

การประเมินประสิทธิภาพของประเทศในกลุ่มอาเซียนก่อน การรวมกลุ่มประชาคมเศรษฐกิจ: การประยุกต์ใช้ Undesirable Output Data Envelopment Analysis

อรรถพล สืบพงศ์* และ วัชรวิ จันทรประกายกุล**

บทคัดย่อ

งานวิจัยชิ้นนี้มีวัตถุประสงค์อยู่ที่การประเมินประสิทธิภาพของประเทศสมาชิกอาเซียน ก่อนที่จะมีการรวมกลุ่มเศรษฐกิจในปี พ.ศ. 2558 ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้ระเบียบวิธีการของ Data Envelopment Analysis ในกรณีที่มีการรวมเอาตัวแปรผลผลิตที่ไม่พึงปรารถนาเข้ามาในการคำนวณ ผลการวิเคราะห์ภายใต้แบบจำลองผลผลิตที่ไม่พึงปรารถนาโดยทั่วไป พบว่าประเทศที่มีการดำเนินงานอยู่บนขอบเขตประสิทธิภาพส่วนใหญ่เป็นประเทศในกลุ่ม AEC ที่มีขนาดเล็ก ซึ่งได้แก่ สปป.ลาว สิงคโปร์ และบรูไน ซึ่งมีค่าคะแนนประสิทธิภาพเชิงเทคนิคเท่ากับ 1 ทั้งในกรณีของการคำนวณภายใต้ข้อสมมติฐานของ CRS และ VRS นอกจากนี้ ปัจจัยที่มีผลกระทบอย่างมากต่อค่าคะแนนประสิทธิภาพคือ ปัญหาการคอร์รัปชันของประเทศ ขณะที่ ผลการวิเคราะห์ภายใต้แบบจำลองที่ตัวแปรไม่สามารถแบ่งแยกได้ พบว่าภายใต้สมมติฐานของ CRS และ VRS พบว่าประเทศที่มีการดำเนินงานอยู่บนขอบเขตประสิทธิภาพ ได้แก่ สิงคโปร์ บรูไน ฟิลิปปินส์ เวียดนาม กัมพูชา สปป.ลาว สหภาพพม่า และอินโดนีเซีย นอกจากนี้ แหล่งที่มาของความไร้ประสิทธิภาพส่วนใหญ่ มาจากปัจจัยทางด้านผลผลิต โดยสาเหตุหลักของความไร้ประสิทธิภาพมาจากส่วนเกินจากการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงานของประเทศ และความไร้ประสิทธิภาพในการใช้พื้นที่ทางการเกษตร

คำสำคัญ: การประเมินประสิทธิภาพ, กลุ่มประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน,
Undesirable Output Data Envelopment Analysis

* ผู้ช่วยศาสตราจารย์ - คณะเศรษฐศาสตร์ และผู้อำนวยการสถาบันยุทธศาสตร์การค้า มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย ถนนวิภาวดีรังสิต กรุงเทพฯ 10900 - Email: Auttapol_sue@utcc.ac.th

** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ - ภาควิชาวิศวกรรมโลจิสติกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ และ ผู้อำนวยการหลักสูตร CEO-MBA in Logistics Management มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย ถนนวิภาวดีรังสิต กรุงเทพฯ 10900- Email: Watcharayee_cha@utcc.ac.th

The Efficiency Evaluation of ASEAN Countries Prior to the Economic Integration: The Application of Undesirable Output Data Envelopment Analysis

Auttapol Suebongsakorn* and Watcharavee Chandraprakaikul**

Abstract

The objectives of this paper aim to assess the efficiency level of the member countries of ASEAN before completely integrating into the ASEAN Economic Community in 2015. The researcher applied the evaluation technique called Data Envelopment Analysis (DEA) with the presence of the undesirable output variable in computation of the efficiency score. The results showed that under the general bad output model, most countries operating on the efficiency frontier were the small countries which were the members of AEC including Lao, Singapore, and Brunei with the technical efficiency score of 1 both under the assumption of CRS and VRS. Besides, the factor that had a significant impact on the efficiency score is the problem of country's corruption. Moreover, the results of the non separable model showed that under the assumption of CRS and VRS the countries operating on the efficiency frontier were Singapore, Brunei, Philippines, Vietnam Cambodia, Lao, Myanmar and Indonesia. Besides, the sources of inefficiency of the rest countries (Malaysia and Thailand) came from the output side. The main source of inefficiency came from the excess of the carbon dioxide emission from the country's consumption of energy and the inefficiency of arable land use.

Keywords: Efficiency Evaluation, ASEAN Economic Community,
Undesirable Output Data Envelopment Analysis

* Assistant Professor of Economics - School of Economics, University of the Thai Chamber and Commerce, Vibhavadi-Rangsit Rd., Din Daeng, Din Daeng, Bangkok 10400 Thailand- Email: Auttapol_sue@utcc.ac.th

** Assistant Professor of Engineering - School of Engineering, University of the Thai Chamber and Commerce, Vibhavadi-Rangsit Rd., Din Daeng, Din Daeng, Bangkok 10400 Thailand- Email: Watcharayee_cha@utcc.ac.th

1. บทนำ

ประเทศสมาชิกอาเซียนทั้งหมด 10 ประเทศกำลังเข้าสู่การรวมตัวทางเศรษฐกิจหรือที่เรียกว่า ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (ASEAN Economic Community: AEC) ภายในปี พ.ศ.2558 โดยมีเป้าหมายของการรวมกลุ่มเศรษฐกิจให้เป็นตลาดและฐานการผลิตเดียว (Single Market and Production Base) เพื่อให้มีการเคลื่อนย้ายสินค้า บริการ การลงทุน และแรงงานฝีมือ ภายในอาเซียนอย่างเสรี รวมไปถึงการเคลื่อนย้ายเงินทุนที่เสรีมากขึ้น ในปัจจุบัน พบว่าประเทศสมาชิกของกลุ่ม AEC ทั้งหมด 10 ประเทศมีข้อได้เปรียบ จุดอ่อน รวมทั้งโอกาสทางเศรษฐกิจที่มีความแตกต่างกัน ซึ่งเป็นที่แน่นอนว่าย่อมส่งผลต่อระดับการพัฒนาของประเทศที่แตกต่างกันตามไปด้วย (ตารางที่ 1)

ตามแนวคิดของทฤษฎีเศรษฐศาสตร์ระหว่างประเทศพบว่า ปัจจัยหลักที่ส่งผลกระทบต่อความสำเร็จหรือความล้มเหลวของการรวมกลุ่มเป็นประชาคมเศรษฐกิจ คือ ระดับของการพัฒนาทางเศรษฐกิจ (Level of Economic Development) ของประเทศในกลุ่มสมาชิก ในที่นี้ความหมายของระดับการพัฒนาเศรษฐกิจ หมายความว่า ประสิทธิภาพของประเทศสมาชิกในการบริหารจัดการทรัพยากรของตนเอง รวมทั้ง ความสามารถของประเทศในการกระจายผลตอบแทนที่ได้รับจากการใช้ทรัพยากรดังกล่าวในรูปแบบของการพัฒนาในด้านต่างๆ อาทิ มาตรฐานการครองชีพ ระดับการศึกษา สาธารณสุข ฯลฯ ประเด็นซึ่งยังเป็นที่ถกเถียง คือ หากประเทศในกลุ่มสมาชิกมีความแตกต่างของระดับของการพัฒนาทางเศรษฐกิจในระดับสูง โอกาสของความสำเร็จในการรวมกลุ่มเป็นประชาคมเศรษฐกิจจะอยู่ในระดับต่ำ ผู้ที่สนับสนุนแนวความคิดนี้ให้เหตุผลว่า ประเทศที่มีระดับการพัฒนาทางเศรษฐกิจที่สูงกว่า จะต้องแบกรับข้อจำกัดทางเศรษฐกิจของประเทศสมาชิกอื่นๆ ที่มีระดับการพัฒนาที่ต่ำกว่า (ตัวอย่างเช่น กรณีของประเทศฝรั่งเศส และเยอรมัน เมื่อเปรียบเทียบกับ กรีซ หรือ อิตาลี หลังจากที่มีการรวมตัวเป็นประชาคมเศรษฐกิจยุโรป หรือ ในกรณีของประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน ซึ่งมีการรวมเอาประเทศที่มีระดับการพัฒนาสูงอย่าง สิงคโปร์ และมาเลเซีย ร่วมกับประเทศที่มีการพัฒนาในระดับกลางอย่าง ประเทศไทย และประเทศที่มีการพัฒนาโดยพึ่งพิงความสมบูรณ์ของทรัพยากรธรรมชาติแต่เพียงอย่างเดียว อาทิ อินโดนีเซีย สหภาพพม่า และ สปป.ลาว ฯลฯ) แต่ในทางตรงกันข้าม ระดับการพัฒนาแตกต่างกัน อาจจะส่งผลดีต่อการรวมกลุ่มเศรษฐกิจ กล่าวคือ ประเทศที่มีระดับการพัฒนาทางเศรษฐกิจที่สูงกว่าจะได้รับผลประโยชน์จากประเทศที่มีระดับการพัฒนาเศรษฐกิจที่ต่ำกว่าจากการเข้าไปลงทุน อย่างไรก็ตามผลเสียอาจจะตกอยู่กับผู้ประกอบการท้องถิ่นที่เสียเปรียบในเรื่องของการแข่งขันจากทุนข้ามชาติ ดังนั้น การเปรียบเทียบระดับของการพัฒนาทางเศรษฐกิจ ระหว่างกลุ่มประเทศสมาชิก จึงเป็นเรื่องสำคัญที่จะบอกถึงแนวโน้มความสำเร็จของการรวมกลุ่มเป็นประชาคมเศรษฐกิจ

ตารางที่ 1: ข้อได้เปรียบ จุดอ่อน และโอกาสทางเศรษฐกิจของประเทศสมาชิกในกลุ่มประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน

ข้อได้เปรียบ	จุดอ่อน	โอกาส
1. สิงคโปร์		
- ประเทศที่มีรายได้ต่อหัวของประชากรสูงสุดในอาเซียน (และมีรายได้ต่อหัวประชากรสูงเป็นอันดับที่ 15 ของโลกในปี พ.ศ. 2555) นอกจากนี้ ยังเป็นประเทศที่เป็นศูนย์กลางทางการเงินระหว่างประเทศ - การเมืองมีเสถียรภาพ - แรงงานมีทักษะสูง - การเป็นประเทศเล็กทำให้สิงคโปร์มีศักยภาพด้านการจัดการทรัพยากรบุคคล และธุรกิจ - การมีทำเลที่ตั้งที่เอื้อต่อการเป็นศูนย์กลางการเดินเรือ	- เนื่องจากเป็นประเทศเล็ก จึงต้องพึ่งพาการนำเข้าสินค้าทุน และวัตถุดิบ - การขาดแคลนแรงงานโดยเฉพาะอย่างยิ่งแรงงานในระดับล่าง - สิงคโปร์จัดเป็นประเทศที่มีต้นทุนในการดำเนินธุรกิจสูง	นโยบายหลักของสิงคโปร์มุ่งเน้นไปที่การขยายโครงสร้างการผลิตโดยให้ความสำคัญกับภาคบริการมากขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดการพึ่งพิงของประเทศที่มีต่อการส่งออก
2. อินโดนีเซีย		
- ถือเป็นประเทศที่มีระบบธนาคารที่ค่อนข้างเข้มแข็ง - ประเทศที่มีขนาดของตลาดใหญ่ที่สุดในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (เนื่องจากมีจำนวนประชากรมากที่สุดในกลุ่ม และมีจำนวนประชากรสูงสุดเป็นอันดับ 4 ของโลก และประชากรส่วนใหญ่เป็นชาวมุสลิม) - มีทรัพยากรธรรมชาติที่หลากหลายในปริมาณมาก อาทิ น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ รวมทั้งโลหะประเภทต่างๆ	- ลักษณะภูมิประเทศเป็นเกาะ ที่มีการกระจายตัว ทำให้มีต้นทุนค่าขนส่งที่สูง รวมทั้งขาดความเชื่อมโยงกับส่วนกลาง - ขาดการพัฒนาทางด้านสาธารณูปโภคขั้นพื้นฐาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งทางด้านคมนาคม	- ประเทศมีนโยบายเร่งขยายการให้บริการทางด้านสาธารณูปโภคขั้นพื้นฐาน - การลงทุนส่วนใหญ่ยังมุ่งเน้นไปที่การใช้ทรัพยากรในประเทศที่ยังมีอยู่เป็นจำนวนมาก
3. มาเลเซีย		
- ประเทศที่มีรายได้เฉลี่ยต่อหัวของประชากรอยู่ในอันดับ 3 ของอาเซียน - มีปริมาณสำรองน้ำมันมากเป็นอันดับ 3 และมีก๊าซธรรมชาติมากเป็นอันดับ 2 ของประเทศในกลุ่มเอเชียแปซิฟิก - ความพร้อมของระบบโครงสร้างพื้นฐานอย่างครบวงจร - แรงงานมีทักษะความชำนาญในระดับสูง	มาเลเซียยังประสบกับปัญหาการขาดแคลนแรงงาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งแรงงานในระดับล่างเนื่องจากจำนวนประชากรค่อนข้างน้อย	- ประเทศมีฐานการผลิต และส่งออกสินค้ามีคล้ายคลึงกับประเทศไทย - ประเทศมีแนวนโยบายซึ่งมุ่งเน้นไปที่การผลิตสินค้าที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงอย่างจริงจัง รวมทั้งการมีแนวนโยบายแบบจำลองระบบเศรษฐกิจใหม่ (New Economic Model) โดยมีการแก้ไขข้อจำกัด และความไร้ประสิทธิภาพในภาครัฐ และ เอกชน พร้อมทั้งมีการกำหนดเป้าหมายว่าจะเป็นประเทศที่พัฒนาแล้วให้ได้ภายในปี พ.ศ. 2563)
4. บรูไน		
- ประเทศที่มีระบบการเมืองที่มั่นคง - รายได้เฉลี่ยต่อหัวประชากรต่อปี อยู่ใน	มีจำนวนประชากรน้อย (ประมาณ 400,000 คน)	บรูไนให้ความสำคัญกับความมั่นคงทางด้านอาหาร ค่อนข้างมาก

อันดับ 2 ของอาเซียน และอันดับ 26 ของโลก ในปี พ.ศ. 2555	■ ตลาดภายในประเทศมีขนาดเล็ก ■ ประสบกับปัญหาการขาดแคลนแรงงาน	■ มีความสัมพันธ์ทางเศรษฐกิจที่ใกล้ชิดกับ สิงคโปร์ มาเลเซีย และอินโดนีเซีย
■ เป็นผู้ส่งออกน้ำมันรายใหญ่ ที่มีปริมาณสำรองน้ำมันเป็นอันดับ 4 ของอาเซียน		
5. ฟิลิปปินส์		
■ มีประชากรจำนวนมากกว่า 100 ล้านคน (จำนวนประชากรอยู่ในอันดับที่ 12 ของโลก) ■ แรงงานโดยทั่วไปมีความรู้ และสามารถสื่อสารภาษาอังกฤษได้เป็นอย่างดี	■ ภูมิประเทศอยู่ห่างไกลจากประเทศอื่นๆ ในอาเซียน ■ ระบบโครงสร้างพื้นฐาน และสวัสดิภาพทางสังคมยังขาดการพัฒนา	■ การลงทุนยังคงรองรับความต้องการภายในประเทศเป็นหลัก ■ สภาพแรงงานมีบทบาทสูง และมีการเรียกร้องให้เพิ่มค่าแรงอย่างสม่ำเสมอ
6. เวียดนาม		
■ มีจำนวนประชากรมากเป็นอันดับที่ 14 ของโลก (ประมาณ 90 ล้านคน) ■ มีปริมาณสำรองน้ำมันมากเป็นอันดับ 2 ของเอเชียแปซิฟิก ■ ประเทศมีแนวชายฝั่งทะเลยาวกว่า 3,200 กิโลเมตร ■ ระบบการเมืองที่มีเสถียรภาพ ■ ค่าแรงมีราคาถูก ในระดับที่เกือบต่ำสุดในอาเซียน (รองจากประเทศกัมพูชา)	■ ระบบสาธารณูปโภคขั้นพื้นฐานยังไม่ได้รับการพัฒนาเท่าที่ควร ■ ต้นทุนในเรื่องของที่ดิน และค่าเช่าสำนักงานค่อนข้างสูง	■ มีเศรษฐกิจที่เติบโตเร็ว ■ ถือเป็นประเทศที่มีระดับรายได้ และความต้องการบริโภคที่มีอัตราการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ■ มีการดำเนินนโยบายที่เอื้อต่อการลงทุนเพื่อดึงดูดเงินทุนจากต่างประเทศ
7. กัมพูชา		
■ ค่าจ้างแรงงานต่ำที่สุดในอาเซียน ■ ประเทศมีทรัพยากรธรรมชาติที่หลากหลาย และอุดมสมบูรณ์โดยเฉพาะป่าไม้ และแร่ธาตุต่างๆ	■ ระบบสาธารณูปโภคขั้นพื้นฐานยังไม่พัฒนาเท่าที่ควร ส่งผลให้ต้นทุนทางด้านการสาธารณูปโภคค่อนข้างสูง ■ ขาดแคลนแรงงาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งแรงงานที่มีทักษะ	■ เป็นอีกประเทศหนึ่งที่กำลังเร่งการพัฒนาทางด้านโลจิสติกส์ โดยอาศัยความร่วมมือทั้งจากภาครัฐ และเอกชนภายในประเทศ รวมทั้งแสวงหาความร่วมมือจากประเทศในแถบภูมิภาคอาเซียนด้วยกัน ■ ในอนาคตมีโอกาสนี้จะขยายฐานการค้า และการลงทุนในแถบประเทศเพื่อนบ้านได้ แต่ทั้งนี้ ยังมีปัญหาขัดแย้งเกี่ยวกับเขตแดน ไทย – กัมพูชา ซึ่งเป็นประเด็นสำคัญที่น่าติดตามต่อไป
8. สปป. ลาว		
■ มีทรัพยากรธรรมชาติหลากหลาย และอุดมสมบูรณ์ ■ ระบบการเมืองที่มีเสถียรภาพ ■ ค่าจ้างแรงงานค่อนข้างต่ำ	■ ระบบสาธารณูปโภคขั้นพื้นฐานยังขาดการพัฒนา ■ การคมนาคมไม่สะดวก ■ ที่ตั้งของประเทศไม่มีทางออกสู่ทะเล	■ ประเทศมีความต้องการการนำเข้าสินค้าประเภท วัสดุอุปกรณ์ในการก่อสร้าง ในปริมาณสูง ■ การลงทุนภายในประเทศยังคงมุ่งเน้นไปที่การพัฒนาาระบบสาธารณูปโภคภายในประเทศ พลังงานน้ำ และ เหมืองแร่ เป็นหลัก
9. สหภาพพม่า		
■ มีทรัพยากรธรรมชาติ อาทิ น้ำมัน และก๊าซธรรมชาติ จำนวนมาก ■ มีพรมแดนเชื่อมโยงไปยังประเทศศูนย์กลางเศรษฐกิจที่สำคัญ ซึ่งได้แก่ จีน และ	■ ระบบสาธารณูปโภคขั้นพื้นฐานยังไม่พัฒนาเท่าที่ควร ■ นโยบายทางเศรษฐกิจขาดความชัดเจน ■ ความไร้เสถียรภาพทางการเมือง	■ เป็นประเทศที่ได้รับความสนใจจากนักลงทุนในภูมิภาค และต่างภูมิภาคในระดับสูง เนื่องจาก สหภาพพม่า เพิ่งเริ่มดำเนินนโยบายเปิดประเทศ

อินเดีย		
■ ค่าจ้างแรงงานที่ค่อนข้างต่ำ		■ ธุรกิจที่นำลงทุนในสหภาพพม่า ประกอบด้วย ธุรกิจการเกษตร วัสดุก่อสร้าง พลังงาน และก๊าซธรรมชาติ เหมือนแร่ ไปจนถึง สินค้าประเภทแฟชั่น ■ รัฐบาลพม่ามีการดำเนินนโยบายเชิงรุก ทางด้านการพัฒนาเครือข่ายโทรคมนาคม อาทิ การสร้างถนน รถไฟความเร็วสูง ท่าเรือ ฯลฯ
10. ไทย		
■ เป็นฐานการผลิตสินค้าประเภท อุตสาหกรรม และเกษตรกรรมรายใหญ่ของโลก ■ ท่าเลที่ตั้งของประเทศเอื้อต่อการเป็น ศูนย์กลางทางด้านคมนาคม เพื่อเชื่อมโยงไปยัง ประเทศอื่นๆในภูมิภาค ■ มีความพร้อมทางด้านระบบสาธารณูปโภค ■ ระบบธนาคารเข้มแข็ง ■ มีแรงงานรองรับจำนวนมาก	■ แรงงานส่วนใหญ่ยังขาดทักษะ ■ เทคโนโลยีการผลิตส่วนใหญ่ยังอยู่ใน ระดับกลาง	■ ประเทศไทยได้วางเป้าหมายการเป็น ศูนย์กลางของอาเซียนในหลายด้าน อาทิ โลจิสติกส์ การท่องเที่ยว ■ ปัจจุบันได้มีการดำเนินงานตามแผน ปรับตัวเข้าสู่การเป็นประชาคมเศรษฐกิจ อาเซียนไปกว่า 64% ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ อาเซียนได้ตั้งไว้ที่ 53% จึงสะท้อนให้เห็นถึง ความพร้อมของประเทศที่จะก้าวเข้าสู่การเป็น AEC

ที่มา: สรุปรวบรวมจาก www.thai-aec.com

สำหรับ การเปรียบเทียบระดับการพัฒนาทางเศรษฐกิจ หรือ ระดับผลิตภาพ ระหว่างประเทศในกลุ่ม สมาชิก มีปัญหาหลักอยู่ที่คำนิยามของ “ระดับการพัฒนาทางเศรษฐกิจ หรือ ระดับผลิตภาพ” ซึ่งครอบคลุมถึงระดับการพัฒนา และการผลิตในหลายๆด้าน ทั้งทางด้าน กายภาพ เศรษฐกิจ สังคม และการเมือง ดังนั้น จึงต้องอาศัยตัวแปรชี้วัดหลายตัวแปรซึ่งยากต่อการเปรียบเทียบหากต้องพิจารณาตัวแปรทั้งหมดรวมกันทีเดียว

นอกจากนี้ หากกล่าวถึง ความหมายของผลิตผลจากการพัฒนาทางเศรษฐกิจ ในด้านหนึ่งคือการสร้างความเจริญเติบโตของผลผลิต รวมทั้งการยกระดับของมาตรฐานในการดำรงชีวิตในด้านต่างๆ (Desirable Outputs) แต่ในอีกด้านหนึ่ง การพัฒนา กลับนำมาซึ่งปัญหาในมิติอื่นๆ ที่ควบคู่กันไปด้วย อาทิ ความแออัดของพื้นที่ในเขตเมือง ปัญหาสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ ปัญหาการคอร์รัปชัน ฯลฯ ซึ่งถือว่าการสร้างผลผลิตที่ไม่พึงปรารถนา (Undesirable Outputs) ซึ่งในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของประเทศนั้น ตัวแปรของระดับของผลผลิตที่ไม่พึงปรารถนา จำเป็นต้องนำมาพิจารณาร่วมด้วย จากปัญหาดังกล่าวจึงเกิดคำถามสำหรับงานวิจัยว่า ระดับประสิทธิภาพของประเทศสมาชิกในกลุ่มประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนมีความแตกต่างกันอย่างไร โดยพิจารณาทั้งปัจจัยเชิงบวกและเชิงลบของประเทศสมาชิกประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน

ดังนั้นเพื่อตอบคำถามของการวิจัยดังกล่าว เทคนิคการวัดประสิทธิภาพต่างๆ ได้ถูกพิจารณา โดยระเบียบวิธีการของ Data Envelopment Analysis (DEA) ที่พัฒนาขึ้นจาก Charnes, Cooper and

Rhodes (1978) ได้ถูกเลือกมาประยุกต์ในงานวิจัยนี้ เนื่องด้วยระเบียบวิธีการ DEA มีความได้เปรียบในแง่ของการประยุกต์ใช้ และการเปรียบเทียบ โดย DEA จะให้ผลลัพธ์ของการวัดค่าคะแนนประสิทธิภาพออกมาเป็นค่าเดียว (Single Efficiency Index) แม้ว่าข้อมูลปัจจัยการผลิต (Inputs) และ ผลผลิต (Outputs) ภายใต้กระบวนการจะประกอบด้วยตัวแปรที่มีความหลากหลายก็ตาม นอกจากนี้ ระเบียบวิธีการของ DEA ยังสามารถประยุกต์ใช้ได้กับกรณีที่มีข้อมูลผลผลิตมีลักษณะเป็นผลผลิตที่ไม่พึงปรารถนาด้วย

ในหัวข้อนี้ได้แสดงถึงที่มา ความสำคัญของปัญหา และคำถามในการวิจัย สำหรับหัวข้อต่อไปจะแสดงถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระเบียบวิธีการ DEA และระดับผลผลิตที่ไม่พึงปรารถนา และงานวิจัยที่ทำการประเมินประสิทธิภาพในระดับประเทศ หัวข้อที่ 3 จะอธิบายถึงวัตถุประสงค์ของการศึกษา วิธีการวิจัย ทฤษฎีสำคัญที่ใช้ในระเบียบวิจัย และนำเสนอปัจจัยนำเข้าและปัจจัยนำออกที่ใช้ในงานวิจัยนี้ หัวข้อที่ 4 แสดงผลการวิเคราะห์ระดับประสิทธิภาพ หัวข้อสุดท้ายนำเสนอบทสรุปและข้อเสนอแนะ

2. ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้ได้ทำการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคการวัดประสิทธิภาพที่ใช้ในการวัดประสิทธิภาพระหว่างประเทศ จากนั้นได้ทำการศึกษาระเบียบวิธีการ DEA ในเทคนิคที่รวมระดับผลผลิตที่ไม่พึงปรารถนาในการคำนวณค่าประสิทธิภาพ และได้ทำการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างพื้นที่ หรือภูมิภาคที่ใช้แบบจำลอง DEA

2.1. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดประสิทธิภาพระหว่างประเทศ

จากคำถามงานวิจัยนี้ที่ต้องการทราบถึงระดับประสิทธิภาพของประเทศสมาชิกในกลุ่มประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนว่ามีความแตกต่างกันอย่างไร นักวิจัยได้ทำการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดประสิทธิภาพระหว่างประเทศเพื่อหาเครื่องมือที่ใช้วัดประสิทธิภาพระหว่างประเทศ จากการศึกษาวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง Wu, et al. (2009) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบวัดประสิทธิภาพระหว่างประเทศจากผลการแข่งขันโอลิมปิก ปี ค.ศ. 2008 โดยใช้เครื่องมือ Data Envelopment Analysis (DEA) เนื่องด้วยเป็นเครื่องมือที่เหมาะสมต่อการวัดประสิทธิภาพจากข้อมูลปัจจัยการผลิต และผลผลิตที่มีหลายค่าได้ในขณะที่ Chou et al., (2012) ทำการวิจัยวัดประสิทธิภาพภาคอุตสาหกรรม IT ในประเทศสมาชิก OECD จำนวน 19 ประเทศ โดยศึกษาประสิทธิภาพข้ามเวลาดังแต่ปี 2000 – 2009 ได้ประยุกต์เทคนิค DEA และ Malquist Productivity Index (MPI) ในการศึกษาประสิทธิภาพข้ามเวลาในอุตสาหกรรม IT ของประเทศต่างๆ

Pompei (2013) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงด้านผลิตภาพในอุตสาหกรรมไฟฟ้าในประเทศในยุโรป 19 ประเทศ โดยศึกษาตั้งแต่ปี 1994 – 2007 โดยงานวิจัยนี้ให้ความสนใจไปที่ความสัมพันธ์ระหว่างระดับกฎระเบียบของกลุ่มประเทศยุโรปกับการเติบโตของผลิตภาพของอุตสาหกรรมไฟฟ้า วิธีการวิจัยของ

การศึกษานี้ได้ใช้เครื่องมือดังนี้ Malmquist Index โดยใช้ขอบเขต DEA วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงผลิตภาพในช่วงเวลา การวิเคราะห์เศรษฐกิจเพื่อหาปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงผลิตภาพนั้น นอกจากนั้น Bampatsou et al. (2013) ได้ทำการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพระบบเศรษฐกิจของกลุ่มประเทศสมาชิกประชาคมเศรษฐกิจยุโรปจากข้อมูลการใช้พลังงานตั้งแต่ปี 1980 – 2008 เทคนิคที่งานวิจัยนี้ใช้คือ การวัดประสิทธิภาพเชิงเทคนิคจากข้อมูลการใช้พลังงาน กับข้อมูลผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติโดยศึกษาทั้งก่อนและหลังจากการใช้พลังงานจากนิวเคลียร์

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดประสิทธิภาพระหว่างประเทศได้เลือกใช้เครื่องมือวิจัย Data Envelopment Analysis ในการเปรียบเทียบผลิตภาพ เนื่องจากจุดเด่นของเครื่องมือวิจัยนี้คือ ความสามารถรวมข้อมูลปัจจัยการผลิต และผลผลิตได้หลายปัจจัย โดยส่วนใหญ่งานวิจัยที่วัดประสิทธิภาพระหว่างประเทศจะพิจารณาแค่เพียงปัจจัยเชิงบวกในการคิดค่าคำนวณ และยังมียานวิจัยที่น้อยที่ได้รวมปัจจัยเชิงลบเข้าไปพิจารณาด้วย ดังนั้นงานวิจัยนี้จะนำเทคนิคดังกล่าวมาเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างประเทศและจะพิจารณาทั้งปัจจัยทั้งเชิงบวกและปัจจัยเชิงลบซึ่งส่งผลต่อผลิตภาพของประเทศต่างๆ

2.2.งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระเบียบวิธีการ DEA และระดับผลผลิตที่ไม่พึงปรารถนา

(Undesirable Outputs)

สำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้ระเบียบวิธีการของ DEA กรณีที่มีการรวมเอาข้อมูลของระดับผลผลิตที่ไม่พึงปรารถนา (Undesirable Outputs) ในการคำนวณค่าคะแนนประสิทธิภาพมีอยู่หลากหลายผลงาน แต่ผลงานที่น่าสนใจในประเด็นนี้ ประกอบด้วย Färe et al. (1989) ได้ประยุกต์ใช้ระเบียบวิธีการของ DEA ในการวัดประสิทธิภาพของโรงงานผลิตกระดาษจำนวน 30 การคำนวณค่าคะแนนประสิทธิภาพในงานวิจัยชิ้นนี้ กำหนดให้ฟังก์ชันการผลิตอยู่ภายใต้ข้อสมมติของ Weak Disposability²⁹ ซึ่งผลการศึกษา แสดงให้เห็นว่าค่าคะแนนประสิทธิภาพที่คำนวณได้ มีความอ่อนไหวต่อการรวมเอาข้อมูลผลผลิตที่ไม่พึงปรารถนาในการคำนวณ ต่อมาแบบจำลองของ Färe et al. (1989) ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้อีกครั้งโดย Yaisawarng and Klein (1994) โดยนักวิจัยได้ทำการประยุกต์ใช้แบบจำลอง DEA ภายใต้สมมติฐานของ Weak Disposability เพื่อที่จะวัดการเปลี่ยนแปลงของระดับประสิทธิภาพของนโยบายการควบคุมก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ในช่วงปี พ.ศ. 2523 ที่มีต่อโรงไฟฟ้าพลังถ่านหินในประเทศสหรัฐอเมริกา

²⁹ ข้อสมมติของ Weak disposability มีความหมายว่า หากกำหนดให้ เวกเตอร์ของปัจจัยการผลิต (X) สามารถใช้ในการผลิตเวกเตอร์ของผลผลิต (Y) ดังนั้น ด้วยจำนวนปัจจัยการผลิตดังกล่าว จะสามารถผลิตผลผลิตได้ในอัตราส่วนอื่นๆ ที่น้อยกว่า หรือสามารถผลิตผลผลิตในจำนวน θy ได้ โดยที่ $0 \leq \theta \leq 1$

Seiford and Zhu (2002) ได้ทำการปรับปรุงแบบจำลอง DEA ในการวัดคะแนนประสิทธิภาพ เพื่อให้ครอบคลุมกรณีที่กระบวนการผลิตก่อให้เกิดผลผลิตที่ไม่พึงปรารถนา โดยได้ทำการวัดค่าคะแนนประสิทธิภาพของโรงงานผลิตกระดาษ ซึ่งก่อให้เกิดผลผลิตที่เป็นโทษแก่สังคม อาทิ ฝุ่นละอองขนาดเล็ก ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ฯลฯ โดยมีแนวคิดว่าการควบคุมให้ปริมาณผลผลิตที่ไม่พึงปรารถนาเหล่านี้นลดลง ถือเป็นการปรับปรุงประสิทธิภาพในการผลิต ซึ่งไม่สอดคล้องกับแนวความคิดของแบบจำลอง DEA แบบดั้งเดิม เนื่องจาก ภายใต้แบบจำลองดั้งเดิม อยู่ภายใต้ข้อสมมติที่ว่า การปรับปรุงประสิทธิภาพควร จะเกิดจากการลดจำนวนปัจจัยการผลิตลง แต่ไม่ใช้การลดจำนวนผลผลิต

ในงานวิจัยชิ้นนี้ ผู้วิจัยมีความเห็นว่า กรณีที่กระบวนการผลิตมีผลผลิตที่ไม่พึงปรารถนาเกิดขึ้น วิธีการคำนวณค่าคะแนนประสิทธิภาพสามารถทำได้ 5 วิธีหลักด้วยกัน คือ (1) การตัดข้อมูลของผลผลิตที่ไม่พึงปรารถนาออกไปจากการคำนวณ (2) การคำนวณค่าคะแนนประสิทธิภาพด้วยแบบจำลอง DEA ซึ่งไม่ใช่แบบจำลองเชิงเส้น (Nonlinear DEA Model) (3) นำข้อมูลของผลผลิตที่ไม่พึงปรารถนา เข้ามาร่วมในการคำนวณด้วย แต่ต้องมีการกำหนดข้อจำกัดสำหรับฟังก์ชันระยะทางของผลผลิตดังกล่าว (วิธีการของ Färe et al. (1989)) (4) ด้วยการกำหนดให้ผลผลิตที่ไม่พึงปรารถนา เป็นปัจจัยการผลิตประเภทหนึ่ง แต่ให้ความเห็นว่าวิธีการนี้ไม่สอดคล้องกับลักษณะของฟังก์ชันการผลิตที่แท้จริง และ (5) การแปลงข้อมูลผลผลิตที่ไม่พึงปรารถนาด้วย วิธีการที่เรียกว่า Monotone Decreasing Transformation และใช้ข้อมูลที่มีการแปลงรูปแล้วเป็นตัวแปรผลผลิตตัวแปรหนึ่งในแบบจำลอง DEA ในกรณีนี้ ผู้วิจัยได้ทำการคำนวณค่าคะแนนประสิทธิภาพ ด้วยวิธีการที่ (1) (4) และ (5) โดยใช้ข้อมูลจากโรงงานผลิตกระดาษจำนวน 30 แห่ง ซึ่งข้อมูลปัจจัยการผลิตที่ใช้ประกอบด้วย ปริมาณเยื่อกระดาษ เชื้อเพลิง จำนวนปัจจัยทุน และแรงงาน ซึ่งให้ผลผลิตที่พึงปรารถนาในรูปของปริมาณกระดาษ และผลผลิตที่ไม่พึงปรารถนาในรูปของปริมาณออกซิเจนที่ถูกใช้โดยจุลินทรีย์ (Biochemical Oxygen Demand) ปริมาณสารแขวนลอยในอากาศ และ ปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในกระบวนการผลิต

ต่อมา Barros, Managi and Matousek (2012) ได้ทำการวิเคราะห์ค่าคะแนนประสิทธิภาพเชิงเทคนิคของภาคการธนาคารในประเทศญี่ปุ่นในช่วงปี พ.ศ. 2543 – 2550 (ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่มีการปรับปรุงโครงสร้างการผลิตในภาคการธนาคารของประเทศญี่ปุ่น) ด้วยการใช้ระเบียบวิธีการของ DEA ร่วมกับฟังก์ชันระยะทางของ Russell ที่ได้รับการพัฒนาโดย Chen PC et al. (2010) และมีการรวมเอาตัวแปรผลผลิตที่ไม่พึงปรารถนาในการคำนวณค่าคะแนนประสิทธิภาพดังกล่าวด้วย ซึ่งแบบจำลองที่ใช้ในงานวิจัยชิ้นนี้มีประโยชน์ในแง่ของการแยกผลกระทบของปัจจัยการผลิต และผลผลิตแต่ละตัวแปรที่มีผลกระทบต่อค่าคะแนนประสิทธิภาพโดยรวม (The Disaggregated Efficiency Scores) ในช่วงปีเดียวกัน Li, Yang, and Liu (2012) ได้ทำการวิเคราะห์ถึงปัจจัยที่มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพทางด้านสิ่งแวดล้อมของเมืองปักกิ่ง สาธารณรัฐประชาชนจีน ในช่วงปี พ.ศ. 2548 – 2552 ด้วยวิธีการ 2 แบบ ได้แก่ (1) การใช้เทคนิค DEA กรณีที่มีผลผลิตที่ไม่พึงปรารถนาในแบบจำลอง ในการคำนวณค่าคะแนนประสิทธิภาพทางด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental Efficiency) (2) แบบจำลอง Tobit ในการประมาณ

ขนาดของผลกระทบของตัวแปรทางด้านสิ่งแวดล้อมต่างๆที่มีต่อค่าคะแนนประสิทธิภาพที่ได้จากแบบจำลอง DEA (กล่าวคือ ใช้ DEA เป็นเครื่องมือในการวัดค่าคะแนนประสิทธิภาพ และใช้ค่าคะแนนดังกล่าวเป็นตัวแปรตามในแบบจำลอง Tobit) สำหรับตัวแปรอิสระอื่นๆ ผลการศึกษาพบว่าประสิทธิภาพทางด้านสิ่งแวดล้อมของเมืองปักกิ่งมีแนวโน้มที่ดีขึ้นในช่วงปี พ.ศ. 2548 – 2552 โดยที่ค่าคะแนนประสิทธิภาพดังกล่าวมีค่าสูงสุดในปี พ.ศ. 2551 ในส่วนของผลการประมาณการสมการถดถอยด้วยแบบจำลอง Tobit พบว่าตัวแปรที่มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพทางด้านสิ่งแวดล้อมมากที่สุด คือ ตัวแปรที่สะท้อนให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของภาคการผลิตไปสู่ภาคบริการ ซึ่งมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับระดับประสิทธิภาพ ผู้วิจัยให้เหตุผลว่าการปรับโครงสร้างการผลิตไปสู่ภาคบริการมีส่วนช่วยให้คุณภาพของสิ่งแวดล้อมดีขึ้น เนื่องจาก ภาคบริการไม่ได้เป็นภาคเศรษฐกิจที่ต้องอาศัยสินค้าจำพวกพลังงานในการขับเคลื่อน (Non – Energy Intensive) สำหรับผลการประมาณค่าสัมประสิทธิ์สำหรับตัวแปรอิสระอื่นๆพบว่า รายได้ต่อหัวประชากร และ สัดส่วนระหว่างปริมาณการลงทุนในโครงการเพื่อควบคุมมลพิษต่อ GDP มีผลกระทบในทางลบต่อระดับประสิทธิภาพแต่ขนาดของผลกระทบมีขนาดเล็กเมื่อเทียบกับตัวแปรอื่นๆ

Lozano, Gutiérrez, and Moreno (2013) ได้ทำการประยุกต์ใช้วิธีการของ Network DEA โดยพิจารณา ร่วมกับข้อมูลผลผลิตที่ไม่พึงปรารถนา ในการประเมินประสิทธิภาพของสนามบินต่างๆในประเทศสเปน จำนวนทั้งสิ้น 39 สนามบิน โดยใช้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องในปี พ.ศ. 2551 ภายใต้สมมติฐานของผลได้ต่อขนาดแปรผัน ผู้วิจัยได้คำนวณค่าคะแนนประสิทธิภาพทั้งในกรณีของการใช้ Network DEA และการแยกคำนวณค่าคะแนนประสิทธิภาพที่ละกระบวนการ (Single Process Conventional DEA) ผลการวิเคราะห์พบว่า Network DEA สามารถตรวจสอบความไร้ประสิทธิภาพของระบบในส่วนจํานวนร้อยละได้ดีกว่าวิธีการ Single Process DEA ซึ่งทำให้ผู้วิเคราะห์สามารถค้นช่องทางการปรับปรุงประสิทธิภาพในส่วนจํานวนร้อยละได้มากกว่า นอกจากนี้ ผู้วิจัยลงความเห็นว่า Network DEA เป็นวิธีการที่สมเหตุสมผลมากกว่าในการคำนวณค่าคะแนนประสิทธิภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่ไม่สามารถแยกตัวแปรปัจจัยการผลิต และผลผลิตให้เป็นอิสระจากกันได้โดยสมบูรณ์

2.3.งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างพื้นที่ หรือภูมิภาคที่ใช้แบบจำลอง DEA

สำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเนื่องกับการใช้แบบจำลอง DEA ในการวัด และการเปรียบเทียบประสิทธิภาพ ในระดับพื้นที่ หรือภูมิภาค ที่น่าสนใจ สามารถสรุปได้ดังแสดงในตารางที่ 2 โดยงานวิจัยตั้งแต่ปี 2007 เป็นต้นไปได้มีการใช้ผลผลิตที่ไม่พึงปรารถนาในการวิเคราะห์ระดับประสิทธิภาพ และพบว่างานวิจัยที่ผ่านมา ยังไม่มีการการศึกษาถึงระดับประสิทธิภาพของประเทศในกลุ่มอาเซียน รวมทั้งยังไม่งานวิจัยที่ผ่านมาทำการศึกษาผลผลิตที่ไม่พึงปรารถนาไปวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบระดับประสิทธิภาพในอาเซียนอีกด้วย

ตารางที่ 2: งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างพื้นที่หรือภูมิภาคที่ใช้แบบจำลอง DEA

ชื่อผู้แต่ง	หัวข้อ	วิธีการ
Yunos and Hawdon (1997)	ระดับประสิทธิภาพ และการการเปลี่ยนแปลงผลผลิตของ อุตสาหกรรมผลิตไฟฟ้าในประเทศมาเลเซีย เปรียบเทียบกับประเทศกำลังพัฒนาอื่นๆ จำนวนทั้งสิ้น 27 ประเทศ	แบบจำลอง DEA และคำนวณดัชนี Malmquist
Martic and Savic (2000)	ระดับประสิทธิภาพในการใช้ทรัพยากรในพื้นที่ต่างๆ ของ ประเทศเซอร์เบียจำนวนทั้งสิ้น 30 พื้นที่	แบบจำลอง DEA แบบดั้งเดิม โดยทำการคำนวณทางด้านผลผลิต (Output – Oriented)
Ramanathan (2005)	ระดับประสิทธิภาพของประเทศในกลุ่ม MENA (Middle East and North Africa) 18 ประเทศ	แบบจำลอง DEA แบบดั้งเดิม ภายใต้สมมติฐานผลได้ต่อขนาดคงที่ (CRS) และผลได้ต่อขนาดแปรผัน (VRS)
Lu and Lo, (2007)	ระดับประสิทธิภาพเชิงเทคนิค (Technical Efficiency) ของ มณฑลในสาธารณรัฐประชาชนจีน จำนวนทั้งสิ้น 31 มณฑล	แบบจำลอง CCR DEA
Habibov and Fan (2010)	คะแนนประสิทธิภาพของนโยบายสวัสดิการสังคมในมิติของการลดปัญหาความยากจนในภูมิภาคต่างๆของประเทศ แคนาดา รวมทั้งสิ้น 10 ภูมิภาค	DEA และ Window DEA Analysis
Meng et. al. (2012)	ประสิทธิภาพทางด้านสิ่งแวดล้อมของภาคอุตสาหกรรมใน มณฑลต่างๆของสาธารณรัฐประชาชนจีน 30 มณฑล	Non – radial DEA

ตารางที่ 3: ปัจจัยการผลิตและผลผลิตที่ใช้ในงานวิจัย

ชื่อผู้แต่ง	ระดับการวิเคราะห์	ปัจจัยการผลิต	ผลผลิต
Yunos and Hawdon (1997)	อุตสาหกรรมผลิตไฟฟ้า 27 ประเทศ	- กำลังการผลิตติดตั้งรวมของระบบไฟฟ้า - จำนวนแรงงาน - จำนวนพลังงานสูญเสียในระบบส่งไฟฟ้า - ค่าพลังงานที่ผลิตจริงในช่วงเวลาหนึ่ง	ปริมาณไฟฟ้ารวมที่ผลิตได้
Martic and Savic (2000)	การใช้ทรัพยากรใน 30 พื้นที่	- ขนาดของพื้นที่เพาะปลูก จำนวนสินทรัพย์ถาวร - ปริมาณการใช้ไฟฟ้า - จำนวนประชากร	- ผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติรายพื้นที่ - จำนวนแพทย์ - จำนวนนักเรียนในระดับ

			ประถมศึกษา การจ้างแรงงานในภาคบริการสาธารณะ
Ramanathan (2005)	18 ประเทศ	▪ สัดส่วนการพึ่งพิง ▪ อัตราการไม่รู้หนังสือ ▪ อัตราการตายของเด็กแรกเกิด	▪ สัดส่วนของแรงงานต่อจำนวนประชากร ▪ อายุขัยเฉลี่ยเมื่อแรกเกิด ▪ จำนวนครูผู้สอนในระดับประถมศึกษา ▪ ผลผลิตมวลรวมประชาชาติรายหัวประชากร
Lu and Lo (2007)	31 มณฑลของประเทศจีน	▪ จำนวนสต็อกของสินค้านำเข้า และจำนวนการจ้างงานในแต่ละพื้นที่	▪ มูลค่าของผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติตามรายพื้นที่ ▪ ปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ▪ ปริมาณไอเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม ▪ ปริมาณฝุ่นละอองรายพื้นที่
Habibov and Fan (2010)	แคนาดา 10 ภูมิภาค	▪ รายรับของประชากรคำนวณตามราคาตลาดในแต่ละภูมิภาค ▪ จำนวนโครงการที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาความยากจนในแต่ละพื้นที่ ▪ จำนวนเครดิตภาษีสำหรับโครงการที่ช่วยสนับสนุนคนยากจน ▪ ส่วนชดเชยการทำงานจากนายจ้าง	▪ อัตราความยากจน ▪ ช่องว่างความยากจน
Meng et. al. (2012)	30 มณฑลในประเทศจีน	▪ กำลังแรงงานในภาคอุตสาหกรรม ▪ ปริมาณการใช้พลังงานในภาคอุตสาหกรรม	▪ มูลค่าผลผลิตส่วนเพิ่มของภาคอุตสาหกรรม ▪ ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ▪ ปริมาณการปลดปล่อยมลภาวะทางอากาศ ▪ ปริมาณน้ำเสีย ▪ ปริมาณขยะจากภาคอุตสาหกรรม

3. วัตถุประสงค์และระเบียบการวิจัย

ในส่วนนี้จะแสดงถึงวัตถุประสงค์ของงานวิจัย ระเบียบการวิจัย แบบจำลองที่ใช้ในระเบียบวิธีวิจัยนี้ รวมทั้งข้อมูลผลผลิต และปัจจัยการผลิตที่ใช้ในการวัดค่าคะแนนประสิทธิภาพตามวัตถุประสงค์ของการศึกษาในครั้งนี้

3.1 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

จากคำถามในการวิจัย และการศึกษารรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้กำหนดวัตถุประสงค์ของงานวิจัยไว้ดังนี้ (1) เพื่อตรวจสอบระดับประสิทธิภาพในภาพรวมของประเทศในกลุ่มสมาชิกอาเซียนทั้งหมด 10 ประเทศ ซึ่งได้แก่ ไทย มาเลเซีย ฟิลิปปินส์ อินโดนีเซีย สิงคโปร์ บรูไน ลาว กัมพูชา เวียดนาม และพม่า ในช่วงเวลาก่อนที่จะมีการรวมตัวกันเป็นประชาคมเศรษฐกิจในปี พ.ศ. 2558 และ (2) เพื่อประเมินความแตกต่างทางด้านประสิทธิภาพในภาพรวม และเป็นแนวทางเบื้องต้นในการจัดอันดับประสิทธิภาพของประเทศในกลุ่มอาเซียน รวมทั้งการประเมินความสำเร็จของการรวมกลุ่มเป็นประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนในอนาคตอันใกล้

3.2 ระเบียบการวิจัย

สำหรับการคำนวณค่าคะแนนประสิทธิภาพในงานวิจัยชิ้นนี้ จะใช้ข้อมูลปัจจัยการผลิต (Inputs) และผลผลิต (outputs) ที่เกี่ยวข้องกับประเทศสมาชิกของประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนทั้ง 10 ประเทศ ในปี พ.ศ. 2555 (ข้อมูลปีล่าสุด ณ เวลาที่ทำการศึกษา) โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจาก CIA Factbook และประมวลผลด้วยแบบจำลอง DEA ซึ่งครอบคลุมการคำนวณมูลค่าของผลผลิตส่วนที่ขาด และปัจจัยการผลิตส่วนเกิน (A Slacks – Based Measure of Efficiency: SBM) ซึ่งแบบจำลองดังกล่าวได้ถูกพัฒนาขึ้นโดย Tone (2001) ร่วมกับการประเมินผลข้อมูลผลผลิตที่ไม่พึงปรารถนา

3.3 แบบจำลองที่ใช้ในงานวิจัย

แบบจำลองที่ใช้ในงานวิจัยนี้ได้แก่ แบบจำลอง Slacks – Based Measure of Efficiency (SBM) ที่ถูกพัฒนาโดย Tone (2001) แบบจำลอง SBM – DEA เป็นรูปแบบหนึ่งของแบบจำลอง DEA ซึ่งไม่ขึ้นอยู่กับฟังก์ชันระยะทาง (Distance Function) หรือ การคำนวณทางด้านปัจจัยการผลิต – ผลผลิต (Non – Oriented) ในการคำนวณค่าคะแนนประสิทธิภาพ³⁰ นอกจากนี้ Tone (2001) ได้ทำการพัฒนาแบบจำลองดังกล่าวเพื่อรองรับกรณีที่มีการคำนวณค่าคะแนนประสิทธิภาพเกี่ยวข้องกับตัวแปรผลผลิตที่ไม่พึงปรารถนา

สำหรับการคำนวณค่าคะแนนประสิทธิภาพในแบบจำลอง SBM – DEA ในงานวิจัยชิ้นนี้ จะทำการคำนวณทั้งในกรณีของ

³⁰ แบบจำลอง SBM – DEA อาศัยการคำนวณผลผลิตส่วนที่ขาด และปัจจัยการผลิตส่วนเกิน (Input and Output Slacks) ในการคำนวณค่าคะแนนประสิทธิภาพโดยตรง

- แบบจำลองผลผลิตที่ไม่พึงปรารถนาโดยทั่วไป (Bad Output Model)
- แบบจำลองที่ตัวแปรไม่สามารถแบ่งแยกได้ (Non Separable Model)

ทั้งสองแบบจำลอง มีความแตกต่างกันในแง่ที่ว่า ในแบบจำลองผลผลิตที่ไม่พึงปรารถนาโดยทั่วไป (Bad Output Model) จะอยู่ภายใต้สมมติฐานที่ว่า ตัวแปรผลผลิตที่พึงปรารถนา และไม่พึงปรารถนาไม่มีความสัมพันธ์กัน ขณะที่ ในแบบจำลองที่ตัวแปรไม่สามารถแบ่งแยกได้ (Non Separable Model) จะอยู่ภายใต้ความสัมพันธ์ที่ว่าความพยายามใดๆ ในการลดระดับผลผลิตที่ไม่พึงปรารถนา จะส่งผลให้ระดับผลผลิตที่พึงปรารถนาลดลงตามไปด้วย (สำหรับรายละเอียดของแบบจำลองทั้ง 2 ลักษณะแสดงในภาคผนวกด้านล่าง)

3.4. ข้อมูลตัวแปรปัจจัยการผลิต และผลผลิต

ข้อมูลต่างๆ ที่ผู้วิจัยได้เลือกมาเป็นตัวแปรปัจจัยการผลิต และผลผลิตในแบบจำลอง DEA ทั้งหมดเป็นข้อมูลที่ถูกคำนวณขึ้นในปี พ.ศ. 2555 โดยผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลส่วนใหญ่จาก The World Factbook ของหน่วยงาน Central Intelligence Agency (CIA) และข้อมูลดัชนีการรับรู้ภาวะการคอร์รัปชันของประเทศ จากหน่วยงาน Transparency International³¹ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตัวแปรผลผลิต ประกอบด้วย

(1) ผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติต่อจำนวนประชากร (GDP at Purchasing Power Parity Exchange Rate per Capita: y_1) ซึ่งเป็นตัวแทนของระดับผลผลิตที่พึงปรารถนา (Desirable Output) ของ DMU (ประเทศ)³² ที่กำลังพิจารณา ในกรณีนี้ GDP at Purchasing Power Parity Exchange Rate คือ มูลค่าของสินค้าและบริการที่แต่ละประเทศผลิตได้ภายในระยะเวลา 1 ปี ซึ่งถูกคำนวณขึ้นตามราคาในประเทศสหรัฐอเมริกาในปี พ.ศ. 2555 ทำให้การเปรียบเทียบมูลค่าผลผลิตอยู่ในฐานเดียวกัน นอกจากนี้ เพื่อแก้ไขปัญหาของขนาดประเทศที่มีผลต่อขนาดของผลผลิต ผู้วิจัยจึงหารมูลค่าของ GDP ดังกล่าวด้วยจำนวนประชากร (หน่วย: ดอลลาร์สหรัฐ)

(2) ปริมาณการปล่อยก๊าซ คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ต่อ GDP (Carbon dioxide emissions from consumption of energy per GDP: y_2) ซึ่งเป็นตัวแทนของระดับผลผลิตที่ไม่พึงปรารถนา (Undesirable Output) ทั้งนี้การใช้ปัจจัยการผลิตของประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเผาผลาญพลังงาน ไม่เพียงแต่จะสร้างมูลค่าให้กับผลผลิตของประเทศ แต่ในอีกด้านหนึ่งยังส่งผลเสียต่อสิ่งแวดล้อมในรูปของมลภาวะ นอกจากนี้ การหารด้วย GDP เพื่อประโยชน์ในเรื่องของการเปรียบเทียบเมื่อ DMU มีขนาดที่แตกต่างกัน (หน่วย: เมตริกซ์ตัน/\$)

³¹ สำหรับข้อมูลในส่วนของรายละเอียดสามารถค้นคว้าเพิ่มเติมได้จากเว็บไซต์ www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/ และ www.transparency.org

³² DMU หรือ Decision Making Unit หมายถึง หน่วยผลิตที่เป็นเป้าหมายของการวิเคราะห์ประสิทธิภาพภายใต้บริบทของ DEA ซึ่งภายใต้งานวิจัยชิ้นนี้ DMU หมายถึง ประเทศต่างๆ จำนวน 21 ประเทศที่ใช้เป็นหน่วยในการวิเคราะห์นั่นเอง ดังนั้น คำว่า “DMU” หรือ “ประเทศ” จะมีความหมายเดียวกันภายใต้บริบทของ DEA

(3) ดัชนีการรับรู้ภาวะการคอร์รัปชันของประเทศ (Corruption Perception Index: y_3) เป็นดัชนีที่ใช้วัดระดับความโปร่งใสของการดำเนินงานภายในประเทศ ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0 – 100 โดยค่าดัชนีเท่ากับ 0 หมายถึงประเทศที่มีระดับการคอร์รัปชันที่สูง ขณะที่ ค่าดัชนีเท่ากับ 100 หมายถึงประเทศที่มีความโปร่งใสในการดำเนินงาน (หน่วย: ไม่มี)

ในขณะที่ ตัวแปรปัจจัยการผลิต ประกอบด้วย

(1) จำนวนกำลังแรงงานต่อจำนวนประชากร (Labor Force Per Capita: x_1) ซึ่งหมายถึง บุคคลที่อยู่ในวัยที่สามารถทำงานได้ และพร้อมที่จะทำงาน โดยไม่คำนึงว่าจะมีงานทำ หรือไม่มีงานทำก็ตามหารด้วยจำนวนประชากร (หน่วย: ไม่มี)

(2) ขนาดของพื้นที่เกษตรกรรม ต่อพื้นที่โดยรวมของทั้งประเทศ (Arable Land: x_2) ซึ่งแสดงถึงสัดส่วนของพื้นที่ของประเทศที่สามารถทำการเพาะปลูกได้ (หน่วย: ไม่มี)

(3) ปริมาณการใช้น้ำมันของประเทศ ต่อ GDP (Consumption of Refined Petroleum Products per GDP: x_3) ซึ่งคำนวณจากความแตกต่างของปริมาณการผลิตน้ำมันสำเร็จรูปภายในประเทศรวมถึงการนำเข้าหักลบด้วย ปริมาณการบริโภคภายในประเทศ และการส่งออกผลิตภัณฑ์ดังกล่าว หารด้วยมูลค่า GDP ของทั้งประเทศ (หน่วย: บาร์เรล/วัน\$)

(4) ความยาวถนน ต่อขนาดของประเทศ (Roadways per Square Kilometer: x_4) เป็นตัวแปรปัจจัยการผลิตเพื่อใช้เป็นตัวแทนของการวัดความสามารถทางด้านการขนส่ง และการกระจายสินค้าของประเทศ โดยครอบคลุมถึงความยาวของถนนทั้งหมดภายในประเทศทั้งในส่วน of ถนนที่มีการลาดยาง และไม่มีถนนลาดยาง หารด้วยขนาดของประเทศ (หน่วย: กิโลเมตร/ตารางกิโลเมตร)

ในการคำนวณค่าคะแนนประสิทธิภาพในแบบจำลองนี้ Cooper et al. (2006) ได้เสนอแนะว่า เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาที่เกี่ยวกับอำนาจการแบ่งแยก (Discriminating Power) ในแบบจำลอง DEA จำนวน **DMU** ที่เหมาะสมในแบบจำลองจะต้องมีจำนวนที่สอดคล้องกับหลักเกณฑ์ที่ว่า

$$n \geq \max\{m \times s, 3(m + s)\} \quad (1)$$

โดยที่ n คือ จำนวน **DMU** ที่เหมาะสมในแบบจำลอง m และ s คือ จำนวนตัวแปรปัจจัยการผลิต และผลผลิต ตามลำดับ โดยจำนวน **DMU** ขั้นต่ำควรจะมีค่าเท่ากับ $m \times s$ หรือ $3(m + s)$ ขึ้นอยู่กับว่าจำนวนใดมีค่าสูงกว่า ดังนั้นในแบบจำลองนี้ ควรจะมีจำนวน **DMU** ขั้นต่ำเป็นจำนวนเท่ากับ 21 **DMU** (ซึ่งเป็นจำนวนที่สูงกว่าจำนวนสมาชิกในกลุ่มประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน)

ดังนั้น เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัย จึงได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลรายประเทศเพิ่มเติมอีกจำนวน 11 ประเทศที่นอกเหนือจากสมาชิกในกลุ่มประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน ซึ่งได้แก่ ออสเตรเลีย แคนาดา ซิลิ สาธารณรัฐประชาชนจีน อินเดีย ญี่ปุ่น เกาหลีใต้ เม็กซิโก นิวซีแลนด์ เปรู และ สหรัฐอเมริกา สาเหตุที่มีการเพิ่มเติมข้อมูลของประเทศนอกกลุ่มประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนอีก 11 ประเทศมาจาก ความสำคัญของการบูรณาการความร่วมมือทางเศรษฐกิจที่เกี่ยวข้องกับประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน อีก 2 กรอบความร่วมมือ ซึ่งได้แก่ กรอบความตกลงภูมิภาคหุ้นส่วนเศรษฐกิจ (Regional Comprehensive Economic Partnership หรือ RCEP และกรอบความตกลงหุ้นส่วนยุทธศาสตร์ทางเศรษฐกิจภาคพื้นแปซิฟิก (Trans – Pacific Partnership Agreement หรือ TPP)

ดังนั้น การวัดประสิทธิภาพของ AEC โดยเปรียบเทียบกับอีก 11 ประเทศนอกกลุ่มภายใต้กรอบความร่วมมือ RCEP และ TPP ไม่เพียงแต่จะสะท้อนให้เห็นถึงแนวโน้มความสำเร็จในการรวมกลุ่มของ AEC แต่ยังทำให้ทราบถึงแนวโน้มความสำเร็จของกรอบความร่วมมือ RCEP และ TPP ซึ่งเกี่ยวข้องอย่างใกล้ชิดกับ AEC รวมทั้ง สถานะทางด้านประสิทธิภาพของประเทศในกลุ่ม AEC โดยเปรียบเทียบกับ ประเทศนอกกลุ่มซึ่งเป็นผู้ค้าที่สำคัญของกลุ่ม AEC ด้วย

สำหรับรายละเอียดของตัวแปรปัจจัยการผลิต และผลผลิต รวมทั้งค่าสถิติเชิงพรรณนาของข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยชิ้นนี้แสดงในตารางที่ 4, 5 และ 6

ตารางที่ 4: ตัวแปรปัจจัยการผลิต และผลผลิตในแบบจำลอง DEA

ตัวแปรปัจจัยการผลิต (x_i)	ตัวแปรผลผลิต (y_j)
■ จำนวนกำลังแรงงาน ต่อจำนวนประชากร (Labor Force per Capita: x_1) ■ ขนาดของพื้นที่เกษตรกรรมต่อพื้นที่โดยรวม (Arable Land per Total Area: x_2) ■ ปริมาณการใช้น้ำมันของประเทศต่อ GDP (Consumption of Refined Petroleum Products per GDP: x_3) ■ ความยาวถนน ต่อ ตารางกิโลเมตร (Roadways per Square Kilometer: x_4)	■ GDP ต่อจำนวนประชากร (GDP at Purchasing Power Parity Exchange Rate per Capita: y_1) ■ ปริมาณการปล่อยก๊าซ คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ของประเทศจากการใช้พลังงาน ต่อ GDP (Carbon dioxide emissions from consumption of energy per GDP: y_2) ■ ดัชนีการรับรู้ภาวะการคอร์รัปชันของประเทศ (Corruption Perception Index: y_3)

ตารางที่ 5: ค่าสถิติเชิงพรรณนาของข้อมูลปัจจัยการผลิต และผลผลิต

ตัวแปร	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ตัวแปรปัจจัยการผลิต				
x_1	0.606	0.385	0.516	0.065
x_2	0.442	0.014	0.124	0.103
x_3	0.000	0.000	0.000	0.000
x_4	4.815	0.051	0.724	1.157
ตัวแปรผลผลิต				
y_1	60900.000	1400.000	21257.143	18977.344
y_2	0.001	0.000	0.000	0.000
y_3	90.000	15.000	50.667	24.154

ที่มา: คำนวณโดยผู้วิจัย

ตารางที่ 6: ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในแบบจำลอง

	x_1	x_2	x_3	x_4	y_1	y_2	y_3
x_1	1	-0.2306572	0.1560663	0.2675095	0.1518463	0.1270641	0.0883618
x_2	-0.2306572	1	-0.0684317	-0.1423487	0.0851481	-0.4497418	-0.4281464
x_3	0.1560663	-0.0684317	1	0.5417839	0.3087513	0.5178143	0.4042605
x_4	0.2675095	-0.1423487	0.5417839	1	0.4993631	0.4986779	0.4310119
y_1	0.1518463	0.0851481	0.3087513	0.4993631	1	0.4295333	0.4028938
y_2	0.1270641	-0.4497418	0.5178143	0.4986779	0.4295333	1	0.8470269
y_3	0.0883618	-0.4281464	0.4042605	0.4310119	0.4028938	0.8470269	1

ที่มา: คำนวณโดยผู้วิจัย

4. ผลการวิเคราะห์ระดับประสิทธิภาพ

ส่วนนี้จะกล่าวถึงผลการวิเคราะห์ค่าคะแนนประสิทธิภาพด้วยแบบจำลอง SBM – DEA ทั้งในกรณีของแบบจำลองผลผลิตที่ไม่พึงปรารถนาโดยทั่วไป (Bad Output Model) และกรณีของแบบจำลองที่ตัวแปรไม่สามารถแบ่งแยกได้ (Non Separable Model)

4.1. ผลการวิเคราะห์ค่าคะแนนประสิทธิภาพกรณีของแบบจำลองผลผลิตที่ไม่พึงปรารถนาโดยทั่วไป (Bad Output Model)

จากแบบจำลองผลผลิตที่ไม่พึงปรารถนาโดยทั่วไป ภายใต้เงื่อนไขของผลได้ต่อขนาดคงที่ (Constant Returns to Scale: CRS) และผลได้ต่อขนาดแปรผัน (Variable Returns to Scale: VRS)³³ ดังแสดงในตารางที่ 7 พบว่า ค่าคะแนนประสิทธิภาพเชิงเทคนิคโดยเฉลี่ยของ *DMU* ทั้ง 21 หน่วยมีค่าเท่ากับ 0.5629 และ 0.7720 ภายใต้สมมติฐานของ CRS และ VRS ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า เมื่อมีการรวมเอาตัวแปรผลผลิตที่ไม่พึงปรารถนาไว้ในแบบจำลอง (ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ต่อ GDP: y_2) การดำเนินงานโดยเฉลี่ยของประเทศส่วนใหญ่ยังคงอยู่ต่ำกว่าระดับประสิทธิภาพ

ภายใต้สมมติฐานของ CRS มีเพียง 9 ประเทศจาก 21 ประเทศ (สิงคโปร์ บรูไน สเปน ลาว ออสเตรเลีย แคนาดา ชิลี ญี่ปุ่น นิวซีแลนด์ และ สหรัฐอเมริกา) ที่มีการดำเนินงานอยู่บนขอบเขตประสิทธิภาพ ขณะที่ ภายใต้สมมติฐานของ VRS มี 14 ประเทศ (สิงคโปร์ มาเลเซีย บรูไน ฟิลิปปินส์ สเปน ลาว สหภาพพม่า ออสเตรเลีย แคนาดา ชิลี ญี่ปุ่น เม็กซิโก นิวซีแลนด์ เปรู และสหรัฐอเมริกา) จาก 21 ประเทศที่มีการดำเนินงานอย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพขนาด (ซึ่งคำนวณจากสัดส่วนค่าคะแนนประสิทธิภาพเชิงเทคนิคภายใต้สมมติฐาน CRS และ VRS) พบว่า มีเพียง 9 ประเทศ (สิงคโปร์ บรูไน สเปน ลาว ออสเตรเลีย แคนาดา ชิลี ญี่ปุ่น นิวซีแลนด์ และสหรัฐอเมริกา) ที่มีขนาดของการดำเนินงานอยู่ในระดับที่เหมาะสม (Optimum Scale of Plant)

เมื่อพิจารณาค่าคะแนนประสิทธิภาพจำแนกตามกลุ่มความร่วมมือทางเศรษฐกิจ พบว่า โดยเฉลี่ยกลุ่ม AEC มีประสิทธิภาพเชิงเทคนิคอยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกับกลุ่ม RCEP แต่ยังคงอยู่ในระดับที่ต่ำกว่ากลุ่ม TPP โดยมีค่าคะแนนประสิทธิภาพอยู่ที่ 0.4221 และ 0.7036 (เมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ย 0.4968 และ 0.7008 ของกลุ่ม RCEP และ 0.7618 และ 0.9225 ของกลุ่ม TPP ตามลำดับ)

สิ่งที่น่าสนใจ คือ *DMU* ที่มีการดำเนินงานอยู่บนขอบเขตประสิทธิภาพส่วนใหญ่เป็นประเทศนอกกลุ่ม AEC อาทิ ออสเตรเลีย แคนาดา ชิลี ญี่ปุ่น นิวซีแลนด์ และสหรัฐอเมริกา ซึ่งมีระบบเศรษฐกิจขนาดใหญ่ และมีระดับการพัฒนาที่สูง โดยประเทศเหล่านี้มีค่าคะแนน Human Development Index (HDI) ซึ่งเป็นดัชนีหนึ่งในการวัดระดับการพัฒนาของประเทศอยู่ในระดับสูง อยู่ในคะแนนอันดับสูงสุด 47 ประเทศ เมื่อเทียบกับ 150 ประเทศทั่วโลก ประเทศเหล่านี้จึงค่อนข้างมีความสำคัญกับปัญหาสิ่งแวดล้อม หรือมลภาวะอันเกิดจากการผลิต เช่น ประเทศญี่ปุ่นได้ทำการปรับเปลี่ยนกฎระเบียบทางด้านสิ่งแวดล้อม พร้อมการลงทุนในการลดมลภาวะอย่างต่อเนื่อง (ข้อมูลจาก Ministry of the Environment, Government of Japan) เช่นเดียวกับข้อมูลของประเทศออสเตรเลียที่มีการกำหนดมาตรฐาน และบังคับ

³³ ข้อสมมติของผลได้ต่อขนาดคงที่ (Constant Returns to Scale) ถือเป็นการวัดค่าคะแนนประสิทธิภาพ โดยกำหนดให้ขนาดการผลิตของ *DMU* (ประเทศ) ต่างๆ อยู่ ณ ขนาดการผลิตที่เหมาะสม ขณะที่ ข้อสมมติของผลได้ต่อขนาดแปรผัน (Variable Returns to Scale) เป็นกรณีของการคำนวณค่าคะแนนประสิทธิภาพ โดยไม่คำนึงว่า *DMU* ที่พิจารณาอยู่จะมีขนาดการผลิตที่เหมาะสมหรือไม่

ใช้กฎหมายทางด้านสิ่งแวดล้อมอย่างเคร่งครัด (ข้อมูลจาก Department of Environment, Australia Government) ขณะที่ ประเทศสมาชิกในกลุ่ม AEC แม้ว่าจะมีแนวโน้มของการเจริญเติบโตที่สูง แต่เมื่อพิจารณาทางด้านประสิทธิภาพกลับอยู่ในระดับที่ต่ำกว่า ซึ่งผลการศึกษาพบว่า มีเพียง 3 ประเทศในกลุ่ม AEC เท่านั้น (สิงคโปร์ บรูไน และสปป.ลาว) ที่มีค่าคะแนนประสิทธิภาพเท่ากับ 1 ภายใต้สมมติฐานของ CRS และ VRS

ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่า สิ่งที่ AEC ควรจะคำนึงถึงไม่ใช่เพียงแค่การพัฒนาขีดความสามารถทางด้านการผลิต แต่การผลิตยังต้องมีคุณภาพ กล่าวคือ การคัดเลือกอุตสาหกรรม ที่เป็นมิตรต่อชุมชน และสิ่งแวดล้อม ไม่ใช่มุ่งให้ความสำคัญเพียงแค่เรื่องของปริมาณแต่เพียงอย่างเดียว (Pampanelli et al., 2013; Kosseva, 2013)

สำหรับผลการคำนวณค่าผลผลิตส่วนที่ขาด และปัจจัยการผลิตส่วนเกิน (Input and Output Slacks) แสดงในตารางที่ 8 ในหัวข้อตาราง “Excess” หมายถึง จำนวนปัจจัยการผลิตส่วนเกิน (รวมทั้งจำนวนผลผลิตที่ไม่พึงปรารถนาส่วนเกิน) ที่แต่ละ **DMU** ควรจะทำการปรับลดลงเพื่อให้ตนเองมีการดำเนินงานที่มีประสิทธิภาพโดยที่ไม่มีภาระลดจำนวนของผลผลิต ขณะที่ ภายใต้หัวข้อ “Shortage” หมายถึง จำนวนผลผลิตส่วนที่ขาดซึ่งแต่ละ **DMU** ควรจะผลิตเพิ่มขึ้น (โดยใช้จำนวนปัจจัยการผลิตที่เท่าเดิม) เพื่อให้การดำเนินงานมีประสิทธิภาพสูงสุด

ผลการคำนวณตามตารางที่ 8 พบว่า ประเทศที่มีค่าคะแนนประสิทธิภาพที่น้อยกว่า 1 ซึ่งได้แก่ อินโดนีเซีย เวียดนาม กัมพูชา ไทย จีน อินเดีย และเกาหลีใต้ ยังมีโอกาสในการปรับตัวไปสู่ระบบการผลิตที่มีประสิทธิภาพได้ โดยการเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ปัจจัยการผลิตประเภท แรงงาน ที่ดิน การใช้พลังงาน และ การปรับปรุงทางการขนส่งทางถนน ทั้งนี้เพื่อเพิ่มระดับรายได้ต่อหัวของประชากร รวมทั้งการลดมลภาวะทางด้านสิ่งแวดล้อม (ซึ่งเห็นได้จากการมีค่า Slacks ของตัวแปรปัจจัยการผลิต และผลผลิตของ **DMU** เหล่านี้)

นอกจากนี้ ปัจจัยที่มีผลกระทบอย่างมากต่อค่าคะแนนประสิทธิภาพ คือ การคอร์รัปชัน (ซึ่งพิจารณาได้จากหลักสุดท้ายของตารางที่ 8) จากผลการวิจัยพบว่าในจำนวนประเทศที่รวมอยู่ในการคำนวณทั้งหมด 21 ประเทศ มี 10 ประเทศ ซึ่งได้แก่ ไต้หวัน อินโดนีเซีย มาเลเซีย ฟิลิปปินส์ เวียดนาม กัมพูชา สหภาพพม่า ไทย จีน อินเดีย และเม็กซิโก ที่มีจำนวนผลผลิตส่วนที่ขาดในตัวแปร **รัฐ** สิ่งที่น่าเป็นห่วง คือ ในจำนวนประเทศที่มีปัญหาคอร์รัปชันนี้ มีถึง 7 ประเทศที่เป็นสมาชิกของกลุ่ม AEC และประเทศที่มีปัญหาการคอร์รัปชันรุนแรงที่สุด คือประเทศไทย (พิจารณาจากค่า Output Slacks ของตัวแปร **รัฐ** ของประเทศไทยที่มีค่าสูงสุด)

ตารางที่ 7: ค่าคะแนนประสิทธิภาพกรณีของแบบจำลองผลผลิตที่ไม่พึงปรารถนาโดยทั่วไป
(The Bad Output Model)

#	DMU	TE_{CRS}	ลำดับของ TE_{CRS}	TE_{VRS}	ลำดับของ TE_{VRS}	SE
1	Singapore	1.0000	1	1.0000	1	1.0000
2	Indonesia	0.1657	16	0.3141	18	0.1657
3	Malaysia	0.4014	11	1.0000	1	0.4014
4	Brunei	1.0000	1	1.0000	1	1.0000
5	Philippines	0.1822	15	1.0000	1	0.1822
6	Vietnam	0.1058	20	0.1470	21	0.1058
7	Cambodia	0.1007	21	0.3233	17	0.1007
8	Laos	1.0000	1	1.0000	1	1.0000
9	Myanmar	0.1089	19	1.0000	1	0.1089
10	Thailand	0.1567	17	0.2514	20	0.1567
11	Australia	1.0000	1	1.0000	1	1.0000
12	Canada	1.0000	1	1.0000	1	1.0000
13	Chile	1.0000	1	1.0000	1	1.0000
14	China	0.2048	14	0.3071	19	0.2048
15	India	0.1469	18	0.4368	15	0.1469
16	Japan	1.0000	1	1.0000	1	1.0000
17	South Korea	0.3753	12	0.4330	16	0.3753
18	Mexico	0.2677	13	1.0000	1	0.2677
19	New Zealand	1.0000	1	1.0000	1	1.0000
20	Peru	0.6052	10	1.0000	1	0.6052
21	USA	1.0000	1	1.0000	1	1.0000
ค่าเฉลี่ยรวม		0.5629 (CRS)		0.7720 (VRS)		0.7291 (SE)
ค่าเฉลี่ย AEC		0.4221 (CRS)		0.7036 (VRS)		0.6000 (SE)
ค่าเฉลี่ย RCEP		0.4968 (CRS)		0.7008 (VRS)		0.7089 (SE)
ค่าเฉลี่ย TPP		0.7618 (CRS)		0.9225 (VRS)		0.8259 (SE)

ที่มา: คำนวณโดยผู้วิจัยด้วย DEA – Solver – PRO Ver. 8.0

ตารางที่ 8: ผลการคำนวณค่าของปัจจัยการผลิตส่วนเกิน และระดับผลผลิตส่วนที่ขาดในแบบจำลองผลผลิตที่ไม่พึงปรารถนา (Input and Output Slacks in the Bad Output Model) ด้วยกรณีการคำนวณภายใต้ข้อสมมติผลได้ต่อขนาดแปรผัน (Variable Returns to Scale)

#	DMU	Score	Excess	Excess	Excess	Excess	Excess	Shortage	Shortage
			x_1	x_2	x_3	x_4	y_2	y_1	y_3
1	Singapore	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	Indonesia	0.3141	0.0000	0.0795	0.0000	0.0000	0.0001	22196.6073	34.1080
3	Malaysia	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0017
4	Brunei	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
5	Philippines	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.8301	0.0011
6	Vietnam	0.1470	0.0472	0.1684	0.0000	0.0687	0.0000	42342.5591	22.0103
7	Cambodia	0.3233	0.0376	0.1659	0.0000	0.0845	0.0000	4786.1705	8.2421
8	Laos	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
9	Myanmar	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.2513	0.0003
10	Thailand	0.2514	0.0385	0.2132	0.0000	0.2446	0.0000	32399.5760	47.9991
11	Australia	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
12	Canada	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
13	Chile	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
14	China	0.3071	0.0892	0.1165	0.0000	0.0286	0.0003	38961.5582	25.0288
15	India	0.4368	0.0000	0.2844	0.0000	0.1621	0.0001	9726.4568	3.9408
16	Japan	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
17	South Korea	0.4330	0.0239	0.1380	0.0000	0.7223	0.0001	0.0000	0.0000
18	Mexico	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0031
19	New Zealand	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20	Peru	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
21	United States	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

ที่มา: คำนวณโดยผู้วิจัยด้วย DEA – Solver – PRO Ver. 8.0

4.2. ผลการวิเคราะห์ค่าคะแนนประสิทธิภาพกรณีของแบบจำลองที่ตัวแปรไม่สามารถแบ่งแยกได้ (Non Separable Model)

สำหรับแบบจำลอง DEA ในกรณีนี้ผู้วิจัยได้กำหนดให้ตัวแปร y_1 (GDP ต่อจำนวนประชากร), y_2 (ปริมาณการปล่อยก๊าซ คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ต่อ GDP) และ x_3 (ปริมาณการใช้น้ำมันของ

ประเทศต่อ GDP) เป็นตัวแปรผลผลิตและปัจจัยการผลิตที่ไม่สามารถแยกออกจากกันได้ (Non Separable Input and Output) กล่าวคือ ปริมาณการใช้น้ำมันในกระบวนการผลิตของประเทศย่อมส่งผลกระทบต่อ ระดับของ GDP ต่อจำนวนประชากร และ ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ของประเทศอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ นอกจากนี้ ความพยายามในการที่จะกำจัดผลผลิตที่ไม่พึงปรารถนา (ในที่นี้ คือ การลดอัตราการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์) ด้วยการลดปริมาณการใช้พลังงานย่อมส่งผลกระทบต่อระดับผลผลิตที่พึงปรารถนา (GDP ต่อหัวประชากร) ด้วยในเวลาเดียวกัน

ผลการคำนวณค่าคะแนนประสิทธิภาพภายใต้สมมติฐานผลได้ต่อขนาดคงที่ (CRS) และผลได้ต่อขนาดแปรผัน (VRS) แสดงในตารางที่ 9 ในกรณีนี้ประเทศที่มีการดำเนินงานอยู่บนขอบเขตประสิทธิภาพภายใต้ข้อสมมติ CRS มีจำนวนทั้งสิ้น 15 ประเทศ (ยกเว้น มาเลเซีย ไทย จีน เกาหลีใต้ เม็กซิโก และเปรู) ขณะที่ภายใต้สมมติฐานของ VRS พบว่ามี DMU ทั้งหมดจำนวน 18 ประเทศ (ยกเว้น ไทย จีน และเกาหลีใต้) ที่มีการดำเนินงานอยู่บนขอบเขตประสิทธิภาพ นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาค่าคะแนนประสิทธิภาพขนาด ซึ่งเป็นสัดส่วนของค่าคะแนนประสิทธิภาพจากทั้งสองกรณี พบว่า ประเทศส่วนใหญ่มีระดับการผลิตที่เหมาะสม ยกเว้นเพียง 6 ประเทศเท่านั้นที่มีขนาดของการผลิตอยู่ในระดับที่ไม่เหมาะสม ซึ่งได้แก่ มาเลเซีย ไทย จีน เกาหลีใต้ เม็กซิโก และเปรู

ในภาพรวมค่าคะแนนประสิทธิภาพเชิงเทคนิคโดยเฉลี่ยของทั้ง 21 ประเทศภายใต้ข้อสมมติ CRS และ VRS มีค่าเท่ากับ 0.8139 และ 0.9080 ตามลำดับ นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาถึงค่าเฉลี่ยของคะแนนประสิทธิภาพเชิงเทคนิคภายใต้กรอบความร่วมมือของกลุ่มเศรษฐกิจต่างๆ พบว่า ค่าคะแนนประสิทธิภาพเชิงเทคนิคของกลุ่ม AEC ภายใต้สมมติฐาน CRS มีค่าสูงสุด รองลงมา คือ กลุ่ม TPP และ RCEP ตามลำดับ ขณะที่ ภายใต้สมมติฐาน VRS พบว่า ค่าคะแนนของกลุ่ม TPP มีค่าสูงสุด รองลงมา คือกลุ่ม AEC และ RCEP ตามลำดับ

ผลการคำนวณค่าคะแนนประสิทธิภาพในกรณีของ Non Separable Model ให้ผลไม่สอดคล้องกับการคำนวณค่าคะแนนประสิทธิภาพภายใต้ Bad Output Model กล่าวคือ ภายใต้เงื่อนไขของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร y_1 , y_2 และ x_2 ส่งผลให้ค่าคะแนนประสิทธิภาพของกลุ่มประเทศ AEC สูงขึ้นโดยเปรียบเทียบ เนื่องจาก ภายใต้เงื่อนไขดังกล่าวส่งผลให้มีประเทศสมาชิกของกลุ่ม AEC จำนวนถึง 8 ประเทศที่มีการดำเนินงานอยู่บนขอบเขตประสิทธิภาพ

สำหรับผลการคำนวณค่าของปัจจัยการผลิตส่วนเกิน และระดับผลผลิตส่วนที่ขาดในแบบจำลอง Non Separable Model แสดงในตารางที่ 10 พบว่า มีเพียง 3 DMU เท่านั้นที่มีค่าปัจจัยการผลิตส่วนเกิน และค่าผลผลิตส่วนที่ขาด ซึ่งได้แก่ ประเทศไทย จีน และเกาหลีใต้ ผลการวิจัยจากค่าในตารางเสนอแนะให้ทั้ง 3 ประเทศจะต้องมีการปรับปรุงประสิทธิภาพในเรื่องของแรงงาน พื้นที่เกษตรกรรม และประสิทธิภาพทางด้านโลจิสติกส์ ขณะที่ ทางด้านผลิตเสนอแนะให้ ไทย และจีนมีการปรับลดปริมาณการ

ปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ขณะที่เกาหลีใต้จะต้องแก้ไขปัญหาทางด้านคอร์รัปชัน เพื่อให้ประเทศมีการดำเนินงานอยู่บนขอบเขตประสิทธิภาพ

ตารางที่ 9: ค่าคะแนนประสิทธิภาพกรณีของแบบจำลองที่ตัวแปรไม่สามารถแบ่งแยกได้
(The Non Separable Model)

#	<i>DMU</i>	<i>TE_{CRS}</i>	ลำดับของ <i>TE_{CRS}</i>	<i>TE_{VRS}</i>	ลำดับของ <i>TE_{VRS}</i>	<i>SE</i>
1	Singapore	1.0000	1	1.0000	1	1.0000
2	Indonesia	1.0000	1	1.0000	1	1.0000
3	Malaysia	0.3864	17	1.0000	1	0.3864
4	Brunei	1.0000	1	1.0000	1	1.0000
5	Philippines	1.0000	1	1.0000	1	1.0000
6	Vietnam	1.0000	1	1.0000	1	1.0000
7	Cambodia	1.0000	1	1.0000	1	1.0000
8	Laos	1.0000	1	1.0000	1	1.0000
9	Myanmar	1.0000	1	1.0000	1	1.0000
10	Thailand	0.1632	21	0.2858	21	0.5710
11	Australia	1.0000	1	1.0000	1	1.0000
12	Canada	1.0000	1	1.0000	1	1.0000
13	Chile	1.0000	1	1.0000	1	1.0000
14	China	0.3131	19	0.3656	20	0.8563
15	India	1.0000	1	1.0000	1	1.0000
16	Japan	1.0000	1	1.0000	1	1.0000
17	South Korea	0.3656	18	0.4163	19	0.8782
18	Mexico	0.2539	20	1.0000	1	0.2539
19	New Zealand	1.0000	1	1.0000	1	1.0000
20	Peru	0.6092	16	1.0000	1	0.6092
21	USA	1.0000	1	1.0000	1	1.0000
ค่าเฉลี่ยรวม		0.8139 (CRS)		0.9080 (VRS)		0.8963 (SE)
ค่าเฉลี่ย AEC		0.8550 (CRS)		0.9286 (VRS)		0.9207 (SE)
ค่าเฉลี่ย RCEP		0.8268 (CRS)		0.8792 (VRS)		0.9403 (SE)
ค่าเฉลี่ย TPP		0.8409 (CRS)		1.0000 (VRS)		0.8409 (SE)

ที่มา: คำนวณโดยผู้วิจัยด้วย DEA – Solver – PRO Ver. 8.0

ตารางที่ 10: ผลการคำนวณค่าของปัจจัยการผลิตส่วนเกิน และระดับผลผลิตส่วนที่ขาดในแบบจำลองที่ตัวแปรไม่สามารถแบ่งแยกได้ (Input and Output Slacks in the Non Separable Model)

#	DMU	Score	SInput Excess x_1	SInput Excess x_2	SInput Excess x_4	NSInput Excess x_3	NSBad Output Excess y_2	NSGood Output Excess y_1	SGood Output Shortag e y_3
1	Singapore	1.0000	0	0	0	0	0	0	0
2	Indonesia	1.0000	0	0	0	0	0	0	0
3	Malaysia	1.0000	0	0	0	0	0	0	0
4	Brunei	1.0000	0	0	0	0	0	0	0
5	Philippines	1.0000	0	0	0	0	0	0	0
6	Vietnam	1.0000	0	0	0	0	0	0	0
7	Cambodia	1.0000	0	0	0	0	0	0	0
8	Laos	1.0000	0	0	0	0	0	0	0
9	Myanmar	1.0000	0	0	0	0	0	0	0
10	Thailand	0.2858	5.64E-02	0.2443	0.2368	0	1.83E-05	0	0
11	Australia	1.0000	0	0	0	0	0	0	0
12	Canada	1.0000	0	0	0	0	0	0	0
13	Chile	1.0000	0	0	0	0	0	0	0
14	China	0.3656	0.0610	0.1125	0.2828	0	2.68E-04	0	0
15	India	1.0000	0	0	0	0	0	0	0
16	Japan	1.0000	0	0	0	0	0	0	0
17	South Korea	0.4163	3.62E-02	0.1383	0.7462	0	0	0	8.5894
18	Mexico	1.0000	0	0	0	0	0	0	0
19	New Zealand	1.0000	0	0	0	0	0	0	0
20	Peru	1.0000	0	0	0	0	0	0	0
21	USA	1.0000	0	0	0	0	0	0	0

ที่มา: คำนวณโดยผู้วิจัยด้วย DEA – Solver – PRO Ver. 8.0

ตารางที่ 11: องค์ประกอบของค่าคะแนนประสิทธิภาพในแบบจำลองที่ตัวแปรไม่สามารถแบ่งแยกได้
(Decomposition of the Technical Efficiency Score in the Non Separable Model)

#.	DMU	Score	Slput Excess x_1 Inefficiency	Slput Excess x_2 Inefficiency	Slput Excess x_4 Inefficiency	NSInput Excess x_3 Inefficiency	SGoodOutput Shortage y_3 Inefficiency	NSGoodOutput Excess y_1 Inefficiency	NSBadOutput Excess y_2 Inefficiency	Radial Efficiency (Alpha)
1	Singapore	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000
2	Indonesia	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000
3	Malaysia	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000
4	Brunei	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000
5	Philippines	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000
6	Vietnam	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000
7	Cambodia	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000
8	Laos	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000
9	Myanmar	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000
10	Thailand	0.2858	0.0239	0.2228	0.1687	0.1672	0.0000	0.2230	0.2375	0.3311
11	Australia	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000
12	Canada	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000
13	Chile	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000
14	China	0.3656	0.0259	0.1898	0.1652	0.1033	0.0000	0.1377	0.2731	0.5869
15	India	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000
16	Japan	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000
17	South Korea	0.4163	0.0176	0.2146	0.1805	0.0944	0.0511	0.0665	0.0665	0.8005
18	Mexico	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000
19	New Zealand	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000
20	Peru	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000
21	United States	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000
ค่าเฉลี่ยรวม										
			0.9080	0.0032	0.0245	0.0174	0.0024	0.0203	0.0275	0.9390
ค่าเฉลี่ย AEC			0.9286	0.0024	0.0223	0.0169	0.0000	0.0223	0.0238	0.9331
ค่าเฉลี่ย RCEP			0.8792	0.0042	0.0392	0.0322	0.0032	0.0267	0.0361	0.9199
ค่าเฉลี่ย TPP			1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000

ที่มา: คำนวณโดยผู้วิจัยด้วย DEA – Solver – PRO Ver. 8.0

อย่างไรก็ตาม การคำนวณค่าของปัจจัยการผลิตส่วนเกิน และค่าผลผลิตส่วนที่ขาดเพียงแต่ระบุถึงแหล่งที่มาของความไร้ประสิทธิภาพของประเทศ แต่ถ้าหากต้องการพิจารณาเปรียบเทียบอิทธิพลของตัวแปรว่า ความไร้ประสิทธิภาพเป็นผลมาจากตัวแปรใดมากที่สุด การเปรียบเทียบค่าของปัจจัยการผลิตส่วนเกิน และค่าผลผลิตส่วนที่ขาดจะไม่สามารถทำได้ เนื่องจาก ตัวแปรต่างๆ ในแบบจำลองมีหน่วยที่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม ด้วยวิธีการของ Cooper et. al. (2006) ทำให้ผู้วิจัยสามารถแยกองค์ประกอบของค่าคะแนนประสิทธิภาพในกรณีนี้ออกเป็นค่าคะแนนความไร้ประสิทธิภาพ (Inefficiency Scores) ที่เกี่ยวข้องจำนวน 5 องค์ประกอบ ดังแสดงในตารางที่ 11

ผลการคำนวณพบว่า แหล่งที่มาของความไร้ประสิทธิภาพของประเทศที่มีค่าคะแนนต่ำกว่า 1 ซึ่งได้แก่ ไทย จีน และ เกาหลีใต้ มาจากแหล่งที่มาที่มีความแตกต่างกัน สำหรับประเทศไทย ความไร้ประสิทธิภาพของประเทศ ส่วนใหญ่มาจาก ส่วนเกินของการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงานของประเทศ (y_2) ต่อ GDP รองลงมา คือ ปัจจัยผลผลิตทางด้านขนาดของรายได้ต่อหัวของประชากร (y_1) และ ความไร้ประสิทธิภาพของการใช้พื้นที่ทางการเกษตร (x_2) ตามลำดับ

ในส่วนของประเทศจีน ความไร้ประสิทธิภาพของประเทศ ในสามอันดับแรกมาจากส่วนเกินของการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงานของประเทศ (y_2) ต่อ GDP ความไร้ประสิทธิภาพของการใช้พื้นที่ทางการเกษตร (x_2) และ ความไร้ประสิทธิภาพทางด้านโลจิสติกส์ (x_4) ขณะที่ ความไร้ประสิทธิภาพของประเทศเกาหลีใต้ มาจาก ความไร้ประสิทธิภาพของการใช้พื้นที่ทางการเกษตร (x_2) ความไร้ประสิทธิภาพทางด้านโลจิสติกส์ (x_4) และ ความไร้ประสิทธิภาพการใช้พลังงานน้ำมัน (x_3) นอกจากนี้ จากความไร้ประสิทธิภาพของทั้งสามประเทศ ส่งผลให้ ภาพรวมของค่าคะแนนประสิทธิภาพของกลุ่ม TPP มีค่าสูงสุด รองลงมา คือ กลุ่ม AEC และ กลุ่ม RCEP ตามลำดับ

5. บทสรุปและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยชิ้นนี้มีวัตถุประสงค์ในการวัดประสิทธิภาพของประเทศในกลุ่มประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนในช่วงเวลาก่อนที่จะมีการรวมกลุ่มประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนในปี พ.ศ. 2558 ด้วยการประเมินประสิทธิภาพในหลายมิติโดยรวมเอาตัวแปรผลผลิตที่ไม่พึงปรารถนาในการวิเคราะห์ ดังนั้นในงานวิจัยชิ้นนี้ ผู้วิจัยจึงได้เลือกใช้ระเบียบวิธีการของ Data Envelopment Analysis โดยใช้แบบจำลองในลักษณะ Slack – Base Model ซึ่งไม่ขึ้นอยู่กับฟังก์ชันระยะทาง (Distance Function) ในการคำนวณค่าคะแนนประสิทธิภาพ ผู้วิจัยได้ใช้ตัวแปรปัจจัยการผลิต และผลผลิตในรูปของสัดส่วนโดยเปรียบเทียบ เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาความแตกต่างของขนาดของ DMU ในแง่มุมต่าง โดยตัวแปรปัจจัยการผลิตประกอบด้วยจำนวนแรงงานต่อประชากร ขนาดของพื้นที่เกษตรกรรมต่อพื้นที่รวมทั้งหมดของประเทศ ปริมาณการใช้พลังงานจากน้ำมันปิโตรเลียมต่อ GDP และความยาวถนนต่อพื้นที่รวมของประเทศ ขณะที่ ตัวแปรผลผลิตประกอบด้วย GDP รายหัวประชากร ดัชนีการรับรู้ทางด้านการคอร์รัปชัน และ

ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงานของประเทศต่อ GDP ซึ่งเป็นตัวแทนของระดับผลผลิตที่ไม่พึงปรารถนา

ในงานวิจัยนี้ได้คำนึงถึงความน่าเชื่อถือของผลการคำนวณจึงได้เพิ่มจำนวนข้อมูลจากจำนวน 10 ประเทศ เป็นจำนวน 21 ประเทศ ภายใต้กรอบความตกลง RCEP และ TPP เพื่อเป็นไปตามเงื่อนไขจำนวนของ DMU ขั้นต่ำที่สุดที่ควรรวมอยู่ในแบบจำลอง จากผลการประมวลผลค่าคะแนนประสิทธิภาพ

- ภายใต้แบบจำลองผลผลิตที่ไม่พึงปรารถนาโดยทั่วไป (General Bad Output Model) เมื่อมีการรวมเอาตัวแปรผลผลิตที่ไม่พึงปรารถนาเข้าไว้ในแบบจำลอง พบว่า ค่าคะแนนประสิทธิภาพเชิงเทคนิคโดยเฉลี่ยของกลุ่มประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนมีค่าต่ำกว่ากรอบความร่วมมือทางเศรษฐกิจ RCEP และ TPP นอกจากนี้ ปัจจัยที่มีผลกระทบเชิงลบในระดับสูงต่อค่าคะแนนประสิทธิภาพเชิงเทคนิคของกลุ่มประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน คือ ปัญหาการคอร์รัปชัน และรายได้ต่อหัวของประชากรที่ยังอยู่ในระดับต่ำ
- ภายใต้แบบจำลองที่ตัวแปรไม่สามารถแบ่งแยกได้ (Non Separable Model) ผลการคำนวณค่าคะแนนประสิทธิภาพให้ผลที่ต่างกันภายใต้สมมติฐานของ CRS และ VRS กล่าวคือ ภายใต้สมมติฐาน CRS ค่าคะแนนประสิทธิภาพเชิงเทคนิคของกลุ่ม AEC มีค่าสูงสุด รองลงมา คือ กลุ่ม TPP และ RCEP ตามลำดับ ขณะที่ ภายใต้สมมติฐาน VRS พบว่า ค่าคะแนนของกลุ่ม TPP มีค่าสูงสุด รองลงมา คือกลุ่ม AEC และ RCEP นอกจากนี้ มีเพียง 3 DMU เท่านั้นที่มีการดำเนินงานต่ำกว่าประสิทธิภาพ ซึ่งได้แก่ ประเทศไทย จีน และเกาหลีใต้
- การแยกองค์ประกอบของค่าคะแนนประสิทธิภาพภายใต้แบบจำลอง Non Separable Model แสดงให้เห็นถึงแหล่งที่มาของความไร้ประสิทธิภาพของแต่ละ DMU ที่มีความแตกต่างกัน
- ผลการศึกษาสะท้อนให้เห็นถึงผลกระทบของตัวแปรผลผลิตที่ไม่พึงปรารถนาที่มีต่อระดับประสิทธิภาพของประเทศ นอกจากนี้ ยังพบข้อเสนอแนะเชิงนโยบายต่อการรวมตัวของประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน ที่ควรจะต้องคำนึงถึงการรักษาสິงแวดล้อมควบคู่กับการเพิ่มผลผลิตของประเทศ รวมทั้งปัญหาการคอร์รัปชันที่มีความสำคัญต่อประสิทธิภาพของระบบเศรษฐกิจ ประเด็นต่างๆ เหล่านี้เป็นสิ่งที่กลุ่มประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนควรให้ความสนใจในลำดับต้น

สำหรับประเทศไทย ซึ่งมีเป้าหมายอยู่กับการเป็นศูนย์กลางของประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนให้ได้ ภายในระยะเวลา 2 ปีที่เหลือนก่อนจะมีการเปิดประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนโดยสมบูรณ์ ประเทศไทยเองจะต้องมีการปรับตัวในด้านของปัจจัยการผลิต ซึ่งได้แก่ ประสิทธิภาพของแรงงาน การใช้ที่ดินการเกษตร การใช้พลังงานโดยเฉพาะอย่างยิ่งพลังงานจากน้ำมันปิโตรเลียม และการพัฒนาปรับปรุงทางด้านโลจิสติกส์

ของประเทศ นอกจากนี้ ในส่วนของผลผลิตผลการวิจัยพบว่า ประเทศไทยยังคงต้องมีการเพิ่มระดับรายได้ต่อหัวของประชากร การรักษาสิ่งแวดล้อม และการแก้ไขปัญหาคอร์รัปชัน

งานวิจัยชิ้นนี้มีข้อจำกัดของจำนวน DMU ซึ่งในงานวิจัยต่อไปอาจจะครอบคลุมถึงข้อมูลของประเทศอื่นๆ ทั้งใน และนอกภูมิภาคไว้ในแบบจำลอง นอกจากนี้ อาจจะเพิ่มเติมการวิเคราะห์ประสิทธิภาพข้ามเวลา รวมทั้ง อาจจะมีการเลือกกลุ่มของตัวแปรอื่นๆ ที่สะท้อนให้เห็นถึงประสิทธิภาพในด้านต่างๆ ของประเทศที่ดีกว่าข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยชิ้นนี้

บรรณานุกรม

- Bampatsou, C., Papadopoulos, S., Zervas, E. (2013) "Technical Efficiency of Economic System of EU-15 Countries Based on Energy Consumption", *Energy Policy*, 55(2013): 426-434.
- Barros, C.P., Managi, S. and Matousek, R. (2012) "The Technical Efficiency of the Japanese Banks: Non-Radial Directional Performance Measurement with Undesirable Output," *Omega*, 40(1): 1–8.
- Charnes, A., Cooper W.W. and Rhodes, E., (1978) "Measuring the Efficiency of Decision Making Units", *European Journal of Operational Research*. 2(6): 429–444.
- Chen PC, Yu M, Managi, S. and Chang, C. (2010) "Non-Radial Directional Performance Measurement with Undesirable Outputs," Working Paper, Tohoku University, Japan.
- Chou, Y. C., Shao, B. B. M., Lin, W. T. (2012) "Performance Evaluation of Production of IT Capital Goods across OECD Countries: A Stochastic Frontier Approach to Malmquist Index", *Decision Support System*. 54(1): 173-184.
- Cooper, W.W., Seiford, L.M. and Tone, K. (2006) *A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA – Solver Software*, Norwell, MA., Springer.
- Corruption Perception Index (2012) *Transparency International*. Retrieved April 28, 2013 from <http://www.transparency.org/>
- Färe, R., Grosskopf, Lovell, C.A.K. and Pasurka, C. (1989) "Multilateral Productivity Comparisons When Some Outputs are Undesirable: A Nonparametric Approach", *The Review of Economics and Statistics*. 71(1): 90–98.
- Habibov, N.N. and Fan, L. (2010) "Comparing and Contrasting Poverty Reduction Performance of Social Welfare Programs across Jurisdictions in Canada Using Data Envelopment Analysis (DEA): An Exploratory Study of the Era of Devolution," *Evaluation and Program Planning*. 33(4): 457 – 467.
- Kosseva, M. R., (2013) "Development of Green Production Strategies" in the Chapter 2 of M.Kosseva and C. Webb, *Food Industry Wastes*, 17-36.
- Li, X, Yang, J. and Liu, X. (2012) "Analysis of Beijing's Environmental Efficiency and Related Factors using a DEA Model that Considers Undesirable Outputs", *Mathematical and Computer Modeling*. 58 (5-6): 956-960.
- Lozano, S., Gutiérrez, E. and Moreno, P. (2013) "Network DEA Approach to Airports Performance Assessment Considering Undesirable Outputs," *Applied Mathematical Modeling*, 37(4): 1665–1676.

- Lu, W. and Lo, S. (2007) "A Closer Look at the Economic – Environmental Disparities for Regional Development in China," *European Journal of Operational Research*, 183(2): 882–894.
- Martic, M. and Savic, G., (2000) "An Application of DEA for Comparative Analysis and Ranking of Regions in Serbia with regards to Social – Economic Development," *European Journal of Operation Research*, 132(3): 343–356.
- Pampanelli, A. B., Found, P., Bernades, A. M., (2013) "A Lean and Green Model for a Production Cell", *Journal of Cleaner Production*, in press, corrected proof, available online 20 June 2013
- Pompei, F. (2013) "Heterogeneous Effects of Regulation on the Efficiency of the Electricity Industry across European Union Countries", *Energy Economics*, 40(2013): 569-585.
- Ramanathan, R. (2005) "Evaluating the Comparative Performance of Countries of the Middle East and North Africa: A DEA Application," *Socio – Economic Planning Sciences*, 40(2): 156–167.
- Seiford, L. M. and Zhu, J. (2002) "Modeling Undesirable Factors in Efficiency Evaluation," *European Journal of Operational Research*, 142(1): 16–20.
- Tone, K. (2001) "A Slacks–Based Measure of Efficiency in Data Envelopment Analysis," *European Journal of Operational Research*, 130 (3): 498 – 509.
- Wu, J., Liang, L., Yang, F. (2009) "Achievement and Benchmarking of Countries at the Summer Olympics using Cross Efficiency Evaluation Method", *European Journal of Operational Research*, 97(2): 722 – 730.
- Yaisawarng, S. and Klein, J.D. (1994) "The Effects of Sulfur Dioxide Controls on Productivity Change in the US Electric Power Industry," *The Review of Economics and Statistics*, 76(3): 447 – 460.
- Yunos, J.M. and Hawdon, D. (1997) "The Efficiency of the National Electricity Board in Malaysia: An Intercountry Comparison Using DEA," *Energy Economics* (1997): 255–269.

ภาคผนวก

แบบจำลองที่ใช้ในการคำนวณค่าคะแนนประสิทธิภาพเชิงเทคนิคในงานวิจัยชิ้นนี้ ประกอบด้วยแบบจำลองผลผลิตที่ไม่พึงปรารถนาโดยทั่วไป (Bad Output Model) และแบบจำลองที่ตัวแปรไม่สามารถแบ่งแยกได้ (Non Separable Model) ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) กรณีของแบบจำลองผลผลิตที่ไม่พึงปรารถนาโดยทั่วไป (Bad Output Model)

กรณีนี้กำหนดให้ เมทริกซ์ของตัวแปรผลผลิต (Y) ถูกแบ่งแยก (Partitioned Matrix) ออกเป็น (Y^g, Y^b) โดยที่ Y^g และ Y^b คือ ตัวแปรผลผลิตที่พึงปรารถนา และไม่พึงปรารถนา ตามลำดับ ดังนั้นสำหรับ DMU หนึ่งที่กำลังพิจารณาที่มีการใช้ปัจจัยการผลิต (x_0) เพื่อทำการผลิตผลผลิตจำนวน (y_0) หรือ $DMU(x_0, y_0)$ จึงสามารถเขียนให้อยู่ในรูป $DMU(x_0, y_0^g, y_0^b)$

จากแนวความคิดดังกล่าว Tone (2001) ได้กำหนดเซตขอบเขตของความเป็นไปได้ในการผลิต (Production Possibility Set) ดังนี้

$$P = \{(x, y^g, y^b) | x \geq X\lambda, y^g \leq Y^g\lambda, y^b \leq Y^b\lambda, L \leq s\lambda \leq U, \lambda \geq 0\} \quad (1)$$

โดยที่ λ คือ เวกเตอร์ของค่าถ่วงน้ำหนัก (Intensity Vector) ขณะที่ L และ U คือ ค่าขีดจำกัดล่าง และค่าขีดจำกัดบนของเวกเตอร์ λ ตามลำดับ ในกรณีนี้ Tone (2001) ได้ให้คำนิยามเกี่ยวกับสถานะของประสิทธิภาพไว้ ดังนี้

บทนิยามที่ 1: ความหมายของ DMU ที่มีประสิทธิภาพ

" $DMU(x_0, y_0^g, y_0^b)$ เป็น DMU ที่มีประสิทธิภาพ (ในกรณีที่มีตัวแปรผลผลิตที่ไม่พึงปรารถนาร่วมในการคำนวณ) ถ้าเวกเตอร์ $(x_0, y_0^g, y_0^b) \in P$ ไม่มีลักษณะเป็น $x_0 \geq x, y_0^g \leq y^g$ และ $y_0^b \geq y^b$ "

จากบทนิยามดังกล่าว Cooper et. al. (2006) ได้ทำการปรับปรุงแบบจำลอง SBM – DEA ของ Tone (2001) ดังนี้

$$\rho^* = \min \frac{1 - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^m \frac{s_i^-}{y_{i0}}}{1 + \frac{1}{s} \left(\sum_{r=1}^s \frac{s_r^+}{x_{r0}} + \sum_{r=1}^s \frac{s_r^+}{y_{r0}^b} \right)} \quad (2)$$

ภายใต้ข้อจำกัด

$$x_0 = X\lambda + s^-, y_0^g = Y^g\lambda - s^g, y_0^b = Y^b\lambda + s^b \quad (3)$$

$$L \leq s\lambda \leq U \text{ และ } s^-, s^g, s^b, \lambda \geq 0 \quad (4)$$

โดยที่ ρ^* คือ ค่าคะแนนประสิทธิภาพ ($0 \leq \rho^* \leq 1$) ในกรณีนี้ s^- และ s^b คือ เวกเตอร์ของปัจจัยการผลิต และผลผลิตที่ไม่พึงปรารถนาส่วนเกิน ตามลำดับ ขณะที่ s^g คือ เวกเตอร์ของผลผลิตที่พึงปรารถนาส่วนที่ขาด สำหรับ s_1 และ s_2 คือ จำนวนสมาชิก (Elements) ในเวกเตอร์ s^b และ s^g และ $s = s_1 + s_2$ ³⁴

ถ้ากำหนดให้ คำตอบที่เหมาะสมของแบบจำลอง (2) ภายใต้ข้อจำกัด (3) คือ $(\rho^*, s^{-*}, s^{g*}, s^{b*})$ ดังนั้น $DMU(x_0, y_0^g, y_0^b)$ มีลักษณะเป็น *DMU* ที่มีประสิทธิภาพ ก็ต่อเมื่อ $\rho^* = 1$ (กรณีที่ $s^{-*} = 0, s^{g*} = 0, s^{b*} = 0$) ขณะที่ *DMU* ที่ไร้ประสิทธิภาพ คือ *DMU* ที่ $\rho^* < 1$ ซึ่งในกรณีนี้ *DMU* สามารถปรับปรุงประสิทธิภาพของตนเอง (เพื่อให้ $\rho^* = 1$) ด้วยการลดจำนวนปัจจัยการผลิตส่วนเกิน หรือลดจำนวนผลผลิตที่ไม่พึงปรารถนา รวมทั้ง เพิ่มจำนวนผลผลิตที่พึงปรารถนา ซึ่งสามารถเขียนอยู่ในรูปของการกำหนดจุดบนเส้นขอบเขตประสิทธิภาพ (Projection) ได้ดังนี้

$$\begin{aligned} x_0 &\leftarrow x_0 - s^{-*} \\ y_0^g &\leftarrow y_0^g + s^{g*} \\ y_0^b &\leftarrow y_0^b - s^{b*} \end{aligned} \quad (5)$$

2) กรณีของแบบจำลองที่ตัวแปรไม่สามารถแบ่งแยกได้ (Non Separable Model)

สำหรับกรณีที่มีตัวแปรผลผลิตที่ไม่พึงปรารถนาบางตัวแปร ขาดความเป็นอิสระจากตัวแปรผลผลิตที่พึงปรารถนา (Non – Separable and Undesirable Output) กล่าวคือ

- กรณีที่การลดจำนวนผลผลิตที่ไม่พึงปรารถนา ส่งผลให้ จำนวนผลผลิตที่พึงปรารถนาลดลงในเวลาเดียวกัน หรือ
- กรณีที่จำนวนผลผลิตที่ไม่พึงปรารถนามีความสัมพันธ์กับตัวแปรปัจจัยการผลิตบางประเภท

ดังนั้นในแบบจำลองนี้ Cooper et. al. (2006) ได้ทำการแยกองค์ประกอบของตัวแปรผลผลิตจาก (y^g, y^b) เป็น y^{sg} และ (y^{nsb}, y^{nsb}) โดยที่ y^{sg} คือ ระดับผลผลิตที่พึงปรารถนา และเป็นอิสระจากตัวแปรอื่นๆ (Separable Good Outputs) ขณะที่ y^{nsb} และ y^{nsb} คือ ตัวแปรผลผลิตที่พึงปรารถนาและไม่พึงปรารถนาซึ่งไม่เป็นอิสระจากตัวแปรอื่นๆในแบบจำลอง (Non – Separable Good and Bad Outputs) ในทำนองเดียวกันตัวแปรปัจจัยการผลิตมีการแยกองค์ประกอบออกเป็น (x^s, x^{ns}) โดยที่ $x^s \in R^{m_s \times n}$ และ $x^{ns} \in R^{m_{ns} \times n}$ คือ ตัวแปรปัจจัยการผลิตที่เป็นอิสระ และไม่เป็นอิสระจากตัวแปรอื่นๆ (Separable and Non – Separable Inputs) ตามลำดับ

³⁴ ภายใต้ระบบปัญหาคู่ (Dual Problem) แบบจำลอง SBM – DEA ในสมการที่ (3.2) และ (3.3) สามารถเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของระบบสมการต่อไปนี้ (Tone, 2001) สำหรับรายละเอียดการแปลงรูปสมการ $\max u^g y_0^g - v x_0 - u^b y_0^b$

ในกรณีของตัวแปรผลผลิตที่พึงปรารถนาที่เป็นอิสระ (y^{sg}) รูปแบบของการผลิตยังคงทำหน้าที่เหมือนเดิม คือ การเป็นตัวแปรผลผลิตในแบบจำลอง DEA แต่ในส่วนของตัวแปรผลผลิตที่ไม่เป็นอิสระ (y^{NSg}, y^{NSb}) Cooper et. al. (2006) เสนอให้มีการคูณค่าพารามิเตอร์ (α) ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง ($0 \leq \alpha \leq 1$) เข้ากับตัวแปรดังกล่าว เพื่อแสดงถึงความสัมพันธ์ของการอัตราส่วนของการลดลงของผลผลิตที่ไม่พึงปรารถนา (αy^{NSb}) ที่มีต่อการลดลงของระดับผลผลิตที่พึงปรารถนา (αy^{NSg}) และในบางกรณีสอดคล้องกับการลดลงของระดับปัจจัยการผลิตที่ไม่เป็นอิสระด้วย (αx^{NS}) ดังนั้น ในกรณีนี้เซตขอบเขตของความเป็นไปได้ในการผลิต (Production Possibility Set: P) จึงสามารถเขียนอยู่ในรูป

$$P_{NS} = \left\{ (x^S, x^{NS}, y^{sg}, y^{NSg}, y^{NSb}) \left| \begin{array}{l} x^S \geq X^S \lambda, x^{NS} \geq X^{NS} \lambda, y^{sg} \leq Y^{sg} \lambda, y^{NSb} \geq Y^{NSb} \lambda \\ y^{NSg} \leq Y^{NSg}, y^{NSb} \geq Y^{NSb} \lambda, \lambda \geq 0 \end{array} \right. \right\} \quad (6)$$

นอกจากนี้ คำนิยามเกี่ยวกับสถานะของประสิทธิภาพ สรุปได้ดังนี้

บทนิยามที่ 2: ความหมายของ DMU ที่มีประสิทธิภาพ (NS – Efficient)

$DMU(x^S, x^{NS}, y^{sg}, y^{NSg}, y^{NSb})$ เป็น DMU ที่มีประสิทธิภาพ ก็ต่อเมื่อ

- สำหรับค่าพารามิเตอร์ α ใดๆ ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง $0 \leq \alpha \leq 1$
- $(x_0^S, \alpha x_0^{NS}, y_0^{sg}, \alpha y_0^{NSg}, \alpha y_0^{NSb}) \notin P_{NS}$
- ไม่มี $DMU(x^S, x^{NS}, y^{sg}, y^{NSg}, y^{NSb})$ ใดๆที่เป็นสมาชิกของ P_{NS} ที่มีลักษณะ

$$x_0^S \geq x^S, x_0^{NS} = x^{NS}, y_0^{sg} \leq y^{sg}, y_0^{NSg} = y^{NSg}, y_0^{NSb} = y^{NSb}$$

สำหรับ ค่าคะแนนประสิทธิภาพจากแบบจำลอง DEA ในกรณีนี้ สามารถคำนวณได้จาก

$$[NS - Overall]p^* = \min \frac{1 - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{s_i^-}{x_{i0}^S} - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{s_i^{NS-}}{x_{i0}^{NS}} - \frac{m_2}{m} (1 - \alpha)}{1 + \frac{1}{s} \left(\sum_{r=1}^{s_{21}} \frac{s_r^{sg}}{y_{r0}^{sg}} + \sum_{r=1}^{s_{22}} \frac{s_r^{NSb}}{y_{r0}^{NSb}} + (s_{21} + s_{22})(1 - \alpha) \right)} \quad (7)$$

ภายใต้ข้อจำกัด

$$\begin{aligned} x_0^S - X^S \lambda + s^{S-}, \alpha x_0^{NS} - X^{NS} \lambda + s^{NS-} \\ y_0^{sg} = Y^{sg} - s^{sg}, \alpha y_0^{NSg} \leq Y^{NSg} \lambda, \alpha y_0^{NSb} = Y^{NSb} \lambda + s^{NSb} \\ \sum_{r=1}^{s_{21}} (y_{r0}^{sg} + s_r^{sg}) + \alpha \sum_{r=1}^{s_{22}} y_{r0}^{NSg} = \sum_{r=1}^{s_{21}} y_{r0}^{sg} + \sum_{r=1}^{s_{22}} y_{r0}^{NSg} \\ \frac{s_r^{sg}}{y_{r0}^{sg}} \leq U(\forall r) \end{aligned}$$

$$s^{S-}, s^{NS-}, s^{Sg}, s^{NSb}, \lambda \geq 0, 0 \leq \alpha \leq 1 \quad (8)$$

โดยที่ s_{11}, s_{21}, s_{22} คือ จำนวนสมาชิก (Elements) ในเวกเตอร์ Sg, NSg และ NSb ตามลำดับ และ $s = s_{11} + s_{21} + s_{22}$ สำหรับข้อจำกัด (a) ถูกเพิ่มเติมในแบบจำลองเพื่อควบคุมไม่ให้จำนวนของ Y^S มีการเปลี่ยนแปลง ขณะที่ การเพิ่มเติมข้อจำกัด (b) เพื่อประโยชน์ในการควบคุมการเปลี่ยนแปลงของ Y^Sg ให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสม

ถ้ากำหนดให้ระบบสมการที่ (6) ภายใต้ข้อจำกัดสมการที่ (7) มีคำตอบของระบบสมการ คือ $(\rho^*, \lambda^*, s^{S-}, s^{NS-}, s^{Sg}, s^{NSg}, s^{NSb}, \alpha^*)$ คะแนนประสิทธิภาพของระบบสมการดังกล่าวจะมีค่าอยู่ในช่วง $0 \leq \rho^* \leq 1$ และ DMU ที่มีการดำเนินงานอยู่บนขอบเขตประสิทธิภาพจะมีค่า $\rho^* = 1$ นอกจากนี้ DMU ที่ไร้ประสิทธิภาพสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพของตนเองได้โดยการเพิ่มหรือลดจำนวนผลผลิต หรือปัจจัยการผลิต ดังนี้

$$\begin{aligned} x_0^S &\Leftarrow x_0^S - s^{S-} \\ x_0^{NS} &\Leftarrow \alpha^* x_0^{NS} - s^{NS-} \\ y_0^{Sg} &\Leftarrow y_0^{Sg} + s^{Sg} \\ y_0^{NSg} &\Leftarrow \alpha^* y_0^{NSg} + s^{NSg} \\ y_0^{NSb} &\Leftarrow \alpha^* y_0^{NSb} + s^{NSb} \end{aligned} \quad (9)$$

นอกจากนี้ Cooper et. al. (2006) แสดงให้เห็นว่า คะแนนประสิทธิภาพ ρ^* สามารถแยกองค์ประกอบออกเป็นค่าคะแนนความไร้ประสิทธิภาพ (Inefficiency Score) ที่เกี่ยวข้องอีกจำนวน 5 องค์ประกอบ ดังนี้

$$\rho^* = \frac{1 - \sum_{i=1}^{m_1} \alpha_{1i} - \sum_{i=1}^{m_2} \alpha_{2i}}{1 + \sum_{r=1}^{s_{11}} \beta_{1r} + \sum_{r=1}^{s_{21}} \beta_{2r} + \sum_{r=1}^{s_{22}} \beta_{3r}} \quad (10)$$

ความไร้ประสิทธิภาพของปัจจัยการผลิตที่เป็นอิสระ (α_{1i})

$$\alpha_{1i} = \frac{1}{m} \frac{s_i^{S-}}{x_{i0}^S} \quad (i = 1, \dots, m_1) \quad (11)$$

ความไร้ประสิทธิภาพของปัจจัยการผลิตที่ขาดความเป็นอิสระ (α_{2i})

$$\alpha_{2i} = \frac{1}{m} (1 - \alpha^*) + \frac{1}{m} \frac{s_i^{NS-}}{x_{i0}^{NS}} \quad (i = 1, \dots, m_2) \quad (12)$$

- ความไร้ประสิทธิภาพของผลผลิตที่พึงปรารถนา และเป็นอิสระ (β_{1r})

$$\beta_{1r} = \frac{1}{s} \frac{s_r^{NSB}}{y_{r0}^{NSB}} \quad (r = 1, \dots, s_{11}) \quad (13)$$

ความไร้ประสิทธิภาพของผลผลิตที่พึงปรารถนาแต่ไม่เป็นอิสระ (β_{2r})

$$\beta_{2r} = \frac{1}{s} (1 - \alpha^*) \quad (r = 1, \dots, s_{21}) \quad (14)$$

ความไร้ประสิทธิภาพของผลผลิตที่ไม่พึงปรารถนา และไม่เป็นอิสระ (β_{3r})

$$\beta_{3r} = \frac{1}{s} (1 - \alpha^*) + \frac{1}{s} \frac{s_r^{NSB}}{y_{r0}^{NSB}} \quad (r = 1, \dots, s_{22}) \quad (15)$$