บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 นิยามของความมั่นคงด้านพลังงาน

โดยทั่วไปคำจำกัดความของความมั่นคงด้านพลังงานของประเทศที่พัฒนาแล้วหมายถึง "ระบบพลังงานที่มีความยืดหยุ่นและการรักษาความมั่นคงของพลังงานที่จำเป็นสำหรับผู้คนและกิจกรรมทางเศรษฐกิจ สังคมและวัตถุประสงค์อื่นๆ ในราคาที่ยอมรับได้" [3] ในขณะที่ประเทศกำลังพัฒนาส่วนใหญ่ให้คำจำกัดความว่า "การจัดหาอุปทานพลังงานที่เพียงพอทั้งปริมาณและคุณภาพเพื่อตอบสนองต่อความต้องการพลังงานของประชาชนทุกคนตลอดเวลาในราคาที่เหมาะสม มีเสถียรภาพ และยังนำไปสู่การมีประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจและการมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นโดยไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม" [4-7]

ศูนย์วิจัยพลังงานแห่งภูมิภาคเอเชีย-แปซิฟิก (Asia Pacific Energy Research Center: APERC) ได้กำหนดนิยามความมั่นคงด้านพลังงานว่า "ความสามารถของระบบเศรษฐกิจที่สามารถประกันความพร้อมของแหล่งทรัพยากรพลังงานอย่างยั่งยืนและทันเวลา โดยมีราคาพลังงานอยู่ในระดับที่ไม่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจ" [8] สถาบันระหว่างประเทศเพื่อการประยุกต์การวิเคราะห์ระบบ (International Institute for Applied System Analysis: IIASA) ให้คำจำกัดความความมั่นคงด้านพลังงานว่า "การจัดหาการบริการด้านพลังงานอย่างต่อเนื่องเป็นสิ่งสำคัญสำหรับประเทศชาติด้านพลังงาน" [9] สำหรับประเทศไทยได้ให้ความหมายความมั่นคงด้านพลังงานว่า "การมีแหล่งพลังงานเพื่อตอบสนองความต้องการอย่างเพียงพอ มีราคาที่เหมาะสม โดยต้องคำนึงถึงผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม เพื่อให้การเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจเป็นไปอย่างสมดุลและยั่งยืน" [10]

จะเห็นได้ว่านิยามของความมั่นคงพลังงานนั้นไม่ได้มีการกำหนดไว้อย่างชัดเจน โดยที่แต่ละหน่วยงานที่เกี่ยวข้องมักกำหนดที่สอดคล้องกับความสนใจของตนเอง อย่างไรก็ตามในการพิจารณาความมั่นคงด้านพลังงานนั้นนอกจากต้องพิจารณามิติของพลังงานตั้งแต่การจัดหาพลังงาน การเปลี่ยนรูปพลังงาน และการใช้พลังงานแล้วยังต้องพิจารณามิติทางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมประกอบด้วย

2.2 ตัวชี้วัดความมั่นคงด้านพลังงาน

ตัวชี้วัดถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้ในการประเมินศักยภาพ ความสามารถหรือสมรรถนะในมิติต่างๆ เช่น แสดงให้เห็นถึงปริมาณการจัดหาพลังงานและความต้องการใช้พลังงานในประเทศ โดยตัวชี้วัดความมั่นคงด้านพลังงานได้ถูกพัฒนามาจากองค์กรและสถาบันต่างๆ อาทิ คณะกรรมมาธิการยุโรป (European Commission: EC) สำนักงานสิ่งแวดล้อมแห่งยุโรป (European Environment Agency: EEA) องค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (Organization for Economic Co-operation and Development: OECD) ทบวงพลังงานระหว่างประเทศ (International Energy Agency: IEA) ศูนย์วิจัยพลังงานแห่งภูมิภาคเอเชีย-แปซิฟิก (APERC) ทบวงพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ (International Atomic Energy Agency: IAEA) สภาพลังงานโลก (World Energy Council: WEC) และอื่นๆ ซึ่งตัวชี้วัดที่ถูกพัฒนาขึ้นมาโดยหน่วยงานต่างๆ นั้นมีทั้งตัวชี้วัดเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ สำหรับในการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ที่ต้องการประเมินและวิเคราะห์ความมั่นคงพลังงานในเชิงปริมาณ ดังนั้นจึงนำเสนอเฉพาะตัวชี้วัดเชิงปริมาณเท่านั้น

ตัวชี้วัดเชิงปริมาณสำหรับการประเมินความมั่นคงด้านพลังงานสามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มด้วยกัน กลุ่มที่หนึ่งมุ่งเน้นการประเมินลักษณะเฉพาะทาง เช่น การพึ่งพาพลังงานนำเข้า หรือการนำเข้าน้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน สัดส่วนการนำเข้าพลังงาน ความเข้มข้นของการจัดหาพลังงานและอื่นๆ และกลุ่มที่สอง คือ ตัวชี้วัดการใช้พลังงานสำหรับการพัฒนาพลังงานอย่างยั่งยืน ซึ่งเป็นการประเมินความมั่นคงด้านพลังงานโดยการพิจารณาจากผลกระทบทางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม [11]

นอกจากนั้นแล้วตัวชี้วัดความมั่นคงด้านพลังงานยังสามารถแบ่งออกเป็นสองประเภทด้วยกัน คือ ชุดของตัวชี้วัด และตัวชี้วัดโดยรวม ตัวอย่างของตัวชี้วัด ได้แก่ Shannon-Wienier Index (SWI), Non Carbon Intensive Fuel Portfolio (NCFP) และ Net Energy Import Dependency (NEID) [11–12] เป็นต้น สมการและความหมายของตัวชี้วัดทั่วไปที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในการประเมินความมั่นคงด้านพลังงานทั้งในระดับชาติและนานาชาติสามารถคำนวณได้จากสมการดังต่อไปนี้ [8, 12-14]

ความเข้มข้นการใช้พลังงาน (EI) เป็นตัวชี้วัดที่แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพการใช้พลังงานของระบบเศรษฐกิจ สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$EI = \frac{TPES}{GDP} \tag{2.1}$$

เมื่อ EI = ความเข้มข้นพลังงาน (kgoe/1,000 บาท)
TPES = ผลรวมของการจัดหาพลังงานขั้นต้น (Mtoe)
GDP = ผลผลิตมวลรวมภายในประเทศ (ล้านบาท)

ความเข้มข้นการใช้น้ำมัน (OI) เป็นตัวชี้วัดทางประสิทธิภาพการใช้พลังงานของระบบเศรษฐกิจเช่นเดียวกันกับ EI แต่ตัวชี้วัดมุ่งเน้นเฉพาะเจาะจงที่แหล่งพลังงานประเภทน้ำมันเพียงอย่างเดียว สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$OI = \frac{Oil \quad Consumption}{GDP} \tag{2.2}$$

เมื่อ OI = ความเข้มข้นของน้ำมัน (kgoe/1,000 บาท)
OC = การใช้น้ำมันรวม (Mtoe)
GDP = ผลผลิตมวลรวมภายในประเทศ (ล้านบาท)

การใช้พลังงานต่อหัว (Energy Use Per Capita) แสดงให้เห็นถึงการใช้พลังงานขั้นต้นรวมทั้งหมดของประเทศต่อประชากร สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$\text{Energy use per capita} = \frac{TPES}{pop} \tag{2.3}$$

เมื่อ Energy use per capita = การใช้พลังงานต่อหัว (Mtoe)
TPES = ผลรวมของการจัดหาพลังงานขั้นต้น (Mtoe)
pop = จำนวนประชากรของประเทศ (ล้านคน)

การใช้น้ำมันต่อหัว (Oil Use Per Capita) แสดงให้เห็นถึงการใช้พลังงานขั้นต้นรวมทั้งหมดของประเทศต่อประชากร สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$\text{Oil use per capita} = \frac{\text{OC}}{\text{pop}} \tag{2.4}$$

เมื่อ Oil use per capita = การใช้น้ำมันต่อหัว (Mtoe)
OC = การใช้น้ำมันรวม (Mtoe)
pop = จำนวนประชากรของประเทศ (ล้านคน)

อัตราส่วนการผลิตปริมาณสำรอง (Reserve to Production Ratio: RPR) เป็นตัวชี้วัดที่แสดงให้เห็นถึงการประมาณการณ์ของแหล่งสำรองพลังงานและการจัดหาพลังงาน สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$\text{RPR} = \frac{\text{Proven reserve of fuel}_i}{\text{Domestic production of fule}_i} \tag{2.5}$$

เมื่อ RPR = อัตราส่วนการผลิตของปริมาณสำรอง (Mtoe)
Proven reserve of each type of fuel = การสำรองปริมาณของเชื้อเพลิงแต่ละชนิด
Domestic production of each type of fuel = การผลิตเชื้อเพลิงแต่ละชนิดจากแหล่งภายในประเทศ

ดัชนีความหลากหลาย (Shannon-Wiener Index: SWI) แสดงให้เห็นถึงสัดส่วนของการใช้พลังงานชนิดหนึ่งๆ ต่อการจัดหาพลังงานขั้นต้นรวมทั้งหมดของประเทศ สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$\text{SWI} = \sum \text{S}_i \times \text{Ln}(\text{S}_i) \tag{2.6}$$

เมื่อ SWI = Shannon-Wiener index
S_i = ส่วนแบ่งของเชื้อเพลิงชนิด *i* ในการจัดหาพลังงานขั้นต้นทั้งหมด (%)

Non Carbon Incentive Fuel Portfolio (NCFP) แหล่งพลังงานที่ไม่มีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (เช่น พลังงานน้ำ และพลังงานหมุนเวียน) ต่อความต้องการพลังงานขั้นต้นรวมทั้งหมด สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$\text{NCFP} = \frac{\left(\left(\text{Hydro PED}\right)+\left(\text{Nuclear PED}\right)+\left(\text{NRE PED}\right)\right)}{\text{TPED}} \tag{2.7}$$

เมื่อ NEFP = Non Carbon Intensive Fuel Portfolio (%)
Hydro PED = ความต้องการไฟฟ้าพลังงาน (Mtoe)
Nuclear PED = ความต้องการไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ (Mtoe)
NRE PED = ความต้องการไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียน (Mtoe)
TPED = ผลรวมของความต้องการพลังงาน (Mtoe)

การปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ ตัวชี้วัดนี้จัดอยู่ในกลุ่มของการประเมินทางด้านผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งพิจารณาจากการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ของเชื้อเพลิงแต่ละชนิดในระบบพลังงาน สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$\text{CO}_2 = \sum_{i=1}^{n} \text{EFCO}_2 \times \text{EC}_i \tag{2.8}$$

เมื่อ CO_2 = การปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ (tCO_2)
$EFCO_{2i}$ = การปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ของเชื้อเพลิงชนิด *i* (tCO_2/TJ)
EC_i = การใช้เชื้อเพลิงจากชนิด *i* (TJ)

การปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหัว ตัวชี้วัดนี้ทำการคำนวณจากการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมดต่อจำนวนประชากรของประเทศ สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$\frac{\text{CO}_2}{\text{Capita}} = \frac{\text{Total} \quad \text{CO}_2 \quad \text{Emissions}}{\text{pop}} \tag{2.9}$$

เมื่อ CO_2 = การปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ (tCO_2)
TCO_2 = ผลรวมของการจัดหาพลังงานขั้นต้น (Mtoe)
pop = จำนวนประชากร (ล้านคน)

การนำเข้าพลังงาน เป็นการคำนวณจากปริมาณการนำเข้าพลังงานจากแหล่งต่างๆ ต่อการจัดหาพลังงานขั้นต้นรวมทั้งหมด สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$\sum_{i=1}^{n} = \frac{IM_i}{TEPS} \tag{2.10}$$

เมื่อ IM_i = การนำเข้าเชื้อเพลิงชนิด i (Mtoe)

TPES = ผลรวมของการจัดหาพลังงานขั้นต้น (Mtoe)

การพึ่งพาการนำเข้าพลังงานสุทธิ (Net Energy Import Dependency: NEID) คือสัดส่วนของการนำเข้าพลังงานซึ่งพิจารณาในประเด็นความหลากหลายของเชื้อเพลิงที่นำเข้า สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$NEID = \frac{\sum_i m_i p_i \ln p_i}{\sum_i p_i \ln p_i} \tag{3.11}$$

เมื่อ NEID = การพึ่งพาการนำเข้าพลังงานสุทธิ (%)

m_i = ส่วนแบ่งในการนำเข้าสุทธิของพลังงาน i (%)

p_i = ผลรวมส่วนแบ่งในการจัดหาพลังงานหลัก (TPES) ของพลังงาน i (%)

2.3 ภาพฉายพลังงานในอนาคตและแบบจำลองพลังงาน

การฉายภาพพลังงานในอนาคต (Energy Scenario) ถือเป็นการจำลองภาพเหตุการณ์รูปแบบหนึ่งที่คาดว่าจะเกิดขึ้นตามบริบทของสถานการณ์และปัจจัยต่างๆ (สมมุติฐาน) ในปัจจุบันและส่งผลไปยังอนาคต เช่น เป้าหมายความต้องการใช้พลังงาน การเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ เป็นต้น สำหรับวิธีการคำนวณภาพฉายพลังงานในอนาคตสามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. การศึกษาโดยใช้แนวโน้มในอดีต (Trend Analysis)
2. การศึกษาความเป็นไปได้ทางเทคนิค (Technical Feasibility Study)
3. การศึกษาโดยใช้แบบจำลองพลังงาน (Energy Modeling)

การศึกษาโดยใช้แบบจำลองพลังงานมักจะคล้ายคลึงหรือต้องอ้างอิงจากการศึกษาความเป็นไปได้ทางเทคนิค เพื่อต้องการแสดงให้เห็นความเป็นไปได้ที่จะเกิดขึ้น แบบจำลองพลังงานได้มีการพัฒนาโดยใช้วิธีการทางทฤษฎีและการวิเคราะห์ในหลายสาขาวิชาด้วยกัน เช่น วิศวกรรมศาสตร์ เศรษฐศาสตร์ การวิจัยการดำเนินงาน และวิทยาการคอมพิวเตอร์ โดยทั่วไปแล้วสามารถแบ่งแบบจำลองพลังงานออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ ด้วยกัน คือ แบบ Top-down และแบบ Bottom-up ดังตารางที่ 2.2 แสดงความแตกต่างของแบบจำลองทั้ง 2 แบบ

ตารางที่ 2.1 สมบัติของแบบจำลองที่สร้างโดยสองแนวทาง [15]

Top-down Model	**Bottom-up Model**
• Use aggregate economic data • Assess costs-benefits through impact on output, income and GDP • Implicitly capture administrative, implementation and other costs • Typically assume efficient markets • Capture intersectoral feedbacks and interactions • Less suitable for examining technology-specific policies	• Use detailed data on fuels, technologies and policies • Assess costs-benefits of individual technologies and policies • Can explicitly include administration and programme costs • Capture interactions among projects and policies • Commonly used to assess costs and benefits of projects and programmes • Use various methodologies, including optimisation, simulation and accounting framework

2.4 นิยามของภาพฉายทั้ง 3 กรณี

นิยามของภาพฉายทั้ง 3 กรณี เกิดขึ้นจากกการกำหนดของแบบจำลองพลังงานแบบต่างๆ ซึ่งจะให้นิยามที่แตกต่างกันไปตามแต่ละสถานการณ์ ดังต่อไปนี้

2.4.1 นิยามของกรณีฐาน (BAU) [16]

สมมุติฐานที่ใช้ในกรณีฐานได้ใช้การเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจตามการศึกษาของธนาคารเพื่อการพัฒนาเอเชีย (Asian Development Bank) สำหรับจำนวนประชากรและราคาพลังงานในอนาคตใช้จากการศึกษาของสหประชาชาติ โครงสร้างการใช้พลังงานอ้างอิงจากตารางสมดุลพลังงานของประเทศไทย รวมถึงการนำเอานโยบายและมาตรการทางด้านพลังงานต่างๆ ที่กำลังดำเนินงานอยู่เข้ามาพิจารณาในแบบจำลองพลังงานด้วย กล่าวโดยรวมคือในกรณีฐานนั้นใช้ข้อมูลทางด้านเศรษฐศาสตร์มหภาค ได้แก่ อัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ จำนวนประชากร และราคาพลังงาน ร่วมกับมาตรการและนโยบายพลังงานในปัจจุบันเป็นตัวแปรหลักในการทำนายความต้องการพลังงานในอนาคต โดยที่แบบจำลองพลังงานที่ใช้ในการศึกษาของกรณีฐานนั้นใช้แบบจำลองทางเศรษฐมิติซึ่งพัฒนาโดย Institute of Energy Economics, Japan มีชื่อว่า IEEJ Model ร่วมกับแบบจำลอง Long-range Energy Alternatives Planning System (LEAP) ซึ่งพัฒนาโดย Stockholm Environmental Institute.

2.4.2 นิยามของกรณีสังคมคาร์บอนต่ำ (LCS) [17]

เป็นสังคมที่ผู้คนในสังคมส่วนใหญ่ให้ความร่วมมือในการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในทุกรรูปแบบหรือในทุกกิจกรรมต่างๆ ที่เกิดจากการใช้ชีวิตประจำวันตามปกติ โดยเฉพาะการลดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยจากกระบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อจะได้อยู่ร่วมกันในสังคมที่มีคุณภาพชีวิตที่ดี มีสภาพแวดล้อมที่มีปริมาณคาร์บอนต่ำ โดยที่ผู้คนในสังคมมีการเลือกใช้เทคโนโลยีหรือการพัฒนาเทคโนโลยีให้เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

2.4.3 นิยามของกรณีการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจสูงและและทางเลือกที่มีต้นทุนต่ำที่สุด (HEG&LC) [18]

การเพิ่มรายได้และผลผลิตภายในประเทศ การเพิ่มขึ้นของผลผลิตและการขยายตัวของปัจจัยการผลิตและประสิทธิภาพการผลิต ในการศึกษานี้มีสมมุติฐานว่าประเทศไทยจะมีอัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจเฉลี่ยร้อยละ 5.1 ต่อปี ในระหว่างปี พ.ศ. 2543-2573 ซึ่งการศึกษานี้ใช้แบบจำลองพลังงาน MARKet Allocation (MARKAL) ในการศึกษา

2.5 นโยบายด้านพลังงานของประเทศไทย

นโยบายพลังงานของประเทสไทยที่อยู่ในคำแถลงนโยบายของรัฐบาลที่นายกรัฐมนตรีได้แถลงต่อรัฐสภาเมื่อวันอังคารที่ 23 สิงหาคม 2554 สามารถแบ่งออกได้เป็น 5 ประเด็นหลัก ดังนี้ [19]

1. ส่งเสริมและผลักดันให้อุตสาหกรรมพลังงานสามารถสร้างรายได้ให้ประเทศ ซึ่งถือเป็นอุตสาหกรรมเชิงยุทธศาสตร์ เพิ่มการลงทุนในโครงสร้างพื้นฐานด้านพลังงานและพัฒนาให้เป็นศูนย์กลางธุรกิจพลังงานของภูมิภาคโดยใช้ความได้เปรียบเชิงภูมิยุทธศาสตร์
2. สร้างเสริมความมั่นคงทางพลังงาน โดยแสวงหาและพัฒนาแหล่งพลังงานและระบบไฟฟ้าจากทั้งในและต่างประเทศ รวมทั้งให้มีการกระจายแหล่งและประเภทพลังงานให้มีความหลากหลายเหมาะสม และยั่งยืน
3. กำกับราคาพลังงานให้มีราคาเหมาะสม เป็นธรรมและมุ่งสู่การสะท้อนต้นทุนที่แท้จริง โดยปรับบทบาทกองทุนน้ำมันให้เป็นกองทุนสำหรับรักษาเสถียรภาพราคา ส่วนการชดเชยราคานั้นจะดำเนินการอุดหนุนเฉพาะกลุ่ม ส่งเสริมให้มีการใช้ก๊าซธรรมชาติมากขึ้นในภาคขนส่ง และส่งเสริมการใช้แก๊สโซฮอล์และไบโอดีเซลในภาคครัวเรือน
4. ส่งเสริมการผลิต การใช้ ตลอดจนการวิจัยและพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก โดยตั้งเป้าหมายให้สามารถทดแทนเชื้อเพลิงฟอสซิลได้อย่างน้อยร้อยละ 25 ภายใน 10 ปี ทั้งนี้ ให้มีการพัฒนาอุตสาหกรรมอย่างครบวงจร
5. ส่งเสริมและผลักดันการอนุรักษ์พลังงานอย่างเต็มรูปแบบ โดยลดระดับการใช้พลังงานต่อผลผลิตลงร้อยละ 25 ภายใน 20 ปี และมีการพัฒนาอย่างครบวงจร ส่งเสริมการใช้อุปกรณ์และอาคารสถานที่ที่มีประสิทธิภาพสูง ส่งเสริมกลไกการพัฒนาพลังงานที่สะอาดเพื่อลดก๊าซเรือนกระจกและแก้ปัญหาภาวะโลกร้อนสร้างจิตสำนึกของผู้บริโภคในการใช้พลังงานอย่างประหยัด และมีประสิทธิภาพให้เป็นระบบจริงจังและต่อเนื่องทั้งภาคการผลิต ภาคการขนส่ง และภาคครัวเรือน

นอกจากนี้รัฐบาลยังได้จัดทำแผนการอนุรักษ์พลังงาน 20 ปี ซึ่งแบ่งออกเป็นสามระยะด้วยกันโดยระยะที่หนึ่งในช่วงปีพ.ศ. 2538-2542 ระยะที่สองในช่วงปีพ.ศ. 2543-2547 และระยะที่สามในช่วงปีพ.ศ. 2548-2554 แผนพลังงานทดแทน 15 ปี (ปีพ.ศ. 2553-2565) มีเป้าหมายส่งเสริมการใช้พลังงานหมุนเวียนเพิ่มขึ้น และแผนพัฒนากำลังไฟฟ้าของประเทศ (PDP 2010) [20-23] โดยการดำเนินการตามนโยบาย กิจกรรมของรัฐบาลมีเป้าหมายที่จะเพิ่มความมั่นคงด้านพลังงานของประเทศ นอกจากนี้นโยบายพลังงานได้ให้ประชาชนทุกคนมีสิทธิในการพัฒนานโยบายพลังงาน ดังนั้นผลของการนำเสนอนโยบาย โครงการและกิจกรรมในแง่ของตัวชี้วัดเชิงปริมาณจะช่วยแสดงให้เห็นถึงสถานะ

ลักษณะของสถานการณ์ความมั่นคงด้านพลังงานเพื่อประโยชน์ในการสนับสนุน การตัดสินใจเกี่ยวกับนโยบายพลังงาน

2.5.1 แผนอนุรักษ์พลังงาน 20 ปี (พ.ศ. 2554-2573) [20]

เป้าหมายของการดำเนินงานภายใต้กรอบแผนอนุรักษ์ 20 ปี เพื่อต้องการลดความเข้มการใช้พลังงาน (Energy Intensity: EI) หรือพลังงานที่ใช้ต่อหน่วยผลผลิตมวลรวม (GDP) ลงร้อยละ 25 ในปี พ.ศ. 2573 เมื่อเทียบกับปี พ.ศ. 2553 แนวทางในการจัดทำแผนเพื่อให้เกิดความสัมฤทธิผลในการอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งได้แบ่งแผนปฏิบัติออกเป็น 3 ระยะ คือ ระยะสั้น (พ.ศ. 2554-2559) ระยะกลาง (พ.ศ. 2560-2565) และระยะยาว (พ.ศ. 2566-2573) และยุทธศาสตร์ในการขับเคลื่อนนโยบายสู่เป้าหมายภายใต้แผนอนุรักษ์พลังงาน 20 ปี ประกอบด้วย

1. ยุทธศาสตร์ที่ 1 การใช้มาตรการแบบผสมผสานทั้งการบังคับด้วยกฎระเบียบและมาตรฐาน และการส่งเสริมและสนับสนุนด้วยการจูงใจ
2. ยุทธศาสตร์ที่ 2 การใช้มาตรการที่จะส่งผลกระทบในวงกว้างในเชิงการสร้างความตระหนักและการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการใช้พลังงานของผู้ใช้พลังงานและพฤติกรรมการตัดสินใจของผู้ประกอบการ และการเปลี่ยนทิศทางตลาด โดยเพิ่มนวัตกรรมในการรณรงค์และประชาสัมพันธ์เข้ากับการเชื่อมโยงการอนุรักษ์พลังงานกับการรักษาสิ่งแวดล้อมและลดปัญหาโลกร้อน
3. ยุทธศาสตร์ที่ 3 การให้เอกชนเป็นหุ้นส่วนที่สำคัญในการส่งเสริมและดำเนินมาตรการอนุรักษ์พลังงาน
4. ยุทธศาสตร์ที่ 4 การกระจายงานด้านการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานไปยังหน่วยงาน องค์กรภาครัฐและเอกชนที่มีความพร้อมด้านทรัพยากรและความเชี่ยวชาญ เช่น การไฟฟ้าฯ และสมาคมอุตสาหกรรมต่างๆ โดยได้รับการสนับสนุนจากกระทรวงพลังงาน
5. ยุทธศาสตร์ที่ 5 การใช้มืออาชีพและบริษัทจัดหาพลังงาน (ESCO) เป็นกลไลสำคัญเพื่อให้คำปรึกษาและดำเนินมาตรการอนุรักษ์พลังงานที่ต้องใช้เทคนิคสูงขึ้น
6. ยุทธศาสตร์ที่ 6 การเพิ่มการพึ่งพาตนเองด้านเทคโนโลยีเพื่อลดต้นทุนเทคโนโลยีและเพิ่มโอกาสการเข้าถึงเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพพลังงานสูง รวมทั้งการเสริมสร้างธุรกิจผลิตสินค้าที่มีประสิทธิภาพสูง

การจัดทำกลยุทธ์ของแผนปฏิบัติการการอนุรักษ์พลังงาน 20 ปี ได้นำกลยุทธ์ภายใต้ยุทธศาสตร์ของ 6 ประเด็นข้างต้น มาเป็นพื้นฐานในการจัดทำกลยุทธ์เชิงลึกเพิ่มเติมภายใต้ปัจจัยความสำเร็จที่เรียกว่า 4’A Policy ได้แก่ ความสามารถในการจัดหา (Availability) คือความสามารถที่จะจัดหาพลังงานอย่างต่อเนื่องได้ในระยะยาว ขณะเดียวกันจะต้องรักษาคุณภาพของการให้บริการด้านพลังงานให้ได้ ซึ่ง

ปัจจัยสำคัญในเรื่องนี้คือ จะต้องเปิดให้มีทางเลือกการใช้พลังงานอย่างกว้างขวางทุกรูปแบบ ความสามารถในการเข้าถึง (Accessibility) คือความสามารถในการตอบรับด้านราคาหรืออีกนัยหนึ่งคือ ระดับต่ำสุดของพลังงานเชิงพาณิชย์ที่จะมีให้ใช้ในราคาที่สามารถรับได้ ซึ่งหมายถึงราคาที่ต่ำพอที่จะตอบสนองความต้องการและยั่งยืนแต่ราคาพลังงานเหล่านี้จะต้องสะท้อนราคาที่แท้จริงทั้งหมดของการผลิต การขนส่ง การจำหน่ายพลังงาน เพื่อให้ผู้จัดหาสามารถจะรักษาไว้และพัฒนาบริการด้านพลังงานได้การยอมรับ (Acceptability) คือ การสร้างความยอมรับต่อสาธารณชน ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย และผลกระทบรอบด้าน (Accountability) คือปัญหาอุปสรรคที่เกิดจากระเบียบราชการ ซึ่งเป็นเหตุให้ต้นทุนของผู้ลงทุนที่ผลิตได้สูงโดยไม่จำเป็น และทำให้เกิดความล่าช้า

แผนปฏิบัติการได้จัดกลุ่มการดำเนินการโครงการตามขั้นตอนการดำเนินการ โดยแบ่งแผนปฏิบัติการเป็น 3 ระดับ คือระยะสั้น (พ.ศ. 2554-2559) ระยะกลาง (พ.ศ. 2560-2565) และระยะยาว (พ.ศ. 2566-2573) โดยระยะสั้นมีกลุ่มเป้าหมายเป็นกลุ่มที่มีการดำเนินการอยู่แล้ว และจะขยายผลความสำเร็จให้กว้างขวางขึ้น ได้แก่ อาคาร ที่พักอาศัย อุตสาหกรรม ขนส่งและบริการสาธารณะ (ไฟฟ้าสาธารณะ) โดยให้ความสำคัญแก่โครงการที่มีผลสำเร็จมาแล้วและโครงการใหม่ที่จะให้ผลสำเร็จในระยะสั้น โดยแผนงานเหล่านี้จะมีการกำหนดผู้รับผิดชอบ งบประมาณที่ต้องการและดัชชี้วัดความสำเร็จตลอดจนมาตรการระบุถึงการบริหารความสำเร็จของการดำเนินการไว้แล้ว สำหรับระยะกลาง (พ.ศ. 2560-2565) กลุ่มเป้าหมายจะเป็นกลุ่มที่มีศักยภาพในการดำเนินการอนุรักษ์พลังงานสูงทั้งในอาคาร ที่พักอาศัย อุตสาหกรรม และในภาคขนส่ง แต่แผนปฏิบัติการจะมุ่งเน้นการใช้แนวทางสนับสนุนการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูง การปรับเปลี่ยนเทคโนโลยีในกระบวนการผลิต การออกแบบและการก่อสร้างอาคารที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น รวมทั้งกำหนดมาตรการการควบคุมและป้องกันการนำเข้าและใช้งานอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพต่ำ ในระยะยาว (พ.ศ. 2566-2573) จะเพิ่มกลุ่มเป้าหมายเพื่อให้ครอบคลุมประเด็นยุทธศาสตร์ Availability โดยแผนปฏิบัติงานหรือโครงการจะครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมายและแนวทางที่ก่อให้เกิดความสัมฤทธิผลตามวิสัยทัศน์ของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมในการไปสู่สังคมคาร์บอนต่ำที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

2.5.2 แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก (พ.ศ. 2555-2564) [22]

ประเทศไทยต้องพึ่งพาการนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศเป็นหลัก จากข้อมูลในอดีตปีที่ผ่านมาพบว่ากว่าร้อยละ 60 ของความต้องการพลังงานเชิงพาณิชย์ขั้นต้นมาจากการนำเข้า โดยมีสัดส่วนการนำเข้าน้ำมันสูงถึงร้อยละ 80 ของปริมาณการใช้น้ำมันทั้งหมดภายในประเทศและยังมีแนวโน้มจะสูงขึ้นอีก เพราะไม่สามารถเพิ่มปริมาณการผลิตปิโตรเลียมในประเทศได้ทันกับความต้องการใช้งาน การพัฒนาพลังงานทดแทนอย่างจริงจังจะช่วยลดการพึ่งพาและการนำเข้าน้ำมันเชื้อเพลิงและพลังงานชนิดอื่น

และยังช่วยกระจายความเสี่ยงในการจัดหาเชื้อเพลิงเพื่อการผลิตไฟฟ้าของประเทศซึ่งเดิมต้องพึ่งพาก๊าซธรรมชาติเป็นหลักมากกว่าร้อยละ 70 โดยพลังงานทดแทนถือเป็นหนึ่งในเชื้อเพลิงเป้าหมายที่คาดว่าจะสามารถนำมาใช้ในการผลิตไฟฟ้าทดแทนก๊าซธรรมชาติได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะพลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลมแบบทุ่งกังหันลม พลังน้ำขนาดเล็ก ชีวมวล ก๊าซชีวภาพ และขยะ กระทรวงพลังงานได้พยากรณ์ความต้องการพลังงานในอนาคตของประเทศ โดยในปีพ.ศ. 2564 คาดว่าจะมีความต้องการ 99,838 ktoe จากปัจจุบัน 71,728 ktoe โดยแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทยปี พ.ศ. 2553-2573 และแผนการพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือกปี พ.ศ. 2555-2564 ได้กำหนดให้มีสัดส่วนการใช้พลังงานทดแทนเพิ่มขึ้นจาก 7,413 ktoe ในปี พ.ศ. 2555 เป็น 25,000 ktoe ในปี พ.ศ. 2564 หรือคิดเป็นร้อยละ 25 ของการใช้พลังงานรวมทั้งหมด ซึ่งแผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือกนี้มีวัตถุประสงค์หลัก คือ

1. เพื่อสามารถพัฒนาพลังงานทดแทนให้เป็นหนึ่งในพลังงานหลักของประเทศ ทดแทนเชื้อเพลิงฟอสซิลและการนำเข้าน้ำมัน
2. เพื่อเสริมสร้างความมั่นคงด้านพลังงาน
3. เพื่อเสริมสร้างการใช้พลังงานทดแทนในระดับชุมชน
4. เพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมการผลิตเทคโนโลยีพลังงานทดแทนในประเทศ
5. เพื่อวิจัยพัฒนาส่งเสริมเทคโนโลยีพลังงานทดแทนให้สามารถแข่งขันในตลาดสากล

แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือกของประเทศไทยเป็นแผนที่มีเป้าหมายจะใช้พลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือกให้ได้ร้อยละ 25 ของการใช้พลังงานของประเทศในปี พ.ศ. 2564 โดยมีการทำแผนตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 มีกรอบเวลาของแผน 10 ปี ในช่วงปี พ.ศ. 2555 – 2564 ตารางที่ 2.3 แสดงเป้าหมายการใช้พลังงานทดแทนตามแผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือกของประเทศไทย ยุทธศาสตร์การส่งเสริมการพัฒนาพลังงานทดแทนตามแผนมี 6 ประเด็น ดังนี้

1. การส่งเสริมให้ชุมชนมีส่วนร่วมในการผลิตและการใช้พลังงานทดแทน
2. การปรับมาตรการจูงใจสำหรับการลงทุนจากภาคเอกชน
3. การแก้ไขกฎหมาย และกฎระเบียบที่ยังไม่เอื้อต่อการพัฒนาพลังงานทดแทน
4. การปรับปรุงระบบโครงสร้างพลังงานพื้นฐาน
5. การประชาสัมพันธ์ และสร้างความรู้ความเข้าใจต่อประชาชน
6. การส่งเสริมให้งานวิจัยเป็นเครื่องมือในการพัฒนาอุตสาหกรรมพลังงานทดแทน

ตารางที่ 2.2 เป้าหมายตามแผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก [22]

ประเภท		เป้าหมาย	
ไฟฟ้า		ktoe	GWh
พลังงานลม		134	1,283
พลังงานแสงอาทิตย์		224	2,484
ไฟฟ้าพลังน้ำ		756	5,604
พลังงานชีวมวล		1,896	14,008
ก๊าซชีวภาพ		270	1,050
พลังงานจากขยะ		72	518
พลังงานรูปแบบใหม่		0.86	10
ความร้อน			
พลังงานแสงอาทิตย์	ktoe	100	
พลังงานชีวมวล	ktoe	8,200	
ก๊าซชีวภาพ	ktoe	1,000	
พลังงานจากขยะ	ktoe	35	
เอทานอล	ลล/วัน	9.0	
ไบโอดีเซล	ลล/วัน	5.97	
เชื้อเพลิงใหม่ทดแทนดีเซล	ลล/วัน	25.0	

2.5.3 แผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศปี พ.ศ. (2555-2573) [23]

แผนพัฒนากำลังไฟฟ้าของประเทศไทยหรือ Power Development Plan (PDP) เป็นแผนที่รองรับนโยบายเสริมสร้างความมั่นคงด้านพลังงานไฟฟ้า เพื่อเป็นแผนในการจัดหาไฟฟ้าในระยะยาวให้เพียงพอต่อการพัฒนาประเทศทั้งทางด้านเศรษฐกิจและสังคม แผน PDP เป็นแผนการขยายกำลังการผลิตไฟฟ้าและระบบส่งไฟฟ้าของประเทศในอนาคต 15-20 ปี ได้มีการปรับปรุงค่าพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าให้สอดคล้องกับสภาวะเศรษฐกิจที่เปลี่ยนแปลงไป ทั้งนี้ ในแผนดังกล่าวจะระบุค่าพยากรณ์ความต้องการพลังไฟฟ้า ซึ่งมีความสำคัญต่อการวางแผน PDP หากการพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้ามีความถูกต้องและแม่นยำ จะทำให้การลงทุนในการขยายกำลังการผลิตไฟฟ้าเพื่อรองรับความต้องการไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นอยู่ในระดับที่เหมาะสม นอกจากนี้ยังระบุถึงโครงการโรงไฟฟ้าขนาดใหญ่ที่ใช้

เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ ถ่านหินและนิวเคลียร์ โครงการขนาดเล็กและเล็กมาก ทั้งที่เป็นระบบ Cogeneration และพลังงานหมุนเวียน เชื้อเพลิงที่ใช้ในการผลิต การขยายระบบส่งไฟฟ้า ประมาณการเงินลงทุนการขยายกำลังการผลิตไฟฟ้าและระบบส่งไฟฟ้า ผลกระทบค่าไฟฟ้า และปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคการผลิตไฟฟ้า เป็นต้น ปัจจุบันการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) อยู่ระหว่างการดำเนินการตามแผน PDP 2010 ซึ่งเป็นแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2553-2573 ซึ่งมีแผนการดำเนินงาน ดังนี้

1. ศึกษาทางเลือกเพิ่มเติมและแนวทางการพัฒนาโครงการจัดการด้านการใช้ไฟฟ้าอย่างต่อเนื่อง
2. การเพิ่มประสิทธิภาพโรงไฟฟ้าเก่าของ กฟผ. โดยพิจารณาศักยภาพและแนวทางการดำเนินการแยกรายโรงไฟฟ้า
3. ปรับปรุงระบบส่งไฟฟ้าเพื่อลดการสูญเสียพลังงานในระบบ
4. จัดทำแผนพัฒนาพลังงานหมุนเวียนของ กฟผ. เพื่อให้สอดคล้องกับแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้า และแผนพัฒนาพลังงานทดแทน

2.6 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ความมั่นคงทางพลังงานถือได้ว่าเป็นปัญหาที่ทั่วโลกต้องเตรียมพร้อมรับมือกับความท้าทายที่จะเกิดขึ้นเพื่อความอยู่รอดของประเทศชาติ ดังนั้นหลายๆประเทศได้ให้ความสนใจศึกษาความเป็นไปได้ในการจัดหาพลังงานให้เพียงพอกับความต้องการ โดยทำการประเมินความมั่นคงด้านพลังงานจากตัวชี้วัดและแบบจำลองพลังงานภายใต้ภาพฉายพลังงานในอนาคต

Martchamadol และ Kumar [11] ได้ศึกษาและนำเสนอการพัฒนาตัวชี้วัดแบบองค์รวม (Aggregated Energy Security Performance Indicator: AESPI) ที่ใช้ประเมินความมั่นคงด้านพลังงานระดับประเทศ โดยคำนึงถึงการศึกษาตัวชี้วัดที่มีอยู่ แนวความคิดและทำการพัฒนา AESPI ซึ่งสามารถประเมินผลการดำเนินงานในอดีตและแนวโน้มในอนาคตได้ ผลของ AESPI ช่วงคะแนนตั้งแต่ 0 ถึง 10 (10 หมายถึงความมั่นคงทางพลังงานที่มีประสิทธิภาพสูง) AESPI สามารถช่วยปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานโดยรวมของประเทศ สามารถนำไปใช้พิจารณาสถานการณ์ใหม่ๆ ของการวิเคราะห์นโยบายพลังงาน เช่น สังคมคาร์บอนต่ำ สถานการณ์ 450 ppm ฯลฯ เช่นเดียวกับการเชื่อมโยงไปยังตัวชี้วัดอื่นๆ สำหรับการประเมินในวงกว้าง เช่นดัชนีคุณภาพอากาศ ความมั่นคงทางน้ำ ความมั่นคงทางอาหาร และใช้ในการจัดการการใช้ที่ดิน

Martchamadol และ Kumar [18] ศึกษาการประเมินความมั่นคงด้านพลังงานของประเทศไทยโดยใช้ตัวชี้วัด 19 ตัวชี้วัด ใช้ระยะเวลา 45 ปี (พ.ศ. 2529-2573) โดยในช่วงปี พ.ศ. 2529-2552 ใช้ข้อมูลการใช้

พลังงานในอดีต ส่วนในปี พ.ศ. 2553-2573 ใช้ภาพฉายพลังงานในอนาคตสามภาพฉายได้แก่ การเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจและทางเลือกที่มีต้นทุนต่ำที่สุด (High Economic Growth and Least Cost Option: HEG & LC) สังคมคาร์บอนต่ำ (Low Carbon Society: LCS) และ นโยบายปัจจุบัน (Current Policy: CP) ความไม่มั่นคงทางพลังงานส่วนใหญ่มีความเสี่ยงเนื่องจากจากความต้องการที่เพิ่มมากขึ้น แหล่งพลังงานมีจำนวนจำกัด ความเสี่ยงทางด้านการเมือง และราคาพลังงานในตลาดโลก ในปี พ.ศ. 2553 มีการใช้พลังงานหมุนเวียนร้อยละ 19.1 จากความต้องการพลังงานขั้นต้น การใช้ชีวมวลแข็ง 13.8 Mtoe เชื้อเพลิงชีวภาพ 0.82 Mtoe ก๊าซชีวภาพ 0.38 Mtoe และอื่นๆ (เช่น พลังงานน้ำ 20.20 ktoe แสงอาทิตย์ 5.62 ktoe ขยะ 1.63 ktoe ความร้อนใต้ภิภพ 1.6 ktoe และ พลังงานลม 0.04 ktoe) ผลจากการพิจารณาจากสามสถานการณ์ของประเทศไทยแสดงให้เห็นว่านโยบายปัจจุบันมีการปรับตัวขึ้นเล็กน้อยในด้านของความมั่นคงด้านพลังงาน ในขณะที่การเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจมีการปรับตัวเพิ่มสูงขึ้นและมีค่าใช้จ่ายน้อยที่สุดในระบบการจัดหาพลังงานสำรองในประเทศและสังคมคาร์บอนต่ำแสดงให้เห็นถึงความมั่นคงด้านพลังงานที่ดีขึ้นในระยะยาว ตัวชี้วัดความมั่นคงด้านพลังงานจะช่วยมีให้ความเข้าใจสถานการณ์พลังงานไทยที่ดีมากขึ้นสำหรับการวิเคราะห์ต่อไปและการปรับปรุง

Selvakkumaran และ Limmeechokchai [24] ทำการวิเคราะห์ความมั่นคงด้านพลังงานที่เกิดขึ้นจากการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานในภาคพลังงานของประเทศศรีลังกา ไทย และเวียดนามความมั่นคงด้านพลังงานวัดจากสามรูปแบบ คือ ความมั่นคงด้านน้ำมัน ความมั่นคงด้านก๊าซธรรมชาติ และความยั่งยืนของระบบพลังงาน มีการสร้างแบบจำลองโดยใช้ Model for Energy Supply Strategy Alternatives and their General Environmental Impacts (MESSAGE) โดยแต่ละประเทศมีสองสถานการณ์คือ สถานการณ์อ้างอิงและสถานการณ์การเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานซึ่งให้ปี พ.ศ. 2550 เป็นปีฐานและให้ปี พ.ศ. 2573 เป็นช่วงปลายปีของการประเมินประสิทธิภาพการใช้พลังงานการศึกษาพบว่าประเทศศรีลังกามีนัยสำคัญของการเพิ่มความมั่นคงด้านพลังงานและมีผลประโยชน์ร่วมกับการลดการปลดปล่อย CO_2 ในประเทศและลดการใช้พลังงานหลัก ในกรณีของประเทศไทยและเวียดนามพบว่ามีความมั่นคงด้านพลังงานเพิ่มขึ้นในช่วงปี พ.ศ. 2550-2558 แต่ในช่วงปี พ.ศ. 2563-2573 ความมั่นคงด้านพลังงานในระยะยาวจะดำเนินมาตรการการประหยัดพลังงานเพียงอย่างเดียวคงจะไม่สามารถเพิ่มความมั่นคงด้านพลังงานได้

Winyuchakrit และคณะ [25] การศึกษานี้ได้นำเสนอความเป็นไปได้สำหรับประเทศไทยให้กลายเป็นสังคมคาร์บอนต่ำ (Low-carbon Society: LCS) ระเบียบวิธีการพัฒนาที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาการปล่อย CO_2 ในปัจจุบัน และระดับทางสังคมเศรษฐกิจในปี พ.ศ. 2573 ในการศึกษานี้มีการปล่อย CO_2 เพิ่มขึ้นบนพื้นฐานของ Business -as- Usual (BAU) ในปี พ.ศ. 2573 โดยไม่มีมาตรการการลดการปลดปล่อย CO_2 และในปี พ.ศ. 2573 ได้มีมาตรการด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ Climate Change Mitigation Measures (CM) สมมติฐานของความต้องการด้านเทคโนโลยีรวมทั้งศักยภาพในการลดการปล่อย CO_2

จากมาตรการสังคมคาร์บอนต่ำในช่วงปี พ.ศ. 2548-2573 และได้มีการนำเสนอด้านมาตรการ เช่น การกระจายตัวของเทคโนโลยีคาร์บอนต่ำในภาคที่อยู่อาศัย อาคารประหยัดพลังงาน อุตสาหกรรมประหยัดพลังงาน และการทดแทนน้ำมันเชื้อเพลิงในภาคขนส่ง โดยได้แสดงผลการปล่อย CO_2ในปี พ.ศ. 2548 เท่ากับ 185,983 $ktCO_2$ ภายใต้สถานการณ์ที่ไม่มีมาตรการการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (BAU scenario) ในปี พ.ศ. 2573 มีการปล่อย CO_2 เท่ากับ 563,730 $ktCO_2$ โดยใช้มาตรการการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศสามารถปล่อย CO_2 ลดลงประมาณร้อยละ 28.4 เมื่อเทียบกับสถานการณ์ BAU ปี พ.ศ. 2573 ถึง 403,642 $ktCO_2$

Watcharejyothin และ Shrestha [26] ทำการประเมินผลกระทบของการพัฒนาทรัพยากรพลังงานภายในกลุ่มประเทศลุ่มแม่น้ำโขง (Greater Mekong Sub-region: GMS) บนอุปทานพลังงานผสมต้นทุนระบบพลังงาน ความมั่นคงด้านพลังงาน และสิ่งแวดล้อมในช่วงปี พ.ศ. 2543-2578 จากการศึกษาพบว่าการพัฒนาทรัพยากรพลังงานที่มีอยู่อย่างจำกัดและการค้าภายในภูมิภาคจะลดค่าใช้จ่ายของระบบพลังงานร้อยละ 18 และจะลดการปล่อย CO_2โดยรวมร้อยละ 5 เมื่อเทียบกับกรณีฐาน จากทั้งหมดห้าประเทศยกเว้นประเทศพม่าจะได้รับประโยชน์จากการขยายตัวของทรัพยากรพลังงานในระดับภูมิภาค ในแง่ของการลดค่าใช้จ่ายในระบบพลังงานและสิ่งแวดล้อม การจัดเก็บภาษีของการลดการปล่อย CO_2 ในแต่ละประเทศร้อยละ 5 จากการศึกษาการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (GHG) มีความสอดคล้องกันภายใต้การพัฒนาทรัพยากรพลังงาน ในประเทศลุ่มแม่น้ำโขงมีการปรับปรุงความมั่นคงการใช้พลังงาน ลดการนำเข้าพลังงาน และการเพิ่มปริมาณการค้าพลังงานในภูมิภาค ผลรวมค่าใช้จ่ายของระบบพลังงานทั้งหมดอยู่ภายใต้กลยุทธ์การลดการปล่อย CO_2ร่วมกันทำให้มีค่าใช้จ่ายน้อยกว่าแบบเฉพาะเจาะจงในแต่ละประเทศ

Wangjiraniran และ คณะ [27] ศึกษาการสำรวจสถานการณ์ของพลังงานและการปล่อย GHG ที่แตกต่างกันด้วยภาพของโครงสร้างทางเศรษฐกิจของประเทศไทยในอนาคตถึงปี พ.ศ. 2573 ในสถานการณ์ที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเศรษฐกิจภายใต้นโยบายพลังงานปัจจุบัน สถานการณ์อ้างอิง (Reference Scenario: REF) คือการจำลองกิจกรรมทางเศรษฐกิจในอุตสาหกรรมและภาคการบริการที่พึ่งพาโครงสร้างปัจจุบัน รูปแบบที่มีอยู่ของนโยบายและแผนพลังงาน เช่น พลังงานหมุนเวียนและประสิทธิภาพพลังงาน โดยนำมาเปรียบเทียบกับสถานการณ์ทางเลือกโดยมีเป้าหมายของการปรับโครงสร้างพื้นฐานทางเศรษฐกิจ กรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเศรษฐกิจ (ECOS) คือ กิจกรรมในภาคเกษตรกรรมและภาคการบริการจะมีความสำคัญมากขึ้นในขณะที่กิจกรรมในภาคอุตสาหกรรมคงที่ โดยใช้แบบจำลองพลังงาน Long-range Energy Alternative Planning system (LEAP) ศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเศรษฐกิจในรูปแบบของการใช้พลังงาน และพลังงานที่เกี่ยวข้องกับการปล่อย GHG จากความแตกต่างของสองสถานการณ์

สถาบันเศรษฐศาสตร์พลังงานแห่งประเทศญี่ปุ่น (Institute of Energy Economic, Japan) ได้ใช้ 7 ตัวชี้วัดทำการวิเคราะห์ความมั่นคงพลังงานของประเทศฝรั่งเศส เยอรมัน สหราชอาณาจักร สหรัฐอเมริกา จีน ญี่ปุ่น และเกาหลีใต้ ตัวชี้วัดที่ใช้ในการศึกษานี้ คือ อัตราการพึ่งพิงแหล่งพลังงานขั้นต้นภายในประเทศ ความหลากหลายของแหล่ง (ประเทศ) นำเข้าพลังงาน ความหลากหลายของแหล่งพลังงาน การจัดการความเสี่ยงของการขนส่งพลังงาน การจัดการความเสี่ยงด้านพลังงานภายในประเทศ ระดับของการอนุรักษ์พลังงาน และการบริหารความเสี่ยงของการจัดหาพลังงาน [8]

เครือข่ายพลังงานทั่วโลกเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน (Global Network on Energy for Sustainable Development: GNESD) ได้ทำการวิเคราะห์ความมั่นคงด้านพลังงานของประเทศอาร์เจนตินา บราซิล เซเนกัล อินเดีย เคนยา แอฟริกาใต้ และไทย ทั้งระดับประเทศและครัวเรือน [4-7,14, 28-29] ในระดับชาติตัวชี้วัดที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วย สัดส่วนการนำเข้าพลังงานสุทธิ (Net Energy Import Ratio: NEIR) ซึ่งเป็นตัวชี้วัดที่แสดงให้เห็นถึงระดับการพึ่งพิงพลังงานจากภายนอก ดัชนี Shannon-Wiennier Index (SWI) และ ดัชนี Herfindhal-Hirshman (HHI) ซึ่งแสดงความหลากหลายของแหล่งพลังงาน อัตราการหมดสิ้นลงของแหล่งพลังงานฟอสซิลใช้ดัชนี Reserve to Production Ration (R/P ratio) ผลกระทบทางเศรษฐกิจของการนำเข้าพลังงานวัดโดยดัชนี Vulnerability Index I (ค่าใช้จ่ายการนำเข้าพลังงานต่อ GDP) และ Vulnerability Index II (ค่าใช้จ่ายการนำเข้าพลังงานต่อรายได้ที่เกิดจากการส่งออกทั้งหมด) ในระดับครัวเรือนได้ใช้ตัวชี้วัด 5 ตัวในการวิเคราะห์ความมั่นคงด้านพลังงาน ประกอบด้วย ค่าใช้จ่ายในครัวเรือนในการใช้พลังงานและเชื้อเพลิงโดยแยกตามกลุ่มรายได้ และการเข้าถึงไฟฟ้าและเชื้อเพลิงที่ใช้สำหรับการปรุงอาหาร [29]