การวิเคราะห์ผลกระทบของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีต่อความมั่นคงทางพลังงานและศักยภาพการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในประเทศไทย

วิทยานิพนธ์

ของ

ภิญโญ อั้งยุทธ

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

ธันวาคม 2564

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

การวิเคราะห์ผลกระทบของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีต่อความมั่นคงทางพลังงานและศักยภาพการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในประเทศไทย

วิทยานิพนธ์

ของ

ภิญโญ อั้งยุทธ

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

ธันวาคม 2564

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

An Analysis of the impacts of solar electricity generation on the electricity lndustry for Thailand

Phinyo Aungyut

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements

for Master of Engineering (Electrical and Computer Engineering)

December 2021

Copyright of Mahasarakham University

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนายภิญโญ อั้งยุทธ แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ผศ. ดร. แคทรียา สุวรรณศรี)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(อ. ดร. บัญชา วัฒนะ)

.....กรรมการ
(ผศ. ดร. นิวัตร์ อังควิศิษฐพันธ์)

.....กรรมการ
(รศ. ดร. วรวัฒน์ เสงี่ยมวิบูล)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

.....
(รศ. ดร. เกียรติศักดิ์ ศรีประทีป)
คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

.....
(รศ. ดร. กริสน์ ชัยมูล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อเรื่อง การวิเคราะห์ผลกระทบของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีต่อความมั่นคงทางพลังงานและศักยภาพการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในประเทศไทย

ผู้วิจัย ภิญโญ อั้งยุทธ

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ ดร. บัญชา วัฒนะ

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต **สาขาวิชา** วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

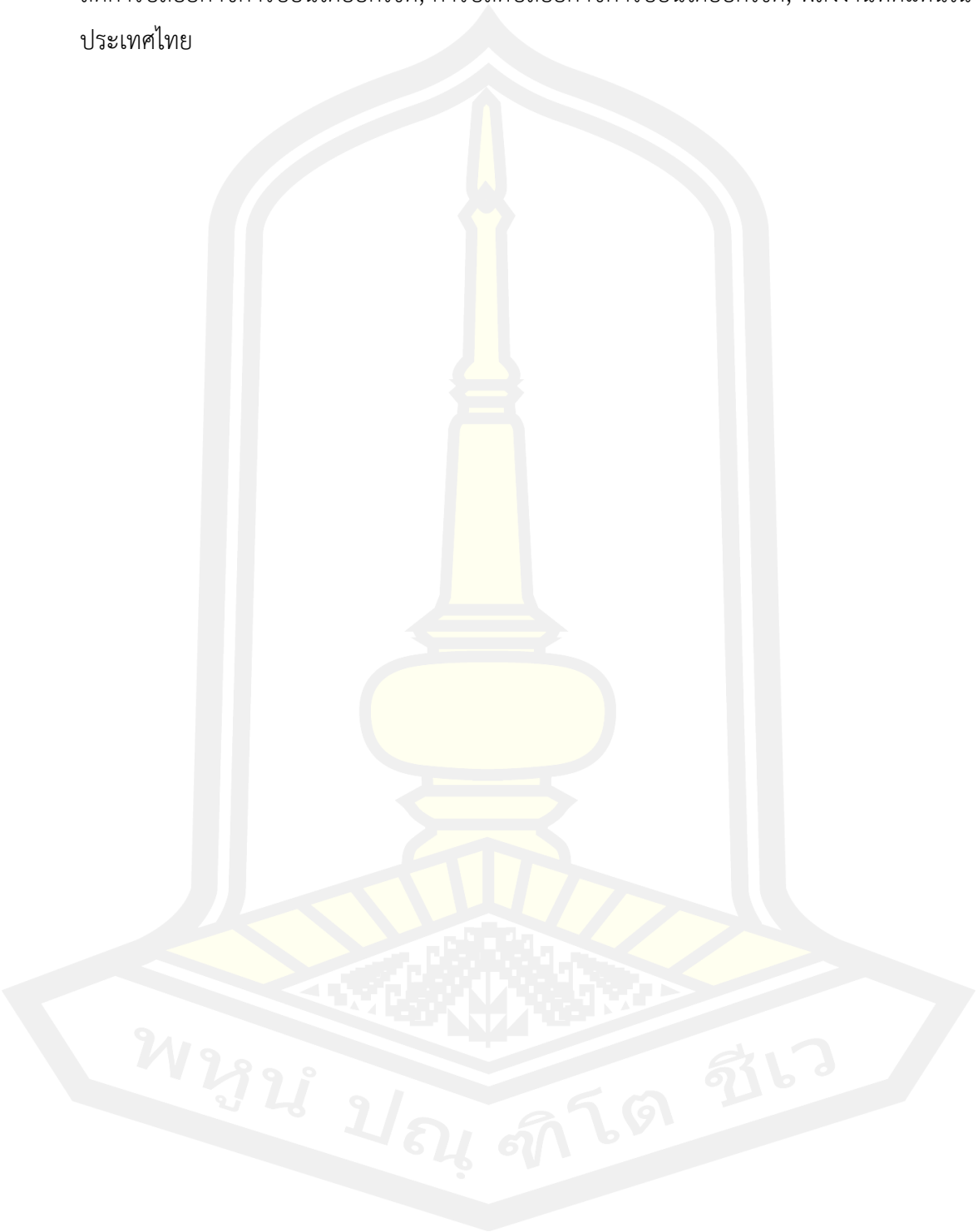
มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม **ปีที่พิมพ์** 2564

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์นี้นำเสนอการวิเคราะห์ผลกระทบของการส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีต่ออุตสาหกรรมไฟฟ้าไทย ซึ่งวิทยานิพนธ์นี้ได้พัฒนาสถานการณ์การผลิตไฟฟ้า 3 สถานการณ์ คือ สถานการณ์จำลองกรณีอ้างอิง (Reference Scenario) สถานการณ์จำลองกรณี Solar2015 และ สถานการณ์จำลองกรณี Solar2018 โดยใช้แบบจำลองการวิเคราะห์ทางพลังงาน Low Emissions Analysis Platform (LEAP) เพื่อทำการประเมินผลกระทบทางด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมในระยะยาว ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2561-2580 โดยการประเมินผลกระทบด้านพลังงานจะพิจารณาเรื่องการกระจายการใช้เชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล และในด้านสิ่งแวดล้อมจะพิจารณาเรื่องปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ผลการศึกษาพบว่าการเพิ่มสัดส่วนของปริมาณการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ จะส่งผลดีต่อการกระจายเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า เพิ่มความหลากหลายของการจัดหาพลังงานขั้นต้นสำหรับการผลิตไฟฟ้า ซึ่งจะช่วยลดการพึ่งพาการนำเข้าเชื้อเพลิงฟอสซิลจากต่างประเทศ นอกจากนี้ยังช่วยลดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม

แต่อย่างไรก็ตาม ความไม่สม่ำเสมอของการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ อาจส่งผลกระทบต่อน่าเชื่อถือของระบบ การลงทุนเริ่มต้นที่สูง โครงสร้างพื้นฐานของระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า (Grid) ที่ไม่รองรับ รวมถึงกฎระเบียบที่ไม่เอื้อต่อการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน ดังนั้น จึงเสนอแนวทางในการพัฒนาระบบไฟฟ้าโดยการพัฒนาระบบส่งจ่ายไฟฟ้าให้เป็นระบบสมาร์ทกริด การพัฒนาระบบกักเก็บพลังงาน (Energy storage) และยังมีนโยบายการปรับโครงสร้างและกฎระเบียบในภาคการผลิตไฟฟ้า เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบไฟฟ้าของประเทศไทย

คำสำคัญ : ผลกระของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์, ความมั่นคงทางพลังงาน, ศักยภาพการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซต์, การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซต์, พลังงานทดแทนในประเทศไทย



TITLE An Analysis of the impacts of solar electricity generation on the electricity lndustry for Thailand

AUTHOR Phinyo Aungyut

ADVISORS Buncha Wattana , Ph.D.

DEGREE Master of Engineering **MAJOR** Electrical and Computer Engineering

UNIVERSITY Mahasarakham University **YEAR** 2021

ABSTRACT

Electricity is one major factor in meeting the basic needs of the country. It also plays a very important role in the country's economic and social development because electricity is one of the most important factors driving the development of the industrial, commercial and residential sectors. For Thailand, a country that has continued economic and social expansion which is widely distributed to all parts of the country according to government's policies. Therefore, a growth for electricity demand has consistently increased and tends to rise continuously. Between the years 2009 and 2019, electricity demand in Thailand increased annually by about 4.2% , from 135,209 GWh in 2009, to 203,714 GWh in 2019 [1- 2]. In order to meet the increasing electricity demand, Thailand has been mainly dependent on fossil fuels for electricity generation. However, Thailand has limited energy resources, for example, crude oil, natural gas and coal. As a result, a large amount of energy was imported to be used as fuel in power generation. With a view to reduce dependency on energy import and to diversify the energy sources used for generating electricity, the government promotes the use of renewable energy as a matter of priority. Renewable energy, specifically solar energy, appears to be an attractive option for the government due to the fact that solar energy is clean and abundant renewable energy source available.In addition, Thailand has great solar potential. The average annual solar energy is relatively high compared to many countries, with most parts of the country exposed to the highest solar radiation

between April and May in the range 20-23 MJ/m 2 /day [3]. In 2018, the government has developed the Alternative Energy Development Plan (AEDP2018) for the period 2018–2037. Under this plan, renewable energy in Thailand is projected to be 30% of the total energy production by 2037 [4]. According to the AEDP, the proportion of electricity from solar electricity production would increase to 20% in 2037 –more than three-fold increase as compare to 2018. The solar generating capacity is estimated to increase substantially, from 2,962 MW in 2018 to 15,574 MW in 2037. This paper, therefore, aims to analyze the impacts of solar electricity generation on the Thai electricity industry in terms of diversification of electricity generation, generation technology mix, primary energy requirement and CO2 emissions.

Keyword : Solar electricity generation, the energy security, CO2 mitigation potentials, CO2 emissions, Renewable energy in Thailand

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลือ

จากหลายๆท่าน ผู้เขียนขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.บัญชา วัฒนะ อาจารย์ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษา คำชี้แนะ และแนวทางอันเป็นประโยชน์จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.แคทรียา สุวรรณศรี ประธานกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ที่คอยให้คำปรึกษา ความช่วยเหลือ ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องจนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

สุดท้ายนี้ ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณบิดามารดา ที่คอยให้กำลังใจและสนับสนุนในทุกๆด้านเสมอมา และขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพรรณนิกา วัฒนะ ที่ร่วมให้คำปรึกษาและผู้เขียนหวังว่าวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจศึกษาค้นคว้าในสาขานี้ ไม่มากก็น้อย

ภิญโญ อั้งยุทธ

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ฉ

กิตติกรรมประกาศ ..... ซ

สารบัญ ..... ฌ

สารบัญตาราง ..... ฎ

สารบัญภาพประกอบ ..... ฎ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 หลักการและเหตุผล 1

1.2 วัตถุประสงค์ 2

1.3 ขอบเขตการดำเนินงาน 3

1.4 กรอบการวิจัย 4

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 5

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 6

2.1 ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 7

2.2 สถานการณ์ลังงานในประเทศไทย 15

2.3 นโยบายและแผนการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ 25

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 30

3.1 การพัฒนาสถานการณ์ไฟฟ้าจำลอง (Electricity scenario development) 30

3.2 ดัชนีเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ผลกระทบในด้านต่าง ๆ 32

3.3 ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัย 33

3.4 เครื่องมือที่นำมาใช้ในการศึกษาวิจัย 33

3.5 แบบจำลองทางพลังงาน Low Emissions Analysis Platform (LEAP) 35
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 39
4.1 การกระจายการผลิตไฟฟ้า 40
4.2 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล 42
4.3 ปริมาณการนำเข้า และมูลค่าการนำเข้าเชื้อเพลิงฟอสซิล 43
4.4 ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) 44
4.5 ปริมาณการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) 45
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ 48
5.1 ผลกระทบของการส่งเสริมการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทย 48
5.2 ข้อเสนอแนะ 48
บรรณานุกรม 49
ประวัติผู้เขียน 53

สารบัญตาราง

ตาราง 2.1 ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง.....7

ตาราง 2.2 การใช้เชื้อเพลิงในการผลิตพลังงานไฟฟ้าเข้าระบบ (กิโลวัตต์ชั่วโมง).....20

ตาราง 2.3 ค่าเป้าหมายตามแผนพัฒนาพลังงานทดแทน ในปี พ.ศ. 2579 26

ตาราง 2.4 มาตรฐานผลิตภัณฑ์แผงเซลล์แสงอาทิตย์ อินเวอร์เตอร์ และระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ใช้งาน พ.ศ. 2559-2560.....28

ตาราง 2.5 แผนงานการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าระยะเวลา 20 ปี.....29

ตาราง 3.1 รายละเอียดของสถานการณ์จำลองต่าง ๆ.....31

ตาราง 3.2 ทบทวนวรรณกรรมที่นำวิธีการต่าง ๆ มาใช้เพื่อวิเคราะห์ด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม..34

ตาราง 4.1 คุณสมบัติที่สำคัญของสถานการณ์.....40

ตาราง 4.2 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลในการผลิตไฟฟ้า.....43

ตาราง 4.3 ปริมาณการปล่อย CO_2 ในช่วงปี พ.ศ. 2562-2580 44

ตาราง 4.4 ปริมาณการปล่อยก๊าซ SO_2 ในช่วงปี 2562-2580 45

สารบัญภาพประกอบ

ภาพประกอบ 1.1 กรอบการวิจัย....4

ภาพประกอบ 2.1 การใช้พลังงานไฟฟ้าจำแนกตามสาขาเศรษฐกิจ (พพ., 2561) 16

ภาพประกอบ 2.2 การจัดหาพลังงานไฟฟ้าของระบบ (สนพ., 2561) 17

ภาพประกอบ 2.3 กำลังการผลิตติดตั้งและการผลิตไฟฟ้าสูงสุด (สนพ., 2561) 18

ภาพประกอบ 2.4 การผลิตพลังงานไฟฟ้าแยกตามชนิดเชื้อเพลิง (สนพ., 2561)....19

ภาพประกอบ 2.5 สัดส่วนพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตและซื้อในระบบจำแนกตามประเภทเชื้อเพลิง (สนพ. ,2561)....21

ภาพประกอบ 2.6 ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (พพ.,2561)....22

ภาพประกอบ 2.7 การใช้พลังงานทดแทนในการผลิตพลังงานไฟฟ้าตามประเภทพลังงานทดแทน (พพ.,2561)....23

ภาพประกอบ 2.8 สัดส่วนการใช้พลังงานทดแทนในไฟฟ้าตามประเภทพลังงานทดแทน (พพ.,2561) 24

ภาพประกอบ 2.9 กำลังการผลิตติดตั้งไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน (สนพ., 2561) 25

ภาพประกอบ 3.1 ดัชนีเพื่อใช้ในการประเมินผลกระทบในด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม 32

ภาพประกอบ 3.2 ลักษณะโปรแกรม Low Emissions Analysis Platform (LEAP) กรณีของ Freedonia 36

ภาพประกอบ 3.3 ตารางการป้อนข้อมูล....36

ภาพประกอบ 3.4 มุมมองผลลัพธ์....37

ภาพประกอบ 3.5 มุมมองแผนภาพ....38

ภาพประกอบ 3.6 ข้อมูลและผลที่ได้รับจากโปรแกรม Low Emissions Analysis Platform (LEAP) 39

ภาพประกอบ 4.1 การผลิตไฟฟ้าตามประเภทเชื้อเพลิงในช่วงปี พ.ศ. 2562 – 2580 41

ภาพประกอบ 4.2 สัดส่วนการใช้เชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า 41

ภาพประกอบ 4.3 การเปลี่ยนแปลงปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลตามประเภทเชื้อเพลิง.....44

บทที่ 1

บทนำ

1.1 หลักการและเหตุผล

พลังงานไฟฟ้าเป็นปัจจัยในการตอบสนองความต้องการพื้นฐานของประชากรในประเทศ นอกจากนั้นยังมีบทบาทสำคัญอย่างมากในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ เนื่องจากพลังงานไฟฟ้าเป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญปัจจัยหนึ่งที่มีส่วนผลักดันให้เกิดการพัฒนาของภาคเกษตรกรรม ภาคอุตสาหกรรม และภาคธุรกิจ สำหรับประเทศไทยซึ่งเป็นประเทศที่มีการขยายตัวทางเศรษฐกิจและสังคมอย่างต่อเนื่อง อีกทั้งยังมีการกระจายตัวไปยังทุกภาคส่วนของประเทศอย่างกว้างขวางตามนโยบายของรัฐบาล จึงทำให้ความต้องการพลังงานไฟฟ้าเพื่อใช้ในกิจกรรมทางเศรษฐกิจด้านต่างๆ เพิ่มสูงขึ้นและมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง จากรายงานสถิติพลังงานของประเทศไทย [1] และ [2] พบว่า ความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง จาก 135,209.GWh ในปี พ.ศ. 2552 เพิ่มขึ้นเป็น 197,214.GWh ในปี พ.ศ. 2561 อย่างไรก็ตามประเทศไทยมีแหล่งพลังงานจำกัด อาทิเช่น น้ำมันดิบ ก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน เป็นต้น ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานที่เกิดขึ้นในธรรมชาติต้องใช้ระยะเวลาในการสร้างเป็นเวลานานจนธรรมชาติไม่สามารถสร้างขึ้นมาทดแทนได้ทันกับความต้องการของประชากร ทำให้มีการนำเข้าพลังงานเป็นจำนวนมากเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า จากรายงานดุลยภาพพลังงานของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2561 [2] พบว่า ในปี พ.ศ. 2561 มีสัดส่วนการนำเข้าของพลังงานปริมาณทั้งหมดถึงร้อยละ 60 และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง นับเป็นความเสี่ยงด้านความมั่นคงในการจัดหาพลังงานไฟฟ้า จึงจำเป็นที่จะต้องมีแหล่งพลังงานสำรองที่เพียงพอต่อความต้องการภายในประเทศ หากแต่การสำรวจและพัฒนาแหล่งพลังงานใหม่ๆ ต้องใช้เงินลงทุนสูงมาก ดังนั้นพลังงานหมุนเวียนถือเป็นอีกหนึ่งทางเลือก เนื่องจากพลังงานหมุนเวียนเป็นพลังงานสะอาดที่ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และหาได้ง่ายจากธรรมชาติสามารถนำมาใช้แล้วผลิตขึ้นทดแทนได้ เช่น ชีวมวล แสงอาทิตย์ ลม น้ำ เป็นต้น โดยเฉพาะพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานหมุนเวียนที่สามารถใช้ได้อย่างไม่สิ้นสุด และมีความเหมาะสมสำหรับประเทศไทย เนื่องจากประเทศไทยมีศักยภาพด้านพลังงานแสงอาทิตย์ค่อนข้างมาก ด้วยภูมิประเทศที่อยู่ในเส้นศูนย์สูตรทำให้ได้รับพลังงานแสงอาทิตย์โดยเฉลี่ยทั้งปีค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับหลายๆ ประเทศ โดยพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศได้รับรังสีดวงอาทิตย์สูงสุดระหว่างเดือนเมษายนและพฤษภาคมมีค่าอยู่ในช่วง 20–23 MJ/m^2-day [3] ด้วยเหตุนี้การผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์จึงได้รับความสนใจอย่างกว้างขวาง เนื่องจากพลังงานแสงอาทิตย์มีความปลอดภัยสูง ติดตั้งง่าย และทนต่อทุกสภาพอากาศทำให้สามารถใช้งานได้ในระยะยาว นอกจากนั้นยังเป็นพลังงานะอาดที่ไม่ปล่อยสารคาร์บอนไดออกไซด์ ควัน หรือมลพิษใด ๆ ซึ่งเป็นผลดีต่อสิ่งแวดล้อม

เนื่องจากรัฐบาลได้เล็งเห็นความสำคัญของการผลิตพลังงานไฟฟ้าให้พอเพียงกับความต้องการภายในประเทศที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง หน่วยงานภาครัฐจึงได้ทำการพัฒนาแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศ โดยจากการศึกษาแผนพัฒนากำลังการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย พ.ศ. 2561- 2580 (Power Development Plan: PDP2018) [4] พบว่าการจัดทำ PDP2018 ได้ให้ความสำคัญกับความมั่นคงระบบไฟฟ้าในรายภูมิภาค มีแนวทางให้ลดการพึ่งพาก๊าซธรรมชาติ เพิ่มสัดส่วนการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน โดยแผน PDP2018 มีจุดเด่นที่สำคัญ คือ ระบบผลิตไฟฟ้า ระบบส่งไฟฟ้า และระบบจำหน่ายไฟฟ้า จะมีความมั่นคงรายพื้นที่ สามารถสร้างสมดุลระบบไฟฟ้ารายภูมิภาค มีการพิจารณาโรงไฟฟ้าเพื่อความมั่นคงในระดับที่เหมาะสม เพื่อรองรับกรณีเกิดเหตุวิกฤตด้านพลังงาน รวมถึงมีการเพิ่มความยืดหยุ่นของระบบไฟฟ้า (Grid Flexibility) ช่วยส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าต้นทุนต่ำ เพื่อลดภาระผู้ใช้ไฟฟ้า และไม่เป็นอุปสรรคต่อการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศในระยะยาว ช่วยเตรียมความพร้อมของระบบไฟฟ้าเพื่อให้เกิดการแข่งขันด้านการผลิตไฟฟ้า ซึ่งจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าในภาพรวมของประเทศ การผลิตไฟฟ้าสะท้อนต้นทุนที่แท้จริง และต้องลดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม มีการส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน และพัฒนาระบบโครงข่ายไฟฟ้าสมาร์ทกริด (Smart grid) รองรับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของผู้ใช้ไฟฟ้าแบบ Prosumer ซึ่งส่งผลให้สัดส่วนการผลิตไฟฟ้าในปี พ.ศ. 2580 แยกตามประเภทเชื้อเพลิง แบ่งเป็นก๊าซธรรมชาติมีสัดส่วนร้อยละ 53 ถ่านหินและลิกไนต์ร้อยละ 12 พลังงานหมุนเวียนร้อยละ 20 ซื้อไฟฟ้าพลังน้ำจากต่างประเทศร้อยละ 9 เชื้อเพลิงอื่น ๆ ร้อยละ 0.06 และการอนุรักษ์พลังงานร้อยละ 6 และเพื่อให้การส่งเสริมพลังงานหมุนเวียนดำเนินไปอย่างมีประสิทธิผล ทางหน่วยงานภาครัฐอยู่ในระหว่างการจัดทำแผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก พ.ศ. 2561 – 2580 (Alternative Energy Development Plan: AEDP2018) เพื่อให้สอดคล้องกับแผน PDP2018 โดยแผน AEDP2018 มีเป้าหมายที่จะเพิ่มสัดส่วนการใช้พลังงานทดแทนทั้งในรูปของพลังงานไฟฟ้า ความร้อน และเชื้อเพลิงชีวภาพ รวมกันมีปริมาณเป็นสัดส่วนร้อยละ 30 ของการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายในปี พ.ศ. 2580 ซึ่งมีสัดส่วนการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนร้อยละ 33 ในปี พ.ศ. 2580 โดยมีการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ 15,574 เมกะวัตต์ ชีวมวล 5,786 เมกะวัตต์ และพลังงานลม 2,989 เมกะวัตต์ แก๊สชีวภาพ 928 เมกะวัตต์ และโรงไฟฟ้าขยะ 975 เมกะวัตต์ [6]

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะพบว่า ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ถือเป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่มีความเหมาะสม เมื่อพิจารณาจากศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทยและการส่งเสริมจากทางหน่วยงานภาครัฐ งายวิจัยนี้จึงจัดทำขึ้นเพื่อทำการประเมินผลกระทบของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีต่อความมั่นคงทางพลังงานและศักยภาพการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ รวมถึงนำเสนอแนวทางในการบูรณาการพลังงานแสงอาทิตย์เข้ากับระบบไฟฟ้าของประเทศไทยในยุคของการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีอย่างรวดเร็ว (Disruptive technology)

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อวิเคราะห์ผลกระทบของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีต่อความมั่นคงทางพลังงานและศักยภาพการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ รวมถึงนำเสนอแนวทางในการบูรณาการพลังงาน

แสงอาทิตย์เข้ากับระบบไฟฟ้าของประเทศไทยในยุคของการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีอย่างรวดเร็ว (Disruptive technology)

1.3 ขอบเขตการดำเนินงาน

เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น งานวิจัยนี้ได้ทำการพัฒนากรอบแนวคิดในการวิจัย (Research framework) เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ผลกระทบของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีต่อความมั่นคงทางพลังงานและศักยภาพการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (ดังแสดงในหัวข้อ 1.4) โดยมีขอบเขตการดำเนินงานวิจัยดังนี้

1.3.1. ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง และศึกษา รวบรวมข้อมูลของสถานการณ์การใช้พลังงานไฟฟ้า แผนพัฒนากำลังการผลิตไฟฟ้า และแผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือกของประเทศไทย

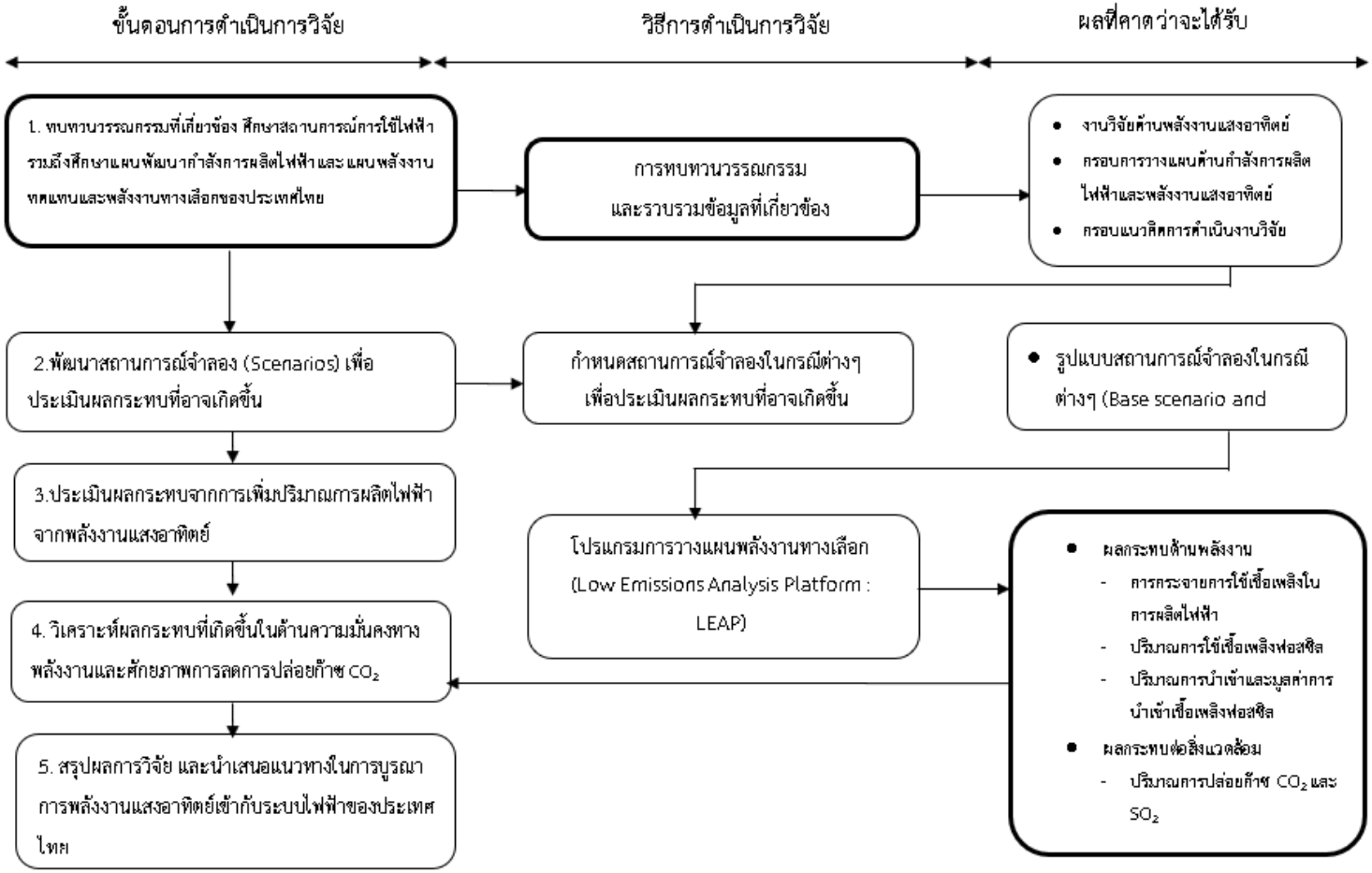
1.3.2. พัฒนาสถานการณ์ไฟฟ้าตามแผน PDP (PDP scenario) และสถานการณ์ไฟฟ้าทางเลือกต่างๆ (Alternative scenarios) โดยพิจารณาจากการปรับเปลี่ยนแผน PDP เพื่อนำไปใช้ในการประเมินผลกระทบจากการเพิ่มปริมาณการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์โดยมุ่งเน้นการเสริมความมั่นคงทางพลังงานและการมีส่วนช่วยลดปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2 emissions)

1.3.3. ศึกษาการใช้งานแบบจำลองการวิเคราะห์ทางพลังงาน Low Emissions Analysis Platform : LEAP)

1.3.4. วิเคราะห์ผลกระทบจากการเพิ่มปริมาณการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ในด้านความมั่นคงทางพลังงานและศักยภาพการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

1.3.5. นำเสนอแนวทางในการบูรณาการพลังงานแสงอาทิตย์เข้ากับระบบไฟฟ้าของประเทศไทยในยุคของการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีอย่างรวดเร็ว (Disruptive technology)

1.4 กรอบการวิจัย



ภาพประกอบ 1.1 กรอบการวิจัย

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ทำให้ทราบถึงผลกระทบของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีต่อความมั่นคงทางพลังงานและศักยภาพการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

1.5.2 มีส่วนช่วยให้เห็นแนวทางในการบูรณาการพลังงานแสงอาทิตย์เข้ากับระบบไฟฟ้าของประเทศไทยในยุคของการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีอย่างรวดเร็ว (Disruptive technology)

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิเคราะห์และประเมินผลกระทบของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ต่อการวางแผนกำลังผลิตของประเทศไทย การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องถือเป็นกระบวนการที่สำคัญนอกจากนั้น เพื่อให้เกิดความเข้าใจถึงการจัดการและการใช้ทรัพยากรในด้านพลังงานไฟฟ้าในประเทศไทย การศึกษาสถานการณ์พลังงานไฟฟ้าในประเทศไทยจึงมีความจำเป็นอย่างมาก อีกทั้งการศึกษาแผนพัฒนากำลังการผลิตไฟฟ้าและแผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือกยังช่วยให้เกิดความเข้าใจในทิศทางการจัดสรรทรัพยากรในด้านพลังงานไฟฟ้าโดยเฉพาะพลังงานแสงอาทิตย์ได้ดียิ่งขึ้น ดังนั้นในบทนี้จึงนำเสนอการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ในหัวข้อที่ 2.1 ในส่วนของการศึกษาสถานการณ์พลังงานไฟฟ้าในปัจจุบันของประเทศไทย จะถูกนำเสนอในหัวข้อที่ 2.2 และ หัวข้อที่ 2.3 เป็นการศึกษาแผนพัฒนากำลังการผลิตไฟฟ้าและแผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก

2.1 ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ตาราง 2.1 ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ผู้เขียน	วัตถุประสงค์	ขอบเขตการศึกษา	วิธีการวิจัย	ผลลัพธ์ที่ได้
Hu *et al.* (2019)	- เพื่อวิเคราะห์การคาดการณ์การผลิตและการใช้พลังงานในอนาคต	-ในเซินเจิ้นจาก 2015 ถึง 2030	- โมเดลการวางแผนทางเลือกพลังงานระยะยาว (LEAP)	- การผลิตไฟฟ้าในทุกสถานการณ์คาดว่าจะขยายตัวในปี 2573 และไฟฟ้าที่ยั่งยืน (เช่นพลังงานไฟฟ้าโซลาร์เซลล์แบบกระจายพลังงานขยะ - พลังงานพลังงานและการทำความเย็นแบบรวม, เครื่องทำความร้อนและพลังงาน) จะมีบทบาทสำคัญในการอัพเกรดโครงสร้างพลังงานและจุดสูงสุด สถานการณ์
Emodi *et al.* (2019)	- เพื่อระบุนโยบายการลดพลังงานที่อาจเกิดขึ้นและสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศสำหรับภาคพลังงานของออสเตรเลียโดยใช้วิธีการจากการผสมผสานด้านหลังและการสำรวจเชิงสำรวจ	- การวิเคราะห์การเพิ่มประสิทธิภาพในออสเตรเลีย	- โมเดล LEAP	- นโยบายอาจมีประสิทธิภาพน้อยลงเมื่อพิจารณาจากสภาพอากาศในอนาคต - นโยบายภาษีคาร์บอนมีประโยชน์ทางเศรษฐกิจ - แนะนำการทดแทนพลังงานสะอาดและนโยบายพลังงานที่เป็นนวัตกรรม

ผู้เขียน	วัตถุประสงค์	ขอบเขตการศึกษา	วิธีการวิจัย	ผลลัพธ์ที่ได้
Rivera-González *et al.* (2019)	- เพื่อประเมินระบบผลิตไฟฟ้าของประเทศเอกวาดอร์ โดยประเมินการคาดการณ์ปริมาณไฟฟ้าและอุปสงค์จนถึงปี 2040	- นำไปใช้กับระบบการสร้างพลังงานที่ยั่งยืนในเอกวาดอร์ (2018–2040)	- โมเดล LEAP	- ภาพจำลองระบบการผลิตไฟฟ้าอย่างยั่งยืนสัมพันธ์กับธุรกิจเนื่องจากสถานการณ์ปกติสามารถลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าเฉลี่ย (CO2e) 11.72% ต้นทุนการผลิตเฉลี่ย 9.78% และการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงปิโตรเลียมเฉลี่ย 15.95% - การเปลี่ยนแปลงพลังงานที่ถูกต้องมีส่วนช่วยในการปกป้องสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของประชาชนและมีผลโดยตรงต่อการประหยัดทางเศรษฐกิจสำหรับรัฐ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงคุณภาพชีวิตของประชาชน
Mirjat *et al.* (2018)	- เพื่อวิเคราะห์การพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าระยะยาวและการพัฒนาอุปทานในปากีสถาน	- ปากีสถาน (2015-2050)	- โมเดล LEAP	- แบบจำลองประเมินการคาดการณ์อุปสงค์ที่ 1706.3 TWh ในปี 2050 ที่อัตราการเติบโตเฉลี่ยต่อปีที่ 8.35% ซึ่งสูงกว่าความต้องการปีฐาน 19 เท่า - สถานการณ์สมมติ RET ใช้เงินทุนมาก

ผู้เขียน	วัตถุประสงค์	ขอบเขตการศึกษา	วิธีการวิจัย	ผลลัพธ์ที่ได้
				ในช่วงต้นของการสร้างแบบจำลอง พบว่าเป็นเส้นทางการผลิตไฟฟ้าที่ยั่งยืนตามด้วยสถานการณ์ EEC ที่มีความต้องการลดลง 1373.2 TWh และมูลค่าปัจจุบันสุทธิขั้นต่ำ (NPV) ที่อัตราคิดลดรวม 6%
Wang *et al.* (2018)	- เพื่อวิเคราะห์การพัฒนาพลังงานอย่างยั่งยืนในระยะยาวเพื่อลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนและมลพิษทางอากาศ - ประเมินความต้องการพลังงานทั้งหมดความต้องการไฟฟ้าและโครงสร้างความต้องการพลังงานภายในปี 2573	- ความต้องการพลังงานทั้งหมดความต้องการไฟฟ้าและโครงสร้างความต้องการพลังงานระหว่าง 2016 ถึง 2030 ในประเทศจีน	- โมเดล LEAP	- ความต้องการพลังงานจะสูงถึง 4,800-5100 Mtce ในปี 2563 และ 5,300-5,700 Mtce ในปี 2573 และแม้ว่าถ่านหินจะมีอำนาจเหนือพลังงานแต่จะสูงสุดในปี 2573 พลังงานทดแทนจะเพิ่มสัดส่วนในโครงสร้างพลังงานโดยเฉพาะอย่างยิ่งลม และพลังงานแสงอาทิตย์ - วัตถุประสงค์หลักคือเพื่ออ้างอิงนโยบายการวางแผนการพัฒนาพลังงานระยะยาวซึ่งจะช่วยลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนและมลพิษทางอากาศสู่

ผู้เขียน	วัตถุประสงค์	ขอบเขตการศึกษา	วิธีการวิจัย	ผลลัพธ์ที่ได้
				สิ่งแวดล้อม
Kresnawan *et al.* (2018)	- เพื่อประมาณการภาคการผลิตพลังงานไฟฟ้าที่กาลิมันตันตะวันออกต้องการจนถึงปี 2040	- จังหวัดกาลิมันตันตะวันออก (2040)	โมเดล LEAP	- แนะนำให้มีการนำพลังงานหมุนเวียนมาผสมผสานในระบบไฟฟ้าของกาลิมันตันตะวันออก - ประมาณการระยะยาวของภาคการผลิตไฟฟ้าในกาลิมันตันตะวันออกมีไว้สำหรับการลดการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลเป็นพลังงานไฟฟ้าที่สำคัญ - การลงทุนสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานทดแทนมีราคาไม่แพงสำหรับพลังงานชีวมวลและพลังงานน้ำ
Bhuvanesh *et al.* (2017)	- เพื่อตรวจสอบช่วงของเทคโนโลยีต่าง ๆ สำหรับการผลิตไฟฟ้าอย่างน้อยต้นทุน	- ในประเทศจีนสำหรับปี 2573	โมเดล LEAP	- คาดการณ์ความต้องการพลังงานไฟฟ้ากำลังการผลิตติดตั้งและพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตโดยแต่ละโรงงานในปี พ. ศ. 2573 โดย LEAP ผลผลิตจาก LEAP จะถูกป้อนเข้าสู่เครื่องมือสร้างแบบจำลองพลังงาน Energy Plan เพื่อวางแผนแบบ

ผู้เขียน	วัตถุประสงค์	ขอบเขตการศึกษา	วิธีการวิจัย	ผลลัพธ์ที่ได้
				เดียวกันเป็นรายเดือนและรายชั่วโมง
Shahinzadeh *et al.* (2016)	- เกี่ยวกับการวางแผนพลังงานที่สำคัญการสร้างแบบจำลองของระบบพลังงานของอิหร่าน	- คำนวณปริมาณพลังงานที่ต้องการสำหรับตัวรับพลังงานหลักตามแบบจำลองพลังงานที่มีอยู่สำหรับ 20 ปีข้างหน้าได้รับการตรวจสอบในอิหร่าน	- LEAP model	- การจำลองแสดงให้เห็นว่าการใช้ทรัพยากร CHP เพื่อจัดหา 30% ของการใช้พลังงานในส่วนภายในประเทศสามารถลด 123 MOBE ของปริมาณผู้ให้บริการพลังงานหลักในอิหร่านภายในปี 2576 เมื่อเปรียบเทียบกับสถานการณ์อ้างอิงที่ใช้ในประเทศ
McPherson and Karney (2014)	- ใช้วิธีการพัฒนาสถานการณ์ที่พัฒนาโดย Schwartz ในบริบท	- ภาคการผลิตไฟฟ้าของปานามา	- LEAP model	- สถานการณ์ของโปรไฟล์การผลิตไฟฟ้า, ต้นทุนส่วนเพิ่มของระบบ, ภาวะโลกร้อนที่อาจเกิดขึ้น, และความหลากหลายของทรัพยากรไม่ได้พยายามคาดการณ์การพัฒนาที่เป็นไปได้ แต่ให้ความกระจ่างกับการแลกเปลี่ยนที่วิธีการพัฒนาต่างๆ

ผู้เขียน	วัตถุประสงค์	ขอบเขตการศึกษา	วิธีการวิจัย	ผลลัพธ์ที่ได้
Park *et al.* (2013)	- เพื่อแสดงให้เห็นว่าเป็นไปได้หรือไม่ที่จะทดแทนพลังงานนิวเคลียร์ด้วยพลังงานทดแทนในราคาที่สมเหตุสมผล	- ปีข้อมูลอ้างอิงคือปี 2008 สำหรับการวิเคราะห์พลังงานสภาพแวดล้อมทางเศรษฐกิจที่มีอิทธิพลต่อดินแดนในปี 2050 ในเกาหลี	- LEAP model	- พบว่าค่าใช้จ่ายสะสมส่วนลดจากปี 2009 ถึงปี 2050 ในสถานการณ์ SS จะสูงกว่าค่าใช้จ่าย BL และ GP 20 และ 10% ตามลำดับ
Afreen *et al.* (2013)	- เพื่อวิเคราะห์อิทธิพลของพลังงานและสิ่งแวดล้อมของสามสถานการณ์พลังงานในสามส่วนที่แตกต่างกัน	- ปีฐาน 2010 และคาดการณ์จนถึงปี 2030 สำหรับการคาดการณ์ในอนาคตในปากีสถาน	- LEAP model	-พลังงานแสงอาทิตย์และไบโอดีเซลมีศักยภาพ 2.3% และ 1.9% ตามลำดับ - วัตถุประสงค์หลักคือเพื่อประเมินแหล่งพลังงานที่เหมาะสมซึ่ง จำกัด การปล่อยมลพิษในอนาคต - การศึกษาครั้งนี้เป็นการจำลองความต้องการพลังงานถ่านหินเพื่อค้นหาการผสมผสานพลังงานที่มีศักยภาพเชิงเศรษฐกิจโดยมีผลกระทบ จำกัด ต่อสิ่งแวดล้อม

ผู้เขียน	วัตถุประสงค์	ขอบเขตการศึกษา	วิธีการวิจัย	ผลลัพธ์ที่ได้
Chen (2013)	- สำรวจโซลูชั่นพลังงานของไต้หวันโดยสร้างกรอบการวางแผนพลังงานที่ยั่งยืนและครอบคลุม (SCENE) และจำลองเส้นทางเดินพลังงานทางเลือกบนขอบฟ้าถึงปี 2030	- ปีฐาน 2010 และคาดการณ์จนถึงปี 2030 สำหรับการคาดการณ์ในอนาคตในไต้หวัน	- LEAP model	- ในแง่ของการใช้พลังงานทดแทน วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ชี้ให้เห็นว่าการเพิ่มสัดส่วนของพลังงานทดแทนเป็น 30 เปอร์เซ็นต์ภายในปี 2573 โดยใช้เทคโนโลยีพลังงานหมุนเวียนที่พิสูจน์แล้วและมีการแข่งขันในตลาดเพื่อเก็บเกี่ยวศักยภาพด้านพลังงานทดแทนของไต้หวัน - เพื่อให้บรรลุเป้าหมายนี้เป็นสิ่งสำคัญในการสร้างแหล่งเงินทุนที่มั่นคงและส่งเสริมความโปร่งใสยืนยาวและนโยบายที่แน่นอน

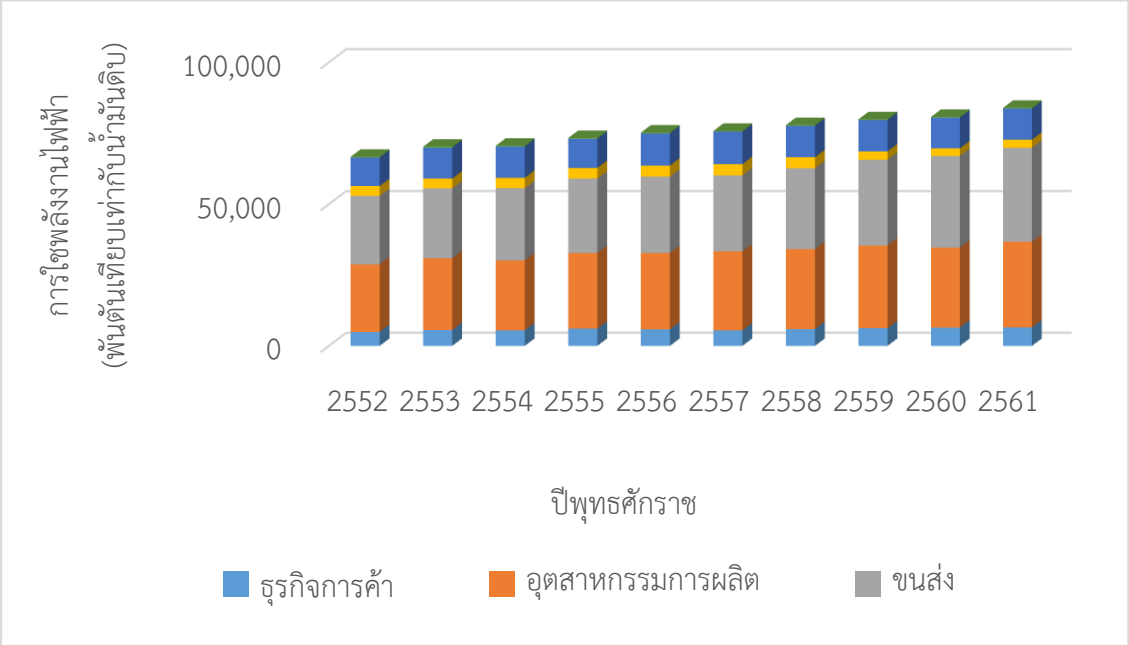
ผู้เขียน	วัตถุประสงค์	ขอบเขตการศึกษา	วิธีการวิจัย	ผลลัพธ์ที่ได้
Lin *et al.* (2010)	- เพื่อประเมินประสิทธิภาพของการอนุรักษ์พลังงานในเมืองและมาตรการลด GHG	- ในเขตเมืองเซียะเหมินตั้งแต่ปี 2007 ถึง 2020	- LEAP model	- ผลการคำนวณในเซียะเหมินแสดงให้เห็นว่ามาตรการทดแทนพลังงานสะอาดมีประสิทธิภาพมากที่สุดในแง่ของการประหยัดพลังงานและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในขณะที่ภาคอุตสาหกรรมมีศักยภาพในการลดขนาดใหญ่ที่สุด

2.2 สถานการณ์ลังงานในประเทศไทย

ในหลายปีที่ผ่านมาประเทศไทยมีการจัดสรรพลังงานในทิศทางที่ดีขึ้น เนื่องจากได้มีการพัฒนาแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้า(Power Development Plan: PDP) แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก(Alternative Energy Development Plan: AEDP) แผนอนุรักษ์พลังงาน (Energy Efficiency Plan: EEP) แผนบริหารจัดการก๊าซธรรมชาติ (Gas Plan 2015) และแผนการบริหารจัดการน้ำมันเชื้อเพลิง (Oil Plan 2015) ให้มีความสอดคล้องกัน เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดเป้าหมายการพัฒนาความมั่นคงทางด้านพลังงานของประเทศซึ่งหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดแผนพัฒนากำลังการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย เช่น กระทรวงพลังงาน สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย และหน่วยงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องได้มีการปรับปรุงแก้ไข รวมถึงหันมาให้ความสนใจในเรื่องพลังงานทดแทน เพื่อให้เหมาะสมกับความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าของประเทศ

เพื่อให้เกิดความเข้าใจในการจัดการพลังงานไฟฟ้าของประเทศ ในหัวข้อนี้จะนำเสนอข้อมูลของสถานการณ์พลังงานไฟฟ้าของประเทศไทย เช่น ความต้องการใช้ไฟฟ้าของประเทศจำแนกตามสาขาเศรษฐกิจ การผลิตพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทย การนำเข้าพลังงานไฟฟ้า กำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย การจัดหาเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า ปริมาณการปล่อย CO_2 การใช้พลังงานทดแทนในไฟฟ้าตามประเภทพลังงานทดแทน กำลังผลิตติดตั้งไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน การผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนตามประเภทพลังงานทดแทน เป็นต้น

2.2.1 ความต้องการใช้ไฟฟ้าของประเทศจำแนกตามสาขาเศรษฐกิจ

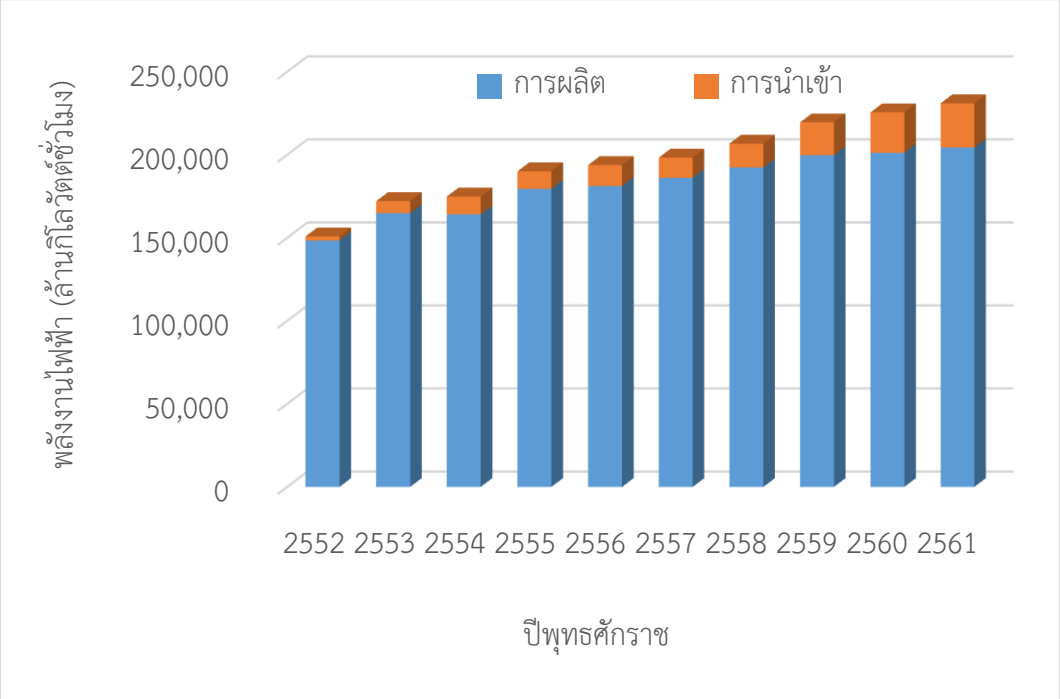


ภาพประกอบ 2.1 การใช้พลังงานไฟฟ้าจำแนกตามสาขาเศรษฐกิจ [2]

จากภาพประกอบ 2.1 ในปี พ.ศ. 2561 มีการใช้พลังงานแยกตามสาขาเศรษฐกิจทั้งหมด 83,952 พันตันเทียบเท่ากับน้ำมันดิบ เมื่อเทียบกับปี พ.ศ. 2552 เพิ่มขึ้นร้อยละ 12 ซึ่งประกอบไปด้วย ธุรกิจการค้าเพิ่มขึ้นจาก 4,940 พันตันเทียบเท่ากับน้ำมันดิบเป็น 6,549 พันตันเทียบเท่ากับน้ำมันดิบ เพิ่มขึ้นร้อยละ 32.57 อุตสาหกรรมการผลิต เพิ่มขึ้นจาก 23,789 พันตันเทียบเท่ากับน้ำมันดิบเป็น 30,191 พันตันเทียบเท่ากับน้ำมันดิบ เพิ่มขึ้นร้อยละ 26.86 ขนส่งเพิ่มขึ้นจาก 24,132 พันตันเทียบเท่ากับน้ำมันดิบเป็น 33,086 พันตันเทียบเท่ากับน้ำมันดิบ เพิ่มขึ้นร้อยละ 37.10 และบ้านที่อยู่อาศัย เพิ่มขึ้นจาก10,089 พันตันเทียบเท่ากับน้ำมันดิบเป็น 11,001 พันตันเทียบเท่ากับน้ำมันดิบ เพิ่มขึ้นร้อยละ 9.04 ส่วนเกษตรกรรมมีสัดส่วนที่ลดลงร้อยละ 17.29 จะเห็นได้ว่าสาขาเศรษฐกิจที่ใช้พลังงานไฟฟ้ามากที่สุดคือ การขนส่ง โดยในปี พ.ศ. 2561 มีสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงถึงร้อยละ 39.41 รองลงมาเป็น อุตสาหกรรมการผลิต มีสัดส่วนร้อยละ 35.96 และบ้านอยู่อาศัยมีสัดส่วนร้อยละ 13.10 โดยรวมมีการใช้พลังงานไฟฟ้าทุกภาคเศรษฐกิจเพิ่มขึ้น

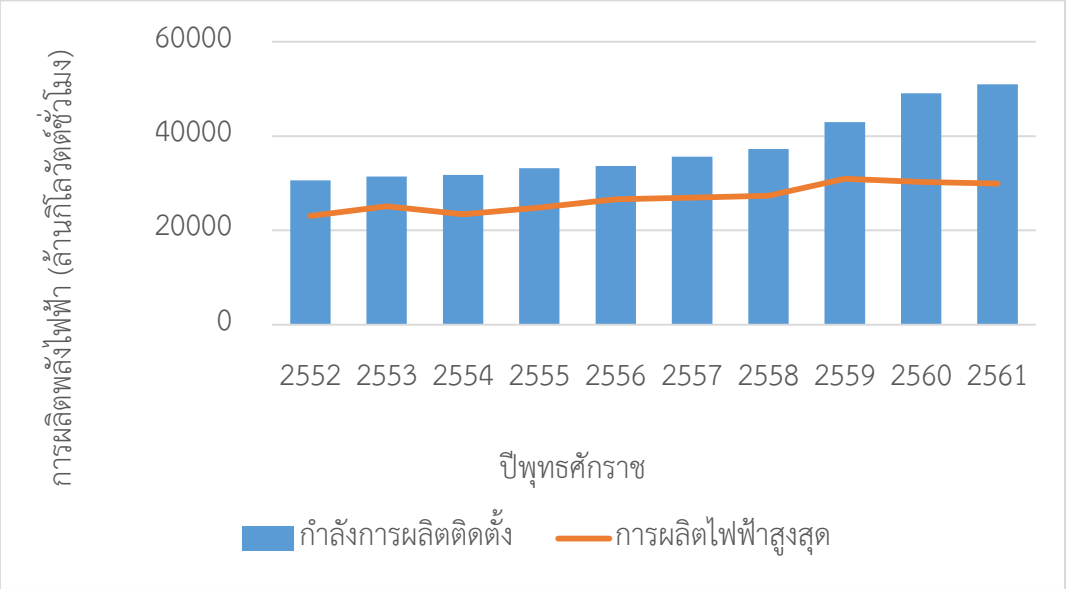
2.2.2 การจัดหาพลังงานไฟฟ้าของระบบ

ในส่วนของการจัดหาพลังงานไฟฟ้าของประเทศ จากภาพประกอบ 2.2 พบว่า ในปี พ.ศ. 2561 มีการจัดหาพลังงานไฟฟ้าของระบบทั้งหมด 204,306 ล้านกิโลวัตต์ชั่วโมง เมื่อเปรียบเทียบกับ ปี พ.ศ. 2552 เพิ่มขึ้นร้อยละ 37.71 การนำเข้าพลังงานไฟฟ้าของระบบเปรียบเทียบปี พ.ศ. 2552 กับ พ.ศ. 2561 มีการนำเข้าพลังงานจาก 2,451 ล้านกิโลวัตต์ชั่วโมง เพิ่มขึ้นเป็น 26,669 ล้านกิโลวัตต์ชั่วโมง เพิ่มขึ้นร้อยละ 987.92 จะเห็นได้ว่าการจัดหาพลังงานไฟฟ้าของระบบในปี พ.ศ. 2561 จากการจัดหาพลังงานไฟฟ้าทั้งหมด 204,306 ล้านกิโลวัตต์ชั่วโมง ประเทศไทยมีการนำเข้าพลังงาน 26,669 ล้านกิโลวัตต์ชั่วโมง คิดเป็นร้อยละ 13.05 ของการจัดหาพลังงานไฟฟ้าในระบบทั้งหมด ทั้งนี้การจัดหาพลังงานไฟฟ้ามีสัดส่วนที่สูงขึ้นทั้งการผลิตภายในประเทศและการนำเข้าพลังงาน เพื่อความต้องการที่เพียงพอต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าของประเทศ



ภาพประกอบ 2.2 การจัดหาพลังงานไฟฟ้าของระบบ [4]

2.2.3 กำลังการผลิตติดตั้งและการผลิตพลังไฟฟ้าสูงสุด



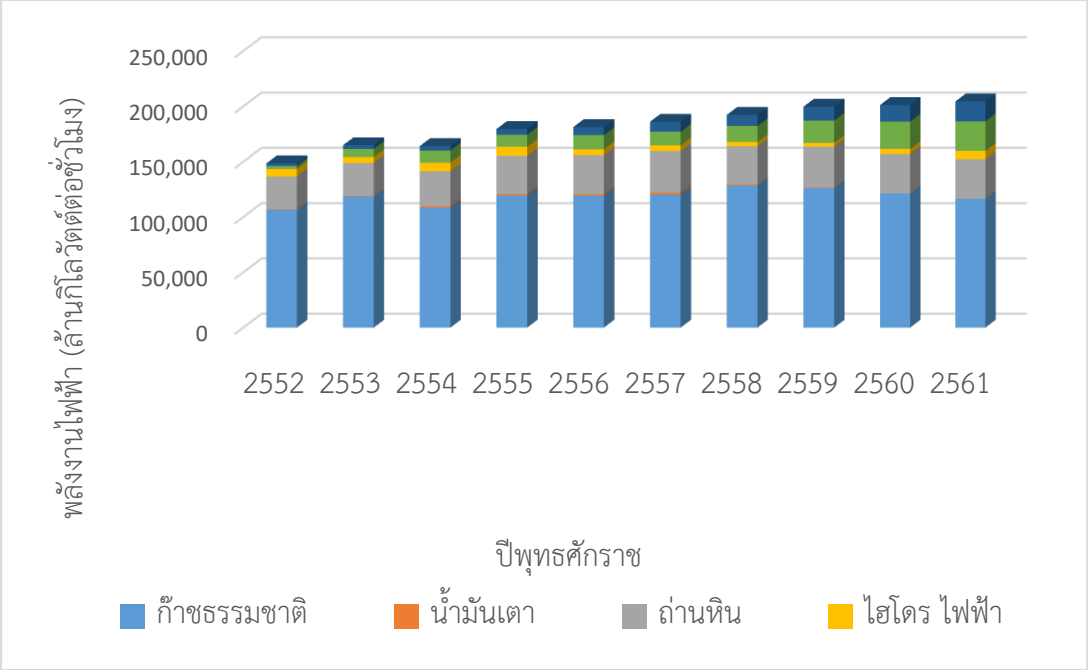
ภาพประกอบ 2.3 กำลังการผลิตติดตั้งและการผลิตไฟฟ้าสูงสุด [4]

ส่วนกำลังการผลิตติดตั้งและการผลิตไฟฟ้าสูงสุด จากภาพประกอบ 2.3 แสดงถึงกำลังการผลิตติดตั้งและกำลังผลิตไฟฟ้าสูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกำลังการผลิตไฟฟ้า ปี พ.ศ. 2552 กับ พ.ศ. 2561 กำลังการผลิตติดตั้งเพิ่มขึ้นจาก 30,607 ล้านกิโลวัตต์ชั่วโมง ในปี พ.ศ. 2552 เป็น 50,956 เมกะวัตต์ ในปี พ.ศ. 2561 เพิ่มขึ้นร้อยละ 66.48 ส่วนการผลิตไฟฟ้าสูงสุดนั้น มีการเพิ่มขึ้นจาก 23,064 ล้านกิโลวัตต์ชั่วโมงในปี พ.ศ. 2552 เป็น 29,968 ล้านกิโลวัตต์ชั่วโมงในปี พ.ศ. 2561 เพิ่มขึ้นร้อยละ 29.93 จะเห็นได้ว่ากำลังการผลิตติดตั้งมีค่ามากกว่าการผลิตไฟฟ้าสูงสุดของประเทศ เนื่องจากช่วงที่ต่างกันจะเป็นกำลังผลิตสำรองเพื่อรองรับการใช้ไฟฟ้าที่สูงเกินการใช้ไฟฟ้าที่คาดการณ์ไว้

จากภาพประกอบ 2.4 แสดงถึงการผลิตพลังงานไฟฟ้าแยกตามชนิดเชื้อเพลิง พบว่า การผลิตพลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบปี พ.ศ. 2552 กับปี พ.ศ. 2561 การผลิตพลังงานไฟฟ้าจากก๊าซธรรมชาติเพิ่มขึ้นจาก 106,343 กิโลวัตต์ชั่วโมง ในปี พ.ศ. 2552 เป็น 116,265 กิโลวัตต์ชั่วโมง ในปี พ.ศ. 2561 คิดเป็นร้อยละ 9.33 การผลิตพลังงานไฟฟ้าจากถ่านหินเพิ่มขึ้นจาก 29,808 ล้านกิโลวัตต์ชั่วโมง ในปี พ.ศ. 2552 เป็น 35,796 ล้านกิโลวัตต์ชั่วโมง ในปี พ.ศ. 2561 คิดเป็นร้อยละ 20.09 การนำเข้าพลังงานเพิ่มขึ้นจาก 2,451 กิโลวัตต์ชั่วโมง ในปี พ.ศ. 2552 เป็น 26,669 ล้านกิโลวัตต์ชั่วโมง ในปี พ.ศ. 2561 คิดเป็นร้อยละ 987.92 การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานน้ำเพิ่มขึ้นจาก 6,966 ล้านกิโลวัตต์ชั่วโมง ในปี พ.ศ. 2552 เป็น 7,597 ล้านกิโลวัตต์ชั่วโมง ในปี พ.ศ. 2561 คิดเป็นร้อยละ 9.06 การผลิตพลังงานไฟฟ้าจากน้ำมันเพิ่มขึ้นจาก 45 กิโลวัตต์ชั่วโมง ในปี พ.ศ. 2552 เป็น

112 ล้านกิโลวัตต์ชั่วโมง ในปี พ.ศ. 2561 คิดเป็นร้อยละ 147.99 และการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนเพิ่มขึ้นจาก 2,296 ล้านกิโลวัตต์ชั่วโมง ในปี พ.ศ. 2552 เป็น 17,800 ล้านกิโลวัตต์ชั่วโมง ในปี พ.ศ. 2561 คิดเป็นร้อยละ 675.18ส่วนการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากน้ำมันเตามีสัดส่วนที่ลดลงคิดเป็นร้อยละ 85.40 จะเห็นได้ว่าการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากก๊าซธรรมชาติมีการนำมาผลิตพลังงานไฟฟ้ามากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 56.91 จากการผลิตพลังงานไฟฟ้าทั้งหมด การผลิตพลังงานไฟฟ้าจากถ่านหินร้อยละ 17.52 การนำเข้าพลังงานร้อยละ 13.05 การผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนร้อยละ 8.71 ส่วนการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังน้ำ น้ำมัน และน้ำมันเตาคิดเป็นร้อยละ 3.72, 0.05 และ 0.03 ตามลำดับ

2.2.4 การผลิตพลังงานไฟฟ้าแยกตามชนิดเชื้อเพลิง



ภาพประกอบ 2.4 การผลิตพลังงานไฟฟ้าแยกตามชนิดเชื้อเพลิง [4]

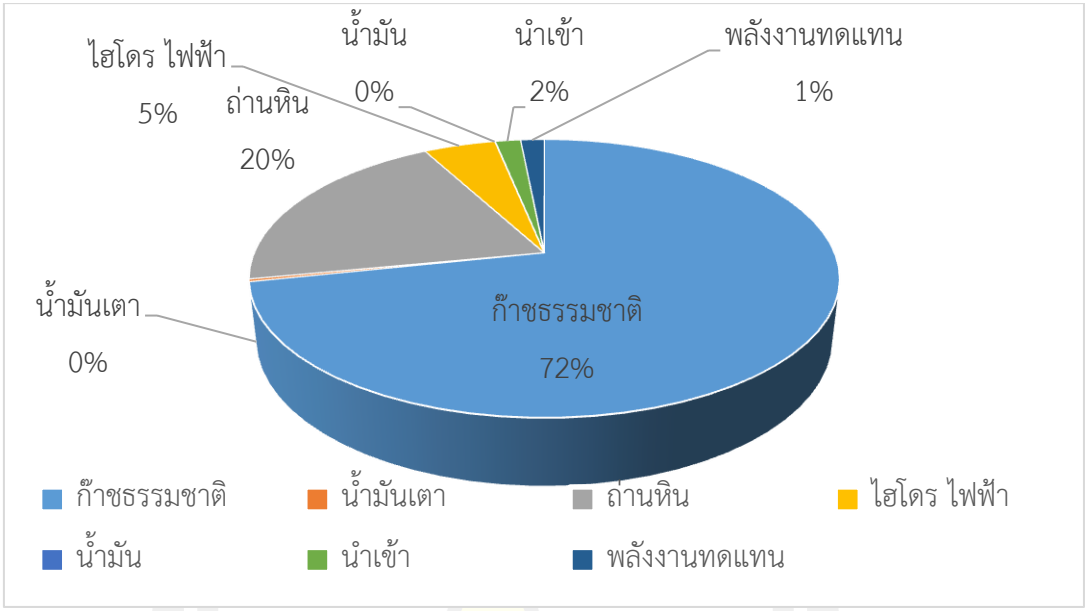
การใช้เชื้อเพลิงในการผลิตพลังงานไฟฟ้าตั้งแต่ปี พ.ศ. 2552 - 2561 ถ่านหินและก๊าซธรรมชาติมีปริมาณการใช้ในการผลิตพลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลในปี พ.ศ. 2552 และ พ.ศ. 2561 ก๊าซธรรมชาติเพิ่มขึ้น 9,922 ล้านกิโลวัตต์ชั่วโมง คิดเป็นร้อยละ 9.33 และ ถ่านหินเพิ่มขึ้น 5,988 ล้านกิโลวัตต์ชั่วโมง คิดเป็นร้อยละ 20.09 พลังงานทดแทนเพิ่มขึ้น 15,504 ล้านกิโลวัตต์ชั่วโมง คิดเป็นร้อยละ 675.18 ในขณะที่น้ำมันมีปริมาณการใช้เพื่อการผลิตไฟฟ้าน้อยมาก ดังตารางที่ 2.2

ในสัดส่วนพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตและซื้อในระบบ มีการพึ่งพาก๊าซธรรมชาติสูงมาก โดยในปี พ.ศ. 2552 โดยมีสัดส่วนการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากก๊าซธรรมชาติคิดเป็นร้อยละ 71.68 และมีสัดส่วนการใช้เพิ่มขึ้นเล็กน้อยในปี พ.ศ. 2553 คิดเป็นร้อยละ 71.86 แต่เมื่อเปรียบเทียบในปี พ.ศ. 2552 กับปี พ.ศ. 2561 มีสัดส่วนลดลงจากร้อยละ 71.68 เป็น ร้อยละ 56.91 ของการใช้เชื้อเพลิงในการผลิตพลังงานไฟฟ้าทั้งหมด แต่อย่างไรก็ตามจะเห็นได้ว่ามีการใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงหลักในการผลิตไฟฟ้า ในส่วนประเภทของเชื้อเพลิงอื่นๆ ในปี พ.ศ. 2552 เทียบกับ พ.ศ. 2561 ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากพลังงานทดแทนมีอัตราเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 1.55 ในปี พ.ศ. 2552 เป็น ร้อยละ 8.71 ในปี พ.ศ. 2561 การนำเข้ามีอัตราเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 1.65 เป็นร้อยละ 13.05 และน้ำมันเพิ่มขึ้นเล็กน้อยจากร้อยละ 0.03 เป็นร้อยละ 0.05 ของการใช้เชื้อเพลิงในการผลิตพลังงานไฟฟ้าทั้งหมด ส่วนถ่านหินลดลงจากร้อยละ 20.09 เป็นร้อยละ 17.52 พลังน้ำมีสัดส่วนลดลงจากร้อยละ 4.70 เป็นร้อยละ 3.72 และน้ำมันเตามีสัดส่วนลดลงจาก 0.30 เป็นร้อยละ 0.03 (แสดงดังในภาพประกอบ 2.5)

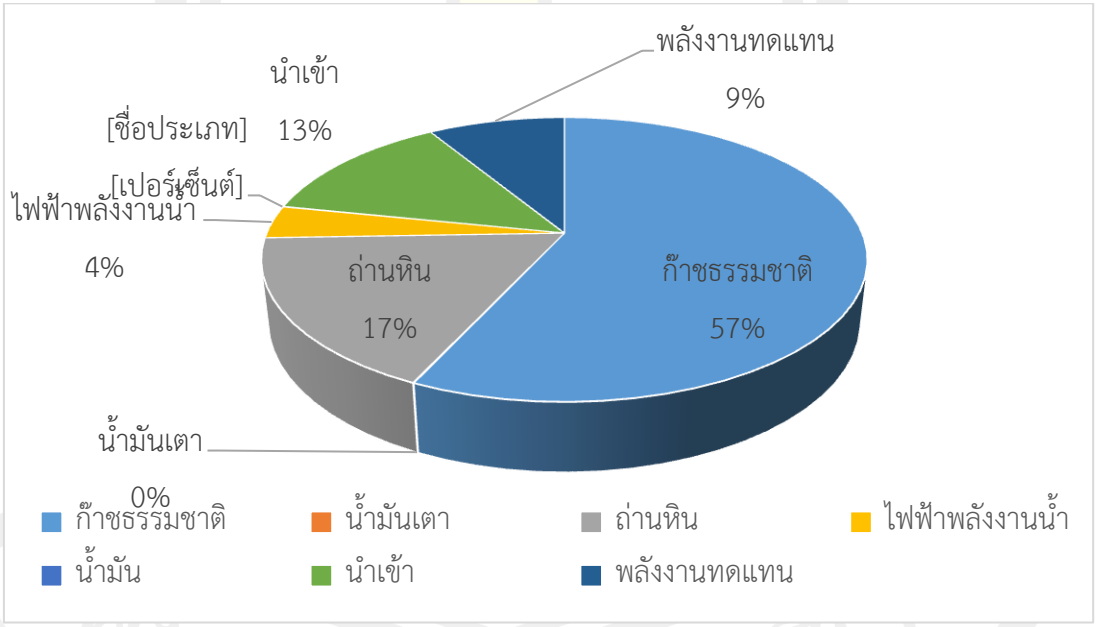
ตาราง 2.2 การใช้เชื้อเพลิงในการผลิตพลังงานไฟฟ้าเข้าระบบ (กิโลวัตต์ชั่วโมง)

ปีพุทธศักราช	ก๊าซธรรมชาติ	ถ่านหิน	พลังงานทดแทน	น้ำมัน
2552	106,343	29,808	2,296	45
2553	118,438	29,764	3,426	42
2554	108,261	31,712	4,077	36
2555	119,368	34,583	5,211	63
2556	119,218	35,352	7,234	179
2557	120,314	37,572	9,046	63
2558	128,525	34,582	10,041	126
2559	126,150	37,107	12,537	174
2560	121,044	35,732	14,944	198
2561	116,265	35,796	17,800	112

ที่มา: [4]



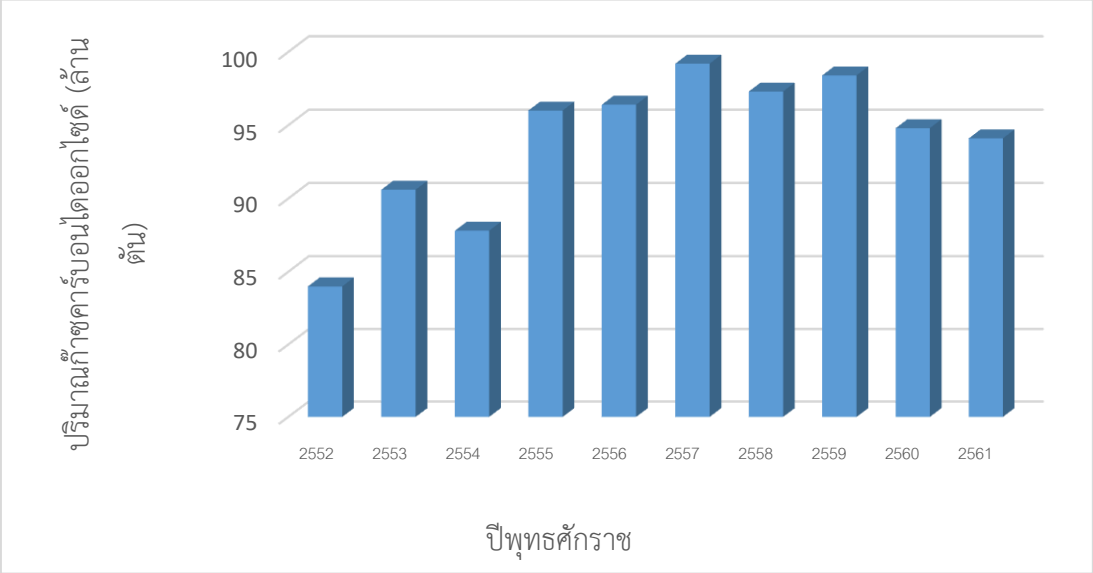
ปี พ.ศ. 2552



ปี พ.ศ. 2561

ภาพประกอบ 2.5 สัดส่วนพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตและซื้อในระบบจำแนกตามประเภทเชื้อเพลิง [4]

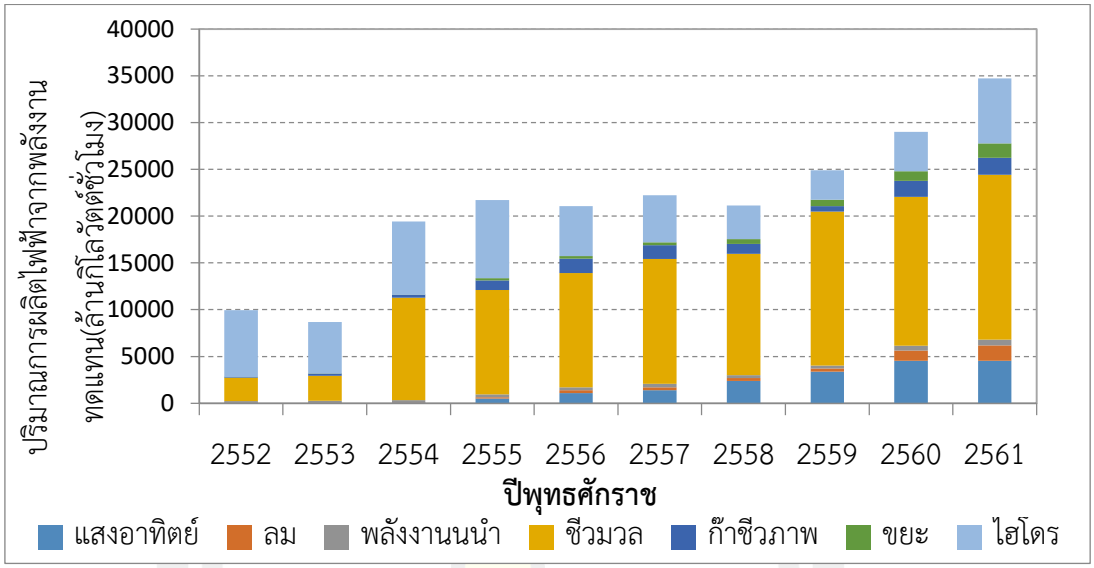
2.2.5 ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)



ภาพประกอบ 2.6 ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ [2]

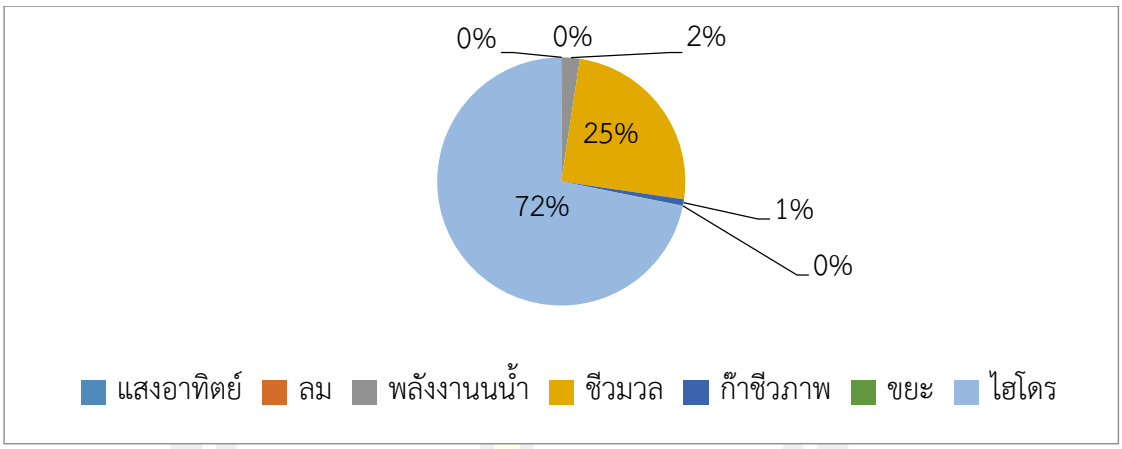
จากภาพประกอบ 2.6 แสดงถึงการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงาน พบว่าปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในระยะเวลา 10 ปีที่ผ่านมาเพิ่มขึ้นทุกปี เมื่อเทียบปี พ.ศ. 2552 กับ ปี พ.ศ. 2561 จะเห็นได้ว่ามีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นถึง 10,100 พันตัน คิดเป็นร้อยละ 12.02 ซึ่งในปี พ.ศ. 2561 มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุดถึง 94,100 พันตัน

2.2.6 การใช้พลังงานทดแทนในการผลิตพลังงานไฟฟ้าตามประเภทพลังงานทดแทน

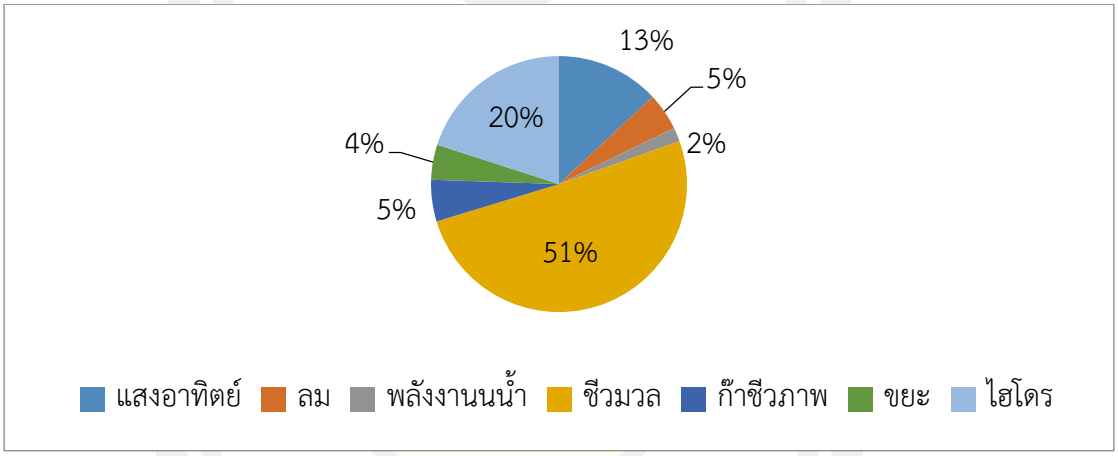


ภาพประกอบ 2.7 การใช้พลังงานทดแทนในการผลิตพลังงานไฟฟ้าตามประเภทพลังงานทดแทน [2]

จากภาพประกอบ 2.7 แสดงถึงการใช้พลังงานทดแทนในการผลิตพลังงานไฟฟ้าตามประเภทพลังงานทดแทน เปรียบเทียบปี พ.ศ. 2552 กับปี พ.ศ. 2561 พบว่าการใช้พลังงานชีวมวลเพิ่มจาก 2,479 กิโลวัตต์ชั่วโมง ในปี พ.ศ. 2552 เป็น 17,617 กิโลวัตต์ชั่วโมง ในปี พ.ศ. 2561 เพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 610 การใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพิ่มจาก 9 กิโลวัตต์ชั่วโมง ในปี พ.ศ. 2552 เป็น 4,537 กิโลวัตต์ชั่วโมง ในปี พ.ศ. 2561 เพิ่มขึ้นร้อยละ 51,452 ในส่วนของประเภทพลังงานอื่น ๆ ลม น้ำ ก๊าซชีวภาพและขยะ ก็มี สัดส่วนที่เพิ่มขึ้นเช่นกัน โดยในปี พ.ศ. 2552 มีการใช้พลังงานทดแทนในไฟฟ้าทั้งหมด 9,955 กิโลวัตต์ชั่วโมง ในปี พ.ศ. 2561 มีการใช้พลังงานทดแทนในไฟฟ้าทั้งหมด 34,730 กิโลวัตต์ชั่วโมง เมื่อเปรียบเทียบปริมาณการใช้พบว่า เพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 248 บ่งบอกถึงการใช้พลังงานทดแทนในไฟฟ้าที่เพิ่มมากขึ้น



ก.) ปี พ.ศ. 2552

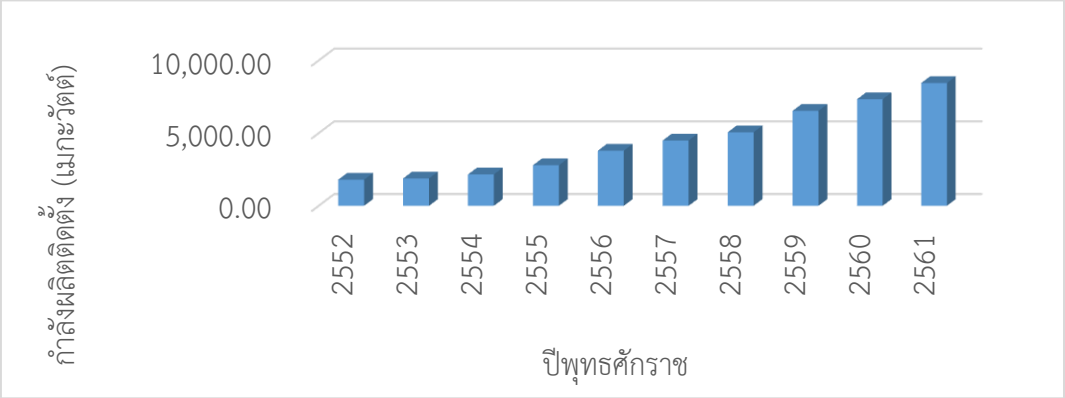


ข.) ปี พ.ศ. 2561

ภาพประกอบ 2.8 สัดส่วนการใช้พลังงานทดแทนในไฟฟ้าตามประเภทพลังงานทดแทน [2]

จากภาพประกอบ 2.8 แสดงสัดส่วนการใช้พลังงานทดแทนแยกตามประเภทพลังงานทดแทนเปรียบเทียบปี พ.ศ. 2552 กับ พ.ศ. 2561 พบว่าปริมาณการใช้พลังงานชีวมวลมีอัตราส่วนลดลงจากร้อยละ 24.90 เป็นร้อยละ 50.72 การใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 0.09 เป็นร้อยละ 13.06 ในส่วนของการใช้พลังงานลม ก๊าซชีวภาพ และขยะ ก็มีสัดส่วนที่เพิ่มขึ้นเช่นกัน จะเห็นได้ว่าการใช้พลังงานทดแทนในการผลิตพลังงานไฟฟ้าโดยรวมมีสัดส่วนที่เพิ่มขึ้น

2.2.7 กำลังการผลิตติดตั้งไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน



ภาพประกอบ 2.9 กำลังการผลิตติดตั้งไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน [4]

พลังงานทดแทนกำลังเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งในแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศ โดยในภาพประกอบ 2.9 แสดงกำลังการผลิตติดตั้งไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน เปรียบเทียบกำลังการผลิตในปี พ.ศ. 2552 กับ ปี พ.ศ. 2561 มีกำลังผลิตติดตั้งเพิ่มขึ้นจาก 1,792 เมกะวัตต์ ในปี พ.ศ. 2552 เป็น 8,449 เมกะวัตต์ในปี พ.ศ. 2561 เพิ่มขึ้น 6,657 เมกะวัตต์ คิดเป็นร้อยละ 371 จะเห็นได้ว่ากำลังการผลิตติดตั้งไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนมีสัดส่วนที่เพิ่มขึ้นในทุกปี

2.3 นโยบายและแผนการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์

2.3.1 แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก พ.ศ. 2558-2579 (Alternative Energy Development Plan: AEDP2015)

วัตถุประสงค์เพื่อให้ประเทศไทยสามารถพัฒนาพลังงานทดแทนให้เป็นพลังงานหลักของประเทศทดแทน การนำเข้าน้ำมันได้ในอนาคต เสริมสร้างความมั่นคงด้านพลังงาน สนับสนุนอุตสาหกรรมการผลิตเทคโนโลยีพลังงานทดแทนในประเทศ และเพื่อวิจัยพัฒนาส่งเสริมเทคโนโลยีพลังงานทดแทนสัญชาติไทยให้สามารถแข่งขันในตลาดสากล โดยค่าเป้าหมายตามแผนพัฒนาพลังงานทดแทน ในปี พ.ศ. 2579 กำหนดเป้าหมายในการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ในปี พ.ศ. 2579 อยู่ที่ 6,000 เมกะวัตต์ สูงเป็นอันดับ 1 เมื่อเปรียบเทียบกับแหล่งพลังงานอื่น ๆ ดังแสดงในตารางที่ 2.2 จากรายงานสถานภาพการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทย พ.ศ. 2559-2560 ของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน พบว่า กำลังการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานงานแสงอาทิตย์อยู่ที่ 2,697.26 เมกะวัตต์ โดยประเทศไทยมีการผลิตไฟฟ้าจาก

พลังงานแสงอาทิตย์มากที่สุดในปี พ.ศ. 2559 เป็นการติดตั้งรายปี 1,026 เมกะวัตต์ และกำลังผลิตติดตั้งสะสม 2,446 เมกะวัตต์ ซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากช่วงปีที่ผ่านมา แต่อย่างไรก็ตามจากรายงานพบกำลังการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์มีการชะลอตัวลงในปี พ.ศ. 2560 เนื่องจากเป็นช่วงปีที่มีการปรับปรุงโครงข่ายระบบส่งและระบบจำหน่ายไฟฟ้า

ตามแผน AEDP2015 ได้มีการกำหนดยุทธศาสตร์ส่งเสริมการพัฒนาพลังงานทดแทน 6 ประเด็น ประกอบด้วย

(1) การส่งเสริมให้ชุมชนมีส่วนร่วมในการผลิตและการใช้พลังงานทดแทนอย่างกว้างขวาง

(2) การปรับมาตรการจูงใจสำหรับการลงทุนจากภาคเอกชนให้เหมาะสมกับสถานการณ์

(3) การแก้ไขกฎหมาย และกฎระเบียบที่ยังไม่เอื้อต่อการพัฒนาพลังงานทดแทน

(4) การปรับปรุงระบบโครงสร้างพื้นฐาน เช่น ระบบสายส่ง สายจำหน่ายไฟฟ้ารวมทั้งการพัฒนาสู่ระบบ Smart Grid

(5) การประชาสัมพันธ์ และสร้างความรู้ความเข้าใจต่อประชาชน

(6) การส่งเสริมให้งานวิจัยเป็นเครื่องมือในการพัฒนาอุตสาหกรรมพลังงานทดแทนแบบครบวงจร

ตาราง 2.3 ค่าเป้าหมายตามแผนพัฒนาพลังงานทดแทน ในปี พ.ศ. 2579

ประเภทพลังงาน	**เป้าหมาย ปี 2579**	
ไฟฟ้า	**พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ**	**5,588.24**
	เมกะวัตต์	**19,684.40**
1. พลังงานแสงอาทิตย์	เมกะวัตต์	6000.00
2. ชีวมวล	เมกะวัตต์	5,570.00
3. พลังงานลม	เมกะวัตต์	3002.00
4. พลังงานน้ำขนาดใหญ่	เมกะวัตต์	2,906.00
5. ก๊าซชีวมวล (พืชพลังงาน)	เมกะวัตต์	680.00
6. ก๊าซชีวภาพ (น้ำเสีย/ของเสีย)	เมกะวัตต์	600.00
7. ขยะชุมชน	เมกะวัตต์	500.00
8. พลังน้ำขนาดเล็ก	เมกะวัตต์	376.00
9. ขยะอุตสาหกรรม	เมกะวัตต์	50.00

ความร้อน	พันตันเทียบเท่ากับน้ำมันดิบ	25,088.00
1. ชีวมวล	พันตันเทียบเท่ากับน้ำมันดิบ	22,100.00
2. ก๊าซชีวภาพ	พันตันเทียบเท่ากับน้ำมันดิบ	1,283.00
3. พลังงานแสงอาทิตย์	พันตันเทียบเท่ากับน้ำมันดิบ	1,200.00
4. พลังงานขยะ	พันตันเทียบเท่ากับน้ำมันดิบ	495.00
5. พลังงานความร้อนทางเลือกอื่น	พันตันเทียบเท่ากับน้ำมันดิบ	10.00

ที่มา: แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก พ.ศ. 2558 – 2579 (Alternative Energy Development Plan: AEDP2015) กระทรวงพลังงาน, 2563

2.3.2 โครงการส่งเสริมการลงทุนในอุตสาหกรรมพลังงานแสงอาทิตย์ (Thailand Board of Investment: BOI)

เป็นนโยบายส่งเสริมการลงทุนตามประกาศคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน ที่ 2/2557 สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (BOI) ได้ส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ทั้งในส่วนอุตสาหกรรมการผลิตเซลล์ ผลิตวัตถุดิบแผงเซลล์ และการติดตั้งระบบโดยที่นโยบายและหลักเกณฑ์การส่งเสริมการลงทุนกำหนดประเมินกิจการให้การส่งเสริม ดังนี้

(1) การผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ และวัตถุดิบสำหรับการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์

(2) การประกอบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar module) และโครงการผลิตอุปกรณ์ที่ใช้ร่วมกับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ เช่น แบตเตอรี่ และอินเวอร์เตอร์

(3) การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์

2.3.3 โครงการเงินหมุนเวียนเพื่อการอนุรักษ์พลังงานและพลังงานทดแทน

โครงการนี้ได้มีดำเนินการมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2546 จนถึงปัจจุบัน เนื่องจากสถาบันการเงินในประเทศไม่มั่นใจในการให้สินเชื่อทางด้านพลังงาน ทั้งที่โครงการอนุรักษ์พลังงานและพลังงานทดแทนจะก่อให้เกิดผลดีต่อประเทศทั้งทางตรงและทางอ้อม อาทิเช่น การประหยัดค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน การลดการนำเข้าเชื้อเพลิง การลดภาวะเรือนกระจก เป็นต้น ดังนั้นกระทรวงพลังงานโดยกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน จึงได้รับการจัดสรรจากเงินกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน มาเป็นทุนหมุนเวียนในการปล่อยผ่านสถาบันการเงินที่เข้าร่วมโครงการ ไปยังผู้ประกอบการที่ประสงค์จะลงทุนทางด้านการอนุรักษ์พลังงานหรือพลังงานทดแทน ในอัตราดอกเบี้ยไม่เกินร้อยละ 4 โดยสถาบันการเงินจะต้องนำเงินต้นที่ได้รับคืนแก่กองทุนฯ ตามระยะเวลาที่กำหนด

ไม่เกิน 7 ปี โดยมีรอบระยะเวลาในการปล่อยสินเชื่อแต่ละระยะไม่เกิน 3 ปี (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2563)

2.3.4 การปรับมาตรฐานอุตสาหกรรม ข้อกำหนดและระเบียบของการไฟฟ้า

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) เป็นหน่วยงานที่มีหน้าที่กำกับหรือประกาศใช้มาตรฐานสำหรับผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมในประเทศไทย ซึ่งระบบการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้แก่ แผงเซลล์แสงอาทิตย์ อินเวอร์เตอร์ และแบตเตอรี่ ต้องได้รับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) ดังแสดงในตารางที่ 2.3

ตาราง 2.4 มาตรฐานผลิตภัณฑ์แผงเซลล์แสงอาทิตย์ อินเวอร์เตอร์ และระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ใช้งาน พ.ศ. 2559-2560

ประเภท	มาตรฐาน	มาตรฐานที่สอดคล้อง
แผงเซลล์แสงอาทิตย์	มอก. 1834.2553	IEC 61215:2005
	มอก. 2210:2556	IEC 61646:2008
	มอก. 2580-1:2555	IEC 61730-1:2004-10 และ
		IEC 61730-1 am.1:2011
	มอก. 2580-2:2555	IEC 61730-2:2004-10 และ
		IEC 61730-2 am.1:2011
อินเวอร์เตอร์แบบเชื่อมต่อระบบจำหน่าย	มอก.2603 เล่ม 1-2556	IEC 62109-1 Ed.1 (2010-04)
	มอก. 2603 เล่ม 2-2556	IEC 62109-2 Ed.1 (2011-06)
	มอก. 2606:2557	IEC 61727 Ed.2 (2004-12)
	มอก. 2607:2557	IEC 62116 Ed.1 (2008-09)
ระบบการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์	มอก. 2572:2555	IEC 60364-7-712

ที่มา: สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.)

2.3.5 โครงการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้า

คณะกรรมการปฏิรูปแห่งชาติ (สปช.) ได้มีการนำเสนอให้มีการส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทยปี พ.ศ. 2557 ต่อมาคณะกรรมการส่งเสริมนวัตกรรมแห่งชาติ ได้มีมติให้ยกระดับโครงการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าเป็นโครงการระดับชาติตั้งแต่ปี พ.ศ. 2558 เป็นต้นมา

นอกจากนี้ปฏิบัติการอนุรักษ์พลังงาน 20 ปี (พ.ศ. 2554-2573) ได้กำหนดยุทธศาสตร์การผลักดันการใช้ยานยนต์ไฟฟ้า โดยมีเป้าหมายในการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าให้มีปริมาณ 1.2 ล้านคัน ในปี พ.ศ. 2573 ดังแสดงในตารางที่ 2.5

ตาราง 2.5 แผนงานการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าระยะเวลา 20 ปี

ช่วงระยะของแผน	กิจกรรม
ระยะที่ 1 พ.ศ. 2559-2560	● เตรียมความพร้อมด้านกฎหมายการขออนุญาต ● การสนับสนุนการวิจัยเรื่อง แบตเตอรี่ สำหรับยานยนต์ไฟฟ้า ● นำร่องกลุ่มรถโดยสารไฟฟ้าสาธารณะขององค์กรขนส่งมวลชนกรุงเทพ (ขสมก.) ● การนำเข้ารถยนต์ไฟฟ้าได้รับการยกเว้นภาษีอากรนำเข้า ● เตรียมความพร้อมด้านสถานีอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้าในอนาคต ● ร่างประกาศเรื่องกำหนดกำลังของมอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้ขับเคลื่อนตามกฎหมายว่าด้วยยานยนต์ ● ร่างแนวทางการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าขนาดเล็กอย่างปลอดภัย
ระยะที่ 2 พ.ศ. 2561-2563	● เข้าสู่ระยะที่ 2 วิจัยอย่างเข้มข้นและต่อเนื่อง เรื่อง สมรรถนะแบตเตอรี่ มอเตอร์ ● เพิ่มจำนวนยานยนต์ไฟฟ้า ● กำหนดรูปแบบค่าการบริการ/มาตรฐาน และเพิ่มจุดบริการสถานีอัดประจุให้เพียงพอ ● มาตรการจูงใจให้ภาคเอกชนลงทุน
ระยะที่ 3 พ.ศ. 2564-2578	● ขยายผลการศึกษาส่งเสริมไปยังยานยนต์ไฟฟ้าส่วนบุคคล ● พัฒนาระบบบริหารความต้องการใช้ไฟฟ้าของประเทศ
ระยะที่ 4 พ.ศ. 2579 เป็นต้นไป	● คาดหวังว่ายานยนต์ไฟฟ้าจะเข้ามาทดแทนรถยนต์น้ำมันอย่างเต็มรูปแบบ

ที่มา: กฟผ. กฟภ.กฟน. และสมาคมยานยนต์ไฟฟ้าไทย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการศึกษาและประเมินผลกระทบของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีต่อความมั่นคงทางพลังงานและศักยภาพการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จำเป็นต้องมีการพัฒนากรอบการศึกษาและวิจัย โดยจากกรอบการศึกษาและวิจัย (ดังแสดงในภาพประกอบ 1.1) จะมีการนำเสนอวิธีการดำเนินการวิจัยเพื่อให้บรรลุแต่ละวัตถุประสงค์ย่อยของงานวิจัย ซึ่งในบทที่ 2 ได้ทำการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ศึกษาสถานการณ์ไฟฟ้าในประเทศไทย และแผนพัฒนากำลังการผลิตไฟฟ้าและแผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก ดังนั้นในบทที่ 3 จึงเป็นการนำเสนอวิธีการดำเนินการวิจัยในขั้นต่อไป โดยได้นำเสนอวิธีการพัฒนาสถานการณ์ไฟฟ้าจำลอง (Electricity scenario development) ในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อใช้ในการประเมินผลกระทบซึ่งอยู่ในหัวข้อที่ 3.1 ในหัวข้อที่ 3.2 เป็นการนำเสนอดัชนีเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ผลกระทบในด้านต่าง ๆ ในส่วนของข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยอยู่ในหัวข้อที่ 3.3 และเครื่องมือที่นำมาใช้ในการประเมินผลกระทบของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์นำเสนออยู่ในหัวข้อที่ 3.4

3.1 การพัฒนาสถานการณ์ไฟฟ้าจำลอง (Electricity scenario development)

เพื่อทำการวิเคราะห์ผลกระทบของการเพิ่มขึ้นของปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตจากพลังงานแสงอาทิตย์ ที่มีต่อความมั่นคงทางพลังงานและศักยภาพการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ งานวิจัยนี้จำเป็นต้องทำการพัฒนาสถานการณ์จำลอง (Scenarios) ซึ่งในงานวิจัยนี้จะทำพัฒนาสถานการณ์จำลอง แบ่งเป็นสถานการณ์อ้างอิง (Reference scenario) และสถานการณ์ทางเลือกต่าง ๆ (Alternative scenarios) โดยสถานการณ์อ้างอิงจะดำเนินการผลิตไฟฟ้าตามสัดส่วนการใช้เชื้อเพลิงในปัจจุบัน ซึ่งกำลังการผลิตติดตั้งไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ยังต่ำกว่าศักยภาพที่มีอยู่ในประเทศ โดยกำลังการผลิตติดตั้งของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ในปี พ.ศ.2561 อยู่ที่ 2,849 เมกะวัตต์เท่านั้นและมีสัดส่วนปริมาณการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์อยู่เพียง 2.6% ของปริมาณการผลิตไฟฟ้าทั้งหมด [2] ในขณะที่สถานการณ์ไฟฟ้าทางเลือกจะมุ่งเน้นการเพิ่มการผลิตไฟฟ้าจากระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์เพิ่มขึ้นจนถึงเป้าหมายตามแผนพัฒนากำลังการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย พ.ศ. 2561 – พ.ศ. 2580 (PDP2018) กำหนดไว้คือ กำลังการผลิตติดตั้งของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์เพิ่มสูงขึ้นจนถึง 15,574 เมกะวัตต์ ในปีพ.ศ. 2580

ดังนั้นระยะเวลาของการพัฒนาสถานการณ์จำลองต่าง ๆ เพื่อทำการประเมินและวิเคราะห์ผลกระทบจึงครอบคลุมอยู่ในระหว่างปี พ.ศ. 2561 – พ.ศ. 2580 โดยมีรายละเอียดดังตาราง 3.1

ตาราง 3.1 รายละเอียดของสถานการณ์จำลองต่าง ๆ

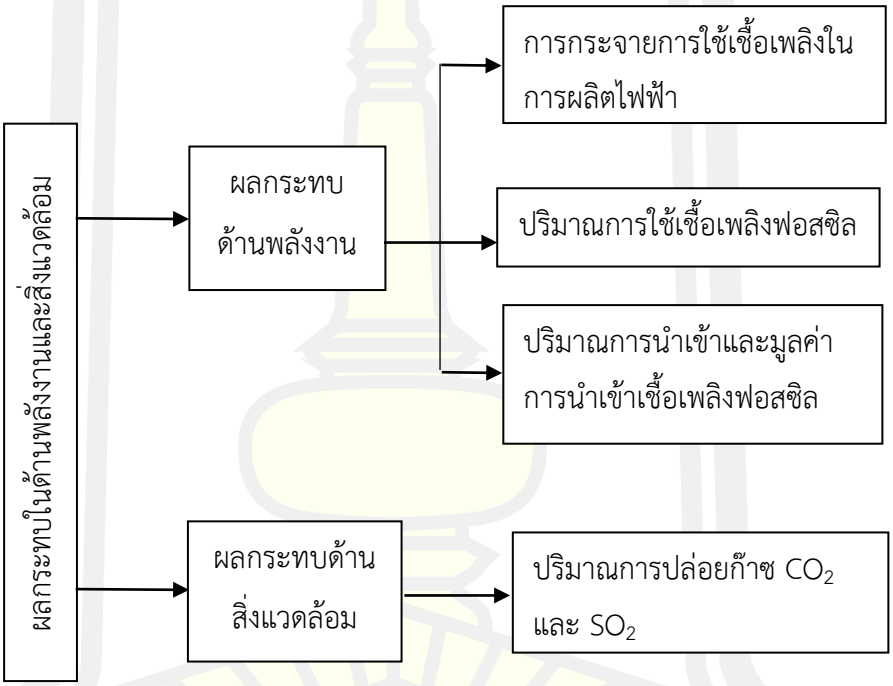
สถานการณ์จำลอง (Scenarios)	รายละเอียดที่สำคัญของแต่ละสถานการณ์จำลอง
REF	• การผลิตไฟฟ้าเป็นไปตามสัดส่วนการใช้เชื้อเพลิงในปัจจุบัน (ปี พ.ศ. 2561) โดยมีสัดส่วนของปริมาณการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน พลังน้ำ พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานทดแทนอื่นๆ และน้ำมันเตา ในปี พ.ศ.2561 อยู่ที่ 65.5% 20.2% 4.3% 2.6% 7.5% และ 0.1% ตามลำดับ • ก๊าซธรรมชาติยังเป็นเชื้อเพลิงหลักในการผลิตไฟฟ้าในประเทศตลอดระยะเวลาตั้งแต่ ปี พ.ศ.2561 – พ.ศ. 2580
Solar2015	• การส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์มีมากขึ้นตามแผนพัฒนากำลังการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย พ.ศ.2558 (PDP2015) โดยกำหนดให้กำลังการผลิตติดตั้งของพลังงานแสงอาทิตย์เพิ่มขึ้นเป็น 6,000 เมกะวัตต์ ภายใน ปี พ.ศ. 2580
Solar2018	• การส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์มีมากขึ้นตามแผนพัฒนากำลังการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย พ.ศ.2561 (PDP2018) โดยกำหนดให้กำลังการผลิตติดตั้งของพลังงานแสงอาทิตย์ เพิ่มขึ้นเป็น 15,574 เมกะวัตต์ ภายใน ปี พ.ศ. 2580

ที่มา: [2] และ [5]

3.2 ดัชนีเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ผลกระทบในด้านต่าง ๆ

เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ในการวิเคราะห์ผลกระทบของการเพิ่มขึ้นของปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีต่อความมั่นคงทางพลังงานและศักยภาพการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งจากที่กล่าวมา จะเห็นว่าการวิเคราะห์ผลกระทบจะมุ่งเน้นที่ความมั่นคงทางพลังงานและการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยในด้านความมั่นคงทางพลังงานสามารถนำดัชนีหลายๆค่ามาใช้เพื่อการประเมินผลกระทบได้ จากการทบทวนวรรณกรรมของ Vivoda (2010)

Sovacool (2011) Johansson (2013) พบว่าดัชนีชี้วัดที่แสดงสถานภาพความมั่นคงทางพลังงานสามารถแบ่งมิติ (Dimension) ได้ถึง 20 มิติ 200 ดัชนีชี้วัด เช่น มิติด้านความพร้อมใช้งานของทรัพยากร (Resource availability) มิติด้านการพึ่งพาพลังงาน (Energy dependency) มิติด้านความหลายหลายของการใช้เชื้อเพลิง (Diversification) และมิติด้านสิ่งแวดล้อม (Environment) งานวิจัยนี้จึงทำการประเมินผลกระทบในด้านความมั่นคงทางพลังงานและสิ่งแวดล้อม ผ่านทาง 5 ดัชนีชี้วัด (Attributes) คือ ดัชนีชี้วัดการกระจายการใช้เชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า ดัชนีชี้วัดปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล ดัชนีชี้วัดปริมาณการนำเข้าและมูลค่าการนำเข้าเชื้อเพลิงฟอสซิล และ ดัชนีชี้วัดปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ดังแสดงในภาพประกอบ 3.2



ภาพประกอบ 3.1 ดัชนีเพื่อใช้ในการประเมินผลกระทบในด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม

3.3 ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัย

ในการดำเนินการวิจัยจำเป็นต้องใช้ข้อมูลที่หลากหลาย เช่นปริมาณการใช้ไฟฟ้าสำหรับภาคเศรษฐกิจต่าง ๆ การผลิตไฟฟ้าตามชนิดเชื้อเพลิง กำลังการผลิตติดตั้งตามชนิดชนิดเทคโนโลยี ความสูญเสียกำลังไฟฟ้า ประสิทธิภาพของแต่ละเทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้า เส้นโค้งช่วงเวลาโหลด (Load duration curve) และอัตราการเจริญเติบโตของความต้องการใช้ไฟฟ้าในอนาคต โดยข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าสำหรับภาคเศรษฐกิจต่าง ๆ การผลิตไฟฟ้าตามชนิดเชื้อเพลิง กำลังการผลิตติดตั้งตาม

ชนิดชนิดเทคโนโลยี ความสูญเสียกำลังไฟฟ้า สามารถดูได้จากรายงานดุลยภาพพลังงานของประเทศไทย และรายงานสถานการณ์พลังงานทดแทนของประเทศไทย รวบรวมจากกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน [2] และ [5] ในขณะที่ข้อมูลอัตราการเจริญเติบโตของความต้องการใช้ไฟฟ้าในอนาคต ได้จากแผนพัฒนากำลังการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย พ.ศ.2561 (PDP2018) พัฒนาโดยสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.) กระทรวงพลังงาน [4] ในส่วนของข้อมูลสัดส่วนกำลังการผลิตติดตั้งตามชนิดเทคโนโลยี เช่น โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม โรงไฟฟ้ากังหันไอน้ำ โรงไฟฟ้ากังหันก๊าซ โรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ และโรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนอื่น ๆ เป็นต้น รวบรวมได้จาก PDP2018 [4] ในขณะที่ข้อมูลเกี่ยวกับประสิทธิภาพของเทคโนโลยีโรงไฟฟ้าสามารถนำมาจากแหล่งข้อมูลภายนอก เช่น ทบวงการพลังงานระหว่างประเทศ (International Energy Agency: IEA) และข้อมูลเส้นโค้งช่วงเวลาโหลดสำหรับประเทศไทย ได้จากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยและบทความวิจัยในวารสารวิชาการ

3.4 เครื่องมือที่นำมาใช้ในการศึกษาวิจัย

เนื่องจากการประเมินผลกระทบของการเพิ่มขึ้นของปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีต่อความมั่นคงทางพลังงานและศักยภาพการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์นั้น จำเป็นต้องนำโปรแกรมมาใช้เพื่อคำนวณหาผลลัพธ์ที่สามารถนำมาวิเคราะห์สถานการณ์ไฟฟ้าในอนาคตได้ โดยจากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง (ดังแสดงในตาราง 3.2) พบว่าโปรแกรมที่นิยมนำมาใช้ในการวิเคราะห์สถานการณ์พลังงานมีหลายโปรแกรมด้วยกัน เช่น โปรแกรม MESSAGE โปรแกรม MARKAL โปรแกรม MAED และโปรแกรม LEAP เป็นต้น โดยข้อมูลอย่างย่อของแต่ละโปรแกรมที่ได้กล่าวมาข้างต้นมีรายละเอียดดังนี้

3.4.1 โปรแกรม MESSAGE

โปรแกรม MEESAGE ได้พัฒนาขึ้นโดย IIASA (International Institute for applied System Analysis) ประเทศออสเตรีย ในปี ค.ศ.1980 เป็นระบบแบบจำลองที่มีประสิทธิภาพทางวิศวกรรม ใช้วางแผนด้านพลังงานระยะกลางถึงระยะยาว มีเวลาและขั้นตอนในการจำลอง 5 ปี 10 ปี จำลองได้สูงสุด 120 ปี โดยมีเทคโนโลยีที่สามารถจำลองได้เช่น โรงไฟฟ้าพลังความร้อน พลังงานหมุนเวียน การจัดเก็บและเปลี่ยนแปลงพลังงาน และการขนส่ง รวมทั้งการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์

(IIASA, 1995) และในปี ค.ศ.2019 ได้มีการนำโปรแกรม MESSAGE มาพัฒนาต่อโดยใช้ชื่อเป็น $MESSAGE_{ix}$ ซึ่งโปรแกรมนี้ได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อรองรับการเข้าถึงได้ผ่านทางผู้ใช้บนเว็บและการเขียนโปรแกรมประยุกต์ด้วยภาษาการเขียนโปรแกรม Python [25]

3.4.2 โปรแกรม MARKAL

แบบจำลอง MARKAL เป็นอีกหนึ่งแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นการเขียนโปรแกรมเชิงเส้นแบบไดนามิก เพื่อทำการวิเคราะห์และวางแผนด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม ซึ่งถูกพัฒนาโดย The Energy Technology Systems Analysis Program (ETSAP) ภายใต้หน่วยงานทบวงการพลังงานระหว่างประเทศ (International Energy Agency: IEA) ในช่วงปลายปี ค.ศ. 1970 แบบจำลอง MARKAL เป็นแบบจำลองทั้งด้านพลังงาน เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม ซึ่งสนับสนุนรูปแบบรายละเอียดเทคโนโลยีที่สมบูรณ์ ในด้านการใช้งาน ผู้ใช้จะต้องมีลิขสิทธิ์ โดยลิขสิทธิ์มีมูลค่าถึง 3,000-5,000 ดอลลาร์สหรัฐ (US$) สำหรับการอนุญาตเพื่อการศึกษาและวิจัย (Fishbone and Abilock, 1981) จากนั้นในปี ค.ศ. 2004 แบบจำลอง MARKAL ได้มีการพัฒนาเพิ่มเติมโดยใช้ชื่อเป็นแบบจำลอง TIMES เพื่อทำการปรับปรุงข้อจำกัดบางประการของแบบจำลอง MARKAL

3.4.3 โปรแกรม MAED

โปรแกรม MAED ถูกพัฒนาขึ้นโดย B. Chateau และ B. Lapillonne ของสถาบันด้านเศรษฐกิจและที่ถูกกฎหมายของ I'Energie (IEJE) ทางมหาวิทยาลัย Grenoble ในฝรั่งเศสและถูกนำมาพัฒนาต่อโดย IAEA (International Atomic Energy Agency) ในปี ค.ศ.2006 ถูกออกแบบมาเพื่อช่วยนักวิเคราะห์พลังงานและช่วยตัดสินใจในการวิเคราะห์พลังงานสำหรับการก่อสร้างระบบพลังงานที่ยั่งยืนในอนาคต เป็นแบบจำลองที่ใช้ได้ดีในการวิเคราะห์ระยะกลางและระยะยาวในระดับประเทศ หรือภูมิภาค ขึ้นอยู่กับสถานการณ์จำลอง สะท้อนถึงการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างในความต้องการพลังงาน โดยการวิเคราะห์รายละเอียดปัจจัยทางสังคม เศรษฐกิจ และเทคโนโลยี

3.4.4 โปรแกรม Low Emissions Analysis Platform (LEAP)

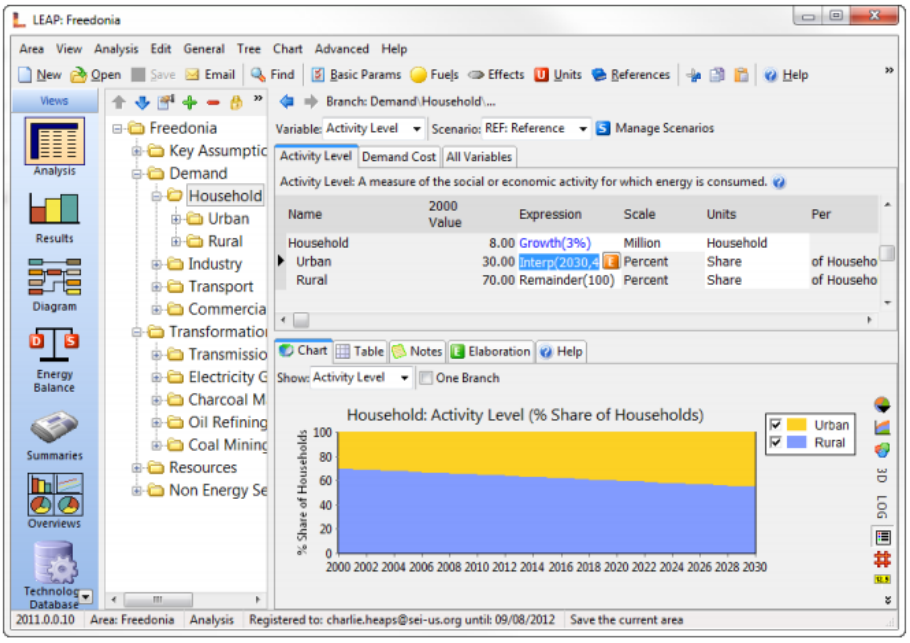
แบบจำลอง LEAP ได้ถูกพัฒนาขึ้นในปี ค.ศ. 1980 โดย U.S. Center of the Stockholm Environment Institute ซึ่งเป็นหน่วยงานวิจัยที่ไม่หวังผลกำไร แบบจำลอง LEAP เป็นเครื่องมือที่ใช้กันอย่างแพร่หลายสำหรับการวิเคราะห์นโยบายพลังงานและการประเมินผลการลดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดย โปรแกรม LEAP ได้รับการรับรองจากองค์กรหลายพันแห่งในกว่า 190 ประเทศทั่วโลก ผู้ใช้ประกอบด้วยหน่วยงานราชการ นักวิชาการ องค์กรพัฒนา เอกชน บริษัทที่ปรึกษาและ

สาธารณูปโภคด้านพลังงาน ซึ่งถูกใช้ในการวิเคราะห์ด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมตั้งแต่ระดับเมืองไปจนถึงการใช้งานระดับชาติ ระดับภูมิภาคและระดับโลก LEAP สามารถสร้างแบบจำลองโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลทางด้านเศรษฐศาสตร์ จุดเด่นของ LEAP คือสามารถรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับด้านพลังงาน ตั้งแต่ความต้องการใช้ การเปลี่ยนรูปของพลังงานภายใต้สมมติฐานต่าง ๆ มาใช้ในการจำลองภาพเหตุการณ์ที่หลากหลายและไม่ขึ้นกับปัจจัยอื่น ๆ และอีกหนึ่งจุดเด่นของโปรแกรม LEAP คือเป็นโปรแกรมที่ไม่มีค่าใช้จ่ายเรื่องลิขสิทธิ์ เมื่อใช้สำหรับการศึกษาวิจัยในสถาบันการศึกษา องค์กรไม่แสวงหากำไร หน่วยงานภาครัฐ ในประเทศกำลังพัฒนา เช่น ประเทศไทย เป็นต้น (SEI, 2018)

จากที่กล่าวมาข้างต้น จะพบว่าโปรแกรมทั้ง 4 โปรแกรม สามารถนำมาใช้ประยุกต์เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ในด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม อย่างไรก็ตาม บางโปรแกรม เช่น MARKAL มีข้อจำกัดเรื่องค่าใช้จ่ายลิขสิทธิ์ ซึ่งไม่เหมาะกับการศึกษาวิจัยในสถาบันการศึกษา ในขณะที่ โปรแกรม MESSAGE ก็พบความซับซ้อนในการใช้งานค่อนข้างมาก ดังนั้น ผู้ดำเนินการวิจัยจึงเลือกโปรแกรม LEAP มาใช้ในงานวิจัยเพื่อวิเคราะห์สถานการณ์ด้านการผลิตไฟฟ้า รวมถึงนำไปสู่การประเมินผลกระทบของการส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนโดยเฉพาะจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ในปัจจุบันได้รับการส่งเสริมจากหน่วยงานภาครัฐเป็นอย่างมาก

3.5 แบบจำลองทางพลังงาน Low Emissions Analysis Platform (LEAP)

LEAP มีโครงสร้างเป็นชุด “มุมมอง” เจ็ดมุมมองคือ 1. มุมมอง Analysis 2. มุมมอง Results 3. มุมมอง Energy Balance 4. มุมมอง Summaries 5. มุมมอง Overviews 6. มุมมอง Technology Database และ 7. มุมมอง Notes โดยแต่ละมุมมองมีลักษณะการใช้งานในระบบพลังงานที่แตกต่างกัน มุมมองเหล่านี้จะปรากฏเป็นไอคอนกราฟฟิกที่แถบมุมมองซึ่งอยู่ทางด้านซ้ายของหน้าจอโปรแกรม คลิก ที่ไอคอนในแถบมุมมองเพื่อเลือกลักษณะการใช้งานได้ตามต้องการ (SEI,. 2019) ดังภาพประกอบ 3.2



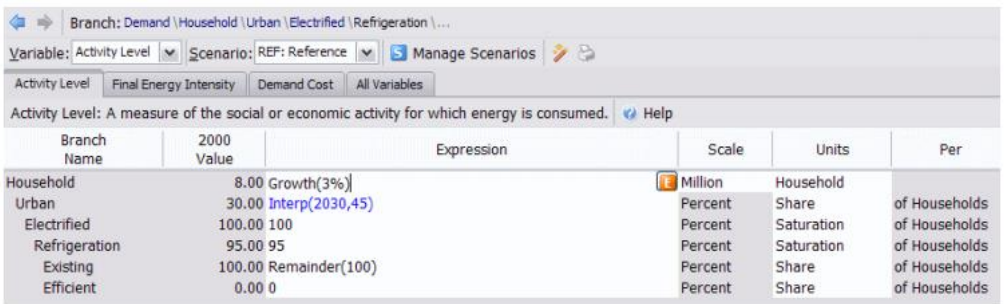
ภาพประกอบ 3.2 ลักษณะโปรแกรม Low Emissions Analysis Platform (LEAP) กรณีของ Freedonia

3.5.1 มุมมองการวิเคราะห์ มีขั้นตอนดังนี้

- **สร้างโครงสร้างข้อมูลสำหรับพื้นที่วิดราะห้อมูล** ทำได้โดยการแก้ไข Tree ที่แสดงบนไฟล์

  ด้านซ้ายของมุมมองซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ประเภทหลักของข้อมูล ได้แก่ สมมติฐานหลัก ความต้องการ การเปลี่ยนแปลง และทรัพยากร

- **สร้างและจัดการสถานการณ์ทางเลือก** โดยใช้หน้าจอจัดการสถานการณ์
- **ป้อนข้อมูลสมมติฐานและการสร้างแบบจำลองความสัมพันธ์สำหรับแต่ละสถานการณ์** โดยป้อนข้อมูลลงในตารางทางด้านขวามือของหน้าจอ



Branch: Demand \ Household \ Urban \ Electrified \ Refrigeration \...
Variable: Activity Level | Scenario: REF: Reference | Manage Scenarios
Activity Level | Final Energy Intensity | Demand Cost | All Variables
Activity Level: A measure of the social or economic activity for which energy is consumed. Help

Branch Name	2000 Value	Expression	Scale	Units	Per
Household	8.00	Growth(3%)	Million	Household	
Urban	30.00	Interp(2030,45)	Percent	Share	of Households
Electrified	100.00	100	Percent	Saturation	of Households
Refrigeration	95.00	95	Percent	Saturation	of Households
Existing	100.00	Remainder(100)	Percent	Share	of Households
Efficient	0.00	0	Percent	Share	of Households

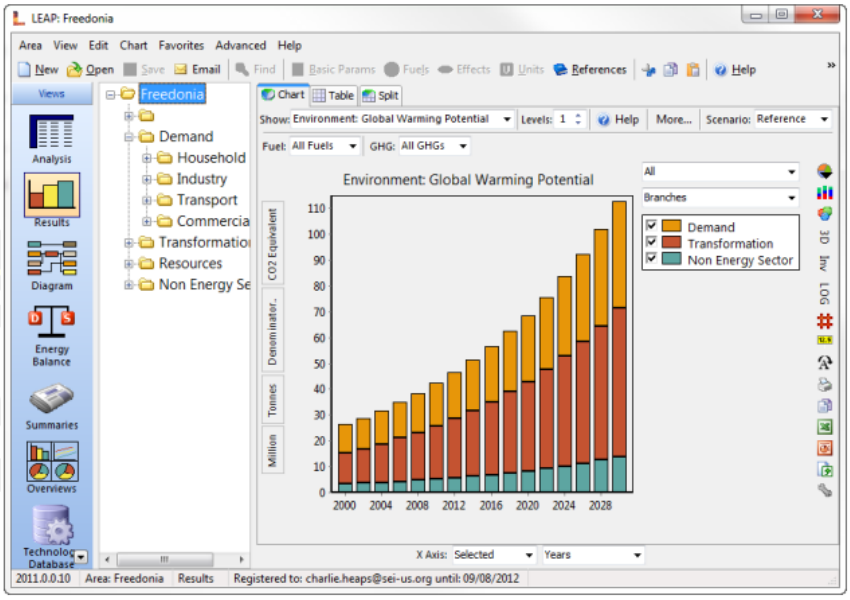
ภาพประกอบ 3.3 ตารางการป้อนข้อมูล

3.5.2 การป้อนข้อมูลในตาราง

ข้อมูลที่ถูกป้อนในตารางเป็นข้อมูลล่าสุด (ปีฐาน) ค่าของตัวแปรและค่าในอนาคตของแต่ละตัวแปรสำหรับกำหนดสถานการณ์ (รายภูมิภาคในแบบจำลองหลายภูมิภาค) ขึ้นอยู่กับ Tree branches ที่คลิกทางด้านซ้ายของหน้าจอตัวแปรข้อมูลที่แตกต่างกันจะใช้งานสำหรับการแก้ไขทางด้านขวา ตัวอย่างเช่นเมื่อแก้ไขภาคความต้องการ (demand) จะเห็นแท็บที่ให้การเข้าถึง Activity Levels และDemand Costs" ในขณะที่ระดับต่ำสุดของ Tree จะเห็นแท็บ Energy Intensity และ Environmental Loadings ด้วย

ตัวแปรเหล่านี้ถูกนำเสนอในสองวิธีที่แตกต่างกัน ดังนี้

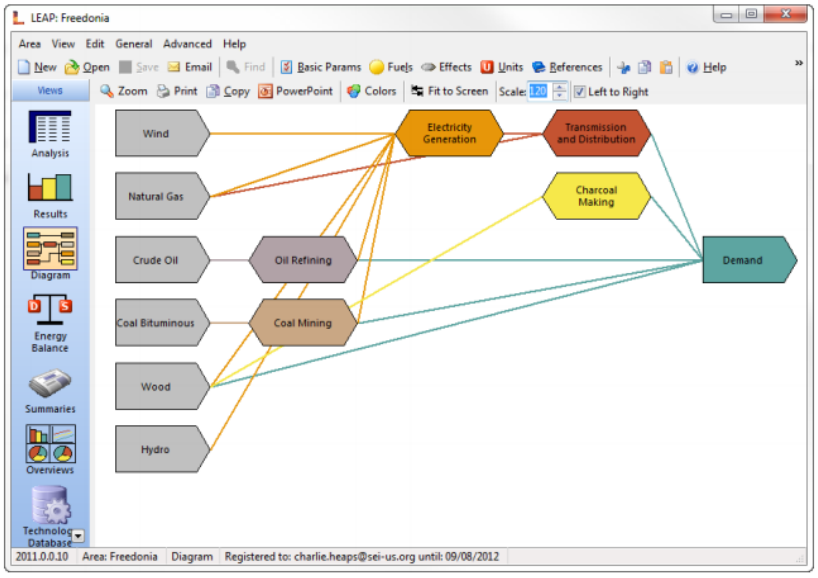
1) แสดงอยู่ในกล่องการเลือกตัวแปร ตัวแปรถูกจัดกลุ่มตามหมวดหมู่ (เช่นพื้นฐาน ความจุ การจัดส่ง ต้นทุน การกำหนดผู้ใช้ ฯลฯ)
2) แสดงเป็นแท็บเหนือตารางป้อนข้อมูล เลือกตัวแปรโดยคลิกที่แท็บ โดยสามารถจัดระเบียบหน้าจอได้โดยเลือกที่จะซ่อนมุมมองแบบแท็บของตัวแปรโดยคลิกขวาที่แท็บและยกเลิกการเลือก "ตัวแปรเป็นแท็บ" สามารถคืนสถานะแท็บเมื่อใดก็ได้โดยคลิกขวาที่ตารางป้อนข้อมูลและเปลี่ยนกลับการตั้งค่านี้



ภาพประกอบ 3.4 มุมมองผลลัพธ์

3.5.3 หน้าจอแสดงผลลัพธ์

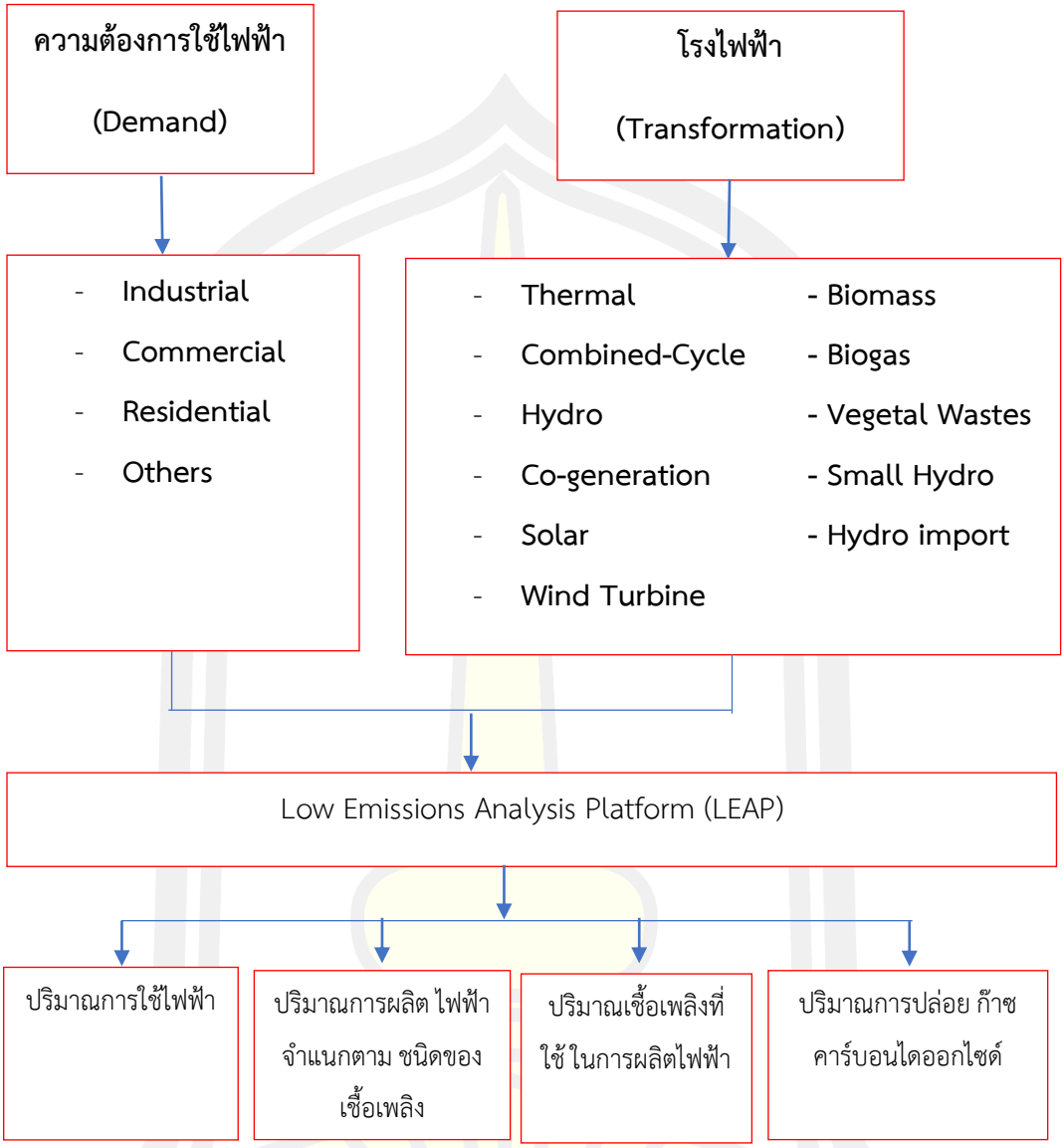
หน้าจอแสดงผลลัพธ์เป็นเครื่องมือการรายงานวัตถุประสงค์ทั่วไปสำหรับการตรวจสอบผลลัพธ์ของการคำนวณสถานการณ์ในรูปแบบแผนภูมิตาราง และแผนที่ และนอกจากเป็นหน้ารายงานหลักของ LEAP แล้วหน้าจอแสดงผลลัพธ์นี้ยังช่วยให้แน่ใจว่าข้อมูล สมมติฐาน และแบบจำลองถูกต้องและสอดคล้องกัน



ภาพประกอบ 3.5 มุมมองแผนภาพ

3.5.4 หน้าจอแสดงแผนภาพ

หน้าจอแสดงแผนภาพจะแสดงแผนภาพ ระบบพลังงานอ้างอิง (Reference Energy System : RES) ที่แสดงการไหลของพลังงานหลักเข้าพื้นที่จากการสกัดทรัพยากรผ่านการแปลงและการขนส่งเชื้อเพลิงไปจนถึงความต้องการ พลังงานขั้นสุดท้าย เมื่อคุณแก้ไขโครงสร้างข้อมูลในมุมมองการวิเคราะห์หรือในมุมมองไดอะแกรม (เช่น การเพิ่มหรือลบโมดูลกระบวนการและเชื้อเพลิง) มุมมองไดอะแกรมจะอัพเดตโดยอัตโนมัติ



ภาพประกอบ 3.6 ข้อมูลและผลที่ได้รับจากโปรแกรม Low Emissions Analysis Platform (LEAP)

3.5.5 การคำนวณการวิเคราะห์กิจกรรม

สำหรับการวิเคราะห์กิจกรรมการคำนวณจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับว่าคุณกำลังดำเนินการขั้นสุดท้ายหรือมีประโยชน์การวิเคราะห์ความต้องการพลังงาน

3.5.6 การวิเคราะห์ความต้องการพลังงานขั้นสุดท้าย

ในการวิเคราะห์ความต้องการพลังงานขั้นสุดท้ายความต้องการพลังงานจะคำนวณเป็นผลคูณของกิจกรรมทั้งหมดระดับและความเข้มของพลังงานในแต่ละเทคโนโลยีที่กำหนด คำนวณความต้องการพลังงานสำหรับปีล่าสุดที่มีรายงานและปีต่อ ๆ ไปในแต่ละสถานการณ์ ดังสมการ:

$$D_{b,s,t} = TA_{b,s,t} \times EI_{b,s,t} \quad (1)$$

D คือความต้องการพลังงาน

TA คือกิจกรรมทั้งหมด

EI คือความเข้มของพลังงาน

b คือสาขา

s คือสถานการณ์

t คือปี (ตั้งแต่ปีฐานจนถึงปีสิ้นสุด)

โดยสถานการณ์ทั้งหมดมีวิวัฒนาการมาจากข้อมูลล่าสุดเดียวกันดังนั้นเมื่อ t = 0 สมการข้างต้นสามารถเขียนเป็น :

$$D_{b,0} = TA_{b,0} \times EI_{b,0} \quad (2)$$

ความต้องการพลังงานที่คำนวณได้สำหรับแต่ละเทคโนโลยีจะถูกระบุโดยไม่ซ้ำกันโดยเฉพาะเชื้อเพลิง ดังนั้นในการคำนวณเทคโนโลยีทั้งหมด Low Emissions Analysis Platform (LEAP) จะคำนวณพลังงานสุดท้ายทั้งหมดด้วยความต้องการจากเชื้อเพลิงแต่ละชนิด

ระดับกิจกรรมทั้งหมดสำหรับเทคโนโลยีคือผลคูณของระดับกิจกรรมในทุกกิจกรรมจากแต่ละเทคโนโลยีสำรองไปที่ความต้องการเดิม ดังสมการ:

$$TA_{b,s,t} = A_{b',s,t} \times A_{b'',s,t} \times A_{b''',s,t} \times \ldots \quad (3)$$

ตาราง 3.2 ทบทวนวรรณกรรมที่นำวิธีการต่าง ๆ มาใช้เพื่อวิเคราะห์ด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม

Authors	Objective	Scope of Study	Methodology	Major Results
Hu *et al.* (2019)	- เพื่อวิเคราะห์การคาดการณ์การผลิตและการใช้พลังงานในอนาคต	- ในเซินเจิ้นจากปี ค.ศ. 2015 ถึง ปี ค.ศ.2030	- LEAP model	การผลิตไฟฟ้าในทุกสถานการณ์คาดว่าจะขยายตัวในปี 2573 และไฟฟ้าที่ยั่งยืน (เช่นพลังงานไฟฟ้าโซลาร์เซลล์แบบกระจายพลังงานขยะ - พลังงานพลังงานและการทำความเย็นแบบรวม, เครื่องทำความร้อนและพลังงาน) จะมีบทบาทสำคัญในการอัพเกรดโครงสร้างพลังงานและจุดสูงสุด สถานการณ์
Emodi *et al.* (2017)	- ประยุกต์การวิเคราะห์สถานการณ์จำลองเพื่อประมาณค่าความต้องการใช้พลังงานในอนาคต การจัดหาพลังงาน รวมถึงการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไนจีเรีย	- ไนจีเรีย ในระหว่างช่วงเวลา ปี ค.ศ. 2010 – ปี ค.ศ. 2040	- LEAP model	ผลการวิจัยพบว่าความต้องการใช้พลังงานภายใต้สถานการณ์อ้างอิงจะสูงถึง 3,075 PJ และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจะเพิ่มขึ้นถึง 201.2 ล้านตัน ภายในปี 2040 ในขณะที่ในสถานการณีการส่งเสริมพลังงานทดแทนจะส่งผลให้ความต้องการใช้พลังงานอยู่ที่ 2,249 PJ และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจะเพิ่มขึ้นเพียง 124.4 ล้านตัน ภายในปี 2040

Authors	Objective	Scope of Study	Methodology	Major Results
Cerovac *et al.* (2014)	- บทความนี้ศึกษา 8 สถานการณ์จำลอง ประกอบด้วย ข้อเสนอด้านกลยุทธ์พลังงานของโครเอเชีย 3 สถานการณ์ ข้อเสนอด้านแผนการพัฒนาระยะกลางที่บ่งบอกของผู้ดำเนินการระบบส่งสัญญาณของโครเอเชีย 1 สถานการณ์ และเสนอสถานการณ์ทางเลือกในการก่อสร้างโรงไฟฟ้าพลังน้ำ พลังลม และพลังงานแสงอาทิตย์ 4 สถานการณ์	- โครเอเชีย	- แบบจำลอง Energy Plan อิงตามการประมาณการความต้องการพลังงานระยะยาวในแบบจำลอง NeD	- ระบบพลังงานที่มีส่วนแบ่งขนาดใหญ่กว่าของโรงไฟฟ้าทั่วไปและไม่ยืดหยุ่นมีความยากในการปรับการผลิตโรงไฟฟ้าเป็นพลังงานลม - ลมในระบบที่ใช้โรงไฟฟ้าดังกล่าวความเป็นไปได้ในการลงทุนในโรงเผาไหม้ขนาดใหญ่แห่งใหม่ซึ่งจะใช้เวลาส่วนใหญ่ในการทำงานกับกำลังการผลิตขั้นต่ำ
Fairuz *et al.* (2013)	- วิเคราะห์ต้นทุนและผลลัพธ์คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของการขยายตัวพลังงานสำหรับฉากพลังงาน 12 ฉาก (รวมถึงกลยุทธ์ใหม่) เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า	- คาบสมุทรมาเลเซียในช่วงเวลา 2552-2573	- ใช้ MESSAGE model	- กลยุทธ์ที่ดีที่สุดคือพลังงานจากเชื้อเพลิงต่อไปนี้: ก๊าซธรรมชาติ 49.3%, ถ่านหิน 28.4%, นิวเคลียร์ 4.06%, ไฟฟ้าพลังน้ำ2.98%, พลังงานหมุนเวียน 4.45%, และไฟฟ้าพลังน้ำนำเข้า 10.82% - ค่าใช้จ่ายขั้นต่ำในการขยายกลยุทธ์นี้ตั้งแต่ปี 2009 จนถึงปี 2030 คือ 6.090 USD - ดัชนีการปล่อย CO_2 ของกลยุทธ์นี้คือ 0.329 t / MWh - การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สะสมในช่วงเวลานี้คือ 1825.96 Mton CO_2

Authors	Objective	Scope of Study	Methodology	Major Results
Pina *et al.* (2013)	- บทความนี้นำเสนอกรอบการสร้างแบบจำลองที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการลงทุนในกำลังการผลิตใหม่ทดแทนในระยะยาวโดยคำนึงถึงพลวัตของอุปสงค์และอุปทานของไฟฟ้าทุกชั่วโมง	-โปรตุเกสในช่วงระยะเวลา 2548-2593	- ใช้ระบบบูรณาการณ์ MARKAL–EFOM (TIMES)	- การรวมพลวัตในวิธีการสร้างแบบจำลองสามารถช่วยหลีกเลี่ยงการลงทุนมากเกินไปและลดไฟฟ้าส่วนเกินจากแหล่งพลังงานหมุนเวียนที่ระบบไม่สามารถใช้งานได้ - ผลลัพธ์เหล่านี้อาจส่งผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อการออกแบบระบบไฟฟ้าหมุนเวียนและอาจนำไปสู่การกระจายของแหล่งพลังงานที่นำมาใช้
Kannan and Turton (2013)	- ศึกษาความแตกต่างระหว่างการแก้ปัญหาของทั้งสองรุ่นมากกว่าความหมายของนโยบายสวิสหรือความไม่แน่นอนที่อาจเกิดขึ้นในพารามิเตอร์และการตั้งสมมติฐาน	-ประเทศสวิสเซอร์แลนด์	- โปรแกรมแบบจำลองไฟฟ้า Swiss TIMES (The Integrated MARKAL–EFOM System)	- การวิเคราะห์พบว่าโมเดลรายชั่วโมงเสนอข้อมูลเชิงลึกที่ทรงพลังเกี่ยวกับกำหนดการผลิตไฟฟ้า - กรอบ TIMES ไม่สามารถแทนที่โมเดลการจัดส่งได้เนื่องจากคุณสมบัติบางอย่างไม่สามารถแสดงได้ อย่างไรก็ตามระยะยาวและวิธีการระบบแบบบูรณาการของ TIMES ให้คุณสมบัติที่ไม่สามารถใช้ได้ในรูปแบบการจัดส่งแบบดั้งเดิม
Do (2011)	- การวิจัยนี้ดำเนินการวิเคราะห์เชิงลึกเกี่ยวกับผลกระทบระยะยาวการเลือก	-เวียดนามในระหว่างปี พ.ศ. 2553 - ปี พ. ศ. 2593	- MARKAL model	- การพึ่งพาการนำเข้าพลังงานขั้นต้นของประเทศจะเพิ่มขึ้นเป็นประมาณ 84%

Authors	Objective	Scope of Study	Methodology	Major Results
	พลังงานทางเลือกของเวียดนามในปี พ. ศ. 2593 โดยมีจุดประสงค์เพื่อระบุเส้นทางพลังงานที่จะตอบสนองความต้องการพลังงานของประเทศอย่างยั่งยืน - โดยทำการพัฒนา 3 สถานการณ์ (Base, MOD และ ADV) ซึ่งได้รับการพัฒนาในงานวิจัยนี้เป็นตัวแทนของมาตรการนโยบายพลังงานที่เวียดนามสามารถนำมาใช้เพื่อให้บรรลุเป้าหมายทางเศรษฐกิจ พลังงาน และสิ่งแวดล้อม			และ มีการนำเข้าน้ำมัน 100% - เนื่องจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล (มากกว่า 90%) ในการใช้พลังงานทั้งหมด อาจเกิดความไม่มั่นคงของการจัดหาพลังงานและก่อให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อมอย่างรุนแรง - ความรุนแรงของผลกระทบเหล่านี้สามารถลดลงได้โดยใช้มาตรการนโยบายที่เหมาะสมดังที่แสดงในสถานการณ์ MOD และ ADV มาตรการเหล่านี้รวมถึงการประหยัดพลังงานและการส่งเสริมพลังงานทดแทนและจำกัดการผลิต CO_2 - ในสถานการณ์ MOD และ ADV ความต้องการพลังงานขั้นต้นจะลดลง (6.6 และ 9.3%) พลังงานนำเข้าลดลง (14 และ 18%) ตามลำดับเมื่อเทียบกับระดับฐานและการปล่อย CO_2 ในเกียวโตในปี 2533
Wright *et al.* (2010)	- ประเมินผลกระทบของกลยุทธ์การลงทุนที่มีต้นทุนน้อยที่สุดสำหรับการสร้างกำลัง	- Cuba	- MARKAL model	- ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงที่ประหยัดต้นทุนสำหรับคนรุ่นใหม่ในทั้ง

Authors	Objective	Scope of Study	Methodology	Major Results
	การผลิตใหม่ความต้องการการใช้จ่ายการลงทุนราคาไฟฟ้าค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิง และการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในแต่ละสถานการณ์			สถานการณ์และกรณีที่มีความอ่อนไหวมากที่สุดซึ่งบ่งชี้ว่าการเข้าถึงก๊าซธรรมชาติผ่านการผลิตภายในประเทศที่เพิ่มขึ้นและการนำเข้า LNG เป็นสิ่งสำคัญอันดับแรกสำหรับการวิเคราะห์เพิ่มเติมในบริบทคิวบา
Lucena *et al.* (2010)	- บทความนี้ใช้วิธีการวางแผนทรัพยากรแบบบูรณาการในการคำนวณมาตรการการปรับตัวที่มีต้นทุนน้อยที่สุดให้กับชุดของผลกระทบสภาพอากาศที่คาดการณ์ไว้ในภาคพลังงานของบราซิล	- บราซิล	- ใช้แบบจำลอง MAED–MESSAGE	- ผลลัพธ์ชี้ไปในทิศทางของกำลังการผลิตติดตั้งที่เพิ่มขึ้นซึ่งส่วนใหญ่เป็นก๊าซธรรมชาติ แต่ยังรวมถึงชานอ้อยอ้อย พลังงานลมและโรงไฟฟ้าถ่านหิน / นิวเคลียร์เพื่อชดเชยความน่าเชื่อถือที่ลดลงของการผลิตไฟฟ้าพลังน้ำท่ามกลางผลกระทบอื่น ๆ - ผลกระทบทางอ้อมของผลลัพธ์เหล่านี้คือการกำจัดก๊าซธรรมชาติจากภาคการบริโภคอื่น ๆ เช่นอุตสาหกรรมเพื่อใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาและประเมินผลกระทบของการส่งเสริมการใช้โซลาเซลล์ซึ่งในการดำเนินงานวิจัยในบทความนี้เป็นการประเมินสถานการณ์ผลกระทบต่อ ด้านพลังงานและด้านสิ่งแวดล้อม และผลการวิเคราะห์ข้อมูลการประเมินผลกระทบของการส่งเสริมการใช้โซล่าเซลล์ในด้าน ผลกระทบด้านพลังงานประเทศไทยแบ่งออกเป็น 3 ด้านดังหัวข้อต่อไปนี้ 4.1 นำเสนอผลกระบการกระจายการเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า 4.2 นำเสนอผลกระทบด้านปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล 4.3 นำเสนอผลกระทบด้านปริมาณการนำเข้าและมูลค่าการนำเชื้อเพลิงฟอสซิล และในสวนผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม คือ 4.4 นำเสนอปริมาณการปล่อยก๊าซ CO_2 และ SO_2

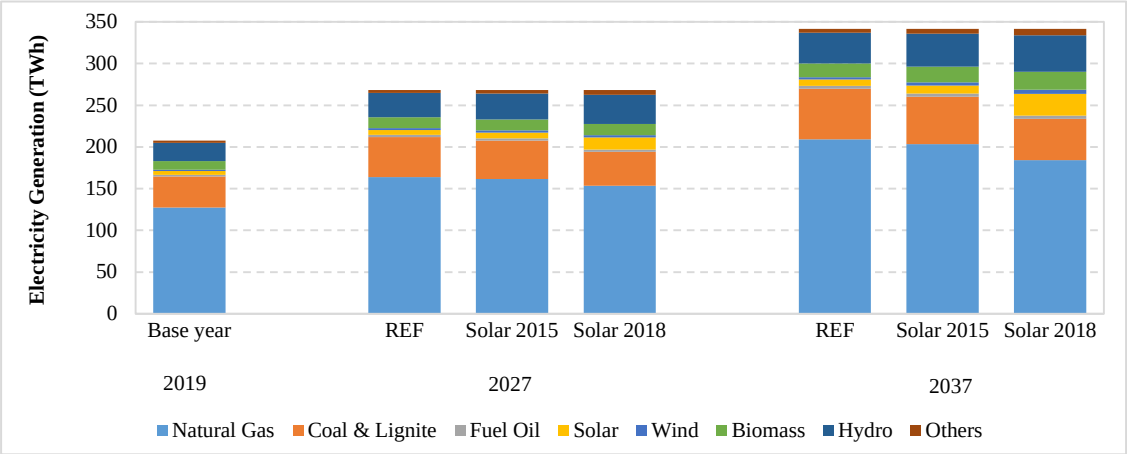
ข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการศึกษานี้ ได้แก่ ปริมาณการใช้ไฟฟ้า การผลิตไฟฟ้าตามประเภทเชื้อเพลิง ความสามารถในการติดตั้งโดยการสร้างเทคโนโลยี การสูญเสียกระแสไฟฟ้า ประสิทธิภาพของเทคโนโลยีในโรงงานไฟฟ้าต้นแบบ กราฟภาระไฟฟ้าที่ผลิตได้ และการเติบโตของความต้องการไฟฟ้า โดยข้อมูลการใช้ไฟฟ้า การผลิตไฟฟ้าตามประเภทเชื้อเพลิง ความสามารถในการติดตั้งโดยการสร้างเทคโนโลยี การสูญเสียกระแสไฟฟ้าสามารถดูได้จากรายงานสมดุลพลังงานและรายงานสถานการณ์พลังงานทางเลือก ซึ่งเผยแพร่โดยกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) [1], [19] ข้อมูลความต้องการใช้ไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นสามารถดูได้จากแผนพัฒนากำลังการผลิตไฟฟ้า (PDP2018) ที่จัดทำขึ้นโดยสำนักงานนโยบายและแผนพัฒนาพลังงาน (สนพ.) กระทรวงพลังงาน [20] ส่วนแบ่งของกำลังการผลิตติดตั้งของโรงงานแต่ละประเภท (ได้แก่ กังหันไอน้ำ วงจรรวม การผลิตร่วมกังหันก๊าซ พลังน้ำ แสงอาทิตย์ ลม ชีวมวล ก๊าซชีวภาพ ขยะมูลฝอยชุมชน และความร้อนใต้พิภพ) นำมาจาก PDP2018 [20] ข้อมูลเกี่ยวกับประสิทธิภาพของเทคโนโลยีโรงไฟฟ้าสามารถนำมาจากแหล่งภายนอกได้แก่ สำนักงานพลังงานระหว่างประเทศ (IEA) และสำนักงานสารสนเทศด้านพลังงาน (EIA) [21-22] ข้อมูลกราฟภาระไฟฟ้าได้จากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) และเอกสารที่เกี่ยวข้อง [23-24]

ตาราง 4.1 คุณสมบัติที่สำคัญของสถานการณ์

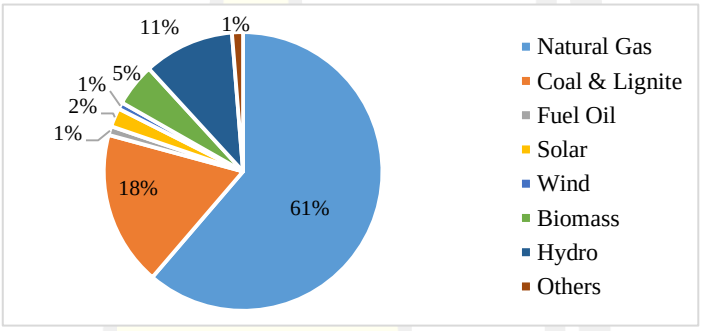
สถานการณ์	**คุณสมบัติสถานการณ์**
REF scenario	- ดำเนินการต่อด้วยการผสมผสานพลังงานหลักและเทคโนโลยีสำหรับการผลิตไฟฟ้าในปัจจุบัน - ส่วนแบ่งของพลังงานแสงอาทิตย์ในการผลิตไฟฟ้าจะอยู่ที่ร้อยละ 5 จนถึงปี พ.ศ.2580 - กำลังการผลิตพลังงานแสงอาทิตย์คาดว่าจะเติบโตเป็น 4,517 เมกะวัตต์ในปี พ.ศ. 2580
Solar2015 scenario	- กำลังการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์เพิ่มขึ้นเล็กน้อยเป็น 6,000 เมกะวัตต์ ในปี พ.ศ. 2580
Solar2018 scenario	- บทบาทของแสงอาทิตย์ในการผลิตไฟฟ้ามากขึ้นส่งผลให้กำลังการผลิตติดตั้งไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์เพิ่มขึ้นเป็น 15,574 เมกะวัตต์ ในปี พ.ศ. 2580

4.1 การกระจายการผลิตไฟฟ้า

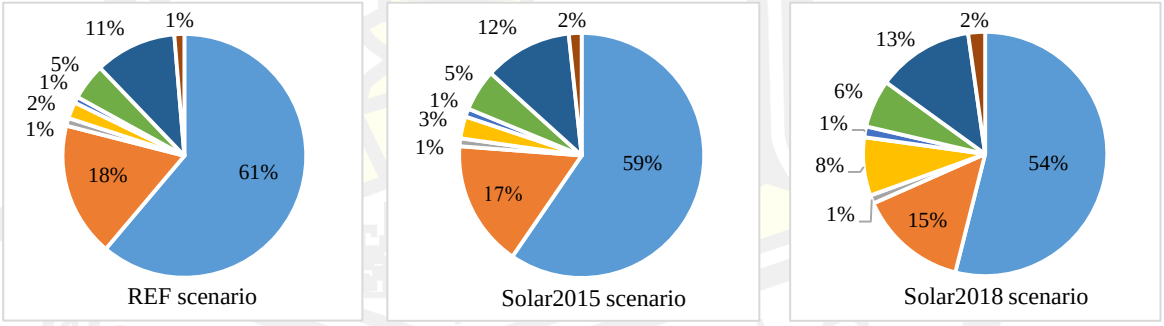
ภาพประกอบ 4.1 แสดงให้เห็นว่าการผลิตไฟฟ้าภายในสถานการณ์ REF, Solar2015 และ Solar2018 จะเพิ่มขึ้นจาก207 TWh ในปี พ.ศ. 2562 เป็น 340 TWh ในปี พ.ศ. 2580 ตลอดระยะเวลาการศึกษาไฟฟ้าที่ผลิตจากก๊าซธรรมชาติภายในสถานการณ์ REF, Solar2015 และ Solar2018 เพิ่มขึ้นจาก 127 TWh เป็น 209 TWh, 203 TWh และ 184 TWh ตามลำดับ ในช่วงปี พ.ศ. 2562-2580 การผลิตไฟฟ้าจากถ่านหิน และลิกไนต์ภายในสถานการณ์ REF, Solar2015 และ Solar2018 จะเพิ่มขึ้นจาก 37 TWh เป็น 60 TWh, 56 TWh และ 49 TWh ตามลำดับ ดูได้จากภาพประกอบท 4.1 การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์จะเพิ่มขึ้นมาก กระแสไฟฟ้าที่ผลิตจากพลังงานแสงอาทิตย์ในปี พ.ศ. 2580 คาดว่าจะเพิ่มขึ้น 1.6 เท่า ในสถานการณ์ REF 2.2 เท่า ในสถานการณ์ Solar2015 และ 5.8 เท่า ในสถานการณ์ Solar2018 เมื่อเปรียบเทียบกับปี พ.ศ. 2562 ไฟฟ้าที่ผลิตได้จากโซลาเซลล์ในปี พ.ศ. 2580 คาดว่าจะเติบโตเป็น 10 TWh ใน Solar2015 และ 26 TWh ใน Solar2018 ซึ่งเพิ่มมากขึ้นกว่าสองเท่าตัว เมื่อเปรียบเทียบกับปี พ.ศ. 2562



ภาพประกอบ 4.1 การผลิตไฟฟ้าตามประเภทเชื้อเพลิงในช่วงปี พ.ศ. 2562 – 2580



(a) ปี พ.ศ. 2562



(b) ปี พ.ศ. 2580

ภาพประกอบ 4.2 สัดส่วนการใช้เชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า

ในมุมมองของส่วนแบ่งการผลิตไฟฟ้าตามประเภทเชื้อเพลิง ส่วนแบ่งคิดเป็นร้อยละของก๊าซธรรมชาติในการผลิตไฟฟ้าทั้งหมดในกรณีของสถานการณ์ Solar2015 และ Solar2018 ในปี พ.ศ. 2580 จะลดลงเป็นร้อยละ 59 และ 54 ตามลำดับ (ดังแสดงในภาพประกอบ 4.2) นอกจากนี้ ส่วน

แบ่งของถ่านหินและลิกไนต์จะลดลงเป็นร้อยละ 17 ในสถานการณ์ Solar2015 และร้อยละ 15 ในสถานการณ์ Solar2018 การลดลงเหล่านี้เกิดจากนโยบายของรัฐบาลในการกระจายการจัดหาพลังงานหลักสำหรับการผลิตไฟฟ้า การลดลงจะถูกทดแทนด้วยส่วนแบ่งพลังงานแสงอาทิตย์ที่เพิ่มขึ้นในการผลิตไฟฟ้า ส่วนบ่งของพลังงานแสงอาทิตย์ในการผลิตไฟฟ้าภายใต้สถานการณ์ Solar2018 คาดว่าจะเติบโตอย่างมากจากร้อยละ 2 ในปี พ.ศ. 2562 เป็นร้อยละ 8 ในปี พ.ศ. 2580

4.2 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล

งานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลเป็นตัวบ่งชี้ในการประเมินการลดลงของการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลอันเป็นผลสืบเนื่องมาจากการผลิตไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ที่เพิ่มขึ้น จากตาราง 4.2 แสดงการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลสำหรับการผลิตไฟฟ้าจำลองสถานการณ์ REF, Solar2015 และ Solar2018 และภาพประกอบ 4.3 แสดงการเปลี่ยนแปลงของปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลตามประเภทเชื้อเพลิงในปี พ.ศ. 2580 สำหรับสถานการณ์ Solar2015 และ Solar2018 โดยเปรียบเทียบกับสถานการณ์ REF

จากตางราง 4.2 จะเห็นได้ว่าในช่วงปี พ.ศ. 2562-2580 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงจากฟอสซิลในการผลิตไฟฟ้าในกรณีของ REF เพิ่มขึ้นอย่างมากจาก 33,143 KTOE ในปี พ.ศ. 2562 เป็น 55,996 KTOE ในปี พ.ศ. 2580 แต่จากสถานการณ์ Solar2015 และ Solar2018 คาดการณ์ว่าในปี พ.ศ. 2580 จะมีการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลในการผลิตไฟฟ้าลดลงร้อยละ 9.9 และร้อยละ 17.5 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับกรณีของ REF โดยคาดว่าในการผลิตเชื้อเพลิงที่ใช้ฟอสซิลเป็นปัจจัยในการผลิตภายใต้สถานการณ์ Solar2015 คาดว่าจะลดลงเป็น 50,408 KTOE ในปี พ.ศ. 2580 ซึ่งคาดดว่าจะลดลงถึง 5,588 KTOE และในสถานการณ์ Solar2018 นั้น คาดว่าจะมีการใช้เชื้อเพลิงจากฟอสซิลในปี พ.ศ. 2580 อยู่ที่ 46,204 KTOE ซึ่งมีการใช้ฟอสซิลเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าลดลงถึง 9,792 KTOE เมื่อเปรียบเทียบกับสถานการณ์ REF

ตาราง 4.2 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลในการผลิตไฟฟ้า

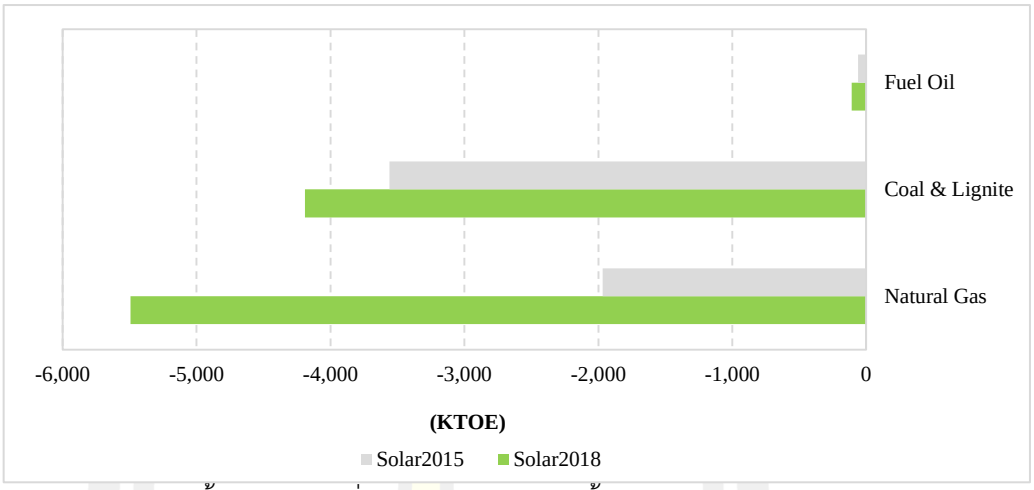
ปี พ.ศ.	**สถานการณ์ REF**	**สถานการณ์ Solar2015**		**สถานการณ์ Solar2018**	
		เปลี่ยนแปลงจาก สถานการณ์ REF		เปลี่ยนแปลงจาก สถานการณ์ REF	
	(KTOE)	(KTOE)	**ร้อยละ**	(KTOE)	**ร้อยละ**
2562	33,143	-	-	-	-
2570	43,166	-2,208	-5.1	-3,965	-9.2
2580	55,996	-5,588	-9.9	-9,792	-17.5

**หมายเหตุ: ตัวเลขในวงเล็บแสดงร้อยละของการเปลี่ยนแปลงจากสถานการณ์ REF

4.3 ปริมาณการนำเข้า และมูลค่าการนำเข้าเชื้อเพลิงฟอสซิล

จากภาพประกอบ 4.3 จะเห็นได้ว่าการใช้เชื้อเพลิงจากฟอสซิลในการผลิตไฟฟ้าลดลงจากสถานการณ์การจำลองSolar2015 และ Solar2018 จะมาจากก๊าซธรรมชาติ ถ่านหินและลิกไนต์ ความต้องการใช้ถ่านหินและลิกไนต์ที่ลดลงจะช่วยลดการนำเข้าเชื้อเพลิงฟอสซิลเพื่อใช้ในการผลิตไฟฟ้าลง ประเทศไทยมีการนำเข้าก๊าซธรรมชาติและถ่านหินเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2000 [1-2] ส่งผลให้มีการนำเข้าก๊าซธรรมชาติคิดเป็นร้อยละ 30 ของปริมาณก๊าซธรรมชาติทั้งหมดในปี พ.ศ. 2562 และปริมาณก๊าซธรรมชาติมากกว่าร้อยละ 75 ของปริมาณก๊าซธรรมชาติทั้งหมดจะถูกใช้เป็นปัจจัยการผลิตเชื้อเพลิงสำหรับการผลิตไฟฟ้า [1] และเมื่อแยกตามประเภทพบว่ามีการใช้ถ่านหินและลิกไนต์เพื่อผลิตไฟฟ้ามากกว่า30 ของการนำเข้าถ่านหินในปี พ.ศ.2562 [1]

ดังนั้นการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่เพิ่มขึ้นจะช่วยลดการนำเข้าเชื้อเพลิงฟอสซิล และด้วยเหตุนี้จึงช่วยเพิ่มความปลอดภัยในการจัดหาพลังงานในประเทศ



หมายเหตุ: ตัวเลขนี้แสดงการเปลี่ยนแปลงของการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลสำหรับการผลิตไฟฟ้าในสถานการณ์ Solar2015 และ Solar2018 ในปี พ.ศ. 2580 เมื่อเปรียบเทียบกับสถานการณ์ REF

ภาพประกอบ 4.3 การเปลี่ยนแปลงปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลตามประเภทเชื้อเพลิงในปี พ.ศ. 2580

4.4 ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)

ในมุมมองของการปล่อยก๊าซ CO_2 ในตารางที่ 4.3 แสดงให้เห็นว่าการปล่อยก๊าซ CO_2 ภายใต้สถานการณ์ REF จะมีการปล่อยก๊าซดังกล่าวเพิ่มขึ้นจาก 92 ล้านตัน ในปี พ.ศ. 2562 เป็น 150 ล้านตัน ในปี พ.ศ. 2580 จะเห็นได้ว่ามีอัตราการปล่อยก๊าซ CO_2 เพิ่มขึ้นถึง 58 ล้านตัน แต่ในกรณีของสถานการณ์ Solar2015 และ Solar2018 ในปี พ.ศ. 2580 จะมีการปล่อยก๊าซดังกล่าวลดลงกว่า 9.4 ล้านตัน (6.3%) และ 24.8 ล้านตัน (16.6%) เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณการปล่อยก๊าซ CO_2 ในสถานการณ์ REF ในปีเดียวกัน CO_2 ที่ลดลงเป็นผลมาจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลในการผลิตไฟฟ้าลดลง : ซึ่งการปล่อย CO_2 มากจะทำให้เกิดภาวะโลกร้อน ดังนั้น การส่งเสริมการใช้พลังงานแสงอาทิตย์จะช่วยรักษาสิ่งแวดล้อม

ตาราง 4.3 ปริมาณการปล่อย CO_2 ในช่วงปี พ.ศ. 2562-2580

ปี พ.ศ.	สถานการณ์ REF	สถานการณ์ Solar2015		สถานการณ์ Solar2018	
		เปลี่ยนแปลงจาก สถานการณ์ REF		เปลี่ยนแปลงจาก สถานการณ์ REF	
	(Million tonnes)	(Million tonnes)	ร้อยละ	(Million tonnes)	ร้อยละ
2562	92	-	-	-	-
2570	118	-3.81	-3.2	-10.10	-8.6
2580	150	-9.40	-6.3	-24.82	-16.6

4.5 ปริมาณการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2)

จากตารางที่ 4.4. แสดงให้เห็นว่าปริมาณการปล่อยก๊าซ SO_2 ภายใต้สถานการณ์ REF จะเพิ่มขึ้นจาก 351,000 ตัน ในปี พ.ศ. 2562 เป็น 573,000 ตัน ในปี พ.ศ. 2580 ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีปริมาณการปล่อยก๊าซ SO_2 เพิ่มขึ้นถึง 222,000 แต่ในกรณีสถานการณ์ของ Solar2015 และ Solar2018 ในปี พ.ศ. 2580 จะมีการปล่อยก๊าซดังกล่าวลดลงถึง ร้อยละ 23.2 และร้อยละ27.5 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณก๊าซ SO_2 ที่ถูกปล่อยออกมาในปีเดียวกันจากสถานการณ์ REF ซึ่งปริมาณการปล่อย SO_2 ที่ลดลงส่วนใหญ่เป็นผลมาจากการลดการใช้ถ่านหินและลิกไนต์เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้านั้นเอง

ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีผลกระทบโดยตรงต่อสุขภาพ เมื่อเราสูดก๊าซนี้เข้าไปในร่างกาย หลอดลมส่วนบนจะดูดซึมก๊าซนี้กระจายเข้าสู่ระบบไหลเวียนเลือดทั่วร่างกาย ถ้าหากร่างกายได้รับก๊าซนี้มีในระดับสูงอาจมีอาการชีพจรเต้นถี่ หายใจเข้าออกได้น้อยลง นอกจากนี้ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์มักถูกปล่อยออกมาพร้อมกับฝุ่นพิษ เมื่อรวมกันทำให้เกิดอาการระคายเคียงคอ แสบตา แน่นหน้าอก ผู้ที่เคยถูกควันดำของรถประจำทางหรือรถบรรทุกพ่นใส่ในระยะใกล้ติดต่อกันนาน ๆ อาจมีอาการนี้ได้ ซึ่งไม่ส่งผลดีต่อสุขภาพ

ตาราง 4.4 ปริมาณการปล่อยก๊าซ SO_2 ในช่วงปี 2562-2580

ปี พ.ศ.	สถานการณ์ REF	สถานการณ์ Solar2015		สถานการณ์ Solar2018	
		เปลี่ยนแปลงจากสถานการณ์ REF		เปลี่ยนแปลงจากสถานการณ์ REF	
	(Thousand tonnes)	(Thousand tonnes)	(%)	(Thousand tonnes)	(%)
2562	351	-	-	-	-
2570	450	-53.2	-11.8	-63.0	-14.0
2580	573	-133.3	-23.2	-157.8	-27.5

ผลการศึกษาข้างต้นชี้ให้เห็นว่าพลังงานแสงอาทิตย์มีบทบาทมากขึ้นในการผลิตไฟฟ้าจะช่วยกระจายการผสมผสานพลังงานหลักสำหรับการผลิตไฟฟ้านอกจากนี้ยังช่วยลดการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลในการผลิตไฟฟ้าและส่งผลให้การนำเข้าเชื้อเพลิงฟอสซิลลดลงดังนั้นการปรับปรุงความหลากหลายของการจัดหาพลังงานหลักที่เสริมด้วยการนำเข้าเชื้อเพลิงฟอสซิลที่ลดลงจะช่วยเพิ่มความมั่นคงด้านพลังงานของประเทศนอกจากนี้การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลดีต่อสิ่งแวดล้อมตามที่กล่าวไว้ก่อนหน้านี้ การมีส่วนร่วมของพลังงานแสงอาทิตย์ที่เพิ่มขึ้นในการผลิตไฟฟ้าจะช่วยลดการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลในการผลิตไฟฟ้าได้อย่างมาก ดังนั้น จึงช่วยลดการปล่อย CO_2 และ SO_2 ความน่าสนใจของพลังงานแสงอาทิตย์จะเพิ่มขึ้นอย่างมาก เมื่อพิจารณาในบริบทของประเทศไทย ซึ่งเป็นประเทศที่มีศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์มาก แม้ว่าพลังงานแสงอาทิตย์จะให้ประโยชน์หลายประการแก่สังคมไทย แต่การส่งเสริมพลังงานแสงอาทิตย์อาจเผชิญกับอุปสรรคมากมาย ตัวอย่างเช่น การไม่ต่อเนื่องของพลังงานแสงอาทิตย์เป็นระยะ ๆ ของพลังงานแสงอาทิตย์จะทำให้ไม่มีประสิทธิภาพ และไม่น่าเชื่อถือในการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับระบบ อุปสรรคอีกประการหนึ่งคือ การลงทุนที่ต้องใช้เงินทุนมากสำหรับพลังงานแสงอาทิตย์ เนื่องจากต้นทุนเงินทุนเริ่มต้นที่สูง แต่ลักษณะที่ไม่มีประสิทธิภาพและไม่น่าเชื่อถือจะทำให้พลังงานแสงอาทิตย์ได้รับผลตอบแทนจากการลงทุนในอัตราต่ำโครงสร้างพื้นฐานกริดที่ไม่รองรับจะกลายเป็นอุปสรรคสำคัญอย่างหนึ่งเนื่องจากโครงสร้างปัจจุบันของภาคการไฟฟ้าไทยอยู่ในรูปแบบของระบบไฟฟ้าส่วนกลางซึ่งไม่ได้ออกแบบมาเพื่อรองรับการผลิตแบบกระจายโดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็ก และไม่ต่อเนื่องเช่นพลังงานแสงอาทิตย์

ประเด็นของกรอบการกำกับดูแลก็มีความสำคัญเช่นกันการเตรียมการด้านกฎระเบียบสำหรับอุตสาหกรรมไฟฟ้าไทย ในช่วงหกสิบปีที่ผ่านมาได้รับการออกแบบมาเพื่อรองรับระบบไฟฟ้าส่วนกลางเป็นหลัก ดังนั้นกรอบการกำกับดูแลแบบเดิมจะขัดขวางการเข้าไปส่วนร่วมของพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อแก้ไขอุปสรรคที่อุตสาหกรรมไฟฟ้าของไทยต้องเผชิญ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงแนะนำว่าการพัฒนาเทคโนโลยีการกักเก็บพลังงานการปรับปรุงความยืดหยุ่นของโครงข่ายไฟฟ้าและการแก้ไขกฎระเบียบเพื่อสนับสนุนธุรกิจพลังงานแสงอาทิตย์อาจเป็นกลยุทธ์ที่มีประสิทธิภาพ

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 ผลกระทบของการส่งเสริมการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทย

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาและประเมินผลกระทบของการส่งเสริมการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ที่มีต่ออุตสาหกรรมไฟฟ้าของไทยในแง่ของความหลากหลายของการผลิตไฟฟ้าการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลการปล่อย CO_2 และการปล่อย SO_2 ในช่วงปี พ.ศ. 2562 - 2580 ผลการวิเคราะห์พบว่าบทบาทที่มากขึ้นของพลังงานแสงอาทิตย์ในการผลิตไฟฟ้าจะส่งผลดีต่อการผลิตไฟฟ้าของไทยจากหลายด้านรวมถึงการปรับปรุงความหลากหลายของการจัดหาพลังงานขั้นต้นสำหรับการผลิตไฟฟ้าการลดการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลในการผลิตไฟฟ้า การพึ่งพาเชื้อเพลิงฟอสซิลน้อยลง แหล่งที่มาและการผลิตไฟฟ้าที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม แม้จะมีประโยชน์หลายประการแต่การส่งเสริมพลังงานแสงอาทิตย์อาจเผชิญกับอุปสรรคมากมายรวมถึงลักษณะของพลังงานแสงอาทิตย์ที่ไม่มีประสิทธิภาพ และความไม่น่าเชื่อถือสำหรับความต้องการไฟฟ้าพื้นฐานต้นทุนเริ่มต้นที่สูงโครงสร้างพื้นฐานกริด ที่ไม่รองรับ และกรอบการกำกับดูแลที่ไม่เอื้ออำนวย ดังนั้น แนวทางการแก้ไขจึงควรมีการพัฒนาเทคโนโลยีการกักเก็บพลังงานการปรับปรุงความยืดหยุ่นของกริดและการแก้ไขกฎระเบียบ เพื่อสนับสนุนธุรกิจพลังงานแสงอาทิตย์อาจเป็นกลยุทธ์ที่มีประสิทธิภาพเพื่อแก้ไขอุปสรรคที่อุตสาหกรรมไฟฟ้าไทยต้องเผชิญ

5.2 ข้อเสนอแนะ

การส่งเสริมการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในการผลิตพลังงานไฟฟ้า นอกจากจะช่วยลดภาระค่าใช้จ่ายการนำเข้าเชื้อเพลิงฟอสซิล เช่น ก๊าซธรรมชาติ น้ำมัน และถ่านหินแล้ว ยังช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เช่น CO_2 และ SO_2 ซึ่งเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน (Climate change) และนอกจากนี้การผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ ซึ่งเป็นพลังงานสะอาดที่สามารถผลิตได้ภายในประเทศ จะช่วยในการเสริมสร้างความมั่นคงทางพลังงานของประเทศอีกด้วย ดังนั้น ในส่วนของภาครัฐ ควรมีแผนดำเนินการปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐานระบบกริดและกฎระเบียบให้สามารถรองรับการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพ ความเชื่อถือได้ และความมั่นคงของระบบไฟฟ้า

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

[1] Department of Alternative Energy Development and Efficiency 2019a Energy Balances Report 2012–2019, annual reports, Bangkok, Thailand.

[2] Department of Alternative Energy Development and Efficiency 2011 Thailand Energy Situation Report 2000–2011, annual reports, Bangkok, Thailand.

[3] Department of Alternative Energy Development and Efficiency 2014 Handbook for the Development and Investment in Renewable Energy Series 2 Solar Energy, Bangkok, Thailand.

[4] Department of Alternative Energy Development and Efficiency 2019 Summary of the public hearing on the draft of the Alternative Energy Development Plan 2018 (AEDP2018), Bangkok, Thailand.

[5] Stockholm Environment Institute 2020 Low Emissions Analysis Platform (LEAP): training materials, Stockholm, Sweden.

[6] Kusumadewi TV, Winyuchakrit P, Misila P and Limmeechokchai B 2017 GHG Mitigation in Power Sector: Analyzes of Renewable Energy Potential for Thailand's NDC Roadmap in 2030 Energy Procedia 138 pp 69-74.

[7] Hu G, Ma X and Ji J 2019 Scenarios and policies for sustainable urban energy development based on LEAP model – A case study of a postindustrial city: Shenzhen China Applied Energy 238 pp876-886.

[8] Emodi N, Emodi C, Girish G P and Emodi A 2017 Energy Policy for Low Carbon development inNigeria: A LEAP Model ApplicationRenewable and Sustainable Energy Reviews 68 pp 247- 261.

[9] Rivera-González L, Bolonio D, Mazadiego L F and Valencia-Chapi R 2019 Long-Term Electricity Supply and Demand Forecast (2018-2040): A LEAP Model Application towards a Sustainable Powe Generation System in Ecuador Sustainability 11 pp 5316.

[10] Mirjat N H, Harijan K and Valasai G 2018 Long-Term Electricity Demand Forecast and Supply Side Scenarios for Pakistan (2015-2050): A LEAP Model Application for Policy Analysis Energy 163 pp 512-526.

[11] Wang J, Hua C and Li L 2018 Long-term Energy Sustainability Development Analysis to Reducing Carbon Emissions and Air Pollutions of China Based on LEAP Simulation Model Ekoloji 27(106) pp 173-179.

[12] Kresnawan M R, Safitri I A and Darmawan I 2018 Long Term Projection of Electricity Generation Sector in East Kalimantan Province: LEAP Model Application. 12th South East Asian Technical University Consortium (SEATUC) Yogyakarta, Indonesia, doi: 10.1109/SEATUC.2018.8788875, pp 1-5.

[13] Bhuvanesh A, Christa S T J and Kannan S 2017 Least Cost Electricity Generation Planning for China with Low GHG Emission Using LEAP and EnergyPLAN, 2017 IEEE International Conference on Computational Intelligence and Computing Research, ICCIC 2017, 8524458.

[14] Shahinzadeh H, Fathi S H and Hasanalizadeh-Khosroshahi A 2016 Long-term energy planning in IRAN using LEAP scenario: Using combined heat and power (CHP) 2016 Iranian Conference on Renewable Energy & Distributed Generation (ICREDG), Mashhad, doi:10.1109/ICREDG.2016.7875915, pp 32-37.

[15] McPherson M and Karney B 2014 Long-term scenario alternatives and their implications: LEAP model application of Panama's electricity sector Energy Policy 68 pp 146-157.

[16] Park N, Yun S and Jeon E 2013 An analysis of long-term scenarios for the transition to renewable energy in the Korean electricity sector Energy Policy 52 pp 288-296.

[17] Afreen S and James L Wescoat Jr 2013 Energy use in large-scale irrigated agriculture in the Punjab province of Pakistan Water International 38:5 pp 571-586, DOI: 10.1080/02508060.2013.828671.

[18] Lin J, Cao B, Cui S, Wang W and Bai X 2010 Evaluating the effectiveness of urban energy conservation and GHG mitigation measures: The case of Xiamen city, China Energy Policy 38 pp 5123-5132.

[19] Department of Alternative Energy Development and Efficiency 2019b Thailand alternative energy situation 2019, Bangkok, Thailand.

[20] Energy Policy and Planning Office 2018 Power Development Plan (PDP2018), Bangkok, Thailand. [21] International Energy Agency 2013 Southeast Asia energy outlook: World energy outlook special report, Paris, France.

[22] Sorapipatana C2013 An Assessment of Energy Security in Thailand's Power Generation, Final Report submitted to the National Science and Technology Development Agency (NSTDA). (In Thai).

[23] Siritiprussamee P, Suwannarat W and Dulyarittirong R 2014 Analysis of Thailand ElectricityDemand Pattern Journal of Environmental Management 10(1) pp 1–18. (In Thai).

[24] Electricity Generating Authority of Thailand 2018 Electricity Peak Demand of National Grid, Nonthaburi, Thailand.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นายภิญโญ อั้งยุทธ
วันเกิด	27 กุมภาพันธ์ 2526
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง อุดรธานี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 149 หมู่ 4 บ้านโนนสวรรค์ ตำบลอุทัยสวรรค์ อำเภอนากลาง จังหวัดหนองบัวลำภู 39170
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	ผู้ช่วยนักวิจัย
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอิสานวิทยาเขตร้อยเอ็ด ณ ทุ่งกุลาร้องไห้
ประวัติการศึกษา	พ.ศ, 2549 ปริญญาวิศวกรรมไฟฟ้า (วศ.บ.) สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยปทุมธานี พ.ศ. 2564 วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วศ.ม.) สาขาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ผลงานวิจัย	การวิเคราะห์ผลกระทบของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีต่อความมั่นคงทางพลังงานและศักยภาพการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในประเทศไทย