วาระที่ 6.2.13 รายงานผลการศึกษาดูงานด้านโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ และพลังงานทดแทน ณ ราชอาณาจักรนอร์เวย์ ราชอาณาจักรสวีเดน และสาธารณรัฐฟินแลนด์

ด้วย ผวก. ขอเสนอเรื่องมาเพื่อนำเรียนคณะกรรมการ กฟภ. พิจารณา โดยเรื่องนี้เข้าข่ายที่จะต้องนำเสนอคณะกรรมการ กฟภ. ตามมติคณะกรรมการ กฟภ. ครั้งที่ 8/2557 เมื่อวันที่ 16 ธ.ค. 2557 ที่กำหนดให้คณะเดินทางจัดทำรายงานผลการเดินทาง โดยเฉพาะประโยชน์ที่ได้รับ และแผนที่จะดำเนินการต่อไป โดยขอให้มีการรายงานและพิจารณารับทราบตามลำดับขั้น

ทั้งนี้ เรื่องดังกล่าวมีรายละเอียดดังนี้

1. เรื่องเดิม

ตามมติคณะกรรมการ กฟภ. ครั้งที่ 4/2561 เมื่อวันที่ 24 เม.ย. 2561 อนุมัติให้คณะกรรมการและผู้บริหาร กฟภ. ประกอบด้วย นายเสริมสกุล คล้ายแก้ว ผวก. กฟภ. พร้อมด้วยคณะผู้ติดตาม จำนวน 9 คน เดินทางไปศึกษาดูงานด้านโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ (Smart Grid) และพลังงานทดแทน ณ ราชอาณาจักรนอร์เวย์ ราชอาณาจักรสวีเดน และสาธารณรัฐฟินแลนด์ ระหว่างวันที่ 22 พ.ค. – 1 มิ.ย. 2561 นั้น

2. การดำเนินการ

คณะศึกษาดูงานดังกล่าว ได้จัดทำรายงานสรุปผลการการศึกษาดูงานและการเยี่ยมชมงานฯ มีรายละเอียด ดังนี้

2.1 การศึกษาดูงาน ณ ราชอาณาจักรนอร์เวย์ ราชอาณาจักรสวีเดน และสาธารณรัฐฟินแลนด์ ด้านต่าง ๆ ดังนี้

2.1.1 ศึกษาดูงานด้านโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ ณ บริษัท ABB ราชอาณาจักรนอร์เวย์ และราชอาณาจักรสวีเดน

2.1.2 ศึกษาดูงานการผลิตแผง Solar Panel ของบริษัท Solar Finland และกระบวนการผลิตแผง Solar Panel ณ สาธารณรัฐฟินแลนด์

2.1.3 ศึกษาดูงาน VTT Technical Research Centre of Finland ณ สาธารณรัฐฟินแลนด์

2.1.4 ศึกษาดูงานด้านระบบ AMM ของ Helen Electricity Network ณ สาธารณรัฐฟินแลนด์

2.2 สรุปเนื้อหาการศึกษาดูงาน ณ ราชอาณาจักรนอร์เวย์ ราชอาณาจักรสวีเดน และสาธารณรัฐฟินแลนด์ ดังนี้

2.2.1 ศึกษาดูงานด้านโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ ณ บริษัท ABB โดยบริษัทฯ ได้นำเสนอระบบ Smart Grid, โครงการที่ดำเนินการเกี่ยวกับ Smart City Grid, ABB Customer Experience Center และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับ Smart Grid สรุปได้ดังนี้

(1) ABB Smart Grid นำเสนอแผนยุทธศาสตร์ด้าน Smart Grid ที่มุ่งเน้นการสร้างคุณค่าเพิ่มและสร้างโอกาสทางธุรกิจให้แก่ลูกค้า โดยโครงการในราชอาณาจักรนอร์เวย์เน้นการนำเสนอ Solutions and Functionality ที่เหมาะสมของบริษัทให้แก่ลูกค้า นอกจากนี้บริษัทฯ ได้นำเสนอเทคโนโลยี Smart CSS and Smart RMU ที่รองรับระบบ Smart Grid พร้อมทั้งนำเสนอข้อมูลโครงการ Smart Grid ที่กำลังดำเนินการอยู่ และโครงการที่คาดหวังในอนาคตซึ่งมีหลากหลายโครงการ โดยแต่ละโครงการมีเป้าหมายที่แตกต่างกันออกไป บางโครงการเป็นเพียงการติดตั้งอุปกรณ์สมัยใหม่บางอย่าง บางโครงการมุ่งเน้นระบบ ADMS บางโครงการมีทั้งระบบ CSS และ Battery Energy Storage

(2) ระบบ ADMS (Advanced Distribution Management System) ของบริษัท ABB ประกอบด้วย ระบบงานรองรับ SCADA งานด้าน Network Operation งานด้าน Outage Management System (OMS) และงานด้าน Distributed Energy Resources Management System (DERMS) โดยมีการพัฒนาการประยุกต์ใช้งานในหลายด้าน

- Network Control of the future ประกอบด้วยระบบ

- FLISR : Fault Location, Isolation and Service Restoration เพื่อช่วยในการหาจุดเกิดฟอล์ตได้อย่างรวดเร็ว พร้อมแยกระบบที่เกิดฟอล์ตออกจากระบบหลัก และจ่ายไฟกลับคืนในส่วนไม่เกิดฟอล์ตให้ไฟดับในพื้นที่น้อยที่สุด

- Reconfiguration เพื่อช่วยในการลดกำลังการสูญเสียในระบบให้ลดลง

- Volt/Var Control เพื่อควบคุมแรงดันในระบบให้อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด

- Cap/AVR (Optimization) เพื่อควบคุมการทำงานของ Capacitor และ AVR ในระบบไฟฟ้าให้การทำงานมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยมีแรงดันและกำลังไฟฟ้าสูญเสียในเกณฑ์ที่เหมาะสม

- DERMS : Distributed Energy Resources Management System เป็นระบบบริหารจัดการที่รองรับการเชื่อมต่อของแหล่งผลิตไฟฟ้าแบบกระจายตัวที่เชื่อมต่อกับระบบไฟฟ้าของการไฟฟ้าในจุดต่าง ๆ เพื่อความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงานและประชาชนทั่วไป โดยยังคงรักษาคุณภาพไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ของระบบให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของระบบ Active Network Management Operation ที่มีการควบคุมและเฝ้ามองทางไกล รวมถึงการพยากรณ์การผลิตไฟฟ้าจากระบบผลิตโดยแลกเปลี่ยนข้อมูลผ่านแบบ Digital Interface กับศูนย์ควบคุมตามมาตรฐานที่กำหนด

(3) ABB Customer Experience Center เป็นศูนย์การแสดงเทคโนโลยีที่รองรับระบบ Smart Grid และเทคโนโลยีที่ก้าวล้ำด้านต่าง ๆ ของบริษัท เพื่อให้ลูกค้าได้เยี่ยมชมการสาธิตการใช้งานอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น

- ระบบ Transformer Intelligence เป็นระบบที่ใช้ในการ Monitoring การทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้ากำลังเพื่อป้องกันการชำรุดและลดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาแบบ Condition-based Maintenance
- Power Technologies for minimizing cost, schedule and risk ที่บูรณาการเครื่องมือในระบบอัตโนมัติในการควบคุมและติดตามการทำงานที่สามารถทำให้ประหยัดการบำรุงรักษาลงได้ถึงร้อยละ 30
- EV Charging Infrastructure เป็นระบบที่บูรณาการระบบอัดประจุของ EV ที่ทันสมัยและชาร์จไฟได้อย่างรวดเร็ว มีระบบติดตามการทำงานและมี SLA รับรองการทำงานของอุปกรณ์
- การสาธิตการควบคุมระบบไฟฟ้าทางไกลของโครงการต่าง ๆ ที่บริษัทดำเนินการ
- ระบบ Inverter รองรับการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์

- ระบบ Smart Home รองรับการควบคุมการใช้งานอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน
- ระบบ Virtual & Augmented Reality (VR & AR) ที่ใช้ในการสาธิตให้แก่ลูกค้าหรือการฝึกอบรมด้านต่าง ๆ
- การสาธิต Yumi Robot ที่พัฒนารองรับการทำงานระบบ Automation ต่าง ๆ โดยพัฒนาให้เลียนแบบการทำงานจากมนุษย์ต้นแบบได้ง่าย ๆ โดยไม่ต้องโปรแกรมที่ซับซ้อน

(4) Digital Substations เป็นการนำเสนอเทคโนโลยีของบริษัทฯ ที่ก่อสร้างสถานีไฟฟ้ารองรับมาตรฐาน IEC61850 โดยเปลี่ยนจากการเชื่อมต่อสายเป็นการใช้สาย Optical Fiber Bus ทั้งระดับ Station Bus และ Process Bus เพื่อ

- ลดการบำรุงรักษา เพราะมีระบบ Asset Health Monitoring ของระบบควบคุมและระบบป้องกันที่ผ่านระบบสื่อสารความเร็วสูง
- ให้มีความปลอดภัยและมีความมั่นคงมากยิ่งขึ้น
- ลดเวลาในการก่อสร้างโดยทั่วไปประมาณ 7 เดือน
- อุปกรณ์มีอายุการใช้งานที่ยาวนานขึ้น
- สามารถประกอบได้จากโรงงานเป็นแบบ Modular ทำให้ประหยัดพื้นที่ในการก่อสร้างและลดค่าใช้จ่าย

บริษัทฯ มีการพัฒนาทั้งระบบ Digital AIS Substation และ Digital GIS Substation พร้อมทั้งพัฒนาผลิตภัณฑ์ Non-Conventional Instrument Transformer (NCIT) การวัดแรงดันและกระแสไฟฟ้า ทำให้การวัดมีความแม่นยำเป็นระบบดิจิทัล และแก้ปัญหาการอิ่มตัวของแกนเหล็กหม้อแปลงได้ นอกจากนี้บริษัทยังได้พัฒนาระบบ Reliability-centered Maintenance (RCM) สำหรับ Advanced Substation Services โดยพิจารณาภาพรวมการใช้งานตลอดอายุการใช้งานของระบบ เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาสถานีไฟฟ้าและลดความเสี่ยงในการชำรุดเสียหายของอุปกรณ์ไฟฟ้าอีกด้วย

(5) Digital Solutions มีหลากหลาย Applications เช่น

- การใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในการเปลี่ยนจากการนำเสนอในรูปแบบ 2 มิติตามแบบ CAD มาเป็นแบบ 3 มิติ เสมือนจริง ทำให้ผู้ที่เกี่ยวข้องเข้าใจระบบได้ง่ายขึ้นและได้รับประสบการณ์ใหม่ในการเรียนรู้
- Digital Twin ซึ่งหมายถึง การเก็บสำเนาของสินทรัพย์ สิ่งของ อาคาร หรือเครื่องจักรในรูปแบบดิจิทัล Digital Twin ไม่ได้หมายถึงเพียงการสร้างโมเดลจำลองของสิ่งของ ในแบบ 3 มิติ แต่รวมถึงการบันทึกข้อมูลสถานะทุกอย่างของของชิ้นนั้น เพื่อตรวจสอบการทำงาน เพื่อคาดการณ์ความผิดปกติล่วงหน้า เพื่อหาต้นตอของปัญหาและหลีกเลี่ยงปัญหาในอนาคต

(6) Virtual Reality for a utility บริษัทฯ ได้สาธิตการประยุกต์ใช้ระบบ VR ที่ใช้ในการพัฒนาบุคลากร ระบบที่ใช้สาธิต คือ การก่อสร้างสถานีไฟฟ้า โดยจะให้ผู้เรียนเลือก Avatar แสดงแทนตัวเอง ระบบจะเริ่มตั้งแต่การแสดงแบบการก่อสร้าง ขั้นตอนการก่อสร้างลำดับต่าง ๆ เมื่อก่อสร้างทีละลำดับผู้เรียนสามารถยกเอาอุปกรณ์มาวางในระบบได้ การเรียนรู้รูปแบบนี้จะทำให้ผู้เรียนเห็นภาพจริงขั้นตอนการทำงานต่าง ๆ และเมื่อก่อสร้างแล้วเสร็จจะสามารถเดินเข้าไปดูจุดต่าง ๆ ภายในสถานีได้เสมือนผู้ฝึกอบรมอยู่ในสถานที่จริง สามารถตรวจสอบระยะห่างความกว้างความสูงของจุดต่าง ๆ ได้ จึงสามารถตรวจสอบแบบการก่อสร้างว่าเป็นไปตามมาตรฐานความปลอดภัยหรือไม่ รวมไปถึงการจำลองสถานการณ์ต่าง ๆ แล้วให้ผู้เรียนได้ฝึกแก้ปัญหาได้อีกด้วย การพัฒนาระบบ VR เช่นนี้เป็นประโยชน์อย่างมากในการฝึกอบรมที่ทำให้ผู้เรียนได้มีโอกาสสัมผัสประสบการณ์ที่แปลกใหม่และน่าสนใจมากยิ่งขึ้น

(7) Smart City บริษัทฯ ได้พัฒนาระบบรองรับโครงการ Smart City ซึ่งต้องเชื่อมต่อกับโครงสร้างพื้นฐานและระบบสาธารณูปโภคด้านต่าง ๆ รองรับการให้บริการและข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญให้แก่ประชาชนของแต่ละเมือง กอปรกับเป็นข้อมูลสำคัญที่ใช้ในการบริหารจัดการของผู้บริหารของแต่ละเมืองในการวิเคราะห์นำไปประยุกต์ใช้ด้านต่าง ๆ โดยบริษัทฯ มุ่งเน้นการควบคุมและส่งผ่านข้อมูลระยะไกลเพื่อนำมาแสดงผลหรือใช้ในการคำนวณแสดงผลด้านต่าง ๆ ให้แก่ประชาชนและผู้เกี่ยวข้องที่สนใจ

2.2.2 ศึกษาดูงานการผลิตแผง Solar Cell ของบริษัท Solar Finland และกระบวนการผลิตแผง Solar Rooftop ณ สาธารณรัฐฟินแลนด์

(1) นายกเทศมนตรีของเมือง Salo ให้เกียรติมาต้อนรับและนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับเมือง Salo โดยสรุปได้ดังนี้

- สาธารณรัฐฟินแลนด์มีผู้เชี่ยวชาญในด้าน R&D ประมาณ 7,482 คนต่อประชากร 1 ล้านคน ซึ่งสูงกว่าสหรัฐอเมริกาเกือบสองเท่า เป็นประเทศที่มีเทคโนโลยีและนวัตกรรมที่หนึ่งของโลก มีนักวิทยาศาสตร์และวิศวกรสูงที่สุดของโลก และมีการศึกษาและอบรมระดับสูงเป็นอันดับที่สองของโลก
- เมือง Salo มีประชากร 53,000 คน พื้นที่ประมาณ 2,200 ตร.กม. มีผู้อยู่อาศัยในรัศมี 200 กม. ประมาณ 2 ล้านคน มีศูนย์การค้า เป็นที่ตั้งของสาขาหลักของบริษัทด้าน IT โลหะ พลาสติก และไม้
- Salo เป็นเมืองที่สร้าง Platform สำหรับเทคโนโลยีสมัยใหม่และ Social Solutions
- Salo เป็นเมืองที่มีศักยภาพด้านพลังงานทดแทน IoT and Sensors อุตสาหกรรมอัตโนมัติ การเดินเรือ Cleantech ด้านสุขภาพ และ Mobility

(2) ผู้บริหารของบริษัท Solar Finland นำเสนอการผลิตแผง Solar Panel ซึ่งสรุปได้ดังนี้

- บริษัท Solar Finland หรือ Salo Solar Ltd. ดำเนินธุรกิจด้าน Solar มาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1978 โดยเริ่มจากการเป็น EPC จึงมีความรู้ความเข้าใจในการเรื่องแผง Solar Panel เป็นอย่างดี
- บริษัท Solar Finland เป็นบริษัทที่เริ่มกระบวนการผลิตแผง Solar Panel เป็นแห่งแรกในสาธารณรัฐฟินแลนด์ เมื่อปี ค.ศ. 2015 มีกำลังการผลิต 22.5 MW โดยมุ่งเน้นการผลิตแผง Solar Panel ที่มีคุณภาพสูง โดยในระยะเวลา 3 ปีแรก มุ่งเน้นการผลิตจำหน่ายภายในประเทศและเพิ่มส่วนแบ่งจำหน่ายในตลาดร้อยละ 50 เนื่องจากมีกำลังการผลิตยังไม่สูงมากนัก
- ในปี ค.ศ. 2016 บริษัทจะขยายสร้างไลน์การผลิตเป็น 100 MW และส่งออกไปจำหน่ายทั่วโลก ซึ่งบริษัทฯ มีความมั่นใจในคุณภาพแผง Solar Panel ว่ามีอายุการใช้งานได้นานถึง 50 ปี จึงยืดอายุการรับประกันแผง วัสดุ และการประกอบนานถึง 20 ปี และกำลังการผลิตถึง 26 ปี โดยไลน์การผลิตใหม่เริ่มผลิตได้ในปี ค.ศ. 2018 โดยมีคนงาน 21 คน โดยใช้กระบวนการผลิตแบบ Robot ทั้งหมด และใช้พนักงานเพียงการควบคุมคุณภาพและป้อนวัตถุดิบให้แก่ Robot เท่านั้น
- บริษัทฯ มีแผนงานขยายไลน์การผลิตไปยังประเทศต่างๆ ที่มีความสนใจในรูปแบบของ Joint Venture โดยไลน์การผลิตที่ใช้ Robot ดังเช่นที่ใช้ในสาธารณรัฐฟินแลนด์
- จากการเยี่ยมชมไลน์การผลิตแผง Solar Panel ทั้งไลน์การผลิตเดิมที่ยังใช้พนักงานในการประกอบเป็นหลัก และไลน์การผลิตใหม่ซึ่งใช้ Robot ประกอบแผง พบว่าบริษัทฯ มุ่งเน้นคุณภาพของแผง Solar Panel ที่มีการตรวจสอบในขั้นตอนกระบวนการต่าง ๆ เป็นอย่างดี
- วัตถุดิบที่ใช้ในการประกอบแผง Solar Panel เป็นวัตถุดิบที่คัดสรรมาจากวัตถุที่มีคุณภาพสูงทั้งส่วนของแผง Solar Cell และอุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ โดยใช้เทคนิคและกระบวนการประกอบโดยอาศัยพื้นฐานจากการผลิตโทรศัพท์ Nokia จึงมีความมั่นใจว่าจะผลิตแผง Solar Panel ที่มีคุณภาพอายุการใช้งานนานและมีต้นทุนการผลิตที่ต่ำ
- การดำเนินธุรกิจในตลาดโลก นอกจากการจำหน่ายแผง Solar Panel แล้ว บริษัทฯ ยังเป็นพันธมิตรกับ EPC เพื่อส่งต่อแผง Solar Panel ที่มีคุณภาพให้แก่ลูกค้า
- สำหรับการดำเนินธุรกิจในประเทศไทย บริษัทฯ ได้ให้บริษัท พีอีเอ เอ็นคอม อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด เป็นตัวแทนจำหน่าย และมีแผนจะร่วมลงทุนกับบริษัท พีอีเอ เอ็นคอมฯ ในการสร้างไลน์การผลิตในประเทศ

(3) ผู้บริหารของบริษัท SATEL ได้นำเสนอเทคโนโลยีของบริษัทฯ ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

- บริษัท SATEL ก่อตั้งเมื่อปี ค.ศ. 1986 ในเมือง Salo ที่ทำธุรกิจด้าน Private Data Radio และ Radio Connectivity Solutions โดยบริษัทส่งออกวิทยุ 40,000 เครื่องต่อปี
- การประยุกต์ใช้งานระบบวิทยุของ SATEL คือ Smart Grid & Utilities, Telemetry, GNSS, Security และ Fleet Management
- ระบบวิทยุของ SATEL สามารถนำมาใช้งานในระบบ Distribution Automation ได้หลากหลายทั้งในระบบ FLIR, Monitoring and Control และระบบ AMI โดยใช้ระบบ SATEL XPRS Communications ในการติดต่อระหว่าง DCU (Data Collector Unit) กับระบบ Head-end ของระบบ MDM (Meter Data Management) รวมถึงการปลดการเชื่อมต่อของ Solar Farm หรือ Wind Farm ออกจากระบบ (Transfer Trip) ซึ่งมีการล่าช้าไม่เกิน 500 ms เป็นต้น

2.2.3 ศึกษาดูงาน VTT Technical Research Centre of Finland ณ สาธารณรัฐฟินแลนด์

(1) VTT Technical Research Centre of Finland เป็นหน่วยงานวิจัยของสาธารณรัฐฟินแลนด์ ก่อตั้งเมื่อปี ค.ศ. 1942 เป็นองค์วิจัยชั้นนำด้านเทคโนโลยีในยุโรป มีบุคลากรทั้งหมด 2,368 คน มีรายได้ 256 ล้านยูโร

(2) Dr.Tech Anna Kulmala นักวิจัยของ VTT บรรยายเรื่อง “Energy System in Transition – Towards Smart Meter Solutions” โดยสรุปได้ดังนี้

- Finnish Power Grid ประกอบด้วย Transmission System Operator (TSO) คือ Fingrid และมี Distribution System Operators (DSO) จำนวน 85 ราย โดยมีกำลังการผลิตจากพลังงานทดแทนสูงถึงร้อยละ 68
- Finnish Smart Grid 1.0 เป็นการเริ่มต้นจากการใช้ระบบ Advanced Distribution Automation เมื่อนานมาแล้ว จากนั้นจึงเป็นรายแรก ๆ ในการนำ Smart Meter มาใช้ติดตั้งทดแทนมิเตอร์แบบจานหมุน เพื่อเป็นการบริการข้อมูลการใช้ไฟฟ้าให้แก่ลูกค้า ใช้ในระบบ Real–time Billing และการจัดการฟอล์ตในระบบแรงต่ำ
- แรงขับเคลื่อนที่ส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรมไฟฟ้า
  - พลังงานทดแทนทั้งจากลมและแสงอาทิตย์ที่มีต้นทุนถูกลงมาก สิ่งที่ท้าทายคือความสมดุลระหว่างโหลดและกำลังการผลิตที่ไม่สม่ำเสมอ
  - Electrification of Traffic เร็วมาก โดยที่ต้องเป็นพลังงานที่สะอาด มีประสิทธิภาพ และราคาเหมาะสม จึงยิ่งเพิ่มความต้องการใช้ระบบ Battery Energy Storage ร่วมกับระบบไฟฟ้า

- Battery Energy Storage เริ่มมีราคาถูกลงจนสามารถที่จะพอทำกำไรได้
- IoE (Internet of Everything) สำหรับห้องนั่งเล่น รถยนต์ และที่ทำงาน รวมถึง IoT ที่ใช้กับระบบ Real-time Control ของระบบการผลิตไฟฟ้าแบบกระจายตัว
- COP21 การลดก๊าซเรือนกระจกให้เป็นศูนย์ภายในปี ค.ศ. 2050 ตาม Paris Climate Agreement

- ปัจจัยท้าทายสำหรับ Transmission Grid Operators
  - การสมดุลโหลดและระบบผลิตให้มีความสมดุล ซึ่งนับวันจะมีปัญหาในการสร้างสมดุลมากยิ่งขึ้น
  - ภาวะ Transmission Line Congestion อาจเกิดขึ้นได้บ่อยขึ้น ขึ้นอยู่กับตำแหน่งของโหลดและแหล่งผลิต
  - ระบบผลิตจะต้องมีความยืดหยุ่นเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากกำลังการผลิตจากพลังงานทดแทนที่ไม่เสถียร ดังนั้นระบบผลิตเหล่านี้จะต้องมีการสื่อสารและควบคุมได้อย่างเหมาะสม
- ปัจจัยท้าทายสำหรับ Distribution Grid Operators
  - การดำเนินธุรกิจของการไฟฟ้าฝ่ายจำหน่ายจะได้รับผลกระทบจากแหล่งผลิตไฟฟ้าแบบกระจายตัวและการผลิตไฟฟ้าไว้ใช้เอง ซึ่งระบบจำหน่ายในประเทศเยอรมนีพบว่าในบางช่วงเวลากำลังไฟฟ้าที่จ่ายออกจากสถานีไฟฟ้าติดลบ นั่นหมายถึงโหลดไม่เพียงพอต่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบกระจายตัวที่เชื่อมต่อในระบบจำหน่าย
  - DSO ในปัจจุบันส่วนใหญ่เป็นระบบ Radial จ่ายไฟแบบทิศทางเดียว ขาดการควบคุมและเฝ้าติดตามที่ดี
  - แรงผลักดันหลักที่จะทำให้เป็น Smart Distribution Network คือ
    - การเพิ่มขึ้นของแหล่งผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน
    - โหลดชนิดใหม่ ๆ เช่น EV
    - ลูกค้าต้องการบริการที่มีความเชื่อถือได้และมีคุณภาพ
    - ลูกค้าต้องการผลิตไฟฟ้าไว้ใช้เอง
  - การเปลี่ยนแปลง Ecosystem ของอุตสาหกรรมไฟฟ้า โดยมีลูกค้าเป็นศูนย์กลาง
    - การมี Smart End User และ Active Prosumer เป็นศูนย์กลางที่กลไกทางการตลาด โดยมีระบบผลิตหลักจ่ายไฟฐาน และมี Flexible Power Generation ที่มีการควบคุมที่เหมาะสม รวมถึงระบบ Energy Storage ช่วยในการรักษาเสถียรภาพของระบบ

• มุ่งเข้าสู่ระบบ Smart Energy System ที่ระบบต้องมีการบริหารจัดการข้อมูล การกำกับควบคุมที่เหมาะสม การให้ความมีส่วนร่วมของลูกค้า และการเข้ากันได้ของระบบต่าง ๆ (Interoperability of Systems)

• การพัฒนาเทคโนโลยีใหม่มุ่งเน้นการสนับสนุน (Enerblers) โดยใช้เทคโนโลยี IoT ระบบ Wireless Sensors และการเฝ้าติดตาม เพื่อรองรับระบบผลิตไฟฟ้าแบบกระจายตัว Demand Response, Energy Storage และ EV Charging เป็นต้น

- VTT Smart Energy Systems มุ่งเน้นให้ความสนใจ
  - การศึกษาระบบพลังงาน ทั้งด้านระบบไฟฟ้ากำลัง การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลม และการบูรณาการระบบ รวมถึงเศรษฐศาสตร์พลังงาน ระบบการจ่ายความร้อน และการเปลี่ยนแปลงสภาวะอากาศ
  - มีความร่วมในการศึกษาวิจัยด้าน ICT, Electric Mobility, Energy Storage, Smart City, Building Energy Management, Data Analytics เป็นต้น
  - มีบุคลากรมากกว่า 100 คน ที่ศึกษาวิจัยด้าน Smart Energy Systems
- การวิจัยโครงสร้างพื้นฐานระดับสูงโดยมีห้องปฏิบัติการด้าน Smart Grid, Battery และ Mobility เพื่อใช้ในการทดสอบ EV และเครื่องอัดประจุ
- VTT มีความร่วมมือกับหน่วยงานระดับนานาชาติมากมาย รวมถึงในสหภาพยุโรปด้วย
- โครงการวิจัยที่ VTT ที่กำลังดำเนินการมีหลากหลายโครงการ เช่น
  - โครงการ Smart Otaniemi ตั้งอยู่ที่เมือง Helsinki เป็นที่อยู่ของนักศึกษา นักวิจัย อาศัยอยู่เป็นจำนวนมาก มีการทดลองนวัตกรรมหลายอย่างในพื้นที่นี้รวมถึงระบบสื่อสาร 5G ด้วย พร้อมนี้ได้มีการการให้บริการพลังงานรูปแบบใหม่ผ่าน IoT Platform อีกด้วย
  - โครงการการบูรณาการ Business Platform ของแหล่งผลิตไฟฟ้าแบบกระจายตัว โดยใช้ระบบ Cloud ในการรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ Big Data การเชื่อมต่อกับ Aggregators และ DSO/TSO
  - โครงการทดลองระบบ Microgrids ผ่าน Microgrid Controller ที่สามารถควบคุมระบบการผลิตต่าง ๆ ได้
  - โครงการระบบไฟฟ้าใน Smart City ที่ผนวกระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน และการใช้แหล่งกักเก็บพลังงาน

- โครงการ Optimal Storage Solutions และโครงการ Optimization of Solar Energy and Storage Use เพื่อบริหารจัดการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ ลดการใช้ไฟฟ้าจากการไฟฟ้าโดยผลิตไฟฟ้าไว้ใช้เอง
- โครงการ Smart Meter Data Processing เพื่อการแบ่งกลุ่มชนิดของลูกค้าและข้อมูลการใช้ไฟฟ้า
- โครงการการใช้ Block chain ในการทำธุรกรรมการซื้อขายพลังงานไฟฟ้า
- โครงการ Aggregator Business สำหรับรองรับระบบ Virtual Power Plant (VPP) รองรับระบบ Demand Response

2.2.4 ศึกษาดูงานด้านระบบ AMM ของ Helen Electricity Network ณ สาธารณรัฐฟินแลนด์

(1) Helen Electricity Network เป็น 1 ใน 80 DSO ทั้งประเทศมีลูกค้า 385,000 ราย มีระบบสายส่ง 110 kV ระยะทาง 215 กม. สายจำหน่ายแรงดันกลาง 1,637 กม. และสายจำหน่ายแรงต่ำระยะทาง 4,529 กม. มีสถานีไฟฟ้าจำนวน 25 สถานี

(2) มีค่า SAIDI ไม่เกิน 4.00 นาที/ลูกค้าหนึ่งราย/ปี มีโอกาสที่จะเกิดไฟดับเกิน 30 นาที ในทุก 10 ปี

(3) ระบบ AMM (Advanced Meter Management) ของบริษัท Helen ใช้ Smart Meter ของบริษัท Landis and Gyr จำนวน 235,000 เครื่อง และบริษัท Kamstrup & บริษัท Idon จำนวน 150,000 เครื่อง โดยใช้ระบบสื่อสารผ่านระบบ RF Mesh (868 MHz) ประมาณร้อยละ 70 ใช้ระบบ RS485 ประมาณร้อยละ 20 และระบบ 2G/3G อีกประมาณร้อยละ 10 เริ่มติดตั้งตั้งแต่ ค.ศ. 2008 – 2012

(4) มีการใช้ระบบ SLA เพื่อให้รักษาคุณภาพการให้บริการโดยพบว่าส่วนใหญ่ระบบ RF Mesh มี SLA อยู่ระหว่าง 99% - 99.8% โดยระบบ SLA มีทั้งการใช้ Bonus และการ Penalty ในกรณีที่ต่ำกว่า 98%

(5) บทเรียนที่ได้จากการติดตั้งระบบ AMM

- ควรเลือกระบบสื่อสารที่มีความเชื่อถือได้
- การว่าจ้างแบบ Turn Key ดีกว่าการมีผู้รับจ้างหลายราย
- ควรมีเวลาในการวางแผน การเตรียมการ และการบูรณาการ และการขยายผลการติดตั้งอย่างเพียงพอและเหมาะสม

2.3 ประโยชน์ที่ได้รับจากการการศึกษาดูงาน ณ ราชอาณาจักรนอร์เวย์ ราชอาณาจักรสวีเดน และสาธารณรัฐฟินแลนด์

2.3.1 เทคโนโลยี Smart Grid โดยเฉพาะระบบ ADMS และ Digital Substation ของบริษัท ABB มีการพัฒนาที่รองรับการบริหารจัดการระบบจำหน่ายที่ทันสมัย จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะรองรับโครงการ Smart Grid ของ กฟภ. ได้เป็นอย่างดี

2.3.2 การประยุกต์ Digital Solutions ของบริษัท ABB ในด้าน Virtual Reality สำหรับการฝึกอบรมเป็นสิ่งที่สร้างประสบการณ์ใหม่ ๆ ให้กับผู้เรียนและทำให้การอบรมใกล้เคียงกับการทำงานจริงมากยิ่งขึ้น จึงควรนำมาศึกษาและประยุกต์ใช้ในการพัฒนาบุคลากรของ กฟภ. ในด้านต่าง ๆ ต่อไป

2.3.3 เทคโนโลยีการประกอบแผง Solar Panel ด้วย Robot ของบริษัท Solar Finland เป็นสิ่งที่น่าสนใจ เนื่องจากแผงมีประสิทธิภาพสูงอายุการใช้งานนานและต้นทุนต่ำ แต่อย่างไรก็ดีบริษัทฯ ยังไม่สามารถผลิต Solar Cell เองได้ จึงอาจเป็นจุดด้อยในการแข่งขันกับผู้ผลิตที่มีเทคโนโลยีการผลิตตั้งแต่ต้นน้ำของการผลิตแผง Solar Panel ในอนาคต ซึ่งอาจจะมีต้นทุนที่ต่ำกว่าก็ได้

2.3.4 หน่วยงานวิจัย VTT Technical Research Centre of Finland เป็นหน่วยงานวิจัยที่ศึกษาเทคโนโลยีที่ทันสมัยหลากหลายด้านที่น่าสนใจ จึงสมควรหาความร่วมมือทำงานวิจัยร่วมกันหรือการแลกเปลี่ยนนักวิจัย เพื่อต่อยอดงานวิจัยที่ VTT ได้เคยศึกษามาปรับใช้กับระบบของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

2.3.5 ประสบการณ์ในการพัฒนาระบบ AMM ของ Helen Electricity Network ช่วยทำให้ทราบถึงสิ่งที่ กฟภ. ต้องวางแผนและเตรียมการในการเลือกระบบสื่อสารที่เหมาะสมในแต่ละพื้นที่ การตั้ง SLA ที่เหมาะสม และรูปแบบการจ้างที่เหมาะสมในการพัฒนาโครงการ

2.4 ข้อเสนอแนะจากการศึกษาดูงานและการเยี่ยมชมงานฯ ณ ราชอาณาจักรนอร์เวย์ ราชอาณาจักรสวีเดน และสาธารณรัฐฟินแลนด์

2.4.1 ให้รองผู้ว่าการวางแผนและพัฒนาระบบไฟฟ้า (รผก.(ว)) และรองผู้ว่าการปฏิบัติการและบำรุงรักษา (รผก.(ป)) ศึกษาเทคโนโลยี Smart Grid โดยเฉพาะระบบ ADMS และ Digital Substation ของบริษัท ABB เพื่อนำมาพัฒนาระบบ Smart Grid ของ กฟภ. ให้ดียิ่งขึ้น

2.4.2 ให้รองผู้ว่าการทรัพยากรบุคคล (รผก.(ท)) ศึกษาการใช้ Virtual Reality เพื่อประยุกต์ใช้ในการพัฒนาบุคลากรของ กฟภ. ในด้านต่าง ๆ

2.4.3 ให้บริษัท พีอีเอ เอ็นคอมฯ พิจารณาการร่วมทุนในการสร้างไลน์การผลิตแผง Solar Panel โดยใช้เทคโนโลยีการประกอบของบริษัท Solar Finland โดยคำนึงถึงความเสี่ยงในการแข่งขันกับผู้ผลิตที่มีเทคโนโลยีการผลิตตั้งแต่ต้นน้ำของการผลิตแผง Solar Panel ในอนาคตด้วย

2.4.4 ให้ รผก.(ว) ประสานความร่วมมือในงานวิจัยในโครงการต่าง ๆ ของ VTT ที่น่าสนใจหรือการแลกเปลี่ยนนักวิจัยกับ VTT

2.4.5 ให้ รผก.(ว) และ รผก.(ป) ศึกษาจากประสบการณ์การพัฒนาระบบ AMM ของ Helen Electricity Network ในการพัฒนาระบบ AMI โครงการนำร่องที่เมืองพัทยา

ทั้งนี้ ภายหลังการเสร็จสิ้นการศึกษาดูงานดังกล่าว ผวก. ได้สั่งการให้ส่วนเกี่ยวข้องไปดำเนินการตามข้อเสนอแนะในเบื้องต้นแล้ว

(รายละเอียดตามเอกสารแนบ)

3. <u>ประเด็นที่นำเสนอ</u>

จึงเสนอคณะกรรมการเพื่อโปรดทราบผลการศึกษาดูงานด้านโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ และพลังงานทดแทน ณ ราชอาณาจักรนอร์เวย์ ราชอาณาจักรสวีเดน และสาธารณรัฐฟินแลนด์ ต่อไป

<u>มติที่ประชุม</u> รับทราบ