การพัฒนาความมั่นคงทางพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทย

เอกสารวิจัยส่วนบุคคล

โดย

พันเอก พรหมราช เสนากิจ

นายทหารปฏิบัติการ ประจำสำนักงานเลขานุการกองทัพบก

วิทยาลัยการทัพบก

กันยายน 2566

เอกสารวิจัยเรื่อง การพัฒนาความมั่นคงทางพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทย

โดย พันเอก พรหมราช เสนากิจ

อาจารย์ที่ปรึกษา พันเอกหญิง ณภัค ภัคคะกรณ์

วิทยาลัยการทัพบก อนุมัติให้เอกสารวิจัยส่วนบุคคลฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรหลักประจำ วิทยาลัยการทัพบก ปีการศึกษา 2566 และเห็นชอบให้เป็นเอกสารวิจัยส่วนบุคคลที่อยู่ในเกณฑ์ระดับ ดีเด่น

พลตรี **ผู้บัญชาการวิทยาลัยการทัพบก**

(ฉกาจ ขันตี)

คณะกรรมการควบคุมเอกสารวิจัยส่วนบุคคล

พันเอก **ประธานกรรมการ**

(สินสมุทร์ จันทรเนตร)

พันเอก **ผู้ทรงคุณวุฒิที่ปรึกษา**

(พลพัต รัตนอนันต์)

พันเอกหญิง **กรรมการ**

(นวลสมร จรวงษ์)

พันเอกหญิง **กรรมการ**

(ณภัค ภัคคะกรณ์)

บทคัดย่อ

ผู้วิจัย พันเอก พรหมราช เสนากิจ

เรื่อง การพัฒนาความมั่นคงทางพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทย

วันที่ 6 กันยายน 2566 **จำนวนคำ :** 9,917 **จำนวนหน้า :** 37

คำสำคัญ ความมั่นคง, พลังงานไฟฟ้า, พลังงานหมุนเวียน

ชั้นความลับ ไม่มีชั้นความลับ

งานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์ 4 ประการ คือ ศึกษาการดำเนินการด้านพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทย ศึกษาแนวทางของประเทศที่ประสบความสำเร็จในการพัฒนาความมั่นคงทางพลังงานไฟฟ้า วิเคราะห์สภาวะแวดล้อมของพลังงานหมุนเวียนในประเทศไทย และเสนอแนวทางการพัฒนาความมั่นคงทางพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทย การดำเนินการใช้วิธีการวิจัยเชิงยุทธศาสตร์โดยการศึกษาเชิงเอกสาร วิเคราะห์สภาวะแวดล้อมภายนอกและภายในด้วย PESTEL และ 2S3M ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ 1) แผนพลังงานแห่งชาติยังไม่บรรลุความมั่นคงทางพลังงานไฟฟ้า ประเทศไทยยังคงต้องนำเข้าก๊าซธรรมชาติเพื่อนำมาผลิตไฟฟ้าและนำเข้าไฟฟ้าจากต่างประเทศ 2) ประเทศที่มีความมั่นคงทางพลังงานไฟฟ้า ได้แก่ นอร์เวย์ นิวซีแลนด์ อุรุกวัย และสกอตแลนด์ ใช้พลังงานหมุนเวียนในการผลิตไฟฟ้า 3) พลังงานหมุนเวียนที่เหมาะสำหรับประเทศไทย คือ พลังแสงอาทิตย์ ก๊าซชีวภาพ ขยะ ชีวมวล และพลังงานลม 4) การพัฒนาความมั่นคงทางพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทยควรใช้ 2 แนวทางคู่กัน คือ การสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนให้เพียงพอกับความต้องการ และกระจายการผลิตพลังงานหมุนเวียนให้แก่ผู้ใช้ไฟฟ้า ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งนี้ คือ ภาครัฐควรค่อย ๆ ลดบทบาทในการเป็นผู้ผลิต ผู้จัดหา และผู้จำหน่ายไฟฟ้า เพื่อกระจายการผลิตให้แก่ผู้ใช้ไฟฟ้า การวิจัยครั้งต่อไปสามารถศึกษาได้ในหลายประเด็น เช่น นโยบายอุดหนุนพลังงานหมุนเวียน การปรับโครงสร้างค่าไฟฟ้า และการแก้ไขกฎหมายและกฎระเบียบต่าง ๆ

ABSTRACT

AUTHOR: Colonel Prommarat Senakit

TITLE: Development of the electricity security in Thailand

DATE: 6 September, 2023 **WORD COUNT :** 9,917 **PAGES :** 37

KEY TERMS: Security, electricity, renewable energy

CLASSIFICATION: Unclassified

Objectives of this research paper are to study policies regarding electricity security in Thailand, to investigate best practices implemented abroad, to evaluate external and internal environments of renewable energies in Thailand, and to offer a viable solution for Thailand's electricity security policies. The research was conducted using a strategic approach and documentary research, and external and internal environments were assessed with PESTEL and 2S3M respectively. Findings showed that 1) current energy policies fail in terms of electricity security, 2) best practice countries such as Norway, New Zealand, Uruguay, and Scotland mainly construct renewable energy power plants, 3) reliable renewable energies in Thailand are solar, biogas, waste, biomass, and wind, and 4) a pragmatic solution is building sufficient renewable energy power plants and decentralizing electricity generation to consumers. Recommendation is that, in the long term, the public sector should gradually scale back its responsibilities for generating, purchasing, and selling energy and delegate the production role to consumers. Future research topics can be renewable energy subsidization policies, restructuring of electricity costs, and energy law development.

กิตติกรรมประกาศ

เอกสารการวิจัยส่วนบุคคลฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีเพราะความอนุเคราะห์จาก พันเอก หญิง ณภัค ภัคคะกรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาที่คอยให้ความกรุณาเสียสละเวลาให้คำปรึกษาและตรวจสอบแก้ไขเอกสาร

ขอขอบพระคุณผู้บังคับบัญชาและพลตรี ฉกาจ ขันตี ผู้บัญชาการวิทยาลัยการทัพบก ที่กรุณามอบโอกาสให้เข้ารับการศึกษาในวิทยาลัยการทัพบก

ขอขอบพระคุณ พลเอก จิตตสักก์ เจริญสมบัติ พันเอก สินสมุทร์ จันทรเนตร และ พันเอก หญิง นวลสมร จรวงษ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ระหว่างการสอบโครงร่างการวิจัย และการสอบการแถลงผลการวิจัย

ขอขอบพระคุณ พันเอก พลพัต รัตนอนันต์ ที่กรุณาเป็นผู้ทรงคุณวุฒิที่ปรึกษาและได้ให้คำแนะนำอย่างดียิ่ง สุดท้ายขอขอบคุณครอบครัวและเพื่อนนักศึกษาหลักสูตรหลักประจำ วิทยาลัยการทัพบก ชุดที่ 68 ที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจ

ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าเอกสารการวิจัยส่วนบุคคลฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ในการกำหนดนโยบายความมั่นคงทางพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทยในอนาคต

สารบัญ

เนื้อหา **หน้า**

บทที่ 1 บทนำ

ที่มาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์การวิจัย 3

กรอบแนวคิดการวิจัย 4

วิธีการศึกษา 5

ประโยชน์ที่คาดว่าได้รับ 6

บทที่ 2 บทวิเคราะห์

ความเชื่อมโยงของแผนทั้ง 3 ระดับ 7

แผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย พ.ศ. 2561 – 2580 ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 1 10

แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก พ.ศ. 2561 – 2580 12

แผนอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2561 – 2580 15

แผนบริหารจัดการก๊าซธรรมชาติ พ.ศ. 2561 – 2580 15

(ร่าง) แผนบริหารจัดการน้ำมันเชื้อเพลิง พ.ศ. 2561 – 2580 16

โครงสร้างอุตสาหกรรมไฟฟ้าในประเทศไทย 17

การดำเนินการของประเทศที่ประสบความสำเร็จในการพัฒนาความมั่นคงพลังงานไฟฟ้า 20

การวิเคราะห์โอกาสและอุปสรรค (ปัจจัยภายนอก) 25

การวิเคราะห์จุดแข็งและจุดอ่อน (ปัจจัยภายใน) 27

การวิเคราะห์ TOWS Matrix 29

บทที่ 3 บทอภิปรายผล

การอภิปรายผล 33

บทที่ 4 บทสรุป

ข้อสรุป 35

ข้อเสนอแนะ 36

เอกสารอ้างอิง

บทที่ 1
บทนำ

ที่มาและความสำคัญของปัญหา

พลังงานไฟฟ้าเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญสำหรับพลังอำนาจของชาติด้านต่าง ๆ ทั้งในยามปกติและในยามสงคราม ในยามปกติภาคเอกชนต้องการใช้ไฟฟ้าเพื่อการผลิตสินค้าและบริการ การติดต่อสื่อสาร การเก็บข้อมูล และการซื้อขายสินค้าออนไลน์ ซึ่งมีมูลค่าทางเศรษฐกิจอย่างมหาศาล สำหรับภาคประชาชนมีความต้องการใช้ไฟฟ้าในการดำรงชีวิต และอำนวยความสะดวก อาทิ ตู้เย็นสำหรับเก็บอาหารสด ไฟฟ้าส่องสว่าง และเครื่องปรับอากาศ ดังนั้นความมั่นคงทางพลังงานไฟฟ้าจึงมีความสำคัญทั้งทางด้านเศรษฐกิจและด้านสังคม-จิตวิทยา

เนื่องจากกองทัพได้นำเอาเทคโนโลยีต่าง ๆ มาใช้เพื่อการเตรียมกำลังในยามปกติและการใช้กำลังในยามขัดแย้งและในยามสงคราม เช่น ระบบการควบคุมบังคับบัญชา (C4I) การปฏิบัติการที่ใช้เครือข่ายเป็นศูนย์กลาง (Network Centric Operations) ระบบคอมพิวเตอร์ ระบบการสื่อสารและเครือข่ายคอมพิวเตอร์ และระบบเรดาร์ แหล่งกำเนิดไฟฟ้าจึงเป็นหนึ่งในเป้าหมายแรก ๆ ที่คู่สงครามนิยมนำมาใช้ในการโจมตีฝ่ายตรงข้าม ไม่ว่าจะเป็นการโจมตีทางกายภาพ อย่างเช่น การโจมตีทางอากาศ หรือการโจมตีทางไซเบอร์[1] ดังนั้นความมั่นคงทางพลังงานไฟฟ้าจึงมีความสำคัญต่อการทหารทั้งในยามปกติและในยามสงคราม

ในอดีตการผลิตไฟฟ้าต้องใช้เงินลงทุนมหาศาล ภาคเอกชนไม่สามารถลงทุนได้ ภาครัฐจึงจำเป็นต้องเป็นผู้ลงทุนในการผลิตไฟฟ้า การก่อสร้างระบบสายส่งไฟฟ้าและโครงสร้างพื้นฐานต่าง ๆ จึงเป็นการผูกขาดตามธรรมชาติที่ภาครัฐต้องเข้ามาดำเนินการแทนภาคเอกชน เพราะเป็นสิ่งที่ประชาชนต้องใช้แต่กลไกของระบบตลาดไม่สามารถผลิตได้หรือไม่สามารถจัดหาได้อย่างเพียงพอ ดังนั้นภาครัฐจึงจำเป็นต้องจัดหาให้แก่ประชาชน แต่มีการจำกัดการใช้หรือเก็บค่าบริการ อย่างเช่น สวนสาธารณะ ไฟฟ้า ประปา การศึกษา และการสาธารณสุข[2]

ความมั่นคงทางพลังงานมี ยุทธศาสตร์ชาติ พ.ศ. 2561 – 2580 เป็นแผนระดับที่ 1 มีแผนระดับที่ 2 จำนวน 5 แผน ได้แก่ ยุทธศาสตร์กระทรวงพลังงาน แผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ นโยบายและแผนระดับชาติว่าด้วยความมั่นคงแห่งชาติ แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ และแผนปฏิรูปประเทศ และมีแผนระดับที่ 3 อีกจำนวน 5 แผน ได้แก่ แผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก แผนอนุรักษ์พลังงาน แผนบริหารจัดการก๊าซธรรมชาติ และแผนบริหารจัดการน้ำมันเชื้อเพลิง สำหรับความมั่นคงทางพลังงานไฟฟ้าตามแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย หมายถึง การจัดหาพลังงานไฟฟ้าของประเทศให้เพียงพอกับความต้องการใช้ เพื่อรองรับการเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศรวมถึงจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้น[3]

การศึกษาแนวทางการดำเนินการของประเทศที่ประสบความสำเร็จในการพัฒนาความมั่นคงทางพลังงานไฟฟ้า ไม่เพียงจะทำให้ทราบถึงวิธีคิดและวิธีปฏิบัติของประเทศเหล่านี้ แต่ยังเป็นแรงกระตุ้นและผลักดันให้เกิดความต้องการที่จะประสบความสำเร็จอย่างประเทศเหล่านี้ด้วย บางประเทศ เช่น นอร์เวย์สามารถผลิตไฟฟ้าจากพลังงานน้ำได้ถึงร้อยละ 95 ของความต้องการพลังงานไฟฟ้าทั้งหมด ในขณะที่ประเทศอุรุกวัยสามารถผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนคิดเป็นร้อยละ 94.5 โดยมีการกระจายแหล่งผลิตจากหลายแหล่ง อาทิ พลังงานน้ำ พลังงานความร้อน พลังงานลม และพลังแสงอาทิตย์ ประเทศนิวซีแลนด์สามารถผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนได้ถึงร้อยละ 82 โดยภาคการผลิตพลังงานหมุนเวียนมีความเข้มแข็งและเป็นอิสระจากการสนับสนุนของภาครัฐ และประเทศสกอตแลนด์ ในปี 2011 สามารถผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนได้เพียงร้อยละ 37 แต่ในปี 2020 สามารถผลิตได้ถึงร้อยละ 57[4]

มีปัจจัย 2 ประการที่ทำให้ทิศทางด้านพลังงานของโลกเปลี่ยนไป คือ กระแสการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมที่มองว่าเชื้อเพลิงฟอสซิลทำให้เกิดมลภาวะทางอากาศ มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนที่ทำให้เกิดสภาวะโลกร้อน สินค้าและบริการที่มีการปล่อยธาตุคาร์บอนมากจะถูกเก็บภาษีมาก ประการที่สอง คือ ราคาน้ำมันและก๊าซธรรมชาติที่มีราคาสูงขึ้น อันเนื่องจากจำนวนประชากรโลกที่เพิ่มมากขึ้น การขยายตัวทางเศรษฐกิจ และสงครามรัสเซีย-ยูเครน ส่งผลทำให้ต้นทุนการผลิตไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงและก๊าซธรรมชาติมี

ราคาสูงขึ้น ทั้งสองปัจจัยก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขนาดใหญ่ของโลก (Mega Trend) นั่นคือกระแสการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานสะอาดหรือพลังงานหมุนเวียน[5]

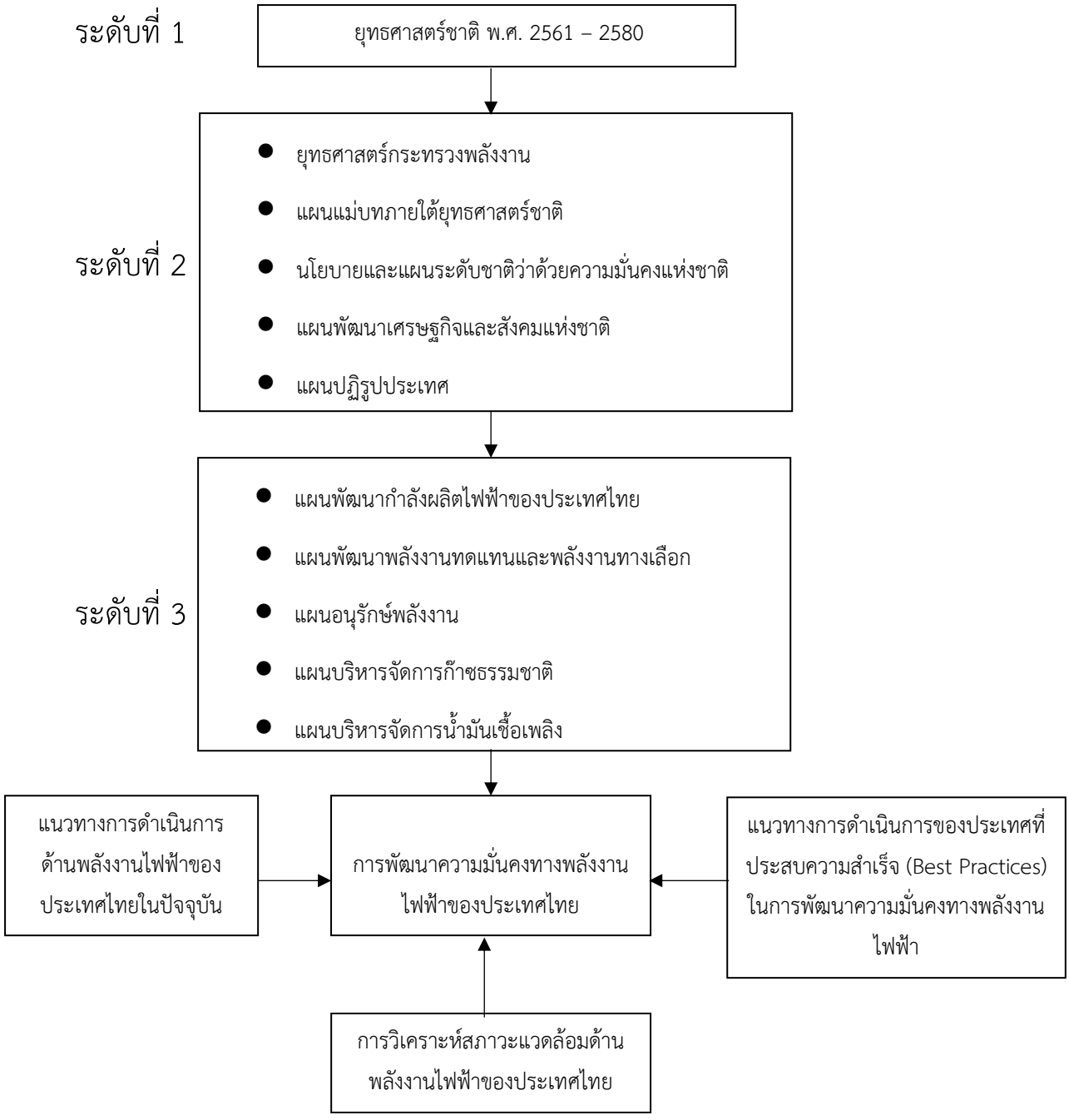
บริษัทพลังงานขนาดใหญ่หลายแห่งในประเทศไทย อย่างเช่น บริษัทไทยออยล์ จำกัด (มหาชน) ที่ดำเนินธุรกิจโรงกลั่นน้ำมัน และบริษัทบ้านปู จำกัด (มหาชน) ที่ดำเนินธุรกิจถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติ ธุรกิจไฟฟ้า และเทคโนโลยีพลังงานทั้งในและต่างประเทศ มองเห็นแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงครั้งนี้และได้มีการปรับเปลี่ยนยุทธศาสตร์ในระยะยาว บริษัทไทยออยล์ฯ ตั้งเป้าสัดส่วนรายได้จากการกลั่นน้ำมันปิโตรเลียมที่ร้อยละ 60 ในปีปัจจุบันเป็นร้อยละ 40 ในปี 2573 โดยจะเพิ่มสัดส่วนรายได้จากพลังงานหมุนเวียนมากขึ้น[6] ในขณะที่บริษัทบ้านปูฯ มองว่าการผลิตไฟฟ้าแบบโรงไฟฟ้าขนาดใหญ่ในระยะยาวอาจถูกทดแทนด้วยการกระจายการขายให้กับผู้ใช้ไฟฟ้าโดยตรง หรือผู้ใช้ไฟฟ้าจะกลายเป็นผู้ผลิตไฟฟ้าไปด้วย อย่างเช่น ธุรกิจขนาดใหญ่ โรงงาน โรงแรม ห้างสรรพสินค้า โรงเรียน และมหาวิทยาลัย ซึ่งในขณะนี้นิยมผลิตไฟฟ้าจากพลังแสงอาทิตย์ติดตั้งบนหลังคาอาคารและใช้พลังงานนี้เป็นพลังงานหลัก[7]

การเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมทั้งภายในและภายนอกประเทศดังกล่าวจึงเป็นที่มาของรายงานฉบับนี้ เพื่อศึกษาว่าแนวทางการพัฒนาความมั่นคงทางพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทยที่เหมาะสมควรเป็นเช่นไร

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวทางการดำเนินการด้านพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทยในปัจจุบัน
2. เพื่อศึกษาแนวทางการดำเนินการของประเทศที่ประสบความสำเร็จในการพัฒนาความมั่นคงทางพลังงานไฟฟ้า
3. เพื่อวิเคราะห์สภาวะแวดล้อมของพลังงานหมุนเวียนในประเทศไทย
4. เพื่อเสนอแผนการพัฒนาความมั่นคงทางพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทย

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

วิธีการศึกษา

1. รูปแบบการวิจัย

ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงยุทธศาสตร์ตามที่วิทยาลัยการทัพบกกำหนดโดยใช้วิธีการศึกษาเชิงเอกสาร[8]

2. ขอบเขตการศึกษา

2.1 ขอบเขตด้านเนื้อหา ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวทางการดำเนินการด้านพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทย โดยวิเคราะห์จากยุทธศาสตร์ชาติ ตลอดจนนโยบายและแผนด้านพลังงานไฟฟ้าในปัจจุบัน และศึกษาแนวทางการดำเนินการของต่างประเทศที่ประสบความสำเร็จ แล้วนำมาสังเคราะห์เสนอเป็นแผนการพัฒนาความมั่นคงทางพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทย โดยจำกัดขอบเขตที่การกำหนดนโยบายเป็นสำคัญ

2.2 ขอบเขตด้านระยะเวลา เก็บรวบรวมข้อมูลตั้งแต่เดือนธันวาคม 2565 ถึง เมษายน 2566

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 เอกสารที่เกี่ยวข้อง อาทิ ยุทธศาสตร์ชาติ พ.ศ. 2561 – 2580 แผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ แผนปฏิรูปประเทศ แผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย พ.ศ. 2561 – 2580 ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 1 และแผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก พ.ศ. 2561 – 2580

3.2 เอกสารทางวิชาการ ได้แก่ เอกสารวิจัยส่วนบุคคลของนักศึกษาวิทยาลัยการทัพบก และวารสารวิชาการของสถาบันการศึกษาต่างๆ

3.3 ข้อมูลจากเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เกี่ยวกับการดำเนินการของประเทศที่ประสบความสำเร็จในการพัฒนาความมั่นคงทางพลังงานไฟฟ้า สถานการณ์ในปัจจุบันและแนวโน้มความมั่นคงทางพลังงานไฟฟ้าในอนาคต และข้อมูลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ใช้กรอบการคิดเชิงยุทธศาสตร์ สำหรับการวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูล

5. ขั้นตอนการดำเนินงาน

การดำเนินการวิจัยประกอบด้วยกิจกรรมจำนวน 6 ขั้นตอนโดยใช้ระยะเวลาดำเนินการ 6 เดือน ตั้งแต่เดือนธันวาคม 2565 ซึ่งสามารถนำเสนอเอกสารวิจัยที่สมบูรณ์ได้ภายในเดือนพฤษภาคม 2566

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ทราบแนวทางการดำเนินการด้านพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทยในปัจจุบัน

2. ทราบแนวทางการดำเนินการของประเทศที่ประสบความสำเร็จ (Best Practices) ในการพัฒนาความมั่นคงทางพลังงานไฟฟ้า

3. ทราบสภาวะแวดล้อมของพลังงานหมุนเวียนในประเทศไทย

4. เสนอแผนการพัฒนาความมั่นคงทางพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทยที่เหมาะสมกับบริบทของประเทศไทย

บทที่ 2

บทวิเคราะห์

แนวทางการดำเนินการด้านพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทยในปัจจุบันและแนวทางการดำเนินการของประเทศที่ประสบความสำเร็จในการพัฒนาความมั่นคงทางพลังงานไฟฟ้า สามารถสรุปได้ดังนี้

ความเชื่อมโยงของแผนทั้ง 3 ระดับ

แผนระดับที่ 1 จากยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี กำหนดแนวทางการพัฒนาพลังงานไว้ 4 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านความมั่นคง ให้ส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาพลังงานทหารเพื่อสร้างหลักประกันให้สามารถแข่งขันและลดการพึ่งพาหรือนำเข้าจากต่างประเทศได้อย่างเหมาะสม 2) ด้านการสร้างความสามารถในการแข่งขัน ให้เน้นการแปลงของเหลือทิ้งจากการเกษตรและอุตสาหกรรมให้เป็นพลังงานชีวภาพที่มีมูลค่า โดยใช้ประโยชน์จากวัตถุชีวมวลในการผลิตไฟฟ้า ส่งเสริมการจัดหาพลังงานให้เพียงพอเพื่อเป็นฐานความมั่นคงทางพลังงานของประเทศ และพัฒนาอุตสาหกรรมด้านพลังงานที่มีมูลค่าเพิ่มและอุตสาหกรรมเทคโนโลยีพลังงานใหม่ 3) ด้านการสร้างโอกาสและความเสมอภาคทางสังคม ให้พัฒนาคุณภาพชีวิตประชากรอย่างทั่วถึงและมีคุณภาพ และกระจายโครงสร้างพื้นฐานและสาธารณูปโภคให้สามารถพึ่งพาตนเองได้ภายในกลุ่มจังหวัด 4) ด้านการสร้างการเติบโตบนคุณภาพชีวิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ให้เพิ่มสัดส่วนการใช้พลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือกทดแทนเชื้อเพลิงฟอสซิลในการผลิตไฟฟ้า พัฒนาวิธีการบริหารจัดการระบบไฟฟ้าทั้งด้านอุปทานและอุปสงค์ให้มีประสิทธิภาพและยืดหยุ่น สนับสนุนการวิจัยพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีเกี่ยวกับการกักเก็บพลังงานและระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ สนับสนุนการใช้กลไกตลาดหรือมาตรการทางเศรษฐศาสตร์ และสนับสนุนการอนุรักษ์และการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ อาทิ การออกแบบอาคารประหยัดพลังงาน และการใช้อุปกรณ์ เครื่องจักรและเครื่องยนต์ประหยัดพลังงาน[9]

แผนระดับที่ 2 เน้นการรักษาความมั่นคงทางพลังงาน การคำนึงถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม การลดการพึ่งพาเชื้อเพลิงฟอสซิล การตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงพลังงาน การส่งเสริมการบริหารจัดการพลังงานด้วยการพัฒนาแหล่งพลังงานที่มีการผลิตและใช้พลังงานทดแทนในประเทศ การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้พลังงานนิวเคลียร์ การจัดเตรียมแผนเตรียมพร้อมและแผนบริหารวิกฤตการณ์ความมั่นคงทางพลังงาน การส่งเสริมการป้องกันและแก้ไขปัญหาความมั่นคงเร่งด่วนในพื้นที่เป้าหมายระดับตำบล[10] การเสริมสร้างความร่วมมือกับต่างประเทศในการส่งเสริมความมั่นคงทางพลังงานของประเทศไทย การกระจายชนิดของเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ[11] การใช้พลังงานทดแทนและนวัตกรรมประหยัดพลังงานในครัวเรือน การสนับสนุนการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีพลังงานทดแทนที่มีประสิทธิภาพ การส่งเสริมนวัตกรรมประหยัดพลังงานที่มีราคาเหมาะสม[12] การรณรงค์ให้หน่วยงานภาครัฐมีการใช้พลังงานอย่างรับผิดชอบ ประหยัด คุ้มค่า และมีประสิทธิภาพ ตลอดจนมีการใช้พลังงานสะอาดที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม การมีข้อมูลและรายงานสารสนเทศเพื่อการวิเคราะห์และสื่อสารด้านพลังงานเพียงพอ การพัฒนาศูนย์อนุมัติอนุญาตเบ็ดเสร็จ One-Stop-Service ด้านกิจการไฟฟ้าที่แท้จริง การพัฒนาศูนย์สารสนเทศพลังงานแห่งชาติ การใช้มาตรการบริษัทจัดการพลังงาน (ESCO) สำหรับหน่วยงานภาครัฐ การปรับโครงสร้างกิจการไฟฟ้าและธุรกิจก๊าซธรรมชาติเพื่อเพิ่มการแข่งขัน[13] และการกำกับดูแลกิจการพลังงานเพื่อให้ประชาชนเข้าถึงพลังงานในราคาที่เหมาะสมและเป็นธรรมทุกภาคส่วน[14]

จากการวิเคราะห์ยุทธศาตร์ชาติ นโยบาย และแผนระดับที่ 2 สรุปได้ว่าแนวทางการดำเนินการด้านพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทยในปัจจุบันแบ่งได้ 4 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านนโยบายและการบริหารจัดการ ซึ่งเน้นการพัฒนาระบบบริหารจัดการ การสร้างความร่วมมือกับต่างประเทศ การสร้างความมั่นคงทางพลังงาน และการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลง 2) ด้านการผลิตและจัดหาไฟฟ้า ซึ่งให้ความสำคัญกับการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน การใช้แหล่งพลังงานภายในประเทศที่หลากหลาย การใช้พลังงานหมุนเวียน การลดเชื้อเพลิงฟอสซิล และการสร้างสมดุลสิ่งแวดล้อม 3) ด้านการบริโภคไฟฟ้า ซึ่งเน้นการพัฒนากลไกตลาดให้เกิดการแข่งขัน การอนุรักษ์พลังงาน และการประหยัดพลังงาน และ

4) ด้านการวิจัยและพัฒนา ซึ่งมุ่งเน้นอุตสาหกรรมพลังงาน เทคโนโลยีพลังงานทดแทน เทคโนโลยีกักเก็บพลังงาน และระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ รายละเอียดดังนี้

	ยุทธศาสตร์ชาติ	แผนระดับที่ 2		ยุทธศาสตร์ชาติ	แผนระดับที่ 2
1. นโยบายและการบริหารจัดการ			3. การบริโภคไฟฟ้า		
- ระบบไฟฟ้า	x		- กลไกตลาด	x	x
- ความร่วมมือกับต่างประเทศ		X	- การอนุรักษ์พลังงาน	x	
- ความมั่นคงทางพลังงาน		X	- ประสิทธิภาพ		x
- การตอบสนองการเปลี่ยนแปลง		X	- การประหยัดพลังงาน		x
- แผนเตรียมพร้อม		X	- หน่วยงานรัฐ		x
- ความมั่นคงเชิงพื้นที่		X			
- ข้อมูล/ศูนย์สารสนเทศพลังงาน		X			
- ศูนย์อนุมัติเบ็ดเสร็จ		X			
- การปรับโครงสร้างกิจการไฟฟ้า		X			
2. การผลิตและจัดหาไฟฟ้า			4. การวิจัยและพัฒนา		
- โครงสร้างพื้นฐาน	x	X	- พลังงานทหาร	x	
- ปริมาณเพียงพอ	x		- อุตสาหกรรมพลังงาน	x	x
- พลังงานทดแทน/หมุนเวียน	x	X	- การกักเก็บพลังงาน	x	
- ชีวมวล	x		- ระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ	x	
- การกระจายชนิดเชื้อเพลิง		X	- พลังงานทดแทน/หมุนเวียน		x
- พลังงานในประเทศ		X	- เทคโนโลยีประหยัดพลังงาน		x
- สิ่งแวดล้อม		X			
- การลดเชื้อเพลิงฟอสซิล		X			
- นิวเคลียร์		X			
- ราคาเหมาะสม		X			

ตารางที่ 1 วิเคราะห์ยุทธศาตร์ชาติ และแผนระดับที่ 2

สำหรับแผนระดับที่ 3 คณะรัฐมนตรีได้มอบหมายให้กระทรวงพลังงานจัดทำแผนพลังงานแห่งชาติ ซึ่งประกอบด้วย 5 แผนพลังงาน ได้แก่ แผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย (PDP) แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก (AEDP) แผนอนุรักษ์พลังงาน (EEP) แผนบริหารจัดการก๊าซธรรมชาติ (Gas Plan) และแผนบริหารจัดการน้ำมันเชื้อเพลิง (Oil Plan) สรุปดังนี้

แผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย พ.ศ. 2561 – 2580 ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 1

ให้ความสำคัญกับความมั่นคงทางพลังงาน เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม ซึ่งแตกต่างจากแผนฯ ฉบับเดิม ดังนี้

1. ปรับลดการรับซื้อไฟฟ้าจากโครงการโซลาร์ภาคประชาชน เนื่องจากในปี 2562 มีผู้เข้าร่วมโครงการไม่เป็นไปตามแผน

2. สนับสนุนนโยบาย Energy for All ในการพิจารณารับซื้อไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้าชุมชนในช่วงปี 2563 – 2567

3. โครงการโรงไฟฟ้าชีวมวลประชารัฐ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้มีความล่าช้าไปจากแผน จึงเลื่อนวันเริ่มต้นซื้อขายไฟฟ้าเป็นปี 2565 และ 2566 ปีละ 60 MW และเปลี่ยนผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็ก (SPP) เป็นผู้ผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมาก (VSPP)

4. ปรับเพิ่มเป้าหมายการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพ จากเดิม 546 MW เป็น 1,183 MW ในปี 2580 และแยกประเภทเชื้อเพลิงให้ชัดเจนระหว่างน้ำเสีย/ของเสีย กับพืชพลังงาน

5. เลื่อนวันเริ่มต้นซื้อขายไฟฟ้าและเปลี่ยนชนิดเชื้อเพลิงของโรงไฟฟ้าเอกชนขนาดใหญ่ บริษัท บูรพา พาวเวอร์ เจนเนอร์เรชั่น จำกัด

6. เพิ่มความมั่นคงในระบบไฟฟ้าพื้นที่ภาคเหนือตอนบน บริเวณจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย พะเยา และลำพูน ด้วยการยืดอายุโรงไฟฟ้าแม่เมาะเครื่องที่ 9 กำลังการผลิต 270 MW ออกไปอีก 3 ปี เป็นปลดปี 2568

7. ลดต้นทุนการผลิตไฟฟ้าในภาพรวมของประเทศด้วยการยืดอายุโรงไฟฟ้าที่มีต้นทุนต่ำ ได้แก่ โรงไฟฟ้าแม่เมาะเครื่องที่ 12 และ 13 เป็นปลดปี 2569

ความต้องการพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทยในปี 2561 เท่ากับ 29,969 MW และคาดว่าในปี 2580 จะเป็น 53,997 MW ซึ่งแผนฯ ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 1 กำหนดกำลังการผลิตไฟฟ้าในปี 2580 ไว้ที่ 77,210 MW แบ่งเป็นกำลังผลิตไฟฟ้า ณ สิ้นปี 2561 48,003

MW กำลังผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าใหม่ 56,431 MW และมีการปลดกำลังผลิตของโรงไฟฟ้าเก่า 25,310 MW รายละเอียดของโรงไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ สรุปดังนี้

โรงไฟฟ้า	ปี 2561 (MW)	สัดส่วน	ปี 2580 (MW)	สัดส่วน	เพิ่ม/ลด (MW)	เปอร์เซ็นต์	หมายเหตุ
พลังงานน้ำขนาดใหญ่ (กฟผ.)	3,918	8.2%	3,918	5.1%	-	0.0%	พลังงานหมุนเวียน
พลังงานหมุนเวียน/พลังงานน้ำขนาดเล็ก	6,473	13.5%	25,086	32.5%	18,613	287.5%	พลังงานหมุนเวียน
- กฟผ.	136		2,966				
- SPP Firm/Hybrid	327		347				
- SPP Non-firm	2,309		2,563				
- VSPP/พพ./PEA/อื่น ๆ	3,701		19,211				
พลังงานความร้อนร่วม (ก๊าซ)	20,084	41.8%	26,470	34.3%	6,386	31.8%	
โคเจนเนอเรชั่น (ก๊าซ ถ่านหิน น้ำมันเตา)	6,456	13.4%	5,815	7.5%	(641)	-9.9%	
พลังงานความร้อน (ลิกไนต์ ถ่านหิน ก๊าซ/ น้ำมันเตา น้ำมันเตา)	7,134	14.9%	3,200	4.1%	(3,934)	-55.1%	
ดีเซล	60	0.1%	60	0.1%	-	0.0%	
มาตรการอนุรักษ์พลังงาน			4,000	5.2%	4,000		
นำเข้า	3,878	8.1%	8,661	11.2%	4,783	123.3%	
- พลังงานน้ำขนาดใหญ่ (จาก สปป.ลาว)	2,105		3,388				
- พลังงานน้ำขนาดใหญ่ (จาก ต่างประเทศ)			3,500				
- พลังงานความร้อน (ลิกไนต์ จาก สปป.ลาว)	1,473		1,473				
- สายส่งเชื่อมโยง (จาก มาเลเซีย)	300		300				
รวม	48,003		77,210		29,207	60.8%	

ตารางที่ 2 ประมาณการกำลังการผลิตไฟฟ้าแบ่งตามชนิดของโรงไฟฟ้า

จากตารางข้างต้นประเภทของโรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนแบ่งได้ดังนี้

พลังงานหมุนเวียน	ปี 2561	สัดส่วน	ปี 2580	สัดส่วน	เพิ่ม/ลด	เปอร์เซ็นต์
พลังงานน้ำขนาดใหญ่	3,918	37.7%	3,918	13.5%	-	0.0%
ชีวมวล	1,765	17.0%	4,694	16.2%	2,929	165.9%
ก๊าซชีวภาพ	346	3.3%	1,565	5.4%	1,219	352.3%
พลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานแสงอาทิตย์ทุ่นลอยน้ำ	2,573	24.8%	14,754	50.9%	12,181	473.4%
พลังงานลม	1,353	13.0%	2,989	10.3%	1,636	120.9%
ขยะ	284	2.7%	828	2.9%	544	191.5%
พลังงานน้ำขนาดเล็ก	151	1.5%	256	0.9%	105	69.5%
พลังงานความร้อนใต้พิภพ	0.3	0.0%	0.3	0.0%	-	0.0%
รวม	10,390		29,004.3		18,614	179.1%

ตารางที่ 3 ประมาณการกำลังการผลิตไฟฟ้าแบ่งตามชนิดโรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียน[15]

แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก พ.ศ. 2561 – 2580

มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มสัดส่วนการใช้พลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือกในรูปของพลังงานไฟฟ้า พลังงานความร้อน และเชื้อเพลิงชีวภาพ ต่อการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายที่ร้อยละ 30 ในปี 2580

1. การประเมินศักยภาพและแนวทางการจัดหาเชื้อเพลิง

1.1 พลังแสงอาทิตย์ : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อคำนวนค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์จากภาพถ่ายดาวเทียมตั้งแต่ พ.ศ. 2544 – 2558 พบว่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ส่วนใหญ่ในประเทศไทยมีค่าระหว่าง 17 – 20 MJ/m^2-day โดยในปี 2560 มีค่าเฉลี่ยทั้งปีของทั้งประเทศอยู่ที่ 17.6 MJ/m^2-day ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของปี 2542 ที่ 18.2 MJ/m^2-day และปี 2553 ที่ 18.0 MJ/m^2-day สาเหตุหนึ่งอาจมาจากปริมาณฝุ่นละอองและไอน้ำในบรรยากาศที่เพิ่มมากขึ้นจึงลดทอนแสงอาทิตย์ที่เข้ามายังพื้นโลก อย่างไรก็ตามค่าความเข้มรังสีอาทิตย์เฉลี่ยตลอดทั้งปีของประเทศไทยยังมีค่าสูง สามารถนำไปใช้ประโยชน์เป็นพลังงานได้ในทุกพื้นที่ของประเทศ

1.2 พลังงานลม : ประเทศไทยตั้งอยู่บริเวณเส้นศูนย์สูตรจึงมีความเร็วลมค่อนข้างต่ำ จึงต้องคัดเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับสภาพลมของประเทศไทย พื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศมีความเร็วลมเฉลี่ยที่ 4 – 5 เมตรต่อวินาที (ความเร็วระดับต่ำ) ภาคใต้มีความเร็วลมค่อนข้างสูงกว่าภาคอื่นที่ 6 – 7 เมตรต่อวินาที (ความเร็วระดับปานกลาง) การพัฒนาพลังงานลมมีข้อจำกัดหลายประการ อาทิ การขออนุญาตเข้าใช้ประโยชน์ในพื้นที่ ความสอดคล้องของความต้องการใช้ไฟฟ้าในพื้นที่ที่มีศักยภาพของพลังงานลมซึ่งมักอยู่ห่างไกลชุมชน จึงมีความต้องการใช้ไฟฟ้าค่อนข้างต่ำ รวมถึงความคุ้มค่าต่อการลงทุน

1.3 พลังงานน้ำ : ประเทศไทยผลิตไฟฟ้าพลังงานน้ำมาเป็นเวลานาน มีโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดใหญ่ทั้งสิ้น 2,920 MW แต่ปัจจุบันไม่สามารถพัฒนาโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดใหญ่ได้อีกเนื่องจากข้อจำกัดของพื้นที่ อย่างไรก็ตามกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน มีโครงการปรับปรุงประสิทธิภาพ/เพิ่มกำลังผลิตของโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำด้วยพลังแสงอาทิตย์ทุ่นลอยน้ำ และพัฒนาโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็กและขนาดเล็กมากระหว่าง พ.ศ. 2561 – 2580 จำนวน 371 MW

1.4 พลังงานความร้อนใต้พิภพ : แหล่งน้ำพุร้อนจากความร้อนใต้พิภพของประเทศไทยมีจำนวน 120 แหล่ง มีศักยภาพในการผลิตไฟฟ้าประมาณ 43 MW กว่าร้อยละ 90 อยู่ในพื้นที่ภาคเหนือ ปัจจุบันการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยมีโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนใต้พิภพอยู่ที่แหล่งน้ำพุร้อนฝาง เชียงใหม่ กำลังการผลิต 0.3 MW

1.5 ชีวมวล : ชีวมวลที่ถูกใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับผลิตไฟฟ้าส่วนใหญ่เป็นชีวมวลที่เกิดขึ้นในอุตสาหกรรมแปรรูปผลผลิตทางการเกษตร เช่น กากอ้อยจากอุตสาหกรรมน้ำตาล แกลบจากโรงสีข้าว ใยปาล์มและทะลายปาล์มเปล่าที่ได้จากอุตสาหกรรมสกัดน้ำมันปาล์มดิบ สำหรับชีวมวลที่เกิดขึ้นบริเวณพื้นที่เพาะปลูก เช่น เหง้ามันสำปะหลัง ฟางข้าว ยอดและใบอ้อย ตอและรากไม้ยางพารา ไม่นิยมนำมาผลิตพลังงานเนื่องจากมีต้นทุนสูงในการรวบรวมและขนส่ง

1.6 ขยะ : กรมควบคุมมลพิษประมาณการปริมาณขยะมูลฝอยทั่วประเทศในปี 2561 ที่ 27.93 ล้านตัน หรือ 76,529 ตันต่อวัน ดังนั้นการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการขยะมูลฝอยทั้งระบบจึงมีความสำคัญ กระทรวงมหาดไทยโดยกรมส่งเสริมการ

ปกครองท้องถิ่นมีนโยบายให้ทุกจังหวัดรวมกลุ่มพื้นที่ในการจัดการขยะมูลฝอย โดยกระทรวงมหาดไทยประเมินศักยภาพของโครงการกำจัดขยะเพื่อผลิดไฟฟ้าของกลุ่มพื้นที่จำนวน 56 โครงการ สามารถขายเข้าสู่ระบบสายส่งภายในปี 2568 จำนวน 400 MW

1.7 ก๊าซชีวภาพ : แหล่งผลิตก๊าซชีวภาพที่สำคัญ คือ น้ำเสียโรงงานอุตสาหกรรมการเกษตร เช่น แป้งมันสำปะหลัง น้ำมันปาล์ม เอทานอล น้ำยางข้น การแปรรูปอาหาร และน้ำเสียจากฟาร์มปศุสัตว์ เช่น สุกร โคเนื้อ โคนม กระบือ และไก่ เมื่อสารอินทรีย์ถูกย่อยสลายด้วยกระบวนการทางชีวภาพในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจน ทำให้เกิดก๊าซชีวภาพที่มีก๊าซมีเทนเป็นองค์ประกอบสำคัญ สามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนก๊าซหุงต้ม น้ำมันเตา และไฟฟ้าได้

2. การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือกที่ไม่เชื่อมระบบสายส่ง

2.1 ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อจัดทำระบบประจุแบตเตอรี่ ระบบสูบน้ำ ระบบมินิกริด และระบบผลิตไฟฟ้า ในพื้นที่ที่อยู่ห่างไกลระบบสายส่งไฟฟ้า เช่น โรงเรียนในชนบท สถานีอนามัย ศูนย์การเรียนรู้ชุมชน ฐานปฏิบัติการทหารและตำรวจตระเวนชายแดน พื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติ และพื้นที่ในโครงการพระราชดำริ ในปี 2560 มีระบบนี้ติดตั้งแล้ว 2,155 ระบบ กำลังการผลิตรวม 4.98 MW

2.2 การพัฒนาไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็กมาก ที่มีกำลังการผลิตต่ำกว่า 0.2 MW

1) โครงการไฟฟ้าพลังน้ำระดับหมู่บ้านแบบ Off-Grid หลังก่อสร้างเสร็จจะบริหารจัดการโดยประชาชนในพื้นที่ในรูปแบบสหกรณ์ ในปี 2562 มีโครงการที่ดำเนินการแล้ว 64 แห่ง กำลังการผลิตรวม 2.42 MW

2) โครงการไฟฟ้าพลังน้ำระดับหมู่บ้านอย่างยั่งยืนแบบ On-Grid โดยให้องค์การบริหารส่วนท้องถิ่นร่วมกับชุมชนในพื้นที่เป็นผู้บริหารจัดการโดยขายไฟฟ้าให้กับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ในปี 2562 มีโครงการที่ดำเนินการแล้ว 17 โครงการ กำลังการผลิตรวม 1.94 MW

3) โครงการไฟฟ้าพลังน้ำชุมชน โดยชุมชนต้องประสานงานกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและจัดหาพื้นที่ก่อสร้าง และให้องค์การบริหารส่วนท้องถิ่นร่วมกับชุมชนในพื้นที่เป็นผู้บริหารจัดการในการผลิตไฟฟ้าใช้เองหรือขายไฟฟ้าให้กับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ในปี 2562 มีโครงการที่ดำเนินการแล้ว 15 โครงการ กำลังการผลิตรวม 1.17 MW[16]

แผนอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2561 – 2580

เป้าหมายเพื่อลดการใช้พลังงานในปี 2580 ลงร้อยละ 30 เมื่อเทียบกับฐานปี 2553 โดยเน้น 5 สาขา ได้แก่ บ้านอยู่อาศัย ธุรกิจการค้า อุตสาหกรรม เกษตรกรรม และขนส่ง และมีแนวทางการดำเนินการ 3 กลยุทธ์ ดังนี้

1. กลยุทธ์ภาคบังคับ

กำกับดูแลให้ผู้ใช้พลังงานรายใหญ่ในภาคส่วนต่าง ๆ ต้องใช้พลังงานตามมาตรฐาน มาตรการและวิธีการที่กำหนด โดยจะลดความต้องการใช้พลังงานลงร้อยละ 38

2. กลยุทธ์ภาคส่งเสริม

สนับสนุนด้านการเงินการลงทุนเพื่อกระตุ้นให้เกิดการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ประสิทธิภาพสูง มีการนำเทคโนโลยีและนวัตกรรมต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้เพื่อก่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงาน โดยตั้งเป้าลดความต้องการใช้พลังงานลงร้อยละ 62

3. กลยุทธ์ภาคสนับสนุน

ช่วยเสริมการดำเนินกลยุทธ์ภาคบังคับและภาคส่งเสริม ให้เกิดผลประหยัดด้านพลังงานอย่างเป็นรูปธรรม ได้แก่ การพัฒนาและถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านพลังงาน การรณรงค์สร้างจิตสำนึกใช้พลังงานอย่างรู้คุณค่า และเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้พลังงาน[17]

แผนบริหารจัดการก๊าซธรรมชาติ พ.ศ. 2561 – 2580

วัตถุประสงค์เพื่อจัดหาก๊าซธรรมชาติให้เพียงพอกับความต้องการของประเทศในราคาที่เป็นธรรม และบริหารจัดการระบบโครงสร้างพื้นฐานให้มีความมั่นคง มีประสิทธิภาพ รองรับการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม และคำนึงถึงสมดุลสิ่งแวดล้อม

ก๊าซธรรมชาติของประเทศไทยส่วนใหญ่ใช้ในการผลิตไฟฟ้า ในปี 2561 มีการใช้ก๊าซธรรมชาติ 4,676 ล้านลูกบาศก์ฟุตต่อวัน และประมาณการว่าในปี 2580 จะเพิ่มเป็น 5,348 ล้านลูกบาศก์ฟุตต่อวัน โดยมีสัดส่วนการใช้ดังนี้

	ปี 2561	**ปี 2580**
ปริมาณ (ล้านลูกบาศก์ฟุตต่อวัน)	4,676	5,348
ผลิตไฟฟ้า	57%	67%
โรงแยกก๊าซ	22%	11%
ภาคอุตสาหกรรม	16%	21%
ภาคขนส่ง	5%	1%

ตารางที่ 4 สัดส่วนการใช้ก๊าซธรรมชาติ

ในปี 2561 การจัดหาก๊าซธรรมชาติส่วนใหญ่เป็นการผลิตจากแหล่งภายในประเทศ (ทั้งบนบกและอ่าวไทย) แต่ในปี 2580 คาดว่าปริมาณก๊าซธรรมชาติจากแหล่งภายในประเทศและจากประเทศเมียนมามีแนวโน้มลดลง ดังนั้นปริมาณก๊าซธรรมชาติส่วนใหญ่จะเป็นการนำเข้า LNG จากต่างประเทศ รายละเอียดดังนี้

	ปี 2561	**ปี 2580**
ปริมาณ (ล้านลูกบาศก์ฟุตต่อวัน)	4,676	5,348
แหล่งภายในประเทศ	72%	28%
นำเข้าจากประเทศเมียนมา	16%	4%
นำเข้า LNG	12%	68%

ตารางที่ 5 สัดส่วนการจัดหาก๊าซธรรมชาติ[18]

(ร่าง) แผนบริหารจัดการน้ำมันเชื้อเพลิง พ.ศ. 2561 – 2580

เน้นการบริหารจัดการน้ำมันเชื้อเพลิงในภาคขนส่งเป็นหลัก มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ประเทศมีความมั่นคงทางพลังงาน สามารถจัดหาน้ำมันเชื้อเพลิงให้เพียงพอรองรับความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ ซึ่งข้อมูลในปี 2561 แสดงให้เห็นว่าประเทศไทยมีการจัดหาน้ำมันดิบเพื่อนำเข้ากระบวนการกลั่นทั้งสิ้น 1.06 ล้านบาร์เรล/วัน เป็นการนำเข้า

จากต่างประเทศร้อยละ 90 และจากแหล่งในประเทศร้อยละ 10 และในปี 2580 คาดว่าจะมีความต้องการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงทุกประเภท 201.27 ล้านลิตร/วัน แบ่งเป็นภาคขนส่งร้อยละ 68 ภาคอุตสาหกรรมร้อยละ 21 และอื่น ๆ ร้อยละ 11[19]

เมื่อวิเคราะห์แผนระดับที่ 3 พบว่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทยจะเพิ่มจาก 29,969 MW ในปี 2561 เป็น 53,997 MW ในปี 2580 (เพิ่มขึ้นร้อยละ 80.2) ในขณะที่กำลังการผลิตไฟฟ้าของประเทศจะเพิ่มจาก 48,003 MW เป็น 77,210 MW (เพิ่มขึ้นร้อยละ 60.8) ซึ่งเป็นการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน 10,391 MW และ 29,004 MW ตามลำดับ (เพิ่มขึ้นร้อยละ 287.5) โดยส่วนหนึ่งจะเป็นการผลิตของ กฟผ. และอีกส่วนหนึ่งจะเป็นการรับซื้อจากผู้ผลิตไฟฟ้าขนาดเล็ก (SPP) ผู้ผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมาก (VSPP) กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และองค์กรอื่น ๆ ทั้งนี้คาดว่าพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานแสงอาทิตย์ทุ่นลอยน้ำจะเป็นพลังงานหมุนเวียนที่มีอัตราส่วนการขยายตัวมากที่สุดที่ร้อยละ 473.4 รองลงมาเป็นก๊าซชีวภาพที่ร้อยละ 352.3 ขยะ ชีวมวล และพลังงานลมที่ร้อยละ 191.5 165.9 และ 120.9 ตามลำดับ

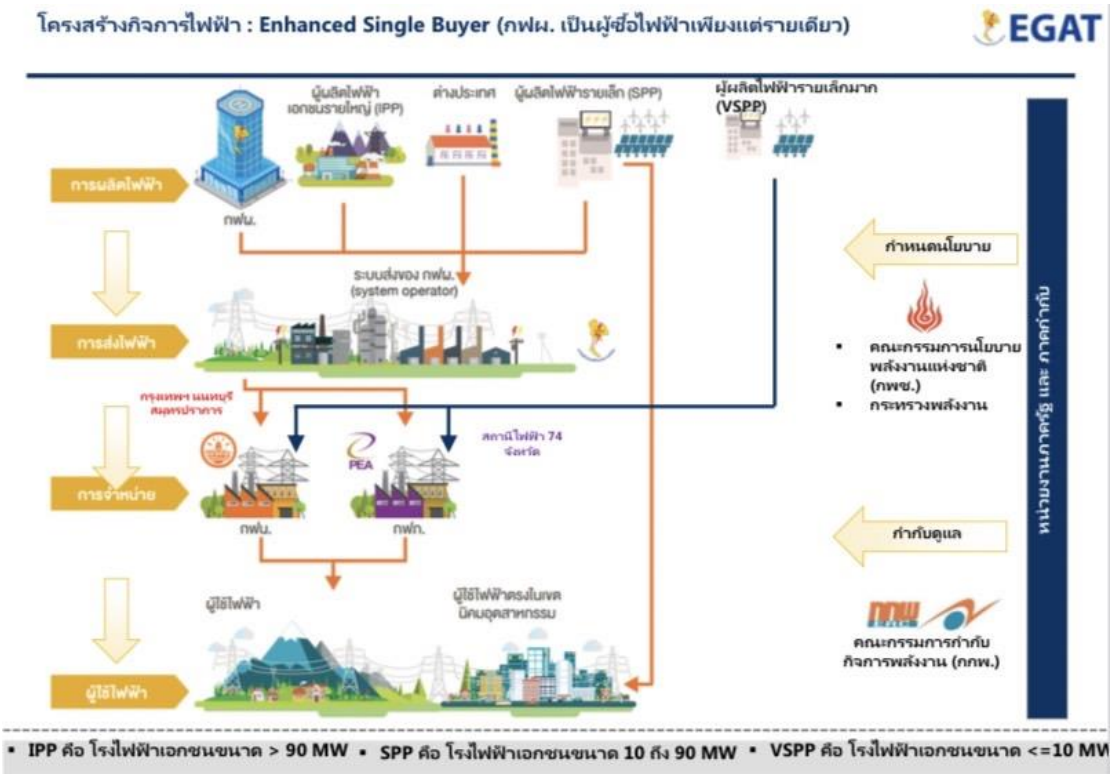
อย่างไรก็ตามการเพิ่มขึ้นของโรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนยังไม่มากพอ จึงต้องใช้โรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนร่วม (ก๊าซ) ในสัดส่วนที่สูง โดยจะเพิ่มจาก 20,084 MW ในปี 2561 เป็น 26,470 MW ในปี 2580 (ที่เหลือเป็นโรงไฟฟ้าที่ใช้เชื้อเพลิงประเภทอื่น) ทำให้มีความต้องการใช้ก๊าซธรรมชาติเพิ่มขึ้น และการจัดหาก๊าซธรรมชาติในปี 2580 คาดว่าจะเป็นการนำเข้า LNG เพื่อผลิตไฟฟ้าสูงถึงร้อยละ 45.6 นอกจากนี้ถึงแม้ว่ากำลังการผลิตไฟฟ้าในประเทศจะสูงกว่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า ประเทศไทยยังคงนำเข้าไฟฟ้าจากต่างประเทศ โดยคาดว่าจะเพิ่มจาก 3,878 MW ในปี 2561 เป็น 8,661 MW ในปี 2580 คิดเป็นสัดส่วนสูงถึงร้อยละ 11.2 ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงความไม่มั่นคงทางพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทย

โครงสร้างอุตสาหกรรมไฟฟ้าในประเทศไทย

โครงสร้างกิจการไฟฟ้าในประเทศไทยเป็นแบบ Enhanced Single Buyer Model (ESB) คือ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) เป็นผู้ผลิต ส่ง และรับซื้อ

ไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้าเอกชนและจากต่างประเทศ เพื่อจำหน่ายให้แก่ การไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) ผ่านระบบสายส่งไฟฟ้าเพื่อจำหน่ายให้กับผู้ใช้ไฟฟ้าต่อไป อย่างไรก็ตาม กฟผ. สามารถจำหน่ายไฟฟ้าโดยตรงให้แก่ผู้ใช้ไฟฟ้ารายใหญ่บางรายและประเทศใกล้เคียง

ส่วน กฟน.รับผิดชอบการจำหน่ายไฟฟ้าให้แก่ผู้ใช้ไฟฟ้าในพื้นที่กรุงเทพมหานคร นนทบุรี และสมุทรปราการ ขณะที่ กฟภ. รับผิดชอบการจำหน่ายไฟฟ้าให้แก่ผู้ใช้ไฟฟ้าในจังหวัดอื่น ๆ นอกจากนี้ผู้ผลิตไฟฟ้าเอกชนบางรายสามารถจำหน่ายไฟฟ้าให้กับลูกค้าได้โดยตรง โดยมีคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ (กพช.) และกระทรวงพลังงานเป็นผู้กำหนดนโยบายพลังงาน และคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน (กกพ.) เป็นผู้กำกับดูแลโครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้าของประเทศในภาพรวม รายละเอียดดังนี้



ภาพที่ 2 โครงสร้างอุตสาหกรรมไฟฟ้าในประเทศไทย[20]

กลุ่มลูกค้าผู้ใช้ไฟฟ้าแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มบ้านอยู่อาศัย กลุ่มพาณิชย์ กลุ่มอุตสาหกรรม และกลุ่มอื่น ๆ โดยมีลักษณะและพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้า ดังนี้

กลุ่มลูกค้าผู้ใช้ไฟฟ้า	ลักษณะและพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้า
1. กลุ่มบ้านอยู่อาศัย -ปี 2561 สัดส่วนร้อยละ 23.82	1. ความต้องการไฟฟ้าปริมาณน้อย 2. ใช้ไฟฟ้าเพื่อกิจกรรมในครัวเรือนในเวลากลางวัน โดยมีการใช้มากขึ้นในช่วงเย็นถึงหัวค่ำและวันหยุด 3. มีไฟฟ้าใช้คลอบคลุมทุกพื้นที่ 4. มีไฟฟ้าใช้อย่างเพียงพอ 5. ระบบไฟฟ้ามีมาตรฐาน มีความปลอดภัย
2. กลุ่มพาณิชย์ -เช่น โรงแรม และห้างสรรพสินค้า -ปี 2561 สัดส่วนร้อยละ 25.52	1. ความต้องการไฟฟ้าปริมาณปานกลาง-สูง 2. ใช้ไฟฟ้าในเวลากลางวัน โดยบางประเภทอาจใช้ถึงกลางคืน 3. มีไฟฟ้าใช้อย่างต่อเนื่องในขณะดำเนินกิจการ หากไฟฟ้าดับจะต้องกลับมาจ่ายไฟฟ้าโดยเร็ว 4. มีไฟฟ้าใช้อย่างเพียงพอ 5. ระบบไฟฟ้ามีมาตรฐาน มีความปลอดภัย
3. กลุ่มอุตสาหกรรม - เช่น เหล็ก ยานยนต์ อิเล็กทรอนิกส์ และพลาสติก -ปี 2561 สัดส่วนร้อยละ 47.60	1. ความต้องการไฟฟ้าปริมาณสูง-สูงมาก 2. ใช้ไฟฟ้าอย่างต่อเนื่อง โดยบางประเภทอาจใช้ 24 ชม. 3. มีไฟฟ้าใช้อย่างต่อเนื่องในขณะดำเนินกิจการ โดยไม่มีไฟฟ้าดับ 4. มีไฟฟ้าใช้อย่างเพียงพอ 5. ระบบไฟฟ้ามีมาตรฐาน มีความปลอดภัย 6. เอาใจใส่ดูแลเป็นพิเศษ
4. กลุ่มอื่น ๆ -เช่น องค์กรที่ไม่แสวงกำไร สูบน้ำเพื่อการเกษตร ไฟฟ้าชั่วคราว ไฟถนน และไฟฟ้าฟรี -ปี 2561 สัดส่วนร้อยละ 3.06	1. ความต้องการไฟฟ้าไม่สม่ำเสมอ 2. บางส่วนต้องการใช้ไฟฟ้าเพียงชั่วคราว 3. มีไฟฟ้าใช้อย่างต่อเนื่อง 4. มีไฟฟ้าใช้อย่างเพียงพอ 5. ระบบไฟฟ้ามีมาตรฐาน มีความปลอดภัย

ตารางที่ 6 กลุ่มลูกค้าผู้ใช้ไฟฟ้า และลักษณะและพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้า[21]

เมื่อวิเคราะห์โครงสร้างองค์กรจะเห็นว่าประเทศไทยมีรัฐวิสาหกิจเพียงไม่กี่รายที่มีบทบาทสำคัญในการกำหนดนโยบาย การผลิต และการจำหน่ายไฟฟ้า ซึ่งนโยบาย

บางอย่างอาจมีผลกระทบต่อการดำเนินงานทางธุรกิจขององค์กร ตัวอย่างเช่น นโยบายที่อนุญาตให้ผู้ผลิตไฟฟ้าเอกชนประเภท Small Power Producer (SPP) สามารถจำหน่ายไฟฟ้าให้กับกลุ่มลูกค้าอุตสาหกรรมได้ จะทำให้ฐานลูกค้าของ กฟน. และ กฟภ. ลดลง เนื่องจากผู้ผลิตไฟฟ้าประเภท SPP มีอัตราค่าไฟฟ้าที่ต่ำกว่า เพราะมีต้นทุนคงที่และต้นทุนบางส่วนถูกคิดรวมกับค่าไฟฟ้าที่ขายให้กับ กฟผ. แล้ว นอกจากนี้ยังมีที่ตั้งอยู่ใกล้เคียงหรืออยู่ในนิคมอุตสาหกรรม ทำให้ระบบสายส่งไฟฟ้ามีระยะทางสั้นกว่า มีหน่วยสูญเสีย (Loss) น้อยกว่า และมีต้นทุนและค่าบำรุงรักษาน้อยกว่า นอกจากนี้นโยบายส่งเสริมการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์จะทำให้ผู้บริโภคเป็นทั้งผู้ผลิตและผู้ใช้ไฟฟ้า ทำให้มีแนวโน้มที่จะซื้อไฟฟ้าจาก กฟน. และ กฟภ. น้อยลง[22] จึงเป็นผลประโยชน์ทับซ้อนที่องค์กรที่ต้องสร้างความสมดุลระหว่างประโยชน์สาธารณะกับประโยชน์ขององค์กร

แนวทางการดำเนินการของประเทศที่ประสบความสำเร็จในการพัฒนาความมั่นคงทางพลังงานไฟฟ้า

1. ราชอาณาจักรนอร์เวย์

แม้ว่าทรัพยากรธรรมชาติและสินค้าส่งออกที่สำคัญของนอร์เวย์ คือ น้ำมันดิบ น้ำมันปิโตรเลียม และก๊าซธรรมชาติ นอร์เวย์ผลิตไฟฟ้าจากพลังงานน้ำได้ถึงร้อยละ 95 นอกนั้นเป็นการผลิตจากพลังงานความร้อนใต้พิภพร้อยละ 3 พลังงานลมร้อยละ 1 และก๊าซธรรมชาติร้อยละ 1[23]

นอร์เวย์ตั้งอยู่บนคาบสมุทรสแกนดิเนเวีย ใกล้ขั้วโลกเหนือ มีพื้นที่ 385,207 ตารางกิโลเมตร (ประมาณร้อยละ 60 ของประเทศไทย) ภูมิประเทศส่วนใหญ่เป็นที่ราบสูงและภูเขาน้ำแข็งปกคลุมมากกว่าครึ่งประเทศ บริเวณพื้นที่สูงและภูเขาสูงมีน้ำแข็งปกคลุมตลอดทั้งปี พื้นที่หลายแห่งมีภูเขาสลับซับซ้อน มีช่องเขาแคบ ๆ สลับที่ราบหลายแห่ง ชายฝั่งทะเลส่วนใหญ่เป็นฟยอร์ดที่มีน้ำลึกแต่นิ่ง มีทุ่งหญ้าทุนดราที่ไม่มีต้นไม้ทางด้านทิศเหนือ[24]

ภูมิอากาศหนาวเย็น 6 เดือน ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนถึงเมษายน บริเวณชายฝั่งมีอากาศเย็นสบายด้วยอิทธิพลกระแสน้ำอุ่นแอตแลนติกเหนือ พื้นที่ด้านในทวีปมี

อากาศเย็นกว่าและมีปริมาณน้ำฝนหรือหิมะมากกว่า และมีฝนตกตลอดทั้งปีบริเวณชายฝั่งทางทิศตะวันตก

มีประชากรประมาณ 5,553,840 คน (อันดับ 117 ของโลก ประมาณร้อยละ 8 ของประเทศไทย) ใช้ไฟฟ้า 220 โวลต์แบบปลั๊กตัวผู้ขากลม 2 ขา การผลิตไฟฟ้าส่วนใหญ่ผลิตโดยอุตสาหกรรมแห่งชาติ สำหรับระบบสายส่งไฟฟ้าแรงดันสูงมีรัฐวิสาหกิจ Statnett เป็นผู้รับผิดชอบ และมีองค์การบริหารส่วนท้องถิ่นรับผิดชอบระบบสายส่งไฟฟ้าระดับพื้นที่และชุมชน[25]

นอร์เวย์มีโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำ 51 แห่ง กำลังการผลิตรวม 13,690 MW (กำลังการผลิตน้อยกว่า 100 MW จำนวน 12 โรง, 100-1,000 MW จำนวน 36 โรง และมากกว่า 1,000 MW จำนวน 3 โรง) และโรงไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติ 3 โรง (แต่ 2 โรงไม่ได้ใช้งานเพราะโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำต้นทุนถูกกว่า)[26] ปัจจุบันโรงไฟฟ้าพลังแสงอาทิตย์เอกชนเติบโตอย่างมาก (เพิ่มขึ้นร้อยละ 366 ในปี 2559 แม้ว่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์จะเป็นเพียง 1 ใน 3 ของประเทศออสเตรเลียเท่านั้น) ทั้งนี้ไฟฟ้าเป็นพลังงานหลักสำหรับทำความร้อนในฤดูหนาว

2. นิวซีแลนด์

นิวซีแลนด์เป็นหมู่เกาะในมหาสมุทรแปซิฟิคใต้ ประกอบด้วย 3 เกาะใหญ่ มีพื้นที่รวม 270,467 ตารางกิโลเมตร (ประมาณร้อยละ 53 ของประเทศไทย) เกาะเหนือเป็นเกาะที่ใหญ่ที่สุดอยู่บริเวณตอนบนของประเทศ เกาะใต้อยู่ด้านล่าง และเกาะสจ๊วต์ตอยู่ปลายล่างสุดของเกาะใต้

พื้นที่ตอนเหนือส่วนใหญ่เป็นที่ราบสูงและภูเขาเหมาะสำหรับเลี้ยงสัตว์ ส่วนเกาะใต้เป็นทุ่งราบขนาดใหญ่เหมาะสำหรับเพาะปลูก และมีเทือกเขาสูงพาดผ่านเกาะใต้ในแนวเหนือ-ใต้ ชายฝั่งตะวันตกตอนล่างของเกาะใต้มีลักษณะแบบฟยอร์ด ซึ่งเกิดจากธารน้ำแข็งกัดเซาะแผ่นดินและภูเขาเข้าไปในแผ่นดิน คล้ายกับประเทศในแถบสแกนดิเนเวีย

นิวซีแลนด์มีฤดูกาล 4 ฤดู เช่นเดียวกับยุโรปแต่จะกลับกันเพราะอยู่คนละซีกโลก ภูมิอากาศค่อนข้างแปรปรวนเนื่องจากเป็นเกาะ หลายเมืองมีลมแรง อากาศ

โดยรวมอบอุ่นคล้ายยุโรปตอนใต้แถบทะเลเมดิเตอร์เรเนียน อุณหภูมิเฉลี่ยของเกาะเหนือสูงกว่าเกาะใต้ เนื่องจากตั้งอยู่ในละติจูดที่สูงกว่า มีประชากรประมาณ 5,208,860 คน (ประมาณร้อยละ 7 ของประเทศไทย) [27]

ในปี 2563 นิวซีแลนด์มีกำลังผลิตไฟฟ้า 9,758 MW เป็นการผลิตจากพลังงานหมุนเวียนถึงร้อยละ 82 แบ่งเป็นพลังงานน้ำร้อยละ 55.7 พลังงานความร้อนใต้พิภพร้อยละ 13 ก๊าซร้อยละ 12.6 พลังงานลมร้อยละ 7.1 ถ่านหิน/ก๊าซร้อยละ 5.1 โคเจนเนอร์เรชั่นร้อยละ 4.3 น้ำมันดีเซลร้อยละ 2 และอื่น ๆ ร้อยละ 0.3

เดิมกิจการไฟฟ้าของนิวซีแลนด์มีรัฐวิสาหกิจเป็นผู้รับผิดชอบเหมือนกับประเทศอื่น ๆ แต่มีการแปรรูปรัฐวิสาหกิจ ปรับปรุง และเปลี่ยนแปลงตามระยะเวลา ทั้งนี้ กิจการไฟฟ้าของนิวซีแลนด์แบ่งออกเป็น 6 ประเภท คือ กิจการผลิตไฟฟ้า (Generation) ระบบสายส่งไฟฟ้า (Transmission) ระบบจำหน่ายไฟฟ้า (Distribution) กิจการจำหน่ายไฟฟ้า (Retail) การบริโภค (Consumption) และระเบียบข้อบังคับ (Regulation) ปัจจุบันตลาดซื้อขายไฟฟ้ามีหน่วยงานรับผิดชอบ คือ Electricity Authority ส่วนธุรกิจสายส่งไฟฟ้ามีรัฐวิสาหกิจ Transpower และบริษัทเอกชนเป็นผู้ดำเนินการ โดยมี Commerce Commission เป็นหน่วยงานกำกับดูแลอีกทีหนึ่ง สำหรับรัฐมนตรีว่าการกระทรวงพลังงานเป็นผู้ควบคุมกิจการทั้งหมดในภาพรวม[28]

3. สาธารณรัฐโอเรียนทัลอุรุกวัย

อยู่ในทวีปอเมริกาใต้ มีอาณาเขตติดกับอาร์เจนตินาทางทิศตะวันตกและตะวันตกเฉียงใต้ บราซิลทางทิศเหนือและตะวันออกเฉียงเหนือ ริโอเดลาปลาตาทางทิศใต้และมหาสมุทรแอตแลนติกทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ มีพื้นที่ 181,034 ตารางกิโลเมตร (ประมาณร้อยละ 35 ของประเทศไทย) ภูมิประเทศส่วนใหญ่เป็นที่ราบเชิงเขาและเนินเขาเตี้ย ๆ บริเวณชายฝั่งเป็นที่ราบลุ่มแม่น้ำที่อุดมสมบูรณ์ และเนื่องจากมีที่ตั้งอยู่ในเขตอบอุ่น ภูมิอากาศจึงค่อนข้างร้อนอบอ้าว มีลมกรรโชกแรง และอากาศแห้ง มีประชากรประมาณ 3,518,552 คน (ประมาณร้อยละ 5 ของประเทศไทย)[29]

อุรุกวัยเคยเป็นประเทศที่ต้องนำเข้าไฟฟ้าจากอาเจนติน่าและบราซิล แต่ได้ลงทุนสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนอย่างมากในห้วง 10 กว่าปีที่ผ่านมา จนสามารถ

พึ่งพาตนเองได้จากโรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนที่มีสัดส่วนสูงถึงร้อยละ 94.5 ในปี 2559 ความสำเร็จดังกล่าวเกิดขึ้นได้เพราะการปฏิรูปกฎหมายในปี 2540 2545 และ 2549 ซึ่งทำให้เกิดการลงทุนอย่างมากทั้งจากภาครัฐและภาคเอกชน

ในปี 2551 อุรุกวัยสร้างเขื่อนเต็มพื้นที่ ไม่สามารถขยายโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำได้อีก จึงสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานลมเพิ่มเติม (จากเดิม 10 MW เป็น 847.1 MW) และในปี 2559 อุรุกวัยสามารถผลิตไฟฟ้าได้มากพอที่จะส่งออกไฟฟ้าให้กับอาเจนตินาและบราซิลได้ ทั้งนี้กำลังการผลิตไฟฟ้าในปัจจุบันอยู่ที่ 4,600 MW แบ่งเป็นพลังงานน้ำร้อยละ 54.2 พลังงานความร้อนร้อยละ 21.8 พลังงานลมร้อยละ 18.4 พลังแสงอาทิตย์ร้อยละ 2 และอื่น ๆ ร้อยละ 3.6

อุรุกวัยมีหน่วยงาน National Directorate of Energy and Nuclear Technology (DNTEN) เป็นผู้กำหนดนโยบายพลังงาน และมี URSEA เป็นผู้พิจารณากฎหมายพลังงาน สำหรับรัฐวิสาหกิจ UTE เป็นผู้รับผิดชอบในการผลิตไฟฟ้า ระบบสายส่งไฟฟ้า และการจำหน่ายไฟฟ้า โดยมีภาคเอกชน 4 รายที่ผลิตไฟฟ้าเพื่อการใช้งานภายในองค์กรและจำหน่ายส่วนเกินให้แก่ UTE ซึ่งมีสัดส่วนการผลิตเพียงร้อยละ 6 เท่านั้น[30]

4. สกอตแลนด์

เป็นส่วนหนึ่งของสหราชอาณาจักร ครอบคลุมพื้นที่หนึ่งในสามทางตอนเหนือของเกาะบริเตนใหญ่ มีพรมแดนติดกับประเทศอังกฤษทางทิศใต้ ส่วนที่เหลือล้อมรอบด้วยมหาสมุทรแอตแลนติก มีพื้นที่ 78,772 ตารางกิโลเมตร (ประมาณร้อยละ 15 ของประเทศไทย) ภูมิประเทศทางทิศเหนือและทิศตะวันตกเป็นภูเขาสูงและเกาะ ส่วนบริเวณตอนกลางเป็นพื้นที่ราบหุบเขาและภูเขาไฟ ทางทิศใต้เป็นแนวทิวเขายาวสลับกับที่ราบหุบเขากว้างใหญ่

ภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงบ่อย มีอุณหภูมิอบอุ่นแบบชายฝั่งทะเล ได้รับอิทธิพลจากกระแสน้ำอุ่นมหาสมุทรแอตแลนติก พื้นที่ทางทิศตะวันตกมีอุณหภูมิอุ่นกว่าและมีฝนตกมากกว่าบริเวณทิศตะวันออก ตอนกลางของประเทศมีแสงแดดมากกว่าพื้นที่อื่น ๆ หิมะตกเฉพาะพื้นที่สูง มีประชากรประมาณ 5,424,800 คน (ประมาณร้อยละ 8 ของประเทศไทย)[31]

ในปี 2564 สกอตแลนด์ผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนได้ร้อยละ 57 พลังงานนิวเคลียร์ร้อยละ 29.8 เชื้อเพลิงฟอสซิลร้อยละ 10.9 และอื่น ๆ ร้อยละ 2.3[32] ทั้งนี้ไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนร้อยละ 57 หรือ 11,332 MW แบ่งเป็นพลังงานลมชายฝั่งทะเลร้อยละ 71.4 พลังงานน้ำร้อยละ 14.6 พลังงานลมนอกชายฝั่งทะเลร้อยละ 6.6 พลังแสงอาทิตย์ร้อยละ 3.1 ชีวมวลร้อยละ 2.4 ก๊าซชีวภาพร้อยละ 1 และอื่น ๆ ร้อยละ 0.9[33]

จะเห็นได้ว่าประเทศที่ประสบความสำเร็จในการพัฒนาความมั่นคงทางพลังงานไฟฟ้าทั้ง 4 ประเทศ ใช้พลังงานหมุนเวียนเป็นหลักในการผลิตไฟฟ้า โดยใช้แหล่งผลิตที่เป็นจุดแข็งของประเทศ อาทิ นอร์เวย์ใช้ประโยชน์จากภูมิประเทศที่เป็นที่ราบสูงและภูเขาน้ำแข็งในการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานน้ำ นิวซีแลนด์ใช้ภูมิประเทศที่เป็นภูเขาสูงและความร้อนใต้พิภพในการผลิตไฟฟ้า ส่วนอุรุกวัยและสกอตแลนด์ใช้ประโยชน์จากภูมิประเทศและภูมิอากาศโดยผลิตไฟฟ้าจากพลังงานน้ำและพลังงานลม อย่างไรก็ตามประเทศเหล่านี้เป็นประเทศที่มีขนาดเล็กและมีจำนวนประชากรไม่มาก จึงง่ายต่อการบริหารจัดการพลังงาน สำหรับโครงสร้างองค์กรของแต่ละประเทศมีการจัดที่ไม่เหมือนกัน นอร์เวย์รวมการผลิตไฟฟ้าแต่กระจายความรับผิดชอบของระบบสายส่งไฟฟ้า นิวซีแลนด์แปรรูปธุรกิจการผลิตไฟฟ้าแต่ระบบสายส่งไฟฟ้ามีรัฐวิสาหกิจและบริษัทเอกชนเป็นผู้รับผิดชอบ ส่วนอุรุกวัยมีรัฐวิสาหกิจเป็นผู้รับผิดชอบทั้งการผลิตไฟฟ้าและระบบสายส่งไฟฟ้า

การวิเคราะห์โอกาสและอุปสรรค (ปัจจัยภายนอก)

ตัวแบบในการวิเคราะห์ใช้ PESTEL (Political/Policy, Economic, Social, Technology, Environment, and Legal)

พลังงานหมุนเวียน	โอกาส
พลังแสงอาทิตย์	P. ทั่วโลกมีนโยบายส่งเสริมพลังงานทดแทน E. ราคาพลังงานโลกค่อนข้างสูง S. ผู้ใช้พลังงานปรับพฤติกรรมเป็นผู้ผลิตพลังงานใช้เอง[34] T. ระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ เทคโนโลยีพลังแสงอาทิตย์ และระบบการกักเก็บพลังงานประสิทธิภาพสูง ทำให้กลไกตลาดเปลี่ยน[35] E. เทคโนโลยีพัฒนาเร็วและแพร่หลาย L. แผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทยให้ความสำคัญกับพลังงานแสงอาทิตย์[36]
พลังงานลม	T. เทคโนโลยีพัฒนาเร็ว ผลิตไฟฟ้าที่ความเร็วลมต่ำได้[37]
พลังงานน้ำ	E. พลังน้ำขนาดเล็กมีต้นทุนเฉลี่ยต่อหน่วยถูก[38]
พลังงานความร้อนใต้พิภพ	E. กระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย
ชีวมวล	E. ต้นทุนเฉลี่ยต่อหน่วยถูก[39]
ขยะ	P. เป็นนโยบายภาครัฐ S. ขยะไม่มีใครต้องการและเพิ่มขึ้นทุกวัน E. คู่แข่งน้อยเพราะจุดคุ้มทุนช้า[40] T. มีเทคโนโลยีหลายแบบ ใช้ร่วมกับน้ำมันและก๊าซได้[41] E. เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม
ก๊าซชีวภาพ	E. มีวัตถุดิบมาก

ตารางที่ 7 โอกาสโรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนชนิดต่าง ๆ

พลังงานหมุนเวียน	อุปสรรค
พลังแสงอาทิตย์	P. ภาครัฐไม่อุดหนุนพลังงานทดแทนเท่าที่ควร[42] E. อุปกรณ์แพง ต้นทุนเติดตั้งสูง S. ทัศนคติคนส่วนใหญ่ไม่ให้ความสำคัญกับพลังงานทดแทน T. เทคโนโลยียังไม่เสถียร E. ธุรกิจโรงไฟฟ้าผูกขาดโดยรัฐวิสาหกิจ L. การขออนุญาตยุ่งยาก[43]
พลังงานลม	E. ค่าติดตั้งและบำรุงรักษาสูง[44] E. พื้นที่ต้องมีลมแรงพอและมีค่าเฉลี่ยทั้งปีสูง
พลังงานน้ำ	S. การสร้างเขื่อนใหม่ถูกต่อต้านโดยประชาชนและ NGO
พลังงานความร้อนใต้พิภพ	E. แหล่งผลิตอยู่ในพื้นที่แผ่นดินไหว[45]
ชีวมวล	S. ถูกต่อต้านจากประชาชนในพื้นที่
ขยะ	P. นโยบายผู้บริหารองค์การส่วนท้องถิ่นเปลี่ยนตามวาระ E. มีจุดคุ้มทุนช้ากว่าชีวมวล[46] S. ถูกต่อต้านจากประชาชนในพื้นที่ T. ต้องนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศ[47] L. การขออนุญาตยุ่งยาก[48]
ก๊าซชีวภาพ	S. มีความเข้าใจไม่ถูกต้อง เช่น อันตรายจากระเบิด[49] T. อุปกรณ์บางชนิดผลิตเองไม่ได้

ตารางที่ 8 อุปสรรคโรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนชนิดต่าง ๆ

การวิเคราะห์จุดแข็งและจุดอ่อน (ปัจจัยภายใน)

ตัวแบบในการวิเคราะห์ใช้ 2S3M (Structure&Policy, Services, Manpower, Money, and Materials)

พลังงานหมุนเวียน	จุดแข็ง
พลังแสงอาทิตย์	M. ความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ของประเทศไทยมีค่าสูง
พลังงานลม	M. มีผู้เชี่ยวชาญออกแบบและติดตั้ง[50] M. สามารถผลิตได้ทุกภาค (ความเร็วลมเริ่มผลิต 4 m/s แต่จุดคุ้มทุนที่ 7 m/s)[51]
พลังงานน้ำ	M. เป็นแหล่งพลังงานที่เชื่อถือได้ และมีอย่างต่อเนื่อง
พลังงานความร้อนใต้พิภพ	S. ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าสูง M. สามารถเก็บสะสมพลังงานได้เองตามธรรมชาติ
ชีวมวล	M. ลดเศษวัสดุเหลือใช้
ขยะ	S. แก้ปัญหาขยะล้นชุมชน M. เพิ่มการจ้างงานในชุมชน M. มีวัตถุดิบมาก
ก๊าซชีวภาพ	S. มีนโยบายส่งเสริมก๊าซชีวภาพ S. มีโครงการที่ประสบความสำเร็จทั้งในและต่างประเทศ[52] M. มีผู้เชี่ยวชาญออกแบบและติดตั้งระดับแนวหน้า[53]

ตารางที่ 9 จุดแข็งโรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนชนิดต่าง ๆ

พลังงานหมุนเวียน	จุดอ่อน
พลังแสงอาทิตย์	S. ผลิตได้เฉพาะช่วงที่มีแดด กลางคืนต้องใช้แบตเตอรี่ M. การกำจัดเซลล์แสงอาทิตย์เก่า ต้นทุนสูง M. ใช้พื้นที่มาก 8-10 ไร่/1 MW[54]
พลังงานลม	S. ความเร็วลมในประเทศไทยต่ำและปานกลาง และมักผลิตได้เวลากลางคืนที่มีการใช้ไฟฟ้าต่ำ M. อุปกรณ์ต้องนำเข้า ชำรุดง่าย ค่าบำรุงรักษาสูง[55]
พลังงานน้ำ	S. สร้างโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดใหญ่ไม่ได้อีก M. ทรัพยากรน้ำใช้เพื่อการเกษตรเป็นหลัก
พลังงานความร้อนใต้พิภพ	M. ประเทศไทยมีศักยภาพเพียง 43 MW
ชีวมวล	S. วัตถุดิบขึ้นกับผลผลิตการเกษตร M. ปริมาณจำกัดและอยู่บางพื้นที่
ขยะ	S. ปริมาณขยะไม่แน่นอน M. ต้องมีคนแยกขยะก่อน M. เตาเผาขยะเกิดมลพิษมาก ขี้เถ้าต้องฝังกลบ
ก๊าซชีวภาพ	S. กฎระเบียบยุ่งยาก

ตารางที่ 10 จุดอ่อนโรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนชนิดต่าง ๆ

การวิเคราะห์ TOWS Matrix

เมื่อวิเคราะห์ศักยภาพของพลังงานหมุนเวียนพบว่าพลังงานความร้อนใต้พิภพมีศักยภาพเพียง 43 MW ส่วนพลังงานน้ำไม่สามารถสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดใหญ่ได้อีก จึงเหลือพลังงานหมุนเวียนที่นำมาวิเคราะห์ด้วย TOWS Matrix เพียง 5 ประเภท ดังนี้

1.พลังแสงอาทิตย์

		ปัจจัยแวดล้อมภายใน	
		Strength	**Weakness**
ปัจจัยแวดล้อมภายนอก		ความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ของประเทศไทยมีค่าสูง	ผลิตได้เฉพาะช่วงที่มีแดด
Opportunities	-ผู้ใช้พลังงานปรับพฤติกรรมเป็นผู้ผลิตพลังงานใช้เอง -โครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ เทคโนโลยีพลังแสงอาทิตย์ และระบบการกักเก็บพลังงาน ทำให้กลไกตลาดเปลี่ยน	ส่งเสริมให้ผู้ใช้ไฟฟ้ากลุ่มต่าง ๆ ติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์	ส่งเสริมการวิจัย พัฒนา
Threats	-อุปกรณ์ราคาแพง -เทคโนโลยีไม่เสถียร	ส่งเสริมการลงทุน วิจัย พัฒนา	

ตารางที่ 11 TOWS โรงไฟฟ้าพลังแสงอาทิตย์

2.พลังงานลม

		ปัจจัยแวดล้อมภายใน	
		Strength	**Weakness**
ปัจจัยแวดล้อมภายนอก		มีผู้เชี่ยวชาญออกแบบและติดตั้ง	ความเร็วลมในประเทศไทยต่ำและปานกลาง
Opportunities	เทคโนโลยีพัฒนาเร็ว ผลิตไฟฟ้าที่ความเร็วลมต่ำได้	ใช้ผู้เชี่ยวชาญให้เหมาะสม	เลือกสถานที่ติดตั้งที่เหมาะสม
Threats	ค่าติดตั้งและบำรุงรักษาสูง	ส่งเสริมการลงทุน วิจัย พัฒนา	

ตารางที่ 12 TOWS โรงไฟฟ้าพลังงานลม

3.ชีวมวล

		ปัจจัยแวดล้อมภายใน	
		Strength	Weakness
ปัจจัยแวดล้อมภายนอก		ลดเศษวัสดุเหลือใช้	-วัตถุดิบขึ้นกับผลผลิตการเกษตร
Opportunities	ต้นทุนเฉลี่ยต่อหน่วยถูก	ส่งเสริมโรงไฟฟ้าชีวมวล	ตั้งโรงไฟฟ้าในพื้นที่
Threats	ถูกต่อต้านจากประชาชนในพื้นที่	สร้างความรู้ความเข้าใจ	

ตารางที่ 13 TOWS โรงไฟฟ้าชีวมวล

4.ขยะ

		ปัจจัยแวดล้อมภายใน	
		Strength	Weakness
ปัจจัยแวดล้อมภายนอก		แก้ปัญหาขยะล้นชุมชน	ต้องมีคนแยกขยะก่อน
Opportunities	-เป็นนโยบายภาครัฐ -ขยะไม่มีใครต้องการและเพิ่มขึ้นทุกวัน	ส่งเสริมโรงไฟฟ้าขยะ	รณรงค์แยกขยะ
Threats	-ถูกต่อต้านจากประชาชนในพื้นที่ -นำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศ	-สร้างความรู้ความเข้าใจ -ส่งเสริมการลงทุน วิจัยพัฒนา	

ตารางที่ 14 TOWS โรงไฟฟ้าขยะ

5.ก๊าซชีวภาพ

		ปัจจัยแวดล้อมภายใน	
		Strength	Weakness
ปัจจัยแวดล้อมภายนอก		-มีนโยบายส่งเสริม -มีโครงการที่ประสบความสำเร็จ -มีผู้เชี่ยวชาญระดับสูง	กฎระเบียบยุ่งยาก
Opportunities	มีวัตถุดิบมาก	ใช้ผู้เชี่ยวชาญที่เหมาะสม	แก้ไขกฎระเบียบ
Threats	-ความเข้าใจไม่ถูกต้อง เช่น อันตรายจากระเบิด -อุปกรณ์บางอย่างผลิตเองไม่ได้	-สร้างความรู้ความเข้าใจ -ส่งเสริมการลงทุน วิจัยพัฒนา	

ตารางที่ 15 TOWS โรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพ

จากการวิเคราะห์ด้วย TOWS Matrix พบว่าโรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนที่ควรลงทุนในประเทศไทยมากที่สุด คือ โรงไฟฟ้าพลังแสงอาทิตย์เพราะความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ทั้งประเทศมีค่าสูง อย่างไรก็ตามกลยุทธ์ที่จะรับมือกับข้อจำกัดต่าง ๆ เช่น การผลิตไฟฟ้าได้เฉพาะช่วงแสงแดดจัด อุปกรณ์ราคาแพง และเทคโนโลยีที่ยังไม่เสถียร คือการส่งเสริมการลงทุน วิจัย และพัฒนา นอกจากนี้เนื่องจากเทคโนโลยีพลังแสงอาทิตย์มีการพัฒนาอย่างรวดเร็วและมีราคาถูกลง จนผู้ใช้ไฟฟ้าปรับพฤติกรรมเป็นผู้ผลิตไฟฟ้าใช้เอง จึงควรมีนโยบายส่งเสริมให้ผู้ใช้ไฟฟ้ากลุ่มต่าง ๆ ติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อลดความต้องการพลังงานไฟฟ้า ลดการนำเข้าไฟฟ้าจากต่างประเทศ และลดความไม่มั่นคงทางพลังงานไฟฟ้าในภาพรวม ซึ่งแนวทางนี้แตกต่างจากแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทยที่ใช้วิธีรับซื้อไฟฟ้าจากผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็ก (SPP) ผู้ผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมาก (VSPP) และองค์กรต่าง ๆ

โรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนที่น่าลงทุนรองลงมา คือ โรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพ ซึ่งประเทศไทยมีผู้เชี่ยวชาญในการออกแบบและติดตั้งระดับสูง และมีวัตถุดิบมาก ซึ่งได้แก่ น้ำเสียโรงงานอุตสาหกรรมการเกษตร เช่น แป้งมันสำปะหลัง น้ำมันปาล์ม เอทานอล น้ำยางข้น การแปรรูปอาหาร และน้ำเสียจากฟาร์มปศุสัตว์ อย่างไรก็ตามควรมีกลยุทธรับมือกับจุดอ่อนและอุปสรรค ด้วยการแก้ไขกฎระเบียบที่ยุ่งยาก สร้างความรู้ความเข้าใจของประชาชนที่ไม่ถูกต้อง และส่งเสริมการลงทุน วิจัย และพัฒนา

สำหรับโรงไฟฟ้าขยะมีวัตถุดิบเป็นขยะซึ่งมีปริมาณมากและมีอยู่ทุกชุมชน จึงไม่มีปัญหาขาดแคลนวัตถุดิบ อย่างไรก็ตามควรมีมาตรการรองรับจุดอ่อนและอุปสรรค ด้วยการแยกขยะตั้งแต่ต้นทาง สร้างความรู้ความเข้าใจกับประชาชนในพื้นที่ และส่งเสริมการลงทุน วิจัย และพัฒนา เพื่อลดการนำเข้าอุปกรณ์จากต่างประเทศ

โรงไฟฟ้าชีวมวลมีวัตถุดิบส่วนใหญ่ในอุตสาหกรรมแปรรูปผลผลิตทางการเกษตร เช่น กากอ้อย แกลบ ใยปาล์ม และทะลายปาล์มเปล่า จึงมีปริมาณจำกัดและอยู่ในบางพื้นที่ อย่างไรก็ตามประเทศไทยมีอุตสาหกรรมเหล่านี้มากและมีต้นทุนเฉลี่ยต่อหน่วยถูก จึงควรตั้งโรงไฟฟ้าอยู่ใกล้โรงงานอุตสาหกรรม และสร้างความรู้ความเข้าใจกับประชาชนในพื้นที่ก่อน

โรงไฟฟ้าพลังงานลม แม้ว่าประเทศไทยมีความเร็วลมต่ำและปานกลาง แต่ก็มีผู้เชี่ยวชาญในการออกแบบและติดตั้ง รวมทั้งเทคโนโลยีปัจจุบันสามารถผลิตไฟฟ้าที่ความเร็วลมต่ำได้ ดังนั้นจึงควรเลือกสถานที่ติดตั้งให้เหมาะสม รวมทั้งส่งเสริมการลงทุนวิจัย และพัฒนา เพื่อแก้ปัญหาอุปกรณ์ราคาแพง

วิธีสร้างความมั่นคงทางพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทยมี 3 แนวทาง คือ การสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนเพิ่มขึ้นให้เพียงพอกับความต้องการ เช่นเดียวกับแนวทางของประเทศทั้ง 4 ข้างต้น แต่ประเทศเหล่านี้เป็นประเทศขนาดเล็กที่มีความต้องการพลังงานไฟฟ้าน้อยจึงแก้ไขปัญหาได้ง่าย วิธีที่สองเป็นการกระจายการผลิตพลังงานหมุนเวียนให้แก่ผู้ใช้ไฟฟ้าเพื่อลดความต้องการพลังงานไฟฟ้าลง วิธีที่สามเป็นการผสมผสานระหว่างวิธีทั้งสอง ซึ่งผู้วิจัยมองว่าเป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย

บทที่ 3

บทอภิปรายผล

การพัฒนาความมั่นคงทางพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทย ที่วิเคราะห์ในบทที่ 2 พบว่าจะต้องดำเนินการ 2 แนวทางคู่กัน คือ การสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนเพิ่มขึ้นให้เพียงพอกับความต้องการ และการกระจายการผลิตพลังงานหมุนเวียนให้แก่ผู้ใช้ไฟฟ้าเพื่อลดความต้องการพลังงานไฟฟ้าของประเทศลง

แนวทางแรกสอดคล้องกับบทความของ National Renewable Energy Laboratory (ห้องปฏิบัติการทดลองพลังงานหมุนเวียนแห่งชาติ กระทรวงพลังงานประเทศสหรัฐอเมริกา) ที่ระบุว่าพลังงานหมุนเวียนสามารถนำมาพัฒนาความมั่นคงทางพลังงานไฟฟ้าได้โดยการเพิ่มความหลากหลายในการผลิตไฟฟ้าในภาพรวม ความหลากหลายดังกล่าวนี้หมายรวมถึงความหลากหลายของสถานที่ ชนิดของทรัพยากรหรือชนิดของวัตถุดิบ และแหล่งวัตถุดิบ ร่วมกับการสร้างเป็นหน่วยผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมาต่อรวมกันให้เป็นหน่วยขนาดใหญ่ (Modularity) ระบบควบคุมการจ่ายไฟฟ้าแบบอัจริยะ (Islanding Controls) และเทคโนโลยีกักเก็บพลังงาน (Energy Storage Technologies)[56] และยังสอดคล้องกับ ดร.สมเกียรติ ตั้งกิจวานิชย์ ประธานสถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย (TDRI) ที่ชี้แจงว่าปัจจุบันเทคโนโลยีผลิตไฟฟ้าจากพลังแสงอาทิตย์และพลังงานลมก้าวหน้ามาก แต่แผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทยฉบับปัจจุบันวางแผนการผลิตไฟฟ้าในปี 2580 จากพลังงานหมุนเวียนทั้งสองประเภทเพียงร้อยละ 20 เท่านั้น ควรเพิ่มสัดส่วนการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนดังกล่าวให้มากขึ้นตามความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีและการเติบโตของอุตสาหกรรมพลังงานหมุนเวียน[57]

แนวทางที่สองสอดคล้องกับบทความของ Power Jungle (สื่อด้านพลังงานสะอาดที่เกิดจากการรวมตัวกันของสถาบันเอเชียศึกษา สถาบันวิจัยพลังงาน และส่วนงานต่าง ๆ ภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ผ่านการสนับสนุนจากคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน) ที่ระบุว่าการผลิตพลังงานเพื่อใช้เองจากพลังแสงอาทิตย์ นอกจากจะประหยัดค่าไฟฟ้าให้กับผู้ติดตั้งแล้วยังส่งผลดีต่อประเทศโดยรวม เพราะช่วยลดการใช้ไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงฟอสซิล ลดก๊าซเรือนกระจก ลดการนำเข้าเชื้อเพลิงจากต่างประเทศ ผู้กำหนด

นโยบายจึงควรคำนึงถึงผลประโยชน์ที่เกิดกับส่วนรวมควบคู่ไปกับต้นทุนในการสำรองไฟฟ้าด้วย หากภาครัฐต้องการเห็นความสำเร็จในการส่งเสริมการใช้ไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ก็ควรที่จะลดข้อจำกัดต่าง ๆ ที่เป็นอุปสรรคและที่เป็นการสร้างภาระค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้น[58] นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับการรายงานของลงทุนแมน (สื่อผลิตเนื้อหาด้านเศรษฐกิจ) ที่ระบุว่าบริษัทที่ดำเนินธุรกิจติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์เป็นพลังงานทางเลือกให้แก่โรงงานและครัวเรือนสมัยใหม่อย่างบริษัทบ้านปู เน็กซ์ จำกัด และบริษัทสิทรอน เพาเวอร์ จำกัด (มหาชน) กำลังเป็นที่นิยมและเติบโตอย่างมาก เนื่องจากค่าติดตั้งลดลงและเทคโนโลยีเซลล์แสงอาทิตย์มีคุณภาพสูงขึ้น จากเดิมที่ 1 แผงสามารถผลิตได้ 200W ปัจจุบันผลิตได้ 500W ทำให้ค่าลงทุนติดตั้งจากเดิม 100 ล้านบาท/MW เป็น 20 – 30 ล้านบาท/MW เหตุผลประการที่สองเนื่องจากค่าไฟฟ้าราคาสูงขึ้น ปัจจุบันอยู่ที่ 4 บาท/หน่วย ในขณะที่เงินลงทุนติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์อยู่ที่ 2 – 2.5 บาท/หน่วย จึงมีจุดคุ้มทุนเร็วขึ้นที่ประมาณ 4 – 7 ปี[59]

บทที่ 4

บทสรุป

งานวิจัยเรื่องการพัฒนาความมั่นคงทางพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทย ฉบับนี้ สามารถสรุปสิ่งที่ค้นพบและตอบคำถามการวิจัยได้ ดังนี้

1. การดำเนินการด้านพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทยในปัจจุบัน เป็นการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซธรรมชาติ น้ำมันเตา น้ำมันดีเซล และถ่านหินร้อยละ 70.2 จากพลังงานหมุนเวียนร้อยละ 21.7 และจากการนำเข้าไฟฟ้าจากต่างประเทศร้อยละ 8.1 และในปี 2580 คาดว่าสัดส่วนของโรงไฟฟ้าที่ใช้ก๊าซธรรมชาติ น้ำมันเตา น้ำมันดีเซล และถ่านหินจะลดลงเหลือร้อยละ 46 โรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนจะเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 37.6 มาตรการอนุรักษ์พลังงานจะเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 5.2 และการนำเข้าไฟฟ้าจากต่างประเทศจะเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 11.2 จะเห็นได้ว่าแม้โรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนจะถูกก่อสร้างเพิ่มมากขึ้นแต่ยังมีปริมาณไม่มากพอ ประเทศไทยยังคงต้องนำเข้าก๊าซธรรมชาติเพื่อนำมาผลิตไฟฟ้าและนำเข้าไฟฟ้าจากต่างประเทศในสัดส่วนที่สูง ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงความไม่มั่นคงทางพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทยในอนาคต

2. ประเทศที่ประสบความสำเร็จในการพัฒนาความมั่นคงทางพลังงานไฟฟ้าที่ได้ศึกษาในงานวิจัยฉบับนี้มี 4 ประเทศ คือ นอร์เวย์ นิวซีแลนด์ อุรุกวัย และสกอตแลนด์ ซึ่งทั้งหมดใช้พลังงานหมุนเวียนเป็นหลักในการผลิตไฟฟ้า โดยใช้ประโยชน์จากภูมิประเทศและภูมิอากาศที่เป็นจุดแข็ง อาทิ นอร์เวย์ผลิตไฟฟ้าจากพลังงานน้ำคิดเป็นสัดส่วนสูงถึงร้อยละ 95 เพราะมีภูมิประเทศเป็นที่ราบสูงและภูเขาน้ำแข็ง นิวซีแลนด์ผลิตไฟฟ้าส่วนใหญ่จากพลังงานน้ำและพลังงานความร้อนใต้พิภพ อุรุกวัยผลิตไฟฟ้าส่วนใหญ่จากพลังงานน้ำและพลังงานลม ส่วนสกอตแลนด์ผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมเป็นหลักเพราะมีภูมิประเทศเป็นชายฝั่งทะเล อย่างไรก็ตามประเทศเหล่านี้เป็นประเทศที่มีขนาดเล็กและมีจำนวนประชากรไม่มาก จึงง่ายต่อการบริหารจัดการ

3. จากการวิเคราะห์สภาวะแวดล้อมของพลังงานหมุนเวียนในประเทศไทย พบว่าพลังงานหมุนเวียนที่ควรลงทุนในประเทศไทยมากที่สุด คือ พลังแสงอาทิตย์เพราะความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ทั้งประเทศมีค่าสูง แต่ต้องมีกลยุทธ์ที่จะรับมือกับข้อจำกัดต่าง ๆ

เช่น การผลิตไฟฟ้าได้เฉพาะช่วงเวลากลางวัน อุปกรณ์ที่มีราคาแพง และเทคโนโลยีกักเก็บพลังงานที่ยังไม่เสถียร พลังงานหมุนเวียนที่น่าลงทุนรองลงมา คือ ก๊าซชีวภาพ ซึ่งประเทศไทยมีผู้เชี่ยวชาญในการออกแบบและติดตั้งระดับสูง และมีวัตถุดิบมากซึ่งได้แก่น้ำเสียโรงงานอุตสาหกรรมการเกษตร แต่ต้องมีกลยุทธรับมือกับจุดอ่อนและอุปสรรค อันได้แก่ การแก้ไขกฎระเบียบที่ยุ่งยากและซับซ้อน การสร้างความรู้ความเข้าใจของประชาชนที่ไม่ถูกต้อง และการส่งเสริมการลงทุน วิจัย และพัฒนา นอกจากนี้พลังงานหมุนเวียนประเภทอื่น ๆ ที่เหมาะสำหรับการพัฒนาในอนาคต คือ ขยะ ชีวมวล และพลังงานลม แต่ต้องมีการแก้ไขข้อจำกัดของแต่ละประเภทให้เหมาะสม ส่วนพลังงานหมุนเวียนที่ไม่เหมาะสำหรับการพัฒนาในอนาคต คือ พลังงานความร้อนใต้พิภพเพราะมีศักยภาพเพียง 43 MW และพลังงานน้ำเพราะไม่สามารถสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดใหญ่ได้อีก

4. การพัฒนาความมั่นคงทางพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทย ควรกำหนดยุทธศาสตร์ในการพัฒนาเป็น 2 แนวทางคู่กัน คือ การสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนให้เพียงพอกับความต้องการ โดยใช้พลังแสงอาทิตย์ ก๊าซชีวภาพ ขยะ ชีวมวล และพลังงานลม ให้เหมาะสมกับภูมิประเทศ ภูมิอากาศ และกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้า อีกแนวทางหนึ่งเป็นการกระจายการผลิตพลังงานหมุนเวียนให้แก่ผู้ใช้ไฟฟ้าเพื่อลดความต้องการพลังงานไฟฟ้าในภาพรวมของประเทศลง

ข้อเสนอแนะ

ปัจจุบันเทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน โดยเฉพาะเทคโนโลยีพลังแสงอาทิตย์และพลังงานลม มีประสิทธิภาพสูงขึ้นแต่ราคาถูกลงและในอนาคตมีแนวโน้มว่าจะมีคุณภาพดีขึ้นและราคาถูกลงอีก จึงเป็นโอกาสที่ดีที่ภาครัฐจะสร้างความมั่นคงทางพลังงานไฟฟ้าด้วยการสนับสนุนให้ผู้ใช้ไฟฟ้าทุกกลุ่ม ได้แก่ กลุ่มบ้านอยู่อาศัย กลุ่มพาณิชย์ กลุ่มอุตสาหกรรม และกลุ่มอื่น ๆ สามารถเป็นเจ้าของอุปกรณ์ผลิตไฟฟ้าของตนเองได้อย่างเหมาะสมและราคาถูก เพื่อลดความต้องการพลังงานไฟฟ้าลง และในขณะเดียวกันภาครัฐควรสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนเพิ่มมากขึ้น เพื่อสร้างความมั่นคงทางพลังงานไฟฟ้า อย่างไรก็ตามในระยะยาวภาครัฐควรค่อย ๆ ลดบทบาทในการเป็นผู้ผลิต ผู้จัดหา และผู้จำหน่ายไฟฟ้า เพื่อกระจายการผลิตให้ผู้ใช้ไฟฟ้า แต่ยังคง

ต้องรับผิดชอบในส่วนที่เป็นความต้องการของสาธารณะ อย่างเช่น ไฟฟ้าส่องสว่างตามถนนหนทางและสถานที่สาธารณะต่าง ๆ

งานวิจัยนี้เป็นเพียงจุดเริ่มต้นของกระบวนการศึกษาการพัฒนาความมั่นคงทางพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทยเท่านั้น การที่จะนำผลการศึกษามาประยุกต์ใช้ได้อย่างเป็นรูปธรรมจำเป็นต้องมีการวิจัยเพิ่มเติมในอีกหลายประเด็น ได้แก่ นโยบายอุดหนุนพลังงานหมุนเวียน การปรับโครงสร้างค่าไฟฟ้า การแก้ไขกฎหมายและกฎระเบียบต่าง ๆ ระบบพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้า การพัฒนาคุณภาพระบบกักเก็บพลังงานไฟฟ้า และการแก้ไขปัญหาคุณภาพไฟฟ้าที่มีผลกระทบจากไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนเข้ามาในระบบ เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

1. Richard A. Clarke. สงครามไซเบอร์ : Cyber War. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: มติชน; 2555.

2. Layman Economics' blog. สินค้าสาธารณะ [อินเทอร์เน็ต]. 2559 [เข้าถึงเมื่อ 15 มกราคม 2566]. เข้าถึงได้จาก https://laymaneconomicsblog.wordpress.com/2016/03/23/สินค้าสาธารณะ/

3. กระทรวงพลังงาน. แผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย พ.ศ. 2561 – 2580 [อินเทอร์เน็ต]. 2562 [ปรับปรุงเมื่อ 30 เมษายน 2562; เข้าถึงเมื่อ 15 มกราคม 2566]. เข้าถึงได้จาก https://www.eppo.go.th/images/POLICY/PDF/PDP2018.pdf

4. Climate Counsil. 11 Countries Leading the Charge on Renewable Energy [อินเทอร์เน็ต]. 2565 [ปรับปรุงเมื่อ 15 สิงหาคม 2565; เข้าถึงเมื่อ 15 มกราคม 2566]. เข้าถึงได้จาก https://www.climatecouncil.org.au/11-countries-leading-the-charge-on-renewable-energy/

5. และ 6. ลงทุนแมน. โรงกลั่นน้ำมันกำลังจะโดน Disrupt จริงหรือไม่? [อินเทอร์เน็ต]. 2565 [ปรับปรุงเมื่อ 8 กันยายน 2565; เข้าถึงเมื่อ 15 มกราคม 2566]. เข้าถึงได้จาก https://youtu.be/o4jF7o8_wWQ

7. ลงทุนแมน. บ้านปูเร่งสร้างการเปลี่ยนผ่านทางธุรกิจมุ่งลงทุนเพื่อขยายพอร์ตธุรกิจพลังงานสะอาด [อินเทอร์เน็ต]. 2564 [ปรับปรุงเมื่อ 23 สิงหาคม 2564; เข้าถึงเมื่อ 15 มกราคม 2566]. เข้าถึงได้จาก https://youtu.be/gwnmLef8gbQ

8. วิทยาลัยการทัพบก. เอกสารประกอบการศึกษาหมวดวิชาที่ 6: การวิจัยเชิงยุทธศาสตร์ (ว.6000). กรุงเทพฯ: วิทยาลัยการทัพบก; 2565.

9. สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. ยุทธศาสตร์ชาติ พ.ศ. 2561 – 2580 [อินเทอร์เน็ต]. 2566 [เข้าถึงเมื่อ 15 เมษายน 2566]. เข้าถึงได้จาก https://www.nesdc.go.th/download/document/SAC/NS_PlanOct2018.pdf

10. สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. นโยบายและแผนระดับชาติว่าด้วยความมั่นคงแห่งชาติ (พ.ศ. 2566 - 2570) [อินเทอร์เน็ต]. 2566 [เข้าถึง

เมื่อ 15 เมษายน 2566]. เข้าถึงได้จาก http://nscr.nesdc.go.th/wp-content/uploads/2023/03/ns-p2sp-rkt.pdf

11. สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. แผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ (พ.ศ. 2566 – 2580) (ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม) [อินเทอร์เน็ต]. 2566 [เข้าถึงเมื่อ 15 เมษายน 2566]. เข้าถึงได้จาก http://nscr.nesdc.go.th/wp-content/uploads/2023/03/masterplan_updated2023_080363.pdf

12. สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่สิบสาม พ.ศ. 2566 – 2570 [อินเทอร์เน็ต]. 2566 [เข้าถึงเมื่อ 15 เมษายน 2566]. เข้าถึงได้จาก https://www.nesdc.go.th/download/Plan13/Doc/Plan13_DraftFinal.pdf

13. สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. แผนปฏิรูปประเทศ (ฉบับปรับปรุง) [อินเทอร์เน็ต]. 2566 [เข้าถึงเมื่อ 15 เมษายน 2566]. เข้าถึงได้จาก http://nscr.nesdc.go.th/wp-content/uploads/2021/02/แผนปฏิรูปฯ-ฉบับปรับปรุง-ประกาศในราชกิจจานุเบกษา.pdf

14. กระทรวงพลังงาน. ยุทธศาสตร์กระทรวงพลังงาน (พ.ศ. 2561 – 2565) [อินเทอร์เน็ต]. 2566 [เข้าถึงเมื่อ 15 เมษายน 2566]. เข้าถึงได้จาก https://www.energy.go.th/th/energy-strategy

15. สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน. แผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย พ.ศ. 2561 – 2580 ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 1 [อินเทอร์เน็ต]. 2566 [เข้าถึงเมื่อ 15 เมษายน 2566]. เข้าถึงได้จาก https://www.eppo.go.th/images/Infromation_service/public_relations/PDP2018/PDP2018Rev1.pdf

16. กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก พ.ศ. 2561 – 2580 [อินเทอร์เน็ต]. 2566 [เข้าถึงเมื่อ 15 เมษายน 2566]. เข้าถึงได้จาก https://www.dede.go.th/download/Plan_62/20201021_TIEB_AEDP2018.pdf

17. กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. แผนอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2561 – 2580 [อินเทอร์เน็ต]. 2566 [เข้าถึงเมื่อ 15 เมษายน

2566]. เข้าถึงได้จาก https://testwww.dede.go.th/uploads/14_2561_2580_EEP_2018_19299e5625.pdf

18. สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน. แผนบริหารจัดการก๊าซธรรมชาติ พ.ศ. 2561 – 2580 [อินเทอร์เน็ต]. 2566 [เข้าถึงเมื่อ 15 เมษายน 2566]. เข้าถึงได้จาก https://www.eppo.go.th/images/Infromation_service/public_relations/PDF/Gasplan2018.pdf

19. กรมธุรกิจพลังงาน กระทรวงพลังงาน. (ร่าง) แผนบริหารจัดการน้ำมันเชื้อเพลิง พ.ศ. 2561 – 2580 [อินเทอร์เน็ต]. 2566 [เข้าถึงเมื่อ 15 เมษายน 2566]. เข้าถึงได้จาก https://www.doeb.go.th/2017/services/info/oilplan/oil_plan61-80_draft.pdf

20. สถาบันวิทยาการพลังงาน. E303 : ไฟฟ้าไทย ก้าวไกล มุ่งสู่เทคโนโลยี [อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพฯ: สถาบันวิทยาการพลังงาน; 2563 [เข้าถึงเมื่อ 26 มีนาคม 2566]. เข้าถึงได้จาก https://www.thailand-energy-academy.org/assets/upload/coursedocument/file/E302%20part%20I%20%E0%B8%A7%E0%B8%9E%E0%B8%A8%20%E0%B8%A3%E0%B8%B8%E0%B9%88%E0%B8%99%E0%B8%97%E0%B8%B5%E0%B9%88%204%20-%202562%20-4%20-%20%E0%B9%80%E0%B8%AB%E0%B8%99%E0%B8%B7%E0%B8%AD.pdf

21. และ 22. สำนักงานคณะกรรมการกำกับหลักทรัพย์และตลาดหลักทรัพย์. การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค [อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการกำกับหลักทรัพย์และตลาดหลักทรัพย์; [เข้าถึงเมื่อ 26 มีนาคม 2566]. เข้าถึงได้จาก https://market.sec.or.th/public/ipos/IPOSGetFile.aspx?TransID=266792&TransFileSeq=9

23. Wikipedia. Electricity sector in Norway [อินเทอร์เน็ต]. 2566 [ปรับปรุงเมื่อ 12 มกราคม 2566; เข้าถึงเมื่อ 23 มีนาคม 2566]. เข้าถึงได้จาก https://en.wikipedia.org/wiki/Electricity_sector_in_Norway

24. ไทยฟลาย ทราเวล. ข้อมูลทั่วไปประเทศนอร์เวย์ [อินเทอร์เน็ต]. 2566 [เข้าถึงเมื่อ 23 มีนาคม 2566]. เข้าถึงได้จาก https://thaifly.com/index.php?route=news/news&news_id=780

25. Wikipedia. Statnett [อินเทอร์เน็ต]. 2565 [ปรับปรุงเมื่อ 13 ตุลาคม 2565; เข้าถึงเมื่อ 23 มีนาคม 2566]. เข้าถึงได้จาก https://en.wikipedia.org/wiki/Statnett

26. Wikipedia. List of power stations in Norway [อินเทอร์เน็ต]. 2565 [ปรับปรุงเมื่อ 15 กรกฎาคม 2565; เข้าถึงเมื่อ 23 มีนาคม 2566]. เข้าถึงได้จาก https://en.m.wikipedia.org/wiki/List_of_power_stations_in_Norway

27. Smart NZ Education. นิวซีแลนด์ [อินเทอร์เน็ต]. 2566 [เข้าถึงเมื่อ 26 มีนาคม 2566]. เข้าถึงได้จาก https://www.smart-nz.com

28. Wikipedia. Electricity sector in New Zealand [อินเทอร์เน็ต]. 2565 [ปรับปรุงเมื่อ 17 ตุลาคม 2565; เข้าถึงเมื่อ 26 มีนาคม 2566]. เข้าถึงได้จาก https://en.wikipedia.org/wiki/Electricity_sector_in_New_Zealand

29. Wikipedia. Uruguay [อินเทอร์เน็ต]. 2566 [ปรับปรุงเมื่อ 15 มีนาคม 2566; เข้าถึงเมื่อ 26 มีนาคม 2566]. เข้าถึงได้จาก https://en.wikipedia.org/wiki/Uruguay

30. Wikipedia. Electricity sector in Uruguay [อินเทอร์เน็ต]. 2566 [ปรับปรุงเมื่อ 11 กุมภาพันธ์ 2566; เข้าถึงเมื่อ 26 มีนาคม 2566]. เข้าถึงได้จาก https://en.wikipedia.org/wiki/Electricity_sector_in_Uruguay

31. Wikipedia. Scotland [อินเทอร์เน็ต]. 2566 [ปรับปรุงเมื่อ 25 มีนาคม 2566; เข้าถึงเมื่อ 26 มีนาคม 2566]. เข้าถึงได้จาก https://en.wikipedia.org/wiki/Scotland

32. Scottish Government. Energy Statistics for Scotland - Q3 2022 [อินเทอร์เน็ต]. 2565 [ปรับปรุงเมื่อ 22 ธันวาคม 2565; เข้าถึงเมื่อ 26 มีนาคม 2566]. เข้าถึงได้จาก https://www.gov.scot/publications/energy-statistics-for-scotland-q3-2022/pages/renewable-electricity-target/

33. Wikipedia. Renewable energy in Scotland [อินเทอร์เน็ต]. 2566 [ปรับปรุงเมื่อ 19 มีนาคม 2566; เข้าถึงเมื่อ 26 มีนาคม 2566]. เข้าถึงได้จาก https://en.wikipedia.org/wiki/Renewable_energy_in_Scotland

34. และ 35. สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. แผนปฏิรูปประเทศ (ฉบับปรับปรุง) [อินเทอร์เน็ต]. 2566 [เข้าถึงเมื่อ 15 เมษายน 2566]. เข้าถึงได้จาก http://nscr.nesdc.go.th/wp-content/uploads/2021/02/แผนปฏิรูปฯ-ฉบับปรับปรุง-ประกาศในราชกิจจานุเบกษา.pdf

36. สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน. แผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย พ.ศ. 2561 – 2580 ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 1 [อินเทอร์เน็ต]. 2566 [เข้าถึงเมื่อ 15 เมษายน 2566]. เข้าถึงได้จาก https://www.eppo.go.th/images/Infromation_service/public_relations/PDP2018/PDP2018Rev1.pdf

37. iEnergyGuru. เทคโนโลยีล่าสุดของการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลม (Wind Funnel Power Generation Technology) [อินเทอร์เน็ต]. 2558 [เข้าถึงเมื่อ 15 เมษายน 2566]. เข้าถึงได้จาก https://ienergyguru.com/2017/04/การผลิตไฟฟ้าจากพลังงาน/

38. และ 39. เรือเอก กนก กล่อมจิต. พลังงานหมุนเวียนที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทยภายใต้วิกฤตการณ์โลกร้อน [วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า]. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2553.

40. และ 41. เด่นพงษ์ ศรีราช. แผนธุรกิจโรงงานผลิตไฟฟ้าชีวมวล (เชื้อเพลิงขยะ) [การค้นคว้าอิสระบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเชิงกลยุทธ์ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี]. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์; 2561.

42. และ 43. ชาณิกา ปัญจพุทธานนท์ และ รัตพงษ์ สอนสุภาพ. ปัญหาและอุปสรรคของการพัฒนาพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ในประเทศไทย [อินเทอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ 15 เมษายน 2566]. เข้าถึงได้จาก https://so06.tci-thaijo.org/index.php/vrurdihsjournal/article/download/73509/59166/

44. PPTV Online. กังหันลมผลิตไฟฟ้าหักโค่นในชัยภูมิ ไร้บาดเจ็บ กกพ.สั่งหยุดทุกเครื่อง [อินเทอร์เน็ต]. 2566 [ปรับปรุงเมื่อ 1 พฤศจิการยน 2565; เข้าถึงเมื่อ 15 เมษายน 2566]. เข้าถึงได้จาก https://www.pptvhd36.com/news/สังคม/183688

45. Treca. พลังงานความร้อนใต้พิภพ [อินเทอร์เน็ต]. 2565 [เข้าถึงเมื่อ 15 เมษายน 2566]. เข้าถึงได้จาก http://reca.or.th/geothermal/

46. เรือเอก กนก กล่อมจิต. พลังงานหมุนเวียนที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทยภายใต้วิกฤตการณ์โลกร้อน [วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า]. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2553.

47. และ 48. เด่นพงษ์ ศรีราช. แผนธุรกิจโรงงานผลิตไฟฟ้าชีวมวล (เชื้อเพลิงขยะ) [การค้นคว้าอิสระบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเชิงกลยุทธ์ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี]. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์; 2561.

49. ศุภวัฒน์ ธาดาจารุมงคล. การป้องกันอุบัติเหตุและความเสียหายจากการผลิต การเก็บและใช้ก๊าซชีวภาพ [อินเทอร์เน็ต]. 2566 [เข้าถึงเมื่อ 15 เมษายน 2566]. เข้าถึงได้จาก https://www.thai-german-cooperation.info/download/20140609_13_pdp_DIW_Safety_Standards_Procedures_th.pdf

50. สถาบันวิศวกรรมพลังงาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. รายงานผลการศึกษากลุ่มธุรกิจพลังงานทดแทนประเภทพลังงานลม (โครงการเตรียมความพร้อมภาคอุตสาหกรรมและธุรกิจกับการอนุรักษ์พลังงานและพลังงานทดแทนเพื่อเข้าสู่ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน) [อินเทอร์เน็ต]. 2566 [เข้าถึงเมื่อ 15 เมษายน 2566]. เข้าถึงได้จาก http://e-lib.dede.go.th/mm-data/Bib15337พลังงานลม.pdf

51. บุญพิทักษ์ คงเขียว. ยุทธศาสตร์พลังงานสีเขียวจังหวัดสิงห์บุรี [วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม คณะพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม]. กรุงเทพฯ: สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์; 2557.

52. และ 53. สถาบันวิศวกรรมพลังงาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. รายงานผลการศึกษากลุ่มธุรกิจพลังงานทดแทนประเภทก๊าซชีวภาพ (โครงการเตรียมความพร้อมภาคอุตสาหกรรมและธุรกิจกับการอนุรักษ์พลังงานและพลังงานทดแทนเพื่อเข้าสู่ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน) [อินเทอร์เน็ต]. 2566 [เข้าถึงเมื่อ 15 เมษายน 2566]. เข้าถึงได้จาก http://e-lib.dede.go.th/mm-data/Bib15337ก๊าซชีวภาพ.pdf

54. Solar Guru. โซล่าฟาร์ม ลงทุนปี 2565 คุ้มไหม [อินเทอร์เน็ต]. 2566 [เข้าถึงเมื่อ 15 เมษายน 2566]. เข้าถึงได้จาก https://solarcellguru.com/solar-farm/

55. สถาบันวิศวกรรมพลังงาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. รายงานผลการศึกษากลุ่มธุรกิจพลังงานทดแทนประเภทพลังงานลม (โครงการเตรียมความพร้อมภาคอุตสาหกรรมและธุรกิจกับการอนุรักษ์พลังงานและพลังงานทดแทนเพื่อเข้าสู่ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน) [อินเทอร์เน็ต]. 2566 [เข้าถึงเมื่อ 15 เมษายน 2566]. เข้าถึงได้จาก http://e-lib.dede.go.th/mm-data/Bib15337พลังงานลม.pdf

56. Sadie Cox, Laura Beshilas, and Eliza Hotchkiss. National Renewable Energy Laboratory [อินเทอร์เน็ต]. 2562 [ปรับปรุงเมื่อ 1 ตุลาคม 2562; เข้าถึงเมื่อ 16 เมษายน 2566]. เข้าถึงได้จาก https://www.nrel.gov/docs/fy20osti/74617.pdf

57. สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย (TDRI). คิดยกกำลังสอง: พลังงานหมุนเวียน คือโอกาสใหม่...ใช่ภาระ [อินเทอร์เน็ต]. 2562 [ปรับปรุงเมื่อ 26 เมษายน 2562; เข้าถึงเมื่อ 16 เมษายน 2566]. เข้าถึงได้จาก https://tdri.or.th/2019/04/thinkx2-925/

58. Power Jungle. ความมั่นคงพลังงานไฟฟ้าและความเชื่อกับดักการขับเคลื่อนการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ [อินเทอร์เน็ต]. 2563 [ปรับปรุงเมื่อ 19 กรกฎาคม 2563; เข้าถึงเมื่อ 16 เมษายน 2566]. เข้าถึงได้จาก https://powerjungle.org/pj_post/ความมั่นคงพลังงานไฟฟ้า/

59. ลงทุนแมน. ตัวเล็กผลงานไม่เล็ก Sitron Power พร้อมเสริฟโซล่าร์ทุกโรงงาน! [อินเทอร์เน็ต]. 2565 [ปรับปรุงเมื่อ 2 ธันวาคม 2565; เข้าถึงเมื่อ 15 มกราคม 2566]. เข้าถึงได้จาก https://youtu.be/ZJeud33MOek

ประวัติย่อผู้วิจัย

ยศ ชื่อ พันเอก พรหมราช เสนากิจ

วัน เดือน ปีเกิด 19 ธันวาคม 2517

ประวัติสำเร็จการศึกษา

พ.ศ. 2540	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วิศวกรรมไฟฟ้า) วิทยาลัยการทหาร เวอร์จิเนีย
พ.ศ. 2543	วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต (วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์) มหาวิทยาลัยโคโลราโดสเตท

ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2540 - 2540	ผู้บังคับหมวด กองร้อยทหารปืนใหญ่ต่อสู้อากาศยาน กองพันทหารปืนใหญ่ ศูนย์การทหารปืนใหญ่
พ.ศ. 2544 - 2544	ผู้ตรวจการณ์หน้า กองร้อยทหารปืนใหญ่ กองพันทหารปืนใหญ่ที่ 3
พ.ศ. 2545 - 2545	ผู้บังคับกองร้อย กองร้อยทหารปืนใหญ่ กองพันทหารปืนใหญ่ที่ 3
พ.ศ. 2546 - 2553	อาจารย์ส่วนการศึกษา โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า
พ.ศ. 2553 - 2555	หัวหน้ากอง กรมยุทธการทหารบก
พ.ศ. 2555 - 2557	ฝ่ายเสนาธิการ ประจำกรมยุทธการทหารบก
พ.ศ. 2557 - 2561	รองผู้อำนวยการกอง กรมยุทธการทหารบก
พ.ศ. 2561 - 2561	นายทหารปฏิบัติการ ประจำกรมยุทธการทหารบก

ตำแหน่งปัจจุบัน

พ.ศ. 2561 - 2566	นายทหารปฏิบัติการ ประจำสำนักงานเลขานุการกองทัพบก