



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ

“การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของอุตสาหกรรมไทยรายสาขา
กับการแข่งขันในระดับโลก”

โดย

มูลนิธิสถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย

กรกฎาคม 2555

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ

“การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของอุตสาหกรรมไทยรายสาขา กับการแข่งขันในระดับโลก”

คณะผู้วิจัย

- ดร. นณริฏ พิศลยบุตร
- ดร. ภาณุทัต สัชฌะไชย

สังกัด

มูลนิธิสถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

สารบัญ

บทสรุปผู้บริหาร

บทคัดย่อ

1. บทนำ (Introduction).....	1
2. วรรณกรรมปริทัศน์ (Literature Reviews)	4
(2.1) Production Frontier และควมมีประสิทธิภาพทางเทคนิค (Technical Efficiency)	4
(2.2) แบบจำลอง Stochastic Frontier.....	5
(2.3) การแยกการเจริญเติบโตทางเศรษฐศาสตร์ (Economic Growth Decomposition).....	9
3. กรอบแนวคิด (Conceptual Framework)	12
(3.1) แบบจำลอง (Model)	14
(3.2) วิธีการประมาณการ	16
4. ฐานข้อมูล.....	18
5. ผลการศึกษา.....	20
(5.1) ผลทางเศรษฐกิจ.....	20
(5.2) ผลทางเศรษฐศาสตร์.....	34
6. บทวิเคราะห์และข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย.....	39
(6.1) อุตสาหกรรมที่มีความโดดเด่น ภายใต้กรอบของประสิทธิภาพทางการผลิต.....	39
(6.2) รูปแบบการสนับสนุนที่เหมาะสมต่อการพัฒนาประสิทธิภาพทางการผลิต	39
7. บทสรุป	42
8. บรรณานุกรม.....	43
ภาคผนวก ก	47
ภาคผนวก ข: มาตรฐานการแบ่งภาคอุตสาหกรรมระดับสากลอันดับที่สาม (International Standard Industrial Classification, ISIC-Rev.3).....	47

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1 : เปรียบเทียบต้นทุนแรงงานในอุตสาหกรรมสิ่งทอของประเทศไทยกับประเทศอื่นๆ.....	2
ตารางที่ 2 : แหล่งข้อมูลสำหรับฐานข้อมูลอุตสาหกรรมทั่วไป.....	19
ตารางที่ 3 : แหล่งข้อมูลสำหรับฐานข้อมูลอุตสาหกรรมแบบเฉพาะเจาะจง	19
ตารางที่ 4 : ค่าประมาณการควมมีประสิทธิภาพทางเทคนิคของอุตสาหกรรมภาพรวม ภายใต้แบบจำลอง Stochastic Frontier with Time-invariant Technical Inefficiency ที่ฟังก์ชันการผลิตเป็น Cobb-Douglas.....	21

ตารางที่ 5:	ค่าเฉลี่ยค่าประมาณการความมีประสิทธิภาพทางเทคนิคของอุตสาหกรรมภาพรวม ภายใต้แบบจำลอง Stochastic Frontier with Time-varying Technical Inefficiency ที่ฟังก์ชันการผลิตเป็น Cobb-Douglas.....	22
ตารางที่ 6:	ค่าประมาณการความมีประสิทธิภาพทางเทคนิคของอุตสาหกรรมภาพรวม ภายใต้แบบจำลอง Stochastic Frontier with Time-invariant Technical Inefficiency ที่ฟังก์ชันการผลิตเป็น Translog.....	23
ตารางที่ 7:	ค่าเฉลี่ยค่าประมาณการความมีประสิทธิภาพทางเทคนิคของอุตสาหกรรมภาพรวม ภายใต้แบบจำลอง Stochastic Frontier with Time-varying Technical Inefficiency ที่ฟังก์ชันการผลิตเป็น Translog.....	24
ตารางที่ 8:	ค่าประมาณการความมีประสิทธิภาพทางเทคนิคของอุตสาหกรรมแบบเฉพาะเจาะจง ภายใต้แบบจำลอง Stochastic Frontier with Time-invariant Technical Inefficiency ที่ฟังก์ชันการผลิตเป็น Cobb-Douglas.....	25
ตารางที่ 9:	ค่าเฉลี่ยค่าประมาณการความมีประสิทธิภาพทางเทคนิคของอุตสาหกรรมแบบเฉพาะเจาะจง ภายใต้แบบจำลอง Stochastic Frontier with Time-varying Technical Inefficiency ที่ฟังก์ชันการผลิตเป็น Cobb-Douglas.....	27
ตารางที่ 10:	ค่าประมาณการความมีประสิทธิภาพทางเทคนิคของอุตสาหกรรมแบบเฉพาะเจาะจง ภายใต้แบบจำลอง Stochastic Frontier with Time-invariant Technical Inefficiency ที่ฟังก์ชันการผลิตเป็น Translog.....	29
ตารางที่ 11:	ค่าเฉลี่ยค่าประมาณการความมีประสิทธิภาพทางเทคนิคของอุตสาหกรรมแบบเฉพาะเจาะจง ภายใต้แบบจำลอง Stochastic Frontier with Time-varying Technical Inefficiency ที่ฟังก์ชันการผลิตเป็น Translog.....	31

สารบัญรูป

รูปที่ 1 :	การลงทุนวิจัยและพัฒนากับการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเศรษฐกิจของเกาหลี.....	3
รูปที่ 2:	เปรียบเทียบประสิทธิภาพทางการผลิตของอุตสาหกรรมทั่วไปของไทยกับประเทศที่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคสูงสุด (ภายใต้แบบจำลอง Stochastic Frontier with Time-invariant Technical Inefficiency).....	35
รูปที่ 3:	การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพการผลิตของอุตสาหกรรมทั่วไปของไทย ระหว่างปี 2543 และ 2548 (ภายใต้แบบจำลอง Stochastic Frontier with Time-varying Technical Inefficiency).....	36
รูปที่ 4:	ประสิทธิภาพการผลิตของอุตสาหกรรม manufacturing รายสาขาของประเทศไทยกับประสิทธิภาพการผลิตสูงสุดของอุตสาหกรรมนั้นๆ (ภายใต้แบบจำลอง Stochastic Frontier with Time-invariant Technical Inefficiency).....	37
รูปที่ 5:	การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพการผลิตของอุตสาหกรรมรายสาขาของประเทศไทย ระหว่างปี พ.ศ. 2532-2541 (ภายใต้แบบจำลอง Stochastic Frontier with Time-varying Technical Inefficiency).....	38
รูปที่ 6:	ระยะห่างจากระดับประสิทธิภาพทางการผลิตสูงสุดในแต่ละอุตสาหกรรมรวมเมื่อเปรียบเทียบกับอุตสาหกรรมทั่วไปของไทย และนโยบายสนับสนุนที่เหมาะสม.....	40
รูปที่ 7:	ระยะห่างจากประสิทธิภาพทางการผลิตสูงสุดของอุตสาหกรรม manufacturing รายสาขาของไทย และนโยบายสนับสนุนที่เหมาะสม.....	41

สรุปรายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 2

สรุปโครงการวิจัย

บทสรุปผู้บริหาร (Executive Summary)

ในการพัฒนาประเทศกำลังพัฒนาไปสู่การเป็นประเทศที่พัฒนาแล้ว ประเทศจำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยนการผลิตจากการผลิตสินค้าที่ใช้แรงงานเป็นหลัก (Labor-intensive goods) ไปสู่การผลิตที่ใช้สินค้าทุนเป็นหลัก (Capital-intensive goods) ทั้งนี้ ปัญหาสำคัญที่ประเทศเหล่านี้จะต้องประสบ ก็คือ ในช่วงที่ประเทศอยู่ระหว่างการปรับเปลี่ยนการผลิติดังนั้น ต้นทุนทางด้านแรงงานและปัจจัยพื้นฐานจะสูงกว่าประเทศกำลังพัฒนาที่ใช้แรงงานเป็นหลัก ในขณะที่ระดับสินค้าทุนในประเทศก็ยังไม่มีความเข้มข้นเพียงพอเมื่อเทียบกับประเทศที่พัฒนาแล้วซึ่งใช้สินค้าทุนเป็นหลัก ด้วยเหตุนี้ ประเทศที่มีระดับความสามารถหรือมีประสิทธิภาพในการผลิตอยู่ระหว่างประเทศที่ใช้แรงงานเป็นหลักและประเทศที่ใช้ทุนเป็นหลักจึงเสียเปรียบความสามารถในการแข่งขันในตลาดโลก ซึ่งปัญหาดังกล่าวถูกเรียกว่า ปัญหากับดักรายได้ปานกลาง (Middle-income trap)

ในสถานการณ์ปัจจุบัน ประเทศไทยกำลังประสบกับปัญหาการติดกับดักรายได้ปานกลาง ตัวอย่างเช่น ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ ประเทศไทยมีความได้เปรียบด้านต้นทุนแรงงานที่ต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับประเทศที่พัฒนาแล้ว (ญี่ปุ่น ไต้หวันฮ่องกง และเกาหลีใต้) แม้ว่าต้นทุนค่าแรงของประเทศไทยจะมีแนวโน้มสูงขึ้นตามกาลเวลา แต่ยังคงอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าประเทศที่พัฒนาแล้วเป็นอย่างมาก อย่างไรก็ตาม หากเปรียบเทียบต้นทุนแรงงานของประเทศไทยกับประเทศที่ต่ำกว่า (จีนแผ่นดินใหญ่ อินเดีย อินโดนีเซีย และเวียดนาม) จะพบว่า ประเทศเหล่านั้นมีค่าแรงที่ต่ำกว่าของประเทศไทยเป็นอย่างมากเช่นเดียวกัน ดังนั้นความเป็นไปได้ที่ประเทศไทยจะอาศัยอุตสาหกรรมสิ่งทอเป็นตัวขับเคลื่อนการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจจึงมีน้อยลง

จากกรณีศึกษาของประเทศที่ได้ก้าวข้ามกับดักรายได้ปานกลางมาแล้ว ประเทศไทยควรเน้นการพัฒนาอุตสาหกรรมแบบเฉพาะเจาะจงเพื่อให้การปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางเศรษฐกิจไปสู่ประเทศที่เน้นการใช้สินค้าทุนในการผลิตเป็นหลักเป็นไปอย่างราบรื่น ภายใต้กรอบแนวคิดจากงานวิจัยของ Aghion, Bloom, Blundell, Griffith and Howitt (2005), Acemoglu, Zilibotti, and Aghion (2006), Caselli and Coleman II (2006), World Bank (2006) และ Chandra, Osorio-Rodarte and Braga (2009) นโยบายสนับสนุนที่เหมาะสม จะขึ้นกับ “ระยะห่าง” หรือความแตกต่างระหว่างประสิทธิภาพการผลิตของอุตสาหกรรมเฉพาะรายสาขาของประเทศไทย กับประสิทธิภาพของอุตสาหกรรมลักษณะเดียวกันของประเทศอื่นๆ ในตลาดโลก

การศึกษานี้ใช้แบบจำลอง Stochastic Frontier เพื่อประมาณการค่าประสิทธิภาพการผลิตของอุตสาหกรรมทั่วไป 10 อุตสาหกรรมใน 26 ประเทศและอุตสาหกรรม manufacturing แบบเจาะจง 23 สาขาใน 39 ประเทศ ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า ภาพรวมอุตสาหกรรมของไทยในช่วงปี 2543 และ 2548 มีเพียงอุตสาหกรรม Mining and Quarrying เท่านั้นที่มีประสิทธิภาพการผลิตที่โดดเด่นกว่าอุตสาหกรรมอื่นๆ ในขณะที่อุตสาหกรรม Transport, Storage and Communications จะมีประสิทธิภาพการผลิตที่ต่ำแต่มีแนวโน้มปรับตัวเพิ่มขึ้น สำหรับอุตสาหกรรม manufacturing แบบเจาะจงของไทยในช่วงปี 2532-2541 ผู้วิจัยพบว่า มี 3 สาขาที่มีประสิทธิภาพการผลิตสูงและใกล้เคียงกับระดับประสิทธิภาพการผลิตสูงสุด ได้แก่ สาขา Publishing, Printing and Reproduction of Recorded Media; Manufacture of Machinery and Equipment NEC และ Manufacture of Motor Vehicles,

Trailers and Semi-Trailers อย่างไรก็ตามมีเพียงสาขา Publishing, Printing and Reproduction of Recorded Media เท่านั้นที่
ประสิทธิภาพการผลิตเพิ่มสูงขึ้น

จากผลการศึกษาข้างต้น ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะเชิงนโยบายว่าในกรณีที่อุตสาหกรรมมีประสิทธิภาพการผลิตสูง ภาครัฐ
ควรใช้นโยบายสนับสนุนเชิงรับ ในขณะที่อุตสาหกรรมที่มีประสิทธิภาพการผลิตต่ำควรได้รับการสนับสนุนผ่านนโยบายเชิงรุก
ดังนั้นภาครัฐควรใช้นโยบายเชิงรับ เช่น การสนับสนุนการวิจัยและการพัฒนา (R&D) หรือ การแก้ไขกฎระเบียบที่ทำให้การ
ดำเนินธุรกิจเป็นไปได้ลำบาก กับอุตสาหกรรม Mining and Quarrying; Publishing, Printing and Reproduction of Recorded
Media; Manufacture of Machinery and Equipment NEC และ Manufacture of Motor Vehicles, Trailers and Semi-Trailers เพื่อ
สนับสนุนให้เกิดการแข่งขันภายใน และใช้นโยบายเชิงรับ เช่น การใช้สิทธิการปกป้องอุตสาหกรรมใหม่ (Infant Industry) หรือ
การให้เอกสิทธิ์ทางการค้ากับอุตสาหกรรม Wholesale and Retail Trade; Repair of Motor Vehicles, Motorcycles;
Repair of Personal and Household; Hotels and Restaurants ; Recycling; Manufacture of Chemicals and Chemical Products
และ Manufacture of Radio, Television and Communication Equipment and Apparatus ควบคู่ไปกับการพัฒนาความร่วมมือ
ระหว่างธุรกิจ เพื่อให้อุตสาหกรรมเหล่านี้เป็นตัวขับเคลื่อนตัวหนึ่งในการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศไทย

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของอุตสาหกรรมไทยรายสาขากับการแข่งขันในระดับโลก

(A Comparative Study of the Efficiency of Thai Industries in Comparison with

Their Corresponding Leading World Industries)

บทคัดย่อ

ในการผลักดันให้ประเทศไทยหลุดพ้นจากกับดักรายได้ปานกลางโดยอาศัยการขยายตัวของภาคอุตสาหกรรม บทบาทของภาครัฐมีความสำคัญอย่างยิ่ง โดยเฉพาะการสนับสนุนทางด้านนโยบาย ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยเชื่อว่าการสนับสนุนอุตสาหกรรมใด อุตสาหกรรมหนึ่งของภาครัฐและรูปแบบนโยบายสนับสนุนควรขึ้นอยู่กับระดับความต่างของประสิทธิภาพการผลิตของ อุตสาหกรรมไทยเมื่อเปรียบเทียบกับอุตสาหกรรมเดียวกันในระดับโลก แบบจำลอง Stochastic Frontier ถูกใช้เพื่อประมาณการ ค่าประสิทธิภาพการผลิตของอุตสาหกรรมทั่วไป 10 อุตสาหกรรมใน 26 ประเทศและอุตสาหกรรม manufacturing แบบเจาะจง 23 สาขาใน 39 ประเทศ ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าอุตสาหกรรม C (Mining and Quarrying) และ 22 (Publishing, Printing and Reproduction of Recorded Media) ของประเทศไทยมีประสิทธิภาพการผลิตสูงและใกล้เคียงกับระดับประสิทธิภาพการผลิต สูงสุด ดังนั้นภาครัฐควรใช้นโยบายเชิงรับสนับสนุนอุตสาหกรรมดังกล่าว ในขณะที่ภาครัฐควรใช้นโยบายเชิงรุกสนับสนุน อุตสาหกรรม GH (Wholesale and Retail Trade; Repair of Motor Vehicles, Motorcycles and Personal and Household และ Hotels and Restaurants) และ 37 (Recycling) ซึ่งมีระดับประสิทธิภาพการผลิตต่ำและไกลจากระดับประสิทธิภาพการผลิตสูงสุด

Abstract

The growth of the industrial sectors plays an important role in helping Thailand escape the so called “Middle income trap” problem. Government could support that role with various policy measures. We believe that the government should focus on the industries’ levels of production efficiency when selecting industries to support. Also it should consider the industry’s efficiency relative to that of the best country when determining the type of supporting measures. We use the stochastic frontier to estimate the levels of production (technical) efficiency of 10 general industries in 26 countries and more detailed 23 manufacturing industries in 39 countries. Our findings indicate that Mining and Quarrying; and Publishing, Printing and Reproduction of Recorded Media are the two Thai industries with the high level of production efficiency and are closest to the

frontier, while Wholesale and Retail Trade; Repair of Motor Vehicles, Motorcycles; and Personal and Household Goods; Hotels and Restaurants; and Recycling are farthest from the frontier. We conclude that the supporting policy for those industries with high efficiency levels should be more active, while the policies for the industries with low efficiency levels should be relatively passive.

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของอุตสาหกรรมไทยรายสาขากับการแข่งขันในระดับโลก

(A Comparative Study of the Efficiency of Thai Industries in Comparison with Their Corresponding Leading World Industries)

1. บทนำ (Introduction)

ภาพการค้าระหว่างประเทศในปัจจุบัน สามารถอธิบายได้โดยใช้ทฤษฎีการค้าของ Heckscher- Ohlin (Heckscher-Ohlin Theory) ซึ่งได้อธิบายว่า ประเทศควรทำการผลิตและส่งออกสินค้าที่ประเทศมีทรัพยากรมากกว่าโดยเปรียบเทียบ และนำเข้าสินค้าที่ประเทศมีทรัพยากรน้อยกว่าโดยเปรียบเทียบ ทฤษฎีดังกล่าวมีความสอดคล้องกับสถานการณ์การค้าในปัจจุบัน โดยประเทศกำลังพัฒนาซึ่งมีความได้เปรียบโดยเปรียบเทียบในด้านทรัพยากรแรงงาน (ที่มีต้นทุนถูกกว่า) จะมีแนวโน้มที่จะส่งออกในสินค้าที่ผลิตโดยใช้แรงงานเป็นหลัก (Labor-intensive goods) ในทางตรงกันข้ามประเทศพัฒนาแล้วซึ่งมีความได้เปรียบโดยเปรียบเทียบในเรื่องของทรัพยากรทุน ก็จะมีแนวโน้มที่จะส่งออกสินค้าที่ผลิตโดยใช้สินค้าทุนเป็นหลัก (Capital-intensive goods)

แบบแผนการค้าดังกล่าว แสดงให้เห็นว่า หากประเทศต้องการจะก้าวจากประเทศกำลังพัฒนาไปสู่การเป็นประเทศที่พัฒนาแล้ว ประเทศจำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยนการผลิตจากที่อาศัยการใช้แรงงานเป็นหลัก (Labor-intensive goods) ไปสู่การใช้สินค้าทุนเป็นหลัก (Capital-intensive goods) ทั้งนี้ ปัญหาสำคัญที่ประเทศเหล่านี้จะต้องประสบ ก็คือ ในช่วงที่ประเทศอยู่ระหว่างการปรับเปลี่ยนการผลิตนั้น ต้นทุนทางด้านแรงงานและปัจจัยพื้นฐานจะสูงกว่าประเทศกำลังพัฒนาที่ใช้แรงงานเป็นหลัก และในขณะเดียวกัน ระดับสินค้าทุนในประเทศก็ยังไม่มีความเข้มข้นเพียงพอเมื่อเทียบกับประเทศที่พัฒนาแล้วซึ่งใช้สินค้าทุนเป็นหลัก ด้วยเหตุนี้เอง ประเทศที่มีระดับความสามารถหรือมีประสิทธิภาพในการผลิตอยู่ระหว่างประเทศที่ใช้แรงงานเป็นหลักและประเทศที่ใช้ทุนเป็นหลักจึงเสียเปรียบความสามารถในการแข่งขันในตลาดโลก ซึ่งปัญหาดังกล่าวถูกเรียกว่า ปัญหากับดักรายได้ปานกลาง (Middle-income trap)

ในสถานการณ์ปัจจุบัน ประเทศไทยกำลังประสบกับปัญหากับดักรายได้ปานกลาง ตัวอย่างเช่น ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ (ดูตารางที่ 1 ประกอบ) จะเห็นได้จากต้นทุนแรงงานเมื่อทำการเปรียบเทียบกับประเทศอื่นๆ จะพบว่า ประเทศไทยได้เปรียบประเทศที่พัฒนาแล้ว (ญี่ปุ่น ไต้หวัน ฮองกง และเกาหลีใต้) โดยแม้ว่าต้นทุนค่าแรงของประเทศไทยจะมีแนวโน้มสูงขึ้นตามกาลเวลา แต่ยังคงอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าประเทศที่พัฒนาแล้วเป็นอย่างมาก อย่างไรก็ตาม หากเปรียบเทียบต้นทุนแรงงานของประเทศไทยกับประเทศที่ล่าช้ากว่าเรา (จีนแผ่นดินใหญ่ อินเดีย อินโดนีเซีย และเวียดนาม) จะพบว่า ประเทศเหล่านั้นมีค่าแรงที่ต่ำกว่าของประเทศไทยเป็นอย่างมากเช่นเดียวกัน นั่นหมายความว่า ประเทศไทยในปัจจุบันกำลังติดอยู่ในสภาวะการปรับเปลี่ยนจากประเทศที่กำลังพัฒนาไปสู่ประเทศที่พัฒนาแล้ว ซึ่งในสถานการณ์ดังกล่าวนี้ ประเทศไทยจะไม่สามารถอาศัยอุตสาหกรรมสิ่งทอซึ่งมีการใช้แรงงานเป็นหลักเป็นตัวขับเคลื่อนในการพัฒนาประเทศได้ในระยะยาว

ตารางที่ 1: เปรียบเทียบต้นทุนแรงงานในอุตสาหกรรมสิ่งทอของประเทศไทยกับประเทศอื่นๆ

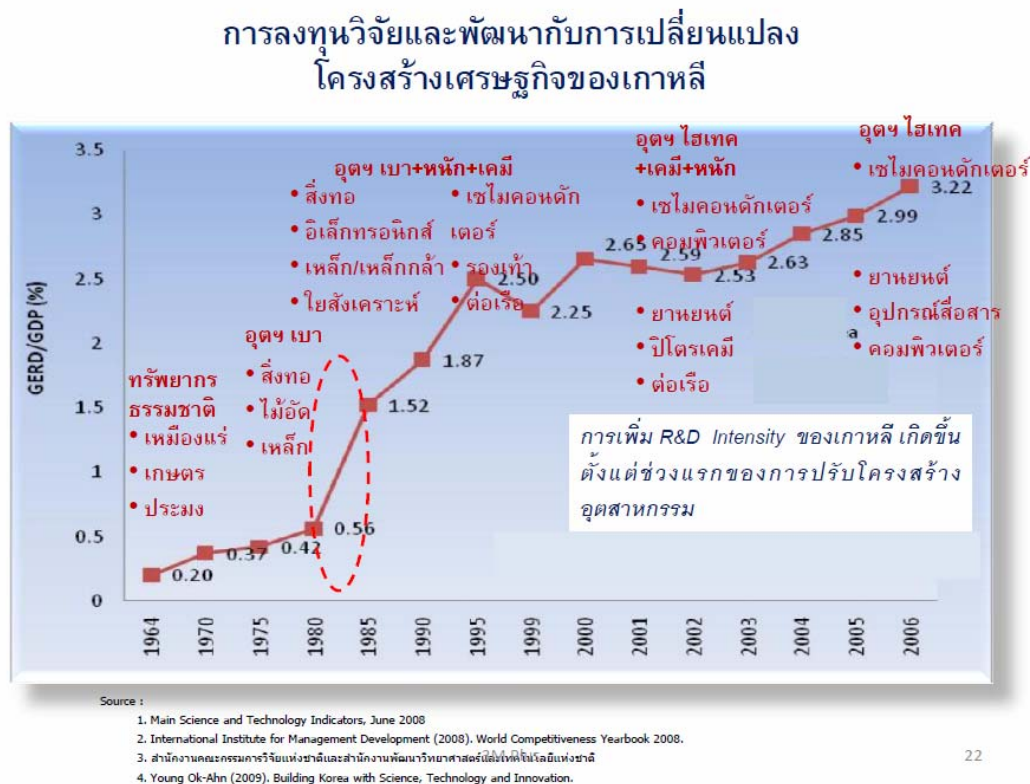
ประเทศ	ต้นทุนแรงงานในอุตสาหกรรมสิ่งทอ (หน่วยเป็นเหรียญดอลลาร์สหรัฐต่อชั่วโมง)				
	ปี พ.ศ.				
	2523	2533	2537	2544	2550
ญี่ปุ่น	4.35	13.96	25.6		22.69
ไต้หวัน	1.26	4.56		7.15	7.64
ฮ่องกง	1.91	3.05	4.40	6.15	6.21
เกาหลีใต้	0.78	3.22	4.00	5.73	7.77
ประเทศไทย	0.33	0.92	1.40	1.18	1.75
ประเทศจีน		0.37	0.50	0.41	
- เขตชายฝั่ง					0.85
- เขตชั้นใน					0.55
อินเดีย			0.60	0.57	0.69
อินโดนีเซีย		0.25	0.50	0.50	0.65
เวียดนาม			0.40	0.39	0.46

ที่มา: Intarakumnerd and Lecler (2010)

จากประสบการณ์ของประเทศที่หลุดจากกับดักมาแล้ว เช่น เกาหลีใต้ ไต้หวัน และสิงคโปร์พบว่า ประเทศจะต้องมีการพัฒนาในหลายๆด้าน อาทิ เช่น การเน้นการพัฒนานวัตกรรมใหม่ผ่านการสนับสนุนการลงทุนวิจัยและพัฒนา (Griffith, Redding and Van Reenen (2004), Acemoglu, Aghion and Zilibotti (2006), Cruz, Brito and de Mello (2006), Dutz (2007) และ Wang (2007)) การพัฒนาผ่าน foreign direct investment spillover (Sabitianova, Svejnav and Terrell (2004)) การลงทุนโดยการพัฒนาระบบการศึกษา การพัฒนาระบบการเงินเพื่อแก้ปัญหาการขาดแคลนเงินทุน การปรับโครงสร้างทางกฎหมายเพื่อเอื้ออำนวยต่อการพัฒนาประเทศ (เช่น กฎระเบียบและความเข้มงวดในเข้าและออกจากภาคอุตสาหกรรม (Aghion, Blundell, Griffith, Howitt and Pranti, 2004) การจำกัดการแข่งขันในภาคอุตสาหกรรมหรือการให้ความช่วยเหลือทางการเงิน (Acemoglu et.al (2006)) รวมถึงภาครัฐจะต้องเข้ามามีบทบาทในการส่งเสริมและพัฒนา ระดับความสามารถทางการผลิตของประเทศเพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขันในระดับโลก ทั้งนี้ งานวิจัยในปัจจุบัน อาทิเช่น Aghion, Bloom, Blundell, Griffith and Howitt (2005), Acemoglu et.al (2006) Caselli and Coleman II (2006), World Bank (2006) และ Chandra, Osorio-Rodarte and Braga (2009) พบว่า รูปแบบของนโยบายสนับสนุนเพื่อให้เกิดการพัฒนาทางด้านการผลิตจะขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพในการผลิตของอุตสาหกรรมนั้นเมื่อเปรียบเทียบกับอุตสาหกรรมลักษณะเดียวกันในระดับโลก

ตัวอย่างหนึ่งที่เห็นได้ชัดคือ การพัฒนาโครงสร้างทางเศรษฐกิจของประเทศเกาหลีใต้ ซึ่งในกรณีของเกาหลีใต้ การพัฒนาเกิดจากรูปแบบการสนับสนุนในรูปการลงทุนวิจัยและพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของอุตสาหกรรมแบบเฉพาะเจาะจง (ดูรูปที่ 1 ประกอบ) โดยเริ่มจากอุตสาหกรรมภาคการผลิตที่เน้นการใช้ทรัพยากรธรรมชาติเป็นหลัก มาสู่ อุตสาหกรรมเบา เช่น สิ่งทอ ไม้อัด เหล็ก จากนั้นได้มีการพัฒนาอุตสาหกรรมหนักและเคมีตามมา จนกระทั่งถึงการเน้นการพัฒนาอุตสาหกรรมเทคโนโลยีระดับสูงในปัจจุบัน

รูปที่ 1: การลงทุนวิจัยและพัฒนากับการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเศรษฐกิจของเกาหลี



ที่มา: สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ (2553)

จากกรณีศึกษาของประเทศที่ได้ก้าวข้ามกับดักรายได้ปานกลางมาแล้ว ประเทศไทยควรที่จะเน้นการพัฒนาอุตสาหกรรมแบบเฉพาะเจาะจงเพื่อให้การปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางเศรษฐกิจไปสู่ประเทศที่เน้นการใช้ทุนเป็นหลัก เป็นไปอย่างราบรื่น ซึ่งโจทย์ที่สำคัญอันดับแรกที่จะต้องศึกษาคือ ระดับประสิทธิภาพในการผลิตของแต่ละอุตสาหกรรมของประเทศเป็นอย่างไร เมื่อเทียบกับอุตสาหกรรมลักษณะเดียวกันในระดับโลก ทั้งนี้ ภายใต้กรอบแนวคิดจากงานวิจัยของ Aghion, Bloom, Blundell, Griffith and Howitt (2005), Acemoglu et.al (2006), Caselli and Coleman II (2006), World Bank (2006) และ Chandra, Osorio-Rodarte and Braga (2009) พบว่านโยบายสนับสนุนที่เหมาะสม จะขึ้นกับ “ระยะห่าง” หรือความแตกต่างระหว่างประสิทธิภาพการผลิตของอุตสาหกรรมเฉพาะรายสาขาของประเทศไทย กับประสิทธิภาพของอุตสาหกรรมลักษณะเดียวกันของประเทศอื่นๆ ในตลาดโลก ภายใต้กรอบแนวคิดนี้ อุตสาหกรรมสาขาที่มีประสิทธิภาพสูงและมีระดับใกล้เคียงกับอุตสาหกรรมสาขาเดียวกันของประเทศคู่แข่งชั้นนำในตลาดโลก ควรจะได้รับความสำคัญขั้นต้นๆ ในการจัดทำนโยบายสนับสนุนและส่งเสริมในอุตสาหกรรมนั้นๆ เพื่อให้อุตสาหกรรมดังกล่าวช่วยผลักดันให้ประเทศก้าวพ้นกับดักรายได้ปานกลาง ในขณะที่อุตสาหกรรมที่มีประสิทธิภาพต่ำหรือด้อยกว่าควรจะได้รับ ความสำคัญรองลงมา และมีการใช้นโยบายที่มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับลักษณะของอุตสาหกรรมนั้นๆ

งานวิจัยนี้ มุ่งที่จะจำแนกอุตสาหกรรมออกตามระดับความมีประสิทธิภาพของอุตสาหกรรมไทยเมื่อเทียบกับ อุตสาหกรรมลักษณะเดียวกันของประเทศอื่นๆ ในปัจจุบัน ว่า อุตสาหกรรมเฉพาะรายสาขาของประเทศไทยมีประสิทธิภาพ

ในการผลิตมากน้อยเพียงใด เมื่อเทียบกับประเทศอื่นๆในระดับโลก ทั้งนี้ผลการวิเคราะห์จะถูกนำมาใช้เป็นข้อมูลประกอบอ้างอิงในการเสนอข้อเสนอแนะเชิงนโยบายเพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมที่มีศักยภาพ ซึ่งกรอบแนวคิดข้างต้นจะเป็นแนวทางสำคัญแนวทางหนึ่งที่ช่วยผลักดันประเทศไทยให้พ้นจากกับดักรายได้ปานกลางได้ในอนาคต

2. วรรณกรรมปริทัศน์ (Literature Reviews)

ในส่วนนี้ ผู้วิจัยได้สรุปทฤษฎีและงานวิจัย/บทความวิชาการที่เกี่ยวข้องกับ (1) production frontier และประสิทธิภาพทางเทคนิค (technical efficiency) (2) แบบจำลอง stochastic frontier models และ (3) งานศึกษาที่มีการแยกการเติบโตทางเศรษฐกิจ (economic growth decomposition) ออกเป็น technological progress (TP) และ technical efficiency (TE)

(2.1) Production Frontier และประสิทธิภาพทางเทคนิค (Technical Efficiency)

การประยุกต์ทฤษฎีเศรษฐศาสตร์ในหลายอย่าง เช่น ฟังก์ชันการผลิต (production function), isoquant และ production possibility frontier (PPF) ผลผลิตที่เกิดขึ้นสามารถอธิบายโดยเทคโนโลยีการผลิต (production technology) ซึ่งปริมาณผลผลิตที่เพิ่มสูงขึ้นสามารถเกิดจาก (1) การที่เทคโนโลยีที่ใช้ในกระบวนการผลิตมีความทันสมัยมากขึ้น หรือที่เราเรียกว่า technological progress (TP) หรืออาจเกิดจาก (2) ปัจจัยการผลิตถูกใช้ในกระบวนการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นแต่เทคโนโลยีไม่มีการเปลี่ยนแปลง หรือที่เราเรียกว่า technical efficiency (TE) หรือ (3) อาจเกิดจากทั้ง (1) และ (2) ตัวอย่างเช่น ในกรณีของ PPF หากสมมติให้เทคโนโลยีการผลิตของผู้ผลิตมีประสิทธิภาพทางเทคนิค หากผลผลิตที่ผลิตได้เท่ากับผลผลิตสูงสุดเมื่อใช้ปัจจัยการผลิตคงที่ หรือการใช้ปัจจัยการผลิตต่ำที่สุดในการผลิตผลผลิตที่คงที่

โดยเทคโนโลยีการผลิต (production technology) ที่ได้กล่าวมาข้างต้นสามารถอธิบายผ่านแนวความคิดเรื่อง production frontier ซึ่งเป็นฟังก์ชันคณิตศาสตร์ที่อธิบายถึงผลผลิตสูงสุดที่สามารถผลิตได้เมื่อใช้ปัจจัยการผลิตจำนวนหนึ่งหรือขอบเขตสูงสุดที่สามารถผลิตได้ ดังสมการต่อไปนี้

$$f(x) = \max\{y : y \in PPF(x)\} = \max\{y : x \in Isoq(y)\}$$

โดย production frontier นี้จะเป็นฟังก์ชันการผลิตที่เป็น quasi-concave และความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิค (technical inefficiency) สามารถวัดได้จาก “ระยะทาง” ระหว่างผลผลิตที่ผลิตได้จริงกับผลผลิตที่ควรจะได้ตาม production frontier ซึ่งความมีประสิทธิภาพทางเทคนิคสามารถคำนวณจากค่าความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิค โดยค่าความมีประสิทธิภาพทางเทคนิคจะมีค่าน้อยกว่า หรือเท่ากับหนึ่ง เนื่องจากผลผลิตถูกจำกัดด้วยขอบเขตของ production frontier

จุดเด่นจุดหนึ่งของการใช้ production frontier คือข้อมูลที่เกี่ยวข้องมีเพียงปริมาณของผลผลิตและปัจจัยการผลิตเท่านั้น หากมีการตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับพฤติกรรมของผู้ผลิตเพิ่มเติม เช่น profit maximization หรือ cost minimization จะทำให้สามารถบอกเพิ่มเติมได้ว่าผู้ผลิตใช้สัดส่วนปัจจัยการผลิตผลิตผลผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดเมื่อต้องพิจารณา

ต้นทุนปัจจัยการผลิตและราคาของผลผลิต ซึ่งประสิทธิภาพนี้เรียกว่าความมีประสิทธิภาพทางเศรษฐศาสตร์ (economic efficiency หรือ allocative efficiency)¹ โดยในบทความวิชาการนี้ ผู้วิจัยจะใช้แนวความคิดความมีประสิทธิภาพทางเทคนิค (technical efficiency) เนื่องจากผู้วิจัยไม่จำเป็นต้องตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับพฤติกรรมของผู้ผลิต และไม่จำเป็นต้องใช้ข้อมูลราคาสินค้าและราคาปัจจัยการผลิต

(2.2) แบบจำลอง Stochastic Frontier

จากแนวคิดเรื่อง production frontier การวัดความมีประสิทธิภาพทางเทคนิค (technical efficiency) จากอัตราการเติบโตทางเศรษฐกิจ (economic growth) หรือ total factor productivity growth ผู้วิจัยจำเป็นต้องหา frontier ซึ่งมีวิธีการหลายวิธี เช่น การใช้ linear programming เพื่อหา deterministic production frontier การใช้ stochastic frontier ที่คำนึงถึง statistical noise หรือการใช้ data envelopment analysis โดยในการศึกษานี้ผู้วิจัยเลือกใช้ stochastic frontier เป็นวิธีหลัก

แบบจำลอง stochastic frontier เป็นแบบจำลองทางเศรษฐศาสตร์ที่พิจารณาถึงความไม่แน่นอนทางสถิติที่เกิดจากข้อมูล ซึ่งจะทำให้การวิเคราะห์หาค่าการทางสถิติมากขึ้นเมื่อเทียบกับวิธีการอื่นๆ หากพิจารณาจากคำจำกัดความของความมีประสิทธิภาพทางเทคนิค ความสัมพันธ์สามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้ $y = f(x;\beta) \times \exp(v) \times TE$ โดยที่ y คือผลผลิตที่เกิดขึ้นจริง ฟังก์ชัน แสดงถึงเทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิต (production technology) x' คือเวกเตอร์ของปัจจัยการผลิต และ β คือพารามิเตอร์เทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิต ส่วนที่เพิ่มเติมจากฟังก์ชันการผลิตทั่วไปคือ v หรือ statistical noise ซึ่งอาจเกิดจาก shocks ที่ผู้ผลิตไม่สามารถควบคุมได้ เช่น สภาพอากาศ หรือ โชค โดยอยู่รูปผลคูณกับ $\exp(v)$ ส่วนความมีประสิทธิภาพทางเทคนิค TE คือสัดส่วนของผลผลิตที่ผลิตได้จริงเทียบกับผลผลิตสูงสุดที่สามารถผลิตได้ตามเทคโนโลยีการผลิต

$$TE = \frac{y}{f(x;\beta) \times \exp(v)}$$

เพราะฉะนั้นหากผู้ผลิตมีประสิทธิภาพทางเทคนิค $TE = 1$ และหากผู้ผลิตไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิค $TE < 1$

เพื่อความสะดวกในการวิเคราะห์ ผู้วิจัยสมมติให้ u คือความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิค (technical inefficiency) และความมีประสิทธิภาพทางเทคนิคสามารถคำนวณได้จาก $TE = \exp(-u)$ และเนื่องจาก $TE \leq 1$ แสดงว่า $u \geq 0$ หากสมมติให้ฟังก์ชันการผลิตเป็น Cobb-Douglas production function เราสามารถเขียนสมการความสัมพันธ์ข้างต้นในรูป linear regression model ได้ดังนี้

$$y = x'\beta + v - u = x'\beta + \varepsilon$$

โดยที่ $\varepsilon = v - u$ เป็น composite error term โดยค่าประมาณการที่ผู้วิจัยสนใจคือค่าประมาณการของพารามิเตอร์ β และค่าประมาณการของความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิค u (technical inefficiency)

¹ผู้ผลิตสามารถมีประสิทธิภาพทางเทคนิค โดยที่ผู้ผลิตใช้สัดส่วนปัจจัยการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพทางเศรษฐศาสตร์ได้

ในบทความวิชาการและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบจำลอง stochastic frontier นั้น ผู้วิจัยสนใจแบบจำลองสองแบบด้วยกัน คือ (1) แบบจำลอง stochastic frontier with time-invariant technical inefficiency ซึ่งสมมติว่าความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคไม่เปลี่ยนแปลงตามเวลา หรือผู้ผลิตแต่ละรายไม่สามารถปรับตัวเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพทางเทคนิคได้ แม้ว่าเวลาจะผ่านไป (เช่น Pitt and Lee (1981), Schmidt and Sickles (1984), และ Battese and Coelli (1988)) และ (2) แบบจำลอง stochastic frontier with time-varying technical inefficiency ซึ่งสมมติให้ความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคสามารถเปลี่ยนแปลงเมื่อเวลาผ่านไป (เช่น Cornwell, Schmidt and Sickles (1990), Kumbhakar (1990), Battese and Coelli (1992), และ Lee and Schmidt (1993)) สำหรับรายละเอียดอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับ stochastic frontier model ผู้สนใจสามารถอ่านจากงานวิจัยที่รวบรวมผลสำรวจงานวิจัยต่างๆ เช่น Schmidt (1985), Bauer (1990), Coelli (1995), Lovell (1996), and Cuesta (2000)

(2.2.1) Stochastic Frontier with Time-invariant Technical Inefficiency

แบบจำลอง stochastic frontier ในช่วงแรกนั้นเหมาะสำหรับใช้กับข้อมูลภาคตัดขวาง (cross-sectional data) โดยงานวิจัยที่หาสูตรคำนวณค่าประมาณการความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคชิ้นแรก คือ Jondrow, Lovell, Materov, and Schmidt (1982) ซึ่งมีการสมมติฟังก์ชันการแจกแจงของความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคหลายๆแบบ เช่น half-normal, truncated normal และ exponential ซึ่งในกรณีของ half-normal (สมมติให้ $v \sim iid N(0, \sigma_v^2)$ และ $u \sim iid N^+(0, \sigma_u^2)$) ค่าประมาณการของความไม่มีประสิทธิภาพเท่ากับ

$$E(u|v) = \mu_u + \sigma_u \frac{\phi(-\mu_u/\sigma_u)}{1 - \Phi(-\mu_u/\sigma_u)} = \sigma_u \left[\frac{\phi(x\lambda/\sigma)}{1 - \Phi(x\lambda/\sigma)} - \left(\frac{x\lambda}{\sigma}\right) \right]$$

โดย $\sigma^2 = \sigma_v^2 + \sigma_u^2$, $\mu_u = -\frac{\sigma_u^2 x}{\sigma^2}$ และ $\sigma_u^2 = \frac{\sigma_u^2 \sigma_v^2}{\sigma^2}$ โดยค่าประมาณการของพารามิเตอร์ต่างๆสามารถคำนวณได้จากการทำ maximum likelihood estimation (MLE)

สำหรับแบบจำลองที่ใช้ข้อมูล panel data นั้น Battese and Coelli (1988) ได้ปรับผลของ Jondrow et al. (1982) ให้สามารถใช้กับข้อมูล panel data โดยถึงแม้ว่าข้อมูล panel data จะมีข้อดีเนื่องจากการจัดเก็บข้อมูลตามช่วงเวลา แต่ในแบบจำลองของ Battese and Coelli (1988) สมมติให้ความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคนั้นคงที่ หรือไม่เปลี่ยนแปลงตามเวลา โดยแบบจำลองตั้งอยู่บนสมมติฐานที่ความไม่มีประสิทธิภาพมีการแจกแจงแบบ half-normal ($v_{it} \sim iid N(0, \sigma_v^2)$ และ $u_{it} \sim iid N^+(0, \sigma_u^2)$) ซึ่งค่าประมาณการความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคและค่าประมาณการความมีประสิทธิภาพทางเทคนิคที่เสนอโดย Battese and Coelli (1988) คือ

$$E(u_i | E_i = e_i) = \mu_i + \sigma_u \left\{ \phi(-\mu_i/\sigma_u) \left[1 - \Phi(-\mu_i/\sigma_u) \right]^{-1} \right\}$$

และ

$$E[\exp(-u_i)|E_i = e_i] = \left\{ \frac{1 - \Phi(\sigma_u - \mu_i^*/\sigma_u)}{1 - \Phi(-\mu_i^*/\sigma_u)} \right\} \exp\left(-\mu_i^* + \frac{1}{2}\sigma_u^2\right).$$

โดยที่ $\mu_i^* = \frac{\sigma^2 \bar{e}_i + \frac{\sigma_u^2}{T}}{\sigma^2 + \frac{\sigma_u^2}{T}}$, $\sigma_u^2 = \frac{\sigma^2 \sigma_e^2}{\sigma_e^2 + T\sigma^2}$ และ $\bar{e}_i = \frac{1}{T} \sum_t e_{it}$ ซึ่งค่าประมาณการต่างๆสามารถคำนวณได้จากการประมาณการวิธี maximum likelihood estimation (MLE) เช่นกัน

อย่างไรก็ตามสมมติฐานเกี่ยวกับการแจกแจงของความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคดังกล่าวสามารถถูกตัดทิ้งได้นั้นคือไม่จำเป็นต้องกำหนดการแจกแจงใดๆเกี่ยวกับความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิค โดยอาศัยคุณลักษณะต่างๆของข้อมูล panel data แทน เช่น ตัวแปรอิสระสามารถสัมพันธ์กับความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิค เป็นต้น

ในงานของ Schmidt and Sickles (1984) สมมติให้ความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคเท่ากับ unobserved individual effect และประมาณการความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคโดยเปรียบเทียบ (relative technical inefficiency) ซึ่งสมการความสัมพันธ์สามารถเขียนได้ดังนี้

$$y_{it} = x_{it}'\beta + \alpha + u_i + v_{it} = x_{it}'\beta + \alpha_i + v_{it}$$

โดย α_i คือ unobserved individual effect และ $\alpha_i = \alpha - u_i$ และค่าประมาณการความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิค u_i สามารถวัดจากระยะทางไป frontier หรือ

$$u_i = \max_j \{d_j\} - d_i$$

Schmidt and Sickles (1984) ได้เสนอวิธีการประมาณการต่างๆที่สามารถใช้ได้ภายใต้กรอบแนวคิดข้างต้น เช่น การใช้ ordinary least squares ซึ่งผลที่ได้มีความคลาดเคลื่อน (biased) การใช้ within estimation การใช้ Hausman-Taylor's generalized least squares และการใช้ maximum likelihood estimation

(2.2.2) Stochastic Frontier with Time-varying Technical Inefficiency

เนื่องจากการสมมติว่าความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคไม่สามารถเปลี่ยนแปลงตามเวลา หรือผู้ผลิตไม่สามารถปรับตัวได้แม้ว่าจะรู้ว่าการผลิตที่ใช้อยู่ไม่มีประสิทธิภาพอาจจะขัดแย้งกับความเป็นจริง (ในกรณีที่ข้อมูลอนุกรมเวลายาวพอสมควร) งานวิจัยต่อมาจึงได้ผ่อนคลายสมมติฐานดังกล่าว เช่น ในงานวิจัยของ Cornwell, Schmidt, and Sickles (1990) ซึ่งสมมติให้ทั้ง technology frontier (technological progress) และความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคสามารถเปลี่ยนแปลงตามเวลา โดยแบบจำลอง stochastic frontier สามารถเขียนได้ดังนี้

$$y_{it} = x_{it}'\beta + \alpha + u_{it} + v_{it} = x_{it}'\beta + \alpha_{it} + v_{it}$$

โดย $\alpha_{it} = \alpha_i + u_{it}$ และกำหนดให้ความสัมพันธ์ระหว่างความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคและเวลาเป็นฟังก์ชัน quadratic นั่นคือ $\alpha_{it} = \theta_{11} + \theta_{12}t + \theta_{13}t^2$ ซึ่งการกำหนดความสัมพันธ์ลักษณะนี้คล้ายกับแบบจำลอง varying-

coefficients model และการประมาณการสามารถทำได้โดย within estimation, generalized least squares และ Hausman-Taylor's instrumental variable และค่าประมาณการสามารถคำนวณได้ในลักษณะเดียวกันกับงานของ Schmidt and Sickles (1984)

นอกเหนือจากการกำหนดความสัมพันธ์พารามิเตอร์เชิงเส้น (linear in parameters) งานวิจัยอื่นๆ สมมติให้ความสัมพันธ์ระหว่างความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคและเวลาเป็นฟังก์ชันที่อยู่ในรูปผลคูณ $u_{it} = \gamma_t u_i$ และ composite error term $\varepsilon_{it} = u_{it} + v_{it} = \gamma_t u_i + v_{it}$ เช่น งานของ Kumbhakar (1990), Battese and Coelli (1992) และ Lee and Schmidt (1993)

ในงานของ Kumbhakar (1990) กำหนดให้ $\gamma_t = \frac{1}{1 + \exp(bt + ct^2)}$ โดยที่ b และ c เป็นพารามิเตอร์ที่ต้องประมาณการเพิ่ม เนื่องจากการกำหนดความลักษณะความสัมพันธ์แบบนี้ การประมาณการที่เหมาะสมคือการใช้ maximum likelihood estimation ซึ่งเมื่ออาศัยผลของ Jondrow et al. (1982) ที่กำหนดให้ $v_{it} \sim iid N(0, \sigma_v^2)$ และความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคมีการแจกแจงแบบ half-normal หรือ $u_i \sim iid N^+(0, \sigma_u^2)$ Kumbhakar (1990) ให้

ค่าประมาณการความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคคือ
$$\hat{u}_i = E(u_i | \varepsilon_i) = \mu^* - \sigma_u \frac{\phi(\mu^*/\sigma_u)}{\Phi(-\mu^*/\sigma_u)}$$
 โดยที่

$$\mu^* = \frac{\sigma_u^2 \sum_t \gamma_t \varepsilon_{it}}{\sigma_v^2 + \sigma_u^2 \sum_t \gamma_t^2} \quad \text{และ} \quad \sigma_u = \frac{\sigma_v \sigma_u}{(\sigma_v^2 + \sigma_u^2 \sum_t \gamma_t^2)^{1/2}}$$

ปัญหาที่เกิดขึ้นในกรณีของ Kumbhakar (1990) คือการประมาณการทำได้ลำบากเนื่องจากความซับซ้อนของฟังก์ชัน ซึ่งในบางกรณีสมมติให้ฟังก์ชันความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคมีความซับซ้อนน้อยกว่า เช่นใน Battese and Coelli (1992) ที่สมมติให้ความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคเท่ากับ $u_{it} = \eta_{it} u_i = \{\exp[-\eta(t_i - T_i)]\} u_i$ โดยที่พารามิเตอร์ η แสดงถึง temporal pattern ของความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคเมื่อเวลาผ่านไป และถ้า $\eta > 0$ แสดงว่าความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคลดลงในอัตราที่ช้าลงเมื่อเวลาผ่านไป นั้นหมายความว่าในระยะยาวผู้ผลิตมีประสิทธิภาพทางเทคนิคสูงขึ้นในกรณีที่ความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคมีการแจกแจงแบบ truncated normal หรือ $u_i \sim iid N^+(a, \sigma_u^2)$ Battese and Coelli (1992) ให้ค่าประมาณการความมีประสิทธิภาพทางเทคนิคเท่ากับ

$$\exp(-u_{it} | \varepsilon_i) = \left\{ \frac{1 - \Phi \left[\eta_{it} \sigma_u^* - (\mu_i^* / \sigma_u^*) \right]}{1 - \Phi \left(-\mu_i^* / \sigma_u^* \right)} \right\} \exp \left[-\eta_{it} \mu_i^* + \frac{1}{2} \eta_{it}^2 \sigma_u^{*2} \right]$$

โดย $\varepsilon_{it} = v_{it} - u_{it}$; $\mu_i^* = \frac{\mu \sigma_u^2 - \eta_{it}^2 \sigma_u^2}{\sigma_v^2 + \eta_{it}^2 \sigma_u^2}$ และ $\sigma_u^{*2} = \frac{\sigma_v^2 \sigma_u^2}{\sigma_v^2 + \eta_{it}^2 \sigma_u^2}$ นอกจากนั้นผลที่ได้จะเท่ากับผลของ Battese and Coelli (1988) ถ้า $\eta_{it} = \eta_i = 1$

จากสมมติฐานของ Kumbhakar (1990) Battese and Coelli (1992) และ Lee and Schmidt (1993) ซึ่งมีความแตกต่างกันเพียงแค่รูปแบบฟังก์ชันความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิค ผลเชิงประจักษ์จากงานทั้งสามชิ้นมีความแตกต่าง

กัน (เนื่องจากประยุกต์ใช้ต่างอุตสาหกรรม ต่างประเทศและต่างช่วงเวลากัน) ในงานของ Kumbhakar, Heshmatic, and Hjalmarsson (1997) ได้ทำการเปรียบเทียบฟังก์ชันทั้งสามแบบบนอุตสาหกรรมซีเมนต์ในประเทศโคลัมเบียระหว่างปี 1968 ถึง 1988 พบว่ารูปแบบที่เหมาะสมของฟังก์ชันขึ้นอยู่กับลักษณะของเทคโนโลยีและโครงสร้างขององค์กร และธรรมชาติของการพัฒนาเทคโนโลยีและองค์กรต่างๆภายในอุตสาหกรรมนั้น

อย่างไรก็ดี ในงานของ Cornwell et al. (1990) Kumbhakar (1990) Battese and Coelli (1992) และ Lee and Schmidt (1993) มีการตั้งสมมติฐานที่กำหนดให้ temporal pattern ของแต่ละผู้ผลิตนั้นเหมือนกัน ซึ่งในความเป็นจริงนั้น ผู้ผลิตแต่ละรายอาจมีลักษณะการปรับตัวหรือตอบรับที่แตกต่างกัน โดย Cuesta (2000) ได้สรุปงานวิจัยก่อนหน้านี้เกี่ยวกับ stochastic frontier with time-varying technical inefficiency และได้ผ่อนคลายสมมติฐานการปรับตัวที่คงที่ในแบบจำลองของ Battese and Coelli (1992) โดยสมมติให้พารามิเตอร์การเปลี่ยนแปลงของความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคขึ้นกับผู้ผลิตแต่ละราย หรือ $u_{it} = \exp[-\beta_0 - \beta_1 T_{it}]u_i$ โดยจากผลเชิงประจักษ์พบว่าผลการทดสอบทางสถิติที่ได้ดีกว่าแบบจำลองก่อนหน้านี้

แต่หากสังเกตจะพบว่าการผ่อนคลายสมมติฐานของความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคนั้นทำให้จำนวนพารามิเตอร์ที่จะต้องทำการประมาณค่ามีจำนวนมากขึ้น ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อผลทางสถิติของค่าประมาณการ

(2.3) การแยกการเจริญเติบโตทางเศรษฐศาสตร์ (Economic Growth Decomposition)

ในบทความวิชาการ/งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแยกการเจริญเติบโตทางเศรษฐศาสตร์ (economic growth decomposition) มักจะแบ่งแยกการเจริญเติบโตออกเป็นสาม ส่วนด้วยกัน คือ (i) การความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี (technological progress) (ii) ความมีประสิทธิภาพ (efficiency) และ (iii) scale effects สำหรับส่วนที่สองสามารถแบ่งย่อยได้เป็นความมีประสิทธิภาพทางเทคนิค (technical efficiency) และความมีประสิทธิภาพทางเศรษฐศาสตร์ (economic/allocative efficiency) โดยขึ้นอยู่กับลักษณะคำถามของการวิจัย ตัวอย่างบทความวิชาการ/งานวิจัยที่แยกการเจริญเติบโตทางเศรษฐศาสตร์โดยใช้กรอบข้างต้น ได้แก่ Nishimizu and Page (1982), Koop, Osiewalski and Steel (2000), Kumbhakar (2000), Han, Kalirajah and Singh (2002), Karagiannis, Midmore and Tzouvelekas (2002), Limam and Miller (2004) และ Alvarez (2007) ซึ่งหากตั้งสมมติฐานเพิ่มเติม เช่น ในงานของ Fare, Grosskopf, Norris and Zhang (1994), Kumar and Russell (2002), Sun and Kalirajah (2005) และ Kim and Lee (2006) สมมติให้ฟังก์ชันการผลิตเป็น constant returns to scale การเจริญเติบโตทางเศรษฐศาสตร์จะเหลือเพียงส่วนที่เกิดจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีและความมีประสิทธิภาพทางเทคนิคเท่านั้น

โดยในส่วนนี้ผู้วิจัยเลือกเฉพาะบทความวิชาการ/งานวิจัยที่ใช้การแยกการเจริญเติบโตทางเศรษฐศาสตร์ออกเป็นทั้งสามและสองส่วน โดยมีทั้งงานวิจัยระดับบริษัทภายในอุตสาหกรรม ระดับอุตสาหกรรมภายในประเทศ และระดับระหว่างประเทศ

ในระดับบริษัทหรือผู้ผลิตรายย่อยภายในอุตสาหกรรม Bauer (1990) ใช้แบบจำลอง stochastic frontier with time-invariant technical inefficiency แยก total factor productivity ของสายการบิน 12 สายของอเมริกาพบว่าระหว่างปี 1978 ถึง 1988 ที่มาของการเจริญเติบโตทางเศรษฐศาสตร์เกิดจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีและความมีประสิทธิภาพทางเทคนิค ในขณะที่ผลของ scale effects และความมีประสิทธิภาพทางเศรษฐศาสตร์มีผลอย่างมากต่อสายการบินขนาดเล็ก

Kalirajah and Obwona (1994) ใช้แบบจำลอง random coefficient regression model ที่ผ่อนผันให้ frontier สามารถเปลี่ยนแปลงได้ โดยตั้งสมมติฐานให้ค่าพารามิเตอร์ของสัมประสิทธิ์ไม่ใช่ค่าคงที่ ผลการศึกษาโดยใช้ข้อมูลของรัฐวิสาหกิจ 48 แห่งในประเทศจีนพบว่าแบบจำลองที่ผ่อนปรนสมมติฐาน Hicks-neutral นั้นมีผลการทดสอบทางสถิติที่ดีกว่าและค่าประมาณการมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับแบบจำลองทั่วไป

ในงานของ Kumbhakar (2000) ใช้แบบจำลอง stochastic frontier with time-varying technical inefficiency ที่คล้ายกับของ Lee and Schmidt (1993) ซึ่งสมมติให้ temporal pattern ของความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคเท่ากันสำหรับทุกผู้ผลิต โดยแบบจำลองนี้ถูกใช้แยกการเจริญเติบโตทางเศรษฐศาสตร์ของบริษัทในอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ของประเทศสวีเดนระหว่างปี 1959 ถึง 1979 ซึ่งผลการศึกษาพบว่าในการแยก total factor productivity ไม่ควรแยกเพียงแต่ส่วนที่เกิดจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีเพียงอย่างเดียว แต่จำเป็นต้องรวมส่วนหรือผลที่เกิดจากความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคด้วย

จากการวิจัยของ Kim and Han (2001) ซึ่งใช้แบบจำลองของ Kumbhakar (2000) เพื่อแยก total factor productivity growth ของอุตสาหกรรมการผลิตของประเทศเกาหลีระหว่างปี 1980 ถึง 1994 พบว่าที่มาของการเจริญเติบโตทางเศรษฐศาสตร์เกิดจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีและความมีประสิทธิภาพทางเทคนิค ในขณะที่ความมีประสิทธิภาพทางเศรษฐศาสตร์มีความสำคัญน้อยที่สุดในงานวิจัยที่มีรายละเอียดมากขึ้นของอุตสาหกรรมเกาหลีของ Mahadevan and Kim (2003) ซึ่งใช้แบบจำลอง random coefficients production frontier ในช่วงระยะเวลาเดียวกัน พบว่าที่มาของการเจริญเติบโตของอุตสาหกรรมส่งออก (โดยเฉพาะอุตสาหกรรมเบา) มาจากการอัตราการเติบโตของปัจจัยการผลิต ในขณะที่ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีและความมีประสิทธิภาพทางเทคนิคมีบทบาทน้อยกว่า ส่วนในอุตสาหกรรมที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูง Sun and Kalirajah (2005) พบว่าการเจริญเติบโตทางเศรษฐศาสตร์เกิดจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ในขณะที่การเติบโตของอุตสาหกรรมที่ใช้เทคโนโลยีที่ต่ำกว่าเกิดจากการเพิ่มขึ้นของความมีประสิทธิภาพทางเทคนิค

ในงานวิจัยของ Lee and Pyo (2007) ที่ศึกษาการเจริญเติบโตของอุตสาหกรรมเกาหลี 4 อุตสาหกรรม (เกษตรเหมืองแร่ การผลิต และบริการ) ซึ่งใช้แบบจำลองของ Lee (2006) ที่สมมติให้ temporal pattern ของความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคแตกต่างกันในแต่ละกลุ่มอุตสาหกรรม ผลการศึกษาพบว่าความมีประสิทธิภาพทางเทคนิคเป็นที่สำคัญของการเจริญเติบโตในช่วง 1980s ในขณะที่ความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีมีความสำคัญมากในช่วง 1990s เนื่องจากการมีประสิทธิภาพในการใช้ปัจจัยการผลิตไม่สามารถตามความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีได้ทัน

Karagiannis, Midmore, and Tzouvelekas (2002) ใช้แบบจำลอง stochastic frontier with time-varying technical inefficiency ของ Cornwell et al. (1990) เพื่อแยกการเจริญเติบโตทางเศรษฐศาสตร์ของเจ้าของฟาร์มโคนมในอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์นมของประเทศอังกฤษระหว่างปี 1982 ถึง 1992 โดยผลการศึกษาคล้ายคลึงกับการศึกษาก่อนหน้า แต่ผลที่เกิดจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีและความมีประสิทธิภาพทางเทคนิคมีขนาดใหญ่กว่า ซึ่งสาเหตุอาจเกิดจากการใช้ “generalized index” ที่เสนอโดย Baltagi and Griffin (1988) เพื่อแยกผลที่เกิดจากความมีประสิทธิภาพทางเทคนิคออกจากผลของความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีและผลที่เกิดจาก non-neutral effects อื่นๆ

สำหรับระดับอุตสาหกรรมภายในประเทศ Dhawan and Gredes (1997) ซึ่งใช้แบบจำลองของ Battese and Coelli (1992) เพื่อแยกการเจริญเติบโตทางเศรษฐศาสตร์ของอุตสาหกรรมในอเมริกาสามอุตสาหกรรม (ภาคอุตสาหกรรมการผลิต ภาคบริการ และอื่นๆ) ระหว่างปี 1970 ถึง 1989 โดยผลการศึกษาพบว่า การเจริญเติบโตของภาคอุตสาหกรรมการผลิต และภาคอื่นๆ เกิดจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ในขณะที่ความมีประสิทธิภาพทางเทคนิคเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย ส่วนภาคบริการไม่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากมีข้อจำกัดเรื่องความสามารถหรือประสิทธิภาพในการปรับเปลี่ยนจากการใช้ปัจจัยแรงงานมาเป็นปัจจัยทุนเมื่อเทคโนโลยีทันสมัยมากขึ้น

ในกรณีของประเทศสิงคโปร์ Mahadevan (2002) ใช้แบบจำลองของ Kalirajah and Obwana (1994) เพื่อแยกผล การเจริญเติบโตทางเศรษฐศาสตร์ของ 17 อุตสาหกรรมในภาคบริการระหว่างปี 1975 และ 1994 โดยผลการศึกษาพบว่า ที่มาของการเจริญเติบโตในภาคบริการเกิดจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ในขณะที่พบว่าความมีประสิทธิภาพทางเทคนิคลดต่ำลง ซึ่งส่งผลให้การเจริญเติบโตโดยรวมในภาคบริการอยู่ในระดับต่ำ และแสดงให้เห็นว่าประเทศสิงคโปร์นั้นไม่สามารถใช้เทคโนโลยีได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

ในการศึกษาของ Alvarez (2007) ซึ่งใช้ stochastic frontier with time-varying technical inefficiency และตัดแปลงเพิ่มตัวแปร individual effects เพื่อแยกผลการเจริญเติบโตออกเป็นส่วนที่เกิดจากความมีประสิทธิภาพทางเทคนิคและความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีของ 17 ภูมิภาคในประเทศสเปนระหว่างปี 1980 ถึง 1995 ผลการศึกษาที่ได้แตกต่างจากการใช้แบบจำลองอื่นๆ โดยการเพิ่ม individual effects และ regional fixed effects ทำให้สามารถแยกผลที่เกิดจากความมีประสิทธิภาพทางเทคนิคและความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีได้ดีขึ้น ซึ่งผลการศึกษาหลักพบว่าทั้งความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีและความมีประสิทธิภาพทางเทคนิคเป็นที่ยาหลักของการเจริญเติบโตทางเศรษฐศาสตร์

ในระดับภูมิภาคมีการใช้แบบจำลอง stochastic frontier ทั้งกับประเทศในกลุ่ม OECD และประเทศในเอเชียตะวันออก (ญี่ปุ่น ฮองกง สิงคโปร์ และเกาหลีใต้) ภายใต้สมมติฐานว่าฟังก์ชันการผลิตเป็น constant returns to scale Fare, Grosskopf, Norris, and Zhang (1994) พบว่าการเปลี่ยนแปลงของ total factor productivity ของ 17 ประเทศในกลุ่ม OECD ในช่วงระยะเวลาระหว่างปี 1978 ถึง 1988 นั้นไม่มีความชัดเจนของที่มาของการเปลี่ยนแปลงว่าเกิดจากส่วนใด เช่น ในกรณีของอเมริกาความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีมีผลอย่างมากต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐศาสตร์ ในขณะที่การเจริญเติบโตของประเทศญี่ปุ่นเกิดจากการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญของความมีประสิทธิภาพทางเทคนิค

โดยงานของ Han, Kalirajah, and Singh (2002) ได้แยกอัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของกลุ่มประเทศเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ระหว่างปี 1965 ถึง 1990 ออกเป็นส่วนที่เกิดจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี (moving of the frontier) ความมีประสิทธิภาพทางเทคนิค (“catching-up”) และอัตราการเติบโตของปัจจัยการผลิต ผลจากแบบจำลอง varying coefficients stochastic frontier พบว่าที่มาของการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของทั้งสี่ประเทศเกิดจากอัตราการเติบโตของปัจจัยการผลิตโดยเฉพาะในภาคอุตสาหกรรมการผลิต ในขณะที่ความมีประสิทธิภาพทางเทคนิคมีความสำคัญต่อการเติบโตของอุตสาหกรรมขั้นกลาง (intermediate sector) และความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีไม่มีนัยสำคัญต่อการเติบโตของทั้งสองอุตสาหกรรมนี้

ในระดับอุตสาหกรรมโลก Koop, Osiewalski, and Steel (2000) ได้ใช้แบบจำลอง Bayesian stochastic frontier เพื่อหา world production frontier ซึ่งแตกต่างจากงานวิจัยก่อนหน้านี้ที่ใช้ stochastic frontier คือ Koop et al. (2000) ใช้ “effective” inputs แทนการใช้ปัจจัยการผลิตทุนหรือแรงงาน เนื่องจากเชื่อว่าลักษณะของปัจจัยการผลิตที่แตกต่างกันย่อมส่งผลต่อการผลิตที่แตกต่างกันด้วย โดยแบบจำลองที่ใช้เป็นแบบ time-varying technical inefficiency ผลการศึกษาจากทั้งหมด 44 ประเทศระหว่างปี 1965 ถึง 1990 พบว่าที่มาของการเจริญเติบโตมาจากอัตราการเติบโตของปัจจัยการผลิต (input growth) ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ในขณะที่ความมีประสิทธิภาพถึงแม้จะเพิ่มขึ้น แต่มีสัดส่วนที่ต่ำกว่าที่มาก่อน อย่างไรก็ตามข้อสรุปที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับความมีประสิทธิภาพคือ ในกรณีที่มีการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ ประเทศที่มีความมีประสิทธิภาพต่ำจะได้รับผลประโยชน์ช้าและน้อยกว่าประเทศที่มีความมีประสิทธิภาพสูงกว่า ซึ่งผลการศึกษานี้คล้ายคลึงกับผลของของ Limam and Miller (2004) ซึ่งใช้ข้อมูลของ 104 ประเทศ แต่ใช้แบบจำลองของ Battese and Coelli (1992) ในการหา world production frontier แต่ผลที่น่าสนใจของ Limam and Miller (2004) คือการเจอหลักฐานทางสถิติของความสัมพันธ์ที่มีทิศทางตรงข้าม (trade-off) ระหว่าง (1) ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีกับความมีประสิทธิภาพทางเทคนิค และ (2) อัตราการเพิ่มของผลผลิตกับความมีประสิทธิภาพทางเทคนิค

ในการศึกษาของ Kumbhakar and Wang (2005) เพื่อประมาณการ world production frontier โดยใช้แบบจำลองของ Battese and Coelli (1992) ที่มีการปรับเปลี่ยนเพิ่มเติมตัวแปร country-specific efficiency เพื่อรวมผลที่เกิดจาก country heterogeneity จากข้อมูลของ 82 ประเทศในช่วงเวลาระหว่างปี 1960 ถึง 1987 พบว่าหากไม่มีการรวมผลที่เกิดจาก country heterogeneity ผลการประมาณการที่เกิดจากความมีประสิทธิภาพทางเทคนิคจะต่ำกว่าที่ควรจะเป็น ในขณะที่ผลการประมาณการที่เกิดจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีจะสูงกว่าที่ควรจะเป็น

จากการศึกษาของ Kim and Lee (2006) ซึ่งใช้แบบจำลองดัดแปลงจากแบบจำลองของ Lee and Schmidt (1993) และ Lee (2003) ที่สมมติให้ความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคของแต่ละกลุ่มประเทศแตกต่างกัน โดยผลการศึกษาพบว่า การเติบโตของ 49 ประเทศในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ หากวัดด้วยระดับการเติบโตจะมาจากการที่ความมีประสิทธิภาพทางเทคนิคสูงขึ้น ในขณะที่หากวัดด้วยอัตราการเปลี่ยนแปลงของการเติบโตจะพบว่ามาจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี นอกจากนั้นยังพบความสัมพันธ์ที่คล้ายคลึงกับผลของ Limam and Miller (2004) โดยเฉพาะความสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้ามของความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีกับความมีประสิทธิภาพทางเทคนิคของประเทศที่พัฒนาแล้ว

3. กรอบแนวคิด (Conceptual Framework)

ในการพิจารณาเลือกอุตสาหกรรมไทยที่ควรได้รับความสำคัญในการส่งเสริมจากภาครัฐ เงื่อนไขหนึ่งในการพิจารณาควรขึ้นอยู่กับระดับความมีประสิทธิภาพทางเทคนิคของแต่ละอุตสาหกรรม โดยอุตสาหกรรมที่มีความมีประสิทธิภาพทางเทคนิคสูงที่สุดควรจะได้รับ การสนับสนุนในขั้นต้นๆ เพื่อให้อุตสาหกรรมดังกล่าวช่วยผลักดันให้ประเทศก้าวพ้นกับดักรายได้ปานกลาง ในขณะที่อุตสาหกรรมที่มีประสิทธิภาพต่ำหรือต่ำกว่าควรจะได้รับ ความสำคัญรองลงมา และมีการใช้ นโยบายที่มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับลักษณะของอุตสาหกรรมนั้นๆ ซึ่งระดับความมีประสิทธิภาพของ อุตสาหกรรมชนิดหรือประเภทเดียวกับของต่างประเทศจะถูกใช้เป็นบรรทัดฐานในการเปรียบเทียบ นั่นคือผู้วิจัยสมมติว่า ในอุตสาหกรรมหนึ่งๆ มีประเทศหนึ่งที่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคสูงสุดเป็นตัวแทนของ production frontier โดยระดับ ความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคของอุตสาหกรรมเดียวกันของประเทศไทยสามารถคำนวณได้จากความแตกต่างของ ประสิทธิภาพทางเทคนิคของประเทศไทยกับประสิทธิภาพทางเทคนิคของประเทศที่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคสูงสุด

กรอบแนวคิดที่ผู้วิจัยใช้เพื่อหาระดับความมีประสิทธิภาพทางเทคนิคของอุตสาหกรรมของประเทศไทย คือ การ ใช้ production frontier ที่ได้กล่าวไปแล้วข้างต้น เพื่อให้สะดวกในการวิเคราะห์ผู้วิจัยสมมติให้สมการฟังก์ชันการผลิต เท่ากับ $y_{it} = f(x_{it}, t; \theta) \exp(-u_{it})$ และฟังก์ชันการผลิตเป็น constant returns to scale และเทคโนโลยีการผลิตเป็น Hicks-neutral² ซึ่งเป็นสมมติฐานทั่วไปที่ใช้ในบทความวิชาการ/งานวิจัยอื่นๆ เช่น งานของ Fare et al. (1994), Kumar and Russell (2002), Sun and Kalirajah (2005) และ Kim and Lee (2006)

ภายใต้สมมติฐานนี้การเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจสามารถแยกออกเป็นสองส่วน คือ ความเจริญก้าวหน้าทาง เทคโนโลยี (technological progress) และความมีประสิทธิภาพทางเทคนิค (technical efficiency) โดยส่วนของ scale effects จะหายไป เนื่องจากถือว่าโครงสร้างการใช้ปัจจัยการผลิตมีการใช้ในส่วนที่คงที่ และความสัมพันธ์นี้สามารถเขียนในรูป ของสมการได้ดังนี้

$$\dot{y} = \frac{df(x,t)}{dt} - \frac{du}{dt} = \text{Technological Progress} + \text{Technical Efficiency}$$

โดยที่ ในอุตสาหกรรมหนึ่งๆ ตัวแปร y_{it} คือผลผลิตของประเทศ i ณ. เวลา t ตัวแปร x_{it} คือเวกเตอร์ของปัจจัยการผลิต ของประเทศ i ณ. เวลา t ตัวแปร u_{it} คือระดับความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคของประเทศ i ณ. เวลา t และ $\exp(u_{it})$ คือระดับความมีประสิทธิภาพทางเทคนิค ซึ่งเท่ากับสัดส่วนของผลผลิตที่ผลิตได้จริงเทียบกับผลผลิตสูงสุดที่ สามารถผลิตได้

² ในกรณีที่ฟังก์ชันการผลิตที่มีคุณลักษณะเป็น Hicks-neutral แสดงว่าความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสัดส่วน การใช้ปัจจัยการผลิตแรงงานและทุน หรือเมื่อมีเทคโนโลยีการผลิตที่ดีขึ้น ผู้ผลิตยังคงใช้สัดส่วนปัจจัยแรงงานและปัจจัยทุนเท่าในสัดส่วน เดิม

ในการแยกประสิทธิภาพทางเทคนิค (technical efficiency) ออกจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี (technological progress) ผู้วิจัยเลือกใช้แบบจำลองกรอบของ stochastic frontier model

$$y_{it} = f(x_{it}; \beta) \exp(v_{it}) \exp(-u_{it}),$$

ซึ่งรวม statistical noise กับฟังก์ชันการผลิตปกติ โดย $\exp(v_{it})$ แสดงถึง random shocks ที่ผู้ผลิตประเทศนั้นไม่สามารถควบคุมได้ เพื่อให้แบบจำลองนี้ง่ายต่อการวิเคราะห์ ผู้วิจัยเลือกใช้ฟังก์ชันการผลิตในรูปของ log-linear function:

$$\ln(y_{it}) = \ln[f(x_{it}; \beta)] + v_{it} - u_{it}$$

ในบทความวิชาการนี้ ผู้วิจัยสนใจแบบจำลองในสองกรณีคือ แบบจำลองที่ความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคไม่เปลี่ยนแปลงตามเวลา ($u_{it} = u_i$) และแบบจำลองที่ความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคเปลี่ยนแปลงตามเวลาโดยค่าประมาณการของความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิค u_{it} และความมีประสิทธิภาพทางเทคนิค $\exp(-u_{it})$ สามารถคำนวณได้ภายหลังจากการประมาณการแบบจำลองข้างต้น

จากแบบจำลองทั้งสองแบบนี้ ผู้วิจัยสามารถพิจารณาคัดเลือกอุตสาหกรรมใดของประเทศไทยที่ควรได้รับความสำคัญในการส่งเสริมจากภาครัฐ สามารถทำได้อย่างน้อยในสองมิติด้วยกัน คือในมิติแรก สามารถพิจารณาเปรียบเทียบกับประเทศต่างๆ (โดยเฉพาะประเทศที่มีค่าประมาณการประสิทธิภาพทางเทคนิคสูงสุด) ในมิติที่สองผู้วิจัยสามารถที่จะทำการเปรียบเทียบมิติทางด้านเวลาว่าระดับความมีประสิทธิภาพทางเทคนิคของอุตสาหกรรมมีแนวโน้มการปรับเปลี่ยนอย่างไร

(3.1) แบบจำลอง (Model)

ในการศึกษานี้ ผู้วิจัยเลือกใช้ฟังก์ชันการผลิตแบบ log-linear Cobb-Douglas ที่มีปัจจัยการผลิตสองชนิด คือ ทุน K_{it} และแรงงาน L_{it} นอกจากนั้นผู้วิจัยสมมติให้การก้าวหน้าทางเทคโนโลยี (technological progress) เป็น Hicks-neutral และฟังก์ชันการผลิตเป็น constant returns to scale ซึ่งภายใต้สมมติฐานเหล่านี้ แบบจำลอง stochastic frontier ที่ผู้วิจัยใช้ในบทความวิชาการนี้สามารถเขียนได้ดังนี้

$$\ln(y_{it}) = \beta_0 + \beta_1 \ln(K_{it}) + \beta_2 \ln(L_{it}) + v_{it} - u_{it}$$

โดยตัวแปร y_{it} คือมูลค่าผลผลิตของประเทศ i ณ. เวลา t ตัวแปร K_{it} และ L_{it} คือมูลค่าทุนและจำนวนแรงงานของประเทศ i ณ. เวลา t ที่ใช้ผลิตมูลค่า y_{it} ตัวแปร v_{it} คือ two-sided stochastic component หรือ statistical noise ซึ่งผู้วิจัย

³การเลือกใช้แบบจำลองที่สมมติให้ความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคโนโลยีไม่เปลี่ยนแปลงตามเวลา หรือที่สามารถเปลี่ยนแปลงตามเวลาได้ขึ้นอยู่กับสมมติฐานและคำถามการวิจัยของแต่ละคนที่อาจแตกต่างกัน โดยหากสมมติว่าผู้ผลิตในอุตสาหกรรมนั้นๆไม่สามารถปรับการผลิตของตนเองได้เลย (อาจเกิดจากโครงสร้างเฉพาะของอุตสาหกรรมนั้นๆ) แม้ว่าเวลาผ่านไปพอสมควร การเลือกใช้แบบจำลอง stochastic frontier ที่กำหนดให้ความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคคงที่ก็น่าจะเหมาะสมมากกว่า (โดยเฉพาะในกรณีที่ข้อมูลอนุกรมเวลาสั้น) แต่ถ้าในระยะยาวผู้ผลิตในอุตสาหกรรมนั้นๆสามารถปรับปรุงการผลิตของตนเองให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นได้ การเลือกใช้แบบจำลองที่ความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคที่สามารถเปลี่ยนแปลงตามเวลาได้จะมีความเหมาะสมมากกว่า

สมมติให้มีการแจกแจงที่เป็นอิสระ และมีการแจกแจงแบบปกติมีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์และความแปรปรวนเท่ากับ σ_v^2 หรือ $v_{it} \sim iid N(0, \sigma_v^2)$ และตัวแปร u_{it} คือความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคที่ไม่เป็นลบ

ตัววัดความมีประสิทธิภาพทางเทคนิคและความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคสามารถคำนวณได้จาก $TE \equiv \exp(-u)$ และ $TIE \equiv u$

ดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น การศึกษานี้สนใจแบบจำลองสองแบบ คือ แบบจำลอง stochastic frontier with time-invariant technical inefficiency และ stochastic frontier with time-varying technical inefficiency ในแบบจำลองแรกผู้วิจัยสมมติให้เทคโนโลยีการผลิตและความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคคงที่หรือไม่เปลี่ยนแปลงตามเวลา นั่นคือ $u_{it} = u_i$ ซึ่งในแบบจำลองนี้จะเหมือนกับ stochastic frontier model ทั่วไป

$$\log(y_{it}) = \beta_0 + \beta_1 \log(x_{it}) + \beta_2 \log(t_{it}) + v_{it} - u_i$$

ภายใต้แบบจำลองนี้ ผู้วิจัยตั้งสมมติฐานตามการศึกษาของ Pitt and Lee (1981) Kumbhakar (1984) และ Battese and Coelli (1988) ที่ให้การแจกแจงของความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิค u_i มาจากการแจกแจงแบบ truncated normal ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ μ และความแปรปรวน σ_u^2 หรือ $u_i \sim iid N^+(\mu, \sigma_u^2)$

โดยค่าประมาณการความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคที่ไม่เปลี่ยนแปลงตามเวลา และค่าประมาณการความมีประสิทธิภาพทางเทคนิคที่ไม่เปลี่ยนแปลงตามเวลา สามารถคำนวณโดยใช้ผลต่อไปนี้ของ Battese and Coelli (1988)

$$E(u_i | x_i) = \mu_i + \sigma_u \left\{ \frac{\phi(-\mu_i/\sigma_u)}{1 - \Phi(-\mu_i/\sigma_u)} \right\}$$

และ

$$E[\exp(-u_i) | x_i] = \frac{1 - \Phi\left[\sigma_u - \left(\mu_i/\sigma_u\right)\right]}{1 - \Phi\left(-\mu_i/\sigma_u\right)} \exp\left\{-\mu_i + \frac{1}{2}\sigma_u^2\right\}$$

โดยตัวแปร x_i เป็นเวกเตอร์ของ composite error ของประเทศ i ณ เวลา t ตัวแปร $\mu_i = \frac{\mu\sigma_v^2 - T_i\sigma_u^2}{\sigma_v^2 + T_i\sigma_u^2}$ ตัวแปร

$$\sigma_u^2 = \frac{\sigma_v^2\sigma_u^2}{\sigma_v^2 + T_i\sigma_u^2} \text{ และ } \bar{x} = \frac{1}{T_i} \sum_t x_{it}$$

แบบจำลองที่สอง คือ stochastic frontier with time-varying technical inefficiency ซึ่งผ่อนปรนสมมติฐานที่ความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคไม่สามารถเปลี่ยนแปลงตามเวลาได้ลง โดยแบบจำลองนี้มีฟังก์ชันความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคหลายรูปแบบ เช่นงานของ Cornwell et al. (1990) Kumbhakar (1990) หรือ Battese and Coelli (1992) เป็นต้น ใน

การศึกษานี้ผู้วิจัยเลือกใช้รูปแบบของ Battese and Coelli (1992) ซึ่งสมมติสมการความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคเป็นดังนี้

$$u_{it} = \eta_{it} u_i = \exp[-\eta(\bar{x} - T_i)] u_i$$

ซึ่งทำให้แบบจำลองที่สองที่ผู้วิจัยจะทำการประมาณการเป็นดังนี้

$$\log(y_{it}) = \beta_0 + \beta_1 \log(x_{it}) + \beta_2 \log(l_{it}) + v_{it} - \eta_{it} u_i$$

ผู้วิจัยยังคงสมมติว่า ความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิค u_i มีการแจกแจงแบบ truncated normal ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ μ และความแปรปรวน σ_u^2 หรือ $u_i \sim \text{Trd } N^+(\mu, \sigma_u^2)$ ค่าพารามิเตอร์ η แสดงถึง temporal pattern ของความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิค โดยถ้า $\eta > 0$ แสดงว่าเทคโนโลยีต่ำลงในอัตราที่เร็วขึ้น ถ้า $\eta < 0$ แสดงว่าเทคโนโลยีดีขึ้นในอัตราที่เร็วขึ้น และถ้า $\eta = 0$ แสดงว่า $u_{it} = u_i$ และแบบจำลองจะกลายเป็นแบบจำลองแรก

ภายใต้สมมติฐานข้างต้น Battese and Coelli (1992) ได้ให้ค่าประมาณการความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคของประเทศ i ณ เวลา t เท่ากับ

$$E[\exp(-u_{it}) | s_i] = \left\{ \frac{1 - \Phi \left[\frac{\eta_{it} \sigma_i^2 - (\mu_i^* / \sigma_i^2)}{\sigma_i^2} \right]}{1 - \Phi \left(\frac{\mu_i^*}{\sigma_i^2} \right)} \right\} \exp \left[-\eta_{it} \mu_i^* + \frac{1}{2} \eta_{it}^2 \sigma_i^2 \right]$$

โดย $\mu_i^* = \frac{\mu \sigma_i^2 - \eta_i s_i \sigma_u^2}{\sigma_i^2 + \eta_i \eta_{it} \sigma_u^2}$, $\sigma_i^{*2} = \frac{\sigma_i^2 \sigma_u^2}{\sigma_i^2 + \eta_i \eta_{it} \sigma_u^2}$ และ $\eta_i^* = [\eta_{i1}, \dots, \eta_{it}]$

แบบจำลองทั้งสองแบบข้างต้นสามารถดัดแปลงให้แยกผลที่เกิดจากทั้งความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี (technological progress) และความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิค (technical efficiency) ได้โดยเพิ่มตัวแปรเวลาในแบบจำลองทั้งสองแบบ ซึ่งจะช่วยให้สมการแบบจำลองที่ต้องประมาณการเป็นดังนี้

$$\log(y_{it}) = \beta_0 + \beta_1 \log(x_{it}) + \beta_2 \log(l_{it}) + \beta_3 \text{time} + v_{it} - u_{it}$$

จากการที่ผู้วิจัยตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับการแจกแจงของความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิค การเพิ่มตัวแปรเวลาเพื่อแยกผลที่เกิดจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีไม่น่าที่จะทำให้เกิดปัญหาในการแยกผลที่เกิดจากความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคออกจากผลที่เกิดจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีออกจากกัน

นอกจากนี้ เพื่อให้แบบจำลองฟังก์ชันการผลิตที่มีความยืดหยุ่นมากขึ้น ผู้วิจัยจึงเพิ่มแบบจำลองที่มีฟังก์ชันการผลิตเป็น transcendental logarithm production function หรือ translog production function โดยแบบจำลองนี้มีคุณลักษณะที่

ยืดหยุ่นมากกว่า Cobb-Douglas และให้การประมาณค่าทางคณิตศาสตร์ (approximation) ของฟังก์ชันการผลิตที่ดีกว่า⁴ โดยแบบจำลองที่ผู้วิจัยพิจารณาคือ

$$\log(y_{it}) = \beta_0 + \beta_1 \log(x_{it}) + \beta_2 \log(l_{it}) + \beta_3 \text{time} + \beta_4 \log(x_{it}) \cdot \log(x_{it}) + \beta_5 \log(l_{it}) \cdot \log(l_{it}) + \beta_6 \log(x_{it}) \cdot \log(l_{it}) + \beta_7$$

โดยผู้วิจัยยังคงใช้กรอบการวิเคราะห์เช่นเดียวกับแบบจำลองที่ฟังก์ชันการผลิตเป็น Cobb-Douglas คือยังคงเป็นไปได้กรอบแบบจำลอง stochastic frontier with time-invariant technical inefficiency และ stochastic frontier with time-varying technical inefficiency เพียงแต่เปลี่ยนแปลงสมการฟังก์ชันการผลิตเท่านั้น

(3.2) วิธีการประมาณการ

วิธีการประมาณการแบบจำลอง stochastic frontier ที่ใช้ข้อมูล panel data นั้นสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การใช้ประโยชน์จากโครงสร้างของ panel data และประมาณการแบบจำลองด้วย fixed effects หรือ random effects หรืออาจตั้งสมมติฐานการแจกแจงของความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคและประมาณการแบบจำลองด้วย maximum likelihood estimation

เนื่องจากในแบบจำลองที่ผู้วิจัยใช้มีการตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับการแจกแจงของความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิค วิธีการประมาณการที่ผู้วิจัยเลือกใช้จึงเป็นการประมาณการด้วย maximum likelihood estimation (MLE)

นอกเหนือจากการประมาณการด้วย MLE แล้วผู้วิจัยจำเป็นต้องทดสอบผลการประมาณการในสองด้านด้วยกัน ได้แก่ (1) ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากผลของ scale effects และ (2) ความเหมาะสม (fitness) ของฟังก์ชัน

ในประเด็นแรกนั้น เนื่องจากผู้วิจัยมีการใช้กรอบความคิดและสมมติฐานเรื่อง constant returns to scale และ Hicks-neutral ที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น เพื่อให้การประมาณการแบบจำลองมีผลความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ผู้วิจัยจำเป็นต้องทดสอบสมมติฐานว่าฟังก์ชันการผลิตว่าเป็น constant returns to scale หรือไม่ นั่นคือทดสอบ

$H_0: \beta_1 + \beta_2 = 1$ ในกรณีของฟังก์ชันการผลิตแบบ Cobb-Douglas และทดสอบ multiple restrictions

$H_0: \beta_1 + \beta_2 = 1$ และ $H_0: \beta_4 = \beta_5 = \beta_6 = \beta_7 = \beta_8 = 0$ ในกรณีของฟังก์ชันการผลิตแบบ translog

ถ้าสมมติฐานดังกล่าวถูกปฏิเสธ หรือฟังก์ชันการผลิตไม่เป็น constant returns to scale จะทำให้การแยก TP และ TE คลาดเคลื่อน เนื่องจากมีผลของ scale effects รวมอยู่ด้วย ซึ่งจะส่งผลให้การประมาณการค่าประสิทธิภาพทางเทคนิคคลาดเคลื่อน ซึ่งในการตีความ หรือการวิเคราะห์ผลต่าง ๆ ควรจะต้องพิจารณาถึงประเด็นนี้ด้วย⁵

⁴ ผู้สนใจสามารถอ่านรายละเอียดเพิ่มเติมได้จากการศึกษาของ Christensen, Jorgenson, and Lau (1973)

⁵ ในกรณีนี้ผู้วิจัยจะทำการพิจารณาแบบจำลองที่ฟังก์ชันการผลิตถูกกำหนดเงื่อนไขให้เป็น constant returns to scale ถึงแม้ว่าในความเป็นจริงไม่ใช่ ถึงแม้ว่าเงื่อนไขดังกล่าวจะทำให้การแยกผลระหว่าง TP และ TE ผู้วิจัยเชื่อว่าการบังคับเงื่อนไขในการประมาณการแบบจำลองจะส่งผลกระทบต่อค่าประมาณการความมีประสิทธิภาพทางเทคนิค ซึ่งผู้วิจัยจะได้กล่าวต่อไปในส่วนที่ 5

สำหรับประเด็นเรื่องความเหมาะสมของฟังก์ชันการผลิตรุนั้น (เหมาะในแง่ที่สามารถอธิบายข้อมูลที่ผู้วิจัยเลือกใช้ได้มากที่สุด) ผู้วิจัยใช้ค่าสถิติทดสอบ Likelihood Ratio (LR) Test เพื่อทดสอบความเหมาะสมระหว่างแบบจำลองที่ฟังก์ชันการผลิตรุนั้นเป็น Cobb-Douglas และ translog นั้น โดยกำหนดให้ฟังก์ชันการผลิตรุนั้นเป็น unrestricted model (UR) ในขณะที่ฟังก์ชันการผลิตรุนั้นเป็น restricted model (R) ค่าสถิติ LR สามารถคำนวณได้จากสูตร $LR = LL_{UR} - LL_R \sim \chi^2_k$ โดยที่ค่า LL คือ log-likelihood และค่าสถิติ LR มีการแจกแจงแบบไคสแควร์ที่มี degree of freedom เท่ากับจำนวน exclusion restrictions ⁴

ในกรณีที่ไม่สามารถปฏิเสธสมมติฐานได้แสดงว่าแบบจำลองที่ฟังก์ชันการผลิตรุนั้นเป็น translog มีความเหมาะสมกับข้อมูลมากกว่า แต่ถ้าสมมติฐานถูกปฏิเสธแสดงว่าการใช้ฟังก์ชันการผลิตรุนั้นเป็น Cobb-Douglas เหมาะสมกว่า ทั้งนี้หากผลการประมาณแบบจำลองทั้งสามแบบ และค่าประมาณการประสิทธิภาพทางเทคนิคของทั้งสามแบบจำลองมีค่าที่ไม่แตกต่างกันมากนัก แสดงว่าการเลือกแบบจำลองฟังก์ชันการผลิตรุนั้น (ในอุตสาหกรรมนั้นๆ) ไม่มีผลต่อการประมาณการ และแสดงว่าผลการประมาณการที่ได้มีเสถียรภาพ (robust)

4. ฐานข้อมูล

ฐานข้อมูลแบ่งออกได้เป็นสองชุด ประกอบไปด้วย ฐานข้อมูลอุตสาหกรรมทั่วไป และ ฐานข้อมูลอุตสาหกรรมแบบเจาะจง ทั้งสองฐานข้อมูลมีความแตกต่างกันในหลายมิติ อันได้แก่ กลุ่มสินค้าที่พิจารณา กลุ่มประเทศที่พิจารณา (มิติภาคตัดขวาง) ช่วงเวลาที่ทำการศึกษา (มิติทางด้านเวลา) และวิธีการแปลงค่าให้อยู่ในรูปค่าที่แท้จริง

ฐานข้อมูลอุตสาหกรรมทั่วไปครอบคลุม 26 ประเทศ⁶ โดยแบ่งอุตสาหกรรมออกเป็น 10 กลุ่ม (ดูภาคผนวก ก) ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา ประกอบไปด้วยข้อมูลปี 2543 และปี 2548⁷ แหล่งข้อมูลของฐานข้อมูลชุดนี้แสดงไว้ในตารางที่ 2 ในส่วนของฐานข้อมูลแบบเฉพาะเจาะจงจะครอบคลุม 39 ประเทศ⁸ ระหว่างปี 2532 ถึงปี 2541⁹ โดยจำแนกเจาะลึกในอุตสาหกรรมการผลิต (Manufacturing sector) ออกเป็น 23 กลุ่มสินค้าตามรหัส ISIC-Rev 3 (รหัส 15 ถึง 37, ดูภาคผนวก ข ประกอบ) แหล่งข้อมูลของฐานข้อมูลชุดนี้ได้ถูกแสดงไว้ในตารางที่ 3

⁴ประกอบด้วย ออสเตรีย ออสเตรเลีย เบลเยียม แคนาดา สาธารณรัฐเช็ก เดนมาร์ก เอสโตเนีย ฟินแลนด์ ฝรั่งเศส กรีซ ฮังการี ไอร์แลนด์ อิสราเอล อิตาลี เกาหลีใต้ เนเธอร์แลนด์ นอร์เวย์ โปแลนด์ โปรตุเกส สโลวาเกีย สโลวีเนีย สเปน สวีเดน ไทย สหราชอาณาจักร และสหรัฐอเมริกา ซึ่งหากแยกตามระดับการพัฒนาจะพบว่าประเทศอื่นๆนอกจากประเทศไทยเป็นที่อยู่ในกลุ่มประเทศที่พัฒนาแล้วทั้งหมด

⁶ข้อมูลทางด้านการมีอยู่ของข้อมูลเป็นเหตุผลหลักในการเลือกประเทศและระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา

⁷ประกอบด้วย อาร์เจนตินา ออสเตรีย ออสเตรเลีย เบลเยียม บราซิล แคนาดา ไชปรัส สาธารณรัฐเช็ก เดนมาร์ก ฟินแลนด์ ฝรั่งเศส กรีซ ฮังการี อิตาลี อินเดีย ไอร์แลนด์ อิตาลี ญี่ปุ่น เกาหลีใต้ ลักเซมเบิร์ก มาเลเซีย เม็กซิโก เนเธอร์แลนด์ นอร์เวย์ ฟิลิปปินส์ โปแลนด์ โปรตุเกส โรมาเนีย สิงคโปร์ สโลวาเกีย สโลวีเนีย สเปน สวีเดน ไทย ตุรกี สหราชอาณาจักร อเมริกา อูรุกวัย ซึ่งหากแยกตามระดับการพัฒนาจะพบว่าไม่มีประเทศที่อยู่ในกลุ่มประเทศพัฒนาแล้วอยู่ 31 ประเทศ ในขณะที่อีกแปดประเทศที่เหลือจะอยู่ในกลุ่มประเทศที่กำลังพัฒนา

⁹ในฐานข้อมูลประกอบไปด้วยข้อมูล 7 ปี ได้แก่ ปีพ.ศ. 2532, 2533, 2534, 2536, 2537, 2539 และปีพ.ศ. 2541

ข้อมูลมูลค่าเพิ่มของอุตสาหกรรม (Industrial value-added) และการใช้จ่ายเพื่อการลงทุน (Gross fixed capital formation) ของอุตสาหกรรมทั่วไปและอุตสาหกรรมรายสาขาจะถูกแปลงให้อยู่ในรูปของมูลค่าที่แท้จริง และปรับให้มูลค่าอยู่ในสกุลเงินที่เหมือนกันคือ ดอลลาร์สหรัฐ โดยใช้ ดัชนีราคา GDP Deflator และ Gross Fixed Capital Formation Deflator และ อัตราแลกเปลี่ยนภายใต้ข้อสมมติ Purchasing Power Parity ในการปรับ¹⁰

ตารางที่ 2: แหล่งข้อมูลสำหรับฐานข้อมูลอุตสาหกรรมทั่วไป

ตัวแปร	ข้อมูล(หน่วย)	แหล่งข้อมูล
Y	มูลค่าเพิ่มของอุตสาหกรรม (ณ ราคาปี 2543, วัดในรูปมูลค่าร้อยละเหรียญสหรัฐ)	Structural Analysis Database (OECD), NESDB
K	การใช้จ่ายเพื่อการลงทุน (ณ ราคาปี 2543, วัดในรูปมูลค่าร้อยละเหรียญสหรัฐ)	
	ดัชนีราคา GDP Deflator และ Gross Fixed Capital Formation Deflator	
L	จำนวนแรงงาน (พันคน)	International Labour Organization (ILO)
	อัตราแลกเปลี่ยนภายใต้ข้อสมมติ Purchasing Power Parity	Penn World Table v7.0 (PWT)

ตารางที่ 3: แหล่งข้อมูลสำหรับฐานข้อมูลอุตสาหกรรมแบบเฉพาะเจาะจง

ตัวแปร	ข้อมูล(หน่วย)	แหล่งข้อมูล
Y	มูลค่าเพิ่มของอุตสาหกรรมย่อยรายสาขา (ณ ราคาปี 2541, วัดในรูปมูลค่าร้อยละเหรียญสหรัฐ)	UNIDO statistics (UN)

¹⁰ เนื่องจากฐานข้อมูล UNIDO ได้มีการปรับให้อยู่ในสกุลเงินสหรัฐแล้วจึงไม่จำเป็นต้องมีการปรับสกุลเงินแบบในกรณีฐานข้อมูล Structural Analysis Database

K	การใช้จ่ายเพื่อการลงทุน (ณ ราคาปี 2541, วัดในรูปมูลค่าร้อยละเหรียญสหรัฐ)	
L	จำนวนแรงงาน (พันคน)	
	ดัชนีราคา GDP Deflator และ Gross Fixed Capital Formation Deflator	Penn World Table v 7.0 (PWT)

5. ผลการศึกษา

(5.1) ผลทางเศรษฐมิติ

จากการประมาณการด้วยวิธี MLE ภายใต้แบบจำลองต่างๆ ค่าประมาณการประสิทธิภาพทางเทคนิคที่ได้จะมีค่าอยู่ระหว่างศูนย์กับหนึ่ง ถ้าค่าอยู่ใกล้ศูนย์แสดงว่า ในอุตสาหกรรมนั้นประเทศมีประสิทธิภาพทางเทคนิคที่ต่ำ ในขณะที่ถ้าค่ามากขึ้นและใกล้ค่าหนึ่งแสดงว่าประเทศมีประสิทธิภาพทางเทคนิคที่สูงกว่า โดยผู้วิจัยได้แสดงผลการประมาณการโดยแยกออกเป็นผลของภาพรวมอุตสาหกรรมในตารางที่ 4 ถึงตารางที่ 7 และผลของอุตสาหกรรม manufacturing แบบเจาะจงในตารางที่ 8 ถึงตารางที่ 11

ในแบบจำลองที่สมมติให้ควมมีประสิทธิภาพทางเทคนิคไม่เปลี่ยนแปลงตามเวลา (ตารางที่ 4, 6, 8 และ 10) จะเห็นได้ว่าค่าประมาณการควมมีประสิทธิภาพทางเทคนิคเมื่อฟังก์ชันการผลิตเป็น Cobb-Douglas และ translog มีค่าที่ใกล้เคียงกันทั้งในภาพรวมอุตสาหกรรมและอุตสาหกรรม manufacturing แบบเจาะจง โดยค่าประมาณการที่แตกต่างกันเกิดจากลักษณะโครงสร้างของสมการประมาณการ ข้อสังเกตประการหนึ่งคือ ในกรณีที่ฟังก์ชันการผลิตเป็น constant returns to scale ค่าประมาณการแทบไม่มีความแตกต่างจากกัน

สำหรับแบบจำลองที่ควมมีประสิทธิภาพทางเทคนิคสามารถเปลี่ยนแปลงตามเวลาที่ใช้ฟังก์ชันการผลิต Cobb-Douglas (ตารางที่ 5 และ 9) ผู้วิจัยพบว่าแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของประสิทธิภาพทางเทคนิคของอุตสาหกรรมในภาพรวม D, E, GH, I และ LX และอุตสาหกรรม manufacturing แบบเจาะจง 15, 22, 31, 32 และ 34 มีประสิทธิภาพทางเทคนิคเพิ่มสูงขึ้น ในขณะที่อุตสาหกรรมในภาพรวม Total, AB, C, F และ JK และอุตสาหกรรมแบบเจาะจง manufacturing 16-30, 33 และ 35-37 มีประสิทธิภาพทางเทคนิคลดลง

ในขณะที่เมื่อใช้ฟังก์ชันการผลิตแบบ translog (ตารางที่ 7 และ 11) ผลการประมาณการควมมีประสิทธิภาพทางเทคนิคที่สามารถเปลี่ยนแปลงตามเวลามีความแตกต่างในเรื่องของขนาดผลการประมาณการและทิศทาง การเปลี่ยนแปลงของประสิทธิภาพทางเทคนิค ซึ่งอาจเป็นเพราะโครงสร้างสมการการประมาณการที่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม ค่าประมาณการที่ได้มีความใกล้เคียงกับกรณีที่ควมมีประสิทธิภาพทางเทคนิคไม่เปลี่ยนแปลงตามเวลา ในกรณีนี้ผู้วิจัยพบว่าแนวโน้มโดยเฉลี่ยของอุตสาหกรรมในภาพรวม D, E, GH และ I และอุตสาหกรรม manufacturing แบบเจาะจง 20, 31 และ 32 มี

ประสิทธิภาพทางเทคนิคเพิ่มสูงขึ้น ในขณะที่อุตสาหกรรมในภาพรวม Total, AB, C, F, JK และ LX และอุตสาหกรรม manufacturing แบบเจาะจง 15-19, 21, 23-25, 27-29, 33 และ 35-37 มีประสิทธิภาพทางเทคนิคด้อยลง

ตารางที่ 4: ค่าประมาณการความมีประสิทธิภาพทางเทคนิคของอุตสาหกรรมภาพรวม ภายใต้แบบจำลอง Stochastic

Frontier with Time-invariant Technical Inefficiency ที่ฟังก์ชันการผลิตเป็น Cobb-Douglas

Country	AB	C	F	GH	I	JK	LX
Australia	0.7027	0.3270	0.8506	0.5976	0.7430	0.7822	0.7816
Austria	0.4592	0.3638	0.9447	0.9113	0.7173	0.7271	0.9558
Belgium	0.8264	0.3988	0.8976	0.7894	0.7740	0.9451	0.9684
Canada	0.8995	0.3148	0.9664	0.7654	0.7036	0.6889	0.8718
Czech	0.8222	0.3080	0.3788	0.5904	0.5165	0.6001	0.4550
Denmark	0.5924	0.7909	0.7390	0.7515	0.8087	0.7544	0.8609
Estonia	0.4025	0.2349	0.2186	0.3364	0.5917	0.5980	0.2001
Finland	0.6444	0.1939	0.9364	0.8910	0.9157	0.6362	0.7652
France	0.7940		0.9264	0.8271	0.8018		0.8519
Greece	0.8284	0.5521	0.8162	0.9673	0.8437	0.7213	0.7552
Hungary	0.8980	0.2594	0.3835	0.4279	0.5176	0.7209	0.5199
Ireland	0.6176		0.8398			0.7598	0.7470
Israel	0.9061		0.9218	0.7946	0.8736	0.9444	0.9467
Italy	0.6262	0.3199	0.7639	0.7661	0.7972	0.9367	0.9493
Korea	0.8428	0.6054	0.7140	0.4827	0.4900	0.5841	0.5291
Netherlands	0.7145	0.8069	0.9433	0.9002	0.8415	0.7362	0.7286
Norway	0.7723	0.7083	0.7640	0.8944	0.9139	0.8169	0.7837
Poland	0.5303	0.4671	0.5381	0.6211	0.5234	0.6774	0.5032
Portugal	0.6839		0.3986	0.6062	0.6683	0.7184	0.6137
Slovakia	0.7819	0.2484	0.4582	0.5656	0.5413	0.6639	0.4873
Slovenia	0.5774	0.2322	0.7092	0.5282	0.6192	0.8770	0.6459
Spain	0.9421	0.3087	0.7734	0.6952	0.5894	0.5939	0.7848
Sweden	0.8249	0.1606	0.7659	0.7887	0.8150	0.9068	0.8208
Thailand	0.5025	0.5972	0.1094	0.3561	0.4413	0.4102	0.2188
UK	0.7895	0.6928	0.8325	0.6952	0.6962	0.8339	0.8005
US	0.7038	0.3233	0.9176	0.8974	0.8958	0.9275	0.9519

ตารางที่ 5: ค่าเฉลี่ยค่าประมาณการความมีประสิทธิภาพทางเทคนิคของอุตสาหกรรมภาพรวม ภายใต้แบบจำลอง
Stochastic Frontier with Time-varying Technical Inefficiency ที่ฟังก์ชันการผลิตเป็น Cobb-Douglas

Country	Total	AB	C	E	F	GH	I	JK	LX
Australia	0.8852	0.7069	0.3280	0.7252	0.8514	0.5829	0.6808	0.7734	0.7850
Austria	0.9528	0.4648	0.4821	0.8895	0.9454	0.8722	0.6621	0.7186	0.9583
Belgium	0.9522	0.8283	0.6024	0.9454	0.8886	0.7402	0.7054	0.9420	0.9691
Canada	0.9448	0.9117	0.3206	0.9191	0.9665	0.7547	0.5726	0.6794	0.8722
Czech	0.9181	0.8432	0.4479	0.3651	0.3814	0.5549	0.4372	0.6079	0.4538
Denmark	0.9579	0.5918	0.8448	0.8445	0.7404	0.6957	0.7265	0.7544	0.8586
Estonia	0.8878	0.4017	0.3821	0.1382	0.2246	0.2993	0.4132	0.6212	0.1976
Finland	0.9636	0.6515	0.2594	0.5477	0.9395	0.8271	0.8346	0.6328	0.7617
France	0.9069	0.8042		0.8794	0.9255	0.8166	0.6724		0.8523
Greece	0.9565	0.8482	0.8229	0.7077	0.8251	0.9619	0.7563	0.7087	0.7656
Hungary	0.9177	0.9174	0.4307	0.3102	0.3864	0.4028	0.4052	0.7250	0.5194
Ireland	0.9394	0.6225			0.8487			0.7568	0.7535
Israel	0.9778	0.9161		0.4818	0.9233	0.7339	0.7795	0.9524	0.9423
Italy	0.9469	0.6339	0.3706	0.8412	0.7503	0.7588	0.7391	0.9274	0.9502
Korea	0.8910	0.8760	0.7965	0.9300	0.7220	0.4810	0.4176	0.5793	0.5381
Netherlands	0.9588	0.7234	0.8449	0.9005	0.9441	0.8700	0.7380	0.7304	0.7320
Norway	0.9602	0.7856	0.7209	0.8937	0.7665	0.8361	0.8886	0.8151	0.7873
Poland	0.9616	0.5583	0.6738	0.4118	0.5352	0.6001	0.3814	0.6865	0.4990
Portugal	0.9255	0.7163		0.6025	0.4043	0.5760	0.6055	0.7142	0.6193
Slovakia	0.9217	0.8022	0.3894	0.2436	0.4698	0.5186	0.4491	0.6759	0.4802
Slovenia	0.9381	0.5910	0.3398	0.4185	0.7052	0.4738	0.5404	0.8862	0.6533
Spain	0.8754	0.9491	0.4298	0.8140	0.7641	0.6854	0.5503	0.5780	0.7958
Sweden	0.9683	0.8282	0.1973	0.7663	0.7593	0.7360	0.7260	0.9103	0.8176
Thailand	0.5560	0.5455	0.7542	0.5217	0.1104	0.3592	0.3504	0.4216	0.2127
UK	0.9676	0.8009	0.7780	0.8823	0.8384	0.6913	0.5938	0.8312	0.7976
US	0.9593	0.7194	0.3401	0.8687	0.9078	0.9257	0.8770	0.9008	0.9520

ตารางที่ 6: ค่าประมาณการความมีประสิทธิภาพทางเทคนิคของอุตสาหกรรมภาพรวม ภายใต้แบบจำลอง Stochastic Frontier with Time-invariant Technical Inefficiency ที่ฟังก์ชันการผลิตเป็น Translog

Country	Total	AB	C	D	E	F	GH	I	JK	LX
Australia	0.7706	0.7577	0.4769	0.5667	0.6817	0.8339	0.5168	0.8556	0.7869	0.7706
Austria	0.7292	0.4624	0.5598	0.733	0.895	0.941	0.8428	0.7783	0.7141	0.7292
Belgium	0.7786	0.8799	0.7522	0.64	0.9448	0.8547	0.8496	0.8479	0.9409	0.7786
Canada	0.8368	0.9073	0.5813	0.9064	0.8793	0.963	0.6751	0.7337	0.6982	0.8368
Czech	0.5389	0.8106	0.3378	0.4195	0.3681	0.373	0.5518	0.5519	0.6052	0.5389
Denmark	0.8384	0.6742	0.8438	0.5889	0.8885	0.7446	0.779	0.8286	0.7569	0.8384
Estonia	0.7434	0.4252	0.5665	0.3094	0.1338	0.2487	0.4935	0.6432	0.57	0.7434
Finland	0.8627	0.678	0.3361	0.8651	0.5611	0.9469	0.907	0.9299	0.6352	0.8627
France	0.8602	0.8319		0.7575	0.9143	0.9187	0.6977	0.8194		0.8602
Greece	0.8077	0.8081	0.7898	0.5626	0.7141	0.8084	0.9519	0.894	0.7152	0.8077
Hungary	0.5271	0.8921	0.3999	0.3627	0.3295	0.3781	0.4031	0.5479	0.7264	0.5271
Ireland	0.4717	0.6191		0.929		0.8548			0.7547	0.4717
Israel	0.935	0.9438		0.4544	0.4991	0.9358	0.8283	0.8833	0.9504	0.935
Italy	0.8924	0.6682	0.3904	0.5676	0.7769	0.7552	0.6941	0.9016	0.9423	0.8924
Korea	0.4897	0.8763	0.8134	0.5518	0.923	0.6561	0.5315	0.5315	0.5968	0.4897
Netherlands	0.864	0.7575	0.8374	0.7747	0.8997	0.9373	0.7837	0.9043	0.7366	0.864
Norway	0.7127	0.8361	0.8033	0.6832	0.9129	0.7774	0.8934	0.9264	0.8196	0.7127
Poland	0.1441	0.5705	0.3866	0.3883	0.5148	0.5274	0.532	0.5482	0.6913	0.1441
Portugal	0.5468	0.6488		0.3908	0.6369	0.3793	0.5475	0.698	0.7159	0.5468
Slovakia	0.6592	0.7786	0.3597	0.3784	0.242	0.4516	0.6109	0.5461	0.6639	0.6592
Slovenia	0.6923	0.5615	0.4719	0.407	0.4587	0.6924	0.7385	0.5007	0.883	0.6923
Spain	0.7903	0.9467	0.3516	0.6143	0.755	0.7694	0.6099	0.71	0.5764	0.7903
Sweden	0.9121	0.8923	0.2206	0.7189	0.8047	0.7375	0.7902	0.8666	0.9185	0.9121
Thailand	0	0.8411	0.7393	0.5119	0.5516	0.1023	0.5731	0.4518	0.4109	0
UK	0.5071	0.8009	0.8655	0.8077	0.8829	0.7727	0.6107	0.7206	0.8663	0.5071
US	0.875	0.8105	0.7746	0.8427	0.904	0.9393	0.9177	0.8778	0.9228	0.875

ตารางที่ 7: ค่าเฉลี่ยค่าประมาณการความมีประสิทธิภาพทางเทคนิคของอุตสาหกรรมภาพรวม ภายใต้แบบจำลอง

Stochastic Frontier with Time-varying Technical Inefficiency ที่ฟังก์ชันการผลิตเป็น Translog

Country	Total	AB	C	E	F	I	JK	LX
Australia	0.7920	0.8337	0.4238	0.6949		0.8492	0.7699	0.7869
Austria	0.9032	0.4881	0.5768	0.8956		0.7718	0.7225	0.9573
Belgium	0.9117	0.8958	0.7944	0.9448		0.8462	0.9407	0.9713
Canada	0.9286	0.9357	0.5124	0.8902		0.6687	0.6823	0.8736
Czech	0.8412	0.8666	0.4125	0.3586	0.9130	0.5200	0.6110	0.4460
Denmark	0.9388	0.7073	0.8464	0.8891		0.8166	0.7574	0.8356
Estonia	0.8168	0.4175	0.6148	0.1201	0.2605	0.3653	0.6060	0.2052
Finland	0.9498	0.7199	0.3468	0.5529		0.9156	0.6382	0.7415
France	0.9044	0.8737		0.9053		0.7679		0.8558
Greece	0.9390	0.8638	0.8688	0.6841		0.8830	0.7142	0.8467
Hungary	0.8594	0.9299	0.4939	0.3099	0.8119	0.4602	0.7269	0.5080
Ireland	0.8157	0.6445					0.7723	0.7314
Israel	0.9765	0.9499		0.4978		0.8568	0.9535	0.9619
Italy	0.9221	0.7247	0.3900	0.7858		0.9095	0.9247	0.9580
Korea	0.7659	0.9101	0.8460	0.9216		0.5028	0.5896	0.6636
Netherlands	0.9395	0.8234	0.8194	0.8962		0.8928	0.7252	0.7383
Norway	0.9270	0.8713	0.7562	0.9069		0.9415	0.8206	0.7641
Poland	0.9099	0.6037	0.5262	0.4731		0.4097	0.7034	0.5264
Portugal	0.8542	0.7326		0.6384	0.9798	0.6883	0.7193	0.6368
Slovakia	0.8605	0.8316	0.4339	0.2373	0.8345	0.4849	0.6786	0.5418
Slovenia	0.8511	0.5932	0.4974	0.4536	0.9981	0.4796	0.8969	0.6344
Spain	0.7664	0.9575	0.4127	0.7653		0.6943	0.5634	0.9053
Sweden	0.9646	0.9161	0.2239	0.8089		0.8586	0.9157	0.8112
Thailand	0.1899	0.8797	0.7764	0.5314	0.4397	0.4024	0.4555	0.3788
UK	0.9620	0.8560	0.8603	0.8761		0.6932	0.8654	0.8216
US	0.9354	0.8538	0.7074	0.9051		0.8976	0.8840	0.9497

ตารางที่ 8: ค่าประมาณการความมีประสิทธิภาพทางเทคนิคของอุตสาหกรรมเบเบเฉพาะเจาะจง ภายใต้แบบจำลอง Stochastic Frontier with Time-invariant Technical Inefficiency ที่
ฟังก์ชันการผลิตเป็น Cobb-Douglas

Country	ISIC#15	ISIC#16	ISIC#17	ISIC#18	ISIC#19	ISIC#20	ISIC#21	ISIC#22	ISIC#23	ISIC#24	ISIC#25	ISIC#26	ISIC#27	ISIC#28	ISIC#29	ISIC#30	ISIC#31	ISIC#32	ISIC#33	ISIC#34	ISIC#35	ISIC#36	ISIC#37
Argentina	0.2208	0.3030	0.3038	0.6458	0.2158		0.1406	0.3929	0.1865	0.2232	0.4265	0.4751	0.4277	0.5743	0.6597	0.7737	0.6232	0.5238	0.3624	0.6037	0.4211	0.2020	
Australia	0.4817	0.1656	0.5170	0.8305	0.2104	0.9109	0.7974	0.3044	0.1395	0.3813	0.8439	0.9293	0.9283	0.8485	0.7471	0.4945	0.7787	0.7443	0.6223	0.9002	0.5116	0.2921	
Austria	0.3294	0.7694	0.4002	0.7634	0.2620	0.8545	0.3249	0.4466	0.0891	0.2742	0.6285	0.8150	0.6992	0.8102	0.8054	0.7994	0.8485	0.5604	0.4917	0.8714	0.8229	0.2795	
Belgium	0.4731	0.0717	0.3784	0.7220		0.5796	0.2834			0.2682		0.6334	0.7356	0.7936								0.8314	
Brazil	0.4259	0.1640	0.5611	0.8546		0.7332	0.2696	0.4360		0.3903	0.7996	0.8695	0.6764		0.8369		0.9481		0.4922	0.8987			
Canada	0.5468		0.4726	0.8764		0.9149	0.3266	0.4352	0.0686	0.4685	0.7297	0.9269	0.7591	0.9270	0.8385		0.8693		0.6044	0.9138		0.4990	
Cyprus	0.2059	0.2164	0.2015	0.4976		0.6990	0.2341	0.3621	0.0982	0.1898	0.4362	0.6987		0.6368	0.6886		0.7093		0.3885	0.8638		0.1827	
Czech	0.1747		0.1691	0.2539	0.1329	0.3449	0.1127	0.2696	0.0602	0.1402	0.3519	0.3566	0.2976	0.3393	0.3353	0.3697	0.3253	0.2168	0.2164	0.3790	0.1611	0.1368	0.2939
Denmark	0.3117	0.1123	0.3351	0.7731	0.2581	0.6666	0.2605	0.3125	0.0605	0.3004	0.5434	0.7217	0.6499	0.6613	0.6167	0.6025	0.6306	0.3308	0.4407	0.6736	0.3794	0.2537	0.7557
Finland	0.3141	0.0667	0.3289	0.7483	0.2131	0.7992	0.3039	0.3827	0.0708	0.2889	0.6090	0.7427	0.7937	0.7926	0.8100	0.5143	0.8610	0.6276	0.5596	0.6958	0.5048	0.2643	0.7713
France	0.3574		0.4316	0.8406	0.3963	0.7562	0.2305	0.4253	0.0786	0.2831	0.6413	0.7318	0.5857	0.7059	0.7277	0.7213	0.7007	0.5364	0.4854	0.5946	0.6179	0.3316	0.4370
Greece	0.3193	0.0610	0.3450	0.6283	0.2450	0.8188	0.2573	0.4006	0.0959	0.2938	0.5941	0.7561	0.8576	0.7169	0.6730	0.7321	0.8103	0.8622	0.3870	0.7029	0.4750	0.2018	0.7272
Hongkong	0.2437	0.3041	0.3228	0.5320		0.5666	0.1737	0.3028	0.1182	0.2343	0.4189	0.6553	0.6025	0.5379	0.6156		0.5147		0.3069	0.6409		0.2157	
Hungary	0.1327	0.0424	0.1845	0.2906	0.1326	0.3828	0.1829	0.3335	0.1167	0.1847	0.4064	0.3293	0.3223	0.3879	0.3561	0.3894	0.3567	0.0696	0.2065	0.3370		0.1246	
Iceland	0.2415		0.2568			0.8717	0.2345			0.2835	0.6697	0.9331	0.7206	0.8781						0.9183		0.2741	
India	0.0842	0.0174	0.1218	0.2372	0.1500	0.1214	0.0514	0.1084	0.0405	0.0911	0.1881	0.1374	0.1601	0.1788	0.2185	0.3385	0.2690	0.2696	0.1266	0.1453	0.1074	0.1094	0.5843
Ireland	0.6044	0.1424	0.3394	0.6269	0.1546	0.8158	0.3681	0.8112	0.0968	0.9103	0.6593	0.9505	0.8494	0.8214	0.9615	0.9160	0.9526	0.6504	0.8932	0.8151	0.6125	0.3145	0.8333
Italy	0.4155	0.0649	0.5291	0.9234	0.5511	0.9156	0.2811	0.5034	0.0724	0.2922	0.7258	0.7059	0.6346	0.7873	0.7820	0.5125	0.7325	0.5280	0.6155	0.5351	0.5318	0.3405	0.7102
Japan	0.5033	0.2140	0.5736	0.6845	0.5383	0.9316	0.2979	0.5092	0.1073	0.6097	0.8908	0.9319	0.9207	0.9616	0.8983	0.5886	0.7360	0.5273	0.5742	0.8859	0.8627	0.5151	0.9188
Korea	0.4694	0.6652	0.4577	0.8787	0.5220	0.9065	0.2933	0.4611	0.2047	0.3918	0.6422	0.7749	0.9373	0.8317	0.7555	0.6195	0.6603	0.6162	0.5230	0.8268	0.9467	0.2995	0.6400
Luxembourg	0.2675		0.8535	0.8525		0.9070	0.3444			0.4593	0.8775	0.8492	0.8081	0.9516	0.8909		0.8410		0.4711	0.8818		0.2043	0.9203
Malaysia	0.1854	0.0658	0.1649	0.2395		0.2680	0.1185	0.2237	0.1268	0.3277	0.2455	0.3955	0.3763	0.3586	0.4369		0.2508		0.1706	0.5367		0.0949	
Mexico	0.4447	0.3523	0.3077	0.4983	0.1865	0.4779	0.2551	0.4155	0.0816	0.3287	0.6354	0.9118	0.9296	0.8010	0.7662	0.8299	0.6258	0.8746	0.5045	0.9563	0.3887	0.2130	
Netherlands	0.4512	0.2867	0.5066	0.9090	0.3642	0.9341	0.3444	0.4683	0.0955	0.3489	0.7208	0.8824	0.8537	0.8693	0.8257	0.7933	0.8330	0.6612	0.5887	0.8123	0.6187	0.2950	0.7972
Norway	0.2820		0.3296	0.8011	0.1691	0.7312	0.3001	0.3658	0.0763	0.3197	0.5800	0.7035	0.7780	0.7574	0.7973	0.8213	0.8602	0.6136	0.5759	0.6914	0.5237	0.2349	0.6399
Phillipines	0.2681	0.1578	0.1580	0.2353	0.0864	0.2323	0.1660	0.1721	0.2768	0.2964	0.2686	0.4019	0.5063	0.2873	0.2168	0.3304	0.3623	0.3330	0.1157	0.5343	0.5671	0.0941	0.6828
Country	ISIC#15	ISIC#16	ISIC#17	ISIC#18	ISIC#19	ISIC#20	ISIC#21	ISIC#22	ISIC#23	ISIC#24	ISIC#25	ISIC#26	ISIC#27	ISIC#28	ISIC#29	ISIC#30	ISIC#31	ISIC#32	ISIC#33	ISIC#34	ISIC#35	ISIC#36	ISIC#37

Poland	0.2510	0.1651	0.2274	0.3401	0.1535	0.4160	0.1309	0.2535	0.1023	0.1379	0.4060	0.3191	0.3445	0.4025	0.3239	0.4319	0.3845	0.2664	0.2135	0.3071	0.1813	0.1619	0.3020
Portugal	0.1608	0.4284	0.2049	0.3273		0.3480	0.2330	0.2443	0.1371	0.1903	0.3009	0.3812	0.3416	0.3362	0.4002		0.4969		0.2166	0.3648		0.1000	
Romania	0.2539	0.1370	0.1756	0.2289	0.1121	0.3127	0.0831	0.2400	0.0464	0.0579	0.3354	0.3172	0.1782	0.2124	0.1196	0.0122			0.1706	0.0596		0.0969	
Singapore	0.3014	0.1026	0.2841	0.4922	0.1816	0.7899	0.3342	0.4468	0.1809	0.6902	0.4518	0.8719	0.9280	0.6950	0.7897	0.7815	0.6264	0.4338	0.5857	0.8209	0.6047	0.1759	0.8530
Slovakia	0.0987		0.0901	0.1838	0.0574	0.1630	0.0943	0.1922	0.0386	0.0910	0.2409	0.2253	0.2748	0.1918	0.1332	0.1670	0.1813	0.1288	0.1124	0.2368	0.1137	0.0622	0.2238
Slovenia	0.3037		0.2537	0.9185	0.1841	0.5272	0.2221	0.4335	0.0425	0.3002	0.4988	0.5913	0.4556	0.5756	0.5101	0.7291	0.4957	0.3536	0.3628	0.4724		0.1888	0.7193
Spain	0.4200	0.1189	0.4376	0.7872	0.3702	0.7223	0.2879	0.4809	0.1315	0.3315	0.7340	0.7711	0.7151	0.7482	0.8157	0.9213	0.8645	0.6992	0.5576	0.8016	0.5600	0.3036	0.7434
Sweden	0.3186		0.3611	0.7575	0.2273	0.8003	0.2868	0.3663	0.0657	0.2926	0.6060	0.7122	0.7005	0.7033	0.7899	0.7122	0.7875	0.5907	0.5940	0.7537	0.5329	0.2611	0.8952
Thailand	0.2606	0.0837	0.2348	0.3285	0.1870	0.3432	0.1952	0.8227	0.3030	0.1727	0.4092	0.4976	0.5299	0.3731	0.9273	0.3055	0.5112	0.2199	0.2818	0.8236	0.2297	0.1436	0.1096
Turkey	0.4119	0.1314	0.3898	0.6868	0.2588	0.6070	0.2915	0.6266	0.6101	0.4417	0.7549	0.7905	0.7151	0.7721	0.8351	0.8307	0.8941	0.9484	0.3915	0.9171	0.5251	0.2404	
UK	0.4618	0.2701	0.4822	0.7492	0.4044	0.8519	0.2571	0.4534	0.1274	0.3420	0.7710	0.8162	0.6971	0.7712	0.8033	0.7464	0.7230	0.5441	0.5128	0.7401	0.6779	0.3960	0.7733
US	0.8987	0.7701	0.7175	0.9592	0.7811	0.9619	0.3814	0.4569	0.1134	0.6612	0.9590	0.9650	0.8628	0.9662	0.9295	0.8426	0.9496	0.8824	0.9334	0.9503	0.8780	0.5758	
Uruguay	0.2364	0.2954	0.2773	0.4148	0.2641	0.3354	0.2517	0.3250	0.2534	0.2854	0.4315	0.4798	0.7206	0.5361	0.5253		0.6453	0.4088	0.3924	0.8668	0.3427	0.1341	

ตารางที่ 9: ค่าเฉลี่ยค่าประมาณการความมีประสิทธิภาพทางเทคนิคของอุตสาหกรรมแบบเฉพาะเจาะจง ภายใต้แบบจำลอง Stochastic Frontier with Time-varying Technical Inefficiency ที่ฟังก์ชันการผลิตเป็น Cobb-Douglas

Country	ISIC#15	ISIC#16	ISIC#17	ISIC#18	ISIC#19	ISIC#20	ISIC#21	ISIC#22	ISIC#23	ISIC#24	ISIC#25	ISIC#26	ISIC#27	ISIC#28	ISIC#29	ISIC#30	ISIC#31	ISIC#32	ISIC#33	ISIC#34	ISIC#35	ISIC#36	ISIC#37
Argentina	0.2463	0.3010	0.3415	0.6408	0.3767		0.1462	0.4318	0.0609	0.2218	0.4354	0.4744	0.4257	0.5777	0.6618	0.7625	0.6234	0.5226	0.3450	0.5997		0.2009	
Australia	0.5471	0.1635	0.5690	0.8158	0.3042	0.9093	0.8383	0.3754	0.0445	0.3769	0.8568	0.9269	0.9279	0.8471	0.7483	0.5216	0.7807	0.7443	0.5917	0.9015		0.2895	
Austria	0.3738	0.7682	0.4649	0.7743	0.5320	0.8553	0.3594	0.4511	0.0334	0.2746	0.6539	0.8168	0.6989	0.8193	0.8082	0.7942	0.8471	0.5585	0.4738	0.8732		0.2788	
Belgium	0.5110	0.0720	0.4612	0.7478		0.5834	0.3400			0.2738		0.6398	0.7373	0.8082								0.8338	
Brazil	0.4443	0.1641	0.6591	0.8567		0.7352	0.3066	0.4516		0.3995	0.8228	0.8731	0.6765		0.8382		0.9478		0.4868	0.8942			
Canada	0.5742		0.5741	0.8847		0.9169	0.3998	0.4389	0.0267	0.4786	0.7692	0.9306	0.7611	0.9338	0.8412		0.8675		0.5969	0.9115		0.5016	
Cyprus	0.2536	0.2141	0.2312	0.5004		0.6990	0.2527	0.3441	0.0336	0.1861	0.4601	0.7018		0.6469	0.6963		0.7066		0.3525	0.8623		0.1822	
Czech	0.2076		0.1762	0.2412	0.1791	0.3413	0.1034	0.3179	0.0167	0.1368	0.3461	0.3499	0.5848	0.3343	0.3350	0.4075	0.3275	0.2169	0.2041	0.3877		0.1347	0.2580
Denmark	0.3563	0.1112	0.3837	0.7884	0.4672	0.6668	0.2810	0.3263	0.0216	0.2987	0.5617	0.7208	0.8562	0.6669	0.6199	0.6143	0.6306	0.3311	0.4253	0.6706		0.2527	0.7541
Finland	0.3649	0.0660	0.3784	0.7527	0.4416	0.7996	0.3327	0.3942	0.0248	0.2874	0.6321	0.7446	0.7932	0.8009	0.8133	0.5579	0.8602	0.6261	0.5357	0.6908		0.2633	0.6907
France	0.3913		0.4918	0.8300	0.6395	0.7555	0.2491	0.4594	0.0281	0.2851	0.6516	0.7287	0.5848	0.7067	0.7294	0.7923	0.7009	0.5342	0.4718	0.5962		0.3293	0.4768
Greece	0.3680	0.0606	0.3938	0.6289	0.4433	0.8191	0.2754	0.4054	0.0343	0.2908	0.6145	0.7580	0.8562	0.7270	0.6778	0.6930	0.8094	0.8630	0.3639	0.7000		0.2011	0.5810
Hongkong	0.2905	0.3025	0.3708	0.5279		0.5672	0.1893	0.3157	0.0421	0.2293	0.4341	0.6594	0.6029	0.5440	0.6190		0.5136		0.2966	0.6408		0.2149	
Hungary	0.1437	0.0424	0.2168	0.2943	0.2192	0.3841	0.2097	0.3195	0.0442	0.1858	0.4267	0.3331	0.3210	0.3933	0.3605	0.4427	0.3558	0.0695	0.2041	0.3290		0.1248	
Iceland	0.2946		0.2951			0.8757	0.2545			0.2763	0.7105	0.9371	0.7222	0.8920						0.9172		0.2734	
India	0.0884	0.0174	0.1390	0.2361	0.1634	0.1215	0.0572	0.1154	0.0150	0.0923	0.1922	0.1375	0.1602	0.1799	0.2194	0.3667	0.2690		0.1237	0.1434	0.8991	0.1091	0.2780
Ireland	0.7022	0.1412	0.3852	0.6331	0.3350	0.8154	0.3930	0.8087	0.0367	0.9091	0.6828	0.9508	0.8472	0.8313	0.9616	0.9087	0.9528	0.6502	0.8615	0.8156		0.3148	0.7405
Italy	0.4551	0.0647	0.6065	0.9198	0.7287	0.9154	0.3045	0.5462	0.0263	0.2940	0.7387	0.7025	0.6345	0.7906	0.7819	0.5540	0.7331	0.5268	0.5979	0.5378		0.3388	0.7955
Japan	0.5244	0.2134	0.6471	0.6670	0.7174	0.9307	0.3209	0.5681	0.0385	0.6157	0.8953	0.9287	0.9204	0.9615	0.8977	0.6547	0.7373	0.5252	0.5644	0.8894		0.5124	0.9263
Korea	0.5122	0.6612	0.5325	0.8809	0.8175	0.9079	0.3232	0.4871	0.0733	0.3965	0.6606	0.7743	0.9382	0.8405	0.7549	0.6786	0.6597	0.6129	0.5091	0.8371		0.2982	0.8605
Luxembourg	0.3568		0.8865	0.8509		0.9050	0.3186			0.4416	0.8810	0.8399	0.8058	0.9514	0.8905		0.8430		0.4322	0.8899		0.2015	0.9035
Malaysia	0.2085	0.0655	0.1944	0.2424		0.2685	0.1334	0.2242	0.0461	0.3285	0.2541	0.3965	0.3771	0.3643	0.4384		0.2504		0.1654	0.5377		0.0948	
Mexico	0.4946	0.3486	0.3420	0.4916	0.2688	0.4753	0.2688	0.4328	0.0275	0.3277	0.6407	0.9089	0.9290	0.8037	0.7670	0.8221	0.6271	0.8748	0.4753	0.9573		0.2115	
Netherlands	0.4964	0.2863	0.5843	0.9118	0.6183	0.9348	0.3730	0.4908	0.0345	0.3504	0.7452	0.8866	0.8532	0.8772	0.8278	0.7955	0.8319	0.6607	0.5692	0.8084		0.2941	0.8051

Norway	0.3263		0.3747	0.8149	0.3974	0.7313	0.3247	0.3787	0.0287	0.3177	0.6051	0.7067	0.7774	0.7671	0.8014	0.8398	0.8582	0.6132	0.5474	0.6907		0.2340	0.5971
Philippines	0.2950	0.1571	0.1796	0.2319	0.1152	0.2322	0.1786	0.1741	0.0978	0.2946	0.2773	0.4025	0.5052	0.2891	0.2186	0.3440	0.3624	0.3326	0.1110	0.5339		0.0938	0.3642
Country	ISIC#15	ISIC#16	ISIC#17	ISIC#18	ISIC#19	ISIC#20	ISIC#21	ISIC#22	ISIC#23	ISIC#24	ISIC#25	ISIC#26	ISIC#27	ISIC#28	ISIC#29	ISIC#30	ISIC#31	ISIC#32	ISIC#33	ISIC#34	ISIC#35	ISIC#36	ISIC#37
Poland	0.2751	0.1645	0.2526	0.3325	0.2259	0.4148	0.1420	0.2585	0.0366	0.1378	0.4139	0.3181	0.3425	0.4031	0.3255	0.4671	0.3848	0.2658	0.2079	0.3057	0.0445	0.1611	0.3301
Portugal	0.1783	0.4282	0.2398	0.3296		0.3489	0.2649	0.2440	0.0519	0.1905	0.3139	0.3834	0.3412	0.3404	0.4031		0.4958		0.2090	0.3637		0.1000	
Romania	0.2726	0.1366	0.2022	0.2276	0.1990	0.3130	0.0959	0.2345	0.0163	0.0586	0.3477	0.3195	0.1777	0.2130	0.1196	0.0180			0.1635	0.0591		0.0963	
Singapore	0.3620	0.1023	0.3268	0.4968	0.4193	0.7906	0.3580	0.4545	0.0631	0.6863	0.4673	0.8762	0.9278	0.7026	0.7902	0.8283	0.6254	0.4326	0.5630	0.8269		0.1752	0.8318
Slovakia	0.1197		0.0959	0.1776	0.0960	0.1616	0.0944	0.2065	0.0119	0.0890	0.2426	0.2235	0.2725	0.1915	0.1334	0.1782	0.1819	0.1287	0.1060	0.2380	0.9899	0.0616	0.6334
Slovenia	0.3648		0.2828	0.9301	0.2755	0.5264	0.2371	0.4897	0.0156	0.2977	0.5124	0.5931	0.4528	0.5711	0.5142		0.4952	0.3540	0.3371	0.4714		0.1879	0.6710
Spain	0.4580	0.1182	0.4966	0.7743	0.5342	0.7212	0.3111	0.5141	0.0471	0.3322	0.7500	0.7694	0.7148	0.7502	0.8180	0.9209	0.8646	0.6983	0.5359	0.8044		0.3022	0.7318
Sweden	0.3879		0.3812	0.7347	0.4104	0.7940	0.2674	0.4318	0.0182	0.2860	0.6016	0.7011	0.6966	0.6954	0.7886	0.7185	0.7909	0.5904	0.5571	0.7680		0.2572	0.8744
Thailand	0.2829	0.0835	0.2677	0.3248	0.2304	0.3429	0.2149	0.8651	0.0971	0.1725	0.4112	0.4946	0.5281	0.3746	0.9268	0.3333	0.5128	0.2196	0.2700	0.8354		0.1429	0.0937
Turkey	0.4614	0.1307	0.4458	0.6842	0.4283	0.6075	0.3159	0.6161	0.2129	0.4407	0.7793	0.7911	0.7146	0.7785	0.8377	0.8619	0.8938	0.9484	0.3732	0.9157		0.2395	
UK	0.4963	0.2686	0.5431	0.7376	0.5988	0.8499	0.2764	0.5050	0.0447	0.3438	0.7784	0.8112	0.6951	0.7703	0.8043	0.8029	0.7240	0.5425	0.5009	0.7409		0.3939	0.7931
US	0.9143	0.7702	0.8200	0.9564	0.8907	0.9620	0.4203	0.5235	0.0425	0.6726	0.9618	0.9650	0.8626	0.9663	0.9295	0.8531	0.9498	0.8818	0.9324	0.9487		0.5735	
Uruguay	0.2766	0.2921	0.3140	0.4151	0.4335	0.3357	0.2698	0.3146	0.0844	0.2810	0.4441	0.4819	0.7201	0.5425	0.5335		0.6445	0.4110	0.3675	0.8682		0.1339	

ตารางที่ 10: ค่าประมาณการความมีประสิทธิภาพทางเทคนิคของอุตสาหกรรมแบบเฉพาะเจาะจง ภายใต้แบบจำลอง Stochastic Frontier with Time-invariant Technical Inefficiency ที่ฟังก์ชันการผลิตเป็น Translog

Country	ISIC#15	ISIC#16	ISIC#17	ISIC#18	ISIC#19	ISIC#20	ISIC#21	ISIC#22	ISIC#23	ISIC#24	ISIC#25	ISIC#26	ISIC#27	ISIC#28	ISIC#29	ISIC#30	ISIC#31	ISIC#32	ISIC#33	ISIC#34	ISIC#35	ISIC#36	ISIC#37
Argentina	0.1876	0.2489	0.5954	0.6941	0.3915		0.1475	0.3692	0.1792	0.2222	0.5352	0.4819	0.4789	0.6643	0.6692	0.7319	0.5858	0.4926	0.3997	0.6435	0.5736	0.1695	
Australia	0.4047	0.1328	0.9223	0.8750	0.4452	0.9280	0.7995	0.3535	0.1257	0.3898	0.9472	0.9421	0.9454	0.9430	0.7600	0.5397	0.7947	0.7414	0.7023	0.9215	0.8460	0.2470	
Austria	0.2737	0.7699	0.7737	0.7946	0.6088	0.8884	0.3591	0.4294	0.0841	0.2818	0.7944	0.8197	0.7808	0.9265	0.8228	0.8085	0.8439	0.5320	0.5528	0.8950	0.9042	0.2339	
Belgium	0.3896	0.0630	0.7847	0.7744		0.6166	0.3258	0.4192		0.2624		0.6676	0.8109	0.8522								0.7880	
Brazil	0.3882	0.1481	0.8806	0.8495		0.7407	0.2606			0.2797	0.8937	0.8850	0.7004		0.8403		0.9527		0.5210	0.9082			
Canada	0.4741		0.8713	0.8904		0.9210	0.3288	0.4005	0.0731	0.4578	0.8774	0.9288	0.8153	0.9586	0.8458		0.8696		0.6776	0.9195		0.4188	
Cyprus	0.1826	0.1293	0.2438	0.5320		0.6928	0.1726	0.3153	0.1372	0.1183	0.5031	0.6828		0.5675	0.5362		0.4789		0.3297	0.7759		0.1433	
Czech	0.1439		0.3242	0.2797	0.2491	0.3697	0.1169	0.2534	0.0583	0.1428	0.4235	0.3585	0.3516	0.3963	0.3511	0.4415	0.3326	0.2160	0.2310	0.3957	0.2813	0.1159	0.2768
Denmark	0.2592	0.0879	0.5882	0.7497	0.7625	0.7067	0.2699	0.2957	0.0592	0.3058	0.6876	0.7144	0.6549	0.7574	0.6326	0.6546	0.5911	0.3338	0.4907	0.7118	0.5803	0.2120	0.7578
Finland	0.2618	0.0554	0.5472	0.7953	0.5375	0.8375	0.3155	0.3630	0.0668	0.2912	0.7665	0.7415	0.8544	0.8934	0.8268	0.5761	0.8211	0.6046	0.6305	0.7295	0.7897	0.2237	0.7342
France	0.3105		0.7825	0.8835	0.6747	0.7886	0.2297	0.3974	0.1021	0.2400	0.7325	0.7357	0.6506	0.7689	0.7386	0.7705	0.7078	0.5584	0.5052	0.5882	0.7086	0.2509	0.5901
Greece	0.2678	0.0491	0.6457	0.6699	0.5854	0.8515	0.2598	0.3766	0.0895	0.2857	0.7510	0.7564	0.8994	0.7744	0.6406	0.5913	0.7805	0.8863	0.4241	0.7255	0.7846	0.1681	0.7264
Hongkong	0.2104	0.3038	0.6330	0.5632		0.5375	0.1823	0.2886	0.1823	0.1975	0.5012	0.6764	0.5861	0.5982	0.6171		0.4982		0.3410	0.6768		0.1819	
Hungary	0.1180	0.0323	0.3277	0.3010	0.2198	0.4008	0.1770	0.2971	0.1157	0.1806	0.4754	0.3327	0.3232	0.4242	0.4087	0.4594	0.3278	0.0704	0.2178	0.3550		0.1059	
Iceland	0.2095		0.1893			0.4371	0.1893			0.1236	0.7259	0.8081	0.5915	0.7212						0.8870		0.2023	
India	0.0895	0.0300	0.1466	0.2414	0.2354	0.1252	0.0488	0.1091	0.0677	0.0656	0.2024	0.1493	0.1527	0.1995	0.2208	0.4010	0.2844	0.2816	0.1354	0.1492	0.1036	0.0905	0.7848
Ireland	0.5086	0.1031	0.5762	0.6369	0.5487	0.8274	0.3558	0.7933	0.1099	0.9021	0.8273	0.9546	0.7776	0.8733	0.9598	0.9130	0.9421	0.6476	0.9479	0.8450	0.6508	0.2715	0.8474
Italy	0.3530	0.0512	0.8519	0.9502	0.8499	0.9322	0.2826	0.4359	0.0822	0.2650	0.8409	0.6632	0.6815	0.8551	0.8039	0.5528	0.7068	0.5157	0.6632	0.5348	0.6190	0.2535	0.8206
Japan	0.4817	0.2212	0.8922	0.6386	0.8728	0.9212	0.2609	0.4230	0.1356	0.4623	0.9222	0.9204	0.9079	0.9569	0.8846	0.5871	0.6803	0.5267	0.5785	0.8291	0.9486	0.3397	0.9213
Korea	0.4041	0.5995	0.6800	0.9192	0.9089	0.9253	0.2904	0.4012	0.1476	0.3257	0.7060	0.6981	0.9099	0.9110	0.8193	0.6556	0.5979	0.5055	0.5639	0.7810	0.9533	0.2340	0.8242
Luxembourg	0.2658		0.9156	0.5183		0.6818	0.3083			0.3067	0.9328	0.8255	0.8362	0.9381	0.8526		0.7700		0.5497	0.8685		0.1193	0.9198
Malaysia	0.1534	0.0505	0.3089	0.2587		0.2717	0.1269	0.2149	0.1044	0.3266	0.2902	0.3876	0.4046	0.4102	0.4628		0.2378		0.1888	0.5652		0.0780	
Mexico	0.3798	0.2898	0.5728	0.5391	0.3139	0.4913	0.2640	0.3972	0.0758	0.3076	0.7304	0.9015	0.9373	0.9060	0.7930	0.8258	0.6049	0.8667	0.5480	0.9603	0.4820	0.1793	
Netherlands	0.3742	0.2605	0.9293	0.9098	0.8984	0.9550	0.3667	0.4262	0.0901	0.3423	0.8868	0.8982	0.9134	0.9620	0.8445	0.8140	0.8264	0.6382	0.6613	0.8593	0.9138	0.2591	0.8044

Norway	0.2349		0.4720	0.7004	0.6949	0.7734	0.3133	0.3432	0.0676	0.3145	0.7298	0.7233	0.8389	0.8259	0.7972	0.8297	0.8144	0.5755	0.6436	0.7294	0.8688	0.1981	0.6125
Phillipines	0.2328	0.1217	0.3152	0.2341	0.1707	0.2405	0.1719	0.1544	0.2056	0.2971	0.2964	0.4003	0.5581	0.3106	0.2211	0.3599	0.3634	0.3348	0.1207	0.5693	0.7795	0.0851	0.7863
Country	ISIC#15	ISIC#16	ISIC#17	ISIC#18	ISIC#19	ISIC#20	ISIC#21	ISIC#22	ISIC#23	ISIC#24	ISIC#25	ISIC#26	ISIC#27	ISIC#28	ISIC#29	ISIC#30	ISIC#31	ISIC#32	ISIC#33	ISIC#34	ISIC#35	ISIC#36	ISIC#37
Poland	0.2242	0.1361	0.4242	0.3371	0.2396	0.4286	0.1342	0.2377	0.1241	0.1295	0.4493	0.3537	0.3810	0.4553	0.3437	0.4802	0.3933	0.2797	0.2243	0.3214	0.2732	0.1266	0.2889
Portugal	0.1330	0.3533	0.3716	0.3442		0.3661	0.2626	0.2343	0.1147	0.1910	0.3686	0.3801	0.3654	0.3859	0.4064		0.4881		0.2360	0.3850		0.0815	
Romania	0.2270	0.1018	0.3019	0.2200	0.1358	0.3007	0.0858	0.1904	0.0564	0.0516	0.3395	0.3750	0.1797	0.2381	0.1345	0.0109			0.1783	0.0623		0.0753	
Singapore	0.2774	0.1153	0.3838	0.5064	0.6979	0.7653	0.3444	0.4374	0.1270	0.6683	0.5674	0.9391	0.9204	0.7826	0.8219	0.8139	0.6055	0.3961	0.6581	0.8616	0.8852	0.1547	0.8193
Slovakia	0.0806		0.1736	0.2031	0.1022	0.1752	0.0998	0.1698	0.0363	0.0923	0.2903	0.2428	0.3094	0.2139	0.1365	0.1889	0.1771	0.1229	0.1239	0.2528	0.1644	0.0530	0.1874
Slovenia	0.2629		0.4845	0.9354	0.4191	0.5433	0.2365	0.3848	0.0389	0.2964	0.6135	0.5950	0.4044	0.6456	0.5450	0.7547	0.4844	0.3495	0.4132	0.5036		0.1613	0.7049
Spain	0.3609	0.0974	0.8184	0.8416	0.6079	0.7565	0.3016	0.4624	0.1308	0.3189	0.8836	0.7869	0.8020	0.8502	0.8336	0.9215	0.8738	0.6867	0.6159	0.8145	0.8881	0.2360	0.6836
Sweden	0.2661		0.6275	0.6809	0.6967	0.8147	0.2786	0.3486	0.0561	0.2924	0.7643	0.7241	0.7690	0.8107	0.8100	0.7484	0.7778	0.5843	0.6502	0.7767	0.8503	0.2195	0.8908
Thailand	0.2201	0.0858	0.3812	0.3428	0.3235	0.3642	0.2277	0.7999	0.2372	0.1752	0.4226	0.5213	0.5731	0.4228	0.9478	0.3310	0.4718	0.2116	0.3094	0.8266	0.4025	0.1180	0.1215
Turkey	0.3524	0.1135	0.6640	0.7394	0.4946	0.6405	0.3097	0.6048	0.6000	0.4478	0.9232	0.7799	0.8089	0.8861	0.8543	0.8557	0.8845	0.9467	0.4388	0.9406	0.8481	0.2019	
UK	0.4116	0.2296	0.8567	0.7651	0.6788	0.8842	0.2495	0.3997	0.1331	0.2872	0.8596	0.8421	0.7741	0.8390	0.8079	0.7878	0.7554	0.5362	0.5343	0.7439	0.8076	0.2891	0.8427
US	0.8804	0.6676	0.9276	0.9132	0.9485	0.9378	0.2822	0.3837	0.2242	0.4099	0.9577	0.9649	0.8619	0.9403	0.9095	0.8421	0.9371	0.8500	0.9045	0.9275	0.4594	0.3324	
Uruguay	0.1983	0.2219	0.4747	0.4419	0.7291	0.3106	0.2128	0.2597	0.2210	0.2347	0.4653	0.4454	0.5892	0.4871	0.4747		0.5023	0.3615	0.4313	0.8800	0.1345	0.1066	

ตารางที่ 11: ค่าเฉลี่ยค่าประมาณการความมีประสิทธิภาพทางเทคนิคของอุตสาหกรรมแบบเฉพาะเจาะจง ภายใต้แบบจำลอง Stochastic Frontier with Time-varying Technical Inefficiency ที่ฟังก์ชันการผลิตเป็น Translog

Country	ISIC#15	ISIC#16	ISIC#17	ISIC#18	ISIC#19	ISIC#20	ISIC#21	ISIC#23	ISIC#24	ISIC#26	ISIC#27	ISIC#28	ISIC#29	ISIC#31	ISIC#32	ISIC#33	ISIC#35	ISIC#36
Argentina	0.02229	0.2430	0.5929	0.6803	0.2723		0.1501	0.1781	0.0091	0.0977	0.4778	0.0043	0.6694	0.5845	0.4912	0.0004	0.0321	0.1669
Australia	0.04719	0.1270	0.9205	0.8631	0.2448	0.9305	0.8346	0.1207	0.0150	0.2038	0.9452	0.0073	0.7600	0.8006	0.7419	0.0007	0.0554	0.2345
Austria	0.03270	0.7700	0.7728	0.7904	0.3967	0.8890	0.3820	0.0952	0.0118	0.1668	0.7813	0.0063	0.8230	0.8397	0.5300	0.0005	0.0524	0.2358
Belgium	0.04834	0.0642	0.7857	0.7833		0.6005	0.3723		0.0125	0.1405	0.8119	0.0069	#DIV/0!					0.8418
Brazil	0.04713	0.1509	0.8804	0.8454		0.7216	0.2769		0.0122	0.2286	0.7038		0.8404	0.9520		0.0005		
Canada	0.05810		0.8721	0.9032		0.9183	0.3659	0.0841	0.0218	0.2196	0.8165	0.0081	0.8461	0.8632		0.0007		0.4657
Cyprus	0.02179	0.1297	0.2439	0.5204		0.6686	0.1739	0.1413	0.0047	0.1318		0.0032	0.5367	0.4671		0.0003		0.1407
Czech	0.01650		0.3209	0.2616	0.1449	0.3819	0.1065	0.0493	0.0048	0.0783	0.6509	0.0028	0.3510	0.3401	0.2162	0.0002	0.0180	0.1029
Denmark	0.03070	0.0849	0.5873	0.7486	0.3419	0.7005	0.2841	0.0649	0.0125	0.1372	0.8991	0.0049	0.6328	0.5881	0.3339	0.0005	0.0333	0.2129
Finland	0.03097	0.0536	0.5470	0.7889	0.3264	0.8352	0.3304	0.0712	0.0118	0.1407	0.8546	0.0056	0.8270	0.8159	0.6029	0.0006	0.0482	0.2226
France	0.03685		0.7803	0.8717	0.4730	0.7944	0.2349	0.1068	0.0102	0.1829	0.6509	0.0063	0.7388	0.7093	0.5566	0.0005	0.0686	0.2451
Greece	0.03164	0.0484	0.6441	0.6650	0.3212	0.8386	0.2722	0.0977	0.0114	0.1453	0.8991	0.0046	0.6410	0.7757	0.8872	0.0004	0.0466	0.1672
Hongkong	0.02471	0.2987	0.6316	0.5538		0.5183	0.1924	0.1993	0.0075	0.1283	0.5895	0.0039	0.6174	0.4949		0.0003		0.1810
Hungary	0.01414	0.0330	0.3291	0.3123	0.1900	0.3893	0.2023	0.1315	0.0080	0.0724	0.3232	0.0028	0.4092		0.0702	0.0002		0.1121
Iceland	0.02492		0.1908			0.3507	0.1919		0.0047	0.1740	0.5985	0.0039						0.1974
India	0.01079	0.0304	0.1472	0.2383	0.1268	0.1238	0.0512	0.0735	0.0029	0.0498	0.1536	0.0016	0.2209	0.2843	0.2823	0.0001	0.0110	0.0916
Ireland	0.06011	0.1017	0.5746	0.6270	0.2704	0.8091	0.3691	0.1268	0.0364	0.1839	0.7809	0.0052	0.9598	0.9421	0.6471	0.0010	0.0378	0.2823
Italy	0.04191	0.0506	0.8501	0.9502	0.4932	0.9335	0.2907	0.0889	0.0110	0.1696	0.6819	0.0064	0.8040	0.7096	0.5148	0.0007	0.0562	0.2526
Japan	0.05835	0.2210	0.8919	0.6119	0.5389	0.9185	0.2572	0.1417	0.0191	0.2966	0.9083	0.0090	0.8847	0.6846	0.5262	0.0006	0.0936	0.3345
Korea	0.04779	0.5924	0.6800	0.9207	0.5889	0.9204	0.3039	0.1554	0.0129	0.1683	0.9094	0.0064	0.8193	0.5970	0.5022	0.0006	0.0986	0.2363
Luxembourg	0.03036		0.9157	0.4332		0.6123	0.2874		0.0095	0.1427	0.8355	0.0050	0.8527	0.7683		0.0005		0.1001
Malaysia	0.01835	0.0503	0.3092	0.2605		0.2710	0.1377	0.1149	0.0137	0.0816	0.4045	0.0027	0.4629	0.2374		0.0002		0.0801
Mexico	0.04490	0.2804	0.5702	0.5333	0.1923	0.4868	0.2690	0.0781	0.0123	0.1973	0.9370	0.0056	0.7931	0.6067	0.8666	0.0005	0.0271	0.1740
Netherlands	0.04514	0.2607	0.9287	0.8999	0.4318	0.9520	0.3845	0.0980	0.0141	0.1822	0.9134	0.0069	0.8446	0.8234	0.6377	0.0007	0.0610	0.2611

Norway	0.02780		0.4725	0.6738	0.3305	0.7683	0.3315	0.0775	0.0127	0.1355	0.8392	0.0050	0.7975	0.8055	0.5745	0.0006	0.0596	0.1975
Philippines	0.02778	0.1200	0.3146	0.2328	0.1263	0.2375	0.1825	0.2199	0.0124	0.0828	0.5575	0.0020	0.2213	0.3636	0.3349	0.0001		0.0863
Country	ISIC#15	ISIC#16	ISIC#17	ISIC#18	ISIC#19	ISIC#20	ISIC#21	ISIC#23	ISIC#24	ISIC#26	ISIC#27	ISIC#28	ISIC#29	ISIC#31	ISIC#32	ISIC#33	ISIC#35	ISIC#36
Poland	0.02672	0.1354	0.4230	0.3289	0.1862	0.4302	0.1418	0.1311	0.0055	0.0916	0.3799	0.0035	0.3438	0.3931	0.2792	0.0002	0.0224	0.1259
Portugal	0.01606	0.3559	0.3715	0.3439		0.3633	0.2865	0.1312	0.0083	0.0854	0.3657	0.0027	0.4066	0.4841		0.0002		0.0845
Romania	0.02739	0.1018	0.3031	0.2209	0.1749	0.2947	0.0986	0.0592	0.0024	0.0975	0.1791	0.0018	0.1345			0.0002		0.0747
Singapore	0.03270	0.1154	0.3845	0.5022	0.3523	0.7337	0.3598	0.1332	0.0270	0.1803	0.9218	0.0049	0.8219	0.6023	0.3947	0.0007	0.0638	0.1556
Slovakia	0.00942		0.1718	0.1924	0.0812	0.1796	0.0982	0.0338	0.0035	0.0470	0.3072	0.0014	0.1365	0.1787	0.1227	0.0001	0.0095	0.0492
Slovenia	0.03097		0.4817	0.9363	0.2225	0.5348	0.2466	0.0428	0.0121	0.1122	0.4034	0.0038	0.5453	0.4827	0.3498	0.0004		0.1594
Spain	0.04317	0.0950	0.8159	0.8202	0.3937	0.7605	0.3129	0.1413	0.0134	0.1951	0.8025	0.0065	0.8338	0.8746	0.6857	0.0006	0.0649	0.2344
Sweden	0.03017		0.6219	0.6375	0.3025	0.8236	0.2563	0.0474	0.0095	0.1278	0.7660	0.0050	0.8099	0.7885	0.5844	0.0006	0.0522	0.1972
Thailand	0.02675	0.0856	0.3800	0.3360	0.2022	0.3699	0.2400	0.2228	0.0073	0.1238	0.5696	0.0032	0.9478	0.4763	0.2116	0.0003	0.0236	0.1171
Turkey	0.04167	0.1120	0.6628	0.7351	0.3045	0.6304	0.3289	0.6255	0.0186	0.1721	0.8094	0.0058	0.8546	0.8825	0.9465	0.0004	0.0497	0.2014
UK	0.04921	0.2274	0.8549	0.7516	0.4256	0.8884	0.2544	0.1376	0.0121	0.2166	0.7745	0.0069	0.8081	0.7587	0.5351	0.0005	0.0755	0.2855
US	0.10748	0.6733	0.9280	0.8986	0.6749	0.9326	0.2741	0.2368	0.0176	0.3495	0.8652	0.0093	0.9097	0.9383	0.8503	0.0010	0.0678	0.3290
Uruguay	0.02349	0.2187	0.4731	0.4343	0.3029	0.2951	0.2214	0.2268	0.0091	0.0832	0.5952	0.0027	0.4752	0.4946	0.3624	0.0004	0.0078	0.1059

การทดสอบสมมติฐาน *Constant Returns to Scale*

เพื่อให้แน่ใจในการตีความผลการประมาณการค่าประสิทธิภาพทางเทคนิคที่ได้ ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบสมมติฐานว่าฟังก์ชันการผลิตเป็น constant returns to scale หรือไม่ (โดยในการทดสอบนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 5%) สำหรับแบบจำลองที่ความไม่มีประสิทธิภาพไม่เปลี่ยนแปลงตามเวลาที่ใช้ฟังก์ชันการผลิตแบบ Cobb-Douglas ผู้วิจัยไม่สามารถปฏิเสธสมมติฐานดังกล่าวได้ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 5% ในอุตสาหกรรม manufacturing แบบเจาะจง 15-18, 20, 22-25, 32-33 และ 35 และภาพรวมอุตสาหกรรม Total, AB, C, E, F, และ LX ที่มีฟังก์ชันการผลิตเป็น constant returns to scale

อย่างไรก็ตาม หากพิจารณาแบบจำลองที่ฟังก์ชันการผลิตแบบ translog ที่ทดสอบสมมติฐานโดยใช้ multiple restrictions test $H_0: \beta_1 + \beta_2 = 1$ และ $H_0: \beta_4 = \beta_5 = \beta_6 = \beta_7 = \beta_8 = 0$ ผู้วิจัยพบว่าฟังก์ชันการผลิตในแต่ละภาคอุตสาหกรรม manufacturing แบบเจาะจง 15, 18, 22, 24, 30, และ 32 และภาพรวมอุตสาหกรรม AB, D และ GH นั้นเป็น constant returns to scale ซึ่งบางส่วนสอดคล้องกับแบบจำลองที่ใช้ฟังก์ชันการผลิตแบบ Cobb-Douglas

ในกรณีที่แบบจำลองความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคสามารถเปลี่ยนแปลงตามเวลาได้ ผู้วิจัยพบว่าในอุตสาหกรรม manufacturing แบบเจาะจงที่ฟังก์ชันการผลิตเป็น constant returns to scale ได้แก่ อุตสาหกรรม 15-18, 20, 22-25, 32, 33 และ 37 ส่วนอุตสาหกรรมรวม ได้แก่ อุตสาหกรรม Total, AB, C, D, E, F และ LX ส่วนกรณีที่ฟังก์ชันการผลิตเป็น translog ผู้วิจัยพบว่าฟังก์ชันการผลิตในแต่ละอุตสาหกรรม manufacturing แบบเจาะจง 15, 18, 22, 24 และ 33 สำหรับภาพรวมอุตสาหกรรม AB, D, E, F และ JK เป็นอุตสาหกรรมที่มีฟังก์ชันการผลิตที่เป็น constant returns to scale

จากผลการทดสอบข้างต้น การตีความค่าประสิทธิภาพทางเทคนิคจากแบบจำลองควรทำอย่างระมัดระวัง เนื่องจากอาจเกิดความคลาดเคลื่อนได้หากฟังก์ชันการผลิตไม่เป็น constant returns to scale ซึ่งผู้วิจัยจะทำการทดสอบความเหมาะสมระหว่างแบบจำลอง โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างฟังก์ชันการผลิตในการทดสอบในส่วนต่อไป

การทดสอบความเหมาะสมของฟังก์ชันการผลิต

จากการทดสอบความเหมาะสมของฟังก์ชันการผลิตโดยใช้ค่าสถิติ Likelihood Ratio ทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 5% ผู้วิจัยพบว่าในแบบจำลองที่ความมีประสิทธิภาพทางเทคนิคไม่สามารถเปลี่ยนแปลงตามเวลา ภาพรวมอุตสาหกรรม Total, D และ E ควรใช้ฟังก์ชันการผลิตแบบ Cobb-Douglas ในขณะที่ฟังก์ชันการผลิตแบบ translog เหมาะสมกับ AB, C, F, GH, I JK และ LX มากกว่า ในกรณีของอุตสาหกรรม manufacturing แบบเจาะจง ผู้วิจัยพบว่าฟังก์ชันการผลิตแบบ Cobb-Douglas เหมาะสมกับ อุตสาหกรรม 17, 26 และ 35 ส่วนอุตสาหกรรมที่เหลือเหมาะที่จะใช้ฟังก์ชันการผลิตแบบ translog

สำหรับแบบจำลองที่ความมีประสิทธิภาพทางเทคนิคสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามเวลา มีเพียงภาพรวมอุตสาหกรรม F เท่านั้นที่ควรใช้ฟังก์ชันการผลิตแบบ Cobb-Douglas สำหรับอุตสาหกรรม manufacturing แบบเจาะจง ผู้วิจัยพบว่าฟังก์ชันการผลิตแบบ Cobb-Douglas เหมาะกับ อุตสาหกรรม 24, 25, 28, 33 และ 35

ดังนั้นผลการประมาณการค่าความมีประสิทธิภาพทางเทคนิคสำหรับภาพรวมอุตสาหกรรม AB, D, E, และ F และอุตสาหกรรม manufacturing แบบเจาะจง 15, 18, 22, 24, 32 และ 33 น่าจะมีความคลาดเคลื่อนน้อยมาก เนื่องจากฟังก์ชันการผลิตเป็น constant returns to scale ทำให้ผู้วิจัยเชื่อว่าผลการประมาณการในอุตสาหกรรมเหล่านี้ น่าเชื่อถือได้ไม่มากนัก อย่างไรก็ตาม อย่างไรก็ดี หากสังเกตผลการประมาณการค่าประสิทธิภาพทางเทคนิคที่ได้ในอุตสาหกรรม manufacturing แบบเจาะจง บางอุตสาหกรรม ถึงแม้ว่าฟังก์ชันการผลิตที่ใช้แตกต่างกัน (และไม่เป็น constant returns to scale) แต่ผลการประมาณการที่ใกล้เคียงกันนี้อาจจะไม่สะท้อนค่าที่แท้จริง เพราะมีปัญหาเรื่องของ scale effects ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในส่วนที่สาม

(5.2) ผลทางเศรษฐศาสตร์

ในส่วนนี้ผู้วิจัยได้แยกผลการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ออกเป็นสองส่วน โดยแบ่งออกเป็นภาพรวมของอุตสาหกรรมทั่วไป ซึ่งเป็นข้อมูลของ OECD และ Penn World Table และอุตสาหกรรม manufacturing แบบเจาะจง ซึ่งใช้ข้อมูลของ UNIDO (ISIC)

(5.2.1) ภาพรวมของอุตสาหกรรมทั่วไปของไทย ณ ปี พ.ศ. 2543 และ 2548¹¹

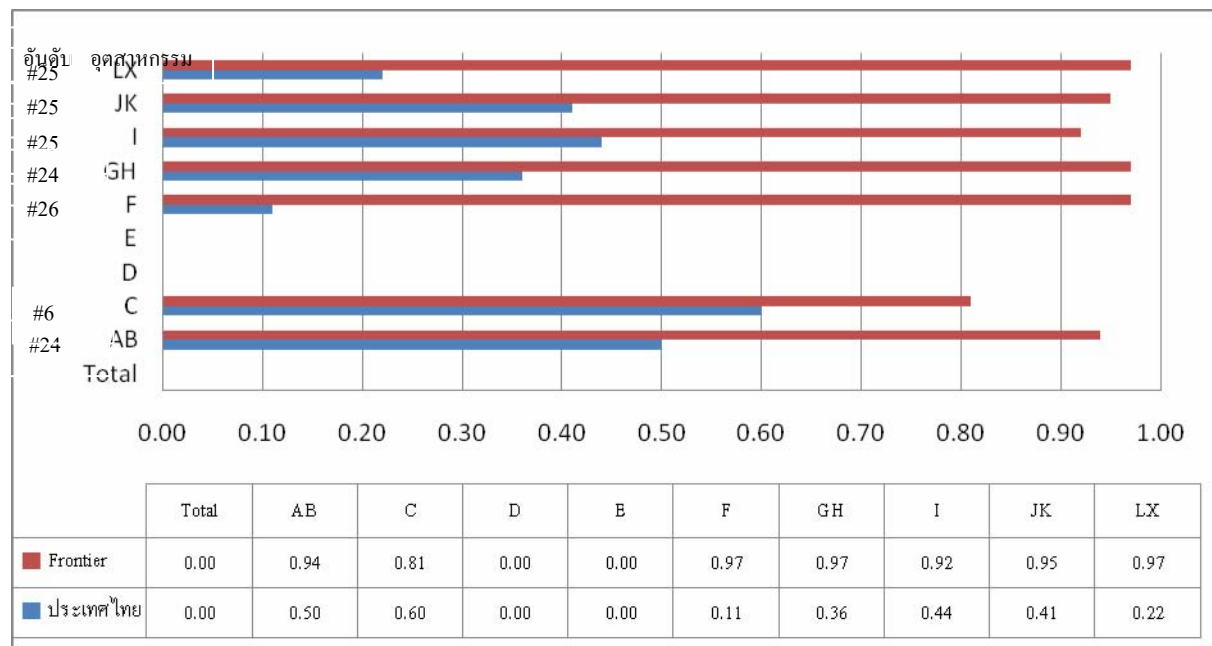
ในภาพรวมของอุตสาหกรรมทั่วไปของไทยเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มประเทศที่พัฒนา (ดูรูปที่ 2 ประกอบ) พบว่าประเทศไทยมีประสิทธิภาพทางการผลิตที่ค่อนข้างต่ำ โดยมี 6 อุตสาหกรรมที่ประสิทธิภาพทางการผลิตอยู่ในอันดับที่ท้ายๆ ของกลุ่ม (มีเพียงประเทศเอสโตเนียซึ่งมีประสิทธิภาพการผลิตของหลายหมวดอุตสาหกรรมที่ต่ำกว่าของไทย) โดยในแต่ละอุตสาหกรรมจะมีการวัดเปรียบเทียบประสิทธิภาพการผลิตของไทย (แถบแท่งเส้นตรงด้านล่าง) กับประสิทธิภาพทางการผลิตของประเทศที่มีประสิทธิภาพทางการผลิตสูงสุด (แถบแท่งเส้นตรงด้านบน) และช่องว่างระหว่างประสิทธิภาพทางการผลิตของแต่ละอุตสาหกรรมจะถูกแสดงโดยผลต่างหรือระยะทางระหว่างแท่งเส้นตรงทั้งสองแท่งดังกล่าว¹²

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างอุตสาหกรรมของไทย โดยพิจารณาถึงระยะห่างของประสิทธิภาพทางการผลิตของอุตสาหกรรมไทยเมื่อเทียบกับประเทศที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุด จะพบว่าอุตสาหกรรมไทยแทบจะทั้งหมดมีความล่าช้าทางด้านประสิทธิภาพที่ค่อนข้างสูง มีเพียงกลุ่มอุตสาหกรรม C ที่มีความโดดเด่น โดยมีระยะห่างอยู่ที่ 0.21 ในขณะที่อุตสาหกรรมที่มีความล่าช้าจะมีความห่างอยู่ที่ระดับ 0.44-0.86

¹¹ เนื่องจากผลการประมาณการในอุตสาหกรรมภาพรวม อุตสาหกรรม D และอุตสาหกรรม E ไม่มีผลการประมาณการในบางกรณี ทำให้ผลที่ออกมาไม่น่าเชื่อถือเพียงพอ (Not Robust) จึงไม่นำมาวิเคราะห์ในส่วนนี้

¹² ทั้งนี้ รายละเอียดของชื่อของอุตสาหกรรมสามารถดูได้ในภาคผนวก ข

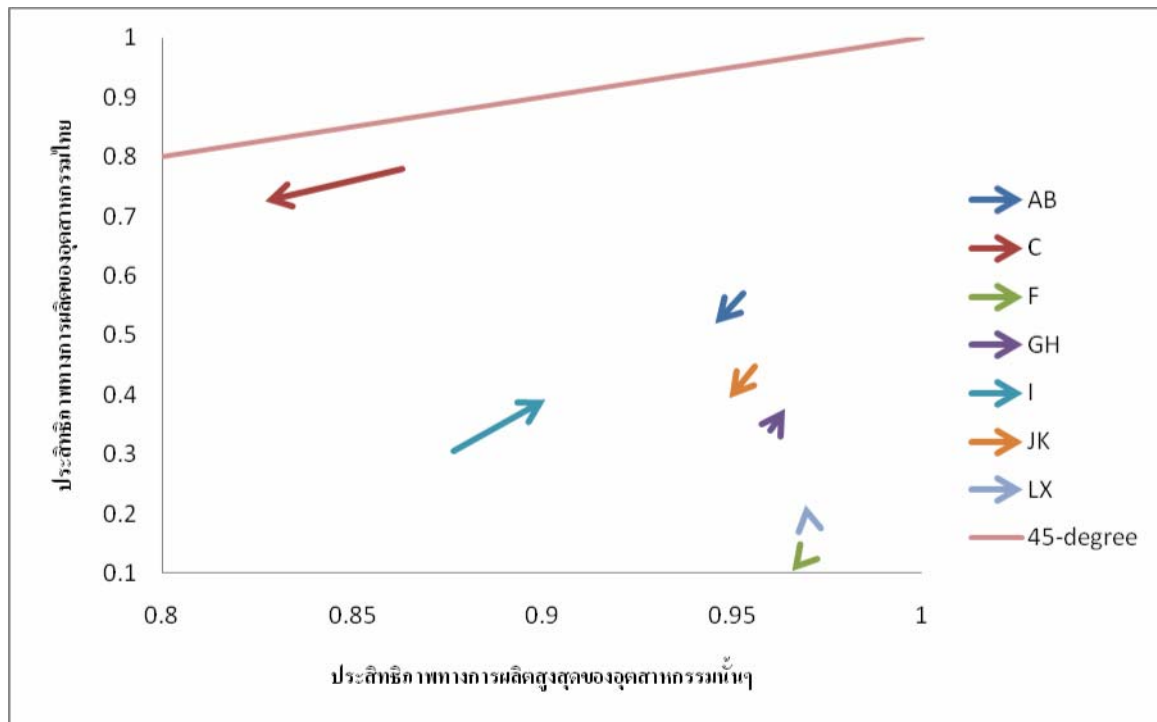
รูปที่ 2: เปรียบเทียบประสิทธิภาพทางการผลิตของอุตสาหกรรมทั่วไปของไทยกับประเทศที่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคสูงสุด (ภายใต้แบบจำลอง Stochastic Frontier with Time-invariant Technical Inefficiency)



รูปที่ 3 แสดงการเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพทางการผลิตของปีพ.ศ. 2543 และ 2548 โดยพิจารณาเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของประสิทธิภาพทางการผลิตของไทยกับประเทศที่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคสูงสุด โดยระยะห่างระหว่างประสิทธิภาพการผลิตของไทยและประเทศที่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคสูงสุด ถูกสะท้อนให้เห็นโดยใช้เส้น 45 องศา ซึ่ง ถ้าประเทศไทยมีประสิทธิภาพทางการผลิตที่ไล่ตามเส้นของเขตการผลิตโลก จะต้องมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางที่ใกล้เส้นดังกล่าวมากขึ้น

หากพิจารณาการเปลี่ยนแปลงตามเวลาของระดับความมีประสิทธิภาพทางเทคนิคของทั้งสองปี (รูปที่ 3) จะพบว่า มีสามอุตสาหกรรมที่ประเทศไทยมีการพัฒนาประสิทธิภาพทางการผลิตที่สูงขึ้น (อุตสาหกรรม GH, I, LX) โดยอุตสาหกรรมที่มีการเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดมีเพียงอุตสาหกรรมเดียวคือ อุตสาหกรรม I และมีสี่อุตสาหกรรมที่มีการพัฒนาประสิทธิภาพทางการผลิตที่เป็นลบ อันได้แก่ อุตสาหกรรม AB, C, F และ JK

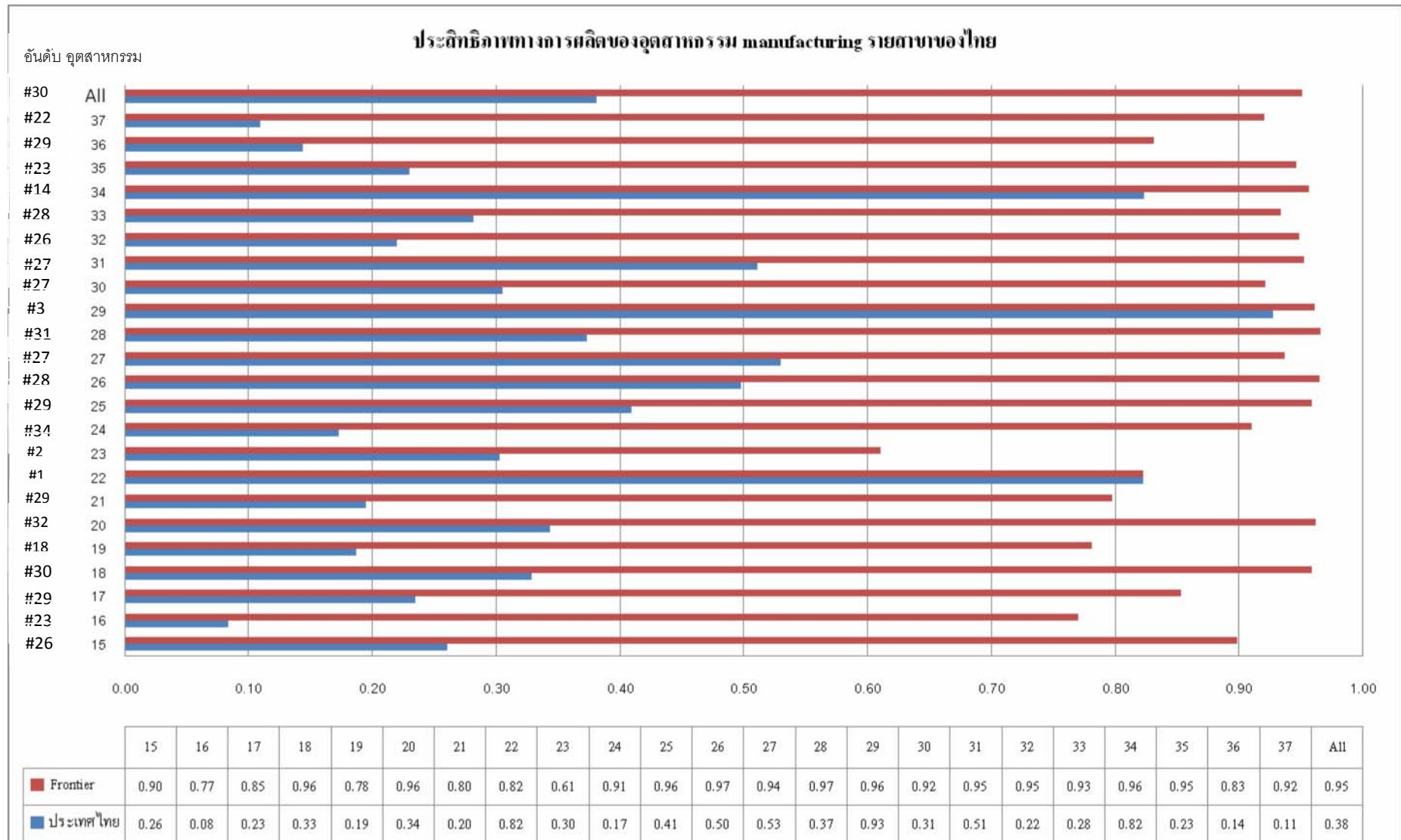
รูปที่ 3: การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพการผลิตของอุตสาหกรรมทั่วไปของไทย ระหว่างปี 2543 และ 2548 (ภายใต้แบบจำลอง Stochastic Frontier with Time-varying Technical Inefficiency)



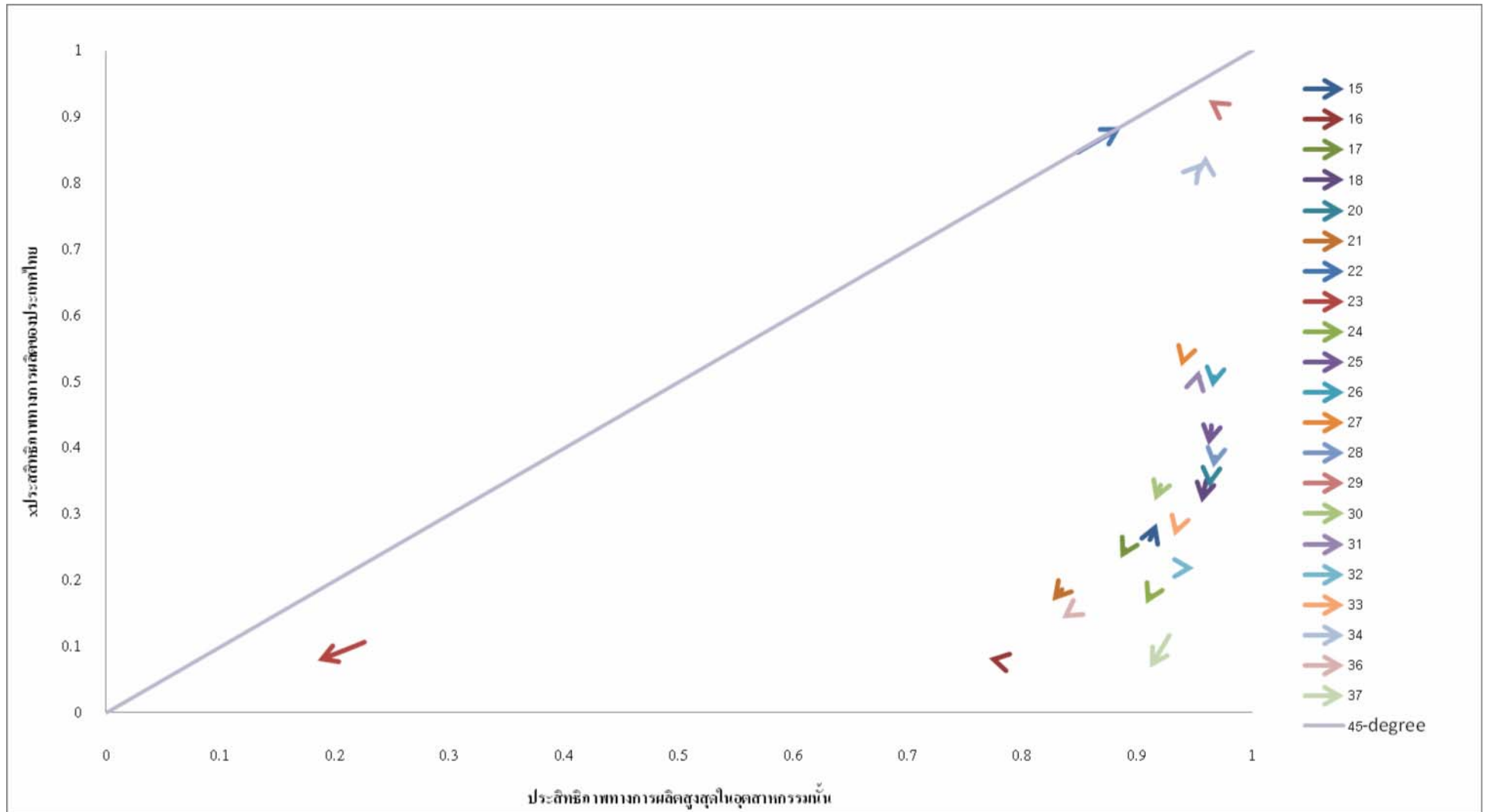
(5.2.2) อุตสาหกรรม manufacturing แบบเจาะจงของไทยระหว่างปี พ.ศ. 2532-2541

ระหว่างปี 2532-2541 อุตสาหกรรม manufacturing แบบเจาะจงของประเทศไทยในภาพรวมมีประสิทธิภาพทางการผลิตที่ต่ำกว่าระดับประสิทธิภาพทางการผลิตสูงสุดโดยเปรียบเทียบ (รูปที่ 4) โดยมีผลต่างทางด้านประสิทธิภาพทางการผลิตอยู่ที่ 0.57 เมื่อพิจารณาอุตสาหกรรมในระดับรายสาขาพบว่า อันดับในอุตสาหกรรมรายสาขาโดยมากของไทยอยู่ในลำดับที่ต่ำ มีเพียง 8 สาขาอุตสาหกรรมที่มีผลต่างของประสิทธิภาพทางการผลิตที่ต่ำกว่าอุตสาหกรรม manufacturing ในภาพรวม (อุตสาหกรรมสาขา 22, 23, 25, 26, 27, 29, 31 และ 34) และมีเพียง 3 สาขาอุตสาหกรรมที่มีประสิทธิภาพที่ใกล้เคียงกับระดับประสิทธิภาพทางการผลิตสูงสุด (อุตสาหกรรมสาขา 22, 29 และ 34) เป็นที่น่าสังเกตว่า อุตสาหกรรมสาขา 23 ซึ่งไทยมีประสิทธิภาพการผลิตอยู่ในอันดับที่ 2 แต่มีช่องว่างประสิทธิภาพทางการผลิตอยู่พอสมควร (0.31) ในอุตสาหกรรมสาขาอื่น ๆ นอกเหนือจาก 8 สาขาข้างต้น ประเทศประเทศไทยมีประสิทธิภาพทางการผลิตที่ต่ำมาก โดยมีช่องว่างทางด้านประสิทธิภาพการผลิตอยู่ที่ประมาณ 0.59-0.81

รูปที่ 4: ประสิทธิภาพการผลิตของอุตสาหกรรม manufacturing รายสาขาของประเทศไทยกับประสิทธิภาพการผลิตสูงสุดของอุตสาหกรรมนั้นๆ (ภายใต้แบบจำลอง Stochastic Frontier with Time-invariant Technical Inefficiency)



รูปที่ 5: การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพการผลิตของอุตสาหกรรมรายสาขาของประเทศไทย ระหว่างปี พ.ศ. 2532-2541 (ภายใต้แบบจำลอง Stochastic Frontier with Time-varying Technical Inefficiency)



เมื่อพิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพการผลิตของอุตสาหกรรม manufacturing แบบเจาะจงสาขาของไทย ระหว่างปี พ.ศ. 2532-2541 (รูปที่ 5) พบว่าประสิทธิภาพการผลิตมีการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างน้อย ยกเว้นอุตสาหกรรมสาขา 23 และ 37 ซึ่งระดับประสิทธิภาพการผลิตลดลงเห็นได้อย่างชัดเจน ในทางตรงกันข้ามอุตสาหกรรมสาขา 22 ของประเทศไทยมีประสิทธิภาพทางการผลิตสูงสุดและมีการพัฒนาประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นตลอดช่วงระยะเวลา¹³

6. บทวิเคราะห์และข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

(6.1) อุตสาหกรรมที่มีความโดดเด่น ภายใต้กรอบของประสิทธิภาพทางการผลิต

ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพทางการผลิตของอุตสาหกรรมทั่วไปของไทย พบว่าอุตสาหกรรมเกือบจะทั้งหมด มีประสิทธิภาพทางการผลิตที่ต่ำกว่าระดับประสิทธิภาพทางการผลิตสูงสุดในระดับที่ปานกลางถึงค่อนข้างมาก¹⁴ มีเพียงอุตสาหกรรม C ซึ่งมีความโดดเด่นกว่าอุตสาหกรรมอื่นๆ อย่างเห็นได้ชัด และน่าจะมีศักยภาพในการพัฒนาที่สูงกว่าอุตสาหกรรมอื่น

เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพทางการผลิตของอุตสาหกรรม manufacturing แบบเจาะจงสาขาของไทย จะพบว่า มี 3 สาขาอุตสาหกรรมที่มีความโดดเด่นในแง่ของประสิทธิภาพทางการผลิต อันได้แก่ อุตสาหกรรมสาขา 22, 29 และ 34 ซึ่งภาครัฐควรให้การพิจารณาส่งเสริมเป็นพิเศษ

(6.2) รูปแบบการสนับสนุนที่เหมาะสมต่อการพัฒนาประสิทธิภาพทางการผลิต

จากการศึกษาของ World Bank (2006) โดยทั่วไปแล้วรูปแบบการสนับสนุนเพื่อพัฒนาประสิทธิภาพทางการผลิตสามารถแบ่งออกได้เป็นสองขั้นตอนใหญ่ๆ ด้วยกัน โดยในขั้นแรกของการพัฒนาจะเป็นการพยายามที่จะผลักดันให้อุตสาหกรรมก้าวทันระดับเทคโนโลยีโลก หรือระดับ frontier โดยการใช้นโยบายเชิงรุกของภาครัฐ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้เทคโนโลยีใหม่ๆ และเกิดการถ่ายทอดเทคโนโลยีจากต่างประเทศ โดยเป้าหมายของภาครัฐในขั้นตอนนี้ คือการผลักดันให้อุณหภูมิเพิ่มประสิทธิภาพทางการผลิตแบบก้าวกระโดด และสามารถที่จะพึ่งพาตัวเองได้ภายใต้สภาวะการแข่งขันในระดับโลก เมื่อประเทศมีการพัฒนาขึ้นจนถึงใกล้เคียงกับ frontier แล้ว ภาครัฐควรมีการปรับเปลี่ยนนโยบายจากเชิงรุกให้เป็นเชิงรับ โดยมุ่งเน้นที่การออกกฎหมายคุ้มครองทรัพย์สินทางปัญญา การดูแลให้ข้อมูล การให้ความช่วยเหลือและปรับปรุงกฎระเบียบทางการค้า การพัฒนาตลาดแรงงานให้มีคุณภาพและปริมาณที่เหมาะสม รวมไปถึงการสนับสนุนให้เกิดการแข่งขันภายในระหว่างธุรกิจ เพื่อให้เกิดการแข่งขันในการสร้างนวัตกรรมใหม่ๆ เป็นต้น

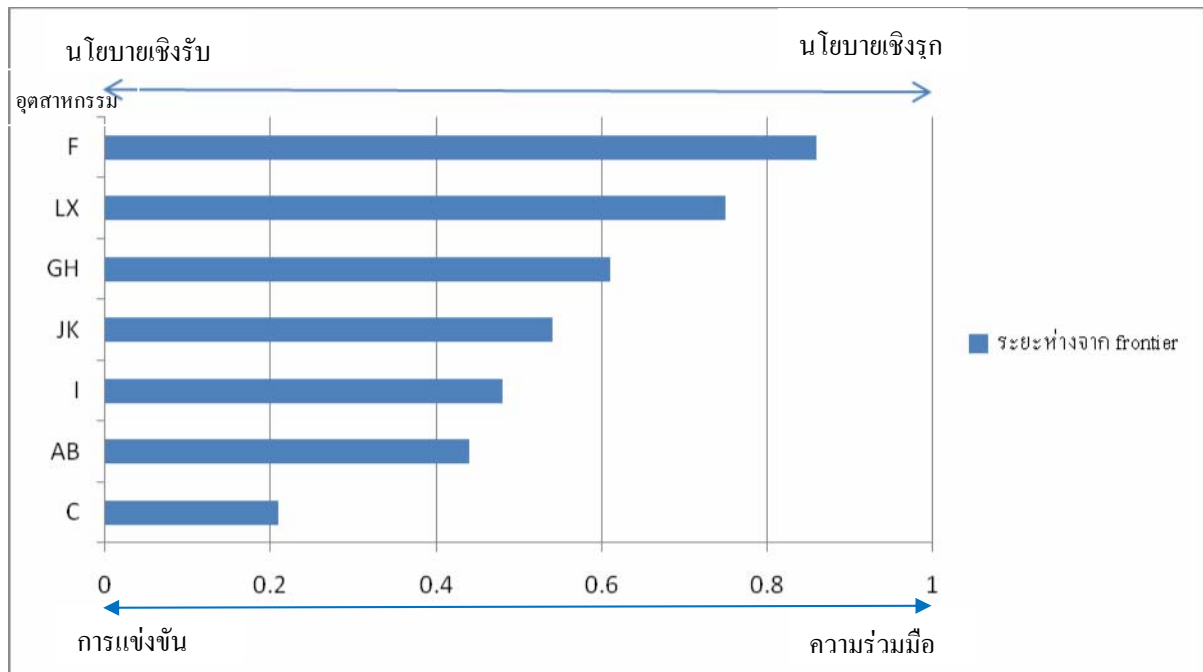
¹³ อุตสาหกรรมสาขา 17, 19, 30, 32 และ 35 มีข้อมูลที่อนุกรมเวลาที่สูงขึ้น ทำให้การเปรียบเทียบอาจจะไม่สะท้อนถึงการเปลี่ยนแปลงตลอดช่วงระยะเวลา 2532-2541

¹⁴ เนื่องจากบางอุตสาหกรรมมีข้อมูลที่ไม่เพียงพอในการประมาณการทำให้ไม่สามารถที่จะเปรียบเทียบประสิทธิภาพทางการผลิตของอุตสาหกรรมเหล่านั้นได้

นอกจากนี้ งานวิจัยของ Aghion et.al (2005) พบว่าระดับการแข่งขันมีความสัมพันธ์กับระดับประสิทธิภาพทางการผลิตอันจะก่อให้เกิดการพัฒนาวัตรกรรมของธุรกิจในลักษณะรูปตัว U กล่าว หรืออีกนัยหนึ่งก็คือ การแข่งขันจะทำให้เกิดการพัฒนาระสิทธิภาพทางการผลิต (ผ่านทางการทำนวัตกรรม) ก็ต่อเมื่อระดับประสิทธิภาพทางการผลิตอยู่ใกล้กับ frontier แต่จะไม่ส่งผลดีหากประสิทธิภาพการผลิตอยู่ไกลออกไป โดยอุตสาหกรรมที่อยู่ห่างจากระดับ frontier ค่อนข้างมากจะสามารถพัฒนาระสิทธิภาพทางการผลิตได้ดีกว่าโดยอาศัยความร่วมมือระหว่างองค์กร

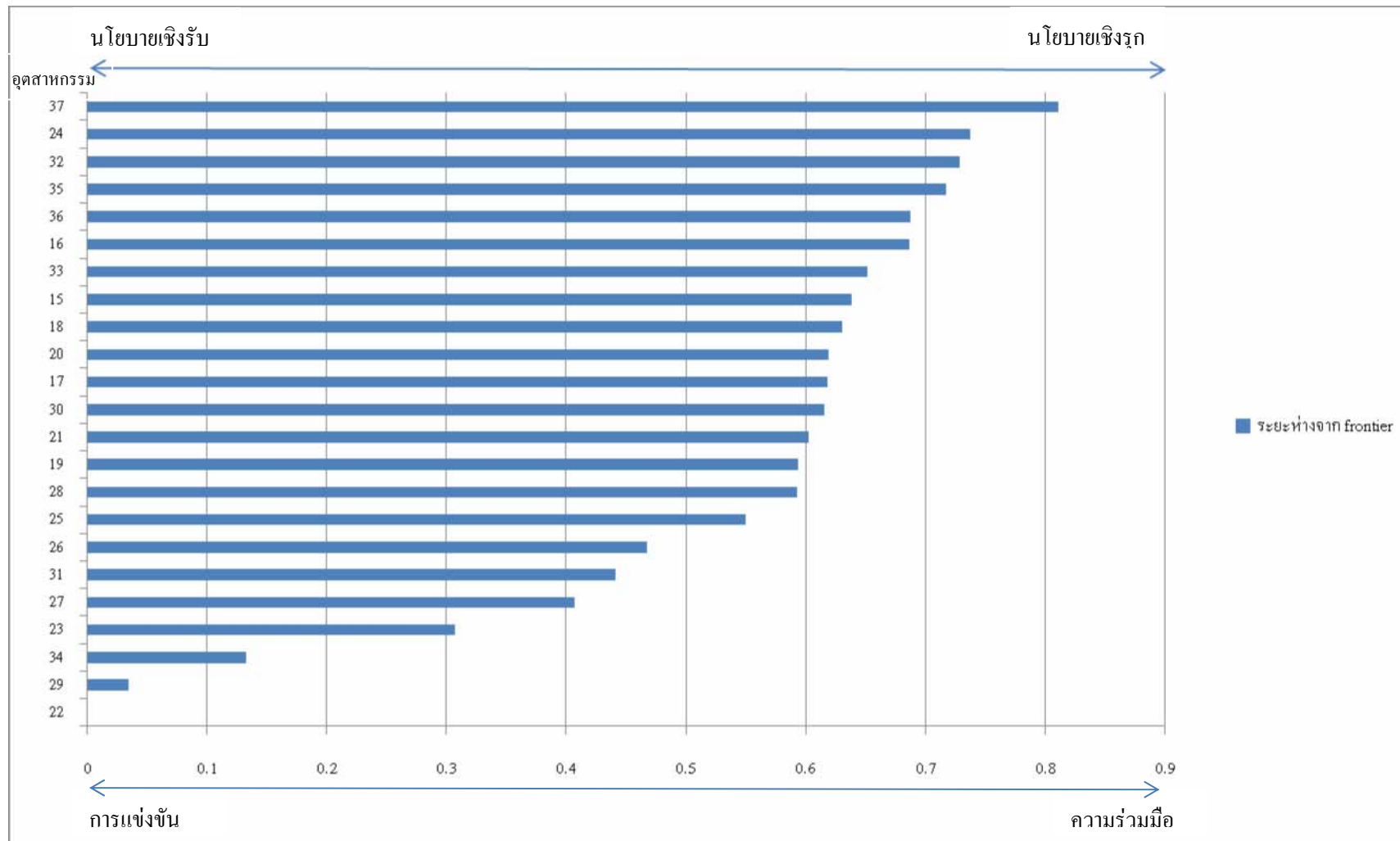
รูปแบบการสนับสนุนอุตสาหกรรมที่เหมาะสมตามสองแนวความคิดข้างต้นสามารถสรุปได้ในรูปที่ 6 และ 7 ตามลำดับ โดยรูปทั้งสองแสดงถึงระยะห่างจากประเทศที่มีประสิทธิภาพการผลิตสูงสุด (อยู่ใกล้ frontier) ของอุตสาหกรรมทั่วไปของไทย และอุตสาหกรรม manufacturing แบบเจาะจงสาขาของไทยตามลำดับ โดยระยะห่างจะใช้การคิดคำนวณจากผลต่างระหว่างประสิทธิภาพทางการผลิตของไทย กับประสิทธิภาพทางการผลิตสูงสุดในอุตสาหกรรมนั้นๆ (รูปที่ 2 และ 4)

รูปที่ 6: ระยะห่างจากระดับประสิทธิภาพทางการผลิตสูงสุดในแต่ละอุตสาหกรรมรวมเมื่อเปรียบเทียบกับอุตสาหกรรมทั่วไปของไทย และนโยบายสนับสนุนที่เหมาะสม



จากกรอบการวิเคราะห์ข้างต้น อุตสาหกรรมที่มีระยะห่าง ที่ค่อนข้างสูงควรที่จะได้รับการสนับสนุนในรูปแบบของนโยบายเชิงรุก ผสมกับการพัฒนาความร่วมมือระหว่างธุรกิจเพื่อให้เกิดการพัฒนา ในขณะที่อุตสาหกรรมที่อยู่ใกล้กับประเทศที่มีประสิทธิภาพทางการผลิตสูงสุดควรที่จะได้รับการสนับสนุนด้วยนโยบายเชิงรับและควรที่จะผลักดันให้เกิดการแข่งขันกันเองเพื่อการพัฒนา ตัวอย่างเช่น อุตสาหกรรม F ควรได้รับการสนับสนุนในรูปแบบของนโยบายเชิงรุก ผสมกับการพัฒนาความร่วมมือระหว่างธุรกิจ ในทางตรงกันข้ามสำหรับอุตสาหกรรม C ซึ่งมีระยะห่างที่ต่ำ ภาครัฐน่าจะมีรูปแบบการสนับสนุนในเชิงรับ และสนับสนุนให้เกิดการแข่งขันเพื่อการพัฒนา สำหรับในอุตสาหกรรม manufacturing แบบเจาะจงสาขา 37, 24 และ 32 ต่างก็มีระยะห่างที่ค่อนข้างสูง ภาครัฐจึงควรที่จะใช้นโยบายเชิงรุก ประกอบกับการ

รูปที่ 7: ระยะห่างจากประสิทธิภาพทางการผลิตสูงสุดของอุตสาหกรรม manufacturing รายสาขาของไทย และนโยบายสนับสนุนที่เหมาะสม



สนับสนุนให้เกิดการร่วมมือเพื่อพัฒนาอุตสาหกรรมเหล่านี้ ในทางตรงกันข้าม ประสิทธิภาพของอุตสาหกรรม 22, 29 และ 34 ของไทยมีความสามารถในการแข่งขันระดับโลกแล้ว (เมื่อพิจารณาในแง่ของประสิทธิภาพทางการผลิต) ภาครัฐจึงควรที่จะมุ่งเน้นการสนับสนุนให้เกิดการแข่งขันกันเพื่อพัฒนา รวมทั้งใช้นโยบายเชิงรับในการสนับสนุนมากกว่า อย่างไรก็ตาม ข้อคำนึงถึงประการหนึ่งก็คือ รูปแบบการสนับสนุนตามแนวคิดเรื่องประสิทธิภาพทางการผลิตเป็นไอเดียแบบกว้าง ซึ่งระบุถึงนโยบายเชิงมหภาคในการดำเนินการสนับสนุนเท่านั้น หากภาครัฐจะเลือกนโยบายใดนโยบายหนึ่งเพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมในระดับจุลภาค ภาครัฐควรที่จะพิจารณาความเหมาะสมในเชิงลึกอีกครั้งหนึ่ง เพื่อจะได้หารูปแบบนโยบายที่เหมาะสมต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมนั้นๆ ได้

7. บทสรุป

การที่จะพัฒนาประเทศให้หลุดพ้นจากปัญหากับดักรายได้ปานกลาง โดยอาศัยการเติบโตของภาคอุตสาหกรรมเป็นเครื่องจักรหลักนั้น ผู้วิจัยเชื่อว่าการมีนโยบายภาครัฐสนับสนุนอุตสาหกรรมที่เหมาะสมมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง ดังนั้นการเลือกสนับสนุนอุตสาหกรรมใดอุตสาหกรรมหนึ่งควรมีเกณฑ์ในการพิจารณา โดยในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยเชื่อว่าการเลือกสนับสนุนอุตสาหกรรมหนึ่งของประเทศไทยควรขึ้นอยู่กับระดับประสิทธิภาพการผลิตของอุตสาหกรรมนั้นๆ เมื่อเปรียบเทียบกับอุตสาหกรรมสาขาเดียวกันในระดับโลก นอกจากนั้น นโยบายสนับสนุนของภาครัฐที่เหมาะสมควรมีความแตกต่างกันตามระดับประสิทธิภาพการผลิตที่แตกต่างกันของแต่ละอุตสาหกรรม

ในการศึกษานี้ ผู้วิจัยใช้ข้อมูลภาพรวมอุตสาหกรรม 10 อุตสาหกรรมใน 26 ประเทศ และอุตสาหกรรม manufacturing แบบเจาะจงจำนวน 23 สาขาใน 39 ประเทศและใช้แบบจำลอง Stochastic Frontier เพื่อประมาณการค่าประสิทธิภาพการผลิตของแต่ละประเทศในแต่ละอุตสาหกรรม ซึ่งผู้วิจัยพบว่าภาพรวมอุตสาหกรรมของไทยในช่วงปี 2543 และ 2548 มีเพียงอุตสาหกรรม C (Mining and Quarrying) เท่านั้นที่มีประสิทธิภาพการผลิตที่โดดเด่นกว่าอุตสาหกรรมอื่นๆ ในขณะที่อุตสาหกรรม I (Transport, Storage, and Communications) ถึงแม้จะมีประสิทธิภาพการผลิตที่ต่ำแต่มีแนวโน้มปรับตัวเพิ่มขึ้น สำหรับอุตสาหกรรม manufacturing แบบเจาะจงของไทย ในช่วงปี 2532-2541 ผู้วิจัยพบว่ามี 3 สาขาที่มีประสิทธิภาพการผลิตสูงและใกล้เคียงกับระดับประสิทธิภาพการผลิตสูงสุด ได้แก่ สาขา 22 (Publishing, Printing, and Reproduction of Recorded Media), 29 (Manufacture of Machinery and Equipment NEC) และ 34 (Manufacture of Motor Vehicles, Trailers, and Semi-trailer) อย่างไรก็ตามมีเพียงสาขา 22 เท่านั้นที่ประสิทธิภาพการผลิตเพิ่มสูงขึ้น

จากผลการศึกษาข้างต้น ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะเชิงนโยบายว่าในกรณีที่อุตสาหกรรมมีประสิทธิภาพการผลิตสูง ภาครัฐควรใช้นโยบายสนับสนุนเชิงรับ ในขณะที่อุตสาหกรรมที่มีประสิทธิภาพการผลิตต่ำควรได้รับการสนับสนุนผ่านนโยบายเชิงรุก ดังนั้นภาครัฐควรใช้นโยบายเชิงรับ เช่น การสนับสนุนการวิจัยและการพัฒนา (R&D) หรือ การแก้ไขกฎระเบียบที่ทำให้การดำเนินธุรกิจเป็นไปได้ลำบาก กับอุตสาหกรรม C, 22, 29 และ 34 เพื่อสนับสนุนให้เกิดการแข่งขันภายใน และใช้นโยบายเชิงรุก เช่น การใช้สิทธิการปกป้องอุตสาหกรรมใหม่ (Infant Industry) หรือการให้เอกสิทธิ์ทางด้านการกู้เงิน กับอุตสาหกรรม GH (Wholesale and Retail Trade; Repair of Motor Vehicles, Motorcycles; Repair of Personal

and Household Goods; Hotels and Restaurants), 37 (Recycling), 24 (Manufacture of Chemicals and Chemical Products) และ 32 (Manufacture of Radio, Television, and Communication Equipment and Apparatus) ควบคู่ไปกับการพัฒนาความร่วมมือระหว่างธุรกิจ เพื่อให้อุตสาหกรรมเหล่านี้เป็นตัวขับเคลื่อนตัวหนึ่งในการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศไทย

อย่างไรก็ตามการศึกษานี้มีข้อจำกัดหลายประการ เช่นข้อจำกัดเรื่องข้อมูลของแต่ละประเทศที่มีขนาดไม่เท่ากัน และสมมติฐานเกี่ยวกับแบบจำลองและฟังก์ชันการผลิตที่ทำให้การประมาณการเป็นไปได้อย่างจำกัด (การสมมติว่าฟังก์ชันการผลิตควรเป็น constant returns to scale หรือการสมมติว่าประสิทธิภาพทางเทคนิคมีพฤติกรรมเหมือนกันทุกประเทศ ซึ่งอาจจะไม่เป็นจริงเสมอไป) เป็นต้น ดังนั้นในการศึกษาต่อไป หากสามารถคำนึงถึงประเด็นเหล่านี้ ผลการประมาณการควรมีความถูกต้องและสามารถใช้ได้ในกรณีทั่วไปมากขึ้น

นอกจากนั้นเมื่อรู้ว่าอุตสาหกรรมใดควรได้รับการสนับสนุนจากภาครัฐ รวมถึงลักษณะของนโยบายที่เหมาะสม คำถามวิจัยต่อเรื่องที่ที่น่าสนใจ คือ นโยบายเชิงรุก/รับชนิดใดมีผลต่ออุตสาหกรรมที่ได้รับการสนับสนุน และนโยบายดังกล่าวมีขนาดผลกระทบมากน้อยเพียงใด

8. บรรณานุกรม

สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ, 2553, “การประชุมคณะผู้เชี่ยวชาญจัดทำมาตรการยกระดับความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมของประเทศไทย,” เอกสารประกอบการประชุม.

Acemoglu, Daron, Fabrizio Zilibotti, and Philippe Aghion, 2006, “Distance to Frontier, Selection, and Economic Growth,” *Journal of the European Economic Association*, March, 4, 1, 37-74.

Aghion, Philippe, Nick Bloom, Richard Blundell, Rachel Griffith and Peter Howitt, 2005, “Competition and Innovation: An Inverted-U Relationship,” *Quarterly Journal of Economics*, 120, 2, 701-728.

Aghion, Philippe, Richard Blundell, Rachel Griffith, Peter Howitt, and Susanne Prantl, 2004, “Entry and Productivity Growth: Evidence from Microlevel Panel Data,” *Journal of the European Economic Association*, April-May, 2(2-3), 265-276.

Alvarez, Antonio, 2007, “Decomposing Regional Productivity Growth Using An Aggregate Production Frontier,” *Annals of Regional Sciences*, 41, 431-441.

Battese, George E. and Tim J. Coelli, 1988, “Prediction of Firm-Level Technical Efficiencies with a Generalized Frontier Production Function and Panel Data,” *Journal of Econometrics*, 38, 387-399.

- , 1992, "Frontier Production Functions, Technical Efficiency and Panel Data: With Application to Paddy Farmers in India," *Journal of Productivity Analysis*, 3, 153-169.
- , 1993, "A Stochastic Frontier Production Function Incorporating a Model for Technical Inefficiency Effects," Working Papers in Econometrics and Applied Statistics, No. 69, Department of Econometrics, University of New England.
- , 1995, "A Model for Technical Inefficiency Effects in a Stochastic Frontier Production Function for Panel Data," *Empirical Economics*, 20, 325-332.
- Bauer, Paul W., 1990, "Decomposing TFP Growth in the Presence of Cost Inefficiency, Nonconstant Returns to Scale, and Technological Progress," *Journal of Productivity Analysis*, 1, 287-299.
- Christensen, Laurits R., Dale W. Jorgenson, and Lawrence J. Lau, 1973, "Transcendental Logarithmic Production Frontier," *The Reviews of Economics and Statistics*, 55, 1, 28-45.
- Coelli, Tim J., 1995, "Recent Developments in Frontier Modeling and Efficiency Measurement," *Australian Journal of Agricultural Economics*, 39, 3, 219-245.
- Cornwell, Christopher, Peter Schmidt, and Robin C. Sickles, 1990, "Production Frontier with Cross-sectional and Time-series Variation in Efficiency Levels," *Journal of Econometrics*, 46, 185-200.
- Cuesta, Rafael A., 2000, "A Production Model with Firm-Specific Temporal Variation in Technical Inefficiency: With Application to Spanish Dairy Farms," *Journal of Productivity Analysis*, 13, 139-158.
- Desli, Evangelia, Subhash C. Ray, and Subul C. Kumbhakar, 2003, "A Dynamic Stochastic Frontier Production Model with Time-varying Efficiency," University of Connecticut Department of Economics Working Paper Series, 2003-15.
- Dhawan, Rajeev and Geoffrey Gerdes, 1997, "Estimating Technological Change Using a Stochastic Frontier Production Function Framework: Evidence from U.S. Firm-level Data," *Journal of Productivity Analysis*, 8, 431-446.
- Fare, Rolf, Shawna Grosskopf, Mary Norris, and Zhongyang Zhang, 1994, "Productivity Growth, Technical Progress, and Efficiency Change in Industrialized Countries," *American Economic Review*, 84, 1, 66-83.
- Griffith, Rachel, Stephen Redding, and John Van Reenen, 2004, "Mapping the Two Faces of R&D: Productivity Growth in a Panel Of OECD Industries," *Review of Economics and Statistics*, 86, 4, 883-895.

- Han, Gaofeng, Kaliappa Kalirajah, and Nirvikar Singh, 2002, "Productivity and Economic Growth in East Asia: Innovation, Efficiency and Accumulation," *Japan and the World Economy*, 14, 401-424.
- Huang, Cliff J. and Jim-tan Liu, 1994, "Estimation of a Non-Neutral Stochastic Frontier Production Function," *Journal of Productivity Analysis*, 5, 171-180.
- Jondrow, James, C.A. Knox Lovell, Ivan S. Materov, and Peter Schmidt, 1982, "On the Estimation of Technical Inefficiency in the Stochastic Frontier Production Function Model," *Journal of Econometrics*, 19, 233-238.
- Kalirajan, K. Kaliappa and M.B. Obwosa, 1994, "Frontier Production Function: The Stochastic Coefficients Approach," *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 56, 1, 87-96.
- Karagiannis, G., P. Midmore, and V. Tzouvelekas, 2002, "Separating Technical Change from Time-varying Technical Inefficiency in the Absence of Distributional Assumptions," *Journal of Productivity Analysis*, 18, 23-38.
- Kim, Sangho and Gwangho Han, 2001, "A Decomposition of Total Factor Productivity Growth in Korean Manufacturing Industries: A Stochastic Frontier Approach," *Journal of Productivity Analysis*, 16, 269-281.
- and Young Hoon Lee, 2006, "The Productivity Debate of East Asia Revisited: A Stochastic frontier Approach," *Applied Economics*, 38, 1679-1706.
- Koop, Gary, Jacek Osiewalski and Mark F.J. Steel, 2000, "Modeling the Sources of Output Growth in a Panel of Countries," *Journal of Business and Economic Statistics*, 18, 3, 284-299.
- Kumar, Subodh and R. Robert Russel, 2002, "Technological Change, Technological Catch-Up, and Capital Deepening: Relative Contributions to Growth and Convergence," *American Economic Review*, 92, 3, 527-548.
- Kumbhakar, Subal C., 1990, "Production Frontiers, Panel Data, and Time-Varying Technical Inefficiency," *Journal of Econometrics*, 46, 201-211.
- , 2000, "Estimation and Decomposition of Productivity Change when Production is not Efficient: A Panel Data Approach," *Econometric Reviews*, 19, 4, 425-460.
- Kumbhakar, Subal C. and C. A. Knox Lovell, 2000, *Stochastic Frontier Analysis*, Cambridge University Press.
- Kumbhakar, Subal C., Almas Heshmati, and Lennart Hjalmarsson, 1997, "Temporal Patterns of Technical Efficiency: Results from Competing Models," *International Journal of Industrial Organization*, 15, 597-616.

- Kumbhakar, Subal C. and Hung-Jen Wang, 2005, "Estimation of Growth Convergence Using a Stochastic Production Frontier Approach," *Economics Letters*, 88, 300-305.
- Lee, Young Hoon and Hak K. Pyo, 2007, "Productivity Growth and Patterns of Efficiency Changes in Korean Economy: Stochastic Frontier Approach with Industry-Panel Data," *Seoul Journal of Economics*, 20, 1, 23-58.
- Limam, YasminaReem and Stephen M. Miller, "Explaining Economic Growth: Factor Accumulation, Total Factor Productivity Growth, and Production Efficiency Improvement," University of Connecticut Department of Economics Working Paper Series, 2004-20.
- Los, Bart and Marcel P. Timmer, 2005, "The 'Appropriate Technology' Explanation of Productivity Growth Differentials: An Empirical Approach," *Journal of Development Economics*, 77, 517-531.
- Lovell, C.A. Knox, 1996, "Applying Efficiency Measurement Techniques to the Measurement of Productivity Change," *Journal of Productivity Analysis*, 7, 329-340.
- Mahadevan, Renuka, 2002, "A Frontier Approach to Measuring Total Factor Productivity Growth in Singaporean's Services Sectors," *Journal of Economic Studies*, 29, 1, 48-58.
- Mahadevan, Renuka and Sangho Kim, 2003, "Is Output Growth of Korean Manufacturing Firms Productivity – driven?" *Journal of Asian Economics*, 14, 669-678.
- Nishimizu, Mieko and John M. Page, Jr., 1982, "Total Factor Productivity Growth, Technological Progress and Technical Efficiency Change: Dimensions of Productivity Change in Yugoslavia, 1965-78," *Economic Journal*, 92, 920-936.
- Pitt, Mark M. and Lung-Fei Lee, 1981, "The Measurement and Sources of Technical Inefficiency in the Indonesian Weaving Industry," *Journal of Development Economics*, 9, 43-64.
- Reifschneider, David and Rodney Stevenson, 1991, "Systematic Departure from the Frontier: A Framework for the Analysis of Firm Inefficiency," *International Economic Review*, 32, 3, 715-723.
- Sabirianova, Klara, Jan Svejnar, and Katherine Terrell, 2005, "Distance to the Efficiency Frontier and Foreign Direct Investment Spillovers," April-May, 3 (2-3), 576-586.
- Schmidt, Peter, 1985, "Frontier Production Function," *Econometric Reviews*, 4, 2, 289-328.

Schmidt, Peter and Robin C. Sickles, 1984, "Production frontiers and Panel Data," *Journal of Business and Economic Statistics*, 2, 4, 367-374.

Sun, Chia-hung and Kaliappa P. Kalirajan, 2005, "Gauging the Sources of Growth of High-tech and Low-tech Industries: The Case of Korean Manufacturing," *Australian Economic Papers*, June, 170-185.

World Bank (2006), "Technology, Adaptation, and Exports: How some developing countries got it right," edited by Chandra, V., The World Bank, Washington, DC.

ภาคผนวก ก

การแบ่งอุตสาหกรรมทั่วไปจะแบ่งโดยอาศัยมาตรฐานการแบ่งภาคอุตสาหกรรมระดับสากลอันดับที่สาม (International Standard Industrial Classification, ISIC-Rev.3) ซึ่งได้แบ่งอุตสาหกรรมออกเป็น 18 กลุ่มอุตสาหกรรม อย่างไรก็ตาม เนื่องจากว่าข้อมูลแรงงานบางประเภทไม่ได้มีรายละเอียดถึง 18 กลุ่มอุตสาหกรรม ในงานวิจัยชิ้นนี้จึงรวมอุตสาหกรรมบางกลุ่มเข้าด้วยกันเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครบถ้วน โดยอุตสาหกรรมทั้งสิบกลุ่มประกอบไปด้วย¹⁵ กลุ่มอุตสาหกรรม A และ B กลุ่มอุตสาหกรรม C กลุ่มอุตสาหกรรม D กลุ่มอุตสาหกรรม E กลุ่มอุตสาหกรรม F กลุ่มอุตสาหกรรม G และ H กลุ่มอุตสาหกรรม I กลุ่มอุตสาหกรรม J และ K กลุ่มอุตสาหกรรมอื่นๆ (L M N O P Q X) และกลุ่มอุตสาหกรรมทั้งระบบซึ่งจะรวมทุกกลุ่มอุตสาหกรรมเข้าด้วยกัน (ดูภาคผนวก ข ประกอบสำหรับรายละเอียดขององค์ประกอบของแต่ละกลุ่มอุตสาหกรรม)

ภาคผนวก ข: มาตรฐานการแบ่งภาคอุตสาหกรรมระดับสากลอันดับที่สาม (International Standard Industrial Classification, ISIC-Rev.3)

มาตรฐานการแบ่งภาคอุตสาหกรรมระดับสากลอันดับที่สามแบ่งอุตสาหกรรมออกเป็น 18 กลุ่มโดยมีรายละเอียดดังนี้

Tabulation category A: Agriculture, Hunting and Forestry

01. Agriculture, Hunting and related service activities

02. Forestry, Logging and related service activities

Tabulation category B: Fishing

¹⁵ดูภาคผนวก ข ประกอบ

05. Fishing, Operation of Fish Hatcheries and Fish Farms; Service activities incidental to Fishing

Tabulation category C: Mining and Quarrying

10. Mining of Coal and Lignite; Extraction of Peat

11. Extraction of Crude Petroleum and Natural Gas; Service activities incidental to Oil and Gas extraction, excluding surveying

12. Mining of Uranium and Thorium Ores

13. Mining of Metal Ores

14. Other Mining and Quarrying

Tabulation category D: Manufacturing

15. Manufacture of Food Products and Beverages

16. Manufacture of Tobacco Products

17. Manufacture of Textiles

18. Manufacture of Wearing Apparel; Dressing and Dyeing of Fur

19. Tanning and Dressing of Leather; Manufacture of Luggage, Handbags, Saddlery, Harness and Footwear

20. Manufacture of Wood and of Products of Wood and Cork, except Furniture; Manufacture of articles of Straw and Plaiting Materials

21. Manufacture of Paper and Paper Products

22. Publishing, Printing and Reproduction of Recorded Media

23. Manufacture of Coke, Refined Petroleum Products and Nuclear Fuel

24. Manufacture of Chemicals and Chemical Products

25. Manufacture of Rubber and Plastics Products

26. Manufacture of Other Non-Metallic Mineral Products

27. Manufacture of Basic Metals

28. Manufacture of Fabricated Metal Products, except Machinery and Equipment

29. Manufacture of Machinery and Equipment NEC

30. Manufacture of Office, Accounting and Computing Machinery

31. Manufacture of Electrical Machinery and Apparatus NEC

32. Manufacture of Radio, Television and Communication Equipment and Apparatus

33. Manufacture of Medical, Precision and Optical Instruments, Watches and Clocks

34. Manufacture of Motor Vehicles, Trailers and Semi-Trailers

35. Manufacture of other Transport Equipment

36. Manufacture of Furniture; Manufacturing NEC

37. Recycling

Tabulation category E: Electricity, Gas and Water Supply

40. Electricity, Gas, Steam and Hot Water Supply

41. Collection, Purification and Distribution of Water

Tabulation category F: Construction

45. Construction

Tabulation category G: Wholesale and Retail Trade; Repair of Motor Vehicles, Motorcycles; and Repair of Personal and Household Goods

50. Sale, Maintenance and Repair of Motor Vehicles and Motorcycles; Retail Sale of Automotive Fuel

51. Wholesale Trade and Commission Trade, except of Motor Vehicles and Motorcycles

52. Retail Trade, except of Motor Vehicles and Motorcycles; Repair of Personal and Household Goods

Tabulation category H: Hotels and Restaurants

55. Hotels and Restaurants

Tabulation category I: Transport, Storage and Communications

60. Land Transport; Transport via Pipelines

61. Water Transport

62. Air Transport

63. Supporting and Auxiliary Transport Activities; Activities of Travel Agencies

64. Post and Telecommunications

Tabulation category J: Financial Intermediation

65. Financial Intermediation, except Insurance and Pension Funding

66. Insurance and Pension Funding, except Compulsory Social Security

67. Activities auxiliary to Financial Intermediation

Tabulation category K: Real Estate, Renting and Business Activities

70. Real Estate activities

71. Renting of Machinery and Equipment without Operator and of Personal and Household Goods

72. Computer and related activities

73. Research and Development

74. Other Business activities

Tabulation category L: Public Administration and Defence; Compulsory Social Security

75. Public Administration and Defence; Compulsory Social Security

Tabulation category M: Education

80. Education

Tabulation category N: Health and Social Work

85. Health and Social Work

Tabulation category O: Other Community, Social and Personal Service Activities

90. Sewage and Refuse Disposal, Sanitation and similar activities

91. Activities of Membership Organizations NEC

92. Recreational, Cultural and Sporting activities

93. Other Service activities

Tabulation category P: Private Households with Employed Persons

95. Private Households with Employed Persons

Tabulation category Q: Extra-Territorial Organizations and Bodies

99. Extra-Territorial Organizations and Bodies

Additional category X: Not classifiable by economic activity