แนวทางการพัฒนาระบบจำหน่ายไฟฟ้าพื้นที่สัตหีบให้เป็นระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ (Smart Grid)

น.อ.เกรียงศักดิ์ พลหาญ (๐๐๓)
นศ.วทร. รุ่นที่ ๕๓ ปีการศึกษา ๒๕๖๔

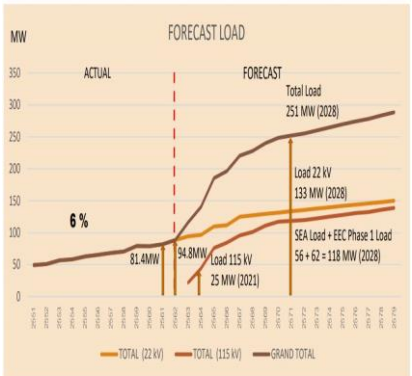
บทนำ

ระบบจำหน่ายไฟฟ้าพื้นที่สัตหีบ เริ่มต้นเมื่อปี ๒๔๘๓ โดยสถานีทหารเรือสัตหีบ กองทัพเรือ (ทร.) ได้ก่อสร้างโรงกำเนิดไฟฟ้าขึ้น ๑ โรง ตั้งอยู่ข้างโรงเรียนสัตหีบ สาขา ๑ เขตฐานทัพเรือสัตหีบ ทำการจ่ายไฟฟ้าให้บริการพื้นที่สัตหีบ เมื่อปี ๒๕๐๙ ทร. ได้ยกเลิกเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและได้จัดซื้อไฟฟ้าจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) เมื่อปี ๒๕๑๔ ทร. ได้ขอรับสัมปทานประกอบกิจการไฟฟ้าเป็นครั้งแรกจากกระทรวงมหาดไทย ในนาม กองทัพเรือ (กิจการไฟฟ้า สวัสดิการสัมปทานกองทัพเรือ) โดยมีอายุสัมปทาน ๑๐ ปี ในพื้นที่อำเภอสัตหีบและอำเภอบ้านฉาง และเมื่อปี ๒๕๕๒ ได้เปลี่ยนเป็นใบอนุญาตประกอบกิจการระบบจำหน่ายไฟฟ้าและใบอนุญาตประกอบกิจการจำหน่ายไฟฟ้า ปัจจุบัน ทร. ได้รับใบอนุญาตฉบับต่ออายุซึ่งมีผลใช้บังคับนับตั้งแต่วันที่ ๒๕ มิถุนายน ๒๕๖๓ และมีกำหนดอายุ ๒๕ ปี จึงถือได้ว่ากิจการไฟฟ้าฯ เป็นการไฟฟ้าฝ่ายจำหน่ายเช่นเดียวกับ การไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟน.) และมีภาระหน้าที่ต้องกำกับดูแลคุณภาพไฟฟ้า การให้บริการไฟฟ้า และระบบโครงข่ายไฟฟ้าให้มีประสิทธิภาพ ภายใต้ กฎ ระเบียบ และหน่วยงานที่กำกับดูแลด้านประกอบกิจการพลังงานตลอดจนนโยบายภาครัฐต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

จากการเปลี่ยนแปลงของสภาพสังคม การพัฒนาทางเศรษฐกิจและอุตสาหกรรม ทำให้ความต้องการใช้ไฟฟ้ามีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น จนอาจส่งผลกระทบต่อเสถียรภาพและความมั่นคงด้านพลังงานไฟฟ้าได้ การพัฒนาระบบโครงข่ายไฟฟ้าเพื่อแก้ปัญหาทางวิศวกรรม เสริมสร้างความมั่นคงและรองรับความต้องการใช้ไฟฟ้าในอนาคต จึงเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นเร่งด่วนอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้อีกต่อไป

ปัญหาอุปสรรคของระบบจำหน่ายไฟฟ้าพื้นที่สัตหีบ

ด้านความต้องการใช้ไฟฟ้า (Demand) ข้อมูลสถิติปี ๒๕๕๙ – ๒๕๖๓ พบว่า มีค่าหน่วยจำหน่ายไฟฟ้าเฉลี่ยเพิ่มขึ้น ๔.๔๓ % และค่าความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดเฉลี่ยเพิ่มขึ้น ๕.๘๗ % ซึ่งสูงกว่าค่าเฉลี่ยของภาคตะวันออก โดยความต้องการใช้พลังไฟฟ้าสูงสุด (Peak Demand) เมื่อ ๒๖ เม.ย. ๒๕๖๒ เวลา ๑๔.๓๐ - ๑๔.๔๕ น. ที่ ๙๔.๘๘ เมกะวัตต์ และจากนโยบายยานยนต์ไฟฟ้าแห่งชาติ ได้กำหนดทิศทางและมาตรการส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้า (Electric Vehicles: EVs) ด้วยการลดการใช้รถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปไปสู่รถยนต์ไฟฟ้า เพื่อก้าวเข้าสู่สังคมคาร์บอนต่ำ จึงมีการคาดการณ์ว่ายานยนต์ไฟฟ้าจะกลายเป็นภาระทางไฟฟ้าหลักที่สำคัญของระบบจำหน่ายไฟฟ้า ซึ่งจะส่งผลให้ความต้องการใช้ไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้น



ด้านคุณภาพไฟฟ้า ได้กำหนดเกณฑ์มาตรฐานค่าดัชนีวัดผลการดำเนินงานไว้ ๓ ค่าหลัก คือ ค่าเฉลี่ยของจำนวนครั้งที่ไฟฟ้าดับต่อผู้ใช้ไฟฟ้าหนึ่งรายในหนึ่งปี (System Average Interruption Frequency Index : SAIFI) ค่าเฉลี่ยของระยะเวลาที่ไฟฟ้าดับต่อผู้ใช้ไฟฟ้าหนึ่งรายในหนึ่งปี (System Average Interruption Duration Index : SAIFI) และค่าแรงดันไฟฟ้า ณ จุดเชื่อมต่อใดๆ ในระบบจำหน่ายไฟฟ้าที่เชื่อมกับผู้ขอใช้บริการนั้น พบว่า ค่า SAIFI และ SAIDI ยังอยู่ในระดับชนบทของภาคกลาง มีจำนวนการร้องเรียนเรื่องไฟตกและไฟดับยังอยู่ในระดับสูง และมีเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องที่ไม่ทราบสาเหตุมีสัดส่วนทำให้เกิดไฟฟ้าดับสูงถึง ๒๕ % ของเหตุการณ์ทั้งหมด

ด้านหน่วยสูญเสียในระบบจำหน่าย (Distribution Loss) ข้อมูลสถิติปี ๒๕๕๙ – ๒๕๖๓ พบว่า มีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องและสูงกว่าค่าเป้าหมายตามแผนกลยุทธ์ของกิจการไฟฟ้าฯ ที่กำหนดไว้ไม่เกิน ๓ % ต่อปี โดยปี ๒๕๖๓ มีค่าสูงถึง ๔.๙๙% ต่อปี ตลอดจนมาตรวัดไฟฟ้า หรือมิเตอร์ส่วนใหญ่ยังเป็นมิเตอร์แบบจานหมุนและมิเตอร์ดิจิตอลธรรมดา โดยเฉพาะมิเตอร์แบบจานหมุนมีกำลังสูญเสียภายในตัวมิเตอร์และมีความคลาดเคลื่อนในการอ่านหน่วยสูงตามอายุการใช้งาน และไม่สามารถสื่อสารผ่านระบบเครือข่ายได้ต้องใช้เจ้าหน้าที่ในการจดหน่วยทำให้ข้อมูลที่ได้ยังมีความคลาดเคลื่อนทั้งปริมาณและเวลาอยู่ และมิเตอร์ทั้งหมดยังไม่สามารถรองรับเทคโนโลยีด้านไฟฟ้าในอนาคต เช่น ระบบการซื้อขายไฟฟ้ากันเองระหว่างประชาชนกับประชาชน (P2P) เทคโนโลยีถ่ายเทพลังงานจากยานยนต์ไฟฟ้าสู่ระบบโครงข่ายไฟฟ้า (V2G) เป็นต้น

ด้านการสนับสนุนนโยบายภาครัฐ ด้วยนโยบายส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน เพื่อให้มีการใช้ทรัพยากรภายในประเทศให้เกิดประโยชน์สูงสุด ลดการพึ่งพาการนำเข้าพลังงาน และเพิ่มความมั่นคงด้านพลังงาน ตามแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย (แผน PDP2018) และแผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก (แผน AEDP2018) ด้วยการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนและระบบไฟฟ้าขนาดเล็กแบบกระจายศูนย์ (Decentralized Generation : DG) จะทำให้ระบบไฟฟ้ามีการไหลสองทิศทาง และพลังงานสะอาดจากการพัฒนาเทคโนโลยี โดยโรงไฟฟ้าสามารถตั้งอยู่ในชุมชนที่มีความต้องการใช้ไฟฟ้า และผู้ใช้ไฟฟ้าก็จะหันมาผลิตไฟฟ้าใช้เอง (Prosumer) ดังนั้น ต้องปรับปรุงระบบสายส่งของระบบจำหน่ายไฟฟ้าให้สามารถรองรับการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนหรือระบบ DG

ด้านการบริหารงานและบุคลากร กิจการไฟฟ้าฯ ซึ่งเป็นหน่วยงานหลักของ ทร. ที่มีหน้าที่กำกับดูแลรับผิดชอบระบบจำหน่ายไฟฟ้าพื้นที่สัตหีบร่วมกับ กองช่างโยธา ฐานทัพเรือสัตหีบ พบว่า ผู้บริหารของกิจการไฟฟ้าฯ ทั้งหมด ๓๗ อัตรา ซึ่งมาจากข้าราชการชั้นสัญญาบัตรตำแหน่งหลักทีมีปริมาณงานมาก ทำให้ไม่สามารถปฏิบัติงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ และมีการโยกย้ายปรับเปลี่ยนกันบ่อยทำให้ขาดความต่อเนื่องในการทำงานและแก้ไขปัญหา ตลอดจนยังขาดการบูรณาการด้านทรัพยากรบุคลากร องค์ความรู้และเครื่องมือร่วมกันระหว่างกิจการไฟฟ้าฯ กับหน่วยเทคนิคที่มีลักษณะงานคล้ายคลึงกันในพื้นที่ และยังขาดแคลนบุคลากร หรือพนักงานในระดับชำนาญการ เชี่ยวชาญพิเศษ และให้คำปรึกษาในสาขาด้านวิศวกรรมไฟฟ้ากำลังและไฟฟ้าสื่อสาร เพื่อรองรับเทคโนโลยีใหม่ๆ เช่น เทคโนโลยีระบบสมาร์ทกริด ระบบควบคุมสั่งการระยะไกล (SCADA) งานออกแบบ เป็นต้น และขาดแคลนบุคลากร หรือพนักงานในระดับ

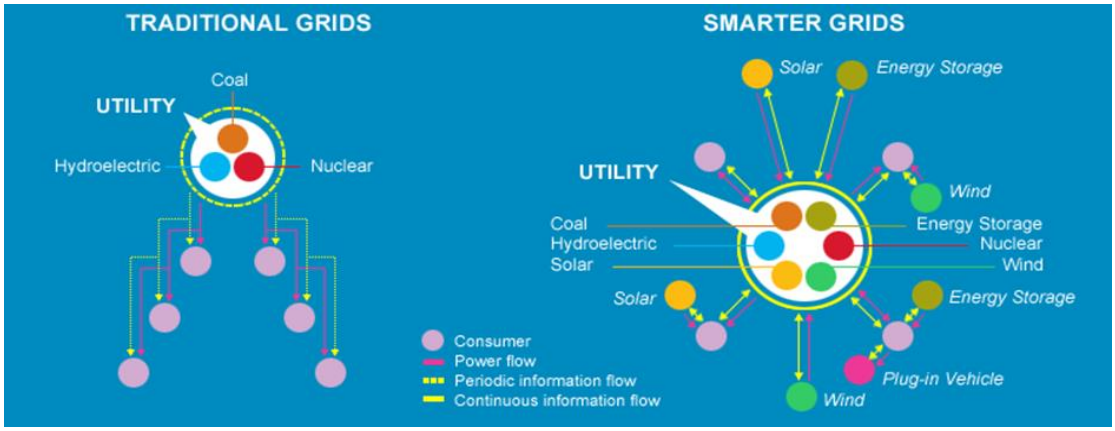
ปฏิบัติการเชี่ยวชาญ หรือช่างเทคนิคระดับ ปวส. เพื่อรองรับงานเทคนิคชั้นสูง เช่น งานซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน (PM) งานฮอทไลน์ระดับแรงดัน ๒๒ และ ๑๑๕ กิโลโวลต์ เป็นต้น จากโครงสร้างอัตราเงินเดือนค่อนข้างต่ำและความก้าวหน้าในตำแหน่งหน้าที่ ทำให้ไม่สามารถสรรหาบุคลากรที่มีคุณภาพได้

แนวคิดและหลักการพัฒนาระบบไฟฟ้า

แนวคิดการพัฒนาระบบไฟฟ้าที่ผ่านมา จะถูกออกแบบโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อส่งพลังงานไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้าขนาดใหญ่ หรือประเภท IPP ไปยังผู้ใช้ไฟฟ้า โดยมีทิศทางการไหลของพลังงานไฟฟ้าเพียงทิศทางเดียวจากผู้ผลิตไฟฟ้าผ่านระบบสายส่งไปยังผู้ใช้ไฟฟ้าเท่านั้น การแลกเปลี่ยนข้อมูลของระบบไฟฟ้าระหว่างอุปกรณ์ต่างๆ มีในระดับน้อยมาก การทำงานร่วมกันระหว่างอุปกรณ์แบบอัตโนมัติมีอย่างจำกัด และผู้ใช้ไฟฟ้ายังมีบทบาทในการผลิตไฟฟ้าที่จำกัด แต่ในอนาคตแนวคิดการพัฒนาหรือการออกระบบไฟฟ้าจะถูกออกแบบให้รองรับแหล่งผลิตไฟฟ้าหรือโรงไฟฟ้าขนาดเล็กที่กระจายตัวอยู่ทั่วไป (DG) เช่น ประเภท VSPP (โรงไฟฟ้าแสงอาทิตย์ โรงไฟฟ้าขยะ โรงไฟฟ้าชีวมวล โรงไฟฟ้าชุมชน เป็นต้น) หรือประเภท SPP (โรงไฟฟ้า CCHP โรงไฟฟ้าผสมผสาน (Hybrid) เป็นต้น) โดยมีการนำพลังงานหมุนเวียนมาใช้งานมากขึ้นเพื่อทำให้เกิดการกระจายชนิดเชื้อเพลิง และส่งเสริมการใช้เชื้อเพลิงที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมตามนโยบายภาครัฐ มีการออกแบบระบบไฟฟ้าให้มีลักษณะโครงข่าย (Grid Network) ที่ไฟฟ้าสามารถไหลได้สองทิศทาง มีการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ต่างๆ มีการทำงานร่วมกันอย่างสอดประสานระหว่างอุปกรณ์ และผู้ใช้ไฟฟ้าจะมีบทบาทในการผลิตไฟฟ้า รวมถึงเปิดโอกาสให้ผู้ใช้ไฟฟ้าสามารถบริหารจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าให้เหมาะสมกับวิถีชีวิตและพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าของตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพ

หลักการระบบโครงข่ายสมาร์ทกริด (Smart Grid)

ระบบสมาร์ทกริด คือ “การพัฒนาให้ระบบไฟฟ้าสามารถตอบสนองต่อการทำงานได้อย่างชาญฉลาดมากขึ้น หรือมีความสามารถมากขึ้นโดยใช้ทรัพยากรที่น้อยลง (Doing more with less) มีประสิทธิภาพมีความน่าเชื่อถือ มีความปลอดภัย มีความยั่งยืน และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งสามารถทำให้เกิดขึ้นได้โดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีระบบสื่อสารสารสนเทศ (ICT) ระบบเซนเซอร์ ระบบเก็บข้อมูล และเทคโนโลยีทางด้านการควบคุมอัตโนมัติ เพื่อทำให้ระบบไฟฟ้ากำลัง (Power Grid) สามารถรับรู้ข้อมูลสถานะต่างๆ ในระบบมากขึ้นเพื่อใช้ในการตัดสินใจอย่างอัตโนมัติ ทั้งนี้ กระบวนการเหล่านี้จะต้องเกิดขึ้นทั่วทั้งระบบไฟฟ้าครอบคลุมระบบผลิต ระบบส่ง ระบบจำหน่าย และระบบผู้ใช้ไฟฟ้า” ตามนิยามของกระทรวงพลังงาน



ในการออกแบบระบบโครงข่ายไฟฟ้าแบบดั้งเดิม (Traditional Grid) จะออกแบบให้มีการไหลของกระแสไฟฟ้าแบบทิศทางเดียวคือ จากระบบผลิตไฟฟ้าไปยังระบบส่งไฟฟ้าผ่านระบบจำหน่ายถึงผู้ใช้ไฟฟ้า ส่วนระบบโครงข่ายไฟฟ้าแบบใหม่ หรือระบบโครงข่ายสมาร์ทกริด (Smarter Grid) จะถูกออกแบบให้มีการไหลของกระแสไฟฟ้าแบบสองทิศทางเพื่อให้สามารถบริหารจัดการ และแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกัน โดยการนำเทคโนโลยีหลายประเภทมาประยุกต์ใช้งานร่วมกัน โดยระบบควบคุมอัจฉริยะของสมาร์ทกริด จะประเมินศักยภาพของแหล่งผลิตไฟฟ้าในพื้นที่ที่มีความหลากหลายทั้งพลังงานหมุนเวียนและพลังงานจากฟอสซิล และสั่งการผลิตไฟฟ้าให้สอดคล้องกับปริมาณการใช้ไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้าในแต่ละช่วงเวลา หรือรักษาสมดุลระหว่างผู้ผลิตกับผู้ใช้ไฟฟ้านั้นเอง ทำให้ระบบสามารถรองรับการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนจำนวนมากที่กระจายอยู่ทั่วไปได้ รวมถึงรองรับนโยบายรถยนต์ไฟฟ้า (EVs) ที่จะเพิ่มขึ้นในอนาคต และเปิดโอกาสให้ผู้ใช้ไฟฟ้ามีส่วนร่วมในการบริหารจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้ามากขึ้น

เหตุผลความจำเป็นของการพัฒนาระบบโครงข่ายไฟฟ้า

จากการเปลี่ยนแปลงของสภาพความเป็นอยู่ของสังคม และการพัฒนาทางเศรษฐกิจ ทำให้ความต้องการใช้ไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องประกอบกับความต้องการคุณภาพพลังงานไฟฟ้าและการบริการที่ดีจากหน่วยงานการไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีความละเอียดอ่อนและซับซ้อนมากยิ่งขึ้น และรวมไปถึงแนวคิดการรักษาสิ่งแวดล้อมควบคู่ไปกับการพัฒนาด้านพลังงาน ทำให้อุตสาหกรรมด้านพลังงานไฟฟ้าต้องมีการพัฒนาเพื่อรองรับทิศทางดังกล่าวข้างต้น เพื่อให้เกิดการพัฒนาทางด้านพลังงานอย่างยั่งยืนของประเทศ การพัฒนาด้านพลังงานจะต้องรองรับการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ทั้งทางเศรษฐกิจ และสังคม ซึ่งมีแนวทางการดำเนินการได้หลายแนวทางด้วยกัน อย่างไรก็ตาม แนวทางการพัฒนาระบบโครงข่ายไฟฟ้าให้เป็นระบบโครงข่ายสมาร์ทกริดเป็นแนวทางที่สามารถแก้ไขปัญหาได้หลายๆ ปัญหาด้วยกัน รวมทั้งสามารถช่วยในการบริหารจัดการด้านพลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นแนวทางที่ประเทศต่างๆ ทั่วโลกต่างให้ความสำคัญในการพัฒนาด้านพลังงานในระยะยาวของประเทศ ด้วยเหตุผลความจำเป็นต่างๆ ดังนี้

๑. <u>ด้านระบบไฟฟ้า</u> เป็นการพัฒนาระบบไฟฟ้าแบบการกระจายศูนย์ เพื่อการรองรับการพัฒนาระบบไฟฟ้าขนาดเล็กแบบกระจายศูนย์ (DG) จากระบบไฟฟ้าแบบดั้งเดิมหรือแบบรวมศูนย์ โดยมีการพัฒนาที่ครอบคลุมทั้งระบบผลิต ระบบส่ง และระบบจำหน่าย ตลอดจนรองรับการปฏิบัติงานร่วมกันของหน่วยงานการไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพบนมาตรฐานการติดต่อสื่อสารและการปฏิบัติการเดียวกัน

๒. <u>ด้านผู้ใช้ไฟฟ้า</u> เป็นการการรองรับความต้องการไฟฟ้า (Demand) ที่เพิ่มสูงขึ้นในระยะยาว การพัฒนาเพื่อรองรับการเติบโตของความต้องการใช้ไฟฟ้า โดยที่ระบบไฟฟ้ายังสามารถรักษาความมั่นคง คุณภาพที่ดีและการปฏิบัติการของระบบที่มีประสิทธิภาพได้ ตลอดจนการรองรับการส่งเสริมการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากรองรับนโยบายการส่งเสริมการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ โดยการใช้ระบบโครงข่ายสมาร์ทกริดเข้ามาช่วยเหลือในการบริหารจัดการพลังงาน ร่วมกับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีด้านพลังงานต่างๆ เข้าด้วยกัน เพื่อช่วยให้มีการใช้พลังงานรวมทั้งการใช้เชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับนโยบายของภาครัฐ

๓. ด้านสิ่งแวดล้อม เป็นการรองรับการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน (Renewable Energy) รองรับการพัฒนาและการส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน เพื่อการจัดหาพลังงานที่ยั่งยืนและมีประสิทธิภาพร่วมกับการใช้งานเทคโนโลยีอื่นๆ เช่น ระบบกักเก็บพลังงาน (ESS) เป็นต้น เพื่อการพัฒนาด้านพลังงานที่ยั่งยืนควบคู่ไปกับการรักษาสิ่งแวดล้อม

วิเคราะห์ปัจจัยที่เป็นแรงขับเคลื่อนให้เกิดการพัฒนาระบบจำหน่ายไฟฟ้าพื้นที่สัตหีบ

จากการตรวจสอบสภาวะแวดล้อมต่างๆ พบว่า มีปัจจัยที่เป็นแรงขับเคลื่อนให้เกิดการพัฒนาระบบจำหน่ายไฟฟ้าพื้นที่สัตหีบอยู่ทั้งหมด ๔ ประเด็น ดังนี้

๑. สภาพปัญหาในปัจจุบันของระบบโครงข่ายไฟฟ้าของพื้นที่ ได้แก่ ความต้องการพลังงานไฟฟ้าที่เพิ่มสูงขึ้นจากการพัฒนาด้านเศรษฐกิจและสังคม ความต้องการความน่าเชื่อถือของระบบไฟฟ้าและคุณภาพของพลังงานไฟฟ้า และการส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนและพลังงานทางเลือก ตลอดจนการเชื่อมโยงระบบโครงข่ายไฟฟ้ากับหน่วยงานอื่นๆ ได้แก่ กฟผ. และ โรงไฟฟ้าของ บี.กริม เพาเวอร์

๒. แนวโน้มทิศทางการพัฒนาด้านพลังงานไฟฟ้า ได้แก่ การพัฒนาระบบไฟฟ้าแบบกระจายศูนย์ (DG) การรักษาสิ่งแวดล้อมควบคู่กับการพัฒนาด้านพลังงานอย่างยั่งยืน การพัฒนาและส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้า (EVs) ที่จะมีในอนาคต และการส่งเสริมโครงสร้างราคาค่าไฟฟ้าที่สะท้อนต้นทุน (RTP)

๓. นโยบายการพัฒนาของภาครัฐที่เกี่ยวกับด้านไฟฟ้า ที่มีการกำหนดเกี่ยวกับการพัฒนาระบบโครงข่ายไฟฟ้าสมาร์ทกริดไว้อย่างชัดเจน ได้แก่ แผนการปฏิรูปประเทศด้านพลังงานกับแผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ แผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย พ.ศ. ๒๕๖๑-๒๕๘๐ (แผน PDP2018) แผนอนุรักษ์พลังงาน แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก แผนแม่บทการพัฒนาระบบโครงข่ายสมาร์ทกริดของประเทศไทย พ.ศ. ๒๕๕๘-๒๕๗๙ กระทรวงพลังงาน (แผนแม่บทฯ) และนโยบายของกองทัพเรือ (นโยบายผู้บัญชาการทหารเรือประจำปี ๒๕๖๔ และนโยบายของกิจการไฟฟ้า สวัสดิการ สัมปทานกองทัพเรือ)

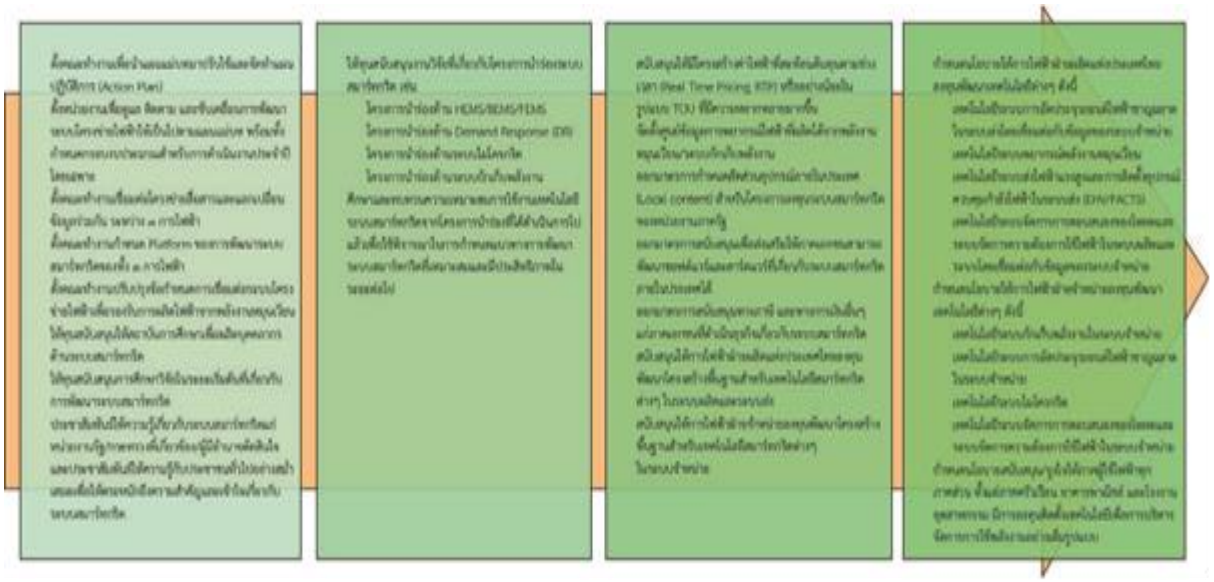
๔. สัตหีบเป็นพื้นที่ความมั่นทางทหารและเขตพัฒนาต่อเนื่องของโครงการ EEC ด้วยพื้นที่สัตหีบเป็นที่ตั้งของหน่วยเตรียมกำลังรบหลักของกองทัพเรือ และเป็นเขตพัฒนาต่อเนื่องของโครงการพัฒนาระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก (EEC) รอบเมืองการบินในรัศมี ๒๐ - ๕๐ กิโลเมตร ซึ่งอยู่ภายในกรอบการพัฒนาภายใต้แนวคิด Aerotropolis ของสนามบินหลักแห่งที่ ๓ ของกรุงเทพมหานครและสนามบินหลักของพื้นที่ EEC ภายใต้โครงการพัฒนาสนามบินอู่ตะเภาและเมืองการบินภาคตะวันออก (Airport City)

วิเคราะห์แนวทางการพัฒนาระบบจำหน่ายไฟฟ้าที่เหมาะสม

จากการศึกษาปัญหาอุปสรรคของระบบจำหน่ายไฟฟ้าพื้นที่สัตหีบพบว่ามีอยู่ ๒ ด้านหลัก คือ

๑.ด้านนโยบายและการบริหารงาน เช่น ไม่มีนโยบายขับเคลื่อนการพัฒนาตามแผนแม่บทฯ ขาดการส่งเสริมและกำหนดมาตรการสนับสนุนนโยบายภาครัฐ การบริหารงานภายใต้การเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี เป็นต้น ซึ่งสามารถแก้ไขปัญหาด้านนโยบายและการบริหารงานได้ด้วยการกำหนดนโยบาย หรือออกมาตรการที่เกี่ยวข้องให้เป็นรูปธรรมได้

๒. ปัญหาด้านวิศวกรรม เช่น ความต้องการใช้ไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้น ค่าดัชนีวัดผลการดำเนินงานอยู่ในเกณฑ์ต่ำ หน่วยสูญเสียในระบบจำหน่ายสูง ความสามารถในการรองรับการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนและระบบไฟฟ้าขนาดเล็กแบบกระจายศูนย์ เป็นต้น ซึ่งสามารถแก้ไขปัญหาได้ด้วยการพัฒนาและลงทุนในโครงสร้างพื้นฐานทางเทคโนโลยีต่างๆ และโครงสร้างพื้นฐานทางไฟฟ้าที่เหมาะสม



จากการวิเคราะห์ปัญหาและวิธีการแก้ไข และวิเคราะห์ปัจจัยที่เป็นแรงขับเคลื่อน ร่วมกับขีดความสามารถ(Capacity) ของระบบจำหน่ายไฟฟ้าแล้ว พบว่า แนวทางการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานทางเทคโนโลยีสมัยใหม่หรือระบบสมาร์ทกริดร่วมกับการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานทางไฟฟ้าที่มีอยู่เดิมเป็นแนวทางที่เหมาะสมที่สุด และสอดคล้องกับแนวนโยบายภาครัฐ จึงเห็นควรใช้รูปแบบโครงการนำร่องการพัฒนาโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะในพื้นที่เมืองพัทยา จ. ชลบุรี ของ กฟภ. และ โครงการนำร่อง Smart Metro Grid ของ กฟน. เป็นต้นแบบของการพัฒนาระบบจำหน่ายไฟฟ้าพื้นที่สัตหีบให้เป็นระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ สัมพันธ์สอดคล้องกับเป้าหมายของการพัฒนาในช่วงระยะที่ ๑ (ระยะเตรียมการ) ๒ (ระยะสั้น) ๓ (ระยะปานกลาง) และ ๔ (ระยะยาว) ของแผนแม่บทฯ จึงสรุปแนวทางการพัฒนาฯ ออกเป็น ๒ ส่วน ดังนี้

๑. การกำหนดนโยบายขับเคลื่อนการพัฒนาระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ

เพื่อให้เกิดการส่งเสริมการขับเคลื่อนการพัฒนาตามนโยบายของภาครัฐ และสัมพันธ์สอดคล้องกับเป้าหมายของการพัฒนาในช่วงระยะที่ ๑ และ ๒ ของแผนแม่บทฯ ดำเนินการ ดังนี้

๑. แต่งตั้งคณะทำงานเพื่อนำแผนแม่บทฯ มาปรับใช้และจัดทำแผนปฏิบัติการ (Action Plan)

๒. ตั้งหน่วยงานหรือผู้รับชอบเพื่อดูแล ติดตาม และขับเคลื่อนการพัฒนาระบบโครงข่ายไฟฟ้าให้เป็นไปตามแผนแม่บทฯ พร้อมทั้งกำหนดกรอบงบประมาณสำหรับการดำเนินงานประจำปีโดยเฉพาะ

๓. แต่งตั้งคณะทำงานเชื่อมต่อโครงข่ายสื่อสารและแลกเปลี่ยนข้อมูล และคณะทำงานกำหนด Platform ของการพัฒนาระบบโครงข่ายสมาร์ทกริดร่วมกับ กฟผ. (ผ่าน MOU ระหว่าง กฟผ. และ ทร.)

๔. แต่งตั้งคณะทำงานปรับปรุงข้อกำหนดการเชื่อมต่อระบบโครงข่ายไฟฟ้าเพื่อรองรับการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนและพลังงานทางเลือก (Grid Code)

๕. ส่งเสริมและกำหนดมาตรการสนับสนุนการอนุรักษ์พลังงาน (แผน EEDP) และส่งเสริมและกำหนดมาตรการสนับสนุนพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก (แผน AEDP) ของกระทรวงพลังงาน

๖. สนับสนุนการศึกษาวิจัยและพัฒนาบุคลากรด้านระบบโครงข่ายสมาร์ทกริดในทุกระดับ ตลอดจนการศึกษาโครงการนำร่องเพื่อกำหนดแนวทางการพัฒนาระบบโครงข่ายสมาร์ทกริดที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพสำหรับพื้นที่ สร้างความมั่นคงให้ฐานทัพทางทหาร และสนับสนุนโครงการ EEC

๗. ประชาสัมพันธ์ให้ความรู้กับหน่วยงานของภาครัฐและประชาชนทั่วไปในพื้นที่สัตหีบ ให้ตระหนักถึงความสำคัญและเข้าใจเกี่ยวกับระบบโครงข่ายสมาร์ทกริด

๒. การพัฒนาและการลงทุนในระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ

เพื่อให้เกิดการพัฒนาและการลงทุนกับเทคโนโลยีระบบสมาร์ทกริด และสัมพันธ์สอดคล้องกับเป้าหมายของการพัฒนาในช่วงระยะที่ ๓ และ ๔ ตามแผนแม่บทฯ โดยใช้แนวทางการประมาณการเงินลงทุนแต่ละเทคโนโลยีตามกรอบวงเงินและผลประโยชน์ของกิจกรรมลงทุน แผนแม่บทฯ และใช้แนวทางโครงการนำร่องฯ เมืองพัทยา จ.ชลบุรี โดยแบ่งดำเนินการเป็น ๓ ระยะดังนี้

๑. ระยะที่ ๑ (ปี พ.ศ. ๒๕๖๖–๒๕๖๗) : ดำเนินการลงทุนติดตั้งเทคโนโลยีต่างๆ ของระบบโครงข่ายสมาร์ทกริด ในระดับต้น (ระดับพื้นฐาน) ประกอบด้วยกิจกรรมการลงทุนกับเทคโนโลยี ดังนี้

- เทคโนโลยีสมาร์ทมิเตอร์และระบบโครงสร้างพื้นฐานมิเตอร์ขั้นสูง วงเงินลงทุน ๒๖๒.๓๕ ล้านบาท
- เทคโนโลยีระบบฐานข้อมูลมิเตอร์ผู้ใช้ไฟฟ้า (MDMS) วงเงินลงทุน ๓๑.๘ ล้านบาท
- เทคโนโลยีโครงข่ายสื่อสารและแลกเปลี่ยนข้อมูลในระบบจำหน่าย (ICT) วงเงินลงทุน ๑๘ ล้านบาท
- เทคโนโลยีระบบแก้ไขปัญหาไฟฟ้าขัดข้องอัจฉริยะ วงเงินลงทุน ๑๒ ล้านบาท

๒. ระยะที่ ๒ (ปี พ.ศ. ๒๕๖๘–๒๕๗๒) : ดำเนินการลงทุนติดตั้งเทคโนโลยีต่างๆ ของระบบโครงข่ายสมาร์ทกริด ในระดับกลาง ประกอบด้วยกิจกรรมการลงทุนกับเทคโนโลยี ดังนี้

- เทคโนโลยีระบบบริหารจัดการระบบจำหน่าย (SCADA/DMS) วงเงินลงทุน ๘๐ ล้านบาท
- เทคโนโลยีระบบสถานีไฟฟ้าอัตโนมัติในระบบจำหน่าย วงเงินลงทุน – ล้านบาท (ดำเนินการแล้ว)
- เทคโนโลยีระบบสายป้อนอัตโนมัติ (DA/FA) วงเงินลงทุน ๑๕ ล้านบาท
- เทคโนโลยีระบบจัดการการตอบสนองของโหลดและระบบจัดการความต้องการใช้ไฟฟ้าในระบบจำหน่าย (DR/DSM) วงเงินลงทุน ๓๙ ล้านบาท

๓. ระยะที่ ๓ (ปี พ.ศ. ๒๕๗๓–๒๕๗๙) : ดำเนินการลงทุนติดตั้งเทคโนโลยีต่างๆ ของระบบโครงข่ายสมาร์ทกริด ในระดับสูง ประกอบด้วยกิจกรรมการลงทุนกับเทคโนโลยี ดังนี้

- เทคโนโลยีระบบการอัดประจุรถยนต์ไฟฟ้าชาญฉลาดในระบบจำหน่าย (V2G) วงเงินลงทุน ๗๘ ล้านบาท
- เทคโนโลยีระบบสื่อสารข้อมูลกับผู้ผลิตไฟฟ้าขนาดเล็ก/ผู้ผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมาก (SPP/VSPP Data Communication System) วงเงินลงทุน – ล้านบาท (ยังไม่มีผู้ผลิตไฟฟ้า SPP/VSPP)
- เทคโนโลยีระบบไมโครกริด (Microgrid Development) วงเงินลงทุน – ล้านบาท (ควรพิจารณาให้ภาคเอกชนลงทุนควบคู่กับโรงไฟฟ้าในรูปแบบ PPP)

- เทคโนโลยีระบบกักเก็บพลังงานในระบบจำหน่าย (ESS) วงเงินลงทุน – ล้านบาท (ควรพิจารณาให้ภาคเอกชนลงทุนควบคู่กับโรงไฟฟ้าในรูปแบบ PPP)
- เทคโนโลยีระบบไฟถนนชาญฉลาด (Intelligent Street Lights) วงเงินลงทุน – ล้านบาท (ท้องถิ่น)

โดยการพัฒนาทั้ง ๒ ส่วน ควรดำเนินโครงการระยะที่ ๑ (โครงการนำร่อง) ควบคู่กับกำหนดนโยบายขับเคลื่อนการพัฒนาระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะก่อน เนื่องจากเป็นการพัฒนาและลงทุนในเทคโนโลยีระบบมิเตอร์อัจฉริยะ (AMI) ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญของการนำเทคโนโลยีอื่นๆ มาใช้งาน และสามารถแก้ไขปัญหาของกิจการไฟฟ้าฯ ได้ และโครงการพัฒนาทั้ง ๓ ระยะยังเป็นอิสระต่อกัน ซึ่งการเลือกลงทุนโครงการหนึ่ง สามารถเลือกลงทุนโครงการอื่นได้อีกถ้าเงินทุนพอ เพราะทุกโครงการมีวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายต่างกัน โดยเริ่มดำเนินการจากการศึกษาและรวบรวมข้อมูลรายละเอียดที่เกี่ยวข้องทั้งหมด ตลอดจนจัดทำรายละเอียดรูปแบบและทบทวนประมาณการของโครงการให้เสร็จสิ้นภายใน ๑ ปี (๒๕๖๕) และดำเนินการโครงการระยะที่ ๑ เมื่อรวมระยะเวลาโครงการทั้ง ๓ ระยะแล้ว จะสอดคล้องกับแผนแม่บทฯ ได้พอดี

โครงการพัฒนาโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะพื้นที่พื้นที่สัตหีบระยะที่ ๑ (โครงการนำร่อง)

โครงการนำร่องจะเน้นการลงทุนในเทคโนโลยีขั้นพื้นฐานและการแก้ไขปัญหาเร่งด่วนของกิจการไฟฟ้าฯ โดยจะทำการติดตั้งมิเตอร์อัจฉริยะให้ครอบคุมผู้ใช้ไฟฟ้าทั่วพื้นที่จำนวน ๕๐,๓๙๖ ราย (ยกเว้น ผู้ใช้ไฟฟ้ารายใหญ่ที่ได้รับการติดตั้งมิเตอร์ AMR ตามโครงการพัฒนาการอ่านหน่วยไฟฟ้าอัตโนมัติ จำนวน ๓๘๐ ราย และผู้ใช้ไฟฟ้าบ้านพักอาศัยส่วนกลาง นย. และอาคารชุดโดเดมาเล่ จำนวน ๔,๑๖๔ ราย) ติดตั้งระบบการบริหารจัดการข้อมูลมิเตอร์ผู้ใช้ไฟฟ้า (MDMS) สำหรับมิเตอร์ AMI ติดตั้งระบบระบบเชื่อมโยงเทคโนโลยีสารสนเทศ (IT Integration) และติดตั้งระบบระบบแก้ไขปัญหาไฟฟ้าขัดข้องอัจฉริยะ โดยมีระยะเวลาดำเนินการ ๒ ปี (๒๕๖๖ - ๒๕๖๗) วงเงินลงทุนรวมทั้งสิ้น ๓๒๔.๑๕ ล้านบาท เงินลงทุนจากแหล่งเงินกู้และเงินรายได้กิจการไฟฟ้าฯ แบ่งเป็นรายละเอียดการลงทุนได้ ดังนี้

ที่	รายการ	เงินลงทุน (ล้านบาท)
๑	ระบบมิเตอร์อัจฉริยะ (AMI) ๕๓,๐๐๐ เครื่อง	๒๖๒.๓๕
๒	ระบบการบริหารจัดการข้อมูลมิเตอร์ผู้ใช้ไฟฟ้า (MDMS)	๓๑.๘
๓	ระบบแก้ไขปัญหาไฟฟ้าขัดข้องอัจฉริยะ	๑๒
๔	ระบบเชื่อมโยงเทคโนยีสารสนเทศ (IT Integration System)	๑๘
รวมทั้งสิ้น (ล้านบาท)		๓๒๔.๑๕

การวิเคราะห์ความเหมาะสมในการลงทุนทางการเงินของโครงการพัฒนาระยะที่ ๑ พิจารณาจากการเปรียบเทียบมูลค่าปีปัจจุบัน (Present Value) ระหว่างค่าใช้จ่าย (Cost Stream) ได้แก่ เงินลงทุนเริ่มแรก (๓๒๔.๑๕ ล้านบาท) ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ ค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติงาน และผลตอบแทนที่ได้รับได้รับจากโครงการ (Benefit Stream) เพื่อหาผลตอบแทนจากการลงทุนในการดำเนินโครงการ โดยวิเคราะห์ที่

ระยะเวลาโครงการ ๑๕ ปี (มิเตอร์อัจฉริยะทั่วไปมีอายุการใช้งาน ๘ – ๑๕ ปี) โดยการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางการเงินวัดผลใช้ตัวชี้วัดผลตอบแทนทางการเงิน ๓ ตัว คือ มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนทางการเงินสุทธิ (NPV) ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period) และอัตราผลตอบแทนทางการเงินของโครงการ(IRR) ใช้อัตราคิดลด (Discount Rate) ที่ ๗.๐ % หรือไม่ต่ำกว่าอัตราดอกเบี้ย MLR สูงสุดของธนาคารพาณิชย์ของไทย (WACC) สรุปได้ผลออกมาดังนี้

ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางการเงินของโครงการระยะที่ ๑ (โครงการนำร่อง)

ผลตอบแทน	NPV (ล้านบาท)	อัตราผลตอบแทน : IRR	ระยะเวลาคืนทุน
ทางการเงิน (Discount Rate 7%)	๑๐๔.๐๗	๑๐.๙๒ %	๘.๑๘ ปี

จากผลการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางการเงินจะเห็นได้ว่า โครงการมีความเหมาะสมทางการเงินโดยมีค่า NPV เป็นบวก ซึ่งหมายความว่าโครงการนี้สามารถคืนทุนได้ภายในระยะเวลาของโครงการและมีอัตราผลตอบแทนทางการเงินของโครงการ (IRR) ๑๐.๙๒ % ซึ่งผลตอบแทนทางการเงินส่วนใหญ่มาจากระบบ Smart Meter และมีประโยชน์ที่ไม่ใช่ตัวเงินอีกหลายประการ เช่น การช่วยตรวจสอบปัญหาต่างๆ ของระบบจำหน่าย การส่งผลทางบวกต่อภาพลักษณ์ ทร. เป็นต้น โดยผลประโยชน์จากโครงการระยะที่ ๑ คลาดว่า จะสามารถเพิ่มรายได้ หรือลดค่าใช้จ่ายลงได้ไม่น้อยกว่าประมาณ ๒๖.๕ ล้านบาท/ปี และเพิ่มขึ้นตามปริมาณการใช้ไฟฟ้า โดยไม่รวมมูลค่าของมิเตอร์เก่าจากการรื้อถอน

สรุป

การพัฒนาระบบจำหน่ายไฟฟ้าพื้นที่สัตหีบให้เป็นระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ (Smart Grid) เป็นแนวทางที่ดีที่สุด ประกอบด้วย การกำหนดนโยบายขับเคลื่อนการพัฒนา และการพัฒนาและการลงทุนในระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ (ระยะที่ ๑ ระยะที่ ๒ และระยะที่ ๓) ซึ่งจะสัมพันธ์สอดคล้องกับเป้าหมายของการพัฒนาในช่วงระยะที่ ๓ (ระยะปานกลาง) และ ๔ (ระยะยาว) ของแผนแม่บทฯ กระทรวงพลังงาน และ แผนการปฏิรูปประเทศด้านพลังงานกับแผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ โดยเห็นควรดำเนินโครงการระยะที่ ๑ ควบคู่กับการกำหนดนโยบายขับเคลื่อนการพัฒนาระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะเป็นลำดับแรก เนื่องจากโครงการระยะที่ ๑ หรือโครงการนำร่อง เป็นการพัฒนาและลงทุนในเทคโนโลยีพื้นฐานสำคัญของการนำเทคโนโลยีอื่นๆ มาใช้งาน และสามารถแก้ไขปัญหาหลักได้ในระดับหนึ่ง ตลอดจนโครงการพัฒนาทั้ง ๓ ระยะเป็นอิสระต่อกัน ซึ่งการเลือกลงทุนโครงการหนึ่ง สามารถเลือกลงทุนโครงการอื่นได้อีกถ้าเงินลงทุนมีเพียงพอ เพราะทุกโครงการมีวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายต่างกัน เพื่อให้ได้ผลตอบแทนที่คุ้มค่าและเป็นประโยชน์สูงสุดกับกองทัพเรือและประชาชนในพื้นที่ และเป็นการเสริมสร้างความมั่นคงให้พื้นที่ทางทหารและรองรับความต้องการใช้ไฟฟ้าในอนาคตต่อไป

ข้อเสนอแนะ

ผลการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ สามารถนำไปเป็นแนวทางในการกำหนดนโยบายขับเคลื่อนการพัฒนา และกิจกรรมการพัฒนาและการลงทุนพัฒนาระบบโครงข่ายไฟฟ้าให้สอดคล้องกับแผนแม่บทฯ กระทรวงพลังงาน ตลอดจนเป็นแนวทางในการว่าจ้างที่ปรึกษาการจัดทำแผนที่นำทางและบริหารโครงการการพัฒนาระบบโครงข่ายไฟฟ้า การส่งเสริมภาคเอกชนเข้าร่วมลงทุนในการติดตั้งเทคโนโลยีระบบสมาร์ทกริดและการก่อสร้างโรงไฟฟ้าเพื่อความมั่นคงในรูปแบบการร่วมทุนระหว่างภาครัฐและเอกชน (Public Private Partnership : PPP) การส่งเสริมเทคโนโลยีพลังงานสะอาดและพลังงานหมุนเวียนในการผลิตไฟฟ้า การปรับปรุงโครงสร้างองค์กรของกิจการไฟฟ้าฯ ให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีและลักษณะงานใหม่ๆ และการบูรณาการความร่วมมือกับหน่วยเทคนิคในพื้นที่ทั้งด้านบุคลากร องค์ความรู้ และเครื่องมือ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการปฏิบัติการและแก้ปัญหาร่วมกัน

บรรณานุกรม

หนังสือราชการ

กิจการไฟฟ้า สวัสดิการสัมปทานกองทัพเรือ, ข้อมูลการใช้ไฟฟ้าของกิจการไฟฟ้าฯ และฐานทัพเรือสัตหีบ, พ.ศ.๒๕๖๐

โครงการพัฒนาโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ (Smart Grid) ในพื้นที่เมืองพัทยา จ. ชลบุรี การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ๒๕๕๗

คู่มือ Smart Grid โครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน

กฎหมายหรือการประกาศทางราชการ

ประกาศสำนักนายกรัฐมนตรี เรื่อง การประกาศแผนปฏิรูปประเทศ (ฉบับปรับปรุง) พ.ศ. ๒๕๖๔

แผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย พ.ศ. ๒๕๖๑ - ๒๕๘๐ และ ฉบับปรับปรุงครั้งที่ ๑

แผนแม่บทการพัฒนาระบบโครงข่ายสมาร์ทกริดของประเทศไทย พ.ศ. ๒๕๕๘ – ๒๕๗๙ กระทรวงพลังงาน

ระเบียบคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน ว่าด้วยมาตรฐานการให้บริการในการประกอบกิจการไฟฟ้า ประเภทใบอนุญาตระบบจำหน่ายไฟฟ้า พ.ศ. ๒๕๕๙

อินเตอร์เนต

สำนักงานคณะกรรมการนโยบายเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก (สกพอ.) https://www.eeco.or.th/th

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (สนผ.) กระทรวงพลังงาน http://www.eppo.go.th/index.php/th/

คณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน (กกพ.) https://www.erc.or.th/ERCWeb2/

กิจการไฟฟ้า สวัสดิการสัมปทาน กองทัพเรือ http://www.sew.co.th/index.php

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย https://www.egat.co.th/

การไฟฟ้านครหลวง https://www.mea.or.th/content/detail/87/5606

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค https://www.pea.co.th/home

Smart Grid https://www.pinterest.com/pin/