แบบจำลองความต้องการพลังงานสำหรับเมืองคาร์บอนต่ำในประเทศไทย: กรณีศึกษาจังหวัดนครราชสีมา

ENERGY DEMAND MODELING FOR LOW CARBON CITIES IN THAILAND: A CASE STUDY OF NAKHON RATCHASIMA PROVINCE

แคททรียา ถึงไชย

KATTREEYA TEUNGCHAI

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการวางแผนภาคและเมืองมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการวางแผนชุมชนเมืองและสภาพแวดล้อม

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2566

KMITL-2023-AR-M-001-023

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ENERGY DEMAND MODELING FOR LOW CARBON CITIES IN THAILAND: A CASE STUDY OF NAKHON RATCHASIMA PROVINCE

KATTREEYA TEUNGCHAI

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF URBAN AND REGIONAL PLANNING IN URBAN
AND ENVIRONMENTAL PLANNING
FACULTY OF ARCHITECTURE
2023

KMITL-2023-AR-M-001-023

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2023

FACULTY OF ARCHITECTURE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	แบบจำลองความต้องการพลังงานสำหรับเมืองคาร์บอนต่ำในประเทศไทย: กรณีศึกษาจังหวัดนครราชสีมา
นักศึกษา	นางสาวแคททรียา ถึงไชย
รหัสประจำตัว	59602015
ปริญญา	การวางแผนภาคและเมืองมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	การวางแผนชุมชนเมืองและสภาพแวดล้อม
พ.ศ	2566
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อาทิตย์ ทิพย์พิชัย
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์(ร่วม)	-

บทคัดย่อ

จังหวัดนครราชสีมาตั้งอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่ได้รับการส่งเสริมให้เป็นหนึ่งในเมืองคาร์บอนต่ำต้นแบบของประเทศไทย จังหวัดนครราชสีมาเป็นจังหวัดที่มีพื้นที่ใหญ่ที่สุดและมีประชากรมากเป็นอันดับสองของประเทศไทย นอกจากนั้น จังหวัดนคราชสีมายังตั้งอยู่ในตำแหน่งยุทธศาสตร์เป็นประตูสู่อินโดจีนมีแนวโน้มความต้องการพลังงานในอนาคตที่เพิ่มมากขึ้น การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินนโยบายและมาตรการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (GHG) ให้บรรลุเป้าหมายในระดับจังหวัด และนำโปรแกรม Low Emissions Analysis Platform (LEAP) มาใช้เป็นเครื่องมือสร้างแบบจำลองเพื่อจำลองความต้องการพลังงานสำหรับแต่ละภาคเศรษฐกิจ โดยกำหนดให้ข้อมูลปี 2562 เป็นปีฐาน ประยุกต์ใช้วิธี Top-down ร่วมกับวิธี Bottom-up ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความพร้อมของข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ แบบจำลองประกอบด้วยสองสถานการณ์ (1) สถานการณ์กรณีปกติ (Business as Usual: BAU) และ (2) สถานการณ์กรณีคาร์บอนต่ำ (Low-carbon Scenario: LCS)

ผลการศึกษาพบว่า ในกรณีคาร์บอนต่ำ (LCS) ความต้องการพลังงานของจังหวัดนครราชสีมาในปี 2593 จะต่ำกว่ากรณีปกติ (BAU) 1,804.5 ktoe หรือประมาณ 40.4% ซึ่งภาคขนส่งมีสัดส่วนลดการใช้พลังงานมากที่สุด 40.7% ตามด้วยภาคอุตสาหกรรม 28.0% ภาคครัวเรือน 17.6% ภาคอาคาร 11.2% และภาคเศรษฐกิจอื่นๆ 2.5% สิ่งนี้แสดงให้เห็นถึงความสำคัญอย่างยิ่งยวดของนโยบายที่ส่งเสริมยานพาหนะที่ใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพสูงและการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางไปสู่การขนส่งสาธารณะ ควรมีการส่งเสริมให้มีการใช้พลังงานไฟฟ้าในทุกภาคส่วนอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด ในกรณี LCS พบว่ามีการปล่อย CO_2 ต่ำกว่าในกรณี BAU ประมาณ 40.2% อีกทั้งพบว่า ความต้องการพลังงานในจังหวัดนครราชสีมายังค่อยๆ เพิ่มขึ้นจนถึงปี 2593 แต่การปล่อย CO_2 จะมีปริมาณสูงสุด (Peak) ประมาณปี 2581 หลังจากนั้นจะค่อยๆ ลดลง ซึ่งข้อมูลนี้มีประโยชน์มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับผู้มีอำนาจตัดสินใจและผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในระดับจังหวัดเพื่อการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

คำสำคัญ: แบบจำลองความต้องการพลังงาน, แบบจำลองพลังงานระดับจังหวัด, CO_2, LEAP, เมืองคาร์บอนต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis	Energy Demand Modeling For Low Carbon Cities In Thailand: A Case Study Of Nakhon Ratchasima Province
Student	Miss Kattreeya Teungchai
Student ID	59602015
Degree	Master of Urban and Regional Planning
Program	Urban and Environmental Planning
Year	2023
Thesis Advisor	Assistant Professor Atit Tippichai, Ph.D
Thesis Co-Advisor	-

ABSTRACT

Nakhon Ratchasima is one of the northeastern cities that have been promoted as one of the low-carbon cities in Thailand. Nakhon Ratchasima is Thailand's first largest by area and second most populous province. Moreover, Nakhon Ratchasima is strategically positioned as a gateway to Indochina, promising future energy demands. The purpose of this study was to assess policies and measures to reduce greenhouse gas (GHG) emissions to achieve the targets at the provincial level and to use the Low Emissions Analysis Platform (LEAP) program as a modeling tool to simulate energy demand for each economic sector. The 2019 data is set as the base year, which applies the Top-down and Bottom-up methods, depending on the data availability. The model consists of two scenarios: (1) a business-as-usual (BAU) scenario and (2) a low-carbon scenario (LCS).

In the low carbon case (LCS), the energy demand of Nakhon Ratchasima in 2050 will be lower than the BAU case by 1,804.5 ktoe or about 40.4%. The transport sector accounted for the largest reduction in energy consumption in the LCS case compared to the BAU case at 40.7%, followed by industry at 28.0%, households at 17.6%, buildings at 11.2% and other economic sectors at 2.5%. This is especially critical of policies promoting energy-efficient vehicles and shifting to public transportation. The use of electricity in all sectors must be promoted in order to maximize energy

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

efficiency. In the LCS case, CO_2 emissions will be approximately 40.2% lower than in the BAU case. In addition, it was found that the demand for energy in Nakhon Ratchasima has gradually increased until 2050, but observed CO_2 emissions will have a peak around 2038, after which it will gradually decrease. This information is very useful for decision-makers and stakeholders at the provincial level in response to climate change.

Keywords: energy demand model, provincial energy model, CO_2 emissions, LEAP, low-carbon city

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับการชี้แนะและความกรุณาที่เป็นประโยชน์จากคณะกรรมการและที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ทุกท่าน ขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันเพ็ญ เจริญตระกูลปีติ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปนายุ ไชยรัตนานนท์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฏฐกิษฐ นบนอบ ที่ให้ความกรุณาสละเวลามาเป็นคณะกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ และให้คำปรึกษาแนะนำในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อาทิตย์ ทิพย์พิชัย ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาสละเวลาตรวจสอบ ชี้แนะ และแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ทั้งยังให้ความเมตตาในการเคี่ยวเข็ญ เป็นกำลังใจให้การทำวิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณคณะอาจารย์สาขาการวางแผนภาคและเมืองมหาบัณฑิตทุกท่าน ที่สั่งสอนวิชาความรู้อันเป็นประโยชน์แก่ผู้วิจัย รวมถึงพี่ ๆ เจ้าหน้าที่คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ที่น่ารักทุกท่านสำหรับการให้ความช่วยเหลือ และอำนวยความสะดวกตลอดระยะเวลาในการศึกษาที่สถาบันแห่งนี้

ขอขอบคุณครอบครัว คุณบุญล้อม ยวนใจ คุณทิพพร ยวนใจ ยายและมารดาอันเป็นที่รักยิ่ง ที่ให้การสนับสนุนส่งเสริมปัจจัยต่าง ๆ ให้กับผู้วิจัย และอบรมเลี้ยงดูลูกหลานคนนี้ด้วยความรักเสมอมา ขอบคุณญาติ ๆ พี่น้องอีกหลายท่าน ซึ่งอาจกล่าวถึงได้ไม่หมด ที่คอยเป็นที่พึ่งและเป็นกำลังใจ ให้กับผู้วิจัย

ขอขอบคุณกำลังใจจากเพื่อน ๆ ทุกคน มิ้น ขวัญ เพิร์ธ และเพื่อนร่วมงานที่คอยรับฟังปัญหาและให้กำลังจากการทำวิจัยครั้งนี้ผ่อนคลายลงและผ่านพ้นไปได้ด้วยดี

แคททรียา ถึงไชย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II
กิตติกรรมประกาศ..... IV
สารบัญ..... V
สารบัญตาราง..... IX
สารบัญรูป..... XI

บทที่ 1 บทนำ..... 1

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา..... 1
1.2 วัตถุประสงค์ในการศึกษา..... 2
1.3 คำถามการวิจัย..... 2
1.4 ขอบเขตการศึกษา..... 3
1.4.1 ขอบเขตของพื้นที่ศึกษา.....3
1.4.2 ขอบเขตด้านเนื้อหา.....4
1.5 ข้อจำกัดในการวิจัย..... 4
1.6 ขั้นตอนในการศึกษา..... 4
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 5

บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรม..... 7

2.1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในเมืองต่างๆ ทั่วโลก..... 7
2.2 ความพยายามของประเทศไทยในการต่อต้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ..... 8
2.2.1 แผนยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี.....9
2.2.2 แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ 5 ปี.....9
2.2.3 แผนพลังงานแห่งชาติ.....12
2.3 แผนที่นำทางการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศและยุทธศาสตร์ระยะยาวในการพัฒนาแบบปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่ำของประเทศ..... 13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.3.1 การดำเนินงานด้านการประหยัดพลังงานและการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย....15

2.4 การลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ CO_2 ในระดับจังหวัด.... 19

2.5 วิธีประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจังหวัดนครราชสีมาในปีฐาน (พ.ศ. 2561).... 21

2.6 แนวทางการประเมินการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 24

2.6.1 การวิเคราะห์ในรูปแบบของ Top-Down Method....25

2.6.2 การวิเคราะห์ในรูปแบบของ Bottom-Up Method....25

2.6.3 ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการตรวจวัด....27

2.7 การหาแนวทางลดก๊าซเรือนกระจกระดับจังหวัด.... 29

2.8 นโยบายการลดก๊าซเรือนกระจกระดับเทศบาล 30

2.8.1 แผนพัฒนาเทศบาลนครราชสีมา....30

2.8.2 การวิเคราะห์นโยบายการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเทศบาลนครราชสีมา....34

2.9 มาตรการ นโยบาย และแผนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานทดแทน ของจังหวัด 35

2.10 แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการพลังงาน 37

2.11 แบบจำลองพลังงาน.... 38

2.12 การศึกษาโปรแกรม LEAP Model 40

2.13 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับแบบจำลองพลังงาน 44

2.14 แบบจำลองพลังงานในแต่ละภาคเศรษฐกิจ.... 45

2.15 แผนพัฒนาจังหวัดนครราชสีมา.... 47

2.16 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคาดการณ์พลังงาน.... 48

2.16.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคาดการณ์พลังงาน....52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย.....54

3.1 สมมุติฐานการคาดการณ์ความต้องการพลังงาน 54

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา..... 54

3.3 ขั้นตอนการสร้างภาพอนาคตด้วย LEAP 56

3.3.1 การกำหนดโครงสร้างของข้อมูล.....56

3.3.2 การสร้างและจัดทำสถานการณ์ทางเลือกหรือภาพอนาคต (Scenario).....58

3.3.3 การสร้างผลประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (GHG emissions).....58

3.3.4 ผลการวิเคราะห์.....59

3.4 การรวบรวมข้อมูลและการสร้างแบบจำลอง 60

3.4.1 ภาคการขนส่ง.....62

3.4.2 ภาคครัวเรือน.....65

3.4.3 ภาคอุตสาหกรรม ภาคอาคาร ภาคเกษตร และภาคอื่นๆ.....67

3.5 LEAP และสถานการณ์จำลอง..... 67

3.6 หลักการทำงาน LEAP..... 69

3.7 การวิเคราะห์ข้อมูล 71

3.7.1 โครงสร้างของแบบจำลองการใช้พลังงานในแต่ละภาคเศรษฐกิจ.....73

3.7.2 การคำนวณความต้องการพลังงาน.....75

3.7.3 การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก.....75

3.7.4 การกำหนดความเข้มข้นของการใช้พลังงานในแต่ละภาคเศรษฐกิจ (Energy Intensity,EI).....75

3.7.5 การกำหนดประสิทธิภาพพลังงาน (Energy Efficiency,EE).....76

3.8 การแปลงหน่วยข้อมูล..... 76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ข้อมูลที่เกี่ยวข้องของจังหวัดนครราชสีมา.....77

4.1 สภาพเศรษฐกิจสังคมของจังหวัดนครราชสีมา.....77

4.1.1 ที่ตั้งและอาณาเขต.....77

4.1.2 ลักษณะภูมิประเทศ.....78

4.1.3 ลักษณะภูมิอากาศ.....79

4.1.4 ด้านประชากร.....80

4.1.5 ด้านอุตสาหกรรม.....82

4.1.6 ด้านพลังงาน.....84

4.1.6.1 การใช้พลังงานขั้นสุดท้ายรายเชื้อเพลิงของจังหวัดนครราชสีมา.....84

4.1.7 ด้านการคมนาคม.....87

4.1.7.1 สถิติจำนวนยานพาหนะในพื้นที่ศึกษาและการจำแนกประเภท.....87

4.1.7.2 สรุปข้อมูลที่เกี่ยวของจังหวัดนครราชสีมา.....88

4.2 สภาพเศรษฐกิจ..... 82

4.2.1 สถานการณ์ด้านแรงงาน.....88

4.2.2 ผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัด (Gross Provincial Product: GPP).....89

บทที่ 5 ผลการศึกษา 93

5.1 ความต้องการพลังงานขั้นสุดท้ายตามภาคเศรษฐกิจ 93

5.2 ความต้องการพลังงานขั้นสุดท้ายตามประเภทเชื้อเพลิง 96

5.3 การปล่อย CO2 จากการใช้พลังงานตามภาคเศรษฐกิจในกรณี BAU และ LCS 101

บทที่ 6 บทสรุปและข้อเสนอแนะ 105

6.1 สรุปข้อมูลด้านพลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของจังหวัดนครราชสีมา..... 106

6.2 สรุปผลการวิเคราะห์ภาพอนาคต 109

6.3 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย 114

6.4 ข้อเสนอแนะการใช้แบบจำลอง LEAP 115

6.5 ข้อเสนอแนะงานวิจัยในอนาคต 115

บรรณานุกรม.....117

ประวัติผู้เขียน.....121

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของจังหวัดนครราชสีมาในปีฐาน (พ.ศ.2561).....22
2.2 สรุปแนวทางการวิเคราะห์ประมาณการปล่อยก๊าซ CO_2 และตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้องในภาคคมนาคม.....28
2.3 โครงการที่เกี่ยวข้องกับการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเทศบาลนครนครราชสีมา.....31
2.4 แบบจำลองที่นิยมใช้ในการวิเคราะห์ก๊าซเรือนกระจกจากภาคพลังงาน.....43
2.5 สรุปและเปรียบเทียบแนวทางและวิธีการของงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....51
2.6 สรุปและเปรียบเทียบเครื่องมือใช้ในการวิเคราะห์ความต้องการพลังงาน.....52
3.1 ข้อมูลและประเภทของแบบจำลองตามภาคส่วน.....60
3.2 การถือครองรถยนต์และความอิ่มตัวของสมาชิกเศรษฐกิจเอเปกที่ได้รับการคัดเลือก ปี 2556-2583.....62
3.3 การใช้เชื้อเพลิงและเทคโนโลยีตามประเภทรถ.....64
3.4 การบังคับใช้ประเภทพลังงานตามการใช้งานของภาคครัวเรือน.....65
3.5 ความต้องการใช้ไฟฟ้าต่อปีต่อครัวเรือนในภาคตะวันออกของประเทศไทย.....66
3.6 การบังคับใช้ประเภทพลังงานตามภาคเศรษฐกิจ.....66
3.7 สมมติฐานของแบบจำลองระหว่างสถานการณ์ BAU และ LCS.....67
3.8 สมมติฐานของปัจจัยขับเคลื่อนจำแนกตามภาคเศรษฐกิจในแต่ละกรณี.....72
4.1 การเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากรและครัวเรือนจังหวัดนครราชสีมา พ.ศ.2551-2562.....81
4.2 จำนวนโรงงานแยกตามจำพวกโรงงาน.....82
4.3 จำนวนโรงงานในพื้นที่ทั้งสิ้นของจังหวัดนครราชสีมา พ.ศ.2563.....82
4.4 ปริมาณการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายรายเชื้อเพลิงจำแนกตามภาคเศรษฐกิจของจังหวัดนครราชสีมา พ.ศ. 2552-2562.....84
4.5 สถิติจำนวนรถจดทะเบียนใหม่ตามกฎหมายว่าด้วยรถยนต์สำนักงานขนส่งจังหวัดนครราชสีมาตั้งแต่ปีพ.ศ. 2553-2559.....87
4.6 ข้อมูลแรงงานจังหวัดนครราชสีมาจำแนกตามเพศและสถานภาพแรงงาน ไตรมาส 3 (เดือนกรกฎาคม - กันยายน 2561) ข้อมูล ณ 30 กันยายน 2561.....89
4.7 แสดงมูลค่าผลิตภัณฑ์จังหวัดนครราชสีมา แบบปริมาณลูกโซ่ (อ้างอิงปี 2545) ระหว่าง พ.ศ. 2552 – 2562.....91

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

5.1 ผลลัพธ์ความต้องการพลังงานขั้นสุดท้ายของภาคเศรษฐกิจ.....95
5.2 ผลลัพธ์ความต้องการพลังงานขั้นสุดท้ายตามประเภทเชื้อเพลิง.....97
5.3 ผลการปล่อย CO_2 จากการใช้พลังงานของภาคเศรษฐกิจ.....101
6.1 สรุปสมมติฐานของปัจจัยขับเคลื่อนที่ส่งผลต่อผลการวิเคราะห์ภาพอนาคตจำแนกตามภาคเศรษฐกิจในแต่ละกรณี 112

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

1.1 แผนที่แสดงขอบเขตพื้นที่การศึกษา....3
1.2 กรอบแนวความคิดในการวิจัย....6
2.1 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมของทั่วโลก....8
2.2 กรอบแผนพัฒนาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ....12
2.3 แผนที่นำทางการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศ ปี พ.ศ. 2564 – 2573....19
2.4 การแบ่งกลุ่มการรายงานปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก....20
2.5 ขอบเขตการรายงานปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก....21
2.6 ขอบเขตการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของจังหวัดนครราชสีมา....22
2.7 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของจังหวัดนครราชสีมาในปีฐาน (พ.ศ. 2561)....23
2.8 สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของจังหวัดนครราชสีมาในปีฐาน (พ.ศ. 2561)....23
2.9 สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรายภาคส่วนย่อยของจังหวัดนครราชสีมาในปีฐาน (พ.ศ.2561)....24
2.10 แนวทางการตรวจวัดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้จริงแบบปีต่อปี....36
2.11 แนวทางการตรวจวัดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้เทียบกับกรณีฐาน....37
2.12 โครงสร้างการพัฒนาแบบจำลอง LEAP....40
2.13 เปรียบเทียบแบบจำลองทางด้านพลังงาน ระหว่างแบบ Top down แบบจำลองแบบ Bottom-up....42
2.14 ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองการใช้พลังงานในภาคการขนส่งทางถนน....45
3.1 รูปแบบการใช้งานของแบบจำลอง LEAP....55
3.2 การกำหนดปีที่ใช้ในการคาดการณ์....56
3.3 โครงสร้างของข้อมูลในการสมมติฐาน (Key Assumption)....57
3.4 โครงสร้างของข้อมูลในภาคความต้องการ (Demand)....58
3.5 ตารางการป้อนข้อมูล....58
3.6 การสร้างผลประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (GHG emissions)....59
3.7 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล....59
3.8 แสดงตัวอย่างการกระจายอายุของรถยนต์ ในปี 2553....64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

3.9 แสดงตัวอย่างเส้นโค้งการอยู่รอดของรถยนต์นั่งส่วนบุคคล....64
3.10 กรอบโมเดล LEAP ที่ใช้ในงานวิจัย....70
3.11 โครงสร้างโมเดล LEAP ที่ใช้ในภาคภาครัวเรือน ภาคอาคารพาณิชย์ ภาคอุตสาหกรรม และภาคเกษตรกรรม....73
3.12 โครงสร้างโมเดล LEAP ที่ใช้ในภาคขนส่ง....74
4.1 พื้นที่ศึกษา....78
5.1 ความต้องการพลังงานขั้นสุดท้ายของภาคเศรษฐกิจในกรณี (a) BAU และ (b) LCS....94
5.2 สัดส่วนการลดความต้องการพลังงานขั้นสุดท้ายใน LCS เทียบกับ BAU ตามภาคเศรษฐกิจ....96
5.3 ความต้องการพลังงานขั้นสุดท้ายตามประเภทเชื้อเพลิงในกรณี (a) BAU และ (b) LCS....98
5.4 เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของความต้องการพลังงานขั้นสุดท้ายใน LCS เมื่อเทียบกับ BAU ตามประเภทเชื้อเพลิง....99
5.5 จำนวนรถโดยสารสาธารณะแยกตามเทคโนโลยียานยนต์และเชื้อเพลิง....99
5.6 จำนวนรถบรรทุกแยกตามเทคโนโลยียานยนต์และเชื้อเพลิง....100
5.7 จำนวนรถยนต์นั่งแยกตามเทคโนโลยียานยนต์และเชื้อเพลิง....100
5.8 การปล่อย CO_2 จากการใช้พลังงานตามภาคเศรษฐกิจในกรณี (a) BAU และ (b) LCS....103
5.9 สัดส่วนการลดการปล่อย CO_2 ใน LCS เทียบกับ BAU ตามภาคเศรษฐกิจ....104
6.1 ผลประเมินการปล่อยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเปรียบเทียบ 2 กรณี....111

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นปัญหาระดับโลกที่นานาประเทศได้ให้สัตยาบันเพื่อร่วมกันแก้ไขปัญหานี้ให้ทันท่วงที ก่อนที่จะไม่สามารถควบคุมปัญหานี้ได้ จากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์โดยคณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC) (2021) ได้ระบุว่าอุณหภูมิพื้นผิวโลกที่เกิดจากฝีมือมนุษย์ทั้งหมดเพิ่มขึ้นจากปี 1850-1900 เป็นปี 2010-2019 ประมาณ 1.07°C ซึ่งกำลังเข้าใกล้ช่วงของการเพิ่มขึ้น 1.5-2.0°C ซึ่งข้อตกลงปารีส (Paris Agreement) ตั้งเป้าที่จะจำกัดไม่ให้อุณหภูมิสูงขึ้นเกินค่านี้ (UNFCCC, 2015) การใช้พลังงานเป็นสาเหตุใหญ่ที่สุดของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากมนุษย์ทั่วโลก ซึ่งคิดเป็น 76% ของทั่วโลก ภาคส่วนพลังงานรวมถึงการขนส่ง การผลิตไฟฟ้าและความร้อน อาคาร การผลิตและการก่อสร้าง การปล่อยก๊าซเรือนกระจก และการเผาไหม้เชื้อเพลิงอื่นๆ (Ge et al., 2020) จากข้อมูลของ UN-Habitat พบว่าเมืองต่างๆ ใช้พลังงานประมาณ 78% ของโลก และปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากกว่า 60% (United Nations, 2022) นอกจากนี้ มีการคาดการณ์ว่าภายในปี 2593 ประชากรโลกมากกว่าสองในสามคาดว่าจะอาศัยอยู่ในเขตเมือง (Ritchie and Roser, 2018) ซึ่งทำให้เห็นว่าการดำเนินการมาตรการเพื่อให้บรรลุเป้าหมายระดับชาติและระดับนานาชาติในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกให้สำเร็จนั้น ชุมชนท้องถิ่นหรือเมืองทั้งหมดจำเป็นต้องมีเครื่องมือในการวิเคราะห์และองค์ความรู้ที่สามารถดำเนินการด้วยตนเองเพื่อต่อสู้กับปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

นครราชสีมาเป็น 1 ใน 4 เมืองในประเทศไทยที่ได้รับเลือกให้เป็นเมืองต้นแบบที่กำหนดเป้าหมายเมืองคาร์บอนต่ำ (UNDP/GEF และ TGO, 2020) จังหวัดนครราชสีมาตั้งอยู่ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยและเป็นจังหวัดที่ใหญ่ที่สุดในแง่ของพื้นที่และเป็นจังหวัดที่สองในแง่ของจำนวนประชากร ด้วยทำเลที่ตั้งที่เป็นเสมือนประตูการค้าที่สำคัญสู่กลุ่มประเทศอินโดจีนและสอดคล้องกับระเบียงเศรษฐกิจตะวันออก-ตะวันตก (East-West Economic Corridor: EWEC) บทบาทของจังหวัดนครราชสีมาในอนาคตจึงมีความสำคัญต่อยุทธศาสตร์การพัฒนาของประเทศไทยมากขึ้น ซึ่งจะทำให้เกิดความต้องการพลังงานอย่างมากในอนาคต ซึ่งจะเป็นสาเหตุของการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (GHG) และมลพิษทางอากาศในท้องถิ่นอีกด้วย อย่างไรก็ตาม มีความพยายามมากมาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการแก้ไขปัญหานี้และได้กำหนดเป้าหมายของการเป็นเมืองคาร์บอนต่ำสำหรับเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมามีเป้าหมายที่จะเป็นเมืองอัจฉริยะที่เน้นการเคลื่อนย้ายอัจฉริยะ (Smart Mobility) เนื่องจากได้มีการก่อสร้างระบบรถไฟความเร็วสูงและได้มีการศึกษาระบบรถไฟฟ้ารางเบา (LRT) เพื่อให้มีการเดินทางด้วยระบบขนส่งสาธารณะเพิ่มมากขึ้น(สนข. 2560)

ดังนั้น ในการประเมินมาตรการและนโยบายลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เหมาะสมในจังหวัดนครราชสีมา จำเป็นต้องพัฒนาแบบจำลองความต้องการพลังงานระดับจังหวัด งานวิจัยหลายชิ้นใช้เครื่องมือสร้างแบบจำลองความต้องการพลังงานเพื่อคาดการณ์ความต้องการพลังงานในอนาคตตามสถานการณ์ที่พัฒนาขึ้น เช่น วีรินทร์ หวังจิรนิรันดร์ (2017), Emodi et al. (2560), Chaichaloempreecha et al. (2019), Hooman (2019), Hu et al. (2019), Misila et al (2020) และ Lunsamrong and Tippichai (2022) ในการศึกษานี้โปรแกรม LEAP (The Low Emissions Analysis Platform) จะถูกใช้ในการพยากรณ์ความต้องการพลังงานในแต่ละภาคเศรษฐกิจของจังหวัดนครราชสีมาจนถึงปี พ.ศ. 2593 ภายใต้ 2 สถานการณ์ (Scenario) ที่แตกต่างกัน ได้แก่ สถานการณ์ปกติ (Business as usual, BAU) และสถานการณ์คาร์บอนต่ำ (Low carbon scenario, LCS) ทั้งนี้เพื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์ภายใต้สองสถานการณ์และสมมติฐานที่เกี่ยวข้องที่ใช้ในแบบจำลอง

1.2 วัตถุประสงค์ในการศึกษา

1.2.1 เพื่อวิเคราะห์คาดการณ์ความต้องการใช้พลังงานระดับจังหวัดในอนาคต

1.2.2 เพื่อเสนอแนะแนวทางและมาตรการในการดำเนินการเพื่อให้บรรลุเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกของจังหวัดนครราชสีมา

1.3 คำถามการวิจัย

1.3.1 แนวโน้มความต้องการใช้พลังงานมีทิศทางการเพิ่มขึ้นอย่างไร

1.3.2 มาตรการและข้อเสนอแนะที่เหมาะสมในการดำเนินการเพื่อให้บรรลุเป้าหมายเมืองคาร์บอนต่ำมีอะไรบ้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

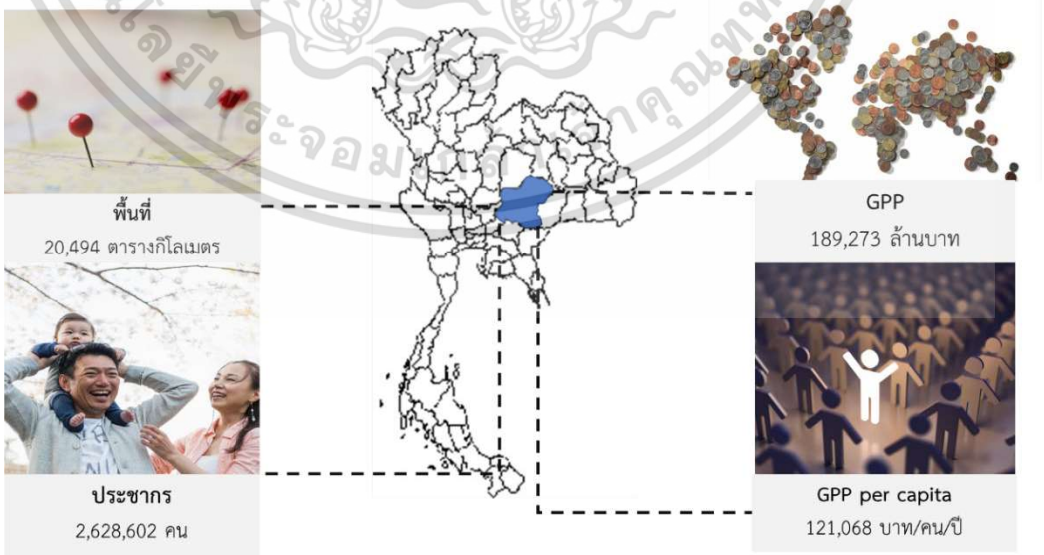
1.4 ขอบเขตการศึกษา

ในการศึกษานี้แบบจำลอง LEAP จะถูกนำมาใช้ในการคาดการณ์ความต้องการพลังงาน และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในจังหวัดนครราชสีมา ประเทศไทย ระหว่างปี พ.ศ. 2563 ถึง พ.ศ. 2593 เพื่อประเมินมาตรการที่สนับสนุนสู่เมืองคาร์บอนต่ำและบรรลุเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย

1.4.1 ขอบเขตของพื้นที่ศึกษา

จังหวัดนครราชสีมาตั้งอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยและมีเนื้อที่ 20,494 ตารางกิโลเมตร มีประชากรมากเป็นอันดับ 2 ของประเทศและรายแรกในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ในปี ค.ศ. 2020 มีจำนวนทั้งสิ้น 2,628,602 คน แบ่งเป็นชาย 1,291,880 คน คิดเป็นร้อยละ 49.1หญิง 1,336,722 คน คิดเป็นร้อยละ 50.9 อยู่ในจังหวัดนครราชสีมา (กรมการปกครอง, 2563)

ในปี พ.ศ. 2562 จังหวัดนครราชสีมา มีผลิตภัณฑ์มวลรวม (GPP) เฉลี่ยต่อหัวอยู่ที่ 121,068 บาท/คน/ปี โดยรายได้เฉลี่ยต่อหัวอยู่อันดับที่ 2 ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือและอันดับที่ 34 ของประเทศ ภาวะเศรษฐกิจที่สำคัญของจังหวัดขึ้นอยู่กับภาคอุตสาหกรรม การเกษตร และการค้าปลีก (สศช., 2562) การใช้พลังงานขั้นสุดท้ายในจังหวัดนครราชสีมาในปี พ.ศ. 2563 จากกระทรวงพลังงาน เท่ากับ 2,066 ktoe ภาคขนส่งเป็นภาคที่ใช้พลังงานมากที่สุด 1,195 ktoe (57.8%) ตามด้วยภาคอุตสาหกรรม (21.7%) และภาคครัวเรือน (14.9%) ตามลำดับ



รูปที่ 1.1 แผนที่แสดงขอบเขตพื้นที่การศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4.2 ขอบเขตด้านเนื้อหา

การศึกษานี้ผู้วิจัยจะทำการวิเคราะห์คาดการณ์การใช้พลังงานระดับจังหวัดของพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา คือ โปรแกรม The Low Emissions Analysis Platform (LEAP) ผ่านการสร้างแบบจำลองเพื่อวิเคราะห์คาดการณ์ความต้องการพลังงานและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอนาคตอีก 30 ปีข้างหน้า ด้วยแบบจำลองทางด้านพลังงานวิธีแบบผสมผสาน Bottom-up, Hybrid และ Top-down โดยใช้ข้อมูลปี ค.ศ. 2019 เป็นปีฐาน ซึ่งจำแนกตามภาคเศรษฐกิจที่ใช้พลังงานทั้งหมด 5 ภาค ได้แก่ ภาคครัวเรือน, ภาคขนส่ง,ภาคอุตสาหกรรม, ภาคเกษตร และอื่นๆ เป็นต้น

1.5 ข้อจำกัดในการวิจัย

สำหรับการศึกษาข้อมูลของภาพอนาคตการใช้พลังงานสำหรับเป้าหมายเมืองคาร์บอนต่ำของจังหวัดนครราชสีมา ประเทศไทย ที่จัดทำขึ้นในครั้งนี้ เป็นเครื่องมือที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการวิเคราะห์ข้อมูลด้านต่างๆ เพื่อวิเคราะห์คาดการณ์ความต้องการพลังงานในระดับจังหวัด ซึ่งผลของการวิเคราะห์จะมีความถูกต้องและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้มากน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับความพร้อมของข้อมูล เนื่องจากฐานของการจัดเก็บข้อมูลมีการจัดเก็บที่แตกต่างกันไปในแต่ละหน่วยงานที่มีหน้าที่จัดเก็บข้อมูล ซึ่งอาจทำให้ผลของการวิเคราะห์นั้นมีความคลาดเคลื่อนได้ ดังนั้นในระยะยาวควรมีการปรึกษาหารือหรือปรับฐานการจัดเก็บข้อมูลระหว่างหน่วยต่างๆ เพื่อง่ายต่อการนำไปใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.6 ขั้นตอนในการศึกษา

1.6.1 การศึกษา ค้นคว้า รวบรวมข้อมูลต่างๆ ที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับการวิเคราะห์ภาพอนาคตการใช้พลังงานสำหรับเป้าหมายเมืองคาร์บอนต่ำในระดับจังหวัด จากแหล่งข้อมูลต่างๆ อาทิเช่น วิทยานิพนธ์ วารสาร เอกสาร คู่มือ สิ่งพิมพ์ เว็บไซต์ต่างๆ จากหน่วยงานภาครัฐและเอกชน เป็นต้น

1.6.2 นำเข้าข้อมูลซึ่งจำแนกตามภาคเศรษฐกิจที่ใช้พลังงานทั้งหมด 5 ภาค ได้แก่ ภาคครัวเรือน , ภาคขนส่ง, ภาคอุตสาหกรรม, ภาคเกษตร และอื่นๆ เป็นต้น

1.6.3 สร้างแบบจำลอง LEAP ขึ้นมาเพื่อคาดการณ์ความต้องการพลังงานในแต่ละภาคเศรษฐกิจของจังหวัดนครราชสีมาระหว่างปี พ.ศ. 2563 ถึงปี พ.ศ. 2593 ภายใต้ 2 สถานการณ์ที่แตกต่างกัน ได้แก่ Business As Usual (BAU) และ Low Carbon Scenario (LCS) ภายใต้สองสถานการณ์และสมมติฐานที่เกี่ยวข้องที่ใช้ในแบบจำลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6.4 วิเคราะห์ จัดทำ และเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์การคาดการณ์การใช้พลังงานและคาดการณ์ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระดับจังหวัด

1.6.5 สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลและเสนอแนะแนวทางในการดำเนินงาน

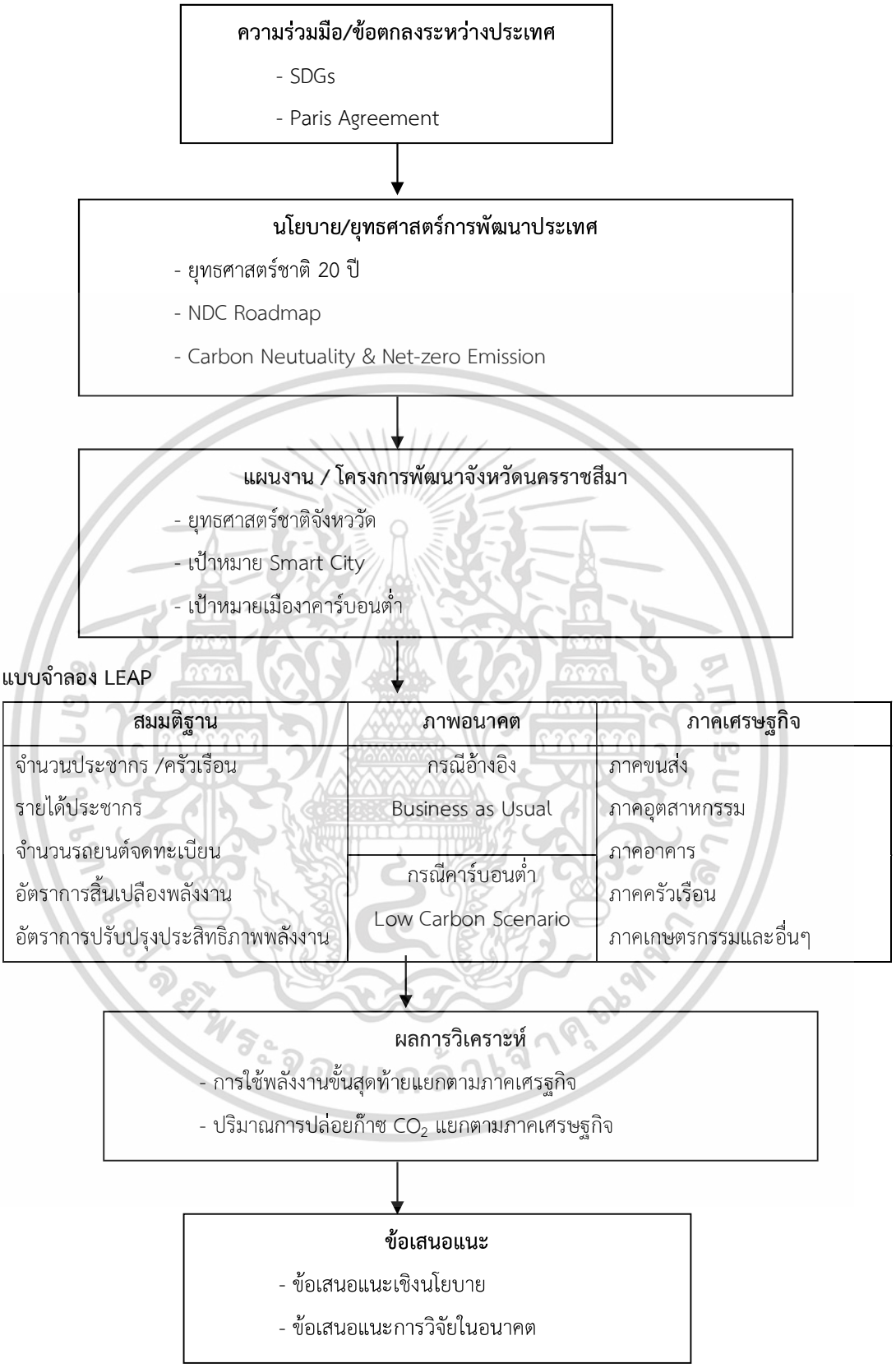
1.6.6 จัดทำรูปเล่ม

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.7.1. ผลคาดการณ์ความต้องพลังและปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมหลักภายในขอบเขตการปกครองของจังหวัด

1.7.2. ข้อเสนอแนะ นโยบาย แนวทางในการดำเนินงานสำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องของจังหวัดเพื่อมุ่งสู่การเป็นเมืองคาร์บอนต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.2 กรอบแนวความคิดในการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
การทบทวนวรรณกรรม

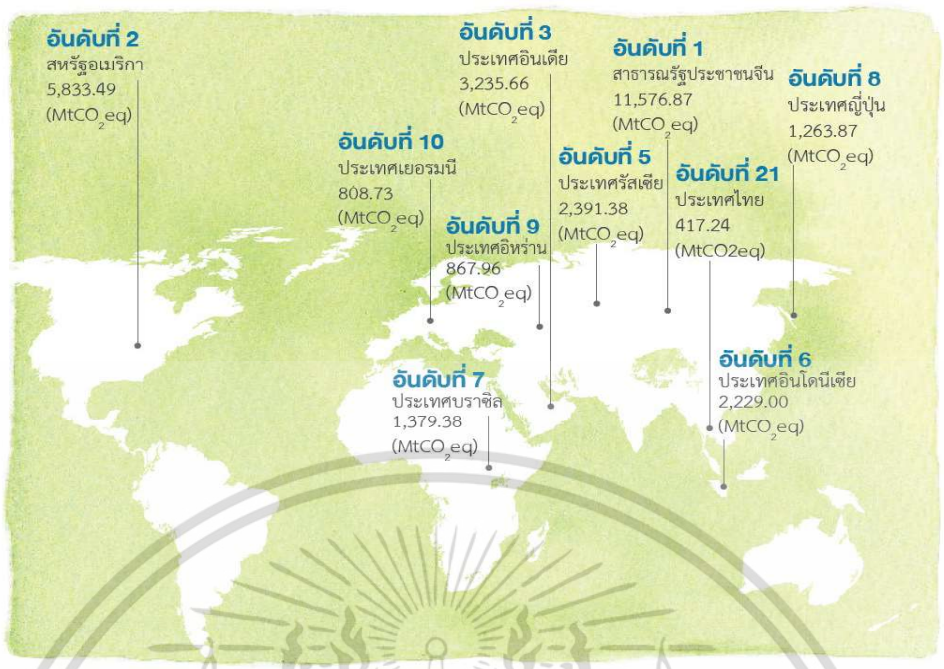
งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเรื่อง“การวิเคราะห์ภาพอนาคตการใช้พลังงานสำหรับเป้าหมายเมืองคาร์บอนต่ำของจังหวัดนครราชสีมา ประเทศไทย”เนื่องด้วยการคาดการณ์ความต้องการพลังงานของจังหวัดและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็นส่วนหนึ่งในการกำหนดเป้าหมาย แผน นโยบาย และมาตรการการใช้พลังงานในอนาคตของหน่วยงานด้านพลังงานของประเทศไทย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยมีเป้าประสงค์เพื่อมุ่งสู่เมืองคาร์บอนต่ำและบรรลุเป้าหมายของการสนับสนุนระดับประเทศของประเทศไทย ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการศึกษาข้อมูลของการวิเคราะห์คาดการณ์การใช้พลังงานสำหรับเป้าหมายเมืองคาร์บอนต่ำ จากเดิมที่มีเพียงการวิเคราะห์ภาพอนาคตการใช้พลังงานระดับประเทศและยังไม่มีการทำรายละเอียดในระดับจังหวัด

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้า แนวคิด ทฤษฎี ทบทวนวรรณกรรม รวมไปถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยพบว่าประเด็นในการศึกษาครั้งนี้มีดังต่อไปนี้

2.1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในเมืองต่างๆ ทั่วโลก

สืบเนื่องตั้งแต่ยุคปฏิวัติอุตสาหกรรม ทำให้ปริมาณก๊าซเรือนกระจกของโลกมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นจากการพัฒนาเศรษฐกิจอย่างต่อเนื่องส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศนั้นมีแนวโน้มรุนแรงมากขึ้นในทุกภูมิภาคของโลก จากรายงานของ World Resource Institute ในปี 2020 พบว่า ประเทศไทยมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอยู่ในอันดับที่ 21 ของโลก มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอยู่ที่ 417.24 MtCO2eq หรือคิดเป็นร้อยละ 0.85 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมของทั้งโลก (ข้อมูลจาก World Resource Institute (CAIT, 2020))

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่มา: องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)

รูปที่ 2.1 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมของทั่วโลก

ประเทศไทยจึงให้ความสำคัญและประโยชน์ต่อประเทศในการมีส่วนร่วมในการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกของโลก โดยจัดทำข้อเสนอการมีส่วนร่วมในการลดก๊าซเรือนกระจก ทั้งนี้ประเทศไทยได้ตั้งเป้าหมายในการลดก๊าซเรือนกระจกอยู่ที่ร้อยละ 20 - 25 เมื่อเทียบกับกรณีฐานภายในปี ค.ศ.2030 จากทุกภาคส่วน ยกเว้นภาคเกษตร ป่าไม้และการใช้ประโยชน์ที่ดิน พร้อมทั้งจัดทำแผนที่นำทางและแผนปฏิบัติการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศ และได้กำหนดไว้ในยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี โดยถ่ายทอดไปสู่แผนและเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกในระดับต่างๆ ได้แก่ แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ยุทธศาสตร์การพัฒนาจังหวัด แผนปฏิบัติการเพื่อการจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อมระดับจังหวัด เป็นต้น

2.2 ความพยายามของประเทศไทยในการต่อต้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

ประเทศไทยได้ปฏิรูปโครงสร้างการวางแผนระดับชาติโดยเริ่มจัดทำแผนยุทธศาสตร์ชาติระยะยาว 20 ปี ตาม พ.ร.บ.ยุทธศาสตร์ชาติ พ.ศ. 2560 ในปี 2560 (NESDC 2017) แผนยุทธศาสตร์ชาติฉบับนี้จะเป็นร่างของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติระยะ 5 ปี 4 ฉบับ เพื่อให้การดำเนินการตามแผนยุทธศาสตร์ชาติเป็นไปอย่างต่อเนื่อง มีแผนระดับชาติและแผนแม่บทอื่นๆ เช่น แผนพลังงานแห่งชาติ และแผนที่นำทางการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศ ปี พ.ศ. 2564-2573 NDC ซึ่งมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป้าหมายในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่สอดคล้องกับแผนการมีส่วนร่วมที่กำหนดโดยประเทศ (NDC) ของประเทศไทย

2.2.1 แผนยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี

ยุทธศาสตร์ชาติ (พ.ศ. 2561-2580) เป็นยุทธศาสตร์ชาติระยะยาวฉบับแรกของประเทศที่พัฒนาขึ้นตามรัฐธรรมนูญ เพื่อให้ประเทศบรรลุวิสัยทัศน์ในการเป็น “ประเทศที่พัฒนาแล้ว มีความมั่นคง มั่งคั่ง ยั่งยืน ตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง” โดยมีเป้าหมายสูงสุดคือความสุขและความอยู่ดีมีสุขของปวงชนชาวไทย (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2560) ยุทธศาสตร์ดังกล่าวครอบคลุม 6 ด้าน ได้แก่ การรักษาความปลอดภัย การเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน การพัฒนาศักยภาพมนุษย์ ความเท่าเทียมทางสังคม การเติบโตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ตลอดจนการปรับสมดุลและการปรับปรุงการบริหารจัดการภาครัฐ ยุทธศาสตร์นี้ได้รับการจัดตั้งขึ้นเป็นอย่างดีพร้อมกับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs) ขององค์การสหประชาชาติ และครอบคลุมเป้าหมายทั้ง 17 ประการ การเติบโตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมของเสาหลักที่ 5 มุ่งเน้นไปที่การต่อสู้กับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและครอบคลุม 9 ใน 17 SDGs (MFA 2018)

2.2.2 แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ 5 ปี

ยุทธศาสตร์ชาติจะถูกแปลไปสู่การปฏิบัติผ่านแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ระยะ 5 ปี โดยเริ่มด้วยแผนฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560-2564 และขยายไปถึงปี 2565) แต่ละยุทธศาสตร์ภายในแผนฯ ฉบับที่ 12 กำหนดวาระการพัฒนาตลอดจนโครงการหลักซึ่งจำเป็นต้องทำให้สำเร็จเพื่อเตรียมทุนมนุษย์ สังคม และเศรษฐกิจให้พร้อมสำหรับความท้าทายในอนาคต (NESDC 2016) แผนดังกล่าวมีวัตถุประสงค์เพื่อรักษาและฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติและคุณภาพสิ่งแวดล้อมเพื่อสนับสนุนการเติบโตสีเขียวและยกระดับคุณภาพชีวิตของชาวไทย หนึ่งใน 10 ยุทธศาสตร์ภายใต้แผน คือ การเติบโตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน ในการทำเช่นนั้น มีการเสนอแนวทางหลายประการ เช่น การส่งเสริมการบริโภคและการผลิตอย่างยั่งยืน การส่งเสริมการลดก๊าซเรือนกระจก และเพิ่มขีดความสามารถในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ นอกจากนี้ ยังมีการกำหนดตัวชี้วัดต่างๆ เช่น การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเมื่อเทียบกับสถานการณ์พื้นฐานสำหรับปี 2030 และต้นทุนต่อหน่วยของการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพื่อติดตามแผน

ปัจจุบัน สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (2565) ได้เผยแพร่ประกาศใช้แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 (พ.ศ. 2566-2570) โดยมีสถานะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นแผนระดับที่ 2 ซึ่งเป็นกลไกที่สำคัญในการแปลงยุทธศาสตร์ชาติไปสู่การปฏิบัติและกำหนดทิศทางการพัฒนาประเทศในระยะ 5 ปีข้างหน้า ตั้งแต่ปี 2566 -2570 และใช้เป็นกรอบสำหรับการจัดทำแผนระดับที่ 3 เพื่อให้การดำเนินงานของภาคีการพัฒนาที่เกี่ยวข้องสามารถสนับสนุนการบรรลุเป้าหมายตามยุทธศาสตร์ชาติ ตามกรอบระยะเวลาที่คาดหวังไว้ได้ ซึ่งหนึ่งใน 13 หมุดหมายตามแผนฯฉบับที่ 13 ที่เรียกว่า 'เศรษฐกิจหมุนเวียนและสังคมคาร์บอนต่ำ' มีจุดมุ่งหมายเพื่อเพิ่มมูลค่าจากเศรษฐกิจหมุนเวียนและการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า และสร้างสังคมคาร์บอนต่ำและยั่งยืน สัดส่วนการใช้พลังงานหมุนเวียนจะเพิ่มขึ้นไม่น้อยกว่า 24% เมื่อสิ้นสุดแผนนี้

สำหรับหมุดหมายการพัฒนาประเทศ แผนฯ ฉบับที่ 13 นี้ ได้กำหนดไว้ 13 หมุดหมาย ซึ่งครอบคลุม 4 มิติการพัฒนา อาทิเช่น

1. มิติภาคการผลิตและบริการเป้าหมาย ประกอบด้วย 6 หมุดหมาย ได้แก่ หมุดหมายที่ 1 ไทยเป็นประเทศชั้นนำ ด้านสินค้าเกษตร และเกษตรแปรรูปมูลค่าสูง หมุดหมายที่ 2 ไทยเป็นจุดหมายของการท่องเที่ยวที่เน้นคุณภาพและความยั่งยืน หมุดหมายที่ 3 ไทยเป็นฐานการผลิตยานยนต์ไฟฟ้าที่สำคัญของโลก หมุดหมายที่ 4 ไทยเป็นศูนย์กลางทางการแพทย์และสุขภาพมูลค่าสูง หมุดหมายที่ 5 ไทยเป็นประตูการค้าการลงทุน และยุทธศาสตร์ทางโลจิสติกส์ที่สำคัญของภูมิภาค และหมุดหมายที่ 6 ไทยเป็นศูนย์กลางอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะและอุตสาหกรรมดิจิทัลของอาเซียน

2. มิติโอกาสและความเสมอภาคทางเศรษฐกิจและสังคม ประกอบด้วย 3 หมุดหมาย ได้แก่ หมุดหมายที่ 7 ไทยมี SMEs ที่เข้มแข็ง มีศักยภาพสูง และสามารถแข่งขันได้ หมุดหมายที่ 8 ไทยมีพื้นที่และเมืองอัจฉริยะที่น่าอยู่ ปลอดภัย เติบโตได้อย่างยั่งยืน หมุดหมายที่ 9 ไทยมีความยากจนข้ามรุ่นลดลง และมีความคุ้มครองทางสังคมที่เพียงพอ เหมาะสม

3. มิติความยั่งยืนของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย 2 หมุดหมาย ได้แก่ หมุดหมายที่ 10 ไทยมีเศรษฐกิจหมุนเวียนและสังคมคาร์บอนต่ำ และ หมุดหมายที่ 11 ไทยสามารถลดความเสี่ยงและผลกระทบจากภัยธรรมชาติและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

4. มิติปัจจัยผลักดันการพลิกโฉมประเทศ ประกอบด้วย 2 หมุดหมาย ได้แก่ หมุดหมายที่ 12 ไทยมีกำลังคนสมรรถนะสูง มุ่งเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง ตอบโจทย์การพัฒนาแห่งอนาคต หมุดหมายที่ 13 ไทยมีภาครัฐที่ทันสมัย มีประสิทธิภาพ และตอบโจทย์ประชาชน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้นำกรอบทิศทางการพัฒนาในระดับภาคเข้ามาใช้ในการวิเคราะห์ครั้งนี้ ด้วยบทบาทของภาคตะวันออกเฉียงเหนือนั้น เป็นฐานการผลิตการเกษตรทั้งข้าว อ้อยโรงงาน มันสำปะหลัง และเป็นแหล่งผลิตข้าวหอมมะลิที่ดีที่สุดของประเทศ รวมทั้งมีทำเลที่ตั้งที่มีศักยภาพเหมาะสมกับการเชื่อมโยงทั้งในประเทศและประเทศเพื่อนบ้าน มีทรัพยากรท่องเที่ยวที่หลากหลาย และมีสถาบันการศึกษาและสถาบันวิจัย ที่มีความสามารถเฉพาะทางที่โดดเด่น แต่มีปัญหาพื้นฐานด้านการขาดแคลนน้ำ ดินคุณภาพต่ำ ประสบอุทกภัยและภัยแล้งซ้ำซาก คนมีปัญหาทั้งในด้านความยากจนและคุณภาพชีวิต ดังนั้น การพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมภาคตะวันออกเฉียงเหนือจำเป็นจะต้องแก้ไขปัญหาพื้นฐานโดยใช้ความรู้ เทคโนโลยี นวัตกรรม และความคิดสร้างสรรค์รวมทั้งการใช้ประโยชน์จากการเชื่อมโยงกับประเทศเพื่อนบ้านในการเสริมสร้างความเข้มแข็งเศรษฐกิจภายในภาคให้มีการเจริญเติบโตได้อย่างเต็มศักยภาพ และได้กำหนดทิศทางการพัฒนาภาคตะวันออกเฉียงเหนือให้เป็น “ศูนย์กลางเศรษฐกิจของอนุภูมิภาคลุ่มแม่น้ำโขง” โดยพัฒนาภาคเกษตรไปสู่เกษตรสมัยใหม่ เพื่อต่อยอดไปสู่เศรษฐกิจ ชีวภาพ เชื่อมโยงการค้า การลงทุนในภูมิภาค ตามแนวคิดการเป็นฐานการผลิตของประเทศที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เป็นประตูเชื่อมโยงประเทศเพื่อนบ้านเพื่อสร้างโอกาสในการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันและยกระดับคุณภาพชีวิตประชาชน โดยกำหนดทิศทางการพัฒนาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (NE Direction) ที่ให้ความสำคัญกับการพัฒนา 3G ได้แก่ Green พัฒนาเกษตรปลอดภัย เกษตรอินทรีย์ พัฒนาโมเดลเศรษฐกิจสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน (เศรษฐกิจชีวภาพ เศรษฐกิจหมุนเวียน และ เศรษฐกิจสีเขียว หรือ Bio Circular Green Economy) และการบริหารจัดการน้ำอย่างยั่งยืน Growth โดยใช้องค์ความรู้เทคโนโลยี นวัตกรรม และความคิดสร้างสรรค์ในการพัฒนาพื้นที่ระเบียงเศรษฐกิจ พิเศษภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สนับสนุนการพัฒนาศูนย์กลางบริการทางการแพทย์ พัฒนาเศรษฐกิจ ฐานราก ท่องเที่ยวชุมชน และยกระดับคุณภาพชีวิต และ Gate ใช้โอกาสจากการเชื่อมโยงเศรษฐกิจ ชายแดน ระเบียงเศรษฐกิจพิเศษ พัฒนาการค้า การลงทุน การท่องเที่ยว และโลจิสติกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่มา: ร่าง กรอบแผนพัฒนาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (พ.ศ. 2566 - 2570)

รูปที่ 2.2 กรอบแผนพัฒนาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

2.2.3 แผนพลังงานแห่งชาติ

ประเทศไทยมีแผนพลังงานรายบุคคลสำหรับแผนพัฒนาไฟฟ้า แผนพัฒนาพลังงานหมุนเวียน และแผนพัฒนาประสิทธิภาพพลังงานสำหรับแผนระยะสั้นและระยะกลางตั้งแต่ช่วงปี 2543 เป็นต้นมา เช่น แผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าปี 2547-2558 (PDP2004) พลังงานระยะที่ 3 แผนประสิทธิภาพ พ.ศ. 2548-2554 แผนพัฒนาพลังงานทดแทน 15 ปี พ.ศ. 2551-2565 (สนพ. 2547; พพ. 2551)

ในปี พ.ศ. 2554 แผนระยะยาวฉบับแรกคือแผนพัฒนาประสิทธิภาพพลังงานของประเทศไทย 20 ปี พ.ศ. 2554-2573 และกำหนดเป้าหมายการลดความเข้มของพลังงาน 25% เมื่อเทียบกับปีฐาน พ.ศ. 2548 เป็นครั้งแรก ซึ่งสอดคล้องกับ APEC - เป้าหมายระดับภูมิภาคที่ตกลงร่วมกันโดยผู้นำเอเปกในปี 2550 (สนพ.2554) ต่อมามีวิวัฒนาการของแผนพลังงานของประเทศไทย โดยแผนพัฒนาและจัดการพลังงานทั้งหมดรวมเป็นแผนเดียวเรียกว่า 'Thailand Integrated Energy Blueprint (TIEB)' TIEB ประกอบด้วยแผนพลังงาน 5 แผน ได้แก่ แผนพัฒนากำลังการผลิตไฟฟ้า (PDP) แผนอนุรักษ์พลังงาน (EEP) แผนพัฒนาพลังงานทางเลือก (AEDP) แผนก๊าซ และแผนน้ำมัน (สนพ. 2559; สูตะบุตร 2559) แผนทั้งหมดอยู่ในกรอบเวลา 20 ปีเดียวกัน คือ พ.ศ. 2558-2578

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขณะนี้กระทรวงพลังงานกำลังปรับปรุงแผนพลังงานแห่งชาติ คณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ (กพช.) เห็นชอบกรอบแผนพลังงานแห่งชาติซึ่งได้กำหนดแนวนโยบายด้านพลังงานโดยมีเป้าหมายสนับสนุนให้ประเทศไทยสามารถก้าวไปสู่พลังงานสะอาดและลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ให้เป็นศูนย์ (Carbon Neutrality) ภายในปี 2508 -2070 โดยมีมติสำคัญ (สนพ. 2564) ดังนี้

• เพิ่มสัดส่วนการผลิตไฟฟ้าใหม่จากพลังงานหมุนเวียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 โดยคำนึงถึงต้นทุนระบบกักเก็บพลังงานระยะยาว

• เปลี่ยนการใช้การขนส่งเป็นพลังงานไฟฟ้าสีเขียวด้วยเทคโนโลยีรถยนต์ไฟฟ้า (EV) ตามนโยบายที่เรียกว่า 30@30 กล่าวคือ เพิ่มส่วนแบ่งการผลิตรถยนต์ไฟฟ้าเป็น 30% ภายในปี 2573

• ปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานมากกว่า 30% โดยใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมการจัดการพลังงานที่ทันสมัย

• ปรับโครงสร้างอุตสาหกรรมพลังงานเพื่อรองรับแนวโน้มการเปลี่ยนผ่านพลังงานตามแนวทาง 4D1E ได้แก่ การลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในภาคพลังงาน (Decarbonization) การใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในการจัดการระบบพลังงาน (Digitalization) การกระจายอำนาจการผลิตไฟฟ้าและโครงสร้างพื้นฐาน (Decentralization); การปรับปรุงกฎระเบียบเพื่อรองรับนโยบายพลังงานสมัยใหม่ (Deregulation) เปลี่ยนรูปแบบการใช้พลังงานเป็นพลังงานไฟฟ้า (Electrification)

อย่างไรก็ตาม เป้าหมายการปล่อยคาร์บอนสุทธิเป็นศูนย์สำหรับช่วงเวลา (พ.ศ. 2508-2513) ขึ้นอยู่กับปัจจัยการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีและการสนับสนุนทางการเงิน กรอบทั้งหมดของแผนพลังงานแห่งชาติ ซึ่งรวมถึง PDP, EEP, AEDP, Gas Plan และ Oil Plan ที่ปรับปรุงใหม่ คาดว่าจะนำมาใช้ในปี 2566

2.3 แผนที่นำทางการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศและยุทธศาสตร์ระยะยาวในการพัฒนาแบบปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่ำของประเทศ

ประเทศไทยได้กำหนดให้ปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นวาระแห่งชาติอย่างเป็นทางการตั้งแต่ปี พ.ศ. 2558 ซึ่งช่วยให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องซึ่งมีงบประมาณสนับสนุนสามารถดำเนินการตามเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกและการดำเนินการด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (ONEP 2021) สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (สผ.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ได้รับมอบหมายให้เป็นองค์กรหลักในการจัดทำ Roadmap ด้านการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ซึ่งระบุแนวทางและมาตรการในรายละเอียดร่วมกับหน่วยงานภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง เช่น สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.) กระทรวงพลังงาน สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.) กระทรวงคมนาคม

ประเทศไทยได้ส่งผลงานที่กำหนดในระดับชาติ (NDC) ฉบับล่าสุดไปยัง UNFCCC โดยเน้นย้ำถึงความมุ่งมั่นของประเทศในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกลง 20% จากระดับ BAU (ณ ปี 2548) ภายในปี 2573 พร้อมเสริมว่าเป้าหมายอาจเพิ่มขึ้นเป็น 25 เปอร์เซ็นต์หากทำได้ ได้รับการสนับสนุนการเข้าถึงการพัฒนาเทคโนโลยี การถ่ายทอดเทคโนโลยี แหล่งเงินทุน และการเสริมสร้างศักยภาพที่เพียงพอ นอกจากนี้ยังเน้นย้ำถึงบทบาทของความร่วมมือในตลาดระหว่างประเทศที่เป็นพื้นฐานในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและการพัฒนาที่ยั่งยืน

นอกจากนี้ ประเทศไทยได้เสนอยุทธศาสตร์การพัฒนาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่ำระยะยาว (LT-LEDS) ต่อ UNFCCC ในเดือนตุลาคม 2564 เพื่อเป็นพื้นฐานในการส่งเสริม NDC ต่อไป LT-LEDS ของประเทศไทยกำหนดเป้าหมายและมาตรการที่ชัดเจนเพื่อดำเนินการเพื่อให้บรรลุการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ ประการแรก ประเทศไทยตั้งเป้าที่จะปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงสุดในปี 2573 ที่ประมาณ 370 $MtCO_2eq$ ประการที่สอง การปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิของประเทศไทยคาดว่าจะอยู่ที่ประมาณ 200 $MtCO_2eq$ ในปี 2593 ซึ่งสอดคล้องกับแนวทาง 2 องศาทั่วโลก มาตรการลดก๊าซเรือนกระจกหลักที่ระบุใน LT-LEDS ของประเทศไทยมุ่งเน้นไปที่ภาคพลังงานและการขนส่ง มาตรการที่ระบุในภาคส่วนพลังงาน ได้แก่ การปรับปรุงประสิทธิภาพพลังงาน การเปลี่ยนเทคโนโลยี และการนำพลังงานหมุนเวียนและการดักจับและกักเก็บคาร์บอน (CCS) ในภาคการขนส่ง มาตรการลดผลกระทบ ได้แก่ การปรับเปลี่ยนรูปแบบ การปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงาน และการส่งเสริมกองยานพาหนะใหม่ที่มีประสิทธิภาพ (MONRE 2021)

จากการเตรียมการ LT-LEDS พลเอกประยุทธ์ จันทร์โอชา นายกรัฐมนตรีของไทยได้ประกาศในการประชุม COP26 ว่าประเทศไทยจะเร่งดำเนินการตามเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจก ร่วมกับประชาคมโลกในการรักษาระดับอุณหภูมิโลกให้ต่ำกว่า 1.5 °C เพื่อจัดการกับวิกฤตสภาพภูมิอากาศ ประเทศไทยตั้งเป้าที่จะบรรลุความเป็นกลางทางคาร์บอนภายในปี พ.ศ. 2593 และปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ภายในหรือก่อนปี พ.ศ. 2508 ด้วยการสนับสนุนทางการเงินและเทคโนโลยีอย่างเต็มที่และเท่าเทียมกัน รวมทั้งการเสริมสร้างศักยภาพจากความร่วมมือและกลไกระหว่างประเทศภายใต้กรอบอนุสัญญา ประเทศไทยจะสามารถยกระดับ NDC ของเราถึง 40% ทำให้การปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิของประเทศไทยเป็นศูนย์ภายในปี 2593

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 การดำเนินงานด้านการประหยัดพลังงานและการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย

1) แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก (AEDP2018)

แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก ให้ความสำคัญในการส่งเสริมการผลิตพลังงานจากวัตถุดิบพลังงานทางเลือกที่มีอยู่ภายในประเทศ การพัฒนาศักยภาพการผลิตการใช้พลังงานทางเลือกด้วยเทคโนโลยีที่เหมาะสม เพื่อสร้างการเติบโตบนคุณภาพชีวิตที่ดีและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมในการปรับปรุงแผน AEDP2018 นั้น มีกรอบแนวคิดการจัดทำแผนดังนี้

- กรอบระยะเวลาสอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2561 – 2580)
- บูรณาการร่วมกับแผนของกระทรวงพลังงานประกอบด้วย แผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย แผนอนุรักษ์พลังงาน แผนการจัดหาก๊าซธรรมชาติของไทย และแผนบริหารจัดการน้ำมัน เชื้อเพลิง
- พิจารณาปัจจัยที่จะส่งผลต่อทิศทางการใช้พลังงานในอนาคต โดยปรับลดสัดส่วนการใช้เชื้อเพลิงชีวภาพที่มีแนวโน้มจะลดลงจากการพัฒนายานยนต์ไฟฟ้าและโครงข่ายรถไฟฟ้า พร้อมทั้งปรับเพิ่มสัดส่วนการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือกให้มากขึ้นจากการขยายตัวของเศรษฐกิจฐานดิจิทัล
- รักษาระดับเป้าหมายสัดส่วนการใช้พลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือกทั้งในรูปของพลังงานไฟฟ้า ความร้อน และเชื้อเพลิงชีวภาพร้อยละ 30 ของการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายในปีพ.ศ. 2580

2) แผนอนุรักษ์พลังงาน (EEP2018)

การจัดทำแผนอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2561 – 2580 (EEP2018) ได้นำแผนอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2558 - 2579 (EEP2015) มาทบทวนและปรับปรุง เพื่อยกระดับความเข้มข้นของการขับเคลื่อนแผนอนุรักษ์พลังงานและสอดรับการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีด้านพลังงานที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในอนาคต ซึ่งสมมติฐานที่ใช้ในการจัดทำแผนอนุรักษ์พลังงานได้บูรณาการกับอีก 4 แผนหลักของกระทรวงพลังงาน ได้แก่ (1) แผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย (2) แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก (3) แผนบริหารจัดการก๊าซธรรมชาติ และ (4) แผนบริหารจัดการน้ำมันเชื้อเพลิง โดยสมมติฐานการคาดการณความต้องการพลังงานในอนาคตประกอบด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- กรอบระยะเวลาของแผนมีความสอดคล้องกับแผนยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2561-2580) โดยกำหนดเป้าหมายการอนุรักษ์พลังงานของประเทศทั้งในระยะสั้น ระยะกลาง และระยะยาว
- ปรับสมมติฐานอัตราการเติบโตของผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศ (GDP) และอัตราการเพิ่มของประชากร และค่าพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าให้สอดคล้องกับแผน PDP2018
- รักษาระดับเป้าหมาย การลด EI ลงร้อยละ 30 ภายในปีพ.ศ. 2580 เมื่อเทียบกับปีฐาน พ.ศ. 2553 โดยมีเป้าหมายในการลดการใช้ปริมาณพลังงานเชิงพาณิชย์ให้ได้ทั้งสิ้น 49,064 ktoe ของปริมาณการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายทั้งหมด เมื่อเทียบกับปีฐาน พ.ศ. 2553

3) แผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้า (PDP2018)

จากการศึกษารายละเอียดของแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย พ.ศ.2561-2580 (PDP2018) ได้ให้ความสำคัญใน 3 ประเด็น ดังนี้

- ด้านคมมั่นคงทางพลังงาน (Security)

ให้ความสำคัญกับความมั่นคงระบบไฟฟ้าของประเทศเพื่อให้มีความมั่นคงครอบคลุมทั้งระบบ ผลิตไฟฟ้า ระบบส่งไฟฟ้า และระบบจำหน่ายไฟฟ้า รายพื้นที่เพื่อตอบสนองปริมาณความต้องการไฟฟ้าเพื่อรองรับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

- ด้านเศรษฐกิจ (Economy)

คำนึงถึงต้นทุนการผลิตไฟฟ้าที่เหมาะสม ส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าที่มีต้นทุนต่ำเพื่อลดภาระผู้ใช้ ไฟฟ้า และไม่เป็นอุปสรรคต่อการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศในระยะยาว และปรับปรุงการบริหารจัดการต้นทุนการผลิตไฟฟ้าของประเทศอย่างมีประสิทธิภาพ

- ด้านสิ่งแวดล้อม (Ecology)

ส่งเสริมระบบไฟฟ้าแบบไมโครกริด (Micro Grid) ส่งเสริมประสิทธิภาพในระบบไฟฟ้า (Efficiency) และพัฒนาระบบโครงข่ายไฟฟ้าสมาร์ทกริด (Smart grid) เพื่อเพิ่มศักยภาพและรองรับการส่งเสริมการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั้งนี้พบว่าแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย ปี 2561-2580 (PDP2018) เมื่อสิ้นแผนฯ ในปลายปี 2580 จะมีกำลังผลิตไฟฟ้า ในระบบ 3 การไฟฟ้าในปลายปี 2580 รวมสุทธิ 77,211 เมกะวัตต์ โดยประกอบด้วยกำลังผลิตไฟฟ้าในปัจจุบัน ณ สิ้นปี 2560 เท่ากับ 46,090 เมกะวัตต์ โดยเป็นกำลังผลิตของโรงไฟฟ้าใหม่รวม 56,431 เมกะวัตต์ และมี การปลดกำลังผลิตโรงไฟฟ้าเก่าที่หมดอายุในช่วงปี 2561 - 2580 จำนวน 25,310 เมกะวัตต์

4) แผนที่นำทางการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศ ปี พ.ศ. 2564 – 2573

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน (2562) ประเทศไทยได้ยื่นข้อเสนอการมีส่วนร่วมของประเทศในการลดก๊าซเรือนกระจก และการดำเนินงานด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศภายหลังปีค.ศ.2020 (พ.ศ.2563) หรือที่เรียกว่า Intended Nationally Determined Contribution: INDC ต่อสำนักเลขาธิการอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (United Nations Framework Convention on Climate Change: UNFCCC) เมื่อวันที่ 1 ตุลาคม พ.ศ. 2558 โดยกำหนดเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกครอบคลุมทุกสาขาเศรษฐกิจที่ร้อยละ 20 – 25 จากกรณีปกติ ในปี ค.ศ. 2030 (พ.ศ. 2573)

การประชุมสมัชชาประเทศภาคีอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Conference of the Parties: COP) ครั้งที่ 21 เมื่อปี พ.ศ. 2558 ที่ประชุม COP 21 มีมติรับรองข้อตกลงปารีส (Paris Agreement) โดยเรียกร้องให้ประเทศภาคีสมาชิกลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกให้ได้ตามเป้าหมาย INDC ที่กำหนด ทั้งนี้ข้อตกลงปารีสได้มีผลบังคับใช้เมื่อวันที่ 4 พฤศจิกายน พ.ศ. 2559 ซึ่งภายหลังจากข้อตกลงปารีสได้มีผลบังคับใช้การมีส่วนร่วมของประเทศในการลดก๊าซเรือนกระจก และการดำเนินงานด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศภายหลังปีค.ศ.2020 เปลี่ยนเป็นใช้คำว่า Nationally Determined Contribution: NDC แทนIntended Nationally Determined Contribution: INDC การประชุมคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 12 มกราคม พ.ศ.2559 มีมติมอบหมายให้สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (สผ.) กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมร่วมกับหน่วยงานต่างๆ ดำเนินการเพื่อให้บรรลุเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกที่ตั้งไว้ตาม NDC โดย สผ. ได้จัดประชุมคณะทำงานจัดทำแผนการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศเพื่อกำหนดศักยภาพและมาตรการในการลดก๊าซเรือนกระจกของแต่ละสาขา โดยนำผลที่ได้จากการหารือร่วมกับหน่วยงานที่มีหน้าที่ในการลดก๊าซเรือนกระจก และผลจากการประชุมคณะทำงานจัดทำแผนการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศมายก (ร่าง) แผนที่นำทาง การลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศภายหลังปี พ.ศ. 2563 ในสาขาพลังงานและขนส่ง สาขาการจัดการของเสีย และสาขา

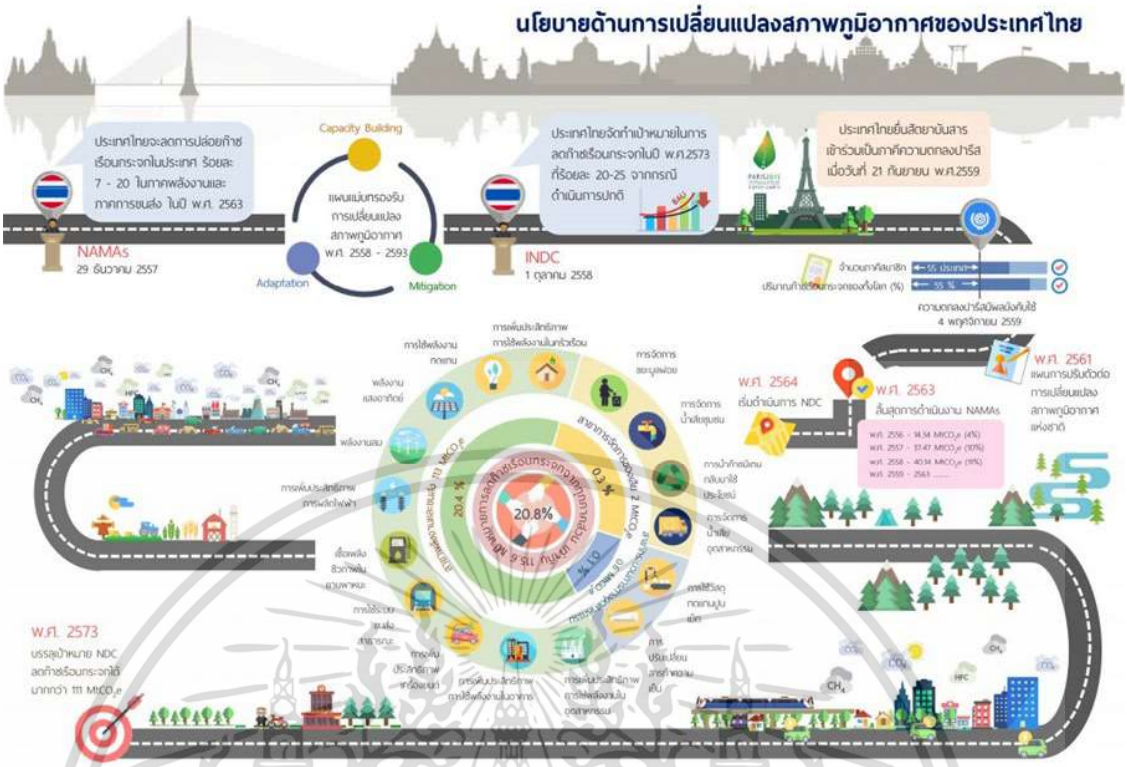
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการทางอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ เมื่อวันที่ 20 มกราคม 2560 สผ. ร่วมกับองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) (อบก.) โครงการพัฒนาแห่งสหประชาติ(United Nations Development Programme: UNDP) และสถาบันเพื่อการพัฒนาที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (Global Green Growth Institute: GGGI) ได้จัดประชุม ระดับประเทศเพื่อเผยแพร่และรับฟังความคิดเห็นต่อ (ร่าง) แผนที่นำทางการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศ ภายหลังปี พ.ศ. 2563 ต่อมาเมื่อวันที่ 27 มกราคม 2560 คณะอนุกรรมการการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ด้านการบูรณาการนโยบายและแผน มีมติให้ปรับชื่อร่างแผนเป็น “(ร่าง) แผนที่นำทางการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศ ปี พ.ศ. 2564 – 2573 (Thailand’s Nationally Determined Contribution Roadmap on Mitigation 2021-2030)” เพื่อให้เกิดความชัดเจนในเรื่องระยะเวลา โดยได้นำเสนอคณะกรรมการนโยบาย การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติและมีมติเห็นชอบเมื่อวันที่ 10 กุมภาพันธ์ 2560

กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดย สผ. ได้เสนอ (ร่าง) แผนที่นำทางการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศปีพ.ศ.2564 – 2573 (Thailand’s Nationally Determined Contribution Roadmap on Mitigation 2021-2030) เพื่อให้คณะรัฐมนตรีพิจารณาให้ความเห็นชอบ เมื่อวันที่ 27 เมษายน 2560 โดยคณะรัฐมนตรีมีมติเห็นชอบเมื่อวันที่ 23 พฤษภาคม พ.ศ. 2560 และเห็นชอบให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องดำเนินการจัดทำแผนปฏิบัติการลดก๊าซเรือนกระจกของหน่วยงานเพื่อบรรลุเป้าหมายตามที่กำหนดไว้ใน (ร่าง) แผนที่นำทางทางการลดก๊าซเรือนกระจกฯ

ศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกตามแผนที่นำทางการลดก๊าซเรือนกระจกฯรวมทั้งสิ้น 115.6 ล้านตัน คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า(Mt-CO2eq) ซึ่งเป็นไปตามเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกที่ 111 Mt-CO2eq หรือร้อยละ 20 จากกรณีปกติ โดยมาตรการตามแผนงานที่จะส่งผลต่อการลดก๊าซเรือนกระจกประกอบด้วย 15 มาตรการ คือ มาตรการในสาขาพลังงานและขนส่ง 9 มาตรการ มาตรการในสาขาการจัดการของเสีย 4 มาตรการ และมาตรการในสาขากระบวนการทางอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ 2 มาตรการ โดยมีหน่วยงานรับผิดชอบหลัก หน่วยงานสนับสนุน และกลุ่มเป้าหมายในการดำเนินมาตรการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่มา : สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

รูปที่ 2.3 แผนที่นำทางการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศ ปี พ.ศ. 2564 – 2573

2.4 การลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ CO_2 ในระดับจังหวัด

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก องค์การมหาชน (2563) กล่าวถึง โครงการ“การพัฒนาแนวทางลดก๊าซเรือนกระจกระดับจังหวัด”โดยให้จังหวัดจัดทำรายงานข้อมูลก๊าซเรือนกระจกขึ้น เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลของจังหวัดในการวิเคราะห์พัฒนาแนวทาง มาตรการที่เหมาะสมและปฏิบัติได้จริงในการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจก ซึ่งสอดคล้องกับบริบทของจังหวัดอีกทั้งจัดทำแผนการลดก๊าซเรือนกระจกที่ครอบคลุมทุกภาคส่วนของจังหวัด

โดยเครื่องมือหรือโปรแกรมที่รายงานโครงการ *"การพัฒนาแนวทางลดก๊าซเรือนกระจกระดับจังหวัด" ประจำปีงบประมาณ 2563* เลือกใช้ คือ การประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามระเบียบวิธี Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories (GPC) ซึ่งถูกพัฒนาให้เหมาะสมกับการรายงานข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกระดับเมือง (City level)และเป็นเครื่องมือที่ได้รับการยอมรับในระดับสากลและปัจจุบันมีเมืองต่างๆ ทั่วโลกเลือกใช้เป็นเครื่องมือในการจัดทำข้อมูลก๊าซเรือนกระจกของเมือง การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและการรายงานผลของเมืองตามระเบียบวิธี GPC แบ่งแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับการรายงานปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกเป็น 5 ภาคส่วน ดังรูปที่ 2.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	ภาคพลังงาน (Stationary Energy)
	ภาคการขนส่ง (Transportation)
	ภาคการจัดการของเสีย (Waste)
	ภาคกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ (Industrial Process and Product Use: IPPU)
	ภาคเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Agriculture, Forestry and Other Land Use: AFOLU)

รูปที่ 2.4 การแบ่งกลุ่มการรายงานปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

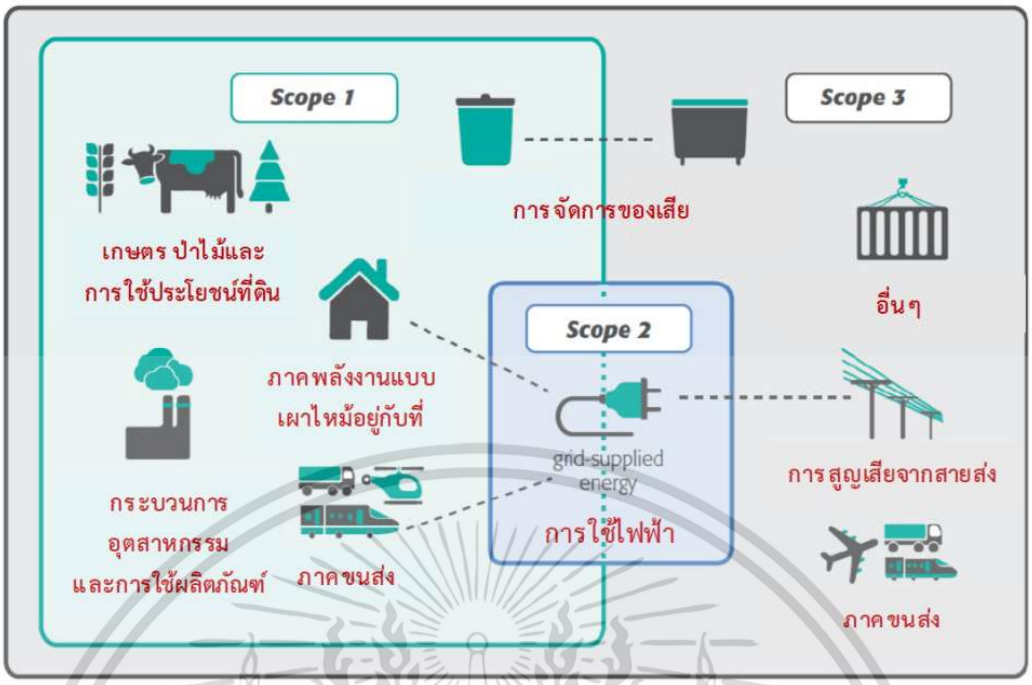
จากการศึกษารายงานปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก พบว่า มีการแบ่งการรายงานออกเป็น 3 ขอบเขตเพื่อให้ครอบคลุมทุกกิจกรรมของเมืองทั้งที่เกิดขึ้นภายในเมืองและนอกเมืองอันประกอบด้วย (รูปที่ 2.3)

ขอบเขตที่ 1 (SCOPE 1) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง (Direct GHG Emissions) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมภายในขอบเขตเมือง (Provincial Boundary)

ขอบเขตที่ 2 (SCOPE 2) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อม (Indirect GHG Emissions) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการใช้พลังงานไฟฟ้าและพลังงานความร้อนที่นำเข้ามาจากภายนอกเขตเมือง

ขอบเขตที่ 3 (SCOPE 3) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ (Other Indirect GHG Emissions)การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่นอกเหนือการใช้พลังงานไฟฟ้าและพลังงานความร้อน ตามขอบเขตที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



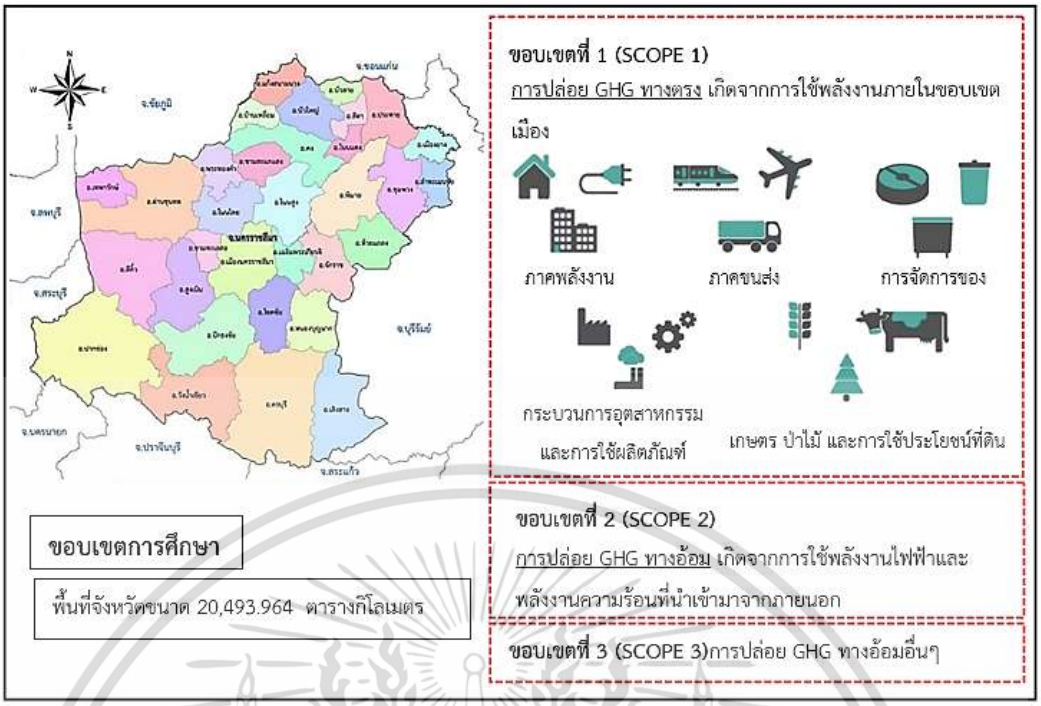
รูปที่ 2.5 ขอบเขตการรายงานปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

2.5 วิธีประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจังหวัดนครราชสีมาในปีฐาน (พ.ศ. 2561)

การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจังหวัดนครราชสีมาในปีฐาน (พ.ศ.2561) นั้น ถูกกำหนดขอบเขตตามขอบเขตทางภูมิศาสตร์ และกำหนดให้ปีพ.ศ. 2561 เป็นปีฐานในการจัดทำรายงานข้อมูลก๊าซเรือนกระจกเนื่องจากปีพ.ศ. 2561 เป็นปีล่าสุดที่มีข้อมูลครบถ้วนและมีกิจกรรมอย่างปกติของจังหวัด ซึ่งการรายงานปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกนั้น จะแบ่งออกเป็น 2 ระดับ ได้แก่ การรายงานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกระดับ Basic และการรายงานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกระดับ Basic+

ทั้งนี้เพื่อให้การรายงานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมีความใกล้เคียงความเป็นจริง จึงเกิดการรายงานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกระดับ Basic+ของจังหวัดนครราชสีมาขึ้นโดยรายละเอียดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของจังหวัดนครราชสีมาใน พ.ศ. 2561 (ปีฐาน) แสดงดังตารางที่ 1 และ รูปที่ 4 และเมื่อพิจารณาสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรม 5 ภาคส่วน (รูปที่ 4) พบว่า ภาคพลังงาน (Stationary Energy) เป็นภาคที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 ขอบเขตการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของจังหวัดนครราชสีมา

ตารางที่ 2.1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของจังหวัดนครราชสีมาในปีฐาน (พ.ศ. 2561)

กลุ่มของกิจกรรม		ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (tCO2eq)				
		ขอบเขตที่ 1	ขอบเขตที่ 2	ขอบเขตที่ 3	BASIC	BASIC+
พลังงาน (Stationary Energy)	เผาไหม้เชื้อเพลิงทั้งหมด	924,747	3,599,583	IE	4,524,330	4,524,330
การขนส่ง (Transportation)	ทั้งหมดของกลุ่ม	2,156,132	NO	119,869	2,156,132	2,276,001
การจัดการของเสีย (Waste)	ของเสียที่เกิดขึ้นในเมือง	677,172		11,322	688,494	688,494
	ของเสียจากเมืองอื่น	NE				
กระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ (IPPU)	กระบวนการผลิต	172,500				172,500
	การใช้ผลิตภัณฑ์	NE				
การเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (AFOLU)	ทั้งหมดของกลุ่ม	1,417,029				1,417,029
รวม		5,347,580	3,599,583	131,191	7,368,956	9,078,354

แหล่งการปล่อยสำหรับการรายงานแบบ Basic

แหล่งการปล่อยสำหรับการรายงานแบบ Basic+

แหล่งการปล่อยที่เพิ่มเติมจากขอบเขตที่1 (เฉพาะเมือง)

Non-applicable emissions

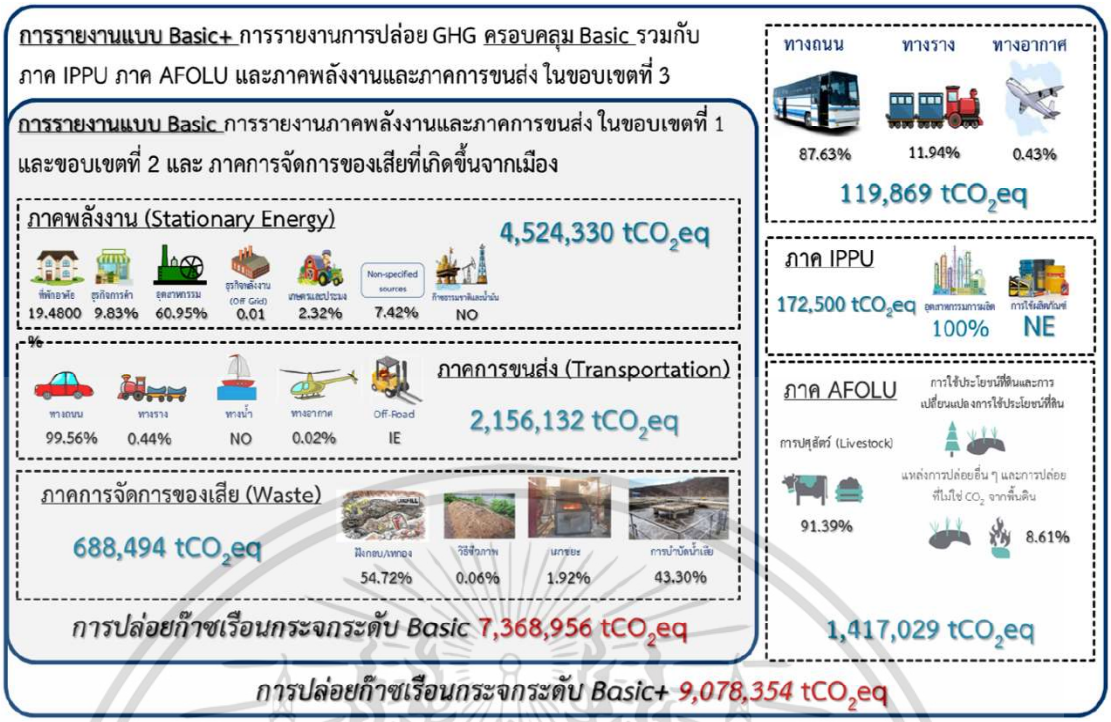
NO = ไม่ปรากฏกิจกรรมของเมือง (Not Occurring)

IE = ถูกรวมกับกิจกรรมอื่น (Included Elsewhere)

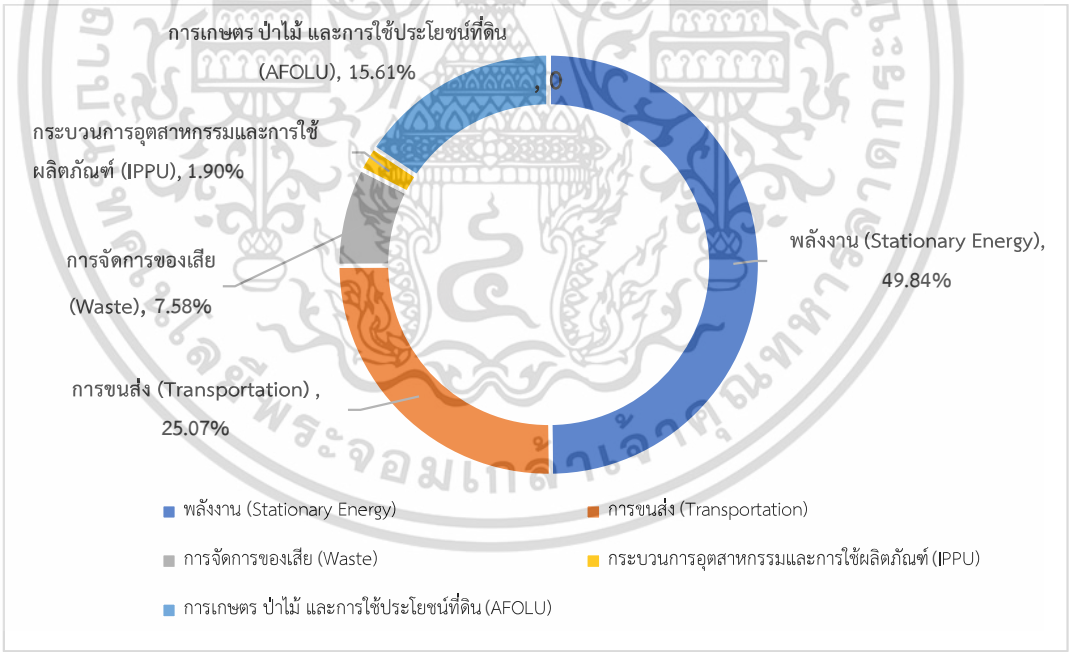
NE = ไม่สามารถประเมินได้ (Not Estimated)

C = เป็นความลับไม่สามารถเปิดเผยข้อมูลได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

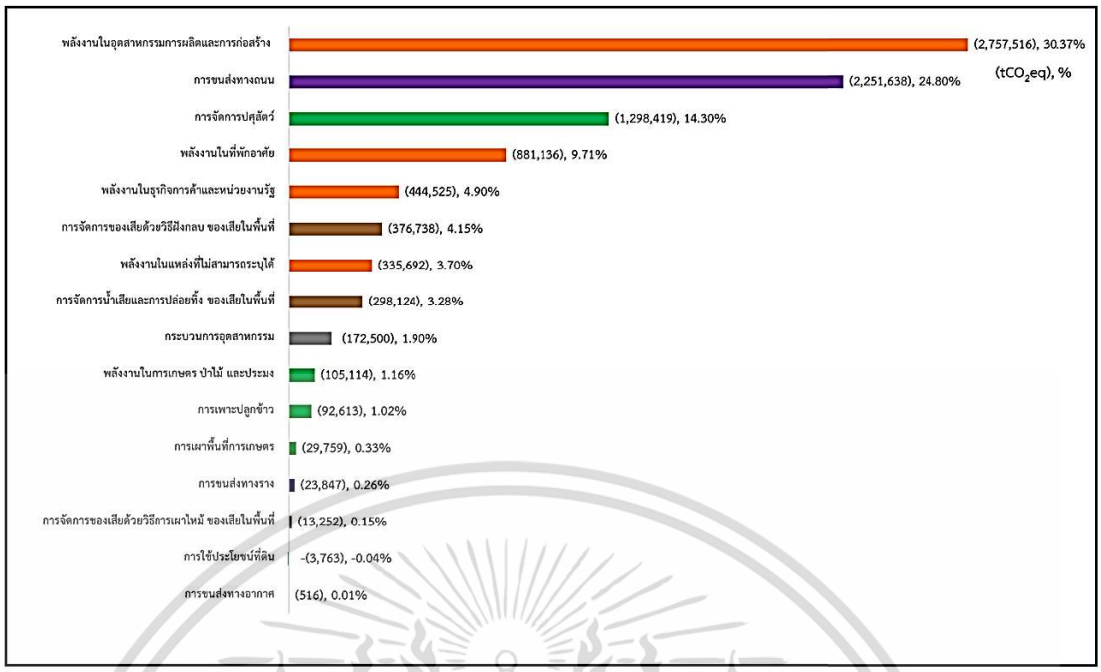


รูปที่ 2.7 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของจังหวัดนครราชสีมาในปีฐาน (พ.ศ. 2561)



รูปที่ 2.8 สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของจังหวัดนครราชสีมาในปีฐาน (พ.ศ. 2561)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรายภาคส่วนย่อยของจังหวัดนครราชสีมาในปีฐาน (พ.ศ. 2561)

เมื่อเทียบจากกราฟแสดงสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรายภาคส่วนย่อยของจังหวัดนครราชสีมาในปีฐาน (พ.ศ. 2561) พบว่า กิจกรรมย่อยที่มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงสุด คือ การใช้พลังงานในอุตสาหกรรมการผลิตและการก่อสร้าง โดยคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 30.37 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของจังหวัดนครราชสีมา รองลงมา คือ การขนส่งทางถนน มีสัดส่วนร้อยละ 24.80 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของจังหวัดนครราชสีมา รองลงมา คือ การจัดการปศุสัตว์ ,การใช้พลังงานในที่พักอาศัย และการใช้พลังงานในธุรกิจการค้าและหน่วยงานรัฐ มีสัดส่วนร้อยละ 14.30, 9.71 และ4.90 ตามลำดับ นอกจากนี้ทั้ง 5 ลำดับที่กล่าวมาคิดรวมทั้งหมดเป็นร้อยละ 84.08 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมของจังหวัดนครราชสีมา ซึ่งรายละเอียดลำดับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภาคส่วนย่อยแสดงดัง รูปที่ 2.7

2.6 แนวทางการประเมินการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

หลักการในการวิเคราะห์และติดตามผลการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (MRV) ประกอบด้วย 2 วิธี ได้แก่ Top-down และ Bottom-up (สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร, 2562)

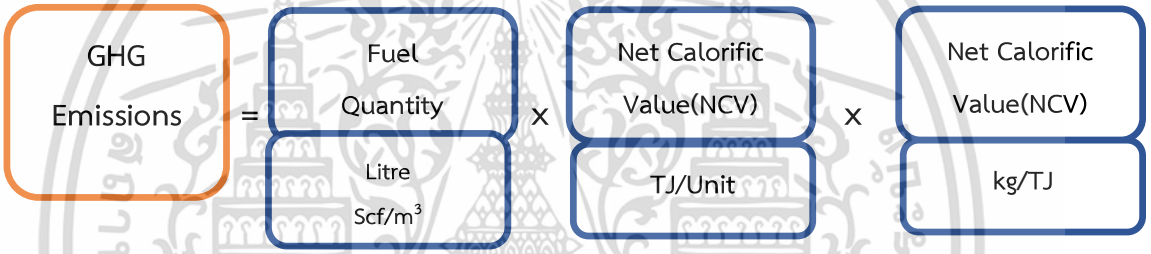
ข้อแตกต่างของวิธีทั้งสอง คือ วิธี Top-Down Method จะให้ผลลัพธ์ในภาพรวมของระบบขนส่งภายในประเทศ แต่ไม่สามารถวิเคราะห์ระบุปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากยานพาหนะแต่ละประเภท หรือในแต่ละพื้นที่ศึกษา ซึ่งทำให้ไม่สามารถประเมินนโยบายด้านคมนาคมได้อย่างเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปธรรมว่านโยบายใดที่สามารถลดก๊าซเรือนกระจกได้จริงและลดลงไปเป็นปริมาณเท่าใดในทางตรงกันข้าม วิธี Bottom-up Method จะสามารถให้ผลลัพธ์เฉพาะเจาะจงประเภทยานพาหนะในพื้นที่ศึกษาที่กำหนดได้ และสามารถแบ่งได้ว่าเป็นการเดินทางของผู้โดยสาร หรือการขนส่งสินค้าจึงเหมาะสำหรับใช้ประเมินนโยบายด้านการคมนาคมรายละเอียดวิธีการวิเคราะห์แต่ละรูปแบบที่ใช้สำหรับคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซ CO_2 มีรายละเอียดดังนี้

2.6.1 การวิเคราะห์ในรูปแบบของ Top-Down Method

การวิเคราะห์ในรูปแบบ บนลงล่าง หรือ Top-Down Method เป็นวิธีการประมาณค่kก๊าซ CO_2โดยตรงจากปริมาณการจำหน่ายน้ำมันเชื้อเพลิงในพื้นที่ ซึ่งเป็นข้อมูลที่กรมธุรกิจพลังงาน กระทรวงพลังงาน ได้มีการรวบรวมไว้อยู่แล้ว โดยการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซ CO_2 จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงสามารถคำนวณโดยใช้**สมการที่ (2.6.1-1)** ดังนี้



สมการที่ (2.6.1-1)

โดย GHG emission = ปริมาณการปล่อยก๊าซ CO_2 (kg)

Fuel Quantity = ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่จำหน่ายต่อปี (liter)

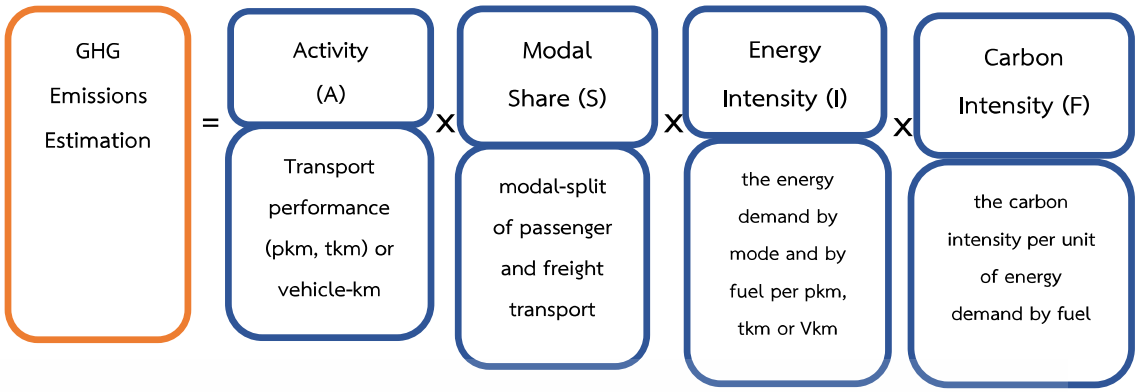
NCV = Net Calorific Value (TJ)

EF = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเชื้อเพลิงฟอสซิล (kg CO2/ TJ)

2.6.2 การวิเคราะห์ในรูปแบบของ Bottom-Up Method

การวิเคราะห์ในรูปแบบ ล่างขึ้นบน หรือ Bottom-Up Method เป็นวิธีการประมาณค่าก๊าซ CO_2 ทางอ้อม จากปริมาณความต้องการในการเดินทางที่เกิดขึ้นจริงและตรวจวัดได้เป็นหลักโดยใช้หลักการ ASIF (Activity–Structure-Intensity-Fuel) สำหรับการคำนวณอัตราการปล่อยก๊าซ CO_2 สามารถสรุปได้ ในสมการ ASIF ดังแสดงในสมการที่ (2.6.2 -1) ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



สมการที่ (2.6.2 -1)

โดย GHG emission = ปริมาณการปล่อยก๊าซ CO_2 (kg)

A = กิจกรรมขนส่งของผู้โดยสารหรือสินค้า (PKT, TKT)

S = สัดส่วนรูปแบบยานพาหนะ

I = สัดส่วนการใช้พลังงานของการเดินทางในรูปแบบต่างๆ

Fi = ปริมาณการปล่อยก๊าซ CO_2 ตามประเภทการใช้พลังงาน

รายละเอียดแนวทางการวิเคราะห์ของส่วนต่างๆ ในสมการข้างต้นสามารถสรุปได้ ดังนี้

1) การคำนวณหาความต้องการในการเดินทางในพื้นที่ศึกษา (A และ S)

สำหรับการคำนวณในส่วนของ Activity (A) และ Structure (S) เป็นการคำนวณเพื่อหาข้อมูล ความต้องการในการเดินทางในพื้นที่ศึกษาซึ่งมีเป้าหมายเพื่อวิเคราะห์หาค่าระยะการเดินทาง ของยานพาหนะ (Vehicle Kilometers Traveled : VKT) ของแต่ละรูปแบบการเดินทาง ดัง**สมการที่ (2.6.2-2)**

จากนั้นทำการคำนวณหาค่า Passenger Kilometers Traveled (PKT) จากค่าเฉลี่ยผู้โดยสาร ในแต่ละประเภทของยานพาหนะ (Average Occupancy) ดัง**สมการที่ (2.6.2-3)**

VKTi = Vehicle Kilometers Traveled สำหรับรูปแบบการเดินทาง i

VKTi = Total Trips x Si x AvgDISTi .....**(2.6.2-2)**

โดย Total Trips = จำนวนเที่ยวการเดินทางรวมในพื้นที่

Si = สัดส่วนของรูปแบบการเดินทาง i

AvgDISTi = ระยะทางเฉลี่ยในการเดินทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นทำการคำนวณหาค่า Passenger Kilometers Traveled (PKT) จากค่าเฉลี่ยผู้โดยสาร ในแต่ละประเภทของยานพาหนะ (Average Occupancy) ดังสมการนี้

PKTi = Passenger Kilometer Travel (PKT) สำหรับรูปแบบการเดินทาง i

PKTi = VKTi x AvgOCCi ..... **(2.6.2-4)**

โดย AvgOCCi = อัตราเฉลี่ยจำนวนผู้โดยสารในยานพาหนะแต่ละประเภท

(1) สัดส่วนการใช้พลังงานของการเดินทางในรูปแบบต่างๆ (I)

สำหรับค่าตัวแปร I (Modal Energy Intensity) คือ สัดส่วนการใช้พลังงานของรูปแบบการเดินทาง ประเภทต่างๆ ข้อมูลในส่วนนี้ ได้อ้างอิงสัดส่วนประเภทเชื้อเพลิงแบ่งตามประเภทยานพาหนะที่ใช้ โดยอาศัยข้อมูลจำนวนรถจดทะเบียนสะสมของกรมการขนส่งทางบก โดยกรมการขนส่งทางบกได้ ทำการบันทึกสถิติจำนวนรถจดทะเบียนแยกตามชนิดน้ำมันเชื้อเพลิง ได้แก่ เบนซิน ดีเซล LPG CNG ไฟฟ้า ไม่ใช้เชื้อเพลิง (รถพ่วง) และไฮบริด

(2) ปริมาณการปล่อยก๊าซ CO_2 ตามประเภทการใช้พลังงาน (F)

ค่า F (Carbon Content of Fuels) ได้อาศัยค่าพื้นฐานที่นำเสนอในเครื่องมือการคำนวณ ตัวอย่างเช่นกำหนดให้รถยนต์ส่วนบุคคล (Car) และรถแท็กซี่ (Taxi) มีอัตราการใช้พลังงาน ของน้ำมันเบนซิน 13 กิโลเมตร/ลิตร และน้ำมันดีเซล 15 กิโลเมตร/ลิตร รถจักรยานยนต์ (2W) มีอัตราการใช้พลังงานของน้ำมันเบนซิน 60 กิโลเมตร/ลิตร และรถโดยสารสาธารณะ (Bus) มีอัตราการใช้พลังงานของน้ำมันเบนซิน 3 กิโลเมตร/ลิตร และน้ำมันดีเซล 3 กิโลเมตร/ลิตร

ทั้งนี้ ทางโครงการฯ ใช้ทั้ง 2 รูปแบบในการประเมินการลดการใช้พลังงานและการลดก๊าซเรือนกระจก ขึ้นอยู่กับข้อมูลที่หน่วยงานจัดเก็บ อย่างไรก็ตาม จะเน้นการวิเคราะห์ในรูปแบบของ Bottom-Up เนื่องจาก มีความละเอียดมากกว่า และสามารถวิเคราะห์ในเชิงนโยบายได้

2.6.3 ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการตรวจวัด

จากคู่มือการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจก โดยคณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (IPCC) (IPCC Guidelines for Greenhouse Gas Inventories, IPCC, 2006) วิธีการพื้นฐานในการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแบ่งออกเป็น 2 แนวทางของการวิเคราะห์จากชุดข้อมูล 2 ประเภท คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) ปริมาณเชื้อเพลิงที่จำหน่าย : Top-Down Method

2) ระยะทางการเดินทางของยานพาหนะ (Vehicle Kilometers Traveled: VKT) และปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ของแต่ละประเภทยานพาหนะ: Bottom-up Method

โดยข้อแตกต่างของผลวิเคราะห์ที่ได้ของ 2 วิธีนี้ คือ วิธี Top-Down Method จะได้ผลลัพธ์ในภาพรวมของระบบขนส่งภายในประเทศ แต่ไม่สามารถวิเคราะห์ระบุปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากยานพาหนะ แต่ละประเภทหรือในแต่ละพื้นที่ศึกษา จึงทำให้ไม่สามารถประเมินนโยบายด้านคมนาคมได้อย่างเป็น รูปธรรมว่านโยบายใดที่สามารถลดก๊าซเรือนกระจกได้จริงและลดลงไปเป็นปริมาณเท่าใด

ในทางตรงกันข้าม วิธี Bottom-up Method จะสามารถให้ผลลัพธ์เฉพาะเจาะจงในแต่ละตัวแปรได้และสามารถแบ่งได้ว่าเป็นการเดินทางของผู้โดยสาร หรือการขนส่งสินค้า จึงเหมาะสำหรับใช้ประเมินนโยบายในภาคคมนาคมขนส่ง

ตารางที่ 2.2 สรุปแนวทางการวิเคราะห์ประมาณการปล่อยก๊าซ CO2 และตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้องในภาคคมนาคม

แนวทาง	ข้อมูลตัวแปร	ผลลัพธ์		ตัวชี้วัด
Top-Down	สถิติเชื้อเพลิงที่จำหน่าย (ทางถนน) สถิติเชื้อเพลิงที่จำหน่าย (ทางราง)	ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้	tCO_2	tCO_2 ของทางถนน และ ทางราง
Bottom-Up	จำนวนรถจดทะเบียน การสำรวจริมทาง การสำรวจครัวเรือน สถิติการขนส่งทางราง ระหว่างเมือง สถิติการขนส่งทางรางภายในเมือง	VKT/PKT/TKT ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ของแต่ละประเภทยานพาหนะ VKT/PKT/TKT ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ของรถไฟ จากข้อมูลการเดินรถ	tCO_2	tCO_2/VKT tCO_2/TKT tCO_2/PKT

ที่มา : ผู้วิจัย (2566)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 การหาแนวทางลดก๊าซเรือนกระจกระดับจังหวัด

แนวทางมาตรการลดก๊าซเรือนกระจก เริ่มจากการศึกษาแผนและนโยบายในระดับประเทศ และคัดเลือกมาตรการจากแผนและนโยบายเหล่านี้ ซึ่งมาตรการที่คัดเลือกในกลุ่มนี้ เป็นมาตรการที่บรรจุในแผนระดับประเทศแล้ว เช่น ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (2561 - 2580) โดยมียุทธศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง คือ ด้านที่ 5 การสร้างการเติบโตบนคุณภาพชีวิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม หรือจากแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560 - 2564) โดยมียุทธศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง คือ ยุทธศาสตร์การเติบโตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน ซึ่งเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการลดก๊าซเรือนกระจก โดยสนับสนุนการลดก๊าซเรือนกระจก และเพิ่มขีดความสามารถการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ หรือแผนที่นำทางการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศ ปี 2564 - 2573 (NDC Roadmap on mitigation 2021 - 2030) โดยแผนพัฒนาที่นำมาใช้ประกอบการพิจารณามาตรการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เช่น ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2561 - 2580) แผนการปฏิรูปประเทศ แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560 - 2564) แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก พ.ศ. 2558 - 2579 (AEDP) แผนอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2558 - 2579 (EEP) แผนแม่บทรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ 2558-2593 แผนที่นำทางการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศ ภายหลังปี พ.ศ. 2563 แผนแม่บทการบริหารจัดการขยะมูลฝอยของประเทศ (พ.ศ. 2559 - 2564) แผนพัฒนาพื้นที่ระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก (EEC)

นอกจากนี้ จังหวัดสามารถมีส่วนร่วมในการลดก๊าซเรือนกระจกเพื่อให้บรรลุตามเป้าหมายของประเทศได้ โดยจัดทำข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เพื่อวิเคราะห์หามาตรการและศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจกของจังหวัดขึ้นโดยมีขั้นตอนดำเนินการดังนี้

1. สำรวจกิจกรรมหรือแหล่งที่ก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภายในขอบเขตจังหวัด

2. ประเมินผลและจัดทำรายงานข้อมูลก๊าซเรือนกระจกระดับจังหวัด

3. คาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกระดับจังหวัดในกรณีปกติจากปีฐาน (Base year) ไปจนถึงปี พ.ศ. 2573 (ค.ศ. 2030)

4. พิจารณาและกำหนดเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกระดับจังหวัด

5. วิเคราะห์หามาตรการที่เหมาะสมและสอดคล้องกับบริบทของจังหวัด

6. รับฟังความคิดเห็นจากผู้ที่มีส่วนได้เสียในจังหวัดต่อมาตรการลดก๊าซเรือนกระจก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ประเมินศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกจากมาตรการลดก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด

8. จัดเรียงลำดับมาตรการทั้งหมดดังกล่าวและนำมาทำแผนการลดก๊าซเรือนกระจกของจังหวัด

9. นำแต่ละมาตรการมาจัดทำรายละเอียดเป็นแผนปฏิบัติการลดก๊าซเรือนกระจกของจังหวัด

10. จัดประชุม เพื่อรับฟังความคิดเห็นจากผู้เกี่ยวข้องทุกภาคส่วนและจัดสัมมนาเพื่อสื่อสารถึงมาตรการ แผนและแผนปฏิบัติการลดก๊าซเรือนกระจกให้ผู้เกี่ยวข้องทุกภาค13ส่วนได้รับทราบและนำไปปฏิบัติ

11. จัดสัมมนาเพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้และคำปรึกษาให้กับผู้เกี่ยวข้องของจังหวัดเกี่ยวกับการจัดทำรายงานข้อมูลก๊าซเรือนกระจกระดับจังหวัด กิจกรรมและเทคโนโลยีที่จะนำมาลดก๊าซเรือนกระจก

12. จัดประชุมเป็นระยะเพื่อติดตามผลการดำเนินงานตามแผนดังกล่าว พร้อมทั้ง ติดตามปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของจังหวัดเป็นประจำทุกปี

2.8 นโยบายการลดก๊าซเรือนกระจกระดับเทศบาล

2.8.1 แผนพัฒนาเทศบาลนครนครราชสีมา

ยุทธศาสตร์แผนพัฒนาเทศบาลนครนครราชสีมาอยู่ภายใต้ “แผนพัฒนาเทศบาลนครนครราชสีมาพ.ศ. 2561 – 2565” โดยหนึ่งในแผนยุทธศาสตร์ว่าด้วยเรื่องการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติ ได้ระบุรายละเอียดโครงการที่มีความสอดคล้องกับมาตรการลดก๊าซเรือนกระจกและการพัฒนาที่ยั่งยืนของเทศบาลนครนครราชสีมา โดยระบุแนวทางการพัฒนาด้านการส่งเสริมการดำรงชีวิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมโดยโครงการที่เกี่ยวข้องกับการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเทศบาลนครนครราชสีมาดังแสดงใน**ตารางที่ 2.3**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 โครงการที่เกี่ยวข้องกับการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเทศบาลนครนครราชสีมา

โครงการ	เป้าหมาย	ดัชนีชี้วัด	ผลที่คาดว่าจะได้รับ
การปรับปรุงระบบไฟฟ้าแสงสว่างบ่อบำบัดน้ำเสีย	• ปรับปรุงระบบไฟฟ้าแสงสว่างในระบบบำบัดน้ำเสียและรั้วริมถนนโดยเปลี่ยนโคมไฟเป็นหลอดไฟ LED จำนวน 234 ชุด	• จำนวนครุภัณฑ์ที่จัดหาได้ตามคุณสมบัติที่กำหนดไว้	• เพิ่มแสงสว่างในระบบบำบัดน้ำเสียและเพิ่มความสะดวกสบายในการจราจรของประชาชนรอบบ่อบำบัดน้ำเสีย
การพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำผ่านระบบการพัฒนาเมืองอย่างยั่งยืน	รวมกับองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (อบก.)และโครงการพัฒนาแห่งสหประชาชาติ (UNDP) จัดกิจกรรม 4 ประเภทได้แก่ • เพื่อประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานภาคครัวเรือน • ปรับปรุงระบบผลิตน้ำประปา • เสริมสร้างศักยภาพในการลดการใช้พลังงานของห้างสรรพสินค้า • ศึกษามูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ที่สูญเสียจากการจราจรติดขัดในเทศบาล	• คู่มือการประหยัดพลังงานภาคครัวเรือน • รายงานการศึกษาปรับปรุงระบบผลิตน้ำประปา • คู่มือเสริมสร้างศักยภาพในการลดการใช้พลังงานของห้างสรรพสินค้า • รายงานศึกษามูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ที่สูญเสียจากการจราจรติดขัดในเทศบาล	• เทศบาลนครนครราชสีมาลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ที่มา : ผู้วิจัย (2566)

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

โครงการ	เป้าหมาย	ดัชนีชี้วัด	ผลที่คาดว่าจะได้รับ
การส่งเสริมการมีส่วนร่วมตามแนวทางการจัดการขยะเหลือศูนย์	• จัดกิจกรรมส่งเสริมการคัดแยกขยะมูลฝอยที่แหล่งกำเนิดแบบมีส่วนร่วมในชุมชน • รณรงค์คัดแยกขยะพิษ และมีการติดตามการคัดแยกขยะในชุมชน หรือพื้นที่เป้าหมายอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ภายในปี พ.ศ. 2562 รวม 17 แห่ง	• ปริมาณขยะอินทรียPที่คัดแยกจากชุมชนไม่น้อยกว่า 7.5 ตัน/วัน • ปริมาณขยะพิษที่คัดแยกจากชุมชนและรวบรวมนำไปกำจัดอย่างถูกหลักวิชาการไม่น้อยกว่า 6.0 ตัน/ปีภายในพ.ศ. 2564	• ประชาชนมีส่วนร่วมในการคัดแยกขยะมูลฝอยที่แหล่งกำเนิดอย่างเป็นระบบ • เกิดการคัดแยกขยะหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ในรูปแบบต่างๆเกิดเป็นรูปธรรมชัดเจนต่อเนื่อง
การคัดแยกขยะภายในโรงเรียน	• จัดการอบรมเชิงปฏิบัติการการคัดแยกขยะรักษาสิ่งแวดล้อมในโรงเรียน/สถานศึกษาไม่น้อยกว่า5 แห่ง/ปี • จัดกิจกรรมรณรงค์เพื่อสร้างจิตสำนึกในการคัดแยกลดปริมาณขยะและใช้ประโยชน์จากขยะมูลฝอยในโรงเรียน/สถานศึกษา 1 ครั้ง/ปี • ติดตามประเมินผลกิจกรรมการดำเนินงานด้านการคัดแยก	• โรงเรียน/สถานศึกษามีการคัดแยกขยะ4ประเภท(ขยะพิษขยะรีไซเคิลขยะอินทรีย์ขยะทั่วไป) ค่าเป้าหมาย: ไม่น้อยกว่าร้อยละ 80	• เกิดการคัดแยกขยะมูลฝอยตามหลักการ3Rs อย่างเป็นรูปธรรม

ที่มา : ผู้วิจัย (2566)

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

โครงการ	เป้าหมาย	ดัชนีชี้วัด	ผลที่คาดว่าจะได้รับ
การจัดการขยะมูลฝอยติดเชื้อ	• สำรวจรวบรวมข้อมูลในการเก็บขนหรือกำจัดมูลฝอยติดเชื้อ • รวบรวมข้อมูลปริมาณขยะมูลฝอยติดเชื้อ • ประชุมคณะทำงานผู้ประกอบการสถานบริการสาธารณสุขและผู้เกี่ยวข้องกับการจัดการมูลฝอยติดเชื้อ • ออกใบอนุญาตรับทำการเก็บขนมูลฝอยติดเชื้อโดยทำเป็นธุรกิจหรือโดยได้รับประโยชน์ตอบแทนด้วยการคิดค่าบริการ • ติดตามประเมินผลกระบวนการเก็บขนหรือกำจัดมูลฝอยติดเชื้อ	• ความถี่ในการรายงานการให้ R บริการเก็บขนมูลฝอยติดเชื้อครบถ้วนทันเวลา ค่าเป้าหมาย: เดือนละ 1 ครั้ง • ร้อยละของผู้ประกอบการสถานบริการสาธารณสุขที่ได้รับความพึงพอใจ ค่าเป้าหมาย: ร้อยละ 70	• ผู้ประกอบการสถานบริการสาธารณสุขและผู้ปฏิบัติงานมีความรู้เกี่ยวกับกฎหมายและข้อปฏิบัติในการจัดการมูลฝอยติดเชื้อ • มีระบบการติดตามการให้บริการเก็บขนและกำจัดมูลฝอยติดเชื้อไม่ให้มีการลักลอบทิ้งมูลฝอยติดเชื้อปะปนไปกับมูลฝอยทั่วไป • ผู้รับบริการเก็บขนมูลฝอยติดเชื้อได้รับความพึงพอใจต่อบริการเก็บขนและกำจัดมูลฝอยติดเชื้อ

ที่มา : ผู้วิจัย (2566)

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

โครงการ	เป้าหมาย	ดัชนีชี้วัด	ผลที่คาดว่าจะได้รับ
การจัดการเดินระบบและดูแลระบบปุ๋ยอินทรีย์และกระแสไฟฟ้าจากขยะมูลฝอย	• ระบบผลิตปุ๋ยอินทรีย์และกระแสไฟฟ้าสามารถกำจัดขยะมูลฝอยได้เป็นอย่างดี • เทศบาลสามารถกำจัดขยะมูลฝอยและเกิดผลพลอยได้เป็นกระแสไฟฟ้าและปุ๋ยอินทรีย์	• เทศบาลจัดหาที่ปรึกษาที่มีคุณสมบัติได้ตามที่กำหนดไว้ • เทศบาลสามารถดำเนินงานได้ตามขอบเขตการดำเนินงาน	• สามารถผลิตปุ๋ยอินทรีย์และกระแสไฟฟ้าจากการกำจัดขยะมูลฝอย • เทศบาลสามารถกำจัดขยะมูลฝอยและเกิดผลพลอยได้เป็นกระแสไฟฟ้าและปุ๋ยอินทรีย์
การก่อสร้างบ่อฝังกลบขยะมูลฝอยชั่วคราว	• ก่อสร้างที่ฝังกลบขยะมูลฝอยชั่วคราวบ่อที่1 พร้อมปูแผนHDPE หนา 1.5 มิลลิเมตรพื้นที่ไม่นRอยกว0า 17,500 ตารางเมตร • ก่อสร้างผิวจราจรหินคลุกหนาประมาณ 0.15 เมตร พื้นที่ไม่น้อยกว่า 2,930 ตารางเมตร • ก่อสร้างระบบไฟฟ้าแสงสว่าง • ก่อสร้างระบบรวมรวบน้ำเสีย	• โครงการที่จัดทำได้ตามขอบเขตการทำงานที่กำหนดไว้ • โครงการสามารถดำเนินการแล้วเสร็จตามระยะเวลาในสัญญา	• ศูนย์กำจัดขยะมูลฝอยสามารถรองรับขยะเพื่อทำการฝังกลบได้อย่างมีประสิทธิภาพ
การจัดหาพันธุ์ไม้พร้อมปลูก (จัดหาพันธุ์ไม้ 300 ต้น)	• จัดหาพันธุ์ไม้จำนวนไม่น้อยกว่า300ต้นพร้อมปลูกบริเวณโดยรอบโครงการกำจัดขยะมูลฝอยฯ	• ระดับความสำเร็จในการป้องกันขยะปลิวและบำบัดกลิ่นเข้าสู่ชุมชนใกล้เคียง	• ทำให้ได้แนวป้องกันขยะปลิวและบำบัดกลิ่นขยะเข้าสู่ชุมชนใกล้เคียงและปรับทัศนียภาพให้สวยงาม

ที่มา : ผู้วิจัย (2566)

2.8.2 การวิเคราะห์นโยบายการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเทศบาลนครนครราชสีมา

จากนโยบายการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกของเทศบาลนครนครราชสีมาสามารถนำมาวิเคราะห์หาความเชื่อมโยงและสอดคล้องกับนโยบายระดับประเทศหรือระดับนานาชาติเพื่อนำมาใช้พัฒนายุทธศาสตร์การพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำโดยเมื่อเปรียบเทียบนโยบายด้านสิ่งแวดล้อมที่ถูกบรรจุในแผนพัฒนาเทศบาลนครนครราชสีมาพ.ศ. 2561 – 2565 แล้วมีความสอดคล้องกับนโยบายระดับประเทศในด้านการจัดการปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยตรง (การจัดการของเสียภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา) และทางอ้อม (การลดการใช้ไฟฟ้าและใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพ) รวมถึงนโยบายการอนุรักษ์ธรรมชาติโดยรักษาต้นไม้ใหญ่ให้คงอยู่

นอกจากนี้ยังมีความสอดคล้องกับนโยบายระดับนานาชาติที่มีเป้าหมายในการจำกัดการเพิ่มอุณหภูมิเฉลี่ยของโลกจากปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เพิ่มขึ้นไม่ให้เกิน 2 องศาเซลเซียสภายในปีพ.ศ. 2593 (2^{o}C Scenario) ซึ่งเมืองชั้นนำด้านการจัดการการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ยึดเป้าหมายระดับนานาชาติเป็นสำคัญเพื่อนำมาจัดทำมาตรการและนโยบายการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกดังเช่นเมืองชั้นนำที่ยกตัวอย่างมาข้างต้นคือเมืองบาร์เซโลนาและเมืองปารีสโดยนโยบายของเทศบาลนครนครราชสีมามีความคล้ายคลึงกับ 2 เมืองดังกล่าวในด้านการจัดการขยะมูลฝอยการอนุรักษ์ผืนป่าและการลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในตัวเมืองนโยบายที่เกี่ยวขEองกับการลดก๊าซเรือนกระจกของเทศบาลนครนครราชสีมาส่วนใหญ่เป็นนโยบายที่เกี่ยวข้องกับการจัดการขยะเช่นการจัดการขยะมูลฝอยติดเชื้อการจัดการระบบปุ๋ยอินทรีย์จากการฝั่งกลบการฝั่งกลบขยะมูลฝอยในหลุมฝั่งกลบการแยกขยะและการจัดการขยะเหลือศูนย์เป็นต้นซึ่งเทศบาลนครนครราชสีมาได้มีการเริ่มดำเนินการจัดเก็บขยะมูลฝอยอินทรีย์โดยใช้รถจัดเก็บขยะมูลฝอยอินทรีย์โดยเฉพาะ

อย่างไรก็ตามยังเป็นความท้าทายของทางเทศบาลนครนครราชสีมาในการรณรงค์และประชาสัมพันธ์ให้ประชาชนในพื้นที่มีความตระหนักและใสUใจในการคัดแยกขยะเพื่อร่วมกันพัฒนาระบบกำจัดของเสียในเขตเทศบาลนครนครราชสีมาใหEมีประสิทธิภาพมากขึ้นรวมถึงการตระหนักถึงปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกดังนั้นเทศบาลนครนครราชสีมาจำเป็นต้องจัดทำโครงการที่สามารถตรวจวัดผลและติดตามประเมินผลการพัฒนาได้อย่างชัดเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 มาตรการ นโยบาย และแผนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานทดแทนของจังหวัด

ระบบตรวจวัด รายงาน และทวนสอบโครงการ (Measurement, Reporting and Verification, MRV)

ระบบ MRV (Measurement, Reporting and Verification) คือ กลไกการตรวจวัด รายงาน และทวนสอบของกิจกรรมการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เพื่อพิสูจน์ความสำเร็จของการดำเนินการตามมาตรการโครงการ กลไก และนโยบายต่างๆ ในการลดก๊าซเรือนกระจก หรือเรียกได้ว่าเป็นเครื่องมือในการบริหารติดตามการปล่อยและลดก๊าซเรือนกระจกให้เป็นไปตามเจตนารมณ์ที่ได้กำหนดไว้

ระบบ MRV เริ่มมาจากความร่วมมือระหว่างหลายประเทศในการลดก๊าซเรือนกระจก เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) เพื่อรักษาอุณหภูมิของโลกไม่ให้สูงเกิน 2 องศาเซลเซียส เพื่อให้การดำเนินงานลดก๊าซเรือนกระจกมีกลไกและการติดตามที่เหมาะสม จึงได้กำหนดระบบการตรวจวัด รายงาน และทวนสอบให้สามารถนำไปสู่เป้าหมายที่ได้วางไว้ร่วมกันในระดับโลกและระดับประเทศได้

จากความร่วมมือระหว่างประเทศได้เกิดการนำระบบ MRV ไปใช้ในงานประเภทต่างๆ ได้แก่

1) ระบบ MRV ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (MRV of GHG emissions) คือ ระบบการตรวจวัดรายงาน และทวนสอบปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ประกอบด้วย

o การสำรวจและติดตามระดับประเทศ (National inventory)

o การสำรวจและติดตามระดับบริษัทหรือองค์กร (Company/organization inventories)

o การสำรวจและติดตามระดับผลิตภัณฑ์หรือกิจกรรม (Facility-level inventories)

2) ระบบ MRV สำหรับการดำเนินการหรือเป้าหมายการลด (เช่น Nationally Appropriate Mitigation Actions, NAMAs) (MRV of mitigation actions and goals) คือ ระบบการตรวจวัด รายงาน และทวนสอบปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของมาตรการ นโยบาย แผนงานและโครงการต่างๆประกอบด้วย

o เป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจก (GHG reduction goals)

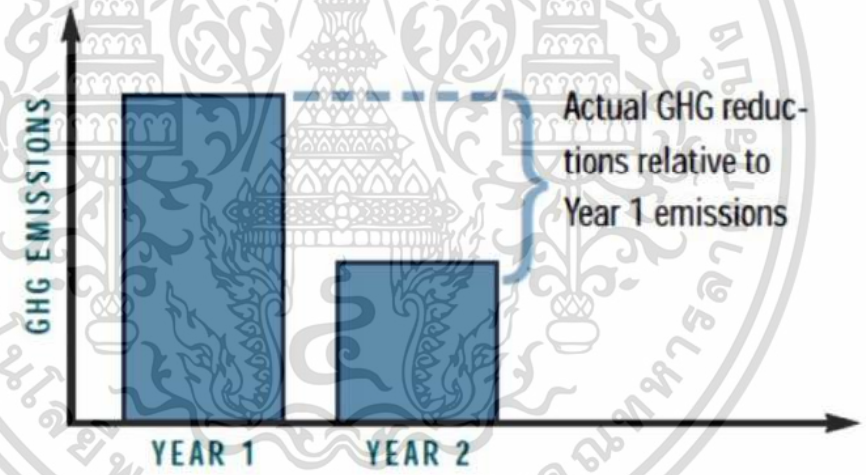
o นโยบายหรือการดำเนินการ (Policies and actions)

o โครงการ (Projects)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับประเทศไทยโดยสำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.) ได้ใช้ระบบ MRV รูปแบบที่ 2 คือ ระบบ MRV สำหรับการดำเนินการหรือเป้าหมายการลด (MRV of mitigation actions and goals) ภายใต้แผนและนโยบายด้านการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย ตามแนวทางการดำเนินงานลดก๊าซเรือนกระจกที่เหมาะสมของประเทศไทย (Nationally Appropriate Mitigation Actions : NAMAs) และเป้าหมายการมีส่วนร่วมที่ประเทศกำหนด (Nationally Determined Contribution : NDC) โดยเน้นนโยบาย (Policy base) และโครงการ (Project base) ซึ่งแนวทางการตรวจวัดของการปล่อยและการดำเนินการหรือเป้าหมายการลดการปล่อย สามารถแบ่งออกเป็น 2 แนวทาง ดังนี้

การจัดทำบัญชีการสำรวจและติดตาม (Inventory accounting) : ปีต่อปี (year-on-year emissions tracking) ซึ่งแนวทางนี้จะใช้ในการสำรวจและติดตามระดับประเทศ ระดับบริษัทหรือองค์กร และระดับผลิตภัณฑ์หรือกิจกรรม โดยการวัดปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้จริงระหว่างปีที่ 1 และปีที่ 2 ดังแสดง ใน**รูปที่ 2.8**

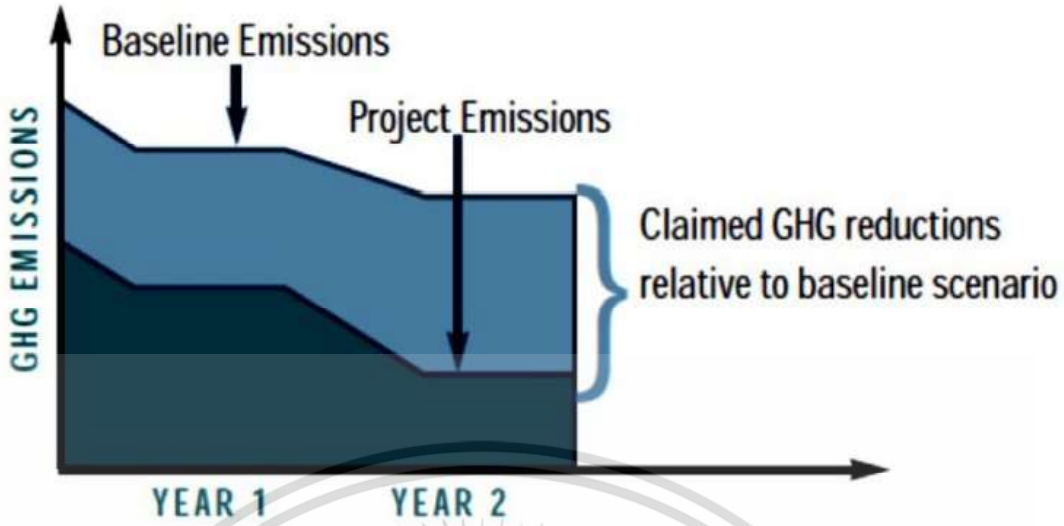


ที่มา: World Resources Institute, 2014 https://www.thepmr.org/system/files/documents/Sesion%201B%20-%20WRI_MRV%20Panorama%20general.pdf

รูปที่ 2.10 แนวทางการตรวจวัดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้จริงแบบปีต่อปี

การจัดทำบัญชีการสำรวจและติดตาม (Inventory accounting) : ประเมินการเปลี่ยนแปลงปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรม มาตรการ หรือนโยบาย (change in GHG emissions from an intervention) ซึ่งแนวทางนี้จะใช้ในการประเมินการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของมาตรการ นโยบาย แผนงานและโครงการ และการดำเนินการต่างๆ โดยการประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้เทียบกับกรณีฐาน ดังแสดงใน**รูปที่ 2.9**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่มา: World Resources Institute, 2014 https://www.thepmr.org/system/files/documents/Sesion%201B%20-%20WRI_MRV%20Panorama%20general.pdf

รูปที่ 2.11 แนวทางการตรวจวัดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้เทียบกับกรณีฐาน

จากการศึกษาของโครงการนี้ ใช้ระบบ MRV สำหรับการดำเนินการหรือเป้าหมายการลด (MRV of mitigation actions and goals) ในการประเมินการลดก๊าซเรือนกระจกระดับนโยบาย (Policy base) และ รายโครงการ (Project base) โดยทำการประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้เทียบกับกรณีฐาน

2.10 แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการพลังงาน

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2553 ได้ให้คำนิยามการจัดการพลังงาน หมายถึง ระบบการดำเนินงานภายในองค์กรซึ่งประกอบด้วย บุคลากร ทรัพยากร นโยบาย และขั้นตอนการดำเนินการ โดยมีการทำงานประสานกันอย่างมีระเบียบและแบบแผน เพื่อปฏิบัติงานที่กำหนดไว้หรือเพื่อให้บรรลุ หรือรักษาเป้าหมายที่กำหนดไว้

การวางแผนการจัดการพลังงานอย่างยั่งยืนนั้น ผู้รับผิดชอบหรือผู้ปฏิบัติงานจะต้องมีความรู้ความเข้าใจ และมีการติดตามประเมินผลเพื่อนำไปสู่การปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้การจัดการพลังงานนั้นมีประสิทธิภาพและบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ได้ตั้งไว้ โดยต้องครอบคลุมและให้ความสำคัญในทุกๆมิติทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งวัฒนธรรม เมื่อการวางแผนเป็นที่เรียบร้อยแล้วก็นำไปปฏิบัติโดยมีการตรวจสอบและปฏิบัติการแก้ไข ซึ่งต้องมีการตรวจวัดและนำบทสรุปของการดำเนินการทั้งหมดมาทบทวน ปรับปรุง เพื่อนำไปวางแผนและกำหนดนโยบายพลังงานใหม่ จึงจะก่อให้เกิดการวางแผนยั่งยืนในที่สุด (รัฐฐาน์ฤทธิ เกริกไกร, 2546) นอกจากนี้การจัดการพลังงานจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยั่งยืนได้จำเป็นต้องมีการอนุรักษ์พลังงานและการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ ลดการนำเข้าพลังงานจากภายนอก หรือลดค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับพลังงานลง และมีการเลือกใช้พลังงานทางเลือกอื่นๆที่สอดคล้องกับศักยภาพของท้องถิ่นและชุมชน ทั้งนี้จะต้องมีการกระจายอำนาจในการจัดการ เปิดโอกาสให้ประชาชนเข้ามามีส่วนร่วมในการจัดการ และต้องมีการขับเคลื่อนอย่างต่อเนื่องและยั่งยืน (ศราพร ไกรยะปักษ์, 2553)

สรุปได้ว่า การจัดการพลังงานคือการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งจะต้องมีการออกแบบและวางแผนการใช้พลังงานที่เหมาะสม โดยจะต้องคำนึงถึงในหลายๆมิติ ทั้งเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม และต้องสอดคล้องกับศักยภาพของชุมชนนั้นๆด้วย นอกจากนี้ยังต้องมีการติดตามผลเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้สามารถจัดการพลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

2.11 แบบจำลองพลังงาน

ในการศึกษาครั้งนี้เป็นการคาดการณ์ความต้องการใช้พลังงานในอนาคตของระดับจังหวัด ซึ่งแบบจำลองที่สร้างขึ้นมาใช้ในการคาดการณ์นั้น จะให้ผลการคาดการณ์ความต้องการใช้พลังงานระดับจังหวัดในอนาคตเป็นอย่างไร และสามารถรองรับต่อการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยต่างๆ ที่เกิดขึ้นทั้งในปัจจุบันและอนาคต

ศุภวัจน์ รุ่งสุริยะวิบูลย์ (2558) ได้กล่าวถึงแบบจำลองที่นิยมใช้คาดการณ์ความต้องการใช้พลังงานในอนาคตนั้น มี 2 วิธี ดังนี้

1) แบบจำลองผู้ใช้ไฟฟ้าหน่วยสุดท้าย (end-use model) หรือที่เรียกว่า แบบจำลอง Bottom-up ซึ่งจะพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าแยกย่อยลงไปในระดับผู้ใช้พลังงานไฟฟ้าลำดับสุดท้ายของแต่ละสาขาเศรษฐกิจ เช่น ในสาขาที่อยู่อาศัย ความต้องการใช้ไฟฟ้าจะถูกคำนวณในแต่ละครัวเรือนแล้วรวมกันเป็นความต้องการใช้ไฟฟ้าในสาขาที่อยู่อาศัย

2) แบบจำลองเศรษฐมิติ (econometric model) หรือที่เรียกว่าแบบจำลอง Top-down ซึ่งจะพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าในแต่ละสาขาเศรษฐกิจในระดับมวลรวมโดยพิจารณาถึงผลการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรหรือปัจจัยทางเศรษฐกิจต่างๆ ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงความต้องการไฟฟ้าในสาขาเศรษฐกิจนั้น เช่น ความต้องการใช้ไฟฟ้าในภาคธุรกิจจะขึ้นกับปัจจัยต่างๆ เช่น GDP จำนวนผู้ใช้ไฟฟ้า เทคโนโลยี เป็นต้น สำหรับแบบจำลองการพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าของไทยนั้นได้ผสมผสานแนวคิดของทั้งแบบจำลองผู้ใช้ไฟฟ้าหน่วยสุดท้ายและเศรษฐมิติเข้าไว้ด้วยกันเพื่อให้ได้ค่าพยากรณ์ที่เหมาะสมและมีความถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

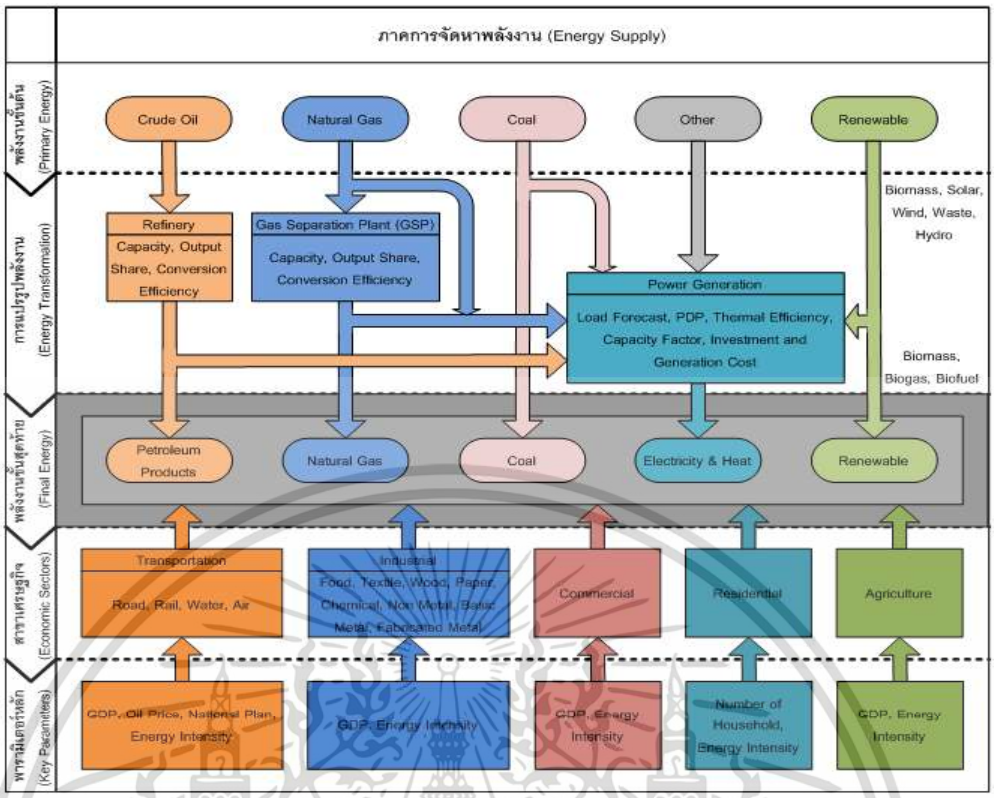
โครงการวิจัยโดยสถาบันวิจัยพลังงานจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยร่วมกับบริษัท ปตท.จำกัด (มหาชน)[1] และกระทรวงพลังงาน[2] ได้มีการปรับปรุงชุดข้อมูลและสมมติฐานต่างๆ เพื่อให้สอดคล้องกับการจัดทำภาพอนาคตของระบบพลังงานไทยในปี 2040 ตามวัตถุประสงค์ของโครงการ โดยมีรายละเอียดของแบบจำลองโดยสังเขปดังต่อไปนี้

แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษาเป็นแบบจำลองสมดุลพลังงาน (energy account model) โดยใช้โปรแกรม The Low Emission Analysis Platform (LEAP) เป็นเครื่องมือในการศึกษา ซึ่งโครงสร้างแบบจำลองสมดุลพลังงานที่ใช้ในการศึกษาแสดงดังรูปที่ 8 โดยจะเริ่มต้นทำการคำนวณจากการวิเคราะห์ “ความต้องการใช้พลังงานขั้นสุดท้าย (final energy demand)” ในโมดูล demand analysis พร้อมทั้งพิจารณาจากความต้องการใช้พลังงานจำแนกรายสาขาเศรษฐกิจ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความพร้อมของข้อมูลและปัจจัยขับเคลื่อนที่อาจส่งผลกระทบต่อการใช้พลังงานในแต่ละสาขา เช่น การเติบโตทางเศรษฐกิจ การเปลี่ยนแปลงด้านประชากร ราคาพลังงาน เป็นต้น ความต้องการใช้พลังงานแต่ละชนิดในโมดูล demand analysis จะถูกนำมาใช้เป็นข้อมูลตั้งต้นในการประเมินในภาคการแปรรูปพลังงาน (transformation analysis) ซึ่งประกอบไปด้วยตัวแปรต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับภาคการผลิต เช่น ประสิทธิภาพการเปลี่ยนรูปพลังงาน กำลังการผลิต สัดส่วนการใช้และการผลิตเชื้อเพลิง ลำดับการผลิต ความต้องการนำเข้าและส่งออก และอื่นๆ เป็นต้น ทั้งนี้สามารถคำนวณความต้องการใช้พลังงานในโมดูล resource analysis เพื่อวิเคราะห์ “ความต้องการพลังงานขั้นต้น (primary energy demand)” สำหรับระบบพลังงานของประเทศไทย ซึ่งจะทำให้สามารถมองเห็นการเปลี่ยนแปลงทั้งในภาคการใช้พลังงาน และความสัมพันธ์เชื่อมโยงกับการจัดหาพลังงานทั้งระบบได้

[1] การประชุมรับฟังความคิดเห็น “ภาพอนาคตพลังงานไทยเพื่อความยั่งยืน (Thailand Energy Scenario towards Sustainability) 2050” ภายใต้โครงการวิเคราะห์ภาพอนาคตและแบบจำลองเพื่อกลยุทธ์เชิงธุรกิจ วันที่ 15 กรกฎาคม 2563

[2] หนังสือ “ภาพอนาคตพลังงานไทย 2562 (Thailand Energy Outlook 2019)” กระทรวงพลังงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.12 โครงสร้างการพัฒนาแบบจำลอง LEAP

ปัจจุบันพบว่ามีการพัฒนาแบบจำลองการใช้พลังงานประเภทต่าง ๆ ขึ้นมากมาย ซึ่งโปรแกรมที่ได้รับการพัฒนาและเกี่ยวข้องกับการคาดการณ์ความต้องการใช้พลังงานและเป็นที่นิยมใช้กันมากที่สุด คือ โปรแกรม LEAP

2.12 การศึกษาโปรแกรม LEAP Model

ในการวิเคราะห์คาดการณ์การใช้พลังงานในอนาคต จะต้องมีการสร้างแบบจำลองขึ้นเพื่อใช้ในการคาดการณ์ที่สามารถรองรับการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นทั้งในปัจจุบันและอนาคต ทั้งนี้แบบจำลองได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้การวางแผนพลังงานและตอบปัญหาด้านพลังงานที่หลากหลาย อาทิเช่น การใช้งาน การคำนวณ กรอบเวลา และโครงสร้างข้อมูล เป็นต้นโดยรูปแบบของแบบจำลองจะมีลักษณะที่ง่ายต่อการใช้งาน เพื่อการวางแผนพลังงานและสามารถตอบปัญหาในระดับที่ไม่ซับซ้อนมากนัก

วงกต วงศ์อภัย (2548) กล่าวถึงการบริหารจัดการทรัพยากรพลังงานนิยมประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในกระบวนการตัดสินใจให้กับผู้กำหนดแผนนโยบายด้านพลังงานของประเทศ ซึ่งแบบจำลองทางด้านพลังงานจะแบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ

1) แบบจำลองเศรษฐมิติ (econometric model) หรือ Top-down เป็นแบบจำลองเชิงเศรษฐศาสตร์ที่ใช้แนวทางการนำนโยบายพลังงานและสิ่งแวดล้อมมากำหนดและศึกษาผลกระทบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนโยบายนั้นๆต่อภาคเศรษฐกิจอื่นๆ ตัวอย่างของแบบจำลองลักษณะนี้คือ แบบจำลองแบบสมดุลทั่วไป (Generalequilibrium model) แบบจำลองแบบสมดุลบางส่วน (Partial equilibrium model) แบบจำลองแบบ Input-output model แบบจำลอง MESSAGE model เป็นต้น

2) แบบจำลอง End-use หรือ Bottom-up คือ แบบจำลองที่ใช้แนวทางการปรับเปลี่ยนเทคโนโลยีของอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานต่าง ๆ ในทุกภาคเศรษฐกิจ ซึ่งเมื่อแบบจำลองรับข้อมูลดังกล่าวนี้แล้ว จะประมวลผลและคำนวณการใช้พลังงาน รวมถึงการปล่อยมลพิษจากการใช้พลังงานนั้น ๆ ในอนาคตได้ ตัวอย่างของแบบจำลองประเภทนี้ เช่น แบบจำลอง MARKAL, แบบจำลอง AIM/ Enduse, แบบจำลอง MAED model เป็นต้น (แบบจำลองทางเศรษฐศาสตร์และการพยากรณ์ระบบพลังงาน, วงกต วงศ์อภัย, 2548)

ศุภวัจน์ รุ่งสุริยะวิบูลย์(2558) ได้กล่าวถึง การพยากรณ์ความต้องการใช้ไฟฟ้าในอนาคตจำเป็นจะต้องสร้างแบบจำลองการพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าในระยะยาวขึ้นเพื่อพยากรณ์ค่าพลังงานไฟฟ้า (load demand) แยกตามสาขาเศรษฐกิจ ประเภทอัตราค่าไฟฟ้า และเขตการใช้ไฟฟ้า ทั้งนี้แบบจำลองจะต้องให้ค่าพยากรณ์ที่แม่นยำและสามารถรองรับต่อการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยต่างๆ ที่เกิดขึ้นทั้งในปัจจุบันและอนาคต

โดยแบบจำลองที่นิยมใช้กัน มี 2 วิธี ดังนี้

1.แบบจำลองผู้ใช้ไฟฟ้าหน่วยสุดท้าย (end-use model) หรือที่เรียกว่าแบบจำลอง “Bottom-up” ซึ่งจะพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าแยกย่อยลงไปในระดับผู้ใช้พลังงานไฟฟ้าลำดับสุดท้ายของแต่ละสาขาเศรษฐกิจ เช่น ในสาขาที่อยู่อาศัย ความต้องการใช้ไฟฟ้าจะถูกคำนวณในแต่ละครัวเรือนแล้วรวมกันเป็นความต้องการใช้ไฟฟ้าในสาขาที่อยู่อาศัย

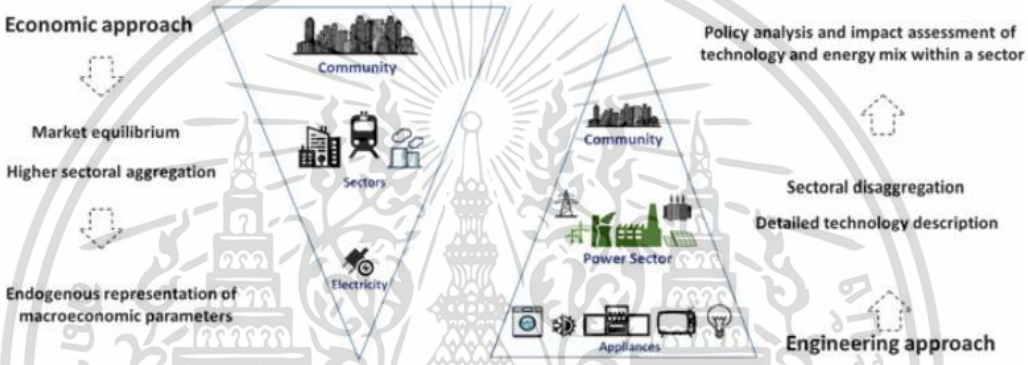
2.แบบจำลองอีกวิธีเรียกว่า แบบจำลองเศรษฐมิติ (econometric model) หรือที่เรียกว่า แบบจำลอง “Top-down” ซึ่งจะพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าในแต่ละสาขาเศรษฐกิจในระดับมวลรวมโดยพิจารณาถึงผลการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรหรือปัจจัยทางเศรษฐกิจต่างๆ ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงความต้องการไฟฟ้าในสาขาเศรษฐกิจนั้น เช่น ความต้องการใช้ไฟฟ้าในภาคธุรกิจจะขึ้นกับปัจจัยต่างๆ เช่น GDP จำนวนผู้ใช้ไฟฟ้าเทคโนโลยี เป็นต้น สำหรับแบบจำลองการพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าของไทยนั้นได้ผสมผสานแนวคิดของทั้งแบบจำลองผู้ใช้ไฟฟ้าหน่วยสุดท้ายและเศรษฐมิติเข้าไว้ด้วยกันเพื่อให้ได้ค่าพยากรณ์ที่เหมาะสมและมีความถูกต้อง

Paul, Ashok และ Jonathan (2002) ได้สรุปว่าแบบจำลองจำลองเศรษฐมิติ หรือ Top down มีจุดเด่นคือ สามารถทำการพยากรณ์ในระยะสั้นได้ดี เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงทางโครงสร้างและเทคโนโลยีไม่มาก ซึ่งแบบจำลองทางเศรษฐมิตินี้จะมีความแม่นยำและประสิทธิภาพลดน้อยลงเมื่อใช้ในการพยากรณ์ในระยะเวลาที่ยาวขึ้น นอกจากนี้แบบจำลองแบบ End-use หรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Bottom-up มีจุดเด่น คือสามารถใช้อธิบายและสะท้อนการเปลี่ยนแปลงในเทคโนโลยีและนโยบาย เนื่องมาจากการคาดการณ์กิจกรรมที่ใช้การบริโภคพลังงานขั้นสุดท้าย

Subhes Bhattacharyya (2009) ได้กล่าวถึงข้อจำกัดของข้อมูลทั้งวิธีเศรษฐมิติและ End-use นั้นต้องการชุดข้อมูลที่หลากหลาย และมักจะไม่มีข้อมูลรายละเอียดดังที่ต้องการ หรือหากมีก็จะได้ข้อมูลที่ไม่มีคุณภาพและไม่ได้มาตรฐานมากนัก ข้อจำกัดข้อมูลนี้จะทำให้เกิดอุปสรรคในการสร้างภาพเหตุการณ์ การประเมินและวิเคราะห์ผลกระทบของนโยบาย นอกจากนี้ยังกล่าวว่าวิธี hybrid หรือแบบผสมผสานนั้นสามารถช่วยแก้ปัญหาและข้อจำกัดดังกล่าว ซึ่งเป็นวิธีที่ยอมรับและแพร่หลายในปัจจุบัน



รูปที่ 2.13 เปรียบเทียบแบบจำลองทางด้านพลังงาน ระหว่างแบบ Top down แบบจำลองแบบ Bottom-up

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 แบบจำลองที่นิยมใช้ในการวิเคราะห์ก๊าซเรือนกระจกจากภาคพลังงาน

ชื่อแบบจำลอง	วิธีการศึกษา	จุดแข็ง	จุดอ่อน
LEAP	Bottom-up, Top-down	-มีความยืดหยุ่นในแง่ของการประยุกต์ใช้ในรูปแบบการวิเคราะห์ต่างๆ -มีประโยชน์สูงสุดเพื่อการใช้ในการวิเคราะห์ในมุมมองของเศรษฐศาสตร์พลังงานในภาพรวมของภาคเศรษฐกิจ -มีความเป็นสากล เนื่องจากมีการใช้อย่างกว้างขวางทั่วโลก	-รูปแบบของข้อมูลในเทคโนโลยีที่ปรากฏในแบบจำลองจะอยู่บนพื้นฐานของข้อมูลของต่างประเทศที่แตกต่างกับรูปแบบการเก็บข้อมูลของประเทศไทย การแปลงหน่วยทางเศรษฐศาสตร์ให้เป็นสากลอาจก่อให้เกิดความคลาดเคลื่อนจาก currency exchange
AIM/End-use	Bottom-up, Top-down	-มีความยืดหยุ่นในแง่ของการประยุกต์ใช้ในรูปแบบการวิเคราะห์ต่างๆ -มีประโยชน์สูงสุดเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ในมุมมองของพลังงานในภาพรวมของภาคเศรษฐกิจ -นิยมใช้ในหลายประเทศในเอเชีย -เป็นแบบจำลองที่ใช้ในงานจัดทำ NAMAs ของไทย	-รูปแบบของข้อมูลในเทคโนโลยีที่ปรากฏในแบบจำลองจะอยู่บนพื้นฐานของข้อมูลของต่างประเทศที่แตกต่างกับรูปแบบการเก็บข้อมูลของประเทศไทย แต่สามารถป้อนค่าของประเทศไทยได้ -มีการใช้งานแพร่หลายเฉพาะในเอเชีย
MESSAGE	Bottom-up	-มีความยืดหยุ่นในแง่ของการประยุกต์ใช้ในรูปแบบการวิเคราะห์ต่างๆ - เหมาะแก่การใช้ในกรณีที่มีข้อมูลจำกัด	-ควรระมัดระวังการพิจารณาในรูปแบบของ cost effective เนื่องจากจะทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนใน boundary capacity ของแต่ละเทคโนโลยีการผลิต รวมทั้งการแปลงหน่วยให้เป็นสากล
(I-O Model)	Top-down	-มีศักยภาพสูงในวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ เพื่อหาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากความสัมพันธ์เชิงเศรษฐศาสตร์ พลังงาน และสิ่งแวดล้อมในรายละเอียดเชิงลึกของแต่ละภาคเศรษฐกิจของประเทศ	-ความซับซ้อน ยุ่งยาก ในการแบ่งภาคเศรษฐกิจในมุมมองเชิงเศรษฐศาสตร์ พลังงาน และสิ่งแวดล้อม
IPCC	Bottom-up	-เป็นวิธีสากลที่ใช้ในการคำนวณหาปริมาณก๊าซเรือนกระจกในมาตรฐานสากล	- มีความยุ่งยากในการแปลงหน่วยการเก็บข้อมูลเพื่อการคำนวณตามมาตรฐานของ IPCC

ที่มา : ผู้วิจัย, 2564

2.13 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับแบบจำลองพลังงาน

การคาดการณ์การใช้พลังงานในอนาคตนั้นจำเป็นต้องสร้างแบบจำลองการพยากรณ์ที่สามารถรองรับต่อการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยต่างๆ ที่เกิดขึ้นทั้งในปัจจุบันและอนาคต โดยแบบจำลองเพื่อการวางแผนพลังงานได้ถูกพัฒนาขึ้นในหลายรูปแบบเพื่อตอบสนองปัญหาทางด้านพลังงานที่หลากหลาย ทั้งในเรื่องรูปแบบการใช้งาน วิธีการคำนวณ กรอบเวลา และโครงสร้างข้อมูล รูปแบบเริ่มต้นของแบบจำลองเพื่อการวางแผนพลังงาน จะเป็นลักษณะที่ง่าย และ สามารถตอบปัญหาในระดับที่ไม่ซับซ้อนมากนัก

วงกต วงศ์อภัย (2548) กล่าวถึงการบริหารจัดการทรัพยากรพลังงานนิยมประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในกระบวนการตัดสินใจให้กับผู้กำหนดแผนนโยบายด้านพลังงานของประเทศ ซึ่งแบบจำลองทางด้านพลังงานจะแบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ

1) แบบจำลองเศรษฐมิติ (econometric model) หรือ Top-down เป็นแบบจำลองเชิงเศรษฐศาสตร์ที่ใช้แนวทางการนำนโยบายพลังงานและสิ่งแวดล้อมมากำหนดและศึกษาผลกระทบจากนโยบายนั้นๆต่อภาคเศรษฐกิจอื่นๆ ตัวอย่างของแบบจำลองลักษณะนี้คือ แบบจำลองแบบสมดุลทั่วไป (General equilibrium model) แบบจำลองแบบสมดุลบางส่วน (Partial equilibrium model) แบบจำลองแบบ Input-output model แบบจำลอง MESSAGE model เป็นต้น

2) แบบจำลอง End-use หรือ Bottom-up แบบจำลองแบบนี้คือแบบจำลองที่ใช้แนวทางการปรับเปลี่ยนเทคโนโลยีของอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานต่าง ๆ ในทุกภาคเศรษฐกิจ ซึ่งเมื่อแบบจำลองรับข้อมูลดังกล่าวนี้แล้ว จะประมวลผลและคำนวณการใช้พลังงาน รวมถึงการปล่อยมลพิษจากการใช้พลังงานนั้น ๆในอนาคตได้ ตัวอย่างของแบบจำลองประเภทนี้เช่น แบบจำลอง MARKAL,แบบจำลอง AIM/ Enduse, แบบจำลอง MAED model เป็นต้น (แบบจำลองทางเศรษฐศาสตร์และการพยากรณ์ระบบพลังงาน, วงกต วงศ์อภัย,2548)

Paul, Ashok และ Jonathan (2002) ได้สรุปว่าแบบจำลองจำลองเศรษฐมิติ หรือ Top down มีจุดเด่นคือ สามารถทำการพยากรณ์ในระยะสั้นได้ดี เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงทางโครงสร้างและเทคโนโลยีไม่มาก ซึ่งแบบจำลองทางเศรษฐมิตินี้จะมีความแม่นยำและประสิทธิภาพลดน้อยลงเมื่อใช้ในการพยากรณ์ในระยะเวลาที่ยาวขึ้น นอกจากนี้แบบจำลองแบบ End-use หรือ Bottom-up มีจุดเด่น คือสามารถใช้อธิบายและสะท้อนการเปลี่ยนแปลงในเทคโนโลยีและนโยบายเนื่องมาจากการคาดการณ์กิจกรรมที่ใช้การบริโภคพลังงานขั้นสุดท้าย

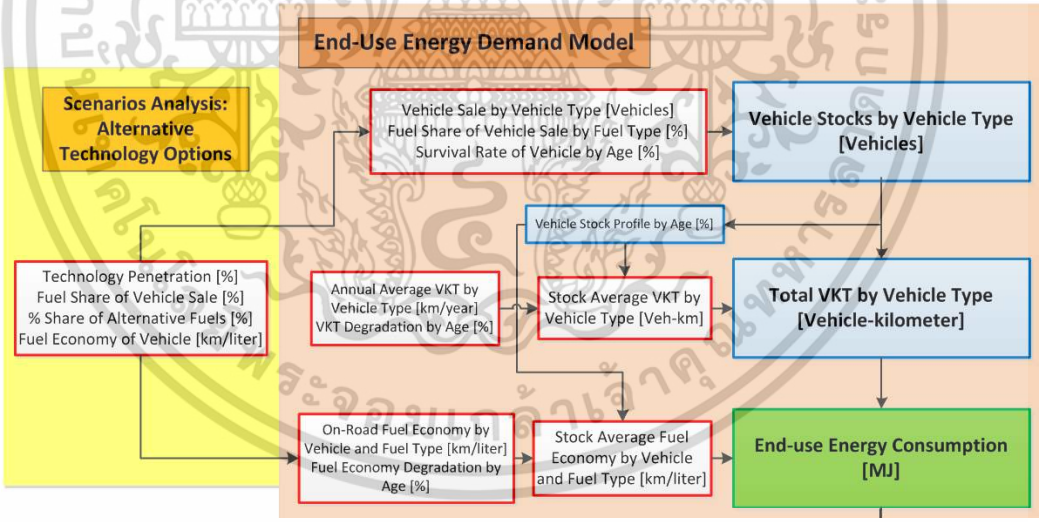
Subhes Bhattacharyya (2009) ได้กล่าวถึงข้อจำกัดของข้อมูลทั้งวิธีเศรษฐมิติและ End-use นั้นต้องการชุดข้อมูลที่หลากหลาย และมักจะไม่มีข้อมูลรายละเอียดดังที่ต้องการ หรือหากมีก็จะได้ข้อมูลที่ไม่มีคุณภาพและไม่ได้มาตรฐานมากนัก ข้อจำกัดข้อมูลนี้จะทำให้เกิดอุปสรรคใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสร้างภาพเหตุการณ์ การประเมินและวิเคราะห์ผลกระทบของนโยบาย นอกจากนี้ยังกล่าวว่าวิธี hybrid หรือแบบผสมผสานนั้นสามารถช่วยแก้ปัญหาและข้อจำกัดดังกล่าว ซึ่งเป็นวิธีที่ยอมรับและแพร่หลายในปัจจุบัน

2.14 แบบจำลองพลังงานในแต่ละภาคเศรษฐกิจ

สำหรับ“ภาคการขนส่ง” สามารถวิเคราะห์ความต้องการใช้พลังงานด้วยแบบจำลองการใช้พลังงานแบบ bottom-up หรือ end-use คือ การใช้ข้อมูลในระดับกิจกรรมของการเดินทางและการขนส่งและอัตราการใช้พลังงานต่อหน่วยกิจกรรมมาวิเคราะห์ปริมาณการใช้พลังงาน ภาคขนส่งแบ่งรูปแบบการเดินทางออกเป็น 4 รูปแบบ ได้แก่ การขนส่งทางถนน การขนส่งทางราง การขนส่งทางน้ำ และการขนส่งทางอากาศ อย่างไรก็ตาม ความละเอียดของแบบจำลองในแต่ละรูปแบบการเดินทางมี ความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับความพร้อมของข้อมูลที่มีอยู่ในปัจจุบัน ดังแสดงในรูปที่ 2.14 แสดงขั้นตอน การคำนวณหาปริมาณการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคการขนส่งทางถนน หลักการของ Bottom-up approach เป็นการประมาณปริมาณความต้องการพลังงานโดยรวมทั้งหมดจากปริมาณความต้องการเดินทางและอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของยานพาหนะประเภทต่างๆ ที่มีอยู่ในระบบขนส่ง



ที่มา: Pongthanaisawan J. (2012)

รูปที่ 2.14 ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองการใช้พลังงานในภาคการขนส่งทางถนน

ส่วนโครงสร้างของแบบจำลองการใช้พลังงานใน “ภาคอุตสาหกรรม” ถูกออกแบบตามการรายงานชุดข้อมูลสถิติของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานที่มีการจำแนกข้อมูลรายอุตสาหกรรมย่อย (Industrial sub-sector) 9 ประเภทตามรูปแบบการรายงานข้อมูลของกรมพัฒนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน และข้อมูลการใช้เชื้อเพลิงแต่ละชนิด แบบจำลองการวิเคราะห์ความต้องการใช้พลังงานในภาคอุตสาหกรรมอยู่บนพื้นฐานของการวิเคราะห์แบบ Top-down โดยคำนึงถึงปัจจัยขับเคลื่อนจากกิจกรรมด้านเศรษฐกิจและความเข้มข้นการใช้พลังงานเป็นหลัก จากงานวิจัยที่ผ่านมา (Tanatvanit S., et.al)[3] พบว่า ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับ "มูลค่าการผลิต หรือมูลค่าเพิ่มของภาคอุตสาหกรรม" ถูกมองว่าเป็นปัจจัยสำคัญที่คาดว่าจะส่งผลกระทบต่อการใช้พลังงานในภาคอุตสาหกรรมมากที่สุด ข้อมูลพื้นฐานสำหรับมูลค่ากิจกรรมทางเศรษฐกิจสำหรับแต่ละอุตสาหกรรมอ้างอิงจากสำนักงานพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (สศช.) จะถูกใช้เป็นตัวแทนของกิจกรรมต่างๆ ที่เกิดขึ้นในภาคการผลิตในอุตสาหกรรม (Activity data) และขณะที่ตัวแปรความเข้มข้นการใช้พลังงาน (Energy intensity) จะพิจารณาจากการกำหนดสัดส่วนการใช้เชื้อเพลิงในภาพรวมของภาคอุตสาหกรรม

โครงสร้างของแบบจำลองการใช้พลังงานใน "ภาคครัวเรือนและภาคบริการ" ถูกออกแบบตามการรายงานชุดข้อมูลสถิติของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานที่มีการจำแนกข้อมูลการใช้เชื้อเพลิงแต่ละชนิด การวิเคราะห์ความต้องการใช้พลังงานในภาคครัวเรือนและภาคบริการอยู่บนพื้นฐานของการวิเคราะห์แบบ Top-down โดยคำนึงถึงปัจจัยขับเคลื่อนจากข้อมูลกิจกรรม (จำนวนครัวเรือนสำหรับภาคครัวเรือน และมูลค่าเพิ่มของภาคบริการสำหรับภาคบริการ) และความเข้มข้นการใช้พลังงานเป็นหลัก ดังแสดงในสมการ และจากงานวิจัยที่ผ่านมา (Sasaki H., et.al)[4] พบว่า ปัจจัยขับเคลื่อนที่คาดว่าจะส่งผลการใช้พลังงานในภาคครัวเรือนมากที่สุดและถูกนำมาใช้ในการคาดการณ์ความต้องการใช้พลังงานสำหรับภาคครัวเรือนในอนาคต คือ "จำนวนครัวเรือน" ปัจจัยดังกล่าวจะเป็นตัวสะท้อนจำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้าพื้นฐานซึ่งอาจมีลักษณะที่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ ในขณะที่ "พื้นที่ใช้สอย (floor area)" ถูกมองว่ามีบทบาทสำคัญสำหรับการประเมินความต้องการใช้พลังงานในอาคารสำหรับภาคบริการเนื่องจากประเทศไทยเป็นเมืองร้อนมีการใช้พลังงานจากเครื่องปรับอากาศในสัดส่วนที่สูง อย่างไรก็ดีเนื่องจากข้อจำกัดของข้อมูลสถิติที่แสดงพื้นที่ใช้สอยและลักษณะเฉพาะของอาคารในลักษณะต่างๆ ในที่นี้จึงได้ใช้ "มูลค่าเพิ่มของกิจกรรมในภาคบริการ" ที่น่าจะสะท้อนกิจกรรมโดยรวมเป็นปัจจัยขับเคลื่อน

---

[3] Tanatvanit S., Limmeechokchai B., and Chungpaibulpatana S., 2003, " Sustainable energy development strategies: implications of energy demand management and renewable energy in Thailand", *Renewable and Sustainable Energy Review*, Vol. 7, pp. 376 – 395.

[4] Sasaki H., Sakata I., Wangjiraniran W., Phrakonkham S., Appliance Diffusion Model for Energy Efficiency Standards and Labeling Evaluation in the Capital of Lao PDR, *Journal of Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems*, 2015, Vol .3, Issue 3, pp 269-281.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.15 แผนพัฒนาจังหวัดนครราชสีมา

จากการศึกษาพบว่า แผนพัฒนาจังหวัดนครราชสีมา มีสาระสำคัญดังนี้

1) KORAT SMART CITY

จังหวัดนครราชสีมา จัดตั้งสถาบันเครือข่าย Smart City เมืองอัจฉริยะนวัตกรรมและเทคโนโลยี โดยมอบหมายมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เป็นหน่วยงานรับผิดชอบหลักร่วมกับสำนักงานสถิติจังหวัดจัดทำแผน Smart City และประเมินตนเองเสนอเป็นเมืองอัจฉริยะ ระยะแรก จำนวน 2 ด้านประกอบด้วย

- ด้านคมนาคมอัจฉริยะ (Smart Mobility) งบประมาณรวม 62,552,000 บาท แบ่งเป็นโครงการ Smart GPS Tracking งบประมาณ 6,234,000 บาท, โครงการจัดตั้งศูนย์ (IOC) Intelligent Operations Center งบประมาณ 45,000,000 บาท, โครงการติดตั้งระบบบริหารจัดการควบคุมไฟจราจรอัจฉริยะในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา งบประมาณ 11,318,000 บาท

- ด้านสิ่งแวดล้อมอัจฉริยะ (Smart Environment) งบประมาณรวม 89,000,000 บาท ประกอบด้วยโครงการสร้าง Application และ Game เพื่อรณรงค์ช่วยส่งเสริมในการ แยกขยะเปียกขยะแห้งในครัวเรือนงบประมาณ 2,000,000 บาท ระบบการบริหารจัดการขยะอัจฉริยะ ในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา งบประมาณ 80,000,000 บาท, การเฝ้าระวังการเผาในที่โล่งโดยภาคประชาชนแบบ real time เพื่อลดปัญหาฝุ่นละอองในจังหวัดนครราชสีมา งบประมาณ 1,000,000 บาท, การจัดการขยะรีไซเคิลด้วยแนวคิด (Zero Waste) งบประมาณ 6,000,000 บาท

ระยะที่สอง จำนวน 5 ด้าน ประกอบด้วย 1) ด้านชุมชนอัจฉริยะ (Smart living) 2) ด้านพลังงานอัจฉริยะ (Smart Energy) 3) ด้านเศรษฐกิจอัจฉริยะ (Smart Economy) 4) ด้านประชากรอัจฉริยะ (Smart People) 5) ด้านการบริหารจัดการอัจฉริยะ (Smart Governance)

การขับเคลื่อน Korat Smart City ที่สำคัญได้แก่การจัดทำแผนพัฒนาเมืองอัจฉริยะ ในภาพรวมทั้ง 7 ด้าน และปรับแผนยุทธศาสตร์พัฒนาจังหวัด ดำเนินการขับเคลื่อน Smart City ในด้านที่มี ความพร้อม โดยจัดทำคำขอประกาศจัดตั้งเป็นเมืองอัจฉริยะใน 2 ด้าน Smart Mobility และ Environment ปรับตราสัญลักษณ์ดำเนินการขีดแนวเส้นเมืองอัจฉริยะในเขตเมืองเดิมและเมืองใหม่ดังนี้ เมืองเดิมถนนวงแหวนรอบเมืองนครราชสีมา ระยะทางรวม 112 กิโลเมตร และเมืองใหม่ตั้งอยู่ที่อำเภอปากช่อง จำนวน 7 ตำบล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) KORAT MICE CITY “ไมซ์ ซิตี้”

เป็นรูปแบบธุรกิจที่เกี่ยวข้องกับการจัดประชุมบริษัทข้ามชาติ การท่องเที่ยวเพื่อเป็นรางวัล การประชุมนานาชาติ และการจัดนิทรรศการ (Meetings, Incentive Travel, Conventions, Exhibitions) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของอุตสาหกรรมท่องเที่ยว แต่มีความแตกต่างจากนักท่องเที่ยวหรืออุตสาหกรรมท่องเที่ยวทั่วไป โดยอุตสาหกรรมไมซ์สามารถนำนักท่องเที่ยวชาวต่างประเทศที่มีคุณภาพ (Quality Visitors) นักท่องเที่ยวชาวต่างประเทศกลุ่มนี้มีระดับการใช้จ่ายสูงกว่านักท่องเที่ยวทั่วไป 3-4 เท่า จังหวัดนครราชสีมา จึงมีเป้าหมายการพัฒนาจังหวัดให้เป็น“โคราช ไมซ์ ซิตี้” เพื่อสร้างรายได้และการมีงานทำให้กับประชาชนในพื้นที่ โดยจัดตั้งสถาบันเครือข่าย MICE City and Tourism โคราชเมืองไมซ์ มีมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมาเป็นหน่วยงานหลักในการขับเคลื่อนและประสานงาน ณ ปัจจุบันจังหวัดนครราชสีมาผ่านเกณฑ์ การประเมินและได้รับการประกาศให้เป็นไมซ์ซิตี้ ในลำดับที่ 6 ของประเทศไทย โดยมีผลนับตั้งแต่วันที่ 11 สิงหาคม 2563 โดยการรับรองนี้มีอายุ 5 ปี นับจากวันที่ได้รับการรับรอง ซึ่งสำนักงานส่งเสริมการจัดประชุมและนิทรรศการ (สสปน.) จะร่วมกับสถาบันเครือข่าย MICE City and Tourism โคราชเมืองไมซ์ จัดทำแผนการดำเนินกิจกรรมส่งเสริมการเป็นเมืองไมซ์ซิตี้ของจังหวัดนครราชสีมา ตลอดระยะเวลา 5 ปี ซึ่งจะมีส่วนในการพัฒนาเมือง กระตุ้นเศรษฐกิจ และยกระดับการให้บริการด้าน MICE ของจังหวัดนครราชสีมาให้มีมาตรฐานสากลต่อไป

3) KORAT DRY PORT

รัฐบาลได้ศึกษาความเหมาะสมในการจัดตั้งท่าเรือบกในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา โดยบรรจุเป็นยุทธศาสตร์การพัฒนาโลจิสติกส์ของประเทศ เมื่อวันที่ 12 กรกฎาคม 2562 ผู้ว่าราชการจังหวัดนครราชสีมา นำคณะผู้บริหารของส่วนราชการ องค์กรภาคเอกชน สื่อมวลชน ศึกษาดูงาน ณ สถานีบรรจุและ แยกสินค้ากล่อง ICD ลาดกระบัง และเชิญชวนผู้ประกอบการสายการเดินเรือ ร่วมทุนพัฒนาและให้บริการพื้นที่ท่าเรือบกจังหวัดนครราชสีมา ซึ่งจังหวัดฯ ขอรับการสนับสนุนงบประมาณเพื่อจัดทำ TOR สำหรับทำ PPP จำนวน 38 ล้านบาทจากกระทรวงคมนาคม

2.16 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคาดการณ์พลังงาน

บัณฑิต ลิ้มมีโชคชัย และคณะ (2550) ได้ทำการศึกษาทำการศึกษาวิเคราะห์อุปสงค์และอุปทานพลังงาน กรณีศึกษาของโครงการวิจัยเชิงนโยบายเพื่อสนับสนุนการพัฒนาและการใช้พลังงานหมุนเวียนและเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในประเทศไทย โดยวิเคราะห์ผลกระทบต่อภาคเศรษฐกิจที่ใช้พลังงานขั้นสุดท้าย โดยใช้แบบจำลอง Long-range Energy Alternatives Planning

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

system (LEAP) จากการศึกษาพบว่าในกรณี BAU ในช่วงปี พ.ศ. 2549-2559 พบว่าประเทศไทยมีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นจาก 65,573 ktoe ในปี พ.ศ. 2549 เป็น 112,087 ktoe ในปี พ.ศ. 2559 โดยเฉลี่ยเพิ่มขึ้นปีละประมาณร้อยละ 5.5 ภาคขนส่งมีการใช้พลังงานมากที่สุด ตามด้วยภาคอุตสาหกรรม ภาคครัวเรือนและภาคธุรกิจ คิดเป็นร้อยละ 37, 36, 15 และ 7 ของการใช้พลังงานทั้งประเทศ ส่วนในกรณีประหยัดพลังงานนั้นพบว่าประเทศไทยจะมีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นเพียงปีละประมาณร้อยละ 4.1 โดยภาคขนส่งเป็นภาคที่ประหยัดพลังงานได้มากที่สุด รองลงมาคือภาคอุตสาหกรรม

วีรินทร์ หวังจิรนิรันคร์ (2553) ได้ทำการศึกษาภาพอนาคตการใช้พลังงานในเขตกรุงเทพและปริมณฑล โดยใช้แบบจำลองบัญชีพลังงาน (Energy accounting model) เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์บนพื้นฐานของภาพฉายกรณีปกติ (BAU) สำหรับการศึกษานี้อยู่บนพื้นฐานของวิธีการเชิงเศรษฐมิติ (Econometric approach) โดยใช้ข้อมูลความต้องการพลังงานในปี พ.ศ. 2550 เป็นปีฐาน และแบ่งโครงสร้างของข้อมูลพลังงานแยกรายสาขาเศรษฐกิจเป็น 4 สาขา ประกอบไปด้วยการใช้พลังงานในครัวเรือน ภาคคมนาคมขนส่ง อาคารพาณิชย์ 5 สาขาย่อย และอุตสาหกรรม 9 สาขาย่อย ตามมาตรฐาน TSIC ผลการศึกษาชี้ให้เห็นถึงแนวโน้มการขยายตัวของการใช้พลังงานในแต่ละสาขาเศรษฐกิจตลอดจนแนวทางในการจัดการด้านการใช้พลังงานในเบื้องต้นในแต่ละสาขาเศรษฐกิจให้มีประสิทธิภาพ จากผลการศึกษาพบว่าการชะลอตัวของภาวะเศรษฐกิจจะส่งผลให้การใช้พลังงานในภาคอุตสาหกรรมและคมนาคมขนส่งชะลอตัวลง โดยในช่วง 1-2 ปีข้างหน้าการใช้พลังงานในภาคครัวเรือนจะมีบทบาทสำคัญต่อการขยายตัวของการใช้พลังงานในพื้นที่กรุงเทพและปริมณฑล อย่างไรก็ตามการฟื้นตัวของภาวะเศรษฐกิจในอีก 2-3 ปีข้างหน้าจะทำให้ภาคเศรษฐกิจที่เป็นตัวขับเคลื่อนเศรษฐกิจมีความต้องการพลังงานเพิ่มมากขึ้นและจะส่งผลกระทบต่อภาพรวมการใช้และการจัดหาพลังงานในระยะยาว

Dolf Gielen and Michael Taylor (2549) ศึกษาแบบจำลองพลังงานในภาคอุตสาหกรรม โดยใช้โปรแกรม IEAs ผลจากการศึกษาพบว่าการพัฒนาของประสิทธิภาพเทคโนโลยีของพลังงานทั่วโลกและลดการปล่อย CO2 มีส่วน 82% ระหว่างปี ค.ศ. 2003-2050 การปลดปล่อย CO2 ทั่วโลกในปี ค.ศ. 2050 เพิ่มขึ้น 6% จากปี ค.ศ. 2003 ส่วนภาคอุตสาหกรรม การปลดปล่อย CO2 เพิ่มขึ้นเพียง 21%

อชิรญา ชัยเฉลิมปรีชา และคณะ (2462) ได้ทำการประเมินแผนที่เกี่ยวข้องกับการประหยัดพลังงานและการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย ในภาคอาคารและภาคอุตสาหกรรม ระหว่างปี พ.ศ. 2548-2593 ผ่านมุมมองศักยภาพการประหยัดพลังงานและการลดก๊าซเรือนกระจก (GHG) โดยใช้แบบจำลอง Long-range Energy Alternatives Planning system (LEAP) ผลการวิจัยพบว่าการติดฉลากพลังงานและแรงจูงใจทางการเงินในพลังงานแผนประสิทธิภาพ (EEP2015) และแผนพลังงานหมุนเวียน (AEDP2015) เป็นมาตรการที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในภาคอาคารและภาคอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษานี้เปิดเผยว่าแผนงานเป็นนโยบายที่มีประสิทธิภาพที่ไม่เพียงลดความต้องการพลังงานแต่การปล่อยก๊าซเรือนกระจกอีกด้วย

วงกต วงศ์อภัย (2550) ได้ทำการศึกษาการคาดการณ์ความต้องการใช้พลังงานขั้นสุดท้าย ของประเทศไทย โดยใช้แบบจำลอง AIM/End-use ใช้ข้อมูลปี ค.ศ. 2000 เป็นปีฐาน ผลจากการศึกษาพบว่าการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายของประเทศไทยมีแนวโน้มสูงขึ้น โดยภาคขนส่งมีปริมาณความต้องการการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายสูงสุดในปี ค.ศ.2030 คือ 88 Mtoe รองลงมาคือภาคภาคอุตสาหกรรม 69 Mtoe ภาคครัวเรือน 36 Mtoe ภาคธุรกิจ 10 Mtoe และภาคเกษตรกรรม 3 Mtoe ตามลำดับ

จักรพงศ์ พงศ์ไนศวรรย์ (2562) ได้ทำการวิเคราะห์ผลกระทบต่อรถยนต์ระบบไฟฟ้าของภาคขนส่งในประเทศไทย นอกจากนี้ยังประเมินผลกระทบของรถยนต์ระบบไฟฟ้าต่ออุปสงค์และอุปทานพลังงาน และศักยภาพของการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคการขนส่งอีกด้วย จากการศึกษาพบว่าจำนวนรถยนต์ไฟฟ้าทั้งหมดในสถานการณ์ PPS จะใช้พลังงานไฟฟ้ามากกว่าสถานการณ์ CPS ประมาณ 1,650 ktoe (19,363 GWh) แต่สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ 474 ktoe ของการใช้พลังงานทั้งหมดและ 10 MtCO2eq ภายในปี ค.ศ. 2040

จันธิรา ชมชื่น (2556) ศึกษาแนวทางการเลือกเทคโนโลยีถ่านหินสะอาดเพื่อลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) โดยใช้แบบจำลอง LEAP เพื่อประเมินการจำลองภาพเหตุการณ์พื้นฐานตามการวางแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย พ.ศ. 2553-2573 และประเมินการจำลองภาพเหตุการณ์ทางเลือกต่างๆ ของปัจจัยที่ส่งผลต่อการลดการปล่อย CO_2 ผลการศึกษาเมื่อพิจารณาด้านปริมาณการปล่อย CO_2 พบว่า ภาพเหตุการณ์ทางเลือกไม่มี CCS ที่ใช้เทคโนโลยี Oxy-fuel เผาไหม้เชื้อเพลิงบิทูมินัสและภาพเหตุการณ์ทางเลือกที่มี CCS ที่ใช้เทคโนโลยี Ultra-SuperPC เผาไหม้เชื้อเพลิงบิทูมินัสปล่อย CO_2 ออกจากระบบน้อยที่สุดใกล้เคียงกัน 117 ล้านตัน CO2 เทียบเท่าในปี พ.ศ. 2573 แต่ภาพเหตุการณ์ทางเลือกที่ใช้เทคโนโลยี Oxy-fuel และไม่มี CCS มีต้นทุนเฉลี่ยรายปีต่ำกว่าภาพเหตุการณ์ทางเลือกที่ใช้เทคโนโลยี Ultra-SuperPC และไม่มี CCS ในระบบ เมื่อพิจารณาด้านต้นทุนพบว่า ภาพเหตุการณ์ทางเลือกที่ไม่มี CCS และใช้เทคโนโลยี SuperPC เผาไหม้เชื้อเพลิงบิทูมินัส มีต้นทุนเฉลี่ยจากระบบดังกล่าวต่ำสุดประมาณ 1,195 ล้านดอลลาร์สหรัฐต่อปี แต่มีการปล่อย CO_2 ประมาณ 140 ล้านตัน CO_2 เทียบเท่าในปี พ.ศ. 2573 พบอีกว่าเทคโนโลยี IGCC ที่ใช้เชื้อเพลิงซับบิทูมินัสในการเผาไหม้และมี CCS มีต้นทุนในการลดการปล่อย CO_2 ต่อหน่วยต่ำที่สุดประมาณ 58 ดอลลาร์สหรัฐต่อตันคาร์บอนไดออกไซด์ ดังนั้นการพิจารณาทางเลือกการใช้พลังงานของโรงไฟฟ้าถ่านหินสะอาดจำเป็นต้องพิจารณาทั้งด้านศักยภาพการปล่อย CO_2 และด้านต้นทุนที่ใช้เนื่องจากปัจจัยทั้ง 2 ตัวนี้มีความสัมพันธ์กัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Jong Ho Hong และคณะ (2562) ได้ทำการวิเคราะห์แผนงานสำหรับการพัฒนาระบบพลังงานของเกาหลีใต้อย่างยั่งยืน โดยใช้แบบจำลอง LEAP ซึ่งการศึกษานี้ได้สร้างภาพฉายอนาคตของการเปลี่ยนผ่านไปสู่พลังงานหมุนเวียน 4 กรณี ได้แก่ Business-As Usual (BAU), Moderate Transition Scenario (MTS), Advanced Transition Scenario (ATS) และ Visionary Transition Scenario (VTS) ผลจากการวิเคราะห์แสดงให้เห็นอัตราการเพิ่มขึ้นของพลังงานหมุนเวียน และความต้องการพลังงานที่ลดลงนำไปสู่ความมั่นคงด้านพลังงานที่ดีขึ้น ภาคการผลิตไฟฟ้าที่เพิ่มมากขึ้น และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกลดลง โดยภาพฉายอนาคตในแต่ละกรณีสามารถใช้เป็นเป้าหมายเชิงกลยุทธ์เพื่อการพัฒนาระบบพลังงานของเกาหลีใต้อย่างยั่งยืน

วงกต วงศ์อภัย และคณะ (2552) ได้ศึกษาแผนทางเลือกพลังงานในระยะยาวและพลังงานหมุนเวียนในแต่ละภาคเศรษฐกิจของไทย ได้แก่ ภาคเกษตรกรรม, ภาคการก่อสร้างและเหมืองแร่, ภาคการผลิต, ภาคขนส่ง, ภาคครัวเรือน และภาคบริการ โดยใช้แบบจำลอง MAED (bottom-up) และแบบจำลอง MESSAGE (top-down) ในการวิเคราะห์อุปสงค์และอุปทานพลังงานรวมถึงการปล่อย CO2 โดยใช้ปี พ.ศ. 2548 เป็นปีฐาน และได้วิเคราะห์ภาพอนาคต 3 กรณี ได้แก่ กรณีปกติ (BAU) กรณีการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (EE) และกรณีพัฒนาพลังงานหมุนเวียนของประเทศในระยะยาว (REDP) ภายใต้กรณี BAU ภาคการผลิตมีส่วนแบ่งหลักอยู่ที่ 38.38% ของการใช้พลังงาน รองลงมาคือ ภาคขนส่ง ภาคครัวเรือน ภาคบริการ และภาคการก่อสร้างและเหมืองแร่ ตามลำดับ ในขณะที่กรณี EE มีแนวโน้มเดียวกันกับ BAU ภายใต้กรณี REDP ด้วยส่วนแบ่งพลังงานหมุนเวียน 8% ในการใช้พลังงานขั้นสุดท้าย ส่วนแบ่งของชีวมวลจะเพิ่มขึ้น 0.01% เมื่อเทียบกับ BAU

ตารางที่ 2.5 สรุปและเปรียบเทียบแนวทางและวิธีการของงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัย/ปี	แบบจำลอง	ภาคเศรษฐกิจที่ใช้ในการศึกษา
บัณฑิต ลิ้มมีโชคชัย และคณะ (2550)	LEAP	ภาคขนส่ง ภาคอุตสาหกรรม ภาคครัวเรือน และภาคธุรกิจ
วีรินทร์ หวังจิรนิรันคร์ (2553)	LEAP	ภาคครัวเรือน ภาคขนส่ง ภาคอาคารพาณิชย์ และภาคอุตสาหกรรม
Dolf Gielen and Michael Taylor (2549)	IEAs	ภาคอุตสาหกรรม
อชิรญา ชัยเฉลิมปรีชา และคณะ (2462)	LEAP	ภาคอาคาร และภาคอุตสาหกรรม
วงกต วงศ์อภัย (2550)	AIM/End-use	ภาคขนส่ง ภาคอุตสาหกรรม ภาคครัวเรือน ภาคธุรกิจ และภาคเกษตรกรรม

ที่มา : ผู้วิจัย, 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 (ต่อ)

ผู้วิจัย/ปี	แบบจำลอง	ภาคเศรษฐกิจที่ใช้ในการศึกษา
จักรพงศ์ พงศ์ไนศวรรย์ (2562)	stock turnover analysis	ภาคคมนาคมขนส่ง
จันธิรา ชมชื่น (2556)	LEAP	พลังงานไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้า
Jong-Ho Hong และคณะ (2562)	LEAP	ภาคครัวเรือน ภาคขนส่ง ภาคอาคารพาณิชย์ และภาคอุตสาหกรรม
วงกต วงศ์อภัย และคณะ (2552)	MAED/MESSAGE	ภาคเกษตรกรรม ภาคการก่อสร้างและเหมืองแร่ ภาคการผลิต ภาคขนส่ง ภาคครัวเรือน และภาคบริการ

ที่มา : ผู้วิจัย, 2564

2.16.1 สรุปการทบทวนวรรณกรรมและแบบจำลองที่เกี่ยวข้อง

จากการทบทวนวรรณกรรมและแบบจำลองต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการคาดการณ์พลังงาน พบว่า แบบจำลองด้านนี้แบ่งเป็นสองลักษณะคือ แบบจำลองแบบ Top-down และแบบจำลองแบบ Bottom-up โดยมีวิธีการและเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์แตกต่างกันไป ได้แก่ AIM/End-use, MAED, LEAP และ MESSAGE เป็นต้น โดยแต่ละวิธีมีข้อดีและข้อจำกัดแตกต่างกันขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของข้อมูลและวัตถุประสงค์ในการใช้งาน โดยผู้วิจัยได้เปรียบเทียบข้อดีและข้อจำกัดของเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ความต้องการพลังงานที่ได้กล่าวมาข้างต้นมีรายละเอียดดังตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 สรุปและเปรียบเทียบเครื่องมือใช้ในการวิเคราะห์ความต้องการพลังงาน

เครื่องมือ	ข้อดี	ข้อจำกัด
MESSAGE	-สามารถในการวิเคราะห์ตั้งแต่ระดับเมืองไปจนถึงการใช้งานระดับชาติ ระดับภูมิภาค และระดับโลก - มีเทคโนโลยีที่สามารถจำลองได้ เช่น โรงไฟฟ้าพลังความร้อน พลังงานหมุนเวียน การจัดเก็บและเปลี่ยนแปลงพลังงาน และการขนส่ง รวมทั้งการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ - เทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลแบบ Bottom-up	- มีความซับซ้อนในการใช้งานค่อนข้างมาก - สามารถจำลองการคาดการณ์พลังงานได้สูงสุด 120 ปี

ที่มา : ผู้วิจัย, 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.6 (ต่อ)

เครื่องมือ	ข้อดี	ข้อจำกัด
LEAP	- สามารถในการวิเคราะห์ตั้งแต่ระดับเมืองไปจนถึงการใช้งานระดับชาติ ระดับภูมิภาค และระดับโลก - เทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลแบบ Top down และ Bottom-up - มีความยืดหยุ่นสูง ง่ายต่อการใช้งาน - เป็นโปรแกรมที่ไม่มีค่าใช้จ่ายเรื่องลิขสิทธิ์	- รูปแบบของข้อมูลเทคโนโลยีที่ปรากฏในแบบจำลองจะอยู่บนพื้นฐานของข้อมูลของต่างประเทศ ซึ่งจะแตกต่างกับรูปแบบการเก็บข้อมูลของประเทศไทย
MAED	- สามารถวิเคราะห์รายละเอียดปัจจัยทางสังคม เศรษฐกิจ และเทคโนโลยี - เทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลแบบ Bottom-up	- โครงสร้างข้อมูลมีความซับซ้อน - เป็นแบบจำลองที่ถูกใช้งานภายในทำให้การใช้งานถูกจำกัด
AIM	- เทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลแบบ Bottom-up - มีความยืดหยุ่นสูง	- ยังมีการใช้งานไม่แพร่หลาย

ที่มา : ผู้วิจัย, 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
ระเบียบวิธีวิจัย

ในการศึกษานี้ แบบจำลอง LEAP ถูกนำมาใช้เพื่อคาดการณ์ความต้องการพลังงานระดับจังหวัดและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในจังหวัดนครราชสีมา ประเทศไทย ระหว่างปี พ.ศ. 2563 ถึง พ.ศ.2593 เพื่อมุ่งสู่เมืองคาร์บอนต่ำและบรรลุเป้าหมายของผลงานที่ถูกกำหนดโดยประเทศ (NDC) ของประเทศไทย

3.1 สมมุติฐานการคาดการณ์ความต้องการพลังงาน

การศึกษาครั้งนี้ได้กำหนดเป้าหมายในการวิเคราะห์ให้มีความชัดเจน รวมถึงปัจจัยขับเคลื่อนที่ส่งผลกระทบต่อเป้าหมาย จากการทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ สถานการณ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในเมืองต่างๆ ทั่วโลกและประเทศไทย แผนพัฒนาต่างๆที่เกี่ยวข้องกับจังหวัดนครราชสีมา แผนที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานด้านการประหยัดพลังงานและการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย รวมถึงข้อมูลที่บ่งชี้ถึงปัจจัยขับเคลื่อนและความไม่แน่นอนที่มีต่อระบบพลังงานของจังหวัดนครราชสีมา นำสู่ภาพอนาคตการใช้พลังงาน 2 กรณี ได้แก่ ภาพอนาคตกรณีปกติหรือ Business-as-usual Scenario (BAU) และ ภาพอนาคตกรณีสังคมคาร์บอนต่ำ หรือ Low Carbon Scenario (LCS) เพื่อศึกษาถึงการใช้พลังงานของจังหวัดนครราชสีมาในอีก 30 ปีข้างหน้า

1) ภาพอนาคตกรณีปรกติหรือ Business-as-usual Scenario (BAU) : ไม่มีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเศรษฐกิจ เป็นการคาดการณ์พลังงานปกติตามข้อมูลการเติบโตในอดีต โดยมีตัวขับเคลื่อนหลักในการเสริมสร้างความสามารถในการแข่งขันทางเศรษฐกิจของจังหวัดต่างๆ ภายใต้แผนนโยบายปัจจุบัน

2) ภาพอนาคตกรณีคาร์บอนต่ำ หรือ Low Carbon Scenario (LCS) : เป็นการคาดการณ์ภายใต้สมมุติฐานการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเศรษฐกิจไปสู่คุณภาพและการเติบโตอย่างยั่งยืน ซึ่งมีเป้าหมายเพื่อลดผลกระทบของการปล่อย GHG และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม จากนโยบายการพัฒนาพลังงานและการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีเพื่อบรรลุเป้าหมายความเป็นกลางของคาร์บอน (carbon neutrality) และลดการปล่อยคาร์บอนสุทธิให้เป็นศูนย์ (Net Zero Emissions)

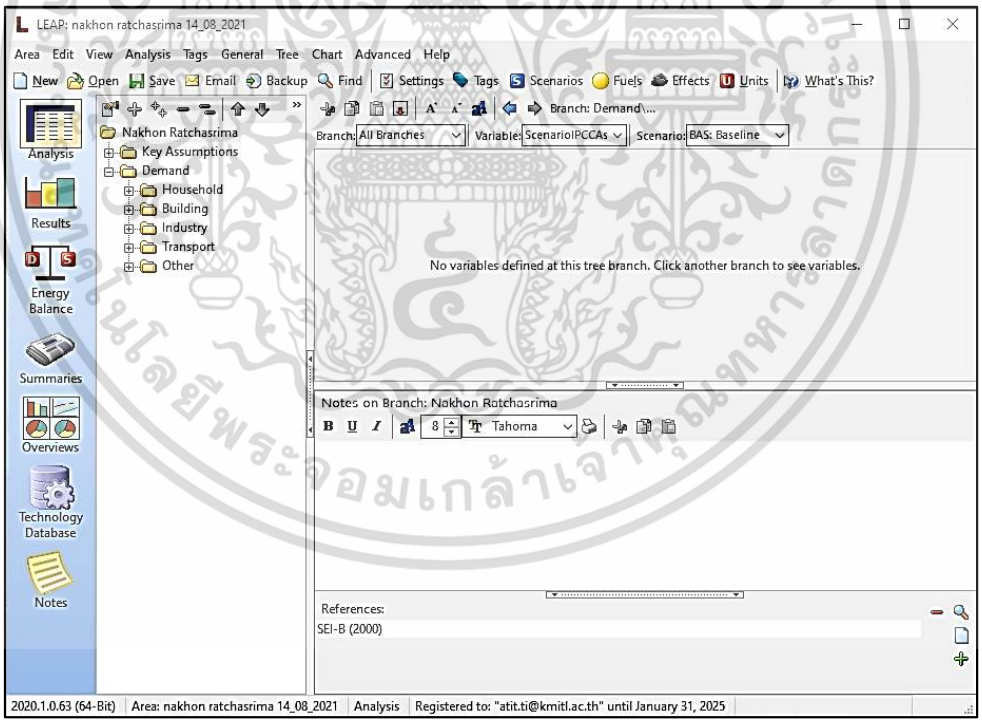
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้ได้นำแบบจำลอง LEAP มาใช้ในการคาดการณ์ภาพอนาคตการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจังหวัดนครราชสีมา โดยทำการคำนวณและวิเคราะห์คาดการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถานการณ์การใช้พลังงานในอนาคตได้ ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง และได้เลือกใช้โปรแกรมLEAP (The Low Emissions Analysis Platform) ซึ่งเป็นเครื่องมือในการศึกษาวิเคราะห์ความต้องการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในทุกภาคเศรษฐกิจของจังหวัดนครราชสีมา

อย่างไรก็ตามแบบจำลอง LEAP ถูกพัฒนาขึ้นโดย Stockholm Environment Institute (SEI) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้กันอย่างแพร่หลายสำหรับการวิเคราะห์นโยบายพลังงานและการประเมินผลการลดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ อีกทั้งโปรแกรม LEAP ยังได้รับการยอมรับจากองค์กรหลายพันกว่าแห่งจาก 190 ประเทศทั่วโลก อาทิเช่น หน่วยงานราชการ นักวิชาการ องค์กรพัฒนา เอกชน บริษัทที่ปรึกษา และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องด้านพลังงาน โดยแบบจำลอง LEAP ถูกนำไปใช้ในการวิเคราะห์ด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมตั้งแต่ระดับเมืองไปจนถึงการใช้งานระดับชาติ ระดับภูมิภาค และระดับโลก LEAP จึงเป็นโปรแกรมแบบจำลองทางพลังงานที่สามารถใช้งานบนระบบปฏิบัติการ Windows และมีรูปแบบการแสดงผลที่สอดคล้องกับการทำงานของ Microsoft Office (SEI, 2018) ทั้งนี้รูปแบบการใช้งานของแบบจำลอง LEAP แสดงดังรูปที่ 3.1

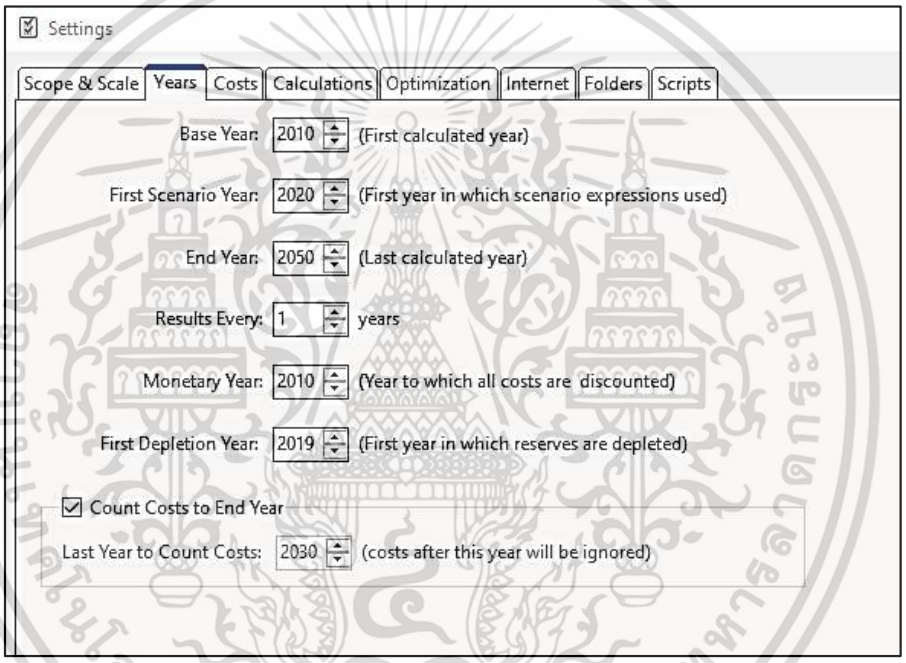


รูปที่ 3.1 รูปแบบการใช้งานของแบบจำลอง LEAP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ขั้นตอนการสร้างภาพอนาคตด้วย LEAP

การศึกษานี้มุ่งเน้นการวิเคราะห์และนำเสนอภาพอนาคต (Scenarios) การใช้พลังงานในอนาคตของพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา รวมถึงประเมินการปล่อยการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยใช้โปรแกรม LEAP (the Low Emissions Analysis Platform) คาดการณ์ความต้องการใช้พลังงานในแต่ละภาคเศรษฐกิจ โดยใช้ข้อมูลปี พ.ศ. 2562 เป็นปีฐาน และแบ่งกรณีศึกษาภาพอนาคตการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายเป็น 2 กรณี ได้แก่ ภาพอนาคตกรณีปกติหรือ Business-as-usual Scenario (BAU) และภาพอนาคตกรณีสังคมคาร์บอนต่ำหรือ Low Carbon Scenario (LCS) ซึ่งขั้นตอนการสร้างภาพอนาคตมีรายละเอียดโดยสังเขปดังต่อไปนี้

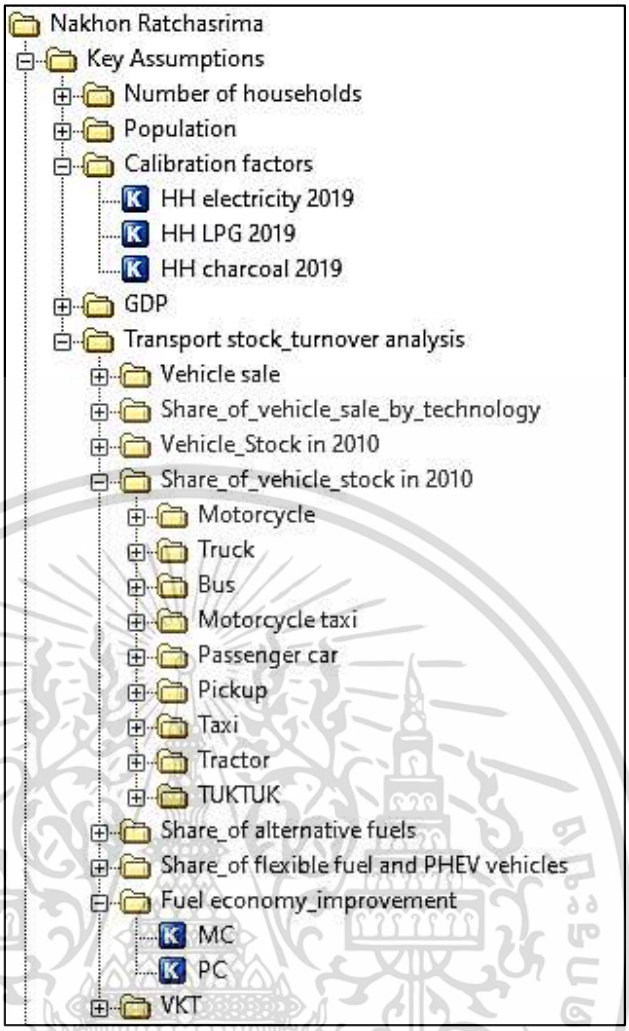


รูปที่ 3.2 การกำหนดปีที่ใช้ในการคาดการณ์

3.3.1 กำหนดโครงสร้างของข้อมูล ทำได้โดยการสร้าง Tree ใน Analysis View ในงานวิจัยครั้งนี้ จะประกอบไปด้วยข้อมูล 2 ประเภท ได้แก่ สมมติฐาน (Key Assumption) และภาคความต้องการ (Demand)

สำหรับการสมมติฐาน (Key Assumption) ประกอบด้วยข้อมูลที่เป็นตัวแปรหรือตัวขับเคลื่อน ภายใต้สมมติฐานในการวิจัย ดังรูปที่ 3.3

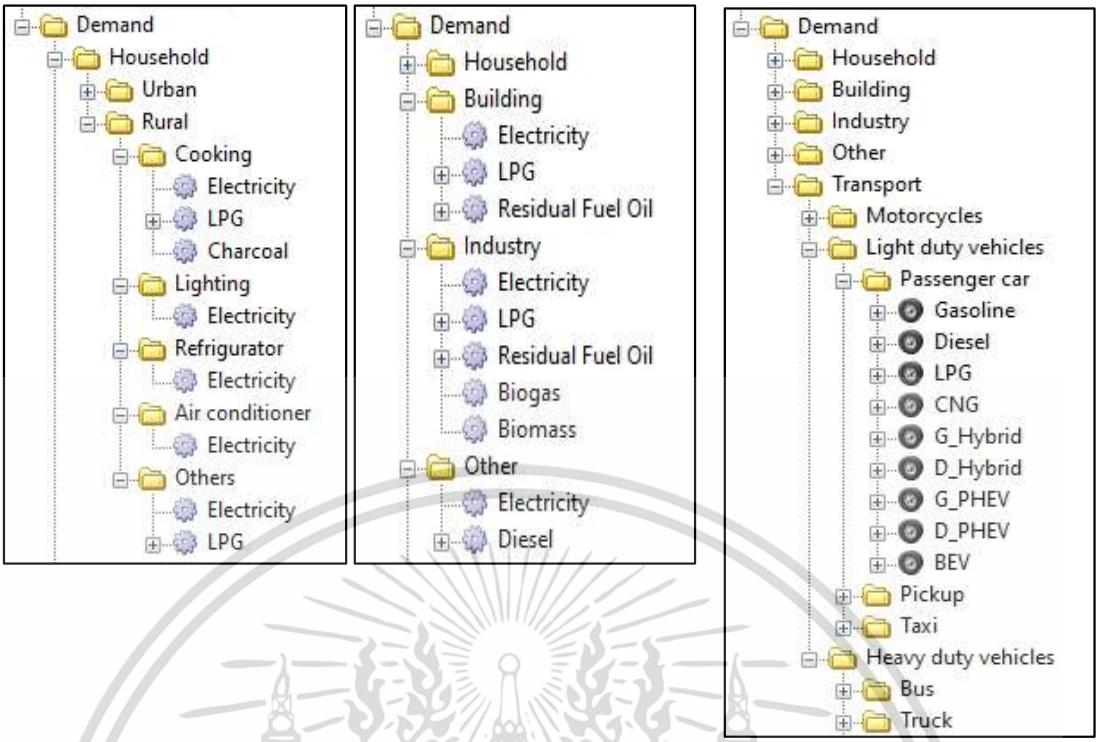
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 โครงสร้างของข้อมูลในการสมมติฐาน (Key Assumption)

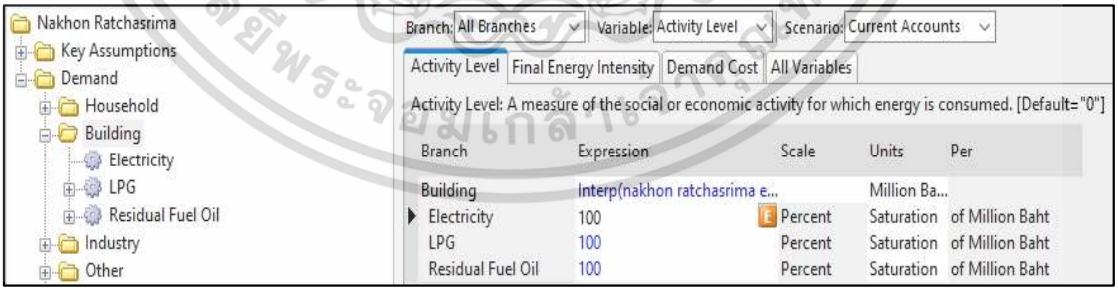
สำหรับภาคความต้องการ (Demand) ใน Technology Braches ประกอบไปด้วยข้อมูลเกี่ยวกับการใช้พลังงานในแต่ละชนิดของเชื้อเพลิงและความเข้มข้นของพลังงาน Energy Intensity โดยจะมีรูปแบบที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับประเภทของ Demand Analysis Type ซึ่งได้แก่ Technology with Energy Intensity, Technology with Total Energy, Transport Technology และ Other Technology สำหรับงานวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดโครงสร้างของ Demand Analysis ในแต่ละภาคเศรษฐกิจ ดังรูปที่ 3.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 โครงสร้างของข้อมูลในภาคความต้องการ (Demand)

3.3.2 การสร้างและจัดทำสถานการณ์ทางเลือกหรือภาพอนาคต (Scenarios) กรณีต่างๆ และสร้าง แบบจำลองความสัมพันธ์สำหรับแต่ละกรณี โดยป้อนข้อมูลลงใน Braches ซึ่งเป็นตัวแปรภายใต้โครง สร้างหลักที่กำหนดขึ้น ซึ่งค่าของตัวแปรแต่ละตัวแปรที่กำหนดขึ้นอยู่กับ Tree branches ตัวอย่างเช่น ภาคความต้องการ (Demand) จะเห็นแท็บที่ให้การเข้าถึง Activity Levels และ Demand Costs ในขณะที่ระดับต่ำสุดของ Tree จะเห็นแท็บ Energy Intensity และ Environmental Loadings ดัง**รูปที่ 3.5**



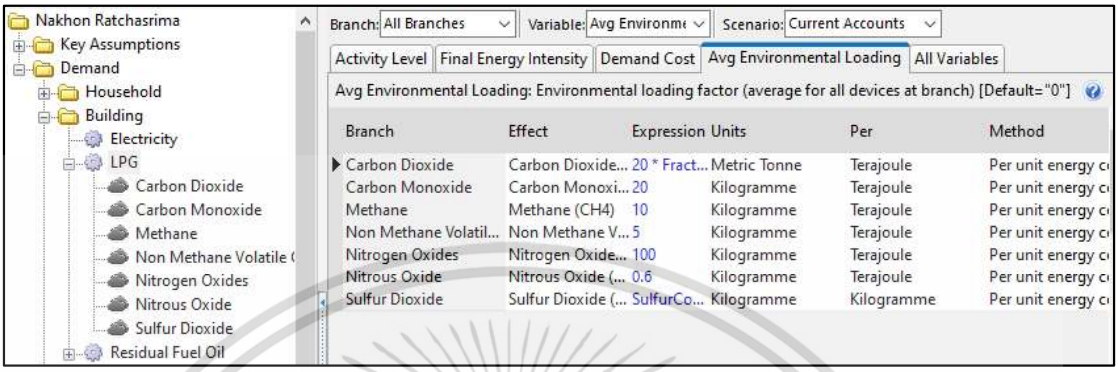
รูปที่ 3.5 ตารางการป้อนข้อมูล

3.3.3 การสร้างผลประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (GHG emissions)

โปรแกรม LEAP สามารถการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (GHG emissions) จากมลพิษที่เกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงใน Reference Scenario โดยกำหนดโครงสร้างที่มุมมอง

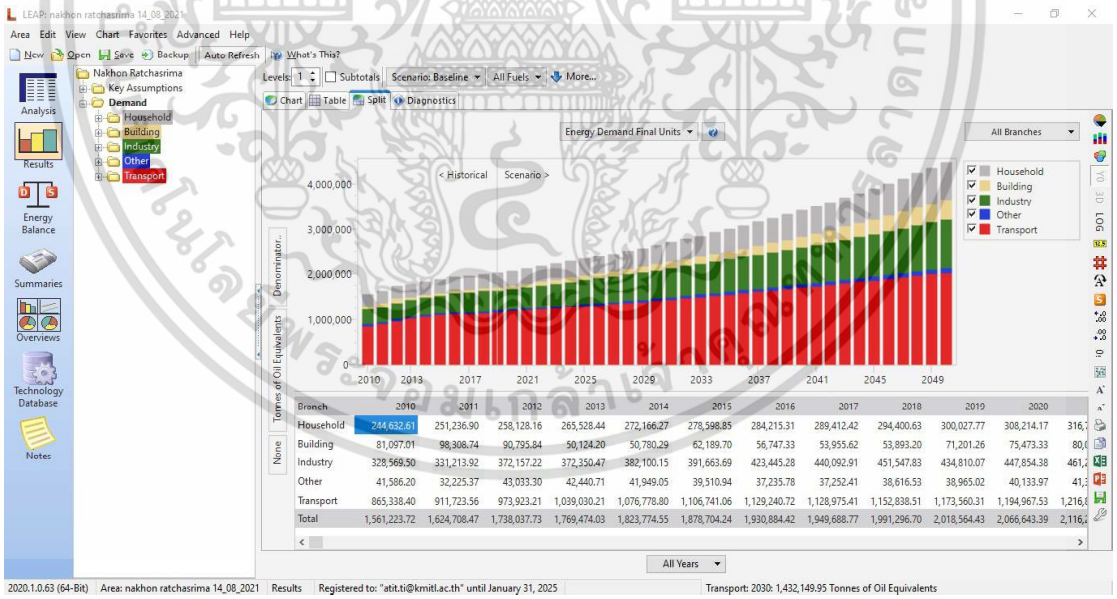
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Analysis เลือก Current Account และสร้างความเชื่อมโยงระหว่าง Technology Branch กับ Technology and Environmental Database (TED) ซึ่งจะเชื่อมโยงฐานขอมูล Emission Libraries ที่มีอยู่ใน LEAP ดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 การสร้างผลประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (GHG emissions)

3.3.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล สามารถตรวจสอบว่ามีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างหรือค่าต่าง ๆ ที่กำหนดไว้หรือไม่อย่างไร โดยเลือกมุมมอง Results จะพบการแสดงผลการวิเคราะห์ภาพอนาคต (Scenarios) ทั้งในรูปแบบแผนภูมิ และตาราง



รูปที่ 3.7 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การรวบรวมข้อมูลและการสร้างแบบจำลอง

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาแยกตามภาคเศรษฐกิจ ได้แก่ ภาคครัวเรือน ภาคอาคาร ภาคอุตสาหกรรม ภาคขนส่ง และภาคเกษตรและอื่นๆ ข้อมูลที่จำเป็นในแต่ละภาคส่วนขึ้นอยู่กับแนวทางการสร้างแบบจำลอง ภาคการขนส่งถูกสร้างแบบจำลองโดยใช้วิธี bottom up ในขณะที่ภาคอาคาร ภาคอุตสาหกรรม และภาคเกษตรกรรมและอื่นๆ ถูกจำลองโดยใช้วิธี top-down ภาคครัวเรือนเป็นวิธีการแบบผสมผสาน ข้อมูลและประเภทของการสร้างแบบจำลองตามภาคแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลและประเภทของแบบจำลองตามภาคส่วน

ภาคเศรษฐกิจ	ประเภทของแบบจำลอง	ข้อมูล	แหล่งข้อมูล
ภาคขนส่ง	Bottom-up	จำนวนรถจดทะเบียนสะสมและจำนวนยอดขายของรถตามเทคโนโลยีและประเภทเชื้อเพลิงและอายุรถ	กรมการขนส่งทางบก https://web.dlt.go.th/statistics/
		อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง อัตราการรอดชีวิตของยานพาหนะ และระยะทางการเดินทางสะสม	จักรพงศ์ พงศ์ไนศวรรย์ (2562)
		อัตราการปรับปรุงประสิทธิภาพพลังงาน	Global Fuel Economy Initative (GFEI, 2013)
ภาคครัวเรือน	Hybrid	จำนวนครัวเรือนในเมืองและชนบท	กรมการปกครอง (2563)
		การใช้พลังงานต่อครัวเรือนในการประกอบอาหาร แสงสว่าง เครื่องปรับอากาศ เครื่องทำความเย็น และวัตถุประสงค์อื่นๆ	คำนวณจากโครงการสนับสนุนการศึกษาวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีอนุรักษ์พลังงาน ปีงบประมาณ 2560 (สนพ., 2560)

ที่มา: ผู้วิจัย (2566)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ภาคเศรษฐกิจ	ประเภทของแบบจำลอง	ข้อมูล	แหล่งข้อมูล
ภาคครัวเรือน	Hybrid	อัตราการเติบโตของการใช้พลังงานและการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงาน	กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ., 2563)
ภาคอุตสาหกรรม ภาคอาคาร ภาคการเกษตรและอื่นๆ	Top-down	มูลค่าเพิ่มรายสาขาเศรษฐกิจ	สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ(NESDC, 2564)
		การใช้พลังงานตามประเภทเชื้อเพลิง	ฐานข้อมูลพลังงานรายภูมิภาคของไทย กระทรวงพลังงาน https://data.energy.go.th/
		การปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงาน เป็นต้น	กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.,2563)

ที่มา: ผู้วิจัย (2566)

ดังแสดงในตารางที่ 3.1 แนวทางการสร้างแบบจำลองสำหรับแต่ละภาคเศรษฐกิจมีความแตกต่างกัน ภาคการขนส่งเป็นข้อมูลที่มีอยู่มากที่สุด โดยใช้วิธีการBottom-up การสร้างแบบจำลองสำหรับภาคการขนส่งนั้นอ้างอิงจากจำนวนการจดทะเบียนรถยนต์และการขายแยกประเภทตามเทคโนโลยียานยนต์และเชื้อเพลิงซึ่งมีอยู่ในเว็บไซต์ของกรมการขนส่งทางบก (DLT 2021) ไม่มีข้อมูลโดยละเอียดเกี่ยวกับจำนวนอุปกรณ์/อุปกรณ์และเทคโนโลยีสำหรับอาคาร อุตสาหกรรม การเกษตรและภาคส่วนอื่นๆ ใช้วิธีการ Top-down ข้อมูลภาคครัวเรือนอยู่ในช่วงระหว่างกัน เนื่องจาก สนพ. (2560) ทำการศึกษาการใช้พลังงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าสำหรับครัวเรือนในเมืองและชนบท อย่างไรก็ตามไม่มีข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้า

อธิบายเทคนิคการสร้างโมเดลในแต่ละภาคส่วนดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.1 ภาคการขนส่ง

ดังที่กล่าวไว้ ข้อมูลภาคการขนส่งมีมากที่สุด ดังนั้นจึงใช้วิธีจากBottom-up นอกจากนี้ ความต้องการพลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคการขนส่งมีความสำคัญมากที่สุด และสามารถนำเทคโนโลยีใหม่สำหรับยานยนต์มาใช้ได้อย่างกว้างขวาง ดังนั้นแนวทางBottom-up สำหรับภาคการขนส่งจึงเหมาะสมที่สุดสำหรับการวิเคราะห์ หลักการเกี่ยวกับแบบจำลองภาคการขนส่งมีดังนี้

• เจ้าของรถ

เส้นโค้งการเป็นเจ้าของรถยนต์เป็นแนวคิดหลักในการคาดการณ์จำนวนรถยนต์ในแต่ละประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง มีจำนวนยานพาหนะที่อิ่มตัวในแต่ละประเทศ เพื่อให้เข้าใจว่าจำนวนยานพาหนะใดสูงสุดในประเทศ เห็นได้ชัดว่าจำนวนยานพาหนะในประเทศที่พัฒนาแล้วอิ่มตัว ตัวอย่างเช่น ในสหรัฐอเมริกา การถือครองรถยนต์อยู่ที่ประมาณ 800-900 คันต่อประชากร 1,000 คน และไม่ได้เพิ่มขึ้นมาเป็นเวลาหลายปีแล้ว ในกรณีของประเทศไทย ในปี 2563 การถือครองรถยนต์ประมาณ 200 คันต่อประชากร 1,000 คน แต่ก็ไม่ได้หมายความว่าการครอบครองรถในประเทศไทยจะเพิ่มขึ้นถึง 700-800 คันเหมือนในสหรัฐอเมริกาหรือแคนาดา แต่ละประเทศมีลักษณะที่แตกต่างกัน ซึ่งสามารถอธิบายได้ด้วย Gompertz Function (Dargay et al. 2007) ดังนี้

$$\boldsymbol{V_t = \gamma e^{\propto e^{\beta GDP_t}}} \qquad (1)$$

โดยที่: V_t คือประชากรยานพาหนะ ณ เวลา t, γ คือความอิ่มตัวของการเป็นเจ้าของยานพาหนะ, αและ β คือพารามิเตอร์เชิงลบที่กำหนดรูปร่างหรือความโค้งของฟังก์ชัน

ความเป็นเจ้าของรถยนต์เป็นหนึ่งในตัวชี้วัดที่สำคัญที่สุดในการติดตามการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศซึ่งวัดจากจำนวนรถยนต์ต่อ 1,000 คน ตารางที่ 2 แสดงความเป็นเจ้าของรถยนต์และความอิ่มตัวของยานพาหนะของสมาชิกเศรษฐกิจ APEC ที่เลือกระหว่างปี 2556 ถึง 2583

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 การถือครองรถยนต์และความอิ่มตัวของสมาชิกเศรษฐกิจเอเปกที่ได้รับการคัดเลือก ปี 2556-2583

	จำนวนยานพาหนะ/10000 คน				ความอิ่มตัวของยานพาหนะ
	2013	2020	2030	2040	
ออสเตรเลีย	706	731	753	767	780
แคนาดา	646	679	709	737	780
ชิลี	226	306	382	425	503
จีน	90	195	271	313	320
อินโดนีเซีย	84	146	266	385	470
ญี่ปุ่น	603	613	623	626	627
มาเลเซีย	427	516	584	608	617
หมู่เกาะฟิลิปปินส์	38	45	65	100	410
รัสเซีย	321	385	456	511	600
สิงคโปร์	163	165	167	168	170
ไทย	198	275	403	492	540
สหรัฐอเมริกา	812	820	834	846	870
เวียดนาม	18	27	59	124	320

ที่มา: Derived form APERC (2016)

• การวิเคราะห์การหมุนเวียนของสต็อกรถยนต์

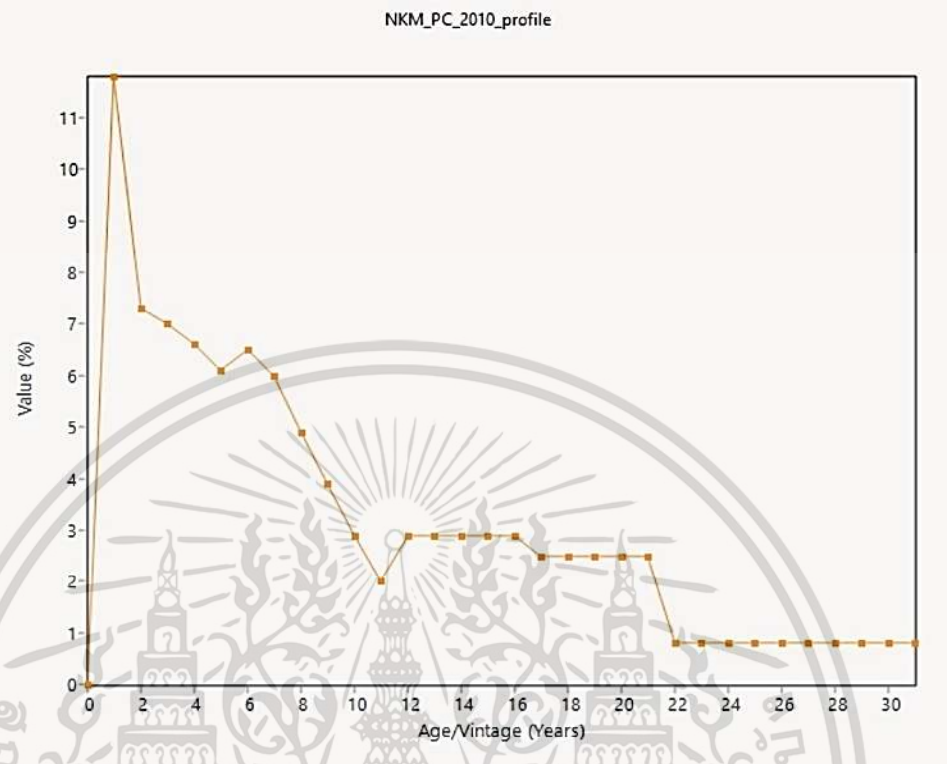
ตามหลักการแล้ว จำนวนยอดขายรถยนต์สามารถกำหนดได้โดยใช้สมการ (2) เท่ากับจำนวนประชากรยานพาหนะที่ควรจะเป็นในปี t (ตามรูปแบบการเป็นเจ้าของยานพาหนะ) ลบด้วยสต็อกที่ยังเหลืออยู่ ซึ่งเป็นการรวมกันของจำนวนสต็อกยานพาหนะในปีที่แล้วและจำนวนยานพาหนะที่ลองใหม่

$$\boldsymbol{Vehicle\ Sales_t = Expected\ Stock_t - (Vehicle\ Stock_{t-1} - Vehicle\ Retirement_{t-1})} \qquad (2)$$

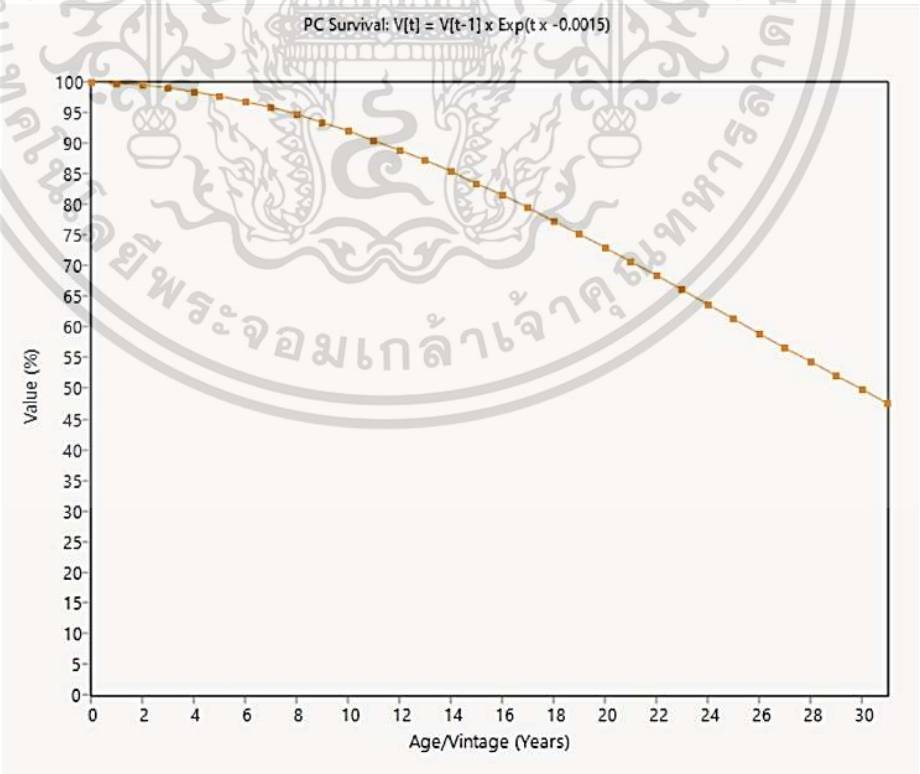
การปลดระวางของยานพาหนะขึ้นอยู่กับโปรไฟล์ของยานพาหนะหรือการกระจายอายุของยานพาหนะและอัตราการรอดชีวิต การกระจายอายุของยานพาหนะแต่ละประเภทได้มาจากข้อมูลทางสถิติของกรมขนส่งทางบก ในขณะที่อัตราการรอดชีวิตเป็นเส้นโค้งเอ็กซ์โปเนนเชียลที่สามารถปรับเปลี่ยนได้เพื่อให้ได้จำนวนของยานพาหนะที่สอดคล้องกับข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางสถิติ รูปที่ 3.8 แสดงตัวอย่างการกระจายอายุของรถยนต์ และรูปที่ 3.9 แสดงตัวอย่างเส้นโค้งการอยู่รอดของรถยนต์นั่งส่วนบุคคล



รูปที่ 3.8 แสดงตัวอย่างการกระจายอายุของรถยนต์ ในปี 2553



รูปที่ 3.9 แสดงตัวอย่างเส้นโค้งการอยู่รอดของรถยนต์นั่งส่วนบุคคล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนแบ่งของเทคโนโลยียานพาหนะใหม่จะขึ้นอยู่กับทางเลือกของผู้บริโภคซึ่งจะได้รับผลกระทบจากนโยบายของรัฐบาล อย่างไรก็ตาม ในการศึกษานี้ ส่วนแบ่งของเทคโนโลยีการขายรถยนต์จะเป็นไปตามนโยบายล่าสุดของรัฐบาลที่มุ่งส่งเสริมรถยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง นโยบาย 30@30 มีเป้าหมายเพื่อเพิ่มส่วนแบ่งการผลิตรถยนต์ไฟฟ้ามากถึง 30% ภายในปี 2573 วิธีการหมุนเวียนสินค้าคงคลังเหมาะสำหรับการจับการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยียานยนต์ใหม่ในสต็อกรวมของยานพาหนะที่ใช้งานอยู่ รถยนต์ไฟฟ้าจะใช้เวลาระยะหนึ่งในการแทนที่รถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายในแบบ covconventionalental (ICE) และส่งผลกระทบต่อการใช้พลังงานและการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก อย่างไรก็ตาม นโยบายจากภาครัฐสามารถเร่งให้รถยนต์ไฟฟ้าเข้ามาแทนที่รถยนต์ ICE ได้เร็วขึ้น เช่น แรงจูงใจในการจัดซื้อรถยนต์ไฟฟ้าและโครงการปลดระวางรถยนต์เก่า เชื้อเพลิงและเทคโนโลยีของประเภทยานพาหนะที่พิจารณาในการศึกษาแสดงไว้ในตารางที่ 3.3 การประหยัดเชื้อเพลิงและระยะทางของยานพาหนะเป็นพารามิเตอร์ที่ยืดหยุ่น 2 ตัวที่สามารถใช้เป็นปัจจัยในการสอบเทียบเพื่อให้ความต้องการพลังงานรวมของเชื้อเพลิงแต่ละประเภทเท่ากันกับปริมาณการใช้ในปีฐาน

ตารางที่ 3.3 การใช้เชื้อเพลิงและเทคโนโลยีตามประเภทรถ

		แก๊สโซลีน*	ดีเซล*	LPG/CNG	Hybrid	PHEV	BEV
รถสองล้อและสามล้อ	รถจักรยานยนต์	●			●		●
	รถจักรยานยนต์รับจ้าง	●					●
	รถตุ๊ก ตุ๊ก			●			●
รถยนต์ขนาดเล็ก	รถยนต์นั่งส่วนบุคคล	●	●	●	●	●	●
	รถกระบะ		●				●
	รถแท็กซี่	●	●	●	●		●
รถยนต์ขนาดใหญ่	รถบัส		●	●	●		●
	รถบรรทุก		●	●			
	รถแทร็กเตอร์		●				

หมายเหตุ: ●ระบุว่าสามารถใช้เชื้อเพลิงและเทคโนโลยีได้

* รวมถึงเชื้อเพลิงชีวภาพ เช่น เอทานอลและไบโอดีเซล

3.4.2 ภาคครัวเรือน

ความต้องการพลังงานของภาคครัวเรือนคำนวณตามลักษณะครัวเรือน ได้แก่ ในเมืองและชนบท ความต้องการใช้บริการด้านพลังงานสำหรับภาคครัวเรือนมี 5 ประการ ได้แก่ (1) การปรุง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาหาร (2) ไฟส่องสว่าง (3) เครื่องทำความเย็น (4) เครื่องปรับอากาศ และ (5) อื่นๆ ประเภทเชื้อเพลิงที่ใช้ในภาคครัวเรือน ได้แก่ ไฟฟ้า ก๊าซหุงต้ม ถ่านไม้ และไม้ ดังแสดงในตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 การบังคับใช้ประเภทพลังงานตามการใช้งานของภาคครัวเรือน

		ไฟฟ้า	LPG	ถ่าน	ไม้
เมือง	การประกอบอาหาร	●	●	●	
	ไฟส่องสว่าง	●			
	เครื่องทำความเย็น	●			
	เครื่องปรับอากาศ	●			
	อื่นๆ	●	●		
ชนบท	การประกอบอาหาร	●	●	●	●
	ไฟส่องสว่าง	●			
	เครื่องทำความเย็น	●			
	เครื่องปรับอากาศ	●			
	อื่นๆ	●	●		●

หมายเหตุ: ● ระบุประเภทพลังงานที่ใช้ได้

สำหรับภาคครัวเรือน การคาดการณ์ค่าความต้องการพลังงานสามารถดำเนินการได้อย่างละเอียดยิ่งขึ้น ความเข้มของพลังงานสำหรับความต้องการใช้งานปลายทางแบ่งตามกิจกรรม เช่น การปรุงอาหาร แสงสว่าง เครื่องทำความเย็น เครื่องปรับอากาศ และอื่นๆ ทั้งนี้เนื่องจากได้ข้อมูลมาจากการศึกษาการสำรวจการใช้พลังงานของครัวเรือนในประเทศไทย โดย สนพ. (2560) การศึกษาแบ่งประเทศไทยออกเป็น 5 ภูมิภาค และแบ่งนครราชสีมาในภาคตะวันออกรวมกับอีก 10 จังหวัด จำนวนครัวเรือนที่สัมภาษณ์ 1,010 ครัวเรือน ความเข้มของพลังงานในแต่ละกิจกรรมการใช้พลังงานสำหรับเมืองและชนบทดังแสดงในตารางที่ 3.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.5 ความต้องการใช้ไฟฟ้าต่อปีต่อครัวเรือนในภาคตะวันออกของประเทศไทย

End-use	เมือง	ชนบท	ทั้งหมด
การประกอบอาหาร	199.6	217.6	417.2
ไฟส่องสว่าง	306.4	303.2	609.6
เครื่องทำความเย็น	400.1	371.3	771.4
เครื่องปรับอากาศ	471.0	239.9	710.9
อื่นๆ	394.2	350.4	744.6
ทั้งหมด	1,771.3	1,482.4	3,253.7

ที่มา: คำนวณจาก สนพ.(2560)

3.4.3 อุตสาหกรรม อาคาร เกษตรกรรม และภาคอื่นๆ

ภาคส่วนอื่นๆ รวมถึงอุตสาหกรรม อาคาร และการเกษตร ไม่ค่อยมีข้อมูล สำหรับภาคส่วนเหล่านี้ ใช้วิธี top-down เพื่อเชื่อมโยงการใช้พลังงานตามประเภทพลังงานกับมูลค่าเพิ่มรายภาค ซึ่งได้รับจาก NESDC (2019) ประเภทพลังงานที่ใช้สำหรับแต่ละภาคเศรษฐกิจแสดงในตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 การบังคับใช้ประเภทพลังงานตามภาคเศรษฐกิจ

	ไฟฟ้า	ดีเซล	LPG	น้ำมันเบนซิน	ถ่านหิน
ภาคอุตสาหกรรม	●	●	●	●	●
ภาคอาคาร	●	●	●	●	
ภาคการเกษตรและอื่นๆ	●	●			

หมายเหตุ: ●ระบุประเภทพลังงานที่ใช้ได้

3.5 LEAP และสถานการณ์จำลอง

LEAP (แพลตฟอร์มการวิเคราะห์การปล่อยมลพิษต่ำ) เป็นเครื่องมือซอฟต์แวร์ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายสำหรับการวิเคราะห์นโยบายพลังงานและการประเมินการลดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่พัฒนาโดยสถาบันสิ่งแวดล้อมสตอกโฮล์ม LEAP เป็นเครื่องมือสร้างแบบจำลองตามสถานการณ์แบบบูรณาการที่สามารถใช้เพื่อติดตามการใช้พลังงาน การผลิต และการสกัดทรัพยากรในทุกภาคส่วนของเศรษฐกิจ (Emodi et al. 2017) ในการศึกษานี้เป็นแบบจำลองความต้องการพลังงานของ 5 ภาคเศรษฐกิจในจังหวัดนครราชสีมา การผลิตและการเปลี่ยนแปลงพลังงานไม่ได้รับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การปฏิบัติในการศึกษานี้ มีรถทั้งหมด 9 ประเภท จาก 3 กลุ่ม ได้แก่ รถจักรยานยนต์ รถใช้งานเบา และรถใช้งานหนัก ยังมีการแบ่งประเภทตามการใช้เชื้อเพลิง ดังตารางที่ 3 รูปแบบภาคครัวเรือนแบ่งออกเป็น 2 ภาคย่อย ได้แก่ เทศบาล (ในเมือง) และนอกเขตเทศบาล (ชนบท) การใช้พลังงานขั้นสุดท้ายในภาคครัวเรือนแบ่งออกเป็น 5 ประเภท ได้แก่ การหุงต้ม แสงสว่าง การทำความเย็น เครื่องปรับอากาศ และอื่นๆ ดังแสดงในตารางที่ 4 ภาคอาคาร ภาคอุตสาหกรรม และภาคเกษตรกรรม วิธีการลง ความต้องการพลังงานของทั้งสามภาคส่วนจะเพิ่มขึ้นตามมูลค่าเพิ่มของแต่ละภาคส่วน และการใช้เชื้อเพลิงที่เกี่ยวข้องแสดงในตารางที่ 5

การวิเคราะห์สถานการณ์ประกอบด้วยสองกรณี: (1) ธุรกิจตามปกติ (BAU) ซึ่งเป็นการคาดการณ์การใช้พลังงานตามปกติ และ (2) Low Carbon Scenarios (LCS) ซึ่งเป็นการคาดการณ์ความต้องการพลังงานตามการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพื่อให้บรรลุเป้าหมายด้านสภาพอากาศ มีสมมติฐานที่แตกต่างกันระหว่าง BAU และ LCS ในแต่ละภาคส่วน เช่น การปรับปรุงประสิทธิภาพพลังงาน การเปลี่ยนไปใช้พลังงานสมัยใหม่ ส่วนแบ่งของยานพาหนะที่ประหยัดพลังงานสูง เป็นต้น การปรับปรุงประสิทธิภาพพลังงานและส่วนแบ่งของยานพาหนะประหยัดพลังงานสูงใน LCS คือ สูงกว่าใน BAU ตัวอย่างเช่น การปรับปรุงประสิทธิภาพพลังงานใน BAU อยู่ที่ประมาณ 1% ต่อปี ในขณะที่ LCS ประมาณ 2.5-3% ต่อปี รายละเอียดของสมมติฐานการสร้างแบบจำลองระหว่าง BAU และ LCS มีรายละเอียดเพิ่มเติมในตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.7 สมมติฐานของแบบจำลองระหว่างสถานการณ์ BAU และ LCS

ภาคเศรษฐกิจ	BAU	LCS
ภาคขนส่ง	• การเป็นเจ้าของรถเพิ่มขึ้นตามรายได้ • การปรับปรุงอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับรถยนต์ใหม่ประมาณ 1% ต่อปี • การเพิ่มขึ้นของรถยนต์ไฟฟ้าอยู่ในระดับค่อนเป็นค่อนไป	• การเป็นเจ้าของยานพาหนะเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ เนื่องจากการมีเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางไปสู่ระบบการขนส่งสาธารณะ • การปรับปรุงอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงสำหรับยานพาหนะใหม่มีความเข้มข้นเพื่อให้บรรลุเป้าหมายประมาณ 2.7-3.0% ต่อปี • การเพิ่มขึ้นของยานยนต์ไฟฟ้าจะเร็วกว่าตามแนวโน้มของกระแสโลก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.7 (ต่อ)

ภาคเศรษฐกิจ	BAU	LCS
ภาคครัวเรือน	• การขยายตัวของเมืองเพิ่มขึ้นจาก 30% เป็น 60% ภายในปี 2593 • การเติบโตของครัวเรือนประมาณ 1% ต่อปี • การเติบโตของการใช้ไฟฟ้าประมาณ 3-4% ต่อปี	• การกลายเป็นเมืองนั้นเหมือนกันกับ BAU • การเติบโตของครัวเรือนก็เช่นเดียวกันกับ BAU • การปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานสำหรับเครื่องใช้ไฟฟ้าประมาณ 2-3% ต่อปี • เปลี่ยนจากชีวมวลแบบดั้งเดิมเป็นก๊าซหุงต้มและไฟฟ้า
ภาคอุตสาหกรรม, ภาคอาคาร, ภาคเกษตรกรรม และอื่นๆ	• การเติบโตของมูลค่าเพิ่มประมาณ 3-5% ต่อปี	• การใช้โซลาร์เซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคา • การปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานประมาณ 2-3% ต่อปี

ที่มา :ผู้วิจัย (2566)

3.6 หลักการทำงาน LEAP

LEAP เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์และคาดการณ์สถานการณ์และแนวโน้มที่เกี่ยวข้องกับการผลิตและการใช้พลังงานในอนาคต โดยอาศัยข้อมูลและข้อสมมติฐานเพื่อสร้างภาพอนาคตของการผลิตพลังงานและการใช้พลังงานในอนาคตที่เป็นไปได้ หลักการทำงานของแบบจำลองภาพอนาคตพลังงานอาจประกอบด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้:

- รวบรวมข้อมูล: การทำงานเริ่มต้นด้วยการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เช่น ข้อมูลการใช้พลังงานปัจจุบัน ข้อมูลเกี่ยวกับแหล่งพลังงานที่มีอยู่แล้ว ข้อมูลการใช้พลังงานในอดีต และตัวแปรส่งผลต่อการผลิตและการใช้พลังงาน เป็นต้น
- กำหนดและแสดงข้อมูล: ข้อมูลที่รวบรวมมาจะถูกกำหนดให้เป็นรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับการใช้ในแบบจำลอง และจะถูกแสดงในรูปแบบของตาราง กราฟ หรือผังการเชื่อมต่อเพื่อให้ง่ายต่อการวิเคราะห์และการนำเสนอ
- กำหนดพารามิเตอร์และสมมติฐาน: การทำงานของแบบจำลองจำเป็นต้องมีการกำหนดพารามิเตอร์ ซึ่งเป็นตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณและจำลองการใช้พลังงาน และสมมติฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ส่งผลต่อการทำงานของแบบจำลอง เช่น อัตราการเติบโตของประชากร อัตราการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี เป็นต้น

- สร้างและทดสอบแบบจำลอง: ข้อมูลและพารามิเตอร์ที่กำหนดไว้จะถูกนำมาสร้างแบบจำลองภาพอนาคต แบบจำลองจะถูกทดสอบเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงปริมาณและคุณภาพ
- วิเคราะห์และการนำเสนอผล: ผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองภาพอนาคตจะถูกวิเคราะห์เพื่อให้เห็นภาพรวมของแนวโน้มและผลกระทบที่เป็นไปได้ในอนาคต ผลลัพธ์นี้จะถูกนำเสนอในรูปแบบของรายงาน

แบบจำลองภาพอนาคตพลังงานช่วยให้ผู้บริหารและผู้ตัดสินใจสามารถทำการวางแผนและประเมินผลกระทบของกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับพลังงานในอนาคตได้ นอกจากนี้ยังช่วยในการพัฒนานโยบายและกฎระเบียบที่เกี่ยวข้องกับพลังงานเพื่อสนับสนุนการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีและการใช้งานพลังงานที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้นในอนาคต

รูปที่ 3.10 กรอบโมเดล LEAP ที่ใช้ในงานวิจัย

ที่มา : ผู้วิจัย, 2566

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 การวิเคราะห์ข้อมูล

การคาดการณ์ใช้พลังงานขั้นสุดท้ายในอนาคตในแต่ละภาคเศรษฐกิจจะอาศัยข้อมูลรายปีจากหน่วยงานและแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2552-2562

สำหรับภาคขนส่ง ใช้วิธีวิเคราะห์ด้วยแบบจำลอง Bottom-up จะจำลองกิจกรรมการใช้พลังงานในระดับ end-use โดยข้อมูลที่นำมาใช้หาความสัมพันธ์ เช่น จำนวนรถจดทะเบียน จำนวนยอดขายรถยนต์ ปริมาณการเดินทางของรถยนต์ อัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง เป็นต้น

สำหรับภาคอาคารพาณิชย์ ภาคอุตสาหกรรม ภาคเกษตรกรรมและอื่นๆ ใช้วิธีวิเคราะห์ด้วยแบบจำลอง Top-down ซึ่งจะถูกประเมินจากความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยขับเคลื่อนจากกิจกรรมด้านเศรษฐกิจ (Activity level) และความเข้มข้นของการใช้พลังงาน (Energy Intensity) เป็นหลัก

ในขณะที่ภาคครัวเรือน ใช้วิธีวิเคราะห์ด้วยแบบจำลอง Hybrid จะใช้การขยายตัวของครัวเรือนเป็นปัจจัยขับเคลื่อน ในการหาความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของการใช้พลังงาน (Energy Intensity)

สำหรับการตั้งสมมติฐานของปัจจัยขับเคลื่อนจำแนกตามภาคเศรษฐกิจในแต่ละกรณี สามารถตั้งสมมติฐานได้ว่าปัจจัยที่มีผลต่อการใช้พลังงานตามภาคเศรษฐกิจในแต่ละกรณี ดังต่อไปนี้

- การกลายเป็นเมือง ปัจจัยนี้จะแสดงถึงแนวโน้มครัวเรือนที่อยู่ในเขตเมืองหรือในเขตเทศบาลจะมีเพิ่มมากขึ้นจากเดิม ส่งผลให้การใช้พลังงานในครัวเรือนเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะในเขตเทศบาล เนื่องจากพฤติกรรมการใช้ชีวิต การเข้าถึงเทคโนโลยีเพิ่มมากมากขึ้น
- การเปลี่ยนมาใช้เชื้อเพลิง LPG ปัจจัยนี้จะส่งผลให้การใช้พลังงานเชื้อเพลิง LPG ในขณะที่การใช้เชื้อเพลิงแบบดั้งเดิม เช่น ถ่านไม้ จะลดลง
- การเติบโตของมูลค่ากิจกรรมทางเศรษฐกิจ (Value added) ปัจจัยนี้เป็นผลมาจากการเพิ่มมูลค่าของสินค้าและบริการ ด้วยการเพิ่มลักษณะหรือคุณสมบัติบางอย่างให้กับสินค้า ส่งผลให้ต้องมีการใช้พลังงานในการผลิตสินค้าเพิ่มมากขึ้น
- การขับเคลื่อนโดย EEC และการผลิตเชิงอุตสาหกรรม ปัจจัยนี้จะส่งผลการให้การใช้พลังงานเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากพลังงานเป็นปัจจัยสำคัญที่ใช้ในการผลิตเชิงอุตสาหกรรม
- อัตราการครอบครองรถยนต์ส่วนตัว ปัจจัยนี้จะแสดงให้เห็นว่าอัตราการครอบครองรถยนต์ส่วนตัวเพิ่มมากขึ้น การใช้พลังงานก็จะเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะน้ำมัน
- รายได้ ปัจจัยนี้แสดงให้เห็นว่า หากประชากรมีรายได้มากขึ้น น่าจะส่งผลให้เกิดการบริโภคสินค้าและบริการมากขึ้น การใช้พลังงานก็จะเพิ่มมากขึ้น
- จำนวนประชากร ปัจจัยนี้แปรผันโดยตรงกับการใช้พลังงาน คือ หากจังหวัดมีประชากรมากขึ้นจะส่งผลให้มีการบริโภคพลังงานเพิ่มมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การเพิ่มประสิทธิภาพของพลังงานในภาพอนาคตกรณีคาร์บอนต่ำ (LCS) ทั้งการปรับปรุงประสิทธิภาพเทคโนโลยี และการปรับเปลี่ยนเชื้อเพลิง เช่น การปรับปรุงประสิทธิภาพพลังงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า การใช้ระบบขนส่งสาธารณะ การเติบโตของยานยนต์ไฟฟ้า โรงงานอัจฉริยะ การทำการเกษตรอัจฉริยะ เป็นต้น จะเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแนวโน้มของการใช้พลังงานไปจากปัจจุบันอย่างสิ้นเชิง ซึ่งในการกำหนดปัจจัยสำหรับภาพอนาคตกรณีคาร์บอนต่ำ (LCS) เหล่านี้จะส่งผลให้การใช้พลังงานลดลง

ตารางที่ 3.8 สมมติฐานของปัจจัยขับเคลื่อนจำแนกตามภาคเศรษฐกิจในแต่ละกรณี

ภาคเศรษฐกิจ	ปัจจัยขับเคลื่อน	
	ภาพอนาคตกรณีปรกติหรือ (BAU)	ภาพอนาคตกรณีคาร์บอนต่ำ (LCS)
ภาคครัวเรือน	การกลายเป็นเมือง, เปลี่ยนมาใช้เชื้อเพลิง LPG	การปรับปรุงประสิทธิภาพพลังงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า, เปลี่ยนมาใช้เชื้อเพลิง LPG ไฟฟ้า และก๊าซชีวภาพ
ภาคอาคารพานิชย์	การเติบโตของมูลค่ากิจกรรมทางเศรษฐกิจ (Value added), มีการใช้เกณฑ์ประสิทธิภาพการใช้พลังงานของอาคาร (BEC)	การใช้ประโยชน์ของหลังคาไฟฟ้าโซลาร์เซลล์สู่แนวคิดอาคารที่มีการใช้พลังงานสุทธิเป็นศูนย์
ภาคอุตสาหกรรม	ขับเคลื่อนโดย EEC , การผลิตเชิงอุตสาหกรรม	ระบบการจัดการพลังงานในโรงงานอุตสาหกรรม, โรงงานอัจฉริยะ
ภาคขนส่ง	อัตราการครอบครองรถยนต์ส่วนตัว, ประชากร และรายได้	การใช้ระบบขนส่งสาธารณะ, การเติบโตของยานยนต์ไฟฟ้า, การปรับเปลี่ยนชนิดเชื้อเพลิง
ภาคเกษตรกรรมและอื่นๆ	การเติบโตของมูลค่ากิจกรรมทางเศรษฐกิจ (Value added)	การเพิ่มผลผลิตด้วยเทคโนโลยี, การทำการเกษตรอัจฉริยะ

ที่มา : ผู้วิจัย, 2566

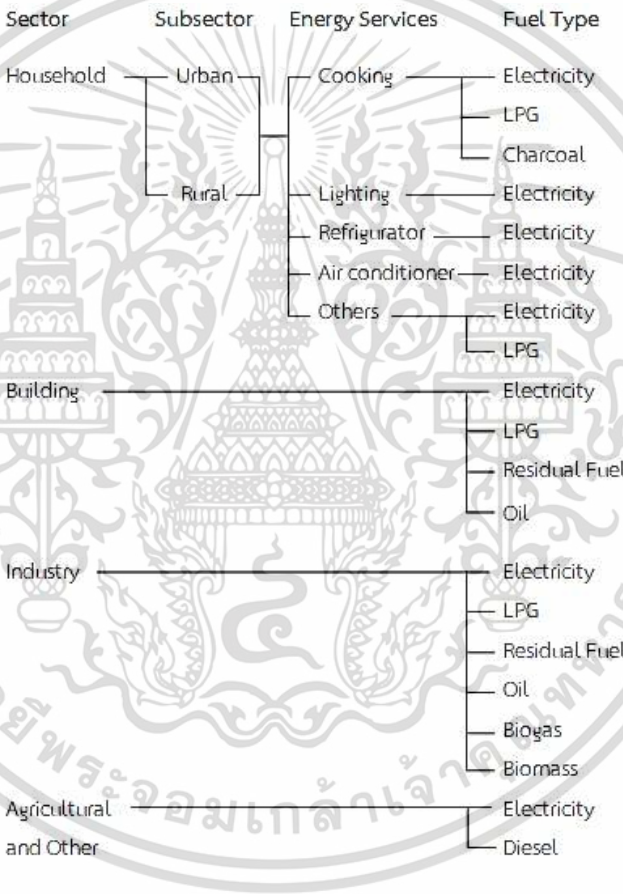
3.7.1 โครงสร้างของแบบจำลองการใช้พลังงานในแต่ละภาคเศรษฐกิจ

สำหรับโครงสร้างของแบบจำลองการใช้พลังงานในภาคอาคารพาณิชย์ ภาคเกษตรกรรม และอุตสาหกรรม เป็นการจำแนกประเภทเชื้อเพลิงโดยอ้างอิงจากฐานข้อมูลพลังงานจากกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน และการใช้พลังงานจะถูกขับเคลื่อนด้วยปัจจัยทางด้านเศรษฐกิจเป็นหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างของแบบจำลองการใช้พลังงานในภาคครัวเรือนได้ทำการแบ่งประเภทครัวเรือนแยกตามเขตการปกครอง ตามการรายงานสถิติของกรมการปกครอง และจำแนกข้อมูลอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ตามวัตถุประสงค์การใช้งาน 5 ประเภท ได้แก่ 1) อุปกรณ์ประกอบอาหาร 2) อุปกรณ์ให้แสงสว่าง 3) เครื่องปรับอากาศ 4) เครื่องทำความเย็นและ 5) อื่น ๆ ซึ่งการใช้พลังงานในภาคครัวเรือนจะแปรตามการขยายตัวของครัวเรือนเป็นหลัก (รูปที่ 3.3)

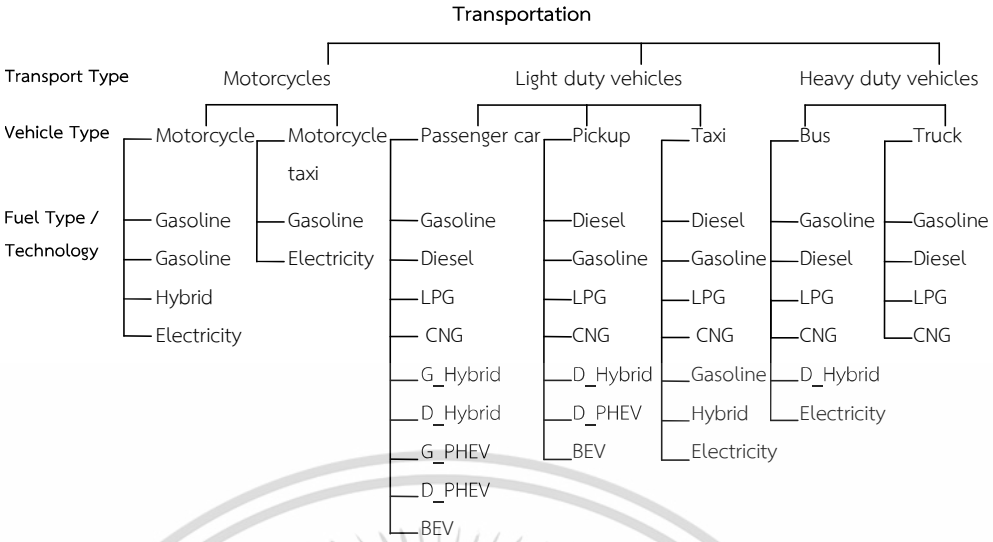
และโครงสร้างของแบบจำลองการใช้พลังงานในภาคขนส่งจะแบ่งยานพาหนะประเภทต่างๆ ที่มีอยู่ในระบบตามกรมการขนส่งทางบกส่วนการใช้พลังงานจะอาศัยค่าการขยายตัวทางเศรษฐกิจและยอดขายรถยนต์เป็นตัวขับเคลื่อนหลัก (รูปที่ 3.4)



รูปที่ 3.11 โครงสร้างโมเดล LEAP ที่ใช้ในภาคภาครัวเรือน ภาคอาคารพาณิชย์ ภาคอุตสาหกรรม และภาคเกษตรกรรม

ที่มา : ผู้วิจัย, 2566

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.12 โครงสร้างโมเดล LEAP ที่ใช้ในภาคขนส่ง

ที่มา : ผู้วิจัย, 2566

3.7.2 การคำนวณความต้องการพลังงาน

สำหรับการวิเคราะห์ความต้องการพลังงานมีวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการพยากรณ์ 4 วิธีที่แตกต่างกันดังสมการ (1) - (4) (Emodi, 2017) โดยแบ่งตามรายภาคเศรษฐกิจ

$$\text{Final energy analysis} = \text{Activity level} \times \text{Energy intensity} \quad (1)$$

$$\text{Useful energy analysis} = \text{Activity level} \times (\text{useful energy intensity/efficiency}) \quad (2)$$

$$\text{Stock analysis} = \text{stock and} \times \text{device intensity} \quad (3)$$

$$\text{Transport analysis} = \text{stock (vehicle miles /fuel economy)} \quad (4)$$

3.7.3 การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ในส่วนของการคาดการณ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (GHG) ผู้วิจัยได้ทำการคำนวณตามคู่มือการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกระดับประเทศฉบับปี ค.ศ. 2006 (IPCC Guidelines of National Greenhouse Gas Inventories) tier 1 ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ในรูปแบบ Top-Down เป็นวิธีการประมาณค่าก๊าซเรือนกระจกโดยตรงจากปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ทั้งในส่วนของการใช้พลังงานขั้นสุดท้าย โดยมีสมการดังต่อไปนี้

$$\text{GHGEmissions} = \text{Activity Data: AD} \times \text{Emission Factor: EF}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7.4 การกำหนดความเข้มข้นของการใช้พลังงานในแต่ละภาคเศรษฐกิจ (Energy Intensity, EI)

ความเข้มข้นของการใช้พลังงานขั้นสุดท้าย คือ ปริมาณการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายในแต่ละภาคเศรษฐกิจ (ktoe) ต่อมูลค่าที่สะท้อนถึงกิจกรรมทางเศรษฐกิจในภาคนั้น

$$\text{Energy Intensity (EI)} \quad (\text{ktoe/พันล้านบาท}) = \frac{\text{ปริมาณการใช้พลังงานขั้นสุดท้าย}}{\text{มูลค่าที่สะท้อนถึงกิจกรรมทางเศรษฐกิจ (Value added)}}$$

กระทรวงพลังงานได้กำหนดดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพการใช้พลังงานภาพรวมของประเทศในแบบ Energy Intensity (EI) ที่แสดงความสัมพันธ์ของปริมาณการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตที่ผลิตได้หรือต่อหน่วยรายได้ ซึ่งจะสะท้อนต้นทุนในการใช้พลังงานต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ ทั้งนี้ หากสัดส่วนนี้มีค่าสูงหมายถึงพลังงานเป็นต้นทุนที่สูงเมื่อเทียบกับผลผลิตที่ได้ ในทางตรงกันข้าม หากสัดส่วนนี้มีค่าต่ำหมายถึงการใช้พลังงานน้อยในการสร้างผลผลิต ซึ่งอาจกล่าวได้ว่า ค่า EI สูง หมายถึงประสิทธิภาพการใช้พลังงานที่ต่ำ และถ้าค่า EI ต่ำ หมายถึงประสิทธิภาพการใช้พลังงานที่สูง

3.7.5 การกำหนดประสิทธิภาพพลังงาน (Energy Efficiency, EE)

อุตสาหกรรมยานยนต์มีความสำคัญต่อการเติบโตทางเศรษฐกิจและสังคมอย่างมาก อย่างไรก็ตามปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่มาจากภาคขนส่งนั้นมีมากกว่าร้อยละ 20 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั่วโลก ดังนั้นเพื่อให้เกิดความเติบโตอย่างยั่งยืนในอุตสาหกรรมยานยนต์ จึงมีความจำเป็นที่ทุกภาคส่วนต้องร่วมมือกันเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานของยานยนต์ เพื่อลดการใช้พลังงานและการปล่อยมลพิษในปี ค.ศ. 2009 หน่วยงานระดับโลกที่เกี่ยวข้องกับพลังงานและสิ่งแวดล้อมจำนวนร่วมกันจัดตั้ง The Global Fuel Economy Initiative (GFEI) ขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาในเรื่องประสิทธิภาพการใช้พลังงานในรถยนต์ขนาดเล็ก (Light duty vehicle) ทั่วโลกทั้งนี้ GFEI ตั้งเป้าหมายว่าในปี ค.ศ. 2030 (พ.ศ. 2548) รถยนต์ขนาดเล็กที่ผลิตขึ้นใหม่ทุกคันจะมีประสิทธิภาพการใช้พลังงาน โดยปรับเพิ่มขึ้น 2.7% ต่อปีจากปี ค.ศ. 2005 (พ.ศ. 2548) ถึง ค.ศ. 2030 (พ.ศ. 2573) ในการที่จะทำให้บรรลุเป้าหมายการลดการใช้พลังงานลงร้อยละ 50

สำหรับการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานของยานยนต์สามารถทำได้โดย เพิ่มประสิทธิภาพที่ตัวยานยนต์ ได้แก่ การเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ การลดน้ำหนักของยานยนต์ การปรับปรุงรูปลักษณ์ยานยนต์ให้มีอากาศพลศาสตร์ (Aerodynamics) ที่ดี และการลดการเสียดสีระหว่างรถ (ล้อ) และพื้นถนน แต่อย่างไรก็ตาม การเพิ่มประสิทธิภาพของยานยนต์สามารถช่วยลดการใช้พลังงานได้ประมาณร้อยละ 30 จึงต้องดำเนินมาตรการอื่นๆ ควบคู่กันไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้วย อาทิ การใช้พลังงานทางเลือก การใช้เชื้อเพลิงที่มีองค์ประกอบคาร์บอนต่ำ การเปลี่ยนไปใช้รูปแบบการเดินทางที่มีประสิทธิภาพพลังงานสูงกว่า หรือ การหลีกเลี่ยงการเดินทางโดยใช้ยานยนต์

ดังนั้นการกำหนดประสิทธิภาพพลังงานจึงเป็นหนึ่งในกลไกสำคัญสำหรับการขับเคลื่อนสู่ภาพอนาคต และมีความสำคัญอย่างมากต่อการผลักดันให้เกิดภาพอนาคตการใช้พลังงานกรณีคาร์บอนต่ำ หรือ Low Carbon Scenario (LCS) ซึ่งการกำหนดประสิทธิภาพพลังงานในภาคขนส่งจะใช้เป็นแนวทางในการที่จะช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของจังหวัดนครราชสีมา

3.8 การแปลงหน่วยข้อมูล

ข้อมูลปริมาณการใช้พลังงานที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์นั้นมีความหลากหลายและมีหน่วยพลังงานที่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงต้องทำการปรับให้อยู่ในรูปแบบเดียวกัน โดยส่วนของปริมาณการใช้พลังงานทำการปรับหน่วยให้อยู่ในรูปแบบตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ (Ton of Oil Equivalent, toe)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ข้อมูลที่เกี่ยวข้องของจังหวัดนครราชสีมา

การรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องและการศึกษาข้อมูลทั่วไปของจังหวัดนครราชสีมา มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการวิเคราะห์ และกำหนดปัจจัยขับเคลื่อนที่มีผลกระทบต่อระบบพลังงานในจังหวัดจังหวัดนครราชสีมา เพื่อใช้ในการวิเคราะห์การคาดการณ์ (Scenario analysis) พลังงานในอีก 30 ปีข้างหน้า ผ่านการทำแบบจำลอง (Modeling) ด้วยวิธีผสมผสาน Top-down และ Bottom-up หรือ Hybrid approach ทั้งนี้ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

4.1 สภาพเศรษฐกิจสังคมของจังหวัดนครราชสีมา

4.1.1 ที่ตั้งและอาณาเขต

จังหวัดนครราชสีมา ตั้งอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือบนที่ราบสูงโคราช ระหว่างเส้นรุ้งที่ 14-16 องศาเหนือ และเส้นแวงที่ 101-103 องศาตะวันออก ตัวจังหวัดอยู่ห่างจากกรุงเทพมหานครโดยทางรถยนต์ 259 กิโลเมตร และโดยทางรถไฟเป็นระยะทาง 264 กิโลเมตร มีเนื้อที่ประมาณ20,493.964 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 12,808,728 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 12.12 ของพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งเป็นจังหวัดที่มีพื้นที่ใหญ่เป็นอันดับหนึ่งของประเทศไทย มีอาณาเขตติดต่อกับจังหวัดใกล้เคียง ดังนี้

ทิศเหนือ ติดต่อกับ จังหวัดชัยภูมิ และจังหวัดขอนแก่น

ทิศใต้ ติดต่อกับ จังหวัดปราจีนบุรี จังหวัดนครนายก และจังหวัดสระแก้ว

ทิศตะวันออก ติดต่อกับ จังหวัดบุรีรัมย์ และจังหวัดขอนแก่น

ทิศตะวันตก ติดต่อกับ จังหวัดสระบุรี จังหวัดลพบุรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.1 พื้นที่ศึกษา

4.1.2 ลักษณะภูมิประเทศ

ลักษณะภูมิประเทศของจังหวัดนครราชสีมา มีทั้งที่เป็นภูเขาสูง ที่ราบลุ่ม พื้นที่ลูกคลื่นลอนตื้นและ พื้นที่ลูกคลื่นลอนลึก โดยสามารถแบ่งออกเป็น 3 บริเวณ คือ

1) บริเวณเทือกเขาที่สูงทางตอนใต้ มีความสูงจากระดับน้ำทะเลมากกว่า 250 เมตรอยู่ในบริเวณอำเภอปากช่อง ปักธงชัย วังน้ำเขียว ครบุรี และเสิงสาง มีเทือกเขานี้เป็นต้นกำเนิดของแม่น้ำ และลำธาร หลายสายที่ไหลไปทางตะวันออกของภาค เช่น แม่น้ำมูล ลำแชะ ลำพระเพลิง และลำปลายมาศพื้นที่ระหว่างเทือกเขาส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นลูกคลื่นลอนลึก และลูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คลื่นลอนตื้นตอนล่างของหุบเขามีความลาดชัน ค่อนข้างมาก ทำให้มีการชะล้างและพังทลายของหน้าดินในบริเวณนี้ค่อนข้างสูงเป็นพื้นที่ซึ่งจำเป็นต้องสงวนและอนุรักษ์ให้คงเป็นสภาพตามธรรมชาติ เพื่อรักษาดุลยภาพของระบบนิเวศน์ และสถานท่องเที่ยวตามธรรมชาติ

2) บริเวณที่สูงทางตอนกลาง มีความสูงจากระดับน้ำทะเลอยู่ระหว่าง 200 เมตร อยู่ในเขตพื้นที่ อำเภอด่านขุนทด อำเภอเทพารักษ์ อำเภอสีคิ้ว อำเภอสูงเนิน อำเภอโนนไทย อำเภอพระทองคำ อำเภอขามทะเลสอ อำเภอเมืองนครราชสีมา อำเภอโชคชัย อำเภอหนองบุญมาก อำเภอจักราช และอำเภอเฉลิมพระเกียรติ ลักษณะ พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นลูกคลื่นลอนตื้น ยกเว้นบริเวณใกล้เชิงเขามีลักษณะเป็นพื้นที่ลูกคลื่นลอนลึก ที่ราบลุ่มริมฝั่ง แม่น้ำไหลผ่านหลายสาย ได้แก่ ลำแชะ ลำพระเพลิง ลำตะคอง และแม่น้ำมูล พื้นที่บางแห่งเป็นพื้นที่ราบซึ่งเป็นป่าหมดสภาพและปัจจุบันเป็นพื้นที่ที่ทำการเกษตรแต่บางแห่งปล่อยทิ้งไว้ว่างเปล่า ได้กำหนดให้เป็นเขตเตรียมการพัฒนาที่ดินใช้เป็นพื้นที่เกษตรกรรม ปศุสัตว์ อุตสาหกรรม และชุมชนเมือง ที่ดินประเภทปฏิรูปที่ดินเพื่อการเกษตร

3) พื้นที่ลูกคลื่นและพื้นที่ราบลุ่มทางตอนเหนือ สูงจากระดับน้ำทะเลไม่เกิน 200 เมตร อยู่ในเขตอำเภอแก้งสนามนาง อำเภอบ้านเหลื่อม อำเภอบัวใหญ่ อำเภอสีดา อำเภอบัวลาย อำเภอโนนแดง อำเภอ ประทาย อำเภอลำทะเมนชัย อำเภอเมืองยาง อำเภอชุมพวง อำเภอพิมาย อำเภอคง อำเภอขามสะแกแสง อำเภอ โนนสูง และอำเภอห้วยแถลง มีลักษณะเป็นพื้นที่ลูกคลื่นลอนตื้นที่สูงสลับที่นา บางตอนเป็นพื้นที่ราบลุ่มบริเวณริมฝั่งแม่น้ำลำเชียงไกร ลำปลายมาศ และมีที่ราบลุ่มบริเวณริมฝั่งลำสะแทด เป็นพื้นที่ที่เหมาะสมเพื่อทำการเกษตรและการพัฒนาเมือง การพัฒนาอุตสาหกรรม การประมง

4.1.3 ลักษณะภูมิอากาศ

สภาพอากาศทั่วไปของจังหวัดนครราชสีมาอยู่ภายใต้อิทธิพลของมรสุม 2 ชนิด คือ มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (เริ่มตั้งแต่ประมาณกลางเดือนตุลาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์) มรสุมนี้มีแหล่งกำเนิดจากบริเวณ ความกดอากาศสูงในซีกโลกเหนือแถบประเทศมองโกเลียและจีนพัดพาเอามวลอากาศเย็นและแห้งจาก แหล่งกำเนิดเข้ามาปกคลุมประเทศไทย ทำให้บริเวณจังหวัดนครราชสีมาประสบกับภาวะอากาศหนาวเย็นและแห้ง แล้ง โดยทั่วไป ส่วนมรสุมอีกชนิดหนึ่งคือ มรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (เริ่มตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือน ตุลาคม) มรสุมนี้มีแหล่งกำเนิดจากบริเวณความกดอากาศสูงในซีกโลกใต้ บริเวณมหาสมุทรอินเดีย ซึ่งพัดออกจากศูนย์กลางเป็นลมตะวันออกเฉียงใต้และเปลี่ยนเป็นลมตะวันตกเฉียงใต้ เมื่อพัดข้ามเส้นศูนย์สูตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พัดพาเอามวล อากาศชื้นจากมหาสมุทรอินเดียมาสู่ประเทศไทย ทำให้บริเวณจังหวัดนครราชสีมามีเมฆมากและฝนตกชุก โดยทั่วไป

4.1.4 ด้านประชากร

จากสถิติข้อมูลของสำนักบริหารการทะเบียน กรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย พบว่าจังหวัดนครราชสีมามีจำนวนประชากรในปี พ.ศ.2562 รวมทั้งสิ้น 2,648,927 คน และมีจำนวนครัวเรือนทั้งสิ้น 983,771 ครัวเรือน โดยคิดเป็นอัตราเฉลี่ยของคนต่อครัวเรือนจากจำนวนประชากรในปีเดียวกันเท่ากับ 2.69 คนต่อครัวเรือน โดยในช่วงปี พ.ศ.2552-2562 จังหวัดนครราชสีมามีอัตราการเปลี่ยนแปลงประชากรในทิศทางที่เพิ่มขึ้น โดยมีจำนวนประชากรเพิ่มขึ้น 77,635 คน คิดเป็นอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยร้อยละ 0.50 ต่อปี

เมื่อพิจารณาสัดส่วนประชากรจำแนกตามเขตปกครอง พบว่าปี พ.ศ. 2562 ประชากรส่วนใหญ่อาศัยอยู่นอกเขตเทศบาลจำนวน 2,017,625 คน คิดเป็นร้อยละ 76 ของประชากรทั้งจังหวัด ซึ่งมีจำนวนเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับ พ.ศ. 2552 ที่มีประชากรอาศัยอยู่นอกเขตเทศบาล คิดเป็นร้อยละ 74 แสดงให้เห็นว่าแนวโน้มประชากรอาศัยอยู่ในเขตเทศบาลนั้นมีมากขึ้น เนื่องมาจากมีการเปลี่ยนแปลงฐานะองค์การบริหารส่วนตำบลเป็นเทศบาลเพิ่มขึ้นในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 การเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากรและครัวเรือนจังหวัดนครราชสีมา พ.ศ.2551-2562

ปีพ.ศ.	ประชากร (คน)		อัตราการเปลี่ยนแปลง		บ้าน (หลัง)		อัตราการเปลี่ยนแปลง	
	ในเขตเทศบาล	นอกเขตเทศบาล	รวม		ในเขตเทศบาล	นอกเขตเทศบาล	รวม	
2552	644,532	1,926,760	2,571,292	0.50	240,735	541,714	782,449	0.38
2553	644,728	1,937,361	2,582,089	0.50	246,022	556,112	802,134	0.39
2554	641,465	1,943,860	2,585,325	0.50	252,050	571,739	823,789	0.39
2555	643,027	1,958,140	2,601,167	0.51	259,109	587,276	846,385	0.39
2556	642,708	1,967,456	2,610,164	0.51	267,651	602,999	870,650	0.39
2557	641,951	1,978,566	2,620,517	0.51	274,492	617,923	892,415	0.38
2558	640,287	1,988,531	2,628,818	0.51	280,826	632,681	913,507	0.39
2559	636,960	1,994,475	2,631,435	0.52	285,827	646,096	931,923	0.39
2560	635,474	2,003,752	2,639,226	0.52	290,335	658,629	948,964	0.39
2561	635,072	2,011,329	2,646,401	0.52	294,247	671,073	965,320	0.39
2562	631,302	2,017,625	2,648,927	0.52	299,375	684,396	983,771	0.39

ที่มา : กรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย และการวิเคราะห์ของผู้วิจัย, พ.ศ.2565

4.1.5 ด้านอุตสาหกรรม

จังหวัดนครราชสีมามีโรงงานที่ได้รับอนุญาตให้ประกอบกิจการ (สะสม) ณ วันที่ 30 สิงหาคม 2562 จำนวนทั้งสิ้น 2,721 โรงงาน เงินลงทุน 298,139.35 ล้านบาท คนงาน 193,297 คน โดยจำแนกออกเป็นจำพวกโรงงานตามพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 ดังนี้

ตารางที่ 4.2 จำนวนโรงงานแยกตามจำพวกโรงงาน

จำพวก	จำนวนโรงงาน (โรง)	จำนวนเงินลงทุน (ล้านบาท)	จำนวนคนงาน (คน)
1	-	-	-
2	624	1,629.77	4,982
3	2,097	296,509.58	188,315
รวม	**2,721**	**298,139.35**	**193,297**

จากข้อมูลสถิติจังหวัดนครราชสีมา มีจำนวนโรงงานในพื้นที่ทั้งสิ้น 1,695 แห่ง (พ.ศ.2563) แบ่งเป็น 21 ประเภท ดังนี้

ตารางที่ 4.3 จำนวนโรงงานในพื้นที่ทั้งสิ้นของจังหวัดนครราชสีมา พ.ศ.2563

ลำดับ	ประเภท	จำนวน (แห่ง)
1.	การเกษตร	323
2.	อาหาร	204
3.	เครื่องดื่ม	15
4.	สิ่งทอ	16
5.	เครื่องแต่งกาย	13
6.	เครื่องหนัง	5
7.	ไม้และผลิตภัณฑ์ไม้	87
8.	เฟอร์นิเจอร์และเครื่องเรือน	17
9.	กระดาษและผลิตภัณฑ์จากกระดาษ	7
10.	สิ่งพิมพ์	7
11.	เคมี	45
12.	ปิโตรเคมีและผลิตภัณฑ์	26
13.	ยาง	14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

ลำดับ	ประเภท	จำนวน (แห่ง)
14	พลาสติก	105
15	อโลหะ	188
16	โลหะ	10
17.	ผลิตภัณฑ์โลหะ	10
18.	เครื่องจักรกล	67
19.	ไฟฟ้า	43
20.	ขนส่ง	138
21.	อื่นๆ	274

ที่มา: ข้อมูลสถิติจังหวัดนครราชสีมา (2563)

โรงงานอุตสาหกรรมที่สำคัญ ณ สิ้นปี พ.ศ.2563 ประกอบด้วย

1) โรงสีข้าว รวมทั้งหมด 51 แห่ง
   - 1.1) ขนาดเล็ก จำนวน 24 แห่ง
   - 1.2) ขนาดกลาง จำนวน 23 แห่ง
   - 1.3) ขนาดใหญ่ จำนวน 4 แห่ง
2) โรงน้ำตาล รวมทั้งหมด 4 แห่ง
   - 2.1) บริษัท อุตสาหกรรมโคราช จำกัด 111 หมู่ที่ 18 ตำบลหนองระเวียง อำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมา ความสามารถในการผลิตน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ 15,000 ตัน/ปี น้ำตาลทรายขาว 15,000 ตัน/ปี น้ำตาลทรายดิบ 24,000 ตัน/ปี โมลาส 27,000 ตัน/ปี
   - 2.2) บริษัท อุตสาหกรรมอ่างเวียน จำกัด 223 หมู่ที่ 21 ถนนนิเวศรัตน์ ตำบลแก้งสนามนาง อำเภอแก้งสนามนาง จังหวัดนครราชสีมา ความสามารถในการผลิตน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ 55,648 ตัน/ปี น้ำตาลทรายขาว 117,835 ตัน/ปี น้ำตาลทรายดิบ 84,905 ตัน/ปี กากน้ำตาล 50,000 ตัน/ปี
   - 2.3) บริษัท น้ำตาลละครบุรี จำกัด 289 หมู่ที่ 13 ตำบลจระเข้หิน อำเภอครบุรี จังหวัดนครราชสีมา ความสามารถในการผลิตน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ 30,000 ตัน/ปี น้ำตาลทรายขาว 5,000 ตัน/ปี น้ำตาลทรายดิบ 70,000 ตัน/ปี กากน้ำตาล 50,000 ตัน/ปี
   - 2.4) โรงงานน้ำตาลสีคิ้ว หมู่ที่ 6 ตำบลหนองหญ้าขาว อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา จัดตั้งในปี พ.ศ.2562 ปัจจุบันยังไม่เริ่มประกอบการ
3) โรงงานแป้งมันสำปะหลัง จำนวน 35 แห่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.6 ด้านพลังงาน

4.1.6.1 การใช้พลังงานขั้นสุดท้ายรายเชื้อเพลิงของจังหวัดนครราชสีมา

ผู้วิจัยได้รวบรวมฐานข้อมูลการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายรายเชื้อเพลิงจำแนกตามภาคเศรษฐกิจของจังหวัดนครราชสีมา จากสถิติพลังงานของประเทศไทย พ.ศ. 2552-2562 กระทรวงพลังงาน มีรายละเอียดดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.4 ปริมาณการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายรายเชื้อเพลิงจำแนกตามภาคเศรษฐกิจของจังหวัดนครราชสีมา พ.ศ. 2552-2562

การใช้พลังงานขั้นสุดท้าย(ktoe)	**2552**	**2553**	**2554**	**2555**	**2556**	**2557**	**2558**	**2559**	**2560**	**2561**	**2562**
ภาคครัวเรือน											
LPG	45.42	53.65	42.39	57.08	72.19	66.18	56.04	63.91	69.43	72.03	53.16
Electricity	74.08	77.79	79.21	88.20	92.73	97.75	103.51	111.13	111.92	115.41	126.28
Charcoal	14.22	18.78	39.64	40.81	50.56	65.05	118.06	117.29	139.81	120.62	120.62
รวม	**133.71**	**150.22**	**161.25**	**186.09**	**215.48**	**228.97**	**277.61**	**292.33**	**321.16**	**308.05**	**300.06**
ภาคอาคารพาณิชย์											
LPG	35.11	33.00	50.92	42.13	12.97	7.60	16.73	9.06	5.26	3.01	17.86
Fuel oil	1.58	2.20	1.76	1.41	0.67	0.10	0.01	0.03	-	0.77	-
Electricity	39.32	45.90	45.63	47.26	36.48	43.09	45.44	47.66	48.69	50.11	53.34
รวม	**76.01**	**81.10**	**98.31**	**90.80**	**50.12**	**50.78**	**62.19**	**56.75**	**53.96**	**53.89**	**71.20**

ที่มา : สถิติพลังงานของประเทศไทย พ.ศ. 2552-2562 กระทรวงพลังงาน

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

การใช้พลังงานขั้นสุดท้าย(ktoe)	2552	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	2562
ภาคอุตสาหกรรม											
LPG	11.41	14.05	24.79	33.78	32.56	31.69	31.57	33.19	35.89	39.23	37.98
Fuel oil	25.84	22.02	22.63	26.25	21.06	22.76	22.64	23.74	24.82	21.81	20.52
Electricity	200.33	217.90	232.47	263.99	83.45	290.13	299.69	323.10	336.89	349.61	342.25
Biogas	1.40	1.88	0.03	-	-	-	-	-	-	-	-
Biomass	44.00	72.72	56.60	53.53	44.52	37.52	37.76	43.41	42.49	40.90	34.06
รวม	**282.98**	**328.57**	**336.51**	**377.56**	**181.59**	**382.10**	**391.66**	**423.45**	**440.09**	**451.55**	**434.81**
ภาคขนส่ง											
LPG	8.58	8.67	31.69	38.67	68.64	76.96	67.24	55.78	49.66	45.06	42.81
CNG	-	-	-	-	71.40	77.64	76.49	68.66	62.37	52.38	48.10
Gasoline	64.84	56.94	68.96	66.62	11.48	7.09	7.27	7.06	5.30	4.77	3.98
Gasohol	81.86	74.53	76.65	79.43	129.46	121.09	153.67	170.43	174.58	171.62	166.73
E20	-	2.34	4.68	7.92	22.45	30.35	32.19	38.63	41.81	45.39	51.94
E85	-	0.09	1.11	2.02	3.43	6.98	8.08	9.18	10.85	12.36	13.10
Diesel	502.29	453.39	585.43	547.12	622.88	627.98	678.34	667.04	703.94	659.72	631.18
รวม	**657.57**	**595.98**	**768.52**	**741.77**	**929.74**	**948.09**	**1,023.29**	**1,016.79**	**1,048.51**	**991.30**	**957.82**

ที่มา : สถิติพลังงานของประเทศไทย พ.ศ. 2552-2562 กระทรวงพลังงาน

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

การใช้พลังงานขั้นสุดท้าย(ktoe)	**2552**	**2553**	**2554**	**2555**	**2556**	**2557**	**2558**	**2559**	**2560**	**2561**	**2562**
ภาคเกษตรกรรมและอื่นๆ											
Diesel	35.60	38.62	28.52	38.74	37.62	36.75	34.59	32.25	32.58	33.71	34.22
Electricity	2.82	2.97	3.71	4.29	4.82	5.20	4.92	4.98	4.67	4.90	4.75
รวม	38.42	41.59	32.23	43.03	42.44	41.95	39.51	37.24	37.25	38.62	38.97
รวมทุกภาคเศรษฐกิจ	**1,188.69**	**1,197.45**	**1,396.82**	**1,439.25**	**1,419.37**	**1,651.89**	**1,794.27**	**1,826.55**	**1,900.97**	**1,843.41**	**1,802.86**

ที่มา : สถิติพลังงานของประเทศไทย พ.ศ. 2552-2562 กระทรวงพลังงาน

4.1.7 ด้านการคมนาคมขนส่ง

4.1.7.1 สถิติจานวนยานพาหนะในพื้นที่ศึกษาและการจำแนกประเภท

จากข้อมูลสถิติจำนวนรถจดทะเบียนใหม่ตามกฎหมายว่าด้วยรถยนต์ สำนักงานขนส่งจังหวัดนครราชสีมา พ.ศ. 2553-2559 พบว่า ในปี พ.ศ. 2559 จังหวัดนครราชสีมามีจำนวนรถจดทะเบียนใหม่ตามกฎหมายว่าด้วยรถยนต์ จำนวน 72,237 คัน ส่วนใหญ่เป็นรถจักรยานยนต์ส่วนบุคคล ซึ่งมีจำนวน 48,026 คัน หรือ คิดเป็นร้อยละ 66.48 ของจำนวนรถจดทะเบียนใหม่ตามกฎหมายว่าด้วยรถยนต์ และเป็นรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน จำนวน 13,078 คัน คิดเป็นร้อยละ 18.10 ของจำนวนรถจดทะเบียนใหม่ตามกฎหมายว่าด้วยรถยนต์ รายละเอียดดัง(ตารางที่ 4.7)

ตารางที่ 4.5 สถิติจานวนรถจดทะเบียนใหม่ตามกฎหมายว่าด้วยรถยนต์สำนักงานขนส่งจังหวัดนครราชสีมาตั้งแต่ปีพ.ศ. 2553-2559

หน่วย: คัน

ประเภทรถ	ปี พ.ศ.						
	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559
รย. 1 รถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน	10,238	12,188	20,577	19,609	15,631	12,134	13,078
รย. 2 รถยนต์นั่งส่วนบุคคลเกิน 7 คน	341	317	459	324	278	198	215
รย. 3 รถยนต์บรรทุกส่วนบุคคล	7,610	9,037	11,600	9,804	9,593	7,818	7,362
รย. 4 รถยนต์สามล้อส่วนบุคคล	-	1	3	1	-	-	1
รย. 5 รถยนต์รับจ้างระหว่างจังหวัด	-	-	-	-	-	-	-
รย. 6 รถยนต์รับจ้างบรรทุกคนโดยสาร ไม่เกิน 7 คน	15	5	1	10	11	18	11
รย. 7 รถยนต์สี่ล้อเล็กรับจ้าง	-	-	-	-	-	-	-
รย. 8 รถยนต์รับจ้างสามล้อ	19	27	41	28	26	3	7
รย. 9 รถยนต์บริการธุรกิจ	-	-	-	-	-	-	-
รย. 10 รถยนต์บริการทัศนาจร	-	-	-	-	-	-	-
รย. 11 รถยนต์บริการให้เช่า	-	-	-	-	-	-	-
รย. 12 รถจักรยานยนต์ส่วนบุลคล	60,960	67,991	70,363	48,967	51,806	49,031	48,026
รย. 13 รถแทรกเตอร์	3,223	4,798	4,668	3,831	4,076	3,727	2,960
รย. 14 รถบดถนน	27	20	16	13	16	27	26
รย. 15 รถใช้งานเกษตรกรรม	1,005	1,425	1,439	814	570	671	476
รย. 16 รถพ่วง	80	116	148	76	70	64	63
รย. 17 รถจักรยานยนต์สาธารณะ	1	1	-	2	18	16	12
รวมรถตามกฎหมายว่าด้วยรถยนต์ (คัน)	**83,519**	**95,926**	**109,315**	**83,479**	**82,095**	**73,707**	**72,237**

ที่มา: สำนักงานขนส่งจังหวัดนครราชสีมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.7.2 สรุปข้อมูลที่เกี่ยวของจังหวัดนครราชสีมา

จังหวัดนครราชสีมาตั้งอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย มีพื้นที่ 20,494 ตารางกิโลเมตร ประเทศไทยมี 77 จังหวัด จังหวัดนครราชสีมามีประชากรมากเป็นอันดับ 2 ของประเทศและเป็นแห่งแรกในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ในปี 2020 มีทั้งหมด 2,628,602 คนเป็นผู้ชาย 1,291,880 (49.1%) เป็นหญิง; 1,336,722 (50.9%) (DOPA, 2020) ในปี 2562 GPP เฉลี่ยต่อหัวอยู่ที่ 121,068 บาท/คน/ปี โดยมีรายได้เฉลี่ยต่อหัวเป็นอันดับ 2 ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และอันดับ 34 ของประเทศ สภาพเศรษฐกิจที่สำคัญของจังหวัดขึ้นอยู่กับภาคอุตสาหกรรม การเกษตร และการค้าปลีก (NESDC, 2019) ปริมาณการใช้พลังงานสุดท้ายของจังหวัดนครราชสีมาในปี 2563 ที่ได้รับจากกระทรวงพลังงานเท่ากับ 818.6 ktoe ภาคอุตสาหกรรมเป็นภาคส่วนที่ใช้พลังงานมากที่สุดถึง 378.4 ktoe (46.3%) รองลงมาคือภาคการขนส่ง (42.0%) และภาคอาคาร (7.3%) ตามลำดับ (MOEN, 2020)

4.2 สภาพเศรษฐกิจ

4.2.1 สถานการณ์ด้านแรงงาน

จังหวัดนครราชสีมามีกลุ่มผู้อยู่ในวัยทำงาน (ผู้มีอายุ 15 ปีขึ้นไป) จำนวน 2,047,509 คน พบว่าเป็นผู้อยู่ในกำลังแรงงาน 1,311,683 คน โดยจำแนกเป็นผู้มีงานทำ 1,299,811 คน คิดเป็นร้อยละ 99.09 ของผู้อยู่ในกำลังแรงงานทั้งหมด ขณะที่เป็นผู้ว่างงาน 11,023 คน หรือร้อยละ 0.84 ของผู้อยู่ในกำลังแรงงาน และผู้รอฤดูกาล ซึ่งหมายถึง ผู้ที่ไม่ได้ทำงาน และไม่พร้อมที่จะทำงานจำนวน 848 คน หรือร้อยละ 0.07

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 ข้อมูลแรงงานจังหวัดนครราชสีมาจำแนกตามเพศและสถานภาพแรงงาน ไตรมาส 3 (เดือนกรกฎาคม - กันยายน 2561) ข้อมูล ณ 30 กันยายน 2561

หน่วย : คน

สถานการณ์แรงงาน	ชาย	หญิง	รวม
ประชากรอายุ 15 ปี ขึ้นไป	989,483	1,058,026	2,047,509
1. ผู้อยู่ในกำลังแรงงาน	720,556	590,279	1,310,835
- ผู้มีงานทำ	717,188	582,623	1,299,811
- ผู้ว่างงาน	3,368	7,656	11,023
- กำลังแรงงานที่รอฤดูกาล	253	595	848
2. ผู้ไม่อยู่ในกำลังแรงงาน	268,675	467,152	735,826
- ทำงานบ้าน	13,810	187,444	201,254
- เรียนหนังสือ	80,726	87,872	168,598
- อื่น ๆ	174,139	191,835	365,974

ที่มา : สำนักงานแรงงานจังหวัดนครราชสีมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 ผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัด (Gross Provincial Product: GPP)

จังหวัดนครราชสีมามีมูลค่าผลิตภัณฑ์จังหวัด (Gross Provincial Product : GPP) เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยในปี พ.ศ. 2562 มีมูลค่าอยู่ที่ 3,03,996 ล้านบาท เพิ่มขึ้นจากปีก่อนที่มีมูลค่า 299,714 ล้านบาท คิดเป็นมูลค่ารวม 4,282 ล้านบาท และคิดเป็นร้อยละ 1.43 โดยมูลค่าสูงเป็นลำดับที่ 1 ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และเป็นลำดับที่ 12 ของประเทศ (ลำดับที่ 1 ของประเทศ คือ กรุงเทพมหานคร ที่มูลค่า 8,020,935 ล้านบาท)

โครงสร้างของผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัด (GPP) ของจังหวัดนครราชสีมา ณ ราคาประจำปี พ.ศ.2562 (Current Market Prices) สรุปได้ ดังนี้

1) ภาคการเกษตรมีมูลค่า 40,745 ล้านบาท ลดลงจากปีก่อนที่มีมูลค่า 44,042 ล้านบาท คิดเป็น มูลค่า 3,297 ล้านบาท และคิดเป็นร้อยละ 7.49

2) ภาคนอกการเกษตร มีมูลค่า 263,251 ล้านบาท เพิ่มขึ้นจากปีก่อนที่มีมูลค่า 255,672 ล้านบาท สาขาที่มีมูลค่าสูงสุด คือ สาขาการบริการมีมูลค่า 161,212 ล้านบาท เพิ่มขึ้นจากปีก่อนที่มีมูลค่า 153,917 ล้านบาท เป็นผลมาจากเพิ่มจำนวนร้านค้าขายปลีกและขายส่งฯและการขยายตัวของห้างสรรพสินค้าขนาดใหญ่ใน พื้นที่ รองลงมา คือ สาขาอุตสาหกรรม มีมูลค่า 102,039 ล้านบาท เพิ่มขึ้นจากปีก่อนที่มีมูลค่า 101,755 ล้าน บาท เป็นผลมาจากการเพิ่มขึ้นของจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมและการเพิ่มเงินทุน

จังหวัดนครราชสีมา มีรายได้ต่อหัวต่อปี (GPP per capita) ในปี พ.ศ. 2562 คิดเป็นมูลค่าเท่ากับ 121,068 บาท สูงเป็นลำดับที่ 2 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และเป็นลำดับที่ 36 ของประเทศ โดยเพิ่มขึ้น จากปีก่อนที่มีมูลค่าเท่ากับ 119,189 บาท คิดเป็นมูลค่า 1,879 บาท และคิดเป็นร้อยละ 1.58 (สศช., 2562)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 แสดงมูลค่าผลิตภัณฑ์จังหวัดนครราชสีมา แบบปริมาณลูกโซ่ (อ้างอิงปี 2545) ระหว่าง พ.ศ. 2552 – 2562

หน่วย: ล้านบาท

สาขาการผลิต	มูลค่า										
	2552	2553	2554r	2555r	2556r	2557r	2558r	2559r	2560r	2561r	2562p
ภาคเกษตร	27,725	31,940	40,063	44,447	49,338	43,603	42,423	39,949	39,608	44,042	40,745
เกษตรกรรม การป่าไม้และการประมง	27,725	31,940	40,063	44,447	49,338	43,603	42,423	39,949	39,608	44,042	40,745
ภาคนอกเกษตร	142,029	158,192	169,598	188,566	196,146	202,577	209,356	222,892	237,896	255,672	263,251
ด้านอุตสาหกรรม	*53,762*	*62,611*	*65,567*	*70,983*	*74,119*	*79,971*	*79,190*	*83,425*	*91,887*	*101,755*	*102,039*
การทำเหมืองแร่ และเหมืองหิน	1,798	1,782	1,944	1,932	1,936	1,918	2,382	2,816	2,673	2,756	3,401
การผลิต	47,507	56,025	58,580	63,236	65,818	71,068	69,964	72,964	81,005	86,896	83,373
ไฟฟ้า ก๊าซ ไอน้ำและระบบการปรับอากาศ	4,123	4,439	4,568	5,201	5,756	6,212	6,031	6,805	7,218	11,121	14,203
การจัดหาน้ำ การจัดการน้ำเสียและของเสีย รวมถึงกิจกรรมที่เกี่ยวข้อง	334	365	476	615	608	773	814	841	991	982	1,062
ด้านบริการ	*88,267*	*95,581*	*104,031*	*117,582*	*122,028*	*122,606*	*130,166*	*139,467*	*146,009*	*153,917*	*161,212*
การก่อสร้าง	8,905	10,279	13,706	14,438	13,874	12,926	12,953	14,254	14,611	14,208	14,174
การขายส่งและการขายปลีก การซ่อมยานยนต์และจักรยานยนต์	22,978	23,887	24,085	26,845	28,249	30,456	33,150	36,862	39,167	43,143	44,363
การขนส่งและสถานที่เก็บสินค้า	5,264	5,231	5,271	5,947	5,874	5,968	6,248	6,529	7,377	7,735	8,447
ที่พักแรมและบริการด้านอาหาร	3,240	3,371	3,844	2,564	2,922	3,027	3,657	4,108	5,186	5,917	6,793
ข้อมูลข่าวสารและการสื่อสาร	1,368	1,385	1,476	1,562	1,475	1,560	1,736	1,800	2,069	2,387	2,877

ที่มา: สำนักบัญชีประชาชาติ สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

ตารางที่ 4.7 (ต่อ)

หน่วย: ล้านบาท

สาขาการผลิต	มูลค่า										
	2552	2553	2554r	2555r	2556r	2557r	2558r	2559r	2560r	2561r	2562p
กิจกรรมทางการเงินและการประกันภัย	7,900	8,114	8,738	10,051	12,410	13,470	14,220	15,759	16,404	17,237	18,133
กิจกรรมเกี่ยวกับอสังหาริมทรัพย์	7,417	7,106	7,358	8,631	7,848	7,601	7,569	8,834	9,055	9,440	9,211
กิจกรรมวิชาชีพ วิทยาศาสตร์และกิจกรรมทางวิชาการ	223	167	173	174	203	216	302	349	377	417	479
กิจกรรมการบริหารและบริการสนับสนุน	642	799	1,063	887	940	957	995	991	1,118	1,208	1,296
การบริหารราชการ การป้องกันประเทศและการประกันสังคมภาคบังคับ	10,365	14,097	14,937	19,974	19,459	16,329	16,692	16,908	17,614	18,857	19,530
การศึกษา	13,191	14,136	15,692	17,827	19,547	20,307	22,449	22,302	21,557	20,880	22,549
กิจกรรมด้านสุขภาพและงานสังคมสงเคราะห์	4,741	5,217	5,613	6,194	6,559	6,987	7,270	7,679	8,232	9,105	9,863
ศิลปะ ความบันเทิงและนันทนาการ	235	308	373	448	458	469	467	563	665	762	890
กิจกรรมการบริการด้านอื่น ๆ	1,799	1,487	1,702	2,043	2,209	2,333	2,458	2,527	2,578	2,622	2,605
ผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัด	**169,754**	**190,132**	**209,661**	**233,012**	**245,485**	**246,180**	**251,780**	**262,841**	**277,504**	**299,714**	**303,996**
ผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัดต่อต่อคน (บาท)	**66,878**	**75,311**	**83,087**	**92,387**	**97,381**	**97,705**	**99,978**	**104,421**	**110,301**	**119,189**	**121,068**

ที่มา: สำนักบัญชีประชาชาติ สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

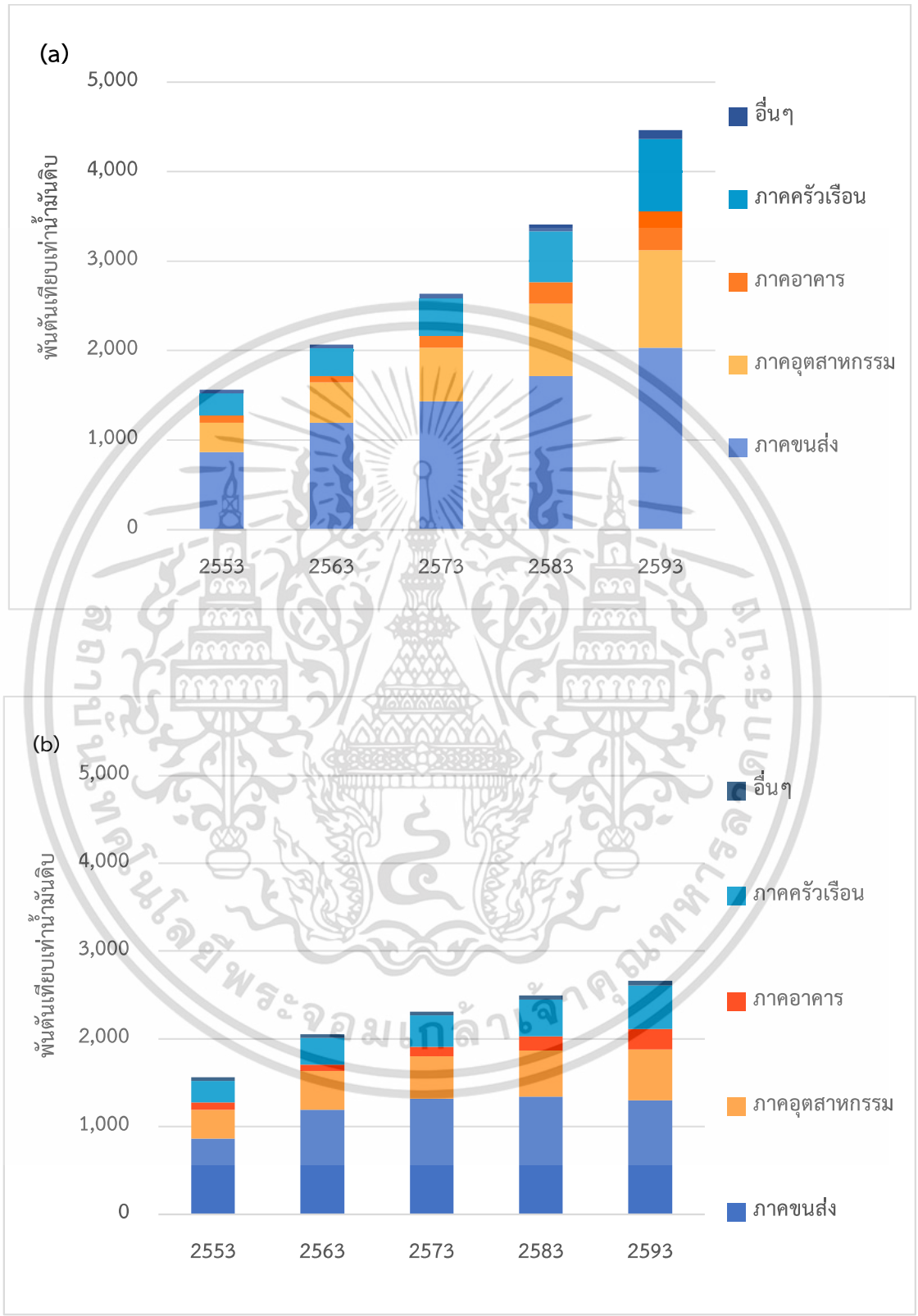
บทที่ 5
ผลการศึกษา

ผลการศึกษาประกอบไปด้วยผลคาดการณ์ปริมาณความต้องการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายและปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคพลังงานของจังหวัดนครราชสีมาภายใต้ภาพอนาคตกรณีปกติ (Business as usual: BAU) และกรณีคาร์บอนต่ำ (Low carbon scenario: LCS) มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.1. ความต้องการพลังงานขั้นสุดท้ายตามภาคเศรษฐกิจ

ผลการวิเคราะห์แบบจำลองแสดงให้เห็นว่าความต้องการพลังงานขั้นสุดท้ายของจังหวัดนครราชสีมาในปี 2593 ในกรณี BAU จะอยู่ที่ 4,464.4 กิโลตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ (ktoe) สูงกว่าปีฐาน (2,018.6 ktoe ในปี 2562) 2.21 เท่า หรือเพิ่มขึ้นด้วยอัตราการเติบโตเฉลี่ยต่อปี (AAGR) ที่ 2.59% ทุกภาคเศรษฐกิจจะมีความต้องการพลังงานที่สูงขึ้น ความต้องการพลังงานขั้นสุดท้ายของภาคครัวเรือนจะเพิ่มขึ้นจาก 308.2 ktoe เป็น 813.2 ktoe ภาคอาคารจะเพิ่มขึ้นจาก 75.5 ktoe เป็น 2,033.2 ktoe ภาคอุตสาหกรรมจะเพิ่มขึ้นจาก 447.9 ktoe เป็น 1,087.1 ktoe ภาคการขนส่งจะเพิ่มขึ้นจาก 1,195.0 ktoe เป็น 2,033.2 ktoe และภาคอื่นๆ จะเพิ่มขึ้นจาก 40.1 ktoe เป็น 97.4 ktoe ภาคการขนส่งจะมีสัดส่วน 45.5% ของความต้องการพลังงานทั้งหมดในปี 2593 ตามด้วยอุตสาหกรรม (24.3%) ครัวเรือน (18.2%) อาคาร (9.7%) และภาคอื่นๆ (0.02%) ในกรณี LCS ความต้องการพลังงานขั้นสุดท้ายของจังหวัดนครราชสีมาในปี 2593 จะอยู่ที่ 2,659.9 ktoe ซึ่งสูงกว่าปีฐาน 1.32 เท่า โดยมีค่า AAGR เท่ากับ 0.89% เมื่อเปรียบเทียบกับกรณี BAU แล้ว LCS จะต้องการพลังงานขั้นสุดท้ายในปี 2593 ลดลง 1,804.5 ktoe หรือประมาณ 40.4% ของความต้องการพลังงานในกรณี BAU ภาคการขนส่งจะส่วนสำคัญในการลดการใช้พลังงานมากที่สุดใน LCS เมื่อเทียบกับ BAU ที่ 40.7% รองลงมาคือภาคอุตสาหกรรมที่ 28.0% ภาคครัวเรือนที่ 17.6% ภาคอาคารที่ 11.2% และภาคอื่นๆ ที่ 2.5% (ดังรูปที่ 5.1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.1 ความต้องการพลังงานขั้นสุดท้ายของภาคเศรษฐกิจในกรณี (a) BAU และ (b) LCS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

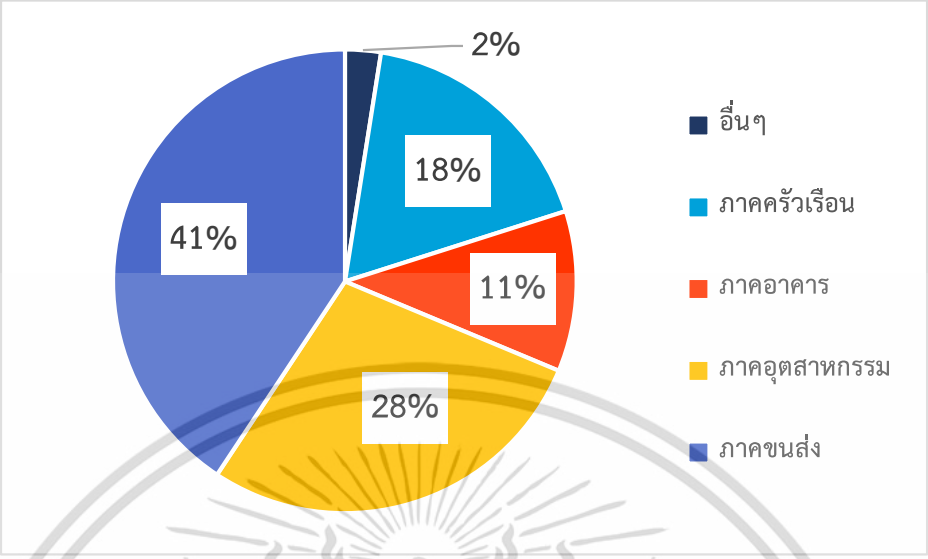
ตารางที่ 5.1 ผลลัพธ์ความต้องการพลังงานขั้นสุดท้ายของภาคเศรษฐกิจ

หน่วย: พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ

	ปีฐาน	BAU		LCS	
	2552	**2593**	**AAGR**	**2593**	**AAGR**
ภาคขนส่ง	1,173.6	2,033.2	1.79%	1,298.8	0.33%
	(58.1)	(45.5)		(48.8)	
ภาคอุตสาหกรรม	434.8	1,087.1	3.00%	581.1	0.94%
	(21.5)	(24.3)		(21.8)	
ภาคอาคาร	71.2	433.5	6.00%	231.7	3.88%
	(3.5)	(9.7)		(8.7)	
ภาคครัวเรือน	300.0	813.2	3.27%	496.2	1.64%
	(14.9)	(18.2)		(18.7)	
อื่นๆ	39.0	97.4	3.00%	52.1	0.94%
	(1.9)	(2.2)		(2.0)	
รวม	**2,018.6**	**4,464.4**	**2.59%**	**2,659.9**	**0.89%**
	(100)	**(100)**		**(100)**	

หมายเหตุ: AAGR คืออัตราการเติบโตเฉลี่ยต่อปีเมื่อเทียบกับปีฐาน และตัวเลขในวงเล็บคือร้อยละของความต้องการพลังงานขั้นสุดท้ายของภาคเศรษฐกิจนั้นๆ เทียบกับทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.2 สัดส่วนการลดความต้องการพลังงานขั้นสุดท้ายใน LCS เทียบกับ BAU ตามภาคเศรษฐกิจ

ความต้องการพลังงาน เมื่อเปรียบเทียบกับกรณี BAU แล้ว LCS จะต้องการพลังงานขั้นสุดท้ายในปี 2593 ที่ต่ำกว่า 1,804.5 ktoe หรือประมาณ 40.4% ของความต้องการพลังงานในกรณี BAU สำหรับภาคการขนส่งจะมีสัดส่วนลดการใช้พลังงานมากที่สุดใน LCS เมื่อเทียบกับ BAU ที่ 40.7% รองลงมาคือภาคอุตสาหกรรมที่ 28.0% ภาคครัวเรือนที่ 17.6% ภาคอาคารที่ 11.2% และภาคอื่นๆ ที่ 2.5% (ดังรูปที่ 5.2)

5.2 ความต้องการพลังงานขั้นสุดท้ายตามประเภทเชื้อเพลิง

ผลการวิเคราะห์แบบจำลองแสดงให้เห็นว่าพลังงานเชื้อเพลิงประเภทไฟฟ้ามีสัดส่วนมากที่สุดของความต้องการพลังงานขั้นสุดท้ายในปี 2593 ในกรณี BAU คือ 39.2% รองลงมาคือน้ำมันดีเซล 31.8% น้ำมันเบนซิน 8.7% และ LPG 8.2% ตามลำดับ สำหรับกรณี LCS ความต้องการไฟฟ้าคิดเป็นสัดส่วนที่ใหญ่ที่สุดของความต้องการพลังงานขั้นสุดท้ายในปี 2593 ที่ 36.6% รองลงมาคือน้ำมันดีเซล (30.6%) ก๊าซ LPG (8.4%) และน้ำมันเบนซิน (7.9%) ตามลำดับ (ดูรูปที่ 4) ความต้องการเชื้อเพลิงทั้งหมดในกรณี LCS ต่ำกว่าในกรณี BAU ยกเว้น CNG ซึ่งจะเพิ่มขึ้นในกรณี LCS เนื่องจากคาดว่ายานพาหนะขนาดใหญ่ เช่น รถบัสและรถบรรทุกจะถูกแทนที่ด้วยแหล่งพลังงานที่สะอาดกว่า เช่น ก๊าซธรรมชาติอัด (CNG) และไฟฟ้า สัดส่วนของเชื้อเพลิงชีวภาพในเชื้อเพลิงฟอสซิลสำหรับภาคการขนส่งระหว่างสถานการณ์ BAU และ LCS นั้นไม่แตกต่างกัน เนื่องจากเน้นที่ประสิทธิภาพการใช้พลังงานและนโยบายการใช้ไฟฟ้าของการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เคลื่อนที่โดยเฉพาะ สัดส่วนของเอทานอลในเชื้อเพลิงที่ใช้น้ำมันเบนซินอยู่ที่ประมาณ 15% ในขณะที่สัดส่วนของไบโอดีเซลในน้ำมันดีเซลอยู่ที่ประมาณ 7% ตลอดระยะเวลาการศึกษา

ตารางที่ 5.2 ผลลัพธ์ความต้องการพลังงานขั้นสุดท้ายตามประเภทเชื้อเพลิง

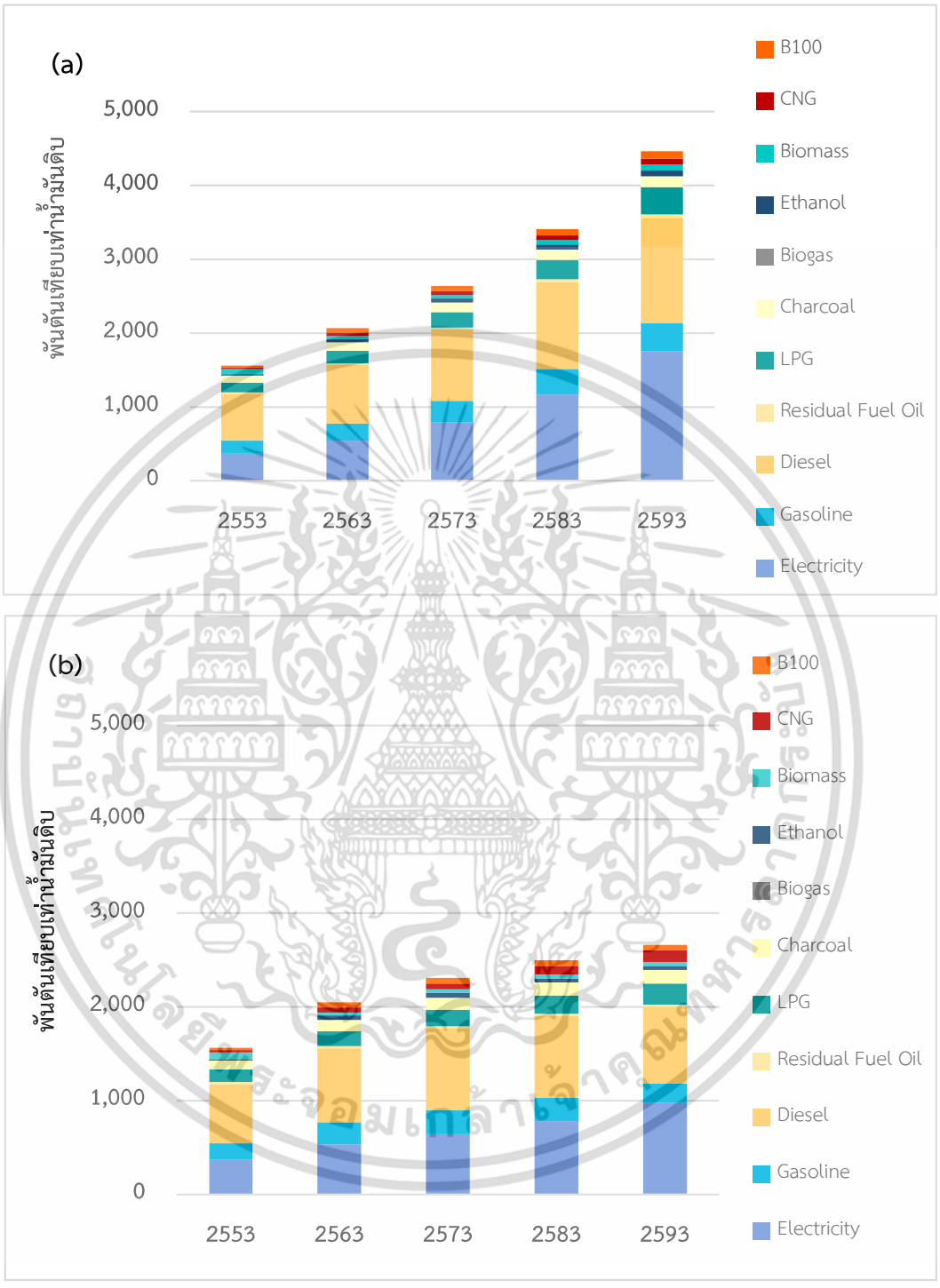
หน่วย: พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ

	ปีฐาน	BAU		LCS	
	2552	2593	AAGR	2593	AAGR
ไฟฟ้า	526.6 (26.1)	1,751.0 (39.2)	3.95%	972.8 (36.6)	2.00%
ดีเซล	779.9 (38.6)	1,418.6 (31.8)	1.95%	814.7 (30.6)	0.14%
B100	71.2 (3.5)	433.5 (9.7)	6.00%	231.7 (8.7)	3.88%
Gasoline	300.0 (14.9)	813.2 (18.2)	3.27%	496.2 (18.7)	1.64%
อื่นๆ	39.0 (1.9)	97.4 (2.2)	3.00%	52.1 (2.0)	0.94%
รวม	**2,018.6 (100)**	**4,464.4 (100)**	**2.59%**	**2,659.9 (100)**	**0.89%**

หมายเหตุ: AAGR คืออัตราการเติบโตเฉลี่ยต่อปีเมื่อเทียบกับปีฐาน และตัวเลขในวงเล็บคือร้อยละของความต้องการพลังงานขั้นสุดท้ายของประเภทเชื้อเพลิงนั้นๆ เทียบกับทั้งหมด

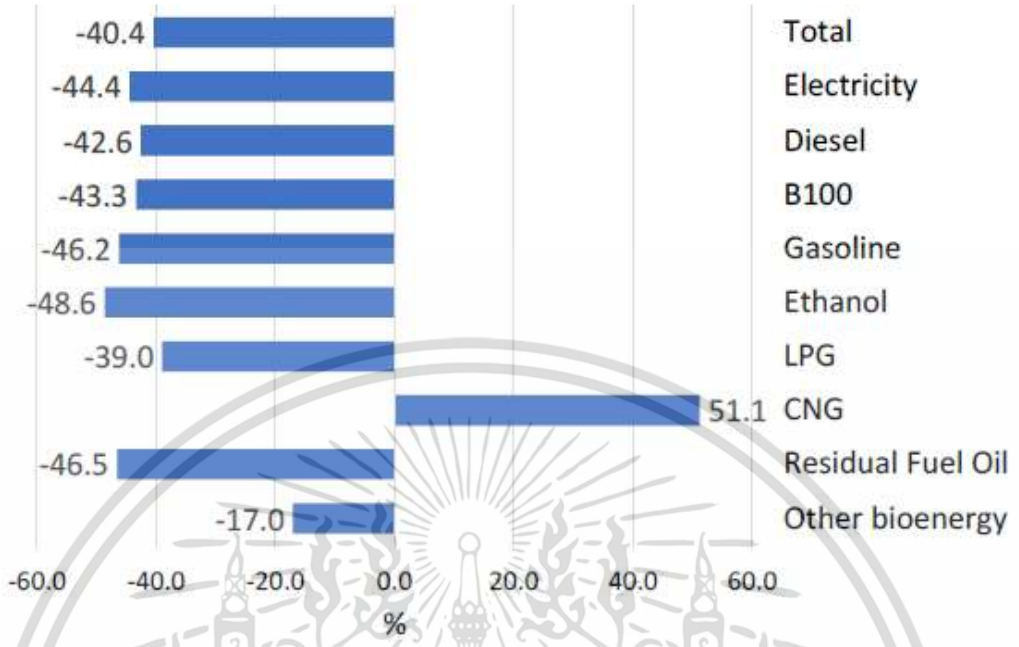
สัดส่วนของรถยนต์ไฟฟ้าในปี 2050 จะสูงกว่าหนึ่งในสามของจำนวนรถยนต์นั่งทั้งหมด ดังแสดงในรูปที่ 5.7 การใช้พลังงานไฟฟ้าของรถยนต์นั่งจะส่งผลให้ความต้องการน้ำมันเบนซินและเอทานอลในปี 2050 ลดลงกว่าปีฐานในกรณี LCS (ดูตารางที่ 5.2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

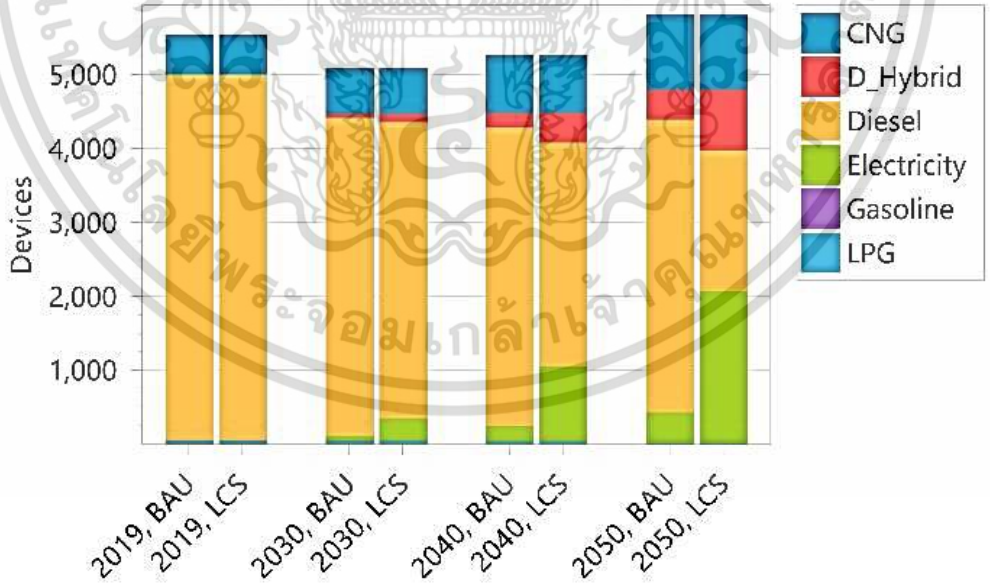


รูปที่ 5.3 ความต้องการพลังงานขั้นสุดท้ายตามประเภทเชื้อเพลิงในกรณี (a) BAU และ (b) LCS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

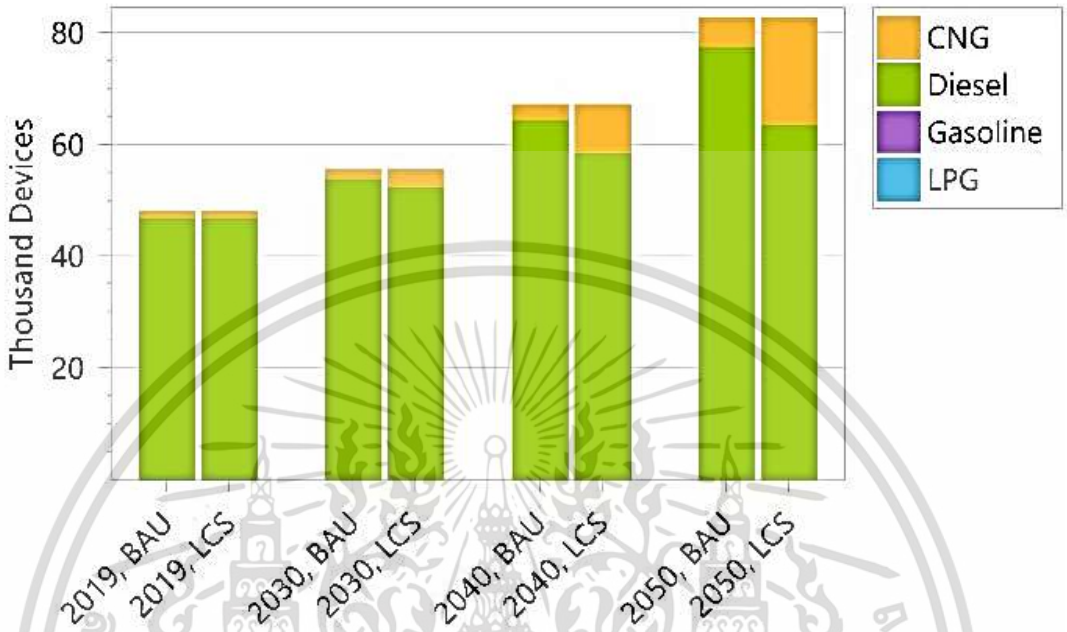


รูปที่ 5.4 เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของความต้องการพลังงานขั้นสุดท้ายใน LCS เมื่อเทียบกับ BAU ตามประเภทเชื้อเพลิง

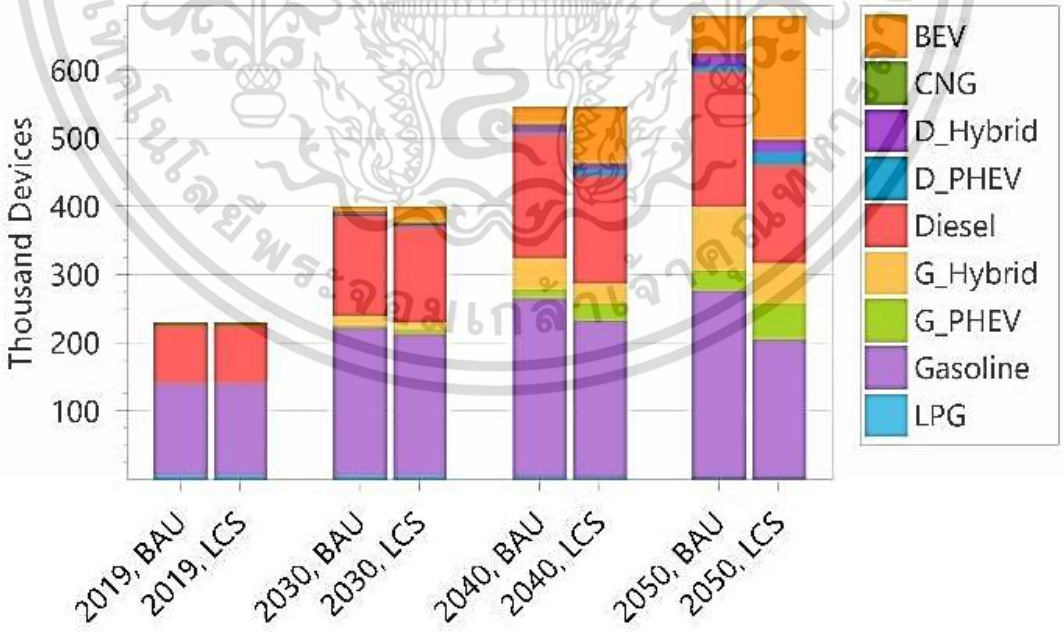


รูปที่ 5.5 จำนวนรถโดยสารสาธารณะแยกตามเทคโนโลยียานยนต์และเชื้อเพลิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.6 จำนวนรถบรรทุกแยกตามเทคโนโลยียานยนต์และเชื้อเพลิง



รูปที่ 5.7 จำนวนรถยนต์นั่งแยกตามเทคโนโลยียานยนต์และเชื้อเพลิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 การปล่อย CO_2 จากการใช้พลังงานตามภาคเศรษฐกิจในกรณี BAU และ LCS

ผลการวิเคราะห์แบบจำลองแสดงให้เห็นว่าการปล่อย CO_2 จากการใช้พลังงานในจังหวัดนครราชสีมาในปี 2593 ในกรณี BAU จะอยู่ที่ 6,926.7 kt CO_2eq สูงกว่าในปีฐาน (3,704.5 kt $CO_2$2eq ในปี 2562) 1.87 เท่า หรือเพิ่มขึ้นด้วย AAGR 2.04% (ต่ำกว่า การเติบโตของความต้องการพลังงานขั้นสุดท้าย) ดังแสดงในตารางที่ 5.3 ภาคการขนส่งมีส่วนแบ่งประมาณ 78.9% ของการปล่อย CO_2 ทั้งหมดในปี 2593 โดยมี AAGR ต่ำสุดที่ 1.74% ในกรณี LCS การปล่อย CO_2 ในปี 2050 จะเท่ากับ 4,141.8 kt CO_2eq หรือ 1.12 เท่าเมื่อเทียบกับปีฐาน จะเติบโตเพียง 0.36% ต่อปี ภาคการขนส่งมีสัดส่วนการปล่อย CO_2 มากที่สุดและมีส่วนร่วมในการลดการปล่อย CO_2 มากที่สุด ด้วยมีสัดส่วน 77.7% หรือ 2,163.4 ktCO_2eq และที่น่าสนใจคือ การปล่อย CO_2 ในจังหวัดนครราชสีมาในกรณี LCS จะทำจุดสูงสุด (Peak) ก่อนปี 2050 หรือเกิดขึ้นประมาณในปี 2038 ที่ 4,246.6 ktCO_2eq (ดูรูปที่ 5.8 และ 5.9) อย่างไรก็ตาม ในการศึกษาครั้งนี้ ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในแต่ละภาคส่วนนั้นไม่ได้นำมาคำนวณสำหรับการปล่อย CO_2 ในด้านอุปสงค์ หากมีการคำนวณการปล่อย CO_2 จากการใช้ไฟฟ้า สัดส่วนการปล่อย CO_2 ของภาคอาคารและภาคครัวเรือนจะสูงกว่าการคำนวณที่แสดงไว้ในตารางที่ 5.3 และรูปที่ 5.9

ตารางที่ 5.3 ผลการปล่อย CO_2 จากการใช้พลังงานของภาคเศรษฐกิจ

หน่วย: พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ

	ปีฐาน	BAU		LCS	
	2552	**2593**	**AAGR**	**2593**	**AAGR**
ภาคขนส่ง	3,205.4 (86.5)	5,467.7 (78.9)	1.74%	3,304.2 (79.8)	0.10%
ภาคอุตสาหกรรม	178.3 (4.8)	445.7 (6.4)	3.00%	238.3 (5.8)	0.94%
ภาคอาคาร	54.5 (1.5)	332.0 (4.8)	6.00%	177.5 (4.3)	3.88%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

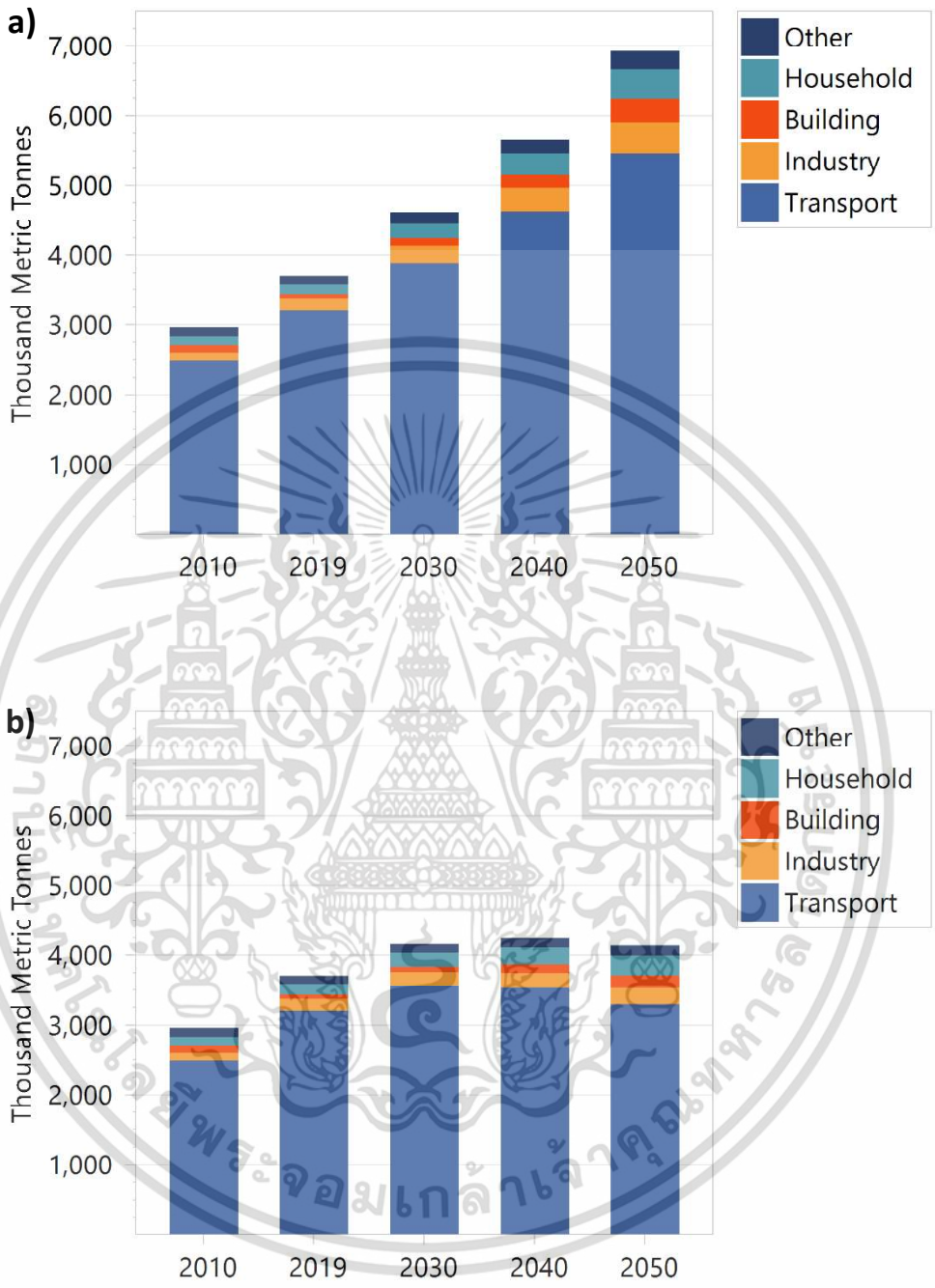
ตารางที่ 5.3 (ต่อ)

หน่วย: พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ

	ปีฐาน	BAU		LCS	
	2552	**2593**	**AAGR**	**2593**	**AAGR**
ภาคครัวเรือน	162.3	421.4	3.13%	282.9	1.81%
	(4.4)	(6.1)		(6.8)	
อื่นๆ	103.9	259.9	3.00%	138.9	0.94%
	(2.8)	(3.8)		(3.4)	
รวม	**3,704.5**	**6,927.7**	**2.04%**	**4,141.8**	**0.36%**
	(100)	**(100)**		**(100)**	

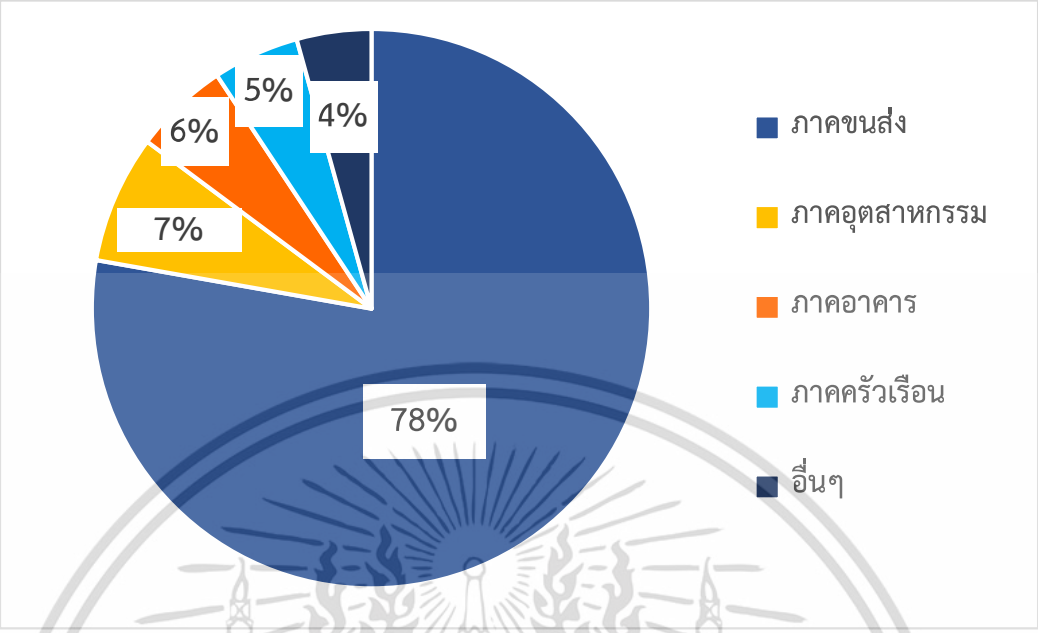
หมายเหตุ: AAGR คืออัตราการเติบโตเฉลี่ยต่อปีเมื่อเทียบกับปีฐาน และตัวเลขในวงเล็บคือร้อยละของปริมาณการปล่อย CO_2 จากภาคเศรษฐกิจนั้นๆ เทียบกับทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.8 การปล่อย CO_2 จากการใช้พลังงานตามภาคเศรษฐกิจในกรณี (a) BAU และ (b) LCS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.9 สัดส่วนการลดการปล่อย CO_2 ใน LCS เทียบกับ BAU ตามภาคเศรษฐกิจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

การศึกษานี้ผู้วิจัยใช้โปรแกรม LEAP เพื่อคาดการณ์ความต้องการพลังงานสำหรับจังหวัดนครราชสีมาภายใต้กรณี BAU และ LCS ทำให้มองเห็นศักยภาพของการดำเนินการที่เป็นไปได้สำหรับการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพื่อให้บรรลุเป้าหมายเมืองคาร์บอนต่ำ ในสถานการณ์คาร์บอนต่ำ ความต้องการพลังงานในจังหวัดนครราชสีมาในปี 2593 จะต่ำกว่าสถานการณ์ BAU 1,804.5 ktoe หรือประมาณ 40.4% ภาคการขนส่งจะแบ่งปันการลดการใช้พลังงานมากที่สุดใน LCS เมื่อเทียบกับ BAU ที่ 40.7% ตามด้วยภาคอุตสาหกรรมที่ 28.0% ภาคครัวเรือนที่ 17.6% ภาคอาคารที่ 11.2% และภาคอื่นๆ ที่ 2.5% สิ่งนี้แสดงให้เห็นถึงความสำคัญอย่างยิ่งยวดของนโยบายที่ส่งเสริมยานพาหนะที่ใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพสูงและการเปลี่ยนรูปแบบไปสู่การขนส่งสาธารณะ จะต้องมีการใช้พลังงานไฟฟ้าในทุกภาคส่วนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน ในกรณี LCS การปล่อย CO_2 จะต่ำกว่าในกรณี BAU ประมาณ 40.2% ผลการวิจัยพบว่าความต้องการพลังงานในจังหวัดนครราชสีมาจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นจนถึงปี 2593 แต่เราจะเห็นการปล่อย CO_2 สูงสุดประมาณปี 2581 ข้อมูลนี้มีประโยชน์มากสำหรับผู้มีอำนาจตัดสินใจและผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในระดับจังหวัดในการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสารต่างๆ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโลกมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งเกิดจากการพัฒนาเศรษฐกิจอย่างต่อเนื่องส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศนั้นมีแนวโน้มรุนแรงมากขึ้นในทุกภูมิภาคของโลก ประชาคมโลกจึงให้ความสำคัญกับเรื่องดังกล่าวมากขึ้นจนนำมาสู่การพิจารณาหาแนวทางแก้ไขร่วมกันในการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกของโลก โดยจัดทำข้อเสนอการมีส่วนร่วมในการลดก๊าซเรือนกระจก และได้ตั้งเป้าหมายในการลดก๊าซเรือนกระจกโดยกำหนดเป้าหมายในการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนหรือก๊าซเรือนกระจกไม่ให้เพิ่มเข้าสู่ชั้นบรรยากาศ ซึ่งการดำเนินการเพื่อให้บรรลุเป้าหมายดังกล่าว จำเป็นต้องมีการกำหนดเป้าหมายปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในแต่ละปีที่ต้องการลด ดังนั้นจึงต้องมีการคาดการณ์พลังงานและปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยอาศัยเครื่องมือหรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการคำนวณ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนการใช้พลังงานและลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอนาคตได้อย่างเหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาครั้งนี้จะเห็นได้ว่า โปรแกรม LEAP (The Low Emissions Analysis Platform) เป็นอีกหนึ่งเครื่องมือที่ช่วยแสดงให้เห็นแนวโน้มภาพอนาคตความต้องการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ซึ่งคุณภาพของภาพอนาคตที่ได้นั้นจะขึ้นอยู่กับคุณภาพของข้อมูลและกระบวนการวิเคราะห์ของผู้ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งผลของการสร้างภาพอนาคตหรือการพยากรณ์ความต้องการใช้พลังงานและการปล่อยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ได้มีความยืดหยุ่น สามารถปรับได้หลากหลายสถานการณ์ เหมาะแก่การนำไปใช้ในการวางแผนด้านพลังงานและการลดก๊าซเรือนกระจก

6.1 สรุปข้อมูลด้านพลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของจังหวัดนครราชสีมา

ผู้วิจัยได้การทบทวนและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องรวมถึงปัจจัยขับเคลื่อนและที่มีผลกระทบต่อระบบพลังงานในจังหวัดนครราชสีมา เพื่อให้ทราบสถานการณ์ด้านพลังงานของจังหวัดนครราชสีมาในปัจจุบัน โดยสรุปมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

จังหวัดนครราชสีมามีจำนวนประชากรในปี พ.ศ.2562 รวมทั้งสิ้น 2,648,927 คน และมีจำนวนครัวเรือนทั้งสิ้น 983,771 ครัวเรือน โดยคิดเป็นอัตราเฉลี่ยของคนต่อครัวเรือนจากจำนวนประชากรในปีเดียวกันเท่ากับ 2.69 คนต่อครัวเรือน โดยในช่วงปี พ.ศ.2552-2562 จังหวัดนครราชสีมามีอัตราการเปลี่ยนแปลงประชากรในทิศทางที่เพิ่มขึ้น โดยมีจำนวนประชากรเพิ่มขึ้น 77,635 คน คิดเป็นอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยร้อยละ 0.50 ต่อปี เมื่อพิจารณาสัดส่วนประชากรจำแนกตามเขตปกครอง พบว่าปี พ.ศ. 2562 ประชากรส่วนใหญ่อาศัยอยู่นอกเขตเทศบาลจำนวน 2,017,625 คน คิดเป็นร้อยละ 76 ของประชากรทั้งจังหวัด ซึ่งมีจำนวนเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับ พ.ศ. 2552 ที่มีประชากรอาศัยอยู่นอกเขตเทศบาลคิดเป็นร้อยละ 74 แสดงให้เห็นว่าแนวโน้มประชากรอาศัยอยู่ในเขตเทศบาลนั้นมีมากขึ้น เนื่องมาจากมีการเปลี่ยนแปลงฐานะองค์การบริหารส่วนตำบลเป็นเทศบาลเพิ่มขึ้นในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา

เนื่องจากนครราชสีมามีความได้เปรียบทางด้านทำเลที่ตั้ง ที่เป็นประตูทางการค้าที่สำคัญไปยังกลุ่มประเทศอินโดจีนและสอดคล้องกับระเบียงเศรษฐกิจตะวันออก-ตะวันตก บทบาทของจังหวัดนครราชสีมาในอนาคตจะมีความสำคัญต่อยุทธศาสตร์การพัฒนาของประเทศไทยมากขึ้น รัฐบาลจึงได้พยายามส่งเสริมดำเนินโครงการนำร่องเมืองคาร์บอนต่ำภายใต้โครงการบรรลุการเติบโตของคาร์บอนต่ำในเมืองต่างๆ ผ่านการจัดการระบบเมืองอย่างยั่งยืนในประเทศไทย นอกจากนี้ จังหวัดนครราชสีมายังตั้งเป้าที่จะเป็นเมืองอัจฉริยะที่เน้นการสัญจรอัจฉริยะ และมีการสร้างระบบรถไฟความเร็วสูงและได้ทำการศึกษาระบบขนส่งมวลชนรางเบา ในการประเมินมาตรการและนโยบายลดการปล่อยก๊าซเรือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระจกที่เหมาะสม จึงถือเป็นพื้นที่เศรษฐกิจที่สำคัญของไทย แสดงให้เห็นได้จากผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัด (GPP) สูงเป็นอันดับที่ 12 ของประเทศอยู่ที่ 3,03,996 ล้านบาท และเป็นจังหวัดที่มีผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติต่อหัวสูงเป็นอันดับที่ 2 ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือและเป็นอันดับที่ 36 (GPP Per Capita) ของประเทศอยู่ที่ 121,068 บาทต่อปี (สำนักงานสภาพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2562)

ผู้วิจัยได้การทบทวนและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องรวมถึงปัจจัยขับเคลื่อนและที่มีผลกระทบต่อระบบพลังงานในจังหวัดนครราชสีมา เพื่อให้ทราบสถานการณ์ด้านพลังงานของจังหวัดนครราชสีมาในปัจจุบัน โดยสรุปมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

จังหวัดนครราชสีมามีจำนวนประชากรในปี พ.ศ.2562 รวมทั้งสิ้น 2,648,927 คน และมีจำนวนครัวเรือนทั้งสิ้น 983,771 ครัวเรือน โดยคิดเป็นอัตราเฉลี่ยของคนต่อครัวเรือนจากจำนวนประชากรในปีเดียวกันเท่ากับ 2.69 คนต่อครัวเรือน โดยในช่วงปี พ.ศ.2552-2562 จังหวัดนครราชสีมามีอัตราการเปลี่ยนแปลงประชากรในทิศทางที่เพิ่มขึ้น โดยมีจำนวนประชากรเพิ่มขึ้น 77,635 คน คิดเป็นอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยร้อยละ 0.50 ต่อปี เมื่อพิจารณาสัดส่วนประชากรจำแนกตามเขตปกครอง พบว่าปี พ.ศ. 2562 ประชากรส่วนใหญ่อาศัยอยู่นอกเขตเทศบาลจำนวน 2,017,625 คน คิดเป็นร้อยละ 76 ของประชากรทั้งจังหวัด ซึ่งมีจำนวนเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับ พ.ศ. 2552 ที่มีประชากรอาศัยอยู่นอกเขตเทศบาลคิดเป็นร้อยละ 74 แสดงให้เห็นว่าแนวโน้มประชากรอาศัยอยู่ในเขตเทศบาลนั้นมีมากขึ้น เนื่องมาจากมีการเปลี่ยนแปลงฐานะองค์การบริหารส่วนตำบลเป็นเทศบาลเพิ่มขึ้นในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา

เนื่องจากนครราชสีมามีความได้เปรียบทางด้านทำเลที่ตั้ง ที่เป็นประตูทางการค้าที่สำคัญไปยังกลุ่มประเทศอินโดจีนและสอดคล้องกับระเบียงเศรษฐกิจตะวันออก-ตะวันตก บทบาทของจังหวัดนครราชสีมาในอนาคตจะมีความสำคัญต่อยุทธศาสตร์การพัฒนาของประเทศไทยมากขึ้น รัฐบาลจึงได้พยายามส่งเสริมดำเนินโครงการนำร่องเมืองคาร์บอนต่ำภายใต้โครงการบรรลุการเติบโตของคาร์บอนต่ำในเมืองต่างๆ ผ่านการจัดการระบบเมืองอย่างยั่งยืนในประเทศไทย นอกจากนี้ จังหวัดนครราชสีมายังตั้งเป้าที่จะเป็นเมืองอัจฉริยะที่เน้นการสัญจรอัจฉริยะ และมีการสร้างระบบรถไฟความเร็วสูงและได้ทำการศึกษาระบบขนส่งมวลชนรางเบา ในการประเมินมาตรการและนโยบายลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เหมาะสม จึงถือเป็นพื้นที่เศรษฐกิจที่สำคัญของไทย แสดงให้เห็นได้จากผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัด (GPP) สูงเป็นอันดับที่ 12 ของประเทศอยู่ที่ 3,03,996 ล้านบาท และเป็นจังหวัดที่มีผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติต่อหัวสูงเป็นอันดับที่ 2 ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือและเป็นอันดับที่ 36 (GPP Per Capita) ของประเทศอยู่ที่ 121,068 บาทต่อปี (สำนักงานสภาพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2562)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจุบันพบว่าจังหวัดนครราชสีมามีโรงงานอุตสาหกรรมเกี่ยวข้องกับการเกษตรจำนวนมาก และเป็นศูนย์กลางอุตสาหกรรมแปรรูปสินค้าเกษตรของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ รวมทั้งมีวัตถุดิบทางด้านการเกษตรในพื้นที่ที่มาจากจังหวัดใกล้เคียงและประเทศเพื่อนบ้านด้วย ในขณะเดียวกันรัฐบาลได้จัดทำแผนนโยบายและกำหนดเป้าหมายการพัฒนาในอนาคตให้จังหวัดนครราชสีมาเป็นพื้นที่ศูนย์กลางอุตสาหกรรมที่หลากหลายประเภท ได้แก่ อุตสาหกรรมอาหาร อาหารสัตว์ เครื่องปั้นดินเผาและเซรามิกส์ และชิ้นส่วนยานยนต์ ซึ่งเป็นพื้นฐานในการพัฒนาอุตสาหกรรมประเภทอื่นๆให้เกิดการขยายตัวในจังหวัดนครราชสีมาได้ต่อไป โดยมีแนวทางการพัฒนาพื้นที่ให้เป็นศูนย์กลางของอุตสาหกรรมแปรรูปสินค้าเกษตรของภูมิภาคอินโดจีนได้เพราะมีเส้นทางคมนาคมขนส่งที่ดี ทำให้สามารถนำวัตถุดิบและทรัพยากรจากประเทศเพื่อนบ้านมาใช้เพื่อแปรรูปสินค้าทางการเกษตรได้ จัดตั้งเขตเศรษฐกิจพิเศษนครราชสีมาเพื่อเพิ่มศักยภาพและยกระดับและกระจายรายได้ให้จังหวัด รวมทั้งจัดตั้งท่าเรือบกนครราชสีมา (KORAT Dry Port) และศูนย์กระจายสินค้า (ICD) พัฒนาระบบโครงข่ายคมนาคมรองเชื่อมโยงกับโครงข่ายคมนาคมหลักต่อเชื่อมกับภาคและภูมิภาค เช่น EWEC , GMS เป็นต้น ส่งเสริมและพัฒนาความสัมพันธ์และความร่วมมือด้านการค้า การลงทุน เศรษฐกิจ และความสัมพันธ์ระหว่างประเทศเมืองพี่เมืองน้อง

ทั้งนี้จังหวัดนครราชสีมาถูกกระตุ้นจากนโยบายภาครัฐที่สนับสนุนการขยายตัวทางเศรษฐกิจให้เป็นศูนย์กลางในระดับภูมิภาค โดยอาศัยความได้เปรียบเชิงที่ตั้งเนื่องจากมีเส้นทางคมนาคมเชื่อมต่อที่หลากหลาย และพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออกที่ใกล้ที่สุดของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ทำให้เกิดการขยายตัวของพื้นที่กิจกรรมทางเศรษฐกิจและการพัฒนาเป็นชุมชนเมืองมาตามลำดับ สำหรับการลงทุนในภาคเอกชนเป็นไปในทิศทางที่สอดคล้องกัน คือมีการพัฒนาด้านอุตสาหกรรมในกลุ่มที่สามารถเชื่อมโยงกับพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก และเขตอุตสาหกรรมในภาคตะวันออกได้อย่างรวดเร็ว ได้แก่ อุตสาหกรรมรถยนต์และชิ้นส่วนประกอบ อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ตลอดจนอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรที่มีอยู่มากในพื้นที่ อาทิเช่น ข้าว มันสำปะหลัง อ้อย เป็นต้น ซึ่งพัฒนาการการเติบโตของจังหวัดในหลายสิบปีที่ผ่านมาเกิดจากนโยบายภาครัฐร่วมกับเอกชนที่ดึงเอาจุดแข็งภายในของจังหวัดมาเป็นยุทธศาสตร์การพัฒนาพื้นที่ อนาคตคาดว่าศักยภาพของจังหวัดนครราชสีมาด้านอุตสาหกรรมยานยนต์ ที่สามารถเชื่อมโยงกับย่านอุตสาหกรรมชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก และสามารถเชื่อมโยงโดยตรงไปยังพื้นที่เศรษฐกิจแนวตะวันออก ตะวันตก (East – West Economic Corridor) เพื่อเชื่อมโยงต่อไปยัง สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว (สปป.ลาว) และประเทศเวียดนาม ซึ่งจะเป็นตลาดที่กาลังขยายตัวอย่างต่อเนื่องของอุตสาหกรรมยานยนต์ในอนาคต และอุตสาหกรรมสิ่งทอและด้านการค้าการบริการ มีศักยภาพในการเป็นศูนย์กลางการรวบรวมและกระจายสินค้าที่เชื่อมโยงกับภาคมหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นครและภาคตะวันออก ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีขีดความสามารถในการแข่งขันทางเศรษฐกิจระดับโลก สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มจากการเป็นจุดเปลี่ยนถ่ายสินค้าที่มีประสิทธิภาพ

การพัฒนาอุตสาหกรรมที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม โดยสนับสนุนอุตสาหกรรมเดิมที่มีศักยภาพให้ปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิตเดิมและส่งเสริมอุตสาหกรรมอนาคตที่ใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยเพื่อลดการปล่อยมลพิษ และพัฒนากลุ่มอุตสาหกรรมที่มีกระบวนการผลิตเชื่อมโยงกันเพื่อลดของเสียให้น้อยที่สุด นอกจากนี้ยังมีส่งเสริมการลงทุนด้านโครงสร้างพื้นฐาน การคมนาคมเพื่อรองรับคุณภาพชีวิตและเชื่อมโยงพื้นที่ข้างเคียงอย่างมีประสิทธิภาพ ได้แก่ โครงการก่อสร้างทางหลวงพิเศษ โครงการรถไฟทางคู่ รถไฟฟ้าความเร็วสูง และการพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะ เพื่อเชื่อมต่อโครงสร้างพื้นฐานเข้าสู่ตัวเมืองในรูปแบบ EV Minibus เป็นต้น

จากการพัฒนาด้านอุตสาหกรรมและโครงสร้างพื้นฐานอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้จังหวัดนครราชสีมามีความต้องการใช้พลังงานมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง จากสถิติพลังงานของประเทศไทยของกระทรวงพลังงาน ระหว่างปี พ.ศ. 2552-2562 พบว่า การใช้พลังงานของจังหวัดนครราชสีมาที่ผ่านมามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยมีการเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 3.32 ต่อปี จาก 1,487.85 ktoe ในปี พ.ศ. 2552 เป็น 2,037.86 ktoe ในปี พ.ศ. 2562 ซึ่งในอนาคตหากไม่มีการวางแผนจัดการพลังงานที่ดีแล้วจะทำให้เกิดวิกฤตการณ์ขาดแคลนพลังงานได้ นอกจากนี้การนำเข้าพลังงานยังมีต้นทุนที่สูง ในอนาคตก็อาจส่งผลให้การขยายตัวของเศรษฐกิจหยุดชะงัก รวมถึงปัญหาสิ่งแวดล้อม ปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่เกิดจากการใช้พลังงานอย่างไม่มีประสิทธิภาพ ดังนั้นเพื่อรับมือกับปัญหาดังกล่าว การวางแผนการจัดการพลังงานนับว่าเป็นสิ่งที่จำเป็นที่ต้องเร่งดำเนินการ แม้ว่าปัจจุบันจังหวัดนครราชสีมาจะมีแผนแม่บทรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในระดับจังหวัด แต่ก็ยังไม่มีการประเมินผลการคาดการณ์ความต้องการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจก รวมถึงการกำหนดเป้าหมายในการที่จะลดการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ชัดเจน

6.2 สรุปผลการวิเคราะห์ภาพอนาคต

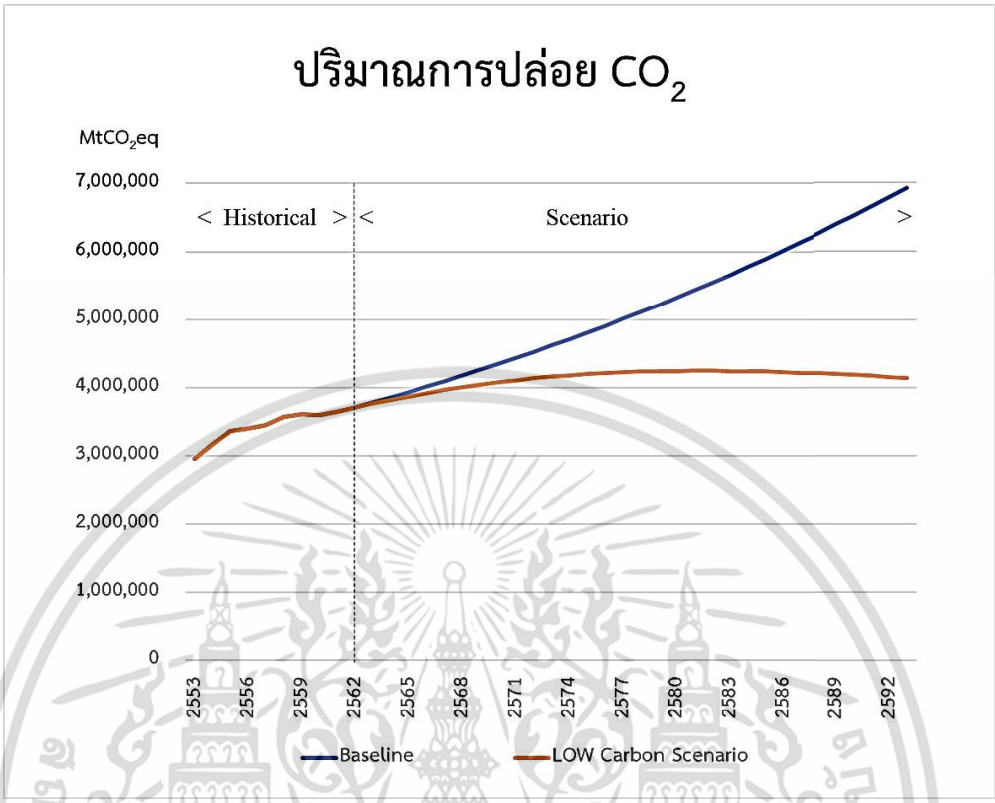
การศึกษานี้ได้แบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 กรณี โดยภาพอนาคตกรณีปกติหรือ Business-as-usual Scenario (BAU) ภายใต้สมมุติฐานไม่มีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเศรษฐกิจ เป็นการคาดการณ์พลังงานปกติตามข้อมูลการเติบโตในอดีต โดยมีตัวขับเคลื่อนหลักในการเสริมสร้างความสามารถในการแข่งขันทางเศรษฐกิจต่างๆ ของจังหวัด ภายใต้แผนนโยบายปัจจุบัน พบว่า ในช่วงปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พ.ศ. 2563-2593 จังหวัดนครราชสีมามีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นจาก 2,108 ktoe ในปี พ.ศ. 2563 เป็น 4,464 ในปี พ.ศ.2593 โดยเฉลี่ยเพิ่มขึ้นปีละประมาณร้อยละ 2.59 โดยภาคขนส่งเป็นภาคที่ใช้พลังงานมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 45.5 ในปี พ.ศ. 2593 ทั้งนี้เนื่องจากผลของการกำหนดนโยบายและแผนพัฒนาให้จังหวัดนครราชสีมาเป็นประตูการค้าสู่กลุ่มประเทศอินโดจีนและสอดคล้องกับระเบียงเศรษฐกิจตะวันออก-ตะวันตก (East-West Economic Corridor: EWEC) ในขณะที่ภาพอนาคตกรณีคาร์บอนต่ำหรือ Low Carbon Scenario (LCS) เป็นการคาดการณ์ภายใต้สมมุติฐานการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเศรษฐกิจไปสู่การเติบโตแบบคุณภาพและยั่งยืน ซึ่งมีเป้าหมายเพื่อลดผลกระทบของการปล่อย GHG และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม จากนโยบายการพัฒนาพลังงานและการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีเพื่อบรรลุเป้าหมายความเป็นกลางของคาร์บอน (Carbon Neutrality) และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ (Net Zero Emissions) ผลการคาดการณ์ กรณี LCS พบว่า จังหวัดนครราชสีมาจะมีการใช้พลังงานโดยเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเพียงปีละประมาณร้อยละ 0.89 เพิ่มขึ้นจาก 2,108 ktoe ในปี พ.ศ. 2563 เป็น 2,660 ktoe ในปี พ.ศ. 2593

เมื่อพิจารณาการใช้พลังงานจำแนกตามชนิดเชื้อเพลิงในอนาคตพบว่าทั้งภาพอนาคตกรณีปกติ (BAU) และภาพอนาคตกรณีคาร์บอนต่ำ (LCS) พลังงานไฟฟ้าเป็นประเภทพลังงานหลักของจังหวัดนครราชสีมา จากการคาดการณ์ภาพอนาคตกรณี BAU ถึงแม้ว่าจังหวัดนครราชสีมาจะมีสัดส่วนการใช้พลังงานจากไฟฟ้ามากที่สุด แต่ก็ยังคงพึ่งพาการใช้น้ำมันสำเร็จรูปในปริมาณที่สูงโดยเฉพาะน้ำมันดีเซล ส่งผลให้ในอนาคตจังหวัดนครราชสีมาต้องมีการวางแผนการจัดหาพลังงานให้เพียงพอต่อความต้องการ ในอนาคตอาจต้องพึ่งพาการนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศเพิ่มมากขึ้นอาจเกิดปัญหาเรื่องราคาพลังงานและการแย่งชิงทรัพยากรพลังงานระหว่างประเทศเนื่องจากการขาดแคลนพลังงานได้ เมื่อเปรียบเทียบการคาดการณ์ภาพอนาคตในกรณี LCS พบว่า การใช้น้ำมันดิบมีแนมโน้มลดลง โดยเฉพาะ น้ำมันดีเซล และน้ำมันเบนซิน นอกจากนี้ไฟฟ้ายังเป็นแหล่งพลังงานที่มีการใช้มากที่สุดในอนาคต สาเหตุที่ทำให้ไฟฟ้ามีอัตราการขยายตัวสูงนั้นมาจากสมมุติฐานที่เกิดจากการที่ทั่วโลกให้ความสำคัญกับประเด็นด้านสิ่งแวดล้อมมากขึ้น มีความพยายามลดการปลดปล่อย CO2 จากนโยบายการพัฒนาพลังงานและการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีเพื่อบรรลุเป้าหมายความเป็นกลางของคาร์บอน (Carbon Neutrality) และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ (Net Zero Emissions)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.1 ผลประเมินการปล่อยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเปรียบเทียบ 2 กรณี

สำหรับผลประเมินการปล่อยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการคาดการณ์ในอนาคต พบว่าในกรณี BAU มีการปล่อย CO_2 เพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยสูงถึงปีละประมาณร้อยละ 2.04 จาก 3,705 kt CO_2eq ในปี พ.ศ. 2563 เป็น 6,928 kt CO_2eq ในปี พ.ศ. 2593 และในกรณี LCS พบว่า ปี พ.ศ. 2593 มีการปล่อย CO_2 เพิ่มขึ้นเพียง 4,142 ktCO_2eq โดยเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเพียงปีละประมาณร้อยละ 0.36 โดยปริมาณการปล่อย CO_2 ลดลงคิดเป็นร้อยละ 41.7 เทียบกับกรณี BAU ผลจากการลดลงของ CO_2 ในกรณี LCS แสดงให้เห็นถึงโอกาสความสำเร็จที่จะทำให้ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็นไปตามเป้าหมายในการลดก๊าซเรือนกระจกอย่างเข้มข้น ซึ่งจะเห็นได้ว่าภายใต้เป้าหมายดังกล่าวจำเป็นต้องมีนโยบายและมาตรการในการพัฒนาด้านพลังงานในแต่ละภาคเศรษฐกิจอย่างมีประสิทธิภาพ

จากการกำหนดสมมุติฐานในการกำหนดนโยบายและมาตรการพัฒนาด้านพลังงานในแต่ละภาคเศรษฐกิจ ในภาพอนาคตกรณีคาร์บอนต่ำ (LCS) ทั้งการปรับปรุงประสิทธิภาพเทคโนโลยี และการปรับเปลี่ยนเชื้อเพลิง จะส่งผลให้ค่าความเข้มข้นของการใช้พลังงาน (Energy Intensity) ลดลงในแต่ละ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคเศรษฐกิจ ซึ่งจะสะท้อนถึงประสิทธิภาพการใช้พลังงานที่สูงขึ้น และส่งผลให้การใช้พลังงานลดลง ดังตารางที่ 6.1

ตารางที่ 6.1 สรุปสมมติฐานของปัจจัยขับเคลื่อนที่ส่งผลต่อผลการวิเคราะห์ภาพอนาคตจำแนกตามภาคเศรษฐกิจในแต่ละกรณี

ภาคเศรษฐกิจ	ภาพอนาคตกรณีปรกติหรือ (BAU)	ภาพอนาคตกรณีคาร์บอนต่ำ (LCS)
ภาคครัวเรือน	จากสถานการณ์กลายเป็นเมืองและการขยายตัวของครัวเรือนในเขตเทศบาล อัตราการกลายเป็นเมืองจากร้อยละ 30 ในปี 2019 เป็นร้อยละ 60 ในปี 2050 รวมถึงการเปลี่ยนมาใช้เชื้อเพลิง LPG และไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้นทำให้ความเข้มข้นการใช้พลังงาน (Energy intensity) เพิ่มขึ้น 2-4% ต่อปี	มีการปรับปรุงประสิทธิภาพของเทคโนโลยีใหม่ เปลี่ยนมาใช้เชื้อเพลิง ไฟฟ้า และก๊าซชีวภาพ ทำให้ความเข้มข้นการใช้พลังงาน (Energy intensity) เพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ย 0.5-1% ต่อปี
ภาคอาคารพานิชย์	การเติบโตของมูลค่ากิจกรรมทางเศรษฐกิจ (Value added) เฉลี่ยร้อยละ 4 ต่อปี ส่งผลให้ต้องมีการใช้พลังงานในการผลิตสินค้าเพิ่มมากขึ้น	การใช้ประโยชน์ของหลังคาไฟฟ้าโซลาร์เซลล์สู่แนวคิดอาคารที่มีการใช้พลังงานสุทธิเป็นศูนย์ และประสิทธิภาพพลังงานของอุปกรณ์สูงขึ้น จะส่งผลทำให้ความเข้มข้นการใช้พลังงาน (Energy intensity) เทียบกับกรณี BAU ลดลง 2% ต่อปี
ภาคอุตสาหกรรม	ผลของขับเคลื่อนโดย EWEC และการเติบโตของมูลค่ากิจกรรมทางเศรษฐกิจ (Value added) เฉลี่ยร้อยละ 4 ต่อปี ส่งผลทำให้มีความต้องการใช้พลังงานในภาคอุตสาหกรรมสูงขึ้น	การจัดการพลังงานในโรงงานอุตสาหกรรม, โรงงานอัจฉริยะ และประสิทธิภาพพลังงานของอุปกรณ์สูงขึ้นจะทำให้ความเข้มข้นการใช้พลังงาน (Energy intensity) เทียบกับกรณี BAU ลดลงเฉลี่ย 2% ต่อปี

ที่มา : ผู้วิจัย (2566)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.1 สรุปสมมติฐานของปัจจัยขับเคลื่อนที่ส่งผลต่อผลการวิเคราะห์ภาพอนาคตจำแนกตามภาคเศรษฐกิจในแต่ละกรณี (ต่อ)

ภาคเศรษฐกิจ	ภาพอนาคตกรณีปรกติหรือ (BAU)	ภาพอนาคตกรณีคาร์บอนต่ำ (LCS)
ภาคขนส่ง	การเติบโตของเศรษฐกิจ ส่งผลให้อัตราการครอบครองรถยนต์ส่วนตัวสูงขึ้น แนวโน้มการเติบโตของยานยนต์พลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้น เช่น • จำนวนรถยนต์ไฟฟ้า (BEV) สะสม 54,170 คัน ในปี พ.ศ. 2593 • จำนวนรถยนต์ไฟฟ้าปลั๊กอินไฮบริด (PHEV) สะสม 36,060 คันในปี พ.ศ. 2593	การส่งเสริมการใช้ระบบขนส่งสาธารณะและนโยบายปรับปรุงเทคโนโลยียานยนต์ทำให้อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงดีขึ้น รวมถึงนโยบายส่งเสริมการใช้รถยนต์ไฟฟ้าที่เข้มข้นส่งผลให้มีการเติบโตของยานยนต์พลังงานไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้น เช่น • จำนวนรถยนต์ไฟฟ้า (BEV) สะสม 180,410 ในปี พ.ศ. 2593 • จำนวนรถยนต์ไฟฟ้าปลั๊กอินไฮบริด (PHEV) สะสม 72,120 ในปี พ.ศ. 2593
ภาคเกษตรกรรมและอื่นๆ	การเติบโตของมูลค่ากิจกรรมทางเศรษฐกิจ (Value added) เฉลี่ยร้อยละ 4 ต่อปี ส่งผลให้ต้องมีการใช้พลังงานในการผลิตสินค้าเพิ่มมากขึ้น	การเพิ่มผลผลิตด้วยเทคโนโลยี การทำการเกษตรอัจฉริยะ จะทำให้ความเข้มข้นการใช้พลังงาน (Energy intensity) เทียบกับกรณี BAU ลดลงเฉลี่ย 0.5-1% ต่อปี

ที่มา : ผู้วิจัย (2566)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.3 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

จังหวัดนครราชสีมามีเป้าหมายในการลดการใช้พลังงาน และสนับสนุนการดำเนินการให้บรรลุเป้าหมายการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย การจัดการพลังงานของจังหวัดนครราชสีมาควรเน้นไปที่การจัดหาพลังงานทดแทนและเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานในกลุ่มโรงงานอุตสาหกรรม การผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคาเพื่อใช้เองในอาคารและโรงงานอุตสาหกรรม การพัฒนาระบบขนส่งมวลชนและการใช้เชื้อเพลิงทางเลือก ลดการพึ่งพาการใช้น้ำมันฟอสซิล ก็จะช่วยให้การวางแผนพลังงานมีความเหมาะสมและตรงกับศักยภาพของจังหวัด

ทั้งนี้ในการดำเนินการให้บรรลุเป้าหมายการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ผู้วิจัยได้สรุปข้อเสนอแนะเชิงนโยบายดังต่อไปนี้

1. จังหวัดนครราชสีมาควรมีเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกให้ชัดเจน เพื่อให้สอดคล้องกับเป้าหมายการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย

2. ควรเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานในภาคเศรษฐกิจต่างๆ เช่น ภาคอุตสาหกรรมและภาคครัวเรือน ควรมีการกำหนดนโยบายการเพิ่มประสิทธิภาพลังงานของจังหวดให้ชัดเจน และควรมีการประเมินทางเลือกการใช้พลังงานทดแทนและกำหนดสัดส่วนการใช้พลังงานรูปแบบต่าง ๆ ให้เหมาะสมกับความต้องการพลังงานของจังหวัด

3. เพื่อเป็นการป้องกันการใช้พลังงานของเมืองเป็นไปอย่างไม่มีประสิทธิภาพ การวิเคราะห์และประเมินการใช้พลังงานควรดำเนินการตั้งแต่การวางแผนและเตรียมความพร้อมระบบโครงสร้างพื้นฐานในการวางและจัดทำผังเมือง (Master plan) เพื่อรองรับความต้องการและการจัดหาพลังงานในอนาคต เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด รวมถึงมีระบบการติดตามและประเมินผลแผนการดำเนินงานให้เป็นไปตามเป้าหมายได้อยางมีประสิทธิภาพ

4. ในการวางแผนงานด้านพลังงานและแผนการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศระดับจังหวัดหรือท้องถิ่น จำเป็นต้องมีการร่วมมือและประสานงานกับผู้ที่เกี่ยวข้องทุกภาคส่วน ไม่ว่าจะเป็นหน่วยงานหลักด้านสิ่งแวดลอมและด้านพลังงานทั้งในส่วนกลางและภูมิภาค หน่วยงานปกครองส่วนทั้งถิ่น ภาคเอกชนและประชนชน ต้องมีส่วนร่วมในการวางแผนอย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.4 ข้อเสนอแนะการใช้แบบจำลอง LEAP

จากการศึกษาและรวบรวมข้อมูลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า ประเทศไทยยังไม่เคยมีการศึกษาการคาดการณ์พลังงานในระดับจังหวัดหรือระดับท้องถิ่น ในการศึกษาวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อจัดทำแบบจำลองและคาดการณ์การใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของจังหวัดนครราชสีมาตามภาพอนาคต (Scenarios) ในอีก 30 ปี ในแต่ละภาคเศรษฐกิจ โดยใช้แบบจำลอง LEAP (the Low Emissions Analysis Platform) ผลการศึกษาพบว่า LEAP เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวางแผนพลังงานระดับจังหวัดหรือระดับท้องถิ่นที่ง่ายและไม่ซับซ้อน สามารถช่วยรวบรวมและจัดเก็บข้อมูล แสดงผลการวิเคราะห์การใช้พลังงานได้หลากหลายรูปแบบทั้งตาราง กราฟ สามารถเข้าใจได้ง่าย ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว และแสดงผลที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลนั้นได้อย่างทันทีทันใด สามารถทำให้เห็นภาพรวมของการใช้พลังงานทั้งในปัจจุบันและอนาคต ซึ่งจะช่วยให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถลดภาระด้านเวลาในการดำเนินงานวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูล นอกจากนี้ยังเป็นเครื่องมือที่ช่วยสนับสนุนให้กับหน่วยงานต่าง ๆ ทั้งในระดับภูมิภาค ระดับจังหวัด ระดับท้องถิ่น และการมีส่วนร่วมของชุมชนในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในการกำหนดมาตรการเพื่อจัดทำแผนพลังงาน เนื่องจากสามารถแสดงให้เห็นผลการวิเคราะห์ที่จะเกิดขึ้นภายใต้การกำหนดมาตรการทางด้านพลังงานได้อย่างทันทีที่มีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งจะช่วยให้การวางแผนการใช้พลังงานและลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในพื้นที่เป้าหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ในขณะเดียวกันก็พบข้อจำกัดในการใช้แบบจำลอง LEAP เพื่อการคาดการณ์พลังงานในระดับจังหวัดครั้งนี้ในเรื่องของการนำข้อมูลมาวิเคราะห์ เนื่องจากประเทศไทยมีการจัดเก็บข้อมูลส่วนใหญ่เป็นระดับประเทศ และระดับจังหวัด ซึ่งหากจะทำการวิเคราะห์ลงลึกถึงระดับท้องถิ่นอาจทำให้เกิดปัญหาและอุปสรรคในการจัดหาข้อมูล เนื่องจากเป็นการคาดการณ์ในระยะยาวอาจทำให้ผลการวิเคราะห์ขาดความแม่นยำและไม่มีประสิทธิภาพ

6.5 ข้อเสนอแนะงานวิจัยในอนาคต

การศึกษาครั้งนี้เป็นการพัฒนาแบบจำลองการใช้พลังงานระดับจังหวัดในแต่ละภาคเศรษฐกิจจำเป็นต้องใช้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องจำนวนมาก ซึ่งข้อจำกัดในการศึกษาครั้งนี้ คือ การได้มาซึ่งข้อมูลรายละเอียดและเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูล ทั้งนี้จึงมีข้อเสนอแนะในการดำเนินงานเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระดับจังหวัดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในอนาคต ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.5.1 ในอนาคตควรส่งเสริมให้หน่วยงานท้องถิ่นที่เกี่ยวข้องมีการจัดเก็บข้อมูลที่มีความจำเป็นต่อการคาดการณ์การใช้พลังงาน ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาแบบจำลอง และสามารถวิเคราะห์ข้อมูลในรายละเอียดได้ดียิ่งขึ้น

6.5.2 สำหรับภาคเศรษฐกิจที่มีความสำคัญของจังหวัด เช่น จังหวัดนครราชสีมาซึ่งมีภาคขนส่งที่มีความสำคัญอย่างมาก ควรใช้เทคนิคการวิเคราะห์ของแบบจำลองด้วยวิธี Bottom-up หรือ Hybrid ซึ่งต้องการข้อมูลที่ละเอียดมากกว่าวิธี Top-down ทั้งนี้เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึกมากขึ้น ช่วยให้ทราบถึงอุปกรณ์หรือเทคโนโลยีใดที่มีผลต่อการใช้พลังงานและการปล่อย CO_2 ซึ่งจะทำให้สามารถกำหนดนโยบายให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

6.4.3 ข้อมูลการใช้ไฟฟ้าที่นำมาวิเคราะห์ในการศึกษานี้ เป็นข้อมูลจากการใช้พลังงานขั้นสุดท้าย ทำให้ไม่พบการปล่อย CO_2 จากการใช้ไฟฟ้า ดังนั้นในอนาคตควรพิจารณาการใช้ไฟฟ้าจากการผลิตด้วย เพื่อให้ผลการวิเคราะห์มีความแม่นยำและสมเหตุสมผลมากยิ่งขึ้น

6.4.4 ในการดำเนินการการพัฒนาแบบจำลองการใช้พลังงานครั้งนี้เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลด้านการใช้พลังงาน (Demand side) เพียงอย่างเดียว ในอนาคตควรขยายการวิเคราะห์และการพัฒนาแบบจำลองในส่วนการจัดหาพลังงาน (Supply side) ด้วย เพื่อให้ครอบคลุมระบบพลังงานของจังหวัดทั้งสองด้าน ซึ่งจะทำให้การวิเคราะห์ได้ครอบคลุมและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กระทรวงพลังงาน. 2555. **แผนอนุรักษ์พลังงาน 20 ปี (พ.ศ. 2554-2573)**. กรุงเทพมหานคร : กระทรวง พลังงาน.

กระทรวงพลังงาน. 2561. **ภาพอนาคตพลังงานไทย 2561 (Thailand Energy Outlook 2018)**. สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2555. **คู่มือมาตรฐานและฉลากประสิทธิภาพพลังงานของไทย**. กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน.กระทรวงพลังงาน.

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2553. “การจัดการพลังงาน”. กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน.

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2561. **รายงานดุลยภาพพลังงานของประเทศไทย ปี 2561**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา : https://webkc.dede.go.th/testmax/sites/default/files/energy_balanceThailand_2018.pdf.

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2563. แผนอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2561 – 2580 (EEP2018) กระทรวงพลังงาน. แหล่งที่มา : https://testwww.dede.go.th/uploads/14_2561_2580_EEP_2018_19299e5625.pdf

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์. 2564. **รายงานสถานการณ์พลังงานของประเทศไทย มกราคม - ตุลาคม 2564**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา https://www.dede.go.th/download/stat63/10_SIT_Jan-Oct%2064.pdf.

นารถ จันทวงศ์. 2563. **“Scenario Planning กับการวางแผนเชิงกลยุทธ์”**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา : https://www.managementinaction.info/?p=832.

บริษัท เชลล์แห่งประเทศไทย จำกัด. **“พลังงานในอนาคต”.** [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา : https://www.shell.co.th/th_th/energy-and-innovation/the-energy-future.html.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม(ต่อ)

ปิยะวัฒน์ จิรเทียนธรรม. 2560. **“ชุดคำสั่งสำเร็จการวิเคราะห์สถานภาพพลังงาน เพื่อวางแผนพลังงานระดับชุมชน”**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนายั่งยืน คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

แผนยุทธศาสตร์ สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. 2560. **สถานการณ์พลังงานโลก**. (กรุงเทพฯ : สำนักงานนโยบายและ แผนพลังงาน). 2560 : 2 – 14.

ภาพอนาคตเพื่อการวางแผนจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน. **วารสารการจัดการสิ่งแวดล้อม**. 11(1). 2558 : 114-135

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. “ศักยภาพอนุรักษ์พลังงาน”. โครงการสนับสนุนการศึกษาวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีอนุรักษ์พลังงานปีงบประมาณ 2560. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

รัฐฐาน์ ฤทธิเกริกไกร. 2546. **“การจัดระบบการจัดการพลังงาน”.** [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา : http://www.teenet.chiangmai.ac.th

วงกต วงศ์อภัย. 2548. แบบจำลองทางเศรษฐศาสตร์และการพยากรณ์ระบบพลังงาน

วราภรณ์ เอกเผ่าพันธุ์. 2552. **“การคาดการณ์ความต้องการและการจัดหาพลังงานทดแทนในประเทศไทย”**. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมพลังงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ศราพร ไกรยะปักษ์. 2553. **“รูปแบบที่เหมาะสมในการจัดการพลังงานชุมชน”.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต คณะพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม สถาบันบัณฑิตพัฒน์บริหารศาสตร์.

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2558. **บทสรุปรายงาน IPCC ฉบับที่ 5 สำหรับผู้กำหนดนโยบาย**. สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.) (2560) **“ศักยภาพอนุรักษ์พลังงาน”**. โครงการสนับสนุนการศึกษาวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีอนุรักษ์พลังงานปีงบประมาณ 2560. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม(ต่อ)

สำนักงานเลขาธิการวุฒิสภา. 2559. “Scenario Analysis.” **แผนยุทธศาสตร์สำนักงานเลขาธิการวุฒิสภาฉบับที่ 4**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา : https://www.senate.go.th/assets/portals/1/files/plan2560V4.pdf.

สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. 2564. **ผลิตภัณฑ์ภาคและจังหวัด แบบปริมาณลูกโซ่ ฉบับ พ.ศ. 2564** (Gross Regional and Provincial Product Chain Volume Measures 2021Edition). แหล่งที่มา:https://www.nesdc.go.th/main.php?filename=gross_regional

สถาบันวิจัยพลังงาน. 2562. **ภาพอนาคตพลังงานไทยเพื่อความยั่งยืน 2050.** สถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

APERC (Asia Pacific Energy Research Center), **APEC Energy Demand and Supply Outlook**, 6th ed. (APERC, 2016).

Emodi, N. V., Emodi, C. C., Murthy, G. P., & Emodi, A. S. A. (2017) **Energy policy for low carbon development in Nigeria: A LEAP model application**. https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.09.118

IPCC (2021) **Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021**: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S. L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M. I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T. K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press. In Press.

Lunsamrong, C., Tippichai, A. (2022) **Energy Demand Modeling for the Eastern Economic Corridor of Thailand: A Case Study of Rayong Province**. International Journal of Energy Economics and Policy, 12(2), 497–501. https://doi.org/10.32479/ijeep.12884

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม(ต่อ)

Misila, P., Winyuchakrit, P., Limmeechokchai, B. (2020) **Thailand's long-term GHG emission reduction in 2050: the achievement of renewable energy and energy efficiency beyond the NDC**. Heliyon 6, e05720. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05720

Ritchie, H., Roser, M. (2018) **Urbanization**. https://ourworldindata.org/urbanization. Accessed on 3 June 2022

UNFCCC (2015) **Adoption of the Paris Agreement**, 21st Conference of the Parties, Paris: United Nations.

United Nations (2022) **Generating power**. Available online at https://www.un.org/en/climatechange/climate-solutions/cities-pollution#. Accessed on 3 June 2022

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล นางสาวแคททรียา ถึงไชย

วัน-เดือน-ปี เกิด 11 เมษายน พ.ศ. 2535

ที่อยู่ 287 หมู่ที่ 6 บ้านระหาร ตำบลเทนมีย์ อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์ 32000

ประวัติการศึกษา พ.ศ. 2547-2552 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษา จากโรงเรียนสิรินธร จังหวัดสุรินทร์

พ.ศ. 2553-2557 ระดับปริญญาตรี สาขาภูมิศาสตร คณะสังคมศาสตร์ จากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติการทำงาน พ.ศ. 2559 พนักงานจ้างเหมาเอกชน (ประเมินทางหลวง) บริษัทอินฟราพลัส จำกัด

พ.ศ. 2559-2561 พนักงานจ้างเหมาบริการ สำนักวิเคราะห์และประเมินผล กรมโยธาธิการและผังเมือง

พ.ศ. 2562 พนักงานวิเคราะห์ผังเมือง สำนักงานโยธิการและผังเมืองจังหวัดประจวบคีรีขันธ์

พ.ศ. 2563-2564 ธุรกิจส่วนตัว หมู่บ้านทรัพย์เจริญวิลล่า จังหวัดสุรินทร์

พ.ศ.2565 ที่ปรึกษาอสังหาริมทรัพย์ (Property Consultant) บริษัท SMRT MOVE CO.,LTD. กทม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้