สำนักงานนโยบาย
และแผนพลังงาน
กระทรวงพลังงาน

ต้นฉบับ

รายงาน ผลการดำเนินงาน ฉบับสมบูรณ์

จ้างที่ปรึกษา
โครงการศึกษานโยบายการส่งเสริม การใช้งานระบบกักเก็บพลังงานในภาคธุรกิจไฟฟ้า เพื่อรองรับการเปลี่ยนผ่านด้านพลังงาน

เสนอ

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน

โดย

บริษัท เอ็นเนอร์ยี่เทคโนโลยีคอนซัลติ้ง จำกัด

กันยายน 2568

บทสรุปผู้บริหาร

1. บทนำ

1.1 ความเป็นมา

จากทิศทางภาพรวมการขับเคลื่อนการพัฒนาด้าน ESS ภายใต้แผนการขับเคลื่อนฯ ระยะปานกลาง รวมถึงทิศทางนโยบายการจัดหาพลังงานของประเทศที่จะมีการนำ ESS มาใช้เป็นแหล่งทรัพยากรในระบบไฟฟ้าเพื่อช่วยเพิ่มความยืดหยุ่นและประสิทธิภาพในการบริหารจัดการระบบไฟฟ้าของประเทศ โดยจะมีการบรรจุเป้าหมาย BESS ในร่างแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศ (แผน PDP) ฉบับใหม่ ซึ่งคาดว่าในช่วงปี 2575 - 2580 จะมีปริมาณ BESS รวมประมาณ 6,300 MW หรือ 25,200 MWh โดยจะเน้นการประยุกต์ใช้งาน BESS ในระดับ Grid Scale ก่อนเป็นลำดับแรก ก่อนที่จะขยายผลการเชื่อมต่อและบูรณาการ BESS ในระดับผู้ใช้ไฟฟ้า (End User หรือ Behind the Meter) เป็นแหล่งพลังงานแบบกระจายศูนย์มาใช้ประโยชน์ร่วมกับระบบไฟฟ้าหลักในอนาคตต่อไป

ดังนั้น **สนพ. จึงมีความจำเป็นต้องดำเนินโครงการศึกษานโยบายการส่งเสริมการใช้งาน ESS ในตลาดไฟฟ้ารองรับการเปลี่ยนผ่านด้านพลังงาน** ซึ่งจะเป็นการพิจารณารูปแบบการส่งเสริมหรือรูปแบบธุรกิจที่เหมาะสมกับการลงทุนหรือการจัดหา BESS ในระดับ Grid Scale มาใช้งานร่วมกับระบบไฟฟ้า สอดคล้องกับเป้าหมายการใช้งาน BESS ตาม PDP ในอนาคต เพื่อให้ระบบไฟฟ้าสามารถรองรับการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนที่เพิ่มขึ้นได้ และรองรับการเปลี่ยนผ่านด้านพลังงานตามกรอบแผนพลังงานชาติและสนับสนุนให้ประเทศไทยสามารถบรรลุสู่เป้าหมายความเป็นกลางทางคาร์บอนและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ นอกจากนี้ ยังเป็นการดำเนินการตามแผนการขับเคลื่อนฯ ระยะปานกลาง ซึ่งเป็นภารกิจโดยตรงที่ สนพ. จะต้องดำเนินการขับเคลื่อนตามแผนดังกล่าว และยังช่วยตอบสนองต่อเป้าหมายตามแผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติที่จะต้องสนับสนุนให้ประเทศไทยมีการพัฒนาระบบไฟฟ้าด้วยเทคโนโลยีระบบโครงข่ายสมาร์ทกริดและช่วยตอบสนองต่อหมุดหมายที่ 10 ของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 ที่จะทำให้ประเทศไทยมีเศรษฐกิจหมุนเวียนและสังคมคาร์บอนต่ำ

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อรวบรวมข้อมูลนโยบายหรือแนวทางการส่งเสริมหรือรูปแบบธุรกิจการลงทุนและการจัดหา BESS มาใช้งานหรือให้บริการในโครงข่ายไฟฟ้า และนำมาประยุกต์ใช้งานให้เกิดประโยชน์สูงสุดในบริบทของประเทศไทย

1.2.2 เพื่อจัดทำข้อเสนอแนะเชิงนโยบายการส่งเสริมรูปแบบธุรกิจที่เหมาะสมในการลงทุนและการจัดหา BESS ในระดับ Grid Scale มาใช้งานในระบบไฟฟ้าให้เป็นไปตามเป้าหมายของแผน PDP เพื่อช่วยเพิ่มความยืดหยุ่นและประสิทธิภาพในการบริหารจัดการระบบไฟฟ้าของประเทศให้สามารถรองรับการเปลี่ยนผ่านด้านพลังงานไปสู่เป้าหมายความเป็นกลางทางคาร์บอนในอนาคต

1.2.3 เพื่อศึกษาโอกาสและความเป็นไปได้ในการส่งเสริมรูปแบบธุรกิจการลงทุนและการจัดหา BESS ในระดับผู้ใช้ไฟฟ้า (End User หรือ Behind the Meter) มาใช้งานเป็นแหล่งพลังงานแบบกระจายศูนย์ร่วมกับระบบไฟฟ้าหลักในอนาคต

1.3 ขอบเขตและแผนการดำเนินงาน

ที่ปรึกษาได้จัดทำขอบเขตและแผนการดำเนินโครงการระยะเวลา 9 เดือน โดยมีรายละเอียดสรุปได้ดังนี้

ตารางที่ EX-1: แผนการดำเนินโครงการ

ที่	กิจกรรม	หัวข้อตาม TOR	เดือน								
			1	2	3	4	5	6	7	8	9
1)	ศึกษาและรวบรวมข้อมูลรูปแบบการประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยี BESS เป็นผลิตภัณฑ์ในระบบไฟฟ้าที่มีความเหมาะสม ร่วมกับระบบโครงข่ายไฟฟ้าของทั้งในประเทศและต่างประเทศ	ข้อ 4.1									
2)	ศึกษาและรวบรวมข้อมูลนโยบายหรือแนวทางการส่งเสริมการนำ BESS มาใช้งานหรือให้บริการในโครงข่ายไฟฟ้าในต่างประเทศ	ข้อ 4.2									
3)	ศึกษารูปแบบตลาดหรือรูปแบบธุรกิจในการลงทุนและการจัดหา BESS ในระดับ Grid Scale มาใช้งานเป็นแหล่งทรัพยากรในระบบไฟฟ้าในต่างประเทศ	ข้อ 4.3									
4)	วิเคราะห์แนวทางการส่งเสริมรูปแบบธุรกิจการลงทุนและการจัดหา BESS ในระดับ Grid Scale ที่เหมาะสมกับบริบทของประเทศไทย มาใช้งานเป็นแหล่งทรัพยากรในระบบไฟฟ้าให้เป็นไปตามเป้าหมายของแผน PDP	ข้อ 4.4									
5)	จัดทำข้อเสนอแนะเชิงนโยบายการส่งเสริมรูปแบบธุรกิจที่เหมาะสมในการลงทุนและการจัดหา BESS ในระดับ Grid Scale มาใช้งานเป็นแหล่งทรัพยากรในระบบไฟฟ้าให้เป็นไปตามเป้าหมายของแผน PDP เพื่อช่วยเพิ่มความยืดหยุ่นและประสิทธิภาพในการบริหารจัดการระบบไฟฟ้าของประเทศ	ข้อ 4.5									
6)	รวบรวมข้อมูลรูปแบบธุรกิจการลงทุนหรือการจัดหา BESS ในระดับผู้ใช้ไฟฟ้า (End User หรือ Behind the Meter) มาใช้งานเป็นแหล่งทรัพยากรในระบบไฟฟ้า	ข้อ 4.6									
7)	วิเคราะห์โอกาสและความเป็นไปได้ พร้อมทั้งจัดทำข้อเสนอแนะเชิงนโยบายการส่งเสริมรูปแบบธุรกิจการลงทุนและการจัดหา BESS ในระดับ End User หรือ Behind the Meter มาใช้งานเป็นแหล่งพลังงานแบบกระจายศูนย์ร่วมกับระบบไฟฟ้าหลักในอนาคต	ข้อ 4.7									
8)	จัดสัมมนารับฟังความคิดเห็นและรายงานผลการดำเนินงาน จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ครั้ง โดยมีผู้เข้าร่วมรวมไม่น้อยกว่า 70 ท่าน ณ สถานที่เอกชน	ข้อ 4.8									
9)	สนับสนุน สนพ. ดำเนินงานในส่วนที่เกี่ยวข้องกับโครงการฯ	ข้อ 4.9									
10)	จัดประชุม/หารือ/เข้าพบ เพื่อรวบรวมข้อมูล ความคิดเห็น และข้อเสนอแนะจากผู้ที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินโครงการ จำนวนไม่น้อยกว่า 3 ครั้ง ในรูปแบบออนไลน์ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ หรือสถานที่ของ สนพ. หรือสถานที่ของหน่วยงานหรือผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง	ข้อเสนอเพิ่มเติม									

ที่	กิจกรรม	หัวข้อตาม TOR	เดือน								
			1	2	3	4	5	6	7	8	9
11)	จัดทำข้อมูล/ข่าวสาร รูปแบบกราฟิกขนาด A5 จำนวนไม่น้อยกว่า 4 ชิ้น เพื่อประชาสัมพันธ์และเผยแพร่ผ่านสื่อสังคมออนไลน์	ข้อเสนอเพิ่มเติม									
	การส่งมอบรายงาน										
1)	รายงานสรุปแนวทางการศึกษาเบื้องต้น (Inception Report)										
2)	รายงานผลการดำเนินงานฉบับที่ 1 (Progress Report 1)										
3)	รายงานผลการดำเนินงานฉบับที่ 2 (Progress Report 2)										
4)	รายงานฉบับสมบูรณ์ (Final Report)										

2. รูปแบบการประยุกต์ใช้งาน BESS เป็นผลิตภัณฑ์ในระบบไฟฟ้าและรูปแบบตลาด รูปแบบธุรกิจในการลงทุนและการจัดหา BESS ในระดับ Grid Scale มาใช้งานเป็นแหล่งทรัพยากรในระบบไฟฟ้า (สอดคล้องกับ TOR 4.1 และ 4.3)

ที่ปรึกษาได้ดำเนินการศึกษาและรวบรวมข้อมูลรูปแบบการประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยี BESS เป็นผลิตภัณฑ์ในระบบไฟฟ้า (สอดคล้องกับ TOR 4.1) รวมถึงศึกษาและรวบรวมรูปแบบตลาดหรือรูปแบบธุรกิจในการลงทุนและการจัดหา BESS ในระดับ Grid Scale มาใช้งานเป็นแหล่งทรัพยากรในระบบไฟฟ้าในต่างประเทศ (สอดคล้องกับ TOR ข้อ 4.3) โดยมีรายละเอียดของการศึกษาที่เกี่ยวข้องดังนี้

2.1 ศึกษาและรวบรวมรูปแบบการประยุกต์ใช้งาน BESS ในระบบไฟฟ้าร่วมกับระบบโครงข่ายไฟฟ้า (สอดคล้องกับ TOR ข้อ 4.1)

จากรายงานของ Kearney Energy Transition Institute[1] และ Handbook on Battery Energy Storage System ซึ่งคู่มือระบบแบตเตอรี่กักเก็บพลังงานไฟฟ้าของธนาคารพัฒนาเอเชีย (Asian Development Bank, ADB) ได้มีการสรุปรูปแบบการใช้งาน BESS ในระบบไฟฟ้าโดยอ้างอิงกรอบจากรายงาน The Electricity Storage Handbook[2] ที่จัดทำภายใต้ความร่วมมือของกระทรวงพลังงานของประเทศสหรัฐอเมริกา (DOE)[3], สถาบันวิจัยพลังงานไฟฟ้า (ERPI)[4] และสมาคมความร่วมมือการไฟฟ้าชนบทแห่งชาติ (NRECA)[5] เพื่อใช้เป็นแนวทางสำหรับผู้ปฏิบัติงาน (Operator), หน่วยงานการไฟฟ้า (Utility) รวมถึงภาคนโยบาย (Policy Maker) ในการดำเนินโครงการด้านระบบกักเก็บพลังงานร่วมกับระบบไฟฟ้าสมัยใหม่ควบคู่ไปกับการจัดเตรียมข้อมูลอันเป็นประโยชน์ต่อทั้งนักลงทุนและผู้ประกอบการในแง่ของการศึกษาและทำความเข้าใจรายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับระบบกักเก็บพลังงานในมิติที่สำคัญเพื่อใช้ประเมินโอกาสและความเป็นไปได้ในการลงทุน โดยในภาพรวมสามารถจัดแบ่งรูปแบบการใช้งานระบบแบตเตอรี่กักเก็บพลังงาน (BESS) ตามลักษณะการให้บริการ (Services) ออกเป็น 4 กลุ่มภายใต้ระบบไฟฟ้าทั้ง 2 ระดับดังแสดงตามรูป EX-1

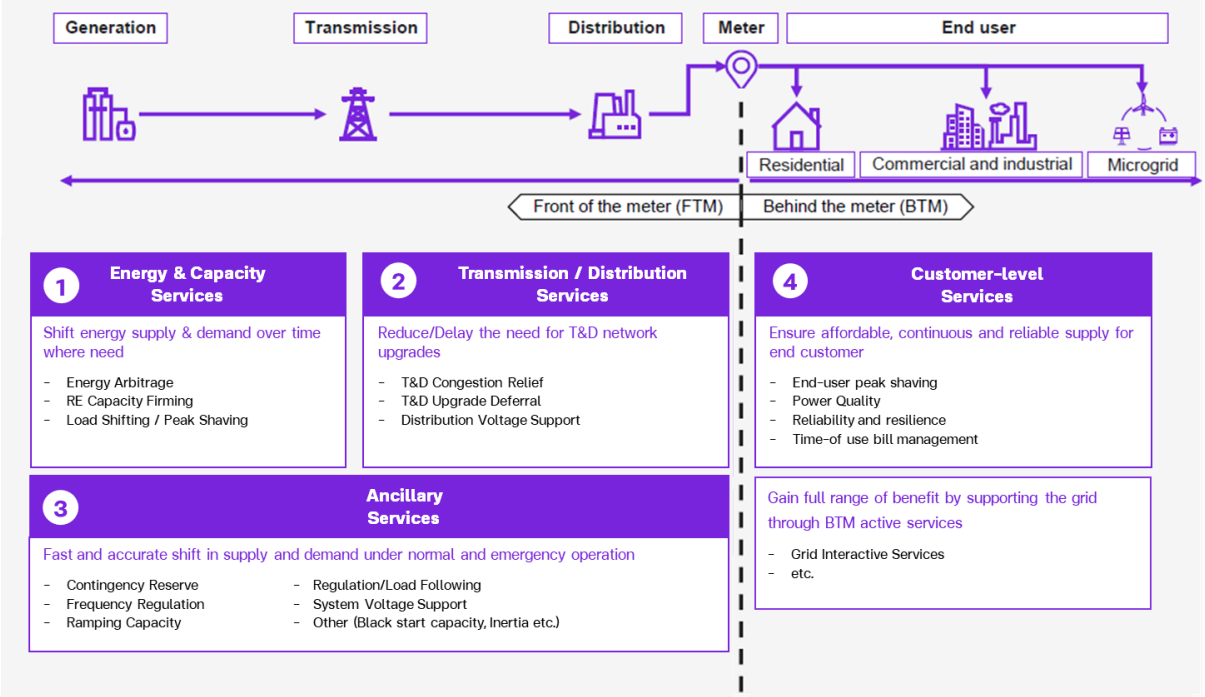
[1] Kearney Energy Transition Institute, Energy Stroage: A booming sector of technology, 2024

[2] DOE/ERRI, Electricity Stroage Handbook in Collaboration with NRECA, 2016

[3] Department of Energy (DOE)

[4] Electric Power Research Institute (EPRI)

[5] National Rural Electric Cooperative Association (NRECA)



รูป EX-1 รูปแบบการให้บริการของระบบแบตเตอรี่กักเก็บพลังงานไฟฟ้า (BESS), Kearney (2023)

จากรูปแบบการใช้งานระบบแบตเตอรี่กักเก็บพลังงาน (BESS) ร่วมกับระบบผลิต (G) ระบบส่ง (T) ระบบจำหน่าย (D) และระดับผู้ใช้ไฟฟ้า (Customer-Level) ตามที่กล่าวไปข้างต้น **ที่ปรึกษาจึงสามารถจัดแบ่งรูปแบบการใช้งาน BESS เพื่อให้สอดคล้องกับตลาดและการให้บริการในระบบไฟฟ้า (Services) ออกเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้**

1) **การใช้งาน BESS เพื่อให้บริการในตลาดพลังงานและกำลังไฟฟ้า (Energy & Capacity Services)**
2) **การใช้งาน BESS เพื่อให้บริการในตลาดระบบส่งและจำหน่ายไฟฟ้า (Transmission & Distribution Services)**
3) **การใช้งาน BESS เพื่อให้บริการในตลาดบริการเสริมความมั่นคงในระบบไฟฟ้า (Ancillary Services)**
4) **การใช้งาน BESS ในระดับ End-User เพื่อรองรับการใช้งานของผู้ใช้ไฟฟ้าและให้บริการแก่ระบบไฟฟ้าในรูปแบบที่เหมาะสม (BTM Services)**

โดยการให้บริการ (Services) ทั้ง 4 กลุ่มมีการกระจายตัวอยู่ในระบบไฟฟ้า 2 ระดับ คือ 1) ระดับ Grid Scale และ 2) ระดับ Behind the Meter (BTM) ซึ่งโดยรวมมีรูปแบบการประยุกต์ใช้ (Application) ที่เกี่ยวข้องสรุปได้ดังตารางที่ EX-2

ตารางที่ EX-2: การจัดแบ่งรูปแบบการใช้งาน BESS ในระดับต่าง ๆ

ระดับ	บริการ (Services)	รูปแบบการใช้งาน (Application)	จุดประสงค์ในการใช้งาน (Use Case)
Grid-Scale	Energy & Capacity Services	Energy Arbitrage	กักเก็บไฟฟ้าเพื่อแสวงหาประโยชน์จากส่วนต่างราคาพลังงาน
		Load Shifting/Peak Shaving	เลื่อนการใช้ไฟฟ้าและกักเก็บพลังงานไว้เพื่อช่วยลดความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุด (Peak Demand) ซึ่งสามารถช่วยลดความจำเป็นในการก่อสร้างโรงไฟฟ้าแห่งใหม่หรือเดินเครื่องโรงไฟฟ้าที่มีต้นทุนสูง
		RE Capacity Firming	ลดความผันผวนและรักษาความต่อเนื่องของการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน
	T&D Services	T&D Congestion Relief	ลดความแออัดและเพิ่มขีดความสามารถในการใช้งานระบบส่งและระบบจำหน่ายที่มีอยู่อย่างเต็มประสิทธิภาพ
		T&D Upgrade Deferral	ลดความจำเป็นในการลงทุนก่อสร้าง/ขยายศักยภาพโครงสร้างพื้นฐานระบบส่งและระบบจำหน่ายเพื่อรองรับการเติบของความต้องการใช้ไฟฟ้า (Gemand Growth)
		Distribution Voltage Support	แก้ปัญหาแรงดันเบี่ยงเบนในระบบจำหน่าย (โดยบริหารจัดการรีแอคแตนซ์ในระบบจำหน่าย)
	Ancillary Services	Contingency Reserve	ทำหน้าที่เป็นกำลังไฟฟ้าสำรองฉุกเฉินในกรณีที่กำลังผลิตไฟฟ้าหลักสูญเสียกำลังหรือหลุดการเชื่อมต่อออกจากระบบซึ่งครอบคลุมทั้งในส่วนของ Spinnig/Non-Spinning Reserve
		Frequency-responsive Reserve	ทำหน้าเป็นกำลังไฟฟ้าสำรองสำหรับรักษาระดับความถี่ภายใต้สถานการณ์ที่ต้องการความเร็วในการตอบสนองสูงมาก (Fast-acting Response) ตั้งแต่ในระดับต่ำกว่าวินาที – นาที เพื่อปรับความถี่ให้กลับมาอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน รวมถึงในบางกรณีอาจมีการบริหารจัดการควบคู่กับไปกับบริการด้านแรงเฉื่อย (Inertia) หรือบริการรักษาความแข็งแกร่งให้แก่ระบบไฟฟ้า (System Strength) เพื่อช่วยประคองระดับความถี่ไม่ให้เปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลัน
		Ramping Reserve	เป็นกำลังไฟฟ้าสำรองสำหรับรองรับการเปลี่ยนแปลงกำลังผลิตไฟฟ้า/ความต้องการใช้ไฟฟ้าอย่างฉับพลัน อาทิ ในช่วงเย็นที่ไม่สามารถพึ่งพาพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นต้น ซึ่งระบบไฟฟ้าต้องการทรัพยากรที่มีอัตราการเพิ่มกำลังผลิตไฟฟ้าได้อย่างรวดเร็ว (High Ramp Rate)

ระดับ	บริการ (Services)	รูปแบบการใช้งาน (Application)	จุดประสงค์ในการใช้งาน (Use Case)
		Regulation Reserve	ปรับปรุงสมดุลระหว่างกำลังผลิตไฟฟ้าและความต้องการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลาต่าง ๆ เพื่อรักษาระดับความถี่ให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน
		Voltage Support	การควบคุมแรงดันไฟฟ้าให้อยู่ในค่ามาตรฐาน โดยมุ่งเน้นไปที่การบริหารจัดการรีแอคแตนซ์ (Reactance) ในระบบไฟฟ้า
		รูปแบบอื่น ๆ (Other)	อาทิ Blackstart Capacity รองรับการเดินเครื่องผลิตไฟฟ้าด้วยตนเองเพื่อเรียกคืนระบบไฟฟ้าภายหลังจากปิดซ่อมบำรุงโรงไฟฟ้า/ระบบไฟฟ้า หรือเมื่อเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับ (Outage) /เกิดความผิดปกติในระบบไฟฟ้าเป็นวงกว้าง เป็นต้น
Behind The Meter (BTM)	Passive Services	End-user Peak Shaving	ลดความต้องการไฟฟ้าสูงสุดเพื่อหลีกเลี่ยงค่าความต้องการไฟฟ้า (Demand Charge)
		Energy Bill Management	บริหารจัดการค่าใช้จ่ายไฟฟ้าให้สอดคล้องกับอัตราค่าไฟฟ้าในระดับค้าปลีก (Retail) อาทิ TOU เป็นต้น
		Power Quality	รักษาระดับคุณภาพไฟฟ้า ทั้งในแง่ - ความผันผวนของแรงดันไฟฟ้า - ความผันผวนของความถี่ไฟฟ้า - ปัญหาค่าตัวประกอบกำลัง (Power factor) - ปัญหาสัญญานรบกวนในระบบไฟฟ้า (ฮาร์มอนิก, Harmonic) - ปัญหาไฟตก/กระชาก
		Reliable & Resilence	รักษาระดับความเชื่อถือได้ของไฟฟ้าเพื่อคงความต่อเนื่องในการใช้ไฟฟ้าภายใต้เหตุการณ์ไฟฟ้าดับ รวมถึงช่วยให้การเชื่อมต่อไฟฟ้ากับโครงข่ายภายหลังเหตุการไฟฟ้าดับเป็นไปได้อย่างราบรื่น
	Active Services	Grid interactive Service	เพื่อสร้างผลตอบแทนให้แก่ผู้ใช้ไฟฟ้าเพิ่มเติม โดยการตอบสนองและให้บริการแก่ระบบไฟฟ้าในรูปแบบที่เหมาะสม ซึ่งในปัจจุบันมักมีการดำเนินการผ่านกลไกโรงไฟฟ้าเสมือน (VPPs) ซึ่งแบตเตอรี่กักเก็บพลังงานถือเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่สำคัญ

2.2 ศึกษาและรวบรวมรูปแบบการประยุกต์ใช้งาน BESS ในระบบไฟฟ้าร่วมกับระบบโครงข่ายไฟฟ้า (สอดคล้องกับ TOR ข้อ 4.1)

2.2.1 รูปแบบตลาดและโครงสร้างกิจการพลังงานไฟฟ้า

ระบบแบตเตอรี่กักเก็บพลังงาน (BESS) ในระดับ Grid Scale นั้นจะถูกใช้งานเป็นแหล่งทรัพยากรในระบบไฟฟ้าโดยจะมีการจำหน่ายหรือให้บริการในโครงข่ายไฟฟ้า ทั้งนี้ โครงสร้างกิจการพลังงานไฟฟ้าในแต่ละประเทศหรือแต่ละตลาดที่มีความแตกต่างกันจะส่งผลให้รูปแบบธุรกิจ (Business Model) และแนวทางการลงทุน BESS มีความหลากหลายและแตกต่างกันขึ้นอยู่กับระดับของการเปิดเสรีของตลาดไฟฟ้า บทบาทของภาครัฐและเอกชน รวมถึงกลไกการกำกับดูแลทางด้านเศรษฐศาสตร์และนโยบายภาครัฐ ด้วยเหตุนี้ รูปแบบธุรกิจของ BESS สามารถจำแนกได้ตามรูปแบบโครงสร้างกิจการไฟฟ้า โดยหลัก ๆ แบ่งออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

1) การรวมศูนย์แบบผูกขาด (Vertically Integrated Monopoly)

โครงสร้างแบบนี้จะเป็นระบบผูกขาดโดยที่การไฟฟ้าจะเป็นหน่วยงานที่ได้รับมอบหมายจากภาครัฐที่จะมีหน้าที่ในการลงทุน ควบคุม และจัดการทั้งระบบผลิตไฟฟ้า ระบบส่งไฟฟ้า และระบบจำหน่ายไฟฟ้าตามโครงสร้างกิจการไฟฟ้า ซึ่งโครงสร้างเป็นโครงสร้างในอดีตและไม่ค่อยพบแล้วในปัจจุบัน โดยภายใต้โครงสร้างรูปแบบนี้หน่วยงานที่ได้รับมอบหมายจากรัฐบาลจะเป็นผู้ลงทุนในอุปกรณ์ทุกอย่างในระบบไฟฟ้าทั้งหมด (Public Sector Direct Investment) รวมถึง BESS ด้วย เนื่องจากการไฟฟ้าจะเป็นเจ้าของสินทรัพย์ทั้งหมดที่อยู่ในระบบไฟฟ้า รูปแบบนี้จึงจะไม่มีสัญญาซื้อขายไฟฟ้า ไม่มีการประมูลรับซื้อไฟฟ้าและไม่มีตลาดซื้อขายไฟฟ้าแสดงตัวอย่างดังรูป EX-2

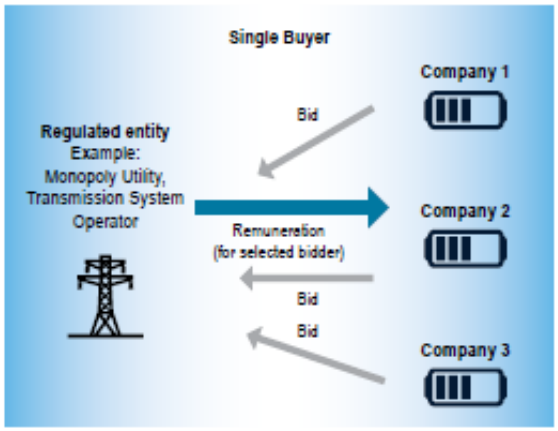
รูป EX-2 โครงสร้างกิจการพลังงานรูปแบบการรวมศูนย์แบบผูกขาด, World Bank Group[6]

2) ตลาดแบบที่มีผู้ซื้อรายเดียว (Single-Buyer Market Model)

โครงสร้างแบบนี้จะมีการแข่งขันในการผลิตไฟฟ้าและจัดหาไฟฟ้า โดยจะมีหน่วยงานที่ได้รับมอบหมายจากภาครัฐเป็นผู้มีหน้าที่ในการจัดหาไฟฟ้ารวมถึง BESS แต่เพียงผู้เดียวซึ่งในการจัดหาในโครงสร้างกิจการรูปแบบนี้นั้นรูปแบบธุรกิจอาจเป็นได้ทั้งกรณีที่ภาครัฐเป็นผู้ลงทุนใน BESS โดยตรงหรือเปิดรับซื้อไฟฟ้าจากเอกชนที่ต้องการลงทุนใน BESS เพื่อให้เกิดการแข่งขันขึ้น ซึ่งผู้ที่ได้รับเลือกจะมีการทำสัญญาระยะยาวกับภาครัฐเพื่อจะเป็นผู้ลงทุนและดำเนินการภายใต้กรอบระยะเวลาของสัญญาราคารับซื้อและเงื่อนไขของสัญญาซึ่งจะเป็นไปตามที่ภาครัฐกำหนด โดยภายใต้รูปแบบนี้ภาครัฐยังจะมีสิทธิ์ในการสั่งการเดินเครื่อง

[6] World Bank Group, Deploying Storage for Power Systems in Developing Countries: Policy and Regulatory Considerations, 2020

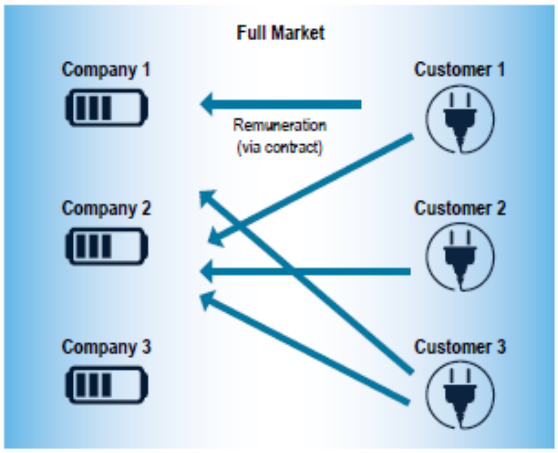
โรงไฟฟ้าและ BESS ตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ในสัญญา นอกจากนี้ภายใต้โครงสร้างกิจการรูปแบบนี้ในบางประเทศอาจเป็นรูปแบบตลาดไฟฟ้าได้เช่นกัน แสดงตัวอย่างโครงสร้างกิจการรูปแบบนี้ดังรูป EX-3



รูป EX-3 โครงสร้างกิจการแบบที่มีผู้ซื้อรายเดียว, World Bank Group[7]

3) ตลาดเสรี (Competitive Market Model)

โครงสร้างนี้จะเป็นโครงสร้างที่เปิดให้มีการแข่งขันทั้งผู้ซื้อไฟฟ้าและผู้ผลิตไฟฟ้า โดยผู้ผลิตไฟฟ้าสามารถขายไฟฟ้าหรือบริการจาก BESS โดยตรงให้กับตลาดไฟฟ้าหรือทำสัญญาซื้อขายไฟฟ้าทวิภาคี (Bilateral Contracts) กับผู้ใช้ไฟฟ้า โดยจะมีหน่วยงานที่ได้รับมอบหมายจากภาครัฐให้เป็นผู้ควบคุมและดูแลตลาดไฟฟ้าในภาพรวม โครงสร้างกิจการรูปแบบนี้เอกชนผู้ลงทุนใน BESS จะสามารถหารายได้จากหลายช่องทาง อาทิ ซื้อขายพลังงานในตลาดสปอต (Spot Market), การให้บริการควบคุมความถี่ (Frequency Regulation), และการทำกำไรจากราคาพลังงานที่เปลี่ยนแปลงในช่วงเวลา (Energy Arbitrage) เป็นต้น โครงสร้างกิจการรูปแบบนี้นั้นจะส่งเสริมให้เกิดการแข่งขันทำให้ต้นทุนในการผลิตไฟฟ้าหรือบริการจาก BESS ลดลง แสดงตัวอย่างดังรูป EX-4



รูป EX-4 โครงสร้างกิจการแบบตลาดเสรี, World Bank Group

[7] World Bank Group, Deploying Storage for Power Systems in Developing Countries: Policy and Regulatory Considerations, 2020

4) ตลาดผสมผสาน (Hybrid-Market Model)

โครงสร้างนี้จะเป็นรูปแบบที่ผสานระหว่างตลาดแบบที่มีผู้ซื้อรายเดียวและตลาดเสรี โดยบางส่วนของตลาดยังคงมีการกำกับดูแลจากภาครัฐ ขณะที่บางส่วนเปิดให้มีการแข่งขัน อาทิเช่น การผลิตไฟฟ้า (Generation) ที่จะมีเปิดให้มีการแข่งขันโดยสมบูรณ์ระหว่างโรงไฟฟ้าเอกชนและโรงไฟฟ้าของรัฐ ขณะที่การส่งไฟฟ้า (Transmission) และการจำหน่ายไฟฟ้า (Distribution) ยังคงอยู่ภายใต้การควบคุมของภาครัฐ โดยภายใต้รูปแบบนี้อาจจะมีการจัดหา BESS ทั้งในรูปแบบสัญญาระยะยาวและการจัดหาธุรกิจในตลาดซื้อขายไฟฟ้าควบคู่กันไปขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์การใช้งาน

2.2.2 รูปแบบตลาดและโครงสร้างกิจการพลังงานไฟฟ้า

สำหรับรูปแบบธุรกิจของ BESS ในระดับ Grid Scale สามารถจำแนกได้ตามลักษณะของการลงทุนและรายได้ของธุรกิจ (Revenue Streams) ซึ่งจะแตกต่างกันไปตามระดับการเปิดเสรีของตลาดไฟฟ้า โครงสร้างของภาคพลังงานและกลไกการกำกับดูแลของภาครัฐในแต่ละประเทศ โดยรูปแบบธุรกิจของ BESS สามารถจำแนกออกเป็น 3 ประเภทหลัก ได้แก่

- **รูปแบบภาครัฐลงทุนโดยตรง (Public Sector Direct Investment)**

รูปแบบนี้เป็นลักษณะของระบบผูกขาดที่ภาครัฐเป็นผู้รับผิดชอบการลงทุนทั้งหมดในการจัดหาและดำเนินงานระบบ BESS โดยหน่วยงานภาครัฐจะเป็นเจ้าของกรรมสิทธิ์ของสินทรัพย์ทั้งหมดในระบบไฟฟ้า รวมถึงระบบ BESS ทำให้สามารถควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ได้อย่างสมบูรณ์ ทั้งนี้ ต้นทุนการลงทุน การดำเนินงาน และค่าบำรุงรักษาของ BESS จะถูกสะท้อนไปยังค่าไฟฟ้าที่เรียกเก็บจากผู้ใช้ไฟฟ้าทั่วไป ข้อดีของรูปแบบนี้คือ ความสามารถในการบริหารจัดการ BESS อย่างเป็นระบบ มีความมั่นคงและความยืดหยุ่นสูง เนื่องจากการดำเนินงานทั้งหมดอยู่ภายใต้การควบคุมของรัฐโดยตรง อย่างไรก็ตาม ข้อเสียสำคัญคือ ภาครัฐต้องแบกรับภาระการลงทุนสูงและมีข้อจำกัดในการเข้าถึงแหล่งเงินทุนและเทคโนโลยีจากภาคเอกชน

- **รูปแบบธุรกิจสัญญาระยะยาว (Contracted Revenue Model)**

รูปแบบธุรกิจนี้เป็นรูปแบบที่ช่วยเสริมสร้างความมั่นคงให้แก่เอกชนผู้ลงทุนในโครงการ BESS โดยให้เอกชนได้รับรายได้จากสัญญาหรือข้อตกลงทางกฎหมายระยะยาว ซึ่งอาจอยู่ในรูปแบบของสัญญาเชิงพาณิชย์ระหว่างผู้ลงทุนกับหน่วยงานรัฐหรือผู้ซื้อไฟฟ้า (Offtaker) ลักษณะสำคัญของรูปแบบธุรกิจประเภทนี้คือ การกำหนดเงื่อนไขที่แน่ชัดเกี่ยวกับกรรมสิทธิ์ความเป็นเจ้าของ หน้าที่ในการดูแลบำรุงรักษา สิทธิ์ในการควบคุมและสั่งการ BESS รวมถึงภาระค่าใช้จ่ายด้านพลังงานในการทำงานของระบบ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับข้อตกลงระหว่างคู่สัญญาและเป้าหมายของการใช้งาน BESS ในระบบไฟฟ้า ซึ่งโดยทั่วไปสามารถแบ่งรูปแบบธุรกิจสัญญาระยะยาวออกเป็นหลายลักษณะ ได้แก่

  - รูปแบบสัญญาเช่าใช้ (Tolling Agreement)
  - รูปแบบสัญญาให้บริการ (Service Agreement)
  - รูปแบบสัญญาตามกำลังไฟฟ้า (Capacity-based Agreement)
  - รูปแบบสัญญาตามกำลังไฟฟ้าและพลังงานที่ผลิตได้ (Capacity Plus Energy Agreement)

- รูปแบบสัญญาซื้อขายไฟฟ้า (Power Purchase Agreement, PPA)

- **รูปแบบธุรกิจในตลาดเสรี (Merchant Revenue Model)**

รูปแบบธุรกิจนี้ ผู้ลงทุนจะได้รับรายได้จากการเข้าร่วมในตลาดพลังงานไฟฟ้า (Energy Market) ซึ่งอาจมีได้หลากหลายรูปแบบ เช่น ตลาดพลังงานล่วงหน้า (Future Market) หรือ ตลาดบริการเพื่อเสริมความมั่นคงในระบบไฟฟ้า (Ancillary Services) เป็นต้น โดยผู้ลงทุนหรือผู้ให้บริการ BESS จะเสนอขายปริมาณพลังงาน และราคาที่ต้องการขายไฟฟ้าในแต่ละช่วงเวลาของวัน และผู้ใช้ไฟฟ้าจะเสนอปริมาณพลังงานไฟฟ้าและราคาไฟฟ้าที่ต้องการซื้อในช่วงเวลาที่ต้องการ ซึ่งระบบซื้อขายของตลาดไฟฟ้าจะทำการจับคู่ (Matching) ข้อเสนอของทั้งสองฝั่ง ทั้งนี้ ภายใต้รูปแบบนี้จะมีหน่วยงานที่ได้รับมอบหมายจากภาครัฐให้เป็นผู้ควบคุมและดูแลระบบไฟฟ้าและตลาดไฟฟ้า รวมถึงผู้ให้บริการและผู้ที่ต้องการใช้บริการ BESS จะอยู่ในตลาดและมีการแข่งขันด้านราคา ซึ่งจะมีความผันผวนขึ้นอยู่กับความต้องการและปริมาณในตลาด โดยรูปแบบธุรกิจประเภทนี้อาจมีได้หลายลักษณะตามประเภทของตลาด

ทั้งนี้ รูปแบบธุรกิจทั้ง 3 ประเภทนี้มีข้อดีและข้อเสียที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับเป้าหมายของโครงการ แหล่งที่มาของเงินทุนและโครงสร้างตลาดไฟฟ้าในแต่ละประเทศ การเลือกใช้รูปแบบธุรกิจที่เหมาะสมจึงเป็นปัจจัยสำคัญที่จะช่วยให้โครงการ BESS สามารถพัฒนาได้อย่างยั่งยืน โดยในหัวข้อนี้ที่ปรึกษาได้ทำการอธิบายรายละเอียดของแต่ละรูปแบบธุรกิจ รวมถึงข้อได้เปรียบและข้อจำกัดของแต่ละรูป เพื่อใช้เป็นแนวทางในการกำหนดกลยุทธ์ด้านการลงทุนและการพัฒนานโยบายสนับสนุนการลงทุนใน BESS อย่างเหมาะสม โดยจะแบ่งมุมมองการพิจารณาออกเป็น 6 ด้าน อันได้แก่ 1) กรรมสิทธิ์ความเป็นเจ้าของ 2) หน้าที่การดูแลและบำรุงรักษา 3) หน้าที่ในการควบคุมอุปกรณ์ 4) สิทธิ์การสั่งการ 5) ความรับผิดชอบต่อค่าไฟฟ้าเพื่อการทำงานของ BESS และ 6) ลักษณะรายได้ โดยการเปรียบเทียบความแตกต่างของรูปแบบธุรกิจแต่ละประเภทสามารถสรุปได้ดังตารางที่ EX-3 ซึ่งจะสรุปถึงความแตกต่างในแต่ละด้านเพื่อเป็นแนวทางในการพิจารณาความเหมาะสมของโมเดลธุรกิจสำหรับ BESS ในบริบทของประเทศไทยต่อไป

ตารางที่ EX-3: การเปรียบเทียบรูปแบบธุรกิจและการลงทุนในการจัดหา BESS ในระดับ Grid Scale

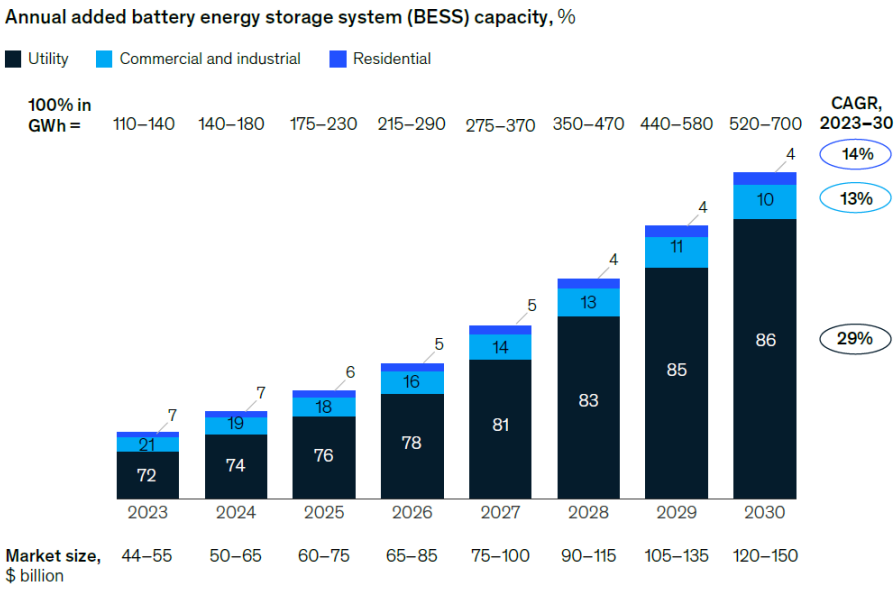
รูปแบบธุรกิจ		กรรมสิทธิ์ความเป็นเจ้าของ	การดูแลและบำรุงรักษา	การควบคุมอุปกรณ์	สิทธิ์ในการสั่งการ	ต้นทุนในการอัดประจุ	ลักษณะรายได้
ภาครัฐลงทุนโดยตรง		**การไฟฟ้า** มีกรรมสิทธิ์ความเป็นเจ้าของ	**การไฟฟ้า** มีหน้าที่ดูแลและบำรุงรักษา	**การไฟฟ้า** มีหน้าที่ในการควบคุมอุปกรณ์ทั้งหมด	**การไฟฟ้า**มีอำนาจสั่งการใช้งานเต็มรูปแบบ	**การไฟฟ้า** เป็นผู้รับผิดชอบต้นทุนในการอัดประจุไฟฟ้า	เอกชนไม่มีรายได้โดยตรง เงินลงทุนของการไฟฟ้าสะท้อนผ่านค่าไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้า
สัญญาระยะยาว	**สัญญาเช่าใช้**	**เอกชน** มีกรรมสิทธิ์ความเป็นเจ้าของ	**เอกชน** มีหน้าที่ดูแลและบำรุงรักษา		**การไฟฟ้า**มีอำนาจสั่งการใช้งานเต็มรูปแบบตลอดระยะเวลาสัญญา		เอกชนได้รับรายได้ในอัตราค่าเช่าคงที่ตลอดระยะเวลาสัญญาอัตราขึ้นกับขนาดความจุของ BESS
	สัญญาให้บริการ			**เอกชน** มีหน้าที่ในการควบคุมอุปกรณ์ <u>แต่ดำเนินการตามความต้องการของการไฟฟ้า</u>	**การไฟฟ้า**มีอำนาจร้องขอการให้บริการจากเอกชน	**เอกชน** เป็นผู้รับผิดชอบต้นทุนในการอัดประจุไฟฟ้า	เอกชนได้รับรายได้ตามค่าบริการที่ใช้งานจริง
	สัญญาตามกำลังไฟฟ้า			**เอกชน** มีหน้าที่ในการควบคุมอุปกรณ์ <u>แต่ต้องรับประกันความพร้อมใช้งาน</u>	**การไฟฟ้า**มีสิทธิ์สั่งการเพื่อเข้าถึงกำลังไฟฟ้าที่พร้อมใช้งาน		เอกชนได้รับรายได้คงที่เป็นค่าความพร้อมใช้อัตราขึ้นกับกำลังไฟฟ้าที่พร้อมให้บริการ
	สัญญาตามกำลังไฟฟ้าและพลังงานที่ผลิตได้			**เอกชน** มีหน้าที่ในการควบคุมอุปกรณ์ <u>แต่ดำเนินการตามความต้องการของการไฟฟ้า</u>	**การไฟฟ้า**มีสิทธิ์สั่งการเพื่อเข้าถึงกำลังไฟฟ้าที่พร้อมใช้งาน		เอกชนได้รับรายได้คงที่จากค่าความพร้อมใช้และรายได้ผันแปรจากพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จริง
	สัญญาซื้อขายไฟฟ้า			**เอกชน** มีหน้าที่ในการควบคุมอุปกรณ์ และ <u>จำหน่ายพลังงานไฟฟ้าตามสัญญา</u>	**การไฟฟ้า**ซื้อพลังงานไฟฟ้าตามสัญญา		เอกชนได้รับรายได้ตามปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้ ในอัตราค่าไฟฟ้าตามที่กำหนดในสัญญาซื้อขายไฟฟ้า
ตลาดเสรี				**เอกชน** มีหน้าที่ในการควบคุมอุปกรณ์ และ <u>จำหน่ายพลังงานไฟฟ้าตามกลไกตลาด</u>	**การไฟฟ้าไม่มีสิทธิ์สั่งการ** โดยการทำงานจะขึ้นอยู่กับกลไกตลาด		เอกชนได้รับรายได้ตามราคาพลังงานไฟฟ้าในตลาดไฟฟ้า

3. กรณีศึกษารูปแบบการประยุกต์ใช้งานและรูปแบบธุรกิจในการลงทุนจัดหา BESS มาใช้งานในระบบไฟฟ้าในต่างประเทศ (สอดคล้องกับ TOR 4.1 และ 4.3)

ที่ปรึกษาได้ดำเนินการศึกษาและรวบรวมกรณีศึกษารูปแบบการประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยี BESS เป็นผลิตภัณฑ์ในระบบไฟฟ้าในต่างประเทศ (สอดคล้องกับ TOR 4.1) รวมถึงศึกษาและรวบรวมกรณีศึกษารูปแบบธุรกิจในการลงทุนและการจัดหา BESS ในระดับ Grid Scale มาใช้งานเป็นแหล่งทรัพยากรในระบบไฟฟ้าในต่างประเทศ (สอดคล้องกับ TOR ข้อ 4.3) โดยมีรายละเอียดของการศึกษาที่เกี่ยวข้องดังนี้

3.1 ทิศทางการเติบโตของระบบแบตเตอรี่กักเก็บพลังงาน

จากรายงานการเติบโตของระบบแบตเตอรี่กักเก็บพลังงานของ McKinsey & Company พบว่ามีการกระจายตัว ในผู้ใช้งาน 3 กลุ่มหลัก ได้แก่ 1) ภาคหน่วยงานการไฟฟ้า (Utility) 2) ภาคอาคารและโรงงาน (C&I) และ 3) ภาคบ้านอยู่อาศัย (Residential) โดยรวมคาดว่าระหว่างปี 2023-2030 การติดตั้งใช้งานโดยหน่วยงานการไฟฟ้าหรือในระดับหน้ามิเตอร์ (Front-of-the-Meter, FTM) ซึ่งครอบคลุม BESS ขนาดใหญ่ที่มีความจุตั้งแต่ 10 เมกะวัตต์-ชั่วโมงขึ้นไปจะมีการเติบโตราวร้อยละ 29 ต่อปีส่งผลให้ในภาพรวมยังคงเป็นกลุ่มผู้ใช้งานที่ครองส่วนแบ่งในตลาดสูงสุดสุด ณ ปี 2030 หรือราว 450-620 กิกะวัตต์ชั่วโมง สำหรับการติดตั้งใช้งานโดยผู้ใช้ไฟฟ้าหรือในระดับหลังมิเตอร์ (Behind the Meter, BTM) ซึ่งมีขนาดตั้งแต่ไม่กี่กิโลวัตต์-ชั่วโมงไปจนถึง 10 เมกะวัตต์-ชั่วโมง โดยรวมคาดว่าระหว่างปี 2023-2030 จะมีการเติบโตไม่ต่ำกว่าร้อยละ 13 ต่อปีในภาคอาคารและโรงงาน (C&I) และร้อยละ14 ต่อปีในภาคบ้านอยู่อาศัย (Residential) ส่งผลให้เมื่อถึงปี 2030 มีความเป็นไปได้ที่ผู้ใช้งานทั้ง 2 กลุ่มจะมีการใช้งาน BESS รวมกันไม่ต่ำกว่า 70 กิกะวัตต์-ชั่วโมงดังแสดงในรูป EX-5

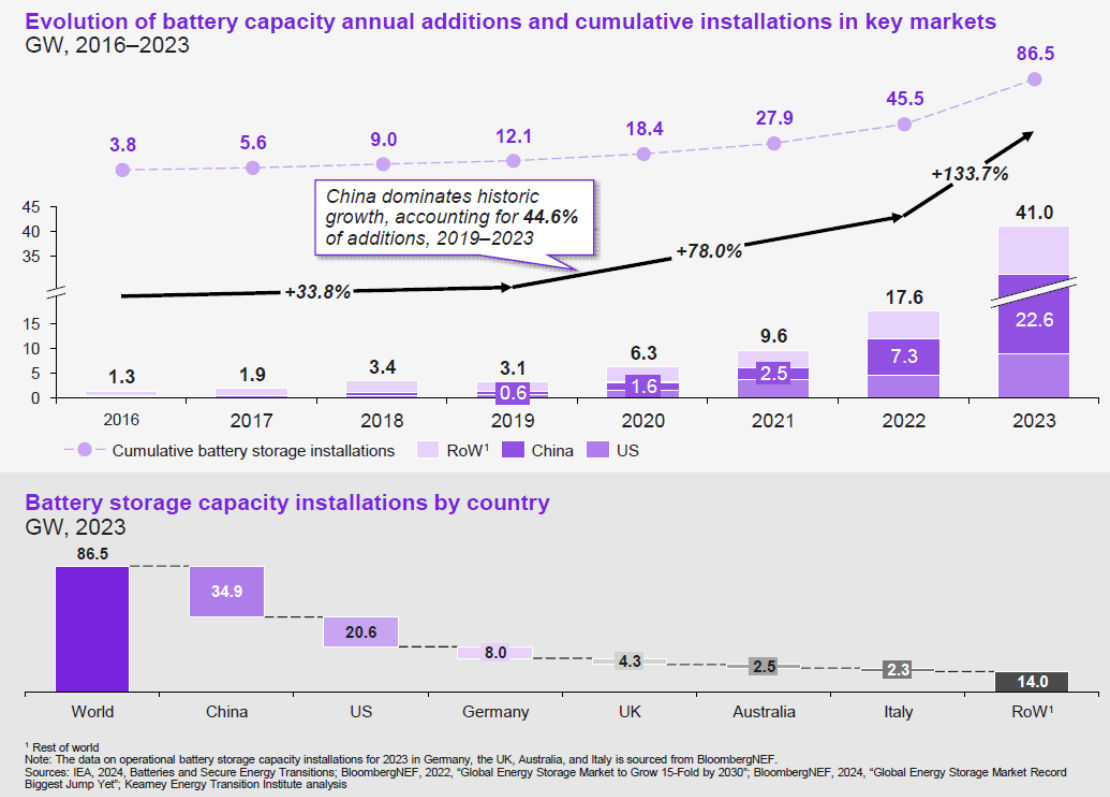


รูป EX-5 ภาพรวมการคาดการณ์การเติบโตของระบบแบตเตอรี่กักเก็บพลังงานในระดับต่าง ๆ ระหว่างปี 2023 – 2030, McKinsey Company[8]

[8] McKinsey&Company, Enabling renewable energy with battery energy storage systems, 2023

3.2 กรณีศึกษาที่น่าสนใจในต่างประเทศ

จากข้อมูลตามรายงานของ Kearney Energy Transition Institute[9] ยังพบว่าสัญญาการเติบโตเริ่มปรากฏภาพชัดในช่วงปี 2019 เป็นต้นมา กล่าวคือ ในช่วงเวลา 4 ปี (ระหว่าง 2019-2022) ทั่วโลกมีการติดตั้ง BESS เพิ่มเติมสูงขึ้นถึงร้อยละ 78 เมื่อเปรียบเทียบกับช่วงปี 2016-2018 ที่มีการขยายตัวราวร้อยละ 30 เท่านั้น ก่อนที่เพียง 1 ปีให้หลัง (หรือระหว่าง 2022-2023) จะเพิ่มขึ้นอย่างก้าวกระโดดกว่าร้อยละ 130 ดังแสดงในรูป EX-5 (บน) โดยประเทศที่มีปริมาณการติดตั้งสูงสุดซึ่งถือเป็นตลาดหลัก (Key Market) ของโลกสามารถแสดงได้ดังรูป EX-5 (ล่าง)

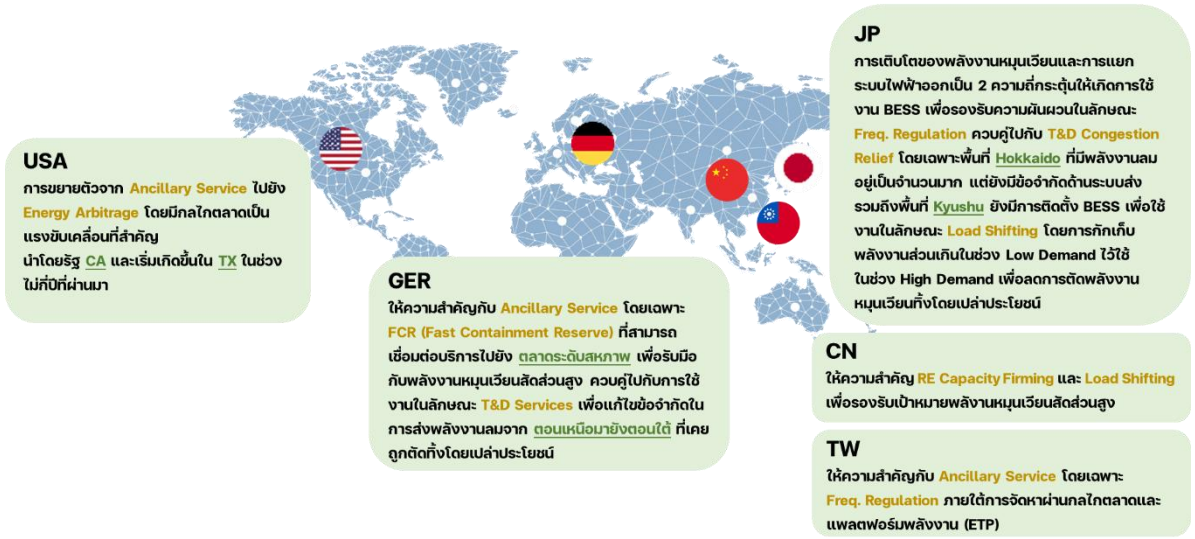


รูป EX-6 ภาพรวมการเติบโตของระบบแบตเตอรี่กักเก็บพลังงานทั่วโลก
ระหว่างปี 2016 – 2023, Kearney Energy Transition Institute

จากการสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมที่ปรึกษาพบว่า สหรัฐอเมริกาและเยอรมนีเป็นกลุ่มประเทศผู้นำที่มีโครงการพัฒนาด้านระบบแบตเตอรี่กักเก็บพลังงานขนาดใหญ่ (Big Battery) ที่มีการเปิดเผยข้อมูลอันเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาอย่างสาธารณะอยู่เป็นจำนวนมาก โดยในปัจจุบันกลไกตลาดได้นำพาให้ประเทศดังกล่าวเกิดการขยายฐานการให้บริการของ BESS จาก Ancillary Services ไปสู่ Energy Services มากขึ้น เช่นเดียวกับประเทศญี่ปุ่นที่ถึงแม้ไม่ปรากฏภาพรวมอยู่ในกลุ่มประเทศผู้นำด้วย แต่ก็ถือเป็นตลาดแห่งใหม่ (Emerging Market) สำหรับ BESS ที่สามารถดึงดูดการลงทุนจากทั่วโลกได้อย่างรวดเร็ว อีกทั้งยังมีแรงขับเคลื่อนด้านการใช้งาน รูปแบบการประยุกต์ใช้ รวมถึงโครงสร้างการบริหารงานที่พยายามกระตุ้นให้เกิด Ancillary Services ประเภท Frequency Regulation ในตลาดสมดุล (Balancing Market) อย่างเป็นรูปธรรมเพื่อรองรับ

[9] Kearney Energy Transition Institute, Energy Stroage: A booming sector of technology, 2024

การมีส่วนร่วมของผู้ประกอบการด้านพลังงานหมุนเวียนจำนวนมากที่ทยอยปรับกลยุทธ์ในการดำเนินธุรกิจเพื่อเดินหน้าสร้างรายได้จากตลาดค้าส่งไฟฟ้า (Wholesale Market) ภายใต้กฎเกณฑ์ตลาดที่กำหนด ซึ่งบริบทดังกล่าวเป็นรายละเอียดที่น่าสนใจต่อการศึกษาเป็นอย่างยิ่ง นอกจากนี้ ไต้หวันและจีนยังเป็นอีกกลุ่มประเทศซึ่งที่ปรึกษาให้ความสนใจเพิ่มเติม เนื่องจากเป็นกลุ่มประเทศที่มีโครงสร้างการดำเนินงานในกิจการไฟฟ้าความคล้ายคลึงกับประเทศไทยในระดับหนึ่ง อีกทั้งยังเป็นพื้นที่เศรษฐกิจซึ่งในระยะหลังมักถูกจับตามองจากนานาประเทศเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทั้งในฐานะผู้ผลิตและผู้ใช้งานแบตเตอรี่รายใหญ่ของโลก



รูป EX-7 ภาพรวมการนำ BESS มาประยุกต์ใช้ร่วมกับระบบไฟฟ้าของประเทศที่น่าสนใจ

3.3 สรุปรูปแบบธุรกิจในการลงทุนจัดหา BESS และการประยุกต์ใช้งานร่วมกับระบบไฟฟ้าในต่างประเทศ

จากกรณีศึกษาที่น่าสนใจในต่างประเทศตามที่ได้กล่าวไปในข้างต้นสามารถแสดงให้เห็นได้ว่าแต่ละประเทศมีรูปแบบธุรกิจและการลงทุน (Business Model) รวมถึงการประยุกต์ใช้งาน BESS ร่วมกับระบบไฟฟ้า (Application) ในลักษณะที่แตกต่างกัน ซึ่งบริบทดังกล่าวมีความเกี่ยวข้องและเชื่อมโยงกับลักษณะโครงสร้างกิจการไฟฟ้าของประเทศ กฎระเบียบและข้อกำหนด รวมถึงประเด็นปัญหา (Painpoint) ในระบบไฟฟ้าที่แต่ละประเทศกำลังประสบอยู่ แต่โดยรวมที่ปรึกษาพบจุดร่วมที่สำคัญคือ การต้องพึ่งพากำลังการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนในสัดส่วนที่สูงขึ้นกว่าในอดีต ซึ่งความผันผวนและไม่แน่นอนของทรัพยากรดังกล่าวทำให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องไม่สามารถรับมือกับเหตุการณ์ในระบบไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพหากอาศัยกลไกหรือเทคโนโลยีที่มีอยู่แต่เดิมเพียงอย่างเดียว ดังนั้นในช่วงหลายปีที่ผ่านมา BESS จึงเข้ามาเป็นเครื่องมือที่มีบทบาทสำคัญของทั้งผู้ใช้ไฟฟ้า ผู้ประกอบการด้านพลังงานหมุนเวียนและผู้ควบคุมระบบไฟฟ้า (SO) เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องดังสะท้อนให้เห็นได้จากทิศทางการเติบโตของ BESS ทั้งในระดับโครงข่าย (Grid scale) และระดับผู้ใช้ไฟฟ้า (BTM) ซึ่งในแต่ละประเทศมีบริบทและประเด็นที่น่าสนใจ ดังนี้

- **สหรัฐอเมริกา เยอรมนี และญี่ปุ่น** เป็นกลุ่มประเทศที่สามารถสะท้อนภาพของตัวอย่างรูปแบบธุรกิจและการประยุกต์ใช้งาน BESS ร่วมกับระบบไฟฟ้าที่หลากหลาย เนื่องจากที่ผ่านมาทั้งภาคการไฟฟ้า (Utility) และผู้ประกอบการภาคเอกชน (Investor) มีการลงทุนด้านดังกล่าวอย่างต่อเนื่องภายใต้โครงสร้างกิจการไฟฟ้าที่เปิดกว้างให้เกิดการแข่ง ดังนั้นจึงทำให้เกิดรูปแบบธุรกิจที่หลากหลายทั้งในลักษณะสัญญาระยะยาว

(Contract Revenue) และการสร้างรายได้จากตลาดโดยตรง (Merchant Revenue) รวมถึงในบางพื้นที่ภาครัฐยังคงเลือกลงทุนเอง (Public Sector Direct Investment) ควบคู่ไปด้วยซึ่งโดยในปัจจุบันทั้ง 3 ประเทศมีรูปแบบการประยุกต์ใช้งาน BESS ร่วมกับระบบไฟฟ้าที่สำคัญดังนี้

- **สหรัฐอเมริกา:** นำ BESS มาประยุกต์ใช้งานแตกต่างกันไปตามแต่ละพื้นที่โดยรัฐสำคัญอย่างแคลิฟอร์เนีย (CA) มีการใช้งานในลักษณะ Energy & Capacity Services เป็นหลักโดยเฉพาะในส่วนของ Energy Arbitrage หรือการกักเก็บพลังงานในช่วงที่มีราคาถูกก่อนปลดปล่อยให้แก่ระบบฟ้าในช่วงที่มีราคาแพง อีกทั้งยังมีการใช้งานเป็น Ancillary Services ควบคู่ไปด้วยทั้งในส่วนของ Rugulation Reserve และ Frequency Regulation เพื่อรับมือกับพลังงานหมุนเวียนสัดส่วนสูงและข้อจำกัดในการเดินเครื่องโรงไฟฟ้าเชื้อเพลิงฟอสซิลในบางพื้นที่ ส่วนในเท็กซัส (TX) BESS ยังคงถูกนำมาประยุกต์ใช้เป็น Ancillary Service เป็นหลัก โดยมีแรงขับเคลื่อนที่สำคัญมาจากกลไกตลาดที่เข้มข้นภายใต้โครงสร้างกิจการไฟฟ้าแบบเสรีโดยสมบูรณ์ (Deregulated Market) ดังนั้นจึงทำให้ราคาบริการดังกล่าวสร้างความสนใจให้แก่นักลงทุนเป็นอย่างมาก แต่ในช่วงปีที่ผ่านมารายงานหลายฉบับได้ชี้ให้เห็นภาพของการเปลี่ยนผ่านไปสู่การใช้งานในลักษณะ Energy Arbitrage มากขึ้นโดยมีแรงหนุนมาจากการเติบโตของ BESS ในเท็กซัสที่ดำเนินไปอย่างรวดเร็วทำให้เกิดการแข่งขันในตลาด Ancillary Service ที่เข้มข้นจนทำให้ราคาบริการดังกล่าวตกลงมาอยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกับ Energy & Capacity Services ซึ่งมีข้อได้เปรียบในแง่ของการมีโอกาสถูกเรียกใช้งานที่สม่ำเสมอมากกว่า

- **เยอรมนี:** BESS ยังคงถูกนำมาประยุกต์ใช้เป็น Ancillary Services เป็นส่วนใหญ่ โดยเฉพาะในรูปแบบ Frequency Regulation (เยอรมนีใช้คำเรียกว่า FCR) เนื่องจากบริการดังกล่าวยังมีโอกาสทางธุรกิจที่ดีให้แก่ผู้ประกอบการทั้งในแง่ของการขยายฐานการให้บริการเสริมความมั่นคงไปยังตลาดไฟฟ้าของประเทศและตลาดไฟฟ้าระดับสหภาพ นอกจากนี้ด้วยประเด็นปัญหาเกี่ยวกับการตัดกำลังการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนลมในพื้นที่ทางตอนเหนือทิ้งโดยเปล่าประโยชน์ (Curtialment) อยู่บ่อยครั้ง เนื่องจากโครงสร้างพื้นฐานระบบส่งไฟฟ้าของประเทศยังไม่สามารถรองรับการส่งไฟฟ้าปริมาณมากจากแหล่งพลังงานหมุนเวียนมายังพื้นที่เศรษฐกิจทางตอนใต้ได้ ดังนั้น BESS จึงถูกนำมาใช้งานภายใต้แนวคิด “Grid Booster” เพิ่มขึ้น ซึ่งโดยรวมถือเป็นการประยุกต์ใช้งานในลักษณะ T&D Services เพื่อช่วยบรรเทาผลกระทบในช่วงที่การก่อสร้างขยายระบบส่งและระบบจำหน่ายภายใต้แผนพัฒนาโครงข่ายไฟฟ้าของประเทศยังไม่แล้วเสร็จ อีกทั้งการดำเนินการดังกล่าวยังสามารถช่วยบรรเทาความแออัด (Congestion Relief) ไปพร้อม ๆ กันอีกด้วย

- **ญี่ปุ่น:** โดยรวมสามารถแยกรูปแบบการประยุกต์ใช้งาน BESS ตามลักษณะปัญหาที่ผู้ควบคุมระบบไฟฟ้ากำลังเผชิญอยู่ กล่าวคือในบริเวณตะวันตก (West) ของประเทศโดยเฉพาะในพื้นที่ Kyushu ซึ่งมีศักยภาพในการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนมากเกินกว่าความต้องการใช้งานจนทำให้ต้องตัดพลังงานดังกล่าวออกจากระบบไฟฟ้าโดยเปล่าประโยชน์ (Curtialment) อยู่เป็นประจำ ส่วนพื้นที่ทางตะวันออก (East) ของประเทศโดยเฉพาะในแถบ Hokkaido ซึ่งมีศักยภาพด้านการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมสูงมากแต่ยังคงมีข้อจำกัดของโครงสร้างพื้นฐานระบบส่งไฟฟ้าจึงทำให้ไม่สามารถส่งพลังงานดังกล่าวไปยังพื้นที่

เศรษฐกิจที่อยู่ด้านล่างได้อย่างเต็มประสิทธิภาพซึ่งบริบทดังกล่าวส่งผลกระทบต่อการพัฒนาและขยายโครงการด้านพลังงานหมุนเวียนอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นในภาพรวมประเทศญี่ปุ่นจึงให้ความสำคัญกับการนำ BESS มาประยุกต์ใช้เพื่อกักเก็บพลังงานส่วนเกินไว้ใช้ประโยชน์ในช่วงเวลาอื่น ๆ (Load Shifting) โดยเฉพาะในพื้นที่ Kyushu ที่มีการตัดพลังงานหมุนเวียนในสัดส่วนสูงควบคู่ไปกับใช้งานเพื่อลดความแออัดและเพิ่มขีดความสามารถของระบบส่งไฟฟ้า (Congestion Relief) โดยเฉพาะในพื้นที่แถบ Hokkaido

นอกจากนี้ การที่ญี่ปุ่นมีการผลิตไฟฟ้าแยกเป็น 2 ระบบได้สร้างความท้าทายให้กับผู้ควบคุมระบบไฟฟ้าของแต่ละภูมิภาคเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะในแง่ของการบริหารจัดการกับความผันผวนของการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนที่มีสัดส่วนเพิ่มสูงขึ้นกว่าในอดีตซึ่งต้องการทรัพยากรที่สามารถรับมือได้อย่างรวดเร็วและทันท่วงที ดังนั้น ญี่ปุ่นจึงมีการประยุกต์ใช้งาน BESS ในลักษณะ Ancillary Services โดยเฉพาะการควบคุมการเบี่ยงเบนของความถี่ (Frequency Regulation) ในพื้นที่บริการไฟฟ้าทั่วทั้งประเทศอีกด้วย

- **ไต้หวัน และจีน** ถือเป็นอีกกลุ่มประเทศซึ่งที่ปรึกษาให้ความสนใจเพิ่มเติม เนื่องจากมีโครงสร้างการดำเนินงานในกิจการไฟฟ้าที่มีความคล้ายคลึงกับประเทศไทยในระดับหนึ่ง อีกทั้งยังเป็นกลุ่มประเทศที่มักถูกจับมามองจากนานาประเทศอย่างต่อเนื่องทั้งในฐานะผู้ผลิตและผู้ใช้งานแบตเตอรี่รายใหญ่ของโลก โดยปัจจุบันแรงขับเคลื่อนในการใช้งาน BESS ของไต้หวันและจีนอยู่ในลักษณะที่คล้ายคลึงกันคือ ความจำเป็นในการรับมือกับพลังงานหมุนเวียนสัดส่วนสูงภายใต้โครงสร้างกิจการไฟฟ้าที่อยู่ระหว่างการพัฒนา โดยในปี 2021 ไต้หวันได้มีการก่อตั้งแพลตฟอร์มซื้อขายไฟฟ้า (Energy Trading Platform) ซึ่งถือเป็นช่องทางที่สำคัญในการมีส่วนร่วมของ BESS ในตลาด Ancillary Services ของภาคเอกชนโดยเฉพาะในบริการประเภท Frequency Regulation ซึ่งบริบทดังกล่าวดำเนินไปพร้อมกับการติดตั้ง BESS โดยบริษัท Taipower ในฐานะหน่วยงานการไฟฟ้าของประเทศ ซึ่งหน่วยงานดังกล่าวจะมีการประยุกต์ใช้งาน BESS ในลักษณะ Energy & Capacity Service ควบคู่ไปด้วย ส่วน BESS ในประเทศจีนแรงผลักดันส่วนใหญ่มาจากความต้องการแก้ปัญหาความไม่ต่อเนื่องและความผันผวนของการผลิตไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานหมุนเวียน โดยเฉพาะพลังงานลมและพลังงานแสงอาทิตย์ นอกจากนี้ ประเทศจีนยังมุ่งเน้นการพัฒนา BESS เพื่อเสริมความมั่นคงให้แก่ระบบไฟฟ้าและลดการพึ่งพาพลังงานจากถ่านหิน โดยจีนได้ประกาศเป้าหมายนโยบายระยะปานกลางและระยะยาวสำหรับการพัฒนาระบบกักเก็บพลังงานรูปแบบใหม่สำหรับโครงสร้างพื้นฐาน BESS ภายในปี 2030 ซึ่งในภาพรวมที่ปรึกษาพบว่า โครงการ BESS ของประเทศจีนซึ่งโดยส่วนใหญ่มุ่งเน้นการใช้งานในลักษณะ Energy & Capacity Services ทั้งในส่วนของ RE Capacity Firming และ Load Shifting/Peak Shaving อีกทั้ง ยังมีการใช้งานเป็น Ancillary Services โดยเฉพาะในส่วนของ Frequency Regulation เพื่อรับมือกับพลังงานหมุนเวียนสัดส่วนสูงในบางพื้นที่ควบคู่ไปด้วย

โดยรวมแล้วรูปแบบการลงทุนและจัดหา BESS มาใช้งานในระบบไฟฟ้าของทั้ง 2 ประเทศยังคงมีการดำเนินการแบบผสมผสาน กล่าวคือ ไต้หวันมีการจัดหาทั้งในรูปแบบที่ภาครัฐลงทุนโดยตรง (Public

Sector Direct Investment) โดยเฉพาะส่วนที่บริษัท Taipower เป็นผู้รับผิดชอบควบคู่ไปกับการจัดหาในรูปแบบธุรกิจในตลาดเสรี (Merchant Revenue) ซึ่งเป็นส่วนที่ภาคเอกชนเข้ามามีส่วนร่วมในตลาด Ancillary Services ผ่าน Energy Trading Platform (ETP) ส่วนในจีนโครงการด้าน BESS ยังคงอยู่ในรูปแบบที่ภาครัฐลงทุนโดยตรง (Public Sector Direct Investment) เป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากปัจจุบันโครงสร้างตลาดไฟฟ้าของประเทศยังคงมีการดำเนินการแบบผสมผสานระหว่างตลาดเสรี (Competitive Market Model) และการรวมศูนย์แบบผูกขาด (Vertically Integrated Monopoly)

4. กรณีศึกษารูปแบบการประยุกต์ใช้งานและรูปแบบธุรกิจในการลงทุนจัดหา BESS มาใช้งานร่วมกับโครงข่ายไฟฟ้าในประเทศไทย (สอดคล้องกับ TOR 4.1 และ TOR 4.3)

ที่ปรึกษาได้ดำเนินการศึกษาและรวบรวมกรณีศึกษารูปแบบการประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยี BESS เป็นผลิตภัณฑ์ในระบบไฟฟ้าของประเทศไทย (สอดคล้องกับ TOR 4.1) รวมถึงศึกษาและรวบรวมกรณีศึกษารูปแบบธุรกิจในการลงทุนและการจัดหา BESS ในระดับ Grid Scale มาใช้งานเป็นแหล่งทรัพยากรในระบบไฟฟ้าของประเทศไทย (สอดคล้องกับ TOR ข้อ 4.3)

4.1 ภาพรวมการดำเนินการและโครงการที่เกี่ยวข้อง

โดยในปัจจุบันหน่วยงานการไฟฟ้าของประเทศไทยได้มีการนำระบบแบตเตอรี่กักเก็บพลังงาน (BESS) มาใช้งานร่วมกับโครงข่ายไฟฟ้าบ้างแล้ว ซึ่งเป็นการดำเนินการตามแผนการขับเคลื่อนการดำเนินงานด้านสมาร์ทกริดของประเทศไทย ระยะปานกลาง พ.ศ. 2565-2574 ของกระทรวงพลังงานในส่วนของเสาหลักที่ 3 ระบบไมโครกริด (Microgrid) เสาหลักที่ 4 ระบบกักเก็บพลังงาน (Energy Strorage System: ESS) และตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 (พ.ศ. 2566-2570) โดยมีการนำ BESS เข้ามาใช้งานร่วมกับระบบโครงข่ายไฟฟ้าหรือนำเข้ามาใช้งานเพื่อเสริมความมั่นคงให้กับระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนที่คาดว่าจะมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นในอนาคต โดยการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) และการไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) ได้มีการพัฒนาและติดตั้งระบบกักเก็บพลังงานเพื่อเสริมสร้างเสถียรภาพและความมั่นคงของระบบไฟฟ้าในทุกภูมิภาคของประเทศ โดยทางการไฟฟ้าได้มีการบูรณาการการใช้งาน BESS ร่วมกันในระบบผลิตไฟฟ้า ระบบส่งไฟฟ้า และระบบจำหน่ายไฟฟ้า ซึ่งมีรายละเอียดของโครงการที่มีการประยุกต์ใช้งาน BESS แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ 1) โครงการที่ดำเนินการแล้วเสร็จ 2) โครงการที่มีแผนการดำเนินการในอนาคต

4.2 สรุปรูปแบบธุรกิจในการลงทุนจัดหา BESS และการประยุกต์ใช้งานร่วมกับระบบไฟฟ้าในประเทศไทย

ในปัจจุบันหน่วยงานการไฟฟ้าของประเทศไทยได้มีการนำระบบแบตเตอรี่กักเก็บพลังงาน (BESS) มาใช้งานร่วมกับโครงข่ายไฟฟ้าบ้างแล้ว ซึ่งในภาพรวมเป็นการดำเนินการตามแผนการขับเคลื่อนการดำเนินงานด้านสมาร์ทกริดของประเทศไทยระยะสั้น (พ.ศ. 2560-2564) และระยะปานกลาง (พ.ศ. 2565-2574) ของกระทรวงพลังงานในส่วนของเสาหลักที่ 3 ระบบไมโครกริด (Microgrid) เสาหลักที่ 4 ระบบกักเก็บพลังงาน (Energy Strorage System: ESS) อีกทั้ง ยังมีแผนการดำเนินการในอนาคตที่สอดรับกับ (ร่าง) แผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย พ.ศ. 2567-2580 (PDP2024) และแผนการดำเนินงานของหน่วยงานการไฟฟ้าแต่ละแห่งอีกด้วย โดยในภาพรวมหน่วยงานการไฟฟ้าทั้ง 3 แห่ง มีจุดประสงค์ในการนำ BESS เข้ามาใช้งานร่วมกับระบบโครงข่ายไฟฟ้าเพื่อรักษาความต่อเนื่องและเสริมสร้างความมั่นคงให้กับระบบผลิต

ไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนที่คาดว่าจะมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นในอนาคตดังสะท้อนให้เห็นได้จากวิสัยทัศน์ในการลงทุนและประยุกต์งาน BESS ของหน่วยงานการไฟฟ้าแต่ละแห่ง ดังนี้

- **การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.)** ให้ความสำคัญกับการรับมือปัญหาความแออัดในระบบส่ง (Transmission Congestion) โดยเฉพาะในบริเวณภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งเป็นพื้นที่ซึ่งมีศักยภาพของพลังงานงานหมุนเวียนประเภท VRE สูง อีกทั้งยังเป็นศูนย์กลางในการรับซื้อไฟฟ้าจากต่างประเทศซึ่งจะส่งพลังงานไฟฟ้าผ่านระบบ 500 kV และ 230 kV ไปยังภูมิภาคอื่น ๆ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องติดตั้ง BESS เพื่อรองรับการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนที่ผันผวนและไม่แน่นอนเพื่อช่วยเสริมสร้างความมั่นคงและเสถียรภาพของระบบส่งไฟฟ้าในการส่งผ่านพลังงานไฟฟ้าให้กับประเทศ ซึ่งการดำเนินการดังกล่าวถือเป็นการประยุกต์ใช้ BESS เพื่อลด/ชะลอการลงทุนสายส่ง (Transmission Investment Deferral) โดยใช้ BESS บริหารจัดการพลังงานภายในภูมิภาคเพื่อลดความคับคั่งรวมถึงเพิ่มศักยภาพของระบบส่งแรงดันสูงที่มีอยู่เดิม (Transmission Congestion Relief) ให้รองรับนโยบายการรับซื้อ VRE ในระยะยาว

นอกจากนี้ ทาง กฟผ. ยังมีการนำ BESS มาใช้แก้ปัญหาการตัดกำลังการผลิตไฟฟ้าและข้อจำกัดในการปลด/ขนานเครื่องโรงไฟฟ้าแบบดั้งเดิมอีกด้วย โดยเฉพาะในช่วงเวลาที่มีกำลังการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนประเภท VRE สูง แต่มีความต้องการใช้ไฟฟ้าต่ำแต่ไม่สามารถลด/ปลดโรงไฟฟ้าแบบดั้งเดิมออกจากระบบได้ เนื่องจากมีข้อจำกัดในด้านความมั่นคงของระบบไฟฟ้าในแต่ละพื้นที่ ข้อจำกัดด้านเงื่อนไขสัญญาซื้อไฟฟ้า/เชื้อเพลิง รวมถึงข้อจำกัดเกี่ยวกับจำนวนครั้งในการปลด/ขนาดเครื่องของโรงไฟฟ้าประเภทดังกล่าว ดังนั้นจึงทำให้ต้องนำมาตรการลดกำลังการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนมาใช้ในบางช่วงเวลา ซึ่งในส่วนดังกล่าว BESS จะถูกนำมาใช้งานเพื่อเป็นเครื่องมือในการบริหารจัดการพลังงานจาก VRE โดยการกักเก็บพลังงานในช่วงที่มีกำลังการผลิตไฟฟ้าจาก VRE สูงเกินความต้องการของระบบและจ่ายพลังงานไฟฟ้ากลับสู่ระบบในช่วงที่มีความต้องการใช้ไฟฟ้าสูง ซึ่งในภาพรวมเป็นการประยุกต์ใช้ BESS เป็น Energy & Capacity Servcies เพื่อช่วยให้ กฟผ. บริหารสัญญาการซื้อขายไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึง กฟผ. ยังมีการนำ BESS มาใช้งานเป็นบริการเสริมความมั่นคงในระบบไฟฟ้า (Ancillary Service) อีกด้วย โดยเฉพาะในส่วนของ Frequency Response เพื่อรับมือกับสัดส่วน VRE ที่เพิ่มขึ้นทำให้สัดส่วนการเดินเครื่องโรงไฟฟ้าแบบดั้งเดิมลดลงส่งผลให้แรงเฉื่อยในระบบไฟฟ้า (Inertia) ลดลงเมื่อเกิดเหตุขัดข้องขนาดใหญ่ซึ่งจะทำให้ความถี่ของระบบเปลี่ยนแปลงจากค่ามาตรฐานอย่างรวดเร็ว ซึ่งในส่วนดังกล่าว BESS สามารถทำหน้าที่เป็น Fast Frequency Response ที่ช่วยชดเชยกำลังไฟฟ้าอย่างรวดเร็วและป้องกันไม่ให้เกิดไฟฟ้าดับในวงกว้าง อย่างไรก็ตาม โครงการทั้งหมดที่อยู่ภายใต้ความรับผิดชอบของ กฟผ. ยังคงอยู่ในรูปแบบการลงทุนเอง (Public Sector Direct Investment) เนื่องจาก กฟผ. มองภาพของความมั่นคงและความสามารถในการรับมือกับสถานการณ์ในระบบไฟฟ้าได้อย่างเด็ดขาดและมีประสิทธิภาพเป็นสำคัญ

- **การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) และการไฟฟ้านครหลวง (กฟน.)** ให้ความสำคัญกับการเพิ่มขีดความสามารถของระบบส่งและระบบจำหน่ายเพื่อรับมือกับการเติบโตของความต้องการใช้ไฟฟ้าและสัดส่วนของพลังงานหมุนเวียนประเภท VRE ที่สูงขึ้นภายใต้รูปแบบการลงทุนและแนวทางการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพและก่อให้เกิดความคุ้มค่าสูงสุด โดยในปัจจุบันการไฟฟ้าทั้ง 2 แห่งมีการนำ BESS มาประยุกต์ใช้งานในรูปแบบ T&D Services ซึ่งถือเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพทั้งในแง่ของการช่วยลด/ชะลอการลงทุนก่อสร้างระบบส่งและระบบจำหน่าย (T&D Investment Deferral) รวมถึงยังช่วยลดความแออัดให้แก่ระบบไฟฟ้า (Congestion Relief) ไปพร้อม ๆ กัน

นอกจากนี้ ทั้ง 2 หน่วยงานยังได้เริ่มนำ BESS มาใช้งานเพื่อลดต้นทุนการจัดหาไฟฟ้าในช่วงพีค (Energy Arbitrage) และลดความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดในระบบ (Load Shifting/Peak Shaving) ซึ่งโดยรวมถือเป็นการประยุกต์ใช้เป็น Energy & Capacity Service โดยอาศัยการกักเก็บพลังงานจากโครงข่ายไฟฟ้าในช่วงที่มีราคาถูก (Off-Peak) หรือในช่วงที่มีพลังงานหมุนเวียนเกินกว่าความต้องการใช้ (Excess Energy) รวมถึงแผนงานในอนาคตทาง กฟภ. ยังได้มีการมองภาพของการนำ BESS มาประยุกต์ใช้เป็นบริการเสริมความมั่นคง (Ancillary Services) ทุกประเภทควบคู่ไปด้วย เพื่อเปิดโอกาสให้เกิดการใช้งานที่หลากหลายภายใต้การเปลี่ยนผ่านทางด้านพลังงานของประเทศ

อย่างไรก็ตาม โครงการทั้งหมดที่อยู่ภายใต้ความรับผิดชอบของ กฟน. ยังคงอยู่ในรูปแบบการลงทุนเอง (Public Sector Direct Investment) แต่ในส่วนของ กฟภ. ในปัจจุบันเริ่มเห็นทางเลือกในการลงทุนเพิ่มเติมในลักษณะสัญญาระยะยาว (Contract Revenue) บ้างแล้วโดยเฉพาะในส่วนของโครงการภายใต้แผนงานระยะยาวในการจัดหาระบบกักเก็บพลังงานไฟฟ้าด้วยแบตเตอรี่บนเกาะสมุย จ.สุราษฎร์ธานี ซึ่งมีการทำสัญญาบริการเช่าเป็นระยะเวลา 10 ปีกับบริษัท PEA ENCOM และโครงการพัฒนาระบบกักเก็บพลังงานเพื่อรองรับการบริหารความต้องการไฟฟ้าและพลังงานหมุนเวียนระยะที่ 1 (โครงการในอนาคต) ที่คาดว่าจะมีการทำสัญญาในรูปแบบการเช่าซื้อระยะเวลา 10 ปี (รับมอบทรัพย์สิ้นปีที่ 10) ซึ่งรูปแบบการลงทุนดังกล่าวถือเป็นต้นแบบและก้าวที่สำคัญของการพัฒนารูปแบบการจัดหา BESS มาใช้งานร่วมกับระบบไฟฟ้าของประเทศไทยในอนาคต

- **ภาคเอกชน** หรือผู้ประกอบการโรงไฟฟ้าเอกชนให้ความสำคัญการลดความผันผวนและรักษาความต่อเนื่องในการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนให้เป็นไปตามสัญญา (RE Capacity Firming) ซึ่งผู้ใช้งานกลุ่มดังกล่าวจะเป็นผู้ลงทุนติดตั้ง BESS ด้วยงบประมาณของตนเองทั้งหมดก่อนทำสัญญาซื้อขายไฟฟ้า (Power Purchase Agreement, PPA) ทั้งในลักษณะ Hybrid-Firm และ Partial-Firm กับทางภาครัฐต่อไป

5. ศึกษาและรวบรวมข้อมูลนโยบายหรือแนวทางการส่งเสริมการนำ BESS มาใช้งานหรือให้บริการในโครงข่ายไฟฟ้าในต่างประเทศ (สอดคล้องกับ TOR 4.2)

ที่ปรึกษาได้ดำเนินการศึกษาและรวบรวมข้อมูลนโยบายหรือแนวทางการส่งเสริมการนำ BESS มาใช้งานหรือให้บริการในโครงข่ายไฟฟ้าในต่างประเทศ และในประเทศไทย (สอดคล้องกับ TOR 4.2) โดยมีรายละเอียดที่เกี่ยวข้องดังนี้

5.1 ความสำคัญของนโยบาย มาตรการ หรือแนวทางการส่งเสริมการนำ BESS มาใช้งานหรือให้บริการในโครงข่ายไฟฟ้า

การปรับปรุงรูปแบบนโยบาย (Policy Approach), ข้อกำหนดทางกฎหมาย (Legal Requirements) หลักเกณฑ์ในการกำกับดูแล (Regulatory Protocol) รวมถึงการจัดโครงสร้างและสถาบัน (Institutional Arrangement) เพื่อรองรับการมีส่วนร่วมของระบบแบตเตอรี่กักเก็บพลังงาน (BESS) ในระบบไฟฟ้าถือเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่งต่อประเทศในช่วงเปลี่ยนผ่านทางด้านพลังงาน เนื่องจาก BESS เป็นเทคโนโลยีรูปแบบใหม่ที่สามารถทำหน้าที่เป็นทั้งแหล่งกำเนิดไฟฟ้า (Generator) และโหลดไฟฟ้า (Load) ดังนั้น จึงทำให้ไม่สามารถจัดประเภทเข้ากับทรัพยากรอื่น ๆ ที่มีอยู่ในระบบไฟฟ้าแต่เดิมได้อย่างลงตัว อีกทั้งยังต้องมีการพิจารณาและศึกษาเพิ่มเติมในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการออกใบอนุญาตและมาตรฐานความปลอดภัยซึ่งภาครัฐและผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stakeholder) อาทิ กระทรวงพลังงาน, หน่วยงานกำกับดูแล, หน่วยงานวางแผนและควบคุมระบบไฟฟ้า (System Operator/Planner), หน่วยงานผู้ออกใบอนุญาต, หน่วยงานด้านความปลอดภัย, ผู้ผลิตระบบแบตเตอรี่กักเก็บพลังงาน (BESS Manufacturer) และผู้ประกอบการควรร่วมมือกันปรับปรุงกฎหมายและระเบียบที่เกี่ยวข้องเพื่อเร่งสร้างความเชื่อมั่นในการลงทุนให้แก่ผู้ที่สนใจต่อไป

การวางแผน (Planing) ถือเป็นก้าวแรกที่สำคัญในการสร้างสภาพแวดล้อม (Ecosystem) ที่ดีต่อระบบแบตเตอรี่กักเก็บพลังงาน (BESS) ทั้งในแง่ของการใช้ประโยชน์และการยกระดับความคุ้มค่าในการใช้งาน กล่าวคือ BESS สามารถทำงานร่วมกับระบบไฟฟ้าได้หลากหลายหากมีการวางแผนอย่างสอดคล้องกับความจำเป็นในระบบไฟฟ้า ดังนั้น การนำ BESS มาใช้งานจึงควรดำเนินไปด้วยความรอบคอบและคำนึงถึงปัจจัยสำคัญในด้านต่าง ๆ อย่างครบถ้วน อาทิ ความต้องการของระบบไฟฟ้า, รูปแบบการใช้งานรวมถึงปริมาณและตำแหน่งการติดตั้งที่เหมาะสม โดยประเมินโอกาสและความเป็นไปได้ในการใช้งาน BESS อย่างเต็มรูปแบบร่วมกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stakeholder) ทุกภาคส่วน โดยเฉพาะหน่วยงานการไฟฟ้า (Utility) ซึ่งถือเป็นหน่วยงานหลักที่ต้องเผชิญกับความท้าทายทั้งในแง่ของการทำความเข้าใจเทคโนโลยีและการตัดสินใจนำมาใช้งานให้ได้อย่างสอดคล้องกับความจำเป็นในระบบไฟฟ้า ซึ่งบริบทดังกล่าวจำเป็นต้องได้รับความร่วมมือจากหน่วยงานกำกับดูแลในการปรับปรุงหลักเกณฑ์และแนวปฏิบัติในการวางแผนการดำเนินการในระบบไฟฟ้าเพื่อสร้างโอกาสและความเท่าเทียมให้แก่ BESS ในรูปแบบเดียวกับทรัพยากรในระบบไฟฟ้ารูปแบบอื่น ๆ ที่มีอยู่ในปัจจุบัน รวมถึงความมีส่วนร่วมจากผู้ผลิตและพัฒนาเทคโนโลยี โดยเฉพาะในประเด็นเกี่ยวกับการสนับสนุนให้เกิดการผลิต BESS จากภายในประเทศ ซึ่งการรับฟังความคิดเห็นจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียกลุ่มดังกล่าวจะช่วยให้ภาคนโยบายเข้าใจถึงข้อจำกัดในด้านกฎหมายและกรอบการกำกับดูแลที่ยังคงเป็นอุปสรรค โดยการแลกเปลี่ยนความเข้าใจและการแก้ปัญหาร่วมกันย่อมนำไปสู่การใช้งานเทคโนโลยีได้อย่างคุ้มค่าและยั่งยืนในที่สุด ซึ่งหากภาครัฐสามารถกำหนดนโยบายด้านอุตสาหกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพด้วยแล้ว ก็ยิ่งเป็นการส่งเสริมให้เกิดผู้ประกอบการและการลงทุนในห่วงโซ่อุปทานในประเทศได้อีกด้วย

ปัจจัยสำคัญในการพัฒนาด้านนโยบาย คือ ภาคนโยบายจะต้องเข้าใจในเทคโนโลยีใหม่ ๆ และพิจารณาถึงความเป็นไปได้ในการนำเทคโนโลยีดังกล่าวมาใช้งานให้สอดรับกับสถานการณ์และบริบทของระบบไฟฟ้าในอนาคต โดยสำหรับบางประเทศที่ยังไม่เคยมีภูมิหลังในการพิจารณาความเป็นไปได้ในการนำระบบแบตเตอรี่กักเก็บพลังงาน (BESS) มาใช้งานร่วมกับระบบไฟฟ้าที่มีอยู่ในแต่เดิมอย่างเหมาะสม หรือการกำหนดเป้าหมาย (Target) และแรงจูงใจ (Incentive Program) ที่จำเป็นต่อการสนับสนุนให้เกิดการใช้งานเทคโนโลยีดังกล่าวอย่างมีประสิทธิภาพ การหารือกับผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกระดับเพื่อร่วมกันวางแผนและกำหนดกลยุทธ์สำหรับการลงทุนด้านระบบแบตเตอรี่กักเก็บพลังงาน (BESS) ที่สะท้อนถึงลักษณะและความต้องการของระบบไฟฟ้าในพื้นที่นั้น ๆ จึงถือเป็นแนวทางที่สำคัญสำหรับภาคนโยบายเป็นอย่างยิ่ง โดยในภาพรวมสามารถดำเนินการผ่านกลไกสำคัญ

การวางแผนนโยบายโดยเปิดกว้างให้ระบบแบตเตอรี่กักเก็บพลังงาน (BESS) มีส่วนร่วมในการแข่งขันกับแหล่งผลิตไฟฟ้าในรูปแบบอื่น ๆ สามารถช่วยเพิ่มความยืดหยุ่น (Flexibility) และความน่าเชื่อถือ (Reliability) ของระบบไฟฟ้าเช่นเดียวกับกระบวนการวางแผนของหน่วยงานการไฟฟ้า (Utility) ที่ต้องมีการจัดทำทั้งแผนแม่บท (Master Plan), แผนบูรณาการทรัพยากร (Integrated Resource Plans, IRPS) ตลอดจนการให้ความสำคัญกับการศึกษาด้านความยืดหยุ่นในระบบไฟฟ้าเพื่อควบคุมต้นทุนการปฏิบัติงาน (Operation Cost) ให้อยู่ในระดับที่ต่ำแต่ยังต้องรักษาระดับความน่าเชื่อถือของโครงข่ายให้เหมาะสมต่อการบรรลุผลสัมฤทธิ์ตามเป้าหมายนโยบายพลังงานหมุนเวียนของประเทศไปพร้อม ๆ กัน โดยการนำระบบแบตเตอรี่กักเก็บพลังงาน (BESS) และเทคโนโลยีล้ำสมัยในรูปแบบอื่น ๆ มาพิจารณาร่วมกับการวางแผนเช่นนี้ถือเป็นการส่งสัญญาณไปยังหน่วยงานการไฟฟ้าให้ตระหนักถึงความจำเป็นในการจัดเตรียมความพร้อมเพื่อใช้งานเทคโนโลยีรูปแบบใหม่ด้วยความเข้าใจภายใต้กระบวนการทำงานที่มีประสิทธิภาพ เช่นเดียวกับหน่วยงานกำกับดูแลที่ต้องมีการกำหนดกฎระเบียบที่จำเป็นเพื่อรองรับการทำงานร่วมกับระบบไฟฟ้าควบคู่ไปกับการสร้างแรงจูงใจที่อยู่บนพื้นฐานของค่าใช้จ่ายที่เหมาะสม

นอกจากนี้ การให้ความสำคัญกับการวางแผนเพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นในระบบไฟฟ้า (Flexibility Study) ยังช่วยส่งเสริมให้เกิดการใช้งานระบบแบตเตอรี่กักเก็บพลังงาน (BESS) และสร้างความเชื่อมั่นในเทคโนโลยีใหม่ ๆ ให้แก่นักลงทุน โดยความยืดหยุ่นในระบบไฟฟ้า คือ ความสามารถในการรักษาความน่าเชื่อถือของระบบไฟฟ้าภายใต้ความผันผวน (Variability) และความไม่แน่นอน (Uncertainty) ของการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนได้แบบเรียลไทม์ (Real-time) ผ่านกระบวนการพัฒนาองค์ประกอบที่สำคัญ อาทิ การปรับปรุงกระบวนการพยากรณ์พลังงานลมและแสงอาทิตย์ที่อาจกระทบต่อการผลิตไฟฟ้า หรือการใช้งานระบบผลิตไฟฟ้าที่มีความสามารถในการปรับเปลี่ยนกำลังการผลิตได้อย่างรวดเร็ว อีกทั้ง ยังรวมถึงการยกระดับความสามารถให้แก่ระบบส่งและระบบจำหน่าย (T&D) อาทิ ผ่านเทคโนโลยีสมาร์ทกริด (Smart Grid) หรือการบริหารจัดการพลังงานในระดับผู้ใช้ไฟฟ้า (DSM) อีกด้วย

ในปัจจุบันหลายประเทศทั่วโลกวางบทบาทของระบบกักเก็บพลังงานด้วยแบตเตอรี่ (BESS) ให้เป็นเครื่องมือที่สำคัญซึ่งทำให้ผู้ควบคุมระบบไฟฟ้า (SO) สามารถบริหารจัดการระบบไฟฟ้ารวมถึงบูรณาการแหล่งพลังงานหมุนเวียนเข้ากับโครงข่ายไฟฟ้าที่อยู่แต่เดิมได้ดียิ่งขึ้น ทำให้เกิดภาพของการปรับตัวทั้งในด้านนโยบายด้านการกำกับดูแล และด้านการลงทุน โดยสะท้อนผ่านตัวอย่างนโยบายที่สำคัญของประเทศต่าง ๆ ได้แก่ สหรัฐอเมริกา เยอรมนี ญี่ปุ่น ไต้หวัน จีน รวมถึงประเทศไทย

5.2 สรุปประเด็นสำคัญด้าน นโยบาย มาตรการ หรือแนวทางการส่งเสริมการนำ BESS มาใช้งานหรือให้บริการในโครงข่ายไฟฟ้าของต่างประเทศและประเทศไทย

จากนโยบาย มาตรการ หรือแนวทางการส่งเสริมที่เกี่ยวข้องกับระบบกักเก็บพลังงานที่สำคัญทั้งในต่างประเทศและประเทศไทยตามที่กล่าวไปข้างต้น ที่ปรึกษาสามารถจัดแบ่งนโยบายออกได้เป็น 3 กลุ่มหลัก ดังนี้

1) นโยบายกำหนดทิศทางประเทศ

นโยบายกลุ่มดังกล่าวมักเกิดขึ้นเป็นอันดับแรก ๆ โดยเฉพาะในช่วงที่ภาครัฐต้องการขับเคลื่อนหรือผลักดันการพัฒนา BESS อย่างเป็นรูปธรรม โดยการกำหนดเป้าหมายที่ชัดเจนควบคู่ไปกับการสร้างระบบนิเวศน์ (Ecosystem) ที่เหมาะสมย่อมอำนวยให้การพัฒนาดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพและมีทิศทางเพื่อสร้างความเชื่อมั่นให้แก่นักลงทุนไปพร้อม ๆ กัน นอกจากนี้ ในระยะเริ่มต้นภาครัฐจำเป็นต้องเดินหน้าส่งเสริมการวิจัยและพัฒนา (R&D) เพื่อยกระดับองค์ประกอบที่สำคัญทั้งในด้านต้นทุนราคา ด้านองค์ความรู้ ตลอดจนด้านความเชี่ยวชาญของบุคคลากรโดยการสร้างโอกาสและประสบการณ์ให้แก่ผู้ที่เกี่ยวข้องผ่านโครงการศึกษา (Demonstration Project) และโครงการนำร่อง (Pilot Project) ในรูปแบบต่าง ๆ ควบคู่กันไป

โดยที่ปรึกษาพบ นโยบาย บทบัญญัติ มาตรการ แนวทางการดำเนินงานรวมถึงโครงการที่สำคัญในต่างประเทศและประเทศไทยที่อยู่ภายใต้บริบทดังกล่าว ดังนี้

- **สหรัฐอเมริกา:** ดำเนินการผ่านรัฐบัญญัติเทคโนโลยีการกักเก็บพลังงานฉบับใหม่ (BEST), รัฐบัญญัตินวัตกรรมพลังงาน (AEIA), โครงการ Duration Addition to electricity Storage (DAYS) และโครงการ Long-Duration Energy Storage (LDES) โดยให้ความสำคัญกับการวิจัยและพัฒนา BESS รูปแบบใหม่ ๆ เพื่อลดต้นทุนและสร้างโอกาสในการใช้งานให้แก่ระบบกักเก็บพลังงานรูปแบบต่าง ๆ เพื่อรองรับการกักเก็บพลังงานในระยะยาว (Long Duration Storage)

- **เยอรมนี:** ดำเนินการผ่าน นโยบายแบตเตอรี่ 2020 (Baterry 2020), กลยุทธ์การกักเก็บพลังงาน (Energy Storage Strategy) และโครงการ Energy Research Program โดยมุ่งเน้นไปที่การจัดเตรียมเงินทุนสำหรับการวิจัยและพัฒนาเพื่อลดต้นทุนวัตถุดิบและมองหาโอกาสในการวัสดุรูปแบบใหม่ ๆ มาใช้งานเป็น BESS คุณภาพสูง

- **ญี่ปุ่น:** ดำเนินการผ่านแผนกลยุทธ์พลังงานฉบับที่ 6 (6^{th} Strategic Energy Plan) และกลยุทธ์ด้านนวัตกรรมแบตเตอรี่ (Battery innovation strategy) โดยมีการกำหนดเป้าหมายการใช้งาน BESS สูงถึง 24 GWh ภายในปี 2030 พร้อมเดินหน้าโครงการวิจัยและพัฒนาเพื่อลดต้นทุนระบบกักเก็บพลังงานให้ลงมาอยู่ในระดับที่แข่งขันได้และเพิ่มกำลังผลิตของอุตสาหกรรมจากภายในประเทศให้เป็นไปตามเป้าหมายที่ดำเนินอยู่บนความคาดหวังในการสร้างพื้นที่และตำแหน่งบนเวทีโลกให้แก่ญี่ปุ่นในอนาคต

- **ไต้หวันและจีน:** ดำเนินงานลักษณะที่คล้ายคลึงกัน กล่าวคือ ไต้หวันดำเนินการผ่านแผนพัฒนาประเทศ (National Development Plan), นโยบายเส้นทางการเปลี่ยนผ่านสู่สังคมปลอดคาร์บอนปี 2050 (Taiwan's Pathway to Net-Zero Emissions in 2050) และแผนแม่บทสมาร์ทกริด (The Smart Grid Master Plan) ส่วนจีนดำเนินการผ่านแผนพัฒนาฉบับที่ 14 (14th Five-Year Plan), แนวทางการเร่งพัฒนาระบบกักเก็บพลังงานรูปแบบใหม่ปี 2021 (Guiding Opinions on Accelerating the Development of

New Energy Storage 2021) และกฎหมายพลังงาน (Energy Law) ซึ่งในภาพรวมสามารถสะท้อนให้เห็นภาพของความสำคัญของการพัฒนาระบบกักเก็บพลังงานในลักษณะเดียวกัน

- **ประเทศไทย:** ที่ผ่านมาภาครัฐได้มีการดำเนินการภายใต้แผนปฏิรูปประเทศด้านพลังงาน โดยเฉพาะในประเด็นที่ 17 ซึ่งว่าด้วย “การส่งเสริมเทคโนโลยีระบบกักเก็บพลังงาน” ที่ครอบคลุมทั้งด้านการผลิตและการใช้งาน ก่อนที่ในเวลาต่อมาจะมีการจัดทำแผนพัฒนาปฏิบัติการการส่งเสริมอุตสาหกรรมระบบกักเก็บพลังงานประเภทแบตเตอรี่ของประเทศไทย พ.ศ. 2566-2578 โดยได้กำหนดกรอบยุทธศาสตร์ที่สำคัญ 4 ด้านเพื่อขับเคลื่อนเศรษฐกิจตามแนวทางของอุตสาหกรรม New S-Curve โดยส่วนที่มีความเกี่ยวข้องโครงข่ายไฟฟ้าถูกบรรจุอยู่ในกรอบยุทธศาสตร์ด้านที่ 1 ที่ว่าด้วย “การใช้งานระบบกักเก็บพลังงาน” โดยมุ่งเน้นไปที่การนำ BESS มาใช้งานร่วมกับพลังงานหมุนเวียน ควบคู่ไปกับการนำมาใช้ชะลอการลงทุนในระบบส่งและระบบจำหน่าย รวมถึงการรับซื้อบริการเพื่อใช้เป็นบริการเสริมความมั่นคงให้แก่ระบบไฟฟ้า (Ancillary Services) อีกทั้ง ยุทธศาสตร์ด้านที่ 4 ของแผนขับเคลื่อนฯ ระยะปานกลางยังได้มีการให้ความสำคัญกับ “การวิจัยและพัฒนาและสร้างบุคคลากรรองรับ” เพื่อมุ่งเน้นให้เกิดการสร้างระบบนิเวศน์ (Ecosystem) ที่อำนวยต่อการวิจัยและพัฒนา BESS รวมถึงการมุ่งสู่เทคโนโลยีระบบกักเก็บพลังงานรูปแบบใหม่ (Next Generation of ESS) ไปพร้อม ๆ กันเช่นเดียวกับ แผนแม่บทการพัฒนาระบบโครงข่ายสมาร์ทกริดของประเทศไทย พ.ศ. 2558 – 2579 และแผนการขับเคลื่อนการพัฒนาระบบโครงข่ายสมาร์ทกริดของประเทศไทยภายใต้แผนแม่บทฯ ที่ได้ให้ความสำคัญกับ “การพัฒนาโครงข่ายไฟฟ้าของประเทศให้ทันสมัยและสอดรับกับการเปลี่ยนผ่านทางด้านพลังงาน” โดยมีการวางกรอบเป้าหมายในการดำเนินงานภายใต้ 5 เสาหลักซึ่งระบบกักเก็บพลังงานถูกกำหนดบทบาทไว้อย่างชัดเจนในเสาหลักที่ 4 ของแผนขับเคลื่อนระยะปานกลาง นอกจากนี้แผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย (PDP) ยังได้มีการขับเคลื่อนการดำเนินงานไปในลักษณะที่สอดคล้องกัน กล่าวคือ ภายใต้แผน PDP ปี 2018 ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 1 ได้ให้ความสำคัญกับการส่งเสริมการรับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนพื้นดินร่วมกับระบบกักเก็บพลังงาน (Solar+BESS) ครอบคลุมปี 2567-2573 รวม 1,000 MW รวมถึงร่างแผน PDP ปี 2024 ยังได้มีการกำหนดเป้าหมายการจัดหาระบบกักเก็บพลังงานในระดับ Grid Scale มาใช้งานร่วมกับโครงข่ายไฟฟ้าอีก 6,300 MW ครอบคลุมปี 2574-2580 โดยมีการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) เป็นผู้รับผิดชอบเพื่อดำเนินการตามร่างแผน PDP 2024

2) นโยบายส่งเสริมการลงทุน

นโยบายกลุ่มดังกล่าวมักเกิดขึ้นในช่วงที่ตลาด BESS มีการเติบโตไปแล้วในระดับหนึ่ง ภายหลังจากที่ได้รับการสนับสุนด้านการวิจัยและพัฒนารวมถึงดำเนินโครงการเพื่อทดสอบความเป็นไปได้ (Proof of Concept, POC) ในการนำ BESS มาใช้ประโยชน์ร่วมกับระบบไฟฟ้าของประเทศผ่านโครงการสาธิต (Demonstration Project) และโครงการนำร่อง (Pilot Project) ในรูปแบบต่าง ๆ จนมั่นใจหรือสามารถคาดหวังผลสัมฤทธิ์ได้ในระดับหนึ่ง ดังนั้น เพื่อทำให้เกิดการขยายตัวของการใช้งานอย่างรวดเร็วและเกิดการลงทุนในวงกว้าง ภาครัฐสามารถนำมาตรการทางด้านการเงิน (Financial Measure) มาใช้ประโยชน์ไม่ว่าจะเป็นรูปแบบการอุดหนุนเงินลงทุนโดยตรง (Direct Subsidy) ในสัดส่วนที่เหมาะสมหรือการนำกลไกทางด้านภาษี (Tax Credit) เข้ามาบูรณาการเพื่อเดินหน้าปรับเพิ่มปริมาณการใช้งาน BESS ให้เป็นไปตามเป้าหมาย รวมถึงเตรียมความพร้อมในการขับเคลื่อนไปสู่การดำเนินงานในเชิงพาณิชย์ให้ได้โดยเร็ว อย่างไรก็ตาม ในบางประเทศอาจเลือกดำเนินมาตรการในลักษณะการงดเว้นการจัดเก็บค่าธรรมเนียม (Fee)

บางประเภทเพื่อสร้างแต้มต่อและแรงจูงใจในการดำเนินธุรกิจให้แก่ผู้ประกอบการหรือในบางกรณีอาจเสนอทางเลือกทางการเงินในลักษณะเงินกู้ดอกเบี้ยต่ำ (Low Interest Loan) เพื่อทดแทนมาตรการทางเงินในลักษณะการอุดหนุนโดยตรง (Direct Subsidy)

โดยที่ปรึกษาพบ นโยบาย บทบัญญัติ มาตรการ แนวทางการดำเนินงานรวมถึงโครงการที่สำคัญในต่างประเทศและประเทศไทยที่อยู่ภายใต้บริบทดังกล่าว ดังนี้

- **สหรัฐอเมริกา:** ดำเนินการผ่าน (ร่าง) รัฐบัญญัติการกักเก็บ (พลังงาน) ปี 2013 (Storage 2013 Act) และรัฐบัญญัติลดอัตราเงินเฟ้อ (IRA) โดยมีข้อเสนอทางการเงินในลักษณะเครดิตภาษี (Tax Credit) ให้แก่โครงการด้านพลังงานหมุนเวียนและระบบกักเก็บพลังงาน

- **เยอรมนี:** ดำเนินการผ่านนโยบายยกเลิกการเรียกเก็บค่าธรรมเนียม EEG Levy ภายใต้รัฐบัญญัติแหล่งพลังงานหมุนเวียน (EEG) และนโยบายยกเว้นค่าธรรมเนียมการเชื่อมต่อระบบไฟฟ้า (Grid Fee Exemption) ภายใต้รัฐบัญญัติอุตสาหกรรมพลังงาน (EnWG) ควบคู่ไปกับการเสนอเงินกู้ดอกเบี้ยต่ำ (Low Interest Loan) ให้แก่โครงการ BESS เพื่อสร้างแต้มต่อและความน่าสนใจในการลงทุนติดตั้ง BESS ทั้งในระดับโครงข่าย (Grid Scale) และ ระดับผู้ใช้ไฟฟ้า (BTM)

- **ญี่ปุ่น:** ดำเนินการผ่านแผนกลยุทธ์พลังงานฉบับที่ 6 (The 6th Strategic Energy Plan) โดยมีมาตรการอุดหนุนค่าออกแบบ ค่าอุปกรณ์ และค่าการก่อสร้างให้แก่โครงการติดตั้ง BESS รูปแบบใหม่ ๆ ซึ่งครอบคลุมถึงการนำ 2nd Life จากยานยนต์ไฟฟ้ามาใช้งานเป็นระบบกักเก็บพลังงานแบบตั้งอยู่ประจำที่ (Stationary) รวมถึงโครงการติดตั้ง BESS รูปแบบทั่วไปเพื่อจูงใจและกระตุ้นให้เกิดการลงทุนติดตั้งแก่ทั้งผู้ประกอบการและประชาชนที่สนใจ

- **ประเทศไทย:** ที่ผ่านมาทางคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (BOI) ได้มีการออก “มาตรการส่งเสริมการลงทุนฉบับแก้ไขปี พ.ศ. 2564” เพื่อกระตุ้นและสนับสนุนการลงทุนในอุตสาหกรรมที่เป็นประโยชน์ต่อเศรษฐกิจและสังคมผ่านมาตรการปรับปรุงประสิทธิภาพที่สำคัญทั้ง 6 ด้าน โดยระบบกักเก็บพลังงานถือเป็นหนึ่งในองค์ประกอบสำคัญใน ด้านการประหยัดพลังงาน การใช้พลังงานทดแทน หรือการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (ด้านที่ 1) โดยในภาพรวมมีการมอบสิทธิประโยชน์ด้านการยกเว้นอากรขาเข้าให้แก่เครื่องจักร/อุปกรณ์สำหรับปรับปรุงประสิทธิภาพหรือยกระดับกิจการซึ่งครอบคลุม BESS และอุปกรณ์ที่เกี่ยวเนื่อง อาทิ อินเวอร์เตอร์และชุดอุปกรณ์ควบคุมที่สำคัญ เป็นต้น อีกทั้ง ยังมีการยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคล 3 ปี เป็นสัดส่วนร้อยละ 50 ของเงินลงทุนในการปรับปรุงประสิทธิภาพหรือยกระดับกิจการอีกด้วย นอกจากนี้ ในปี พ.ศ 2567 ภาครัฐยังได้มีการออก “มาตรการส่งเสริมการลงทุนเพื่อผลิตแบตเตอรี่ในระดับเซลล์สำหรับยานยนต์ไฟฟ้าและระบบกักเก็บพลังงาน” ควบคู่ไปด้วยเพื่อดึงดูดให้ผู้ประกอบกิจการชั้นนำของโลกที่เป็นผู้ผลิตแบตเตอรี่ระดับเซลล์เข้ามาลงทุนตั้งฐานการผลิตในประเทศไทย รวมถึงช่วยเติมเต็มห่วงโซ่อุปทานของอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้า (EV) และต่อยอดไปยังอุตสาหกรรมอื่น ๆ ที่ใช้ระบบกักเก็บพลังงานควบคู่กันไป โดยได้มีการยกเว้นยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคลและอากรขาเข้าสำหรับเครื่องจักร วัสดุและวัตถุดิบที่จำเป็นต่อการวิจัย พัฒนา ทดสอบ และการผลิตเพื่อการส่งออก ซึ่งแม้มาตรการดังกล่าวมิได้มีจุดประสงค์เพื่อกระตุ้นให้เกิดการใช้งาน BESS โดยตรง แต่ก็ถือเป็นการสร้างระบบนิเวศน์ (Ecosystem) ในการดำเนินธุรกิจที่ดีให้แก่ประเทศไทยควบคู่กันไป

3) นโยบายส่งเสริมการนำทรัพยากรมาใช้ประโยชน์ในระบบไฟฟ้า

นโยบายกลุ่มดังกล่าวถือเป็นองค์ประกอบที่สำคัญอย่างยิ่งต่อการขับเคลื่อนไปสู่การดำเนินงานในเชิงพาณิชย์ เนื่องจากผู้เล่นในตลาดสามารถนำทรัพยากรที่ลงทุนไว้มาให้บริการแก่ระบบไฟฟ้าเพื่อรับผลตอบแทนตามกลไกเชิงพาณิชย์หรือใกล้เคียงเชิงพาณิชย์มากยิ่งขึ้นเพื่อทำให้ผู้ลงทุนมีแหล่งรายได้ของธุรกิจที่ต่อเนื่องโดยไม่จำเป็นต้องได้รับการสนุบสนุนทางเงินจากภาครัฐเพียงอย่างเดียว ซึ่งในภาพรวมแหล่งรายได้ดังกล่าวสามารถเกิดขึ้นได้หลายรูปแบบ กล่าวคือ ในช่วงแรกอาจอยู่ในลักษณะนโยบายการรับซื้อจากภาครัฐ (Purchase Scheme) ซึ่งอาจต้องพึ่งพากลไกอุดหนุนหรือชดเชยผลตอบแทนบางรูปแบบควบคู่ไปด้วย อาทิ Feed-in-Tariff (FiT) หรือ Feed-in-Premium (FiP) เป็นต้น เพื่อสร้างความสามารถในการแข่งขัน (Competitiveness) ในช่วงที่ต้นทุนราคาเทคโนโลยียังไม่อำนวยให้เกิดการแข่งขันได้อย่างเต็มที่ ก่อนที่ในระยะต่อไปภาครัฐจะค่อย ๆ ผ่อนมือออกจากกลไกดังกล่าวเพื่อขับเคลื่อนการดำเนินงานให้เข้าใกล้เชิงพาณิชย์มากขึ้น อาทิ ภาครัฐอาจเปิดโอกาสให้ผู้ประกอบการสามารถรับผลตอบแทนโดยตรงหน่วยงานการไฟฟ้าผ่านสัญญาระยะยาว (Contracted Revenue) ในรูปแบบต่าง ๆ หรือสามารถสร้างรายได้จากตลาดไฟฟ้า (Market Revenue) โดยตรงหากโครงสร้างกิจการไฟฟ้าของประเทศเอื้ออำนวย

โดยที่ปรึกษาพบ นโยบาย บทบัญญัติ มาตรการ แนวทางการดำเนินงานรวมถึงโครงการที่สำคัญในต่างประเทศและประเทศไทยที่อยู่ภายใต้บริบทดังกล่าว ดังนี้

- **สหรัฐอเมริกา:** ดำเนินการผ่าน FERC order 841 และ FERC order 2222 โดยเปิดโอกาสให้ BESS ทั้งในระดับ Grid Scale และ BTM สามารถมีส่วนร่วมให้บริการในตลาดไฟฟ้าทุกประเภท

- **เยอรมนี:** ดำเนินการผ่านมาตรการ Grid Booster ที่อยู่ภายใต้กลยุทธ์การกักเก็บพลังงาน (Energy Storage Strategy) โดยเปิดโอกาสให้ผู้ควบคุมระบบส่งไฟฟ้า (TSO) สามารถนำ BESS มาเป็นทางเลือกการลงทุนเพื่อลดความจำเป็นในการก่อสร้างระบบส่งและระบบจำหน่าย (T&D Investment Deferral) ด้วยงบประมาณมูลค่าสูง

- **ญี่ปุ่น:** ดำเนินการผ่านนโยบาย Long-Term Decarbonisation Power Source Auction โดยเปิดโอกาสให้ BESS สามารถมีส่วนร่วมในแผนการจัดหาแหล่งพลังงานสะอาดของประเทศในระยะยาวอย่างเป็นรูปธรรม โดยมีการกำหนดเป้าหมายการจัดหาทรัพยากรต่าง ๆ แยกไว้เป็นรายประเภทอย่างชัดเจน อีกทั้งยังมีการปรับปรุงหลักเกณฑ์ และเงื่อนไขที่เกี่ยวข้องให้มีความสอดคล้องกับศักยภาพจริงอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้ตั้งแต่ปี 2016 เป็นต้นมาญี่ปุ่นได้ทยอยเปิดโอกาสให้ BESS ทั้งในระดับ Grid Scale และ BTM มีส่วนร่วมกับตลาดไฟฟ้าจนครบทุกประเภท ซึ่งรวมถึงตลาดปรับสมดุล (Balancing Market) ที่เพิ่งก่อตั้งแล้วเสร็จในปี 2021

- **ไต้หวันและจีน:** มีการดำเนินงานลักษณะที่คล้ายคลึงกัน โดยในปัจจุบันไต้หวันได้มีการก่อตั้งแพลตฟอร์มซื้อขายพลังงาน (Energy Trading Platform, ETP) เพื่อใช้ประกอบการจัดหาบริการเสริมความมั่นคงให้แก่ระบบไฟฟ้า (Ancillary Services) ประเภทการควบคุมความถี่ (Frequency Regulation) จาก BESS ทั้งในระดับ Grid Scale และ BTM โดยอาศัยความตามรัฐบัญญัติไฟฟ้า (Electricity Act) ส่วนประเทศจีนเกิดขึ้นภายใต้แผนพัฒนาฉบับที่ 14 (14th Five-Year Plan) โดยรัฐบาลกลางต้องการวางกรอบราคาบริการที่สะท้อนมูลค่าของการกักเก็บพลังงานที่เหมาะสมเพื่อส่งเสริมให้ระบบกักเก็บพลังงานแบบแยกอิสระ (Standalone) สามารถทำสัญญาเพื่อให้บริการด้านพลังงาน (Energy Service) และบริการเสริมความมั่นคง

แก่ระบบไฟฟ้า (Ancillary Service) ภายใต้กลไกรายได้ที่คุ้มค่าต่อการลงทุน อีกทั้ง ยังมองหาโอกาสและประเมินความเป็นไปได้ในการเข้าร่วมแบบ 2 ตลาด (Dual Participation) ควบคู่กันไปด้วย โดยในปัจจุบันหลายมณฑลของจีนเริ่มดำเนินนโยบายสนับสนุนการติดตั้ง BESS ร่วมกับระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนทั้งในลักษณะภาคบังคับ (Mandatory) และภาคสมัครใจ (Voluntary) อาทิ ในมณฑลชิงไห่ (Qinghai) มณฑลเจ้อเจียง (Zhejiang) มณฑลกานซู่ (Gansu) มณฑลชานซี (Shanxi) มณฑลชานตง (Shandong) และมณฑลยูนนาน (Yunnan) เป็นต้น รวมถึงในบางพื้นที่ยังเปิดโอกาสให้ BESS ในระดับ BTM มีส่วนร่วมกับระบบไฟฟ้าเพื่อแลกกับผลตอบแทน โดยมีเงื่อนไขว่าต้องอยู่ภายใต้การควบคุมของหน่วยงานที่สั่งเดินโรงไฟฟ้าโดยตรง

นอกจากนี้ ที่ปรึกษายังพบจุดร่วมที่น่าสนใจอีกประการ คือ ในช่วงที่ภาครัฐเริ่มปรับเปลี่ยนนโยบายการรับซื้อพลังงานหมุนเวียนแบบ FiT ไปสู่ FiP หรือกลไกการประมูล (Auction Based) นอกจากจะทำให้ผู้ประกอบการด้านพลังงานหมุนเวียนขยับเข้าใกล้การดำเนินธุรกิจในเชิงพาณิชย์ได้มากขึ้นแล้ว อีกนัยหนึ่งยังส่งผลให้เกิดการเติบโตของ BESS ควบคู่ไปด้วย เนื่องจาก มีแรงขับเคลื่อนในแง่ของความจำเป็นในการรักษากำลังผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนให้มีความต่อเนื่องเพื่อหลีกเลี่ยงบทปรับ (Imbalance Penalty) รวมถึงโอกาสในการสร้างรายได้เพิ่มเติมจากการกักเก็บพลังงานไฟฟ้าส่วนเกิน (Excess Energy) หรือพลังงานไฟฟ้าในส่วนที่มีคำสั่งให้ลดกำลังการผลิต (Curtailment) ไว้จำหน่ายเป็นบริการในช่วงที่มีราคาสูงได้อีกด้วย ซึ่งกรณีดังกล่าวเกิดขึ้นในลักษณะที่คล้าย ๆ ในประเทศเยอรมนีและญี่ปุ่น

- **ประเทศไทย:** ที่ผ่านมาภาครัฐได้ดำเนินการตาม “นโยบายรับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนพื้นดินร่วมกับระบบกักเก็บพลังงาน (Solar+BESS)” ตั้งแต่ปี 2567-2573 รวม 1,000 MW ผ่านกลไกการรับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนในรูปแบบ Feed-in Tariff (FiT) สำหรับพลังงานแสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนพื้นดินร่วมกับระบบกักเก็บพลังงาน เพื่อส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนที่สอดคล้องกับแผนการเพิ่มการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานสะอาด ภายใต้แผน PDP2018 ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 1 โดยที่ผ่านมาสำนักงาน กกพ. ได้ประกาศรายชื่อผู้ยื่นขอผลิตไฟฟ้าที่ได้รับการคัดเลือกจำนวน 24 ราย และมีปริมาณพลังไฟฟ้าเสนอขายที่ได้รับคัดเลือกจำนวน 994.06 MW นอกจากนี้ ภาครัฐยังได้มีการดำเนินการตาม “นโยบายรับซื้อไฟฟ้าจากผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็กโครงการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนในรูปแบบ SPP Hybrid Firm” โดยดำเนินการรับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนในรูปแบบ Feed-in Tarff (FiT) สำหรับผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็ก (SPP) แบบ SPP Hybrid Firm ในปริมาณ 300 MW เพื่อให้การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนอยู่ในรูปแบบ Firm และช่วยสร้างความมั่นคงให้แก่ระบบไฟฟ้า ลดความผันผวนของพลังงานธรรมชาติที่มีความไม่แน่นอนสูงให้มีความสามารถในการพึ่งพาได้มากกว่าโรงไฟฟ้าหมุนเวียนในรูปแบบปกติเพื่อช่วยลดภาระการจัดหาเชื้อเพลิงประเภทใดประเภทหนึ่งในการผลิตไฟฟ้าลง โดยการบริหารจัดการเชื้อเพลิงและผลิตไฟฟ้าร่วมกับพลังงานหมุนเวียนในรูปแบบอื่น ๆ รวมถึงอาจใช้เทคโนโลยีการกักเก็บพลังงานร่วมด้วย โดยที่ผ่/ทางสำนักงาน กกพ. ได้ประกาศรายชื่อที่ได้รับการคัดเลือกจำนวน 17 ราย และมีปริมาณพลังไฟฟ้าเสนอขายที่ได้รับคัดเลือกจำนวน 300 MW

6. วิเคราะห์ความเหมาะสมและแนวทางการส่งเสริมรูปแบบธุรกิจการลงทุนและการจัดหา BESS ในระดับ Grid Scale

ที่ปรึกษาได้ดำเนินการวิเคราะห์ความเหมาะสมและแนวทางการส่งเสริมรูปแบบธุรกิจการลงทุนและการจัดหา BESS ในระดับ Grid Scale ที่เหมาะสมกับบริบทของประเทศไทย มาใช้งานเป็นแหล่งทรัพยากรในระบบไฟฟ้าให้เป็นไปตามเป้าหมายของแผน PDP (สอดคล้องกับ TOR 4.4) โดยมีรายละเอียดของการศึกษาที่เกี่ยวข้องดังนี้

6.1 สรุปรูปแบบการประยุกต์ใช้งาน BESS ในระบบไฟฟ้าที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทยตามเป้าหมายของแผน PDP และการใช้งานอื่น ๆ ที่มีความเป็นไปได้

ในการวิเคราะห์รูปแบบธุรกิจสำหรับแต่ละบริการนั้นจะทำการวิเคราะห์โดยแบ่งออกเป็น 4 ประเภท อันได้แก่ รูปแบบภาครัฐลงทุนโดยตรง (Public Sector Direct Investment) รูปแบบธุรกิจสัญญาระยะยาว (Contracted Revenue Model) และรูปแบบธุรกิจในตลาดเสรี (Merchant Revenue Model) และรูปแบบธุรกิจผสมผสาน (Hybrid Revenue Model) โดยจะกำหนดให้รูปแบบธุรกิจภาครัฐลงทุนโดยตรงเป็นกรณีฐานสำหรับการวิเคราะห์ ในขณะที่รูปแบบธุรกิจประเภทอื่นๆ จะเลือกพิจารณาตามความเป็นไปได้ที่จะเกิดขึ้นของรูปแบบธุรกิจเพื่อที่ให้สอดคล้องกับการบริการในแต่ละด้านแสดงตัวอย่างดังตารางที่ EX-4

ตารางที่ EX-4: สรุปรูปแบบธุรกิจการลงทุนการจัดหา BESS ในระดับ Grid Scale ที่นำมาวิเคราะห์สำหรับการประยุกต์ใช้งานในระบบไฟฟ้าแต่ละกลุ่ม

<table>
<tr><th rowspan="2">บริการ (Services)</th><th colspan="4">รูปแบบธุรกิจและการลงทุน</th></tr>
<tr><th>ภาครัฐลงทุนโดยตรง</th><th>สัญญาระยะยาว</th><th>ตลาดเสรี</th><th>ผสมผสาน</th></tr>
<tr><td rowspan="6">บริการด้านพลังงานและกำลังไฟฟ้า (Energy & Capacity Services)</td><td rowspan="6">กรณีฐานสำหรับการวิเคราะห์</td><td>รูปแบบสัญญาเช่าภายใต้การจัดหาแบบ BOOT</td><td rowspan="6">แข่งขันแบบเสรีภายใต้ตลาดพลังงานไฟฟ้า (Energy Market) และ ตลาดกำลังไฟฟ้า (Capacity Market)</td><td rowspan="3">รูปแบบสัญญาตามกำลังไฟฟ้า ร่วมกับการแข่งขันภายใต้ตลาดไฟฟ้า</td></tr>
<tr><td>รูปแบบสัญญาเช่าภายใต้การจัดหาแบบ BOO</td></tr>
<tr><td>รูปแบบสัญญาให้บริการ</td></tr>
<tr><td>รูปแบบสัญญาตามกำลังไฟฟ้า</td><td rowspan="3">รูปแบบสัญญาตามกำลังไฟฟ้าและพลังงานที่ผลิตได้ ร่วมกับการแข่งขันภายใต้ตลาดไฟฟ้า</td></tr>
<tr><td>รูปแบบสัญญาตามกำลังไฟฟ้าและพลังงานที่ผลิตได้</td></tr>
<tr><td>รูปแบบสัญญาซื้อขายไฟฟ้า</td></tr>
<tr><td>บริการในระบบส่งและระบบจำหน่าย</td><td>กรณีฐานสำหรับการวิเคราะห์</td><td>รูปแบบสัญญาเช่าภายใต้การจัดหาแบบ BOOT</td><td colspan="2">ไม่พิจารณา</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th rowspan="2">บริการ (Services)</th><th colspan="4">รูปแบบธุรกิจและการลงทุน</th></tr>
<tr><th>ภาครัฐลงทุนโดยตรง</th><th>สัญญาระยะยาว</th><th>ตลาดเสรี</th><th>ผสมผสาน</th></tr>
<tr><td>(Transmission & Distribution Services)</td><td rowspan="6"></td><td>รูปแบบสัญญาเช่าภายใต้การจัดหาแบบ BOO</td><td colspan="2" rowspan="6"></td></tr>
<tr><td>รูปแบบสัญญาให้บริการ</td></tr>
<tr><td>รูปแบบสัญญาตามกำลังไฟฟ้า</td></tr>
<tr><td>รูปแบบสัญญาตามกำลังไฟฟ้าและพลังงานที่ผลิตได้</td></tr>
<tr><td>รูปแบบสัญญาซื้อขายไฟฟ้า</td></tr>
<tr><td rowspan="6">บริการเสริมความมั่นคงในระบบไฟฟ้า (Ancillary Services)</td><td rowspan="6">กรณีฐานสำหรับการวิเคราะห์</td><td>รูปแบบสัญญาเช่าภายใต้การจัดหาแบบ BOOT</td><td rowspan="6">แข่งขันแบบเสรีภายใต้ตลาดบริการความมั่นคงไฟฟ้า (Ancillary Market)</td><td rowspan="3">รูปแบบสัญญาตามกำลังไฟฟ้า ร่วมกับการแข่งขันภายใต้ตลาดไฟฟ้า</td></tr>
<tr><td>รูปแบบสัญญาเช่าภายใต้การจัดหาแบบ BOO</td></tr>
<tr><td>รูปแบบสัญญาให้บริการ</td></tr>
<tr><td>รูปแบบสัญญาตามกำลังไฟฟ้า</td><td rowspan="3">รูปแบบสัญญาตามกำลังไฟฟ้าและพลังงานที่ผลิตได้ ร่วมกับการแข่งขันภายใต้ตลาดไฟฟ้า</td></tr>
<tr><td>รูปแบบสัญญาตามกำลังไฟฟ้าและพลังงานที่ผลิตได้</td></tr>
<tr><td>รูปแบบสัญญาซื้อขายไฟฟ้า</td></tr>
</table>

6.2 วิเคราะห์รูปแบบธุรกิจการลงทุนและการจัดหา BESS ในระดับ Grid Scale มาใช้งานสำหรับบริการด้านพลังงานและกำลังไฟฟ้า

เนื้อหาในหัวข้อนี้จะนำเสนอผลการวิเคราะห์รูปแบบธุรกิจการลงทุนและการจัดหา BESS มาใช้งานสำหรับบริการด้านพลังงานและกำลังไฟฟ้าใน 3 แนวทาง ดังนี้

1) การวิเคราะห์ลักษณะรูปแบบธุรกิจ

กิจกรรมและจุดเด่นของรูปแบบธุรกิจต่างๆ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.1) ภาครัฐลงทุนโดยตรง

เมื่อผู้ลงทุนและผู้สั่งการเดินเครื่องเป็นผู้เดียวกันคือภาครัฐ กิจกรรมที่เกี่ยวกับการลงทุนและการใช้งาน BESS ได้แก่ การลงทุน การเดินเครื่อง และการบำรุงรักษาจึงเป็นความรับผิดชอบของภาครัฐทั้งหมด โดยมีคู่ค้าที่สำคัญคือผู้จัดหา BESS ซึ่งทรัพยากรที่จำเป็นจะประกอบไปด้วย เทคโนโลยี BESS ที่มีคุณลักษณะเหมาะสมกับการใช้งาน รวมถึงความรู้ในการใช้งานและบำรุงรักษา BESS และพลังงานไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้า

สำหรับจุดเด่นของรูปแบบธุรกิจนี้นอกจากการลดต้นทุนและเพิ่มความมั่นคงในระบบไฟฟ้าในช่วง peak load แล้วนั้น การที่ภาครัฐลงทุนโดยตรงจะกระทบต้นทุนค่าไฟฟ้าน้อยที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากต้นทุนทางการเงินของภาครัฐนั้นต่ำกว่าผลตอบแทนทางการเงินที่เอกชนคาดหวัง นอกจากนี้ BESS ที่ภาครัฐเป็นผู้ลงทุนยังมีความยืดหยุ่นในการใช้งานสูงที่สุด เนื่องจากในกรณีที่จำเป็น NCC สามารถใช้งาน BESS เกินกว่าที่ออกแบบไว้ได้ และยังสามารถนำไปใช้งานในบริการอื่นๆ ได้โดยไม่มีความจำเป็นต้องแก้ไขสัญญาใด ๆ

1.2) สัญญาระยะยาว

รูปแบบธุรกิจการลงทุนและการจัดหา BESS ในระดับ Grid Scale แบบสัญญาระยะยาวสำหรับการใช้งานในบริการด้านพลังงานและกำลังไฟฟ้าที่จะทำการวิเคราะห์มีดังต่อไปนี้

- **รูปแบบสัญญาเช่าภายใต้การจัดหาแบบ BOOT**

เอกชนผู้ลงทุนเป็นผู้รับผิดชอบกิจกรรมที่เกี่ยวกับการลงทุน การบำรุงรักษา BESS และมีหน้าที่โอนสินทรัพย์ BESS ให้กับ NCC เมื่อหมดสัญญา โดยมีคู่ค้าที่สำคัญคือผู้จัดหา BESS และ ผู้ดูแลระบบไฟฟ้า (Independent System Operator: ISO) ซึ่งเทียบได้กับ NCC ในบริบทของประเทศไทย โดยทรัพยากรที่จำเป็นจะประกอบไปด้วย เทคโนโลยี BESS ที่มีคุณลักษณะเหมาะสมกับการใช้งาน รวมถึงความรู้ในการใช้งานและบำรุงรักษา BESS และพลังงานไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้า

สำหรับจุดเด่นของรูปแบบธุรกิจนี้นอกจากการลดต้นทุนและเพิ่มความมั่นคงในระบบไฟฟ้าในช่วง peak load แล้วนั้น การที่เอกชนเป็นผู้ลงทุนยังเป็นการลดภาระทางการเงินของภาครัฐที่มีงบประมาณจำกัด รวมถึงไม่เป็นภาระในการบำรุงรักษาอุปกรณ์ที่ถือได้ว่าเป็นเทคโนโลยีใหม่ในระบบไฟฟ้าซึ่งภาครัฐอาจจะยังไม่มีบุคลากรที่มีความชำนาญในการบำรุงรักษา อย่างไรก็ตามการที่ NCC ได้รับสิทธิ์ในการเลือกสถานที่ติดตั้งและได้สิทธิ์ในการสั่งการเดินเครื่องทำให้อุปกรณ์ยังมีความยืดหยุ่นในการใช้งานสูง สามารถนำไปใช้ในบริการอื่นได้ภายใต้เงื่อนไขการรับประกันที่ตกลงไว้กับผู้ลงทุน จุดเด่นสุดท้ายคือ NCC จะได้รับสินทรัพย์ BESS ดังกล่าวเมื่อหมดสัญญาซึ่งถึงแม้ว่าจะใกล้สิ้นสุดอายุการใช้งาน แต่ก็ยังถือว่า BESS ดังกล่าวยังใช้งานได้อยู่

- **รูปแบบสัญญาเช่าภายใต้การจัดหาแบบ BOO**

รูปแบบธุรกิจสัญญาเช่า BESS ภายใต้การจัดหาแบบ BOO ความรับผิดชอบของเอกชนจะเหมือนกับรูปแบบธุรกิจสัญญาเช่า BESS ภายใต้การจัดหาแบบ BOOT เพียงแต่จะไม่มีการโอนสินทรัพย์ BESS ให้ภาครัฐหลังหมดสัญญา

สำหรับจุดเด่นของรูปแบบธุรกิจนี้จะเหมือนกับรูปแบบธุรกิจสัญญาเช่า BESS ภายใต้การจัดหาแบบ BOOT เพียงแต่ภาครัฐจะไม่ต้องรับผิดชอบในการกำจัดซากอุปกรณ์ เนื่องจาก BESS ที่มีการนำมาใช้งานในระดับ Grid Scale เป็นเทคโนโลยีที่ค่อนข้างใหม่ กระบวนการกำจัดหรือการนำกลับมาใช้ประโยชน์ (Recycle) นั้นยังไม่เป็นที่แพร่หลายและทางเลือกยังมีไม่มาก ทำให้มีความเสี่ยงว่าจะทำให้เกิดค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง ดังนั้น Business Model Canvas ของรูปแบบธุรกิจที่เป็นสัญญาระยะยาวจะเหมือนกันเกือบทั้งหมด

- **รูปแบบสัญญาให้บริการ**

เอกชนผู้ลงทุนเป็นผู้รับผิดชอบกิจกรรมที่เกี่ยวกับการลงทุน การเดินเครื่องตามที่ได้รับการสั่งการ และการบำรุงรักษา BESS โดยมีคู่ค้าที่สำคัญคือผู้จัดหา BESS และ NCC ซึ่งทรัพยากรที่จำเป็นจะประกอบไปด้วย เทคโนโลยี BESS ที่มีคุณลักษณะเหมาะสมกับการใช้งาน รวมถึงความรู้ในการใช้งานและบำรุงรักษา BESS และพลังงานไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้า

สำหรับจุดเด่นของรูปแบบธุรกิจนี้นอกจากการลดต้นทุนและเพิ่มความมั่นคงในระบบไฟฟ้าในช่วง peak load แล้วนั้น การที่เอกชนเป็นผู้ลงทุนและเดินเครื่องยังเป็นการลดภาระทางการเงินและบุคลากรของภาครัฐที่มีข้อจำกัดด้านงบประมาณและกำลังพล โดยที่ NCC ยังมีสิทธิ์ในการสั่งการเดินเครื่องทำให้อุปกรณ์ยังมีความยืดหยุ่นในการใช้งานค่อนข้างสูง สามารถนำไปใช้ในบริการอื่นได้ภายใต้เงื่อนไขการรับประกันที่ตกลงไว้กับผู้ลงทุน

- **รูปแบบสัญญาตามกำลังไฟฟ้า**

กิจกรรมที่เอกชนผู้ลงทุนต้องรับผิดชอบกิจกรรมจะมีเพิ่มขึ้น ได้แก่ การลงทุน การเดินเครื่อง การบำรุงรักษา และการวางแผนการอัดประจุไฟฟ้า โดยมีคู่ค้าที่สำคัญคือผู้จัดหา BESS และ NCC ซึ่งทรัพยากรที่จำเป็นจะประกอบไปด้วย เทคโนโลยี BESS ที่มีคุณลักษณะเหมาะสมกับการใช้งานรวมถึงความรู้ในการใช้งานและบำรุงรักษา BESS และพลังงานไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้า

สำหรับจุดเด่นของรูปแบบธุรกิจนี้นอกจากการลดต้นทุนและเพิ่มความมั่นคงในระบบไฟฟ้าในช่วง peak load แล้วนั้น การที่เอกชนเป็นผู้ลงทุนและเดินเครื่องยังเป็นการลดภาระทางการเงินและบุคลากรของภาครัฐที่มีข้อจำกัดด้านงบประมาณและกำลังพล นอกจากนี้ NCC ยังไม่ต้องรับผิดชอบความสูญเสียทางไฟฟ้าจากการใช้งาน BESS

- **รูปแบบสัญญาตามกำลังไฟฟ้าและพลังงานที่ผลิตได้**

กิจกรรมที่เอกชนผู้ลงทุนต้องรับผิดชอบกิจกรรมนั้นจะเหมือนกับรูปแบบสัญญาตามกำลังไฟฟ้า โดยมีคู่ค้าที่สำคัญคือผู้จัดหา BESS และ NCC ซึ่งทรัพยากรที่จำเป็นจะประกอบไปด้วย เทคโนโลยี BESS ที่มีคุณลักษณะเหมาะสมกับการใช้งาน รวมถึงความรู้ในการใช้งานและบำรุงรักษา BESS และพลังงาน

ไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้า

สำหรับจุดเด่นของรูปแบบธุรกิจนี้จะเหมือนกับรูปแบบสัญญาตามกำลังไฟฟ้า นอกจากนี้สัญญารูปแบบนี้จะจำกัดค่าใช้จ่ายของภาครัฐลงได้เมื่อเทียบกับรูปแบบสัญญาตามกำลังไฟฟ้า เนื่องจากจะต้องชำระค่าไฟฟ้าเท่าที่ใช้จริงเท่านั้น

- **รูปแบบสัญญาซื้อขายไฟฟ้า**

กิจกรรมที่เอกชนผู้ลงทุนต้องรับผิดชอบกิจกรรมนั้นจะประกอบไปด้วยการลงทุน การเดินเครื่อง การบำรุงรักษา การวางแผนผลิตไฟฟ้า และการวางแผนการอัดประจุไฟฟ้า โดยมีคู่ค้าที่สำคัญคือผู้จัดหา BESS และ NCC ซึ่งทรัพยากรที่จำเป็นจะประกอบไปด้วย เทคโนโลยี BESS ที่มีคุณลักษณะเหมาะสมกับการใช้งาน ความรู้ในการใช้งานและบำรุงรักษา BESS และระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน

สำหรับจุดเด่นของรูปแบบธุรกิจนี้จะเหมือนกับรูปแบบสัญญาตามกำลังไฟฟ้าและพลังงานที่ผลิตได้ นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มสัดส่วนการผลิตไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานหมุนเวียนให้กับระบบไฟฟ้าด้วย

1.3) รูปแบบตลาดเสรี

กิจกรรมที่เอกชนผู้ลงทุนต้องรับผิดชอบกิจกรรมนั้นจะประกอบไปด้วยการลงทุน การเดินเครื่อง การบำรุงรักษา และการซื้อขายไฟฟ้าผ่านสัญญาระยะสั้นหรือในตลาดซื้อขายไฟฟ้า โดยมีคู่ค้าที่สำคัญคือผู้จัดหา BESS, NCC และผู้ใช้ไฟฟ้าในระบบไฟฟ้า ซึ่งทรัพยากรที่จำเป็นจะประกอบไปด้วย เทคโนโลยี BESS ที่มีคุณลักษณะเหมาะสมกับการใช้งานรวมถึงความรู้ในการใช้งานและบำรุงรักษา BESS และพลังงานไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้า

สำหรับจุดเด่นของรูปแบบธุรกิจนี้นอกจากการลดต้นทุนและเพิ่มความมั่นคงในระบบไฟฟ้าในช่วง peak load แล้วนั้น ยังเป็นการลดภาระของภาครัฐในการจัดหาไฟฟ้าทั้งระบบเนื่องจากผู้ใช้ไฟฟ้าบางส่วนจะจัดหาไฟฟ้าด้วยตัวเอง

1.4) รูปแบบผสมผสาน

รูปแบบธุรกิจการลงทุนและการจัดหา BESS ในระดับ Grid Scale แบบผสมผสานสำหรับการใช้งานในบริการด้านพลังงานและกำลังไฟฟ้าที่จะทำการวิเคราะห์มีดังต่อไปนี้

- **รูปแบบสัญญาตามกำลังไฟฟ้า ร่วมกับตลาดพลังงานไฟฟ้า**

กิจกรรมที่เอกชนผู้ลงทุนต้องรับผิดชอบกิจกรรมนั้นจะประกอบไปด้วยการลงทุน การเดินเครื่อง การบำรุงรักษา การให้บริการตามสัญญาระยะยาวที่ทำไว้ และการซื้อขายไฟฟ้าผ่านสัญญาระยะสั้นหรือในตลาดซื้อขายไฟฟ้าโดยมีคู่ค้าที่สำคัญคือผู้จัดหา BESS, NCC และผู้ใช้ไฟฟ้าในระบบไฟฟ้า ซึ่งทรัพยากรที่จำเป็นจะประกอบไปด้วย เทคโนโลยี BESS ที่มีคุณลักษณะเหมาะสมกับการใช้งาน รวมถึงความรู้ในการใช้งานและบำรุงรักษา BESS และพลังงานไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้า

สำหรับจุดเด่นของรูปแบบธุรกิจนี้นอกจากการลดต้นทุนและเพิ่มความมั่นคงในระบบไฟฟ้าในช่วง peak load แล้วนั้น ยังเป็นการลดภาระของภาครัฐในการจัดหาไฟฟ้าทั้งระบบเนื่องจากผู้ใช้ไฟฟ้าบางส่วนจะจัดหาไฟฟ้าด้วยตัวเอง นอกจากนี้ยังสามารถลดค่าใช้จ่ายได้บางส่วนจากการทำสัญญาระยะยาวที่ช่วยลดความเสี่ยงของผู้ลงทุน ทำให้ผู้ลงทุนสามารถลดผลตอบแทนการลงทุนที่คาดหวังลงได้เมื่อเทียบกับธุรกิจในตลาดพลังงานไฟฟ้า

- **รูปแบบสัญญาตามกำลังไฟฟ้าและพลังงานที่ผลิตได้ ร่วมกับตลาดพลังงานไฟฟ้า**

กิจกรรมที่เอกชนผู้ลงทุนต้องรับผิดชอบกิจกรรมนั้นจะประกอบไปด้วยการลงทุน การเดินเครื่อง การบำรุงรักษา การให้บริการตามสัญญาระยะยาวที่ทำไว้ และการซื้อขายไฟฟ้าผ่านสัญญาระยะสั้นหรือในตลาดซื้อขายไฟฟ้า โดยมีคู่ค้าที่สำคัญคือผู้จัดหา BESS, NCC และผู้ใช้ไฟฟ้าในระบบไฟฟ้า ซึ่งทรัพยากรที่จำเป็นจะประกอบไปด้วย เทคโนโลยี BESS ที่มีคุณลักษณะเหมาะสมกับการใช้งาน รวมถึงความรู้ในการใช้งานและบำรุงรักษา BESS และพลังงานไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้า

สำหรับจุดเด่นของรูปแบบธุรกิจนี้นอกจากการลดต้นทุนและเพิ่มความมั่นคงในระบบไฟฟ้าในช่วง peak load แล้วนั้น ยังเป็นการลดภาระของภาครัฐในการจัดหาไฟฟ้าทั้งระบบเนื่องจากผู้ใช้ไฟฟ้าบางส่วนจะจัดหาไฟฟ้าด้วยตัวเอง นอกจากนี้ยังสามารถลดค่าใช้จ่ายได้บางส่วนจากการทำสัญญาระยะยาวที่ช่วยลดความเสี่ยงของผู้ลงทุน ทำให้ผู้ลงทุนสามารถลดผลตอบแทนการลงทุนที่คาดหวังลงได้เมื่อเทียบกับธุรกิจในตลาดพลังงานไฟฟ้า ทั้งนี้ยังนี้ช่วยลดค่าใช้จ่ายของภาครัฐลงได้เมื่อเทียบกับรูปแบบสัญญาตามกำลังไฟฟ้า เนื่องจากจะต้องชำระค่าไฟฟ้าเท่าที่ใช้จริงเท่านั้น

2) การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการเงิน

การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของธุรกิจในรายงานฉบับนี้จะวิเคราะห์ในมุมของผู้ลงทุน และพิจารณาเฉพาะผลตอบแทนโดยตรงจากการลงทุนเท่านั้น นั่นคือในกรณีภาครัฐลงทุนเอง จะเป็นการวิเคราะห์ในมุมของรัฐวิสาหกิจผู้ลงทุน และผลตอบแทนจะมาจากค่าไฟฟ้าที่รัฐวิสาหกิจจะได้รับเพิ่มเติม ส่วนในกรณีอื่น ๆ จะเป็นการวิเคราะห์ในมุมของเอกชนผู้ลงทุน และผลตอบแทนจะมาจากค่าตอบแทนที่เอกชนได้รับการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของธุรกิจจะเริ่มจากการสร้างรายการกระแสเงินสดของธุรกิจ ซึ่งจะได้จากข้อมูลรายรับและรายจ่ายของธุรกิจ จาก Business Model Canvas ซึ่งจะสามารถสรุปรายการโครงสร้างต้นทุน (รายจ่าย) ได้ดังตารางที่ EX-5 ส่วนของรายรับของแต่ละรูปแบบธุรกิจนั้นจะสามารถสรุปได้ดังตารางที่ EX-6 มีรายการข้อมูลและสมมติฐานสำหรับบริการด้านพลังงานและกำลังไฟฟ้าดังที่นำเสนอในตารางที่ EX-7

ตารางที่ EX-5: รายการโครงสร้างต้นทุน (นอกเหนือจากเงินลงทุน) ของแต่ละรูปแบบธุรกิจการลงทุนและการจัดหา BESS ในระดับ Grid Scale สำหรับบริการด้านพลังงานและกำลังไฟฟ้า

รูปแบบธุรกิจ	ค่าใช้ที่ดิน	ค่าเดินเครื่อง BESS	ค่าบำรุงรักษา BESS	ค่าไฟฟ้าอัดประจุ	ค่า O&M ระบบผลิตไฟฟ้า
ภาครัฐลงทุนโดยตรง	✓	✓	✓	✓	
สัญญาเช่าใช้ แบบ BOOT			✓		
สัญญาเช่าใช้ แบบ BOO			✓		
สัญญาให้บริการ	✓	✓	✓		
สัญญาตามกำลังไฟฟ้า	✓	✓	✓	✓	
สัญญาตามกำลังไฟฟ้าและพลังงานที่ผลิตได้	✓	✓	✓	✓	
สัญญาซื้อขายไฟฟ้า	✓	✓	✓	✓	✓
ตลาดพลังงานไฟฟ้า	✓	✓	✓	✓	

รูปแบบธุรกิจ	ค่าใช้ที่ดิน	ค่าเดินเครื่อง BESS	ค่าบำรุงรักษา BESS	ค่าไฟฟ้าอัดประจุ	ค่า O&M ระบบผลิตไฟฟ้า
สัญญาตามกำลังไฟฟ้าร่วมกับตลาดพลังงานไฟฟ้า	✓	✓	✓	✓	
สัญญาตามกำลังไฟฟ้าและพลังงานที่ผลิตได้ ร่วมกับตลาดพลังงานไฟฟ้า	✓	✓	✓	✓	

ตารางที่ EX-6: รายการรายได้ของแต่ละรูปแบบธุรกิจการลงทุนและการจัดหา BESS ในระดับ Grid Scale สำหรับบริการด้านพลังงานและกำลังไฟฟ้า

รูปแบบธุรกิจ	รายได้จากสัญญาระยะยาว		รายได้จากสัญญาระยะสั้น	
	ค่าเช่า, ค่าบริการ, ค่าความพร้อมจ่าย	ค่าพลังงานที่จ่ายเข้าระบบ	ค่าความพร้อมจ่าย	ค่าพลังงานที่จำหน่าย
ภาครัฐลงทุนโดยตรง	✓			
สัญญาเช่าใช้ แบบ BOOT	✓			
สัญญาเช่าใช้ แบบ BOO	✓			
สัญญาให้บริการ	✓			
สัญญาตามกำลังไฟฟ้า	✓	เหมาจ่าย		
สัญญาตามกำลังไฟฟ้าและพลังงานที่ผลิตได้	✓	จ่ายตามจริง		
สัญญาซื้อขายไฟฟ้า		✓	✓	✓
ตลาดพลังงานไฟฟ้า			✓	✓
สัญญาตามกำลังไฟฟ้าร่วมกับตลาดพลังงานไฟฟ้า	✓ (จากส่วนที่ทำสัญญา)	✓ (จากส่วนที่ทำสัญญา)	✓ (จากส่วนที่เหลือ)	✓ (จากส่วนที่เหลือ)
สัญญาตามกำลังไฟฟ้าและพลังงานที่ผลิตได้ ร่วมกับตลาดพลังงานไฟฟ้า	✓ (จากส่วนที่ทำสัญญา)	✓ (จากส่วนที่ทำสัญญา)	✓ (จากส่วนที่เหลือ)	✓ (จากส่วนที่เหลือ)

ตารางที่ EX-7: รายการข้อมูลและสมมติฐานสำหรับบริการด้านพลังงานและกำลังไฟฟ้า

รายการ	ขนาด	หน่วย	หมายเหตุ
กำลังไฟฟ้าของ BESS	8	MW	เท่ากับพิกัดกำลังผลิตตามสัญญาของโรงไฟฟ้า VSPP
ความจุของ BESS	32	MWh	BESS มีความจุ 4 ชั่วโมง (4 เท่าของกำลังไฟฟ้า)
อายุการใช้งาน BESS	15	ปี	เทียบเท่า 6,000 รอบ
ประสิทธิภาพการอัดและคายประจุ	92	ร้อยละ	
Round-trip efficiency	85	ร้อยละ	
สถานะการชาร์จสูงสุด	90	ร้อยละ	
สถานะการชาร์จต่ำสุด	10	ร้อยละ	
การเสื่อมสภาพ ณ อายุการใช้งาน	2	ร้อยละของความจุต่อปี	
ค่าเสื่อมราคาเครื่องจักรและอุปกรณ์ตัดจำหน่าย	15	ปี	
อัตราแลกเปลี่ยน	33.5	THB/USD (คงที่)	
เงินลงทุน BESS ความจุ 4 ชั่วโมง ณ ปี พ.ศ. 2573	245	USD/kWh	
ค่าใช้จ่ายในการเดินเครื่อง BESS	0.5	ร้อยละของเงินลงทุน/ปี (คงที่)	
ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา BESS	0.5	ร้อยละของเงินลงทุน/ปี (คงที่)	
จำนวนรอบการทำงานต่อวัน	1	รอบต่อวัน	ตามรูปแบบการผลิตไฟฟ้าจากพลังแสงอาทิตย์
อัตราค่าไฟฟ้าสำหรับการอัดประจุ	2.3341	THB/kWh	
ค่า ft ขายส่ง	0.2406	THB/kWh	
ค่าเช่าที่ดิน	0.09	ล้านบาท/ปี	

ในการศึกษาความเป็นไปได้ของทุกรูปแบบธุรกิจในรายงานฉบับนี้นั้นจะกำหนดผลตอบแทนการลงทุนที่คาดหวังซึ่งขึ้นอยู่กับผู้ลงทุนและรูปแบบธุรกิจ จากนั้นจะคำนวณหารายรับและผลประโยชน์สุทธิของธุรกิจที่ให้ผลตอบแทนการลงทุนที่คาดหวัง โดยรูปแบบธุรกิจภาครัฐลงทุนเองนั้นกำหนดให้ผลตอบแทนการลงทุนที่คาดหวังเท่ากับร้อยละ 5.28 รูปแบบธุรกิจสัญญาระยะยาวเท่ากับร้อยละ 8.0 และรูปแบบตลาดเสรีและผสมผสานกำหนดเป็นช่วงที่ร้อยละ 10 12 และ 14

สำหรับผลการศึกษาความเป็นไปได้ของทุกรูปแบบธุรกิจสำหรับบริการด้านพลังงานและกำลังไฟฟ้า จะเห็นว่าในทุกรูปแบบธุรกิจนั้นผลประโยชน์สุทธิของผู้ลงทุนจะขึ้นกับผลตอบแทนการลงทุนที่คาดหวังเท่านั้น โดยรูปแบบธุรกิจที่ภาครัฐลงทุนเองจะต้องการผลประโยชน์สุทธิต่ำที่สุดเนื่องจากคาดหวังผลตอบแทนการลงทุนต่ำที่สุด ในทางตรงกันข้ามธุรกิจที่คาดหวังผลตอบแทนการลงทุนร้อยละ 14 ก็จะต้องการผลประโยชน์สุทธิมากที่สุด

รายการรายรับและรายจ่ายจะมีความแตกต่างกันไปตามขอบเขตหน้าที่ความรับผิดชอบของผู้ลงทุนและ NCC ในแต่ละรูปแบบธุรกิจ อย่างไรก็ตาม รายจ่ายที่เพิ่มขึ้นในฝั่งของผู้ลงทุนจะถูกส่งต่อไปยัง NCC ผ่านทางค่าตอบแทน เนื่องจากผู้ลงทุนจำเป็นต้องรักษาระดับผลตอบแทนให้ได้ตามที่คาดหวังไว้ ส่วนความเสี่ยงในการดำเนินงานนั้นจะขึ้นอยู่กับขอบเขตหน้าที่ความรับผิดชอบของแต่ละฝ่ายในแต่ละรูปแบบธุรกิจ นอกจากนี้เนื่องจากผลประโยชน์สุทธิที่เกิดขึ้นนั้นมาจากรายได้ที่ได้รับจากระบบไฟฟ้า จึงสามารถสรุปได้ว่าผลกระทบต่อค่าไฟฟ้าของระบบจะขึ้นอยู่กับระดับผลตอบแทนจากการลงทุนที่ผู้ลงทุนคาดหวังเป็นสำคัญ

3) การวิเคราะห์ความเสี่ยงของรูปแบบธุรกิจ

การวิเคราะห์ความเสี่ยงสำหรับบริการพลังงานและกำลังไฟฟ้า (Energy & Capacity Services) สามารถแบ่งออกเป็น 2 มิติตามมุมมองของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องหลัก ได้แก่ มุมมองของผู้ลงทุนและมุมมองของภาครัฐ โดยในมุมมองของผู้ลงทุนจะให้ความสำคัญกับการจัดหาแหล่งเงินทุนและผลตอบแทนเป็นหลัก เนื่องจากลักษณะการใช้งานของ BESS ในบริการประเภทนี้มีรูปแบบการให้บริการที่ชัดเจน ค่อนข้างคงที่ และต้องการการติดตั้งระบบขนาดใหญ่ที่ใช้เงินลงทุนสูง ความแน่นอนของรายได้และระยะเวลาคืนทุนจึงเป็นปัจจัยที่ผู้ลงทุนให้ความสำคัญสูงสุด ขณะที่ในมุมมองของภาครัฐ จะให้ความสำคัญกับทั้งทางด้านความมั่นของระบบไฟฟ้า และต้นทุนค่าไฟฟ้า ในน้ำหนักที่เท่ากัน โดยการใช้ BESS เพื่อให้บริการพลังงานและกำลังไฟฟ้า เช่น Load Shifting และ Energy Arbitrage นั้นจะมีเป้าหมายเพื่อส่งเสริมประสิทธิภาพของระบบไฟฟ้าโดยรวม และลดต้นทุนในระบบไฟฟ้าในระยะยาว อย่างไรก็ตาม ภาครัฐยังให้ความสำคัญกับผลกระทบต่อค่าไฟฟ้าที่อาจสะท้อนมายังผู้ใช้ปลายทางด้วยเช่นกัน

ในมุมมองของผู้ลงทุน รูปแบบที่มีความเสี่ยงรวมต่ำที่สุด ได้แก่ รูปแบบสัญญาเช่าภายใต้การจัดหาแบบ BOOT โดยความได้เปรียบของรูปแบบนี้อยู่ที่รายได้ที่แน่นอนจากภาครัฐ การรับประกันรายได้ตลอดอายุสัญญาและต้นทุนค่าไฟฟ้าในการอัดประจุไฟฟ้า ส่งผลให้ผู้ลงทุนมีความเชื่อมั่นมากขึ้น โดยรูปแบบนี้ทรัพย์สินจะตกเป็นของรัฐในช่วงท้ายสัญญา ซึ่งจะช่วยลดความเสี่ยงด้านความไม่แน่นอนของสินทรัพย์และช่วยให้เข้าถึงแหล่งเงินทุนด้วยต้นทุนทางการเงินที่ต่ำกว่า

ในขณะที่มุมมองของภาครัฐ รูปแบบที่มีความเสี่ยงรวมต่ำที่สุด ได้แก่ รูปแบบสัญญาเช่าทั้งภายใต้การจัดหาแบบ BOOT และ BOO โดยรูปแบบเหล่านี้เปิดโอกาสให้ภาครัฐสามารถควบคุมการสั่งการ BESS ได้โดยตรงตามความต้องการของระบบไฟฟ้า ขณะเดียวกัน หน้าที่ในการดำเนินงาน การบำรุงรักษา และภาระค่าใช้จ่ายจะตกอยู่กับเอกชนผู้ลงทุน ซึ่งมีความเชี่ยวชาญด้านเทคนิคและการบริหารต้นทุนมากกว่า จึงช่วยลดภาระของรัฐและสามารถควบคุมผลกระทบต่อค่าไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังลดความเสี่ยงด้านสิ่งแวดล้อมจากการดำเนินงานของ BESS

6.3 วิเคราะห์รูปแบบธุรกิจการลงทุนและการจัดหา BESS ในระดับ Grid Scale มาใช้งานในสำหรับบริการในระบบส่งและระบบจำหน่าย

เนื้อหาในหัวข้อนี้จะนำเสนอผลการวิเคราะห์รูปแบบธุรกิจการลงทุนและการจัดหา BESS มาใช้งานสำหรับบริการในระบบส่งและระบบจำหน่ายใน 3 แนวทาง ดังนี้

1) การวิเคราะห์ลักษณะรูปแบบธุรกิจ

กิจกรรมและจุดเด่นของรูปแบบธุรกิจต่างๆ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.1) ภาครัฐลงทุนโดยตรง

รายละเอียดของ Business Model Canvas สำหรับบริการในระบบส่งและระบบจำหน่ายจะคล้ายกับของบริการด้านพลังงานและกำลังไฟฟ้า เนื่องจากกิจกรรมผู้ลงทุน BESS จะดำเนินการก็มีเพียงการอัดหรือคายประจุให้สอดคล้องกับรูปแบบการใช้งานเท่านั้น

สำหรับจุดเด่นของรูปแบบธุรกิจนี้นอกจากการลดความจำเป็นในการขยายระบบส่งและระบบจำหน่าย การเสริมเสถียรภาพการจ่ายไฟฟ้า และลดความแออัดของโครงข่ายไฟฟ้าแล้วนั้น การที่ภาครัฐลงทุนโดยตรงจะกระทบต้นทุนค่าไฟฟ้าน้อยที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากต้นทุนทางการเงินของภาครัฐนั้นต่ำกว่าผลตอบแทนทางการเงินที่เอกชนคาดหวัง นอกจากนี้ BESS ที่ภาครัฐเป็นผู้ลงทุนยังมีความยืดหยุ่นในการใช้งานสูงที่สุด เนื่องจากในกรณีที่จำเป็น NCC สามารถใช้งาน BESS เกินกว่าที่ออกแบบไว้ได้ และยังสามารถนำไปใช้งานในบริการอื่นๆ ได้โดยไม่มีความจำเป็นต้องแก้ไขสัญญาใดๆ

1.2) สัญญาระยะยาว

รูปแบบธุรกิจการลงทุนและการจัดหา BESS ในระดับ Grid Scale แบบสัญญาระยะยาวสำหรับการใช้งานในบริการในระบบส่งและระบบจำหน่ายที่จะทำการวิเคราะห์มีดังต่อไปนี้

- **รูปแบบสัญญาเช่าภายใต้การจัดหาแบบ BOOT**

รายละเอียดของ Business Model Canvas สำหรับบริการในระบบส่งและระบบจำหน่ายจะคล้ายกับของบริการด้านพลังงานและกำลังไฟฟ้า เนื่องจากกิจกรรมผู้ลงทุน BESS จะดำเนินการก็มีเพียงการอัดหรือคายประจุให้สอดคล้องกับรูปแบบการใช้งานเท่านั้น

สำหรับจุดเด่นของรูปแบบธุรกิจนี้นอกจากการลดความจำเป็นในการขยายระบบส่งและระบบจำหน่าย การเสริมเสถียรภาพการจ่ายไฟฟ้า และลดความแออัดของโครงข่ายไฟฟ้าแล้วนั้น การที่เอกชนเป็นผู้ลงทุนยังเป็นการลดภาระทางการเงินของภาครัฐที่มีงบประมาณจำกัด รวมถึงไม่เป็นภาระในการบำรุงรักษาอุปกรณ์ที่ถือได้ว่าเป็นเทคโนโลยีใหม่ในระบบไฟฟ้าซึ่งภาครัฐอาจจะยังไม่มีบุคลากรที่มีความชำนาญในการบำรุงรักษา อย่างไรก็ตามการที่ NCC ได้รับสิทธิ์ในการเลือกสถานที่ติดตั้งและได้สิทธิ์ในการสั่งการเดินเครื่องทำให้อุปกรณ์ยังมีความยืดหยุ่นในการใช้งานสูง สามารถนำไปใช้ในบริการอื่นได้ภายใต้เงื่อนไขการรับประกันที่ตกลงไว้กับผู้ลงทุน จุดเด่นสุดท้ายคือ NCC จะได้รับสินทรัพย์ BESS ดังกล่าวเมื่อหมดสัญญา ซึ่งถึงแม้ว่าจะใกล้สิ้นสุดอายุการใช้งาน แต่ก็ยังถือว่า BESS ดังกล่าวยังใช้งานได้อยู่

- **รูปแบบสัญญาเช่าภายใต้การจัดหาแบบ BOO**

รายละเอียดของ Business Model Canvas สำหรับบริการในระบบส่งและระบบจำหน่ายจะคล้ายกับของบริการด้านพลังงานและกำลังไฟฟ้า เนื่องจากกิจกรรมผู้ลงทุน BESS จะดำเนินการก็มีเพียงการอัดหรือคายประจุให้สอดคล้องกับรูปแบบการใช้งานเท่านั้น

สำหรับจุดเด่นของรูปแบบธุรกิจนี้จะเหมือนกับรูปแบบธุรกิจสัญญาเช่า BESS ภายใต้การจัดหาแบบ BOOT เพียงแต่ภาครัฐจะไม่ต้องรับผิดชอบในการกำจัดซากอุปกรณ์ เนื่องจาก BESS ที่มีการนำมาใช้งานในระดับ Grid Scale เป็นเทคโนโลยีที่ค่อนข้างใหม่ กระบวนการกำจัดหรือการนำกลับมาใช้ประโยชน์ (Recycle) นั้นยังไม่เป็นที่แพร่หลายและทางเลือกยังมีไม่มาก ทำให้มีความเสี่ยงว่าจะทำให้เกิดค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง

- **รูปแบบสัญญาให้บริการ**

รายละเอียดของ Business Model Canvas สำหรับบริการในระบบส่งและระบบจำหน่ายจะคล้ายกับของบริการด้านพลังงานและกำลังไฟฟ้า เนื่องจากกิจกรรมผู้ลงทุน BESS จะดำเนินการก็มีเพียงการอัดหรือคายประจุให้สอดคล้องกับรูปแบบการใช้งานเท่านั้น

สำหรับจุดเด่นของรูปแบบธุรกิจนี้นอกจากการลดความจำเป็นในการขยายระบบส่งและระบบจำหน่าย การเสริมเสถียรภาพการจ่ายไฟฟ้า และลดความแออัดของโครงข่ายไฟฟ้าแล้วนั้น การที่เอกชนเป็นผู้ลงทุนและเดินเครื่องยังเป็นการลดภาระทางการเงินและบุคลากรของภาครัฐที่มีข้อจำกัดด้านงบประมาณและกำลังพล โดยที่ NCC ยังมีสิทธิ์ในการสั่งการเดินเครื่องทำให้อุปกรณ์ยังมีความยืดหยุ่นในการใช้งานค่อนข้างสูง สามารถนำไปใช้ในบริการอื่นได้ภายใต้เงื่อนไขการรับประกันที่ตกลงไว้กับผู้ลงทุน

- **รูปแบบสัญญาตามกำลังไฟฟ้า**

รายละเอียดของ Business Model Canvas สำหรับบริการในระบบส่งและระบบจำหน่ายจะคล้ายกับของบริการด้านพลังงานและกำลังไฟฟ้า เนื่องจากกิจกรรมผู้ลงทุน BESS จะดำเนินการก็มีเพียงการอัดหรือคายประจุให้สอดคล้องกับรูปแบบการใช้งานเท่านั้น

สำหรับจุดเด่นของรูปแบบธุรกิจนี้นอกจากการลดความจำเป็นในการขยายระบบส่งและระบบจำหน่าย การเสริมเสถียรภาพการจ่ายไฟฟ้า และลดความแออัดของโครงข่ายไฟฟ้าแล้วนั้น การที่เอกชนเป็นผู้ลงทุนและเดินเครื่องยังเป็นการลดภาระทางการเงินและบุคลากรของภาครัฐที่มีข้อจำกัดด้านงบประมาณและกำลังพล นอกจากนี้ NCC ยังไม่ต้องรับผิดชอบความสูญเสียทางไฟฟ้าจากการใช้งาน BESS

- **รูปแบบสัญญาตามกำลังไฟฟ้าและพลังงานที่ผลิตได้**

รายละเอียดของ Business Model Canvas สำหรับบริการในระบบส่งและระบบจำหน่ายจะคล้ายกับของบริการด้านพลังงานและกำลังไฟฟ้า เนื่องจากกิจกรรมผู้ลงทุน BESS จะดำเนินการก็มีเพียงการอัดหรือคายประจุให้สอดคล้องกับรูปแบบการใช้งานเท่านั้น

สำหรับจุดเด่นของรูปแบบธุรกิจนี้จะเหมือนกับรูปแบบสัญญาตามกำลังไฟฟ้า นอกจากนี้สัญญารูปแบบนี้จะจำกัดค่าใช้จ่ายของภาครัฐลงได้เมื่อเทียบกับรูปแบบสัญญาตามกำลังไฟฟ้า เนื่องจากจะต้องชำระค่าไฟฟ้าเท่าที่ใช้จริงเท่านั้น

- **รูปแบบสัญญาซื้อขายไฟฟ้า**

รายละเอียดของ Business Model Canvas สำหรับบริการในระบบส่งและระบบจำหน่ายจะคล้ายกับของบริการด้านพลังงานและกำลังไฟฟ้า เนื่องจากกิจกรรมผู้ลงทุน BESS จะดำเนินการก็มีเพียงการอัดหรือคายประจุให้สอดคล้องกับรูปแบบการใช้งานเท่านั้น

สำหรับจุดเด่นของรูปแบบธุรกิจนี้จะเหมือนกับรูปแบบสัญญาตามกำลังไฟฟ้าและพลังงานที่ผลิตได้ นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มสัดส่วนการผลิตไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานหมุนเวียนให้กับระบบไฟฟ้าด้วย

2) การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการเงิน

การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของธุรกิจในรายงานฉบับนี้จะวิเคราะห์ในมุมของผู้ลงทุน และพิจารณาเฉพาะผลตอบแทนโดยตรงจากการลงทุนเท่านั้น นั่นคือในกรณีภาครัฐลงทุนเอง จะเป็นการวิเคราะห์ในมุมของรัฐวิสาหกิจผู้ลงทุน และผลตอบแทนจะมาจากค่าไฟฟ้าที่รัฐวิสาหกิจจะได้รับเพิ่มเติม ส่วนในกรณีอื่น ๆ จะเป็นการวิเคราะห์ในมุมของเอกชนผู้ลงทุน และผลตอบแทนจะมาจากค่าตอบแทนที่เอกชนได้รับ

การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของธุรกิจจะเริ่มจากการสร้างรายการกระแสเงินสดของธุรกิจ ซึ่งจะได้จากข้อมูลรายรับและรายจ่ายของธุรกิจ จาก Business Model Canvas ทั้งนี้เนื่องจากรูปแบบการใช้งาน BESS ในบริการในระบบส่งและระบบจำหน่ายนั้นคล้ายกับการใช้งาน BESS ในบริการด้านพลังงานและกำลังไฟฟ้า และข้อมูลและสมมติฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของธุรกิจของรูปแบบการใช้งาน BESS ในบริการในระบบส่งและระบบจำหน่ายนั้นเหมือนกัน ผลลัพธ์การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของแต่ละรูปแบบธุรกิจที่เป็นไปได้สำหรับรูปแบบการใช้งาน BESS ในบริการในระบบส่งและระบบจำหน่ายจึงจะเหมือนกัน

เมื่อพิจารณาผลการศึกษาความเป็นไปได้ของทุกรูปแบบธุรกิจสำหรับบริการในระบบส่งและระบบจำหน่าย จะเห็นว่าในทุกรูปแบบธุรกิจนั้นผลประโยชน์สุทธิของผู้ลงทุนจะขึ้นกับผลตอบแทนการลงทุนที่คาดหวังเท่านั้น โดยรายจ่ายที่เพิ่มขึ้นตามความรับผิดชอบของผู้ลงทุนจะได้รับการตอบแทนจากผู้ดูและระบบไฟฟ้าเพื่อให้ผลประโยชน์สุทธิเท่าเดิม แต่ความเสี่ยงในการดำเนินการจะขึ้นกับความรับผิดชอบของผู้ลงทุนและ NCC ตามแต่ละรูปแบบธุรกิจ นอกจากนี้เนื่องจากผลประโยชน์สุทธินั้นเกิดจากรายได้ที่มาจากระบบไฟฟ้า จึงสรุปได้ว่าผลกระทบต่อค่าไฟฟ้าในระบบไฟฟ้าจะขึ้นกับผลตอบแทนการลงทุนที่ผู้ลงทุนคาดหวัง

3) การวิเคราะห์ความเสี่ยงของรูปแบบธุรกิจ

การวิเคราะห์ความเสี่ยงสำหรับบริการระบบส่งและจำหน่ายไฟฟ้า (Transmission and Distribution Services) สามารถแบ่งได้ออกเป็นมิติตามมุมองของผู้มีส่วนเกี่ยวหลัก ได้แก่ มุมมองของผู้ลงทุน และมุมมองของภาครัฐ โดยในมุมมองของผู้ลงทุนนั้นจะมุ่งเน้นไปที่ ความเสี่ยงด้านการดำเนินงานและปฏิบัติการเป็นหลัก เนื่องจากการใช้ BESS ในบริการประเภทนี้มีบทบาทสำคัญในการลดภาระการลงทุนในการขยายโครงข่าย ลดความหนาแน่นของสายส่ง และเพิ่มความยืดหยุ่นของระบบ โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีข้อจำกัดด้านกายภาพหรือมีความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงในช่วงเวลาหนึ่ง ความสามารถในการควบคุมระบบ ความพร้อมใช้งาน และความปลอดภัยจึงเป็นปัจจัยที่ภาครัฐให้ความสำคัญสูงสุด ขณะที่ประเด็นด้านผลตอบแทนการลงทุนจะเป็นเรื่องรองลงมา ในขณะที่ในมุมมองของภาครัฐ ในขณะที่ในมุมมองของภาครัฐ จะให้ความสำคัญกับความมั่นคงของระบบไฟฟ้าเป็นหลัก โดยเน้นให้สามารถควบคุมการใช้งาน BESS ได้อย่างมีประสิทธิภาพและทันต่อสถานการณ์ รองลงมาคือการควบคุมผลกระทบต่อค่าไฟฟ้า เพื่อไม่ให้ภาระต้นทุนตกกับผู้ใช้ไฟฟ้า โดยเฉพาะ

ต้นทุนการอัดประจุและบำรุงรักษา ขณะที่ด้านสิ่งแวดล้อมยังคงได้รับการพิจารณาในระดับหนึ่ง

จากผลการวิเคราะห์ความเสี่ยงของรูปแบบธุรกิจ BESS สำหรับบริการระบบส่งและจำหน่ายในมุมมองของผู้ลงทุนพบว่า รูปแบบที่มีความเสี่ยงรวมต่ำที่สุดจะเป็นรูปแบบสัญญาเช่าภายใต้การลงทุนแบบ BOOT เนื่องจาก สำหรับบริการด้านนี้จะให้น้ำหนักด้านความเสี่ยงการปฏิบัติการมากที่สุด ซึ่งรูปแบบที่ผู้ลงทุนเอกชนมีหน้าที่เป็นผู้ดูแล และรับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการดูแล บำรุงรักษา BESS ซึ่งผู้ลงทุนอาจจะมีประสบการณ์และความชำนาญมากกว่าการไฟฟ้า ในขณะที่ค่าไฟฟ้าในการอัดประจุและค่าไฟฟ้าระบบเสริมต่างๆ ทั้งหมดการไฟฟ้าจะเป็นรับผิดชอบทั้งหมด

ในมุมมองของภาครัฐ ผลการวิเคราะห์ความเสี่ยงสำหรับบริการระบบส่งและจำหน่ายไฟฟ้าพบว่า รูปแบบที่มีความเสี่ยงรวมต่ำที่สุดคือ รูปแบบสัญญาเช่าภายใต้การลงทุนแบบ BOOT ซึ่งให้ผลลัพธ์สอดคล้องกับบริการพลังงานและกำลังไฟฟ้าเช่นกัน จุดร่วมสำคัญอยู่ที่รูปแบบนี้เปิดโอกาสให้การไฟฟ้าสามารถควบคุมการสั่งการใช้งาน BESS ได้โดยตรง รวมถึงสามารถเลือกติดตั้งบนพื้นที่ใช้งานที่ต้องการได้ โดยที่การไฟฟ้าไม่ต้องแบกรับภาระด้านต้นทุนการดำเนินงานและบำรุงรักษาที่สูง ซึ่งจะภาระความรับผิดชอบของผู้ลงทุนเอกชนที่มีความเชี่ยวชาญกว่า

6.4 วิเคราะห์รูปแบบธุรกิจการลงทุนและการจัดหา BESS ในระดับ Grid Scale มาใช้งานในสำหรับบริการเสริมความมั่นคงในระบบไฟฟ้า

เนื้อหาในหัวข้อนี้จะนำเสนอผลการวิเคราะห์รูปแบบธุรกิจการลงทุนและการจัดหา BESS มาใช้งานสำหรับบริการในระบบส่งและระบบจำหน่ายใน 3 แนวทาง ดังนี้

1) การวิเคราะห์ลักษณะรูปแบบธุรกิจ

กิจกรรมและจุดเด่นของรูปแบบธุรกิจต่างๆ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.1) ภาครัฐลงทุนโดยตรง

รายละเอียดของ Business Model Canvas สำหรับบริการเสริมความมั่นคงในระบบไฟฟ้าจะคล้ายกับของสองบริการก่อนหน้านี้ เนื่องจากกิจกรรมผู้ลงทุน BESS จะดำเนินการก็มีเพียงการอัดหรือคายประจุให้สอดคล้องกับรูปแบบการใช้งานเท่านั้น

สำหรับจุดเด่นของรูปแบบธุรกิจนี้นอกจากการรักษาเสถียรภาพของระบบไฟฟ้าและเพิ่มความสามารถในการตอบสนองต่อเหตุการณ์ฉุกเฉินแล้วนั้น การที่ภาครัฐลงทุนโดยตรงจะกระทบต้นทุนค่าไฟฟ้าน้อยที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากต้นทุนทางการเงินของภาครัฐนั้นต่ำกว่าผลตอบแทนทางการเงินที่เอกชนคาดหวัง นอกจากนี้ BESS ที่ภาครัฐเป็นผู้ลงทุนยังมีความยืดหยุ่นในการใช้งานสูงที่สุด เนื่องจากในกรณีที่จำเป็น NCC สามารถใช้งาน BESS เกินกว่าที่ออกแบบไว้ได้ และยังสามารถนำไปใช้งานในบริการอื่นๆ ได้โดยไม่มีความจำเป็นต้องแก้ไขสัญญาใดๆ

1.2) สัญญาระยะยาว

รูปแบบธุรกิจการลงทุนและการจัดหา BESS ในระดับ Grid Scale แบบสัญญาระยะยาวสำหรับการใช้งานในบริการเสริมความมั่นคงในระบบไฟฟ้าที่จะทำการวิเคราะห์มีดังต่อไปนี้

- **รูปแบบสัญญาเช่าภายใต้การจัดหาแบบ BOOT**

รายละเอียดของ Business Model Canvas สำหรับบริการเสริมความมั่นคงในระบบไฟฟ้าจะคล้ายกับของบริการด้านพลังงานและกำลังไฟฟ้า เนื่องจากกิจกรรมผู้ลงทุน BESS จะดำเนินการก็มีเพียงการอัดหรือคายประจุให้สอดคล้องกับรูปแบบการใช้งานเท่านั้น

สำหรับจุดเด่นของรูปแบบธุรกิจนี้นอกจากการรักษาเสถียรภาพของระบบไฟฟ้าและเพิ่มความสามารถในการตอบสนองต่อเหตุการณ์ฉุกเฉินแล้วนั้น การที่เอกชนเป็นผู้ลงทุนยังเป็นการลดภาระทางการเงินของภาครัฐที่มีงบประมาณจำกัด รวมถึงไม่เป็นภาระในการบำรุงรักษาอุปกรณ์ที่ถือได้ว่าเป็นเทคโนโลยีใหม่ในระบบไฟฟ้าซึ่งภาครัฐอาจจะยังไม่มีบุคลากรที่มีความชำนาญในการบำรุงรักษา อย่างไรก็ตาม การที่ NCC ได้รับสิทธิ์ในการเลือกสถานที่ติดตั้งและได้สิทธิ์ในการสั่งการเดินเครื่องทำให้อุปกรณ์ยังมีความยืดหยุ่นในการใช้งานสูง สามารถนำไปใช้ในบริการอื่นได้ภายใต้เงื่อนไขการรับประกันที่ตกลงไว้กับผู้ลงทุน จุดเด่นสุดท้ายคือ NCC จะได้รับสินทรัพย์ BESS ดังกล่าวเมื่อหมดสัญญาซึ่งถึงแม้ว่าจะใกล้สิ้นสุดอายุการใช้งาน แต่ก็ยังถือว่า BESS ดังกล่าวยังใช้งานได้อยู่

- **รูปแบบสัญญาเช่าภายใต้การจัดหาแบบ BOO**

รายละเอียดของ Business Model Canvas สำหรับบริการเสริมความมั่นคงในระบบไฟฟ้าจะคล้ายกับของบริการด้านพลังงานและกำลังไฟฟ้า เนื่องจากกิจกรรมผู้ลงทุน BESS จะดำเนินการก็มีเพียงการอัดหรือคายประจุให้สอดคล้องกับรูปแบบการใช้งานเท่านั้น

สำหรับจุดเด่นของรูปแบบธุรกิจนี้จะเหมือนกับรูปแบบธุรกิจสัญญาเช่า BESS ภายใต้การจัดหาแบบ BOOT เพียงแต่ภาครัฐจะไม่ต้องรับผิดชอบในการกำจัดซากอุปกรณ์ เนื่องจาก BESS ที่มีการนำมาใช้งานในระดับ Grid Scale เป็นเทคโนโลยีที่ค่อนข้างใหม่ กระบวนการกำจัดหรือการนำกลับมาใช้ประโยชน์ (Recycle) นั้นยังไม่เป็นที่แพร่หลายและทางเลือกยังมีไม่มาก ทำให้มีความเสี่ยงว่าจะทำให้เกิดค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง

- **รูปแบบสัญญาให้บริการ**

รายละเอียดของ Business Model Canvas สำหรับบริการเสริมความมั่นคงในระบบไฟฟ้าจะคล้ายกับของบริการด้านพลังงานและกำลังไฟฟ้า เนื่องจากกิจกรรมผู้ลงทุน BESS จะดำเนินการก็มีเพียงการอัดหรือคายประจุให้สอดคล้องกับรูปแบบการใช้งานเท่านั้น

สำหรับจุดเด่นของรูปแบบธุรกิจนี้นอกจากการรักษาเสถียรภาพของระบบไฟฟ้า และเพิ่มความสามารถในการตอบสนองต่อเหตุการณ์ฉุกเฉินแล้วนั้น การที่เอกชนเป็นผู้ลงทุนและเดินเครื่องยังเป็นการลดภาระทางการเงินและบุคลากรของภาครัฐที่มีข้อจำกัดด้านงบประมาณและกำลังพล โดยที่ NCC ยังมีสิทธิ์ในการสั่งการเดินเครื่องทำให้อุปกรณ์ยังมีความยืดหยุ่นในการใช้งานค่อนข้างสูง สามารถนำไปใช้ในบริการอื่นได้ภายใต้เงื่อนไขการรับประกันที่ตกลงไว้กับผู้ลงทุน

- **รูปแบบสัญญาตามกำลังไฟฟ้า**

รายละเอียดของ Business Model Canvas สำหรับบริการเสริมความมั่นคงในระบบไฟฟ้าจะคล้ายกับของบริการด้านพลังงานและกำลังไฟฟ้า เนื่องจากกิจกรรมผู้ลงทุน BESS จะดำเนินการก็มี

เพียงการอัดหรือคายประจุให้สอดคล้องกับรูปแบบการใช้งานเท่านั้น

สำหรับจุดเด่นของรูปแบบธุรกิจนี้นอกจากการรักษาเสถียรภาพของระบบไฟฟ้า และเพิ่มความสามารถในการตอบสนองต่อเหตุการณ์ฉุกเฉินแล้วนั้น การที่เอกชนเป็นผู้ลงทุนและเดินเครื่องยังเป็นการลดภาระทางการเงินและบุคลากรของภาครัฐที่มีข้อจำกัดด้านงบประมาณและกำลังพล นอกจากนี้ NCC ยังไม่ต้องรับผิดชอบความสูญเสียทางไฟฟ้าจากการใช้งาน BESS

- **รูปแบบสัญญาตามกำลังไฟฟ้าและพลังงานที่ผลิตได้**

รายละเอียดของ Business Model Canvas สำหรับบริการเสริมความมั่นคงในระบบไฟฟ้าจะคล้ายกับของบริการด้านพลังงานและกำลังไฟฟ้า เนื่องจากกิจกรรมผู้ลงทุน BESS จะดำเนินการก็มีเพียงการอัดหรือคายประจุให้สอดคล้องกับรูปแบบการใช้งานเท่านั้น

สำหรับจุดเด่นของรูปแบบธุรกิจนี้จะเหมือนกับรูปแบบสัญญาตามกำลังไฟฟ้า นอกจากนี้สัญญารูปแบบนี้จะจำกัดค่าใช้จ่ายของภาครัฐลงได้เมื่อเทียบกับรูปแบบสัญญาตามกำลังไฟฟ้า เนื่องจากจะต้องชำระค่าไฟฟ้าเท่าที่ใช้จริงเท่านั้น

- **รูปแบบสัญญาซื้อขายไฟฟ้า**

รายละเอียดของ Business Model Canvas สำหรับบริการเสริมความมั่นคงในระบบไฟฟ้าจะคล้ายกับของบริการด้านพลังงานและกำลังไฟฟ้า เนื่องจากกิจกรรมผู้ลงทุน BESS จะดำเนินการก็มีเพียงการอัดหรือคายประจุให้สอดคล้องกับรูปแบบการใช้งานเท่านั้น

สำหรับจุดเด่นของรูปแบบธุรกิจนี้จะเหมือนกับรูปแบบสัญญาตามกำลังไฟฟ้าและพลังงานที่ผลิตได้ นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มสัดส่วนการผลิตไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานหมุนเวียนให้กับระบบไฟฟ้าด้วย

1.3) รูปแบบตลาดเสรี

กิจกรรมที่เอกชนผู้ลงทุนต้องรับผิดชอบกิจกรรมนั้นจะประกอบไปด้วยการลงทุน การเดินเครื่อง การบำรุงรักษา และการซื้อขายไฟฟ้าผ่านสัญญาระยะสั้นหรือในตลาดซื้อขายไฟฟ้า โดยมีคู่ค้าที่สำคัญคือผู้จัดหา BESS NCC และผู้ใช้ไฟฟ้าในระบบไฟฟ้า ทรัพยากรที่จำเป็นจะประกอบไปด้วย เทคโนโลยี BESS ที่มีคุณลักษณะเหมาะสมกับการใช้งาน ความรู้ในการใช้งานและบำรุงรักษา BESS และพลังงานไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้า

สำหรับจุดเด่นของรูปแบบธุรกิจนี้นอกจากการรักษาเสถียรภาพของระบบไฟฟ้า และเพิ่มความสามารถในการตอบสนองต่อเหตุการณ์ฉุกเฉินแล้วนั้น ยังเป็นการลดภาระของภาครัฐในการจัดหาไฟฟ้าทั้งระบบเนื่องจากผู้ใช้ไฟฟ้าบางส่วนจะจัดหาไฟฟ้าด้วยตัวเอง

1.4) รูปแบบผสมผสาน

รูปแบบธุรกิจการลงทุนและการจัดหา BESS ในระดับ Grid Scale แบบผสมผสานสำหรับการใช้งานในบริการเสริมความมั่นคงในระบบไฟฟ้าที่จะทำการวิเคราะห์มีดังต่อไปนี้

- **รูปแบบสัญญาตามกำลังไฟฟ้า ร่วมกับตลาดพลังงานไฟฟ้า**

กิจกรรมที่เอกชนผู้ลงทุนต้องรับผิดชอบกิจกรรมนั้นจะประกอบไปด้วยการลงทุน

การเดินเครื่อง การบำรุงรักษา การให้บริการตามสัญญาระยะยาวที่ทำไว้ และการซื้อขายไฟฟ้าผ่านสัญญาระยะสั้นหรือในตลาดซื้อขายไฟฟ้า โดยมีคู่ค้าที่สำคัญคือผู้จัดหา BESS NCC และผู้ใช้ไฟฟ้าในระบบไฟฟ้า ทรัพยากรที่จำเป็นจะประกอบไปด้วย เทคโนโลยี BESS ที่มีคุณลักษณะเหมาะสมกับการใช้งาน ความรู้ในการใช้งานและบำรุงรักษา BESS และพลังงานไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้า

สำหรับจุดเด่นของรูปแบบธุรกิจนี้นอกจากการรักษาเสถียรภาพของระบบไฟฟ้า และเพิ่มความสามารถในการตอบสนองต่อเหตุการณ์ฉุกเฉินแล้วนั้น ยังเป็นการลดภาระของภาครัฐในการจัดหาไฟฟ้าทั้งระบบเนื่องจากผู้ใช้ไฟฟ้าบางส่วนจะจัดหาไฟฟ้าด้วยตัวเอง นอกจากนี้ยังสามารถลดค่าใช้จ่ายได้บางส่วนจากการทำสัญญาระยะยาวที่ช่วยลดความเสี่ยงของผู้ลงทุน ทำให้ผู้ลงทุนสามารถลดผลตอบแทนการลงทุนที่คาดหวังลงได้เมื่อเทียบกับธุรกิจในตลาดพลังงานไฟฟ้า

1.5) รูปแบบสัญญาตามกำลังไฟฟ้าและพลังงานที่ผลิตได้ ร่วมกับตลาดพลังงานไฟฟ้า

กิจกรรมที่เอกชนผู้ลงทุนต้องรับผิดชอบกิจกรรมนั้นจะประกอบไปด้วยการลงทุน การเดินเครื่อง การบำรุงรักษา การให้บริการตามสัญญาระยะยาวที่ทำไว้ และการซื้อขายไฟฟ้าผ่านสัญญาระยะสั้นหรือในตลาดซื้อขายไฟฟ้า โดยมีคู่ค้าที่สำคัญคือผู้จัดหา BESS NCC และผู้ใช้ไฟฟ้าในระบบไฟฟ้า ทรัพยากรที่จำเป็นจะประกอบไปด้วย เทคโนโลยี BESS ที่มีคุณลักษณะเหมาะสมกับการใช้งาน ความรู้ในการใช้งานและบำรุงรักษา BESS และพลังงานไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้า

สำหรับจุดเด่นของรูปแบบธุรกิจนี้นอกจากการรักษาเสถียรภาพของระบบไฟฟ้า และเพิ่มความสามารถในการตอบสนองต่อเหตุการณ์ฉุกเฉินแล้วนั้น ยังเป็นการลดภาระของภาครัฐในการจัดหาไฟฟ้าทั้งระบบเนื่องจากผู้ใช้ไฟฟ้าบางส่วนจะจัดหาไฟฟ้าด้วยตัวเอง นอกจากนี้ยังสามารถลดค่าใช้จ่ายได้บางส่วนจากการทำสัญญาระยะยาวที่ช่วยลดความเสี่ยงของผู้ลงทุน ทำให้ผู้ลงทุนสามารถลดผลตอบแทนการลงทุนที่คาดหวังลงได้เมื่อเทียบกับธุรกิจในตลาดพลังงานไฟฟ้า ทั้งนี้ยังนี้ช่วยลดค่าใช้จ่ายของภาครัฐลงได้เมื่อเทียบกับรูปแบบสัญญาตามกำลังไฟฟ้า เนื่องจากจะต้องชำระค่าไฟฟ้าเท่าที่ใช้จริงเท่านั้น

2) การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการเงิน

การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของธุรกิจในรายงานฉบับนี้จะวิเคราะห์ในมุมของผู้ลงทุน และพิจารณาเฉพาะผลตอบแทนโดยตรงจากการลงทุนเท่านั้น นั่นคือในกรณีภาครัฐลงทุนเอง จะเป็นการวิเคราะห์ในมุมของรัฐวิสาหกิจผู้ลงทุน และผลตอบแทนจะมาจากค่าไฟฟ้าที่รัฐวิสาหกิจจะได้รับเพิ่มเติม ส่วนในกรณีอื่นๆ จะเป็นการวิเคราะห์ในมุมของเอกชนผู้ลงทุน และผลตอบแทนจะมาจากค่าตอบแทนที่เอกชนได้รับ

การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของธุรกิจจะเริ่มจากการสร้างรายการกระแสเงินสดของธุรกิจ ซึ่งจะได้จากข้อมูลรายรับและรายจ่ายของธุรกิจ จาก Business Model Canvas ที่ นอกจากเงินลงทุนแล้ว จะสามารถสรุปรายการโครงสร้างต้นทุน (รายจ่าย) ได้ดังตารางที่ EX-5 ในส่วนของรายรับของแต่ละรูปแบบธุรกิจนั้นจะสามารถสรุปได้ดังตารางที่ EX-6 เมื่อพิจารณารายการรายจ่ายและรายรับตามตารางที่ EX-5 และตารางที่ EX-6 โดยใช้ข้อมูลและสมมติฐานของ BESS ดังที่แสดงในตารางที่ EX-8 สำหรับบริการเสริมความมั่นคงในระบบไฟฟ้าในทุกรูปแบบธุรกิจ จะสามารถวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางธุรกิจดังที่แสดงในหัวข้อถัดไป อนึ่งผลการวิเคราะห์นี้ใช้ในเชิงการเปรียบเทียบระหว่างแต่ละรูปแบบธุรกิจเท่านั้น หากต้องการศึกษาความเป็นไปได้ทางธุรกิจสำหรับการพัฒนาโครงการ หรือต้องการประเมินค่าตอบแทนที่เหมาะสม ควรมีการปรับปรุงค่าสมมติฐานต่างๆ รวมถึงรายการกระแสเงินสดให้ละเอียดกว่านี้

ตารางที่ EX-8: รายการข้อมูลและสมมติฐานสำหรับบริการเสริมความมั่นคงในระบบไฟฟ้า

รายการ	ขนาด	หน่วย	หมายเหตุ
กำลังไฟฟ้าของ BESS	8	MW	เท่ากับพิกัดกำลังผลิตตามสัญญาของโรงไฟฟ้า VSPP
ความจุของ BESS	8	MWh	BESS มีความจุ 1 ชั่วโมง (1 เท่าของกำลังไฟฟ้า)
อายุการใช้งาน BESS	11	ปี	ทำงานครบ 6000 รอบ
ประสิทธิภาพการอัดและคายประจุ	92	ร้อยละ	
Round-trip efficiency	85	ร้อยละ	
สถานะการชาร์จสูงสุด	90	ร้อยละ	
สถานะการชาร์จต่ำสุด	10	ร้อยละ	
การเสื่อมสภาพ ณ อายุการใช้งาน	3	ร้อยละของความจุต่อปี	ใช้งาน 1.5 รอบต่อวัน
ค่าเสื่อมราคาเครื่องจักรและอุปกรณ์ ตัดจำหน่าย	11	ปี	
อัตราแลกเปลี่ยน	33.5	THB/USD (คงที่)	
เงินลงทุน BESS ความจุ 1 ชั่วโมง ณ ปี พ.ศ. 2573	298	USD/kWh	
ค่าใช้จ่ายในการเดินเครื่อง BESS	0.5	ร้อยละของเงินลงทุน/ปี (คงที่)	
ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา BESS	0.5	ร้อยละของเงินลงทุน/ปี (คงที่)	
จำนวนรอบการทำงานต่อวัน	1.5	รอบต่อวัน	
อัตราค่าไฟฟ้าสำหรับการอัดประจุ	2.3341	THB/kWh	
ค่า ft ขายส่ง	0.2406	THB/kWh	
ค่าเช่าที่ดิน	0.03	ล้านบาท/ปี	

ในการศึกษาความเป็นไปได้ของทุกรูปแบบธุรกิจในรายงานฉบับนี้นั้นจะกำหนดผลตอบแทนการลงทุนที่คาดหวังซึ่งขึ้นอยู่กับผู้ลงทุนและรูปแบบธุรกิจ จากนั้นจะคำนวณหารายรับและผลประโยชน์สุทธิของธุรกิจที่ให้ผลตอบแทนการลงทุนที่คาดหวัง โดยรูปแบบธุรกิจภาครัฐลงทุนเองนั้นกำหนดให้ผลตอบแทนการลงทุนที่คาดหวังเท่ากับร้อยละ 5.28 รูปแบบธุรกิจสัญญาระยะยาวเท่ากับร้อยละ 8.0 และรูปแบบตลาดเสรีและผสมผสานกำหนดเป็นช่วงที่ร้อยละ 10 12 และ 14

สำหรับผลการศึกษาความเป็นไปได้ของทุกรูปแบบธุรกิจสำหรับบริการด้านพลังงานและกำลังไฟฟ้าจะเห็นว่าในทุกรูปแบบธุรกิจนั้นผลประโยชน์สุทธิของผู้ลงทุนจะขึ้นกับผลตอบแทนการลงทุนที่คาดหวังเท่านั้น โดยรูปแบบธุรกิจที่ภาครัฐลงทุนเองจะต้องการผลประโยชน์สุทธิต่ำที่สุดเนื่องจากคาดหวังผลตอบแทนการลงทุนต่ำที่สุด ในทางตรงกันข้ามธุรกิจที่คาดหวังผลตอบแทนการลงทุนร้อยละ 14 ก็จะต้องการผลประโยชน์สุทธิมากที่สุด

รายการรายรับและรายจ่ายจะมีความแตกต่างกันไปตามขอบเขตหน้าที่ความรับผิดชอบของผู้ลงทุนและ NCC ในแต่ละรูปแบบธุรกิจ อย่างไรก็ตาม รายจ่ายที่เพิ่มขึ้นในฝั่งของผู้ลงทุนจะถูกส่งต่อไปยัง NCC ผ่านทางค่าตอบแทน เนื่องจากผู้ลงทุนจำเป็นต้องรักษาระดับผลตอบแทนให้ได้ตามที่คาดหวังไว้ ส่วนความเสี่ยงในการดำเนินงานนั้นจะขึ้นอยู่กับขอบเขตหน้าที่ความรับผิดชอบของแต่ละฝ่ายในแต่ละรูปแบบธุรกิจ นอกจากนี้ เนื่องจากผลประโยชน์สุทธิที่เกิดขึ้นนั้นมาจากรายได้ที่ได้รับจากระบบไฟฟ้า จึงสามารถสรุปได้ว่าผลกระทบต่อค่าไฟฟ้าของระบบจะขึ้นอยู่กับระดับผลตอบแทนจากการลงทุนที่ผู้ลงทุนคาดหวังเป็นสำคัญ

3) การวิเคราะห์ความเสี่ยงของรูปแบบธุรกิจ

การวิเคราะห์ความเสี่ยงสำหรับบริการเสริมความมั่นคงในระบบไฟฟ้า (Ancillary Services) สามารถแบ่งได้ออกเป็นมิติตามมุมมองของผู้มีส่วนเกี่ยวหลัก ได้แก่ มุมมองของผู้ลงทุน และมุมมองของภาครัฐ โดยในมุมมองของผู้ลงทุนจะให้ความสำคัญกับความเสี่ยงทั้ง 3 ด้าน อันได้แก่ การจัดหาแหล่งเงินทุนและผลตอบแทนโครงการ การดำเนินงานและปฏิบัติการ และกฎหมายและนโยบายภาครัฐ ในน้ำหนักที่ใกล้เคียงกัน เนื่องจากลักษณะของรายได้และรูปแบบการใช้งาน BESS ในบริการประเภทนี้มีความไม่แน่นอนสูง จึงทำให้เกิดความเสี่ยงในแต่ละด้าน ในขณะที่ในมุมมองของภาครัฐจะให้ความสำคัญกับความมั่นคงของระบบไฟฟ้าเป็นหลัก เนื่องจาก BESS จะถูกนำมาใช้ในการควบคุมและใช้งาน เพื่อบริการเพื่อเสริมความมั่นคง และเสถียรภาพของระบบไฟฟ้า และรวมถึงรองรับการใช้งานกรณีเกิดเหตุการณ์ฉุกเฉินขึ้น

ในมุมมองของผู้ลงทุน รูปแบบที่มีความเสี่ยงรวมต่ำที่สุด จะเป็นรูปแบบภาครัฐลงทุนโดยตรง และ รูปแบบสัญญาเช่าภายใต้การลงทุนแบบ BOOT เพราะมีการรับประกันรายได้ค่าเช่าคงที่และทรัพย์สินตกเป็นของรัฐเมื่อสิ้นสุดสัญญา จึงอาจสร้างความเชื่อมั่นให้กับสถาบันการเงินมากที่สุด

ในขณะที่สำหรับมุมมองของภาครัฐ รูปแบบที่มีความเสี่ยงรวมต่ำที่สุด คือ รูปแบบสัญญาเช่าภายใต้การลงทุนแบบ BOOT และ BOO เนื่องจากการวิเคราะห์จะให้น้ำหนักกับความมั่นคงของระบบไฟฟ้าเป็นหลักโดยตรง ส่งผลให้รูปแบบที่เปิดโอกาสให้ภาครัฐสามารถควบคุมการใช้งาน BESS ได้สูงที่สุด ในขณะที่ไม่ต้องรับภาระด้านการดูแลและบำรุงรักษา จะเหมาะสมที่สุด

7. จัดทำข้อเสนอแนะเชิงนโยบายการส่งเสริมรูปแบบธุรกิจที่เหมาะสมในการลงทุนและการจัดหา BESS ในระดับ Grid Scale

ที่ปรึกษาได้ดำเนินการจัดทำข้อเสนอแนะเชิงนโยบายการส่งเสริมรูปแบบธุรกิจที่เหมาะสมในการลงทุนและการจัดหา BESS ในระดับ Grid Scale มาใช้งานเป็นแหล่งทรัพยากรในระบบไฟฟ้าให้เป็นไปตามเป้าหมายของแผน PDP เพื่อช่วยเพิ่มความยืดหยุ่นและประสิทธิภาพในการบริหารจัดการระบบไฟฟ้าของประเทศ (สอดคล้องกับ TOR 4.5) โดยมีรายละเอียดของการศึกษาที่เกี่ยวข้องดังนี้

7.1 จัดทำกรอบแผน/แนวทางในการส่งเสริมรูปแบบธุรกิจที่เหมาะสมในการลงทุนและการจัดหา BESS ในระดับ Grid Scale สำหรับการใช้งานประเภทบริการด้านพลังงานและกำลังไฟฟ้า

การกำหนดแนวทางการส่งเสริมรูปแบบธุรกิจที่เหมาะสมในการลงทุนและการจัดหา Battery Energy Storage System (BESS) ในระดับ Grid Scale สำหรับการใช้งานประเภทบริการด้านพลังงานและกำลังไฟฟ้าจำเป็นต้องดำเนินการอย่างเป็นระบบและสอดคล้องกับบริบทของประเทศ โดยสามารถแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ การกำหนดเป้าหมาย การประเมินศักยภาพปัจจุบันของประเทศไทย การวิเคราะห์ช่องว่าง และการกำหนดแนวทางการเตรียมความพร้อมและส่งเสริมรูปแบบธุรกิจที่เหมาะสม

1) การกำหนดเป้าหมาย

การกำหนดเป้าหมายในการส่งเสริมรูปแบบธุรกิจที่เหมาะสมสำหรับการลงทุนและการจัดหา BESS ในระดับ Grid Scale เพื่อให้บริการด้านพลังงานและกำลังไฟฟ้า สามารถแสดงได้ดังตารางที่ EX-9 โดยแบ่งออกได้เป็น 3 ระยะ ได้แก่ ระยะสั้น ระยะกลาง และระยะยาว ในระยะสั้น (พ.ศ. 2569–2574) ควรมีการมุ่งเน้นที่การเตรียมความพร้อมสำหรับการนำ BESS เข้ามาใช้งานในระบบไฟฟ้าในเชิงพาณิชย์โดยจะต้องกำหนดนโยบาย นิยามที่เกี่ยวข้องกับการใช้งาน BESS ในระบบไฟฟ้า กฎระเบียบต่างๆ ทั้งทางเทคนิคและทางกฎหมาย และการกำกับดูแล ในส่วนของการจัดหา BESS ตามเป้าหมายของแผน PDP นั้นควรเปิดให้ภาคเอกชนมีบทบาทเพิ่มมากขึ้นผ่านสัญญาระยะยาวที่ดำเนินการได้เลย โดยหน่วยงานรัฐยังคงมีอำนาจในการสั่งการและควบคุมการใช้งาน BESS ได้ เช่น สัญญาเช่าระยะยาวภายใต้การลงทุนรูปแบบ BOO (Built-Own-Operate) หรือสัญญาให้บริการ (Service Agreement) ในระยะกลาง (พ.ศ. 2575–2580) ควรเริ่มปรับโครงสร้างค่าไฟฟ้าให้สะท้อนต้นทุนของระบบให้ชัดเจนยิ่งขึ้น สนับสนุนสัญญารูปแบบใหม่ เช่น สัญญาเช่าภายใต้การลงทุนแบบ BOOT (Build-Own-Operate-Transfer) สัญญาตามกำลังไฟฟ้า (Capacity Contract) ที่ภาคเอกชนสามารถรับภาระต้นทุนบางส่วนได้เอง และควรเริ่มเปิดทางให้เอกชนสามารถเข้าถึงการใช้งาน BESS ร่วมกันได้ผ่านกลไก Third-Party Access (TPA) เพื่อเพิ่มโอกาสทางธุรกิจให้กับผู้ลงทุน BESS โดยไม่เป็นภาระกับผู้ใช้ไฟฟ้าหรือหน่วยงานรัฐ ขณะที่ระยะยาว (พ.ศ. 2581 เป็นต้นไป) ควรมีการจัดตั้งตลาดซื้อขายบริการระยะสั้นจาก BESS เพื่อใช้เป็นตลาดกลางในการจัดหาบริการทุกประเภทจาก BESS โดย BESS หน่วยใดๆ ก็สามารถเสนอให้บริการทุกประเภทได้ ทั้งนี้เพื่อลดความซ้ำซ้อนในการจัดหา BESS นอกจากนี้ยังควรปรับโครงสร้างค่าไฟฟ้าสำหรับ BESS ให้เป็นแบบ Real-Time Pricing เพื่อให้ผู้ให้และผู้ใช้บริการจาก BESS วางแผนการใช้งาน BESS ให้มีประสิทธิภาพและเป็นประโยชน์กับระบบไฟฟ้ามากที่สุด

2) การประเมินศักยภาพในปัจจุบัน

โครงสร้างกิจการไฟฟ้าของประเทศไทยในปัจจุบันยังอยู่ภายใต้ระบบผู้ซื้อรายเดียว (Single Buyer) โดยการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) ทำหน้าที่ทั้งเป็นผู้ผลิต ผู้รับซื้อ และผู้ดูแลระบบส่งไฟฟ้า ส่งผลให้

การใช้งาน BESS เพื่อบริการด้านพลังงานและกำลังไฟฟ้ายังอยู่ภายใต้การควบคุมของ กฟผ. เพียงรายเดียว ขณะที่การเปิดให้บุคคลที่สามเข้าถึงระบบโครงข่าย (Third-Party Access) ยังอยู่ในขั้นตอนเริ่มต้น และยังไม่มีการใช้งานจริง สำหรับรูปแบบการลงทุน BESS ปัจจุบันยังจำกัดอยู่ในรูปแบบการลงทุนโดยภาครัฐโดยตรงและโครงการ FiT รูปแบบของโครงการ Hybrid ที่ติดตั้งร่วมกับแหล่งผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ จากการวิเคราะห์ SWOT ในมุมมองนักลงทุนพบว่า การลงทุน BESS ในประเทศไทยนั้นปัจจุบันมีจุดแข็งคือโอกาสในด้านการเข้าถึงแหล่งเงินทุนต้นทุนต่ำและรายได้ที่มั่นคงจากสัญญาระยะยาว แต่ยังมีจุดอ่อนด้านความไม่เข้าใจของสถาบันการเงินต่อความเสี่ยงของ BESS และขาดมาตรฐานสัญญา รวมถึงข้อจำกัดด้านรายได้ที่พึ่งพาภาครัฐเพียงช่องทางเดียว ด้านการปฏิบัติการยังขาดระบบควบคุม มาตรฐาน และบุคลากรที่เชี่ยวชาญ ขณะที่ด้านกฎหมายและนโยบาย แม้จะมีทิศทางสนับสนุนในแผน PDP แต่ยังขาดความชัดเจนในกฎเกณฑ์ มาตรฐาน และกลไกราคาที่สะท้อนต้นทุนจริง ทำให้ยังเป็นอุปสรรคต่อการลงทุนและพัฒนา BESS อย่างมีประสิทธิภาพในระยะยาว

3) การวิเคราะห์ช่องว่าง

การวิเคราะห์ช่องว่าง (Gap Analysis) เพื่อส่งเสริมรูปแบบธุรกิจที่เหมาะสมสำหรับการลงทุนและการจัดหา BESS ในระดับ Grid Scale สำหรับการใช้งานประเภทบริการด้านพลังงานและกำลังไฟฟ้า สามารถสรุปได้ใน 3 ระยะ ได้แก่ ระยะสั้น ระยะกลาง และระยะยาว โดยอ้างอิงจากการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ SWOT กับเป้าหมายในแต่ละช่วงเวลา ครอบคลุม 3 มิติ ได้แก่ ด้านการจัดหาแหล่งเงินทุนและผลตอบแทนโครงการ ด้านการดำเนินงานและปฏิบัติการ และด้านนโยบายภาครัฐและการกำกับดูแล โดยในระยะสั้น (พ.ศ. 2569–2574) ปัญหาหลัก คือ ความไม่เข้าใจของสถาบันการเงินต่อความเสี่ยงของ BESS โดยเฉพาะในธุรกิจในรูปแบบสัญญาเช่าหรือ สัญญาบริการ อีกทั้งขาดการรับประกันรายได้ที่ยั่งยืน และขาดแผนการสั่งการ BESS ร่วมกับโรงไฟฟ้าที่จะสามารถใช้งาน BESS ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ส่วนในระยะกลาง (พ.ศ. 2575–2581) การขาดโครงสร้างราคาและโครงสร้างพื้นฐานที่สามารถรองรับ BESS จำนวนมากได้ รวมถึงนโยบายสำหรับรูปแบบธุรกิจอื่นๆ ที่หลากหลายขึ้น อาทิเช่น สัญญาตามความจุ หรือ สัญญาตามความจุและพลังงานที่ผลิตได้ที่เปิดให้เอกชนร่วมลงทุน รวมถึงขาดกลไกสนับสนุนให้ผู้ลงทน BESS มีบทบาทมากขึ้นผ่านระบบ TPA และนโยบายรับซื้อไฟฟ้าที่หลากหลาย สำหรับระยะยาว (พ.ศ. 2581 เป็นต้นไป) ช่องว่างจะชัดเจนขึ้นจากความซับซ้อนของรูปแบบธุรกิจที่หลากหลาย อาทิเช่น รูปแบบธุรกิจแบบตลาดเสรี หรือ รูปแบบธุรกิจผสมผสาน ซึ่งอาจทำให้สถาบันการเงินและหน่วยงานกำกับดูแลประเมินความเสี่ยงได้ยาก นอกจากนี้ยังไม่มีอัตราค่าไฟฟ้าแบบ Real-time Pricing ในส่วนของด้านการดำเนินงานและปฏิบัติการ รวมถึงด้านนโยบายภาครัฐและการกำกับดูแลนั้น ปัญหาสำคัญคือการที่ยังไม่มีโครงสร้างพื้นฐาน ระเบียบ วธีการกำกับดูแล รวมถึงการแบ่งหน้าที่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องสำหรับตลาดซื้อขายบริการจาก BESS

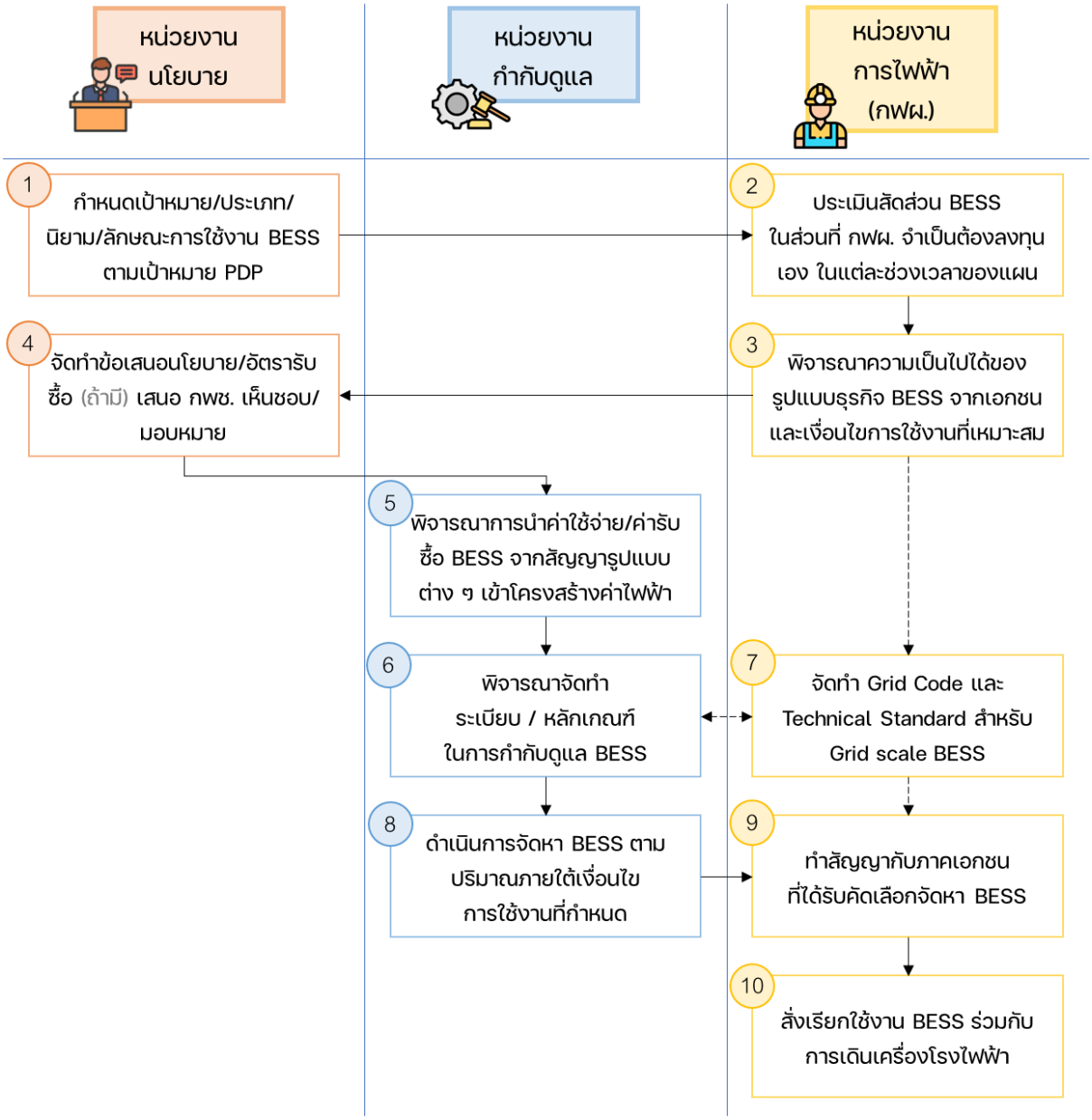
4) แนวทางการการเตรียมความพร้อมและส่งเสริมรูปแบบธุรกิจที่เหมาะสม

แนวทางการพัฒนาและส่งเสริม BESS สำหรับการใช้งานประเภทบริการด้านพลังงานและกำลังไฟฟ้าแบ่งออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่ ระยะสั้น ระยะกลาง และระยะยาวแสดงดังตารางที่ EX-10 โดยในระยะสั้นจะมุ่งเน้นการเตรียมความพร้อมด้านนโยบายและกฎหมายสำหรับการใช้งาน BESS ในโครงข่ายระบบไฟฟ้า ส่วนในระยะยาวจะมุ่งเน้นการเปิดโอกาสให้ BESS สามารถทำธุรกิจในรูปแบบสัญญาระยะสั้น หรือ ตลาดไฟฟ้าได้ ทั้งนี้เนื่องจากรูปแบบดังกล่าวจะทำให้ภาครัฐและผู้ใช้ไฟฟ้าไม่ต้องรับความเสี่ยงจากความคลาดเคลื่อนของค่าพยากรณ์ต่าง ๆ การวางแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าในระยะยาว และสามารถปรับการจัดหาไฟฟ้าให้เหมาะสมกับสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไปได้ดีขึ้นมากกว่ากรณีที่มีภาระผูกพันภายใต้สัญญา

ระยะยาว อย่างไรก็ตามเพื่อลดความเสี่ยงให้กับผู้ลงทุน BESS ก็จำเป็นจะต้องเพิ่มโอกาสการสร้างผลตอบแทนให้ผู้ลงทุน BESS โดยไม่ให้กระทบค่าไฟฟ้า เช่น การเปลี่ยนโครงสร้างราคาค่าไฟฟ้าจากราคาเฉลี่ยสองช่วงเวลาเป็นราคาผันแปรตามต้นทุนจริงในแต่ละเวลา นอกจากนี้ยังต้องเพิ่มช่องทางการหารายได้จากทางอื่น เช่น การเปิดให้ผู้ลงทุน BESS เข้าใช้งานโครงข่ายเพื่อให้บริการผู้ใช้ไฟฟ้ารายอื่นนอกจากการไฟฟ้า รวมถึงการเสนอบริการผ่านตลาดซื้อขายไฟฟ้าในอนาคต

5) แนวทางการส่งเสริมรูปแบบธุรกิจ BESS สำหรับการจัดหา BESS ตามร่างแผน PDP ฉบับใหม่

เพื่อให้สามารถจัดหา BESS เข้าสู่ระบบได้ตามแผน PDP ฉบับใหม่นั้น ทางที่ปรึกษาเห็นว่าจะต้องมีแนวทางการส่งเสริมรูปแบบธุรกิจ BESS สำหรับการจัดหา BESS ตามแผน PDP ฉบับใหม่ดังที่แสดงในรูป EX-8 โดยหน่วยงานนโยบายจะมีหน้าที่กำหนดเป้าหมาย/ประเภท/นิยาม/ลักษณะการใช้งาน BESS ตามวัตถุประสงค์ของแผน PDP และจัดทำข้อเสนอนโยบาย/อัตรารับซื้อ เพื่อนำเสนอ กพช. ให้เห็นชอบและมอบหมายงานให้หน่วยงานอื่นๆ ต่อไป ในส่วนของหน่วยงานกำกับดูแลจะมีหน้าที่พิจารณาการนำค่าใช้จ่ายจากการจัดหาบริการจาก BESS เข้าโครงสร้างค่าไฟฟ้า พิจารณาจัดทำระเบียบ หลักเกณฑ์ในการกำกับดูแล และเป็นผู้ดำเนินการจัดหา BESS ตามมติ กพช ในส่วนของหน่วยงานการไฟฟ้านั้นจะมีหน้าที่ประเมินสัดส่วน BESS ในส่วนที่ กฟผ. จำเป็นต้องลงทุนเอง พิจารณาความเป็นไปได้ของรูปแบบธุรกิจและกำหนดเงื่อนไขการใช้งาน จัดทำ Grid Code และ Technical Standard สำหรับ BESS ทำสัญญากับเอกชนที่ได้นับการคัดเลือกโดยหน่วยงานกำกับดูแล และสั่งเรียกใช้งาน BESS ร่วมกับการเดินเครื่องโรงไฟฟ้า



รูป EX-8 แนวทางการส่งเสริมรูปแบบธุรกิจ BESS สำหรับการจัดหา BESS ตามแผน PDP ฉบับใหม่

ตารางที่ EX-9: เป้าหมายการส่งเสริมรูปแบบธุรกิจที่เหมาะสมในการลงทุนและการจัดหา BESS ในระดับ Grid Scale สำหรับการใช้งานประเภทบริการด้านพลังงานและกำลังไฟฟ้า

ระยะของเป้าหมาย	เป้าหมาย	ดัชนีชี้วัด
ระยะสั้น	เตรียมความพร้อมทางด้านนโยบาย กฎระเบียบ เทคนิค เพื่อรองรับ BESS ตามเป้าหมายของแผน PDP ฉบับใหม่ พร้อมเริ่มทดลองจัดหา BESS มาใช้เป็นบริการในระบบไฟฟ้าในรูปแบบที่เป็นไปได้ ผ่านรูปแบบธุรกิจสัญญาระยะยาวที่เหมาะสมกับระยะเริ่มต้น	• มี Grid Code ข้อกฎหมาย และวิธีการกำกับดูแลการใช้งาน BESS ในระดับ Grid Scale ที่ชัดเจน • เริ่มมีการจัดหา BESS ในระดับ Grid Scale สำหรับการใช้งานประเภทบริการด้านพลังงานและกำลังไฟฟ้า • เกิดรูปแบบธุรกิจร่วมกับภาคเอกชน เช่น สัญญาเช่าแบบ BOO หรือสัญญาให้บริการ
ระยะกลาง	พัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและแนวทางการดำเนินงานที่ชัดเจน เพื่อรองรับการเชื่อมต่อและควบคุม BESS ปริมาณมาก พร้อมขยายผลการจัดหา BESS ให้เป็นไปตามเป้าหมายของแผน PDP ฉบับใหม่ ผ่านรูปแบบธุรกิจสัญญาที่หลากหลาย ภายใต้โครงสร้างต้นทุนที่สะท้อนตามช่วงเวลา	• มีโครงสร้างพื้นฐานและโปรโตคอลสำหรับรองรับการสั่งการ BESS จำนวนมาก • มีการจัดหา BESS การใช้งานประเภทบริการด้านพลังงานและกำลังไฟฟ้าในเชิงพาณิชย์อย่างเป็นรูปธรรม • เกิดรูปแบบธุรกิจร่วมกับภาคเอกชนที่หลากหลาย อาทิ สัญญาเช่าแบบ BOOT, สัญญาตามกำลังไฟฟ้าและพลังงานที่ผลิตได้ • มีอัตราค่าไฟฟ้าสำหรับ BESS ที่แปรผันตามต้นทุนค่าไฟฟ้าในแต่ละช่วงเวลา • เปิดให้ผู้ใช้ไฟฟ้าจัดหาบริการจาก BESS ผ่านโครงข่ายไฟฟ้าในลักษณะ Third-Party Access
ระยะยาว	ขยายผลการจัดหา BESS เพื่อนำมาใช้งานเป็นบริการในระบบไฟฟ้าทุกประเภท ผ่านรูปแบบธุรกิจสัญญาระยะสั้นและระยะยาว ภายใต้โครงสร้างต้นทุนที่สะท้อนตามสถานการณ์จริงในระบบไฟฟ้า	• มีการจัดหา BESS จากตลาดซื้อบริการ ผ่านรูปแบบธุรกิจในตลาดไฟฟ้าและธุรกิจแบบผสมผสาน • มีอัตราค่าไฟฟ้าแบบ Real-Time Pricing สำหรับ BESS

ตารางที่ EX-10: แนวทางการพัฒนาเพื่อส่งเสริมรูปแบบธุรกิจที่เหมาะสมในการลงทุนและการจัดหา BESS ในระดับ Grid Scale สำหรับการใช้งานประเภทบริการพลังงานและกำลังไฟฟ้าในประเทศไทย

<table>
<tr><th>บริการ</th><th>เป้าหมาย / ผู้เกี่ยวข้อง</th><th>ระยะสั้น
(2569 - 2574)</th><th>ระยะกลาง
(2575 - 2581)</th><th>ระยะยาว
(2581 เป็นต้นไป)</th></tr>
<tr><td rowspan="3">บริการด้านพลังงานและกำลังไฟฟ้า (Energy & Capacity Service)</td><td rowspan="3">หน่วยงานด้านนโยบาย</td><td>- กำหนดประเภท/นิยามของ BESS ที่ชัดเจนทั้งในแง่ผู้เข้าร่วมให้บริการในตลาด (Market Paricipant) และ ประเภทของทรัพยากร (Resource)
- กำหนดบทบาทหน้าที่/ความรับผิดชอบของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="3">- กำหนดนโยบายการจัดหา BESS ในรูปแบบธุรกิจต่างๆ ที่หลากหลาย
- กำหนดนโยบาย/แนวทางส่งเสริมให้เกิดการผลิต BESS ในประเทศ
- ประเมินความต้องการบริการจาก BESS ในระบบไฟฟ้า พร้อมทั้งกำหนดสัดส่วน/ปริมาณที่เหมาะสม
- ประชาสัมพันธ์ และเผยแพร่ความรู้ความเข้าใจในเทคโนโลยี BESS รวมไปถึงการประเมินความเสี่ยงและผลตอบแทน
- บูรณาการแนวทางการส่งเสริม BESS ของทั้ง 3 การไฟฟ้า รวมถึงการแลกเปลี่ยนข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพื่อให้เกิดความชัดเจน
- ติดตามผลการส่งเสริมส่งเสริมรูปแบบธุรกิจ BESS ประเภทต่างๆ ในระดับ Grid Scale</td></tr>
<tr><td>- กำหนดสัดส่วนการลงทุน BESS ที่เหมาะสม ตามเป้าหมายในร่างฯ แผน PDP ระหว่างภาครัฐและเอกชน</td><td>- ประเมิน/ปรับปรุงปริมาณกำลังผลิตและความจุไฟฟ้าของ BESS ที่มีความจำเป็นต่อระบบไฟฟ้าในอนาคต</td><td>- กำหนดนโยบายการจัดหา BESS สำหรับบริการด้านพลังงานและกำลังไฟฟ้า ผ่านตลาดไฟฟ้า สำหรับการขายบริการระยะสั้น เพื่อให้มีกำลังผลิตและกำลังไฟฟ้าเพียงพอสำหรับรักษาเสถียรภาพและความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้า</td></tr>
</table>

บริการ	เป้าหมาย / ผู้เกี่ยวข้อง	ระยะสั้น (2569 - 2574)	ระยะกลาง (2575 - 2581)	ระยะยาว (2581 เป็นต้นไป)
	หน่วยงานที่มีหน้าที่กำกับดูแล	- กำหนดโครงสร้าง/กลไกการส่งผ่านค่าใช้จ่าย/ค่าตอบแทนธุรกิจ BESS ในโครงสร้างค่าไฟฟ้า - กำหนดมาตรฐานอุปกรณ์ มาตรฐานการติดตั้ง และมาตรฐานการตรวจสอบประสิทธิภาพ BESS	- เพิ่ม/ปรับปรุงข้อกำหนด Third-Party Access สำหรับ BESS	- กำหนดหลักเกณฑ์และเงื่อนไขของตลาดซื้อขายบริการจาก BESS
		- กำหนดแนวทางการกำกับดูแลในการจัดหา BESS รูปแบบต่างๆ - จัดทำแนวทางการกำกับดูแลที่เกี่ยวข้องกับการใช้งาน BESS ในระดับ Grid Scale - ติดตามการลงทุน และการใช้งาน BESS ในระดับ Grid Scale ของการไฟฟ้าทั้ง 3 แห่ง		
		- จัดทำระเบียบ/ข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับการใช้งาน BESS สำหรับบริการพลังงานและกำลังไฟฟ้าในระดับ Grid Scale - จัดหาบริการพลังงานและกำลังไฟฟ้า จาก BESS ตามนโยบาย/ระเบียบที่กำหนด	- ปรับปรุงโครงสร้างค่าไฟฟ้าให้สะท้อนต้นทุนการผลิตไฟฟ้าจริงตามช่วงเวลา - ปรับปรุงโครงสร้างค่าไฟฟ้าสำหรับ BESS - จัดหาบริการพลังงานและกำลังไฟฟ้า จาก BESS ตามนโยบาย/ระเบียบที่กำหนด	- กำหนดหลักเกณฑ์ตลาดซื้อขายบริการพลังงานและกำลังไฟฟ้า (สัญญาระยะสั้น) - กำหนดเงื่อนไขผู้เข้าร่วมตลาดซื้อขายบริการจาก BESS

บริการ	เป้าหมาย / ผู้เกี่ยวข้อง	ระยะสั้น (2569 - 2574)	ระยะกลาง (2575 - 2581)	ระยะยาว (2581 เป็นต้นไป)
	หน่วยงานที่มีหน้าที่ดูแลและควบคุมระบบไฟฟ้า	- จัดทำGrid Code/Technical Standard สำหรับ BESS - ตรวจสอบ/จัดทำรายชื่อผลิตภัณฑ์ BESS ที่ผ่านมาตรฐาน พร้อมทั้งสร้างความร่วมมือกับผู้ผลิต BESS เพื่อถ่ายทอดความรู้ให้กับบุคลากรในประเทศ	- จัดทำมาตรฐานการสื่อสารสำหรับการควบคุมและสั่งการ BESS - พัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับการควบคุมและสั่งการ BESS จำนวนมากในระบบไฟฟ้า - จัดทำมาตรฐานการใช้งาน BESS ผ่านโครงข่ายในลักษณะ Third-Party Access	- พัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสำหรับตลาดซื้อขายบริการจาก BESS - บริหารจัดการ/ดูแลระบบไฟฟ้าร่วมกับ BESS จากตลาดซื้อขายบริการ
		- จัดหา/จัดทำสัญญา สำหรับจัดหาบริการ BESS จากภาคเอกชน พร้อมทั้งอำนวยความสะดวกในการใช้โครงข่ายไฟฟ้า - จัดทำแผนสั่งเรียกใช้งาน BESS ร่วมกับระบบไฟฟ้าจากการทำสัญญารูปแบบต่าง ๆ		
		- จัดทำสัญญาระยะยาวสำหรับจัดหาบริการพลังงานและกำลังไฟฟ้า จากภาคเอกชน		- จัดหาบริการพลังงานและกำลังไฟฟ้า ผ่านตลาดซื้อขายบริการระยะสั้นจาก BESS

7.2 จัดทำกรอบแผน/แนวทางในการส่งเสริมรูปแบบธุรกิจที่เหมาะสมในการลงทุนและการจัดหา BESS ในระดับ Grid Scale สำหรับการใช้งานประเภทบริการในระบบส่งและระบบจำหน่าย

การกำหนดแนวทางการส่งเสริมรูปแบบธุรกิจที่เหมาะสมในการลงทุนและการจัดหา Battery Energy Storage System (BESS) ในระดับ Grid Scale สำหรับการใช้งานประเภทบริการในระบบส่งและระบบจำหน่าย จำเป็นต้องดำเนินการอย่างเป็นระบบและสอดคล้องกับบริบทของประเทศ โดยสามารถแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ การกำหนดเป้าหมาย การประเมินศักยภาพปัจจุบันของประเทศไทย การวิเคราะห์ช่องว่าง และการกำหนดแนวทางการเตรียมความพร้อมและส่งเสริมรูปแบบธุรกิจที่เหมาะสม

1) การกำหนดเป้าหมาย

การกำหนดเป้าหมายในการส่งเสริมรูปแบบธุรกิจที่เหมาะสมสำหรับการลงทุนและการจัดหา BESS ในระดับ Grid Scale เพื่อให้บริการในระบบส่งและระบบจำหน่าย สามารถแสดงได้ดังตารางที่ EX-11 โดยแบ่งออกได้เป็น 2 ระยะ ได้แก่ ระยะสั้น และระยะกลาง-ระยะยาว โดยในปัจจุบันการพัฒนาและใช้งาน BESS สำหรับบริการประเภทนี้ยังอยู่ภายใต้การลงทุนโดยตรงของภาครัฐ หรือการลงทุนของภาคเอกชนผ่านสัญญาเช่าระยะยาวภายใต้รูปแบบ BOO (Build-Own-Operate) ที่การไฟฟ้าเป็นผู้กำหนดจุดติดตั้งและควบคุมการสั่งการ BESS โดยมีเป้าหมายหลักเพื่อเพิ่มความมั่นคงของระบบ ลดภาระการลงทุนในโครงข่ายไฟฟ้าในพื้นที่ที่มีข้อจำกัดด้านกายภาพหรือความต้องการใช้ไฟฟ้าสูง ขณะที่เอกชนยังไม่มีอิสระในการบริหารจัดการหรือรับความเสี่ยงด้านต้นทุนอย่างเต็มรูปแบบ ในระยะสั้น (พ.ศ. 2569–2574) จะคล้ายกับการกำหนดเป้าหมายสำหรับบริการด้านพลังงานและกำลังไฟฟ้า คือ การเตรียมความพร้อมสำหรับการนำ BESS เข้ามาใช้งานในระบบไฟฟ้าในเชิงพาณิชย์ ซึ่งสามารถทำรวมกันสำหรับการใช้งาน BESS ในทุกบริการ นอกจากนี้ยังควรมีการจัดทำแนวทางการตัดสินใจเลือกระหว่างการติดตั้ง BESS หรือการลงทุนขยายระบบส่งและระบบจำหน่ายเพื่อให้เป็นมาตรฐานเหมือนกันทั้งระบบไฟฟ้าเมื่อมีความพร้อมทางนโยบาย กฎระเบียบ และการกำกับดูแลแล้วจึงเริ่มจัดหาบริการจาก BESS ผ่านสัญญาระยะยาวที่ดำเนินการได้เลย โดยหน่วยงานรัฐยังคงมีอำนาจในการสั่งการและควบคุมการใช้งาน BESS ได้ เช่น สัญญาเช่าระยะยาวภายใต้การลงทุนรูปแบบ BOO (Built-Own-Operate) หรือสัญญาให้บริการ (Service Agreement) โดยเอกชนจะไม่ต้องรับภาระต้นทุนค่าไฟฟ้าสำหรับการอัดประจุเอง เพื่อลดความเสี่ยงทางการเงินและจูงใจให้เกิดการลงทุนควบคู่ไปกับโครงการนำร่องที่รัฐยังคงลงทุนเองบางส่วน ส่วนในระยะกลางและระยะยาว (พ.ศ. 2575 เป็นต้นไป) จะเป็นการเพิ่มรูปแบบธุรกิจที่สามารถใช้ในการจัดหาได้ ทั้งนี้เพื่อลดภาระและความเสี่ยงที่ภาครัฐรวมถึงผู้ใช้ไฟฟ้าต้องรับผิดชอบและเพิ่มทางเลือกในการบริหารจัดการระบบส่งและระบบจำหน่ายไฟฟ้า

2) การประเมินศักยภาพในปัจจุบัน

โครงสร้างกิจการไฟฟ้าของประเทศไทยในปัจจุบันยังอยู่ภายใต้ระบบผู้ซื้อรายเดียว (Single Buyer) โดยการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) เป็นผู้รับซื้อไฟฟ้าหลักจากผู้ผลิต และส่งผ่านระบบส่งไปยังการไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) เพื่อจำหน่ายให้กับผู้ใช้ไฟฟ้าทั่วประเทศ ขณะที่โครงข่ายระบบส่งและจำหน่ายยังเป็นทรัพย์สินของหน่วยงานรัฐโดยสมบูรณ์ ส่งผลให้ภาคเอกชนยังไม่มีบทบาทในการลงทุนหรือบริหารจัดการโครงข่ายดังกล่าว อุปสงค์ในการใช้งาน BESS เพื่อบริการในระบบส่งและจำหน่ายจึงยังจำกัดอยู่เฉพาะจากภาครัฐเท่านั้น โดยรูปแบบการลงทุนในปัจจุบันยังเป็นการลงทุนโดยรัฐวิสาหกิจ ผ่านโครงการนำร่องขนาดเล็กในพื้นที่ที่มีปัญหาความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้าหรือทดแทนการขยายสายส่งใหม่ จากการวิเคราะห์ SWOT ในมุมมองของนักลงทุน พบว่า BESS มีศักยภาพในการเข้าถึงแหล่งเงินทุนต้นทุนต่ำและได้รับรายได้ที่แน่นอนจากสัญญาระยะยาว อย่างไรก็ตาม ยังมีจุดอ่อนจากความซับซ้อนของรูปแบบสัญญาและความเข้าใจของสถาบันการเงินต่อความเสี่ยงของโครงการ นอกจากนี้ยังขาดรูปแบบรายได้ที่หลากหลาย ทำให้โครงการส่วนใหญ่ยังต้องพึ่งพาการสนับสนุนจากภาครัฐเป็นหลัก ด้านการปฏิบัติการยังขาดโครงสร้างพื้นฐาน มาตรฐานการติดตั้งและควบคุมระบบ BESS พร้อมกันจำนวนมาก รวมถึงขาดบุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญ ขณะที่ด้านกฎหมายและนโยบายแม้จะมีแผนสนับสนุนในระดับภาพรวม แต่ยังขาดความชัดเจนในด้านมาตรฐานเทคนิค กฎเกณฑ์การใช้งาน และแนวทางการเปรียบเทียบต้นทุนระหว่าง BESS กับการลงทุนในโครงข่าย ส่งผลให้การลงทุน BESS ในระบบส่งและจำหน่ายยังมีความเสี่ยงและไม่สามารถดึงดูดภาคเอกชนได้อย่างเต็มที่ในปัจจุบัน

3) การวิเคราะห์ช่องว่าง

การวิเคราะห์ช่องว่าง (Gap Analysis) เพื่อส่งเสริมรูปแบบธุรกิจที่เหมาะสมในการลงทุนและจัดหา BESS ในระดับ Grid Scale สำหรับบริการในระบบส่งและระบบจำหน่าย สามารถแบ่งออกเป็น 2 ระยะ ได้แก่ ระยะสั้น (พ.ศ. 2569–2574) ระยะกลาง - ระยะยาว (พ.ศ. 2575 เป็นต้นไป) โดยอ้างอิงจากการเปรียบเทียบผลวิเคราะห์ SWOT กับเป้าหมายในแต่ละช่วง ซึ่งครอบคลุม 3 มิติ ได้แก่ ด้านการจัดหาแหล่งเงินทุนและผลตอบแทนโครงการ ด้านการดำเนินงานและปฏิบัติการ และด้านนโยบายภาครัฐและการกำกับดูแล สำหรับระยะสั้นช่องว่างสำคัญ ได้แก่ ความไม่เข้าใจของสถาบันการเงินต่อความเสี่ยงของ BESS โดยเฉพาะในกรณีที่ใช้สัญญาเช่าหรือสัญญาให้บริการที่ยังไม่มีแนวทางประเมินความเสี่ยงและความคุ้มค่าที่ชัดเจน การขาดโครงสร้างราคาหรือรูปแบบสัญญาที่สร้างรายได้ที่เพียงพอสำหรับภาคเอกชน การขาดโครงสร้างพื้นฐานและแผนการสั่งการที่รองรับการใช้งาน BESS หลายระบบร่วมกับโรงไฟฟ้าอื่น รวมถึงการไม่มีบุคลากรและมาตรฐานในการติดตั้งที่เพียงพอ ขณะที่ด้านนโยบายยังขาดความชัดเจนเกี่ยวกับบทบาทภาคเอกชน และไม่มี Grid Code หรือ Technical Standards พร้อมทั้งขาดรูปแบบแนวทางที่ชัดเจนในการตัดสินใจเลือกลงทุนระหว่างการลงทุนขยายระบบส่งและจำหน่าย และการลงทุนในระบบ BESS ส่วนในระยะกลางและระยะยาวยังขาดโครงสร้างราคาและแนวทางการสั่งการ BESS รวมถึงนโยบายสำหรับรูปแบบธุรกิจอื่นๆ ที่หลากหลายขึ้น อาทิเช่น สัญญาตามความจุ หรือ สัญญาตามความจุและพลังงานที่ผลิตได้ ที่เปิดให้เอกชนร่วมลงทุนได้

4) แนวทางการการเตรียมความพร้อมและส่งเสริมรูปแบบธุรกิจที่เหมาะสม

แนวทางการพัฒนาและส่งเสริม BESS สำหรับการใช้งานประเภทบริการในระบบส่งและระบบจำหน่ายสามารถแบ่งออกเป็น 2 ระยะ ได้แก่ ระยะสั้น และ ระยะกลาง - ระยะยาว แสดงดังตารางที่ EX-12

โดยในระยะสั้นจะมุ่งเน้นการเตรียมความพร้อมด้านนโยบายและกฎหมายสำหรับการใช้งาน BESS ในโครงข่ายระบบไฟฟ้า รวมถึงกำหนดแนวทางการตัดสินใจเลือกระหว่างการขยายระบบส่งหรือการติดตั้ง BESS

ตารางที่ EX-11: เป้าหมายการส่งเสริมรูปแบบธุรกิจที่เหมาะสมในการลงทุนและการจัดหา BESS ในระดับ Grid Scale สำหรับการใช้งานประเภทบริการในระบบส่งและระบบจำหน่าย

ระยะของเป้าหมาย	เป้าหมาย	ดัชนีชี้วัด
ระยะสั้น	เตรียมความพร้อมทางด้านนโยบาย กฎระเบียบ เทคนิค เพื่อรองรับการใช้งาน BESS สำหรับบริการในระบบส่งและระบบจำหน่าย มีแนวทางการตัดสินใจระหว่างการติดตั้ง BESS หรือการขยายระบบส่งและระบบจำหน่ายไฟฟ้า พร้อมเริ่มทดลองจัดหา BESS มาใช้เป็นบริการในระบบไฟฟ้าในรูปแบบที่เป็นไปได้ผ่านรูปแบบธุรกิจสัญญาระยะยาวที่เหมาะสมกับระยะเริ่มต้น	• มี grid code ข้อกฎหมาย และวิธีการกำกับดูแลการใช้งาน BESS ในระดับ Grid Scale ที่ชัดเจน • เริ่มมีการจัดหา BESS ในระดับ Grid Scale สำหรับการใช้งานประเภทบริการในระบบส่งและระบบจำหน่าย • เกิดรูปแบบธุรกิจร่วมกับภาคเอกชน เช่น สัญญาเช่าแบบ BOO หรือสัญญาให้บริการ
ระยะกลางและระยะยาว	มีการจัดหาบริการจาก BESS สำหรับบริการในระบบส่งและระบบจำหน่ายโดยใช้รูปแบบธุรกิจที่หลากหลายเพื่อเป็นทางเลือกในการบริหารจัดการระบบส่งและระบบจำหน่ายของการไฟฟ้า	• เกิดรูปแบบธุรกิจร่วมกับภาคเอกชนที่หลากหลาย อาทิ สัญญาเช่าแบบ BOOT, สัญญาตามกำลังไฟฟ้าและพลังงานที่ผลิตได้

ตารางที่ EX-12: แนวทางการพัฒนาเพื่อส่งเสริมรูปแบบธุรกิจที่เหมาะสมในการลงทุนและการจัดหา BESS ในระดับ Grid Scale สำหรับการใช้งานประเภทบริการในระบบส่งและระบบจำหน่ายในประเทศไทย

<table>
<tr><th>บริการ</th><th>เป้าหมาย / ผู้เกี่ยวข้อง</th><th>ระยะสั้น
(2569 - 2574)</th><th>ระยะกลาง - ยาว
(2575 เป็นต้นไป)</th></tr>
<tr><td rowspan="3">บริการระบบส่งและระบบจำหน่าย (Transmission and Distribution Service)</td><td rowspan="3">หน่วยงานด้านนโยบาย</td><td>- กำหนดประเภท/นิยามของ BESS ที่ชัดเจนทั้งในแง่ ผู้เข้าร่วมให้บริการในตลาด (Market Paricipant) และ ประเภทของทรัพยากร (Resource)
- กำหนดบทบาทหน้าที่/ความรับผิดชอบของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">- กำหนดนโยบายการจัดหา BESS ในรูปแบบธุรกิจต่างๆ ที่หลากหลาย
- กำหนดนโยบาย/แนวทางส่งเสริมให้เกิดการผลิต BESS ในประเทศ
- ประเมินความต้องการบริการจาก BESS ในระบบไฟฟ้า พร้อมทั้งกำหนดสัดส่วน/ปริมาณที่เหมาะสม
- ประชาสัมพันธ์ และเผยแพร่ความรู้ความเข้าใจในเทคโนโลยี BESS รวมไปถึงการประเมินความเสี่ยงและผลตอบแทน
- บูรณาการแนวทางการส่งเสริม BESS ของทั้ง 3 การไฟฟ้า รวมถึงการแลกเปลี่ยนข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพื่อให้เกิดความชัดเจน
- ติดตามผลการส่งเสริมส่งเสริมรูปแบบธุรกิจ BESS ประเภทต่างๆ ในระดับ Grid Scale</td></tr>
<tr><td>- จัดทำแนวทาง/หลักเกณฑ์การตัดสินใจเลือกขยายระบบส่ง/ระบบจำหน่าย หรือ เลือกลงทุน BESS
- ประเมินความเหมาะสมของความต้องการกำลังผลิตและความจุพลังงานสำหรับบริการระบบส่งและระบบจำหน่ายไฟฟ้า</td><td>- ประเมินความเหมาะสมของความต้องการกำลังผลิตและความจุพลังงานสำหรับบริการระบบส่งและระบบจำหน่ายไฟฟ้า</td></tr>
</table>

บริการ	เป้าหมาย / ผู้เกี่ยวข้อง	ระยะสั้น (2569 - 2574)	ระยะกลาง - ยาว (2575 เป็นต้นไป)
	หน่วยงานที่มีหน้าที่กำกับและดูแล	- กำหนดโครงสร้าง/กลไกการส่งผ่านค่าใช้จ่าย/ค่าตอบแทนธุรกิจ BESS ในโครงสร้างค่าไฟฟ้า - กำหนดมาตรฐานอุปกรณ์ มาตรฐานการติดตั้ง และมาตรฐานการตรวจสอบประสิทธิภาพ BESS	
		- กำหนดแนวทางการกำกับดูแลในการจัดหา BESS รูปแบบต่างๆ - จัดทำแนวทางการกำกับดูแลที่เกี่ยวข้องกับการใช้งาน BESS ในระดับ Grid Scale - ติดตามการลงทุน และการใช้งาน BESS ในระดับ Grid Scale ของการไฟฟ้าทั้ง 3 แห่ง	
		- จัดทำระเบียบ/ข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับการใช้งาน BESS สำหรับบริการระบบส่งและระบบจำหน่ายไฟฟ้าในระดับ Grid Scale - จัดหาบริการระบบส่งและระบบจำหน่ายไฟฟ้า จาก BESS ตามนโยบาย/ระเบียบที่กำหนด	- จัดหาบริการ TDS จาก BESS ตามนโยบาย/ระเบียบที่กำหนด

บริการ	เป้าหมาย / ผู้เกี่ยวข้อง	ระยะสั้น (2569 - 2574)	ระยะกลาง - ยาว (2575 เป็นต้นไป)
	หน่วยงานที่มีหน้าที่ดูแลและควบคุมระบบไฟฟ้า	- จัดทำGrid Code/Technical Standard สำหรับ BESS - ตรวจสอบ/จัดทำรายชื่อผลิตภัณฑ์ BESS ที่ผ่านมาตรฐาน พร้อมทั้งสร้างความร่วมมือกับผู้ผลิต BESS เพื่อถ่ายทอดความรู้ให้กับบุคลากรในประเทศ	- จัดทำมาตรฐานการสื่อสารสำหรับการควบคุมและสั่งการ BESS - พัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับการควบคุม และสั่งการ BESS จำนวนมากในระบบไฟฟ้า
		- จัดหา/จัดทำสัญญา สำหรับจัดหาบริการ BESS จากภาคเอกชน พร้อมทั้งอำนวยความสะดวกในการใช้โครงข่ายไฟฟ้า - จัดทำแผนสั่งเรียกใช้งาน BESS ร่วมกับระบบไฟฟ้าจากการทำสัญญารูปแบบต่าง ๆ	
		- พัฒนาเครื่องมือประเมินความคุ้มค่าสำหรับใช้ตัดสินใจเลือกลงทุนระหว่างการขยายระบบส่งและติดตั้ง BESS - เปรียบเทียบความคุ้มค่าการลงทุนขยายระบบส่งกับการติดตั้ง BESS - จัดทำสัญญาระยะยาวสำหรับจัดหาบริการระบบส่งและระบบจำหน่ายไฟฟ้า จากภาคเอกชน	

7.3 จัดทำกรอบแผน/แนวทางในการส่งเสริมรูปแบบธุรกิจที่เหมาะสมในการลงทุนและการจัดหา BESS ในระดับ Grid Scale สำหรับการใช้งานประเภทบริการเสริมความมั่นคงในระบบไฟฟ้า

การกำหนดแนวทางการส่งเสริมรูปแบบธุรกิจที่เหมาะสมในการลงทุนและการจัดหา Battery Energy Storage System (BESS) ในระดับ Grid Scale สำหรับการใช้งานประเภทบริการเสริมความมั่นคงในระบบไฟฟ้าจำเป็นต้องดำเนินการอย่างเป็นระบบและสอดคล้องกับบริบทของประเทศ โดยสามารถแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ การกำหนดเป้าหมาย การประเมินศักยภาพปัจจุบันของประเทศไทย การวิเคราะห์ช่องว่าง และการกำหนดแนวทางการเตรียมความพร้อมและส่งเสริมรูปแบบธุรกิจที่เหมาะสม

1) การกำหนดเป้าหมาย

การกำหนดเป้าหมายในการส่งเสริมรูปแบบธุรกิจที่เหมาะสมสำหรับการลงทุนและการจัดหา BESS ในระดับ Grid Scale เพื่อให้บริการเสริมความมั่นคงในระบบไฟฟ้า สามารถแสดงได้ดังตารางที่ EX 13 โดยแบ่งออกได้เป็น 3 ระยะ ได้แก่ ระยะสั้น ระยะกลาง และระยะยาว ในระยะสั้น (พ.ศ. 2569–2574) จะคล้ายกับการกำหนดเป้าหมายสำหรับบริการด้านพลังงานและกำลังไฟฟ้า คือ การเตรียมความพร้อมสำหรับการนำ BESS เข้ามาใช้งานในระบบไฟฟ้าในเชิงพาณิชย์ ซึ่งสามารถทำรวมกันสำหรับการใช้งาน BESS ในทุกบริการ ขณะเดียวกันควรส่งเสริมการใช้งาน BESS สำหรับการควบคุมแรงดัน (Voltage Regulation) ผ่านกลไกการจัดซื้อกำลังไฟฟ้ารีแอตทีฟ (Reactive Power) หรือบังคับใช้ผ่าน Grid Code ในโครงการผลิตไฟฟ้าประเภท Hybrid เพื่อให้เกิดรูปแบบการให้บริการที่ชัดเจนในอนาคต นอกจากนี้ยังควรออกข้อกำหนดที่บังคับให้โรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนต้องมีส่วนช่วยเหลือผู้ดูแลระบบไฟฟ้าในการเสริมความมั่นคงของระบบไฟฟ้า โดยจะต้องมีการให้ค่าตอบแทนที่เหมาะสม ในระยะกลาง (พ.ศ. 2575–2580) ในส่วนของหน่วยงานรัฐ โดยเฉพาะผู้ดูแลระบบไฟฟ้านั้นจะต้องพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและโปรโตคอลสำหรับรองรับ BESS จำนวนมากให้สามารถทำงานร่วมกับโรงไฟฟ้าอื่นๆ เพื่อเสริมความมั่นคงของระบบไฟฟ้า นอกจากนี้ยังต้องจำเป็นต้องกำหนดนิยามและข้อกำหนดทางเทคนิคที่จำเป็นเพื่อแยกอุปสงค์ของบริการเสริมความมั่นคงในระบบไฟฟ้าออกมาจากบริการด้านพลังงานและกำลังไฟฟ้าให้ชัดเจน เพื่อให้ธุรกิจที่เกี่ยวข้องกับบริการเสริมความมั่นคงในระบบไฟฟ้าสามารถเกิดขึ้นได้จริง ท้ายสุดนี้ควรขยายบทบาทของภาคเอกชนผ่านสัญญาระยะยาวที่หลากหลายประเภทมากขึ้น เช่น สัญญาตามความจุ (Capacity Contract) หรือ สัญญาให้บริการ (Service Agreement) ที่ เพื่อเพิ่มความยืดหยุ่น และลดภาระทางการเงินของภาครัฐ ส่วนในระยะยาว (พ.ศ. 2581 เป็นต้นไป) ควรพัฒนากลไกการจัดซื้อจัดจ้างให้มีความยืดหยุ่น ส่วนในระยะยาว (พ.ศ. 2581 เป็นต้นไป) ควรพัฒนากลไกรูปแบบตลาดบริการเสริมความมั่นคงระบบไฟฟ้า ควบคู่กับรูปแบบการทำสัญญาระยะยาวที่ภาครัฐกำหนดไว้ในส่วนที่จำเป็นต้องใช้งานเป็นประจำ โดยเปิดโอกาสให้เอกชนสามารถให้บริการเสริมความมั่นคงในระบบไฟฟ้า ผ่านกลไกตลาดซื้อขายระยะสั้น เพื่อใช้ทรัพยากร BESS อย่างคุ้มค่าและเพิ่มโอกาสในการนำไปใช้ในบริการเพื่อวัตถุประสงค์อื่นในช่วงเวลาที่การไฟฟ้าไม่ได้เรียกใช้งานสำหรับบริการด้านนี้โดยตรง ซึ่งจะเป็นการส่งเสริมให้เกิดการแข่งขัน การเพิ่มประสิทธิภาพในการให้บริการ พร้อมทั้งสามารถรองรับความหลากหลายของผู้ให้บริการได้ในระยะยาว

2) การประเมินศักยภาพในปัจจุบัน

การใช้งาน BESS สำหรับบริการเสริมความมั่นคงในระบบไฟฟ้าของประเทศไทยยังคงอยู่ภายใต้บริบทของโครงสร้างกิจการไฟฟ้าแบบผู้ซื้อรายเดียว โดยการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) ทำหน้าที่หลักในการผลิต รับซื้อ และดูแลเสถียรภาพของระบบไฟฟ้าทั้งในด้านความถี่และแรงดัน ส่งผลให้ความต้องการใช้งาน BESS เพื่อเสริมความมั่นคงในระบบไฟฟ้ายังไม่ปรากฏชัดเจน และยังไม่มีสัญญาที่รองรับรายได้อย่างเป็นรูปธรรม โดยเฉพาะบริการด้าน Frequency Regulation และ Voltage Regulation รวมถึง Reactive Power ที่ปัจจุบันยังไม่มีการจ่ายค่าตอบแทนเพิ่มเติมให้แก่ผู้ให้บริการ ทำให้เกิดข้อจำกัดในการดึงดูดภาคเอกชนเข้ามาลงทุน ด้านรูปแบบการลงทุนยังจำกัดอยู่ในโครงการนำร่องขนาดเล็กที่ภาครัฐลงทุนเองหรือเช่าระบบใช้งาน ขณะที่ผลการวิเคราะห์ SWOT ในมุมมองของนักลงทุนพบว่ามีจุดแข็งด้านการเข้าถึงแหล่งเงินทุนต้นทุนต่ำและโอกาสจากความจำเป็นในการเสริมความมั่นคงของระบบจากพลังงานหมุนเวียนที่เพิ่มขึ้น แต่ยังเผชิญข้อจำกัดสำคัญด้านความไม่ชัดเจนของรูปแบบสัญญา การประเมินความคุ้มค่า การขาดมาตรฐานเทคนิค และกลไกตอบแทน โดยเฉพาะสำหรับบริการกำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟ รวมถึงการขาดบุคลากรและระบบควบคุมที่สามารถจัดการ BESS ได้อย่างมีประสิทธิภาพในระดับระบบไฟฟ้า

3) การวิเคราะห์ช่องว่าง

การวิเคราะห์ช่องว่าง (Gap Analysis) เพื่อส่งเสริมรูปแบบธุรกิจที่เหมาะสมสำหรับการลงทุนและการจัดหา BESS ในระดับ Grid Scale สำหรับบริการเสริมความมั่นคงในระบบไฟฟ้า สามารถสรุปได้ใน 3 ระยะ ได้แก่ ระยะสั้น ระยะกลาง และระยะยาว โดยอ้างอิงจากการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ SWOT กับเป้าหมายในแต่ละช่วงเวลา 3 มิติ ได้แก่ ด้านการจัดหาแหล่งเงินทุนและผลตอบแทนโครงการ ด้านการดำเนินงานและปฏิบัติการ และด้านนโยบายภาครัฐและการกำกับดูแล โดยในระยะสั้น (พ.ศ. 2569–2574) ช่องว่างสำคัญ ได้แก่ ความไม่เข้าใจของสถาบันการเงินต่อลักษณะความเสี่ยงของ BESS โดยเฉพาะในกรณีที่เป็นสัญญาเช่าหรือสัญญาบริการ นอกจากนี้ประเทศไทยยังไม่เคยมีการประเมินผลตอบแทนที่เหมาะสมสำหรับบริการเสริมความมั่นคงในระบบไฟฟ้า ทั้งต่อกำลังไฟฟ้า กำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟ และพลังงานไฟฟ้า ทำให้มีความเสี่ยงด้านรายได้ รวมถึงยังไม่มีแผนการสั่งการ BESS ร่วมกับโรงไฟฟ้าที่จะสามารถใช้งาน BESS ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ส่วนด้านนโยบายยังไม่มีกรอบชัดเจนในการสนับสนุนเอกชนให้มีบทบาทในบริการด้านนี้อย่างเป็นรูปธรรม ในระยะกลาง (พ.ศ. 2575–2580) ช่องว่างคือยังไม่มีโครงสร้างราคาและวิธีการจ่ายค่าตอบแทนบริการเสริมความมั่นคงในระบบไฟฟ้า เช่น การรักษาระดับความถี่ การควบคุมแรงดัน และการจัดหากำลังผลิตไฟฟ้าสำรองยามฉุกเฉิน นอกจากนี้ยังขาดโครงสร้างพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการรองรับ BESS จำนวนมาก ในระยะยาว (พ.ศ. 2581 เป็นต้นไป) ช่องว่างที่ต้องแก้ไขข้อจำกัดของสัญญาระยะยาวที่อาจจะจำกัดให้ BESS สามารถใช้งานได้เพียงบริการเดียว นอกจากนี้ยังไม่มีโครงสร้างพื้นฐาน ระเบียบ วิธีการกำกับดูแล รวมถึงการแบ่งหน้าที่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องสำหรับตลาดซื้อขายบริการจาก BESS

4) แนวทางการการเตรียมความพร้อมและส่งเสริมรูปแบบธุรกิจที่เหมาะสม

แนวทางการพัฒนาและส่งเสริม BESS สำหรับการใช้งานประเภทบริการเสริมความมั่นคงในระบบไฟฟ้าแบ่งออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่ ระยะสั้น ระยะกลาง และระยะยาว แสดงดังตารางที่ EX-14 โดยในระยะสั้นจะมุ่งเน้นการเตรียมความพร้อมด้านนโยบายและกฎหมายสำหรับการใช้งาน BESS ในโครงข่ายระบบไฟฟ้า รวมถึงการกำหนดนิยามเพื่อจำแนกบริการเสริมความมั่นคงในระบบไฟฟ้าออกจากบริการด้านพลังงานและ

กำลังไฟฟ้า และการกำหนดแนวทางการจ่ายค่าตอบแทนบริการเสริมความมั่นคงในระบบไฟฟ้าต่าง ๆ ในระยะยาวนั้นจะต้องมีการแยกอุปสงค์ของบริการเสริมความมั่นคงในระบบไฟฟ้าให้ชัดเจนเพื่อให้มีธุรกิจเกิดขึ้นได้จริง ทั้งนี้เพื่อเป็นช่องทางการหารายได้จากธุรกิจ BESS เพื่อลดภาระที่ภาครัฐต้องรับผิดชอบ

ตารางที่ EX-13: เป้าหมายการส่งเสริมรูปแบบธุรกิจที่เหมาะสมในการลงทุนและการจัดหา BESS ในระดับ Grid Scale สำหรับการใช้งานประเภทบริการเสริมความมั่นคงในระบบไฟฟ้า

ระยะของเป้าหมาย	เป้าหมาย	ดัชนีชี้วัด
ระยะสั้น	เตรียมความพร้อมทางด้านนโยบาย กฎระเบียบ เทคนิค เพื่อรองรับ BESS สำหรับบริการเสริมความมั่นคงในระบบไฟฟ้า มีแนวทางให้โรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนมีส่วนช่วยสนับสนุนความมั่นคงในระบบไฟฟ้า พร้อมเริ่มทดลองจัดหา Reactive Power มาช่วยรักษาเสถียรภาพด้านแรงดันในระบบไฟฟ้า	• มี grid code ข้อกฎหมาย และวิธีการกำกับดูแลการใช้งาน BESS ในระดับ Grid Scale ที่ชัดเจน • มีข้อกำหนดที่ระบุให้โรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนช่วยสนับสนุนความมั่นคงในระบบไฟฟ้า • เริ่มมีการจัดหา Reactive Power สำหรับรักษาเสถียรภาพด้านแรงดันในระบบไฟฟ้า • เกิดรูปแบบธุรกิจร่วมกับภาคเอกชน เช่น สัญญา BOO หรือสัญญาให้บริการ
ระยะกลาง	พัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและแนวทางการดำเนินงานที่ชัดเจนเพื่อรองรับการเชื่อมต่อและควบคุม BESS ปริมาณมาก มีอุปสงค์ของบริการเสริมความมั่นคงในระบบไฟฟ้าที่ชัดเจน มีแนวทางการใช้งาน BESS ร่วมกับโรงไฟฟ้า มีการจัดหาบริการจาก BESS ผ่านรูปแบบธุรกิจสัญญาที่หลากหลาย	• มีโครงสร้างพื้นฐานและโปรโตคอลสำหรับรองรับการสั่งการ BESS จำนวนมาก • มีนิยามที่เกี่ยวข้องกับบริการเสริมความมั่นคงในระบบไฟฟ้าที่ชัดเจน • มีแนวทางการใช้งาน BESS ร่วมกับโรงไฟฟ้าสำหรับการรักษาความมั่นคงในระบบไฟฟ้า • เกิดรูปแบบธุรกิจร่วมกับภาคเอกชนที่หลากหลาย อาทิ สัญญา BOOT, สัญญาตามกำลังไฟฟ้าและพลังงานที่ผลิตได้
ระยะยาว	ขยายผลการจัดหา BESS เพื่อนำมาใช้งานเป็นบริการในระบบไฟฟ้าทุกประเภทผ่านรูปแบบธุรกิจสัญญาระยะสั้นและระยะยาว ภายใต้โครงสร้างต้นทุนที่สะท้อนตามสถานการณ์จริงในระบบไฟฟ้า	• มีการจัดหา BESS จากตลาดซื้อบริการผ่านรูปแบบธุรกิจในตลาดไฟฟ้าและธุรกิจแบบผสมผสาน

ตารางที่ EX-14: แนวทางการพัฒนาเพื่อส่งเสริมรูปแบบธุรกิจที่เหมาะสมในการลงทุนและการจัดหา BESS ในระดับ Grid Scale สำหรับการใช้งานประเภทบริการเสริมความมั่นคงในระบบไฟฟ้าในประเทศไทย

<table>
<tr><th>บริการ</th><th>เป้าหมาย / ผู้เกี่ยวข้อง</th><th>ระยะสั้น
(2569 - 2574)</th><th>ระยะกลาง
(2575 - 2581)</th><th>ระยะยาว
(2581 เป็นต้นไป)</th></tr>
<tr><td rowspan="3">บริการเสริมความมั่นคงในระบบไฟฟ้า (Ancillary Service)</td><td rowspan="3">หน่วยงานด้านนโยบาย</td><td>- กำหนดประเภท/นิยามของ BESS ที่ชัดเจนทั้งในแง่ผู้เข้าร่วมให้บริการในตลาด (Market Paricipant) และ ประเภทของทรัพยากร (Resource)
- กำหนดบทบาทหน้าที่/ความรับผิดชอบของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="3">- กำหนดนโยบายการจัดหา BESS ในรูปแบบธุรกิจต่างๆ ที่หลากหลาย
- กำหนดนโยบาย/แนวทางส่งเสริมให้เกิดการผลิต BESS ในประเทศ
- ประเมินความต้องการบริการจาก BESS ในระบบไฟฟ้า พร้อมทั้งกำหนดสัดส่วน/ปริมาณที่เหมาะสม
- ประชาสัมพันธ์ และเผยแพร่ความรู้ความเข้าใจในเทคโนโลยี BESS รวมไปถึงการประเมินความเสี่ยงและผลตอบแทน
- บูรณาการแนวทางการส่งเสริม BESS ของทั้ง 3 การไฟฟ้า รวมถึงการแลกเปลี่ยนข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพื่อให้เกิดความชัดเจน
- ติดตามผลการส่งเสริมส่งเสริมรูปแบบธุรกิจ BESS ประเภทต่างๆ ในระดับ Grid Scale</td></tr>
<tr><td>- กำหนดนิยามที่เกี่ยวข้องกับการจัดหากำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟ (Reactive Power)
- ประเมินความเหมาะสมของความต้องการกำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟ เพื่อใช้กำหนดปริมาณเป้าหมายการใช้งานจาก BESS</td><td>- กำหนดนิยามที่เกี่ยวข้องกับบริการเสริมความมั่นคงในระบบไฟฟ้า ให้ชัดเจน
- แยกประเภทอุปสงค์ของบริการเสริมความมั่นคงในระบบไฟฟ้าออกจากบริการพลังงานและกำลังไฟฟ้าให้ชัดเจน
- ประเมินความเหมาะสมของความต้องการบริการเสริมความมั่นคงในระบบไฟฟ้า</td><td>- กำหนดเกณฑ์กำลังผลิตไฟฟ้าสำหรับบริการเสริมความมั่นคงในระบบไฟฟ้าที่เหมาะสม เพื่อให้มีกำลังผลิตและความจุเพียงพอสำหรับรักษาเสถียรภาพและความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้า</td></tr>
</table>

บริการ	เป้าหมาย / ผู้เกี่ยวข้อง	ระยะสั้น (2569 - 2574)	ระยะกลาง (2575 - 2581)	ระยะยาว (2581 เป็นต้นไป)
	หน่วยงานที่มีหน้าที่กำกับดูแล	- กำหนดโครงสร้าง/กลไกการส่งผ่านค่าใช้จ่าย/ค่าตอบแทนธุรกิจ BESS ในโครงสร้างค่าไฟฟ้า - กำหนดมาตรฐานอุปกรณ์ มาตรฐานการติดตั้ง และมาตรฐานการตรวจสอบประสิทธิภาพ BESS	- เพิ่ม/ปรับปรุงข้อกำหนด Third-Party Access สำหรับ BESS	- กำหนดหลักเกณฑ์และเงื่อนไขของตลาดซื้อขายบริการจาก BESS
		- กำหนดแนวทางการกำกับดูแลในการจัดหา BESS รูปแบบต่างๆ - จัดทำแนวทางการกำกับดูแลที่เกี่ยวข้องกับการใช้งาน BESS ในระดับ Grid Scale - ติดตามการลงทุน และการใช้งาน BESS ในระดับ Grid Scale ของการไฟฟ้าทั้ง 3 แห่ง		
		- จัดทำระเบียบ/ข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับการใช้งาน BESS สำหรับบริการเสริมความมั่นคงในระบบไฟฟ้า ในด้านการสนับสนุน Reactive Power ในระดับ Grid Scale - กำหนดเกณฑ์ผลตอบแทนการรับ-จ่ายกำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟที่สะท้อนต้นทุนการดำเนินการ - จัดหาบริการ Reactive Power ตามนโยบาย/ระเบียบที่กำหนด	- จัดทำระเบียบ/ข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับการใช้งาน BESS สำหรับบริการเสริมความมั่นคงในระบบไฟฟ้าด้าน อื่น ๆ ในระดับ Grid Scale - กำหนดเกณฑ์ผลตอบแทนบริการเสริมความมั่นคงในระบบไฟฟ้าอื่นๆ ที่สะท้อนต้นทุนการดำเนินการ - จัดหาบริการเสริมความมั่นคงในระบบไฟฟ้าจาก BESS ตามนโยบาย/ระเบียบที่กำหนด	- กำหนดกฎเกณฑ์ตลาดสำหรับการซื้อขายบริการเสริมความมั่นคงในระบบไฟฟ้า (สัญญาระยะสั้น)

บริการ	เป้าหมาย / ผู้เกี่ยวข้อง	ระยะสั้น (2569 - 2574)	ระยะกลาง (2575 - 2581)	ระยะยาว (2581 เป็นต้นไป)
	หน่วยงานที่มีหน้าที่ดูแลและควบคุมระบบไฟฟ้า	- จัดทำGrid Code/Technical Standard สำหรับ BESS - ตรวจสอบ/จัดทำรายชื่อผลิตภัณฑ์ BESS ที่ผ่านมาตรฐาน พร้อมทั้งสร้างความร่วมมือกับผู้ผลิต BESS เพื่อถ่ายทอดความรู้ให้กับบุคลากรในประเทศ	- จัดทำมาตรฐานการสื่อสารสำหรับการควบคุมและสั่งการ BESS - พัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับการควบคุมและสั่งการ BESS จำนวนมากในระบบไฟฟ้า - จัดทำมาตรฐานการใช้งาน BESS ผ่านโครงข่ายในลักษณะ Third-Party Access	- พัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสำหรับตลาดซื้อขายบริการจาก BESS - บริหารจัดการ/ดูแลระบบไฟฟ้าร่วมกับ BESS จากตลาดซื้อขายบริการ
		- จัดหา/จัดทำสัญญา สำหรับจัดหาบริการ BESS จากภาคเอกชน พร้อมทั้งอำนวยความสะดวกในการใช้โครงข่ายไฟฟ้า - จัดทำแผนสั่งเรียกใช้งาน BESS ร่วมกับระบบไฟฟ้าจากการทำสัญญารูปแบบต่าง ๆ		
		- จัดทำสัญญาจัดหา Reactive Power กับผู้ผลิตไฟฟ้าเอกชน	- จัดทำแผนการสั่งเดินโรงไฟฟ้าร่วมกับ BESS สำหรับบริการเสริมความมั่นคงระบบไฟฟ้าที่ชัดเจน - จัดทำสัญญาระยะยาวสำหรับจัดหาบริการเสริมความมั่นคงระบบไฟฟ้าจากภาคเอกชน	- จัดหาบริการเสริมความมั่นคงระบบไฟฟ้าผ่านตลาดซื้อขายบริการระยะสั้นจาก BESS

8. รวบรวมข้อมูลรูปแบบธุรกิจการลงทุนหรือการจัดหา BESS ในระดับผู้ใช้ไฟฟ้า (End User หรือ Behind the Meter) มาใช้งานเป็นแหล่งทรัพยากรในระบบไฟฟ้า

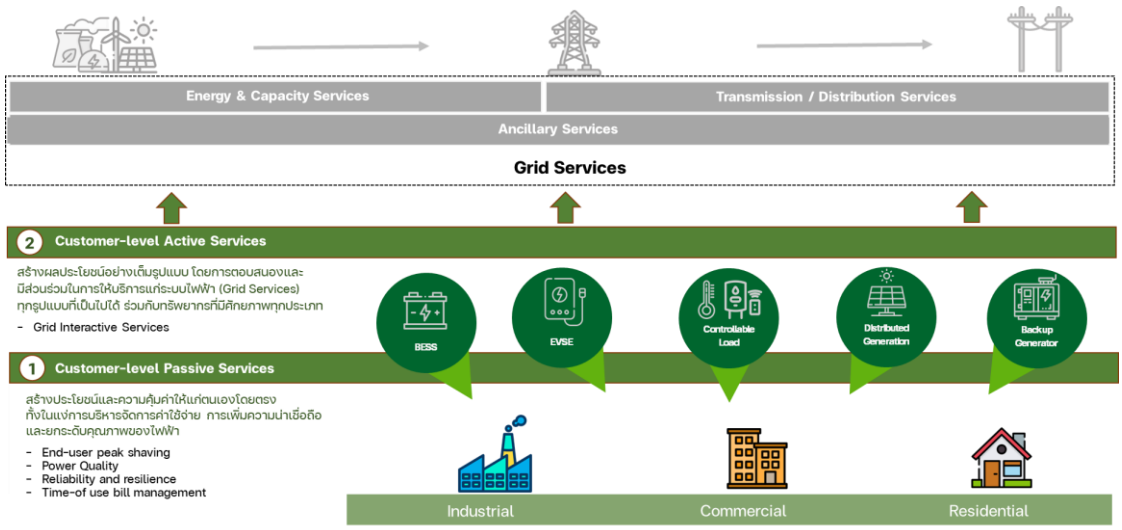
ที่ปรึกษาได้ดำเนินการรวบรวมข้อมูลรูปแบบธุรกิจการลงทุนหรือการจัดหา BESS ในระดับผู้ใช้ไฟฟ้า (Behind the Meter) มาใช้งานเป็นแหล่งทรัพยากรในระบบไฟฟ้า (สอดคล้องกับ TOR ข้อ 4.6) โดยมีรายละเอียดของการศึกษาที่สำคัญดังนี้

8.1 ศึกษาและรวบรวมกรณีศึกษา (Use Case) รูปแบบธุรกิจการลงทุนหรือการจัดหา BESS ในระดับผู้ใช้ไฟฟ้าในต่างประเทศ

ระบบแบตเตอรี่กักเก็บพลังงานในระดับผู้ใช้ไฟฟ้า (Behind The Meter BESS) สนับสนุนให้ผู้ใช้ไฟฟ้ามีความสามารถในการบริหารจัดการปริมาณการใช้ไฟฟ้าของตนเองได้อย่างเหมาะสมควบคู่ไปกับการลดต้นทุนด้านพลังงาน อีกทั้งยังมีส่วนช่วยให้ระบบไฟฟ้ามีประสิทธิภาพและสามารถตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงได้ดียิ่งขึ้น โดย BESS ในระดับผู้ใช้ไฟฟ้ามีรูปแบบการประยุกต์ใช้ภายใต้การบริการที่เกี่ยวข้อง 2 ส่วน ดังนี้

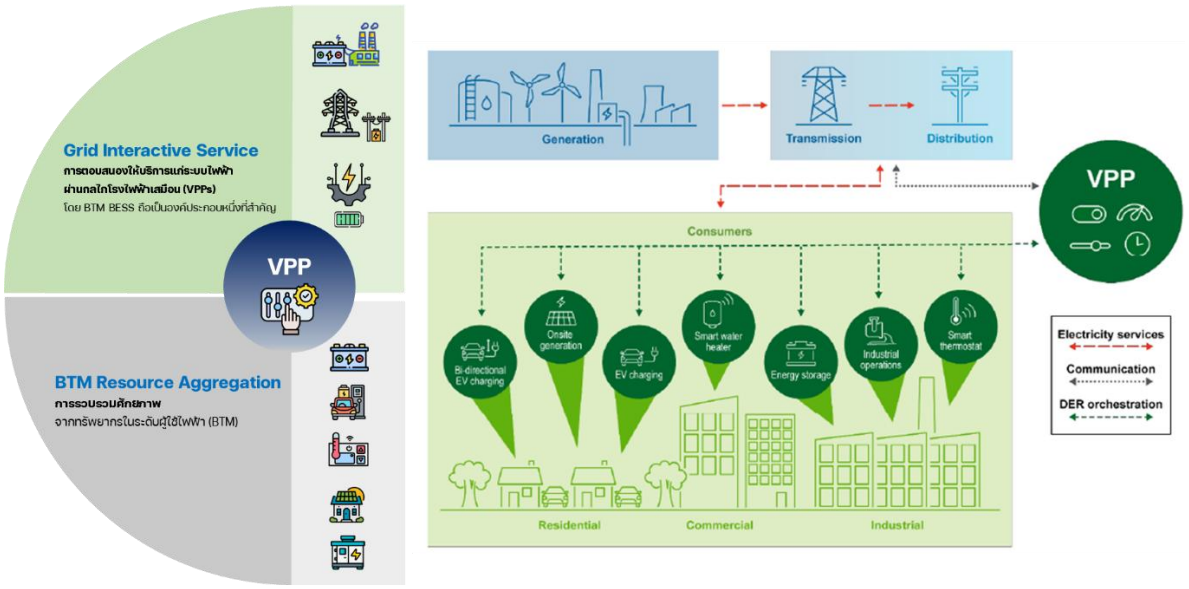
1) การบริการเพื่อตอบสนองการใช้งานของผู้ใช้ไฟฟ้าในลักษณะเชิงรับ (Passive Services) มีจุดประสงค์เพื่อสร้างประโยชน์และความคุ้มค่าให้แก่ตนเองโดยตรง ทั้งในแง่ของการบริหารจัดการค่าใช้จ่าย รวมถึงการเพิ่มความน่าเชื่อถือและยกระดับคุณภาพของไฟฟ้าไปพร้อม ๆ กัน

2) การให้บริการตอบสนองต่อระบบไฟฟ้าโดยผู้ใช้ไฟฟ้าในลักษณะเชิงรุก (Active Services) นอกจากการใช้งานเพื่อสร้างประโยชน์และความคุ้มค่าต่อตนเองแล้ว BESS ในระดับผู้ใช้ไฟฟ้ายังสามารถก่อให้เกิดประโยชน์แก่ระบบไฟฟ้าได้เช่นเดียวกับ BESS ระดับ Grid Scale หากมีการบริหารจัดการทรัพยากรได้อย่างเหมาะสมเพื่อนำมาใช้งานในลักษณะ “Grid Interactive Service” หรือการตอบสนองและมีส่วนร่วมให้บริการแก่ระบบไฟฟ้า ซึ่งในปัจจุบันบริการดังกล่าวมักเกิดขึ้นภายใต้กลไกโรงไฟฟ้าเสมือน (Virtual Power Plants, VPPs) หรือการรวบรวมทรัพยากรในระดับผู้ใช้ไฟฟ้าหลายประเภทเพื่อให้จัดเป็นบริการแก่ระบบไฟฟ้า (Grid Services) ทุกรูปแบบที่เป็นไปได้



รูป EX-9 ภาพรวมรูปแบบการประยุกต์ใช้งาน BESS ในระดับ BTM

ในปัจจุบันการลงทุนหรือจัดหา BESS จากผู้ใช้ไฟฟ้า (BTM) ประเภทต่าง ๆ มาใช้งานเป็นแหล่งทรัพยากรในระบบไฟฟ้ามักเกิดขึ้นภายใต้กลไกโรงไฟฟ้าเสมือน (VPP) เป็นหลัก อีกทั้งทรัพยากรที่ถูกนำมาใช้เป็นฐานการให้บริการแก่ระบบไฟฟ้าจะไม่ได้จำกัดอยู่เพียงแบตเตอรี่กักเก็บพลังงาน (BESS) เพียงอย่างเดียว แต่ยังครอบคลุมถึงทรัพยากรแบบกระจายศูนย์ (DERs) ที่มีศักยภาพทุกประเภทอื่น ๆ อาทิ ระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ ยานยนต์ไฟฟ้า และการตอบสนองด้านโหลดอีกด้วย โดยมีแพลตฟอร์มโรงไฟฟ้าเสมือน (VPP Platform) เป็นแกนกลางทางเทคโนโลยีที่สำคัญทั้งในแง่ของการเชื่อมโยงและการควบคุมให้ทรัพยากรทุกประเภททำงานร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพ



รูป EX-10 ภาพรวมการลงทุนหรือจัดหา BESS จากผู้ใช้ไฟฟ้า (BTM) ประเภทต่าง ๆ มาใช้งานเป็นแหล่งทรัพยากรในระบบไฟฟ้าภายใต้กลไกโรงไฟฟ้าเสมือน (VPP)

อย่างไรก็ดี จากกรณีศึกษาของประเทศที่มีความก้าวหน้าทั้ง 5 แห่ง ได้แก่ สหรัฐอเมริกา เยอรมนี ญี่ปุ่น ไต้หวัน และออสเตรเลียทำให้เห็นจุดร่วมของบทบาทที่สำคัญ 4 ส่วน คือ การรับซื้อ/เรียกใช้ (Offtake), การควบคุม (Operate), การรวบรวม (Aggregate) และการจ่ายผลตอบแทน (Payment) ซึ่งองค์ประกอบดังกล่าวจะดำเนินอยู่บนธุรกิจโรงไฟฟ้าเสมือนทั้ง 3 รูปแบบ ดังนี้

- **โรงไฟฟ้าเสมือนที่ดำเนินการโดยหน่วยงาน/บริษัทการไฟฟ้าหรือผู้ให้บริการไฟฟ้า (Utility VPP)** ซึ่งมีลักษณะเด่นที่สำคัญ คือ ความสามารถในการดำเนินการด้วยตนเองทั้งหมดทุกขั้นตอน ตั้งแต่การเรียกใช้ (Offtake) ควบคุม (Operate) รวบรวม (Aggregate) และจ่ายผลตอบแทน (Payment) รวมถึงยังครองสิทธิ์ความเป็นเจ้าของ (Ownership) แพลตฟอร์ม VPP แต่เพียงผู้เดียว ดังนั้นจึงทำให้ผู้เล่นกลุ่มดังกล่าวสามารถดำเนินกลยุทธ์ทางธุรกิจและใช้งานแพลตฟอร์ม VPP ได้อย่างเบ็ดเสร็จแต่ก็ต้องเป็นผู้แบกรับความเสี่ยงทางเทคโนโลยีและรับผิดชอบค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นทั้งหมดด้วยตนเองเช่นเดียวกัน อย่างไรก็ดี รูปแบบธุรกิจดังกล่าวยังสามารถเปิดโอกาสให้บุคคลภายนอกเข้ามาทำหน้าที่เป็นผู้รวบรวมอิสระ (Independent Aggregator) เพื่อช่วยขยายฐานผู้เข้าร่วมให้บริการได้ครอบคลุมและทั่วถึงยิ่งขึ้น

กรณีศึกษาของ Hawaiian Electric (HECO) ซึ่งเป็นบริษัทการไฟฟ้าของรัฐฮาวายสามารถสะท้อนให้เห็นจุดเด่นของรูปแบบธุรกิจดังกล่าวในแง่ของ “การดำเนินการได้อย่างรวดเร็ว” เนื่องจากสามารถลดขั้นตอนและระยะเวลาในการจัดซื้อ/จัดจ้าง (Procurement Process) ลงได้อย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับการจัดหาบริการจากภาคเอกชนหรือหน่วยงานภายนอก อย่างไรก็ดี รูปแบบธุรกิจดังกล่าวอาจมีข้อจำกัดอยู่ที่ “ความสามารถในการพัฒนาแพลตฟอร์มเพื่อรองรับบริการที่มีความซับซ้อนจากทรัพยากรขนาดเล็กและมีการกระจายตัวสูง” โดยเฉพาะบริการเสริมความมั่นคงในระบบไฟฟ้า (Ancillary Services) ที่ต้องการความรวดเร็วในการตอบสนองที่สูงกว่าบริการประเภทอื่น ๆ เป็นอย่างมาก ดังนั้นในกรณีดังกล่าว ทาง Hawaiian Electric (HECO) จึงเปิดโอกาสให้กับบริษัท Swell Energy ซึ่งเป็นบุคคลที่ 3 จากภาคเอกชนเข้ามามีส่วนร่วมผ่านการทำสัญญาบริการ VPP กับหน่วยงานการไฟฟ้าโดยตรง (3rd Party VPP – Utility Direct) ควบคู่ไปด้วย

- **โรงไฟฟ้าเสมือนที่ดำเนินการโดยบุคคลที่ 3 จากภาคเอกชน (3rd Party VPP)** ซึ่งจะมีลักษณะเด่นที่สำคัญ คือ บุคคลที่ 3 จากภาคเอกชนจะทำหน้าที่ควบคุมแพลตฟอร์ม VPP รวมถึงครองสิทธิ์ความเป็นเจ้าของ (Ownership) แพลตฟอร์ม VPP แต่เพียงผู้เดียว ดังนั้นจึงมีโอกาสในการสร้างรายได้จากการให้บริการทั้งจากตลาดไฟฟ้าโดยตรง (Wholesale Direct) เพื่อรับผลตอบแทนตามมูลค่าตลาด (Maket Value) และการเสนอบริการแก่หน่วยงานการไฟฟ้า/ผู้ให้บริการไฟฟ้า (Utility Direct) โดยตรงผ่านสัญญาทวิภาคี (Bilateral Contract) เพื่อรับผลตอบแทนตามตกลงทั้งในลักษณะค่าความพร้อมจ่าย (AP) และค่าพลังงาน (EP)

นอกจากจุดเด่นในแง่ของ “ความสามารถในการพัฒนาแพลตฟอร์ม VPP เพื่อให้บริการในระบบไฟฟ้าที่ความซับซ้อน” ดังตัวอย่างของบริษัท Swell Energy ในพื้นที่ให้บริการไฟฟ้าฮาวายประเทศสหรัฐอเมริกาตามที่กล่าวไปในตอนต้นแล้ว “ความอิสระในการดำเนินธุรกิจและความสามารถในการขยายฐานทรัพยากรให้ครอบคลุม” ยังถือเป็นอีกจุดเด่นที่สำคัญของรูปแบบธุรกิจนี้อีกด้วย โดยกรณีศึกษาการดำเนินธุรกิจ VPP ของบริษัท Sunrun ในพื้นที่ให้บริการไฟฟ้าในภูมิภาค New-England ของประเทศสหรัฐอเมริกา นอกจากจะสะท้อนให้เห็นถึงโอกาสในการมีส่วนร่วมกับตลาดจัดหากำลังไฟฟ้าล่วงหน้า (Forward Capacity Market) โดยตรงก็ยังแสดงให้เห็นถึงความอิสระในการดำเนินกลยุทธ์ทางธุรกิจภายใต้แนวคิดการขยายฐานผู้ใช้งานในลักษณะ “ไม่ต้องจ่ายเงินดาวน์” (Zero Down Payment) ของบริษัท Sunrun ทั้งในรูปแบบของการดำเนินการผ่านสัญญาเช่าใช้ (Leasing) หรือการดำเนินการผ่านสัญญาซื้อขายพลังงาน (PPA) ซึ่งสามารถการสร้างแรงจูงในในการเข้าร่วมโครงการและขยายฐานทรัพยากรให้ครอบคลุมผู้ใช้ไฟฟ้ามากขึ้นไปพร้อม ๆ กัน

นอกจากนี้ กรณีศึกษาการดำเนินธุรกิจ VPP ของบริษัท Shizen Connect ของประเทศญี่ปุ่นยังแสดงให้เห็นถึงโอกาสในการพัฒนาธุรกิจในช่วงที่โครงสร้างตลาดไฟฟ้าของประเทศยังพัฒนาไม่สมบูรณ์ โดยการทำสัญญาให้บริการ VPP กับผู้ให้บริการไฟฟ้าขายปลีก (Electricity Retailer) โดยตรงเพื่อนำบริการจาก VPP มาช่วยหลีกเลี่ยงต้นทุนในการซื้อไฟฟ้าจากตลาดค้าส่งในช่วงที่มีราคาแพงซึ่งความสำเร็จและบทเรียนจากการดำเนินโครงการนำร่องร่วมกับผู้ให้บริการไฟฟ้าขายปลีกขนาดใหญ่ใน ภูมิภาคโทโฮคุ (Tohoku) ยังช่วยให้บริษัท Shizen Connect สามารถขยายโอกาสทางธุรกิจไปยังผู้ให้บริการไฟฟ้าในพื้นที่อื่น ๆ ได้เป็นจำนวนมากในเวลาต่อมา

- **โรงไฟฟ้าเสมือนที่ดำเนินการโดยความร่วมมือของหน่วยงานการไฟฟ้า/ผู้ให้บริการไฟฟ้าและบุคคลที่ 3 จากภาคเอกชน (Cooperated VPP)** ซึ่งเป็นการผสมผสานระหว่างรูปแบบธุรกิจ 3rd Party VPP และรูปแบบ Utility VPP ที่มีลักษณะเด่นที่สำคัญ คือ ผู้เล่นทั้ง 2 ส่วนจะทำหน้าที่ควบคุมแพลตฟอร์ม VPP ร่วมกัน แม้โดยรวมบุคคลที่ 3 จากภาคเอกชนจะเป็นผู้ครองสิทธิ์ความเป็นเจ้าของ (Ownership) แพลตฟอร์ม VPP แต่ในทางเทคนิคแพลตฟอร์มดังกล่าวจะมีการเชื่อมโยงส่วนบริหารจัดการโรงไฟฟ้าเสมือน (VPP Software Layer) ซึ่งถือเป็นหัวใจของระบบโรงไฟฟ้าเสมือนที่ทำหน้าที่ควบคุม ประสานงาน วิเคราะห์ และตอบสนองต่อคำสั่งเข้ากับระบบสั่งการของหน่วยงานการไฟฟ้าโดยตรงเพื่อยกระดับความสามารถในการควบคุมทรัพยากรในระดับ BTM แบบข้ามแพลตฟอร์ม ซึ่งรูปแบบธุรกิจดังกล่าวบุคคลที่ 3 จากภาคเอกชนจะได้รับผลตอบที่แน่นอนในลักษณะค่าธรรมเนียมในการเชื่อมต่อและการเข้าถึงการควบคุม (Access & Control Fee) ตามอัตราและลักษณะที่ตกลงกันไว้ อาทิ แปรผันตามปริมาณทรัพยากรหรือเหมาจ่ายเป็นรายปี เป็นต้น

กรณีศึกษาของบริษัท Rocky Mountain Power (RMP) ในฐานะผู้ให้บริการไฟฟ้าในรัฐยูทาห์ (Utah) และบริษัท Sonnen ในฐานะผู้ผลิตแบตเตอรี่และพัฒนาแพลตฟอร์ม VPP ถือเป็นตัวอย่างสำคัญที่สามารถสะท้อนให้เห็นถึงจุดเด่นของรูปแบบธุรกิจดังกล่าวในแง่ของ “การยกระดับความสามารถในการควบคุมทรัพยากรในระดับ BTM ให้แก่หน่วยงานการไฟฟ้าเพื่อใช้งานเป็นบริการในระบบไฟฟ้าที่มีความซับซ้อน” กล่าวคือ Rocky Mountain Power สามารถสั่งการ (Dispatch) ไปยังกลุ่มทรัพยากรที่มีศักยภาพโดยตรงผ่านระบบบริหารจัดการโครงข่ายแบตเตอรี่ (Distributed Battery Grid Management System, DGBMS) ถูกผนวกเข้ากับแพลตฟอร์มโรงไฟฟ้าเสมือนของบริษัท Sonnen อีกทอดหนึ่ง ซึ่งในภาพรวมเครือข่ายแบตเตอรี่ของบริษัท Sonnen ที่เชื่อมต่อการทำงานอยู่กับแพลตฟอร์มดังกล่าวสามารถตอบสนองต่อคำสั่งเรียกได้ภายใน 3 วินาที ดังนั้นจึงสามารถให้บริการเสริมความมั่นคงแก่ระบบไฟฟ้า (Ancillary Services) ซึ่งต้องการความรวดเร็วในการตอบสนองได้อย่างมีประสิทธิภาพ

นอกจากการนำ BESS และทรัพยากรในระดับผู้ใช้ไฟฟ้า (BTM) มาใช้งานเป็นแหล่งทรัพยากรในระบบไฟฟ้าผ่านรูปแบบธุรกิจ VPP ทั้ง 3 ประเภทแล้ว ในปัจจุบันบางประเทศเริ่มเปิดโอกาสให้เกิดการเชื่อมต่อบริการจากผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีทรัพยากรขนาดใหญ่ไปยังระบบไฟฟ้า/ตลาดไฟฟ้าโดยตรงภายใต้รูปแบบธุรกิจดังนี้

- **ผู้ใช้ไฟฟ้าเป็นผู้ให้บริการแก่ตลาดไฟฟ้าหรือระบบไฟฟ้าโดยตรง (Direct Participation)** ซึ่งมีลักษณะเด่นที่สำคัญ คือ ผู้ใช้ไฟฟ้าจะเป็นผู้ควบคุมทรัพยากรที่อยู่ในความดูแลด้วยตนเองโดยตรง ดังนั้นจึงสามารถลดความซับซ้อนในเชิงบทบาทของผู้เล่นคนกลางลงได้ อีกทั้งยังทำให้ ผู้ใช้ไฟฟ้ามีโอกาสสร้างรายได้ทางธุรกิจสูงสุดจากทั้งในตลาดไฟฟ้าและการทำสัญญาให้บริการแก่หน่วยงานการไฟฟ้า/ผู้ให้บริการไฟฟ้าโดยตรง อย่างไรก็ดี รูปแบบธุรกิจดังกล่าวผู้ใช้ไฟฟ้าจำเป็นต้องลงทุนติดตั้งโครงสร้างพื้นฐานทางเทคโนโลยีให้สอดคล้องตามเงื่อนไขที่กำหนดด้วยตนเองเพื่อทำให้เกิดการเชื่อมโยงการทำงานเข้ากับระบบของตลาดไฟฟ้าหรือหน่วยงานการไฟฟ้าทั้งในแง่ของชุดข้อมูล (Data) และชุดคำสั่ง (Dispatch Instruction) อีกทั้งยังต้องมีการจัดเตรียมบุคคลากรที่มีทักษะความชำนาญในการควบคุมทรัพยากรต่าง ๆ ให้สอดคล้องกับสถานการณ์ในระบบไฟฟ้า/ตลาดไฟฟ้าอีกด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในรูปแบบบริการที่มีความซับซ้อน ดังนั้นจึงทำให้ในปัจจุบันการดำเนินธุรกิจลักษณะดังกล่าวยังแพร่หลายในเชิงพาณิชย์มากนักแม้ว่าหลายประเทศจะมีการปรับปรุงกฎระเบียบที่เกี่ยวข้องเพื่อรองรับการมีส่วนร่วมจากผู้ใช้ไฟฟ้าโดยตรงไว้แล้วก็ตาม

กรณีศึกษาของมหาวิทยาลัยควีนส์แลนด์ในประเทศออสเตรเลียถือเป็นตัวอย่างสำคัญในการดำเนินธุรกิจรูปแบบดังกล่าว โดยทางมหาวิทยาลัยฯ ได้มีการพัฒนาแพลตฟอร์ม DRE ภายในองค์กรเองเพื่อเชื่อมโยงการทำงานของ BESS ขนาดใหญ่ไปเป็นบริการด้านพลังงาน (Energy Services) ในตลาดไฟฟ้าของประเทศโดยตรง ซึ่งแพลตฟอร์มดังกล่าวถือเป็นหัวใจสำคัญในการดำเนินธุรกิจ เนื่องจากสามารถบริหารการกักเก็บไฟฟ้าในช่วงที่มีราคาต่ำก่อนปลดปล่อยในช่วงที่มีราคาสูงอย่างอัตโนมัติเพื่อสร้างกำไรสูงสุดจาก Energy Arbitrage ทั้งนี้ แรงขับเคลื่อนของการพัฒนาแพลตฟอร์มดังกล่าวด้วยตนเองของมหาวิทยาลัยควีนส์แลนด์ คือ ความต้องการตอบโจทย์ด้านพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าและความสามารถในการลดต้นทุนด้านลิขสิทธิ์ในระยะยาว แม้ว่าในทางปฏิบัติจะมีต้นทุนเริ่มต้น (Initial Cost) ใกล้เคียงกับการติดตั้งระบบเชิงพาณิชย์ก็ตาม

อย่างไรก็ดี การเข้าร่วมตลาดบริการเสริมความมั่นคงในระบบไฟฟ้า (Ancillary Services) ประเภทการควบคุมความถี่ (FCAS) ที่โดยทั่วไปสามารถรายได้ทางธุรกิจได้สูงอย่างมาก ทางมหาวิทยาลัยฯ กลับไม่ได้เป็นผู้เสนอบริการไปยังตลาด FCAS โดยตรงด้วยตนเองเหมือนเช่นที่เคยดำเนินการในบริการด้านพลังงาน แต่ได้มีการเข้าร่วมให้บริการผ่านกลไกโรงไฟฟ้าเสมือนของบริษัท Enel X แทน โดยทางมหาวิทยาลัยให้เหตุผลของการตัดสินใจว่าเป็นผลสืบเนื่องมาจากปัจจัยด้านต้นทุนทางเทคโนโลยีและทักษะความชำนาญเฉพาะด้านเป็นหลัก กล่าวคือ การพัฒนาระบบบริหารจัดการและเชื่อมโยงทรัพยากรให้เป็นไปตามข้อกำหนดของ AEMO จำเป็นต้องผ่านการทดสอบประสิทธิภาพที่เข้มงวดทำให้ต้องมีเทคโนโลยีควบคุมขั้นสูงที่มีความซับซ้อนและมีต้นทุนสูงกว่าเทคโนโลยีสำหรับการให้บริการด้านพลังงานเป็นอย่างมาก ดังนั้นการร่วมมือกับบริษัท Enel X ซึ่งเป็นผู้ประกอบการ VPP ที่มีความพร้อมของโครงสร้างพื้นฐานที่เกี่ยวข้องรวมถึงยังมีบุคคลากรที่มีความเชี่ยวชาญในด้านดังกล่าวโดยเฉพาะย่อมส่งผลดีโดยรวมทั้งในแง่ของต้นทุนโดยรวมและความคุ้มค่าในเชิงการบริหารได้มากกว่าการดำเนินการด้วยตนเอง ซึ่งกรณีศึกษาของมหาวิทยาลัยควีนส์แลนด์ในแง่นี้สามารถสะท้อนให้เห็นได้ว่า “ปัจจัยด้านต้นทุนเทคโนโลยีและทักษะความชำนาญเฉพาะด้านยังคงเป็นอุปสรรคที่สำคัญในการเข้าร่วมให้บริการแก่ตลาดไฟฟ้า/ระบบไฟฟ้าโดยตรง (Direct Participation) อย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะในรูปแบบบริการที่มีความซับซ้อนและมีเงื่อนไขในการเข้าร่วมที่เข้มงวด แต่ในอีกมุมหนึ่งบริบทดังกล่าวสามารถเน้นย้ำให้เห็นถึงจุดแข็งในการดำเนินธุรกิจในรูปแบบโรงไฟฟ้าเสมือน (VPP) ได้เป็นอย่างดี”

ทั้งนี้ ที่ปรึกษาได้สรุปรายละเอียดของจุดเด่นและจุดด้อยของการดำเนินธุรกิจในระดับ BTM แต่ละรูปแบบจากกรณีศึกษาในต่างประเทศไว้ดังตารางที่ EX-15 และสรุปรายละเอียดสำคัญของกรณีศึกษา (Use Case) รูปแบบธุรกิจการลงทุนหรือการจัดหา BESS ในระดับผู้ใช้ไฟฟ้าในต่างประเทศไว้ดังตารางที่ EX-16

ตารางที่ EX-15: จุดเด่นและจุดด้อยของการดำเนินธุรกิจในระดับ BTM แต่ละรูปแบบจากกรณีศึกษาในต่างประเทศ

รูปแบบธุรกิจ	จุดเด่น	จุดด้อย
Utility VPP	• **สามารถดำเนินนการได้อย่างรวดเร็ว** เนื่องจาก สามารถลดขั้นตอนการจัดซื้อ/จัดจ้าง (Procurement Process) • **มีความน่าเชื่อถือสูง** เนื่องจาก หน่วยงานการไฟฟ้า/ผู้ให้บริการไฟฟ้ามีสิทธิ์ควบคุมทรัพยากรโดยตรงผ่านแพลตฟอร์มของตนเอง	• มัก**มีข้อจำกัดในการควบคุมทรัพยากรปริมาณมากเพื่อให้บริการที่มีความซับซ้อน** โดยเฉพาะบริการเสริมความมั่นคงในระบบไฟฟ้าที่ต้องการความรวดเร็วในการตอบสนองสูง
Cooperated VPP	• **มีความน่าเชื่อถือค่อนข้างสูง** เนื่องจาก หน่วยงานการไฟฟ้า/ผู้ให้บริการไฟฟ้ายังคงมีสิทธิ์ ควบคุมทรัพยากรโดยตรงผ่านแพลตฟอร์มของบุคคลที่ 3	• **มีความซับซ้อนทางด้านเทคนิคค่อนข้างสูง** เนื่องจากต้องมีการเชื่อมโยงแพลตฟอร์มโรงไฟฟ้าเสมือนของบุคคลที่ 3 เข้ากับระบบปฏิบัติการของหน่วยงานการไฟฟ้า/ผู้ให้บริการ ไฟฟ้าเพื่อทำให้เกิดการสั่งการข้ามแพลตฟอร์มได้
3rd Party VPP	• **มีทักษะและความชำนาญ**ในการเชื่อมโยงทรัพยากรขนาดเล็กและกระจายตัวมาใช้งานเป็นบริการในระบบไฟฟ้าที่มีความซับซ้อน โดยเฉพาะกลุ่มผู้ประกอบการที่ผันตัวมาจากผู้ผลิต BESS/DERs เนื่องจาก มีพื้นฐานในการทำงานร่วมกับลูกค้ามาตั้งแต่ต้น • **สามารถดำเนินธุรกิจด้วยต้นทุนที่ต่ำกว่า** โดยเฉพาะกลุ่มผู้ผลิต BESS/DERs เนื่องจาก มีซอฟแวร์หรือแพลตฟอร์ม ที่ใช้สำหรับเชื่อมโยงกับเครือข่ายทรัพยากรเรียบร้อยแล้ว ดังนั้นจึงมีความพร้อมของระบบและฐานทรัพยากรที่สามารถนำมาต่อยอดเป็นบริการ VPP ด้วยงบประมาณที่ต่ำกว่าการเริ่มใหม่แต่ต้น • มีความอิสระในการดำเนินธุรกิจสูง ดังนั้นจึงสามารถออกแบบกลยุทธ์ในการ**ขยายฐานทรัพยากรและผู้เข้าร่วมโครงการได้หลากหลาย**	• จำเป็นต้องมีกระบวนการจัดซื้อ/จัดจ้าง หรือคัดเลือกที่เข้มงวดเพื่อสร้างความโปร่งใสและรักษาคุณภาพของผู้ให้บริการ ดังนั้นจึง**ต้องใช้ระยะเวลาเตรียมความพร้อมค่อนข้างนาน**
Direct Participation	• **มีความซับซ้อนในดำเนินการต่ำ** เนื่องจาก ไม่ต้องเชื่อมต่อกับระบบของผู้เล่นคนกลาง • **มีโอกาสสร้างรายได้จากบริการได้สูงสุด** เนื่องจาก ผู้ใช้ไฟฟ้าเป็นผู้ดำเนินการเองโดยตรง	• มัก**เผชิญกับข้อจำกัดด้านต้นทุนทางเทคโนโลยี** โดยเฉพาะระบบบริหารจัดการทรัพยากรที่ต้องมีสอดคล้องกับเงื่อนไขในการให้บริการในระบบไฟฟ้าประเภทต่าง ๆ ซึ่งโดยปกติต้องใช้งบประมาณในการลงทุนค่อนข้างสูง • **จำเป็นต้องมีบุคคลากรที่มีความรู้ ความเข้าใจรวมถึงมีทักษะขั้นสูง**ในการควบคุมการทำงานของทรัพยากรต่าง ๆ ให้สอดคล้องตามสถานการณ์ในตลาด/ระบบไฟฟ้า

ตารางที่ EX-16: สรุปรายละเอียดสำคัญของกรณีศึกษา (Use Case) รูปแบบธุรกิจการลงทุนหรือการจัดหา BESS ในระดับผู้ใช้ไฟฟ้าในต่างประเทศ

ประเทศ	กรณีศึกษา	รูปแบบธุรกิจ				บทบาทหน้าที่				รูปแบบบริการแก่ระบบไฟฟ้า			ฐานทรัพยากร	
		Utility VPP	Cooperated VPP	3rd Party VPP	Direct Participation	Offtake	Operate	Aggregate	Payment	Energy & Capacity Services	Ancillary Services	T&D Services	Large Consumer	Small Consumer
สหรัฐอเมริกา	Sunrun VPP			●		NE-ISO	Sunrun			●				Solar PV BESS
	Olivine VPP			●		PG&E, SCE SDG&E	Olivine	PG&E, SCE SDG&E		●			Controllable Load Backup Generator BESS EV	
								Independent Aggregator						
	EnergyHub VPP			●		National Grid	Energy Hub	National Grid		●				BESS
								Independent Aggregator						
	PGE VPP	●				PGE				●			Controllable Load BESS	
	HECO VPP	●				HECO				●			Solar PV BESS	
	Swell Energy VPP			●		HECO	Swell Energy				●			
	Sonnen VPP		●			RMP				●	●	●		BESS
							Sonnen	Independent Aggregator						
เยอรมนี	Next Kraftwerke VPP			●		EpexSpot / TSO	Next Kraftwerke			●	●		BESS	
	Sonnen VPP			●		TSO	Sonnen				●	●		BESS
	E.ON VPP	●				E.ON				●	●		BESS	

ประเทศ	กรณีศึกษา	รูปแบบธุรกิจ				บทบาทหน้าที่				รูปแบบบริการแก่ระบบไฟฟ้า			ฐานทรัพยากร	
		Utility VPP	Cooperated VPP	3rd Party VPP	Direct Participation	Offtake	Operate	Aggregate	Payment	Energy & Capacity Services	Ancillary Services	T&D Services	Large Consumer	Small Consumer
ญี่ปุ่น	Toshiba VPP			●		JEPX / OCCTO	Toshiba			●	●		BESS	
	Shizen Connect VPP			●		TEPCO KEPCO (Retailer)	Shizen Connect			●				BESS EV
	Tohoku EPCO VPP	●				Tohoku EPCO				●				BESS
ไต้หวัน	EnelX VPP			●		Taipower (ETP)	EnelX				●		BESS (Swapping Station)	
ออสเตรเลีย	Enel X VPP			●		NEM	EnelX				●		BESS	
	Queensland University				●	NEM	Queenland University	-	NEM	●			BESS	

8.2 ศึกษาและรวบรวมกรณีศึกษา (Use Case) รูปแบบธุรกิจการลงทุนหรือการจัดหา BESS ในระดับผู้ใช้ไฟฟ้าในประเทศไทย

การลงทุนหรือจัดหา BESS ในระดับผู้ใช้ไฟฟ้าในประเทศไทยสามารถสะท้อนภาพได้จากตัวอย่างความก้าวหน้าในการดำเนินธุรกิจของผู้ผลิต/จำหน่าย BESS ในประเทศไทยและตัวอย่างความก้าวหน้าในการนำ BESS ในระดับดังกล่าวมาใช้งาน ซึ่งในภาพรวมมีรายละเอียดของกรณีศึกษาที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

8.2.1 ความก้าวหน้าในการดำเนินธุรกิจของผู้ผลิต/จำหน่าย BESS ในประเทศไทย

ระบบแบตเตอรี่กักเก็บพลังงานเป็นเทคโนโลยีที่ได้รับความนิยมมากขึ้นตามลำดับ อย่างไรก็ดี การใช้งานในประเทศไทยยังคงอยู่ในช่วงเริ่มต้นเท่านั้น ซึ่งโดยส่วนใหญ่แล้วระบบแบตเตอรี่กักเก็บพลังงานมักมีการนำมาใช้งานร่วมกับระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนขนาดใหญ่เป็นหลัก แต่เนื่องด้วยต้นทุนเทคโนโลยีที่ลดลงจึงทำให้เริ่มเห็นสัญญานการใช้งานอุปกรณ์ดังกล่าวในกลุ่มผู้ใช้งานที่มีขนาดเล็กลงบ้างแล้ว

ทั้งนี้ ในภาพรวมแบตเตอรี่กักเก็บพลังงานสามารถแบ่งออกตามความจุ ได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ 1) แบตเตอรี่กักเก็บพลังงานขนาดเล็กโดยมีขนาดตั้งแต่ 1-10 กิโลวัตต์ชั่วโมงซึ่งถูกออกแบบมาเพื่อใช้งานในบ้านอยู่อาศัยหรืออาคารพาณิชย์ขนาดเล็กเป็นหลัก 2) แบตเตอรี่กักเก็บพลังงานขนาดใหญ่โดยมีขนาดตั้งแต่ 10 กิโลวัตต์ชั่วโมงขึ้นไป ซึ่งถูกออกแบบมาให้ใช้งานในอาคารขนาดกลางเป็นหลัก อย่างไรก็ดี เนื่องจากในปัจจุบันตลาดแบตเตอรี่กักเก็บพลังงานของประเทศไทยยังอยู่แค่ในช่วงระยะเริ่มต้น รวมถึงทางผู้ผลิตและผู้ประกอบการอาจยังอยู่ในช่วงของการวิจัยและพัฒนาเพื่อค้นหาแนวทางที่เหมาะสมต่อการดำเนินธุรกิจของตนเอง โดยที่ปรึกษาได้รวบรวมรายละเอียดของความก้าวหน้าในการดำเนินธุรกิจที่สำคัญไว้ในหัวข้อการศึกษาที่ 8.2.1

8.2.2 ความก้าวหน้าในการนำ BESS ในระดับ BTM มาใช้งานในประเทศไทย

แม้ว่าในปัจจุบันประเทศไทยยังไม่มีการนำ BESS ในระดับ BTM มาใช้งานหรือให้บริการในโครงข่ายไฟฟ้าเหมือนเช่นในต่างประเทศ แต่ด้วยต้นทุนราคาเทคโนโลยีที่ลดลงอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้กลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้าขนาดใหญ่ อาทิ กลุ่มผู้ประกอบการในนิคมอุตสาหกรรม และกลุ่มบริษัทขนาดใหญ่ถือเป็นกลุ่มที่มีการติดตั้ง BESS ในระดับ BTM อย่างเป็นรูปธรรมมากที่สุดกลุ่มหนึ่ง ซึ่งส่วนใหญ่มีจุดประสงค์ในการลดต้นทุนทางด้านพลังงาน ควบคู่ไปกับรักษาความต่อเนื่องและคุณภาพของไฟฟ้าเป็นหลัก นอกจากนี้ กลุ่มสถาบันการศึกษามักมีการจับคู่ความร่วมมือกับหน่วยงานการไฟฟ้าเพื่อวิจัยและพัฒนา รวมถึงศึกษาความเป็นไปได้ในการสร้างระบบนิเวศน์ในการใช้พลังงานอย่างยั่งยืนภายใต้แนวคิด “Smart Campus” ซึ่งสามารถช่วยส่งเสริมให้เกิดการใช้งาน BESS อย่างยั่งยืนในระยะยาว

โดยกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้าขนาดใหญ่จะให้ความสำคัญความคุ้มค่าของตนเองทั้งในแง่การบริหารจัดการค่าใช้จ่ายไฟฟ้า (Energy Bill Management), การลดความต้องการไฟฟ้าสูงสุด (End-user Peak Shaving), การรักษาระดับคุณภาพไฟฟ้า (Power Quality) และรักษาระดับความเชื่อถือได้ของไฟฟ้าเพื่อคงความต่อเนื่องในการใช้ไฟฟ้าภายใต้เหตุการณ์ไฟฟ้าดับ (Reliable & Resilence) อย่างไรก็ดี ลักษณะของการลงทุนที่เกิดขึ้นโดยส่วนใหญ่มักจะเกิดขึ้นโดยผู้ใช้งานเอง แต่ในบางกรณีอาจมีหน่วยงานการไฟฟ้าหรือผู้ประกอบการภาคเอกชนเป็นผู้ลงทุนให้ติดตั้ง BESS ให้ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นการจับคู่ความร่วมมือภายใต้การวิจัยและพัฒนาหรือดำเนินโครงการนำร่องด้านความยั่งยืนทางพลังงานกับกลุ่มมหาวิทยาลัยเป็นหลัก โดยที่ปรึกษาได้รวบรวมตัวอย่างกรณีศึกษา (Use Case) ของรูปแบบธุรกิจการลงทุนหรือการจัดหา BESS ในระดับผู้ใช้ไฟฟ้าในประเทศไทยแยกเป็นรายกลุ่มผู้ใช้งานซึ่งสรุปได้ดังตารางที่ EX-17

ตารางที่ EX-17: สรุปผลการศึกษาและทบทวน รูปแบบธุรกิจและการลงทุนจัดหา รวมถึงการประยุกต์ใช้งาน BESS ในระดับ BTM

Use Case				จุดประสงค์และรูปแบบการประยุกต์ใช้งาน				
				Passive Services				Active Services
				End-user Peak Shaving	Energy Bill Management	Power Quality	Reliable & Resilence	Grid interactive Service
กลุ่มนิคมอุตสาหกรรม								
รูปแบบธุรกิจและการลงทุนในการจัดหา BESS ในระดับ BTM • ลงทุนติดตั้งด้วยงบประมาณของตนเอง								
สวนอุตสาหกรรมสหพัฒน์ศรีราชา	BTM	n/a MW	n/a MWh		✓	✓	✓	
นิคมอุตสาหกรรมอีสเทิร์นซีบอร์ดระยอง	BTM	n/a kW	550 kWh		✓	✓	✓	
กลุ่มบริษัทขนาดใหญ่								
รูปแบบธุรกิจและการลงทุนในการจัดหา BESS ในระดับ BTM • ลงทุนติดตั้งด้วยงบประมาณของตนเอง								
บริษัท เอสซีจี (SCG) และกลุ่มบริษัทโตโยต้า	BTM	n/a MW	n/a MWh	✓	✓	✓	✓	
บริษัท พีทีที โกลบอล เคมิคอล จำกัด (มหาชน) และบริษัท โกลบอล เพาเวอร์ ซินเนอร์ยี่	BTM	n/a MW	1.5 MWh	✓	✓	✓	✓	

Use Case				จุดประสงค์และรูปแบบการประยุกต์ใช้งาน				
				Passive Services				Active Services
				End-user Peak Shaving	Energy Bill Management	Power Quality	Reliable & Resilence	Grid interactive Service
จำกัด (มหาชน)								
บริษัท ทางยกระดับดอนเมือง จำกัด (มหาชน)	BTM	n/a kW	160 kWh	✓	✓	✓	✓	
กลุ่มสถาบันการศึกษา								
รูปแบบธุรกิจและการลงทุนในการจัดหา BESS ในระดับ BTM • ลงทุนติดตั้งด้วยตนเอง อาทิ โครงการของมหาวิทยาลัยมหิดล เป็นต้น • ผู้ประกอบการภาคเอกชนเป็นผู้ลงทุนติดตั้ง อาทิ โครงการของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เป็นต้น • หน่วยงานการไฟฟ้าเป็นผู้ลงทุนติดตั้ง อาทิ โครงการของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น และมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ เป็นต้น								
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (มทส.)	BTM	100k W	200 kWh	✓	✓	✓	✓	
มหาวิทยาลัยมหิดล	BTM	n/a kW	600 kWh	✓	✓	✓	✓	
มหาวิทยาลัยขอนแก่น (มข.)	BTM	n/a MW	1 MWh	✓	✓	✓	✓	

Use Case				จุดประสงค์และรูปแบบการประยุกต์ใช้งาน				
				Passive Services				Active Services
				End-user Peak Shaving	Energy Bill Management	Power Quality	Reliable & Resilence	Grid interactive Service
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ (มธ.)	BTM	n/a kW	500 kWh	✓	✓	✓	✓	
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ (มร.ชม.)	BTM	n/a kW	250 kWh	✓	✓	✓	✓	

9. วิเคราะห์และจัดทำข้อเสนอแนะเชิงนโยบายการส่งเสริมรูปแบบธุรกิจการลงทุนและการจัดหา BESS ในระดับ Behind the Meter

ที่ปรึกษาได้ดำเนินการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ พร้อมทั้งจัดทำข้อเสนอแนะเชิงนโยบายการส่งเสริมรูปแบบธุรกิจการลงทุนและการจัดหา BESS ในระดับ End User หรือ Behind the Meter มาใช้งานเป็นแหล่งพลังงานแบบกระจายศูนย์ร่วมกับระบบไฟฟ้าหลักในอนาคต (สอดคล้องกับ TOR 4.7) โดยมีรายละเอียดของการศึกษาที่เกี่ยวข้องดังนี้

9.1 วิเคราะห์ความเป็นไปได้ของการนำ BESS ในระดับผู้ใช้ไฟฟ้ามาใช้งานเป็นแหล่งพลังงานแบบกระจายศูนย์ร่วมกับระบบไฟฟ้าหลักที่เหมาะสมกับบริบทของประเทศไทย

การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของการนำ BESS ในระดับผู้ใช้ไฟฟ้ามาใช้งานเป็นแหล่งพลังงานแบบกระจายศูนย์ร่วมกับระบบไฟฟ้าหลัก จะประกอบด้วยการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ 2 มุมมอง ได้แก่ การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในมุมมองของผู้ใช้ไฟฟ้าเพียงอย่างเดียว ซึ่งจะเป็นการวิเคราะห์ระบบกักเก็บพลังงานไฟฟ้าด้วยแบตเตอรี่แบบติดตั้งด้านหลังมิเตอร์สำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าในภาคครัวเรือน อาคารพาณิชย์ และโรงงานอุตสาหกรรม และการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในมุมมองของผู้ใช้ไฟฟ้าและระบบไฟฟ้าของประเทศเพื่อวิเคราะห์ผลกระทบและประโยชน์ที่ระบบโครงข่ายไฟฟ้าจะได้รับหากมีการใช้ระบบกักเก็บพลังงานไฟฟ้าด้วยแบตเตอรี่

9.1.1 การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในมุมมองของผู้ใช้ไฟฟ้าเพียงอย่างเดียว

เพื่อศึกษาความคุ้มค่าและความเป็นไปได้ของการติดตั้งระบบกักเก็บพลังงานไฟฟ้าด้วยแบตเตอรี่แบบติดตั้งด้านหลังมิเตอร์ (Behind-the-Meter Battery Energy Storage System: BTM-BESS) ในมุมมองของผู้ใช้ไฟฟ้า ในบริบทประเทศไทย ได้พิจารณาเป็น 3 กรณีหลัก ดังนี้

- **การติดตั้ง BTM-BESS เพื่อ Energy Arbitrage**

กรณีศึกษานี้พิจารณาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของการติดตั้งระบบกักเก็บพลังงานแบบ BTM-BESS เพียงอย่างเดียวเพื่อทำ Energy Arbitrage โดยอิงจากอัตรา Time-Of-Use ที่กำหนดโดยการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และสมมุติว่าระบบสามารถทำงานได้ 242 วันต่อปีจากทั้งหมด 365 วัน นอกจากนี้ ได้ใช้วิธีคำนวณต้นทุนเฉลี่ยต่อหน่วยพลังงานด้วย Levelized Cost of Energy และวิเคราะห์ร่วมกับค่า Internal Rate of Return (IRR) สำหรับพิจารณาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ในกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทบ้านพักอาศัย (Residential: RES) กิจการขนาดเล็ก (Small General Service: SGS) กิจการขนาดกลาง (Medium General Service: MGS) และกิจการขนาดใหญ่ (Large General Service: LGS) ทั้งนี้ ในการพิจารณาความคุ้มค่าฯ จะมีสมมุติฐาน คือ ต้นทุนเริ่มต้นที่แตกต่างกันสำหรับแต่ละกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้า ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการและซ่อมบำรุงคิดเป็นร้อยละ 2.5 ของต้นทุนเริ่มต้น ระยะเวลาดำเนินการ 15 ปี อัตราคิดลดร้อยละ 3 และร้อยละ 8 และประสิทธิภาพระบบ BESS เท่ากับร้อยละ 85 ผลการศึกษาพบว่า กลุ่ม RES&SGS มีต้นทุนค่อนข้างสูงและค่า IRR เป็นลบ แสดงถึงความไม่คุ้มค่า ขณะที่กลุ่ม MGS&LGS มีแนวโน้มคุ้มค่าหากสามารถลดต้นทุนเริ่มต้นให้ต่ำกว่า 200 USD/kWh โดยค่าต้นทุนที่เหมาะสมจะอยู่ในช่วง 205–263 USD/kWh เพื่อให้ค่า IRR อยู่ในช่วงร้อยละ 3–8

- **การติดตั้ง BTM-BESS ร่วมกับ Solar PV**

กรณีศึกษานี้แบ่งออกเป็นสองกรณีย่อย คือ การใช้ Solar PV เพียงอย่างเดียวและการใช้ Solar PV ร่วมกับ BTM-BESS โดยสมมุติให้พลังงานจาก Solar PV ที่ผลิตได้ในแต่ละวันมีสัดส่วนระหว่างช่วง On-Peak กับ Off-Peak เป็นร้อยละ 58.8 ต่อร้อยละ 41.2 และมีการจำลองสถานการณ์หลายแบบโดยปรับสัดส่วนการใช้เอง ขายคืน หรือเก็บเข้า BESS ผลการศึกษาพบว่า สำหรับกรณีที่มีการใช้ Solar PV เพียงอย่างเดียว นั้น กลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้า RES&SGS จะมี IRR มากกว่าร้อยละ 3 ก็ต่อเมื่อ พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จาก Solar PV ถูกใช้ในระบบไฟฟ้าของตนเองมากกว่าร้อยละ 50 แต่ถ้ามีนโยบายขายคืนให้กับการไฟฟ้าในอัตรา 2.20 บาท/หน่วย หากพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จาก Solar PV ถูกใช้ในระบบไฟฟ้าของตนเองมากกว่าเพียงร้อยละ 20 ก็สามารถทำให้ IRR มีค่ามากกว่าร้อยละ 3 ได้เช่นกัน นอกจากนี้ สำหรับกลุ่ม MGS&LGS นั้น การใช้พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตจาก Solar PV เองมากกว่าร้อยละ 50 ทำให้ IRR เกินร้อยละ 8 ซึ่งถือว่าคุ้มค่า ส่วนกรณีที่มีการใช้ Solar PV ร่วมกับ BTM-BESS พบว่า กลุ่ม RES&SGS ยังไม่คุ้มค่านักหากพลังงานที่เก็บไว้จาก Solar PV ใน BESS ถูกนำมาใช้เอง แต่ถ้าเปลี่ยนไปขายพลังงานที่เก็บไว้กลับเข้าสู่ระบบของการไฟฟ้า ก็สามารถทำให้ IRR เป็นบวกทุกกรณี ขณะที่กลุ่ม MGS&LGS มีความคุ้มค่าที่ชัดเจนในทุกสถานการณ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากพิจารณาการลดค่า Peak Charge ด้วย

- **การติดตั้ง BTM-BESS ร่วมกับ Solar PV และขายบริการพลังงานให้กับการไฟฟ้า**

กรณีศึกษานี้พิจารณาการใช้ Solar PV ร่วมกับ BTM-BESS โดยพลังงานที่เหลือจากการใช้เองในช่วงกลางวันจะถูกเก็บเข้า BESS และนำมาใช้ใน 2 รูปแบบ คือ ใช้ในช่วง Peak Time และขายเป็นบริการพลังงานให้กับระบบโครงข่ายไฟฟ้า (Demand Response) ทั้งนี้พลังงานที่ถูกเก็บไว้ใน BESS จะถูกจำลองการใช้ใน 2 สถานการณ์ คือ ใช้เองร้อยละ 50 พร้อมขายบริการร้อยละ 50 และขายเป็นบริการทั้งหมด การประเมินการพิจารณาอัตราการเรียกใช้บริการมี 3 ระดับ ได้แก่ 3 วันต่อเดือน ทุกวันทำการ และทุกวัน ผลการวิเคราะห์ IRR พบว่า กลุ่ม RES&SGS ไม่มีความคุ้มค่าในทุกกรณี โดยค่า IRR เป็นลบหรือไม่ถึงร้อยละ 3 ทั้ง 2 สถานการณ์ ส่วนกลุ่ม MGS&LGS มี IRR เป็นบวกในทุกกรณี และมีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะเมื่อพิจารณาการลด Peak Charge ร่วมด้วย สำหรับการประเมินเพื่อพิจารณาอัตราการเรียกใช้บริการของการไฟฟ้า หากต้องการให้ IRR ของทั้ง RES&SGS และ MGS&LGS อยู่ในระดับที่เหมาะสมและมีอัตราผลตอบแทนการขายบริการพลังงานต่ำที่สุด จะต้องมีการเลือกใช้บริการทุกวัน โดยที่จะได้อัตราผลตอบแทนฯ อยู่ระหว่าง 7.4- 13.8 บาท/หน่วย สำหรับ RES&SGS และ 4.2 – 7.2 บาท/หน่วย สำหรับ MGS&LGS อย่างไรก็ตาม หาก MGS&LGS พิจารณาการลด Peak Charge ของตนเองร่วมด้วยจะต้องมีเรียกใช้แบบทุกวันทำการ ซึ่งจะทำให้อัตราผลตอบแทนฯยิ่งลดลงไปได้มาก นั่นคือ 0.2 – 2.5 บาท/หน่วย สำหรับ MGS&LGS

9.1.2 การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในมุมมองของผู้ใช้ไฟฟ้าและระบบไฟฟ้าของประเทศ

การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในมุมมองของผู้ใช้ไฟฟ้าและระบบไฟฟ้าของประเทศมีเป้าหมายเพื่อประเมินผลกระทบและประโยชน์ที่ระบบโครงข่ายไฟฟ้าจะได้รับหากมีการใช้ระบบกักเก็บพลังงานไฟฟ้าด้วยแบตเตอรี่ เพื่อวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในมุมมองของผู้ใช้ไฟฟ้าและระบบไฟฟ้าของประเทศ สามารถแบ่งบริการของ BTM-BESS ที่สอดคล้องกับบริบทของประเทศไทยมากที่สุดได้ 3 บริการ โดยมีรายละเอียดที่สำคัญดังนี้

- **Energy & Capacity Services**

การใช้ BTM-BESS ในด้าน Energy & Capacity Services มีศักยภาพสูงในการช่วยผู้ใช้ไฟฟ้าลดภาระค่าใช้จ่าย โดยเฉพาะจากโครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้าแบบ TOU ที่มีความแตกต่างระหว่างช่วง On-peak และ Off-peak ชัดเจน ทำให้เกิดแรงจูงใจในการกักเก็บพลังงานช่วงราคาต่ำมาใช้ในช่วงราคาสูง นอกจากนี้ ยังช่วยลดความเสี่ยงจากไฟฟ้าขัดข้อง เพิ่มความมั่นคงในการใช้ไฟฟ้าของผู้ใช้และลดภาระโหลดสูงสุดของประเทศ (Peak Load) ซึ่งสอดคล้องกับเป้าหมายด้านความมั่นคงพลังงานและการใช้พลังงานหมุนเวียนของแผน PDP อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันยังขาดมาตรการสนับสนุนที่ชัดเจน อาทิ Tax Credit หรือ Feed-in Tariff (FiT) สำหรับพลังงานที่กักเก็บและจ่ายกลับ เป็นต้น ดังนั้น เพื่อให้บริการนี้เกิดขึ้นจริงและขยายผลในวงกว้าง ภาครัฐควรมีมาตรการเชิงจูงใจเพิ่มเติม เช่น การยกเว้นภาษีนำเข้าและการสนับสนุนโครงการสำหรับภาคธุรกิจและโรงงานที่ต้องการเพิ่มประสิทธิภาพด้านพลังงาน

- **Transmission & Distribution Services**

BTM-BESS มีความสามารถสนับสนุน Transmission & Distribution Services มีศักยภาพปานกลาง โดยสามารถช่วยลดภาระโหลดในบางพื้นที่ที่โครงข่ายไฟฟ้าแออัด เช่น พื้นที่อุตสาหกรรมหรือปลายสายไฟฟ้า และยังมีโอกาสชะลอการลงทุนขยายโครงสร้างพื้นฐานด้านไฟฟ้า เช่น การเพิ่มหม้อแปลงหรือสายส่งใหม่ เป็นต้น อย่างไรก็ตาม การประยุกต์ใช้ในปัจจุบันยังมีข้อจำกัดหลายประการ ได้แก่ การขาดมาตรการสนับสนุนเชิงนโยบายที่ชัดเจน การไม่มีกรอบทดสอบหรือ Sandbox สำหรับการใช้งานจริง และการขาดระบบควบคุมหรือการเชื่อมโยงข้อมูล BTM-BESS เข้ากับศูนย์ควบคุมของการไฟฟ้า ทำให้ยังไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้อย่างเต็มที่ ดังนั้น แนวทางที่เหมาะสมคือการส่งเสริมโครงการนำร่องร่วมกับการไฟฟ้า เช่น Feeder Congestion Deferral หรือ Non-Wires Alternative เพื่อพิสูจน์ความเป็นไปได้และสร้างกรอบนโยบายรองรับการใช้งานในอนาคต

- **Ancillary Services**

การใช้ BTM-BESS เพื่อให้บริการ Ancillary Services มีศักยภาพสูงในเชิงเทคนิค เนื่องจากเทคโนโลยีแบตเตอรี่สามารถตอบสนองได้รวดเร็วและแม่นยำ เช่น การควบคุมความถี่ (Frequency Regulation) การควบคุมแรงดันไฟฟ้า (Voltage Support) และการหน่วงแรงกระเพื่อมโหลด (Load Smoothing) ซึ่งช่วยรักษาเสถียรภาพของระบบไฟฟ้าโดยรวม อย่างไรก็ตาม ในบริบทของประเทศไทยยังมี

ข้อจำกัดสำคัญ เพราะยังไม่มีตลาด Ancillary Services ที่เปิดให้ภาคเอกชนหรือ BTM-BESS เข้ามามีส่วนร่วม ขณะที่บทบาทการให้บริการส่วนใหญ่ยังอยู่กับโรงไฟฟ้าขนาดใหญ่ ดังนั้น หากต้องการให้ BTM-BESS มีบทบาทจริงในด้านนี้ ภาครัฐควรเปิดพื้นที่ Regulatory Sandbox เพื่อทดลองการให้บริการเสริม และจัดทำกลไก Aggregator Licensing เพื่อให้เอกชนสามารถรวมศักยภาพ BESS จากหลายรายเข้ามาให้บริการร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เมื่อพิจารณาความเป็นไปได้ของ BTM-BESS ในมุมมองของผู้ใช้ไฟฟ้าและระบบไฟฟ้าของประเทศ พบว่ามีศักยภาพสูงในด้านการลดค่าใช้จ่ายและเสริมความมั่นคงของผู้ใช้ (Energy & Capacity Services) ขณะที่การสนับสนุนระบบส่งและจำหน่าย (T&D Services) แม้จะมีศักยภาพเชิงเทคนิค แต่ยังจำกัดในบางพื้นที่และขาดมาตรการสนับสนุนเชิงนโยบาย ส่วนบริการเสริมความมั่นคงระบบ (Ancillary Services) แม้เทคโนโลยีพร้อม แต่ยังติดข้อจำกัดด้านกฎระเบียบและตลาดไฟฟ้าที่ไม่เปิดให้เอกชนเข้ามามีส่วนร่วม ดังนั้น ภาพรวมความเป็นไปได้ของ BTM-BESS จึงขึ้นอยู่กับ การเสริมแรงจูงใจเชิงนโยบาย มาตรการกำกับดูแล และกลไกตลาดใหม่ เพื่อให้ BTM-BESS สามารถสร้างมูลค่าได้ทั้งต่อผู้ใช้ไฟฟ้าและต่อระบบไฟฟ้าประเทศอย่างยั่งยืน ซึ่งสามารถสรุปศักยภาพทางเทคนิค ความพร้อมเชิงนโยบาย และความเป็นไปได้โดยรวมดังตารางที่ EX-18

ตารางที่ EX-18: สรุปศักยภาพทางเทคนิค ความพร้อมเชิงนโยบายและความเป็นไปได้โดยรวมในมุมมองของผู้ใช้ไฟฟ้าและระบบไฟฟ้าของประเทศ

ด้าน	ศักยภาพทางเทคนิค	ความพร้อมเชิงนโยบาย	ความเป็นไปได้โดยรวม
Energy & Capacity Services	**สูง** เนื่องจาก BTM-BESS สามารถจ่ายและรับพลังงานได้รวดเร็ว มั่นคง และควบคุมได้แม่นยำ	**ปานกลาง** เนื่องจาก มีนโยบายสนับสนุนบางส่วนแต่ยังไม่ชัดเจนและกฎระเบียบยังไม่ครอบคลุม	★★★★☆ ศักยภาพสูง + มีนโยบายสนับสนุนปานกลาง
T&D Services	**ปานกลาง** เนื่องจาก มีศักยภาพทางเทคนิค แต่ยังมีข้อจำกัดบางประการ เช่น ใช้งานได้ในบางพื้นที่ที่มีการใช้ไฟฟ้าแออัด เป็นต้น	**ต่ำ** เนื่องจาก ขาดการสนับสนุนเชิงนโยบายอย่างชัดเจนและยังไม่มีกรอบกฎหมายหรือมาตรการจูงใจทำให้การลงทุนหรือการใช้งานจริงมีอุปสรรคมาก	★★☆☆☆ ศักยภาพปานกลาง + มีนโยบายสนับสนุนต่ำ
Ancillary Services	**สูง** เนื่องจาก BTM-BESS สามารถให้บริการเสริม	**ต่ำมาก** เนื่องจาก ขาดการสนับสนุนเชิงนโยบาย	★★☆☆☆

ด้าน	ศักยภาพทางเทคนิค	ความพร้อมเชิงนโยบาย	ความเป็นไปได้โดยรวม
	ความมั่นคงของระบบได้รวดเร็ว มั่นคง และควบคุมได้แม่นยำ	อย่างชัดเจนและยังไม่มีกรอบกฎหมายหรือมาตรการจูงใจ ทำให้การลงทุนหรือการใช้งานจริงมีอุปสรรคมาก	ศักยภาพสูง + มีนโยบายสนับสนุนต่ำมาก

9.2 วิเคราะห์รูปแบบธุรกิจการลงทุนและการจัดหา BESS ในระดับผู้ใช้ไฟฟ้ามาใช้งานร่วมกับระบบไฟฟ้าที่เหมาะสมกับบริบทของประเทศไทย

การวิเคราะห์รูปแบบธุรกิจการลงทุนและการจัดหา BESS ในระดับผู้ใช้ไฟฟ้ามาใช้งานร่วมกับระบบไฟฟ้าที่เหมาะสมกับบริบทของประเทศไทยจะประเมินผ่านมิติที่สำคัญทั้งลักษณะรูปแบบธุรกิจและความเสี่ยงของรูปแบบธุรกิจแต่ละประเภทโดยอาศัยเครื่องมือที่เหมาะสมตามรายละเอียดดังต่อไปนี้

9.2.1 การวิเคราะห์ลักษณะรูปแบบธุรกิจ

การวิเคราะห์ลักษณะโครงสร้างของแต่ละรูปแบบธุรกิจนั้นจะใช้เครื่องมือ Business Model Canvas ซึ่งประกอบด้วย 9 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ คู่ค้า (Key Partners) กิจกรรมหลัก (Key Activities) ทรัพยากรหลัก (Key Resources) จุดเด่นของบริการ (Value Position) ความสัมพันธ์กับลูกค้า (Customer Relationship) กลุ่มลูกค้า (Customer Segment) ช่องทาง (Channel) โครงสร้างต้นทุน (Cost Structure) และกระแสรายได้ (Revenue Streams) ซึ่งการวิเคราะห์นี้จะช่วยให้เห็นภาพรวมของลักษณะรูปแบบธุรกิจในมิติของกระบวนการดำเนินการ แหล่งรายได้ และความเชื่อมโยงกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียต่าง ๆ ในระบบไฟฟ้า โดยมีรายละเอียดแตกต่างกันไปตามรูปแบบธุรกิจ ดังนี้

- **โรงไฟฟ้าเสมือนที่ดำเนินการโดยหน่วยงาน/บริษัทการไฟฟ้าหรือผู้ให้บริการไฟฟ้า (Utility VPP)**

โมเดลธุรกิจ Utility VPP มีพันธมิตรหลักได้แก่ผู้ผลิต/ผู้จัดหา BESS ผู้พัฒนาแพลตฟอร์ม VPP หน่วยงานกำกับดูแล และ Third-party Aggregator โดยมีกิจกรรมสำคัญคือการรวบรวมผู้เข้าร่วม การบริหารจัดการพลังงาน และการควบคุมการทำงานของระบบ ทรัพยากรหลักคือระบบ BTM-BESS ซอฟต์แวร์ VPP และฐานข้อมูลผู้ใช้ คุณค่าที่นำเสนอครอบคลุมการลดค่าใช้จ่ายและภาระความต้องการไฟฟ้าสูงสุด ลดความแออัดของโครงข่ายและสนับสนุนเสถียรภาพระบบ รวมถึงการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยกลุ่มลูกค้าหลักได้แก่ หน่วยงานด้านไฟฟ้า ตลาดค้าส่ง โปรซูเมอร์ และผู้ผลิตไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียน โดยสร้างความสัมพันธ์ผ่านสัญญาระยะสั้นและระยะยาวและใช้ช่องทางทั้งการทำสัญญาโดยตรง ตลาดค้าส่งและแพลตฟอร์มดิจิทัล โครงสร้างต้นทุนประกอบด้วยค่าใช้จ่ายด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ (IT) การจัดการ BESS และค่าตอบแทนผู้เข้าร่วม ขณะที่รายได้มาจากค่ากำลังไฟฟ้าสำรอง พลังงาน สัญญาซื้อขายไฟฟ้าและมูลค่าจากการเลื่อนการลงทุนโครงสร้างพื้นฐานไฟฟ้า

- **โรงไฟฟ้าเสมือนที่ดำเนินการโดยบุคคลที่ 3 จากภาคเอกชน (3rd Party VPP)**

โมเดลธุรกิจ Third-party VPP มุ่งเน้นการรวบรวมและบริหารจัดการทรัพยากรพลังงานแบบกระจาย (DERs) โดยมีพันธมิตรหลัก ได้แก่ ผู้จัดหา BESS, ผู้พัฒนาแพลตฟอร์ม VPP และหน่วยงานกำกับดูแล กิจกรรมสำคัญคือการลงทะเบียนและรวบรวมผู้เข้าร่วมโครงการ การบริหารจัดการ DER และ BESS การซื้อขายพลังงานในตลาดล่วงหน้า (Forward Market) และเรียลไทม์ (Real-Time Market) รวมถึงการให้บริการเสริมเพื่อรักษาเสถียรภาพระบบ คุณค่าที่เสนอประกอบด้วยการลดต้นทุนพลังงาน สนับสนุนการใช้พลังงานหมุนเวียน เพิ่มความยืดหยุ่นของโครงข่าย และบริการเสริมแก่ระบบไฟฟ้า ลูกค้าหลัก คือ การไฟฟ้า ตลาดไฟฟ้า โปรซูเมอร์ และผู้ผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กถึงกลาง ช่องทางการเข้าถึงลูกค้าผ่านสัญญาโดยตรง ตลาดซื้อขายและแพลตฟอร์มดิจิทัล ทรัพยากรสำคัญได้แก่ BESS, DERs, ซอฟต์แวร์ VPP, แพลตฟอร์มสื่อสาร และทีมผู้เชี่ยวชาญ ต้นทุนหลักมาจากการลงทุนด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ/ซอฟต์แวร์ บำรุงรักษาอุปกรณ์และการจูงใจผู้เข้าร่วม ขณะที่รายได้หลักมาจาก Capacity Payment, Energy Payment, สัญญาระยะสั้น และบริการเสริมในรูปแบบต่าง ๆ

- **โรงไฟฟ้าเสมือนที่ดำเนินการโดยความร่วมมือของหน่วยงานการไฟฟ้า/ผู้ให้บริการไฟฟ้ากับบุคคลที่ 3 จากภาคเอกชน (Cooperated VPP)**

โมเดลธุรกิจ Co-operated VPP จะมีการวิเคราะห์ออกเป็น 2 กรณีเพื่อสะท้อนบทบาทและคุณค่าที่แต่ละฝ่ายได้รับดังนี้

- **มุมมองของ Utility:** ซึ่งมุ่งเน้นไปที่การสร้างนวัตกรรม การพัฒนาแพลตฟอร์ม และการสร้างมูลค่าทางธุรกิจจากการเข้าร่วมในระบบไฟฟ้า พันธมิตรหลักประกอบด้วย SO/TSO/DSO, ผู้พัฒนาแพลตฟอร์ม VPP, นักลงทุน BESS และผู้ผลิตไฟฟ้าขนาดเล็ก (VSPP/SPP) โดย Utility มุ่งเน้นการออกแบบและบริหารจัดการระบบร่วมกับ Third Party, การวิเคราะห์โหลดและข้อมูลพลังงาน, การจัดการสัญญา และการให้บริการ Demand Response ทรัพยากรสำคัญได้แก่ ศูนย์ควบคุมระบบ, แพลตฟอร์มดิจิทัล, ทีมวิศวกร และข้อมูลผู้เข้าร่วม ข้อเสนอคุณค่าครอบคลุม Energy & Capacity Services, T&D Services และ Ancillary Services ช่วยเพิ่มความมั่นคง ลดต้นทุนโครงสร้างพื้นฐานและสนับสนุนการบูรณาการพลังงานหมุนเวียน ช่องทางเข้าถึงลูกค้าผ่านแพลตฟอร์มออนไลน์ ศูนย์บริการและการประสานงานกับหน่วยงานกำกับดูแล กลุ่มลูกค้าหลัก คือ SO/TSO/DSO, ตลาดไฟฟ้าขายส่ง, VSPP/SPP และ prosumers โครงสร้างต้นทุนรวมถึงการพัฒนาแพลตฟอร์ม, การลงทุนและบำรุงรักษา BESS, ค่าใช้จ่าย Third Party และการฝึกอบรมบุคลากร ส่วนรายได้มาจากการให้บริการด้านพลังงาน, T&D, Ancillary Services และมูลค่าเพิ่มจากโปรซูเมอร์

- **มุมมองของ Third Party:** ซึ่งเน้นบทบาทของผู้พัฒนาแพลตฟอร์มและผู้ให้บริการทางธุรกิจที่ทำงานร่วมกับ Utility โดยมุ่งเน้นไปที่การสร้างนวัตกรรม การบริหารจัดการแพลตฟอร์ม VPP และการเปิดโอกาสทางการตลาดให้กับผู้ผลิตอุปกรณ์ (OEMs), ผู้รวบรวม (Aggregator) และโปรซูเมอร์เพื่อเข้ามามีส่วนร่วมในระบบไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพและสร้างมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจ ซึ่งจะดำเนินธุรกิจโดยร่วมมือกับ OEMs, ผู้พัฒนาแพลตฟอร์ม, ผู้ให้บริการเครือข่ายและผู้รวบรวมรวม ถึงหน่วยงานการไฟฟ้า (Utility)

เพื่อเข้าถึงตลาดไฟฟ้า กิจกรรมหลักประกอบด้วย การพัฒนาและบำรุงรักษาแพลตฟอร์ม VPP, การวิเคราะห์ข้อมูล DERs, การรับรองความปลอดภัยไซเบอร์, และการจัดการลูกค้าผ่านบริการ Monitoring และ Demand Response ทรัพยากรสำคัญได้แก่ ซอฟต์แวร์และแพลตฟอร์ม VPP, ทีมวิศวกรและผู้เชี่ยวชาญด้านข้อมูล, และทีมสนับสนุนลูกค้า ข้อเสนอคุณค่าครอบคลุมการเพิ่มความยืดหยุ่นและประสิทธิภาพของระบบไฟฟ้าสำหรับ Utility พร้อมทั้งสนับสนุนผู้ผลิตอุปกรณ์ (OEMs), ผู้รวบรวม (Aggregator) และโปรซูเมอร์ให้เข้าถึงตลาดและปรับการใช้ VPP ตามความต้องการ ความสัมพันธ์กับลูกค้าเน้นความร่วมมือระยะยาวและบริการหลังการขาย ช่องทางเข้าถึงลูกค้าผ่านผู้ผลิตอุปกรณ์ (OEMs), ผู้รวบรวม (Aggregator), หน่วยงานการไฟฟ้า (Utility) และแพลตฟอร์มดิจิทัล โครงสร้างต้นทุนรวม R&D, บุคลากร, IT/Cybersecurity และการตลาด ส่วนรายได้มาจากค่าสมัครใช้บริการ (Subscription Fee), ค่าปรับแต่งระบบ (System Customization Fee), ค่าบูรณาการเข้ากับ Utility (System Integration Fee) และส่วนแบ่งรายได้จากสัญญาไฟฟ้า

- **ผู้ใช้ไฟฟ้าเป็นผู้ให้บริการแก่ระบบไฟฟ้า/ตลาดไฟฟ้าโดยตรง (Direct Participation)**

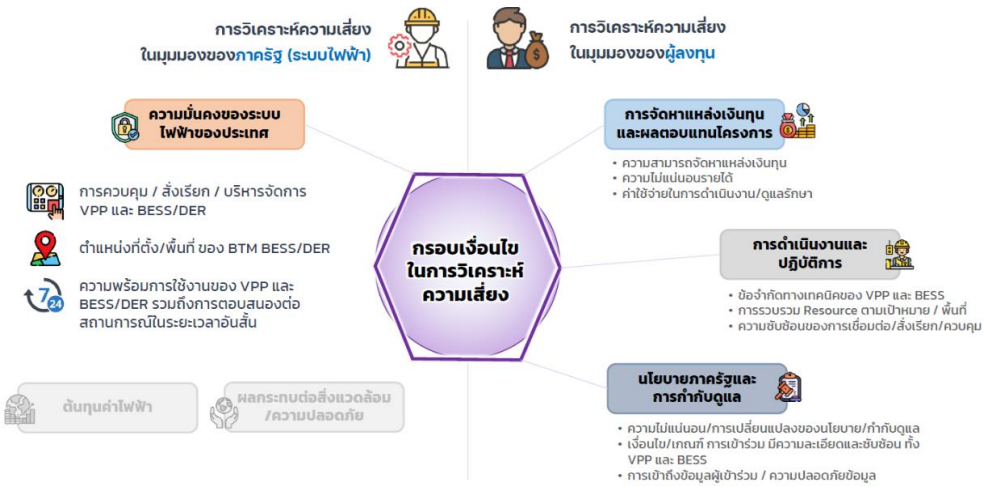
โมเดลธุรกิจ Direct Participation สำหรับ BTM BESS ช่วยให้เจ้าของระบบสามารถเข้าร่วมตลาดพลังงานโดยตรงกับ SO/TSO/DSO, ตลาดขายส่ง และลูกค้า C&I ผ่านสัญญาและแพลตฟอร์มออนไลน์ โดยพันธมิตรสำคัญได้แก่ BESS Supplier, ผู้ให้บริการบำรุงรักษา และนักลงทุน กิจกรรมหลักรวมถึงการลงทุน ติดตั้งและบำรุงรักษาระบบ BESS การจัดการบริการตอบสนองด้านโหลด (Demand Response) และการพัฒนาแพลตฟอร์มซอฟต์แวร์ ซึ่งทรัพยากรสำคัญ คือ ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ BESS ทีมวิศวกร ผู้เชี่ยวชาญ และสิทธิ์เข้าถึงตลาดไฟฟ้า ข้อเสนอคุณค่าได้แก่ Energy & Capacity Services, T&D Services และ Ancillary Services ซึ่งช่วยลดต้นทุน เพิ่มความเสถียรและสนับสนุนพลังงานหมุนเวียน ความสัมพันธ์กับลูกค้าเป็นทั้งสัญญาระยะสั้นและความร่วมมือระยะยาว โดยช่องทางเข้าถึงตลาดและลูกค้าผ่านสัญญาโดยตรง แพลตฟอร์มออนไลน์และตลาดพลังงาน โครงสร้างต้นทุนครอบคลุม CAPEX ของระบบ BESS, OPEX การดำเนินงาน ซอฟต์แวร์ และค่าเชื่อมต่อโครงข่าย ส่วนรายได้มาจาก Capacity Payment, Energy Payment, Short-term Contract และ Availability Payment

นอกจากนี้ ในการวิเคราะห์ลักษณะของรูปแบบธุรกิจยังมีการประเมินข้อดีและข้อควรพิจารณาสสำหรับรูปแบบธุรกิจแต่ละประเภทด้วย โดยมีรายละเอียดโดยสรุป ดังนี้

รูป EX-11 จุดเด่นและข้อควรพิจารณาสำหรับรูปแบบธุรกิจแต่ละประเภท

9.2.2 การวิเคราะห์ความเสี่ยงของแต่ละรูปแบบธุรกิจ

การประเมินความเสี่ยงของแต่ละรูปแบบธุรกิจ โดยใช้เครื่องมือ วิธีการตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ หรือ Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA) โดยจะทำการวิเคราะห์โดยแบ่งออกเป็น 2 มุมมอง ได้แก่ มุมมองผู้ลงทุน และมุมมองของภาครัฐ โดยในส่วนของมุมมองผู้ลงทุนนั้นจะประเมินทั้งความเสี่ยงด้านการจัดหาแหล่งเงินทุนและผลตอบแทนโครงการ ด้านการดำเนินงานและปฏิบัติการ และด้านนโยบายภาครัฐและการกำกับดูแล ในขณะที่มุมมองภาครัฐนั้นจะประเมินด้านความมั่นคงของระบบไฟฟ้าของประเทศเป็นหลัก โดยในการวิเคราะห์นั้นจะให้น้ำหนักความเสี่ยงแต่ละด้านและวิเคราะห์ความเสี่ยงของแต่ละรูปแบบธุรกิจ



รูป EX-12 มิติความเสี่ยงที่ใช้ประกอบการประเมินในมุมมองของผู้ลงทุนและภาครัฐ (ระบบไฟฟ้า)

ทั้งนี้ MCDA เป็นกระบวนการวิเคราะห์เชิงระบบที่ช่วยในการตัดสินใจเมื่อมีทางเลือกหลายทาง และแต่ละทางเลือกมีผลกระทบในหลายมิติที่อาจขัดแย้งกัน เช่น ต้นทุน คุณภาพ ความเสี่ยง และผลตอบแทน

ดังนั้น MCDA จึงช่วยให้ผู้ตัดสินใจสามารถประเมินและเปรียบเทียบทางเลือกต่าง ๆ โดยพิจารณาจากเกณฑ์หลายประการพร้อมกัน ซึ่งในการวิเคราะห์ความเสี่ยงของรูปแบบธุรกิจและการจัดหา BESS ในระดับ BTM มาใช้งานร่วมกับระบบไฟฟ้านั้น MCDA จะถูกนำมาใช้ในรูปแบบของตารางให้น้ำหนักและประเมินความเสี่ยงแต่ละด้าน โดยการกำหนดน้ำหนักสะท้อนความสำคัญของแต่ละปัจจัย และการให้คะแนนความเสี่ยงของแต่ละรูปแบบธุรกิจในแต่ละด้านก่อนรวมผลเป็นค่ารวมถ่วงน้ำหนัก (Weighted Sum Model) เพื่อใช้เปรียบเทียบความเสี่ยงในเชิงสัมพัทธ์และใช้ประกอบการตัดสินใจต่อไป ซึ่งในภาพรวมการประเมินและวิเคราะห์ความเสี่ยงของธุรกิจแต่ละรูปแบบที่ปรึกษาได้ให้น้ำหนักความสำคัญของความเสี่ยงแต่ละด้านทั้งในมุมมองของผู้ลงทุนและมุมมองของภาคภาครัฐในระดับที่แตกต่างกันกันไปตามการให้บริการในระบบไฟฟ้าแต่ละรูปแบบดังแสดงในรูป EX-13 และรูป EX-14

รูป EX-13 การให้น้ำหนักความสำคัญของความเสี่ยงแต่ละด้านในมุมมองของผู้ลงทุน สำหรับบริการในแต่ละรูปแบบ

รูป EX-14 การให้น้ำหนักความสำคัญของความเสี่ยงแต่ละด้านในมุมมองของภาครัฐ (ระบบไฟฟ้า) สำหรับบริการแต่ละรูปแบบ

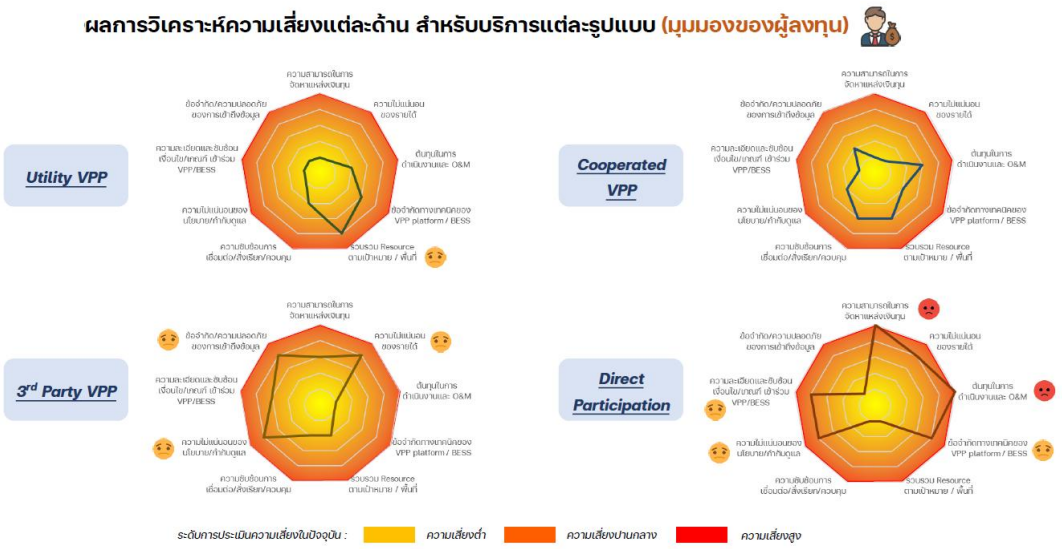
โดยผลวิเคราะห์ความเสี่ยงแต่ละด้านสำหรับบริการแต่ละรูปแบบทั้งในมุมมองของผู้ลงทุนและภาครัฐสามารถแสดงได้ดังรูป EX-15 และรูป EX-16 ซึ่งมีรายละเอียดรายละเอียดที่สำคัญดังนี้

- **รูปแบบธุรกิจ Utility VPP** มีความเสี่ยงโดยรวมต่ำที่สุดและสามารถเริ่มดำเนินการได้เร็วที่สุด เนื่องจากมีเครือข่ายความร่วมมือที่ชัดเจนและความสามารถในการจูงใจผู้เข้าร่วม อย่างไรก็ตาม ข้อจำกัดสำคัญอยู่ที่การรวบรวมและบูรณาการทรัพยากรให้ได้ตามเป้าหมาย เนื่องจากต้องพึ่งพาโครงสร้างเครือข่ายและกลไกสร้างแรงจูงใจ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญต่อความสำเร็จระยะยาวของธุรกิ

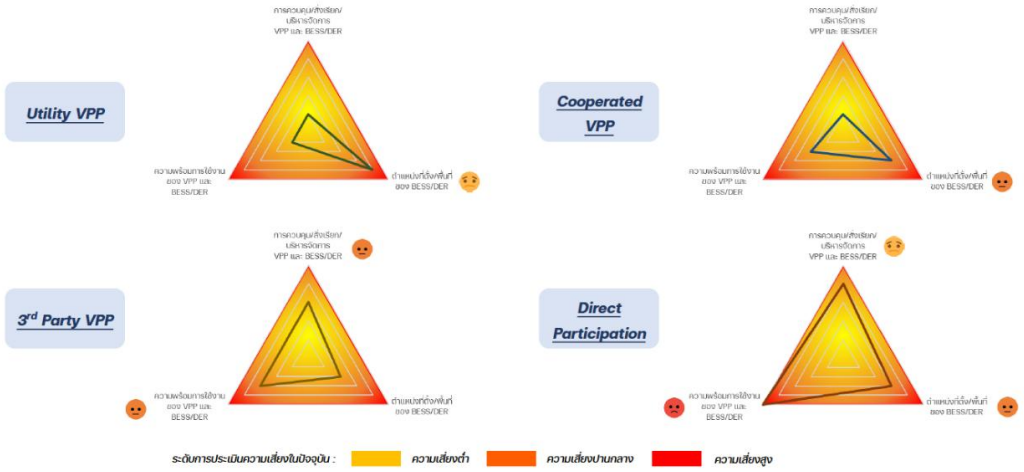
- **รูปแบบธุรกิจ Co-operated VPP** สามารถลดความเสี่ยงในการรวบรวมทรัพยากรได้ดีกว่า Utility VPP แต่มีความซับซ้อนสูงขึ้นจากการประสานงานระหว่างภาครัฐและเอกชน ความเสี่ยงสำคัญอยู่ที่ความพร้อมใช้งานของทรัพยากร โดยเฉพาะการตอบสนองต่อสถานการณ์ฉุกเฉินหรือการเรียกใช้งานในช่วงเวลาจำกัด ทำให้ธุรกิจนี้มีความเสี่ยงด้านความพร้อมใช้งานและต้นทุนสูงกว่ารูปแบบ Utility

- **รูปแบบธุรกิจ Third-party VPP** มีความโดดเด่นในด้านการรวบรวมทรัพยากร เพราะสามารถเข้าถึงผู้ใช้งานและผู้ประกอบการรายย่อยได้อย่างกว้างขวาง พร้อมเครื่องมือทางการตลาดและแรงจูงใจที่เหมาะสม ทำให้การรวบรวม BESS และ DER มีประสิทธิภาพสูง แต่มีความเสี่ยงสำคัญในด้านการสั่งเรียกและควบคุม เนื่องจากภาครัฐไม่สามารถบริหารจัดการทรัพยากรเหล่านี้ได้โดยตรง อาจเกิดความล่าช้าและความไม่แน่นอนในการตอบสนองต่อสถานการณ์ฉุกเฉิ

- **รูปแบบธุรกิจ Direct Participation** มีความเสี่ยงสูงที่สุด เนื่องจากผู้ลงทุนต้องบริหารจัดการระบบและอุปกรณ์ด้วยตนเอง การรวบรวมทรัพยากรจำกัดและมีการกระจายความเสี่ยงต่ำ ส่งผลให้เกิดความเปราะบางต่อความมั่นคงของระบบไฟฟ้า นอกจากนี้ยังมีความไม่แน่นอนด้านกฎระเบียบ การเข้าถึงตลาดเสริม และการกำหนดค่าตอบแทนในระยะยาว ทำให้ธุรกิจรูปแบบนี้มีความเสี่ยงเชิงนโยบายสูงที่สุด



รูป EX-15 ผลการวิเคราะห์ความเสี่ยงแต่ละด้านในมุมมองของผู้ลงทุนสำหรับบริการในแต่ละรูปแบบ



รูป EX-16 ผลการวิเคราะห์ความเสี่ยงแต่ละด้านในมุมมองของภาครัฐ (ระบบไฟฟ้า) สำหรับบริการในแต่ละรูปแบบ

9.3 จัดทำกรอบแผน/แนวทางในการส่งเสริมรูปแบบธุรกิจการลงทุนและการจัดหา BESS ในระดับผู้ใช้ไฟฟ้ามาใช้งานเป็นแหล่งพลังงานแบบกระจายศูนย์ร่วมกับระบบไฟฟ้าหลักเหมาะสมกับบริบทของประเทศไทย โดยแบ่งออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่ ระยะสั้น ระยะกลาง และระยะยาว

การส่งเสริมการใช้ BTM BESS เป็นกลไกสำคัญในการเพิ่มความมั่นคงและเสถียรภาพของระบบไฟฟ้า การติดตั้ง BESS ในระดับผู้ใช้ไฟฟ้าจำนวนมากจะเปรียบเสมือนมี DER กระจายทั่วระบบ จึงจำเป็นต้องจัดทำกรอบแผนและแนวทางส่งเสริมการลงทุนและการจัดหา BESS อย่างชัดเจน ครอบคลุมระยะสั้น กลาง และยาว ให้สอดคล้องกับบริบทประเทศไทย และเปิดโอกาสให้ผู้ใช้ไฟฟ้ามีส่วนร่วมในระบบอย่างเหมาะสม

9.3.1 การประเมินสถานการณ์ของประเทศไทยในปัจจุบัน

ปัจจุบันประเทศไทยมีแนวโน้มการติดตั้ง BTM BESS เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง แต่ผู้ใช้ไฟฟ้ายังเน้นการใช้งานเพื่อลดค่าไฟฟ้าของตนเองเป็นหลัก และยังไม่สามารถสนับสนุนระบบไฟฟ้าโดยรวมได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ทั้งนี้ ประเทศไทยยังขาดนโยบายและมาตรการสนับสนุนการใช้ BTM BESS อย่างชัดเจน รวมถึงยังไม่มีแนวทางกำกับดูแลและกลไกด้านอัตราค่าบริการที่เหมาะสม ระบบปฏิบัติการไฟฟ้าที่มีอยู่ไม่สามารถเชื่อมต่อหรือควบคุม BTM BESS แบบกระจายตัวได้ อีกทั้งยังขาดแพลตฟอร์ม Aggregation และมาตรฐานการจัดการข้อมูล ทำให้การบริหารและใช้ประโยชน์จาก BTM BESS ยังจำกัด นอกจากนี้ แม้ภาคอุตสาหกรรมเริ่มนำ BESS มาใช้เพื่อลดค่าไฟฟ้า แต่ผู้ใช้ยังไม่สามารถสร้างรายได้หรือรับสิทธิประโยชน์ทางการเงินจากการให้บริการต่อระบบไฟฟ้าได้อย่างชัดเจน ดังนั้น จึงจำเป็นต้องจัดทำกรอบแนวทางและมาตรการสนับสนุนที่ชัดเจน เพื่อให้ BTM BESS สามารถมีส่วนร่วมในระบบไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพและเสริมสร้างความมั่นคงของระบบในอนาคต

9.3.2 การกำหนดเป้าหมายการส่งเสริมรูปแบบธุรกิจในแต่ละระยะ

การกำหนดเป้าหมายการส่งเสริมรูปแบบธุรกิจ BTM BESS ในประเทศไทยถูกวางไว้เป็นสามระยะ เพื่อพัฒนาการมีส่วนร่วมของผู้ใช้ไฟฟ้าในระบบไฟฟ้าอย่างเป็นขั้นตอนและสอดคล้องกับบริบททั้งด้านนโยบาย การกำกับดูแล การปฏิบัติการ และแหล่งทรัพยากร ดังแสดงในรูป EX-17 โดยมีรายละเอียดสำคัญดังนี้

ระยะสั้น (พ.ศ. 2569–2574) จะมุ่งเน้นการทดสอบและนำร่องระบบ Virtual Power Plant (VPP) โดยการไฟฟ้า ผ่านการรวบรวม BTM BESS ของผู้ใช้ไฟฟ้าเชิงพาณิชย์และอุตสาหกรรม (C&I) ขนาดกลางและใหญ่เป็นหลัก เพื่อให้บริการด้าน Energy & Capacity แก่ระบบไฟฟ้า พร้อมทั้งกำหนดมาตรฐานเทคนิคในการติดตั้ง การเชื่อมต่อ และการรับ-ส่งข้อมูล ทำให้ผู้ใช้ไฟฟ้าเห็นโอกาสสร้างรายได้จากการให้บริการ BTM BESS และสามารถประเมินความพร้อมทางเทคนิค ความสามารถในการให้บริการ รวมถึงรูปแบบธุรกิจของ VPP ก่อนขยายสู่ระยะกลางและระยะยาว

ระยะกลาง (พ.ศ. 2575–2580) การใช้งาน VPP จะเกิดขึ้นอย่างเป็นรูปธรรม ครอบคลุมการให้บริการ Energy และ Capacity โดยสามารถสั่งการและเรียกใช้ BTM BESS/DER ได้อย่างแม่นยำ รวมถึงการทดสอบการให้บริการทั้งระบบส่งไฟฟ้าและระบบจำหน่ายไฟฟ้า (T&D) และบริการเสริมความมั่นคงของระบบ (Ancillary Services) พร้อมเปิดโอกาสให้ภาคเอกชนเข้ามาดำเนินการ VPP หรือ Sub-VPP เพื่อส่งเสริมการแข่งขันและเพิ่มศักยภาพในการรวบรวมแหล่งพลังงาน ทั้งนี้ จะมีการกำหนดแนวทางการกำกับดูแลที่ชัดเจนสำหรับ VPP และ BTM BESS/DER การพัฒนากลไกการให้บริการหลายรูปแบบ พร้อมโครงสร้างและกระบวนการส่งผ่านค่าตอบแทนเข้าสู่โครงสร้างค่าไฟฟ้า ตลอดจนกำหนดสิทธิ์การเข้าถึงข้อมูลระดับผู้ใช้ไฟฟ้าสำหรับบุคคลที่สาม และการติดตั้ง BESS ในกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้า C&I ขนาดเล็กและ Residential ให้สามารถเข้าร่วมการให้บริการผ่านระบบ VPP ของการไฟฟ้าและ Sub-VPP จากภาคเอกชนได้

ระยะยาว (พ.ศ. 2581 เป็นต้นไป) จะมีการใช้งาน VPP ครอบคลุม DER ทุกประเภทและทุกรูปแบบบริการในระบบไฟฟ้า โดยมีแนวทางกำกับดูแลและมาตรฐานที่ชัดเจนสำหรับการเชื่อมต่อ การสื่อสาร การรับ–ส่งและการจัดการข้อมูล ทำให้เกิดการมีส่วนร่วมโดยตรงของ DER (DER Direct Participation) ได้อย่างสมบูรณ์ พร้อมการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและระบบสั่งการที่สามารถรองรับการเชื่อมต่อของ VPP และ DER ได้อย่างครบถ้วน การติดตั้ง BTM BESS/DER จะเกิดขึ้นอย่างแพร่หลายครอบคลุมผู้ใช้ไฟฟ้าทุกรูปแบบ ส่งเสริมให้ผู้ใช้ไฟฟ้ามีส่วนร่วมในระบบไฟฟ้าและสร้างรายได้จากการให้บริการพลังงาน ภาคเอกชนสามารถขยายบทบาท VPP และ Sub-VPP ในการให้บริการแก่ระบบไฟฟ้าได้ทุกรูปแบบ ครอบคลุม DER หลากหลายประเภท พร้อมสร้างความมั่นคง ยืดหยุ่น และเสถียรภาพของระบบไฟฟ้าในระยะยาว

รูป EX-17 เป้าหมายการส่งเสริมรูปแบบธุรกิจในระดับ BTM ในแต่ละระยะ

9.4 วิเคราะห์ช่องว่าง (Gap Analysis) ของผู้เล่นที่เกี่ยวข้องทุกภาคส่วน

จากการกำหนดเป้าหมายระยะสั้น กลาง และยาวในการส่งเสริมธุรกิจ BTM BESS ร่วมกับระบบไฟฟ้าหลัก ที่ปรึกษาได้ดำเนินการวิเคราะห์ช่องว่าง (Gap Analysis) ของผู้เล่นทุกภาคส่วนเพื่อระบุข้อจำกัดด้านนโยบาย เทคโนโลยี และตลาด ซึ่งจะช่วยกำหนดมาตรการสนับสนุนและผลักดันการติดตั้ง BESS อย่างเป็นระบบและมีประสิทธิภาพโดยมีผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ EX-19

ตารางที่ EX-19: ผลวิเคราะห์ช่องว่างของผู้เล่นที่เกี่ยวข้องทุกภาคส่วนสำหรับเป้าหมายแต่ละระยะ

	ระยะสั้น	ระยะกลาง	ระยะยาว
ด้านนโยบาย	- ไม่มีการกำหนดนโยบายเฉพาะด้านสำหรับ BTM BESS และ DER ประเภทอื่น ๆ ในแผน PDP ฉบับใหม่อย่างชัดเจน - ขาดมาตรการสนับสนุนที่ชัดเจนเพื่อสร้างแรงจูงใจให้ผู้ใช้ไฟฟ้าเข้าร่วมโครงการนำร่อง	- ขาดเป้าหมายเชิงปริมาณที่ชัดเจนสำหรับการขยายระบบ VPP และการติดตั้ง BTM BESS - มาตรการสนับสนุนสำหรับ Aggregator ยังไม่สมบูรณ์	- ขาดนโยบายที่เอื้อต่อการดำเนินงานของภาคเอกชนอย่างยั่งยืน - ยังไม่มีฉากทัศน์ที่ชัดเจนเพียงพอในการรองรับ DER เทคโนโลยีใหม่ - ยังไม่มีแผนยุทธศาสตร์สำหรับการพัฒนาระบบ Prosumer Grid ในระดับประเทศอย่างชัดเจน
ด้านกำกับดูแล	- ข้อกำหนดและมาตรฐานยังอยู่ในระดับการนำร่องไม่ครอบคลุมการดำเนินงานเชิงพาณิชย์อย่างเต็มรูปแบบ - ยังไม่มีการกำหนดโครงสร้างอัตราการให้บริการ BTM BESS /DER แก่ระบบไฟฟ้า	- โครงการนำร่องยังอยู่ในระยะทดสอบและยังไม่ถูกยกเป็นกฎหมายบังคับใช้ - ขาดกลไกการกำกับดูแลที่ชัดเจนด้านการคุ้มครองสิทธิผู้ใช้ไฟฟ้าสำหรับ Third-Party	- จำเป็นต้องมีคนกลางในการกำหนดกลไกการตรวจสอบและออกใบอนุญาตแบบอัตโนมัติการให้บริการของ DER ทุกประเภท - ขาดมาตรการด้านความปลอดภัยทางไซเบอร์และการคุ้มครองสิทธิผู้ใช้ไฟฟ้าอย่างรอบด้าน
ด้านปฏิบัติการ	- ขาดระบบควบคุมแบบรวมศูนย์ที่เชื่อถือได้ ไม่มีระบบเฝ้าติดตามและตอบสนองของ BTM BESS ต่อการสั่งเรียก - ขาดมาตรฐานรองรับการเชื่อมโยงข้อมูลภายในของผู้ใช้ไฟฟ้า (Back-End) กับการไฟฟ้า	- ระบบควบคุม BTM BESS ยังอยู่ในระดับทดสอบ ไม่พร้อมใช้งานเชิงพาณิชย์ - ขาดความสามารถในการควบคุม BTM BESS หลายจุดแบบเรียลไทม์ในระดับภูมิภาคหรือประเทศได้อย่างแม่นยำ	- ระบบ VPP ยังไม่ครอบคลุมทั่วประเทศและไม่สามารถทำงานแบบ Self-Healing ได้เต็มรูปแบบ - ขาดกลไกแลกเปลี่ยนและซื้อขายพลังงานระหว่าง

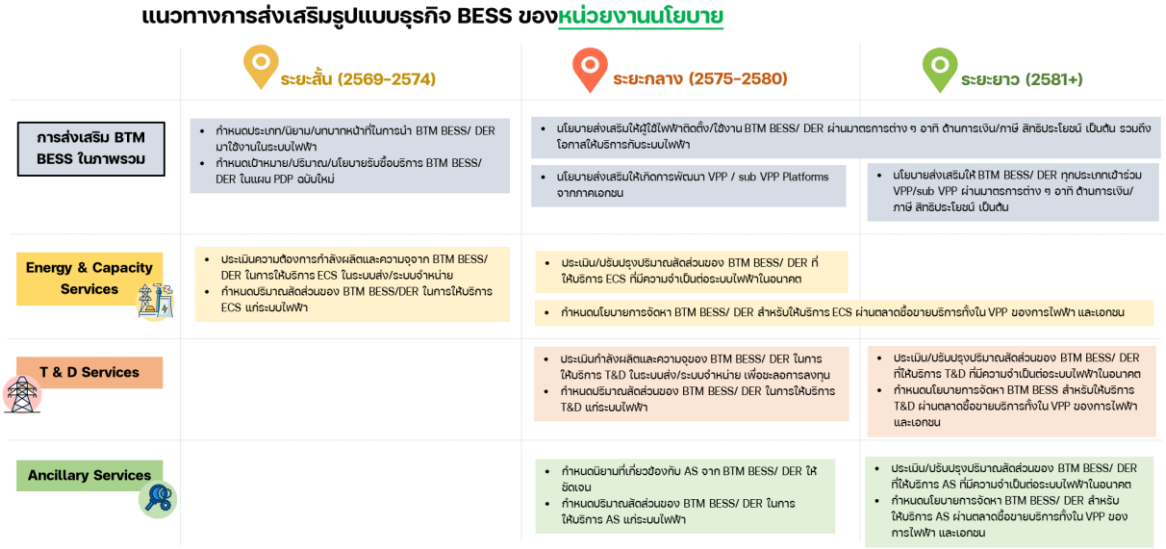
	ระยะสั้น	ระยะกลาง	ระยะยาว
			Aggregator (หากมีระบบ VPP เกิดขึ้นหลายระบบ)
ด้านทรัพยากร	- ไม่มีนโยบายที่สร้างแรงจูงใจในการลงทุนเนื่องจากระบบ VPP เป็นแบบผูกขาดจากการไฟฟ้ารายเดียว - เอกชนยังไม่สามารถสร้างผลตอบแทน จากการให้บริการ BTM BESS ได้ - ไม่มี Aggregator ที่สามารถให้บริการได้จริง - จำกัดเฉพาะกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้าประเภท C&I ทำให้กลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทอื่นๆ ไม่มีโอกาสเข้าโครงการนำร่องเพื่อประเมินความเป็นไปได้ร่วมกัน	- การเข้าร่วมของ BTM BESS/DER ยังไม่ครอบคลุมผู้ใช้ไฟฟ้าทุกประเภท - ขาดการสร้างแรงจูงใจที่ชัดเจนสำหรับกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้าประเภท C&I ขนาดเล็กและบ้านพักอาศัย - ภาคเอกชนยังไม่สามารถสร้างรายได้ที่มั่นคงจากการให้บริการ VPP/BTM BESS/DER - ยังไม่มีการส่งเสริมหรือสร้างตลาดจริง	- มีข้อจำกัดทางกฎหมายและข้อเทคนิคในการซื้อขายพลังงานแบบกระจายศูนย์ (Decentralized) - ภาคเอกชนยังไม่มีรายได้หรือโมเดลธุรกิจที่มั่นคงสำหรับการให้บริการ VPP/BTM BESS/DER ในระดับประเทศ - ขาดตลาดหรือโครงสร้างราคาที่เอื้อต่อการแลกเปลี่ยนพลังงานระหว่าง Aggregator ที่เป็นเจ้าของ VPP แต่ละราย

9.5 จัดทำข้อเสนอแนะเชิงนโยบายและแนวทางในการเตรียมความพร้อมและขับเคลื่อนการส่งเสริมรูปแบบธุรกิจที่เหมาะสมในการลงทุนและการจัดหา BESS ในระดับผู้ใช้ไฟฟ้า

จากที่ได้กำหนดเป้าหมายระยะสั้น ระยะกลาง และระยะยาว และได้วิเคราะห์ช่องว่าง (Gap Analysis) ของเป้าหมายในแต่ละระยะ เพื่อให้สามารถบรรลุเป้าหมายในแต่ละระยะ จึงได้จัดทำข้อเสนอแนะเชิงนโยบายและแนวทางในการเตรียมความพร้อมและขับเคลื่อนการส่งเสริมรูปแบบธุรกิจที่เหมาะสมในการลงทุนและการจัดหา BESS ในระดับผู้ใช้ไฟฟ้า ดังต่อไปนี้

9.5.1 หน่วยงานนโยบาย

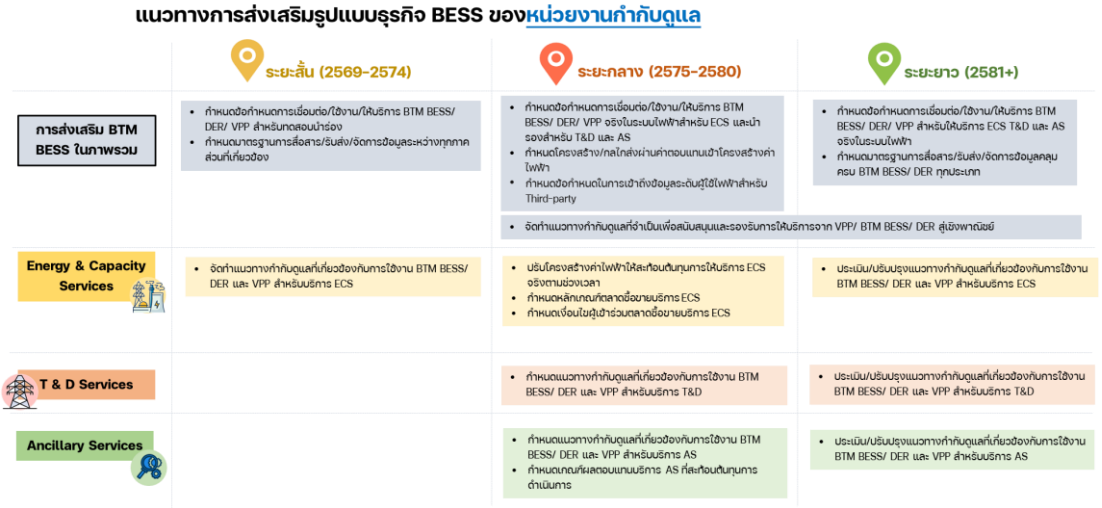
ในระยะสั้น (พ.ศ. 2569–2574) เน้นการกำหนดนิยาม บทบาท และเป้าหมายของ BTM BESS/DER พร้อมประเมินศักยภาพในการให้บริการ Energy & Capacity และวางรากฐานด้าน Transmission & Distribution และ Ancillary Services เพื่อเตรียมความพร้อมสำหรับการนำร่อง VPP ของการไฟฟ้า ระยะกลาง (พ.ศ. 2575–2580) มุ่งเน้นมาตรการสนับสนุนเชิงการเงินและภาษี พัฒนากลไกตลาด VPP และ Sub-VPP ของภาคเอกชน เพื่อให้ BTM BESS/DER สามารถให้บริการ Energy & Capacity, Transmission & Distribution และ Ancillary Services ได้อย่างเป็นรูปธรรม พร้อมกำหนดสัดส่วนและนิยามสำหรับการให้บริการแต่ละด้าน ส่วนระยะยาว (พ.ศ. 2581 เป็นต้นไป) มุ่งบูรณาการ BTM BESS/DER เข้ากับระบบไฟฟ้าเต็มรูปแบบ เปิดโอกาสให้ผู้ใช้ไฟฟ้าทุกประเภทเข้าร่วม VPP และกำหนดนโยบายการจัดหาและสัดส่วน BTM BESS/DER ในการให้บริการ Energy & Capacity, Transmission & Distribution และ Ancillary Services ผ่านกลไกตลาดซื้อขายบริการทั้งภาครัฐและเอกชนอย่างเป็นระบบ



รูป EX-18 แนวทางการส่งเสริมรูปแบบธุรกิจ BTM BESS ของหน่วยงานนโยบาย

9.5.2 หน่วยงานกำกับดูแล

ในระยะสั้น (พ.ศ. 2569–2574) เน้นการกำหนดกรอบข้อกำหนดด้านการเชื่อมต่อ การใช้งานและการให้บริการ BTM BESS/DER และ VPP รวมถึงมาตรฐานการสื่อสาร การรับ–ส่ง และการจัดการข้อมูลระหว่างทุกภาคส่วน สำหรับระยะกลาง (พ.ศ. 2575–2580) ให้ความสำคัญกับการปรับโครงสร้างค่าไฟฟ้าและกำหนดหลักเกณฑ์ตลาดซื้อขายบริการ Energy & Capacity การนำร่อง Transmission & Distribution และ Ancillary Services พร้อมกำหนดสิทธิ์เข้าถึงข้อมูลสำหรับ Third-Party และกลไกส่งผ่านค่าตอบแทน ส่วนระยะยาว (พ.ศ. 2581 เป็นต้นไป) มุ่งสู่การประเมินและปรับปรุงแนวทางกำกับดูแลอย่างครบวงจรสำหรับการใช้งาน BTM BESS/DER และ VPP ครอบคลุมบริการ Energy & Capacity, Transmission & Distribution และ Ancillary Services เพื่อสร้างระบบไฟฟ้าที่มีความมั่นคง ยืดหยุ่น และสนับสนุนการพัฒนา VPP และตลาดพลังงาน



รูป EX-19 แนวทางการส่งเสริมรูปแบบธุรกิจ BTM BESS ของหน่วยงานกำกับดูแล

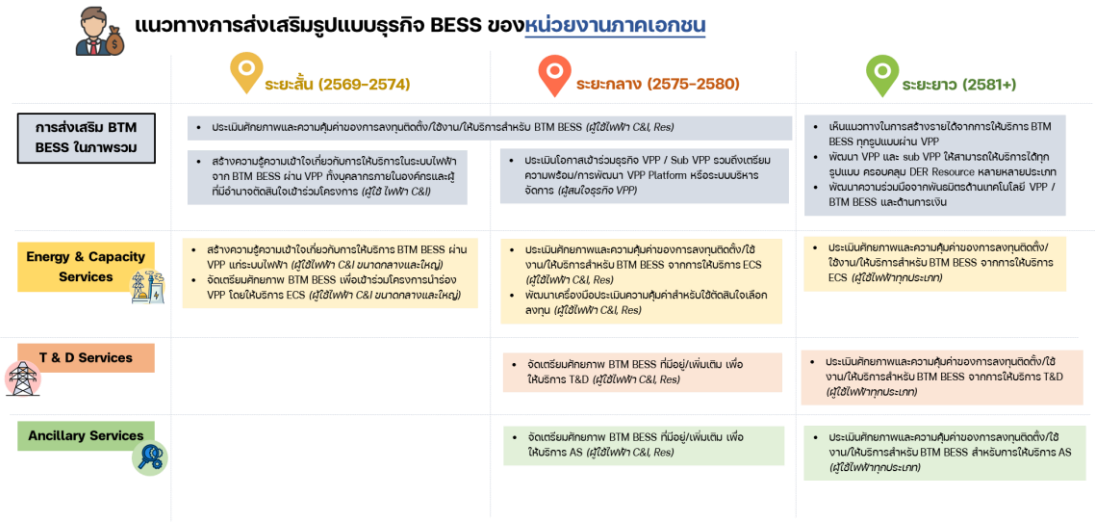
9.5.3 หน่วยงานผู้ดูแลระบบไฟฟ้า

ในระยะสั้น (พ.ศ. 2569–2574) เน้นการเตรียมโครงสร้างพื้นฐาน การทดสอบระบบสั่งเรียก VPP และ BTM BESS/DER พร้อมกำหนดมาตรฐานทางเทคนิคสำหรับการติดตั้งและเชื่อมต่อระบบไฟฟ้า สำหรับระยะกลาง (พ.ศ. 2575–2580) มุ่งปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐานและระบบสั่งเรียกให้มีความแม่นยำ รวมทั้งกำหนดแนวทางเข้าถึงข้อมูลระดับผู้ใช้ไฟฟ้าสำหรับ Third-Party และสร้างความร่วมมือระหว่างภาครัฐและเอกชนในการพัฒนา VPP และการรวบรวม Resource ส่วนระยะยาว (พ.ศ. 2581 เป็นต้นไป) มุ่งปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐานและระบบสั่งเรียกเพื่อรองรับการเชื่อมต่อ VPP/DER ทุกประเภท ครอบคลุมทุกรูปแบบบริการ Energy & Capacity, Transmission & Distribution และ Ancillary Services ผ่านทั้ง VPP ของการไฟฟ้าและภาคเอกชน เพื่อสนับสนุนการให้บริการเชิงพาณิชย์อย่างเต็มรูปแบบและสร้างระบบไฟฟ้าที่มั่นคง ยืดหยุ่น และมีประสิทธิภาพในอนาคต

รูป EX-20 แนวทางการส่งเสริมรูปแบบธุรกิจ BTM BESS ของหน่วยงานผู้ดูแลระบบไฟฟ้า

9.5.4 ภาคเอกชน

ในระยะสั้น (พ.ศ. 2569–2574) ให้ความสำคัญกับการสร้างความรู้ความเข้าใจและประเมินศักยภาพการลงทุน การติดตั้ง การใช้งาน และการให้บริการ BTM BESS ผ่าน VPP แก่บุคลากรและผู้มีอำนาจตัดสินใจ ทั้งผู้ใช้ไฟฟ้าประเภท C&I และบ้านพักอาศัย เพื่อเตรียมเข้าร่วมโครงการนำร่อง สำหรับระยะกลาง (พ.ศ. 2575–2580) มุ่งประเมินโอกาสและความคุ้มค่าของการเข้าร่วมธุรกิจ VPP/Sub-VPP พร้อมพัฒนาเครื่องมือและระบบ VPP Platform เพื่อรองรับการให้บริการ Energy & Capacity, Transmission & Distribution และ Ancillary Services ส่วนระยะยาว (พ.ศ. 2581 เป็นต้นไป) เอกชนมีแนวทางสร้างรายได้จากการให้บริการ BTM BESS ครอบคลุมทุกประเภทของ DER ผ่าน VPP/Sub-VPP พร้อมพัฒนาความร่วมมือกับพันธมิตรด้านเทคโนโลยีและการเงิน เพื่อให้สามารถให้บริการเชิงพาณิชย์เต็มรูปแบบและตอบสนองความต้องการของระบบไฟฟ้าได้อย่างยั่งยืน



รูป EX-21 แนวทางการส่งเสริมรูปแบบธุรกิจ BTM BESS ของภาคเอกชน

10. งานสนับสนุนภายใต้โครงการ

ที่ปรึกษาได้ดำเนินงานในส่วนกิจกรรมที่ 3 งานสนับสนุนภายใต้โครงการ ทั้งในส่วนของการจัดประชุม/หารือ/เข้าพบ เพื่อรวบรวมข้อมูล ความคิดเห็น และข้อเสนอแนะ (ข้อเสนอเพิ่มเติม) และการสนับสนุน สนพ. ดำเนินงานในส่วนที่เกี่ยวข้อง (สอดคล้องกับ TOR 4.9) โดยสามารถแสดงรายละเอียดของแต่ละกิจกรรมได้ดังนี้

10.1 จัดประชุม/หารือ/เข้าพบ เพื่อรวบรวมข้อมูล ความคิดเห็น และข้อเสนอแนะ (ข้อเสนอเพิ่มเติม)

ที่ปรึกษาจะดำเนินการจัดประชุม/หารือ/เข้าพบ เพื่อรวบรวมข้อมูล ความคิดเห็น และข้อเสนอแนะจากผู้ที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินโครงการ จำนวนไม่น้อยกว่า 3 ครั้ง ในรูปแบบออนไลน์ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์หรือสถานที่ของ สนพ. หรือสถานที่ของหน่วยงานหรือผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง (ข้อเสนอเพิ่มเติม)

ทั้งนี้ ในช่วงตลอดระยะเวลาโครงการ 9 เดือน ที่ปรึกษาได้มีการจัดประชุม/เข้าพบ/หารือรวมกับกลุ่มเป้าหมายผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเป็น**จำนวน 8 ครั้ง มีผู้เข้ารวมทั้งสิ้น 142 ท่าน** ซึ่งครอบคลุมทั้งหน่วยงานภาครัฐและภาคเอกชน ได้แก่ หน่วยงานการไฟฟ้า หน่วยงานกำกับดูแล รวมถึงผู้ประกอบการด้านแบตเตอรี่กักเก็บพลังงานและสถาบันการเงิน โดยมีรายละเอียดสรุปได้ดังนี้

ตารางที่ EX-20: สรุปผลการจัดประชุม/หารือ/เข้าพบหน่วยงานที่เกี่ยวข้องภายใต้โครงการ

ครั้งที่	รายละเอียดการประชุม	วันและเวลา	รูปแบบ/สถานที่	จำนวนผู้เข้าร่วม* (ท่าน)
1	การประชุมเพื่อขอความอนุเคราะห์ข้อมูลรูปแบบการประยุกต์ใช้และลงทุนจัดหา BESS ทั้งในระดับ Grid Scale และ BTM ร่วมกับ**การไฟฟ้านครหลวง (กฟน.)**	19 ก.พ. 2568 เวลา 9.30 น.	ห้องประชุม 502 ชั้น 5 อาคารวัฒนวิภาส การไฟฟ้านครหลวง คลองเตย	16
2	การประชุมเพื่อขอความอนุเคราะห์ข้อมูลรูปแบบการประยุกต์ใช้และลงทุนจัดหา BESS ทั้งในระดับ Grid Scale และ BTM ร่วมกับ**การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.)**	20 ก.พ. 2568 เวลา 9.30 น.	ณ ห้องประชุมศิริธรรมนคร อาคาร 4 ชั้น 5 การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	18

ครั้งที่	รายละเอียดการประชุม	วันและเวลา	รูปแบบ/สถานที่	จำนวนผู้เข้าร่วม* (ท่าน)
3	การประชุมเพื่อขอความอนุเคราะห์ข้อมูลรูปแบบการประยุกต์ใช้และลงทุนจัดหา BESS ทั้งในระดับ Grid Scale และ BTM ร่วมกับ**การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.)**	20 ก.พ. 2568 เวลา 13.30 น.	ณ ห้องประชุม 2 ชั้น 15 อาคาร ท103 การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย	12
4	การประชุมเพื่อรับฟังความคิดเห็นเกี่ยวกับแผนที่นำทาง (Roadmap) และมุมมองความเสี่ยงในการลงทุนจัดหา BESS ภายใต้รูปแบบธุรกิจประเภทต่าง ๆ ร่วมกับ**การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.)**	1 ก.ค. 2568 เวลา 10.00 น.	รูปแบบออนไลน์ผ่าน Zoom Meeting	15
5	การประชุมเพื่อรับฟังความคิดเห็นเกี่ยวกับแผนที่นำทาง (Roadmap) และมุมมองความเสี่ยงในการลงทุนจัดหา BESS ภายใต้รูปแบบธุรกิจประเภทต่าง ๆ ร่วมกับ**การไฟฟ้านครหลวง (กฟน.)**	14 ก.ค. 2568 เวลา 10.00 น.	รูปแบบออนไลน์ผ่าน Zoom Meeting	17
6	การประชุมเพื่อรับฟังความคิดเห็นเกี่ยวกับแผนที่นำทาง (Roadmap) และมุมมองความเสี่ยงในการลงทุนจัดหา BESS ภายใต้รูปแบบธุรกิจประเภทต่าง ๆ ร่วมกับ**ผู้ประกอบการภาคเอกชนและสถาบันการเงิน**	15 ก.ค. 2568 เวลา 10.00 น.	รูปแบบออนไลน์ผ่าน Zoom Meeting	53
7	การประชุมเพื่อรับฟังความคิดเห็นเกี่ยวกับแผนที่นำทาง (Roadmap) และมุมมองความเสี่ยงในการลงทุนจัดหา BESS ภายใต้รูปแบบธุรกิจประเภทต่าง ๆ ร่วมกับ**สำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน (กกพ.)**	22 ก.ค. 2568 เวลา 10.00 น.	รูปแบบออนไลน์ผ่าน Zoom Meeting	5
8	การประชุมเพื่อรับฟังความคิดเห็นเกี่ยวกับแผนที่นำทาง (Roadmap) และมุมมองความเสี่ยงในการลงทุนจัดหา BESS ภายใต้รูปแบบธุรกิจประเภทต่าง ๆ ร่วมกับ**การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.)**	30 ก.ค. 2568 เวลา 13.00 น.	รูปแบบออนไลน์ผ่าน Zoom Meeting	6
หมายเหตุ *ไม่นับรวมทีมงานที่ปรึกษา			**รวมทั้งสิ้น**	**142**

ทั้งนี้ ที่ปรึกษาได้สรุปสรุปรายละเอียดและประเด็นสำคัญภายใต้จัดประชุม/หารือ/เข้าพบหน่วยงานที่เกี่ยวข้องภายใต้โครงการไว้ดังตารางที่ EX-21

ตารางที่ EX-21: สรุปรายละเอียดและประเด็นสำคัญภายใต้จัดประชุม/หารือ/เข้าพบหน่วยงานที่เกี่ยวข้องภายใต้โครงการ

ครั้งที่	หน่วยงาน	ประเด็นข้อหารือที่สำคัญ	สรุปประเด็น/สาระสำคัญ
1	กฟน.	• รูปแบบ/ลักษณะการประยุกต์ใช้งาน BESS ในระดับ Grid Scale • รูปแบบ/แผนการลงทุนและจัดหา BESS ในระดับ Grid Scale ในปัจจุบันและอนาคต • โอกาสและความเป็นไปได้ของการนำ BESS ในระดับ BTM มาใช้งานร่วมกับระบบไฟฟ้า	• กฟน. ให้ความสำคัญกับการเพิ่มขีดความสามารถของระบบส่งและระบบจำหน่ายเพื่อรับมือกับการเติบโตของความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดและสัดส่วนพลังงานหมุนเวียนประเภท VRE ที่สูงขึ้น ดังนั้นจึงมีการประยุกต์ใช้งาน BESS แบบผสมผสานทั้งในรูปแบบ Energy & Capacity Service, T&D Services และ Ancillary Services โดยมีรายละเอียดดังภาคผนวก ก.1 • ในปัจจุบัน กฟน. ยังคงเป็นผู้ลงทุนและจัดหา BESS ในระดับ Grid Scale ด้วยตนเองทั้งหมด แต่ก็ไม่ปิดโอกาสในทางเลือกการลงทุนรูปแบบอื่น ๆ อย่างไรก็ดี ทาง กฟน. มักประสบปัญหาในการจัดหาที่ดินโดยเฉพาะบริเวณใจกลางเมืองที่มีราคาสูง ดังนั้นจึงต้องพิจารณาทางเลือกในการลงทุนอย่างรอบคอบเพื่อทำให้เกิดความคุ้มค่าสูงสุด • สำหรับการซื้อบริการจาก BESS ในระดับ BTM นั้นยังคงมีข้อจำกัดด้านแหล่งเงินทุนและแนวทางการซื้อที่ชัดเจน ดังนั้นจึงทำให้มีความคืบหน้าเพียงอยู่เพียงโครงการนำร่องเท่านั้น
2	กฟภ.		• กฟภ. ให้ความสำคัญกับการเพิ่มขีดความสามารถของระบบส่งและจำหน่ายในลักษณะเดียวกับ กฟน. โดยมีลักษณะการประยุกต์ใช้งาน BESS ที่คล้ายคลึงกัน โดยมีรายละเอียดดังภาคผนวก ก.2 • ในปัจจุบัน กฟภ. ยังคงเป็นผู้ลงทุนและจัดหา BESSS ด้วยตนเองแต่ก็เริ่มมีการจัดหา BESS ในระดับ Grid Scale โดยการทำสัญญาระยะยาวกับภาคเอกชนร่วมด้วย ซึ่งได้แก่ “โครงการติดตั้งแบตเตอรี่ภายใต้แผนงานระยะยาวในการพัฒนาระบบไฟฟ้าที่เกาะสมุย” ซึ่งมีการจัดหา BESS ขนาด 25 MW/50 MWh จากบริษัท ENCOM ผ่านสัญญาเช่าระยะเวลา 10 ปี

ครั้งที่	หน่วยงาน	ประเด็นข้อหารือที่สำคัญ	สรุปประเด็น/สาระสำคัญ
			• สำหรับการซื้อบริการจาก BESS ในระดับ BTM นั้นยังคงมีข้อจำกัดด้านนโยบายและกลไกการรับซื้อที่ชัดเจน รวมถึงเจ้าของทรัพยากรมักให้ความสำคัญการใช้งานเป็นระบบสำรองไฟฟ้าของตนเองเป็นหลัก แต่ก็มีความเป็นไปได้ที่จะเกิดโมเดลธุรกิจในลักษณะที่ กฟภ. เข้าไปลงทุนติดตั้ง BESS เพิ่มให้แก่ผู้ใช้ไฟฟ้าโดยเฉพาะในพื้นที่เกาะสมุยที่ได้มีการติดตั้ง Solar Rooftop ให้กับกลุ่มบ้านอยู่อาศัยที่มีความประสงค์ ซึ่งจะช่วยลดการลงทุนของการไฟฟ้าโดยเปลี่ยนจากใช้เงินเป็นการลงทุนในทรัพย์สินตัวเองไปเป็นการจ่ายเงินให้ทรัพย์สินของผู้ใช้ไฟฟ้าแต่ในภาพรวมทางการไฟฟ้ายังได้รับประโยชน์ ซึ่งโมเดลดังกล่าวอาจต่อยอดไปยังการติดตั้ง BESS ได้เช่นเดียวกัน
3	กฟผ.		• กฟผ. ให้ความสำคัญกับการรักษาความมั่นคงและเสถียรภาพในระบบไฟฟ้าเพื่อรองรับนโยบายการรับซื้อ VRE ในระยะยาว โดยมุ่งเน้นไปที่การนำมาใช้แก้ปัญหาความแออัดในระบบส่ง (Congestion) ในพื้นที่ซึ่งศักยภาพพลังงานหมุนเวียนสูง อาทิ ภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ควบคู่ไปกับการจัดการพลังงานจาก VRE เพื่อลดการตัดกำลังการผลิตไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียน (Curtailment) และการรักษาความเฉื่อยในระบบไฟฟ้าเพื่อรองรับการเพิ่มสัดส่วน RE และการลดลงของโรงไฟฟ้าแบบดั้งเดิม (Conventional Power Plant) โดยมีรายละเอียดดังภาคผนวก ก.3 • ในปัจจุบัน กฟภ. ยังคงเป็นผู้ลงทุนและจัดหา BESS ในระดับ Grid Scale ด้วยตนเองทั้งหมด เนื่องจากให้ความสำคัญกับความมั่นคงและความสามารถในการรับมือกับสถานการณ์ในระบบไฟฟ้าได้อย่างเด็ดขาดและมีประสิทธิภาพ โดยหาก EGAT เป็นเจ้าของย่อมสามารถใช้แบตเตอรี่เต็มศักยภาพโดยคำนึงถึงความมั่นคงในระบบไฟฟ้าเป็นหลัก แต่หากเป็นการเช่าใช้จากเอกชนก็อาจมีข้อจำกัดการใช้งานด้วยสัญญา ดังนั้นจึงอาจส่งผลต่อความสามารถในการรักษาความมั่นคงให้แก่ระบบไฟฟ้าได้

ครั้งที่	หน่วยงาน	ประเด็นข้อหารือที่สำคัญ	สรุปประเด็น/สาระสำคัญ
4	กฟภ.	• มุมมองต่อความเสี่ยงของการลงทุน/จัดหา BESS ภายใต้รูปแบบธุรกิจประเภทต่าง ๆ • ความเหมาะสม/แนวทางการกำหนดเป้าหมาย/ส่งเสริมรูปแบบธุรกิจในแต่ละระยะ	• ทาง กฟภ. จะให้ความคิดเห็นผ่านแบบสอบถาม โดยมีรายละเอียดดังภาคผนวก ก.4 ซึ่งในภาพรวม กฟภ.ให้น้ำหนักของ **“ความมั่นคงของระบบไฟฟ้าของประเทศและต้นทุนค่าไฟฟ้า”** เป็นสำคัญในทุกรูปแบบบริการของระบบไฟฟ้า (Grid Services) โดยลำดับตามคะแนนความเสี่ยงของรูปแบบธุรกิจที่สำคัญมีดังนี้ - **รูปแบบธุรกิจภาครัฐลงทุนโดยตรง** ได้คะแนนความเสี่ยงต่ำสุด - **รูปแบบธุรกิจสัญญาเช่าแบบ BOO และ BOOT** มีคะแนนความเสี่ยงรองลงมา และอยู่ในระดับที่สูงกว่ารูปแบบธุรกิจภาครัฐลงทุนโดยตรงเพียงเล็กน้อย - **รูปแบบธุรกิจอื่น ๆ** ได้รับคะแนนความเสี่ยงสูงในระดับที่ใกล้เคียงกัน • ทาง กฟน. ให้ความคิดเห็นเกี่ยวกับความเหมาะสมของรูปแบบธุรกิจในระดับ Grid Scale ภายใต้การส่งเสริมในแต่ระยะไว้ดังนี้ - ระยะสั้น : ภาครัฐลงทุนเอง, สัญญาเช่า และสัญญาให้บริการ - ระยะกลาง : เปิดโอกาสให้รูปแบบธุรกิจสัญญาซื้อขายไฟฟ้า - ระยะยาว : เปิดโอกาสให้รูปแบบธุรกิจตลาดไฟฟ้า • ทาง กฟน. ให้ความคิดเห็นเกี่ยวกับความเหมาะสมของรูปแบบธุรกิจในระดับ BTM ภายใต้การส่งเสริมในแต่ระยะไว้ดังนี้ - ระยะสั้น : Utility VPP โดยมุ่งเน้นไปที่ฐานทรัพยากรจากผู้ใช้ไฟฟ้าทุกกลุ่มตั้งแต่ต้น - ระยะกลาง : เปิดโอกาสให้ Cooperated VPP

ครั้งที่	หน่วยงาน	ประเด็นข้อหารือที่สำคัญ	สรุปประเด็น/สาระสำคัญ
			- ระยะยาว : เปิดโอกาสให้ 3rd Party VPP • ทาง กฟภ.มีความคิดเห็นว่า สำหรับโครงสร้างธุรกิจของระบบแบตเตอรี่กักเก็บพลังงาน (BESS) ไม่ควรแยกให้มี VPPCC ออกมาต่างหากเหมือนกรณี DRCC แต่ควรแยกผลิตภัณฑ์ไฟฟ้าออกมาเป็น Ancillary Services หรือ Flexibility Services โดยมี Market Operator หรือหน่วยงานอื่นที่อาจก่อตั้งขึ้นในอนาคตเป็นผู้บริหารจัดการ
5	กฟน.		• ทาง กฟน. ให้ความคิดเห็นเกี่ยวกับมุมมองความเสี่ยงในมิติต่าง ๆ ผ่านแบบสอบถาม โดยมีรายละเอียดดังภาคผนวก ก.5 ซึ่งในภาพรวมทาง กฟน. ให้น้ำหนักของ **“ความมั่นคงของระบบไฟฟ้าของประเทศและต้นทุนค่าไฟฟ้า”** เป็นสำคัญในทุกรูปแบบบริการของระบบไฟฟ้า (Grid Services) โดยลำดับตามคะแนนความเสี่ยงของรูปแบบธุรกิจที่สำคัญมีดังนี้ - **รูปแบบธุรกิจสัญญาเช่าแบบ BOO และ BOOT** ได้คะแนนความเสี่ยงต่ำสุด - **รูปแบบธุรกิจภาครัฐลงทุนโดยตรงและสัญญาตามกำลังไฟฟ้า/สัญญาตามกำลังไฟฟ้าและพลังงานที่ผลิตได้** มีคะแนนความเสี่ยงรองลงมาในระดับที่ใกล้เคียงกัน - **รูปแบบธุรกิจแบบตลาดไฟฟ้า** ได้รับคะแนนความเสี่ยงสูงที่สุด • ทาง กฟน. ให้ความคิดเห็นเกี่ยวกับความเหมาะสมของรูปแบบธุรกิจในระดับ Grid Scale ภายใต้การส่งเสริมในแต่ระยะไว้ดังนี้ - ระยะสั้น : ภาครัฐลงทุนเอง และ สัญญาเช่า

ครั้งที่	หน่วยงาน	ประเด็นข้อหารือที่สำคัญ	สรุปประเด็น/สาระสำคัญ
			- ระยะกลาง : เปิดโอกาสให้สัญญาให้บริการ, สัญญาตามกำลังไฟฟ้า/สัญญาตามพลังงานที่ผลิตได้ - ระยะยาว : เปิดโอกาสให้สัญญาซื้อขายไฟฟ้าและตลาดไฟฟ้า • ทาง กฟน. ให้ความคิดเห็นเกี่ยวกับความเหมาะสมของรูปแบบธุรกิจในระดับ BTM ภายใต้การส่งเสริมในแต่ระยะไว้ดังนี้ - ระยะสั้น : Utility VPP และ Cooperated VPP โดยมุ่งเน้นไปที่ฐานทรัพยากรจากกลุ่มอาคารและโรงงาน (C&I) ขนาดกลาง-ใหญ่ - ระยะกลาง : เปิดโอกาสให้ 3rd Party VPP พร้อมขยายฐานทรัพยากรจากไปยังกลุ่มอาคารและโรงงาน (C&I) ขนาดเล็ก - ระยะยาว : เปิดโอกาสให้ Direct Participation พร้อมขยายฐานทรัพยากรไปยังกลุ่มบ้านอยู่อาศัย (Residential) • ทาง กฟน. มีความกังวลเกี่ยวกับปัญหาด้านพื้นที่ติดตั้ง BESS ในระดับ Grid Scale แม้ว่าการติดตั้งในระดับแรงดันต่ำอาจจะมีขนาดที่เล็กกว่าและสามารถติดตั้งร่วมกับพื้นที่ชุมชนได้ แต่ในทางปฏิบัติทาง กฟน. ก็ยังประสบปัญหาในการจัดหาพื้นที่ซึ่งมีต้นทุนเหมาะสมได้ลำบาก
6	ภาคเอกชน และสถาบันการเงิน		• ภาคเอกชนและสถาบันการเงินให้ความคิดเห็นเกี่ยวกับมุมมองความเสี่ยงของการลงทุนจัดหา BESS ระดับ Grid Scale ในมิติต่าง ๆ ผ่านแบบโปรแกรม Slido ซึ่งในภาพรวมทาง กฟน. ให้น้ำหนักของ **“ความเสี่ยงด้านการจัดหาแหล่งเงินทุน/ผลตอบแทนและความเสี่ยงด้านกฎหมายและนโยบายรัฐ”** เป็นสำคัญโดยจัดลำดับความเสี่ยงของรูปแบบธุรกิจที่สำคัญมีดังนี้

ครั้งที่	หน่วยงาน	ประเด็นข้อหารือที่สำคัญ	สรุปประเด็น/สาระสำคัญ
			- **รูปแบบธุรกิจสัญญาซื้อขายไฟฟ้า (PPA)** มีความเสี่ยงต่ำที่สุดซึ่งเป็นรูปแบบธุรกิจที่ภาคเอกชนให้คะแนนความสนใจในการลงทุนมากที่สุดอีกด้วย - **รูปแบบธุรกิจตลาดไฟฟ้า** มีความเสี่ยงสูงที่สุด • ภาคเอกชนและสถาบันการเงินให้ความคิดเห็นเกี่ยวกับลำดับความสนใจในการลงทุนด้าน BESS ระดับ BTM ที่สำคัญดังนี้ - การจำหน่าย/ขยายฐานการใช้งาน BESS ไปยังผู้ใช้งานทุกประเภทได้รับความสนใจสูงสุด - การดำเนินธุรกิจ VPP ร่วมกับหน่วยงานการไฟฟ้า (Cooperated VPP) ได้รับความสนใจรองลงมา
7	สำนักงาน กกพ.	• แนวทางการกำกับดูแลการลงทุนติดตั้ง/ใช้งาน BESS • แนวทางและความเป็นไปได้ในการส่งผ่านค่าใช้จ่าย/ค่าตอบแทนการลงทุนติดตั้ง/ใช้งาน BESS เข้าโครงสร้างค่าไฟฟ้าภายใต้รูปแบบธุรกิจต่าง ๆ • ปัญหา/อุปสรรค/ข้อจำกัด ในการดำเนินงานของสำนักงาน กกพ. เพื่อให้เกิดการลงทุนและจัดหา BESS ทุกระดับมาให้บริการในระบบไฟฟ้า	• ทาง สำนักงาน กกพ. ให้ความเห็นว่า ในปัจจุบัน Battery Storage ยังไม่มีการกำกับดูแลโดยตรง เนื่องจาก สำนักงาน กกพ. มองแบตเตอรี่เป็นเพียงส่วนประกอบของระบบส่ง/จำหน่าย หรืออุปกรณ์ของโรงไฟฟ้าที่ไม่ได้ผลิตพลังงานเอง ดังนั้นจึงควรมีการระบุรายละเอียดเกี่ยวกับการกำหนดนิยามและประเภทของแบตเตอรี่ให้มีความชัดเจน และหากพิจารณาจากกรณีศึกษาในต่างประเทศ พบว่า แนวทางการกำกับดูแลมีทั้งรูปแบบที่มีใบอนุญาตและไม่มีใบอนุญาต โดยเฉพาะประเทศที่มีตลาดไฟฟ้าซึ่งโดยส่วนใหญ่มักจะไม่มีใบอนุญาตแต่จะมีการกำหนดรายการคุณสมบัติสำหรับผู้เข้าร่วมตลาด (Market Participant) เป็นเครื่องมือในการกำกับดูแล • ทาง สำนักงาน กกพ. ให้ความเห็นในส่วนของค่าตอบแทนว่า หากต้องการให้มีการใช้งาน DR ในระยะยาว ควรมีนโยบายให้ค่าตอบแทนสำหรับผู้รวบรวมโหลด (LA) หรือผู้เข้าร่วมโรงไฟฟ้าเสมือน (VPP Participant) รวมอยู่ในโครงสร้างค่าไฟฟ้า โดยอิงตามหลักต้นทุนที่หลีกเลี่ยงได้ (Avoided Cost) เพื่อ

ครั้งที่	หน่วยงาน	ประเด็นข้อหารือที่สำคัญ	สรุปประเด็น/สาระสำคัญ
			ทดแทนต้นทุนของการสร้างโรงไฟฟ้าในลักษณะ Marginal Cost โดยต้องไม่สร้างภาระค่าใช้จ่ายส่วนเพิ่มให้กับผู้ใช้ไฟฟ้า หาก DR/VPP มีต้นทุนสูงกว่าการสร้างโรงไฟฟ้าก็ควรเลือกสร้างโรงไฟฟ้าแทน แต่ DR/VPP ก็มีข้อได้เปรียบในแง่ของความยืดหยุ่นด้วยสัญญาที่สั้นกว่า • ทาง สำนักงาน กกพ. ให้ความเห็นเกี่ยวกับปัญหา อุปสรรค และข้อจำกัดที่เกี่ยวข้องกับการติดตั้ง BESS ในประเทศไทยไว้ 3 ประเด็น คือ - ความสามารถในการตรวจสอบและกำกับดูแลผ่าน Grid Code เนื่องจากในปัจจุบันยังไม่ได้มีการออกใบอนุญาตหรือการขึ้นทะเบียน ดังนั้นจึงทำให้ไม่สามารถมองเห็นการทำงานของ BESS - ความไม่สอดคล้องกับโครงสร้างค่าไฟฟ้า เนื่องจากส่วนต่างของอัตราค่าไฟฟ้าแบบ TOU (Time-of-Use) ระหว่างช่วง Peak และ Off-peak ยังไม่มากพอทำให้การชาร์จพลังงานเพื่อขายคืนในช่วง Off-peak ไม่คุ้มค่าเมื่อเทียบกับต้นทุนแบตเตอรี่ที่ยังสูง - การขาดช่องทางการสนับสนุนกิจกรรมจากผู้ใช้ไฟฟ้า เนื่องจาก พ.ร.บ. ในปัจจุบันอาจไม่รองรับกิจกรรมรูปแบบใหม่ ๆ โดยเฉพาะด้านผู้ใช้ไฟฟ้า (Demand-side) และหากรอการทบทวน พ.ร.บ. อาจใช้เวลานาน ดังนั้น ทาง กกพ. ได้เสนอให้พิจารณาช่องทางหรือระเบียบที่มีอยู่เพื่อดำเนินการไปก่อนผ่านใบอนุญาต 5 ประเภทที่มีอยู่แล้ว
8	กฟผ.	• มุมมองต่อความเสี่ยงของการลงทุน/จัดหา BESS ภายใต้รูปแบบธุรกิจประเภทต่าง ๆ • ความเหมาะสม/แนวทางการกำหนดเป้าหมาย/ส่งเสริมรูปแบบธุรกิจในแต่ละระยะ	• ทาง กฟผ. จะให้ความคิดเห็นเกี่ยวกับมุมมองความเสี่ยงในมิติต่าง ๆ ผ่านแบบสอบถาม โดยมีรายละเอียดดังภาคผนวก ก.8 ซึ่งในภาพรวมทาง กฟผ. ให้น้ำหนักของ “ความมั่นคงของระบบไฟฟ้าของประเทศ” เป็นสำคัญ โดยเฉพาะในบริการประเภท Ancillary Service เนื่องจาก เนื่องจากเป็นบริการที่ต้องการการตอบสนองต่อระบบไฟฟ้าอย่างรวดเร็วจากความผันผวนของ VRE

ครั้งที่	หน่วยงาน	ประเด็นข้อหารือที่สำคัญ	สรุปประเด็น/สาระสำคัญ
			โดยเฉพาะเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉินกับระบบไฟฟ้า ซึ่งเป็นคุณสมบัติหลักของ BESS ที่โดดเด่นกว่าอุปกรณ์ประเภทอื่น โดยลำดับตามคะแนนความเสี่ยงของรูปแบบธุรกิจที่สำคัญมีดังนี้ - **รูปแบบธุรกิจภาครัฐลงทุนโดยตรง** ได้คะแนนความเสี่ยงต่ำสุด - **รูปแบบธุรกิจอื่น ๆ** ได้คะแนนความเสี่ยงสูงในระดับที่ใกล้เคียงกัน • ทาง กฟผ. ให้ความคิดเห็นเกี่ยวกับความเหมาะสมของรูปแบบธุรกิจในระดับ Grid Scale ภายใต้การส่งเสริมในแต่ระยะว่า **"รูปแบบธุรกิจที่ภาครัฐลงทุนโดยตรงควรคงไว้เป็นพื้นฐานของการส่งเสริมในทุกระยะ"** แต่หากจะเปิดโอกาสให้ภาคเอกชนเข้ามามีส่วนร่วมผ่านสัญญารูปแบบต่าง ๆ ก็ควรมีวิธีแบ่งเบาความเสี่ยงด้านเงินลงทุนร่วมกับภาครัฐด้วย รวมถึงควรดำเนินการก็ต่อเมื่อมีสัญญากระตุ้น (Trigger Pont) ที่เหมาะสม อาทิ มีการเปิด Third Party Access หรือมีการปรับปรุงโครงสร้างกิจการไฟฟ้าที่เสรีมากยิ่งขึ้น ซึ่งองค์ประกอบดังกล่าจะช่วยให้ภาคเอกชนมีทางเลือกในการสร้างรายได้จากการให้บริการกับผู้เล่นที่หลากหลายรวมถึงหน่วยงานการไฟฟ้าก็จะสามารถซื้อบริการจากภาคเอกชนด้วยสัญญาระยะที่สั้นลงโดยไม่เป็นภาระต่อค่าไฟฟ้าของประเทศ • ทาง กฟผ. เสนอให้มีการจัดตั้งคณะทำงานอย่างเป็นทางการเพื่อเป็นเวทีแลกเปลี่ยนข้อมูลและประสบการณ์การใช้งานแบตเตอรี่ในระดับโครงข่ายไฟฟ้า (Grid Scale) อาทิ ประสิทธิภาพการทำงาน ปัญหาในเชิงปฏิบัติ หรือผลการใช้งานในสภาพภูมิอากาศร้อน รวมทั้งการเปรียบเทียบรูปแบบสัญญาเพื่อเป็นการศึกษาเพื่อการขยายผลต่อไป โดยในปัจจุบัน การจัดทำข้อมูลโครงการ Smart Grid ของแต่ละหน่วยงานยังเป็นแบบแยกส่วน ๆ ซึ่งทำให้ขาดการบูรณาการข้อมูลด้านการปฏิบัติการ โดยทาง กฟผ. คาดหวังให้หน่วยงาน

ครั้งที่	หน่วยงาน	ประเด็นข้อหารือที่สำคัญ	สรุปประเด็น/สาระสำคัญ
			นโยบาย เช่น สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.) เป็นเจ้าภาพหลักในการจัดเวทีแลกเปลี่ยนข้อมูลอย่างต่อเนื่อง • ทาง กฟผ. ให้ความคิดเห็นเกี่ยวกับความเหมาะสมของรูปแบบธุรกิจในระดับ BTM ภายใต้การส่งเสริมในแต่ระยะดังนี้ - ระยะสั้น : Utility VPP และ Cooperated VPP โดยมุ่งเน้นไปที่ฐานทรัพยากรจากกลุ่มอาคารและโรงงาน (C&I) ทุกขนาด - ระยะกลางและระยะยาว : เปิดโอกาสให้ 3rd Party VPP และ Direct Participation โดยขยายฐานทรัพยากรไปยังกลุ่มบ้านอยู่อาศัย (Residential) • ทาง กฟผ. เสนอให้มีการแบ่งปันข้อมูลและกำหนดขอบเขตบทบาทของผู้ควบคุมระบบจำหน่าย (DSO) และศูนย์ควบคุมโรงไฟฟ้าเสมือน (VPCC) ให้ชัดเจน โดยแยกประเภทผู้เข้าร่วม VPP เป็นส่วนช่วยเสถียรภาพระบบภาพรวมของประเทศ และส่วนช่วยเฉพาะระบบจำหน่าย (DSO) เพื่อลดความซ้ำซ้อนในการสั่งการ

10.2 การจัดสัมมนารับฟังความคิดเห็นและรายงานผลการดำเนินงาน (TOR 4.8)

ที่ปรึกษาได้ดำเนินการจัดสัมมนารับฟังความคิดเห็นและรายงานผลการดำเนินงาน จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ครั้ง โดยมีผู้เข้าร่วมไม่น้อยกว่า 70 ท่าน ณ สถานที่เอกชน **(สอดคล้องกับ TOR ข้อ 4.8)** ร่วมกับหน่วยงานและผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทั้งภาครัฐและภาคเอกชนเพื่อนำข้อมูลและความคิดเห็นที่ได้ไปประกอบการจัดทำผลการศึกษาโครงการให้มีความสมบูรณ์ต่อไป

ทั้งนี้ ในช่วงตลอดระยะเวลาโครงการ 9 เดือน ที่ปรึกษาได้ดำเนินการจัดประชุมสัมมนาร่วมกับผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง **จำนวน 1 ครั้ง ณ ห้องบอลรูม 1 ชั้น 6 โรงแรมอมารี กรุงเทพมหานคร (ประตูน้ำ) มีผู้เข้าร่วมรวมทั้งสิ้น 86 ท่าน**

ตารางที่ EX-22: สรุปผลการจัดสัมมนารับฟังความคิดเห็นฯ

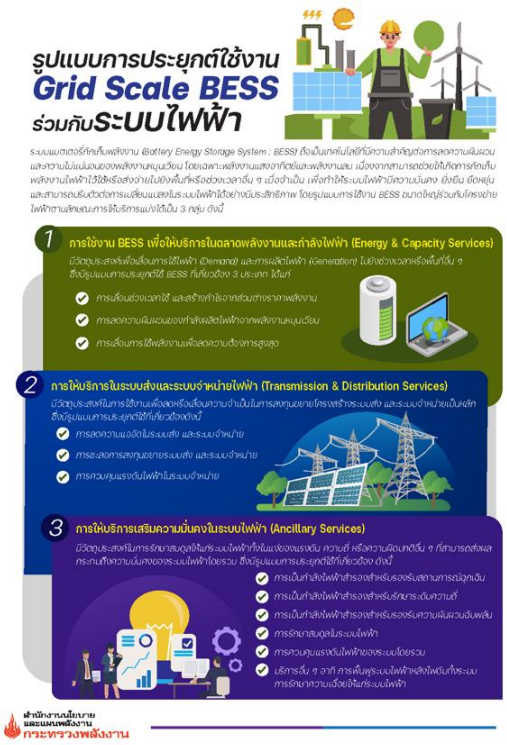
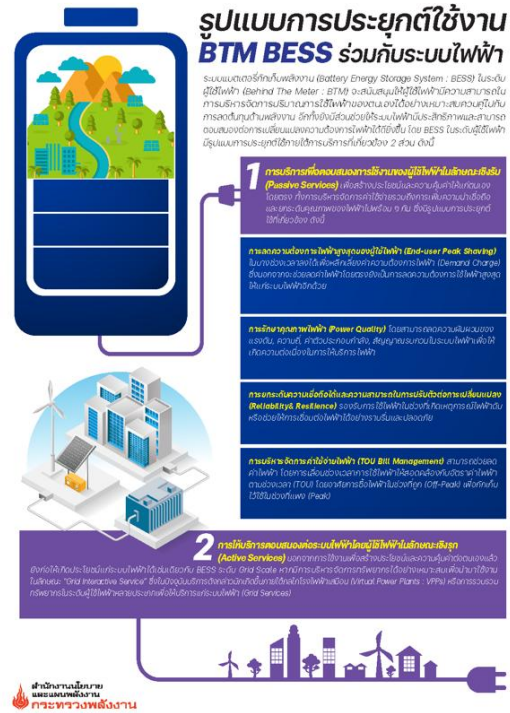
หน่วยงาน/บริษัท	จำนวนผู้เข้าร่วม* (ท่าน)
1. สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.)	25
2. หน่วยงานภาครัฐ/รัฐวิสาหกิจ	8
3. หน่วยงานการไฟฟ้า	23
4. หน่วยงานสมาคม	3
5. หน่วยงานภาคเอกชน	27
รวมทั้งสิ้น	**86**

หมายเหตุ *ไม่นับรวมทีมงานที่ปรึกษา

10.3 จัดทำข้อมูล/ข่าวสาร รูปแบบกราฟิกขนาด A5 (ข้อเสนอเพิ่มเติม)

ที่ปรึกษาได้ดำเนินการจัดทำข้อมูล/ข่าวสาร รูปแบบกราฟิกขนาด A5 จำนวนไม่น้อยกว่า 4 ชิ้น เพื่อประชาสัมพันธ์และเผยแพร่ผ่านสื่อสังคมออนไลน์ (ข้อเสนอเพิ่มเติม) และเผยแพร่ผ่านสื่อสังคมออนไลน์เฟซบุ๊กเพจ Thai-Smartgrid และเว็บไซต์ http://thai-smartgrid.com/ ตลอดระยะเวลาดำเนินโครงการ โดยปัจจุบันได้รับเห็นชอบจากคณะกรรมการตรวจรับพัสดุในงานจ้างที่ปรึกษาเรียบร้อยแล้ว รวมถึงได้ดำเนินการเผยแพร่ข้อมูล/ข่าวสารในรูปแบบอินโฟกราฟิก (Infographic) ผ่านสื่อสังคมออนไลน์เฟซบุ๊กเพจ Thai-Smartgrid และเผยแพร่เว็บไซต์ http://thai-smartgrid.com เป็นที่เรียบร้อยแล้วในช่วงระหว่างวันที่ 7-9 กรกฎาคม 2568 สามารถสรุปรายละเอียดและเผยแพร่วันที่ โดยมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ EX-23: รายละเอียดการเผยแพร่ข้อมูล/ข่าวสาร อินโฟกราฟิกผ่านช่องทางออนไลน์

ชิ้นที่	รายการ	รายละเอียด
1		รูปแบบการประยุกต์ใช้งาน Grid Scale BESS ร่วมกับระบบไฟฟ้า เผยแพร่ผ่านเฟซบุ๊กเพจ Thai-Smartgrid วันที่ 7 กรกฎาคม 2568 เผยแพร่ผ่านเว็บไซต์ thai-smartgrid.com วันที่ 7 กรกฎาคม 2568
2		รูปแบบการประยุกต์ใช้งาน BTM BESS ร่วมกับระบบไฟฟ้า เผยแพร่ผ่านเฟซบุ๊กเพจ Thai-Smartgrid วันที่ 8 กรกฎาคม 2568 เผยแพร่ผ่านเว็บไซต์ thai-smartgrid.com วันที่ 7 กรกฎาคม 2568

ชิ้นที่	รายการ	รายละเอียด
3		รูปแบบธุรกิจและการลงทุนในการจัดหา BESS ระดับ Grid Scale มาใช้งานร่วมกับระบบไฟฟ้า เผยแพร่ผ่านเฟซบุ๊กเพจ Thai-Smartgrid วันที่ 8 กรกฎาคม 2568 เผยแพร่ผ่านเว็บไซต์ thai-smartgrid.com วันที่ 7 กรกฎาคม 2568
4		รูปแบบธุรกิจและการลงทุนในการจัดหา BESS ระดับ BTM มาใช้งานร่วมกับระบบไฟฟ้า เผยแพร่ผ่านเฟซบุ๊กเพจ Thai-Smartgrid วันที่ 9 กรกฎาคม 2568 เผยแพร่ผ่านเว็บไซต์ thai-smartgrid.com วันที่ 7 กรกฎาคม 2568

10.4 สนับสนุน สนพ. ดำเนินงานในส่วนที่เกี่ยวข้อง (สอดคล้องกับ TOR 4.9)

ที่ปรึกษาได้ดำเนินการสนับสนุน สนพ. ดำเนินงานในส่วนที่เกี่ยวข้องกับโครงการฯ (สอดคล้องกับ TOR 4.9) ตลอดระยะเวลาโครงการ 9 เดือน เพื่อช่วยประสานงาน จัดทำเอกสาร หรืองานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับโครงการฯ

ตามที่ สนพ. มอบหมาย เช่น หนังสือเชิญเข้าร่วมประชุม/สัมมนา รายงานการประชุม รายงานความก้าวหน้าโครงการ เป็นต้น

โดย**ในช่วงตลอดระยะเวลาโครงการ** ที่ปรึกษาได้ดำเนินการสนับสนุน สนพ. ดำเนินงานในส่วนที่เกี่ยวข้องกับโครงการฯ **จำนวน 7 งาน** ดังนี้

1) จัดทำรายงานการประชุมพิจารณารายงานสรุปแนวทางการศึกษาเบื้องต้น เมื่อวันที่ 6 มกราคม 2568

2) จัดทำหนังสือขอเชิญประชุมหารือโครงการศึกษานโยบายการส่งเสริมการใช้งานระบบกักเก็บพลังงานในภาคธุรกิจไฟฟ้าเพื่อรองรับการเปลี่ยนผ่านด้านพลังงานถึงหน่วยงานการไฟฟ้าทั้ง 3 แห่ง

3) จัดทำรายงานการประชุมพิจารณารายงานผลการดำเนินงานฉบับที่ 1 เมื่อวันที่ 19 มีนาคม 2568

4) จัดทำรายงานการประชุมพิจารณารายงานผลการดำเนินงานฉบับที่ 2 เมื่อวันที่ 17 มิถุนายน 2568

5) จัดทำหนังสือเชิญประชุมหารือการส่งเสริมการใช้งานระบบกักเก็บพลังงานในภาคธุรกิจไฟฟ้าเพื่อรองรับการเปลี่ยนผ่านด้านพลังงานถึงหน่วยงานต่าง ๆ จำนวน 4 ราย

6) จัดทำหนังสือเชิญประชุมหารือความเป็นไปได้รูปแบบธุรกิจการลงทุนและการจัดหาระบบแบตเตอรี่กักเก็บพลังงานมาใช้งานหรือให้บริการในโครงข่ายไฟฟ้า ถึงหน่วยงานต่าง ๆ จำนวน 32 ราย

7) จัดทำหนังสือเชิญสัมมนารับฟังความคิดเห็นผลการศึกษาโครงการฯ ถึงหน่วยงานต่าง ๆ จำนวน 50 ราย