ปีที่ 42(2) ฉบับที่ 164 (เมษายน-มิถุนายน 2563) หน้า 73-99

การประเมินประสิทธิภาพทางเทคนิคของสนามบินโดยอาศัยตัวแบบการวิเคราะห์การโอบล้อมข้อมูล

ฐณวุฒ ชุติพงศ์เดช*
รักษ์พงศ์ วงศาโรจน์**

บทคัดย่อ

การลดข้อจำกัดทางการบินและการขยายตัวของความต้องการเดินทางโดยสารทางอากาศส่งผลให้รัฐบาลในหลายประเทศทั่วโลกมีการปรับเปลี่ยนนโยบายการพัฒนาสนามบินในทิศทางของเชิงพาณิชย์มากขึ้น การพัฒนาระบบสาธารณูปโภคของสนามบิน การยกระดับคุณภาพการให้บริการ รวมถึงการวางแผนเชิงกลยุทธ์เพื่อยกระดับประสิทธิภาพของการดำเนินงานของสนามบินให้ดีขึ้น โดยในช่วงหลายทศวรรษที่ผ่านมา วรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการประเมินและพัฒนาประสิทธิภาพการดำเนินงานของสนามบินได้รับการศึกษาอย่างแพร่หลาย ซึ่งในส่วนของเครื่องมือการวัดประสิทธิภาพทางเทคนิคของสนามบินนั้น ตัวแบบการวิเคราะห์การโอบล้อมของข้อมูลได้รับความสนใจในการประยุกต์ใช้อันเนื่องมาจากจุดเด่นของตัวแบบที่มีความเหมาะสมกับลักษณะข้อมูลของสนามบินเมื่อเทียบกับตัวแบบในการวัดประสิทธิภาพรูปแบบอื่น แม้ตัวแบบดังกล่าวจะได้รับการกล่าวถึงอย่างกว้างขวาง แต่การอธิบายถึงแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับตัวแบบยังไม่ชัดเจน โดยเฉพาะแนวทางการประยุกต์ใช้ตัวแบบในบริบทของสนามบินยังไม่ครอบคลุม ดังนั้นบทความนี้จึงมีวัตถุประสงค์ในการอธิบายกรอบแนวคิด และทฤษฎีอันเป็นพื้นฐานในการวิเคราะห์ตัวแบบการวิเคราะห์การโอบล้อมข้อมูล ควบคู่ไปกับการนำเสนอแนวทางการประยุกต์ใช้ตัวแบบในบริบทของสนามบินผ่านการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ ทั้งนี้เพื่อให้องค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการประเมินประสิทธิภาพทางเทคนิคของสนามบินมีความสมบูรณ์ครบถ้วนสำหรับการประยุกต์ใช้ต่อไปในอนาคต

คำสำคัญ: ตัวแบบการวิเคราะห์การโอบล้อมข้อมูล ประสิทธิภาพทางเทคนิค สนามบิน

รับต้นฉบับ: 8 กรกฎาคม 2562 | **ได้รับบทความฉบับแก้ไข**: 1 ตุลาคม 2562 | **ตอบรับบทความ**: 31 ตุลาคม 2562

* อาจารย์ประจำภาควิชาการจัดการภาคบริการและการท่องเที่ยว วิทยาลัยนานาชาติเพื่อศึกษาความยั่งยืน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำสาขาเศรษฐศาสตร์ท่องเที่ยว คณะการจัดการการท่องเที่ยว สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์

Volume 42(2) Issue 164 (April-June 2020) pp.73-99

Airport Technical Efficiency Assessment by Using Data Envelopment Analysis Models

Thanavutd Chutiphongdech*
Rugphong Vongsaroj**

Abstract

Deregulation causing the growth in demand for air transport has impacted on the shift of airport governmental policy in most countries around the world. It includes not only the infrastructure development, service quality improvement but also airport strategic planning relating to efficiency enhancement. For the past decades, literature relevant to airport efficiency development and assessment has greatly gained the academic attention specifically on the Data Envelopment Analysis Models. These models have taken a large part in the studies due to their advantages over other measurement methods on input data flexibilities which are suitable for airport data characteristics. Although the models are widely employed, the theoretical background and especially application guidelines to airport industry are still unclearly present. Therefore, this article intends to describe the conceptual framework and the fundamental theory used for analyzing the Data Envelopment Analysis Models together with presenting their practical guidance in airport contexts through systematic literature review. As such, the knowledge on the issues are well-prepared and comprehensively covered for further application.

Keywords: Data Envelopment Analysis Models, Technical Efficiency, Airports

Received: July 8, 2019 | **Revised**: October 1, 2019 | **Accepted**: October 31, 2019

* Full-time Faculty, Department of Hospitality and Tourism Management, International College for Sustainability Studies, Srinakharinwirot University

** Assistant Professor of Tourism Economics, the Graduate School of Tourism Management, National Institute of Development Administration

บทนำ

การประเมินประสิทธิภาพสำหรับสนามบินพาณิชย์ไม่เคยเป็นประเด็นที่น่าตื่นเต้นสำหรับนักวิจัยเนื่องจากสนามบินส่วนใหญ่มากกว่าร้อยละ 87 ทั่วโลก ดำเนินงานโดยรัฐบาล (Airport Council International, 2017) ไม่ได้มีแรงจูงใจในการบริหารงานเพื่อนำไปสู่การพัฒนาเชิงพาณิชย์ แต่ภายหลังการลดข้อจำกัดทางการบิน (Deregulation) การขยายตัวของอุปสงค์การเดินทางโดยสารด้วยเครื่องบิน ส่งผลให้สนามบินหลายแห่งจำต้องมีการปรับตัวเพื่อรองรับการขยายตัวทั้งในด้านสาธารณูปโภคและคุณภาพการให้บริการ (Andrew, 2012) อย่างไรก็ตามเนื่องจากการลงทุนเพื่อการพัฒนาสนามบินจำเป็นต้องใช้เงินทุนจำนวนมาก (Capital Intensive) แต่ด้วยเงื่อนไขของงบประมาณประกอบกับแรงกระตุ้นจากกรณีศึกษาของประเทศอังกฤษ ในการแปรรูป British Airports Authority (ปัจจุบันคือ Heathrow Airport Holdings) รัฐบาลหลายประเทศจึงเริ่มมองหาแนวทางในการยกระดับประสิทธิภาพการดำเนินงานให้สูงขึ้น (Humphreys, 1999) ซึ่งการประเมินประสิทธิภาพ (Efficiency Measurement) ได้ถูกเลือกเป็นเครื่องมือในการพัฒนาเชิงกลยุทธ์เพื่อปรับปรุงผลการดำเนินงานของสนามบินพาณิชย์ ทั้งนี้เป็นเพราะการประเมินประสิทธิภาพช่วยให้หน่วยผลิตมองเห็นภาพรวมของผลการดำเนินงาน รวมถึงจุดแข็งและจุดอ่อนของกิจกรรมการผลิตอันจะนำไปสู่การวางแผนเพื่อยกระดับขีดความสามารถในการดำเนินธุรกิจ (Assaf & Josiassen, 2016; Cook & Zhu, 2008)

ในช่วงสองทศวรรษที่ผ่านมา ตัวแบบการวิเคราะห์การโอบล้อมข้อมูลหรือ Data Envelopment Analysis (DEA) เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการผลิตที่ได้รับการประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลายในวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการวัดผลการดำเนินงานของสนามบินพาณิชย์ ทั้งนี้เป็นเพราะความยืดหยุ่นของข้อมูลที่ใช้ในตัวแบบ ความสอดคล้องของลักษณะข้อมูลที่เก็บได้จากสนามบินพาณิชย์ รวมถึงข้อได้เปรียบหลายประการที่มีเหนือเครื่องมือการวัดประสิทธิภาพรูปแบบอื่น ๆ[1] ที่มักต้องอาศัยเงื่อนไขหรือข้อสมมติหลายประการ เช่น การใช้ข้อมูลทางด้านราคา หรือการประมาณฟังก์ชันการผลิต เป็นต้น ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้ตัวแบบการวิเคราะห์การโอบล้อมข้อมูลเป็นที่นิยม (Lai, Potter, & Beynon, M., 2012; Liebert & Niemeier, 2013) และได้รับความสนใจในวงวิชาการนับตั้งแต่การแปรรูปรัฐวิสาหกิจ (Privatization) ของสนามบินพาณิชย์ในประเทศอังกฤษ

อย่างไรก็ตาม แม้การประเมินประสิทธิภาพของสนามบินโดยอาศัยตัวแบบการวิเคราะห์การโอบล้อมข้อมูลได้รับความนิยมอย่างแพร่พลาย แต่จากการสำรวจวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องตรวจพบเพียงการกล่าวถึงภาพรวมของเครื่องมือในการประเมินประสิทธิภาพของสนามบิน หากแต่ยังขาดการอธิบายถึงกรอบแนวคิดทฤษฎีซึ่งเป็นที่มาของการพัฒนาตัวแบบ โดยเฉพาะการอธิบายถึงการประยุกต์ใช้ตัวแบบการวิเคราะห์การโอบล้อมข้อมูลในบริบทของสนามบินยังขาดการอธิบายอย่างครอบคลุม (Lai et al., 2012; Liebert & Niemeier, 2013) ดังนั้นเพื่อให้วรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการประเมินประสิทธิภาพด้วยตัวแบบการวิเคราะห์การโอบล้อมข้อมูลของสนามบินมีความสมบูรณ์มากขึ้น บทความชิ้นนี้จึงมีวัตถุประสงค์ในการอธิบายการประยุกต์ตัวแบบการวิเคราะห์การโอบล้อมข้อมูลเพื่อใช้ประเมินประสิทธิภาพทางเทคนิคของสนามบินพาณิชย์ โดยเริ่มเรียบเรียงเนื้อหาของบทความด้วยการกล่าวถึงจุดเริ่มต้นการประเมินประสิทธิภาพในธุรกิจสนามบิน และการริเริ่มใช้ตัวแบบการวิเคราะห์การโอบล้อมข้อมูลในบริบทของสนามบินพาณิชย์ ตามด้วยส่วนที่สอง การอธิบายกรอบแนวคิดและทฤษฎีพื้นฐานของการวัดประสิทธิภาพซึ่งเป็นที่มาของการพัฒนาตัวแบบการวิเคราะห์การโอบล้อมข้อมูล ส่วนที่สามเป็นการอธิบายตัวแบบการวิเคราะห์การโอบล้อมข้อมูลของ

[1] ผู้สนใจสามารถศึกษาวิธีการประเมินประสิทธิภาพของสนามบินในรูปแบบอื่น ๆ เช่น การคำนวณอัตราส่วนทางการเงินสำหรับสนามบิน (Financial Ratio) วิธี Stochastic Frontier Analysis (SFA) หรือ Total Factor Productivity (TFP) เป็นต้น ได้จาก Graham (2005) Humphreys และ Francis (2002) Lai, Potter, และ Beynon (2012) Liebert และ Niemeier (2013) และ Oum, Yu, และ Fu (2003)

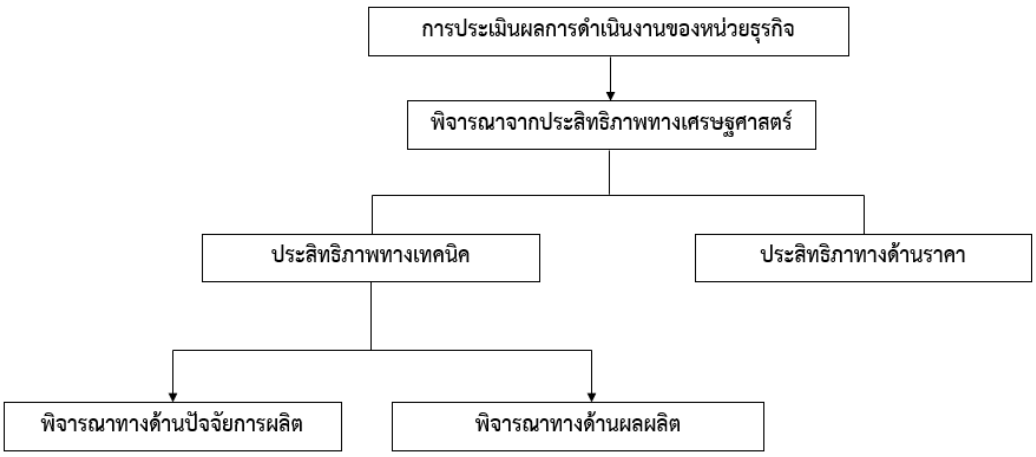
Charnes Cooper และ Rhodes (1978) หรือ The CCR Model และตัวแบบของ Banker Charnes และ Cooper (1984) หรือ The BCC Model ซึ่งตัวแบบการวิเคราะห์การโอบล้อมข้อมูลทั้งสองเป็นตัวแบบพื้นฐานที่ได้รับการพัฒนาต่อยอดเพื่อใช้ประเมินประสิทธิภาพของหน่วยผลิตมากกว่า 1,000 ตัวแบบ ในงานตีพิมพ์มากกว่า 10,000 ชิ้น ในปัจจุบัน (Wojcik, Dyckhoff, & Clermont, 2018) ส่วนที่สี่เป็นการอธิบายการประยุกต์ใช้ตัวแบบเพื่อประเมินประสิทธิภาพทางเทคนิคของสนามบิน และส่วนสุดท้ายเป็นการนำเสนอบทสรุป กรอบแนวคิดในการประยุกต์ใช้ตัวแบบ และข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาในอนาคต

ทบทวนวรรณกรรม

ในการพิจารณาผลการดำเนินของธุรกิจ ประสิทธิภาพ (Efficiency) มักถูกหยิบยกขึ้นมาอภิปรายถึงการเป็นตัวแทนในการสะท้อนผลการดำเนินงานของธุรกิจ (Untong, 2004) โดยกรอบแนวคิดในการวัดประสิทธิภาพที่มักมีการกล่าวถึงในวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการประเมินประสิทธิภาพ ได้แก่ ทฤษฎีประสิทธิภาพ (Theory of Efficiency) ของ Farrell (1957) ซึ่งเป็นทฤษฎีพื้นฐานในการพัฒนาตัวแบบการวิเคราะห์การโอบล้อมข้อมูลในเวลาต่อมา (Cooper, Seiford, & Tone, 2006) Farrell (1957) อธิบายว่า ประสิทธิภาพการผลิตหมายถึง ความสำเร็จของหน่วยผลิตในการผลิตผลผลิตจากปัจจัยการผลิตที่มีอยู่ ซึ่งนิยามดังกล่าวสามารถเขียนได้ดังสมการที่ (1)

$$\text{ประสิทธิภาพของการผลิต} = \frac{\text{จำนวนผลผลิต}}{\text{จำนวนปัจจัยการผลิต}} \qquad (1)$$

Farrell (1957) ยังกล่าวอีกว่า ประสิทธิภาพของการผลิตในมุมมองทางเศรษฐศาสตร์แบ่งพิจารณาได้เป็นประสิทธิภาพทางด้านราคา (หรือประสิทธิภาพด้านการจัดสรรทรัพยากร) ประสิทธิภาพทางด้านเทคนิค และประสิทธิภาพทางเศรษฐศาสตร์ (Economic Efficiency) ซึ่งเป็นผลรวมระหว่างประสิทธิภาพด้านการจัดสรรทรัพยากรและประสิทธิภาพทางเทคนิค



ภาพที่ 1 แนวทางการประเมินประสิทธิภาพการผลิตตามแนวทางของ Farrell (1957)

โดยแนวทางการประเมินประสิทธิภาพตามแบบของ Farrell (1957) (ภาพที่ 1) สามารถพิจารณาได้จากประสิทธิภาพทางเทคนิค (Technical Efficiency) ซึ่งหมายถึงความสามารถของหน่วยผลิตในการแปลงปัจจัยการผลิตไปเป็นผลผลิต โดยอาศัยความสามารถในการลดของเสียจากกระบวนการผลิตซึ่งเกิดจากเทคโนโลยีในการผลิต หรือความสามารถในการบริหารกระบวนการการผลิต ประสิทธิภาพทางเทคนิคยังสามารถเลือกพิจารณาได้ 2 มิติ กล่าวคือ การเลือกพิจารณาทางด้านปัจจัยการผลิต (Input-oriented) หมายถึงการวัดประสิทธิภาพการผลิตโดยมุ่งเน้นให้ได้ผลผลิตตามที่กำหนด ภายใต้การใช้ปัจจัยการผลิตให้ได้น้อยที่สุด ในขณะที่การพิจารณาทางด้านผลผลิต (Output-oriented) หมายถึงการวัดประสิทธิภาพการผลิตโดยมุ่งเน้นการผลิตให้ได้ผลผลิตสูงสุดภายใต้ปัจจัยการผลิตที่มีอยู่ ในขณะที่ประสิทธิภาพด้านราคา (Price Efficiency) หมายถึงความสามารถของหน่วยผลิตในการแปลงปัจจัยการผลิตไปเป็นผลผลิต โดยอาศัยการปรับสัดส่วนปัจจัยการผลิตให้เหมาะสมภายใต้เงื่อนไขทางด้านราคา โดยแนวคิดของการพิจารณาประสิทธิภาพทางด้านเทคนิค เป็นแนวคิดที่ได้รับหยิบยกขึ้นมาใช้เป็นกรอบในการประเมินประสิทธิภาพในบริบทของสนามบินพาณิชย์มากที่สุด ทั้งนี้เป็นเพราะการพิจารณาประสิทธิภาพทางด้านราคา จำเป็นต้องใช้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับราคามาคำนวณค่าประสิทธิภาพ ซึ่งข้อมูลดังกล่าวมักมีข้อจำกัด เช่น ความแตกต่างของมาตรฐานทางบัญชีระหว่างสนามบิน รวมถึงความสามารถในการเข้าถึง เป็นต้น (Assaf & Josiassen, 2016; Barros, Liang, & Peypoch, 2013; Gillen & Lall, 2001; Graham, 2005; Merkert & Mangia, 2014; Pathomsiri, 2006)

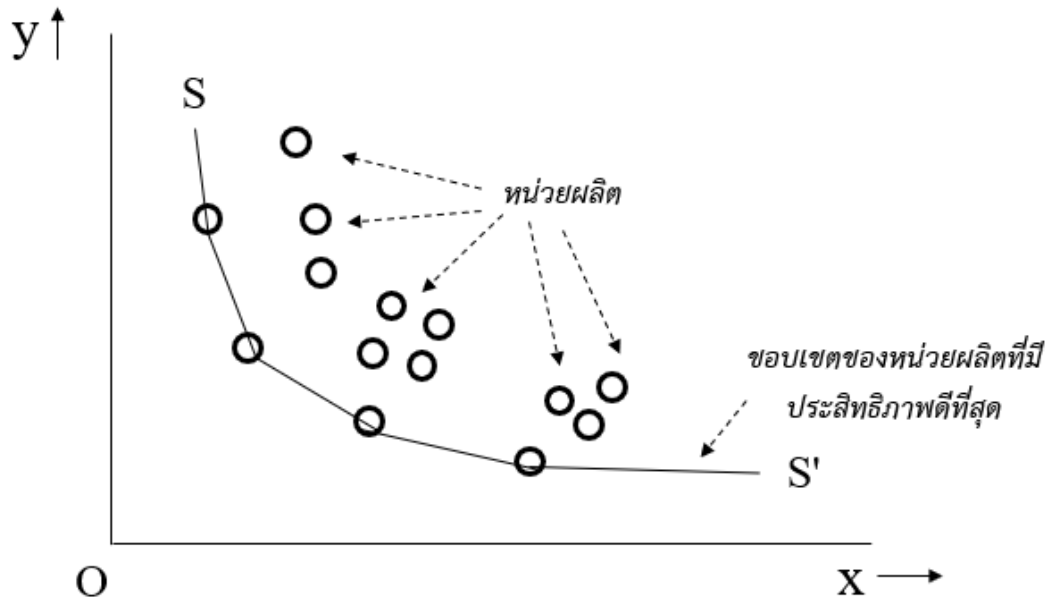
อย่างไรก็ตาม แนวคิดของการวัดประสิทธิภาพของ Farrell (1957) ถูกกำหนดขึ้นภายใต้ข้อสมมติผลตอบแทนต่อขนาดแบบคงที่ (Constant Return to Scale) ซึ่งเป็นการประเมินประสิทธิภาพของหน่วยผลิตในกรณีที่มีปัจจัยการผลิต 1 ชนิด สำหรับผลิตผลผลิต 1 ชนิด เท่านั้น (Ahn & Min, 2014) ซึ่งในความเป็นจริงลักษณะของข้อสมมติดังกล่าว ไม่สามารถประยุกต์ใช้ได้กับธุรกิจที่มีลักษณะของการผลิตแบบใช้ปัจจัยการผลิตหลายชนิด (Multiple Inputs) เพื่อให้ได้ผลผลิตหลายชนิด (Multiple Outputs) อีกทั้งแนวคิดของ Farrell (1957) จะถูกนำมาประยุกต์ใช้ก็ต่อเมื่อการคำนวณค่าประสิทธิภาพในครั้งนั้น ผู้คำนวณทราบลักษณะของความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยการผลิตและผลผลิต หรือทราบฟังก์ชันการผลิตซึ่งจะเป็นตัวช่วยในการคำนวณขอบเขตของประสิทธิภาพ (Efficient Frontier) โดยการคำนวณค่าประสิทธิภาพดังกล่าว เป็นการประเมินประสิทธิภาพแบบใช้พาราเมตริก (Parametric Approach)[2] ซึ่งเป็นวิธีที่ไม่สามารถประยุกต์ใช้ได้ในบางธุรกิจ โดยฉพาะสนามบินพาณิชย์ซึ่งเป็นอุตสาหกรรมที่ใช้ปัจจัยการผลิตหลายชนิดในการผลิตผลผลิตหลายประเภท (Curi, Gitto, & Mancuso, 2011; Pathomsiri, 2006) อีกทั้งการเข้าถึงข้อมูลด้านราคาและต้นทุนการผลิตซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญในการประมาณฟังก์ชันการผลิต และฟังก์ชันต้นทุนยังมีอย่างจำกัด (Adler & Liebert, 2014; Kutlu & McCarthy, 2016) ดังนั้นเพื่อแก้ไขข้อจำกัดที่เกิดขึ้นในช่วงหลายสิบปีที่ผ่านมา นักวิจัยได้เริ่มทำการพัฒนาเครื่องมือในการประเมินประสิทธิภาพบนพื้นฐานของ Farrell (1957) โดยไม่จำเป็นต้องประมาณฟังก์ชันการ

[2] จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า การประมาณแบบใช้พาราเมตริก (วิธี Stochastic Frontier Analysis, SFA) เป็นอีกหนึ่งวิธีในการประเมินประสิทธิภาพทางเทคนิคของสนามบิน โดยวิธีดังกล่าวเป็นวิธีการประเมินประสิทธิภาพด้วยวิธีทางเศรษฐมิติ เพื่อประมาณฟังก์ชันการผลิตสำหรับสร้างขอบเขตที่ดีที่สุด วิธี SFA แตกต่างจากแนวคิดของการประเมินประสิทธิภาพด้วยตัวแบบการวิเคราะห์การโอบล้อมข้อมูล เนื่องจากตัวแบบการวิเคราะห์การโอบล้อมข้อมูลจะทำการสร้างขอบเขตหน่วยผลิตที่ดีที่สุดจากหน่วยวิเคราะห์ที่ใช้ในการ คำนวณค่าประสิทธิภาพ ในขณะที่การประมาณแบบใช้พาราเมตริกจะใช้ฟังก์ชันการผลิตหรือฟังก์ชันต้นทุนในการสร้างขอบเขตที่ดีที่สุด อย่างไรก็ตาม วิธี SFA ไม่ค่อยพบเห็นมากนักในวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการประเมินประสิทธิภาพในบริบทของสนามบิน ทั้งนี้เป็นเพราะลักษณะของข้อมูลที่ใช้ในแบบจำลอง SFA จำเป็นต้องใช้ข้อมูลทางด้านราคาเพื่อนำมาประมาณฟังก์ชันการผลิต และฟังก์ชันต้นทุนการผลิต ซึ่งข้อมูลดังกล่าวเป็นข้อจำกัดของสนามบินพาณิชย์ทั่วไป ผู้สนใจสามารถศึกษาเพิ่มเติมได้ในงานของ Martín Román และ Voltes-Dorta (2009) Oum Yan และ Yu (2008) Pels Nijkamp และ Rietveld (2001) หรือ Scotti Malighetti Martini และ Volta (2012)

ผลิต ฟังก์ชันต้นทุนการผลิต หรือเป็นการประเมินค่าประสิทธิภาพแบบไม่ใช้พาราเมตริก (Nonparametric Approach) ซึ่งวิธีการดังกล่าว ได้แก่ ตัวแบบการวิเคราะห์การโอบล้อมข้อมูล ซึ่งเป็นตัวแบบที่ถูกนำมาใช้ในการประเมินประสิทธิภาพทางเทคนิคของสนามบินครั้งแรกในงานเขียนของ Gillen และ Lall (1997) (Liebert & Niemeier, 2013; Perelman & Serebrisky, 2012)

ตัวแบบพื้นฐานของการวิเคราะห์การโอบล้อมข้อมูล

ตัวแบบการวิเคราะห์การโอบล้อมข้อมูลเป็นตัวแบบที่อาศัยวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่เรียกว่า การวิเคราะห์เชิงเส้นตรง (Linear Programming) ในการแปลงตัวแปรปัจจัยการผลิต (Input Variables) และปัจจัยผลผลิต (Output Variables) เป็นค่าคะแนนประสิทธิภาพ (Efficient Scores) โดยมีการสร้างขอบเขต (Frontier) ของหน่วยผลิตที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุดมาโอบล้อมหน่วยผลิตที่ถูกประเมินประสิทธิภาพ (ภาพที่ 2) เพื่อชี้ให้เห็นความแตกต่างระหว่างหน่วยผลิตบนขอบเขตที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุดเปรียบเทียบกับหน่วยผลิตอื่น หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือ การวิเคราะห์ค่าประสิทธิภาพจากการใช้ตัวแบบการวิเคราะห์การโอบล้อมข้อมูลอาศัยแนวคิดของการวิเคราะห์แบบเปรียบเทียบ (Relative Concept) ระหว่างขอบเขตของหน่วยผลิตที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด (Best Practice) กับหน่วยผลิตอื่น ๆ (Abbott & Wu, 2002; Untong, 2004) ซึ่งแนวคิดพื้นฐานในการวัดประสิทธิภาพในสมการที่ (1) สามารถต่อยอดการคำนวณค่าประสิทธิภาพให้กับหน่วยผลิต พิจารณาได้จากสมการที่ (2) (3) และ (4)



ภาพที่ 2 วิธีการสร้างขอบเขตประสิทธิภาพของตัวแบบการวิเคราะห์การโอบล้อมข้อมูล

ที่มา: ดัดแปลงจาก Farrell (1957)

$$\text{ประสิทธิภาพของการผลิตโดยเปรียบเทียบ} = \frac{\text{ผลรวมของค่าถ่วงน้ำหนักผลผลิต}}{\text{ผลรวมของค่าถ่วงน้ำหนักปัจจัยการผลิต}} \quad (2)$$

$$\text{ประสิทธิภาพของการผลิตโดยเปรียบเทียบ} = \frac{u_1y_1+\ldots+u_sy_s}{v_1x_1+\ldots+v_sx_s} \quad (3)$$

$$\text{ประสิทธิภาพของการผลิตโดยเปรียบเทียบ} = \frac{\sum_{r=1}^{s} u_r y_r}{\sum_{i=1}^{m} v_i x_i} \; ; \; r=1,\ldots,s \;\; i=1,\ldots,m \quad (4)$$

กำหนดให้ u_r คือค่าถ่วงน้ำหนักของผลผลิต r

y_r คือจำนวนของผลผลิต r

v_i คือค่าถ่วงน้ำหนักของปัจจัยการผลิต i

x_i คือจำนวนของปัจจัยการผลิต i

โดยในการประเมินประสิทธิภาพโดยใช้ตัวแบบการวิเคราะห์การโอบล้อมข้อมูล Charnes และคณะ (1978) ผู้บุกเบิกในการพัฒนาเครื่องมือในการประเมินประสิทธิภาพหน่วยผลิต[3]บนกรอบแนวคิดการวัดประสิทธิภาพของ Farrell (1957) ประกอบกับการวิเคราะห์เชิงเส้นตรง ได้กำหนดข้อสมมติฐานเบื้องต้นภายใต้ลักษณะของการผลิตแบบได้ผลตอบแทนคงที่ (Constant Returns to Scale) ซึ่งตัวแบบการวิเคราะห์การโอบล้อมข้อมูลตามแบบของ Charnes และคณะ (1978) แบ่งเป็นตัวแบบที่เลือกพิจารณาทางด้านปัจจัยการผลิต หรือการพิจารณาประสิทธิภาพโดยมุ่งเน้นการใช้ปัจจัยการผลิตต่ำที่สุด $(\text{Min}_{\theta,\lambda}\,\theta)$ และตัวแบบที่เลือกพิจารณาทางด้านผลผลิต หรือการพิจารณาประสิทธิภาพโดยมุ่งเน้นการผลิตให้ได้ผลผลิตสูงสุดภายใต้ปัจจัยการผลิตที่มีอยู่ $(\text{Max}_{\varphi,\lambda}\,\varphi)$ ซึ่งตัวแบบพื้นฐานดังกล่าวได้รับการเรียกชื่อว่า The CCR Model ในเวลาต่อมา

อย่างไรก็ตาม ด้วยข้อสมมติของการผลิตที่ให้ผลตอบแทนแบบคงที่ ซึ่งไม่สามารถประยุกต์ใช้ได้กับในหลายอุตสาหกรรม โดยเฉพาะในภาคการผลิตที่มีลักษณะของการแข่งขันแบบไม่สมบูรณ์ (Imperfect Competition) ตัวแบบของ Charnes และคณะ (1978) จึงได้รับการพัฒนาต่อโดย Banker และคณะ (1984) หรือ The BCC Model โดยตัวแบบดังกล่าวได้รับการพัฒนาภายใต้เงื่อนไขลักษณะการผลิตแบบผลตอบแทนต่อขนาดแบบผันแปรตามการผลิต (Variable Returns to Scale) โดยผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณโดยใช้ตัวแบบพื้นฐานทั้งสอง (ตารางที่ 1) จะได้ค่าคะแนนประสิทธิภาพ (θ_k) ซึ่งมีค่าระหว่าง 0 ถึง 1 $(0 < \theta_k < 1)$ ค่าคะแนนประสิทธิภาพที่เข้าใกล้ 1 แสดงถึงหน่วยผลิตที่มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับหน่วยผลิตบนขอบเขตที่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคที่ดีที่สุดโดยเปรียบเทียบ

[3] ในช่วงแรกของการพัฒนาตัวแบบการวิเคราะห์การโอบล้อมข้อมูล Charnes และคณะ (1978) เรียกหน่วยผลิตที่ต้องการประเมินประสิทธิภาพว่าเป็นหน่วยตัดสินใจ (Decision Making Units, DMUs) เนื่องจากในช่วงแรกของการใช้ตัวแบบ Charnes และคณะ (1978) มุ่งเน้นไปที่การประเมินประสิทธิภาพของหน่วยงานภาครัฐซึ่งไม่ได้มีวัตถุประสงค์ในการแสวงหากำไร

ตารางที่ 1 ตัวแบบการวิเคราะห์การโอบล้อมข้อมูลพื้นฐานที่พัฒนาโดย Charnes และคณะ (1978) และ Banker และคณะ (1984)

The CCR Model (ภายใต้เงื่อนไขผลตอบแทนต่อขนาดแบบคงที่)	
การวิเคราะห์ทางด้านปัจจัยการผลิต	การวิเคราะห์ทางด้านผลผลิต
$\text{Min}_{\theta,\lambda}\ \theta$ $\text{s.t.} -y_{rk} + \sum_{j=1}^{J} y_{rj}\lambda_{jk} \geq 0$ $\theta x_{ik} - \sum_{j=1}^{J} \lambda_{jk} x_{ij} \geq 0$ $\lambda_{jk}, i, r \geq 0; k > 0;\ j = 1, \ldots, J$	$\text{Max}_{\varphi,\lambda}\ \varphi$ $\text{s.t.} -\varphi y_{rk} + \sum_{j=1}^{J} \lambda_{jk} y_{rj} \geq 0$ $x_{ik} - \sum_{j=1}^{J} \lambda_{jk} x_{ij} \geq 0$ $\lambda_{jk}, i, r \geq 0; k > 0;\ j = 1, \ldots, J$
The BCC Model (ภายใต้เงื่อนไขผลตอบแทนต่อขนาดแบบไม่คงที่)	
$\text{Min}_{\theta,\lambda}\ \theta$ $\text{s.t.} \sum_{j=1}^{J} \lambda_{jk} = 1$ $-y_{rk} + \sum_{j=1}^{J} y_{rj}\lambda_{jk} \geq 0$ $\theta x_{ik} - \sum_{j=1}^{J} \lambda_{jk} x_{ij} \geq 0$ $\lambda_{jk}, i, r \geq 0; k > 0;\ j = 1, \ldots, J$	$\text{Max}_{\varphi,\lambda}\ \varphi$ $\text{s.t.} \sum_{j=1}^{J} \lambda_{jk} = 1$ $-\varphi y_{rk} + \sum_{j=1}^{J} \lambda_{jk} y_{rj} \geq 0$ $x_{ik} - \sum_{j=1}^{J} \lambda_{jk} x_{ij} \geq 0$ $\lambda_{jk}, i, r \geq 0; k > 0;\ j = 1, \ldots, J$

โดยที่ θ, φ คือค่าคะแนนประสิทธิภาพ

x_{ij} คือจำนวนปัจจัยการผลิต i ของหน่วยผลิต j

y_{rj} คือจำนวนปัจจัยผลผลิต r ของหน่วยผลิต j

λ คือค่าถ่วงน้ำหนักของปัจจัย

k คือจำนวนหน่วยผลิตที่กำลังพิจารณา

j คือจำนวนหน่วยผลิตทั้งหมด

จุดเด่นสำคัญของตัวแบบการวิเคราะห์การโอบล้อมข้อมูลคือ การผ่อนปรนข้อจำกัดการใช้ข้อมูลนำเข้าที่ค่อนข้างยืดหยุ่นเมื่อเปรียบเทียบกับการคำนวณประสิทธิภาพด้วยวิธีอื่น ๆ (Vogel, 2006b) กล่าวคือ ตัวแบบการวิเคราะห์การโอบล้อมข้อมูลไม่จำเป็นต้องอาศัยข้อมูลด้านราคา ดังนั้นการประมาณฟังก์ชันการผลิตหรือการสร้างฟังก์ชันต้นทุนการผลิตเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยการผลิตและผลผลิตจึงเป็นสิ่งไม่จำเป็น ดังนั้นข้อมูลตัวแปรนำเข้าจึงอาศัยเพียงตัวแปรปัจจัยการผลิตและตัวแปรผลผลิตเท่านั้น (Assaf & Josiassen, 2016; Bazargan & Vasigh, 2003; Perelman & Serebrisky, 2012) ซึ่งข้อมูลตัวแปรนำเข้าอาจเป็นได้ทั้งข้อมูลแบบตัวเงิน (Financial) หรือข้อมูลแบบกายภาพ (Physical) อีกทั้งขนาดของหน่วยวิเคราะห์ที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพไม่จำเป็นต้องมีขนาดใหญ่มาก (Barros & Sampaio, 2004; Lin & Hong, 2006) และการพัฒนาตัวแบบอิงอยู่บนพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ดังนั้นจึงไม่มีปัญหาสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (Multicollinearity) ในตัวแบบอีกด้วย (Untong, 2004)

อย่างไรก็ตาม แม้ตัวแบบการวิเคราะห์การโอบล้อมข้อมูลมีคุณสมบัติที่โดดเด่นเมื่อเทียบกับวิธีการประเมินประสิทธิภาพด้วยวิธีอื่น Lai และคณะ (2012) และ Assaf และ Josiassen (2016) รายงานข้อจำกัดของตัวแบบว่า เนื่องจากตัวแบบขาดการใช้การคำนวณทางสถิติเป็นพื้นฐาน ดังนั้นจึงไม่สามารถคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนได้ รวมถึงไม่สามารถใช้สถิติเชิงอนุมานเพื่อทำการทดสอบสมมติฐานที่เกี่ยวข้องกับการประมาณค่าประสิทธิภาพได้ ในขณะที่ Liebert และ Niemeier (2013) ระบุเพิ่มเติมว่าเนื่องจากไม่สามารถคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนได้ ตัวแบบจึงค่อนข้างอ่อนไหวกับค่าสุดโต่งของข้อมูล (Outlier) โดย Yang (2010) กล่าวเสริมอีกว่า มีความเป็นไปได้ที่ค่าประสิทธิภาพที่เบี่ยงเบนออกจากขอบเขตหน่วยผลิตที่ดีที่สุดอาจได้รับอิทธิพลมาจากค่าความคลาดเคลื่อน นอกจากนี้ Gillen และ Lall (1997) ยังอธิบายว่า เนื่องจากตัวแปรที่ใช้ในการประมาณค่าประสิทธิภาพเลือกพิจารณาเฉพาะตัวแปรปัจจัยการผลิตและตัวแปรผลิตเท่านั้น ดังนั้นจึงทำให้การพิจารณาภาพรวมประสิทธิภาพของการดำเนินงานไม่ครบถ้วน โดยเฉพาะในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับต้นทุนการผลิตเนื่องจากตัวแปรนำเข้าไม่ได้ใช้ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับราคา Homburg (2001) จึงเสนอว่า หากต้องการข้อมูลเพิ่มเติมในการพัฒนาระดับของประสิทธิภาพของหน่วยผลิตให้ดีขึ้น อาจต้องอาศัยเครื่องมืออื่น ๆ มาช่วยพิจารณาร่วม เช่นเดียวกันกับ Barros และคณะ (2013) ที่ระบุและเห็นด้วยว่า ตัวแบบนี้ไม่ได้ระบุถึงสาเหตุของความด้อยประสิทธิภาพที่เกิดขึ้น

ด้วยข้อจำกัดของตัวแบบการวิเคราะห์การโอบล้อมข้อมูลดังกล่าว จึงทำให้ทำมีการพัฒนาและดัดแปลงตัวแบบการวิเคราะห์การโอบล้อมข้อมูลมากกว่า 1,000 ตัวแบบ (Sarkis, 2000; Wojcik et al., 2018) โดยอาศัยเทคนิคทางคณิตศาสตร์ สถิติ วิธีการทางเศรษฐมิติที่แตกต่างกันออกไป ยกตัวอย่างเช่น การใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Ordinary Least Square Method) ควบคู่กับตัวแบบการวิเคราะห์การโอบล้อมข้อมูล การใช้เทคนิค Bootstrapping การคำนวณตัวแบบร่วมกับ Malmquist Index (Abbott & Wu, 2002; Ahn & Min, 2014; Chi-Lok & Zhang, 2009; Gillen & Lall, 2001; Murillo-Melchor, 1999; Perelman & Serebrisky, 2012) หรือแม้แต่การประยุกต์ใช้ Analytic Hierarchy Process (AHP) (Keskin & Köksal, 2019; Lai, Potter, Beynon, & Beresford, 2015) มาเป็นตัวช่วยแก้ไขจุดบกพร่องของตัวแบบ ทั้งในประเด็นของการคำนวณค่าความคลาดเคลื่อน หรือแม้แต่คุณสมบัติในการอธิบายแหล่งที่มาของความไม่มีประสิทธิภาพทั้งนี้ เพื่อให้การประเมินประสิทธิภาพหน่วยผลิตของตัวแบบมีความแม่นยำมากขึ้น

การประยุกต์ใช้ตัวแบบการวิเคราะห์การโอบล้อมข้อมูลในบริบทของสนามบินพาณิชย์

จากการทบทวนวรรณกรรมตั้งแต่ช่วงปี พ.ศ. 2540 ซึ่งเป็นปีแรกที่มีการประยุกต์ใช้ตัวแบบการวิเคราะห์การโอบล้อมข้อมูลในบริบทของสนามบิน (Lai et al., 2012; Liebert & Niemeier, 2013; Perelman & Serebrisky, 2012) จนถึงปี พ.ศ. 2562 จากวารสารวิชาการหลากหลายสาขาในฐานข้อมูลที่ได้รับการยอมรับในระดับนานาชาติได้แก่ Scopus JSTOR และ Ingenta ซึ่งวารสารดังกล่าวรวมถึง Journal of Air Transport Management, The Aeronautical Journal, Transport Policy, Transportation Journal, Transport Reviews, Transportation Research Record, Transportation Research Part A B C D & E, European Journal of Operational Research, Annals of Operations Research, Journal of Operations Management, International Journal of Production Economics, Austrian Economic Review, International Journal of Transport Economics, Journal of Transport Economics and Policy, Research in Transportation Economics, Networks and Spatial Economics, Socio-Economic Planning Sciences, Omega, International Journal of Productivity and Performance Management, Utilities Policy, Computer and Industrial Engineering และ Competition and Regulation in Network Industries พบว่า มีการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้ตัวแบบการวิเคราะห์การโอบล้อมข้อมูลในบริบทของสนามบินพาณิชย์ จำนวนทั้งสิ้น 38 ชิ้น ซึ่งแต่ละงานมีการพิจารณาใช้ตัวแปรนำเข้าตัวแบบการวิเคราะห์การโอบล้อมข้อมูล และการเลือกใช้ประเภทของตัวแบบสำหรับการประเมินประสิทธิภาพทางเทคนิคของสนามบินแตกต่างกัน

ความแตกต่างของการเลือกใช้ตัวแปรนำเข้าตัวแบบการวิเคราะห์การโอบล้อมข้อมูลมาจากปัจจัยหลายประการ เช่น ความสนใจในการประเมินประสิทธิภาพทางเทคนิคของปัจจัยการผลิตบางประเภท ความสามารถในการเข้าถึงข้อมูล หรือแม้แต่การเลือกพิจารณาภาพรวม หรือผลการดำเนินงานบางส่วนของสนามบิน จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า ตัวแปรนำเข้าในส่วนของตัวแปรปัจจัยการผลิต มีการนำมาใช้ในตัวแบบทั้งปัจจัยแบบกายภาพและปัจจัยแบบการเงิน (ตารางที่ 1 และ 2) โดยตัวแปรปัจจัยการผลิตแบบกายภาพ เช่น จำนวนพนักงาน หรือขนาดอาคารผู้โดยสาร ได้รับความนิยมได้การนำมาใส่ในตัวแบบมากกว่าตัวแปรปัจจัยการผลิตแบบการเงิน เช่น ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน หรือค่าแรง เนื่องจากลักษณะของข้อมูลทางการเงินของสนามบินมักมีข้อจำกัดในเรื่องของความสามารถในการเข้าถึงข้อมูล อีกทั้งมาตรฐานทางการบัญชีที่แตกต่างกันระหว่างสนามบิน ในขณะที่ตัวแปรนำเข้าในส่วนของตัวแปรผลผลิตสามารถพบเห็นตัวแปรนำเข้าทั้งแบบกายภาพและแบบการเงินได้เช่นกัน (ตารางที่ 3 และ 4) ซึ่งตัวแปรผลผลิตแบบกายภาพ เช่น จำนวนผู้โดยสาร จำนวนเที่ยวบิน และจำนวนการขนส่งสินค้า มักได้รับการนำมาใช้ในตัวแบบมากกว่าปัจจัยผลผลิตแบบการเงิน เช่น รายได้จากการดำเนินของสนามบิน ด้วยเหตุผลเดียวกันกับตัวแปรปัจจัยการผลิต

ตารางที่ 2 ตัวแปรปัจจัยการผลิตแบบกายภาพสำหรับตัวแบบการวิเคราะห์การโอบล้อมข้อมูลในบริบทของสนามบินพาณิชย์

ผู้วิจัย	ตัวแปรปัจจัยการผลิตแบบกายภาพ										
	จำนวนพนักงาน	ขนาดของอาคารผู้โดยสาร	จำนวนของทางวิ่งขึ้น	ขนาดของทางวิ่งขึ้น	จำนวนของประตูทางออกผู้โดยสาร	ขนาดของจอดเครื่องบิน	จำนวนของจอดเครื่องบิน	จำนวนที่รับเชคอิน	ขนาดของลานจอดรถ	จำนวนของสายพานสัมภาระ	พื้นที่ของสนามบิน
Gillen และ Lall (1997)	✓	✓	✓	✓	✓				✓	✓	
Murillo-Melchor (1999)	✓										
Parker (1999)	✓										
Sarkis (2000)	✓		✓		✓						
Gillen และ Lall (2001)	✓		✓		✓				✓	✓	
Pels และคณะ (2001)		✓					✓	✓		✓	
Abbott และ Wu (2002)	✓			✓							
Fernandes และ Pacheco (2002)		✓				✓		✓	✓		
Bazargan และ Vasigh (2003)			✓		✓						
Pacheco และ Fernandes (2003)						✓		✓	✓		
Pels Nijkamp และ Rietveld (2003)		✓	✓				✓	✓			
Barros และ Sampaio (2004)	✓										
Sarkis และ Talluri (2004)	✓		✓		✓						
Yoshida และ Fujimoto (2004)	✓	✓		✓							
Yu (2004)		✓				✓					
Lin และ Hong (2006)	✓	✓	✓		✓		✓	✓	✓	✓	
Barros (2008)	✓	✓	✓			✓					
Fung Wan Van Hui และ Law (2008)		✓		✓							
Pathomsiri Haghani Dresner และ Windle (2008)			✓								
Chi-Lok และ Zhang (2009)		✓		✓							

ตารางที่ 2 ตัวแปรปัจจัยการผลิตแบบกายภาพสำหรับตัวแบบการวิเคราะห์การโอบล้อมข้อมูลในบริบทของสนามบินพาณิชย์ (ต่อ)

ผู้วิจัย	ตัวแปรปัจจัยการผลิตแบบกายภาพ										
	จำนวนพนักงาน	ขนาดของอาคารผู้โดยสาร	จำนวนของทางวิ่งขึ้น	ขนาดของทางวิ่งขึ้น	จำนวนของประตูทางออกผู้โดยสาร	ขนาดของลานจอดเครื่องบิน	จำนวนของลานจอดเครื่องบิน	จำนวนที่รับเชคอิน	ขนาดของลานจอดรถ	จำนวนของสายพานสัมภาระ	พื้นที่ของสนามบิน
Lam Low และ Tang (2009)	✓										
Assaf (2010)	✓		✓								
Yang (2010)	✓		✓								
Yu (2010)	✓	✓				✓					
Curi และคณะ (2011)	✓		✓			✓					
Lozano และ Gutiérrez (2011)					✓	✓		✓		✓	
Tsekeris (2011)		✓	✓			✓					
Perelman และ Serebrisky (2012)	✓	✓	✓								
Adler Liebert และ Yazhemsky (2013)		✓		✓							
Adler Ülkü และYazhemsky (2013)				✓							
Ahn และ Min (2014)		✓	✓								✓
Lai และคณะ (2015)	✓	✓	✓	✓	✓						
Gutiérrez และ Lozano (2016)				✓	✓	✓					
Keskin และ Köksal (2019)	✓	✓		✓	✓						
รวม	19	17	16	10	10	9	3	6	5	5	1

ที่มา: จากการทบทวนวรรณกรรม

จุฬาลงกรณ์ธุรกิจปริทัศน์
ปีที่ 42(2) ฉบับที่ 164 (เมษายน-มิถุนายน 2563) หน้า 73-99

ตารางที่ 3 ตัวแปรปัจจัยการผลิตแบบตัวเงินสำหรับตัวแบบการวิเคราะห์การโอบล้อมข้อมูลในบริบทของสนามบินพาณิชย์

ผู้วิจัย	ตัวแปรปัจจัยการผลิตแบบตัวเงิน			
	ค่าใช้จ่ายด้านบุคลากร	ต้นทุนของเงินทุน	ค่าแรง	เงินทุนสะสม
Murillo-Melchor (1999)	✓			✓
Parker (1999)	✓	✓		✓
Sarkis (2000)	✓			
Martin และ Roman (2001)		✓	✓	
Abbott และ Wu (2002)				✓
Bazargan และ Vasigh (2003)	✓	✓		
Barros และ Sampaio (2004)		✓		
Sarkis และ Talluri (2004)	✓			
Barros และ Dieke (2007)	✓	✓	✓	
Barros (2008)	✓	✓		
Curi Gitto และ Mancuso (2010)	✓	✓	✓	
Curi และคณะ (2011)	✓			
Yang (2010)	✓			
Adler Liebert และคณะ (2013)	✓		✓	
Adler Ülkü และคณะ (2013)	✓		✓	
Ripoll-Zarraga และ Lozano (2019)	✓		✓	
Keskin และ Köksal (2019)	✓			
รวม	14	7	6	3

ที่มา: จากการทบทวนวรรณกรรม

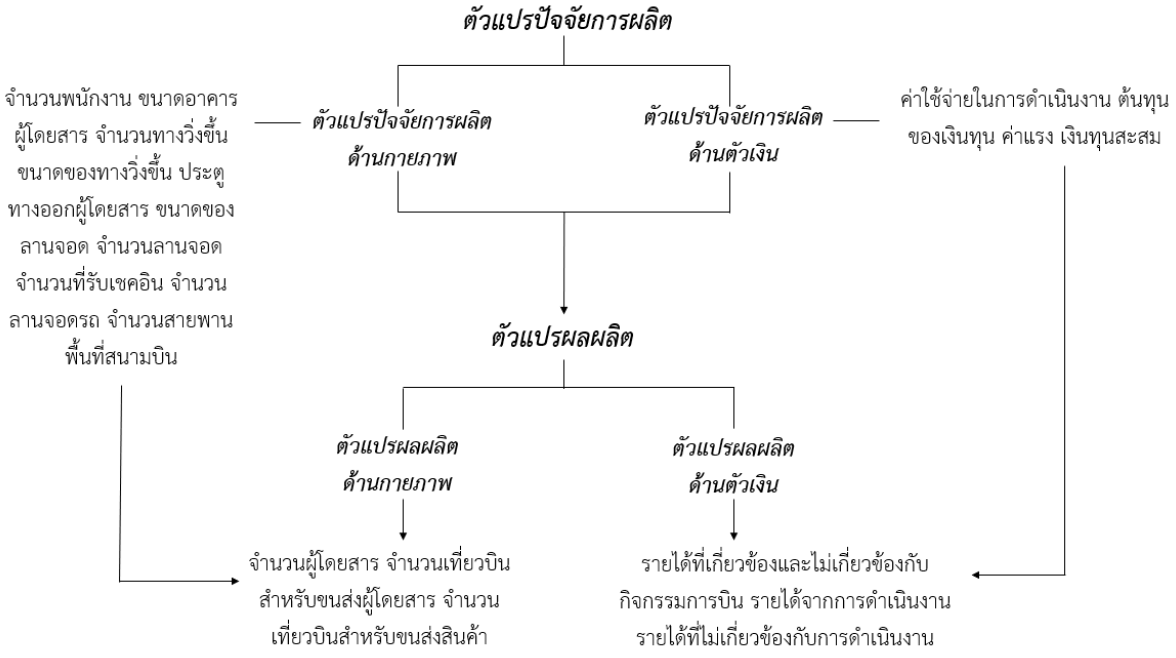
ตารางที่ 4 ตัวแปรผลผลิตแบบกายภาพและแบบตัวเงินสำหรับตัวแบบการวิเคราะห์การโอบล้อมข้อมูลในบริบทของสนามบินพาณิชย์

ผู้วิจัย	ตัวแปรผลผลิตแบบกายภาพ				ตัวแปรผลผลิตแบบตัวเงิน			
	จำนวนผู้โดยสาร	จำนวนเที่ยวบินสำหรับขนส่งผู้โดยสาร	จำนวนเที่ยวบินสำหรับขนส่งสินค้า	รายได้ที่ไม่เกี่ยวข้องกิจกรรมทางการบิน	รายได้ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการบิน	รายได้จากการดำเนินงาน	รายได้ที่ไม่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงาน
Gillen และ Lall (1997)	✓		✓				
Murillo-Melchor (1999)	✓						
Parker (1999)	✓		✓				
Sarkis (2000)	✓	✓	✓				
Gillen และ Lall (2001)	✓		✓				
Martín และ Roman (2001)	✓	✓	✓				
Pels และคณะ (2001)	✓	✓					
Abbott และ Wu (2002)	✓		✓				
Fernandes และ Pacheco (2002)	✓						
Bazargan และ Vasigh (2003)	✓	✓	✓	✓	✓		
Pacheco และ Fernandes (2003)	✓		✓	✓	✓	✓	✓
Pels และคณะ (2003)	✓	✓					
Barros และ Sampaio (2004)	✓	✓	✓				
Sarkis และ Talluri (2004)	✓	✓	✓				
Yoshida และ Fujimoto (2004)	✓	✓	✓				
Yu (2004)	✓	✓					
Lin และ Hong (2006)	✓	✓	✓				
Barros และ Dieke (2007)	✓	✓	✓	✓	✓		
Barros (2008)	✓	✓	✓				
Fung และคณะ (2008)	✓	✓	✓				
Pathomsiri และคณะ (2008)	✓		✓				
Chi-Lok และ Zhang (2009)	✓	✓	✓				
Lam และคณะ (2009)	✓	✓	✓				

ตารางที่ 4 ตัวแปรผลผลิตแบบกายภาพและแบบตัวเงินสำหรับตัวแบบการวิเคราะห์การโอบล้อมข้อมูลในบริบทของสนามบินพาณิชย์ (ต่อ)

ผู้วิจัย	ตัวแปรผลผลิตแบบกายภาพ				ตัวแปรผลผลิตแบบตัวเงิน			
	จำนวนผู้โดยสาร	จำนวนเที่ยวบินสำหรับขนส่งผู้โดยสาร	จำนวนเที่ยวบินสำหรับขนส่งสินค้า	รายได้ที่ไม่เกี่ยวข้องกิจกรรมทางการบิน	รายได้ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการบิน	รายได้จากการดำเนินงาน	รายได้ที่ไม่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงาน
Assaf (2010)	✓						
Curi และคณะ (2010)	✓	✓	✓	✓	✓		
Yang (2010)						✓	
Yu (2010)	✓	✓	✓				
Curi และคณะ (2011)	✓	✓	✓				
Lozano และ Gutiérrez (2011)	✓	✓	✓				
Tsekeris (2011)	✓	✓	✓				
Perelman และ Serebrisky (2012)	✓	✓	✓				
Adler Liebert และคณะ (2013)	✓	✓	✓	✓	✓		
Adler Ülkü และคณะ (2013)	✓	✓	✓	✓			
Ahn และ Min (2014)	✓	✓	✓				
Lai และคณะ (2015)	✓	✓	✓	✓	✓		
Gutiérrez และ Lozano (2016)	✓	✓	✓				
Ripoll-Zarraga และ Lozano (2019)	✓	✓	✓			✓	
Keskin และ Köksal (2019)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
รวม	37	28	31	8	7	4	1

ที่มา: จากการทบทวนวรรณกรรม



ภาพที่ 3 ภาพรวมทางเลือกสำหรับการเลือกใช้ตัวแปรนำเข้าจากวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

สำหรับการพิจารณาเลือกตัวแปรนำเข้าและจำนวนหน่วยผลิตเพื่อประเมินประสิทธิภาพนั้น Pathomsiri และคณะ (2008) และ Yang (2010) แนะนำว่า ตัวแปรนำเข้าควรเป็นตัวแปรที่สามารถสะท้อนการดำเนินงานในภาพรวมของสนามบินพาณิชย์ ซึ่งครอบคลุมการผลิตและผลผลิตที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตที่เกี่ยวข้องกับทางอากาศ (Airside) และการผลิตที่เกี่ยวข้องกับส่วนของภาคพื้นดิน (Landside) โดยภาพที่ 3 แสดงถึงภาพรวมของตัวแปรปัจจัยนำเข้าทั้งในส่วนตัวแปรปัจจัยการผลิตและตัวแปรปัจจัยผลผลิต ทั้งแบบกายภาพและแบบตัวเงิน ซึ่งได้มาจากการสรุปตัวแปรปัจจัยนำตามตารางที่ 1-4

ในส่วนของจำนวนตัวแปรนำเข้าในตัวแบบ ปัจจุบันยังไม่มีข้อกำหนดที่ชัดเจนว่า จำนวนหน่วยผลิตที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพควรมีจำนวนเท่าไร (Keskin & Köksal, 2019) Boussofiane Dyson และ Thanassoulis (1991) และ Parker (1999) เสนอว่า จำนวนหน่วยผลิตไม่ควรน้อยกว่าสามเท่าของจำนวนตัวแปรปัจจัยการผลิตคูณด้วยตัวแปรผลผลิต ทั้งนี้เพื่อให้เห็นความแตกต่างของค่าประสิทธิภาพที่ชัดเจน ซึ่งสอดคล้องกับ Pathomsiri และคณะ (2008) และ Cooper Seiford และ Zhu (2011) ที่อธิบายว่า จำนวนของหน่วยผลิตควรมีจำนวนไม่น้อยกว่าสมการที่ (5) เนื่องจากยิ่งหน่วยผลิตมีมากเท่าใด ข้อจำกัดของตัวแบบการวิเคราะห์การโอบล้อมข้อมูลในประเด็นของค่าความคลาดเคลื่อนยิ่งลดลง เนื่องจากจำนวนหน่วยผลิตที่มีขนาดเล็กจนเกินไป จะส่งผลให้ตัวแบบไม่สามารถแยกจำนวนหน่วยผลิตออกจากปัจจัยนำเข้าได้ โดย Lin และ Hong (2006) เห็นว่า หน่วยผลิตที่วิเคราะห์ไม่ควรมีจำนวนน้อยไปกว่าสองเท่าของผลรวมระหว่างปัจจัยนำเข้า

$$n \geq \max\{x \times y, 3(x + y)\} \qquad (5)$$

กำหนดให้ n คือจำนวนหน่วยผลิต

x คือจำนวนตัวแปรปัจจัยการผลิต

y คือจำนวนตัวแปรผลผลิต

สำหรับแนวทางในการเลือกตัวแบบเพื่อคำนวณค่าประสิทธิภาพนั้น Martín และ Roman (2001) แนะนำว่า ควรทำความเข้าใจลักษณะของการผลิตของหน่วยผลิตเป็นอันดับแรก เนื่องจากลักษณะของการผลิตจะเป็นเกณฑ์สำคัญในการเลือกตัวแบบการวิเคราะห์การโอบล้อมข้อมูล ทั้งนี้เพื่อให้ค่าประสิทธิภาพที่คำนวณออกมาได้สะท้อนประสิทธิภาพที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริง โดย Untong (2004) แนะนำเพิ่มเติมว่าควรพิจารณาถึงลักษณะโครงสร้างตลาด (Market Structure) ด้วย โดยหากลักษณะของโครงสร้างตลาดมีแนวโน้มไปทางการแข่งขันไม่สมบูรณ์ ตัวแบบที่อาศัยข้อสมมติของลักษณะการผลิตแบบให้ผลตอบแทนต่อขนาดแบบไม่คงที่ อย่าง The BCC Model ซึ่งสามารถคำนวณค่าคะแนนประสิทธิภาพทางเทคนิคภายใต้ข้อสมมติแบบผลตอบแทนต่อขนาดการผลิตแบบเพิ่มขึ้น (Increasing Returns to Scale) และผลตอบแทนต่อขนาดการผลิตแบบลดลง (Decreasing Returns to Scale) ย่อมมีความเหมาะสมมากกว่า The CCR Model ทั้งนี้เป็นเพราะลักษณะของโครงสร้างตลาดมีความสัมพันธ์กับลักษณะการผลิตและผลตอบแทนจากการผลิตของหน่วยธุรกิจ (Carlton & Perloff, 2015)

การศึกษาเชิงประจักษ์หลายชิ้นให้ข้อสรุปยืนยันลักษณะการผลิตแบบให้ผลตอบแทนต่อขนาดแบบไม่คงที่ของสนามบิน เช่น งานของ Lai และคณะ (2015) และ Keskin และ Köksal (2019) ที่แนะนำว่า ในกรณีของสนามบิน The BCC Model เหมาะสมกว่าในการนำมาประเมินประสิทธิภาพทั้งนี้เป็นเพราะโครงสร้างตลาดของสนามบินพาณิชย์มีลักษณะแข่งขันไม่สมบูรณ์อันเนื่องมาจากการกำกับดูแลของภาครัฐ ซึ่งสอดคล้องกับความเห็นของ Adler และ Liebert (2014) Forsyth (1984) และ Hooper (2002) ที่เสนอว่า สนามบินมีลักษณะของการผูกขาดตามธรรมชาติ (Natural Monopoly) อันเนื่องมาจากขนาดของการลงทุน ต้นทุนจม ขนาดของการของการดำเนินงาน และการประหยัดอันเนื่องมาจากขนาดการผลิต (Economies of Scale) ซึ่งการตั้งข้อสังเกตดังกล่าวได้รับการพิสูจน์ในเชิงประจักษ์จากงานของ Vogel (2006b) ที่พบว่า สนามบินขนาดกลางและขนาดเล็กภายในสหภาพยุโรปมีลักษณะผลตอบแทนต่อขนาดการผลิตแบบลดลง ในขณะที่ Barros และ Dieke (2007) ทำการวัดประสิทธิภาพทางเทคนิคของสนามบินจำนวน 31 แห่งในประเทศอิตาลี และรายงานว่า การผลิตของสนามบินในประเทศอิตาลีมีลักษณะให้ผลตอบแทนต่อขนาดแบบไม่คงที่ (Variable Return to Scale) ส่วนงานของ Assaf (2010) รายงานเพิ่มเติมว่าสนามบินในประเทศอังกฤษทั้ง 27 แห่ง มีลักษณะผลตอบแทนต่อขนาดทั้งแบบลดลง (Decreasing Return to Scale) และให้ผลตอบแทนแบบเพิ่มขึ้น (Increasing Return to Scale) เป็นต้น

แม้งานวิจัยหลายชิ้นมีการเลือกใช้ตัวแบบพื้นฐานระหว่าง The CCR Model และ The BCC Model นักวิจัยยังคงมีการพัฒนาตัวแบบการวิเคราะห์การโอบล้อมข้อมูลอย่างต่อเนื่อง (Additive Models) เพื่อแก้ไขข้อบกพร่องของการคำนวณค่าประสิทธิภาพทางเทคนิคของสนามบิน ยกตัวอย่าง เช่น ตัวแบบ Simple Cross-Efficiency (SXEF Model หรือ SCE Model) ตัวแบบ Aggressive Cross-Efficiency (AXEF Model) ตัวแบบ Ranked Efficiency (RCCR) ตัวแบบ Radii of Classification Rankings (GTR) ตัวแบบวิเคราะห์การโอบล้อมข้อมูลแบบ Assurance Region บนแนวคิดของ Analytic Hierarchy Process (AHP) หรือตัวแบบ AHP/DEA-AR Model ตัวแบบ The Slack-based Measure of Efficiency (SBM-DEA Model) ตัวแบบ Super Efficiency (A&P Model) ตัวแบบ Free Disposal Hull (FDH Model) ตัวแบบ Non-radial DEA ตัวแบบที่อาศัยแนวคิด Principal Components Analysis (PCA-DEA Model) การประยุกต์ตัวแบบโดยใช้การวัดแบบ Bounded Adjusted Measure (BAM-DEA Model) หรือแม้แต่การใช้ Slack-based Measure of Inefficiency (SBI Centralised DEA Model) แต่ตัวแบบพื้นฐานอย่าง The CCR Model และ The BCC Model ยังคงได้รับการแนะนำในการนำกลับมาใช้ในวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันดังตารางที่ 5 (Ahn & Min, 2014; Barros & Dieke, 2007; Gillen & Lall, 2001; Vogel, 2006b)

ตารางที่ 5 แนวทางการเลือกประเมินประสิทธิภาพทางเทคนิคของสนามบินพาณิชย์ในวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัย	การประเมินประสิทธิภาพทางเทคนิค		ตัวแบบการวิเคราะห์การโอบล้อมข้อมูลที่ใช้		
	พิจารณาด้านปัจจัยการผลิต	พิจารณาด้านผลผลิต	The CCR Model	The BCC Model	ตัวแบบการวิเคราะห์การโอบล้อมข้อมูลแบบประยุกต์
Gillen และ Lall (1997)		✓	✓		
Murillo-Melchor (1999)	✓		✓	✓	
Parker (1999)		✓	✓	✓	
Sarkis (2000)		✓	✓	✓	- ตัวแบบ Simple Cross-Efficiency (SXEF Model หรือ SCE Model) - ตัวแบบ Aggressive Cross-Efficiency (AXEF Model) - ตัวแบบ Ranked Efficiency (RCCR) - ตัวแบบ Radii of Classification Rankings (GTR Model)
Gillen และ Lall (2001)		✓		✓	
Martín และ Roman (2001)		✓	✓	✓	
Pels และคณะ (2001)	✓		✓		
Abbott และ Wu (2002)	✓	✓	✓	✓	
Fernandes และ Pacheco (2002)		✓	✓	✓	
Bazargan และ Vasigh (2003)		✓	✓		
Pacheco และ Fernandes (2003)	✓			✓	
Pels และคณะ (2003)	✓		✓	✓	
Barros และ Sampaio (2004)	✓		✓		
Sarkis และ Talluri (2004)		✓	✓		- ตัวแบบ Cross-Efficiency
Yoshida และ Fujimoto (2004)		✓	✓	✓	
Yu (2004)		✓	✓	✓	- ตัวแบบ Environment-adjusted Efficiency - ตัวแบบ Environment/undesirability-adjusted DEA
Lin และ Hong (2006)		✓	✓	✓	- ตัวแบบ Super Efficiency (A&P Model) - ตัวแบบ Free Disposal Hull (FDH Model) - ตัวแบบ Simple Cross-Efficiency (SXEF Model หรือ SCE Model)
Vogel (2006a)	✓		✓	✓	
Vogel (2006b)	✓				
Barros และ Dieke (2007)		✓	✓	✓	
Barros (2008)		✓	✓	✓	
Fung และคณะ (2008)		✓	✓		
Chi-Lok และ Zhang (2009)		✓	✓		

ตารางที่ 5 แนวทางการเลือกประเมินประสิทธิภาพทางเทคนิคของสนามบินพาณิชย์ในวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง (ต่อ)

ผู้วิจัย	การประเมินประสิทธิภาพทางเทคนิค		ตัวแบบการวิเคราะห์การโอบล้อมข้อมูลที่ใช้		
	พิจารณาด้านปัจจัยการผลิต	พิจารณาด้านผลผลิต	The CCR Model	The BCC Model	ตัวแบบการวิเคราะห์การโอบล้อมข้อมูลแบบประยุกต์
Lam และคณะ (2009)	✓		✓	✓	- ตัวแบบ The Slack-based Measure of Efficiency (SBM-DEA Model)
Assaf (2010)		✓	✓	✓	- ตัวแบบที่พัฒนาด้วยวิธี Bootstrapping
Yang (2010)		✓	✓	✓	
Yu (2010)	✓	✓		✓	- ตัวแบบ The Slack-based Measure of Efficiency (SBM-DEA Model)
Curi และคณะ (2011)		✓			- ตัวแบบที่พัฒนาด้วยวิธี Bootstrapping
Lozano และ Gutiérrez (2011)		✓		✓	- ตัวแบบ Non-radial
Tsekeris (2011)		✓	✓	✓	
Perelman และ Serebrisky (2012)		✓	✓	✓	
Adler Liebert และ Yazhemsky (2013)		✓			- ตัวแบบที่อาศัยแนวคิด Principal Components Analysis (PCA-DEA Model) - ตัวแบบ Network
Adler Ülkü และ Yazhemsky (2013)		✓			- ตัวแบบการวัดแบบ Bounded Adjusted Measure (BAM-DEA Model)
Ahn และ Min (2014)		✓	✓	✓	- ตัวแบบ Super-efficiency
Lai และคณะ (2015)	✓	✓	✓	✓	- ตัวแบบวิเคราะห์การโอบล้อมข้อมูลแบบ Assurance Region บนแนวคิดของ Analytic Hierarchy Process (AHP) หรือตัวแบบ AHP/DEA-AR Model
Gutiérrez และ Lozano (2016)		✓		✓	- ตัวแบบ Augmented Weighted Tchebycheff
Ripoll-Zarraga และ Lozano (2019)	✓				- ตัวแบบ Slack-based Measure of Inefficiency (SBI Centralised DEA Model)
Keskin และ Köksal (2019)		✓		✓	- ตัวแบบวิเคราะห์การโอบล้อมข้อมูลแบบ Assurance Region บนแนวคิดของ Analytic Hierarchy Process (AHP) หรือตัวแบบ AHP/DEA-AR Model
รวม	12	29	27	26	23

ที่มา: จากการทบทวนวรรณกรรม

นอกจากนี้ Gillen และ Lall (1997) Oum Adler และ Yu (2006) Lai และคณะ (2015) และ Keskin และ Köksal (2019) อธิบายเพิ่มเติมว่า การประเมินประสิทธิภาพทางเทคนิคของสนามบินควรพิจารณาในมุมมองทางด้านผลผลิต เนื่องจากปัจจัยการผลิตของสนามบินเป็นการลงทุนในระยะยาว เช่น การสร้างสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ อาคารผู้โดยสาร การสร้างทางวิ่งขึ้น ลานจอดรถ เป็นต้น ซึ่งการปรับเปลี่ยนส่วนผสมของปัจจัยการผลิตเพื่อลดต้นทุนการผลิตในระยะสั้นจึงทำได้ยาก นอกจากนี้ Barros และ Dieke (2007) Curi และคณะ (2011) และ Tsekeris (2011) ยังอธิบายเพิ่มเติมอีกว่า สนามพาณิชย์มีเป้าหมายในการเพิ่มผลผลิตให้ได้มากที่สุด (Output Maximization) ด้วยการให้บริการทั้งสายการบินและผู้โดยสารภายใต้ทรัพยากรที่ตนเองมีอยู่ ดังนั้นการเลือกพิจารณาในมุมมองของผลผลิตเหมาะสมกว่าการพิจารณาทางด้านปัจจัยการผลิต

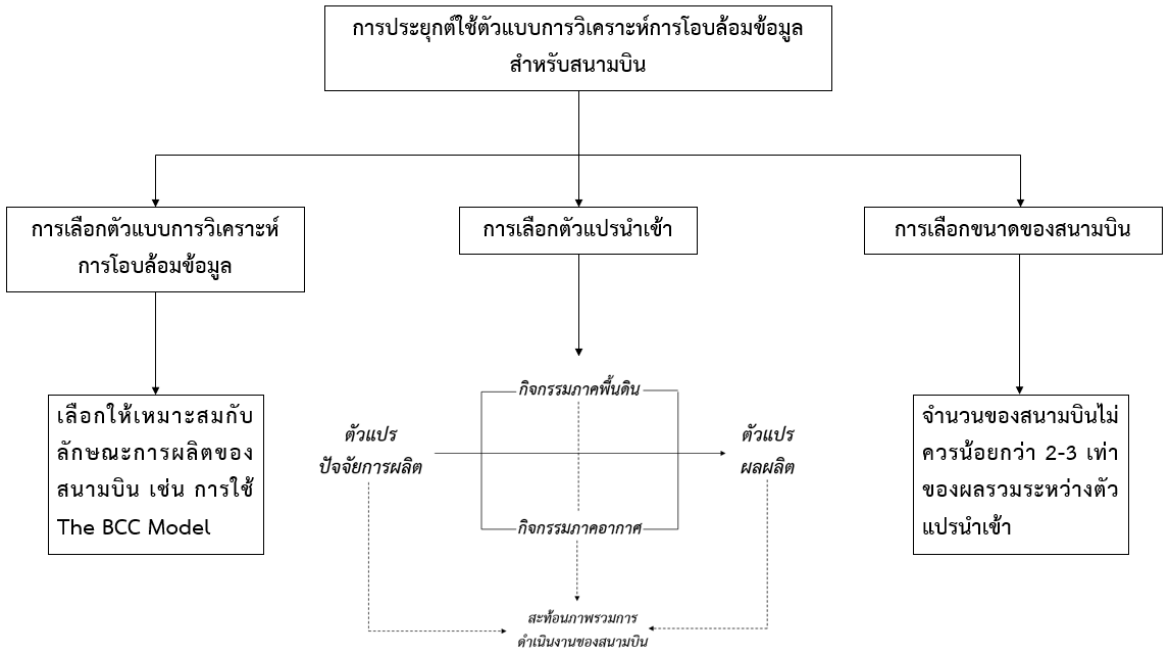
จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องเห็นได้ว่า การพิจารณาเลือกใช้ตัวแปรนำเข้าทั้งในส่วนของตัวแปรปัจจัยการผลิตและตัวแปรผลผลิตนั้นขึ้นอยู่กับจำนวนของสนามบินที่ต้องการประเมินประสิทธิภาพเทคนิค ซึ่งหากจำนวนสนามบินที่ต้องการวัดผลการดำเนินงานมีมากเท่าไร จำนวนตัวแปรนำเข้าจะสามารถเพิ่มได้มากขึ้นเท่านั้น ซึ่งปริมาณของสนามบินจะส่งผลให้การคำนวณค่าประสิทธิภาพมีความแม่นยำ และลดจุดด้อยของตัวแบบการวิเคราะห์การโอบล้อมข้อมูลจากประเด็นของค่าความคลาดเคลื่อนได้ดีมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ตัวแปรนำเข้าควรเป็นตัวแปรที่สามารถสะท้อนผลการดำเนินงานในภาพรวมของสนามบินได้มากที่สุดทั้งในส่วนของปัจจัยการผลิตและผลผลิต โดยการเลือกตัวแบบการวิเคราะห์การโอบล้อมข้อมูลนั้น ข้อมูลจากการทบทวนวรรณกรรมแสดงถึงการประเมินประสิทธิภาพทางเทคนิคที่เน้นหนักไปที่การพิจารณาในมุมมองทางด้านผลผลิตมากกว่าปัจจัยการผลิต ทั้งนี้เป็นเพราะปัจจัยการผลิตของสนามบินไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ในระยะสั้น เช่น ขนาดของทางวิ่งขึ้น หรืออาคารผู้โดยสาร อีกทั้งข้อสมมติจากการดำเนินธุรกิจของสนามบินที่มุ่งเน้นการบริหารงานเพื่อผลผลิตสูงสุด (Output Maximization) ซึ่งสอดรับการปรับนโยบายการพัฒนาสนามบินเชิงพาณิชย์ (Commercialization) ของภาครัฐในปัจจุบัน โดยแบบจำลองที่นิยมนำมาใช้ในการประเมินยังคงเป็นตัวแบบการวิเคราะห์การโอบล้อมข้อมูลแบบพื้นฐานที่พัฒนาขึ้นโดย Charnes และคณะ (1978) และ Banker และคณะ (1984) ควบคู่ไปกับตัวแบบแบบประยุกต์ที่ได้รับการพัฒนาเพื่อลดข้อจำกัดของตัวแบบพื้นฐาน ซึ่งในปัจจุบันมีซอฟต์แวร์จำนวนมากที่อำนวยความสะดวกในการคำนวณค่าประสิทธิภาพ เช่น DEAP, DEAOS, DEAFrontier, DEA Solver, MaxDEA, pyDEA หรือแม้แต่ Microsoft Excel ก็สามารถใช้ได้เช่นเดียวกัน

บทสรุปและข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในอนาคต

การประเมินผลการดำเนินงานและยกระดับประสิทธิของสนามบินได้รับความสนใจจากภาครัฐและฝ่ายบริหารของสนามบินในช่วงหลายสิบปีที่ผ่านมา อันเนื่องมาจากแรงกดดันของการขยายตัวอุปสงค์การเดินทางโดยสารด้วยเครื่องบิน สนามบินจึงต้องมีการปรับตัวให้สอดรับการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมทางธุรกิจที่เกิดขึ้น ดังนั้นงานศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการวัดและพัฒนาประสิทธิภาพของสนามบินจึงได้รับความสนใจอย่างแพร่หลาย ซึ่งตัวแบบการวิเคราะห์การโอบล้อมข้อมูลเป็นหนึ่งในเครื่องมือที่ได้รับการประยุกต์ใช้ทั้งนี้เนื่องมาจากจุดเด่นในเรื่องของข้อสมมติทางด้านการใช้ข้อมูลนำเข้าที่ยืดหยุ่นกว่าเครื่องมือในการประเมินประสิทธิภาพทางเทคนิคในรูปแบบอื่น ๆ อาทิ การใช้ข้อมูลแบบกายภาพมาเป็นตัวแปรนำเข้าตัวแบบการวิเคราะห์การโอบล้อมข้อมูล โดยไม่จำเป็นต้องอาศัยข้อมูลทางด้านราคา ซึ่งมักเป็นข้อจำกัดในการจัดเก็บสำหรับการวัดประสิทธิภาพของสนามบิน จึงไม่น่าแปลกใจที่ตัวแบบการวิเคราะห์การโอบล้อมข้อมูลได้รับความนิยมในวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ดังนั้นบทความนี้จึงมีวัตถุประสงค์ในการนำเสนอกรอบแนวคิดและทฤษฎีอันเป็นพื้นฐานในการอธิบายตัวแบบการวิเคราะห์การโอบล้อมข้อมูลควบคู่ไป

กับการอธิบายแนวทางการประยุกต์ใช้ตัวแบบ สำหรับกรอบแนวคิดเพื่อใช้เป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้ตัวแบบการวิเคราะห์การโอบล้อมข้อมูลซึ่งสังเคราะห์ได้จากการทบทวนวรรณกรรมนั้น สามารถอธิบายได้ดังภาพที่ 4 และมีข้อสรุปดังต่อไปนี้

ในการเลือกตัวแปรนำเข้าตัวแบบการวิเคราะห์การโอบล้อมข้อมูลทั้งในส่วนตัวแปรปัจจัยการผลิตและปัจจัยผลผลิตนั้น แม้ยังไม่มีข้อสรุปที่ระบุแน่ชัดว่าควรใช้ตัวแปรนำเข้าเป็นจำนวนเท่าไร และควรใช้ตัวแปรนำเข้าประเภทไหน ผู้วิจัยควรเลือกตัวแปรนำเข้าที่สามารถสะท้อนภาพรวมของการดำเนินงานของสนามบินทั้งหมดทั้งในส่วนของปัจจัยการผลิตและปัจจัยผลผลิต โดยให้ครอบคลุมกิจกรรมการผลิตทั้งในส่วนของภาคพื้นดินและภาคอากาศ ซึ่งตัวแปรนำเข้าที่ใช้สามารถเป็นปัจจัยแบบตัวเงินหรือปัจจัยแบบกายภาพก็ได้ ขึ้นอยู่กับข้อมูลของสนามบินที่ผู้วิจัยสามารถเข้าถึงได้และความสนใจในการพิจารณาประสิทธิภาพของปัจจัยการผลิตประเภทนั้น นอกจากนี้ จำนวนสนามบินที่ใช้ในการคำนวณค่าประสิทธิภาพไม่ควรมีจำนวนน้อยจนเกินไป กล่าวคือ ควรมีจำนวนไม่น้อยกว่าสองถึงสามเท่าของผลรวมระหว่างปัจจัยนำเข้า เนื่องจากตัวแบบการวิเคราะห์การโอบล้อมข้อมูลไม่สามารถแยกระหว่างจำนวนหน่วยผลิตและจำนวนตัวแปรนำเข้าได้อย่างชัดเจน ซึ่งอาจส่งผลต่อความแม่นยำของการคำนวณค่าประสิทธิภาพได้ โดยข้อมูลทุติยภูมิที่ใช้ในส่วนของปัจจัยนำเข้า หากผู้วิจัยสามารถจัดเก็บข้อมูลและใช้ข้อมูลแบบอนุกรมเวลา (Time-series Data) ได้ ย่อมทำให้ผู้วิจัยสังเกตเห็นระดับการเปลี่ยนแปลงของประสิทธิภาพทางเทคนิคระหว่างช่วงเวลา รวมถึงความคงเส้นคงวา (Stability) และแนวโน้มของค่าคะแนนประสิทธิภาพทางเทคนิคที่ชัดเจนขึ้น ซึ่งแนวโน้มดังกล่าวจะสะท้อนความสามารถในการบริหารจัดการสนามบินพาณิชย์



ภาพที่ 4 กรอบแนวคิดในการพิจารณาเลือกตัวแปรนำเข้าตัวแบบการวิเคราะห์โอบล้อมข้อมูล

ในส่วนของการเลือกตัวแบบการวิเคราะห์การโอบล้อมข้อมูลนั้น หากผู้วิจัยต้องการใช้ตัวแบบการวิเคราะห์การโอบล้อมข้อมูลแบบประยุกต์ในการประเมินประสิทธิภาพทางเทคนิคสำหรับสนามบิน ผู้วิจัยควรมีการนำตัวแบบ The BCC Model มาใช้เป็นตัวแบบพื้นฐานในการประเมินประสิทธิภาพทางเทคนิคของสนามบิน เหตุผลสำคัญได้แก่ ความสอดคล้องระหว่างข้อสมมติระหว่าง

The BCC Model และลักษณะการผลิตของสนามบินที่มีผลตอบแทนต่อขนาดแบบผันแปร ทั้งนี้เพื่อให้ผู้วิจัยเห็นความแตกต่างระหว่างค่าคะแนนประสิทธิภาพที่คำนวณโดยตัวแบบการวิเคราะห์การโอบล้อมข้อมูลแบบประยุกต์ที่ผู้วิจัยสนใจกับค่าคะแนนที่คำนวณได้จาก The BCC Model นอกจากนี้ผู้วิจัยสามารถเลือกประเมินประสิทธิภาพทางเทคนิคได้ทั้งจากมุมมองทางด้านปัจจัยการผลิตและผลผลิต ขึ้นอยู่กับการให้ความสนใจของผู้ศึกษาว่ามีการตั้งข้อสังเกตอย่างไรระหว่างการปรับสัดส่วนของปัจจัยการผลิตหรือพิจารณาการผลิตเพื่อผลผลิตสูงสุด ซึ่งจากสภาพความเป็นจริงของการดำเนินงานของสนามบิน การประเมินประสิทธิภาพทางเทคนิคโดยมุ่งเน้นมุมมองทางด้านผลผลิตจะได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ และสามารถนำไปใช้ประกอบการตัดสินใจในการบริหารสนามบินได้อย่างทันท่วงที เมื่อเปรียบเทียบกับการประเมินประสิทธิภาพทางเทคนิคแบบมุ่งเน้นมุมมองทางด้านปัจจัยการผลิต ทั้งนี้เป็นเพราะการปรับเปลี่ยนปัจจัยการผลิตของสนามบินในช่วงเวลาระยะสั้นนั้นไม่สามารถทำได้ เนื่องจากลักษณะการผลิตของสนามบินเป็นการผลิตที่เน้นหนักในการใช้เงินลงทุนทั้งยังใช้เวลาในการก่อสร้างอีกด้วย

อย่างไรก็ตามการใช้ตัวแบบการวิเคราะห์การโอบล้อมข้อมูลเพื่อวัดประสิทธิภาพทางเทคนิคของสนามบินเพียงอย่างเดียวผลผลัพธ์ที่ได้เป็นเพียงข้อมูลในภาพกว้างเท่านั้น ซึ่งอาจยังไม่เพียงพอสำหรับฝ่ายบริหารในการวางแผนกลยุทธ์เพื่อสร้างความได้เปรียบในเชิงแข่งขันให้กับสนามบิน ดังนั้น การศึกษาในอนาคตอาจพิจารณาใช้วิธีการการวิเคราะห์ข้อมูลในรูปแบบอื่นเพิ่มเติมจากการประเมินประสิทธิภาพทางเทคนิคของสนามบินที่สามารถระบุถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของสนามบิน เช่น อาจใช้การออกแบบระเบียบวิธีวิจัยที่ใช้ลักษณะของการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ (Qualitative Analysis) เพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงลึกจากผู้มีส่วนได้เสียของสนามบินมาประกอบการกำหนดแผนพัฒนาสนามบินในเชิงพาณิชย์ อันจะทำให้การพัฒนาผลการดำเนินของสนามบินได้รับการปรับปรุงตรงตามประเด็นที่เกี่ยวข้องต่อไปในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

บทความนี้เป็นส่วนหนึ่งของดุษฎีนิพนธ์ สาขาการจัดการการท่องเที่ยวและบริการแบบบูรณาการ คณะการจัดการการท่องเที่ยว สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ ชื่อเรื่อง “Airport Technical Efficiency and Innovative Business Models: A Case of Regional Airports in Thailand” ผู้เขียนขอขอบพระคุณผู้ประเมินบทความทั้งสองท่าน ซึ่งมีส่วนสำคัญในการช่วยให้บทความนี้ มีความสมบูรณ์และมีคุณค่าในทางวิชาการเพิ่มขึ้น คำแนะนำจากผู้ประเมินบทความจะช่วยผลักดันให้ผู้วิจัยปรับปรุงและพัฒนางานเขียนในเชิงวิชาการให้ดีต่อไปในอนาคต

References

Abbott, M., & Wu, S. (2002). Total factor productivity and efficiency of Australian airports. *Australian Economic Review, 35*(3), 244-260.

Adler, N., & Liebert, V. (2014). Joint impact of competition, ownership form and economic regulation on airport performance and pricing. *Transportation Research Part A: Policy and Practice, 64*, 92-109.

Adler, N., Liebert, V., & Yazhemsky, E. (2013). Benchmarking airports from a managerial perspective. *Omega, 41*(2), 442-458.

Adler, N., Ülkü, T., & Yazhemsky, E. (2013). Small regional airport sustainability: Lessons from benchmarking. *Journal of Air Transport Management, 33*, 22-31.

Ahn, Y.-H., & Min, H. (2014). Evaluating the multi-period operating efficiency of international airports using data envelopment analysis and the Malmquist productivity index. *Journal of Air Transport Management, 39*, 12-22.

Airport Council International. (2017). *ACI policy brief: Airport ownership, economic regulation and financial performance*. Canada: Airports Council International.

Andrew, D. (2012). Institutional policy innovation in aviation. *Journal of Air Transport Management, 21*, 36-39.

Assaf, A. G. (2010). Bootstrapped scale efficiency measures of UK airports. *Journal of Air Transport Management, 16*(1), 42-44. Doi:10.1016/j.jairtraman.2009.03.001

Assaf, A. G., & Josiassen, A. (2016). Frontier analysis: A state-of-the-art review and meta-analysis. *Journal of Travel Research, 55*(5), 612-627.

Banker, R. D., Charnes, A., & Cooper, W. W. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management science, 30*(9), 1078-1092.

Barros, C. P. (2008). Airports in Argentina: Technical efficiency in the context of an economic crisis. *Journal of Air Transport Management, 14*(6), 315-319.

Barros, C. P., & Dieke, P. U. (2007). Performance evaluation of Italian airports: A data envelopment analysis. *Journal of Air Transport Management, 13*(4), 184-191.

Barros, C. P., Liang, Q. B., & Peypoch, N. (2013). The efficiency of French regional airports: An inverse B-convex analysis. *International journal of production economics, 141*(2), 668-674. Doi:https:10.1016/j.ijpe.2012.10.007

Barros, C. P., & Sampaio, A. (2004). Technical and allocative efficiency in airports. *International Journal of Transport Economics/Rivista internazionale di economia dei trasporti, 31*(3), 355-377.

Bazargan, M., & Vasigh, B. (2003). Size versus efficiency: A case study of US commercial airports. *Journal of Air Transport Management, 9*(3), 187-193. Doi:10.1016/S0969-6997(02)00084-4

Boussofiane, A., Dyson, R. G., & Thanassoulis, E. (1991). Applied data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research, 52*(1), 1-15.

Carlton, D. W., & Perloff, J. M. (2015). *Modern Industrial Organization*. England: Pearson Higher Ed.

Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research, 2*(6), 429-444.

Chi-Lok, A. Y., & Zhang, A. (2009). Effects of competition and policy changes on Chinese airport productivity: An empirical investigation. *Journal of Air Transport Management, 15*(4), 166-174. Doi:10.1016/j.jairtraman.2008.09.003

Cook, W. D., & Zhu, J. (2008). *Data Envelopment Analysis: Modeling Operational Processes and Measuring Productivity*. USA: CreateSpace

Cooper, W. W., Seiford, L. M., & Tone, K. (2006). *Introduction to Data Envelopment Analysis and Its Uses: With DEA-solver Software and References*. New York: Springer.

Cooper, W. W., Seiford, L. M., & Zhu, J. (Ed.). (2011). *Handbook on Data Envelopment Analysis*. New York: Springer Science & Business Media.

Curi, C., Gitto, S., & Mancuso, P. (2010). The Italian airport industry in transition: a performance analysis. *Journal of Air Transport Management, 16*(4), 218-221. Doi:10.1016/j.jairtraman.2009.11.001

Curi, C., Gitto, S., & Mancuso, P. (2011). New evidence on the efficiency of Italian airports: A bootstrapped DEA analysis. *Socio-Economic Planning Sciences, 45*(2), 84-93.

Farrell, M. J. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General), 120*(3), 253-290.

Fernandes, E., & Pacheco, R. R. (2002). Efficient use of airport capacity. *Transportation Research Part A: Policy and Practice, 36*(3), 225-238. Doi:10.1016/S0965-8564(00)00046-X

Forsyth, P. (1984). Airlines and airports: Privatisation, competition and regulation. *Fiscal Studies, 5*(1), 61-75.

Fung, M. K. Y., Wan, K. K. H., Van Hui, Y., & Law, J. S. (2008). Productivity changes in Chinese airports 1995–2004. *Transport Research Part E: Logistics Transportation Review, 44*(3), 521-542.

Gillen, D., & Lall, A. (1997). Developing measures of airport productivity and performance: An application of data envelopment analysis. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 33*(4), 261-273.

Gillen, D., & Lall, A. (2001). Non-parametric measures of efficiency of US airports. *International Journal of Transport Economics, 28*(3), 283-306.

Graham, A. (2005). Airport benchmarking: A review of the current situation. *Benchmarking: An international journal, 12*(2), 99-111.

Gutiérrez, E., & Lozano, S. (2016). Efficiency assessment and output maximization possibilities of European small and medium sized airports. *Research in Transportation Economics, 56*, 3-14. Doi:10.1016/j.retrec.2016.07.001

Homburg, C. (2001). Using data envelopment analysis to benchmark activities. *International Journal of Production Economics, 73*(1), 51-58.

Hooper, P. (2002). Privatization of airports in Asia. *Journal of Air Transport Management, 8*(5), 289-300.

Humphreys, I. (1999). Privatisation and commercialisation: Changes in UK airport ownership patterns. *Journal of Transport Geography, 7*(2), 121-134.

Humphreys, I., & Francis, G. (2002). Performance measurement: A review of airports. *International journal of transport management, 1*(2), 79-85.

Keskin, B., & Köksal, C. D. (2019). A hybrid AHP/DEA-AR model for measuring and comparing the efficiency of airports. *International Journal of Productivity and Performance Management, 68*(3), 524-541.

Kutlu, L., & McCarthy, P. (2016). US airport ownership, efficiency, and heterogeneity. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 89*, 117-132.

Lai, P. L., Potter, A., & Beynon, M. (2012). The development of benchmarking techniques in airport performance evaluation research. *Transportation Journal, 51*(3), 305-337.

Lai, P. L., Potter, A., Beynon, M., & Beresford, A. (2015). Evaluating the efficiency performance of airports using an integrated AHP/DEA-AR technique. *Transport Policy, 42*, 75-85.

Lam, S. W., Low, J. M., & Tang, L. C. (2009). Operational efficiencies across Asia Pacific airports. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 45*(4), 654-665.

Liebert, V., & Niemeier, H.-M. (2013). A survey of empirical research on the productivity and efficiency measurement of airports. *Journal of Transport Economics and Policy (JTEP), 47*(2), 157-189.

Lin, L., & Hong, C. (2006). Operational performance evaluation of international major airports: An application of data envelopment analysis. *Journal of Air Transport Management, 12*(6), 342-351.

Lozano, S., & Gutiérrez, E. (2011). Efficiency analysis and target setting of Spanish airports. *Networks and Spatial Economics, 11*(1), 139-157.

Martín, J. C., & Roman, C. (2001). An application of DEA to measure the efficiency of Spanish airports prior to privatization. *Journal of Air Transport Management, 7*(3), 149-157.

Martín, J. C., Román, C., & Voltes-Dorta, A. (2009). A stochastic frontier analysis to estimate the relative efficiency of Spanish airports. *Journal of Productivity Analysis, 31*(3), 163-176.

Merkert, R., & Mangia, L. (2014). Efficiency of Italian and Norwegian airports: A matter of management or of the level of competition in remote regions?. *Transportation Research Part A: Policy and Practice, 62*, 30-38. Doi:10.1016/j.tra.2014.02.007

Murillo-Melchor, C. (1999). An analysis of technical efficiency and productivity changes in Spanish airports using the Malmquist index. *International Journal of Transport Economics, 26*(2).

Oum, T. H., Adler, N., & Yu, C. (2006). Privatization, corporatization, ownership forms and their effects on the performance of the world's major airports. *Journal of Air Transport Management, 12*(3), 109-121.

Oum, T. H., Yan, J., & Yu, C. (2008). Ownership forms matter for airport efficiency: A stochastic frontier investigation of worldwide airports. *Journal of Urban Economics, 64*(2), 422-435.

Oum, T. H., Yu, C., & Fu, X. (2003). A comparative analysis of productivity performance of the world's major airports: Summary report of the ATRS global airport benchmarking research report—2002. *Journal of Air Transport Management, 9*(5), 285-297.

Pacheco, R. R., & Fernandes, E. (2003). Managerial efficiency of Brazilian airports. *Transportation Research Part A: Policy and Practice, 37*(8), 667-680. Doi:10.1016/S0965-8564(03)00013-2

Parker, D. (1999). The performance of BAA before and after privatisation: A DEA study. *Journal of Transport Economics and Policy*, 133-145.

Pathomsiri, S. (2006). *Assessment of productive efficiency of airports* (Doctoral of Philosophy). University of Maryland, College Park.

Pathomsiri, S., Haghani, A., Dresner, M., & Windle, R. (2008). Impact of undesirable outputs on the productivity of US airports. *Transport Research Part E: Logistics Transportation Review, 44*(2), 235-259.

Pels, E., Nijkamp, P., & Rietveld, P. (2001). Relative efficiency of European airports. *Transport Policy, 8*(3), 183-192.

Pels, E., Nijkamp, P., & Rietveld, P. (2003). Inefficiencies and scale economies of European airport operations. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 39*(5), 341-361.

Perelman, S., & Serebrisky, T. (2012). Measuring the technical efficiency of airports in Latin America. *Utilities Policy, 22*, 1-7. Doi:10.1016/j.jup.2012.02.001

Ripoll-Zarraga, A. E., & Lozano, S. (2019). A centralised DEA approach to resource reallocation in Spanish airports. *Annals of Operations Research*, 1-32. Doi:10.1007/s10479-019-03271-6

Sarkis, J. (2000). An analysis of the operational efficiency of major airports in the United States. *Journal of Operations management, 18*(3), 335-351.

Sarkis, J., & Talluri, S. (2004). Performance based clustering for benchmarking of US airports. *Transportation Research Part A: Policy and Practice, 38*(5), 329-346. Doi:10.1016/j.tra.2003.11.001

Scotti, D., Malighetti, P., Martini, G., & Volta, N. (2012). The impact of airport competition on technical efficiency: A stochastic frontier analysis applied to Italian airport. *Journal of Air Transport Management, 22*, 9-15. Doi:10.1016/j.jairtraman.2012.01.003

Tsekeris, T. (2011). Greek airports: Efficiency measurement and analysis of determinants. *Journal of Air Transport Management, 17*(2), 140-142. Doi:10.1016/j.jairtraman.2010.06.002

Untong, A. (2004). *DEAP 2.1 Manual for Efficiency Analyzing by Data Envelopment Analysis*. Chiangmai: Social Research Institute.

Vogel, H.-A. (2006a). Airport Privatisation: Ownership Structure and Financial Performance of European Commercial Airports. *Competition and Regulation in Network Industries, 1*(2), 139-162. Doi:10.1177/178359170600100203

Vogel, H.-A. (2006b). Impact of privatisation on the financial and economic performance of European airports. *The Aeronautical Journal, 110*(1106), 197-213.

Wojcik, V., Dyckhoff, H., & Clermont, M. (2018). Is data envelopment analysis a suitable tool for performance measurement and benchmarking in non-production contexts? *Business Research*, 1-37.

Yang, H.-H. (2010). Measuring the efficiencies of Asia–Pacific international airports–parametric and non-parametric evidence. *Computer and Industrial Engineering, 59*(4), 697-702.

Yoshida, Y., & Fujimoto, H. (2004). Japanese-airport benchmarking with the DEA and endogenous-weight TFP methods: Testing the criticism of overinvestment in Japanese regional airports. *Transport Research Part E: Logistics Transportation Review, 40*(6), 533-546.

Yu, M.-M. (2004). Measuring physical efficiency of domestic airports in Taiwan with undesirable outputs and environmental factors. *Journal of Air Transport Management, 10*(5), 295-303. Doi:10.1016/j.jairtraman.2004.04.001

Yu, M.-M. (2010). Assessment of airport performance using the SBM-NDEA model. *Omega, 38*(6), 440-452. Doi:10.1016/j.omega.2009.11.003