การฝึกอบรมแนวทางการกำหนดค่าการใช้พลังงานจำเพาะฐาน (SEC Baseline) สำหรับกลุ่มอาคารและโรงงานควบคุมที่มีการใช้พลังงานสูง

โครงการเตรียมความพร้อมด้านกลไกตลาด

เพื่อสนับสนุนการลดก๊าซเรือนกระจก (PMR)

CS-8 : การประเมินระบบการจัดการพลังงานของโรงงาน/อาคารควบคุม

และปรับปรุงค่า SEC สำหรับ 11 กลุ่ม

โดย

บริษัท ไบร์ท แมเนจเม้นท์ คอนซัลติ้ง จำกัด

BRIGHT
management consulting
company limited

หัวข้อบรรยาย

1. แนวทางการใช้และวิเคราะห์ค่าดัชนีการใช้พลังงาน (SEC) และตัวอย่างการกำหนดค่าดัชนีชี้วัดการใช้พลังงานจำเพาะ (SEC) ในระดับสากลสำหรับภาคอาคารธุรกิจและภาคอุตสาหกรรม

2. แนวทางการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับวิเคราะห์ค่าดัชนีชี้วัดการใช้พลังงาน (SEC) สำหรับภาคอาคารธุรกิจและภาคอุตสาหกรรมของกลุ่มเป้าหมาย

BRIGHT
management consulting
company limited

แนวทางการใช้และวิเคราะห์ค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะฐาน (SEC) และ ตัวอย่างการกำหนดค่าดัชนีชี้วัดการใช้พลังงานจำเพาะฐาน (SEC) ในระดับสากลสำหรับภาคอาคารธุรกิจและภาคอุตสาหกรรม

BRIGHT
management consulting
company limited

ดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพการใช้พลังงาน
(Energy Performance Indicators, EnPI)

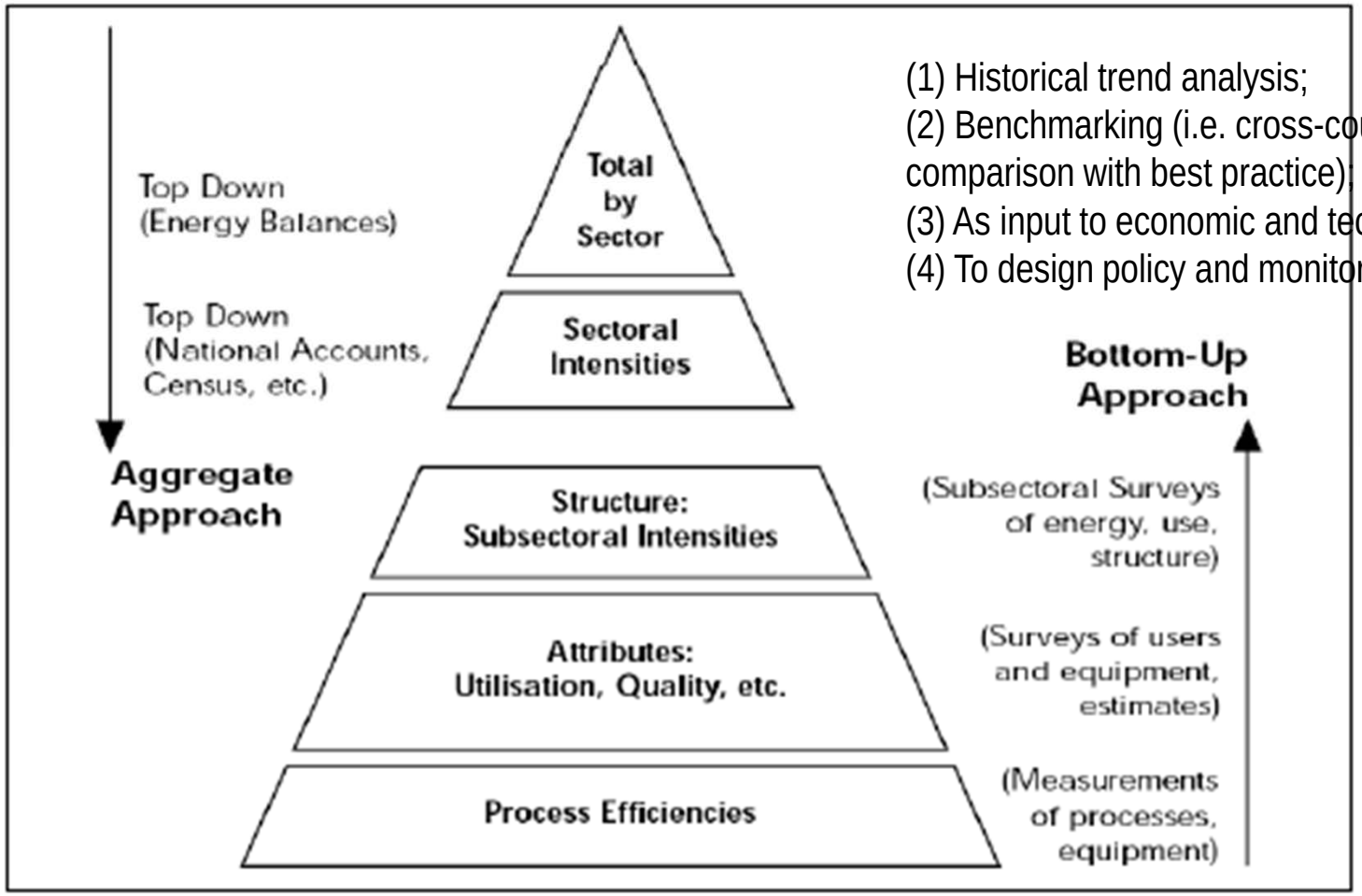
ดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพการใช้พลังงาน เป็นเครื่องมือในการประเมินประสิทธิภาพของการใช้พลังงานและเพื่อการเปรียบเทียบถึงประสิทธิภาพของการใช้พลังงานในระดับต่างๆ เช่น ระดับอุปกรณ์ ระดับโรงงาน หรือ กลุ่มอุตสาหกรรม เป็นต้น เพื่อใช้ในการหาหนทางเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานให้สูงขึ้น

ประโยชน์ของดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพการใช้พลังงาน

- เข้าใจถึงการใช้พลังงานได้อย่างถูกต้องเพื่อหาแนวทางปรับปรุง
- สามารถระบุถึงเหตุการณ์ที่ไม่ปกติจากระดับพลังงาน
- เข้าใจถึงมาตรการที่จะเพิ่มประสิทธิภาพได้ง่าย

BRIGHT
management consulting
company limited

ดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพการใช้พลังงาน
(Energy Performance Indicators, EnPI)



(1) Historical trend analysis;
(2) Benchmarking (i.e. cross-country comparisons or comparison with best practice);
(3) As input to economic and technological models.
(4) To design policy and monitor progress overtime;

Source: Energy Efficiency Indicators - Best practice and potential use in developing country policy making

ISO 50001 กับดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพการใช้พลังงาน

4.4.3 – Conduct an energy review

- Analyze energy use and consumption
- Identify areas of significant use
- Identify and prioritize opportunities for improvement

4.4.4 – Establish an energy baseline year

- Period for which reliable data is available
- Identification of a period prior to beginning energy improvements
- Determination of when active energy management began
- Satisfaction of stakeholder and/or certification body mandates

4.4.5 – Identify EnPIs for monitoring performance

4.4.6 – Establish objectives, targets and action plans

BRIGHT
management consulting
company limited

ค่าพลังงานฐานและค่าพลังงานเปรียบเทียบ

1. ค่าพลังงานฐาน (Baselining) เป็นค่าที่ใช้ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้พลังงานในปีอื่นๆ (over time) กับปีที่เลือกเป็นปีฐานเพื่อใช้ในการติดตามดูการเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงานเมื่อมีการปรับปรุง

2. ค่าพลังงานเปรียบเทียบ (Benchmarking) เป็นค่าที่ใช้ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้พลังงานกับค่าเฉลี่ย (average) หรือค่าที่ดีที่สุด (best practice) เมื่อเทียบกับโรงงานอื่นๆ ที่อยู่ในกลุ่มเดียวกัน ทั้งในประเทศและต่างประเทศ

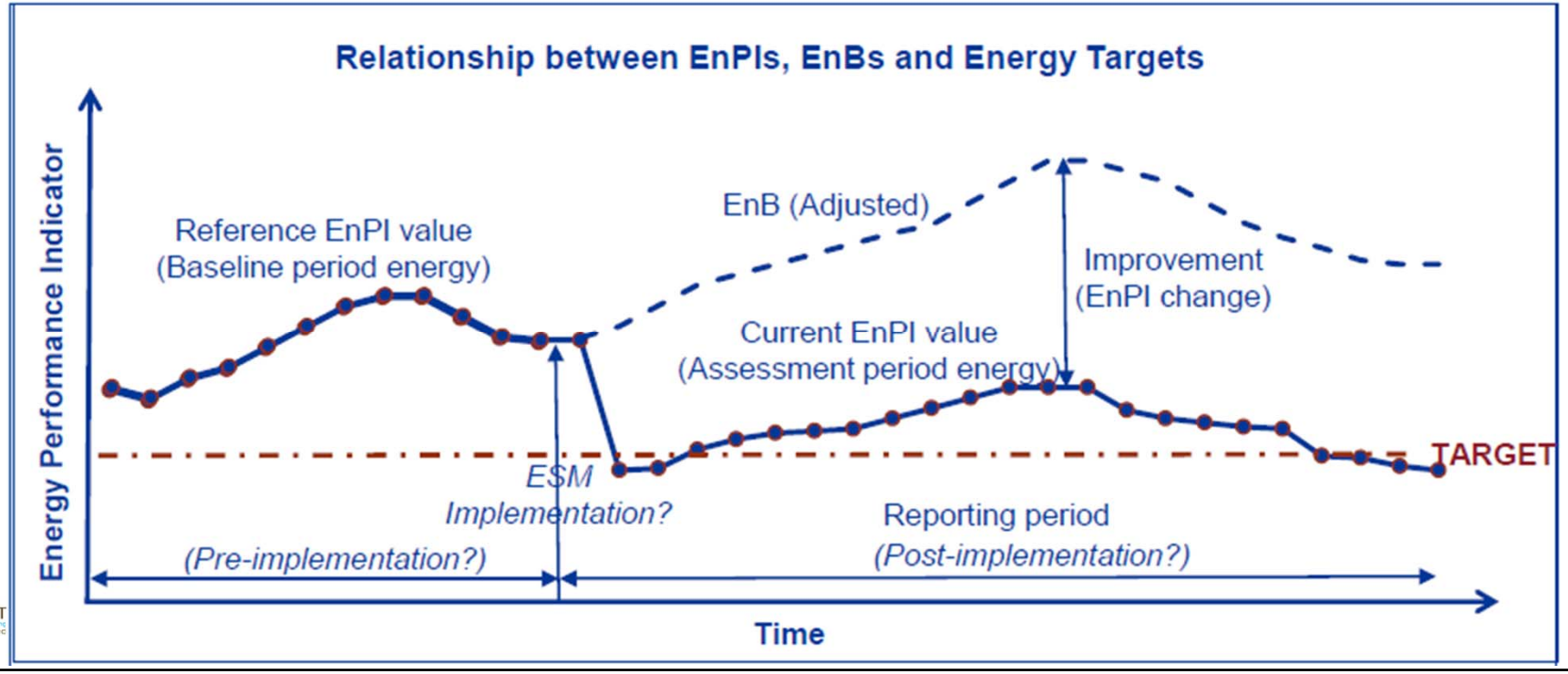
Baseline vs. Benchmark
The terms baseline and benchmark are often used interchangeably; however, subtle but important distinctions exist between the two terms.

BRIGHT
management consulting
company limited

ดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพพลังงาน

- Energy Performance Indicators (EnPIs) are used **to quantify the energy performance** of the whole organization or its various parts.

- Energy Baselines (EnBs) are **quantitative references** used to compare EnPI values over time and to quantify changes in energy performance.



ดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพการใช้พลังงาน

1. ค่าความเข้มของการใช้พลังงาน (Energy Intensity) คือ อัตราส่วนของปริมาณพลังงานที่ใช้ต่อผลของกิจกรรม (Output) ที่ใช้พลังงานนั้นๆ และโดยทั่วไปมักวัดผลของกิจกรรมการใช้พลังงานนั้นเป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ ซึ่งจะเหมาะสมกับการประเมินประสิทธิภาพพลังงานในระดับกลุ่มที่มีข้อจำกัดที่ไม่สามารถนำปริมาณมารวมได้โดยตรง ตัวอย่างเช่น การใช้มูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวม (Gross Domestic Product, GDP) เป็นตัววัดผลของกิจกรรมการใช้พลังงาน และแสดงค่า ความเข้มของการใช้พลังงาน (Energy Intensity) ทั้งหมดหรือของภาคอุตสาหกรรมในแต่ละกลุ่มอุตสาหกรรมย่อย

$$EI = \frac{\Sigma E}{\Sigma S}$$

EI = ค่าความเข้มของการใช้พลังงาน

ΣE = ผลรวมของพลังงานที่ใช้ทั้งหมดในกลุ่ม

ΣS = ผลรวมของ Outputs ทั้งหมดในกลุ่ม

เป็นดัชนีที่มองในเชิงเศรษฐศาสตร์ ไม่ได้มองในเชิงเทคนิค

หน่วย: ktoe/พันล้านบาท

BRIGHT management consulting company limited

ประสิทธิภาพพลังงานกับความเข้มพลังงาน

ประสิทธิภาพพลังงาน (Efficiency) หมายถึง ปริมาณผลผลิตที่ได้ต่อหนึ่งหน่วยของพลังงานที่ใช้

Efficiency = Output/unit of energy

ความเข้มพลังงาน (Energy Intensity) หมายถึง ปริมาณพลังงานที่ใช้ต่อหนึ่งหน่วยของผลผลิตที่ได้

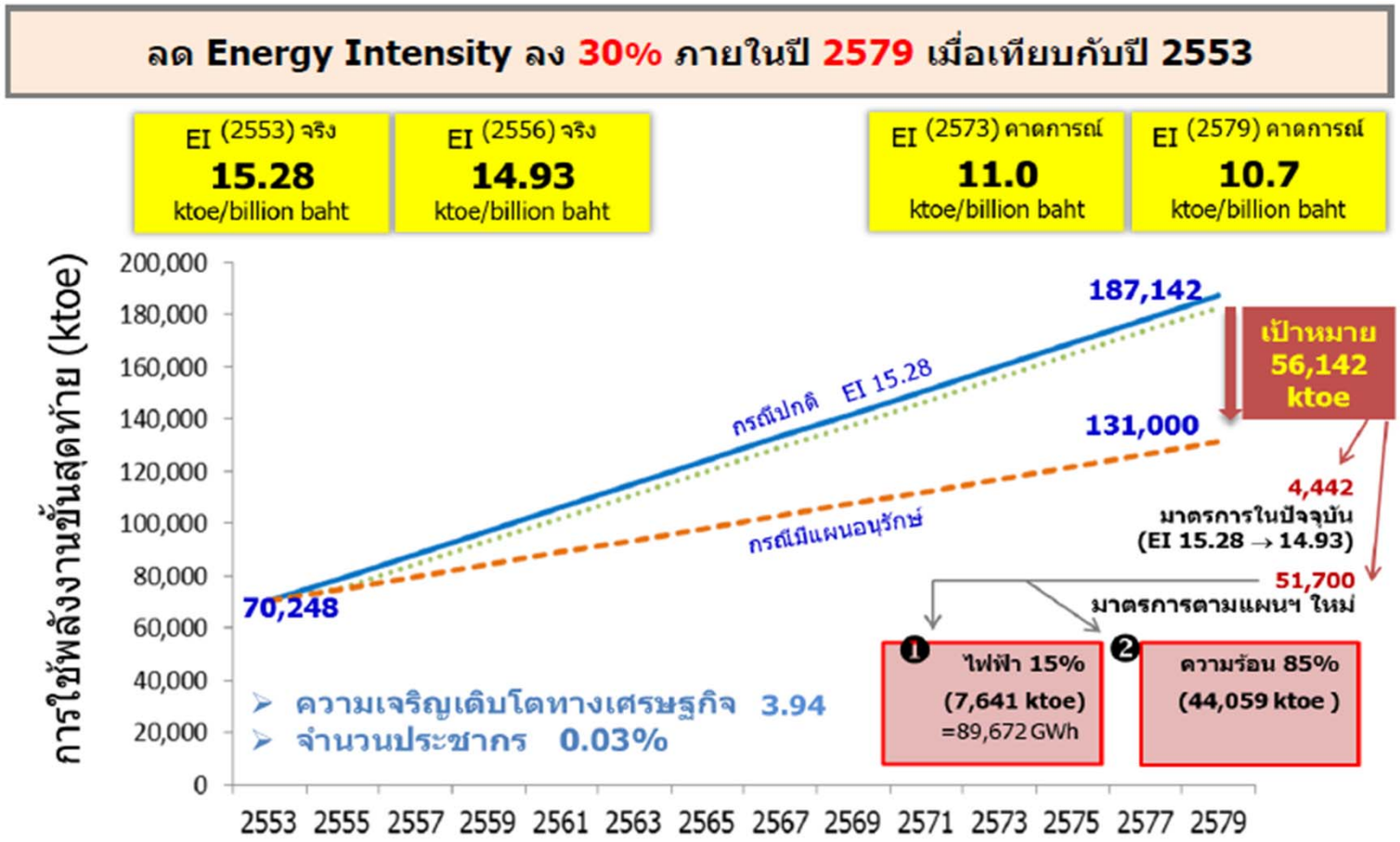
Energy Intensity = Energy use/unit of output

BRIGHT
management consulting
company limited

ค่าความเข้มของการใช้พลังงาน (Energy Intensity) ของประเทศไทย

ที่มา: รายงานสถิติพลังงานของประเทศไทย 2558 สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน

ค่าความเข้มของการใช้พลังงาน (Energy Intensity) ของประเทศไทย



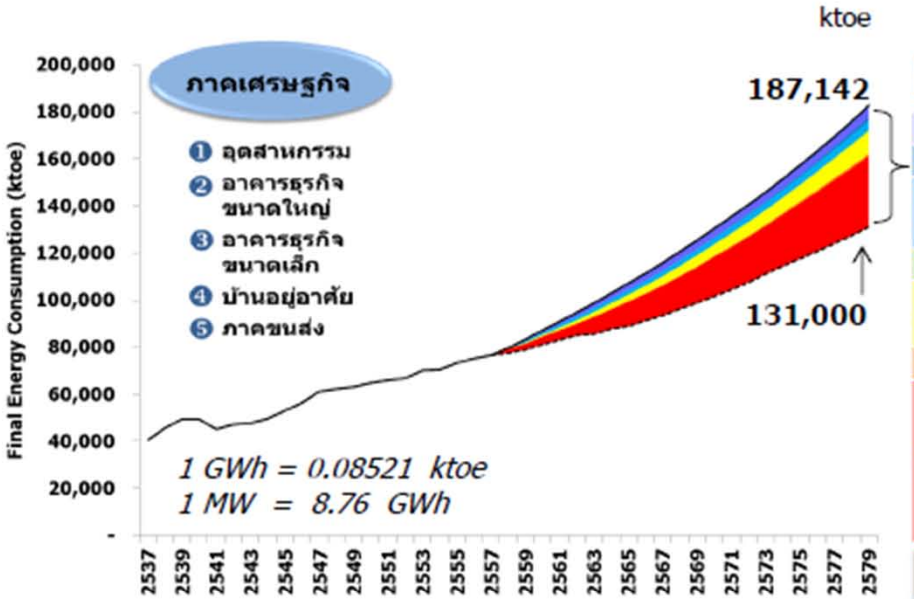
ที่มา: แผนการอนุรักษ์พลังงาน 2558 (2558-2579)

ค่าความเข้มของการใช้พลังงาน (Energy Intensity) ของประเทศไทย

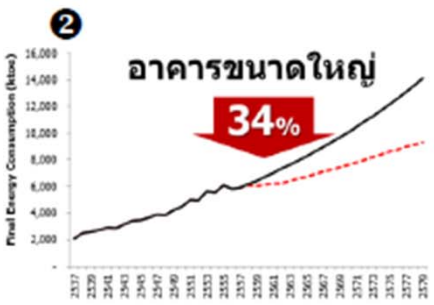
สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน
กระทรวงพลังงาน

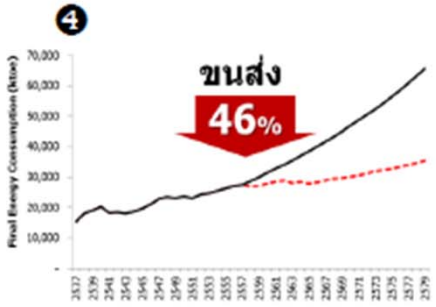
10 มาตรการ 4 กลุ่มเศรษฐกิจ

5. มาตรการและเป้าหมายแผนอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2558-2579



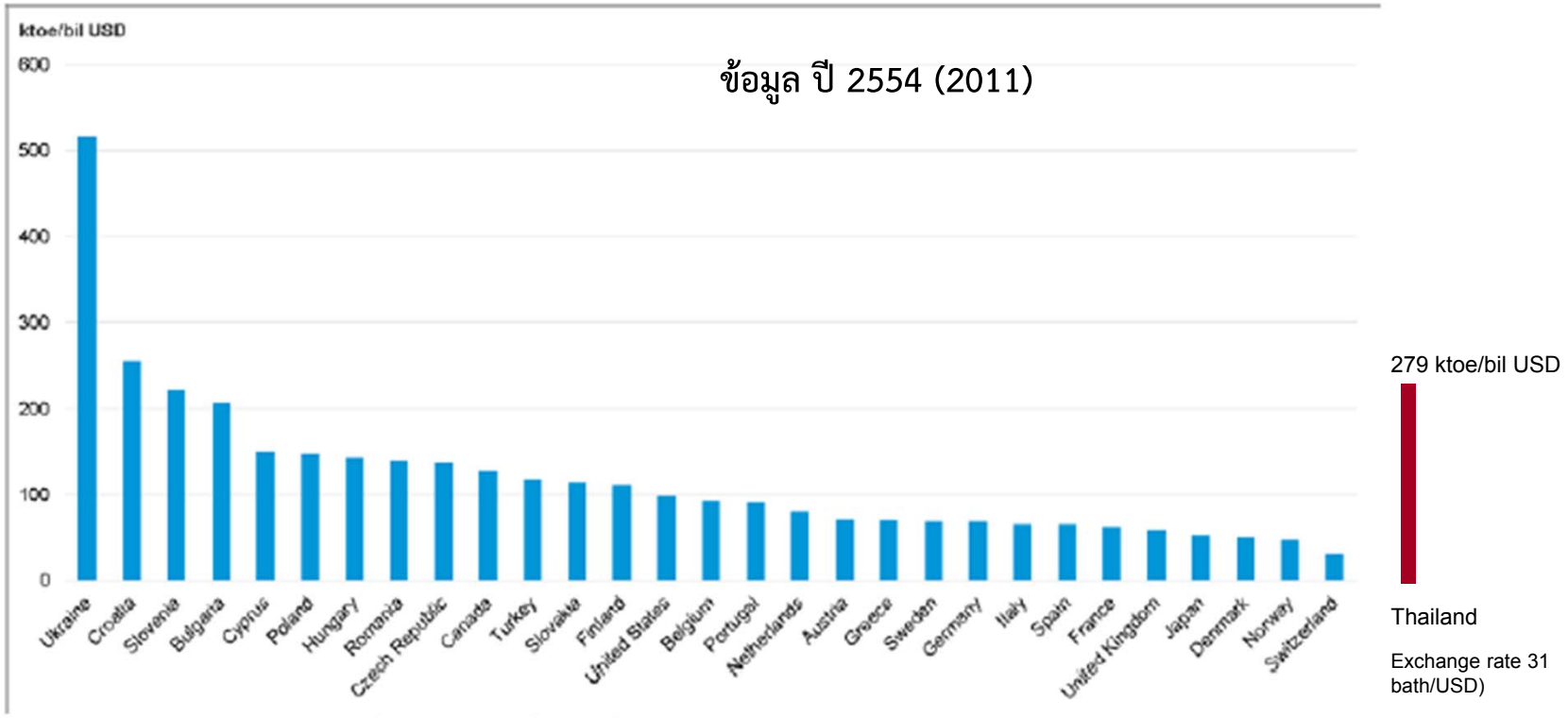
		ktoe
EE0	ผลงานที่ผ่านมา EI 56 ลดจาก 15.28 เป็น 14.93 คิดเป็น	4,442
EE1	บังคับใช้มาตรฐานการอนุรักษ์พลังงานในโรงงาน/อาคารควบคุม	5,156
EE2	บังคับมาตรฐานอาคารก่อสร้างใหม่เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน (BEC)	1,166
EE3	กำหนดมาตรฐานและติดฉลากอุปกรณ์ เครื่องจักร และวัสดุเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน (Labeling)	4,149
EE4	บังคับใช้เกณฑ์มาตรฐานอนุรักษ์พลังงานสำหรับผู้ผลิตและจำหน่าย	500
EE5	ช่วยเหลือ/อุดหนุนการดำเนินงานเกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงาน	9,524
EE6	ส่งเสริมการใช้แสงสว่างเพื่ออนุรักษ์พลังงาน (LED)	991
EE7	อนุรักษ์พลังงานภาคขนส่ง	30,213
	รวม EE1-EE7	51,700





ค่าความเข้มของการใช้พลังงาน (Energy Intensity) ของประเทศในกลุ่ม G7

Figure 1. Total economy energy intensity for G7 and select European nations (primary energy consumption/GDP)



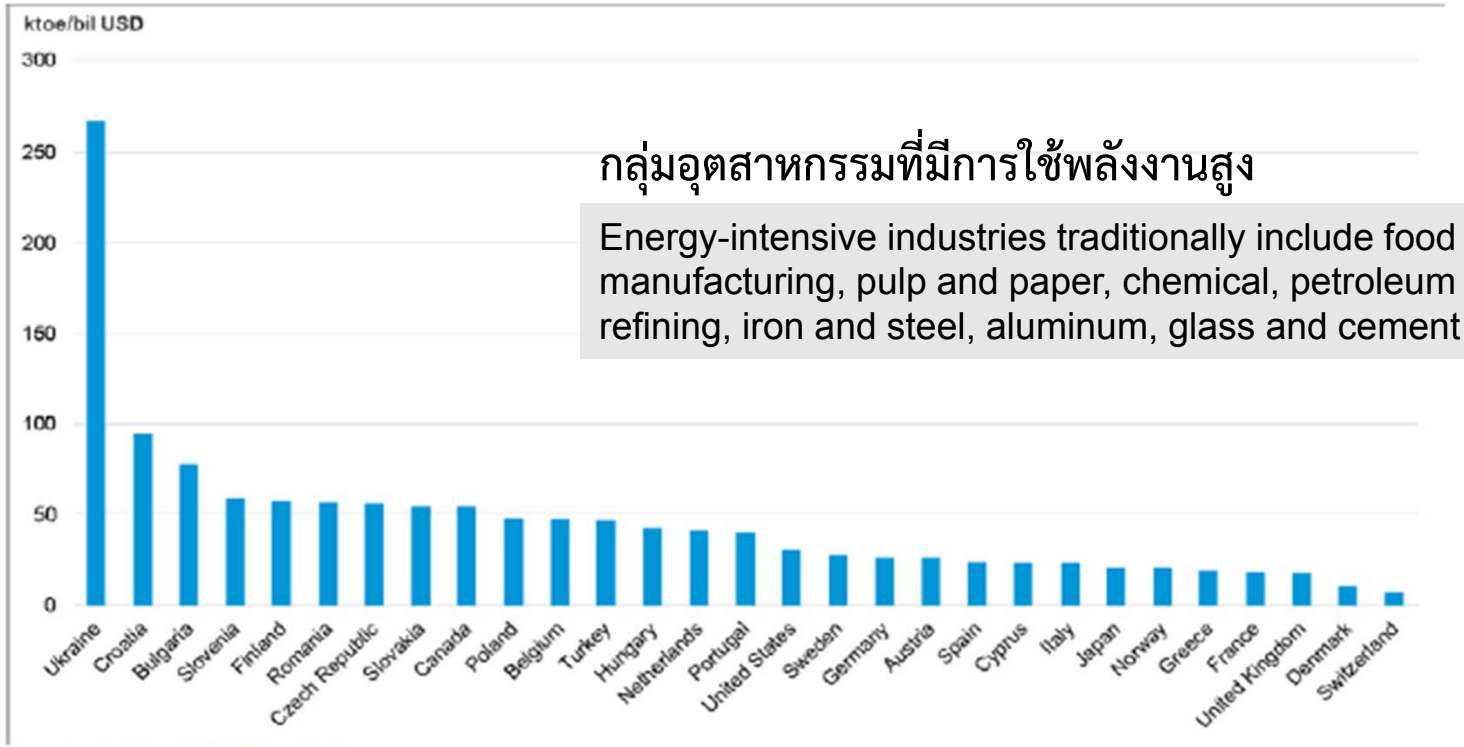
Sources: IEA, IHS, Eurostat; end-use sector demand

ที่มา: Comparison of International Energy Intensities across the G7 and other parts of Europe, including Ukraine

BRIGHT management consulting company limited

ค่าความเข้มของการใช้พลังงาน (Energy Intensity) ของประเทศในกลุ่ม G7 ในระดับอุตสาหกรรม

Figure 6. Industrial sector energy intensity for G7 and select European nations (primary energy consumption/GDP)



Sources: IEA, IHS, Eurostat

กลุ่มอุตสาหกรรมที่มีการใช้พลังงานสูง

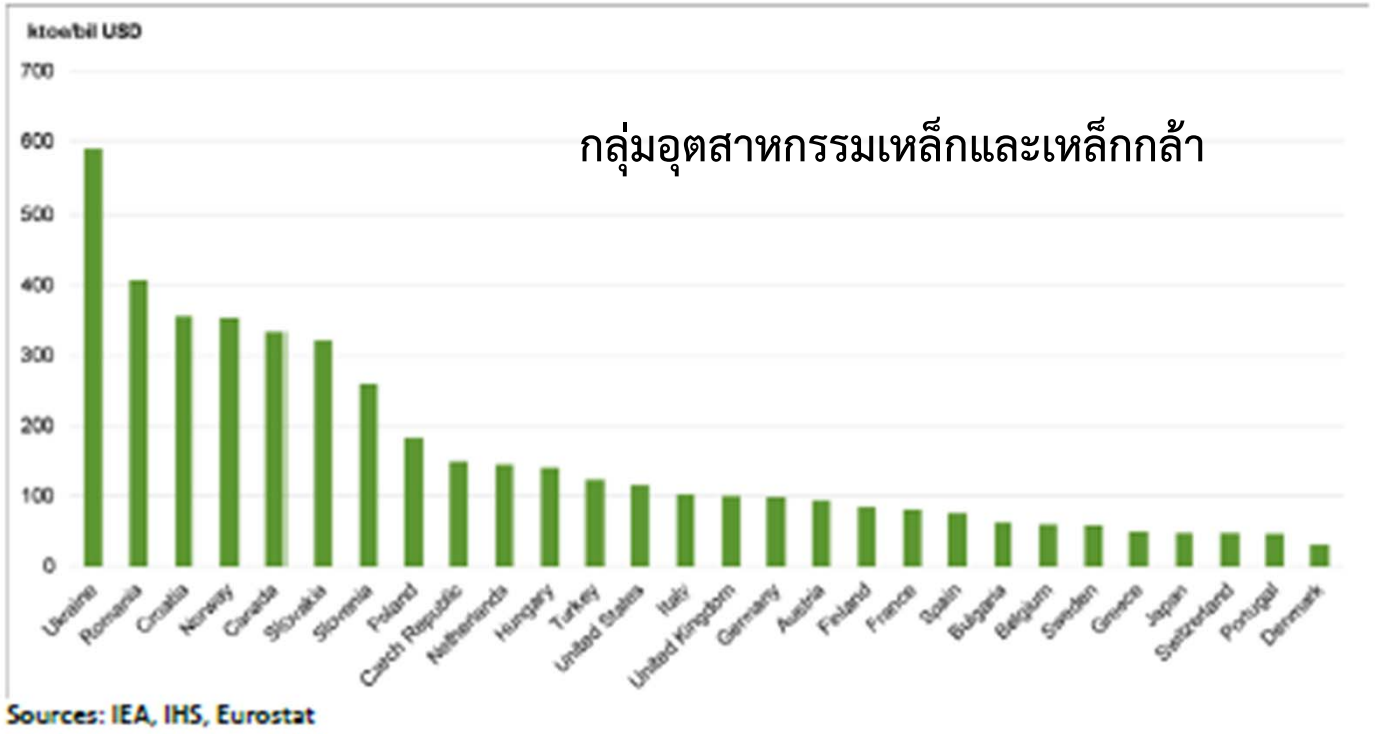
Energy-intensive industries traditionally include food manufacturing, pulp and paper, chemical, petroleum refining, iron and steel, aluminum, glass and cement

ที่มา: Comparison of International Energy Intensities across the G7 and other parts of Europe, including Ukraine

BRIGHT management consulting company limited

ค่าความเข้มของการใช้พลังงาน (Energy Intensity) ของประเทศในกลุ่ม G7 ของอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้า

Figure 7. Iron and steel industry energy intensity for G7 and select European nations (primary energy consumption/industry output)



Sources: IEA, IHS, Eurostat

ที่มา: Comparison of International Energy Intensities across the G7 and other parts of Europe, including Ukraine

BRIGHT management consulting company limited

ค่าความเข้มของการใช้พลังงาน (Energy Intensity) ของประเทศไทย ของอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้า

แยกตามผลิตภัณฑ์

หน่วย: ktoe/พันล้านบาท

กลุ่มอุตสาหกรรมย่อย	2542	2543	2544	2545	2546	2547
เหล็กเส้นมีเตาหลอม	9.20	13.03	12.76	9.36	7.73	5.76
เหล็กเส้นไม่มีเตาหลอม	6.08	5.99	5.01	3.99	3.56	2.58
เหล็กลวดมีเตาหลอม*	-	-	-	-	5.60	4.64
เหล็กลวดไม่มีเตาหลอม	8.83	6.33	6.19	5.76	4.37	2.44
เหล็กรูปพรรณรีดร้อนมีเตาหลอม	15.49	16.66	15.35	13.26	6.61	7.00
เหล็กรูปพรรณรีดร้อนไม่มีเตาหลอม	-	-	7.27	6.41	5.27	4.27
เหล็กแผ่นรีดร้อนมีเตาหลอม*	-	-	-	-	7.33	5.35
เหล็กแผ่นรีดร้อนไม่มีเตาหลอม	5.33	4.44	4.57	4.30	3.71	2.72
เหล็กแผ่นม้วนรีดเย็น	3.75	2.72	2.77	2.67	1.87	1.49
เหล็กแผ่นชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน	-	1.69	1.67	1.29	1.28	1.19
เหล็กแผ่นชุบสังกะสีแบบเคลือบด้วยไฟฟ้า	1.29	1.72	1.74	2.14	1.77	1.36
เหล็กแผ่นเคลือบดีบุก	-	0.91	0.82	0.88	0.74	0.66
เหล็กโครงสร้างรูปพรรณขึ้นรูปเย็น	0.0391	0.0304	0.0313	0.0314	0.0337	0.0280
ท่อเหล็ก ERW	0.32	0.30	0.32	0.30	0.24	0.18
ท่อเหล็กชุบสังกะสี	1.86	1.99	1.92	1.89	1.50	1.52
อุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าโดยรวม	**6.10**	**4.82**	**4.64**	**4.24**	**3.84**	**3.13**
อุตสาหกรรมเหล็ก(ไม่รวม*)	**6.10**	**4.82**	**4.64**	**4.24**	**3.35**	**2.60**

ที่มา: รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการศึกษาเกณฑ์การใช้พลังงานในอุตสาหกรรมและอาคารต่างๆ(SEC)(โครงการศึกษาเกณฑ์การใช้พลังงานในอุตสาหกรรมเหล็ก), สถาบันวิจัยพลังงาน, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ตุลาคม 2549

ดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพการใช้พลังงาน

2. ค่าความยืดหยุ่นการใช้พลังงาน (Energy elasticity) ปริมาณพลังงานที่ใช้เทียบกับมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวม ในแง่ของอัตราการเปลี่ยนแปลงหรือปริมาณการใช้พลังงานที่เพิ่มขึ้นด้วยอัตราเท่าใด โดยเทียบกับอัตราการเติบโตของมูลค่าทางเศรษฐกิจในช่วงเวลาเดียวกัน

$$Ee = \frac{\%\Delta E}{\%\Delta GDP}$$

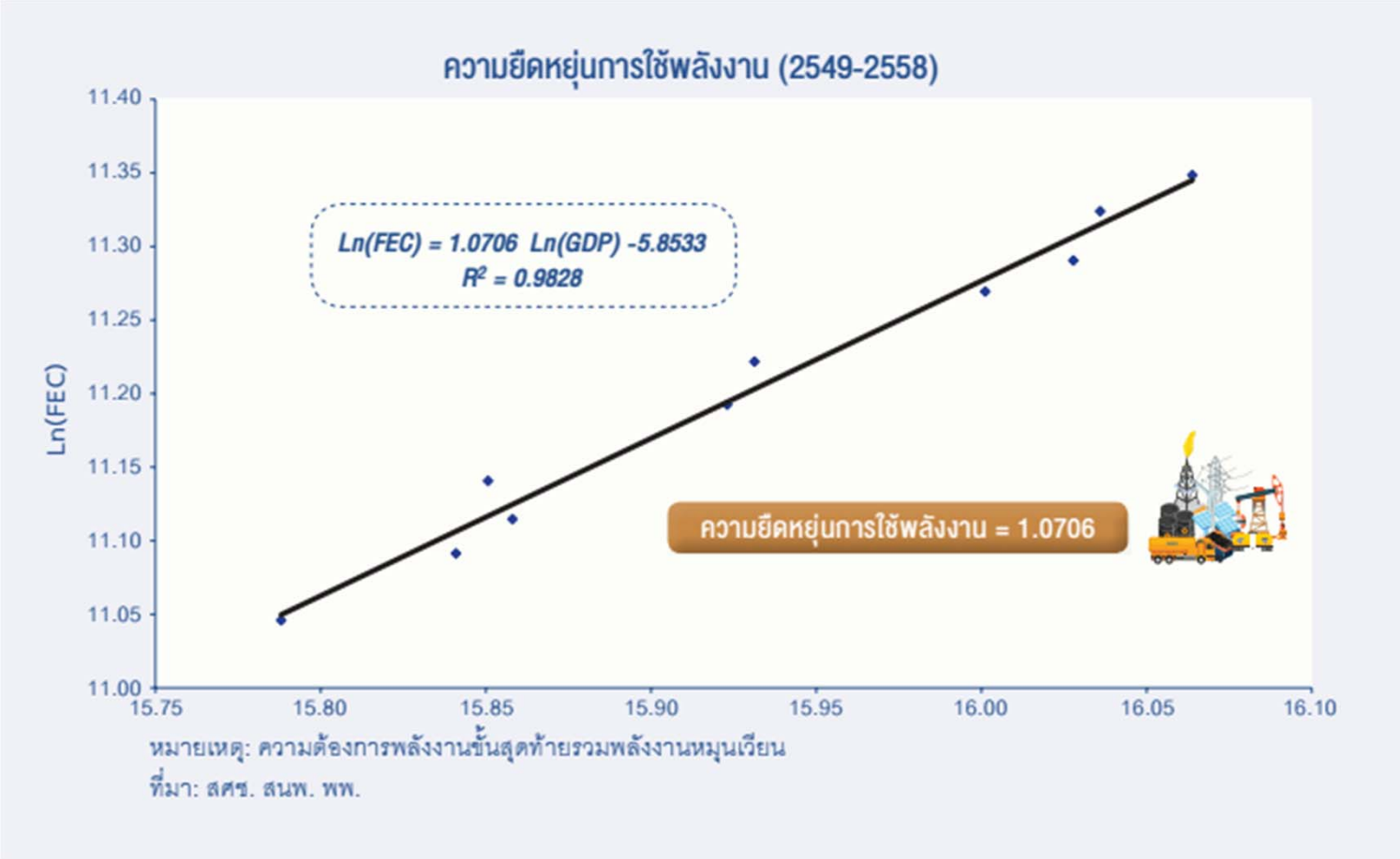
Ee	=	ค่าความยืดหยุ่นการใช้พลังงาน
$\%\Delta E$	=	อัตราการเพิ่มของการใช้พลังงาน
$\%\Delta GDP$	=	อัตราการเติบโตของผลิตภัณฑ์มวลรวม หรือ GDP

BRIGHT management consulting company limited

ค่าความยืดหยุ่นการใช้พลังงาน (Energy elasticity) ของประเทศไทย

ที่มา: รายงานสถิติพลังงานของประเทศไทย 2558 สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน

ค่าความยืดหยุ่นการใช้พลังงาน (Energy elasticity) ของประเทศไทย



ที่มา: รายงานสถิติพลังงานของประเทศไทย 2558 สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน

ดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพการใช้พลังงาน

3. ค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะ (Specific Energy Consumption) คือ ค่าดัชนีการใช้พลังงานต่อหน่วยการผลิต

นิยมใช้ในการเปรียบเทียบ

ค่าดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้า (SEC_E)

$$\mathbf{SEC_E} = \frac{\text{การใช้พลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์ — ชั่วโมง)}}{\text{ปริมาณผลผลิต (ตัน)}}$$

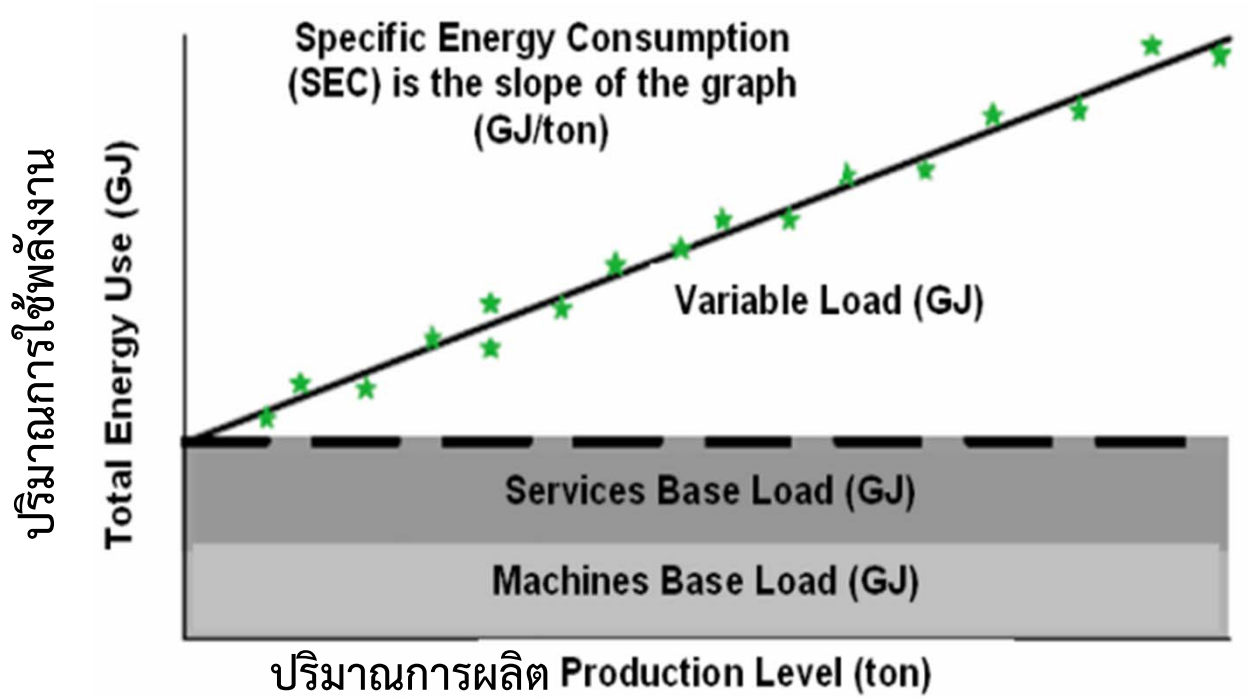
ค่าดัชนีการใช้พลังงานความร้อน (SEC_{TH})

$$\mathbf{SEC_{TH}} = \frac{\text{การใช้พลังงานความร้อนของกระบวนการผลิต (เมกะจูล)}}{\text{ปริมาณผลผลิต (ตันหรือหน่วยอื่น)}}$$

ค่าดัชนีการใช้พลังงานรวม = $SEC_E * 3.6 + SEC_{TH}$

BRIGHT management consulting company limited

ตัวอย่างค่าดัชนีการใช้พลังงาน (SEC)



ปริมาณพลังงานขั้นต่ำที่ต้องใช้ ถึงแม้ว่าจะไม่มีการผลิต

โดยความชันของเส้นกราฟนี้คือ ค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะ (SEC) ซึ่งมีหน่วยเป็น GJ ต่อตัน

- ภาระฐาน (Base load) ซึ่งเป็นการลดพลังงานขั้นต่ำที่ไม่มีการผลิต
- ค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะ (Specific Energy Consumption: SEC)

BRIGHT
management consulting
company limited

ปัจจัยที่มีผลต่อค่าดัชนีการใช้พลังงาน (SEC)

เนื่องจากพลังงานที่ใช้ในการผลิตมี 2 ส่วน คือ

- ส่วนที่แปรผันตามปริมาณการผลิต
- ส่วนที่คงที่ไม่ขึ้นกับผลผลิต เช่น ส่วนของสำนักงาน เป็นต้น

ปัจจัยหลักที่มีผลต่อค่า SEC คือ

- ปริมาณผลผลิต

  โดยทั่วไป เมื่อปริมาณผลผลิตเพิ่มขึ้น การใช้พลังงานต่อหน่วยในส่วนนี้จะลด จึงทำให้ SEC รวมลดลง นั่นคือในโรงงานเดียวกัน ยิ่งผลิตมาก การใช้พลังงานจะมีประสิทธิภาพมากขึ้น
- จำนวนผลิตภัณฑ์
- ปัจจัยอื่นๆ

  แม้ในบางเดือนผลผลิตใกล้เคียงกัน การใช้พลังงาน หรือ SEC ก็มีความแตกต่างกันบ้าง ทั้งนี้เนื่องจากอิทธิพลของปัจจัยอื่น ๆ เช่น ความยากง่ายของชิ้นงานในแต่ละเดือนมีความแตกต่างกัน วัตถุดิบที่นำเข้ามาคุณภาพต่างกัน เชื้อเพลิงที่ใช้ความชื้นต่างกัน หรือมีของเสียในเดือนนั้นมาก หรือ Down time มาก หรือจำนวนวันหยุดมาก ฯลฯ ถ้าเราสามารถควบคุมปัจจัยเหล่านี้ได้ ค่า SEC ก็จะค่อนข้างสม่ำเสมอ และอยู่ในค่าที่ต้องการ

รูปแบบของการจัดทำค่าดัชนีการใช้พลังงาน (SEC)

1. SEC ของกลุ่มอุตสาหกรรม (Sectoral Level)
   - มีปัจจัยหลายปัจจัยที่ทำให้ยากต่อการจัดทำค่าดัชนีการใช้พลังงาน SEC ในอุตสาหกรรมเดียวกัน โดยเฉพาะมีหลากหลายผลิตภัณฑ์ เทคโนโลยีการผลิตที่แตกต่างกัน

2. SEC ของโรงงานอุตสาหกรรม (Plant Level)
   - แยกตามชนิดผลิตภัณฑ์ เช่น MJ/ton Cement, kWh/ton pulp
   - แยกตามกระบวนการผลิต เช่น kWh/ton raw meal, MJ/ton clinker
   - แยกตามอุปกรณ์ เช่น การใช้ไอน้ำ MJ/ton, การใช้อากาศอัด Nm^3/ton

BRIGHT management consulting company limited

ตัวอย่างของค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะ (SEC) ของอาคาร

อาคารสำนักงาน (Office Buildings)

ขนาด	จำนวน	SEC ไฟฟ้า (kWh/m^2)	SEC ความร้อน (MJ/m^2)	SEC total (MJ/m^2)			
				สูงสุด	ต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
<10,000 ตร.ม.	41	900.77	227.24	12,760.30	222.08	3,128.74	3,312.62
10,000-50,000 ตร.ม.	137	315.65	443.83	2,511.26	87.85	727.15	404.16
50,000-100,000 ตร.ม.	32	319.00	529.18	1,378.58	184.20	691.63	289.46
>100,000 ตร.ม.	9	285.46	1.03	845.18	106.30	574.19	243.70
รวม/เฉลี่ย	219	424.44	396.30	12,760.30	87.85	1,165.29	1,738.54

ที่มา: พพ.

BRIGHT management consulting company limited

ตัวอย่างของค่าการใช้พลังงานและค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะ (SEC) ของอุตสาหกรรม

Table 2 : Approximate Energy Consumption by DCs in different sectors (2007 data).

SL	SECTOR	ENERGY CONSUMPTION (mMTOE*)
1	Power (Thermal)	160.3
2	Iron & Steel	36.1
3	Cement	14.5
4	Fertilizers	12.0
5	Textile	4.5
6	Aluminium	2.4
7	Pulp & Paper	1.4
8	Chlor-Alkali	0.43
	TOTAL	231.6

*Million Metric Tons of Oil Equivalent

Table 3: SEC bandwidth in different sectors.

Sector		Range of SEC
a)	Power plant	2300 – 3400 kcal/kwh
b)	Fertilizer	5.86 – 9.11 Gcal/T of Urea
c)	Cement	665 – 900 Kcal/Kg of Clinker (Thermal) 66 – 127 KWH/ T (Elect)
d)	Integrated Steel	6.15 – 8.18 Gcal / tcs
e)	Sponge Iron	4.4 – 7.6 Gcal / T (Thermal) 72 – 135 KWH/T (Elect)
f)	Aluminum (Smelter) Aluminium (Refinery)	15875 – 17083 KWH/T 3.28 – 4.12 MKcal / T of Alumina
g)	Pulp & Paper	25.3 – 121 GJ/T
h)	Textile	3000 – 16100 Kcal/kg (Thermal) 0.25 – 10 KWH/Kg (Elect)
i)	Chlor-Alkali	2300 – 2600 kwh/ T of caustic soda

Source: PAT Scheme

BRIGHT management consulting company limited

ตัวอย่างของค่าการใช้พลังงานและค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะ (SEC)

กระบวนการผลิต	ค่าเฉลี่ยการใช้พลังงาน
กลุ่ม 1. กลุ่มเหล็กเส้นมีเตาหลอม (MJ/ton)	5,095
การหลอมเหล็กกล้า (EAF) - ไฟฟ้าในการหลอมจากเศษเหล็กเป็นน้ำเหล็กใน EAF (kWh/ton)	547
การอบบิลเล็ต (Reheating Furnace) - พลังงานในการอบบิลเล็ต (MJ/ton)	1,538
การรีดร้อน (Hot rolling) - ไฟฟ้าในการรีดเหล็กกลม เหล็กข้ออ้อย (kWh/ton)	103
กลุ่ม 2. กลุ่มเหล็กเส้นไม่มีเตาหลอม (MJ/ton)	6,442
การอบบิลเล็ต (Reheating Furnace) - พลังงานในการอบบิลเล็ต (MJ/ton)	1,630
การรีดร้อน (Hot rolling) - ไฟฟ้าในการรีดเหล็กกลม เหล็กข้ออ้อย (kWh/ton)	96

ที่มา: รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการศึกษาเกณฑ์การใช้พลังงานในอุตสาหกรรมและอาคารต่างๆ(SEC)(โครงการศึกษาเกณฑ์การใช้พลังงานในอุตสาหกรรมเหล็ก), สถาบันวิจัยพลังงาน, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ตุลาคม 2549

BRIGHT management consulting company limited

ตัวอย่างของค่าการใช้พลังงานและค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะ (SEC)

กระบวนการผลิต	ค่าเฉลี่ยการใช้พลังงาน
กลุ่ม 5. กลุ่มเหล็กรูปพรรณรีดร้อนมีเตาหลอม (MJ/ton)	2,075
การหลอมเหล็กกล้า (EAF) - ไฟฟ้าในการหลอมจากเศษเหล็กเป็นน้ำเหล็กใน EAF (kWh/ton)	409
การอบบิลเล็ต (Reheating Furnace) - พลังงานในการอบบิลเล้ต (MJ/ton)	2,112
การรีดร้อน (Hot rolling) - ไฟฟ้าในการรีดเหล็กรูปพรรณ (kWh/ton)	96
กลุ่ม 6. กลุ่มเหล็กรูปพรรณรีดร้อนไม่มีเตาหลอม (MJ/ton)	3,212
การอบบิลเล็ต (Reheating Furnace) - พลังงานในการอบบิลเล็ต (MJ/ton)	2,646
การรีดร้อน (Hot rolling) - ไฟฟ้าในการรีดเหล็กรูปพรรณ (kWh/ton)	88

ที่มา: รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการศึกษาเกณฑ์การใช้พลังงานในอุตสาหกรรมและอาคารต่างๆ(SEC)(โครงการศึกษาเกณฑ์การใช้พลังงานในอุตสาหกรรมเหล็ก), สถาบันวิจัยพลังงาน, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ตุลาคม 2549

BRIGHT
management consulting
company limited

การวัดค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะ (SEC)

1. วิธีหาค่าเฉลี่ยโดยตรง
   - ง่ายไม่ซับซ้อน โดยวัดสัดส่วนปริมาณขาเข้า (พลังงาน) และขาออก (ผลผลิต)
   - ไม่มีการปรับแก้ค่าตัวแปร

วัดได้ในระดับโรงงาน
สำหรับระดับ Sector สามารถใช้วิธีการหาค่าเฉลี่ยปกติและแบบถ่วงน้ำหนัก

2. วิธีการปรับเทียบค่าหรือการนอมอลไลเซชั่น
   - ต้องมีการปรับแก้ค่า (ตัวแปรที่สำคัญต่อการใช้พลังงาน)
   - เปรียบเทียบได้หลังปรับแก้ค่า

BRIGHT
management consulting
company limited

วิธีการนอมอลไลเซชั่น

การปรับเทียบค่าดัชนีการใช้พลังงานให้เป็นค่า SEC ปรับแก้ (Normalized SEC) ใช้ความสัมพันธ์ดังนี้

$$SEC_{Normalized} = (SEC_{actual} - \text{Total Space Type Adjustment}) * N_{vacancy} * N_{occupant} * N_{operating}$$

โดยที่

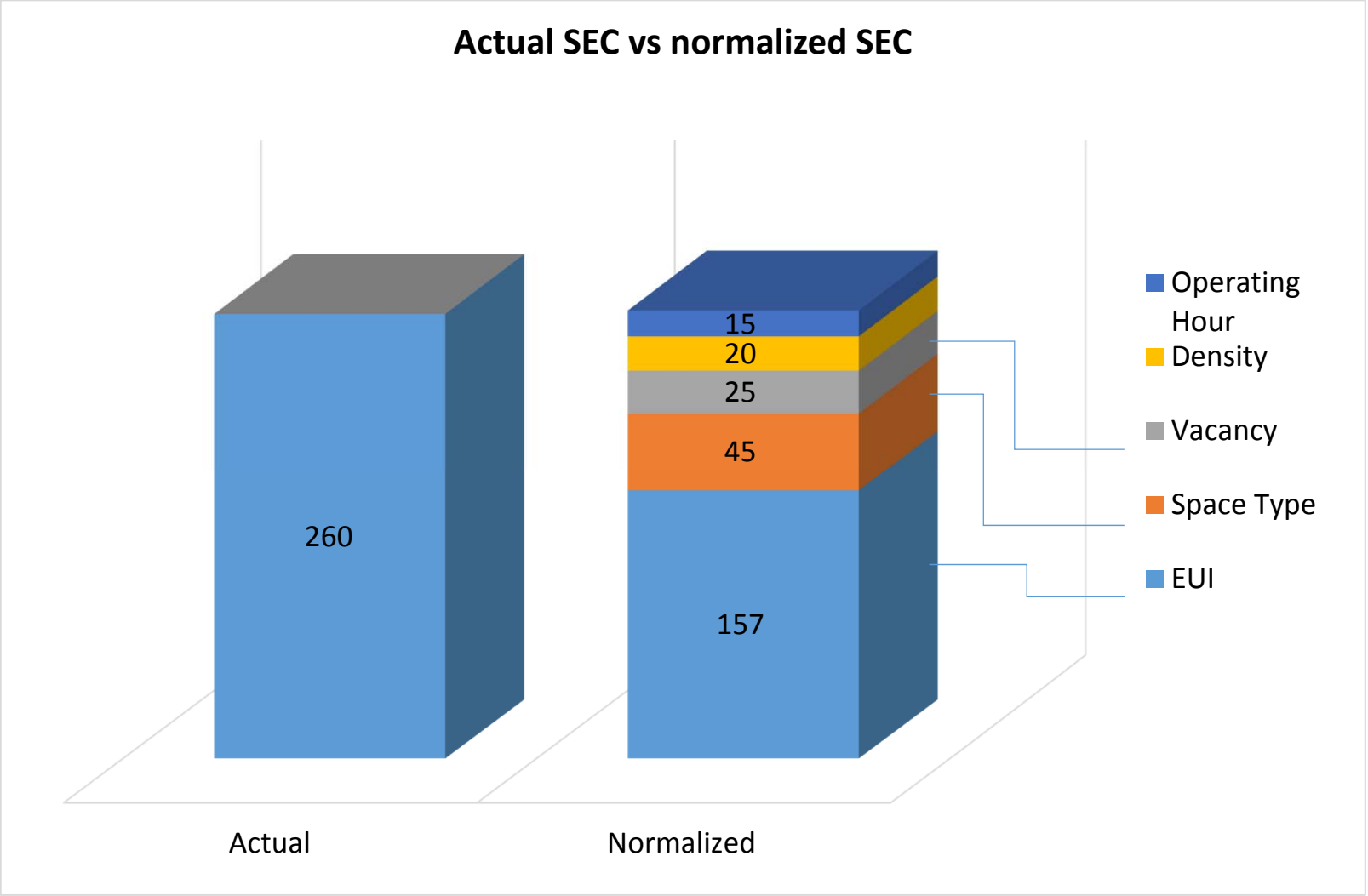
$N_{vacancy}$ = ตัวประกอบพื้นที่ว่างที่ไม่ได้ใช้งาน (Annual Vacancy factor)

$N_{occupant}$ = ตัวประกอบความหนาแน่นของผู้ใช้อาคาร (Occupancy density Factor)

$N_{operating}$ = ชั่วโมงการใช้งาน (Operating hour factor)

BRIGHT management consulting company limited

วิธีการนอมอลไลเซชั่น



ตัวอย่างการวิเคราะห์และคำนวณค่าดัชนีการใช้พลังงาน (SEC) ปรับเทียบ

ประเภทอาคาร : อาคารสำนักงาน อายุอาคาร : 5 ปี		
ตัวแปร	ค่า	หน่วย
พลังงานที่ใช้	5,500,000	kWh
พื้นที่ทั้งหมด	20,000	ตร.ม.
อัตราพื้นที่ว่างที่ไม่ได้ใช้งาน (Vacant rate)	5	%
ความหนาแน่นของผู้ใช้อาคาร (Occupant Density)	5.35	คน/100 ตร.ม.
ชั่วโมงทำงาน	2,850	ชั่วโมง
พื้นที่จอดรถ	1000	ตร.ม.
พื้นที่ไม่ปรับอากาศ	1000	ตร.ม.
ประเภทพื้นที่	พื้นที่ (ตร.ม.)	การใช้พลังงานต่อปี (kWh)
Data Centre	500	138,000
Retail	800	150,000
Call Centre	650	112,000
Other	0	0
Enclosed Parking	2,000	56,064
Non-air conditioned area	1,000	75,000

คำนวณค่า SEC จริง

พื้นที่ใช้สอย (Gross Floor Area) = พื้นที่ทั้งหมด (Total Area) – พื้นที่ที่จอดรถ (Parking Space) – พื้นที่ไม่ปรับอากาศ (Non air conditioned Space)

พื้นที่ใช้สอย =20,000 – 1000 – 1000 = 18,000 ตารางเมตร

คำนวณค่า SEC

$$SEC_{actual} = \frac{\boldsymbol{Annual\ Energy\ Consumption}}{\boldsymbol{Gross\ Floor\ Area}}$$

$$SEC_{actual} = \frac{\mathbf{5,500,000}}{\mathbf{18,000}}$$

$$SEC_{actual} = \mathbf{305.56\ kWh/m^2}$$

ดังนั้น SEC จริงของอาคารคือ 305.56 kWh/ตร.ม.

ตัวอย่างการวิเคราะห์และคำนวณค่าดัชนีการใช้พลังงาน (SEC) ปรับเทียบ

คำนวณค่า SEC ปรับแก้ (Normalized SEC)

การคำนวณค่าตัวประกอบของ SEC ปรับแก้ นั้น จำเป็นต้องรู้ค่าพลังงานที่ใช้ในแต่ละระบบซึ่งอาจจะใช้โมเดลด้านพลังงาน เพื่อในการคำนวณในขั้นตอนต่อไป ดังนั้น สัดส่วนการใช้พลังงานของอาคารและค่า SEC จริง 305.56 kWh/m^2 จะถูกปันส่วนออกไปตามระบบที่มีการใช้พลังงานจริง

Office Building Type	Base Electricity Consumption (ekWh/m^2)						Total Energy	
	A/C	Lighting	Elevator	Pump	Computer	Office Equipment		
Office	50.48%	24.87%	1.50%	0.45%	9.36%	13.34%	100%	
	154.26	75.98	4.58	1.38	28.61	40.75	305.56	
Percentage of Energy Use Variation							**ekWh/m^2**	**%**
Vacancy	70%	90%	50%	80%	100%	100%	249.11	81.53%
Occupant Density	15%	10%	30%	35%	100%	50%	81.58	26.70%
Operating Hour	75%	90%	50%	80%	100%	100%	256.83	84.05%

	kWh ของแต่ละระบบ						รวม	%
Vacancy	107.97	68.39	2.29	1.10	28.60	40.76	249.12	81.53%
Occupant density	23.14	7.60	1.38	0.48	28.60	20.38	81.57	26.70%
Operating hours	115.69	68.39	2.29	1.10	28.60	40.76	256.83	84.05%

BRIGHT management consulting company limited

ตัวอย่างการวิเคราะห์และคำนวณค่าดัชนีการใช้พลังงาน (SEC) ปรับเทียบ

การคำนวณค่าตัวประกอบปรับแก้พื้นที่ (Space Type Adjustment)

ขั้นตอนนี้จะเป็นการปรับแก้ค่าการใช้พลังงานที่สูงเกินความเป็นจริงในบางพื้นที่ เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้พลังงานของพื้นที่จริง

Space Type		Area (m^2)		Annual Consumption (kWh)		Individual Space Type kWh/m^2	Total Building Adjustment (kWh/m^2)
Data Centre		500		138000	138,000/500 =	276	3.6
Retail		800		150000	150,000/800 =	187.5	1.9
Call Centre		650		112000	112,000/650 =	172.30769	0.97
Other		0		0		0	0.00
Enclosed Parking		2000		56064	56,064/2000 =	28.032	3.11
Unairconditioned space		1000		75000	75,000/1000 =	75	4.17
Sum: GFA		18,000			**Total Adjustment**		9.59

= 3.6+1.9+0.97+3.11

BRIGHT management consulting company limited

ตัวอย่างการวิเคราะห์และคำนวณค่าดัชนีการใช้พลังงาน (SEC) ปรับเทียบ

การคำนวณค่าตัวประกอบปรับแก้พื้นที่ (Space Type Adjustment)

สำหรับ Data Center, Retail และ Call Center ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีการใช้พลังงานสูงจะแทนด้วยการใช้พลังงานในสำนักงานทั่วไป ในกรณีนี้ ได้แก่ การใช้พลังงานจากแสงสว่างและปลั๊ก ซึ่งเป็นโหลดการใช้พลังงานจากโมเดลพลังงานที่ได้คำนวณไว้แล้ว

ตัวอย่างของค่าปรับแก้พื้นที่ของ Data Center สามารถคำนวณได้ดังต่อไปนี้

$$\text{Data Center Adjustment} = \frac{(SEC_{datacenter} - SEC_{lighting\&plugload}) * \text{Datacenter Area}}{\text{Total Area}}$$

$$\text{Data Center Adjustment} = \frac{(276 - 145.34) * 500}{18{,}000}$$

$$= 3.6 \text{ kWh } /m^2$$

โดยที่

$SEC_{datacenter}$ = คำนวณจากพลังงานที่วัดจากมิเตอร์ย่อย และ มีค่า SEC เท่ากับ **276 kWh/ตร.ม.**

$SEC_{lighting\&plugload}$ = คำนวณจากโมเดลพลังงาน (**lighting + computer + office equipment**) **เท่ากับ 145.34 kWh/ตร.ม.**

BRIGHT management consulting company limited

ตัวอย่างการวิเคราะห์และคำนวณค่าดัชนีการใช้พลังงาน (SEC) ปรับเทียบ

ตัวอย่างของค่าปรับแก้พื้นที่ของ พื้นที่จอดรถ สามารถคำนวณได้ดังต่อไปนี้

$$\text{Parking Space Adjustment} = \frac{\text{Parking Area Energy Consumption}}{\text{Gross Floor Area}}$$

$$\text{Parking Space Adjustment} = \frac{56{,}064}{18{,}000}$$

$$= 3.11 \text{ kWh/m}^2$$

ตัวอย่างของค่าปรับแก้พื้นที่ ของพื้นที่ไม่ปรับอากาศ สามารถคำนวณได้ดังต่อไปนี้

$$\text{Un-air conditioned space Adjustment} = \frac{\text{Un-air conditioned Area Energy Consumption}}{\text{Gross Floor Area}}$$

$$\text{Un-air conditioned space Adjustment} = \frac{75{,}0000}{18{,}000}$$

$$= 4.17 \text{ kWh/m}^2$$

สำหรับการคำนวณค่าปรับแก้พื้นที่ของพื้นที่จอดรถและพื้นที่ไม่ปรับอากาศจะใช้วิธีการอื่นในการวิเคราะห์ค่าพลังงานซึ่งค่าพลังงานนี้จะถูกหักออกจากค่าพลังงานรวมของอาคารเนื่องจากไม่ได้ถูกใช้งานแบบสำนักงาน การคำนวณนั้นจะหารค่าพลังงานทั้งหมดด้วยพื้นที่ใช้สอยของอาคารเพื่อให้ได้ค่าที่เหมาะสม

BRIGH management consult company limit

ตัวอย่างการวิเคราะห์และคำนวณค่าดัชนีการใช้พลังงาน (SEC) ปรับเทียบ

สรุปค่าปรับแก้พื้นที่

ชนิดพื้นที่	ค่าปรับแก้พื้นที่ (Space Type Adjustment)
Data Center	3.6
Retail	1.9
Call Center	0.97
Parking Space	3.11
Non-air conditioned Space	4.17

BRIGHT
management consulting
company limited

ตัวอย่างการวิเคราะห์และคำนวณค่าดัชนีการใช้พลังงาน (SEC) ปรับเทียบ

การคำนวณค่าตัวประกอบพื้นที่ว่างที่ไม่ได้ใช้งาน (Vacancy Factor)

การคำนวณตัวประกอบพื้นที่ว่างที่ไม่ได้ใช้งานเพื่อชดเชยพลังงานที่ไม่ต้องใช้ในพื้นที่ว่าง ซึ่งพลังงานที่หายไปเป็นสัดส่วนโดยตรงกับสัดส่วนพื้นที่ว่างกับโมเดลพลังงาน

$$\text{Vacancy Factor} = \frac{1}{1-(\%\text{Vacancy} \times \%\text{Energy Effect(V)})}$$

$$\text{Vacancy Factor} = \frac{1}{1-(0.05 \times 0.8153)}$$

โดยที่

% พื้นที่ว่างที่ไม่ได้ใช้งาน (Vacancy)	=	สัดส่วนพื้นที่ว่าง (5%)
% Energy Effect	=	สัดส่วนพลังงานคำนวณจากโมเดลพลังงาน

BRIGHT management consulting company limited

ตัวอย่างการวิเคราะห์และคำนวณค่าดัชนีการใช้พลังงาน (SEC) ปรับเทียบ

การคำนวณค่าตัวประกอบความหนาแน่นของผู้ใช้อาคาร (Occupancy density Factor)

ตัวประกอบความหนาแน่นของผู้ใช้อาคาร ใช้สำหรับลดความได้เปรียบ-เสียเปรียบของจำนวนผู้ใช้อาคารที่มีจำนวนมากส่งผลทำให้เกิดการใช้พลังงานสูงตามไปด้วย

$$\text{Occupant Density Factor} = \frac{1}{1\text{-}\%\text{Energy Effect}(O)\times(1\text{-Density Ratio})}$$

$$\text{Occupant Density Factor} = \frac{1}{1\text{-}0.26\times(1\text{-}1.042)}$$

$$\text{Occupant Density Factor} = 0.989$$

โดยที่

ตัวประกอบความหนาแน่น = คำนวณจากความหนาแน่นของผู้ใช้อาคารจริงของผู้ใช้อาคาร (5.35 คน/ตร.ม.) เทียบกับค่าความหนาแน่นของผู้ใช้อาคารในกรณีฐาน (5 คน/ตร.ม. ตามมาตรฐานของ ASHRAE) = 5.35/5 = 1.042

% Energy Effect = สัดส่วนพลังงานคำนวณจากโมเดลพลังงาน

BRIGHT management consulting company limited

ตัวอย่างการวิเคราะห์และคำนวณค่าดัชนีการใช้พลังงาน (SEC) ปรับเทียบ

ชั่วโมงการใช้งาน (Operating Hour Factor)

ชั่วโมงการใช้งานจะใช้ในการปรับแก้ในกรณีที่ชั่วโมงการใช้งานยาวนานกว่าชั่วโมงการใช้งานฐาน ซึ่งเป็นสัดส่วนโดยตรงระหว่าง ชั่วโมงการใช้งานจริงกับชั่วโมงการใช้งานในกรณีฐาน โดยเรียกว่า ค่าสัดส่วนชั่วโมงการใช้งาน (Operating hour ratio)

$$\text{Operating Hour Factor} = \frac{1}{1+(\text{Operating Hour Ratio} \times \%\text{Energy Effect(H)})}$$

$$\text{Operating Hour Factor} = \frac{1}{1+(0.218 \times 0.8405)}$$

$$\text{Operating Hour Factor} = 0.845$$

โดยที่

ค่าสัดส่วนชั่วโมงการทำงาน = ชั่วโมงการใช้งานจริงกับชั่วโมงการใช้งานในกรณีฐาน
= (2,850 – 2,340)/2,340 = 0.218

% Energy Effect = สัดส่วนพลังงานคำนวณจากโมเดลพลังงาน

BRIGHT management consulting company limited

ตัวอย่างการวิเคราะห์และคำนวณค่าดัชนีการใช้พลังงาน (SEC) ปรับเทียบ

<u>คำนวณค่า SEC ปรับแก้ (Normalized SEC)</u>

$SEC_{Normalized}$ $= (SEC_{actual} - \text{Total Space Type Adjustment}) * N_{vacancy} * N_{occupant} * N_{operating}$

$= (305.56 - 9.59) \times 1.042 \times 0.982 \times 0.845$

$= (305.56 - 9.59) \times 1.042 \times 0.982 \times 0.845$

$= 255.99\ kWh/m^2$

โดยที่

$N_{vacancy}$ = ตัวประกอบพื้นที่ว่างที่ไม่ได้ใช้งานต่อปี (Annual Vacancy factor)

$N_{occupant}$ = ตัวประกอบความหนาแน่นของผู้ใช้อาคาร (Occupancy density factor)

$N_{operating}$ = ชั่วโมงการใช้งาน (Operating hour factor)

BRIGHT management consulting company limited

การวัดค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะ (SEC) (ต่อ)

3. การสร้างสมการพลังงาน (Model derived – predictive)

$$Y = m_1X_1 + m_2X_2 + m_3X_3 + b$$

ขึ้นอยู่กับจำนวนตัวแปร

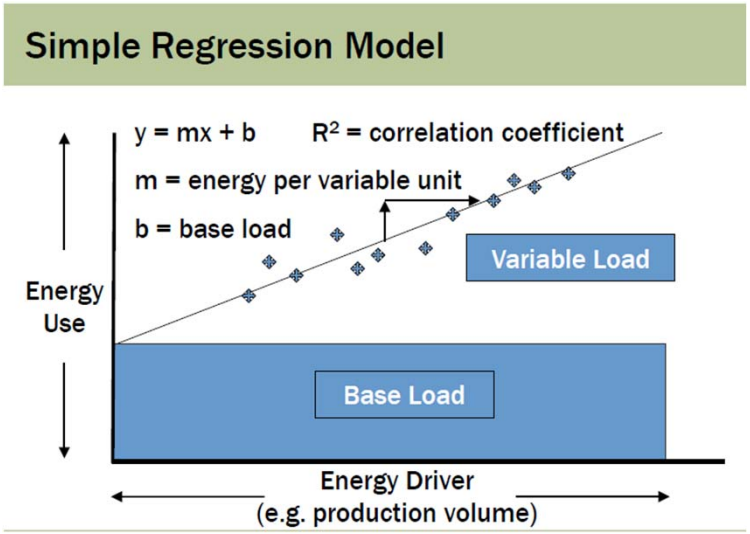
- ความถูกต้องของสมการขึ้นอยู่กับจำนวนและคุณภาพข้อมูล
- ไม่ใช่ค่าที่แท้จริง และใช้การประมาณค่าจากข้อมมูล
- เพื่อใช้ในการหาตัวแปรที่สำคัญที่มีผลต่อการใช้พลังงาน
- ใช้ในการทำนายการใช้พลังงานที่เงื่อนไขที่เปลี่ยนไปต่างๆ
- ผลลัพธ์อาจทำให้เกิดการเข้าใจผิด

BRIGHT
management consulting
company limited

การสร้างสมการฐานด้านพลังงาน (Energy Baseline Equation)

การสร้างสมการด้านพลังงานเป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าพลังงานกับตัวแปรที่มีผลต่อการใช้พลังงาน

1. การสร้างสมการที่มีตัวแปรเดียว
   - ความสัมพันธ์แบบเชิงเส้น



   - ความสัมพันธ์แบบไม่เชิงเส้น

BRIGHT management consulting company limited

การสร้างสมการฐานด้านพลังงาน (Energy Baseline Equation)

2. การสร้างสมการพลังงานที่มีหลายตัวแปร

2.1 สมการที่มีหลายตัวแปรเชิงเส้น (Multivariate linear regression)

$$Y = m_1X_1 + m_2X_2 + m_3X_3 + b$$

2.2 สมการที่มีหลายตัวแปรยกกำลัง (Polynomial linear regression)

$$Y = m_1X_1 + m_2(X_2)^2 + m_3(X_3)^3 + b$$

2.3 สมการไม่เชิงเส้น (Non linear regression)

การเลือกใช้สมการประเภทใดขึ้นอยู่กับค่า R^2

BRIGHT management consulting company limited

ตัวอย่างค่าดัชนีการใช้พลังงาน (SEC)

แนวทางในการวิเคราะห์ข้อมูลทางหลักวิศวกรรม โดยการกำหนดตัวแปรที่ผลการใช้พลังงานในพลังงานรายระบบ เพื่อสร้างสมการพลังงานขึ้น เพื่อเปรียบเทียบการใช้พลังงานทั้งหมดในกลุ่มอาคารเดียวกัน

ตัวอย่างสมการพลังงานของโรงพยาบาล

สมการพลังงาน $Y = m_1X_1 + m_2X_2 + m_3X_3 + m_4X_4 + ...+ C$

ตัวแปรที่ต้องกำหนดในสมการ (จากแบบสำรวจ)

X_1 : ขนาดพื้นที่

X_2: จำนวนพนักงาน

X_3: จำนวนเตียงผู้ป่วยใน

X_4: จำนวนผู้ป่วยนอก

m_1 : สมรรถนะทำความเย็น kWh/m^2

m_2: กำลังไฟฟ้าส่องส่วาง kWh/m^2

m_3: กำลังไฟฟ้าที่ใช้ kWh/m^2

m_4: กำลังไฟฟ้าที่ใช้ kWh/m^2

BRIGHT
management consulting
company limited

ตัวอย่างของสมการการใช้พลังงานจากสมการของอาคารสำนักงาน - ภาคเอกชน

ปริมาณพลังงานไฟฟ้า (kWh)

= 0.037 x [พื้นที่สำนักงานทั่วไป (< 12 ชั่วโมงต่อวัน) x ชั่วโมงการใช้งาน x อัตราการใช้พื้นที่]

+ 0.014 x [พื้นที่สำนักงานทั่วไป (12 – 18 ชั่วโมงต่อวัน) x ชั่วโมงการใช้งาน x อัตราการใช้พื้นที่]

+ 0.024 x [พื้นที่สำนักงานทั่วไป (> 18 ชั่วโมงต่อวัน) x ชั่วโมงการใช้งาน x อัตราการใช้พื้นที่]

+ 0.122 x พื้นที่ร้านค้า x ชั่วโมงการใช้งาน x อัตราการใช้พื้นที่

+ 0.004 x พื้นที่ส่วนกลาง x ชั่วโมงการใช้งาน x อัตราการใช้

+ 66.608 x พื้นที่ไม่ปรับอากาศ

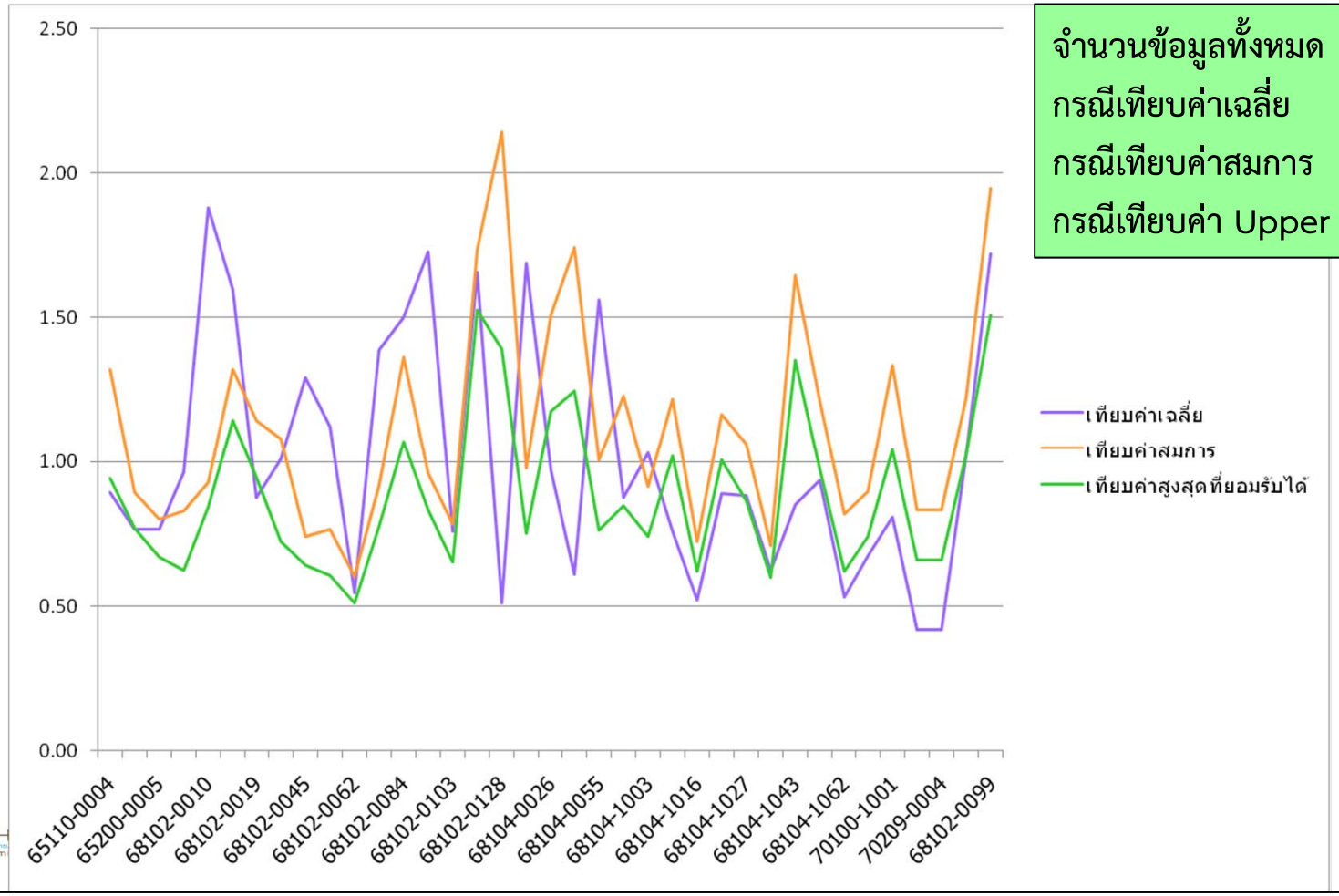
+ 1,192.47 x จำนวนพนักงาน

+ 69.981 x พื้นที่จอดรถในอาคาร

BRIGHT
management consulting
company limited

ตัวอย่างของผลลัพธ์ค่าการใช้พลังงานจากสมการสำนักงาน กลุ่ม 1 - ภาคเอกชน

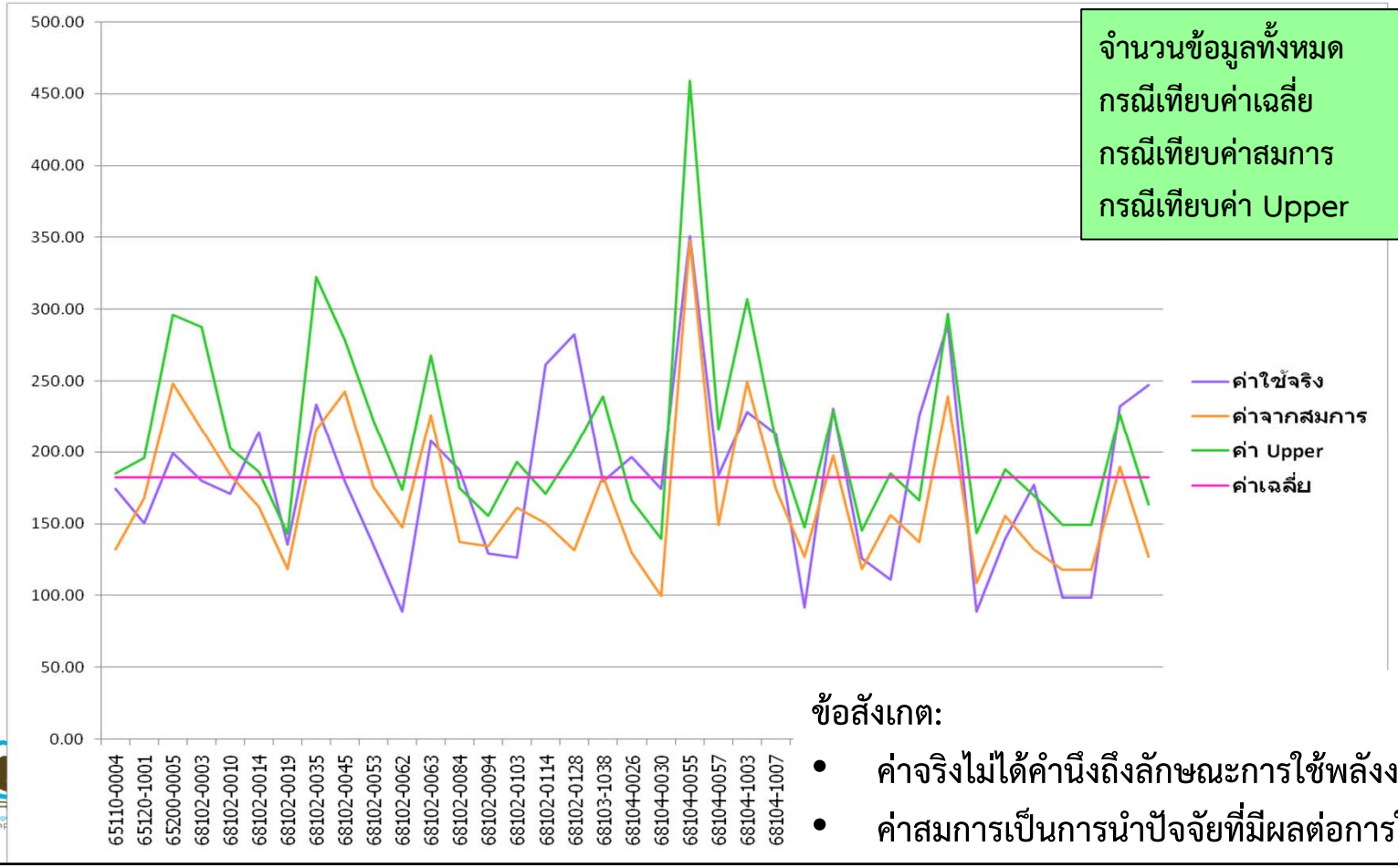
	Max	average	Min
ค่าจริงเทียบค่าเฉลี่ย	1.88	1.00	0.42
ค่าจริงเทียบค่าสมการ	2.14	1.12	0.60
ค่าจริงเทียบค่าสูงสุดที่ยอมรับได้	1.53	0.89	0.51



จำนวนข้อมูลทั้งหมด	37 แห่ง
กรณีเทียบค่าเฉลี่ย	ผ่าน 62%
กรณีเทียบค่าสมการ	ผ่าน 49%
กรณีเทียบค่า Upper	ผ่าน 68%

ตัวอย่างของผลลัพธ์ค่าการใช้พลังงานจากสมการสำนักงาน กลุ่ม 1 - ภาคเอกชน

	Max (kWh/m2)	Average (kWh/m2)	Min (kWh/m2)
ค่าจริง (ค่าเฉลี่ย =182.16 kWh/m2)	350.71	182.16	89.00
ค่าสมการ	348.22	168.09	99.94
ค่าสูงสุดที่ยอมรับได้	459.17	209.68	139.69



จำนวนข้อมูลทั้งหมด	37 แห่ง
กรณีเทียบค่าเฉลี่ย	ผ่าน 62%
กรณีเทียบค่าสมการ	ผ่าน 49%
กรณีเทียบค่า Upper	ผ่าน 68%

ข้อสังเกต:

- ค่าจริงไม่ได้คำนึงถึงลักษณะการใช้พลังงานจริง
- ค่าสมการเป็นการนำปัจจัยที่มีผลต่อการใช้พลังงานมารวม

แนวทางการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับวิเคราะห์ค่าดัชนีชี้วัดการใช้พลังงาน (SEC) สำหรับภาคอาคารธุรกิจและภาคอุตสาหกรรมของกลุ่มเป้าหมาย

BRIGHT
management consulting
company limited

ขั้นตอนการพัฒนาค่าพลังงานฐาน (Energy Baseline)

โดยใช้สมการ (Regression-based approach)

- กำหนดขอบเขต และจัดทำกลุ่มอาคารและกลุ่มอุตสาหกรรม (Define the boundary/ grouping)
- เลือกปีฐาน (Choose a baseline year)
- กำหนดตัวแปรที่สำคัญด้านพลังงาน (Determine relevant variables for each facility)
- รวบรวมข้อมูล (Gather data on energy consumption and relevant variables for each facility)
- วิเคราะห์และพัฒนาสมการพลังงาน (Use regression analysis to normalize each facility's data)

BRIGHT
management consulting
company limited

กำหนดขอบเขตและจัดทำกลุ่มอาคารและกลุ่มอุตสาหกรรม

ลำดับ	อุตสาหกรรม	ผลิตภัณฑ์	จำนวนโรงงานตาม TSIC
#1	อุตสาหกรรมซีเมนต์ (Cement Industry)	ผลิตภัณฑ์ปูนซิเมนต์	TSIC 23941 (21 แห่ง)
		ผลิตภัณฑ์คอนกรีตผสมเสร็จ	
		ผลิตภัณฑ์คอนกรีตสำหรับก่อสร้าง	TSIC 23953 (4 แห่ง)
		ผลิตภัณฑ์คอนกรีตอื่นๆ ซึ่งมิได้จัดประเภทไว้ในที่อื่น	TSIC 23951 (25 แห่ง)
			TSIC 23954 (15 แห่ง)
#2	อุตสาหกรรมเซรามิค (Ceramic Industry)	ผลิตภัณฑ์กระเบื้องและแผ่นเซรามิค	TSIC 23922 (21 แห่ง)
		ผลิตภัณฑ์จาน ชาม เซรามิค	TSIC 23931 (11 แห่ง)
		ผลิตภัณฑ์สุขภัณฑ์เซรามิค	TSIC 23923 (10 แห่ง)
		ผลิตภัณฑ์ฉนวนไฟฟ้าเซรามิค	TSIC 23933 (2 แห่ง)
#3	อุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้า (Iron and Steel Industry)	ผลิตภัณฑ์เหล็กแผ่นและเหล็กก้อน	TSIC 24102 (64 แห่ง)
		ผลิตภัณฑ์เหล็กขั้นมูลฐานและขั้นกลาง	TSIC 24101 (40 แห่ง)
		ผลิตภัณฑ์เหล็กพื้นมูลฐานและขั้นกลาง ที่ไม่ได้จำแนกไว้	TSIC 24109 (72 แห่ง)
		ผลิตภัณฑ์เหล็กหล่อ	TSIC 24311 (50 แห่ง)
		ผลิตภัณฑ์เหล็กหล่อเหนียว	
#4	อุตสาหกรรมกระดาษ (Paper Industry)	ผลิตภัณฑ์เยื่อกระดาษ	TSIC 17011 (7 แห่ง)
		ผลิตภัณฑ์กระดาษประเภทต่างๆ	TSIC 17012 (24 แห่ง)
			TSIC 17020 (55 แห่ง)
			TSIC 17099 (22 แห่ง)
#5	อุตสาหกรรมปิโตรเคมี (Petrochemical Industry)	ผลิตภัณฑ์จากการกลั่นปิโตรเลียม	TSIC 19201 (16 แห่ง)
		ผลิตภัณฑ์พลาสติกและพลาสติกมูลฐาน	TSIC 20131 (83 แห่ง)
		ผลิตภัณฑ์อื่นๆ จากการกลั่นปิโตรเลียม ที่ไม่ได้จำแนกไว้	

กำหนดขอบเขต หรือ กลุ่มอาคารและกลุ่มอุตสาหกรรม

ลำดับ	อุตสาหกรรม	ผลิตภัณฑ์	จำนวนโรงงานตาม TSIC
#6	อุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม (Food and Beverage Industry)	ผลิตภัณฑ์น้ำตาลบริสุทธิ์ ผลิตภัณฑ์น้ำตาลดิบจากอ้อย ผลิตภัณฑ์อาหารกระป๋อง	TSIC 10722 (49 แห่ง) TSIC 10721 (8 แห่ง) TSIC 10221 (19 แห่ง)
#7	โรงไฟฟ้าพลังความร้อน (Thermal Power Plant)		TSIC 35101 (142 แห่ง)
#8	โรงแรม (Hotel Building)		TSIC 55101 (375 แห่ง)
#9	โรงพยาบาล (Hospital Building)		TSIC 86101 (222 แห่ง)
#10	ห้างสรรพสินค้า (Department Store Building)		TSIC 47190 (559 แห่ง)
#11	สำนักงาน (Office Building)		TSIC 84220 (617 แห่ง)

BRIGHT
management consulting
company limited

การเลือกปีฐาน (Base Year)

Less than One Year: An Energy Baseline duration of less than one year can be appropriate in operations where energy consumption is steady throughout the year. Short baseline durations may also be necessary for situations with insufficient reliable or available historical data, or when changes occur to the company's culture, policies, or processes.

One Year: The most common Energy Baseline duration is one year, because it often aligns with energy management business objectives such as reducing energy consumption from a previous year. The one-year period could be a calendar year or a fiscal year depending on the organization's budgeting or other needs. A one-year duration may be appropriate for seasonal operations, such as for food processors that produce based on a growing season or for textile manufacturers that produce prior to a school year.

More than One Year: Seasonality and business trends can combine to make a multi-year EnB optimal. Specifically, custom multi-year Energy Baseline periods are useful for extremely short annual production cycles where a business manufactures for a few months each year and then is relatively dormant for the remainder of the year. For example, a winery might want to track energy performance

การเลือกปีฐาน (Base Year)

Immediately Preceding: This is the typical time frame used in most instances. Facilities already making changes that will improve energy performance should choose an Energy Baseline time frame immediately preceding the reporting period; this will ease identification and quantification of improvements. If the immediately-preceding period does not have reliable data, facility staff should choose the most recent period with reliable data.

Prior Event: Tying an Energy Baseline time frame to a prior event is appropriate for organizations undergoing a recent significant change such as a major acquisition or facility enlargement.

Fixed Time Frame: Using a fixed reference year for the EnB time frame is common when demonstrating improvements across a group, such as for multi-site corporations, government programs, or industry organizations.

BRIGHT
management consulting
company limited

การเลือกปีฐาน (Base Year)

สำหรับการออกแบบ EPC scheme ปีฐานที่ใช้ในการคำนวณได้แก่

ปีฐาน (Base Year)	: 2557 (2014)
ปีที่ผลิต (Base year for Production)	: เฉลี่ยจากปี 2555-2557 (2012-2014)
ปีที่คำนวณค่า SEC (Base year for SEC)	: เฉลี่ยจากปี 2555-2557 (2012-2014)
ปีที่คำนวณค่าปริมาณการผลิต (Base year for CU)	: เฉลี่ยจากปี 2555-2557 (2012-2014)

BRIGHT
management consulting
company limited

กำหนดตัวแปรที่สำคัญด้านพลังงานของกลุ่มอุตสาหกรรม

ลำดับ	อุตสาหกรรม	ผลิตภัณฑ์	ตัวแปรหลัก	ตัวแปรรอง
#1	อุตสาหกรรมซีเมนต์ (Cement Industry)	ผลิตภัณฑ์ปูนซิเมนต์ ผลิตภัณฑ์คอนกรีตผสมเสร็จ ผลิตภัณฑ์คอนกรีตสำหรับก่อสร้าง ผลิตภัณฑ์คอนกรีตอื่นๆ ซึ่งมิได้จัดประเภทไว้ในที่อื่น	ปริมาณการผลิตของแต่ละผลิตภัณฑ์ สัดส่วนเปรียบเทียบของแต่ละผลิตภัณฑ์	ชั่วโมงการผลิต สัดส่วนการผลิต (Capacity Factor) เทคโนโลยีการผลิต
#2	อุตสาหกรรมเซรามิค (Ceramic Industry)	ผลิตภัณฑ์กระเบื้องและแผ่นเซรามิค ผลิตภัณฑ์จาน ชาม เซรามิค ผลิตภัณฑ์สุขภัณฑ์เซรามิค ผลิตภัณฑ์ฉนวนไฟฟ้าเซรามิค	ปริมาณการผลิตของแต่ละผลิตภัณฑ์ สัดส่วนเปรียบเทียบของแต่ละผลิตภัณฑ์	ชั่วโมงการผลิต สัดส่วนการผลิต (Capacity Factor) เทคโนโลยีการผลิต
#3	อุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้า (Iron and Steel Industry)	ผลิตภัณฑ์เหล็กแผ่นและเหล็กก้อน ผลิตภัณฑ์เหล็กขั้นมูลฐานและขั้นกลาง ผลิตภัณฑ์เหล็กพื้นมูลฐานและขั้นกลาง ที่ไม่ได้จำแนกไว้ ผลิตภัณฑ์เหล็กหล่อ ผลิตภัณฑ์เหล็กหล่อเหนียว	ปริมาณการผลิตของแต่ละผลิตภัณฑ์ สัดส่วนเปรียบเทียบของแต่ละผลิตภัณฑ์	ชั่วโมงการผลิต สัดส่วนการผลิต (Capacity Factor) เทคโนโลยีการผลิต

กำหนดตัวแปรที่สำคัญด้านพลังงานของกลุ่มอุตสาหกรรม

ลำดับ	อุตสาหกรรม	ผลิตภัณฑ์	ตัวแปรหลัก	ตัวแปรรอง
#4	อุตสาหกรรมกระดาษ (Paper Industry)	ผลิตภัณฑ์เยื่อกระดาษ ผลิตภัณฑ์กระดาษประเภทต่างๆ	ปริมาณการผลิตของแต่ละผลิตภัณฑ์ สัดส่วนเปรียบเทียบของแต่ละผลิตภัณฑ์	ชั่วโมงการผลิต สัดส่วนการผลิต (Capacity Factor) เทคโนโลยีการผลิต
#5	อุตสาหกรรมปิโตรเคมี (Petrochemical Industry)	ผลิตภัณฑ์จากการกลั่นปิโตรเลียม ผลิตภัณฑ์พลาสติกและพลาสติกมูลฐาน ผลิตภัณฑ์อื่นๆ จากการกลั่นปิโตรเลียม ที่ไม่ได้จำแนกไว้	ปริมาณการผลิตของแต่ละผลิตภัณฑ์ สัดส่วนเปรียบเทียบของแต่ละผลิตภัณฑ์	ชั่วโมงการผลิต สัดส่วนการผลิต (Capacity Factor) เทคโนโลยีการผลิต
#6	อุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม (Food and Beverage Industry)	ผลิตภัณฑ์น้ำตาลบริสุทธิ์ ผลิตภัณฑ์น้ำตาลดิบจากอ้อย ผลิตภัณฑ์อาหารกระป๋อง	ปริมาณการผลิตของแต่ละผลิตภัณฑ์ สัดส่วนเปรียบเทียบของแต่ละผลิตภัณฑ์	ชั่วโมงการผลิต สัดส่วนการผลิต (Capacity Factor) เทคโนโลยีการผลิต
#7	โรงไฟฟ้าพลังความร้อน (Thermal Power Plant)		ปริมาณการผลิตของไฟฟ้าและความร้อน	ชั่วโมงการผลิต สัดส่วนการผลิต (Capacity Factor) เทคโนโลยีการผลิต

กำหนดตัวแปรที่สำคัญด้านพลังงานของอาคาร

ประเภทอาคาร	ระบบ หรือ อุปกรณ์	ตัวแปรหลัก	ตัวแปรย่อย
สำนักงาน	ปรับอากาศและระบายอากาศ	พื้นที่ปรับอากาศ และ ชั่วโมงการใช้งาน	พื้นที่ปรับอากาศแยกเป็น 1.พื้นที่สำนักงานปรับอากาศที่มีชั่วโมงการทำงานแยกเป็น 3 กลุ่ม 1.1 ไม่เกิน 12 ชั่วโมงต่อวัน 1.2 ระหว่าง 12 – 18 ชั่วโมงต่อวัน 1.3 มากกว่า 18 ชั่วโมงต่อวัน 2. พื้นที่ร้านค้า 3. พื้นที่ส่วนกลาง
	แสงสว่าง	พื้นที่ใช้สอยและพื้นที่จอดรถ และ ชั่วโมงการใช้งาน	พื้นที่ปรับอากาศ + พื้นที่ไม่ปรับอากาศ + พื้นที่จอดรถภายในอาคาร
	อุปกรณ์สำนักงาน	จำนวนพนักงานในอาคาร	
	อื่น ๆ	จำนวนพนักงานในอาคาร	จำนวนลิฟต์
ศูนย์การค้า	ปรับอากาศและระบายอากาศ	พื้นที่ปรับอากากศ และ ชั่วโมงการใช้งาน	พื้นที่ปรับอากาศแยกเป็น 1. พื้นที่ปรับอากาศทั่วไป 2. พื้นที่โรงภาพยนตร์ 3. พื้นที่จัดงานที่ไม่ได้เปิดประจำ (จัดอีเว้นท์)
	แสงสว่าง	พื้นที่ใช้สอย และ ชั่วโมงการใช้งาน	พื้นที่ปรับอากาศ + พื้นที่ไม่ปรับอากาศ + พื้นที่จอดรถภายในอาคาร
	อื่น ๆ	พื้นที่ใช้สอย และ ชั่วโมงการใช้งาน	อุปกรณ์ประกอบอาคารต่าง ๆ 1. ลิฟต์ 2. บันไดเลื่อน

กำหนดตัวแปรที่สำคัญด้านพลังงานของอาคาร

ประเภทอาคาร	ระบบ หรือ อุปกรณ์	ตัวแปรหลัก	ตัวแปรย่อย
โรงพยาบาล	ปรับอากาศและระบายอากาศ	พื้นที่ปรับอากาศ และชั่วโมงการใช้งาน	พื้นที่ปรับอากาศแยกเป็น 1. พื้นที่ผู้ป่วยนอก 2. พื้นที่ผู้ป่วยใน 3. พื้นที่ร้านค้า 4. พื้นที่ห้องให้บริการทางแพทย์ เช่น ห้องผ่าตัด
	แสงสว่าง	พื้นที่ใช้สอย และพื้นที่จอดรถ และ ชั่วโมงการใช้งาน	พื้นที่ปรับอากาศ + พื้นที่ไม่ปรับอากาศ + พื้นที่จอดรถภายในอาคาร
	อุปกรณ์ให้บริการทางการแพทย์	จำนวนผู้ป่วย	จำนวนเครื่องมือทางการแพทย์ เช่น MRI, Autoclave, CT Scan
	อื่น ๆ	จำนวนผู้ป่วย และ บุคคลากรทางการแพทย์	จำนวนอุปกรณ์ในงานบริการทั่วไป 1. ลิฟต์ และ บันไดเลื่อน 2. เครื่องซักผ้าและรีดผ้า

BRIGHT
management consulting
company limited

กำหนดตัวแปรที่สำคัญด้านพลังงานของอาคาร

ประเภทอาคาร	ระบบ หรือ อุปกรณ์	ตัวแปรหลัก	ตัวแปรย่อย
โรงแรม	ปรับอากาศและระบายอากาศ	พื้นที่ปรับอากาศและชั่วโมงการใช้งาน	พื้นที่ปรับอากาศแยกเป็น 1. พื้นที่ห้องพัก 2. พื้นที่จัดเลี้ยง 3. พืนที่สำนักงาน โถงต้อนรับและทางเดิน 4. พื้นที่ร้านอาหาร 5. พื้นที่สันทนาการ
	แสงสว่าง	พื้นที่ใช้สอย และ พื้นที่จอดรถ และชั่วโมงการใช้งาน	พื้นที่ปรับอากาศ + พื้นที่ไม่ปรับอากาศ + พื้นที่จอดรถภายในอาคาร
	อุปกรณ์อำนวยความสะดวกให้กับผู้เข้าพัก	จำนวนผู้ใช้บริการ	จำนวนอุปกรณ์ในงานบริการ 1. เครื่องซักผ้า และ รีดผ้า
	อื่นๆ	จำนวนผู้ใช้บริการและพนักงาน	จำนวนลิฟต์

BRIGHT
management consulting
company limited

รวบรวมข้อมูล

1. ใช้ฐานข้อมูลการจัดการพลังงานของ พพ. ปี 2555-2557

2. ใช้การส่งแบบสอบถามอาคาร/โรงงานควบคุมให้ได้ข้อมูลที่ต้องการและมีนัยสำคัญทางสถิติ

จำนวนข้อมูล	ตัวแปรตาม		ตัวแปรหลักและตัวแปรรอง						
ชื่อสถานประกอบการ	ปริมาณการใช้พลังงาน SUM	ปริมาณการใช้น้ำมันดีเซล (ลิตร)	คิดเป็น MJ SUM	พื้นที่ปรับอากาศ	พื้นที่ไม่ปรับอากาศ	พื้นที่ทั้งหมด	พื้นที่จอดรถในอาคาร	ชั่วโมงการใช้งาน (ชั่วโมงวัน)	จำนวนพนักงาน
บริษัท นิยมพานิช จำกัด	2,428,060		8,741,016	16,762	8,323	25,085	7,381	2544	593
อาคารไทยประกันชีวิต สาขารัตนาธิเบศร์	1,919,000		6,908,400	8,886	6,466	15,352	0	4188	
อาคารเมืองไทยประกันภัย	1,567,000		5,641,200	4,515	286	4,801	939	2250	600
นำสินประกันภัย	1,833,430		6,600,348	11,678	4,461	16,139		3000	290
อาคเนย์ประกันภัย	2,317,000		8,341,200	12,266	2,606	14,872	17,446		70
อาคารสามัคคีประกันภัย	3,028,000		10,900,800	11,101	5,631	16,732	17,860	2470	
อาคารบางกอกสหประกันภัย	2,586,000		9,309,600	20,263	3,005	23,268	22,445	2964	162
อาคารเอ็ม เอส ไอ จี	1,767,000		6,361,200	8,661	189	8,850	14,490	2232	600
วี.พี.ทาวเวอร์	900,000		3,240,000	8,960	5,370	14,330	540	8760	21
บริษัท มั่นคงเคหะการ จำกัด (มหาชน)	764,000		2,750,400	7,939		7,939	7,930	1968	
อาคาร พาร์ควิว แมนชั่น	305,000		1,098,000	5,026	1,365	6,391			55
อาคารล็อกเกอร์เกษาร์ด สิงห์	2,319,000		8,348,400	18,557	7,779	26,336	0	3393	11
บริษัท เกษมทรัพย์ จำกัด	701,000		2,523,600	5,236	2,616	7,852	6,800	2223	
อาคารกมลสุโกศล	1,777,000		6,397,200	8,338	1,947	10,285	3,870	4380	
อาคาร เค.ซี.ซี	1,116,000		4,017,600	5,270	948	6,218	13,521	3756	9
บริษัท ธนิยะ เรียลเอสเตท จำกัด	3,398,000	120	12,237,170	13,767	2,606	16,373			9
อาคารไว้ท์กรุ๊ป	4,389,000		15,800,400	17,103	7,275	24,378	19,364	3000	70
อาคารล็อกซเล่ย์	3,049,000		10,976,400	15,248	6,627	21,875	11,118	1920	800
อาคารสหไทย	422,640		1,521,504	1,784	9,629	11,413	896	4500	55
อาคารพรีเมียร์คอร์เปอเรทปาร์ค	1,965,000		7,074,000	7,620	7,233	14,853		1984	654

BRIGHT
management consulting
company limited

จำนวนข้อมูล (อาคาร/โรงงาน) เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ทางสถิติ

จำนวนที่ยอมรับได้สำหรับอาคาร/โรงงานอุตสาหกรรม ทั้งหมด (n) ที่ตอบคำถามได้ถูกต้อง

$$n = \frac{NZ^2\sum N_i\sigma_i^2}{N^2E^2+Z^2\sum N_i\sigma_i^2}$$

จำนวนที่ยอมรับได้สำหรับอาคาร/โรงงานอุตสาหกรรม ในกลุ่มที่ i (n_i) ที่ตอบคำถามได้ถูกต้อง

$$n_i = \frac{nN_i\sigma_i}{\sum N_i\sigma_i}$$

โดยที่

I	= 1.....L
L	= จำนวนกลุ่มประเภทอาคาร/โรงงานอุตสาหกรรม
N_i	= จำนวนอาคาร/โรงงานอุตสาหกรรม ประเภทที่ i
σ_i	= ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของพลังงานที่ใช้ของอาคาร/โรงงานอุตสาหกรรม ประเภทที่ i
n_i	= ขนาดตัวอย่างของอาคาร/โรงงานอุตสาหกรรม ประเภทที่ i
n	= ขนาดตัวอย่างรวม
σ_i^2	= ค่าแปรปรวนของพลังงานที่ใช้ของอาคาร/โรงงานอุตสาหกรรมประเภทที่ i
E	= ค่าความผิดพลาดที่ยอมให้เกิดในการประมาณพลังงานที่ใช้

BRIGHT management consulting company limited

สรุปแนวทางการใช้ข้อมูลเพื่อกำหนด SEC สำหรับโรงงานควบคุม

ใช้ฐานข้อมูล
พพ. 2555-2557

1.จัดกลุ่มโรงงานตาม TSIC-ID 5 digit แรก ใน 11 Sector ของโครงการ (Sub-Sub Sector)

ใช้ฐานข้อมูล
พพ. 2555-2557

2.รวบรวมข้อมูล Plant level data : พลังงานรวม, ผลผลิตหลัก, ผลผลิตย่อย สัดส่วน %Electrical Energy (GJ) vs %Thermal Energy (GJ)

ได้ SEC1

ใช้การส่งแบบสอบถาม
โรงงานควบคุม xxx แห่ง

3. รวบรวมข้อมูล Product level data : Purchase/Consumed Energy, Finished Product, Main Process Equipment (Energy Intensive) etc.

ใช้วิธีการทางสถิติบน
Actual Data

4. วิเคราะห์ Plant level SEC1, Product level SEC2,3,... โดยหาความสัมพันธ์เทียบกับตัวแปรด้านต่างๆ

ได้ SEC2, ... สรุป SEC final ที่พิจารณาจากค่า R^2

BRIGHT
management consulting
company limited

ตัวอย่างการวิเคราะห์ EnPI ของอาคาร

ประเภทอาคาร	กลุ่มที่	กลุ่มย่อย	สมการพลังงาน
สำนักงาน	1	ภาคเอกชน	ปริมาณพลังงานไฟฟ้า (kWh) = 0.037 x [พื้นที่สำนักงานทั่วไป (< 12 ชั่วโมงต่อวัน) x ชั่วโมงการใช้งานต่อปี (12 x 250) x อัตราการใช้พื้นที่] + 0.014 x [พื้นที่สำนักงานทั่วไป (12 – 18 ชั่วโมงต่อวัน) x ชั่วโมงการใช้งานต่อปี (18 x 250) x อัตราการใช้พื้นที่] + 0.024 x [พื้นที่สำนักงานทั่วไป (> 18 ชั่วโมงต่อวัน) x ชั่วโมงการใช้งานต่อปี (24 x 365) x อัตราการใช้พื้นที่] + 0.122 x พื้นที่ร้านค้า x ชั่วโมงการใช้งาน x อัตราการใช้พื้นที่ + 0.004 x พื้นที่ส่วนกลาง x ชั่วโมงการใช้งาน x อัตราการใช้ + 66.608 x พื้นที่ไม่ปรับอากาศ + 1,192.47 x จำนวนพนักงาน + 69.981 x พื้นที่จอดรถในอาคาร

BRIGHT management consulting company limited

การวิเคราะห์และจัดทำ ตัวชี้วัดสมรรถนะด้านพลังงาน (EnPI)

ข้อมูลรายโรงงาน

ตัวอย่างสมการพลังงานของอุตสาหกรรมผลิตปูนซีเมนต์

โรงงาน	ตัวแปรตาม		ตัวแปรต้น				
	พลังงาน		ผลิตภัณฑ์ (ตัน/ปี)			ค่า SEC ความร้อน	ค่า SEC ไฟฟ้า
	ไฟฟ้า (kWh/ปี) [4]	ความร้อน (MJ/ปี) [3]	ปูนเม็ด (Clinker) [1]	ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ [2]	ปูนซีเมนต์แบบผสม	(MJ/ตันปูนเม็ด)	(kWh/ตันปูนซีเมนต์)
1	75,174,720.00	1,966,347,140.77	439,792.00	658,837.00		4,471	114.10
2	68,300,860.00	1,922,869,147.31	399,462.00	420,224.00	197,783.00	4,814	110.52
3	30,905,110.00	5,074,325.76		92,202.16	547,547.14		48.31
4	239,492,450.91	6,330,300,535.90	2,034,225.45	1,515,847.86	792,226.65	3,112	103.76
5	234,296,053.00	8,932,146,967.82	2,873,276.77	2,781,800.72		3,109	84.22
6	952,346,202.27	30,413,297,062.01	8,005,006.00	8,677,733.00		3,799	109.75
7	330,306,464.62	13,509,525,424.17	3,861,873.00	7,014,884.24		3,498	47.09
8	106,868,400.00	2,886,010,215.70	822,048.88	694,761.02	216,034.54	3,511	117.34
รวม/เฉลี่ย	2,037,690,260.80	65,965,570,819.44	18,435,684.10	21,856,290.00	1,753,591.34	3,578	86.31

สมการพลังงาน (ตัวอย่างเท่านั้น)

1. ปริมาณการใช้ไฟฟ้า = a * ปูนเม็ด + b * ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ + c * ปูนซีเมนต์แบบผสม

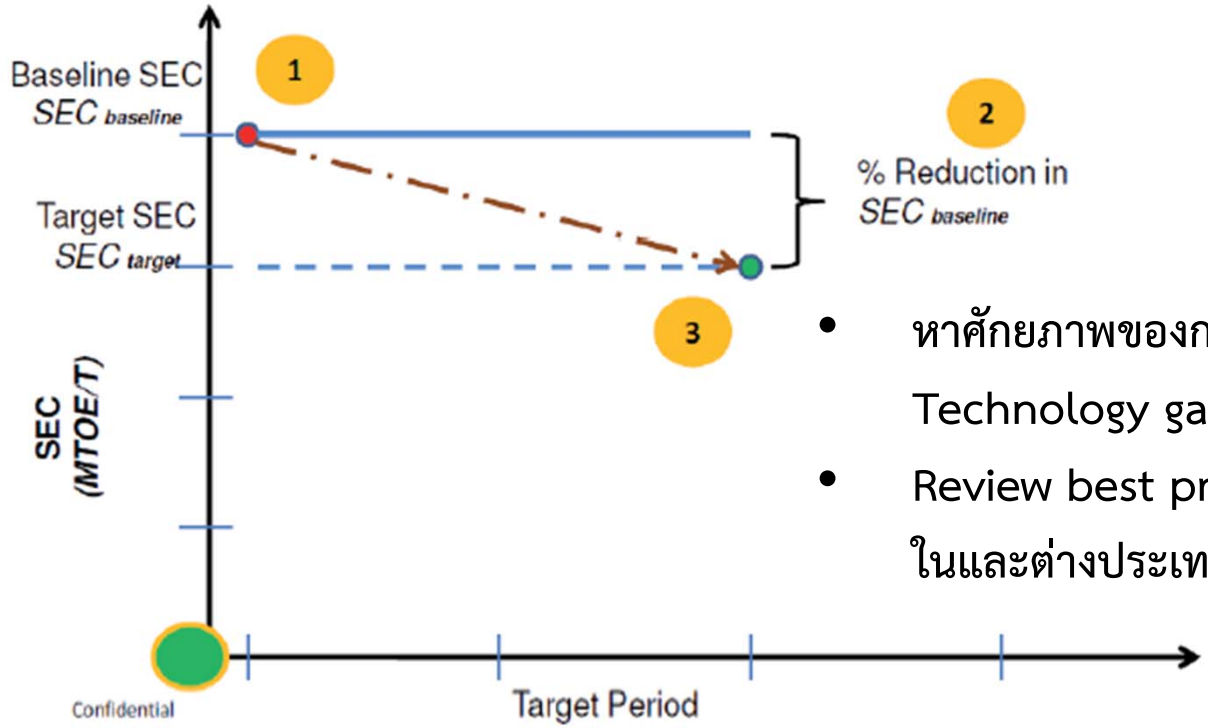
R Square = xx %, Adjusted R Square = xx %

2. ปริมาณการใช้ความร้อน (MJ) = d * ปูนเม็ด

R Square = xx %, Adjusted R Square = xx %

BRIGHT management consulting company limited

การเปรียบเทียบดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะ (SEC Benchmarking)



- หาศักยภาพของการลดจาก Technology gap
- Review best practice ทั้งในและต่างประเทศ

ผลประหยัด (Energy Saving) = ปริมาณการผลิตของปีฐาน * (SEC base year – SEC target year)

BRIGHT
management consulting
company limited

ตัวอย่าง SEC Benchmarking ของประเทศไทยและต่างประเทศ

ตารางเปรียบเทียบการใช้พลังงานในการหลอมเศษเหล็ก-บิลเล็ต ระหว่างผู้ประกอบการไทยและต่างประเทศ

	ไทย	สหรัฐฯ (Chaparral steel)	ญี่ปุ่น (Tokyo steel)	เยอรมัน (BSW)
การหลอมเหล็กกล้า (EAF)				
- พลังงานไฟฟ้าที่ใช้เฉลี่ยในการหลอมจากเศษเหล็กเป็นน้ำเหล็กใน EAF (kWh/ton)	547	450	460	363
- Oxygen ในการหลอมเศษเหล็กใน EAF (Nm3/ton)	44	46	34	40
- Electrode ในการหลอมเศษเหล็กใน EAF (kg/ton)	3.6	2.3	2.1	2.0
- Yield การหลอมเศษเหล็ก (%)	88.5	93.5	92.7	89.0

ตารางเปรียบเทียบการใช้พลังงานในการหลอมเศษเหล็ก-บิลเล็ต ระหว่างผู้ประกอบการไทยและต่างประเทศ

	ไทย	สหรัฐฯ (Nucor-Yamato)
การหลอมเหล็กกล้า (EAF)		
- พลังงานไฟฟ้าที่ใช้เฉลี่ยในการหลอมจากเศษเหล็กเป็นน้ำเหล็กใน EAF (kWh/ton)	419	316
- Oxygen ในการหลอมเศษเหล็กใน EAF (Nm3/ton)	35	44.6
- Electrode ในการหลอมเศษเหล็กใน EAF (kg/ton)	2.5	1.55
- Yield การหลอมเศษเหล็ก (%)	90.7	92.0

BRIGHT management consulting company limited

สรุป

- แนวทางการพัฒนาดัชนีการใช้พลังงานสามารถทำได้โดย 2 วิธี
  - ค่าเฉลี่ยโดยตรง (Mean)
  - ใช้สมการทางสถิติ (Regression method)
- การเลือกใช้วิธีการใดต้องคำนึงถึงข้อมูลที่มีอยู่และวิธีการจัดเก็บของโรงงาน/อาคาร
- สมการพลังงานของ พพ. ค่อนข้างสมบูรณ์ และสามารถนำมาใช้งานได้ ส่วนของโรงงานยังต้องศึกษาและหาวิธีการเพิ่มเติม
- การจัดทำ Focus Group ของแต่ละกลุ่มจะช่วยให้การสร้างสมการพลังงานถูกต้องมากขึ้น โดยนำตัวแปรที่สำคัญมาพิจารณาในการสร้างสมการเป็นหลัก

THANK YOU
QUESTION / SUGGESTION?