

เศรษฐกิจจังหวัดและการใช้ไฟฟ้าในประเทศไทย (Provincial Economies and Electricity Consumption in Thailand)

ดิเรก ปัทมสิริวัฒน์¹ ภาวิณี สตาร์เจล² และเมรดี อินอ่อน³
Direk Pattamasiriwat¹, Pawinee Stargell², and Meradee Inon³

Received: April 26, 2020

Revised: October 23, 2020

Accepted: December 21, 2020

บทคัดย่อ

บทความกำหนดวัตถุประสงค์ 2 ประการ 1) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเศรษฐกิจจังหวัดและความต้องการใช้ไฟฟ้า 2) เพื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นของการใช้ไฟฟ้าระหว่างจังหวัด (Provincial Electricity Intensity) ต่อ GPP โดยสันนิษฐานว่า ความต้องการใช้ไฟฟ้ามีแนวโน้มขยายตัวตามมูลค่าการผลิตของแต่ละจังหวัด สะท้อนในค่าความยืดหยุ่น (Demand Elasticity for Electricity to GPP) พร้อมทั้งตั้งข้อสันนิษฐานว่าความเข้มข้นของการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละจังหวัดมีความแตกต่างกัน ทำการวิเคราะห์โดยใช้แบบจำลองทางเศรษฐมิติที่ประมาณด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดสองขั้นผ่านตัวแปรเครื่องมือโดยใช้ข้อมูลรายจังหวัดในช่วงเวลา พ.ศ. 2551-2560 ผลการศึกษาพบว่า (1) อัตราการขยายตัวของความต้องการใช้ไฟฟ้า ร้อยละ 4.8 ใกล้เคียงกับอัตราการขยายตัวของ GPP (2) ความเข้มข้นของการใช้ไฟฟ้าระหว่างจังหวัดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ คือจังหวัดที่อิงฐานอุตสาหกรรม มีความต้องการไฟฟ้าเข้มข้นกว่าจังหวัดที่อิงฐานการเกษตรและการบริการ (3) การวัดค่าความยืดหยุ่นต่อ GPP จำแนกในกลุ่มผู้ใช้ ในภาคครัวเรือนค่าความยืดหยุ่นประมาณ 0.63 ในกลุ่มผู้ประกอบการขนาดย่อม ค่าความยืดหยุ่น 0.77 และในกลุ่มผู้ประกอบการขนาดกลาง ค่าความยืดหยุ่น 0.72 และในผู้ประกอบการขนาดใหญ่ ค่าความยืดหยุ่นสูงกว่า 0.94 กำหนดให้ปัจจัยอื่นๆ คงที่ ค่าความยืดหยุ่นที่แตกต่างกันตามกลุ่มผู้ใช้แสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงเศรษฐกิจจังหวัด หรือ GPP ส่งผลต่อความต้องการใช้ไฟฟ้าของแต่ละกลุ่มผู้ใช้ไม่เท่ากันขึ้นกับกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้า

คำสำคัญ: เศรษฐกิจจังหวัด ความต้องการใช้ไฟฟ้า ความเข้มข้นของการใช้ไฟฟ้า ค่าความยืดหยุ่นของการใช้ไฟฟ้า

¹ ศาสตราจารย์ คณะพัฒนาการเศรษฐกิจ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์

Professor, School of Development Economics, National Institute of Development Administration (NIDA)

E-mail: direk.p@nida.ac.th

² อาจารย์ คณะบริหารธุรกิจ เศรษฐศาสตร์ และการสื่อสาร มหาวิทยาลัยนเรศวร

Lecturer, Faculty of Business Economics and Communications, Naresuan University, E-mail: pawineec@nu.ac.th

³ นิสิตปริญญาโท คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Master Student, Faculty of Economics, Kasetsart University, E-mail: mayinon@gmail.com

ABSTRACT

This paper aims to set for two modest objectives: First, to empirically explore the relationship between provincial economies and electricity consumption; Secondly, to observe difference in electricity intensity by provinces (measured by electricity consumption per million baht of GPP). It is hypothesized that electricity consumption is positively related to GPP and that there may be variations in the demand elasticity by provinces. The relationship as assumed in the mode is estimated by the two-stage least squares with instrumental variable (IV-2SLS) regression. The unit of analysis in this case refers to 77 provinces over 10-year span (BE2551-2560). Among our findings: (1) the growth of electricity consumption averaged to 4.8 percent per annum which is approximately equal to that of GPP, (2) difference in electricity intensity among provinces is confirmed with the note that the industrial based provinces tend to be intensive use of electricity in relation to those provinces which are agriculture-based or service-based, and (3) the demand elasticity for different types of user are reported: namely, 0.63 for residential consumption, 0.77 for small enterprises, 0.72 for medium enterprises, and 0.94 for large enterprises.

Keywords: Gross Provincial Product (GPP), Electricity Consumption, Intensive Use of Electricity Demand Elasticity

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การเจริญเติบโตของเศรษฐกิจจังหวัด และความเหลื่อมล้ำมิติพื้นที่ เป็นหัวข้อวิจัยที่ได้รับความสนใจอย่างกว้างขวาง ทั้งนี้กระบวนการเติบโตของเศรษฐกิจจังหวัดเกี่ยวข้องกับการระดมทรัพยากรมาสร้างมูลค่าเพิ่ม เช่น สถานประกอบการ การจ้างงาน และการใช้กระแสไฟฟ้าเป็นส่วนหนึ่งของปัจจัยการผลิตที่ไม่อาจละเลยเป็นที่น่ายินดีที่มีความก้าวหน้าของการจัดเก็บข้อมูลของส่วนราชการและหน่วยผลิตในหลายมิติในทศวรรษที่ผ่านมา โดยบันทึกข้อมูลสถิติเป็นรายจังหวัดและรายปี เมื่อนำมาประมวลเข้าด้วยกันช่วยให้เข้าใจพลวัตของเศรษฐกิจจังหวัด และเข้าใจความแตกต่างมิติพื้นที่ (จังหวัด) เช่น โครงสร้างเศรษฐกิจจังหวัดที่เน้นภาคอุตสาหกรรม ภาคการเกษตร และภาคบริการ ส่งผลต่อความต้องการใช้ไฟฟ้าแตกต่างกัน

บทความนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง การเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจจังหวัดและความเหลื่อมล้ำ โดยเน้นวิเคราะห์ความต้องการใช้ไฟฟ้ากับเศรษฐกิจจังหวัด โดยตระหนักว่าไฟฟ้าเป็นปัจจัยนำเข้ามีความสำคัญในกระบวนการผลิต เพื่อขยายองค์ความรู้สาขาเศรษฐศาสตร์ในประเทศไทย

ผลการศึกษาของงานวิจัยชิ้นนี้จะเป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยให้เข้าใจพลวัตของเศรษฐกิจจังหวัด (Dynamics of Provincial Economy) เนื่องจากการใช้ไฟฟ้าเป็นปัจจัยการผลิตของจังหวัด ทั้งช่วยให้เข้าใจโครงสร้างการผลิตที่แตกต่างกัน เกี่ยวกับความเข้มข้นการใช้พลังงาน ผลการศึกษานี้สามารถเป็นประโยชน์แก่สำนักงานประมาณใน

การปรับรูปแบบการจัดสรรงบประมาณเพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการพัฒนาจังหวัดหรือเมือง ไม่ให้เกิดความแตกต่างกันมากเกินไป รวมทั้งกระทรวงการคลัง กระทรวงการพัฒนาสังคมและความมั่นคงของมนุษย์ หรือหน่วยงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ที่มีบทบาทในการจัดสรรทรัพยากรเพื่อการแก้ปัญหาความเหลื่อมล้ำ การกระจายรายได้ ตลอดจนความยากจน สามารถนำผลการศึกษาไปใช้ประโยชน์ในการดำเนินนโยบายเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว เพื่อให้ประเทศไทยเกิดการพัฒนาย่างยั่งยืน

เนื้อหาของบทความวิจัยประกอบด้วย 5 ตอน ตอนที่สองอธิบายกรอบการวิจัย หน่วยการวิเคราะห์ (จังหวัด) นิยามผู้ใช้ไฟฟ้าโดยจำแนกตามกลุ่มผู้ใช้ ได้แก่ คริวเรือน ผู้ประกอบการรายเล็ก-กลาง-ใหญ่ ระบุตัวแปรที่เกี่ยวข้องและข้อสันนิษฐานการวิจัย ตอนที่สาม อธิบายแหล่งข้อมูลที่นำมาประยุกต์ใช้ในแบบจำลองซึ่งมาจากหลายหน่วยงาน กล่าวคือ สำนักงานสถิติแห่งชาติ การไฟฟ้านครหลวง การไฟฟ้าภูมิภาค สำนักงานประกันสังคม (สถิติสถานประกอบการและแรงงานในระบบประกันสังคมรายจังหวัด) มูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัดและโครงสร้างเศรษฐกิจของจังหวัด จากสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ตอนที่สี่ระบุวิธีการศึกษา และตอนที่ห้าแสดงผลการศึกษาและการอภิปรายผล

จุดมุ่งหมายและขอบเขตของการวิจัย

1. ศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างการเติบโตของเศรษฐกิจจังหวัดและความต้องการใช้ไฟฟ้า โดยใช้ข้อมูลรายจังหวัดที่จัดเก็บต่อเนื่อง 10 ปี (พ.ศ. 2551-2560) โดยประยุกต์ใช้แบบจำลองเศรษฐกิจเพื่อวัดค่าความยืดหยุ่นของความต้องการไฟฟ้ากับผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัด (GPP: Gross Provincial Product)

2. เพื่อศึกษาความแตกต่างระหว่างจังหวัด ซึ่งสะท้อนในความเข้มข้นของการใช้ไฟฟ้า (Electricity Intensity) ต่อ GPP เปรียบเทียบความเข้มข้นของการใช้ไฟฟ้าระหว่างจังหวัด (นิยามความเข้มข้นของการใช้ไฟฟ้า หมายถึง ความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อมูลค่าเพิ่ม หน่วยวัดหมายถึง x กิโลวัตต์ต่อ GPP 1 ล้านบาท)

เศรษฐกิจจังหวัด (Provincial Economies) เกิดจากภาคการผลิต (ซึ่งจำแนกออกเป็นสามกลุ่ม ได้แก่ สาขาการเกษตร อุตสาหกรรม และ การบริการ) สร้างมูลค่าเพิ่มให้จังหวัด เป็นตัวแปรที่นิยมเรียกชื่อย่อว่า GPP (ค่าเต็มหมายถึง ผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัด ซึ่งหากรวมทุกจังหวัดกลายเป็น GDP (Gross Domestic Product)) ซึ่งมูลค่า GDP ในปี พ.ศ. 2560 เท่ากับ 15,207,942 ล้านบาท (สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2561) ในกระบวนการผลิตซึ่งผู้ประกอบการเป็นองค์กรสำคัญทำหน้าที่ระดมทรัพยากรเพื่อการผลิต กล่าวคือ ทุน เครื่องจักรเครื่องมือ กำลังแรงงาน ความรู้และเทคโนโลยี การใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นส่วนหนึ่งของปัจจัยนำเข้าที่มีความสำคัญ สำหรับภาคครัวเรือนมีความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าในการดำรงอยู่ในชีวิตประจำวันซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี

หน่วยวิเคราะห์ในบทความนี้หมายถึง 77 จังหวัด ซึ่งเป็นผลรวมของความต้องการใช้ไฟฟ้าของภาคครัวเรือนและผู้ประกอบการ อนึ่ง เพื่อเข้าใจความแตกต่างของความต้องการ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคจำแนกกลุ่ม

ความต้องการเป็น 4 กลุ่ม กล่าวคือ ก) ภาคครัวเรือน (Residents)⁴ ข) สถานประกอบการที่ต้องการใช้กระแสไฟฟ้าน้อย (กิจการขนาดเล็ก: Small Enterprises)⁵ ค) สถานประกอบการที่ต้องการใช้กระแสไฟฟ้าปานกลาง (กิจการขนาดกลาง: Medium Enterprises)⁶ และ ง) สถานประกอบการที่ต้องการใช้กระแสไฟฟ้ามาก (กิจการขนาดใหญ่: Large Enterprises)⁷

การศึกษาความสัมพันธ์ของการใช้กระแสไฟฟ้าจำแนกตามประเภทกลุ่มผู้ใช้และรายภูมิภาคจึงเป็นข้อมูลที่น่านำไปวิเคราะห์เชิงลึก

สมมติฐานของการวิจัย

H1: ความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละจังหวัดมีความแตกต่างกัน ที่สะท้อนในความเข้มข้นของการใช้ไฟฟ้าต่อมูลค่าเพิ่มหนึ่งล้านบาท (Provincial Electricity Intensity) แตกต่างกัน พร้อมข้อสังเกตว่า ในหลายจังหวัดซึ่งอิงฐานการผลิตอุตสาหกรรม มีแนวโน้มต้องใช้พลังงานไฟฟ้าสูงกว่าจังหวัดที่อิงฐานการผลิตการเกษตร

H2: ความต้องการใช้พลังงานมีแนวโน้มขยายตัวตามมูลค่าการผลิตของแต่ละจังหวัด สะท้อนในค่าความยืดหยุ่น (Demand for Electricity to GPP) มีค่าเท่ากับ 1 อีกนัยหนึ่งหาก GPP ขยายตัวในอัตราร้อยละ 5 ความต้องการใช้ไฟฟ้าขยายตัวร้อยละ 5 เช่นเดียวกัน อย่างไรก็ตาม ค่าความยืดหยุ่นอาจจะแตกต่างกันระหว่างจังหวัด/หรือภูมิภาค

⁴ รวมถึงบ้านเรือนที่อยู่อาศัย วัด สำนักสงฆ์ และสถานประกอบศาสนกิจของทุกศาสนา ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้องโดยต่อผ่านเครื่องวัดไฟฟ้าเครื่องเดียว

⁵ ธุรกิจรวมกับบ้านอยู่อาศัย อุตสาหกรรม ส่วนราชการ สำนักงาน หรือหน่วยงานอื่นใดของรัฐ องค์กร ปกครองส่วนท้องถิ่น รัฐวิสาหกิจ สถานทูต สถานที่ทำการของหน่วยงานราชการต่างประเทศ สถานที่ทำการขององค์การระหว่างประเทศ หรืออื่นๆ ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีสูงสุด ต่ำกว่า 30 กิโลวัตต์ โดยต่อผ่านเครื่องวัดไฟฟ้าเครื่องเดียว

⁶ ธุรกิจ อุตสาหกรรม ส่วนราชการ สำนักงาน หรือหน่วยงานอื่นใดของรัฐ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น รัฐวิสาหกิจ สถานทูต สถานที่ทำการของหน่วยงานราชการต่างประเทศ สถานที่ทำการขององค์การระหว่างประเทศ หรืออื่นๆ ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีสูงสุดในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง ตั้งแต่ 30 กิโลวัตต์ แต่ไม่ถึง 1,000 กิโลวัตต์ และมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือนก่อนหน้าไม่เกิน 250,000 หน่วยต่อเดือน โดยต่อผ่านเครื่องวัดไฟฟ้าเครื่องเดียว

⁷ ธุรกิจ อุตสาหกรรม ส่วนราชการ สำนักงาน หรือหน่วยงานอื่นใดของรัฐ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น รัฐวิสาหกิจ สถานทูต สถานที่ทำการของหน่วยงานราชการต่างประเทศ สถานที่ทำการขององค์การระหว่างประเทศ หรืออื่นๆ ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีสูงสุดในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง ตั้งแต่ 1,000 กิโลวัตต์ขึ้นไป หรือมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือน ก่อนหน้าเกิน 250,000 หน่วยต่อเดือน โดยต่อผ่านเครื่องวัดไฟฟ้าเครื่องเดียว

ทบทวนวรรณกรรม

งานวิจัยที่ผ่านมา การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการใช้ไฟฟ้าและการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ ถูกแบ่งออกเป็น 2 ระดับคือ ระดับประเทศโดยรวม และระดับรายมลรัฐ/จังหวัด ยกตัวอย่างผลงานวิจัยเชิงเปรียบเทียบกลุ่มประเทศ เช่น Ozturk and Acaravci (2011) เน้นวิเคราะห์ความเป็นเหตุเป็นผล (Causality Test) ของปริมาณการใช้ไฟฟ้าต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ โดยใช้ข้อมูล 11 ประเทศในแถบตะวันออกกลาง และแอฟริกาตอนเหนือ ในช่วงระหว่างปี 1971–2006 พบว่า เพียง 4 ประเทศเท่านั้นที่สรุปหลักฐานเชิงประจักษ์ ของความสัมพันธ์เชิงเป็นเหตุเป็นผลของปริมาณการใช้ไฟฟ้าต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ ในขณะที่ผลงานของ Cowan, Chang, Inglesi-Lotz, and Gupta (2014) โดยใช้ข้อมูล 4 ประเทศ (Brazil, Russia, India, and China) ในระหว่างปี 1990-2010 สรุปว่า มีความสัมพันธ์เชิงสาเหตุสองทิศทาง อีกนัยหนึ่งไม่ชัดเจนว่าตัวแปรใด เป็นต้นเหตุตัวแปรใดเป็นผล

ผลงานวิจัยโดย Bildirici, Bakirtas, and Kayikci (2012) ศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างการใช้ไฟฟ้าต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจในระดับประเทศ คำนวณเป็นรายหัวประชากร และวัดความยืดหยุ่นด้านราคา และรายได้ของความต้องการใช้ไฟฟ้าโดยรวม เปรียบเทียบกับความต้องการของภาคอุตสาหกรรม ในช่วงระหว่างปี 1978 – 2010 ในกลุ่มประเทศที่พัฒนาแล้ว (สหรัฐอเมริกา สหราชอาณาจักร ญี่ปุ่น อิตาลี ฝรั่งเศส และแคนาดา) กับประเทศกำลังพัฒนา (บราซิล จีน อินเดีย แอฟริกาใต้ และตุรกี) ด้วยวิธีการ Auto Regressive Distributed Lags และกำลังสองน้อยที่สุด (OLS) สรุปผลการศึกษาว่า การใช้พลังงานมีผลบวกต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ พร้อมระบุค่าความยืดหยุ่น (ประเทศสหราชอาณาจักร) เท่ากับ 0.919 ในระบบการผลิตรวม และ 0.787 ในภาคภาคอุตสาหกรรม

กรณีศึกษาในประเทศจีน โดย Zhang, Zhou, Yang, and Shao (2017) ใช้ข้อมูลในช่วงปี พ.ศ. 2521 –2559 เพื่อคำนวณค่าความยืดหยุ่นทางการใช้พลังงานต่อ GDP สะท้อนมิติเวลา ภูมิภาค และภาคอุตสาหกรรม โดยสันนิษฐานตัวแปรที่เกี่ยวข้อง เช่น ราคาพลังงาน รายได้ครัวเรือน และจำนวนประชากร ด้วยใช้หลายวิธีการ (Autoregressive Distributed Lag, Vector Autoregressive Model, Error Correction Model, Ordinary Least Squares Method, Dynamic Ordinary Least Squares และ Fully Modified Ordinary Least Squares) พบว่า โครงสร้างการใช้ไฟฟ้าในแต่ละพื้นที่หรือเมืองความแตกต่างกัน ตัวอย่างเช่น ณฑลเจียงซู มีปริมาณการใช้ไฟฟ้าสูงสุดที่ 4,956.62 พันล้านกิโลวัตต์ชั่วโมง GDP เท่ากับ 59,161.75 พันล้านหยวน ในขณะที่เขตปกครองตนเองทิเบตมีปริมาณการใช้ไฟฟ้าเพียง 30.65 พันล้านกิโลวัตต์ชั่วโมง GDP เท่ากับ 807.67 พันล้านหยวน แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการใช้ไฟฟ้าของแต่ละจังหวัดมีผลต่อการพัฒนาเศรษฐกิจในระดับภูมิภาค ในขณะที่ในภาคอุตสาหกรรมปริมาณการใช้ไฟฟ้ามีผลสำคัญต่อการพัฒนาทางเศรษฐกิจ พร้อมกับรายงานว่า อุตสาหกรรมขั้นกลาง (นำวัตถุดิบมาแปรรูปเป็นรูปแบบของผลิตภัณฑ์) เป็นสาขาอุตสาหกรรมที่มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้ามากที่สุด

Churchill and Ivanovski (2020) ศึกษาการใช้ไฟฟ้าระดับมลรัฐ ในประเทศออสเตรเลีย โดยอ้างอิงข้อมูล 7 มลรัฐในประเทศออสเตรเลียในช่วงปี ค.ศ. 1990 – 2015 พบว่า ปริมาณการใช้ไฟฟ้ามีความสัมพันธ์เชิงบวกกับผลผลิตทางเศรษฐกิจมวลรวมของรัฐทั้งในระยะสั้นและระยะยาว รวมไปถึงงานของ Zhao, Zhao,

Han, He, and Guo (2016) ศึกษาการใช้พลังงานที่มีผลต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของ 6 เมืองทางตอนเหนือของจีน ในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2538 – 2557 ด้วยการหาค่าความสัมพันธ์ระหว่าง GDP ปริมาณการใช้ไฟฟ้า การลงทุน (สินทรัพย์ถาวร) พร้อมทดสอบความเป็นเหตุเป็นผล (Granger Causality Test) พบว่า การใช้พลังงานมีผลต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของ 6 เมืองทางตอนเหนือของจีนยกเว้นมณฑลเหอเป่ย์ ที่ความสัมพันธ์ระหว่าง GDP และการใช้ไฟฟ้า เท่ากับ 0.76 ในส่วนความสัมพันธ์ระหว่าง GDP และการลงทุนในสินทรัพย์ถาวร เท่ากับ 0.74 0.79 0.75 และ 0.72 ตามลำดับ ยกเว้นเพียงเมืองปักกิ่ง เท่ากับ 0.67 ซึ่งการเติบโตทางเศรษฐกิจของเมืองปักกิ่งนั้นขึ้นอยู่กับอุตสาหกรรมขั้นที่สามหรืออุตสาหกรรมบริการ (อุตสาหกรรมเกี่ยวกับการจัดจำหน่าย แลกเปลี่ยนหรือให้บริการแก่ประชากร) เป็นหลัก

ผลงานวิจัยในประเทศไทยนั้น เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจและปริมาณการใช้พลังงาน โดยฉัตรพร สติมานนท์ และภุรี สิริสุนทร (2560) ระหว่างปี พ.ศ. 2541-2557 เป็นข้อมูลระดับประเทศ โดยสันนิษฐานว่า มีตัวแปรที่เกี่ยวข้อง เช่น การสะสมทุน การลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศ พร้อมกับทดสอบความเป็นเหตุเป็นผล สรุปว่า การใช้พลังงานมีผลบวกต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ และรายงานค่าความยืดหยุ่นทางการใช้พลังงานต่อ GDP เท่ากับ 1.10 ส่วนผลงานวิจัยของพรายพล คุ่มทรัพย์ (2560) ใช้ข้อมูลช่วงเวลาก่อนหน้า คือระหว่างปี พ.ศ. 2532 - 2546 เพื่อสะท้อนการเปลี่ยนแปลงความต้องการใช้พลังงานต่อ GDP โดยนิยามคำว่า พลังงานขั้นต้น (Primary Energy) ครอบคลุม ถ่านหิน ลิกไนต์ น้ำมัน ปิโตรเลียม ก๊าซธรรมชาติ ไฟฟ้าพลังน้ำ และพลังงานหมุนเวียน

วิชสิณี วิบุลผลประเสริฐและทศพล อภัยทาน (2561) ได้ศึกษาพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้ารายเดือนของครัวเรือนจากฐานข้อมูลการใช้ไฟฟ้าในเขตการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ) ปี พ.ศ 2556 - 2559 ผลการศึกษาพบว่า ก) การใช้ไฟฟ้ามีความสัมพันธ์เชิงบวกกับอุณหภูมิและรายได้ อีกทั้งพบว่ารายจ่ายครัวเรือนและปริมาณการใช้ไฟฟ้ามีความสัมพันธ์สูง (Correlation เท่ากับ 0.82) ข) ในเขตเมืองที่ประชากรหนาแน่นมีการใช้ไฟฟ้ารวมสูงกว่านอกเขตเมือง ค) ความเหลื่อมล้ำการใช้ไฟฟ้าสูงขึ้น โดยเขตเมืองและแหล่งท่องเที่ยว มีความเหลื่อมล้ำการใช้ไฟฟ้าสูงสุด ง) การใช้ไฟฟ้าในครัวเรือนมีความยืดหยุ่นต่อราคาต่ำ ครัวเรือนที่มีรายได้สูงมีความยืดหยุ่นต่อราคาต่ำกว่าครัวเรือนที่มีรายได้ต่ำ

คณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน (2559) ศึกษาการใช้ไฟฟ้าของกิจการของธุรกิจและอุตสาหกรรม ตามการจัดประเภท TSIC (Thailand Standard Industrial Classification: TSIC) หมวดใหญ่ และวิเคราะห์ข้อมูลภาพรวมการใช้ไฟฟ้ารายภาคและรายจังหวัด ปี 2557 – เดือนมิถุนายน 2559 พบว่า การใช้ไฟฟ้ามีการขยายตัวอย่างต่อเนื่องไปในทิศทางเดียวกันกับการขยายตัวทางเศรษฐกิจ โดยในปี พ.ศ. 2558 ขยายตัวร้อยละ 3.6 เพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2557 ที่ขยายตัวร้อยละ 2.6 เนื่องจากอากาศที่ร้อนจัดและฝนตกชุกกว่าปีที่ผ่านมา โดยมีการใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเกือบทุกสาขา ยกเว้นภาคเกษตรกรรม ซึ่งได้รับผลกระทบจากปัญหาภัยแล้ง ด้านการใช้ไฟฟ้าจำแนกตามภูมิภาค พบว่า เขตนครหลวงมีสัดส่วนการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยสูงสุด คิดเป็นร้อยละ 28.87 รองลงมาได้แก่ ภาคกลาง ร้อยละ 24.97 ภาคตะวันออก ร้อยละ 16.52 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ร้อยละ 10.97 ภาคใต้ ร้อยละ 8.97 ภาคตะวันตก ร้อยละ 5.15 และ ภาคเหนือ ร้อยละ 4.55 ตามลำดับ

วิธีการดำเนินการวิจัย

ในรายงานวิจัยนี้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเศรษฐกิจจังหวัดและการใช้ไฟฟ้า แหล่งข้อมูลที่ใช้คือสถิติการจำหน่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้าภูมิภาคและการไฟฟ้านครหลวง หน่วยงานได้จำแนกประเภทของผู้ใช้เป็น 4 กลุ่ม คือ คริวเรือน สถานประกอบการ (เล็ก-กลาง-ใหญ่) สำหรับตัวแปรที่สะท้อนเศรษฐกิจจังหวัด โดยใช้สถิติมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัด (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ) ทั้ง 77 จังหวัด ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2551 - 2560

นักวิจัยเลือกใช้วิธีการ Two-Stage Least Squares with Instrumental Variable (IV-2SLS) Regression แทนการใช้การวิเคราะห์ถดถอยกำลังสองน้อยที่สุด (Ordinary Least Square: OLS) เพราะสันนิษฐานว่าตัวแปรต้น GPP มีความสัมพันธ์กับพจน์ความคลาดเคลื่อน (Error Terms) ของสมการซึ่งถือเป็นการละเมิดข้อสมมติฐานที่สำคัญของ OLS การใช้ OLS ด้วยการละเมิดข้อสมมติฐานจะทำให้ได้ค่าพารามิเตอร์ที่คลาดเคลื่อน (Scott and Hult, 1982) ดังนั้นนักวิจัยใช้สถิติจำนวนสถานประกอบการ (estb) และปริมาณการจ้างงานที่เป็นทางการ (worker) เป็นรายจังหวัด (ข้อมูลจากสำนักงานประกันสังคม) เป็นตัวแปรที่สัมพันธ์ (Instrument Variables) กับ GPP โดยมีการคำนวณค่าพารามิเตอร์ด้วย 2 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 the First-Stage Equation

$$\ln(\text{gpp}) = \alpha_0 + \alpha_1 \text{estb} + \alpha_2 \text{worker} + v$$

ขั้นตอนที่ 2 the Second-Stage Equation (OLS model)

$$\ln(\text{DE}) = \beta_0 + \beta_1 \ln(\text{gpp}) + \beta_2 \text{shind} + \beta_3 \text{shser} + \beta_4 \text{shagr} + \sum_i (\beta_{5i} \text{region}_i) + \beta_6 \text{year} + u$$

หมายเหตุ:

1. ความต้องการใช้ไฟฟ้า (Demand for Electricity: DE) วัดจากจำนวนหน่วยไฟฟ้าที่การไฟฟ้าจำหน่าย (Electricity Volume Sale) โดยผู้วิจัยได้แบ่งกลุ่มความต้องการใช้ไฟฟ้าออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่

- กลุ่มที่ 1 ความต้องการใช้ไฟฟ้าในภาคครัวเรือน วัดจากจำนวนหน่วยไฟฟ้าที่การไฟฟ้าจำหน่ายให้ครัวเรือน (resim)

- กลุ่มที่ 2 ความต้องการใช้ไฟฟ้าในกิจการขนาดเล็ก วัดจากจำนวนหน่วยไฟฟ้าที่การไฟฟ้าจำหน่ายให้กิจการขนาดเล็ก (entsm)

- กลุ่มที่ 3 ความต้องการใช้ไฟฟ้าในกิจการขนาดกลาง วัดจากจำนวนหน่วยไฟฟ้าที่การไฟฟ้าจำหน่ายให้กิจการขนาดกลาง (entmm)

- กลุ่มที่ 4 ความต้องการใช้ไฟฟ้าในกิจการขนาดใหญ่ วัดจากจำนวนหน่วยไฟฟ้าที่การไฟฟ้าจำหน่ายให้กิจการขนาดใหญ่ (entlm); หน่วย: ล้านกิโลวัตต์ชั่วโมง โดยให้ esalem เป็นความต้องการใช้ไฟฟ้ายรวมทั้ง 4 กลุ่ม วัดจากจำนวนหน่วยไฟฟ้าที่การไฟฟ้าจำหน่ายให้ครัวเรือน กิจการขนาดเล็ก กิจการขนาดกลาง และกิจการขนาดใหญ่ (resim + entsm + entmm + entlm); หน่วย: ล้านกิโลวัตต์ชั่วโมง

2. ตัวแปรในแบบจำลองสามารถแสดงได้ดังนี้

- gpp คือ ผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัด (Gross Provincial Product); หน่วย: ล้านบาท
 - elecintens คือ ความเข้มข้นของการใช้ไฟฟ้า; หน่วย กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อ GPP (ล้านหน่วย)
 - ตัวแปรสัดส่วนของการผลิต 3 ภาค ได้แก่ 1) shind คือ สัดส่วนของการผลิตภาคอุตสาหกรรมต่อ GPP, 2) shser คือ สัดส่วนของการผลิตภาคบริการต่อ GPP และ 3) shagr คือ สัดส่วนของการผลิตภาคเกษตรต่อ GPP
 - สัดส่วนการใช้ไฟฟ้าของผู้ใช้ 4 กลุ่ม ได้แก่ 1) shuresi คือ สัดส่วนการใช้ไฟฟ้าของภาคครัวเรือน 2) shusmall คือ สัดส่วนการใช้ไฟฟ้าของอุตสาหกรรมขนาดเล็ก 3) shumedium คือ สัดส่วนการใช้ไฟฟ้าของอุตสาหกรรมขนาดกลาง และ 4) shularge คือ สัดส่วนการใช้ไฟฟ้าของอุตสาหกรรมขนาดใหญ่
 - estb คือ จำนวนสถานประกอบการรายจังหวัดที่เป็นสมาชิกกองทุนประกันสังคม (Establishments)
 - worker คือ จำนวนแรงงานที่เป็นทางการรายจังหวัด วัดจากจำนวนสมาชิกกองทุนประกันสังคมรายจังหวัด
 - region คือ ภูมิภาค โดยแบ่งออกเป็น 7 ภาค (ตามสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ) ดังนี้ 1) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (Northeast) 2) ภาคเหนือ (North) 3) ภาคใต้ (South) 4) ภาคตะวันออก (East) 5) ภาคตะวันตก (West) 6) ภาคกลาง (Central) และ 7) กรุงเทพมหานครและปริมณฑล (Bangkok and Vicinity)
 - year คือ ปีที่ศึกษา โดยใช้ข้อมูลปี พ.ศ. 2551 – 2560
 - v และ u คือ ค่าความคลาดเคลื่อน (Error Term)
3. ค่าพารามิเตอร์ที่ระบุในข้อสันนิษฐานได้แก่ E คือ ความยืดหยุ่นของความต้องการใช้กระแสไฟฟ้าต่อ GPP และ ความเข้มข้นของการใช้กระแสไฟฟ้า (Electricity Intensity: EI คือ การใช้ไฟฟ้าต่อ GPP หนึ่งล้านบาท)

ผลการวิจัย

เพื่อความเข้าใจภาพรวมความต้องการใช้ไฟฟ้าและอัตราการขยายตัวของ GPP ทั้งประเทศ ตารางที่ 1 ในช่วงปี พ.ศ. 2551 - 2560 ยืนยันชัดเจนว่า อัตราการขยายตัวของปริมาณการใช้ไฟฟ้ามีแนวโน้มแปรผันตามอัตราการขยายตัวของ GPP และข้อสังเกตว่าอัตราการเติบโตของการใช้ไฟฟ้ามีความผันผวนพอสมควรในแต่ละปี เช่น ขยายตัวติดลบในปี พ.ศ. 2554 ซึ่งน่าจะเกี่ยวข้องกับวิกฤติน้ำท่วมใหญ่ในหลายสิบจังหวัด โรงงานลดการผลิต หน่วยงานและบ้านเรือนหยุดการใช้กระแสไฟฟ้าเพื่อความปลอดภัย ในปีต่อมา พ.ศ.2555 อัตราการขยายตัวของการใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้น (สะท้อนสิ่งที่เรียกว่า Pent-up Demand คือ ภายหลังเหตุการณ์น้ำท่วมโรงงานเร่งปริมาณการผลิตจึงทำให้การใช้กระแสไฟฟ้าสูงขึ้น)

ตารางที่ 1 สถิติการใช้ไฟฟ้า ผลผลิตทั้งหมดรวมจังหวัด และอัตราการขยายตัวในแต่ละปี

ปี พ.ศ.	ปริมาณการใช้ ไฟฟ้า (ล้าน กิโลวัตต์ชั่วโมง)	ผลิตภัณฑ์มวล รวมจังหวัด (ล้านบาท)	อัตราการเปลี่ยนแปลงของ	
			ปริมาณการใช้ ไฟฟ้า (% ต่อปี)	ผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัด (% ต่อปี)
2551	131,838	9,706,930		
2552	131,878	9,658,665	0.03	-0.50
2553	145,777	10,808,142	10.54	11.90
2554	145,340	11,306,907	-0.30	4.61
2555	158,095	12,357,345	8.78	9.29
2556	160,557	12,915,158	1.56	4.51
2557	164,720	13,230,305	2.59	2.44
2558	170,718	13,743,465	3.64	3.88
2559	178,595	14,554,569	4.61	5.90
2560	181,316	15,451,960	1.52	6.17

ที่มา: การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค การไฟฟ้านครหลวง สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

ตารางที่ 2 แสดงสถิติความเข้มข้นของการใช้ไฟฟ้า (Electricity Intensity) เพื่อสะท้อนว่าในการสร้างมูลค่าเพิ่ม 1 ล้านบาท ส่งผลต่อความต้องการใช้ไฟฟ้าประมาณ 13,500 กิโลวัตต์ชั่วโมงโดยภาพรวม พร้อมข้อสังเกตว่า ความเข้มข้นแตกต่างกันระหว่างจังหวัด กล่าวคือ ในจังหวัดที่ใช้ไฟฟ้าน้อย ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ 7-8 พันกิโลวัตต์ชั่วโมง ต่อ GPP 1 ล้านบาท เปรียบเทียบกับจังหวัดที่ใช้พลังงานไฟฟ้าสูง การสร้างมูลค่าเพิ่มหนึ่งล้านบาท ต้องอาศัยไฟฟ้าเป็นวัตต์ถึง 3 หมื่นกิโลวัตต์ชั่วโมง

ตารางที่ 2 ความเข้มข้นของการใช้พลังงานไฟฟ้า ปี พ.ศ. 2551-2560

ปี พ.ศ.	N	ความเข้มข้นของการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัด 1 ล้านบาท			
		ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
(หน่วย: กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัด 1 ล้านบาท)					
2551	76	13,800	4,940	6,184	36,828
2552	76	13,995	4,499	6,440	31,828
2553	76	13,866	4,894	5,951	30,930
2554	77	13,076	4,663	5,516	30,498
2555	77	13,069	4,478	6,960	30,313
2556	77	12,968	4,381	7,303	29,472

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ความเข้มข้นของการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัด 1 ล้านบาท					
ปี พ.ศ.	N	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
(หน่วย: กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัด 1 ล้านบาท)					
2557	77	13,608	4,197	8,267	28,957
2558	77	13,893	4,295	8,026	29,550
2559	77	13,880	4,224	7,706	28,451
2560	77	13,450	4,049	7,152	27,100

หมายเหตุ: ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 จังหวัดบึงกาฬแยกตัวออกจากจังหวัดหนองคาย

ที่มา: การไฟฟ้านครหลวง การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และสำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

ในตารางที่ 3 แสดงสถิติเชิงพรรณนาของตัวแปรสำคัญในแบบจำลอง โดยปริมาณการใช้ไฟฟ้ารวม (esalem) มีค่าเฉลี่ย 2,045 ล้านกิโลวัตต์ชั่วโมง ในจำนวนนี้เป็นความต้องการของภาคครัวเรือน (resim) 480 ล้านกิโลวัตต์ชั่วโมง อีกนัยหนึ่งความต้องการใช้ไฟฟ้าภาคครัวเรือนประมาณร้อยละ 20 ของความต้องการรวม ในขณะที่ ความต้องการใช้ไฟฟ้าของภาคธุรกิจในกิจการขนาดเล็ก ขนาดกลางและขนาดใหญ่คิดเป็นร้อยละ 10, 16, 42 ตามลำดับ พร้อมกันนี้ สัดส่วนของการผลิตสูงสุดอยู่ที่ภาคบริการเฉลี่ยร้อยละ 50 ที่เหลือเฉลี่ยแบ่งกันระหว่างสัดส่วนของการผลิตภาคเกษตรและภาคอุตสาหกรรม

ตารางที่ 3 สถิติเชิงพรรณนาของตัวแปรที่นำมาวิเคราะห์ในแบบจำลอง

ตัวแปร	จำนวนข้อมูล	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
ความต้องการใช้ไฟฟ้า					
ทั้งหมด	767	2045	4272	71	36,525
ภาคครัวเรือน	767	480	982	34	9,651
กิจการขนาดเล็ก	767	228	665	14	6,435
กิจการขนาดกลาง	767	339	752	4	6,459
กิจการขนาดใหญ่	755	863	1798	0	11,290
ผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัด	770	160,692	453,962	0	5,022,017
ผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัดต่อหัว	770	139,425	140,072	0	1,095,667
สัดส่วนของการผลิตต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัด					
ภาคเกษตร	760	24	13	0	62
ภาคอุตสาหกรรม	760	25	20	3	84
ภาคบริการ	760	51	14	13	94

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ตัวแปร	จำนวน ข้อมูล	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
สัดส่วนการใช้ไฟฟ้าของ					
ภาคครัวเรือน	767	35	13	6	67
กิจการขนาดเล็ก	767	14	5	2	34
กิจการขนาดกลาง	767	17	5	6	36
กิจการขนาดใหญ่	755	26	19	0	79

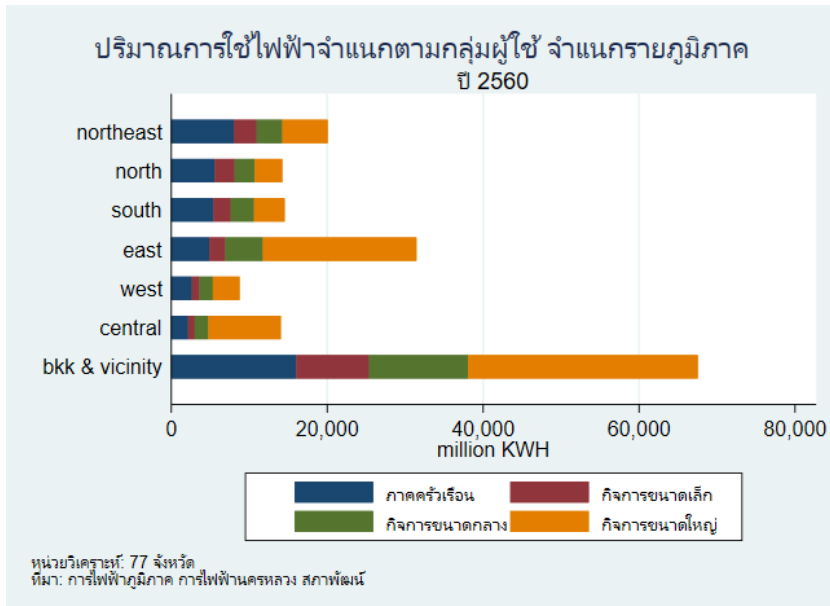
ที่มา: การไฟฟ้านครหลวง และส่วนภูมิภาค และสำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (2560)

ภาพที่ 1 แสดงปริมาณการใช้ไฟฟ้าจำแนกเป็นรายภูมิภาค และประเภทของผู้ใช้ไฟฟ้า (4 กลุ่มดังอธิบายในตอนต้น) โดยมีข้อสังเกตว่า ภาคที่ 4 (ภาคตะวันออก) และภาคที่ 7 (กรุงเทพและปริมณฑล) เป็นภาคที่ใช้พลังงานไฟฟ้าสูงกว่าภาคอื่นๆ เป็นที่น่าสังเกตว่าจังหวัดดังกล่าวมีความเป็นสังคมเมืองที่ประกอบไปด้วยกลุ่มการค้าขายส่ง การขายปลีก ภัตตาคาร และโรงแรม (เขตนครหลวง) รวมถึงมีจำนวนอุตสาหกรรมกระจายตัวอยู่ในพื้นที่หลายแห่ง ซึ่งอาจส่งผลให้มีปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่สูงตามมาด้วย นอกจากนี้ข้อมูลจากในปี พ.ศ. 2560 จังหวัดสมุทรปราการ สมุทรสาคร นครปฐม และปทุมธานี ยังเป็นจังหวัดที่มีสัดส่วนมูลค่าผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสูงสุด ซึ่งมีอุตสาหกรรมสำคัญๆ ได้แก่ อุตสาหกรรมการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารและเครื่องดื่ม อุตสาหกรรมการผลิตเคมีภัณฑ์และผลิตภัณฑ์เคมี และอุตสาหกรรมการผลิตยานยนต์รถพ่วงและรถกึ่งพ่วง เป็นต้น

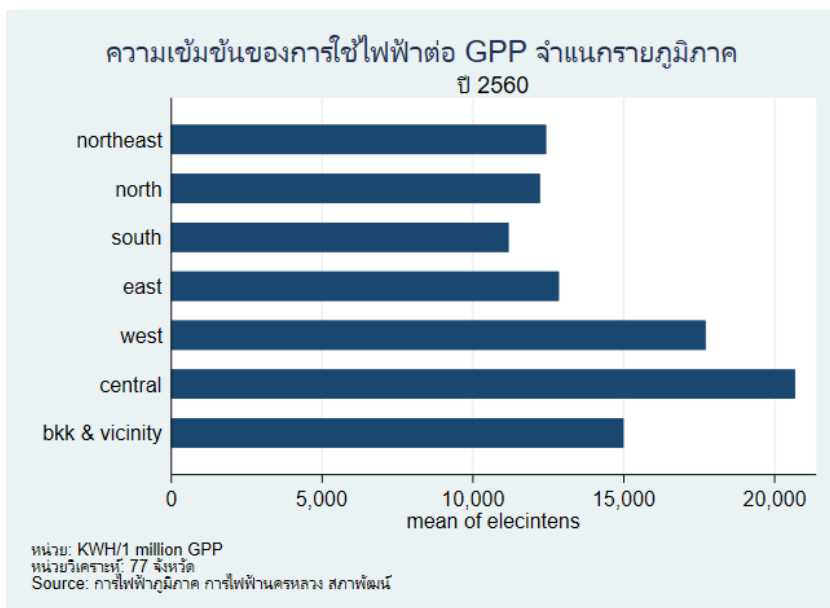
ภาพที่ 2 เปรียบเทียบความเข้มข้นของการใช้กระแสไฟฟ้าต่อ GPP หนึ่งล้านบาท (Electricity Intensity) พร้อมกับข้อสังเกตว่า มีความแตกต่างกันพอสมควร กล่าวคือ ในภาคตะวันตก ภาคกลาง และกรุงเทพและปริมณฑล เป็น 3 ภูมิภาคที่ใช้กระแสไฟฟ้าเข้มข้น เปรียบเทียบกับ 4 ภาคอื่นๆ ได้แก่ ภาคอีสาน-ภาคเหนือ-ภาคใต้ และภาคตะวันออก ความเข้มข้นของการใช้กระแสไฟฟ้า ที่แตกต่างกันระหว่างจังหวัดหรือภูมิภาค สันนิษฐานว่า เกี่ยวข้องกับโครงสร้างการผลิต หมายถึง สัดส่วนของภาคอุตสาหกรรม-และภาคบริการ ซึ่งแต่ละจังหวัดมีสัดส่วนแตกต่างกัน และข้อสังเกตว่า จังหวัดที่อิงภาคอุตสาหกรรมสูงจำเป็นต้องใช้พลังงานไฟฟ้าเข้มข้นกว่าภาคบริการและภาคการเกษตร

ความเข้มข้นของการใช้ไฟฟ้า (Electricity Intensity) ที่แตกต่างกันระหว่างจังหวัดหรือภูมิภาค สันนิษฐานว่า เกี่ยวข้องกับโครงสร้างการผลิต หมายถึง สัดส่วนของภาคอุตสาหกรรม-และภาคบริการ ซึ่งแต่ละจังหวัดมีสัดส่วนแตกต่างกัน และข้อสังเกตว่า จังหวัดที่อิงภาคอุตสาหกรรมสูงจำเป็นต้องใช้พลังงานไฟฟ้าเข้มข้นกว่าภาคบริการและภาคการเกษตร ภาพที่ 3 เปรียบเทียบโครงสร้างการผลิตเป็นรายภาค พร้อมกับข้อสังเกตว่า สัดส่วนของภาคอุตสาหกรรมและภาคบริการในภาคตะวันออก-ตะวันตก-ภาคกลางและกรุงเทพ/ปริมณฑล สูงกว่าภาคอีสาน-เหนือ-ใต้

ดังนั้น สรุปได้ว่า ผลการศึกษายอมรับสมมติฐานที่ 1 ความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละจังหวัด มีความแตกต่างกัน ที่สะท้อนในความเข้มข้นของการใช้ไฟฟ้าต่อมูลค่าเพิ่มหนึ่งล้านบาท (Provincial Electricity Intensity) แตกต่างกัน โดยจังหวัดซึ่งอิงฐานการผลิตอุตสาหกรรม มีแนวโน้มต้องใช้พลังงานไฟฟ้าสูงกว่าจังหวัดที่อิงฐานการผลิตการเกษตร



ภาพที่ 1 การบริโภคไฟฟ้าจำแนกตามกลุ่มผู้ใช้และเปรียบเทียบรายภูมิภาค



ภาพที่ 2 ความเข้มข้นของการใช้ไฟฟ้าต่อ GPP หนึ่งล้านบาท จำแนกรายภูมิภาค

จากภาพที่ 4 แสดงให้เห็นว่า เขต 7 ซึ่งประกอบด้วย 6 จังหวัด ได้แก่ กรุงเทพฯ สมุทรปราการ ปทุมธานี สมุทรสาคร นครปฐม และนนทบุรี และเขต 4 ประกอบด้วย 8 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดชลบุรี ฉะเชิงเทรา ระยอง ตราด จันทบุรี นครนายก ปราจีนบุรี และสระแก้ว เป็นกลุ่มจังหวัดที่มีค่าเฉลี่ยปริมาณการใช้ไฟฟ้าของอุตสาหกรรมขนาดใหญ่มากที่สุด หากเปรียบเทียบกับเขตภูมิภาคอื่น แต่หากมองในมุมของการใช้ไฟฟ้าในเขต 1 ประกอบด้วย 20 จังหวัด ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีค่าเฉลี่ยปริมาณการใช้ไฟฟ้าในภาคครัวเรือนสูงที่สุด

ตารางที่ 4 แสดงผลประมาณการทั้ง 4 โมเดล โดยกำหนดให้ปริมาณการใช้ไฟฟ้าภาคครัวเรือน ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของผู้ประกอบการรายย่อย ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของผู้ประกอบการขนาดกลาง ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของผู้ประกอบการขนาดใหญ่ เป็นตัวแปรตามในโมเดลที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ โดยสันนิษฐานว่ามีตัวแปรต้นที่เกี่ยวข้องได้แก่ GPP ทั้งนี้เนื่องจาก ตัวแปร GPP มิใช่เป็นตัวแปรภายนอก (Exogenous Variable) แต่เป็นตัวแปรภายในที่ขึ้นอยู่กับจำนวนสถานประกอบการ (estb) จำนวนแรงงาน (worker) ผู้เขียนจึงใช้เทคนิค Instrumental Variable ในสมการแบบจำลอง นอกจากนี้ยังมีตัวแปรสัดส่วนของการผลิตภาคอุตสาหกรรมและภาคบริการ ตัวแปรดัมมี่ภูมิภาคทั้ง 7 โดยให้ภาคอีสานเป็นกลุ่มอ้างอิง (Reference Group) และตัวแปรปี (year)

โมเดลที่ 1 โดยกำหนดให้ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของภาคครัวเรือน เป็นตัวแปรตาม พร้อมกับอนุமானค่าความยืดหยุ่นฯ มีค่าเท่ากับ 0.635 หมายถึง การขยายตัวของ GPP ร้อยละ 10 ความต้องการใช้ไฟฟ้าภาคครัวเรือนมีแนวโน้มเติบโตร้อยละ 6.35 นอกจากนี้พบข้อสังเกตว่า สัดส่วนของการผลิตภาคบริการ (ตัวแปร shser) มีผลทางบวกต่อตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญ นั่นหมายความว่าในจังหวัดที่มีสัดส่วนการผลิตภาคบริการสูง ความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงตามไปด้วย

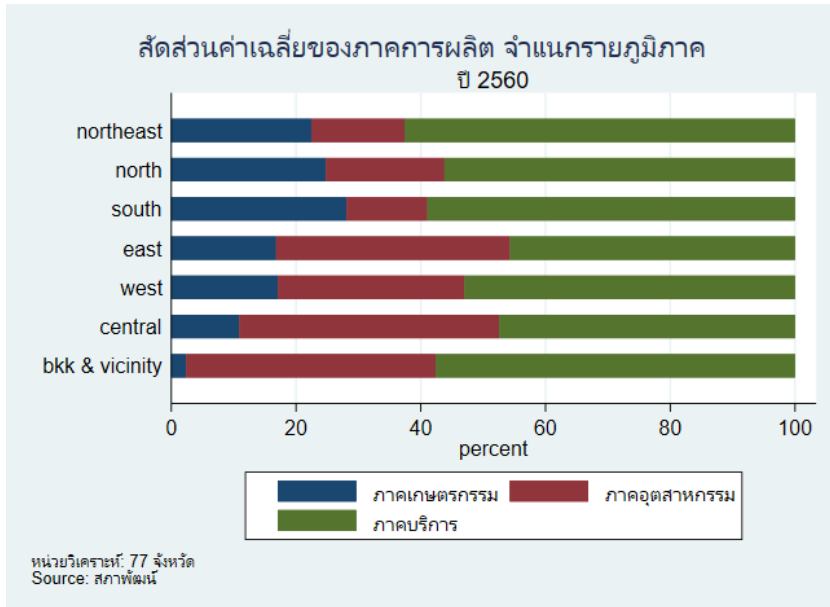
โมเดลที่ 2 โดยกำหนดให้ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของผู้ประกอบการรายย่อย เป็นตัวแปรตาม พร้อมกับการอนุமானค่าความยืดหยุ่นฯ มีค่าเท่ากับ 0.77 หมายถึง การขยายตัวของ GPP ร้อยละ 10 ความต้องการใช้ไฟฟ้าภาคครัวเรือนมีแนวโน้มเติบโตร้อยละ 7.7 นอกจากนี้พบข้อสังเกตว่า สัดส่วนของการผลิตภาคบริการ (ตัวแปร shser) มีผลทางบวกต่อตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญ นั่นคือในจังหวัดที่มีสัดส่วนการผลิตภาคบริการสูง ความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงตามไปด้วย สะท้อนในค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร shser > 0 และมีนัยสำคัญทางสถิติ

โมเดลที่ 3 โดยกำหนดให้ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของกิจการขนาดกลาง เป็นตัวแปรตาม พร้อมกับการอนุமானค่าความยืดหยุ่นฯ มีค่าเท่ากับ 0.72 หมายถึง การขยายตัวของ GPP ร้อยละ 10 ความต้องการใช้ไฟฟ้าภาคครัวเรือนมีแนวโน้มเติบโตร้อยละ 7.2 นอกจากนี้พบข้อสังเกตว่า ตัวแปรสัดส่วนการผลิตภาคอุตสาหกรรม (shind) มีผลทางบวกต่อตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญ

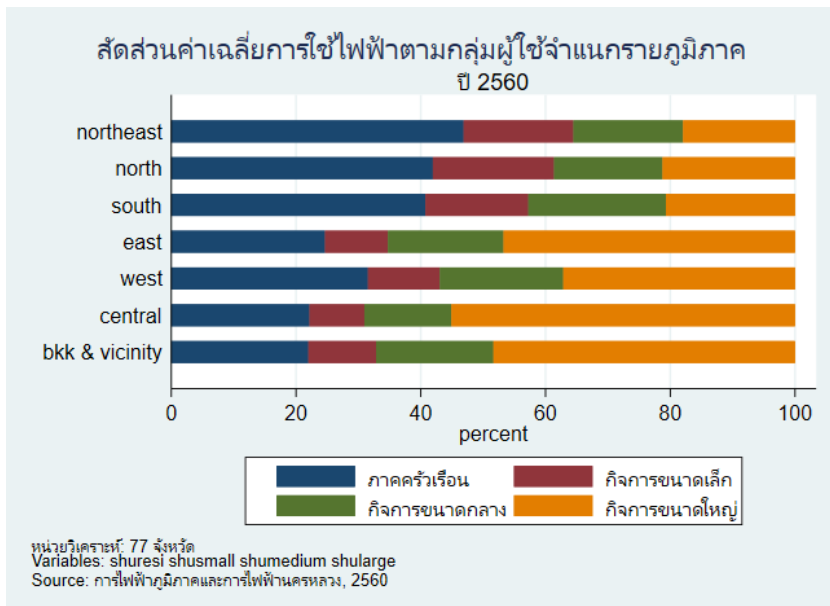
โมเดลที่ 4 โดยกำหนดให้ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของผู้ประกอบการขนาดใหญ่เป็นตัวแปรตาม พร้อมกับการอนุமானค่าความยืดหยุ่นฯ มีค่าเท่ากับ 0.94 หมายถึง การขยายตัวของ GPP ร้อยละ 10 ความต้องการใช้ไฟฟ้าภาคครัวเรือนมีแนวโน้มเติบโตร้อยละ 9.4 นอกจากนี้พบข้อสังเกตว่า ตัวแปรสัดส่วนการผลิตภาคอุตสาหกรรม (shind) และภาคบริการ (shser) มีผลทางบวกต่อตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญ

ดังนั้น จากสมมติฐานที่ 2 ความต้องการใช้พลังงานมีแนวโน้มขยายตัวตามมูลค่าการผลิตของแต่ละจังหวัด สะท้อนในค่าความยืดหยุ่น (Demand for Electricity to GPP) มีค่าเท่ากับ 1 หากแต่ผลการศึกษาพบว่า ค่าความยืดหยุ่นของปริมาณการใช้ไฟฟ้าของกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้า 4 กลุ่มที่มีต่อการขยายตัวของ GPP มีค่าน้อย

กว่า 1 และกลุ่มผู้ประกอบการขนาดใหญ่มีค่าความยืดหยุ่นฯ ใกล้เคียงกับ 1 มากที่สุด (นั่นคือ 0.94) และ กลุ่มครัวเรือนมีค่าความยืดหยุ่นฯ ต่ำสุด (นั่นคือ 0.635)



ภาพที่ 3 เปรียบเทียบโครงสร้างการผลิตเป็นรายภาค



ภาพที่ 4 ค่าเฉลี่ยการใช้ไฟฟ้าแต่ละประเภท จำแนกตามเขตภูมิภาค

ตารางที่ 4 ผลประมาณการตามแบบจำลอง จำแนกตามกลุ่มผู้ใช้

ตัวแปร	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า			
	โมเดล 1 ภาค ครัวเรือน	โมเดล 2 กิจการขนาด เล็ก	โมเดล 3 กิจการขนาด กลาง	โมเดล 4 กิจการขนาด ใหญ่
ผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัด (ค่าลิ้น)	0.635*** (0.063)	0.769*** (0.033)	0.721*** (0.055)	0.936*** (0.122)
สัดส่วนการผลิตภาคอุตสาหกรรม	0.000 (0.001)	0.000 (0.001)	0.006*** (0.002)	0.020*** (0.004)
สัดส่วนการผลิตภาคบริการ	0.007*** (0.001)	0.013*** (0.001)	0.002 (0.001)	-0.010*** (0.004)
ภาคเหนือ	-0.085 (0.086)	0.107** (0.047)	-0.019 (0.078)	-0.113 (0.172)
ภาคใต้	-0.123 (0.09)	-0.091* (0.050)	0.244*** (0.083)	0.263 (0.183)
ภาคตะวันออก	-0.207* (0.117)	-0.142** (0.064)	0.373*** (0.106)	0.691*** (0.235)
ภาคตะวันตก	0.113 (0.120)	0.147** (0.066)	0.596*** (0.110)	1.101*** (0.243)
ภาคกลาง	-0.169 (0.122)	-0.121* (0.069)	0.355*** (0.114)	1.332*** (0.253)
กรุงเทพและปริมณฑล	0.254 (0.185)	0.343*** (0.091)	0.980*** (0.151)	1.260*** (0.336)
ปี	0.018*** (0.004)	0.023*** (0.002)	0.031*** (0.004)	0.068*** (0.009)
ค่าคงที่	-33.349*** (9.018)	-48.256*** (5.638)	-67.707*** (9.376)	-165.472*** (20.847)
จำนวนกลุ่มตัวอย่าง	760	760	760	748
R-squared	0.910	0.941	0.906	0.848
Wald-Chi-squared	5144.44***	5077.73***	2332.63***	1284.29***

หมายเหตุ 1: * ** *** หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.10 0.05 และ 0.001 ตามลำดับ

หมายเหตุ 2: ตัวเลขในวงเล็บคือค่า Standard Error

ที่มา: จากการคำนวณ

ตารางที่ 5 การทดสอบความเป็นเหตุเป็นผล ระหว่างผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัด (GPP) กับ การใช้ไฟฟ้า

	แบบจำลอง 1	แบบจำลอง 2	ข้อสังเกต
	ผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัด (ค่าลือค) และ ความต้องการใช้ไฟฟ้า (ค่าลือค)	ความต้องการใช้ไฟฟ้า (ค่าลือค) และ ผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัด (ค่าลือค)	
ภาคอีสาน			จังหวัดบึงกาฬเริ่มในปี 2554 ข้อมูลไม่พอเพียง
ภาคเหนือ	z-bar 1.612 p-value 0.106 insignificant	z-bar 0-.36 p-value 0.71 Insignificant	ไม่สามารถสรุปได้ว่า มีนัยสำคัญทั้งสองทาง
ภาคใต้	z-bar 8.91 p-value 0.00 significant	z-bar -1.96 p-value 0.05 Significant	ไฟฟ้ามีผลต่อ GPP อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
ภาคตะวันออกเฉียง	z-bar 1.47 p-value 0.14 insignificant	z-bar 1.41 p-value 0.16 Insignificant	ไม่สามารถสรุปได้ว่า มีนัยสำคัญทั้งสองทาง
ภาคตะวันตก	z-bar 1.35 p-value 0.17 insignificant	z-bar 1.32 p-value 0.18 Insignificant	ไม่สามารถสรุปได้ว่า มีนัยสำคัญทั้งสองทาง
ภาคกลาง	z-bar 1.612 p-value 0.106 insignificant	z-bar 0.58 p-value 0.56 Insignificant	ไม่สามารถสรุปได้ว่า มีนัยสำคัญทั้งสองทาง
กทม.และปริมณฑล	z-bar 0.09 p-value 0.99 insignificant	z-bar 0.98 p-value 0.32 Insignificant	ไม่สามารถสรุปได้ว่า มีนัยสำคัญทั้งสองทาง

ที่มา การคำนวณโดยคณะวิจัยจาก สศช. และ การไฟฟ้านครหลวง/และภูมิภาค

วิธีการ Granger Causality โดยกำหนดให้ แบบจำลอง 1 GPP เป็นตัวแปรตาม และ การใช้ไฟฟ้าเป็นตัวแปรอิสระ ในขณะที่แบบจำลอง 2 กำหนดให้ การใช้ไฟฟ้าเป็นตัวแปรตาม และ GPP เป็นตัวแปรอิสระ โดยสันนิษฐานเบื้องต้นว่า ไม่มีนัยสำคัญหรือไม่เกี่ยวข้องกัน ในกรณีที่ Reject (ปฏิเสธข้อสันนิษฐาน) สะท้อนว่าเกี่ยวข้องกันหรือเป็นเหตุเป็นผลกัน

ผลการศึกษา สรุปว่า ความเป็นเหตุเป็นผลระหว่างการใช้ไฟฟ้ากับ GPP ไม่สามารถสรุปได้อย่างชัดเจน ยกเว้นกรณีภาคใต้ โดยยืนยันว่า การใช้ไฟฟ้าเป็นสาเหตุของการขยายตัวของ GPP อาจจะเป็นเพราะว่าเป็นแหล่งผลิตกระแสไฟฟ้าใหญ่ทำให้ GPP เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน

การอภิปรายผล

การค้นคว้านี้อย่างน้อยช่วยให้เข้าใจพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าที่แตกต่างกันตามจังหวัดหรือภูมิภาค เนื่องจากโครงสร้างการผลิต (Productive Structure) ที่แตกต่างกัน ในจังหวัดที่อิงฐานอุตสาหกรรมสูงปริมาณความต้องการใช้ไฟฟ้าย่อมสูงกว่าจังหวัดทั่วไป คือ ในจังหวัดที่อิงฐานการเกษตร การคำนวณค่าความยืดหยุ่นของความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อ GPP ของกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้า 4 กลุ่มพบว่า กลุ่มผู้ประกอบการขนาดใหญ่มีความยืดหยุ่นฯ ใกล้เคียงกับ 1 มากที่สุด (คือ 0.94) และ กลุ่มครัวเรือนมีค่าความยืดหยุ่นฯ ต่ำสุด (นั่นคือ 0.635)

ผลการศึกษาได้เพิ่มพูนงานวิจัยก่อนหน้าของ มณฑิเยียร สติมานนท์ และสุริ สิริสุนทร (2560) และพรายพล คุ่มทรัพย์ (2560) ที่ศึกษาการใช้พลังงาน (รวมถึงถ่านหิน ลิกไนต์ น้ำมันปิโตรเลียม ก๊าซธรรมชาติ ไฟฟ้าพลังน้ำ และพลังงานหมุนเวียน) กับการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจในระดับประเทศ (GDP) พบว่า การใช้พลังงานมีผลบวกต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ และรายงานค่าความยืดหยุ่นทางการใช้พลังงานต่อ GDP 1.10 ในขณะที่งานชิ้นนี้ได้เจาะลึกไปความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้ากับการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจระดับจังหวัดและภูมิภาค นอกจากนี้งานวิจัยยังได้เพิ่มพูนงานของวิชสิณี วิบุลผลประเสริฐ และทศพล อภัยทาน (2561) ที่ได้ศึกษาพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้ารายเดือนของครัวเรือนจากฐานข้อมูลการใช้ไฟฟ้าในเขตการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ระหว่างปี พ.ศ. 2556-2559 ในขณะที่งานวิจัยนี้ได้ศึกษาความต้องการใช้ไฟฟ้าทั้งระดับครัวเรือนและสถานประกอบการ พร้อมชี้ให้เห็นว่าฐานการผลิต(ภาคการเกษตร อุตสาหกรรมและการบริการ) ที่แตกต่างกันมีผลต่อปริมาณความต้องการใช้ไฟฟ้า

ข้อเสนอแนะ

ผลการศึกษาของงานวิจัยชิ้นนี้เป็นหนึ่งในจิ๊กซอว์ของการศึกษาพลวัตการเติบโต (Dynamic Growth) ของจังหวัดและผลกระทบของการเติบโตของจังหวัดซึ่งเป็นผลมาจากการดำเนินนโยบายของภาครัฐที่มีวัตถุประสงค์ในการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศอย่างยั่งยืน ผลการศึกษาสะท้อนให้เห็นว่าความต้องการใช้ไฟฟ้าที่แตกต่างกันตามจังหวัดขึ้นกับโครงสร้างการผลิตที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะจังหวัดที่อิงฐานอุตสาหกรรมมีความยืดหยุ่นของความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อ GPP สูงกว่าจังหวัดที่อิงฐานการเกษตร ผลการศึกษานี้เป็นประโยชน์แก่สำนักงบประมาณในการปรับรูปแบบการจัดสรรงบประมาณเพื่อให้อุดคล้องกับความต้องการพัฒนาจังหวัดหรือเมือง ไม่ให้เกิดความแตกต่างกันมากเกินไป รวมทั้งกระทรวงการคลัง กระทรวงการพัฒนาสังคมและความมั่นคงของมนุษย์ หรือหน่วยงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ที่มีบทบาทในการจัดสรรทรัพยากรเพื่อการแก้ปัญหาความเหลื่อมล้ำ การกระจายรายได้ ตลอดจนความยากจน สามารถนำผลการศึกษาไปใช้ประโยชน์ในการดำเนินนโยบายเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว เพื่อให้ประเทศไทยเกิดการพัฒนายั่งยืนโดยไม่ทิ้งใครไว้ข้างหลัง

ทั้งนี้งานวิจัยนี้มีได้ครอบคลุมด้านอุปทานคือการจัดหาพลังงานไฟฟ้าให้พอเพียงกับความต้องการและการเจริญเติบโตของเศรษฐกิจจังหวัด ในมุมมองการจัดการธุรกิจ มูลค่าจำหน่ายไฟฟ้าในแต่ละปีไม่น้อยกว่า 600,000 ล้านบาท (คำนวณจากปริมาณจำหน่าย 181,317 ล้านกิโลวัตต์ ราคาเฉลี่ยไฟฟ้า 3.5 บาทต่อกิโลวัตต์) และมีแนวโน้มเพิ่มตามมูลค่าการผลิต จากการสอบถามผู้ทรงคุณวุฒิด้านพลังงานไฟฟ้า ในปัจจุบันปริมาณอุปทานของไฟฟ้าไม่พอเพียง จำเป็นต้องซื้อไฟฟ้าจากประเทศเพื่อนบ้าน (สาธารณรัฐประชาชนลาว) สำหรับปริมาณอุปทานในประเทศส่วนใหญ่ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นวัตถุดิบ หากการศึกษาได้ขยายผลไปครอบคลุมทั้งด้านอุปสงค์และอุปทาน จะทำให้เห็นพลวัตการเติบโต (Dynamic Growth) ของจังหวัดและผลกระทบของการเติบโตของจังหวัดซึ่งเป็นผลมาจากการดำเนินนโยบายของภาครัฐ

สรุป

บทความนี้เสนอการวิเคราะห์เชิงประจักษ์เพื่อทดสอบปฏิสัมพันธ์ระหว่างการใช้ไฟฟ้าและเศรษฐกิจจังหวัด โดยกำหนดให้จังหวัดเป็นหน่วยวิเคราะห์ จำแนกผู้ใช้ออกเป็น 4 กลุ่ม บ้านเรือน ผู้ใช้ไฟฟ้ารายเล็ก-กลาง-ใหญ่ ตามลำดับ ผลสรุปในประการสำคัญคือ 1) อัตราการขยายตัวของความต้องการใช้ไฟฟ้า ร้อยละ 4.8 ใกล้เคียงกับอัตราการขยายตัวของ GPP 2) ความเข้มข้นของการใช้ไฟฟ้าระหว่างจังหวัดแตกต่างกันอย่างมีสำคัญคือจังหวัดที่อิงฐานอุตสาหกรรม จะต้องการไฟฟ้าเข้มข้นกว่าจังหวัดที่อิงฐานการเกษตรและการบริการ 3) การวัดค่าความยืดหยุ่นต่อ GPP จำแนกในกลุ่มผู้ใช้ ในภาคครัวเรือนค่าความยืดหยุ่นประมาณ เท่ากับ 0.63 ในกลุ่มผู้ประกอบการขนาดย่อมและขนาดกลาง ค่าความยืดหยุ่น เท่ากับ 0.75 โดยประมาณ แต่ในผู้ประกอบการขนาดใหญ่ ค่าความยืดหยุ่นสูงกว่า เท่ากับ 0.9 และ 4) ในการพยากรณ์อนาคตความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้า ควรตระหนักว่ามีปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ความสำคัญของภาคอุตสาหกรรม จำนวนนักท่องเที่ยวซึ่งมีส่วนกำหนดความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าเช่นเดียวกัน

เอกสารอ้างอิง

- การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค. (2560). *สถิติผู้ใช้ไฟฟ้า และการจำหน่ายพลังงานไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค*
จำแนกตามประเภทผู้ใช้ พ.ศ. 2551-2560. กรุงเทพฯ: การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค.
- การไฟฟ้านครหลวง. (2560). *สถิติผู้ใช้ไฟฟ้า และการจำหน่ายพลังงานไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค*
จำแนกตามประเภทผู้ใช้ พ.ศ. 2551-2560. กรุงเทพฯ: การไฟฟ้าส่วนนครหลวง.
- คณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน. (2559). *การใช้ไฟฟ้าของกิจการของธุรกิจและอุตสาหกรรมตามการจัด*
ประเภท TSIC. กรุงเทพฯ: คณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน.
- พรายพล คุ่มทรัพย์. (2560). *การใช้พลังงานกับเศรษฐกิจไทยในช่วงสองทศวรรษ*. (รายงานผลการวิจัย).
 กรุงเทพฯ: คณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน.
- มณฑิเตอร์ สติมานนท์ และภุรี สิริสุนทร. (2560). *ความเชื่อมโยงระหว่างการใช้พลังงานกับเศรษฐกิจไทยภายใต้*
ระดับการเปิดประเทศและการลงทุนทางตรงระหว่างประเทศ. งานสัมมนาทางวิชาการคณะ
 เศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ประจำปี 2560 ครั้งที่ 39. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

- วิชสิทธิ์ วิบูลผลประเสริฐ และทศพล อภัยทาน. (2561). พฤติกรรมการใช้ไฟฟ้ารายเดือนของครัวเรือนจากฐานข้อมูลการใช้ไฟฟ้าในเขตการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ). สถาบันวิจัยเศรษฐกิจป๋วย อึ๊งภากรณ์, กรุงเทพฯ.
- สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2561). สถิติผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ รายไตรมาส แบบปริมาณลูกโซ่.
- Bildirici, M. E., Bakirtas, T., & Kayikci, F. (2012). Economic growth and electricity consumption: Auto regressive distributed lag analysis. *Journal of Energy in Southern Africa*, 23(4), 29-45.
- Churchill, S. A., & Ivanovski, K. (2020). Electricity consumption and economic growth across Australian states and territories. *Applied Economics*, 52(8), 866-878.
- Cowan, W. N., Chang, T., Inglesi-Lotz, R., & Gupta, R. (2014). The nexus of electricity consumption, economic growth and CO2 emissions in the BRICS countries. *Energy Policy*, 66, 359-368.
- Ozturk, I., & Acaravci, A. (2011). Electricity consumption and real GDP causality nexus: Evidence from ARDL bounds testing approach for 11 MENA countries. *Applied Energy*, 88(8), 2885-2892.
- Scott, A. J., & Holt, D. (1982). The effect of two-stage sampling on ordinary least squares methods. *Journal of the American Statistical Association*, 77(380), 848-854.
- Zhang, C., Zhou, K., Yang, S., and Shao, Z. (2017). On electricity consumption and economic growth in China. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 76, 353-368.
- Zhao, H., Zhao, H., Han, X., He, Z., and Guo, S. (2016). Economic growth, electricity consumption, labor force and capital input: A more comprehensive analysis on North China using panel data. *Energies*, 9(11), 891(1-21).

กิตติกรรมประกาศ

บทความชิ้นนี้เป็นส่วนหนึ่งของการวิจัยโครงการวิจัยอัตราการเติบโตของจังหวัดและความเหลื่อมล้ำในประเทศไทย. ทุนวิจัยเมธีวิจัยอาวุโสจากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ผ่านศูนย์บริการวิชาการสถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ สัญญาเลขที่ RTA6180005 ผู้วิจัยขอแสดงความขอบคุณผู้ให้ทุนและให้คำแนะนำที่มีประโยชน์ต่อการวิจัยมา ณ โอกาสนี้