การขับเคลื่อนการเปลี่ยนผ่านพลังงานอย่างเป็นธรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์
(Facilitating a Just Energy Transition through Solar Power)

เพื่อให้การกำหนดทิศทางและนโยบายสาธารณะด้านพลังงานสามารถตอบสนองต่อความต้องการและผลกระทบที่เกิดขึ้นในระดับพื้นที่และกับกลุ่มบุคคลต่างๆ ได้อย่างแท้จริง การวางกลไกที่ส่งเสริมการพัฒนานโยบายจากฐานชุมชนหรือผู้ได้รับผลกระทบโดยตรงจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง ทั้งนี้ การเปลี่ยนผ่านพลังงานไม่ใช่เป็นเพียงเรื่องของเทคโนโลยีหรือความมั่นคงทางพลังงานเท่านั้น แต่ยังเป็นหัวใจสำคัญของการพัฒนาคุณภาพชีวิตของผู้คนอย่างยั่งยืน ทั้งในมิติเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม การส่งเสริมให้เกิดช่างชุมชนที่สามารถติดตั้งและบำรุงรักษาระบบโซลาร์เซลล์ ยังช่วยสร้างอาชีพและกระจายรายได้ในระดับท้องถิ่น ซึ่งสอดคล้องกับเป้าหมายการสร้างเศรษฐกิจที่เข้มแข็งรวมถึงการเข้าถึงพลังงานสะอาดที่มีต้นทุนต่ำเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันไปพร้อมกับการมีสุขภาวะที่ดีในประเทศไทย

สำนักงานคณะกรรมการสุขภาพแห่งชาติ (สช.) เป็นหน่วยงานหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญในการขับเคลื่อนกระบวนการมีส่วนร่วมระหว่างภาครัฐและภาคประชาชน เพื่อผลักดันข้อเสนอเชิงนโยบายจากระดับพื้นที่หรือประเด็นปัญหาสำคัญของสังคมขึ้นสู่การพิจารณากำหนดนโยบายในระดับชาติ สช. ใช้กลไกของสมัชชาสุขภาพ ซึ่งเป็นกระบวนการพัฒนานโยบายสาธารณะแบบมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วน 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 เพื่อให้สามารถสะท้อนความต้องการและร่วมตัดสินใจในทิศทางการพัฒนาพลังงานของประเทศได้

๔) การกำกับดูแลที่เหมาะสมและเป็นอิสระ (Appropriate and Independent Oversight) การมีกลไกกำกับดูแลที่มีความน่าเชื่อถือ โปร่งใส และตัดสินใจบนฐานของข้อมูลข้อเท็จจริงเพื่อสร้างความเชื่อมั่นและรักษาผลประโยชน์สาธารณะ

สมาร์ทกริด (Smart Grid) หรือระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ คือ การพัฒนาระบบโครงข่ายไฟฟ้าโดยนำเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเข้ามาเป็นหัวใจสำคัญ เพื่อสร้างระบบสื่อสารสองทางที่เชื่อมโยงผู้ผลิตไฟฟ้า ผู้ให้บริการ และผู้ใช้ไฟฟ้าเข้าไว้ด้วยกัน ความสามารถในการแลกเปลี่ยนข้อมูลได้แบบเรียลไทม์นี้เองที่ทำให้โครงข่ายมีความอัจฉริยะสามารถวิเคราะห์และตอบสนองต่อพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าได้อย่างฉับไวและอัตโนมัติ ส่งผลให้การบริหารจัดการพลังงานมีประสิทธิภาพสูงสุด มีความน่าเชื่อถือและความปลอดภัยสูงขึ้น พร้อมทั้งสนับสนุนการนำพลังงานสะอาดเข้ามาในระบบ และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น

แหล่งพลังงานแบบกระจายศูนย์ (Distributed Energy Resource) คือ ระบบผลิตและจัดการพลังงานไฟฟ้าขนาดเล็กที่ติดตั้งกระจายตัวอยู่ใกล้กับผู้ใช้งาน แทนที่จะพึ่งพาโรงไฟฟ้าขนาดใหญ่ที่อยู่ห่างไกล เทคโนโลยีเหล่านี้มีหลากหลายรูปแบบ ตั้งแต่ระบบโซลาร์เซลล์บนหลังคาบ้านและอาคาร หรือระบบกักเก็บพลังงานอย่างแบตเตอรี่ ไปจนถึงเทคโนโลยีที่เน้นการบริหารจัดการฝั่งผู้ใช้ไฟฟ้า ซึ่งเป็นการส่งเสริมให้ผู้ใช้ปรับลดการใช้ไฟในช่วงเวลาที่ระบบมีความต้องการสูงเพื่อช่วยรักษาเสถียรภาพของโครงข่าย การที่แหล่งพลังงานขนาดเล็กจำนวนมากเหล่านี้จะทำงานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้น จำเป็นต้องอาศัยการพัฒนาสมาร์ทกริด เพื่อบริหารจัดการการผลิตและการใช้ไฟฟ้าจากทุกแหล่งให้เป็นไปอย่างสมดุล มั่นคง และมีประสิทธิภาพสูงสุด

โปรซูเมอร์ (Prosumer) คือ การผลิตโดยผู้บริโภค ซึ่งในธุรกิจไฟฟ้าจะหมายถึงการผลิตไฟฟ้าโดยบุคคลหรือนิติบุคคลที่เป็นผู้ใช้ไฟฟ้า (ผู้บริโภค) เพื่อใช้เองหรือจำหน่ายให้กับผู้ใช้ไฟฟ้ารายอื่นผ่านระบบของการไฟฟ้า (EPPO, 2025)

ไมโครกริด (Microgrid) คือ โครงข่ายไฟฟ้าขนาดเล็กที่สามารถบริหารจัดการแหล่งพลังงานแบบกระจายศูนย์ เช่น ระบบโซลาร์เซลล์และโหลดไฟฟ้าในพื้นที่ของตนเองได้อย่างอิสระ โดยสามารถทำงานเชื่อมต่อกับโครงข่ายไฟฟ้าหลัก หรือแยกตัวออกมาทำงานได้ในกรณีที่ไฟฟ้าจากโครงข่ายหลักขัดข้อง

การอนุญาตให้บุคคลที่สามเข้าใช้โครงสร้างพื้นฐาน (Third-party Access) คือ การเปิดให้บุคคลภายนอกที่ไม่ใช่เจ้าของโครงสร้างพื้นฐาน เช่น ระบบไฟฟ้า ท่อส่งก๊าซ เป็นต้น สามารถเข้ามาใช้หรือเชื่อมต่อโครงสร้างพื้นฐานเหล่านั้นได้ ซึ่งในธุรกิจไฟฟ้าจะหมายถึง การกำหนดให้เจ้าของกิจการที่เป็นผู้ครอบครองระบบโครงข่ายไฟฟ้า (ซึ่งเป็นกิจการที่ผูกขาดโดยธรรมชาติ) ให้สิทธิ์แก่บุคคลอื่น (บุคคลที่ ๓ ที่ไม่ใช่ลูกค้าของตัวเอง รวมทั้งคู่แข่ง) อาทิ ผู้ประกอบกิจการผลิตไฟฟ้าอิสระ ผู้ใช้ไฟฟ้าทั่วไป สามารถเข้ามาใช้ประโยชน์จากระบบโครงข่ายไฟฟ้าของตนในเชิงพาณิชย์ได้ ภายใต้หลักการและข้อปฏิบัติของกฎหมาย

อัตรา Feed-in Tariff เป็นรูปแบบนโยบายที่ภาครัฐใช้ในการส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน โดยการเปิดรับซื้อไฟฟ้าจากผู้ผลิตรายเล็กในอัตราและเงื่อนไขที่กำหนดไว้เป็นพิเศษ เพื่อสร้างแรงจูงใจในการลงทุน

วงจรมรณะของกิจการไฟฟ้า (Utility Death Spiral) เป็นปรากฏการณ์ที่ผู้ใช้ไฟฟ้าจำนวนมากหันไปผลิตไฟฟ้าใช้เองทำให้รายได้ของหน่วยงานการไฟฟ้าลดลง (Castaneda, Jimenez, Zapata, Franco, & Dyner, 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) การเปลี่ยนผ่านพลังงานด้วยโซลาร์เซลล์สนับสนุนหมุดหมายสำคัญ ได้แก่ หมุดหมายที่ ๑๐ เศรษฐกิจหมุนเวียนและสังคมคาร์บอนต่ำ หมุดหมายที่ ๑๑ การลดความเปราะบางจากวิกฤตและความเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม หมุดหมายที่ 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 ร่างแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าและและแผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือกฉบับร่าง (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.) มีออกมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (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 ทั้งนี้ เพื่อรองรับการผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ในปริมาณที่สูงขึ้นและเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งาน จำเป็นต้องมีการยกระดับโครงข่ายไฟฟ้าสู่ระบบสมาร์ทกริด และบูรณาการเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามาช่วยบริหารจัดการ เช่น ระบบบริหารจัดการพลังงานในอาคาร การตอบสนองต่อโหลด ไมโครกริด ระบบกักเก็บพลังงาน และการบูรณาการยานยนต์ไฟฟ้า เป็นต้น ซึ่งเทคโนโลยีเหล่านี้ในประเทศไทยมีแผนการขับเคลื่อนดำเนินงานด้านสมาร์ทกริดของประเทศไทย (EPPO, 2021) แต่ยังอยู่ในช่วงเริ่มต้น

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 ตั้งแต่เริ่มต้นจนสิ้นสุดอายุการใช้งาน ล้วนอยู่ภายใต้การกำกับดูแลของหน่วยงานภาครัฐหลายแห่ง เพื่อให้เกิดความมั่นคงทางพลังงาน ความปลอดภัยต่อสาธารณะ และความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม การกำกับดูแลนี้สามารถแบ่งออกได้ตามวงจรชีวิต ตั้งแต่ห่วงโซ่อุปทาน การติดตั้ง การใช้งาน ไปจนถึงการจัดการเมื่อหมดอายุการใช้งาน ดังนี้

๔.๑) การผลิตและห่วงโซ่อุปทาน

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

๔.๒) การติดตั้งและการเข้าถึง

การติดตั้งและการเข้าถึงระบบ เป็นขั้นตอนที่มีกฎระเบียบเข้ามาเกี่ยวข้องอย่างซับซ้อนและครอบคลุมหลายมิติที่สุด โดยเริ่มต้นจากการมีสิทธิ์ในที่ดินและการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างถูกต้องตามกฎหมาย 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 และต้องมีผลการตรวจสอบความมั่นคงแข็งแรงของโครงสร้างที่กระทำและรับรองโดยวิศวกรโยธาตามกฎหมายว่าด้วยวิศวกร 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 กิโลโวลต์แอมแปร์ เป็นพลังงานควบคุมต้องขอใบอนุญาตให้ผลิตพลังงานควบคุม และต้องติดตั้งอุปกรณ์ Rapid Shutdown เพื่อความปลอดภัยตามมาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย

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

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

กฎระเบียบที่เกี่ยวข้องกับการติดตั้งและเข้าถึงระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีในปัจจุบันมีกรอบกฎระเบียบที่ชัดเจน ผู้ที่ต้องการติดตั้งสามารถดำเนินการตามขั้นตอนของหน่วยงานต่างๆ ที่กำกับดูแลได้ ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงความพยายามของภาครัฐในการส่งเสริมและอำนวยความสะดวก โดยเฉพาะการผลิตเพื่อใช้เอง อย่างไรก็ตามการติดตั้งแบบรวมกลุ่ม หรือในรูปแบบพลังงานชุมชนที่ประชาชนหรือหน่วยธุรกิจร่วมกันลงทุนและเป็นเจ้าของระบบผลิตไฟฟ้า กรอบกฎหมายหรือระเบียบที่บังคับใช้อยู่ในปัจจุบันยังไม่เอื้อให้เกิดการใช้งานในลักษณะดังกล่าว ซึ่งถือเป็นช่องว่างเชิงโครงสร้างที่สำคัญ และเป็นอุปสรรคหลักที่ทำให้โมเดลนี้ไม่สามารถเกิดขึ้นได้จริงในประเทศไทย ปัจจุบันประเทศไทยยังไม่มีการกำหนดสถานะ 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 สำหรับผู้ประกอบกิจการผลิตไฟฟ้า ผู้รับใบอนุญาต

ประกอบกิจการผลิตไฟฟ้า ซึ่งรวมถึงโซลาร์เซลล์ทุกรูปแบบที่มีกำลังการผลิตติดตั้งตั้งแต่ ๑,๐๐๐ กิโลโวลต์แอมแปร์ขึ้นไป เพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปตามมาตรฐานความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อมตลอดระยะเวลาของโครงการ

รูปแบบการใช้งานเป็นอีกปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อข้อบังคับทางกฎหมาย โดยปัจจุบันภาครัฐมีการส่งเสริมให้มีการติดตั้งโซลาร์เซลล์เพื่อใช้เองเป็นหลัก ในขณะที่การจำหน่ายไฟฟ้าให้กับการไฟฟ้าจะเป็นในลักษณะที่เป็นการจำหน่ายไฟฟ้าส่วนที่เหลือจากการใช้เอง ซึ่งจะเป็นไปตามนโยบายของภาครัฐในแต่ละครั้งคราว เช่น โครงการโซลาร์ภาคประชาชน เป็นต้น

การติดตั้งเพื่อใช้เองได้รับการส่งเสริมและมีกฎระเบียบที่ผ่อนคลายกว่า ในขณะที่การจำหน่ายไฟฟ้าให้แก่การไฟฟ้า จะต้องเป็นไปตามนโยบายของภาครัฐที่เปิดรับเป็นครั้งคราว เช่น โครงการโซลาร์ภาคประชาชน หรือการรับซื้อไฟฟ้าในรูปแบบ Feed-in Tariff เป็นต้น

๔.๔) การจัดการเมื่อหมดอายุใช้งาน

เมื่อแผงโซลาร์เซลล์หรืออุปกรณ์อื่นๆ หมดอายุการใช้งานหรือชำรุด การจัดการซากผลิตภัณฑ์เหล่านี้อย่างถูกวิธีถือเป็นความรับผิดชอบที่สำคัญเพื่อป้องกันผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

ตามกฎระเบียบของกรมโรงงานอุตสาหกรรม ภายใต้ พ.ร.บ. โรงงาน และ พ.ร.บ.วัตถุอันตราย แผงโซลาร์เซลล์ถูกจัดให้เป็นของเสียอันตราย และโซลาร์ฟาร์มเข้าข่ายเป็นโรงงานประเภทที่ ๘๘ (๑) การจัดการแผงที่หมดอายุใช้งานจะแบ่งตามประสิทธิภาพที่เหลืออยู่ หากประสิทธิภาพต่ำกว่า ๗๐ เปอร์เซ็นต์ จะถือเป็นของเสียอันตรายที่ต้องดำเนินการขออนุญาตเพื่อนำออกจากโรงงาน และต้องกำจัดด้วยวิธีการฝังกลบในหลุมฝังกลบของเสียอันตราย (Secure Landfill) หรือเผาในเตาเผาเฉพาะทางเท่านั้น ในทางกลับกัน หากแผงยังมีประสิทธิภาพมากกว่า ๗๐ เปอร์เซ็นต์ จะเปิดโอกาสให้สามารถนำกลับมาใช้ซ้ำได้ โดยหากต้องการบริจาคให้แก่ชุมชน โรงเรียน หรือพื้นที่ห่างไกล จะต้องได้รับหนังสือยินยอมจากหน่วยงานท้องถิ่นนั้นๆ เพื่อยืนยันความพร้อมในการรับบริจาค หลังจากนั้นกรมโรงงานอุตสาหกรรมจะพิจารณาอนุญาตการขนย้ายเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป หรืออาจจัดการด้วยวิธีอื่นตามที่กฎหมายว่าด้วยวัตถุอันตรายกำหนด

นอกจากนี้ สำนักงาน กกพ. ได้ออกกฎระเบียบที่เกี่ยวข้องกับการจัดการสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วไว้อย่างชัดเจน สำหรับแผงโซลาร์เซลล์ที่เสื่อมสภาพหรือที่ไม่ใช้แล้ว ระเบียบสำคัญในเรื่องนี้ ได้แก่ ประกาศคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน กกพ. เรื่องมาตรการด้านการออกแบบติดตั้งและการจัดการขยะและกากของเสียสำหรับผู้ประกอบกิจการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ที่ได้รับการยกเว้นไม่ต้องขอรับใบอนุญาตประกอบกิจการผลิตไฟฟ้า พ.ศ. ๒๕๕๗ และ ระเบียบ กกพ. ว่าด้วยการกำหนดมาตรฐานความปลอดภัย สิ่งแวดล้อม และการจัดการสิ่งปฏิกูลของโรงไฟฟ้า พ.ศ. ๒๕๖๔ และ ระเบียบ กกพ. ว่าด้วยหลักเกณฑ์การจัดทำรายงานประมวลหลักการปฏิบัติ (Code of Practice) และรายงานผลการปฏิบัติตามประมวลหลักการปฏิบัติ สำหรับการประกอบกิจการผลิตไฟฟ้า (ฉบับที่ ๒) พ.ศ. ๒๕๖๗ ซึ่งกำหนดให้ผู้ประกอบการ ผู้ประกอบกิจการต้องมีแผนและดำเนินการจัดการซากแผงโซลาร์เซลล์และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องตามหลักวิชาการ และกฎหมายอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้มั่นใจว่าวงจรชีวิตของระบบโซลาร์เซลล์จะเสร็จสมบูรณ์อย่างยั่งยืนและไม่สร้างภาระด้านสิ่งแวดล้อมในระยะยาว

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 เนื่องจากยังขาดแคลนองค์ความรู้บุคลากร 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 และไม่สามารถตอบสนองต่อความต้องการที่แตกต่างกันได้

โดยเฉพาะอย่างยิ่งกลุ่มบุคคลหรือชุมชนที่มีข้อจำกัดทางเศรษฐกิจ สังคม สุขภาพ ภูมิศาสตร์ หรือปัจจัยอื่นๆ ทำให้มีข้อจำกัดในการเข้าถึงทรัพยากรทางการเงิน ข้อมูลข่าวสาร เทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์หรือบริการพลังงานพื้นฐานที่มีคุณภาพ กลุ่มคนเหล่านี้ต้องการการสนับสนุนเฉพาะด้าน นโยบายที่ออกแบบมาโดยเฉพาะ หรือมาตรการช่วยเหลือที่เหมาะสม (GIZ and Warisa Sihirunwong, 2025) เพื่อให้สามารถปรับตัว เข้าถึง และได้รับประโยชน์จากการเปลี่ยนผ่านพลังงานอย่างเท่าเทียมและเป็นธรรม

นอกจากนี้ บทบาทของภาคเอกชนในการเข้ามาสนับสนุนชุมชนตลอดวงจรชีวิตของโซลาร์เซลล์ ตั้งแต่การให้ความรู้ การสนับสนุนด้านเทคนิค การพัฒนารูปแบบธุรกิจที่หลากหลาย ไปจนถึงการร่วมมือจัดการซากแผงเมื่อหมดอายุการใช้งาน ยังมีส่วนสำคัญในการลดอุปสรรคและสร้างโอกาสให้ชุมชนสามารถเข้าถึงและได้รับประโยชน์จากพลังงานแสงอาทิตย์ได้อย่างยั่งยืน

อุปสรรคทางการเงินยิ่งทวีความซับซ้อนสำหรับการติดตั้งในรูปแบบรวมกลุ่ม หรือพลังงานชุมชน ซึ่งยังขาดสถานะทางกฎหมายที่ชัดเจนมารองรับ ทำให้การเข้าถึงแหล่งทุนจากสถาบันการเงินเป็นไปได้ยาก นอกจากนี้ ยังมีข้อจำกัดเชิงกายภาพ และสิทธิสำหรับบางกลุ่ม เช่น ผู้ที่ไม่ได้เป็นเจ้าของที่อยู่อาศัย ทำให้ไม่สามารถติดตั้งหรือขอสินเชื่อได้ เป็นต้น

การที่ภาครัฐยังขาดนโยบายที่ชัดเจนและต่อเนื่องในการส่งเสริมโมเดลธุรกิจใหม่ๆ และไม่สามารถออกแบบมาตรการสนับสนุนทางการเงินที่หลากหลาย ทำให้ทางเลือกในการเข้าถึงพลังงานแสงอาทิตย์มีจำกัด ซึ่งสะท้อนถึงประเด็นด้านประสิทธิภาพและความร่วมมือของสถาบันที่เกี่ยวข้อง

๕.๓) ความท้าทายด้านมาตรฐานและความปลอดภัยตลอดวงจรชีวิต

ความเชื่อมั่นของผู้บริโภคและความปลอดภัยของระบบในระยะยาว ขึ้นอยู่กับกลไกการกำกับดูแลที่เข้มแข็ง เหมาะสม และมีประสิทธิภาพ แต่ปัจจุบันยังพบช่องว่างและความท้าทายในหลายมิติ

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) สำหรับแผงโซลาร์เซลล์ส่วนใหญ่ยังเป็นภาคสมัครใจ และยังไม่มีมาตรฐานกลางสำหรับกำกับดูแลคุณภาพและความปลอดภัยของแผงโซลาร์เซลล์มือสองที่ชัดเจนทำให้ผู้บริโภคมีความเสี่ยง นอกจากนี้ การขาดมาตรฐานความปลอดภัยสำหรับระบบกักเก็บพลังงานทั้งที่เทคโนโลยีกำลังเป็นที่กำลังเป็นนิยมมากขึ้น อีกทั้งยังไม่มีระเบียบและ Grid Code ที่เกี่ยวข้องมารองรับการติดตั้งแบตเตอรี่เข้ากับโครงข่ายไฟฟ้า ช่องว่างเหล่านี้เป็นอุปสรรคต่อการพัฒนาเทคโนโลยีและบั่นทอนความน่าเชื่อถือของตลาดในระยะยาว

นอกจากมาตรฐานผลิตภัณฑ์แล้ว ยังขาดกลไกในการรับรองคุณภาพการบริการติดตั้ง โดยยังไม่มีการจัดทำบัญชีรายชื่อผู้ติดตั้งที่ได้มาตรฐานที่รับรองโดยภาครัฐอย่างเป็นทางการ ทำให้ประชาชนต้องเสี่ยงเลือกผู้ให้บริการเอง การยกระดับทักษะและรับรองคุณวุฒิวิชาชีพช่างชุมชนและผู้ประกอบการจึงเป็นสิ่งจำเป็นเร่งด่วน 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 เพื่อกักเก็บไฟฟ้าไว้ใช้ในช่วงเวลาอื่น ซึ่งมาตรการเหล่านี้ล้วนช่วยลดการสูญเสียพลังงานโดยเปล่าประโยชน์และสร้างความยืดหยุ่นให้กับระบบไฟฟ้าของประเทศ

ประเด็นท้าทายเชิงโครงสร้างที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือ โครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้าในปัจจุบัน ซึ่งยังไม่ได้ออกแบบมาเพื่อรองรับระบบไฟฟ้าที่มีแหล่งพลังงานแบบกระจายศูนย์ (Distributed Energy Resource) เช่น ระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ในสัดส่วนที่สูง โครงสร้างที่มัดรวมต้นทุนค่าพลังงานและค่าบริการระบบโครงข่ายไฟฟ้าเข้าไว้ด้วยกัน อาจนำไปสู่การสร้างภาระที่ไม่เป็นธรรมแก่ผู้ใช้ไฟฟ้าที่ไม่ได้ติดตั้งโซลาร์เซลล์ ดังนั้น การปฏิรูปโครงสร้างค่าไฟฟ้าให้สามารถสะท้อนต้นทุนการใช้บริการโครงข่ายไฟฟ้าอย่างเป็นธรรมสำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าทุกกลุ่ม จึงเป็นความท้าทายเชิงนโยบายที่สำคัญ

การจัดการซากผลิตภัณฑ์เมื่อหมดอายุใช้งานทั้งแผงโซลาร์เซลล์ และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง เช่น แบตเตอรี่ เป็นต้น ยังไม่มีการนำหลักการความรับผิดชอบที่เพิ่มขึ้นของผู้ผลิต (Extended Producer Responsibility) มาบังคับใช้อย่างเป็นระบบ อย่างไรก็ดี การจัดการซากแผงโซลาร์เซลล์จากภาคครัวเรือนมีความท้าทายมากกว่าการจัดการซากแผงโซลาร์เซลล์จากภาคธุรกิจและอุสาหกรรมซึ่งมีกรมโรงงานอุตสาหกรรมควบคุมดูแล 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 หารือแนวทางการควบคุมการนำเข้า-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%B2%E0%B8%A3%E0%B9%8C%E0%B8%97%E

EPPO. (2024). ร่างแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศ (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

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 กระทบการส่งออกไทยแค่ไหน 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 เตือนแผงโซล่าเซลล์ 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 “เอกนัฏ” 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.

กฤษฎ์ สถิตย์วัฒนานนท์. (25 Febuary 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 รัชฎาวงศ์. (4 March 2016). การจัดการแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่หมดความคุ้มค่าในการผลิตไฟฟ้า. Bangkok: สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม. เข้าถึงได้จาก คาดปี 2565-2601 ไทยเผชิญ 'ขยะโซลาร์เซลล์' สะสมเกือบแปดแสนตัน: 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). กรุงเทพ. เข้าถึงได้จาก https://www.ratchakitcha.soc.go.th/DATA/PDF/2561/A/082/T_0001.PDF