

การขับเคลื่อนการเปลี่ยนผ่านพลังงานอย่างเป็นธรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ (Facilitating a Just Energy Transition through Solar Power)

เพื่อให้การกำหนดทิศทางและนโยบายสาธารณะด้านพลังงานสามารถตอบสนองต่อความต้องการและผลกระทบที่เกิดขึ้นในระดับพื้นที่และกับกลุ่มบุคคลต่างๆ ได้อย่างแท้จริง การวางกลไกที่ส่งเสริมการพัฒนานโยบายจากฐานชุมชนหรือผู้ได้รับผลกระทบโดยตรงจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง ทั้งนี้ การเปลี่ยนผ่านพลังงานไม่ใช่เป็นเพียงเรื่องของเทคโนโลยีหรือความมั่นคงทางพลังงานเท่านั้น แต่ยังเป็นหัวใจสำคัญของการพัฒนาคุณภาพชีวิตของผู้อย่างยั่งยืน ทั้งในมิติเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม การส่งเสริมให้เกิดขบวนการที่สามารถติดตั้งและบำรุงรักษาระบบโซลาร์เซลล์ ยังช่วยสร้างอาชีพและกระจายรายได้ในระดับท้องถิ่น ซึ่งสอดคล้องกับเป้าหมายการสร้างเศรษฐกิจที่เข้มแข็งรวมถึงการเข้าถึงพลังงานสะอาดที่มีต้นทุนต่ำเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันไปพร้อมกับการมีสุขภาวะที่ดีในประเทศไทย

สำนักงานคณะกรรมการสุขภาพแห่งชาติ (สช.) เป็นหน่วยงานหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญในการขับเคลื่อนกระบวนการมีส่วนร่วมระหว่างภาครัฐและภาคประชาชน เพื่อผลักดันข้อเสนอเชิงนโยบายจากระดับพื้นที่หรือประเด็นปัญหาสำคัญของสังคมขึ้นสู่การพิจารณากำหนดนโยบายในระดับชาติ สช. ใช้กลไกของสมัชชาสุขภาพซึ่งเป็นกระบวนการพัฒนานโยบายสาธารณะแบบมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วน ตามยุทธศาสตร์สามเหลี่ยมเขยื้อนภูเขา ที่ใช้ความรู้เป็นฐาน สร้างความสมานฉันท์ และบริหารจัดการอย่างเป็นระบบ เพื่อให้ได้มาซึ่งนโยบายสาธารณะที่นำไปสู่การปฏิบัติอย่างเป็นรูปธรรม และมุ่งลดความเหลื่อมล้ำด้วยช่องทางและวิธีการที่หลากหลายและเป็นธรรม

๑. นิยาม

การขับเคลื่อนการเปลี่ยนผ่านพลังงานอย่างเป็นธรรม หมายถึง กระบวนการเปลี่ยนแปลงระบบพลังงานที่ดำเนินงานภายใต้กรอบธรรมาภิบาลพลังงาน (Energy Governance) (UNDP, 2023) โดยมีหลักการสำคัญ ๔ ด้าน ดังนี้

๑) สถาบันที่มีส่วนร่วมและมีประสิทธิภาพ (Inclusive and Effective Institutions) หน่วยงานภาครัฐและองค์กรที่เกี่ยวข้องกับการกำกับดูแลพลังงานต้องดำเนินงานด้วยความโปร่งใส มีสมรรถนะ มีความร่วมมือระหว่างกัน และเปิดกว้างให้ทุกภาคส่วนเข้ามามีส่วนร่วมอย่างแท้จริง

๒) กรอบกฎหมายและกฎระเบียบ (Legal and Regulatory Framework) การพัฒนากฎหมายและกฎระเบียบที่เกี่ยวข้องต้องมีความสอดคล้อง ยืดหยุ่น ทันต่อการเปลี่ยนแปลง และได้รับการออกแบบร่วมกันจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย เพื่อลดอุปสรรคและส่งเสริมการเข้าถึงอย่างเท่าเทียม

๓) การมีส่วนร่วมและการเสริมพลังภาคประชาสังคม (Civic Engagement and Empowerment) การสร้างหลักประกันว่ากระบวนการกำหนดนโยบายและการวางแผนด้านพลังงานต้อง

เปิดให้เกิดการมีส่วนร่วมอย่างมีความหมายของประชาชนและชุมชน เพื่อให้สามารถสะท้อนความต้องการและ
ร่วมตัดสินใจในทิศทางการพัฒนาพลังงานของประเทศได้

๔) การกำกับดูแลที่เหมาะสมและเป็นอิสระ (Appropriate and Independent Oversight)

การมีกลไกกำกับดูแลที่มีความน่าเชื่อถือ โปร่งใส และตัดสินใจบนฐานของข้อมูลข้อเท็จจริงเพื่อสร้างความ
เชื่อมั่นและรักษาผลประโยชน์สาธารณะ

สมาร์ทกริด (Smart Grid) หรือระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ คือ การพัฒนาระบบโครงข่ายไฟฟ้า
โดยนำเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเข้ามาเป็นหัวใจสำคัญ เพื่อสร้างระบบสื่อสารสองทางที่เชื่อมโยง
ผู้ผลิตไฟฟ้า ผู้ให้บริการ และผู้ใช้ไฟฟ้าเข้าไว้ด้วยกัน ความสามารถในการแลกเปลี่ยนข้อมูลได้แบบเรียลไทม์
นี้เองที่ทำให้โครงข่ายมีความอัจฉริยะสามารถวิเคราะห์และตอบสนองต่อพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าได้อย่างฉับไว
และอัตโนมัติ ส่งผลให้การบริหารจัดการพลังงานมีประสิทธิภาพสูงสุด มีความน่าเชื่อถือและความปลอดภัย
สูงขึ้น พร้อมทั้งสนับสนุนการนำพลังงานสะอาดเข้ามาในระบบ และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น

แหล่งพลังงานแบบกระจายศูนย์ (Distributed Energy Resource) คือ ระบบผลิตและ
จัดการพลังงานไฟฟ้าขนาดเล็กที่ติดตั้งกระจายตัวอยู่ใกล้กับผู้ใช้งาน แทนที่จะพึ่งพาโรงไฟฟ้าขนาดใหญ่ที่อยู่
ห่างไกล เทคโนโลยีเหล่านี้มีหลากหลายรูปแบบ ตั้งแต่ระบบโซลาร์เซลล์บนหลังคาบ้านและอาคาร หรือระบบ
กักเก็บพลังงานอย่างแบตเตอรี่ ไปจนถึงเทคโนโลยีที่เน้นการบริหารจัดการฝั่งผู้ใช้ไฟฟ้า ซึ่งเป็นการส่งเสริมให้
ผู้ใช้ปรับลดการใช้ไฟในช่วงเวลาที่ระบบมีความต้องการสูงเพื่อช่วยรักษาเสถียรภาพของโครงข่าย การที่แหล่ง
พลังงานขนาดเล็กจำนวนมากเหล่านี้จะทำงานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้น จำเป็นต้องอาศัยการพัฒนา
สมาร์ทกริด เพื่อบริหารจัดการการผลิตและการใช้ไฟฟ้าจากทุกแหล่งให้เป็นไปอย่างสมดุล มั่นคง และมี
ประสิทธิภาพสูงสุด

โพรซูเมอร์ (Prosumer) คือ การผลิตโดยผู้บริโภค ซึ่งในธุรกิจไฟฟ้าจะหมายถึงการผลิตไฟฟ้าโดย
บุคคลหรือนิติบุคคลที่เป็นผู้ใช้ไฟฟ้า (ผู้บริโภค) เพื่อใช้เองหรือจำหน่ายให้กับผู้ใช้ไฟฟ้ารายอื่นผ่านระบบของ
การไฟฟ้า (EPPO, 2025)

ไมโครกริด (Microgrid) คือ โครงข่ายไฟฟ้าขนาดเล็กที่สามารถบริหารจัดการแหล่งพลังงานแบบ
กระจายศูนย์ เช่น ระบบโซลาร์เซลล์และโหนดไฟฟ้าในพื้นที่ของตนเองได้อย่างอิสระ โดยสามารถทำงาน
เชื่อมต่อกับโครงข่ายไฟฟ้าหลัก หรือแยกตัวออกมาทำงานได้ในกรณีที่ไฟฟ้าจากโครงข่ายหลักขัดข้อง

การอนุญาตให้บุคคลที่สามเข้าใช้โครงสร้างพื้นฐาน (Third-party Access) คือ การเปิดให้
บุคคลภายนอกที่ไม่ใช่เจ้าของโครงสร้างพื้นฐาน เช่น ระบบไฟฟ้า ท่อส่งก๊าซ เป็นต้น สามารถเข้ามาใช้หรือ
เชื่อมต่อโครงสร้างพื้นฐานเหล่านั้นได้ ซึ่งในธุรกิจไฟฟ้าจะหมายถึง การกำหนดให้เจ้าของกิจการที่เป็นผู้
ครอบครองระบบโครงข่ายไฟฟ้า (ซึ่งเป็นกิจการที่ผูกขาดโดยธรรมชาติ) ให้สิทธิแก่บุคคลอื่น (บุคคลที่ ๓ ที่
ไม่ใช่ลูกค้าของตัวเอง รวมทั้งคู่แข่ง) อาทิ ผู้ประกอบกิจการผลิตไฟฟ้าอิสระ ผู้ใช้ไฟฟ้าทั่วไป สามารถเข้ามาใช้
ประโยชน์จากระบบโครงข่ายไฟฟ้าของตนในเชิงพาณิชย์ได้ ภายใต้หลักการและข้อปฏิบัติของกฎหมาย

อัตรา Feed-in Tariff เป็นรูปแบบนโยบายที่ภาครัฐใช้ในการส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน โดยการเปิดรับซื้อไฟฟ้าจากผู้ผลิตรายเล็กในอัตราและเงื่อนไขที่กำหนดไว้เป็นพิเศษ เพื่อสร้างแรงจูงใจในการลงทุน

วงจรมรณะของกิจการไฟฟ้า (Utility Death Spiral) เป็นปรากฏการณ์ที่ผู้ใช้ไฟฟ้าจำนวนมากหันไปผลิตไฟฟ้าใช้เองทำให้รายได้ของหน่วยงานการไฟฟ้าลดลง (Castaneda, Jimenez, Zapata, Franco, & Dyer, 2017) แต่การไฟฟ้ายังมีต้นทุนคงที่ในการบำรุงรักษาโครงข่ายไฟฟ้าทั้งระบบส่งและจำหน่ายไฟฟ้า ทำให้ต้องผลักภาระต้นทุนดังกล่าวไปให้ผู้ใช้ไฟฟ้าที่ยังคงพึ่งพาระบบโครงข่ายผ่านการปรับขึ้นค่าไฟฟ้าต่อหน่วยที่สูงขึ้น เพื่อชดเชยรายได้ที่หายไป ซึ่งการขึ้นค่าไฟฟ้านี้กลับยิ่งจูงใจให้คนหันไปผลิตไฟฟ้าใช้เองมากขึ้นอีก เป็นวงจรที่อาจส่งผลกระทบต่อความมั่นคงของระบบไฟฟ้าและสร้างภาระให้ผู้ที่ไม่มีกำลังติดตั้งโซลาร์เซลล์

๒. นโยบาย ยุทธศาสตร์ และแผนที่เกี่ยวข้อง

๒.๑ เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals, SDGs) มีทั้งหมด ๑๗ เป้าหมาย โดยเป้าหมายหลักที่มีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับการส่งเสริมโซลาร์เซลล์ คือ เป้าหมายที่ ๗ พลังงานสะอาดที่เข้าถึงได้ และเป้าหมายที่ ๑๓ การรับมือการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

๒.๒ ยุทธศาสตร์ชาติ ๒๐ ปี (พ.ศ. ๒๕๖๑ – ๒๕๘๐) สอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติในด้านการสร้างการเติบโตบนคุณภาพชีวิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม การสร้างความสามารถในการแข่งขัน และการลดความเหลื่อมล้ำ ผ่านการส่งเสริมพลังงานสะอาด นวัตกรรม และการพัฒนาที่ยั่งยืน (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2018)

๒.๓ แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ ๑๓ (พ.ศ. ๒๕๖๖-๒๕๗๐) การเปลี่ยนผ่านพลังงานด้วยโซลาร์เซลล์สนับสนุนหมวดหมู่มากมาย ได้แก่ หมวดหมู่ว่า ๑๐ เศรษฐกิจหมุนเวียนและสังคมคาร์บอนต่ำ หมวดหมู่ว่า ๑๑ การลดความเปราะบางจากวิกฤตและความเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม หมวดหมู่ว่า ๑๒ การพัฒนากำลังคนและสถาบันสมรรถนะสูง มุ่งตอบโจทย์การพัฒนาแห่งอนาคต

๒.๔ เป้าหมายด้านสภาพภูมิอากาศ การใช้พลังงานแสงอาทิตย์เป็นกลไกสำคัญหนึ่งที่ช่วยให้ประเทศไทยบรรลุตามแผนการมีส่วนร่วมที่ประเทศกำหนด (Nationally Determined Contribution) ฉบับปรับปรุง ครั้งที่ ๒ รวมถึงสนับสนุนการบรรลุเป้าหมายความเป็นกลางทางคาร์บอน (Carbon Neutrality) ภายในปี ค.ศ. ๒๐๕๐ และเป้าหมายการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ (Net Zero) ในปี ค.ศ. ๒๐๖๕ (ONEP, 2022a; ONEP, 2022b)

๒.๕ กรอบแผนพลังงานชาติ และแผนปฏิบัติการด้านพลังงาน การใช้พลังงานแสงอาทิตย์ยังสอดคล้องกับยุทธศาสตร์ด้านไฟฟ้าที่จะมีการเพิ่มสัดส่วนพลังงานทดแทนและพลังงานสะอาดในกรอบแผนพลังงานชาติ (EPPO, 2021) รวมทั้งเป้าหมายการเพิ่มสัดส่วนพลังงานหมุนเวียน (โดยเฉพาะโซลาร์เซลล์) ในแผนปฏิบัติการด้านพลังงาน ได้แก่ ร่างแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าและแผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือกฉบับร่าง (EPPO, 2024; DEDE, 2024)

๓. สถานการณ์ปัจจุบัน ศักยภาพ และบทบาทของพลังงานแสงอาทิตย์ในประเทศไทย

พลังงานแสงอาทิตย์ (โซลาร์เซลล์) ถือเป็นเทคโนโลยีพลังงานหมุนเวียนที่มีศักยภาพสูงและมีบทบาทนำในการขับเคลื่อนการเปลี่ยนผ่านพลังงานที่เป็นธรรมและมีส่วนร่วมของไทย ด้วยปัจจัยสนับสนุนที่สำคัญหลายประการ ได้แก่ ศักยภาพทรัพยากรแสงอาทิตย์ที่สูงทั่วประเทศ (DEDE, 2023) ต้นทุนที่ลดลงอย่างรวดเร็วจนสามารถแข่งขันได้ (IRENA, 2024) รูปแบบการติดตั้งที่หลากหลายซึ่งเหมาะกับบริบทเชิงพื้นที่ที่แตกต่างกัน ศักยภาพในการกระจายศูนย์ที่เอื้อต่อการผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้เอง และการพัฒนาในรูปแบบพลังงานชุมชน ซึ่งการสร้างการมีส่วนร่วมของประชาชนได้ง่ายกว่าพลังงานหมุนเวียนประเภทอื่น

การส่งเสริมพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นกลไกหลักในการเปลี่ยนผ่านพลังงานอย่างมีส่วนร่วมและยั่งยืนนั้น จำเป็นต้องพิจารณาและบริหารจัดการอย่างเป็นระบบตลอดทั้ง "วงจรชีวิต" (Lifecycle) ของเทคโนโลยีโซลาร์เซลล์ ตั้งแต่การผลิต การติดตั้งใช้งาน ไปจนถึงการจัดการเมื่อหมดอายุใช้งาน เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดและลดผลกระทบเชิงลบที่อาจเกิดขึ้น

๓.๑) การผลิตและห่วงโซ่อุปทาน

ปัจจุบันห่วงโซ่อุปทานของการผลิตแผงโซลาร์เซลล์ยังคงกระจุกตัวอยู่ในต่างประเทศ โดยเฉพาะประเทศจีนซึ่งเป็นแหล่งแร่ซิลิกอนที่สำคัญ ทำให้ประเทศไทยต้องพึ่งพาการนำเข้าแผงและเซลล์แสงอาทิตย์เป็นหลัก ซึ่งทำให้บทบาทของอุตสาหกรรมในประเทศไทยจึงจำกัดอยู่เพียงการประกอบแผง ซึ่งมักเป็นการลงทุนจากต่างชาติเพื่อหลีกเลี่ยงภาษีและส่งออก (DEDE, 2023) และการผลิตโครงสร้างจับยึด อย่างไรก็ตามประเทศไทยมีความเข้มแข็งในธุรกิจการออกแบบทางวิศวกรรมและการก่อสร้างสำหรับโครงการโซลาร์เซลล์

ในด้านมาตรฐานผลิตภัณฑ์แผงนั้น แผงที่ใช้มีมาตรฐานที่อ้างอิงตามมาตรฐานสากล (DEDE, 2021) และสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) มีออกมาตราฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) สำหรับแผงโซลาร์เซลล์ทั้งที่เป็นของใหม่และมือสองในไทยแต่ยังคงเป็นภาคสมัครใจ (TISI, 2024; TISI, 2025)

๓.๒) การติดตั้งและการเข้าถึง

การติดตั้งโซลาร์เซลล์ในประเทศไทยมีรูปแบบที่หลากหลาย ทั้งระบบบนหลังคา (Rooftop Solar) สำหรับบ้านเรือนและอาคารธุรกิจ โรงไฟฟ้าโซลาร์ฟาร์ม (Solar Farm) และโซลาร์ลอยน้ำ (Floating Solar) ทั้งนี้ การติดตั้งมักเป็นแบบปัจเจก (Individual Installation) โดยเฉพาะบนหลังคามีการเติบโตอย่างต่อเนื่องในภาคอุตสาหกรรมและอาคารพาณิชย์ขนาดใหญ่ เนื่องจากช่วยลดต้นทุนค่าไฟฟ้าได้อย่างชัดเจน รวมถึงรูปแบบสัญญาซื้อขายไฟฟ้าภาคเอกชน (Private PPA) ที่ช่วยลดภาระการลงทุนเริ่มต้นให้แก่ผู้ใช้ไฟฟ้า ในขณะที่ภาคครัวเรือนก็มีแนวโน้มการติดตั้งเพิ่มขึ้นจากภาระค่าไฟฟ้าที่สูงขึ้น ในทางกลับกัน การติดตั้งแบบรวมกลุ่ม (Collective Installation) หรือในรูปแบบพลังงานชุมชน ยังมีการพัฒนาน้อยมากในประเทศไทย (Yamashita, 2018)

๓.๓) การใช้งานและการเพิ่มประสิทธิภาพ

การติดตั้งโซลาร์เซลล์ในประเทศไทยมักเชื่อมต่อกับโครงข่ายไฟฟ้า (On-grid) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตไฟฟ้าใช้เอง ทั้งนี้ ภาครัฐอาจมีนโยบายเปิดรับซื้อไฟฟ้าจากระบบโซลาร์เซลล์เป็นครั้งคราว ทั้งการรับซื้อ

ไฟฟ้าทั้งหมดที่ระบบผลิตได้ หรือรับซื้อไฟฟ้าส่วนเกิน ในขณะที่ระบบที่ไม่เชื่อมต่อกับโครงข่าย (Off-grid) ยังมีสัดส่วนน้อยและมักใช้ในพื้นที่ห่างไกล (DEDE, 2023)

การเชื่อมต่อระบบใดๆ เข้ากับโครงข่ายจำเป็นต้องปฏิบัติตามกฎระเบียบของภาครัฐและมาตรฐานทางเทคนิค (Grid Code) ของการไฟฟ้าอย่างเคร่งครัด เพื่อรักษาความมั่นคงของระบบโดยรวม ทั้งนี้เพื่อรองรับการผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ในปริมาณที่สูงขึ้นและเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งาน จำเป็นต้องมีการยกระดับโครงข่ายไฟฟ้าสู่ระบบสมรรถกิริยา และบูรณาการเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามาช่วยบริหารจัดการ เช่น ระบบบริหารจัดการพลังงานในอาคาร การตอบสนองต่อโหลด ไมโครกริด ระบบกักเก็บพลังงาน และการบูรณาการยานยนต์ไฟฟ้า เป็นต้น ซึ่งเทคโนโลยีเหล่านี้ในประเทศไทยมีแผนการขับเคลื่อนดำเนินงานด้านสมรรถกิริยาของประเทศไทย (EPPO, 2021) แต่ยังคงอยู่ในช่วงเริ่มต้น

๓.๔) การจัดการเมื่อหมดอายุใช้งาน

สถานการณ์ซากแผงโซลาร์เซลล์ในประเทศไทยกำลังเป็นประเด็นที่น่ากังวล โดยมีการคาดการณ์ว่าจะมีแผงที่ทยอยหมดอายุประมาณ ๖๒๐,๐๐๐ – ๗๙๐,๐๐๐ ตัน ระหว่างพ.ศ. ๒๕๖๕ - พ.ศ. ๒๖๐๐ และอาจเพิ่มขึ้นเป็น ๑.๕๕ ล้านตันในอนาคต ซึ่งประมาณจากความเป็นไปได้ที่จะการเปลี่ยนแผงก่อนหมดอายุการใช้งาน (Program Management Unit for Competitiveness Enhancement, 2024; MGR Online, 2024)

ปัจจุบัน กรมโรงงานอุตสาหกรรมได้กำหนดให้แผงโซลาร์เซลล์เป็นของเสียอันตราย (Department of Industry Work, 2024) และการนำออกจากพื้นที่ต้องกำจัดด้วยวิธีที่ถูกต้องตามกฎหมาย แต่วิธีการจัดการส่วนใหญ่ยังคงเป็นการนำไปฝังกลบในหลุมฝังกลบสำหรับของเสียอันตราย เนื่องจากขาดเทคโนโลยีและการบริหารจัดการที่เป็นระบบสำหรับการรีไซเคิลซึ่งมีต้นทุนสูง อย่างไรก็ตาม ประเทศไทยเริ่มมีบริษัทเอกชนที่เข้ามาดำเนินการด้านการรีไซเคิลแผงโซลาร์เซลล์แล้ว (Irradiance Solar, 2024; Napa Enterprise, 2024)

๔. การกำกับดูแลที่เกี่ยวข้องกับการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าโซลาร์เซลล์

การพัฒนาโครงการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ในประเทศไทย ตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดอายุการใช้งาน ล้วนอยู่ภายใต้การกำกับดูแลของหน่วยงานภาครัฐหลายแห่ง เพื่อให้เกิดความมั่นคงทางพลังงาน ความปลอดภัยต่อสาธารณะ และความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม การกำกับดูแลนี้สามารถแบ่งออกได้ตามวงจรชีวิต ตั้งแต่ห่วงโซ่อุปทาน การติดตั้ง การใช้งาน ไปจนถึงการจัดการเมื่อหมดอายุการใช้งาน ดังนี้

๔.๑) การผลิตและห่วงโซ่อุปทาน

การควบคุมคุณภาพและมาตรฐานของอุปกรณ์ เช่น แผงเซลล์แสงอาทิตย์และอินเวอร์เตอร์ เป็นต้น อยู่ภายใต้การกำกับดูแลของ สมอ. เพื่อให้แน่ใจว่าอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในประเทศมีคุณภาพและปลอดภัยตามมาตรฐานสากล และมีแนวโน้มออกมาตราฐานใหม่ในอนาคต (TISI, 2024)

๔.๒) การติดตั้งและการเข้าถึง

การติดตั้งและการเข้าถึงระบบ เป็นขั้นตอนที่มีกฎระเบียบเข้ามาเกี่ยวข้องอย่างซับซ้อนและครอบคลุมหลายมิติที่สุด โดยเริ่มต้นจากการมีสิทธิในที่ดินและการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างถูกต้องตามกฎหมาย ซึ่งต้อง

พิจารณาประมวลกฎหมายที่ดิน ภายใต้พระราชบัญญัติให้ใช้ประมวลกฎหมายที่ดิน พ.ศ. ๒๔๙๗ และเป็นไปตามมาตรการและข้อกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินของแต่ละพื้นที่ ไม่ว่าจะเป็นผังเมืองรวมจังหวัด หรือผังเมืองรวมเมือง/ชุมชนตามพระราชบัญญัติการผังเมือง พ.ศ. ๒๕๖๒ เพื่อตรวจสอบว่าที่ดินที่ใช้ติดตั้งโครงการได้รับอนุญาตให้ใช้ประโยชน์ในลักษณะดังกล่าวหรือไม่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับโครงการขนาดใหญ่อย่างโซลาร์ฟาร์ม

การก่อสร้างหรือดัดแปลงอาคารเพื่อการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์จะอยู่ภายใต้พระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. ๒๕๒๒ ซึ่งกำกับดูแลโดยกรมโยธาธิการและผังเมือง และหน่วยงานท้องถิ่น การติดตั้งบนหลังคาจำเป็นต้องขออนุญาตดัดแปลงอาคาร (อ.๑) เว้นแต่จะเข้าข้อยกเว้นตาม กฎกระทรวง ฉบับที่ ๖๕ (พ.ศ. ๒๕๕๘) อย่างไรก็ดี ปัจจุบัน กรมโยธาธิการและผังเมืองกำลังอยู่ในระหว่างการแก้ไขกฎกระทรวงฉบับนี้ เพื่อให้สอดคล้องกับยุทธศาสตร์ของรัฐบาลที่มุ่งส่งเสริมการใช้โซลาร์เซลล์ในวงกว้าง ร่างแก้ไขกฎกระทรวงที่ผ่านความเห็นชอบจากคณะรัฐมนตรีแล้ว มีแนวโน้มที่จะปรับปรุงหลักเกณฑ์ให้ผ่อนคลายมากขึ้น เช่น การยกเลิกข้อจำกัดเรื่องขนาดพื้นที่ ๑๖๐ ตารางเมตร และการยกเลิกการจำกัดประเภทอาคารให้เฉพาะอาคารอยู่อาศัย ซึ่งจะเปิดโอกาสให้อาคารพาณิชย์และอาคารประเภทอื่นสามารถติดตั้งได้สะดวกขึ้น ทั้งนี้ แม้การติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์จะเข้าข่ายได้รับการยกเว้น ผู้ติดตั้งยังคงมีหน้าที่ต้องแจ้งให้เจ้าพนักงานท้องถิ่นทราบก่อนดำเนินการ และต้องมีผลการตรวจสอบความมั่นคงแข็งแรงของโครงสร้างที่กระทำและรับรองโดยวิศวกรโยธิตามกฎหมายว่าด้วยวิศวกร ว่าสามารถติดตั้งได้อย่างปลอดภัย

สำหรับภาคอุตสาหกรรม การติดตั้งโซลาร์เซลล์บนหลังคาโรงงานจะเกี่ยวข้องกับ พระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. ๒๕๓๕ ซึ่งกำกับโดยกรมโรงงานอุตสาหกรรม อย่างไรก็ตาม ภาครัฐได้มีนโยบายส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ โดยกฎกระทรวง กำหนด ประเภท ชนิด และขนาดของโรงงาน (ฉบับที่ ๓) พ.ศ. ๒๕๖๗ ได้ยกเว้นให้การติดตั้งโซลาร์รูฟท็อป ไม่ต้องขอใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงาน (ร.ง. ๔) ซึ่งเป็นการลดภาระและขั้นตอนสำหรับผู้ประกอบการอย่างมีนัยสำคัญ

ขั้นตอนถัดมาคือ การขออนุญาตด้านพลังงานจากกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) มีบทบาทในการส่งเสริมประสิทธิภาพการใช้พลังงานภายใต้ พ.ร.บ. การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. ๒๕๓๕ และออกพระราชกฤษฎีกากำหนดพลังงานควบคุม พ.ศ. ๒๕๓๖ ประกอบกับประกาศ พพ. เรื่อง เงื่อนไขการให้ความเห็นการออกใบอนุญาตให้ผลิตพลังงานควบคุมสำหรับระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา สำหรับโรงงานควบคุม และอาคารควบคุม โดยกำหนดให้พลังงานไฟฟ้าที่มีกำลังการผลิตมากกว่า ๒๐๐ กิโลวัตต์แอมแปร์ เป็นพลังงานควบคุมต้องขอใบอนุญาตให้ผลิตพลังงานควบคุม และต้องติดตั้งอุปกรณ์ Rapid Shutdown เพื่อความปลอดภัยตามมาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย

นอกจากนี้ สำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน (สำนักงาน กกพ.) ภายใต้พระราชบัญญัติการประกอบกิจการพลังงาน พ.ศ. ๒๕๕๐ ซึ่งเป็นหน่วยงานกำกับกิจการพลังงาน กำหนดให้ผู้ผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ ขนาดกำลังการผลิตติดตั้งตั้งแต่ ๑,๐๐๐ กิโลวัตต์แอมแปร์ ต้องขอรับใบอนุญาตประกอบกิจการไฟฟ้า ซึ่งจะต้องปฏิบัติตามระเบียบ กกพ. ว่าด้วยการขอรับใบอนุญาตและการอนุญาตประกอบกิจการ

พลังงาน พ.ศ. ๒๕๕๑ และระเบียบ/ประกาศ กกพ. ที่เกี่ยวข้อง สำหรับผู้ผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ ขนาดกำลังการผลิตติดตั้งต่ำกว่า ๑,๐๐๐ กิโลวัตต์แอมแปร์ เป็นกิจการไฟฟ้าที่ได้รับการยกเว้นไม่ต้องขอรับใบอนุญาตประกอบกิจการไฟฟ้า แต่จะต้องมาแจ้งข้อมูลการประกอบกิจการพลังงานให้สำนักงาน กกพ. ทราบตามประกาศ กกพ. เรื่อง การกำหนดให้กิจการพลังงานที่ได้รับการยกเว้นไม่ต้องขอรับใบอนุญาตเป็นกิจการที่ต้องแจ้ง พ.ศ. ๒๕๕๑

การขอเชื่อมต่อระบบเข้ากับโครงข่ายไฟฟ้า ซึ่งต้องปฏิบัติตามระเบียบข้อบังคับของหน่วยงานการไฟฟ้าในพื้นที่นั้นๆ ได้แก่ การไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) หรือการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) โดยแต่ละหน่วยงานมีข้อกำหนดเกี่ยวกับการเชื่อมต่อระบบโครงข่ายไฟฟ้า (Grid Code) เป็นของตนเอง ได้แก่ ระเบียบการไฟฟ้านครหลวงว่าด้วยข้อกำหนดการเชื่อมต่อระบบโครงข่ายไฟฟ้า พ.ศ. ๒๕๕๘ ระเบียบการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคว่าด้วยข้อกำหนดการเชื่อมต่อระบบโครงข่ายไฟฟ้า พ.ศ. ๒๕๕๙ และข้อกำหนดเกี่ยวกับการเชื่อมต่อระบบโครงข่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย พ.ศ. ๒๕๖๒

กฎระเบียบที่เกี่ยวข้องกับการติดตั้งและเข้าถึงระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีในปัจจุบัน มีกรอบกฎระเบียบที่ชัดเจน ผู้ที่ต้องการติดตั้งสามารถดำเนินการตามขั้นตอนของหน่วยงานต่างๆ ที่กำกับดูแลได้ ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงความพยายามของภาครัฐในการส่งเสริมและอำนวยความสะดวก โดยเฉพาะการผลิตเพื่อใช้เอง อย่างไรก็ตามการติดตั้งแบบรวมกลุ่ม หรือในรูปแบบพลังงานชุมชนที่ประชาชนหรือหน่วยธุรกิจร่วมกันลงทุนและเป็นเจ้าของระบบผลิตไฟฟ้า กรอบกฎหมายหรือระเบียบที่บังคับใช้อยู่ในปัจจุบันยังไม่เอื้อให้เกิดการใช้งานในลักษณะดังกล่าว ซึ่งถือเป็นช่องว่างเชิงโครงสร้างที่สำคัญ และเป็นอุปสรรคหลักที่ทำให้โมเดลนี้ไม่สามารถเกิดขึ้นได้จริงในประเทศไทย ปัจจุบันประเทศไทยยังไม่มีกำหนดสถานะ รูปแบบ และสิทธิหน้าที่ของโครงการพลังงานชุมชนทำให้การรวมกลุ่มเพื่อผลิตและแบ่งปันไฟฟ้ากันเองขาดความแน่นอนทางกฎหมาย นอกจากนี้ ยังมีข้อจำกัดด้านการใช้โครงข่ายไฟฟ้า ซึ่งกฎระเบียบปัจจุบันยังไม่อนุญาตให้บุคคลที่สามเข้าใช้โครงข่ายไฟฟ้า (ERC, 2021) ซึ่งหมายความว่า ชุมชนไม่สามารถผลิตไฟฟ้าจากที่ดินแปลงกลางแล้วส่งผ่านสายส่งของการไฟฟ้า ไปยังบ้านของสมาชิกแต่ละหลังได้ ทำให้รูปแบบพลังงานชุมชนที่ต้องอาศัยการแบ่งปันไฟฟ้าผ่านโครงข่ายไม่สามารถทำได้จริง

๔.๓) การใช้งานและการเพิ่มประสิทธิภาพ

หลังจากติดตั้งและเชื่อมต่อระบบเรียบร้อยแล้ว การใช้งานและการปฏิบัติการจะอยู่ภายใต้การกำกับดูแลเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพและความปลอดภัยสูงสุด ในด้านการปฏิบัติการร่วมกับโครงข่ายไฟฟ้า ผู้ผลิตไฟฟ้ายังคงต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดของ ๓ การไฟฟ้าอย่างต่อเนื่อง เช่น ข้อกำหนดเกี่ยวกับการใช้บริการระบบโครงข่ายไฟฟ้า และ ข้อกำหนดเกี่ยวกับการปฏิบัติการระบบโครงข่ายไฟฟ้า เพื่อรักษาเสถียรภาพของระบบไฟฟ้าโดยรวม นอกจากนี้ สำนักงาน กกพ. ยังได้ออกระเบียบว่าด้วยหลักเกณฑ์การจัดทำรายงานประมวลหลักการปฏิบัติ (Code of Practice) และรายงานผลการปฏิบัติตามประมวลหลักการปฏิบัติสำหรับการประกอบกิจการผลิตไฟฟ้า (ฉบับที่ ๒) พ.ศ. ๒๕๖๗ สำหรับผู้ประกอบการกิจการผลิตไฟฟ้า ผู้รับใบอนุญาต

ประกอบกิจการผลิตไฟฟ้า ซึ่งรวมถึงโซลาร์เซลล์ทุกรูปแบบที่มีกำลังการผลิตติดตั้งตั้งแต่ ๑,๐๐๐ กิโลวัตต์
แอมแปร์ขึ้นไป เพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปตามมาตรฐานความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อมตลอดระยะเวลาของ
โครงการ

รูปแบบการใช้งานเป็นอีกปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อข้อบังคับทางกฎหมาย โดยปัจจุบันภาครัฐมีการ
ส่งเสริมให้มีการติดตั้งโซลาร์เซลล์เพื่อใช้เองเป็นหลัก ในขณะที่การจำหน่ายไฟฟ้าให้การไฟฟ้าจะเป็นใน
ลักษณะที่เป็นการจำหน่ายไฟฟ้าส่วนที่เหลือจากการใช้เอง ซึ่งจะเป็นไปตามนโยบายของภาครัฐในแต่ละ
ครั้งคราว เช่น โครงการโซลาร์ภาคประชาชน เป็นต้น

การติดตั้งเพื่อใช้เองได้รับการส่งเสริมและมีกฎระเบียบที่ผ่อนคลายกว่า ในขณะที่การจำหน่ายไฟฟ้า
ให้แก่การไฟฟ้า จะต้องเป็นไปตามนโยบายของภาครัฐที่เปิดรับเป็นครั้งคราว เช่น โครงการโซลาร์ภาค
ประชาชน หรือการรับซื้อไฟฟ้าในรูปแบบ Feed-in Tariff เป็นต้น

๔.๔) การจัดการเมื่อหมดอายุใช้งาน

เมื่อแผงโซลาร์เซลล์หรืออุปกรณ์อื่นๆ หมดอายุการใช้งานหรือชำรุด การจัดการซากผลิตภัณฑ์เหล่านี้
อย่างถูกวิธีถือเป็นความรับผิดชอบที่สำคัญเพื่อป้องกันผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

ตามกฎระเบียบของกรมโรงงานอุตสาหกรรม ภายใต้ พ.ร.บ. โรงงาน และ พ.ร.บ. วัตถุอันตราย
แผงโซลาร์เซลล์ถูกจัดให้เป็นของเสียอันตราย และโซลาร์ฟาร์มเข้าข่ายเป็นโรงงานประเภทที่ ๘๘ (๑)
การจัดการแผงที่หมดอายุใช้งานจะแบ่งตามประสิทธิภาพที่เหลืออยู่ หากประสิทธิภาพต่ำกว่า ๗๐ เปอร์เซ็นต์
จะถือเป็นของเสียอันตรายที่ต้องดำเนินการขออนุญาตเพื่อนำออกจากโรงงาน และต้องกำจัดด้วยวิธีการฝัง
กลบในหลุมฝังกลบของเสียอันตราย (Secure Landfill) หรือเผาในเตาเผาเฉพาะทางเท่านั้น ในทางกลับกัน
หากแผงยังมีประสิทธิภาพมากกว่า ๗๐ เปอร์เซ็นต์ จะเปิดโอกาสให้สามารถนำกลับมาใช้ซ้ำได้ โดยหาก
ต้องการบริจาคให้แก่ชุมชน โรงเรียน หรือพื้นที่ห่างไกล จะต้องได้รับหนังสือยินยอมจากหน่วยงานท้องถิ่นนั้นๆ
เพื่อยืนยันความพร้อมในการรับบริจาค หลังจากนั้นกรมโรงงานอุตสาหกรรมจะพิจารณาอนุญาตการขนย้าย
เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป หรืออาจจัดการด้วยวิธีอื่นตามที่กฎหมายว่าด้วยวัตถุอันตรายกำหนด

นอกจากนี้ สำนักงาน กกพ. ได้ออกกฎระเบียบที่เกี่ยวข้องกับการจัดการสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว
ไว้อย่างชัดเจน สำหรับแผงโซลาร์เซลล์ที่เสื่อมสภาพหรือไม่ใช้แล้ว ระเบียบสำคัญในเรื่องนี้ ได้แก่ ประกาศ
คณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน กกพ. เรื่องมาตรการด้านการออกแบบติดตั้งและการจัดการขยะและกาก
ของเสียสำหรับผู้ประกอบกิจการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ที่ได้รับการยกเว้นไม่ต้องขอรับใบอนุญาต
ประกอบกิจการผลิตไฟฟ้า พ.ศ. ๒๕๕๗ และ ระเบียบ กกพ. ว่าด้วยการกำหนดมาตรฐานความปลอดภัย
สิ่งแวดล้อม และการจัดการสิ่งปฏิกูลของโรงไฟฟ้า พ.ศ. ๒๕๖๔ และ ระเบียบ กกพ. ว่าด้วยหลักเกณฑ์การ
จัดทำรายงานประมวลหลักการปฏิบัติ (Code of Practice) และรายงานผลการปฏิบัติตามประมวลหลักการ
ปฏิบัติ สำหรับการประกอบกิจการผลิตไฟฟ้า (ฉบับที่ ๒) พ.ศ. ๒๕๖๗ ซึ่งกำหนดให้ผู้ประกอบการ ผู้ประกอบ
กิจการต้องมีแผนและดำเนินการจัดการซากแผงโซลาร์เซลล์และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องตามหลักวิชาการ และ
กฎหมายอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้มั่นใจว่าวงจรชีวิตของระบบโซลาร์เซลล์จะเสร็จสมบูรณ์อย่างยั่งยืนและไม่
สร้างภาระด้านสิ่งแวดล้อมในระยะยาว

๕. ประเด็นปัญหาและความท้าทายเชิงระบบสู่การเปลี่ยนผ่านพลังงานอย่างเป็นธรรม

การขับเคลื่อนการเปลี่ยนผ่านพลังงานโดยมีพลังงานแสงอาทิตย์เป็นหัวใจหลัก มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการบรรลุเป้าหมายด้านสภาพภูมิอากาศและความมั่นคงทางพลังงานของประเทศ แม้ว่าพลังงานแสงอาทิตย์จะมีศักยภาพสูงและต้นทุนที่แข่งขันได้ แต่การปลดล็อกศักยภาพดังกล่าวให้เกิดประโยชน์สูงสุดอย่างเป็นธรรมและทั่วถึงนั้น ยังคงเผชิญกับความท้าทายเชิงระบบที่ต้องได้รับการแก้ไข ความท้าทายที่สำคัญซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการเปลี่ยนผ่านพลังงานอย่างเป็นธรรม สามารถสรุปได้ดังนี้

๕.๑) ความท้าทายด้านความรู้และการมีส่วนร่วมอย่างมีความหมาย

อุปสรรคพื้นฐานที่สุดประการหนึ่งที่จำกัดการเข้าถึงพลังงานแสงอาทิตย์ คือ ความไม่สมมาตรของข้อมูล (Information Asymmetry) ซึ่งเป็นรากฐานของความเหลื่อมล้ำในการเข้าถึงเทคโนโลยี โดยมีประเด็นสำคัญดังนี้

การขาดแหล่งข้อมูลกลางที่น่าเชื่อถือ เข้าใจง่าย และเป็นกลาง ซึ่งส่งผลให้ประชาชนจำนวนมากขาดองค์ความรู้ที่ถูกต้องในการตัดสินใจ เช่น ไม่แน่ใจว่าครัวเรือนของตนเหมาะสมกับการติดตั้งหรือไม่ ขาดความรู้ความเข้าใจเรื่องเทคโนโลยี การบำรุงรักษา รวมถึงไม่เข้าใจนโยบายภาครัฐที่ซับซ้อน สถานการณ์นี้ทำให้ประชาชนไม่สามารถตัดสินใจบนฐานข้อมูลที่เพียงพอ และเสี่ยงต่อการเลือกใช้ผลิตภัณฑ์หรือบริการที่ไม่มีคุณภาพ

การที่ประชาชนขาดความรู้ความเข้าใจยังเป็นอุปสรรคสำคัญต่อการมีส่วนร่วมอย่างมีความหมายตามหลักธรรมาภิบาลพลังงาน เพราะหากปราศจากความรู้แล้ว ประชาชนก็ไม่สามารถร่วมกำหนดทิศทางนโยบายหรือตรวจสอบการดำเนินงานของภาครัฐได้อย่างแท้จริง

ทั้งนี้ การสร้างความตระหนักรู้และส่งเสริมองค์ความรู้ในระดับพื้นที่ โดยมีองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (อปท.) เป็นกลไกสำคัญ อย่างไรก็ตาม ยังมีข้อห่วงกังวลว่า อปท. อาจไม่สามารถดำเนินการสร้างความตระหนักรู้และส่งเสริมองค์ความรู้ในระดับพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากยังขาดแคลนองค์ความรู้ บุคลากร และงบประมาณที่เพียงพอในด้านพลังงานโดยเฉพาะ การแก้ปัญหาดังกล่าวจึงจำเป็นต้องอาศัยความร่วมมือจากหน่วยงานกลาง ทั้งกระทรวงพลังงาน การไฟฟ้า และกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) เป็นต้น และหน่วยงานในพื้นที่ เช่น สถาบันวิชาการตามภูมิภาค สำนักงานพลังงานจังหวัด กลุ่มนักวิชาการ และภาคประชาสังคม เป็นต้น เพื่อร่วมสนับสนุนข้อมูลเชิงเทคนิค และพัฒนาศักยภาพบุคลากรของ อปท. เพื่อให้ อปท. เป็นหน่วยประสานและมีบทบาทในการสื่อสารข้อมูลด้านพลังงาน สร้างความเข้าใจ และสนับสนุนให้ชุมชนเข้าถึงการใช้โซลาร์เซลล์ได้อย่างทั่วถึง

๕.๒) ความท้าทายด้านการเงินและโมเดลทางธุรกิจ

แม้ต้นทุนเทคโนโลยีจะลดลง แต่ต้นทุนการติดตั้งเริ่มต้นยังคงเป็นอุปสรรคสำคัญในประชาชนหลายๆ กลุ่ม ขณะที่การเข้าถึงแหล่งเงินทุนในรูปแบบสินเชื่อดอกเบี้ยต่ำหรือมาตรการสนับสนุนทางการเงินที่ออกแบบมาโดยเฉพาะยังมีจำกัดและขาดความต่อเนื่อง ถึงแม้ว่าประเทศไทยจะมีกองทุนเพื่อการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งสามารถเป็นแหล่งทุนที่สำคัญในการสนับสนุนโครงการด้านพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับภาค

ประชาชนและชุมชนได้ แต่การจัดสรรและการเข้าถึงกองทุนดังกล่าวยังคงเป็นความท้าทาย และไม่สามารถ
ตอบสนองต่อความต้องการที่แตกต่างกันได้

โดยเฉพาะอย่างยิ่งกลุ่มบุคคลหรือชุมชนที่มีข้อจำกัดทางเศรษฐกิจ สังคม สุขภาพ ภูมิศาสตร์ หรือ
ปัจจัยอื่นๆ ทำให้มีข้อจำกัดในการเข้าถึงทรัพยากรทางการเงิน ข้อมูลข่าวสาร เทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์
หรือบริการพลังงานพื้นฐานที่มีคุณภาพ กลุ่มคนเหล่านี้ต้องการการสนับสนุนเฉพาะด้าน นโยบายที่ออกแบบมา
โดยเฉพาะ หรือมาตรการช่วยเหลือที่เหมาะสม (GIZ and Warisa Sibirunwong, 2025) เพื่อให้สามารถ
ปรับตัว เข้าถึง และได้รับประโยชน์จากการเปลี่ยนผ่านพลังงานอย่างเท่าเทียมและเป็นธรรม

นอกจากนี้ บทบาทของภาคเอกชนในการเข้ามาสนับสนุนชุมชนตลอดวงจรชีวิตของโซลาร์เซลล์ ตั้งแต่
การให้ความรู้ การสนับสนุนด้านเทคนิค การพัฒนารูปแบบธุรกิจที่หลากหลาย ไปจนถึงการร่วมมือจัดการ
ซากแผงเมื่อหมดอายุการใช้งาน ยังมีส่วนสำคัญในการลดอุปสรรคและสร้างโอกาสให้ชุมชนสามารถเข้าถึงและ
ได้รับประโยชน์จากพลังงานแสงอาทิตย์ได้อย่างยั่งยืน

อุปสรรคทางการเงินยังทวีความซับซ้อนสำหรับการติดตั้งในรูปแบบรวมกลุ่ม หรือพลังงานชุมชน
ซึ่งยังขาดสถานะทางกฎหมายที่ชัดเจนมารองรับ ทำให้การเข้าถึงแหล่งทุนจากสถาบันการเงินเป็นไปได้ยาก
นอกจากนี้ ยังมีข้อจำกัดเชิงกายภาพ และสิทธิสำหรับบางกลุ่ม เช่น ผู้ที่ไม่ได้เป็นเจ้าของที่อยู่อาศัย ทำให้ไม่
สามารถติดตั้งหรือขอสินเชื่อได้ เป็นต้น

การที่ภาครัฐยังขาดนโยบายที่ชัดเจนและต่อเนื่องในการส่งเสริมโมเดลธุรกิจใหม่ๆ และไม่สามารถ
ออกแบบมาตรการสนับสนุนทางการเงินที่หลากหลาย ทำให้ทางเลือกในการเข้าถึงพลังงานแสงอาทิตย์มีจำกัด
ซึ่งสะท้อนถึงประเด็นด้านประสิทธิภาพและความร่วมมือของสถาบันที่เกี่ยวข้อง

๕.๓) ความท้าทายด้านมาตรฐานและความปลอดภัยตลอดวงจรชีวิต

ความเชื่อมั่นของผู้บริโภคและความปลอดภัยของระบบในระยะยาว ขึ้นอยู่กับกลไกการกำกับดูแลที่
เข้มแข็ง เหมาะสม และมีประสิทธิภาพ แต่ปัจจุบันยังพบช่องว่างและความท้าทายในหลายมิติ

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) สำหรับแผงโซลาร์เซลล์ส่วนใหญ่ยังเป็นภาคสมัครใจ และยัง
ไม่มีมาตรฐานกลางสำหรับกำกับดูแลคุณภาพและความปลอดภัยของแผงโซลาร์เซลล์มือสองที่ชัดเจนทำให้
ผู้บริโภคมีความเสี่ยง นอกจากนี้ การขาดมาตรฐานความปลอดภัยสำหรับระบบกักเก็บพลังงานทั้งที่เทคโนโลยี
กำลังเป็นที่กำลังเป็นนิยมนมากขึ้น อีกทั้งยังไม่มีระเบียบและ Grid Code ที่เกี่ยวข้องมารองรับการติดตั้ง
แบตเตอรี่เข้ากับโครงข่ายไฟฟ้า ช่องว่างเหล่านี้เป็นอุปสรรคต่อการพัฒนาเทคโนโลยีและบันทึกความ
น่าเชื่อถือของตลาดในระยะยาว

นอกจากมาตรฐานผลิตภัณฑ์แล้ว ยังขาดกลไกในการรับรองคุณภาพการบริการติดตั้ง โดยยังไม่มี
การจัดทำบัญชีรายชื่อผู้ติดตั้งที่ได้มาตรฐานที่รับรองโดยภาครัฐอย่างเป็นทางการ ทำให้ประชาชนต้องเสี่ยงเลือก
ผู้ให้บริการเอง การยกระดับทักษะและรับรองคุณวุฒิวิชาชีพช่างชุมชนและผู้ประกอบการจึงเป็นสิ่งจำเป็น
เร่งด่วน เพื่อสร้างความมั่นใจในคุณภาพและความปลอดภัยให้แก่ผู้บริโภค

๕.๔) ด้านโครงสร้างเชิงสถาบันและกฎระเบียบ

กรอบกฎหมายและกฎระเบียบในปัจจุบัน ยังขาดความยืดหยุ่นและมีช่องว่างที่สำคัญซึ่งไม่เอื้อต่อการเกิดนวัตกรรมพลังงาน ความท้าทายเชิงโครงสร้างและกรอบกฎระเบียบที่ไม่เอื้ออำนวย เป็นอุปสรรคสำคัญที่ขัดขวางการพัฒนานวัตกรรมและรูปแบบพลังงานใหม่ๆ ประกอบด้วยประเด็น ดังนี้

ความซับซ้อนและล่าช้าของกระบวนการอนุญาตติดตั้ง แม้จะมีความพยายามลดขั้นตอนสำหรับขนาดเล็กแล้วก็ตาม แต่ในภาพรวม ประชาชนและผู้ประกอบการมองว่าขั้นตอนการขออนุญาตต่างๆ มีความซับซ้อน ใช้เวลานาน และเป็นปัจจัยลดทอนแรงจูงใจในการลงทุนของประชาชนและผู้ประกอบการ

การไม่อนุญาตให้บุคคลที่สามเข้าใช้โครงข่ายไฟฟ้า ซึ่งถือเป็นอุปสรรคสำคัญที่สุดที่ขัดขวางการเกิดโมเดลพลังงานชุมชนและนวัตกรรมทางธุรกิจพลังงานใหม่ๆ การที่กฎระเบียบปัจจุบันไม่อนุญาตให้ชุมชนหรือเอกชนสามารถส่งไฟฟ้าที่ผลิตได้จากที่หนึ่งไปยังผู้ใช้ในอีกที่หนึ่งผ่านสายส่งของการไฟฟ้า ทำให้รูปแบบการแบ่งปันหรือซื้อขายไฟฟ้ากันเองในชุมชน ไม่สามารถเกิดขึ้นได้จริงในทางปฏิบัติ

ในมิติของการส่งเสริมการติดตั้งแบบรวมกลุ่ม ยังขาดกรอบกฎหมายที่ชัดเจนสำหรับรองรับพลังงานชุมชน หรือการที่ประชาชนรวมกลุ่มกันเพื่อผลิตและใช้ไฟฟ้า ช่องว่างนี้ทำให้อุปสรรคด้านการเงินและการบริหารจัดการทวีความรุนแรงขึ้น และจำกัดศักยภาพการมีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดการพลังงาน

ในมิติการซื้อขายไฟฟ้า การรับซื้อไฟฟ้าจากภาคประชาชนยังถูกจำกัดอยู่ภายใต้นโยบายที่เปิดรับเป็นครั้งคราว ไม่ใช่สิทธิที่สามารถทำได้ทั่วไป และการซื้อขายไฟฟ้าระหว่างเอกชน หรือประชาชนโดยตรงผ่านโครงข่ายของการไฟฟ้าก็ยังไม่สามารถทำได้จริง ซึ่งจำกัดการเติบโตของรูปแบบธุรกิจพลังงานสมัยใหม่ เช่น การติดตั้งแบบรวมกลุ่ม เป็นต้น

นอกจากนี้ การจัดการไฟฟ้าส่วนเกินที่ผลิตได้แต่ไม่ถูกนำไปใช้ประโยชน์ในทันทีถือเป็นประเด็นสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากไฟฟ้าส่วนนี้อาจถูกจำกัดการผลิต (Curtailment) เพื่อรักษาเสถียรภาพของระบบ ส่งผลให้ประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรโดยรวมลดลง ดังนั้น เพื่อเพิ่มมูลค่าและใช้ประโยชน์จากพลังงานสะอาดให้เต็มศักยภาพ จึงควรมีมาตรการสนับสนุนที่ชัดเจน เช่น การเปิดให้บุคคลที่สามเข้าถึงโครงข่ายเพื่อรับซื้อไฟฟ้าส่วนเกิน ซึ่งช่วยสร้างตลาดพลังงานที่ยืดหยุ่น การส่งเสริมโมเดลพลังงานชุมชนที่เอื้อให้เกิดการแบ่งปันหรือซื้อขายพลังงานส่วนเกินภายในพื้นที่ และการส่งเสริมการใช้ระบบกักเก็บพลังงานด้วยแบตเตอรี่ในภาคครัวเรือนและอุตสาหกรรม เพื่อกักเก็บไฟฟ้าไว้ในเวลาอื่น ซึ่งมาตรการเหล่านี้ล้วนช่วยลดการสูญเสียพลังงานโดยเปล่าประโยชน์และสร้างความยืดหยุ่นให้กับระบบไฟฟ้าของประเทศ

ประเด็นท้าทายเชิงโครงสร้างที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือ โครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้าในปัจจุบัน ซึ่งยังไม่ได้ออกแบบมาเพื่อรองรับระบบไฟฟ้าที่มีแหล่งพลังงานแบบกระจายศูนย์ (Distributed Energy Resource) เช่น ระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ในสัดส่วนที่สูง โครงสร้างที่มีต้นทุนต้นทุนค่าพลังงานและค่าบริการระบบโครงข่ายไฟฟ้าเข้าไว้ด้วยกัน อาจนำไปสู่การสร้างภาระที่ไม่เป็นธรรมแก่ผู้ใช้ไฟฟ้าที่ไม่ได้ติดตั้งโซลาร์เซลล์ ดังนั้น การปฏิรูปโครงสร้างค่าไฟฟ้าให้สามารถสะท้อนต้นทุนการใช้บริการโครงข่ายไฟฟ้าอย่างเป็นธรรมสำหรับผู้ไฟฟ้าทุกกลุ่ม จึงเป็นความท้าทายเชิงนโยบายที่สำคัญ

การจัดการซากผลิตภัณฑ์เมื่อหมดอายุใช้งานทั้งแผงโซลาร์เซลล์ และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง เช่น แบตเตอรี่ เป็นต้น ยังไม่มีการนำหลักการความรับผิดชอบที่เพิ่มขึ้นของผู้ผลิต (Extended Producer Responsibility) มาบังคับใช้อย่างเป็นระบบ อย่างไรก็ตาม การจัดการซากแผงโซลาร์เซลล์จากภาคครัวเรือนมีความท้าทายมากกว่าการจัดการซากแผงโซลาร์เซลล์จากภาคธุรกิจและอุตสาหกรรมซึ่งมีกรมโรงงานอุตสาหกรรมควบคุมดูแล แต่การจัดการซากแผงโซลาร์เซลล์จากภาคครัวเรือนยังไม่มีระบบและหน่วยงานรับผิดชอบที่ชัดเจน กรมควบคุมมลพิษสามารถเข้ามาดูแลการจัดการซากแผงจากบ้านเรือนและชุมชนภายใต้ พ.ร.บ.ส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๓๕ โดยออกประกาศกำหนดให้ซากแผงโซลาร์เซลล์เป็นของเสียอันตรายจากชุมชน และวางหลักเกณฑ์การจัดการที่ถูกต้อง พร้อมทั้งจัดให้มีระบบการรวบรวม การส่งต่อเพื่อรีไซเคิล เพื่อไม่ให้ซากแผงเหล่านี้กลายเป็นขยะอิเล็กทรอนิกส์ที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในระยะยาว ความท้าทายเหล่านี้จำเป็นต้องได้รับการปฏิรูปเชิงโครงสร้าง เพื่อสร้างระบบนิเวศพลังงานที่ยืดหยุ่น เป็นธรรม และยั่งยืนอย่างแท้จริง

๖. เอกสารอ้างอิง

- DEDE. (2021). Thailand PV Status Report 2020. Bangkok: DEDE.
- DEDE. (2 March 2023). DEDE. เข้าถึงได้จาก แผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทยจากข้อมูลดาวเทียม ปี 2563: <https://gis.dede.go.th/gallery-map-view.aspx?p=93>
- DEDE. (2023). Thailand PV Status Report 2022. Bangkok: DEDE.
- DEDE. (2024). เข้าถึงได้จาก งานรับฟังความคิดเห็นต่อ (ร่าง) แผนปฏิบัติการด้านพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก พ.ศ. 2567 – 2580: <https://www.facebook.com/dedeofthailand/posts/%E0%B8%9E%E0%B8%9E%E0%B9%80%E0%B8%94%E0%B8%B4%E0%B8%99%E0%B8%AB%E0%B8%99%E0%B9%89%E0%B8%B2%E0%B8%9E%E0%B8%A5%E0%B8%B1%E0%B8%87%E0%B8%87%E0%B8%B2%E0%B8%99%E0%B8%AA%E0%B8%B0%E0%B8%AD%E0%B8%B2%E0%B8%94%E0%B8%A1%E>
- Department of Industry Work. (2024). Department of Industry Work. เข้าถึงได้จาก อธิบดีกรมโรงงานฯ ทวีต แนวทางการควบคุมการนำเข้า-ส่งออกเซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้แล้ว และแบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้าที่ใช้แล้ว: <https://www.diw.go.th/webdiw/pr67-335/>
- EPPO. (5 August 2021). EPPO. เข้าถึงได้จาก แผนพลังงานชาติ (National Energy Plan): <https://www.eppo.go.th/epposite/index.php/th/petroleum/oil/link-doeb/item/17093-nep>
- EPPO. (2021). Thai Smart Grid. เข้าถึงได้จาก <https://thai-smartgrid.com/%E0%B9%80%E0%B8%81%E0%B8%B5%E0%B9%88%E0%B8%A2%E0%B8%A7%E0%B8%81%E0%B8%B1%E0%B8%9A%E0%B8%AA%E0%B8%A1%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B9%8C%E0%B8%97%E0%B8%81%E0%B8%A3%E0%B8%B4%E0%B8%94/%E0%B8%AA%E0%B8%A1%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B9%8C%E0%B8%97%E>
- EPPO. (September 2021). สมาร์ทกริดคืออะไร. เข้าถึงได้จาก สมาร์ทกริดไทยแลนด์: <https://thai-smartgrid.com/%E0%B9%80%E0%B8%81%E0%B8%B5%E0%B9%88%E0%B8%A2%E0%B8%A7%E0%B8%81%E0%B8%B1%E0%B8%9A%E0%B8%AA%E0%B8%A1%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B9%8C%E>

- 0%B8%97%E0%B8%81%E0%B8%A3%E0%B8%B4%E0%B8%94/%E0%B8%AA%E0%B8%A1%E0%B8%B
2%E0%B8%A3%E0%B9%8C%E0%B8%97%E
- EPPO. (2024). ร่างแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย (PDP 2024). Bangkok. เข้าถึงได้จาก
<https://www.oap.go.th/wp-content/uploads/2025/02/%E0%B8%A3%E0%B9%88%E0%B8%B2%E0%B8%87-%E0%B9%81%E0%B8%9C%E0%B8%99%E0%B8%9E%E0%B8%B1%E0%B8%92%E0%B8%99%E0%B8%B2%E0%B8%81%E0%B8%B3%E0%B8%A5%E0%B8%B1%E0%B8%87%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%9C%E0%B8%A5%E0%B8%>
- EPPO. (25 April 2025). EPPO. เข้าถึงได้จาก ข้อมูลพลังงาน-สถิติพลังงาน-ไฟฟ้า:
<https://www.eppo.go.th/index.php/th/energy-information/static-energy/static-electricity>
- EPPO. (January 2025). โปรซูเมอร์ (Prosumer). เข้าถึงได้จาก สมาร์ทกริดไทยแลนด์: <https://thai-smartgrid.com/%E0%B9%82%E0%B8%9B%E0%B8%A3%E0%B8%8B%E0%B8%B9%E0%B9%80%E0%B8%A1%E0%B8%AD%E0%B8%A3%E0%B9%8C-prosumer/>
- ERC. (2021). โครงการการศึกษารูปแบบธุรกิจและกฎระเบียบที่เกี่ยวข้องกับการซื้อขายไฟฟ้าของ Prosumer แบบ Peer to Peer. Bangkok: ERC. เข้าถึงได้จาก
[https://pdf.erc.or.th/file_upload/module/jbimages/97\(4\)/final%20report/P2P%20White%20Paper%20rev31%20FULL%206%20\(Final\).pdf](https://pdf.erc.or.th/file_upload/module/jbimages/97(4)/final%20report/P2P%20White%20Paper%20rev31%20FULL%206%20(Final).pdf)
- ERI, Agora & NCI. (2024). Unlocking rooftop solar PV in Thailand: Facilitating policy and financial de-risking instruments. Bangkok: GIZ.
- G. Yan, M. Zhang, Z. Sun, P. Zhao, และ B. Zhang. (2023). Recycling technology of end-of-life photovoltaic panels: a review. Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects, 10890–10908.
- GIZ and Warisa Sihirunwong. (2025). Solar for Vulnerable Communitie. Bangkok: GIZ. เข้าถึงได้จาก
https://caseforsea.org/post_knowledge/solar-for-vulnerable-communities/
- IPCC. (2023). IPCC SIXTH ASSESSMENT REPORT (AR6) “CLIMATE CHANGE 2023”. Geneva: IPCC.
- IRENA. (2024). Renewable Power Generation Costs in 2023. Abu Dhabi: IRENA. เข้าถึงได้จาก
https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2024/Sep/IRENA_Renewable_power_generation_costs_in_2023.pdf
- Irradiance Solar. (2024). Irradiance Solar. เข้าถึงได้จาก Recycle PV: <https://www.irradiance.co.th/th/service/re-pv-recycle-pv>
- Masataka Yamashita. (2018). Comparative analysis of community solar projects between Thailand and Japan. Bangkok: Chulalongkorn University Theses and Dissertations.
- MGR Online. (2024). MGR Online. เข้าถึงได้จาก ไขทางออก “ซากโซลาร์เซลล์” Reuse : ทางเลือกที่ใช่ หนุน NET ZERO: <https://mgronline.com/greeninnovation/detail/9670000080382>
- Monica Castaneda, Maritza Jimenez, Sebastian Zapata, Carlos J. Franco, และ Isaac Dyner. (2017). Myths and facts of the utility death spiral. Energy Policy, 105-116.
- Napa Enterprise. (2024). Napa Enterprise. เข้าถึงได้จาก <https://www.napa-enterprise.com/>
- ONEP. (2022a). Thailand’s 2nd Updated Nationally Determined Contribution. Bangkok: ONEP. เข้าถึงได้จาก
<https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-11/Thailand%202nd%20Updated%20NDC.pdf>

ONEP. (2022b). Thailand's Long-Term Low Greenhouse Gas Emission Development Strategy. Bangkok: ONEP. เข้าถึงได้จาก <https://unfccc.int/documents/622276>

PIER. (27 November 2024). PIER. เข้าถึงได้จาก มาตรการ CBAM กระบวนการส่งออกไทยแค่นั้น อย่างไร: <https://www.pier.or.th/abridged/2024/13/>

Program Management Unit for Competitiveness Enhancement. (2024). Program Management Unit for Competitiveness Enhancement. เข้าถึงได้จาก อว.-บพข.เปิดเวทีระดมสมอง มุ่งสู่ NET ZERO ไม่ทิ้งซาก “โซลาร์เซลล์” ไว้ข้างหลัง: <https://pmuc.or.th/netzero-solarcell/>

SolarPower Europe. (2024). Sustainable Solar Environmental, social, and governance actions along the value chain.

TISI. (2024). TISI. เข้าถึงได้จาก รมต.พิมพ์ภัทรา” ห่วงประชาชน เตือนแผงโซลาร์เซลล์ ไม่มี มอก. เสี่ยงไฟไหม้: <https://www.tisi.go.th/news/details/634#:~:text=%E0%B8%AA%E0%B8%A1%E0%B8%AD.%20%E0%B8%A1%E0%B8%B5%E0%B8%A1%E0%B8%B2%E0%B8%95%E0%B8%A3%E0%B8%90%E0%B8%B2%E0%B8%99%E0%B8%9C%E0%B8%A5%E0%B8%B4%E0%B8%95%E0%B8%A0%E0%B8%B1%E0%B8%93%E0%B8%91%E0%B9%8C%E0%B9%81%E0%B>

TISI. (2024). TISI. เข้าถึงได้จาก “เอกชน” ดัน 55 มาตรฐานใหม่ อุตสาหกรรมเพื่อสิ่งแวดล้อม ตอบโจทย์ New S-Curve ที่ยั่งยืน: <https://www.tisi.go.th/news/details/752>

TISI. (2025). TISI. เข้าถึงได้จาก สมอ. ชงมาตรฐาน “แผงโซลาร์เซลล์มือสอง” ขออนุมัติบอร์ด หนุนประชาชนเข้าถึงพลังงานสะอาด ลดขยะอุตสาหกรรม: <https://www.tisi.go.th/news/details/810#:~:text=%E0%B8%AA%E0%B8%B3%E0%B8%AB%E0%B8%A3%E0%B8%B1%E0%B8%9A%E0%B8%A1%E0%B8%B2%E0%B8%95%E0%B8%A3%E0%B8%90%E0%B8%B2%E0%B8%99%20%E2%80%9C%E0%B9%81%E0%B8%9C%E0%B8%87%E0%B9%82%E0%B8%8B%E0%B8%A5%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B9>

UNDP. (2023). Strengthening Energy Governance Systems: An Energy Governance Framework for a Just Energy Transition.

กฤษฎี สถิตยัฒนานนท. (25 February 2022). Thai Environment. เข้าถึงได้จาก หลักการความรับผิดชอบที่เพิ่มขึ้นของผู้ผลิต (EPR) ในการจัดการของเสียเพื่อมุ่งสู่เศรษฐกิจหมุนเวียนของสหภาพยุโรป - บริบททางกฎหมาย (Expanded Producer Responsibility (EPR) in Waste Management towards the European Union Circular Economy: Legal Aspect): <https://thaienvi.com/article/view/318>

พิชญ ราษฎร์วงศ์. (4 March 2016). การจัดการแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่หมดความคุ้มค่าในการผลิตไฟฟ้า. Bangkok: สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม. เข้าถึงได้จาก คาดปี 2565-2601 ไทยเผชิญ 'ขยะโซลาร์เซลล์' สะสมเกือบแปดแสนต้น: <https://www.tcijthai.com/news/2018/04/scoop/7789>

สำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน. (2021). กองทุนพัฒนาไฟฟ้า สำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน. เข้าถึงได้จาก โครงการศึกษาอัตราค่าบริการสายส่งไฟฟ้า (Wheeling Charge) สำหรับ Third Party Access (TPA): https://pdfmkm.erc.or.th/km_site/CatDetail/302

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2018). ยุทธศาสตร์ชาติ ๒๐ ปี (พ.ศ. ๒๕๖๑ - ๒๕๘๐). กรุงเทพฯ. เข้าถึงได้จาก https://www.ratchakitcha.soc.go.th/DATA/PDF/2561/A/082/T_0001.PDF