

การสร้างแบบจำลองพลังงานในการประมาณการสถานการณ์ พลังงานของไทย

Building an Energy Model for Predicting the Thai Energy Situation

อภिरดา ชิมประทีป
Apirada Chinprateep

ABSTRACT

At the present time, world crude oil prices and the world energy situation have been fluctuating continuously with an increasingly upward trend. Hence, this circumstance inevitably forces Thailand to confront the risks of an energy deficiency and energy price instability, as well as economic instability and, finally, the possibility of not being able to meet Thailand's overall energy demand. How will the Thai energy situation change based on present usage?

This paper is presented in two parts. The first presents the main idea of Thailand's energy model [the National Economic and Social Development Board (NESDB) project]—namely, the project that formulated and developed the energy and transportation strategies for Thailand, in the fiscal year 2006-2007. Second, the implication of this model is revisited especially for this paper to estimate the impact on constructed scenarios of the current situation based on the world oil price, alternative energy production capacity, and Thailand's energy technology.

Keywords: Thailand, energy strategy, Thai economy, energy situation

บทคัดย่อ

ผลจากการที่ประเทศไทยต้องพึ่งพาการนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศและมีแนวโน้มการพึ่งพาพลังงานจากต่างประเทศเพิ่มขึ้น ก่อปรกับสถานการณ์ราคาน้ำมันดิบและพลังงานในตลาดโลก

มีความผันผวนและมีแนวโน้มปรับตัวสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องทำให้ประเทศต้องเผชิญปัญหาความเสี่ยงต่อการขาดแคลนพลังงาน การขาดเสถียรภาพด้านราคา และส่งผลกระทบต่อความมีเสถียรภาพของระบบเศรษฐกิจ และความสามารถจัดหาพลังงานได้อย่างเพียงพอต่อความต้องการใช้ในอนาคต จึงมีคำถามว่า

คณะพัฒนาการเศรษฐกิจ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ 118 ถนนเสรีไทย บางกะปิ กรุงเทพฯ 10240

School of Development Economics, National Institute of Development Administration, 118 Seri Thai Road, Bangkapi, Bangkok 10240, Thailand.

E-mail: apiradach@gmail.com, apirada.c@nida.ac.th

ในอนาคตสถานการณ์พลังงานของไทยจะเป็นอย่างไร หากยังคงพฤติกรรมการใช้พลังงานอย่างปัจจุบัน

บทความได้นำเสนอสาระที่สำคัญ 2 ส่วน โดยส่วนที่ 1 สาระสำคัญของแบบจำลองด้านพลังงานที่โครงการจัดทำยุทธศาสตร์การพัฒนากำลังงานและระบบโครงข่ายขนส่งและการจัดการส่งสินค้าและพัสดุของประเทศ ปีงบประมาณ 2549 – 2550 ได้พัฒนาขึ้น และส่วนที่ 2 การประยุกต์ใช้แบบจำลองดังกล่าวจากบทความได้ประมาณการผลกระทบในภาพจำลองเหตุการณ์ (scenarios) ณ สถานะล่าสุดในกรณีที่มีความเปลี่ยนแปลงไปของราคาน้ำมันในตลาดโลก ศึกษาภาพการผลิตพลังงานทดแทน และเทคโนโลยีด้านพลังงานของไทย เพื่อดูผลกระทบต่อองค์สภาพพลังงานของประเทศ

คำสำคัญ: ประเทศไทย ยุทธศาสตร์พลังงาน ระบบเศรษฐกิจไทย สถานการณ์พลังงาน.

บทนำ

กรอบแนวคิดของแบบจำลองพลังงาน

แนวคิดในการสร้างแบบจำลองพลังงานเริ่มจากการกำหนดชุดของดัชนีและตัวชี้วัดสำคัญซึ่งเป็นปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมและความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ ในสาขาพลังงาน หรือเรียกว่าสมมติฐานของแบบจำลอง ประกอบด้วย ตัวชี้วัดทางเศรษฐกิจ และตัวแปรเกี่ยวข้อง เช่น ด้านยานยนต์และเครื่องบิน รวมถึงราคาพลังงานทุกประเภท แล้วจึงเป็นการศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ ตลอดห่วงโซ่คุณค่าพลังงานอันเริ่มจากการผลิตและทรัพยากร (production and resources) หรืออุปทาน (supply) คือแหล่งพลังงานต่างๆ ทั้งในประเทศและต่างประเทศ จากนั้นจึงนำเสนอการแปรรูปพลังงาน (transformation) ซึ่งเป็นผลผลิตของพลังงานตามธรรมชาติในรูปแบบ

ต่างๆ เช่น ก๊าซธรรมชาติ น้ำมันเบนซิน น้ำมันดีเซล และไฟฟ้า รวมถึงพลังงานสังเคราะห์ที่เป็นพลังงานทดแทนหรือพลังงานทางเลือกของรูปแบบพลังงานจากธรรมชาติ จากนั้นจึงไปสู่ขั้นตอนของการตอบสนองการบริโภค (Consumption) หรืออุปสงค์ (Demand) และสิ้นสุดที่ผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมจากมลภาวะของสาขาพลังงาน (Emission)

ภายใต้กรอบแนวคิดดังกล่าว ได้มีการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ของอุปสงค์และอุปทานของพลังงานชนิดต่างๆ¹ โดยมีการพัฒนาเป็นแบบจำลองเพื่อเป็นประโยชน์ในการศึกษาวิเคราะห์ผลที่จะเกิดขึ้นในด้านพลังงานภายใต้ข้อสมมติฐานของภาพจำลองเหตุการณ์ (Scenarios) ต่างๆ เช่น การศึกษาสัดส่วนการใช้เชื้อเพลิงพลังงานในการผลิตไฟฟ้าตามแผนการผลิตไฟฟ้าของประเทศ (การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, 2549) หรือการวางแผนการนำเข้าวัตถุดิบเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติ (Specifications) ของน้ำมันเบนซินในอนาคต เป็นต้น โดยส่วนต่างๆ (Module) ของแบบจำลองสามารถสรุปสาระสำคัญได้ดังนี้

1. สมมติฐานของแบบจำลอง เป็นส่วนของการกำหนดดัชนีและตัวชี้วัดสำคัญซึ่งเป็นปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมและความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ ในสาขาพลังงาน เช่น การขยายตัวทางเศรษฐกิจรายสาขา มูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมรายสาขา ราคาน้ำมันดิบในตลาดโลก ราคาน้ำมันในประเทศ จำนวนรถยนต์จดทะเบียนในประเทศ จำนวนยอดขายรถยนต์ ปริมาณการจราจรทางอากาศ เป็นต้น

2. อุปทานของพลังงาน เป็นส่วนที่แสดงแหล่งที่มาของพลังงานซึ่งมี 4 แหล่งใหญ่ คือ (1) แหล่งสำรองพลังงาน เช่น สำรองถ่านหินของประเทศ สำรองปิโตรเลียม เป็นต้น (2) แหล่งภายในประเทศ เช่น แหล่งผลิตพลังงานรูปแบบต่างๆ ทั้งพลังงาน

¹ โดยสมการเหล่านี้ประกอบขึ้นเป็นแบบจำลองหลักภายใต้โปรแกรม Long Range Energy Alternatives Planning System (LEAP) ซึ่งเป็นโปรแกรมที่สร้างขึ้นโดย Stockholm Environment Institute.

ฟอสซิล และพลังงานทางเลือกต่างๆ รวมถึง (3) การนำเข้า และ(4) การส่งออกพลังงานด้วย

3. การแปรรูปพลังงาน เป็นส่วนที่แสดงการแปรรูปพลังงานเป็นพลังงานไฟฟ้า และกระบวนการแปรรูปพลังงานหลัก เช่น การแยกก๊าซธรรมชาติ การกลั่นน้ำมันดิบ และการผลิตไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้า

4. การบริโภคหรืออุปสงค์ เป็นส่วนที่แสดงการใช้พลังงานชนิดต่างๆ ได้แก่ พลังงานขั้นต้น และการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายแบ่งตามสาขาเศรษฐกิจ

5. การปล่อยมลภาวะ เป็นส่วนที่แสดงข้อมูลปริมาณการปล่อยมลภาวะจากอุตสาหกรรมพลังงานเป็นหลัก รวมทั้งกิจกรรมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับพลังงาน

โครงสร้างการคำนวณที่ใช้ในแบบจำลองพลังงาน

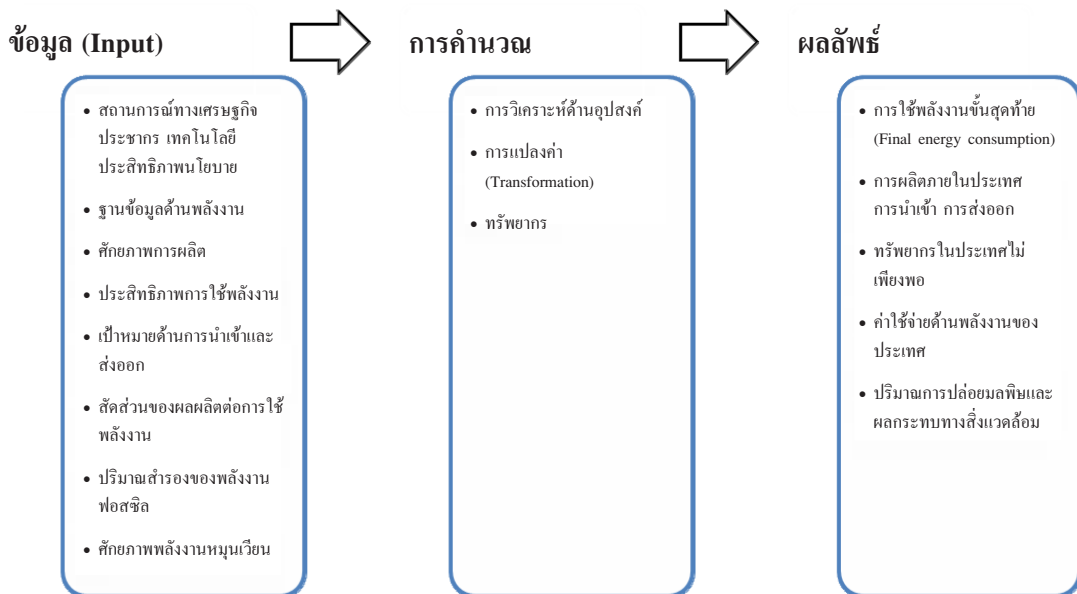
ด้วยกรอบความคิดของ Structural-Equation Models (SEMs) ซึ่งเป็นกรณีพิเศษกว่ารูปแบบสมการความสัมพันธ์เส้นตรงโดยทั่วไป โดยมีระบบของหลายสมการ ทั้งนี้ SEMs เป็นระบบสมการถดถอยหลายสมการซึ่งตัวแปรตามของสมการหนึ่งสามารถเป็นตัวแปรต้นของอีกสมการหนึ่ง ทั้งนี้สองตัวแปรในสมการสามารถแสดงความสัมพันธ์กระทบซึ่งกันและกันได้อย่างเป็นเหตุเป็นผล (Structural relationships) ทั้งโดยตรงและโดยอ้อม และ SEMs ยังสามารถบรรจุตัวแปรที่ไม่สามารถวัดได้โดยตรง โดยพิจารณาจากผลกระทบ (เรียกว่า Indicators) หรือผ่านสาเหตุที่สังเกตได้ (Observable causes) ซึ่งตัวแปรที่ไม่สามารถวัดได้จะให้อธิบายเรียกว่า Latent variables โดยการศึกษาในเรื่องนี้มีมาตั้งแต่ทศวรรษที่ 1960-1970 ในหลายศาสตร์วิชา และด้วยเหตุที่มีความสัมพันธ์โยงใยและมีตัวแปรต่างๆ ซ่อนอยู่ภายในระบบสมการเช่นนี้ ทั้งในส่วนการแปลผลและการตั้งระบบสมการจึงจำเป็นต้องมีทฤษฎีและเหตุผลสนับสนุนมากกว่าเพียงอาศัยข้อมูลอย่างเดียว (Duncan, Haller, & Portes, 1968; Raftery, 1993)

โครงสร้างการคำนวณที่ใช้ในแบบจำลอง

พลังงานตั้งต้นจากการคาดการณ์อุปสงค์พลังงานสำหรับเชื้อเพลิงแต่ละชนิด (Demand analysis) สามารถสรุปได้ดังแสดงในภาพที่ 1 โดยเป็นการเริ่มด้วยข้อมูลด้านการขยายตัวทางเศรษฐกิจและประชากร รวมทั้งปัจจัยอื่นๆ เช่น ราคาพลังงาน การพัฒนาเทคโนโลยี นโยบายภาครัฐ ข้อจำกัดด้านทรัพยากร ทั้งนี้อุปสงค์พลังงานหมายถึงความต้องการใช้พลังงานขั้นสุดท้าย (Final energy consumption) โดยไม่รวมความต้องการใช้พลังงานในภาคการแปรรูปพลังงาน จากนั้นจะเป็นการวิเคราะห์ในภาคการแปรรูปพลังงาน เช่น โรงไฟฟ้า โรงกลั่นน้ำมัน โรงแยกก๊าซธรรมชาติ และการผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพ เป็นต้น โดยอาศัยข้อมูลจากการวิเคราะห์อุปสงค์พลังงานข้างต้น และข้อมูลเชิงเทคนิคในกระบวนการแปรรูปพลังงาน เช่น ประสิทธิภาพในการแปรรูป อายุการใช้งาน เชื้อเพลิงที่ใช้ในกระบวนการแปรรูป เพื่อใช้ในการประมาณการการผลิตพลังงานที่ต้องการเพื่อให้เพียงพอกับความต้องการของเชื้อเพลิงในแต่ละชนิด

นอกจากนี้ผลลัพธ์จากกระบวนการนี้ยังสามารถบอกได้ถึงปริมาณการนำเข้าที่จำเป็นเพื่อเสริมส่วนที่กระบวนการแปรรูปและทรัพยากรในประเทศไม่สามารถจัดหาได้ รวมถึงยังสามารถบอกได้ถึงศักยภาพการส่งออกของเชื้อเพลิงแต่ละชนิด หากผลผลิตจากการแปรรูปและทรัพยากรเกินจากความต้องการใช้พลังงาน ตลอดจนปริมาณการปลดปล่อยมลพิษรวมทั้งค่าใช้จ่ายและต้นทุนในการแปรรูปพลังงานโดยรวมทั้งหมดจะถูกคำนวณจากคุณสมบัติและราคาของเชื้อเพลิงในแต่ละชนิด

ทั้งนี้ ผู้เขียนขออธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับสมการต่างๆ ในแบบจำลองซึ่งความเป็นจริงเป็นแบบสากลที่มีรากฐานการพัฒนาโดยใช้วิธีการของทฤษฎีสมการโครงสร้างเป็นระบบ (System of structural equation modeling) ร่วมกับทฤษฎีสมการเปลี่ยนแปลงแบบร่วมเวลา (Simultaneous equation system) โดยเริ่มต้นจากรูปแบบสมการเชิงเส้นหรือ Linearized equation system แล้วจึงใช้รูปแบบที่ซับซ้อนขึ้น (Polynomial



ภาพที่ 1 โครงสร้างการคำนวณที่ใช้ในแบบจำลองพลังงาน

ที่มา: ปรับปรุงจากรายงานฉบับสุดท้ายของโครงการจัดทำยุทธศาสตร์การพัฒนาพลังงานและระบบโครงข่ายขนส่งและการจัดการส่งสินค้าและพัสดุของประเทศ สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (สศช., 2551)

equation) วิธีการดังกล่าวมีข้อดีคือ เป็นรูปแบบที่ยืดหยุ่นและยังบรรจุ Latent variable ได้ สามารถแสดงด้วยสมการในรูปแบบเมตริกซ์ได้ดังนี้

$$Y_{(nxq)}B^*_{(qxq)} + X_{(nmx)}\Gamma^*_{(mxq)} = E_{(nxq)}$$

โดยกำหนดให้

$$B = \begin{bmatrix} B_{11} & 0 \\ B_{21} & B_{22} \end{bmatrix}$$

$$\Sigma\epsilon\epsilon = \begin{bmatrix} \Sigma_{11} & 0 \\ 0 & \Sigma_{22} \end{bmatrix}$$

โดยมีรายละเอียดสัญลักษณ์ดังต่อไปนี้: n คือ จำนวนตัวอย่าง, q คือจำนวนตัวแปรตาม Latent (และดังนั้นเท่ากับจำนวนค่าความคลาดเคลื่อน), m คือจำนวนตัวแปรอิสระlatent, Y คือตัวแปรตาม (Endogenous variable), X คือตัวแปรอิสระ (Exogenous variable), E คือความคลาดเคลื่อน (Error), คือ พารามิเตอร์เชิงโครงสร้าง (Structural) ที่เกี่ยวข้องกับ

ตัวแปรตามlatent, Γ คือพารามิเตอร์เชิงโครงสร้างที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามและตัวแปรอิสระ Latent, Σ คือ Covariance matrix ระหว่างตัวแปรที่สนใจ (Observed) โดยสามารถแปลงจากค่าพารามิเตอร์ในแบบจำลอง โดยมีสมมติฐานว่าความคลาดเคลื่อนของค่าคลาดเคลื่อนเป็นศูนย์ กระจัดตัวแบบปกติ (Each multivariately-normally distributed) และเป็นอิสระต่อกัน

จากสมการตามแบบเมตริกซ์ข้างต้นสามารถแสดงรายละเอียดเป็นสมการและกรอบสมมติฐานเพื่อการคำนวณปริมาณการใช้พลังงานแต่ละชนิดดังต่อไปนี้

(1) ไฟฟ้า

การเติบโตของความต้องการใช้ไฟฟ้า(%) = ความยืดหยุ่นของการใช้ไฟฟ้า³ x การเติบโตของGDP (%)

² ได้มีการสลับมิติ (Dimension) B และ Γ เป็นแนวนอน-ตั้ง (Transposed) แล้ว

³ Elasticity มูลค่าความยืดหยุ่น ในที่นี้คือ ร้อยละการเปลี่ยนแปลงของอุปสงค์ด้านการใช้ไฟฟ้าต่อหน่วยร้อยละการเปลี่ยนแปลงของGDP

(2) ภาคครัวเรือน

การเติบโตความต้องการใช้พลังงานไม่รวมไฟฟ้า (%)

= การเติบโตประชากร(%) + การเติบโตGDP(%)

ความต้องการใช้ไม้เพื่อเป็นเชื้อเพลิง = จำนวนครัวเรือน x ความต้องการใช้ไม้ต่อครัวเรือน

ความต้องการใช้ถ่าน = จำนวนครัวเรือน x ความต้องการใช้ถ่านต่อครัวเรือน

ความต้องการใช้ LPG = ความต้องการพลังงานไม่รวมไฟฟ้า - ความต้องการไม้เพื่อเชื้อเพลิง - ความต้องการใช้ถ่าน

(3) ภาคคมนาคมและขนส่ง**(3.1) การคมนาคมขนส่งทางถนน**

$GSL\ Class\ [ML] = Intensity_{GSL\ CLASS}\ [ML/Million\ THB] \times GDP_{TRAN}\ [Million\ THB]$

$DS\ Class\ [ML] = Intensity_{DS\ CLASS}\ [ML/Million\ THB] \times GDP_{TRAN}\ [Million\ THB]$

$GSL\ Class\ [ML] = FE_G \times (GSL+GSH)\ [ML] - NGV_G\ [ML] - MST_G\ [ML]$

$DS\ Class\ [ML] = FE_D \times (DS+BDS)\ [ML] - NGV_D\ [ML] - MST_D\ [ML]$

GSL	การใช้น้ำมันเบนซิน
NGV	ปริมาณการทดแทนเชื้อเพลิงหลักด้วยก๊าซธรรมชาติ
FE	ดัชนีแสดงการพัฒนาประสิทธิภาพเครื่องยนต์
MST	ปริมาณการทดแทนเชื้อเพลิงหลักด้วยระบบขนส่งมวลชน
GSH	การใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์
	Subscript G สำหรับเครื่องยนต์/น้ำมันเบนซิน
DS	การใช้น้ำมันดีเซล
	Subscript D สำหรับเครื่องยนต์/น้ำมันดีเซล
BDS	การใช้น้ำมันไบโอดีเซล
หมายเหตุ	Intensity หมายถึง ร้อยละความเข้มข้นของมูลค่าการบริโภคพลังงานในรูปแบบที่สนใจต่อ GDP ประเภะนั้นๆ

(3.2) การคมนาคมขนส่งทางราง

การขนส่งทางรางในปัจจุบันใช้น้ำมันดีเซลเป็นหลักโดยมีการใช้ไฟฟ้าบางส่วนจากโครงข่ายรถไฟไฟฟ้าในเขตกรุงเทพฯและปริมณฑล สำหรับแบบจำลองพลังงานกรณีฐานนั้นนอกจากแผนการพัฒนาโครงข่ายรถไฟไฟฟ้าในเขตกรุงเทพฯและปริมณฑลแล้วยังไม่มีการพิจารณาโครงการต่างๆ ของการขนส่งทางรางที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต เช่น โครงการรถไฟความเร็วกลางระหว่างเมืองใหม่ โครงการรถไฟรางคู่ โครงการการลดจุดตัดรางรถไฟ และอื่นๆ ดังนั้น ภายใต้แบบจำลองกรณีฐานจึงกำหนดให้ไม่มีการใช้น้ำมันดีเซลเพิ่มขึ้นจากปัจจุบันตามเส้นทางที่ยังไม่มีแผนงานชัดเจนในการขยายเพิ่มเติม ในขณะที่คาดว่าจะมีการใช้ไฟฟ้าในระบบรางเพิ่มขึ้นจากแผนพัฒนาโครงข่ายรถไฟไฟฟ้าในอนาคต แม้ว่าแผนพัฒนาโครงข่ายรถไฟไฟฟ้าที่จะเสร็จสิ้นเต็มระบบภายในปี 2016 ได้ล่าช้าออกไปบ้างแต่การศึกษาในระยะยาวกว่านั้นยังคงใช้อ้างอิงได้

(3.3) การคมนาคมขนส่งทางน้ำ (การศึกษาใช้

หน่วย TOE ตามสากล คือหน่วยเทียบเท่าน้ำมัน)
 $\text{น้ำมันเครื่อง}[TOE] = \text{ค่าความเข้มข้นการใช้้ำมันเครื่อง}[TOE\ \text{ต่อล้านบาท}] \times GDP\ \text{ภาคขนส่ง [ล้านบาท]}$
 $\text{น้ำมันดีเซล}[TOE] = \text{ค่าความเข้มข้นการใช้้ำมันดีเซล}[TOE\ \text{ต่อล้านบาท}] \times GDP\ \text{ภาคขนส่ง [ล้านบาท]}$

(3.4) การคมนาคมขนส่งทางอากาศ

ปริมาณการใช้น้ำมันเครื่องบินในอนาคตจะพิจารณาจากอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจในภาคคมนาคมขนส่งและความเข้มข้นของการใช้น้ำมันเครื่องบิน โดยปริมาณการใช้น้ำมันเครื่องบิน จะพิจารณาจากความสัมพัทธ์
 $\text{น้ำมันเครื่องบิน [TOE]} = \text{ความเข้มข้นการใช้้ำมันเครื่องบิน [TOE\ \text{ต่อล้านบาท}] } \times GDP_{TRAN}\ [\text{ล้านบาท}]$

(4) ภาคอุตสาหกรรม

การใช้น้ำมัน [TOE] = ความเข้มข้นการใช้น้ำมัน [TOE ต่อล้านบาท] x GDPภาคอุตสาหกรรมย่อย[ล้านบาท]

(5) ภาคบริการ

การใช้ LPG [TOE] = ความเข้มข้นการใช้ LPG [TOE ต่อล้านบาท] x GDPภาคการค้าและพาณิชย์ [ล้านบาท]

(6) ภาคเกษตรกรรม

การใช้น้ำมันดีเซล [TOE] = ความเข้มข้นการใช้ดีเซล [TOE ต่อล้านบาท] x GDPภาคเกษตร [ล้านบาท]

การประมาณผลกระทบในจำลองเหตุการณ์

สำหรับการนำแบบจำลองพลังงานมาประยุกต์ใช้ในการประมาณการผลกระทบในภาพจำลองเหตุการณ์หากสถานการณ์โลกเปลี่ยนแปลงไปในอนาคตนั้น จะต้องมีการกำหนดตัวแปรต่างๆ ที่มีความสำคัญต่อการเพิ่มศักยภาพการผลิตพลังงานทดแทนและเทคโนโลยีด้านพลังงานของไทยโดยปรับปรุงข้อมูลและสมมติฐาน อาทิ การเติบโตทางเศรษฐกิจแผนงานโครงการต่างๆ รวมทั้งราคาน้ำมันในตลาดโลกและประเทศไทยที่เปลี่ยนแปลง ในที่นี้จะได้นำเสนอการประมวลผลโดย ข้อมูลต่างๆ ที่ใช้กำหนดสมมติฐานดังแสดงในตารางที่ 1

กรอบการวิเคราะห์

การวิเคราะห์ความต้องการใช้พลังงานในอนาคตอยู่บนพื้นฐานของการพิจารณาตัวแปรควบคู่กับการนำเป้าหมายและนโยบายด้านพลังงานของภาครัฐมาประยุกต์ใช้ โดยผลลัพธ์จะเน้นไปที่การวิเคราะห์การใช้เชื้อเพลิงแต่ละประเภทในแต่ละรายสาขาเศรษฐกิจ โดยมีรูปแบบการจัดหาพลังงานมุ่งที่การพิจารณาความต้องการในการนำเข้าและศักยภาพในการส่งออกพลังงานในรูปแบบต่างๆ ภายใต้ศักยภาพในการผลิตและทรัพยากรพลังงานรวมทั้งปริมาณสำรองของทรัพยากรพลังงานที่สามารถนำมา

ใช้ได้ในอนาคต วิเคราะห์ด้านราคา/ต้นทุนด้านพลังงาน เน้นผลกระทบของปัจจัยต่างๆ ที่มีอิทธิพลต่อค่าใช้จ่ายด้านพลังงานที่เกิดจากการใช้เชื้อเพลิงแต่ละชนิด รวมทั้งต้นทุนทางด้านสังคมและต้นทุนด้านสิ่งแวดล้อมอื่นๆ โดยเน้นผลกระทบจากการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการใช้เชื้อเพลิงประเภทต่างๆ โดยผลกระทบมลภาวะทางอากาศมลภาวะทางเสียงหรือผลกระทบต่อระบบนิเวศ โครงสร้างการจัดระเบียบข้อมูลพลังงานและการจำแนกประเภทของเชื้อเพลิงอ้างอิงจากการจำแนกโดยกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.)

ความต้องการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายในภาพรวมของประเทศไทยในอนาคต แยกตาม 6 สาขาเศรษฐกิจหลัก (ภาพที่ 2) แสดงว่า ภาคอุตสาหกรรมและขนส่งยังเป็นสาขาหลักที่บริโภคพลังงานรวมกันมากกว่าสองในสามของการบริโภครวมทั้งประเทศ (รวมร้อยละ 72.7 โดยคิดเป็นร้อยละ 22.0 และร้อยละ 50.7 สำหรับภาคอุตสาหกรรมและภาคขนส่ง ตามลำดับ) และ สัดส่วนการใช้พลังงานในภาคธุรกิจและบริการมีแนวโน้มสูงขึ้นจากร้อยละ 8 ในปี 2007 เป็นร้อยละ 11.0 ในปี 2036 เมื่อเทียบกับการใช้พลังงานในภาคเกษตรกรรมที่มีแนวโน้มลดลงโดยเทียบกับร้อยละ 7.5 ในปี 2007 เป็นร้อยละ 6.2 ในปี 2036 ทั้งนี้แบบจำลองตั้งอยู่บนสมมติฐานตามแนวโน้มของโครงสร้างทางเศรษฐกิจและการใช้พลังงานไม่เปลี่ยนแปลงไปจากสถานะในปัจจุบัน

ตามภาพที่ 2 แสดงปริมาณการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายในแต่ละสาขาเศรษฐกิจของประเทศไทย ในขณะที่การบริโภคพลังงานที่เพิ่มขึ้นของภาคก่อสร้างและมากกว่าภาคการเกษตรมากในปี 2006-2036 โดยเฉลี่ยคิดเป็น 427.1 เทียบ 145.4 ล้านหน่วยพลังงาน ตามลำดับ แต่กลับมีต้นทุนไม่สูงชันมากกว่าภาคเกษตรมากนัก ที่ 4.9 และ 4.4 พันล้านดอลลาร์ สรอ.ตามราคาปี 2000 (จากข้อมูลของการศึกษา) ทั้งที่จากเดิมทั้งสองภาคเศรษฐกิจดังกล่าวมีขนาดใกล้เคียงกัน จึงแสดงนัยถึงภาคเกษตรอาจต้อง

อาศัยเวลาในการปรับตัวทางด้านประสิทธิภาพการใช้พลังงานมากกว่าโดยเปรียบเทียบกับภาคการก่อสร้างเพื่อให้มีการใช้พลังงานที่มีประสิทธิภาพ และเมื่อภาคการเกษตรมีการปรับตัวในปี 2020 เป็นต้นไปจนถึงปี 2036 ผลของการใช้พลังงานและต้นทุนค่าใช้จ่ายด้านพลังงานของทั้งสองภาคเศรษฐกิจก็也将มีความสอดคล้องกัน

การวิเคราะห์ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม

การวิเคราะห์ผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมที่

เกิดจากการปลดปล่อยมลพิษที่เกิดจากการใช้เชื้อเพลิงในแต่ละกระบวนการ จะพิจารณาจากปริมาณการใช้เชื้อเพลิง ทั้งจากปริมาณการใช้เชื้อเพลิงขั้นสุดท้ายและการใช้ในกระบวนการแปรรูปพลังงานควบคู่ไปกับลักษณะการปลดปล่อยมลพิษสำหรับเชื้อเพลิงแต่ละชนิด ทั้งนี้หน่วยงานระหว่างภาครัฐในการศึกษาสภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง (IPCC) ได้รวบรวมข้อมูลการปลดปล่อยมลพิษจากเชื้อเพลิงแต่ละชนิด ในแต่ละประเภทกิจกรรมการใช้พลังงานไว้ โดยแบบจำลองกรณีฐานได้นำข้อมูลจาก IPCC Tier

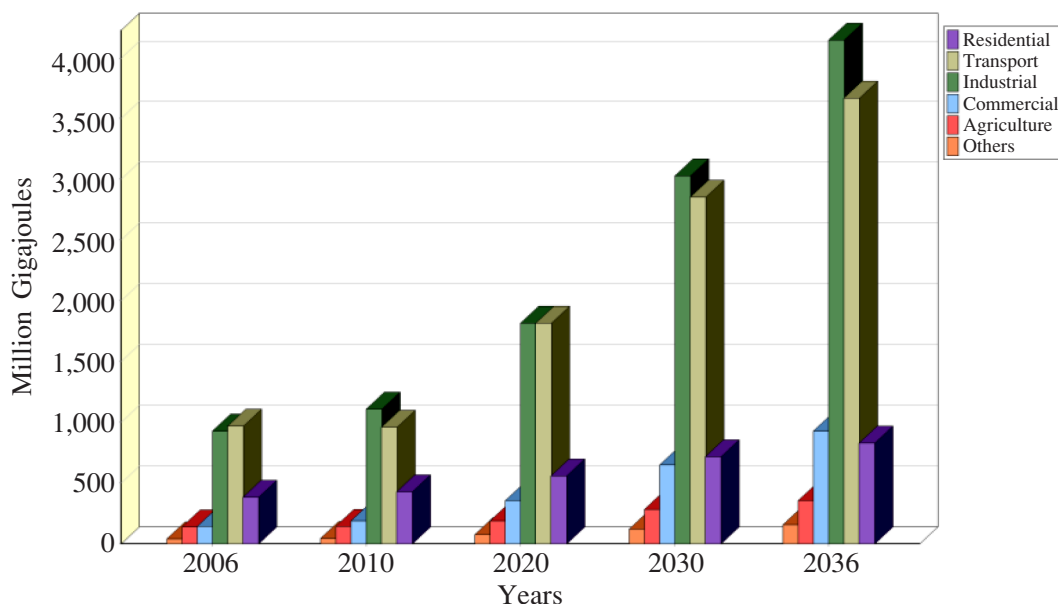
ตารางที่ 1 แหล่งข้อมูลที่ใช้สำหรับข้อมูลสำคัญในการจัดทำแบบจำลองพลังงาน (สังเขป)

ตัวแปรที่ใช้ศึกษา		
การวิเคราะห์การใช้พลังงาน	ปัจจัยด้านเศรษฐกิจ	ภาพรวมผลิตภัณฑ์มวลรวม
		ผลิตภัณฑ์มวลรวมแต่ละสาขาเศรษฐกิจ
		ผลิตภัณฑ์มวลรวมแต่ละสาขาเศรษฐกิจย่อย
	ปัจจัยด้านสังคมและประชากร	จำนวนประชากร
		จำนวนครัวเรือนและขนาดครัวเรือน
		การใช้พื้นที่และด้านต่อครัวเรือนในอนาคต
	ประสิทธิภาพการใช้พลังงาน	ความเข้มข้นและความยืดหยุ่นของการใช้พลังงาน
		การเพิ่มประสิทธิภาพการพัฒนาเทคโนโลยีอนาคต
		การนำเทคโนโลยีใหม่เข้ามาใช้
	เป้าหมายและนโยบายภาครัฐ	ข้อมูลและแผนพัฒนาพลังงานทดแทน
		ข้อมูลและแผนด้านคมนาคมขนส่ง
		ข้อมูลและแผนพัฒนาด้านการเกษตร
การปรับปรุงพลังงาน	การผลิตไฟฟ้า	ข้อมูลพื้นฐาน (กำลังการผลิตติดตั้ง ปริมาณการผลิตไฟฟ้า ประสิทธิภาพ เชื้อเพลิงที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้า ฯลฯ)
		การพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้า (คณะอนุกรรมการความต้องการไฟฟ้า)
		แผนพัฒนากำลังการผลิตไฟฟ้า 2551- 2563 (ปรับปรุง 1)
	โรงกลั่นน้ำมันและโรงแยกก๊าซธรรมชาติ	การผลิตเอทานอล
		การผลิตไบโอดีเซล
ทรัพยากร	ปริมาณสำรองเชื้อเพลิงฟอสซิล	
	ศักยภาพพลังงานหมุนเวียน	
การวิเคราะห์ราคาและต้นทุน	ราคาเชื้อเพลิง (ราคาระหว่างประเทศ)	
	ราคาเชื้อเพลิง (ราคาขายปลีกในประเทศ)	
	ต้นทุนการผลิตไฟฟ้า	
สิ่งแวดล้อม	ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากเชื้อเพลิงประเภทต่างๆ	

ที่มา: จากการประยุกต์ใช้แบบจำลองและจากแหล่งข้อมูลที่หน่วยงานต่างๆ ได้จัดทำไว้ และสามารถค้นคว้าได้จากรายงานการศึกษาของ สศช. (2551)

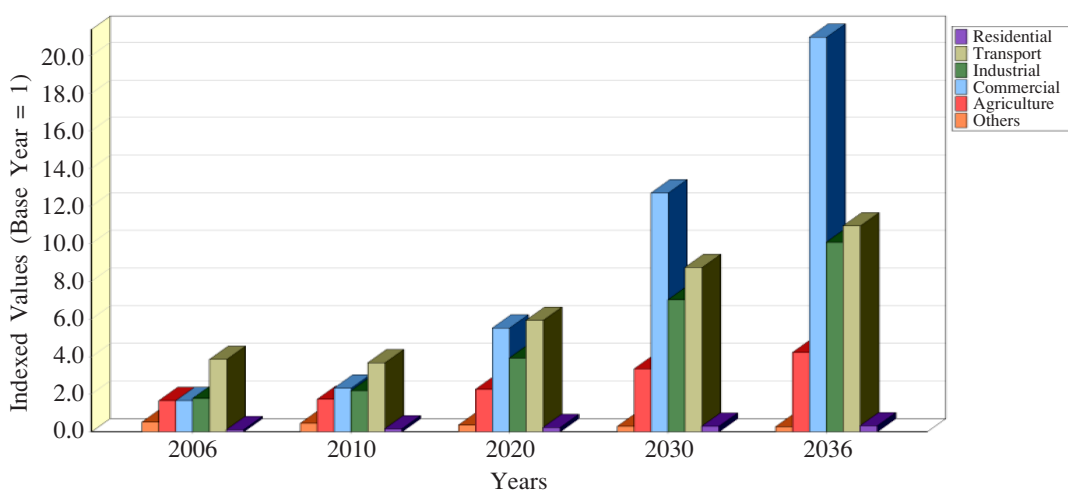
1 ซึ่งเป็นการคำนวณปริมาณเฉลี่ยสำหรับมลพิษแต่ละประเภท เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไนโตรเจนไดออกไซด์ ก๊าซมีเทน และอื่นๆ ที่เกิดจากกิจกรรมการใช้พลังงานในแต่ละ

สาขาเศรษฐกิจ โดยปริมาณมลพิษดังกล่าวเป็นค่าเฉลี่ยที่เกิดจากการใช้พลังงานผ่านอุปกรณ์การใช้พลังงานหรือการแปรรูปพลังงานภายในสาขาเศรษฐกิจนั้นๆ โดยไม่ได้พิจารณารายละเอียดการปลดปล่อยมลพิษที่เกิด



ภาพที่ 2 ปริมาณการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายในแต่ละสาขาเศรษฐกิจของประเทศไทย

ที่มา: ผู้เขียนใช้แบบจำลองและข้อมูลที่อธิบายแล้วใส่โปรแกรมการคำนวณของ Stockholm Environment Institute (แสดงข้อมูลในรูปปี ค.ศ.)



ภาพที่ 3 ปริมาณการใช้ปล่อยก๊าซให้เกิดภาวะโลกร้อน (Global warming) จำแนกตามสาขาเศรษฐกิจ

ที่มา: ผู้เขียนใช้แบบจำลองและข้อมูลที่ใส่โปรแกรมการคำนวณของ Stockholm Environment Institute (แสดงข้อมูลในรูปปี ค.ศ.)

จากอุปกรณ์การใช้พลังงานหรืออุปกรณ์ที่ใช้ในการแปรรูปพลังงานในแต่ละชนิด ซึ่งสอดคล้องกับโครงสร้างข้อมูลพลังงานในแบบจำลองกรณีฐานที่แบ่งโครงสร้างออกเป็นการใช้เชื้อเพลิงแต่ละชนิดในแต่ละสาขาเศรษฐกิจ

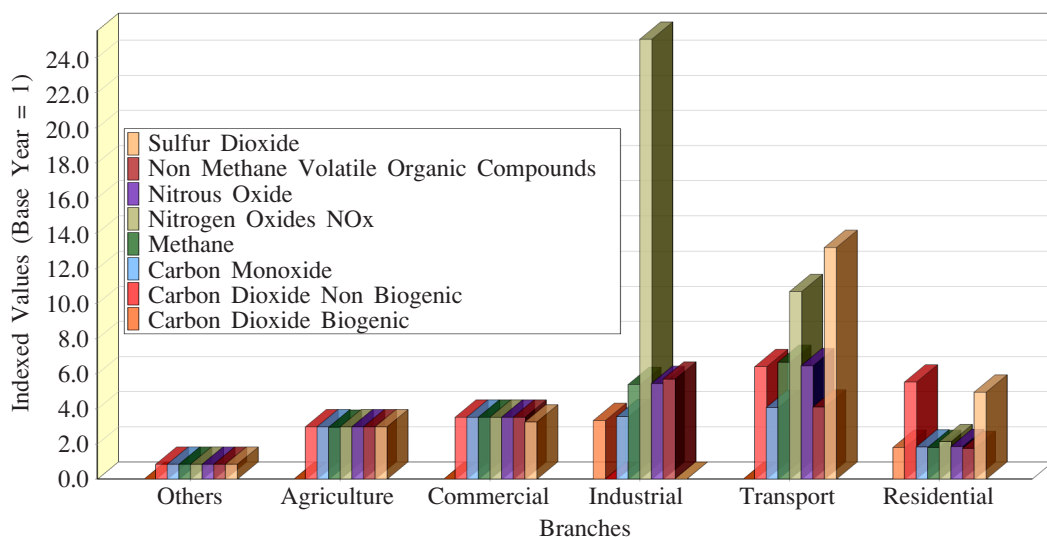
ขณะเดียวกันเมื่อพิจารณาผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมจากปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก(เทียบเท่าปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์) จากที่ภาคการพาณิชย์และบริการมีปริมาณการใช้พลังงานมากเป็นอันดับ 5 ในปี 2006 (คิดเป็น 143.9 ล้านหน่วยพลังงาน) กลับเป็นภาคเศรษฐกิจที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดหลังจากปี 2020 เป็นต้นไป (เทียบเท่าการปล่อยก๊าซ CO₂) และภาคการขนส่งกลับเป็นอันดับรองลงมา (อ้างอิงข้อมูลจากแบบจำลองการศึกษา) จึงสื่อถึงความสามารถในการปรับตัวด้านพลังงานได้ว่า **ภาคการพาณิชย์และบริการอยู่ในภาวะคับขันต่อภาวะโลกร้อนและจำเป็นต้องปรับปรุงปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ขณะที่ภาคอุตสาหกรรมที่อยู่อาศัย และภาคเกษตรเป็นภาคเศรษฐกิจที่มีความสามารถในการปรับตัวด้านพลังงานเพื่อรักษาภาวะโลกร้อนได้ค่อนข้างดีโดยเปรียบเทียบ อย่างไรก็ตามก็ดีจาก**

ภาพที่ 4 แสดงให้เห็นว่า**ภาคอุตสาหกรรมกลับปล่อยก๊าซในโตรเจนออกไซด์จำนวนมากโดยเปรียบเทียบกับภาคเศรษฐกิจอื่นๆ** ซึ่งเป็นผลพวงจากกระบวนการผลิตในภาคอุตสาหกรรมนั่นเอง

สมดุลพลังงาน

โดยสรุป จากการศึกษาได้พบว่าภายใต้สถานการณ์แบบจำลอง โดยมีพื้นฐานข้อมูลที่น่าเสนอยังมีการใช้เชื้อเพลิงทางเลือกผสมชนิดอื่นๆ อาทิ แก๊สโซฮอล์ ไบโอดีเซล และจะอยู่ในระดับใกล้เคียงกับปริมาณการใช้ไฟฟ้าด้วย โดยปริมาณการใช้เชื้อเพลิงสถานะของแข็ง เช่น ถ่าน เป็นต้น อยู่อันดับรองลงไป ถัดมาเป็นพลังงานหมุนเวียน ซึ่งผลจะเห็นได้ชัดเจน(ภายใต้สภาพแวดล้อมสถานการณ์ปัจจุบันตามแบบจำลอง) ภายในช่วงปี 2020 เป็นต้นไป

ท้ายสุดเป็นเรื่องสมดุลพลังงานที่แปรเปลี่ยนไปซึ่งปัจจุบันที่ประเทศไทยต้องนำเข้าพลังงานเกือบทุกประเภททั้งน้ำมันและผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม ก๊าซธรรมชาติ การผลิตไฟฟ้าด้วยพลังน้ำและอื่นๆ ทั้งยังมีความต้องการพลังงานส่วนเกินด้วยนั้น ครั้นเมื่อถึง



ภาพที่ 4 ปริมาณการปล่อยก๊าซมลพิษแต่ละชนิดจำแนกตามสาขาเศรษฐกิจปี 2020

ที่มา: ผู้เขียนใช้แบบจำลองและข้อมูลใส่โปรแกรมการคำนวณของ Stockholm Environment Institute (แสดงข้อมูลในรูปปี ค.ศ.)

ปี 2036 จากการประมาณโดยแบบจำลองพบว่า การนำเข้าพลังงานจะเปลี่ยนรูปแบบไปโดยเป็นรูปแบบของเชื้อเพลิงชนิดแข็งและรูปแบบของก๊าซธรรมชาติมากยิ่งขึ้น รวมทั้งในรูปแบบของพลังงานชนิดใหม่ๆ ด้วย

สรุปและข้อเสนอแนะ

จากสมมติฐานโครงสร้างทางเศรษฐกิจและการใช้พลังงานไม่เปลี่ยนแปลงไปจากสถานะในปัจจุบัน การคาดการณ์ความต้องการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายในภาพรวมของประเทศไทย แยกตาม 6 สาขาเศรษฐกิจหลักสรุปได้ว่า

1. ภาคอุตสาหกรรมและขนส่งยังเป็นสาขาหลักที่บริโภคพลังงานรวมกันมากกว่าสองในสามของการบริโภครวมทั้งประเทศ และ สัดส่วนการใช้พลังงานในภาคธุรกิจและบริการมีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อเทียบกับการใช้พลังงานในภาคเกษตรกรรม

2. ภาคขนส่งเป็นภาคที่มีต้นทุนด้านพลังงานมากที่สุดและจะมีอัตราเพิ่มอย่างทวีคูณ โดยภาคเศรษฐกิจที่ต้นทุนค่าใช้จ่ายมากเป็นอันดับสองรองจากภาคขนส่ง คือ ภาคอุตสาหกรรม ต่อมาคือภาคการพาณิชย์และบริการ ตามด้วยภาคการก่อสร้างและที่อยู่อาศัย และท้ายสุดคือ ภาคการเกษตรและอื่นๆ

3. ภาคเกษตรอาจต้องอาศัยเวลาในการปรับตัวทางด้านประสิทธิภาพการใช้พลังงานมากกว่าโดยเปรียบเทียบกับภาคอื่นๆ เพื่อให้มีการใช้พลังงานที่มีประสิทธิภาพ อย่างน้อยจนถึงปี 2020 ด้วยสถานะศักยภาพในปัจจุบัน

4. ขณะที่ภาคอุตสาหกรรม ที่อยู่อาศัย และภาคเกษตรเป็นภาคเศรษฐกิจที่มีความสามารถในการปรับตัวด้านพลังงานเพื่อรักษาภาวะโลกร้อนได้ค่อนข้างดีโดยเปรียบเทียบ อย่างไรก็ตามก็ควรศึกษาข้อมูลให้ข้อสังเกตว่าภาคอุตสาหกรรมกลับปล่อยก๊าซในโตรเจนออกไซด์จำนวนมากโดยเปรียบเทียบกับภาคเศรษฐกิจอื่นๆ

5. ไฟฟ้ายังเป็นรูปแบบพลังงานที่มีการใช้มากเป็นอันดับต้นๆ อย่างต่อเนื่องและสูงมากยิ่งขึ้นในอนาคตหลังจากการปรับเปลี่ยนรูปแบบการพัฒนาตามแผนพัฒนาระบบสาธาณูปโภค

6. มีข้อสังเกตว่าผลของนโยบายต่างๆ ในปัจจุบันจะสัมฤทธิ์ผลอย่างเห็นได้ชัดเจน(ภายใต้สภาพแวดล้อมสถานการณ์ปัจจุบันตามแบบจำลอง) ภายในช่วงปี 2020 เป็นต้นไป

7. ประเทศไทยยังคงขาดดุลพลังงานโดยการนำเข้าพลังงานจะเปลี่ยนรูปแบบไปโดยเป็นรูปแบบของเชื้อเพลิงชนิดแข็งและรูปแบบของก๊าซธรรมชาติมากยิ่งขึ้นรวมทั้งในรูปแบบของพลังงานชนิดใหม่ๆ

ดังนั้นจากผลของการศึกษาแบบจำลองในบทความนี้จึงสามารถให้ภาพของผลลัพธ์ทางนโยบายสถานะและสถานการณ์แวดล้อมปัจจุบันที่ได้ให้ภาพของสัดส่วนการใช้พลังงานทดแทนมากขึ้นแม้ว่าพลังงานฟอสซิลยังคงเป็นพลังงานหลักที่ยังไม่สามารถทดแทนได้ทั้งหมดด้วยระดับเทคโนโลยีและการแข่งขันเชิงพาณิชย์ตามแนวโน้มปัจจุบันถ้าสถานการณ์การใช้พลังงานของประเทศยังไม่เปลี่ยนแปลง ท้ายสุดหวังว่าการเปลี่ยนเป็นพลังงานทางเลือกในอนาคตจะไม่ใช้การเปลี่ยนรูปแบบกลายเป็นการพึ่งพิงการนำเข้าพลังงานทางเลือกด้วย ดังนั้นเราทุกคนควรต้องประหยัดและพัฒนาประสิทธิภาพการใช้พลังงานตั้งแต่นี้ ©

เอกสารอ้างอิง

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. (2549). รายงานประจำปี. กรุงเทพฯ.

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2551). รายงานฉบับสุดท้ายของโครงการจัดทำยุทธศาสตร์การพัฒนาด้านพลังงานและระบบโครงข่ายขนส่งและการจัดการที่ดินน้ำและพัสดุของประเทศ. กรุงเทพฯ.

- Duncan, O. D., Haller, A. O., & Portes, A. (1968).
Peer influences on aspirations: A reinterpretation.
American Journal of Sociology, 74, 119–137.
- Raftery, A. E. (1993). Bayesian model selection in
Structural Equation Models, In K. A. Bollen, &
J. S. Long (Eds.), *Testing Structural Equation
Models* (pp. 163–180). Newbury Park CA:
Sage.

TRANSLATED THAI REFERENCES

- Electricity Generating Authority of Thailand. (2006).
Annual report. Bangkok. [in Thai]
- Office of the National Economic and Social
Development Board. (2008). *The final draft of
the strategic development project in energy, and
transportation infrastructure and logistics, of
Thailand*. Bangkok. [in Thai]