



การสร้างความมั่นคงของชาติ โดยเทคโนโลยีการกักเก็บพลังงาน

The Building of National Security by Energy Storage Technology

สนิธชนก สังขจันทร์

ศูนย์การอุตสาหกรรมป้องกันประเทศและพลังงานทหาร

Sanitchanog Sangkachantra

Defence Industry and Energy Centre

E-mail: noomtimor@hotmail.com

วันที่รับบทความ : 24 เมษายน 2563

วันที่แก้ไขบทความ : 28 เมษายน 2563

วันที่ตอบรับบทความ : 29 เมษายน 2563

บทคัดย่อ

เทคโนโลยีระบบกักเก็บพลังงานถือเป็นเทคโนโลยีที่สำคัญในการช่วยบริหารจัดการพลังงานทดแทน ซึ่งสามารถหาได้จากธรรมชาติในรูปแบบต่าง ๆ เข้ามาช่วยสำรองเก็บไว้ซึ่งพลังงานที่ผลิตได้จะสามารถตอบสนองความต้องการใช้พลังงานได้ครอบคลุมในทุกช่วงเวลาแม้ในภาวะวิกฤต ทั้งในกรณีที่ระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าหลักเกิดขัดข้อง ซึ่งหากประเทศไทยสามารถยกระดับคุณภาพการผลิตและใช้พลังงานทดแทนภายในประเทศได้มากขึ้นแล้ว จะส่งผลให้ประเทศลดการพึ่งพาพลังงานภายนอกน้อยลง มีความมั่นคงทางด้านเศรษฐกิจ เนื่องจากจะช่วยให้สามารถควบคุมต้นทุนพลังงานที่เป็นปัจจัยหนึ่งในภาคการผลิตและภาคขนส่งได้

ในการวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ ผู้วิจัยได้

ประเมินความมั่นคงด้านพลังงานของประเทศ โดยการรวบรวมข้อมูลนโยบาย และหรือแผนงานด้านพลังงานที่เกี่ยวข้อง ข้อมูลการผลิตและการใช้พลังงาน ข้อมูลการเติบโตของเศรษฐกิจ ข้อมูลเทคโนโลยีที่มาช่วยเสริมสร้างความมั่นคง เพื่อนำมาวิเคราะห์ศักยภาพและโอกาสประเมินแนวทางการเหมาะสม และความเป็นไปได้ที่จะพัฒนาเทคโนโลยีในประเทศ พร้อมทั้งเสนอแนะนโยบายในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและใช้งานพลังงานทดแทน เพื่อเป็นพลังงานสำรองของประเทศด้วยเทคโนโลยีกักเก็บพลังงาน (แบตเตอรี่) ที่สามารถเสริมสร้างความมั่นคงทางพลังงานของประเทศไทย ตามแผนยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 และแผนบูรณาการพลังงาน (พ.ศ. 2558-2579)

คำสำคัญ: เทคโนโลยีระบบกักเก็บพลังงาน, ความมั่นคงแห่งชาติ, แผนยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี, แผนบูรณาการพลังงานระยะยาว

ABSTRACT

Energy storage technology is an important technology that enables renewable energy, which can be obtained from nature, in various ways to be reserved. The produced energy can then meet the demand in any period of time, even in crisis situation or when the main power generation system fails. If Thailand can raise the quality of production and use more domestic renewable energy, we will be less dependent on external source. Economic stability will be enhanced from the ability to control energy costs, which are one of the factors in the manufacturing and transportation sectors

This research adopts qualitative approach

where the researcher has examined the country's energy security. Information on relevant energy policies and programs, energy production and consumption, economic growth and available technology were gathered in order to evaluate the feasibility of developing technology in the country and recommend policies on increasing renewable energy. Production and consumption through energy storage technology (batteries) to enhance the energy security of Thailand in accordance with the 20-year national strategic plan, the National Economic and Social Development Plan No. 12 and the Energy Integration Plan (2015-2036)

Keywords: Energy Storage System Technology, National Security, 20-year National Strategic Plan, Long-term Energy Integration Plan

บทนำ

ในยุคสมัยก่อนเมื่อมีการกล่าวถึง “ความมั่นคง” ส่วนมากมักจะเข้าใจกันว่าเป็นเรื่องเกี่ยวกับการทหาร การสู้รบ หรือการสงครามโดยตรง เนื่องจากสมัยก่อนนั้นภัยคุกคามที่จะมีผลกระทบต่อประเทศชาติได้ ก็คือการรุกรานด้วยกำลังทหารของชาติที่เหนือกว่า เพื่อต้องการยึดหรือบังคับประเทศอื่นให้ปฏิบัติตามความต้องการของประเทศตน หากประเทศใดที่มีกำลังทหารเข้มแข็ง ก็จะสามารถป้องกันรักษาเอกราชและความมั่นคงปลอดภัยของชาติเอาไว้ได้

ปัจจุบันสภาวะการณ์กลับตรงกันข้ามกับที่กล่าวมาแล้ว กล่าวคือ แม้จะไม่มีสงครามหรือการสู้รบ แต่หลายประเทศอาจไม่มีความมั่นคงปลอดภัย เนื่องจากสงครามในยุคใหม่อาจมาในรูปแบบการปิดกั้น หรือการกีดกันทางเศรษฐกิจการค้า การแข่งขันพัฒนาเทคโนโลยี การแข่งขันครอบครองวัตถุดิบที่เป็นปัจจัยพื้นฐาน การแสวงหาพันธมิตรเพื่อกดดันประเทศนอกสมาชิก ความแตกต่างทางเชื้อชาติ ศาสนา การเมืองการปกครอง หรือแม้กระทั่งการแย่งชิงกักตุนวัตถุดิบ และการใช้มาตรการภาษี เป็นต้น คำว่า “ความมั่นคงแห่งชาติ” (National Security) จึงเกิดขึ้นโดยครอบคลุมเรื่องต่าง ๆ อันได้แก่ เศรษฐกิจ สังคม-จิตวิทยา และการเมือง

ดังนั้น การดำเนินงานเรื่อง “ความมั่นคงแห่งชาติ” ของประเทศไทยให้สอดคล้องกับบริบทของโลกที่เปลี่ยนแปลงไป หน่วยงานด้านความมั่นคงต้องมีการดำเนินงานด้านความมั่นคงโดยคำนึงถึงความมั่นคงทางเศรษฐกิจ สังคม-จิตวิทยา การเมือง และการทหาร ซึ่งในการศึกษานี้จึงมุ่งเน้นการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับความมั่นคงของประเทศในบริบทของความมั่นคงด้านพลังงาน ซึ่งเป็นปัจจัยพื้นฐานในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศ กล่าวคือ เมื่อประเทศไทยมีความมั่นคงด้านพลังงาน จะส่งผลต่อความมั่นคงทางเศรษฐกิจ สังคม การเมือง และโดยเฉพาะอย่างยิ่งคือการทหาร

ปัจจุบันประเทศไทยขาดดุลด้านพลังงานเป็นมูลค่าหลายแสนล้านบาท โดยต้องพึ่งพาการนำเข้าพลังงานมากกว่าครึ่ง และมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นตามแผนบูรณาการ

พลังงานระยะยาว (Thailand Integrated Energy Blueprint: TIEB) การที่ประเทศต้องพึ่งพาพลังงานจากต่างประเทศเกินกว่าครึ่งหนึ่งของการใช้พลังงานในประเทศ ส่งผลกระทบต่อความมีเสถียรภาพในการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ กระบะภาพลักษณ์ความเชื่อมั่นของนักลงทุน กล่าวคือ เมื่อประเทศไม่สามารถควบคุมต้นทุนราคาพลังงานได้ ราคาพลังงานในประเทศจะผันแปรตามราคาพลังงานในตลาดโลก ซึ่งจะส่งผลต่อความผันผวนของต้นทุนการผลิตในภาคอุตสาหกรรมและภาคขนส่ง นอกจากนี้ หากราคาพลังงานในตลาดโลกเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ราคาพลังงานในประเทศจะปรับตัวเพิ่มสูงขึ้นด้วย ส่งผลให้ราคาสินค้าอุปโภคบริโภค รวมถึงค่าครองชีพของประชากรในประเทศเพิ่มสูงขึ้นด้วย ปัจจัยเหล่านี้จะส่งผลกระทบต่อโดยตรงต่อการขยายตัวของภาคเศรษฐกิจ กระบะการเมืองการปกครอง ส่งผลต่อความไม่มั่นคงและเสถียรภาพทางการเมือง ดังนั้น การลดความผันผวนด้านราคาพลังงานจึงเป็นประเด็นสำคัญเร่งด่วนที่จะต้องเร่งดำเนินการแก้ไข ซึ่งปัจจัยสำคัญที่จะช่วยลดปัญหาความผันผวนของราคาพลังงานในตลาดโลกได้ แนวทางหนึ่งคือ การลดการพึ่งพาพลังงานจากต่างประเทศ การพัฒนาประสิทธิภาพการใช้พลังงาน และพัฒนาการใช้พลังงานทดแทนที่มีภายในประเทศเพิ่มมากขึ้น เช่น พลังงานจากแสงอาทิตย์ ลม ชขยะ/ของเสีย ชีวมวล ชีวภาพ รวมถึงพืชพลังงาน เป็นต้น อย่างไรก็ตาม การใช้พลังงานทดแทนแต่ละประเภทยังมีข้อจำกัด และมีช่วงเวลาการผลิตที่ไม่แน่นอน ขาดความต่อเนื่องและความเสถียร ยกตัวอย่างเช่น พลังงานแสงอาทิตย์จะผลิตไฟฟ้าได้ในเวลาที่มีแสงสว่าง ไฟฟ้าจากพลังงานลมจะผันแปรตามความเร็วลม และขึ้นอยู่กับพื้นที่ ส่วนไฟฟ้าจากชีวมวลจะขึ้นอยู่กับฤดูกาล เป็นต้น ดังนั้น เพื่อที่จะพัฒนาและยกระดับคุณภาพในการผลิตและใช้พลังงานทดแทนของประเทศ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีความรู้ระบบกักเก็บพลังงานในรูปแบบต่าง ๆ เข้ามาช่วยสำรองพลังงาน และเพื่อให้พลังงานที่ผลิตได้สามารถตอบสนองความต้องการใช้พลังงานได้

ครอบคลุมในทุกช่วงเวลา แม้ในภาวะวิกฤต ทั้งในกรณีขาดแคลนพลังงาน ระบบพลังงานหลักขัดข้อง การลดพลังงานสูญเสียจากการเชื่อมต่อระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานทดแทนเข้ากับระบบสายส่งหลัก นอกจากนี้ระบบกักเก็บพลังงานยังสามารถช่วยปรับปรุงคุณภาพไฟฟ้าในระบบสายส่งไฟฟ้าได้ ซึ่งเมื่อประเทศไทยสามารถยกระดับคุณภาพการผลิตและใช้พลังงานทดแทนภายในประเทศได้มากขึ้น จะส่งผลให้ประเทศลดการพึ่งพาพลังงานภายนอกน้อยลง ประเทศจะสามารถสร้างความมั่นคง และลดต้นทุนด้านพลังงาน ส่งผลให้สามารถควบคุมต้นทุนพลังงานที่เป็นปัจจัยหนึ่งในภาคการผลิตและภาคขนส่ง ทำให้ต้นทุนผลิตภัณฑ์ลดลงสามารถแข่งขันได้ในเวทีโลก ส่งผลให้เกิดการขับเคลื่อนด้านเศรษฐกิจของประเทศ ด้วยเหตุนี้ระบบกักเก็บพลังงานจึงมีความสำคัญต่อความมั่นคงของประเทศ อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันระบบกักเก็บพลังงานยังมีต้นทุนสูง ประกอบกับการใช้พลังงานทดแทนยังไม่มีที่แพร่หลายหรือเป็นที่ยอมรับมากนักในประเทศ จึงจำเป็นต้องสร้างความพอเพียงในการใช้พลังงานอย่างคุ้มค่า สร้างความน่าเชื่อถือในการผลิตพลังงาน และเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันกับนานาประเทศในด้านการพัฒนาเทคโนโลยีและตลาด เพื่อลดต้นทุนด้านพลังงานและการสำรองพลังงานของประเทศ

ผู้วิจัยจึงได้ประเมินความมั่นคงด้านพลังงานของประเทศ โดยการรวบรวมข้อมูลนโยบายและหรือแผนงานด้านพลังงานที่เกี่ยวข้อง ข้อมูลการผลิตและการใช้พลังงาน ข้อมูลการเติบโตของเศรษฐกิจ ข้อมูลเทคโนโลยีที่มาช่วยเสริมสร้างความมั่นคง เพื่อนำมาวิเคราะห์ศักยภาพและโอกาส (SWOT Analysis) เพื่อประเมินแนวทางการเหมาะสม ความเป็นไปได้ที่จะพัฒนาเทคโนโลยีในประเทศ และเสนอแนะนโยบายในการผลักดันให้เกิดความมั่นคงด้านพลังงานอันจะนำไปสู่ “การสร้างความมั่นคงของประเทศ” โดยเน้นการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการใช้งานพลังงานทดแทน เพื่อเป็นพลังงานสำรองของประเทศด้วยเทคโนโลยีกักเก็บพลังงาน (แบตเตอรี่) ที่สามารถเสริมสร้างความมั่นคงด้านพลังงานของประเทศต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาสถานะความมั่นคงทางพลังงานของประเทศไทย รวมถึงหลักเกณฑ์การประเมินความมั่นคงด้านพลังงาน และเทคโนโลยีการกักเก็บพลังงาน ประกอบกับแนวนโยบายของประเทศไทยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างความมั่นคงด้านพลังงาน
2. เพื่อให้ได้แนวความคิดเกี่ยวกับเทคโนโลยีการกักเก็บพลังงาน วิเคราะห์ความเป็นไปได้และความคุ้มค่าในการใช้เทคโนโลยีการกักเก็บพลังงาน
3. เพื่อวิเคราะห์ข้อมูล/สรุปเป้าหมายและดัชนีชี้วัดการพัฒนาระบบกักเก็บพลังงานให้สอดคล้องกับเป้าหมายการพัฒนาประเทศ ตามแผนยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี และจัดทำข้อเสนอเชิงนโยบายในการสร้างความมั่นคงด้านพลังงานด้วยระบบกักเก็บพลังงาน

ข้อจำกัดของการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้มีข้อจำกัดด้านระยะเวลาของการศึกษา และการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ความมั่นคงทางพลังงานและนโยบาย/แผนพลังงานของประเทศไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีการกักเก็บพลังงานซึ่งมีใช้ความถนัดเฉพาะทางของผู้วิจัย อย่างไรก็ตาม ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลภายใต้ข้อจำกัดดังกล่าวยังสามารถบ่งชี้ถึงแนวทางการวางยุทธศาสตร์ความมั่นคงด้านพลังงานให้กับประเทศได้

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. ได้ทราบสถานะความมั่นคงทางพลังงานของประเทศไทย รวมถึงหลักเกณฑ์การประเมินความมั่นคงด้านพลังงาน และเทคโนโลยีการกักเก็บพลังงาน ประกอบกับแนวนโยบายของประเทศไทยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างความมั่นคงด้านพลังงาน
2. ได้แนวความคิดเกี่ยวกับเทคโนโลยีการกักเก็บพลังงาน วิเคราะห์ความเป็นไปได้และความคุ้มค่าในการใช้เทคโนโลยีการกักเก็บพลังงาน
3. ได้บทสรุปเป้าหมายและดัชนีชี้วัดการพัฒนาระบบกักเก็บพลังงานให้สอดคล้องกับเป้าหมายการพัฒนาประเทศตามแผนยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี และจัดทำข้อเสนอ

เชิงนโยบายในการสร้างความมั่นคงด้านพลังงานด้วยระบบกักเก็บพลังงาน

การทบทวนวรรณกรรม

ระบบการกักเก็บพลังงาน (Energy Storage Systems)

1. นิยาม

ระบบกักเก็บพลังงาน (Energy Storage) คือระบบที่สามารถกักเก็บพลังงาน ณ เวลาหนึ่ง และสามารถปลดปล่อยพลังงานออกมาได้เมื่อต้องการ โดยพลังงานอาจจะถูกกักเก็บไว้ในหลากหลายรูปแบบ เทคโนโลยีระบบกักเก็บพลังงาน

2. การแบ่งประเภทของระบบการกักเก็บพลังงาน

2.1 แบ่งตามการติดตั้งและใช้งานได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

2.1.1 ระบบกักเก็บพลังงานแบบติดตั้ง (Stationary) มีการใช้งาน (Application) ที่หลากหลาย ตั้งแต่การใช้งานในอาคาร การเชื่อมต่อกับกริดไฟฟ้า โดยทั่วไปการใช้งานจะไม่มีปัญหาเรื่องพื้นที่สำหรับติดตั้งและน้ำหนักของแบตเตอรี่ ทำให้การพัฒนาจะเน้นไปในด้านการลดต้นทุนเป็นหลัก

2.1.2 ระบบกักเก็บพลังงานแบบพกพา (Mobile) มักใช้ในแอปพลิเคชันที่ต้องการการจ่ายประจุที่รวดเร็ว เช่น โทรศัพท์มือถือ ยานยนต์ไฟฟ้า ซึ่งเป็นคุณสมบัติสำคัญของแบตเตอรี่ นอกจากนี้ยังต้องการการพัฒนาให้มีขนาดเล็กและน้ำหนักเบา

2.2 แบ่งตามรูปแบบของพลังงานที่กักเก็บได้เป็น 5 ประเภท ดังนี้

2.2.1 ระบบกักเก็บพลังงานทางด้านพลังงานกล (Mechanical Energy Storage)

2.2.1.1 โรงไฟฟ้าพลังงานน้ำแบบสูบกลับ (Pumped Hydroelectric Storage)

2.2.1.2 ระบบอัดอากาศ (Compressed Air Energy Storage)

2.2.1.3 ระบบกักเก็บพลังงานแบบฟลายวีล (Flywheel Energy Storage)

2.2.2 ระบบกักเก็บพลังงานด้วยไฟฟ้า (Electrical Energy Storage)

2.2.2.1 ตัวเก็บประจุไฟฟ้าเคมี

(Electrochemical Capacitor)

2.2.2.2 Superconducting Magnetic Energy Storage

2.2.3 ระบบกักเก็บพลังงานทางด้านเคมี (Chemical Energy Storage Hydrogen/Methane)

2.2.4 ระบบกักเก็บพลังงานทางด้านความร้อน (Thermal Energy Storage)

- Molten Salt/Chiller

2.2.5 ระบบกักเก็บพลังงานทางด้านไฟฟ้าเคมี (Electro-Chemical Energy Storage)

2.2.5.1 แบตเตอรี่แบบตะกั่วกรด (Lead Acid Battery)

2.2.5.2 แบตเตอรี่แบบนิเกิลอิเล็กโทรด (Nickel-electrode Battery)

2.2.5.3 แบตเตอรี่ลิเทียมไอออน (Lithium-ion Battery)

2.2.5.4 แบตเตอรี่โซเดียมซัลเฟอร์ (Sodium-sulfur Battery)

2.2.5.5 แบตเตอรี่โซเดียมนิเกิลคลอไรด์ (Sodium Nickel Chloride Battery)

2.2.5.6 Zinc-bromine Batteries: Flow battery

2.2.5.7 Polysulfide-bromide Batteries: Flow battery

2.2.5.8 Vanadium Redox Batteries: Flow battery

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยการศึกษาศักยภาพพลังงานลมสำหรับการผลิตไฟฟ้าในเขตภาคกลางของประเทศไทย

ธนุชัย สลักดีปริดา (2553) และคณะ ได้ดำเนินการวิเคราะห์ศักยภาพทางพลังงานลมในการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากข้อมูลลมที่ความสูงระดับต่าง ๆ และได้วิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์เบื้องต้นถึงความเป็นไปได้ในการติดตั้งกังหันลมขนาดใหญ่สำหรับการผลิตพลังงานไฟฟ้าในเชิงพาณิชย์ โดยได้ทำการคัดเลือกพื้นที่ที่น่าจะมีศักยภาพต่าง ๆ กัน ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ที่ได้สามารถที่จะนำมาเป็นแนวทางในการวางแผนงานด้านการลงทุนเกี่ยวกับโครงการผลิต

ไฟฟ้าจากพลังงานลมในเขตพื้นที่ภาคกลางของประเทศ

2. งานวิจัยการบริหารจัดการพลังงานหมุนเวียนเพื่อผลิตพลังงานใช้ในระดับชุมชนและระดับครัวเรือน

วิสาชา ภูจินดา (2555) ได้ศึกษาหาแนวทางการบริหารจัดการพลังงานหมุนเวียนเพื่อผลิต หรือใช้ภายในชุมชนและครัวเรือน โดยได้รวบรวมข้อมูลในโครงการวางแผนพลังงานชุมชนของกระทรวงพลังงานเพื่อประเมินการวางแผนพลังงานชุมชน การบริหารจัดการพลังงาน และแก้ปัญหาตลอดจนอุปสรรคในการบริหารจัดการพลังงานครอบคลุมพลังงานน้ำ พลังงานลม พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานชีวมวล พลังงานจากก๊าซชีวภาพ ไบโอดีเซล

3. งานวิจัยระบบกักเก็บพลังงานโดยใช้แบตเตอรี่ที่เหมาะสมสำหรับการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับผู้บริโภคที่มีการคิดอัตราค่าไฟฟ้าตามช่วงเวลาการใช้งาน

ธีระภัทร์ แมนมิตร และปานจิต ดำรงกุลกำจร (2558) ได้พัฒนาโปรแกรมสำหรับออกแบบขนาดระบบกักเก็บพลังงานโดยใช้แบตเตอรี่สำหรับผู้บริโภคที่มีการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ โดยผู้วิจัยได้เลือกใช้กระบวนการทางพันธุศาสตร์ผ่านทางโปรแกรม Matlab ซึ่งผู้ใช้โปรแกรมสามารถปรับเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ให้เหมาะสมกับการนำไปใช้ในแต่ละกรณี ซึ่งจากผลการคำนวณแสดงให้เห็นว่า เมื่อผู้ใช้ไฟที่มีการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์มีการนำแบตเตอรี่เข้ามาบริหารจัดการพลังงาน เพื่อควบคุมปริมาณความต้องการกำลังไฟฟ้าให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม ผู้ใช้ไฟจะได้รับผลตอบแทนทางการเงินที่มากขึ้นจากค่าไฟฟ้าที่ลดลงในแต่ละเดือนเมื่อเทียบกับกรณีที่ไม่ติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์เพียงอย่างเดียว

4. งานวิจัยการกักเก็บพลังงานอากาศอัดสำหรับผลิตกระแสไฟฟ้าในช่องเหมืองเกลือและเหมืองโพแทชที่ทิ้งแล้ว

กิตติเทพ เพื่องขจร (2560) ได้ประเมินความสามารถเชิงกลศาสตร์ของชั้นเกลือหินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย สำหรับกักเก็บพลังงานไฟฟ้าในรูปแบบอากาศอัด และศึกษาการเปลี่ยนแปลงรูปร่างเชิงเวลาของเสาค้ำยันในช่องเหมืองเกลือ และได้นำแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์มาประเมินผลกระทบของการให้แรงแบบวัฏจักรต่อพฤติกรรมของเกลือหินและการทรุดตัวของ

ผิวดินเหนือช่องเหมือง ซึ่งอยู่ภายใต้สภาวะการปล่อยและอัดอากาศโดยจากผลการทดลองระบุว่าการทรุดตัวของผิวดินภายใต้การให้แรงแบบวัฏจักรสูงกว่าแบบสถิตประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ ค่าการทรุดตัวสูงสุดเท่ากับ 57 เซนติเมตร หลังจากดำเนินการขุดเจาะเป็นเวลา 50 ปี

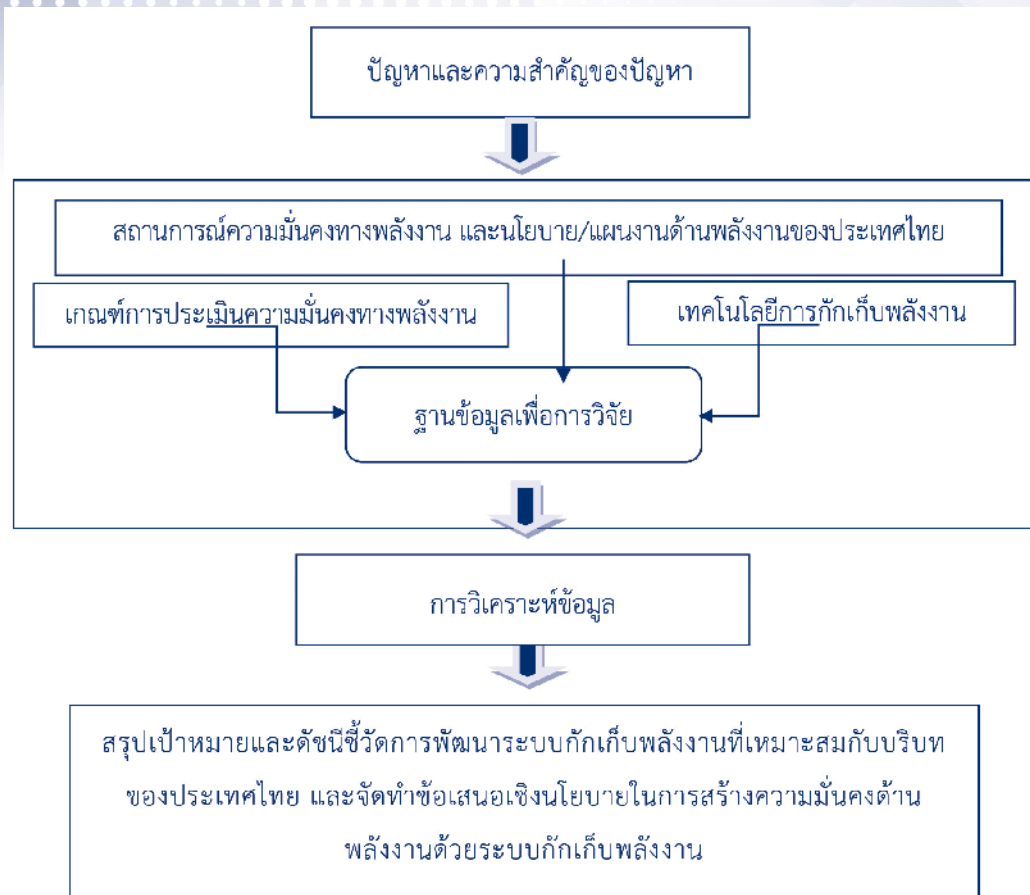
5. งานวิจัยการศึกษาโครงสร้างค่าไฟฟ้าสำหรับระบบพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีระบบกักเก็บพลังงาน

ปีติภัทร ธีระเกียรติ และโสภิตสุตา ทองโสภิต (2560) ได้ศึกษาวิเคราะห์ทางเลือกหนึ่งของการภาครัฐในการส่งเสริมระบบ การกักเก็บพลังงาน (PV-storage hybrid) โดยการเปรียบเทียบความคุ้มค่าและผลตอบแทนทางการเงินของโครงสร้างค่าไฟฟ้าตามช่วงเวลาปกติในปัจจุบัน (Current TOU rate) และโครงสร้างค่าไฟฟ้าตามช่วงเวลาแบบพิเศษ (Special TOU rate) ผลการศึกษาพบว่า การใช้โครงสร้างค่าไฟฟ้าแบบพิเศษ ทำให้ค่าใช้จ่ายไฟฟ้าช่วงเวลา 25 ปี ประหยัด 433,277 บาท หรือคิดเป็น 22% จากโครงสร้างค่าไฟฟ้าตามช่วงเวลาปกติในปัจจุบัน

6. งานวิจัยการศึกษาคความเหมาะสมและแนะแนวทางการส่งเสริมอุตสาหกรรมสำรองไฟฟ้าสำหรับโครงข่ายไฟฟ้าของประเทศ

มูลนิธิสถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย (2561) ได้ศึกษาอุตสาหกรรม Grid Energy Storage ประเภทแบตเตอรี่ เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีการกักเก็บพลังงานที่กำลังแพร่หลายและมีพัฒนาการทั้งในด้านการผลิตและการตลาด (ราคา) ที่รวดเร็วในปัจจุบัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการใช้งานสำหรับโครงข่ายไฟฟ้า โดยครอบคลุมแบตเตอรี่ที่มีองค์ประกอบของสารเคมีชนิดต่าง ๆ ที่มีการศึกษาและการผลิตในเชิงพาณิชย์ รวมถึงลักษณะการใช้งาน (Application) ต่าง ๆ ในโครงข่ายไฟฟ้าพิจารณาอุตสาหกรรมแบตเตอรี่สำหรับกริดในกรอบของห่วงโซ่มูลค่า (Value Chain) กล่าวคือ ตั้งแต่ขั้นตอนการหาวัตถุดิบ การผลิตส่วนประกอบ การประกอบชิ้นสุดท้าย ไปจนถึงผู้ซื้อหรือผู้บริโภค รวมถึงการรีไซเคิลซึ่งมีมูลค่าเกิดขึ้นในทุก ๆ ขั้นตอน

กรอบความคิดของการวิจัย



ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ ทำการศึกษา และวิเคราะห์สถานการณ์ความมั่นคงทางพลังงานของประเทศไทย รวมถึงหลักเกณฑ์การประเมินความมั่นคงด้านพลังงาน และเทคโนโลยีการกักเก็บพลังงาน ประกอบกับแนวนโยบายของประเทศไทยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างความมั่นคงด้านพลังงาน เช่น ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 แผนบูรณาการพลังงาน (พ.ศ. 2558-2579) และผลการดำเนินงานของคณะกรรมการระดับประเทศที่เกี่ยวข้องกับพลังงาน เพื่อสรุปเป้าหมายและดัชนีชี้วัดการพัฒนาาระบบกักเก็บพลังงานที่เหมาะสมกับบริบทของประเทศไทย และจัดทำข้อเสนอเชิงนโยบายในการสร้างความมั่นคงด้านพลังงานและขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศด้วยระบบกักเก็บพลังงาน

ผลการวิจัย

จากการศึกษาที่ผ่านมาทำให้ทราบว่าระบบกักเก็บพลังงานเป็นระบบที่มีประโยชน์เป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากการนำพลังงานต่าง ๆ ที่มีอยู่บนโลกมาเก็บสะสมไว้ใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดและคุ้มค่าในยามจำเป็น ในปัจจุบันการผลิตไฟฟ้าโดยใช้พลังงานจากน้ำมันเชื้อเพลิงนั้นก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม แต่พลังงานทดแทนจะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยกว่า เนื่องจากสามารถจัดเก็บพลังงานได้หลายรูปแบบ อาทิ พลังงานไฟฟ้า พลังงานกล พลังงานเคมี และพลังงานความร้อน การพัฒนาพลังงานทดแทนในประเทศไทยปัจจุบันมีการเติบโตอย่างต่อเนื่องภาครัฐและภาคเอกชนต่างให้ความสนใจและถือเป็นวาระแห่งชาติ พลังงานทดแทนในหลากหลายรูปแบบ ทั้งพลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานชีวมวล พลังงานก๊าซชีวภาพ หรือ

พลังงานทดแทนขยะก็ดี ต่างก็มีความก้าวหน้าในการพัฒนาและผลดีอย่างเป็นรูปธรรมมากขึ้นอย่างเห็นได้ชัด การสนับสนุนการศึกษา วิจัย พัฒนาเทคโนโลยีระบบกักเก็บพลังงานก่อให้เกิดการกระตุ้นในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี ระบบกักเก็บพลังงานในด้านต่าง ๆ โดยนำร่องการใช้งานในด้านความมั่นคง นิคมอุตสาหกรรม พลังงานทดแทน พื้นที่ห่างไกล และยานยนต์ เพื่อสร้างฐานการพัฒนาเทคโนโลยีระบบกักเก็บพลังงานให้มีความเข้มแข็ง

ปัจจุบันทั่วโลกมีกรณีศึกษาการนำ ESS มาประยุกต์ใช้อย่างกว้างขวางทั้งในระดับผู้ผลิตไฟฟ้าขนาดใหญ่และระดับครัวเรือน ซึ่งการนำ ESS มาใช้ในการบริหารจัดการผลิตไฟฟ้าร่วมกับเทคโนโลยีพลังงานหมุนเวียนจะส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในอุตสาหกรรมพลังงานอันนำไปสู่การใช้พลังงานทางเลือกและพลังงานสะอาดมากขึ้น ทำให้ทั้งผู้ผลิตและผู้ใช้ไฟฟ้า ตลอดจนผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมต่อเนื่องอื่น ๆ ได้รับประโยชน์ทั้งทางตรงและทางอ้อม

สำหรับประเทศไทยนั้น กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานได้เริ่มสนับสนุนโครงการศึกษา วิจัย พัฒนาเทคโนโลยีระบบ Energy Storage Systems ไปแล้ว โดยปีงบประมาณ 2559 สนับสนุนไปจำนวน 31 โครงการ วงเงินรวมประมาณ 313 ล้านบาท โดยในส่วนของกรณีผลิตไฟฟ้านั้น กระทรวงพลังงานมีนโยบายการรับซื้อไฟฟ้าจาก SPP Hybrid Firm จำนวน 300 เมกะวัตต์ ที่ผู้เสนอขายไฟฟ้าจะต้องเสนอใช้พลังงานหมุนเวียนมากกว่าหนึ่งประเภท โดยห้ามใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลในการผลิตไฟฟ้า และต้องมีความเสถียรในการผลิตไฟฟ้าตามเกณฑ์ที่กำหนด นอกจากนี้กระทรวงพลังงานยังมีนโยบายการส่งเสริมผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคา (โซลาร์รูฟท็อป) แบบเสรี และรับซื้อไฟฟ้าส่วนเกินเข้าระบบสายส่งไฟฟ้าได้ซึ่งหากครัวเรือนมีระบบแบตเตอรี่ที่มีประสิทธิภาพสูงจะช่วยกักเก็บไฟฟ้าไว้ใช้ช่วงกลางคืน ส่วนช่วงกลางวันก็ผลิตไฟฟ้าใช้เองจากแผงโซลาร์ที่ติดตั้งเชื่อว่าจะได้รับความนิยมมากขึ้น และจะช่วยลดความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุด (พีก) ของประเทศลงไปได้ในตัวด้วย และลดการก่อสร้างโรงไฟฟ้าขนาดใหญ่ลงได้

นอกจากการแปรรูปพลังงานที่กักเก็บมาเป็นพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในครัวเรือนและภาคอุตสาหกรรม รัฐบาลยังได้

ออกมาตรการสนับสนุนอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าโดยกำหนดให้เป็นส่วนหนึ่งของอุตสาหกรรมยานยนต์แห่งอนาคตจึงส่งผลให้อุตสาหกรรม ESS และแบตเตอรี่ได้รับความสนใจและได้รับการส่งเสริมอย่างต่อเนื่องตามไปด้วย

อภิปรายผล

สรุป

จากการศึกษาที่ผ่านมาทำให้ทราบว่า ระบบกักเก็บพลังงานเป็นระบบที่มีประโยชน์เป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากเป็นการนำพลังงานต่าง ๆ ที่มีอยู่บนโลกมาเก็บสะสมไว้ใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดและคุ้มค่าในยามจำเป็น ในปัจจุบันการผลิตไฟฟ้าโดยใช้พลังงานจากน้ำมันเชื้อเพลิงนั้น ก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม แต่พลังงานทดแทนจะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยกว่า เนื่องจากเราสามารถจัดเก็บพลังงานได้หลายรูปแบบ อาทิ พลังงานไฟฟ้า พลังงานกล พลังงานเคมี และพลังงานความร้อน การพัฒนาพลังงานทดแทนในประเทศไทยปัจจุบันมีการเติบโตอย่างต่อเนื่องภาครัฐและภาคเอกชนต่างให้ความสนใจและถือเป็นวาระแห่งชาติ พลังงานทดแทนในหลากหลายรูปแบบทั้งพลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานชีวมวล พลังงานก๊าซชีวภาพ หรือพลังงานทดแทนขยะก็ดี ต่างก็มีความก้าวหน้าในการพัฒนาและผลดีอย่างเป็นรูปธรรมมากขึ้นอย่างเห็นได้ชัด การสนับสนุนการศึกษา วิจัย พัฒนาเทคโนโลยีระบบกักเก็บพลังงาน ก่อให้เกิดการกระตุ้นในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี ระบบกักเก็บพลังงานในด้านต่าง ๆ โดยนำร่องการใช้งานในด้านความมั่นคง นิคมอุตสาหกรรม พลังงานทดแทน พื้นที่ห่างไกล และยานยนต์ เพื่อสร้างฐานการพัฒนาเทคโนโลยีระบบกักเก็บพลังงาน ให้มีความเข้มแข็ง

ปัจจุบันทั่วโลกมีกรณีศึกษาการนำ ESS มาประยุกต์ใช้อย่างกว้างขวางทั้งในระดับผู้ผลิตไฟฟ้าขนาดใหญ่และระดับครัวเรือน ซึ่งการนำ ESS มาใช้ในการบริหารจัดการผลิตไฟฟ้าร่วมกับเทคโนโลยีพลังงานหมุนเวียนจะส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในอุตสาหกรรมพลังงาน อันนำไปสู่การใช้พลังงานทางเลือกและพลังงานสะอาดมากขึ้น ทำให้ทั้งผู้ผลิตและผู้ใช้ไฟฟ้า ตลอดจนผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมต่อเนื่องอื่น ๆ ได้รับประโยชน์ทั้งทางตรงและทางอ้อม

สำหรับประเทศไทยนั้น กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์

พลังงานได้เริ่มสนับสนุนโครงการศึกษา วิจัย พัฒนาเทคโนโลยีระบบ Energy Storage Systems ไปแล้ว โดยปีงบประมาณ 2559 สนับสนุนไปจำนวน 31 โครงการ วงเงินรวมประมาณ 313 ล้านบาท โดยในส่วนของการผลิตไฟฟ้านั้น กระทรวงพลังงานมีนโยบายการรับซื้อไฟฟ้าจาก SPP Hybrid Firm จำนวน 300 เมกะวัตต์ ที่ผู้เสนอขายไฟฟ้าจะต้องเสนอใช้พลังงานหมุนเวียนมากกว่าหนึ่งประเภท โดยห้ามใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลในการผลิตไฟฟ้า และต้องมีความเสถียรในการผลิตไฟฟ้าตามเกณฑ์ที่กำหนด นอกจากนี้กระทรวงพลังงานยังมีนโยบายการส่งเสริมผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคา (โซลาร์รูฟท็อป) แบบเสรี และรับซื้อไฟฟ้าส่วนเกินเข้าระบบสายส่งไฟฟ้าได้ซึ่งหากครัวเรือนมีระบบแบตเตอรี่ที่มีประสิทธิภาพสูงจะช่วยกักเก็บไฟฟ้าไว้ใช้ช่วงกลางคืน ส่วนช่วงกลางวันก็ผลิตไฟฟ้าใช้เองจากแผงโซลาร์ที่ติดตั้งเชื่อว่าจะได้รับค่านิยมมากขึ้น และจะช่วยลดความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุด (พีค) ของประเทศลงไปได้ในตัวด้วย และลดการก่อสร้างโรงไฟฟ้าขนาดใหญ่ลงได้

นอกจากการปรับปรุงพลังงานที่กักเก็บมาเป็นพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในครัวเรือนและภาคอุตสาหกรรม รัฐบาลยังได้ออกมาตรการสนับสนุนอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้า โดยกำหนดให้เป็นส่วนหนึ่งของอุตสาหกรรมยานยนต์แห่งอนาคตจึงส่งผลให้อุตสาหกรรม ESS และ แบตเตอรี่ ได้รับความสนใจและได้รับการส่งเสริมอย่างต่อเนื่องตามไปด้วย

ข้อเสนอแนะ

ความเป็นไปได้ของการนำระบบการกักเก็บพลังงานมาใช้ อาจเกิดได้ 3 กรณี คือ การนำมาใช้ในระดับผู้ผลิตไฟฟ้าขนาดใหญ่ การนำมาใช้ในระดับครัวเรือน และการนำมาใช้กับรถยนต์ไฟฟ้า แต่จากข้อมูลในปัจจุบันพบว่า เทคโนโลยีการกักเก็บพลังงานมีประโยชน์ต่อผู้ผลิตไฟฟ้าขนาดใหญ่ที่ต้องการความมั่นคงทางพลังงานมากกว่า ขณะที่ยังมีข้อจำกัดในการใช้ในภาคครัวเรือนและการนำมาใช้กับรถยนต์ไฟฟ้า ทั้งนี้ เนื่องจากผู้ผลิตไฟฟ้าขนาดใหญ่สามารถนำเทคโนโลยีการกักเก็บพลังงานมาเพิ่มความมั่นคงและเสถียรภาพด้านพลังงานให้ผู้ผลิตไฟฟ้าขนาดใหญ่ได้ และยังช่วยเพิ่มโอกาสการใช้พลังงานทางเลือกมากขึ้น และคาดว่าผู้ผลิตไฟฟ้าขนาดใหญ่จะนำระบบนี้มาใช้มากขึ้นใน

ระยะเวลาอันสั้น ส่วนในระดับครัวเรือนเนื่องจากราคาของแบตเตอรี่ในปัจจุบัน ระยะเวลาคุ้มทุนของการติดตั้งระบบกักเก็บพลังงานนานถึง 20 ปี ขณะที่แบตเตอรี่ส่วนใหญ่ในท้องตลาดจะเริ่มเสื่อมสภาพก่อนหน้านั้นจึงไม่เกิดความคุ้มค่า นอกจากนี้การใช้แบตเตอรี่ในรถไฟฟ้าจะมีจุดคุ้มทุนของการใช้รถยนต์ไฟฟ้าอยู่ที่ประมาณ 7-9 ปี ซึ่งใกล้เคียงกับระยะเวลาเฉลี่ยในการใช้รถยนต์ ซึ่งในความเป็นจริงรถยนต์ไฟฟ้าส่วนใหญ่ยังไม่สามารถแข่งขันกับรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปได้ในแง่ของระยะทางในการวิ่ง และราคาแบตเตอรี่ที่มีมูลค่าค่อนข้างสูง

แต่อย่างไรก็ตาม ระบบการผลิตและการสำรองไฟฟ้าของประเทศไทยในปัจจุบัน ยังมีการใช้งานไม่แพร่หลายมากนัก เนื่องจากผลตอบแทนยังไม่คุ้มค่าเมื่อเทียบกับการลงทุน ส่วนหนึ่งเพราะขาดมาตรการสนับสนุนที่เป็นรูปธรรมจากภาครัฐอย่างจริงจัง รวมถึงกฎระเบียบด้านพลังงานของประเทศไทยยังไม่เอื้ออำนวยเท่าที่ควร ดังนั้น การพัฒนาระบบกักเก็บพลังงานจึงขึ้นอยู่กับนโยบายและแผนปฏิรูปด้านพลังงานของภาครัฐที่เป็นตัวกำหนดทิศทางความมั่นคงด้านพลังงานของประเทศ ซึ่งหากรัฐบาลส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนและระบบการกักเก็บพลังงานอย่างจริงจังจะช่วยให้ระบบการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทยมีความมั่นคงมากยิ่งขึ้น ลดปัญหาอุบัติเหตุที่ไม่คาดฝันจากไฟฟ้าดับ หรือระบบสายส่งไฟฟ้าดับทาง ซึ่งเมื่อเกิดเหตุแต่ละครั้งจะกระทบต่อระบบเศรษฐกิจอย่างมหาศาล ดังนั้น หากมีการส่งเสริมการใช้พลังงานสะอาดและระบบกักเก็บพลังงานของประเทศไทยอย่างจริงจัง จะช่วยลดการนำเข้าพลังงานนวัตกรรม และสร้างรายได้จากเทคโนโลยีภายในประเทศได้อีกด้วย

อย่างไรก็ตาม การเก็บกักพลังงานโดยใช้แบตเตอรี่ยังคงมีข้อจำกัดในเรื่องของอายุการใช้งาน ซึ่งเมื่อแบตเตอรี่เสื่อมสภาพ สารเคมีภายในซึ่งได้แก่ ตะกั่ว นิเกิล แคดเมียม สังกะสี เงิน แมงกานีส สารละลายอิเล็กโทรไลต์ และตัวถังพลาสติก ฯลฯ หากมีการกำจัดหรือทิ้งไม่ถูกต้องอาจทำให้เกิดอันตรายได้ ดังนั้น แบตเตอรี่ขนาดใหญ่ที่ใช้ในภาคอุตสาหกรรมจึงมักจะนำมารีไซเคิลเพื่อนำกลับมาใช้อีก เพราะหากนำไปทำลายหรือกลบฝังดินอาจก่อให้เกิดอันตรายได้ เนื่องจากสารพิษจำพวกนิเกิล แคดเมียม หรือปรอท อาจไหลออกจากแบตเตอรี่ได้ รวมทั้งหากนำไป

เผาในเตาเผาขยะอาจก่อให้เกิดควันและฝุ่นละอองโลหะ ฟุ้งกระจายเป็นวงกว้าง ในต่างประเทศนั้นได้มีกฎหมายบังคับ ในเมืองใหญ่ว่าห้ามนำแบตเตอรี่ใช้แล้วไปเผาเข้าเตาเผา ขยะชุมชน รวมทั้งห้ามนำไปฝังกลบเหมือนขยะทั่วไป แต่ จะให้มีการนำมาผ่านกระบวนการรีไซเคิลเสียก่อนหรือจะ กำจัดได้ โดยการฝังกลบอย่างปลอดภัยสำหรับของเสียที่มี พิษโดยเฉพาะ ซึ่งในประเทศไทยนั้นการนำแบตเตอรี่ดังกล่าว มารีไซเคิลใหม่ยังทำได้น้อยเนื่องจากแบตเตอรี่ที่นำมา รีไซเคิลจะเป็นแบตเตอรี่จากรถยนต์เป็นส่วนใหญ่ หน่วยงาน ภาครัฐที่มีหน้าที่รับผิดชอบ ได้แก่ กรมส่งเสริมคุณภาพ สิ่งแวดล้อม และกรมควบคุมมลพิษ ซึ่งที่ผ่านมาทั้งสอง หน่วยงานได้ร่วมกันจัดให้มีกิจกรรมประกวดโลโก้ ตราสัญลักษณ์และรับคืนซากแบตเตอรี่มือถือ ตลอดจน ได้จัดทำสื่อสิ่งพิมพ์ต่าง ๆ เพื่อให้ประชาชนได้เกิดความรู้ และเข้าใจในโทษและอันตรายหากมีการกำจัดซากแบตเตอรี่ ที่เสื่อมสภาพไม่ถูกวิธี นอกจากการดำเนินการโดยภาครัฐ แล้ว ในส่วนของภาคเอกชนมีหลายบริษัทที่เข้ามามีบทบาท ในเรื่องนี้ ได้แก่ บริษัท บริหารและพัฒนาเพื่อการอนุรักษ์ สิ่งแวดล้อม จำกัด (มหาชน) หรือ GENCO ซึ่งเป็นโรงงาน ประเภท 101 โรงงานปรับปรุงคุณภาพของเสียรวม ซึ่งเป็น ผู้สนับสนุนด้านการให้บริการกำจัด/บำบัดของเสีย ทุกชนิด โดยไม่คิดค่าใช้จ่าย (ไม่รวมถึงค่าขนส่ง) บริษัท โปรเฟสชันแนล เวสต์ เทคโนโลยี (1999) จำกัด (มหาชน) ดำเนินการเช่นเดียวกับ GENCO และบริษัท ยูนิคอร์ มาร์เก็ตติ้ง เซอร์วิสেস (ประเทศไทย) จำกัด เป็นโรงงาน ประเภท 106 โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับการนำ ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่ไม่ใช้แล้ว หรือของเสียจากโรงงาน มาผลิตเป็นวัตถุดิบหรือผลิตภัณฑ์ใหม่ โดยผ่านกรรมวิธี การผลิตทางอุตสาหกรรม และเป็นผู้ส่งออกของเสียตาม อนุสัญญาบาเซล โดยมีโรงงานรีไซเคิล เพื่อนำโลหะมีค่า กลับมาใช้ใหม่อีกครั้ง ได้แก่ เน็กสท์ โคบอลต์ เงิน ทองคำ ฯลฯ เป็นต้น ซึ่งการดำเนินการต่างที่กล่าวมาถือเป็น กิจกรรมที่ดี และหากภาครัฐทุกหน่วยงานเข้ามามีบทบาท จะทำให้มีการดำเนินการอย่างบูรณาการ ครอบคลุมทุกพื้นที่ ของประเทศจะทำให้ของเสียและมลพิษที่เกิดจากการทิ้ง ซากแบตเตอรี่อย่างไม่ถูกต้องจะหมดไป ประชาชนจะมีสุขภาพ ที่ดีและร่วมกันพัฒนาประเทศให้มีความมั่นคงต่อไป

บรรณานุกรม

- คณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, สำนักงาน. “ยุทธศาสตร์ชาติ ระยะ 20 ปี พ.ศ. 2561-2580”. 2561
- คณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, สำนักงาน. “แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม แห่งชาติ ฉบับที่ 12 พ.ศ. 2560- 2564”. 2560
- คณะกรรมการพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, กรม. “แผนบูรณาการพลังงาน (พ.ศ. 2558- 2579)”. 2558
- กิตติเทพ เพื่อองจร. “การกักเก็บพลังงานอากาศอัดสำหรับ ผลิตกระแสไฟฟ้าในช่องเหมืองเกลือและเหมือง โปแทชที่ทิ้งแล้ว”. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, 2560.
- ธัญชัย ลีภักดีปริดา และคณะ. “การศึกษาศักยภาพ พลังงานลมสำหรับการผลิตไฟฟ้าในเขตภาค กลางของประเทศไทย”. รายงานวิจัยฉบับ สมบูรณ์, สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2553.
- ธีระภัทร์ แมนมิตร และปานจิต ดำรงกุลกำจร. “ระบบกัก เก็บพลังงานโดยใช้แบตเตอรี่ที่เหมาะสมสำหรับ การผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ สำหรับผู้ ใช้ไฟที่มีการคิดอัตราค่าไฟฟ้าตามช่วงเวลาการ ใช้งาน”. วารสารวิจัยพลังงาน. ปีที่ 12 ฉบับที่ 2, กรกฎาคม – ธันวาคม 2558.
- ปิติภัทร์ ธีระเกียรติ และ โสภิตสุตา ทองโสภิต. “งานวิจัย การศึกษาโครงสร้างค่าไฟฟ้าสำหรับระบบ พลังงานแสงอาทิตย์ที่มีระบบกักเก็บพลังงาน”. การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่ง ประเทศไทยครั้งที่ 13, 31 พฤษภาคม – 2 มิถุนายน 2560.
- มูลนิธิสถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย. “การศึกษา ความเหมาะสมและแนะแนวทางในการส่งเสริม อุตสาหกรรมสำรองไฟฟ้าสำหรับโครงข่ายไฟฟ้า ของประเทศ”. รายงานการวิจัย, สภาอุตสาหกรรม แห่งประเทศไทย, มกราคม 2561.

วิสาชา ภูจินดา. “การบริหารจัดการพลังงานหมุนเวียน เพื่อผลิตพลังงานใช้ในระดับชุมชนและระดับครัวเรือน”. รายงานการวิจัย, สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์, ธันวาคม 2555.

“ความร่วมมือในการจัดการซากโทรศัพท์มือถือ”. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก : http://www.pcd.go.th/info_serv/haz_battery_pcd.htm, 2560.

“ระบบกักเก็บพลังงาน”. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก : <http://www.thaienergystorage.com/index.php/Information/Technology>, 2559.

“แหล่งแร่ต่างประเทศ สำหรับนักลงทุน” . (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก <http://www.industry.go.th/industry/index.php/th/knowledge/item/10611-2016-05-23-05-47-45>, 2559.

“Advanced Energy Storage”. (Online). Available : <http://innovationflow.blogspot.com/2016/03/advanced-energy-storage-flow-batteries.html>, 2016.

“Battery types used in portable and solar lighting”. (Online). Available : <https://www.ledwatcher.com/battery-types-used-in-portable-and-solar-lighting/>, 2016.

“Capacitor Types and Performance” . (Online). Available : <https://uk.farnell.com/capacitor-types-and-performance>, 2019.

“Fast Response Energy Storage Device”. (Online). Available : <https://www.scottmadden.com/wpcontent/uploads/userFiles/misc/80279278a617721d1711623bff4f6616.pdf>, 2009.

“How Lithium-ion Batteries Work”. (Online). Available : <http://electronics.howstuffworks.com/everydaytech/lithium-ion-battery1.htm>, 2019.

“Lists of countries by mineral production”. (Online). Available : https://en.wikipedia.org/wiki/Lists_of_countries_by_mineral_production, 2019.

“Presentation on Battery”. (Online). Available : <https://www.slideshare.net/SHEIKHAVES786/presentation-on-battery>, 2014.

“Stanford scientists develop efficient zinc-air battery”. (Online). Available : <https://news.stanford.edu/news/2013/june/zinc-air-battery-060413.html>, 2013.

“What Is A Supercapacitor” . (Online). Available : <http://www.upsbatterycenter.com/blog/supercapacitor/>, 2018.