ME-NETT 24
The 24th Conference of the Mechanical Engineering Network of Thailand

ETM 02

การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 24
20-22 ตุลาคม 2553 จังหวัดอุบลราชธานี

วิธีการใหม่สำหรับการวิเคราะห์ศักยภาพการผลิตพลังงาน

A new methodology for analysis of energy potential production

กฤษกร เขาทอง[1,*]

[1] ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ถนนมาลัยแมน ตำบลกำแพงแสน อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม รหัสไปรษณีย์ 73140
*ผู้ติดต่อ: E-mail fengkkk@ku.ac.th, เบอร์โทรศัพท์ 034355310, เบอร์โทรสาร 034355310

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอดัชนีศักยภาพการผลิตพลังงานโดยเปรียบเทียบ (Comparative of Potential Energy Production Index: CPEPI) ซึ่งเป็นดัชนีที่สร้างขึ้นใหม่และง่ายต่อการนำไปใช้ ดัชนีนี้สร้างขึ้นบนสมมติฐานว่าแต่ละประเทศจะเลือกผลิตพลังงานตามทรัพยากรและความชำนาญในการผลิตที่มี ความได้เปรียบโดยเปรียบเทียบจะเป็นตัวกำหนดรูปแบบการผลิตพลังงานของประเทศนั้น หลักการคือเปรียบเทียบสัดส่วนประเภทพลังงานที่ผลิตกับการผลิตพลังงานทั้งหมดของประเทศนั้น กับ สัดส่วนของการผลิตพลังงานประเภทดังกล่าวของโลกกับการผลิตพลังงานทั้งหมดของโลก ผลการนำดัชนี CPEPI มาวิเคราะห์ศักยภาพการผลิตไบโอดีเซลของประเทศไทยและประเทศมาเลเซีย พบว่าตลอดช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษาประเทศไทยและประเทศมาเลเซียมีศักยภาพการผลิตไบโอดีเซล

คำหลัก: พลังงาน ดัชนี ไบโอดีเซล

Abstract

This research presented the Comparative of Potential Energy Production Index (CPEPI). Which is the new index and easiest to use. This index was constructed on the principle that each country would produce the energy by using their resource and expertise on the production. The revealed comparative advantage would be the different of energy production in each country. This principle is to compare the ratio of an energy and overall energy which was produced in that country and the ratio of the world. The result of CPEPI between Thailand and Malaysia in all periods, have found that all of both counties had the same potential to produce the biodiesel.

Keywords: Energy Index Biodiesel

1. บทนำ

การพัฒนาพลังงานเป็นนโยบายหลักสำคัญด้านพลังงานของเกือบทุกประเทศ เนื่องจากพลังงานจากถ่านหิน น้ำมัน และ ก๊าซธรรมชาติ มีปริมาณสำรองลดลงต่อเนื่อง และสัดส่วนความต้องการใช้พลังงานเพิ่มสูงขึ้นทุกปีตามการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรและการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ ประกอบกับการเก็งกำไรในตลาดน้ำมัน ส่งผลให้พลังงานมีราคาสูงขึ้น ทำให้หลายประเทศต้องกำหนดให้ นโยบายการส่งเสริมและพัฒนาพลังงานอย่างยั่งยืนเป็นนโยบายหลักสำหรับการพัฒนาประเทศ [1]

การกำหนดนโยบายส่งเสริมและพัฒนาพลังงานต้องรู้ถึงศักยภาพการผลิตพลังงานแต่ละประเภท การวิเคราะห์การผลิตและการวิเคราะห์ประสิทธิภาพพลังงานมักใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ ที่มีตัวแปรจำนวนมากเพื่อความแม่นยำ ส่งผลให้การวิเคราะห์มีความยุ่งยากเพราะต้องใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ที่ยากและซับซ้อน อีกทั้งยังต้องใช้บุคลากรที่มีความรู้แบบบูรณาการด้านต่างๆ เช่นวิศวกรรมพลังงาน วิศวกรรมเครื่องกล วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม เศรษฐศาสตร์ รัฐวิศวกรรม และสังคมศาสตร์ ซึ่งปัจจุบันประเทศไทยยังขาดแคลนบุคลากรด้านการวางแผนส่งเสริมและพัฒนาพลังงานอย่างมาก

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงนำเสนอดัชนีศักยภาพการผลิตพลังงานโดยเปรียบเทียบ Comparative of Potential Energy Production Index: CPEPI ซึ่งเป็นดัชนีที่สร้างขึ้นใหม่และง่ายต่อการนำไปใช้วิเคราะห์ศักยภาพการผลิตพลังงานของแต่ละประเทศ

2. การวิเคราะห์การผลิตและการวิเคราะห์ประสิทธิภาพพลังงาน

การวิเคราะห์การผลิตและการวิเคราะห์ประสิทธิภาพพลังงานมักใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ซึ่งจะใช้วิธีการใดขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์อาทิ System Dynamics Model (SDM) [2], The Sustainable Development of Rural Energy (SDRE) [3], Long Range Energy Alternatives Planning System (LEAP) [4], Comparison of energy intensity and Total Primary Energy Requirement (TPER) per Gross Domestic Product (GDP) [5], structuring method and Soft Systems Methodology (SSM), Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA) Model [6], Stated Preference Techniques, Revealed Preference Techniques, Financial option Theory—Portfolio Analysis และ Energy analysis [7] เป็นต้น

จากการตรวจเอกสารพบว่าการใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์การผลิตและการวิเคราะห์ประสิทธิภาพพลังงานจะต้องใช้ตัวแปรจำนวนมากส่งผลให้มีความยุ่งยากในการหาข้อมูลและผลการวิเคราะห์มักติดอยู่ในรูปสมการความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ที่ยากทำให้บุคคลทั่วไปไม่สามารถที่จะเข้าใจได้ อีกทั้งยังไม่สามารถบอกถึงศักยภาพการผลิตพลังงานที่แท้จริงและไม่สามารถวิเคราะห์เปรียบเทียบศักยภาพการผลิตพลังงานระหว่างประเทศได้ งานวิจัยนี้จึงนำหลักการของความได้เปรียบโดยเปรียบเทียบมาประยุกต์ใช้เพื่อสร้างดัชนีศักยภาพการผลิตพลังงานโดยเปรียบเทียบ ซึ่งสามารถวิเคราะห์ศักยภาพการผลิตพลังงานของแต่ละประเทศได้และยังสามารถเปรียบเทียบศักยภาพการผลิตพลังงานระหว่างประเทศได้อีกด้วย

3. ความได้เปรียบโดยเปรียบเทียบการผลิตพลังงาน

การอธิบายความได้เปรียบโดยเปรียบเทียบการผลิตพลังงานผู้เขียนได้นำหลักการแบ่งงานกันทำ (division of labor) ของอดัม สมิธ (Adum Smith) มาประยุกต์ใช้ กล่าวโดยสรุปว่า แต่ละประเทศควรจะผลิตพลังงานตามทรัพยากรการผลิต ความชำนาญและเทคโนโลยีที่ตนมีความเชี่ยวชาญเฉพาะ เนื่องด้วยแต่ละประเทศมีศักยภาพการผลิตพลังงานแต่ละประเภทต่างกัน อันเป็นผลจากศักยภาพของปัจจัยการผลิต เช่น ทรัพยากรธรรมชาติ ทุน เทคโนโลยี ความเชี่ยวชาญ รวมถึงปัจจัยอื่น ๆ ที่ต่างกัน [8] จึงเป็นไปไม่ได้ที่ประเทศหนึ่งจะมีศักยภาพการผลิตพลังงานทุกประเภท

ประเทศใดประเทศหนึ่งจะได้เปรียบโดยสมบูรณ์ในการผลิตพลังงานประเภทใดนั้น ประเทศนั้นต้องสามารถผลิตพลังงานประเภทหนึ่งได้มากกว่าอีกประเทศด้วยปัจจัยการผลิตที่เท่ากัน ซึ่งเป็นไปตามหลักการของความได้เปรียบโดยเปรียบเทียบ

หากประเทศใดเลือกผลิตพลังงานประเภทที่ตนไม่มีศักยภาพการผลิตจะทำให้ประเทศนั้นมีต้นทุนค่าเสียโอกาส (opportunity cost) เกิดขึ้น เนื่องจากทรัพยากรการผลิตมีจำกัด อีกทั้งในระยะสั้นประเทศนั้นไม่สามารถเพิ่มทรัพยากรที่ใช้ในการผลิตได้ ดังนั้นหากประเทศใดยิ่งผลิตพลังงานที่ตนไม่มีศักยภาพการผลิตมากขึ้นต้นทุนค่าเสียโอกาสในการผลิตพลังงานที่ตนมีศักยภาพการผลิตก็จะมากขึ้นด้วย

แต่ในความเป็นจริงแต่ละประเทศยังคงผลิตพลังงานที่ตนเองมีความชำนาญโดยสมบูรณ์ (complete specialization) เป็นส่วนใหญ่และผลิตพลังงานที่ตนไม่มีความชำนาญ (incomplete or partial specialization) เป็นส่วนน้อย ดังนั้นจึงเป็นการดีหากแต่ละประเทศได้รู้ถึงศักยภาพการผลิตพลังงานแต่ละประเภทที่ตนผลิต เพื่อจะได้ใช้เป็นแนวทางในการส่งเสริมและพัฒนาพลังงานแต่ละประเภทต่อไป

4. ดัชนีศักยภาพการผลิตพลังงานโดยเปรียบเทียบ

ดัชนีศักยภาพการผลิตพลังงานโดยเปรียบเทียบนี้สร้างขึ้นภายใต้ข้อสมมติฐานว่า ประเทศแต่ละประเทศจะมีศักยภาพในการผลิตพลังงานประเภทที่ตนมีความได้เปรียบโดยเปรียบเทียบ กล่าวคือ เปรียบเทียบสัดส่วนประเภทพลังงานที่ผลิตกับการผลิตพลังงานทั้งหมดของประเทศนั้น กับ สัดส่วนของการผลิตพลังงานประเภทดังกล่าวของโลกกับการผลิตพลังงานทั้งหมดของโลก ดัชนี CPEPI สร้างขึ้นเพื่อลดข้อจำกัดของทุนเพราะการผลิตพลังงานประเภทเดียวกัน แต่ส่วนประกอบของต้นทุนที่ต่างกัน จะเกิดปัญหาในการเก็บข้อมูล

หน่วยพื้นฐานสากลของการจัดเก็บข้อมูลทางสถิติด้านพลังงานคือ หน่วยเทียบเท่าตันของน้ำมันดิบ (Metric Tone Oil Equivalent; TOE) [9] ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงนำ TOE มาสร้างดัชนี CPEPI ตามสมการ (1)

$$CPEPI_{ect} = \frac{TOE_{ect} / \sum TOE_{ct}}{TOE_{ewt} / \sum TOE_{wt}} \qquad (1)$$

โดย

$CPEPI_{ect}$ คือดัชนีศักยภาพการผลิตของพลังงานประเภท e โดยเปรียบเทียบของประเทศ c ในปีที่ t

TOE_{ect} คือปริมาณเทียบเท่าตันน้ำมันดิบของการผลิตพลังงานประเภท e ของประเทศ cในปีที่ t

$\sum TOE_{ct}$ คือผลรวมปริมาณเทียบเท่าตันน้ำมันดิบของการผลิตพลังงานทั้งหมดของประเทศ c ในปีที่ t

TOE_{ewt} คือปริมาณเทียบเท่าตันน้ำมันดิบของการผลิตพลังงานประเภท e ของโลก ในปีที่ t

$\sum TOE_{wt}$ คือผลรวมปริมาณเทียบเท่าตันน้ำมันดิบของการผลิตพลังงานทั้งหมดของโลกในปีที่ t

e คือ ประเภทของพลังงาน

c คือ ประเทศ

w คือ โลก

4.1 การแปลความหมายของ CPEPI

หากนำดัชนี CPEPI มาวิเคราะห์สัดส่วนของการผลิตพลังงานประเภท e ของทุกประเทศกับการผลิตพลังงานทั้งหมดของทุกประเทศ กับ สัดส่วนของการผลิตพลังงานประเภท e ของโลกกับการผลิตพลังงานทั้งหมดโลก จะทำให้ CPEPI มีค่าเท่ากับ 1 ดังนั้นจึงสามารถแปลความหมายของ CPEPI ได้ดังนี้

ถ้าดัชนี CPEPI มีค่ามากกว่า 1 แสดงว่า ประเทศ c มีความได้เปรียบโดยเปรียบเทียบทางการผลิตพลังงานประเภท e เมื่อเทียบกับประเทศอื่น ๆ โดยรวม

ถ้าดัชนี CPEPI น้อยกว่า 1 แสดงว่า ประเทศ c มีความเสียเปรียบโดยเปรียบเทียบ ในการผลิตพลังงานประเภท e เมื่อเทียบกับประเทศอื่น ๆ โดยรวม

4.2 ข้อดีของดัชนี CPEPI

1.ข้อดีของดัชนี CPEPI คือ ทำให้เห็นถึงภาพรวมการผลิตพลังงานประเภท e ของประเทศกับการผลิตพลังงานประเภท e ของโลก

2.ใช้เป็นเครื่องมือเปรียบเทียบศักยภาพการผลิตพลังงานของประเทศหนึ่งกับอีกประเทศหนึ่ง

3.ใช้เป็นเครื่องมือชี้วัดแผนนโยบายการส่งเสริมและพัฒนาพลังงานของประเทศว่าสามารถส่งเสริมและพัฒนาการผลิตพลังงานได้จนเกิดประสิทธิผลหรือไม่

4.3 ข้อจำกัดของดัชนี CPEPI

ดัชนี CPEPI ที่คำนวณได้ มีค่ามากกว่า หรือน้อยกว่าหนึ่งนั้นไม่สามารถสรุปได้ว่าเกิดจากปัจจัยใด

4.4 การนำดัชนี CPEPI มาเปรียบเทียบศักยภาพการผลิตพลังงานระหว่างประเทศ

สำหรับวิธีการเปรียบเทียบศักยภาพการผลิตพลังงานของประเทศหนึ่งกับอีกประเทศหนึ่งนั้นจะต้องนำต้องนำค่าดัชนี CPEPI ของประเทศที่ต้องการเปรียบเทียบมาเปรียบเทียบกัน โดยผลการเปรียบเทียบที่ได้สามารถนำมาแปลความหมายได้ดังนี้

ถ้าดัชนี CPEPI ของการผลิตพลังงานประเภท e ของประเทศหนึ่งมากกว่าอีกประเทศหนึ่ง แสดงว่าประเทศที่มีดัชนี CPEPI มากกว่า มีความได้เปรียบโดยเปรียบเทียบในการผลิตพลังงานประเภท e สูงกว่าหรือมีศักยภาพการผลิตพลังงานประเภท e สูงกว่า

ถ้าดัชนี CPEPI ของการผลิตพลังงานประเภท e ของประเทศหนึ่งน้อยกว่าอีกประเทศหนึ่ง แสดงว่าประเทศที่มีดัชนี CPEPI น้อยกว่า มีความได้เปรียบโดยเปรียบเทียบในการผลิตพลังงานประเภท e ต่ำกว่าหรือมีศักยภาพการผลิตพลังงานประเภท e ต่ำกว่า

ถ้านำดัชนี CPEPI ของพลังงานประเภท e ของแต่ละประเทศมาวิเคราะห์แบบอนุกรมเวลาแล้วนำมาเปรียบเทียบ หากดัชนี CPEPI ของประเทศใดมีค่าสูงขึ้นย่อมชี้ให้เห็นถึงความสามารถในการผลิตพลังงานประเภท e ของประเทศมีศักยภาพสูงขึ้น นั้นคือนโยบายการส่งเสริมการพัฒนาพลังงานประเภท e สามารถดำเนินการจนเกิดประสิทธิผล แต่หากความได้เปรียบโดยเปรียบเทียบการผลิตพลังงานประเภท e มีค่าลดลง ย่อมชี้ให้เห็นถึงความสามารถในการผลิตพลังงานประเภท e ของประเทศมีศักยภาพลดลง นั้นคือนโยบายการส่งเสริมการพัฒนาพลังงานประเภทนั้นไม่สามารถดำเนินการจนเกิดประสิทธิผล และควรจะต้องมีการทบทวนและปรับปรุงแผนนโยบายการส่งเสริมและพัฒนาพลังงานประเภท e ต่อไป

5. ผลการวิเคราะห์ศักยภาพการผลิตไบโอดีเซลของไทยและมาเลเซีย

งานวิจัยนี้นำดัชนีศักยภาพการผลิตพลังงานโดยเปรียบเทียบ (CPEPI) ซึ่งเป็นการวิเคราะห์เชิงปริมาณ (quantitative analysis) มาประยุกต์ใช้กับการวิเคราะห์ศักยภาพการผลิตไบโอดีเซลของไทยและมาเลเซีย ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์เป็นข้อมูลแบบทุติยภูมิ (secondary data) จากกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน [10], BP Statistical Review of World Energy [11] และ world Energy Outlook [12] ระหว่างปี พ.ศ. 2548 – 2552 รวมระยะเวลา 5 ปี ผลที่ได้จากการศึกษาแสดงตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ศักยภาพการผลิตไบโอ-ดีเซลของไทยและมาเลเซีย โดยใช้ดัชนีศักยภาพการผลิตพลังงานโดยเปรียบเทียบ (CPEPI)

พ.ศ.	CPEPI	
	ไทย	มาเลเซีย
2548	1.40	5.63
2549	0.78	6.32
2550	1.58	5.56
2551	1.87	5.87
2552	2.11	6.03
เฉลี่ย	1.55	5.88

ผลการวิเคราะห์ศักยภาพการผลิตไบโอดีเซลของไทยและมาเลเซียโดยใช้ดัชนีศักยภาพการผลิตพลังงานโดยเปรียบเทียบ (CPEPI) พบว่าปี 2549 ประเทศไทยมีค่าดัชนี CPEPI เท่ากับ 0.78 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 1 นั้นคือปี 2549 ประเทศไทยมีความสามารถในการผลิตไบโอดีเซลลดลงจากปี 2548 หรือประเทศไทยสูญเสียความได้เปรียบโดยเปรียบเทียบในการผลิตไบโอดีเซล หรือประเทศไทยมีความเสียเปรียบโดยเปรียบเทียบ ในการผลิตไบโอดีเซล เมื่อเทียบกับประเทศอื่น ๆ โดยรวม

หากพิจารณาปี 2548 และ ปี 2550 – 2552 พบว่า ประเทศไทยมีค่าดัชนี CPEPI เท่ากับ 1.40 และ 1.58 1.87 2.11 ตามลำดับ ซึ่งมีค่ามากกว่า 1 และมีค่าสูงขึ้นทุกปี นั้นคือปี 2548 และ ปี 2550 – 2552 ประเทศไทยมีความสามารถในการผลิตไบโอดีเซลเพิ่มขึ้น หรือประเทศไทยมีความได้เปรียบโดยเปรียบเทียบในการผลิตไบโอดีเซลเมื่อเทียบกับประเทศอื่น ๆ โดยรวม

สำหรับประเทศมาเลเซีย พบว่าปี 2548 - 2552 ประเทศมาเลเซียมีค่าดัชนี CPEPI เท่ากับ 5.63 6.32 5.56 5.87 และ 6.03 ซึ่งมีค่ามากกว่า 1 นั้นคือ ตลอดช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษาประเทศมาเลเซียมีความสามารถในการผลิตไบโอดีเซลเพิ่มขึ้น หรือมีความได้เปรียบโดยเปรียบเทียบทางการผลิตไบโอดีเซลเมื่อเทียบกับประเทศอื่น ๆ โดยรวม

หากเปรียบเทียบศักยภาพการผลิตไบโอดีเซลระหว่างไทยกับมาเลเซียพบว่าตลอดระยะเวลาศึกษาประเทศไทยและประเทศมาเลเซียมีค่าดัชนี CPEPI เฉลี่ยเท่ากับ 1.55 และ 5.88 ตามลำดับ นั่นคือประเทศมาเลเซียมีค่าดัชนี CPEPI มากกว่าประเทศไทย หมายความว่าประเทศมาเลเซียมีความได้เปรียบโดยเปรียบเทียบในการผลิตไบโอดีเซลสูงกว่าประเทศไทยหรือประเทศไทยมีศักยภาพการผลิตไบโอดีเซลต่ำกว่าประเทศมาเลเซีย

6. สรุป

การวิเคราะห์ศักยภาพการผลิตพลังงานมีความสำคัญยิ่งต่อการวางแผนการพัฒนาพลังงานของประเทศ หากการวิเคราะห์ใช้วิธีการศึกษาที่มีความแม่นยำและสามารถวิเคราะห์ศักยภาพการผลิตพลังงานที่แท้จริงของประเทศได้ จะส่งผลให้ประเทศสามารถกำหนดการพัฒนาพลังงานได้อย่างชัดเจนเป็นรูปธรรมและสอดคล้องกับความเป็นจริง

งานวิจัยนี้ได้สร้างดัชนีศักยภาพการผลิตพลังงานโดยเปรียบเทียบ (Comparative of Potential Energy Production Index: CPEPI) ซึ่งนอกจากใช้วัดศักยภาพการผลิตพลังงานของแต่ละประเทศแล้วดัชนีนี้ยังสามารถใช้เปรียบเทียบศักยภาพการผลิตพลังงานระหว่างประเทศได้ด้วย

ผลการนำ CPEPI มาวัดศักยภาพการผลิตไบโอดีเซลของไทยและมาเลเซียพบว่าตลอดระยะเวลาทำการศึกษาประเทศไทยมีศักยภาพการผลิตไบโอดีเซลต่ำกว่าประเทศมาเลเซีย

7. เอกสารอ้างอิง

[1] Krisakorn Khaothong, Jittichai Juntaratin and Rattanasuda Naewngerndee, (2010). Status and Potential of Biodiesel Production in Thailand, paper presented in *the International Conference on Applyed Energy 2010*, Singapore.

[2] Roger F. Naill and Sharon D. Belanger Applied Energy Services, Inc.

[3] Wang Xiaohua, Feng Zhenmin. (2002). Subtainable development of rural energy and its appraising system in China, *Renewable & Subtainable Energy Reviews*, vol. 6, 2002, pp. 395 – 404.

[4] บัณฑิต ลิ้มมีโชคชัยและคณะ (2550). การวิเคราะห์อุปสงค์และอุปทานพลังงาน โดยวิธีการวางแผนทางเลือกพลังงานในระยะยาว: กรณีศึกษาของโครงการวิจัยเชิงนโยบายเพื่อสนับสนุนการพัฒนาและการการใช้พลังงานหมุนเวียนและการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในประเทศไทย, *การประชุมเชิงวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 3*, โรงแรมใบหยกสกาย มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดกรุงเทพมหานคร.

[5] Yutaka Nagata. (1997). The US/Japan comparison of energy intensity. Estimating the real gap, *Energy Policy*, vol. 25(7-9), pp. 683 – 691.

[6] Neves, L.P., Dias L.C., Antunes C.H., Martins A.G., (2009). Structuring an MCDA model using SSM: A case study in energy efficiency, *European Journal of Operational Research*, vol. 199, pp. 834 – 845.

[7] Angeliki Menegaki., (2008). Valuation for renewable energy: A comparative review, *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, vol. 12, pp. 2422 – 2437.

[8] กฤษกร เขาทอง (2550). *การวิเคราะห์การส่งออกผลิตภัณฑ์พลาสติกประเภทถุงและกระสอบของไทย*, วิทยานิพนธ์เศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยรามคำแหง, หน้า 15.

[9] Phylipsen, G.J.M., Blok, K. and Worrell, E. (1997). International comparisons of energy efficiency-Methodologies for the manufacturing in dustry, *Energy Policy*, vol. 25(7-9), pp. 715 – 725.

[10] ศูนย์สารสนเทศข้อมูลพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2552). *สถิติพลังงานของประเทศไทย 2552*, กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน, หน้า 15.

[11] International Energy Agency (2009). *World Energy outlook 2009*.

[12] *BP* (2009). *BP Statistical Review of World Energy 2009*.