการศึกษาครั้ง

นี้จะใช้ค่าอ้างอิงสมมติฐานอัตราการเติบโตของข้อมูลกิจกรรมในแต่ละภาคส่วนจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและการสำรวจข้อมูลจากนโยบายและแผนอนุรักษ์พลังงานในแต่ละองค์กรที่เกี่ยวข้อง

ตารางที่ 3.2 การคาดการณ์การใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอนาคตตามกลุ่มกิจกรรม

ข้อมูลกิจกรรม	วิธีการประเมิน
กลุ่มการเผาไหม้อยู่กับที่	● ปริมาณเชื้อเพลิง ○ ประเมินอัตราการเติบโตจากการใช้เชื้อเพลิงแยกตามชนิดโดยพิจารณาจากข้อมูลสถิติย้อนหลังและคาดการณ์ข้อมูลกิจกรรมในอนาคตด้วยวิธี Geometrical Progressive Method ● ปริมาณการใช้ไฟฟ้า ○ ประเมินอัตราการเติบโตการใช้ไฟฟ้าจากข้อมูลการใช้ไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเฉพาะพื้นที่ศึกษาโดยการคาดการณ์ข้อมูลกิจกรรมในอนาคตด้วยวิธี Geometrical Progressive Method
กลุ่มขนส่ง	● ปริมาณการใช้เชื้อเพลิง ○ ประเมินอัตราการเติบโตจากข้อมูลสถิติการใช้เชื้อเพลิงในอดีตและใช้การคาดการณ์ข้อมูลกิจกรรมในอนาคตด้วยวิธี Geometrical Progressive Method
กลุ่มการจัดการของเสีย	● ปริมาณขยะมูลฝอย ○ ประเมินอัตราการเกิดขยะมูลฝอยจากความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณขยะมูลฝอยจำนวนประชากร และผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัด (GPP) ในพื้นที่ศึกษา ● ปริมาณน้ำเสีย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 3.2 การคาดการณ์การใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอนาคตตามกลุ่มกิจกรรม (ต่อ)

ข้อมูลกิจกรรม	วิธีการประเมิน
	○ ประเมินอัตราการเกิดน้ำเสียจากความสัมพันธ์ระหว่างน้ำใช้และจำนวนประชากร
กลุ่มกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์	● กระบวนการอุตสาหกรรม ○ พื้นที่เทศบาลนครนครราชสีมาไม่มีกระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรมที่ส่งผลการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
กลุ่มเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน	● ปศุสัตว์ ○ ไม่มีการทำปศุสัตว์ภายในเขตเทศบาล ● การเกษตรกรรม ○ ประเมินจากการแปลข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมและจากการสัมภาษณ์หน่วยงานที่เกี่ยวข้องในพื้นที่และกำหนดให้ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของการใช้ประโยชน์ที่ดินและเกษตรกรรมในอนาคต ● การใช้ประโยชน์ที่ดินและการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ○ ประเมินจากการแปลข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมและจากการสัมภาษณ์หน่วยงานที่เกี่ยวข้องในพื้นที่และคาดการณ์ข้อมูลกิจกรรมในอนาคตด้วยวิธี Geometrical Progressive Method

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.4 นำเสนอทางเลือก/มาตรการการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานของเมือง

การศึกษาในครั้งนี้ผู้วิจัยนำเสนอทางเลือกในการลดการใช้พลังงานดังนี้

3.4.1 มาตรการอนุรักษ์พลังงานภาคการใช้ไฟฟ้า

Option 1: การเพิ่มขึ้นของการใช้พลังงานหมุนเวียนจากการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย (Thailand Grid Emission Factor)

Option 2: การลดการใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบสายส่งโดยการติดตั้งโซล่าเซลล์

Option 3: การปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (LED)

3.4.2 มาตรการภาคขนส่ง

Option 4: ระบบรถไฟฟ้ารางเบา (Light Rail Transit: LRT)

Option 5: ระบบรถโดยสารประจำทางพลังงานไฟฟ้า (Electric Vehicle Bus)

3.5 คำนวณการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้จากมาตรการอนุรักษ์พลังงาน/ขนส่งของ Option ต่างๆ

3.5.1 ผลการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเพิ่มขึ้นของการใช้พลังงานหมุนเวียนจากการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย (Thailand Grid Emission Factor)

- ขั้นตอนการศึกษา มีรายละเอียดดังนี้

1) รวบรวมข้อมูลปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ในเขตเทศบาลฯ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2556 ถึง 2573 ที่คำนวณได้จาก**ข้อ 3.3.2**

2) คำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตาม**สมการที่ 3.1** โดยใช้ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทย (Thailand Grid Emission Factor) ดัง**ตารางที่ 3.3** โดยแบ่งเป็น 2 กรณี ดังนี้

2.1) การคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (Baseline Emission)

โดยที่ AD = ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ในเขตเทศบาลฯ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2556 ถึง 2573 ที่คำนวณได้จาก**ข้อ 3.3.2** (kWh/y)

ปี พ.ศ. 2556-2559 EF = 0.506 $kgCO_2/kWh$ ปี พ.ศ. 2560 - 2564 EF = 0.437 $kgCO_2/kWh$

2.2) การคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (Project Emission)

โดยที่ AD = ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ในเขตเทศบาลฯ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2556 ถึง 2573 ที่คำนวณได้จาก**ข้อ 3.3.2** (kWh/y)

ปี พ.ศ. 2565 - 2573 EF = 0.312 - 0.393 $kgCO_2$/kWh

ตารางที่ 3.3 ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหน่วย (หน่วย: $kgCO_2$/kWh)

ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของไฟฟ้า ($kgCO_2$/kWh)	**ปี พ.ศ. 2556-2559**	**ปี พ.ศ. 2560**	**ปี พ.ศ. 2565**	**ปี พ.ศ. 2570**	**ปี พ.ศ. 2572**	**ปี พ.ศ. 2575**	**ปี พ.ศ. 2580**
PDP2015	0.506	0.437	0.393	0.363	0.342	0.312	-

(กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2558)

หมายเหตุ ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกที่จะใช้ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของไฟฟ้าโดยอ้างอิงจากแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย พ.ศ. 2558 - 2579 (PDP2015) เนื่องจากการในการจัดทำแผนที่นำทางการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศปี พ.ศ. 2564-2573 นั้นได้อ้างอิงข้อมูลการพยากรณ์การใช้ไฟฟ้าจากแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย พ.ศ. 2558 - 2579 (PDP2015)

3.5.2 ผลการลดการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากระบบสายส่งโดยการติดตั้งโซล่าเซลล์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- ขั้นตอนการศึกษา มีรายละเอียดดังนี้

1) รวบรวมข้อมูลปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ในเขตเทศบาลฯ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2556 ถึง 2573 ที่คำนวณได้จาก**ข้อ 3.3.2**

2) นำปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ในเขตเทศบาลฯ มาคำนวณโดยปรับสัดส่วนเทียบกับแผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติว่าด้วยการใช้พลังงานทดแทนที่ผลิตในประเทศโดยมีค่าเป้าหมายในการเพิ่มสัดส่วนการใช้พลังงานทดแทนในปี พ.ศ. 2561-2565 อยู่ที่ร้อยละ 15-18 ปี พ.ศ. 2566-2570 อยู่ที่ร้อยละ 19-22 และในปี พ.ศ. 2571-2575 อยู่ที่ร้อยละ 23-25

3) นำปริมาณไฟฟ้าที่คำนวณได้มาคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตาม**สมการที่ 3.1** จะได้เป็นปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (Baseline Emission)

(ปริมาณไฟฟ้าที่คำนวณได้ตามข้อ 1)) และปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (Project Emission) (ปริมาณไฟฟ้าที่คำนวณได้ตามข้อ 2))

3.5.3 ผลการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าและการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (LED)

- ขั้นตอนการศึกษา มีรายละเอียดดังนี้

1) รวบรวมข้อมูลปริมาณไฟฟ้าจากที่พักอาศัยและอาคารพาณิชย์ ธุรกิจการค้า และหน่วยงานต่างๆ ในเขตเทศบาลฯ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2556 ถึง 2573 ที่คำนวณได้จาก**ข้อ 3.3.2**

2) นำปริมาณไฟฟ้าที่จากที่พักอาศัยและอาคารพาณิชย์ ธุรกิจการค้า และหน่วยงานต่างๆ ในเขตเทศบาลฯ มาคำนวณปรับสัดส่วนตามนโยบายการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (LED) มาใช้ตามเป้าหมายการประหยัดพลังงานจำแนกรายภาคเศรษฐกิจ ในปี พ.ศ. 2579 ในแผนอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2558–2579 (Energy Efficiency Plan; EEP 2015) ได้ระบุไว้ว่าจะต้องมีการผลัดดันมาตรการส่งเสริมการใช้แสงสว่างเพื่ออนุรักษ์พลังงาน (LED) ในกลุ่มเศรษฐกิจต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นด้านอุตสาหกรรม อาคารธุรกิจ/อาคารรัฐ และที่อยู่อาศัย ให้มีเป้าหมายในการอนุรักษ์พลังงานในปี พ.ศ. 2558–2579 เท่ากับร้อยละ 28.36 42.79 และ 28.85

3) นำปริมาณไฟฟ้าที่คำนวณได้มาคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตาม**สมการที่ 3.1** จะได้เป็นปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (Baseline Emission) (ปริมาณไฟฟ้าที่คำนวณได้ตามข้อ 1)) และปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (Project Emission) (ปริมาณไฟฟ้าที่คำนวณได้ตามข้อ 2))

3.5.4 ผลการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากมาตรการด้านการขนส่งโดยใช้ระบบรถไฟฟ้ารางเบา (Light Rail Transit: LRT)

- ขั้นตอนการศึกษา มีรายละเอียดดังนี้

1) รวบรวมข้อมูลปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในการขนส่งทางถนน (On-road) ยกเว้นเชื้อเพลิงดีเซลมาคำนวณ ในเขตเทศบาลฯ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2556 ถึง 2573 ที่คำนวณได้จาก**ข้อ 3.3.2**

2) นำปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในการขนส่งทางถนน (On-road) ยกเว้นเชื้อเพลิงดีเซลมาคำนวณ ปรับสัดส่วนตามข้อมูลในรายงานการวิเคราะห์ความคุ้มค่าของโครงการลงทุนเพื่อพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะในเขตเมืองนครราชสีมาขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) ได้ตั้งสมมติฐานไว้ว่าเทศบาลฯ กำหนดให้การลดลงของปริมาณยานพาหนะในปีที่เริ่มดำเนินโครงการเท่ากับ

ร้อยละ 5 ของปริมาณรถทั้งหมดในปัจจุบัน และค่อย ๆ เพิ่มขึ้นร้อยละ 5 ต่อปี จนถึงร้อยละ 50 ของปริมาณรถทั้งหมดในปัจจุบัน

3) นำปริมาณการใช้เชื้อเพลิงที่คำนวณได้มาคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตาม**สมการที่ 3.1** จะได้เป็นปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (Baseline Emission) (ปริมาณไฟฟ้าที่คำนวณได้ตามข้อ 1)) และปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (Project Emission) (ปริมาณไฟฟ้าที่คำนวณได้ตามข้อ 2))

3.5.5 ผลการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากมาตรการด้านการขนส่งโดยใช้ระบบรถโดยสารประจำทางพลังงานไฟฟ้า (Electric Vehicle Bus)

- ขั้นตอนการศึกษา มีรายละเอียดดังนี้

1) รวบรวมข้อมูลปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในการขนส่งทางถนน (On-road) ยกเว้นเชื้อเพลิงดีเซลมาคำนวณ ในเขตเทศบาลฯ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2556 ถึง 2573 ที่คำนวณได้จาก**ข้อ 3.3.2**

2) นำปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในการขนส่งทางถนน (On-road) ยกเว้นเชื้อเพลิงดีเซลมาคำนวณ ปรับสัดส่วนตามข้อมูลในรายงานการวิเคราะห์ความคุ้มค่าของโครงการลงทุนเพื่อพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะในเขตเมืองนครราชสีมาขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) ได้ตั้งสมมติฐานไว้ว่าอัตราการเพิ่มขึ้นของผู้โดยสารที่จะเปลี่ยนมาโดยสารรถโดยสารประจำทางพลังงานไฟฟ้าเท่ากับร้อยละ 5 ต่อปี ในปี พ.ศ. 2565 และค่อยๆ เพิ่มขึ้นในอัตราร้อยละ 5 ต่อ 3 ปี

3) นำปริมาณการใช้เชื้อเพลิงที่คำนวณได้มาคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตาม**สมการที่ 3.1** จะได้เป็นปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (Baseline Emission) (ปริมาณไฟฟ้าที่คำนวณได้ตามข้อ 1)) และปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (Project Emission) (ปริมาณไฟฟ้าที่คำนวณได้ตามข้อ 2))

3.6 นำเสนอภาพฉายอนาคตปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้จากมาตรการต่าง ๆ ที่เป็นไปได้

นำการคาดการณ์ผลการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากข้อมูลใน**ข้อ 3.5** มาสร้างกราฟเปรียบเทียบระหว่างปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (Baseline Emission) กับปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่คาดว่าจะลดได้จากการดำเนินโครงการ (Project Emission) และคำนวณหาปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้สะสมตั้งแต่เริ่มดำเนินโครงการ

บทที่ 4

ผลการศึกษาและอภิปรายผล

4.1 ข้อมูลพื้นฐานของเทศบาลนครนครราชสีมาและกำหนดขอบเขตของเมืองที่จะทำการศึกษา

4.1.1 ข้อมูลพื้นฐาน

เทศบาลนครนครราชสีมา ตั้งอยู่ในพื้นที่ อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา มีพื้นที่รวมทั้งสิ้น 37.5ตารางกิโลเมตร หรือ 23,437 ไร่ โดยข้อมูลพื้นฐานของเทศบาลนครนครราชสีมาแสดงดัง **ตารางที่ 4.1**

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลพื้นฐานของเทศบาลนครนครราชสีมา

รายการ	**รายละเอียด**
ชื่อ	เทศบาลนครนครราชสีมา
ประเทศ	ประเทศไทย
จังหวัด	นครราชสีมา
ขอบเขตพื้นที่	ทิศเหนือ ติดกับ พื้นที่ของ อบต.หมื่นไวย อบต.หนองกระทุ่ม และอบต.บ้านเกาะ ทิศใต้ ติดกับ พื้นที่ของ ทต.หนองไผ่ล้อม อบต.หนองจะบก และทต.โพธิ์กลาง ทิศตะวันออก ติดกับ พื้นที่ ทต.หัวทะเล ทิศตะวันตก ติดกับ พื้นที่ ทต.ปรุใหญ่ ทต.บ้านใหม่ และทต.สุรนารี
พื้นที่ (ตารางกิโลเมตร)	37.5
ข้อมูลประชากร (คน)	128,217 (พ.ศ. 2561)[1]
ผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัด (Gross Provincial Product: GPP) (ล้านบาท)	274,898 (พ.ศ. 2560)[1] **ที่มา:** [1]รายงานสถิติจังหวัดนครราชสีมา พ.ศ. 2562
แหล่งเศรษฐกิจหลัก	1. อุตสาหกรรม 2. เกษตรกรรม 3. การค้าส่งค้าปลีก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.1.2 สภาพภูมิประเทศและสภาพภูมิอากาศ

ส่วนใหญ่จังหวัดนครราชสีมาเป็นที่ราบสูง มีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางระหว่าง 150 – 300 เมตร มีเทือกเขาสันกำแพงและเทือกเขาพนมดงรัก เป็นแนวยาวทางด้านทิศใต้และทิศตะวันตกส่วนบริเวณตอนล่างค่อนไปทางเหนือ และทิศตะวันออกเป็นที่ราบลุ่ม โดยมีลำตะคอง และลำน้ำสาขาอื่น ๆ ไหลบริเวณด้านเหนือของเมือง และเป็นสาขาหนึ่งของแม่น้ำมูล ซึ่งเป็นแม่น้ำสายหลักของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

สำหรับสภาพภูมิอากาศของจังหวัดนครราชสีมา มีอุณหภูมิเฉลี่ยทั้งปีอยู่ที่ 28.4 องศาเซลเซียสเฉลี่ยสูงสุด 34.0 องศาเซลเซียส และเฉลี่ยต่ำสุด 23.8 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุดอยู่ในเดือนเมษายนอยู่ที่ 43.2 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดอยู่ในเดือนมกราคมอยู่ที่ 12.0 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยทั้งปีร้อยละ 70.5 เฉลี่ยสูงสุดร้อยละ 88.6 เฉลี่ยต่ำสุดร้อยละ 51.7

4.1.3 ข้อมูลประชากร

จำนวนประชากรของเทศบาลนครนครราชสีมาอ้างอิงตามสำนักบริหารการทะเบียนใน **ตารางที่ 4.2** ซึ่งจากข้อมูลพบว่าจำนวนประชากรในเขตเทศบาลนครนครราชสีมามีปริมาณลดลงจากปี พ.ศ. 2556 – 2560 โดยเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 1.21 ต่อปี ซึ่งจากอัตราการลดลงเฉลี่ยของประชากรคาดการณ์ว่าจำนวนประชากรจะลดลงประมาณ 110,693 คน และมีความหนาแน่นอยู่ที่ 2,951 คนต่อตารางเมตรในปี พ.ศ. 2573 แต่ข้อมูลนี้ไม่รวมข้อมูลประชากรแฝงและนักท่องเที่ยวที่จะส่งผลต่อข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภายในเทศบาลนครนครราชสีมา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

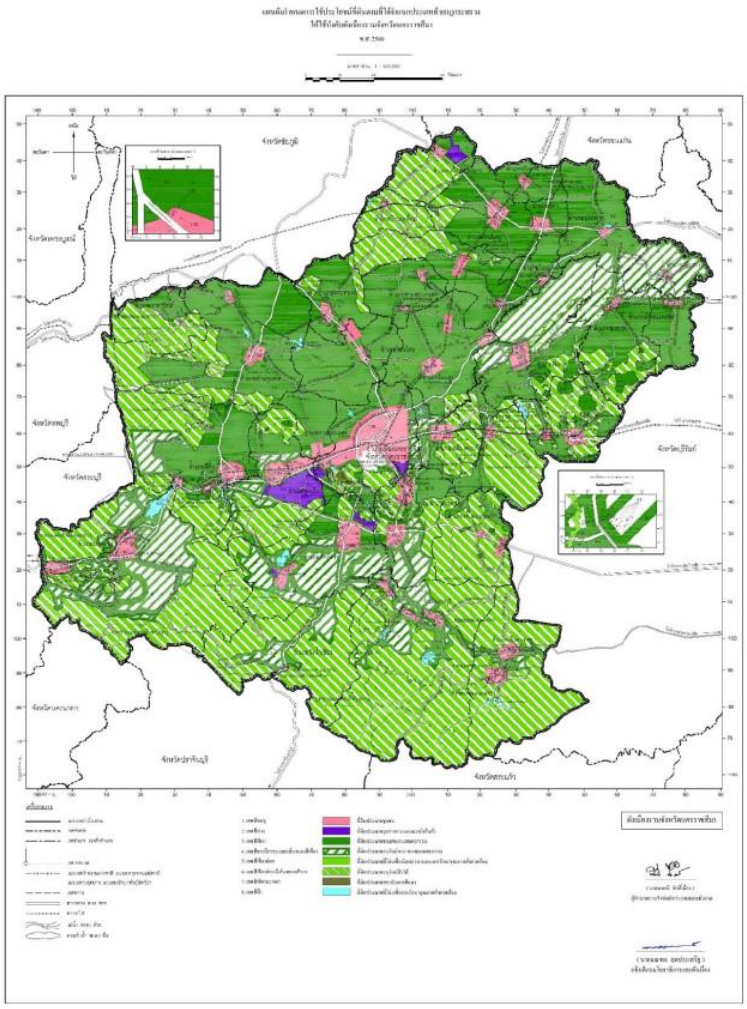
ตารางที่ 4.2 ข้อมูลประชากรเทศบาลนครนครราชสีมาระหว่างปี พ.ศ. 2556 – 2560

ปี พ.ศ.	จำนวนประชากร (คน)	ความหนาแน่น (คน/ตร.กม.)
2556	136,153	3,630.75
2557	134,440	3,585.07
2558	133,005	3,546.80
2559	131,286	3,500.96
2560	129,680	3,458.13

(สำนักงานสถิติจังหวัดนครราชสีมา, 2562)

4.1.4 ข้อมูลผังเมือง

การวางผังเมืองของเทศบาลนครนครราชสีมาอยู่ภายใต้ กฎกระทรวงมหาดไทย เรื่อง ให้ใช้บังคับผังเมืองรวมจังหวัดนครราชสีมา พ.ศ. 2560 เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาและเป็นการดำรงรักษาเมืองและบริเวณที่เกี่ยวข้องหรือชนบท ในด้านการใช้ประโยชน์ในทรัพย์สินการคมนาคมและการขนส่งการสาธารณูปโภค บริการสาธารณะและสภาพแวดล้อมให้สอดคล้องกับการพัฒนาระบบเศรษฐกิจและสังคมของประเทศตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ซึ่งเทศบาลนครนครราชสีมามีพื้นที่ 37.5 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมจำนวน 5 ตำบล ดังแสดงได้ใน**ภาพที่ 4.1**



ภาพที่ 4.1 แผนผังการใช้ประโยชน์ที่ดินจังหวัดนครราชสีมา พ.ศ. 2560

(กฎกระทรวงมหาดไทย เรื่อง ให้ใช้บังคับผังเมืองรวมจังหวัดนครราชสีมา พ.ศ. 2560)

4.1.5 สภาพเศรษฐกิจ

สภาพเศรษฐกิจของเทศบาลนครนครราชสีมาอ้างอิงจากข้อมูลจำนวนผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัด (Gross provincial product: GPP) ตามข้อมูลของสำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติดัง**ตารางที่ 4.3** พบว่าจำนวนผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัดนครราชสีมาในปี พ.ศ. 2556- 2560 เพิ่มขึ้น ซึ่งส่งผลต่อความต้องการใช้พลังงานภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมาเพิ่มขึ้นด้วยเช่นเดียวกัน

ตารางที่ 4.3 จำนวนผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัดนครราชสีมาปี พ.ศ. 2556 - 2560

ปี พ.ศ.	GPP (ล้านบาท)	GPP ต่อคน (บาทต่อคน)
2556	245,438.40	97,362.54
2557	246,137.28	97,688.02
2558	251,744.15	99,963.92
2559	262,773.09	104,394.18
2560	276,872.88	110,050.24

(สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2562)

จากข้อมูลของจำนวนผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัดนครราชสีมา หากจำแนกแยกรายเศรษฐกิจ ในปี พ.ศ. 2560 พบว่าประเภทสินค้าและบริการที่มีมูลค่าสูงสุด 3 อันดับแรก ได้แก่ กลุ่มอุตสาหกรรมการผลิต กลุ่มการเกษตร ป่าไม้ ประมง และกลุ่มการจำหน่ายและซ่อมบำรุงยานยนต์ตามลำดับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เมื่อพิจารณาจากโครงสร้างผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัดนครราชสีมาจากข้อมูลในแผนพัฒนาจังหวัดนครราชสีมาระยะที่ 4 (พ.ศ. 2561-2564) จะเห็นได้ว่า ในปี พ.ศ. 2557 ภาคอุตสาหกรรม มีมูลค่าสูงสุดที่ 72,368 ล้านบาท คิดเป็นร้อยละ 29.51 รองลงไป คือ ภาคเกษตรกรรม มีมูลค่า 41,712 ล้านบาท คิดเป็นร้อยละ 17.01 รองลงไป คือ การขายส่ง ขายปลีก มีมูลค่า 30,011 ล้านบาท คิดเป็นร้อยละ 12.24 รวมทั้งปัจจัยความเจริญทางเศรษฐกิจที่กำลังจะเข้ามาในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา ในช่วงของแผนพัฒนาจังหวัดฯ ระยะ 4 ปี (พ.ศ.2561 – 2564) ทั้งจากรถไฟทางคู่ ทางหลวงสายพิเศษ และการลงทุนของห้างสรรพสินค้าหลายแห่งจังหวัดนครราชสีมาซึ่งมุ่งเน้นให้ความสำคัญกับการเกษตรเพื่ออุตสาหกรรม และการขนส่ง การค้าปลีก และที่จะทำให้เศรษฐกิจของจังหวัดมีมูลค่าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และมีระบบเศรษฐกิจหลัก 3 ประเภท ดังนี้

- อุตสาหกรรม

จังหวัดนครราชสีมาเป็นหนึ่งในเมืองหลักที่เป็นศูนย์กลางในการพัฒนาอุตสาหกรรม เนื่องจากความพร้อมทางด้านโครงสร้างพื้นฐาน และมีระยะทางไม่ไกลจากศูนย์กระจายสินค้า ทางเรือ อีกทั้งมีประชากรที่อยู่ในวัยแรงงานมากกว่าร้อยละ 60 ของประชากรในจังหวัดนครราชสีมา และมีจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมในจังหวัดนครราชสีมา ณ ปี พ.ศ 2562 จำนวน 7,533 โรงงาน มูลค่าการลงทุน 203,687.02 ล้านบาท และมีจำนวนคนงานรวมทั้งสิ้น 121,975 คน (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2562)

- เกษตรกรรม

ปัจจุบัน พื้นที่ในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา มีอัตราการกลายเป็นเมืองเพิ่มมากขึ้น พื้นที่ในหลายส่วนโดยเฉพาะบริเวณที่อยู่เลียบฝั่งลำตะคองในด้านทิศเหนือและทิศตะวันออกของเมือง ซึ่งแต่เดิมเคยเป็นพื้นที่เกษตรกรรมได้ถูกเปลี่ยนไปเป็นที่อยู่อาศัย โรงงานอุตสาหกรรม ผลิตผลจากการเกษตรกรรมในเขตเทศบาลที่ส่วนใหญ่เป็นพืชผักสวนครัว จึงเริ่มลดจำนวนลงตามสัดส่วนของพื้นที่

- การท่องเที่ยว

เทศบาลนครนครราชสีมามีแหล่งท่องเที่ยวหลายอยู่แห่ง เช่น อนุสาวรีย์ท้าวสุรนารี ประตูชุมพลศาลหลักเมือง ศาลเจ้าพ่อช้างเผือก ศูนย์ศิลปวัฒนธรรมมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา พิพิธภัณฑสถานแห่งชาติมหาวีรวงศ์ วัดศาลาลอย วัดศาลาทอง วัดป่าสาลวัน และอนุสรณ์สถานนางสาวบุญเหลือ เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีศูนย์บริการให้บริการข้อมูลนักท่องเที่ยว (Tourism Information Center) ซึ่งทำให้ในจังหวัดนครราชสีมามีนักท่องเที่ยวทั้งชาวไทยและชาวต่างประเทศเข้ามาท่องเที่ยว ในปี พ.ศ 2561 จำนวน 9,857,627 คน มีรายได้จากนักท่องเที่ยว 24,340.39 ล้านบาท

4.1.6 การจัดการของเสียและน้ำเสีย

จากแผนพัฒนาจังหวัดนครราชสีมา ระยะ 4 ปี (พ.ศ. 2561 – 2564) พบว่าสถานการณ์ด้านขยะมูลฝอยของจังหวัดนครราชสีมานั้น มีปริมาณขยะเกิดขึ้น 2,264 ตัน/วัน เก็บขนขยะไปกำจัด 1,173 ตัน/วัน (คิดเป็นร้อยละ 51.81) มีการกำจัดถูกต้องตามหลักวิชาการ 435 ตัน/วัน (ร้อยละ 19.21) (ศูนย์กำจัดขยะของเทศบาลนครนครราชสีมา ศูนย์กำจัดขยะเทศบาลตำบลสูงเนิน และขนไปกำจัดที่บริษัท ทีพีไอ โพลีน จำกัด (มหาชน)) และมีปริมาณขยะสะสม 760,825 ตัน ได้รับการจัดการ 238,991 ตัน (ร้อยละ 31.41) นอกจากนี้เทศบาลนครนครราชสีมายังมีระบบกำจัดขยะมูลฝอยที่ก่อสร้างบนพื้นที่บ่อฝังกลบที่ปิดทับแล้ว ประกอบด้วย อาคารคัดแยกระบบหมักไร้อากาศ ระบบผลิต

กระแสไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพ ระบบหมักสารปรับปรุงดิน (อินทรีย์) และระบบผลิตเชื้อเพลิงขยะที่มีความสามารถในการกำจัดขยะ 230 ตันต่อวัน โดยผลพลอยได้จากระบบ ได้แก่ สารปรับปรุงดิน (อินทรีย์) กระแสไฟฟ้า และเชื้อเพลิงขยะ ซึ่งในปัจจุบันมีปริมาณขยะมูลฝอยเข้าสู่ระบบเกินขีดความสามารถในการนำไปกำจัดด้วยระบบคัดแยกและนำขยะไปใช้ประโยชน์ เทศบาลจึงต้องคัดเลือกขยะที่มีความเหมาะสมส่งเข้าระบบคัดแยกและนำไปใช้ประโยชน์ และนำขยะส่วนเกินไปกำจัดด้วยวิธีฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล และเทศบาลนครนครราชสีมายังมีการติดตั้งระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อผึ่งร่วมกับระบบตะกอนเร่ง ระบบตะกอนเร่ง (Activated Sludge, AS) ซึ่งระบบดังกล่าวสามารถลดค่าบีโอดีและสารแขวนลอยลงจนมีค่าน้ำทิ้งที่ได้มาตรฐาน คือ ค่าบีโอดีไม่เกิน 20 mg/L และค่าสารแขวนลอยไม่เกิน 30 mg/L และจากแผนพัฒนาเทศบาลนครนครราชสีมา (พ.ศ. 2561 - 2565) เพิ่มเติม ครั้งที่ 2 ได้มีแผนที่จะก่อสร้างระบบรวบรวมน้ำเสียและระบบบำบัดน้ำเสียตลาดเทศบาล 5 เพื่อให้สามารถรองรับปริมาณน้ำเสียที่เพิ่มมากขึ้นได้ และเพื่อให้มีการนำน้ำเสียที่ผ่านระบบบำบัดแล้วกลับมาใช้ประโยชน์ ซึ่งคาดว่าจะมีการก่อสร้างภายในปี พ.ศ. 2564

4.1.7 การขนส่งและคมนาคม

จังหวัดนครราชสีมาเป็นศูนย์กลางทางด้านการคมนาคมของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยมีเส้นทางติดต่อกับจังหวัดใกล้เคียง และมีเส้นทางการคมนาคม การขนส่งทางรถยนต์หลากหลายเส้นทางซึ่งจากแผนพัฒนาจังหวัดนครราชสีมา ระยะ 4 ปี (พ.ศ. 2561 – 2564) แบ่งได้ดังนี้

- ทางหลวงแผ่นดินสายหลัก : ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 2 (ถนนมิตรภาพ) ทางแยกต่างระดับมิตรภาพ อำเภอเมืองจังหวัดสระบุรี-ประเทศลาว (สะพานมิตรภาพไทย -ลาว)
- ทางหลวงแผ่นดินสายรอง

- ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 24 (ถนนโชคชัย-เดชอุดม และถนนสถลมารค) จากทางแยกต่างระดับสีคิ้ว อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา – สะพานเสรีประชาธิปไตย อำเภอเมืองจังหวัดอุบลราชธานี

- ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 201 จากอำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา - อำเภอเชียงคาน จังหวัดเลย

- ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 204 (ถนนเลี่ยงเมือง) อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา

- ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 205 (ถนนสุรนารายณ์) จากอำเภอบ้านหมี่ จังหวัดลพบุรี – อำเภอเมือง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 206 ถนนมิตรภาพ อำเภอโนนสูง – อำเภอห้วยแถลง

- ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 207 (ถนนพาณิชย์เจริญ) จากอำเภอคง จังหวัดนครราชสีมา – อำเภอพล จังหวัดขอนแก่น

- ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 224 จากอำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา – อำเภอกาบเชิง จังหวัดสุรินทร์

- ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 226 จากอำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา – อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี

- ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 290 (ถนนวงแหวนรอบเมืองนครราชสีมา) อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา

- ทางหลวงชนบท

  - มีเส้นทางหลวงชนบทรวม 66 เส้นทาง ระยะทาง 1,395.790 กิโลเมตร

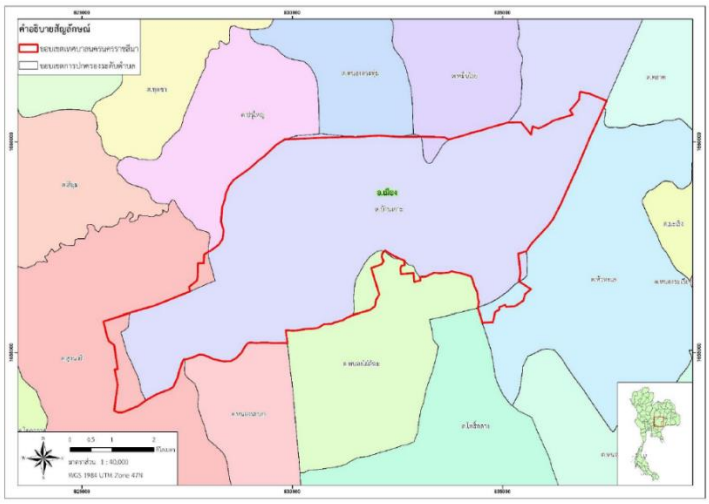
- การขนส่งมวลชน

- มีรถโดยสารประจำทางโดยสารธรรมดา และรถปรับอากาศบริการจากกรุงเทพฯ มายังจังหวัดนครราชสีมาทุกวัน การเดินทางระหว่างจังหวัด มีรถโดยสารประจำทางธรรมดา และปรับอากาศบริการผ่านจังหวัดนครราชสีมาที่สถานีขนส่งผู้โดยสารแห่งที่ 2 (ถนนมิตรภาพ-หนองคาย) ทุกวัน รวมทั้งมีรถไฟสายภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (กรุงเทพฯ - อุบลราชธานี) และ (กรุงเทพ - หนองคาย) ทั้งขบวนรถด่วนพิเศษ รถด่วน รถเร็ว รถธรรมดา วิ่งให้บริการจากกรุงเทพฯ (หัวลำโพง) ผ่านจังหวัดทุกวัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

4.1.8 ขอบเขตของเมืองที่ศึกษา

พิจารณาจากขอบเขตพื้นที่ของเทศบาลในรูปแบบของข้อมูลสารสนเทศของกรมการปกครอง ดัง**ภาพที่ 4.2** ซึ่งมีพื้นที่ประมาณ 37.5 ตารางกิโลเมตร และครอบคลุม 5 ตำบล ดัง**ตารางที่ 4.4**



ภาพที่ 4.2 ขอบเขตพื้นที่ของเทศบาลนครนครราชสีมา
(กรมการปกครอง)

ตารางที่ 4.4 พื้นที่รายตำบลในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา

ตำบล	พื้นที่ของตำบล (ตร.กม.)	พื้นที่ในเขตเทศบาล (ตร.กม.)	ร้อยละของพื้นที่ในเขตเทศบาล
หมื่นไวย	13.72	0.25	0.66
บ้านเกาะ	42.13	34.93	92.92
หัวทะเล	23.64	0.43	1.15
สุรนารี	62.3	1.27	3.39
หนองไผ่ล้อม	17.89	0.71	1.89
รวม		**37.59**	**100.00**

(องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก(องค์การมหาชน), 2560)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

4.2 การกำหนดกิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา

4.2.1 กำหนดกิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ผู้ศึกษาได้มีการกำหนดกิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามคู่มือการจัดทำข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกระดับเมือง (Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories: GPC) โดยได้จำแนกออกเป็น 5 กลุ่มหลัก ดังนี้

ตารางที่ 4.5 กลุ่มกิจกรรมหลักที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกในเทศบาลนครนครราชสีมา

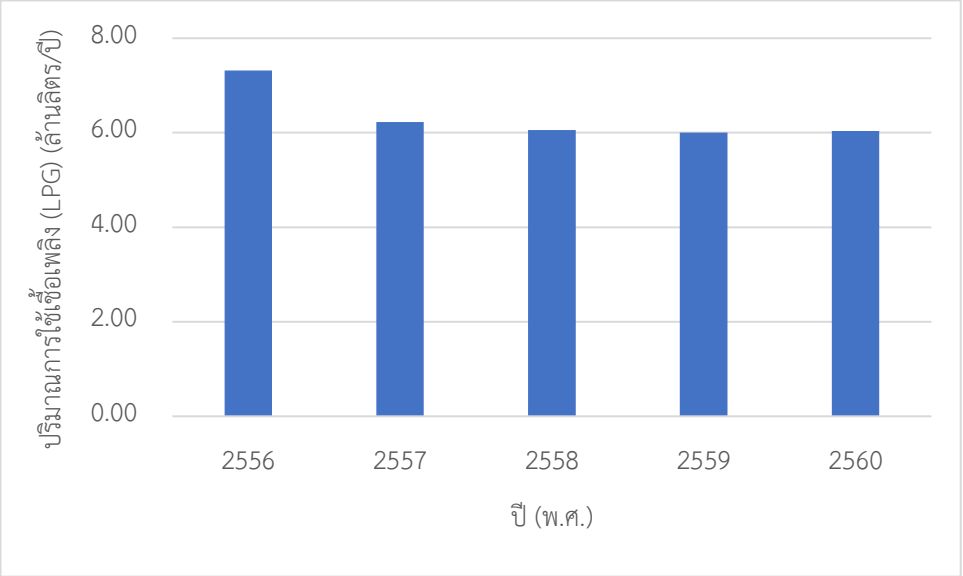
กลุ่มกิจกรรมหลักปล่อยก๊าซเรือนกระจก	กิจกรรมในเทศบาลนครนครราชสีมา
กลุ่มเผาไหม้อยู่กับที่ (Stationary Energy)	● การใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงและไฟฟ้าจากสายส่งสำหรับกลุ่มที่พักอาศัย อาคารพาณิชย์ ธุรกิจการค้าและหน่วยงานต่าง ๆ อุตสาหกรรมการผลิตและการก่อสร้าง และแหล่งที่ไม่สามารถระบุได้
กลุ่มขนส่ง (Transportation)	● การใช้พลังงานเชื้อเพลิงสำหรับการขนส่งทางบก (On-road) ● การใช้พลังงานเชื้อเพลิงสำหรับการขนส่งระบบราง (Railways)
กลุ่มการจัดการของเสีย (Waste)	● การกำจัดของเสียโดยหลุมฝังกลบ การบำบัดด้วยวิธีทางชีวภาพเผากำจัดและการจัดการน้ำเสีย
กลุ่มกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ (Industrial Processes and Product Use: IPPU)	● การใช้ผลิตภัณฑ์ประเภทสารทำความเย็น
กลุ่มเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Agriculture, Forestry and Other Land Use: AFOLU)	● การใช้ประโยชน์ที่ดินและการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.2.2 ข้อมูลกิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

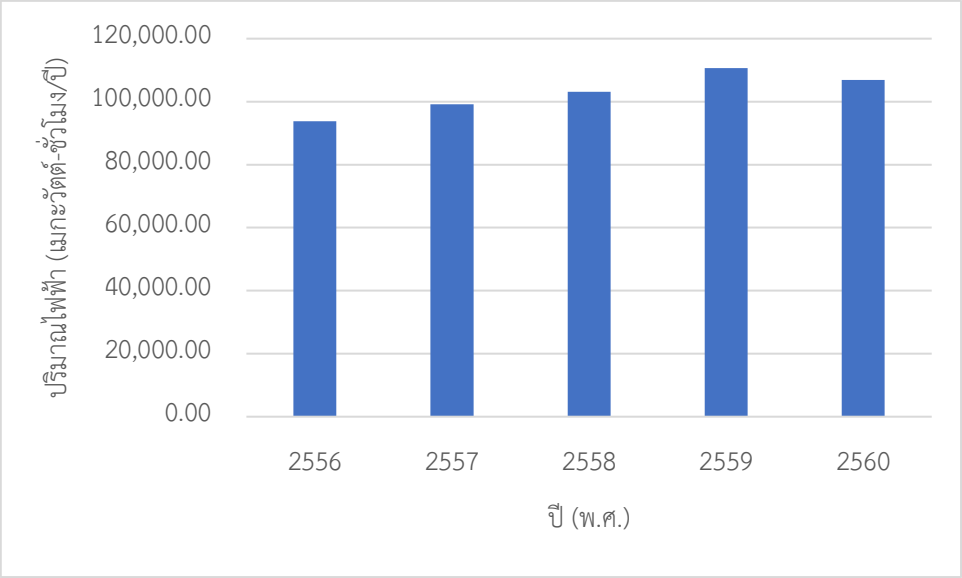
4.2.2.1 กลุ่มเผาไหม้อยู่กับที่ (Stationary Energy)

การรายงานข้อมูลการใช้พลังงานในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ได้แบ่งออกเป็น 4 กลุ่มหลักตามประเภทแหล่งที่มีการใช้พลังงาน ได้แก่ การใช้พลังงานในที่พักอาศัย การใช้พลังงานในอาคารพาณิชย์ ธุรกิจการค้าและหน่วยงานต่าง ๆ การใช้พลังงานของอุตสาหกรรมการผลิตและการก่อสร้าง และแหล่งที่ไม่สามารถระบุได้ ดัง**ภาพที่ 4.3 - 4.8**



ภาพที่ 4.3 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในที่พักอาศัย

(กรมธุรกิจพลังงาน)

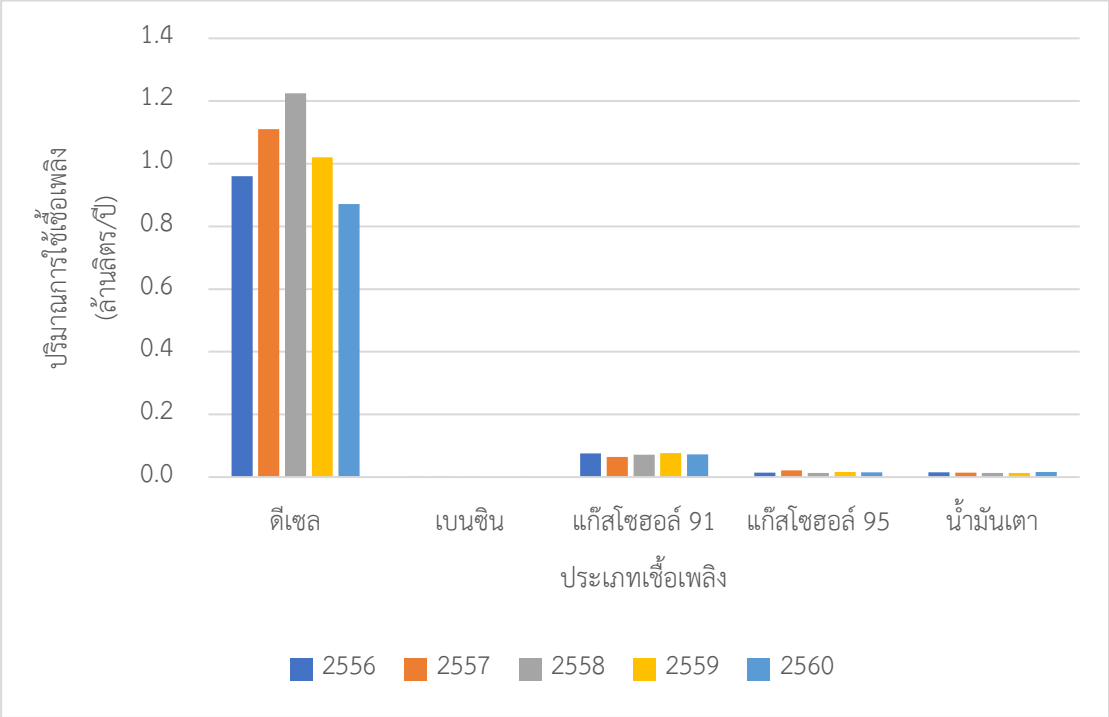


ภาพที่ 4.4 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในที่พักอาศัย

(การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค นครราชสีมา และสำนักงานสถิติจังหวัดนครราชสีมา)

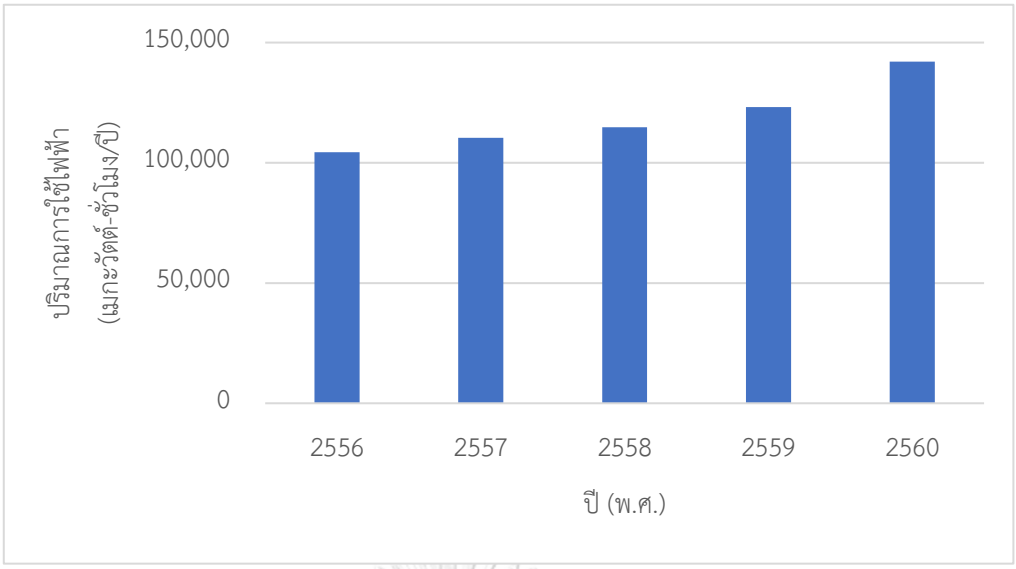
จากข้อมูลที่แสดงใน**ภาพที่ 4.3 - 4.4** พบว่าปริมาณการใช้เชื้อเพลิง LPG ในที่พักอาศัยนั้นมีแนวโน้มลดลง ในขณะที่ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในที่พักอาศัยมีแนวโน้มสูงขึ้นเนื่องจากสภาพเศรษฐกิจของเทศบาลฯ ที่อ้างอิงจากค่าจำนวนผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัดต่อคนมีค่าสูงขึ้นทำให้ประชากรสามารถเข้าถึงสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ได้มากขึ้น ซึ่งส่งผลให้ความต้องการใช้ไฟฟ้าในที่พักอาศัยภายในเขต

เทศบาลฯ เพิ่มขึ้นด้วยเช่นเดียวกัน ซึ่งสอดคล้องกับสถานการณ์พลังงานของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2560 พบว่าปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของประเทศมีอัตราสูงขึ้นคิดเป็นร้อยละ 1.4 และผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ (Gross Domestic Product: GDP) ที่คาดว่าจะขยายตัวเท่ากับ ร้อยละ 3.9 (สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน, 2560)



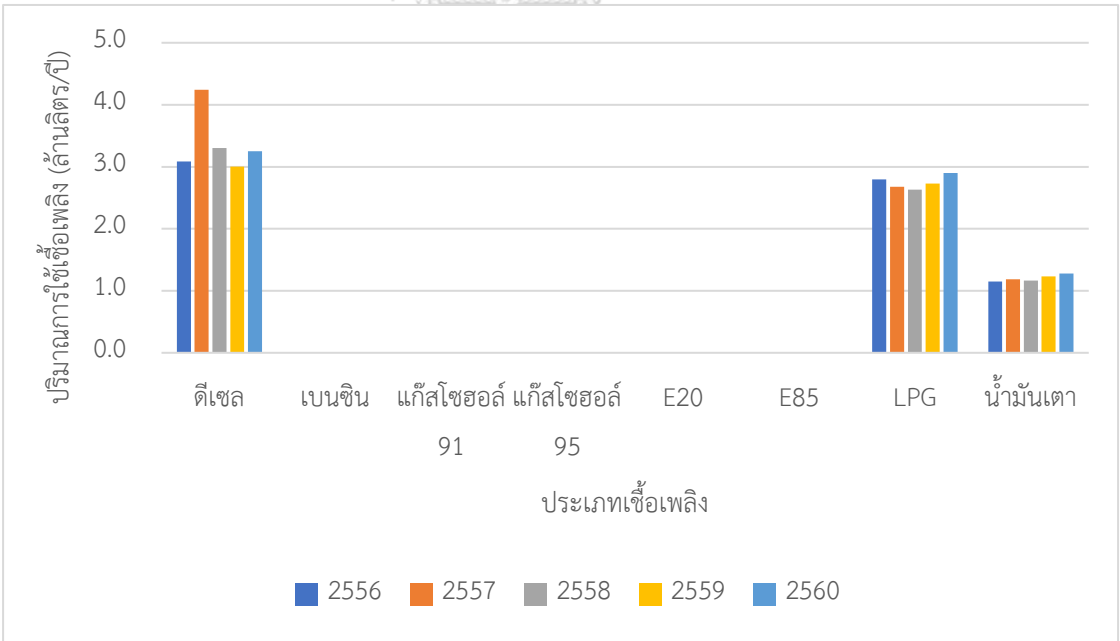
ภาพที่ 4.5 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในอาคารพาณิชย์ ธุรกิจการค้าและหน่วยงานต่าง ๆ (กรมธุรกิจพลังงาน)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

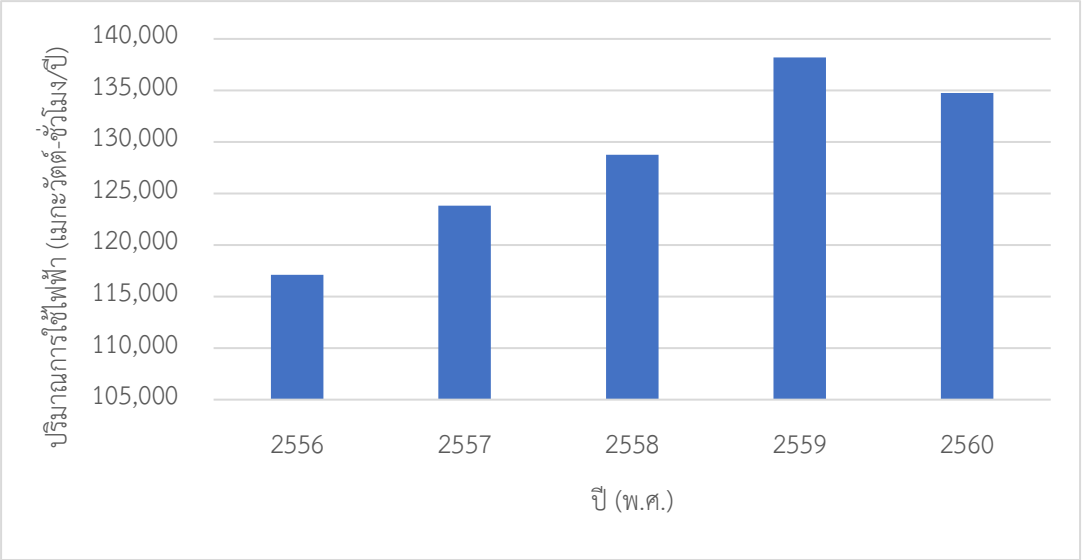


ภาพที่ 4.6 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในอาคารพาณิชย์ ธุรกิจการค้าและหน่วยงานต่าง ๆ (การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค นครราชสีมา และสำนักงานสถิติจังหวัดนครราชสีมา)

จากข้อมูลที่แสดงใน**ภาพที่ 4.5 - 4.6** พบว่าปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในอาคารพาณิชย์ ธุรกิจการค้าและหน่วยงานต่างๆ นั้นมีแนวโน้มไม่ชัดเจนขึ้นกับความต้องการใช้เชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ ในปีนั้น ๆ ในขณะที่ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในอาคารพาณิชย์ ธุรกิจการค้าและหน่วยงานต่าง ๆ นั้น มีแนวโน้มสูงขึ้น เนื่องจากมีห้างสรรพสินค้าขนาดใหญ่ โรงแรม หอพัก เพิ่มมากขึ้นภายในเขตเทศบาลฯ



ภาพที่ 4.7 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในอุตสาหกรรมการผลิตและการก่อสร้าง (กรมธุรกิจพลังงาน)



ภาพที่ 4.8 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในอุตสาหกรรมการผลิตและการก่อสร้าง

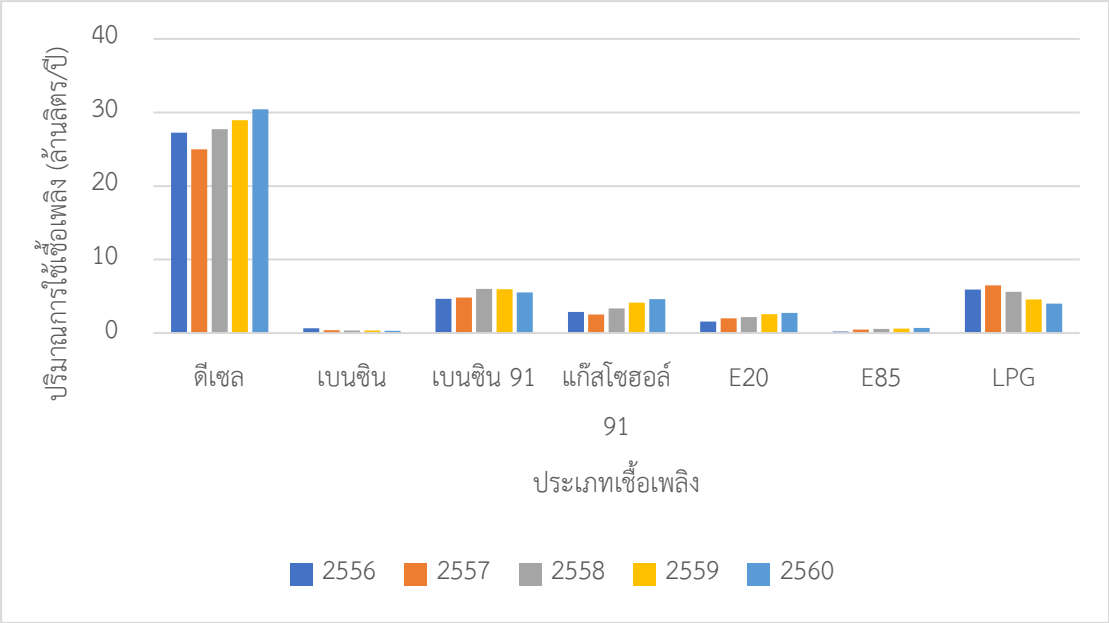
(การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค นครราชสีมา และสำนักงานสถิติจังหวัดนครราชสีมา)

จากข้อมูลที่แสดงใน**ภาพที่ 4.7 - 4.8** พบว่าปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในอุตสาหกรรมการผลิตและการก่อสร้างนั้น มีแนวโน้มไม่ชัดเจนขึ้นกับปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในปีนั้น ๆ และสำหรับปริมาณการใช้ไฟฟ้าในอุตสาหกรรมการผลิตและการก่อสร้างนั้น มีแนวโน้มสูงขึ้นเนื่องจากภายในเขตเทศบาลฯ มีการขยายตัวของเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมขนาดเล็กมากขึ้น

4.2.2.2 กลุ่มขนส่ง (Transportation)

การรายงานข้อมูลในกลุ่มการขนส่งในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ได้แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ การขนส่งทางถนน (On-road) และการขนส่งทางราง (Railways) ดัง**ภาพที่ 4.9 - 4.10** สำหรับการขนส่งทางอากาศ และการขนส่งทางน้ำนั้น ไม่อยู่ภายในเขตของเทศบาล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

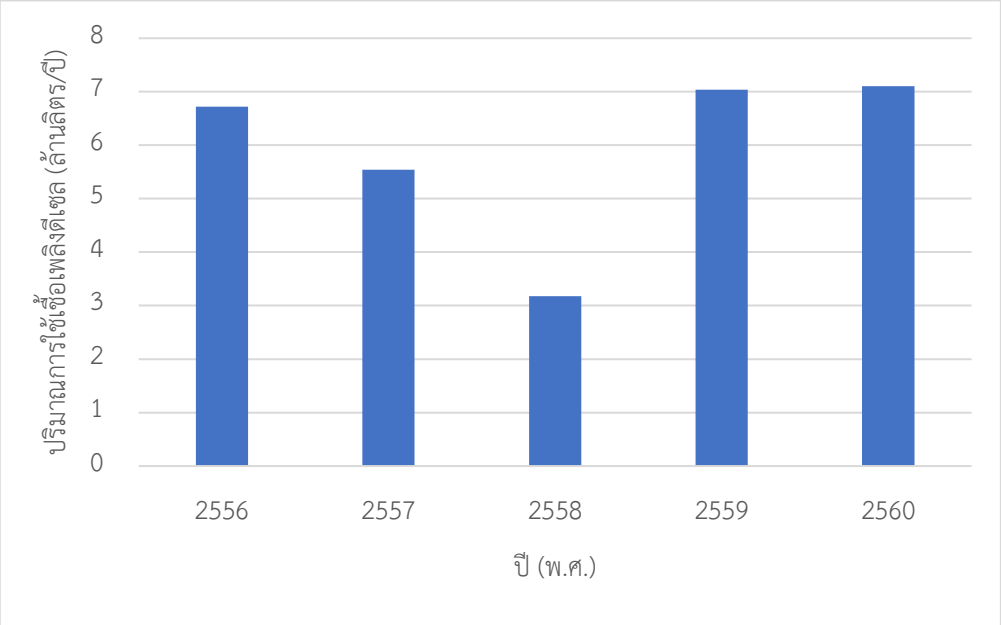


ภาพที่ 4.9 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในการขนส่งทางถนน (On-Road)
(กรมธุรกิจพลังงาน)

หมายเหตุ : จากการรวบรวมข้อมูลสถิติการจำหน่ายเชื้อเพลิงรายจังหวัด (แยกประเภทธุรกิจ) ของกรมธุรกิจพลังงานพบว่าไม่มีข้อมูลเชื้อเพลิงประเภทแก๊สโซฮอล์ 95 และก๊าซธรรมชาติ

จากข้อมูลที่แสดงใน**ภาพที่ 4.9** พบว่าปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในการขนส่งทางถนนชนิด ดีเซล แก๊สโซฮอล์ 91 E20 และ E85 มีแนวโน้มสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับสถานการณ์การใช้พลังงานของประเทศ พบว่าปริมาณการใช้น้ำมันสำเร็จรูปในปี พ.ศ. 2560 มีอัตราสูงขึ้นประมาณร้อยละ 2 สำหรับชนิดแก๊สโซฮอล์ 91 E20 และ E85 ที่มีแนวโน้มสูงขึ้นนั้น สอดคล้องกับแผนอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2558 – 2579 ที่ส่งเสริมให้ใช้เชื้อเพลิงที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้นและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 4.10 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในการขนส่งทางราง (Railways)

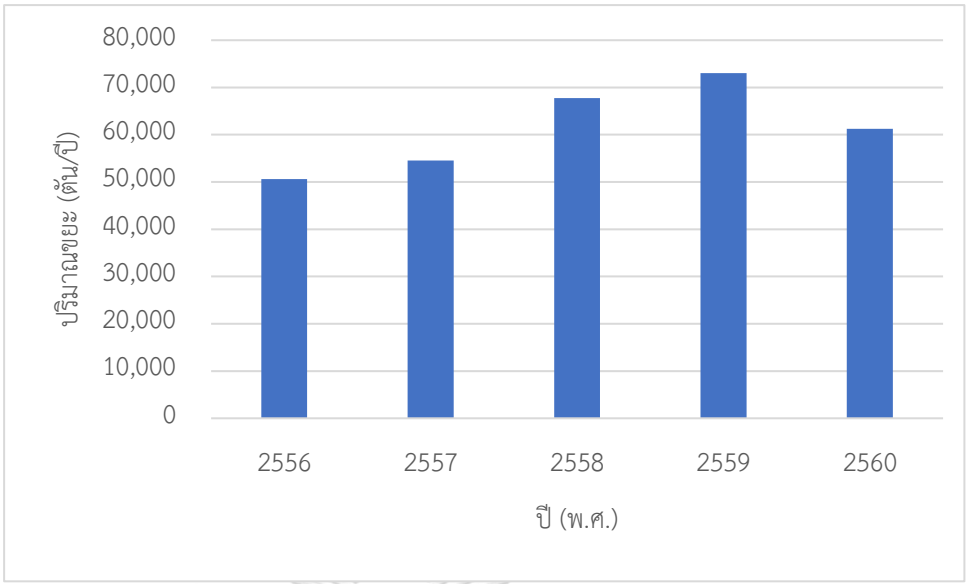
(กรมธุรกิจพลังงาน)

จากข้อมูลที่แสดงใน**ภาพที่ 4.10** พบว่าปริมาณการใช้เชื้อเพลิงชนิดดีเซลในการขนส่งทางรางมีแนวโน้มลดลงในปี พ.ศ. 2557 - 2558 และกลับมาสูงขึ้น ในปี พ.ศ. 2559 - 2560 ซึ่งสอดคล้องกับแผนพัฒนาจังหวัดนครราชสีมาว่าจังหวัดนครราชสีมาเป็นศูนย์กลางทางด้านการคมนาคมและการขนส่งของภาคตะวันออกเฉียงเหนือและประกอบกับการที่เศรษฐกิจขยายตัวมากขึ้นทำให้มีการคมนาคมและการขนส่งมากขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.2.2.3 กลุ่มการจัดการของเสีย (Waste)

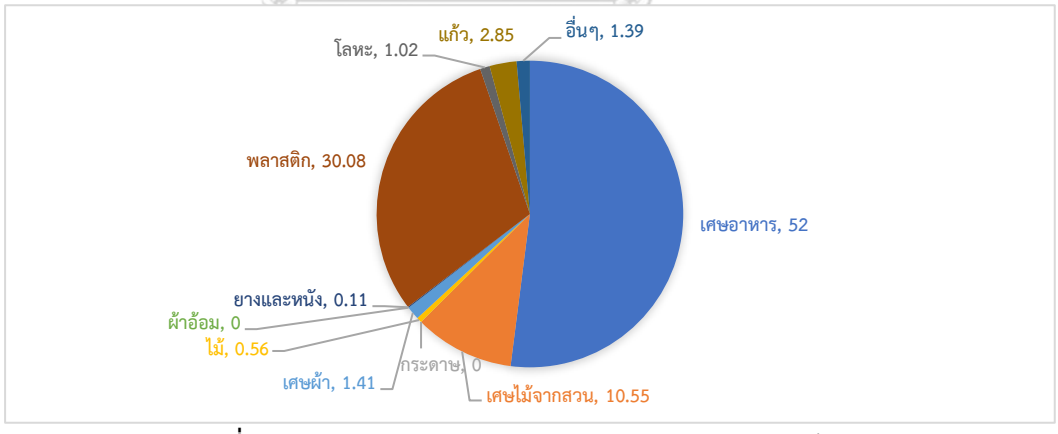
การรายงานข้อมูลในกลุ่มการจัดการของเสียของเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ได้แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ การฝังกลบขยะมูลฝอย การจัดการขยะมูลฝอยวิธีการทางชีวภาพ การเผาไหม้ขยะมูลฝอยและขยะติดเชื้อ และการจัดการน้ำเสีย ดัง**ภาพที่ 4.11 - 4.17**



ภาพที่ 4.11 ปริมาณขยะมูลฝอยที่กำจัดโดยวิธีการฝังกลบ

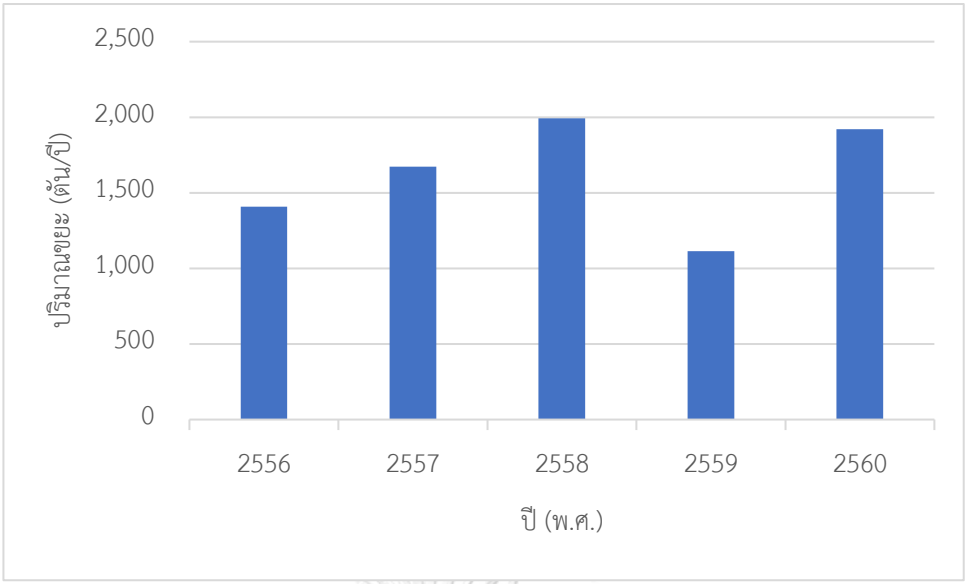
(องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก(องค์การมหาชน), 2560)

หมายเหตุ: ปริมาณขยะมูลฝอยที่ถูกนำส่งกำจัดด้วยวิธีการฝังกลบโดยเทศบาลนครนครราชสีมามาจากขยะมูลฝอยที่เกิดภายในเขตเทศบาลและนอกเทศบาลด้วยสัดส่วนประมาณ ร้อยละ 50 ต่อ 50 โดยข้อมูลที่แสดงผลเป็นกราฟเป็นค่าประมาณของขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นเฉพาะภายในเขตเทศบาลฯ



ภาพที่ 4.12 สัดส่วนขยะมูลฝอยของเทศบาลนครนครราชสีมา

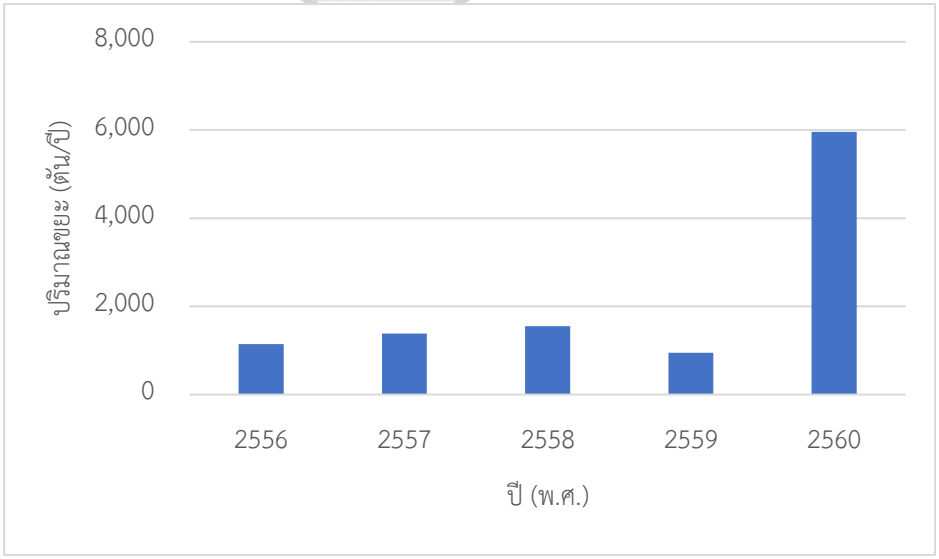
(องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก(องค์การมหาชน), 2560)



ภาพที่ 4.13 ปริมาณขยะมูลฝอย (อินทรีย์) ที่นำมาผลิตสารปรับปรุงดินโดยวิธีการทางชีวภาพแบบใช้อากาศ

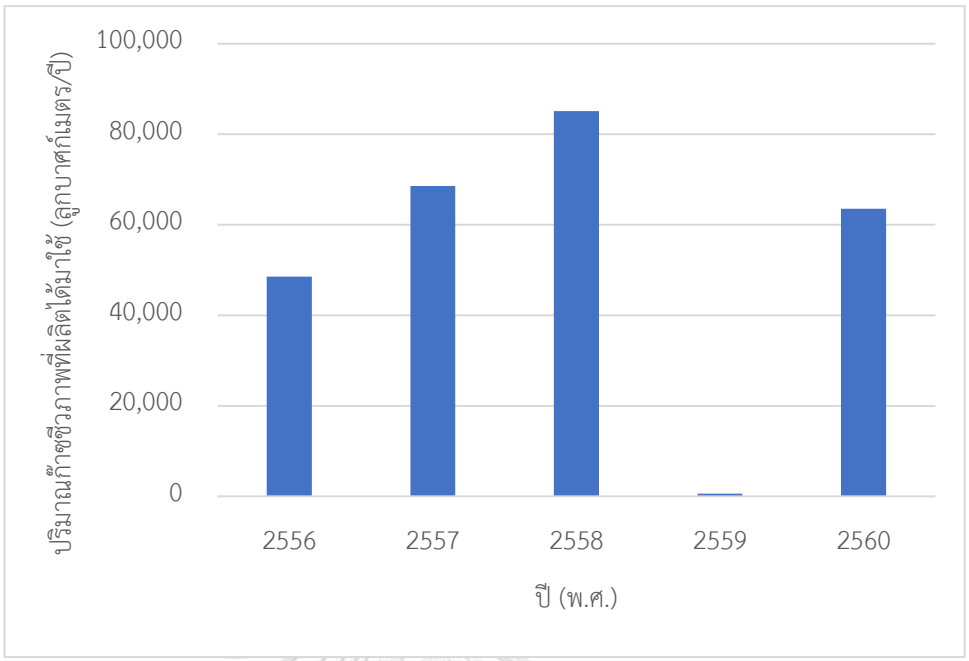
(องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก(องค์การมหาชน), 2560)

หมายเหตุ: ปริมาณขยะมูลฝอยที่นำมาผลิตสารปรับปรุงดินโดยวิธีการทางชีวภาพแบบใช้อากาศถูกนำส่งกำจัดนอกเขตเทศบาลฯ โดยมีขยะที่เกิดขึ้นภายในเขตเทศบาลฯ และจากแหล่งอื่นด้วยเป็นสัดส่วนประมาณ 50:50 โดยข้อมูลที่แสดงผลเป็นกราฟเป็นค่าประมาณของขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นเฉพาะภายในเขตเทศบาลฯ



ภาพที่ 4.14 ปริมาณขยะมูลฝอย (อินทรีย์) ที่กำจัดโดยวิธีการทางชีวภาพแบบไร้อากาศ

(องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก(องค์การมหาชน), 2560)

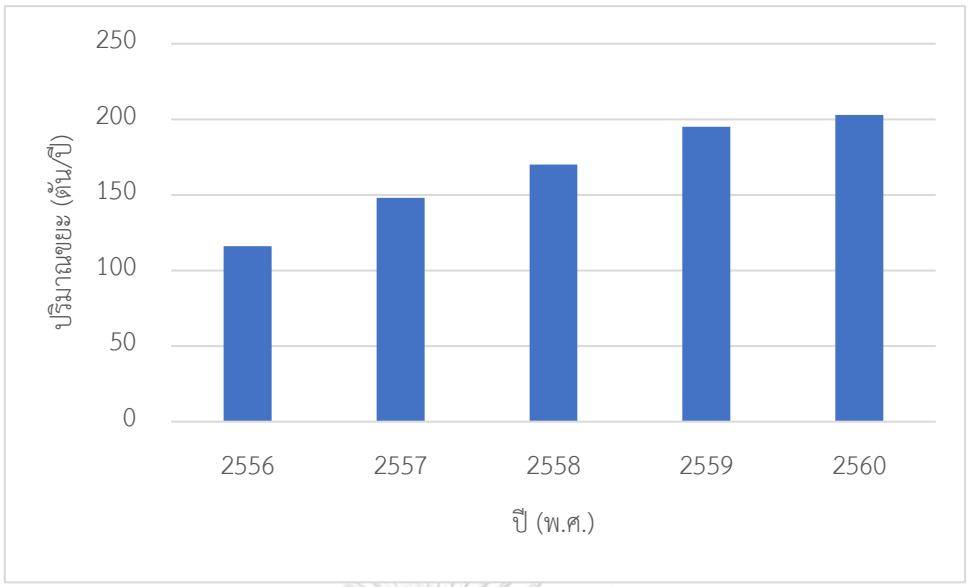


ภาพที่ 4.15 ปริมาณก๊าซชีวภาพที่นำมาใช้ประโยชน์จากการนำขยะมูลฝอย (อินทรีย์) มากำจัดโดยวิธีการทางชีวภาพแบบไร้อากาศ

(องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก(องค์การมหาชน), 2560)

หมายเหตุ: ปริมาณขยะมูลฝอย (อินทรีย์) ที่กำจัดโดยวิธีการทางชีวภาพแบบไร้อากาศถูกนำส่งกำจัดนอกเขตเทศบาลฯ โดยมีขยะที่เกิดขึ้นภายในเขตเทศบาลฯ และจากแหล่งอื่นด้วยเป็นสัดส่วนประมาณ 50:50 และมีการก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้มาใช้ โดยข้อมูลที่แสดงผลเป็นกราฟเป็นค่าประมาณของขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นเฉพาะภายในเขตเทศบาลฯ

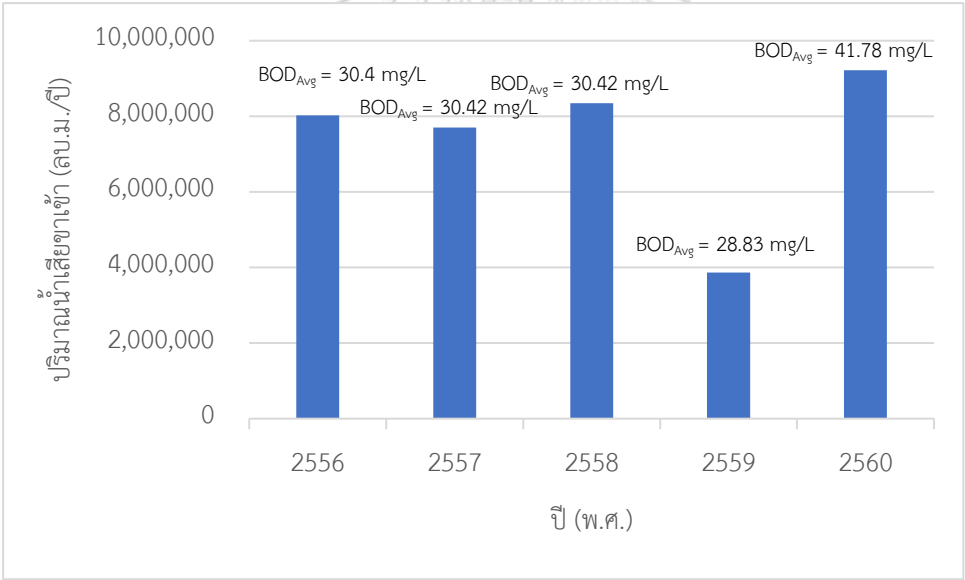
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 4.16 ปริมาณขยะติดเชื้อที่ส่งกำจัดโดยวิธีการเผา

(องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก(องค์การมหาชน), 2560)

หมายเหตุ แหล่งที่มาของขยะคือสถานพยาบาลในเขตเทศบาลฯ และใช้เตาเผาชนิด Rotary Klin



ภาพที่ 4.17 ปริมาณและค่าบีโอดีของน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบบำบัดของเทศบาล

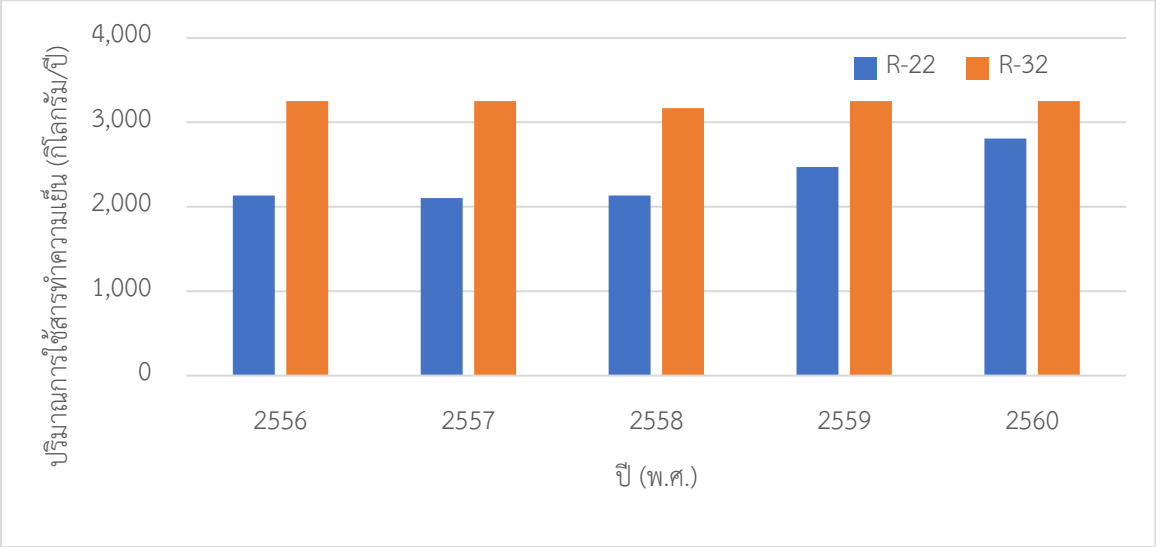
(องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก(องค์การมหาชน), 2560)

หมายเหตุ ปริมาณน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบบำบัดมีแหล่งที่มาจากทั้งในเขตเทศบาลฯ และแหล่งอื่นโดยเป็นระบบบำบัดแบบบ่อผึ่งและตะกอนเร่งโดยข้อมูลที่แสดงผลเป็นกราฟเป็นค่าประมาณของขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นเฉพาะภายในเขตเทศบาลฯ

จากข้อมูลที่แสดงใน**ภาพที่ 4.11 - 4.17** พบว่าปริมาณขยะที่เกิดขึ้นภายในเขตเทศบาลฯ นั้นมีแนวโน้มสูงขึ้นแม้ว่าจำนวนประชากรในเขตเทศบาลฯ มีแนวโน้มลดลงก็ตาม แต่จำนวนประชากรแฝงและนักท่องเที่ยวที่เข้ามาในเขตเทศบาลฯ นั้นเพิ่มมากขึ้นซึ่งอ้างอิงข้อมูลจากแผนพัฒนาจังหวัดนครราชสีมา ระยะ 4 ปี พ.ศ. 2561 – 2564 ซึ่งประชากรดังกล่าวส่งผลให้ปริมาณขยะที่เกิดขึ้นภายในเขตเทศบาลฯ เพิ่มมากขึ้น

4.2.2.3 กลุ่มกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ (Industrial Processes and Product Use: IPPU)

การรายงานข้อมูลและการเก็บข้อมูลในกลุ่มกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ (Industrial Processes and Product Use: IPPU) ในเขตเทศบาลนครนครราชสีมานั้น แต่เนื่องจากไม่มีกิจกรรมกระบวนการผลิตในเขตเทศบาลฯ ดังนั้นข้อมูลที่ได้จะเป็นข้อมูลการใช้ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการลงพื้นที่สำรวจข้อมูลจากสถานประกอบการในเขตเทศบาลฯ และการตั้งสมมติฐานประกอบการคำนวณโดยองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) ซึ่งข้อมูลที่แสดงใน**ภาพที่ 4.18** เป็นการแสดงข้อมูลปริมาณการใช้สารทำความเย็น 2 ชนิด ได้แก่ R-22 และ R-32



ภาพที่ 4.18 ปริมาณการใช้สารทำความเย็นที่ภายในเขตเทศบาลฯ (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก(องค์การมหาชน), 2560)

หมายเหตุ: ข้อมูลปริมาณการใช้สารทำความเย็นมาจากการสำรวจกับผู้ใช้งานในเขตเทศบาลฯ จำนวน 66 ราย จากสถานประกอบการ โรงงาน โรงแรม และห้างสรรพสินค้า และการตั้งสมมติฐาน

ในการคาดการณ์ ทั้งนี้การที่พบว่ามีการใช้สารทำความเย็นชนิด R-32 ในปี พ.ศ. 2556-2559 เนื่องจากใช้เป็นส่วนผสมของสารทำความเย็นในตู้แช่ต่าง ๆ และไม่ได้มีการเก็บข้อมูลสารทำความเย็นชนิด R-410a

4.2.2.4 การเกษตร ป่าไม้และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Agriculture, Forestry and Other Land Use: AFOLU)

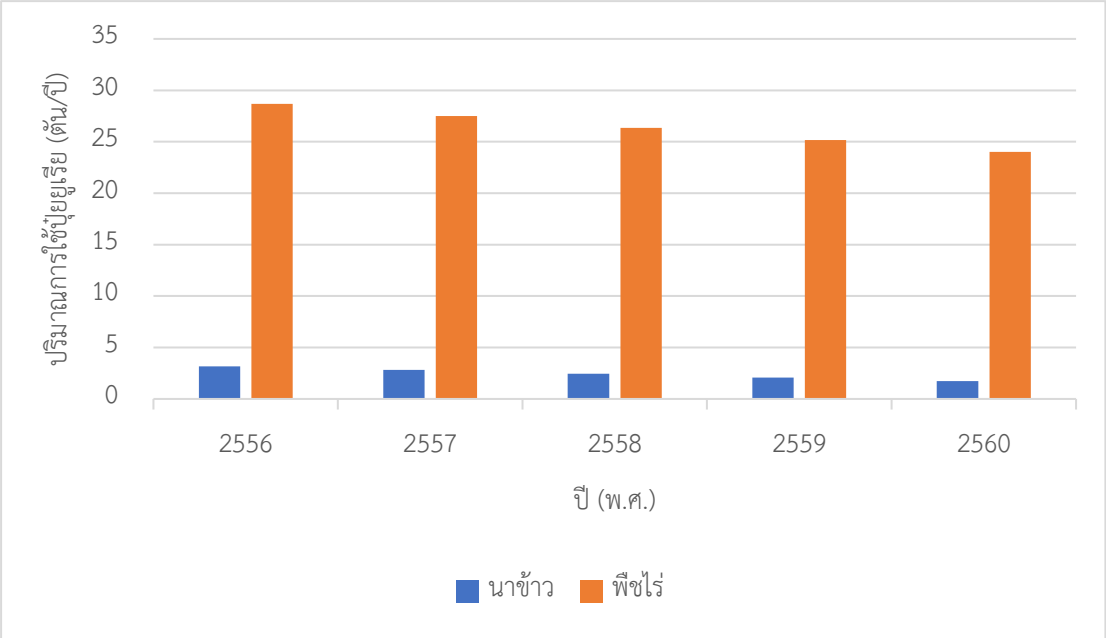
การรายงานข้อมูลและการเก็บข้อมูลในกลุ่มการเกษตร ป่าไม้และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Agriculture, Forestry and Other Land Use: AFOLU) อ้างอิงข้อมูลจากองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) ซึ่งได้จำแนกออกเป็น 2 กลุ่มหลัก ได้แก่ ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินและการเปลี่ยนแปลงจากการใช้ประโยชน์ที่ดินในประเภทต่าง ๆ และข้อมูลกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับภาคพื้นดินและแหล่งอื่น ๆ ในเขตเทศบาลฯ โดยในเขตเทศบาลฯ ไม่มีการเลี้ยงปศุสัตว์ในพื้นที่ ดัง**ตารางที่ 4.6 และภาพที่ 4.19 - 4.20**

ตารางที่ 4.6 ปริมาณพื้นที่และการเปลี่ยนแปลงระหว่างปี พ.ศ. 2553 และ พ.ศ. 2560

ชนิดที่ดิน	**พื้นที่ในปี พ.ศ. 2553 (ตร.กม.)**	**พื้นที่ในปี พ.ศ. 2560 (ตร.กม.)**	**พื้นที่ที่เปลี่ยนแปลง (ตร.กม.)**
พื้นที่เพาะปลูก	2.896	2.105	-0.792
(1) นาข้าว	0.416	0.184	-0.233
(2) พืชไร่	0.121	0.027	-0.095
(3) ไม้ยืนต้น	0.166	0.188	0.022
(4) ไม้ผล	2.193	1.706	-0.486
(5) พืชสวน	0.056	0.000	-0.056
พื้นที่ทุ่งหญ้า	0.000	0.000	0.000
พื้นที่ชุ่มน้ำ	0.562	0.522	-0.040
พื้นที่ใช้ตั้งถิ่นฐาน	32.747	33.577	0.830
พื้นที่อื่น ๆ	0.866	0.986	0.120
รวม	**37.128**	**37.190**	**0.063**

(กรมการปกครอง)

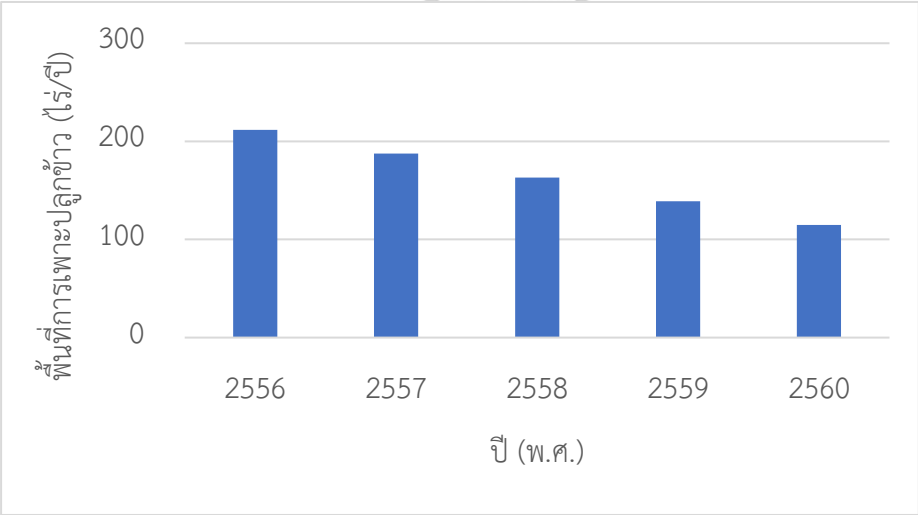
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 4.19 ปริมาณการใช้ปุ๋ยยูเรียในพื้นที่การเพาะปลูกในเขตเทศบาลฯ

(องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก(องค์การมหาชน), 2560)

หมายเหตุ: ปริมาณการใช้ปุ๋ยยูเรียมาจากการคำนวณและการตั้งสมมติฐานดังแสดงใน ภาคผนวก ข



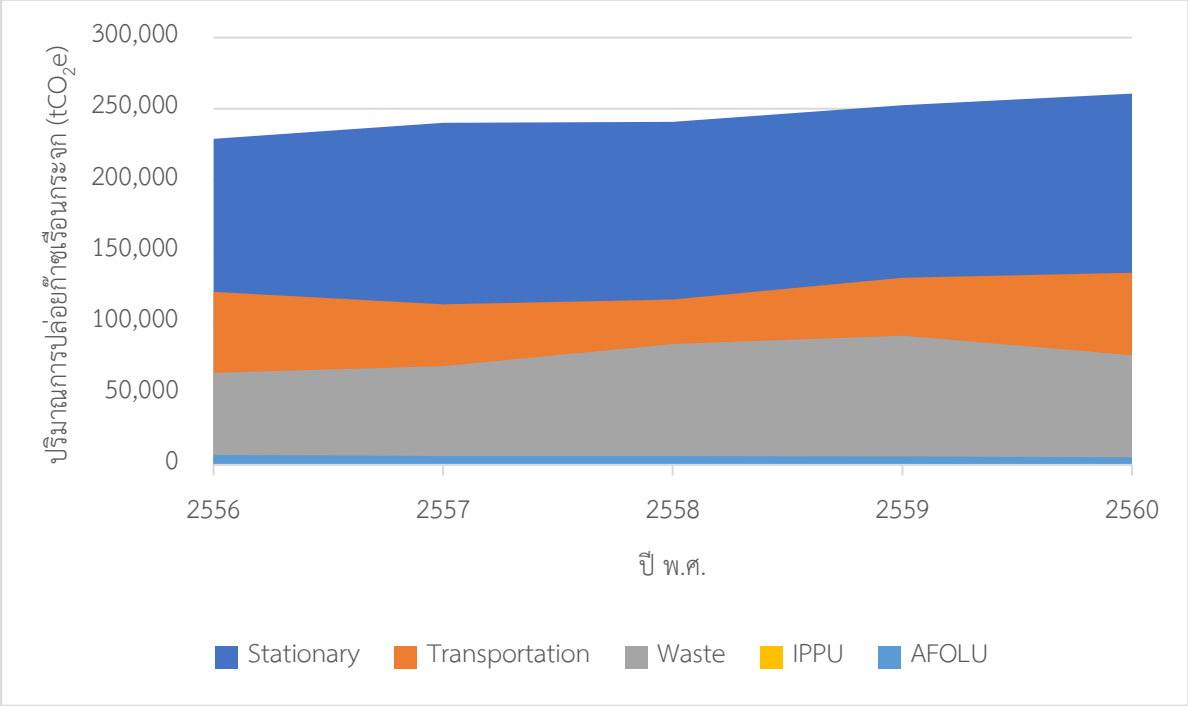
ภาพที่ 4.20 พื้นที่การเพาะปลูกข้าวในเขตเทศบาลฯ
(กรมการปกครอง)

จากข้อมูลที่แสดงใน**ภาพที่ 4.19 - 4.20** พบว่าในเขตเทศบาลฯ มีพื้นที่ที่ใช้ตั้งถิ่นฐานและพื้นที่อื่น ๆ มากขึ้น ในขณะที่พื้นที่เพาะปลูก พื้นที่ทุ่งหญ้า และพื้นที่ชุ่มน้ำลดลงในปี พ.ศ. 2560 เมื่อเทียบกับปี พ.ศ. 2553 เนื่องจากพื้นที่ในเขตเทศบาลฯ มีความเป็นเมืองมากขึ้น ซึ่งส่งผลให้มีการ

ใช้ปุ๋ยยูเรียเพื่อการเพาะปลูกลดลง ทำให้มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกลุ่มการเกษตร ป่าไม้และการใช้ประโยชน์ที่ดินลดลงด้วยเช่นเดียวกัน

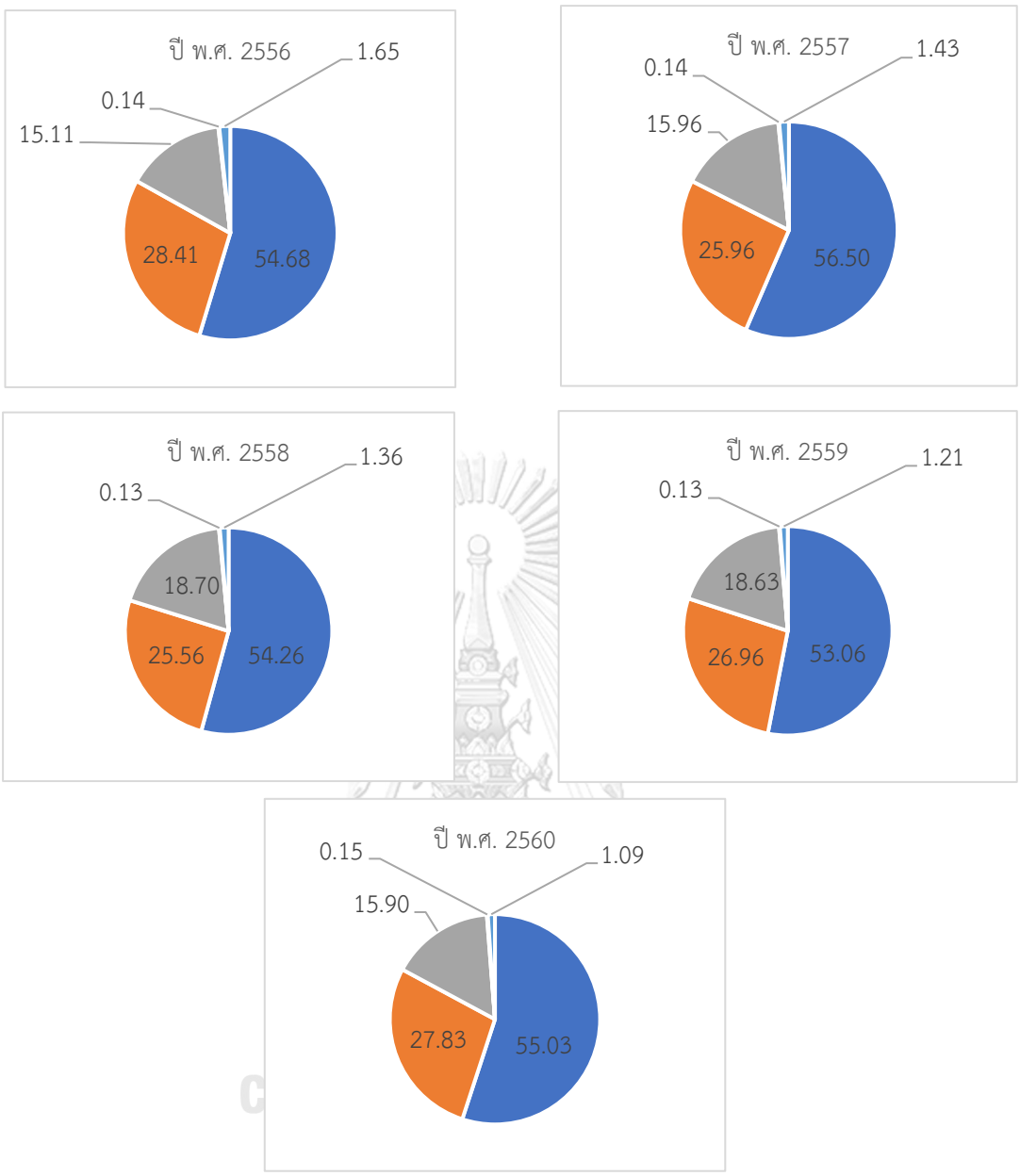
4.3 ผลการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา

การศึกษาครั้งนี้จะรายงานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามรูปแบบการรายงานของ GPC ซึ่งมีผลดัง**ภาพที่ 4.21**



ภาพที่ 4.21 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ในปี พ.ศ. 2556 - 2560

Chulalongkorn University



ภาพที่ 4.22 สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในแต่ละกลุ่มกิจกรรม ในปี พ.ศ. 2556 - 2560

จากผลการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ดัง**ภาพที่ 4.21** พบว่าสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในแต่ละกลุ่มกิจกรรมในช่วงปี พ.ศ. 2556 - 2560 มีปริมาณใกล้เคียงกัน โดยกลุ่มกิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดคือ กลุ่มการเผาไหม้อยู่กับที่ รองลงมาเป็นกลุ่มขนส่ง กลุ่มการจัดการของเสีย กลุ่มการเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (AFOLU) และกลุ่มกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ (IPPU) ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลที่แสดงสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในแต่ละกลุ่มกิจกรรมในปี พ.ศ. 2556 - 2560 ซึ่งกลุ่มการเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นเพียงกลุ่มเดียวที่มีแนวโน้มลดลงทุกปี

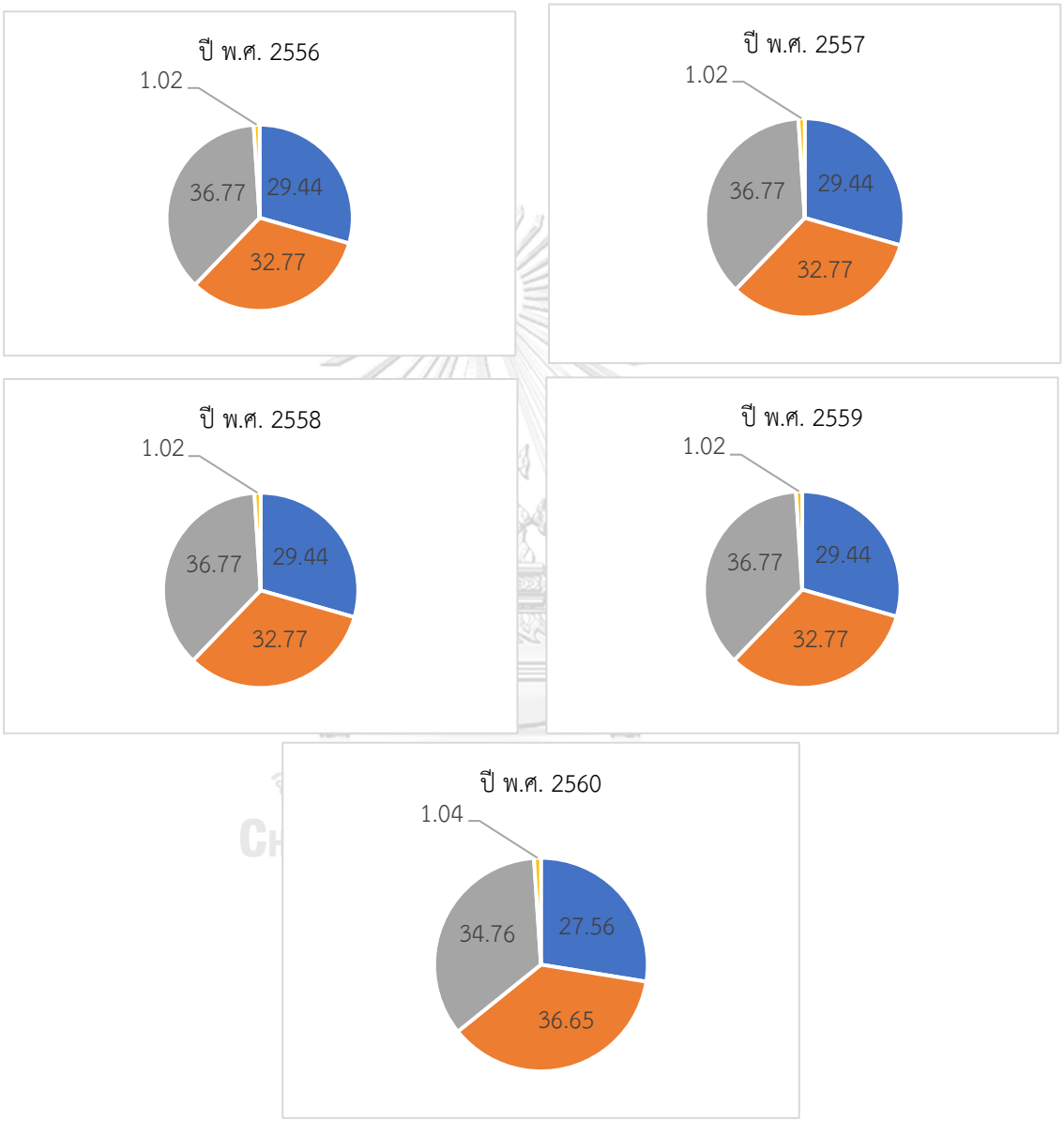
4.3.1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกลุ่มการเผาไหม้อยู่กับที่ (Stationary Energy)

ในปี พ.ศ. 2556 - 2560 พบว่าสัดส่วนกิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกลุ่มการเผาไหม้อยู่กับที่ในเขตเทศบาลฯ มีค่าประมาณร้อยละ 53.06 – 56.50 โดยมีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นหลัก คิดเป็นร้อยละ 79.24 - 84.60 และการใช้เชื้อเพลิงในการเผาไหม้อยู่กับที่อีกร้อยละ 5.50 - 7.10 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกลุ่มการเผาไหม้อยู่กับที่

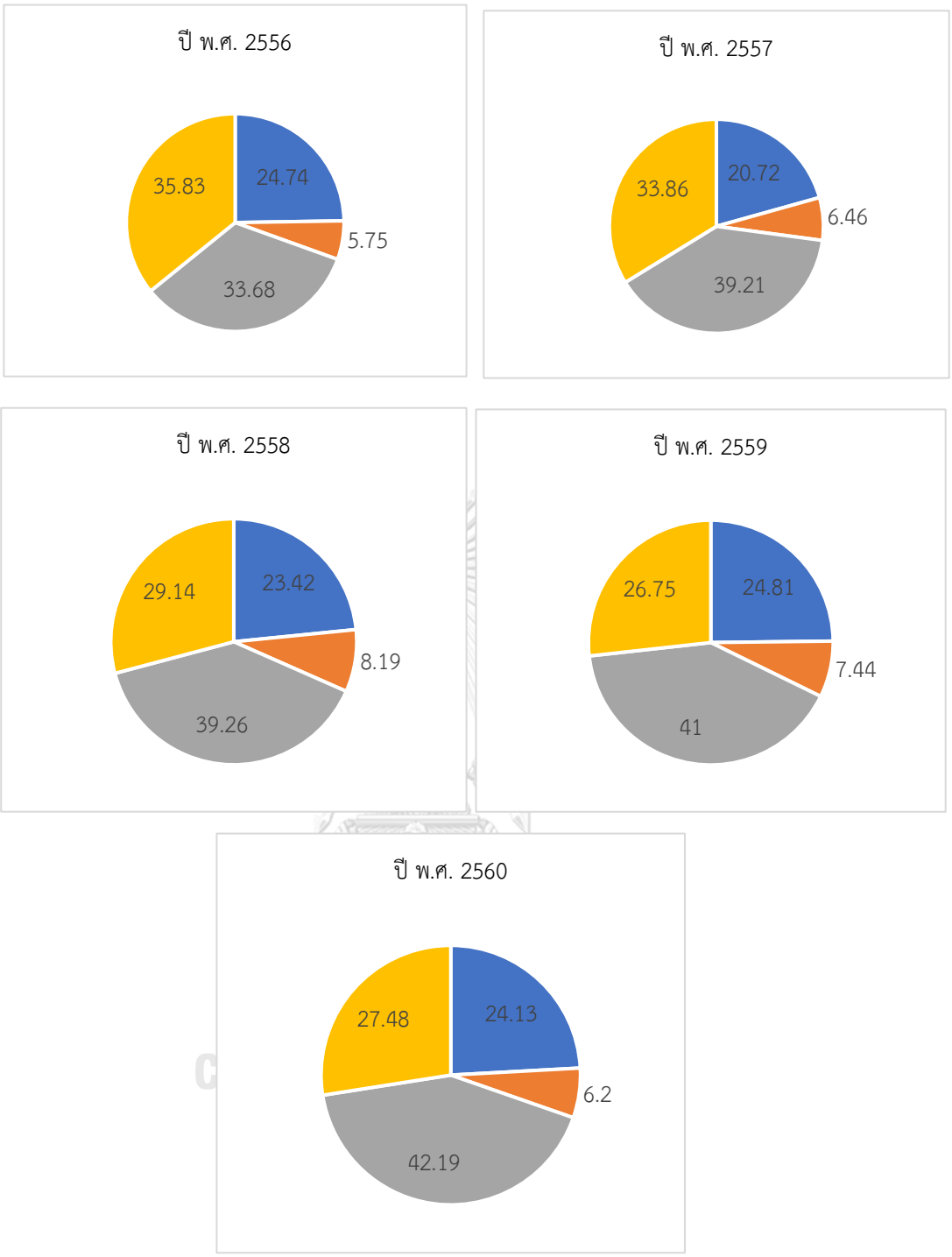
จาก**ภาพที่ 4.23** ที่แสดงให้เห็นถึงสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้าในเขตเทศบาลฯ ในปี พ.ศ. 2556 - 2560 พบว่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกส่วนใหญ่มาจากกลุ่มการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุตสาหกรรมการผลิตและการก่อสร้างคิดเป็นร้อยละ 34.76 - 36.77 ซึ่งมีแนวโน้มการใช้พลังงานค่อนข้างคงที่ รองลงมาเป็นการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารพาณิชย์ ธุรกิจการค้า และหน่วยงานต่าง ๆ คิดร้อยละ 32.77 - 36.65 ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าปริมาณการใช้ไฟฟ้าในปี พ.ศ. 2556 – 2559 ไม่ค่อยมีการเปลี่ยนแปลงแสดงถึงการขยายตัวของเมืองและการเติบโตของเมืองค่อนข้างคงที่ นอกจากนี้ยังบ่งบอกได้ถึงเมืองยังไม่มีการนำมาตรการลดการใช้พลังงานมาใช้ในเขตเทศบาลฯ สำหรับการใช้พลังงานไฟฟ้าใน ปี พ.ศ. 2560 ที่มากกว่าในปีอื่น เนื่องจากมีการเปิดบริการของห้างสรรพสินค้าขนาดใหญ่จำนวน 2 แห่ง ได้แก่ ห้างสรรพสินค้าเทอร์มินอล 21 โคราช เปิดบริการในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 และห้างสรรพสินค้าเซนทรัลพลาซ่า นครราชสีมาเปิดบริการในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2560 และยังมีกลุ่มโรงแรม และหอพักจำนวนมากในเขตเทศบาลฯ รองลงมาเป็นการใช้พลังงานไฟฟ้าในกลุ่มที่พักอาศัย คิดเป็นร้อยละ 27.56 - 29.44 และสุดท้ายมาจากการใช้พลังงานไฟฟ้าของแหล่งที่ไม่สามารถระบุได้ คิดเป็นร้อยละ 1.02 - 1.04 ซึ่งมีแนวโน้มการใช้พลังงานค่อนข้างคงที่

จาก**ภาพที่ 4.24** ที่แสดงให้เห็นถึงสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงในเขตเทศบาลฯ ในปี พ.ศ. 2556 - 2560 พบว่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกส่วนใหญ่มาจาก

อุตสาหกรรมการผลิตและการก่อสร้าง คิดเป็นร้อยละ 33.68 - 42.19 ซึ่งมีการใช้เชื้อเพลิงดีเซลเป็นหลัก รองลงมาเป็นการเผาไหม้เชื้อเพลิงจากแหล่งที่ไม่สามารถระบุได้ คิดเป็นร้อยละ 26.75 - 35.83 รองลงมาเป็นการเผาไหม้เชื้อเพลิงจากที่พักอาศัย คิดเป็นร้อยละ 20.72 - 24.81 และสุดท้ายมาจากอาคารพาณิชย์ ธุรกิจการค้า และหน่วยงานต่าง ๆ คิดเป็นร้อยละ 5.75 - 8.19



ภาพที่ 4.23 สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้าในปี พ.ศ. 2556 - 2560



ภาพที่ 4.25 สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงในปี พ.ศ. 2556 - 2560

แหล่งที่ไม่สามารถระบุได้

4.3.2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกลุ่มขนส่ง (Transportation)

จากข้อมูลที่แสดงใน**ภาพที่ 4.22** พบว่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกลุ่มขนส่งในเขตเทศบาลฯ มาจากการใช้เชื้อเพลิงในการขนส่งทางถนน (On-road) และทางราง (Railways) มีสัดส่วนคิดเป็นร้อยละ 25.56 - 28.41 จากปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด คิดเป็นลำดับที่ 2 จากกลุ่มกิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด

และจาก**ตารางที่ 4.7** พบว่าสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งทางถนนมีสัดส่วนคิดเป็นร้อยละ 82.18 - 90.91 ซึ่งมากกว่าสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งทางราง ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 9.09 - 17.82 และจะเห็นได้ว่าเชื้อเพลิงที่มีการใช้งานและมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงสุดมาจากเชื้อเพลิงดีเซลเป็นหลักซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงกลุ่มผู้ใช้งานในภาคอุตสาหกรรมและพาณิชย์ รวมถึงกลุ่มผู้ใช้งานรถยนต์ส่วนบุคคลบางส่วน

ตารางที่ 4.7 สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกลุ่มขนส่งในปี พ.ศ. 2556-2560

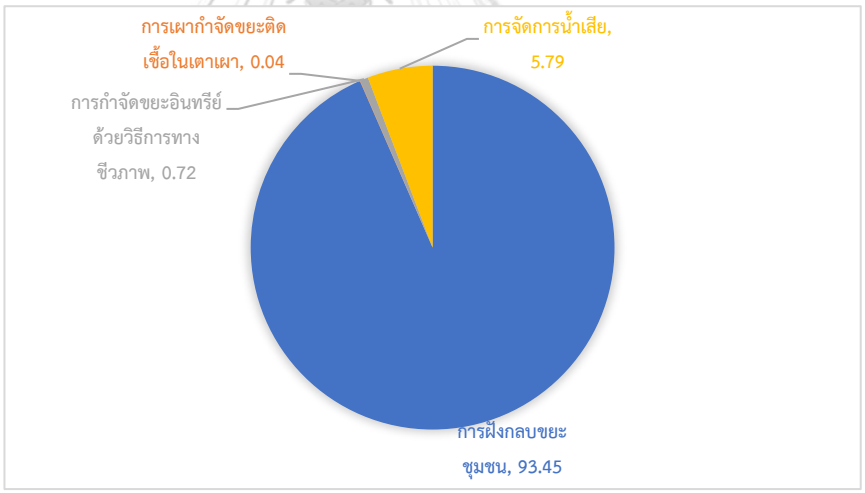
แหล่งการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	**สัดส่วนการปล่อยในกลุ่ม (ร้อยละ)**				
	ปี พ.ศ. 2556	**ปี พ.ศ. 2557**	**ปี พ.ศ. 2558**	**ปี พ.ศ. 2559**	**ปี พ.ศ. 2560**
การขนส่งทางถนน	**82.18**	**84.01**	**90.91**	**82.46**	**82.94**
ดีเซล	65.75	65.75	72.28	65.69	66.63
เบนซิน	1.28	0.80	0.76	0.65	0.51
แก๊สโซฮอล 91	4.92	4.70	6.21	6.67	7.13
แก๊สโซฮอล E20	2.31	3.19	3.44	3.57	3.66
แก๊สโซฮอล E85	0.05	0.11	0.14	0.12	0.14
ก๊าซปิโตรเลียมเหลว	7.88	9.46	8.07	5.75	4.86
การขนส่งทางราง	**17.82**	**15.99**	**9.09**	**17.54**	**17.06**
ดีเซล	17.82	15.99	9.09	17.54	17.06
รวม	**100.00**	**100.00**	**100.00**	**100.00**	**100.00**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.3.3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกลุ่มการจัดการของเสีย (Waste)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกลุ่มการจัดการของเสียในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ในช่วงปี พ.ศ. 2556 - 2560 สามารถจำแนกออกเป็น 4 ประเภท โดยอ้างอิงข้อมูลจากองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) ได้แก่ การกำจัดขยะด้วยวิธีการฝังกลบ คิดเป็นร้อยละ 15.11 – 18.70 การเผากำจัดขยะติดเชื้อในเตาเผา มีค่าน้อยกว่าร้อยละ 0.1 การกำจัดขยะอินทรีย์ด้วยวิธีการทางชีวภาพ คิดเป็นร้อยละ 0.07 - 0.13 และการจัดการน้ำเสีย คิดเป็นร้อยละ 0.93 - 1.10 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด

จากข้อมูลใน**ภาพที่ 4.25** ที่แสดงสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกลุ่มของเสีย ในปี พ.ศ. 2560 พบว่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการฝังกลบขยะชุมชนมีสัดส่วนมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 93.45 เนื่องจากเป็นการจัดการปริมาณขยะส่วนใหญ่ที่เกิดขึ้นภายในเทศบาลทั้งหมด รองลงมาเป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการน้ำเสียคิดเป็นร้อยละ 5.79 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกลุ่มของเสีย



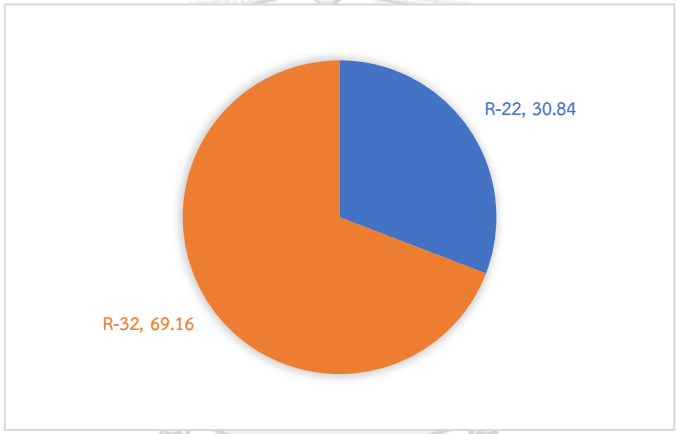
ภาพที่ 4.26 สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกลุ่มของเสีย ในปี พ.ศ. 2560 (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก(องค์การมหาชน), 2560)

4.3.4 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกลุ่มกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ (IPPU)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกลุ่มกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ได้อ้างอิงข้อมูลจากองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) โดยได้ทำการรวบรวมข้อมูลการใช้สารทำความเย็น จากการสำรวจสถานประกอบการต่าง ๆ ในเขตเทศบาลฯ ดังที่แสดงใน

ภาคผนวก ข พบว่าในปี พ.ศ. 2556-2560 มีสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอยู่ระหว่างร้อยละ 0.13 - 0.15 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด

จากข้อมูลใน**ภาพที่ 4.26** ที่แสดงข้อมูลสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกลุ่มกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ในปี พ.ศ. 2560 พบว่าจากการสำรวจสถานประกอบการในเขตเทศบาลมีการใช้สารทำความเย็น 2 ชนิด ได้แก่ R-22 และ R-32 โดยมีสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับร้อยละ 30.84 และ 69.16 ตามลำดับ และจะเห็นได้ว่าสารทำความเย็นชนิด R-32 มีปริมาณการใช้งานสูงกว่าชนิด R-22 เนื่องจากเป็นสารทำความเย็นที่มีค่าศักยภาพที่ทำให้เกิดภาวะโลกร้อนต่ำกว่าชนิด R-22 (GWP_{R-32} = 675, GWP_{R-22} = 1,810) และมีการใช้อย่างแพร่หลายในปัจจุบัน



ภาพที่ 4.27 สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกลุ่มกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ในปี พ.ศ. 2560
(องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก(องค์การมหาชน), 2560)

CHULALONGKORN UNIVERSITY

4.3.5 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกลุ่มการเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (AFOLU)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกลุ่มการเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน ได้ทำการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในการใช้ประโยชน์ที่ดิน และการเปลี่ยนแปลงจากการใช้ประโยชน์ที่ดินในประเภทต่าง ๆ และปริมาณการใช้ปุ๋ยยูเรียในเขตเทศบาลฯ ในช่วงปี พ.ศ. 2556 - 2560 ซึ่งอ้างอิงข้อมูลจากองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) พบว่ามีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก คิดเป็นร้อยละ 1.09 - 1.65 จากปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด

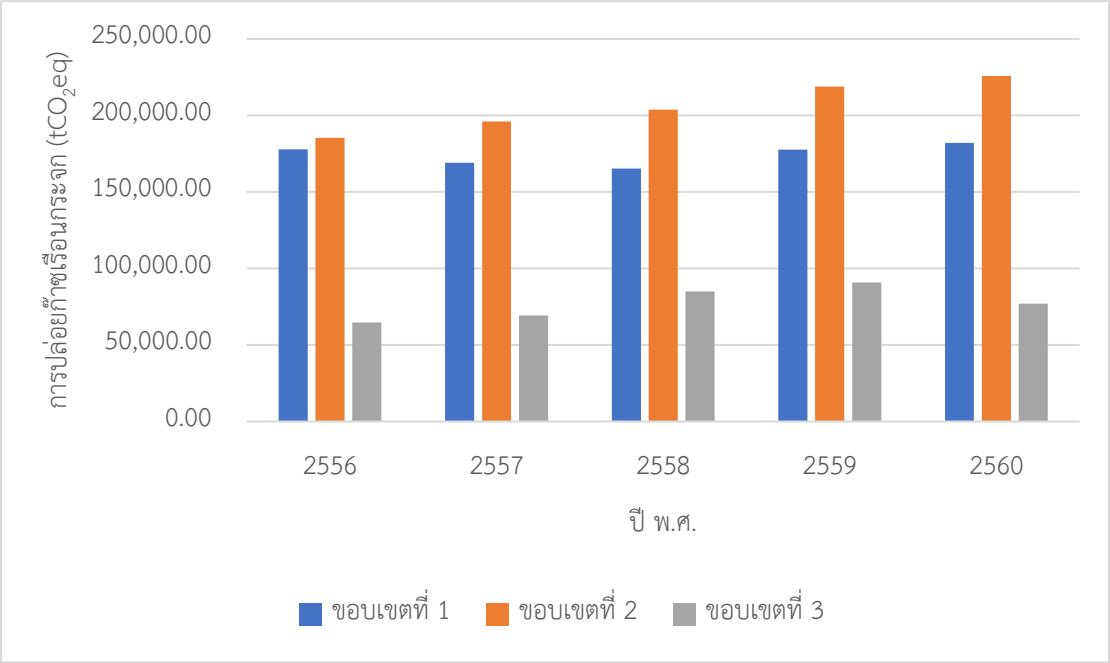
จากข้อมูลที่แสดงใน**ภาพที่ 4.27** ที่แสดงสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกลุ่มการเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน ในปี พ.ศ. 2560 พบว่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจาก

การใช้ประโยชน์ที่ดินและการเปลี่ยนแปลงจากการใช้ประโยชน์ที่ดินมีสัดส่วนคิดเป็นร้อยละ 66.66 และการใช้ปุ๋ยยูเรียสำหรับกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับภาคพื้นดินและแหล่งอื่น ๆ ในเขตเทศบาลฯ คิดเป็นร้อยละ 33.34

ภาพที่ 4.28 สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกลุ่มการเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน ในปี พ.ศ. 2560
(องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก(องค์การมหาชน), 2560)

4.3.6 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกรายขอบเขต

จากการศึกษาผลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา โดยจำแนกตามขอบเขต ในปี พ.ศ. 2556 - 2560 ดัง**ภาพที่ 4.28** แสดงให้เห็นว่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในขอบเขตที่ 2 หรือการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงานไฟฟ้า มีสัดส่วนการปล่อยสูงที่สุด คิดเป็นร้อยละ 43.33 - 46.55 รองลงมาเป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในขอบเขตที่ 1 หรือการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง คิดเป็นร้อยละ 37.54 - 41.56 และสุดท้ายเป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในขอบเขตที่ 3 คิดเป็นร้อยละ 15.11 -18.69 จากข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าการใช้พลังงานไฟฟ้าในเขตเมืองเป็นแหล่งการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญและมีสัดส่วนในการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในเขตเทศบาลฯ ประมาณมากกว่าครึ่งหนึ่งของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในขอบเขตที่ 1 ยังมีสัดส่วนที่สูงเช่นกัน โดยมีปริมาณการปล่อยคิดเป็นประมาณ 1 ใน 3 ของปริมาณการปล่อยทั้งหมด โดยมาจากการใช้เชื้อเพลิงในการเผาไหม้ทั้งในส่วนการเผาไหม้อยู่กับที่และส่วนการขนส่งเป็นหลัก ส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในขอบเขตที่ 3 นั้นมาจากกิจกรรมการส่งของเสียไปกำจัดนอกเขตเทศบาลโดยการฝังกลบขยะชุมชนเป็นหลัก



ภาพที่ 4.29 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกใน 3 ขอบเขต ในปี พ.ศ. 2556 - 2560

จากข้อมูลการรายงานดัชนีปล่อยก๊าซเรือนกระจกดัง**ตารางที่ 4.8** พบว่าปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อคนของเทศบาลนครนครราชสีมาในปี พ.ศ. 2557 มีค่าเท่ากับ 3.23 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อคน-ปี ซึ่งเมื่อเทียบกับปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อคนของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2557 นั้นมีค่าต่ำกว่าคือ 4.6 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อคน-ปี (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) 2560) โดยแนวโน้มปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมีค่าสูงขึ้นทุกปีแม้ว่าประชากรจะมีแนวโน้มลดลง ซึ่งส่งผลให้ค่าดัชนีปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเทศบาลฯ มีแนวโน้มสูงขึ้นด้วย เนื่องจากนโยบายของเทศบาลฯ ที่จะพัฒนาเศรษฐกิจชุมชนให้มีการขยายตัว ส่งเสริมเศรษฐกิจของทุกภาคส่วนให้มีเสถียรภาพมากขึ้นส่งผลให้มีการขยายตัวของภาคอุตสาหกรรมประกอบกับการขยายตัวของเมืองทำให้มีการใช้พลังงานในเขตเทศบาลฯ มากขึ้นที่จะส่งผลต่อปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และเมื่อทำการเปรียบเทียบปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อคนของเทศบาลนครนครราชสีมาในปี พ.ศ. 2558 กับปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อคนของเทศบาลนครเชียงใหม่ในปี พ.ศ. 2558 และปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อคนของเทศบาลนครขอนแก่นในปี พ.ศ. 2558 ดัง**ตารางที่ 4.9** พบว่ามีค่าใกล้เคียงกันเนื่องจากเป็นเทศบาลนครที่มีศักยภาพการเติบโตสูงของประเทศไทย และยังมีจำนวนขนาดพื้นที่และจำนวนประชากรใกล้เคียงกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.8 การรายงานดัชนีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา

ข้อมูล	**ปี (พ.ศ.)**				
	2556	**2557**	**2558**	**2559**	**2560**
ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (tCO_2eq/ปี)	427,862.05	434,355.09	454,040.81	487,117.77	484,799.68
จำนวนประชากร (คน)	136,153	134,440	133,005	131,286	129,680
ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (tCO_2eq/คน-ปี)	3.14	3.23	3.41	3.71	3.74
ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (tCO_2eq /ตร.กม.-ปี)	11,276.32	11,441.81	11,961.16	12,832.44	12,765.66

หมายเหตุ เทศบาลนครนครราชสีมามีพื้นที่ 37.5 ตารางเมตร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.9 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อคนของประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2558

จังหวัด/เทศบาล	**ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อคน (tCO_2eq/คน-ปี)**
กรุงเทพมหานคร	5.58
ระยอง	5.38
เทศบาลนครเชียงใหม่	4.17
เทศบาลนครนครราชสีมา	3.71
เทศบาลนครขอนแก่น	3.44
นนทบุรี	2.08
พิษณุโลก	1.81
บุรีรัมย์	1.26
ร้อยเอ็ด	0.71

(กระทรวงพลังงาน และข้อมูลประชากรจากสำนักบริหารการทะเบียน กรมการปกครอง, ประมวลผลโดยสำนักพัฒนาฐานข้อมูลและตัวชี้วัดภาวะสังคม สศช. ปี พ.ศ. 2556 – 2558)

หมายเหตุ ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อคนของประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2558 ใน**ตารางที่ 4.9** มีค่าไม่เท่ากับใน**ตารางที่ 4.8** เนื่องจากค่า Emission Factor ที่ใช้ในการคำนวณต่างกัน คิดเป็นร้อยละ 9.16 แต่อย่างไรก็ตามปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อคนในปี พ.ศ. 2559 และ 2560 มีค่าใกล้เคียงกับค่าใน**ตารางที่ 4.8** คือ 3.71 และ 3.74 ตามลำดับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

4.3.8 การคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ. 2573

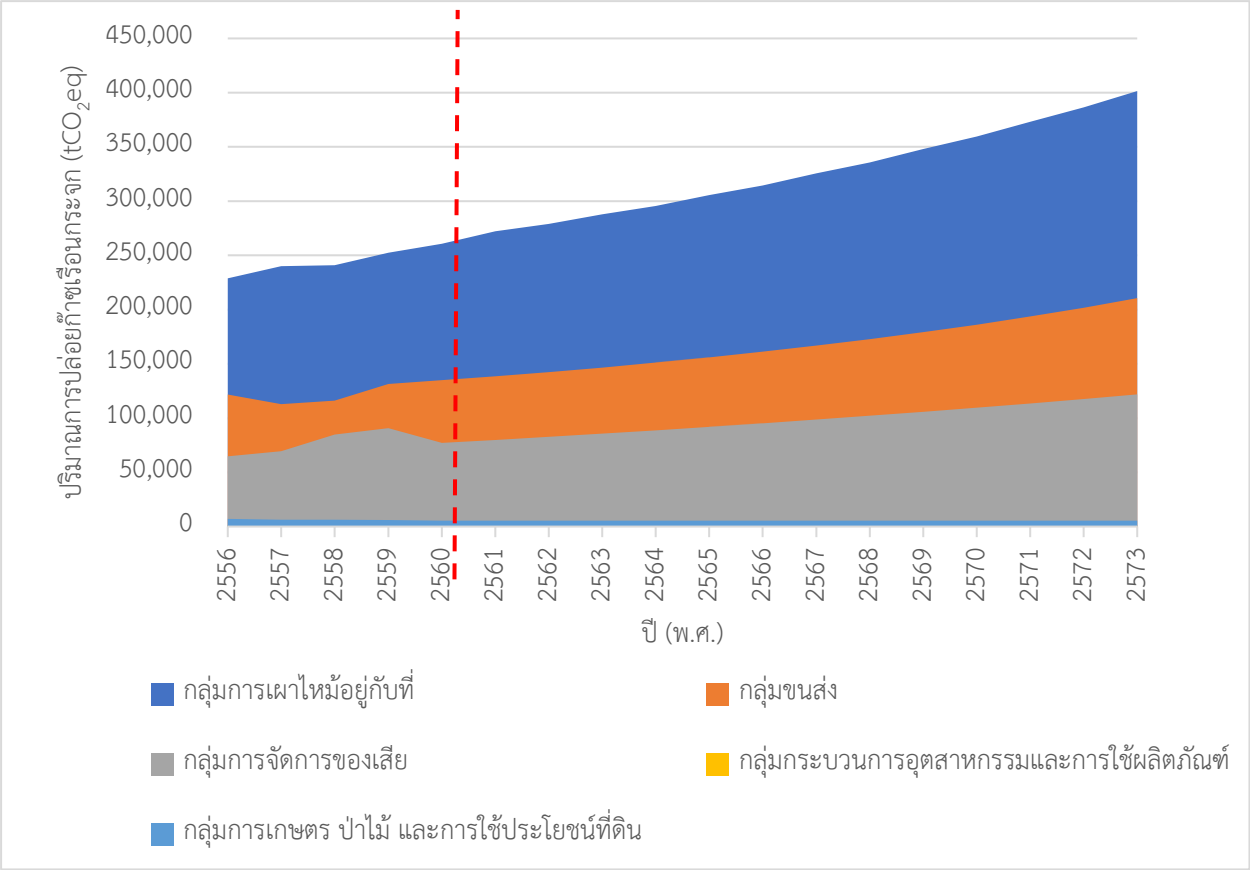
ในการศึกษาครั้งนี้จะคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้พิจารณาเฉพาะกิจกรรมที่เป็นกิจกรรมพื้นฐานของเทศบาลนครนครราชสีมาจากกิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้ง 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มการเผาไหม้อยู่กับที่ กลุ่มขนส่ง และกลุ่มการจัดการของเสีย และกำหนดให้การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกลุ่มกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ (IPPU) และกลุ่มการเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (AFOLU) ไม่มีการเปลี่ยนแปลง เนื่องจากมีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่ำซึ่งคาดว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญและยังมีแนวโน้มการปล่อยลดลง เนื่องจากเทคโนโลยีในการใช้ผลิตภัณฑ์ทางอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น การใช้สารทำความเย็นที่มีค่าศักยภาพทำให้เกิดภาวะโลกร้อนต่ำกว่าเดิม เป็นต้น

หากพิจารณาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเทศบาลนครนครราชสีมา ในปี พ.ศ. 2560 2568 และ 2573 ดังที่แสดงใน**ตารางที่ 4.10** พบว่าปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพิ่มขึ้นจาก 484,799.68 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าในปี พ.ศ. 2560 เป็น 750,086.14 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าในปี พ.ศ. 2573 คิดเป็นเพิ่มขึ้นร้อยละ 54.72 ซึ่งการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกลุ่มการเผาไหม้อยู่กับที่ยังคงเป็นสัดส่วนที่มีการปล่อยมากที่สุดและสำคัญ รองลงมาคือการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกลุ่มขนส่งและการจัดการของเสีย ตามลำดับ

ตารางที่ 4.10 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ. 2560 และการคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ในปี พ.ศ. 2568 และ 2573

กลุ่มกิจกรรม	**ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (tCO_2eq)**		
	พ.ศ. 2560	**พ.ศ. 2568**	**พ.ศ. 2573**
กลุ่มการเผาไหม้อยู่กับที่	266,786.63	343,976.06	411,630.78
กลุ่มขนส่ง	134,905.19	172,741.59	210,589.84
กลุ่มการจัดการของเสีย	77,105.78	102,192.04	121,863.44
กลุ่มกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ (IPPU)	714.20	714.20	714.20
กลุ่มการเกษตร ป่าไม้และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (AFOLU)	5,287.88	5,287.88	5,287.88
รวม	484,799.68	624,911.76	750,086.14

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 4.30 การคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ. 2573

หากพิจารณาการคาดการณ์อัตราการเปลี่ยนแปลงของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกดัง **ตารางที่ 4.11** แสดงให้เห็นว่า การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกลุ่มการเผาไหม้อยู่กับที่ กลุ่มขนส่ง และกลุ่มการจัดการของเสีย มีอัตราการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นใกล้เคียงกัน โดยอยู่ระหว่างร้อยละ 3.15 – 3.32 ต่อปี (ปี พ.ศ. 2560 - 2573) ซึ่งคำนวณจาก**สมการที่ 3.2** โดยเก็บข้อมูลย้อนหลัง 5 ปี แล้วนำมาคำนวณหาอัตราการเติบโตของกิจกรรมต่อปี (ร้อยละ) และในการคาดการณ์อัตราการเปลี่ยนแปลงของกิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (ปี พ.ศ. 2556 - 2560) สำหรับในกลุ่มการเผาไหม้อยู่กับที่มีอัตราการเติบโตของกิจกรรมต่อปี เท่ากับร้อยละ 2.66 กลุ่มขนส่งมีอัตราการเติบโตของกิจกรรมต่อปี เท่ากับร้อยละ 2.10 กลุ่มการจัดการของเสียมีอัตราการเติบโตของกิจกรรมต่อปี เท่ากับร้อยละ 3.58 และกำหนดให้กลุ่มกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ (IPPU) และกลุ่มการเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (AFOLU) มีอัตราการเติบโตของกิจกรรมต่อปี เท่ากับร้อยละ 0 เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก แนวโน้มนี้แสดงให้เห็นว่าในเขตเทศบาลฯ ยังคงมีปริมาณการใช้พลังงานมีอัตราเพิ่งสูงขึ้นในอนาคต เนื่องจากเทศบาลมีอาคารพาณิชย์ขนาดใหญ่ เช่น ห้างสรรพสินค้า โรงแรม จำนวนหลายแห่งในเขตเทศบาลฯ และยังมีแนวโน้มการเติบโตของเศรษฐกิจ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

และการเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งสำหรับกลุ่มการเผาไหม้อยู่กับที่หากเปรียบเทียบกับสถานการณ์พลังงาน[1] ในปี พ.ศ. 2560 พบว่าปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของประเทศสูงขึ้นคิดเป็นร้อยละ 1.4 และคาดว่า GDP จะขยายตัวเท่ากับร้อยละ 3.9

สำหรับอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงในกลุ่มขนส่งของเทศบาลฯ มีแนวโน้มสูงขึ้นทุกชนิด ถ้าหากเปรียบเทียบกับสถานการณ์พลังงาน[1] พบว่าปริมาณการใช้น้ำมันสำเร็จรูปในปี พ.ศ. 2560 มีอัตราสูงขึ้นประมาณร้อยละ 2 โดยแบ่งเป็นกลุ่มเบนซินเท่ากับร้อยละ 3.8 และดีเซลเท่ากับร้อยละ 2.6 ซึ่งสอดคล้องกับแนวโน้มการใช้พลังงานในเขตเทศบาลที่เพิ่มขึ้น

และสำหรับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกลุ่มการจัดการของเสียในเทศบาลฯ มีอัตราเพิ่มขึ้นโดยอ้างอิงจากการเพิ่มขึ้นของ GDP จังหวัดย้อนหลังเท่ากับร้อยละ 2.87 ที่สอดคล้องกับประเทศ โดยแสดงถึงการเติบโตทางเศรษฐกิจในเขตเทศบาลในอนาคต

จากข้อมูลการคาดการณ์สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ 2573 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกลุ่มการเผาไหม้อยู่กับที่ยังเป็นกิจกรรมที่ทำให้ปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดในเขตเทศบาลฯ รองลงมาคือกลุ่มขนส่ง และกลุ่มการจัดการของเสีย

ตารางที่ 4.11 การคาดการณ์อัตราการเปลี่ยนแปลงของกิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในแต่ละกลุ่มระหว่างปี พ.ศ. 2560 - 2573 และสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ. 2573

กลุ่มกิจกรรม	อัตราการเปลี่ยนแปลงต่อปี พ.ศ. 2560 - 2573 (ร้อยละต่อปี)	สัดส่วนการปล่อย ในปี พ.ศ. 2573 (ร้อยละ)
กลุ่มการเผาไหม้อยู่กับที่	3.15	54.88
กลุ่มขนส่ง	3.23	28.08
กลุ่มการจัดการของเสีย	3.32	16.25
กลุ่มกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ (IPPU)	กำหนดให้ไม่มีการเปลี่ยนแปลงในอนาคต	0.10
กลุ่มการเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (AFOLU)	กำหนดให้ไม่มีการเปลี่ยนแปลงในอนาคต	0.70

[1]สถานการณ์พลังงานปี 2560 และแนวโน้มปี 2561 โดยสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.4 การนำเสนอทางเลือก/มาตรการการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานของเมือง

จากผลการศึกษาปริมาณการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา พบว่ากิจกรรมที่ทำให้เกิดการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด 2 อันดับแรกคือกลุ่มการเผาไหม้อยู่กับที่ และกลุ่มขนส่งตามลำดับ ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยจะนำเสนอมาตรการการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานของเมืองในด้านพลังงานและด้านการขนส่งดังนี้

(1) มาตรการอนุรักษ์พลังงานจากอาคารควบคุม/บ้านพักอาศัย

- Option 1: การเพิ่มขึ้นของการใช้พลังงานหมุนเวียนจากการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย (Thailand Grid Emission Factor)
- Option 2: การลดการใช้ไฟฟ้าจากระบบสายส่งโดยการติดตั้งโซล่าเซลล์
- Option 3: การปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (LED)

(2) มาตรการภาคขนส่ง

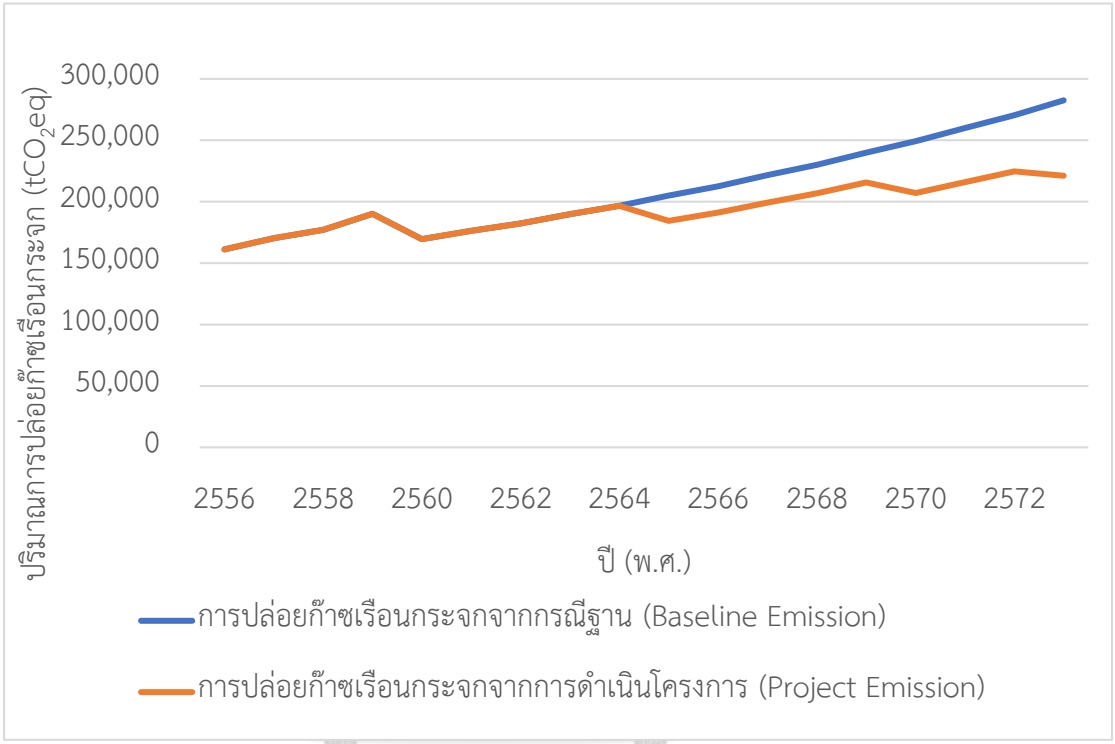
- Option 4: ระบบรถไฟฟ้ารางเบา (Light Rail Transit : LRT)
- Option 5: ระบบรถโดยสารประจำทางพลังงานไฟฟ้า (Electric Vehicle Bus)

4.4.1 ผลการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเพิ่มขึ้นของการใช้พลังงานหมุนเวียนจากการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย (Thailand Grid Emission Factor)

จาก**ภาพที่ 4.30** ที่แสดงถึงปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (Baseline Emission) คือประเทศไทยมีค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตพลังงานไฟฟ้า (Grid Emission Factor) เท่ากับ 0.437 $kgCO_2/kWh$ โดยอ้างอิงจากแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย พ.ศ. 2558 - 2579 (PDP2015) ซึ่งส่งผลให้ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้าในเขตเทศบาลฯ ในปี พ.ศ 2573 มีค่าเท่ากับ 282,481.52 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า แต่เมื่อประเทศไทยมีการเพิ่มสัดส่วนการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนมากขึ้นตามแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย พ.ศ. 2558 - 2579 (PDP2015) โดยเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 8 ณ ปี พ.ศ. 2557 เป็นร้อยละ 10 - 20 และร้อยละ 15 - 20 ในปี พ.ศ. 2569 และปี พ.ศ. 2579 ตามลำดับดัง**ตารางที่ 4.12** ซึ่งทำให้มีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหน่วย (หน่วย: $kgCO_2/kWh$) ลดลง และตามที่ได้แสดงใน**ตารางที่ 3.3** เมื่อมีการปรับสัดส่วนเชื้อเพลิงต่าง ๆ ส่งผลให้ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (Project Emission) ในปี พ.ศ. 2565 -

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2567 มีค่าเท่ากับ 184,326.83 – 199,216.53 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ในปี พ.ศ. 2568 - 2570 มีค่าเท่ากับ 206,740.03 – 206,953.77 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ในปี พ.ศ. 2571 - 2573 มีค่าเท่ากับ 216,021.65 - 221,072.50 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็นปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้ ในปี พ.ศ. 2573 เท่ากับ 61,409.03 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า หรือคิดเป็นร้อยละ 21.74 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด



ภาพที่ 4.31 การคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเพิ่มขึ้นของการใช้พลังงานหมุนเวียนจากการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2573

ตารางที่ 4.12 การประมาณการสัดส่วนการใช้เชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าของแผน PDP2015

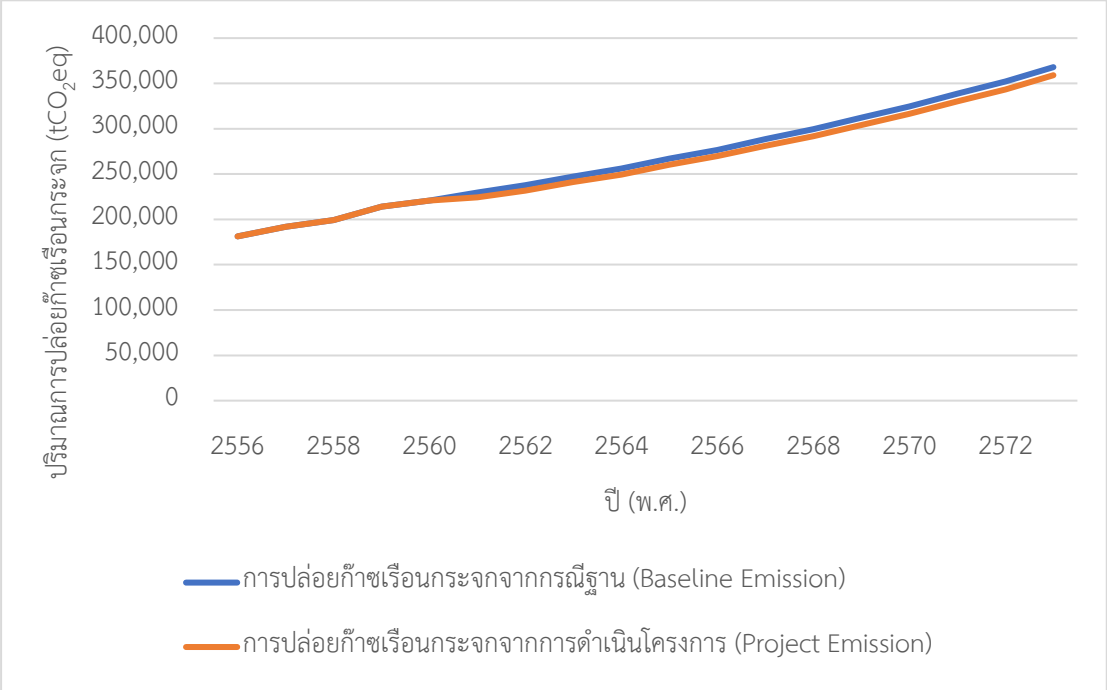
ประเภทเชื้อเพลิง	ณ ปี พ.ศ. 2557 ประมาณร้อยละ	ณ ปี พ.ศ. 2569 ประมาณร้อยละ	ณ ปี พ.ศ. 2579 ประมาณร้อยละ
ซื้อไฟฟ้าพลังน้ำต่างประเทศ	7	10 - 15	15 - 20
ถ่านหินเทคโนโลยีสะอาด (รวมลิกไนต์)	20	20 - 25	20 - 25
พลังงานหมุนเวียน (รวมพลังน้ำ)	8	10 - 20	15 - 20
ก๊าซธรรมชาติ	64	45 - 50	30 - 40
นิวเคลียร์	-	-	0 - 5
ดีเซล/น้ำมันเตา	1	-	-

(สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน, 2558)

4.4.2 ผลการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากระบบสายส่งโดยการติดตั้งโซล่าเซลล์

จาก**ภาพที่ 4.31** ที่แสดงถึงปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (Baseline Emission) จากการใช้ไฟฟ้าในเขตเทศบาลฯ พบว่ามีแนวโน้มการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงขึ้นโดยในปี พ.ศ. 2573 หากไม่มีการนำมาตรการอนุรักษ์พลังงานมาใช้ในเขตเทศบาลฯ จะทำให้มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 367,937.03 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า แต่ถ้าหากเทศบาลฯ มีการติดตั้งโซล่าเซลล์เพิ่มขึ้นในเขตเทศบาลฯ ตามเป้าหมายและตัวชี้วัดของแผนย่อยโครงสร้างพื้นฐานด้านพลังงาน (เสนอโดยกระทรวงพลังงาน) ในแผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติว่าด้วยการใช้พลังงานทดแทนที่ผลิตในประเทศเพิ่มมากขึ้นโดยมีค่าเป้าหมายในการเพิ่มสัดส่วนการใช้พลังงานทดแทนในปี พ.ศ. 2561 - 2565 อยู่ที่ร้อยละ 15 - 18 ปี พ.ศ. 2566-2570 อยู่ที่ร้อยละ 19 - 22 และในปี พ.ศ. 2571 - 2575 อยู่ที่ร้อยละ 23 - 25 แล้วนำมาปรับสัดส่วนให้เหมาะสมกับการเพิ่มการติดตั้งโซล่าเซลล์ในเขตเทศบาลฯ โดยอ้างอิงจากความต้องการไฟฟ้าทั้งประเทศในปี พ.ศ. 2573 และมีเป้าหมายในการเพิ่มพลังงานทดแทนอยู่ที่ 4,800 เมกะวัตต์ เทียบกับความต้องการไฟฟ้าในเขตเทศบาลฯ ในปี พ.ศ. 2573 จึงทำให้ภายในเขตเทศบาลฯ ต้องมีการเพิ่มการติดตั้งโซล่าเซลล์อยู่ที่ 10.64 เมกะวัตต์ และจากการคาดการณ์หากในปี พ.ศ. 2561 - 2565 มีการเพิ่มการติดตั้งโซล่าเซลล์ ขนาดกำลังการผลิต 6.65 - 7.98 เมกะวัตต์ จะทำให้มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (Project

Emission) เท่ากับ 224,173.24 - 260,335.24 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ในปี พ.ศ. 2566 - 2570 หากมีการเพิ่มการติดตั้งโซล่าเซลล์ ขนาดกำลังการผลิต 8.43 - 9.76 เมกะวัตต์ จะทำให้มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (Project Emission) เท่ากับ 269,743.12 - 316,382.44 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า และในปี พ.ศ. 2571 - 2573 หากมีการเพิ่มการติดตั้งโซล่าเซลล์ ขนาดกำลังการผลิต 10.20 - 10.64 เมกะวัตต์ จะทำให้มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (Project Emission) เท่ากับ 330,254.95 - 359,067.74 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ซึ่งจากการดำเนินการดังกล่าวจะทำให้ในปี พ.ศ. 2573 มีปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่คาดว่าจะลดได้สะสมเท่ากับ 95,556.93 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า และลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสะสมคิดเป็นร้อยละ 32.71



ภาพที่ 4.32 การคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการลดการใช้ไฟฟ้าจากระบบสายส่งโดยการติดตั้งโซล่าเซลล์ ในปี พ.ศ. 2573

หมายเหตุ: การคาดการณ์ดังกล่าวไม่ได้นำอัตราประสิทธิภาพในการผลิตที่ลดลงของแผงมาคำนวณด้วย เนื่องจากมีค่าน้อยมาก (ประมาณ 0.7% ต่อปี อ้างอิงจากเอกสารข้อเสนอโครงการ T-VER โครงการ Solar Rooftop Project (Nakhon Ratchasima Technical College) (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก(องค์การมหาชน), 2563a)

ซึ่งหากพิจารณาถึงศักยภาพของพื้นที่ในการติดตั้งโซล่าเซลล์ในเขตเทศบาลฯ เฉพาะการติดตั้งโซล่าเซลล์แบบติดตั้งบนหลังคา (Solar Rooftop) บนหลังคาอาคารควบคุม* ที่มีอยู่ 26 อาคาร พบว่ามีอาคารที่มีศักยภาพในการติดตั้งโซล่าเซลล์แบบติดตั้งบนหลังคาเท่ากับ 13 อาคาร โดย

พิจารณาจากพื้นที่บนหลังคาจากภาพถ่ายทางอากาศ (Google Map) ภายใต้สมมติฐานการติดตั้งแผงโซล่าขนาด 1 x 1.6 m^2 กำลังการผลิตต่อแผงเท่ากับ 325 Wp และอ้างอิงจากการขึ้นทะเบียนรับรองโครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจตามมาตรฐานของประเทศไทย (Thailand Voluntary Emission Reduction Program: T-VER) จะทำให้อาคารควบคุมดังกล่าวมีศักยภาพในการติดตั้งโซล่าเซลล์เท่ากับ 36.37 MW ซึ่งมากกว่าค่าที่ได้คาดการณ์ไว้ว่าจะติดตั้งโซล่าเซลล์ให้ได้ 10.64 MW ภายในปี พ.ศ. 2573 ดัง**ตารางที่ 4.13**

ตารางที่ 4.13 ศักยภาพการติดติดตั้งโซล่าเซลล์แบบติดตั้งบนหลังคา (Solar Rooftop) บนหลังคาอาคารควบคุมภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา

ลำดับ	TSIC-ID	อาคาร	กำลังการผลิตติดตั้งสูงสุด (MW)	หมายเหตุ
1	47112-0211	บมจ. สยามแม็คโคร สาขานครราชสีมา	2.57	
2	47112-0212	บิ๊กซี สาขานครราชสีมา	1.55	
3	47112-0213	เทสโก้ โลตัส สาขาโคราช	2.72	
4	47190-0107	ไอที พลาซ่า	0.45	
5	47190-0109	ห้างสรรพสินค้าคลังพลาซ่าจอมสุรางค์	0.73	
6	47190-0111	เดอะมอลล์ 10 สาขาราชสีมา	12.56	
7	47525-1004	โฮมโปร สาขานครราชสีมา	1.18	
8	47190-1101	Terminal 21 Korat	2.13	
9	47190-1107	ศูนย์การค้าเซ็นทรัลพลาซา นครราชสีมา	0.9997	อ้างอิงจากโครงการ T-VER
10	85220-0022	วิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา	0.153	อ้างอิงจากโครงการ T-VER
11	85302-0120	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	6.43	
12	85302-0121	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา	3.71	
13	86101-0170	โรงพยาบาลมหาราช นครราชสีมา	1.13	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

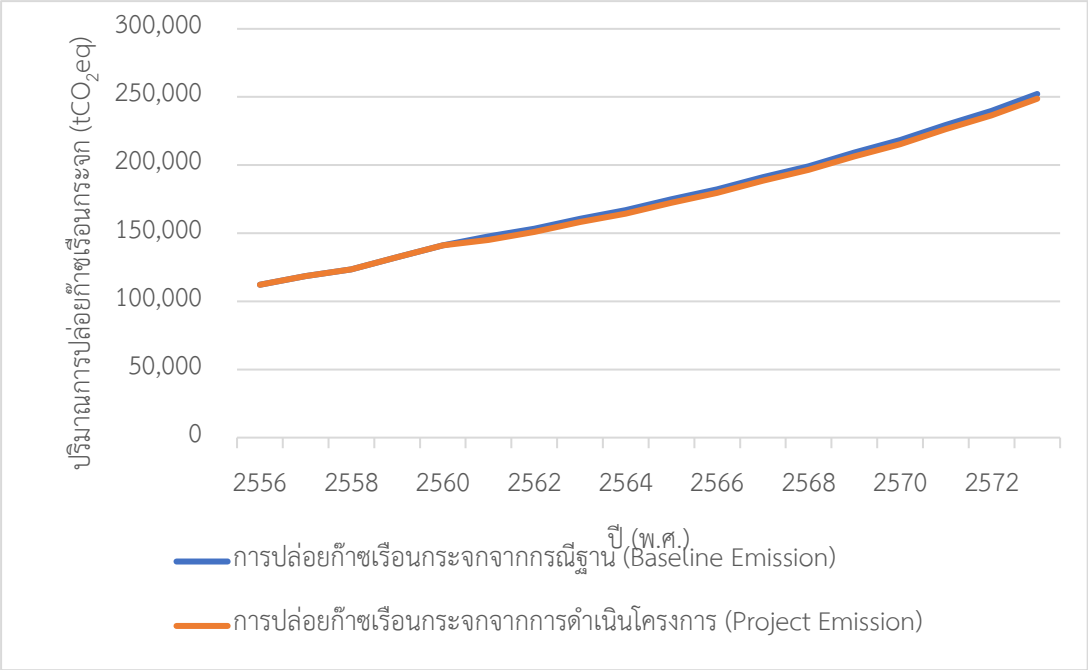
*พ.ร.บ. การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 นิยามอาคารควบคุม “อาคารหลังเดียวหรือหลายหลังภายใต้บ้านเลขที่เดียวกันที่ได้รับอนุมัติจากผู้จำหน่ายพลังงานให้ใช้เครื่องวัดไฟฟ้าหรือติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้าชุดเดียวหรือหลายชุดรวมกันมีขนาดตั้งแต่ 1,000 กิโลวัตต์หรือ 1,175 กิโลโวลต์แอมแปร์ขึ้นไปหรือใช้ความร้อนจากไอน้ำหรือพลังงานสิ้นเปลืองอื่น จากผู้จำหน่ายหรือของตนเองอย่างใดอย่างหนึ่งหรือรวมกันตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม ถึงวันที่ 31 ธันวาคมของปีที่ผ่านมามีปริมาณทั้งหมดเทียบเท่าพลังงานไฟฟ้าตั้งแต่ 20 ล้านเมกะจูลขึ้นไป”

4.4.3 ผลการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (LED)

จาก**ภาพที่ 4.32** ที่แสดงถึงปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (Baseline Emission) จากการใช้ไฟฟ้าจากที่พักอาศัยและอาคารพาณิชย์ ธุรกิจการค้า และหน่วยงานต่าง ๆ ในเขตเทศบาลฯ พบว่ามีแนวโน้มการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงขึ้นโดยในปี พ.ศ. 2573 หากไม่มีมาตรการอนุรักษ์พลังงานมาใช้ในเขตเทศบาลฯ จะทำให้มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากที่พักอาศัยและอาคารพาณิชย์ ธุรกิจการค้า และหน่วยงานต่าง ๆ เท่ากับ 252,209.60 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า แต่ถ้าหากเทศบาลฯ มีการนำนโยบายการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (LED) มาใช้ตามเป้าหมายการประหยัดพลังงานจำแนกรายภาคเศรษฐกิจ ในปี พ.ศ. 2579 ในแผนอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2558 – 2579 (Energy Efficiency Plan; EEP 2015) ได้ระบุไว้ว่าจะต้องมีการผลักดันมาตรการส่งเสริมการใช้แสงสว่างเพื่ออนุรักษ์พลังงาน (LED) ในกลุ่มเศรษฐกิจต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นด้านอุตสาหกรรม อาคารธุรกิจ/อาคารรัฐ และที่อยู่อาศัย ให้มีเป้าหมายในการอนุรักษ์พลังงานในปี พ.ศ. 2558 – 2579 เท่ากับร้อยละ 28.36 42.79 และ 28.85 ตามลำดับ นั้น เทศบาลฯ สามารถนำค่าเป้าหมายดังกล่าวมาปรับสัดส่วนให้เหมาะสมกับการเพิ่มการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (LED) โดยอ้างอิงจากความต้องการไฟฟ้าทั้งประเทศในปี พ.ศ. 2573 และค่าเป้าหมายในการเพิ่มการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (LED) ดัง**ตารางที่ 4.14** แสดงให้เห็นว่าต้องมีการติดตั้งเพิ่มอยู่ที่ 3,354 กิกะวัตต์-ชั่วโมง สำหรับภาคที่พักอาศัย และ 4,975 กิกะวัตต์-ชั่วโมง สำหรับภาคอาคารพาณิชย์ ธุรกิจการค้า และหน่วยงานต่าง ๆ แล้วจึงนำมาเทียบกับความต้องการไฟฟ้าจากภาคที่พักอาศัยและอาคารพาณิชย์ ธุรกิจการค้า และหน่วยงานต่าง ๆ ในเขตเทศบาลฯ จึงทำให้ภายในเขตเทศบาลฯ ต้องมีการติดตั้งเพิ่มภายในปี พ.ศ. 2573 สำหรับภาคที่พักอาศัยอยู่ที่ 18.59 กิกะวัตต์-ชั่วโมง และภาคอาคารพาณิชย์ ธุรกิจการค้า และหน่วยงานต่างๆ อยู่ที่ 45.22 กิกะวัตต์-ชั่วโมง และจากการคาดการณ์หากในปี พ.ศ. 2561 - 2565 มีการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (LED) อยู่ในช่วงระหว่าง 1.67 - 1.76 กิกะวัตต์-ชั่วโมง

สำหรับภาคที่พักอาศัย และ 2.45 - 2.95 กิกะวัตต์-ชั่วโมง สำหรับภาคอาคารพาณิชย์ ธุรกิจการค้า และหน่วยงานต่าง ๆ ส่งผลให้การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (Project Emission) เท่ากับ 61,172.34 – 64,458.49 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า สำหรับภาคที่พักอาศัย และ 83,929.22 - 107,897.40 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า สำหรับภาคอาคารพาณิชย์ ธุรกิจการค้า และหน่วยงานต่างๆ หากในปี พ.ศ. 2566 - 2570 มีการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (LED) อยู่ในช่วงระหว่าง 1.19 - 1.26 กิกะวัตต์-ชั่วโมง สำหรับภาคที่พักอาศัย และ 3.14 – 4.02 กิกะวัตต์-ชั่วโมง สำหรับภาคอาคารพาณิชย์ ธุรกิจการค้า และหน่วยงานต่าง ๆ ส่งผลให้การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (Project Emission) เท่ากับ 64,909.98 – 68,478.96 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า สำหรับภาคที่พักอาศัย และ 114,766.05 - 146,900.52 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า สำหรับภาคอาคารพาณิชย์ ธุรกิจการค้า และหน่วยงานต่างๆ และในปี พ.ศ. 2571 - 2573 หากมีการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (LED) อยู่ในช่วงระหว่าง 1.29 - 1.32 กิกะวัตต์-ชั่วโมง สำหรับภาคที่พักอาศัย และ 4.27 – 4.84 กิกะวัตต์-ชั่วโมง สำหรับภาคอาคารพาณิชย์ ธุรกิจการค้า และหน่วยงานต่าง ๆ ส่งผลให้การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (Project Emission) เท่ากับ 70,081.80 – 71,944.39 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า สำหรับภาคที่พักอาศัย และ 156,252.08 - 176,779.03 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า สำหรับภาคอาคารพาณิชย์ ธุรกิจการค้า และหน่วยงานต่าง ๆ ซึ่งจากการดำเนินการดังกล่าวจะทำให้ในปี พ.ศ. 2573 มีปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่คาดว่าจะลดได้สะสมเท่ากับ 36,137.75 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ซึ่งสามารถช่วยลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสะสมคิดเป็นร้อยละสะสมเท่ากับ 18.79

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 4.33 การคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (LED) ในปี พ.ศ. 2573

ซึ่งในปัจจุบันห้างสรรพสินค้าเดอะมอลล์โคราชได้มีการดำเนินการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าแสงสว่างในพื้นที่ห้างสรรพสินค้าเพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าจากสายส่งของการไฟฟ้า โดยโครงการเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างประสิทธิภาพสูงแทนอุปกรณ์เดิมจะเป็นการเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างจากเดิมประเภท Fluorescent T8 (36W), PAR (300W), HIGHBAY (400W), HIPE (150W), SON-T (150W), HQI (250W และ 400W), และ MH (400W และ 1,000W) จำนวนทั้งสิ้น 3,957 ชุด เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างประเภท LED (18W, 60W, 100W, 200W, 240W, 480W) ทั้งหมดจำนวนทั้งสิ้น 3,982 ชุด โดยจากการดำเนินโครงการสามารถลดก๊าซเรือนกระจกได้ 257 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี (อ้างอิงจากเอกสารข้อเสนอโครงการ : โครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจตามมาตรฐานของประเทศไทย โครงการ “LED Lighting Replacement Project by The Mall Korat”) (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก(องค์การมหาชน), 2563b)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.14 เป้าหมายแผน EEP ณ ปี พ.ศ. 2579 ด้านไฟฟ้า จำแนกตามภาคเศรษฐกิจ (ประเภทผู้ใช้ไฟฟ้า)

(ล้านหน่วย : GWh)

มาตรการ	ที่อยู่อาศัย	อุตสาหกรรม	อาคาร		รวม (GWh)
			อาคารธุรกิจ	อาคารรัฐ	
มาตรการส่งเสริม LED	3,354	3,303	3,711	1,264	11,632

(กระทรวงพลังงาน, 2554)

4.4.4 ผลการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากมาตรการด้านการขนส่งโดยใช้ระบบรถไฟฟ้ารางเบา (Light Rail Transit : LRT)

จากแผนปฏิบัติการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศปี พ.ศ. 2564-2573 สาขาคมนาคมขนส่งว่าจะต้องลดก๊าซเรือนกระจก ณ ปี พ.ศ. 2573 ให้ได้ 41 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยเป็นแบ่งมาตรการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานคมนาคมขนส่ง 31 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า และมาตรการใช้เชื้อเพลิงชีวภาพสำหรับยานพาหนะ 10 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า นั้น

เทศบาลฯ จึงได้กำหนดเป้าหมายในการจัดทำแผนแม่บทพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะในเขตเทศบาลฯ โดยอ้างอิงจากโครงการศึกษาแผนแม่บทจราจรและแผนแม่บทพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะในเขตเมืองนครราชสีมาฉบับสมบูรณ์ ปี พ.ศ. 2560 ได้กำหนดให้สอดคล้องกับนโยบายประเทศ โดยได้ให้ความสำคัญกับการพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะในเขตเทศบาลฯ แยก 4 ประเด็นดังนี้

1. การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและการเชื่อมโยงระบบขนส่งสาธารณะให้มีประสิทธิภาพ ประหยัดปลอดภัย ทั่วถึง

2. การเชื่อมโยงระบบขนส่งระหว่างเมืองหลักในภูมิภาค

3. การแก้ปัญหาการจราจร

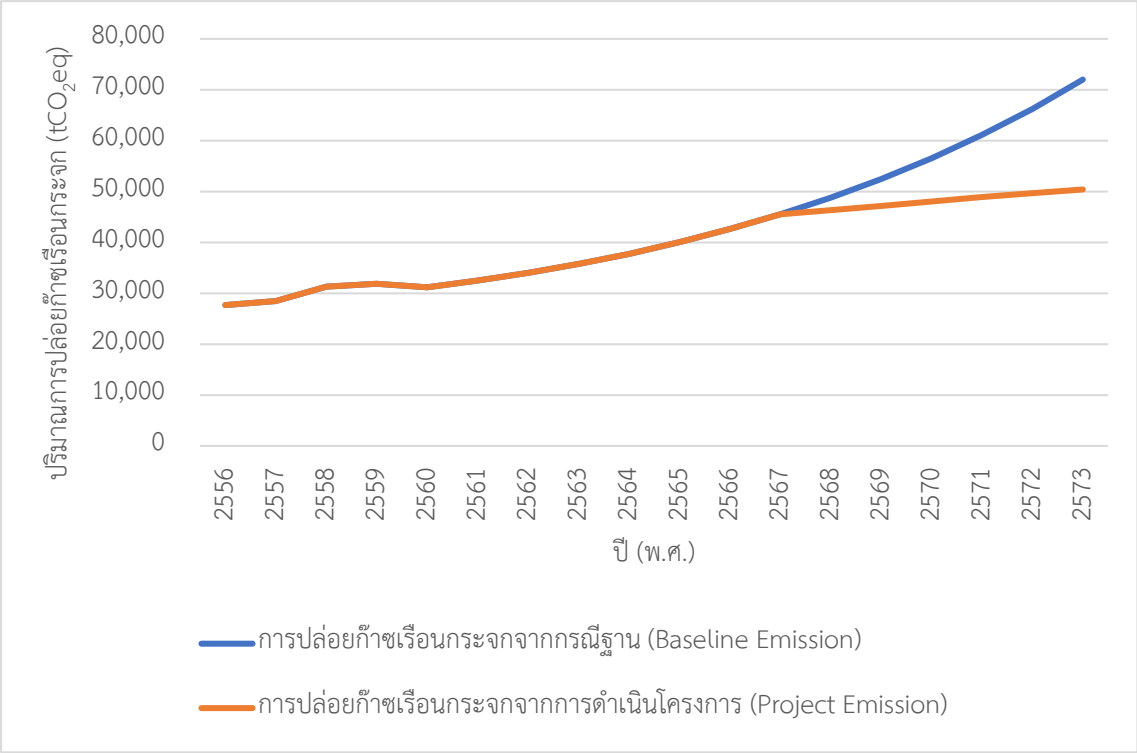
4. การให้ความสำคัญกับการพัฒนาที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

โดยประเด็นหลักของแผน คือ การพัฒนาโครงข่ายระบบขนส่งสาธารณะหลักในเขตเทศบาล ซึ่งเป็นระบบรถไฟฟ้ารางเบา (Light Rail Transit : LRT) เนื่องจากมีศักยภาพในการรองรับปริมาณผู้โดยสาร และยังสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้

จากรายงานการวิเคราะห์ความคุ้มค่าของโครงการลงทุนเพื่อพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะในเขตเมืองนครราชสีมาขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) ได้ตั้งสมมติฐานไว้ว่าเทศบาลฯ จะมีการลดลงของปริมาณยานพาหนะในปีที่เริ่มดำเนินโครงการเท่ากับร้อยละ 5 ของปริมาณรถทั้งหมดในปัจจุบัน และค่อย ๆ เพิ่มขึ้นร้อยละ 5 ต่อปี จนถึงร้อยละ 50 ของปริมาณรถทั้งหมดในปัจจุบัน

จาก**ภาพที่ 4.33** ที่แสดงถึงปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (Baseline Emission) จากกลุ่มขนส่งในเขตเทศบาลฯ มาจากการใช้เชื้อเพลิงในการขนส่งทางถนน (On-road) ที่ไม่นำการใช้เชื้อเพลิงดีเซลมาคำนวณ พบว่ามีแนวโน้มการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงขึ้นโดยในปี พ.ศ. 2573 หากไม่มีการนำระบบรถไฟฟ้ารางเบามาใช้ในเขตเทศบาลฯ จะทำให้มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 72,008.70 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า แต่ถ้าหากเทศบาลฯ มีการนำระบบรถไฟฟ้ารางเบามาใช้ในเขตเทศบาลฯ จะทำให้มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 50,406.09 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยคำนวณจากการที่มีระบบรถไฟฟ้ารางเบามาใช้ในเขตเทศบาลฯ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2568 จะทำให้มีอัตราการเพิ่มขึ้นของผู้โดยสารที่จะเปลี่ยนมาโดยรถไฟฟ้ารางเบา เท่ากับร้อยละ 5 ต่อปี ส่งผลให้ในปี พ.ศ. 2568 - 2570 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (Project Emission) เท่ากับ 46,332.41 - 48,047.66 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า และในปี พ.ศ. 2571 – 2573 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (Project Emission) เท่ากับ 48,892.18 - 50,406.09 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ซึ่งจากการดำเนินการดังกล่าวจะทำให้ในปี พ.ศ. 2573 มีปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่คาดว่าจะลดได้สะสมเท่ากับ 66,549.38 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า และลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสะสมคิดเป็นร้อยละ 30

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 4.34 การคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากมาตรการด้านการขนส่งโดยใช้ระบบรถไฟฟ้ารางเบา (Light Rail Transit : LRT) ในปี พ.ศ. 2573

แต่การที่นำระบบรถไฟฟ้ารางเบามาใช้ในเขตเทศบาลฯ จะทำให้เป็นการเพิ่มปริมาณการใช้ไฟฟ้าในปีที่เริ่มมีการดำเนินมาตรการดังกล่าวซึ่งส่งผลให้มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้น แต่ในกรณีนี้จะพิจารณาเฉพาะปีที่มีการดำเนินมาตรการดังกล่าวแล้วทำให้ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นมากกว่าร้อยละ 5 มาคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าในเขตเทศบาลฯ โดยจากการคำนวณภายใต้สมมติฐานดังนี้

1) ระยะทางการเดินรถ เท่ากับ 21.04 กิโลเมตร (ที่มา: โครงการศึกษาแผนแม่บทจราจรและแผนแม่บทพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะในเขตเมืองนครราชสีมาฉบับสมบูรณ์ ปี พ.ศ. 2560)

2) อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (Fuel Economy, FE) ของรถไฟฟ้า เท่ากับ 0.066 กิโลเมตรต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง (ที่มา : แผนปฏิบัติการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศปี พ.ศ. 2564 - 2573 สาขาคมนาคมขนส่งของสำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร)

3) ชั่วโมงการเดินรถตั้งแต่ 6.00 - 24.00 น. และความถี่ในการเดินรถ ทุกๆ 30 นาที

จากการคำนวณภายใต้สมมติฐานดังกล่าวนั้นทำให้มีปริมาณการใช้ไฟฟ้าจากระบบรถไฟฟ้ารางเบาเท่ากับ 16,755,490.91 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี หรือคิดเป็นปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 9,753.37 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี ซึ่งปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าจากการนำระบบรถไฟฟ้ารางเบานั้นเพิ่มขึ้นน้อยกว่าร้อยละ 5 (คิดเป็นร้อยละ 2.65 - 3.26) จึงไม่นำมาพิจารณาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้น

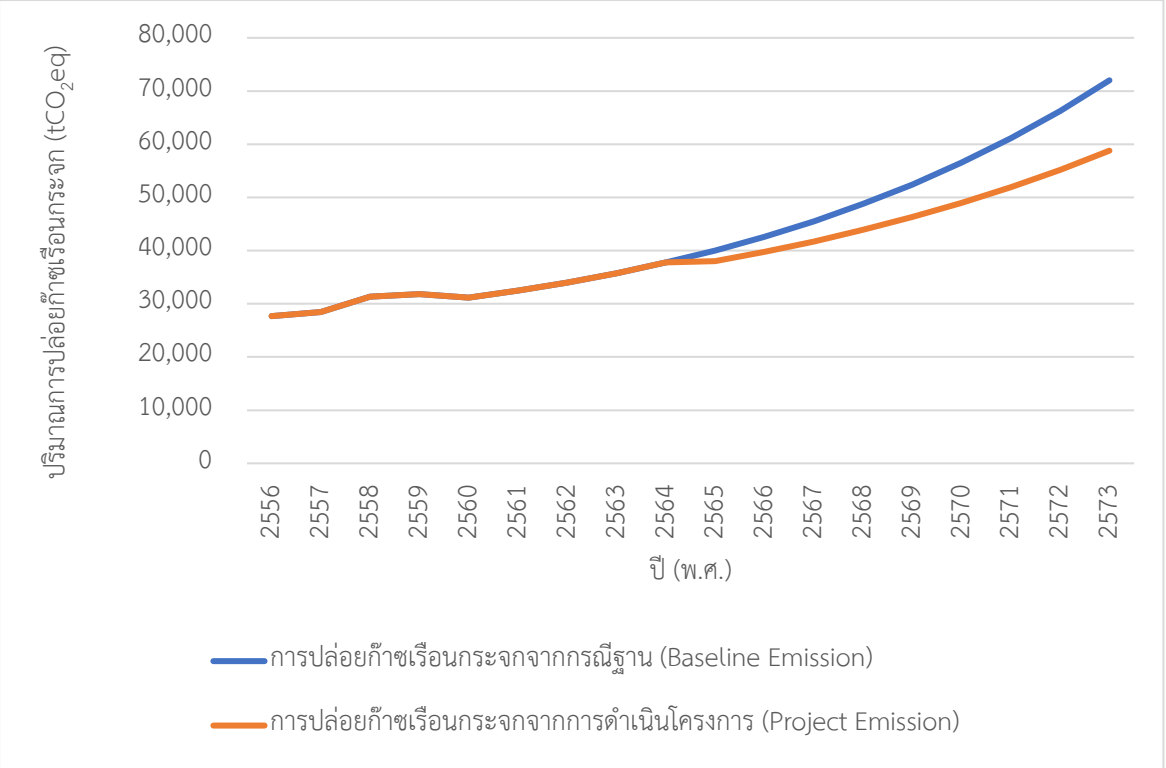
4.4.5 ผลการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากมาตรการด้านการขนส่งโดยใช้ระบบรถโดยสารประจำทางพลังงานไฟฟ้า (Electric Vehicle Bus)

จากเป้าหมายของเทศบาลฯ ที่ได้ให้ความสำคัญกับการพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะในเขตเทศบาลฯ ซึ่งนอกจากการนำระบบรถไฟฟ้ารางเบา (Light Rail Transit : LRT) มาใช้ในเขตเทศบาลฯ แล้วนั้น การนำระบบรถโดยสารประจำทางพลังงานไฟฟ้า (Electric Vehicle Bus) มาใช้จะสามารถช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้เช่นเดียวกัน

จากรายงานการวิเคราะห์ความคุ้มค่าของโครงการลงทุนเพื่อพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะในเขตเมืองนครราชสีมาขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) ได้ตั้งสมมติฐานไว้ว่าเทศบาลฯ จะมีการจัดซื้อรถโดยสารระยะแรก ในปี พ.ศ. 2564 จำนวน 35 คัน ซึ่งคาดว่าจะทำให้ผู้ที่ใช้รถยนต์ส่วนตัวประมาณร้อยละ 5 เปลี่ยนมาโดยสารรถโดยสารประจำทางพลังงานไฟฟ้า โดยกำหนดให้จำนวนผู้โดยสารเฉลี่ยของรถยนต์ส่วนตัวอยู่ที่ 2.13 (ที่มา: โครงการศึกษาแผนแม่บทจราจรและแผนแม่บทพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะในเขตเมืองนครราชสีมาฉบับสมบูรณ์ ปี พ.ศ. 2560) หรือคิดเป็นจำนวนผู้โดยสารประมาณ 1,100 คนต่อชั่วโมง ในแต่ละเส้นทางของการให้บริการ และในปี พ.ศ. 2570 - 2573 จะมีการจัดซื้อขบวนรถโดยสารอีก 30 คัน ส่งผลให้มีอัตราการเพิ่มขึ้นของผู้โดยสารที่จะเปลี่ยนมาโดยสารรถโดยสารประจำทางพลังงานไฟฟ้า เท่ากับร้อยละ 5 ต่อปี ในปี พ.ศ. 2565 และค่อย ๆ เพิ่มขึ้นในอัตราร้อยละ 5 ต่อ 3 ปี

จาก**ภาพที่ 4.34** ที่แสดงถึงปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (Baseline Emission) จากกลุ่มขนส่งในเขตเทศบาลฯ มาจากการใช้เชื้อเพลิงในการขนส่งทางถนน (On-road) ที่ไม่นำการใช้เชื้อเพลิงดีเซลมาคำนวณ พบว่ามีแนวโน้มการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงขึ้นโดยในปี พ.ศ. 2573 หากไม่มีการนำระบบรถโดยสารประจำทางพลังงานไฟฟ้าใช้ในเขตเทศบาลฯ จะทำให้มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 72,008.70 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า แต่ถ้าหากเทศบาลฯ มีระบบรถโดยสารประจำทางพลังงานไฟฟ้ามาใช้ในเขตเทศบาลฯจะทำให้มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือน

กระจกเท่ากับ 58,787.91 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยคำนวณจากการที่มีระบบรถโดยสารประจำทางพลังงานไฟฟ้ามาใช้ในเขตเทศบาลฯ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2565 จะทำให้มีอัตราการเพิ่มขึ้นของผู้โดยสารที่จะเปลี่ยนมาโดยรถไฟฟ้ารางเบา เท่ากับร้อยละ 5 ต่อปี ในปี พ.ศ. 2565 และค่อยๆ เพิ่มขึ้นในอัตราร้อยละ 5 ต่อ 3 ปี ส่งผลให้ในปี พ.ศ. 2565 - 2569 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (Project Emission) เท่ากับ 38,027.40 - 46,305.11 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า และในปี พ.ศ. 2570 – 2573 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (Project Emission) เท่ากับ 48,980.35 - 58,787.91 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ซึ่งจากการดำเนินการดังกล่าวจะทำให้ในปี พ.ศ. 2573 มีปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่คาดว่าจะลดได้สะสมเท่ากับ 60,648.69 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า และลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสะสมคิดเป็นร้อยละ 18.36



ภาพที่ 4.35 การคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากมาตรการด้านการขนส่งโดยใช้ระบบรถโดยสารประจำทางพลังงานไฟฟ้า (Electric Vehicle Bus)

แต่การที่นำระบบรถโดยสารประจำทางพลังงานไฟฟ้ามาใช้ในเขตเทศบาลฯ จะทำให้เป็นการเพิ่มปริมาณการใช้ไฟฟ้าในปีที่เริ่มมีการดำเนินมาตรการดังกล่าวซึ่งส่งผลให้มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้น แต่ในกรณีนี้จะพิจารณาเฉพาะปีที่มีการดำเนินมาตรการ

ดังกล่าวแล้วทำให้ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นมากกว่าร้อยละ 5 มาคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าในเขตเทศบาลฯ โดยจากการคำนวณภายใต้สมมติฐานดังนี้

1) ระยะทางการเดินรถ เท่ากับ 42.8 กิโลเมตร (ที่มา: โครงการศึกษาแผนแม่บทจราจรและแผนแม่บทพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะในเขตเมืองนครราชสีมาฉบับสมบูรณ์ ปี พ.ศ. 2560)

2) อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (Fuel Economy, FE) ของรถไฟฟ้า เท่ากับ 0.749 กิโลเมตรต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง (อ้างอิงจากแผนปฏิบัติการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศปี พ.ศ. 2564 - 2573 สาขาคมนาคมขนส่งของสำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร)

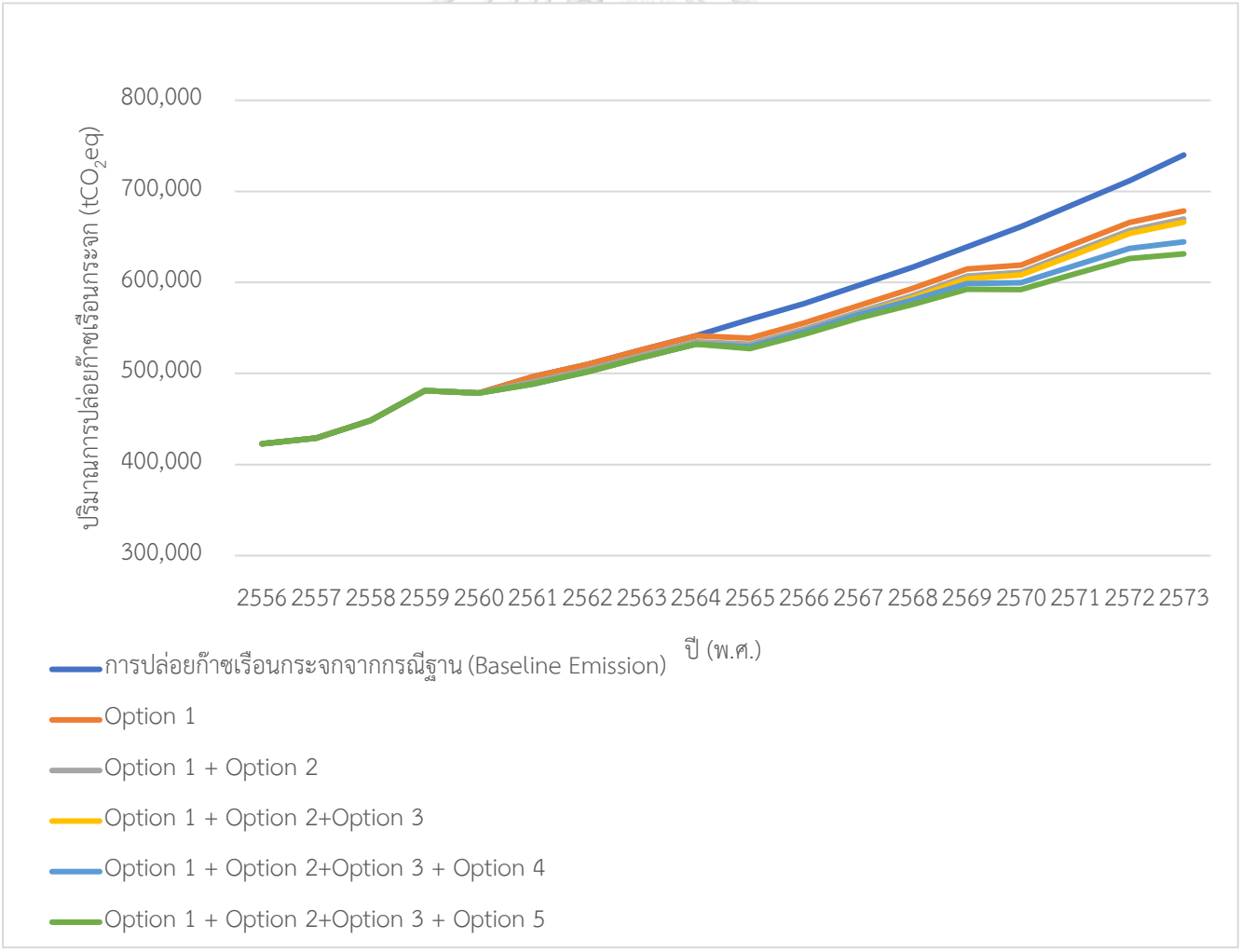
3) ชั่วโมงการเดินรถตั้งแต่ 6.00 - 24.00 น. และความถี่ในการเดินรถ ทุก ๆ 30 นาที

ซึ่งจากการคำนวณภายใต้สมมติฐานดังกล่าวนั้นทำให้ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าจากการนำระบบรถโดยสารประจำทางพลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นน้อยกว่าร้อยละ 5 จึงไม่นำมาพิจารณาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้น

4.4.6 ผลการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา

จาก**ภาพที่ 4.35** แสดงให้เห็นถึงปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่คาดว่าจะลดได้จากการดำเนินโครงการ (Project Emission) เทียบกับปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (Baseline Emission) พบว่าในกรณีแรกที่เทศบาลยังไม่มีการดำเนินมาตรการอนุรักษ์พลังงานเพียงแต่เป็นการที่ประเทศไทยมีการเพิ่มสัดส่วนการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนมากขึ้นตามแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย พ.ศ. 2558 -2579 (PDP2015) ส่งผลให้ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทย (Thailand Grid Emission Factor) มีค่าลดลง ทำให้เทศบาลฯ สามารถลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสะสมได้เท่ากับ 305,060.68 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ซึ่งเป็นผลมาจากการดำเนินการเพิ่มสัดส่วนการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2565 ถึง พ.ศ. 2573 ในกรณีที่สอง หากเทศบาลฯ ส่งเสริมให้มีการติดตั้งโซล่าเซลล์เพื่อลดการใช้ไฟฟ้าจากระบบสายส่ง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2561 ถึง พ.ศ. 2573 จะส่งผลให้ลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสะสมได้เท่ากับ 400,617.61 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ในกรณีที่สาม หากเทศบาลฯ มีการส่งเสริมให้มีการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (LED) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2561 ถึง พ.ศ. 2573 จะส่งผลให้ลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสะสมได้เท่ากับ 436,755.36 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ในกรณีที่สี่ หาก

เทศบาลฯ มีการพัฒนาระบบขนส่งโดยมีการนำระบบรถไฟฟ้ารางเบา (Light Rail Transit : LRT) มาใช้ในเขตเทศบาลฯ โดยเริ่มเปิดให้บริการตั้งแต่ปี พ.ศ. 2568 จะส่งผลให้ลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสะสมได้เท่ากับ 503,304.74 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า และทำให้ในปี พ.ศ. 2573 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 644,570.38 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า และผลการลดก๊าซเรือนกระจกคิดเป็นร้อยละ 12.89 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด หรือถ้าเทศบาลฯ ไม่ได้มีการพัฒนาระบบขนส่งโดยมีการนำระบบรถไฟฟ้ารางเบามาใช้แต่มีการพัฒนาระบบรถโดยสารประจำทางพลังงานไฟฟ้า (Electric Vehicle Bus) โดยเริ่มเปิดให้บริการตั้งแต่ปี พ.ศ. 2565 จะส่งผลให้ลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสะสมได้เท่ากับ 563,671.57 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า และทำให้ในปี พ.ศ. 2573 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 631,349.58 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า และผลการลดก๊าซเรือนกระจกคิดเป็นร้อยละ 14.68 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด



ภาพที่ 4.36 การคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินมาตรการอนุรักษ์พลังงานและการขนส่ง

บทที่ 5
สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาวิเคราะห์ปริมาณการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา เพื่อนำเสนอทางเลือกการลดการใช้พลังงานและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการลดการใช้พลังงานในเขตเทศบาลนครนครราชสีมาทั้งด้านมาตรการอนุรักษ์พลังงานและการขนส่ง และคาดการณ์ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้จากการดำเนินการใช้ทางเลือกการลดการใช้พลังงาน

5.1 สรุปผลการศึกษา

จากผลการศึกษาปริมาณการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในเขตเทศบาลนครนครราชสีมาในทั้งหมด 5 กลุ่มกิจกรรม ได้แก่ กลุ่มเผาไหม้อยู่กับที่ (Stationary Energy) กลุ่มขนส่ง (Transportation) กลุ่มการจัดการของเสีย (Waste) กลุ่มกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ (IPPU) และกลุ่มเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (AFOLU) พบว่าปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด ในปี พ.ศ. 2560 เท่ากับ 484,799.68 tCO_2eq โดยกลุ่มกิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดใน ปี พ.ศ. 2556 – 2560 ได้แก่ กลุ่มการเผาไหม้อยู่กับที่ คิดเป็นร้อยละ 53.06 – 56.50 รองลงมาเป็นกลุ่มขนส่ง คิดเป็นร้อยละ 25.56 - 28.41 รองลงมาเป็นกลุ่มการจัดการของเสีย คิดเป็นร้อยละ 15.11 – 18.70 รองลงมาเป็นกลุ่มการเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน คิดเป็นร้อยละ 1.09 - 1.65 และสุดท้ายเป็นกลุ่มกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ คิดเป็นร้อยละ 0.13 – 0.15 และหากพิจารณาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรายขอบเขต พบว่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในขอบเขตที่ 2 มีสัดส่วนการปล่อยสูงที่สุด คิดเป็นร้อยละ 43.33 - 46.55 รองลงมาเป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในขอบเขตที่ 1 คิดเป็นร้อยละ 37.54 - 41.56 และสุดท้ายเป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในขอบเขตที่ 3 คิดเป็นร้อยละ 15.11 - 18.69 และจากการคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ. 2573 พบว่ามีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 750,086.14 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

จากผลการศึกษาทางเลือกการอนุรักษ์พลังงานพบว่ามาตรการที่มีศักยภาพมากที่สุดในการลดก๊าซเรือนกระจกของเทศบาลคือการปรับค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทยที่ลดลง (Thailand Grid Emission Factor) โดยในปี พ.ศ. 2573 สามารถลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้เท่ากับ 61,409.026 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า และคิดเป็นร้อยละ 21.74 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด รองลงมาเป็นมาตรการการติดตั้งโซล่าเซลล์

ขนาด 10.64 MW ซึ่งส่งผลให้มีปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่คาดว่าจะลดได้สะสม เท่ากับ 95,556.93 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็นร้อยละสะสมเท่ากับ 32.71 รองลงมาเป็นมาตรการการลดก๊าซเรือนกระจกจากการนำระบบรถไฟฟ้ารางเบา (Light Rail Transit : LRT) มาใช้งานจะลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสะสมได้เท่ากับ 66,549.38 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็นร้อยละสะสมเท่ากับ 30 รองลงมาเป็นมาตรการการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่าง (LED) สามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสะสมได้ เท่ากับ 36,137.75 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็นร้อยละสะสมเท่ากับ 18.79 และสุดท้ายเป็นมาตรการระบบรถโดยสารประจำทางพลังงานไฟฟ้า (Electric Vehicle Bus) จะลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสะสมได้เท่ากับ 60,648.69 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็นร้อยละสะสม เท่ากับ 18.36 ทั้งนี้เป็นการคาดการณ์ผลการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรายมาตรการเท่านั้น แต่หากเทศบาลฯ มีการดำเนินการส่งเสริมการติดตั้งโซล่าเซลล์เพื่อลดการใช้ไฟฟ้าจากระบบสายส่ง ส่งเสริมให้มีการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (LED) และมีการพัฒนาระบบขนส่งโดยมีการนำระบบรถไฟฟ้ารางเบา (Light Rail Transit : LRT) ร่วมกับการที่มีการปรับลดค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทยด้วย จะส่งผลให้ลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสะสมได้เท่ากับ 503,304.74 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า และปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เท่ากับ 644,570.38 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าหรือหากเทศบาลฯ ไม่ได้มีการพัฒนาระบบขนส่งโดยมีการนำระบบรถไฟฟ้ารางเบามาใช้แต่มีการพัฒนาระบบรถโดยสารประจำทางพลังงานไฟฟ้า (Electric Vehicle Bus) มาใช้แทนจะส่งผลให้ลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสะสมได้เท่ากับ 631,349.58 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ในปี พ.ศ. 2573

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

5.2 ข้อเสนอแนะ

1) การคาดการณ์ผลจากการดำเนินมาตรการอนุรักษ์พลังงานดังกล่าวเป็นเพียงแนวทางที่ช่วยให้เทศบาลฯ ตัดสินใจเลือกมาตรการต่างๆ ก่อนนำมาใช้งานจริง นอกจากนี้จะต้องพิจารณาทางด้านเทคโนโลยีและความคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์ สังคมและสิ่งแวดล้อมของแต่ละทางเลือกเพิ่มเติมอีกด้วย

2) ควรมีการศึกษาและพัฒนาระเบียบวิธีการลดก๊าซเรือนกระจกด้านขนส่งที่สามารถคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้จากมาตรการพัฒนาระบบขนส่งแบบต่างๆ เพื่อใช้ในการประเมินการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยเฉพาะอย่างยิ่งการพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะในเขตเมืองต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นการนำระบบรถไฟฟ้ารางเบา (Light Rail Transit : LRT) หรือการนำระบบรถโดยสาร

ประจำทางพลังงานไฟฟ้า (Electric Vehicle Bus) เพื่อทำให้การประเมินปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและการคาดการณ์มีความแม่นยำมากขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บรรณานุกรม

Chang, C.-C., Liao, Y.-T., & Chang, Y.-W. (2019). Life Cycle Assessment of Carbon Footprint in Public Transportation - A Case Study of Bus Route NO. 2 in Tainan City, Taiwan. *Procedia Manufacturing,* 30, 388-395.

Chen Peng, D. Y., Guo, S., Hu, S., & Jiang, Y. (2015). Building energy use in China: Ceiling and scenario. *Energy and Buildings,* 102, 307–316.

Eskew, J., Ratledge, M., Wallace, M., Gheewala, S. H., & Rakkwamsuk, P. (2018). An environmental Life Cycle Assessment of rooftop solar in Bangkok, Thailand. *Renewable Energy,* 123, 781-792.

IPCC. (2007). *Climate Change* 2007 *Synthesis Report*. Sweden.

IPCC. (2014). *Intergovernmental Panel on Climate Change* 2014 *Synthesis Report*. Copenhagen, Denmark.

Lin, B., & Liu, H. (2015). CO2 emissions of China's commercial and residential buildings: Evidence and reduction policy. *Building and Environment,* 92, 418-431.

Organization, W. T., & UNEP. (2009). *Trade and Climate Change*. Switzerland: WTO Secretariat.

P., L. N., & Dan, S. (2008). Transportation and Greenhouse Gas Mitigation. *Institute of Transportation Studies*.

Shi, X., Wang, X., Yang, J., & Sun, Z. (2016). Electric vehicle transformation in Beijing and the comparative eco-environmental impacts: A case study of electric and gasoline powered taxis. *Journal of Cleaner Production,* 137, 449-460.

Shukla, A. (2009). A Market Study on Hybrid Vehicles and the Concept of V2G.

Sim, J. (2017). The influence of new carbon emission abatement goals on the truck-freight transportation sector in South Korea. *Journal of Cleaner Production,* 164, 153-162.

Sununta, N., Kongboon, R., & Sampattagul, S. (2019). GHG evaluation and mitigation planning for low carbon city case study: Dan Sai Municipality. *Journal of Cleaner Production,* 228, 1345-1353.

Sustainability, C. C. C. L. G. a. I. L. G. f., Bank, W., UNEP, UN-HABITAT, & Institute, W. R.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

(2012). *Global Protocol for Community-Scale GHG Emissions (GPC)* (Vol. 9.0).

Tan, S., Yan, J., Lee, C., Hashim, H., & Chen, B. (2017). A holistic low carbon city indicator framework for sustainable

development. *Applied Energy,* 185, 1919-1930.

Wang, W., & Cui, S. (2010). Carbon footprint Analysis of the Bus Rapid Transit (BRT) System: a Case Study of Xiamen City. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology,* 17(4), 329-337.

Wang, Y., Xie, T., & Yang, S. (2017). Carbon emission and its decoupling research of transportation in Jiangsu Province. *Journal of Cleaner Production,* 142, 907-914.

Yu, S., Eom, J., Zhou, Y., Evans, M., & Clarke, L. (2014). Scenarios of building energy demand for China with a detailed regional representation. *Energy,* 67, 284-297.

กรมการปกครอง. ขอบเขตพื้นที่ของเทศบาลนครนครราชสีมา.

กรมธุรกิจพลังงาน. ข้อมูลสถิติการจำหน่ายเชื้อเพลิง. Retrieved from https:// www.doeb.go.th /info/value_fuel.php.

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์. . Retrieved from http://www2.dede.go.th/bhrd/old/web_display/home/home_photovoltaic.html

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2558). แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก พ.ศ 2558 - 2579.

กระทรวงพลังงาน. (2554). แผนอนุรักษ์พลังงาน 20 ปี (พ.ศ. 2554 - 2573).

บริษัทเฟิลปส์ดอด์จ(ประเทศไทย)จำกัด. แผนผังหลักการทำงานการติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคา. Retrieved from https://www.pdcable.com

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีและศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ. (2558). การศึกษาการพัฒนาของเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า และผลกระทบที่เกิดขึ้นสำหรับประเทศไทย.

สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งจราจรและมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. (2560). รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการศึกษาแผนศึกษาและแผนแม่บทพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะ ในเขตเมืองนครราชสีมา.

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. (2558). แผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย พ.ศ. 2558-2579.

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. (2560). สถานการณ์พลังงานของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2560

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. (2561). การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (*CO*2) จากการใช้พลังงานปี 2561.

สำนักงานสถิติจังหวัดนครราชสีมา. (2562). รายงานสถิติจังหวัดนครราชสีมา.

สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2562). จำนวนผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัดนครราชสีมา.

สำนักนโยบายและแผนพลังงาน. (2558). แผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย พ.ศ. 2561-2580 (*PDP*2015).

สุทธิศักดิ์ เต็มเกษมสุข. (2555). การศึกษาความเป็นไปได้ในการเปลี่ยนหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ด้วยแอลอีดีในโคมไฟป้องกันการระเบิด. 666-673.

สุรเมศวร์ พิริยะวัฒน์. (2551). ระบบขนส่งสาธารณะ (Public Transportation). In.

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก(องค์การมหาชน). (2559). คู่มือการจัดทำข้อมูลปริมาณก๊าซเรือนกระจกระดับเมือง.

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก(องค์การมหาชน). (2560). รายงานฉบับสมบูรณ์ ข้อมูลปริมาณก๊าซเรือนกระจกระดับเมือง (*City Carbon Footprint: CCF)* เทศบาลนครนครราชสีมา.

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก(องค์การมหาชน). (2561). คู่มือการคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจกสำหรับโครงการภาคพลังงานและของเสีย.

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก(องค์การมหาชน). (2562a). รายงานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเทศบาลเมืองบุรีรัมย์.

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก(องค์การมหาชน). (2562b). รายงานการวิเคราะห์ความคุ้มค่าของ โครงการลงทุนเพื่อพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะในเขตเมืองนครราชสีมา.

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก(องค์การมหาชน). (2563a). เอกสารข้อเสนอโครงการ *T-VER "*โครงการ *Solar Rooftop Project (Nakhon Ratchasima Technical College)"*.

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก(องค์การมหาชน). (2563b). เอกสารข้อเสนอโครงการ *T-VER* โครงการ "*LED Lighting Replacement Project by The Mall Korat"*.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก ข้อมูลที่ใช้ในการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ ก - 1 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงและไฟฟ้าในที่พักอาศัย

ปี	ปริมาณการใช้เชื้อเพลิง (LPG) (ลิตร/ปี)	ไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี)
2556	7,320,257.61	93,756,339.26
2557	6,231,997.87	99,144,924.22
2558	6,063,697.55	103,084,826.65
2559	5,995,683.79	110,657,654.39
2560	6,039,462.05	106,845,658.16

(กรมธุรกิจพลังงาน และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค นครราชสีมา และสำนักงานสถิติจังหวัดนครราชสีมา)

ตารางที่ ก - 2 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงและไฟฟ้าในอาคารพาณิชย์ ธุรกิจการค้าและหน่วยงานต่าง ๆ

ปี	ปริมาณการใช้เชื้อเพลิง (ลิตร/ปี)					ไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี)
	ดีเซล	เบนซิน	แก๊สโซฮอล์ 91	แก๊สโซฮอล์ 95	น้ำมันเตา	
2556	962,539.07	1,044.00	74,896.02	14,401.80	15,298.00	104,361,251.28
2557	1,114,419.32	1,026.00	63,923.52	21,162.01	14,277.41	110,359,346.70
2558	1,225,296.07	1,008.31*	71,920.61	12,641.06	12,878.20	114,744,897.06
2559	1,021,496.69	399.56	77,936.61	15,628.96	12,779.16	123,174,298.04
2560	871,470.17	196.73	72,393.58	15,045.01	15,879.68	142,086,116.53

(กรมธุรกิจพลังงาน และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค นครราชสีมา และสำนักงานสถิติจังหวัดนครราชสีมา)

* หมายถึง ข้อมูลมาจากการคาดการณ์เนื่องจากไม่มีข้อมูลบันทึกในปีนั้น ๆ

ตารางที่ ก - 3 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในอุตสาหกรรมการผลิตและการก่อสร้าง

ปี	ปริมาณการใช้เชื้อเพลิง (ลิตร/ปี)				
	ดีเซล	เบนซิน	แก๊สโซฮอล์ 91	แก๊สโซฮอล์ 95	E20
2556	3,087,508.30	625.89	5,634.38	991.25*	1,476.66*
2557	4,244,066.07	717.89*	7,387.54	792.25*	969.73*
2558	3,302,965.62	301.29	352.81	633.21	636.83
2559	3,003,763.81	498.86	3,854.55	1,474.38	418.21
2560	3,249,031.53	1,242.51	2,896.90	1,178.40	274.64*

(กรมธุรกิจพลังงาน)

ตารางที่ ก - 4 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงและไฟฟ้าในอุตสาหกรรมการผลิตและการก่อสร้าง

ปี	ปริมาณการใช้เชื้อเพลิง (ลิตร/ปี)			ไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี)
	E85	LPG	น้ำมันเตา	
2556	-	2,798,502.58	1,151,374.26	117,099,884.33
2557	-	2,676,987.13	1,186,703.10	123,830,124.44
2558	227.25	2,630,594.71	1,165,155.91	128,750,987.63
2559	-	2,727,378.67	1,234,539.35	138,209,305.43
2560	-	2,901,720.96	1,277,204.07	134,758,892.51

(กรมธุรกิจพลังงาน)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ ก - 5 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในการขนส่งทางถนน (On-Road)

ปี	ปริมาณการใช้เชื้อเพลิง (ลิตร/ปี)			
	ดีเซล	เบนซิน	เบนซิน 91	แก๊สโซฮอล์ 91
2556	27,230,307.07	651,668.25	4,642,009.09	2,879,062.35
2557	24,999,778.51	374,085.69	4,846,199.83	2,523,941.26
2558	27,737,683.60	358,967.42	6,019,255.74	3,368,198.63
2559	28,940,916.55	351,553.55	5,946,942.40	4,151,884.36
2560	30,439,522.96	288,357.49	5,524,885.57	4,601,898.41

(กรมธุรกิจพลังงาน)

ตารางที่ ก - 5 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในการขนส่งทางถนน (On-Road) (ต่อ)

ปี	ปริมาณการใช้เชื้อเพลิง (ลิตร/ปี)		
	E20	E85	LPG
2556	1,570,987.20	235,529.53	5,900,212.15
2557	1,994,728.61	477,713.02	6,501,392.77
2558	2,168,349.04	547,652.85	5,602,917.47
2559	2,582,700.67	614,160.11	4,583,454.49
2560	2,749,366.01	713,981.30	4,014,791.52

(กรมธุรกิจพลังงาน)

ตารางที่ ก - 6 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในการขนส่งทางราง (Railways)

ปี	ปริมาณการใช้เชื้อเพลิง (ลิตร/ปี)
	ดีเซล
2556	6,721,819.00
2557	5,539,276.00
2558	3,179,090.00
2559	7,040,007.00
2560	7,101,251.00

(กรมธุรกิจพลังงาน)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ ก - 7 ปริมาณการใช้สารทำความเย็นที่ภายในเขตเทศบาลฯ

ปี	ปริมาณการใช้สารทำความเย็น (กิโลกรัม/ปี)	
	R-22	R-32
2556	2,134.49	3,253.37
2557	2,104.49	3,253.37
2558	2,134.49	3,166.78
2559	2,470.49	3,253.37
2560	2,806.49	3,253.37

(องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน))

ตารางที่ ก - 8 ปริมาณการใช้ปุ๋ยยูเรียในพื้นที่การเพาะปลูกในเขตเทศบาลฯ

ปี	ปริมาณการใช้ปุ๋ยยูเรีย (ตัน/ปี)	
	นาข้าว	พืชไร่
2556	3.18	28.67
2557	2.81	27.51
2558	2.45	26.34
2559	2.09	25.18
2560	1.72	24.01

(องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน))

ตารางที่ ก - 9 พื้นที่การเพาะปลูกข้าวในเขตเทศบาลฯ

ปี	พื้นที่การเพาะปลูกข้าว (ไร่/ปี)
2556	211.71
2557	187.48
2558	163.25
2559	139.02
2560	114.79

(กรมการปกครอง)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ ก - 10 สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในแต่ละกลุ่มกิจกรรม ในปี พ.ศ. 2556-2560

กลุ่มกิจกรรม	**สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจก**				
	ปี พ.ศ. 2556	**ปี พ.ศ. 2557**	**ปี พ.ศ. 2558**	**ปี พ.ศ. 2559**	**ปี พ.ศ. 2560**
กลุ่มการเผาไหม้อยู่กับที่	54.14	55.97	53.69	52.49	54.46
กลุ่มขนส่ง	28.75	26.28	25.87	27.29	28.18
กลุ่มการจัดการของเสีย	15.29	16.16	18.92	18.86	16.11
กลุ่มกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ (IPPU)	0.14	0.14	0.13	0.14	0.15
กลุ่มการเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (AFOLU)	1.67	1.45	1.38	1.22	1.10
รวม	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ ก - 11 สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้าในปี พ.ศ. 2556 - 2560

ประเภท	ปี พ.ศ. 2556 (ร้อยละ)	ปี พ.ศ. 2557 (ร้อยละ)	ปี พ.ศ. 2558 (ร้อยละ)	ปี พ.ศ. 2559 (ร้อยละ)	ปี พ.ศ. 2560 (ร้อยละ)
ที่พักอาศัย	29.44	29.44	29.44	29.44	27.56
อาคารพาณิชย์ ธุรกิจการค้า และหน่วยงานต่างๆ	32.77	32.77	32.77	32.77	36.65
อุตสาหกรรมการผลิตและการก่อสร้าง	36.77	36.77	36.77	36.77	34.76
แหล่งที่ไม่สามารถระบุได้	1.02	1.02	1.02	1.02	1.04
รวม	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

ตารางที่ ก - 12 ปริมาณขยะมูลฝอยที่กำจัดโดยวิธีการฝังกลบ

ผู้รับดำเนินการกำจัด	เทศบาล
ที่ตั้งของหลุมฝังกลบ	นอกเขตเทศบาล
แหล่งที่มาของขยะ	เขตเทศบาลและนอกเทศบาล โดยสัดส่วนประมาณ 50:50
วิธีการกำจัด	Sanitary Landfill
ความลึกของหลุมฝังกลบ	10.45
ปีที่เปิดดำเนินการ	2555
ปีที่ปิดดำเนินการ	N/A
ปี	**ปริมาณขยะ (ตัน/ปี)**
2556	50,627.73
2557	54,576.50
2558	67,762.50
2559	73,035.50
2560	61,261.50

(องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน))

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ ก - 13 สัดส่วนขยะมูลฝอยของเทศบาลนครนครราชสีมา

ปี	ร้อยละ										
	เศษอาหาร	เศษไม้จากสวน	กระดาษ	ไม้	เศษผ้า	ผ้าอ้อม	ยางและหนัง	พลาสติก	โลหะ	แก้ว	อื่นๆ
2560	52	10.55	0	0.56	1.41	0	0.11	30.08	1.02	2.85	1.39

(องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน))

ตารางที่ ก - 14 ปริมาณขยะมูลฝอย (อินทรีย์) ที่นำมาผลิตปุ๋ยโดยวิธีการทางชีวภาพแบบใช้อากาศ

ผู้รับดำเนินการกำจัด	หน่วยงานนอก	
ที่ตั้งของสถานที่กำจัดขยะ	นอกเขตเทศบาล	
แหล่งที่มาของขยะ	เทศบาลและแหล่งอื่นด้วยสัดส่วนประมาณ 50:50	
วิธีการกำจัด	Aerobic waste composting	
ปี	**ปริมาณขยะ (ตัน/ปี)**	**การนำก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้มาใช้ (หน่วย/ปี)**
2556	1,408	-
2557	1,674	-
2558	1,993	-
2559	1,113	-
2560	1,920	-

(องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน))

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ ก - 15 ปริมาณขยะมูลฝอย (อินทรีย์) ที่กำจัดโดยวิธีการทางชีวภาพแบบไร้อากาศ

ผู้รับดำเนินการกำจัด	หน่วยงานนอก	
ที่ตั้งของสถานที่กำจัดขยะ	นอกเขตเทศบาล	
แหล่งที่มาของขยะ	เทศบาลและแหล่งอื่นด้วยสัดส่วนประมาณ 50:50	
วิธีการกำจัด	Anaerobic waste composting	
ปี	**ปริมาณขยะ (ตัน/ปี)**	**การนำก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้มาใช้ (ลูกบาศก์เมตร/ปี)**
2556	1,146	48,577
2557	1,384	68,565
2558	1,549	85,117
2559	950	608
2560	5,956	63,560

(องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน))

ตารางที่ ก - 16 ปริมาณขยะติดเชื้อที่ส่งกำจัดโดยวิธีการเผา

ผู้รับดำเนินการกำจัด	หน่วยงานภายนอก
แหล่งที่มาของขยะ	สถานพยาบาลในเขตเทศบาล
วิธีการกำจัด	การเผากำจัดในเตาเผา
ชนิดของเตาเผา	Rotary Klin
เชื้อเพลิงของเตาเผา	N/A
ปี	**ปริมาณขยะ (ตัน/ปี)**
2556	116.00
2557	148.00
2558	170.00
2559	195.00
2560	203.00

(องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน))

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ ก - 17 ปริมาณและค่าบีโอดีของน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบบำบัดของเทศบาล

ผู้รับดำเนินการกำจัด	เทศบาล	
ที่ตั้งของสถานบำบัดน้ำเสีย	นอกเขตเทศบาล	
แหล่งที่มาของน้ำเสีย	ในเขตเทศบาลและแหล่งอื่น	
วิธีการบำบัดน้ำเสีย	ระบบบ่อผึ่งและตะกอนเร่ง	
ปีที่เปิดทำการ	2552	
ปี	**ปริมาณน้ำเสียขาเข้า (ลบ.ม.ปี)**	**ค่าบีโอดีเฉลี่ย (มก./ลิตร)**
2556	8,027,306.00	30.40
2557	7,700,653.00	30.42
2558	8,349,621.00	30.42
2559	3,863,941.00	28.83
2560	9,222,562.00	41.78

(องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน))

ตารางที่ ก - 18 ปริมาณพื้นที่และการเปลี่ยนแปลงระหว่างปี พ.ศ. 2553 และ พ.ศ. 2560

ชนิดที่ดิน	**พื้นที่ในปี พ.ศ. 2553 (ตร.กม.)**	**พื้นที่ในปี พ.ศ. 2560 (ตร.กม.)**	**พื้นที่ที่เปลี่ยนแปลง (ตร.กม.)**
พื้นที่เพาะปลูก	2.896	2.105	-0.792
(1) นาข้าว	0.416	0.184	-0.233
(2) พืชไร่	0.121	0.027	-0.095
(3) ไม้ยืนต้น	0.166	0.188	0.022
(4) ไม้ผล	2.193	1.706	-0.486
(5) พืชสวน	0.056	0.000	-0.056
พื้นที่ทุ่งหญ้า	0.000	0.000	0.000
พื้นที่ชุ่มน้ำ	0.562	0.522	-0.040
พื้นที่ใช้ตั้งถิ่นฐาน	32.747	33.577	0.830
พื้นที่อื่น ๆ	0.866	0.986	0.120
รวม	**37.128**	**37.190**	**0.063**

(กรมการปกครอง)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ ก - 19 สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกลุ่มของเสีย ในปี พ.ศ. 2560

แหล่งการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	**สัดส่วนการปล่อยในกลุ่ม (ร้อยละ)**
การฝังกลบขยะชุมชน	93.45
การเผากำจัดขยะติดเชื้อในเตาเผา	0.04
การกำจัดขยะอินทรีย์ด้วยวิธีการทางชีวภาพ	0.72
การจัดการน้ำเสีย	5.79
รวม	**100.00**

ตารางที่ ก - 20 สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกลุ่มกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ในปี พ.ศ. 2560

ชนิดสารทำความเย็น	**สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (ร้อยละ)**
R-22	30.84
R-32	69.16
รวม	**100.00**

ตารางที่ ก - 21 สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกลุ่มการเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน ในปี พ.ศ. 2560

แหล่งการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	**สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (ร้อยละ)**
การใช้ประโยชน์ที่ดินและการเปลี่ยนแปลงจากการใช้ประโยชน์ที่ดินในประเภทต่างๆ	66.66
ปริมาณการใช้ปุ๋ยยูเรียซึ่งเป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับภาคพื้นดินและแหล่งอื่นๆ	33.34
รวม	**100.00**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ข การสำรวจและการตั้งสมมติฐานข้อมูลกิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากสถานประกอบการในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การสำรวจและการตั้งสมมติฐานกิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากสถานประกอบการในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา

1. การตั้งสมมติฐานข้อมูลสำหรับการใช้พลังงานไฟฟ้า

การตั้งสมมติฐานเพื่อการประมาณค่าปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า ต้องใช้ข้อมูลจากหลายแหล่ง สามารถสรุปข้อมูลได้ดัง**ตารางที่ ข – 1**

ตารางที่ ข - 1 สรุปแหล่งข้อมูลที่ใช้ประกอบการตั้งสมมติฐานการใช้พลังงานไฟฟ้าในเขตเทศบาลฯ

แหล่งข้อมูล	**รายละเอียด**	**ข้อจำกัด**
การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค จังหวัด นครราชสีมา	รายงานข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าของเขตเทศบาล ฯ ตามปีปฏิทิน แบ่งแยกตามประเภทการใช้ไฟฟ้า	การจำแนกข้อมูลไม่ตรงกับประเภทข้อมูลที่กำหนดในคู่มือ GPC และปริมาณการใช้งานค่อนข้างสูงมากเมื่อเปรียบเทียบกับเทศบาลอื่น จึงต้องใช้ข้อมูลประกอบอื่นๆ ในการพิจารณา
กระทรวงพลังงาน	สรุปข้อมูลการใช้พลังงานรายจังหวัด ที่รวมถึงการใช้พลังงานไฟฟ้า (รายปี) โดยจำแนกออกเป็น 5 ประเภท ได้แก่ ครัวเรือน ธุรกิจอุตสาหกรรม เกษตรกรรม และอื่นๆ	ขอบเขตของข้อมูลเป็นระดับจังหวัด และจำแนกข้อมูลไม่ตรงกับประเภทข้อมูลที่กำหนดในคู่มือ GPC
สำนักงานสถิติจังหวัด	รายงานข้อมูลผู้ใช้ไฟฟ้า และการจำหน่ายกระแสไฟฟ้า เป็นรายอำเภอ โดยจำแนกออกเป็น 4 กลุ่มหลัก ได้แก่ ที่อยู่อาศัย สถานธุรกิจและอุตสาหกรรม สถานที่ราชการและสาธารณะ และอื่นๆ	ขอบเขตของข้อมูลเป็นระดับอำเภอ และจำแนกข้อมูลไม่ตรงกับประเภทข้อมูลที่กำหนดในคู่มือ GPC

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จะเห็นได้ว่าข้อมูลที่ได้มาจากแหล่งต่าง ๆ มีขอบเขตที่กว้างกว่าขอบเขตการใช้พลังงานในเขตเทศบาลฯ และยังมีการรายงานที่ไม่สอดคล้องกับคู่มือ GPC ดังนั้นจึงต้องตั้งสมมติฐานเพื่อให้มีความถูกต้องและสอดคล้องกับข้อกำหนดในการรายงาน โดยการประมาณสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าระหว่างเทศบาลและจังหวัด จะพิจารณาจากข้อมูลปริมาณผู้ใช้ไฟฟ้า (User) และประชากร ในระดับจังหวัด อำเภอ และเทศบาล โดยจากการตั้งสมมติฐานนี้พบว่าสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าระหว่างเทศบาลนครนครราชสีมาและจังหวัดนครราชสีมามีค่าประมาณร้อยละ 6.59

2. การตั้งสมมติฐานข้อมูลสำหรับการใช้เชื้อเพลิง

การตั้งสมมติฐานเพื่อประมาณค่าปริมาณการใช้เชื้อเพลิง ทั้งในกลุ่มการเผาไหม้อยู่กับที่และกลุ่มขนส่งภายในเขตเทศบาลนั้น จะใช้ข้อมูลประกอบจาก 2 แหล่ง โดยสามารถสรุปแหล่งข้อมูลได้ดัง **ตารางที่ ข - 2**

ตารางที่ ข - 2 สรุปแหล่งข้อมูลที่ใช้ประกอบการตั้งสมมติฐานการใช้พลังงานเชื้อเพลิงในเขตเทศบาลฯ

แหล่งข้อมูล	**รายละเอียด**	**ข้อจำกัด**
องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)	ข้อมูลการสำรวจโดยตรงจากสถานประกอบการ จำนวน 6 กลุ่ม ได้แก่ วัด (39 ราย) โรงแรม (53 ราย) โรงงาน (11 ราย) สถานที่จำหน่าย LPG (15 ราย) โรงพยาบาล (5 ราย) ห้างสรรพสินค้า (2 ราย)	ข้อมูลไม่ครบถ้วนสมบูรณ์
กรมธุรกิจพลังงาน กระทรวงพลังงาน	ข้อมูลปริมาณการจำหน่ายน้ำมันและก๊าซเชื้อเพลิงแยกตามประเภทแหล่งการใช้งานและชนิดของเชื้อเพลิงรายจังหวัด	ขอบเขตของข้อมูลเป็นระดับจังหวัด

การตั้งสมมุติฐานเพื่อประมาณค่าปริมาณการใช้ (จำหน่าย) น้ำมันและก๊าซเชื้อเพลิงนั้นจะใช้ข้อมูลทั้ง 2 แหล่งประกอบ โดยต้องใช้สมมุติฐานในการลดทอนขอบเขตโดยวิธีการแบบ Top-Down ซึ่งสามารถใช้ข้อมูลสัดส่วนของประชากรระหว่างจังหวัดและเทศบาลรายปี ในการลดทอนของเขตได้ โดยพบว่าสัดส่วนประชากรระหว่างเทศบาลและจังหวัด ในช่วงปี พ.ศ. 2556-2560 มีค่าเท่ากับ 6.30 6.48 6.65 6.66 และ 6.65 ตามลำดับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การตั้งสมมติฐานข้อมูลสำหรับกลุ่มกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์

ข้อมูลสำหรับกลุ่มกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) ได้ประเมินจากข้อมูลการใช้สารทำความเย็น โดยหลังจากการสำรวจปริมาณสารทำความเย็นจากสถานประกอบการภายในเขตเทศบาลฯ แล้ว ได้นำมาประเมินปริมาณที่อาจรั่วไหลสู่ชั้นบรรยากาศ เนื่องจากกระบวนการต่างๆ เช่น การรั่วไหลระหว่างการซ่อมบำรุง และการรั่วไหลผ่านอุปกรณ์ที่ชำรุดเป็นต้น โดยข้อมูลปริมาณที่อาจรั่วไหลสามารถใช้ค่าอ้างอิงจาก United States Environmental Protection Agency หรือ EPA เรื่อง Stationary Refrigeration Leak Repair Requirements โดยกำหนดให้ปริมาณการรั่วไหลของสารทำความเย็นในอุปกรณ์ มีค่าเท่ากับร้อยละ 10 ต่อปี เป็นค่าอ้างอิงในการตั้งสมมติฐาน ดัง**ตารางที่ ข – 3**

ตารางที่ ข - 3 จำนวนสถานประกอบการที่สำรวจ และชุดข้อมูลที่สำรวจได้ในเขตเทศบาลฯ

สถานประกอบการ	จำนวนที่สำรวจได้ (ราย)
โรงแรม	53
โรงงาน	11
ห้างสรรพสินค้า	2
รวม	66

การตั้งสมมติฐานข้อมูลสำหรับพื้นที่การเกษตรและการใช้ประโยชน์ที่ดิน

ข้อมูลพื้นที่การเกษตรและการใช้ประโยชน์ที่ดินในเขตเทศบาลนั้น ได้ใช้ข้อมูลจากองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) ที่ได้ขอความอนุเคราะห์จากกรมการปกครองสำหรับข้อมูลจากภาพถ่ายทางอากาศ โดยจำแนกประเภทพื้นที่ภายในเขตเทศบาลออกเป็น 5 กลุ่มหลัก ได้แก่ พื้นที่เพาะปลูก พื้นที่ทุ่งหญ้า พื้นที่ชุ่มน้ำ พื้นที่ใช้ตั้งถิ่นฐาน และพื้นที่อื่น ๆ โดยจากข้อมูลที่ได้รับจากกรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย ได้แสดงข้อมูลพื้นที่จำแนกรายชนิดในปี พ.ศ. 2553 และพ.ศ. 2558 ดังนั้นการตั้งสมมติฐานสามารถทำได้โดยหลักการบัญญัติไตรยางศ์เพื่อทำนายปริมาณพื้นที่ในปี พ.ศ. 2556 - 2560

นอกจากนี้การคำนวณก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ปุ๋ยยูเรียในพื้นที่เพาะปลูก (นาข้าวและพืชไร่ต่าง ๆ) ที่ได้อ้างอิงข้อมูลจากองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) ดังแสดงใน **ตารางที่ ข - 4** โดยการเพาะปลูกพืชไร่ของจังหวัดนครราชสีมา จะใช้ค่าปริมาณการใช้ปุ๋ยยูเรียของข้าวโพด เนื่องจากเป็นพืชเศรษฐกิจของจังหวัดเป็นตัวแทน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ ข - 4 ปริมาณการใช้ปุ๋ยยูเรียในการเพาะปลูกพืชชนิดต่าง ๆ

การเพาะปลูก	ปริมาณปุ๋ยยูเรียสูงสุดที่แนะนำให้ใช้	
	กิโลกรัม/ไร่-ปี	กิโลกรัม/เฮกตาร์-ปี
ข้าว	15	93.75
อ้อย	80	500
ข้าวโพด	20	125
แตงโม	50	312.5
ผักสวนครัว	50	312.5

(องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน))

ภาคผนวก ค ข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1. ผลการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา

ตารางที่ ค - 1 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกลุ่มเผาไหม้อยู่กับที่ (Stationary Energy)

ปี	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากที่พักอาศัย (tCO_2eq)	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากอาคารพาณิชย์ ธุรกิจการค้า และหน่วยงานต่างๆ (tCO_2eq)	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากอุตสาหกรรมการผลิตและการก่อสร้าง (tCO_2eq)	แหล่งที่ไม่สามารถระบุได้ (tCO_2eq)	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวม (tCO_2eq)
2556	66,595.61	63,542.10	84,524.76	19,295.70	233,958.16
2557	67,945.36	67,429.37	91,448.36	18,607.78	245,430.87
2558	69,962.42	70,273.37	91,637.63	14,468.78	246,342.20
2559	74,258.88	74,650.04	96,718.14	12,845.54	258,472.59
2560	72,111.80	85,254.44	95,781.23	13,639.15	266,786.63
2561	73,384.61	94,373.87	98,168.45	12,606.51	278,533.45
2562	73,068.13	99,958.02	100,620.91	11,861.56	285,508.61
2563	74,369.80	105,899.81	103,140.41	11,194.46	294,604.48
2564	74,123.63	112,221.93	105,728.83	10,598.76	302,673.16
2565	75,453.27	118,948.50	108,388.11	10,068.73	312,858.61
2566	75,275.49	126,105.16	111,120.22	9,599.24	322,100.11
2567	76,632.36	133,719.23	113,927.22	9,185.67	333,464.47
2568	76,521.25	141,819.72	116,811.21	8,823.88	343,976.06
2569	77,904.75	150,437.52	119,774.38	8,510.14	356,626.79
2570	77,858.73	159,605.49	122,818.96	8,241.11	368,524.28
2571	79,268.38	169,358.56	125,947.25	8,013.76	382,587.96
2572	79,286.04	179,733.92	129,161.64	7,825.40	396,007.00
2573	80,721.52	190,771.09	132,464.57	7,673.60	411,630.78

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ ค - 2 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกลุ่มขนส่ง (Transport)

ปี	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งทางถนน (tCO_2eq)	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งทางราง (tCO_2eq)	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวม (tCO_2eq)
2556	101,556.41	20,018.62	121,575.04
2557	96,277.43	16,496.83	112,774.26
2558	106,576.84	9,467.83	116,044.66
2559	110,357.22	20,966.24	131,323.46
2560	113,756.56	21,148.63	134,905.19
2561	116,913.81	21,625.16	138,538.97
2562	120,334.08	22,112.43	142,446.51
2563	124,032.82	22,610.67	146,643.49
2564	128,028.35	23,120.14	151,148.50
2565	132,342.26	23,641.09	155,983.35
2566	136,999.66	24,173.78	161,173.45
2567	142,029.72	24,718.48	166,748.20
2568	147,466.14	25,275.44	172,741.59
2569	153,347.82	25,844.96	179,192.78
2570	159,719.63	26,427.31	186,146.94
2571	166,633.38	27,022.77	193,656.15
2572	174,148.92	27,631.66	201,780.58
2573	182,335.57	28,254.27	210,589.84

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ ค - 3 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกลุ่มการจัดการของเสีย (Waste)

ปี	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (tCO_2eq)
2556	64,659.24
2557	69,326.93
2558	84,883.27
2559	90,774.28
2560	77,105.78
2561	79,868.99
2562	82,731.23
2563	85,696.04
2564	88,767.09
2565	91,948.21
2566	95,243.32
2567	98,656.52
2568	102,192.04
2569	105,854.26
2570	109,647.72
2571	113,577.13
2572	117,647.35
2573	121,863.44

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ ค - 4 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกลุ่มการเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (AFOLU)

ปี	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (tCO_2eq)
2556	7,073.69
2557	6,232.39
2558	6,180.61
2559	5,892.38
2560	5,287.88
2561	5,287.88
2562	5,287.88
2563	5,287.88
2564	5,287.88
2565	5,287.88
2566	5,287.88
2567	5,287.88
2568	5,287.88
2569	5,287.88
2570	5,287.88
2571	5,287.88
2572	5,287.88
2573	5,287.88

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ ค - 5 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเทศบาลนครนครราชสีมา

ปี	กลุ่มเผาไหม้อยู่กับที่ (tCO_2eq)	กลุ่มขนส่ง (tCO_2eq)	กลุ่มการจัดการของเสีย (tCO_2eq)	กลุ่มกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ (tCO_2eq)	กลุ่มการเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (tCO_2eq)	รวม (tCO_2eq)
2556	233,958.16	121,575.04	64,659.24	595.92	7,073.69	427,862.05
2557	245,430.87	112,774.26	69,326.93	590.64	6,232.39	434,355.09
2558	246,342.20	116,044.66	84,883.27	590.06	6,180.61	454,040.81
2559	258,472.59	131,323.46	90,774.28	655.06	5,892.38	487,117.77
2560	266,786.63	134,905.19	77,105.78	714.20	5,287.88	484,799.68
2561	278,533.45	138,538.97	79,868.99	714.20	5,287.88	502,943.48
2562	285,508.61	142,446.51	82,731.23	714.20	5,287.88	516,688.43
2563	294,604.48	146,643.49	85,696.04	714.20	5,287.88	532,946.09
2564	302,673.16	151,148.50	88,767.09	714.20	5,287.88	548,590.83
2565	312,858.61	155,983.35	91,948.21	714.20	5,287.88	566,792.25
2566	322,100.11	161,173.45	95,243.32	714.20	5,287.88	584,518.96
2567	333,464.47	166,748.20	98,656.52	714.20	5,287.88	604,871.28
2568	343,976.06	172,741.59	102,192.04	714.20	5,287.88	624,911.76
2569	356,626.79	179,192.78	105,854.26	714.20	5,287.88	647,675.91
2570	368,524.28	186,146.94	109,647.72	714.20	5,287.88	670,321.02
2571	382,587.96	193,656.15	113,577.13	714.20	5,287.88	695,823.32
2572	396,007.00	201,780.58	117,647.35	714.20	5,287.88	721,437.02
2573	411,630.78	210,589.84	121,863.44	714.20	5,287.88	750,086.14

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การศึกษาครั้งนี้จะรายงานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามรูปแบบการรายงานของ GPC ซึ่งเป็นการรายงานสรุปการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรูปตารางอย่างง่าย (GHG Emission Summary) ที่แสดงถึงปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจำแนกตามขอบเขต (Scope) กลุ่มกิจกรรมใหญ่ (Main Sector) และรูปแบบการรายงาน (BASIC และ BASIC+) ดัง**ตารางที่ ค – 6 ถึง ค - 10** สำหรับการรายงานการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (GHG Emission Report)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ ค - 6 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเทศบาลนครนครราชสีมาในปี พ.ศ. 2556

กลุ่มของกิจกรรม		ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ. 2556 (tCO_2eq)					
		ขอบเขตที่ 1 (Territorial)	ขอบเขตที่ 2	ขอบเขตที่ 3 ที่ระบุใน BASIC/ BASIC+	ขอบเขตที่ 3 อื่น ๆ	BASIC	BASIC+
I. กลุ่มเผาไหม้อยู่กับที่ (Stationary Energy)	เผาไหม้เชื้อเพลิงทั้งหมด	48,579.20	185,378.96	-	-	233,958.16	-
	เผาไหม้เพื่อผลิตไฟฟ้า	-	-	-	-	-	-
II.กลุ่มขนส่ง (Transport)	ทั้งหมดของกลุ่ม	121,575.04	-	-	-	121,575.04	-
III.กลุ่มการจัดการของเสีย (Waste)	ของเสียที่เกิดขึ้นในเมือง	-	-	64,659.24	-	64,659.24	-
	ของเสียจากเมืองอื่น	-	-	-	-	-	-
IV.กลุ่มกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ (IPPU)	กระบวนการผลิต	-	-	-	-	-	-
	การใช้ผลิตภัณฑ์	595.92	-	-	-	-	595.92
V.กลุ่มการเกษตร ป่าไม้และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (AFOLU)	ทั้งหมดของกลุ่ม	7,073.69	-	-	-	-	7,073.69
รวม		**177,823.85**	**185,378.96**	**64,659.24**	**0.00**	**420,192.44**	**7,669.61**

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ ค - 7 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเทศบาลนครราชสีมาในปี พ.ศ. 2557

กลุ่มของกิจกรรม		ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ. 2557 (tCO_2eq)					
		ขอบเขตที่ 1 (Territorial)	ขอบเขตที่ 2	ขอบเขตที่ 3 ที่ระบุใน BASIC/ BASIC+	ขอบเขตที่ 3 อื่น ๆ	BASIC	BASIC+
I. กลุ่มเผาไหม้อยู่กับที่ (Stationary Energy)	เผาไหม้เชื้อเพลิงทั้งหมด	49,397.38	196,033.49	-	-	245,430.87	-
	เผาไหม้เพื่อผลิตไฟฟ้า	-	-	-	-	-	-
II.กลุ่มขนส่ง (Transport)	ทั้งหมดของกลุ่ม	112,774.26	-	-	-	112,774.26	-
III.กลุ่มการจัดการของเสีย (Waste)	ของเสียที่เกิดขึ้นในเมือง	-	-	69,326.93	-	69,326.93	-
	ของเสียจากเมืองอื่น	-	-	-	-	-	-
IV.กลุ่มกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ (IPPU)	กระบวนการผลิต	-	-	-	-	-	-
	การใช้ผลิตภัณฑ์	590.64	-	-	-	-	595.92
V.กลุ่มการเกษตร ป่าไม้และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (AFOLU)	ทั้งหมดของกลุ่ม	6,232.39	-	-	-	-	7,073.69
รวม		**168,994.67**	**196,033.49**	**69,326.93**	**0.00**	**427,532.06**	**6,823.03**

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ ค - 8 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเทศบาลนครนครราชสีมาในปี พ.ศ. 2558

กลุ่มของกิจกรรม		ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ. 2558 (tCO_2eq)					
		ขอบเขตที่ 1 (Territorial)	ขอบเขตที่ 2	ขอบเขตที่ 3 ที่ระบุใน BASIC/ BASIC+	ขอบเขตที่ 3 อื่น ๆ	BASIC	BASIC+
I. กลุ่มเผาไหม้อยู่กับที่ (Stationary Energy)	เผาไหม้เชื้อเพลิงทั้งหมด	42,518.57	203,823.63	-	-	246,342.20	-
	เผาไหม้เพื่อผลิตไฟฟ้า	-	-	-	-	-	-
II.กลุ่มขนส่ง (Transport)	ทั้งหมดของกลุ่ม	116,044.66	-	-	-	116,044.66	-
III.กลุ่มการจัดการของเสีย (Waste)	ของเสียที่เกิดขึ้นในเมือง	-	-	84,883.27	-	84,883.27	-
	ของเสียจากเมืองอื่น	-	-	-	-	-	-
IV.กลุ่มกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ (IPPU)	กระบวนการผลิต	-	-	-	-	-	-
	การใช้ผลิตภัณฑ์	590.06	-	-	-	-	590.06
V.กลุ่มการเกษตร ป่าไม้และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (AFOLU)	ทั้งหมดของกลุ่ม	6,180.61	-	-	-	-	6,180.61
รวม		**165,333.90**	**203,823.63**	**84,883.27**	**0.00**	**447,270.14**	**6,770.67**

Chulalongkorn University

ตารางที่ ค - 9 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเทศบาลนครนครราชสีมาในปี พ.ศ. 2559

กลุ่มของกิจกรรม		ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ. 2559 (tCO_2eq)					
		ขอบเขตที่ 1 (Territorial)	ขอบเขตที่ 2	ขอบเขตที่ 3 ที่ระบุใน BASIC/ BASIC+	ขอบเขตที่ 3 อื่น ๆ	BASIC	BASIC+
I. กลุ่มเผาไหม้อยู่กับที่ (Stationary Energy)	เผาไหม้เชื้อเพลิงทั้งหมด	39,675.65	218,796.95	-	-	258,472.59	-
	เผาไหม้เพื่อผลิตไฟฟ้า	-	-	-	-	-	-
II.กลุ่มขนส่ง (Transport)	ทั้งหมดของกลุ่ม	131,323.46	-	-	-	131,323.46	-
III.กลุ่มการจัดการของเสีย (Waste)	ของเสียที่เกิดขึ้นในเมือง	-	-	90,774.28	-	90,774.28	-
	ของเสียจากเมืองอื่น	-	-	-	-	-	-
IV.กลุ่มกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ (IPPU)	กระบวนการผลิต	-	-	-	-	-	-
	การใช้ผลิตภัณฑ์	655.06	-	-	-	-	655.06
V.กลุ่มการเกษตร ป่าไม้และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (AFOLU)	ทั้งหมดของกลุ่ม	5,892.38	-	-	-	-	5,892.38
รวม		**177,546.55**	**218,796.95**	**90,774.28**	**0.00**	**480,570.33**	**6,547.44**

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ ค - 10 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเทศบาลนครนครราชสีมาในปี พ.ศ. 2560

กลุ่มของกิจกรรม		ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ. 2560 (tCO_2eq)					
		ขอบเขตที่ 1 (Territorial)	ขอบเขตที่ 2	ขอบเขตที่ 3 ที่ระบุใน BASIC/ BASIC+	ขอบเขตที่ 3 อื่น ๆ	BASIC	BASIC+
I. กลุ่มเผาไหม้อยู่กับที่ (Stationary Energy)	เผาไหม้เชื้อเพลิงทั้งหมด	41,093.31	225,693.31	-	-	266,786.63	-
	เผาไหม้เพื่อผลิตไฟฟ้า	-	-	-	-	-	-
II.กลุ่มขนส่ง (Transport)	ทั้งหมดของกลุ่ม	134,905.19	-	-	-	134,905.19	-
III.กลุ่มการจัดการของเสีย (Waste)	ของเสียที่เกิดขึ้นในเมือง	-	-	77,105.78	-	77,105.78	-
	ของเสียจากเมืองอื่น	-	-	-	-	-	-
IV.กลุ่มกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ (IPPU)	กระบวนการผลิต	-	-	-	-	-	-
	การใช้ผลิตภัณฑ์	714.20	-	-	-	-	714.2
V.กลุ่มการเกษตร ป่าไม้และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (AFOLU)	ทั้งหมดของกลุ่ม	5,287.88	-	-	-	-	5,287.88
รวม		**182,000.58**	**225,693.31**	**77,105.78**	**0.00**	**478,797.60**	**6,002.08**

CHULALONGKORN UNIVERSITY

หมายเหตุ

แหล่งการปล่อยภาคบังคับสำหรับการรายงานแบบ Basic

\+ แหล่งการปล่อยสำหรับการรายงานแบบ Basic+

แหล่งการปล่อยขอบเขตที่ 3 อื่น ๆ

แหล่งการปล่อยที่เพิ่มเติมจากขอบเขตที่ 1 (เฉพาะเมือง)

ไม่สามารถระบุปริมาณการปล่อย

ไม่มีกิจกรรมการปล่อยในเมือง

2. ผลการลดก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินมาตรการอนุรักษ์พลังงาน

2.1 ผลการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการปรับค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทยที่ลดลง (Thailand Grid Emission Factor)

จากแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย พ.ศ. 2558-2579 (PDP2015) ที่ให้ความสำคัญในการกระจายสัดส่วนการผลิตไฟฟ้า และมีการเพิ่มสัดส่วนการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนทั้งในประเทศและต่างประเทศเพิ่มมากขึ้น ซึ่งจะไปทดแทนการผลิตไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงฟอสซิล โดยค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ใช้ในการคำนวณแสดงดัง**ตารางที่ ค – 11**

ตารางที่ ค - 11 การคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการปรับค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทยที่ลดลง ในปี พ.ศ. 2573

กรณีฐาน				กรณีดำเนินโครงการ	
ปี	ปริมาณไฟฟ้า (kWh)	EF ($kgCO_2/kWh$)	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (tCO_2eq)	EF ($kgCO_2/kWh$)	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (tCO_2eq)
2556	318,465,826.30	0.506	161,143.71	0.506	161,143.71
2557	336,769,443.69	0.506	170,405.34	0.506	170,405.34
2558	350,152,264.44	0.506	177,177.05	0.506	177,177.05
2559	375,875,184.74	0.506	190,192.84	0.506	190,192.84
2560	387,722,578.83	0.437	169,434.77	0.437	169,434.77
2561	403,551,311.02	0.437	176,351.92	0.437	176,351.92

ตารางที่ ค – 11 การคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการปรับค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทยที่ลดลง ในปี พ.ศ. 2573 (ต่อ)

กรณีฐาน				กรณีดำเนินโครงการ	
ปี	**ปริมาณไฟฟ้า (kWh)**	**EF ($kgCO_2/kWh$)**	**ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (tCO_2eq)**	**EF ($kgCO_2/kWh$)**	**ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (tCO_2eq)**
2562	417,378,970.83	0.437	182,394.61	0.437	182,394.61
2563	434,696,194.92	0.437	189,962.24	0.437	189,962.24
2564	450,107,478.39	0.437	196,696.97	0.437	196,696.97
2565	469,025,005.08	0.437	204,963.93	0.393	184,326.83
2566	486,200,738.43	0.437	212,469.72	0.393	191,076.89
2567	506,912,288.86	0.437	221,520.67	0.393	199,216.53
2568	526,056,060.69	0.437	229,886.50	0.393	206,740.03
2569	548,779,486.19	0.437	239,816.64	0.393	215,670.34
2570	570,120,569.40	0.437	249,142.69	0.363	206,953.77
2571	595,100,958.83	0.437	260,059.12	0.363	216,021.65
2572	618,897,612.63	0.437	270,458.26	0.363	224,659.83
2573	646,410,803.98	0.437	282,481.52	0.342	221,072.49

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.2 ผลการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากระบบสายส่งโดยการติดตั้งโซล่าเซลล์

จากแผนย่อยโครงสร้างพื้นฐานด้านพลังงานในแผนปฏิบัติราชการระยะ 5 ปี (พ.ศ. 2563-2565) ของกระทรวงพลังงานที่จะพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านพลังงานให้มีความมั่นคงในระดับที่เหมาะสม มีการกระจายชนิดของเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า ส่งเสริมพลังงานทดแทน และการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพได้นั้น จึงต้องมีการตั้งเป้าหมายและตัวชี้วัดของแผนย่อยโครงสร้างพื้นฐานด้านพลังงานสำหรับการส่งเสริมพลังงานทดแทนดัง**ตารางที่ ค – 12** จึงส่งผลให้มีการตั้งสมมติฐานการเพิ่มการติดตั้งโซล่าเซลล์ในเขตเทศบาลนครนครราชสีดัง**ตารางที่ ค – 13**

ตารางที่ ค - 12 เป้าหมายและตัวชี้วัดของแผนย่อยโครงสร้างพื้นฐานด้านพลังงาน (เสนอโดยกระทรวงพลังงาน) ในแผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ

เป้าหมาย	ตัวชี้วัด	ค่าเป้าหมาย			
		ปี 61-65	ปี 66-70	ปี 71-75	ปี 76-80
การใช้พลังงานทดแทนที่ผลิตในประเทศเพิ่มมากขึ้น	สัดส่วนการใช้พลังงานทดแทนที่ผลิตได้ภายในประเทศ ในการผลิตไฟฟ้า ความร้อน และเชื้อเพลิงชีวภาพ (เฉลี่ยร้อยละของพลังงานขั้นสุดท้าย)	ร้อยละ 15-18	ร้อยละ 19-22	ร้อยละ 23-25	ร้อยละ 26-30

ตารางที่ ค - 13 การคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการลดการใช้ไฟฟ้าจากระบบสายส่งโดยการติดตั้งโซล่าร์เซลล์ ในปี พ.ศ. 2573

ปี	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (Baseline Emission) (tCO_2eq)	กำลังการติดตั้ง (MW)	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (Project Emission) (tCO_2eq)
2556	181,270.75	-	181,270.75
2557	191,689.17	-	191,689.17
2558	199,306.67	-	199,306.67
2559	213,948.16	-	213,948.16
2560	220,691.69	-	220,691.69
2561	229,701.41	6.65	224,173.24
2562	237,572.11	7.10	231,675.40
2563	247,429.07	7.54	241,146.66
2564	256,201.18	7.98	249,567.38
2565	266,969.03	7.98	260,335.24
2566	276,745.46	8.43	269,743.12
2567	288,534.47	8.87	281,123.20
2568	299,431.11	9.31	291,691.68

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ ค – 13 การคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการลดการใช้ไฟฟ้าจากระบบสายส่งโดยการติดตั้งโซล่าร์เซลล์ ในปี พ.ศ. 2573 (ต่อ)

ปี	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (Baseline Emission) (tCO_2eq)	กำลังการติดตั้ง (MW)	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (Project Emission) (tCO_2eq)
2569	312,365.28	9.76	304,257.31
2570	324,512.63	9.76	316,382.44
2571	338,731.47	10.20	330,254.95
2572	352,276.52	10.64	343,431.46
2573	367,937.03	10.64	359,067.74

2.3 ผลการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (LED)

จากเป้าหมายในแผนอนุรักษ์พลังงาน (EEDP) ณ ปี พ.ศ. 2579 ด้านไฟฟ้า จึงส่งผลให้ในแต่ละปีเทศบาลนครนครราชสีมามีผลการประหยัดพลังงานในแต่ละปีดังแสดงใน**ตารางที่ ค - 14**

ตารางที่ ค - 14 การคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (LED) ในปี พ.ศ. 2573

ปี	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (Baseline Emission) (tCO_2eq)	พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้จากการติดตั้งหลอด LED (อาคารพาณิชย์ ธุรกิจการค้า และหน่วยงานต่าง ๆ) (kWh)	พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้จากการติดตั้งหลอด LED (ที่พักอาศัย) (kWh)	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (Project Emission) (tCO_2eq)
2556	112,213.80	-	-	112,213.80
2557	118,663.22	-	-	118,663.22
2558	123,378.76	-	-	123,378.76
2559	132,442.42	-	-	132,442.42
2560	140,994.96	-	-	140,994.96

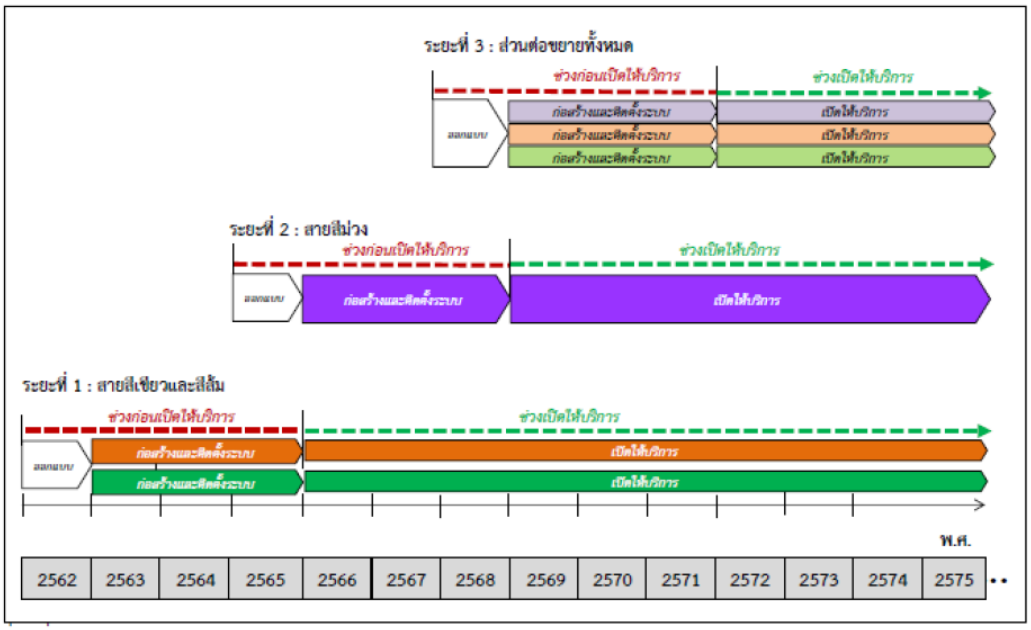
ตารางที่ ค – 14 การคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (LED) ในปี พ.ศ. 2573 (ต่อ)

ปี	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (Baseline Emission) (tCO_2eq)	พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้จากการติดตั้งหลอด LED (อาคารพาณิชย์ ธุรกิจการค้า และหน่วยงานต่าง ๆ) (kWh)	พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้จากการติดตั้งหลอด LED (ที่พักอาศัย) (kWh)	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (Project Emission) (tCO_2eq)
2561	147,720.70	2,951,080.08	1,673,112.37	145,101.56
2562	153,212.41	2,452,299.86	1,674,255.42	150,875.12
2563	160,612.30	2,608,411.15	1,717,449.64	158,162.13
2564	166,862.35	2,774,460.34	1,719,736.56	164,316.84
2565	175,025.94	2,951,080.08	1,762,991.33	172,355.89
2566	182,128.44	3,138,943.28	1,190,871.39	179,676.03
2567	191,156.88	3,338,765.68	1,220,093.77	188,574.74
2568	199,218.32	3,551,308.61	1,223,181.65	196,514.05
2569	209,225.91	3,777,381.84	1,252,485.81	206,377.00
2570	218,366.79	4,017,846.69	1,256,349.71	215,379.48
2571	229,482.71	4,273,619.32	1,285,756.19	226,333.88
2572	239,839.36	4,545,674.22	1,290,398.83	236,533.80
2573	252,209.60	4,835,047.90	1,319,928.26	248,723.42

2.3 ผลการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากมาตรการด้านการขนส่งโดยใช้ระบบรถไฟฟ้ารางเบา (Light Rail Transit : LRT)

จากรายงานการวิเคราะห์ความคุ้มค่าของโครงการลงทุนเพื่อพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะในเขตเมืองนครราชสีมาขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) ได้ตั้งสมมติฐานไว้ว่าเทศบาลฯ จะมีการลดลงของปริมาณยานพาหนะในปีที่เริ่มดำเนินโครงการเท่ากับร้อยละ 5 ของปริมาณรถทั้งหมดในปัจจุบัน และค่อยๆ เพิ่มขึ้นร้อยละ 5 ต่อปี จนถึงร้อยละ 50 ของปริมาณรถทั้งหมดในปัจจุบัน โดยปีที่เริ่มดำเนินโครงการคือ ปี พ.ศ. 2568 เนื่องจากดัง**ภาพที่ ค – 1** ที่แสดงถึงภาพรวมของการดำเนินการโครงการสร้างรถไฟฟ้ารางเบา ในปัจจุบัน ณ ปี พ.ศ. 2563 ยัง

ไม่มีการเริ่มดำเนินการก่อสร้างและติดตั้งระบบและการดำเนินการดังกล่าวใช้เวลาทั้งสิ้น 3 ปี จึงทำให้งานวิจัยครั้งนี้ได้ตั้งสมมติฐานการเริ่มดำเนินโครงการของเทศบาลฯ ณ ปี พ.ศ. 2568 และคิดเฉพาะสายสีเขียว (ระยะทาง 11.17 กิโลเมตร) และสายสีส้ม (ระยะทาง 9.87 กิโลเมตร) (ที่มา: โครงการศึกษาแผนแม่บทจราจรและแผนแม่บทพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะในเขตเมืองนครราชสีมาฉบับสมบูรณ์ ปี พ.ศ. 2560)



ภาพที่ ค - 1 ภาพรวมของการดำเนินการโครงการสร้างรถไฟฟ้ารางเบา (โครงการศึกษาแผนแม่บทจราจรและแผนแม่บทพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะในเขตเมืองนครราชสีมาฉบับสมบูรณ์ ปี พ.ศ. 2560)

การคำนวณการเพิ่มขึ้นของปริมาณไฟฟ้าในปีที่เริ่มมีการดำเนินมาตรการ คำนวณโดยตั้งสมมติฐานดังนี้

1) ระยะทางการเดินรถ เท่ากับ 21.04 กิโลเมตร (ที่มา: โครงการศึกษาแผนแม่บทจราจรและแผนแม่บทพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะในเขตเมืองนครราชสีมาฉบับสมบูรณ์ ปี พ.ศ. 2560)

2) อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (Fuel Economy, FE) ของรถไฟฟ้า เท่ากับ 0.066 กิโลเมตรต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง (ที่มา : แผนปฏิบัติการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศปี พ.ศ. 2564-2573 สาขาคมนาคมขนส่งของสำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร)

3) ชั่วโมงการเดินรถตั้งแต่ 6.00-24.00 น. และความถี่ในการเดินรถ ทุกๆ 30 นาที

ส่งผลให้มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกดัง**ตารางที่ ค – 15** แต่ในกรณีนี้จะพิจารณาเฉพาะปีที่มีการดำเนินมาตรการดังกล่าวแล้วทำให้ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นมากกว่าร้อยละ 5 มาคำนวณร่วมด้วย

ตารางที่ ค - 15 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากระบบรถไฟฟ้ารางเบา (Light Rail Transit : LRT)

ปี	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (tCO_2eq)	คิดเป็นร้อยละเทียบกับปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้า
2568	9,753.37	3.26
2569	9,753.37	3.12
2570	9,753.37	3.01
2571	9,753.37	2.88
2572	9,753.37	2.77
2573	9,753.37	2.65

ตารางที่ ค - 16 การคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากมาตรการด้านการขนส่งโดยใช้ระบบรถไฟฟ้ารางเบา (Light Rail Transit : LRT) ในปี พ.ศ. 2573

ปี	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (Baseline Emission) (tCO_2eq)	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (Project Emission) (tCO_2eq)
2556	27,681.97	27,681.97
2557	28,454.30	28,454.30
2558	31,325.91	31,325.91
2559	31,841.98	31,841.98
2560	31,175.68	31,175.68
2561	32,472.18	32,472.18
2562	33,989.79	33,989.79
2563	35,742.99	35,742.99
2564	37,749.14	37,749.14
2565	40,028.84	40,028.84
2566	42,606.21	42,606.21

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ ค – 16 การคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากมาตรการด้านการขนส่งโดยใช้ระบบรถไฟฟ้ารางเบา (Light Rail Transit : LRT) ในปี พ.ศ. 2573 (ต่อ)

ปี	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (Baseline Emission) (tCO_2eq)	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (Project Emission) (tCO_2eq)
2567	45,509.36	45,509.36
2568	48,770.95	46,332.41
2569	52,428.79	47,185.91
2570	56,526.66	48,047.66
2571	61,115.23	48,892.18
2572	66,253.20	49,689.90
2573	72,008.70	50,406.09

2.4 ผลการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากมาตรการด้านการขนส่งโดยใช้ระบบรถโดยสารประจำทางพลังงานไฟฟ้า (Electric Vehicle Bus)

จากรายงานการวิเคราะห์ความคุ้มค่าของโครงการลงทุนเพื่อพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะในเขตเมืองนครราชสีมาขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) ได้ตั้งสมมติฐานไว้ว่าเทศบาลฯ จะมีการจัดซื้อรถโดยสารระยะแรก ในปี พ.ศ. 2564 จำนวน 35 คัน ซึ่งคาดว่าจะทำให้ผู้ที่ใช้รถยนต์ส่วนตัวประมาณร้อยละ 5 เปลี่ยนมาโดยสารรถโดยสารประจำทางพลังงานไฟฟ้า โดยกำหนดให้จำนวนผู้โดยสารเฉลี่ยของรถยนต์ส่วนตัวอยู่ที่ 2.13 (ที่มา: โครงการศึกษาแผนแม่บทจราจรและแผนแม่บทพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะในเขตเมืองนครราชสีมาฉบับสมบูรณ์ ปี พ.ศ. 2560) หรือคิดเป็นจำนวนผู้โดยสารประมาณ 1,100 คนต่อชั่วโมง ในแต่ละเส้นทางของการให้บริการ และในปี พ.ศ. 2570-2573 จะมีการจัดซื้อขบวนรถโดยสารอีก 30 คัน ส่งผลให้มีอัตราการเพิ่มขึ้นของผู้โดยสารที่จะเปลี่ยนมาโดยสารรถโดยสารประจำทางพลังงานไฟฟ้า เท่ากับร้อยละ 5 ต่อปี ในปี พ.ศ. 2565 และค่อยๆ เพิ่มขึ้นในอัตราร้อยละ 5 ต่อ 3 ปี

โดยมีการแบ่งเส้นทางการเดินรถโดยสารประจำทางภายในเขตเทศบาลฯ เป็น 5 เส้นทาง ระยะทางรวมทั้งสิ้นประมาณ 42.8 กิโลเมตร ได้แก่

1. เส้นทางเดินรถโดยสารประจำทางสายสีม่วง
2. เส้นทางเดินรถโดยสารประจำทางสายสีส้ม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3. เส้นทางเดินรถโดยสารประจำทางสายสีเหลือง
4. เส้นทางเดินรถโดยสารประจำทางสายสีแดง
5. เส้นทางเดินรถโดยสารประจำทางสายสีเขียว

การคำนวณการเพิ่มขึ้นของปริมาณไฟฟ้าในปีที่เริ่มมีการดำเนินมาตรการ คำนวณโดยตั้งสมมติฐานดังนี้

1) ระยะทางการเดินรถ เท่ากับ 42.8 กิโลเมตร (ที่มา: โครงการศึกษาแผนแม่บทจราจรและแผนแม่บทพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะในเขตเมืองนครราชสีมาฉบับสมบูรณ์ ปี พ.ศ. 2560)

2) อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (Fuel Economy, FE) ของรถไฟฟ้า เท่ากับ 0.749 กิโลเมตรต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง (ที่มา : แผนปฏิบัติการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศปี พ.ศ. 2564-2573 สาขาคมนาคมขนส่งของสำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร)

3) ชั่วโมงการเดินรถตั้งแต่ 6.00-24.00 น. และความถี่ในการเดินรถ ทุกๆ 30 นาที

ส่งผลให้มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกดัง**ตารางที่ ค – 17** แต่ในกรณีนี้จะพิจารณาเฉพาะปีที่มีการดำเนินมาตรการดังกล่าวแล้วทำให้ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นมากกว่าร้อยละ 5 มาคำนวณร่วมด้วย

ตารางที่ ค - 17 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากระบบรถโดยสารประจำทางพลังงานไฟฟ้า (Electric Vehicle Bus)

ปี	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (tCO_2eq)	คิดเป็นร้อยละเทียบกับปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้า
2565	1,748.30	0.68
2566	1,748.30	0.65
2567	1,748.30	0.63
2568	1,748.30	0.61
2569	1,748.30	0.58
2570	1,748.30	0.56
2571	1,748.30	0.54
2572	1,748.30	0.52
2573	1,748.30	0.50

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ ค - 18 การคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากมาตรการด้านการขนส่งโดยใช้ระบบรถโดยสารประจำทางพลังงานไฟฟ้า (Electric Vehicle Bus)

ปี	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (Baseline Emission) (tCO_2eq)	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (Project Emission) (tCO_2eq)
2556	27,681.97	27,681.97
2557	28,454.30	28,454.30
2558	31,325.91	31,325.91
2559	31,841.98	31,841.98
2560	31,175.68	31,175.68
2561	32,472.18	32,472.18
2562	33,989.79	33,989.79
2563	35,742.99	35,742.99
2564	37,749.14	37,749.14
2565	40,028.84	38,027.40
2566	42,606.21	39,764.37
2567	45,509.36	41,713.88
2568	48,770.95	43,888.98
2569	52,428.79	46,305.11
2570	56,526.66	48,980.35
2571	61,115.23	51,935.72
2572	66,253.20	55,195.54
2573	72,008.70	58,787.91

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ ค - 19 การคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินมาตรการอนุรักษ์พลังงานและการขนส่ง

Option ต่าง ๆ	ปริมาณก๊าซเรือนกระจก (tCO2eq)																	
	2556	2557	2558	2559	2560	2561	2562	2563	2564	2565	2566	2567	2568	2569	2570	2571	2572	2573
การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (Baseline Emission)	422,862.13	429,067.81	448,543.42	481,216.53	478,712.43	496,607.73	510,135.58	526,121.36	541,524.14	559,428.55	576,885.61	596,912.75	616,652.68	639,060.07	661,370.12	686,480.24	711,720.32	739,937.49
Option 1	422,862.13	429,067.81	448,543.42	481,216.53	478,712.43	496,607.73	510,135.58	526,121.36	541,524.14	538,791.45	555,492.78	574,608.61	593,506.22	614,913.77	619,181.20	642,442.77	665,921.90	678,528.46
GHG reduction	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20,637.10	21,392.83	22,304.14	23,146.47	24,146.30	42,188.92	44,037.47	45,798.42	61,409.03
%GHG reduction	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.69	3.71	3.74	3.75	3.78	6.38	6.41	6.43	8.30
Option 1 + Option 2	422,862.13	429,067.81	448,543.42	481,216.53	478,712.43	491,079.57	504,238.87	519,838.94	534,890.35	532,157.66	548,490.44	567,197.34	585,766.79	606,805.80	611,051.02	633,966.25	657,076.84	669,659.17
GHG reduction	-	-	-	-	-	5,528.16	5,896.71	6,282.42	6,633.79	27,270.89	28,395.17	29,715.41	30,885.89	32,254.27	50,319.11	52,513.99	54,643.48	70,278.32
%GHG reduction	-	-	-	-	-	1.11	1.16	1.19	1.23	4.87	4.92	4.98	5.01	5.05	7.61	7.65	7.68	9.50
Option 1 + Option 2+Option 3	422,862.13	429,067.81	448,543.42	481,216.53	478,712.43	488,460.42	501,901.59	517,388.78	532,344.83	529,487.61	546,038.03	564,615.20	583,062.52	603,956.88	608,063.71	630,817.42	653,771.29	666,172.99
GHG reduction	-	-	-	-	-	8,147.30	8,233.99	8,732.58	9,179.31	29,940.94	30,847.58	32,297.55	33,590.16	35,103.19	53,306.41	55,662.82	57,949.03	73,764.50
%GHG reduction	-	-	-	-	-	1.64	1.61	1.66	1.70	5.35	5.35	5.41	5.45	5.49	8.06	8.11	8.14	9.97
Option 1 + Option 2+Option 3 + Option 4	422,862.13	429,067.81	448,543.42	481,216.53	478,712.43	488,460.42	501,901.59	517,388.78	532,344.83	529,487.61	546,038.03	564,615.20	580,623.97	598,714.00	599,584.71	618,594.38	637,207.99	644,570.38
GHG reduction	-	-	-	-	-	8,147.30	8,233.99	8,732.58	9,179.31	29,940.94	30,847.58	32,297.55	36,028.71	40,346.06	61,785.41	67,885.86	74,512.33	95,367.11
%GHG reduction	-	-	-	-	-	1.64	1.61	1.66	1.70	5.35	5.35	5.41	5.84	6.31	9.34	9.89	10.47	12.89
Option 1 + Option 2+Option 3 + Option 5	422,862.13	429,067.81	448,543.42	481,216.53	478,712.43	488,742.29	501,901.59	517,388.78	532,344.83	527,486.17	543,196.20	560,819.72	575,742.00	592,590.32	592,038.40	609,414.87	626,150.33	631,349.58
GHG reduction	-	-	-	-	-	7,865.44	8,233.99	8,732.58	9,179.31	31,942.39	33,689.41	36,093.03	40,910.68	46,469.75	69,331.72	77,065.37	85,569.99	108,587.91
%GHG reduction	-	-	-	-	-	1.58	1.61	1.66	1.70	5.71	5.84	6.05	6.63	7.27	10.48	11.23	12.02	14.68

ภาคผนวก ง ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ ง - 1 ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor)

ลำดับที่	ชื่อ	รายละเอียด	หน่วย	ค่าแฟคเตอร์ ($kgCO_2eq$/หน่วย)
1	ไฟฟ้า	การใช้ไฟฟ้าในเขตเมือง	kWh	0.5821
2	Electricity, grid mix (ไฟฟ้า)	การผลิตไฟฟ้าในระบบ Grid mix ของประเทศไทย	kWh	0.5664
3	Solar cell, wind project	โครงการพลังงานแสงอาทิตย์และลม	kWh	0.5692

(องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน))

ตารางที่ ง - 2 ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเชื้อเพลิงในกลุ่มอุตสาหกรรมการผลิตและการก่อสร้าง

ลำดับ	เชื้อเพลิง	หน่วยปริมาณการใช้	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก		
			$kgCO_2$/TJ	$kgCH_4$/TJ	kgN_2O/TJ
1	LPG	L	63,100	1	0.1
2	Diesel	L	74,100	3	0.6
3	Gasoline	L	69,300	3	0.6
4	Gasohol91	L	62,370	3	0.6
5	E20	L	55,440	3	0.6
6	Oil	L	77,400	3	0.6

(IPCC 2006 V.2 Ch.2 Table 2.3: Default Emission Factors for Stationary Combustion in Manufacturing Industries and Construction)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ ง - 3 ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเชื้อเพลิงในกลุ่มการพาณิชย์และสถาบัน

ลำดับ	เชื้อเพลิง	หน่วยปริมาณการใช้	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก		
			$kgCO_2/TJ$	$kgCH_4/TJ$	kgN_2O/TJ
1	LPG	L	63,100	5	0.1
2	Diesel	L	74,100	10	0.6
3	Gasoline	L	69,300	10	0.6
4	Gasohol91	L	62,370	10	0.6
5	Gasohol95	L	62,370	10	0.6
6	E20	L	55,440	10	0.6
7	Oil	L	77,400	10	0.6

(IPCC 2006 V.2 Ch.2 Table 2.4: Default Emission Factors for Stationary Combustion in the Commercial/Institutional)

ตารางที่ ง - 4 ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเชื้อเพลิงในกลุ่มครัวเรือนและการเกษตร

ลำดับ	เชื้อเพลิง	หน่วยปริมาณการใช้	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก		
			$kgCO_2/TJ$	$kgCH_4/TJ$	kgN_2O/TJ
1	LPG	L	63,100	5	0.1

(IPCC 2006 V.2 Ch.2 Table 2.5: Default Emission Factors for Stationary Combustion in the Residential and Agriculture/ Forestry/ Fishing/ Fishing Farm)

ตารางที่ ง - 5 ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเชื้อเพลิงจากแหล่งที่ไม่สามารถระบุได้

ลำดับ	เชื้อเพลิง	หน่วยปริมาณการใช้	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก		
			$kgCO_2/TJ$	$kgCH_4/TJ$	kgN_2O/TJ
1	Diesel	L	74,100	3	0.6
2	Gasoline	L	69,300	3	0.6
3	Gasohol91	L	62,370	3	0.6
4	E20	L	55,440	3	0.6
5	E85	L	10,395	3	0.6
6	Oil	L	77,400	3	0.6

(IPCC 2006 V.2 Ch.2 Table 2.3: Default Emission Factors for Stationary Combustion in Manufacturing Industries and Construction)

ตารางที่ ง - 6 ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเชื้อเพลิงในกลุ่มขนส่งทางถนน

ลำดับ	เชื้อเพลิง	หน่วยปริมาณการใช้	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก		
			$kgCO_2/TJ$	$kgCH_4/TJ$	kgN_2O/TJ
1	LPG	L	56,100	62	0.2
2	Diesel	L	74,100	3.9	3.9
3	Gasoline	L	69,300	33	3.2
4	Gasohol91	L	62,370	31.5	2.88
5	Gasoline91	L	62,370	31.5	2.88
6	E20	L	55,440	30	2.56
7	E85	L	10,395	20.25	0.48
8	Oil	L	77,400	3	0.6

(IPCC 2006 V.2 Ch.3 Table 3.2.1: Road Transport Default CO2 Emission Factors and Uncertainty Ranges - IPCC 2006 V.2 Ch.3 Table 3.2.2: Road Transport N2O And CH4 Default Emission Factors and Uncertainty Ranges)

ตารางที่ ง - 7 ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเชื้อเพลิงในกลุ่มขนส่งทางราง

ลำดับ	เชื้อเพลิง	หน่วยปริมาณการใช้	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก		
			$kgCO_2/TJ$	$kgCH_4/TJ$	kgN_2O/TJ
1	Diesel	L	74,100	4.15	28.6

(IPCC 2006 V.2 Ch.3 Table 3.4.1: Default rail transport Emission Factors for Off-Road Transport)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นางสาวอมรวรรณ ศรีสวัสดิ์
วัน เดือน ปี เกิด	1 เมษายน 2539
สถานที่เกิด	จังหวัดนนทบุรี
วุฒิการศึกษา	ปริญญาตรีวิทยาศาสตรบัณฑิต (เกียรตินิยมอันดับสอง) สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ที่อยู่ปัจจุบัน	50/59 หมู่ที่ 5 ซอนติวานนท์-ปากเกร็ด 14 ถนนติวานนท์ ตำบลปากเกร็ด อำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี 11120

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University