

โครงการศึกษานโยบายการส่งเสริมการใช้งาน
ระบบกักเก็บพลังงานในภาคธุรกิจไฟฟ้า
เพื่อรองรับการเปลี่ยนผ่านด้านพลังงาน

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน

บทสรุปผู้บริหาร

1. บทนำ

1.1 ความเป็นมา

จากทิศทางภาพรวมการขับเคลื่อนการพัฒนาด้าน ESS ภายใต้แผนการขับเคลื่อนฯ ระยะปานกลาง รวมถึงทิศทางนโยบายการจัดการพลังงานของประเทศที่จะมีการนำ ESS มาใช้เป็นแหล่งทรัพยากรในระบบไฟฟ้า เพื่อช่วยเพิ่มความยืดหยุ่นและประสิทธิภาพในการบริหารจัดการระบบไฟฟ้าของประเทศ โดยจะมีการบรรจุเป้าหมาย BESS ในร่างแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศ (แผน PDP) ฉบับใหม่ ซึ่งคาดว่าจะในช่วงปี 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 สทพ. จึงมีความจำเป็นต้องดำเนินโครงการศึกษานโยบายการส่งเสริมการใช้งาน ESS ในตลาดไฟฟ้ารองรับการเปลี่ยนผ่านด้านพลังงาน ซึ่งจะเป็นการพิจารณารูปแบบการส่งเสริมหรือรูปแบบธุรกิจที่เหมาะสมกับการลงทุนหรือการจัดทำ BESS ในระดับ Grid Scale มาใช้งานร่วมกับระบบไฟฟ้า สอดคล้องกับเป้าหมายการใช้งาน BESS ตาม PDP ในอนาคต เพื่อให้ระบบไฟฟ้าสามารถรองรับการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนที่เพิ่มขึ้นได้ และรองรับการเปลี่ยนผ่านด้านพลังงานตามกรอบแผนพลังงานชาติและสนับสนุนให้ประเทศไทยสามารถบรรลุสู่เป้าหมายความเป็นกลางทางคาร์บอนและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ นอกจากนี้ ยังเป็นการดำเนินการตามแผนการขับเคลื่อนฯ ระยะปานกลาง ซึ่งเป็นภารกิจโดยตรงที่ สทพ. จะต้องดำเนินการขับเคลื่อนตามแผนดังกล่าว และยังช่วยตอบสนองต่อเป้าหมายตามแผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติที่จะต้องสนับสนุนให้ประเทศไทยมีการพัฒนาระบบไฟฟ้าด้วยเทคโนโลยีระบบโครงข่ายสมาร์ทกริด และช่วยตอบสนองต่อหมุดหมายที่ 10 ของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 ที่จะทำให้ประเทศไทยมีเศรษฐกิจหมุนเวียนและสังคมคาร์บอนต่ำ

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อรวบรวมข้อมูลนโยบายหรือแนวทางการส่งเสริมหรือรูปแบบธุรกิจการลงทุนและการจัดทำ BESS มาใช้งานหรือให้บริการในโครงข่ายไฟฟ้า และนำมาประยุกต์ใช้งานให้เกิดประโยชน์สูงสุดในบริบทของประเทศไทย

1.2.2 เพื่อจัดทำข้อเสนอแนะเชิงนโยบายการส่งเสริมรูปแบบธุรกิจที่เหมาะสมในการลงทุนและการจัดทำ BESS ในระดับ Grid Scale มาใช้งานในระบบไฟฟ้าให้เป็นไปตามเป้าหมายของแผน PDP เพื่อช่วยเพิ่มความยืดหยุ่นและประสิทธิภาพในการบริหารจัดการระบบไฟฟ้าของประเทศให้สามารถรองรับการเปลี่ยนผ่านด้านพลังงานไปสู่เป้าหมายความเป็นกลางทางคาร์บอนในอนาคต

1.2.3 เพื่อศึกษาโอกาสและความเป็นไปได้ในการส่งเสริมรูปแบบธุรกิจการลงทุนและการจัดทำ 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				■	■	■				

ร.ก.	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 รูปแบบธุรกิจ ในการลงทุนและการจัดหา BESS ในระดับ Grid Scale มาใช้งานเป็นแหล่งทรัพยากรในระบบไฟฟ้า (สอดคล้องกับ TOR 4.1 และ 4.3)

ที่ปรึกษาได้ดำเนินการศึกษาและรวบรวมข้อมูลรูปแบบการประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยี BESS เป็นผลิตภัณฑ์ในระบบไฟฟ้า (สอดคล้องกับ TOR 4.1) รวมถึงศึกษาและรวบรวมรูปแบบตลาดหรือรูปแบบธุรกิจ ในการลงทุนและการจัดหา BESS ในระดับ Grid Scale มาใช้งานเป็นแหล่งทรัพยากรในระบบไฟฟ้า ในต่างประเทศ (สอดคล้องกับ TOR ข้อ 4.3) โดยมีรายละเอียดของการศึกษาที่เกี่ยวข้องดังนี้

2.1 ศึกษาและรวบรวมรูปแบบการประยุกต์ใช้งาน BESS ในระบบไฟฟ้าร่วมกับระบบโครงข่ายไฟฟ้า (สอดคล้องกับ TOR ข้อ 4.1)

จากรายงานของ Kearney Energy Transition Institute¹ และ Handbook on Battery Energy Storage System ซึ่งคู่มือระบบแบตเตอรี่กักเก็บพลังงานไฟฟ้าของธนาคารพัฒนาเอเชีย (Asian Development Bank, ADB) ได้มีการสรุปรูปแบบการใช้งาน BESS ในระบบไฟฟ้าโดยอ้างอิงกรอบจากรายงาน The Electricity Storage Handbook² ที่จัดทำภายใต้ความร่วมมือของกระทรวงพลังงานของประเทศสหรัฐอเมริกา (DOE)³, สถาบันวิจัยพลังงานไฟฟ้า (EPRI)⁴ และสมาคมความร่วมมือการไฟฟ้าชนบทแห่งชาติ (NRECA)⁵ เพื่อใช้เป็นแนวทางสำหรับผู้ปฏิบัติงาน (Operator), หน่วยงานการไฟฟ้า (Utility) รวมถึงภาคนโยบาย (Policy Maker) ในการดำเนินโครงการด้านระบบกักเก็บพลังงานร่วมกับระบบไฟฟ้าสมัยใหม่ควบคู่ไปกับการจัดเตรียมข้อมูล อันเป็นประโยชน์ต่อนักลงทุนและผู้ประกอบการในแง่ของการศึกษาและทำความเข้าใจรายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับระบบกักเก็บพลังงานในมิติที่สำคัญเพื่อใช้ประเมินโอกาสและความเป็นไปได้ในการลงทุน โดยในภาพรวมสามารถจัดแบ่งรูปแบบการใช้งานระบบแบตเตอรี่กักเก็บพลังงาน (BESS) ตามลักษณะการให้บริการ (Services) ออกเป็น 4 กลุ่มภายใต้ระบบไฟฟ้าทั้ง 2 ระดับดังแสดงตามรูป EX-1

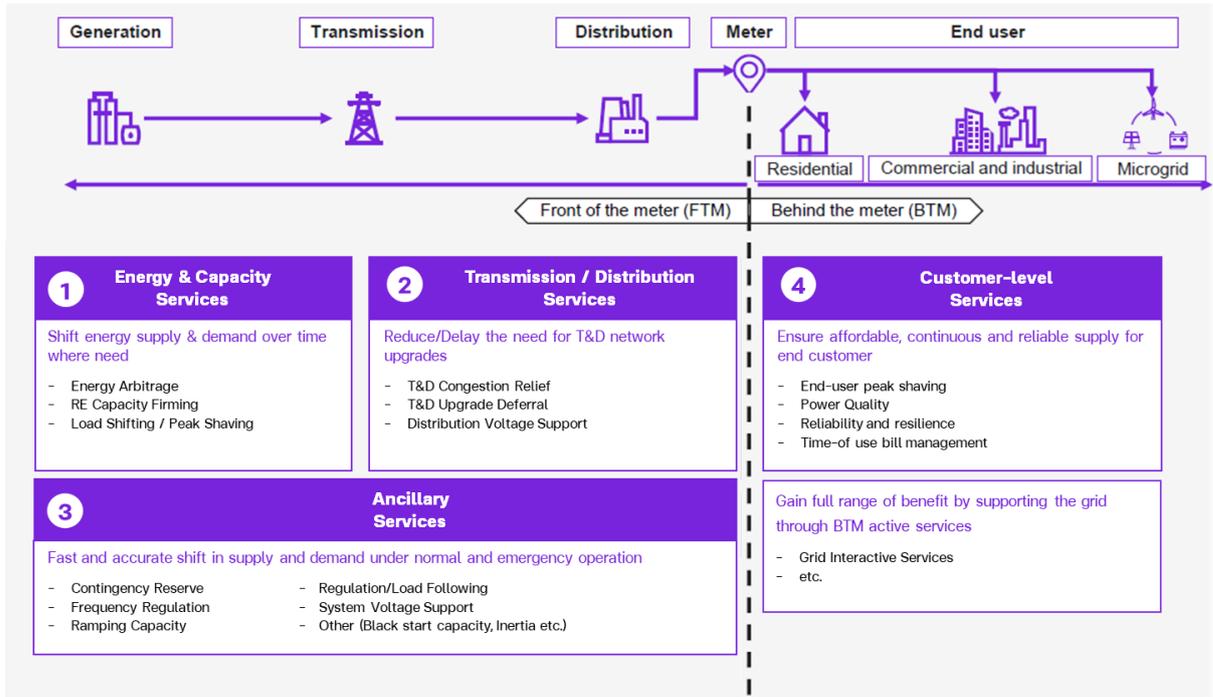
¹ Kearney Energy Transition Institute, Energy Storage: A booming sector of technology, 2024

² DOE/ERRI, Electricity Storage 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/ขยายศักยภาพโครงสร้างพื้นฐานระบบส่งและระบบจำหน่ายเพื่อรองรับการเติบโตของความต้องการใช้ไฟฟ้า (Gemand Growth)
		Distribution Voltage Support	แก้ปัญหาแรงดันเบี่ยงเบนในระบบจำหน่าย (โดยบริหารจัดการรีแอกแตนซ์ในระบบจำหน่าย)
	Ancillary Services	Contingency Reserve	ทำหน้าที่เป็นกำลังไฟฟ้าสำรองฉุกเฉินในกรณีที่กำลังผลิตไฟฟ้าหลักสูญเสียกำลังหรือเหตุการณ์เชื่อมต่อออกจากระบบซึ่งครอบคลุมทั้งในส่วนของ Spinnig/Non-Spinning Reserve
		Frequency-responsive Reserve	ทำหน้าที่เป็นกำลังไฟฟ้าสำรองสำหรับรักษาระดับความถี่ภายใต้สถานการณ์ที่ต้องการความเร็วในการตอบสนองสูงมาก (Fast-acting Response) ตั้งแต่ในระดับต่ำกว่าวินาที - นาที เพื่อปรับความถี่ให้กลับมาอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน รวมถึงในบางกรณีอาจมีการบริหารจัดการควบคู่ไปกับบริการด้านแรงเฉื่อย (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	การควบคุมแรงดันไฟฟ้าให้อยู่ในค่ามาตรฐานโดยมุ่งเน้นไปที่การบริหารจัดการรีแอกแตนซ์ (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	รักษาคุณภาพไฟฟ้า ทั้งในแง่ <ul style="list-style-type: none"> - ความผันผวนของแรงดันไฟฟ้า - ความผันผวนของความถี่ไฟฟ้า - ปัญหาค่าตัวประกอบกำลัง (Power factor) - ปัญหาสัญญาณรบกวนในระบบไฟฟ้า (ฮาร์มอนิก, Harmonic) - ปัญหาไฟตก/กระชาก
	Reliable & Resilience	รักษาระดับความเชื่อถือได้ของไฟฟ้าเพื่อคงความต่อเนื่องในการใช้ไฟฟ้าภายใต้เหตุการณ์ไฟฟ้าดับ รวมถึงช่วยให้การเชื่อมต่อไฟฟ้ากับโครงข่ายภายหลังเหตุการณ์ไฟฟ้าดับเป็นไปได้อย่างรวดเร็ว	
	Active Services	Grid interactive Service	เพื่อสร้างผลตอบแทนให้แก่ผู้ใช้ไฟฟ้าเพิ่มเติม โดยการตอบสนองและให้บริการแก่ระบบไฟฟ้าในรูปแบบที่เหมาะสม ซึ่งในปัจจุบันมักมีการดำเนินการผ่านกลไกโรงไฟฟ้าเสมือน (VPPs) ซึ่งแบตเตอรี่ก็ักเก็บพลังงานถือเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่สำคัญ

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



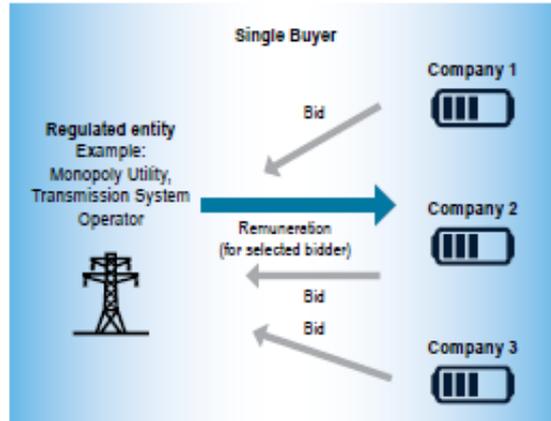
รูป EX-2 โครงสร้างกิจการพลังงานรูปแบบการรวมศูนย์แบบผูกขาด, World Bank Group⁶

2) ตลาดแบบที่มีผู้ซื้อรายเดียว (Single-Buyer Market Model)

โครงสร้างแบบนี้จะมีการแข่งขันในการผลิตไฟฟ้าและจัดหาไฟฟ้า โดยจะมีหน่วยงานที่ได้รับมอบหมายจากภาครัฐเป็นผู้มีหน้าที่ในการจัดหาไฟฟ้ารวมถึง BESS แต่เพียงผู้เดียวซึ่งในการจัดหาในโครงสร้างกิจการแบบนี้รูปแบบธุรกิจอาจเป็นได้ทั้งกรณีที่ภาครัฐเป็นผู้ลงทุนใน BESS โดยตรงหรือเปิดรับซื้อไฟฟ้าจากเอกชนที่ต้องการลงทุนใน BESS เพื่อให้เกิดการแข่งขันขึ้น ซึ่งผู้ที่ได้รับเลือกจะมีการทำสัญญาระยะยาวกับภาครัฐเพื่อจะเป็นผู้ลงทุนและดำเนินการภายใต้กรอบระยะเวลาของสัญญาการรับซื้อและเงื่อนไขของสัญญาซึ่งจะเป็นไปตามที่ภาครัฐกำหนด โดยภายใต้รูปแบบนี้ภาครัฐยังจะมีสิทธิ์ในการสั่งการเดินเครื่อง

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

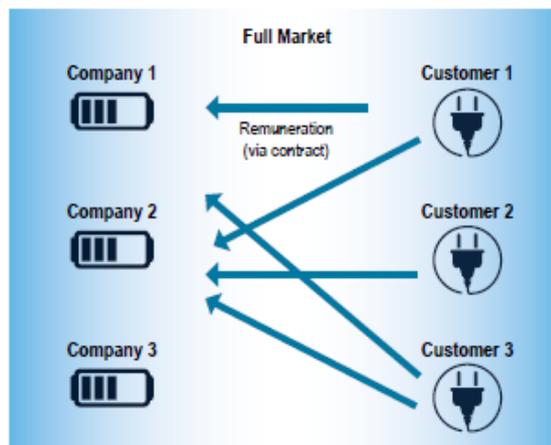
โรงไฟฟ้าและ BESS ตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ในสัญญา นอกจากนี้ภายใต้โครงสร้างกิจการรูปแบบนี้ในบางประเทศอาจเป็นรูปแบบตลาดไฟฟ้าได้เช่นกัน แสดงตัวอย่างโครงสร้างกิจการรูปแบบนี้ดังรูป EX-3



รูป EX-3 โครงสร้างกิจการแบบที่มีผู้ซื้อรายเดียว, World Bank Group⁷

3) ตลาดเสรี (Competitive Market Model)

โครงสร้างนี้จะเป็นโครงสร้างที่เปิดให้มีการแข่งขันทั้งผู้ซื้อไฟฟ้าและผู้ผลิตไฟฟ้า โดยผู้ผลิตไฟฟ้าสามารถขายไฟฟ้าหรือบริการจาก BESS โดยตรงให้กับตลาดไฟฟ้าหรือทำสัญญาซื้อขายไฟฟ้าทวิภาคี (Bilateral Contracts) กับผู้ใช้ไฟฟ้า โดยจะมีหน่วยงานที่ได้รับมอบหมายจากภาครัฐให้เป็นผู้ควบคุมและดูแลตลาดไฟฟ้าในภาพรวม โครงสร้างกิจการรูปแบบนี้ออกชนผู้ลงทุนใน BESS จะสามารถหารายได้จากหลายช่องทาง อาทิ ซื้อขายพลังงานในตลาดสเปอต (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)

โครงสร้างนี้จะเป็นรูปแบบที่ผสมผสานระหว่างตลาดแบบที่มีผู้ซื้อขายเดี่ยวและตลาดเสรี 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 จะถูกสะท้อนไปยังค่าไฟฟ้าที่เรียกเก็บจากผู้บริโภคไฟฟ้าทั่วไป ข้อดีของรูปแบบนี้คือ ความสามารถในการบริหารจัดการ BESS อย่างเป็นระบบ มีความมั่นคงและความยืดหยุ่นสูง เนื่องจากการดำเนินงานทั้งหมดอยู่ภายใต้การควบคุมของรัฐโดยตรง อย่างไรก็ตาม ข้อเสียสำคัญคือ ภาครัฐต้องแบกรับภาระการลงทุนสูงและมีข้อจำกัดในการเข้าถึงแหล่งเงินทุนและเทคโนโลยีจากภาคเอกชน

- รูปแบบธุรกิจสัญญาระยะยาว (Contracted Revenue Model)

รูปแบบธุรกิจนี้เป็นรูปแบบที่ช่วยเสริมสร้างความมั่นคงให้แก่เอกชนผู้ลงทุนในโครงการ BESS โดยให้เอกชนได้รับรายได้จากสัญญาหรือข้อตกลงทางกฎหมายระยะยาว ซึ่งอาจอยู่ในรูปแบบของสัญญาเชิงพาณิชย์ระหว่างผู้ลงทุนกับหน่วยงานรัฐหรือผู้ซื้อไฟฟ้า (Offtaker) ลักษณะสำคัญของรูปแบบธุรกิจประเภทนี้คือการกำหนดเงื่อนไขที่แน่ชัดเกี่ยวกับกรรมสิทธิ์ความเป็นเจ้าของ หน้าที่ในการดูแลบำรุงรักษา สิทธิในการควบคุมและสั่งการ 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) ธรรมชาติความเป็นเจ้าของ 2) หน้าที่การดูแลและบำรุงรักษา 3) หน้าที่ในการควบคุมอุปกรณ์ 4) สิทธิการส่งการ 5) ความรับผิดชอบต่อค่าไฟฟ้าเพื่อการทำงาน ของ BESS และ 6) ลักษณะรายได้ โดยการเปรียบเทียบความแตกต่างของรูปแบบธุรกิจแต่ละประเภทสามารถสรุปได้ดังตารางที่ EX-3 ซึ่งจะสรุปถึงความแตกต่างในแต่ละด้านเพื่อเป็นแนวทางในการพิจารณาความเหมาะสมของโมเดลธุรกิจสำหรับ BESS ในบริบทของประเทศไทยต่อไป

ตารางที่ EX-3: การเปรียบเทียบรูปแบบธุรกิจและการลงทุนในการจัดหา BESS ในระดับ Grid Scale

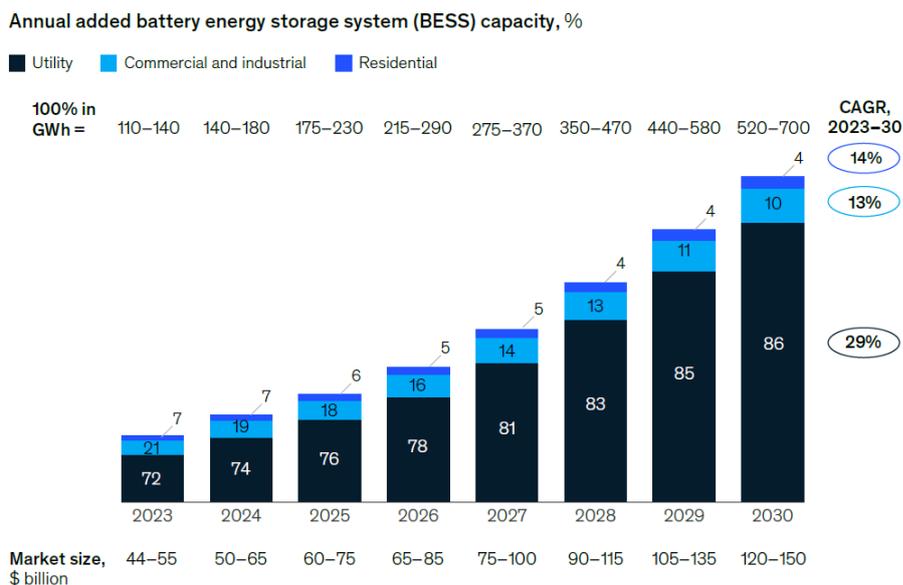
รูปแบบธุรกิจ		กรรมสิทธิ์ ความเป็นเจ้าของ	การดูแล และบำรุงรักษา	การควบคุมอุปกรณ์	สิทธิ์ในการสั่งการ	ต้นทุน ในการอัดประจุ	ลักษณะรายได้	
ภาครัฐลงทุนโดยตรง		การไฟฟ้า มีกรรมสิทธิ์ ความเป็นเจ้าของ	การไฟฟ้า มีหน้าที่ ดูแลและบำรุงรักษา	การไฟฟ้า มีหน้าที่ในการควบคุม อุปกรณ์ทั้งหมด	การไฟฟ้ามีอำนาจสั่งการ ใช้งานเต็มรูปแบบ	การไฟฟ้า เป็นผู้รับผิดชอบต้นทุน ในการอัดประจุไฟฟ้า	เอกชนไม่มีรายได้โดยตรง เงินลงทุนของการไฟฟ้า สะท้อนผ่านค่าไฟฟ้า ของผู้ใช้ไฟฟ้า	
สัญญาระยะยาว	สัญญาเช่าใช้	เอกชน มีกรรมสิทธิ์ ความเป็นเจ้าของ	เอกชน มีหน้าที่ดูแลและ บำรุงรักษา		การไฟฟ้ามีอำนาจสั่งการ ใช้งานเต็มรูปแบบ ตลอดระยะเวลาสัญญา		เอกชน ได้รับรายได้ในอัตรา ค่าเช่าคงที่ตลอดระยะเวลา สัญญาอัตราขึ้นกับ ขนาดความจุของ BESS	เอกชนได้รับรายได้ ตามค่าบริการที่ใช้งานจริง
	สัญญาให้บริการ			เอกชน มีหน้าที่ ในการควบคุมอุปกรณ์ แต่ดำเนินการตามความ ต้องการของการไฟฟ้า	การไฟฟ้ามีอำนาจร้องขอ การให้บริการจากเอกชน			
	สัญญาตามกำลังไฟฟ้า			เอกชน มีหน้าที่ในการ ควบคุมอุปกรณ์ แต่ต้องรับประกัน ความพร้อมใช้งาน	การไฟฟ้ามีสิทธิ์สั่งการ เพื่อเข้าถึงกำลังไฟฟ้า ที่พร้อมใช้งาน	เอกชนได้รับรายได้คงที่ เป็นค่าความพร้อมใช้ อัตราขึ้นกับกำลังไฟฟ้า ที่พร้อมให้บริการ		
	สัญญาตามกำลังไฟฟ้า และพลังงานที่ผลิตได้			เอกชน มีหน้าที่ ในการควบคุมอุปกรณ์ แต่ดำเนินการตาม ความต้องการของการไฟฟ้า	การไฟฟ้ามีสิทธิ์สั่งการ เพื่อเข้าถึงกำลังไฟฟ้าที่ พร้อมใช้งาน	เอกชนได้รับรายได้คงที่ จากค่าความพร้อมใช้ และรายได้ผันแปรจาก พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จริง		
	สัญญาซื้อขายไฟฟ้า			เอกชน มีหน้าที่ ในการควบคุมอุปกรณ์ และ จำหน่ายพลังงานไฟฟ้า ตามสัญญา	การไฟฟ้าซื้อพลังงานไฟฟ้า ตามสัญญา	เอกชนได้รับรายได้ตาม ปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้ ใน อัตราค่าไฟฟ้าตามที่กำหนด ในสัญญาซื้อขายไฟฟ้า		
ตลาดเสรี				เอกชน มีหน้าที่ ในการควบคุมอุปกรณ์ และ จำหน่ายพลังงานไฟฟ้า ตามกลไกตลาด	การไฟฟ้าไม่มีสิทธิ์สั่งการ โดยการทำงานจะขึ้นอยู่กับ กลไกตลาด	เอกชนได้รับรายได้ตาม ราคาพลังงานไฟฟ้าใน ตลาดไฟฟ้า		

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) โดยรวมคาดว่าจะระหว่างปี 2023-2030 การติดตั้งใช้งานโดยหน่วยงานการไฟฟ้าหรือในระดับหน้ามิเตอร์ (Front-of-the-Meter, FTM) ซึ่งครอบคลุม BESS ขนาดใหญ่ที่มีความจุตั้งแต่ 10 เมกะวัตต์-ชั่วโมงขึ้นไปจะมีการเติบโตราวร้อยละ 29 ต่อปีส่งผลให้ในภาพรวมยังคงเป็นกลุ่มผู้ใช้งานที่ครองส่วนแบ่งในตลาดสูงสุดสุด ณ ปี 2030 หรือราว 450-620 กิกะวัตต์-ชั่วโมง สำหรับการติดตั้งใช้งานโดยผู้ใช้ไฟฟ้าหรือในระดับหลังมิเตอร์ (Behind the Meter, BTM) ซึ่งมีขนาดตั้งแต่ไม่กี่กิโลวัตต์-ชั่วโมงไปจนถึง 10 เมกะวัตต์-ชั่วโมง โดยรวมคาดว่าจะระหว่างปี 2023-2030 จะมีการเติบโตไม่ต่ำกว่าร้อยละ 13 ต่อปีในภาคอาคารและโรงงาน (C&I) และร้อยละ 14 ต่อปีในภาคบ้านอยู่อาศัย (Residential) ส่งผลให้เมื่อถึงปี 2030 ความเป็นไปได้ที่ผู้ใช้งานทั้ง 2 กลุ่มจะมีการใช้งาน BESS รวมกันไม่ต่ำกว่า 70 กิกะวัตต์-ชั่วโมงดังแสดงในรูป EX-5

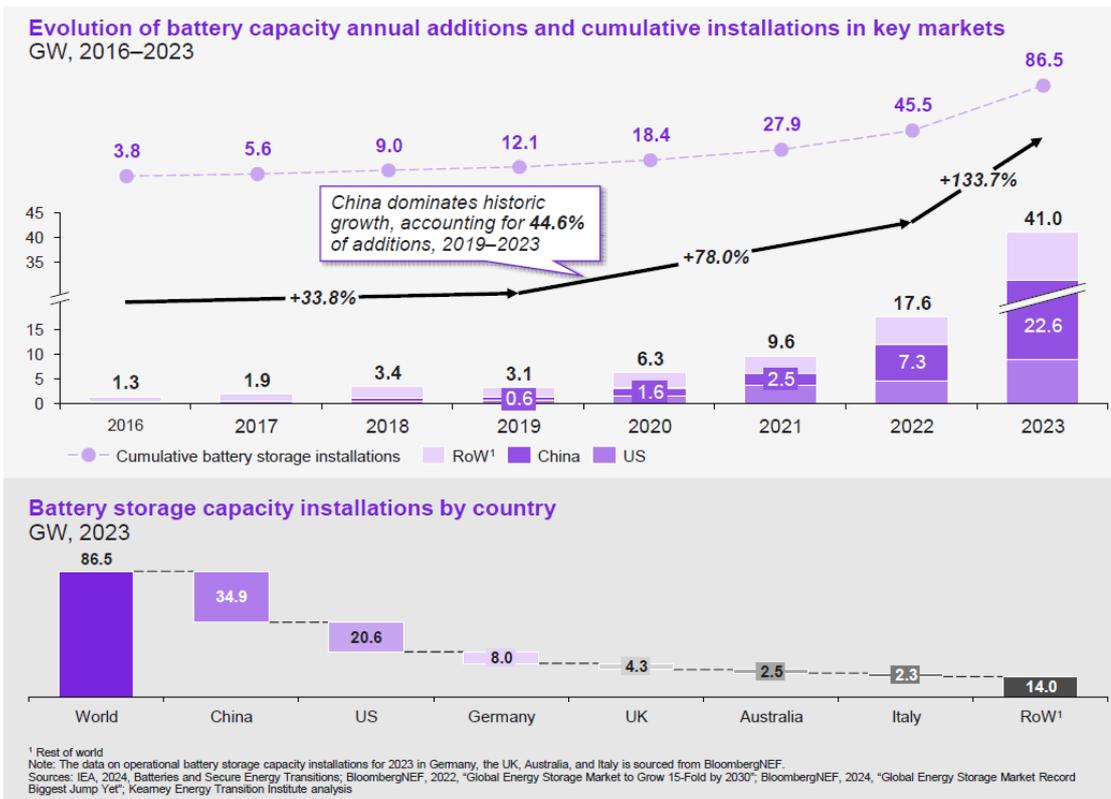


รูป EX-5 ภาพรวมการคาดการณ์การเติบโตของระบบแบตเตอรี่กักเก็บพลังงานในระดับต่าง ๆ ระหว่างปี 2023 – 2030, McKinsey Company⁸

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

3.2 กรณีศึกษาที่น่าสนใจในต่างประเทศ

จากข้อมูลตามรายงานของ Kearney Energy Transition Institute⁹ ยังพบว่าสัญญาณการเติบโตเริ่มปรากฏภาพชัดในช่วงปี 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) ของโลก สามารถแสดงได้ดังรูป EX-5 (ล่าง)

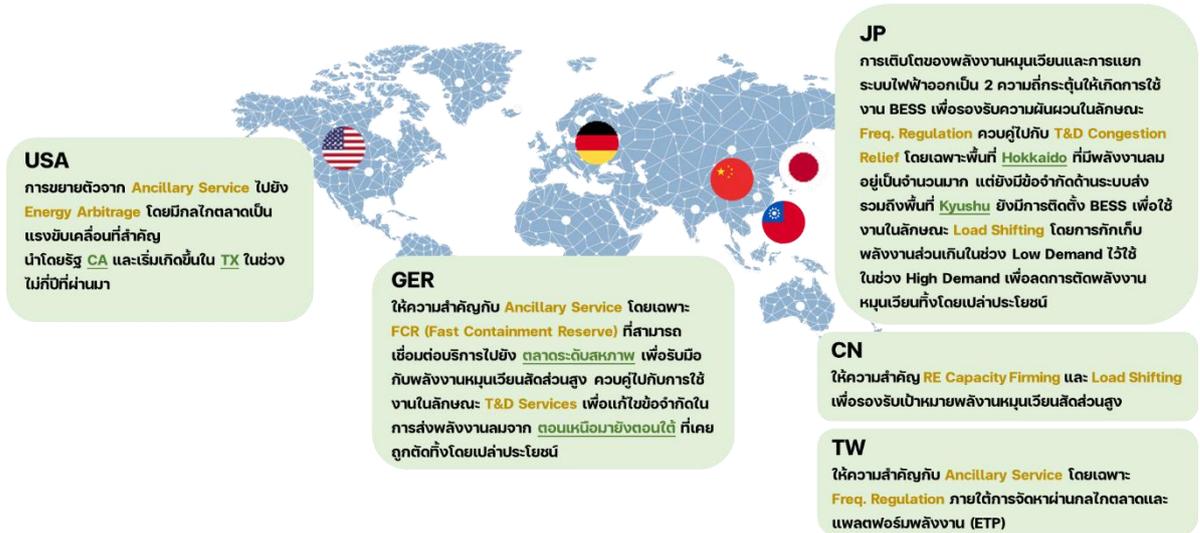


รูป EX-6 ภาพรวมการเติบโตของระบบแบตเตอรี่กักเก็บพลังงานทั่วโลก ระหว่างปี 2016 – 2023, Kearney Energy Transition Institute

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 Storage: A booming sector of technology, 2024

การมีส่วนร่วมของผู้ประกอบการด้านพลังงานหมุนเวียนจำนวนมากที่ทยอยปรับกลยุทธ์ในการดำเนินธุรกิจ เพื่อเดินหน้าสร้างรายได้จากตลาดค้าส่งไฟฟ้า (Wholesale Market) ภายใต้กฎเกณฑ์ตลาดที่กำหนด ซึ่งบริบทดังกล่าวเป็นรายละเอียดที่น่าสนใจต่อการศึกษาเป็นอย่างยิ่ง นอกจากนี้ ใต้หวันและจีนยังเป็นอีกกลุ่มประเทศซึ่งที่ปรึกษาให้ความสนใจเพิ่มเติม เนื่องจากเป็นกลุ่มประเทศที่มีโครงสร้างการดำเนินงานในกิจการไฟฟ้าความคล้ายคลึงกับประเทศไทยในระดับหนึ่ง อีกทั้งยังเป็นพื้นที่เศรษฐกิจซึ่งในระยะหลังมักถูกจับตามองจากนานาชาติเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง 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 ซึ่งความผันผวนและไม่แน่นอนของทรัพยากรดังกล่าวทำให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องไม่สามารถรับมือกับเหตุการณ์ในระบบไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ หากอาศัยกลไกหรือเทคโนโลยีที่มีอยู่แต่เดิมเพียงอย่างเดียว ดังนั้นในช่วงหลายปีที่ผ่านมา BESS จึงเข้ามาเป็นเครื่องมือที่มีบทบาทสำคัญของทั้งผู้ใช้ไฟฟ้า ผู้ประกอบการด้านพลังงานหมุนเวียนและผู้ควบคุมระบบไฟฟ้า (SO) เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องดังสะท้อนให้เห็นได้จากทิศทางการเติบโตของ BESS ทั้งในระดับโครงข่าย (Grid scale) และระดับผู้ใช้ไฟฟ้า (BTM) ซึ่งในแต่ละประเทศมีบริบทและประเด็นที่น่าสนใจ ดังนี้

- **สหรัฐอเมริกา เยอรมนี และญี่ปุ่น** เป็นกลุ่มประเทศที่สามารถสะท้อนภาพของตัวอย่างรูปแบบธุรกิจและการประยุกต์ใช้งาน BESS ร่วมกับระบบไฟฟ้าที่หลากหลาย เนื่องจากที่ผ่านมาทั้งภาคการไฟฟ้า (Utility) และผู้ประกอบการภาคเอกชน (Investor) มีการลงทุนด้านดังกล่าวอย่างต่อเนื่องภายใต้โครงสร้างกิจการไฟฟ้าที่เปิดกว้างให้เกิดการแข่งขัน 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 Regulation Reserve และ Frequency Regulation เพื่อรับมือกับพลังงานหมุนเวียนสัดส่วนสูงและข้อจำกัดในการเดินเครื่องโรงไฟฟ้าเชื้อเพลิงฟอสซิลในบางพื้นที่ ส่วนในเท็กซัส (TX) BESS ยังคงถูกนำมาประยุกต์ใช้เป็น Ancillary Service เป็นหลัก โดยมีแรงขับเคลื่อนที่สำคัญมาจากกลไกตลาดที่เข้มข้นภายใต้โครงสร้างกิจการไฟฟ้าแบบเสรีโดยสมบูรณ์ (Deregulated Market) ดังนั้นจึงทำให้ราคาบริการดังกล่าวสร้างความสนใจให้แก่นักลงทุนเป็นอย่างมาก แต่ในช่วงปีที่ผ่านมารายงานหลายฉบับได้ชี้ให้เห็นภาพของการเปลี่ยนผ่านไปสู่การใช้งานในลักษณะ Energy Arbitrage มากขึ้น โดยมีแรงหนุนมาจากการเติบโตของ BESS ในเท็กซัสที่ดำเนินไปอย่างรวดเร็วทำให้เกิดการแข่งขันในตลาด Ancillary Service ที่เข้มข้นจนทำให้ราคาบริการดังกล่าวตกลงมาอยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกับ Energy & Capacity Services ซึ่งมีข้อได้เปรียบในแง่ของการมีโอกาสถูกเรียกใช้งานที่สม่าเสมอมากกว่า

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

- **ญี่ปุ่น:** โดยรวมสามารถแยกรูปแบบการประยุกต์ใช้งาน BESS ตามลักษณะปัญหาที่ผู้ควบคุมระบบไฟฟ้ากำลังเผชิญอยู่ กล่าวคือในบริเวณตะวันตก (West) ของประเทศโดยเฉพาะในพื้นที่ Kyushu ซึ่งมีศักยภาพในการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนมากเกินกว่าความต้องการใช้งานจนทำให้ต้องตัดพลังงานดังกล่าวออกจากระบบไฟฟ้าโดยเปล่าประโยชน์ (Curtailment) อยู่เป็นประจำ ส่วนพื้นที่ทางตะวันออก (East) ของประเทศโดยเฉพาะในแถบ Hokkaido ซึ่งมีศักยภาพด้านการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมสูงมาก แต่ยังคงมีข้อจำกัดของโครงสร้างพื้นฐานระบบส่งไฟฟ้าจึงทำให้ไม่สามารถส่งพลังงานดังกล่าวไปยังพื้นที่

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 อีกทั้งยังเป็นกลุ่มประเทศที่มักถูกจับตามองจากนานาประเทศอย่างต่อเนื่องทั้งในฐานะผู้ผลิตและผู้ใช้งานแบตเตอรี่รายใหญ่ของโลก 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 เนื่องจากปัจจุบันโครงสร้างตลาดไฟฟ้าของประเทศไทยยังคงมีการดำเนินการแบบผสมผสานระหว่างตลาดเสรี (Competitive Market Model) และการรวมศูนย์แบบผูกขาด (Vertically Integrated Monopoly)

4. กรณีสึกษา รูปแบบการประยุกต์ใช้งานและรูปแบบธุรกิจในการลงทุนจัดหา BESS มาใช้งานร่วมกับโครงข่ายไฟฟ้าในประเทศไทย (สอดคล้องกับ TOR 4.1 และ TOR 4.3)

ที่ปรึกษาได้ดำเนินการศึกษาและรวบรวมกรณีสึกษา รูปแบบการประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยี BESS เป็นผลิตภัณฑ์ในระบบไฟฟ้าของประเทศไทย (สอดคล้องกับ TOR 4.1) รวมถึงศึกษาและรวบรวมกรณีสึกษา รูปแบบธุรกิจในการลงทุนและการจัดหา BESS ในระดับ Grid Scale มาใช้งานเป็นแหล่งทรัพยากรในระบบไฟฟ้าของประเทศไทย (สอดคล้องกับ TOR ข้อ 4.3)

4.1 ภาพรวมการดำเนินการและโครงการที่เกี่ยวข้อง

โดยในปัจจุบันหน่วยงานการไฟฟ้าของประเทศไทยได้มีการนำระบบแบตเตอรี่กักเก็บพลังงาน (BESS) มาใช้งานร่วมกับโครงข่ายไฟฟ้าบ้างแล้ว ซึ่งเป็นการดำเนินการตามแผนการขับเคลื่อนการดำเนินงานด้านสมรรถกิริยาของประเทศไทย ระยะปานกลาง พ.ศ. 2565-2574 ของกระทรวงพลังงานในส่วนของเสาหลักที่ 3 ระบบไมโครกริด (Microgrid) เสาหลักที่ 4 ระบบกักเก็บพลังงาน (Energy Storage 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 ซึ่งในภาพรวมเป็นการดำเนินการตามแผนการขับเคลื่อนการดำเนินงานด้านสมรรถกิริยาของประเทศไทยระยะสั้น (พ.ศ. 2560-2564) และระยะปานกลาง (พ.ศ. 2565-2574) ของกระทรวงพลังงานในส่วนของเสาหลักที่ 3 ระบบไมโครกริด (Microgrid) เสาหลักที่ 4 ระบบกักเก็บพลังงาน (Energy Storage System: ESS) อีกทั้ง ยังมีแผนการดำเนินการในอนาคตที่สอดคล้องกับ (ร่าง) แผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย พ.ศ. 2567-2580 (PDP2024) และแผนการดำเนินงานของหน่วยงานการไฟฟ้าแต่ละแห่งอีกด้วย โดยในภาพรวมหน่วยงานการไฟฟ้าทั้ง 3 แห่ง มีจุดประสงค์ในการนำ BESS เข้ามาใช้งานร่วมกับระบบโครงข่ายไฟฟ้าเพื่อรักษาความต่อเนื่องและเสริมสร้างความมั่นคงให้กับระบบผลิต

ไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนที่คาดว่าจะมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นในอนาคตตั้งสะท้อนให้เห็นได้จากวิสัยทัศน์ในการลงทุนและประยุกต์งาน 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/ขนานเครื่องของโรงไฟฟ้าประเภทดังกล่าว ดังนั้นจึงทำให้ต้องนำมาตรการลดกำลังการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนมาใช้ในบางช่วงเวลา ซึ่งในส่วนดังกล่าว BESS จะถูกนำมาใช้งานเพื่อเป็นเครื่องมือในการบริหารจัดการพลังงานจาก VRE โดยการกักเก็บพลังงานในช่วงที่มีกำลังการผลิตไฟฟ้าจาก VRE สูงเกินความต้องการของระบบและจ่ายพลังงานไฟฟ้ากลับสู่ระบบในช่วงที่มีความต้องการใช้ไฟฟ้าสูง ซึ่งในภาพรวมเป็นการประยุกต์ใช้ BESS เป็น Energy & Capacity Services 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 มาใช้งานเพื่อลดต้นทุนการจัดการไฟฟ้าในช่วงพีค (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 และโครงการพัฒนาระบบกักเก็บพลังงานเพื่อรองรับการบริหารจัดการความต้องการไฟฟ้าและพลังงานหมุนเวียนระยะที่ 1 (โครงการในอนาคต) ที่คาดว่าจะมีการทำสัญญาในรูปแบบการเช่าซื้อระยะเวลา 10 ปี (รับมอบทรัพย์สินปีที่ 10) ซึ่งรูปแบบการลงทุนดังกล่าวถือเป็นต้นแบบและก้าวที่สำคัญของการพัฒนารูปแบบการจัดการ BESS มาใช้งานร่วมกับระบบไฟฟ้าของประเทศไทยในอนาคต

- ภาคเอกชน หรือผู้ประกอบการโรงไฟฟ้าเอกชนให้ความสำคัญการลดความผันผวนและรักษาความต่อเนื่องในการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนให้เป็นที่ไปตามสัญญา (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) ในระบบไฟฟ้าถือเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งต่อประเทศในช่วงเปลี่ยนผ่านทางด้านพลังงาน 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 รวมถึงความร่วมมือจากผู้ผลิตและพัฒนาเทคโนโลยี โดยเฉพาะในประเด็นเกี่ยวกับการสนับสนุนให้เกิดการผลิต BESS จากภายในประเทศ ซึ่งการรับฟังความคิดเห็นจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียกลุ่มดังกล่าวจะช่วยให้ภาคนโยบายเข้าใจถึงข้อจำกัดในด้านกฎหมายและกรอบการกำกับดูแลที่ยังคงเป็นอุปสรรค โดยการแลกเปลี่ยนความเข้าใจและการแก้ปัญหาร่วมกันย่อมนำไปสู่การใช้งานเทคโนโลยีได้อย่างคุ้มค่าและยั่งยืนในที่สุด ซึ่งหากภาครัฐสามารถกำหนดนโยบายด้านอุตสาหกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพด้วยแล้ว ก็ยิ่งเป็นการส่งเสริมให้เกิดผู้ประกอบการและการลงทุนในห่วงโซ่อุปทานในประเทศได้อีกด้วย

ปัจจัยสำคัญในการพัฒนาด้านนโยบาย คือ ภาคนโยบายจะต้องเข้าใจในเทคโนโลยีใหม่ ๆ และพิจารณาถึงความเป็นไปได้ในการนำเทคโนโลยีดังกล่าวมาใช้งานให้สอดคล้องกับสถานการณ์และบริบทของระบบไฟฟ้าในอนาคต 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 ยังรวมถึงการยกระดับความสามารถให้แก่วางระบบส่งและระบบจำหน่าย (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) ที่เหมาะสมย่อมอำนวยความสะดวกให้การพัฒนาดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพและมีทิศทางเพื่อสร้างความเชื่อมั่นให้แก่นักลงทุนไปพร้อม ๆ กัน นอกจากนี้ ในระยะเริ่มต้นภาครัฐจำเป็นต้องเดินหน้าส่งเสริมการวิจัยและพัฒนา (R&D) เพื่อยกระดับองค์ประกอบที่สำคัญทั้งในด้านต้นทุนราคา ด้านองค์ความรู้ ตลอดจนด้านความเชี่ยวชาญของบุคลากรโดยการสร้างโอกาสและประสบการณ์ให้แก่ผู้ที่เกี่ยวข้องผ่านโครงการศึกษา (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 (Battery 2020), กลยุทธ์การกักเก็บพลังงาน (Energy Storage Strategy) และโครงการ Energy Research Program โดยมุ่งเน้นไปที่การจัดเตรียมเงินทุนสำหรับการวิจัยและพัฒนาเพื่อลดต้นทุนวัตถุดิบและมองหาโอกาสในการวัสดุรูปแบบใหม่ ๆ มาใช้งานเป็น BESS คุณภาพสูง
- **ญี่ปุ่น:** ดำเนินการผ่านแผนกลยุทธ์พลังงานฉบับที่ 6 (6th 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) และแผนแม่บทสมาร์ตกริด (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:** ที่ผ่านมามาภาครัฐได้มีการดำเนินการภายใต้แผนปฏิรูปประเทศด้านพลังงาน 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) ที่อำนวยความสะดวกการวิจัยและพัฒนา BESS รวมถึงการมุ่งสู่เทคโนโลยีระบบกักเก็บพลังงานรูปแบบใหม่ (Next Generation of ESS) ไปพร้อม ๆ กันเช่นเดียวกับ แผนแม่บทการพัฒนาระบบโครงข่ายสมาร์ทกริดของประเทศไทย พ.ศ. 2558 – 2579 และแผนการขับเคลื่อนการพัฒนาระบบโครงข่ายสมาร์ทกริดของประเทศไทยภายใต้แผนแม่บทฯ ที่ได้ให้ความสำคัญกับ “การพัฒนาโครงข่ายไฟฟ้าของประเทศให้ทันสมัยและสอดคล้องกับการเปลี่ยนผ่านทางด้านพลังงาน” โดยมีกรอบเป้าหมายในการดำเนินงานภายใต้ 5 เสาหลักซึ่งระบบกักเก็บพลังงานถูกกำหนดบทบาทไว้อย่างชัดเจนในเสาหลักที่ 4 ของแผนขับเคลื่อนระยะปานกลาง นอกจากนี้ แผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย (PDP) ยังได้มีการขับเคลื่อนการดำเนินงานไปในลักษณะที่สอดคล้องกัน กล่าวคือ ภายใต้แผน PDP ปี 2018 ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 1 ได้ให้ความสำคัญกับการส่งเสริมการรับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนพื้นดินร่วมกับระบบกักเก็บพลังงาน (Solar+BESS) ครอบคลุมปี 2567-2573 รวม 1,000 MW รวมถึงร่างแผน PDP ปี 2024 ยังได้มีการกำหนดเป้าหมายการจัดการระบบกักเก็บพลังงานในระดับ Grid Scale มาใช้งานร่วมกับโครงข่ายไฟฟ้าอีก 6,300 MW ครอบคลุมปี 2574-2580 โดยมีการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) เป็นผู้รับผิดชอบเพื่อดำเนินการตามร่างแผน PDP 2024

2) นโยบายส่งเสริมการลงทุน

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

บางประเภทเพื่อสร้างแต้มต่อและแรงจูงใจในการดำเนินธุรกิจให้แก่ผู้ประกอบการหรือในบางกรณีอาจเสนอทางเลือกทางการเงินในลักษณะเงินกู้ดอกเบี้ยต่ำ (Low Interest Loan) เพื่อทดแทนมาตรการทางการเงินในลักษณะการอุดหนุนโดยตรง (Direct Subsidy)

โดยที่ปรึกษาพบ นโยบาย บทบัญญัติ มาตรการ แนวทางการดำเนินงานรวมถึงโครงการที่สำคัญในต่างประเทศและประเทศไทยที่อยู่ภายใต้บริบทดังกล่าว ดังนี้

- **สหรัฐอเมริกา:** ดำเนินการผ่าน (ร่าง) รัษฎบัญญัติการกักเก็บ (พลังงาน) ปี 2013 (Storage 2013 Act) และรัษฎบัญญัติลดอัตราเงินเฟ้อ (IRA) โดยมีข้อเสนอทางการเงินในลักษณะเครดิตภาษี (Tax Credit) ให้แก่โครงการด้านพลังงานหมุนเวียนและระบบกักเก็บพลังงาน
- **เยอรมนี:** ดำเนินการผ่านนโยบายยกเลิกการเรียกเก็บค่าธรรมเนียม EEG Levy ภายใต้รัษฎบัญญัติแหล่งพลังงานหมุนเวียน (EEG) และนโยบายยกเว้นค่าธรรมเนียมการเชื่อมต่อระบบไฟฟ้า (Grid Fee Exemption) ภายใต้รัษฎบัญญัติอุตสาหกรรมพลังงาน (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:** ที่ผ่านมาจากคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (BOI) ได้มีการออก “มาตรการส่งเสริมการลงทุนฉบับแก้ไขปี พ.ศ. 2564” เพื่อกระตุ้นและสนับสนุนการลงทุนในอุตสาหกรรมที่เป็นประโยชน์ต่อเศรษฐกิจและสังคมผ่านมาตรการปรับปรุงประสิทธิภาพที่สำคัญทั้ง 6 ด้าน โดยระบบกักเก็บพลังงานถือเป็นหนึ่งในองค์ประกอบสำคัญใน ด้านการประหยัดพลังงาน การใช้พลังงานทดแทน หรือการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (ด้านที่ 1) โดยในภาพรวมมีการมอบสิทธิประโยชน์ด้านการยกเว้นอากรขาเข้าให้แก่เครื่องจักร/อุปกรณ์สำหรับปรับปรุงประสิทธิภาพหรือยกระดับกิจการซึ่งครอบคลุม BESS และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง 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 เนื่องจากผู้เล่นในตลาดสามารถนำทรัพยากรที่ลงทุนไว้มาให้บริการแก่ระบบไฟฟ้าเพื่อรับผลตอบแทนตามกลไกเชิงพาณิชย์หรือใกล้เคียงเชิงพาณิชย์มากยิ่งขึ้นเพื่อให้ผู้ลงทุนมีแหล่งรายได้ของธุรกิจที่ต่อเนื่องโดยไม่ต้องได้รับการสนับสนุนทางการเงินจากภาครัฐเพียงอย่างเดียว ซึ่งในภาพรวมแหล่งรายได้ดังกล่าวสามารถเกิดขึ้นได้หลายรูปแบบ กล่าวคือ ในช่วงแรกอาจอยู่ในลักษณะนโยบายการรับซื้อจากภาครัฐ (Purchase Scheme) ซึ่งอาจต้องพึ่งพากลไกอุดหนุนหรือชดเชยผลตอบแทนบางรูปแบบควบคู่ไปด้วย อาทิ Feed-in-Tariff (FIT) หรือ Feed-in-Premium (FiP) เป็นต้น เพื่อสร้างความสามารถในการแข่งขัน (Competitiveness) ในช่วงที่ต้นทุนราคาเทคโนโลยียังไม่อำนวยให้เกิดการแข่งขันได้อย่างเต็มที่ ก่อนที่ในระยะต่อไปภาครัฐจะค่อย ๆ ปล่อยมือออกจากกลไกดังกล่าวเพื่อขับเคลื่อนการดำเนินงานให้เข้าใกล้เชิงพาณิชย์มากขึ้น 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 นอกจากนี้ ตั้งแต่ปี 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) มณฑลกานซู (Gansu) มณฑลชานซี (Shanxi) มณฑลซานตง (Shandong) และมณฑลยูนนาน (Yunnan) เป็นต้น รวมถึงในบางพื้นที่ยังเปิดโอกาสให้ BESS ในระดับ BTM มีส่วนร่วมกับระบบไฟฟ้าเพื่อแลกกับผลตอบแทน โดยมีเงื่อนไขว่าต้องอยู่ภายใต้การควบคุมของหน่วยงานที่ส่งเดินโรงไฟฟ้าโดยตรง

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

- **ประเทศไทย:** ที่ผ่านมามาภาครัฐได้ดำเนินการตาม “นโยบายรับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนพื้นดินร่วมกับระบบกักเก็บพลังงาน (Solar+BESS)” ตั้งแต่ปี 2567-2573 รวม 1,000 MW ผ่านกลไกการรับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนในรูปแบบ Feed-in Tariff (FiT) สำหรับพลังงานแสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนพื้นดินร่วมกับระบบกักเก็บพลังงาน เพื่อส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนที่สอดคล้องกับแผนการเพิ่มการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานสะอาด ภายใต้แผน PDP2018 ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 1 โดยที่ผ่านมามาสำนักงาน กกพ. ได้ประกาศรายชื่อผู้ยื่นขอผลิตไฟฟ้าที่ได้รับการคัดเลือกจำนวน 24 ราย และมีปริมาณพลังงานไฟฟ้าเสนอขายที่ได้รับการคัดเลือกจำนวน 994.06 MW นอกจากนี้ ภาครัฐยังได้มีการดำเนินการตาม “นโยบายรับซื้อไฟฟ้าจากผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็กโครงการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนในรูปแบบ SPP Hybrid Firm” โดยดำเนินการรับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนในรูปแบบ Feed-in Tariff (FiT) สำหรับผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็ก (SPP) แบบ SPP Hybrid Firm ในปริมาณ 300 MW เพื่อให้การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนอยู่ในรูปแบบ Firm และช่วยสร้างความมั่นคงให้แก่ระบบไฟฟ้า ลดความผันผวนของพลังงานธรรมชาติที่มีความไม่แน่นอนสูงให้มีความสามารถในการพึ่งพาได้มากกว่าโรงไฟฟ้าหมุนเวียนในรูปแบบปกติเพื่อช่วยลดภาระการจัดการหาเชื้อเพลิงประเภทใดประเภทหนึ่งในการผลิตไฟฟ้าลง โดยการบริหารจัดการเชื้อเพลิงและผลิตไฟฟ้าร่วมกับพลังงานหมุนเวียนในรูปแบบอื่น ๆ รวมถึงอาจใช้เทคโนโลยีการกักเก็บพลังงานร่วมด้วย โดยที่ผู้/ทางสำนักงาน กกพ. ได้ประกาศรายชื่อที่ได้รับการคัดเลือกจำนวน 17 ราย และมีปริมาณพลังงานไฟฟ้าเสนอขายที่ได้รับการคัดเลือกจำนวน 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 จะเลือกพิจารณาตามความเป็นไปได้ที่จะเกิดขึ้นของรูปแบบธุรกิจเพื่อให้สอดคล้องกับการบริการในแต่ละด้านแสดงตัวอย่างดังตารางที่ EX-4

ตารางที่ EX-4: สรุปรูปแบบธุรกิจการลงทุนการจัดการจัดหา BESS ในระดับ Grid Scale ที่นำมาวิเคราะห์สำหรับการประยุกต์ใช้งานในระบบไฟฟ้าแต่ละกลุ่ม

บริการ (Services)	รูปแบบธุรกิจและการลงทุน			
	ภาครัฐลงทุนโดยตรง	สัญญาระยะยาว	ตลาดเสรี	ผสมผสาน
บริการด้านพลังงานและกำลังไฟฟ้า (Energy & Capacity Services)	กรณีฐานสำหรับการวิเคราะห์	รูปแบบสัญญาเช่าภายใต้การจัดการแบบ BOOT	แข่งขันแบบเสรีภายใต้ตลาดพลังงานไฟฟ้า (Energy Market) และ ตลาดกำลังไฟฟ้า (Capacity Market)	รูปแบบสัญญาตามกำลังไฟฟ้า ร่วมกับการแข่งขันภายใต้ตลาดไฟฟ้า
		รูปแบบสัญญาเช่าภายใต้การจัดการแบบ BOO		
		รูปแบบสัญญาให้บริการ		
		รูปแบบสัญญาตามกำลังไฟฟ้า		รูปแบบสัญญาตามกำลังไฟฟ้าและพลังงานที่ผลิตได้ ร่วมกับการแข่งขันภายใต้ตลาดไฟฟ้า
		รูปแบบสัญญาตามกำลังไฟฟ้าและพลังงานที่ผลิตได้		
		รูปแบบสัญญาซื้อขายไฟฟ้า		
บริการในระบบส่งและระบบจำหน่าย	กรณีฐานสำหรับการวิเคราะห์	รูปแบบสัญญาเช่าภายใต้การจัดการแบบ BOOT	ไม่พิจารณา	

บริการ (Services)	รูปแบบธุรกิจและการลงทุน			
	ภาครัฐลงทุน โดยตรง	สัญญาระยะยาว	ตลาดเสรี	ผสมผสาน
(Transmission & Distribution Services)		รูปแบบสัญญาเช่า ภายใต้การจัดหาแบบ BOO		
		รูปแบบสัญญาให้บริการ		
		รูปแบบสัญญาตาม กำลังไฟฟ้า		
		รูปแบบสัญญาตาม กำลังไฟฟ้าและพลังงาน ที่ผลิตได้		
		รูปแบบสัญญาซื้อขาย ไฟฟ้า		
บริการเสริม ความมั่นคง ในระบบไฟฟ้า (Ancillary Services)	กรณีฐานสำหรับ การวิเคราะห์	รูปแบบสัญญาเช่า ภายใต้การจัดหาแบบ BOOT	แข่งขันแบบเสรี ภายใต้ตลาดบริการ ความมั่นคงไฟฟ้า (Ancillary Market)	รูปแบบสัญญาตาม กำลังไฟฟ้า ร่วมกับ การแข่งขันภายใต้ ตลาดไฟฟ้า
		รูปแบบสัญญาเช่า ภายใต้การจัดหาแบบ BOO		
		รูปแบบสัญญาให้บริการ		
		รูปแบบสัญญาตาม กำลังไฟฟ้า		รูปแบบสัญญาตาม กำลังไฟฟ้าและพลังงาน ที่ผลิตได้ ร่วมกับ การแข่งขันภายใต้ ตลาดไฟฟ้า
		รูปแบบสัญญาตาม กำลังไฟฟ้าและพลังงาน ที่ผลิตได้		
		รูปแบบสัญญาซื้อขาย ไฟฟ้า		

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

- รูปแบบสัญญาเช่าภายใต้การจัดการแบบ 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 รวมถึงไม่เป็นภาระในการบำรุงรักษาอุปกรณ์ที่ถือได้ว่าเป็นเทคโนโลยีใหม่ในระบบไฟฟ้า ซึ่งภาครัฐอาจจะยังไม่มีความชำนาญในการบำรุงรักษา อย่างไรก็ตามการที่ NCC ได้รับสิทธิ์ในการเลือกสถานที่ติดตั้งและได้สิทธิ์ในการสั่งการเดินเครื่องทำให้อุปกรณ์ยังมีความยืดหยุ่นในการใช้งานสูงสามารถนำไปใช้ในบริการอื่นได้ภายใต้เงื่อนไขการรับประกันที่ตกลงไว้กับผู้ลงทุน จุดเด่นสุดท้ายคือ NCC จะได้รับสินทรัพย์ BESS ดังกล่าวเมื่อหมดสัญญาซึ่งถึงแม้ว่าจะใกล้สิ้นสุดอายุการใช้งาน แต่ก็ยังถือว่า BESS ดังกล่าวยังใช้งานได้อยู่

- **รูปแบบสัญญาเช่าภายใต้การจัดการแบบ BOO**

รูปแบบธุรกิจสัญญาเช่า BESS ภายใต้การจัดการแบบ BOO ความรับผิดชอบของเอกชนจะเหมือนกับรูปแบบธุรกิจสัญญาเช่า BESS ภายใต้การจัดการแบบ BOOT เพียงแต่จะไม่มี การโอนสิทธิ์พัย BESS ให้ภาครัฐหลังหมดสัญญา

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

- **รูปแบบสัญญาให้บริการ**

เอกชนผู้ลงทุนเป็นผู้รับผิดชอบกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการลงทุน การเดินเครื่องตามที่ได้รับ การสั่งการ และการบำรุงรักษา BESS โดยมีคู่ค้าที่สำคัญคือผู้จัดหา BESS และ NCC ซึ่งทรัพยากรที่จำเป็นจะประกอบไปด้วย เทคโนโลยี BESS ที่มีคุณลักษณะเหมาะสมกับการใช้งาน รวมถึงความรู้ในการใช้งาน และบำรุงรักษา BESS และพลังงานไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้า

สำหรับจุดเด่นของรูปแบบธุรกิจนี้นอกจากการลดต้นทุนและเพิ่มความมั่นคงในระบบไฟฟ้าในช่วง peak load แล้วนั้น การที่เอกชนเป็นผู้ลงทุนและเดินเครื่องยังเป็นการลดภาระทางการเงินและบุคลากรของภาครัฐที่มีข้อจำกัดด้านงบประมาณและกำลังพล โดยที่ NCC ยังมีสิทธิ์ในการสั่งการเดินเครื่องทำให้ อุปกรณ์ยังมีความยืดหยุ่นในการใช้งานค่อนข้างสูง สามารถนำไปใช้ในบริการอื่นได้ภายใต้เงื่อนไขการรับประกันที่ตกลงไว้กับผู้ลงทุน

- **รูปแบบสัญญาตามกำลังไฟฟ้า**

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

สำหรับจุดเด่นของรูปแบบธุรกิจนี้นอกจากการลดต้นทุนและเพิ่มความมั่นคงในระบบไฟฟ้าในช่วง peak load แล้วนั้น การที่เอกชนเป็นผู้ลงทุนและเดินเครื่องยังเป็นการลดภาระทางการเงินและบุคลากรของภาครัฐที่มีข้อจำกัดด้านงบประมาณและกำลังพล นอกจากนี้ NCC ยังไม่ต้องรับผิดชอบต่อ ความสูญเสียทางไฟฟ้าจากการใช้งาน BESS

- **รูปแบบสัญญาตามกำลังไฟฟ้าและพลังงานที่ผลิตได้**

กิจกรรมที่เอกชนผู้ลงทุนต้องรับผิดชอบกิจกรรมนั้นจะเหมือนกับรูปแบบสัญญาตาม กำลังไฟฟ้า โดยมีคู่ค้าที่สำคัญคือผู้จัดหา BESS และ NCC ซึ่งทรัพยากรที่จำเป็นจะประกอบไปด้วย เทคโนโลยี BESS ที่มีคุณลักษณะเหมาะสมกับการใช้งาน รวมถึงความรู้ในการใช้งานและบำรุงรักษา BESS และพลังงาน

ไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้า

สำหรับจุดเด่นของรูปแบบธุรกิจนี้จะเหมือนกับรูปแบบสัญญาตามกำลังไฟฟ้า นอกจากนี้สัญญาแบบนี้จะจำกัดค่าใช้จ่ายของภาครัฐลงได้เมื่อเทียบกับรูปแบบสัญญาตามกำลังไฟฟ้า 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 และการซื้อขายไฟฟ้าผ่านสัญญาระยะสั้นหรือในตลาดซื้อขายไฟฟ้า โดยมีคู่ค้าที่สำคัญคือผู้จัดหา BESS, NCC และผู้ใช้ไฟฟ้าในระบบไฟฟ้า ซึ่งทรัพยากรที่จำเป็นจะประกอบไปด้วย เทคโนโลยี BESS ที่มีคุณลักษณะเหมาะสมกับการใช้งาน รวมถึงความรู้ในการใช้งานและบำรุงรักษา BESS และพลังงานไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้า

สำหรับจุดเด่นของรูปแบบธุรกิจนี้นอกจากการลดต้นทุนและเพิ่มความมั่นคงในระบบไฟฟ้าในช่วง peak load แล้วนั้น ยังเป็นการลดภาระของภาครัฐในการจัดหาไฟฟ้าทั้งระบบเนื่องจากผู้ใช้ไฟฟ้าบางส่วนจะจัดหาไฟฟ้าด้วยตัวเอง นอกจากนี้ยังสามารถลดค่าใช้จ่ายได้บางส่วนจากการทำสัญญาระยะยาวที่ช่วยลดความเสี่ยงของผู้ลงทุน ทำให้ผู้ลงทุนสามารถผลตอบแทนการลงทุนที่คาดหวังลงได้เมื่อเทียบกับธุรกิจในตลาดพลังงานไฟฟ้า

• **รูปแบบสัญญาตามกำลังไฟฟ้าและพลังงานที่ผลิตได้ ร่วมกับตลาดพลังงานไฟฟ้า**

กิจกรรมที่เอกชนผู้ลงทุนต้องรับผิดชอบกิจกรรมนั้นจะประกอบไปด้วยการลงทุน การเดินเครื่อง การบำรุงรักษา การให้บริการตามสัญญาระยะยาวที่ทำไว้ และการซื้อขายไฟฟ้าผ่านสัญญา ระยะสั้นหรือในตลาดซื้อขายไฟฟ้า โดยมีคู่ค้าที่สำคัญคือผู้จัดหา BESS, NCC และผู้ใช้ไฟฟ้าในระบบไฟฟ้า ซึ่งทรัพยากรที่จำเป็นจะประกอบไปด้วย เทคโนโลยี BESS ที่มีคุณลักษณะเหมาะสมกับการใช้งาน รวมถึง ความรู้ในการใช้งานและบำรุงรักษา BESS และพลังงานไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้า

สำหรับจุดเด่นของรูปแบบธุรกิจนี้นอกจากการลดต้นทุนและเพิ่มความมั่นคงในระบบ ไฟฟ้าในช่วง peak load แล้วนั้น ยังเป็นการลดภาระของภาครัฐในการจัดหาไฟฟ้าทั้งระบบเนื่องจากผู้ใช้ไฟฟ้า บางส่วนจะจัดหาไฟฟ้าด้วยตัวเอง นอกจากนี้ยังสามารถลดค่าใช้จ่ายได้บางส่วนจากการทำสัญญาระยะยาว ที่ช่วยลดความเสี่ยงของผู้ลงทุน ทำให้ผู้ลงทุนสามารถผลตอบแทนการลงทุนที่คาดหวังลงได้เมื่อเทียบกับ ธุรกิจในตลาดพลังงานไฟฟ้า ทั้งนี้ยังช่วยลดค่าใช้จ่ายของภาครัฐลงได้เมื่อเทียบกับรูปแบบสัญญาตาม กำลังไฟฟ้า เนื่องจากจะต้องชำระค่าไฟฟ้าเท่าที่ใช้จริงเท่านั้น

2) การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการเงิน

การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของธุรกิจนี้ในรายงานฉบับนี้จะวิเคราะห์ในมุมมองของผู้ลงทุน และพิจารณา เฉพาะผลตอบแทนโดยตรงจากการลงทุนเท่านั้น นั่นคือในกรณีภาครัฐลงทุนเอง จะเป็นการวิเคราะห์ในมุมมองของ รัฐวิสาหกิจผู้ลงทุน และผลตอบแทนจะมาจากค่าไฟฟ้าที่รัฐวิสาหกิจจะได้รับเพิ่มเติม ส่วนในกรณีอื่น ๆ จะเป็นการวิเคราะห์ในมุมมองของเอกชนผู้ลงทุน และผลตอบแทนจะมาจากค่าตอบแทนที่เอกชนได้รับการวิเคราะห์ ความเป็นไปได้ของธุรกิจจะเริ่มจากการสร้างรายการกระแสเงินสดของธุรกิจ ซึ่งจะได้จากข้อมูลรายรับและ รายจ่ายของธุรกิจ จาก Business Model Canvas ซึ่งจะสามารถสรุปรายการโครงสร้างต้นทุน (รายจ่าย) ได้ ดังตารางที่ EX-5 ส่วนของรายรับของแต่ละรูปแบบธุรกิจนั้นจะสามารถสรุปได้ดังตารางที่ EX-6 มีรายการข้อมูล และสมมติฐานสำหรับบริการด้านพลังงานและกำลังไฟฟ้างั้นนำเสนอในตารางที่ EX-7

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

รูปแบบธุรกิจ	ค่าใช้ที่ดิน	ค่าเดินเครื่อง BESS	ค่าบำรุงรักษา BESS	ค่าไฟฟ้าอัด ประจุ	ค่า O&M ระบบผลิต ไฟฟ้า
ภาครัฐลงทุนโดยตรง	✓	✓	✓	✓	
สัญญาเช่าใช้ แบบ BOOT			✓		
สัญญาเช่าใช้ แบบ BOO			✓		
สัญญาให้บริการ	✓	✓	✓		
สัญญาตามกำลังไฟฟ้า	✓	✓	✓	✓	
สัญญาตามกำลังไฟฟ้า และพลังงานที่ผลิตได้	✓	✓	✓	✓	
สัญญาซื้อขายไฟฟ้า	✓	✓	✓	✓	✓
ตลาดพลังงานไฟฟ้า	✓	✓	✓	✓	

รูปแบบธุรกิจ	ค่าใช้ที่ดิน	ค่าเดินเครื่อง BESS	ค่าบำรุงรักษา BESS	ค่าไฟฟ้าอัด ประจุ	ค่า O&M ระบบผลิต ไฟฟ้า
สัญญาตามกำลังไฟฟ้า ร่วมกับตลาดพลังงานไฟฟ้า	✓	✓	✓	✓	
สัญญาตามกำลังไฟฟ้าและ พลังงานที่ผลิตได้ ร่วมกับ ตลาดพลังงานไฟฟ้า	✓	✓	✓	✓	

ตารางที่ EX-6: รายการรายได้ของแต่ละรูปแบบธุรกิจการลงทุนและการจัดหา BESS ในระดับ Grid Scale สำหรับบริการด้านพลังงานและกำลังไฟฟ้า

รูปแบบธุรกิจ	รายได้จากสัญญาระยะยาว		รายได้จากสัญญาระยะสั้น	
	ค่าเช่า, ค่าบริการ, ค่า ความพร้อมจ่าย	ค่าพลังงาน ที่จ่ายเข้าระบบ	ค่า ความพร้อมจ่าย	ค่าพลังงาน ที่จำหน่าย
ภาครัฐลงทุนโดยตรง	✓			
สัญญาเช่าใช้ แบบ BOOT	✓			
สัญญาเช่าใช้ แบบ BOO	✓			
สัญญาให้บริการ	✓			
สัญญาตามกำลังไฟฟ้า	✓	เหมาจ่าย		
สัญญาตามกำลังไฟฟ้า และพลังงานที่ผลิตได้	✓	จ่ายตามจริง		
สัญญาซื้อขายไฟฟ้า		✓	✓	✓
ตลาดพลังงานไฟฟ้า			✓	✓
สัญญาตามกำลังไฟฟ้า ร่วมกับตลาดพลังงานไฟฟ้า	✓ (จากส่วนที่ ทำสัญญา)	✓ (จากส่วนที่ ทำสัญญา)	✓ (จาก ส่วนที่เหลือ)	✓ (จาก ส่วนที่เหลือ)
สัญญาตามกำลังไฟฟ้าและ พลังงาน ที่ผลิตได้ ร่วมกับตลาดพลังงาน ไฟฟ้า	✓ (จากส่วนที่ ทำสัญญา)	✓ (จากส่วนที่ ทำสัญญา)	✓ (จาก ส่วนที่เหลือ)	✓ (จาก ส่วนที่เหลือ)

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

รายการรายรับและรายจ่ายจะมีความแตกต่างกันไปตามขอบเขตหน้าที่ความรับผิดชอบของผู้ลงทุน และ NCC ในแต่ละรูปแบบธุรกิจ อย่างไรก็ตาม รายจ่ายที่เพิ่มขึ้นในฝั่งของผู้ลงทุนจะถูกส่งต่อไปยัง NCC ผ่านทางค่าตอบแทน เนื่องจากผู้ลงทุนจำเป็นต้องรักษาระดับผลตอบแทนให้ได้ตามที่คาดหวังไว้ ส่วนความเสี่ยงในการดำเนินงานนั้นจะขึ้นอยู่กับขอบเขตหน้าที่ความรับผิดชอบของแต่ละฝ่ายในแต่ละรูปแบบธุรกิจ นอกจากนี้ เนื่องจากผลประโยชน์สุทธิที่เกิดขึ้นนั้นมาจากรายได้ที่ได้รับจากระบบไฟฟ้า จึงสามารถสรุปได้ว่าผลกระทบต่อค่าไฟฟ้าของระบบจะขึ้นอยู่กับระดับผลตอบแทนจากการลงทุนที่ผู้ลงทุนคาดหวังเป็นสำคัญ

3) การวิเคราะห์ความเสี่ยงของรูปแบบธุรกิจ

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

ในมุมมองของผู้ลงทุน รูปแบบที่มีความเสี่ยงรวมต่ำที่สุด ได้แก่ รูปแบบสัญญาเช่าภายใต้การจัดการแบบ BOOT โดยความได้เปรียบของรูปแบบนี้อยู่ที่รายได้ที่แน่นอนจากภาครัฐ การรับประกันรายได้ตลอดอายุสัญญาและต้นทุนค่าไฟฟ้าในการอัดประจุไฟฟ้า ส่งผลให้ผู้ลงทุนมีความเชื่อมั่นมากขึ้น โดยรูปแบบนี้ทรัพย์สินจะตกเป็นของรัฐในช่วงท้ายสัญญา ซึ่งจะช่วยลดความเสี่ยงด้านความไม่แน่นอนของสินทรัพย์และช่วยให้เข้าถึงแหล่งเงินทุนด้วยต้นทุนทางการเงินที่ต่ำกว่า

ในขณะที่มุมมองของภาครัฐ รูปแบบที่มีความเสี่ยงรวมต่ำที่สุด ได้แก่ รูปแบบสัญญาเช่าทั้งภายใต้การจัดการแบบ 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 ได้โดยไม่มี ความจำเป็นต้องแก้ไขสัญญาใดๆ

1.2) สัญญาระยะยาว

รูปแบบธุรกิจการลงทุนและการจัดหา BESS ในระดับ Grid Scale แบบสัญญาระยะยาวสำหรับการใช้งานในบริการในระบบส่งและระบบจำหน่ายที่จะทำการวิเคราะห์มีดังต่อไปนี้

- รูปแบบสัญญาเช่าภายใต้การจัดการแบบ BOOT

รายละเอียดของ Business Model Canvas สำหรับบริการในระบบส่งและระบบจำหน่ายจะคล้ายกับของบริการด้านพลังงานและกำลังไฟฟ้า เนื่องจากกิจกรรมผู้ลงทุน BESS จะดำเนินการก็มีเพียงการอัดหรือคายประจุให้สอดคล้องกับรูปแบบการใช้งานเท่านั้น

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

- **รูปแบบสัญญาเช่าภายใต้การจัดการจัดหาแบบ BOO**

รายละเอียดของ Business Model Canvas สำหรับบริการในระบบส่งและระบบจำหน่ายจะคล้ายกับของบริการด้านพลังงานและกำลังไฟฟ้า เนื่องจากกิจกรรมผู้ลงทุน BESS จะดำเนินการก็มีเพียงการอัดหรือคายประจุให้สอดคล้องกับรูปแบบการใช้งานเท่านั้น

สำหรับจุดเด่นของรูปแบบธุรกิจนี้จะเหมือนกับรูปแบบธุรกิจสัญญาเช่า BESS ภายใต้การจัดการจัดหาแบบ 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 ยังไม่ต้องรับผิดชอบต่อความสูญเสียทางไฟฟ้าจากการใช้งาน BESS

- **รูปแบบสัญญาตามกำลังไฟฟ้าและพลังงานที่ผลิตได้**

รายละเอียดของ Business Model Canvas สำหรับบริการในระบบส่งและระบบจำหน่ายจะคล้ายกับของบริการด้านพลังงานและกำลังไฟฟ้า เนื่องจากกิจกรรมผู้ลงทุน BESS จะดำเนินการก็มีเพียงการอัดหรือคายประจุให้สอดคล้องกับรูปแบบการใช้งานเท่านั้น

สำหรับจุดเด่นของรูปแบบธุรกิจนี้จะเหมือนกับรูปแบบสัญญาตามกำลังไฟฟ้า นอกจากนี้สัญญาแบบนี้จะจำกัดค่าใช้จ่ายของภาครัฐลงได้เมื่อเทียบกับรูปแบบสัญญาตามกำลังไฟฟ้า เนื่องจากจะต้องชำระค่าไฟฟ้าเท่าที่ใช้จริงเท่านั้น

• รูปแบบสัญญาซื้อขายไฟฟ้า

รายละเอียดของ Business Model Canvas สำหรับบริการในระบบส่งและระบบจำหน่ายจะคล้ายกับของบริการด้านพลังงานและกำลังไฟฟ้า เนื่องจากกิจกรรมผู้ลงทุน BESS จะดำเนินการที่มีเพียงการอัดหรือคายประจุให้สอดคล้องกับรูปแบบการใช้งานเท่านั้น

สำหรับจุดเด่นของรูปแบบธุรกิจนี้จะเหมือนกับรูปแบบสัญญาตามกำลังไฟฟ้าและพลังงานที่ผลิตได้ นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มสัดส่วนการผลิตไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานหมุนเวียนให้กับระบบไฟฟ้าด้วย

2) การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการเงิน

การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของธุรกิจจากรายงานฉบับนี้จะวิเคราะห์ในมุมมองของผู้ลงทุน และพิจารณาเฉพาะผลตอบแทนโดยตรงจากการลงทุนเท่านั้น นั่นคือในกรณีภาครัฐลงทุนเอง จะเป็นการวิเคราะห์ในมุมมองของรัฐวิสาหกิจผู้ลงทุน และผลตอบแทนจะมาจากค่าไฟฟ้าที่รัฐวิสาหกิจจะได้รับเพิ่มเติม ส่วนในกรณีอื่น ๆ จะเป็นการวิเคราะห์ในมุมมองของเอกชนผู้ลงทุน และผลตอบแทนจะมาจากค่าตอบแทนที่เอกชนได้รับ

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

เมื่อพิจารณาผลการศึกษาความเป็นไปได้ของทุกรูปแบบธุรกิจสำหรับบริการในระบบส่งและระบบจำหน่าย จะเห็นว่าในทุกรูปแบบธุรกิจนั้นผลประโยชน์สุทธิของผู้ลงทุนจะขึ้นกับผลตอบแทนการลงทุนที่คาดหวังเท่านั้น โดยรายจ่ายที่เพิ่มขึ้นตามความรับผิดชอบของผู้ลงทุนจะได้รับการตอบแทนจากผู้ดูแลระบบไฟฟ้าเพื่อให้ผลประโยชน์สุทธิเท่าเดิม แต่ความเสี่ยงในการดำเนินการจะขึ้นกับความรับผิดชอบของผู้ลงทุน และ NCC ตามแต่ละรูปแบบธุรกิจ นอกจากนี้เนื่องจากผลประโยชน์สุทธินั้นเกิดจากรายได้ที่มาจากระบบไฟฟ้า จึงสรุปได้ว่าผลกระทบต่อค่าไฟฟ้าในระบบไฟฟ้าจะขึ้นกับผลตอบแทนการลงทุนที่ผู้ลงทุนคาดหวัง

3) การวิเคราะห์ความเสี่ยงของรูปแบบธุรกิจ

การวิเคราะห์ความเสี่ยงสำหรับบริการระบบส่งและจำหน่ายไฟฟ้า (Transmission and Distribution Services) สามารถแบ่งได้ออกเป็นมิติตามมุมมองของผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง ได้แก่ มุมมองของผู้ลงทุน และมุมมองของภาครัฐ โดยในมุมมองของผู้ลงทุนนั้นจะมุ่งเน้นไปที่ ความเสี่ยงด้านการดำเนินงานและปฏิบัติการเป็นหลัก เนื่องจากการใช้ BESS ในบริการประเภทนี้มีบทบาทสำคัญในการลดภาระการลงทุนในการขยายโครงข่ายลดความหนาแน่นของสายส่ง และเพิ่มความยืดหยุ่นของระบบ โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีข้อจำกัดด้านกายภาพหรือมีความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงในช่วงเวลาหนึ่ง ความสามารถในการควบคุมระบบ ความพร้อมใช้งาน และความปลอดภัยจึงเป็นปัจจัยที่ภาครัฐให้ความสำคัญสูงสุด ขณะที่ประเด็นด้านผลตอบแทนการลงทุนจะเป็นเรื่องรองลงมา ในขณะที่มุมมองของภาครัฐ ในขณะที่ยังไม่มีความสำคัญกับความมั่นคงของระบบไฟฟ้าเป็นหลัก 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

สำหรับจุดเด่นของรูปแบบธุรกิจนี้ นอกจากการรักษาเสถียรภาพของระบบไฟฟ้าและเพิ่มความสามารถในการตอบสนองต่อเหตุการณ์ฉุกเฉินแล้วนั้น การที่ภาครัฐลงทุนโดยตรงจะกระทบต้นทุนค่าไฟฟ้าน้อยที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากต้นทุนทางการเงินของภาครัฐนั้นต่ำกว่าผลตอบแทนทางการเงินที่เอกชนคาดหวัง นอกจากนี้ BESS ที่ภาครัฐเป็นผู้ลงทุนยังมีความยืดหยุ่นในการใช้งานสูงที่สุด เนื่องจากในกรณีที่จำเป็น NCC สามารถใช้งาน BESS เกินกว่าที่ออกแบบไว้ได้ และยังสามารถนำไปใช้งานในบริการอื่นๆ ได้โดยไม่มีผลความจำเป็นต้องแก้ไขสัญญาใดๆ

1.2) สัญญาระยะยาว

รูปแบบธุรกิจการลงทุนและการจัดหา BESS ในระดับ Grid Scale แบบสัญญาระยะยาวสำหรับการใช้งานในบริการเสริมความมั่นคงในระบบไฟฟ้าที่จะทำการวิเคราะห์มีดังต่อไปนี้

- **รูปแบบสัญญาเช่าภายใต้การจัดการจัดหาแบบ BOOT**

รายละเอียดของ Business Model Canvas สำหรับบริการเสริมความมั่นคงในระบบไฟฟ้าจะคล้ายกับของบริการด้านพลังงานและกำลังไฟฟ้า เนื่องจากกิจกรรมผู้ลงทุน BESS จะดำเนินการก็มีเพียงการอัดหรือคายประจุให้สอดคล้องกับรูปแบบการใช้งานเท่านั้น

สำหรับจุดเด่นของรูปแบบธุรกิจนี้นอกจากการรักษาเสถียรภาพของระบบไฟฟ้าและเพิ่มความสามารถในการตอบสนองต่อเหตุการณ์ฉุกเฉินแล้วนั้น การที่เอกชนเป็นผู้ลงทุนยังเป็นการลดภาระทางการเงินของภาครัฐที่มีงบประมาณจำกัด รวมถึงไม่เป็นภาระในการบำรุงรักษาอุปกรณ์ที่ถือได้ว่าเป็นเทคโนโลยีใหม่ในระบบไฟฟ้าซึ่งภาครัฐอาจจะยังไม่มีบุคลากรที่มีความชำนาญในการบำรุงรักษา อย่างไรก็ตามการที่ NCC ได้รับสิทธิ์ในการเลือกสถานที่ติดตั้งและได้สิทธิ์ในการส่งการเดินเครื่องทำให้อุปกรณ์ยังมีความยืดหยุ่นในการใช้งานสูง สามารถนำไปใช้ในบริการอื่นได้ภายใต้เงื่อนไขการรับประกันที่ตกลงไว้กับผู้ลงทุน จุดเด่นสุดท้ายคือ NCC จะได้รับสินทรัพย์ BESS ดังกล่าวเมื่อหมดสัญญาซึ่งถึงแม้ว่าจะใกล้สิ้นสุดอายุการใช้งาน แต่ก็ยังถือว่า BESS ดังกล่าวยังใช้งานได้อยู่

- **รูปแบบสัญญาเช่าภายใต้การจัดการจัดหาแบบ BOO**

รายละเอียดของ Business Model Canvas สำหรับบริการเสริมความมั่นคงในระบบไฟฟ้าจะคล้ายกับของบริการด้านพลังงานและกำลังไฟฟ้า เนื่องจากกิจกรรมผู้ลงทุน BESS จะดำเนินการก็มีเพียงการอัดหรือคายประจุให้สอดคล้องกับรูปแบบการใช้งานเท่านั้น

สำหรับจุดเด่นของรูปแบบธุรกิจนี้จะเหมือนกับรูปแบบธุรกิจสัญญาเช่า BESS ภายใต้การจัดการจัดหาแบบ BOOT เพียงแต่ภาครัฐจะไม่ต้องรับผิดชอบในการกำจัดซากอุปกรณ์ เนื่องจาก BESS ที่มีการนำมาใช้งานในระดับ Grid Scale เป็นเทคโนโลยีที่ค่อนข้างใหม่ กระบวนการกำจัดหรือการนำกลับมาใช้ประโยชน์ (Recycle) นั้นยังไม่มีที่แพร่หลายและทางเลือกยังมีไม่มาก ทำให้มีความเสี่ยงว่าจะทำให้เกิดค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง

- **รูปแบบสัญญาให้บริการ**

รายละเอียดของ Business Model Canvas สำหรับบริการเสริมความมั่นคงในระบบไฟฟ้าจะคล้ายกับของบริการด้านพลังงานและกำลังไฟฟ้า เนื่องจากกิจกรรมผู้ลงทุน BESS จะดำเนินการก็มีเพียงการอัดหรือคายประจุให้สอดคล้องกับรูปแบบการใช้งานเท่านั้น

สำหรับจุดเด่นของรูปแบบธุรกิจนี้นอกจากการรักษาเสถียรภาพของระบบไฟฟ้า และเพิ่มความสามารถในการตอบสนองต่อเหตุการณ์ฉุกเฉินแล้วนั้น การที่เอกชนเป็นผู้ลงทุนและเดินเครื่องยังเป็นการลดภาระทางการเงินและบุคลากรของภาครัฐที่มีข้อจำกัดด้านงบประมาณและกำลังพล โดยที่ NCC ยังมีสิทธิ์ในการส่งการเดินเครื่องทำให้อุปกรณ์ยังมีความยืดหยุ่นในการใช้งานค่อนข้างสูง สามารถนำไปใช้ในบริการอื่นได้ภายใต้เงื่อนไขการรับประกันที่ตกลงไว้กับผู้ลงทุน

- **รูปแบบสัญญาตามกำลังไฟฟ้า**

รายละเอียดของ Business Model Canvas สำหรับบริการเสริมความมั่นคงในระบบไฟฟ้าจะคล้ายกับของบริการด้านพลังงานและกำลังไฟฟ้า เนื่องจากกิจกรรมผู้ลงทุน BESS จะดำเนินการก็มี

เพียงการอัดหรือคายประจุให้สอดคล้องกับรูปแบบการใช้งานเท่านั้น

สำหรับจุดเด่นของรูปแบบธุรกิจนี้ นอกจากการรักษาเสถียรภาพของระบบไฟฟ้า และเพิ่มความสามารถในการตอบสนองต่อเหตุการณ์ฉุกเฉินแล้วนั้น การที่เอกชนเป็นผู้ลงทุนและเดินเครื่องยังเป็นการลดภาระทางการเงินและบุคลากรของภาครัฐที่มีข้อจำกัดด้านงบประมาณและกำลังพล นอกจากนี้ NCC ยังไม่ต้องรับผิดชอบความสูญเสียทางไฟฟ้าจากการใช้งาน BESS

- **รูปแบบสัญญาตามกำลังไฟฟ้าและพลังงานที่ผลิตได้**

รายละเอียดของ Business Model Canvas สำหรับบริการเสริมความมั่นคงในระบบไฟฟ้าจะคล้ายกับของบริการด้านพลังงานและกำลังไฟฟ้า เนื่องจากกิจกรรมผู้ลงทุน BESS จะดำเนินการที่มีเพียงการอัดหรือคายประจุให้สอดคล้องกับรูปแบบการใช้งานเท่านั้น

สำหรับจุดเด่นของรูปแบบธุรกิจนี้จะเหมือนกับรูปแบบสัญญาตามกำลังไฟฟ้า นอกจากนี้สัญญาแบบนี้จะจำกัดค่าใช้จ่ายของภาครัฐลงได้เมื่อเทียบกับรูปแบบสัญญาตามกำลังไฟฟ้า เนื่องจากจะต้องชำระค่าไฟฟ้าเท่าที่ใช้จริงเท่านั้น

- **รูปแบบสัญญาซื้อขายไฟฟ้า**

รายละเอียดของ Business Model Canvas สำหรับบริการเสริมความมั่นคงในระบบไฟฟ้าจะคล้ายกับของบริการด้านพลังงานและกำลังไฟฟ้า เนื่องจากกิจกรรมผู้ลงทุน BESS จะดำเนินการที่มีเพียงการอัดหรือคายประจุให้สอดคล้องกับรูปแบบการใช้งานเท่านั้น

สำหรับจุดเด่นของรูปแบบธุรกิจนี้จะเหมือนกับรูปแบบสัญญาตามกำลังไฟฟ้าและพลังงานที่ผลิตได้ นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มสัดส่วนการผลิตไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานหมุนเวียนให้กับระบบไฟฟ้าด้วย

1.3) รูปแบบตลาดเสรี

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

สำหรับจุดเด่นของรูปแบบธุรกิจนี้ นอกจากการรักษาเสถียรภาพของระบบไฟฟ้า และเพิ่มความสามารถในการตอบสนองต่อเหตุการณ์ฉุกเฉินแล้วนั้น ยังเป็นการลดภาระของภาครัฐในการจัดหาไฟฟ้าทั้งระบบเนื่องจากผู้ใช้ไฟฟ้าบางส่วนจะจัดหาไฟฟ้าด้วยตัวเอง

1.4) รูปแบบผสมผสาน

รูปแบบธุรกิจการลงทุนและการจัดหา BESS ในระดับ Grid Scale แบบผสมผสานสำหรับการใช้งานในบริการเสริมความมั่นคงในระบบไฟฟ้าที่จะทำการวิเคราะห์หมีดังต่อไปนี้

- **รูปแบบสัญญาตามกำลังไฟฟ้า ร่วมกับตลาดพลังงานไฟฟ้า**

กิจกรรมที่เอกชนผู้ลงทุนต้องรับผิดชอบกิจกรรมนั้นจะประกอบไปด้วยการลงทุน

การเดินเครื่อง การบำรุงรักษา การให้บริการตามสัญญาระยะยาวที่ทำไว้ และการซื้อขายไฟฟ้าผ่านสัญญา ระยะสั้นหรือในตลาดซื้อขายไฟฟ้า โดยมีคู่ค้าที่สำคัญคือผู้จัดหา BESS NCC และผู้ใช้ไฟฟ้าในระบบไฟฟ้า ทรัพยากรที่จำเป็นจะประกอบไปด้วย เทคโนโลยี BESS ที่มีคุณลักษณะเหมาะสมกับการใช้งาน ความรู้ ในการใช้งานและบำรุงรักษา BESS และพลังงานไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้า

สำหรับจุดเด่นของรูปแบบธุรกิจนี้ นอกจากการรักษาเสถียรภาพของระบบไฟฟ้า และเพิ่ม ความสามารถในการตอบสนองต่อเหตุการณ์ฉุกเฉินแล้วนั้น ยังเป็นการลดภาระของภาครัฐในการจัดหาไฟฟ้า ทั้งระบบเนื่องจากผู้ใช้ไฟฟ้าบางส่วนจะจัดหาไฟฟ้าด้วยตัวเอง นอกจากนี้ยังสามารถลดค่าใช้จ่ายได้บางส่วน จากการทำสัญญาระยะยาวที่ช่วยลดความเสี่ยงของผู้ลงทุน ทำให้ผู้ลงทุนสามารถผลตอบแทนการลงทุนที่ คาดหวังลงได้เมื่อเทียบกับธุรกิจในตลาดพลังงานไฟฟ้า

1.5) รูปแบบสัญญาตามกำลังไฟฟ้าและพลังงานที่ผลิตได้ ร่วมกับตลาดพลังงานไฟฟ้า

กิจกรรมที่เอกชนผู้ลงทุนต้องรับผิดชอบกิจกรรมนั้นจะประกอบไปด้วยการลงทุน การเดินเครื่อง การบำรุงรักษา การให้บริการตามสัญญาระยะยาวที่ทำไว้ และการซื้อขายไฟฟ้าผ่านสัญญา ระยะสั้นหรือในตลาดซื้อขายไฟฟ้า โดยมีคู่ค้าที่สำคัญคือผู้จัดหา BESS NCC และผู้ใช้ไฟฟ้าในระบบไฟฟ้า ทรัพยากรที่จำเป็นจะประกอบไปด้วย เทคโนโลยี BESS ที่มีคุณลักษณะเหมาะสมกับการใช้งาน ความรู้ ในการใช้งานและบำรุงรักษา BESS และพลังงานไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้า

สำหรับจุดเด่นของรูปแบบธุรกิจนี้ นอกจากการรักษาเสถียรภาพของระบบไฟฟ้า และเพิ่ม ความสามารถในการตอบสนองต่อเหตุการณ์ฉุกเฉินแล้วนั้น ยังเป็นการลดภาระของภาครัฐในการจัดหาไฟฟ้า ทั้งระบบเนื่องจากผู้ใช้ไฟฟ้าบางส่วนจะจัดหาไฟฟ้าด้วยตัวเอง นอกจากนี้ยังสามารถลดค่าใช้จ่ายได้บางส่วน จากการทำสัญญาระยะยาวที่ช่วยลดความเสี่ยงของผู้ลงทุน ทำให้ผู้ลงทุนสามารถผลตอบแทนการลงทุน ที่คาดหวังลงได้เมื่อเทียบกับธุรกิจในตลาดพลังงานไฟฟ้า ทั้งนี้ยังช่วยลดค่าใช้จ่ายของภาครัฐลงได้เมื่อเทียบ กับรูปแบบสัญญาตามกำลังไฟฟ้า เนื่องจากจะต้องชำระค่าไฟฟ้าเท่าที่ใช้จริงเท่านั้น

2) การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการเงิน

การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของธุรกิจนี้ในรายงานฉบับนี้จะวิเคราะห์ในมุมมองของผู้ลงทุน และพิจารณา เฉพาะผลตอบแทนโดยตรงจากการลงทุนเท่านั้น นั่นคือในกรณีภาครัฐลงทุนเอง จะเป็นการวิเคราะห์ในมุมมอง ภาครัฐวิสาหกิจผู้ลงทุน และผลตอบแทนจะมาจากค่าไฟฟ้าที่รัฐวิสาหกิจจะได้รับเพิ่มเติม ส่วนในกรณีอื่นๆ จะเป็น การวิเคราะห์ในมุมมองของเอกชนผู้ลงทุน และผลตอบแทนจะมาจากค่าตอบแทนที่เอกชนได้รับ

การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของธุรกิจจะเริ่มจากการสร้างรายการกระแสเงินสดของธุรกิจ ซึ่งจะได้จาก ข้อมูลรายรับและรายจ่ายของธุรกิจ จาก Business Model Canvas ที่ นอกจากเงินลงทุนแล้ว จะสามารถ สรุปรายการโครงสร้างต้นทุน (รายจ่าย) ได้ดังตารางที่ EX-5 ในส่วนของรายรับของแต่ละรูปแบบธุรกิจนั้น จะสามารถสรุปได้ดังตารางที่ EX-6 เมื่อพิจารณารายการรายจ่ายและรายรับตามตารางที่ EX-5 และตารางที่ EX-6 โดยใช้ข้อมูลและสมมติฐานของ BESS ดังที่แสดงในตารางที่ EX-8 สำหรับบริการเสริมความมั่นคงใน ระบบไฟฟ้าในทุกรูปแบบธุรกิจ จะสามารถวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางธุรกิจดังที่แสดงในหัวข้อถัดไป อนึ่ง ผล การวิเคราะห์นี้ใช้ในเชิงการเปรียบเทียบระหว่างแต่ละรูปแบบธุรกิจเท่านั้น หากต้องการศึกษาความเป็นไปได้ ทางธุรกิจสำหรับการพัฒนาโครงการ หรือต้องการประเมินค่าตอบแทนที่เหมาะสม ควรมีการปรับปรุงค่า สมมติฐานต่างๆ รวมถึงรายการกระแสเงินสดให้ละเอียดกว่านี้

ตารางที่ EX-8: รายการข้อมูลและสมมติฐานสำหรับบริการเสริมความมั่นคงในระบบไฟฟ้า

รายการ	ขนาด	หน่วย	หมายเหตุ
กำลังไฟฟ้าของ BESS	8	MW	เท่ากับพีคกำลังผลิตตามสัญญาของโรงไฟฟ้า 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	

ในการศึกษาความเป็นไปได้ของทุกรูปแบบธุรกิจจากรายงานฉบับนี้นั้นจะกำหนดผลตอบแทนการลงทุนที่คาดหวังซึ่งขึ้นอยู่กับผู้ลงทุนและรูปแบบธุรกิจ จากนั้นจะคำนวณหารายรับและผลประโยชน์สุทธิของธุรกิจที่ให้ผลตอบแทนการลงทุนที่คาดหวัง โดยรูปแบบธุรกิจภาครัฐลงทุนเองนั้นกำหนดให้ผลตอบแทนการลงทุนที่คาดหวังเท่ากับร้อยละ 5.28 รูปแบบธุรกิจสัญญาระยะยาวเท่ากับร้อยละ 8.0 และรูปแบบตลาดเสรีและผสมผสานกำหนดเป็นช่วงที่ร้อยละ 10 12 และ 14

สำหรับผลการศึกษาความเป็นไปได้ของทุกรูปแบบธุรกิจสำหรับบริการด้านพลังงานและกำลังไฟฟ้า จะเห็นว่าในทุกรูปแบบธุรกิจนั้นผลประโยชน์สุทธิของผู้ลงทุนจะขึ้นกับผลตอบแทนการลงทุนที่คาดหวังเท่านั้น โดยรูปแบบธุรกิจที่ภาครัฐลงทุนเองจะต้องการผลประโยชน์สุทธิต่ำที่สุดเนื่องจากคาดหวังผลตอบแทนการลงทุนต่ำที่สุด ในทางตรงกันข้ามธุรกิจที่คาดหวังผลตอบแทนการลงทุนร้อยละ 14 ก็ต้องการผลประโยชน์สุทธิมากที่สุด

รายการรายรับและรายจ่ายจะมีความแตกต่างกันไปตามขอบเขตหน้าที่ความรับผิดชอบของผู้ลงทุน และ NCC ในแต่ละรูปแบบธุรกิจ อย่างไรก็ตาม รายจ่ายที่เพิ่มขึ้นในฝั่งของผู้ลงทุนจะสูงส่งต่อไปยัง NCC ผ่านทางค่าตอบแทน เนื่องจากผู้ลงทุนจำเป็นต้องรักษาระดับผลตอบแทนให้ได้ตามที่คาดหวังไว้ ส่วนความเสี่ยงในการดำเนินงานนั้นจะขึ้นอยู่กับขอบเขตหน้าที่ความรับผิดชอบของแต่ละฝ่ายในแต่ละรูปแบบธุรกิจ นอกจากนี้ เนื่องจากผลประโยชน์สุทธิที่เกิดขึ้นนั้นมาจากรายได้ที่ได้รับจากระบบไฟฟ้า จึงสามารถสรุปได้ว่าผลกระทบต่อค่าไฟฟ้าของระบบจะขึ้นอยู่กับระดับผลตอบแทนจากการลงทุนที่ผู้ลงทุนคาดหวังเป็นสำคัญ

3) การวิเคราะห์ความเสี่ยงของรูปแบบธุรกิจ

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

ในมุมมองของผู้ลงทุน รูปแบบที่มีความเสี่ยงรวมต่ำที่สุด จะเป็นรูปแบบภาครัฐลงทุนโดยตรง และ รูปแบบสัญญาเช่าภายใต้การลงทุนแบบ BOOT เพราะมีการรับประกันรายได้ค่าเช่าคงที่และทรัพย์สินตกเป็นของรัฐเมื่อสิ้นสุดสัญญา จึงอาจสร้างความเชื่อมั่นให้กับสถาบันการเงินมากที่สุด

ในขณะที่สำหรับมุมมองของภาครัฐ รูปแบบที่มีความเสี่ยงรวมต่ำที่สุด คือ รูปแบบสัญญาเช่าภายใต้การลงทุนแบบ BOOT และ BOO เนื่องจากการวิเคราะห์จะให้น้ำหนักกับความมั่นคงของระบบไฟฟ้าเป็นหลัก โดยตรง 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 สำหรับการใช้งานประเภทบริการด้านพลังงานและกำลังไฟฟ้า จำเป็นต้องดำเนินการอย่างเป็นระบบและสอดคล้องกับบริบทของประเทศ 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) ควรเน้นการมุ่งเน้นที่การเตรียมความพร้อมสำหรับการนำ 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 ทั้งนี้เพื่อลดความซับซ้อนในการจัดหา BESS นอกจากนี้ยังควรปรับโครงสร้างค่าไฟฟ้าสำหรับ BESS ให้เป็นแบบ Real-Time Pricing เพื่อให้ผู้ใช้และผู้ให้บริการจาก 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 และยังไม่มี การใช้งานจริง สำหรับรูปแบบการลงทุน BESS ปัจจุบันยังจำกัดอยู่ในรูปแบบการลงทุนโดยภาครัฐโดยตรงและ โครงการ FIT รูปแบบของโครงการ Hybrid ที่ติดตั้งร่วมกับแหล่งผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ จากการวิเคราะห์ SWOT ในมุมมองนักลงทุนพบว่า การลงทุน BESS ในประเทศไทยนั้นปัจจุบันมีจุดแข็งคือโอกาสในด้านการเข้าถึง แหล่งเงินทุนต้นทุนต่ำและรายได้ที่มั่นคงจากสัญญาระยะยาว แต่ยังมีจุดอ่อนด้านความไม่เข้าใจของสถาบัน การเงินต่อความเสี่ยงของ BESS และขาดมาตรฐานสัญญา รวมถึงข้อจำกัดด้านรายได้ที่พึ่งพาภาครัฐเพียงช่องทาง เดียว ด้านการปฏิบัติการยังขาดระบบควบคุม มาตรฐาน และบุคลากรที่เชี่ยวชาญ ขณะที่ด้านกฎหมายและ นโยบาย แม้จะมีทิศทางสนับสนุนในแผน PDP แต่ยังมีขาดความชัดเจนในกฎเกณฑ์ มาตรฐาน และกลไกราคา ที่สะท้อนต้นทุนจริง ทำให้ยังเป็นอุปสรรคต่อการลงทุนและพัฒนา BESS อย่างมีประสิทธิภาพในระยะยาว

3) การวิเคราะห์ช่องว่าง

การวิเคราะห์ช่องว่าง (Gap Analysis) เพื่อส่งเสริมรูปแบบธุรกิจที่เหมาะสมสำหรับการลงทุนและการ จัดหา BESS ในระดับ Grid Scale สำหรับการใช้งานประเภทบริการด้านพลังงานและกำลังไฟฟ้า สามารถสรุป ได้ใน 3 ระยะ ได้แก่ ระยะสั้น ระยะกลาง และระยะยาว โดยอ้างอิงจากการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ SWOT กับเป้าหมายในแต่ละช่วงเวลา ครอบคลุม 3 มิติ ได้แก่ ด้านการจัดหาแหล่งเงินทุนและผลตอบแทน โครงการ ด้านการดำเนินงานและปฏิบัติการ และด้านนโยบายภาครัฐและการกำกับดูแล โดยในระยะสั้น (พ.ศ. 2569–2574) ปัญหาหลัก คือ ความไม่เข้าใจของสถาบันการเงินต่อความเสี่ยงของ BESS โดยเฉพาะในธุรกิจ ในรูปแบบสัญญาเช่าหรือ สัญญาบริการ อีกทั้งขาดการรับประกันรายได้ที่ยั่งยืน และขาดแผนการส่งการ BESS ร่วมกับโรงไฟฟ้าที่จะสามารถใช้งาน BESS ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ส่วนในระยะกลาง (พ.ศ. 2575–2581) การ ขาดโครงสร้างราคาและโครงสร้างพื้นฐานที่สามารถรองรับ BESS จำนวนมากได้ รวมถึงนโยบายสำหรับ รูปแบบธุรกิจอื่นๆ ที่หลากหลายขึ้น อาทิเช่น สัญญาตามความจุ หรือ สัญญาตามความจุและพลังงานที่ผลิตได้ ที่เปิดให้เอกชนร่วมลงทุน รวมถึงขาดกลไกสนับสนุนให้ผู้ลงทุน BESS มีบทบาทมากขึ้นผ่านระบบ TPA และ นโยบายรับซื้อไฟฟ้าที่หลากหลาย สำหรับระยะยาว (พ.ศ. 2581 เป็นต้นไป) ช่องว่างจะชัดเจนขึ้นจากความ ซับซ้อนของรูปแบบธุรกิจที่หลากหลาย อาทิเช่น รูปแบบธุรกิจแบบตลาดเสรี หรือ รูปแบบธุรกิจผสมผสาน ซึ่ง อาจทำให้สถาบันการเงินและหน่วยงานกำกับดูแลประเมินความเสี่ยงได้ยาก นอกจากนี้ยังไม่มีอัตราค่าไฟฟ้า แบบ Real-time Pricing ในส่วนของด้านการดำเนินงานและปฏิบัติการ รวมถึงด้านนโยบายภาครัฐและการ กำกับดูแลนั้น ปัญหาสำคัญคือการทำยังไม่มีโครงสร้างพื้นฐาน ระเบียบ วิธีการกำกับดูแล รวมถึงการแบ่งหน้าที่ หน่วยงานที่เกี่ยวข้องสำหรับตลาดซื้อขายบริการจาก BESS

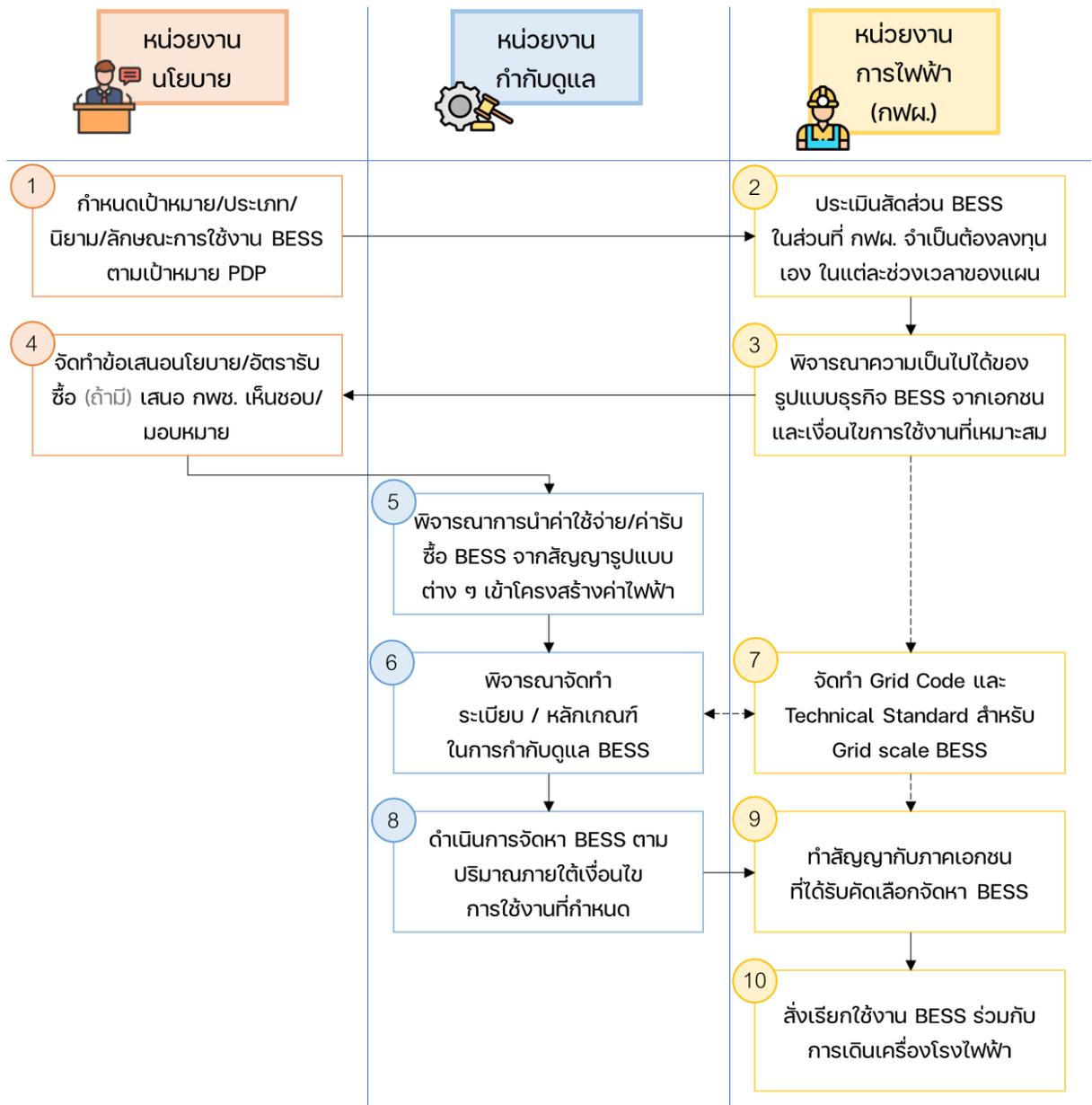
4) แนวทางการเตรียมความพร้อมและส่งเสริมรูปแบบธุรกิจที่เหมาะสม

แนวทางการพัฒนาและส่งเสริม BESS สำหรับการใช้งานประเภทบริการด้านพลังงานและกำลังไฟฟ้า แบ่งออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่ ระยะสั้น ระยะกลาง และระยะยาวแสดงดังตารางที่ EX-10 โดยในระยะสั้น จะมุ่งเน้นการเตรียมความพร้อมด้านนโยบายและกฎหมายสำหรับการใช้งาน BESS ในโครงข่ายระบบไฟฟ้า ส่วนในระยะยาวจะมุ่งเน้นการเปิดโอกาสให้ BESS สามารถทำธุรกิจในรูปแบบสัญญาระยะสั้น หรือ ตลาด ไฟฟ้าได้ ทั้งนี้เนื่องจากรูปแบบดังกล่าวจะทำให้ภาครัฐและผู้ใช้ไฟฟ้าไม่ต้องรับความเสี่ยงจากความ คลาดเคลื่อนของค่าพยากรณ์ต่าง ๆ การวางแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าในระยะยาว และสามารถปรับ การจัดหาไฟฟ้าให้เหมาะสมกับสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไปได้ดีขึ้นมากกว่ากรณีที่มีภาระผูกพันภายใต้สัญญา

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 ทางที่ปรึกษาเห็นว่าจำเป็นต้องมีแนวทางการส่งเสริมรูปแบบธุรกิจ BESS สำหรับการจัดหา BESS ตามแผน PDP ฉบับใหม่ดังที่แสดงในรูป EX-8 โดยหน่วยงานนโยบายจะมีหน้าที่กำหนดเป้าหมาย/ประเภท/นิยาม/ลักษณะการใช้งาน BESS ตามวัตถุประสงค์ของแผน PDP และจัดทำข้อเสนอแนะนโยบาย/อัตรารับซื้อ เพื่อนำเสนอ กพข. ให้เห็นชอบและมอบหมายงานให้หน่วยงานอื่นๆ ต่อไป ในส่วนของหน่วยงานกำกับดูแลจะมีหน้าที่พิจารณาการนำค่าใช้จ่ายจากการจัดหาบริการจาก BESS เข้าโครงสร้างค่าไฟฟ้า พิจารณาจัดทำระเบียบ หลักเกณฑ์ในการกำกับดูแล และเป็นผู้ดำเนินการจัดหา BESS ตามมติ กพข. ในส่วนของหน่วยงานการไฟฟ้านั้นจะมีหน้าที่ประเมินสัดส่วน BESS ในส่วนที่ กพผ. 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	<ul style="list-style-type: none"> ● มี Grid Code ข้อกำหนด 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	<ul style="list-style-type: none"> ● 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	<ul style="list-style-type: none"> ● มีการจัดหา BESS จากตลาดซื้อบริการ ผ่านรูปแบบธุรกิจในตลาดไฟฟ้าและธุรกิจแบบผสมผสาน ● มีอัตราค่าไฟฟ้าแบบ Real-Time Pricing สำหรับ BESS

ตารางที่ EX-10: แนวทางการพัฒนาเพื่อส่งเสริมรูปแบบธุรกิจที่เหมาะสมในการลงทุนและการจัดหา BESS ในระดับ Grid Scale สำหรับการใช้งานประเภทบริการพลังงานและกำลังไฟฟ้าในประเทศไทย

บริการ	เป้าหมาย ผู้เกี่ยวข้อง	ระยะสั้น (2569 - 2574)	ระยะกลาง (2575 - 2581)	ระยะยาว (2581 เป็นต้นไป)
บริการด้านพลังงานและกำลังไฟฟ้า (Energy & Capacity Service)	หน่วยงานด้านนโยบาย	<ul style="list-style-type: none"> - กำหนดประเภท/นิยามของ BESS ที่ชัดเจนทั้งในแง่ผู้เข้าร่วมให้บริการในตลาด (Market Participant) และ ประเภทของทรัพยากร (Resource) - กำหนดบทบาทหน้าที่/ความรับผิดชอบของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง 		
		<ul style="list-style-type: none"> - กำหนดนโยบายการจัดการจัดหา 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 		
		<ul style="list-style-type: none"> - กำหนดสัดส่วนการลงทุน BESS ที่เหมาะสม ตามเป้าหมายในร่างฯ แผน PDP ระหว่างภาครัฐและเอกชน 	<ul style="list-style-type: none"> - ประเมิน/ปรับปรุงปริมาณกำลังผลิตและความจุไฟฟ้าของ BESS ที่มีความจำเป็นต่อระบบไฟฟ้าในอนาคต 	<ul style="list-style-type: none"> - กำหนดนโยบายการจัดการจัดหา BESS สำหรับบริการด้านพลังงานและกำลังไฟฟ้า ผ่านตลาดไฟฟ้า สำหรับการขายบริการระยะสั้น เพื่อให้มีกำลังผลิตและกำลังไฟฟ้าเพียงพอสำหรับรักษาเสถียรภาพและความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้า

บริการ	เป้าหมาย ผู้เกี่ยวข้อง	ระยะสั้น (2569 - 2574)	ระยะกลาง (2575 - 2581)	ระยะยาว (2581 เป็นต้นไป)
	หน่วยงานที่มีหน้าที่ กำกับดูแล	<ul style="list-style-type: none"> - กำหนดโครงสร้าง/กลไกการส่งผ่านค่าใช้จ่าย/ ค่าตอบแทนธุรกิจ BESS ในโครงสร้างค่าไฟฟ้า - กำหนดมาตรฐานอุปกรณ์ มาตรฐานการติดตั้ง และ มาตรฐานการตรวจสอบประสิทธิภาพ BESS 	<ul style="list-style-type: none"> - เพิ่ม/ปรับปรุงข้อกำหนด Third-Party Access สำหรับ BESS 	<ul style="list-style-type: none"> - กำหนดหลักเกณฑ์และเงื่อนไขของตลาดซื้อขาย บริการจาก BESS
		<ul style="list-style-type: none"> - กำหนดแนวทางการกำกับดูแลในการจัดหา BESS รูปแบบต่างๆ - จัดทำแนวทางการกำกับดูแลที่เกี่ยวข้องกับการใช้งาน BESS ในระดับ Grid Scale - ติดตามการลงทุน และการใช้งาน BESS ในระดับ Grid Scale ของการไฟฟ้าทั้ง 3 แห่ง 		
		<ul style="list-style-type: none"> - จัดทำระเบียบ/ข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับการใช้งาน BESS สำหรับบริการพลังงานและกำลังไฟฟ้าใน ระดับ Grid Scale - จัดหาบริการพลังงานและกำลังไฟฟ้า จาก BESS ตามนโยบาย/ระเบียบที่กำหนด 	<ul style="list-style-type: none"> - ปรับปรุงโครงสร้างค่าไฟฟ้าให้สะท้อนต้นทุนการ ผลิตไฟฟ้าจริงตามช่วงเวลา - ปรับปรุงโครงสร้างค่าไฟฟ้าสำหรับ BESS - จัดหาบริการพลังงานและกำลังไฟฟ้า จาก BESS ตามนโยบาย/ระเบียบที่กำหนด 	<ul style="list-style-type: none"> - กำหนดหลักเกณฑ์ตลาดซื้อขายบริการพลังงาน และกำลังไฟฟ้า (สัญญาระยะสั้น) - กำหนดเงื่อนไขผู้เข้าร่วมตลาดซื้อขายบริการ จาก BESS

บริการ	เป้าหมาย ผู้เกี่ยวข้อง	ระยะสั้น (2569 - 2574)	ระยะกลาง (2575 - 2581)	ระยะยาว (2581 เป็นต้นไป)	
	หน่วยงานที่มีหน้าที่ดูแลและควบคุมระบบไฟฟ้า	<ul style="list-style-type: none"> - จัดทำGrid Code/Technical Standard สำหรับ BESS - ตรวจสอบ/จัดทำรายชื่อผลิตภัณฑ์ BESS ที่ผ่านมาตรฐาน พร้อมทั้งสร้างความร่วมมือกับผู้ผลิต BESS เพื่อถ่ายทอดความรู้ให้กับบุคลากรในประเทศ 	<ul style="list-style-type: none"> - จัดทำมาตรฐานการสื่อสารสำหรับการควบคุมและสั่งการ BESS - พัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับการควบคุมและสั่งการ BESS จำนวนมากในระบบไฟฟ้า - จัดทำมาตรฐานการใช้งาน BESS ผ่านโครงข่ายในลักษณะ Third-Party Access 	<ul style="list-style-type: none"> - พัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสำหรับตลาดซื้อขายบริการจาก BESS - บริหารจัดการ/ดูแลระบบไฟฟ้าร่วมกับ BESS จากตลาดซื้อขายบริการ 	
		<ul style="list-style-type: none"> - จัดทำ/จัดทำสัญญา สำหรับจัดให้บริการ BESS จากภาคเอกชน พร้อมทั้งอำนวยความสะดวกในการใช้โครงข่ายไฟฟ้า - จัดทำแผนสั่งเรียกใช้งาน BESS ร่วมกับระบบไฟฟ้าจากการทำสัญญารูปแบบต่าง ๆ 			
		<ul style="list-style-type: none"> - จัดทำสัญญาระยะยาวสำหรับจัดให้บริการพลังงานและกำลังไฟฟ้า จากภาคเอกชน 		<ul style="list-style-type: none"> - 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 สำหรับบริการประเภทยังอยู่ภายใต้การลงทุนโดยตรงของภาครัฐ หรือการลงทุนของภาคเอกชนผ่านสัญญาเช่าระยะยาวภายใต้รูปแบบ BOO (Build-Own-Operate) ที่การไฟฟ้าเป็นผู้กำหนดจุดติดตั้งและควบคุมการส่งการ BESS โดยมีเป้าหมายหลักเพื่อเพิ่มความมั่นคงของระบบ ลดภาระการลงทุนในโครงข่ายไฟฟ้าในพื้นที่ที่มีข้อจำกัดด้านกายภาพหรือความต้องการใช้ไฟฟ้าสูง ขณะที่เอกชนยังไม่มีอิสระในการบริหารจัดการหรือรับความเสี่ยงด้านต้นทุนอย่างเต็มรูปแบบ ในระยะสั้น (พ.ศ. 2569–2574) จะคล้ายกับการกำหนดเป้าหมายสำหรับบริการด้านพลังงานและกำลังไฟฟ้า คือ การเตรียมความพร้อมสำหรับการนำ BESS เข้ามาใช้งานในระบบไฟฟ้าในเชิงพาณิชย์ ซึ่งสามารถทำรวมกันสำหรับการใช้งาน BESS ในทุกบริการ นอกจากนี้ยังควรมีการจัดทำแนวทางการตัดสินใจเลือกกระหว่างการติดตั้ง BESS หรือการลงทุนขยายระบบส่งและระบบจำหน่าย เพื่อให้เป็นมาตรฐานเหมือนกันทั้งระบบไฟฟ้าเมื่อมีความพร้อมทางนโยบาย กฎระเบียบ และการกำกับดูแลแล้วจึงเริ่มจัดหาบริการจาก BESS ผ่านสัญญาระยะยาวที่ดำเนินการได้เลย โดยหน่วยงานรัฐยังคงมีอำนาจในการสั่งการและควบคุมการใช้งาน BESS ได้ เช่น สัญญาเช่าระยะยาวภายใต้การลงทุนรูปแบบ BOO (Built-Own-Operate) หรือสัญญาให้บริการ (Service Agreement) โดยเอกชนจะไม่ต้องรับภาระต้นทุนค่าไฟฟ้าสำหรับการอัดประจุเอง เพื่อลดความเสี่ยงทางการเงินและจูงใจให้เกิดการลงทุนควบคู่ไปกับโครงการนาร่องที่รัฐยังคงลงทุนเองบางส่วน 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 ขณะที่ด้านกฎหมายและนโยบายแม้จะมีแผนสนับสนุนในระดับภาพรวมแต่ยังขาดความชัดเจนในด้านมาตรฐานเทคนิค 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 การขาดโครงสร้างพื้นฐานและแผนการส่งการที่รองรับการใช้งาน BESS หลายระบบร่วมกับโรงไฟฟ้าอื่น รวมถึงการไม่มีบุคลากรและมาตรฐานในการติดตั้งที่เพียงพอ ขณะที่ด้านนโยบายยังขาดความชัดเจนเกี่ยวกับบทบาทภาคเอกชน และไม่มี Grid Code หรือ Technical Standards พร้อมทั้งขาดรูปแบบแนวทางที่ชัดเจนในการตัดสินใจเลือกลงทุนระหว่างการลงทุนขยายระบบส่งและจำหน่าย และการลงทุนในระบบ BESS ส่วนในระยะกลางและระยะยาวยังขาดโครงสร้างราคาและแนวทางการส่งการ BESS รวมถึงนโยบายสำหรับรูปแบบธุรกิจอื่นๆ ที่หลากหลายขึ้น อาทิเช่น สัญญาตามความจุ หรือ สัญญาตามความจุและพลังงานที่ผลิตได้ ที่เปิดให้เอกชนร่วมลงทุนได้

4) แนวทางการเตรียมความพร้อมและส่งเสริมรูปแบบธุรกิจที่เหมาะสม

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	<ul style="list-style-type: none"> ● มี grid code ข้อกำหนด และวิธีการกำกับดูแลการใช้งาน BESS ในระดับ Grid Scale ที่ชัดเจน ● เริ่มมีการจัดหา BESS ในระดับ Grid Scale สำหรับการใช้งานประเภทบริการในระบบส่งและระบบจำหน่าย ● เกิดรูปแบบธุรกิจร่วมกับภาคเอกชน เช่น สัญญาเช่าแบบ BOO หรือสัญญาให้บริการ
ระยะกลางและระยะยาว	มีการจัดหาบริการจาก BESS สำหรับบริการในระบบส่งและระบบจำหน่ายโดยใช้รูปแบบธุรกิจที่หลากหลายเพื่อเป็นทางเลือกในการบริหารจัดการระบบส่งและระบบจำหน่ายของการไฟฟ้า	<ul style="list-style-type: none"> ● เกิดรูปแบบธุรกิจร่วมกับภาคเอกชนที่หลากหลาย อาทิ สัญญาเช่าแบบ BOOT, สัญญาตามกำลังไฟฟ้าและพลังงานที่ผลิตได้

ตารางที่ EX-12: แนวทางการพัฒนาเพื่อส่งเสริมรูปแบบธุรกิจที่เหมาะสมในการลงทุนและการจัดหา BESS ในระดับ Grid Scale สำหรับการใช้งานประเภทบริการในระบบส่งและระบบจำหน่ายในประเทศไทย

บริการ	เป้าหมาย ผู้เกี่ยวข้อง	ระยะสั้น (2569 - 2574)	ระยะกลาง - ยาว (2575 เป็นต้นไป)
บริการระบบส่ง และระบบ จำหน่าย (Transmission and Distribution Service)	หน่วยงานด้านนโยบาย	<ul style="list-style-type: none"> - กำหนดประเภท/นิยามของ BESS ที่ชัดเจนทั้งในแง่ ผู้เข้าร่วมให้บริการในตลาด (Market Participant) และ ประเภทของทรัพยากร (Resource) - กำหนดบทบาทหน้าที่/ความรับผิดชอบของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง 	
		<ul style="list-style-type: none"> - กำหนดนโยบายการจัดหา BESS ในรูปแบบธุรกิจต่างๆ ที่หลากหลาย - กำหนดนโยบาย/แนวทางส่งเสริมให้เกิดการผลิต BESS ในประเทศ - ประเมินความต้องการบริการจาก BESS ในระบบไฟฟ้า พร้อมทั้งกำหนดสัดส่วน/ปริมาณที่เหมาะสม - ประชาสัมพันธ์ และเผยแพร่ความรู้ความเข้าใจในเทคโนโลยี BESS รวมไปถึงการประเมินความเสี่ยงและผลตอบแทน - บูรณาการแนวทางการส่งเสริม BESS ของทั้ง 3 การไฟฟ้า รวมถึงการแลกเปลี่ยนข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพื่อให้เกิดความชัดเจน - ติดตามผลการส่งเสริมรูปแบบธุรกิจ BESS ประเภทต่างๆ ในระดับ Grid Scale 	
		<ul style="list-style-type: none"> - จัดทำแนวทาง/หลักเกณฑ์การตัดสินใจเลือกขายระบบส่ง/ระบบจำหน่าย หรือ เลือกลงทุน BESS - ประเมินความเหมาะสมของความต้องการกำลังผลิตและความจุพลังงานสำหรับบริการระบบส่งและระบบจำหน่ายไฟฟ้า 	<ul style="list-style-type: none"> - ประเมินความเหมาะสมของความต้องการกำลังผลิตและความจุพลังงานสำหรับบริการระบบส่งและระบบจำหน่ายไฟฟ้า

บริการ	เป้าหมาย ผู้เกี่ยวข้อง	ระยะสั้น (2569 - 2574)	ระยะกลาง - ยาว (2575 เป็นต้นไป)
	หน่วยงานที่มีหน้าที่กำกับและดูแล	<ul style="list-style-type: none"> - กำหนดโครงสร้าง/กลไกการส่งผ่านค่าใช้จ่าย/ค่าตอบแทนธุรกิจ BESS ในโครงสร้างค่าไฟฟ้า - กำหนดมาตรฐานอุปกรณ์ มาตรฐานการติดตั้ง และมาตรฐานการตรวจสอบประสิทธิภาพ BESS 	
		<ul style="list-style-type: none"> - กำหนดแนวทางการกำกับดูแลในการจัดหา BESS รูปแบบต่างๆ - จัดทำแนวทางการกำกับดูแลที่เกี่ยวข้องกับการใช้งาน BESS ในระดับ Grid Scale - ติดตามการลงทุน และการใช้งาน BESS ในระดับ Grid Scale ของการไฟฟ้าทั้ง 3 แห่ง 	
		<ul style="list-style-type: none"> - จัดทำระเบียบ/ข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับการใช้งาน BESS สำหรับบริการระบบส่งและระบบจำหน่ายไฟฟ้าในระดับ Grid Scale - จัดทำบริการระบบส่งและระบบจำหน่ายไฟฟ้า จาก BESS ตามนโยบาย/ระเบียบที่กำหนด 	<ul style="list-style-type: none"> - จัดทำบริการ TDS จาก BESS ตามนโยบาย/ระเบียบที่กำหนด

บริการ	เป้าหมาย ผู้เกี่ยวข้อง	ระยะสั้น (2569 - 2574)	ระยะกลาง - ยาว (2575 เป็นต้นไป)
	หน่วยงานที่มีหน้าที่ดูแลและควบคุมระบบไฟฟ้า	<ul style="list-style-type: none"> - จัดทำGrid Code/Technical Standard สำหรับ BESS - ตรวจสอบ/จัดทำรายชื่อผลิตภัณฑ์ BESS ที่ผ่านมาตรฐาน พร้อมทั้งสร้างความร่วมมือกับผู้ผลิต BESS เพื่อถ่ายทอดความรู้ให้กับบุคลากรในประเทศ 	<ul style="list-style-type: none"> - จัดทำมาตรฐานการสื่อสารสำหรับการควบคุมและสั่งการ BESS - พัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับการควบคุม และสั่งการ BESS จำนวนมากในระบบไฟฟ้า
		<ul style="list-style-type: none"> - จัดทำ/จัดทำสัญญา สำหรับจัดหาบริการ BESS จากภาคเอกชน พร้อมทั้งอำนวยความสะดวกในการใช้โครงข่ายไฟฟ้า - จัดทำแผนสั่งเรียกใช้งาน BESS ร่วมกับระบบไฟฟ้าจากการทำสัญญารูปแบบต่าง ๆ 	
		<ul style="list-style-type: none"> - 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) ผ่านกลไกการจัดซื้อกำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟ (Reactive Power) หรือบังคับใช้ผ่าน Grid Code ในโครงการผลิตไฟฟ้าประเภท Hybrid เพื่อให้เกิดรูปแบบการให้บริการที่ชัดเจนในอนาคต นอกจากนี้ยังควรออกข้อกำหนดที่บังคับให้โรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนต้องมีส่วนช่วยเหลือผู้ดูแลระบบไฟฟ้าในการเสริมความมั่นคงของระบบไฟฟ้า โดยจะต้องมีการให้ค่าตอบแทนที่เหมาะสม ในระยะกลาง (พ.ศ. 2575–2580) ในส่วนของหน่วยงานรัฐ โดยเฉพาะผู้ดูแลระบบไฟฟ้านั้นจะต้องพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและโปรโตคอลสำหรับรองรับ BESS จำนวนมากให้สามารถทำงานร่วมกับโรงไฟฟ้าอื่นๆ เพื่อเสริมความมั่นคงของระบบไฟฟ้า นอกจากนี้ยังต้องจำเป็นต้องกำหนดนิยามและข้อกำหนดทางเทคนิคที่จำเป็นเพื่อแยกอุปสงค์ของบริการเสริมความมั่นคงในระบบไฟฟ้า ออกจากบริการด้านพลังงานและกำลังไฟฟ้าให้ชัดเจน 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 รั้งซื้อ และดูแลเสถียรภาพของระบบไฟฟ้าทั้งในด้านความถี่และแรงดัน ส่งผลให้ความต้องการใช้งาน BESS เพื่อเสริมความมั่นคงในระบบไฟฟ้ายังไม่ปรากฏชัดเจน และยังมีสัญญาที่รองรับรายได้เป็นรูปธรรม โดยเฉพาะบริการด้าน Frequency Regulation และ Voltage Regulation รวมถึง Reactive Power ที่ปัจจุบันยังไม่มี การจ่ายค่าตอบแทนเพิ่มเติมให้แก่ผู้ให้บริการ ทำให้เกิดข้อจำกัดในการดึงดูดภาคเอกชนเข้ามาลงทุน ด้านรูปแบบการลงทุนยังจำกัดอยู่ในโครงการนำร่องขนาดเล็กที่ภาครัฐลงทุนเองหรือเช่าระบบใช้งาน ขณะที่ผลการวิเคราะห์ SWOT ในมุมมองของนักลงทุนพบว่า มีจุดแข็งด้านการเข้าถึงแหล่งเงินทุนต้นทุนต่ำและโอกาสจากความจำเป็นในการเสริมความมั่นคงของระบบจากพลังงานหมุนเวียนที่เพิ่มขึ้น แต่ยังมีข้อจำกัดสำคัญด้านความไม่ชัดเจนของรูปแบบสัญญา การประเมินความคุ้มค่า การขาดมาตรฐานเทคนิค และกลไกตอบแทน โดยเฉพาะสำหรับบริการกำลังไฟฟารีแอกทีฟ 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 กำลังไฟฟารีแอกทีฟ และพลังงานไฟฟ้า ทำให้มีความเสี่ยงด้านรายได้ รวมถึงยังไม่มีแผนการสั่งการ BESS ร่วมกับโรงไฟฟ้าที่จะสามารถใช้งาน BESS ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ส่วนด้านนโยบาย ยังไม่มีกรอบชัดเจนในการสนับสนุนเอกชนให้มีบทบาทในบริการด้านนี้ เป็นรูปธรรม 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) แนวทางการเตรียมความพร้อมและส่งเสริมรูปแบบธุรกิจที่เหมาะสม

แนวทางการพัฒนาและส่งเสริม BESS สำหรับการใช้งานประเภทบริการเสริมความมั่นคงในระบบไฟฟ้าแบ่งออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่ ระยะสั้น ระยะกลาง และระยะยาว แสดงดังตารางที่ EX-14 โดยในระยะสั้น จะมุ่งเน้นการเตรียมความพร้อมด้านนโยบายและกฎหมายสำหรับการใช้งาน 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 มีแนวทางให้โรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนมีส่วนร่วมช่วยสนับสนุนความมั่นคงในระบบไฟฟ้า พร้อมเริ่มทดลองจัดหา Reactive Power มาช่วยรักษาเสถียรภาพด้านแรงดันในระบบไฟฟ้า	<ul style="list-style-type: none"> ● มี grid code ข้อกำหนด 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	<ul style="list-style-type: none"> ● มีโครงสร้างพื้นฐานและโปรโตคอลสำหรับรองรับการสั่งการ BESS จำนวนมาก ● มีนิยามที่เกี่ยวข้องกับบริการเสริมความมั่นคงในระบบไฟฟ้าที่ชัดเจน ● มีแนวทางการใช้งาน BESS ร่วมกับโรงไฟฟ้าสำหรับการรักษาความมั่นคงในระบบไฟฟ้า ● เกิดรูปแบบธุรกิจร่วมกับภาคเอกชนที่หลากหลาย อาทิ สัญญา BOOT, สัญญาตามกำลังไฟฟ้าและพลังงานที่ผลิตได้
ระยะยาว	ขยายผลการจัดหา BESS เพื่อนำมาใช้งานเป็นบริการในระบบไฟฟ้าทุกประเภท ผ่านรูปแบบธุรกิจสัญญาระยะสั้นและระยะยาว ภายใต้โครงสร้างต้นทุนที่สะท้อนตามสถานการณ์จริงในระบบไฟฟ้า	<ul style="list-style-type: none"> ● มีการจัดหา BESS จากตลาดซื้อบริการผ่านรูปแบบธุรกิจในตลาดไฟฟ้า และธุรกิจแบบผสมผสาน

ตารางที่ EX-14: แนวทางการพัฒนาเพื่อส่งเสริมรูปแบบธุรกิจที่เหมาะสมในการลงทุนและการจัดหา BESS ในระดับ Grid Scale สำหรับการใช้งานประเภทบริการเสริมความมั่นคงในระบบไฟฟ้าในประเทศไทย

บริการ	เป้าหมาย		ระยะสั้น (2569 - 2574)	ระยะกลาง (2575 - 2581)	ระยะยาว (2581 เป็นต้นไป)
	ผู้เกี่ยวข้อง				
บริการเสริมความมั่นคงในระบบไฟฟ้า (Ancillary Service)	หน่วยงานด้านนโยบาย		<ul style="list-style-type: none"> - กำหนดประเภท/นิยามของ BESS ที่ชัดเจนทั้งในแง่ผู้เข้าร่วมให้บริการในตลาด (Market Participant) และ ประเภทของทรัพยากร (Resource) - กำหนดบทบาทหน้าที่/ความรับผิดชอบของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง 		
			<ul style="list-style-type: none"> - 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 		
			<ul style="list-style-type: none"> - กำหนดนิยามที่เกี่ยวข้องกับการจัดหากำลังไฟฟารีแอกทีฟ (Reactive Power) - ประเมินความเหมาะสมของความต้องการกำลังไฟฟารีแอกทีฟ เพื่อใช้กำหนดปริมาณเป้าหมายการใช้งานจาก BESS 	<ul style="list-style-type: none"> - กำหนดนิยามที่เกี่ยวข้องกับบริการเสริมความมั่นคงในระบบไฟฟ้า ให้ชัดเจน - แยกประเภทอุปสงค์ของบริการเสริมความมั่นคงในระบบไฟฟ้าออกจากบริการพลังงานและกำลังไฟฟ้าให้ชัดเจน - ประเมินความเหมาะสมของความต้องการบริการเสริมความมั่นคงในระบบไฟฟ้า 	<ul style="list-style-type: none"> - กำหนดเกณฑ์กำลังผลิตไฟฟ้าสำหรับบริการเสริมความมั่นคงในระบบไฟฟ้าที่เหมาะสม เพื่อให้มีกำลังผลิตและความจุเพียงพอสำหรับรักษาเสถียรภาพและความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้า

บริการ	เป้าหมาย ผู้เกี่ยวข้อง	ระยะสั้น (2569 - 2574)	ระยะกลาง (2575 - 2581)	ระยะยาว (2581 เป็นต้นไป)	
	หน่วยงานที่มีหน้าที่ กำกับดูแล	<ul style="list-style-type: none"> - กำหนดโครงสร้าง/กลไกการส่งผ่านค่าใช้จ่าย/ ค่าตอบแทนธุรกิจ BESS ในโครงสร้างค่าไฟฟ้า - กำหนดมาตรฐานอุปกรณ์ มาตรฐานการติดตั้ง และ มาตรฐานการตรวจสอบประสิทธิภาพ BESS 	<ul style="list-style-type: none"> - เพิ่ม/ปรับปรุงข้อกำหนด Third-Party Access สำหรับ BESS 	<ul style="list-style-type: none"> - กำหนดหลักเกณฑ์และเงื่อนไขของตลาดซื้อขายบริการจาก BESS 	
		<ul style="list-style-type: none"> - กำหนดแนวทางการกำกับดูแลในการจัดหา BESS รูปแบบต่างๆ - จัดทำแนวทางการกำกับดูแลที่เกี่ยวข้องกับการใช้งาน BESS ในระดับ Grid Scale - ติดตามการลงทุน และการใช้งาน BESS ในระดับ Grid Scale ของการไฟฟ้าทั้ง 3 แห่ง 			
		<ul style="list-style-type: none"> - จัดทำระเบียบ/ข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับการใช้งาน BESS สำหรับบริการเสริมความมั่นคงในระบบไฟฟ้า ในด้านการสนับสนุน Reactive Power ในระดับ Grid Scale - กำหนดเกณฑ์ผลตอบแทนการรับ-จ่ายกำลังไฟฟฟารีแอกทีฟที่สะท้อนต้นทุนการดำเนินการ - จัดหาบริการ Reactive Power ตามนโยบาย/ ระเบียบที่กำหนด 	<ul style="list-style-type: none"> - จัดทำระเบียบ/ข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับการใช้งาน BESS สำหรับบริการเสริมความมั่นคงในระบบไฟฟ้าด้านอื่น ๆ ในระดับ Grid Scale - กำหนดเกณฑ์ผลตอบแทนบริการเสริมความมั่นคงในระบบไฟฟ้าอื่นๆ ที่สะท้อนต้นทุนการดำเนินการ - จัดหาบริการเสริมความมั่นคงในระบบไฟฟ้าจาก BESS ตามนโยบาย/ระเบียบที่กำหนด 	<ul style="list-style-type: none"> - กำหนดกฎเกณฑ์ตลาดสำหรับการซื้อขายบริการเสริมความมั่นคงในระบบไฟฟ้า (สัญญาระยะสั้น) 	

บริการ	เป้าหมาย ผู้เกี่ยวข้อง	ระยะสั้น (2569 - 2574)	ระยะกลาง (2575 - 2581)	ระยะยาว (2581 เป็นต้นไป)
	หน่วยงานที่มีหน้าที่ดูแลและควบคุมระบบไฟฟ้า	<ul style="list-style-type: none"> - จัดทำGrid Code/Technical Standard สำหรับ BESS - ตรวจสอบ/จัดทำรายชื่อผลิตภัณฑ์ BESS ที่ผ่านมาตรฐาน พร้อมทั้งสร้างความร่วมมือกับผู้ผลิต BESS เพื่อถ่ายทอดความรู้ให้กับบุคลากรในประเทศ 	<ul style="list-style-type: none"> - จัดทำมาตรฐานการสื่อสารสำหรับการควบคุมและสั่งการ BESS - พัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับการควบคุมและสั่งการ BESS จำนวนมากในระบบไฟฟ้า - จัดทำมาตรฐานการใช้งาน BESS ผ่านโครงข่ายในลักษณะ Third-Party Access 	<ul style="list-style-type: none"> - พัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสำหรับตลาดซื้อขายบริการจาก BESS - บริหารจัดการ/ดูแลระบบไฟฟ้าร่วมกับ BESS จากตลาดซื้อขายบริการ
		<ul style="list-style-type: none"> - จัดทำ/จัดทำสัญญา สำหรับจัดให้บริการ BESS จากภาคเอกชน พร้อมทั้งอำนวยความสะดวกในการใช้โครงข่ายไฟฟ้า - จัดทำแผนสั่งเรียกใช้งาน BESS ร่วมกับระบบไฟฟ้าจากการทำสัญญารูปแบบต่าง ๆ 		
		<ul style="list-style-type: none"> - จัดทำสัญญาจัดหา Reactive Power กับผู้ผลิตไฟฟ้าเอกชน 	<ul style="list-style-type: none"> - จัดทำแผนการส่งเงินโรงไฟฟ้าร่วมกับ BESS สำหรับบริการเสริมความมั่นคงระบบไฟฟ้าที่ชัดเจน - จัดทำสัญญาระยะยาวสำหรับจัดให้บริการเสริมความมั่นคงระบบไฟฟ้าจากภาคเอกชน 	<ul style="list-style-type: none"> - จัดหาบริการเสริมความมั่นคงระบบไฟฟ้าผ่านตลาดซื้อขายบริการระยะสั้นจาก BESS

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

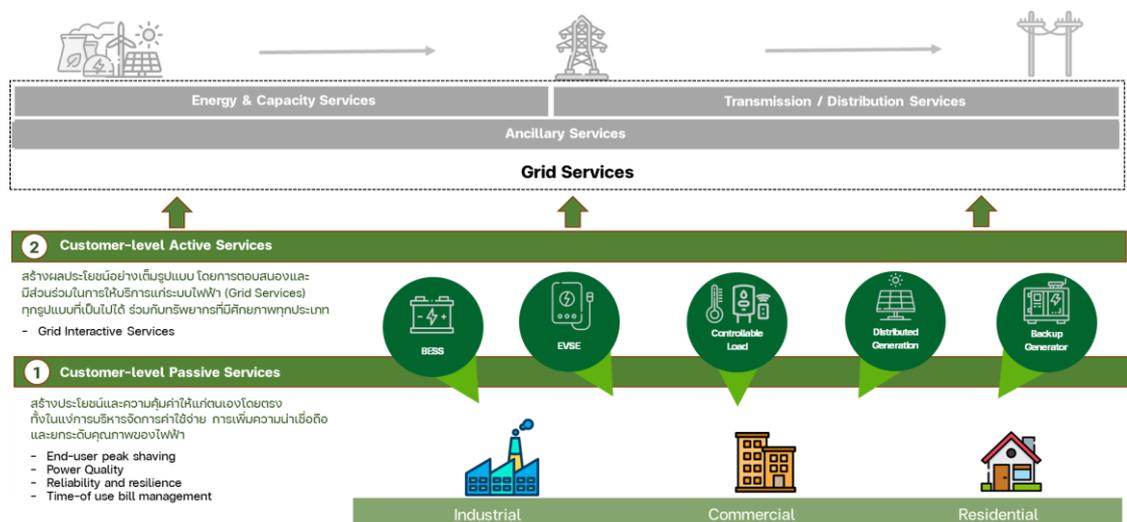
ที่ปรึกษาได้ดำเนินการรวบรวมข้อมูลรูปแบบธุรกิจการลงทุนหรือการจัดหา BESS ในระดับผู้ใช้ไฟฟ้า (Behind the Meter) มาใช้งานเป็นแหล่งทรัพยากรในระบบไฟฟ้า (สอดคล้องกับ TOR ข้อ 4.6) โดยมีรายละเอียดของการศึกษาที่สำคัญดังนี้

8.1 ศึกษาและรวบรวมกรณีศึกษา (Use Case) รูปแบบธุรกิจการลงทุนหรือการจัดหา BESS ในระดับผู้ใช้ไฟฟ้าในต่างประเทศ

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

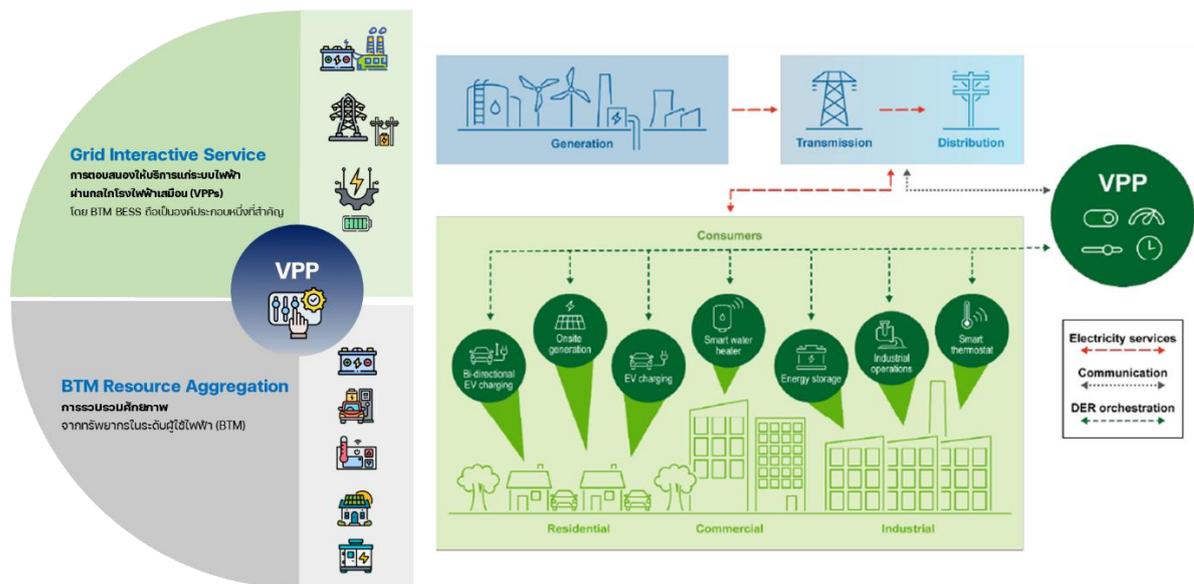
1) การบริการเพื่อตอบสนองการใช้งานของผู้ใช้ไฟฟ้าในลักษณะเชิงรับ (Passive Services) มีจุดประสงค์เพื่อสร้างประโยชน์และความคุ้มค่าให้แก่ตนเองโดยตรง ทั้งในแง่ของการบริหารจัดการค่าใช้จ่าย รวมถึงการเพิ่มความน่าเชื่อถือและยกระดับคุณภาพของไฟฟ้าไปพร้อม ๆ กัน

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 แต่ยังคงครอบคลุมถึงทรัพยากรแบบกระจายศูนย์ (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 อย่างไรก็ตาม รูปแบบธุรกิจดังกล่าวยังสามารถเปิดโอกาสให้บุคคลภายนอกเข้ามาทำหน้าที่เป็นผู้รวบรวมอิสระ (Independent Aggregator) เพื่อช่วยขยายฐานผู้เข้าร่วมให้บริการได้ครอบคลุมและทั่วถึงยิ่งขึ้น

กรณีศึกษาของ Hawaiian Electric (HECO) ซึ่งเป็นบริษัทการไฟฟ้าของรัฐฮาวายสามารถสะท้อนให้เห็นจุดเด่นของรูปแบบธุรกิจดังกล่าวในแง่ของ “การดำเนินการได้อย่างรวดเร็ว” เนื่องจากสามารถลดขั้นตอนและระยะเวลาในการจัดซื้อ/จัดจ้าง (Procurement Process) ลงได้อย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับจัดหาบริการจากภาคเอกชนหรือหน่วยงานภายนอก อย่างไรก็ตาม รูปแบบธุรกิจดังกล่าวอาจมีข้อจำกัดอยู่ที่ “ความสามารถในการพัฒนาแพลตฟอร์มเพื่อรองรับบริการที่มีความซับซ้อนจากทรัพยากรขนาดเล็กและมีการกระจายตัวสูง” โดยเฉพาะบริการเสริมความมั่นคงในระบบไฟฟ้า (Ancillary Services) ที่ต้องการความรวดเร็วในการตอบสนองที่สูงกว่าบริการประเภทอื่น ๆ เป็นอย่างมาก ดังนั้นในกรณีดังกล่าวทาง 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 (Market 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) ซึ่งสามารถสร้างแรงจูงใจในการเข้าร่วมโครงการและขยายฐานทรัพยากรให้ครอบคลุมผู้ใช้ไฟฟ้ามากขึ้นไปพร้อม ๆ กัน

นอกจากนี้ กรณีศึกษาการดำเนินธุรกิจ VPP ของบริษัท Shizen Connect ของประเทศญี่ปุ่นยังแสดงให้เห็นถึงโอกาสในการพัฒนาธุรกิจในช่วงที่โครงสร้างตลาดไฟฟ้าของประเทศยังพัฒนาไม่สมบูรณ์ โดยการทำสัญญาให้บริการ VPP กับผู้ให้บริการไฟฟ้าขายปลีก (Electricity Retailer) โดยตรงเพื่อนำบริการจาก VPP มาช่วยหลีกเลี่ยงต้นทุนในการซื้อไฟฟ้าจากตลาดค้าส่งในช่วงที่มีราคาแพงซึ่งความสำเร็จและบทเรียนจากการดำเนินโครงการนำร่องร่วมกับผู้ให้บริการไฟฟ้าขายปลีกขนาดใหญ่ในภูมิภาคโทโฮคุ (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 จากภาคเอกชนจะได้รับผลตอบแทนที่แน่นอนในลักษณะค่าธรรมเนียมในการเชื่อมต่อและการเข้าถึงการควบคุม (Access & Control Fee) ตามอัตราและลักษณะที่ตกลงกันได้ 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 อย่างไรก็ตาม รูปแบบธุรกิจดังกล่าวผู้ใช้ไฟฟ้าจำเป็นต้องลงทุนติดตั้งโครงสร้างพื้นฐานทางเทคโนโลยีให้สอดคล้องตามเงื่อนไขที่กำหนดด้วยตนเองเพื่อทำให้เกิดการเชื่อมโยงการทำงานเข้ากับระบบของตลาดไฟฟ้าหรือหน่วยงานการไฟฟ้าทั้งในแง่ของชุดข้อมูล (Data) และชุดคำสั่ง (Dispatch Instruction) อีกทั้งยังต้องมีการจัดเตรียมบุคคลากรที่มีทักษะความชำนาญในการควบคุมทรัพยากรต่าง ๆ ให้สอดคล้องกับสถานการณ์ในระบบไฟฟ้า/ตลาดไฟฟ้าอีกด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในรูปแบบบริการที่มีความซับซ้อน ดังนั้นจึงทำให้ในปัจจุบันการดำเนินธุรกิจลักษณะดังกล่าวยังแพร่หลายในเชิงพาณิชย์มากนักแม้ว่าหลายประเทศจะมีการปรับปรุงกฎระเบียบที่เกี่ยวข้องเพื่อรองรับการมีส่วนร่วมจากผู้ใช้ไฟฟ้าโดยตรงไว้แล้วก็ตาม

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

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

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

ตารางที่ EX-15: จุดเด่นและจุดด้อยของการดำเนินธุรกิจในระดับ BTM แต่ละรูปแบบจากกรณีศึกษาในต่างประเทศ

รูปแบบธุรกิจ	จุดเด่น	จุดด้อย
Utility VPP 	<ul style="list-style-type: none"> ● สามารถดำเนินการได้อย่างรวดเร็ว เนื่องจากสามารถลดขั้นตอนการจัดซื้อ/จัดจ้าง (Procurement Process) ● มีความน่าเชื่อถือสูง เนื่องจาก หน่วยงานการไฟฟ้า/ผู้ให้บริการไฟฟ้ามียุทธศาสตร์ควบคุมทรัพยากรโดยตรงผ่านแพลตฟอร์มของตนเอง 	<ul style="list-style-type: none"> ● มักมีข้อจำกัดในการควบคุมทรัพยากรปริมาณมากเพื่อให้บริการที่มีความซับซ้อน โดยเฉพาะบริการเสริมความมั่นคงในระบบไฟฟ้าที่ต้องการความรวดเร็วในการตอบสนองสูง
Cooperated VPP 	<ul style="list-style-type: none"> ● มีความน่าเชื่อถือค่อนข้างสูง เนื่องจาก หน่วยงานการไฟฟ้า/ผู้ให้บริการไฟฟ้ายังคงมีสิทธิ์ ควบคุมทรัพยากรโดยตรงผ่านแพลตฟอร์มของบุคคลที่ 3 	<ul style="list-style-type: none"> ● มีความซับซ้อนทางด้านเทคนิคค่อนข้างสูง เนื่องจากต้องมีการเชื่อมโยงแพลตฟอร์มโรงไฟฟ้าเสมือนของบุคคลที่ 3 เข้ากับระบบปฏิบัติการของหน่วยงานการไฟฟ้า/ผู้ให้บริการ ไฟฟ้าเพื่อทำให้เกิดการสั่งการข้ามแพลตฟอร์มได้
3 rd Party VPP 	<ul style="list-style-type: none"> ● มีทักษะและความชำนาญในการเชื่อมโยงทรัพยากรขนาดเล็กและกระจายตัวมาใช้งานเป็นบริการในระบบไฟฟ้าที่มีความซับซ้อน โดยเฉพาะกลุ่มผู้ประกอบการที่ผันตัวมาจากผู้ผลิต BESS/DERs เนื่องจาก มีพื้นฐานในการทำงานร่วมกับลูกค้ามาตั้งแต่ต้น ● สามารถดำเนินธุรกิจด้วยต้นทุนที่ต่ำกว่า โดยเฉพาะกลุ่มผู้ผลิต BESS/DERs เนื่องจาก มีซอฟต์แวร์หรือแพลตฟอร์ม ที่ใช้สำหรับเชื่อมโยงกับเครือข่ายทรัพยากรเรียบร้อยแล้ว ดังนั้นจึงมีความพร้อมของระบบและฐานทรัพยากรที่สามารถนำมาต่อยอดเป็นบริการ VPP ด้วยงบประมาณที่ต่ำกว่าการเริ่มใหม่แต่ต้น ● มีความอิสระในการดำเนินธุรกิจสูง ดังนั้นจึงสามารถออกแบบกลยุทธ์ในการขยายฐานทรัพยากรและ ผู้เข้าร่วมโครงการได้หลากหลาย 	<ul style="list-style-type: none"> ● จำเป็นต้องมีกระบวนการจัดซื้อ/จัดจ้าง หรือคัดเลือกที่เข้มงวดเพื่อสร้างความโปร่งใสและรักษาคุณภาพของผู้ให้บริการ ดังนั้นจึงต้องใช้ระยะเวลาเตรียมความพร้อมค่อนข้างนาน
Direct Participation 	<ul style="list-style-type: none"> ● มีความซับซ้อนในดำเนินการต่ำ เนื่องจาก ไม่ต้องเชื่อมต่อกับระบบของผู้เล่นคนกลาง ● มีโอกาสสร้างรายได้จากบริการได้สูงสุด เนื่องจาก ผู้ใช้ไฟฟ้าเป็นผู้ดำเนินการเองโดยตรง 	<ul style="list-style-type: none"> ● มักเผชิญกับข้อจำกัดด้านต้นทุนทางเทคโนโลยี โดยเฉพาะระบบบริหารจัดการทรัพยากรที่ต้องมีสอดคล้องกับเงื่อนไขในการให้บริการในระบบไฟฟ้าประเภทต่าง ๆ ซึ่งโดยปกติต้องใช้งบประมาณในการลงทุนค่อนข้างสูง ● จำเป็นต้องมีบุคลากรที่มีความรู้ ความเข้าใจ รวมถึงมีทักษะขั้นสูงในการควบคุมการทำงานของทรัพยากรต่าง ๆ ให้สอดคล้องตามสถานการณ์ในตลาด/ระบบไฟฟ้า

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

ประเทศ	กรณีศึกษา	รูปแบบธุรกิจ				บทบาทหน้าที่				รูปแบบบริการแก่ระบบไฟฟ้า			ฐานทรัพยากร	
		Utility VPP	Cooperated VPP	3 rd 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	3 rd 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	EneX VPP			●		Taipower (ETP)	EneX				●		BESS (Swapping Station)	
ออสเตรเลีย	EneX VPP			●		NEM	EneX				●		BESS	
	Queensland University				●	NEM	Queensland University	-	NEM	●			BESS	

8.2 ศึกษาและรวบรวมกรณีศึกษา (Use Case) รูปแบบธุรกิจการลงทุนหรือการจัดการ BESS ในระดับผู้ใช้ไฟฟ้าในประเทศไทย

การลงทุนหรือจัดการ BESS ในระดับผู้ใช้ไฟฟ้าในประเทศไทยสามารถสะท้อนภาพได้จากตัวอย่างความก้าวหน้าในการดำเนินธุรกิจของผู้ผลิต/จำหน่าย BESS ในประเทศไทยและตัวอย่างความก้าวหน้าในการนำ BESS ในระดับดังกล่าวมาใช้งาน ซึ่งในภาพรวมมีรายละเอียดของกรณีศึกษาที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

8.2.1 ความก้าวหน้าในการดำเนินธุรกิจของผู้ผลิต/จำหน่าย BESS ในประเทศไทย

ระบบแบตเตอรี่กักเก็บพลังงานเป็นเทคโนโลยีที่ได้รับความนิยมมากขึ้นตามลำดับ อย่างไรก็ตาม การใช้งานในประเทศไทยยังคงอยู่ในช่วงเริ่มต้นเท่านั้น ซึ่งโดยส่วนใหญ่แล้วระบบแบตเตอรี่กักเก็บพลังงานมักมีการนำมาใช้งานร่วมกับระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนขนาดใหญ่เป็นหลัก แต่เนื่องด้วยต้นทุนเทคโนโลยีที่ลดลงจึงทำให้เริ่มเห็นสัญญาณการใช้งานอุปกรณ์ดังกล่าวในกลุ่มผู้ใช้งานที่มีขนาดเล็กลงบ้างแล้ว

ทั้งนี้ ในภาพรวมแบตเตอรี่กักเก็บพลังงานสามารถแบ่งออกตามความจุได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ 1) แบตเตอรี่กักเก็บพลังงานขนาดเล็กโดยมีขนาดตั้งแต่ 1-10 กิโลวัตต์ชั่วโมงซึ่งถูกออกแบบมาเพื่อใช้งานในบ้านอยู่อาศัยหรืออาคารพาณิชย์ขนาดเล็กเป็นหลัก 2) แบตเตอรี่กักเก็บพลังงานขนาดใหญ่โดยมีขนาดตั้งแต่ 10 กิโลวัตต์ชั่วโมงขึ้นไป ซึ่งถูกออกแบบมาให้ใช้งานในอาคารขนาดกลางเป็นหลัก อย่างไรก็ตามในปัจจุบันตลาดแบตเตอรี่กักเก็บพลังงานของประเทศไทยยังอยู่แค่ในช่วงระยะเริ่มต้น รวมถึงทางผู้ผลิตและผู้ประกอบการอาจยังอยู่ในช่วงของการวิจัยและพัฒนาเพื่อค้นหาแนวทางที่เหมาะสมต่อการดำเนินธุรกิจของตนเอง โดยที่ปรึกษาได้รวบรวมรายละเอียดของความก้าวหน้าในการดำเนินธุรกิจที่สำคัญไว้ในหัวข้อการศึกษาที่ 8.2.1

8.2.2 ความก้าวหน้าในการนำ BESS ในระดับ BTM มาใช้งานในประเทศไทย

แม้ว่าในปัจจุบันประเทศไทยยังไม่มีกรณีศึกษา BESS ในระดับ BTM มาใช้งานหรือให้บริการในโครงข่ายไฟฟ้าเหมือนเช่นในต่างประเทศ แต่ด้วยต้นทุนราคาเทคโนโลยีที่ลดลงอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้กลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้าขนาดใหญ่ อาทิ กลุ่มผู้ประกอบการในนิคมอุตสาหกรรม และกลุ่มบริษัทขนาดใหญ่ถือเป็นกลุ่มที่มีการติดตั้ง BESS ในระดับ BTM อย่างเป็นทางการมากที่สุดกลุ่มหนึ่ง ซึ่งส่วนใหญ่มีจุดประสงค์ในการลดต้นทุนทางด้านพลังงาน ควบคู่ไปกับการรักษาความต่อเนื่องและคุณภาพของไฟฟ้าเป็นหลัก นอกจากนี้ กลุ่มสถาบันการศึกษาก็มีการจับคู่ความร่วมมือกับหน่วยงานการไฟฟ้าเพื่อวิจัยและพัฒนา รวมถึงศึกษาความเป็นไปได้ในการสร้างระบบนิเวศน์ในการใช้พลังงานอย่างยั่งยืนภายใต้แนวคิด “Smart Campus” ซึ่งสามารถช่วยส่งเสริมให้เกิดการใช้งาน BESS อย่างยั่งยืนในระยะยาว

โดยกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้าขนาดใหญ่จะให้ความสำคัญความคุ้มค่าของตนเองทั้งในแง่การบริหารจัดการค่าใช้จ่ายไฟฟ้า (Energy Bill Management), การลดความต้องการไฟฟ้าสูงสุด (End-user Peak Shaving), การรักษาระดับคุณภาพไฟฟ้า (Power Quality) และรักษาระดับความเชื่อถือได้ของไฟฟ้าเพื่อคงความต่อเนื่องในการใช้ไฟฟ้าภายใต้เหตุการณ์ไฟฟ้าดับ (Reliable & Resilience) อย่างไรก็ตาม ลักษณะของการลงทุนที่เกิดขึ้นโดยส่วนใหญ่มักจะเกิดขึ้นโดยผู้ใช้งานเอง แต่ในบางกรณีอาจมีหน่วยงานการไฟฟ้าหรือผู้ประกอบการภาคเอกชนเป็นผู้ลงทุนให้ติดตั้ง BESS ให้ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นการจับคู่ความร่วมมือภายใต้การวิจัยและพัฒนาหรือดำเนินโครงการนำร่องด้านความยั่งยืนทางพลังงานกับกลุ่มมหาวิทยาลัยเป็นหลัก โดยที่ปรึกษาได้รวบรวมตัวอย่างกรณีศึกษา (Use Case) ของรูปแบบธุรกิจการลงทุนหรือการจัดการ 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 & Resilience	Grid interactive Service			
กลุ่มนิคมอุตสาหกรรม								
รูปแบบธุรกิจและการลงทุนในการจัดหา BESS ในระดับ BTM <ul style="list-style-type: none"> ลงทุนติดตั้งด้วยงบประมาณของตนเอง 								
สวนอุตสาหกรรมสหพัฒน์ศรีราชา	BTM	n/a MW	n/a MWh		✓	✓	✓	
นิคมอุตสาหกรรมอีสเทิร์นซีบอร์ดระยอง	BTM	n/a kW	550 kWh		✓	✓	✓	
กลุ่มบริษัทขนาดใหญ่								
รูปแบบธุรกิจและการลงทุนในการจัดหา BESS ในระดับ BTM <ul style="list-style-type: none"> ลงทุนติดตั้งด้วยงบประมาณของตนเอง 								
บริษัท เอสซีจี (SCG) และกลุ่มบริษัทโตโยต้า	BTM	n/a MW	n/a MWh	✓	✓	✓	✓	
บริษัท พีทีที โกลบอล เคมิคอล จำกัด (มหาชน) และบริษัท โกลบอล เพาเวอร์ ซินเนอร์ยี	BTM	n/a MW	1.5 MWh	✓	✓	✓	✓	

Use Case				จุดประสงค์และรูปแบบการประยุกต์ใช้งาน				
				Passive Services				Active Services
				End-user Peak Shaving	Energy Bill Management	Power Quality	Reliable & Resilience	Grid interactive Service
จำกัด (มหาชน)								
บริษัท ทางยกระดับดอนเมือง จำกัด (มหาชน)	BTM	n/a kW	160 kWh	✓	✓	✓	✓	
กลุ่มสถาบันการศึกษา								
รูปแบบธุรกิจและการลงทุนในการจัดหา BESS ในระดับ BTM <ul style="list-style-type: none"> • 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 & Resilience	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 จะประกอบด้วย การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ 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

กรณีศึกษาที่พิจารณาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของการติดตั้งระบบกักเก็บพลังงานแบบ 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 ในการพิจารณาความคุ้มค่า 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

กรณีศึกษาที่แบ่งออกเป็นสองกรณีย่อย คือ การใช้ Solar PV เพียงอย่างเดียวและ การใช้ Solar PV ร่วมกับ BTM-BESS โดยสมมติให้พลังงานจาก Solar PV ที่ผลิตได้ในแต่ละวันมีสัดส่วนระหว่าง ช่วง 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 ถูกใช้ในระบบไฟฟ้าของตนเองมากกว่าเพียง ร้อยละ 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 ยังไม่คุ้มค่าหากพลังงานที่เก็บไว้ จาก Solar PV ใน BESS ถูกนำมาใช้เอง แต่ถ้าเปลี่ยนไปขายพลังงานที่เก็บไว้กลับเข้าสู่ระบบของการไฟฟ้า ก็สามารถทำให้ IRR เป็นบวกทุกกรณี ขณะที่กลุ่ม MGS&LGS มีความคุ้มค่าที่ชัดเจนในทุกสถานการณ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากพิจารณาการลดค่า Peak Charge ด้วย

- การติดตั้ง BTM-BESS ร่วมกับ Solar PV และขายบริการพลังงานให้กับการไฟฟ้า

กรณีศึกษาที่พิจารณาการใช้ Solar PV ร่วมกับ BTM-BESS โดยพลังงานที่เหลือจากการใช้เองในช่วงกลางวันจะถูกเก็บเข้า BESS และนำมาใช้ใน 2 รูปแบบ คือ ใช้ในช่วง Peak Time และขายเป็น บริการพลังงานให้กับระบบโครงข่ายไฟฟ้า (Demand Response) ทั้งนี้พลังงานที่ถูกเก็บไว้ใน BESS จะถูก จำลองการใช้ใน 2 สถานการณ์ คือ ใช้เองร้อยละ 50 พร้อมขายบริการร้อยละ 50 และขายเป็นบริการทั้งหมด การประเมินการพิจารณาอัตราการใช้บริการมี 3 ระดับ ได้แก่ 3 วันต่อเดือน ทุกวันทำการ และทุกวัน ผล การวิเคราะห์ IRR พบว่า กลุ่ม RES&SGS ไม่มีความคุ้มค่าในทุกกรณี โดยค่า IRR เป็นลบหรือไม่ถึงร้อยละ 3 ทั้ง 2 สถานการณ์ ส่วนกลุ่ม MGS&LGS มี IRR เป็นบวกในทุกกรณี และมีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะเมื่อพิจารณาการลด Peak Charge ร่วมด้วย สำหรับการประเมินเพื่อพิจารณาอัตราการใช้ บริการของการไฟฟ้า หากต้องการให้ IRR ของทั้ง RES&SGS และ MGS&LGS อยู่ในระดับที่เหมาะสมและมี อัตราผลตอบแทนการขายบริการพลังงานต่ำที่สุด จะต้องมีการเลือกใช้บริการทุกวัน โดยที่จะได้อัตรา ผลตอบแทน 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 ของตนเองร่วมด้วยจะต้องมี เรียกใช้แบบทุกวันทำการ ซึ่งจะให้อัตราผลตอบแทนยิ่งลดลงไปได้มาก 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 มีศักยภาพสูงในการช่วยผู้ไฟฟ้าลดภาระค่าใช้จ่าย 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 แต่ยังมีจำกัดในบางพื้นที่และขาดมาตรการสนับสนุนเชิงนโยบาย ส่วนบริการเสริมความมั่นคงระบบ (Ancillary Services) แม้เทคโนโลยีพร้อม แต่ยังมีข้อจำกัดด้านกฎระเบียบและตลาดไฟฟ้าที่ไม่เปิดให้เอกชนเข้ามามีส่วนร่วม 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 คุณค่าที่นำเสนอครอบคลุมการลดค่าใช้จ่ายและภาระความต้องการไฟฟ้าสูงสุดลดความแออัดของโครงข่ายและสนับสนุนเสถียรภาพระบบ 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 และหน่วยงานกำกับดูแลกิจกรรมสำคัญคือการลงทะเบียนและรวบรวมผู้เข้าร่วมโครงการ การบริหารจัดการ DER และ BESS การซื้อขายพลังงานในตลาดล่วงหน้า (Forward Market) และเรียลไทม์ (Real-Time Market) รวมถึงการให้บริการเสริมเพื่อรักษาเสถียรภาพระบบ คุณค่าที่เสนอประกอบด้วย การลดต้นทุนพลังงาน 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, สัญญาระยะสั้นและบริการเสริมในรูปแบบต่าง 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, ผู้ให้บริการเครือข่ายและผู้รวบรวม รวมถึงหน่วยงานการไฟฟ้า (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 กิจกรรมหลักรวมถึงการลงทุนติดตั้งและบำรุงรักษาระบบ BESS การจัดการบริการตอบสนองด้านโหลด (Demand Response) และการพัฒนาแพลตฟอร์มซอฟต์แวร์ ซึ่งทรัพยากรสำคัญ คือ ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ BESS ทีมวิศวกรผู้เชี่ยวชาญ 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 ในการวิเคราะห์ลักษณะของรูปแบบธุรกิจยังมีการประเมินข้อดีและข้อควรพิจารณาสำหรับรูปแบบธุรกิจแต่ละประเภทด้วย โดยมีรายละเอียดโดยสรุป ดังนี้

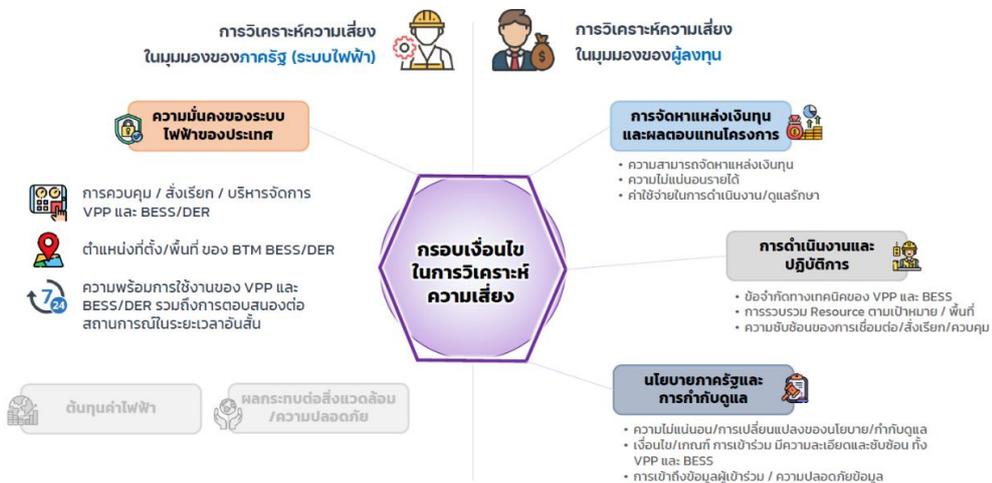
จุดเด่น และข้อควรพิจารณา สำหรับบริการแต่ละรูปแบบ

Utility VPP	Cooperated VPP	3rd Party VPP	Direct Participation
จุดเด่น : <ul style="list-style-type: none"> เข้าถึงข้อมูลระบบไฟฟ้าได้โดยตรง ความมั่นคงและน่าเชื่อถือสูง เนื่องจากภาครัฐเป็นผู้ดำเนินการเองทั้งหมด ความสามารถในการขยายผลเชิงพื้นที่ เนื่องจากมีโครงสร้างพื้นฐานที่ครอบคลุมทั้งประเทศ 	จุดเด่น : <ul style="list-style-type: none"> ความมั่นคงและน่าเชื่อถือสูง สามารถพัฒนา Platform และ บริการต่าง ๆ ให้มีประสิทธิภาพอย่างต่อเนื่อง โดยที่ภาคเอกชนสามารถเข้ามามีส่วนร่วม ลดการ: ความเสี่ยงในการลงทุน/ การดำเนินงาน ของภาครัฐ 	จุดเด่น : <ul style="list-style-type: none"> ส่งเสริมให้มีการแข่งขัน ส่งผลให้มีการพัฒนาบริการต่าง ๆ เพื่อจูงใจให้ BESS เข้าร่วม OEM Platform สามารถเชื่อมต่อและบริหารจัดการอุปกรณ์ในเครือข่ายที่ตนผลิตและพัฒนาได้อย่างมีประสิทธิภาพ 	จุดเด่น : <ul style="list-style-type: none"> ส่งเสริมการมีส่วนร่วมของประชาชนและภาคธุรกิจรายย่อย ลดพึ่งพาไฟฟ้าจากโรงจ่ายหลัก เอกชนมีศักยภาพในการลดค่าไฟระยะยาว
ข้อควรพิจารณา : <ul style="list-style-type: none"> ไม่มีการแข่งขันในการให้บริการ การเสนอข้อขงใจให้ผู้ใช้ร่วม อาจมีความยืดหยุ่นต่ำกว่าเอกชน ไม่มีแรงจูงใจในการลดต้นทุนหรือเพิ่มประสิทธิภาพ ผู้ใช้บริการไม่มีอำนาจต่อรองหรือเลือกผู้ให้บริการ 	ข้อควรพิจารณา : <ul style="list-style-type: none"> ความซับซ้อนในการจัดการผลตอบแทน/ รายได้ ทั้งของการไฟฟ้าและเอกชน อาจส่งผลให้ต้นทุนการดำเนินการโดยรวมสูงขึ้น อาจมีรอยต่อระหว่างการเปลี่ยนผู้ให้บริการ VPP Platform ในกรณีที่เกิดสัญญา 	ข้อควรพิจารณา : <ul style="list-style-type: none"> ข้อจำกัดการเข้าถึงข้อมูลระดับผู้ใช้ไฟฟ้า การเชื่อมโยงข้อมูล การควบคุม และการเชื่อมต่อกับระบบของ Utility อาจมีข้อจำกัด ความเสี่ยงของผู้ลงทุน เนื่องจากค่าใช้จ่ายสูง และรายได้ที่ไม่แน่นอน ความเชื่อมั่นจากภาครัฐหรือประชาชนในการใช้บริการ 	ข้อควรพิจารณา : <ul style="list-style-type: none"> การเชื่อมโยงข้อมูล การเชื่อมต่อกับระบบของ Utility และการเรียกใช้ มีข้อจำกัด ความเสี่ยงของผู้ลงทุน เนื่องจากต้นทุนสูงในการติดตั้งอุปกรณ์และระบบจัดการ และรายได้ที่ไม่แน่นอน

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 และแต่ละทางเลือกก็มีผลกระทบในหลายมิติที่อาจขัดแย้งกัน 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

การให้น้ำหนักความสำคัญของความเสี่ยงแต่ละด้าน สำหรับบริการแต่ละรูปแบบ

มุมมองของผู้ลงทุน	การจัดการแหล่งเงินทุนและผลตอบแทนโครงการ	การดำเนินงานและปฏิบัติการ	นโยบายภาครัฐและการกำกับดูแล
Energy and Capacity Services <small>มุมมองการดำเนินงาน BESS ที่ไม่สนใจด้านต่อเนื่อง</small>	High	High	Low
Transmission and Distribution Services <small>มุมมองการดำเนินงาน BESS ที่ไม่สนใจด้านต่อเนื่อง</small>	High	High	Low
Ancillary Services <small>มุมมองการดำเนินงาน BESS ที่ไม่สนใจด้านความจำเป็นของระบบไฟฟ้า</small>	High	High	High

รูป EX-13 การให้น้ำหนักความสำคัญของความเสี่ยงแต่ละด้านในมุมมองของผู้ลงทุน สำหรับบริการในแต่ละรูปแบบ

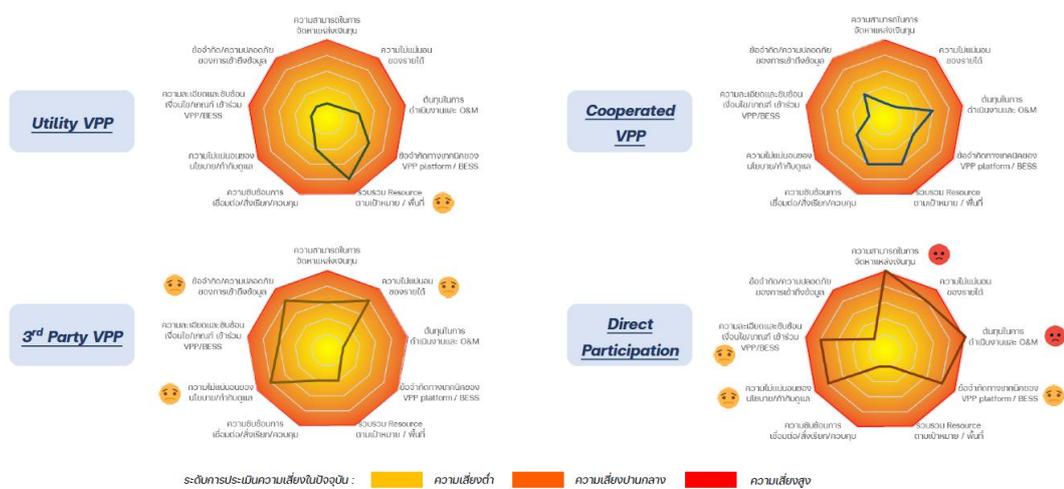
การให้น้ำหนักความสำคัญของความเสี่ยงแต่ละด้าน สำหรับบริการแต่ละรูปแบบ

มุมมองของภาครัฐ (ระบบไฟฟ้า)	ความมั่นคงของระบบไฟฟ้าของประเทศ	การควบคุม / สั่งเรียก / บริหารจัดการ VPP และ BESS/DER	ตำแหน่งที่ตั้ง/พื้นที่ของ BTM BESS/DER	ความพร้อมใช้งาน / ตอบสนองต่อสถานการณ์ในระยะเวลานสั้น
Energy and Capacity Services	High	Low	High	High
Transmission and Distribution Services	High	High	High	Low
Ancillary Services	High	High	Low	High

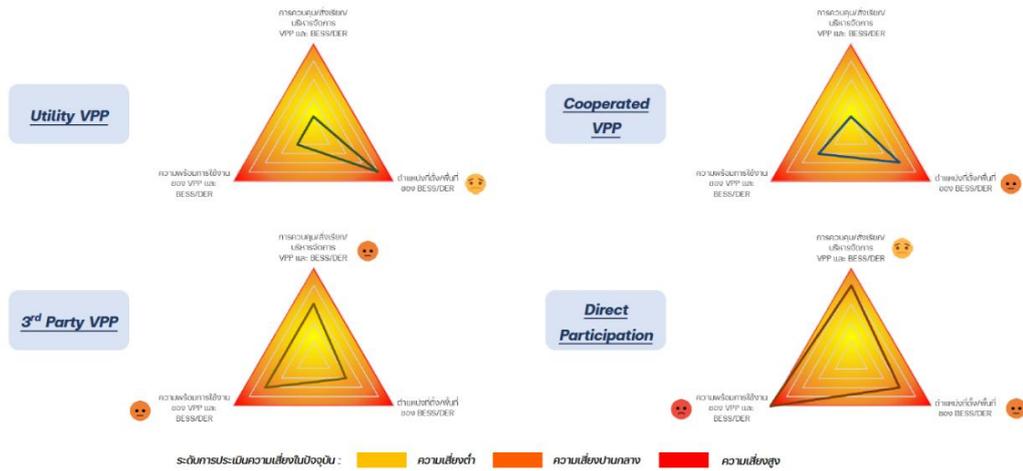
รูป EX-14 การให้น้ำหนักความสำคัญของความเสี่ยงแต่ละด้านในมุมมองของภาครัฐ (ระบบไฟฟ้า) สำหรับบริการแต่ละรูปแบบ

โดยผลวิเคราะห์ความเสี่ยงแต่ละด้านสำหรับบริการแต่ละรูปแบบทั้งในมุมมองของผู้ลงทุนและภาครัฐสามารถแสดงได้ดังรูป EX-15 และรูป EX-16 ซึ่งมีรายละเอียดรายละเอียดที่สำคัญดังนี้

- **รูปแบบธุรกิจ Utility VPP** มีความเสี่ยงโดยรวมต่ำที่สุดและสามารถเริ่มดำเนินการได้เร็วที่สุด เนื่องจากมีเครือข่ายความร่วมมือที่ชัดเจนและความสามารถในการจูงใจผู้เข้าร่วม อย่างไรก็ตาม ข้อจำกัดสำคัญอยู่ที่การรวบรวมและบูรณาการทรัพยากรให้ได้ตามเป้าหมาย เนื่องจากต้องพึ่งพาโครงสร้างเครือข่ายและกลไกสร้างแรงจูงใจ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญต่อความสำเร็จระยะยาวของธุรกิจ
- **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 อาจเกิดความล่าช้าและความไม่แน่นอนในการตอบสนองต่อสถานการณ์ฉุกเฉิน
- **รูปแบบธุรกิจ Direct Participation** มีความเสี่ยงสูงที่สุด เนื่องจากผู้ลงทุนต้องบริหารจัดการระบบและอุปกรณ์ด้วยตนเอง การรวบรวมทรัพยากรจำกัดและมีการกระจายความเสี่ยงต่ำ ส่งผลให้เกิดความเปราะบางต่อความมั่นคงของระบบไฟฟ้า นอกจากนี้ยังมีความไม่แน่นอนด้านกฎระเบียบ การเข้าถึงตลาดเสริม และการกำหนดค่าตอบแทนในระยะยาว ทำให้ธุรกิจรูปแบบนี้มีความเสี่ยงเชิงนโยบายสูงที่สุด

ผลการวิเคราะห์ความเสี่ยงแต่ละด้าน สำหรับบริการแต่ละรูปแบบ (มุมมองของผู้ลงทุน)


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 แม้อากาศอุตสาหกรรมเริ่มนำ BESS มาใช้เพื่อลดค่าไฟฟ้า แต่ผู้ใช้อังไม่สามารถสร้างรายได้หรือรับสิทธิประโยชน์ทางการเงินจากการให้บริการต่อระบบไฟฟ้าได้อย่างชัดเจน ดังนั้น จึงจำเป็นต้องจัดทำกรอบแนวทางและมาตรการสนับสนุนที่ชัดเจน เพื่อให้ BTM BESS สามารถมีส่วนร่วมในระบบไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพและเสริมสร้างความมั่นคงของระบบในอนาคต

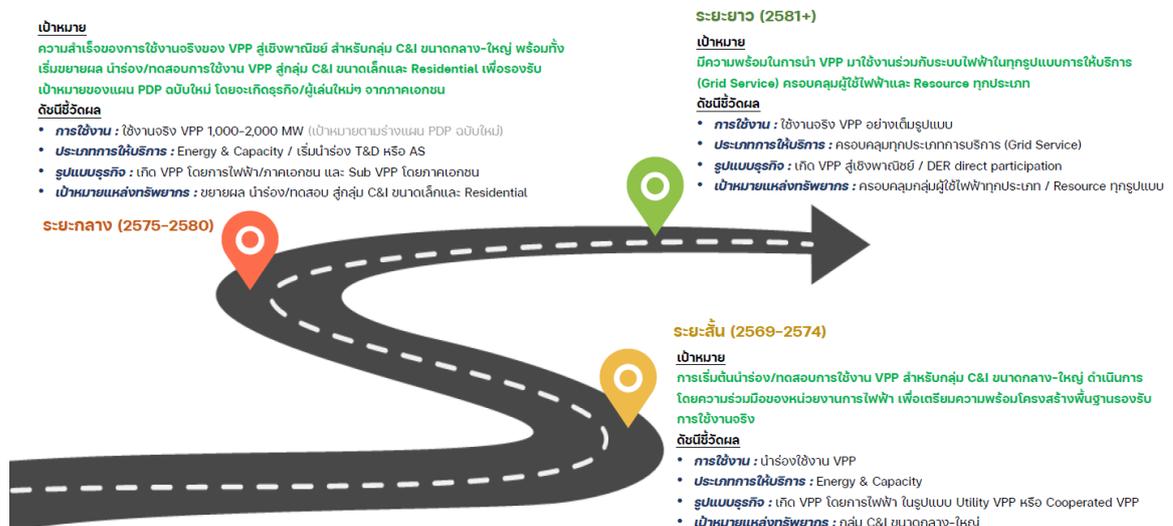
9.3.2 การกำหนดเป้าหมายการส่งเสริมรูปแบบธุรกิจในแต่ละระยะ

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 ตลอดจนกำหนดสิทธิการเข้าถึงข้อมูลระดับผู้ใช้ไฟฟ้าสำหรับบุคคลที่สาม 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	<ul style="list-style-type: none"> - ไม่มีการกำหนดนโยบายเฉพาะด้านสำหรับ BTM BESS และ DER ประเภทอื่น ๆ ในแผน PDP ฉบับใหม่อย่างชัดเจน - ขาดมาตรการสนับสนุนที่ชัดเจนเพื่อสร้างแรงจูงใจให้ผู้ใช้ไฟฟ้าเข้าร่วมโครงการนำร่อง 	<ul style="list-style-type: none"> - ขาดเป้าหมายเชิงปริมาณที่ชัดเจนสำหรับการขยายระบบ VPP และการติดตั้ง BTM BESS - มาตรการสนับสนุนสำหรับ Aggregator ยังไม่สมบูรณ์ 	<ul style="list-style-type: none"> - ขาดนโยบายที่เอื้อต่อการดำเนินงานของภาคเอกชนอย่างยั่งยืน - ยังไม่มีฉลากที่ค้นที่ชัดเจนเพียงพอในการรองรับ DER เทคโนโลยีใหม่ - ยังไม่มีแผนยุทธศาสตร์สำหรับการพัฒนาระบบ Prosumer Grid ในระดับประเทศอย่างชัดเจน
ด้านกำกับดูแล	<ul style="list-style-type: none"> - ข้อกำหนดและมาตรฐานยังอยู่ในระดับการนำร่องไม่ครอบคลุมการดำเนินงานเชิงพาณิชย์อย่างเต็มรูปแบบ - ยังไม่มีการกำหนดโครงสร้างอัตราค่าบริการ BTM BESS /DER แก่ระบบไฟฟ้า 	<ul style="list-style-type: none"> - โครงการนำร่องยังอยู่ในระยะทดสอบและยังไม่ถูกยกเป็นกฎหมายบังคับใช้ - ขาดกลไกการกำกับดูแลที่ชัดเจนด้านการคุ้มครองสิทธิผู้ใช้ไฟฟ้าสำหรับ Third-Party 	<ul style="list-style-type: none"> - จำเป็นต้องมีคณกลางในการกำหนดกลไกการตรวจสอบและออกใบอนุญาตแบบอัตโนมัติการให้บริการของ DER ทุกประเภท - ขาดมาตรการด้านความปลอดภัยทางไซเบอร์และการคุ้มครองสิทธิผู้ใช้ไฟฟ้าอย่างรอบด้าน
ด้านปฏิบัติการ	<ul style="list-style-type: none"> - ขาดระบบควบคุมแบบรวมศูนย์ที่เชื่อถือได้ ไม่มีระบบเฝ้าติดตามและตอบสนองของ BTM BESS ต่อการสั่งเรียก - ขาดมาตรฐานรองรับการเชื่อมโยงข้อมูลภายในของผู้ใช้ไฟฟ้า (Back-End) กับการไฟฟ้า 	<ul style="list-style-type: none"> - ระบบควบคุม BTM BESS ยังอยู่ในระดับทดสอบ ไม่พร้อมใช้งานเชิงพาณิชย์ - ขาดความสามารถในการควบคุม BTM BESS หลายจุดแบบเรียลไทม์ในระดับภูมิภาคหรือประเทศได้อย่างแม่นยำ 	<ul style="list-style-type: none"> - ระบบ VPP ยังไม่ครอบคลุมทั่วประเทศและไม่สามารถทำงานแบบ Self-Healing ได้เต็มรูปแบบ - ขาดกลไกแลกเปลี่ยนและซื้อขายพลังงานระหว่าง

	ระยะสั้น	ระยะกลาง	ระยะยาว
			Aggregator (หากมีระบบ VPP เกิดขึ้นหลายระบบ)
ด้านทรัพยากร	<ul style="list-style-type: none"> - ไม่มีนโยบายที่สร้างแรงจูงใจในการลงทุนเนื่องจากระบบ VPP เป็นแบบผูกขาดจากการไฟฟ้ารายเดียว - เอกชนยังไม่สามารถสร้างผลตอบแทน จากการให้บริการ BTM BESS ได้ - ไม่มี Aggregator ที่สามารถให้บริการได้จริง - จำกัดเฉพาะกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้าประเภท C&I ทำให้กลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทอื่นๆ ไม่มีโอกาสเข้าโครงการนำร่องเพื่อประเมินความเป็นไปได้ร่วมกัน 	<ul style="list-style-type: none"> - การเข้าร่วมของ BTM BESS/DER ยังไม่ครอบคลุมผู้ใช้ไฟฟ้าทุกประเภท - ขาดการสร้างแรงจูงใจที่ชัดเจนสำหรับกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้าประเภท C&I ขนาดเล็กและบ้านพักอาศัย - ภาคเอกชนยังไม่สามารถสร้างรายได้ที่มั่นคงจากการให้บริการ VPP/BTM BESS/DER - ยังไม่มีการส่งเสริมหรือสร้างตลาดจริง 	<ul style="list-style-type: none"> - มีข้อจำกัดทางกฎหมายและข้อเทคนิคในการซื้อขายพลังงานแบบกระจายศูนย์ (Decentralized) - ภาคเอกชนยังไม่มีรายได้หรือโมเดลธุรกิจที่มั่นคงสำหรับการให้บริการ VPP/BTM BESS/DER ในระดับประเทศ - ขาดตลาดหรือโครงสร้างราคาที่เหมาะสมต่อการแลกเปลี่ยนพลังงานระหว่าง 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 และกำหนดนโยบายการจัดการและสัดส่วน BTM BESS/DER ในการให้บริการ Energy & Capacity, Transmission & Distribution และ Ancillary Services ผ่านกลไกตลาดซื้อขายบริการทั้งภาครัฐและเอกชนอย่างเป็นระบบ

แนวทางการส่งเสริมรูปแบบธุรกิจ BESS ของหน่วยงานนโยบาย

	ระยะสั้น (2569-2574)	ระยะกลาง (2575-2580)	ระยะยาว (2581+)
การส่งเสริม BESS ในภาพรวม	<ul style="list-style-type: none"> กำหนดประเภท/นิยาม/บทบาทหน้าที่ในการนำ BESS/ DER มาใช้งานในระบบไฟฟ้า กำหนดเป้าหมาย/นโยบาย/นโยบายอื่นที่ส่งเสริม BESS/ DER ในแผน PDP ฉบับใหม่ 	<ul style="list-style-type: none"> นโยบายส่งเสริมให้ผู้ใช้ไฟฟ้าติดตั้ง/ใช้งาน BESS/ DER ผ่านมาตรการต่าง ๆ อาทิ ด้านการเก็บ/ภาษี สิทธิประโยชน์ เป็นต้น รวมถึงโอกาสให้บริการกับระบบไฟฟ้า นโยบายส่งเสริมให้เกิดการพัฒนา VPP / sub VPP Platforms จากภาคเอกชน 	<ul style="list-style-type: none"> นโยบายส่งเสริมให้ BESS/ DER ทุกรูปแบบเข้าร่วม VPP/ sub VPP ผ่านมาตรการต่าง ๆ อาทิ ด้านการเก็บ/ภาษี สิทธิประโยชน์ เป็นต้น
Energy & Capacity Services	<ul style="list-style-type: none"> ประเมินความต้องการกำลังผลิตและความจุจาก BESS/ DER ในการให้บริการ ECS ในระบบส่ง/ระบบจำหน่าย กำหนดปริมาณสัดส่วนของ BESS/DER ในการให้บริการ ECS ระบบไฟฟ้า 	<ul style="list-style-type: none"> ประเมิน/ปรับปรุงปริมาณสัดส่วนของ BESS/ DER ที่ให้บริการ ECS ที่มีความจำเป็นต่อระบบไฟฟ้าในอนาคต กำหนดนโยบายการจัดการ BESS/ DER สำหรับให้บริการ ECS ผ่านตลาดซื้อขายบริการทั้งใน VPP ของกริดไฟฟ้าและเอกชน 	
T & D Services		<ul style="list-style-type: none"> ประเมินกำลังผลิตและความจุของ BESS/ DER ในการให้บริการ T&D ในระบบส่ง/ระบบจำหน่าย เพื่อจะลดการสูญเสีย กำหนดปริมาณสัดส่วนของ BESS/ DER ในการให้บริการ T&D ระบบไฟฟ้า 	<ul style="list-style-type: none"> ประเมิน/ปรับปรุงปริมาณสัดส่วนของ BESS/ DER ที่ให้บริการ T&D ที่มีความจำเป็นต่อระบบไฟฟ้าในอนาคต กำหนดนโยบายการจัดการ BESS/ DER สำหรับให้บริการ T&D ผ่านตลาดซื้อขายบริการทั้งใน VPP ของกริดไฟฟ้าและเอกชน
Ancillary Services		<ul style="list-style-type: none"> กำหนดเกณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับ AS จาก BESS/ DER ให้ชัดเจน กำหนดปริมาณสัดส่วนของ BESS/ DER ในการให้บริการ AS ระบบไฟฟ้า 	<ul style="list-style-type: none"> ประเมิน/ปรับปรุงปริมาณสัดส่วนของ BESS/ DER ที่ให้บริการ AS ที่มีความจำเป็นต่อระบบไฟฟ้าในอนาคต กำหนดนโยบายการจัดการ BESS/ DER สำหรับให้บริการ AS ผ่านตลาดซื้อขายบริการทั้งใน VPP ของกริดไฟฟ้าและเอกชน

รูป EX-18 แนวทางการส่งเสริมรูปแบบธุรกิจ BESS ของหน่วยงานนโยบาย

9.5.2 หน่วยงานกำกับดูแล

ในระยะสั้น (พ.ศ. 2569–2574) เน้นการกำหนดกรอบข้อกำหนดด้านการเชื่อมต่อ การใช้งาน และการให้บริการ 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 BESS/DER และ VPP ครอบคลุมบริการ Energy & Capacity, Transmission & Distribution และ Ancillary Services เพื่อสร้างระบบไฟฟ้าที่มีความมั่นคง ยืดหยุ่น และสนับสนุนการพัฒนา VPP และตลาดพลังงาน

แนวทางการส่งเสริมรูปแบบธุรกิจ BESS ของหน่วยงานกำกับดูแล

	ระยะสั้น (2569-2574)	ระยะกลาง (2575-2580)	ระยะยาว (2581+)
การส่งเสริม BESS ในภาพรวม	<ul style="list-style-type: none"> กำหนดข้อกำหนดการเชื่อมต่อ/ใช้งาน/ให้บริการ BESS/ DER/ VPP สำหรับตลาดส่ง/นำร่อง กำหนดมาตรฐานการสื่อสาร/รับส่ง/จัดการข้อมูลระหว่างทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง 	<ul style="list-style-type: none"> กำหนดข้อกำหนดการเชื่อมต่อ/ใช้งาน/ให้บริการ BESS/ DER/ VPP อัจฉริยะในระบบไฟฟ้าสำหรับ ECS และเจ้าของจำหน่าย T&D และ AS กำหนดโครงสร้าง/กลไกส่งผ่านค่าตอบแทนเข้าโครงสร้างค่าไฟฟ้า กำหนดข้อกำหนดในการเข้าถึงข้อมูลระบบผู้ใช้ไฟฟ้าสำหรับ Third-party 	<ul style="list-style-type: none"> กำหนดข้อกำหนดการเชื่อมต่อ/ใช้งาน/ให้บริการ BESS/ DER/ VPP สำหรับให้บริการ ECS T&D และ AS อัจฉริยะระบบไฟฟ้า กำหนดมาตรฐานการสื่อสาร/รับส่ง/จัดการข้อมูลระบบ BESS/ DER ทุกรูปแบบ
Energy & Capacity Services	<ul style="list-style-type: none"> จัดทำแนวทางกำกับดูแลที่เกี่ยวข้องกับการใช้งาน BESS/ DER และ VPP สำหรับให้บริการ ECS 	<ul style="list-style-type: none"> ปรับโครงสร้างค่าไฟฟ้าให้สะท้อนต้นทุนการให้บริการ ECS อัจฉริยะของตลาด กำหนดหลักเกณฑ์ตลาดซื้อขายบริการ ECS กำหนดเงื่อนไขผู้เข้าร่วมตลาดซื้อขายบริการ ECS 	<ul style="list-style-type: none"> ประเมิน/ปรับปรุงแนวทางกำกับดูแลที่เกี่ยวข้องกับการใช้งาน BESS/ DER และ VPP สำหรับให้บริการ ECS
T & D Services		<ul style="list-style-type: none"> กำหนดแนวทางกำกับดูแลที่เกี่ยวข้องกับการใช้งาน BESS/ DER และ VPP สำหรับให้บริการ T&D 	<ul style="list-style-type: none"> ประเมิน/ปรับปรุงแนวทางกำกับดูแลที่เกี่ยวข้องกับการใช้งาน BESS/ DER และ VPP สำหรับให้บริการ T&D
Ancillary Services		<ul style="list-style-type: none"> กำหนดแนวทางกำกับดูแลที่เกี่ยวข้องกับการใช้งาน BESS/ DER และ VPP สำหรับให้บริการ AS กำหนดเกณฑ์สัดส่วนของบริการ AS ที่สะท้อนต้นทุนการดำเนินการ 	<ul style="list-style-type: none"> ประเมิน/ปรับปรุงแนวทางกำกับดูแลที่เกี่ยวข้องกับการใช้งาน BESS/ DER และ VPP สำหรับให้บริการ AS

รูป EX-19 แนวทางการส่งเสริมรูปแบบธุรกิจ BESS ของหน่วยงานกำกับดูแล

9.5.3 หน่วยงานผู้ดูแลระบบไฟฟ้า

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

แนวทางการส่งเสริมรูปแบบธุรกิจ BESS ของหน่วยงานผู้ดูแลระบบไฟฟ้า (การไฟฟ้า)

	ระยะสั้น (2569-2574)	ระยะกลาง (2575-2580)	ระยะยาว (2581+)
การส่งเสริม BTM BESS ในภาพรวม	<ul style="list-style-type: none"> เตรียมความพร้อมโครงสร้างพื้นฐาน และเริ่ม/ทดสอบระบบส่งเรียก VPP และ BTM BESS/ DER กำหนดมาตรฐานทางเทคนิคในการติดตั้ง BESS และเชื่อมต่อระบบไฟฟ้า 	<ul style="list-style-type: none"> ปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐานให้เพียงพอ และพัฒนากระบวนการเรียก VPP และ BTM BESS / DER ให้แม่นยำ กำหนดแนวทางในการเข้าถึงข้อมูลระดับผู้ใช้ไฟฟ้าสำหรับ Third-party สร้างความร่วมมือกับภาครัฐและเอกชนในการพัฒนา VPP Platform / รวมรวม Resource 	<ul style="list-style-type: none"> เริ่มประยุกต์ใช้เชิงพาณิชย์และพัฒนากระบวนการเพื่อรองรับการเชื่อมต่อของ VPP / DER Resource ทุกรูปแบบครอบคลุมทุกรูปแบบการให้บริการในระบบไฟฟ้า
Energy & Capacity Services	<ul style="list-style-type: none"> เตรียมความพร้อมโครงสร้างพื้นฐาน และเริ่ม/ทดสอบระบบส่งเรียก VPP และ BTM BESS/ DER สำหรับให้บริการ ECS 	<ul style="list-style-type: none"> จัดทำสัญญาเกี่ยวกับ BTM BESS / DER และ VPP สำหรับให้บริการ ECS อำนวยความสะดวกในการเข้าถึงข้อมูลระดับผู้ใช้ไฟฟ้าสำหรับ VPP หรือ sub VPP ของเอกชน 	<ul style="list-style-type: none"> จัดทำบริการ ECS ผ่านตลาดซื้อขายบริการจาก BTM BESS/ DER เข้าร่วมในตลาดซื้อขายบริการจาก BTM BESS/ DER
T & D Services		<ul style="list-style-type: none"> จัดทำ BTM BESS / DER และ VPP สำหรับให้บริการ T&D พัฒนาเครื่องมือประเมินความคุ้มค่าสำหรับใช้ตัดสินใจเลือกลงทุนระหว่างทางเลือกระบบส่ง / ระบบจำหน่าย และการให้บริการ BTM BESS / DER 	<ul style="list-style-type: none"> จัดทำสัญญาและจัดหาบริการ T&D จาก VPP ของเอกชน เปรียบเทียบความคุ้มค่าการลงทุนระบบส่ง / ระบบจำหน่าย และการให้บริการ BTM BESS / DER
Ancillary Services		<ul style="list-style-type: none"> จัดทำ BTM BESS / DER และ VPP สำหรับให้บริการ AS จัดทำแผนการส่งคืนเครื่องโรงไฟฟ้าร่วมกับบริการ BTM BESS / DER สำหรับ AS ที่ชัดเจน 	<ul style="list-style-type: none"> จัดทำสัญญากับ VPP ของภาคเอกชนที่สามารถช่วยสนับสนุน AS จัดหาบริการ AS ผ่านตลาดซื้อขายบริการจาก BTM BESS ทั้งในตลาดของการไฟฟ้าและเอกชน

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


แนวทางการส่งเสริมรูปแบบธุรกิจ BESS ของหน่วยงานภาคเอกชน

	ระยะสั้น (2569-2574)	ระยะกลาง (2575-2580)	ระยะยาว (2581+)
การส่งเสริม BESS ในภาพรวม	<ul style="list-style-type: none"> ประเมินศักยภาพและความคุ้มค่าของการลงทุนติดตั้ง/ใช้งาน/ให้บริการสำหรับ BESS (ผู้ให้บริการ C&I, Res) สร้างความคุ้นเคยและเข้าใจเกี่ยวกับการให้บริการในระบบไฟฟ้าจาก BESS ผ่าน VPP กับบุคลากรในองค์กรและผู้ที่มีอำนาจตัดสินใจเข้าร่วมโครงการ (ผู้ให้บริการ C&I) 	<ul style="list-style-type: none"> ประเมินโอกาสเข้าร่วมธุรกิจ VPP / Sub VPP รวมถึงเตรียมความพร้อม/การพัฒนา VPP Platform หรือระบบบริหารจัดการ (ผู้ให้บริการ VPP) 	<ul style="list-style-type: none"> เห็นแนวทางในการสร้างรายได้จากการให้บริการ BESS กลุ่มแบบผ่าน VPP พัฒนา VPP และ Sub VPP ได้สามารถให้บริการได้ทุกรูปแบบ พร้อมคน DER Resource หลายหลายประเภท พัฒนาความร่วมมือจากพันธมิตรด้านเทคโนโลยี VPP / BESS และด้านการเงิน
Energy & Capacity Services	<ul style="list-style-type: none"> สร้างความคุ้นเคยและเข้าใจเกี่ยวกับการให้บริการ BESS ผ่าน VPP แก่ระบบไฟฟ้า (ผู้ให้บริการ C&I ขนาดกลางและใหญ่) จัดเตรียมศักยภาพ BESS เพื่อเข้าร่วมโครงการนำร่อง VPP โดยให้บริการ ECS (ผู้ให้บริการ C&I ขนาดกลางและใหญ่) 	<ul style="list-style-type: none"> ประเมินศักยภาพและความคุ้มค่าของการลงทุนติดตั้ง/ใช้งาน/ให้บริการสำหรับ BESS จากกรณีบริการ ECS (ผู้ให้บริการ C&I, Res) พัฒนาเครื่องมือประเมินความคุ้มค่าสำหรับใช้ตัดสินใจเลือกลงทุน (ผู้ให้บริการ C&I, Res) 	<ul style="list-style-type: none"> ประเมินศักยภาพและความคุ้มค่าของการลงทุนติดตั้ง/ใช้งาน/ให้บริการสำหรับ BESS จากกรณีบริการ ECS (ผู้ให้บริการทุกประเภท)
T & D Services		<ul style="list-style-type: none"> จัดเตรียมศักยภาพ BESS ที่อยู่/เพิ่มขึ้น เพื่อให้บริการ T&D (ผู้ให้บริการ C&I, Res) 	<ul style="list-style-type: none"> ประเมินศักยภาพและความคุ้มค่าของการลงทุนติดตั้ง/ใช้งาน/ให้บริการสำหรับ BESS จากกรณีบริการ T&D (ผู้ให้บริการทุกประเภท)
Ancillary Services		<ul style="list-style-type: none"> จัดเตรียมศักยภาพ BESS ที่อยู่/เพิ่มขึ้น เพื่อให้บริการ AS (ผู้ให้บริการ C&I, Res) 	<ul style="list-style-type: none"> ประเมินศักยภาพและความคุ้มค่าของการลงทุนติดตั้ง/ใช้งาน/ให้บริการสำหรับ BESS สำหรับกรณีบริการ AS (ผู้ให้บริการทุกประเภท)

รูป EX-21 แนวทางการส่งเสริมรูปแบบธุรกิจ 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/หารือร่วมกับกลุ่มเป้าหมายผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเป็นจำนวน 8 ครั้ง มีผู้เข้าร่วมทั้งสิ้น 142 ท่าน ซึ่งครอบคลุมทั้งหน่วยงานภาครัฐและภาคเอกชน ได้แก่ หน่วยงานการไฟฟ้า หน่วยงานกำกับดูแล รวมถึงผู้ประกอบการด้านแบตเตอรี่ กักเก็บพลังงานและสถาบันการเงิน โดยมีรายละเอียดสรุปได้ดังนี้

ตารางที่ EX-20: สรุปผลการจัดประชุม/หารือ/เข้าพบหน่วยงานที่เกี่ยวข้องภายใต้โครงการ

ครั้งที่	รายละเอียดการประชุม	วันและเวลา	รูปแบบ/สถานที่	จำนวนผู้เข้าร่วม* (ท่าน)
1	การประชุมเพื่อขอความอนุเคราะห์ข้อมูลรูปแบบการประยุกต์ใช้และลงทุนจัดหา BESS ทั้งในระดับ Grid Scale และ BESS ร่วมกับการไฟฟ้านครหลวง (กฟน.)	19 ก.พ. 2568 เวลา 9.30 น.	ห้องประชุม 502 ชั้น 5 อาคารวัฒนวิภาส การไฟฟ้านครหลวง คลองเตย	16
2	การประชุมเพื่อขอความอนุเคราะห์ข้อมูลรูปแบบการประยุกต์ใช้และลงทุนจัดหา BESS ทั้งในระดับ Grid Scale และ BESS ร่วมกับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (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 ร่วมกับการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (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 ร่วมกับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.)	1 ก.ค. 2568 เวลา 10.00 น.	รูปแบบออนไลน์ผ่าน Zoom Meeting	15
5	การประชุมเพื่อรับฟังความคิดเห็นเกี่ยวกับแผนที่นำทาง (Roadmap) และมุมมองความเสี่ยงในการลงทุนจัดหา BESS ภายใต้รูปแบบธุรกิจประเภทต่าง ๆ ร่วมกับการไฟฟ้านครหลวง (กฟน.)	14 ก.ค. 2568 เวลา 10.00 น.	รูปแบบออนไลน์ผ่าน Zoom Meeting	17
6	การประชุมเพื่อรับฟังความคิดเห็นเกี่ยวกับแผนที่นำทาง (Roadmap) และมุมมองความเสี่ยงในการลงทุนจัดหา BESS ภายใต้รูปแบบธุรกิจประเภทต่าง ๆ ร่วมกับผู้ประกอบการภาคเอกชนและสถาบันการเงิน	15 ก.ค. 2568 เวลา 10.00 น.	รูปแบบออนไลน์ผ่าน Zoom Meeting	53
7	การประชุมเพื่อรับฟังความคิดเห็นเกี่ยวกับแผนที่นำทาง (Roadmap) และมุมมองความเสี่ยงในการลงทุนจัดหา BESS ภายใต้รูปแบบธุรกิจประเภทต่าง ๆ ร่วมกับสำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน (กกพ.)	22 ก.ค. 2568 เวลา 10.00 น.	รูปแบบออนไลน์ผ่าน Zoom Meeting	5
8	การประชุมเพื่อรับฟังความคิดเห็นเกี่ยวกับแผนที่นำทาง (Roadmap) และมุมมองความเสี่ยงในการลงทุนจัดหา BESS ภายใต้รูปแบบธุรกิจประเภทต่าง ๆ ร่วมกับการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (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	ประเด็นข้อหาหรือที่สำคัญ	สรุปประเด็น/สาระสำคัญ
1	กฟน.	<ul style="list-style-type: none"> รูปแบบ/ลักษณะการประยุกต์ใช้งาน BESS ในระดับ Grid Scale รูปแบบ/แผนการลงทุนและจัดหา BESS ในระดับ Grid Scale ในปัจจุบันและอนาคต โอกาสและความเป็นไปได้ของการนำ BESS ในระดับ BTM มาใช้งานร่วมกับระบบไฟฟ้า 	<ul style="list-style-type: none"> 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 ใดๆ ก็ดี ทาง กฟน. มักประสบปัญหาในการจัดหาที่ดินโดยเฉพาะบริเวณใจกลางเมืองที่มีราคาสูง ดังนั้นจึงต้องพิจารณาทางเลือกในการลงทุนอย่างรอบคอบเพื่อทำให้เกิดความคุ้มค่าสูงสุด สำหรับการซื้อบริการจาก BESS ในระดับ BTM นั้นยังคงมีข้อจำกัดด้านแหล่งเงินทุนและแนวทางการซื้อที่ชัดเจน ดังนั้นจึงทำให้มีความคืบหน้าเพียงอยู่เพียงโครงการนำร่องเท่านั้น
2	กฟภ.		<ul style="list-style-type: none"> กฟภ. ให้ความสำคัญกับการเพิ่มขีดความสามารถของระบบส่งและจำหน่ายในลักษณะเดียวกับ กฟน. โดยมีลักษณะการประยุกต์ใช้งาน BESS ที่คล้ายคลึงกัน โดยมีรายละเอียดดังภาคผนวก ก.2 ในปัจจุบัน กฟภ. ยังคงเป็นผู้ลงทุนและจัดหา BESS ด้วยตนเองแต่ก็เริ่มมีการจัดหา BESS ในระดับ Grid Scale โดยการทำสัญญาระยะยาวกับภาคเอกชนร่วมด้วย ซึ่งได้แก่ “โครงการติดตั้งแบตเตอรี่ภายใต้แผนงานระยะยาวในการพัฒนาระบบไฟฟ้าที่เกาะสมุย” ซึ่งมีการจัดหา BESS ขนาด 25 MW/50 MWh จากบริษัท ENCOM ผ่านสัญญาเช่าระยะเวลา 10 ปี

ครั้งที่	หน่วยงาน	ประเด็นข้อหาหรือที่สำคัญ	สรุปประเด็น/สาระสำคัญ
			<ul style="list-style-type: none"> สำหรับการซื้อบริการจาก BESS ในระดับ BTM นั้นยังคงมีข้อจำกัดด้านนโยบายและกลไกการรับซื้อที่ชัดเจน รวมถึงเจ้าของทรัพยากรมักให้ความสำคัญการใช้งานเป็นระบบสำรองไฟฟ้าของตนเองเป็นหลัก แต่ก็มีความเป็นไปได้ที่จะเกิดโมเดลธุรกิจในลักษณะที่ กฟผ. เข้าไปลงทุนติดตั้ง BESS เพิ่มให้แก่ผู้ใช้ไฟฟ้า โดยเฉพาะในพื้นที่เกาะสมุยที่ได้มีการติดตั้ง Solar Rooftop ให้กับกลุ่มบ้านอยู่อาศัยที่มีความประสงค์ ซึ่งจะช่วยลดการลงทุนของการไฟฟ้าโดยเปลี่ยนจากใช้เงินเป็นการลงทุนในทรัพย์สินตัวเองไปเป็นการจ่ายเงินให้ทรัพย์สินของผู้ใช้ไฟฟ้าแต่ในภาพรวมทางการไฟฟ้ายังได้รับประโยชน์ ซึ่งโมเดลดังกล่าวอาจต่อยอดไปยังการติดตั้ง BESS ได้เช่นเดียวกัน
3	กฟผ.		<ul style="list-style-type: none"> กฟผ. ให้ความสำคัญกับการรักษาความมั่นคงและเสถียรภาพในระบบไฟฟ้าเพื่อรองรับนโยบายการรับซื้อ VRE ในระยะยาว โดยมุ่งเน้นไปที่การนำมาใช้แก้ปัญหาความแออัดในระบบส่ง (Congestion) ในพื้นที่ซึ่งศักยภาพพลังงานหมุนเวียนสูง อาทิ ภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ควบคู่ไปกับการจัดการพลังงานจาก VRE เพื่อลดการตัดกำลังการผลิตไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียน (Curtailment) และการรักษาความเฉื่อยในระบบไฟฟ้าเพื่อรองรับการเพิ่มสัดส่วน RE และการลดลงของโรงไฟฟ้าแบบดั้งเดิม (Conventional Power Plant) โดยมีรายละเอียดดังภาคผนวก ก.3 ในปัจจุบัน กฟผ. ยังคงเป็นผู้ลงทุนและจัดหา BESS ในระดับ Grid Scale ด้วยตนเองทั้งหมด เนื่องจากให้ความสำคัญกับความมั่นคงและความสามารถในการรับมือกับสถานการณ์ในระบบไฟฟ้าได้อย่างเด็ดขาดและมีประสิทธิภาพ โดยหาก EGAT เป็นเจ้าของย่อมสามารถใช้แบตเตอรี่เต็มศักยภาพโดยคำนึงถึงความมั่นคงในระบบไฟฟ้าเป็นหลัก แต่หากเป็นการเช่าใช้จากเอกชนก็อาจมีข้อจำกัดการใช้งานด้วยสัญญา ดังนั้นจึงอาจส่งผลกระทบต่อความสามารถในการรักษาความมั่นคงให้แก่ระบบไฟฟ้าได้

ครั้งที่	หน่วยงาน	ประเด็นข้อหาหรือที่สำคัญ	สรุปประเด็น/สาระสำคัญ
4	กฟผ.	<ul style="list-style-type: none"> • มุมมองต่อความเสี่ยงของการลงทุน/จัดหา BESS ภายใต้รูปแบบธุรกิจประเภทต่าง ๆ • ความเหมาะสม/แนวทางการกำหนดเป้าหมาย/ส่งเสริมรูปแบบธุรกิจในแต่ละระยะ 	<ul style="list-style-type: none"> • ทาง กฟผ. จะให้ความคิดเห็นผ่านแบบสอบถาม โดยมีรายละเอียดดังภาคผนวก ก.4 ซึ่งในภาพรวม กฟผ. ให้น้ำหนักของ “ความมั่นคงของระบบไฟฟ้าของประเทศและต้นทุนค่าไฟฟ้า” เป็นสำคัญในทุกรูปแบบบริการของระบบไฟฟ้า (Grid Services) โดยลำดับตามคะแนนความเสี่ยงของรูปแบบธุรกิจที่สำคัญมีดังนี้ <ul style="list-style-type: none"> - รูปแบบธุรกิจภาครัฐลงทุนโดยตรง ได้คะแนนความเสี่ยงต่ำสุด - รูปแบบธุรกิจสัญญาเช่าแบบ BOO และ BOOT มีคะแนนความเสี่ยงรองลงมา และอยู่ในระดับที่สูงกว่ารูปแบบธุรกิจภาครัฐลงทุนโดยตรงเพียงเล็กน้อย - รูปแบบธุรกิจอื่น ๆ ได้รับคะแนนความเสี่ยงสูงในระดับที่ใกล้เคียงกัน • ทาง กฟผ. ให้ความคิดเห็นเกี่ยวกับความเหมาะสมของรูปแบบธุรกิจในระดับ Grid Scale ภายใต้การส่งเสริมในแต่ละระยะไว้ดังนี้ <ul style="list-style-type: none"> - ระยะสั้น : ภาครัฐลงทุนเอง, สัญญาเช่า และสัญญาให้บริการ - ระยะกลาง : เปิดโอกาสให้รูปแบบธุรกิจสัญญาซื้อขายไฟฟ้า - ระยะยาว : เปิดโอกาสให้รูปแบบธุรกิจตลาดไฟฟ้า • ทาง กฟผ. ให้ความคิดเห็นเกี่ยวกับความเหมาะสมของรูปแบบธุรกิจในระดับ BTM ภายใต้การส่งเสริมในแต่ละระยะไว้ดังนี้ <ul style="list-style-type: none"> - ระยะสั้น : Utility VPP โดยมุ่งเน้นไปที่ฐานทรัพยากรจากผู้ใช้ไฟฟ้าทุกกลุ่มตั้งแต่ต้น - ระยะกลาง : เปิดโอกาสให้ Cooperated VPP

ครั้งที่	หน่วยงาน	ประเด็นข้อหาหรือที่สำคัญ	สรุปประเด็น/สาระสำคัญ
			<ul style="list-style-type: none"> - ระยะเวลา : เปิดโอกาสให้ 3rd Party VPP • ทาง กฟผ. มีความคิดเห็นเห็นว่า สำหรับโครงสร้างธุรกิจของระบบแบตเตอรี่กักเก็บพลังงาน (BESS) ไม่ควรแยกให้มี VPPCC ออกมาต่างหากเหมือนกรณี DRCC แต่ควรแยกผลิตภัณฑ์ไฟฟ้าออกมาเป็น Ancillary Services หรือ Flexibility Services โดยมี Market Operator หรือหน่วยงานอื่นที่อาจก่อตั้งขึ้นในอนาคต เป็นผู้บริหารจัดการ
5	กฟน.		<ul style="list-style-type: none"> • ทาง กฟน. ให้ความคิดเห็นเกี่ยวกับมุมมองความเสี่ยงในมิติต่าง ๆ ผ่านแบบสอบถาม โดยมีรายละเอียดดังภาคผนวก ก.5 ซึ่งในภาพรวมทาง กฟน. ให้น้ำหนักของ “ความมั่นคงของระบบไฟฟ้าของประเทศและต้นทุนค่าไฟฟ้า” เป็นสำคัญในทุกรูปแบบบริการของระบบไฟฟ้า (Grid Services) โดยลำดับตามคะแนนความเสี่ยงของรูปแบบธุรกิจที่สำคัญมีดังนี้ <ul style="list-style-type: none"> - รูปแบบธุรกิจสัญญาเช่าแบบ BOO และ BOOT ได้คะแนนความเสี่ยงต่ำสุด - รูปแบบธุรกิจภาครัฐลงทุนโดยตรงและสัญญาตามกำลังไฟฟ้า/สัญญาตามกำลังไฟฟ้าและพลังงานที่ผลิตได้ มีคะแนนความเสี่ยงรองลงมาในระดับที่ใกล้เคียงกัน - รูปแบบธุรกิจแบบตลาดไฟฟ้า ได้รับคะแนนความเสี่ยงสูงที่สุด • ทาง กฟน. ให้ความคิดเห็นเกี่ยวกับความเหมาะสมของรูปแบบธุรกิจในระดับ Grid Scale ภายใต้การส่งเสริมในแต่ละระยะไว้ดังนี้ <ul style="list-style-type: none"> - ระยะสั้น : ภาครัฐลงทุนเอง และ สัญญาเช่า

ครั้งที่	หน่วยงาน	ประเด็นข้อหาที่สำคัญ	สรุปประเด็น/สาระสำคัญ
			<ul style="list-style-type: none"> - ระยะกลาง : เปิดโอกาสให้สัญญาให้บริการ, สัญญาตามกำลังไฟฟ้า/สัญญาตามพลังงานที่ผลิตได้ - ระยะยาว : เปิดโอกาสให้สัญญาซื้อขายไฟฟ้าและตลาดไฟฟ้า • ทาง กฟน. ให้ความคิดเห็นเกี่ยวกับความเหมาะสมของรูปแบบธุรกิจในระดับ BTM ภายใต้การส่งเสริมในแต่ละระยะไว้ดังนี้ <ul style="list-style-type: none"> - 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 แม้ว่าการติดตั้งในระดับแรงดันต่ำอาจจะมีขนาดเล็กกว่าและสามารถติดตั้งร่วมกับพื้นที่ชุมชนได้ แต่ในทางปฏิบัติทาง กฟน. ก็ยังประสบปัญหาในการจัดหาพื้นที่ซึ่งมีต้นทุนเหมาะสมได้ลำบาก
6	ภาคเอกชนและสถาบันการเงิน		<ul style="list-style-type: none"> • ภาคเอกชนและสถาบันการเงินให้ความคิดเห็นเกี่ยวกับมุมมองความเสี่ยงของการลงทุนจัดหา BESS ระดับ Grid Scale ในมิติต่าง ๆ ผ่านแบบโปรแกรม Slido ซึ่งในภาพรวมทาง กฟน. ให้นำหนักของ “ความเสี่ยงด้านการจัดหาแหล่งเงินทุน/ผลตอบแทนและความเสี่ยงด้านกฎหมายและนโยบายรัฐ” เป็นสำคัญโดยจัดลำดับความเสี่ยงของรูปแบบธุรกิจที่สำคัญมีดังนี้

ครั้งที่	หน่วยงาน	ประเด็นข้อหาหรือที่สำคัญ	สรุปประเด็น/สาระสำคัญ
			<ul style="list-style-type: none"> - รูปแบบธุรกิจสัญญาซื้อขายไฟฟ้า (PPA) มีความเสี่ยงต่ำที่สุดซึ่งเป็นรูปแบบธุรกิจที่ภาคเอกชนให้คะแนนความสนใจในการลงทุนมากที่สุดอีกด้วย - รูปแบบธุรกิจตลาดไฟฟ้า มีความเสี่ยงสูงที่สุด • ภาคเอกชนและสถาบันการเงินให้ความคิดเห็นเกี่ยวกับลำดับความสนใจในการลงทุนด้าน BESS ระดับ BTM ที่สำคัญดังนี้ <ul style="list-style-type: none"> - การจำหน่าย/ขยายฐานการใช้งาน BESS ไปยังผู้ใช้งานทุกประเภทได้รับความสนใจสูงสุด - การดำเนินธุรกิจ VPP ร่วมกับหน่วยงานการไฟฟ้า (Cooperated VPP) ได้รับความสนใจรองลงมา
7	สำนักงาน กกพ.	<ul style="list-style-type: none"> • แนวทางการกำกับดูแลการลงทุนติดตั้ง/ใช้งาน BESS • แนวทางและความเป็นไปได้ในการส่งผ่านค่าใช้จ่าย/ค่าตอบแทนการลงทุนติดตั้ง/ใช้งาน BESS เข้าโครงสร้างค่าไฟฟ้าภายใต้รูปแบบธุรกิจต่าง ๆ • ปัญหา/อุปสรรค/ข้อจำกัด ในการดำเนินงานของสำนักงาน กกพ. เพื่อให้เกิดการลงทุนและจัดหา BESS ทุกระดับมาให้บริการในระบบไฟฟ้า 	<ul style="list-style-type: none"> • ทาง สำนักงาน กกพ. ให้ความเห็นว่าเป็นปัจจุบัน Battery Storage ยังไม่มีการกำกับดูแลโดยตรง เนื่องจาก สำนักงาน กกพ. มองแบตเตอรี่เป็นเพียงส่วนประกอบของระบบส่ง/จำหน่าย หรืออุปกรณ์ของโรงไฟฟ้าที่ไม่ได้ผลิตพลังงานเอง ดังนั้นจึงควรมีการระบุนรายละเอียดเกี่ยวกับการกำหนดนิยามและประเภทของแบตเตอรี่ที่มีความชัดเจน และหากพิจารณาจากกรณีศึกษาในต่างประเทศ พบว่า แนวทางการกำกับดูแลมีทั้งรูปแบบที่มีใบอนุญาตและไม่มีใบอนุญาต โดยเฉพาะประเทศที่มีตลาดไฟฟ้าซึ่งโดยส่วนใหญ่มักจะไม่มียุติบัตรแต่จะมีการกำหนดรายการคุณสมบัติสำหรับผู้เข้าร่วมตลาด (Market Participant) เป็นเครื่องมือในการกำกับดูแล • ทาง สำนักงาน กกพ. ให้ความเห็นในส่วนของคุณค่าตอบแทนว่า หากต้องการให้มีการใช้งาน DR ในระยะยาว ควรมีนโยบายให้ค่าตอบแทนสำหรับผู้รวบรวมโหลด (LA) หรือผู้เข้าร่วมโรงไฟฟ้าเสมือน (VPP Participant) รวมอยู่ในโครงสร้างค่าไฟฟ้า โดยอิงตามหลักต้นทุนที่หลีกเลี่ยงได้ (Avoided Cost) เพื่อ

ครั้งที่	หน่วยงาน	ประเด็นข้อหาหรือที่สำคัญ	สรุปประเด็น/สาระสำคัญ
			<p>ทดแทนต้นทุนของการสร้างโรงไฟฟ้าในลักษณะ Marginal Cost โดยต้องไม่สร้างภาระค่าใช้จ่ายส่วนเพิ่มให้กับผู้ใช้ไฟฟ้า หาก DR/VPP มีต้นทุนสูงกว่าการสร้างโรงไฟฟ้าก็ควรเลือกสร้างโรงไฟฟ้าแทน แต่ DR/VPP ก็มีข้อได้เปรียบในแง่ของความยืดหยุ่นด้วยสัญญาที่สั้นกว่า</p> <ul style="list-style-type: none"> • ทาง สำนักงาน กกพ. ให้ความเห็นเกี่ยวกับปัญหา อุปสรรค และข้อจำกัดที่เกี่ยวข้องกับการติดตั้ง BESS ในประเทศไทยไว้ 3 ประเด็น คือ <ul style="list-style-type: none"> - ความสามารถในการตรวจสอบและกำกับดูแลผ่าน Grid Code เนื่องจากในปัจจุบันยังไม่ได้มีการออกใบอนุญาตหรือการขึ้นทะเบียน ดังนั้นจึงทำให้ไม่สามารถมองเห็นการทำงานของ BESS - ความไม่สอดคล้องกับโครงสร้างค่าไฟฟ้า เนื่องจากส่วนต่างของอัตราค่าไฟฟ้าแบบ TOU (Time-of-Use) ระหว่างช่วง Peak และ Off-peak ยังไม่มากพอทำให้การชาร์จพลังงานเพื่อขายคืนในช่วง Off-peak ไม่คุ้มค่าเมื่อเทียบกับต้นทุนแบตเตอรี่ที่ยังสูง - การขาดช่องทางการสนับสนุนกิจกรรมจากผู้ไฟฟ้า เนื่องจาก พ.ร.บ. ในปัจจุบันอาจไม่รองรับกิจกรรมรูปแบบใหม่ ๆ โดยเฉพาะด้านผู้ใช้ไฟฟ้า (Demand-side) และหากรอการทบทวน พ.ร.บ. อาจใช้เวลานาน ดังนั้นทาง กกพ. ได้เสนอให้พิจารณาช่องทางหรือระเบียบที่มีอยู่เพื่อดำเนินการไปก่อนผ่านใบอนุญาต 5 ประเภทที่มีอยู่แล้ว
8	กกพ.	<ul style="list-style-type: none"> • มุมมองต่อความเสี่ยงของการลงทุน/จัดหา BESS ภายใต้รูปแบบธุรกิจประเภทต่าง ๆ • ความเหมาะสม/แนวทางการกำหนดเป้าหมาย/ส่งเสริมรูปแบบธุรกิจในแต่ละระยะ 	<ul style="list-style-type: none"> • ทาง กกพ. จะให้ความคิดเห็นเกี่ยวกับมุมมองความเสี่ยงในมิติต่าง ๆ ผ่านแบบสอบถาม โดยมีรายละเอียดดังภาคผนวก ก.8 ซึ่งในภาพรวมทาง กกพ. ให้น้ำหนักของ “ความมั่นคงของระบบไฟฟ้าของประเทศ” เป็นสำคัญ โดยเฉพาะในบริการประเภท Ancillary Service เนื่องจาก เป็นบริการที่ต้องการการตอบสนองต่อระบบไฟฟ้าอย่างรวดเร็วจากความผันผวนของ VRE

ครั้งที่	หน่วยงาน	ประเด็นข้อหาหรือที่สำคัญ	สรุปประเด็น/สาระสำคัญ
			<p>โดยเฉพาะเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉินกับระบบไฟฟ้า ซึ่งเป็นคุณสมบัติหลักของ BESS ที่โดดเด่นกว่าอุปกรณ์ประเภทอื่น โดยลำดับตามคะแนนความเสี่ยงของรูปแบบธุรกิจที่สำคัญมีดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> - รูปแบบธุรกิจภาครัฐลงทุนโดยตรง ได้คะแนนความเสี่ยงต่ำสุด - รูปแบบธุรกิจอื่น ๆ ได้คะแนนความเสี่ยงสูงในระดับที่ใกล้เคียงกัน <p>• ทาง กฟผ. ให้ความคิดเห็นเกี่ยวกับความเหมาะสมของรูปแบบธุรกิจในระดับ Grid Scale ภายใต้การส่งเสริมในแต่ละระยะว่า “รูปแบบธุรกิจที่ภาครัฐลงทุนโดยตรงควรคงไว้เป็นพื้นฐานของการส่งเสริมในทุกระยะ” แต่หากจะเปิดโอกาสให้ภาคเอกชนเข้ามามีส่วนร่วมผ่านสัญญาแบบต่าง ๆ ก็ควรมีวิธีแบ่งเบาความเสี่ยงด้านเงินลงทุนร่วมกับภาครัฐด้วย รวมถึงควรดำเนินการก็ต่อเมื่อมีสัญญากระตุ้น (Trigger Point) ที่เหมาะสม อาทิ มีการเปิด Third Party Access หรือมีการปรับปรุงโครงสร้างกิจการไฟฟ้าที่เสริมมากยิ่งขึ้น ซึ่งองค์ประกอบดังกล่าวจะช่วยให้ภาคเอกชนมีทางเลือกในการสร้างรายได้จากการให้บริการกับผู้เล่นที่หลากหลายรวมถึงหน่วยงานการไฟฟ้าก็สามารถซื้อบริการจากภาคเอกชนด้วยสัญญาระยะที่สั้นลงโดยไม่เป็นภาระต่อค่าไฟฟ้าของประเทศ</p> <p>• ทาง กฟผ. เสนอให้มีการจัดตั้งคณะทำงานอย่างเป็นทางการเพื่อเป็นเวทีแลกเปลี่ยนข้อมูลและประสบการณ์การใช้งานแบตเตอรี่ในระดับโครงข่ายไฟฟ้า (Grid Scale) อาทิ ประสิทธิภาพการทำงาน ปัญหาในเชิงปฏิบัติ หรือผลการใช้งานในสภาพภูมิอากาศร้อน รวมทั้งการเปรียบเทียบรูปแบบสัญญาเพื่อเป็นการศึกษาเพื่อการขยายผลต่อไป โดยในปัจจุบัน การจัดทำข้อมูลโครงการ Smart Grid ของแต่ละหน่วยงานยังเป็นแบบแยกส่วน ๆ ซึ่งทำให้ขาดการบูรณาการข้อมูลด้านการปฏิบัติการ โดยทาง กฟผ. คาดหวังให้หน่วยงาน</p>

ครั้งที่	หน่วยงาน	ประเด็นข้อหาหรือที่สำคัญ	สรุปประเด็น/สาระสำคัญ
			<p>นโยบาย เช่น สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.) เป็นเจ้าภาพหลักในการจัดเวทีแลกเปลี่ยนข้อมูลอย่างต่อเนื่อง</p> <ul style="list-style-type: none"> • ทาง กฟผ. ให้ความคิดเห็นเกี่ยวกับความเหมาะสมของรูปแบบธุรกิจในระดับ BTM ภายใต้การส่งเสริมในแต่ละระยะดังนี้ <ul style="list-style-type: none"> - 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 เป็นส่วนช่วยเหลือยาระบบภาพรวมของประเทศ และส่วนช่วยเหลือเฉพาะระบบจำหน่าย (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

ชั้นที่	รายการ	รายละเอียด
3	<p>รูปแบบธุรกิจและการลงทุนในการจัดหา BESS ระดับ Grid Scale มาใช้งานร่วมกับระบบไฟฟ้า</p>  <p>รูปแบบการลงทุนในการจัดหา Battery Energy Storage System (BESS) ในระดับ Grid Scale มาใช้งานร่วมกับระบบไฟฟ้ามีความแตกต่างกับโมเดลการลงทุนของโครงการไฟฟ้าและภาคกิจการกึ่งอุตสาหกรรมของรัฐในลักษณะที่ดำเนินการตามรูปแบบธุรกิจของโมเดล 3 ประเภทหลัก</p> <p>1) รูปแบบการถือครองบุคคล รูปแบบนี้เน้นการลงทุนระยะยาวที่ดำเนินการจัดตั้งขึ้น ผู้รับผิดชอบการลงทุนในการจัดหาและดำเนินการ BESS โดยหน่วยงานรัฐจะเป็นเจ้าของกรรมสิทธิ์ของสินทรัพย์ทั้งหมดในระบบไฟฟ้า รวมถึงระบบ BESS ทำหน้าที่สามารถควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ได้อย่างสมบูรณ์ ทั้งนี้ ในการลงทุนก่อสร้างเป็นแบบและนำรัฐวิสาหกิจ BESS จะดูแลระบบไฟฟ้าให้เชื่อมโยงกับจากผู้ใช้ไฟฟ้าด้วย</p> <p>2) รูปแบบธุรกิจสัญญาซื้อขาย รูปแบบธุรกิจนี้เน้นรูปแบบที่ผู้ขายพลังงานใช้กับหน่วยงานในโครงการ BESS โดยผู้ถือหุ้นเป็นเจ้าของสินทรัพย์หรือข้อตกลงจากกลุ่มนายจ้าง ซึ่งอาจอยู่ในรูปแบบของสัญญาซื้อขายรายชั่วโมงหรือรายวันหรือรายเดือนหรือรายไตรมาส ส่วนค่าที่ผู้ซื้อพลังงานหรือลูกค้า การกำหนดเงื่อนไขที่ผู้ซื้อพลังงานในลักษณะรายชั่วโมง รายวันหรือรายเดือนหรือรายไตรมาส และเป้าหมายของรายได้รายชั่วโมง รายวันหรือรายเดือนรายไตรมาสของสัญญาซื้อขายรายชั่วโมงในหลายลักษณะ ดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> รูปแบบสัญญาซื้อขายรายชั่วโมง รูปแบบสัญญาซื้อขายรายวัน รูปแบบสัญญาซื้อขายรายเดือน รูปแบบสัญญาซื้อขายรายไตรมาส รูปแบบสัญญาซื้อขายรายปี <p>3) รูปแบบธุรกิจในตลาดไฟฟ้า รูปแบบธุรกิจนี้ ผู้ลงทุนจะใช้รายได้จากการเข้าร่วมในตลาดพลังงานไฟฟ้า ซึ่งอาจมีได้หลายสายเช่น ฐาน อาทิ ตลาดพลังงานส่วนหน้า หรือตลาดพลังงานส่วนกลางในรูปของตลาดไฟฟ้า เป็นต้น โดยผู้ลงทุนจัดซื้อในลักษณะ BESS นี้จะเป็นเจ้าของสินทรัพย์หรือข้อตกลงจากลูกค้าที่ผู้ลงทุนเป็นเจ้าของรายชั่วโมง และผู้ซื้อไฟฟ้าจะเสนอซื้อพลังงานไฟฟ้า และราคาไฟฟ้าที่ผู้ลงทุนซื้อในรูปของรายชั่วโมง รายวันหรือรายเดือนรายไตรมาสจากผู้ลงทุนรายชั่วโมงรายวันรายเดือนรายไตรมาส ทั้งนี้ ภายใต้รูปแบบนี้จะมีหน่วยงานที่รับผิดชอบจากการจัดตั้งเป็นผู้ลงทุน และระบบไฟฟ้า ในตลาดไฟฟ้าในรูปแบบนี้ผู้ใช้บริการและผู้ให้บริการ BESS จะอยู่ในตลาดและมีการแข่งขันด้านราคาซื้อขายตามลักษณะเฉพาะของผู้ลงทุนที่เข้าร่วมและมีการเปลี่ยนแปลง</p> <p>สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน</p>	<p>รูปแบบธุรกิจและการลงทุนในการจัดหา BESS ระดับ Grid Scale มาใช้งานร่วมกับระบบไฟฟ้า</p> <p>เผยแพร่ผ่านเฟซบุ๊กเพจ Thai-Smartgrid วันที่ 8 กรกฎาคม 2568</p> <p>เผยแพร่ผ่านเว็บไซต์ thai-smartgrid.com วันที่ 7 กรกฎาคม 2568</p>
4	<p>รูปแบบธุรกิจและการลงทุนในการจัดหา BESS ระดับ BTM มาใช้งานร่วมกับระบบไฟฟ้า</p>  <p>โรงไฟฟ้าขนาดเล็ก (Micro Power Plant) เป็นรูปแบบธุรกิจที่เกี่ยวกับโรงไฟฟ้าที่ผลิตพลังงานไฟฟ้าในระดับ BTM โดยผู้ลงทุนเป็นเจ้าของสินทรัพย์หรือข้อตกลงจากลูกค้าที่ผู้ลงทุนเป็นเจ้าของรายชั่วโมง และผู้ซื้อไฟฟ้าจะเสนอซื้อพลังงานไฟฟ้า และราคาไฟฟ้าที่ผู้ลงทุนซื้อในรูปของรายชั่วโมง รายวันหรือรายเดือนรายไตรมาสจากผู้ลงทุนรายชั่วโมงรายวันรายเดือนรายไตรมาส ทั้งนี้ ภายใต้รูปแบบนี้จะมีหน่วยงานที่รับผิดชอบจากการจัดตั้งเป็นผู้ลงทุน และระบบไฟฟ้า ในตลาดไฟฟ้าในรูปแบบนี้ผู้ใช้บริการและผู้ให้บริการ BESS จะอยู่ในตลาดและมีการแข่งขันด้านราคาซื้อขายตามลักษณะเฉพาะของผู้ลงทุนที่เข้าร่วมและมีการเปลี่ยนแปลง</p> <p>1 การดำเนินธุรกิจโรงไฟฟ้าเสมือนโดยบุคคลภายนอก (Third-Party VPP) ภายใต้นโยบายการดำเนินงานของกระทรวงพลังงาน โดยผู้ถือหุ้นเป็นเจ้าของสินทรัพย์หรือข้อตกลงจากลูกค้าที่ผู้ลงทุนเป็นเจ้าของรายชั่วโมง และผู้ซื้อไฟฟ้าจะเสนอซื้อพลังงานไฟฟ้า และราคาไฟฟ้าที่ผู้ลงทุนซื้อในรูปของรายชั่วโมง รายวันหรือรายเดือนรายไตรมาสจากผู้ลงทุนรายชั่วโมงรายวันรายเดือนรายไตรมาส ทั้งนี้ ภายใต้รูปแบบนี้จะมีหน่วยงานที่รับผิดชอบจากการจัดตั้งเป็นผู้ลงทุน และระบบไฟฟ้า ในตลาดไฟฟ้าในรูปแบบนี้ผู้ใช้บริการและผู้ให้บริการ BESS จะอยู่ในตลาดและมีการแข่งขันด้านราคาซื้อขายตามลักษณะเฉพาะของผู้ลงทุนที่เข้าร่วมและมีการเปลี่ยนแปลง</p> <p>2 การดำเนินธุรกิจโรงไฟฟ้าเสมือนโดยการประสานความร่วมมือ (Cooperated VPP) รูปแบบธุรกิจนี้ผู้ลงทุนเป็นเจ้าของสินทรัพย์หรือข้อตกลงจากลูกค้าที่ผู้ลงทุนเป็นเจ้าของรายชั่วโมง และผู้ซื้อไฟฟ้าจะเสนอซื้อพลังงานไฟฟ้า และราคาไฟฟ้าที่ผู้ลงทุนซื้อในรูปของรายชั่วโมง รายวันหรือรายเดือนรายไตรมาสจากผู้ลงทุนรายชั่วโมงรายวันรายเดือนรายไตรมาส ทั้งนี้ ภายใต้รูปแบบนี้จะมีหน่วยงานที่รับผิดชอบจากการจัดตั้งเป็นผู้ลงทุน และระบบไฟฟ้า ในตลาดไฟฟ้าในรูปแบบนี้ผู้ใช้บริการและผู้ให้บริการ BESS จะอยู่ในตลาดและมีการแข่งขันด้านราคาซื้อขายตามลักษณะเฉพาะของผู้ลงทุนที่เข้าร่วมและมีการเปลี่ยนแปลง</p> <p>3 การดำเนินธุรกิจโรงไฟฟ้าเสมือนโดยหน่วยงานไฟฟ้า (Utility VPP) ในรูปแบบนี้ผู้ลงทุนเป็นเจ้าของสินทรัพย์หรือข้อตกลงจากลูกค้าที่ผู้ลงทุนเป็นเจ้าของรายชั่วโมง และผู้ซื้อไฟฟ้าจะเสนอซื้อพลังงานไฟฟ้า และราคาไฟฟ้าที่ผู้ลงทุนซื้อในรูปของรายชั่วโมง รายวันหรือรายเดือนรายไตรมาสจากผู้ลงทุนรายชั่วโมงรายวันรายเดือนรายไตรมาส ทั้งนี้ ภายใต้รูปแบบนี้จะมีหน่วยงานที่รับผิดชอบจากการจัดตั้งเป็นผู้ลงทุน และระบบไฟฟ้า ในตลาดไฟฟ้าในรูปแบบนี้ผู้ใช้บริการและผู้ให้บริการ BESS จะอยู่ในตลาดและมีการแข่งขันด้านราคาซื้อขายตามลักษณะเฉพาะของผู้ลงทุนที่เข้าร่วมและมีการเปลี่ยนแปลง</p> <p>สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน</p>	<p>รูปแบบธุรกิจและการลงทุนในการจัดหา BESS ระดับ BTM มาใช้งานร่วมกับระบบไฟฟ้า</p> <p>เผยแพร่ผ่านเฟซบุ๊กเพจ Thai-Smartgrid วันที่ 9 กรกฎาคม 2568</p> <p>เผยแพร่ผ่านเว็บไซต์ thai-smartgrid.com วันที่ 7 กรกฎาคม 2568</p>

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

โดยในช่วงตลอดระยะเวลาโครงการ 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) จัดทำหนังสือเชิญประชุมหารือความเป็นไปได้รูปแบบธุรกิจการลงทุนและการจัดการระบบแบตเตอรี่กักเก็บพลังงานมาใช้งานหรือให้บริการในโครงข่ายไฟฟ้า ถึงหน่วยงานต่าง ๆ จำนวน 32 ราย
- 7) จัดทำหนังสือเชิญสัมมนารับฟังความคิดเห็นผลการศึกษาโครงการฯ ถึงหน่วยงานต่าง ๆ จำนวน 50 ราย