

บทที่ 3 การดำเนินงานวิจัย

การศึกษาวิจัยนี้เป็นการศึกษาความมั่นคงด้านพลังงานของประเทศไทย โดยทำการศึกษาตัวชี้วัดและศึกษาภาพฉายพลังงานในอนาคตและทำการประเมิน วิเคราะห์ความมั่นคงด้านพลังงานโดยขอบเขตของการศึกษาคือทำการประเมินความมั่นคงด้านพลังงานของประเทศไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2555-2573 ภายใต้ภาพฉายความต้องการพลังงานในอนาคตจำนวน 3 ภาพฉาย ได้แก่ กรณีฐาน (Business-as-Usual: BAU) กรณีสังคมคาร์บอนต่ำ (Low Carbon Society: LCS) และกรณีการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจสูงและทางเลือกที่มีต้นทุนต่ำที่สุด (High Economic Growth and Least Cost Option: HEG&LC) โดยมีรายละเอียดวิธีการดำเนินงาน และข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยดังนี้

3.1 วิธีการดำเนินงานวิจัย

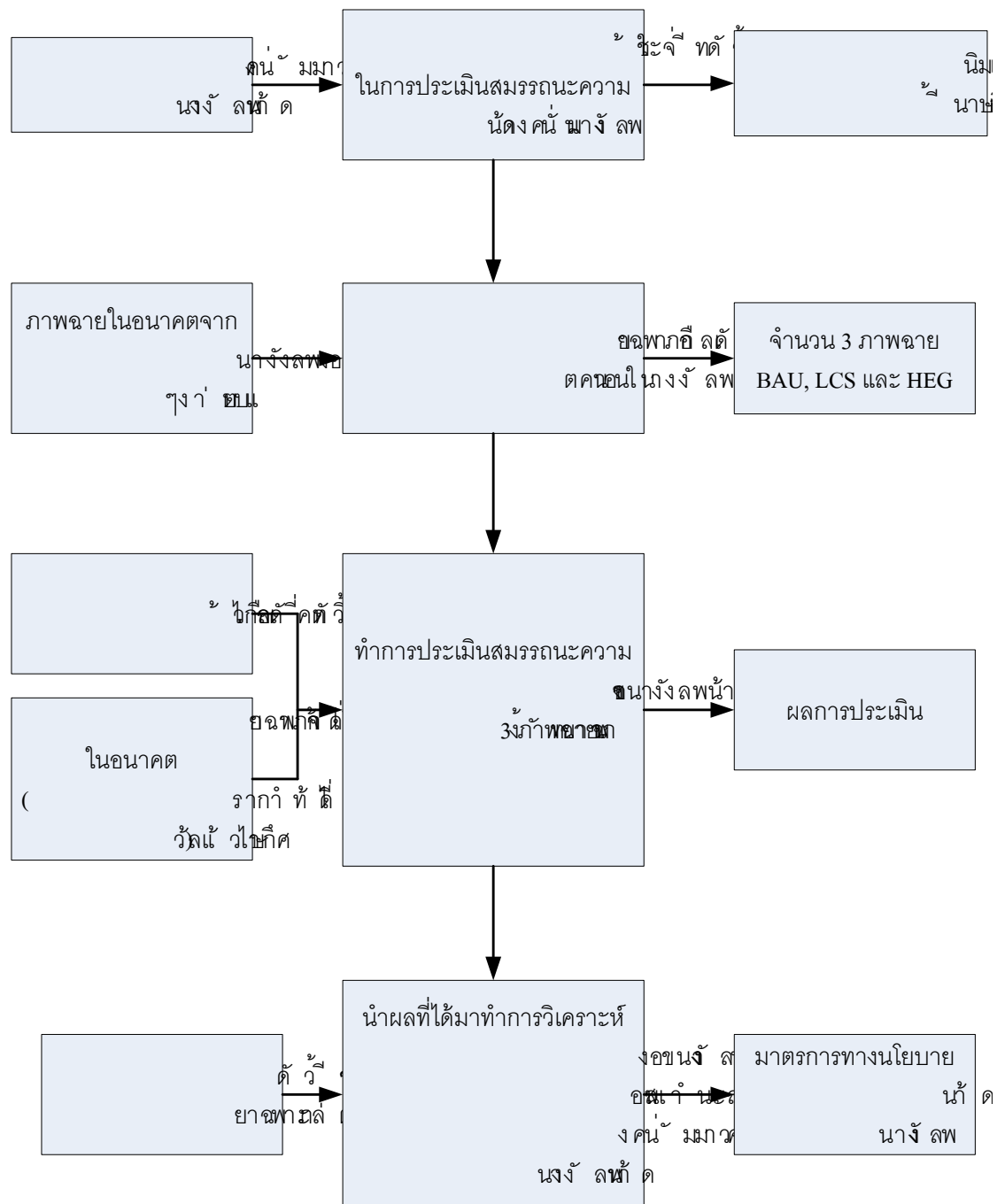
การศึกษาวิจัยนี้ได้แบ่งขั้นตอนการดำเนินงานออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังแสดงในรูปที่ 3.1 และมีรายละเอียดของแต่ละขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษานิยามและตัวชี้วัดความมั่นคงด้านพลังงาน ดังนี้

1. ศึกษานิยามของความมั่นคงด้านพลังงานทั้งของประเทศไทยและนานาชาติ และศึกษาตัวชี้วัดเชิงปริมาณที่ใช้ในการประเมินความมั่นคงด้านพลังงาน โดยศึกษาจากบทความทางวิชาการ และข้อมูลงานวิจัยต่างๆในประเทศไทย และต่างประเทศที่เกี่ยวกับการประเมินความมั่นคงทางด้านพลังงาน พร้อมทั้งศึกษาทฤษฎีต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้เป็นแนวทางในการศึกษา
2. คัดเลือกตัวชี้วัดที่มีความเหมาะสมกับประเทศไทย และสามารถหาข้อมูลมาทำการคำนวณเชิงปริมาณได้

ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาภาพฉายพลังงานจากแบบจำลองพลังงานที่ได้มีการศึกษาไว้แล้ว ดังนี้

1. ศึกษาภาพฉายในอนาคตจากแบบจำลองพลังงานแบบต่างๆ ที่ได้มีการศึกษาไว้ และศึกษาเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองพลังงานต่างๆ
2. ทำการคัดเลือกภาพฉายพลังงานในอนาคตจำนวนสามภาพฉาย ได้แก่
 - (1) กรณีฐาน (BAU) [16]
 - (2) กรณีสังคมคาร์บอนต่ำ (LCS) [31]
 - (3) กรณีการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจสูงและทางเลือกที่มีต้นทุนต่ำที่สุด (HEG&LC) [18]



รูปที่ 3.1 ระเบียบวิธีการวิจัย

ขั้นตอนที่ 3 ทำการประเมินสมรรถนะความมั่นคงด้านพลังงาน ดังนี้

1. นำตัวชี้วัดที่คัดเลือกไว้ และข้อมูลที่ได้จากภาพฉายในอนาคตมาทำการคำนวณตามตัวชี้วัดแต่ละตัวของภาพฉายทั้ง 3 ภาพฉาย
2. วิเคราะห์ผลการคำนวณของแต่ละตัวชี้วัด และทำการเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการศึกษาที่ผ่านมา และทำการประเมินความมั่นคงด้านพลังงาน

ขั้นตอนที่ 4 วิเคราะห์ความมั่นคงด้านพลังงานของแต่ละภาพฉาย และนำเสนอมาตรการทางนโยบายความมั่นคงด้านพลังงาน ดังนี้

1. นำผลที่ได้จากประเมินมาทำการวิเคราะห์ความมั่นคงด้านพลังงานของแต่ละภาพฉาย และนำเสนอมาตรการทางนโยบายความมั่นคงด้านพลังงาน
2. สรุปผลการวิจัย ข้อเสนอแนะ และจัดทำรายงานโครงการการศึกษาวิจัย

3.2 ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

ในการประเมินตัวชี้วัดความมั่นคงด้านพลังงานของประเทศไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2555-2573 โดยอาศัยผลจากการศึกษาการคาดการณ์การใช้พลังงานของประเทศไทยสามารถช่วยให้คาดการณ์สถานการณ์ความมั่นคงของประเทศไทยในอนาคตได้ ในการศึกษานี้ได้ศึกษาและทำการเปรียบเทียบจากกรณีฐาน (BAU) กรณีสังคมคาร์บอนต่ำ (LCS) และกรณีการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจสูงและทางเลือกที่มีต้นทุนต่ำที่สุด (HEG&LC)

3.2.1 กรณีฐาน [28]

การศึกษานี้ทำการศึกษาโดย ศูนย์วิจัยพลังงานแห่งเอเชีย-แปซิฟิก (APEREC) แห่งสถาบันเศรษฐศาสตร์พลังงาน ประเทศญี่ปุ่น (IEEJ) โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อพยากรณ์ความต้องการพลังงานและการจัดหาพลังงานของกลุ่มประเทศเอเชีย-แปซิฟิกในช่วงปี พ.ศ. 2553-2578 ภายใต้กรณีฐาน (Business-as-Usual: BAU) และกรณีทางเลือก (Alternative Case) ทั้งสองกรณีใช้ปี พ.ศ. 2553 เป็นปีฐาน การศึกษานี้ใช้แบบจำลองทางเศรษฐกิจ (IEEJ Model) ร่วมกับแบบจำลอง Long-range Energy Alternatives Planning System (LEAP) จากการศึกษาพบว่าการใช้พลังงานขั้นต้นของประเทศไทยภายใต้กรณี BAU มีการเพิ่มขึ้นจาก 117.4 Mtoe ในปี พ.ศ. 2553 เป็น 182 Mtoe ในปี พ.ศ. 2573 น้ำมันยังคงเป็นแหล่งพลังงานหลักของประเทศในปี พ.ศ. 2573 ซึ่งคิดเป็น 82 Mtoe ของแหล่งพลังงานทั้งหมด ตามด้วยก๊าซธรรมชาติ (43 Mtoe) ถ่านหิน (23 Mtoe) ไฟฟ้าพลังน้ำ (8.5 Mtoe) และ

นิวเคลียร์ (3.9 Mtoe) ผลการศึกษาของภาพฉายกรณี BAU ได้แสดงไว้ดังตารางที่ 3.1 ซึ่งจะนำไปใช้ในการคำนวณตัวชี้วัดความมั่นคงด้านพลังงานระหว่างปี พ.ศ. 2555-2573 สำหรับสถานการณ์กรณี BAU

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลสำหรับภาพฉายพลังงานในสถานการณ์กรณี BAU [31]

พารามิเตอร์ทางสังคม เศรษฐกิจ และพลังงาน	หน่วย	2555	2558	2563	2568	2573
ประชากร	ล้านคน	69.8	70.9	72.1	72.9	73.3
GDP ณ ราคาคงที่ปี 2531	พันล้านบาท	5,007	5,519	6,492	7,636	8,982
รวมการใช้พลังงานขั้นต้น	Mtoe	111.9	122.5	141.2	161.4	181.6
การผลิตน้ำมันในประเทศ	Mtoe	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1
การผลิตก๊าซธรรมชาติในประเทศ	Mtoe	23.1	23.9	21.8	18.3	23.7
การผลิตถ่านหินในประเทศ	Mtoe	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2
พลังงานน้ำในประเทศ	Mtoe	1.3	1.8	3.3	4	4.6
พลังงานทดแทนในประเทศ	Mtoe	22.9	25.6	30.5	33.6	35.3
พลังงานนิวเคลียร์ในประเทศ	Mtoe	0	0	0	0	3.9
การนำเข้าน้ำมัน	Mtoe	36.9	40.8	49.3	59.5	69.7
การนำเข้าก๊าซธรรมชาติ	Mtoe	5.2	7	11.2	20	19.3
การนำเข้าถ่านหิน	Mtoe	10.9	12.3	14.9	17.2	17.6
การนำเข้าพลังงานน้ำ	Mtoe	0.7	1.2	2.6	3.3	3.9

3.2.2 กรณีสังคมคาร์บอนต่ำ [32]

การศึกษานี้นำเสนอการพยากรณ์การใช้พลังงานของประเทศไทยระหว่างปี พ.ศ. 2548-2573 โดยใช้แบบจำลองพลังงาน Extended Snapshot Tool (ExSS) สมมติฐานที่ใช้สำหรับกรณี LCS คืออัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยของ GDP คือ ร้อยละ 3.8 สำหรับภาพฉายนี้ได้ทำการพิจารณานโยบายพลังงานที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน รวมถึงมาตรการด้านการอนุรักษ์พลังงาน การเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานและแผนพัฒนาการผลิตไฟฟ้า (PDP 2010) เนื่องจากวัตถุประสงค์หลักของภาพฉายนี้มุ่งไปที่เส้นทางการไปสู่สังคมคาร์บอนต่ำ ดังนั้นจึงได้มีการเพิ่มมาตรการต่างๆ เพื่อลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เข้าไปโดยพิจารณาจากโครงการที่มีประสิทธิผลทางการลงทุน ผลการศึกษา

พบว่าประเทศไทยสามารถลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลงร้อยละ 42 และลดการใช้พลังงานลงร้อยละ 31 ในปี พ.ศ. 2573 แหล่งพลังงานของภาพฉายกรณี LCS ในปี พ.ศ. 2573 จะเป็น น้ำมัน 49 Mtoe พลังงานหมุนเวียน 41 Mtoe ก๊าซธรรมชาติ 28.3 Mtoe ถ่านหิน 27.5 Mtoe ไฟฟ้าพลังน้ำ 12 Mtoe และพลังงานนิวเคลียร์ 4 Mtoe ผลการศึกษาของภาพฉายกรณี LCS ได้แสดงไว้ดังตารางที่ 3.2 ซึ่งจะนำไปใช้ในการคำนวณตัวชี้วัดความมั่นคงด้านพลังงานระหว่างปี พ.ศ. 2555-2573 สำหรับสถานการณ์กรณี LCS

ตารางที่ 3.2 ข้อมูลสำหรับภาพฉายพลังงานในสถานการณ์กรณี LCS [32]

พารามิเตอร์ทางสังคม เศรษฐกิจ และพลังงาน	หน่วย	2555	2558	2563	2568	2573
ประชากร	ล้านคน	63	64	66	67	69
GDP ณ ราคาคงที่ปี 2531	พันล้านบาท	6,709	8,077	10,226	12,375	14,523
รวมการใช้พลังงานขั้นต้น	Mtoe	96	106	122	139	156
การผลิตน้ำมันในประเทศ	Mtoe	3.6	0.6	0	0	0
การผลิตก๊าซธรรมชาติในประเทศ	Mtoe	20.9	21.6	22.9	0	0
การผลิตถ่านหินในประเทศ	Mtoe	5.1	5.4	5.9	6.5	7.2
พลังงานน้ำในประเทศ	Mtoe	2	3	4.1	5.4	6.6
พลังงานทดแทนในประเทศ	Mtoe	19.7	23.3	29.1	34.8	40.6
พลังงานนิวเคลียร์ในประเทศ	Mtoe	0	0	0.7	2.6	4
การนำเข้าน้ำมัน	Mtoe	26.7	36.8	41.2	45.1	48.9
การนำเข้าก๊าซธรรมชาติ	Mtoe	2.3	2.4	2.5	26.9	28.3
การนำเข้าถ่านหิน	Mtoe	10.9	12.6	15.2	17.8	20.3
การนำเข้าพลังงานน้ำ	Mtoe	0.7	1.7	2.8	4.1	5.3

3.2.3 กรณีการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจสูงและทางเลือกที่มีต้นทุนต่ำที่สุด [27]

การศึกษานี้นำเสนอการพยากรณ์การใช้พลังงานของประเทศไทยระหว่างปี พ.ศ. 2543-2578 ภายใต้สมมติฐานการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจสูง โดยใช้อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยของ GDP เท่ากับร้อยละ 5.1 ต่อปีตลอดในช่วงปีที่ทำการศึกษา แบบจำลองพลังงานที่ใช้คือ MARKAL (MARKet Allocation) ซึ่งให้ทางเลือกที่มีต้นทุนต่ำสุดของระบบพลังงานภายใต้การเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจที่คาดการณ์ไว้

จากการศึกษาพบว่าในปี พ.ศ. 2573 มีการใช้พลังงานขั้นต้น 307 Mtoe และแหล่งพลังงานหลักจะเป็น ถ่านหิน 152 Mtoe น้ำมัน 74 Mtoe พลังงานหมุนเวียน 31 Mtoe และก๊าซธรรมชาติ 30 Mtoe สำหรับ พลังงานนิวเคลียร์ 14 Mtoe และไฟฟ้าพลังน้ำ 6.5 Mtoe ผลการศึกษาของภาพฉายกรณี HEG&LC ได้ แสดงไว้ดังตารางที่ 3.3 ซึ่งจะนำไปใช้ในการคำนวณตัวชี้วัดความมั่นคงด้านพลังงานระหว่างปี พ.ศ. 2555-2573 สำหรับกรณีภาพฉายพลังงานนี้

ตารางที่ 3.3 ข้อมูลสำหรับภาพฉายพลังงานในสถานการณ์กรณี HEG&LC [27]

พารามิเตอร์ทางสังคม เศรษฐกิจ และพลังงาน	หน่วย	2555	2558	2563	2568	2573
ประชากร	ล้านคน	63	64	65	65	66
GDP ณ ราคาคงที่ปี 2531	พันล้านบาท	4,633	5,375	6,884	8,817	11,128
รวมการใช้พลังงานขั้นต้น	Mtoe	131	150	194	246	307
การผลิตน้ำมันในประเทศ	Mtoe	2.2	1.4	1.4	1.4	1.4
การผลิตก๊าซธรรมชาติในประเทศ	Mtoe	20.1	12.1	7.4	5	2.5
การผลิตถ่านหินในประเทศ	Mtoe	6.3	6.9	8.2	9.1	9.5
พลังงานน้ำในประเทศ	Mtoe	3.5	6.5	6.5	6.5	6.5
พลังงานทดแทนในประเทศ	Mtoe	26	33	35	36	31
พลังงานนิวเคลียร์ในประเทศ	Mtoe	0	0	7	10	14
การนำเข้าน้ำมัน	Mtoe	32	39	50	59	73
การนำเข้าก๊าซธรรมชาติ	Mtoe	20	29	29	26	27
การนำเข้าถ่านหิน	Mtoe	18	22	50	93	142
การนำเข้าพลังงานน้ำ	Mtoe	2	5	5	5	5

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

เนื่องจากยังไม่มีคำนิยามทางด้านความมั่นคงพลังงานที่ยอมรับอย่างกว้างขวางและเป็นสากล ดังนั้น ในการศึกษาวิจัยนี้จึงได้เลือกตัวชี้วัดที่ใช้ในการประเมินความมั่นคงทางด้านพลังงานที่ระบุไว้ได้ กฎเกณฑ์ทั่วไปของความมั่นคงด้านพลังงานและตัวชี้วัดที่สามารถระบุเชิงปริมาณได้และมีการ คัดเลือกตัวชี้วัดจากการเปรียบเทียบกับผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งส่วนใหญ่จะใช้ตัวชี้วัดเหล่านี้ในการ ประเมินความมั่นคงด้านพลังงานจึงส่งผลให้มี

ตัวชี้วัดทั้งหมด 11 ตัวชี้วัด ซึ่งระบุไว้ในสมการที่ 3.1-3.11 โดยตัวชี้วัดทั้ง 11 ตัวเหล่านี้สามารถจัดกลุ่มออกเป็น 4 กลุ่มหลัก ได้แก่

1. ความต้องการพลังงาน แสดงให้เห็นถึงความเข้มข้นการใช้พลังงาน (การใช้พลังงานต่อจีดีพี) การใช้พลังงานต่อหัว
2. ด้านการจัดหาแหล่งพลังงาน ได้แก่ ตัวชี้วัดความหลากหลายของการจัดหาทรัพยากร หรือ Shannon-Wiener (SWI)
3. มิติด้านสิ่งแวดล้อม ได้แก่ Non carbon incentive fuel portfolio (NCFP) และปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์
4. ตลาดพลังงาน ได้แก่ ตัวชี้วัดการนำเข้าพลังงาน และการพึ่งพาการนำเข้าพลังงานสุทธิ (NEID)

กลุ่มตัวชี้วัดเหล่านี้สามารถสะท้อนให้เห็นถึงระดับของความมั่นคงด้านพลังงานของระบบพลังงานโดยรวม และกลุ่มตัวชี้วัดดังกล่าวข้างต้นจะช่วยให้สามารถกำหนดนโยบายในการประเมินความมั่นคงด้านพลังงาน นโยบายพลังงาน และอื่นๆ

3.3.1 สมการและความหมายของตัวชี้วัดที่ใช้ในการประเมินความมั่นคงด้านพลังงาน

ความเข้มข้นการใช้พลังงาน (EI) เป็นตัวชี้วัดที่แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพการใช้พลังงานของระบบเศรษฐกิจ สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$EI = \frac{TPES}{GDP} \quad (3.1)$$

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

ความเข้มข้นการใช้น้ำมัน (OI) เป็นตัวชี้วัดทางประสิทธิภาพการใช้พลังงานของระบบเศรษฐกิจ เช่นเดียวกับ EI แต่ตัวชี้วัดมุ่งเน้นเฉพาะเจาะจงที่แหล่งพลังงานประเภทน้ำมันเพียงอย่างเดียว สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$OI = \frac{\text{Oil Consumption}}{\text{GDP}} \quad (3.2)$$

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

การใช้พลังงานต่อหัว (Energy Use Per Capita) แสดงให้เห็นถึงการใช้พลังงานขั้นต้นรวมทั้งหมดของประเทศต่อประชากร สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$\text{Energy use per capita} = \frac{\text{TPES}}{\text{pop}} \quad (3.3)$$

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

การใช้น้ำมันต่อหัว (Oil Use Per Capita) แสดงให้เห็นถึงการใช้พลังงานขั้นต้นรวมทั้งหมดของประเทศต่อประชากร สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$\text{Oil use per capita} = \frac{\text{OC}}{\text{pop}} \quad (3.4)$$

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

อัตราส่วนการผลิตปริมาณสำรอง (Reserve to Production Ratio: RPR) เป็นตัวชี้วัดที่แสดงให้เห็นถึงการประมาณการณ์ของแหล่งสำรองพลังงานและการจัดหาพลังงาน สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$RPR = \frac{\text{Proven reserve of fuel}_i}{\text{Domestic production of fuel}_i} \quad (3.5)$$

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

$$SWI = \sum S_i \times \ln(S_i) \quad (3.6)$$

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

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

$$NCFP = \frac{((\text{Hydro PED}) + (\text{Nuclear PED}) + (\text{NRE PED}))}{\text{TPED}} \quad (3.7)$$

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

$$CO_2 = \sum_{i=1}^n EFCO_2 \times EC_i \quad (3.8)$$

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

การปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหัว ตัวชี้วัดนี้ทำการคำนวณจากการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมดต่อจำนวนประชากรของประเทศ สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$\frac{CO_2}{Capita} = \frac{\text{Total } CO_2 \text{ Emissions}}{pop} \quad (3.9)$$

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

การนำเข้าพลังงาน เป็นการคำนวณจากปริมาณการนำเข้าพลังงานจากแหล่งต่างๆ ต่อการจัดหาพลังงานขั้นต้นรวมทั้งหมด สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$\sum_{i=1}^n \frac{IM_i}{TPES} \quad (3.10)$$

เมื่อ IM_i = การนำเข้าเชื้อเพลิงชนิด i (Mtoe)
 $TPES$ = ผลรวมของการจัดหาพลังงานขั้นต้น (Mtoe)

การพึ่งพาการนำเข้าพลังงานสุทธิ (Net Energy Import Dependency: NEID) คือสัดส่วนของการนำเข้าพลังงานซึ่งพิจารณาในประเด็นความหลากหลายของเชื้อเพลิงที่นำเข้า สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$NEID = \frac{\sum_i m_i p_i \ln p_i}{\sum_i p_i \ln p_i} \quad (3.11)$$

เมื่อ $NEID$ = การพึ่งพาการนำเข้าพลังงานสุทธิ (%)
 m_i = ส่วนแบ่งในการนำเข้าสุทธิของพลังงาน i (%)
 p_i = ผลรวมส่วนแบ่งในการจัดหาพลังงานหลัก (TPES) ของพลังงาน i (%)