บทบาทของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย
กับความมั่นคงด้านพลังงานไฟฟ้า

เอกสารวิจัยส่วนบุคคล

โดย

นาย พุฒิขจร บุญมี

ผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายปฏิบัติการภาคกลาง 2

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

วิทยาลัยการทัพบก

กันยายน 2563

เอกสารวิจัยเรื่อง บทบาทของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยกับความมั่นคงด้านพลังงานไฟฟ้า

โดย นาย พุฒิขจร บุญมี

อาจารย์ที่ปรึกษา พันเอก ภรัถ เทียนทองดี

วิทยาลัยการทัพบก อนุมัติให้เอกสารวิจัยส่วนบุคคลฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรหลักประจำ วิทยาลัยการทัพบก ปีการศึกษา 2563 และเห็นชอบให้เป็นเอกสารวิจัยส่วนบุคคลที่อยู่ในเกณฑ์ระดับ

พลตรี **ผู้บัญชาการวิทยาลัยการทัพบก**

(มหศักดิ์ เทพหัสดิน ณ อยุธยา)

คณะกรรมการควบคุมเอกสารวิจัยส่วนบุคคล

พันเอก **ประธานกรรมการ**

(สินสมุทร์ จันทรเนตร)

นาย **ผู้ทรงคุณวุฒิที่ปรึกษา**

(ณัฐวุฒิ ผลประเสริฐ)

พันเอก **กรรมการ**

(ภรัถ เทียนทองดี)

พันเอกหญิง **กรรมการ**

(กนิษฐา ฐิติวัฒนา)

พันเอกหญิง **กรรมการ**

(นวลสมร จรวงษ์)

บทคัดย่อ

ผู้วิจัย นาย พุฒิขจร บุญมี

เรื่อง บทบาทของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยกับความมั่นคงด้านพลังงานไฟฟ้า

วันที่ กันยายน 2563 **จำนวนคำ:** 7,594 **จำนวนหน้า:** 27

คำสำคัญ ความมั่นคงด้านพลังงานไฟฟ้า, พลังงานหมุนเวียน, โครงสร้างอุตสาหกรรมไฟฟ้า

ชั้นความลับ ไม่มีชั้นความลับ

การวิจัยมีวัตถุประสงค์สามประการ ประการแรกเพื่อศึกษาปัจจัยเสี่ยงและผลกระทบต่อความมั่นคงด้านพลังงานไฟฟ้าของประเทศ จากผลการวิจัยพบว่าปัจจัยเสี่ยงแรกคือการที่ปัจจุบันประเทศไทยพึ่งพาเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติในการผลิตไฟฟ้าถึงร้อยละ 61 และประมาณหนึ่งในสามส่วนเป็นการนำเข้าจากประเทศเมียนมา เนื่องจากแหล่งก๊าซจากอ่าวไทยไม่เพียงพอ ส่งผลกระทบต่อความมั่นคงด้านพลังงานในกรณีการหยุดซ่อมบำรุงรักษาของแท่นขุดเจาะฯ และอีกประมาณ 5-6 ปีแหล่งก๊าซจากอ่าวไทยจะหมดลงต้องนำเข้าจากต่างประเทศมากขึ้นในรูปแบบก๊าซธรรมชาติเหลว (Liquefied Natural Gas ;LNG) จึงมีความจำเป็นในการลดสัดส่วนการใช้ก๊าซธรรมชาติในการผลิตไฟฟ้าลง โดยเพิ่มสัดส่วนการผลิตไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงถ่านหินที่มีความเหมาะสมในด้านความมั่นคงพลังงาน ปัจจัยเสี่ยงที่สองคือการที่นโยบาย การรับซื้อพลังงานหมุนเวียนมากขึ้นทำให้ส่งผลกระทบต่อความมั่นคงของระบบไฟฟ้า จากความผันผวนของการผลิตไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานลม เพราะผลิตได้ตามช่วงเวลาและฤดูกาลไม่สามารถควบคุมได้ ทำให้ส่งผลกระทบต่อความต่อเนื่องและคุณภาพของพลังงานไฟฟ้า จึงต้องมีมาตรการรองรับทั้งการปรับปรุงโรงไฟฟ้าเดิมของ กฟผ. ที่มีอยู่ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นและปรับปรุงระบบส่งให้ทันสมัยมีความยืดหยุ่นในการประสานสอดรับกันระหว่างโรงไฟฟ้าเดิมกับโรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียน จัดทำศูนย์พยากรณ์กำลังผลิตของโรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียน(Renewable Energy Forecast Center) เนื่องจากผลผลิตไฟฟ้าขึ้นกับสภาพอากาศตามฤดูกาลเพื่อทราบล่วงหน้า สำหรับวางแผนเดินเครื่องโรงไฟฟ้าเดิมที่มีให้พร้อมในยามที่พลังงานหมุนเวียนไม่สามารถผลิตได้ ปัจจัยเสี่ยงที่สามมาจากโครงสร้าง

อุตสาหกรรมไฟฟ้าที่มีผลต่อความมั่นคงด้านพลังงานไฟฟ้า ซึ่งแนวทางปฏิรูปโครงสร้างอุตสาหกรรมไฟฟ้า เพื่อความมั่นคงด้านพลังงานไฟฟ้านั้น จากผลศึกษาประเทศที่มีการปฏิรูปโครงสร้างไปแล้ว ทั้งในมุมมองด้านความมั่นคง ด้านเศรษฐกิจในส่วนของราคาค่าไฟฟ้า พบว่าการเปิดเสรีกิจการไฟฟ้าอย่างเต็มรูปแบบไม่ได้ทำให้ระบบไฟฟ้าของประเทศนั้นๆ มีความมั่นคงด้านพลังงานไฟฟ้า กว่าประเทศอื่นที่ไม่ได้เปิดเสรี อีกทั้งด้านราคาค่าไฟฟ้าก็กลับมีราคาสูงกว่าประเทศที่มีโครงสร้างกิจการไฟฟ้าแบบไม่ได้เปิดเสรี อย่างไรก็ตาม เนื่องจากพฤติกรรมของผู้ใช้ไฟฟ้า(Consumer) กำลังจะเปลี่ยนเป็นผู้ผลิตไฟฟ้าใช้เอง (Prosumer) จากพลังงานหมุนเวียน มีการจำหน่ายพลังงานไฟฟ้าที่เหลือเข้าระบบไฟฟ้า ทั้งนี้ผลจากเทคโนโลยีเปลี่ยนโลก(Disruptive technology) และนโยบายสนับสนุนพลังงานหมุนเวียนจากภาครัฐ ดังนั้นจึงยังไม่สามารถสรุปรูปแบบกิจการไฟฟ้าที่เหมาะสมกับประเทศในขณะนี้ได้ ควรมีการวิจัยทดลองใช้งานรูปแบบตลาดกลางซื้อขายพลังงานไฟฟ้าแห่งชาติ(National Energy Trading Platform ;NETP) ที่อยู่ระหว่างทั้งสามการไฟฟ้าร่วมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและภาคเอกชนศึกษา และทดลองใช้ในพื้นที่ระเบียงเศรษฐกิจพิเศษ ภาคตะวันออก (Eastern Economic Corridor ;EEC) โดยควรรอให้ได้ข้อสรุป เห็นผลชัดเจนก่อนจึงค่อยพิจารณาทบทวนการเปิดเสรีกิจการไฟฟ้า โดยอาจเปิดเสรีในพื้นที่บางส่วนแล้วประเมินผล

ABSTRACT

AUTHOR: Mr Puttikhajorn Bunme

TITLE: The role of the Electricity Generating Authority of Thailand and electrical energy security

DATE: September, 2020 **WORD COUNT:** 7,594 **PAGES:** 27

KEY TERMS: Electrical power security, Renewable energy, Electrical industry structure

CLASSIFICATION: Unclassified

The research has three objectives. First, to study the risk factors and the impact on the country's electricity security From the research, it is found that the first risk factor is that at present Thailand relies on 61% of its natural gas for electricity generation and about one-third is imported from Myanmar due to insufficient gas supply from the Gulf of Thailand. Affect energy security in the event of a maintenance shutdown of the rig and in about 5-6 years, the gas fields from the Gulf of Thailand will be exhausted, more imported from abroad in the form of liquefied natural gas (LNG) Therefore it is necessary to reduce the proportion of natural gas use in electricity generation By increasing the proportion of electricity produced from coal fuels that are suitable for energy security The second risk factor is the increase in the purchase of renewable energy, which affects the stability of the electricity system. From fluctuations in electricity production from solar and wind power plants Because it can be produced according to the time and season and cannot be controlled Resulting in continuity and quality of electrical energy Therefore, there must be measures to support both the improvement of the existing power plants of EGAT to be more efficient and the modernized transmission system to be flexible in coordination between the existing power plants and renewable energy power plants. Establish a Renewable Energy Forecast Center because the

output of electricity depends on the seasonal weather, so be aware in advance of the existing power plant planning. To be ready when renewable energy cannot be produced. The third risk factor comes from the electrical industry structure that affects electrical energy security. Which the reform of the electrical industry structure For the security of electrical energy. From the results of a study on structural reforms in both the security perspective Economic in terms of electricity prices Found that the full liberalization of the electricity industry does not make the electricity system of that country secure in electric power Than other countries that are not liberalized In addition, the electricity price is higher. The country has a structure that does not liberalize its electricity business. However, because the behavior of the consumer (Consumer) is changing to the electricity supplier (Prosumer) from renewable energy. The remaining electricity is distributed into the electrical system. As a result of disruptive technology and the policy to support renewable energy from the government. Therefore, it is not possible to summarize the electricity business model suitable for the country at this time. There should be a trial and research of the model of the (National Energy Trading Platform ;NETP) between the three utilities together with relevant agencies and the private sector to study and experiment in the Eastern Economic Corridor (EEC) by Should wait for a conclusion Clearly see the results before considering the liberalization of the electricity industry Which may be liberalized in certain areas and assess

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยเชิงยุทธศาสตร์เรื่อง “บทบาทของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยกับความมั่นคงด้านพลังงานไฟฟ้า”

ขอขอบพระคุณ คณะอาจารย์ที่ปรึกษากลุ่มวิจัยด้านความมั่นคงทุกท่าน ที่ให้ความเมตตาช่วยแนะนำแผน ขั้นตอนและการแก้ไข ให้กำลังใจต่อเนื่องเสมอมาจนงานวิจัยแล้วเสร็จ

ขอขอบพระคุณ พันเอก ภรัถ เทียนทองดี ที่กรุณารับเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาและได้ให้ข้อแนะนำในการกำหนดแนวทางการจัดทำการวิจัยรวมทั้งการตรวจสอบความถูกต้อง เป็นอย่างดียิ่ง และคณาจารย์วิทยาลัยการทัพบกทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาการ ความรู้ถ่ายทอดประสบการณ์ สำหรับนำความรู้มาประยุกต์ใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้ให้สำเร็จ

ขอขอบพระคุณ นายณัฐวุฒิ ผลประเสริฐ ที่กรุณาเป็นผู้ทรงคุณวุฒิที่ปรึกษาและได้ให้ข้อแนะนำเป็นอย่างดียิ่งในการกำหนดกรอบแนวทางการจัดทำการวิจัย และการพิจารณาช่วยตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล จนงานวิจัยสำเร็จลุล่วงแล้วเสร็จตามกำหนดเวลา

บทบาทของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย กับความมั่นคงด้านพลังงานไฟฟ้า

พลังงานไฟฟ้านับว่าเป็นองค์ประกอบหนึ่งในโครงสร้างพื้นฐานด้านพลังงานที่มีความสำคัญยิ่งส่งผลต่อชีวิตความเป็นอยู่ของประชาชน และความเจริญก้าวหน้าด้านเศรษฐกิจของประเทศ ดังจะเห็นได้ว่ายุทธศาสตร์ชาติ พ.ศ. 2561 – 2580[1] มีเป้าหมายสำคัญประการหนึ่งคือการเสริมสร้างความมั่นคงด้านพลังงาน เนื่องจากหากประเทศมีความมั่นคงด้านพลังงานอย่างเพียงพอแล้ว ย่อมทำให้ประชาชนภายในประเทศมีชีวิตความเป็นอยู่ที่ดี อีกทั้งยังเป็นปัจจัยส่งเสริมให้เกิดการลงทุนในด้านอุตสาหกรรม เป็นการกระตุ้นเศรษฐกิจเพื่อพัฒนาประเทศให้เจริญก้าวหน้า ประชาชนทุกภาคส่วนมีรายได้เพิ่มมากขึ้น ลดอัตราการว่างงาน ส่งผลให้ประเทศชาติมีความมั่นคงในด้านเศรษฐกิจและสังคมจิตวิทยา การที่จะทำให้พลังงานไฟฟ้ามีความมั่นคงนั้น จำเป็นต้องทราบปัจจัยเสี่ยงเชิงยุทธศาสตร์ที่จะส่งผลกระทบต่อกิจการไฟฟ้า เพื่อหาแนวทางลดผลกระทบจากความเสี่ยงนั้น จึงเป็นที่มาของการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ เพื่อนำผลวิจัยที่ได้เป็นแนวทางให้ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องนำไปเป็นข้อมูลประกอบในการตัดสินใจหรือทำการศึกษาวิจัยในเชิงลึกในโอกาสต่อไป รวมทั้งเพื่อให้ประชาชนทั่วไปได้รับทราบข้อมูลปัจจัยเสี่ยงด้านพลังงานไฟฟ้าของประเทศร่วมกัน

กำเนิดกิจการไฟฟ้าของไทย

ไฟฟ้าจุดประกายสว่างไสวขึ้นครั้งแรก ในรัชสมัยของพระบาทมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวพระปิยมหาราชของชาวไทยได้ทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ ให้เจ้าหมื่นไวยวรนารถ (เจิม แสงชูโต) จัดซื้อเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามาทำการติดตั้งและทดลองเดินเครื่องไฟฟ้าให้แสงสว่างที่กรมทหารหน้า (ที่ตั้งกระทรวงกลาโหมปัจจุบัน) เมื่อได้ผลดีจึงทรงให้ติดตั้งไฟฟ้าแสงสว่างในวังหลวง โดยเริ่มใช้ในท้องพระโรงพระที่นั่งจักรีมหาปราสาท ในวันคล้ายวันพระราชสมภพ วันที่ 20 กันยายน พ.ศ.2427 จากนั้นมาจึงถือเอามหามงคลสมัยนี้เป็นวันเริ่มต้นการมีไฟฟ้าใช้อย่างเป็นทางการสืบมา โดยกิจการไฟฟ้าพัฒนาก้าวหน้ามาโดยตลอด จนมาในช่วงสงครามโลกครั้งที่ 2 กิจการไฟฟ้ามีอุปสรรคมาก โรงไฟฟ้าทั้งในพระนครและต่างจังหวัดชำรุดทรุดโทรมลงจากภัยสงคราม ทำให้เกิดภาวะขาดแคลนไฟฟ้าอย่างหนักทั้งในเขตพระนครและต่างจังหวัด มีการดับไฟฟ้าเป็นเขตๆหรือจ่ายไฟฟ้าเฉพาะในบางเวลาเท่านั้น ทั้งนี้เนื่องจากประชาชนที่ต้องการใช้ไฟฟ้ามีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว

เพื่อแก้ปัญหาขาดแคลนพลังงานไฟฟ้า รัฐบาลจึงจัดตั้งหน่วยงานต่างๆ เพื่อรับผิดชอบด้านการผลิตและจำหน่ายไฟฟ้า ที่สำคัญใน พ.ศ.2491 ได้มีการจัดทำแผนพัฒนาระบบไฟฟ้าในประเทศไทยขึ้น เพื่อแก้ไขปัญหาพลังงานไฟฟ้าในระยะยาว และ พ.ศ.2494 จัดตั้งคณะกรรมการพิจารณาสร้างโรงไฟฟ้าทั่วราชอาณาจักร และต่อมาใน พ.ศ.2496 จึงได้มีการออกพระราชบัญญัติการพลังงานแห่งชาติขึ้นโดยมี คณะกรรมการพลังงานแห่งชาติเป็นผู้วางนโยบายและพิจารณาโครงการด้านพลังงาน

สำหรับพื้นที่นครหลวง ใน พ.ศ.2501 มีการรวมกิจการของการไฟฟ้ากรุงเทพและกองไฟฟ้าหลวงสามเสนจัดตั้งเป็น การไฟฟ้านครหลวง(กฟน.) มีหน้าที่รับผิดชอบด้านการจำหน่ายกระแสไฟฟ้าในเขตพระนครและปริมณฑล

ส่วนภูมิภาค พ.ศ.2503 มีการจัดตั้งการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) รับผิดชอบขยายบริการจำหน่ายไฟฟ้าให้แก่ประชาชนในส่วนภูมิภาคทั้งหมด

ในส่วนของการผลิตไฟฟ้า องค์การซึ่งเป็นระบบการผลิตไฟฟ้าที่ใหญ่ที่สุด คือการไฟฟ้ายันฮี จัดตั้งขึ้นเมื่อ พ.ศ.2500 รับผิดชอบการผลิตและส่งจ่ายกระแสไฟฟ้าให้แก่ภาคเหนือและภาคกลางรวม 36 จังหวัด โดยมีภารกิจเริ่มแรกในการก่อสร้างเขื่อนยันฮี(เขื่อนภูมิพล) จังหวัดตาก และโรงไฟฟ้าพระนครเหนือ จังหวัดนนทบุรี ซึ่งเป็นโครงการโรงไฟฟ้าขนาดใหญ่ที่สุดในขณะนั้น เพื่อแก้ไขภาวะขาดแคลนไฟฟ้า ส่วนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ รัฐบาลได้จัดตั้งการไฟฟ้าภาคตะวันออกเฉียงเหนือใน พ.ศ.2505 เพื่อทำหน้าที่ผลิตไฟฟ้าป้อนพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือทั้งหมด

ดังนั้นเพื่อเสริมสร้างประสิทธิภาพ และความมั่นคงด้านพลังงานไฟฟ้าของประเทศ รัฐบาลจึงได้ประกาศพระราชบัญญัติจัดตั้ง การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย(กฟผ.) เมื่อวันที่ 1 พฤษภาคม พ.ศ.2512 โดยรวมกิจการของหน่วยงานด้านการผลิตไฟฟ้าเข้าด้วยกัน ได้แก่ การไฟฟ้ายันฮี การลิกไนท์ และการไฟฟ้าตะวันออกเฉียงเหนือ นับแต่นั้น กฟผ. จึงรับภารกิจหลักด้านการผลิตและจัดหาพลังงานไฟฟ้า และขยายระบบส่งไฟฟ้า ได้แก่ การก่อสร้างสายส่งไฟฟ้า สถานีไฟฟ้าแรงสูง ไปยังทั่วประเทศ โดยยึดหลักสำคัญในการดำเนินงานคือ ให้มีไฟฟ้าเพียงพอ มีความมั่นคงเชื่อถือได้ และราคาเหมาะสม[2] ต่อมารัฐบาลได้ตราพระราชบัญญัติการประกอบกิจการพลังงาน พ.ศ.2550 แต่งตั้งคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน (กกพ.) เพื่อทำหน้าที่กำกับดูแลการประกอบกิจการพลังงานได้แก่ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย(กฟผ.) โดยหน้าที่หลักของ กกพ. ประกอบด้วย การกำกับดูแลการผลิต ระบบส่ง ระบบจำหน่ายไฟฟ้า อัตราค่าไฟฟ้า ดูแลผู้ได้รับผลกระทบจากการก่อสร้างโรงไฟฟ้า โดยจะมีการเก็บเงินจากผู้ประกอบการนำเข้ากองทุนพัฒนาไฟฟ้า เพื่อนำไปชดเชยให้กับประชาชนที่อยู่รอบโรงไฟฟ้าได้ใช้เงินพัฒนา

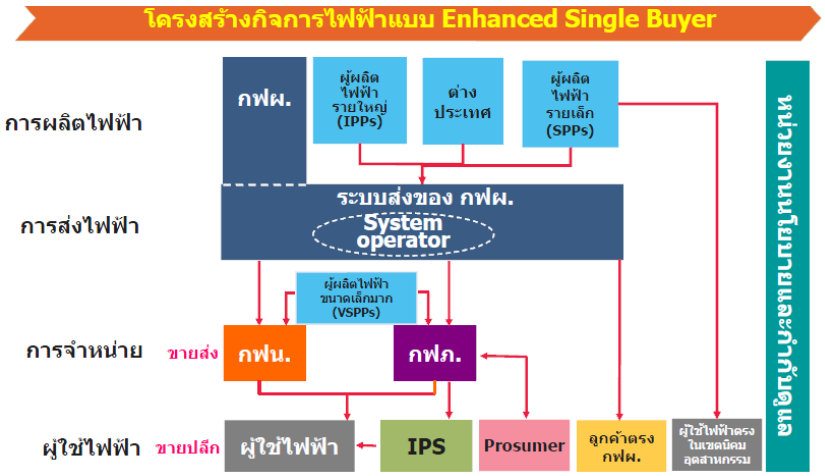
ชุมชนตามความต้องการ รวมทั้งการเสนอความเห็นต่อแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าระยะยาวหรือแผน PDP[3] เพื่อนำเสนอรัฐมนตรีว่าการกระทรวงพลังงาน นอกจากนี้ยังมีภารกิจในการส่งเสริมพลังงานหมุนเวียนและการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ

โครงสร้างอุตสาหกรรมไฟฟ้าของประเทศ

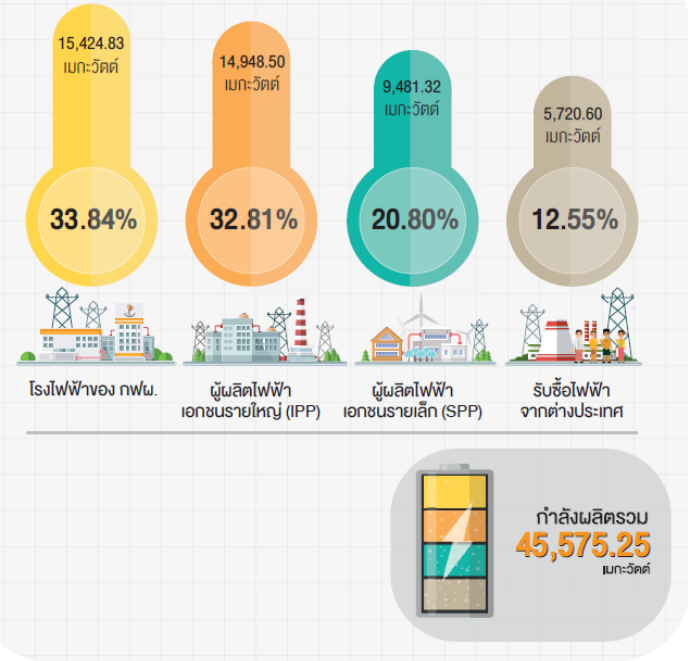
ปัจจุบัน กฟผ. เป็นหน่วยงานรัฐวิสาหกิจสังกัดกระทรวงพลังงาน โดยมีคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน (กกพ.) หรือเรคกูเลเตอร์ ทำหน้าที่กำกับดูแล
วิสัยทัศน์ กฟผ.: นวัตกรรมพลังงานไฟฟ้าเพื่อชีวิตที่ดีกว่า

พันธกิจ : ผลิต จัดให้ได้มา จัดส่งหรือจำหน่ายพลังงานไฟฟ้า และประกอบธุรกิจเกี่ยวเนื่องรวมถึงการผลิตและขายลิกไนต์[4]

ทั้งนี้โครงสร้างอุตสาหกรรมไฟฟ้าของประเทศไทยเป็นรูปแบบที่กำหนดให้ กฟผ. เป็นผู้ผลิต ส่งไฟฟ้าและเป็นผู้ซื้อไฟฟ้าแต่เพียงรายเดียว รวมทั้งเป็นผู้ดูแลศูนย์ควบคุมระบบกำลังไฟฟ้า (System Operator) ในการสั่งเดินเครื่องผลิตไฟฟ้า โดยเรียกรูปแบบโครงสร้างอุตสาหกรรมไฟฟ้าที่มี กฟผ. เป็นผู้ซื้อไฟฟ้าเพียงรายเดียวนี้ว่า ระบบ Enhanced Single Buyer (ESB) ปัจจุบันสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.) กระทรวงพลังงานเป็นผู้บริหารจัดการ ด้านนโยบายและแผนด้านพลังงาน และ กกพ. กำกับดูแล กำหนดกฎเกณฑ์ กำหนดราคาค่าไฟฟ้า ครอบคลุมถึงการดูแลความมั่นคงในระบบไฟฟ้าตามที่กล่าวข้างต้น โครงสร้างอุตสาหกรรมไฟฟ้า แสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 โครงสร้างอุตสาหกรรมไฟฟ้าไทย[4]



ภาพที่ 2 กำลังผลิตในระบบและประเภทของโรงไฟฟ้า[4]

กำลังผลิตในระบบและประเภทของโรงไฟฟ้า

ปัจจุบัน กฟผ. มีกำลังผลิตติดตั้งประมาณร้อยละ 34 ของระบบ ส่วนที่เหลือเป็นกำลังผลิตจากผู้ประกอบการโรงไฟฟ้าเอกชนในประเทศ และรับซื้อไฟฟ้าจากประเทศเพื่อนบ้านตามภาพที่ 2

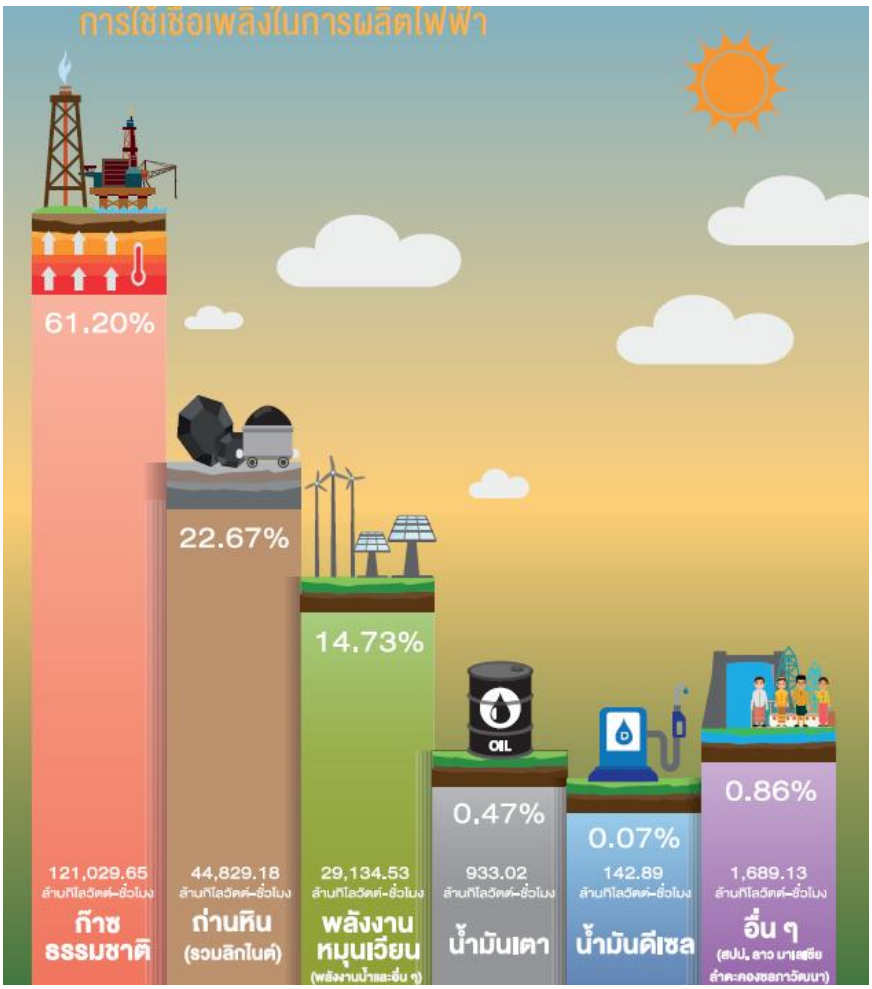
ประเภทโรงไฟฟ้าของ กฟผ.

โรงไฟฟ้าของ กฟผ. แบ่งออกเป็น 5 ประเภท[5] คือ

1. โรงไฟฟ้าพลังความร้อน เป็นโรงไฟฟ้าที่ใช้พลังความร้อนจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงต้มน้ำเพื่อสร้างไอน้ำแรงดันสูง มาเป็นพลังงานกลขับเคลื่อนกังหันที่มีแกนเพลาหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ใช้เชื้อเพลิงได้หลายชนิด เช่นก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน น้ำมันเตา เหมาะสำหรับเดินเครื่องเป็นโรงไฟฟ้าฐานที่ใช้เดินเครื่องผลิตไฟฟ้าตลอด 24 ชั่วโมง ได้แก่ โรงไฟฟ้าบางปะกง จ.ฉะเชิงเทรา, โรงไฟฟ้าแม่เมาะ จ.ลำปาง, โรงไฟฟ้ากระบี่ จ.กระบี่
2. โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมเป็นการนำเอาเทคโนโลยีของโรงไฟฟ้ากังหันก๊าซและเครื่องกังหันไอน้ำมาทำงานเป็นระบบร่วมกัน โดยนำไอเสียจากโรงไฟฟ้ากังหันแก๊สซึ่งมีความร้อนสูงประมาณ 500 องศาเซลเซียส ไปผ่านหม้อน้ำและถ่ายเทความร้อนให้กับ

น้ำทำให้น้ำเดือดกลายเป็นไอเพื่อขับกังหันไอน้ำ ที่มีเพลาต่อตรงไปยังเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต่อไป ใช้เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ ได้แก่ โรงไฟฟ้าพระนครเหนือ จ.นนทบุรี, โรงไฟฟ้าพระนครใต้ จ.สมุทรปราการ, โรงไฟฟ้าบางปะกง จ.ฉะเชิงเทรา, โรงไฟฟ้าวังน้อย จ.พระนครศรีอยุธยา, โรงไฟฟ้าจะนะ จ.สงขลา, โรงไฟฟ้าน้ำพอง จ.ขอนแก่น

3. โรงไฟฟ้าดีเซลเป็นโรงไฟฟ้าพลังความร้อนประเภทหนึ่ง ใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง หลักการทำงานคล้ายกับเครื่องยนต์ดีเซล โดยอาศัยการสันดาปของน้ำมันดีเซลในกระบอกสูบเกิดแรงหมุนเพลาเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
4. โรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียน
   4.1 โรงไฟฟ้าพลังน้ำเขื่อนขนาดใหญ่ ใช้หลักการแรงดันของน้ำจากเขื่อนและอ่างเก็บน้ำ ซึ่งอยู่ในระดับสูงกว่าโรงไฟฟ้า น้ำจะไฟฟ้าตลอดช่วงเวลาที่มีการเปิดน้ำทั้งนี้การผลิตไฟฟ้าจึงขึ้นกับไหลในท่อส่งน้ำจากอ่างเก็บเพื่อไปหมุนกังหันน้ำซึ่งมีเพลาต่อกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าผลิตความจำเป็นในการระบายน้ำ เพื่อการชลประทาน โดยกรมชล ประทานเป็นผู้วางแผนการปล่อยน้ำ
   4.2 โรงไฟฟ้าพลังน้ำเขื่อนขนาดเล็ก
   4.3 โรงไฟฟ้ากังหันลม(พลังงานลม) ได้แก่โรงไฟฟ้ากังหันลมลำตะคอง จ.นครราชสีมา
   4.4 โรงไฟฟ้าพลังแสงอาทิตย์ ได้แก่ โรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์เขื่อนสิรินธร จ.อุบลราชธานี, โรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ทับสะแก จ.ประจวบคีรีขันธ์
   4.5 โรงไฟฟ้าพลังความร้อนใต้พิภพ ได้แก่ โรงไฟฟ้าพลังความร้อนใต้พิภพฝาง จ.เชียงใหม่
5. โรงไฟฟ้าประเภทอื่นๆ(พลังน้ำแบบสูบกลับ) ได้แก่ โรงไฟฟ้าลำตะคอง จ.นครราชสีมา



หมายเหตุ : ไม่รวมโรงไฟฟ้าประเภท VSPP **ข้อมูล**สะสมเดือน มกราคม - ธันวาคม 2562

ภาพที่ 3 สัดส่วนการใช้เชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า[4]

ปัจจัยเสี่ยงและผลกระทบต่อความมั่นคงด้านพลังงานไฟฟ้า

1. ปัจจัยเสี่ยงและผลกระทบต่อความมั่นคงด้านพลังงานไฟฟ้า จากการพึ่งพาต่างประเทศ

จากสถานการณ์ด้านพลังงานไฟฟ้า ในปัจจุบันไม่สามารถพึ่งพิงแหล่งผลิตภายใน ประเทศได้ทั้งหมด จำเป็นต้องอาศัยการนำเข้าเชื้อเพลิงและการซื้อพลังงานไฟฟ้าจากต่างประเทศ ทั้งนี้เนื่องจากประเทศไทยมีสัดส่วนการผลิตไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ สูงถึงประมาณร้อยละ 61 ทำให้แหล่งก๊าซจากอ่าวไทยไม่เพียงพอ จำเป็นต้องซื้อก๊าซธรรมชาติจากประเทศเมียนมา เดินท่อส่งก๊าซมาจ่ายให้โรงไฟฟ้าทั้งของรัฐและเอกชนในประเทศ อีกทั้งมีการซื้อพลังงานไฟฟ้าจากประเทศลาวบางส่วน ทำให้ความมีเสถียรภาพของพลังงานไฟฟ้าต่ำกว่าที่ควรจะเป็น หากเกิดกรณีมีเหตุการณ์โรงไฟฟ้าที่ใช้เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติไม่

สามารถเดินเครื่องผลิตไฟฟ้าได้ เช่น การที่แหล่งขุดเจาะก๊าซธรรมชาติในประเทศเมียนมามีการหยุดซ่อมบำรุงรักษา หรือกรณีการรับซื้อไฟฟ้าจากต่างประเทศไม่สามารถกระทำได้ เช่น การรับซื้อไฟฟ้าจากประเทศลาวที่เป็นโรงไฟฟ้าพลังน้ำ หากเกิดสถานการณ์ภัยแล้งไม่มีน้ำเพียงพอในการผลิตฯ ย่อมส่งผลกระทบต่อการใช้ไฟฟ้าของประเทศ

การใช้เชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า

เมื่อพิจารณาถึงการใช้เชื้อเพลิง ในการผลิตพลังงานไฟฟ้าในภาพรวมทั้งโรงไฟฟ้า ของ กฟผ. กับของเอกชน มีสัดส่วนการใช้เชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า ในปี 2562 แยกตามชนิดเชื้อเพลิง แสดงในภาพที่ 3 จากสัดส่วนการผลิตไฟฟ้าในการใช้เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติสูงถึงราวร้อยละ 61 ลำพังเพียงแหล่งก๊าซจากอ่าวไทยแห่งเดียวไม่เพียงพอ จำเป็นต้องนำเข้าก๊าซธรรมชาติจากประเทศเมียนมา เดินท่อส่งก๊าซมาจ่ายให้โรงไฟฟ้าทั้งของรัฐและเอกชนในประเทศ ตามที่กล่าวข้างต้น กรณีมีเหตุการณ์โรงไฟฟ้าที่ใช้เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติไม่สามารถเดินเครื่องผลิตไฟฟ้าได้ จากการที่แหล่งขุดเจาะก๊าซธรรมชาติมีการหยุดซ่อมบำรุงรักษาจำเป็นต้องมีแผนรองรับ โดยต้องมีขั้นตอนในการดำเนินการที่สำคัญ ตัวอย่างเช่น การหยุดจ่ายก๊าซฯ ฝั่งตะวันตก 1,100 ล้านลูกบาศก์ฟุต (MMscfd) ระหว่างวันที่ 20-23 กุมภาพันธ์ 2559 เพื่อให้แหล่ง Yadana ทำงาน Tripod installation for Badamyar project โดยช่วงวันเวลาดังกล่าวแหล่งก๊าซฯ Yadana จะไม่มีก๊าซฯ จากประเทศเมียนมา ส่งให้โรงไฟฟ้า เนื่องจากแหล่งก๊าซฯ Yetagun และ Zawtika มีค่าความร้อนเฉลี่ยสูงกว่าค่าความร้อนสูงสุดที่โรงไฟฟ้าสามารถใช้งานได้ ทำให้ไม่สามารถควบคุมคุณภาพก๊าซฯได้ จึงทำให้กำลังผลิตไฟฟ้าลดลง 2,546 MW โดยมีมาตรการรองรับแต่ละด้านดังนี้

<u>ระบบผลิต</u>

- ให้โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมพระนครเหนือชุดที่ 1 เดินเครื่องด้วยก๊าซฯ ฝั่งตะวันออกเพื่อรักษาความมั่นคงของระบบไฟฟ้าในเขตนครหลวง โดยเปลี่ยนอุปกรณ์เผาไหม้เป็นแบบ Wide Range
- ประสานงานโรงไฟฟ้าพลังน้ำจากประเทศลาว ให้เดินเครื่องเต็มความสามารถ

- รับซื้อไฟฟ้าในส่วน Enhance Capacity จากโรงไฟฟ้าที่ใช้เชื้อเพลิงอื่นๆ เพิ่มจากกรณีปกติ
- ทดสอบเปลี่ยนเชื้อเพลิงดีเซลโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม ที่ได้รับผลกระทบให้มีความพร้อมสูงสุด โดยทำการทดสอบเพื่อทราบอัตราส่วนความสำเร็จในการเปลี่ยนเชื้อเพลิงว่าอยู่ที่เท่าใดโดยอย่างน้อยควรมากกว่าร้อยละ 70
- ใช้น้ำมันเตา และน้ำมันดีเซลเดินเครื่องทดแทนปริมาณก๊าซฯ ที่ลดลง โดยคาดว่าจะต้องใช้น้ำมันเตาจำนวนประมาณ 22.3 ล้านลิตร และน้ำมันดีเซลประมาณ 6.9 ล้านลิตร

<u>เชื้อเพลิง</u>

- สำรองน้ำมันให้เพียงพอก่อนเริ่มหยุดจ่ายก๊าซฯ
- น้ำมันเตาโรงไฟฟ้าบางปะกง และราชบุรี : สำรองอย่างน้อยเพื่อให้เดินเครื่องต่อเนื่องได้ 5 วัน
- น้ำมันดีเซลโรงไฟฟ้าที่ได้รับผลกระทบ : สำรองอย่างน้อยเพื่อให้เดินเครื่องต่อเนื่องได้ 3 วัน

<u>ระบบส่ง</u>

- ตรวจสอบสายส่งและอุปกรณ์สำคัญในเขตนครหลวงให้พร้อมใช้งานก่อนเริ่มหยุดจ่ายก๊าซฯ งดการทำงานบำรุงรักษาระบบส่งในเขตนครหลวงช่วงหยุดจ่ายก๊าซฯ เพื่อให้ระบบส่งมีความพร้อมสูงสุด

<u>Demand Side management</u>

- รณรงค์ให้ทุกภาคส่วนร่วมกันประหยัดพลังงานในช่วงที่มีการหยุดจ่ายก๊าซฯ

ทั้งนี้แผนรองรับดังกล่าวข้างต้นเป็นแผนเตรียมการสำหรับกรณีทราบแผนงานหยุดจ่ายก๊าซฯ ล่วงหน้า แต่ในกรณีที่มีการปลดซ่อมฉุกเฉิน ทำให้ไม่สามารถดำเนินการแก้ไขสถานการณ์ได้อย่างทันทีทันใด อาจส่งผลกระทบทำให้เกิดไฟฟ้าดับในบางพื้นที่ในช่วงเวลาหนึ่งจนกว่าจะมีการเร่งดำเนินการขั้นตอนแก้ไข

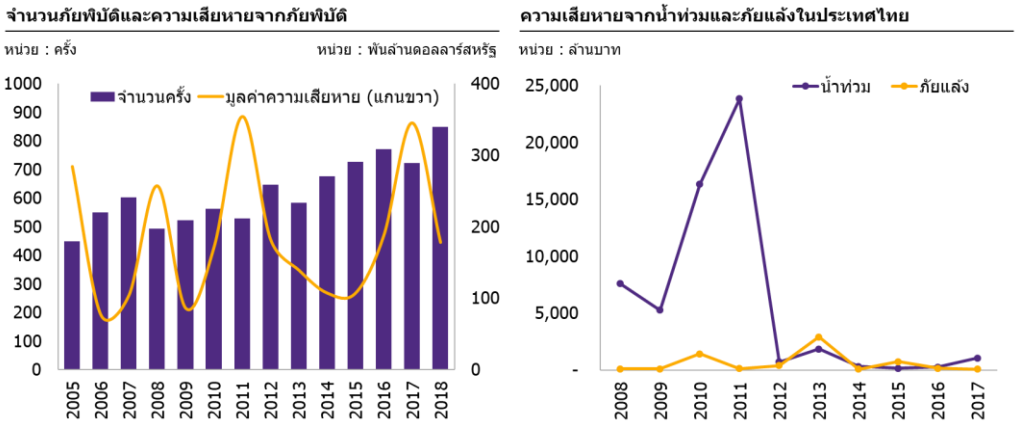
2. ปัจจัยเสี่ยงผลกระทบต่อความมั่นคงด้านพลังงานไฟฟ้า จากพลังงานหมุนเวียน (Renewable Energy)

ปัจจัยเสี่ยงและผลกระทบต่อความมั่นคงด้านพลังงานไฟฟ้าอีกปัจจัยคือ การที่นโยบายการรับซื้อพลังงานหมุนเวียน (Renewable Energy; RE) สูงขึ้นอย่างมากซึ่งตามแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศ พ.ศ.2561 – 2580[3] (Power Development Plan; PDP2018) ตั้งเป้าหมาย พ.ศ.2580 มีสัดส่วนพลังงานหมุนเวียนร้อยละ 20 โดยปัจจุบันอยู่ที่ร้อยละ 14 ทั้งนี้เนื่องจากการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนได้แก่พลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ จากพลังงานลม โรงไฟฟ้าชุมชนจากชีวมวลที่เหลือจากการแปรรูปผลิตผลทางการเกษตรเช่น ปาล์ม อ้อย มันสำปะหลัง ข้าว และขยะ ฯลฯ ตามนโยบายรัฐนั้นถึงแม้มีข้อดีในด้านสนับสนุนให้ภาคเอกชนหรือเกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น อันจะเป็นการกระตุ้นเศรษฐกิจ ในระดับรากหญ้า แต่จุดด้อยคือพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากชีวมวลหรือจากแสงอาทิตย์และลม จะมีความผันผวนสูงไม่ต่อเนื่องตลอดเวลาต่างจากโรงไฟฟ้าหลักโดยขึ้นอยู่กับสภาพอากาศและช่วงฤดูกาลผลิตของทางการเกษตร

ภาวะโลกร้อนกระทบเศรษฐกิจของโลกและประเทศไทยอย่างใหญ่หลวง จากรายงานของ World Economic Forum (WEF) ซึ่งได้สำรวจความเสี่ยงที่มีโอกาสเกิดขึ้นในช่วงระยะเวลาข้างหน้าและส่งผลกระทบต่อประชากรส่วนใหญ่ของโลก ในรายงานของ WEF ในปี 2020 นั้น[6] ระบุความเสี่ยงต่อเศรษฐกิจโลกในแง่ของผลกระทบต่อเศรษฐกิจสูงที่สุด 5 อันดับแรกก็มีความเสี่ยงด้านสิ่งแวดล้อมอยู่ทั้งสิ้น 3 อันดับ ซึ่งความเสี่ยงด้านสิ่งแวดล้อมเหล่านี้ล้วนมีสาเหตุมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) ในช่วงที่ผ่านมา และก่อให้เกิดความเสียหายต่อหลายประเทศทั่วโลก การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศก่อให้เกิดความเสียหายต่อระบบเศรษฐกิจอย่างมาก โดยตั้งแต่ 2005 เป็นต้นมาจำนวนเหตุการณ์ภัยพิบัติทางธรรมชาติเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ และมีแนวโน้มจะเพิ่มขึ้นอีกในอนาคตและสร้างความเสียหายต่อเศรษฐกิจสูงขึ้นตามด้วยเช่นกัน ดังแสดงในภาพที่ 5 โดยจากรายงาน WEF 2020 พบว่าในปี 2018 เศรษฐกิจของโลกได้รับความเสียหายจากภัยพิบัติทางธรรมชาติรวมกว่า1.65 แสนล้านดอลลาร์สหรัฐ การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิโลกที่สูงขึ้น สาเหตุหลักมาจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปริมาณที่สูงในหลายปีที่ผ่านมา เนื่องจากการเติบโตของภาคอุตสาหกรรมทั่วโลก ด้วยเหตุ

นี้มาตรการหลักที่รัฐบาลหลายประเทศจากการเข้าร่วมประชุม COP21 ณ กรุงปารีส ประเทศฝรั่งเศส เมื่อ 12 ธันวาคม 2558 ได้ร่วมหารือตามข้อตกลงปารีส (Paris Agreement) โดยมีเป้าหมายหลัก ที่สำคัญคือควบคุม การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเฉลี่ยของโลกให้ต่ำกว่า 2 องศาเซลเซียส มติร่วมคือต้องมีการใช้พลังงานทางเลือกมากขึ้น เพื่อรับมือกับปัญหาดังกล่าว เป้าหมายเพื่อการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ประเภทคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล หรือเกิดจากกระบวนการผลิต

ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศในไทยและมาตรการรับมือนั้น จากรายงานของ Global Climate Risk 2020 ไทยเป็นประเทศที่มีความเปราะบางต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศเป็นอันดับ 8 ของโลก โดยที่ผ่านมา ความเสียหายที่เห็นได้ชัดเจนส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นในรูปแบบภัยแล้งและน้ำท่วมเป็นหลัก จากภาพที่ 5 จะพบว่าความเสียหายจากภัยแล้งและน้ำท่วมในอดีตมีความรุนแรงแตกต่างกันไป ตัวอย่างเช่นในปี 2011 ได้รับความเสียหายจากน้ำท่วมกว่า 24,000 ล้านบาท ซึ่งเป็นน้ำท่วมครั้งใหญ่ที่สุดในประวัติศาสตร์ไทย โดยมีสาเหตุมาจากการได้รับผลกระทบจากพายุมากกว่า 5 ลูก ในปีเดียวกันและผลกระทบจากปรากฏการณ์ลานีญ่า ทำให้ฝนตกเร็วและมากกว่าปกติ ในขณะที่ในปี 2013 นั้นได้รับผลกระทบจากปรากฏการเอลนิโญซึ่งก่อให้เกิดภัยแล้งสร้างความเสียหายกว่า 3,000 ล้านบาท ยิ่งไปกว่านั้นในปี 2020 นี้ กรมอุตุนิยมวิทยาคาดว่าอาจเป็นปีที่แล้งที่สุดเป็นอันดับ 2 ในรอบ 40 ปี เนื่องจากปริมาณน้ำฝนใกล้เคียงกับ ปี 1979 ที่เป็นปีที่แล้งที่สุดและอาจสร้างความเสียหายต่อเศรษฐกิจมากกว่า 1 หมื่นล้านบาท[6]



ภาพที่ 5 จำนวนครั้งของการเกิดภัยพิบัติ และมูลค่าความเสียหายมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น[6]

ในส่วนของมาตรการรับมือนั้น ไทยมีนโยบายต่าง ๆ เพื่อชะลอและรับมือกับปัญหาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศที่สำคัญในด้านพลังงานไฟฟ้า ได้แก่ แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก[7](Alternative Energy Development Plan; AEDP2018) ซึ่งเป็น 1 ใน 5 นโยบายหลักของแผนพัฒนากำลังการผลิตไฟฟ้าโดยกระทรวงพลังงาน (PDP2018) ตามที่กล่าวข้างต้น โดยมีเป้าหมายในการเพิ่มสัดส่วนการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนเป็นร้อยละ 20 (รวมพลังน้ำในประเทศ) ของกำลังผลิตทั้งหมดในปี 2037 ซึ่งในปัจจุบันอยู่ที่ร้อยละ 14

พลังงานหมุนเวียน (Renewable Energy) หมายถึงพลังงานที่ใช้ไม่หมด สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้มีแหล่งกำเนิดตามธรรมชาติรอบๆ ตัวเรา ไม่ว่าจะเป็นแสงอาทิตย์ ลม น้ำ ชีวมวล ความร้อนใต้พิภพและก๊าซชีวภาพ รวมถึงผลผลิตและวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตร เช่น แกลบ ชานอ้อย กากมันสำปะหลังหรือมูลสัตว์ ก็สามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตพลังงานหมุนเวียนได้เป็นอย่างดี ปัจจุบันพลังงานหมุนเวียนเป็นพลังงานทางเลือกที่นำมาใช้ทดแทนพลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิล ได้แก่พลังงานที่ใช้แล้วหมดไป เช่นน้ำมัน ถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติ พลังงานหมุนเวียนจึงถือเป็นพลังงานสะอาดไม่ก่อมลพิษไม่ส่งกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เพราะไม่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ ทั้งยังช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เป็นสาเหตุของภาวะโลกร้อน ลดการนำเข้าเชื้อเพลิงจากต่างประเทศ และยังสามารถส่งเสริมให้ชุมชนมีส่วนร่วมในการผลิตพลังงานไฟฟ้าอีกด้วย

อย่างไรก็ตาม การนำพลังงานหมุนเวียนมาใช้ในการผลิตไฟฟ้าเพื่อลดการเดิน เครื่องโรงไฟฟ้าที่ใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล มีข้อดีในด้านลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ก็จริง แต่พลังงานหมุนเวียนมีข้อจำกัด ในเรื่องมีความผันผวนไม่แน่นอนค่อนข้างสูง ทั้งนี้พลังงานหมุนเวียนแต่ละประเภทมีข้อดีและข้อจำกัดตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงถึงข้อดีและข้อจำกัดของพลังงานหมุนเวียน[8]

ประเภทพลังงาน	ข้อดี	ข้อจำกัด
พลังงานน้ำ	- ไม่มีต้นทุนค่าเชื้อเพลิง - ไม่ส่งผลกระทบสิ่งแวดล้อม	- พื้นที่สร้างเขื่อนขนาดใหญ่ต้องตัดต้นไม้กระทบระบบนิเวศป่าไม้ - กำลังผลิตไฟฟ้าไม่แน่นอนขึ้นกับปริมาณน้ำในแต่ละฤดูกาล
พลังงานแสงอาทิตย์	- ไม่มีต้นทุนค่าเชื้อเพลิง - ไม่ส่งผลกระทบสิ่งแวดล้อม - ได้รับการยอมรับจากสังคม	- ผลิตไฟฟ้าได้เฉพาะช่วงที่มีแดด หากมีเมฆมากจะผลิตได้น้อย (กลางคืนและฝนตกไม่สามารถผลิตได้) - ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าต่อกำลังการติดตั้งต่ำ - ใช้พื้นที่ติดตั้งมาก ประมาณ 8-10 ไร่ต่อ 1 เมกะวัตต์
พลังงานลม	- เป็นพลังงานสะอาด เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม - ไม่มีต้นทุนค่าเชื้อเพลิง - ระบบไม่ซับซ้อน (ก่อสร้าง/ติดตั้งง่าย/ค่าบำรุงรักษาไม่สูง)	- ต้นทุนด้านอุปกรณ์สูง - พื้นที่ที่มีศักยภาพเข้าถึงได้ยาก เช่น บนภูเขาสูง ป่าต้นน้ำ ชายหาด -ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าต่อกำลังการติดตั้งต่ำ - ผลิตไฟฟ้าได้มากเฉพาะเวลาที่ลมแรงหรือมีความเร็วเพียงพอ (ไม่ต่ำกว่า 6 - 10 เมตร ต่อวินาที และไม่เกิน 25 เมตร ต่อวินาที) จึงมีความไม่แน่นอนขึ้นกับฤดูกาล

ประเภทพลังงาน	ข้อดี	ข้อจำกัด
พลังงานชีวมวล	- เพิ่มมูลค่าให้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร - ช่วยลดปริมาณวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร	- ปริมาณชีวมวลมีค่าไม่คงที่โดยปริมาณชีวมวลแต่ละชนิดจะขึ้นอยู่กับพื้นที่และฤดูกาล - ค่าใช้จ่ายในการลงทุนสูงรวมไปถึงการเชื่อมต่อกับระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์ต่าง ๆ - ต้นทุนค่าพลังงานไฟฟ้าจากชีวมวลยังมีราคาสูงกว่าการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานสิ้นเปลือง (น้ำมันหรือก๊าซธรรมชาติ)

เนื่องด้วยปัจจุบันภาครัฐมีนโยบายการส่งเสริมให้มีการกระจาย การใช้เชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า โดยส่งเสริมให้มีการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนให้เต็มศักยภาพตามแผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก พ.ศ. 2561 - 2580 (Alternative Energy Development Plan: AEDP2018) ซึ่งมีเป้าหมายการพัฒนาพลังงานหมุนเวียนที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้าในปี พ.ศ. 2580 จำนวนร้อยละ 20 ของความต้องการพลังงานไฟฟ้าทั้งประเทศหรือคิดเป็นกำลังผลิตติดตั้งจำนวน 18,696 เมกะวัตต์ ซึ่งในจำนวนนี้มีกำลังผลิตติดตั้งของโรงไฟฟ้าประเภทพลังงานลมและพลังงานแสงอาทิตย์อยู่จำนวน 1,485 และ 12,725 เมกะวัตต์ ตามลำดับ การพัฒนาโรงไฟฟ้าประเภทพลังงานลมและพลังงานแสงอาทิตย์ในสัดส่วนที่เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับความต้องการใช้ไฟฟ้าโดยรวม ส่งผลให้เกิดความไม่แน่นอนของภาคการผลิต เนื่องจากกำลังผลิตของโรงไฟฟ้าทั้งสองประเภทนี้ไม่สามารถควบคุมได้ โดยจะเป็นไปตามธรรมชาติของแหล่งพลังงานซึ่งขึ้นกับสภาพภูมิอากาศ นอกจากนี้ตำแหน่งที่ตั้งของโรงไฟฟ้าตามศักยภาพเชิงพื้นที่ยังอาจจะไม่สอดคล้องกับศักยภาพของระบบส่งไฟฟ้า ส่งผลให้เกิดข้อจำกัดด้านปฏิบัติการของระบบส่งเพิ่มขึ้นและอาจกระทบไปถึงความมั่นคงของระบบไฟฟ้าในภาพรวม ซึ่งการพัฒนาพลังงานหมุนเวียนดังกล่าวนี้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามนโยบายส่งเสริมของรัฐบาล กฟผ. จึงพิจารณาศึกษาผลกระทบจากการรับซื้อไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียน สรุปประเด็นสำคัญได้ดังนี้

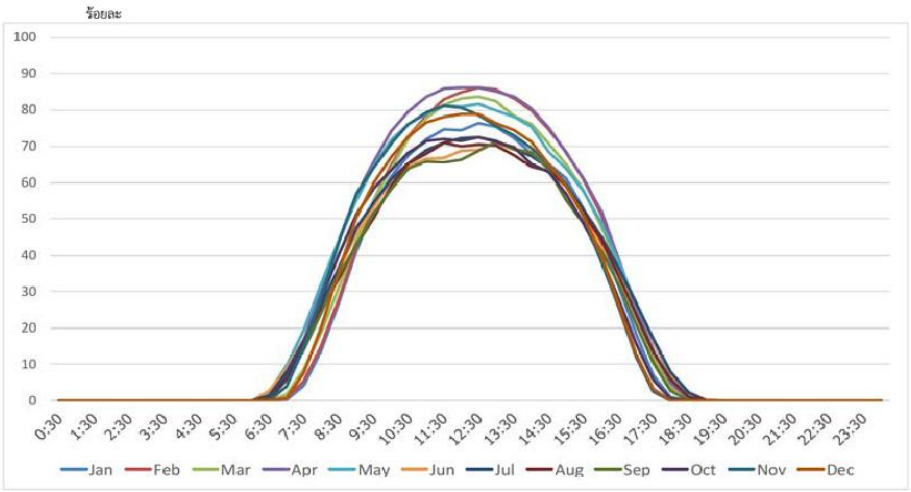
1) การพัฒนาโรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนได้รับการส่งเสริมจากภาครัฐมาโดยตลอด ด้วยการสนับสนุนผ่านทางอัตรารับซื้อไฟฟ้าแบบ Feed-in-Tarif (FiT) ซึ่งสะท้อนต้นทุนของผู้ผลิตที่แท้จริง ส่งผลให้มีการพัฒนาโรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงเวลาที่ผ่านมา โดยเฉพาะโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งมีการพัฒนาเทคโนโลยีของแผงเพิ่มขึ้นอย่างมากจากในอดีต ทำให้ราคาต้นทุนการก่อสร้างโรงไฟฟ้าลดลงอย่างต่อเนื่อง โรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนโดยส่วนใหญ่มักจะกระจายตัวอยู่ตามพื้นที่ศักยภาพ เช่น พลังงานแสงอาทิตย์จะมีพื้นที่ศักยภาพอยู่ที่บริเวณตอนล่างของภาคะวันออกเฉียงเหนือ รวมทั้งบางส่วนของภาคกลาง ส่วนพลังงานลมมีพื้นที่ศักยภาพอยู่บริเวณพื้นที่เทือกเขาและช่องเขาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ บริเวณภาคตะวันตก รวมถึงภาคใต้ พื้นที่บริเวณชายฝั่งทะเลด้านตะวันออก จากพื้นที่ศักยภาพดังกล่าวจะเห็นได้ว่า ภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นพื้นที่ที่มีศักยภาพในการพัฒนาโรงไฟฟ้าพลังงานลมและโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณกำลังผลิตติดตั้งของโรงไฟฟ้าทั้งสองประเภทที่มีปริมาณค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับภาคอื่นๆ ปริมาณกำลังผลิตตามสัญญาในหน่วยเมกะวัตต์ของโรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียน ณ เดือนกันยายน 2560 มีรายละเอียดตามตารางที่ 2 ปริมาณกำลังผลิตตามสัญญาของโรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียน แยกตามรายภาคและประเภทเชื้อเพลิง (MW) จากข้อมูลปริมาณกำลังผลิตตามสัญญาของโรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนในตารางที่ 2 จะเห็นได้ว่าโรงไฟฟ้าที่มีกำลังผลิตมากที่สุดคือโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์รองลงมาคือ โรงไฟฟ้าชีวมวลและโรงไฟฟ้าพลังงานลม ตามลำดับ

ตารางที่ 2 ปริมาณกำลังผลิตตามสัญญาของโรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียน แยกตามรายภาคและประเภทเชื้อเพลิง (MW)[9]

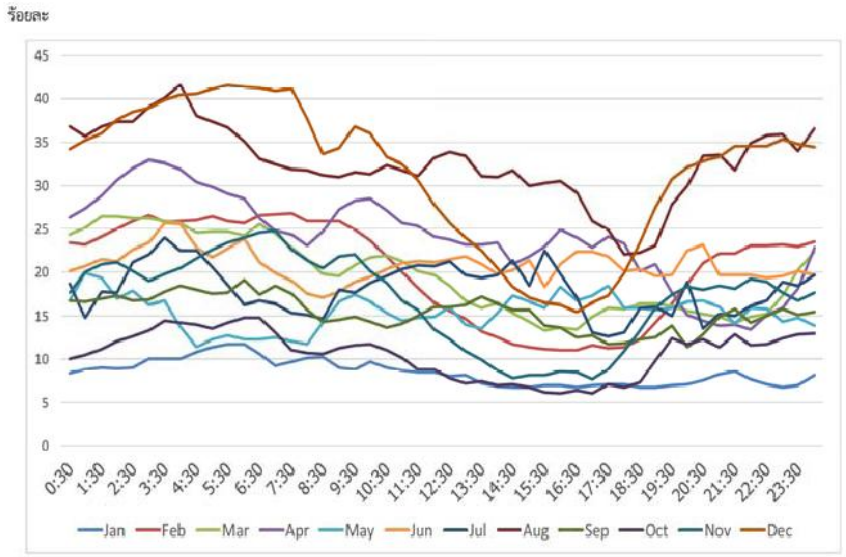
ประเภท	ภาคเหนือ	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	ภาคกลาง	ภาคตะวันออก	ภาคตะวันตก	ภาคใต้	รวมทั้งประเทศ
พลังงานลม	-	386.95	60.90	-	0.05	137.75	**585.65**
พลังงานแสงอาทิตย์	136.72	383.03	1,154.43	449.35	431.51	0.03	**2,555.07**
ชีวมวล	69.90	547.87	512.30	178.80	137.58	172.73	**1,619.18**
ก๊าซชีวภาพ	2.00	87.42	37.45	18.47	31.48	128.07	**304.89**
ขยะ	2.00	5.50	130.41	3.00	1.25	22.30	**164.46**
รวม	**210.62**	**1,410.77**	**1,895.49**	**649.62**	**601.87**	**460.88**	**5,229.25**

ที่มา: สำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน

2) ธรรมชาติการผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าพลังงานลมและโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์นั้นขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศ ซึ่งเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล สถานที่และเวลาในรอบวัน จากการศึกษาข้อมูลทางสถิติของโรงไฟฟ้าทั้งสองประเภท พบว่ารูปแบบการผลิตไฟฟ้านั้นมีลักษณะเฉพาะตัว ไม่สามารถควบคุมได้ รวมทั้งมีความไม่แน่นอนสูง ในบางครั้งอาจมีการเปลี่ยนแปลงกำลังการผลิตอย่างรวดเร็วในเวลาอันสั้น[9] ดังแสดงตัวอย่างในภาพที่ 6 และ 7 ลักษณะดังกล่าวส่งผลกระทบต่อการควบคุมระบบไฟฟ้าอย่างมีนัยสำคัญ หากมีการรับซื้อไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้าพลังงานลมและโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์เป็นจำนวนมาก กฟผ. ต้องเตรียมความพร้อมเพื่อรองรับปัญหา ที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคตด้วยการศึกษาระบบไฟฟ้าอย่างครอบคลุม ตัวอย่างของปัญหาคือ การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์เกิดขึ้นในช่วงเวลากลางวัน มีความสอดคล้องกับความต้องการใช้ไฟฟ้าในภาพรวมของประเทศที่มีค่าสูงสุดเกิดขึ้นที่เวลาประมาณ 14.30 น. แต่การลดลงของกำลังการผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ในช่วงเย็นถึงค่ำมีทิศทางตรงข้ามกับการอัตราการเปลี่ยนแปลงของความต้องการใช้ไฟฟ้าในช่วงดังกล่าว จึงอาจส่งผลกระทบต่อการจัดสรรกำลังการผลิตที่จะต้องเตรียมกำลังผลิตสำรอง ในทางปฏิบัติการ (Operating Reserve) เพื่อให้สามารถทำ Load Following ในช่วงเวลานี้ได้ สำหรับการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมมักเกิดขึ้นในช่วงเวลากลางคืน ซึ่งเป็นช่วงที่มีความต้องการใช้ไฟฟ้าต่ำประกอบกับการผลิตของโรงไฟฟ้าพลังงานลมมีลักษณะผันผวนมาก จึงอาจส่งผลกระทบต่อการเดินเครื่องโรงไฟฟ้าในเวลานั้น ซึ่งส่วนใหญ่เป็นโรงไฟฟ้าประเภทฐานที่มีต้นทุนการผลิตต่ำและมีความสามารถในการเปลี่ยนแปลงกำลังการผลิตได้ไม่เร็วนัก



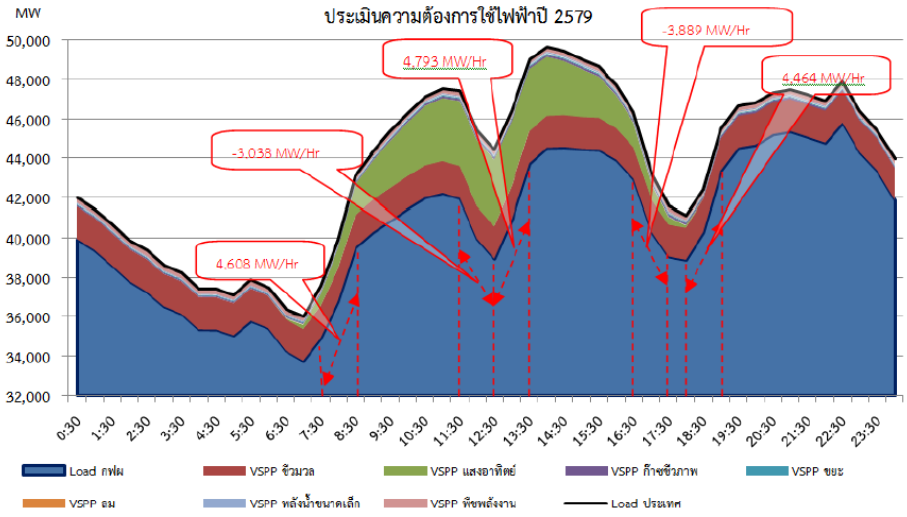
ภาพที่ 6 รูปแบบการผลิตของโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์[9]



ภาพที่ 7 รูปแบบการผลิตของโรงไฟฟ้าพลังงานลม[9]

3) จากการศึกษาลักษณะการผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียน สามารถสรุปผลกระทบทางเทคนิคต่อระบบไฟฟ้าได้เป็น 4 กรณี ดังนี้

ก. ผลกระทบต่ออัตราการเปลี่ยนแปลง (Ramp Rate) ของความต้องการใช้ไฟฟ้าสุทธิ (ความต้องการใช้ไฟฟ้ารวมหักกำลังผลิตจากโรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียน) ซึ่งเป็นผลมาจากความผันผวนของแหล่งพลังงาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งพลังงานลมและพลังงานแสงอาทิตย์ ทำให้เกิดข้อจำกัดที่เพิ่มขึ้นในกระบวนการจัดสรรกำลังผลิตไฟฟ้า เนื่องจากต้องเตรียมกำลังผลิตสำรองไว้ในปริมาณที่สูงขึ้น และหากไม่ได้เตรียมกำลังผลิตสำรองไว้อย่างเพียงพอ อาจเกิดผลกระทบทางด้านความถี่ในระบบไฟฟ้าได้ ตามภาพที่ 8



ภาพที่ 8 ผลกระทบต่ออัตราการเปลี่ยนแปลง(Ramp Rate) ความต้องการใช้ไฟฟ้าสุทธิ[9]

ข. ผลกระทบจากการผลิตไฟฟ้าที่ไม่สอดคล้องกับความต้องการใช้ไฟฟ้าตามช่วงเวลาในรอบวันกล่าวคือ ในเวลาที่มีความต้องการใช้ไฟฟ้าต่ำแต่มีศักยภาพในการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนสูง เช่น โรงไฟฟ้าพลังงานลมมักมีการผลิตในช่วงเวลากลางคืน ทำให้ต้องลดการเดินเครื่องโรงไฟฟ้าที่มีต้นทุนต่ำและหากไม่ได้เตรียมการรองรับไว้ อาจทำให้เกิดผลกระทบต่อความมั่นคงของระบบไฟฟ้าได้เช่นเดียวกัน

ค. ผลกระทบด้านระบบส่งไฟฟ้า ซึ่งเป็นปัญหาที่อาจเกิดจากการที่กำลังผลิตไฟฟ้าไม่สมดุลกับความต้องการใช้ไฟฟ้าในพื้นที่ ทำให้เกิดกำลังไฟฟ้าไหลข้ามไปยังพื้นที่อื่น และในบางกรณีอาจทำให้เกิดกำลังไฟฟ้าไหลย้อนจากระบบจำหน่ายเข้าสู่ระบบส่ง ทำให้เกิดปัญหาสายส่งรับภาระเกินพิกัดพึ่งมีผลต่อความมั่นคงของระบบไฟฟ้า รวมทั้งเกิดปัญหาความแออัด (Congestion) ซึ่งกระทบต่อต้นทุนการผลิตไฟฟ้าในภาพรวม

ง. ผลกระทบต่อคุณภาพแรงดัน ซึ่งเกิดจากความผันผวนของกำลังผลิตไฟฟ้าระยะสั้นของโรงไฟฟ้าในพื้นที่ ปัญหาดังกล่าวจัดเป็นปัญหาในระดับพื้นที่ย่อยที่สามารถแก้ปัญหาได้ในระดับเขตปฏิบัติการ ซึ่งจะกระทบต่อการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมแรงดันไฟฟ้ารวมถึงระบบป้องกัน

4) ปัญหาในด้านการบริหารจัดการระบบไฟฟ้าระดับปฏิบัติการ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเด็น ดังนี้

ก. ปัญหาต้นทุนการผลิตไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้น เมื่อมีการพัฒนาโครงการโรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนเพิ่มมากขึ้นจะเกิดผลกระทบทางด้านเทคนิคตามข้อ 3) ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดข้อจำกัด(Constraint) เพิ่มขึ้นในระบบไฟฟ้า อย่างไรก็ตามผลกระทบที่เกิดขึ้นในระยะแรกนั้น โดยส่วนใหญ่สามารถรองรับได้ด้วยวิธีทางปฏิบัติการ แต่นำมา ซึ่งต้นทุนการผลิตไฟฟ้าที่สูงขึ้น เช่น การเตรียมกำลังผลิตสำรองไว้ในปริมาณมากเพื่อรองรับความผันผวนของโรงไฟฟ้าพลังงานลมและโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ทำให้ต้นทุนการผลิตโดยรวมสูงขึ้น

ข. ปัญหาความมั่นคงของระบบไฟฟ้า เมื่อมีการพัฒนาโครงการโรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ หากไม่มีมาตรการรองรับเพื่อบรรเทาผลกระทบที่เกิดขึ้น ข้อจำกัดในระบบไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นจนถึงระดับหนึ่ง ที่ไม่สามารถแก้ไขได้ด้วยวิธีทางปฏิบัติการ ซึ่งจะทำให้เกิดปัญหาความมั่นคงของระบบไฟฟ้าตามมา เช่น กำลังผลิตสำรองเพื่อรองรับความผันผวนมีไม่เพียงพอ ทำให้ไม่สามารถจัดสรรกำลังผลิตไฟฟ้าได้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของความต้องการใช้ไฟฟ้าสุทธิ[9]

3. ปัจจัยเสี่ยงจากโครงสร้างอุตสาหกรรมไฟฟ้าต่อความมั่นคงด้านพลังงานไฟฟ้า

จากการที่ กฟผ. เป็นหน่วยงานรัฐวิสาหกิจสังกัดกระทรวงพลังงาน โดยคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน (กกพ.) หรือเรคกูเลเตอร์ ทำหน้าที่กำกับดูแลนั้น ซึ่งภาครัฐมีนโยบายในการเปิดเสรีกิจการไฟฟ้าในอนาคต จากปัจจุบันโครงสร้างอุตสาหกรรมไฟฟ้าของประเทศไทยเป็นรูปแบบ Enhanced Single Buyer(ESB) ที่กำหนดให้ กฟผ. เป็นผู้ผลิต ส่งไฟฟ้าและเป็นผู้ซื้อไฟฟ้าแต่เพียงรายเดียว อย่างไรก็ตามจากพระราชบัญญัติการประกอบกิจการพลังงานปี พ.ศ.2550 มาตรา 81 ระบุให้ผู้รับใบอนุญาตที่มีระบบโครงข่ายพลังงานต้องยินยอมให้ผู้รับใบอนุญาต หรือผู้ประกอบกิจการพลังงานรายอื่นใช้หรือเชื่อมต่อระบบโครงข่ายพลังงานของตนฯ หรือเรียกว่า Third Party Access(TPA) และตามแผนการปฏิรูปประเทศด้านพลังงาน ประเด็นการปฏิรูปที่ 6 ปฏิรูปโครงสร้างการบริหารกิจการไฟฟ้า ศึกษาความเหมาะสม ส่งเสริมและจัดทำระเบียบและกฎเกณฑ์สำหรับ TPA ระบบส่งและระบบจำหน่าย โดยในเรื่องนี้ กฟผ. ได้แต่งตั้งคณะทำงานในการจัดทำร่างสัญญา TPA แล้ว คาดว่าสัญญาฉบับร่างจะแล้วเสร็จในปี พ.ศ.2563 โดยในการแบ่งรูปแบบโครงสร้างกิจการไฟฟ้าทั่วโลกโดยสรุปมี 4 รูปแบบได้แก่

1. Vertical Integration Monopoly Model (VM) เป็นรูปแบบเดิมของโครงสร้างกิจการไฟฟ้ายุคเริ่มต้นมีการผูกขาดเต็มรูปแบบโดย รัฐจะเป็นเป็นผู้ลงทุนและเจ้าของสินทรัพย์ทั้งส่วนที่เป็น ระบบผลิต(Generation)ได้แก่โรงไฟฟ้า ระบบส่ง (Transmission) ได้แก่ สายส่ง/สถานีไฟฟ้าแรงสูง และระบบจำหน่าย (Distribution)
2. Monopsony Model; (MM) หรือเรียกว่า Enhanced Single Buyer Model (ESB) เป็นการพัฒนามาจากรูปแบบที่ 1 คือแทนที่จะผูกขาดโดยรัฐเท่านั้น ก็เป็นการแบ่งการดำเนินการบางส่วนให้เอกชนเป็นผู้ดำเนินการในที่นี้คือระบบผลิต (Generation)เป็นการแบ่งสัดส่วนให้เอกชนลงทุนก่อสร้างโรงไฟฟ้ามีสัญญาซื้อขายในระยะยาวและรัฐยังเป็นผู้รับซื้อพลังงานไฟฟ้าเข้าระบบส่ง ประเทศไทยมีโครงสร้างฯรูปแบบนี้
3. Wholesale Competition Model (WCM) เป็นการเปิดให้มีการแข่งขันราคาพลังงานไฟฟ้าในด้านระบบผลิตอย่างเต็มรูปแบบมีกลไกตลาดกลางซื้อขายพลังงาน ซึ่งตามหลักการจะทำให้ได้ค่าไฟฟ้ามีราคาถูกแต่จากข้อมูลในหลายประเทศ พบว่ามีการบิดเบือนราคาโดยการชี้นำราคาโดยผู้ผลิตรายใหญ่เพียงไม่กี่รายทำให้โครงสร้างแบบนี้ต้องมีกลไกการกำกับดูแลที่ดีพอเพียง
4. Full Customer Choice Model (Retail Competition) เป็นการเปิดเสรีกิจการไฟฟ้าให้มีการแข่งขันกันอย่างเต็มรูปแบบทั้งด้านผลิตและจำหน่าย ผู้บริโภคสามารถเลือกผู้ผลิตและผู้จำหน่ายที่มีราคาถูกแต่อย่างไรก็ตาม เนื่องจากระบบโครงข่ายไฟฟ้า

ทางด้านระบบจำหน่ายจะเป็นการผูกขาดโดยปริยาย เนื่องจากไฟฟ้าต้องอาศัยสายส่งไปยังผู้ใช้ไฟฟ้า[10]

ทั้งนี้จากการศึกษารูปแบบกิจการไฟฟ้าของต่างประเทศทั้งในทวีปเอเชีย และยุโรป ที่ได้มีการปรับโครงสร้างกิจการไฟฟ้า โดยเปิดเสรีให้มีการแข่งขันอย่างเต็มรูปแบบไปแล้ว ได้แก่ ประเทศญี่ปุ่น อังกฤษ ฟิลิปปินส์ เปรียบเทียบกับประเทศไทย ซึ่งยังไม่ได้เปิดเสรีเต็มรูปแบบ สามารถสรุปข้อเปรียบเทียบและวิเคราะห์โครงสร้างกิจการไฟฟ้า เฉพาะประเด็นสำคัญตามตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ประเด็นสำคัญในการเปรียบเทียบโครงสร้างกิจการไฟฟ้ากับต่างประเทศ ข้อมูลปี 2018

	ญี่ปุ่น[11]	อังกฤษ[12]	ไทย	ฟิลิปปินส์[13]
Installed Capacity (MW)	291,837	103,600	64,145	23,815
โครงสร้างกิจการไฟฟ้า	Retail Competition	Retail Competition	ESB	Retail Competition
SAIFI (ครั้ง/จุดจ่ายไฟ)	0.15		0.23 (EGAT)	13.71
SAIDI (นาที/จุดจ่ายไฟ)	20		5.59 (EGAT)	18 ชม.
Energy not Supply(MWh)		32		
ราคาค่าไฟฟ้า (บาท/kWh)	6.60	6.60	3.90	5.70

	ญี่ปุ่น[11]	อังกฤษ[12]	ไทย	ฟิลิปปินส์[13]
จุดแข็ง	-เป็นตลาดแข่งขันผู้ใช้ไฟฟ้ามีทางเลือก -กระจายสัดส่วนเชื้อเพลิง -โครงข่ายเป็นแบบผูกขาด	-กลไกกำกับเป็นระบบ -พัฒนาการยาวนานทุกแบบ -ให้บริการทั่วถึง -กระจายสัดส่วนเชื้อเพลิง -โครงข่ายเป็นแบบผูกขาด	-ให้บริการทั่วถึง -แข่งขันในระบบผลิต -ระบบมีความมั่นคงสูง -ส่งเสริมพลังงานหมุนเวียน -โครงข่ายเป็นแบบผูกขาด	-ตลาดมีสองรูปแบบเพราะเป็นเกาะ -มีการแข่งขัน -เกิดพัฒนาการการให้บริการอย่างทั่วถึง -โครงข่ายเป็นแบบผูกขาด

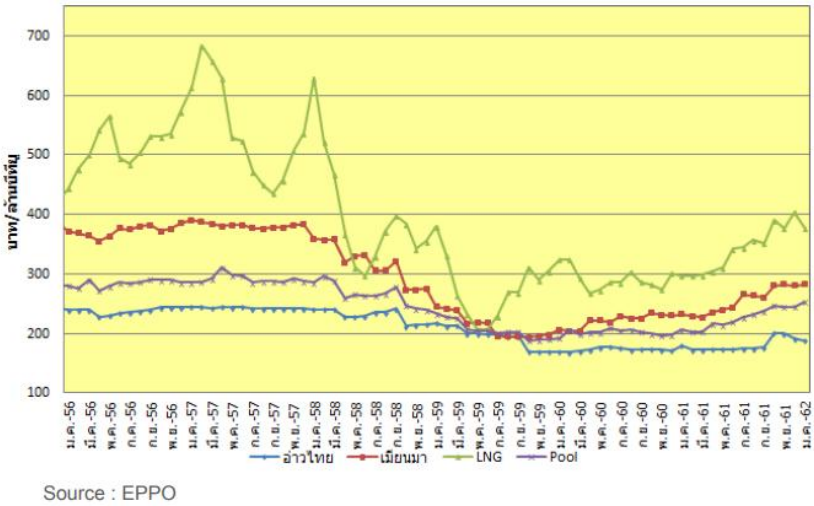
แนวทางเสริมความมั่นคงด้านพลังงานไฟฟ้าจากปัจจัยเสี่ยง

ดังนั้นจากปัจจัยเสี่ยงที่กล่าวมาทั้งหมดมีความจำเป็นที่จะต้องมีกลไก และมาตรการในการรองรับที่เหมาะสมเพียงพอ เพื่อส่งเสริมให้ระบบส่งไฟฟ้าของประเทศมีความมั่นคงมีเสถียรภาพตลอดไป

1. แนวทางเสริมความมั่นคงด้านพลังงานไฟฟ้าจากปัจจัยเสี่ยงด้านการพึ่งพาต่างประเทศ

ควรพิจารณาปรับลดสัดส่วนการใช้เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ ในการผลิตไฟฟ้า ให้น้อยลงเพื่อลดการพึ่งพาพลังงานก๊าซธรรมชาติจากต่างประเทศ เนื่องจากเป็นเชื้อเพลิง ที่มีข้อจำกัดเรื่องการจัดเก็บไม่สามารถกักเก็บไว้ในปริมาณมากพอ เพื่อใช้ผลิตไฟฟ้าได้อย่างต่อเนื่อง โดยควรพิจารณาทบทวนให้เพิ่มการผลิตไฟฟ้าจากสัดส่วนเชื้อเพลิงถ่านหินคุณภาพดีแทนถึงแม้ต้องนำเข้าจากต่างประเทศก็ตาม แต่การที่สามารถจัดเก็บไว้ได้ คราวละมากๆ ทำให้การเดินเครื่องผลิตไฟฟ้าเป็นไปได้อย่างต่อเนื่องไม่หยุดชะงัก ทั้งนี้ ตามแผน PDP2018 ณ ปี 2580 สัดส่วนการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซจะอยู่ที่ร้อยละ 53[3] ซึ่งใช้เวลาปรับลดค่อนข้างนานเกินกว่าที่ควรจะเป็น และยังไม่สอดคล้องกับแผนแม่บทรองรับยุทธศาสตร์ชาติที่ให้มีการใช้ก๊าซฯ ผลิตไฟฟ้าต้องน้อยกว่า 50% ในปี 2580[1] ทั้งนี้ปริมาณสำรองก๊าซธรรมชาติของ

ไทยมีแนวโน้มลดลงอย่างเห็นได้ชัดจากรายงานของ BP Statistical Review of World Energy 2017 แสดงถึงข้อมูลปริมาณก๊าซธรรมชาติสำรองจากแหล่งที่ที่พิสูจน์แล้ว(P1) เทียบกับปริมาณการใช้รายปี ไทยจะยังคงผลิตก๊าซธรรมชาติจากแหล่ง P1 ได้อีกเพียง 5.4 ปี[14] เหลือเฉพาะแหล่ง P2 และ P3 ที่ยังไม่ได้พิสูจน์ ส่งผลให้ไทยมีแนวโน้มที่จะต้องนำเข้าก๊าซธรรมชาติจากต่างประเทศมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การนำเข้าในรูป LNG ซึ่งได้เริ่มมีการนำเข้า LNG นับตั้งแต่ปี พ.ศ.2554 เป็นต้นมา จากปัจจุบันนำเข้าไม่เกินร้อยละ 30 ต้องมีการนำเข้า LNG เพิ่มมากกว่าร้อยละ 90 และจากการคาดการณ์หากก๊าซในอ่าวไทยหมดลงในอีกประมาณ 12 ปีข้างหน้าทำให้มีความเสี่ยงต่อความมั่นคงพลังงานไฟฟ้าของประเทศอย่างมีนัยสำคัญ และราคาค่าไฟฟ้าจะสูงกว่าปัจจุบัน แปรผันไปตามราคา LNG จากปัจจัยความต้องการของประเทศมหาอำนาจทางเศรษฐกิจของโลก เช่น จีน ญี่ปุ่น อินเดียและกลุ่มประเทศในทวีปยุโรป ส่งผลให้ราคา LNG จะมีความผันผวน ไม่แน่นอนอย่างมากจากสถิติ 6 ปีที่ผ่านมาดังกราฟแสดงในภาพที่ 4



Source : EPPO

ภาพที่ 4 กราฟแสดงราคา LNG ที่ผันผวนอย่างมากในรอบ 6 ปีที่ผ่านมา[15]

ในขณะที่สัดส่วนการใช้เชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าจากถ่านหินมีเพียง ร้อยละ 22และจะลดลงอีกในอนาคตอันใกล้จากกรณีการก่อสร้างโรงไฟฟ้าถ่านหิน ที่ผ่านมามีการต่อต้านค่อนข้างมาก เนื่องจากกังวลผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมแต่ปัจจุบันเทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าจากถ่านหินก้าวหน้าไปอย่างมาก ทำให้ไม่ส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมและสุขภาพของประชาชน ดังจะเห็นได้จากหลายประเทศมีแผนก่อสร้างโรงไฟฟ้าถ่านหินเพื่อ

สร้างสมดุลเชื้อเพลิงการผลิตไฟฟ้าตามตารางที่ 4 เป็นการเปรียบเทียบสัดส่วนการใช้เชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าของไทยกับต่างประเทศ

- ประเทศญี่ปุ่น ถึงแม้การกำหนดแผนพัฒนาพลังงานฉบับล่าสุดมีเป้าหมายเพิ่มสัดส่วนการใช้พลังงานหมุนเวียนผลิตไฟฟ้า แต่ก็ยังคงให้ความสำคัญของพลังงานถ่านหินและพลังงานนิวเคลียร์ในฐานะโรงไฟฟ้าหลักที่รักษาความมั่นคงระบบไฟฟ้าของประเทศ เนื่องจากการนำพลังงานหมุนเวียนมาใช้จำนวนมากมีข้อจำกัดเรื่องดินฟ้าอากาศ โดยช่วงตั้งแต่ปี พ.ศ. 2559 ญี่ปุ่นมีโรงไฟฟ้าถ่านหินเพิ่มเข้ามา 8 โรงไฟฟ้า และยังมีแผนก่อสร้างเพิ่มอีก 36 โรงในอีก 10 ปีข้างหน้าตามแผนฯ มีสัดส่วนการใช้พลังงานผลิตไฟฟ้าในปี 2573 ประกอบด้วยนิวเคลียร์ร้อยละ 22 พลังงานหมุนเวียนร้อยละ 24 ก๊าซ LNG ร้อยละ 27 ถ่านหินร้อยละ 26[16]
- ประเทศเยอรมัน สัดส่วนการใช้พลังงานผลิตไฟฟ้าในปี 2562 ประกอบด้วยนิวเคลียร์ร้อยละ 13.8 พลังงานหมุนเวียนร้อยละ 46.3 ก๊าซธรรมชาติร้อยละ 10.5 ถ่านหินร้อยละ 29.4[17] ทั้งนี้โรงไฟฟ้าถ่านหินโดยมากตั้งอยู่ในย่านชุมชน ตัวอย่างเช่น โรงไฟฟ้า GHK Mannheim กำลังผลิต 3,026 เมกะวัตต์ ใช้ถ่านหินประเภทซับบิทูมินัสนำเข้าจากประเทศแอฟริกาใต้ โดยเครื่องกำเนิดชุดที่ 9 เปิดใช้งานเมื่อ 2558 ใช้เทคโนโลยีการเผาไหม้แบบ Ultra-supercritical เป็นเทคโนโลยีหม้อต้มไอน้ำใหม่ล่าสุดของโลกซึ่งเป็นต้นแบบของโรงไฟฟ้ากระบี่ที่ถูกคัดค้าน[18]

ตารางที่ 4 สัดส่วนร้อยละการใช้เชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าแต่ละประเทศ[17]

	ญี่ปุ่น	เยอรมัน	มาเลเซีย	ไทย
ปี ค.ศ.	2017	2019	2020	2020
ก๊าซธรรมชาติ	24.6	10.5	29	61.2
ถ่านหิน	24.3	29.4	53	22.67
พลังงานหมุนเวียน	10.5	46.3	15	14.73
นิวเคลียร์	-	13.8	-	-
น้ำมันเตา/ดีเซล	40.6	-	3	0.54
ซื้อต่างประเทศ	-	-	-	0.86

2. แนวทางเสริมความมั่นคงด้านพลังงานไฟฟ้าจากปัจจัยเสี่ยงผลกระทบจากพลังงานหมุนเวียน (Renewable Energy)

1) ผสานการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนให้เข้ากับระบบไฟฟ้าที่มีอยู่เดิม (Thailand RE Grid Integration)

จากการเข้ามาของพลังงานหมุนเวียน ทำให้เกิดความร่วมมือระหว่าง กฟผ. กับสำนักงานพลังงานสากล (International Energy Agency; IEA) ในการศึกษาความเป็น ไปได้ของผลกระทบที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าของไทยในอนาคต หรือที่เรียกว่า Thailand Renewable Grid Integration Assessment เพื่อหาแนวทางเชื่อมต่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบใหม่เข้ากับแบบเก่า ซึ่งผลของการศึกษาได้ชี้ให้เห็นว่าจำเป็นต้องปรับปรุงระบบผลิตไฟฟ้าและระบบส่งของไทยให้มีความยืดหยุ่น (Flexibility) หรือการทำ Grid Modernization[19] ดังนั้น กฟผ. จึงได้ดำเนินการศึกษาเพื่อปรับปรุงโรงไฟฟ้าให้มีความอัจฉริยะและยืดหยุ่นเพื่อรองรับการเพิ่ม-ลด ของความต้องการใช้ไฟฟ้าผลจากพลังงานทดแทน รวมถึงศึกษาเพื่อจัดตั้งระบบพยากรณ์การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน (RE Forecast Center) และศูนย์ควบคุมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน (RE Control Center) โดย กฟผ. จะต้องดูแลบริหารจัดการความสามารถในการจ่ายไฟฟ้าให้สอดคล้องกับความต้องการการใช้ไฟฟ้าของประชาชน นอกจากนี้การติดตั้งระบบกักเก็บพลังงานไฟฟ้า (Battery Energy Storage System; BESS) ก็เป็นสิ่งจำเป็นเช่นกัน กฟผ. จึงต้องดำเนินการศึกษาเพื่อติดตั้งระบบกักเก็บพลังงานไฟฟ้า โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีศักยภาพการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนด้วย ไม่เพียงเท่านี้ ยังได้ร่วมกับ IEA ทำการศึกษาการสร้างความยืดหยุ่นของระบบไฟฟ้า (In-depth Grid Flexibility Study) โดยต้องทำความเข้าใจถึงพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงไป รวมถึงผลกระทบที่จะเกิดขึ้นด้วย เพื่อสามารถรับมือกับสถานการณ์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ซึ่งมาเร็วกว่าที่คาดไว้ โดยเฉพาะพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา (Solar Rooftop)

2) สร้างเสถียรภาพการใช้พลังงานหมุนเวียนด้วยเทคโนโลยีและนวัตกรรม (RE Integration Solution as a Firm Power Supply)

นอกจากการเชื่อมต่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบใหม่เข้ากับแบบเก่าแล้ว กฟผ. ยังได้ศึกษาแนวทางการรับมือกับพลังงานหมุนเวียน เพื่อให้การผลิตไฟฟ้าเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและมีเสถียรภาพ หนึ่งในโครงการที่ กฟผ. ได้ริเริ่มดำเนินการคือ โซลาร์

เซลล์ลอยน้ำ (Hydro Floating Solar) เนื่องจากประเทศไทยมีแหล่งน้ำที่สามารถผลิตไฟฟ้าได้ประมาณ 6–8 ชั่วโมงต่อวัน ดังนั้น หากนำระบบเซลล์แสงอาทิตย์มาติดตั้งบนผืนน้ำที่มีอยู่แล้ว เพื่อใช้ผลิตไฟฟ้าควบคู่ไปด้วยกันก็จะทำให้สามารถผลิตไฟฟ้าได้มากขึ้น ซึ่งเป็นการใช้ประโยชน์จากสิ่งที่มีอยู่ให้คุ้มค่า[15] ไม่เพียงเท่านี้ กฟผ. ยังได้ดำเนินโครงการ EGAT Energy Excellent Center (EGAT EEC) ซึ่งมีเป้าหมายคือการเผยแพร่ความรู้และประสบการณ์ตรง เพื่อเป็นตัวอย่างและเป็นแนวทางให้แก่ผู้ที่สนใจ รวมถึงหน่วยงานอื่น ๆ ต่อไปในอนาคต โดย EGAT EEC นั้น จะรวบรวมเทคโนโลยีด้านพลังงานหมุนเวียน ทั้งพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา (Solar Rooftop) เครื่องยนต์ก๊าซ (Gas Engine) ระบบไฮโดรเจน (Hydrogen System) และระบบกักเก็บพลังงานไฟฟ้า (Battery Energy Storage System หรือ BESS) ควบรวมไปกับระบบอินเวอร์เตอร์ของ กฟผ. (EGAT Inverter Model) ซึ่งทั้งหมดนี้จะแสดงให้เห็นถึงการใช้เทคโนโลยีในด้านพลังงานหมุนเวียน เพื่อเพิ่มศักยภาพในการเชื่อมโยงกับโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ (Smart grid) ในอนาคต จึงจะเป็นตัวอย่างแรกของภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ที่มีการนำเทคโนโลยีด้านพลังงานหมุนเวียนจำนวนมากที่สุด[19] ที่มีอยู่ในตลาดพลังงานไฟฟ้ามาใช้ด้วยกัน โดยร่วมมือกับหน่วยงานต่าง ๆ ที่มีบทบาทในด้านพลังงานไฟฟ้าเพื่อหาแนวทางในการบูรณาการพลังงานหมุนเวียน เพื่อให้ระบบไฟฟ้ามั่นคงและมีเสถียรภาพ

3) สร้างความมั่นคงทางพลังงานร่วมกันของทั้งภูมิภาคอาเซียน (Regional RE Integration and Beyond)

หากมองภาพรวมของระบบไฟฟ้าในภูมิภาค จะเห็นได้ถึงความแตกต่างของแต่ละประเทศในอาเซียน ซึ่งมีศักยภาพในด้านการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานหมุนเวียนที่ต่างกัน ยกตัวอย่างเช่น ประเทศลาว ที่มีศักยภาพสูงมากในการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานน้ำ ในขณะที่เวียดนามก็มีศักยภาพสูงในด้านการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมและน้ำ ส่วนประเทศไทยนั้นมีศักยภาพสูงในการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์อย่างไรก็ตามสิ่งที่แต่ละประเทศในอาเซียนมองร่วมกัน คือการให้ความสำคัญกับการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน[19] เนื่องจากพลังงานหมุนเวียนนั้นเป็นกระแสที่เข้ามาอย่างรวดเร็วและแพร่หลายไปทั่วเกือบทุกภูมิภาค ด้วยเหตุผลเช่นนี้แล้ว จึงไม่อาจปฏิเสธได้ว่าเราจำเป็นที่จะต้องเชื่อมโยงระบบการผลิตไฟฟ้าระหว่างประเทศเข้าด้วยกัน เพื่อที่จะร่วมกันผลิตพลังงานไฟฟ้าแล้วซื้อขายกันระหว่างประเทศ ซึ่งจะก่อให้เกิดการเอื้อประโยชน์กันในประเทศอาเซียน ดังนั้น โครงสร้างพื้นฐานอย่างระบบส่งไฟฟ้าจึงจำเป็น

และควรจะทำให้มีการเชื่อมต่อกัน ระหว่างประเทศด้วย ปัจจุบัน ประเทศไทยมีสายส่งไฟฟ้าที่สามารถเชื่อมโยงกับประเทศเพื่อนบ้านแล้ว ซึ่งเป็นสายส่ง 500 kV ใช้เชื่อมต่อกับระบบไฟฟ้าของ ประเทศลาว ซึ่งเป็นความร่วมมือแบบทวิภาคีภายใต้การตกลงการซื้อขายไฟฟ้าของทั้ง 2 ประเทศ แต่ในอนาคตจะมีการขยายความร่วมมือเป็นแบบพหุภาคีภายใต้ความร่วมมือจากหลากหลายประเทศ ในอาเซียนมากยิ่งขึ้น

3. แนวทางเสริมความมั่นคงด้านพลังงานไฟฟ้าในการปรับโครงสร้างอุตสาหกรรมไฟฟ้า

จากข้อมูลประเด็นเปรียบเทียบข้อมูลกับต่างประเทศ โดยเฉพาะในด้านความมั่นคงพลังงานไฟฟ้า ในตารางที่ 3 ค่า System Average interruption frequency index, SAIFI และ ค่า System Average interruption duration index, SAIDI ซึ่งเป็นตัวชี้วัดความมั่นคงของระบบส่งพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทยอยู่ในเกณฑ์ที่ดี แสดงให้เห็นว่ารูปแบบกิจการไฟฟ้า ESB ในปัจจุบันทำให้มีความมั่นคงด้านพลังงานไฟฟ้าสูง ในส่วนมุมมองเรื่องราคาค่าไฟฟ้านั้น ราคาค่าไฟฟ้าของประเทศไทยมีราคาต่ำที่สุดซึ่งในอนาคตหากมีการปรับโครงสร้างกิจการไฟฟ้าให้มีการแข่งขันเสรีเต็มรูปแบบแล้ว ยังไม่มีความชัดเจนว่าราคาค่าไฟฟ้าจะยังคงรักษาระดับนี้ไว้ได้หรือไม่ ยังไม่มีสิ่งใดมารับประกันได้ ยิ่งเฉพาะในช่วงนี้ที่มีสถานการณ์การระบาดของโรค COVID-2019 แล้วประชาชนจำต้องมีการปฏิบัติตามมาตรการอยู่บ้านปลอดเชื้อ แล้วทำให้ค่าใช้ไฟฟ้ารายเดือนสูงขึ้นนั้น ด้วยโครงสร้างกิจการไฟฟ้าปัจจุบัน รัฐยังสามารถมีนโยบายให้ทั้งสามการไฟฟ้าช่วยแบ่งเบารับภาระค่าไฟฟ้าได้ แต่ในอนาคตหากมีการแข่งขันเสรีเต็มรูปแบบยังไม่เห็นแนวทางที่รัฐจะใช้กลไกใดมารองรับเนื่องด้วยทุกขั้นตอนดำเนินการโดยเอกชนทั้งหมด จึงไม่น่ามีเอกชนรายใดมาช่วยเรื่องนี้ได้ เนื่องจากผลประกอบการกำไรหรือขาดทุนเป็นเรื่องความอยู่รอดขององค์กรเอกชน ไม่เหมือนหน่วยงานรัฐที่สามารถรับภาระแทนประชาชนได้ในยามสถานการณ์ขับขัน

สรุป

ควรให้ความสำคัญในการดำเนินการเพื่อเสริมความมั่นคงด้านพลังงานไฟฟ้าดังนี้

1. แนวทางเสริมความมั่นคงด้านพลังงานไฟฟ้า จากปัจจัยเสี่ยงด้านการพึ่งพาต่างประเทศ

จากข้อมูลวิจัยที่กล่าวข้างต้น แสดงถึงแหล่งพลังงานหลักที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้าของประเทศคือก๊าซธรรมชาติจากอ่าวไทยจะลดลงอย่างมากในอนาคตอันใกล้คืออีก 5-6 ปี และคาดว่าเกือบจะหมดลงในอีกประมาณ 12 ปีข้างหน้า จึงมีความจำเป็นต้องลดสัดส่วนการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซธรรมชาติลง โดยการทบทวนให้มีการก่อสร้างโรงไฟฟ้าถ่านหิน เพื่อความมั่นคงพลังงานไฟฟ้า เนื่องจากปราศจากข้อจำกัดในการจัดส่งและสำรองเชื้อเพลิง ก่อนที่จะส่งผลกระทบต่อความมั่นคงด้านพลังงานไฟฟ้าของประเทศ โดยเฉพาะจากสถานการณ์ COVID-2019 หลังจากคลี่คลายลงความต้องการใช้ LNG ของทั่วโลกจะสูงขึ้นอย่างมาก เนื่องจากมีแหล่งผลิตไม่มากสวนทางกับปริมาณความต้องการใช้ก๊าซ โดยเฉพาะในประเทศที่มีอัตราการเจริญเติบโตทางด้านเศรษฐกิจสูง ย่อมจะต้องเร่งรัดให้อุตสาหกรรมของประเทศ กลับมาดำเนินการได้เป็นปกติโดยเร็ว ส่งผลต่อความต้องการใช้ LNG และราคาค่าไฟฟ้า อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้

2. แนวทางเสริมความมั่นคงด้านพลังงานไฟฟ้าจากปัจจัยเสี่ยงผลกระทบจากพลังงานหมุนเวียน (Renewable Energy)

ควรเร่งรัดการเชื่อมโยงระบบส่งกับ ประเทศเพื่อนบ้านภาคตะวันตก และภาคตะวันออกให้เชื่อมโยงด้วยสายส่งไฟฟ้าแรงสูงถึงกัน ครอบคลุมเชื่อมโยงเป็น ASEAN Power Grid เพื่อแบ่งปันพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากพลังงานหมุนเวียนในภูมิภาครองรับในอนาคตอันใกล้ ซึ่งได้แก่พลังงานน้ำจากประเทศเมียนมา พลังงานลมจากประเทศเวียดนาม พลังงานแสงอาทิตย์จากประเทศไทย เพื่อลดผลกระทบการที่พลังงานไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนภายในประเทศ ที่ผลิตได้จากพลังงานแสงอาทิตย์ทำได้เฉพาะในช่วงเวลากลางวัน และเพื่อให้ประเทศไทยสามารถเป็นศูนย์กลางซื้อขายพลังงานไฟฟ้าในภูมิภาค (Energy Hub) ได้ทันต่อความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นของภูมิภาค ASEAN

3. แนวทางเสริมความมั่นคงด้านพลังงานไฟฟ้าในการปรับโครงสร้างอุตสาหกรรมไฟฟ้า

ควรให้โครงสร้างอุตสาหกรรมไฟฟ้าของประเทศยังคงเป็นลักษณะ ESB ไว้เนื่องจากมีความมั่นคงด้านพลังงานไฟฟ้าสูง อย่างไรก็ตามอาจมีการเปิดเสรีกิจการไฟฟ้าให้มีการดำเนินการได้ในบางพื้นที่ ส่วนรูปแบบจะเป็นเช่นใดควรรอผลจากโครงการศึกษาวิจัยตลาดกลางซื้อขายพลังงานไฟฟ้าแห่งชาติ (National Energy Trading Platform; NETP)[20] ซึ่งทั้ง 3 การไฟฟ้าร่วมมือกันทำการวิจัยและกำลังจะมีการทดสอบระบบ ในพื้นที่ Sandbox โครงการระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก (EEC) ซึ่งเป็นลักษณะการดำเนินการโครงการดังกล่าวได้รับข้อผ่อนปรนด้านกฎหมายที่เกี่ยวข้องเป็นกรณีพิเศษ เพื่อส่งเสริมการลงทุนทางด้านอุตสาหกรรมของประเทศ

เอกสารอ้างอิง

[1] ราชกิจจานุเบกษา ประกาศเรื่อง ยุทธศาสตร์ชาติ (พ.ศ.2561-2580) 13 ตุลาคม 2561

[2] 120 ปี พัฒนาไฟฟ้า พัฒนาไทย ,การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, พ.ศ.2547

[3] แผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศ พ.ศ.2561 -2580 PDP2018, กระทรวงพลังงาน

[4] กิจการ กฟผ., การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, มีนาคม 2563

[5] โรงไฟฟ้าประเภทต่างๆของ กฟผ.,การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, มีนาคม 2560

[6] พัฒน ชาญศิลป์ คอลัมน์ เกร็ดการเงิน เผยแพร่ในวารสารการเงินธนาคาร วันที่ 22 เม.ย. 2020 Website https://www.scbeic.com/th/detail/product/6780

[7] กระทรวงพลังงาน. แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก (AEDP2018)

[8] การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. ท่องโลกพลังงานหมุนเวียน

[9] คณะทำงานศึกษาแนวทางการลดผลกระทบของระบบไฟฟ้าจากการรับซื้อไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียน. การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

[10] เอกสารบรรยายเรื่อง “ข้อตกลงการใช้บริการระบบส่งไฟฟ้าฯ” คณะทำงานจัดทำกรอบและกติกา ให้บุคคลที่สามใช้บริการระบบส่งฯ กฟผ. 19 พฤศจิกายน 2561

[11] Electricity Review Japan, The Federation of Electric Power Companies of Japan 2018

[12] Retail Competition in Electricity-Opportunity and Challenges PwC 2016

[13] เรื่องเดียวกัน

[14] Thailand Energy Outlook 2018 ,ภาพอนาคตพลังงานไทย 2561, กระทรวงพลังงาน

[15] Website สำนักงานนโยบายและแผนฯ กระทรวงพลังงาน https://www.eppo.go.th

[16] Website https://www.world-nuclear-news.org/NP-Plan-sets-out-Japans-energy-mix-for-2030-0306154.html

[17] Website https://en.wikipedia.org/wiki/Energy_in_Germany

[18] EGAT Magazine ปีที่ 10 ฉบับที่ 1 ม.ค.-ก.พ.2560

[19] การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. แนวทางการเชื่อมโยงพลังงานหมุนเวียนสู่ระบบไฟฟ้าแห่งอนาคตของ ASEAN

[20] EGAT News ฉบับที่ 646 ปักษ์ที่ 1 , สิงหาคม 2561

ประวัติย่อผู้วิจัย

ยศ ชื่อ นาย พุฒิขจร บุญมี

วัน เดือน ปีเกิด 28 เมษายน 2511

ประวัติสำเร็จการศึกษา

พ.ศ. 2533	อส.บ. (เทคโนโลยีโทรคมนาคม) สถาบันเทคโนโลยี-พระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง
พ.ศ. 2547	วศ.ม. (วิศวกรรมไฟฟ้า) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2560 - 2561	วิศวกรระดับ 11 ฝ่ายปฏิบัติการภาคกลาง
พ.ศ. 2559 - 2560	วิศวกรระดับ 11 ฝ่ายปฏิบัติการเขตนครหลวง
พ.ศ. 2556 - 2559	หัวหน้ากองบำรุงรักษาสถานีไฟฟ้าแรงสูง ฝ่ายปฏิบัติการเขตนครหลวง
พ.ศ. 2553 - 2556	วิศวกรระดับ 10 กองบำรุงรักษาสถานีไฟฟ้าแรงสูง ฝ่ายปฏิบัติการเขตนครหลวง

ตำแหน่งปัจจุบัน

พ.ศ. 2561 - 2563	ผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายปฏิบัติการภาคกลาง 2 การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย