

Household Demand for Electricity in Northern Thailand under Increasing Block Rate

Kunsuda Nimanussornkul¹ and Chaowana Phetcharat²

Faculty of Economics, Chiang Mai University, Thailand

E-mail: Kunsudan@gmail.com

Received February 6, 2018

Revised April 3, 2018

Accepted April 17, 2018

Abstract

This study estimates the consumption demand for electricity of the households in Northern Thailand. The electricity price rate which the most household used is normal rate with an increasing-block rate. We surveyed 550 households in Chiang Mai, Nakhon Sawan, Chiang Rai, and Phitsanulok. The 4 provinces have the highest electricity consumption in the Northern region. We estimate the electricity demand by using generalized method of moments (GMM). Then test the endogeneity problem, the result reveal that problem does not exist. Therefore, we estimate by using ordinary least square (OLS). The results report that the electricity is a necessary goods because the price elasticity of demand is between -0.007 to -0.009, but it does not has any statistically significant. The income is statistically significant the household electricity demand. The income elasticity of electricity demand is in the range 0.090 to 0.129, that mean the electricity is a normal goods. In addition, other factors such as gas price, oil price, number of member in household, number of air-conditioner, and the value of cooling degree day affect the household electricity demand.

Keywords: Increasing-block rate, electricity demand, northern of Thailand

JEL Classification Codes: C36, D12, Q41

¹ Assistant Professor, Faculty of Economics, Chiang Mai University, 239 Huay Kaew Road, Suthep, Muang, Chiang Mai 50200, Thailand. Corresponding author: Kunsudan@gmail.com

² Lecturer, Faculty of Economics, Chiang Mai University, 239 Huay Kaew Road, Suthep, Muang, Chiang Mai 50200, Thailand.

อุปสงค์การใช้ไฟฟ้าของครัวเรือนภาคเหนือของประเทศไทย ภายใต้อัตราค่าไฟฟ้าแบบอัตราเพิ่มขึ้น

กัญญ์สุดา นิมนุสรณ์กุล¹ และ เขาวนา เพชรรัตน์²

คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ประเทศไทย

Email: Kunsudan@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษานี้ทำการประมาณค่าอุปสงค์การใช้ไฟฟ้าของครัวเรือนในภาคเหนือของประเทศไทย ซึ่งอัตราค่าไฟฟ้าที่ครัวเรือนส่วนมากใช้คืออัตราปกติซึ่งเป็นแบบอัตราเพิ่มขึ้น โดยทำการสำรวจข้อมูลจำนวน 550 ครัวเรือนในจังหวัดเชียงใหม่ นครสวรรค์ เชียงราย และพิษณุโลก ซึ่งทั้ง 4 จังหวัดมีปริมาณการใช้ไฟฟ้าสูงที่สุดในภาคเหนือ โดยทำการประมาณค่าอุปสงค์การใช้ไฟฟ้าโดยใช้วิธี Generalized Method of Moments (GMM) แล้วทำการทดสอบปัญหา Endogeneity ซึ่งพบว่าไม่มีปัญหา ดังนั้นจึงทำการประมาณค่าด้วยวิธี Ordinary Least Square (OLS) ผลการศึกษพบว่า ไฟฟ้าเป็นสินค้าจำเป็น เพราะว่าค่าความยืดหยุ่นของอุปสงค์ต่อราคาอยู่ระหว่าง -0.007 ถึง -0.009 แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนรายได้มีนัยสำคัญทางสถิติต่ออุปสงค์การใช้ไฟฟ้าของครัวเรือน โดยมีค่าความยืดหยุ่นของอุปสงค์ต่อรายได้อยู่ในช่วง 0.090 ถึง 0.129 แสดงว่า ไฟฟ้าเป็นสินค้าปกติ นอกจากนี้ยังพบว่า ราคาแก๊สหุงต้ม ราคาน้ำมันเชื้อเพลิง จำนวนสมาชิกในครัวเรือน จำนวนเครื่องปรับอากาศ และค่า Cooling degree day มีผลต่อปริมาณการใช้ไฟฟ้าของครัวเรือน

คำสำคัญ: อัตราค่าไฟฟ้าแบบอัตราเพิ่มขึ้น อุปสงค์การใช้ไฟฟ้า ภาคเหนือของประเทศไทย

JEL Classification Codes: C36, D12, Q41

¹ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 239 ถ.ห้วยแก้ว ต.สุเทพ อ.เมือง เชียงใหม่ ประเทศไทย 50200 Corresponding author: Kunsudan@gmail.com

² อาจารย์ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 239 ถ.ห้วยแก้ว ต.สุเทพ อ.เมือง เชียงใหม่ ประเทศไทย 50200

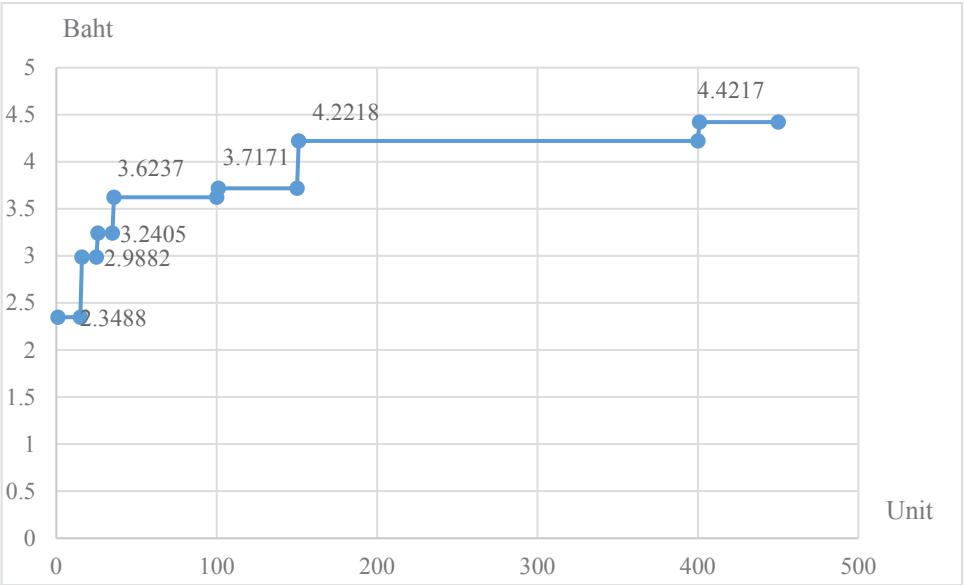
1. บทนำ

การใช้ไฟฟ้าของครัวเรือนในประเทศไทยเพิ่มขึ้นทุกปี ซึ่งไฟฟ้าเข้ามาในประเทศไทยตั้งแต่ในสมัยพระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว (รัชกาลที่ 5) โดยในระยะแรกนำไฟฟ้ามาใช้เพื่อให้เกิดแสงสว่างเท่านั้น (Nontalarak, 1981) ซึ่งปัจจุบันประเทศไทยมีอัตราค่าไฟฟ้าสำหรับให้ครัวเรือนเลือกใช้ 2 อัตราคือ อัตราตามช่วงเวลา (Time of use rate) และอัตราปกติ (Normal rate) อัตราตามช่วงเวลา ซึ่งเป็นอัตราค่าไฟฟ้าที่แบ่งอัตราค่าไฟฟ้าออกเป็น 2 ช่วงคือ ช่วง Peak ซึ่งคือช่วงเวลาตั้งแต่ 9.00 – 22.00 น. ในวันธรรมดา และช่วง off peak คือช่วงเวลาที่เหลือของวันธรรมดาและวันหยุดทั้งวันหยุดเสาร์-อาทิตย์ และวันหยุดพิเศษ ยกเว้นวันหยุดชดเชย โดยอัตราค่าไฟฟ้าในช่วง Peak จะสูงกว่าช่วง Off peak และอัตราปกติ ซึ่งเป็นอัตราค่าไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นตามปริมาณการใช้ไฟฟ้า โดยไม่ขึ้นอยู่กับช่วงเวลาของการใช้ไฟฟ้า ซึ่งครัวเรือนส่วนมากใช้อัตราปกติ โดยข้อมูล ณ เดือนเมษายน 2557 พบว่าจากจำนวนผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทที่อยู่อาศัยในเขตการไฟฟ้านครหลวง จำนวน 2,782,457 รายนั้นเป็นผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทที่อยู่อาศัยที่ใช้อัตราตามช่วงเวลา จำนวน 16,982 รายเท่านั้น (Provincial Electricity Authority, 2014)

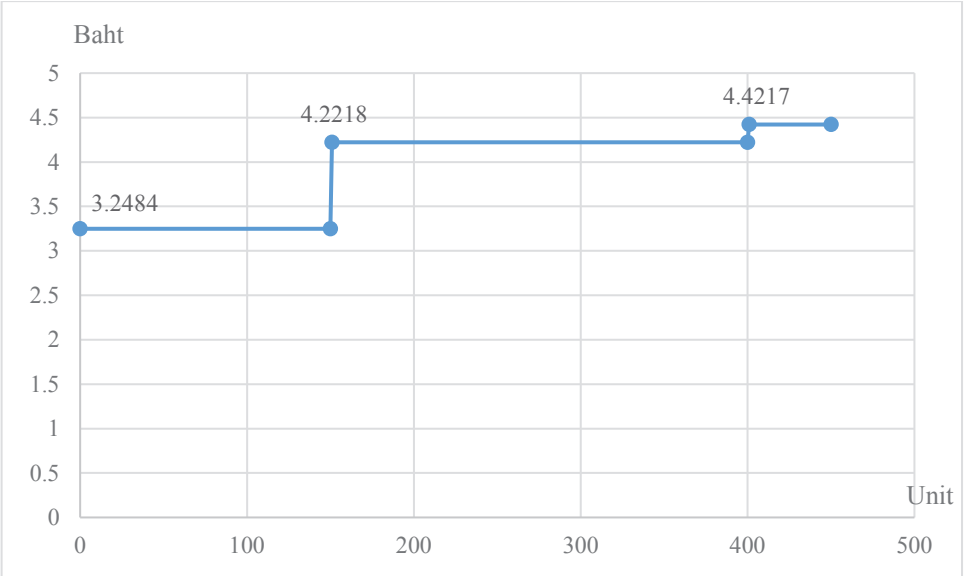
ซึ่งอัตราปกติได้แบ่งอัตราค่าไฟฟ้าออกเป็น 2 กลุ่มคือ ผู้ใช้ไฟฟ้าไม่เกิน 150 หน่วยต่อเดือนและผู้ใช้ไฟฟ้าเกิน 150 หน่วย

ต่อเดือน ดังแสดงใน Figure 1 และ Figure 2 ซึ่งจะเห็นได้ว่าอัตราค่าไฟฟ้ามีลักษณะเพิ่มขึ้นเป็นเหมือนขั้นบันได หรือที่เรียกว่า Increasing-block rate นั่นเอง

จากการศึกษาที่ผ่านมาในประเทศไทยเกี่ยวกับอุปสงค์การใช้ไฟฟ้า พบว่า ค่าความยืดหยุ่นอุปสงค์ต่อราคาของครัวเรือนมีทั้งความยืดหยุ่นน้อยและมาก โดยงานของ Junjaroen (1970) พบว่าค่าความยืดหยุ่นอุปสงค์ต่อราคาค่าไฟฟ้ามีความยืดหยุ่นมาก ขณะที่งานของ Nontalarak (1981) Panthamit (1994) และ Saensuk (2002) พบว่าค่าความยืดหยุ่นอุปสงค์ต่อราคาค่าไฟฟ้ามีความยืดหยุ่นน้อย โดยการศึกษาของต่างประเทศ ส่วนมากก็พบว่าค่าความยืดหยุ่นอุปสงค์ต่อราคาของครัวเรือนมีความยืดหยุ่นน้อย เช่น งานของ Hanson (1984) Reiss and White (2002) Bendezu and Gallardo (2006) และ Do et al. (2015) โดยงานของ Do et al. (2015) จะพบว่าความยืดหยุ่นอุปสงค์ต่อราคาของครัวเรือนมีความยืดหยุ่นน้อยในกรณีกลุ่มค่าไฟฟ้าน้อย แต่ความยืดหยุ่นจะเพิ่มขึ้นจนเป็นความยืดหยุ่นมากเมื่อเป็นกลุ่มค่าไฟฟ้าสูงๆ และทุกการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า ความความยืดหยุ่นอุปสงค์ต่อรายได้มีค่าเป็นบวก แสดงว่าเป็นสินค้าปกติ โดยตัวแปรอธิบายที่เหมือนกันในทุกงานคือ ราคาไฟฟ้า รายได้ของครัวเรือน และจำนวนสมาชิกในครัวเรือน ยกเว้นงานของ Junjaroen (1970) ซึ่งมีตัวแปรอธิบายเพียง ราคาไฟฟ้าและ ค่าใช้จ่ายใน



Source: Provincial Electricity Authority (2016)
Figure 1. Normal rate if consumption not exceeding 150 unit per month



Source: Provincial Electricity Authority (2016)
Figure 2. Normal rate if consumption exceeding 150 unit per month

2018, JAN-APR

การใช้ไฟฟ้า ส่วนราคาแก๊สพบในงานของ Do et al. (2015) จำนวนอุปกรณ์ไฟฟ้า พบในงานของ Panthamit (1994) Saensuk (2002) และ Bendeزú and Gallardo (2006) ส่วนงานของ Hanson (1984) ใช้ขนาดและอายุของเครื่องใช้ไฟฟ้าและความเป็นเจ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้า ส่วนงานของ Nontalarak (1981) ใช้ราคาเครื่องใช้ไฟฟ้า นอกจากนี้ยังพบตัวแปร Cooling degree days (CDD)^{*} และ Heating Degree Days (HDD)[†] ในงาน Hanson (1984) และ Reiss & White (2002) ส่วนงานของ Nontalarak (1981) ใช้อุณหภูมิเฉลี่ย และ Do et al. (2015) ใช้อุณหภูมิของพื้นที่นั้น และยังพบตัวแปร จำนวนห้องในงาน Panthamit (1994) Saensuk (2002) Reiss and White (2002) และ Do et al. (2015) ความรู้เรื่องไฟฟ้าในงานของ Nontalarak (1981) Panthamit (1994) Saensuk (2002) และ Do et al. (2015) นอกจากนี้ยังพบใช้ตัวแปรอายุหัวหน้าครอบครัวในงาน Bendeزú and Gallardo (2006) ตัวแปรหุ่นแทนการเป็นชนบทหรือเมืองในงาน Reiss and White (2002) Bendeزú and Gallardo (2006) และ Do et al. (2015) และประเภทที่อยู่อาศัย ประเภทโครงการ ในงาน Reiss and White

(2002) และ กลุ่มค่าไฟฟ้าในงาน Do et al. (2015)

ส่วนวิธีการประมาณค่างานศึกษาในประเทศไทยทั้งหมดใช้วิธี Ordinary Least Square (OLS) ทั้งหมด ส่วนการศึกษาของต่างประเทศพบว่า งานของ Do et al. (2015) ใช้วิธี Ordinary Least Square (OLS) ส่วนงานของ Hanson (1984) ใช้วิธี Instrumental Variable (IV) ส่วนงาน Reiss and White (2002) และ Bendeزú and Gallardo (2006) ใช้วิธี General Method of Moment (GMM) โดยจากงานของ Nontalarak (1981) ได้กล่าวไว้ว่ากรณีที่อยู่อาศัยที่เพิ่มขึ้นเป็นระดับๆ หลายระดับเป็นแบบ Multi-step block pricing แล้วอาจจะเกิดปัญหา Simultaneous bias ซึ่งเป็นปัญหามักจะเกิดขึ้นในการประมาณค่าอุปสงค์และอุปทาน เนื่องจากราคาเป็นราคาที่จุดดุลยภาพ ซึ่งถูกกำหนดจากอุปสงค์และอุปทาน จึงทำให้ปริมาณขึ้นอยู่กับราคา และราคาขึ้นอยู่กับปริมาณในเวลาเดียวกัน และจากงานของ Hanson (1984) ได้กล่าวว่า Ordinary Least Square (OLS) อาจเกิด Bias และ Inconsistent ได้ เนื่องจากปัญหา Simultaneous bias ซึ่งจะทำให้ตัวแปรราคาไฟฟ้ามีความสัมพันธ์กับค่าความ

^{*} CDD คือ อุณหภูมิอากาศที่สูงกว่า อุณหภูมิอากาศภายนอกสูงสุดที่อาคารยังไม่ต้องเปิดเครื่องปรับอากาศ ถ้าอากาศร้อนมากขึ้น ค่า CDD จะมากขึ้น ค่าไฟก็จะสูงขึ้นตาม (Konsri, 2013)

[†] HDD คือ อุณหภูมิอากาศที่ต่ำกว่า อุณหภูมิอากาศภายนอกต่ำสุดที่อาคารยังไม่ต้องเปิดเครื่องทำความร้อน ถ้าอากาศหนาวมากขึ้น ค่า HDD จะมากขึ้น ค่าไฟก็จะสูงขึ้นตาม

คลาดเคลื่อน (Error term) ได้ จึงแนะนำให้ใช้วิธี Instrumental Variable (IV) ซึ่งวิธีการนี้จะทำให้ตัวแปรราคาไฟฟ้าอิสระกับค่าความคลาดเคลื่อน ส่วนงานของ Reiss and White (2002) และ Bendezi and Gallardo (2006) ใช้วิธี General Method of Moment (GMM) ซึ่งเป็นวิธีการหนึ่งในวิธี Instrumental Variable (IV) เนื่องจากค่าไฟฟ้าไม่เป็นเส้นตรง (Nonlinear) กล่าวคือราคาไฟฟ้ามีลักษณะเพิ่มขึ้นเป็นระดับขั้นตามช่วงปริมาณการใช้ไฟฟ้า

ดังนั้นในการศึกษานี้จึงต้องการจะทำการประมาณค่า สมการอุปสงค์ของการใช้ไฟฟ้าของครัวเรือนภาคเหนือของประเทศไทยโดยทำการประมาณด้วยวิธี General Method of Moment (GMM) ซึ่งเป็นวิธีหนึ่งใน Instrumental Variable (IV) แล้วทำการทดสอบปัญหา Endogeneity เนื่องจากปัญหา Simultaneous bias เป็นกรณีหนึ่งของปัญหา Endogeneity (Steigerwald, 2017) ซึ่งคือปัญหาที่ปริมาณขึ้นอยู่กับราคาและราคาขึ้นอยู่กับปริมาณ ทำให้การประมาณค่าอุปสงค์จะทำให้ราคามีความสัมพันธ์กับค่าความคลาดเคลื่อนได้ ซึ่งถ้าผลการทดสอบพบว่าไม่มีปัญหา Endogeneity ก็จะสามารถใช้วิธี Ordinary Least Square (OLS) ได้ ซึ่งการศึกษาที่ผ่านมาในการประมาณความยืดหยุ่นของอุปสงค์การใช้ไฟฟ้าของประเทศไทย ยังไม่มีการทำการประมาณค่าด้วยวิธี

General Method of Moment (GMM) และทำการทดสอบปัญหา Endogeneity มาก่อน อีกทั้งจากการศึกษาที่ผ่านมายังไม่เคยมีการประมาณค่าความยืดหยุ่นของอุปสงค์การใช้ไฟฟ้า แบบแบ่งตามประเภทกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้า เนื่องจากทางไฟฟ้าแบ่งผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทบ้านที่อยู่อาศัยที่ใช้อัตราปกติ (Normal rate) ออกเป็น 2 กลุ่มคือ ผู้ใช้ไฟฟ้าไม่เกิน 150 หน่วยต่อเดือนและผู้ใช้ไฟฟ้าเกิน 150 หน่วยต่อเดือน ซึ่งทางการไฟฟ้าพิจารณาจากขนาดของเครื่องวัดไฟฟ้าและปริมาณการใช้ไฟฟ้า 3 เดือน ก่อน หน้า (Provincial Electricity Authority, 2016) ซึ่งผลของการศึกษาจะทำให้ทราบความยืดหยุ่นของอุปสงค์ต่อราคาไฟฟ้า และปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลต่ออุปสงค์ของการใช้ไฟฟ้า เพื่อที่ทางการไฟฟ้าจะได้นำไปพิจารณาประกอบการปรับเปลี่ยนอัตราค่าไฟฟ้า หรือวางแผนมาตรการที่เกี่ยวข้องกับการใช้ไฟฟ้าได้ เช่น มาตรการลดโหลดการใช้ไฟฟ้า (Demand response) ในช่วงที่มีความจำเป็นต้องการให้ลดการใช้ไฟฟ้า เป็นต้น

2. แบบจำลองอุปสงค์ไฟฟ้า

สมการอุปสงค์สินค้าดั้งเดิมนั้น เป็นการหาความพึงพอใจสูงสุดภายใต้งบประมาณที่จำกัด อยู่ภายใต้ข้อสมมุติที่ว่าราคาสินค้าจะต้องเป็นราคาเดียว (Single price) หรือเส้นงบประมาณเป็นเส้นตรง (Linear budget line) แต่เนื่องจากค่าไฟฟ้าไม่ได้มี

อัตราเดียวแต่เป็นหลายอัตรา (Price schedule) ดังนั้นเส้นงบประมาณจึงไม่เป็นเส้นตรง (Nonlinear budget line) (Non-talarak,

1981) หากราคาค่าไฟฟ้าเป็นแบบอัตราที่เพิ่มขึ้นเมื่อมีการใช้ไฟฟ้ามากขึ้น (Increasing block rate) กำหนดให้

ปริมาณการใช้ไฟฟ้า	จำนวนเงินที่ต้องจ่าย
ไม่เกิน K_1 หน่วย	A บาท
อยู่ระหว่างหน่วยที่ $K_1 + 1$ ถึง K_2	L_1 บาท/หน่วย
เกิน K_2 หน่วยขึ้นไป	L_2 บาท/หน่วย

โดยที่ $L_2 > L_1$ และให้ Y คือรายได้ของผู้บริโภค และสมการความพอใจคือ $U(X_1, X_2)$ สมมุติว่าให้ X_1 เป็นไฟฟ้า และ X_2 เป็นสินค้าอื่นที่มีราคาเดียวคือ P_2 ดังนั้นสมการงบประมาณจะได้ดังนี้

$$G(L_1, X_1) + H(L_2, X_1) + P_2 X_2 + A = Y \quad (1)$$

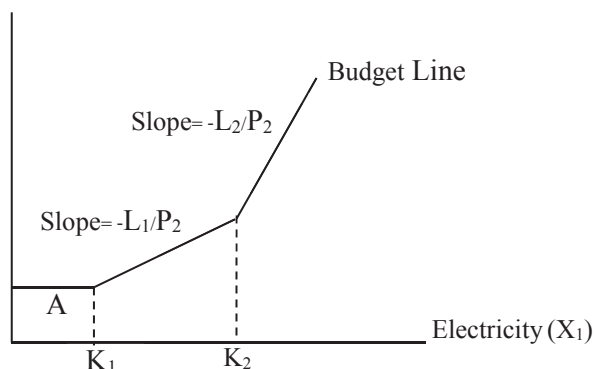
โดยที่

$$G(L_1, X_1) = \begin{cases} 0 & \text{if } X_1 \leq K_1 \\ L_1(X_1 - K_1 - 1) & \text{if } K_1 < X_1 \leq K_2 \\ L_1(K_2 - K_1 - 1) & \text{if } X_1 > K_2 \end{cases}$$

$$H(L_2, X_1) = \begin{cases} 0 & \text{if } X_1 \leq K_2 \\ L_2(X_1 - K_2) & \text{if } X_1 > K_2 \end{cases}$$

ซึ่งสามารถเป็นรูปดัง Figure 3

Other product (X_2)

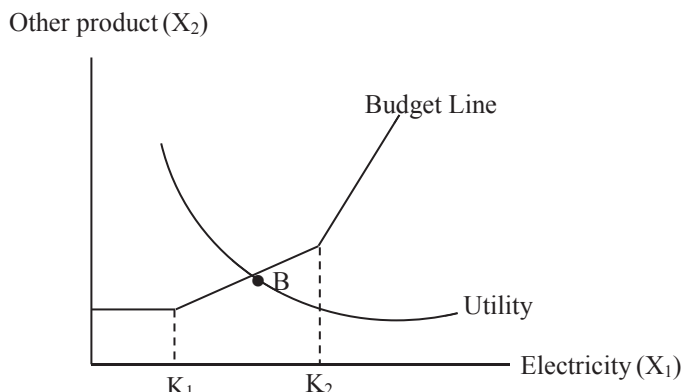


Source: Apply from Nontalarak (1981)

Figure 3. Nonlinear budget line under Increasing-block rate

ซึ่งการหาจุดดุลยภาพของผู้บริโภค คือ ความพอใจสูงสุด ภายใต้งบประมาณดังใน Figure 3 ดังนั้นการหาจุดดุลยภาพดังใน Figure 4 คือ จุดที่เส้นความพอใจสัมผัสกับเส้นงบประมาณ

ซึ่งคือจุด B แต่เนื่องจากเส้นงบประมาณมีลักษณะเป็นเส้นแบบขั้นขึ้น และไม่ต่อเนื่อง ซึ่งไม่ทำให้เกิดปัญหาจุดสัมผัสของเส้นความพอใจกับเส้นงบประมาณมีหลายจุดสัมผัสได้



Source: Apply from Nontalarak (1981)

Figure 4. Consumer Equilibrium for Nonlinear budget line under Increasing-block rate

3. แบบจำลองและวิธีการศึกษา

แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษาดังสมการที่ (2)

$$\ln Unit = f(\ln P, \ln income, \ln P_{gas}, \ln P_{pf}, Memb, Con, Com, Wa_heat, Wash, CDD, Type) \quad (2)$$

โดยที่

- $\ln P$ = ราคาไฟฟ้าในรูปลอการิทึม
- $\ln Unit$ = ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในรูปลอการิทึม
- $\ln P_{gas}$ = ราคาแก๊สหุงต้มในรูปลอการิทึม
- $\ln P_{pf}$ = ราคาน้ำมันเชื้อเพลิงในรูปลอการิทึม
- $Memb$ = จำนวนสมาชิกในครัวเรือน
- Con = จำนวนเครื่องปรับอากาศที่ครัวเรือนมี
- Com = จำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ครัวเรือนมี
- Wa_heat = จำนวนเครื่องทำน้ำอุ่นที่ครัวเรือนมี
- $Wash$ = จำนวนเครื่องซักผ้าที่ครัวเรือนมี

CDD = ค่า Cooling degree day รายเดือน ซึ่งเท่ากับ จำนวนวันในเดือนนั้น
 x (ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิรายเดือน - 18.33°C)

$Type$ = กลุ่มของอัตราค่าไฟฟ้า

โดยที่ $Type = 1$ ถ้ามีการใช้ไฟฟ้าเกิน 150 หน่วยต่อเดือน

$Type = 0$ ถ้ามีการใช้ไฟฟ้าไม่เกิน 150 หน่วยต่อเดือน

โดยทำการประมาณค่าสมการที่ (2) ด้วย
 วิธี Generalized Method of Moments
 (GMM) ซึ่งเป็นวิธีหนึ่งใน Instrumental
 Variable จากนั้นทำการทดสอบปัญหา
 Endogeneity ซึ่งมีสมมติฐานหลัก (H_0) ว่า
 แบบจำลองไม่มีปัญหา Endogeneity ซึ่งถ้า
 ไม่สามารถปฏิเสธสมมติฐานแสดงว่า ไม่มี
 ปัญหา Endogeneity ซึ่งทำให้สามารถทำ
 การประมาณค่าด้วยวิธี Ordinary Least
 Square (OLS) ได้ โดยทำการประมาณ
 แบ่งเป็น 3 กรณี คือ กรณีกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้าไม่
 เกิน 150 หน่วยต่อเดือน ($Type 0$) กรณีกลุ่ม
 ผู้ใช้ไฟฟ้าเกิน 150 หน่วยต่อเดือน
 ($Type 1$) และกรณีรวมทั้งหมด (Total)

4. ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

การศึกษาอุปสงค์การใช้ไฟฟ้าของ
 ครัวเรือนในเขตภาคเหนือของประเทศไทยนี้
 ทำการเก็บข้อมูลจาก 4 จังหวัดที่มีปริมาณการ
 ใช้ไฟฟ้าของบ้านพักอาศัยมากที่สุด ใน
 ภาคเหนือ ได้แก่ จังหวัดเชียงใหม่ จังหวัด
 นครสวรรค์ จังหวัดเชียงราย และจังหวัด
 พะเยา จากนั้นคำนวณกลุ่มตัวอย่างจากวิธี

ของ Yamane ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 400
 ราย แต่ได้ทำการสำรวจเพิ่มเป็น 600 ราย เพื่อ
 ป้องกันความไม่สมบูรณ์ของการตอบ
 แบบสอบถาม โดยแบ่งตามสัดส่วนผู้ใช้ไฟฟ้า
 ของแต่ละจังหวัด แต่เนื่องจากมีกลุ่มตัวอย่าง
 บางส่วนอยู่ในกลุ่มไม่เสียค่าไฟฟ้าและบาง
 ตัวอย่างเป็นผู้ใช้ไฟฟ้าอัตราตามเวลา จึงทำให้
 จำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดในการศึกษานี้
 เท่ากับ 550 ราย

5. ผลการศึกษา

ผลการประมาณด้วยวิธี Generalized
 Method of Moments (GMM) ดัง ใน
 Table 1 โดยกรณีที่ 1 กรณีที่ผู้ใช้ไฟฟ้าไม่เกิน
 150 หน่วยต่อเดือน ($Type 0$) ซึ่งพบว่า ปัจจัย
 ที่มีผลต่ออุปสงค์ของการใช้ไฟฟ้าอย่างมี
 นัยสำคัญได้แก่ ราคาน้ำมันเชื้อเพลิง (Pf)
 และจำนวนเครื่องปรับอากาศที่ครัวเรือนมี
 (Con) โดยมีนัยสำคัญที่ระดับนัย สำคัญทาง
 สถิติ 0.01 และ 0.1 ตามลำดับ โดยเมื่อราคา
 น้ำมันเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้นร้อยละ 1 ทำให้ปริมาณ
 การใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นร้อยละ 4.190 ขณะที่
 ปัจจัยอื่นๆคงที่ และเมื่อครัวเรือนมี

เครื่องปรับอากาศเพิ่มขึ้น 1 เครื่องทำให้ปริมาณการใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้น $0.195 \times 181.69 = 35.43$ หน่วย ขณะที่ปัจจัยอื่นๆคงที่ กรณีที่ 2 กรณีผู้ใช้ไฟฟ้าเกิน 150 หน่วยต่อเดือน (Type 1) พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่ออุปสงค์ของการใช้ไฟฟ้าอย่างมีนัยสำคัญได้แก่ รายได้ของครัวเรือน (*Income*) ราคาน้ำมันเชื้อเพลิง (*Pf*) จำนวนสมาชิกในครัวเรือน (*Memb*) และจำนวนเครื่องปรับอากาศที่ครัวเรือนมี (*Con*) โดยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05, 0.01, 0.01 และ 0.05 ตามลำดับ โดยเมื่อระดับรายได้ของครอบครัว

เพิ่มขึ้นร้อยละ 1 ทำให้ปริมาณการใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.088 ขณะที่ปัจจัยอื่นๆคงที่ เมื่อราคาน้ำมันเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้นร้อยละ 1 ทำให้ปริมาณการใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นร้อยละ 4.444 ขณะที่ปัจจัยอื่นๆคงที่ เมื่อจำนวนสมาชิกในครอบครัวเพิ่มขึ้น 1 คนทำให้ปริมาณการใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้น $0.060 \times 246.54 = 14.79$ หน่วย ขณะที่ปัจจัยอื่นๆคงที่ และเมื่อครัวเรือนมีเครื่องปรับอากาศเพิ่มขึ้น 1 เครื่องทำให้ปริมาณการใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้น $0.216 \times 246.54 = 53.25$ หน่วย ขณะที่ปัจจัยอื่นๆคงที่

Table 1. Household Demand for Electricity in Northern Thailand with IV-GMM model

Variable	Type 0		Type1		Total	
	Coefficient	t-test	Coefficient	t-test	Coefficient	t-test
<i>lnP</i>	-0.851	-0.780	3.706	0.420	-1.342	-0.860
<i>lnIncome</i>	0.074	0.830	0.088	2.530**	0.077	1.770*
<i>lnPgas</i>	1.869	0.390	6.563	1.340	8.115	4.060***
<i>lnPf</i>	4.190	9.560***	4.444	11.430***	4.369	14.700***
<i>Memb</i>	0.037	0.980	0.060	2.710***	0.052	2.390**
<i>Con</i>	0.195	1.650*	0.216	2.240**	0.198	2.850***
<i>Com</i>	0.031	0.410	-0.001	-0.020	0.014	0.310
<i>Wa_Heat</i>	0.033	0.520	0.030	0.330	0.061	1.290
<i>Wash</i>	0.237	1.450	-0.241	-0.690	0.082	0.640
<i>CDD</i>	0.001	1.170	0.001	0.590	0.000	0.510
Type	-	-	-	-	0.308	0.990
Constant	-10.936	-0.390	-44.885	-2.330***	-47.298	-4.220***
R-square	0.427		0.332		0.376	
Root MSE	0.479		0.542		0.525	

Remark: The mean of household demand for electricity (Q) in Type 0, Type1, and Total = 181.69, 246.54, and 217.65, respectively

กรณีที่ 3 กรณีกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด (Total) ซึ่งผลการศึกษาพบว่าปัจจัยที่มีผลต่ออุปสงค์การใช้ไฟฟ้าอย่างมีนัยสำคัญได้แก่ รายได้ของ

ครัวเรือน (*Income*) ราคาแก๊สหุงต้ม (*Pgas*) ราคา น้ำมันเชื้อเพลิง (*Pf*) จำนวนสมาชิกในครัวเรือน (*Memb*) และจำนวน

เครื่องปรับอากาศที่ครัวเรือนมี (*Con*) โดยมี
 นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.1, 0.01,
 0.01, 0.05 และ 0.01 ตามลำดับ โดยเมื่อระดับ
 รายได้ของครอบครัวเพิ่มขึ้นร้อยละ 1 ทำให้
 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.077
 ขณะที่ปัจจัยอื่นๆคงที่ เมื่อราคาค่าแก๊สหุงต้ม
 เพิ่มขึ้นร้อยละ 1 ทำให้ปริมาณการใช้ไฟฟ้า
 เพิ่มขึ้นร้อยละ 8.115 ขณะที่ปัจจัยอื่นๆคงที่
 เมื่อราคาน้ำมันเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้นร้อยละ 1 ทำ
 ให้ปริมาณการใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นร้อยละ 4.369
 ขณะที่ปัจจัยอื่นๆคงที่ เมื่อจำนวนสมาชิกใน
 ครอบครัวเพิ่มขึ้น 1 คนทำให้ปริมาณการใช้
 ไฟฟ้าเพิ่มขึ้น $0.052 \times 217.65 = 11.318$ หน่วย

ขณะที่ปัจจัยอื่นๆ คงที่ และเมื่อครัวเรือนมี
 เครื่องปรับอากาศเพิ่มขึ้น 1 เครื่องทำให้
 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้น $0.198 \times 217.65 =$
 43.095 หน่วย ขณะที่ปัจจัยอื่นๆ คงที่

เมื่อทำการทดสอบปัญหา Endogeneity
 โดยสมมุติฐานหลัก (H_0) คือไม่มีปัญหา
 Endogeneity ซึ่งผลการทดสอบดังใน
 Table 2 จะพบว่า ค่าความน่าจะเป็นของค่า
 ไคสแควร์ ของทั้ง 3 กรณีมีค่ามากกว่าระดับ
 นัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ดังนั้นทั้ง 3 กรณี
 สามารถทำการประมาณค่าได้ด้วยวิธี
 Ordinary Least Square (OLS) ได้โดยผลการ
 ประมาณค่าดังใน Table 3

Table 2. Test endogeneity problem

	Type 0	Type 1	Total
Chi-square	1.256	0.305	0.836
Prob > Chi2	0.262	0.581	0.361

Table 3. Household Demand for Electricity in Northern Thailand with OLS model

Variable	Type 0		Type1		Total	
	Coefficient	t-test	Coefficient	t-test	Coefficient	t-test
<i>lnP</i>	-0.009	-0.140	0.184	1.170	-0.007	-0.120
<i>lnIncome</i>	0.129	3.690***	0.090	3.860***	0.105	4.970***
<i>lnPgas</i>	1.812	0.540	8.250	5.520***	7.464	5.640***
<i>lnPf</i>	4.425	16.550***	4.462	19.710	4.484	24.880***
<i>Memb</i>	0.015	0.970	0.057	3.590	0.039	3.440***
<i>Con</i>	0.108	2.710***	0.185	5.660	0.146	5.480***
<i>Com</i>	0.048	0.890	0.013	0.310	0.024	0.700
<i>Wa_Heat</i>	0.030	0.580	0.058	1.230	0.050	1.340
<i>Wash</i>	0.141	1.920*	-0.104	-1.950*	-0.008	-0.170
<i>CDD</i>	0.001	3.690***	0.000	0.850	0.001	2.760***
Type	-	-	-	-	0.040	1.200
Constant	-12.320	-0.610	-49.989	-5.610***	-45.386	-5.760***
R-square	0.726		0.706		0.713	
Root MSE	0.339		0.366		0.359	

Remark: The mean of household demand for electricity (Q) in Type 0, Type1, and Total = 181.69, 246.54, and 217.65, respectively

เมื่อทำการประมาณค่าอุปสงค์ของการใช้ไฟฟ้าของครัวเรือนภาคเหนือด้วยวิธี Ordinary Least Square (OLS) ดังใน Table 3 ซึ่งผลการศึกษพบว่า ในกรณีที่ 1 กรณีที่ผู้ใช้ไฟฟ้าไม่เกิน 150 หน่วยต่อเดือน (Type 0) ซึ่งพบว่าปัจจัยที่มีผลต่ออุปสงค์ของการใช้ไฟฟ้าได้แก่ รายได้ของครัวเรือน (*Income*) ราคาน้ำมันเชื้อเพลิง (*Pf*) จำนวนเครื่องปรับอากาศที่ครัวเรือนมี (*Con*) และจำนวนเครื่องซักผ้าที่ครัวเรือนมี (*Wash*) และค่า Cooling degree day โดยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.01, 0.01, 0.01, 0.1 และ 0.01 ตามลำดับ โดยเมื่อระดับรายได้ของครัวเรือนเพิ่มขึ้นร้อยละ 1 ทำให้ปริมาณการใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.129 ขณะที่ปัจจัยอื่นๆคงที่ เมื่อราคาน้ำมันเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้นร้อยละ 1 ทำให้ปริมาณการใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นร้อยละ 4.425 ขณะที่ปัจจัยอื่นๆคงที่ ซึ่งการที่ราคาน้ำมันเชื้อเพลิงมีผลต่ออุปสงค์ของการใช้ไฟฟ้าเนื่องจากในปัจจุบันเริ่มมีการนำรถที่ใช้ไฟฟ้ามาใช้แทนรถที่ใช้ น้ำมันเชื้อเพลิงมากขึ้น เมื่อครัวเรือนมีเครื่องปรับอากาศเพิ่มขึ้น 1 เครื่องทำให้ปริมาณการใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้น $0.108 \times 181.69 = 19.622$ หน่วย เหตุที่ครัวเรือนมีเครื่องปรับอากาศเพิ่มขึ้น ทำให้ปริมาณการใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นไม่มากนักเนื่องจากข้อมูลส่วนมากทำการสำรวจในช่วงเดือนมกราคม และ กุมภาพันธ์ จึงทำให้มีการใช้เครื่องปรับอากาศไม่ค่อยมากในช่วงเวลา

ดังกล่าวจึงทำให้การที่ครัวเรือนมีเครื่องปรับอากาศเพิ่มขึ้นไม่ได้ทำให้ปริมาณการใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นมากนัก ขณะที่ปัจจัยอื่นๆคงที่ เมื่อครัวเรือนมีเครื่องซักผ้าเพิ่มขึ้น 1 เครื่องทำให้ปริมาณการใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้น $0.141 \times 181.69 = 25.618$ หน่วย ขณะที่ปัจจัยอื่นๆคงที่ และเมื่อ Cooling degree day เพิ่มขึ้น 1 หน่วยทำให้ปริมาณการใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้น $0.001 \times 181.69 = 0.182$ หน่วย ขณะที่ปัจจัยอื่นๆคงที่

กรณีที่ 2 กรณีที่ผู้ใช้ไฟฟ้าเกินกว่า 150 หน่วยต่อเดือน (Type 1) โดยผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยที่มีผลต่ออุปสงค์ของการใช้ไฟฟ้าได้แก่ รายได้ของครัวเรือน (*Income*) ราคาน้ำมันเชื้อเพลิง (*Pf*) และจำนวนเครื่องซักผ้าที่ครัวเรือนมี (*Wash*) ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.01, 0.01 และ 0.1 ตามลำดับ โดยเมื่อระดับรายได้ของครัวเรือนเพิ่มขึ้นร้อยละ 1 ทำให้ปริมาณการใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.090 ขณะที่ปัจจัยอื่นๆคงที่ เมื่อราคาค่าแก๊สหุงต้มเพิ่มขึ้นร้อยละ 1 ทำให้ปริมาณการใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นร้อยละ 8.250 ขณะที่ปัจจัยอื่นๆคงที่และเมื่อครัวเรือนมีเครื่องซักผ้าเพิ่มขึ้น 1 เครื่องทำให้ปริมาณการใช้ไฟฟ้าลดลง $0.104 \times 246.54 = 25.640$ หน่วย ขณะที่ปัจจัยอื่นๆคงที่

กรณีที่ 3 กรณีกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด (Total) ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยที่มีผลต่ออุปสงค์ของการใช้ไฟฟ้าได้แก่ รายได้ของครัวเรือน (*Income*) ราคาแก๊สหุงต้ม (*Pgas*) ราคา

น้ำมันเชื้อเพลิง (P_f) จำนวนสมาชิกในครัวเรือน ($Memb$) จำนวนเครื่องปรับอากาศที่ครัวเรือนมี (Con) และค่า Cooling degree day (CDD) โดยทุกตัวแปรมีความสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 โดยเมื่อระดับรายได้ของครัวเรือนเพิ่มขึ้นร้อยละ 1 ทำให้ปริมาณการใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.105 ขณะที่ปัจจัยอื่นๆคงที่ เมื่อราคาค่าแก๊สหุงต้มเพิ่มขึ้นร้อยละ 1 ทำให้ปริมาณการใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นร้อยละ 7.464 ขณะที่ปัจจัยอื่นๆคงที่ เมื่อราคาน้ำมันเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้นร้อยละ 1 ทำให้ปริมาณการใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นร้อยละ 4.484 ขณะที่ปัจจัยอื่นๆคงที่ เมื่อจำนวนสมาชิกในครัวเรือนเพิ่มขึ้น 1 คนทำให้ปริมาณการใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้น $0.039 \times 217.65 = 8.488$ หน่วย ขณะที่ปัจจัยอื่นๆคงที่ เมื่อครัวเรือนมีเครื่องปรับอากาศเพิ่มขึ้น 1 เครื่องทำให้ปริมาณการใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้น $0.146 \times 217.65 = 31.777$ หน่วย ขณะที่ปัจจัยอื่นๆคงที่ และเมื่อ Cooling degree day เพิ่มขึ้น 1 หน่วยทำให้ปริมาณการใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้น $0.001 \times 217.65 = 0.218$ หน่วย ขณะที่ปัจจัยอื่นๆคงที่

6. อภิปรายผล

จากผลการศึกษาในกรณีกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด พบว่าค่าความยืดหยุ่นอุปสงค์ต่อราคามีค่าสอดคล้องตามทฤษฎี และพบว่าเป็นความยืดหยุ่นน้อย สอดคล้องกับงานวิจัยในประเทศของ Nontalarak (1981), Panthamit (1994) และ Saensuk (2002) และงานวิจัยของ

ต่างประเทศของ Hanson (1984), Reiss and White (2002), Bende-zú and Gallardo (2006) และ Do et al. (2015) แต่ในการศึกษานี้พบว่าไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่า ราคาค่าไฟฟ้าไม่มีผลต่ออุปสงค์ของการใช้ไฟฟ้าของครัวเรือน อาจเนื่องจากไฟฟ้าเป็นสินค้าจำเป็น ดังนั้น ถึงแม้ว่าราคาค่าไฟฟ้าจะสูงขึ้นแต่มีความจำเป็นต้องใช้จึงไม่มีผลให้เกิดการลดลงของการใช้ไฟฟ้าอย่างมีนัยสำคัญได้ นอกจากนี้ยังพบว่า ค่าความยืดหยุ่นอุปสงค์ต่อรายได้มีค่าเป็นบวกแสดงว่าเป็นสินค้าปกติ สอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมา ซึ่งแสดงว่าถ้าครัวเรือนมีรายได้มากขึ้นก็จะมีอุปสงค์ของการใช้ไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย และยังพบว่าปัจจัยอื่นที่มีผลต่ออุปสงค์ของการใช้ไฟฟ้าได้แก่จำนวนสมาชิกในครัวเรือน ซึ่งสอดคล้องกับงานที่ผ่านมาทั้งหมด ราคาค่าแก๊สหุงต้มซึ่งสอดคล้องกับงานของ Do et al. (2015) จำนวนเครื่องปรับอากาศที่ครัวเรือนมี ซึ่งสอดคล้องกับงานของ Panthamit (1994), Saensuk (2002) และ Bende-zú and Gal-lardo (2006) และค่า Cooling degree day ซึ่งสอดคล้องกับงานของ Hanson (1984) และ Reiss and White (2002) นอกจากนี้ในการศึกษานี้ยังพบว่า ราคาน้ำมันเชื้อเพลิงมีผลต่ออุปสงค์ของการใช้ไฟฟ้าด้วย ซึ่งหากพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์แล้วทั้งราคาค่าไฟฟ้าและรายได้มีค่าสัมประสิทธิ์น้อย ขณะที่ค่าสัมประสิทธิ์

ของราคาน้ำมันเชื้อเพลิงและราคาแก๊สหุงต้มมีค่ามากกว่า

7. สรุปและข้อเสนอแนะ

การศึกษานี้ต้องการทำการประมาณอุปสงค์การใช้ไฟฟ้าของครัวเรือนในภาคเหนือของประเทศไทย โดยอัตราค่าไฟฟ้าของครัวเรือนสามารถเลือกได้ 2 อัตราคือ อัตราตามช่วงเวลา และอัตรารปกติ ซึ่งครัวเรือนภาคเหนือส่วนมากใช้อัตรารปกติซึ่งมีลักษณะเป็นอัตราแบบ Increasing-block rate ซึ่งในการศึกษานี้ทำการเก็บข้อมูลจาก 4 จังหวัดในภาคเหนือที่มีปริมาณการใช้ไฟฟ้ามากที่สุดได้แก่ เชียงใหม่ นครสวรรค์ เชียงราย และพิษณุโลก จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการประมาณค่าเท่ากับ 550 กลุ่มตัวอย่าง และทำการประมาณค่าด้วยวิธี Generalized Method of Moments (GMM) แล้วทำการทดสอบปัญหา Endogeneity ซึ่งถ้าไม่พบว่าไม่มีปัญหา Endogeneity จึงจะทำการประมาณค่าด้วยวิธี Ordinary Least Square (OLS) ได้ ซึ่งทำการประมาณค่าแบ่งเป็น 3 กรณีคือ กรณีผู้ใช้ไฟฟ้าไม่เกิน 150 หน่วยต่อเดือน กรณีผู้ใช้ไฟฟ้าเกิน 150 หน่วยต่อเดือนและกรณีกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

ซึ่งผลการศึกษาพบว่า กรณีผู้ใช้ไฟฟ้าไม่เกิน 150 หน่วยต่อเดือน ปัจจัยที่มีผลต่ออุปสงค์ของการใช้ไฟฟ้าอย่างมีนัยสำคัญได้แก่ รายได้ของครัวเรือน ราคาน้ำมันเชื้อเพลิง จำนวนเครื่องปรับอากาศที่ครัวเรือนมี จำนวน

เครื่องซักผ้าที่ครัวเรือนมี และค่า Cooling degree day กรณีผู้ใช้ไฟฟ้าเกิน 150 หน่วยต่อเดือน พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่ออุปสงค์ของการใช้ไฟฟ้าอย่างมีนัยสำคัญได้แก่ รายได้ของครัวเรือน ราคาน้ำมันแก๊สหุงต้ม และจำนวนเครื่องซักผ้าที่ครัวเรือนมี และกรณีกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่ออุปสงค์ของการใช้ไฟฟ้าอย่างมีนัยสำคัญได้แก่ รายได้ของครัวเรือน ราคาน้ำมันแก๊สหุงต้ม ราคา น้ำมันเชื้อเพลิง จำนวนสมาชิกในครัวเรือน จำนวนเครื่องปรับอากาศที่ครัวเรือนมี และค่า Cooling degree day ซึ่งจากผลการศึกษาจะพบว่า ค่าความยืดหยุ่นของอุปสงค์ต่อราคา มีค่าน้อย ซึ่งแสดงว่า ไฟฟ้าเป็นสินค้าจำเป็นแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และยังพบว่าค่าความยืดหยุ่นของอุปสงค์ต่อรายได้มีค่าเป็นบวก ซึ่งแสดงว่า ไฟฟ้าเป็นสินค้าปกติ กล่าวคือถ้าผู้ใช้ไฟฟ้ามีรายได้มากขึ้นก็จะทำให้อุปสงค์ของการใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นตามไปด้วย

จากผลการศึกษาจะพบว่า ราคาไฟฟ้าไม่มีผลต่ออุปสงค์ของการใช้ไฟฟ้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่อุปสงค์การใช้ไฟฟ้าขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่น ๆ มากกว่า เช่น จำนวนเครื่องปรับอากาศที่ครัวเรือนมี ดังนั้นหากทางการไฟฟ้ามีความจำเป็นต้องการใช้มาตรการลดโหลดการใช้ไฟฟ้า (Demand response) แล้ว อาจจะเข้ามาทำการควบคุมการใช้เครื่องปรับอากาศโดยตรง เช่น มาตรการ Direct load control ซึ่งเป็นมาตรการที่ต่างประเทศใช้กับภาคครัวเรือน

หรือผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทบ้านที่อยู่อาศัย โดยทำการควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศของครัวเรือนที่เข้าร่วมมาตรการโดยตรง เช่น ตั้งอุณหภูมิให้สูงขึ้นกว่าเดิม เพื่อประหยัดการใช้ไฟฟ้าลง เป็นต้น

แต่อย่างไรก็ตามเนื่องจากการสำรวจข้อมูลส่วนมากทำในช่วงเดือนมกราคม และ

ภูมิภาพพื้นที่ จึงอาจจะทำให้ปัจจัยบางตัวมีผลกระทบต่อปริมาณการใช้ไฟฟ้าน้อย เช่น จำนวนเครื่องปรับอากาศที่ครัวเรือนมี ถึงแม้จะมีนัยสำคัญแต่มีค่าสัมประสิทธิ์ที่น้อย เนื่องจากช่วงเวลาที่ทำการสำรวจเป็นช่วงอุณหภูมิต่ำ จึงอาจมีบางครัวเรือนมีเครื่องปรับอากาศแต่ไม่ได้ใช้งานก็เป็นไปได้

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัย “อุปสงค์การใช้ไฟฟ้าและความรู้ความเข้าใจในอัตราตามช่วงเวลาของการใช้ของผู้อาศัยในเขตภาคเหนือของประเทศไทย” ซึ่งได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากทุนพัฒนานักวิจัยรุ่นกลางมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ผู้วิจัยจึงขอขอบพระคุณ เป็นอย่างสูงต่อการสนับสนุนโครงการวิจัยมา ณ ที่นี้

References

- Bendezú, L. & Gallardo, J. (2006). *Econometric Analysis of Household Electricity Demand in Peru*. Retrieved from http://www.bcrp.gob.pe/docs/Proyeccion-Institucional/Seminarios/Conferencia-12-2006/Paper_0612_06-Bendezu_Gallardo.pdf. 24 pages.
- Du, G., Lin, W., Sun, C., & Zhang, D. (2015). Residential electricity consumption after the reform of tiered pricing for household electricity in China. *Applied Energy*, 157, 276 - 283.
- Henson, S.E. (1984). Electricity Demand Estimates under Increasing-Block Rates. *Southern Economic Journal*, 51(1), 147-156.
- Junjaroen, S. (1970). *An Analysis of the Demand for Electricity in Thailand*. (Master's Thesis, The School of Economics). University of the East Philippines.
- Konsri, W. (2013). *The Study for the Decision Making to Change the Centrifugal Chiller of Air Conditioning Systems: Case Study of GPF Witthayu Towers*. (Master's Thesis, Faculty of Engineering). Dhurakij Pundit University. (in Thai)
- Nonthalarak, C. (1981). *Quantitative Analysis: Demand for Residential Electricity in the Metropolitan Electricity Authority*. (Master's Thesis, Faculty of Economics). Thammasat University. (in Thai)
- Panthamit, N. (1994). *Factors affecting household electricity demand in Chiang Mai Province*. (Master's Thesis, Faculty of Economics). Chiang Mai University. (in Thai)
- Provincial Electricity Authority. (2014). *The Report of situation of electricity sell and the analysis of Provincial Electricity Authority*. Retrieved from www.mea.or.th
- _____. (2016). *Announcement of tariff structure in 2015*. Provincial Electricity Authority. (in Thai)
- Reiss, P. & White, M.W. (2005). Household Electricity Demand, Revisited. *Review of Economic Studies*, 72, 853 - 883.
- Saensuk, S. (2002). *Factors Affecting the Demand of Household Electric Energy Consumption in Lampang Province*. (Master's Thesis, Agricultural Economics). Maejo University. (in Thai)
- Steigerwald, D. G. (2017). *Economics 241B Endogeneity Bias - The Example of Working*. Retrieved from <http://econ.ucsb.edu/~doug241b/Lectures/17%20Endogeneity%20Bias%20-%20Working's%20Example.pdf>