ACADEMICTALK

การผลิตไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนแบบต่อเนื่องและยั่งยืน: กรณีศึกษาการทดแทนโรงไฟฟ้าแม่เมาะเมื่อปลดระวางแล้ว

Non-intermittency and Sustainability in Renewable Energy Generation: The Case Study of a Renewable Energy and an Energy Storage System for Mae Moh Power Plant Substitution.

นายชัยวัฒน์ โควาวิสารัช

ประธานเจ้าหน้าที่บริหารและกรรมการผู้จัดการใหญ่

บริษัท บางจาก คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน)

Chaiwat Kovavisarach

President & CEO of Bangchak Corporation Public Company Limited

E-mail: President@bangchak.co.th

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการนำเทคโนโลยีระบบเก็บสะสมพลังงานมาใช้ในการส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนอย่างต่อเนื่องและยั่งยืน และนำเสนอกรณีศึกษาโรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนและระบบเก็บสะสมพลังงานเพื่อทดแทนโรงไฟฟ้าแม่เมาะ จ.ลำปาง เมื่อปลดระวางในปี พ.ศ. 2594 การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ ดำเนินการโดยการบูรณาการข้อมูลจากการทบทวนวรรณกรรม ข้อมูลทุติยภูมิ องค์ความรู้ของผู้วิจัย และข้อมูลจากการสอบถามผู้เชี่ยวชาญเพื่อทำการวิเคราะห์และนำเสนอรูปแบบโรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียน และระบบเก็บสะสมพลังงานทดแทนโรงไฟฟ้าแม่เมาะ รวมทั้งทำการวิเคราะห์ความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ ความมั่นคงทางพลังงาน สิ่งแวดล้อม และสังคมของระบบดังกล่าว

จากการศึกษาพบว่าไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนประเภทแสงอาทิตย์และลมจัดเป็นไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนแบบแปรปรวน โดยมีปัญหาหลักคือไฟฟ้าที่ผลิตได้จากพลังงานดังกล่าวมักมีปริมาณไม่คงที่ ขึ้นอยู่กับสภาพอากาศในแต่ละช่วงเวลา จึงไม่สามารถควบคุมกำลังผลิตที่แน่นอนได้ แนวทางหนึ่งที่ช่วยแก้ปัญหาดังกล่าวคือการนำระบบเก็บสะสมพลังงานมาใช้ สำรองไฟฟ้าที่ผลิตได้ในช่วงเวลาหนึ่งไว้นำไปใช้จ่ายไฟฟ้าในช่วงเวลาที่โรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนไม่สามารถผลิตไฟฟ้าได้ ทั้งนี้ เนื่องจากประเทศไทยมีแผนส่งเสริมการเพิ่มกำลังผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนแปรปรวนให้สูงขึ้นในอนาคต จึงควรที่จะมีแผนสนับสนุนการพัฒนาระบบเก็บสะสมพลังงานเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว

สำหรับกรณีศึกษาในการวิจัยได้ศึกษาพบว่าบริเวณโรงไฟฟ้าและเหมืองแม่เมาะเมื่อปลดระวางในปี พ.ศ. 2594 มีศักยภาพในการพัฒนาเป็นโครงการโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขนาด 1,500 เมกะวัตต์ และระบบเก็บสะสมพลังงานแบบสูบกลับขนาด 1,000 เมกะวัตต์ ซึ่งระบบสูบกลับนี้จะช่วยลดปัญหาความแปรปรวนทำให้โครงการสามารถผลิตไฟฟ้าได้อย่างต่อเนื่อง โดยเงินลงทุนของโครงการรวมทั้งสิ้น 82,000 ล้านบาท อัตราตอบแทนการลงทุนโครงการ 12.29% ช่วยลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ 1.03 ล้านตันต่อปี เหมาะสมที่จะพัฒนาเป็นโครงการต้นแบบการผลิตไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียน 100% ขนาดใหญ่แห่งแรกของประเทศไทย

คำสำคัญ: พลังงานหมุนเวียน, โรงไฟฟ้า, พลังงานทดแทน

ABSTRACT

The objectives of this research are to study applications of energy storage systems for enhancing the non-intermittency and sustainability in renewable energy generation as well as to propose plan for developing renewable power plants and an energy storage system for substitution of the Mae Moh Power Plant in Lampang Province of Thailand after its retirement in 2051. This research was conducted in a qualitative approach by gathering information from various sources including literature review, secondary data collection and experiences of researcher and experts. Subsequently, gathered information was analysed to define configurations of the renewable power plant and energy storage system as well as the analysis of the economic feasibility, energy security, environment and social benefits.

The main problem focused in this research is that power generated from renewable energy resources such as solar and wind are intermittent and varying. The amounts of power generated from these energy sources depends strongly on weather conditions. As a result, it is impossible to control the amounts of power generated from intermittent renewable energy and to balance with amounts of power required by the load at any time. One promising solution to tackle this problem is to store power generated at one time in energy storage systems and use it at another time when renewable energy cannot be generated.

The problem of the intermittency of renewable energy is the main impediment of increasing penetration of renewable energy in the Thailand grid system in the near future. It is therefore, necessary that the country execute an energy storage development plan as soon as possible to mitigate any difficulties related to this problem.

According to the research, after the retirement of the Mae Moh Power Plant and Mine, areas of the power plant and mine are highly recommended to be developed to the system of a 1,500-megawatt Solar Power Plant and a 1,000-megawatt Pumped Hydro Storage. The Pumped

Hydro Storage in the system could serve as an energy storage that charges energy from the solar power plant during the day and discharges energy during the night when the solar power plant cannot generate electricity and when power demand is relatively high. Capital investment of the system is estimated to be around 82,000 million THB. Projected internal rate of return (PIRR) is as high as 12.29%. In addition, the system could help to reduce emissions at the rate of 1.03 million tons of carbon dioxide equivalent per year compared to convention electricity generation from fossil fuels. Due to the aforementioned reasons, this system has the potential to be the model of 100% renewable energy generation, able to generate non-intermittent and sustainable power in the gigawatt range.

Keywords: Sustainability, Renewable, Energy, Generation.

บทนำ (Introduction)

ตามแผนพัฒนากำลังการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย พ.ศ. 2558-2579 (แผน PDP2015) ประเทศไทยมีการผลักดันให้เกิดการพัฒนาโรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนให้สูงขึ้นเป็นร้อยละ 30% ภายในปี พ.ศ. 2579 หรือเท่ากับกำลังการผลิตไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนรวมทุกประเภท 19,684 เมกะวัตต์ โดยเป็นเป้าหมายกำลังการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานลม 9,002 เมกะวัตต์ (พพ., 2558: 9) ทั้งนี้ พลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานลมจัดเป็นพลังงานหมุนเวียนแบบแปรปรวน ซึ่งมีข้อเสียคือปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้จะขึ้นอยู่กับสภาพท้องฟ้าอากาศ เช่น ปริมาณแสงอาทิตย์ และความเร็วลมในแต่ละช่วงเวลา ไม่สามารถควบคุมปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้ให้มีความสม่ำเสมอ หรือมีปริมาณตามต้องการได้

อย่างไรก็ตาม ในระบบกริด (Grid System) จะสามารถรักษาเสถียรภาพได้ก็ต่อเมื่อสามารถควบคุมปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตและป้อนเข้าสู่ระบบสายส่งให้มีปริมาณเท่ากับความต้องการใช้ไฟฟ้าตลอดทุกช่วงเวลา (Supply-Demand Matching) หากระบบกริดมีปริมาณไฟฟ้าป้อนเข้าจากพลังงานหมุนเวียนแบบแปรปรวนสูงจะเกิดปัญหาในการรักษาเสถียรภาพของระบบกริดนั้นได้

ในงานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาการนำเทคโนโลยีระบบเก็บสะสมพลังงานมาใช้เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวและส่งเสริมให้เกิดการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้ตามแผนพัฒนากำลังการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย โรงไฟฟ้าแม่เมาะซึ่งเป็นโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนถ่านหินขนาดใหญ่ มีกำลังการผลิตติดตั้งรวม 2,400 เมกะวัตต์ จะถูกปลดระวางลงในปี พ.ศ. 2594 ทำให้พื้นที่บริเวณโรงไฟฟ้าและเหมืองถ่านหินที่มีอยู่จะไม่ถูกใช้งานตั้งแต่ช่วงเวลาดังกล่าวต่อไป (กฟผ., 2559: 10) งานวิจัยนี้จึงจะทำการนำเสนอแนวทางพัฒนาพื้นที่โรงไฟฟ้าและเหมืองแม่เมาะหลังปลดระวางเพื่อเป็นระบบเก็บสะสมพลังงานที่จะช่วยส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนของประเทศไทยอย่างต่อเนื่องและยั่งยืนต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน แนวโน้มการพัฒนาโรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียน และปัญหาจากความแปรปรวนในการผลิตไฟฟ้า

2. ศึกษาการทำงานของระบบเก็บสะสมพลังงาน แนวโน้มของเทคโนโลยีระบบเก็บสะสมพลังงาน และการใช้เทคโนโลยีระบบเก็บสะสมพลังงานเพื่อส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนแบบแปรปรวนอย่างต่อเนื่องและยั่งยืน

3. นำเสนอกรณีศึกษาและวิเคราะห์แนวทางการจัดตั้งโรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนและระบบเก็บสะสมพลังงานเพื่อทดแทนโรงไฟฟ้าแม่เมาะเมื่อปลดระวางในปี พ.ศ. 2594

ขอบเขตของการวิจัย

1. ขอบเขตด้านเนื้อหา

1.1 ศึกษาหลักการทำงานของโรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียน ปัญหาจากความแปรปรวนในการผลิตไฟฟ้า การทำงานของระบบเก็บสะสมพลังงาน

1.2 ศึกษาข้อมูลโรงไฟฟ้าและเหมืองถ่านหินแม่เมาะ จ.ลำปาง และนำเสนอรูปแบบโรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนและระบบเก็บสะสมพลังงานเพื่อทดแทนโรงไฟฟ้าแม่เมาะ เมื่อปลดระวางแล้วโดยสังเขป

(Conceptual Level)

2. ขอบเขตด้านพื้นที่ กรณีศึกษาในงานวิจัยนี้กำหนดพื้นที่ศึกษาบริเวณโรงไฟฟ้าและเหมืองถ่านหินแม่เมาะ อ.แม่เมาะ จ.ลำปาง โดยมีขอบเขตพื้นที่การจ่ายไฟฟ้าในเขตภาคเหนือ

3. ขอบเขตด้านระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาทำการศึกษาข้อมูลในช่วงปี พ.ศ. 2558-2559

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาข้อมูลการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน ปัญหาที่มักเกิดขึ้นจากการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนแบบแปรปรวน การทำงานของระบบเก็บสะสมพลังงาน และแนวทางการนำระบบเก็บสะสมพลังงานมาใช้เพื่อส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนอย่างมีประสิทธิภาพ จากการทบทวนวรรณกรรม การรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิ และการประมวลองค์ความรู้ของผู้วิจัย

2. รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับกรณีศึกษาระบบเก็บสะสมพลังงานโรงไฟฟ้าและเหมืองถ่านหินแม่เมาะจากการทบทวนวรรณกรรม การรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิ การประมวลองค์ความรู้ของผู้วิจัย และจากการสอบถามผู้เชี่ยวชาญจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

3. วิเคราะห์รูปแบบระบบเก็บสะสมพลังงานและโรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่บริเวณโรงไฟฟ้าและเหมืองถ่านหินแม่เมาะหลังปลดระวาง

4. วิเคราะห์ความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์เบื้องต้น (Preliminary Feasibility) ความคุ้มค่าเชิงความมั่นคงทางพลังงาน สิ่งแวดล้อม และสังคม ในการพัฒนาระบบเก็บสะสมพลังงาน

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. ทำให้ทราบหลักการทำงานของโรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียน และเล็งเห็นถึงปัญหาที่จะเกิดขึ้นจากการเพิ่มสัดส่วนกำลังผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนแบบแปรปรวนของประเทศไทยในอนาคต

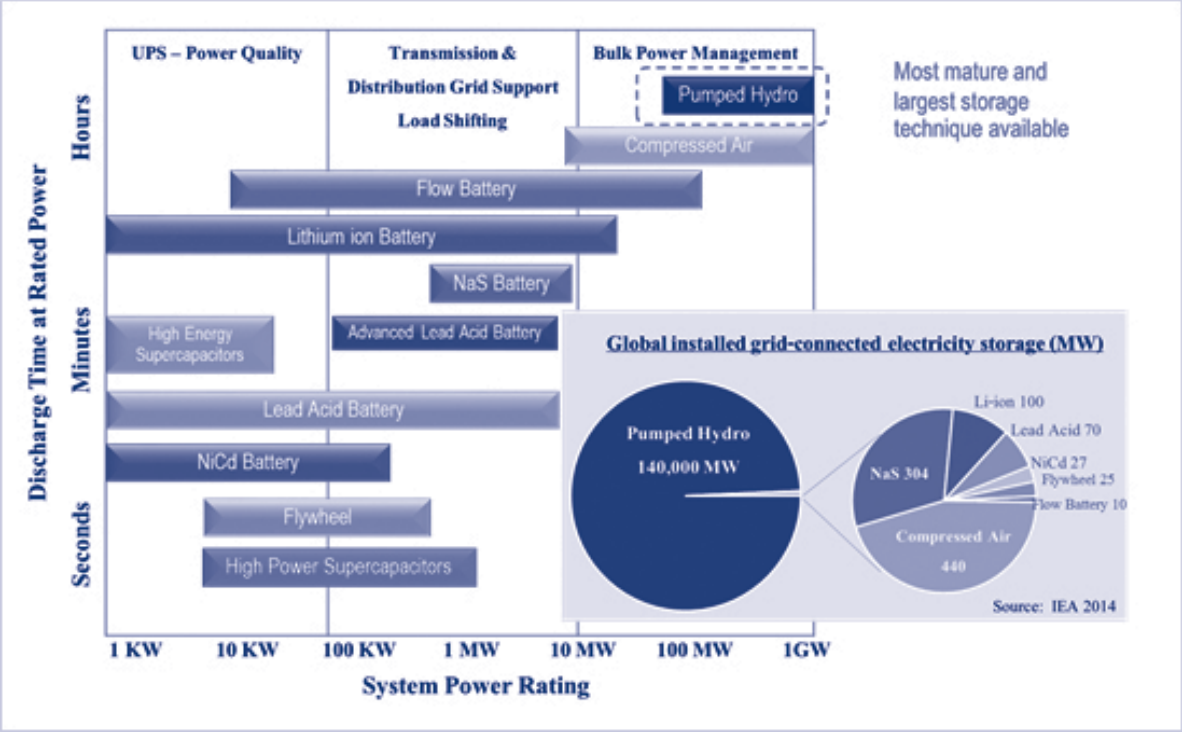
2. ทำให้ทราบหลักการทำงานของระบบเก็บสะสมพลังงาน และตระหนักถึงความจำเป็นที่จะต้องนำเทคโนโลยีระบบเก็บสะสมพลังงานมาใช้เพื่อส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนอย่างต่อเนื่องและยั่งยืน

3. ทำให้ทราบถึงรูปแบบ ศักยภาพ และความคุ้มค่าในการพัฒนาโรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนและระบบเก็บสะสมพลังงานเพื่อทดแทนโรงไฟฟ้าแม่เมาะเมื่อปลดระวางในปี พ.ศ. 2594 ซึ่งจะเป็นแนวทางในการใช้พื้นที่โรงไฟฟ้า เหมืองถ่านหิน รวมทั้งระบบอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตและจ่ายกระแสไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าแม่เมาะให้เกิดประโยชน์หลังถูกปลดระวาง

ผลการวิจัย

แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก พ.ศ. 2558-2579 (Alternative Energy Development Plan) หรือแผน AEDP2015 ได้ตั้งเป้าหมายผลักดันให้ประเทศไทยมีการพัฒนาโรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียน ซึ่งเป็นโรงไฟฟ้าที่ก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำให้มีสัดส่วนกำลังการผลิตในระบบผลิตไฟฟ้าของทั้งประเทศให้เพิ่มสูงขึ้น จากเดิมที่ในปี พ.ศ.2558 มีสัดส่วนกำลังผลิตไฟฟ้าประมาณ 22% ของกำลังผลิตไฟฟ้าทั้งประเทศ ให้สูงขึ้นเป็นร้อยละ 30% ภายในปี พ.ศ. 2579 หรือเท่ากับกำลังผลิตไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนรวมทุกประเภท 19,684 เมกะวัตต์ โดยตามแผนดังกล่าวมีการตั้งเป้าหมายเพิ่มกำลังผลิตติดตั้งไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ และพลังงานลมให้มีปริมาณสูงขึ้นเป็น 6,000 เมกะวัตต์ และ 3,002 เมกะวัตต์ ตามลำดับ (พพ., 2558: 7-9)

แผนภาพที่ 1 เปรียบเทียบกำลังจ่ายไฟฟ้าและระยะเวลาที่สามารถจ่ายไฟฟ้า ณ กำลังจ่ายสูงสุด และกำลังติดตั้งของเทคโนโลยีระบบเก็บสะสมพลังงานแต่ละประเภท



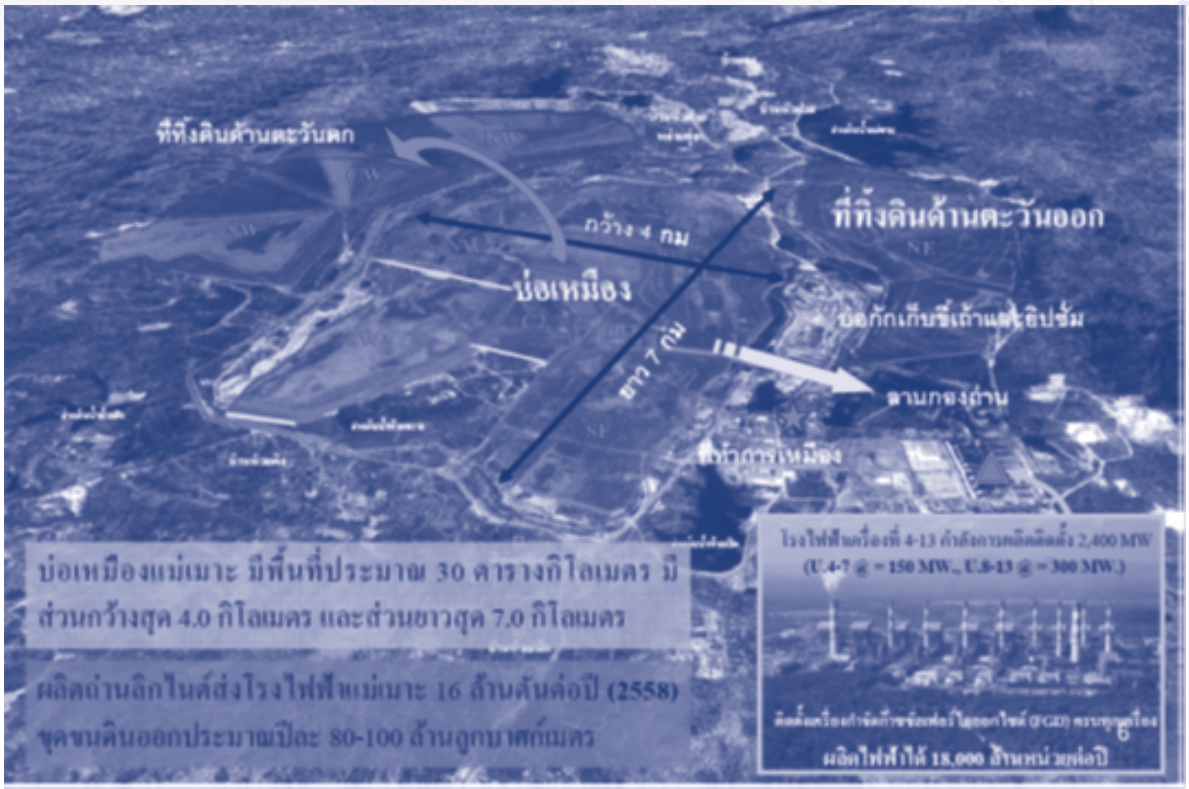
ที่มา: DOE and EPRI, 2013: Page 29; IEA, 2014: Page: 17.

จากการศึกษาพบว่าทั้งพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานลมที่กล่าวมาจัดเป็นพลังงานหมุนเวียนแบบแปรปรวน ซึ่งมีข้อเสียคือ ปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้จะขึ้นอยู่กับสภาพท้องฟ้าอากาศ เช่น การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์จะสามารถกระทำได้เฉพาะช่วงเวลากลางวัน แต่ไม่สามารถผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ในช่วงเวลากลางคืน หรือการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมจะสามารถผลิตได้เฉพาะช่วงที่มีลมพัดด้วยความเร็วประมาณ 2-3 เมตรต่อวินาทีขึ้นไป แต่ไม่สามารถผลิตไฟฟ้าเมื่อลมสงบ เป็นต้น ทำให้การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนเหล่านี้เกิดความไม่ต่อเนื่องไม่สม่ำเสมอ รวมทั้งไม่สามารถควบคุมปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้ตามต้องการ ส่งผลต่อการรักษาเสถียรภาพของระบบกริดที่จะต้องถูกควบคุมให้มีปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตและป้อนเข้าสู่ระบบสายส่งนั้นมีปริมาณเท่ากับความต้องการใช้ไฟฟ้าในแต่ละช่วงเวลา

ระบบเก็บสะสมพลังงาน เป็นระบบหนึ่งที่นำมาใช้ในการลดปัญหาที่เกิดจากความแปรปรวนของการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนดังกล่าว โดยระบบเก็บสะสมพลังงานสามารถทำหน้าที่เก็บสะสมพลังงานที่ผลิตได้มากเกินความต้องการในช่วงเวลาหนึ่งไว้ใช้สำหรับจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าในอีกช่วงเวลาหนึ่ง ซึ่งเป็นช่วงที่มีความต้องการไฟฟ้าสูงแต่ไม่สามารถผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนแบบแปรปรวนเพื่อตอบสนองความต้องการได้

ในปัจจุบันนี้เทคโนโลยีระบบเก็บสะสมพลังงานมีหลากหลายรูปแบบ เช่น ระบบเก็บสะสมพลังงานแบบสูบกลับ (Pumped Hydro Energy Storage)

ภาพที่ 1 แผนผังบริเวณเหมืองถ่านหินแม่เมาะ



ที่มา: กฟผ., 2559: หน้า 10.

ระบบเก็บสะสมพลังงานแบบอัดอากาศ (Compressed Air Energy Storage) แบตเตอรี่ตะกั่วกรด (Lead Acid Battery) แบตเตอรี่ลิเธียมไอออน (Lithium Ion Battery) และแบตเตอรี่วานาเดียม รีด็อกซ์โฟลว์ (Vanadium Redox Flow Battery)

ระบบเก็บสะสมพลังงานแต่ละระบบมีการทำงานและมีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน ดังแสดงตามแผนภาพที่ 1 ในการเลือกระบบเก็บสะสมพลังงานที่จะนำมาใช้จะต้องพิจารณาถึงปัจจัยต่าง ๆ เช่น ปริมาณกำลังการผลิตไฟฟ้าสูงสุดที่ต้องการ ความจุไฟฟ้าที่ต้องการ ระยะเวลาและความถี่ของการจ่ายไฟฟ้า และข้อจำกัดของพื้นที่ในการติดตั้ง เพื่อให้ได้ระบบเก็บสะสมพลังงานที่เหมาะสมตามการใช้งานที่ต้องการ

ระบบเก็บสะสมพลังงานแบบสูบกลับเหมาะกับการสำรองพลังงานสำหรับระบบสาธารณูปโภคขนาดใหญ่ (Utility Scale) มีความสามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าสูงสุดในช่วง 100 เมกะวัตต์-1 กิกะวัตต์ มีต้นทุนค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับระบบเก็บสะสมพลังงานประเภทอื่น อย่างไรก็ตาม จากการที่เทคโนโลยีนี้จำเป็นต้องอาศัยแหล่งน้ำหรืออ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ 2 แหล่งที่อยู่ต่างระดับ จึงมักต้องอาศัยพื้นที่ที่มีลักษณะภูมิประเทศที่เหมาะสมในการก่อสร้าง เช่น บริเวณภูเขา ทำให้เทคโนโลยีนี้มีข้อจำกัดในด้านการเลือกพื้นที่ก่อสร้าง (DOE and EPRI, 2013: 30-36)

ระบบเก็บสะสมพลังงานแบบอัดอากาศ มีความสามารถในการจัดเก็บพลังงานจำนวนมาก เหมาะกับการสำรองพลังงานสำหรับระบบสาธารณูปโภคขนาดใหญ่ มีความสามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าสูงสุดในช่วง 10

แผนภาพแสดงหลักการทำงานของระบบเก็บสะสมพลังงานแบบสูบกลับ

เมกะวัตต์-1 กิกะวัตต์ คล้ายกับระบบสูบกลับ แต่ระบบอัดอากาศนี้จำเป็นต้องอาศัยแหล่งกักเก็บอากาศใต้ดินที่เหมาะสม เช่น ในโพรงชั้นหินเกลือ หรือบ่อก๊าซธรรมชาติที่ไม่มีก๊าซธรรมชาติเหลือแล้ว จึงมักมีข้อจำกัดด้านลักษณะภูมิประเทศที่เหมาะสมในการก่อสร้าง (DOE and EPRI, 2013: 37-40)

ส่วนแบตเตอรี่ในปัจจุบันมีใช้งานหลากหลายประเภท โดยส่วนใหญ่จะเหมาะกับการสำรองพลังงานที่ไม่เกิน 100 เมกะวัตต์ โดยในการสะสมพลังงานจะอาศัยปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมี มีคุณสมบัติแตกต่าง ๆ กันตามแต่ประเภทของสารเคมีที่ใช้ผลิตขั้วไฟฟ้า โดยแบตเตอรี่หลายประเภทยังมีต้นทุนค่อนข้างสูง อย่างไรก็ตาม แบตเตอรี่ลิเธียมไอออนถือเป็นแบตเตอรี่ที่กำลังได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นคือ ได้รับการพัฒนาให้มีน้ำหนักเบาและกะทัดรัดเมื่อเทียบกับแบตเตอรี่ชนิดอื่น ๆ อีกทั้งยังมีแนวโน้มต้นทุนที่ถูกลง และมีอายุการใช้งานที่ยาวนานขึ้น (Hadjipaschalis, Poullikkas, & Efthimiou, 2009: 1514-1517; DOE and EPRI, 2013: 96-108)

สำหรับกรณีศึกษาในการวิจัยนี้พบว่า หลังจากโรงไฟฟ้าและเหมืองถ่านหินแม่เมาะปลดระวางในปี พ.ศ. 2594 พื้นที่ดังกล่าวสามารถพัฒนาเป็นโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ซึ่งมีกำลังการผลิตติดตั้ง 1,500 เมกะวัตต์ และระบบเก็บสะสมพลังงานแบบสูบกลับซึ่งมีกำลังการผลิตติดตั้ง 1,000 เมกะวัตต์ได้ โดยบริเวณที่เหมาะสำหรับพัฒนาเป็นโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์คือบริเวณบ่อเหมืองด้านตะวันออก และบริเวณที่เหมาะสำหรับพัฒนาเป็นระบบเก็บสะสมพลังงานแบบสูบกลับคือพื้นที่บ่อเหมืองและบ่อตกตะกอนตะวันตกเฉียงใต้เดิม โดยโครงการจะต้องปรับปรุงพื้นที่ให้กลายเป็นอ่างน้ำเก็บน้ำขนาดใหญ่ 2 อ่าง ที่มีความสูงแตกต่างกันประมาณ 475 เมตร

ทั้งนี้ ระบบเก็บสะสมพลังงานแบบสูบกลับจะทำการกักเก็บพลังงานโดยอาศัยการเคลื่อนย้ายน้ำระหว่างอ่างเก็บน้ำ 2 อ่างที่มีระดับความสูงแตกต่างกัน ในขั้นต้นจะเริ่มจากการนำไฟฟ้าที่ผลิตได้จากพลังงานหมุนเวียนป้อนให้กับเครื่องกังหันซึ่งทำหน้าที่สูบน้ำจากอ่างเก็บน้ำด้านล่างไปเก็บไว้ที่อ่างเก็บน้ำด้านบน และเมื่อต้องการนำพลังงานที่เก็บสะสมเอาไว้ น้ำที่ถูกเก็บไว้ในอ่างน้ำด้านบนจะถูกปล่อยลงมาผ่านกังหันน้ำซึ่งทำหน้าที่เป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพื่อผลิตไฟฟ้าจ่ายให้กับระบบที่ต้องการใช้ไฟฟ้า น้ำที่ถูกปล่อยลงมานั้นหลังจากผ่านการปั่นกังหันแล้วจะไหลกลับสู่อ่างเก็บน้ำด้านล่างอีกครั้ง

ด้วยหลักการนี้ระบบดังกล่าวจึงมีศักยภาพที่จะทำหน้าที่จ่ายพลังงานไฟฟ้าให้แก่ระบบกริดในช่วงที่โรง

ตัวอย่างแนวทางการพัฒนาระบบเก็บสะสมพลังงานแบบสูบกลับ
และโรงไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์บริเวณพื้นที่โครงการแม่เมาะ จ.ลำปาง

ที่มา: DOE, Online, 2011; Guim, Online, 2017.

ไฟฟ้าแสงอาทิตย์ไม่สามารถผลิตไฟฟ้าได้ และเป็นระบบที่ช่วยลดปัญหาความแปรปรวนจากการพึ่งพาการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนลงได้ ทั้งนี้ จะต้องมีการวางแผนการผลิตและการสะสมพลังงานของระบบดังกล่าวในแต่ละช่วงเวลาอย่างเหมาะสมคือ ในช่วงกลางวันซึ่งเป็นช่วงที่โรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์สามารถผลิตไฟฟ้าได้นั้น ไฟฟ้าที่ผลิตได้บางส่วนจะถูกป้อนเข้าสู่ระบบกริดเพื่อใช้ในการตอบสนองความต้องการไฟฟ้าที่อยู่ในระดับสูงในช่วงกลางวัน และส่วนที่เหลือจะต้องนำไปใช้ในการสูบน้ำเพื่อเก็บสะสมไว้ในอ่างด้านบนของระบบสูบกลับ จากนั้นในช่วงกลางคืนซึ่งเป็นช่วงที่โรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ไม่สามารถผลิตไฟฟ้าได้ ระบบสูบกลับจะต้องทำหน้าที่ผลิตไฟฟ้าแทน

จากการวิเคราะห์เบื้องต้นระบบดังกล่าวใช้เงินลงทุนก่อสร้างรวมประมาณ 82,000 ล้านบาท มูลค่าปัจจุบันของโครงการที่อัตราส่วนลด 10% มีมูลค่า 14,878 ล้านบาท อัตราผลตอบแทนจากการลงทุนโครงการเท่ากับ 12.29% ซึ่งเป็นโครงการที่มีต้นทุนแข่งขันได้เมื่อเทียบกับการพัฒนาโรงไฟฟ้าความร้อนถ่านหินหรือก๊าซธรรมชาติ

หากโครงการดังกล่าวพัฒนาได้สำเร็จจะช่วยให้ประเทศไทยสามารถผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนในประเทศขึ้นใช้ได้เอง ช่วยส่งเสริมความมั่นคงทางพลังงานของประเทศไทย ลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเมื่อเทียบกับการผลิตไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงฟอสซิลรวม 1.03 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี รวมทั้งยังช่วยสร้างงาน ทำให้ประชาชนในพื้นที่มีรายได้ อีกทั้งยังสามารถพัฒนาเป็นแหล่งท่องเที่ยวและพักผ่อนหย่อนใจได้อีกทางหนึ่งด้วย อย่างไรก็ตาม โครงการจะต้องวางแผนป้องกันการปนเปื้อนของน้ำในอ่างเก็บน้ำ และต้องศึกษาสภาพพื้นที่สำหรับพัฒนาโครงการเพิ่มเติม เพื่อให้สามารถออกแบบโครงการได้อย่างเหมาะสม และจะต้องทำการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมด้วย

ทั้งนี้ โครงการดังกล่าวถือเป็นโครงการที่มีศักยภาพในการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน โดยปราศจากปัญหาความแปรปรวน จึงเหมาะสมที่จะผลักดันให้เป็นโครงการต้นแบบการผลิตไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียน 100% ในระดับกิกะวัตต์ที่สามารถผลิตไฟฟ้าได้อย่างต่อเนื่องและยั่งยืนโครงการแรกของประเทศไทย เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาโครงการระบบเก็บสะสมพลังงานอื่น ๆ สำหรับช่วยในการแก้ปัญหาจากความแปรปรวนของพลังงานหมุนเวียนและการเพิ่มกำลังผลิต

แผนภาพบริเวณเหมืองถ่านหินของโครงการ Glenmucklock ประเทศสกอตแลนด์
ซึ่งอยู่ระหว่างเตรียมพัฒนาเป็นระบบเก็บสะสมพลังงานแบบสูบกลับขนาด 400 เมกะวัตต์

ที่มา: Glenmuckloch Pumped Storage Hydro Ltd., 2015: Page 7

ของโรงไฟฟ้าดังกล่าวในอนาคต

นอกจากนี้จากการศึกษายังพบว่าในต่างประเทศได้เริ่มมีการพัฒนาพื้นที่เหมืองต่าง ๆ ที่ยุติการผลิตแล้วให้กลายเป็นพื้นที่สำหรับก่อสร้างระบบเก็บสะสมพลังงานแบบสูบกลับ ตัวอย่างเช่น โครงการ Glenmucklock ซึ่งในอดีตเป็นพื้นที่ทำเหมืองถ่านหินแบบเปิด (Open Surface) ตั้งอยู่ใกล้เขต Kirkconnell ของเมือง Dumfries and Galloway ประเทศสกอตแลนด์ โดยเมื่อปลายปี พ.ศ. 2559 โครงการดังกล่าวได้รับอนุมัติการพัฒนาโครงการจากรัฐบาลสกอตแลนด์ เพื่อพัฒนาเป็นระบบเก็บสะสมพลังงานแบบสูบกลับ มีกำลังผลิตติดตั้งทั้งสิ้น 400 เมกะวัตต์ และโครงการ Glyn Rhonwy ซึ่งมีแผนพัฒนาพื้นที่ทิ้งร้างจากการทำเหมืองหินชนวน (Slate Quarry) ในเขต Llanberis ของเมือง Gwynedd ทางตะวันตกเฉียงเหนือของประเทศเวลส์ พัฒนาเป็นระบบเก็บสะสมพลังงานแบบสูบกลับ ซึ่งมีขนาดกำลังผลิตรวม 99.9 เมกะวัตต์ (Glenmuckloch Pumped Storage Hydro Ltd., 2015: 7; Hydro Review, 2017)

ข้อเสนอแนะ

1. ควรศึกษาการพัฒนาระบบเก็บสะสมพลังงานแบบสูบกลับและโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ระหว่างที่โรงไฟฟ้าถ่านหินแม่เมาะยังไม่ปลดระวางเพิ่มเติม โดยอาจเริ่มจากการพัฒนาโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ซึ่งมีกำลังผลิตติดตั้งประมาณ 300-500 เมกะวัตต์ก่อน แล้วจึงทยอยเพิ่มกำลังผลิตติดตั้งเพิ่มเติมในภายหลัง

2. ขยายผลการศึกษากับเหมืองเปิดต่าง ๆ ในประเทศไทยที่มีลักษณะเป็นบ่อเหมืองขนาดใหญ่ เช่น เหมืองทองคำ เหมืองแร่โดโลไมต์ เป็นต้น เพื่อปรับปรุงเป็นระบบเก็บสะสมพลังงานแบบสูบกลับเมื่อปิดเหมือง

3. ขยายผลการศึกษากับเขื่อนต่าง ๆ ของการ

ไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย อ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ของกรมชลประทาน หรือองค์การบริหารส่วนตำบล (อบต.) และองค์การบริหารส่วนจังหวัด (อบจ.) ต่าง ๆ เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ที่จะทำเป็นระบบเก็บสะสมพลังงานแบบสูบกลับร่วมกับโรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนเพิ่มเติม

4. ศึกษาการพัฒนาระบบเก็บสะสมพลังงานแบบอัดอากาศ (Compressed Air Energy Storage) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีเก็บสะสมพลังงานขนาดใหญ่อีกเทคโนโลยีหนึ่งที่มีความสามารถในการเก็บและผลิตไฟฟ้าสำหรับพลังงานหมุนเวียน ในกรณีที่ไม่สามารถพัฒนาเป็นระบบเก็บสะสมพลังงานแบบสูบกลับได้

5. รูปแบบโครงการที่นำเสนอในการวิจัยนี้เป็นการประเมินศักยภาพโดยสังเขป ควรศึกษาประเด็นอื่น ๆ ที่จำเป็นสำหรับการออกแบบอย่างละเอียดเพิ่มเติม เช่น การสำรวจพื้นที่ โครงสร้างชั้นดิน แนวทางการไหลของน้ำ การปรับระดับ ความแน่นของดิน ฯลฯ รวมทั้งทำการวิเคราะห์ Optimal Analysis สำหรับแผนการเก็บสะสมพลังงานและการจ่ายพลังงานเพิ่มเติม เพื่อให้เกิดความคุ้มค่าในการดำเนินโครงการสูงสุด

บรรณานุกรม

กฟผ. **'เอกสารบรรยายต้อนรับโรงเรียนเสนาธิการทหารอากาศ กรมยุทธศึกษาทหารอากาศ'**. 2559.

พพ. **'แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก พ.ศ. 2558-2579'**. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก: http://www.dede.go.th/download/files/AEDP2015_Final_version.pdf, 2558.

DOE (United States Department of Energy). **'Yecheon Pumped Storage Power Plant'**. (Online). Available: http://www.energystorageexchange.org/projects/375, 2011.

DOE and EPRI (United States Department of Energy and Electric Power Research Institute). **'DOE/EPRI 2013 Electricity Storage Handbook in Collaboration with NRECA'**. (Online). Available: http://www.sandia.gov/ess/publications/ SAND2013-5131.pdf, 2013.

Glenmuckloch Pumped Storage Hydro Ltd. **'Glenmuckloch Pumped Storage Hydro Scheme: Non-Technical Summary'**. Greenock: 2020 Renewables, 2015.

Guim. **'Les Mess Solar Farm'**. (Online). Available: https://static-secure.guim.co.uk/sys-images/Environment/Pix/columnists/2011/5/26/1306406165484/Les-Mees-solar-farm-the-b-004.jpg, 2017.

Hadjipaschalis, I., Poullikkas, A., & Efthimiou, V.. **'Overview of current and future energy storage technologies for electric'**. Renewable and Sustainable Energy Reviews. Volume 13 Issue 6-7 August-September 2009. p. 1513-1522.

Hydro Review. **'Natural Resources Wales Grants License for Proposed 99.9-MW Glyn Rhonwy Pumped Storage Project'**. (Online). Available: http://www.hydroworld.com/articles/2017/01/natural-resources-wales-grants-license-for-proposed-99-9-mw-glyn-rhonwy-pumped-storage-project.html, 2017.

IEA (International Energy Agency). **'Technology Roadmap Energy Storage'**. Paris: IEA, 2014.